

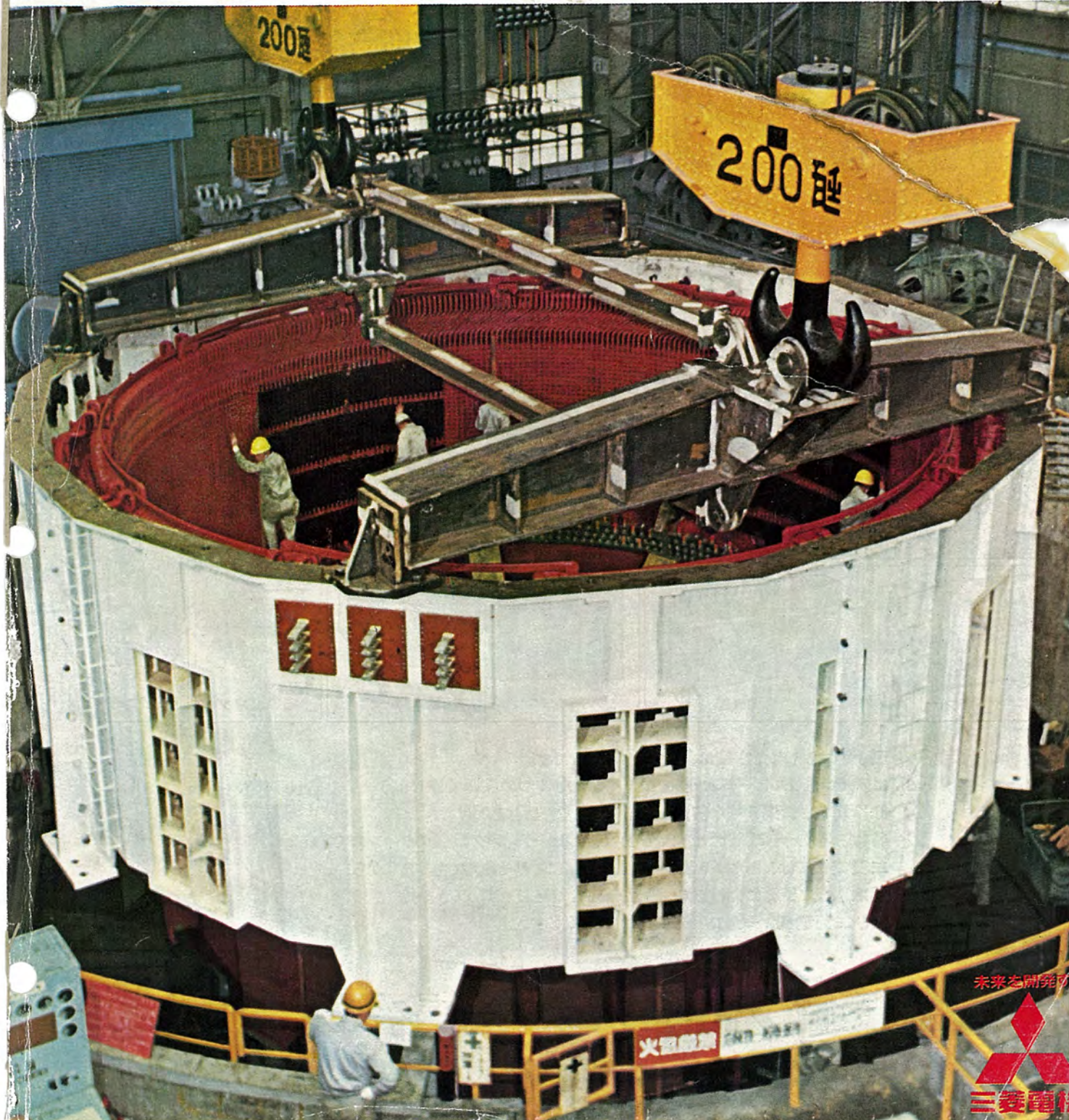
MITSUBISHI DENKI GIHO  
**三菱電機技報**

Vol.44 January 1970

技術の進歩特集

1

オーストラリア・SMA・テュマツト-3発電所納め 278,000kVA水車発電機（発電電動機）



未来を創る







## 昭和44年度技術の進歩

### 目次

ハイライト	9
巻頭言	25
1. 研究	26
1. 固体物性とその応用	26
2. 半導体とその応用	28
3. 材料	29
4. 電機技術	33
5. 生産技術	35
6. 超高周波技術	37
7. 家庭用電気品	38
2. 発電	42
1. 火力および原子力発電	42
2. 水力発電	48
3. ディーゼル発電	51
3. 送電, 変電	53
1. 500 kV 送電	54
2. 縮小形変電所	54
3. 系統制御	55
4. 系統保護	58
5. 工業用受変電設備	61
6. 送受電用機器	64
7. 調相設備	71
8. 特高キュービクル開閉装置	72
4. 配電	74
1. 都市配電の近代化	74
2. 配電用機器	76
5. 工業プラント用電機設備	80
1. 工業プラント一般	81
2. 鉄鋼, その他金属工業	84
3. 紙, パルプ用電機品	91
4. 水処理およびポンプ場	93
5. 化学, 肥料, セメント	95

6. 荷 役	98
7. その他	98
6. 工業用電機品-I	100
1. 溶接機, 電気炉, 誘導加熱	100
2. 放電・電解加工機	103
3. 工作機用電機品および電動工具	104
4. 数値制御装置	106
7. 工業用電機品-II	110
1. 直流電動機	110
2. 交流電動機	110
3. 電動機応用品	111
4. 制御装置および制御器具	114
5. ファン・冷凍機および応用品	119
8. ビル用電気設備	122
1. 最近のビル用電源設備	122
2. ターボ冷凍機	125
3. エレベータ, エスカレータ	128
9. 交 通	133
1. 電気車	133
2. 車両用機器	135
3. 電鉄用変電所	138
4. 道路関係機器	140
10. 船用電機品	142
1. 交流発電機	142
2. 船用配電盤	143
3. 機関室補機および制御装置	144
4. 甲板補機	145
5. 自動化機器	145
6. 船用直流機	146
11. 電 装 品	147
1. 自動車用電装品	147
2. 航空機用電装品	149
12. 電 子 機 器	150
1. 移動無線機器	150
2. 多重通信装置	152
3. データ伝送機器	154
4. 衛星通信地上局システム	156
5. マイクロ波アンテナ	158
6. レーダ	159

7. テレビジョン機器	161
8. 放送機器	163
9. 自動制御用機器	164
10. 国際印刷電信用機器	165
11. 静止形電源装置	165
<b>13. 電子計算機</b>	<b>166</b>
1. MELCOM-3100 システムモデル 20, 40	167
2. MELCOM-9000 システムグループ 30	167
3. MELCOM-9100 研究所システム	168
4. MELCOM-9100 システムグループ 5	168
5. MELCOM-80 シリーズ小形電子計算機	169
6. グラフィックディスプレイ	169
7. キャラクターディスプレイシステム	170
8. M-834 形磁気ディスク駆動装置	170
9. マークシートリーダー	171
10. PCCS 実動率向上のためのバックアップ装置	171
11. MELCOM-350-30 オンラインデバックングエイド	172
12. プロセス制御用コンパイラ	172
13. アナログ電子計算機	173
<b>14. 計 測 機</b>	<b>174</b>
1. 配電盤用計器および記録計器	174
2. プロセス計測器	174
3. 機械量計測器	175
4. 速度測定装置	176
5. 電気量計測器	176
6. テレメータ	177
7. 集中自動検針装置用端末機器	177
8. 探傷器	178
9. タイムスイッチ	178
<b>15. 放射線機器</b>	<b>179</b>
1. 原子力発電所用放射線監視装置	179
2. ライナック, バンドグラフおよびサイクロトロン	180
3. 照射装置	181
4. 中性子回折装置	182
<b>16. 電子管および半導体素子</b>	<b>184</b>
1. 電力管	185
2. 受像管	186
3. 整流素子およびサイリスタ	186
4. トランジスタ	188
5. ダイオード	189
6. 集積回路	190



17. 照 明	193
1. けい光ランプ	193
2. 水銀ランプ	193
3. 安定器	194
4. 照明器具	194
5. 偏光板	195
6. 照明施設	196
18. 家庭用電気品	200
1. 教育レジャー用品	201
2. 生活合理化用品	204
3. 快適生活用品	207
19. 材 料	213
1. 絶縁材料	213
2. 金属材料およびフェライト	214
3. 化成品	219

## 《表 紙》

オーストラリア SMA テュマット-3 発電所納め  
278,000 kVA 水車発電機（発電電動機）

### 定格事項

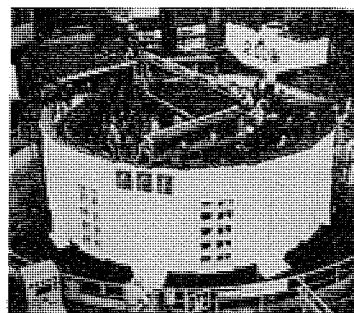
立軸半かさ形 全閉内冷形

278,000/263,200 kVA 15.4 kVA 50 Hz PF=0.95 187.5 rpm 32 P

無拘束速度 342 rpm  $GD^2=22,400 \text{ t-m}^2$

### 特 色

- (1) 国産最大の水車発電機で、世界的にも有数の超大形発電機である。発電機はそのわりには小形軽量である。
- (2) 全製作台数6台のうち、3台は揚水発電用発電電動機である。
- (3) 発電所クレーンは250トン（2×125トン）で従来の約半分であり、発電所全体の経済性を高めている。このため回転部には特殊な構造を採用している。
- (4) 制動装置として電気ブレーキを設けている。停止時間も短く保守が簡便である。
- (5) 推力軸受は可逆回転可能の中心支持方式である。
- (6) サイリスタ励磁装置を採用している。
- (7) 工場で回転試験を実施し、性能の確認を行なった。





---

## MITSUBISHI'S ENGINEERING DEVELOPMENT DURING 1969

---

### CONTENTS

1. Research and Development.....	26
1. Solid state physics and its application.....	26
2. Semiconductor devices and its application.....	28
3. Material research.....	29
4. Electrical engineering.....	33
5. Manufacturing engineering .....	35
6. Microwave technology .....	37
7. Home electric appliance.....	38
2. Electric Power Generation.....	42
1. Steam and nuclear power generation.....	42
2. Water power generation.....	48
3. Diesel power generation.....	51
3. Power Transmission.....	53
1. 500 kV transmission.....	54
2. Mini substation.....	54
3. Power system control.....	55
4. Power system protective relaying scheme.....	58
5. Equipments for substation of industrial use.....	61
6. Equipments for power transmission.....	64
7. Reactors and power condensers.....	71
8. Extra high voltage cubicles.....	72
4. Power Distribution.....	74
1. Modernization of electric power distribution.....	74
2. Electric apparatus for power distribution.....	76
5. Electrical Installation for Industrial Plant.....	80
1. General .....	81
2. Electric apparatus for iron and steel manufacturing and other metal working industries.....	84
3. Electric apparatus for paper, pulp manufacturing plants.....	91
4. Electric apparatus for water treatment plants and pumping plants.....	93
5. Electric apparatus for electro-chemical plant and cement manufacturing plants.....	95
6. Electric apparatus for cargo-handling.....	98
7. Others.....	98



6. Electric Apparatus for Industrial Application (I)	100
1. Welding machine, electric melting furnace and induction heating equipment	100
2. Electrical discharge and chemical machine	103
3. Electrical equipment for machine tool and electric tool	104
4. Numerical control	106
7. Electric Apparatus for Industrial Application (II)	110
1. DC motors	110
2. AC motors	111
3. Motor application for industries	113
4. Control system and control apparatus	114
5. Fan, refrigerators and its appliances	119
8. Electric Apparatus in Buildings	122
1. Electric installation in modern buildings	122
2. Centrifugal water chiller	125
3. Elevators and escalators	128
9. Traffic	133
1. Electric locomotive and electric car	133
2. Electric machines for rolling stock	135
3. Electric apparatus for substation	138
4. Electric apparatus for road way	140
10. Marine Electric Apparatus	142
1. AC generators	142
2. Marine switchboards	143
3. Engine room auxiliary machines and control apparatus	144
4. Auxiliary machines for deck use	145
5. Automatic marine control apparatus	145
6. Marine DC electric machines	146
11. Electric Equipment for Automobiles and Aircraft	147
1. Electric equipments for automobile	147
2. Electric equipments for aircraft	149
12. Electronic Equipment	150
1. Radio telephone communication equipments	150
2. Multiplex communication equipments	152
3. Data transmission equipments	154
4. Earth station antenna system for satellite communication	156
5. Microwave antenna	158
6. Radar apparatus	159
7. Industrial television equipments	161
8. Television broad casting equipment	163

9. Drive and control equipment for large antenna.....	164
10. ARQ equipment.....	165
11. Static inverter and converter.....	165
<b>13. Electronic Computers.....</b>	<b>166</b>
1. Digital computer system MELCOM-3100 model 20, 40.....	167
2. MELCOM-9100 system group 30.....	167
3. MELCOM-9100 laboratory automation system.....	168
4. MELCOM-9100 system group 5.....	168
5. MELCOM-80 series small computer.....	169
6. Graphic display.....	169
7. Character display system.....	170
8. M-834 disk pack drive.....	170
9. Mark sheet reader.....	171
10. Back up system for PCCS availability improvement.....	171
11. MELCOM-30 on-line debugging aid.....	172
12. Computer for process control.....	172
13. Analog computer.....	173
<b>14. Instruments.....</b>	<b>174</b>
1. Switchboard instruments and recorders.....	174
2. Process instruments.....	174
3. Instruments measuring mechanical quantities.....	175
4. Speed meters.....	176
5. Instruments measuring electrical quantities.....	176
6. Telemeters.....	177
7. Equipment for automatic metering.....	177
8. Flaw detectors.....	178
9. Time switch.....	178
<b>15. Nuclear Equipment.....</b>	<b>179</b>
1. Monitoring system for atomic power station.....	179
2. Linac, Van de Graff and cyclotron.....	180
3. Beam irradiator.....	181
4. Neutron diffractometer.....	182
<b>16. Electron Tubes and Semiconductor.....</b>	<b>184</b>
1. Power tubes.....	185
2. Picture tubes.....	186
3. Rectifier and thyristors.....	186
4. Transistors.....	188
5. Diodes.....	189
6. Molelectrons.....	190
<b>17. Lighting.....</b>	<b>193</b>
1. Fluorescent lamps.....	193



2. Mercury vapour lamps.....	193
3. Ballast.....	194
4. Luminaires.....	194
5. Light polarizer.....	195
6. Lighting installation.....	196
 18. Home Electric Appliances.....	 200
1. Electric appliances for education and leisure.....	201
2. Electric appliances for rationalizing homelife.....	204
3. Electric appliances for comfortable life.....	207
 19. Materials .....	 213
1. Insulating materials.....	213
2. Metallic, magnetic materials and ferrites.....	214
3. Chemical products.....	219

COVER : \_\_\_\_\_

278,000 kVA Waterwheel Generators (Generators/Motors for pumped-storage) delivered to Tumut 3  
Power Station, Snowy Mountains Hydroelectric Authority, Australia

Specification :

Vertical, Semi Umbrella type with thrust bearing below the rotor and two guide bearings, totally enclosed with  
air coolers, 278,000/263,200 kVA 15.4 kV 50 Hz PF : 0.95 187.5 rpm 32 poles, runaway speed 342 rpm,  $GD^2$  : 22,400 t-m<sup>2</sup>

Outstanding Features :

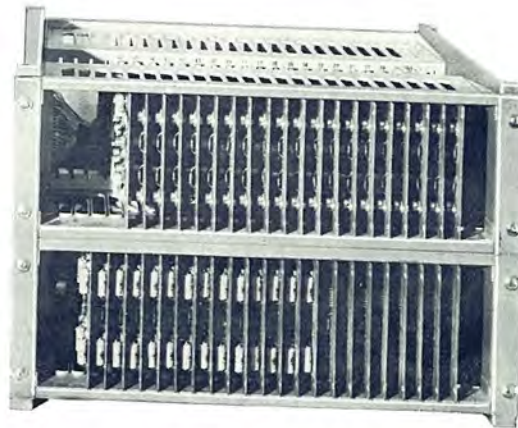
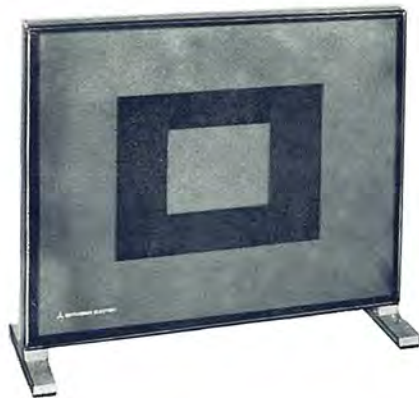
- (1) This is the largest and strongest generator ever manufactured in Japan and also among the largest in the world.
- (2) There are six units to be manufactured in total and three of them are to be used as motors to drive the pumps  
as well as for generators.
- (3) The crane capacity of power house is 250 tons (2×125 tons), which is almost half as much as planned in ordinary  
practice thus economizing the power station construction as a whole.

With the crane of this capacity only the stator can be lifted and a special construction method is adopted for  
the rotating part.

- (4) Electrical brake is provided as braking system for normal use, so that the generator can be stopped within a  
short period and the equipment can be easily maintained.
- (5) Thrust bearing (Kingsbury type) is of center-supported type considering the emergent reverse rotation of the  
pump-motor unit.
- (6) Thyristor type static excitation system is adopted.
- (7) Rotational test of generator was performed at factory to ascertain the characteristics.

# HIGH-LIGHT

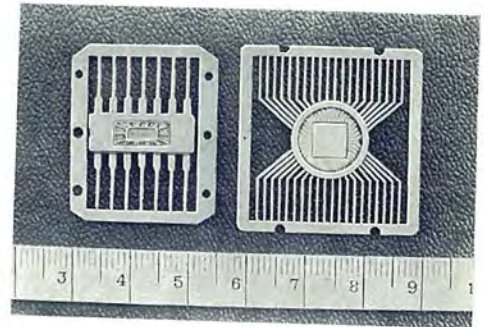
● 研究



薄形テレビパネルと駆動装置  
EL-flat TV display

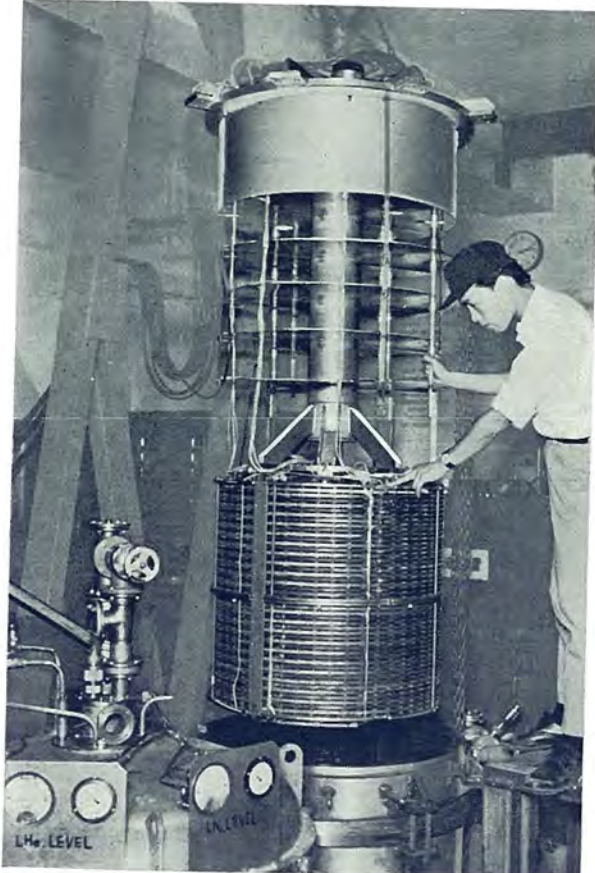


薄形テレビによる受像例  
Picture on EL-flat TV display

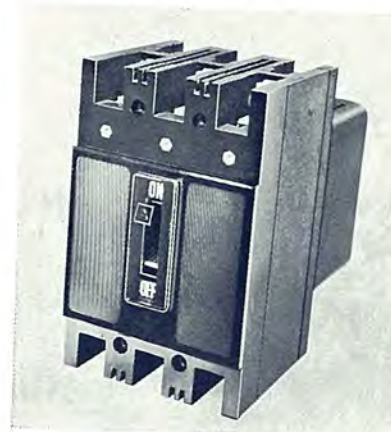


セラミック封止形 IC  
パッケージ  
Ceramics to metal sealing  
package for integrated  
circuit

75キロガウス超電導電磁石  
75kilogauss super conducting magnet

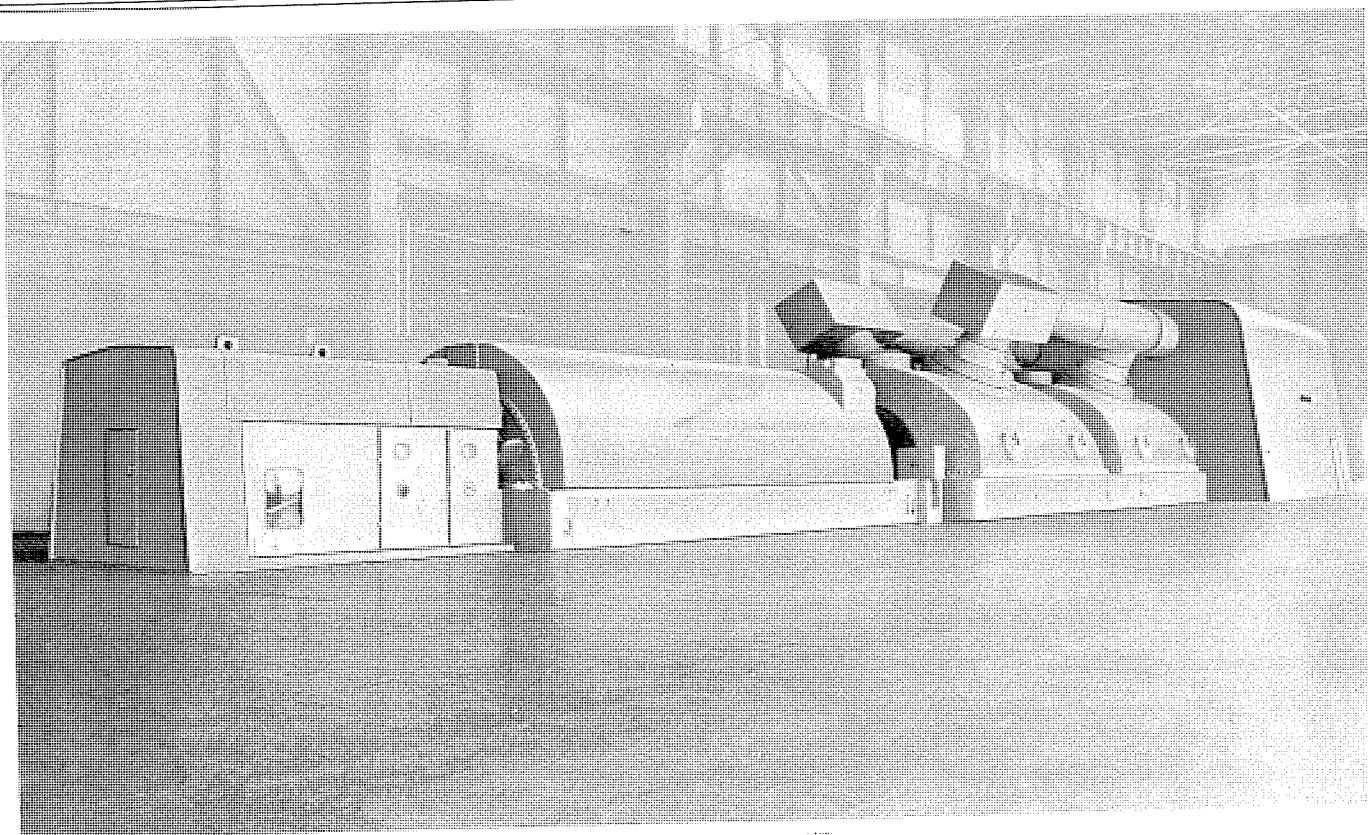


永久ヒューズ(右)と  
従来ヒューズ(左)の外観比較  
定格 550V 100A  
Current limiting fuse(right)  
and ordinary fuse(left)  
Voltage Rating AC 550V  
Current rating 100A

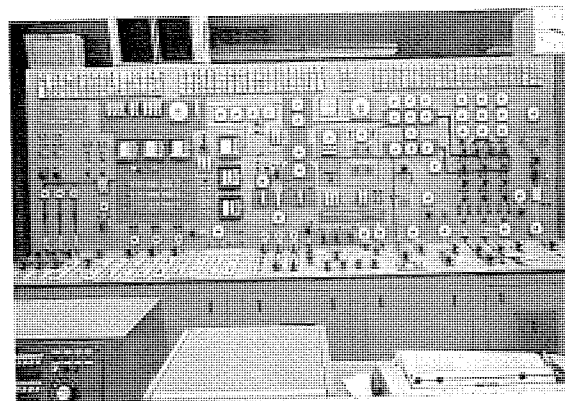
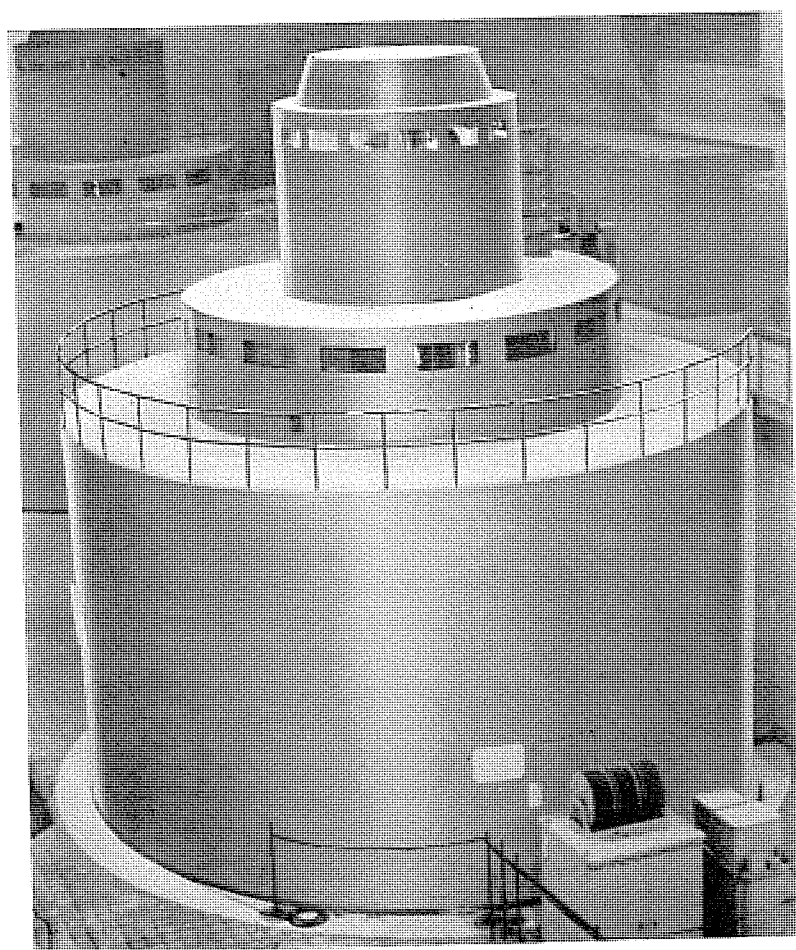


永久ヒューズ付きしゃ断器  
定格 100A  
しゃ断容量 460V 200kA  
Circuit breaker with current  
limiting fuse  
Current rating 100A  
Breaking capacity 460V 200kA





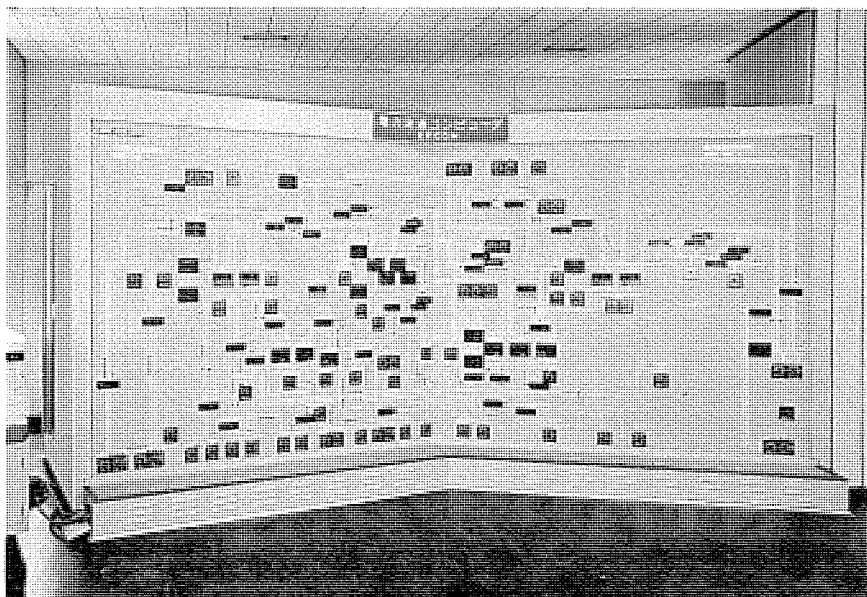
九州電力大分発電所納め1号 278MVA 3,600rpm内部冷却タービン発電機  
278MVA 3,600rpm hydrogen inner cooled turbine generator for Kyushu Electric Power Co.



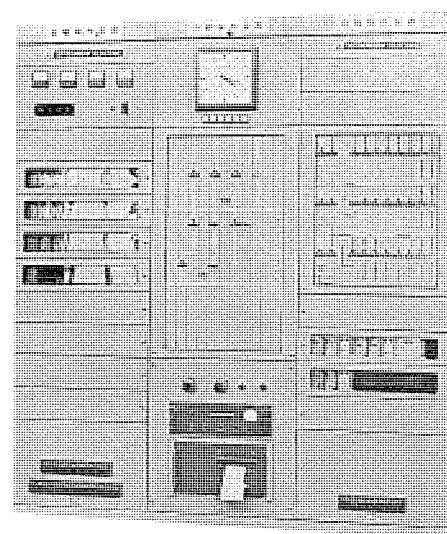
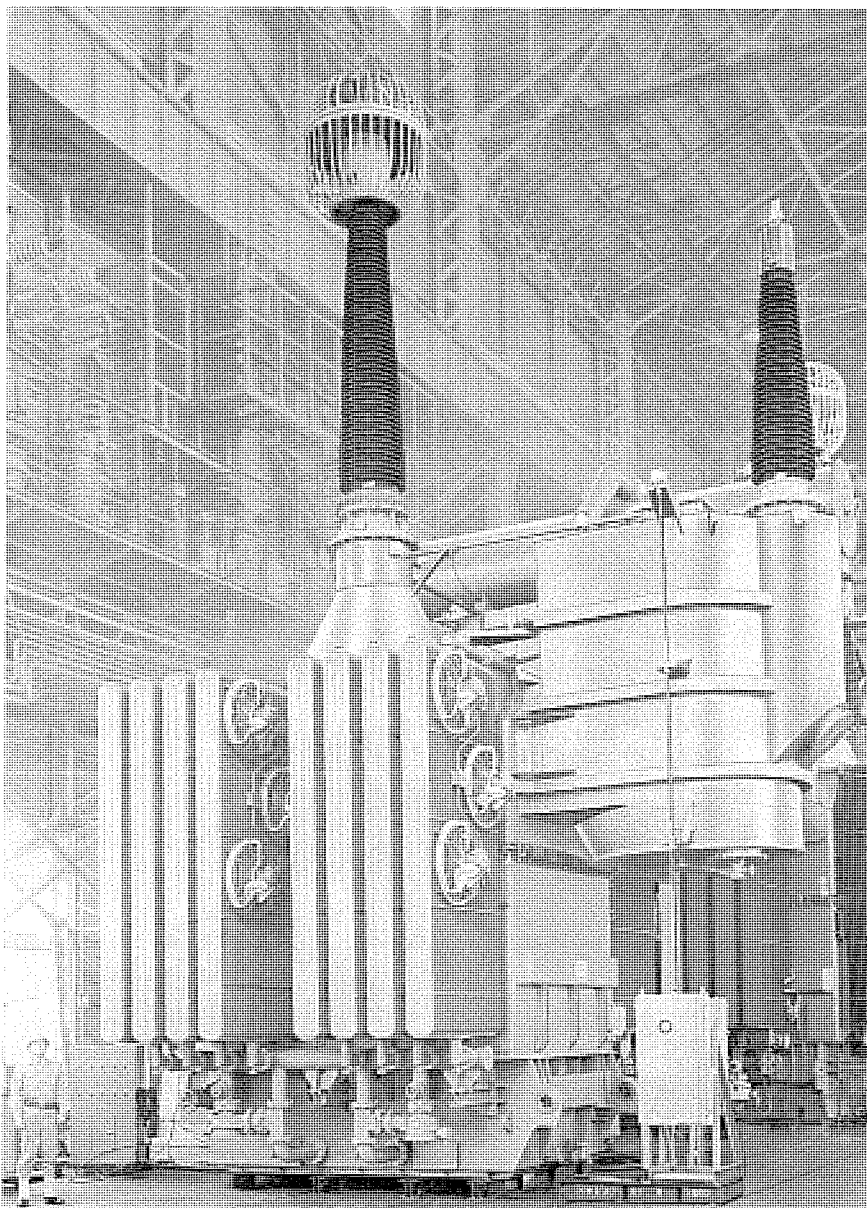
東京電力南横浜発電所納め中央制御盤  
Central control board for Minami Yokohama Thermal Power Station, Tokyo Electric Power Co.

中部電力高根第一揚水発電所納め  
100,000kVA / 100,000kW 揚水発電電動機  
100,000kVA / 100,000kW generator motor for Takane No.1 Power Station, Chubu Electric Power Co.

## ●送電, 変圧



東京電力浜松町系統給電指令所納め  
電力流通コンピュータ (EFCOM)  
Electric power flow computer (EFCOM)



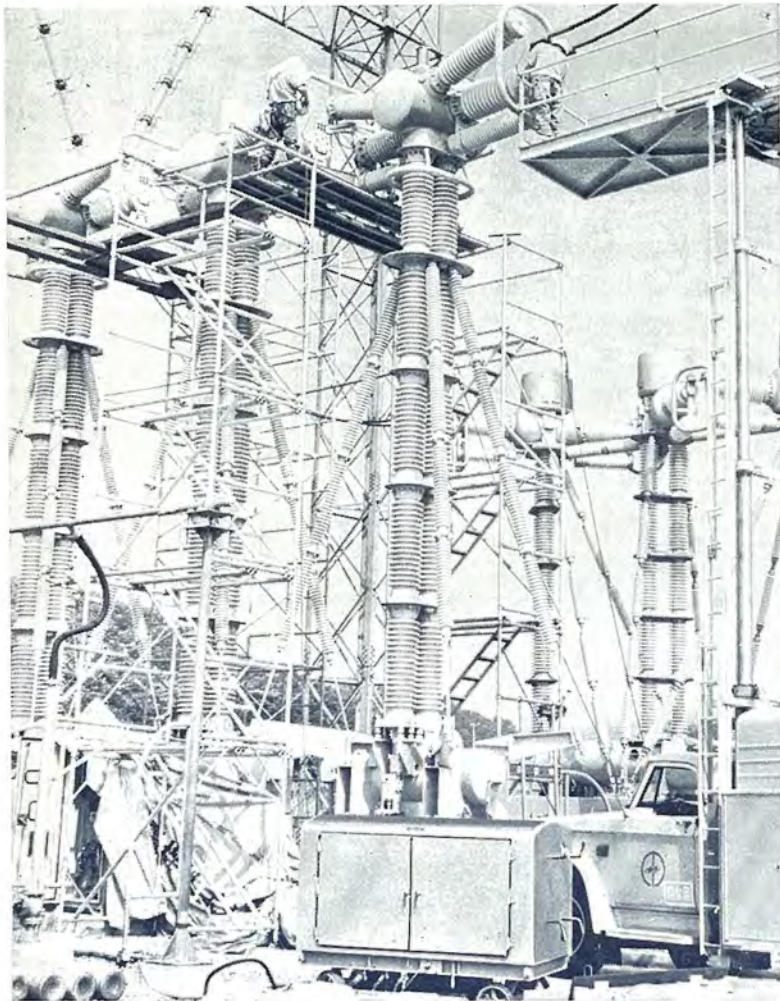
東京電力中原変電所納め  
自動操作装置 (SAR)  
Substation automatic recloser (SAR)

南ア連邦 (ESCOM) アポロD/S納め  
単相負荷時タップ切換単巻変圧器  

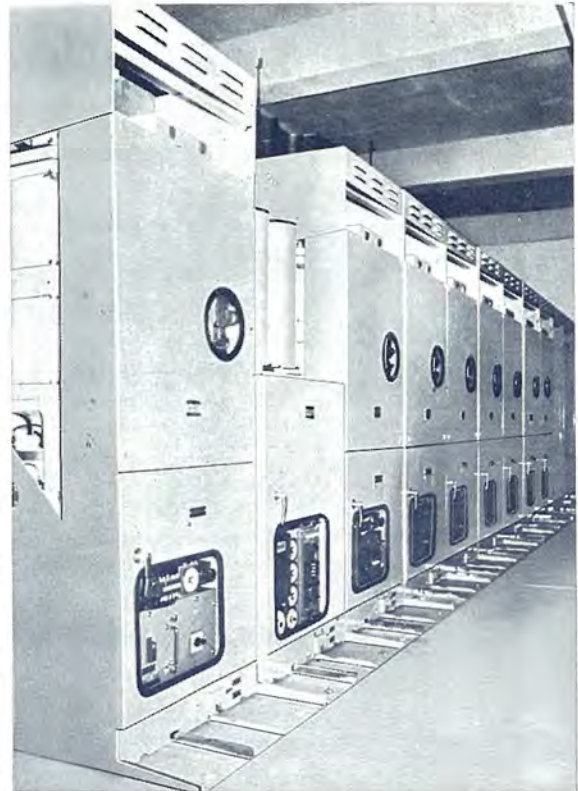
$$\left( \frac{400}{\sqrt{3}} / \frac{275}{\sqrt{3}} / 22\text{kV}, \frac{1,000}{3} \text{ MVA} \right)$$
 Single-phase auto-transformer with O.L.T.C.  

$$\left( \frac{1,000}{3} \text{ MVA}, \frac{400}{\sqrt{3}} / \frac{275}{\sqrt{3}} / 22\text{kV} \right)$$

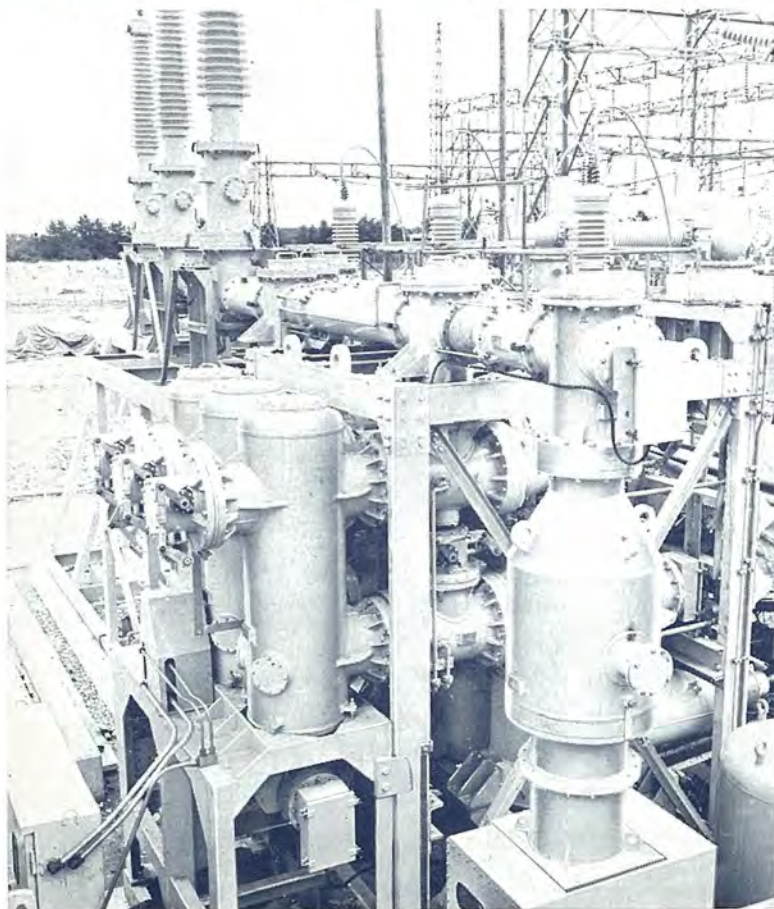




超高压電力研究所武山研究所において実用性能実証  
試験後分解点検中の 500kV SFH形ガスしゃ断器  
Type SFH gas circuit breaker (500kV) under field  
testing at Extra-high Voltage Laboratory.



東京電力目白変電所納め 24kV ミニクラッド開閉装置  
24kV 'MINICLAD' miniature switchgear



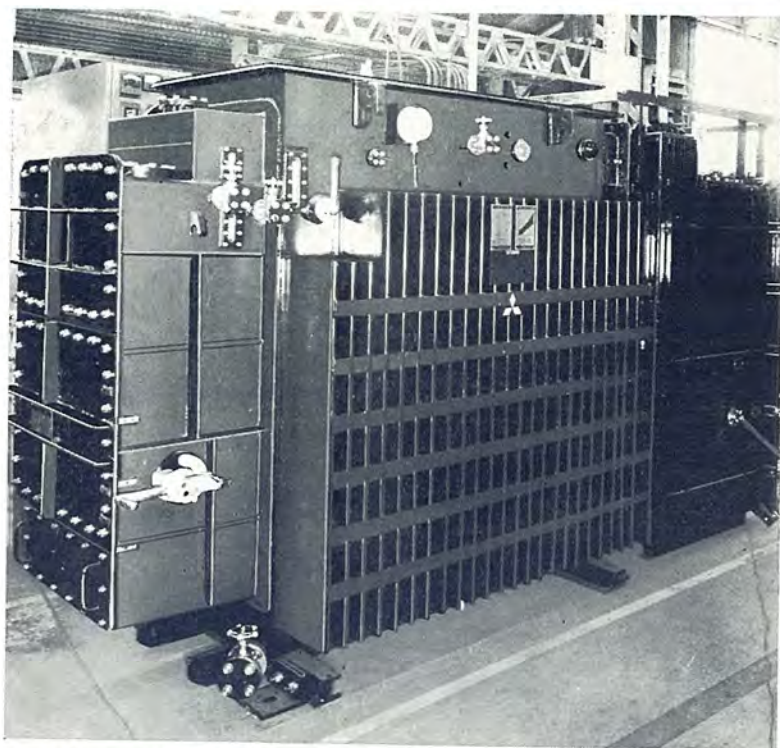
関西電力新生駒変電所納め 154kV ガス絶縁開閉装置  
154kV gas insulated switchgear.



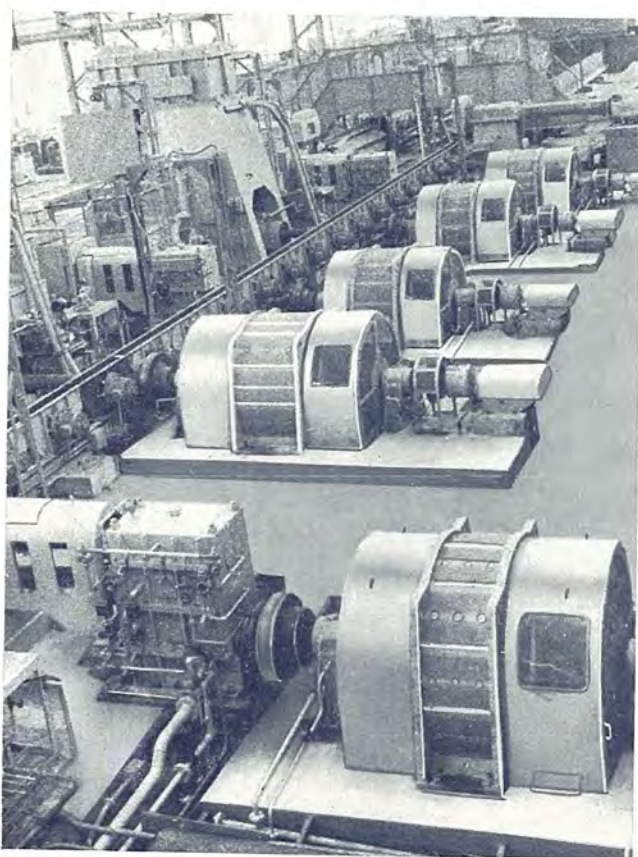
## ● 配電・工業プラント用電気設備



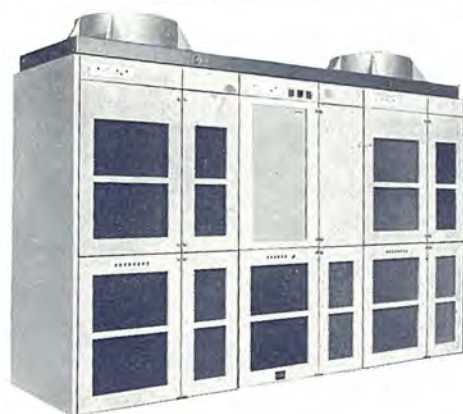
電力中央研究所赤城試験場納め  
23kV 200kVA 配電塔全景  
Full view of distribution tower 23kV 200kVA  
delivered to Central Research Institute of  
Electric Power Industry, Akagi testing plant



ネットワーク変圧器(750kVA) ネットワークプロテクタ(2,500A)  
電圧切換式ネットワーク変圧器とプロテクタの組合せ  
Combination of voltage change-over type network transformer and protector



吾嬬製鋼(千葉)向け条鋼ミル用電機品  
Electrical equipment of bar mills for Azuma Seiko, Chiba Works

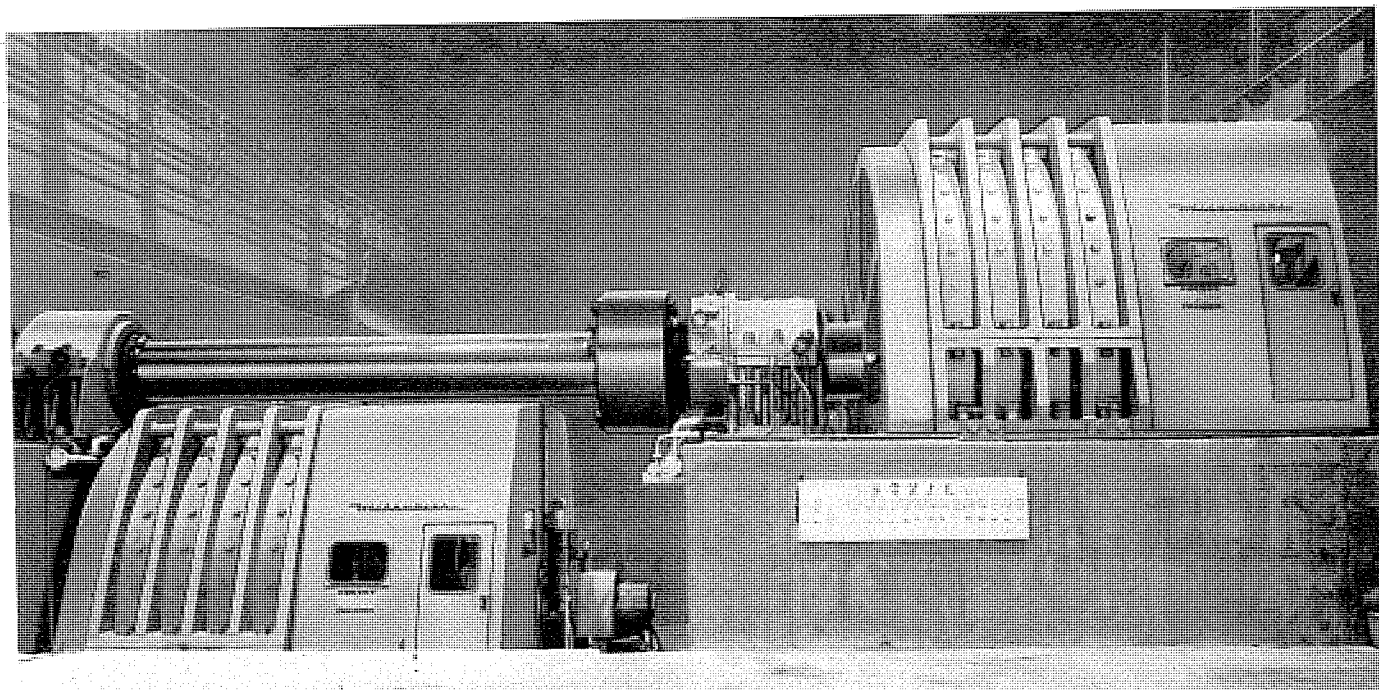


平形 400A (FT-500A形) 素子を使用した標準形CF-E形  
サイリスタレオナード装置  
Standard CF-E thyristor using flat type 400A element

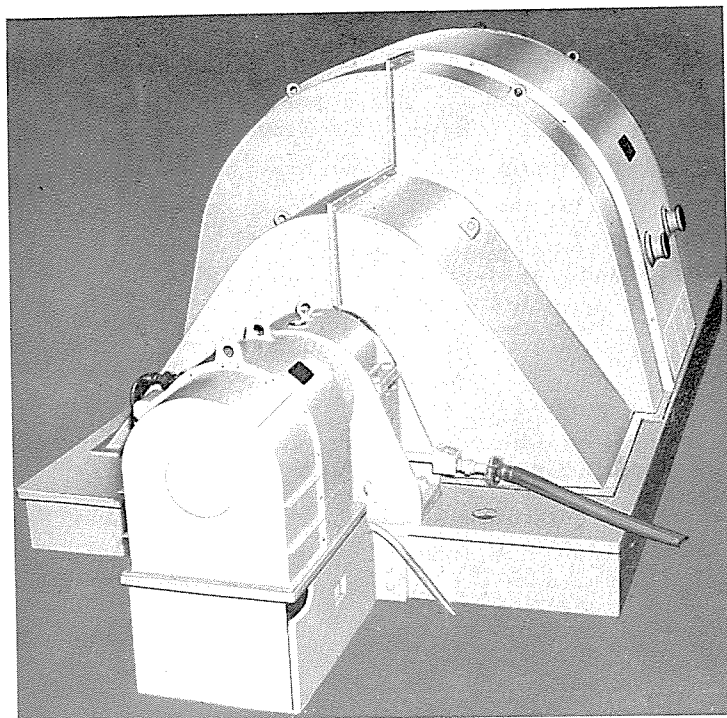


三菱化成(直江津工場)納め  
5,400kW 675V 8,000A  
シリコン整流器  
5,400kW 675V 8,000A  
silicon rectifier delivered to  
Mitsubishi Kasei

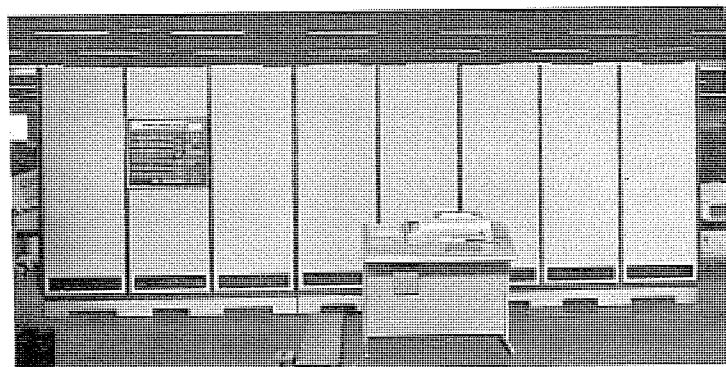




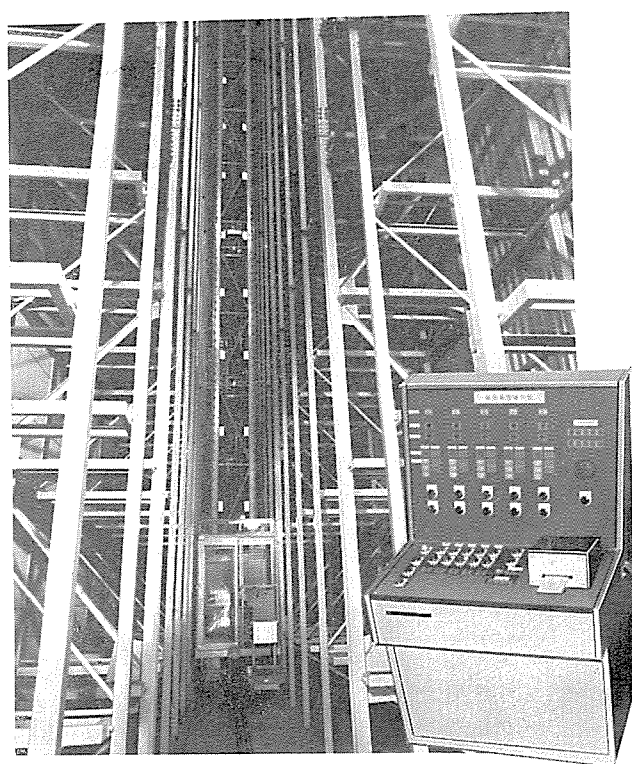
住友金属 和歌山製鉄所納め ビレットミル用  
粗圧延用直流主電動機  
DC main motors for billet mill.



某社納め 8,700kW ブラシレス励磁ソリッドポール 同期電動機  
8,700kW brushless type synchronous motor

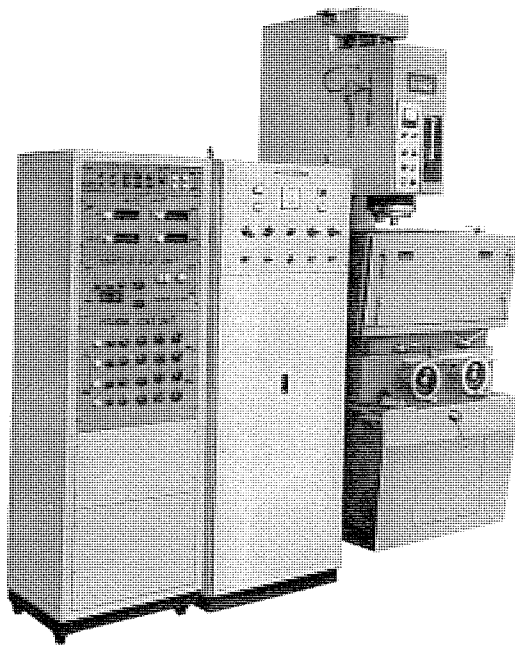


某社納めMELCOM350-30 P.C.C.Sシステム  
MELCOM350-30 process computer control system

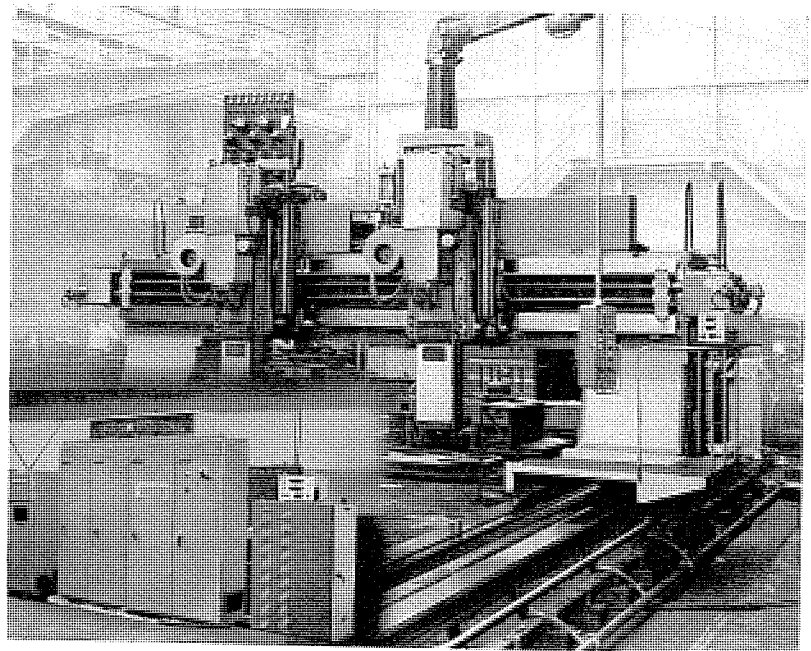


自動倉庫および地上設置遠隔集中管理操作盤  
(80欄カード用リーダー付)  
Automatic warehousing and remote control desk of stacking  
cranes (with card reader of 80 column card)

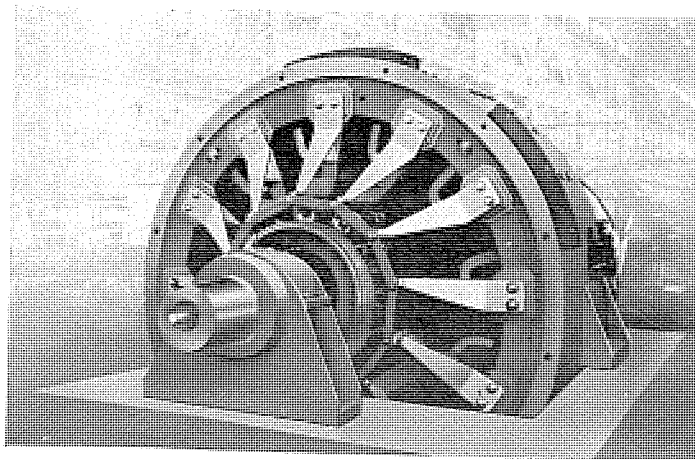
## ●工業用電機品 I・II



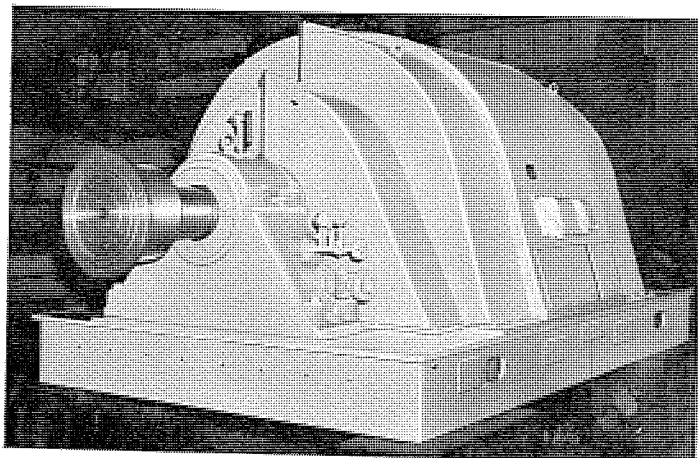
最適制御装置“オプティマイザー”とDM-300-9T形  
ダイアックス放電加工機（左からオプティマイザーDD-1、  
トランジスタ電源DE-90T、機械本体DM-300）  
Optimum control unit 'Optimizer' and type DM-300-9T Diex electrical  
discharge machine



数値制御複合フライス盤  
“プラノマチック”  
Numerical controlled milling machine  
'PLANOMATIC'



7,300kW 4 極 かご形三相誘導電動機  
7,300kW 4 pole, squirrel-cage rotor induction motor



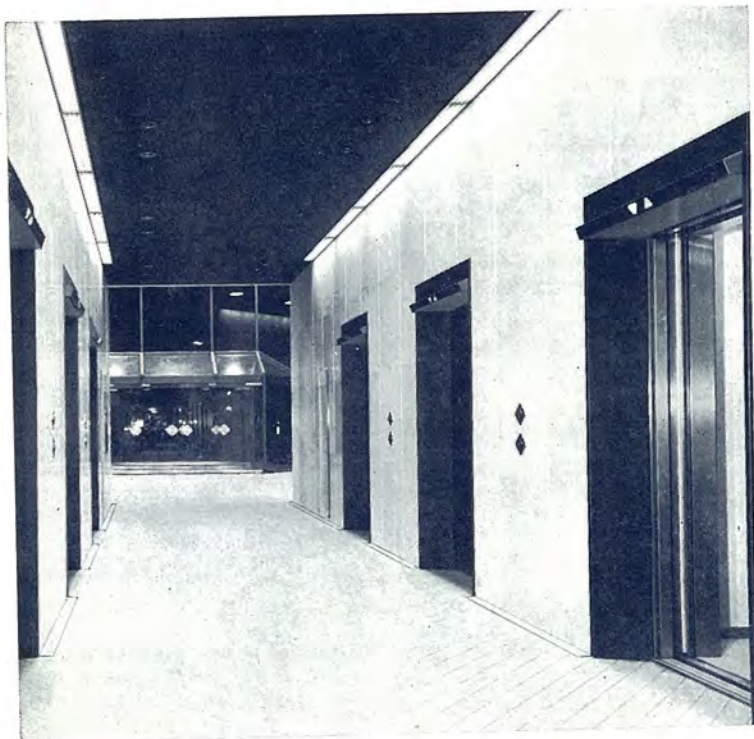
直流電動機 5,000kW 225/720rpm  
5,000kW 225/720rpm DC motor



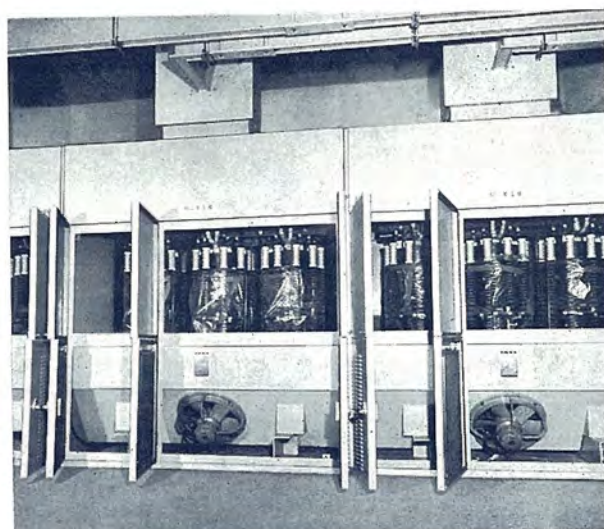
6,600V級高圧浸水式水中モートル  
WSE-W 220kW 4P 6,600V 60Hz  
Type WSE-W 6,600V class high tension submersible pump motor



## ●ビル用電機設備



神戸商工貿易センタービル納入 乗用エレベータ  
6C-ASP-A  
Passenger elevator delivered to Kobe Shoko Foreign Trade Center Bldg.



スポットネットワーク用特高キュービクル  
変圧器 乾式  $3\phi 1,500\text{kVA}\times 3$   
Extra high voltage cubicle transformer dry type for spot network

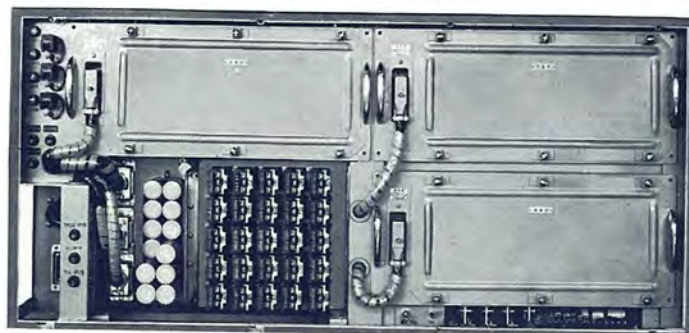
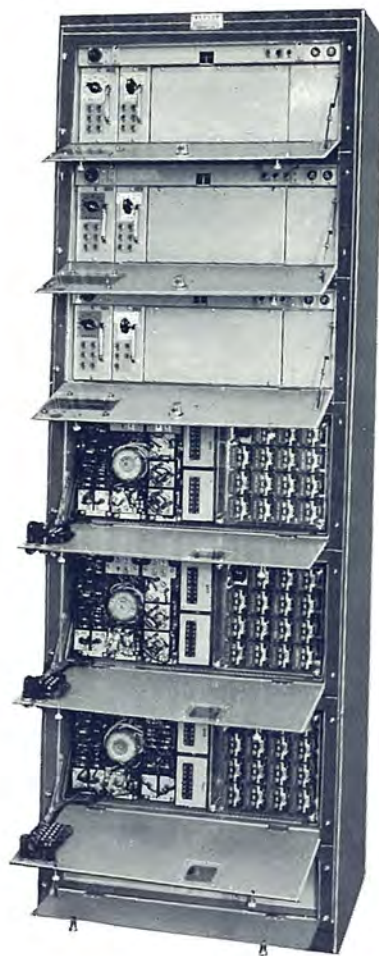
名古屋 キャッスルホテル納入 ステアエースKK形  
エスカレータ  
Stairace type KK escalator delivered to Nagoya Castle Hotel



## ● 交通・船用電機品



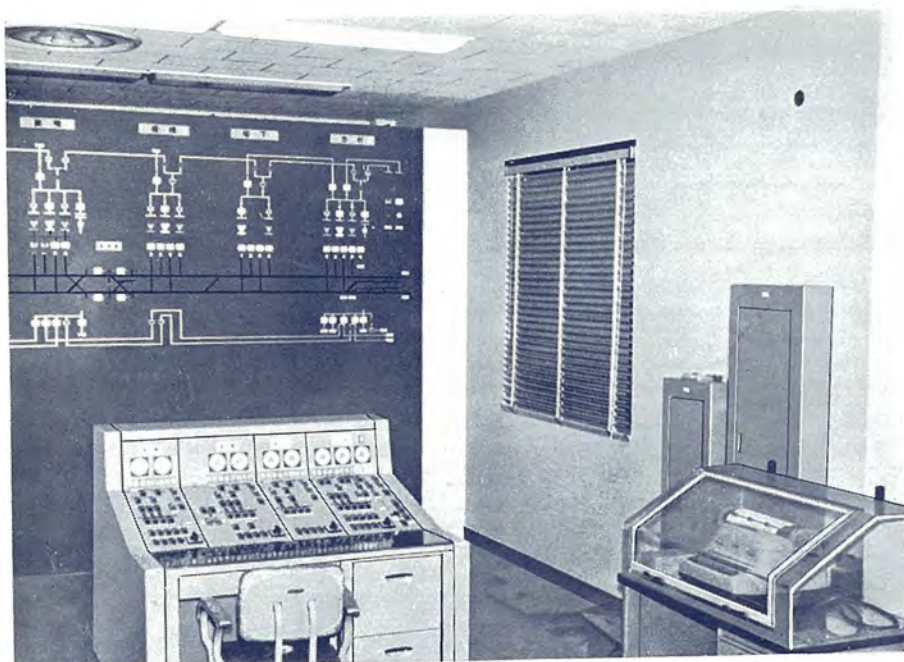
スペイン国鉄向け  
3,100kW直流電気機関車  
3,100kW D C electric  
locomotive for RENFE



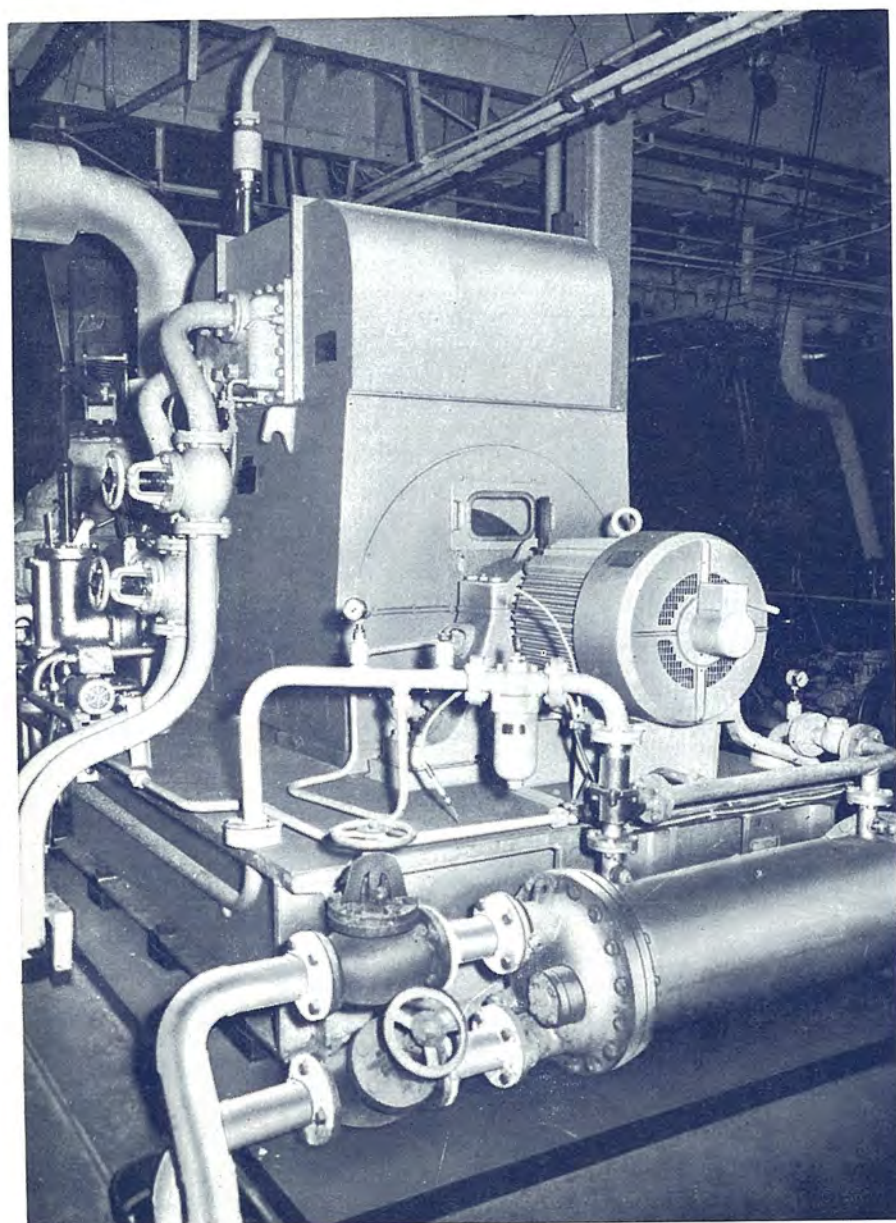
新幹線試験電車用定位置自動停止装置  
Automatic stopping control equipment employing multi-channel system  
for J.N.R.'s high speed test car

新幹線試験電車用自動運転指令装置  
Automatic train operation equipment for J.N.R.'s high speed test car





東京都交通局地下鉄 6 号線納め  
集中監視制御装置および日報作成装置  
Centralizing supervisory control equipment and  
data logging equipment



三菱重工業納めタンカー 山菱丸主発電機  
1,250kVA 4極 1,800rpm全閉内冷,  
ブラシレス方式  
Brushless AC generator for S.S. Yamabishi Maru





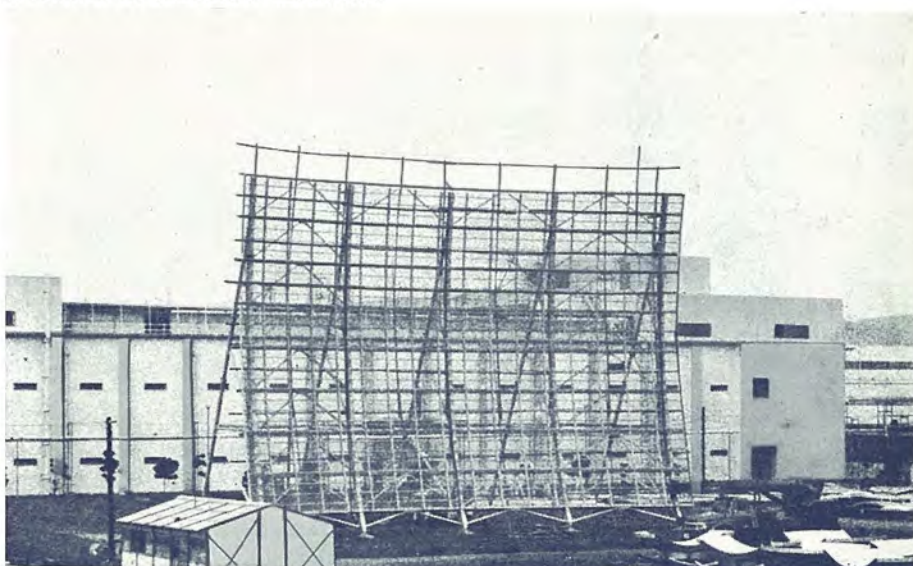
大阪府水道部村野浄水場中央管理室

Central control room of Murano water cleaning plant, Osaka prefectural waterworks



携帯ケースに実装したFM-25シリーズ無線電話装置

Model FM-25 series radio equipment installed in the carrying box



大浦～名瀬間見通し外通信用16m×24mアンテナ

16m×24m antenna for Oura-Nase O/H microwave relay-link



IC化されたUHF帯テレビジョン

UHF-band TV translator using IC

サテライト装置

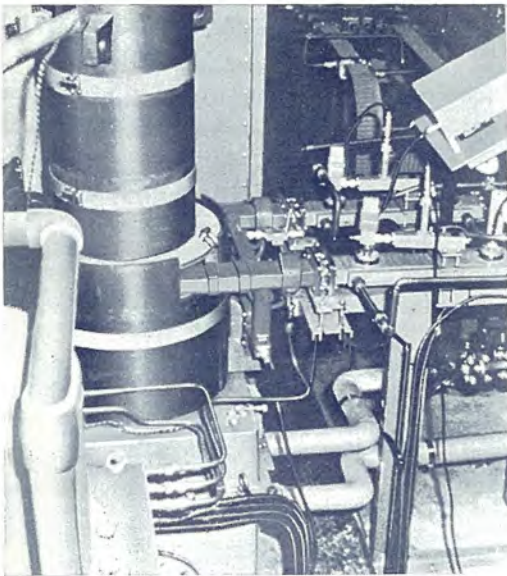


啓風丸に装備された気象レーダ

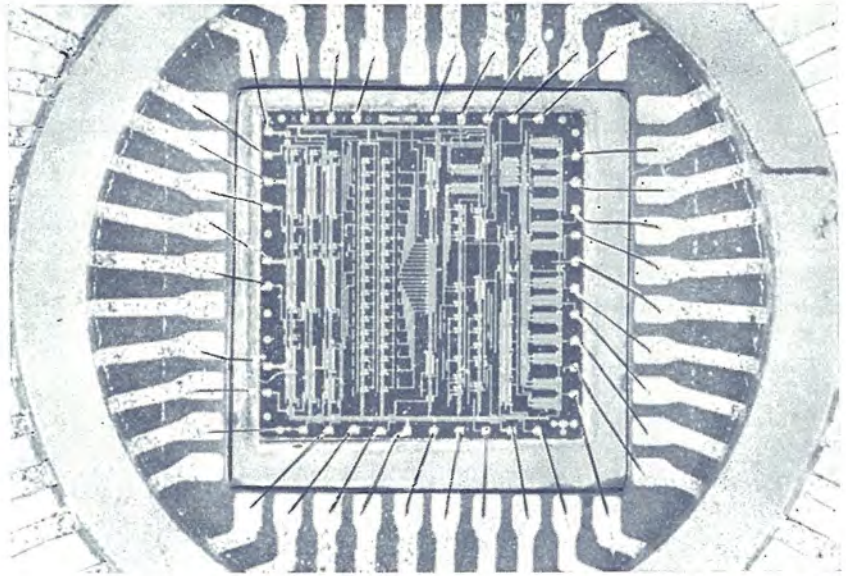
Weather radar installed on Keifu Maru



## ●電子管および半導体素子・照明



実動中の25MW大電力パルスクライストロン  
25MW high power pulsed klystron



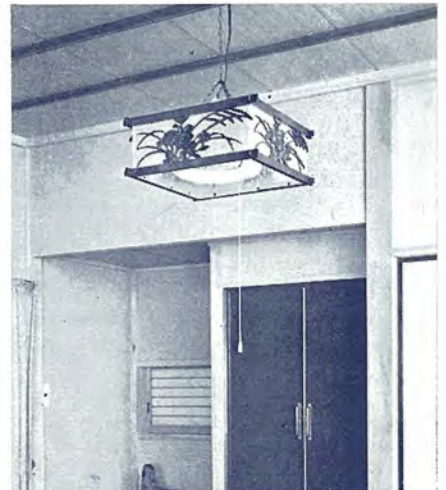
LSI パッケージの内部写真  
Interior view of LSI package



ルミフラワー けい光灯円形30W  
×1 および 2 灯用各種  
Lumi-flower fluorescent lamps  
circular type 1~2 × 30W



防虫用けい光水銀ランプおよび防虫用  
けい 光ランプ  
Insect-decaying fluorescent mercury lamp and  
insect-decaying fluorescent lamp



「鎌倉シリーズ」 けい光灯  
FCK-3662(円形30W×2) 七草  
FCK-6221(円形32W+30W) 小町格子  
"Kamakura-series" fluorescent lamp  
FCK-3662 and FCK-6221





大阪マーチャンダイズマートビル (O. M. M)  
大展示場メタルハライドランプ三菱M 400-BOC  
ランプ 108灯  
Mitsubishi 400-BOC lamps  
108 pieces metal halide  
lamps of a large display  
room of Osaka Merchandise  
Mart Bldg.



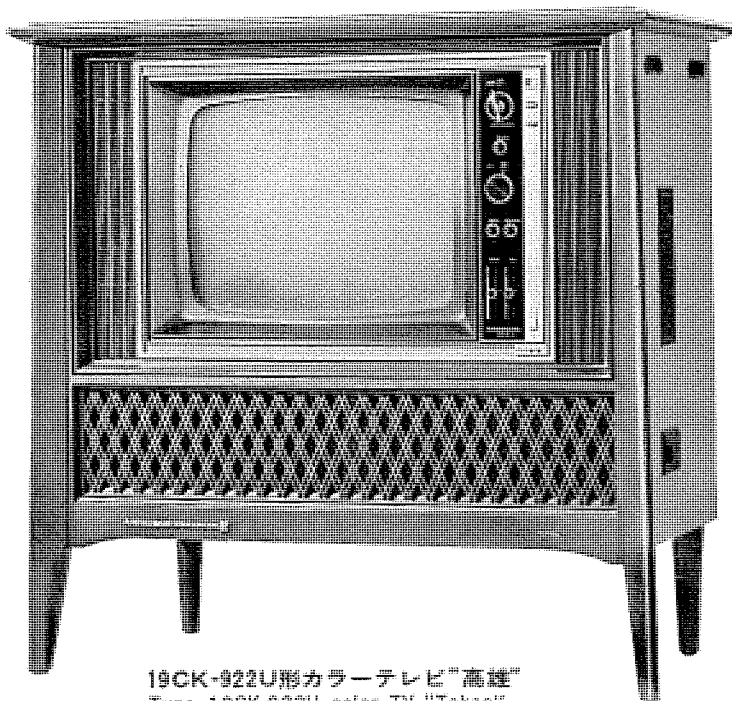
八十二銀行本店営業室  
(長野)  
空調形けい光灯40W×8灯  
×2台×99台  
初期照度 2,000 lx  
Business room of Hachijuni  
Bank Head Office Nagano  
Prefecture  
Airconditioned type fluores-  
cent light 2×8×40W lamps  
total 99 sets



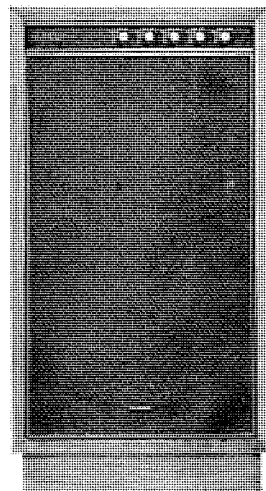
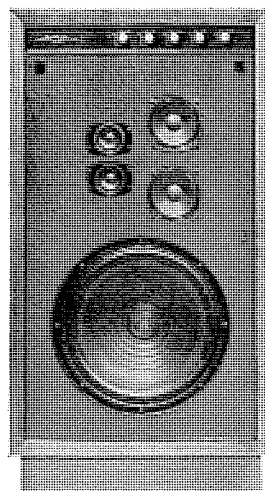
東名高速道路焼津インター  
チェンジ 建設省形KSC形  
ハイウェイ用水銀灯  
(700Wおよび400W使用)  
Tomei Express Way, Yaizu  
interchange type KSC high-  
way mercury lamp  
(700W and 400W)



● 家庭電気品



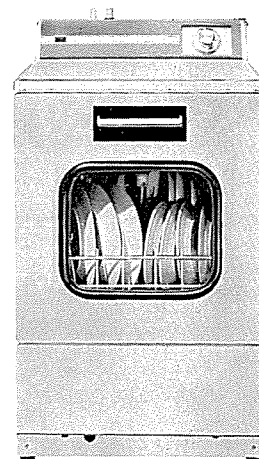
19CK-922U形カラーテレビ“高経”  
Type 19CK-922U color TV "Takao"



DS-35C形ダイヤトーンスピーカシステム  
Type DS-35C Diatone speaker system



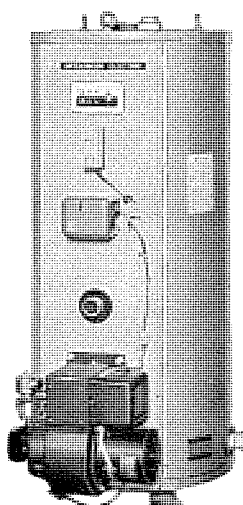
MRA-135AB形電気冷蔵庫“みどり”  
Type MRA-135AB refrigerator  
"Fresh Green"



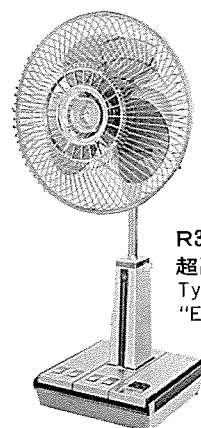
DW-1000形 全自動  
食器洗い機  
Type DW-1000 auto-  
matic dish washer



PW-2200形脱水洗たく機  
“ABS 千曲”  
Type PW-2200 washing  
machine "ABS Chikuma"



石油温水機 PB-30C形  
Type PB-30C oil fired  
water heater



R30-SX2形  
超高級お座敷扇  
Type R30-SX2  
"Electronic" desk fan

## 巻 頭 言

三菱電機株式会社 取締役 技術本部長  
八 巻 直 躬



明けましておめでとうございます。

新しく始まりました1970年代は、工業社会から脱皮して次期の社会に進入する時代といわれております。特に本年は、わが国といたしましても貿易の全面自由化を控え、自主技術の確立に迫られています。当社は昨年秋“未来を開発する三菱電機”の企業スローガンをかけ、総合技術力を基礎とした未来産業のにない手として人類の発展に寄与するとの企業姿勢を明らかにしました。

昨年中における国内外での技術的発展は、人類の月面到着に象徴されるよう、きわめて目ざましいものがありました。アポロ計画の例に見るごとく、一つの目的に向かって結集された総合技術の重要性はますます高くなってきております。当社の製造機種は、小はIC、あるいは外径0.4ミリのコンピュータメモリコアから、大は原子力発電設備などに至る広範囲に及んでいます。この総合電機メーカーとしての特長を発揮して、技術のシステム化、広範囲の技術革新の驚くべき速さなどに対処すべく、長期の技術的展望のもとに、自主技術の強化育成、すぐれた新製品の開発に日夜努めております。

新年に当たり、昨年中における当社技術の多彩な成果や未来への布石のうち、特筆すべきものをご紹介申し上げ、次の飛躍に備えようとするのも意義あることと存じます。

【重電部門】 東京電力との共同研究による超ミニ変電所用22kV機器が44年3月から実用運転にはいっております。これによると275kV大容量変電所の超小形化（体積で約1/10）が可能となります。また国産最大、世界第2位の278,000kVA水車発電機を、オーストラリア向けに完成いたしました。これには大容量機に世界で初めてのサイリスタ励磁方式が採用されております。

これも東京電力との共同研究によるものでありますが、電力流通コンピュータを同社に納入いたしました。これはただ1人の操作者により、巨大系統を安定かつ経済的に運用することを可能にするものであります。

【電子・産業機器部門】 電力容量および耐圧で世界最大、最高のサイリスタ(4,000V 600A)およびシリコン整流子(6,000V 800A)を開発

いたしました。これらは従来と全く概念の異なった新設計法により、多くの技術的困難を解決したものであります。

半導体の製造面におきましても、当社はIC業界をリードするものとの自負をもっております。日をおって活発なその需要にこたえるべく、ICの主工場および分工場を目下大拡張中であります。

目を宇宙関係に転じますと、国産最初の実用人工衛星として、郵政省が本年製作予定の電離層観測衛星のプロトタイプと、関連地上施設とを合わせて受注し、製作にかりました。

産業機器関係では、わが国最高速エレベータを受注いたしました。これは高さ170mの高層ホテル用で毎分360mの高速を誇るものであります。今後注目すべき省力機械の一環としては、数値制御装置付自動溶接機や、放電加工機の完全無人運転を可能にする世界初の本格的最適制御装置などを完成いたしました。

【標準電機部門】 世界最大のシャ断容量・電流容量を持つノーヒューズシャ断器の発売を始めました。その定格シャ断容量はAC200V15万A、460V10万Aに達します。ヒューズとしてはこのほかに、技術者の夢であった永久ヒューズを完成いたしました。これは限流素子としてアルカリ金属を使い、何回もくり返して使用できる革命的なものであります。

自動車用電装品の開発にも力を注ぎ、自動車の安全性と性能との向上、公害防止を旨とした電子機器5種を第16回モータショーで公開、多大の反響を呼びました。

【家庭電機部門】 EL板を使った壁かけテレビをいち早く開発し、視聴覚機器への私どもの姿勢を示すとともに、住宅機器営業部門を新設し、総合的な見地から新分野への発展を図りました。

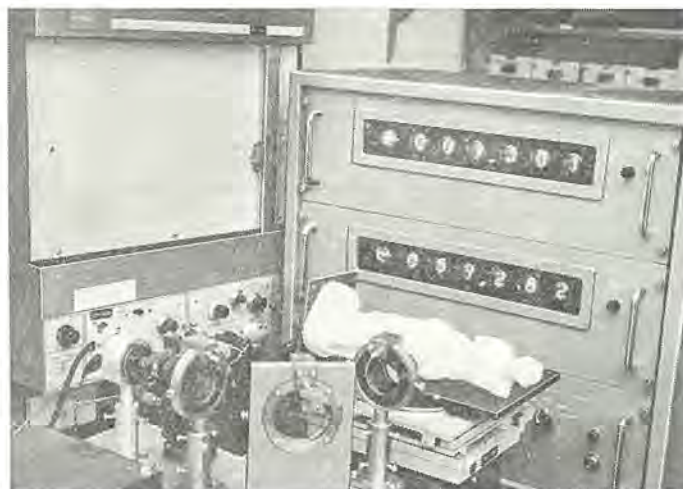
【研究その他】 世界最高の75,000ガウスの超電導電磁石を開発し、MHD発電実用化のめどを一步前進させました。また、画期的な電着絶縁(MEDIS)電線の実用化に成功し、その効果の発揮が期待されております。

以上のほか、プロジェクト開発部を社長室に新たに設け、新分野への布石といたしました。



# 1. 研 究

## Research and Development



レーザ式座標測定装置による ヴィナス 像の形状測定  
Laser scans the "Venus" (Model scanning machine using laser).

人類が待望の月への第一歩を印した アポロ 計画の成功は、多方面にわたる科学技術の成果を集約した巨大なシステムの勝利として、今後の産業の発展に大きな示唆を与えた。

総合電機メーカーである当社の製品も、いろいろのシステムの機能を満たし、それを形成する種々の高度の技術を基盤としたものへと進展して行くであろう。

このような将来の動向に対応しうる、必要な基幹技術の育成を旨とすることが研究開発部門の一つの大きな使命であろう。

また他面、流動し前進する現市場への有効な寄与をするための現製品の性能向上や、生産の合理化に対しても、研究開発部門には生産部門の密接な協力のもとに、着実な努力とタイミングのよい成果が期待される。

以下 44 年度における研究部門の成果の概要を述べる。研究課題の主要なもの、固体物性の応用としてのレーザ応用機器や、うす形 EL テレビ、大形集積回路基礎技術、新材料の開発と応用、ざん新な着想のもとに開発された永久ヒューズ、将来の高速輸送が期待されるリニア機器、宇宙通信用機器、新発電方式の実現を目指す国家プロジェクトとしての MHD 発電用の大形超電導マグネット、さらに家庭電機品の高性能化を目指す種々の研究などである。

なお研究部門の成果のうち、発電・送配電・半導体・放射線機器・材料に直接関係あるものの一部は、それぞれの編に記載されているので参照願いたい。

### 1. 固体物性とその応用

#### 1.1 レーザ応用

ガスレーザの応用機としてはまずレーザ式座標測定装置があげられる。昭和 43 年 9 月に新製品として発表され、日刊工業新聞社から昭和 43 年度 10 大新製品として表彰された（昭和 44 年 1 月）。その後も改良の努力が続けられ、センサー部分の小形化、精度および安定度の向上、たとえば小物金属部品の検査の場合は測定精度が  $\pm 10 \mu$  にも達するようになった。反射光の強度変化を補償する AGC システムもいっそう完備し、測定可能な材料の範囲も広がり、通常のモデル

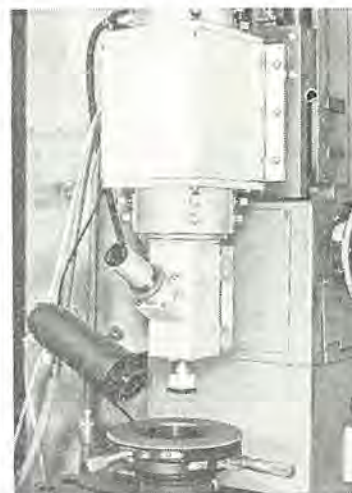


図 1.1 レーザ加工機  
Laser hole driller.

に用いられる粘土・せっこうから各種プラスチック、金属、陶磁器にも及び、赤熱している金属の形状測定までも可能になった。

CO<sub>2</sub> レーザがプラスチック・紙・織物・繊維・石英・ガラス等の材料の裁断加工にきわめて有用であることが明らかとなった。波長  $10.6 \mu$  の熱線（赤外線）が直径 5~10 mm ぐらいの平行光線として放出され、長さ 1 m のレーザで数十 W の出力が得られるので、光学系を用いて自由に任意の点に小さな光スポットとして集光でき、たとえば肉厚 1 mm、直径 20 mm ぐらいの石英管を赤熱熔融させて 10 秒ぐらいで輪切りにすることができる。将来、上述のような各種材料のオンライン裁断加工に自動化・省力化の新鋭機として登場するものと思われる。

固体レーザの応用機として当社が早くからとりあげ、製品化したのは測距装置であるが、レーザ発振器の小形化・高効率化・長寿命化・くり返し速度の向上等について、各研究部門・製造部門が協力して改良につとめ、高性能のものの実用性が非常に高くなった。レーザ光のてい（通）倍効率が安価な KDP 結晶を用いて 30% をこえ、反射波検知が容易になった。

このような技術は単に測距装置にとどまらず、レーザ加工機に応用



され、ルビレーザで入力 600 J に対し出力 3.5 J という非常に高効率と、くり返し 1~10 回/秒という高い作業能率が得られた。このレーザ加工機は普通の方法では加工しがたい金属・超硬合金・セラミックス・ダイヤモンドの微細加工、微小回路の熔接等に最適である。

レーザとともに量子エレクトロニクス分野に属する光磁気共鳴磁力計についても、研究・製造両部門の協力によって小形化・高性能化・高信頼化が進み、ヘッディングエラーが 1 度当たり 0.01  $\gamma$ G 以下となった。

## 1.2 薄形 EL テレビ

ブラウン管を用いない新しい映像表示装置として、エレクトロルミネッセンスを利用した、X-Y マトリックス方式によるパネルディスプレイを試作した。この方式により、商用 TV 放送の受信に成功したのは世界で初めてである。これはテレビの全固体化を旨とするもので、いわゆる壁かけテレビの実現へ第一歩を踏み出したといえる（ハイライト参照）。

パネルの構造の概略は、ガラス板上に酸化すずを主成分とする線状透明電極を配列し、けい光体粉末を分散した樹脂層および強誘電体層を重ね、その上に透明電極に直交する方向に金属の線状背面電極が蒸着されている。X-Y マトリックスを構成する電極数は 80×80 本である。

けい光体は ZnS, Se : Cu・Br を用いた。これには ZnS : ZnSe 比, Cu および Br 濃度, 焼成条件, そして粒度特性などに十分な検討が加えられている。樹脂はけい光体粒子に有効な電界を印加させるため、高誘電率を有するシアノセルローズを用い、強誘電体層にはチタン酸バリウムを用いて耐電圧および光の反射率の向上をはかった。これらはスクリーン印刷法により膜厚をコントロールして精度よく塗布されている。

走査回路には IC によるシフトレジスタを採用し、輝度変調はパルス数変調により行なっている。そして明るさを増す目的でメモリ回路が導入されている。これらの概要をのべると、

- (1) 標準 TV 信号から水平・垂直同期および映像信号を取り出し利用する。
- (2) 走査数 80 本で全面域をまかなうため、3 水平走査に一度の割合で映像信号を取出し、最大 2 水平走査時間メモリにより保持する。
- (3) メモリは時間幅メモリとし、映像信号の大小をメモリ時間の長短に変換する。
- (4) メモリ保持の間対応する X-Y マトリックス選択点に、70 kHz 約 350 V<sub>PP</sub> のパルス印加し交点のけい光体を発光させる。

この回路により上記方式の 100×75 mm のエレクトロルミネッセンスパネルを駆動し明るさ 5 ft-L, 5 段階の明暗の判別できる安定なテレビ映像が得られた。けい光体や回路を改良して、間もなく明るさが 10 ft-L 以上になる見込であり、また電圧に対し抵抗が非直線的に変化する物質として CdSe をえらび、パネル内に組合せて使用することにより、コントラスト比が 10 : 1 以上に改善されることもすでに確かめている。

TV 信号を受像する場合は、パネルに電圧を印加する時間が非常に短く十分な明るさを得ることが困難であるが、電子計算機などの端末表示装置として使用する場合は、パネルに連続的に電圧を印加することも可能であり、30 FL 以上の明るさも容易に得られるので、早い時機に実用化されることになろう。

## 1.3 液晶の応用

液晶と呼ばれる物質は、長い間、学問的に興味を持たれていたが、近年エレクトロニクスの分野を中心として各方面に広く応用されるようになった。

液晶は、ある温度領域で液体でありながら光学的異方性など結晶と同様の性質をもった有機物質で、現在では数多く知られており、光学的性質が電界・温度・ある種のガスなど周囲の変化に敏感に感応する特長をもっている。液晶はさらにその分子配列の見地から、Nematic, Smectic, Cholesteric の三態に分類され、この中で旋光体であり、円偏光 2 色性、複屈折などユニークな光学特性を有する Cholesteric 液晶が最も多く利用されていて、微小温度差の測定、気体中の微量混入物の検出、Color Display などの実用面への関心が高まっている。その応用の一つとして、液晶が微小部分の熱的な測定に利用できるかどうかを確かめるために、マイクロ波のダミー抵抗体として製作したニクロム薄膜抵抗体を使用して、動作時における温度分布状態を観察した。使用した液晶は市販の Cholesteric 液晶である。この種の液晶は層状ラセン構造をなし、特定の波長の光のみを選択的に散乱する性質を有している。散乱光の波長が温度の上昇により短波長側に、すなわち散乱光が赤色から青色に移動する性質が利用される。

液晶を試料面に塗布して温度分布を測定する場合、入射光の吸収よりも散乱によるから背景を黒くする必要がある。

測定試料は樹脂フィルム基板上に真空蒸着法で形成した、寸法 1 mm×1 mm、抵抗値 50  $\Omega$  のニクロム薄膜抵抗体で、電極として金を蒸着により製作した。

ニクロム薄膜抵抗体が黒色をしているため、液晶を直接塗布した。ただし塗布する液晶の膜厚が均一でないとし正しい温度分布の測定ができない。この液晶を塗布した試料に白色光を斜方向入射し液晶内からの散乱光を光学顕微鏡で観察した。ニクロム薄膜抵抗体に 15 mA の電流を通電した場合の温度分布（図 1.2）は、抵抗体の中央部に青色（71°C）の円形が描かれ、hot spot 状となり、青色の内側は黒色でさらに温度が高く、外側の黒い部分が温度の低いことを示す。これは正常な抵抗体の温度分布であるが、ニクロム薄膜抵抗体に傷などの欠陥がある場合、それに対応した color map が得られ、温度上昇領域を鮮明に見いだすことができた。その他、抵抗体と電極とが ohmic contact となっていない状態での接触部分の異常温度上昇の現象が観察された。

このように液晶を用いて、簡単に、微小な測定試料面の温度変化を正確に非破壊で観察できることが判明した。微小面積に多数の素子を組み込んでいる集積回路への応用は新しい有益な情報を与える



図 1.2 液晶によるニクロム薄膜抵抗体の温度分布  
Thermographic map on Ni-Cr thin film resistor by liquid crystal.



ものと期待できる。

## 2. 半導体とその応用

### 2.1 (ひ)砒化ガリウム結晶

ひ化ガリウム (GaAs) はバンドギャップが大きく、電子移動度が大きいのみならず、またバンド構造にも Ge や Si にみられない特長があるので、マイクロ波直接発振素子や発光素子の材料として、利用されるようになった。GaAs は他の III-V 族化合物にくらべ、比較的結晶成長が容易なため、 $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ 、GaP、 $\text{GaAs}_x\text{P}_{1-x}$  などをエピタキシャル成長させる基板としても用いられている。ガンダイオードに用いるためには、高純度結晶が必要であり、エピタキシャル基板として使用するには、低抵抗結晶が要求される。

GaAs の結晶を主として、1) 溶融法 (水平ブリッジマン法)、2) 気相エピタキシャル法、3) 液相エピタキシャル法の三方法を用いて作成した。溶融法では、クロムを添加した半絶縁性結晶と Si または Te を添加した低抵抗結晶を製作した。基板として用いる際には、結晶の抵抗が小さいことが望ましいが、不純物濃度が高くなると、析出物が発生し、高純度エピタキシャル層の成長や p-n 接合を製作した際の耐圧に影響を与える。GaAs 中に添加する Te の量を変化してゆき、そのときの析出物の状態を赤外顕微鏡・電子顕微鏡・X 線マイクロアナライザで観察した。また化学分析によって求めた GaAs 結晶中の Te の量と、活性なキャリア濃度との対応を求めた。その結果、キャリア濃度が  $1.8 \times 10^{18}/\text{cm}^3$  より高くなると、Te の析出が認められた。

気相成長では、 $\text{AsCl}_3$ -Ga-H<sub>2</sub> 系による開管法でエピタキシャル成長を行なった。成長層はキャリア濃度が、 $10^{14}/\text{cm}^3$  から  $10^{19}/\text{cm}^3$  までのものが製作可能である。 $10^{14} \sim 10^{16}/\text{cm}^3$  までは、特にドープングを行わずに、 $\text{AsCl}_3$  の流量および H<sub>2</sub> の流量を適当に調節することにより制御できた。 $10^{15} \sim 10^{17}/\text{cm}^3$  の成長層は、Sn doped GaAs を Ga ソースと基板の間に置くことにより得られた。 $10^{17} \sim 10^{19}/\text{cm}^3$  の範囲は、Ga ソースゾーンおよび基板ゾーンのほかに、さらに Te 原料を設置するゾーンを設けた 3 ゾーン方式を採用した。

気相成長では、比較的高純度な薄層が得られるので、ガンダイオードの製作に応用されているが、ダイオードの発振効率や出力特性は、不純物濃度分布に左右される。このためショットキリアダイオードを作り、印加電圧による容量変化を測定し、電子計算機により不純物濃度を算出している。その結果は、特性曲線がフロッピングされ、濃度分布が一目でわかるようになった。ガンダイオードに用いる場合の問題点の一つに、基板とエピタキシャル層の境界に発生する高抵抗層がある。それを避けるために二つの方法を用いた。一つは、成長速度と成長時間を適当に選ぶことにより、高抵抗層を消滅させる方法で、良好なガンダイオードが得られた。もう一つの方法は、エピタキシャル成長前に、気相エッチングを行なう方法である。GaAs 基板および  $\text{AsCl}_3$  の流量を調節することにより、鏡面となるエッチング条件 ( $100 \mu/\text{h}$ ) を選定した。

液相成長ではキャリア濃度が  $1 \times 10^{15}/\text{cm}^3$  のエピタキシャル層を得た。反転温度・冷却速度とキャリア濃度は関係があり、一様な不純物分布を得るためには、冷却速度を小さくする必要がある。

GaAs 結晶は素子特性に影響を与える種々の重金属によって汚染を受けやすく、格子欠陥も複雑である。これらを解明する一手段としてホトルミネッセンスの測定を行なった。溶融法結晶では、添加不純

物の種類により、 $1 \mu$  近傍に種々の準位が観測された。気相成長結晶も深い準位が観測されたが、特に GaCl の蒸気圧の影響が大きい。液相成長結晶では、深い準位は検出されなかった。

### 2.2 ALFC の IC と周辺回路

カラーテレビジョンの映像中間周波数のずれによる色再生のひずみを自動的に補正する ALFC (Automatic local frequency control) 用として、開発した IC が三菱モロトロン M 5134 P である。これはモノリシックで 14 ピンデュアルインライン形プラスチックパッケージにおさめられていて、回路構成は次のようになっている。

高周波増幅回路は差動増幅器であり、リミッタ作用を有している。周波数弁別回路は比検波器であるが、ダイオードブリッジを構成し、逆極性の二つの検波出力を生じる。この二つの検波出力を、それぞれ差動増幅器形の直流増幅器に導びかれることによって、効率のよい増幅を行なっている。IC に印加される電源電圧は、ツェナダイオードで安定化され、また、各ベースバイアス用の電圧は、ダイオードで安定化されている。

M 5134 P はこのような回路構成により、無入力時の出力直流電圧レベルの変化が小さく、しかも高感度の周波数弁別を行なう機能を有している (図 1. 3)。

ALFC としては、前述の IC のほかに若干のコイルコンデンサなどの外付け部品が必要である。ALFC でとりあつかう信号の周波数は 58.75 MHz であるので、IC の高周波特性のほかにプリント基板上の配線相互間の浮遊容量やコイルの特性が、その周波数弁別感度に大きく影響する。

ALFC の感度を最大にするために、ALFC の主要部である比検波器の回路解析を行なった結果、コイルの Q 値と比検波器を構成する複同調回路の結合コンデンサの容量とが、その感度に大きく影響することがわかった。この結合コンデンサの必要とする容量は 2 ~ 3 pF であるので、プリント基板の浮遊容量が影響してくる。そこで逆にこの浮遊容量を利用することにより、コンデンサを省略し、しかも 58.75 MHz に対して 0.2 V/kHz の感度のものを得た。

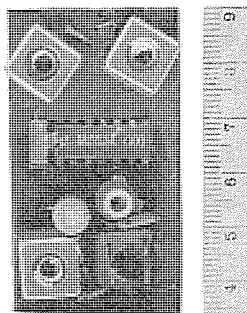


図 1. 3 ALFC 回路  
Automatic local frequency control circuit.

### 2.3 アルミ蒸着配線における Electromigration

IC 等の内部配線用材料としては、現在広く Al 蒸着膜が使用されているが、信頼性に見地とくに高温使用と言う点からみると、いくつかの欠点があり、その原因の追求および対策が各方面で行なわれている。その欠点の一つである Electromigration による断線故障について、寿命試験を行なうとともに、電子顕微鏡や走査形電子顕微鏡 (SEM) による観察を行なって構造解析を行ない、Al 蒸着配線の寿命を明らかにするとともに、寿命に影響するいくつかの因子を究明した。

Electromigration とは、金属に直流電界を印加した場合に、伝導

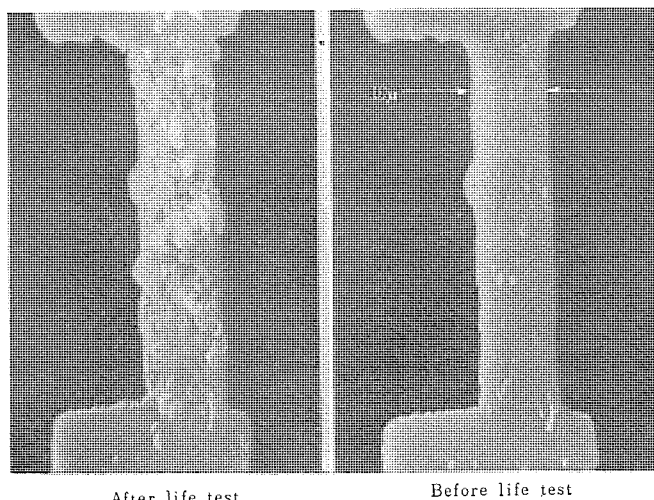


図 1.4 Electromigration によって断線した Al 配線の SEM 写真  
Scanning electron micrographs of Al stripe failed by electromigration.

電子のエネルギーの一部が金属イオンが受けて移動する現象で、内部配線の断線故障という結果を生じる。図 1.4 に SEM 写真による断線前後の Al 蒸着配線の様子を示す。これは 125°C のふんい気で、 $2.8 \times 10^6 \text{ A/cm}^2$  の電流を通電した場合の例で、数十時間で電気的に開放の状態となったものである。図 1.4 から明らかなように、空洞の発生と、Al の盛り上がった部分が生じ、断線に至っている。

この断線に至るまでの時間が、1) ふんい気の温度、2) Al の熱処理、3) Al 配線の形状、4) 電流密度等で、どのような影響を受けるかを調べた。これらの要因の中では、電流密度の影響が著しく、設計の際には、いかに電流密度を下げるかに最大の注意を払わなければならない。また Al 蒸着膜は、通常数千 Å の結晶粒の集合から成り立っており、粒界を通して Al の移動が起こるため、移動のための活性化エネルギーは、普通の Al に比べて相当小さくなっている。しかし熱処理により結晶粒が増大し、膜厚 6,500 Å の試料で、550°C、30 分の熱処理を行なうことにより、活性化エネルギーは、熱処理前の 0.5 eV から 0.6 eV に増大することがわかった。したがって Al 蒸着膜を熱処理することは、Al 蒸着配線の寿命を延ばすという観点からみても、有利であると言える。さらに Al 配線の形状効果としては、配線の長さは短いほうが、膜厚は厚いほうが、寿命を長くすることがわかった。

これら数々の要因より、与えられた Al 蒸着配線の寿命を推定することが可能となる。当社 IC で最大電流を使用している素子で寿命を推定したところ、常温使用において  $10^7$  時間、75°C 使用の場合でも  $10^6$  時間という数値が得られ、現状では、設計どおりに Al 蒸着配線が得られていれば、故障の原因としての大きな問題にならないことが明らかになった。

しかし最近いくつかの文献で紹介されているように、製作工程上の不手ぎわ(際)から偶発的に酸化膜の段の所や、コンタクトホールなどの所などで、Al 蒸着膜が、他の部分より細くなったり、薄くなったりしている場合がある。このような場合には、設計値の数倍または 1 けた以上もの高い電流密度の集中が予想され、Electromigration による断線故障ということも十分に考えなければならない。

## 2.4 セラミック封止形 IC パッケージ

集積回路のパッケージは、集積回路の経済性、および信頼性に大きく影響するだけでなく、システム構成における実装技術にも直接関連

するため、一般半導体素子のパッケージ以上にきわめて重要視されている。現在工業用および民生機器用のパッケージの多くは、DIL (デュアルインライン) 形のもが用いられ、用途により樹脂モールド形、あるいはセラミック形が選ばれている。樹脂モールド形は経済的ではあるが、使用温度範囲・機械的強度、あるいは電気的特性などにおいて制限を受ける、またセラミック形のもは従来より市販品も多いが、十分な特性のものがなく、価格の点についても不満足の状態であった。今回開発したセラミック封止形パッケージは、これらの欠点を大幅に改善したものである(ハイライト参照)。

主な研究成果は次のとおりである。

### (1) セラミック材料

パッケージを構成するセラミック材料については、その強度を増大せしめるために、封着金属の熱膨張係数を考慮して選択したガラス、および添加したフィラーのそれぞれの粒度・粒径、およびその配合比を検討した。さらに、ガラスとフィラーの界面における応力の分散と、フィラーがガラスに与える圧縮応力の限界を考慮して、構成セラミックの強度を増大する最良条件を見出した。

### (2) 造粒法

集積回路のパッケージの成型には、他のセラミック成型に比べ特に二次粒子の流動性が重要であって、これがラミネーションやプレス時の変形、さらに焼成後の変形の原因となる。開発した造粒法は複数の結合剤の選択と、球形微粒の作れる半湿式押出し法によって、前記ラミネーションや変形の全くない自動充てん(填)成型を可能とした。また従来のものは、封着加熱時に発生するセラミック材よりのあわ(泡)のため、封着強度を弱める原因となっていたが、この造粒法では、このあわの発生を十分に制御することが可能となって封着強度を高めた一因となった。

### (3) 金属処理法

セラミックと金属の封着強度にもっとも影響される、金属部品の封着前の表面処理法を根本的に改良した。セラミック—金属の封着時において、金属の表面酸化物層をセラミック中に適量こすり配をもって拡散せしめるために、エッチング、水素処理、および酸化物層作成の温度、時間、ふんい気、および液濃度等の選定のための多くの実験を行なったが、従来市販のものに比べ数倍高い封着強度を示す金属表面処理法が開発された。この金属表面処理法によって得られた金属表面酸化物層のセラミック中への拡散状態は、理想的なこすり配をもってセラミック中に拡散しており、封着強度を顕著に高めた大きな原因となっている。

この開発したパッケージは、寸法精度はもちろん、振動疲労、周波数変化振動疲労、落下、20,000 G の遠心加速、および数回以上の冷熱 (−55°C ~ +125°C) 温度サイクル試験などにおいて、すべて米国 MIL 規格を大幅に上回る性能を示した。これにより、今後、多種多様の集積回路パッケージが製作できる技術が確立したといえる。

## 3. 材 料

### 3.1 高分子材料の耐トラッキング性

高分子絶縁材料のトラッキング現象は、第二次大戦中より艦船に装備された電気機器の絶縁劣化の一つの原因として注目されていた。

戦後、高分子化学は急激に進歩し、絶縁材料として用いられる種類も多くなったが、この材料の多様性と、トラッキング現象の複雑なた



めにより、その現象の正確な分析もされていない。また実際の現象を完全にシミュレートした加速試験もまだ定っていない状態である。このため電気学会においてもトラッキング専門委員会を設置し、試験法の確立に努めているが、その完全な解明は、いまだばらくの時間が必要である。

最近になって電気機器にエポキシ樹脂が多く使われるようになったため、エポキシ樹脂メーカーであるチバ社、シェル社もこの現象に着目しはじめ、一方Parrらによって絶縁材料のトラッキング性とこれを構成する化合物との間の相関性を見出す一つの指標  $\Delta H_{carb}/H_{cpd}$  (ここで  $\Delta H_{carb}$  は化学結合中カーボンをつくりやすい結合の、 $\Delta H_{cpd}$  は絶縁物中の全化学結合エネルギーの和を表わす) を発見することとなり、トラッキング現象が化学的立場からもみることが可能となった。

われわれは、エポキシ樹脂硬化剤の組合せにおいて1連の硬化したエポキシ樹脂中の芳香族核の数を連続的に代え、樹脂中に含まれた芳香族核数と、その樹脂の耐トラッキング性との相関性を求め、Parrらの報告したトラッキング性の傾向を説明すること、実用に供されるエポキシ樹脂、硬化剤の系ではParrらの指標の代わりに樹脂中に含まれる芳香族核数により、その硬化したエポキシ樹脂の耐トラッキング性が推定されることを見出した。

図1.5にトラッキング電圧と樹脂中に含まれた芳香族核数との関係を示した。ここでトラッキング電圧とはDip trackテスト法による破壊電圧である。

また硬化剤に芳香族アミンを使用すると、わずかではあるが異性体による効果がビスフェノール系のエポキシ樹脂について知られていて、パラ置換体をもっとも悪い。

このように化学的立場からみたトラッキング現象の解明と、試験法の確立により、耐トラッキング性をもったエポキシ樹脂の開発も間近いものと考えられる。

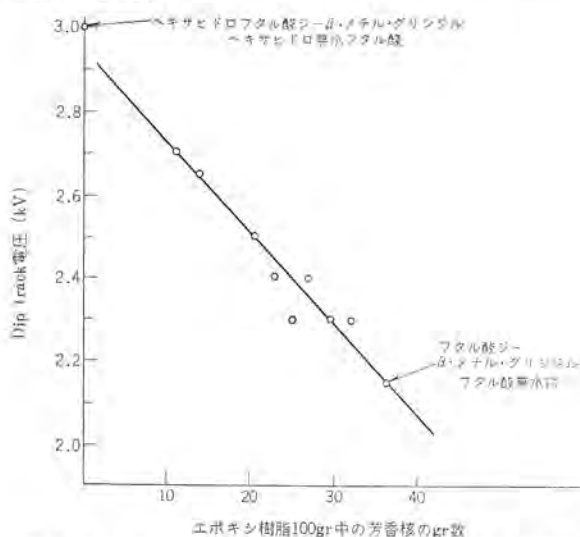


図 1.5 エポキシ樹脂の芳香族核数と Diptrack 電圧との関係  
Relationship between tracking voltage and amount of aromatic rings in cured epoxyresins.

### 3.2 絶縁油中の腐食性いおう(硫黄)測定法

トランスなどに使用される電気絶縁油は0.5%前後のいおうを含有し、これらのいおうは、内部電気材料である銅などを腐食するが、全いおう含有量に正比例して腐食が起こるとはかぎらず、その化合物の形態により銅に対する腐食性が著しく異なることが知られている。

従来、絶縁油の腐食試験法としては、研磨した銅板を一定温度の絶縁油中に一定時間浸漬した後、銅板の変色程度を肉眼で比較する方法が、JISK-2513, ASTM-1616などに採用され、実施されている。しかし、これらの方法は定量性に乏しく、また銅板の研磨など試料作製に時間を要するなどの欠点を有している。これらの欠点をなくすために試作した腐食試験器は、銅製コイルを絶縁油中にて腐食させたのち、コイルを加熱しその腐食生成物を $H_2$ ガスで還元し、生じた $H_2S$ を定量することにより腐食程度をいおう量( $\mu g$ 数)で表示するものである。

絶縁油中のいおうの形態はチオフェン類が大部分をしめ、全いおう量の90%前後と判断される。しかし、このチオフェン類は非常に腐食性が小さく、あまり腐食に関係しない。その他のわずかに存在する元素いおう・ジサルファイド類・サルファイド類が銅の腐食に大いに関係するものと考えられる。

市販の絶縁油3種について、本方法で温度対腐食いおう( $\mu g$ )の関係を測定した例を図1.6に示す。ここで使用した絶縁油の全いおう量はそれぞれAが0.28%, Bが0.61%, Cが0.66%であり、これらの結果より明らかなごとく、絶縁油中の全いおう量は単純に腐食量に正比例しないことがわかる。また、C, B絶縁油ではそれぞれ160~180°C, 140~160°C付近において、いずれも曲線に中だるみがあり、腐食の反応がこれらの温度を境にして、2段階に分れているものと推定される。

この腐食試験法は絶縁油のみでなく他の石油製品、すなわち、ガソリン・灯油・軽油・重油・潤滑油などにも応用可能である。

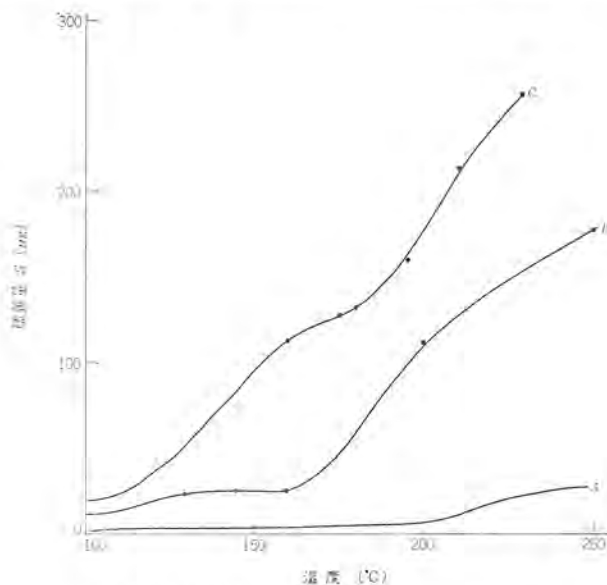


図 1.6 絶縁油中の腐食性いおうと温度の関係  
Relation between temperature and corrosive sulfur in insulating oils.

### 3.3 ホトクロミックプラスチックシート

ある種の物質に太陽光あるいは紫外光を照射すると変色し、暗所で再び原色にもどる。この性質をホトロピイといい、特に近紫外-可視領域での現象を問題にする場合ホトクロミズムという。

ホトクロミズムを示す物質は無機化合物・有機化合物中に数多く発見されている。これらの中から、光に対する応答速度が早く、色調が自由に選べるなどの長所をもつ有機ホトクロミック化合物(A)を染料として、プラスチックシートへの導入を試みた。ペレット法・染色法・コー

テイング法が考えられるが、作業操作が比較的簡単で、導入したホトクロミック物質を有効に利用できる染色法を検討した結果、実用可能なホトクロミックシートをえた。ホトクロミック特性を図1.7に示した。光照射によってオレンジ色から暗かっ色に変色する。変色速度は非常に速く、退色速度も染色液に促進剤を添加することにより、数十分～数秒ぐらいまで調節することができた。また変色度は染色条件を選定すれば容易にかえるので使用目的にあったシートを作ることができる。有機物質は一般に疲労度が大きく、耐久性に劣る欠点を持っているが、染料(A)染色後のシートに紫外線吸収剤を導入すると耐久性が著しく改良された。ウエザオメータ200時間暴露試験後でも十分ホトクロミック特性を示した。またストロボ4,000回間けつ照射(照射間隔は30秒)後も劣化は認められなかった。

このように試作ホトクロミックプラスチックシートは

- (1) 生産工程が簡単なこと
- (2) すぐれたホトクロミック特性を示すこと
- (3) 成型加工に有利なプラスチックシートを基材にしていること

などのすぐれた性質から、当面はサングラス・窓ガラス・ヘルメットのひさし・がん具・服飾品・写真複写装置、より一段進歩したものは電子計算機のメモリなどへの応用を考えている。

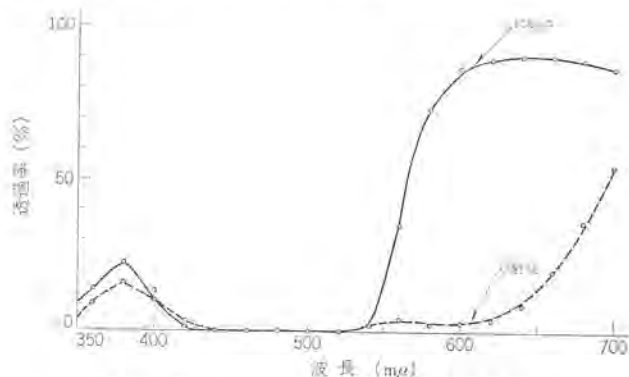


図 1.7 ホトクロミックシートの分光透過率曲線  
Spectral transmittance curves of photochromic plastic sheet.

### 3.4 真空ホットプレスフェライト

磁気記録用ヘッド材料として注目を集めているホットプレスフェライトは、磁気特性や機械的性質を、加圧焼成中に容易に制御することができるので、普通の焼成フェライトに比べて結晶粒の粒径を小さくすることができ、ち(緻)密な材質が得られる。したがって、単結晶フェライトのように加工時のはく離が発生せず、加工性が非常にすぐれている。

通常、 $Al_2O_3$ 、SiC等のプレス型材を用いて、大気中または低真空中で加圧焼結されるのであるが、当社では、グラファイト型材を用いて高真空中でホットプレスする方法を開発し、好結果を得ている。グラファイトは、 $Al_2O_3$ 等と比較して高温(1,300°C以上)での強度が大きく、型材としては安く、加工が容易であるとともに熱衝撃に強いので、急熱急冷に耐え、誘導加熱にも適している。

この方法で製造された高密度Mn-Znホットプレスフェライトは、密度がほぼ100%であって、これをさらに1,300°Cの $N_2$ ガス中で熱処理することにより、家庭用VTRヘッドとして十分実用できるものが得られた。また、Ni-Zn系フェライトも同様な方法で真空ホットプレスすることができ、100%に近い高密度のものを得ることができた。このフェライトを、ホットプレス後大気中で熱処理した結果、磁気特性が大幅

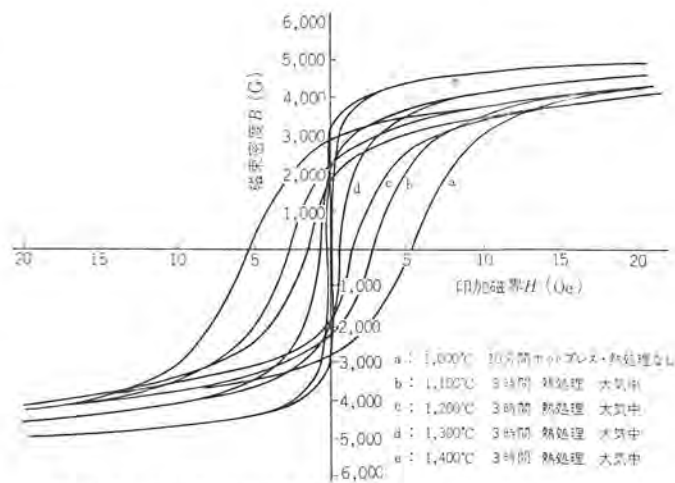


図 1.8 熱処理によるB-Hループの変化  
(組成  $Ni_{0.6}Zn_{0.4}Fe_2O_4 + 3 \text{ wt}\% \text{Co-f} + 3 \text{ wt}\% \text{Fe}_2O_3$ )  
Effect of heat treatment on B-H loop.

に改善されることを見いだした。図1.8は、Ni-Zn系フェライト( $Ni_{0.6}Zn_{0.4}Fe_2O_4 + 3 \text{ wt}\% \text{Co-f} + 5 \text{ wt}\% \text{Fe}_2O_3$ )の熱処理によるB-Hループの変化である。図1.8より、1,400°Cで3時間の熱処理を行なうことにより、保持力 $H_c$ が、焼成フェライト( $H_c \approx 5 \text{ Oe}$ )の1/25( $H_c \approx 0.2 \text{ Oe}$ )程度になることがわかる。これは、単なる焼鈍効果による磁気特性の向上というよりは、むしろ、粒成長や気孔率の減少等によるホットプレスフェライトの均質化によるものと思われ、焼成フェライトに比べると熱処理効果がきわめて大きい。また、熱処理を行ない $\mu'$ 値を上昇させることによって、 $\mu'-f$ 特性を向上させることもできる。

以上のように、グラファイト製プレス型を使用してもホットプレスの段階で、真空度、圧力のかけ方、時間、温度に十分注意すれば、良好な高密度ホットプレスフェライトを製造できることがわかった。

### 3.5 ブラウン管用直熱形陰極

ブラウン管用の直熱形陰極を開発した。特長は1) Warm up Time(スイッチオンから画像の出るまでの時間)が短いこと、2) 加熱電力が小さいこと、3) 構造が簡単で製作しやすいこと、などであり、寿命の点でも傍熱式に比べ見劣りしない。とくに瞬間受像式のテレビ用として適したものであり、この直熱形陰極使用のブラウン管を採用すれば、今までの常時通電方式が不要となり、消費電力の軽減など、瞬間受像式テレビの性能向上に大いに貢献する。

今回、開発した直熱形陰極はヒータとその中央部に設けられた電子放出部(ベースメタル上に三元炭酸塩をコーティングしたもの)、それに支持体から構成され、これらは独自の材料と設計によるものである。ヒータとしては加熱電流を小さくするため、比抵抗が大きく、かつ断面積の小さな特殊な合金リボンが使われ、ベースメタルにはウォームアップタイム(WUT)を短くするため、とくに厚さの薄いニッケル希薄合金が使われている。さらに今回使われた支持法は10種以上に及ぶ試作品を徹底的に検討した結果、考案されたものであり、構造的に非常に安定なのが大きな特長となっている。このほか、われわれは三元炭酸塩の組成、コーティング法、排気エージングに関しても十分な検討を行なった。

表1.1は今回、開発した3種の直熱形陰極の特性であり、310形ブラウン管に組み込み測定した。従来の傍熱形ブラウン管における、 $WUT=10$ 秒前後、ヒータ加熱電力=1ワット前後と比べ、はるかに



表 1.1 試作直熱形陰極の特性  
Characteristics of new directly heated cathode.

形 式	加 熱 電 力 (W)	ウオムアップタイム (s)
P-301	0.55	0.5
DS-1	0.25	1.2
D 202	0.40	1.0

すぐれていることが明らかである。ここで DS-1 形は架張式で、他は非架張式になっている。P-301 形でとくに WUT が短いのは、われわれの開発した ニッケル 粉末焼結層をベースとしているためである。このようにそれぞれ特色をもつが、D-202 形が構造的に最も安定であり、生産性ならびに実用性は現在の傍熱形陰極に匹敵するものである。

応用面としては、テレビ 用白黒 ブラウン 管のほかに、カラーブラウン 管や種々のディスプレイ 装置、たとえば テレビ 電話、電池使用 テレビ などへの実用も有望と考えられる。

### 3.6 Cu-Ni 系合金線の曲げクリープ特性

電話交換機などに広く用いられているワイヤスプリングリレー用直線ばね材料として、現用洋白線 (18 Ni-26 Zn-Cu 合金) よりもさらに耐食性 (耐電食性) のすぐれた材料を得る目的で、20 (15) Ni-Cu 合金およびこれを基材として、さらに Si あるいは Al を添加して析出硬化能を持たせた合金が検討され、すでに一般の機械的特性や耐食性などが明らかにされている。

この種のリレーのように 40 年にもわたって安定な動作が要求される場合には、材料のクリープ特性が疲れ特性と並んで重視されねばならない。今回は上記の各系統の材料について、応力 40 kg/mm<sup>2</sup>、試験温度 60°C の一定条件のもとで 400 時間までの変位一定型の曲げクリープ試験を行ない、材料組成・最終加工度・低温焼鈍・析出硬化・矯正法などの諸因子がクリープ特性に与える影響をしらべた。試料は直径 0.55 mm の直線材を片持ちはり (梁) の形に保持して、所要の曲げ応力を生ずるような変位を自由端に与え、一定時間 ( $t$ ) 経過後の先端残留変位 ( $\delta_t$ ) を測定した。試料の  $\delta_t$ - $t$  曲線の一例を図 1.9 に示す。

20 Ni-Cu 合金では最終加工度の大きい材料ほどクリープ特性がよく、99.7% 加工材で洋白線とほぼ同等の特性を示す。機械矯正後適当な低温焼鈍を施すことによって、 $\delta_t$  および  $\bar{U}_0$  (100~400 時間の平均クリープ速度) とともにおよそ  $\frac{1}{2}$  に低下する。

Cu-Ni-Si および Cu-Ni-Al 合金のクリープ特性は、機械矯正のままの状態では Cu-Ni 合金の同一加工度の材料と変わらないが、さらに適当な温度で析出硬化処理を行なうことによって著しく耐クリープ性が向上し、 $\delta_t$ 、 $\bar{U}_0$  とともに  $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{10}$  に低下する。

20 Ni-0.7 Si-Cu 合金において、析出硬化処理後機械矯正を行なうと、その逆の場合にくらべて  $\delta_t$ 、 $\bar{U}_0$  の値は 3~4 倍大きくなり耐クリープ性が劣る。これに対し熱矯正で仕上げた材料は今回の試験材料中最も良い特性を示した。

上記の各材料のクリープ特性は、材料のばね限界値 ( $K_b$  値) とある程度相関があつて、洋白を除く Cu-Ni 系では  $K_b$  値の大きい材料ほど  $\delta_t$ 、 $\bar{U}_0$  などの値が小さく耐クリープ性に富むといえる。

このように比較的短時間の試験でも合金組成あるいは製造条件と材料のクリープ特性の間の関係のある程度明らかにすることができ、

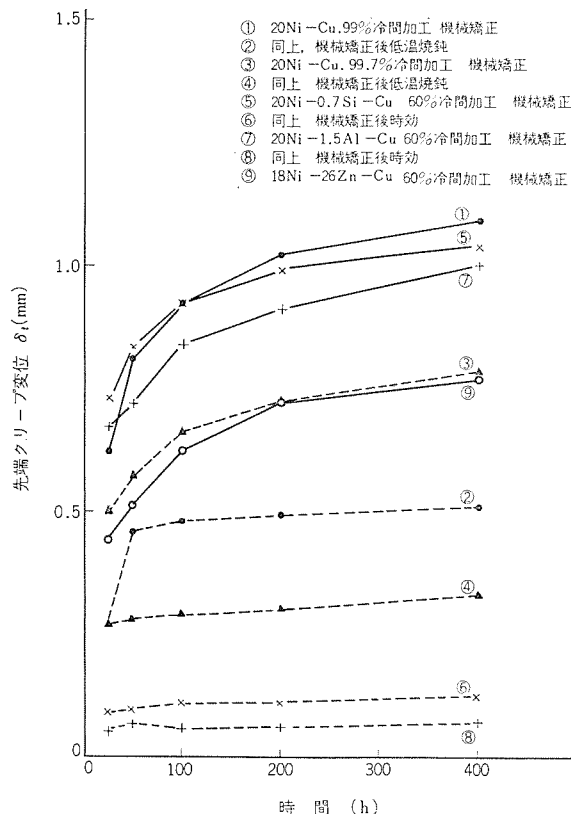


図 1.9 Cu-Ni 系合金線の曲げクリープ特性  
Creep properties of Cu-Ni wire.

少なくとも材料の一次選択の指針を与える上で有効な方法と言えよう。

### 3.7 加工硬化形 Cu-Ni 系ばね

洋白・キューロニッケルは、当社で生産されている加工硬化形 Cu-Ni 系ばねの代表的なものである。これらはともに、耐食性にすぐれたばね材料として古くから使用されてきた。しかし、最近大気汚染の激化にともない、大気中に含まれる硝酸塩が洋白の電気腐食を起こすことが明らかになったため、洋白の耐電食性が新たに問題になってきた。洋白の電食は、その中に Zn が大量 (~26%) に含まれることに起因する。一方 キューロニッケルは、洋白にくらべ、機械強度が劣るため、高いばね性が要求される部分には適さない (表 1.2)。強度を高めるために加工率を高くすると伸びが減少し、後の曲げ加工性が悪くなっていく。そこで、キューロニッケルに、耐食性をそこなわぬ範囲で第 3 または第 4 元素を添加し、機械的にすぐれた加工硬化形 Cu-Ni 系ばねを開発することを試みた。

#### (1) Cu-Ni-Sn 合金

Ni 5~25%, Sn 3~7% からなる各種 Cu-Ni-Sn 合金を高温から焼入後、圧延または線引加工および機械矯正により、加工率の異なる各種板および線材を試作し、耐食性・機械特性を測定した。硝酸塩に対する耐電食性は、キューロニッケル並で、いずれの試料も洋白よりはるかにすぐれた結果を示した。機械強度および加工硬化性は、Sn の多いものほど高い。また、同一成分・同一加工率であれば、加工前の焼入温度が 800°C のもののがもっともすぐれたばね特性および加工性を示す。リレー用洋白線に匹敵する機械特性は、Cu-20 Ni-5 Sn に適切な熱処理・加工を施すことにより得られる。

#### (2) Cu-Ni-Zn-Sn 合金

上述のように、Cu-Ni-Sn 合金は耐食性にすぐれており、機械的特性も洋白に代わりうるものが得られる。しかし、Cu-Ni-Sn 系は、

表 1.2 各種 Cu-Ni 系ばね材料の機械的特性の一例  
(0.55φ 矯正線)  
Mechanical properties of Cu-Ni spring wire.

試料名	Cu-Ni-Sn		Cu-Ni-Zn-Sn				Cu-Ni		洋白
	Ni	20.0	16.4	17.6	17.7	20.0	18.0		
成分 (wt%)	Zn	0	10.2	10.0	17.0	0	26.0		
	Sn	5.7	2.7	4.3	2.9	0	0		
	Cu	Bal	Bal	Bal	Bal	Bal	Bal		
加工率 (%)	60	90	60	90	60	90	90	60	
引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	80	103	79	98	98	116	89	111	55
ヤング率 (10 <sup>4</sup> kg/mm <sup>2</sup> )	1.31	1.39	1.31	1.31	1.34	1.25	1.34	1.29	1.50
ばね限界値 (kg/mm <sup>2</sup> )	58	69	59	68	83	106	67	77	32

Cu-20 Ni と同様、表面が変色しやすいという欠点をもっている。たとえば Cu-20 Ni-5 Sn は 170°C の大気中で 30 分の加熱により赤味を帯びてくる。この欠点は合金中の Cu の量を減少させることにより改善できる。前述のように Zn を多量に含む洋白は硝酸塩により電食を起こしやすいが、Zn の量が減少するとその耐電食性は急激に増大する。したがって耐電食性をそこなわない程度に Cu を Zn で置き換え、耐変色性を改善した合金を作ることは可能である。Ni 17%, Zn 5~17%, Sn 1~5 % からなる各種 Cu-Ni-Zn-Sn 合金線を試作し、それらについて前回と同様の実験を試みた。その結果、Zn が 10% 以下のものは、洋白の 10 倍以上の耐電食性を示した。一方耐変色性は、Zn を 5 % 以上含むことにより向上し、170°C の加熱に耐えられるようになった。機械的特性は Zn, Sn の増加とともに向上するが、その効果は Sn のほうが著しい。洋白並の強度は、Cu-17 Ni-10 Zn-3 Sn に適切な熱処理・加工を施すことにより得られる。なお、この成分のものは、析出硬化性をほとんど示さないもので、製造工程に都合がよい。実験結果の一部を キュロニッケル・洋白の例とともに表 1.2 に示す。

### 3.8 粉体塗装

当社でも、静電粉体塗装を導入すべく各種の塗料について検討を加えるとともに、塗装系に必要な化成処理皮膜やプライマなどの研究をしている。

特に塩化ビニル系で耐熱・耐水・耐薬品性にすぐれた性能をもつ特殊耐熱粉体塗料を塗料メーカーと共同で開発し、食器洗い機“女神”の内面塗装へ導入した。これはわが国の家庭電気品に実用化した最初のものである。

この導入過程において検討を加えた塩化ビニル・エポキシ・ナイロン-11・ナイロン-12 などから得た知見の概要を述べる。

(1) 防食性は従来の溶剤形塗料に比べ非常にすぐれている。なかでも開発した特殊耐熱粉体塗料は抜群にすぐれた性能を示し、1,000 時間の塩水噴霧試験でも発しょう(錆)は認められない。

(2) 耐熱性では樹脂の特性からエポキシ・ナイロンは当然すぐれているが、開発した塗料は他の塩化ビニル系に比べて変色が少なく、可塑剤の移行による表面の粘着性がなく、安定した性能を持つものである。

(3) 耐水・耐薬品性に関しては従来の一般塗装に比べると抜群に良好な性能を示すが、ナイロン-11・ナイロン-12 は樹脂の結晶性構造面から収縮が大きく、特にナイロン-12 はこの現象が著しく、密着不良を起こしやすい。

いずれにしても、これらの化学的・機械的物性は各樹脂塗膜とも化成処理皮膜の適否やプライマの性能に大きく左右されるので、樹脂

自体の研究のほか両者の正しい選定と十分な検討が必要である。

粉体塗装は一応技術的に確立された感があるが、まだ改良すべき多くの課題が残されており、今後の研究による性能の向上、技術の発展によって大きく伸びるものと期待される。

## 4. 電機技術

### 4.1 MHD 発電

工業技術院の大形プロジェクト「MHD 発電」に関する研究開発計画に従い、主として高磁場の直流磁界装置および発電ダクトの研究が行なわれた。

#### (1) 大形超電導電磁石の研究

MHD 発電用大形磁界装置として、より高い磁界を発生しうる超電導線材および巻線構造を決定する目的で、70 キロガウス・パンケーキ形超電導電磁石を試作し、液体ヘリウム冷却励磁試験を行なった結果、目標を上回る中心磁界 75 キロガウスの発生に成功した。この電磁石は Ti-Nb-Ta の三元合金超電導線を高純度銅材の中に埋め込んだ複合超電導線 2 種類、80 キロガウス用 1.5 km、55 キロガウス用 10 km を使用し、外径約 800 mm、内径約 100 mm、長さ約 800 mm のパンケーキ形に製作されたもので、重量は 1,600 kg である。

励磁試験は液体ヘリウム 200 l の中に浸した状態で行なわれた。通電中の電磁石の特性はきわめて安定であって、発生した磁界は 75 キロガウス、このときの電流は 800 A であった。この結果は MHD 発電機用の高磁界磁界装置の開発を進めるうえに大きく貢献した(ハイライト参照)。

#### (2) 大形磁界装置超電導電磁石冷却系の研究

大形超電導電磁石を常温から 20°K 以下に冷却し、長時間にわたり液体ヘリウムを供給することができる冷却系 2 組を開発し完成した。その一つは 45 キロガウスのくら形超電導電磁石(重量約 12 トン)と組合せ、励磁試験に使用されるもので、電気試験所に据付けられた。単体運転の結果はきわめてよく、定格を満足する特性が得られた。さらに一つは前記の 70 キロガウス用の冷却系として準備されたもので、液体ヘリウムコンテナ、フライオスタットおよび特殊低温配管等すべて新規に開発されたものである。

また現在の形式のくら形超電導電磁石は磁場空間の割に大形となり、冷却系を含めた磁界装置の建設維持費が大きく、発電コストを高める原因となっている。これに対し、昭和 44 年度委託研究による、スーパーインシュレーション形超電導電磁石の試作に着手し、冷却容量の減少をはかることになった。

#### (3) MHD 発電ダクトの研究

MHD 発電ダクトは MHD 発電プラントの構成機器の中で、開発上多くの技術的問題点を有しているものの一つである。当社では実用 MHD 発電ダクトとしてセミホットウォール形を提案し、過熱、熱衝撃および熱応力に対して耐久性のある発電ダクトの開発を進めた。この発電ダクトの構成法は、セラミックスを小片に分割し、それぞれ冷却金属板を介して金属基板にろう付けし、絶縁壁および電極を構成するもので、現在電気試験所において各種の試験が行なわれており、すでに 100 時間の耐久試験において良好な成果を得ている。

### 4.2 リニア機器

#### (1) 超高速鉄道用リニアモータ



東海道新幹線の成功は高速大量輸送機関としての鉄道の優位性を再認識させることとなり、最近ではさらにこれを上回った時速300～500 km/hへの挑戦が世界各国で試みられている。わが国において東海道メガポリスの発展とともに、輸送能力の倍増が必要となることはひつすの状況にある。

このような時速300 km/h以上の超高速列車は従来のような粘着駆動では実現できないため、直接推力の働くリニアモータが広く注目を浴びている。われわれは各種の小形リニアモータの開発に引き続き、今回超高速列車を対象とした直径4 mに及ぶ大形試験装置を開発し、最高速度450 km/hの運転に成功した(図1.10)。これにより電気的には十分実用性のあることが確かめられたが、さらに二次導体の材質、構造などを変えて、各種の試験を続行中である。

超高速鉄道を実現させるためには、リニアモータの空けき(隙)維持、車体支持(磁気式等)、列車制御方式等を初めとする従来の鉄道と全く異なった新技術が必要となる。当社においてもこれら個々の技術とともに、それらを組合せたシステムについての研究開発を鋭意続行中である。

#### (2) ヤード機器

貨物輸送力の増強と近代化のための貨車操車場(ヤード)の自動化は、国鉄の重要技術課題として進められている。

ヤードにおける貨車の速度制御を行なうための貨車減速装置(リターダ)としては、現在ほとんど空気式あるいは油圧式が用いられている。これを純電氣的に行なえば、保持や制御の点で多くの利点が考えられる。

当社においては独自の原理に基づいて、純電気式の貨車加減速装置を開発し、これをリニヤードと呼んで種々のモデル実験を実施した。この装置は減速のみでなく加速も可能であり、ヤード全体の合理化にさらに貢献するものと期待される。

### 4.3 発電機端部電磁現象の解析

最近の発電機器の発展は目ざましく、単機容量は飛躍的に上昇している。またそれに伴い冷却方式も発展し、比較的軽量の大容量機となりつつある。このような大容量化と軽量化を進めるために、発電機の内部電磁現象に関する総合的研究を実施している。本年は特に発電機端部に関する研究を行ない、以下に述べる成果を上

げた。

#### (1) 鉄心端部への磁束侵入と損失の解明

タービン発電機においては、大容量化に伴って冷却方法を改善し、空けきの単位周囲長当たりのアンペア導体数の増加が計られており、近い将来には、回転子巻線と固定子巻線がすべて水冷却されたものが出現する状況にある。それによって、大容量タービン発電機の鉄心端部における漏れ磁束侵入が問題となってくる。したがって磁界分布の正確な把握と、鉄心内うず電流損失の解明を進め、より合理的な発電機構造の研究を進めている。

発電機端部の磁界分布問題は、複雑な鉄心境界と電流分布の三次元磁界問題である。従来の計算方法よりもより正しい磁界計算ができる、電子計算機を用いた新しい数値計算方法を開発した。これは巻線電流分布を円すい(錐)形状の数枚のCurrent Sheetで近似し、複雑な鉄心面境界を考慮し、差分法によって解く方法で、端部鉄心の形状が考慮されるので、端部鉄心の磁束侵入がより正しく計算できるようになった。固定子巻線電流の磁界につき、回転子巻線電流による磁界分布も計算し、種々の運転時における端部の磁界分布が計算できる。固定子端部鉄心側面における磁束侵入の計算例では、従来より進相運転時における鉄心端部の過熱の可能性が問題にされているが、この方法でかなり詳しく侵入磁束密度が計算できる。

端部鉄心内部に侵入した磁束と渦電流損失の関係は、鉄心の磁束密度飽和現象のためにその解析は容易ではない。そのため実機と等価な実験を行ない、鉄心内部の磁界分布を観測し、解析を進めている。図1.11は450 MWの実機の端部を縮尺した実測モデルで、導体は水で冷却し、空けきの単位周囲長当たりのアンペア導体数は実機以上の密度にできる。これによって端部鉄心内の渦電流損失を解明し、効果的な侵入磁束のシールド方法を検討している。

#### (2) 発電機端部巻線に働く電磁力

突発短絡時に端部固定子巻線に働く電磁力の計算は、端部巻線保持構造の設計に対して重要な問題である。Biot-Savart法則を用いた従来の方法は、複雑な鉄心境界はまったく考慮されないの、前述の差分法による磁界分布計算方法によって巻線内の磁界を計算し、これより突発短絡時の電磁力を計算する方法を開発した。Biot-Savart法則を用いた電磁力計算も併用して、電磁力の局所的な分布を詳細に調べ、コイル保持構造の機械的強度計算方法の開発により、

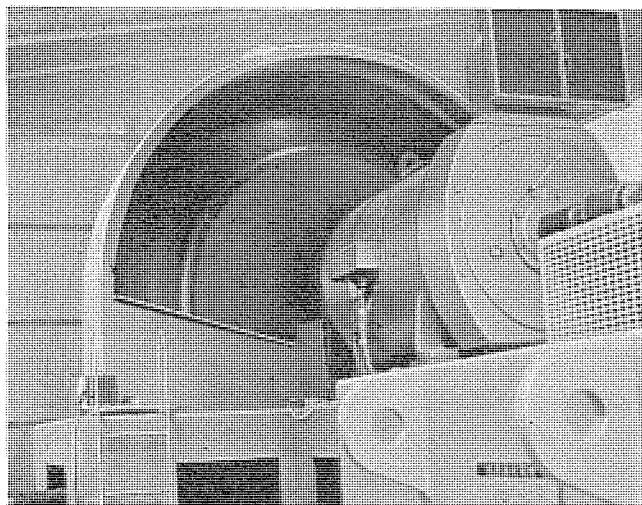


図 1.10 超高速鉄道用リニアモータ試験装置  
Linear traction motor testing equipment for ultra high speed railway.

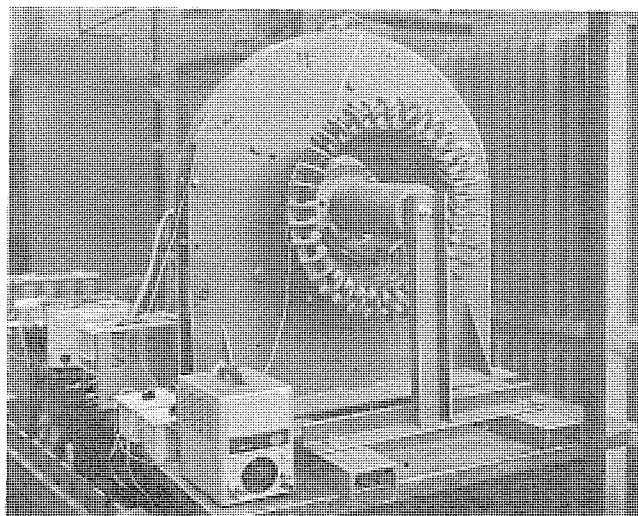


図 1.11 発電機端部磁界解析用モデル  
Model machine of a generator end region for magnetic field analysis.

より合理的な信頼性のある構造の研究を進めている。

#### 4.4 永久ヒューズ

永久ヒューズなる名称の、全く新しい電力用回路要素の開発に、世界に先がけて成功し、さる昭和44年9月26日社外発表が行なわれた。

新しく開発された永久ヒューズは、ヒューズという名で呼ばれてはいるが、厳密には電力用非線形素子ともいえるものであって、素子材料としては金属ナトリウムが用いられ、一定の電流時間積のエネルギー注入による自己のジュール発熱によって、ナトリウムが高温高压のプラズマに変化し、素子の抵抗値が大幅にかつ急激に増加する性質をもっている。うえにのべたとおり、永久ヒューズは、高温高压におけるナトリウムの特異な電気的特性を最大限に活用したものであって、素子自体はかかる高温・高压力に耐えうるように設計され、その構成には幾多の画期的な発明が折り込まれている。

電力用の非線形素子自体、従来世界的に見ても前例がなく、しかも、特定の非線形動作をくり返して行ないうるといふ決定的な特長をもっているため、非常に幅広い用途が考えられる。

この素子の最も端的な応用として、いわゆる、くり返し使える限流ヒューズとしての用途が考えられ、これが永久ヒューズなる呼称の由来でもある。

自己復帰機能を有する永久ヒューズは、これを回路しゃ断器と結合する場合、従来しゃ断器の消弧機能の大部分を肩代わりし、しかもしゃ断器本来の利点である再投入、くり返し使用機能はそのまま満足させようという点で、従来ヒューズの遠く及ばないところであって、一種のナトリウムしゃ断器を実現することができる。

永久ヒューズをしゃ断装置の主要要素として用いることにより、実質的に無限大のしゃ断容量をもち、しかもしゃ断時間が1/2サイクル以下という、長らく、しゃ断器技術者の夢であった理想的なしゃ断器が実現できるわけである。

永久ヒューズとしゃ断器の組合せ応用の第1着手として、低圧用460 V 100 A 定格のしゃ断電流15 kAのノーヒューズしゃ断器(NF-100 E)と、組合わせうる永久ヒューズの開発を行なった(ハイライト参照)。ノーヒューズしゃ断器と組合わせる場合、ノーヒューズしゃ断器と一体に組込めるだけの小形化を行なうとともに、耐熱・耐圧力性能の点でも十分余裕のある設計を行なう必要のあること、さらにノーヒューズしゃ断器の過電流保護協調特性との協調をとる必要のあることなど、数多くの制約があったがいずれも解決し、従来同一定格電流100 Aのものに比較してそんな(遜)色ない大きさにおさまリ、しかも550 V 200 kAの大電流しゃ断が可能なのである(ハイライト参照)。ハイライトの写真は試作した永久ヒューズを内蔵したノーヒューズしゃ断器で、盤面積と消弧室構造は、標準品NF-100 Eと同一であるにもかかわらず、しゃ断電流は15 kAから200 kAに格上げされ、しゃ断容量は永久ヒューズを付けることによって、つけない場合のほぼ13倍に増加する。

以上は、しゃ断装置と永久ヒューズの結合例をのべたものであるが、この他にも、素子の非線形動作特性を変えることにより、多方面にわたる異なった用途に応用することができる。たとえば、電磁接触器を含む配電機器の完全短絡保護、SCR等半導体素子の完全保護、さらに進んでは、半導体素子と永久ヒューズの結合による完全固体しゃ断器、永久ヒューズ内蔵の変圧器・変流器など数多くの用途が考えられ、原理・応用特許あわせて合計100件にも及ぶ特許出願がすで

に行なわれており、米英諸国における基本特許もすでに確立している。

## 5. 生産技術

### 5.1 厚鋼板の点溶接

点溶接法は3 mm以下の薄板の溶接法として広く用いられてきたが、最近建築・橋梁・車両など重構造物の厚板鋼板の接合に点溶接を利用することが検討されている。

われわれは厚板鋼板の実用化を目ざして厚板鋼板用点溶接機を試作し(図1.12)、その溶接現象および実用面の研究を行なった。

板厚12 mmの軟鋼板について種々の実験を行なった結果、下記の点を明らかにすることができた。

溶接電流：薄板鋼板に用いられる電流密度は400 A/mm<sup>2</sup>程度であるが、厚鋼板では100 A/mm<sup>2</sup>程度となる。これは板厚が増加するほどナゲット(溶融金属)から水冷電極に逃げる熱伝導損が少なくなるためである。したがって溶接流も薄板に用いられる連続電流よりも、パルス電流のほうが被溶接材中の温度分布がゆるやかになり、その結果、内部欠陥の減少、電極寿命の向上および溶接機容量の減少ができる。

通電時間：点溶接時の温度分布を板厚方向の一次元として考えると、その熱時間定数は板厚の2乗に比例し、したがって通電時間は計算では1 mm鋼板の144倍になるが、実験の結果では50倍(約8秒)程度が適正である。

加圧力：薄板鋼板の場合と同じく、10 kg/mm<sup>2</sup>程度の加圧力が必要である。加圧力が低いと、薄板の場合よりブローホールやひげ割れなどの内部欠陥が発生しやすい。

溶接結果：引張せん断強度はナゲット径にほぼ比例して増加するが、引張せん断強度/ナゲット径の値は薄板の110 kg/mmに対して、1,000 kg/mmで、厚鋼板は約10倍の単位強度を有する。ナゲット径30 mmに対する引張せん断強度、十字引張強度はそれぞれ33 t、16 tである。

実用面として接合部の機械的性質については、建築学会と共同実験を行なった結果、従来のリベット法に比較して、剛性が高く、作業

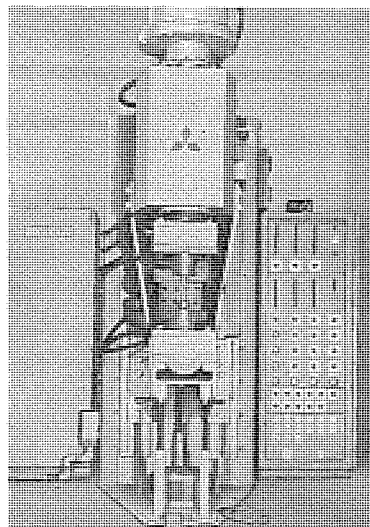


図 1.12 試作点溶接機の外観写真  
Test spot welder.



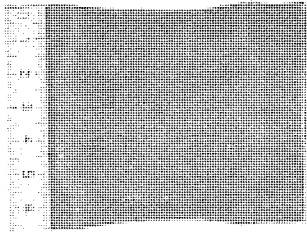


図 1. 13 溶接部断面 マクロ 写真 (22 mm+22 mm+22 mm)  
Macro-photograph of weld nugget.

時間の短い接合法であることが明らかとなった。

さらに、溶接中の温度分布についての理論解析を試みた。計算値と断面試験より求めた実験値は、かなりよく一致している。したがって今後、溶接条件の選定は電子計算機により求められると考えられる。

以上の研究により、現在 22 mm+22 mm+22 mm, 25 mm+25 mm の厚鋼板に対して良好な点溶接が可能となった。図 1. 13 は 22 mm 3 枚板の断面 マクロ 写真である。

## 5.2 プラズマ電子銃の溶接への応用

プラズマ電子銃は低真空 ( $10^{-1} \sim 10^{-3}$  torr) で動作し、構造が簡単で陰極部の寿命が長い特長をもっている。熱陰極形電子銃にくらべて低真空形電子ビーム溶接機の電子ビーム源に適しているために、溶接への応用をめざす基礎的研究が進められているが、実用化されたものはまだない。当社では 42 年度および 43 年度に予備的研究を行なった結果、独自の方式の開発に成功し、実用化の見通しを得た。これにつづいて 44 年度には電子ビームの出力、動作の安定性、および電子ビームの性質に重点を置き、電子ビーム溶接機の電子ビーム源として実用に耐えるプラズマ電子銃の開発を行なった。

電子ビーム出力：陰極部の冷却にふく射冷却方式を採用したので、陰極部の構造がきわめて簡単になると同時に、直径 30 mmφ のプラズマ電子銃で 6 kW の出力を得ることに成功した。特に温度上昇の激しい個所に高融点材料を用いて、低真空形電子ビーム溶接機の電子ビーム源としての寿命を、従来の熱陰極形電子銃の 10 倍にできる見通しを得た。

動作の安定性：プラズマ電子銃の出力制御は陰極部のガス圧によって行なう。われわれは自動ガス圧調整器を用いて負帰還により安定化しているが、新たに電子銃室を溶接作業室から分離する方式を開発して、溶接中に発生する不純ガスや金属蒸気の影響をなくすることに成功したので、溶接終端部のクレータ処理が可能になった。また使用ガスや陰極部の形状および配置に独自の工夫を加えた結果、定値制御における出力の安定度は  $1 \times 10^{-2}$  /h に達した。引き続き追値制御における追従性の試験中であるが、これが成功すれば、プラズマ電子ビーム溶接のプログラム制御がはじめて可能になる。

電子ビームの性質：電子ビーム集束レンズに 2 枚構成レンズを使用した結果、電子ビーム集束点における電力密度は  $1.2 \times 10^6$  (W/cm<sup>2</sup>) に達し、熱陰極電子ビームの電力密度に比肩するものになった。さらに陰極部の形状および配置を改良することにより、 $1.5 \times 10^6$  (W/cm<sup>2</sup>) まで電力密度を高めうる見通しを得た。

44 年度に実施したプラズマ電子銃実用化試験の結果、その性能は一段と向上し、実用性能にあと一步という段階になったので、製品の部品溶接にプラズマ電子ビームを適用した場合の溶接部の品質およびその信頼性について検査を実施している。

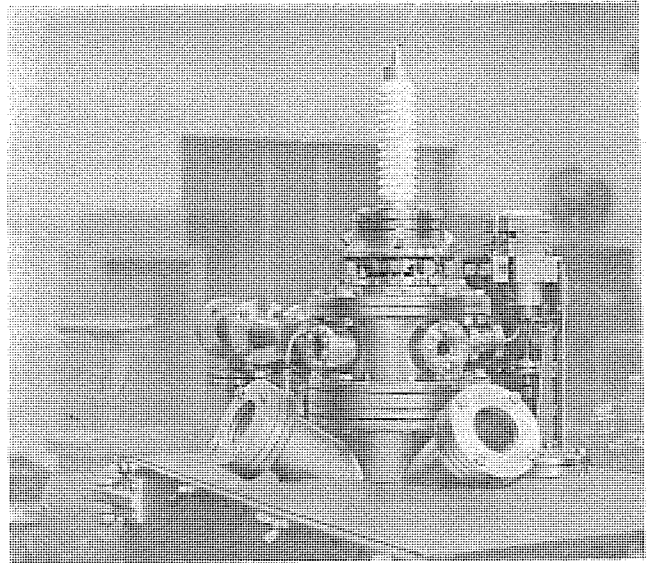


図 1. 14 電子ビーム溶接試験機に装着してテスト中の  
プラズマ電子銃  
Experimental installation of plasma electron beam gun.

低真空形電子ビーム溶接機は取扱いが簡単で、専用機として工業的利用に最も適している。プラズマ電子銃が実用化されると、さらに保守が容易な低真空形電子ビーム溶接機が実現するので、専用機として生産ラインに導入されるものと期待できる。

## 5.3 小形圧縮機の騒音

最近、騒音の問題が大きくなりあげられるようになった。ここでは家庭用のルームクーラーに使用される 600 W 程度の圧縮機の騒音問題についてのべる。

この種のクーラー用の圧縮機では、就寝中でも身近に運転され、また最近では室内に対してのみでなく、室外の近隣に対する配慮が必要になってきているので、特に低騒音であることが要求される。また限られた条件の中で、より高い性能を持たせた商品とするためには、はじめてから振動騒音の点で十分配慮をしておかねばならない。

この圧縮機は両端が密閉された円筒形の金属製のシェルの中に、圧縮機本体を、ばねでつったインサスペンション形の構造になっている。

この圧縮機の騒音の周波数成分は、50~3,000 Hz の広い帯域にわたっているが、騒音の発生因を考えて、それぞれの音に区別することがまず必要であり、それぞれ独自に発生源の別や発生現象の別などに適宜区別して検討した。

この種の圧縮機騒音のおもなものをあげると、400 Hz 付近の低周波音と 2,000 Hz 付近の高周波音があり、これらは発生源で区別するといずれも機械音である。

まず低周波音についてのべると、この騒音は 400 Hz 付近で非常に鋭いピーク状の成分を示す騒音である。この成分は回転数の高調波成分であること、媒質を変化させるとピーク成分はその次数が異なってくること、回転数に微小な変化を与えることにより、音圧レベルが最大となる特定周波数があることなどの性質があり、ありふれた騒音源周波数と、圧縮機シェル内の空間の音響的な固有周波数との一致により、大きくなる共鳴現象による騒音である。

この騒音を低下するには、簡単にはシェルの板厚を大にしてしゃ音すればよいが、その騒音の性格からあらかじめ予測した設計を行なうことが適切であり、また軽量化を考えた解決をはかるために、

まず共鳴現象を基本的に解明する必要がある。このことから圧縮機の構造をモデル化して円筒の中にさらに円筒のはいつた構造という基本的な形でとらえて、検討を行なった。この場合の現象は大小の二つの円筒の間にある空気環が、円周に沿った空気柱として共鳴するという形でとらえることができる。これにもとづく共鳴周波数の計算値とモデル実験値とは、内径外径比が0.3~0.8の範囲で比較的良好一致するということが明らかになった。これにもとづき、騒音低下をあらかじめ考慮した諸元決定を行なっている。

次に高周波騒音の2,000 Hz付近の騒音についてのべる、この騒音の発生源はおもに圧縮機内部の部材間の機械的衝撃によるもので、波形が複雑なため幅広い周波数成分をもっている。これは圧縮機の基本動作上とりのぞくことが困難なので、おもにシェルの板厚を考慮ししゃ音している。

この場合、シェルの固有の振動特性が関係する。すなわち、シェルには多くの固有振動数があり、それが2,000 Hz付近に多く存在する。この場合の問題点は二つあり、一つは固有振動数が発生源周波数と一致して共振を発生すること、他の一つは共振を発生したとき、金属材料の振動減衰能力が小さいため制振できないことである。前者に対しては固有振動数の移動が考えられるが、大幅な移動が困難のため実用的でない。後者に対してはシェル部分に減衰をもたせることが効果をあげる。具体的には薄いリテラや制振材を用いることであり、これらによりシェルの振幅をシェルのみの場合の1/10程度にすることができる。その他二つ割りのシェルの上下のかん(嵌)合部分での減衰なども考慮し目的を達するようにした。なおこの減衰の一般化は今後の問題と考える。

以上ルムクーラー用圧縮機の騒音問題に関し、おもな低周波音および高周波音についてのべた。将来低騒音化に対する要求はますます強くなる傾向にあるので騒音低下を考慮した設計の検討を進めてゆく。

## 5.4 生産機械の自動化

ここ数年、わが国の産業は国際競争に打ち勝つため生産性の向上をめざして、省力化・合理化の設備投資が盛んに行なわれている。そこで生産機械の自動化の研究を積極的に行なうため、機械、電気、材料の技術者を集合した生産機器研究体制を実施した。

自動化機械の研究は古くは、管球の開発時代よりかなり行なわれていたが、近年エレクトロニクス技術や新しい検出器の発達につれて、機械の自動化の可能性が大きく進歩したので、この方面の研究開発を再開した。ここでは主として社内の生産ラインの自動化を対象として、開発している機器に関するため、細詳はさしひかえるがおもな研究内容を述べる。

重電機製作に関する自動化の問題は、材料の運搬組立に関するものが多い。一例としてけい(珪)素鋼板鉄心類の組立作業の自動化のために、ハンドリングマニピュレータ式の自動機を開発し実用化した。この機能は、そのままプレスへのフィーダとしても応用される。また絶縁物の組立に大形のNCマシンで行なう方式も開発を終わった。重電機類の試験ラインの自動化の計画も検討している。

家庭電器関係の製品は量産を行なっているため、生産ラインの自動化の必要度は高い。主として組立機械の自動化を目標としているが、この基礎となる部品の供給・排出・搬送・組付・制御などの組合せにより、新しい組立機を完成した。たとえば、プリント基板に多数のピン端子を植える自動そう入機や、コイルの巻線ワックス処理を含

めた全組立ラインの自動化などで、すでに運転にはいっている。試験調整の自動化についても種々試みており、部品段階での自動検査、サーボねじ回しを用いた自動調整などの装置を開発した。

## 6. 超高周波技術

### 6.1 人工衛星用アンテナ

全立体角無指向性アンテナ、デスパンアンテナ、衛星の用途に即した特殊アンテナなどの研究を進めた。

全立体角無指向性アンテナは衛星のテレメータ・コマンド系などに用いられ、放射の均一化が重要である。VHF・UHFでは傾斜ターンスタイル形が適していて、直径1 m程度以下の衛星を対象にして研究し、衛星寸法と波長に応じたアンテナ設計が容易になった。

スピン安定衛星のアンテナは、衛星の回転にかかわらず常にビームが地球を指向しているデスパンアンテナが望ましい。電氣的デスパンアンテナについてはユニボールアレー形およびホーンアレー形の切替・位相制御併用デスパンアンテナの研究に引き続き、円形アレーで構成されるデスパンアンテナの放射特性向上の研究を行なって、利得、サイドローレベルなどの点でより良い方式を得た。

機械的デスパンアンテナについては単反射鏡形および複反射鏡形の研究を進め、二、三のモデルについて放射特性の実験的確認を得、また地球上の特定の地域をおおう特殊な形のビームをもつアンテナも得られるようになった。多ビーム化も継続的課題である。

電離層観測衛星に必要なMF~HFの観測用ダイポールアンテナについて研究を行ない、その方式に関する資料を得て開発計画を進めることができた。



図 1.15 人工衛星用機械的デスパンアンテナ実験用モデルの一例  
Experimental model of the mechanical despun antenna for artificial satellites.

### 6.2 衛星通信用低雑音増幅装置

衛星通信設備の主要装置の一つである低雑音増幅装置の開発を行なった。この低雑音増幅装置は、当社製のGaAsバクタ、サーキュレータを用いた4 GHzパラメトリック増幅器と、これも同様に当社製の専用の小形ヘリウム冷却装置とが組合わされており、液体ヘリウム温度で動作する。パラメトリック増幅器は広帯域化および低雑音化の研究とともに、ヘリウム冷却装置とコンパクトに組込むための構成配置を行なった。またこのパラメトリック増幅器は、液体ヘリウムで冷却されたサーキュレータスイッチ等からなる入力回路系と組み合わせ、雑音源の雑音出力を高雑音で測定するための零位形ディッキンジョメータの前置低雑音増幅器として用いられる。図1.16にパラメトリック増幅器ユニットの外観図を示す。広帯域特性を得るためバクタの並列自己共振周波数を最適アイトラ周波数に選定し、アイトラ共振器を簡潔な構成とした。システムは利得10 dBの冷却パラメトリック増幅器ユニット2段、室温パ



メトリック増幅器ユニット1段よりなり、総合利得30dB、利得1.5dB低下の帯域幅535MHz、雑音温度は20°Kであった。

図1.17はヘリウム冷却装置の真空ジャケットを取除いた状況を示す。中央部の常温フランジを境にして、上部に膨張エンジン、熱交換器および4°Kステージがあり、下部にエンジンの駆動制御部を配する構造とした。冷却装置は使用目的から、長期間にわたる連続運転性、無騒音低振動性および小形軽量化を重点に研究を行なった。

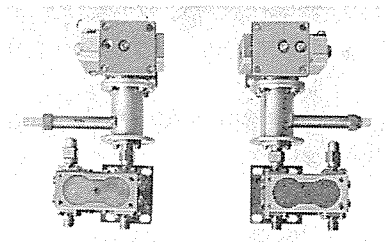


図 1.16 液体ヘリウム冷却4GHz低雑音増幅器のパラメトリック増幅器ユニット  
Parametric amplifier units of the liquid heliumcooled 4GHz low noise amplifier.

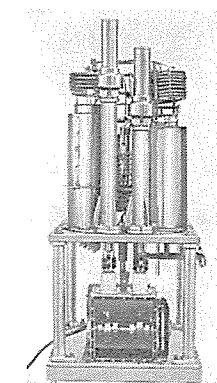


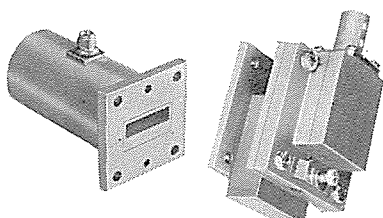
図 1.17 低雑音増幅器用ヘリウム冷却装置  
Liquid helium refrigerator for low noise microwave amplifier.

### 6.3 高安定ガン発振器

ガン発振器は低電圧単一直流電源で動作するなど、従来のクライストロン発振器に比べて長所も多いが、一般に発振周波数の温度依存性が大きく、また、雑音が多いなどは実用化に際してまず問題となるところである。発振器の温度依存性および雑音特性の優劣は、もちろん一つはダイオード、一つは発振回路によって左右される。

ダイオードの温度依存性は、半導体の不純物濃度およびその分布・形状・接触部の状態等に依存するが、製作されたものについてみると、発振周波数のバイアス電圧に対する微係数が正または零の場合には、周波数の温度依存性が小さく、負の場合には大きく、かつ、ばらついていることを見出した。したがって、前者のようなダイオードであれば、わずかの温度補償機構を具備させることによって、 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度の温度依存性しか持たない発振器を容易に造ることができた。図1.18(a)にはこの外観を示す。

回路については、外部Qを上げることが特性を改善することになる。ガンダイオードは低インピーダンス素子であるために、外部Qは著しく低い。外部Qを上げる方法として、ガン発振器出力開口近傍にBRF



(a) (b)  
図 1.18 高安定ガン発振器  
Stabilized gunn oscillator.

を疎結合する方法を考案し、詳細な解析を行ない、その効果を実証した。図1.18(b)は、この方式の安定化発振器を示し、 $-2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ の温度依存性を持つ。これは、BRFの材料によって決まる値である。

以上、これ等の研究により、ガン発振器の数千時間の寿命試験とあいまって、実用化への見通しを得ることができた。

### 6.4 光通信

実用的な光通信装置の開発を目ざし、小形で取扱いの簡便なうえに帯域幅も十分とれる可能性のある光源として、半導体レーザあるいは発光ダイオードの有用性にわれわれは早くから着目し、その実現のための研究を進めた結果、これまで2チャンネルのHi-Fi音声信号伝送装置を手はじめに、通信機製作所の協力を得て、帯域幅4MHzのITV画像信号の伝送装置開発に成功した。装置には北伊丹製作所製GaAlAs発光ダイオードおよびSiフォトダイオードが、それぞれ送信部および受信部に用いられ、全体としてコンパクトに構成されている。(図1.19)。伝送された信号の質は画像・音声共に満足すべきもので、伝送距離も60m以上とれる。また、この装置は持ち運び、据付調整も容易で、光通信の際に問題になる光軸合せの困難性もME101の信号光を利用して解決済みである。使用している素子はすべて固体化され、電源も小容量のトランジスタ電源で余裕があるなど、多くの点で実用性が大きく高められており、ケーブル施設が困難なところでの信号伝送には、電波法の制約を受けない強みをいかした利用面の開拓が大いに期待される。また、さらに高性能な光通信装置や光信号の送受信を応用した測距装置の開発についても見通しが得られた。

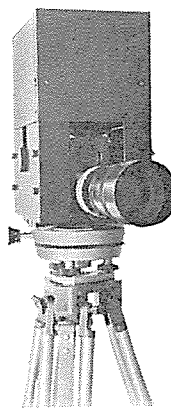


図 1.19 光通信装置  
Optical communication equipment.

## 7. 家庭用電気品

### 7.1 全自動洗たく機の布負荷偏心量、布回り測定装置

渦巻式全自動洗たく機の技術的問題点は布負荷の不平衡による脱水時の異常振れ回りと、外そう(槽)振動を減少させることおよび洗浄性を向上させることである。そのため布負荷の偏心量、布回り(特に上下方向)回数を定量的に測定する方法を確立した。

#### (1) 布負荷偏心量測定装置

洗たく機の可動部全体をつり棒で支持する際、ストレンゲージ形応力測定素子を介すれば、対角線上の2個の応力差から脱水工程直前の

布の偏心量を測定することができる。図 1. 19 は測定結果を累積相対度数分布の形で表示したものであり、ほぼ直線上に分布していることから、洗たく、排水直後の偏心量は正規分布をしているものと考えられる。

図 1. 20 の偏心モーメントの累積相対度数分布と等価偏心荷重による安全スイッチ作動試験結果とを併用すれば、従来実負荷で多くの実験を必要とした安全スイッチ作動ひん度の推定も、20 回程度の測定で可能となる。

この測定方法により、きわめて多数の形状の水そうとパルセータ、および回転速度との組み合わせ試験の結果、図 1. 20 に示すような偏心量の少ないすぐれた洗たく機を開発し得た。

## (2) 放射線源による上下布回りの測定

洗浄効率、むら落ち、布いたみに関連の深い要素として布の上下、水平方向の移動があげられる。布回りの測定は現在まで目測により行なわれており、判定基準の設定が、特に上下方向の布回りについて困難であり、したがって有効なデータとなることが少なかった。これらの問題を解決するために放射線源を利用して布の上下運動を検知する方法を確立し、良好な試験結果を得ることができた。

線源の  $^{60}\text{Co}$  (100  $\mu\text{C}$ ) を布負荷の一部に取り付け、シンチレーションカウンタを洗たくそうの真下に設置する。線源が上下するにつれて指数関数的に主増幅器出力が増減するので Log Rate Meter を通して直線的に線源の高低を記録する。ここで、上下幅を規定して計数回路を接続すれば上下方向の布回り回数が自動的に記録される。このような測定法により、上下方向の布回り回数の多い、したがって、むら落ちが少なく洗浄性の点ですぐれた洗たく機を開発し得、現在市販されるに至った。

以上の測定法により、従来測定者の主観によって左右されがちであったデータが、より合理的・客観的に得られたことにより、洗たく機の性能が向上したわけである。

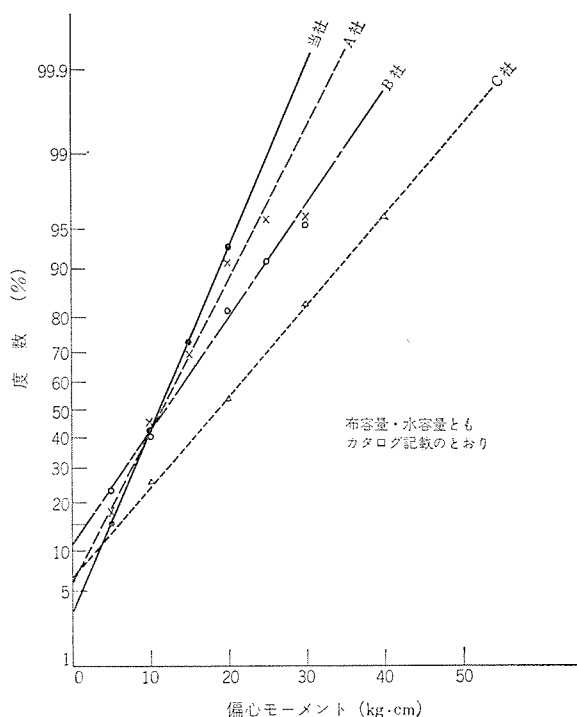


図 1. 20 偏心モーメントの累積相対度数分布  
Distribution of relative cumulative frequency.

## 7.2 冷暖房機

### (1) 冷暖房システムに関する研究

普及の期待されているセントラル式冷暖房給湯システムの各種の形式について、数種の仮定した住宅への適用を検討するとともに、それらシステムの裏付ともなる住宅の形態および電力、石油、ガス等熱源の動向などについても調査した。結果として、将来ともに石油による方式の持続が見込まれるが、ある適用形態ではガスによる方式が浸透することも考えられること。夜間の余剰電力による蓄冷熱運転におけるヒートポンプ冷暖房機が重要であること。セントラルシステム普及のためには、現在方式以外の低価格機種ならびに簡易システムを商品化することの必要性が検討された。

### (2) 冷房機に関する研究

ルームクーラなどの冷房機については、主として冷却器・凝縮器の熱交換について研究した。凝縮器については管の回りのフィン上に、円形リングを打出し加工することが空気の流れを乱し、熱交換効果の増大することを見出した。

また、冷却器側では冷却器・送風機を含めて風の通路の問題としてシュリーレン装置で目視しながら検討を加えることにより、全体的に流路抵抗を低める努力をした。結果として冷却器後部および送風機後流に留意すべきことが見出された。

### (3) 暖房機に関する研究

石油暖房機に用いられているポット式バーナは、構造簡単な割に燃焼がむずかしく従来から設計に苦慮していたが、シュリーレン装置を用いて模型的に空気と蒸発した灯油蒸気の混合を観測し、温度以外の燃焼に関する判断基準をふやす研究を行なった。混合の状態は、明暗の影として判断され、煙道の通気力が増減する場合も含めてポットバーナの深さの影響が調べられるようになった。

また、新しく開発した大形の石油温水機の安全度について、雪で煙道がふさがれ通気力がないときの着火や炉内に雪が浸入したときの燃焼への影響、灯油に水が混入し同時に炉内に供給された場合など、実情に合せた安全性確認実験を行なった。この実験はさらに全自動装置を手動着火とし、半自動装置に置きかえた普及形の試作品にも試み、いずれも安全であることが実証された。

## 7.3 テレビジョン音声多重方式

電波技術審議会において審議されているテレビジョン放送の技術的諸問題の一つとして、「テレビジョンの音声多重方式」がある。これに関する昭和 43 年度中間報告によれば、多重すべき副音声の種類として、1) 吹き換え、2) 解説、3) ステレオを想定しており、主音声へのクロストーク、ステレオ化の点で、FM-FM 方式が SSB-FM 方式よりすぐれているとしている。

この報告に基づき NHK 東京教育テレビジョン局 (第 3 チャンネル) より、昭和 44 年 8 月および 9 月の約 2 カ月間、FM-FM 方式によるテレビジョン音声多重実験放送が行なわれた。この実験放送の方式は別表に示すようなもので、当社もこれに協力し、実験電波を受信して両立性試験、音質試験などのデータを取り、NHK にその結果を報告した。

このほか当社としてはこの音声多重方式について、NHK の技術協力を得て受信アダプタの設計・試験法の研究も行ない、受像機の性能検討、受信方式の研究も合わせて実用化への努力を行なっている。音声多重方式のためのテレビジョン受像機としては、音声中間周波



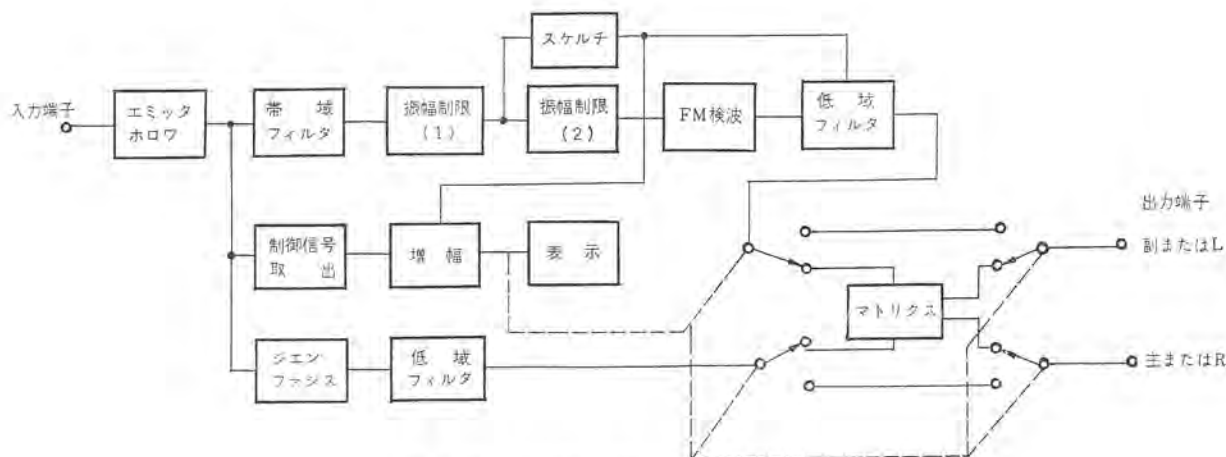


図 1. 21 音声多重受信アダプタのブロック図  
Block diagram of TV sound multiplex adaptor.

表 1. 3 テレビジョン音声多重実験放送の方式規格  
Specification of the test wave of TV sound multiplex system.

1. 主チャネル		
主搬送波の最大周波数偏移		$\pm 25$ kHz
変調周波数帯域		50~15,000 Hz
2. 副チャネル		
副搬送波中心周波数		約 31.5 kHz
副搬送波の最大周波数偏移		$\pm 10$ kHz
3. ステレオ		
方式		和差方式
切換制御信号周波数		55.125 kHz
切換制御信号による主搬送波の周波数偏移		$\pm 1.5$ kHz

段の帯域特性ならびに位相特性、音声検波段の中心周波数のずれ・直線性などがバース妨害、クロストークへ影響を与えるので、これらの検討を行なった。

受信方式については種々考えられるが、ここでは最も経済的と考えられるアダプタ方式で実験したものの一例を述べることにする。

図 1. 21 はアダプタ部分のブロック図を示したもので、入力端子には受信機の音声検波出力（デエンファシス以前）が加えられ、エミッタ・ホロウを経て主チャネル信号、副チャネル信号および制御信号に分離される。副チャネル信号は振幅制御器（主チャネル信号のみのときスケルチ回路が動作）を通して FM 検波されて音声信号を得ている。また、ステレオ時には制御信号ははいるので、これによりランچ表示およびマトリクス回路の切換をダイオードによる半導体スイッチに行なっている。

このアダプタによって、副チャネルから主チャネルへのクロストークが 58 dB 以上、主チャネルから副チャネルへのクロストークが 48 dB 以上（いずれも 1 kHz、100% 変調時）、ステレオ時のセパレーション 25 dB 以上（3 kHz）、副チャネルの S/N 5.6 dB 以上の性能を得て実用上十分であると認められた。

今後、実験放送の行なわれる時間数も増大し、一般受信者が聴取する機会が増加することと思われるが、より大きなテレビジョンの応用面が開け、それによって新たな需要が喚起され、より経済的な音声多重受信方式が開発される見込みである。

#### 7.4 商品性評価における多変量解析

マーケティングリサーチ（MR）が市場調査という言葉から市場研究な

いははトータルマーケティングという言葉に変わろうとし、その精神が Sales Oriented から Consumer Oriented に移ってきている今日、消費者の嗜好を研究し、市場の多様性を握して、各種の要因を捕えることは、生産・販売の基本とし、直接的には設計仕様や品管基準を定めるうえに重要である。また消費者の嗜好パターンの動きを時系列的に分析することにより、消費者の嗜好変化の予測も不可能ではない。

消費者嗜好研究のうちで、人間の官能を解明するのに官能検査がある。コンピュータの発達とともに、この分野に多変量解析の手段が導入され、従来得られなかった情報を得られるようになった。現在われわれが行なっている方法を紹介する。

従来の官能検査では、その結果を全体としては握し、人それぞれに異なった嗜好があることが忘れられ、片寄りのある結論を導きだすきらいがあった。したがってモニタ（被テスト者）の選定は非常にむずかしいことであった。そこで、モニタを選定するとき、その嗜好によってグループ分けし、その内容を検討することが必要である。図 1. 22 に官能検査の結果から、嗜好をグループ分けするフローチャートを示す。

これから得られた結果と各サンプルの特性から、嗜好の要因を探り当てることが可能である。

ここで、各グループの人の特性（生活環境、性格など）が嗜好をいかに支配しているかを知ることによって、どのような嗜好のグループが市場をリードしているかを知ることができる。この分析には数量化理論ⅡないしⅢを用いる。図 1. 23 にフローチャートを示す。

以上のグループ分けによる嗜好解析法は、音の分析、製品の外観デザインなどの分析などに用いている。

外観デザインの嗜好分析の他の方法に因子分析法がある。この方法は被試験物の持つイメージを解明しようとするもので、一般的なイメージを表わす言葉（たとえば、明るい、新しいなど）を 20~30 種類選び、モニタに品物を見せて、この物にあてはまる言葉に丸印をつ



図 1. 22 好みをグループ分けするフローチャート  
Flow chart for grouping tastes.

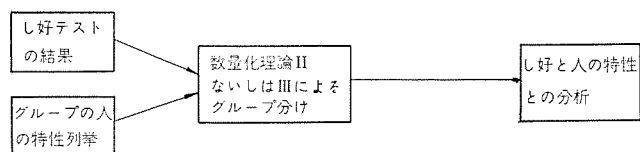


図 1. 23 好みと個性を分析する フローチャート  
Flow chart for analysing tastes and characters.

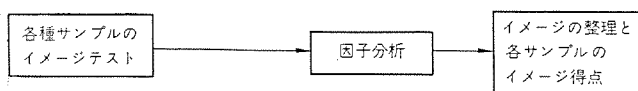


図 1. 24 因子分析をする フローチャート  
Flow chart for analysing factors.

けさせる。このようにして得られた結果を因子分析することにより、その物の持つ印象要因をつかむことができる。

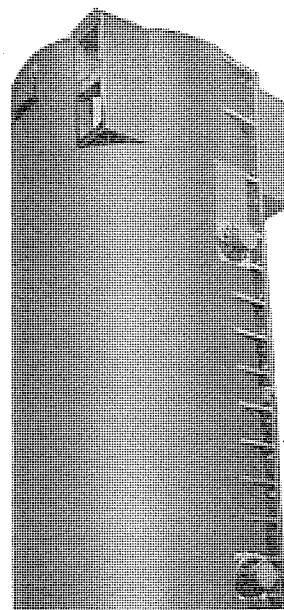
以上述べた方法と各種の官能検査の手法をいろいろの形で組み合わせ科学的な嗜好の把握や、商品性の総合分析ができ、また時系列的に研究することにより、社会の風潮の変化と商品として必要な要因の関係を追求し、将来の予測に役立たせている。しかしこれら科学的なアプローチはあくまでも一つの情報収集手段にすぎず、絶対的な解答ではありえないことも付記しておきたい。



## 2. 発 電

### Electric Power Generation

関西電力美浜発電所2号機 560 MVA, 1,800 rpm 内部冷却 タービン 発電機 ステータ  
560 MVA 1,800 rpm inner cooled turbine generator stator  
for Mihama Power Station unit No. 2 of Kansai Electric  
Power Co.



ますます増大する電力需要に対処するため、電源の開発がいつそう推進され、その設備はますます大形化している。当社においても技術革新がいつそう進み、電力設備の大容量化・大形化に貢献し、またこれにともない経済的な改善も多く行なわれた。わが国発電設備の割合は火主水従であり、昭和44年度の当社におけるタービン発電機の製作完了と製作中の総出力が8,260 MVAと43年と同様高い記録を示し、単機容量の大きさにおいても、2極50および60 Hzのそれぞれにおけるタンデム機と、50 Hz クロスコンパウンド機において国産最大級機を製作中である。水車発電機も43年と同様、総出力で3,260 MVAとなり大部分は輸出機で占められている。

単機容量においては世界屈指の大容量機である、オーストラリア テュマット-3 発電所の 278 MVA 機第1号機が完了したのをはじめ、種々記録的製品を輸出した。以下昭和44年度における技術成果の概要を説明する。

#### 1. 火力および原子力発電

昭和44年度におけるタービン発電機の生産は、経済界の活況を反映して著しい伸びを示した。表2.1に、タービン発電機の用途別の製作台数と総出力を示す。

(1) 原子力発電実用化の時代を迎え、関西電力美浜発電所2号機 560,000 kVA 機(当社の原子力用2号機)を、製作中である。さらに1,000,000 kW をこえる原子力用発電機の製作態勢を固めるべく工場設備を拡張中である。

(2) ブラシレス励磁方式が広く採用された。事業用では、原子力の関西電力美浜2号機をはじめ、火力においても、九州電力・中国電力・四国電力・関西電力・中部電力・東北電力の各社に採用された。共同発電や輸出の電力用発電機においても採用される傾向にあ

表 2.1 タービン 発電機製作概況  
Outlines of turbine generators built.

種 類	昭和44年度納入		製 作 中		計	
	台数	総出力 kVA	台数	総出力 kVA	台数	総出力 kVA
国内事業用	13	1,908,474	10	4,409,000	23	6,317,474
国内自家用	20	440,118	17	329,354	37	769,472
輸 出	4	406,495	11	762,056	15	1,168,551
計	37	2,755,087	38	5,500,410	75	8,255,497

り、自家用小容量機においても、保守や運転ふんい気の点で利点が認められ、広く採用されるようになった。

(3) 国内事業用発電機の大容量化に備え、水冷却固定子コイル、Pressurized Gap 冷却回転子の試作を完了し、製作態勢を確立している。

#### 1.1 タービン発電機

##### 1.1.1 国内事業用タービン発電機

昭和44年度に納入および製作中の事業用発電機を表2.2に示す。

(1) 関西電力 美浜発電所(原子力)向け2号560 MVA 発電機  
1号機に引続き国産2台目の原子力発電機で現在鋭意製作中であるが、1号発電機より容量が大きいため、固定子コイルに2列ベントチューブ方式、固定子鉄心に軸方向通風方式など新構造を採用する。軸材重量(荒削り)は約100tで、国産の単一鋼塊である。

(2) 関西電力 高砂発電所向け1号・2号500 MVA 発電機  
2極タンデム機では国産最大級の発電機で、現在製作中であるが、固定子コイル端部つなぎ部の絶縁を裸にするとともに、回転子コイル・メインリードなどを従来の内部冷却機とは若干異なった構造にして、

表 2.2 国内事業用タービン発電機製作実績  
List of turbine generators for domestic power companies.

納入先	容量 kVA	冷却方式	水素圧 kg/cm <sup>2</sup> ・g	電圧 kV	回転数 rpm	力率	短絡比	励磁方式	励磁容量 kW	励磁電圧 V	励磁機 rpm	台数	備考
関西電力 美浜 #2	560,000	内部冷却	4	17	1,800	0.9	0.58	ブラシレス	2,300	500	1,800	1	製作中
関西電力 高砂 #1, #2	500,000	内部冷却	4	16	3,600	0.9	0.58	減速歯車直結	2,300	500	514	2	製作中
東北電力 新仙台 #1	408,000	内部冷却	4	21	3,000	0.9	0.58	ブラシレス	1,700	500	3,000	1	製作中
中国電力 岩国 #2	390,000	内部冷却	4	16	3,600	0.9	0.58	ブラシレス	1,600	500	3,600	1	製作中
東京電力 鹿島 #2, #4	2×350,000	内部冷却	4	19	3,000	0.9	0.6	減速歯車直結	2×1,350	375	750	2	製作中
関西電力 堺港 #7	280,000	内部冷却	3	19	3,600	0.9	0.58	別置電動	1,050	375	885	1	納入
九州電力 大分 #2	278,000	内部冷却	3	20	3,600	0.9	0.64	ブラシレス	950	375	3,600	1	納入
中部電力 西名古屋 #1	250,000	内部冷却	3	18	3,600	0.9	0.58	ブラシレス	1,200	375	3,600	1	納入
中部電力 西名古屋 #2	250,000	内部冷却	3	18	3,600	0.9	0.58	ブラシレス	1,200	375	3,600	1	製作中
東京電力 南横浜 #1	2×224,000	内部冷却	3	17	3,000	0.85	0.6	別置電動	2×1,050	330	740	1	納入
四国電力 坂出 #1	217,000	内部冷却	3	17	3,600	0.9	0.58	ブラシレス	950	330	3,600	1	製作中
和歌山共同火力 和歌山 #3	184,000	内部冷却	3	17	3,600	0.85	0.58	減速歯車直結	800	300	897	1	納入
戸畑共同火力 戸畑 #2	184,000	内部冷却	3	17	3,600	0.85	0.58	減速歯車直結	800	330	897	1	製作中
鹿島北共同 #2	147,059	水素冷却	2	12.5	3,000	0.85	0.58	ブラシレス	425	250	3,000	1	納入
鹿島北共同 #1	111,765	水素冷却	2	12.5	3,000	0.85	0.58	ブラシレス	340	375	3,000	1	納入
鹿島南共同 #1	80,000	水素冷却	2	13.8	3,000	0.85	0.64	ブラシレス	230	250	3,000	1	納入
四国電力 坂出	36,000	空気冷却	—	11	3,600	0.9	0.58	自励	90	220	—	1	納入
東京電力 品川	35,294	空気冷却	—	11	3,000	0.85	0.6	自励	100	220	—	1	納入
北海道電力 七飯	21,053	空気冷却	—	11	3,000	0.95	0.5	自励	75	250	—	2	納入
関西電力 海南	16,250	空気冷却	—	6.6	3,600	0.8	—	自励	65	250	—	1	納入

冷却効果を改善している。

### (3) 東北電力 新仙台発電所向け 1号 408 MVA 発電機

2極 50 Hz 機としては国産最大容量の発電機であり、関電高砂機と類似の冷却効果改善方法を採用し、現在鋭意製作中である。

### (4) 東京電力 鹿島発電所向け 2号・4号 2×350 MVA 発電機

2極 50 Hz クロスコンパウンド発電機として国産最大容量機で、ギヤ減速直結励磁機による中速同期法を採用するが、別置電動励磁機を使用しての低速同期法も採用できるよう計画している。

### (5) 中部電力 西名古屋発電所納め 1号、向け 2号 250 MVA 発電機

ブラシレス励磁方式の大容量発電機としては、初めての屋外式で防水構造に特別の注意を払うとともに、発電機と励磁機フレーム外径を同一にするなど美観上にも考慮を払っている。

またピーク負荷用としての、ひん繁な起動停止にも十分耐えられる構造としている。

### (6) 鹿島北共同発電納め 1号 112 MVA・2号 147 MVA 発電機

1号発電機は、わが社の普通水素冷却発電機としては最大容量の記録品である。2号発電機は、固定子コイルは普通水素冷却であるが、回転子コイルにはラジアルベント式の水素内部冷却方式を採用し、工場試験も良好な結果を得て無事完了した。今後 150~200 MVA 機の標準冷却方式として多数採用することになる。

なお 1号・2号とも共同火力向けとしては、初めてブラシレス励磁方式を採用している。

### (7) 北海道電力 七飯発電所納め 2×21 MVA 発電機

非常用の開放、パッケージ形ガスタービン発電機であり、据付組立が非常に短時間にできるように、また将来の移設も容易に行なうことができるようにコンパクトな設計としている。すなわち、発電機と減速ギヤ装置、ガスタービンと圧縮機、潤滑装置類、消火装置およびその他が 4 個の台板上に分割され、おのおの現地に於て組立てられ一体



図 2.1 中部電力西名古屋発電所納め 1号 250 MVA, 3,600 rpm 内部冷却タービン発電機  
250 MVA, 3,600 rpm hydrogen inner cooled turbine generator for Chubu Electric Power Co.



図 2.2 鹿島北共同発電納め 2号 147 MVA, 3,000 rpm 水素冷却タービン発電機 ラジアルベント回転子コイル  
Radial vent rotor coil of 147 MVA, 3,000 rpm hydrogen cooled turbine generator for Kashima Kita Joint Power Co.

となる。

本機はまた、寒冷地据付や積雪という条件に対しても十分考慮をはらって製作を進めている。騒音についても、パッケージハウスより 100 m 地点で、50 ホン (JIS, A 特性) 以下という条件を満足するよう防音設計を行なっている。

#### 1.1.2 国内自家用タービン発電機

昭和 44 年度も 43 年度に引き続き表 2.3 に見られるように、多数の発電機を受注および納入した。この合計容量は計 37 台、769,472 kVA にもおよび、その平均容量は約 20.8 MVA になる。昭和 44 年度の特長は自家用タービン発電機の大容量化が進んだことと、



表 2.3 国内自家用タービン発電機製作実績  
List of turbine generators for domestic private users.

納入先	容量 kVA	冷却方式	電圧 kV	回転数 rpm	励磁方式	励磁機容量 kW	励磁電圧 V	励磁機回転数 rpm	台数	備考
化成水島(水島)	82,353	水素冷却	11	3,600	ブラシレス	220	250	3,600	1	納入
大昭和パルプ(岩沼)	58,000	水素冷却	11	3,000	直結	170	250	3,000	1	納入
日新製銅(呉)	56,250	水素冷却	11	3,600	サイリスタ 自励	160	250	3,600	1	納入
神戸製銅(加古川)	56,250	水素冷却	11	3,600	サイリスタ 自励	160	250	3,600	1	製作中
住友金属(BLK)	40,000	空気冷却	11	3,000	別置電動	100	250	—	2	製作中
旭化成(延岡)	35,300	空気冷却	12	3,000	ブラシレス	90	250	3,000	1	製作中
大王製紙(三島)	31,250	空気冷却	11	3,600	複巻自励	90	250	—	1	納入
住友千葉化学(袖ヶ浦)	28,000	空気冷却	11	3,000	ブラシレス	80	250	3,000	1	製作中
日本石油化学(浮島)	23,750	空気冷却	6.3	3,000	ブラシレス	80	250	3,000	1	納入
日本化成(いわき)	23,530	空気冷却	11	3,000	ブラシレス	80	250	3,000	1	納入
日本軽金属(苫小牧)	21,000	空気冷却	6.6	3,000	複巻自励	75	250	—	1	納入
北越製紙(新潟)	20,000	空気冷却	11	3,000	ブラシレス	78	250	3,000	1	納入
三菱油化(川尻)	20,000	空気冷却	6.6	3,600	複巻自励	70	250	—	1	納入
帝人(松山)	17,777	空気冷却	6.6	3,600	複巻自励	65	250	—	1	製作中
住友金属(小倉)	17,635	空気冷却	11	3,600	別置電動	70	250	—	1	納入
味ノ素(佐賀)	15,000	空気冷却	3.45	3,600	複巻自励	70	250	—	1	納入

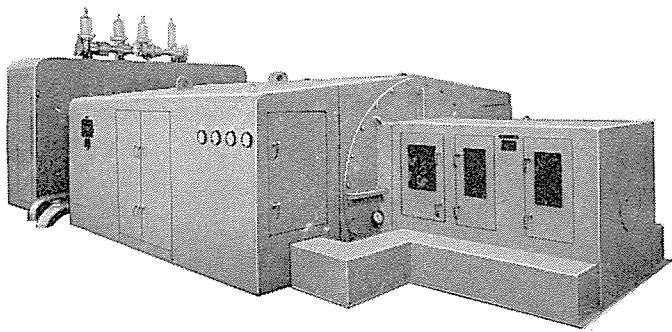


図 2.3 10,000 kVA クーラ横抱き形ブラシスタービン発電機  
10,000 kVA air cooled brushless turbine generator.

ブラシレスをはじめとする励磁方式の進歩である。特にブラシレス励磁方式は全体の50%以上をしめており、信頼性の向上、保守点検容易、悪ふんい気に強いなど自家用発電機として最適であることが認められ、今後ますます増加して行くと考えられる。一方自励式でも従来の複巻自励式のほかにサイリスタを用いた分巻自励式が登場した。

水素冷却機の化成水島向け 82.353 MVA 機、大昭和パルプ向け 58 MVA などは、自家用タービン発電機の大容量化の先頭に立つもので

ある。日新製銅向け 56.25 MVA 機は水素冷却機ではじめてのサイリスタ自励式のもので、励磁容量の大きな自励方式として注目される。神戸製銅向け 56.25 MVA 機は日新製銅向けとほぼ同一仕様であるが、反駆動側に 10 MW コンプレッサを直結するため軸の設計に特に考慮をはらっている。

空気冷却機では、ガスタービン発電機・屋外形発電機・低騒音発電機・クーラ横抱き形など特色のある発電機が増してきている。発電機の形式としては、一部に採用していたベダスタル形に変えて、軸長短縮、輸送・保守点検容易など数々の利点を有するブラケット形に統一する方針である。

現在、30~120 MVA 級水素冷却発電機および 65 MVA 以下の空気冷却発電機の標準化が、完了している。

#### 1.1.3 輸出タービン発電機

昭和 44 年度に納入および製作中の輸出用タービン発電機は、表 2.4 に示すように大容量化が目立つ。中小容量機では、依然として直結直流励磁方式が多いが、タイ国向け 250,000 kVA 機や、ドミニカ向け 77,647 kVA 機のごとく、大容量機には、ブラシレス励磁方式が採用された。

各発電機は、各国の事情に応じて、特色のあるものとなっている。

表 2.4 輸出タービン発電機製作実績  
List of turbine generators for export.

納入先		容量 kVA	冷却方式	電圧 kV	回転数 rpm	励磁方式	励磁機容量 kW	励磁電圧 V	励磁機 回転数 rpm	台数	備考
タイ EGAT	South Bangkok #1	250,000	内部冷却	17	3,000	ブラシレス	1,100	375	3,000	1	納入
タイ EGAT	South Bangkok #2	250,000	内部冷却	17	3,000	ブラシレス	1,100	375	3,000	1	製作中
フィリピン NPC	Bataan #1	93,750	水素冷却	13.8	3,600	直結	270	375	3,600	1	納入
ドミニカ	Falcorbridge	77,647	水素冷却	13.8	3,600	ブラシレス	220	250	3,600	3	製作中
インドネシア	Priok	62,500	空気冷却	13.8	3,000	直結	150	250	3,000	2	製作中
バハマ	FPC	45,882	水素冷却	13.8	3,600	自励	170	250	—	1	製作中
マラヤ	Prai #3	37,500	空気冷却	11	3,000	直結	100	220	3,000	1	製作中
オーストラリア	NEAQ #3	33,333	空気冷却	11.6	3,000	直結	100	220	3,000	1	納入
オーストラリア	NEAQ #4	33,333	空気冷却	11.6	3,000	直結	100	250	3,000	1	製作中
ペルー	Marcona	29,412	空気冷却	13.8	3,600	直結	70	250	3,600	1	納入
メキシコ	CFE	18,700	空気冷却	13.8	3,600	ブラシレス	70	250	3,600	2	製作中

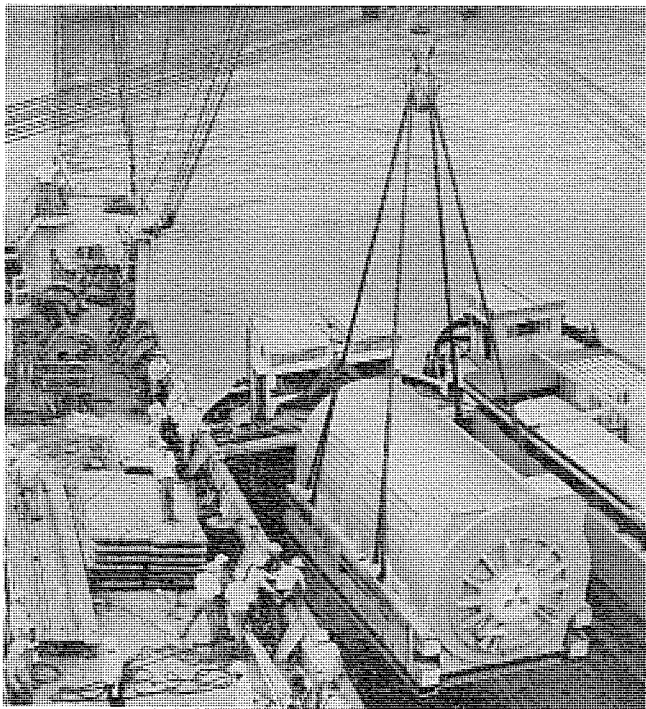


図 2.4 船積み中のタイ国 EGAT 納め 1 号 250 MVA, 3,000 rpm 内部冷却タービン発電機固定子  
Shipping of 250 MVA 3,000 rpm hydrogen inner-cooled turbine generator for EGAT Thailand.

(1) タイ国向け 250,000 kVA 機は、輸出用タービン発電機としては最大級のもので、ブラシレス励磁方式など最新の技術を取り入れた水素内部冷却機である。

(2) ドミニカ向け  $3 \times 77,647$  kVA 機は、国内に多数納入した 70,000 kVA 級普通水素冷却機とほぼ同一構造であるが、現地の港の荷揚げ設備の関係で非常な短納期となっている。

(3) オーストラリア電力庁納め  $2 \times 33,333$  kVA 機は、わが国より同国に向けて輸出される空気冷却タービン発電機の第 1 号機であり、BS 規格の適用、英国検査会社による軸材製作段階からのきびしい立合検査を受け、さらに、工場における三相全電圧突発短絡テストにも何ら問題なく合格した。

(4) インドネシア政府向け  $2 \times 62,500$  kVA 機は、空気冷却方式としては最大級のものであるが、ブラケット形で製作中である。

(5) メキシコ電力庁向け  $2 \times 18,700$  kVA 機は屋外開放形ガスタービン発電機で、UNITIZED 形と呼ばれる一体形の構造を採用している。これはブラシレス励磁機・エアフィルタ・サイレンサなどを、特殊構造の発電機フレームに一体に組み込み、発電セットとしての組立輸送が可能であり、現地ではタービンとの直結作業のみでよく、据付期間が大幅に短縮される。

## 1.2 励磁装置

昭和 44 年度に納入および製作中の励磁方式を表 2.2～2.4 に示す。

関西電力三宝発電所・九州電力大分発電所に納入したブラシレス励磁機が営業運転を開始したに伴い、信頼性と利点の評価が定まり、昭和 43 年に続きブラシレス励磁方式が大幅に採用された。また発電機単機容量の増大により、事業用・自家発をとわず励磁容量の増大化も昭和 44 年度の特長といえる。

関西電力美浜発電所納め 2 号機用 2,300 kW 1,800 rpm ブラシレス励磁機は、同発電所 1 号機用 1,550 kW 励磁機とほとんど同一構造で

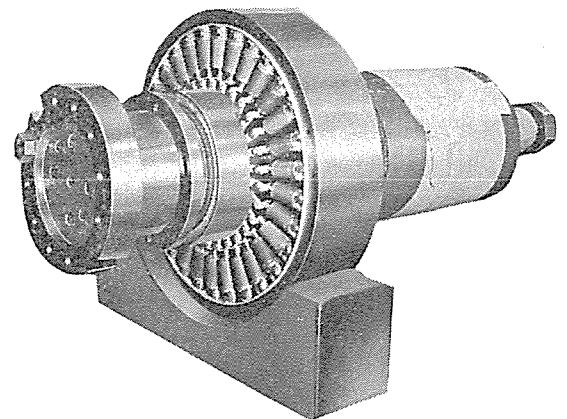


図 2.5 鹿島北共同発電納め 2 号 425 kW 250 V 3,000 rpm ブラシレス励磁機  
Brushless exciter for Kashima Kita Joint Power Co.

製作した。

東北電力新仙台発電所納め 1,700 kW ブラシレス励磁機、および中国電力岩国発電所納め 1,600 kW 励磁機は、それぞれ 3,000 および 3,600 rpm 機として初めて直流側導体を軸内に納めた。

中部電力西名古屋発電所納め 1,200 kW ブラシレス励磁機は、屋外形のためハウジングに防水構造を採用している。特にタービン発電機との組合せ部に注意を払った。

鹿島共同発電向けとして、ブラシレス励磁機が多数採用されたが、200 kW～400 kW 級励磁機の回転整流器は、ホイールが 1 個を標準としている。このため、大容量ブラシレス励磁機が集電リングを兼ねた 2 個のホイールを標準としているのに対し、中容量機では別に集電リングを設けている。

関西電力高砂発電所納め 2,300 kW 励磁機は、タービン発電機用直流励磁機としては最大級であり、回転数は 514 rpm を採用した。

一方、国内自家発・輸出发電機などでは、各種励磁方式を採用しているが、ブラシレス励磁方式の急増が特色である。

## 1.3 調整装置

### 1.3.1 自動電圧調整器

大容量発電機用ブラシレス励磁機の自動電圧調整装置は、九州電力大分発電所第一号機用および関西電力三宝発電所用が完成し、運転にはいった。いずれも、4/4 負荷しゃ断時の電圧上昇は 4 % 前後、

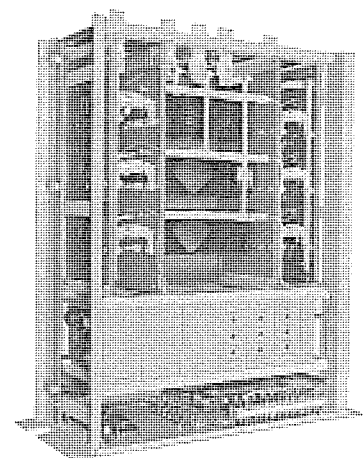


図 2.6 ブラシレス励磁機用自動電圧調整装置のサイリスタ出力増幅器  
Thyristor power amplifier of automatic voltage regulator for brushless excitation system.



整定時間は5秒程度という高性能を発揮した。

また、中容量機に、サイリスタ励磁機が採用されはじめたが、このサイリスタ励磁機用全半導体式自動電圧調整器を開発し、日新製鋼興工場・東京電力品川発電所に納入した。この自動電圧調整器はシリコントランジスタ増幅器を用いたもので、機能ごとにユニットにまとめであり、要求に応じ、いろいろの機能を付加することが可能である。

### 1.3.2 ガスタービン発電機用自動負荷調整装置 (ALR)

昭和44年度はガスタービンが、非常用あるいはピークロード用として多く納入されるようになり、この負荷調整用としての全シリコントランジスタ化、ユニット方式のALRを開発し、北海道電力七飯発電所・東京電力品川発電所・日本軽金属苫小牧工場・四国電力坂出発電所に納入した。

ガスタービンは遠方制御、あるいはワンマンコントロールされる性格上、ALRに速度制御回路を追加して、起動時の速度上昇も行ないうるようにし、負荷の上昇・下降を設定可能な変化率で徐々に変えるものとした。ガスタービンは周囲温度が上昇すると負荷を下げる必要があるため、温度によって自動的に負荷を制限する回路を特に設けている。

### 1.3.3 自家発電所制御装置

最近、自家発電機の大容量化にともない、電力会社からの受電量および負荷変動に対し、安定な運転を行なうために種々の制御装置が要求されてきた。その一環として、受電量を一定に保つ買電量調整装置、また負荷変動の激しい発電所では力率を設定範囲内で運転するため、完全に無接点化された力率限定装置などを、多数製作納入した。

さらに受電側停電事故のばあい、発電機出力にみあった重要な負荷のみを残し、比較的重要でない負荷は、停電と同時にしゃ断する選択しゃ断装置を開発し、大王製紙三島工場へ納入して良好な運転結果を得た。各制御装置はすべて機能ごとにソリッドステート化して、高信頼性で保守点検が容易なものとした。

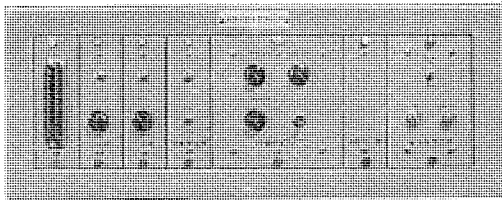


図 2.7 選択しゃ断装置検出部  
Load sharing apparatus.

### 1.3.4 タービン用電気ガバナ

最近火力および原子力プラントの大容量化の傾向が進み、ユニット当たりの出力が大きくなるにつれて、蒸気タービンの調速機構も従来の油圧式ガバナよりさらに高性能のものが要求され、かつプラント自動化に適するガバナとして、電気油圧式ガバナが開発され実用化されはじめた。

当社においても三菱重工と共同でEHガバナを試作し、44年6月より油圧系と組合せ、タービンをアナコンでシミュレートして各種の試験を行なった結果、EHガバナが予想どおり優秀な性能を持つガバナであることを確認した。

このガバナは、速度および負荷の検出部から弁操作用アクチュエータを制御するサーボバルブの入力までは、すべて電気回路で構成され、弁操作用油圧は1,800 psiの高圧油を用いる。

このため従来の油圧式ガバナに比べ、次のような利点があり、今

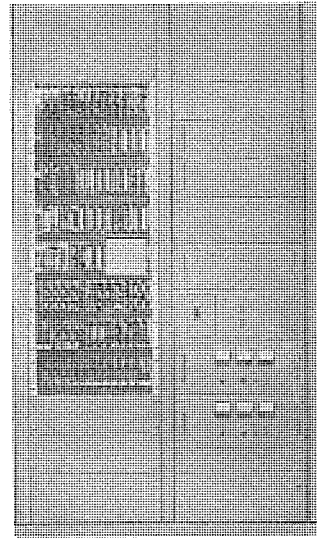


図 2.8 E-Hガバナ制御盤  
E-H governor control cabinet.

後大形の火力・原子力用タービンに広く適用されるものと考えられる。

- (a) 応答が早く弁閉鎖時間が早い。
- (b) 精度がよくタービン操作が容易になる。
- (c) 計算機制御に適している。

またこれとは別に、中小容量タービンに適する安価でかつ十分な機能を有する電気ガバナも開発し、良好なテスト結果を得た。

## 1.4 配電盤

昭和44年の火力発電所用配電盤の製作に関しては、予想外の電力需要の伸びに伴い、発電所の建設が急激に増加し、したがって火力発電所用配電盤も大幅に伸長した。一般的傾向と特長ある製品をあげれば下記のとおりである。

### (1) ガスタービンプラントの建設

急激な電力需要の伸びのため、建設期間の短いガスタービン発電ユニットが多数建設され、主としてピークロード用・非常用等のため、当然のことながら自動起動・自動運転方式がとられ、一昨年に比べますます自動化の密度の高い制御装置・配電盤が要求された。

### (2) 自動化の進行と単機容量の増大

あきることのない単機容量の増大は、ただ事業用のみでなく、自家発・輸出のすべてについての傾向である。この単機容量の増大は、それを運転するに要する補機類の数の増大のために、中央制御盤が大形になるが、大形化に伴う運転の複雑化、経済的および運転員不足に伴う人員削減、少人数による監視運転のための制御盤の小形化等により、いっそう自動化が促進されている。最近の火力発電所に計算機がはいるのは常識のようにになっているが、最近の傾向はこれとは別に、計算機に頼らない自動化装置すなわち、電磁リレー、またソリッドステートによるサブグループの自動化装置が実用期にはいったことであろう。ボイラのバーナ制御装置では、国産初の全ソリッドステート式バーナ制御装置が九州電力大分発電所に納入され、順調にその運転を開始した。これは入力から出力まですべてをソリッドステート方式とし、しかもシグナルレベルに関してノイズ的には、電磁リレーと同程度の周囲条件でも使用できるシステムとなっている。なおタービン回りでは、電磁リレーを使用した全自動起動装置を製作中である。

### (3) 自家火力発電所

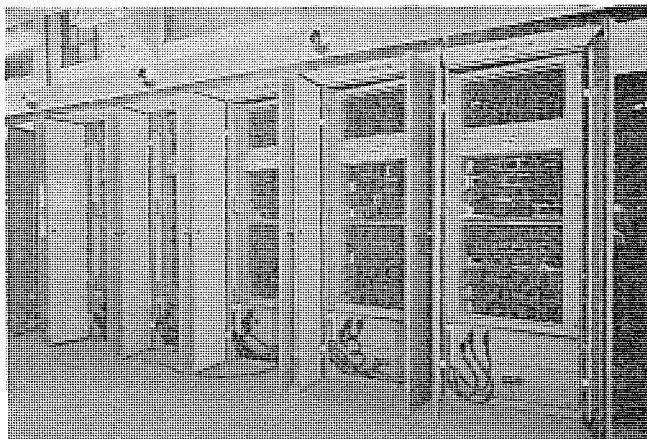


図 2.9 九州電力 大分火力発電所納め 全ソリッドステート  
式 バーナ制御装置  
Solid-state burner automatic control system for  
Kyushu Electric Power Co.

自家用火力発電所特有の問題として、電力会社の電力系統との並列運転、負荷の選択シャ断、廃熱利用等があるが、昨年は特筆すべきものとして、鹿島北共同火力発電所に納入された自動選択シャ断装置がある。これは工場内の負荷および発電量を5分ごとに計算機によって監視し、そのデータによる計算結果により、マニュアルセット装置と自動選択シャ断装置を組み合わせ、自動選択シャ断を行なうものである。

## 1.5 補機用電動機および制御盤

### 1.5.1 補機用電動機

昭和44年度の火力発電所補機用電動機は、43年度に引き続き事業用・自家用ともに活況を呈し、特にプラントの大形化に伴う各補機電動機の大容量化が目立った。

特筆すべきものとしては、関西電力美浜発電所納め給水ポンプ用2,810 kW 2極 開放防滴保護形かご形があり、低騒音構造としたこの分野における記録的製品である。特異なものとしては、関西電力

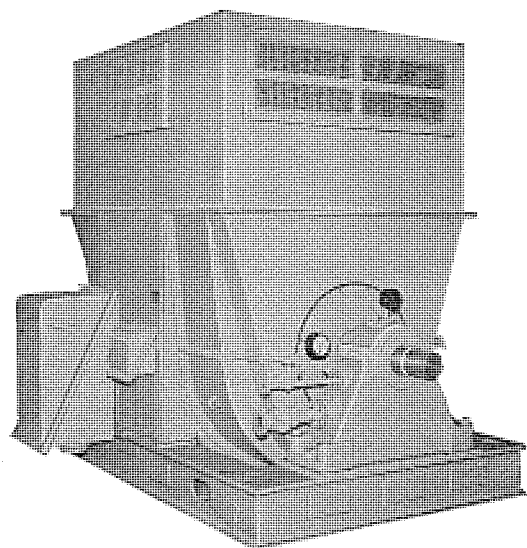


図 2.10 関西電力 美浜発電所納め 給水ポンプ用 開放防滴保護  
形 サイレンサ付き三相誘導電動機 2,810 kW 6,600 V  
60 Hz 2 極かご形  
2,810 kW 3 phase induction motor for feed water  
pump of Mihama Atomic Power Station, Kansai Electric  
Power Co.

美浜発電所納め再循環ファン用160 kW 4極 全閉内冷空気冷却器付きかご形がある。この電動機は原子炉の事故に際し、ほう酸を含んだ噴霧蒸気を炉内に循環させるためのもので、電動機は高圧・高温下にさらされるので、これらに耐えられるよう絶縁・軸受その他の構造に特別の配慮をしている。

### 1.5.2 コントロールセンタ

#### (1) 電力用コントロールセンタ

最近の火力発電所のユニット容量の増大とともに、補機モータの数がふえ、集中制御装置としてのコントロールセンタの役割も大きなものになっている。

計画の容易さ、保守点検の便利さおよび安全性信頼性を特長として、新しく開発したE形コントロールセンタを基本としている。外形寸法は高さ2,300 mm、幅620 mm (1面用)・1,200 mm (2面用)・奥行(550 mm)で、3面以上は1面用2面用の組み合わせとなる。ユニットの基準寸法はE3 (300 mm)とし、1面当たり最高6個までユニットが収納できる。またユニット内のシェンクをできるだけ種類を減らし、ユニット内取付品を標準化している。

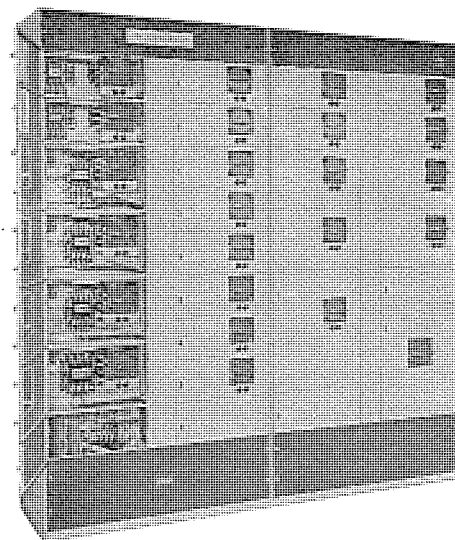


図 2.11 電力用 コントロールセンタ  
Control center for power plant.

#### (2) バルブコントロールセンタ

火力発電所では自動化が急速に進んでおり、そのため電動弁類の遠隔集中制御の要求が増してきた。現状では、特にプラントの起動停止時に操作するバルブが対称になっている。この数は、T/G 1セットあたり160~200台あり、これを従来のコントロールセンタにすると、フロアスペース的な面で問題となるため、新形式のバルブ用コントロールセンタを開発した。盤外形はE形c/cと同一であり、ユニットは引出構造で電磁開閉器および制御器具を収納する。各盤は表面および裏面にそれぞれ8段積を使用している。

## 1.6 計算機

当社の制御用計算機をMELCOM-350シリーズに切り換えてから、火力発電所における計算機の適用としては、比較的大きいスケールのシステムには、MELCOM-350/30を、また小さいシステムには、MELCOM-350/5の機種にて設計している。

MELCOM-350/30の適用例としては、昭和43年7月に電源開発株式会社高砂火力発電所に搬入し、まず2号ユニット用システムとして完成し、さらに昭和44年5月、6月の1号ユニット定検時に、増



設改修して現在1号、2号ユニット用計算機システムとして完成し順調に実働中である。このシステムに関しては、三菱電機技報43巻11号に詳細報告済みである。

このシステムは、自動データ処理のほかタービンシーケンスモニタの機能を加え、ユニット起動時のタービンの監視、運転操作ガイドとして有効に働いている。今後のシステムとしては、計算機信頼度の向上、使用経験の蓄積により計算機制御の方向に進んでおり、現在計画設計中のシステムは、タービン関係では自動昇速、併入、弁切換、目標負荷までの負荷上昇の計算機制御をサブコンピュータとの併用により行ない、またボイラ関係では起動時の水冷壁出口温度、燃料操作による主蒸気温度、圧力の制御タービン同様サブコンピュータ併用により行なおうとしている。

ユニットの計算機制御の設計にあたっては、当然、プラントエンジニアの計算機に対する理解、計算機エンジニアのプラント制御の知識の吸収が必要であるが、発足以来2カ年近い三菱重工工業株式会社との「火力発電所自動化研究会」により密接に協力を続けている。その成果の一つとして、制御のロジックを表わす方式として、従来フローチャートでは情報の記載が不十分であったため、これを改めて、新しいロジックチャート方式を開発した。なお、このロジックチャートに対応して、計算機側ではコンパイラの開発を考慮しており、計算機制御のプログラムをフォートランステートメントに類似した形で作成するように計っている。

一方、MELCOM-350/5の適用例としては、昭和44年10月に、鹿島北共同発電株式会社に搬入し目下調整中のシステムと、昭和45年1月出荷を控え工場調整が完了した中部電力株式会社西名古屋火力発電向けのシステムがある。

両システムとも2ユニット1計算機のシステムであり、鹿島北共同発電株式会社のシステムは、警報・日誌作表・性能計算・オペレタリクエストなどの自動データ処理のほか、系統事故時の選択負荷シャ断のパターン決定の機能を有している。中部電力西名古屋火力発電所のシステムは、熱管理データ収集専用のデータ処理装置として非常にコンパクトにまとめたシステムである。

### 1.7 原子力設備

昭和44年度原子力プラントの状況およびその大勢

#### (1) 軽水炉発電プラント

関西電力美浜発電所において、W社および三菱グループは共同で(ただし主契約者はW社)、PWR形340MWe1号プラントを建設中であるが、昭和44年9月、一次系および二次系の主要機器である原子炉圧力容器・蒸気発生器・原子炉格納容器・タービンおよび発電機の据付をほぼ完了した。当社はタービン発電機以外に、主要変圧器類・特高開閉所設備・所内動力設備・ディーゼル発電機などの各種電機品を担当しているが、いずれも現地に搬入、据付を完了し目下試験調整中である。このプラントは、当初より「万国博に原子の灯を」というスローガンのもとに建設してきたが、昭和45年10月運転開始を目標に、最後の追い込み段階にはいっている。一方、1号プラントと隣接して設置されるPWR形500MWe2号プラントについても、W社および三菱グループが共同受注(ただし主契約者は三菱原子力工業)しているが、このプラントの完成目標は昭和47年6月におかれ、1号プラントと平行して建設が進められており、原子炉格納容器・原子炉補助建屋・タービン建屋の工事が進行中である。当社が2号プラントとして担当する電機品は、1号プラントとほぼ同じくタービン発電機・主変圧器・所内動力設備(中央制御盤一式を含む)・ディ

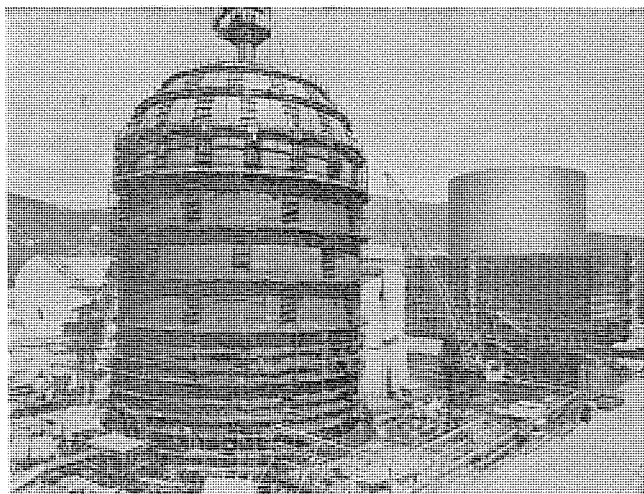


図 2.12 関西電力美浜発電所1号炉および2号炉建設状況  
Construction of Mihama Nuclear Power Plant Units No. 1 and No. 2, Kansai Electric Power Co.

ーゼル発電機などである。タービン発電機については設計を完了し、すでに製作段階にある。他方、各電力会社ともつぎつぎに原子力プラントの設置計画を具体化しつつあるが、三菱グループとしては、総力をあげてこれらプラントの受注製作に万全の体制を整えている。

#### (2) 高速増殖炉

次代の原子炉として、日本国内でも動力炉核燃料開発事業団を中心に、各メーカー協力のもとに高速炉の開発が推進されている。高速炉開発の第1ステップとして、100MWt実験用高速炉の計画が臨界目標を昭和48年度において具体化されつつある。三菱グループは、このプラントにおいて二次冷却系および補助冷却系を担当することになっている。当社ではグループの1員として、Naループ冷却系の電源設備、配開装置、制御盤および新技術によるリニアインダクションポンプの設計製作を担当している。

## 2. 水 力 発 電

### 2.1 水車発電機

昭和44年は当社の水車発電機にとって、まさに画期的な年であった。すなわち、輸出機としては国産最大、最界第2位の記録的容量を誇るオーストラリアテュマツ3発電所278MVA機の第1号機が、工場立会試験を好成績で完了したのをはじめ、国産最大の横軸機、コロンビアエルコレヒオII発電所72MVA機、および高速大容量の記録的製品といえるコロンビヤガターペI発電所89MVA機が、それぞれ無拘束速度試験を含めて工場における全試験を終了した。一方、国内では東京電力安曇発電所111MVA機、中部電力高根第一揚水発電所100MVA発電電動機といった大容量機、中国電力、新棕梨川発電所25MVAの高速機が、それぞれ現地試験を完了した。表2.5は昭和44年に工場完成および製作中の水車発電機を示す。以下、当社の水車発電機・発電電動機における技術の進歩を紹介する。

#### (1) 製 作

テュマツ3発電所は総出力150万kWのピーク負荷発電所で、278MVA機が6台設置され、うち3台は水車直下に直結されたポンプを駆動して揚水を行なう発電電動機としても使用される。形式は半かさ形ですべて同一設計である。

1号機は客先ならびにロイド検査官の厳重な立会試験を好成績で

表 2.5 水車発電機製作実績  
List of water wheel generators.

納入先	発電所名	容量 MVA	電圧 kV	回転速度 rpm	周波数 Hz	励磁装置	形式	直結 水車	台数	備考
コロンビア	エル・コレヒオ	72/62.5	13.8	514	60	直結直流機	横軸	HP	3	
コロンビア	ガターベ	88/77.4	13.8	514	60	直結直流機	普通形	VF	2	
熊本県庁	緑川第2	6.8	6.6	400	60	自励サイリスタ	普通形	VK	1	
中国電力	新緑梨川	25	11	600	60	自励サイリスタ	普通形	VF	1	
※オーストラリア SMA	チュマット-3	278/263.2	15.4	187	50	自励サイリスタ	半かさ形	VF	3	1台納入
※オーストラリア SMA	チュマット-3	278/263.2	15.4	187	50	自励サイリスタ	半かさ形	VF	3	発電電動機
※熊本県庁	緑川第1	31.7	11	200	60	自励サイリスタ	かさ形	VF	1	
※コロンビア	カノアス	72/62.5	13.8	327	60	直結直流機	普通形	VF	1	
※コロンビア	リオ・プラト	18	6.6	300	60	直結直流機	普通形	VF	3	
※コロンビア	リオ・プラト	6	4.16	400	60	直結直流機	普通形	HF	1	
※北海道庁	岩尾内	14.5	6.6	300	50	自励サイリスタ	普通形	VK	1	
※メキシコ LFE	ラビジータ	80	13.2	120/100	60/50	自励サイリスタ	かさ形	VF	4	
※カナダ BCH	ヨルダンリバー	200/167	13.8	257	60	自励サイリスタ	半かさ形	VF	1	
※ブラジル	イリヤソルティラ	170	14.4	85.7	60	自励サイリスタ	かさ形	VF	2	
※コスタリカ	リオマーチョ	43/37.5	13.8	450	60	自励サイリスタ	横軸	HP	2	
※ボリビヤ	サントイサベル	22.5	10.5	750	50	直結直流機	横軸	HP	2	

※ 製作中



図 2.13 工場試験中の 278 MVA 水車発電機  
278 MVA generator in the testing pit.

終了し、7月2日公開運転を行なった。

発電機は負荷しゃ断時の速度上昇率が高く、また回転部の応力制限値が降伏点強度の75%まで許容されたため、全体がコンパクトにまとまったが、特に大きい特色はクレーン容量を従来方式の約半分250トンにおさえた点である。当社独特のスプリングキーにより、スパイダースとリムとの結合作業を簡素化し、分解時水車部品はリムの内径側を通して搬出可能であり、また磁極も1個ずつ取りはずすことができ、クレーン容量減少にもかかわらず、分解点検作業が短時間でできないように配慮している。スラスト軸受は可逆回転可能の中心支持方式、冷却は外部に設けた冷却器を使用する油循環式である。制動装置としては電気ブレーキを使用し、励磁装置はサイリスタを用いた静止励磁方式である。工場試験では振動も少なく、要求事項も満足されており、予想どおりの好成績をえた。図2.13は工場試験中の同機を示す。

エルコレヒオ発電所72 MVA機は横軸ベルト水車直結で回転子の両端に水車ランナーが接続され、固定子は上下に2分割される構造である。

主軸中央部はスパイダースを兼ねた鋼板溶接式で、厚鋼板積層リムとともに2分割して輸送される。軸受は水冷式、コイルエンドの接続は銀ろうを使用して特殊な転位を行なった。無拘束速度試験はテレビ、ストロボなどを使用し、遠方監視で行なったが、周速約160 m/sでも異常なく試験を終了できた。

ガターベ発電所89 MVA機は前述のエルコレヒオ機を上回る高周速の大容量機であるうえに、立て軸ベルト水車直結のため、発電機下部案内軸受が省略されている。臨界速度確保のため、主軸は鋼板溶接製である。厚鋼板製のリムは直接主軸に焼きはめされ、輸送のため、主軸ともども上下に2分割される。通風方式は励磁機を含めて全閉内冷形であるが、ブラシ類は点検の便のため開放形になっている。下ブケットはブレーキ兼ジャッキのため設けてあるが、工場ではここに案内軸受を取付けて試験を行なった。特性試験は1台だけであるが、無拘束速度試験は2台共で、また念のため試験後の主軸については十分なチェックを行なったうえで出荷した。

イリヤソルティラ発電所は、170 MVA機16台を有する大発電所で、ドイツ・イタリア・日本など世界の有力メーカーが分割製作することとなり、当社は1号機および2号機を担当することになっている。超低速の大容量機で、風道径は17.5 mにおよびまたスラスト軸受は水車カバー上に設

置され、形式はかさ形である。

ラビジータ発電所80 MVA機は、はずみ車効果の要求が大きき、単位慣性定数も13.3と高い大形機で、風道外径は15.0 mに達している。形式はかさ形で励磁装置はサイリスタ方式である。

ヨルダンリバー発電所200 MVA機は、半かさ形、発電機軸はなく回転子は水車主軸と直結し、スラスト軸受は発電機下ブケットに設けられている。発電所クレーンは80トン1台のみで、そのため、分解組立には特殊な方法を採用している。

## (2) 技術開発

最近における水車発電機・発電電動機の大容量化・高速化に伴い、研究開発の推進はとくに重要な課題である。

スラスト軸受に対する要求仕様はきわめてきびしくなりつつある。当社では実荷重3,000トンの試験装置をそなえ、高面圧、高周速時の性能解析および支持方式や冷却方式改善による性能向上の研究を続行しており、また油槽内の油流解析も含めて貴重な資料をえて、実機に適用し、すぐれた成果を納めている。図2.14は同装置を示す。

回転子リムは最も大きい応力を受ける部分で、またフランシス形ポンプ水車に直結される発電電動機では、無拘束速度と負荷しゃ断時の過速度とが接近し、くりかえし応力による疲労強度についても十分検討せねばならない。当社では大容量機に使用される薄鋼板積層リムモデルを製作し、これらの問題点の解決をはかっている。



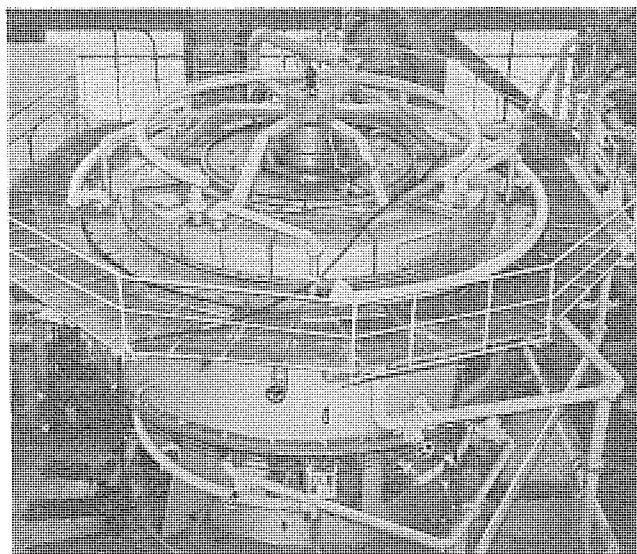


図 2.14 3,000 トン thrust 軸受試験装置  
3,000 t thrust bearing testing device.

固定部分では、固定子わく・ブラケットなどを含めた剛性確保が運転時の振動抑制に大きい効果をもっている。プラスチックモデルによる実験も含めて研究を遂行し、剛性計算法を確立することができた。

揚水発電所においては、発電電動機の起動は大きい問題の一つである。同期起動方式についてはすでに起動解析プログラムも完成し、東京電力安曇発電所で実用されている。制動巻線による起動方式は最も簡便であるが、主として制動巻線の熱容量により適用容量に制限をうける欠点がある。当社では 200 MVA 級の大容量機にも本方式を適用すべく、材質および構造の両面について研究中である。

大容量機における通風冷却問題を一挙に解決する有力な手段は、固定子・回転子導体の直接水冷却であり、すでに海外では実用機も製作されている。突極構造においては特に回転子の水冷却が通風損の低減をもたらす効果的であり、この点に重点を置いて研究を進めている。

## 2.2 励磁装置

水車発電機用励磁装置として、44 年度に製作したものおよび製作中のものは表 2.5 に示すとおりである。近年サイリスタの急速な進歩にともなって、水車発電機用励磁装置のほとんどにサイリスタ励磁装置が採用されるようになった。記録的な大容量機である 278 MVA オーストラリアテュムット-3 発電所向け第 1 号水車発電機用サイリスタ

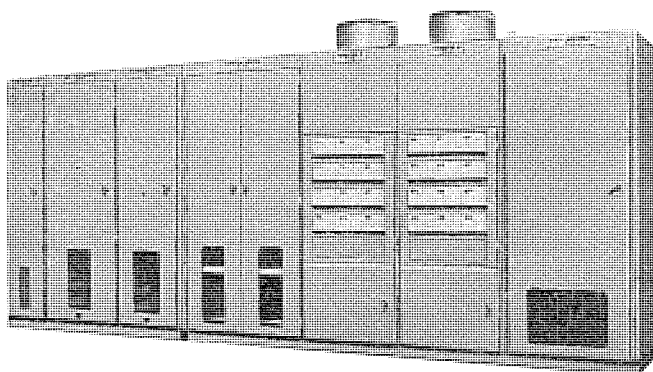


図 2.15 オーストラリア SMA テュムット-3 発電所向け  
励磁キュービクル  
Thyristor excitation cubicle for Australia SMA Tumut-3  
hydraulic power station.

励磁装置を完成した。本装置の概観を図 2.15 に示す。この励磁装置には三菱 CR-300 A 形サイリスタが 48 枚使用され、その出力は、頂上電圧 700 V、最大出力電流 1,100 A というサイリスタ励磁装置としても最大級のものである。すでに現地試験の段階にある中国電力新椋梨発電所向け、その他国内向け、輸出用など多くを製作中である。今後既設回転励磁機の静止化、新設大容量発電機用等、サイリスタ励磁装置の発展が期待される。

## 2.3 調整装置

### 2.3.1 自動電圧調整器

近年、サイリスタの著しい進歩にともなって、水車発電機の AVR は、しだいに速応磁気増幅器タイプから、ブラシレス励磁機用 AVR、あるいはサイリスタ式静止励磁装置用 AVR に移行してきた。

昭和 44 年度はオーストラリア SMA T-3 発電所向け、278/263 MVA 水車発電機用として、トレイ方式の静止励磁装置を完成し、工場試験を好調に終了した。

国内においては、中国電力新椋梨川発電所向けに静止励磁装置を完成した。これらの静止励磁装置の最終出力には、いずれも大容量のサイリスタ増幅器をそなえ、AVR 装置はユニット化、シリコントランジスタ化を完了している。

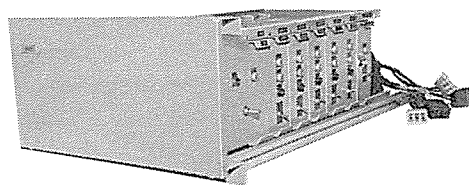


図 2.16 オーストラリア SMA テュムット-3 向け AVR トレイ  
AVR tray for Australia SMA Tumut-3.

### 2.3.2 水車用電気ガバナ

トランジスタ式電気ガバナは、高級形の TEA-3 形、簡易形の TEA-4 形を製作しているが、高級形を全ユニット化、盤表面取付形とし、従来よりもさらにコンパクトにし、取扱いの容易な構造にした。昭和 44 年度は 7 発電所に 19 台を納入および製作中であり、そのうちの大半は、ジョイントオペレーション付、あるいは将来取付可能なものとなっている。

簡易形の製作実績は 16 台であり、既設機械式調速機改造のため、製作されたものが多い。

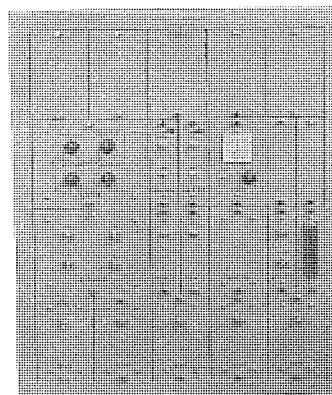


図 2.17 TEA-3 形電気式調速機制御箱  
Regulator of type TEA-3 electro-hydraulic governor

### 2.3.3 ダイナミックブレーキ装置

水車発電機用制動装置として、オーストラリアテュムット-3 発電所向け

ダイナミックブレーキ装置を完成した。これは水車発電機普通停止時に、発電機交流側端子を三相短絡後、界磁巻線に励磁電流を流し、交流側に三相短絡電流を流して電気制動を行なうものである。従来の機械ブレーキにくらべて、発電機の回転数が高いときからブレーキをかけることができ、かつ低速域においても制動効果が失なわれないので、起動停止のひんばんな発電機や揚水機に採用して効果的である。

オーストラリア テュマット-3 発電所向け ダイナミックブレーキ装置は、発電機三相短絡装置として、断路器・ダイナミックブレーキ時の励磁装置として、サイリスタ励磁装置とは別に、三相変圧器と三相全波シリコン整流器から成る励磁装置を設け、所内電源を励磁電源としている。断路器は投入能力がないために、ダイナミックブレーキ時にはいったん発電機端子電圧を零にした後、断路器を投入し、励磁を与えるよう制御シーケンスが組まれている。

今後揚水発電建設計画の進行にともない、ダイナミックブレーキ装置が注目されるようになると期待される。

### 3. ディーゼル発電

#### 3.1 ディーゼル発電機

昭和44年度も43年度と同様活況を呈し、製作容量・台数においても大幅な増加がみられた。技術的な面を振り返ると、突極形回転子から円筒形回転子への切替が43年度に引き続き順調に行なわれた。2,000 kVA以上の大容量、突極形指定のあるもの以外は、ほぼ円筒形回転子への切替が完了し、円筒形回転子の標準化、新形シリーズの完成を急いでいる。円筒形回転子は次のような特長を備えている。

(1) 回転子は固定子と同様けい素鋼板を積み重ね、中に通風ダクトを設けて冷却効果がよい。とくに4極・6極の高速機については突極形に比べて小形・軽量化される。

(2) 界磁鉄心は完全な円形状で、その外周に界磁コイルが均等に分布されているため突極形に比べがんじょうである。

(3) 時定数が小さく応答速度が早い。とくにAVRなしの自励の場合、負荷電流の125%の突入電流に対し、電圧降下が25%以下で回復が0.1秒程度である。

(4) 回転子巻線の一部をダンパ巻線として使用しているため、並列運転もなんら問題ない。

ディーゼル発電機用励磁装置は、年々ブラシス方式が利用される割合が高まっている。将来はすべてブラシス化されることが予想され、500 kVAクラス以上の大形発電機については、ブラシスを標準として

標準化を進めている。ブラシス化に際しては、心臓ともいべき回転整流器に、平形整流素子（当社商品名フラパックダイオードFD 200 H）を使用した新構造の回転整流器を開発した。機械的にも電気的にも十分単体試験を行ない、高い信頼度を有している。おもな特長をあげると

(1) 小形でコンパクトであり、スペースをとらない。

(2) 点検が容易である。

シリコン素子の寿命は半永久的であるが、万一こわれた場合でも取換えが簡単である。

(3) 標準化が容易である。

軸端にあるので軸径が一定に保てて、回転整流器の標準化がやりやすい。

この回転整流器は、500～2,000 kVAの範囲に適用できる。44年度の円筒形回転子の最大容量機としては、久保田鉄工所向け1,500 kVA 3.3 kV 50 Hz ブラシス機である。ディーゼル発電機の容量としては、日本で最大級の5,400 kW 16台を三菱化成直江津工場に納入した。これはアルミ電解用電源として、直流発電機の代わりに交流発電機に整流器を使用したものである。詳細については第5編 5.4節を参照されたい。

#### 3.2 DU形ダイヤパワー

可搬式発電セットは、多くのメーカーにより製作されきびしい競争下にあるが、当社ではこのタイプでは業界初のブラシス励磁方式を採用した。この種可搬式発電セットとしては、「取り扱いの容易であること」が特に要求されるが、このブラシス励磁方式の採用により、保守上で最もトラブルの生じやすいブラシ回りの保守点検が不要となり、使いやすい発電セットとして十分顧客に満足していただけるものと確信している。その他円筒形界磁の採用、絶縁方式の変更、軸受にはシールドボールベアリングの採用等の大幅なモデルチェンジを行なった。

新シリーズのおもな特長は次のとおりである。

(1) ブラシス励磁方式の採用

(a) 構造は、交流エキサイターと回転整流器をできるだけ小さくまとめ、主発電機と同一フレーム内におく内蔵式とし、セットをコンパクトにまとめた。

(b) CTと二巻線方式の採用

励磁回路にはCTを設けるとともに、交流エキサイターの界磁巻線はAVR用とCT用の二つに分割する二巻線方式を採用し、AVRにはサイリスタを使用している。これらにより誘導電動機の起動時等の大きな突入電流に対して、応答速度および瞬時電圧降下特性は良好な結果をうることができた。

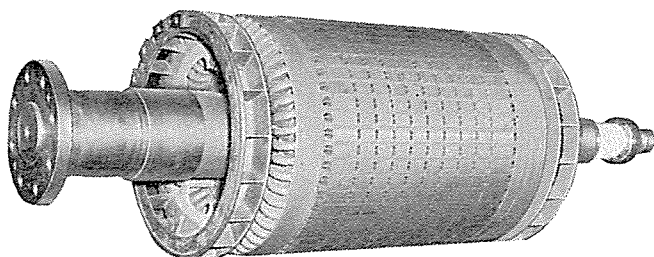


図 2.18 円筒形回転子  
Cylindrical rotor.

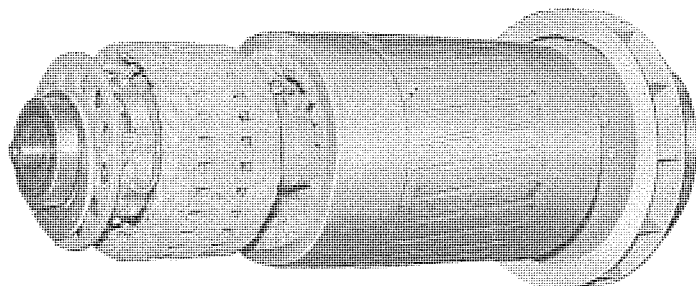


図 2.19 完成した交流励磁機と回転整流器を有する回転子  
Completed rotor with A-C exciter and rotating-rectifier.



### (2) 円筒形界磁とB種絶縁の採用

一般ディーゼル発電機は、円筒形に切り換えているが、DUシリーズもブラシレス化と同時に円筒形界磁を採用した。また絶縁階級を従来のA種よりB種に切り換えた。これらの変更により発電機はより小形軽量となっている。

### (3) シールドボールベアリングの採用

軸受には長寿命のシールドボールベアリングを採用しているので、グリス注入の必要がなく、ブラシの省略とともに保守の簡略化を強めた。

### (4) シリーズを一部変更

エンジンのモデルチェンジおよび容量UPにともない、最も合理的な発電セットにするためシリーズの一部変更を行なった。

### (5) 自動起動シリーズの拡大

最近、定置式の中で電源切換付きの全自動方式の需要が多いので、従来の仕込品の半自動起動盤シリーズに、オーダーメイドの全自動起動盤シリーズを追加し、広範囲の需要に即応できるようにした。

これにより、低圧200kVAまでは1) メンテナンスフリー、2) 仕込による短納期、3) 自動起動盤による客先要求の吸収と3点をもつ、DUシリーズを完成した。

## 3.3 配電盤

真空スイッチの実用化に伴い、高圧ディーゼル発電機盤でも従来の油

入しゃ断器に代わり、真空スイッチを使用した新製品“DG VACTH-E”を完成した。

これは、3/6kV級の高圧ディーゼル発電機盤で、一面に高圧開閉装置・発電機励磁装置・エンジン制御装置・保護装置・計測器・補機モーター起動装置など、高圧ディーゼル発電セットに必要なすべての制御装置を収納し、盤構造は、JEM-1114-E級に準じ、盤内は制御室・真空スイッチ室・励磁装置室に完全分離され、真空スイッチは自動連結式を採用し、保守点検にも十分配慮している。しかも盤寸法は、幅800mm高さ2,300+50mm(台板共)、奥行1,500mmと小形・軽量で、据付スペースが従来の1/2以下になっている。

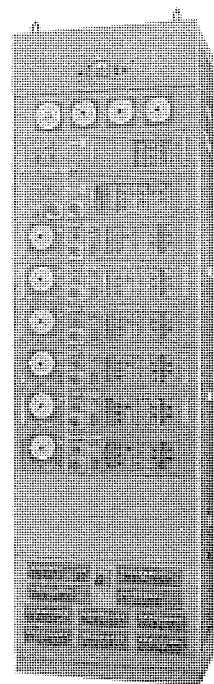
真空スイッチは、3.3/6.6kV 25/50MVA 200A、操作方式は電磁式でAC DCいずれも可能であり、発電機励磁装置は、最新式の直接サイリスタ方式またはブラシレス方式を用い、適応発電機容量は、前者の場合750kVA、後者の場合1,000kVAまでに使用できる。

エンジン制御装置は、全自動、押しボタン起動およびエヤー式、セルモーター式など、いずれの起動方式およびエンジンにも組合せができ、補機モーター起動装置は200V 7.5kW 2台分が収納できる。

以上のような多くの特長を持ったDG VACTH-Eは、あらゆる用途、条件にも採用できるため、今後の高圧ディーゼル発電機盤として、全面的にDG VACTH-Eに切替える予定である。

### 3. 送 電 ・ 変 電

## Power Transmission



配電用変電所において 6/3 kV 系 フィーダ の監視保護制御を行なう フィーダセット (北陸電力友江変電所納め)  
Feeder set for supervisory protective control of 6/3 kV group feeders at distribution substation.

さかんな電力需要の伸びにともない、電力系統は、ますます大規模化しつつあるが、電力供給の基幹系統として、大電力を輸送する送変電部門においては、すでに数年前より叫ばれてきた、各種機器の性能・信頼性の向上、運用管理・保守管理の合理化等、いわゆる電力流通設備の近代化をになうものとして、毎年いくつかの見るべき成果があげられている。

当社は、電力系統を構成する種々の電力機器の開発・製作の面から、上記電力流通設備の近代化に寄与し、電力事業の発展に貢献していきたいと考えているが、なかでも自主技術の開発・推進には、大いなる意欲を燃やすものである。

昭和 44 年にも、以下に述べる送変電の各分野において、新技術を含む多大の成果を納め、わが国電力技術の進歩に寄与し得たことは、大きなよろこびとするところである。

まず、注目されている 500 kV 送電については、昭和 43 年から超高压電力研究所において実用性能実証試験中であつた。500 kV SF<sub>6</sub> 形ガスしゃ断器が、分解点検され、当社の SF<sub>6</sub> ガスしゃ断器の優秀性が実証されたほか、定格電圧 735/230 kV の実規模変圧器を製作、長期過電圧試験にはいることとなった。また、超々高压主幹系統保護継電装置についても、マイクロ波伝送回線を利用する FM 形高速度変調電流比率差動パイロット方式、および CPC 形高速度電流極性パイロット方式を開発し、試作中である。

昭和 43 年に試作を完了して話題をまいた縮小形変電所については、22 kV 縮小形開閉装置 (ミニクラッド)、77 kV ガス絶縁開閉装置 (GIS) とともに、実系統での運転にはいったほか、154 kV 級 GIS についても種々の工場試験を終了し、関西電力新生駒変電所において実系統での長期試験にはいった。

電力系統の有効かつ経済的な運用・制御の自動化は、きわめて重要であるが、これには、全系統的な見地から合理的な運用手法・制御機器をとらえていく姿勢がたいせつである。当社は、このような考え方から、昭和 43 年に MELPAC シリーズを開発したが、昭和 44 年は、このシリーズの技術がいっそう進展し、簡易形自動復旧装置が開発されたほか、配電用変電所の 6/3 kV 系の監視保護制御をつかさどるフィーダセットが開発された。

昭和 44 年には、さらに、電力系統の運用業務における電力流通状況を瞬時に計算し表示する電力流通コンピュータ (EFCOM) が、東京電力との共同研究により開発され、実運転にはいったことは、大きな反響を呼んでいる。

電力系統の運用監視制御の自動化をささえるもう一つの技術として、遠方監視制御装置があげられるが、このほうは、経営合理化の世相を反映して、各種の自動記録装置を付加して、日報や事故記録の自動作成等の機能をも併せて有することが要求されるようになり、「三菱日報作成装置」として MELDAC シリーズを完成した。

電力供給における信頼度向上の要求に関し、きわめて重要な意義をもつ系統保護技術は、系統構成技術の研究と密接な関連を有するが、昭和 44 年は、保護継電装置のユニット化・静止化・2 重化等により、信頼度の向上を図った新形保護継電装置が、多数開発され、当社の系統保護継電技術が一段と充実されたことが特筆される。

その他の機器についても、国内の経済発展と輸出の好調にささえられて、記録的な生産高を示したが、ほとんどの機種に、新技術の開発や進歩が認められる。なかでも、南ア連邦に輸出された 400 kV 333 MVA 単巻変圧器は、近い将来、国内の 500 kV 送電に使用を予定されている超々高压単巻変圧器とほぼ同定格であり、この



変圧器の完成により、500 kV 機器への生産体制が完全にととのっていることが、改めて実証されたといえる。

また、工業用受変電設備については、産業規模の拡大とともに、設備の大形化が目立っているが、今後の労働力不足を背景として設備の近代化・運用保守管理の合理化・省力化への動きが大となり、電力量日報作成装置の開発など遠方監視制御装置を中心として技術革新が行なわれている。

その他 6/3 kV～10 kV 級開閉装置にも、新機種が加えられた。

## 1. 500 kV 送 電

昭和 44 年は、500 kV 送電機器の開発段階から機器の性能検証段階へと前進した。伊丹製作所の超々高圧試験設備も、大幅な増強工事が実施され、500 kV 送電機器の性能検証試験を行なうのに十分な能力を有するようになった。

### 1.1 500 kV 級変圧器の開発状況

わが国における 500 kV 送電に要求される非常に高い信頼度の要求に対して、万一にも不測の事故を生ずることのないよう、引続いて各種絶縁モデルによる検証試験を実施しているが、昭和 44 年には、さらに実規模変圧器による長期過電圧試験を計画し、その製作を完了した。製作した変圧器は、単相 100 MVA 735 kV/230 kV 2 巻線変圧器で、長期過電圧試験のため絶縁構成は 500 kV 変圧器そのままを採用し、定格電圧のみ 735 kV としているのが特長である。またこの変圧器は大きさとしても 500 kV 1,200 MVA 単巻変圧器 1/2 相分であり、今後の大容量変圧器に対する十分な検証が行なえるものである。

### 1.2 SFH 形ガスしゃ断器

SF<sub>6</sub> ガスのすぐれたしゃ断性能と絶縁耐力を利用したガスしゃ断器として、300 kV 以下の実系統における経験を十分に反映させた、500 kV SFH 形ガスしゃ断器を設計試作し、社内における各種の性能上の検討、および北海道における耐寒性能実証試験、275 kV 系実系統における投入抵抗方式の開閉試験を実施し、実用化段階にいたっている。

昭和 43 年 7 月から、超高压電力研究所武山研究所において、SF<sub>6</sub> H 形ガスしゃ断器の実用性能実証試験を実施中であったが、昭和 44 年 8 月分解点検を行なったところ、操作回数も 350 回以上になるが、各部の経年劣化等が皆無であり、また、分解点検前後の性能試験もきわめて良好であった。この実証試験を通じて、改めて当社の SF<sub>6</sub> ガスしゃ断器の優秀さが立証されたといえよう。

ハイライトの写真は、分解点検時の状況を示す。

とくに、最近注目されている耐震性能についても、社内における本体の実地震波による加振試験、電子計算機による検討等を行ない、より合理的な耐震性能の 500 kV ガスしゃ断器にすべく鋭意努力している。

### 1.3 超々高圧主幹系統用 新形保護装置の開発

500 kV 系統は、将来電力系統の骨幹となり、電圧は高く送電容量も大きいから、万一保護装置関係に、遅延動作・誤しゃ断等が発生すれば、その影響するところは甚大である。したがって、これらを保護する継電装置は、従来の保護継電装置に比べ、はるかに高信

頼度・高速度動作・高性能のものであることが必要である。すなわち

(1) 大容量(大電流)送電線であるから、故障除去が遅延すると波及範囲は著しく大きくなる。このため、高速度(4 サイクル以内程度で故障除去すること。

(2) 大容量送電線では、故障電流と負荷電流の比が小さくなる場合もあるので、このようなときにも確実に故障検出すること。

(3) 高安定送電対策として、高速度多相再閉路を確実に実施する必要がある、このため故障相検出が確実にできること。

(4) 片端子が可変電源であっても、高速度動作と高信頼度が維持できるものであること。なお、故障発生時の過渡現象、PD、CT の過渡現象等を考慮して、リレー動作速度は 2 サイクル以内であること。

(5) 二次アークの消弧および消弧後の絶縁回復などのため、多相再閉路方式の無電圧時間を十分に長くとること。

(6) 再閉路失敗時にも過渡安定度を維持できるように、位相角動揺の減少部分をとらえて再閉路できるものであること。

(7) 1・1/2 CB 方式の母線構成が採用され、したがって、2 組の CT の二次電流が合成使用されるから、貫通時の過渡誤差電流の増大、見かけ上の負担増加等により性能が低下しないこと。

(8) 装置の信頼度向上および保守点検合理化のため、常時監視自動点検ができること。

(9) 保護装置の運用、管理面の省力化のため、リレーの動作表示と記録が自動化できること。

以上の諸点に基づく継電方式の具体化として、中部電力との共同研究等により、

(a) FM 形 高速度変調電流比率差動パイロット継電方式

(b) CPC 形 高速度電流極性パイロット継電方式

について試作機を製作している。(本編 4 章系統保護の項参照)

## 2. 縮小形変電所

### 2.1 22 kV 縮小形開閉装置(ミニクラッド)の実用化

大容量受電所超小形化の一環として、東京電力と共同研究を重ねてきた固体絶縁方式による 22 kV ミニクラッドは、第 1 号機が完成し、昭和 44 年 3 月、東京電力目白変電所で運転開始された。定格は下記のとおりである。

標準電圧：	22 kV
絶縁階級：	20 号 B
定格周波数：	50 Hz
母線定格電流：	1,500 A
送電線定格電流：	400 A
しゃ断器の定格しゃ断容量：	1,000 MVA

実用機 ミニクラッドは、主変二次盤、母線連絡盤、き電線盤および計器用変圧器、避雷器を組み込んだ補助盤の 4 種類の単位ミニクラッドからなり、各盤には小形計器およびトランジスタを用いた保護継電器も組み込まれている。継電器はラグライン式でトランジスタ回路の二重化、および常時監視回路をとりつけて信頼度を向上させている。ミニクラッドの特長はつぎのとおりである。

(1) 絶縁耐力の高いエポキシ樹脂および EPT ゴムを用いた固体絶縁方式を採用し、容積は従来の気中絶縁方式のキュービクルの約

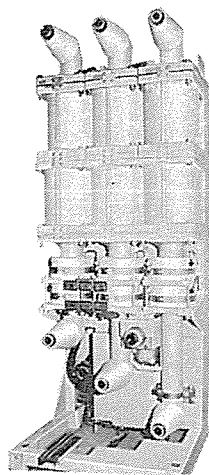


図 3.1 24 kV ミニクラッドの可動部 (外観はハイライト写真参照)  
Movable apparatus of 24 kV "MINICLAD" miniature switchgear.

1/10 に縮小化された。

(2) 充電部はすべて密閉され、固体絶縁物の表面は、すべて接地層でおおい安全を図っている。

(3) シャ断器はミニクラッドに適した真空スイッチ管を採用し、操作機構は電動機蓄勢ばね投入方式を用い、安全、容易に母線から切離され、引出せるカートリッジ方式となっている。(ハイライト写真および図 3.1 参照)

## 2.2 6/3 kV 縮小形開閉装置 (ミニクラッド)

22 kV ミニクラッドに引続き、東京電力と共同で 6/3 kV ミニクラッドの第 1 号試作装置を完成し、昭和 44 年 2 月展示会を開催した。この試作装置は 22 kV と同様に固体絶縁方式を採用しており、22 kV ミニクラッドと同様の特長を持っている。

シャ断器はこの装置に適するように、とくに小形の真空シャ断器を開発した。この成果に引続きさらに第 2 号試作装置を開発中である。

## 2.3 77 kV ガス絶縁開閉装置 (GIS)

関西電力のご協力のもとに昭和 43 年 4 月以来、姫路変電所において調相回路開閉用として、長期試験運転にはいった 77 kV ガス絶縁開閉装置は順調な運転を続け、1 年半以上を経過した。この間、開閉回数は 2,000 回をこえ、また定期的に動作特性、ガス成分の変化、水分含有量について測定、ガス圧力の監視をおこなっているが、まったく異常は認められず、ガス絶縁開閉装置の実用性能を十分に検証しうるものであった。この経験を生かして、本格的な 77 kV ガス絶縁開閉装置を製作し、関西電力 泉大津変電所に納入した。

## 2.4 154 kV ガス絶縁開閉装置 (GIS)

関西電力との共同研究として開発を進めてきた、154 kV ガス絶縁開閉装置は種々の工場試験を実施したのち、昭和 44 年 10 月より関西電力新生駒変電所において、わが国ではじめて実系統に接続され、長期試験運転を開始した。この装置は、標準的複母線式変電所の一回路分、すなわち母線・シャ断器・断路器・接地開閉器等で構成される主要部と、母線に接続された避雷器・計器用変圧器よりなっている。

構成機器のおもな定格は次のとおりである。

母線:	161 kV 2,000 A
シャ断器:	168 kV 2,000 A 7,500 MVA
断路器:	168 kV 2,000 A
接地開閉器:	168 kV 2,000 A
避雷器:	196 kV 10 kA 50 $\mu$ F

計器用変圧器:  $154 \text{ kV} / \sqrt{3} / \frac{110 \text{ V}}{\sqrt{3}} / 110 \text{ V} / 3, 200 / 200 \text{ VA}, 1.0 / 3 \text{ G}$

ハイライトにこの装置の外観を示す。また、送電線に相当する端末部は OF ケーブルに接続され、他端は気中接続とするためにブッシングを備えている。

# 3. 系統制御

## 3.1 電力流通コンピュータ (EFCOM) の開発

昭和 44 年 7 月、東京電力 浜松町系統給電指令所に納入した電力流通コンピュータ (ハイライト写真参照) は、東京電力との共同研究により開発された世界初の画期的計算装置であり、巨大な電力系統の電力流通状況を瞬時に計算し、その結果を直ちにだれにも見やすい方法で表示・記録することができるもので、巨大系統を安定かつ経済的に運用するための最効率の流通計画をきわめて容易かつ迅速に作成するのに有効であるほか、給電所員訓練用としても価値が高く、系統拡大にしたがってますますその効果を発揮することが期待される。

従来、この種の計算は交流計算盤やデジタル計算機を使用した潮流計算の組み合わせによっているが、これらの方式は、系統状態の変更などのさいに複雑な計算を相当回数くり返して行なわなければ結果が得られないとか、計算結果の処理に時間がかかるなどの問題があった。

今回開発した電力流通コンピュータは、各種の抵抗器を組み合わせた模擬電力系統を構成し、これに直流電流を流して各所の有効電力・無効電力・電圧・位相角などを計算する“直流計算方式”を採用しており、次のような特長をもつものである。

### (1) 取扱い簡単

新しい計算原理の採用により、装置全体が簡素化され、系統条件の設定・状態変更がきわめて簡単化されている。

### (2) 計算結果の表示が見やすく計算処理時間が短い

直流計算方式では、瞬時的に計算が行なわれ、計算結果は系統を模擬表示する盤上に、数字管により同時に表示されるので、直感的に明確には握される。この表示は同時に高解像度カメラによりマイクロフィルムに自動記録される。

### (3) 小形で信頼度が高い

回路は集積回路を使用して全面的にユニット化されているため、小形であるとともに、装置の一部が故障しても全体の機能を停止することがなく、故障修理も容易。

### (4) 設備の新・増設などの系統変更が簡単

模擬系統の追加変更が簡単に行なえるような構造とされている。

## 3.2 メルパック (MELPAC) シリーズの充実

### 3.2.1 自動操作装置 (SAR)

自動操作装置 (Substation Automatic Recloser, 略して SAR) は、



変電所における給電操作の自動化を目的として製作された機器であり、Solid state 回路により構成された装置である。

本装置は昭和41年その第1号機を中部電力南豊田変電所に納入して以来、実系統において相当数の(稼)動実績を有し、事故時自主復旧操作や母線切換えなどの日常の給電操作に威力を発揮しているが、昭和44年は従来のSAR装置の良否を判定するためのSimulation Test機能の自動化をはかり、ボタン1個で試験できるAuto-Test機能が追加され、オンライン機器としての保守がきわめて便利となった。本誌巻頭ハイライトに示すものは、東京電力中原変電所に納入したものである。

### 3.2.2 簡易自動復旧装置 (SAR-II)

簡易自動復旧装置 (SAR-II) は、変電所における給電操作の自動化を目的とした自動操作装置 (SAR) の諸機能のうち

- (1) 低速度再閉路
- (2) 全停からの復旧
- (3) 地絡試験開放からの復旧

の3機能を目的として開発された装置であり、SARに比較して小形かつ廉価となっている。

本装置は、再閉路ユニット・全停ユニット・地絡試験開放復旧ユニットから成り、これらのユニットを組み合わせることにより、発電所の事故復旧の迅速化・正確化をはかる装置である。各ユニットの詳細を以下に述べる。

#### (a) 再閉路ユニット

本ユニットは3種類のユニット(A, B, C形)より構成され、系統構成に応じてこれらのユニットを組み合わせる。

#### (b) 全停ユニット

全停直後のバンク二次しゃ断器開放、受電復旧後のバンク二次しゃ断器投入、ならびに予備受電回線への切換機能を有し、前記再閉路ユニットと組み合わせて使用される。

#### (c) 地絡試験開放復旧ユニット

地絡試験開放された回線の復旧、永久地絡回線の再投入ロック機能を有している。

このようなユニットを有するSAR-II形簡易自動復旧装置の特長は

- (i) ビルディングブロック方式の採用——増設に対し簡単に対処でき

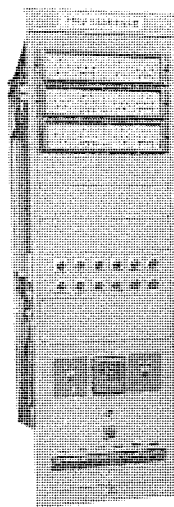


図 3.2 簡易自動復旧装置  
Substation automatic recloser type II (SAR-II).

る。

- (ii) 各ユニットは完全な互換性を有している。——システム変更が簡単にできる。

- (iii) 幅700mm、高さ2,300mmの配電盤に再閉路ユニット12回線収納できる。——スペースの減少。

- (iv) 再閉路ユニットは、強送端・受電端の切換えがパネル前面より簡単にできる。——運用形態の変化に容易に対処できる。

- (v) シミュレーションテストの完備

- (イ) ユニット内に模擬試験用スイッチ取付け

- (ロ) 模擬しゃ断器を内蔵——装置のテストが楽にできる。などである。

本装置は44年1月、中部電力津支店に納入して以来約100端子の納入実績をもち、いずれも正常に動作している。

本装置の外観を図3.2に示す。

### 3.2.3 配電用静止形配電盤 (フィーダセット)

配電用静止形配電盤 (Feeder Set 略してFS) は、配電用変電所における6kVまたは3kV系の監視・保護・制御をつかさどる装置として、かねて開発が進められていたが、昭和44年には、これを完成、北海道電力・北陸電力への納入実績をみるに至った。

本装置は、最近の半導体技術を駆使した静止形継電器および制御装置を主体に、変電所の各機器単位にユニット構成しているが、単に電磁形を静止化したのみでなく、従来の配電盤とは根本的に異なる下記のような特長を持っている。

- (1) 変圧器1バンクごとの監視・制御・保護を1フィーダセットで行なう。この結果バンク数に増減があっても、基本の1バンク分のフィーダセットの数を増減するだけで容易に処理できる。

- (2) 増設単位ごとにユニット化してある。したがって建設時フィーダ数が少ないような場合、必要最少限のユニットのみを設置し、増設された時点でその分のユニットを増設すればよい。

- (3) 小形化されている。

FS装置では1バンク、6フィーダを1面で構成している。したがって従来のものでは、3バンクで8面(監視制御×1、保護リレー×3、区間表示×1、LR盤×3)を要したものが3面(幅700)で構成できる。

- (4) 保守点検の簡易化

- (a) 保護リレー特性のチェックがユニット装着状態で可能である。
- (b) プリントカードはプラグイン方式であるため、脱着が容易である。
- (5) 遠方監視制御装置との関連を考慮してある。

無人化が行なわれた場合でも、必要な回路をすべて端子台まで引出してあるので変更なく使用できる。

- (6) 特殊な電源は不要である。

FS装置としてはDC110Vの制御電源のみで、装置に必要な電源はすべて自己装置内で作っている。

- (7) 従来の電力用配電盤と列盤にすることができる。

- (8) 電力用配電盤規格をすべて満足する。

本装置の構成は下記より構成される。装置の外観は本編カット写真に示すごとくである。

計測ユニット	×1	LR制御ユニット	×1	フィーダユニット	×6
トランスユニット	×1	主制御ユニット	×1		

### 3.3 遠方監視制御装置

経営合理化のための省力化装置として、遠方監視制御装置の需要

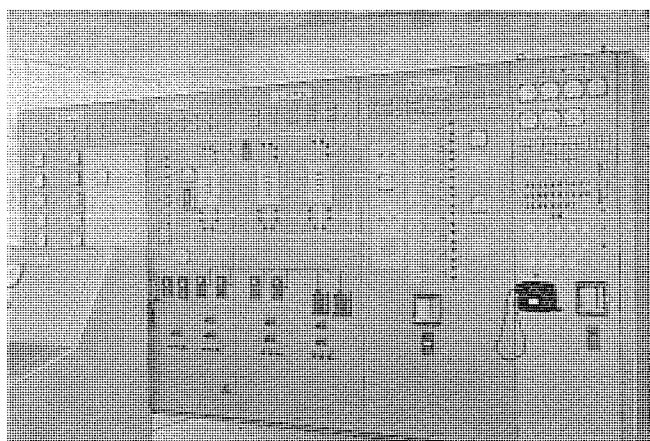


図 3.3 安城市（水通局）納め IC 化サイクリック式  
遠方監視制御装置

IC-cyclic type supervisory control equipment.

は急増しており、昭和44年も当社では多数の装置を製作、納入したが、特に符号送受信論理回路に、IC素子を用いたIC化サイクリック式遠方監視制御装置の採用がふえてきたことが特長である。当社は、自社製のDTL-M 5930 Pシリーズを適用し、その結果、符号送受信論理回路は従来のトランジスタ式に比べて約1/2に小形化されている。IC化による最大の利点は、素子数および装置内の接続個所が大幅に減少することによる信頼度の向上であり、無保守無点検化への前進が期待される。

IC化サイクリック式遠方監視制御装置の仕様概略はつぎのとおりである。

- (1) 装置容量 制 御：標準 60 量  
表 示：標準 80 量
- (2) 信号伝送速度： 200 ボー 伝送系にて制御 1 秒以内（約 0.5 秒程度）、表示 3 秒以内（約 2.5 秒程度）
- (3) 装置電源： DC 110 V (90~140 V)
- (4) 符号確認 制 御：定 マーク 検定、連送照合  
表 示：パルス 総数検定、連送照合
- (5) 装置構成要素： IC 素子、シリコントランジスタおよびワイヤスプリングリレー
- (6) 遠方監視制御盤

操作方式： 2 挙動式（選択スイッチ操作ののち主制御スイッチ操作）

選択スイッチ：照光式引きボタン式（手動復帰形）

主制御スイッチ：ひねり形（自動復帰形）

状態および故障表示器：ランプ点灯式（1 灯式と 2 灯式）

IC 化サイクリック式遠方監視制御装置は、中国電力その他に納入されている。

なおワイヤスプリングリレー形多段多重式遠方監視制御装置は、連絡線 6 P にて制御・監視のほか常時数項目の計測も可能であり、しかも制御・表示時間とも約 0.5 秒以内というトランジスタ式以上の性能を有しており、かつ回路もきわめて簡単であるという特長を有しており、多方面に活用されている。

### 3.4 日報作成装置（MELDAC シリーズ）

近年、各企業で諸設備の運転事務の合理化・省力化がさかんに進められている。日報作成装置 MELDAC シリーズはこのための装置であり、多数の情報（計測量や機器の状態等）を 1 個所で収集して、自動的に記録を行なうものである。

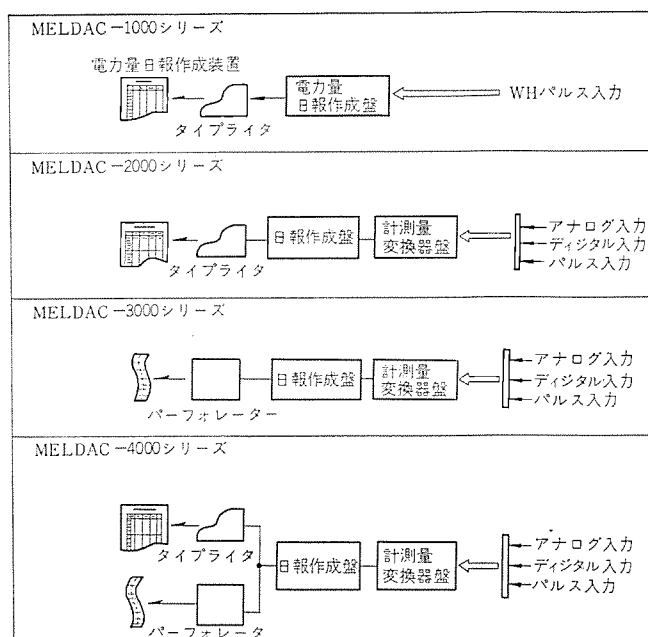


図 3.4 三菱日報作成装置（MELDAC シリーズ）  
Mitsubishi electric data accumulation and control equipments (MELDAC series).

この装置を使用することにより、

- (1) 日報作成の労力を削減できる。
- (2) きわめて正確にデータの記録ができる。

(3) 記録の集中化、データの高度な処理により系統の合理的運用ができる。

など、きわめて大きな効果が得られる。

MELDAC は Mitsubishi Electric Data Accumulation and Control equipment の略で、記録装置としては大きく四つのシリーズに分れている。各シリーズの内容は図 3.4 のとおりである。

その他、遠方監視制御装置と一緒にあった MELDAC-200 および 400 シリーズがある。

本年度の納入実績は、京成電鉄（高砂変電所）および四国電力（分水等）に電力量日報作成装置として MELDAC-1000、日本道路公団（御殿場道路維持事務所）に交通量およびトンネル内の煙露透過率、一酸化炭素量、ファンのノッチ別運転時間の記録装置として MELDAC-3000（図 3.5）、信越化学（鹿島工場）に工場内の諸計測量の記録装置として MELDAC-2000 をそれぞれ製作納入した。

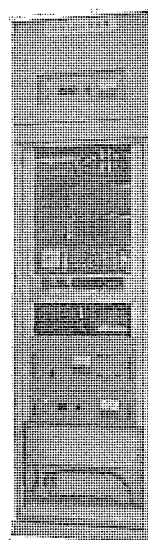


図 3.5 日本道路公団納め日報作成装置  
MELDAC-3000  
Mitsubishi electric data accumulation and control equipment model MELDAC-3000.



また中国電力（南岩国変電所）向けとして、MELDAC-400を製作中である。

## 4. 系統保護

最近、特に電力供給の信頼度向上が要求されているが、保護継電装置はこの要求にこたえねばならない。昭和44年は、装置のユニット化・静止化・二重化等により、信頼度の向上を図った新形保護継電装置を多数開発したが、以下その主要な製品を取上げ、装置の概要・特長について記す。

### 4.1 主幹系統用新形保護装置

系統電圧が500kVにも及ぼうとしている主幹系統の保護継電方式としては、従来系統以上に大電力の流通に直接関連するので、本編1章に述べたような特別な配慮が必要である。

ここでは、そのような基本方針に沿って試作されている500kV系統用新形保護継電方式について示す。

#### (1) FM形高速度変調電流比率差動パイロット継電方式

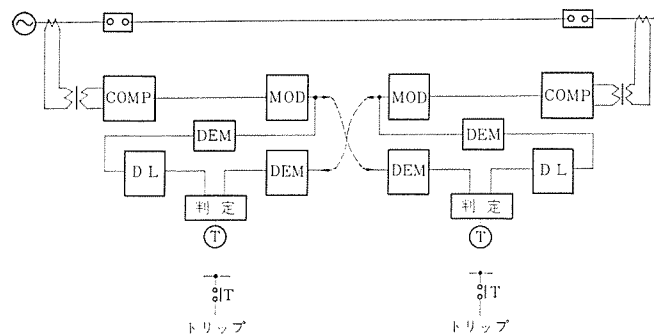


図 3.6 FM形比率差動継電方式  
FM ratio differential relaying system with micro-wave channel.

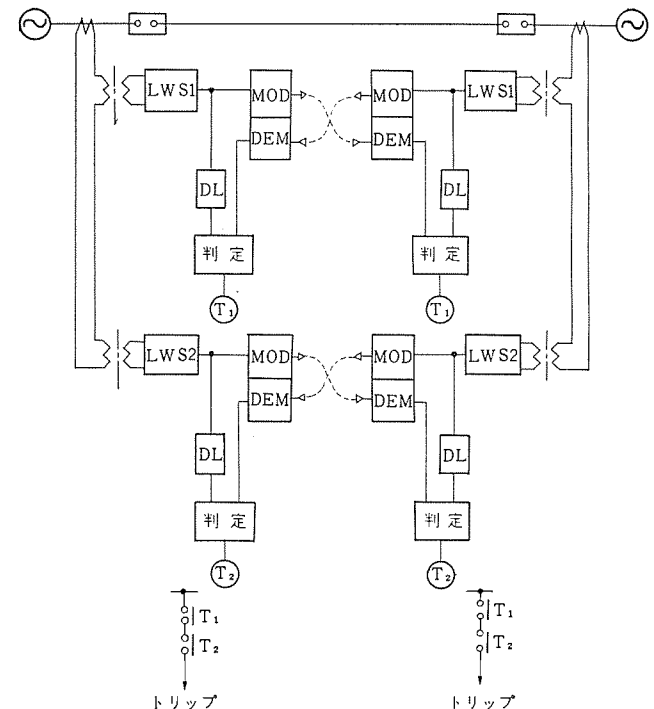


図 3.7 CPC形電流極性比較継電方式  
CPC (current polarity comparison) relaying system with micro-wave channel.

本方式の特長は、マイクロ波伝送回線を利用し、しかも従来のパイロット線継電方式の動作特性そのままのものを考えたものであり、パイロット線継電器の特長である内部故障時流出電流があってもトリップ可能である。また従来のパイロット線継電器はパイロット線の抵抗・キャパシタンスのため適用可能距離に制限があったが、本方式では、その制限はいささい考えなくてよい。動作時間は約2サイクル以内である。図3.6はFM方式の原理説明図である。

#### (2) CPC形高速度電流極性パイロット継電方式

本方式の特長は、端子電流をタップ値に対応したレベルでく（矩）形波に変換することによって、差動特性をもたせたものであり、過電流継電器を別置しなくても、無電流端対策、内部故障時の流出電流対策をもたせたもので、トリップ条件は正極性側比較と、負極性側比較の出力を合成し、したがって、動作速度も約2サイクル以内である。

図3.7は、CPC方式の原理説明図である。

### 4.2 全静止化搬送保護継電装置の完成

盤面スペースの縮小化、信頼度の向上を目的として、優先しゃ断零相循環電流対策を施した方向比較搬送保護継電装置の全静止化に成功した。盤面スペースについては、従来、2回線5面であったものが、主保護・後備保護を完全分離しても、2面に収納することが可能となった。また、以下に述べる対策により、信頼度向上を図っている。

(1) 主保護・後備保護とも、直流電源からしゃ断器制御出力接点までを完全に分離し、誤不動作対策を実施。

(2) トリップシーケンス回路の二重化による、誤動作防止対策付き

(3) シーケンスユニットのカード接続部二重化による安全対策付き

なお、装置は、主継電要素ユニット・シーケンスユニット・電源から構成されており、各ユニットの試験・点検・表示についても十分考慮を払っている。

本装置は、昭和44年1月に、 $-20^{\circ}\text{C}$ から $60^{\circ}\text{C}$ までの温度試験および模擬送電線による性能確認試験に合格し、昭和44年2月より、中部電力西名古屋S/S～大垣S/S 154kV系統に設置され、2年間のフィールドテストにはいった。

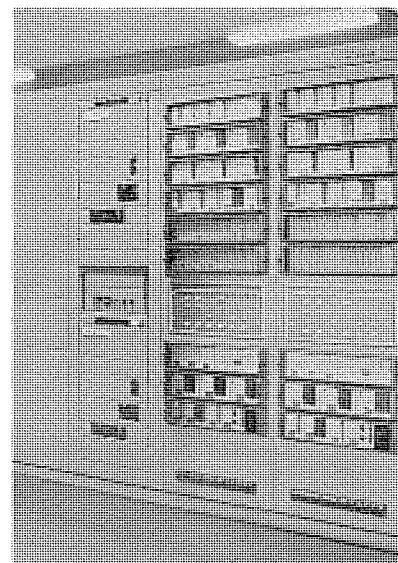


図 3.8 全静止化搬送保護継電装置（2回線2面）  
Solid state directional comparison carrier relay equipment.

装置の定格は、以下のとおりである。

- (1) 定格電圧、電流： 110 V, 5 A
- (2) 制御電圧許容変動範囲： DC 90~140 V
- (3) 周囲温度 特性保証： 0~40°C  
使用保証： -10°C~50°C
- (4) 主保護動作時間： 50 ms 以下
- (5) 所要電力 PT： 10 VA 以下（主保護、後備保護を含む）  
CT： 20 VA 以下（主保護、後備保護を含む）  
(零相 2 Ω 以下)  
DC： 120 W（主保護、後備保護を含む）
- (6) 耐 圧： AC 2,000 V, 商用周波数, 1 分間。

#### 4.3 表示線保護継電器の高感度化、長距離化

大都市電力系統近代化に伴うケーブル系統の増大に対処すべく、高感度・長距離用表示線継電器、LAWS-1-D 形・TAWG-1-D 形を完成、実用化した。

以下装置の特長について述べる。

##### (a) 長距離化

長距離表示線 分布定数回路を徹底的に解析し、こう（巨）長が変化しても特性変動がなく、必要な等価性が得られる、表示線補償方法を採用している。その結果 2 端子系 50 km, 3 端子系 40 km まで適用可能であり、現地整定に際しても計算のみで済み、現地作業が著しく省力化されることになった。

##### (b) 高感度化

動作・抑制判別回路に、“LAWS 形”（短絡用）は高感度有極継電要素を、“TAWG 形”（地絡用）は高感度トランジスタスイッチ回路を使用している。その結果、ともに従来の約 4 倍に高感度化された。特に地絡用継電器は入力インピーダンスを約 1.0 Ω（5 A にて）とすることができた。

##### (c) 3 端子運用および小形化

従来同様 2 端子系リレーをそのまま 3 端子系に適用できるよう考慮されている点は言うまでもないが、絶縁変圧器を除く部分はすべて主継電器内に収納して整定を容易にするとともに、絶縁トランスの耐圧設計を合理化し、大幅に小形化した。

なお本継電器は長距離用として、関西電力の神戸地区・海南地区・尼ヶ崎地区等の重要系統に約 20 端子納入済みである。

装置の定格は、つぎのとおりである。

- (1) 形 名： LAWS-1-D TAWG-1-D
- (2) 用 途： 短絡用 地絡用
- (3) タップ： 1.5~6.0 A 0.1~0.6 A  
(共に端子系 1 端電源 電源端動作値)

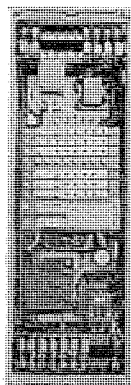


図 3.9 LAWS-1-D 形  
表示線保護継電器  
Type LAWS-1-D pilot-wire  
relay.

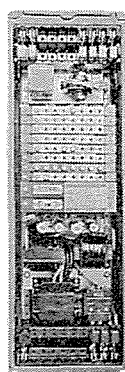


図 3.10 TAWG-1-D 形  
表示線保護継電器  
Type TAWG-1-D pilot-wire  
relay.

- (4) 表示線： 往復 1,000 Ω 片道 1,000 Ω
- (5) 入力負担： 約 8 VA 約 1.0 Ω (at 5 A)

#### 4.4 万国博向け送電線保護用方向比較搬送保護継電装置の完成

昭和 45 年 3 月より開催される万国博覧会の会場に送電する送電線系統の保護継電装置として、上記装置が完成された。本装置の運転開始に先立ち、模擬送電線により 1,000 ケース以上のあらゆる故障状態の試験が行なわれたがすべて満足すべき結果を得た。

この装置の特長は、つぎのとおりである。

##### (1) 運用系統

万国博開催中は 2 端子系として運用し、万国博終了後は 3 端子系として運用されるが、系統条件に関係なく使用できるよう考慮されている。一部ケーブル区間を有しているため、ケーブル故障検出装置を併用し、ケーブル区間内故障時は再閉路を阻止させる方式となっている。

##### (2) 搬送方式

電源端：常時送出阻止開放方式、非電源端：故障時送出阻止開放方式の同一周波数を採用し、非電源端の PD ヒューズ断による誤しゃ断を防止している。

##### (3) 点検方式

自端と相手端との搬送周波数に若干差を設けていることを利用し、相手端の搬送波のみを受信する Sub 系を併置して、電源端より搬送波送出を停止したとき、非電源端から搬送波を打ち返し送出し、電源端にて打ち返し搬送波の有無を検出する方式とされていることにより、伝送路・相手端局装置をも含めた点検が全端いっせいに実施でき、多端子系でも短時間で点検可能である。

なお打ち返し点検のほかに電源端搬送波あり、非電源端搬送波なしを常時監視しておき、常時と異なる状態が一定時限以上継続したとき、異常を検出する常時監視装置が設置されている。

##### (4) 信頼度向上

DC 母線はすべて二重化、ループ結線とし、操作スイッチの接触不良、リード線の断線、はずれ等による誤不動作対策を実施。また過電流継電器・短絡故障検出継電器・地絡故障検出継電器の分離により、

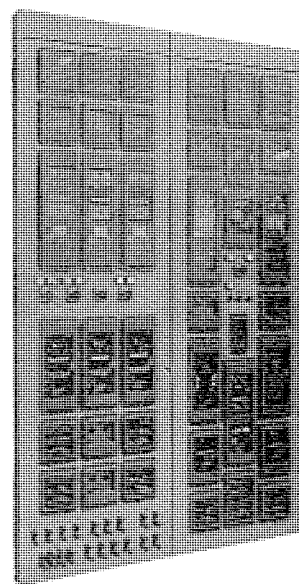


図 3.11 万国博向け送電線保護用搬送保護継電装置  
(1 回線 1 端子)  
Directional comparison carrier relay equipment for  
EXPO '70 lines.



リレー不動作による誤動作対策を実施している。

#### (5) その他

搬送端局装置と継電器盤との受け渡しは電流渡しである。補助継電器も含め、すべての継電器は互換性を考慮し、プラグイン形とされている。

### 4.5 零相循環電流対策付き選択接地継電器

多回線併架等によって、零相循環電流が常時存在する高抵抗接地系の回線選択地絡保護に使用する方向地絡継電器を完成した。本継電器は、当社独特の交流変化量検出回路を用い、地絡故障電流を零相電流の変化量から交流として導出し、零相電圧と方向判別を行なっているため、確実な方向判定ができるとともに、回路を簡単化することができる。さらにシーケンス回路・協調タイマ回路・表示回路等も静止回路を用いることによって、図 3.12 に示すような横形ケース 1 個にすべてを収納することができた。したがって、本継電器 1 個を、従来の回線選択継電器に追加するだけで、零相循環電流対策を施すことが可能となった。本継電器の定格は下記のとおりである。

- (1) 検出故障電流： 0.1~1 A
- (2) 循環電流許容値： 検出故障電流の 5 倍以下
- (3) 動作スピード： 100~200 ms
- (4) シリーストリップ時の誤動作防止対策付
- (5) 位相特性： 双方向特性
- (6) 消費電力： CT 零相 1 Ω 以下  
PT 正相 1 VA 以下  
PT 零相 2 VA 以下
- (7) その他 JEC-174 を満足する



図 3.12 TRX-1-U 形 零相循環電流対策付き回線選択地絡方向継電器

Type TRX-1-U selective ground relay applied in parallel line having zero phasesequencing circulating current.

### 4.6 方向四辺形距離継電器の完成

短絡方向距離保護は、従来、短絡方向距離継電器（モ特性、方向要素兼 3 段）・四辺形特性距離継電器（距離測定要素 1, 2 段）・過電流継電器・限時継電器等を組み合わせて構成されてきたが、これらの継電器を静止化により小形化し、3 相分の要素をすべて 1 個のリレーケースに収納した継電器の製品化に成功した。その構成・

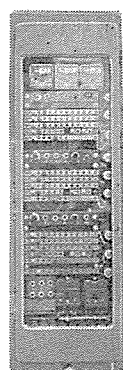


図 3.13 TXS<sub>3</sub>-2-D 形 短絡方向四辺形距離継電器

Type TXS<sub>3</sub>-2-D square characteristic directional distance relay.

表 3.1 方向四辺形距離継電器の整定範囲  
Setting range of square characteristic directional distance relay.

方 向 四 辺 形 要 素			過電流要素
X 1 (Ω)	X 2 (Ω)	R (Ω)	I (A)
0.1~1	0.2~2	0.5~5	2~8
0.25~2.5	0.5~5		
0.5~5	1~10		

性能の概要は下記のとおりである。

#### (1) 構 成

単相形方向四辺形 1 段、2 段距離要素を 3 相分、3 相最大値形過電流要素を組み合わせ、出力リレーには、高速度の極性リレー 3 個（過電流要素、方向四辺形 1, 2 段）を使用し、各要素の出力を独立接点化した。また、故障相表示用のランプ 3 個も内蔵した。

#### (2) 性 能

(a) 整定範囲： 表 3.1 に示す。

(b) 動作速度

方向要素： 80 %故障で 40 ms 以下

過電流要素： 150 %入力で 30 ms 以下

(c) 方向四辺形要素の電流特性

5 ~ 40 A で整定値の ± 5 % 以内

(d) 方向判別可能電圧

1 V 以下（メモリ 限界電流 1 A 以下）

(e) 温度特性

0~40°C で 20°C のときの ± 5 % 以内

-20~60°C で使用可能

(f) 消費電力

CT : 2 VA PT : 6 VA

(g) 過大入力耐量

JEC-174 の方法にて異常なし

### 4.7 ミニクラッド用継電装置

2.1 節に記した 22 kV 縮小形開閉装置 (22 kV ミニクラッド) に収納されたトランジスタ形超小形継電装置は、従来の継電装置が比較的恵まれた環境条件にあったのに対し、スペースの関係上、シャ断器・CT・モータ等と隣接しているため、従来にない過酷な条件にさらされることとなり、そのために下記に示すような特殊な考慮が払われている。

(a) 完全静止化による超小形化プラグインリレーとしている。

(b) 静電・電磁誘導シャへい用のシールドリレーケースに収納している。

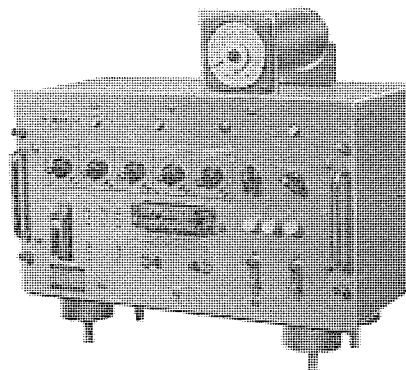


図 3.14 TMR-F 20 形 ミニクラッド用線路継電装置  
Type TMR-F 20 feeder relay for MINICLAD switchgear.

(c) 防振ゴムにより耐振構造としている。

(d) 防湿・防熱対策を施している。

一方リレー回路上は無保守無点検、信頼度向上の見地から下記の対策が実施されている。

(a) トランジスタ回路の二重化

(b) トランジスタリレーの常時監視

(c) 押しボタンによる強制点検

(d) サージ対策

図 3.14 にミニラッド用リレーのうちフィーダーリレーを示す。大きさは  $430 \times 240 \times 200$  mm で OCR $\times 3$ , DGR $\times 1$ , RCR $\times 1$ , 制御用リレー一式が収納されている。

#### 4.8 1.5 重式空心変成器 差動式母線保護装置の完成

二重母線保護装置の構成としては、甲・乙母線全体を保護する一括保護継電器、甲・乙母線それぞれを保護する分割保護継電器を組み合わせた一括ラッス分割方式が、系統条件に制約を受けず、また母線運用も自由にできる方式として、最も一般的な方式である。

この際、一括保護用と分割保護用にそれぞれ別の変成器を使用することは、変成器を設置するスペース上からも経済性からも不可能なばあいが多い。

1.5 重式空心変成器 差動式母線保護装置は、空心変成器1組を使用するので、スペース的にも経済的にも問題がなく、また継電器側は一括保護継電器と分割保護継電器と2重にし、一括ラッス分割保護方式とするので信頼性が高く、保守運用も簡単に行なえる方式である。

この装置に使用する“LC-4B-D”形分割保護用継電器は、従来より空心変成器差動式母線保護装置に使用しているもので、空心変成器出力の良好な直線性を利用するため簡単な過電流継電器であり、母線内外部の故障の判別が確実に行なえるものである。“TAB-2-D”形一括保護用継電器は、甲・乙母線空心変成器差動出力を総括して母線全体の内外部の判別を行なうもので、入力インピーダンスが大きいため、分割保護用継電器に影響を与えることがなく、また甲母線差動回路を1端子、乙母線差動回路を1端子とする2端子比率差動方式とし、適当な比率特性を持たせているため、空心変成器二次自己インピーダンスの影響を受けることがないものである。

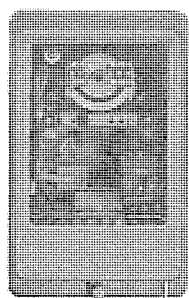
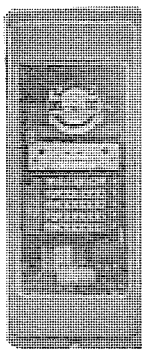


図 3.15 LC-4B-D 形  
母線継電器  
Type LC-4B-D bus  
differential relay using  
“Linear coupler”.



図 3.16 TAB-2-D 形  
母線継電器  
Type TAB-2-D bus  
differential relay for  
duplicate bus protection.



#### 4.9 新形電圧調整継電器の開発

電力系統および配電線の電圧調整には、負荷時タップ切換変圧器(LRT)・誘導電圧調整器(IVR)が使用されているが、今回 LRT 制御用の LAA-4-D 形および IVR 制御用の TVJ-3-D 形電圧調整継電器を開発し、量産体制を確立した。

LAA-4-D 形継電器は、従来の LAA-1, 3B-D 形継電器に代わ

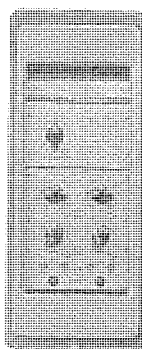


図 3.17 LAA-4-D 形静止  
積分電圧調整継電器  
Type LAA-4-D solid-state  
voltage regulating relay  
(integral characteristic).

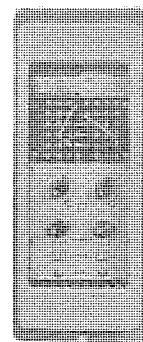


図 3.18 TVJ-3-D 形静止  
電圧調整継電器  
(定限時特性)  
Type TVJ-3-D solid-state  
voltage regulating relay  
(definite time characteris-  
tic).

るもので、基準電圧  $100 \sim 115$  V (0.5 V ステップ)、不感帯  $0 \sim 4\%$  (上げ下げとも連続)、積分動作時限  $1\%$  入力偏差で 200 秒 (40 秒ステップ) の特性を有し、不足電圧ロックリレー・強制復帰用タイミリレーを内蔵している。この継電器は、夏季フィールドテスト 3 個月、100 万回繰返し動作試験を実施し、良好な結果を得て量産にはいった。

TVJ-3-D 形継電器は、従来の LAB-2-D 形継電器に代わるもので、基準電圧  $100 \sim 135$  V (連続)、不感帯  $0 \sim 4\%$  (上げ下げとも連続)、動作時限  $2 \sim 10$  秒 (2 秒ステップ) の特性を有している。また、アタッチメントを付加することにより、変圧器並列運転時送り出し電圧の差によって生ずる循環電流を最小に制御できるよう考慮してある。

なおこれらの継電器の納入実績は、昭和 44 年 12 月現在で LAA-4-D 形 150 台、TVJ-3-D 形 30 台である。

### 5. 工業用受変電設備

近代産業の発達に伴い、工場の新・増設ならびに設備改善が計画され、受電容量および設備容量が増加するとともに、工場設備も著しく近代化、合理化される傾向にある。すなわち、特高受電 ( $20 \sim 80$  kV) の普及、工場内配電電圧の昇圧化 ( $3$  kV から  $6 \sim 20$  kV,  $200$  V から  $400$  V) が盛んであり、変圧器容量も  $10$  MVA 程度のものが多数使用されるようになった。運用面においても定電圧・無停電、操作方式も自動化され、制御も集中監視制御が実施されるなど、迅速確実な運営、保守管理の安全容易に意がはられる傾向が大になっている。

このような状況を反映して、当社では昭和 44 年は、特に工業用受変電設備の合理化装置として、いくつかの成果をおさめることができた。(変圧器、および特高受変電設備(キュービクル)については、それぞれの項に含む)。

#### 5.1 多段多重式遠方監視制御装置

工場設備の増大に伴い、受配電設備・負荷設備が増加し、それらが工場管理所より遠く離れた所に設けられるとか、受配電設備等が 1 個所にまとめて設置されなくなり、数個所 $\sim$ 10 個所に分散して設けられると、工場全体の経済的運営を考慮しつつ、それら受配電設備等を経済的かつ確実に運転する必要が生じてくる。すなわち系統が複雑かつ大規模になるにつれ、従来の受配電設備の管理方法では、むしろ損失が生じてくる。そのために、効果的な集中管理システムが必要となるが、これには遠方監視制御装置の活用が有効である。

工業用受配電設備の遠方監視制御による合理化には、事前に、制御・監視項目や被制御所の自動化の準備を経て最適方式・規模を決定せねばならないが、特に、将来の被制御所増への融通性、従来直



接式の配電盤・制御盤によっていた場合には、これまでの保守点検体制を参考として、回路構成の簡明化、選択所要時間の短縮化への配慮が重要である。

多段多重式遠方監視制御装置は、このような配慮にもとづく当社独特の装置で、下記のような特長を有し、特殊な技術を要せず、現在の配電盤と同様の考え方で運用・保守に当たることができ、容易に既設の受変電所・自家用発電所の合理化をはかることができる。

#### 特 長

- (1) 回路構成が簡明で保守が容易である。
- (2) 制御・監視のための選択所要時間が 0.8 秒程度と非常に短くなっている。
- (3) 制御および監視の一動作中、装置の共通動作部分を含めて 2 回以上動作する継電器はなく、動作責務が軽くてすむので接点損耗などの心配がない。したがって、無保守でも信頼度の高い運転ができる。
- (4) 制御所・被制御所間に設ける連絡線の心線は少なくすむにもかかわらず、被制御所機器の将来の増加に対して、継電器など必要設備の追加だけで連絡線数にはほとんど影響させずにすむ大き

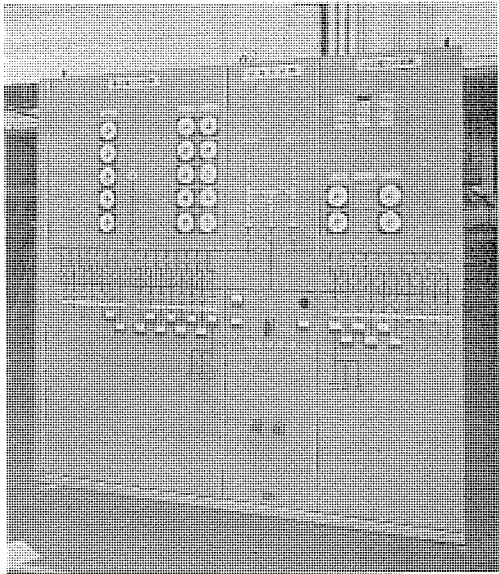


図 3.19 大阪 ガス 神戸工場納め 多段多重式遠方監視制御装置  
Multi-stage multi-plex type supervisory control equipment.

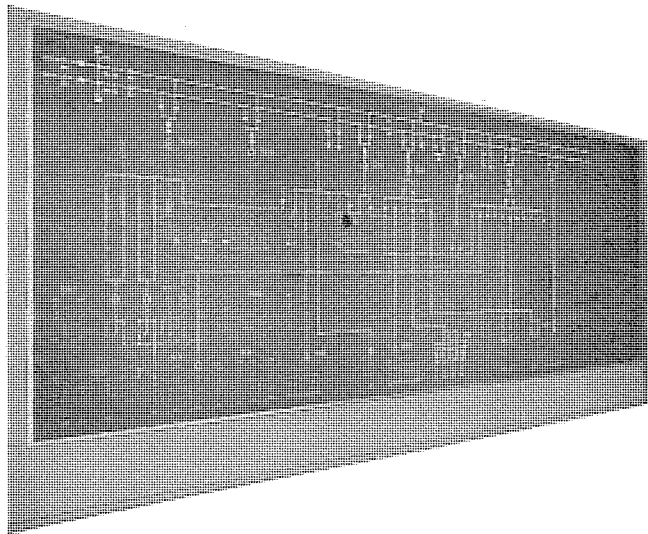


図 3.20 三菱化成 (水島) 納め集中系統表示盤 (モザイクパネル)  
Graphic panel.

い融通性を有している。

(5) 共通の連絡線に二つ以上の被制御所を接続して、いわゆる集中制御の形にすることが容易である。

(6) 制御操作を一挙動式として、通常の配電盤における操作と同じように取扱うことができる。

また、最近の遠方監視制御装置として、大阪 ガス 神戸工場納めでは計算機との接続による データ 記録・計算、三菱化成水島工場納めではモザイクによる集中系統監視盤、そして三菱重工 相模原工場納めでは電力量自動記録を行なう、というように種々合理化のための付属機能が付加される場合が多くなってきている。

## 5.2 電力量日報作成装置

この装置は、3.4 節に示した MELDAC シリーズに含まれるもので、遠方に設けられた種々の設備などの電力量を 1 個所に収集して、自動的に印字記録するものである。この装置の使用により、日報作成の労力を削減できる。きわめて正確にデータの記録ができる。記録の集中により、系統の合理的運用ができる。などのきわめて大きな効果がある。

本装置の特筆すべき特長は、下記のとおりである。

- (1) この装置によって、遠隔地にある多数の電力量を 1 個所に収集し、あらかじめ定められた時刻に電力量計の読み、あるいは一定時間ごとの使用量などを自動的に合計記録し、電力量日報を作成することができる。
- (2) この装置 1 台によって、70 台分の 4 けた積算電力量の日報を作成することができる。
- (3) 装置は IC、シリコン 素子により無接点化しているため、装置全体がコンパクトであるとともに、高信頼度、高性能および長寿命である。
- (4) 回路構成が簡明で、装置が簡単となり保守が容易である。
- (5) 将来、記録項目が増加してもその変更に応じることができる。

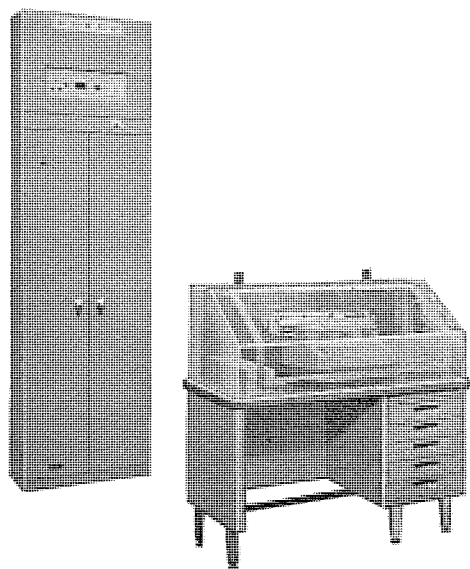


図 3.21 電力量日報作成装置  
Daily kWh recording equipment.

## 5.3 WL 形メタルクラッド開閉装置

従来の タンク 形油入しゃ断器に比べ、小形・軽量・少油量化され

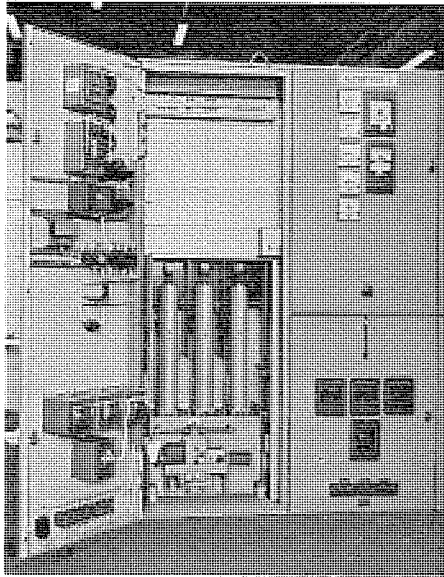


図 3.22 WL 形 メタルクラッド 開閉装置  
Type WL metal clad switchgear.

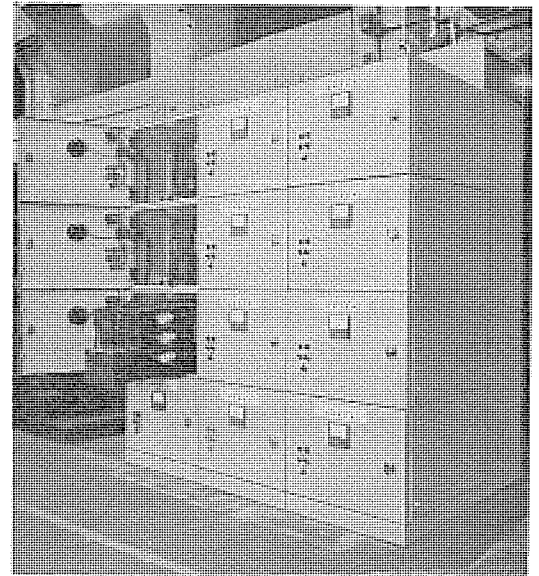


図 3.23 神戸製鋼加古川工場納め FV 形 キュービクル 開閉装置  
Type FV cubicle switchgear.

表 3.2 微油量しゃ断器の定格表  
Ratings of low oil content circuit breaker.

定 格 事 項	形 式	10-ML-25
定 格 電 圧	kV	12
定 格 電 流	A	400
定 格 周 波 数	Hz	50, 60
定 格 し ゃ 断 容 量	MVA	250
定 格 再 起 電 圧	kHz	(II) 15
定 格 投 入 電 流	kA	32.8
定 格 短 時 間 電 流	kA	12
定 格 開 極 時 間	S	0.04
定 格 し ゃ 断 時 間	サイクル	5
無 負 荷 投 入 時 間	s	0.2
制 御 電 圧	V	DC 100 V
標 準 動 作 責 務	S	CO-15-CO
重 量	kg	100
油 量 (3φ)	l	3×1.7
操 作 器 形 式		ソレノイド
操 作 電 流	投入 引きはずし	A A
		90 2

た 10-ML 形微油量しゃ断器が開発された。それに伴い、10-ML 形しゃ断器を収納した 10 kV 級の メタルクラッド 開閉装置を開発し、コロンビア向け変電設備用として 14 台納入した。

図 3.22 は正面より見た外観写真を表 3.2 に 10-ML 形しゃ断器の定格表を示す。

WL 形 メタルクラッド の仕様は下記のとおり。

準拠規格： JEM-1153, NEMA

形 式： JEM-1114-G 級, E 級

定格電圧： 11.5 kV/15 kV

しゃ断器： 垂直着脱

盤構造： 前部のブレーカユニットと後部の器具ユニットより形成されている。

微油量しゃ断器は他のしゃ断器に比べ安価であるので、将来性に富む製品と考える。

#### 5.4 FV 形キュービクル開閉装置

高圧真空コントロールセンタとして、EV 形キュービクル開閉装置ならびにブロックパネルが、昭和 40 年発売以来、多数製作されてきたが、今回、三菱高圧コントロールセンタの決定版として、FV 形キュービクル開閉装置を開発完了した。

従来の EV 形キュービクル開閉装置とブロックパネルの長所を巧みに生かし、保守点検の容易、各機器のしゃへの強化による安全性の向上、電力ケーブルのつなぎ込みの容易等、需要家の要望にこたえうるものである。

なお、FV 形キュービクルは完成と同時に大量の受注に接し、神戸製鋼（加古川工場）には、すでに 300 ユニートを納入した。

図 3.23 は、FV 形キュービクルの高圧ブロックを 1 台引出したところを示す。

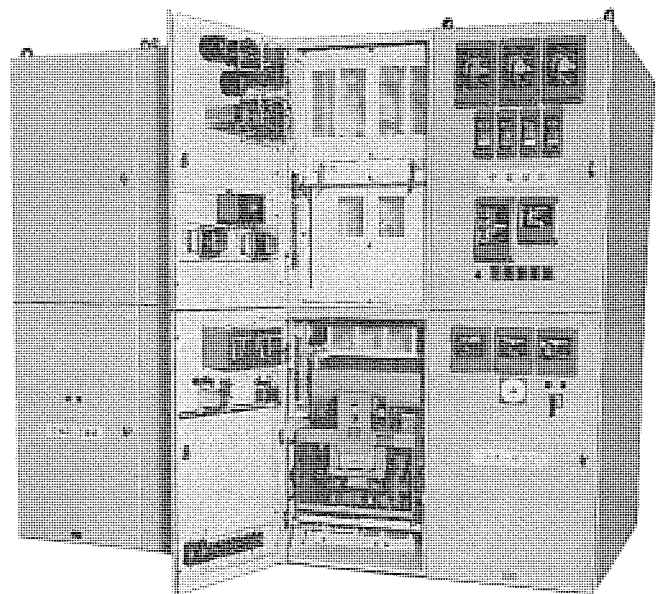


図 3.24 WV 形 メタルクラッド 開閉装置  
Type WV metal clad switchgear.



## 5.5 WV形メタルクラッド開閉装置

機器の小形化、保守点検の省力化の要求に必ずべく昭和42年より、真空しゃ断器を収納した3段積みWV形メタルクラッド開閉装置を製作・納入してきたが、昭和44年は、さらに真空しゃ断器の大容量化をはかるとともに標準化を推進し、標準2段積みシリーズの開閉装置を整備した。

最大定格は7.2kV 250 MVA, 3.6kV 150 MVA 2,000 Aであって、ビル工場用開閉装置として、また電力会社の配変用キューピクルとしても、多数納入し好評を得ている。

変電所用地の確保、十分なる保守要員確保はますます困難となっている今日、WV形メタルクラッド開閉装置の需要はさらに増大することが期待される。

なお現在の定格では需要にこたえうる範囲に限られるため、さらに真空しゃ断器のしゃ断容量、定格電流両面における容量アップを積極的に推進中である。(6.2.4項参照)

図3.24に最近のWV形メタルクラッドの一例を示す。

## 6. 送変電用機器

### 6.1 変圧器

#### 6.1.1 大形(外鉄形)変圧器

昭和44年度における大形変圧器の生産は、おう盛な国内需要と、輸出の好調により、昭和43年度にくらべて大幅に増加し、南ア連邦納め400kV 333 MVA 単巻変圧器6台(ハイライト写真参照)、東京電力横浜発電所納め420 MVA 変圧器、関西電力美浜原子力発電所納め370 MVA 変圧器などの大容量器を含めて、合計61台、9,300 MVAに達し、これまで最高の記録となった。

これらの変圧器のうち、とくに南ア連邦納め単巻変圧器は、超々高圧、バンク容量1,000 MVAと同国最大の変圧器であるばかりでなく、つづみ形絶縁方式の採用、中圧側275kV(1050 BIL)線路端に直接切換式負荷時タップ切換器を備えているなど、各所に最新の技術を駆使して製作された。また、この変圧器は、近い将来、国内の500kV送電に使用を予定されている超々高圧単巻変圧器とほぼ同一定格である点が特に注目され、この変圧器の完成により、500kV変圧器の生産体制が完全にととのっていることが、あらためて実証された。

表3.3 昭和44年大形変圧器製作実績(30 MVA以上)  
List of large transformers manufactured in 1969 (core type above 30 MVA).

納入先	台数	相数	容量 MVA	電圧 kV	周波数	冷却方式	備考 30 MVA
東京電力(南横浜 P/S)	1	3	420	275/	50	送油風冷	低騒音、コンクリート建屋式
関西電力(美浜 P/S)	1	3	370	262.5/	60	送油風冷	LRT エレファント
関西電力(北大阪 S/S)	1	S3	300/300/90	250/77/22	60	送油風冷	LRT 低騒音
東京電力(北東京 S/S)	1	3	300/300/90	275/147/63	50	送油風冷	LRT
南ア連邦(アポロ S/S)	6	1	333/333/1.67	400/275/22	50	送油風冷	LRT 単巻変圧器
関西電力(高津 S/S)	2	3	250/250/75	147/77/22	60	送油水冷	LRT 低騒音冷却塔式
東北電力(新潟 P/S)	1	3	280	154/14.6	50	送油風冷	低騒音
関西電力(喜撰山 P/S)	1	S3	255	262.5/	60	送油風冷	LRT
タイ国(EGAT)	1	3	250	230/17	50	送油風冷	
中部電力(西名古屋 P/S)	1	3	240	154/17.5	60	送油風冷	
メキシコ(CFE)	2	3	175.5/160	235.7/15/236.7/12.5	60/50	送油風冷	
メキシコ(CFE)	2	3	175.5	235.7/15	60	送油風冷	
和歌山共同火力	1	3	175	77/17	60	送油風冷	エレファント
オーストラリア(ETSA)	2	3	160	275/132/(Δ)	50	送油風冷	LRT 単巻変圧器
東京電力(常盤橋 S/S)	1	S3	150	147/66/(Δ)	50	送油水冷	LRT 冷却塔式
東京電力(新浜松町 S/S)	1	S3	150	147/66/(Δ)	50	送油水冷	LRT 冷却塔式
鹿島北共発	1	3	140	66/12.5	60	送油風冷	
台湾電力(T&D)	1	S3	120/120/40	154/69/11	60	送油風冷	LRT
フィリピン(MERALCO)	2	3	133/133/46	110/34.5/13.8	60	送油風冷	低騒音
沖縄硫球電力	1	3	125	132/66/(Δ)	60	送油自冷	低騒音コンクリートパネル式
沖縄硫球電力	1	3	125	132/66/(Δ)	60	油入自冷	
四国電力(新三島 S/S)	1	3	100/100/30	187/66/22	60	送油自冷	LRT 低騒音コンクリート建屋式
中国電力(五野 S/S)	1	3	100/100/30	110/66/22	50	送油風冷	LRT 低騒音
東北電力(北秋田 S/S)	1	3	100/100/30	154/66/31.5	50	送油風冷	LRT 低騒音
日本国有鉄道(新鶴見 S/S)	1	3	100/100/30	140/66/22	50	送油風冷	低騒音
三菱油化	1	3	105	66/12.5	60	送油風冷	
三菱化成	1	3	83	83	60	送油風冷	
韓国電力	1	3	80/80/25	154/69/23	60	送油風冷	LRT
メキシコ(CFE)	1	1	75/75/20	424/√3/248/√3/14.9	60	送油風冷	単巻変圧器
台湾電力(T&D)	2	S3	60/60/20	154/69-34.5/11	60	送油風冷	LRT
中部電力(大高 S/S)	1	S3	60	154/77	60	送油風冷	LRT 低騒音
フィリピン(NPC)	1	3	50/50/17.5	220/69/13.8	60	送油風冷	
コロンビア(カタベ P/S)	3	1	57	230/√3/13.2	60	送油水冷	エレファント
ベネゼラ(CADAFE)	1	3	50/50/1	230/115/13.8	60	送油風冷	LRT 単巻変圧器
メキシコ(CFE)	1	3	46.6/46.6/14	132/110/13.8	60	油入風冷	LRT
関西電力(美浜 P/S)	1	3	45	262.5/6.9/(Δ)	60	送油風冷	LRT エレファント
東京電力(常盤橋 S/S)	1	3	45	147/22/(Δ)	50	送油水冷	LRT 冷却塔式
東京電力(新浜松町 S/S)	1	3	45	147/22/(Δ)	50	送油水冷	LRT 冷却塔式
関西電力(北浜 S/S)	1	3	45	77/22/(Δ)	60	送油水冷	LRT 冷却塔式
八幡製鉄(君津)	1	3	40	60/11	50	送油風冷	
メキシコ(CFE)	4	1	33/33/10	220/69/138	60	油入風冷	LRT
電源開発(南川越 S/S)	1	3	30	(275)±27.5/15.4		送油風冷	LRA
国鉄(新幹線)	3	3/2	30	77/30×2	60	油入自冷	

このほか 昭和 44 年度の大形変圧器の特長としては、都心に設置される冷却塔方式の屋内水冷式変圧器として、関西電力高津変電所納め 287.5 MVA 変圧器、東京電力常磐橋変電所および新浜松町変電所納め 150 MVA 変圧器、45 MVA 変圧器、関西電力北浜変電所納め 45 MVA 変圧器などが相ついで納入されたこと、および全体の中で低騒音変圧器の占める割合が、いちじるしく増加したことがあげられ、都市における電力需要の急増と、ますますきびしくなる公害問題に対処する今後の技術的方向を示すものとして興味深い。

### 6. 1. 2 中形（内鉄形）変圧器

昭和 44 年度における単機容量 10 MVA 以上の中形変圧器の生産台数は 120 台に達し、昭和 43 年度の 25 % 増、昭和 42 年度の 55 % 増という著しい増加を示した。国内では、公害問題が大きくクローズアップされ、また発電所の都心への進出もあって、変圧器についてもきびしい騒音レベルの指定がなされるばあいが多くなった。

輸出については、コロンビア、ベネズエラ、メキシコ、タイ、台湾などへ、37 台製作納入し、国内需要の大幅な増加にもかかわらず、30 % の輸出比率であった。

また数年前より推し進められてきた EDPS (Electronic Data Processing System) が、いよいよ設計・製図・工程管理に導入され、中形（内鉄形）変圧器の 60 % は機能設計はもとより、鉄心・巻線など、主要部分の図面作成も自動化され、また工程計画・作業指示・進捗管理などは全面的に計算機を使って行なわれるようになった。

昭和 44 年度に開発された中形変圧器の技術進歩のうち、おもなものについて紹介する。

#### (1) 低騒音変圧器

当社は昭和 27 年ごろから変圧器騒音について種々検討を行ない、音響的な面からみた鉄心寸法の合理的選択方法、工作技術の標準化、製作データの集積などによって、現在ではかなり精度よく変圧器の騒音レベルを設計段階で算定できるようになった。昭和 44 年における特筆すべき低騒音変圧器の実績は

東京電力 66 kV 19 MVA 65 ホン 1 台

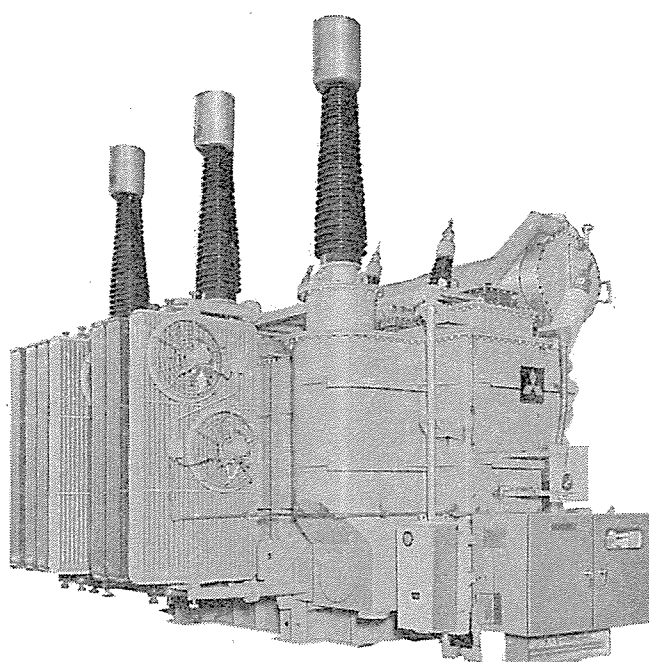


図 3. 25 ベネズエラ (CADAPE) 納め 230 kV 30,000 kVA 負荷時 タップ 切換変圧器  
230 kV 30,000 kVA on-load tap changing transformer.

	22 kV	15 MVA	65 ホン	1 台
九州電力	66 kV	15 MVA	55 ホン	2 台
	66 kV	10 MVA	57 ホン	1 台
北陸電力	66 kV	15 MVA	55 ホン	2 台
東北電力	22 kV	15 MVA	60 ホン	1 台
九州大学	66 kV	3 MVA	45 ホン (境界線上にて)	1 台
ベネズエラ	66 kV	16 MVA	62 ホン	1 台

#### (2) 900 kV BIL 変圧器

従来、当社では超高压変圧器は従来すべて、外鉄形で製作してきたが、昭和 44 年には、ベネズエラ納め 230/34.5 kV 30,000 kVA 負荷時 タップ 切換変圧器 1 台やメキシコ納め 230/4.16 kV 21,000 kVA 変圧器 2 台を、初めて内鉄形で製作した。内鉄形、外鉄形については、それぞれ一長一短があり、超高压の分野でも中容量級では、その仕様によって内鉄形で製作したほうが経済的になることも多く、この実績により、当社の輸出競争力は一段と増したことと思われ、今後の飛躍が期待される。

#### (3) 一般受電変圧器

経済界の好況のため、一般工場向けの変圧器が非常にふえ、また、石油化学プラントの大形化に伴い、単器容量も年々大きくなってきた。とくに、目下建設中の茨城県鹿島臨海工業地帯の規模は非常に大きく、各工場向け変圧器として、三菱油化納め三相 50 Hz 66/22 kV 45 MVA 油入自冷/油入風冷式変圧器 2 台をはじめとして、合計 12 台、204 MVA 製作納入し、また、44 年末までに納入するものも含めると、合計 19 台、延べ容量 450 MVA に達する。これらの変圧器は、すべて耐塩害とするため、特高キュービクル直結、ケーブル直結、バスダクト接続構造となっており、充電部はまったく露出していない。このような構造にすると、放熱器の取付面に制約を受けるため、自冷式大容量器では、放熱器の取り付けにくふうをして、床面積が大きくなならない構造を採用している。充電部のまったく露出しない変圧器は、耐塩害およびケーブル系統増加のため、年々多くなっていく傾向にある。

#### 6. 1. 3 乾式変圧器

昭和 44 年度は乾式変圧器もまた記録的な製作実績となり、年間延べ容量 170,000 kVA、480 台余を納入した。これは前年比で容量では約 2 倍、台数では 12 % 増に相当する。当社の過去積み重ねてきた経験を基礎に、ビル受変電用、発電所動力用、電鉄用、工場動

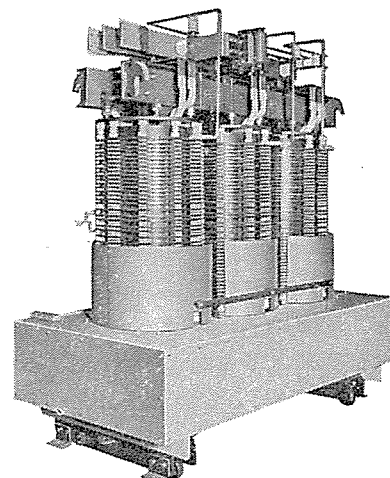


図 3. 26 関西電力、美浜発電所納め 6 kV 2,000/2,500 kVA 自冷/風冷乾式変圧器  
6 kV, 2,000/2,500 kVA, self-cooled/forced air cooled dry type transformer.

表 3.4 昭和44年度H種乾式変圧器製作実績 (1,000 kVA 以上)  
List of class H insulation dry type transformers built in 1969  
(above 1,000 kVA).

納入先	相数	Hz	kVA	電圧 kV	台数	冷却方式
オーストラリア (ALCOA)	3	50	3,600	6.6/0.77	1	風冷式
近鉄 (日本橋)	3	60	3,360	22/1.185	1	風冷式
※国鉄 (中央鉄道病院)	3	50	3,000	21/6.6	2	風冷式
※近鉄 (日本橋)	3	60	3,000	22/6.6	1	風冷式
※富士ビル開発	3	50	3,000	22/3.3	1	風冷式
川鉄 (水島)	3	60	2,750	3.15/0.46	1	風冷式
関電 (美浜 P/S)	3	60	2,000/2,500	6.6/0.46	2	自冷/風冷式
川鉄 (水島)	3	60	2,250	3.15/0.46	1	風冷式
関電 (美浜 P/S)	3	60	1,500/2,000	6.6/0.46	3	自冷/風冷式
日本鋼管 (福山)	3	60	2,000	3.3/0.46/0.266	1	自冷式
川鉄 (水島)	3	60	2,000	3.15/0.46	3	風冷式
日本鋼管 (福山)	3	60	2,000	3.3/0.46/0.266	6	自冷式
※富士ビル開発	3	50	2,000	22/3.3	1	風冷式
関電 (堺港)	3	60	2,000	6.6/0.46	1	自冷式
※大成建設 (サウジアラビア)	3	60	2,000	13.8/0.48/0.277	1	風冷式
関電 (堺港)	3	60	1,800	6.6/0.46	2	自冷式
三菱重工 (東京)	3	50	1,500	6.6/3.3/0.21	1	自冷式
※国鉄 (東京総合事務所)	3	50	1,500	21/0.415/0.24	2	風冷式
※竹中工務店 (福岡朝日ビル)	3	60	1,500	22/0.46/0.265	3	風冷式
川鉄 (水島)	3	60	1,500	3.15/0.23	1	自冷式
川鉄 (水島)	3	60	1,500	3.15/0.46/0.23	3	自冷式
※愛知県建設部 (愛知県警本部)	3	60	1,500	6.6/0.44/	2	風冷式
日本鋼管 (福山)	3	60	1,500	0.3/0.46/0.266	3	自冷式
日本鋼管 (福山)	3	60	1,500	6.6/3.3/0.46/0.266	1	自冷式
川鉄 (水島)	3	60	1,300	3.15/0.77	1	自冷式
三菱地所 (日本ビル)	3	50	1,250	3.3/0.415/0.24	4	自冷式
川鉄 (水島)	3	60	1,250	3.15/0.23	1	自冷式
三菱重工 (広島)	3	60	1,200	0.45/3.3	1	自冷式
和歌山共同火力	3	60	1,200	3.45/0.48	3	自冷式
オーストラリア (ALCOA)	3	50	1,200	6.6/0.77	1	風冷式
日本鋼管 (福山)	3	60	1,000	3.3/0.44	1	自冷式
※東電 (世界貿易センター)	3	50	1,000	21.5/0.415/0.24	3	風冷式
川鉄 (水島)	3	60	1,000	3.15/0.46	2	自冷式
三菱化成 (水島)	3	60	1,000	3.3/0.46/0.265	1	自冷式
川鉄 (水島)	3	60	1,000	3.15/0.46/0.23	1	自冷式
川鉄 (水島)	3	60	1,000	3.15/0.62	1	自冷式
日本鋼管 (福山)	3	60	1,000	6.6/3.3/0.45/0.266	1	自冷式
日本鋼管 (福山)	3	60	1,000	3.3/0.46/0.266	2	自冷式

※はビル受電用乾式 Tr

力用等多岐の分野において乾式変圧器の需要拡大に応じることができたものである。乾式変圧器は火災を極度におそれるビル、重要機械の据付けられる工場、発電所等に好んで使用されるが、最近の傾向として、鉄鋼プラント等でも広く採用されている。川崎製鉄(水島)・日本鋼管(福山)等のサイリスタ電源用、動力電源用としてとくに著しい製作実績を上げることができた。輸出用としては、オーストラリア ALCOA 社向け、3,600 kVA、サウジアラビア 石油大学向け 2,000 kVA、ほか多くのプラント需要に応じることができた。最近では重要設備の大形化、高度の安全性を要求される傾向もあり、さらに研さん(鑽)につとめ、需用家各位の要望に応じるように努力したい。

6.1.4 不燃性油入変圧器

昭和44年における不燃性油入変圧器は合計で50,000 kVA製作されたが、そのうちビル用が圧倒的に全容量の8割を占めている。しかも受電系統の昇圧、大容量化がこのビル用にも顕著に現われて、

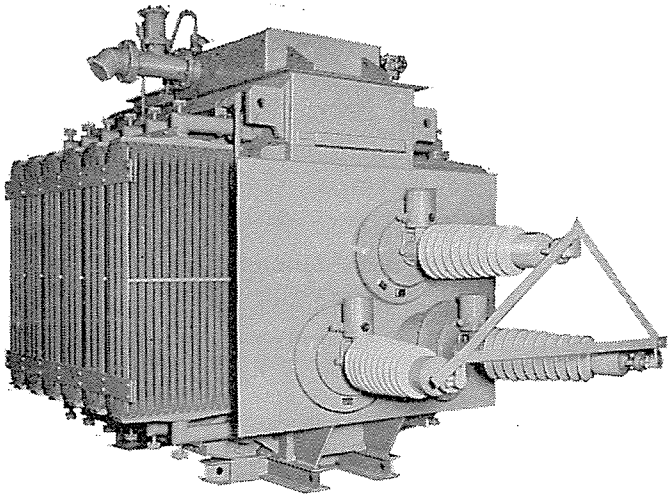


図 3.27 大成建設経由東京卸売センター納め  
60 kV 5,000 kVA 不燃性油入自冷キュービクル  
直結式変圧器  
60 kV 5,000 kVA noninflammable oil immersed self-cooled  
cubicle direct connection type transformer.

従来 20 kV 以下の電圧がほとんどであったのが、現在では 60 kV 級が多くなりつつある。東光電気工事経由日銀本店納め 7,500 kVA、および大成建設経由東京卸売センター納め 5,000 kVA が代表的なものである。これらはいずれも油入自冷キュービクル直結式で全装可搬とし、コンパクトに設計されている。電力会社向けでは発電所の所内動力用として、4 kV から 400 V にてい(通)降する 2,000 kVA 程度の変圧器に不燃性油が用いられ、東京電力・中部電力に納入された。

6.1.5 変圧器用蒸発式冷却器

都市における電力消費密度の増大と市街地の美化、土地の有効利用などの見地から、市街地に建設される変電所はほとんど地下に設置される傾向にある。本器は地下変電所などに使用される電力用変圧器の冷却器として開発されたものである。

本器は変圧器の送油管の一部に多管式熱交換器を設けたもので、管内を油が流れ、管外に水をスプレーし、さらに送風によって水蒸気を除去する、主として水の蒸発潜熱を利用したもので、つぎの特長をもっている。

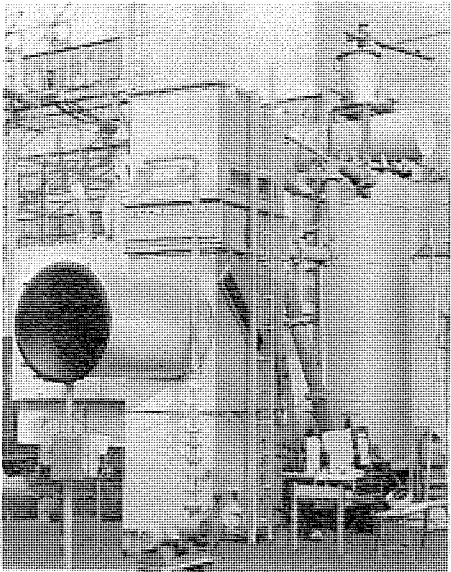


図 3.28 蒸発式冷却器  
Evaporation cooler.



(1) 送油風冷式の冷却器に比べ風量が少なくすみ (約 1/5), 騒音が低い (60 ホン 以下)。

(2) 送油水冷式の冷却器は現在冷却塔方式が主であるが, 冷却塔方式に比べ, 循環水量・送風量が少なくすみ, 補機損が約半分になる。

今回開発した冷却器は, 風量  $100 \text{ m}^3/\text{min}$ , 循環水量  $50 \text{ l}/\text{min}$ , 循環油量  $2,000 \text{ l}/\text{min}$  で, 冷却容量が  $130 \text{ kW}$  (油温度  $65^\circ\text{C}$ ) から  $240 \text{ kW}$  (油温度  $77.5^\circ\text{C}$ ) である。本体の大きさは  $1,500 \times 1,000 \times 4,000 \text{ mm}$  である。特性試験を予想どおり順調に完了し, 現在実用化のための長期腐食試験にはいつている。

蒸発式冷却器と一般の冷却塔方式の性能を同じ冷却容量で実例比較すると表 3.5 のようになる。

表 3.5 蒸発式冷却器と冷却塔方式の性能比較  
(同一冷却容量)  
Comparison of the evaporation cooler and cooling tower type.

	蒸 発 式 冷 却 器	冷 却 塔*
冷 却 容 量      kW	186	186
送 水 量      l/min	98	580
送 風 量 $\text{m}^3/\text{min}$	95	600
補 給 水 量      l/h	165	525
大 き さ      mm	$1,500 \times 1,000 \times 4,000$	$2,200 \times 2,300 \times 5,000$
騒 音      phon	55	70
補 機 損      ratio	1	2

\* このほかに油-水の熱交換器が必要

#### 6. 1. 6 負荷時タップ切換器

最近の負荷時タップ切換器製作技術の進歩はめざましく, 信頼度の高い負荷時タップ切換器が製作されるようになったが, さらに現在は, 電力系統の高電圧大容量化に適応する負荷時タップ切換器が強く要求されるようになった。

当社は, この情勢にそうため研究開発をかさねてきたが, このたび南アフリカ連邦向けに製作した, 超々高圧  $333.3 \text{ MVA}$  単相変圧器 (バンク容量  $1,000 \text{ MVA}$ ) の中圧  $275 \text{ kV}$  側には, わが国で初めての対地絶縁 200 号の負荷時タップ切換器が, 取付けられた。外観は

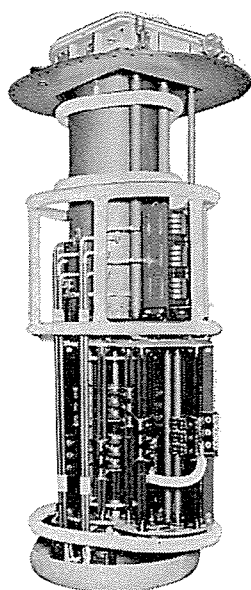


図 3.29 南アフリカ連邦向け MRF 形負荷時タップ切換器  
Type MRF on-load tap changer.

図 3.29 に示すとおりである。

この負荷時タップ切換器は, 当社が西ドイツ MR 社と技術提携して製作し, 多数の実績をもつ MRF 形負荷時タップ切換器に, さらに次の点を考慮して, 開発したものである。

(a) 対地絶縁 200 号をもたせ, さらに電界の集中によるコロナ発生を防止すること。

(b) 切換開閉器内の油が開閉によるアークのために汚損しても, 絶縁特性に支障がないこと。

(c) 電気的特性・機械的特性ともに十分な信頼性を有すること。

対地絶縁およびコロナ発生防止に対しては, 特殊なシールド構造とし, 設計段階における耐電圧の推定のために, 電界模写を行なった。また, コロナ試験を実施して問題がないことを確かめた。切換開閉器室内の油が汚損したときの絶縁特性については, インパルス耐圧試験・AC 長時間耐圧試験等を実施した。さらに, 定格しゃ断試験・過負荷しゃ断試験を行なって, しゃ断特性を検証した。機械的特性に対しても, シールドリングの強度試験, 絶縁構造物の応力測定, 駆動トルクの測定等十分な試験を行なって万全を期した。

以上のように, この負荷時タップ切換器の完成により, 当社は負荷時タップ切換器の高圧大容量化に先べんをつけ, さらに中容量負荷時タップ切換器の標準である, MRD 形負荷時タップ切換器に対しても, 同様の設計, シリーズ化を完成して,  $275 \text{ kV}$  回路に取り付ける負荷時タップ切換器を製作中である。

### 6.2 し ゃ 断 器

#### 6. 2. 1 大容量 SFH 形 ガスしゃ断器シリーズの完成

高圧・超高圧・超々高圧系統用しゃ断器として, 昭和 39 年 9 月に  $84/72 \text{ kV}$  用, 昭和 40 年 8 月に  $300 \text{ kV}$  用 SF 形ガスしゃ断器を発表し, 数多くの実績を積み重ねてきたが, 昭和 44 年度は SF 形ガスしゃ断器をもとにして, 部分的な改良を加え, 性能向上をはかって, 新形大容量の SFH 形ガスしゃ断器のシリーズを発表した。

SFH 形シリーズには, しゃ断電流  $40 \text{ kA}$  用としゃ断電流  $50 \text{ kA}$  用の 2 種類の消弧室があつて, それぞれ最適に適用できるようになっており, 両者の互換性があるため, 容易にしゃ断容量が変更できる構成になっている。また,  $168 \text{ kV} \sim 300 \text{ kV}$  の消弧室はまったく同一の構造になっており,  $168 \text{ kV}$  用と  $300 \text{ kV}$  用とは分圧コンデンサの有無の相違だけというように, 構造, 部品の同一化を行なうことにより生産性・互換性の向上, 性能の安定化をはかった。

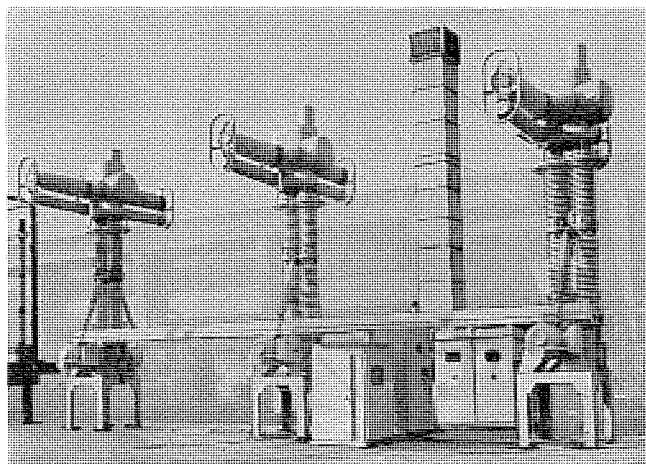


図 3.30 250-SFH-2000 形ガスしゃ断器  
Type 250-SFH-2000 gas circuit breaker.

特に、300 kV 用は SFL 形 ガス しゃ断器と同様に 2 しゃ断点で構成されており、世界で最も高いユニット電圧を採用している。このように、しゃ断点数を減らすことにより、しゃ断器の小形化、軽量化、接触子点検労力の減少が可能となり、従来形に比較して大きな進歩が見られた。

大容量 ガス しゃ断器として、昭和 44 年度は、300 kV 20,000 MVA 23 台、240 kV 10,000 MVA 7 台、240 kV 7,500 MVA 1 台、204 kV 5,000 MVA 3 台、168 kV 10,000 MVA 6 台、168 kV 7,500 MVA 9 台が製作された。

#### 6. 2. 2 中容量 SFL 形ガスしゃ断器シリーズの完成

高圧・超高圧系統用しゃ断器として、注目を集めている SF<sub>6</sub> ガス しゃ断器は、昭和 44 年度は、2 月に 168 kV～300 kV 用の中容量 SFL 形 ガス しゃ断器を発表した。42 年 7 月の 84/72 kV 用、43 年 9 月の 120 kV 用のものととも、しゃ断電流 30 kA を対象とした中容量 SFL シリーズとして、現在の日本の送電系統をすべてカバーする生産・販売態勢が整ったことになる。

84/72 kV 用、120 kV 用は、1 しゃ断点の消弧室であるが、168 kV～300 kV のものは、120 kV 式の消弧室を 2 点直列に接続した構造となっており、世界で最も高いユニット電圧となっている。

また、120 kV～300 kV の消弧室はまったく同一の構造となっており、168 kV 用と 300 kV 用とは、分圧コンデンサの有無の相異だけというように、構造、部品の同一化を行なうことにより、生産性の向上、性能の安定化を図った。

本 SFL 形 ガス しゃ断器は、単一圧力のパフファ方式消弧室を採用することにより、非常に簡潔な構造とすることができ、SF<sub>6</sub> ガスの抜群のしゃ断性能に加えて、高い信頼性、取扱い保守点検の容易さ、空気消費量が少なく小形のコンプレッサーでよいこと、最近問題となっている騒音が小さいこと等、実用性能上にも数々のすぐれた特長により、各方面から好評を博し、急速にその需用がのびている。84/72 kV 用および 120 kV 用の 1 点切り形は、発表後 2 年にして、すでに出荷台数は二百数十台となり、168 kV 以上の 2 点切り形は、現在製作中のものを加えて 30 台に達している。

また、海外への輸出も開始され、コロンビア電力庁向けとして、100

-SFL-500 (115 kV 3,500 MVA 630 A) 16 台を受注した。

#### 6. 2. 3 油しゃ断器

古い歴史と新しい技術の導入によるタンク形油しゃ断器は、引き続き好調な生産を続け、国内はもとより世界的に大きなマーケットシェアを誇る機種であり、昭和 44 年も屋外用のみで総生産台数は約 700 台に達した。当社タンク形油しゃ断器のすぐれた性能と数々の特長により、堅実な国内需要とともに世界各国にその優秀性が認められた結果である。

国内においては系統容量の増加にともなう定格電流、しゃ断容量の上昇が目立ち、北海道電力納入の 204 kV 2,000 A 7,500 MVA の 170-GW-1000 形や、中国電力納入の 120 kV 2,500 A 7,500 MVA の 100-GTR-1,000 形などを新しく系列に加えて、72 kV 以上を主力として約 200 台を製作納入した。

輸出においては過去数年にわたる納入品の運転実績も多数ののびり、その結果当社油しゃ断器の声価が高められるとともに、激しい国際競争に打勝って引き続き大量の受注、生産を続けている。昭和 44 年も韓国・台湾・沖縄・タイ国・フィリピン・東南アジア、ならびにメキシコ、ブラジル、コロンビアなどの中南米諸国を中心として、230 kV 15,000 MVA の超高压から 14.4 kV 500 MVA の小形に至る各機種約 500 台を納入した。とくに、メキシコには 115 kV 5,000 MVA の 100-GM-500 形が納入開始以来 1 機種で 500 台を突破したことは特筆すべきことである。

従来は大形油しゃ断器を中心として標準機種の生産を行なってきたが、昭和 44 年はとくに中・小形機種の開発・改良に重点を置き、69 kV 2,500 MVA の大幅に小形化・小油量化を図った 70-GTE-250 A 形を新しく開発完了して製品系列に加え納入を開始した。図 3. 32 は沖縄琉球電力その他に納入した 70-GTE-250 A 形油しゃ断器を示す。

#### 6. 2. 4 真空しゃ断器

真空しゃ断器は、そのすぐれたしゃ断性能・大きさ・保守・信頼性等の点において、これまでのものに比べ幾多の長所をもち、交流しゃ断器としての地歩を固めつつある。最近の受変電設備の拡大とともに、ますます設備の合理的経済的改善が要求される傾向にあり、当社ではこれに適した真空しゃ断器の開発および製品化を精力的に行ない、定格電圧 7.2/3.6 kV で定格電流 600 A から 2,000 A、定格

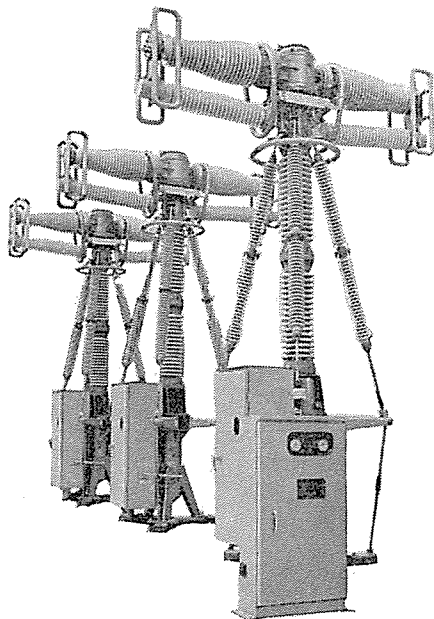


図 3. 31 250-SFL-1500 形ガスしゃ断器  
Type 250-SFL-1500 gas circuit breaker.

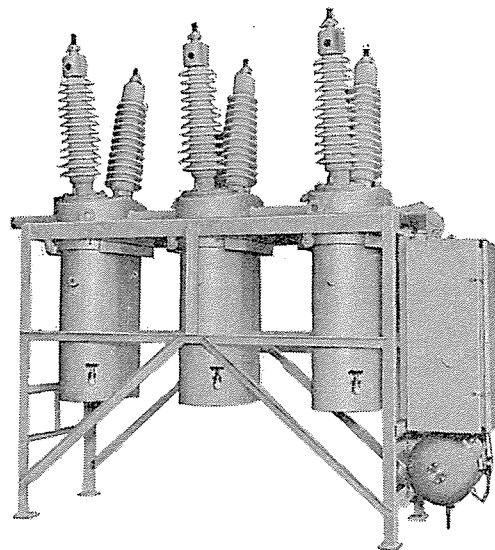


図 3. 32 70-GTE-250 A 形油しゃ断器  
Type 70-GTE-250 A oil circuit breaker.

しゃ断容量 100 MVA から 250 MVA のものまでの系列化を完了し、量産体制を整え、各電力会社の形式認定を取得し、各方面に多数納入し好評を博している。

昭和 44 年には 7.2 kV 真空しゃ断器に関して 7.2 kV 150 MVA の 6-VKG-15、7.2 kV 250 MVA 1,200 A の 6-VKG-25 に、定格電流 2,000 A の 6-VKG-25 形真空しゃ断器が製品化され新たに加わり、電力用および工業用の多方面からの需要が急増したことから、記録的な生産台数に達した。これらの真空しゃ断器には国内外でも唯一の鉄そう形真空スイッチ管を使用しており、しゃ断器自体をコンパクトに構成したものである。

開発面においては、大電流化の点においてとくに努力が払われた。すなわち通電電流容量増大による温度上昇の問題に関しては、冷却フィンによる放熱効果の検討をおこない、国内ではこれまで最大の自然空冷のみによる定格電流 3,000 A の真空しゃ断器を完成した。図 3. 33 にその外形写真を示す。さらに電流しゃ断容量の増大の点においても多くの実験研究が行なわれ、前記製品のしゃ断容量をうわまわる大容量の真空しゃ断器の開発を終え、目下納入を準備中である。

一方 24 kV 真空しゃ断器に関しては、このたび特高受変電設備用として 24 kV 1,000 MVA の 20-VPB-100 L 形真空しゃ断器を電力中央研究所、近畿日本鉄道および小田原急行電鉄にそれぞれ納入したが、これらの 20 kV 級真空しゃ断器は鉄そう形真空バルブをもちいて小形化を図り、操作機構には、大容量真空しゃ断器にもっとも適合する電動機蓄勢ばね投入方式を採用し、真空しゃ断器の特長で

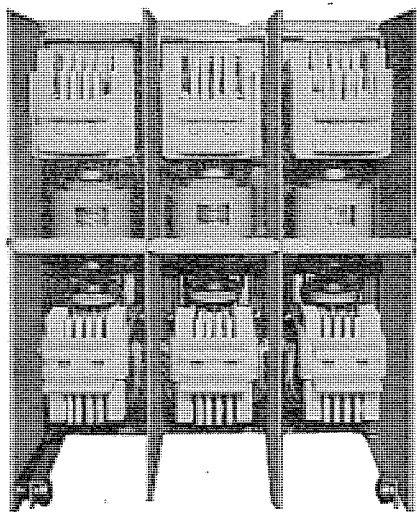


図 3. 33 3,000 A 真空しゃ断器  
3,000 A vacuum circuit breaker.

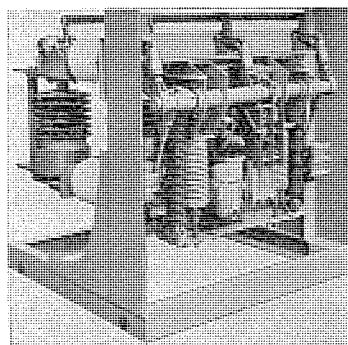


図 3. 34 24 kV, 1,000 MVA, 1,200 A 20-VPB-100 L 形  
真空しゃ断器  
24 kV, 1,000 MVA, 1,200 A vacuum circuit breaker.

ある低騒音、保守点検の省力化などを加えて、従来の空気しゃ断器に代わって特高分野にまで進出した点で注目される。当社ではさらに大容量・高電圧化をめざして真空バルブおよびこれを組み込んだ真空しゃ断器を研究開発中である。

このたび製作した真空しゃ断器の定格は下記のとおりである。

形 式 :	20-VPB-100 L
定格電圧 :	25 kV
絶縁階級 :	20 号 B
定格電流 :	600 A, 1,200 A
定格周波数 :	50/60 Hz
定格しゃ断容量 :	1,000 MVA

### 6. 3 サイリスタ高圧変換器の開発

サイリスタによる高圧変換器開発に際しては、第 1 にサイリスタ素子自体の高電圧化と、第 2 に多数のサイリスタを直列接続することの二つの主要課題を解決する必要がある。第 1 の素子自体の高電圧化は年々著しい進歩を示しており、現在では標準素子として 4,000 V 級が市販され、開発品としては 6,000 V 以上に達している。しかしこれ以上の耐圧向上には技術的および経済的にも限度があり、直流送電などで必要とされる 100 kV 以上の電圧で使用するためには、いずれにしても 100 個程度の直列接続技術の開発は必要であろう。

これに関し当社においても、いち早くサイリスタによる高電圧化の問題を探り上げ、サイリスタ素子自体の高電圧化とともに昭和 43 年度までに 120 個直列モデルの試作を含む一連の基礎的研究が終了し、これによってサイリスタ多数直列接続に際しての問題点である各素子間の電圧バランス法と、高圧点弧法の問題が解決された。第一の電圧バランスの問題は素子諸特性のばらつきと組立構造より決まる分布漂遊容量を補償するために抵抗、コンデンサ、リアクトルから成る分圧回路を適当に接続することにより、また第二の高圧点弧は高圧ケーブルと組み合わせた特殊ゲートトランスの開発により解決された。昭和 44 年は上記の基礎的な研究に引き続き、さらに冷却・組立構造を含め実用化をめざして研究が進められた。そのおもなる内容と成果は次のとおりである。

(1) 150 kV を目標とした実規模大モデルによるケーブル形高圧点弧方式の実用化試験を行ない、実用化への見通しが得られた。

(2) 分布漂遊容量を含む冷却組立構造の問題を検討し、特殊な送油水冷密封構造を開発した。

(3) これらの結果を基にして、実用器を想定したモデルの設計および試作を進めた。これには当社で開発した 4,000 V 500 A のサイリスタを使用し、送油水冷屋外構造を採用している。

### 6. 4 避雷器

昭和 44 年 3 月に超高压電力研究所 武山研究所において、電力中央研究所により実施された「避雷器動作責務に対する分割試験の等価性についての試験」に対し、SV-H 形定格 84 kV および 14 kV 避雷器を供試して好成績をおさめた。

一方、社内においても定格 98 kV 避雷器まで供試可能な普通動作責務試験設備を拡充し、各種形式の避雷器について試験を実施して高電圧定格避雷器の動作責務能力を検証した。避雷器の動作責務試験は従来より JEC-156 に基づき、定格 14 kV 分割単位に対し実施しているが、高電圧定格の縮小形変電所用接地容器封入形避雷器の出現など避雷器構造が複雑化している折から、高電圧定格品と



14 kV 分割単位との動作責務能力の等価性を確認するために一連の試験を実施したものである。上記の試験設備は定格 98 kV 避雷器に対して 10 kA の放電電流を印加可能であり、また、定格 98 kV 避雷器と 14 kV 分割単位の試験結果から動作責務の等価性も確認された。

## 6.5 計器用変成器

### 6.5.1 油入計器用変成器

油入密封がいし形変流器は、30 kV 級から 500 kV 級にわたって製作しているが、最近の一般的傾向として定格一次電流の大電流化、鉄心数の増加、過電流強度の増大、耐塩害用がいかん使用の変流器の増加、励磁特性に対する特殊仕様付き、大電流変流器の三次巻線の定格負担の増大と高精度の要求等が見られるが、これらの性能および絶縁信頼性の向上に関する要望に対処して、新技術の開発や各部分のいっそうの改良を強力に押し進め、複雑多様な要求にも問題なく応じられるよう考慮している。昭和 44 年に製作した変流器の中でおもなものは、まず大電流倒立形変流器では、関西電力美浜原子力発電所をはじめ各所に、PC-25 S 形、最高電圧 287.5 kV、変流比 4,000-2,000 A/5 A、5 鉄心形を合計 36 台、また中部電力西濃変電所に PC-14 S 形、最高電圧 161 kV、変流比 3,000 A/5 A、4 鉄心形を 6 台納入した。これらの倒立形変流器は当社の設計および工作技術を十分に発揮したもので、高い精度・絶縁の高信頼性ととも耐震強度の増強、輸送手段の簡易化などが考慮されている。また、定格一次電流が 2,000 A 以下の変流器については、287.5 kV 級が関西電力喜撰山発電所などに合計 42 台、230 kV 級は九州電力大分発電所などに合計 18 台など、287.5 kV から 34.5 kV まで多数製作したが、性能の良さとともに取扱い保守点検の容易さ等により安定した生産の伸びを続けている。なお、超々高圧変流器については、近い将来における国内の 500 kV 送電の実施に備え、十分な研究開発を進めている。

油入計器用変圧器は前年に引き続き タンク 形および、がいし形の 2 種類について製作したが、技術的に目新しい点は変流器用と同じがいかんを使用できる CPV-6 形 69 kV 単相接地形 計器用変圧器を開発したことである。これは従来の縦続形構造のがいし形計器用変圧器と比べて、小形軽量、良好な耐塩害特性の点ですぐれ、さらに 0.3 級 500 VA を満足する高性能計器用変圧器で今後の発展が期待される。

計器用変圧変流器は、韓国東国製鋼向け HS-14 形 154 kV 級をはじめ、110 kV 級・70 kV 級などについて多数納入し、絶縁の信頼性、高精度、小形軽量等の点で非常に好評である。

### 6.5.2 乾式計器用変成器

乾式計器用変成器としては、ブチルゴムの屋内用変流器、EPT ゴムの屋外用変流器、エポキシ樹脂の計器用変圧器が、いずれも好調な受注で、なかでも昭和 43 年に開発した EPT ゴムモールドは昭和 44 年に完全に軌道にのり、国内・国外に多数納入し、各方面から好評を得ている。

また、計器用変圧器は 77 kV 級 SF<sub>6</sub> 入り エポキシモールド 計器用変圧器を生産にのせ、乾式は 22 kV 級までといった従来の概念をうちやぶった。図 3.38 は下記仕様の SF<sub>6</sub> ガス入り 77 kV 計器用変圧器である。

一次電圧： 77,000/√3 V      定格負担： 500/200 VA  
二次電圧： 110/√3 V      階 級： 1.0/3 G

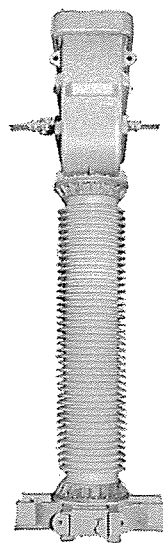


図 3.35 PC-25 S 形  
287.5 kV 変流器  
(大電流用)  
4,000-2,000/5/5/  
5/5/5 A  
Type PC-25 S 287.5  
kV current transformer for large current rating.

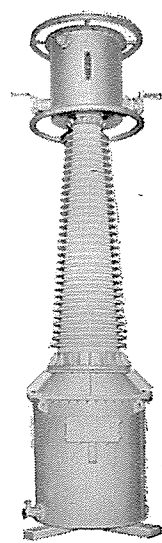


図 3.36 PC-25 S 形  
287.5 kV 変流器  
2,000-1,000/5/5/  
5/5/5 A  
Type PC-25 S 287.5  
kV current transformer.

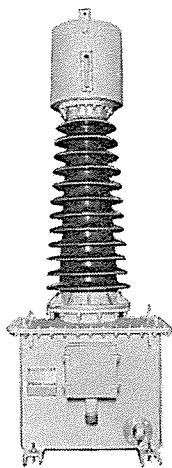


図 3.37 CPV-6 形  
69 kV がいし形  
計器用変圧器  
40,250 V/150 V/  
67.08 V  
Type CPV-6 69 kV  
porcelain-type potential transformer.

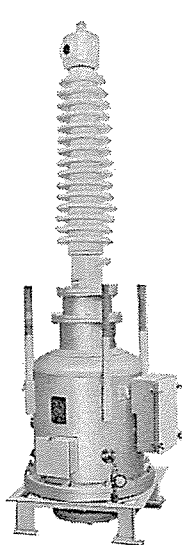


図 3.38 EV-7 X 形  
77 kV エポキシモールド 計器用変圧器  
77,000/√3 V/110/√3 V/  
110/3 V (SF<sub>6</sub> ガス入り)  
Type EV-7 X 77 kV  
epoxy molded potential transformer (sealed SF<sub>6</sub> gas).

三次電圧： 110/√3 V      絶縁階級： 70 号  
絶 縁： エポキシモールド+SF<sub>6</sub> ガス

内部はエポキシモールド樹脂で、22 kV エポキシモールドの経験をいかして、耐コロナ、サージコロナに十分な考慮をはらった。この計器用変圧器はガス絶縁変電所に組み込んだ場合、特にその威力を発揮する。

### 6.5.3 コンデンサ形計器用変圧器

154 kV SF<sub>6</sub> ガス絶縁変電所 (GIS) 用に GIS 専用の PY-G 形 PD を完成した。油入コンデンサブッシングの技術を応用した特殊コンデンサを使用しており、GIS 用として理想的な構造・形状の PD である。

図 3.39 は試験用ブッシングと試験用ガスタンクを積載して単体試験中の PY-G 形 PD である。試験は JEC、電力規格に定める全項目のほかに、GIS 用としての特殊試験も含めてすべて良好に完了した。

今回の定格は 154/√3 kV、140 号、200 VA、1.0 級、PY-G-14 形であったが、コンデンサの胴部を長くすれば 500 VA 品も容易に製作でき、また超々高圧級 GIS 用 PD まで同様の構成で PY-G 形シリーズとして製作可能であり、次のような多くの特長を持っている。

(1) コンデンサは油入として絶縁的に安定させると同時に、油浸紙の大きな誘電率を利用して必要な静電容量を最少の容積で取れる。

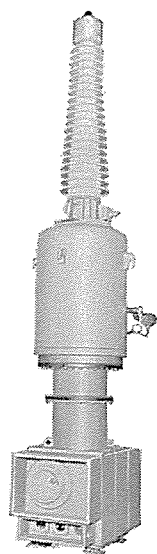


図 3.39 PY-G-14 形 154 kV コンデンサ形計器用変圧器  
 $154,000/\sqrt{3}$  V/ $110/\sqrt{3}$  V/ $110/3$  V  
 Type PY-G-14 condenser potential transformer.

(2) このコンデンサは当社の OT 形 コンデンサブッシングの技術を採用して製作したものであり、十分な実績に裏付けされている。

(3) PD の大部分は大地電位の金属でおおわれ、ガス中にはいる部分はコンデンサはく(箔)端部の必要最少限となるうに、この部分は内部静電容量により等電位傾度となっているために、GIS 装置への接続部が小さくなる。

(4) 変成装置の構造および PD の定数は、一般気中用の PY-2 形 PD のものをそのまま使用しているため、実績に裏付けされた安定した特性が得られる。

## 7. 調相設備

### 7.1 分路リアクトル

電力系統の拡充に伴って、分路リアクトルの単位容量も、従来の 40 MVA 級から、さらに大容量の 60 ないし 80 MVA 級が採用される

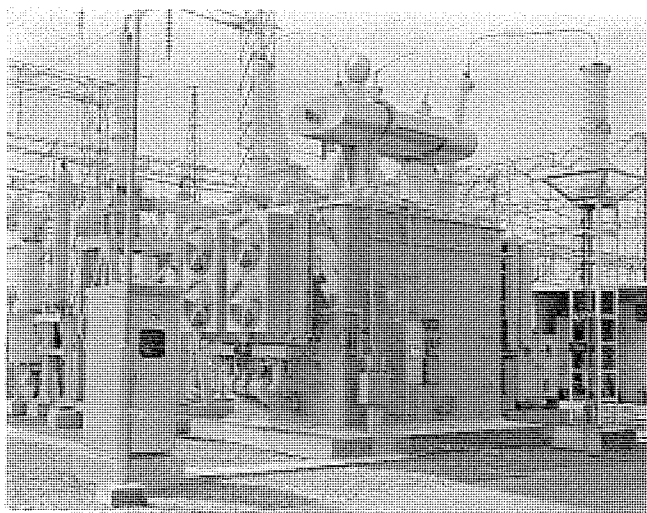


図 3.40 関西電力 新生駒変電所納め三相 60 Hz 154 kV  
 60 MVA 分路リアクトル  
 Three phase 60 Hz 154 kV 60 MVA shunt reactor.

機運にある。昭和 44 年には、関西電力 新生駒変電所納め三相 60 Hz 154 kV 60 MVA 分路リアクトル 1 台を製作したが、このリアクトルは、国内向けとして最大容量の分路リアクトルであり、また、154 kV の定格電圧が採用されたリアクトルとしても国内では初めての製品である。154 kV 級分路リアクトルの実現によって、変圧器の三次巻線を使用することなく、直接 154 kV 回路に分路リアクトルを接続することが可能となった。

このような高電圧大容量の分路リアクトルでは、大規模な試験電源を必要とするため、試験方法については、仕様決定の段階で、十分な検討が必要である。今回は、商用の変圧器を昇圧変圧器として使用することにより、工場試験はすべて全電圧で実施されたが、現地耐圧試験は、変圧器で一般に用いられているような誘導による電圧印加が行えないため、140 号全絶縁として、三相一括加圧試験が実施できるよう考慮している。

製作にあたっては、損失と振動・騒音の低下に留意して、磁気シールド付き空心形構造を採用しており、本体の振動は、完成後の振動測定によって、中身振動・外部振動ともにきわめて小さいことが確認された。また、このリアクトルは、本体の周囲に鉄板製防音壁を設け、送油風冷式ユニットクーラにも低騒音形のものを使用して、大容量器にもかかわらず、70 ホン以下の低騒音となっている。

### 7.2 限流リアクトル

油入限流リアクトルは、関西電力海南発電所および姫二発電所納め三相 6.3 kV 3,000 A 2,500 kVA 5,000 kVA および トルコ AKSU 納め 6.3 kV 3,000 A 1,070 kVA、その他、直流リアクトルを川崎製鉄水島に 4,000 A 0.72 mH 等、多数を空心形にて製作納入した。

四国電力坂出発電所納め 39 MVA 変圧器の三次巻線のインピーダンスを増すため、変圧器タンクにリアクトルを内蔵した。このリアクトルは、インピーダンスが小さく、大きな短絡電流が流れるため、短絡機械力の増強に留意した。また、変圧器タンクに内蔵するため、スペースを小さくできるよう、縦に 3 段重ねる構造とした。

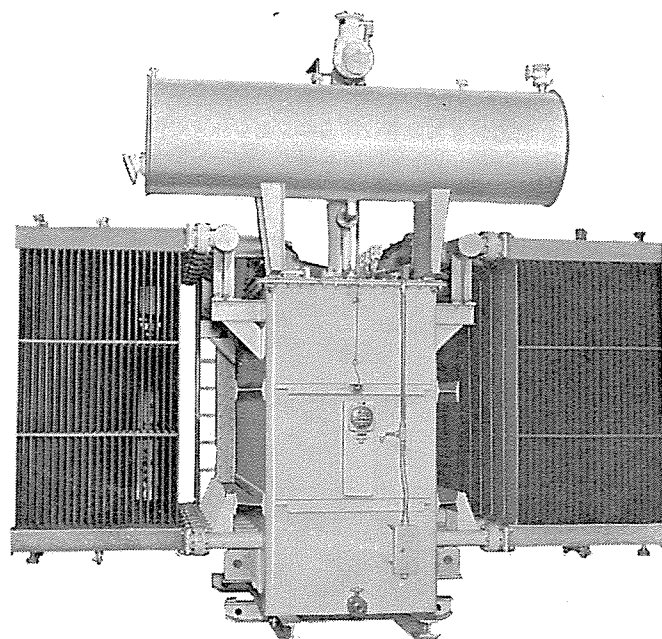


図 3.41 関西電力 姫路第二発電所納め 5,000 MVA  
 限流リアクトル  
 5,000 MVA current-limiting reactor.

### 7.3 電力用コンデンサ

従来の絶縁紙を誘電体に用いたいわゆる紙コンデンサでは、小形軽量化・損失低減などの技術的な改良は究極に近づいたと言われている。これ以上の改良はプラスチックフィルムにおいてなされることは、明らかである。当社では、早くからこの新しい材料を使用したコンデンサについて開発研究を積み重ねてきた。材料の選択、製造工程の検討ののち、試作・実験をくり返し、各種の基礎データの収集に成功、すべての問題点を解決した。

これをさっそく商品化し、昭和44年9月から新シリーズとして販売を開始し。現在すでに450 MVA以上の受注に成功、今後受注の増大が予想される。

三菱プラスチックフィルムコンデンサの特長は次のとおりである。

- (1) 単位重量当たりの重量・体積が小さい。(従来品の約65%)
- (2) 長寿命が期待される。
- (3) 不燃性である。
- (4) 損失がきわめて少ない(従来品の約半分0.1%以下)
- (5) 使用温度範囲が広い(−40°C~+40°C)
- (6) コロナ開始電圧が高い。(従来品の約1.67倍)。
- (7) 過渡耐電圧が高く、耐コロナ性もすぐれている。
- (8) 静電容量の温度特性がより一定化している。

### 7.4 同期調相機

最近、電力網の拡大、大電力輸送、電力の品質向上などの観点から、海外・国内とも同期調相機の採用が検討されるケースがふえつつある。同期調相機は進み力率から遅れ力率まできわめてスムーズな制御が可能であり、特に最近における励磁装置の発達、調相機の負励磁域における運転を可能とし、進み力率・遅れ力率とも同一容量の機械の製作も容易になってきた。さらにまた、固定子・回転子に水冷却方式を採用することにより、容量・性能に飛躍的な発展の可能性も予想される情勢にあり、今後の需要拡大が期待されている。

表3.6は現地据付中の同期調相機を示す。タイ国EGATバンコクノイ変電所向け水素冷却同期調相機は、回転速度に1,000 rpmを採用し、また起動方式も制動巻線構造に改善を加えて自己起動とし、全体をコンパクトにまとめることができた。図3.42は工場組立中の

表 3.6 昭和44年度同期調相機製作実績  
List of synchronous condensers manufactured in 1969.

納入先	変電所名	容量 MVA	電圧 kV	回転速度 rpm	台数	形式	備考
タイ (EGAT)	バンコク ノイ	60/50	13.8	1,000	1	横軸 水素冷却	屋外形 60 MVA (水素圧 15 PSIG) 50 MVA (水素圧 0.5 PSIG)
インド (MPEB)	ビライ	30	/	750	1	横軸 空気冷却	屋外形
インド (MPEB)	ウジェイン	30	/	750	1	横軸 空気冷却	屋外形
インド (APSEB)	シャブル ナガル	15	/	1,000	2	横軸 空気冷却	屋内形 軸受油冷却風冷式

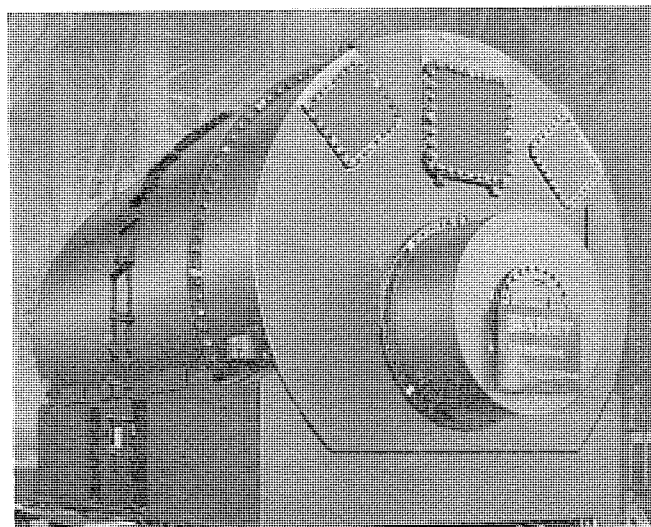


図 3.42 50/60 MVA 水素冷却同期調相機  
50/60 MVA hydrogen cooled synchronous condenser.

同機を示す。インド、MPEB 向け 30 MVA 機は空気冷却式としては大形機に属するが、起動方式は自己起動である。

### 8. 特高キュービクル開閉装置

特高キュービクルについては、定格電圧・電流・回路構成において、従来品より著しく大形化した製品が製作された。すなわち、33 kV 以下においては、大容量揚水発電所・大形鉄鋼あるいは化学プラント向けとして、信頼性の向上と小形化のために、定格電流 5,000~6,000 A のキュービクルが多数納入された。図3.43は東京電力安曇発電所納入の15.4 kV 5,000 A 定格のもので、しゃ断容量 2,500 MVA の空気しゃ断器を収納している。小形・軽量のため、ダム上に屋外設置され、特に美観を考慮して、ダムの曲線にあわせて扇状の配列をとっている。このような大容量定格のキュービクルには、当社独自の横吹付け消弧方式を採用したC形空気しゃ断器が収納されているため、キュービクルの構造が簡潔できわめて小形であるのが特色である。従来、標準品とされてきた22 kV 800/1,200 A キュービクルについては、開閉ひん度が高くて騒音が問題となる電鉄用変電所向けとして、24 kV 1,000 MVA 真空しゃ断器を収納したキュービクルを開発し納入した。

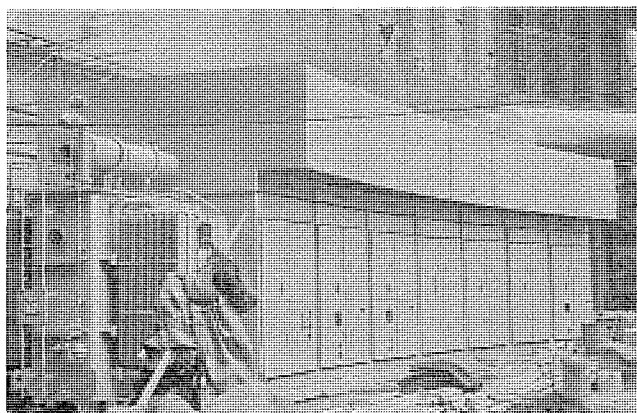


図 3.43 東京電力安曇発電所納め 15.4 kV, 5,000 A, 2,500 MVA 屋外キュービクル 全景 (据付時)  
Cubicle switchgear outdoor use rated 15.4 kV, 5,000 A, 2,500 MVA at the site.



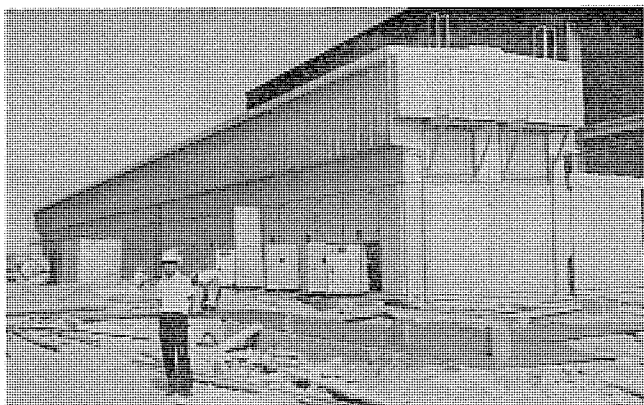


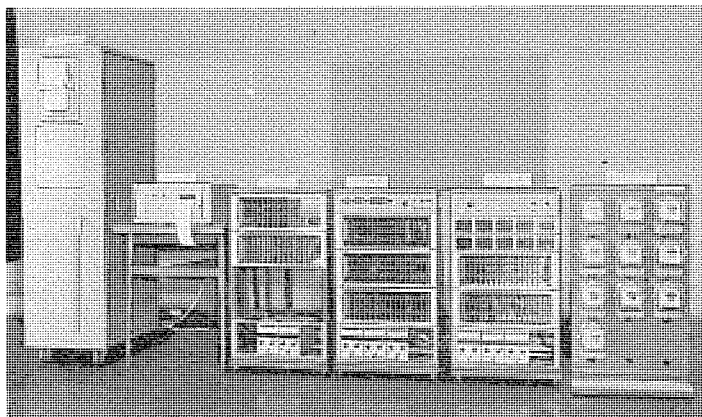
図 3. 44 鹿島北共同発電所納め 69 kV 2,000 A, 3,500 MVA  
二重母線式屋外キュービクル 全景  
Cubicle switchgear outdoor use rated 69 kV 2,000 A  
3,500 MVA double bus system.

66 kV 以上の高電圧回路に、JEM-1114 の閉鎖配電盤の規格が適用できるキュービクルを製作する試みは、数年前より当社によって推進されてきたが、最近の工業用受変電設備の 66/77 kV への昇圧にともない、信頼性、保守点検の安全性を認められて、その生産量が

飛躍的に増大した。このため、母線室・しゃ断器室・計器用変成器室・避雷器室などをブロック化して量産し、これらのブロックを使用者の回路仕様に応じて、組み合わせるブロック化キュービクルが開発されて製作にはいった。図 3. 44 は鹿島北共同発電所に納入した 66 kV 2,000 A 回路短絡容量 3,500 MVA の二重母線ブロック化キュービクルを示している。66 kV 以上の高電圧回路においては、33 kV 以下の従来形キュービクルよりさらに高い信頼性を要求されるが、わが国において、当社のみが製作しているパフファ形ガスしゃ断器を収納することにより、空気しゃ断器のような排気ガスの処理を考慮する必要がなくなり、高密度のキュービクルの製作が可能となった。とくに、腐食性ガス・爆発性ガスの存在する地域や塩じん（塵）害の著しい環境に使用される場合には、特殊なカートリッジを介して乾燥空気を高密度キュービクル内に充気することにより、温度変化によるキュービクルの呼吸作用を停止させる方法が開発されて、内蔵機器の信頼性と保守点検期間を著しく向上させることが可能となった。また、排気音が皆無に近いガスしゃ断器を、密閉したキュービクルに収納することにより、完全な低騒音受変電設備が供給されることになり、外観の美しいことも加わって、とくに学校その他住宅地域の受変電設備としての納入実績も多くなっている。

## 4. 配 電

### Power Distribution



自動検針装置  
Automatic metering equipment.

都市過密化のテンポの急速化に伴い、電力需用も高密度化し、大都市においては超高密度負荷地域が出現しつつある。

これら地域を有する電力会社では、配電技術の近代化を主要テーマにとりあげ、着々と改善の成果をあげつつあるが、当社でも43年度に引き続き、44年においても配電関係機器の開発、その他ネットワークシステムの研究・自動検針・配電線制御等の各分野でみるべき成果をあげることができた。いまそのいくつかを示すと、

その1は、ビルや工場など大容量集中負荷の高信頼度変電方式として、脚光を浴びているスポットネットワーク受電設備機器のシリーズ化の完成がある。本件は昭和44年中に、すでに2件6ユニットの製作納入を完了し、ひきつづき多方面から商談を受け製作中である（別項参照）。

その2に、スポットネットワークと並んで、都市域における低圧ネットワーク配電方式の開発も活発に行なわれたが、昭和44年は、特にきたるべき22kV配電、400V供給に備えて、一次電圧22kV、二次電圧100/200V(Δ接続)、240/415V(人接続)の二重定格のネットワーク変圧器、およびネットワークプロテクタが開発され、納入されたことが注目される。これらの機器は地下浸水運転可能形である。レギュラーネットワーク配電機器は、海外にも輸出された（別項参照）。

その3は、低圧配線用しゃ断器として常に業界をリードしてきたノーヒューズしゃ断器(NFB)が、いかなる用途にも、最も経済的に、最も信頼のおけるシステム設計ができるように適用回路別に四つのシリーズがそろえられ、一般配線用NFシリーズ、分電盤用BHシリーズ、モータブレーカ用MBシリーズ、家庭用安全ブレーカBUシリーズとなり、NF形は、さらに性能的に、はん用品(Standard)、小形品(Compact)、高性能品(High quality)、高しゃ断高性能トライパック(Tri-pac)の四つのシリーズ(SCH<sub>A</sub>Tシリーズ)として完備されたことがあげられる。これにより、発電所から一般家庭まで、あらゆる場所にノーヒューズしゃ断器を適用することができるようになった。

その4は、都市域での架空配電網のふくそう(輻輳)化が都市の美観をそこなうことにかんがみ、特に、柱上機器の美化が検討されている。すなわち、柱上変圧器の小形化、周辺機器の一体化、真空スイッチによる柱上開閉器の小形化等であり、種々の開発試作が行なわれている。

この他、一般に配電システムの運用管理における自動化の問題にも、昭和44年において、注目すべき進歩が見られた。

## 1. 都市配電の近代化

### 1.1 配電における自動化システムの導入

産業規模の拡大、一般家庭における電化機器の普及に伴い、配電線の規模はますます大きく、かつ複雑化しているが、加えてわが国における労働力の推移をみると、電力流通の最先端部門としての配電における自動化システムの導入は、オフピーク時電力需要の開拓と併せて、きわめて重要な課題である。

かかる情勢より当社では

(1) 配電線の遠方制御

(2) 自動検針

の両面から意欲的な研究開発を進めてきたわけであるが、昭和44年には、これらのテーマに対して、第1段階としての成果を得、それぞれの実験セットを試作し、あるいは端末装置類は実用製品を製作する段階となった。

配電における自動化システムは

(a) 配電線運用管理の自動化

(b) 配電線保守管理の省力化

(c) 検針業務の自動化

(d) オフピーク時電力需要の開拓

の観点からとり上げる必要があるが、関連する自動化対象を列挙すれば、

(i) 区分開閉器の監視制御(系統切換えを含む)

(ii) 温水器用スイッチの制御

(iii) 時間帯別電力量計の切換制御

(iv) 街路照明の自動切換え

(v) 電力量計の遠隔自動検針

(vi) 最大需要電力計の遠隔自動検針

(vii) 負荷管理

(viii) 電圧管理

(ix) 配電線の保安情報の収集

などが考えられる。なお電圧管理に関連して、変圧器のタップ切換えやコンデンサ制御も可能である。

配電線の自動化は、このように広範多岐にわたる大きな課題であり、最適方式の開発は、今後もひきつづき研究が重ねられねばなら

ないが、これまでの研究成果は次のとおりである。

#### (1) 配電線制御方式

基本的には、いわゆる AFCC (可聴周波集中制御) 方式の一種であるが、2 周波 FS 信号による高信頼度の高低圧配電線機器 (負荷機器を含む) を制御する方式を確立し、これを DICE-FS (DICE は Distribution Control Equipment の略) と名付け、低圧需要家機器と組み合わせた送信装置・受信装置を試作し、実験を行なった (詳細は別項参照)。

#### (2) 自動検針方式

自動検針は、その対象から分類すれば

(a) 電力量計・最大需要電力計 (電気)

(b) 水道メータ (水)

(c) ガスメータ (ガス)

となり、適用場所から分類すれば

(i) 全需要家を対象とする本格的な自動検針

(ii) ビル内あるいは団地内等の需要家内で行なう集中自動検針となる。

当社では、このような想定のもとに、自動検針の方式を研究開発するかたわら、電力量計と最大需要電力計のみならず、水道メータやガスメータについても関連メーカーとタイアップし、自動検針用として、パルス発信装置付きのものを開発した。また、これらの端末装置と組み合わせ、FS 信号によるデータ伝送を行なうモデルセットが試作され、好成績を修めた (別項参照)。

ビル内あるいは団地内等に適用される集中検針装置あるいは集合表示装置は、MICAM システムとしてシリーズを完成し、すでに多数の納入実績を得ている (第 8 編参照)。

### 1.2 配電線負荷の集中制御システム

このシステムは高圧配電線に制御信号を重畳し、多くの配電機器および需要家負荷を集中制御することにより、系統運用の円滑化、余剰電力利用の促進を計ることを目的としている。これに関連するおもな制御対象は 1.1 節に示したが、特に最近温水器が普及するにつれて、このスイッチの ON/OFF 制御をしているタイムスイッチの保守が問題化している。したがってこのシステムでは信号受信器の信頼性に留意することにより、保守管理の省力化を計ることも重要な課題となる。

さて、配電線に重畳する制御信号として、可聴周波を用いるものは、AFCC (Audio Frequency Centralized Control) と呼ばれフランス電力庁で本格的に採用されている。これでは、 $3.5 f_0$  ( $f_0$  は系統周波数) の単一周波数を用いて符号化することによって制御項目を区別しており、信号方式的には AM 方式である。本方式では、高圧から低圧に及ぶ全機器を高い信頼度で制御することをねらっているので、信号もそれに見合ったものが望ましい。したがってここでは周波数偏移 (FS) 信号を基本とし、多項目制御用に  $C_2+ST$ , SP 符号信号、単一項目制御用に 2 種の周波数の送出順序に情報をもたせた  $f_1 f_2 / f_2 f_1$  信号、および 2 周波の一方を用いた単一周波時限方式の 3 種を信号方式とし、これらを融合したシステムとなっている。

信号周波数としては、

- (1) 系統周波数およびその高調波雑音の影響を受けにくいこと
- (2) 信号伝送上の減衰が少ないこと
- (3) 電力の質的低下を生じないこと

が必要であり、信号注入の方式および高圧配電線の周波数特性を考

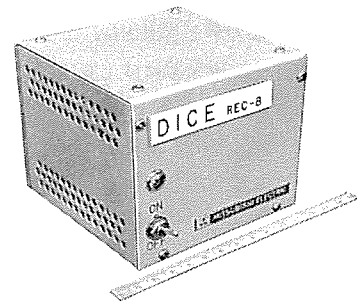


図 4.1 DICE 受信器 (Type B) の外観  
Outline view of DICE receiver (Type B).

慮して、第 3 および第 5 高調波の間に 2 周波 (210 Hz, 260 Hz) を選定した、システム構成の各要素について述べる

(1) コントローラ: 制御項目に該当する信号を作り、論理レベルで (2) の発振周波数を制御する。

(2) 周波数切換形サイリスタインバータ: (1) の制御信号に従って注入信号レベル相当の 2 周波のく (矩) 形波を連続発生する。

(3) 信号注入フィルタ: (2) の出力を高圧配電線に注入する 1 点共振形線間並列重畳フィルタで、系統電圧からインバータを保護する。

(4) 受信器: 200 V/100 V に接続され、系統から微小信号を分離検出し、リレー接点情報に変換して該当機器の ON/OFF の制御を行なう。受信器は Type A ( $C_2+ST$ , SP 信号), Type B ( $f_1 f_2 / f_2 f_1$  信号), Type C (単一周波時限方式) の 3 種類あり、用途によって使い分けることができる。価格的には Type C が最も安価で、次が Type B である。内部の電子回路は全面的に半導体化されている。Type B の試作品の外形を図 4.1 に示す。

### 1.3 自動検針

近年、電力・ガス・水道の各事業全般において、業務の近代化合理化が進められている中で、料金調定業務の一つとしての検針業務は依然として検針員が各戸を訪問して、計量値を読みとるという方法がとられている。しかし、人件費の高騰、若年労働者の不足、単純作業の忌避等により検針業務のあり方が問題となってきた。隔月検針・依頼検針・読みとり手段の機械化等の改良案が考えられているが、完全な自動化・無人化システムとして自動検針方式を研究する必要がある。

自動検針方式を考えるうえで問題となるのは次の事項である。

(1) メータから電気信号をとり出す方法

(2) どこにどのような機能を持った装置を配置するか

(3) 伝送路として何をを使うか

以上の問題点のうち (1) についてはどのような素子を使ってとり出すか、とり出す値としてはある一定量に対して 1 パルスにするか全けたの値を直接とり出すかが問題である。(2) についてはメータから中央まで直送するか中継装置をおいて何個かのメータをまとめるか、さらに中継するとしてそこに記憶装置をもたせるかもたせないか、中央からの呼び出し応答方式によるか、メータまたは中継装置の随時発信によるか等の問題がある。(3) については専用線・電話線・配電線・無線が考えられる。

次に今回、試作した自動検針装置について述べる。構成は、電力会社を対象として述べると、営業所に中央装置をおき、柱上変圧器単位に端末装置をおき、各家庭に発信装置付きメータをおく。そして中央装置と端末装置間は通信線、端末装置と各メータ間は計測線と呼ばれる専用線で結ぶ。メータの数字車の先につけた磁石の回転に



より、1 kWh ごとに1パルスがとり出され、計測線を通じて中継装置のカウンタを動作させる。中継装置は柱上変圧器から供給される需要家のメータ数のカウンタを持ち、各メータの計数値を記憶する。中央装置から呼び出し信号がくると、記憶しているカウンタ値を各メータごとに順次伝送する。この信号伝送には3周波2値FSを使って同期を容易にとれるようにして、各端末装置のクロックのばらつきをカバーできるようにしている。また、計量値を伝送中にカウンタが動作した場合は、再送となるような処置が施してある。

仕様は次のとおりである。

- (1) 方式……中継記憶方式
- (2) メータの発信方法……永久磁石とリードスイッチ
- (3) メータの発信単位……1 kWh/Pulse
- (4) 端末・メータ間伝送時点……随時
- (5) 端末・メータ間伝送路……計測線（専用線）
- (6) 端末・メータ間伝送信号……直流パルス
- (7) 端末記憶装置……電磁カウンタ
- (8) 中央・端末間伝送時点……中央からの呼び出しによる
- (9) 中央・端末間伝送路……通信線（専用線）
- (10) 中央・端末間伝送信号……3周波2値FS
- (11) 中央・端末間伝送符号…… $C_2$ /けた
- (12) 中央・端末間信号伝送量……メータ番号2けた+計量値、4けた/メータ、30 Bits/メータ
- (13) 中央・端末間信号伝送速度……50 ボー、約1秒/メータ
- (14) 中央装置出力機器……数字ランプ、プリンタ、パンチャ
- (15) メータ選択方式……端末装置は中央で選択、メータはメータ番号で区別する
- (16) 収容能力……100 メータ/端末装置、10 端末装置/中央装置、1,000 メータ/中央装置

以上の方式は専用線を利用した方式であるが、電力会社を対象とした場合は、配電線を信号伝送路として使う必要性があり、これについては現在研究を強力におし進めている。一方、ガス・水道事業の場合は、専用線ではなく電話線利用も考えられるので、電話線利用自動検針方式についても研究を進めている。また、自動検針用のメータとして従来のものと概念の異なるものも必要となると思われる。

## 2. 配電用機器

### 2.1 都市配電用変圧器

都市の過密化にともなう配電近代化対策は、電力の量的確保はもちろんのこと、安全の確保、供給信頼度の向上、都市環境との調和など種々の問題の解決を必要としており、6.6 kV から 22 kV へ一次配電電圧の格上げ、設備の地中化、架空配電設備の改良など具体的な配電設備の改善が検討され順次実行されつつある。これにともない配電用変圧器についても、配電近代化の要求に合致した新しい変圧器の開発が行なわれている。

現在、配電方式で最も信頼性の高いと考えられている低圧ネットワーク配電方式は、先進諸外国の都市において数多く使用されていることは周知のとおりであるが、わが国においても配電近代化の一環として、負荷密度の高い地域の配電方式に採用されつつある。

東京電力株式会社 新宿地区のレギュラーネットワーク配電用として三相 750 kVA 50 Hz ネットワーク変圧器を（ハイライト 参照）納入した。この

変圧器は一次側に励磁電流の開閉、ケーブルの接地およびケーブルの事故測定などが可能な三位置構造の断路器を付属しており、二次側にネットワークプロテクタを直結して、地下孔に設置、使用されるものである。電圧は一次側特高配電電圧 22 kV を二次側低圧配電電圧に降圧しているが、低圧巻線に特殊な設計を施し、低圧側を灯動同時負荷可能な 105/210 V 三角結線とし、将来、400 V 配電に変わったとき変圧器がそのまま使用できるように、240/415 V 星形結線に切換え可能な構造としている。

また、フィリピン・マニラ電力庁へ、一次電圧 12 kV および 33 kV 三相 750 kVA 60 Hz ネットワーク変圧器を納入した。この変圧器の構造は前記品と類似しているが、一次側のケーブルヘッドに接続工事が容易なスリッポン形を新しく採用している。

以上は地中配電に使用する変圧器であるが、架空配電においても、装柱外観の美化・無保守化などを目的として、配電用保護装置の機能を内蔵した柱上変圧器の開発を進めており、大都市の過密化と市街地域の拡大傾向はますます強く、都市配電の近代化が社会的要請として促進され、各種の都市配電用変圧器に対する技術革新の必要性と需要が、今後さらに増大するものと考えられる。

### 2.2 柱上真空開閉器

配電線の近代化とともに、配電線用開閉器として柱上真空開閉器が注目されているが、当社においても種々の柱上真空開閉器の開発に力を注いでおり、その一環として今回配電線用柱上真空開閉器を開発した。本開閉器は、先に開発した一般形柱上真空開閉器をさらに高性能化・小形化したもので、特に耐塩性能を高めた耐塩形柱上真空開閉器である。

本開閉器は、高圧充電部を直線配置構造としたため絶縁性能の高信頼度化が図られ、また縦 328 mm、横 384 mm、幅 476 mm の小形開閉器となり、過密都市部における2回線配電線用柱上真空開閉器として最適である。また、機構部破損時真空スイッチ管を常に開状態とならしめる補助スプリングの使用、接点溶着時ハンドルが「切」表示をしない操作機構の採用、また開極力を強化する補助機構等の安全機構を採用しており、高信頼度・安全性を持つ真空スイッチ管の機能に最適な操作機構である。端末部には 0.06 mg の汚損に耐える深みぞ（溝）形磁器 プッシングを採用しており、都市部等の重汚損地域にも適するものである。

本開閉器は手動式であるが、柱上真空開閉器シリーズの一環として、配電線自動化用開閉器としての自動真空区分開閉器の開発もほぼ完了しており、これとともに配電線近代化に役立つものと思われる。

最近、各電力会社とも都市部の過密配電線の近代化に力を注いでおり、縦配線化・高信頼度化・省力化・美化等の研究が進められて

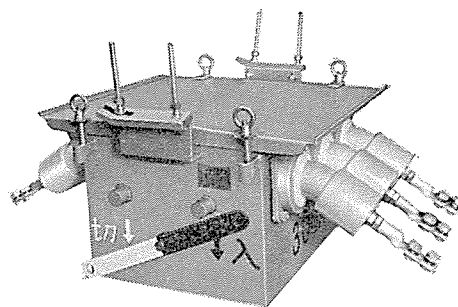






図 4.2 柱上真空開閉器（耐塩形）6.9 kV 300 A 手動式  
Pole mounted vacuum switch.

表 4.1 昭和 44 年度レギュラネットワークプロテクタ納入実績  
List of regular network protector supplied in 1969.

番号	プロテクタ形式記号	構造	納入先	使用系統		プロテクタ定格事項						台数	備考
				変圧器	ネットワーク電圧方式	電圧 V	連続 A	しゃ断電流	投入電流	プロテクタ CB	ネットワークリレー		
1	C M	耐浸水式	東京電力 (新宿国道地区)	3φ 750kVA 1次電圧 22,000V	(イ)  415/240V (ロ)  210・105V 切換可能	600	2,500	AC500V 45,000A	103.5kA	DB-75P	CNM-1 CNP-2	2	
2	N M	"	マニラ電力 (マニラ市)	3φ 750kVA 1次電圧 13,200V または 34,500V	 216/125V	250	2,500	AC500V 45,000A	103.5kA	"	CNM-1 CNP-1	9	NEMA規格に準拠 変圧器内訳 13,200Vのもの 3台 34,500Vのもの 6台
3	C M	架空式	関西電力 (神戸元町)	1φ 100kVA×2 +100kVA×1 1次電圧 6,600V	 210・105V	210	1,000 (1,500A 2時間)	AC500V 25,000A	60kA	DBP-10	CNM-1 CNP-2	9	N相補償実施

いるが、現在当社においても、これに対処すべく新形超小形柱上真空開閉器（自動形、手動形）の開発研究を進めており、試作品は完成している。

### 2.3 レギュラネットワーク・プロテクタ

44年度には合計 20 台のレギュラネットワークプロテクタを製作し、34 年からの総製作台数は 100 台を越えているが、そのうち特記すべきものは下記のとおりである。

(1) 定格電流が 2,500 A (国内最大)、定格電圧が(a)人三相 4 線式 415/240 V、(b)△三相 4 線式 210・105 V の 2 とおりに切換えられる、耐浸水式 ネットワーク 変圧器と プロテクタを製作、納入した(東京電力(株)向け、ハイライト 参照)。

(2) 関西電力(株)の神戸元町地区 ネットワーク 用 プロテクタを製作した。電圧方式は(異容量) V 三相 4 線式 210-105 V で、V 接続 ネットワーク に特有の、変圧器逆励磁時の平衡化電流に対しては N 相補償方式(特許出願中)を適用し、その影響を受けないようにしている。N 相補償方式を適用しているが、外観は従来の架空式 プロテクタ と 差異がないようくふうしている。

このネットワーク系統に プロテクタ を納入した結果、わが国で実施されている、東京・名古屋・京都・大阪・神戸・福岡の大都市のネットワークには、当社の プロテクタ が使用され、高信頼度電力供給に貢献することになった。

(3) NEMA 規格に準拠した、人三相 4 線式 216/125 V、2,500 A 耐浸水式 ネットワークプロテクタを製作し、マニラ電力(株)に輸出、納入した。

### 2.4 LOE 形高圧地絡継電装置

従来の LOE-2-R 形にかわる高圧地絡継電装置として、表 4.2 のような LOE-4、5 形シリーズを完成発売した。LOE-4、5 形シリーズは、継電器の規格としては最初の JIS である JIS-C 4601 (昭和 43 年 8 月 1 日制定)に適合する高圧地絡継電装置である。JIS 規格において特に考慮されている諸点は、

- (1) 端子記号の集約(他の機器との接続が記号で明確)
- (2) 地絡継電器への動作時間特性の規定(協調が容易)
- (3) 慣性特性の規定(しゃ断器投入時の不要動作をなくす)
- (4) 零相変流器の残留電流値の規制(鉄心材料の進歩)
- (5) 使用温度範囲の拡大(-20°C~60°C)
- (6) 耐久性試験・振動衝撃試験が明確にされた

であり LOE-4、5 形 シリーズ は、JIS 規格を満足しかつそれ以上の性能を有するものである。

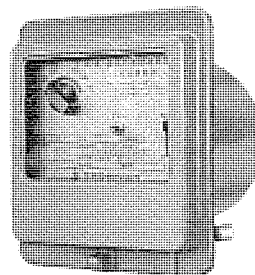


図 4.3 LOE-4 C-R 形 地絡継電器  
Type LOE-4 C-R ground relay.

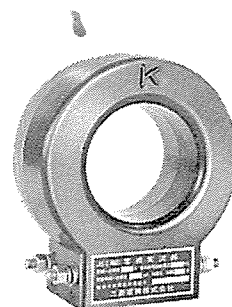


図 4.4 変圧地絡継電装置用 零相変流器  
Zero phase current transformer.

表 4.2 高圧地絡継電装置一覧  
List of high voltage grounding relay equipment.

形 名		用 途
LOE-4 C-R	丸胴形 盤埋込用	CT トリップ方式
LOE-4 V-R	丸胴形 盤埋込用	電圧トリップ方式
LOE-5 V	角胴形 表面取付用	電圧トリップ方式

### 2.5 計器用変成器および電力ヒューズ

- (1) 乾式計器用変成器

43 年度に引き続き屋外用は EPT ゴムモールド、屋内用は プチルゴムモールド および エポキシレジンモールド 形を標準とし、電圧は 6~20 kV まで一般受変電設備として単体または盤収納品として多数製作し納入

した。

## (2) 油入形計器用変成器

油入形は乾式化への過渡期としてやはり重要であるので、小形化・軽量化に努め、一般鋳油入および不燃性油入とも多数製作し納入した。

44年度特筆すべき事項は、70 kV 不燃性油入MOFを製作したことである。

従来より不燃化の一環として、ビル等の地下に納められる機器に不燃性油入形が採用され、当社も30 kV以下のPT、MOFを多数納入していたが、今回、関西電力経由大阪府水道局向けとして、70 kVの不燃性油入MOF (HSF-7形)を製作し納入した。

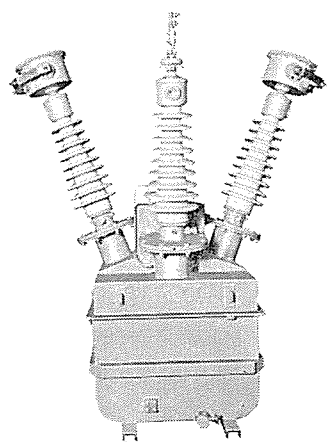


図 4.5 HSF-7 形 計器用  
変圧変流器  
Type HSF-7 metering outfit.

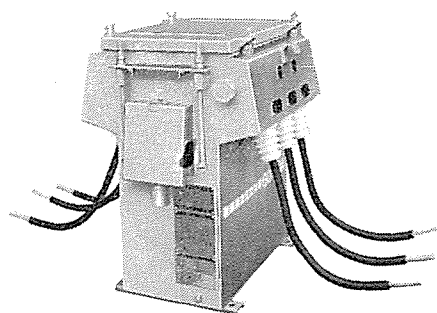


図 4.6 PO-6H 形  
計器用変圧  
変流器  
Type PO-6 H com-  
bined transformer.

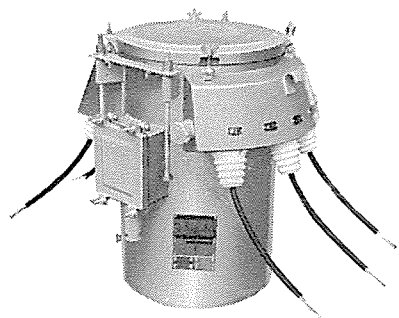


図 4.7 PO-6R 形  
計器用変圧変流器  
Type PO-6 R com-  
bined transformer.

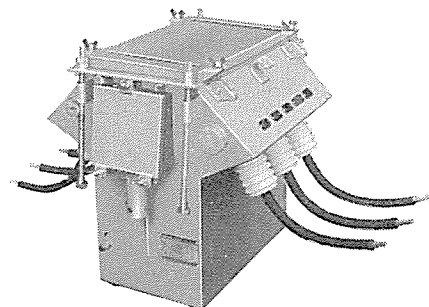


図 4.8 PO-2W 形  
計器用変圧変流器  
Type PO-2 W com-  
bined transformer.

70 kV 級の不燃性油入機器は、変圧器でもまだ製作実績がなく、わが国でも初めてで、従来の経験より不燃性油の特異性を十分考慮して製作し完成した。

今後、さらに受電系統の昇圧、ならびに不燃化の問題がクローズアップされるとき、今回の経験は貴重なものとなるであろう。

## (3) 計器用変圧器

6 kV 用モールド形変成器では、各電力会社でモールド形の特性と実績が認められ、従来の油入形からモールド形への切り換えが行なわれる大勢にあり、本年度は東京電力向け PO-6 H 形 PCT、および関西電力向け PO-6 R 形 PCT、いずれも定格は6号A、過電流強度は150、0.5 S 級、二重比 60-30/5 A 以下をエポキシモールドにより開発した。特に東京電力向け PO-6 H 形 PCT は、従来の油入形からモールド形へ全面的に切り換えられたものであり、生産台数も飛躍的に伸びている。

また新 JIS 規格用として、負担特性ほかを改良した PO-2 W 形 6 号 A、過電流強度40、0.5 S 級、400/5 A 以下も開発し JIS 規格改定に対処できるようになった。

低圧用変流器では、従来のワニス絶縁タイプからブチルゴムモールド絶縁タイプにモデルチェンジを行ない、丸窓貫通形、一次巻込形および角窓貫通形の3種類で形名はそれぞれ CW-R 形、CW-RP 形および CW-RM 形の貫通シリーズ形を開発した。これにより絶縁信頼性を増し、量産化によるコストダウンに成功し一般市販用として好評を得ている。

## (4) 電力ヒューズ

### (a) 限流形電力ヒューズ

CL 形限流ヒューズ 7.2 kV 5~100 A は、昭和 41 年発売以来、非常に小形で、しかも規格最高級のしゃ断容量をもつ高性能のはん用限流ヒューズとして多数使用されているが、最近の電源容量の増大に伴い、大電流定格で、しかも大しゃ断容量をもった限流ヒューズの需要にこたえるため、さらに 7.2 kV 150~400 A のシリーズを開発完成し、44 年 4 月より発売した。標準仕様は表 4.3 のとおりである。また

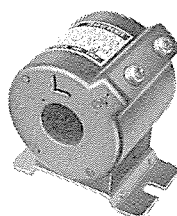


図 4.9 CW-R 形 変流器  
Type CW-R current transformer.

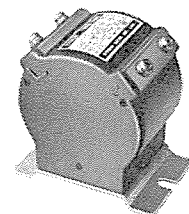


図 4.10 CW-RP 形 変流器  
Type CW-RP current transformer.

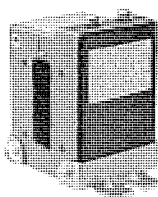
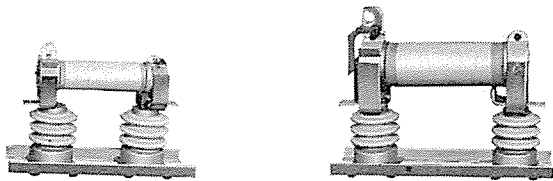


図 4.11 CW-RM 形 変流器  
Type CW-RM current transformer.





7.2 kV 150 A, 200 A 屋内用 7.2 kV 300 A, 400 A 屋内用

図 4.12 CL 形 限流形電力ヒューズ  
Type CL current limiting type power fuse.

表 4.3 CL 形 限流ヒューズ標準仕様  
Standard specification of type CL limiting fuse.

用途	形名	形番	定格 電圧 kV	定格電流 (A)		定格三 相 断容量 (対 称) MVA	定格断 電 電流 (対 称) kA	使用 場 所	標 準 形 式
				支 持 台	ヒ ュー ズ 筒				
は ん 用	CL	なし	7.2 (3.6)	200	150	500/(250)	40.1	屋 内・ 外 用	断 路 形 ・ F-F 接 続
					200				
				400	300				
					400				

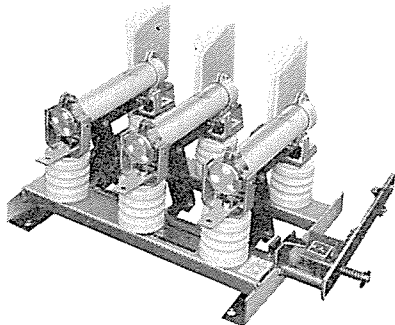


図 4.13 SCL 形 負荷開閉器付きヒューズ  
7.2 kV 5~50 A 500 MVA 屋内用

Type SCL fuse with line breaker 7.2 kV 5~50 A 500 MVA.

外観写真を図 4.12 に示す。

#### (5) SCL 形負荷開閉器付きヒューズ

この SCL 形負荷開閉器付き高圧限流ヒューズは、三菱の長年の負荷断路器の製作経験を生かし、その負荷断部を直接高圧限流ヒューズの上部に組み合わせ、三極単投ツック操作式としたものである。

JISC 4620 のキュービクル式高圧受電設備 (PFS 形) をはじめ、一般の電力回路において最も小形軽量で使用便利なよう考慮しており、負荷開閉器部分は JEM-1210 “交流負荷開閉器” および JIS “高圧交流負荷開閉器” (案) に準拠し、ヒューズ部分は JEC-175 “電力ヒューズ” および JIS “高圧限流ヒューズ” (案) に準拠して設計され、昭和 44 年秋から発売されている。図 4.13 はその外観写真を示す。

### 2.6 特高キュービクル開閉装置

都市配電の近代化にともない、従来の空気断路器を使用した 22 kV キュービクルに代わり、スポットネットワーク用特高キュービクルが開発され納入された。図 4.14 はその一例で乾式変圧器と受電用断路器

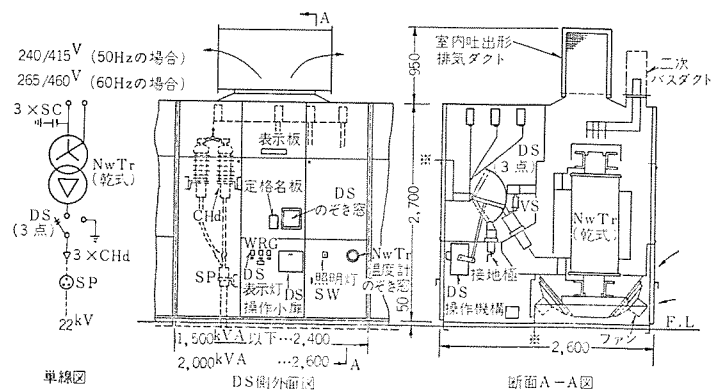


図 4.14 23 kV スポットネットワーク受電変圧器キュービクル外形  
23 kV spot network receiving transformer cubicle.

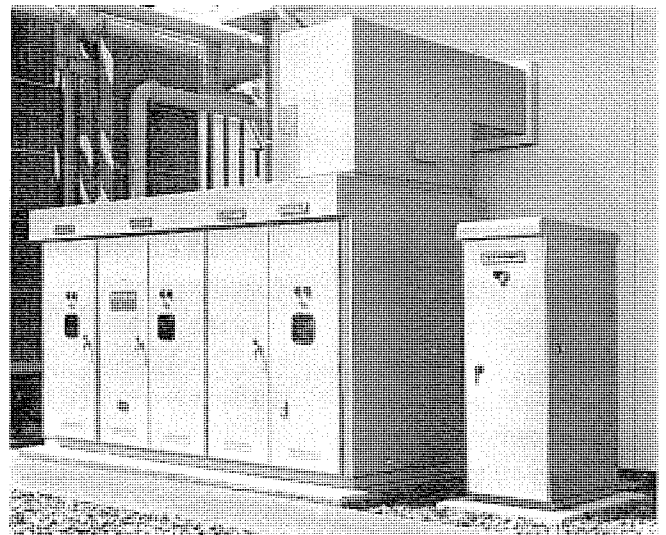


図 4.15 23 kV 1,200 A 全装可搬形屋外キュービクル  
(右端は変圧器クーラ制御盤)  
23 kV 1200 A fully equipped mobile outdoor cubicle.

を組み合わせたものである。とくに、受電用断路器には真空バルブを用いた三点断路器を採用した。この断路器の開・閉・接地の三位置は低圧側断器などとインターロックされ、保守点検の安全性を保証している。また真空バルブを使用しているため、接触子の消耗がなくて保守期間がきわめて長くなり、さらに、断時アークが外部に出ないために、閉鎖設備としての信頼度も向上している。配電近代化の問題点を究明するため、電力中央研究所赤城試験場で大規模なフィールドテストが実施されつつあるが、当社よりは配電塔の一つのモデルとして、真空負荷断路器と電力ヒューズ、および変圧器を一体化した受電キュービクル (ハイライト参照) と、24 kV 1,000 MVA 400 A 真空断器を収納したキュービクルとが納入された。また、比較的回路が単純化されて標準化されやすい配電用受電設備を対象に図 4.15 のような全装可搬形で経済的な油断器収納キュービクルも製作された。

## 5. 工業プラント用電機品

### Electrical Apparatus for Industrial Plant



図 5.9 村野浄水場中央管理室  
Central control room of Murano water purification plant.

昭和 44 年度も前年に引続いて、各種産業界の旺盛なる設備投資および公共事業の伸長などにより活況を呈した。特に鉄鋼プラントにおいては、後半ころより数年前のブームに匹敵するような設備投資計画を各社とも増大される気運となった。工業プラントにおける当社の技術進歩のあとを展望すると、特に顕著な事項としては、

- (1) 電子計算機の各種プラントへの利用応用の画期的増大。
- (2) 大形サイリスタを初めとするサイリスタ機器応用製品の万能時代の到来。
- (3) 各種プラントにおける、作業人員減少のための省力化機器の開発および需要の増大。

以上の3項目を主眼目とする各種システム、および機器の開発が目立った。中でも特記すべき事項としては、

- (1) 鉄鋼(圧延)プラントにおける、『D. D. C. 制御システムの完成』、『熱延におけるコンピュータ AGC 方式による画期的 AGC システムの完成』



図 5.1 条鋼ミル用電機品  
Electrical equipment of wire rod mills.

- (2) 大形サイリスタの標準化

- (3) コンピュータによる水処理プラントの集中管理システム、自動倉庫管理システムの完成

- (4) 其の他特記すべき事項としては、1章『工業プラント一般』に詳述したとおりである。

以下各種プラント別の進歩の成果を総括すると、

- (1) 鉄鋼その他金属工業

日本における鉄鋼業界は粗鋼生産1億トンを超えんとしており、前述したとおり特に活気を呈した。当社においては本需要に対し必要なる電機品を多数製作納入し、輝かしい成果を納めることができた。その分野としては焼結プラント、分塊、厚板、条鋼、軌条、棒鋼、熱延を主体とする熱延プラント、冷延、スキンパス、鋼管などの冷延プラント、酸洗、清浄、鍍金、焼鈍、切断、などの鉄鋼プロセスラインにわたり多数製作納入することができた。技術的には特に他社に先がけ、DDC 制御システム、コンピュータ AGC の完成などがあげられる。また最近の傾向として省力化機器の開発製作に努力を重ね、厚板自動打刻装置をはじめとする各種自動化機器を各社に納入し好評を得ている。サイリスタについては鉄鋼分野に使用することは今や常識化し、当社はすでに50万kWを超える電源装置を納入した。特に最近の傾向として、設備スペースの減少、保守上などの見地より大形サイクスタレクチフォーマの出現、油冷方式の採用などがある。次に回転機関係では、圧延用大形直流電動機のF種化はすでに多数の製作実績を有し、圧延用電動機規格 JEM 1157 (1961) も改訂され、1969年版としてF種およびH種が追加規定されることになった。また保守上の便より、大形圧延用 DCM の冷却方式に水冷式冷却器を使用した空気冷却循環方式の通風システムを採用するものが多くなった。

- (2) 紙パルプ用電機品

昭和 44 年度特に注目すべきことは、サイリスタレオナードによるセクショナルドライブ抄紙機電機品を某社向けとして完成し好調裡に運転している。本プラントに使用した超精密永久磁石形 PG は、リップル  $\pm 0.05\%$ 、ドリフト  $\pm 0.02\%$  以下と言う優秀なものを開発製作したほか、アナログ、デジタル兼用ドラム制御装置を完成したことである。

- (3) その他のプラント

- (a) 水処理およびポンプ場プラント

人口の都市集中化がますます増大のため、水処理プラントの需要も急激に上昇した。特に本プラントではコンピュータ利用による集中管理システムの採用により極力、無人化、省力化が計られた。テレコン、テレ

メーターの使用はもちろんのこと、特筆すべきことは、高圧 (3,000 V および 6,000 V) の浸水式水中 モートル の開発試作に成功したことである。

#### (b) 電解プラント

特記事項として、鹿島電解向けに世界的記録容量 103.5 MW の整流プラントをサイリスタレクチフォーム形式で油冷平形サイリスタを使用して完成したことである。またアルミ電解プラント直流電源として、ディーゼルエンジン駆動、交流発電機電源をシリコン整流して大容量のものを完成したことは本方面における新しい方式の開発として注目すべき点である。

以下各プラントの詳細については 1～7 章を参照せられたい。

## 1. 工業プラント一般

### 1.1 鉄鋼(圧延)プラントにおける DDC 制御システム

計算機制御の分野で、DDC (Direct Digital Control) 方式の採用を最初に試みたのは、1962 年に発表された Monsanto Chemical Co. によって行なわれた化学プラントの制御であろう。これは、RW-300 を使用して 10 ループを DDC に置き換えたもので、あくまで試験的なものであった。以後内外において DDC 方式の効用、経済性、信頼度が論じられ、幾多の応用例が示されてきた。

鉄鋼圧延プラントへの DDC の適用としては、位置制御装置、AGC 制御装置、コイルハンドリング制御装置、尾端・溶接部加減速制御装置等の DDC 化が考えられるが、本邦における実施例は、きわめて少ないのが現状である。

DDC 化推進にあたり大きな問題は、高信頼性、安価、高速演算性の三つの要件を満足する小形計算機の実現であり、当社では、最近の回路技術の進歩を採り入れ上記の要件を満たす DDC 用計算機 MELCOM 350-5 (以後 M-5 と略記) の実現により、M-5 による位置制御装置の開発に成功し、すでに某社において、オンライン実動中である。位置制御装置の DDC 化は、本邦での最初のものであり、AGC 制御装置およびその他の制御装置の DDC 化への基礎ともなり、今後、鉄鋼圧延プラントの自動化、省力化への強力な武器として大きな役割を果たすものとして期待されている。

位置制御装置は、加熱炉まわりのラッシャー、エキストラクターの位置設定、圧延機に於けるロール開度、サイドガイトの設定、精整ラインにおけるせん(剪)断機の刃位置設定など適用範囲が広く、従来は、アナログ方式、デジタル方式により各ループごと専用の制御装置がそれぞれ設置されてきたが、M-5 による DDC 化は、ストアードロジック・時分割による多数ループの同時制御を実現したものである。制御対象への制御出力は、DAC 盤でアナログ信号に変換され、フィードバック検知は、セルシオンを介してシャフトエンコーダより入力されるので、M-5 入出力は、すべてデジタル化されており、その構成は、図 5.2 に示される。

従来の位置制御装置と比較すると次の特長があげられる。

- (1) 多数ループ同時制御による経済性
- (2) 据付面積の減少および配線工事の節減
- (3) 運転方式の変更による手直し、ループ追加が容易である
- (4) 各ループ共通プログラムであるため調整作業が短縮され、スタートアップが迅速である。
- (5) 他の計算機との情報交換が可能なこと。

## 5. 工業プラント用電機品

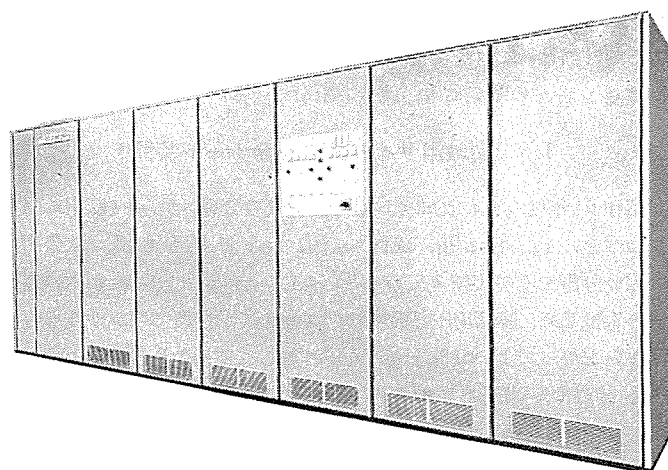


図 5.2 DDC システム  
Direct digital control system.

### 1.2 コンピュータ AGC システム

圧延プラントにおいて製品板厚の精度を確保するために AGC 装置は不可欠であり、従来はアナログ方式が広く使用されていた。しかしこの機能を計算機を用いて、デジタル化しようとする試みがわが国で初めて当社によって計画され、システムの開発も終わって、某社熱延プラントに適用される段階にいたっている。

原理的には材料の塑性変形と、圧延スタンドの弾性変形特性を用いる従来の方式と異なることはなく、スタンドごとの圧延力 AGC と X 線モニターを組み合わせて AGC の機能を果すように構成される。

つぎにコンピュータ化されたデジタル AGC を従来のアナログ AGC と比較して、そのおもなる特長を述べる。

- (1) 据付面積は 1/3～1/4 に減り、配線ケーブルが減る。
  - (2) AGC スタンドが増えても使用スタンドをほとんど増加しないので、それだけ信頼度が向上する。
  - (3) アナログ演算アンプなどによるドリフトがなくなる。
  - (4) 集中的に保守点検ができ、また起動がより容易になる。
- 以上はハードウェア面よりみた利点であるが、これをソフトウェア面からながめると、性能面での相異が明確になる。
- (1) 予測適応制御により、塑性変形式の係数その他のパラメータを自動的に補正したり更新したりできるので、制御精度を常に向上させることができる。
  - (2) ポジティブフィードバック方式ではないので、制御系は本質的に安定であり、オーバーコレクションによる圧下スクリュウのランナウェイは起こらない。
  - (3) 補償回路の関数やむだ時間を正確かつ簡単に変更できる。
  - (4) 制御方式の変更が要求される場合に、盤改造などの作業はなく、プログラムの変更のみで対処できる。

(5) AGC のデータロギング機能を簡単に付加できる。

当社ではデジタル AGC に、MELCOM 350-5 (M-5 と略称) 小形計算機を用いており、これと親計算機 MELCOM 350-30 (M-30 と略称) とのリンケージさせる階級制御の思想を取り入れている。

価格面では、M-5 に AGC と APC の機能を含めることにより、一定スタンド数以上になるとアナログ AGC よりも安価となり、今後ますますこの方式が採用される情勢にある。

圧延プラントの自動化は、究極的には計算機制御による工場の無人化を指向しているものと考えられ、従来の端末機器も次第に計算機



化されていくその過程で、まず AGC が最も手近であるという事情もある。当社はこれを契機にさらに新しい思想を取り入れた制御用計算機システムの開発にも、鋭意取組んでいる。

### 1.3 製鉄用サイリスタレオナード装置

昭和 44 年度のサイリスタレオナードは、従来の分塊、プレートミル用に引きつづき、ビレットミル用、線材ミル用、ホットストリップミル用、軌条用と広い分野でその実績を広めるとともに、コールドストリップミル用の製作をはじめ、製鉄用圧延機のサイリスタレオナード装置で手がけぬものはないといってよい状態となった。これらに使用されるサイリスタレオナード装置は、素子として平形 400 A のサイリスタ FT-500 A を使用しているが、平形サイリスタを用いていながら素子単体を容易に交換できるという画期的な構造の CF-D 形および CF-E 形が主力として生産された。

一方、製鉄補助ラインおよびプロセスラインに対するサイリスタレオナードの適用は従来調質圧延機や酸洗ライン、スリッタ、シャライン等比較的電源容量の大きなラインにその適用が限定されていたが、250 A の平形サイリスタ素子 FT 250 を使用したコンパクト形サイリスタレオナード装置 CF-F 形の出現によって、より小容量のセットへの適用も可能となり、電気すずメッキラインほか、補助ライン、プロセスラインへの応用も増加の一途をたどっている。

現在、サイリスタレオナード装置は、製作開始以来、現在製作中のものも含めて総生産量 500,000 kW をこえるまでに至っている。

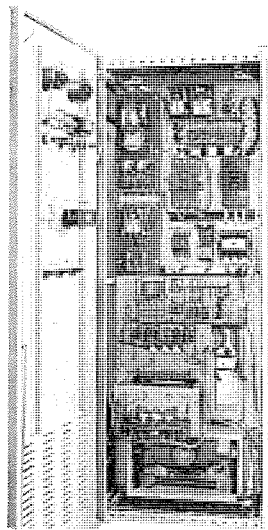


図 5.3 平形 250 A (FT-250) 素子を使用した CF-F 形標準サイリスタレオナード装置  
Thyristor-Leonard.

### 1.4 プロセスライン用抵抗溶接機

昨年当社はヨーロッパ最大の溶接機メーカーでもある英国の BFW 社と技術提携した。本年は BFW 社の技術を基に三菱電機の技術を加へ、独自の抵抗溶接機を製作納入してきた。とくに当社が長年研究、製作してきた三相低周波式溶接機を鉄鋼プロセスライン用ウエルダに応用することと主回路の開閉器をイグナイトロンよりサイリスタに変えて好評を得た。三相低周波式溶接機は単相溶接機に比較して下記の特長を持っている。

- (1) 入力 kVA および線電流が非常に小さい。
- (2) 電源に対して三相平衡負荷である。

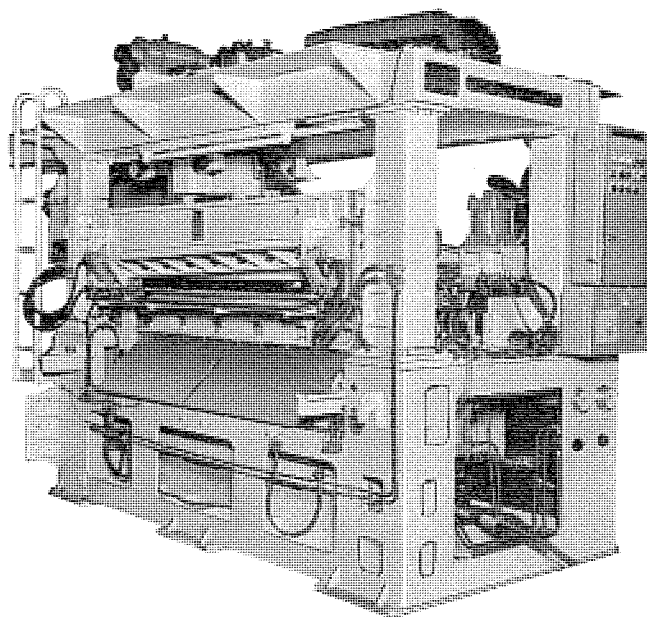


図 5.4 三相低周波式シングルシームウエルダ  
Three phase low frequency single seam welder.

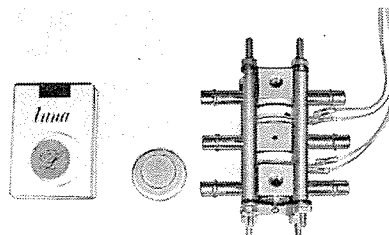


図 5.5 溶接機用サイリスタスタック  
Thyristor stack for welding.

- (3) 力率が高い。
- (4) 短時間に有効に溶接点の温度を上げることができる。

図 5.4 はダイレクト通電方式を採用した三相低周波式シングルシームウエルダで溶接に悪影響をあたえる分流がなく、良好な溶接が行なえる。このために厚板の軟鋼ストリップのみならず、アルミストリップおよび黄銅ストリップ等の大電流を必要とするものに対しても有効な方法としてクローズアップされた。本機はシャ-内蔵形でストリップ停止より溶接まですべて自動的に行ない、これに要する時間は約 25 秒である。溶接円板整形ドレッシング装置も付属している。図 5.5 三菱溶接機用サイリスタスタックで最近納入したプロセスライン用ウエルダはすべてこれを使用した。イグナイトロンに比較してサイリスタは下記の特長がある。

- (1) サイリスタスタックは 2 個のフラパックスサイリスタを逆並列に接続されたユニットとなっておりコンパクトで取付方向に左右されない。
- (2) 振動に対してじょうぶである。
- (3) 動作温度範囲が広い。
- (4) 電力損失が少ない。
- (5) 寿命が半永久的である。

図 5.6 は動作表示盤付きタイマで、ダイオードマトリクス回路と動作表示盤を結合して保守の簡単、迅速の便宜を図った。図 5.7 はダイレクト形トラベルヘッド式マルチスポットウエルダで、4.5 mm 厚の黒皮のステンレス鋼板を自動的に溶接することができる。溶接に必要な時間は約 50 秒である。本機は三相低周波式のため、C 形フレームのふところにはいつてくる磁性体による影響が少なく全幅に対する電流の変化もなく、最適の溶接条件で確実に溶接を行なうことができる。昭和

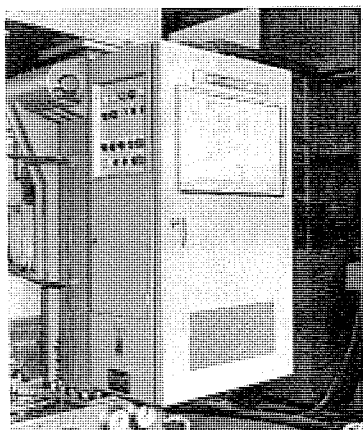


図 5.6 動作表示盤付き半導体 タイマ  
Semi-conductor timer with operation indicating panel.

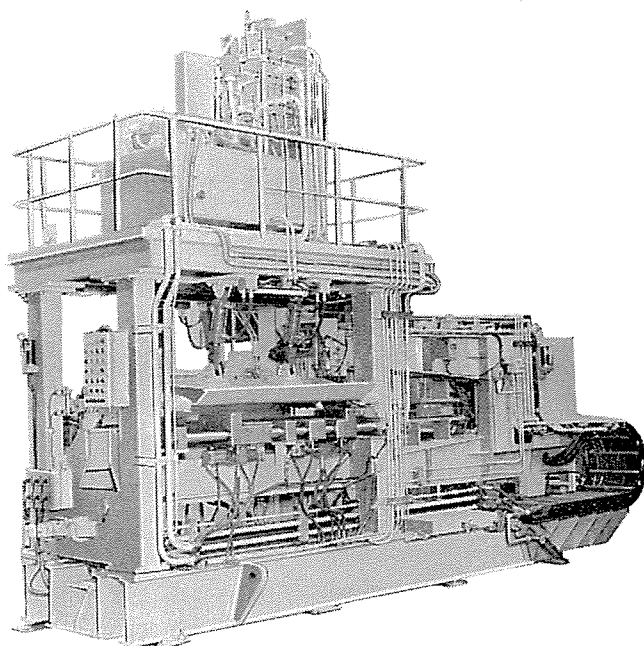


図 5.7 トラベルヘッド形 マルチスポットウエルダ  
Travel pet type multi-spot welder.

44 年は鉄鋼 ライン 用ウエルダとして シングルシームウエルダ、トラベルヘッド形 マルチスポットウエルダ、マッシュシームウエルダ 等各数台を製作納入した。次には三相 フラッシュパットウエルダが期待されている。

### 1.5 超精密永久磁石式パイロット発電機

最近の電動力応用における速度制御精度の向上に対処するため、画期的な精密直流 パイロット 発電機を完成し、すでに抄紙機用、線材ミル 用として納入し、好調に運転している。

#### (1) 仕様

100 V または 200 V, 1,000 rpm

#### (2) 精度

低周波電圧 リップル	±0.05 %
電圧 ドリフト (周囲温度 20°C deg 差)	±0.02 %
電圧/回転速度の直線性	±0.1 %

このパイロット 発電機的设计にあたっては、とくに電圧ドリフトと機械的信頼性に重点を置き、数々の工夫をこらした。

(1) 永久磁石には電圧調整 ボルト を設け、さらに温度補償装置付き。

(2) 着磁 コイル 内蔵。

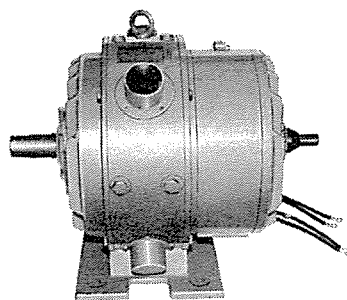


図 5.8 超精密直流 パイロット 発電機  
Super precision DC pilot generator.

(3) 機械的にがんじょうな構造。

(4) ブラシホルダはレバー 押え式、上部 2 アームに取り付けとし、取り扱いが容易である。

### 1.6 大阪府水道部納め水系集中管理システム

大阪府水道部の主要浄水場である村野浄水場は、最大 処理 能力 1,247,000 m<sup>3</sup>/D を有する最新鋭浄水場であり、大阪市周辺に発展しつつある衛星都市への給水に役割を果たしている。村野浄水場は、枚方市北部の淀川左岸にある磯島取水場で取水した原水の浄水処理を行ない、浄水は北へ郡家、小野原、また南へ四条畷、枚岡、美陵、狭山の各ポンプ場を経由して 25 市 9 町へ送水を行なっている。今回、上記の浄水処理、送水系 システム に当社製の次の装置

12 GHz マイクロ 設備

テレメータ データ 伝送装置

MELDAP-6000 計算機

MELDAP-8000 データ 処理装置

を導入し、上記の 1 取水場、1 浄水場、6 ポンプ 場、および ポンプ 場に付属する浄水池のデータを村野浄水場中央管理室に収集し、村野送水系 システム に対し取水から浄水処理、送水までの集中管理を行ない、統一のとれた操作、および水の有効利用、経済的運用を目的としたものである。

浄水場内部の集中管理は MELDAP-6000 H 計算機が専用に行ない、浄水場内の運転状態 データ の収集、日報作成、計算機制御 (薬品注入、ろ過池、送水) を行なっている。また、この計算機は浄水場内部の集中管理にとどまらず、送水系の集中管理の役割りをも果たしている。

送水系集中管理 システム は、各現場 (取水場、ポンプ 場、浄水池) の運転状態を 200 BAUD の伝送速度で送られてきたデータを MELDAP-8000, MELDAP-6000 H で読取り、MELDAP-8000 では日報作成、操作員への供給を行なう。また MELDAP-6000 H では各現場の状態を把握して、各ポンプ 場の送水流量予測、送水圧力、取水量の制御計算等を行なって MELDAP-8000 データ へ転送を行なう。MELDAP-8000 ではこの計算結果にもとづきアナログ出力を行ない、テレメータ データ 伝送装置、12 GHz マイクロ 設備を経由して 現場機器へ指示される。

以上のシステムの導入により、比較的むずかしいとされていた取水から送水までの全系統の集中管理、統一のとれた操作、および水の有効利用が可能となった。

また大阪府水道部ではこの結果をもとに、将来はこれから延びる村野浄水場系のポンプ 場と、既設の庭窪浄水場 (最大処理能力 203,000 m<sup>3</sup>/D) システムの導入も考慮され、15 局までの拡張を計画されている。

## 2. 鉄鋼その他金属工業

### 2.1 PCCS の鉄鋼プラントへの応用

製鉄製鋼および圧延プラントに代表される鉄鋼生産プラントへのPCCS（計算機制御システム）の導入は、最近とみにその加速度を増し、常識化してしまった感さえある。これは計算システムの著しい信頼性の向上、およびユーザー側のシステムに対する認識の向上によるものであろうが、その背景には操業の自動化による省力化対策の有力な決め手の一つと見なされていることもいえない事実である。

計算機の性能向上によりその機能を十分に利用しようとする試みは、勢いシステムの規模を拡大させる結果となるが、1台の計算機にすべての機能を含めようとすれば、システムダウン時その及ぼす悪影響の範囲がそれだけ大きくなり好ましくない。そこに出現してきたのがハイアラキシステム（計算機の階層化）の思想で、これは全体の機能をレベル分けして、それぞれのレベルの機能を別の計算機が分担し、それらを順次リンケージしようとする試みである。

当社においてもいち早くこれらの動向を察知し、MELCOM 350-30（M-30と略称）およびMELCOM 350-5（M-5と略称）の、レベルの異なる計算機のリンケージシステムを開発し、圧延プラントをオンライン制御して実績を上げている。この例では小形のM-5計算機は、従来のワイヤードロジック方式の位置制御装置に代えて、多数の位置制御ループの時分割制御や、デジタル化AGCなどのDDC（直接デジタル制御）機能を有するコントローラとして動作し、圧延機全体のプロセスは大形のM-30計算機が監視しており、必要なデータはデータリンク装置を介して相互に伝送し合う形態をとっている。このシステムのおもな利点は、機器据付面積と配線工事の簡単化と制御性能の向上およびその変更の融通性にある。さらに一定の制御ループ数またはシーケンス機能を持たせれば、价格的に従来のワイヤードロジック装置に十分匹敵しうることも、末端機器の計算機化を促す大きな理由の一つとなりつつある。したがってこのような階層化は今後の一つの方向を示すものとして、大いにその発展が望まれる所である。

鉄鋼プラントのオンライン制御の別の方向として、制御内容が高度化し、自動化の度合いが進むにつれて最終的にはほとんど工場の無人化を目ざそうとする傾向が現われつつある。この場合にはシステムダウンは工場の機能停止につながり、それは直ちに生産高に影響してくるので、それを極力避けるために、バックアップシステムを設置するとか、仮にダウンしても短時間で復旧を計れるような考慮が要求されるようになるであろう。このように鉄鋼プラントに対する制御用計算機システムの機能および信頼性の向上に対処すべく、当社でも新しい方式が開発され実用に供されつつある。

### 2.2 厚板自動打刻装置

厚板精整ラインにおける労働条件の改善、省力化を目差してあらゆる運転条件、制御信号、データ通信を受けて選字し、打刻する厚板自動打刻装置を完成した。本機は試作打刻機の運転打刻動作データをもとに、さらに改良を加えて製作された実用第1号機である。本装置の特長は次のとおりである。

特長

- (1) 鮮明な打刻印
- (2) 適確な選字
- (3) 刻印の取換容易

- (4) 鋼板面の多少の起伏でも打刻可能
- (5) 短時間の選字、打刻、復帰
- (6) 選字結果印字の表示、プリントアウト可能
- (7) 選字目標と選字結果の照合回路付き
- (8) 計算機、キーボード、カードの信号による運転可能
- (9) 構造簡単、保守容易
- (10) ライン上厚板のトラッキング制御との組み合わせで全自動運転可能

構成

機械装置と電気装置の二つから構成される。

機械装置

- (1) 架台

厚板精整ラインテーブルをまたぐ、門構え構造の架台で、台上は台車が走行することができる。

- (2) 台車

打刻ヘッドを懸垂し、上昇下降させる機構を有し、架台上を走行することができる。

- (3) 打刻ヘッド

打刻機の主要部分で選字機構、打刻機構を有している。

電気装置

- (1) 機械駆動用モーター 電源盤（装置）
- (2) リレー制御盤
- (3) 自動制御盤

データ受信、コード変換、記憶、各種ゲート回路、数字整列回路、演算、判断回路、選字回路、目標結果照合回路、プリントアウト信号回路、表示回路、台車走行自動位置制御回路等各種自動制御回路を内蔵

- (4) 表示盤

選字目標と、選字結果の印字をランプ表示する。

- (5) 操作盤

上記各種制御の運転モードの切換、手動操作器具、選字キーボード、台車位置表示等各種運転表示監視装置を備えた総合運転盤である。

仕様の一部

- (1) 刻印寸法

タテ 10 mm, ヨコ 5 mm

- (2) 印字間隔: 15 mm

- (3) けた数（一列の字数）20

- (4) 打刻ハンマー 高さ選択により打刻エネルギー可変



図 5.10 厚板自動打刻機  
Automatic stamper for steel plate.



#### (5) テーブル 幅方向の打刻位置自動制御

### 2.3 厚板自動採寸装置

#### (1) 概要

製鉄ラインの自動化は近年著しいものがあるが、精整ラインにおいては、現在でも人手に頼る作業が少なくない。最近この精整ラインの自動化に対して、鉄鋼メカの関心が高まり、各種自動機械が要望されるようになった。たとえば、圧延鋼板の内部欠陥を検出する冷間、熱間超音波探傷装置、鋼板に規格や、製造ナンバ等を刻印する自動打刻機などである。当社ではかねてよりこの未開拓の各種機械の開発に着手し、試作研究を進めてきたが、昨年は、厚板精整ラインにて厚板を分割切断する位置にマークする厚板自動採寸機を製作、某社に納入した。

#### (2) 動作原理

厚板自動採寸機とは、精整ラインに送り込まれてきた鋼板上の切断位置にけがき線を入れる機械である。本装置は大別して、架台、台車、電気制御装置からなる。精整ラインのローラテーブルに沿って敷設されたレール上を、マーキング装置を積載した台車を自送させ、台車の走行距離をパルスカウンタで計測して、あらかじめ指示した位置で自動停車させ、塗料を厚板上にスプレーする。けがきは、幅10mm、長さ100mmの線で、従来3～5人の作業員で採寸、けがきを行っていたものが、本装置により1人に減り、省力化に貢献し労働条件も著しく改善された。

#### (3) 制御方式

台車の走行方向位置制御は、高精度、信頼度の面からデジタル位置制御方式を採用している。操作盤上の設定器で1回分の採寸長を設定し、これと台車に取り付けたパルス発信機で検出した台車走行距離を、デジタル比較を行なって所定の位置に精度よく台車を停止させる。台車走行モータはサイリスタレオナード方式の可変電圧制御を採用しているので、制御精度が高い。

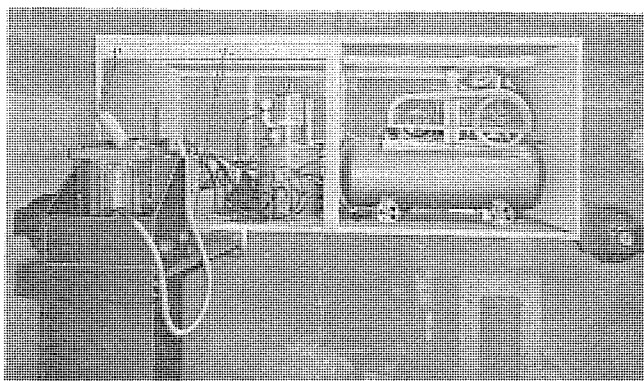


図 5.11 厚板自動採寸機  
Automatic measuring & marking device for steel plate.

### 2.4 ストリップ先端・尾端自動切断装置

パイオフリールに装置されたコイルの先端つまりストリップの先端を引き出し、ロールにて圧延してテンションリールで巻取るとき、ストリップの先端、尾端には鼻曲がり、耳の波打ちなど形状不良があって、通板の際ロールやテンションリールに損傷を与えるばかりでなく、製品にもなり得ないので、通板に先立ちストリップの先端を、またストリップの尾端が抜ける前に尾端を切断する必要がある。本装置はこの一連の動作を自動的に行なわせるように考えられたものである。

先端切断はカット長さと枚数をあらかじめセットして自動通板を行

なうと、自動的に切断しセットした枚数を完了したときにカット完了信号を出し通板を続けるものである。尾端の自動切断は他の自動減速装置と相まって、パイオフリールを低速で離れてきたストリップの尾部を、尾端から一定長さのところで自動切断する制御を行なうものである。本装置は上記の制御をデジタル量にて行なっているので、精度が良く信頼性の高いものである。

### 2.5 コイル長（コイル重量）自動減速装置

パイオフリールより一つのコイルを巻きほぐし出側テンションリールにて巻取る際に、一つのコイルを分割して巻取る必要がある。このため重量に比例したコイル長を知り、その長さを出側にて巻取ったときにラインを停止し、切断する制御を行なう。

上記一連の制御を最適に行なうために考えられたものが本装置である。メジャリングロールに取り付いた回転パルスを送信機の長さ按比例したパルスをカウントすることにより、巻取り長さをデジタル的に計測する。一方この巻取り長さ、あらかじめプリセットされた希望する巻取り長との差、つまり残り長さとライン速度とをアナログ量にて比較し、そのときのライン速度において最適の減速開始点を見出す。さらに減速が完了し所定の減速度になった後、巻取り長さとプリセット長さが一致したときに停止指令を出す制御を行なうものである。

本装置は鉄鋼会社自身にとって歩留まりを向上させ、圧延時間のむだを防ぎ、さらに省力化をも目的としているので最近のラインでは欠かせないものとなっている。

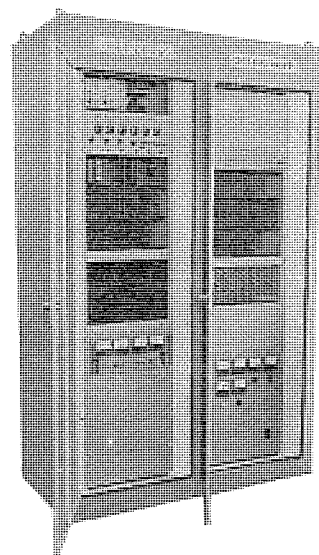


図 5.12 コイル長自動減速制御盤  
Automatic coil length control panel.

### 2.6 分塊厚板圧延用電機品

最近の大容量分塊厚板ミルについては当社は多くの実績を持っており、いずれも好調に運転している。最近の傾向は、顧客のきびしい要求を満足し、そのうえ生産の合理化を計るために次の事項が必要とされている。

(1) 駆動電動機の許容最大出力を有効に使用して加減速・逆転時間を短縮し圧延能率を向上するため、全ラインサイリスタ電源とする。

(2) 制御用計算機、プリセット装置の設置により圧延減速距離の予測によるスタンドかみ離し距離の短縮化、および圧下整定時間の予測によるテーブル逆転のタイミング計算による生産量の増大などがある。また制御用計算機は、自動データロギング、運転の自動化、最適スケ

ジュール計算等種々有効な役割を果たすが、特に板厚・板幅の制御は、オンラインスケジュール計算を圧延前に行ない、圧延を開始すると各パス終了後、圧延圧力、圧延速度等の実測データをフィードバックして、スラブの鋼種、加熱炉内焼上がり温度などによりパススケジュールを自動的に修正し、最終パス時にはきわめて良い精度にて目標板厚を出している。

(3) 厚板では板の先端から尾端まで均一な厚さの板を圧延するため AGC (自動板厚制御) を採用する装置。方式は、ロールフォース、ロックオン方式であり圧下モータの GD<sup>2</sup> 減少、駆動用電源のサイリスタ化による応答速度の向上などにより、板内板厚変動の目標値よりの偏差減少が達成されている。

(4) 徹底した自動化を実施して少数の人員で生産を行なうこと。分塊では均熱炉からパイラ、トランスファーまで、厚板では加熱炉入側より、精整ラインまで種々の自動化装置が設置され、全体を制御用計算機にて管理する方式が現在順調に実動しており、また計画されている。自動化装置としては、起重機のリモートコントロール、加熱炉装入スラブの自動位置決め、スラブの自動装入、自動抽出、自動移送、採寸機、打刻機、寸法検定機、などが実施ないし現在設計中である。特に厚板自動打刻機は生産管理の目的と合って現在業界の注目をあびている。また現在小形計算機 (MELCOM 350-5) が、従来のカード方式によるプリセット盤、自動シーケンス回路の範囲を行なうようになり、検出装置の追加によるだけで、自動運転の拡張が可能となっている。

## 2.7 ホットスリッパミル用電機品

### (1) 設備の大容量化と自動化

最近のホットスリッパミルでは、90°程度の広幅、最高速度 1,300～

1,500 m/min 程度の高速化された大容量設備となっており、しかも製品精度の高いものが要求される。ミル電気品もこれに対応すべく完全な自動化が全ラインに施され、計算機制御システムと協調し高生産性、高品質のスリッパ生産を行なっている。

さらに高速ミルの加減速能力を高めるために仕上電動機は低慣性、タンドム電機子、F 種絶縁の採用が行なわれ綿密なスリッパ走行ダイヤグラムの検討より過度荷耐量、サイリスタ容量、テーブルセクション区分の決定が行なわれる。

図 5.13 にホットスリッパミルの自動化システムを示す。システムの骨子は、プロセス計算機 MELCOM-350/30 (M-30) と DDC 計算機、MELCOM-350/5 (M-5) とによる親子コンピュータシステムである。

プロセスコンピュータ M-5 は粗および仕上のスケジュール計算、仕上温度および巻き取り温度計算、仕上圧延機のギャップタイム一定制御のためのペーシング計算等を行ない、DDC 用 M-5 や他のプロセス機器を制御する。また加熱炉の燃焼制御をプロビジョンとしている。DDC 用 M-5 計算機はタイムシェアリングにより多重ループのプリセット制御、シーケンス制御を高速に行なうよう設計されている。M-5 による DDC プリセットの詳細は、1.1 節を参照されたい。

スラブはスラブレベリングテーブル上から所定の加熱炉入側テーブル上に自動停止する。ウォーキングビームタイプの加熱炉であれば、加熱炉内のスラブ間隔が一定となるようプッシャにてスラブ自動装入が行なわれる。

炉内で加熱されたスラブは、計算機の指令により炉出側テーブル上へ自動抽出され、VSB を経て粗圧延機にて圧延される。粗圧延機の圧下、エッジ、サイドガイド、テーブル速度はスケジュール計算の結果によりプリセットされている。近年では設備スペースの縮小のために、クロズカップルの粗圧延機が設置されるが無張力制御のためにループが設置される方法とループを設けず張力電流により圧延速度を制御する方

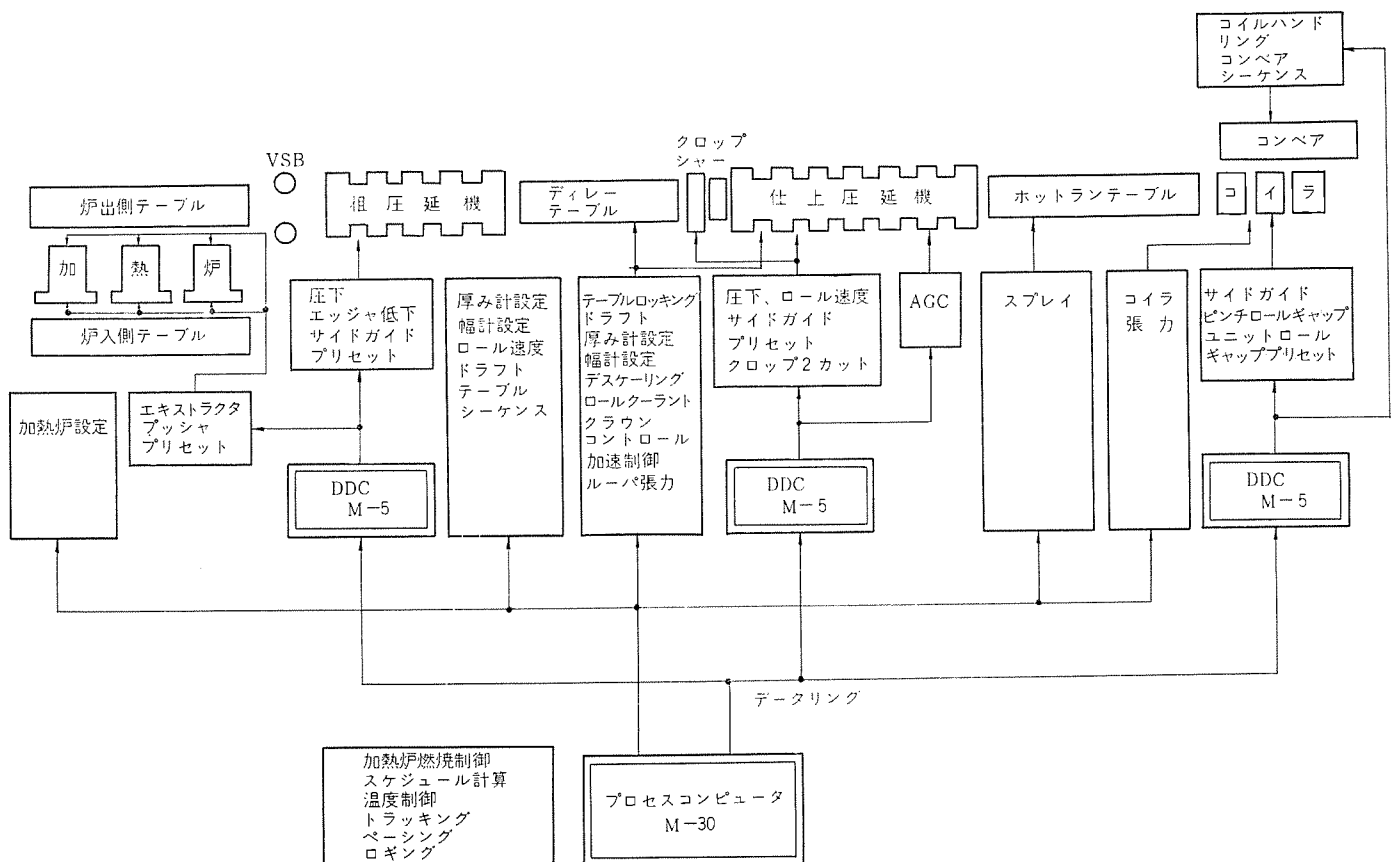


図 5.13 ホットスリッパミル自動システム  
Hot stripmill automatic system.

法とがある(特許申請中)。粗圧延機のデスケリングは自動的に噴射される。

粗圧延機で圧延されたスラブは、ディレーテーブル上へ送られるが、ここでは先行スラブのギャップタイム制御や、仕上温度制御のためのテーブルロック制御が行なわれる。

クロップシャーにてスラブ先端と尾端が自動切断され、仕上圧延機のかみ込みやすさを助けフィシュテイルによる圧延機破損を防いでいるが、切断歩留り向上のために当社が開発した形状認識装置が使用されている。ロングスラブからコイル2個を圧延する場合クロップシャーにて設定された長さに自動切断される。

仕上圧延機の各スタンドは圧下、速度、サイドガイドがスケジュール計算によりプリセットされており、所定の板厚、良好な形状で圧延されるよう制御される。自動板厚制御(AGC)システムがスタンド間ループの定張力定位置制御とともに、圧延中のスキッドマーク温度降下等の外乱に対して絶対板厚を適正な値に保つ。

川崎製鉄(水島)および神戸製鋼(加古川)の新ホットストリップミルには、M-5による完全なるデジタル制御のコンピュータAGCシステムが採用されている。図5.14にコンピュータAGCシステム図を示すが、M-5は全スタンドにAGCを行っており、ロールフォースAGC、X線モニタ加速補償尾端補償ループ補償のほか、コンピュータAGCの特性を生かしたフィードホワード制御やプロセスコンピュータとのデータリンクによる高度のAGCを行なっている(特許申請中)。

従来仕上温度を一定に保つために、仕上圧延機はわずかな加速率で加速圧延を行っていたが、近年生産性アップのために早い加速率で加速圧延を行なう。この場合、仕上温度はスタンド間スプレーにて計算機制御される。また加速圧延後の通板速度への自動復帰が行なわれる。

製品のや(冶)金学的特性を均一にするために巻き取り温度がホットランテーブル上のクーラントスプレーにより計算機制御される。コイル巻き取りは自動尾端停止により所定の位置に尾端が停止するよう制御され、さらにコイルハンドリング、コンペア、バンディング、秤量シーケンスがM-5 DDCシーケンスにより行なわれる。

## (2) 電動機

冷却は各スタンドごとにユニットクーリング方式として外気からシャ断し、塩害その他の原因による絶縁低下のないよう万全を期している。なお冷却ファンおよびクーラを適当に分割してあるので、それらが1台故障を起こしても支障なく圧延が継続できる。

ホットランテーブル用には、永久磁石励磁式直流電動機を採用したほか、

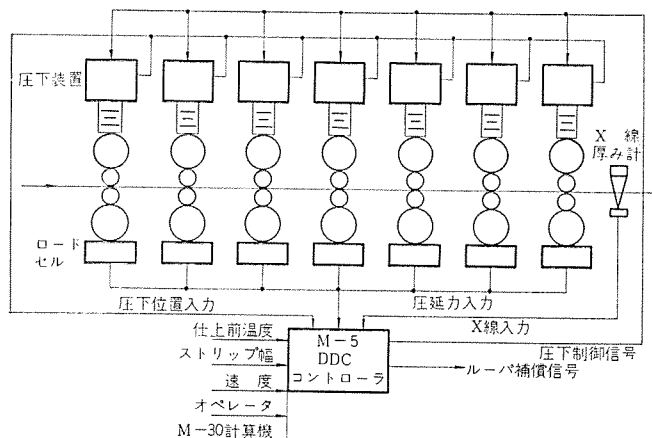


図 5.14 コンピュータ AGC システム (特許申請中)  
Computer AGC system.

低速度用 800 番形直流電動機については、従来の観念にとらわれることなく、防水対策を十分に考慮した新機軸標準系列を制定し、全的に採用している。

## (3) 電源系統

設備の大容量化により仕上主機サイリスタ電源は 60/70 kV ラインよりじか(直)落としとされる。主機主回路は、トランス結線の組み合わせによりスタンドあたり 12 相となり、3 スタンドで組み合わせ 36 相とし高調波発生を抑制している。主回路は、当社 1 号機サイリスタからの標準である循環交流なし逆並列接続回路であり、平形両面圧接構造のセンターゲート方式 FT-500 A 素子 (400 A—2,500 V) の使用と ASR 制御系にて安定で高精度の制御を行なうとともに、事故保護に対しても万全の対策を施している。サイリスタ負荷の場合は系統の無効電力が大きくなり(変動分として 100~120 MVAR 程度)、電圧変動の問題を生じるが、この対策として下記のものをいくつか組み合わせて施している。

- (a) 粗同期電動機の無効電力制御
- (b) 進相コンデンサのサイリスタによる同期開閉
- (c) 同期コンデンサ設置

## 2.8 棒鋼圧延用電機品

棒鋼ミルラインは、均熱炉より出たインゴットをまず孔形に通すのに都合のよい形状にまで圧延し、孔形圧延ロールの最終孔形にその熱材を通し、定まった形状の棒鋼に圧延するものである。従来の棒鋼ラインでは、スクリュの圧下は手動、もしくはプリセット盤で、定められた圧下スケジュール(カードまたは DIG スイッチで指示されている)に従って、オペレーターが圧下押しボタンを押すたびに圧下設定が行なわれていた。ミル運転の自動シーケンスはリレーで組まれていた。

最近当社が手がけた某製鉄所棒鋼ミルラインは、インゴットテーブルから、1st ミル・ホットスカーファーマー・シャー・2nd ミル・No. 2 ホットソー・クーリングベットまでのラインである。1st ミルは 3,750 kW 直流可逆モータでツインドラプターであり、2nd ミルは 2,250 kW 直流可逆モータでツインドラプターである。

この棒鋼ミルでは、MELCOM-350/30 大形制御用計算機(コアメモリ 64 k)、同 30/5 小形制御用計算機(オールコアメモリ 16 k)を導入している。MELCOM-30 は製鉄所全体を管理する計算機の下で、このライン全体のトランッキング、圧延スケジュール計算、APC への設定指示、均熱炉炉温度制御、位置設定値指示等をオンラインで行なう。DDC コンピュータ M-5 は M-30 のもとで、2nd ミル自動運転、1st. 2nd ミル圧下設定、ホットソーゲージ位置設定をオンラインで行なう。

DDC コンピュータは、それ自体が制御ループの一要素となるため、非常に高い信頼性が要求されるものである。またフィードバック検出用のシャフトエンコーダには、変換コードのあいまいさをなくするためと、純二進級数への変換を簡単にするために、国産のグレイコード符号板を採用した。従来、サイリスタ盤と可変電圧制御盤とは、大きなプラントでは別置になっていたが、今回これらの盤の一体化を図り、工事、保守点検を容易なものとした。このピレットミルは孔形ミルのため、孔形の出入側に HMD を各 1 個取り付け、熱塊検出ミスのないようにした。この方式であると、どの孔形で熱塊が圧延されているかの検出も可能である。

## 2.9 条鋼ミル用電機品(某社向け)

本設備は、粗・第 1 中間・第 2 中間、仕上の全 24 スタンド、2 ストラ



ンドのミル群を中心とし、4台のロータリー、4台の巻取機、百二十米に及ぶ冷却床設備等より成っている。機械設備は三菱重工が担当し、当社は炉前よりコンベアに至る全ラインの電気品およびその制御を担当した。

主機直流電動機は、全21台、最大容量900kW、総容量13,400kWである。直流電動機の駆動は主機、補機ともすべてサイリスタ電源によっており、サイリスタ電源の総容量は18,700kWとなる。本設備は、随所に当社の最新の技術が駆使されているがおもな特長は次のとおりである。

(1) 主機電動機は低慣性でしかも大きな電流変化率に耐えるよう特別な考慮の下に設計されている。

(2) 速度制御用パイロット発電機には、完全オーバハング形を使用し制御性能の向上をはかっている。

(3) 主機電動機駆動用には一方向きサイリスタレオナード装置を採用、サイリスタ素子は、FT-500形(400A 2,500V)の高性能素子を使用している。

(4) 速度精度および、線材かみ(噛)込み時の衝撃降下、復帰時間はきわめて小さく、優秀な制御特性を得ている。

(5) 巻取機に要求される停止精度は特にきびしいが、低速度時、パルス状の速度基準を与える方式を採用し、 $\pm 3^\circ$ の停止精度を実現した。

(6) 冷却床のローモータは、サイリスタ電源でM-Gセットを駆動し、可変電圧(VV)可変周波数(VF)制御を行なっている。

(7) 動作ひん度の高い巻取機と冷却床の制御ロジックは、すべて無接点回路とし、高い信頼性、長寿命を期した。

(8) 冷却床の動作タイミングはトランジスタ増幅器を主体とした。ライン速度の2乗の関数タイマーを使用し、完全に自動化した。

なお本設備は、現在順調に運転中である。

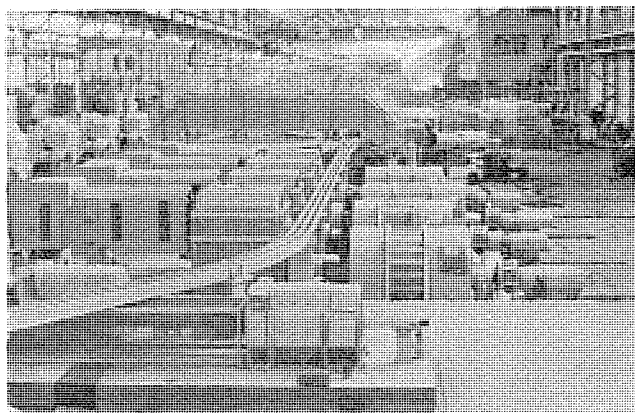


図 5.15 条鋼ミルプラント  
Wire rod mill plant.

## 2.10 低温用 HMD

可視光および赤外線にも感度を有する PbS 半導体セルを検出素子としたふく射光検出形の HMD で、比較的低温の熱塊や線材の検出に最適である。PbS の温度ドリフトは、素子の前で円板を回転させて光をチョップして照射することによって避けているほか、ケースを水やほこりからシールする等使用環境を十分考慮して設計している。

検出温度 400~1,000°C

設計距離 1~6 m

被検出物寸法 8 mmφ 以上 (設置距離 2 m で)

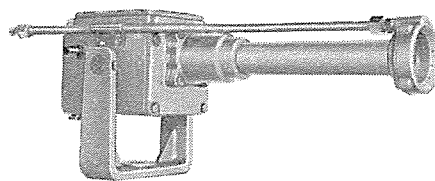


図 5.16 低温用 HMD  
HMD for low temperature.

## 2.11 光導形 HMD

光導形 HMD は、従来の HMD 受光器を集光部と光電変換部に分離し、その間を長さ約 3 m のファイバー-optekスで光導するようにしたまったく新しい HMD である。耐熱性に問題のあった光電変換部(光電素子とプリアンプで構成)を分離することにより、受光ヘッドが大幅に小形化され、耐熱性耐食性が向上したためミルまわりのようにスタンド壁に妨げられてライン側面から光学的に見通せない場合や蒸気、煙等のふん囲気による影響を軽減するため被検出物にできるだけ接近して監視したい場合等に非常に有利である。

検出温度 650°C~1,300°C

設置距離 0.25~1 m

被検出物寸法 40 mmφ 以上 (設置距離 0.5 m で)

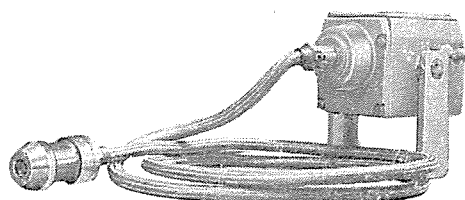


図 5.17 光導形 HMD  
Photo-conductive HMD.

## 2.12 ダンテムコールドミル用電機品

最近建設中のタンデムコールドミルは、ブリキ材圧延を目的とした6スタンド圧延速度 2,300 m/min の超高速ミルである。高速圧延においては機械振動が問題になるが、機械系電気系を総合したダイナミックシミュレーションにより検討を行なっている。電源系統はスタンド当たり上下ロールで12相とし、全体で36相とし高調波抑制を配慮している。主回路は当社標準の逆並列接続でマイナーループを持った速度制御を採用している。

設備の大容量化、省力化に対して親子コンピュータシステムが採用されている。親コンピュータ MELCOM 350-30 (M-30) はスケジュール計算、生産管理、解析等を行ない DDC 用 MELCOM 350-5 (M-5) は圧下、速度、ガイド等のプリセットおよび、自動減速やコイル尾端停止等の DDC 制御を行なっている。さらに連酸設備に設置した M-5 とのデータリンクにより酸洗データの転送も計画されている。

従来タンデムコールドミルのコイルハンドリング、自動通板等の自動化設備は原理、手法は解明されているが、スタンド内電動機、リミットスイッチ、セルシンのセンサーの信頼性に問題があり、自動化設備が十分に活用されていなかった。この対策としてリミットスイッチの個数はできるだけ制限し、スタンド内のリミットスイッチセルシンは特に防水防油形のものを開発し、スタンド内の配線に配慮して信頼性ある自動化を行なわせめるよう設計されている。

AGCについては通板時、加減速時も含めたダイナミックシミュレーションを徹底的に行ない、最適系を適用している。特に極薄のブリキ材では、圧下によるしぼり込みを防ぐために張力によるAGCを多用している。主電動機の冷却はユニットクール方式とし、サイリスタ制御アンプはIC化して部品数を減少させメンテナンスフリーに近づいた設計となっている。

従来のタンデムコールドミルはバッチ式圧延機であるが、プロセスラインと同じく入側設備でストリップを溶接する連続ミルがプロポジションとして持たれている。連続ミルの目的は生産トン数の増大、通板問題の除去、加減速時オフゲージの減少等である。連続ミルで連続圧延中のスケジュール変えが親子コンピュータにより容易に行なわれると期待されている。

## 2.13 スキンパスミル用電機品

最近の鉄鋼業界の設備投資の増大に伴ない、当社も多くのスキンパスミル用電機品を製作納入した。人件費増大による鉄鋼メーカーの作業員の削減という方策は、電機側への要求もきびしく、特に高効率、高能率、高信頼性を有する電機品が要求されてきている。

当社の納入したスキンパスミル用電機品は、その要求に合致すべく、すべてサイリスタレオナードおよび多くの自動化装置が備えられ、作業性の増大に大いに寄与している。また、主電動機に循環式通風冷却が採用され、機内の清浄、汚濁による事故の防止等信頼性も大幅に増大した。

以上述べたように、従来のものに比較して大幅な進歩が見られるのであるが、技術の進歩は著しく、当社も以下の各項について、開発中あるいは製作中である。

### (1) コンピュータのDDC制御による自動シーケンス

本方式は、直接デジタル制御による部品の減少等に伴ない、高信頼性が期待できる。

### (2) ロードセルあるいは、ストレインゲージを使った直接張力制御

本方式は、スキンパスの生命とも言える張力を直接検出することにより、操作性および製品の向上が期待できる。

### (3) 各部品の静止化

従来、電子制御部品については静止化が進んでいるが、電子部品以外についても静止化、特にIC化を計ることにより、メンテナンスフリーに近づいている。

### (4) 最大トルクリール制御(特許申請中)

つねに、電動機の出しうる最大トルクを利用して、加減速を行なおうとしている制御方式であり、加減速時間の減少による生産性の向上、および電源容量の減少による設備のコンパクト化が計られている。

### (5) 油圧圧下の導入

速応性を重視する圧下装置には、電気に代わり油圧が採用される傾向にあり、生産性の向上が期待される。

以上述べた各項は、ほんの一例にすぎず、今後は機械側検出器(リミットスイッチ、光電リレー等)の信頼性増大という大問題を解決することにより、鉄鋼業界の要求を100%満足する電機品の出現も、時間の問題となってきたようである。

## 2.14 冷延工程の自動装置の最近の動向

熱延工程と比較し、冷延工程において自動化の構想が持たれたのは、かなり遅れている。これは、冷延工程において取扱う材料の形

態、ならびに投資総額の中で、自動装置の占めるコストの面より制限を受けてきたためである。しかし、最近になって

省力化

Ton/Hourの向上

作業の正確さ

のため、ならびに近年、処理ライン、冷間圧延機においても、かなり多額の投資を行ない、大形のプラントが作られる傾向が著るしくなり、その結果、冷延工程においても各種の自動装置を積極的に導入してきている。その内容を見ると、およそ次の二つの系統に分けて考えることができる。

### (1) ライン入、出側のコイルハンドリングの自動

- (a) コイル幅計測、幅調心
- (b) コイル径計測、調心
- (c) コイル先端検出、先端定位置停止
- (d) スレディングテーブルの定位置設定
- (e) 自動アンコイルング
- (f) 自動通板
- (g) 入側機器の自動シーケンス運転
- (h) 出側機器の自動シーケンス運転

### (2) 運転に関する各種自動装置

- (a) 冷間圧延機のA.P.C
- (b) 各種自動減速装置

長さ自動減速

尾端自動減速

重量自動減速

- (c) 尾端定位置停止装置

最近これら、(1)、(2)に関するさまざまなアイデアには、非常に多くのバリエーションが採り入れられてきている。また、これらの装置のほとんどは、デジタル制御により行なわれることは周知のことであり、さらに、これらの機能をいかに合理的に組み合わせ、あるいは制御するかという点に力が注がれている。最近運転にはいったスキンパスミル等において、これら各種の機能が豊富に採用され、良好に運転を行なっている。

現在計画中のものの中には、これら一連のハンドリングと自動装置の機能を、小形DDC用電子計算機により行なうことが考えられている。特に最近DDC用に開発され、熱延工場に導入され、好評裏に運転にはいつている当社のM-5小形計算機システムを冷延工程に導入し、自動ハンドリング、自動減速等、従来のハードウェアの機能を計算機により実行させ、かつ、冷延工程の管理用計算機とデータリンクを行ない、ロギングもあわせて行なう方式が計画段階にあり、デジタルコントローラーによるDDCシステムの出現は、きわめて近い将来、実現されることとなろう。

以上が冷延工程の自動装置の最近の動向であり、検出器と機械構造の進歩により、鉄鋼業界の要求を全面的に満足する電機品が出現するのも遠くはないと考えられる。

## 2.15 鉄鋼プロセスライン用電機品

鉄鋼用プロセスライン設備においても、高速化、大容量化の傾向は著しく、同時に省力化のための自動化装置も進歩し、全般的にいつそう大規模なものになってきている。電機品としては、サイリスタレオナード化が目立ち、電気応用品に類する誘導加熱装置、溶接機を含めた広範囲のプラントになり、さらに自動化装置とあわせて電子計算機の

導入が計画されており、その進歩の激しさは、ますます著しくなる傾向にある。

#### (1) プロセスラインの高速化

1ラインあたりの生産トン数の増大により、ますますラインは高速化し、連続酸洗ラインでは入側速度は750 m/min(2500 ft/min)、電解清浄ラインでは1000 m/min(3300 ft/min)、連続亜鉛メッキラインでは、プロセス部250 m/min(800 ft/min)の時代に突入している。このような高速化にともなう、種々の問題点があるがそれらの解決のために、結果的にはサイリスタレオナードの採用、電子計算機の導入、コイルハンドリングの自動化等が著しく進歩している。

#### (2) サイリスタレオナード

プロセスラインの場合は、他の大形プラントに比較してサイリスタ化が遅れたが、それは比較的小容量であることに起因した。

当社では新しく小容量のCF-F形サイリスタ装置の開発をおこない、同時に設備も大容量化の傾向をたどり、加えてライン構成は多処理化で複雑となり、制御性の向上を必要とし、急速にサイリスタレオナード化された。特に連続処理ラインにおいては、サイリスタレオナードの採用によって制御性の向上により、ラインの機械レイアウトをより簡略化できる可能性を有しており、ここに他の設備と異なった一大利点を有する。

当社では連続酸洗ラインをはじめ、電解清浄ライン、連続亜鉛メッキライン、連続すず電気メッキライン、スリッターライン、シャーライン等の数多くの設備をサイリスタレオナードで計画、納入している。一例として連続酸洗ラインでは合計18台、3,790 kW、連続亜鉛メッキラインでは合計22台、1,800 kWのサイリスタ装置を用いている。

#### (3) 電気応用機器

鉄を熱し、溶かし、接続する技術についても当社は独特の技術を確認しているが、特に鉄鋼用プロセスラインではその技術を駆使できる分野が多くさらに数多くとり入れられるものと思われる。電気応用のため制御性が良好であり、プラントとして省力化につながることに於いてさらに重要な意味をもつものである。

誘導加熱は、被加熱物を加熱するエネルギー密度を高くとれるので、ラインの高速化により加熱時間が短くなれば誘導加熱が有効であり、温度制御の精度を高くするためにも電氣的な誘導加熱が有利となる。亜鉛メッキラインの亜鉛溶融用低周波誘導炉のような低周波のものから、すずメッキラインのインダクションリフローのような高周波のものまで、豊富なノウハウを有して製作している。

抵抗溶接機については、初めて鉄鋼業界に三相低周波抵抗溶接機を納入して以来すぐれた技術で、すでに多くの製作実績を有し、特にプラントとして注目されるコイルハンドリングの一端として自動化を進め好評を得たが、ラインの電機品とあわせて、計算機の導入さらにダウンタイムの低減を計るためには、その協調性が重要であり、抵抗溶接機を含んだプラント技術として考えねばならない時代になっている。

#### (4) 自動化装置

自動運転装置として各種の装置を納入したが、さらに信頼度を高めるために、センサシステムの再検討が必要となり、ここにDDC方式の制御計算機の導入を計り、同時に速度、張力等の設定もおこない、かつデータログとしての機能をもたせ、連続酸洗ラインからシャーラインまで、広範囲な適用を計画している。当社では、プロセスライン用の規模に適したMELCOM-350-5形電子計算機を有しており、今後ますます飛躍するものと思われる。

## 2.16 製鉄、製鋼用電機品の進歩

昭和44年度はDL式焼結設備用電機品として、日新製鋼(呉)No. 2、某社向けNo. 3および八幡製鉄(君津)No. 2向けに製作したものがそれぞれ実動にはいった。最近の焼結設備は大形化の一途をたどり、単一設備として10,000 t/dに達せんとする情勢にあり、また一方保守要員の減少により、長期無保守運転が可能な高信頼性を有する機器が要求されている。

#### (1) 焼結設備用制御装置

焼結設備用総括制御装置として三菱MELMACが採用されている。これについては7編2章「MELMAC」の項で述べられているので詳細は省略するが、次のような特長を有する。

(a) 論理素子はすでに多数の実績により高信頼性を実証した三菱トランジスタサイパックのものをそのまま踏襲しており、信号レベルはまったく同じであるので、混用することができる。

(b) 回路が機能ブロックごとにプリントカードにまとめられており、保守点検が容易である。

(c) 系統およびインターロックの設定は、ダイオードマトリックスカードにより容易に変更が可能である。

#### (2) 焼結主排風機駆動用電動機

焼結機主排風機駆動用同期電動機として、わが国最大容量の8,700 kWソリッドポール同期電動機を、某社向けNo. 3 DL焼結用として納入した。そのおもな仕様は次のとおりである。

出力	8,700 kW
電圧	11,000 V
周波数	60 Hz
極数	8 P
回転数	900 rpm
力率	0.9 PF 進み
形式	屋内全閉内冷空気冷却器付き ブラシレス 励磁
起動方式	単巻トランスによる減電圧自己起動

本機は、負荷のGD<sup>2</sup>が非常に大きいため、起動時の磁極表面温度上昇を正確につかむことが最も重要な課題であった。したがってこの問題を詳細検討するとともに、製作に先立ち4,200 kW 6極機において、実負荷起動時の磁極表面温度上昇分布を特殊な測定方法で詳細に測定し、計算式の十分な裏付けを行なった。さらに本機には、機器の保守点検を容易とするためブラシレス励磁方式を採用している。このブラシレス励磁回路にはサイリスタスイッチを駆使し、起動時のブレーキングトルクを防止するとともに、起動完了後は放電抵抗を励磁回路より切り離し、定常運転時の効率向上をはかっている。このほか八幡製鉄(君津)No. 2 DL焼結用として、7,000 kW、6極、1,000 rpm、1台を製作納入した。

#### (3) その他電機品

そのほか昭和44年中に製作された製鉄、製鋼用電機品の中で特筆すべきものとしては、八幡製鉄(戸畑)酸素発生装置の原料圧縮機用、7,300 kW、11,000 V、60 Hz、4 P、1,800 rpm、4極、かご形、空気冷却器付き全閉内冷形三相誘導電動機がある。かご形三相誘導電動機としては国内の記録品であり、特に回転子の構造に新しい工夫を加えた画期的な製品である。詳細は7編工業用電機品の中に述べてある。



## 2.17 モーターローラ

従来、モーターローラは軸固定式（ローラ軸をケースに固定して、ローラ軸のまわりをローラが回転する構造）を標準形としていたが、近年、鉄鋼メーカーの設備の大形化に伴い、モーターローラも大形化が要求されるようになってきたので、軸回転式（ローラとローラ軸が一体となって回転する構造）を採用した大形のモーターローラを開発した。

圧延機の全後面テーブル、加熱炉の前後面テーブルなどは、衝撃や高温のためにラインシャフト方式が採用されていたが、軸回転式の構造の大形モーターローラを開発することによって、ケースが強力化され、衝撃に対しても十分の強度を保ち、また軸受を外装することによって輸送材の熱の影響を防止している。

これによって、今後ますますモーターローラの使用範囲が広がることと思われる。

軸回転式大形モーターローラの代表的使用例

使用場所 加熱炉後面テーブル

電動機仕様

7.5 kW 連続定格 400 V 60 Hz 6 P H 種絶縁

ローラ仕様

直径 406 mm 長さ 1,727 mm テーブルスピード 1.9 m/s

輸送材仕様

重量 28 トン 温度 1,200°C ローラ表面 100 mm の高さより 4 m/min の速度にて落下する

## 2.18 低周波ビレットヒータ用変圧器

この種の変圧器は、本質的に小形軽量かつ堅ろうであり、日本国有鉄道の交流電気車積載用主変圧器として標準的に採用され、量産実績をもつ三菱外鉄形フームフィット構造の特色と、その技術を応用して、ビレットヒータ用に種々改良を加え、一段とコンパクトに28種類の機種を標準化、使用しやすいものとし、納期の大幅な短縮を計って以来着々と需要実績をあげているが、今回 ISO ねじ使用切換にあたってこれらの見直しを行ない、さらに改善合理化を図り、受電設備から加熱装置まで一貫して設計・製作できる総合電機メーカーにしてはじめてなしうる設計・製作を行なっている。

近年この種の用途、需要が急増し、工場設備の合理化、作業環境の改善、据付面積の縮小を目指すことが急務とされるこれらの業界にとって、ビレットヒータ用変圧器の進歩改良も加熱装置全般の総合的検討に負うところが大きく、今後とも積極的に協力研究、開発していき、特殊仕様のものについての設計、製作においてさらによい実績を増すことができるように努力している。

## 2.19 アーク炉用変圧器

アーク炉用変圧器として、3,000 kVA 2 台、5,000 kVA 1 台、22,000 kVA 1 台が製作され、出荷された。この内 3,000 kVA 1 台は輸出用である。22,000 kVA は三菱製鋼（東京製鋼所）に納められたもので、昭和 42 年に宇部興産（宇部鉄鋼）に納められた 15,000 kVA に続く特高“直落し”アーク炉用変圧器である。この変圧器の概略の仕様は次のとおりである。

負荷時タップ切換器付きアーク炉用変圧器

3 φ, 50 Hz, 送油水冷式, SUW-MRF 形

22,000 kVA 連続および 20 % 過負荷連続使用

66,000 V/440 ~ 120 V (20 V ステップ)

従来の変圧器と異なる点は、アーク炉用多ひん度しゃ断器を使用するための特殊な結線方式が採用されていることと、二次側の相回転方向を逆方向にも簡単に切換えられるように相回転逆転スイッチが付いている。

## 3. 紙・パルプ用電機品

### 3.1 セクショナルドライブ抄紙機用電機品

セクショナル抄紙機のドロー制御精度は、ドリフトも含めて  $\pm 0.05\%$  以下であることが望まれる。アナログ制御のみで、この精度を安定に維持することは通常困難とされていたが、パイロット発電機、演算増幅器、基準電源装置など使用機器全体に十分の検討を加えた結果、アナログ制御のみで、オフセットエラー  $\pm 0.01\%$  以内、ドリフト  $\pm 0.03\%$  以内の性能を得ることに成功した。この精度は大部分の抄紙機の仕様を満足するが、さらに高精度のデジタルドロー制御装置を開発し、製紙メーカー 4 社に納入した。その一例は次のとおりである。

(1) おもな仕様

(a) 直流電動機容量総計 2,130 kW (28 台)

(b) 低周波リップル 0.05 % 以内、ドリフト幅 0.02 % の高精密形パイロット発電機 15 台

(c) デジタルドロー制御装置 12 セット

(d) アナログおよびデジタルスピードドロー測定装置各 1 セット

(2) アナログドロー制御装置

アナログ制御のみで高い制御精度を得るためには、

(a) リップルの少ない安定度の高い基準電源装置

(b) 高い増幅度を有しドリフトの少ない増幅器

(c) リップルおよびドリフトが小さく、回転速度対出力電圧特性の

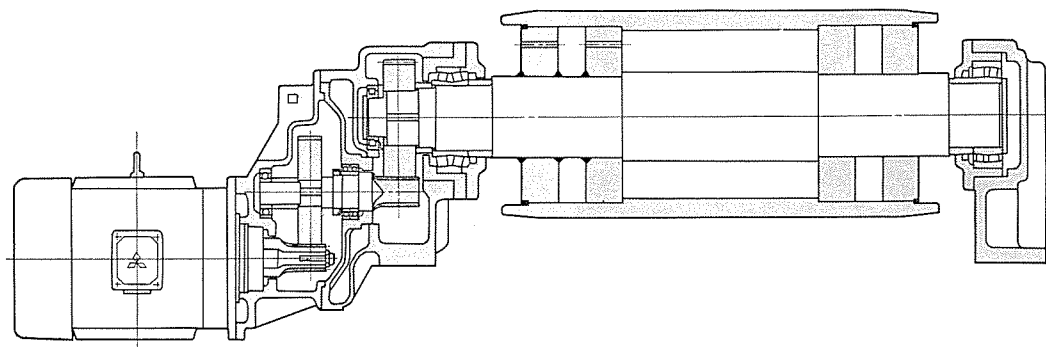


図 5.18 軸回転式モーターローラ構造  
Construction of motor roller.

直線性のよいパイロット発電機

を使用する必要がある。(a)にはリップル電圧 3 mV p-p 以下の、(b)はとくに低ドリフトのもの、(c)は温度補償付き低リップル、低ドリフトの永久磁石のパイロット発電機を使用して、電源電圧変動  $\pm 10\%$ 、周波数変動  $\pm 2\%$ 、負荷変動幅 30%にて、オフセットエラー  $\pm 0.01\%$  以内、ドリフト  $\pm 0.03\%$  以内、加減速エラー  $\pm 0.02\%$  以内の精度が得られた。

### (3) デジタルドロー制御

前記アナログドロー制御で得られる精度は、ほとんどすべてのセクション抄紙機制御装置として十分であるが、1,000 m/min 前後のもの、1 台の抄紙機を 2 本に分割したラインシャフトで駆動する場合等、さらに高精度を要求される場合にはアナログ制御の外側にデジタル制御ループを付加して、デジタルドロー制御装置とする。運転中にデジタルループを切り切りすることができる。MRH で指令される抄速信号として、抄速に比例した周波数があり最高速度で約 13 kHz である。おのおののセクションでは DRH のアームの位置に応じた割合で減した周波数を取り出し、そのセクションの速度指令周波数としセクションモータに直結されたパルス発信器の周波数と瞬時瞬時に比較し、誤差分をデジタル信号のまま積分し、DA 変換し、アナログ制御系に誤差信号として与える。使用に当たっての利点を列挙すれば、

(a) 指令と帰還の二つの周波数を瞬時瞬時に比較するので、抄紙中のいっせいで加速、いっせいで減速中もデジタル制御が可能である。

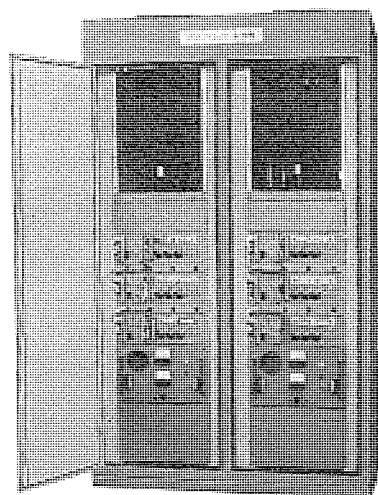


図 5.19 デジタルドロー制御盤  
Digital draw control panel.

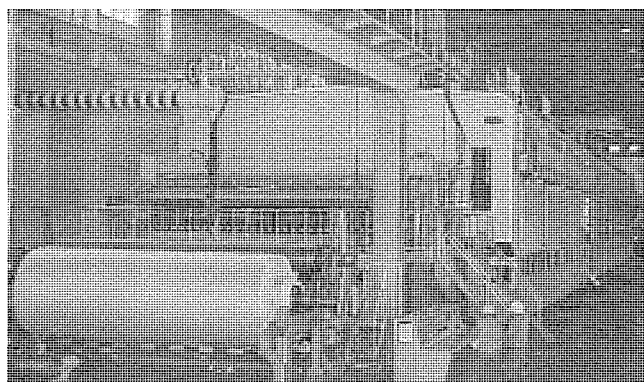


図 5.20 製紙プラント  
Paper mill plant.

(b) 誤差信号はデジタル信号(積分)の形で得られるので、誤差量が正確に得られるし、制御装置設置場所における周囲温度等の制約がない。

(c) アナログドロー設定用の調整抵抗器の軸に、デジタルドロー制御用の符号交換板を直接取付けているので、運転員はアナログドロー制御とまったく同じ操作をすればよい。

(d) ドロー量を変える場合にデジタル指令信号は、アナログ指令信号とまったく同時に変化して制御系に与えられるので、デジタル制御とアナログ制御との間に指令信号の差がなく、段階的でなく連続的に速度調整ができる。

## 3.2 DA 形速度変換器

輪転機 リールスタンド自動高速紙継のための速度検出用として開発した。まず速度を電磁ピックアップでパルスの周波数として検出し、DA 形速度変換器でアナログ電圧に変換するもので直線性  $\pm 0.05\%$ 、温度特性  $\pm 0.1\%$  ( $0\sim 40^\circ\text{C}$ ) である。パルス-アナログ電圧変換の原理は入力パルスが 1 個はいるたびに波高値および持続時間一定、すなわち電圧時間積一定の出力パルスを発生し、これを平滑して直流電圧を得るものである。出力パルスの持続時間は 1,000 kHz の水晶発振器と IC ロジック回路でデジタル的に、また波高値は温度補償形定電圧ダイオード(温度係数  $\pm 0.002\%/^\circ\text{C}$  以内)でそれぞれ一定に保たれる。発振周波数 1~10 kHz の試験発振器および出力電圧監視用電圧計を内蔵しており必要に応じて動作状態をチェックできる。

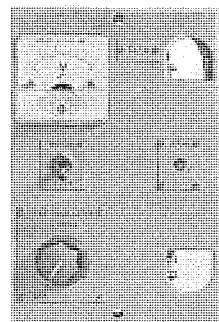


図 5.21 DA 形速度変換器  
Type DA frequency to DC converter.

## 3.3 アナログ、デジタルドロー測定装置

抄紙機の高速度とともに高精度、高安定度の速度制御が要求されるようになってきたが、昭和 44 年 6 月これらの制御状態を常時監視するための MS-330 形アナログドロー測定装置および MS-350 形デジタルスピードドロー測定装置を完成し、製紙メカ数社に納入した。

本装置は、押しボタンスイッチによって、任意セクションのスピードおよび任意セクション間のドロー測定ができるとともに、各セクションに設置された表示器からの操作によって遠隔測定ができる。MS-330 形、MS-350 形ともに、周囲条件に影響されない高精度のスピードドロー測定を行なうために、演算回路はすべてデジタル化し、 $\pm 0.01\%$  の測定精度を保証している。また、ロール径の変化による測定誤差を防ぐため、各セクションに BCD 5 けたのピンボード設定によるロール径補償器を設けている。本装置のおもな仕様は次のとおりである。

### 仕様

#### (1) MS-330 形アナログドロー測定装置

ドロー測定範囲	電動機定格回転数の $\pm 2\%$ 以下
ドロー測定可能な抄速範囲	電動機回転数において

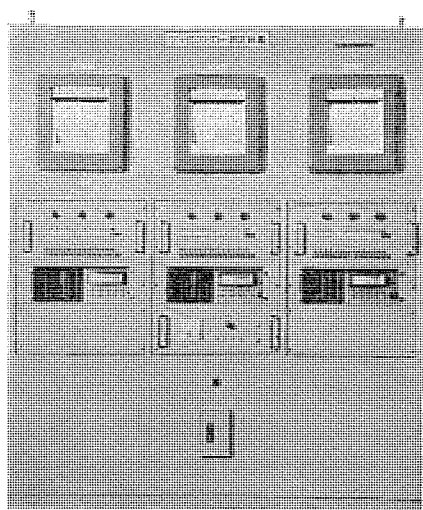


図 5.22 MS-330 形 アナログドロー測定装置  
Type MS-330 analog draw measuring equipment.

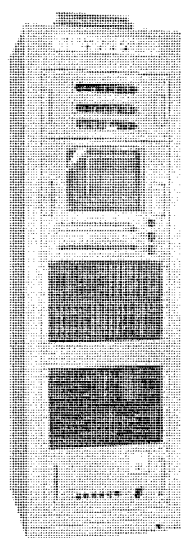


図 5.23 MS-350 形 デジタルスピードドロー測定装置  
Type MS-350 digital draw-speed measuring equipment.

300~1,400 rpm

ドロー測定精度  $\pm 0.01\%$

各セクションの任意呼出し可能

ゼロシフト ドロー測定範囲の  $\pm 2.75$  倍

記録計 平衡時間 5 秒, 記録紙 180 mm

記録紙送り速度 25/50/100/150/300/600 mm/h, mm/min

校正 内蔵水晶発振器により校正

## (2) MS-350 形 デジタルスピードドロー測定装置

スピード測定範囲 電動機定格回転数の 150 % 以下

ドロー測定範囲 電動機定格回転数の  $\pm 8\%$  以下

ドロー測定可能な抄速範囲 電動機回転数において  
300~1,400 rpm

スピードおよびドロー測定精度 最小けたの  $\pm 1$  目盛

各セクション任意呼出し可能

スピードおよびドロー表示 記憶表示式

スピードおよびドロー測定のスプリング時間 1.1~3.0 秒

ロール径補償 全セクションピンボードによる BCD  
5 けた設定

校正

内蔵水晶発振器により校正

## 4. 水処理およびポンプ場

### 4.1 水処理用電機品の進歩

産業の発展と人口の都市周辺への集中化, 生活水準の向上などにより, 水道水の需要は急激な増大を余儀なくされている。そのため設備の拡張, 給水範囲の広域化, 給水の合理化などが進められているが, 一方, 運転の複雑化や保守人員の増加という弊害を生じてきている。これを解消するため, 設備の計装化, 自動化, 計算機制御化, テレメータ・テレコン化等が進められるとともに, 保守人員の節減のため機器の無接点化等も進められている。また敷地および建屋面積を少なくするため, 受電設備のキュービクル化や水中ポンプモートルの使用も増えてきている。ここでは上記のおのおのについてその概要を記すことにする。

#### (1) 計装化

水道設備の計装要素を大きく分けると, 流量, 圧力, 水位といった水量についての情報を得る計測器, 水温, PH, 濁度, 残留塩素といった水質についての情報を得る計測器, そしてそれらに付随して用いられる指示計, 記録計といった受量器および各種演算器, 調節計, 操作部がある。表 5.1 に当社が納入した大分市荏隈浄水浄場の計測項目一覧表を示す。

#### (2) 自動化

ポンプの自動制御を目的から分類すると水位制御, 圧力制御, 流量

表 5.1 計測項目一覧  
List of measuring items.

設備名	計測項目	数量	計測方式
導水設備	大分川水位指示	1	フロート式
	取水ポンプ井水位指示・警報	1	フロート式
	原水温度指示・記録	1	測温抵抗体方式
	原水 PH 指示・記録	1	ガラス電極式
	原水アルカリ度指示・記録	1	ガラス電極式
	原水濁度指示・記録	2	散乱光—透過光比較方式
	原水流量指示・記録・積算・調節	1(1)	超音波方式
前処理薬品および沈殿設備	硫酸バンドそう液位指示・警報	1	圧力式
	硫酸バンド注入量制御比率設定	2	着水流量比例方式
	前塩素注入量制御比率設定	1	着水流量比例方式
	沈殿水 PH 指示・記録	1	ガラス電極式
	原水きき水位指示・調節	1	フロート式
ろ過設備	損失水頭指示・記録	4(4)	差圧式
	ろ過流量計測指示・記録・調節	4(4)	差圧式
	総合ろ過流量計測指示・記録・積算	1	加算式
後処理薬品および配水設備その他	配水池水位計測指示・記録・警報	1	フロート式
	高架水そう水位計測指示・記録・警報	1	フロート式
	汚水池水位計測指示・記録・警報	3	フロート式
	送水流量計測指示・記録・積算	1	超音波方式
	配水流量計測指示・記録・積算	(1)	超音波方式
	洗浄流量計測指示・記録・積算	1	超音波方式
	後塩素注入量計測比率設定	1	総ろ過流量比例方式
	残留塩素計測指示・記録	1	ガラス電極式

注) 1. 記録および積算はデータロガーによりなっている。

2. ( ) の数字は, 将来増設分を示す。



制御などがある。方法としては、ON-OFF 制御、台数制御、回転数制御、弁開度制御およびこれらの組み合わせによる方法があり、当社は数多くの納入実績を持っている。ポンプの回転数制御方式として静止セルビウス方式を採用したポンプ場もある。

#### (3) 計算機制御化

水の有効利用・経済的運用を目的とし、大規模浄水場においては浄水場内の設備および水系全体の設備の計算制御を行なうところもある。当社は大阪府水道部に計算機制御システムを納入している。一般に計算機に行なわせることとしては

- (a) 取水量制御
- (b) 薬品注入量制御
- (c) ろ過池洗浄制御
- (d) ろ過流量制御
- (e) 送配水制御
- (f) 浄配水池貯留量制御

のようなものがある。

#### (4) テレメタ・テレコン化

取水・浄水、送水および配水を主とする一連の水道業務を合理的、有効的なものとして、限られた水資源を最小の設備を使用して適切な給水を行なうため、取水・浄水場、送水ポンプ場、配水ポンプ場間のデータ伝送システム、すなわちテレメタ・テレコン化が多くとり入れられてきている。当社は水道用情報伝送システムを早くから手がけ、有線方式、無線方式いずれにおいても数多くの納入実績を持っている。

#### (5) 無接点化

浄水場においてろ過池の洗浄は重要な作業の一つであり多数のろ過池をもつ浄水場では、比較的洗浄のひん度が高い。そのため洗浄工程シーケンス回路は、信頼性が要求されるので当社ではろ過池洗浄シーケンスの無接点化も行なっている。これにより信頼性の向上をはかると同時に、装置のコンパクト化、制御用電力の節減化、計算機制御などの他の電子機器との信号授受の容易化をはかっている。

#### (6) キュービクル化

受配電設備のキュービクル化の特長は、製作工場において完全に組立、試験されて発送されるので、設備の施行が非常に簡単になるばかりでなく、工期の短縮、据付面積の縮小、建屋不要（屋外用）耐塩防じん（塵）構造で外観も美しいこと、運転員および局外者に対しても安全であることなどであるが、最近の真空しゃ断器、真空スイッチの発達も加わってその特長はいよいよいちぢるようになってきている。水道事業においても、キュービクル化、真空しゃ断器関係の採用はめざましいものがある。

#### (7) 水中モートル

ポンプ水量の増加とともにポンプの形状、容量は次第に大形化され、特に水中モートルの絶縁材料と製作技術の進歩と相まって近年その需要が急激に増加し、今後ますます大容量化の傾向をたどっている。当社は早くからこの方面の開発に着手し、各方面に多数納入している。

特筆すべき 3,000 V 級および 6,000 V 級高圧浸水式水中モートルの絶縁方式は業界に先がけて開発に成功している。3,000 V 級は 1963 年に実用化以来現在まで十数台の、また 6,000 V 級は 1965 年以来試作品と、今回初の実用化に成功した岐阜水道部向け 220 kW 4 P の製作実績を持ち、その信頼性と安定性は広く立証されている。

## 4.2 ゲート集中管理制御装置

近年の水需要の急増に伴い、水系の制御、管理をより効率よく行なうために、制御装置の高精度化、制御対象の広範囲化の傾向にある。したがって近年長足の進歩を遂げた遠方監視制御装置と、電子計算機がこの分野にも応用されるのは当然の成行であろう。ここに最近納入した事例を紹介する。

### (1) 愛知用水公団納め大入、振草両頭首工向け ゲート制御装置

#### (a) 概要

大入、振草両頭首工は豊川用水事業の集水設備として建設されたもので、大入頭首工は大入川に、振草頭首工は大千瀬川に設けられており、両頭首工の運転方式は下記のとおり。

#### (i) 放流ゲートにより下流への責任放流を行なう

(ii) 責任放流量以上の出水分を定水位制御しながら取水ゲートにより取水する。大入川よりの取水は振草頭首工上流に流域変更し、振草頭首工からは大入川よりの取水分と振草頭首工の取水分を合わせ取水する（最大取水量 15 m<sup>3</sup>/s）

(iii) 最大取水量以上の出水分は定水位制御しながら洪水吐、土砂吐ゲートで下流へ放流する。

#### (b) 特長

(i) デジタル計算機 (MELDAP-8000) により両頭首工のゲート群（振草…5門、大入…3門）を上記運転方式に基づき、オンラインコントロールし平常時は完全な無人運転を行なう。出水時はさらに出水用ゲート（振草、大入各1門）のオフラインコントロールを行なう。

(ii) 大入頭首工は振草頭首工より 70 Hz 無線1波デジタルテレメタおよびテレコントロールにより計算機を直結した遠方監視制御を行なう。

(iii) 振草の集中管理室にはグラフィックパネルを設け両頭首工の状態が一目では握できる。

### (2) 三重県三瀬谷発電所長ヶ逆調整池のゲート制御装置

#### (a) 概要

三瀬谷発電所は宮川総合開発事業の一環として建設された同調整のせん（尖）頭負荷発電所であるため、急激な増減を伴う放流となり、下流の農業用水、河川漁業に悪影響を生じるおそれがあるので、発電放流を元の自然流に近い姿で再放流する目的で発電所下流に長ヶ逆調整池を設けられたものである。

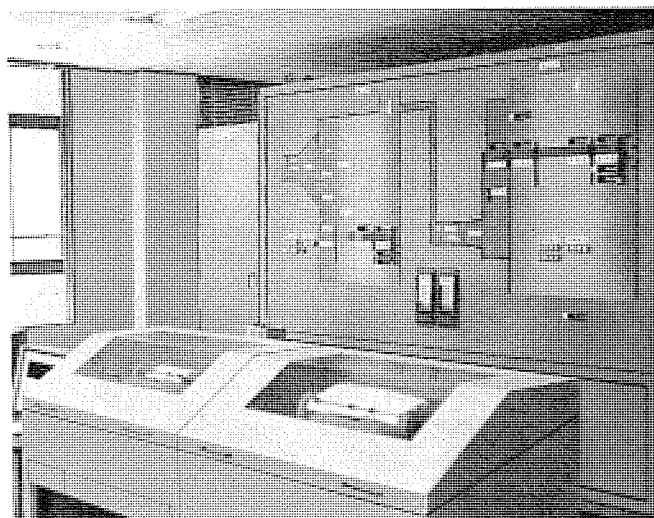


図 5.24 振草頭首工中央管理室  
Central control room of the Furikusa reservoir.

(b) 特 長

(i) 長ヶ逆調整池にアナログ計算機を設け、ゲート2門により定放流制御を行ない完全無人運転を行なう、また定放流制御回路はサイリスタスイッチを使用し無接点化している。

(ii) 三瀬谷発電所より長ヶ逆調整池を有線デジタルテレメータにより遠方監視制御を行なうほか、関連した長ヶ発電所、滝原えん提を有線搬送デジタルテレメータおよびテレコントロールにより遠方監視を行ない、合わせて日報作成を行なう。

#### 4.3 水道用集中監視装置

水道事業において集中監視が最近必要となってきた理由は、大都市の人口増加に対処する水道施設の有効な利用と、消費者への適切な水供給態勢の確立が目的である。配水池の容量は背後の消費量に対して数時間が限度であるため、浄水場で各配水池の水位、流量、ポンプ運転状態などを監視し、適切な集中管理を行なっている。当社では、この種の大都市を中心とした水道用集中監視装置をいち早く開発し、昭和38年神奈川県企業庁に納入し、その後神戸市、大阪府、京都市などに納入してきた。ここでは昭和44年5月完成した京都市水道局納め無線集中監視装置について概要と特色を報告する。

(1) 伝送回線

水道は中央局に対し取水、配水、ポンプ場が散在することが多く京都市もその例にもれないので、構成が簡単で災害時に強い無線70MHz帯1波を使用することにした。

(2) 監視局数および測定項目

山の内浄水場を中央監視局とし、傍受子局1個所、子局5個所の構成であり、次の項目の監視を行なう。なお将来子局が50まで増設されることを考慮して中央局システムを考慮した設計とした。

(3) 監視方式

計測量が比較的小数であるときは、アナログテレメータ方式による伝送形式が経済的に有利である。また状態表示が必要な個所には別個に表示チャンネルを設け、無線回線による最大アナログ3チャンネル、表示1チャンネルの並列伝送とした。

(4) その他

監視時間 中央局より10分、30分、1時間ごとの呼出し  
監視方式 計測：広角度サーボ指示計による指示  
(上下限警報付き)  
表示：2灯式ランプ表示  
呼出し方式 デジタル符号方式(将来制御可能)

表 5.2 システム諸元  
Various factors of system.

場 所 名	局 名	計 測	表 示			無線出力 W	備 考
		水 位	電 源	ポンプ 運 転	故 障		
山の内浄水場	中 央 局					10	
檜原配水場	子 局	2	1	1	1	1	
高雄配水場	子 局	3	1	1	1	1	
北山配水場	子 局	1	1	1	1	1	
洛北配水場	子 局	2	1	1	1	3	
山科配水場	子 局	3	1	3	1	10	
新山科配水場	子局傍受局	1		6		5	山科局を 傍受

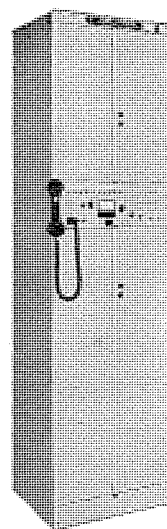


図 5.25 測定局架  
Telemeter equipment of substation.

電 源 AC 100 V 商用受電、バッテリーフローテング

## 5. 化学・肥料・セメント

### 5.1 化学・肥料・セメントプラントの概説

企業の大形化時代にともない、化学工業においても続々と大形プラントが建設されており、30万トン/年のエチレンプラントや1,000トン/日のアンモニアプラントなどはその代表的なものである。

これらプラントの大形化にともない、電機品も容量的にも台数的にも増加の傾向を示している。プロセス全体のエネルギーの有効利用によるプラントの合理化という観点より、プロセスからの発生熱を回収して蒸気を作り、これによりプロセスに必要な圧縮機を蒸気タービンで駆動する方法が遠心形圧縮機の利用とともに採用されるようになって、従来エチレンプラントにおける分解圧縮機や冷凍圧縮機、アンモニアプラントにおける合成ガス圧縮機や酸素・窒素圧縮駆動に用いられていた大容量電動機はなくなったが、やはり各プラントに用いられる各種のポンプ、ファン、ブロワおよびコンプレッサなどの駆動用として多くの電動機が用いられ、またそのほとんどは誘導電動機である。

44年に完成または製作中のおもな化学関係のプラント用電機品は次のとおりである。

三菱油化(鹿島)向けエチレンプラント関係電機品

化成水島向けエチレンプラント関係電機品

三菱化成(黒崎)向けアンモニア・尿素プラント関係電機品

日本化成(いわき)向けアンモニア・尿素プラント関係電機品

鹿島アンモニア向けアンモニア・尿素プラント関係電機品

このほか輸出プラントとして、ソ連向けにエチレンオキシド・エチレングリコールの製造プラント用として4,000kW 1,500rpm同期電動機1台ほかイラク向けにアンモニア・硫酸・硫酸・尿素の製造プラント用として、2,100kW 300rpm3台をはじめとする14台の同期電動機ほかの必要な電機品を製作納入した。

セメントプラントとしては、三菱セメント(横瀬)向けに原料ミル用1,900kW 750rpm2台、仕上ミル用2,200kW 750rpm3台の誘導同期電動機をはじめとした各種の電動機・制御装置などの電機品を製作納入した。またフィリッピン・フォーチュンセメント向けとして、原料ミル

用 1,450 kW 720 rpm 1 台，仕上ミル用 2,200 kW 720 rpm 1 台の誘導同期電動機をはじめとして受変電設備・各種電動機・制御装置など全プラント設備用電機品を製作納入した。

5.2 電解プラント用電機品の進歩

ここ 1～2 年のわが国の塩水電解設備においては，その大容量化に著しい特長があり，ついに 100 MW を越えるものの出現をみるに至った。これに伴って記録的な大容量整流装置が次々と製作されるようになってきた。

なかでも鹿島電解向け 103.5 MW，230 V，450 kA 整流プラントは，塩水電解として電力および電流容量において世界記録の容量であるうえに，サイリスタが採用された点で特筆すべきである。これは平形サイリスタ，油冷スタック構造を用いた屋外形サイリスタレクチホーマで，単器容量も 25.9 MW，整流器キューピクル 当り電流容量 56,250 A と他に例を見ないものである。平形素子を用いたサイリスタレクチホーマは，

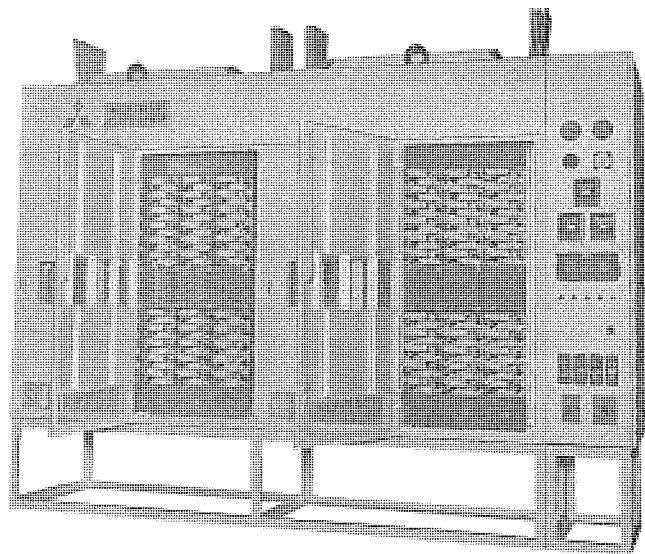


図 5.26 ALCOA (Australia) 向け 14,375 kW 575 V 25 kA レクチホーマ 形 風冷整流器  
14,375 kW 575 V 25 kA air cooler silicon rectifier.

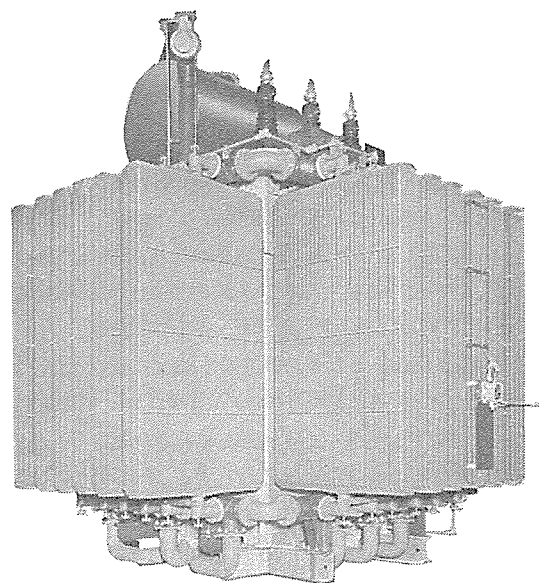


図 5.27 ALCOA (Australia) 向け 16,600 kVA 形 レクチホーマ 変圧器  
16,600 kVA rectifier type transformer.

当社が他社にさきがけてすでに多数製作，好調に運転を行なっているが，鹿島向けのものに対しても整流器部分の冷却は低粘度絶縁油を用い，すぐれた冷却効果を発揮している。また大電流導体の配置も磁界消去方式として漏えい磁界による影響を最少とし，良好な電流バランスを得ている。整流器キューピクルはこの大容量にもかかわらずきわめてコンパクトに作られ，かつ保守・点検の容易な構造となっている。

電解用途におけるサイリスタの採用は，すぐれた制御性，速応答性に特長があるが，鹿島電解の場合，電力系統・電解プロセスとの計算機による連けいが必要なことから，その利点がいかに発揮されたものといえよう。他に，サイリスタレクチホーマとして旭硝子(関西)向け 4,500 kW，150 V，30 kA がある。

ほかに大容量整流装置としては，徳山曹達向け 57 MW，190 V，300 kA，東洋曹達向け 42 MW，210 V，200 kA，三菱化成(水島有機)向け 66 MW，200 V，330 kA などがある。これらはいずれもシリコンダイオードレクチホーマであるが，ここでも素子，ヒューズの大容量化と相まって，大容量，小形でかつ高効率の装置が提供された。整流器プラントの大形化に伴ない，効率，力率，高調波など諸性能に関してますます高度の技術が要求されるようになり，整流器容量も大形

表 5.3 昭和 44 年度 レクチホーマ 形変圧器製作実績表(参考)  
List of rectifier type transformers built in 1969.

納入先	容量 kVA	周波数 Hz	結線	電圧 V	形式	台数	備考
南海化学 (和歌山工場)	6,950	60	二重星形	22,000/ 81	SUW	2	組合わせ 12 相 整
タイ旭硝子	3,890	50	二重星形	6,600/ 63.5	SRB	1	
ALCOA (AUSTRALIA)	16,000	50	三相全波	23,000 469	SR	7	組合わせ 42 相 整
三菱モンサント化成 (四日市工場)	6,500	60	二重星形	21,000/ 228~97	SUW- URA	1	
ALCOMINAS (BRAZIL)	10,600	60	三相全波	13,800/ 359	SR	6	組合わせ 36 相 整
三菱金属 (新直島工場)	4,900	60	二重星形	3,300/ 160	SR	1	サイリスタレ クチホーマ
所内試験用	1,490	60	二重星形	6,600/ 27	SUB	1	
鹿島電解	33,900	50	二重星形	60,500/ 246	SUB	4	サイリスタレ クチホーマ※ 組合わせ 24 相 整
徳山ソーダ	18,400	60	二重星形	33,000/ 200	SUW	4	※ 組合わせ 24 相 整
インドネシア 旭硝子	2,020	50	二重星形	3,300/ 55	SUW- URA	1	※
三菱化成 (水島有機)	19,000	60	二重星形	22,800/ 188	SUW	4	※ 組合わせ 24 相 整
東洋ソーダ	23,900	60	二重星形	23,000/ 195	SUW	2	※ 組合わせ 12 相 整
旭硝子 (関西工場)	5,210	60	二重星形	3,400/ 142	SUW	1	サイリスタレ クチホーマ※

※印は製作中



化の一途をたどっている。上述の各大容量装置は、これらの要求に十分に応えたものといえよう。

43年より製作中であった ALCOA (オーストラリア) 向け 100,625 kW, 575 V, 175 kA レクチホーモ、ALCOMINAS (ブラジル) 向け 55.86 MW, 490 V, 114 kA レクチホーモ もきわめて好調のうちに運転にはいった。他に海外向けとして ツル・ソーダプラント (インドネシア) 向け 1,650 kW, 55 V, 30 kA がある。

一方整流器用変圧器も整流器の大容量化に応じて、本年度は一つのエポックを画したといえよう。

とくに、鹿島電解向けソーダ電解用サイリスタレクチホーモ用変圧器は容量 33.9/48 MVA、電圧 60,500/246 V の二重星形結線で設計され、その特長とするところは次のとおりである。

(1) 巻線電流 32.5 kA の直流側巻線には、従来から使用している大電流銅板コイルを外鉄形変圧器特有の交互巻線配置の利点を最大限に応用した特殊並列結線法を新しく開発、採用した。

(2) 直流側端子も大容量のものを新たに設計し、サイリスタキュービクルへ直結される構造になっている。

(3) 単器容量の大きさにもかかわらず、変圧器・整流器は冷却装置およびおもな外部々品を取りはずすだけで一体輸送が可能である。

(4) 冷却系統は変圧器とサイリスタを別回路とし、それぞれ最適の冷却条件で設計され、ともに送油風冷式の仕様になっている。油冷却器には耐腐食性ガスふん囲気用のものを使用している。

(5) 耐塩害の面から交流側入力端子はエレファント式が採用されている。

その他、徳山ソーダ向け 300 kA、三菱化成向け 330 kA、東洋ソーダ向け 200 kA (いずれもプラント全 DC 電流) など大電流レクチホーモについても、すべて一体輸送形で製作している。

### 5.3 アルミ電解プラントの新直流発電方式

三菱化成直江津工場では、ガスあるいはジーゼルエンジンと直流発電機の組み合わせで 3 系列のアルミ電解プラントに給電していたが、今回新しく設置された第 4 系プラントの電源設備には、交流発電機とシリコン整流器の組み合わせによる直流発電方式が採用された。この方式は従来の形に比べより高い効率と経済性、回路構成あるいは運転上のフレキシビリティなど多くの特長を備えている。

#### (1) 発電設備の概要

電流容量 (全設備容量 97,600 kW—予備容量を含む)

(a) 発電所出力: 86,400 kW (ACG・Si—16 台)

直流電圧: 675 V

直流電流:  $16 \times 8,000$  A (予備容量を含む)

(b) 原動機: 三菱—MAN ギーゼルエンジン 16 気筒

出力: 5,400 kW (直流出力にて), 400 rpm

(c) サイリスタレクチホーモ (廃熱 T/G プラント利用)

直流出力: 11,200 kW,  $2 \times 8,000$  A

これらの設備は電解プラントに並ぶ発電所に整然と配列され、その間に中央制御室がおかれてプラント補機動力も含めた全体の監視制御が行なわれる。43年末に着手した本プラントは44年末の短期日で完成した。本件の詳細報告は別にゆずるとして主発電設備とその制御を中心に説明する。

#### (2) 主発電設備

16組の同期発電機—シリコン整流器よりなる。エンジンと発電機は直

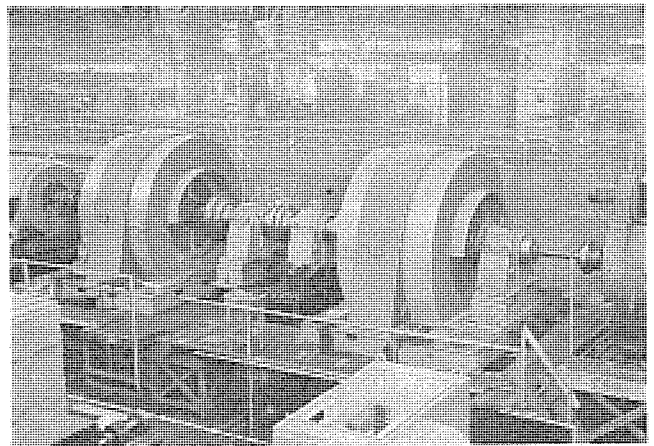


図 5.28 発電設備  
Power generating station.

結して一列に配置され、その前下部に整流器を組み合わせている。全機は共通母線で総括出力制御されて運転するが、主回路系の位相・電力変動等にも詳細解析の新しい処置がおりこまれている。

交流発電機は 5,730 kVA、三相、20 P, 400 rpm, 66.7 Hz の定格で、高度の信頼性を要する用途の特殊性に考慮を払っている。すなわち大電流で整流回路の高調波成分に対応して渦電流損を防ぐために固定子コイルの設計内容、非磁性エンドカバー、回転子材料あるいはダンパ回路の強化など通常の発電機とかなり異なる。また、短絡時の整流器容量と協調を考慮したリアクタンスを有する。

シリコン整流器は 5,400 kW, 675 V, 8,000 A 定格であるが、745 V 9,600 A の適負荷に耐える実質容量 7,150 kW の設計である。直列 1 の三相全波結線で発電機と風扇兼パスタクトで直結された風冷方式である。この整流器は新しい並列冷却の前面素子配列、磁界消去導体と組み合わせた完全な絶縁区分などにより簡潔かつ高信頼性とすぐれた特性を与える設計を採用した。

#### (3) 回路構成と制御系

図 5.29 は主回路と制御系の概要を示す。直流出力は刃形開閉器を介して母線に接続され、直流機におけるシャ断器は省略されている。

各ユニットの母線への並入、解列は界磁シャ断器 41 G で行なわれる。出力制御は交流励磁機と整流器による共通励磁で、各機の負荷分担は電動式調整器 70 G により可能である。自動運転は定電流制御に AH 制御が加えられる。これは水晶発振器とデジタル設定器により、設定 AH 基準パルスと AH 検出値の偏差により励磁を常に補正しながら 1 時間の偏差を  $\pm 500$  AH (0.1 %) 以内に押える。励磁

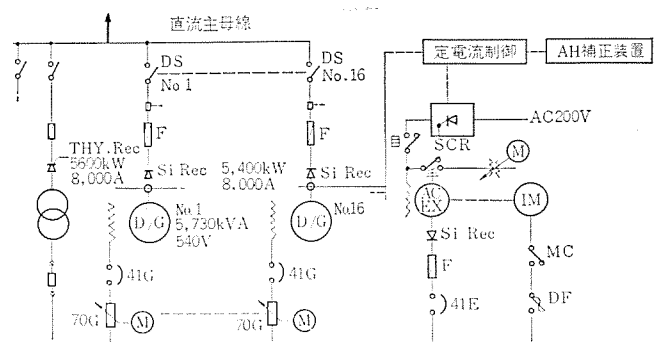


図 5.29 発電設備回路と制御系  
Generator and control system.

系は2組あり、一方を完全予備として運転中切換え可能である。

直流出力の計測はシャントにより絶対値を常時校正できるAC計測法に高精度計器とパルスカウンシステムを組み入れている。

近年、安価な低級重油が使用できる大出力ジーゼルエンジンが発達し、かつ交流発電機は直流機における整流子、容量限界がなくシリコン整流器もきわめて大電流領域まで無保守の高性能機器として確立されているので、この新しい直流発電方式は今後各種の電解プラントにさらに伸びるものと考えられる。

## 6. 荷 役

### 6.1 クレーン用電機品

44年度のクレーン用電機品は、製鉄を代表とする重工業において、設備容量の大形化および高速化が一段とおし進められた。なかでも巻上用電動機の容量がついに1,000 kW (4×250 kW) に到達し、さらに大形化の傾向が続いている。一方大形化とならんで高速化の要求に対して、価格および保守の両面から有利な高圧リアクトル制御を採用することにより、高ひん度の可逆運転を可能にし、あわせて高精度の速度制御を行ない、将来ますますふえと予想される大形クレーンの製作実績を積み上げた。

また、可飽和リアクトルをサイリスタに置き換えることにより、よりすぐれた応答性を得る、クレーンの一次サイリスタ制御については、400 V 級・2×30 kW の実績を作り、目下好評運転中である。

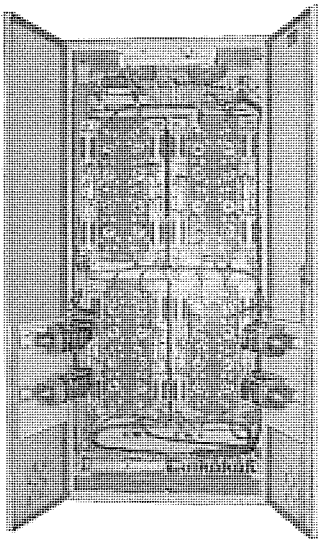


図 5.30 高圧サイリスタ盤  
High voltage thyristor panel.

### 6.2 アンローダ電機品

#### (1) 概要

アンローダ用電機品は船内の鉱石をにホッパー移すためのクレーン操作の自動制御を行なうもので、従来手動操作で全開にしていたバケット開度を、つかみ量、鉱石の比重などに応じて設定した任意の開度に制御できるようにしている。また船内の鉱石をバケットでつかみ、バケットを巻き上げる際クレーンの引き込みのタイミングを、従来は操作者の勘によっていたものを、巻き下げ、巻き上げ量をデジタル計測することによって、自動的に行なえるようはしたものである。

#### (2) 制御装置の特長

バケット開度制御、巻き上げ、巻き下げ制御は、すべてシリコントランジスタ NOR 素子を使用し無換点化しているため、装置の信頼度を高め、長寿命の制御を可能としている。制御モータは、サイリスタレオナード方式を採用している。

デジタル制御盤は、振動衝撃等で誤動作の起こらぬよう耐震性に十分考慮した設計を行なっている。

### 6.3 自動倉庫制御システム

今日の流通革命時代、省力化時代の要求を反映して、倉庫は単なる保管機能から流通ネットワークの重要な拠点として見直しされつつある。すなわち、自動倉庫制御システムは情報と物の流れをいかに同期化するかが重要な命題である。このような背景のもとに、当社では村田ライドマ- 経由A社向けとして、立体自動化倉庫の遠隔全自動制御システムを納入した。これはIBM 1050 システムによる全国的な情報ネットワークで、タイムシェアリングで処理された情報を倉庫現場にカードアウトし、そのカードを直接クレーン制御に与え、クレーン群を集中遠隔管理する方式で、最も理想的なシステムである。

当社では上記のほかに、クレーン制御方式として4段階の制御システムにまとめ、あらゆる要求にマッチしたものを提供できると同時に、情報処理についても中央EDPSとの結合を前提にして、倉庫現場での端末機、もしくは専用電算機システムについて、経済ベースにのったシステムの検討を進め、倉庫のマテハン自動化と情報のEDP化が一体になったシステムの確立をめざしている。

## 7. 其 の 他

### 7.1 コークス炉用電機品

コークス炉の作業機械は昭和44年度も新しく自動化を試みた電機品を多数製作納入した。

装入車においては受炭そう(槽)位置から装入炉への走行が自動化された。この方式は受炭位置において装入炉番を設定することにより、装入車の無接点リミットスイッチが炉上の鉄片をカウントし、設定炉番へ±数mmの停止精度で停止することができる。また装入炉かな受炭そうへの走行もリミットスイッチにより受炭そうを選択し、定位置へ停止できるようにした。

装入車、押出し機、ガイド車の各車両に走行自動運転装置を装備し、将来地上からのかま(窯)出し炉番のいっせい指令により無人運転を考慮したものも現在製作中である。この装置はかま出し炉番を各車両に与えるのみで、自動的に指定炉へ走行停止し、あとは各作業プログラムに従い自動的にふたの脱着、走行などを行ない、1サイクルの作業を完了するもので、各車両間のインターロックが完全にとれ、かま出し炉番をあらかじめ設定されたプログラムにより、自動的に発信すれば無人運転を行なうことができる。

これら走行自動運転装置は設定炉番に対する指令番地変換回路、現在位置検出回路および演算回路などからなり、トランジスタカードにより構成されている。

### 7.2 輪転機用電機品

昭和44年は国内経済の好況、あるいは万国博にそなえての各印刷会社、新聞社における輪転機の投資は、特に多色刷り機の採用が

増加の一途をたどった，カラー印刷に適する オフセット 輪転機は，高性能，高能率，高速度なものが要求される。それらに対して 44 年は，主電動機速度制御装置ならびに リールスタンド 紙継装置に IC 技術を導入したり，各種制御装置の ユニット化，自動化をはかった。

特に最近の労働力不足を反映して各種装置の自動化，遠隔化がますますとり入れられる傾向にある。当社では従来自動紙継装置，インキ 遠隔調整装置等，省力のための装置を多数製作納入したが，それらの一部はやはり人の手を必要とするものであった。今後はそれらを一歩推し進めて完全自動化に向かうものと思われるが，すでに紙継装置の完全自動化を計画し鋭意製作中である。

### 7.3 小形サイリスタレオナード装置

中・小形の工作機械をはじめ，製紙，化学 センイ，鉄鋼 プラントに，中・小容量の サイリスタレオナード 装置が大量に採用されるようになり，昭年 44 度中に，約 120 セットを製作，納入した。これらは，その用途・目的により千差万別の仕様・性能に応じて，最適のものを適用できるよう 2 種の系列で開発し製作したものである。

#### (1) THL-B, C 形

速度制御 ループ のクロスオーバー 角速度  $30 \text{ rad/s}$  の高性能機種であり，マレーシア および コロンビア 向け通信衛星用 パラボラアンテナの駆動に採用されたのをはじめ，プラント 補助 ライン 用に大量に製作納入した。

#### (2) THL-A 形

THL-B, C 形を基本にむだを省いた設計で，安価であり，一般工作機械を対称として開発したので小形である。22 kW 以下の工作機械用として最適である。

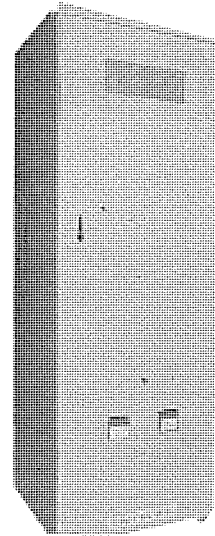


図 5.31 THL-C 形 サイリスタレオナード 装置  
Thyristor Leonard-type THL-C.



## 6. 工業用電機品—I

### Electric Apparatus for Industrial Application—I

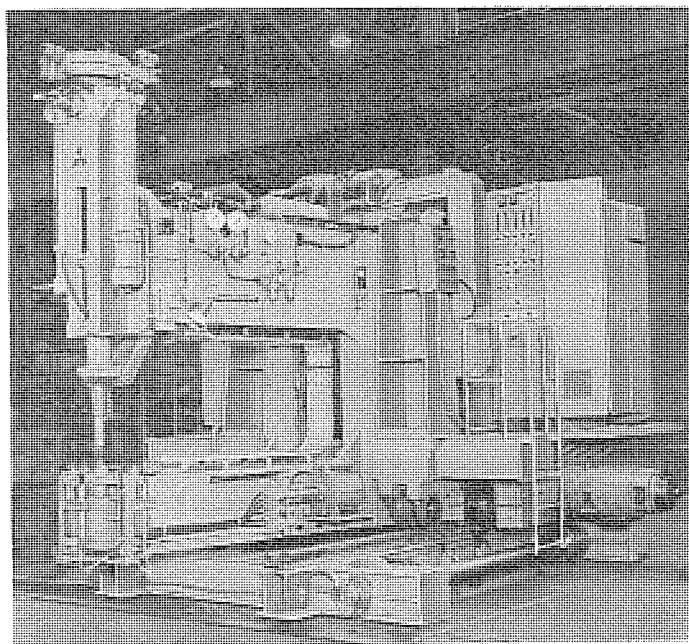


図 6.3 三相機動式溶接機  
Three phase travelling welder.

昭和 44 年は、数値制御方式等の導入により、設備の省力化、自動化がいっそう促進され、システム化へ大きく発展した年であった。

抵抗溶接機では、英国の BFW 社と技術提携を行ない、BFW 社の技術に、当社の長年の経験による独特の新技術を加えて、自動車会社や製鉄会社に、多くの自動抵抗溶接ラインを納入した。記録的容量としては、400 kVA 超大形機動式三相低周波抵抗溶接機を川崎重工業株式会社に納入した。

焼入および焼鈍装置と誘導加熱装置も、設備そのものとその省力化だけでなく、その前後装置も含めて、独特の技術を駆使してシステム化へ大きく発展した。電気炉は、大形るつぼ形誘導炉とみぞ形誘導炉の完成から、さらに鋳鉄用自動注湯装置の製作へ進み、鋳造工場の自動化のために、ひとりわが国における指導的役割を果たしつつある。誘導加熱の高周波電源となる高周波発電機でも、世界記録品である立形モジュール 400 kVA 10 kHz 3,600 rpm を製作中である。

放電加工機では、無人運転のできる最適制御装置 オプティマイザーを完成し、その技術の進歩に新紀元を画し、さらに、省力化の推進、大形化・高性能化へ進みつつある。電解加工機も、高度の制御を採用し、加工精度の向上へ進んでいる。

電動工具も建設ブームにのり、新機種の開発と改良が行なわれた。工作機用数値制御装置は、昭和 44 年はいっそう需要が増大し、それにこたえ、機能の高度化に対処するため、数値制御装置のモデルチェンジ、量産化、新機種の開発を行なった。産業機械用数値制御装置は、自動製図機・自動ガス切断機・自動溶接機等のそれぞれのシリーズを製品化した。さらに、サーボ機構の標準化・高精度化、コンピュータによる自動プログラミングシステムを完成し、数台の数値制御装置をコンピュータで駆動する群管理システムや、最適制御システムの開発が大いに進展した。

#### 1. 溶接機、電気炉、誘導加熱装置

##### 1.1 はん用アーク溶接機

最近数年間、はん用アーク溶接機の主流は、交流アーク溶接機から半自動・自動アーク溶接機へ移りつつあり、生産の合理化、溶接工不足による省力化のために、今後もこの傾向は著しくなる。44 年度は、はん用機による省力化をねらいとして、作業側にとってより使いやすい溶接機の開発改良に努めた。次に代表的な機種について紹介する。

##### (a) SN-500 B 形 ノーガスアーク溶接機 (MEL-PACK 500)

屋外作業をおもな用途とする ノーガスアーク溶接機を、スーツケース状のパッケージにまとめ、じんあい・風雨からワイヤ送給機構、溶接ツ

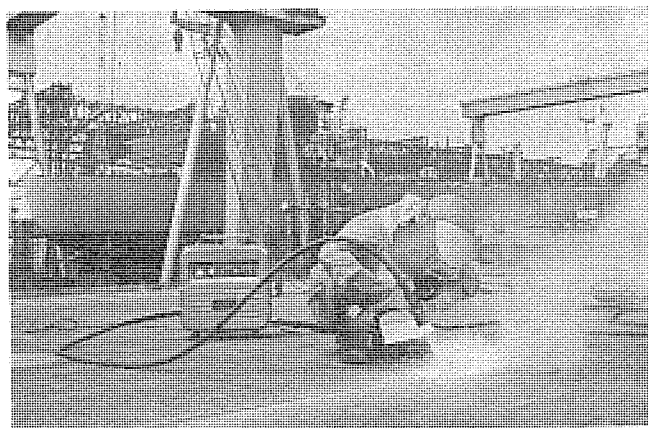


図 6.1 MEL-PACK 500 造船所における適用状況  
No gas semi-auto welder for ship building use.

イヤを防護し、溶接性・耐久性を著しく向上した。また構造的にも、軽量化による可搬性の向上、SLC方式・ツインローなどによるアーク長制御の安定化、オール無接点化回路による作業性の向上など斬新なアイデアを盛り込み、手溶接と同じ簡便さで使えるようになった。

今後は、ワイヤメーカーが開発した2.4mmφワイヤと組合わせて、造船・建築などの屋外作業のオールポジション溶接や、手鋸に使用できることから、中小企業における手溶接との置換えなど、いっそうの需用拡大が期待できるので、種々の改良ならびに簡易自動機の製作を行なってゆく。

#### (b) CT-350 形直流アーク溶接機

SA形半自動アーク溶接機の電源として、CT形直流アーク溶接機を開発した。本機は溶接条件の設定を容易にするため、1.2mmφワイヤ専用機として、溶接電流・アーク電圧の相関関係をあらかじめ定めておき、従来個々に電流・電圧を調整ダイヤルによって調整していたのを、一つのダイヤルで選定できるようにしたところに大きな特長がある。

溶接作業が非熟練作業でも容易に行なえるというユーザの要求は年々高まっており、当社としてもこのCT形をワンステップとして、溶接条件の設定を含めて、取扱い容易な半自動溶接機の開発をより積極的に推進したいと考えている。

### 1.2 特殊アーク溶接機

溶接熟練工の不足対策、製品品質の安定、作業の合理化のために、自動溶接機の採用が著しいが、多種少量生産品に対する、省力化のホープとしての数値制御方式がクローズアップされ、これを自動溶接機に導入した第1号機に続いて、はん用性のある5軸制御同時2軸NC自動溶接機を製作した。

本溶接機はX軸・Y軸（水平面）の各軸にそった直線および45°方向直線溶接、ならびにある半径を有する円弧および円周溶接が可能である。

機動式ラジアルボール盤形機械本体で、制御軸としては軌条方向にY軸、上下方向にZ軸、軌条方向に対し直角方向にX軸、円弧半径方向にU軸、円周溶接用回転にC軸を有する5軸制御装置溶接機である。

溶接機構成は、機械本体・溶接電源・NC制御盤・シーケンス制御

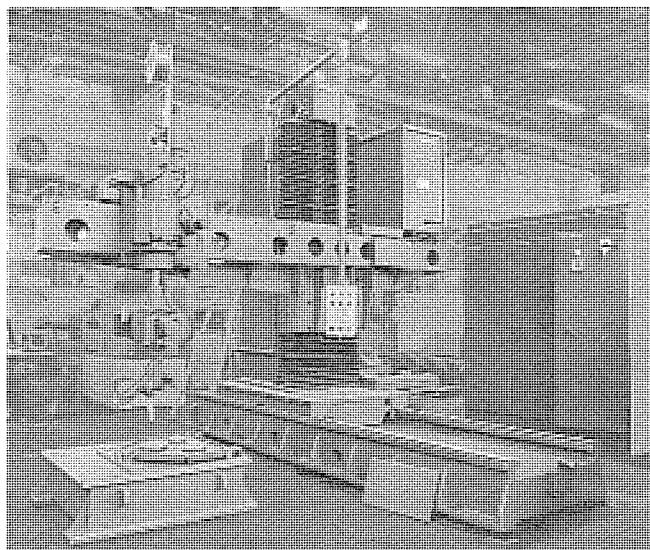


図 6.2 5 軸制御 NC 自動アーク溶接機  
5-axes continuous NC automatic arc welding equipment.

盤・操作盤・溶接物取付治具からなる。

溶接操作は自動・ダイヤル・手動運転と、種々、便利のように設計しているが、無人運転も可能である。自動運転する場合は、溶接中の入熱により生ずる熱ひずみを考慮して、能率的な作業工程をプログラミングして、どこにでもあるEIA標準コードの8単位用紙テープにせん孔することによって指令テープを作成し、自動溶接する。プログラミングは

(1) 溶接物の原点を定め、溶接トーチの移動順序、移動距離、半径の大きさ、およびトーチ角度を定める。

(2) 溶接物取付治具の動作指令などの補助動作順序を定める。

(3) 熱ひずみなどを考慮して、溶接順序を決定する。

(4) 溶接電流・電圧・速度など溶接条件を決定する。

などを定められた用語を用いて、作成する。

本自動溶接機は、1969年国際ウエルディングショーに出品し、総合電機メーカーの特長を生かした製品として、国内溶接業界に対し強くアピールしたのみならず、外国溶接関係者に対し、世界で1～2しか例を見ないNC自動溶接機が、日本でも実用化されていることを印象付けた。

### 1.3 抵抗溶接機

昭和44年は当社抵抗溶接機部門にとって輝かしい第一歩を踏み出した年であった。すなわち43年末、英国BFW社と技術提携を行ない、当社としては初めての製品である、ドアライン、フローライン、など搬送装置を備えた自動抵抗溶接ラインを次々と完成して、自動車メーカー各社に納入した。これら自動抵抗溶接ラインは、BFW社のすぐれた技術・経験を基に、当社の技術でよみがえり上げられたすぐれた機器で今後自動車工業界での活用が大いに期待される。鉄鋼プロセスライン用抵抗溶接機もBFW社の技術と当社の技術がみごとにマッチし、トラベラ形スポット、シングルシーム、マッシュシーム溶接機を鉄鋼メーカー各社に納入した。これらはすべて国内外に例を見ない当社独特の三相低周波式で溶接時間の短縮、電源負担の軽減、溶接強度の向上など多くの特長を持ち、鉄鋼メーカーの積極的な設備投資とあいまって、今後も多数採用されると考えられる。44年度特記すべき抵抗溶接機として、川崎重工業株式会社に納入した超大形機動式三相低周波式スポット溶接機がある。容量が記録的であるほか、当社の総合技術を結集し、フィードバックコントロール・数値制御・ワイヤレスコントロール等、数々の新技術を導入した抵抗溶接機で、主要定格は下記のとおりである。

定格容量	400 kVA 50 %使用率
ふところ寸法	2,200 mm
ふところ間隔	850 mm
最大短絡電流	150,000 A
最大加圧力	4,000 kg
最大溶接能力	軽合金 3 mm+6 mm
最大溶接速度	600 点/分

図 6.3 に外観を示す。

はん用抵抗溶接機では三菱ハイスポットポータブルタイマの発売を開始した。このタイマはすべて半導体化され、主回路開閉器もSCRを用いた新しいもので定置式溶接機・ポータブル溶接機・マルチ溶接機などに使用できるはん用性を持っている。圧接・溶接・保持・休止時限を持ち、ヒートコントロールは2系列備え、主回路開閉用SCRは三菱フリップサイリスタFTS-250 PW-24を使用し、400 Vにおいて約400 kVA

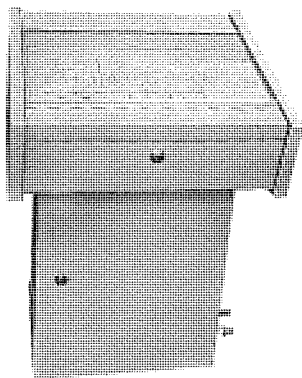


図 6.4 三菱ハイスポットタイマ  
Mitsubishi high spot timer.

(10%使用率)の能力がある。図 6.4 に外観を示す。

#### 1.4 高周波焼入装置

昨年に引き続き数多くの高周波焼入装置を製作した。この数多い実績に基づき国産 1 号機であるベアリングの焼入機を納入した。昭和 40 年から独自の技術で開発し数件の特許を申請中である。特に、焼入の過程において生ずるひずみを最小にするために考案した焼入方法、ワークピースの固定方法についてのアイデアは、本装置の実現の要点となった。ベアリング以外にも機械工業向けとして独創性の豊かな焼入装置を製作している。製鉄工業用としては、世界最高の焼鈍速度を有するシムアニーを納入して以来、種々の焼入焼鈍装置を製作した。自動車工業用としては、設備投資の多いのは例年どおりであり、各種専用機とはん用機を数多く製作した。トピックとしては、単なる装置の無人化と設備の合理化だけにとどまるのではなく、前後装置を含めたシステム化された装置を要求され、総合技術を駆使して製作に当たり、当社の実力を披露したことである。高周波焼入装置の無人化は当然のこととなった。図 6.5 に示すベアリング焼入装置は 30 分間無人運転可能な全自動焼入機である。

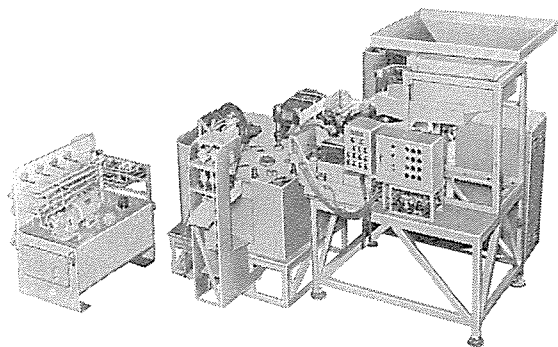


図 6.5 ベアリング焼入装置  
Bearing inner race hardening equipment.

#### 1.5 誘導加熱装置

伸長いちじるしいものに、鍛造加熱用ビレットヒータとアルミ押出用ビレットヒータとがある。広く鍛造業界に省力化と設備の合理化に貢献すべく、大小のビレットヒータを納入したが、中でもトピックはいすゞ自動車株式会社納め 5,000 t フォーGINGプレス用ピンチロー式大容量ヒータである。750 kW の商用周波電源と 1 kHz 1,000 kW 高周波電源の 2 周波併用で、高周波だけの場合と比べきわめて高い加熱効率と良好な温度状態を得ており、42 年度に住友金属工業株式会社納めの

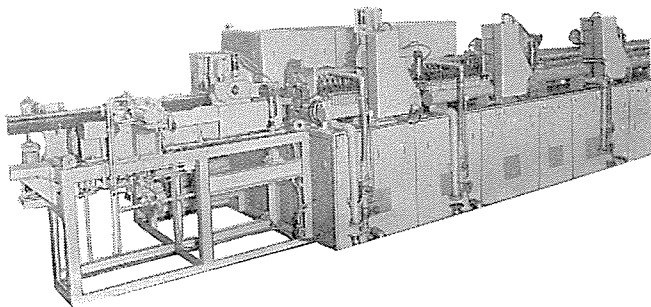


図 6.6 大容量ビレットヒータ  
Large capacity billet heater.

6,000 t フォーGINGプレス用ヒータとならび大きな実績を持つに至った。

また、日産自動車株式会社納め  $7\frac{1}{2}$ " (190 mm) アプセッタ用パーインドヒータは自動車のアクスルシャフト鍛造用局部加熱装置として、独創性豊かなヒータであり、パレットに積載されたパー材を自動的に取り出し、1,200 kW のコイルで加熱し、1 本ずつアプセッタに送り込むことができる。特に、パー材の自動取出機構は全くユニークなアイデアを用いており、真直材はもちろんテーパ材も処理することができ、設備全体の合理化に大きく寄与している。

アルミビレットヒータはアルミサッシの急速な需要に応じ、生産台数も伸びたが、1,500~2,500 t 押出プレス用ヒータが最も多い。装置も耐久性と取扱い容易という点に重点をおいて、安全に標準化して納期短縮を図っている。しかし、何よりヒータ心臓部となる変圧器は送油水冷式で、コンパクトにして長寿命高信頼性が期待でき、乾式水冷の場合のような夏期の絶縁劣化のトラブルが全くなく、広く顧客の好評を得ている。

#### 1.6 電気炉

鑄造工場の溶湯の保持昇温用として使用される鑄鉄用みぞ形炉は、昭和 44 年は、トヨタ自動車工業株式会社 (28 t 2 台) と株式会社豊田自動織機製作所 (15 t 2 台) に納入され、溶解炉であるつば形低周波炉の前炉として、鑄造工場の合理化に威力を発揮している。パッケージ形 3.5 t つば形低周波炉も、コンパクトで据付が簡単のため好評を博し、すでに 20 台近く受注した。

昭和 44 年の実績として特筆すべきことは、鑄物工場の自動化の一つとして、三菱重工業株式会社および鈴木自動車株式会社から鑄

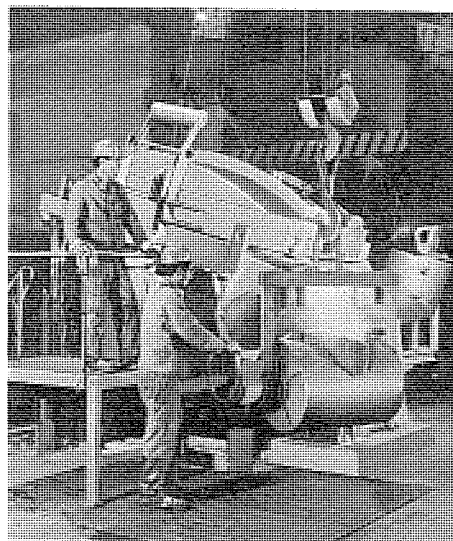


図 6.7 みぞ形誘導炉の出場  
Pouring of channel type holding furnace.



鉄用自動注湯装置を受注したことである。これは、るつぼ形低周波炉で溶解した溶湯を、みぞ形低周波炉で保持昇温し、自動注湯装置により、造形ラインの動作に合わせて自動的に鑄込みを行なうもので、このシステムは、他の工場においても計画中で、将来増加の一途をたどるであろう。

その他に、高性能機器に使用される素材溶解用として、25 t 2,500 kW 真空溶解用低周波炉、連続亜鉛メッキ用に 165 t 亜鉛溶解用誘導炉を受注した。亜鉛メッキ用のポットにはアイアンポットもあるが、保守と寿命の点で、誘導式セラミックポットが使用される傾向にあり、当社は、わが国唯一の実績メーカーで、既納のものは現在まで、11 年間で最大として全部無事故で連続運転をしている。

以上の炉を含め、昭和 44 年には 50 台以上の誘導炉を受注し、その大部分は実動中である。鑄物工場は大企業、中小企業でも、それぞれの規模に応じて合理化をはからねばならないが、当社は炉だけのメーカーでなく、装入材料処理から溶湯処理までのシステムエンジニアリングをもって、鑄造工場の合理化に協力してゆきたい。

アーク炉については、三菱製鋼株式会社から 80 t (最大 100 t) の高電力アーク炉を受注し製作中である。

## 1.7 高周波発電機

当社は、わが国における高周波発電機のトップメーカーとしての貫録を示し、従来より数多くの世界記録品を製作してきたが、44 年はモノブロック形高周波発電機の世界記録品である、400 kVA 10 kHz 3,600 rpm 立形 (直列コンデンサ使用せず) を製作中である。本機は従来の限界とされていた、300 kW 10 kHz 3,600 rpm 立て形 (直列コンデンサ使用せず) に引きつづき製作するもので、設計製作にあたっては、電氣的・機械的・熱的に十分な検討を行ない、機械の損失を少なくするよう特に留意し、固定子鉄心・回転子鉄心・界磁コイル・電機子コイルおよびファンなどに新たな構造を採用した。また、冷却についても空気冷却器と固定子を直接冷却する方法を併用している。これらは、わが国最大の納入実績を誇る当社の高度の技術と豊富な経験からのみ達しうる限界点であり幾多の新技术が開発された。

同機のおもな仕様は

出力：400 kVA、電圧：800 V、周波数：10 kHz、単相、回転数：3,600 rpm、H 種絶縁、全閉空気冷却器付き立て形モノ

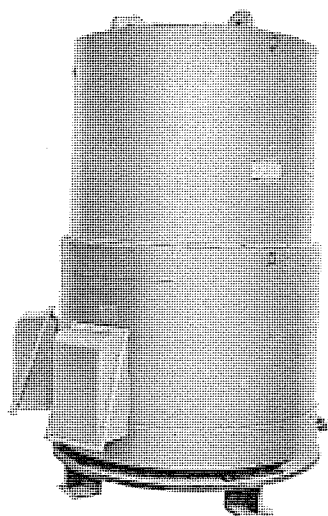


図 6.8 300 kVA 10 kHz 単相 3,600 rpm 高周波発電機  
300 kVA 10 kHz 3,600 rpm high frequency  
motor-generator.

ブロック構造 (直列コンデンサ使用せず)

図 6.8 は、300 kW 10 kHz 3,600 rpm 立形高周波発電機 (直列コンデンサ使用せず) の外観である。

## 2. 放電、電解加工機

### 2.1 放電加工機

放電加工機はトランジスタ、サイリスタなどの半導体スイッチング素子の導入によって、加工性能が画期的に向上し、今日の隆盛を見るに至った。しかしながら、切削加工機械にくらべれば、省力機械ではあるが、複雑な形状の加工においては、安定・高能率に加工を行なうにはオペレータの監視調整が必要で、加工能率がオペレータの経験、慣れによって左右されることは否めない事実であった。

人手不足、とりわけ熟練作業者の確保の困難な時代に直面して、省力化と生産性向上を図るには、無人状態においても、安定・高能率で加工できる放電加工機の出現が望まれていた。

この要請にこたえて当社は、放電加工機の最適制御装置 オプティマイザーを開発し、昭和 44 年 7 月、東京晴海で開かれた第 4 回国際金属加工機展に発表した。

この装置はアダプティブコントロール装置とプログラムコントロール装置からなっており、不測の異常加工現象に対しては、アダプティブコントロール装置によって安定な条件を自動的に選択し、荒・中・仕上の加工エネルギーの切換えはプログラムコントロールによって行なうものである。これによれば、加工を始めるに当たって、一度、条件を設定するだけで、その後は無人状態でも安定・高能率な加工ができる。

従来、放電加工の研究開発はパルスエネルギーの供給方式に重点が置かれていたが、放電加工機にオペレータに代わる判断制御機能を付与するオプティマイザーの出現は、放電加工機の技術進歩に新紀元を画するものであるといっても過言ではない。

これからの放電加工機の開発の重点は、省力化を推進するための自動化、システム化にあるといえよう。これからの自動化は従来の単純フィードバック制御、プログラム制御に加えて、適応制御・計算機制御といった人間に代わる判断制御機能を機械に付与することにある。さらに、1 台の機械の自動化にとどまらず、プラント全体の最適化をねらう群管理システムへと発展してゆくであろう。

一方、最近では、放電加工の加工速度を上げるために、多電極加工・分割加工を行なうマルチパワーシステムが採用されつつある。このマルチパワーシステムは放電加工の適用分野を型加工にとどまらず、製品加工の分野へと広げようとしている。

また、放電加工機は、ますます大形化の方向へ進んでおり、自動車ボデー絞り型 (ドア、ボンネット、ルーフなど) の加工を目的とする超大形放電加工機が開発されつつあり、近く、国産 1 号機が完成しようとしている。

### 2.2 電解加工機

電解加工機の特質を生かして、生産性を向上しようとする考えは年ごとに普及し、加工対象も大形化して、機械容量も増大している。最近では 10,000 A のものが最も多く実用されるようになってきている。数年前は 2,000 A が、昭和 43 年は 5,000 A が、昭和 44 年度は 10,000 A が大半であった。

最近の電解加工機は、電解液の比抵抗の変化、その他の外乱によ

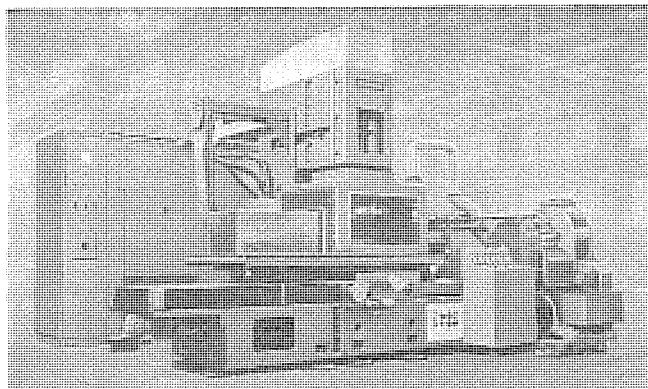


図 6.9 MC-100 V, 10,000 A ダイヤシカ 電解加工機  
Type MC-100 V 10,000 A electro-chemical machine.

る加工精度の変化を防ぐために適応制御が導入されている。

今後、ますます、高等な制御が導入され加工精度の向上が図られるであろう。

電解液に関する研究も行なわれており、硝酸ソーダ、その他の特殊電解液によれば、食塩水よりも、オーバーカットの少ない加工が得られる。

一方、加工特性の向上と並んで、機械構造の信頼度、コストの改善も新材料の採用などによって進められるであろう。

### 3. 工作機械用電機品および電動工具

#### 3.1 工作機用制御装置

工作機械は、人手不足とくに熟練工の不足という状況下で、高度の自動化・高精度高能率化がいっそう進められた。これに対処して当社の MELDAS は、2000 (ならい)、3000 (自動位置ぎめ数値制御)、4000 (位置ぎめ直線切削数値制御) ならびに 5000 (連続切削数値制御) とシリーズを整え、工作機メーカーならびに需要家から好評を得て、多数の納入実績をあげている。

また速度制御としては、直流電動機のサイリスタレオナード制御が、ますます広く採用されてきている。昭和 44 年の傾向としては、機械の大形化に伴う大容量化とともに、高精度化が目立っている。大形複合工作機の送り軸用としては、50 kW 程度のもので製作した。また高精度化の一例としては、位置制御サーボにおける速度制御として、最高速度 1,000 mm/min において停止精度 1/100 mm 以下という高精度のものも製作した。

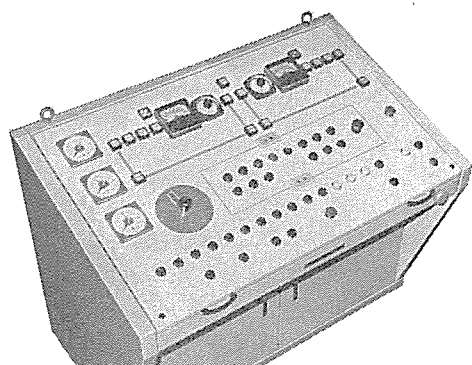


図 6.10 大形工作機用制御装置  
Control apparatus for large machine tool.

#### 3.2 ならい制御装置

MELDAS-2200 形連続式二、三次元ならい制御装置は純電気式追従サーボ機構によるもので、性能・保守・安定性にすぐれ、これまでに数多くの納入実績を持ち、各方面から好評を得ている。

本装置では、連続切削数値制御装置 MELDAS-5200 シリーズとの併用運転を行なう関係上、速度ループは数値制御装置にも適用できるようなサーボ設計がなされており、サーボモータおよびその駆動増幅器、強電回路は共用させている。

また、駆動部として低慣性モータを、検出部に新規開発した MT-120 形トレサヘッドを採用したことにより一段と精度が向上し、さらに標準仕様に各種保護装置と豊富な機能を果たせたので、作業者の監視なしでならい運転ができる。

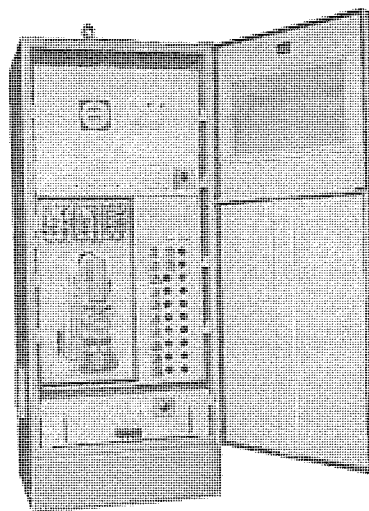


図 6.11 ならい制御装置  
Control apparatus for copying system.

#### 3.3 電動工具

電動工具においては、建築ブームにより一段と需要が増している。木工用電動工具と石材用電動工具に特に重点をおき、新機種の開発と改良を実施した。木工用電動工具においては、主力機種である電気かん・電気みぞ切りを初め、丸のこ 2 機種の開発改良と新たに角のみ機を開発し、木工工具の充実を図った。石材用電動工具においては、アンカー取付用として使用される電気ハンマドリルをさらに 1 機種開発し、従来の VD-25 A-2 形を改良して VD-650-1 形に改名し、ハンマドリルのシリーズ化を図った。

電気かん (PN-140 B-1 形) は刃幅を 140 mm と 4 寸 5 分の材料をも加工できるように大形化するとともに、刃の取り付け取りはずしをワンタッチで行なうことができるよう新しいアイデアを取り入れて、使用者の身になっての取り扱いやすい構造にした。

電気みぞ切りは他社のカッタとの共用化をさせるとともに、切粉の排出が有効になるよう定盤の形状を変更して使いやすしいものとし、最も問題のあった切り欠き防止装置の調整板も片方調整方式にしてその効果をさらに大なるものとした。

電気丸のこは、新たに手軽な作業に使用される 165 mm の丸のこ (CS-165 A-1 形) を開発した。本品は片手で楽に操作できる小形の丸のこで、家庭での切断作業にも使用できる用途の多い機種である。従来から製作していた 255 mm の丸のこを傾斜挽き可能の構造に改良して CS-255 B-1 形にした。丸のこシリーズも 165 mm の加入に

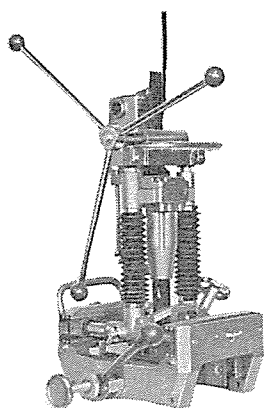


図 6.12 PF-30 A-1 形 角のみ機  
Type PF-30 A-1 electric hollow  
chisel.

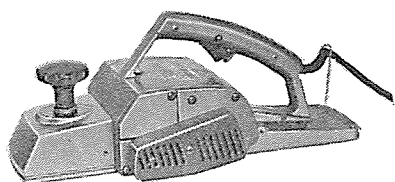


図 6.13 PN-140 B-1  
形電気かんな  
Type PN-140 B-1  
electric planer.

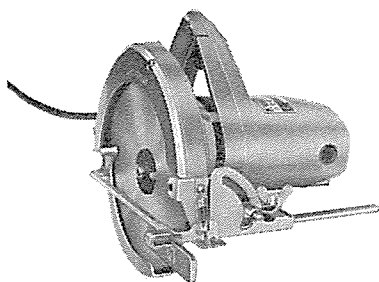


図 6.14 CS-165 A-1 形  
電気丸のこ  
Type CS-165 A-1 electric  
disc saw.

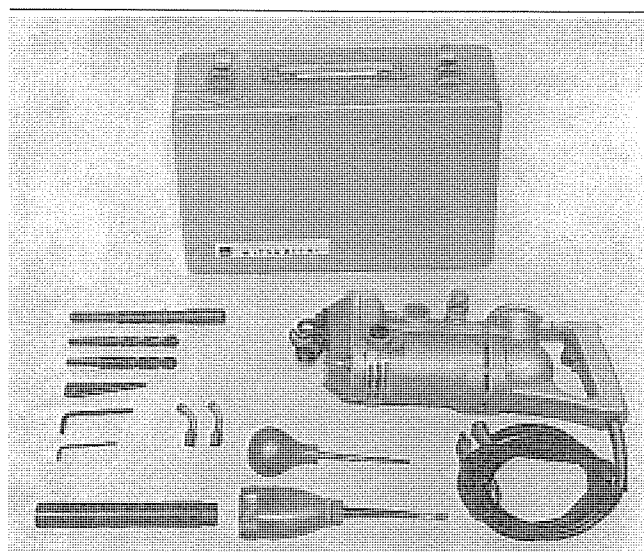


図 6.15 VD-630-1 形 電気 ハンマードリル  
Type VD-630-1 electric hammer and drilling tool.

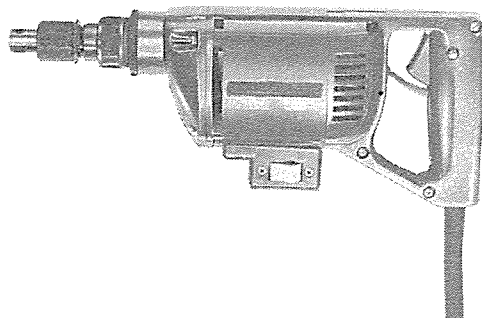


図 6.16 NS-6 A-1 形 テクス ねじ用電気 スクリュードライバ  
Type NS-6 A-1 electric screw driver.

表 6.1 電動工兵仕様  
List of electric tools.

品 名	形 名	容 量 mm	出力 W	電 源		全負荷 電 流 A	無 負 荷 回 転 数 rpm		重量 kg
				種類	電圧 V	周波数 Hz			
電気かんな	PN-140 B-1	刃幅 140 切込深さ 0~3	600	単相 交流	100	50/60	10	16,000	7.5
電気みぞ切り	EG-21 B-1	カッター 刃幅 36 切込深さ 28.5 丸のこ外 径 203	550	単相 交流	100	50/60	11	5,000	7.8
165 mm 電気丸のこ	CS-165 A-1	丸のこ径 165 切込深さ 58 傾 斜 角 45°	370	単相 交流	100	50/60	7.0	3,300	3.0
255 mm 電気丸のこ	CS-255 B-1	丸のこ径 255 切込深さ 90 傾 斜 角 45°	500	単相 交流	100	50/60	10	2,800	8.5
角 の み 機	PF-30 A-1	角 の み 寸 法 30×30	600	単相 交流	100	50/60	10.5	800	29.0
電気ハンマ ードリル	VD- 650-1	コンク リート 32	450	単相 交流	100	50/60	9.0	1,000 打撃数 回/分 4,600	7.5
電気ハンマ ードリル	VD- 630-1	コンク リート 25	350	単相 交流	100	50/60	7.0	1,200 6,000	6.5
テクスねじ 用電気スク リュードライ バー	NS-6 A-1	6	200	単相 交流	100	50/60	4.0	2,800	2.15

より、165 mm・255 mm・355 mm の 3 機種をそろえることになった。

電気ハンマードリルは、アンカーの中で最も多く使用されている 14.3 φ・17.5 φ の穴あけに最も能率よく加工できるものとして、VD-630-1 形を開発した。本品は従来機種 VD-25 A-2 形と同じ国産初の 3way 方式を採用し、打撃＋穴明け、穴明け、打撃の三つの使い分けができる構造のもので、特にコンクリートの穴明け性能は抜群である。さらに最も必要とされる油の給油に関しても、自動給油タンクを本機に内蔵させ、タンクへの給油を行えば、自動的に主要部分にむだなく、必要量の油が補給されるという、当社独特のアイデアがもり込まれている画期的なものである。

また、従来機種 VD-25 A-2 形も穴明け性能向上を目的とした電動機特性改善を行なって VD-650-1 形と改名し、今以上の賞讃を浴びている。

建築業界の大きな関心事となっている テクス ねじの出現により、ねじ締めつけの作業工程が大幅に簡略化されようとしている。本ねじは穴明け、ねじ切り、ねじ取り付けを一本のねじで行なうもので、従来 3 工程を必要としていたねじ取り付けが 1 工程で完了するもので、現在では車両・軽量鉄骨・室内装飾等多くの用途が考えられている。当社はこの テクス ねじ用としての電気 スクリュードライバー (NS-6 A-1 形)を開発した。ねじの締め付けトルクを調整できる ストッパー付きで、本体は電氣的安全絶縁をされている 2 重絶縁方式のもので、アースを取る必要のないものである。さらに正逆切換え可能な構造で、



ねじの締付け、ゆるめがスイッチの切換えで容易にできる使いやすいスクリッドドライバーである。

4. 数値制御装置

昭和43年の秋以降わが国においては、工作機械数値制御装置の実用化が急速に進み、各種工作機械への適用が行なわれるとともに、操作・プログラム・モニタを含めて使いやすい数値制御装置（NC）の要求が一段と高まった。昭和44年は、これら需要の増大と要求機能の高度化に対処し、従来製作してきた位置決め直線切削数値制御装置 MELDAS-3200/4200 をモデルチェンジするとともに、連続制御輪郭切削形 MELDAS-5200 の量産体制を確立したが、さらに、姉妹機として MELDAS-4200 S の開発を行なった。また、工作機械用のほか、産業機械用として、自動製図機・自動ガス切断機・自動溶接機を製品化した。さらに、NC システムの基本をなすサーボシステムの解析を進め、駆動増幅器・使用モータの標準化を行なうとともに、リレーシーケンスを検討して、リレー盤の標準化にも着手した。また、型彫機や立て旋盤などの NC テープ作成のため、自動プログラミングについても強力に作業を進め、基本的なポストプロセッサの完成をみた。数台の NC を電算機で駆動する群制御システムや最適切削条件を維持し、熱変形工具変形などを自動補正する最適制御の実用化が叫ばれているがこれら新システムの開発にも一歩の前進がみられた。

以下、主要項目について概説する。

4.1 工作機用数値制御装置

4.1.1 MELDAS-3200/4200 の改良

昭和42年に発表した MELDAS-3200/4200 は、多くのユーザーに好評をいただいたが、また一方、要望事項も多くあった。これらに対し検討を行なった結果、今回の改良により実現した。改良は下記3項目が主要点となった。

(1) 仕様を整理し標準化をはかった

対象となる工作機械は多種にわたり、すべてに適合させることは困難であるが、今までに得た資料を基に、標準および選択仕様に入れ融通性が増した。今後とも、逐次検討を行ない、内容の充実したものにすつもりである。

(2) モジュール構造へ推進

製作仕様は工作機械およびユーザーによりすべて異なる。従来、採用していたビルディングブロック方式では、種々の構成が容易にできる利点があったが、製品完成に多くの工数を必要とする欠点があるので、今回モジュール構造とした。これにより選択仕様の大部分は、プリント板を定位置にそう入するかまたは、必要な設定盤ユニットを定位置に実装し、結線により短時間に完成品とすることが可能となった。そのため、図6.17のように外形および構造は一変した。図から本体架には主テープリード・論理盤・電源のほか直流モータ増幅器および設定盤ユニットが、また、補助架には補助テープリード・現在位置表示・手動データ入力18チャンネルおよび同時2軸用直流モータ増幅器等が実装される。

(3) 動作の安定化

数値制御装置の設置される環境は他の電子機器に比較してきわめて悪く、特に、ノイズ電圧に対しては、数百ボルトが信号線から侵入しても安定な動作をしなければならない。それゆえ入出力端子には、特別設計のフィルタをそう入し、1kHz～30MHzの周波数帯域のノ

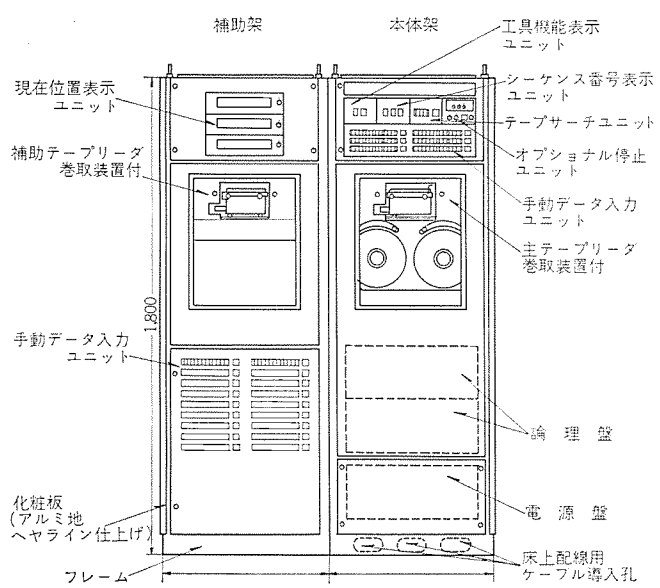


図 6.17 MELDAS-3200, 4200 外形図  
MELDAS-3200, 4200 numerical controller.

イズに対し、より安定な動作を確保するようにし、性能向上に努めた。その他細部についても、定数の再検討により安定化に努めたが、基本回路は従来とほとんど同一のものをを用いている。

4.1.2 MELDAS-5200 シリーズの量産化

各種工作機械への適用あるいは操作、プログラム、モニターも含めて使いやすい NC などの要求から NC の機能は多様・高度化の傾向となってきたが、これにこたえるべく輪郭切削数値制御装置 MELDAS-5200 シリーズの量産化にあたって、これら各機能の様々な組合わせに短納期でこたえられるよう種々考慮を払った。

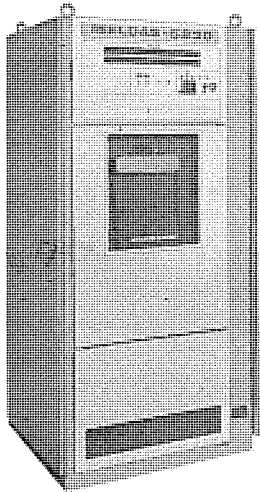


図 6.18 MELDAS-5230 数値制御装置  
MELDAS-5230 numerical controller.

表 6.2 MELDAS-5200 シリーズ  
MELDAS-5200 series.

	補間方式	制御軸数	おもな適用機械
MELDAS-5210	直線	2軸	旋盤、自動製図機、ガス切断機
MELDAS-5220	直線	3～5軸	フライス盤、マシニングセンタ
MELDAS-5230	直線、円弧	2軸	旋盤、自動製図機、ガス切断機
MELDAS-5240	直線、円弧	3～5軸	フライス盤、マシニングセンタ

表 6.2 に示すように シリーズを補間方式および制御軸数により 4 機種に大別している。これにより対象とする機械の種類あるいはプログラムを計算機で行なうか、手動プログラムで行なうかなどの条件から基本にする NC の選択を容易にしている。これらの基本機能に各種の選択機能、たとえば工具径補正・工具位置補正・補助テーブルなどを付加することにより、機能を拡張していく。また工作機械によって駆動部は油圧駆動・電気駆動さらにクラッチによるギヤ切換えを含むなど様々であるが、これに対しても柔軟なハードウェアとなっている。

このような機能の拡張に対していわゆるビルディングブロック方式をとっているが、具体的方法としておもなものをあげると次のとおりである。

(1) 回路構成としては特に円弧補間を有する機種について、その演算部に固定プログラム方式を採用することにより固定プログラムの追加のみで演算を必要とする機能たとえば工具径補正などが容易に追加可能となっている。また軸ごとの制御回路もそれぞれ独立になっているので軸数追加も容易である。

(2) 素子として集積回路を採用したことにより、それぞれの機能の制御回路が比較的小形になると、実装カードを大形のものを採用したことにより機能ごとにカード化され、ほとんどの選択機能がカードの差し換えあるいは追加で付加可能となっている。

(3) 電源、直流モータ駆動増幅器などのように、仕様によって定格出力の異なるもの、あるいはテープ巻取装置とテープ収容箱などのように、いずれか一方が選択されるようなものは、すべて同一取り付けとなるよう各パネルの設計も全く標準化している。また、NC においては、操作に対する要求の多様性から、NC 操作パネルへの要求も様々で、これに対しては操作パネルを標準寸法に分割し、一方各機能ごとに必要なスイッチ・ランプ類を実装した前記標準寸法に合った小ボードを用意しておき、要求に応じてそれらの小ボードを組合わせてパネルに取り付ける方法をとることにより、選択の自由度を高めている。そのほか本体と並置可能な補助架も用意しており、3 軸以上の場合の直流モータ駆動増幅器の実装、あるいは現在位置表示カウンタの実装も可能にするなど、機構設計的にも種々量産に対する考慮を払っている。

これからも NC の発展はさらにめざましいものになると思われるが、今後とも各ユーザの期待に十分こたえる製品とすべく努力していく所存である。

#### 4. 1. 3 MELDAS-4200 S の開発

位置決め、直線切削用数値制御装置として従来 MELDAS-3200・MELDAS-4200 の 2 機種を製作し、多数の実績を持っているが、ボール盤・小形フライス盤・割出しテーブルなど機能を限定した範囲を対象として、MELDAS-4200 S の開発に着手した。MELDAS-4200 は制御軸数 5 軸まで増設できるはん用機であるが、MELDAS-4200 S では制御軸数を 3 軸までに限定し、基本機能は 2 軸制御、切削送り機能なし、モータ軸レゾルバフィードバック方式、SCR 増幅器による直流プリントモータ駆動と簡潔なシステムにまとめた。

(1) 位置決め方式は MELDAS-4200 と同方式で、位置決め時間が短い。

(2) モータ軸直結レゾルバフィードバック方式であり、リトロフィットの用途に最適である。

(3) 直線切削機能と制御軸 1 軸をオプションとして追加でき、フライス盤にも適用可能な機能を持つ。

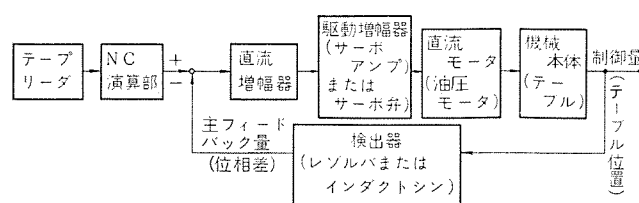


図 6.19 MELDAS サーボ機構のブロック図  
Block diagram of MELDAS servo system.

#### (4) 全 IC、完全モジュール方式

と幾多の特長を持ち、広範囲な用途に適合すると期待される。

#### 4. 1. 4 サーボ駆動系の標準化

##### (1) MELDAS サーボ機構

機械の刃物台の移動位置とか、回転テーブルの回転角度を安定に、高速・高精度に制御するため、サーボ機構を構成する増幅器・サーボモータ・歯車機構・機械駆動ねじおよび検出器などの各要素が、すぐれた機能をもつばかりでなく、それらの要素の特性がよくマッチングのとれたものを標準化した。図 6.19 に MELDAS のサーボ機構のブロック図を示す。

##### (2) NC 用サーボ機構の特質

NC 用サーボ機構として下記の特性が要求される。

- (a) 総合加工精度向上のためには、高力高速応答が必要。
- (b) 連続切削においては絶対にいき過ぎがあってはならない。
- (c) 位置決め、早送りなどには高速が要求される。
- (d) 早送りと切削送りとを切替えて用いる場合は、機械・精度・速度などを考慮して円滑に行なわせることがたいせつである。

##### (3) MELDAS 用操作部

MELDAS のサーボ機構に用いている操作部は、電気式と油圧式とがある。これらはそれぞれの要求性能によって選定する。

##### (a) 電動機駆動方式

###### (i) 駆動増幅器

トランジスタ増幅器としては 200 W、400 W、800 W 出力の直流モータを駆動できる。サイリスタ増幅器としては、単相全波・三相全波があり、200 W 出力～3 kW 出力の直流モータを駆動できる。増幅器の性能の評価として、位置決め精度と早送り速度との比と考えると、トランジスタ増幅器が最良で、次が三相全波、三相半波の順である。

###### (ii) 直流モータ

電動機として低慣性モータとプリントモータがある。低慣性モータは過渡応答の良さを要求される場合に用いる。

##### (b) 油圧駆動方式

サーボ弁と油圧モータを用い、高出力用として用い、2.8 kW～7.5 kW の出力を要する場合に適している。

#### 4. 1. 5 自動プログラミング

NC を利用しようとする場合、必要な指令テープをどのようにして作成するか、すなわちプログラミングが重要な課題となる。

加工物が簡単なものであれば、これを人手で作成することも可能であるが、形状が複雑な場合、または形状は簡単でも点の数が多く指令テープが長くなる場合には、コンピュータによる自動プログラミングが必要となる。

現在、自動プログラミングシステムとしては、APT (Automatically Programmed Tools の略) システムが最も一般的で広く利用されている。この APT システムは、IITRI (Illinois Institute of Technology Re-

search Institute の略) が中心となり、全員組織のもとに長期計画を立てて開発が進められ、その能力を広めつつある。当社も昭和44年度よりこの APT 長期計画に参加し、MELDAS 用指令テープの作成にこの APT システムを利用できる体制になっている。

APT システムプログラムは大きく分けて、メインプロセッサとポストプロセッサに区分される。メインプロセッサはパートプログラムを処理して、機械の運動に関する一般解を得るもので、ポストプロセッサはこの一般解データを処理して、使用しようとする特定の NC 機械に適合するように変換するものである。したがって APT を利用する場合には、特定の NC 機械用のポストプロセッサを用意しなければならない。現在 MELDAS 用ポストプロセッサとしては、次のようなものが開発されている。

- ・MELDAS-5220 用(対象機械は特に固定しない)
- ・MELDAS-5240 用(対象機械は特に固定しない)
- ・MELDAS-5220 付 9 ME (日立精機 フライス盤) 用

これらのポストプロセッサは、日本 IBM 株式会社 データセンターおよび三菱原子力工業株式会社の総合計算センター(MCC)の IBM 360 APT システムに組込まれ、自社にコンピュータを持たない MELDAS ユーザーも自由に利用し、必要な指令テープを作成できるようになっている。

さらに今後次のようなポストプロセッサの開発も予定されている。

- ・MELDAS-5230 付旋盤用
- ・MELDAS-5200 付多軸機械用
- ・MELDAS-4200 付位置決め、直線切削機械用

なお、APT システムを利用するには大形コンピュータが必要になるので、MELCOM の手近かな中小形機種によっても容易に利用できる自動プログラミングシステムとして、MAPT (Mitsubishi APT) の開発も検討中である。

#### 4. 1. 6 プラノマチック数値制御装置

従来のプラノミラーに、数値制御装置をカプラーしたもので、フライス、ドリル、タップ、ボーリング、フェーシング等多種の加工を、人手を要さず行なわせることができる NC 機械である。

##### (1) おもな仕様

NC は、MELDAS-4300 を基本形とした 5 軸同時 2 軸制御方式で、3 速切換え(早送り)および 2 速切換え(切削送り)の両方向停止となっている。同時に動作する 2 軸は、一方の軸を基準としてもう一方の軸が正または負方向に同じ動作をするので、対称物・平行物の加工は、同時に両面行なうことができる。また、強電盤に取り付けたボリュームにより容易に変えられる 4 種類の送り速度指令と、15 種類の主軸回転数指令を有しており、タッピング時の速度調整も容易に行なうことができる。

##### (2) 特長

MELDAS-4300 を基本形としているので、次のような特長がそのまま生かされている。

- (a) ノイズマージンが大きい。
- (b) パルスフィードバック方式であるので調整が簡単である。
- (c) NC 回路と強電回路が電気的に絶縁されており扱いやすい。

### 4. 2 産業機械用数値制御装置

#### 4. 2. 1 自動製図機

コンピュータを活用した設計の自動化に伴って、設計データを紙テープとしてとり出し、これにより IC パターンなどの精密な図面を作成

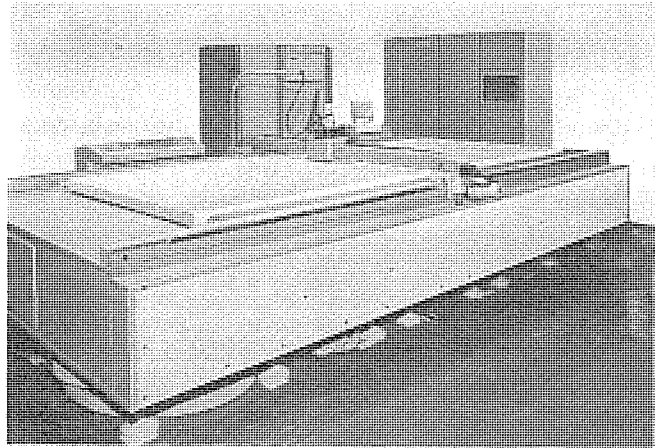


図 6.20 MEL-φ-GRAPH 5000 形 自動製図機  
Type MEL-φ-GRAPH 5000 automatic drafting system.

するための自動製図機が使用されるようになり、自動製図機システムとして以下のシリーズを開発した。

##### (1) MEL-φ-GRAPH 2000

位置決めおよび直線補間機能により、プリントパターン、IC パターンなどの製図が可能である。

##### (2) MEL-φ-GRAPH 3000

位置決めおよび直線と円弧の補間機能により、アンテナなど自由な形状の作図が可能である。オプションとして図面の席標読み取り機能が付加でき応用範囲が広い。

##### (3) MEL-φ-GRAPH 5000

制御用計算機 MELCOM 9100-5 を内蔵したストアプログラム方式の制御装置により、入力された図形データに対して回転、スケーリング等の修飾が可能でありレターリング、図形に応じた描画速度制御などの自由な作図操作が可能である。また ITV を用いて図形の座標を読み取り紙テープにパンチしたりタイプライターでプリントを作成する座標解析機としての機能も有している。

これらのシリーズは下記特長を有している。

##### (1) 回路は IC 化されていて信頼度が高い。

(2) サーボ系はアナログフィードバック方式で、安全性が高く、精度が良い。

(3) タレット選択・テープサーチ・補助リーダ等のオプションが豊富に準備されている。

(4) 写真フィルム用のライトペンには光量補正回路を用いて良好なネガを得るように制御している。

#### 4. 2. 2 ガス切断機用数値制御装置

造船工業等の分野において、設計ならびに工作の自動化に伴い、数値制御によるガス切断機が採用される気運にあり、ガス切断機用の数値制御装置として下記のシリーズを開発した。

##### (1) MELDAS-5210 たんざく(短冊)切断用

位置決めおよび直線補間機能による任意形状の切断を行なう。

##### (2) MELDAS-5220 緩曲線切断用

2 本のトーチブロックを同時に駆動して、位置決めおよび直線補間により緩曲線形状の切断を行なう。

##### (3) MELDAS-5230 形切断用

位置決めおよび直線と円弧の補間機能を有し、自由な形状の切断を行なう。

##### (4) MELDAS-5240 緩曲線および形切断用

緩曲線用としても形切断用としても使用でき、あらゆる形状の切



断に應用できる。

これらのシリーズによりあらゆる切断の需要に迅速に応じられる体制を確立した。

特長として以下の事項が考慮されている。

- (1) 計算単位が 0.01 mm であり高精度の制御が可能である。
- (2) マーキング作業のために 6m/min までの速度指令が可能である。
- (3) 同時計算制御軸数は最大 5 軸まで選択できて応用範囲が広い。
- (4) 原点復帰、テラサーチ等のオプションが豊富にある。
- (5) ガス切断に特有な下記オプションを完備している。
  - (a) 逆行制御
  - (b) ドウェル
  - (c) 切り幅補正
  - (d) トーチ旋回
  - (e) 同形対称
  - (f) トーチ間隔設定
  - (g) ベベル制御
- (6) 回路は IC 化されていて信頼度が高い。
- (7) サーボ系はアナログフィードバック方式で、安全性が高く、精度が良い。

#### 4.2.3 自動溶接機

溶接機の数値制御は切削を行なう工作機械の場合と異なり、仮組みした加工物の溶接を連続的あるいは不連続に行なうためのトーチ先端の経路制御、トーチ角度の制御、加工物をとりつける治具台の回転制御、溶接電流、電圧値の設定およびその開始、終了制御などを行なうものである。

数値制御装置の仕様は、対象加工物とそれに見合った機械本体溶接機によって異なるが、昭和 44 年 6 月国際ウエルディングショーに出品した機械では MELDAS-4200 を用いて、コラム移動・アーム上下・ヘッド左右・回転半径およびトーチ旋回を含む 5 軸制御とし、同時 2 軸制御機能を併せもつことによって、複雑な形状の加工物を能率よく溶接できるよう構成されている。また移動数値指令はテラから与えるほかデジタルスイッチによる手動設定も可能であり、現場操作の便を計っている。

溶接機の場合は高精度は必要ないが、入りくんだ形状に対しての位置制御、適切な溶接速度条件の設定、さらには仮組み不備、熱変形などによる溶接経路の修正など、工作機械と違う機能が要求されるが、段取時間の短縮、省力化、製品品質の向上、多種加工物に対

するはん用性など、そのメリットは大きく、今後工作機械 NC 化を含めた加工自動化の一環として急速な普及が予想される。

#### 4.2.4 H 形鋼穿孔機用数値制御装置

この装置は、最近のビルディングの高層化など建築の発展にともない、高精度かつ多量の H 形鋼が必要となってきたことから、省力化、高精度化、および経済性向上のために、数値制御を導入した H 形鋼加工装置である。

本機は、前処理装置とせん(穿)孔機からなり、前処理装置は、アブソリュート方式の位置決め数値制御装置 MELDAS-3200 を使用して、定寸ストップの位置決めをする。そして、この定寸ストップを基準にして、H 形鋼を位置決めしたのち、高速切断ソーにより切断し、せん孔機へ H 形鋼を送り出すものである。

一方、せん孔機は、インクレメンタル方式の位置決め・直線切削数値制御装置 MELDAS-4300 をベースにして、位置決め制御軸が 5 軸あり、そのうち 3 軸が同時駆動でき、また直線切削軸は 3 軸あり、3 軸同時駆動できるように構成されている。

これによって、穴明け工程をテラコントロールにより、すべて自動で行なうことができる。そのうえ、本機独特の原点検出装置により、H 形鋼の基準とすべき軸心を検出することで、鋼材のロール公差・そり・たわみなどの誤差を自動的に補正でき、穴明けにミストカット方式を採用したことで、きりの寿命が増加し、厚肉に対して高速送りができ、より高精度高能率の穴明けが可能になっている。

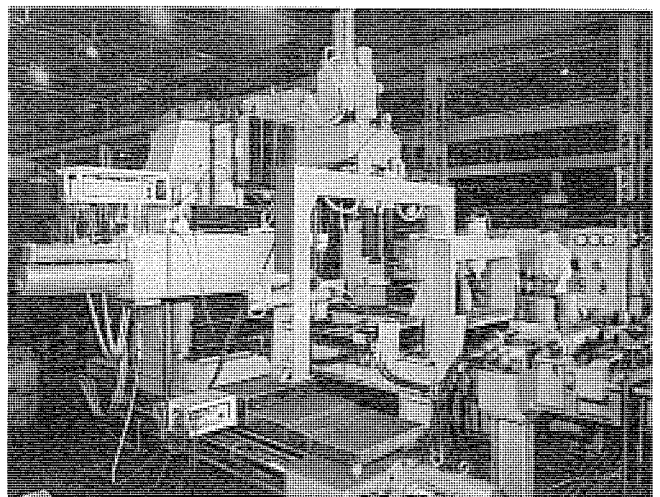


図 6.21 (株)大同機械製作所納め 数値制御 H 形鋼せん孔機  
Numerically controlled structure steel drilling machine.

## 7. 工業用電機品 — II

### Electric Apparatus for Industrial Application—II

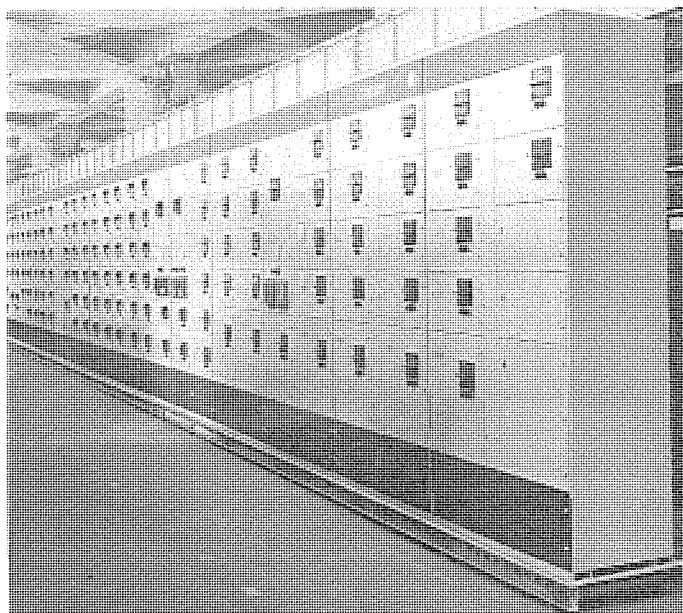


図 7.28 E 形 コントロールセンタ  
Type E motor control center.

一般産業界のおう盛な設備投資により、動力用電気機器はきわめて好調な伸びを示したが、それとともに新製品や記録的製品も数多く作られた。本編では一般工業用電気機器の開発品および技術的改良品について全般的な紹介を行なうこととする。回転機の特筆すべきものとして、大形広速度範囲直流電動機 5,000 kW 225/720 rpm、大容量かご形 7,300 kW 4 P 三相誘導電動機、6,600 V 使用水中モートル等世界的記録品がある。配電盤および制御機器は小形化、無保守化の傾向がますます進み、新製品が続々現われた。

とくに真空開閉器を使用した機器は大きな伸びを見せている。産業用機器においても、ホストやリフティングマグネットなど自動化、工場合理化機器の需用が大きく、また、ファンや冷凍機等、高効率、低騒音の新開発製品が多く現われた。

#### 1. 直 流 電 動 機

##### 1.1 大容量広速度範囲直流電動機

社内設備用として記録的な大容量広速度直流電動機を完成した。

本機は、電機子巻線に完全対称 2 重重ね巻方式を採用してセグメント電圧を下げ、ブラシアーム電流の平滑化を計るため、電機子回路に独特の特殊 バランス 結線を適用して整流能力を向上せしめた。

連続定格 5,000 kW 750 V 225/720 rpm

過負荷耐量 150 % 1 分間、F 種絶縁、開放管通風、立横置兼用形、強制給油潤滑

この種の直流機の限界出力は整流能力によって制限され、 $\text{kW} \times \text{Top rpm} \times (\text{Top rpm}/\text{Base rpm})$  の値が、従来は  $6 \times 10^6$  程度が実績であったが、本機はこの値を大幅に更新して  $\text{kW} \cdot \text{rpm} \cdot \text{A} = 11.5 \times 10^6$  となり、さらに過負荷テスト 7,600 kW 720 rpm ( $\text{kW} \cdot \text{rpm} \cdot \text{A} = 17.5 \times 10^6$ ) においても問題ないことを確かめ、直流機の設計技術史上に残る世界記録を樹立した。

##### 1.2 超高速直流電動機

需要の増加した電気動力計の特性試験および振動試験などの目的で超高速大トルクの直流電動機を製作した。電機子鉄心、くさび、バインド、軸、整流子およびシュリンクリングなどの構成材料はすべて強度の高い特殊材質を採用し、特に整流子片はあまり例をみない合金銅の試みを実施し成功している。この電動機は一重重ね巻での記録品で、

$$\text{kW} \times N_{\max} \times \frac{N_{\max}}{N_{\text{base}}} = 110 \times 10000 \times \frac{10000}{2500} = 4.4 \times 10^6$$

となる。定格は下記のとおりである。

出 力	110 kW
電 圧	330 V
電 流	370 A
回転数	2,500/10,000 rpm
定 格	連 続
振 動	V 10

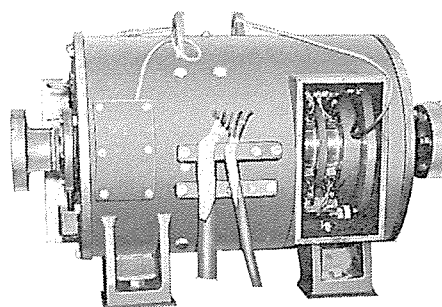


図 7.1 110 kW 超高速直流電動機  
110 kW DC motor.

### 1.3 高速直流電気動力計

自動車エンジンの高速大容量化に伴い、その試験設備である電気動力計も必然的に高速大容量となる。今回某社へ納入した直流電気動力計は記録品に属するもので、一重重ね巻で  $kW \times N_{max} \times \frac{N_{max}}{N_{base}} = 3.1 \times 10^6$  の大きな値を持ち、計測精度も 0.25 % の保証を有する。定格は次のとおりである。

吸収容量	150 kW
駆動容量	120 kW
電 圧	400 V
電 流	337 A
回転数	3,500/8,500 rpm
軸 受	回転部ころがり軸受、揺動部静圧軸受
定 格	連 続
付属機器	はかり(両面照明付き)、送風機、回転計用発電機、水銀端子、静圧軸受給油装置、制御用発電機、回転子軸受給油装置(オイルミスト)

### 1.4 低慣性直流電動機

油圧サーボに代わる応答性の良い電気サーボ源として、平かつ(滑)電機子形直流電動機 180 W~6 kW までをシリーズ化した。このサーボモータは電機子の慣性が小さく、最大トルクが大きく、電気的時定数、機械的時定数が小さいため応答性が良く、さらに小形軽量であるため、数値制御用、ならい制御用工作機、その他一般産業用で高応答精密制御を必要とする用途に新しい駆動源として、さかんに使用されている。

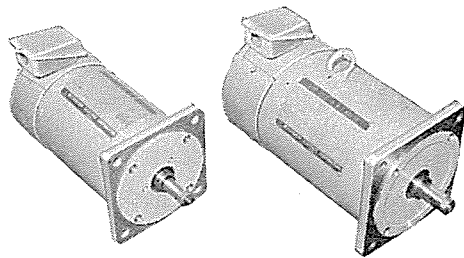


図 7.2 低慣性直流電動機  
Low inertia DC motor.

## 2. 交 流 電 動 機

### 2.1 7,300 kW 4 極 三相誘導電動機

昭和 44 年度に製作した三相誘導電動機中特筆すべきものとしては、八幡製鉄戸畑製鉄所向け、酸素発生装置、原料圧縮機用 7,300 kW 4 極、かご形三相誘導電動機がある。おもな仕様は下記のとおりである。

形 式	電気冷却器付き全閉内冷形、かご形回転子
出 力	7,300 kW
電圧、周波数	11,000 V 60 Hz
極 数	4 極

従来わが国で製作された、かご形三相誘導電動機の最大容量は 4,000 kW 程度であったが、出力においてこれの約 2 倍であり、わが国のかご形電動機の記録品である。かご形電動機は巻線形電動機に比べて構造が簡単で保守点検が容易かつ安価であるが、起動 kW

A が大きく電源容量の点で問題があったために、従来 4,000 kW 程度以上の大容量機はすべて巻線形で製作されてきた。しかし最近では使用場所の電源容量が大きくなり、10,000 kW を越える大容量かご形電動機が使用可能な場所も増えてきており、事実大容量かご形電動機の需要は増大しつつある。一方、大容量かご形電動機製作上に問題がないわけではない。それは、バー、エンドリング等の強度上の問題、起動時の問題等であり、この問題さえ解決されれば、従来の巻線形を上回る容量のかご形電動機も製作可能となる。本電動機はこの意味において画期的な製品であると言える。

製作上とくに考慮し、工夫を加えた点のかご形回転子の構造である。回転子のバー、エンドリングには回転による遠心力と電流による温度上昇のために大きな応力が発生する。したがって導電部の材料は導電率が高く、高温における強度が大でしかもろう付け性の良いものである必要があり、構造は各部の応力を許容値以下に押え、十分な信頼性を持つものでなければならない。多種類の銅材の導電率、高温強度、ろう付け性について試験し最良のものをを用いた。構造についても、計算と実験をくり返し最適な構造を採用した。

### 2.2 同期電動機

ブラシレス同期電動機が実用化されて数年を経た現在、その信頼性が十分実証され同期電動機はブラシレス化の一途をたどっている。当社では同期電動機の最適速度、最適位相での同期化が可能なブラシレス励磁方式を開発中であったが、その実用化に成功し千代田化工經由三菱化成黒崎向け 1,800 kW 22 極 2 台、東洋エンジニアリング經由日本化成向け 1,850 kW 18 極 1 台を納入したほか、某社向けとして 3,400 kW 34 極 2 台を製作中である。

このまったく新しいブラシレス励磁方式には、交流励磁機、回転整流装置および放電抵抗のほかに Pulse syn (パルスシン) と呼ばれる、ゲートモジュール、同期化モジュール、ポストモジュールの 3 要素よりなる装置がマウントされている。これらのモジュールは構造の簡素化、絶縁劣化の防止、機械的強度の向上をはかるため、エポキシ系の樹脂で一体形にモールドした構造にしている。

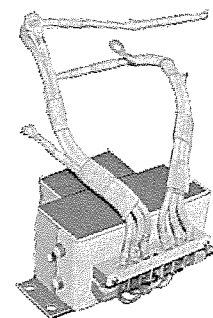


図 7.3 パルスシン  
Pulse syn.

### 2.3 圧縮機用 1,300 kW 2 極 誘導電動機と静止セルビウス制御装置

旭硝子向け炭酸ガス圧縮機用として、1,300 kW 静止セルビウス装置を完成し、現在運転中である。本装置は 1,300 kW、2 P の誘導電動機を 3,250~1,620 rpm まで速度制御するものである。速度の基準は流量制御用 PID 調節計より与えられ、本装置は流量制御系の中の速度制御マイナーループとして使用されている。生産に直結した自動制御を行なうものであり、この種の用途としては画期的なものであ



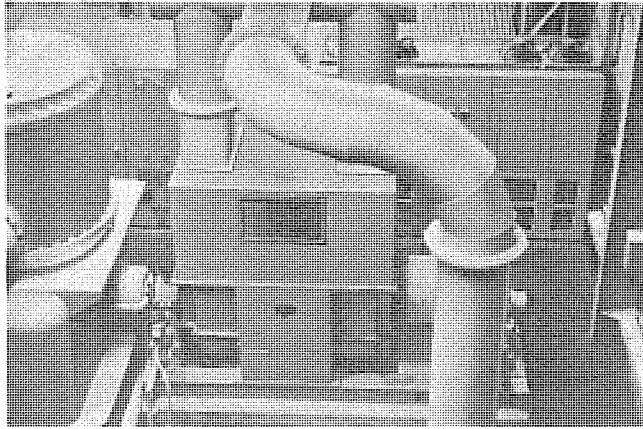


図 7.4 旭硝子向け 1,300 kW 2 P 静止 セルビウス 装置  
Static Scherbius apparatus.

る。装置のおもな仕様は下記のとおりである。

出力	1,300 kW (3,250 rpm において)
サイリスタインバータ 容量	1,300 kVA
速度制御範囲	3,250~1,620 rpm
負荷のトルク 特性	定トルク
電圧・周波数・極数	3,300 V・60 Hz・2 極
モータ 形式	防滴保護形・管通風形・強制通風形

モータの設計にあたっては、回転子コイル構造、通風冷却方式および軸の剛性を特に考慮した。負荷が定トルク特性であり、かつ速度制御範囲が広いと、回転子コイルは transposition を行なって異常発熱を防止し、また強制通風方式を採用して冷却効果を増大させた。軸の危険速度は下限速度よりも下げることで、軸の剛性には十分な考慮がなされている。この結果、全速度制御範囲にわたって振動は小さく良好な運転結果が得られた。

静止セルビウス装置は、従来水プラント関係のポンプの速度制御に使用される場合が多かったが、今後は今回のように圧縮機の分野にも広く採用され、プラントの自動化、高能率化に貢献すると思われる。

## 2.4 ハイストロックモートル

従来、起動、停止のひん度が高いクレーン、あるいは負荷慣性モメントの大きな遠心分離機等のような用途に対しては、回転子の熱容量の関係から巻線形モートルが多く使用されてきた。今回、画期的な新方式のかご形回転子構造を備えたかご形クレーンモートル（ハイストロックモートル）を製作し、1.5 kW 6 P~15 kW 6 P にわたってシリーズ化

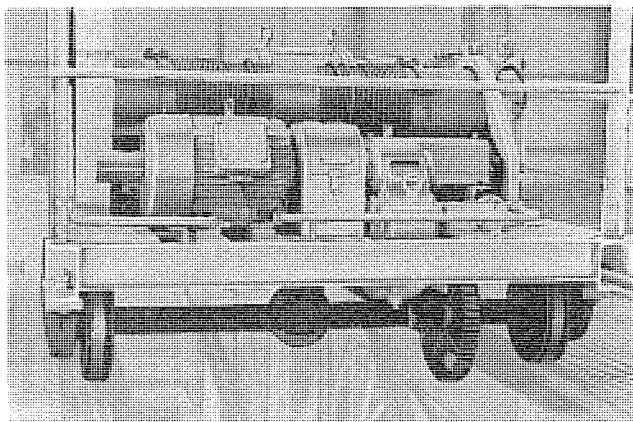


図 7.5 ハイストロックモートルの実用例  
(KCF-E 形 2.2 kW 6 P 1325 フレーム)  
Squirrel cage induction motor for crane use.

を完了した。ハイストロックモートルは、起動時には高抵抗かご形モートルと同様高起動トルク、低起動電流のすぐれた起動特性を持つとともに運転時には普通かご形モートルの効率のよい運転特性を備えて、巻線形モートルに十分置換えができる理想的な誘導電動機といえる。

## 2.5 高周波誘導周波数変換機

従来 500 Hz 以上の高周波電源が必要な場合、誘導周波数変換機では設計的にもコスト的にも製作困難とされ、高周波発電機が多く使用されていた。今回開発した高周波誘導周波数変換機は、フレームの内部で2組のステータおよびロータをタンデムに接続し、スリップリングのない巻線形モートルとして、きわめて簡単な構造で 1,000 Hz という高周波電源を得ることのできる画期的な製品であり、1 kVA から 15 kVA までのシリーズ化を完成した。

特 長

- (1) スリップリング、炭素ブラシがなく保守点検が容易
- (2) 電圧変動率、周波数変動率、波形ひずみ率はきわめて良好
- (3) 駆動機ははん用モートルを使用可能であり、操作が容易
- (4) 在来の回転式、静止式高周波電源装置に比べて安価

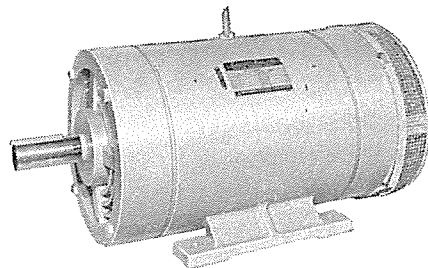


図 7.6 1 kVA 1,000 Hz 220 V 高周波誘導周波数変換機  
1 kVA 1,000 Hz 220 V high-frequency induction cycle changer.

## 2.6 6,600 V 級高圧水中モートル

1965 年、わが国で最初に 3,000 V 級高圧水中モートルの実用化に成功した当社が、ふたたび業界一を誇る水中モートルの製作技術と豊富な経験、たゆまぬ研究開発とにより、このたび、世界的にもまったく例を見ない 6,600 V 級水道給水用ポンプ駆動モートル、220 kW 4 極、2 台を製作した。この水中モートルは、すでに44年8月岐阜市鏡岩水源池に据付を完了し、現在まで約6ヶ月間、きわめて順調な営業運転にはいっている。おもな仕様は下記のとおりである。

形 式	立て形（軸端下部）浸水式水中モートル
出力、極数	220 kW, 4 P
電圧、周波数	6,600 V 60 Hz
許容温度上昇	50 deg
概略寸法	690 φ (外径) × 2,500 mm (軸方向長さ)
概略重量	3,250 kg

## 2.7 ハイラス用 立て形防爆形電動機

従来ポンプ用立て形モートルにおいては、そのスラスト荷重をポンプ側で持たせていたが、主としてポンプのメンテナンスの関係から電動機側でスラスト荷重を持たせた、いわゆるハイラス用立て形モートルの需要が増加している。これに伴い石油化学、合成化学工場等用としての防爆形の要求も高まり、280 フレームまでのシリーズを完成した。極数は 2, 4, スラスト荷重は最大 1,000 kg であり、軸受は回転数とスラスト荷重の値によって、油潤滑またはグリス潤滑された組み合わせ

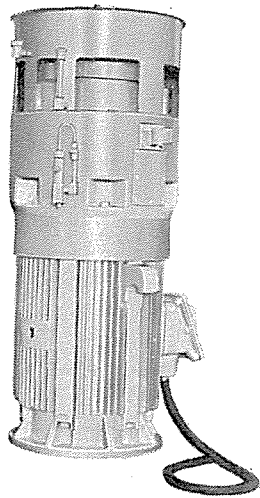


図 7.7 防食防爆形三相誘導電動機  
Corrosion-proof, flame-proof type three phase induction motor.

せ アンギュラ 形玉軸受を使用している。

軸受は真空脱ガス軸受鋼の使用によって、従来のカタログ寿命の約3倍となり、同一スラスト荷重ならば小形のベアリングが使用できるようになった。

### 3. 電動機応用品

#### 3.1 クーリングタワー用 BM 形ベルト減速電動機

最近騒音に対する一般の認識が高まり、歯車の騒音が公害問題として取り上げられ、とくにクーリングタワー用減速電動機は、その使用環境の特殊性から騒音に対する規制が非常にきびしくなっている。現在主として使用されている歯車減速電動機の騒音対策はほぼ限界にきており、より低騒音の減速電動機の開発はクーリングタワーメーカーの大きなプロジェクトである。当社は従来の歯車減速電動機 GM-VR 形にかわる低騒音減速電動機として、特殊 V ベルトを使用した、クーリングタワー用 BM 形立て形ベルト減速電動機シリーズの開発を完了した。

BM 形ベルト減速電動機は、特殊 V ベルトを使用したもので、従来の V ベルトによる減速装置にくらべはるかに小形軽量であり、歯車減速電動機 GM-VR 形に比較しても重量、外形寸法、ともにほとんど大差なく、むしろ軽量でありコンパクトな設計になっている。本機の特長として、

- (1) 騒音がきわめて少ない。

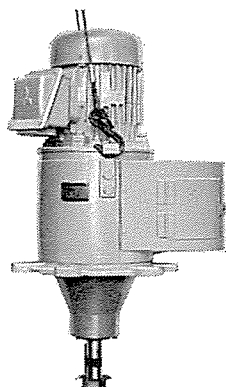


図 7.8 クーリングタワー用 BM 形ベルト減速電動機  
Type BM belt reduction motor for cooling tower.

- (2) 不快な高周波音がまったくない。
  - (3) 長期間使用しても騒音変化がなく静粛な運転を維持する。
  - (4) 独特の張力調整機構であるため常に理想的な張力を与えることができる。
  - (5) 張力調整が静止運転にかかわらず簡単に行なえる。
  - (6) ベルトの取り換えがきわめて簡単である。
  - (7) 潤滑油が不要である。
  - (8) 本体を3分割できるので取り付けおよび保守点検オーバーホール等が容易に行なえる。
- 等がある。シリーズとして 2.2 kW 4 極～22 kW 4 極まで製作している。

#### 3.2 GM-F 形 ミニシリーズギヤードモートル

GM-F 形 ミニシリーズギヤードモートル は、安価で、軽量しかも、高性能という需要家の要望に応えるため開発された新シリーズタイプのギヤードモートルである。

共通仕様	防滴保護形, E 種絶縁, 連続定格, グリス潤滑
単相仕様	電圧 100 V, 50/60 Hz
3 相仕様	電圧 200 V, 50/60 Hz

特 長

- (1) 減速歯車の合理的配置により、全体として非常に小形で軽量、しかも強力である。
- (2) 小形軽量で取扱いが容易、構造が簡単で保守、点検も便利。
- (3) グリス潤滑のため、どのような方向にも取り付け可能。

表 7.1 GM-F 形 ミニシリーズギヤードモートル 標準表  
List of type GM-F miniature geared motor.

相 数		単 相				3 相			
減 速 段 数		2 段 減 速 方 式							
極 数		4							
rpm	50 Hz	50	75	100	150	50	75	100	150
	60 Hz	60	90	120	180	60	90	120	180
減 速 比		30	20	15	10	30	20	15	10
出力 W	35	GM-35 S-F				—			
	65	GM-65 S-FA				—			
	100	GM-0.1 S-FA				GM-0.1-FA			
	200	GM-0.2 S-FB				GM-0.2-FB			
	300	GM-0.3 S-FC				GM-0.3-FC			

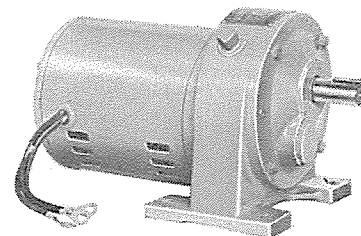


図 7.9 GM-0.1-FA 形 ギヤードモートル  
0.1kW 3 相 4 P 200 V 50/60 Hz 50/60 rpm  
Type GM-0.1-FA geared motor.

#### 3.3 電気ホイスおよびその応用品

ホイスの高速化、大容量化、長寿命化の要望にそって、次の開発を行なった。

### (1) 30 tホイスの開発

これは国内における記録的大容量機である。おもな仕様は

容 量	30 t	電源 200 V 50/60 Hz 3 相
揚 程	12 m (20 m)	
巻上速度	3/3.6 m/min (起動・寸動時はこの 1/3 速)	
巻上電動機	18.5/22-6.2/7.5 kW 4-12 P E 種かご形	
横行速度	15/18 m/min	
横行電動機	1.7/2.0 kW-4 P×3	
ダブルレール形および据置形で生産		

### (2) 7.5 t～20 tホイスの高性能化

従来より 30～50 % スピードアップした。下表で、標準形は 6 極、特別高速形は 4/12 極の極数変換方式とし、起動および寸動運転のさいは 12 極の低速運転、連続巻上げ下げは 4 極の高速運転に自動的に切り換わるようになっている (新案出願中)。これは、本格的クレーンと同等の耐起動ひん度、高速性能を得るため特に開発された新しい技術で、この他にも種々の新技術が投入されている。

表 7.2 7.5 t～20 t ホイス仕様  
Specification of 7.5 t～20 t hoist.

容 量	5 t	7.5 t	10 t	15 t	20 t
標 準 形	6/7.2 (4 P)	5.4/6.5	4/4.8	4/4.8	3/3.6
特 別 高 速 形	13/16 (7.5 t 引き 当て)	7.5/9 (9/11)	6/7.2 (7/8.4)	6/7.2	4.5/5.4

### (3) HL 形 ホイスシリーズ

いわば、ワイロープ方式の電動チェーンブロックともいうべきもので、ジブクレーンなど軽ひん度の荷役作業を必要とするところに、低い投下資本で取り付け得る小形軽量なホイスである。

ワイロープを使用するため、この部分の点検が容易で、保守の手間を極少にするよう、種々の技術が採り入れられている。

#### 概略仕様

容 量	150 kg, 250 kg, 500 kg, 1 t の 4 種類
電 源	3 相 200 V 50/60 Hz, 揚程 3 m および 4 m
巻上速度	8.3/10 m/min (50/60 Hz 時)
ワイロープはいずれも 2 本つりで並行より使用, 8 mm (1 t), 6.3 mm (500 kg), 4 mm (250 kg 以下)	
走行方式	県垂および手押し走行 (全部) 鎖動走行形および電動走行形 (500 kg 以上)

### (4) クレーンサドルユニット および同用減速電動機

#### (a) SGM 形 減速電動機

10 t 以下のホイスクレーン 2 モータ走行駆動用として開発したフランジタイプの減速電動機で、出力および回転数は 0.26 kW-250/300 rpm, 0.5 kW および 1 kW-200/240 rpm, 2 kW-150/180 rpm で出力軸は歯車直接切りおよびキーかん合方式がある。ブレーキ付きおよびブレーキなしがあり SC 形 クッションスタータと組み合わせれば、緩起動、緩停止可能である。

#### (b) クレーンサドルユニット

前述のブレーキ付き減速電動機を組み込み、走行速度 25/30 m/min, 適用スパン 10 m 以下と 10～14 m 用とに分けて準備している。サスペンション形として容量 3 t 以下、トップランニング形として容量 1 t～5 t のものがある。

### (5) 多重搬送装置および自動運転ホイス

1 本のトリ線に 4 重の信号を搬送する簡単な装置を開発した。このため、従来実用できなかった複雑な自動運転ホイスが実現可能になり、遠方操作ホイスのトリ線本数従来の 7 本を 4 本に減らすことが可能等、応用範囲が広い。

すでに多数実動中であるが、その一例として二つのループ線路におおの 5 台のホイスがあり、ヒューム管用の長い金型を両ループのおおの 1 台のホイスに両端をつらせ、せん(揃)速、追突防止、自動走行、自動巻上げ巻下げ、遠方手動操作などの複雑なグループ運転を数少ない制御トリ線で行なっている。

## 3.4 ブラシレス AS モータ

交流可変速モータとして AS モータの需要は大幅に伸びているが、今度、新シリーズとして、保守が容易なブラシレス AS モータを開発した。これは、開放防滴形と全閉水冷形の 2 機種からなる。

全閉水冷形の採用によって、従来の AS モータでは熱容量の点から制限されていた大容量のものが製作可能になり、より広範囲の需要に応じられるようになった。制御の面でもより広範囲な用途に応じられるように、従来の AS モータ制御装置 (三菱 ASPAC シリーズ) に新たに次のものを追加し、調節計による自動運転、マルチドライブの場合の自動負荷分担、遠方制御などが容易に行なえるようになった。

- (a) ASL-1 形 電流制限盤
- (b) ASS-1 形 電動設定盤
- (c) ASA-1 形 ブリアンプ盤

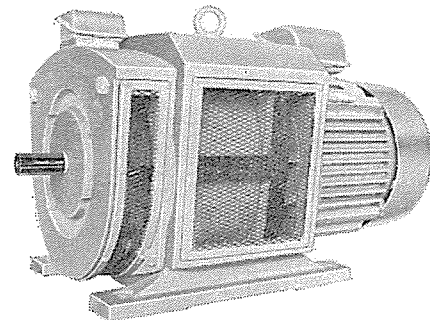


図 7.10 防滴保護形 ブラシレス AS モータ  
Enclosed drip-proof type brushless AS motor

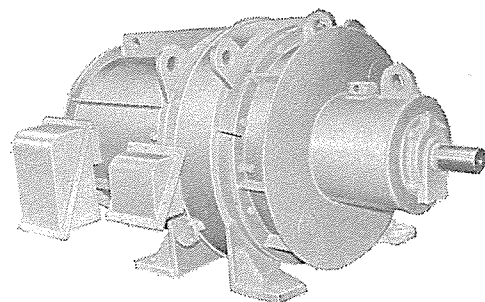


図 7.11 全閉水冷形 ブラシレス AS モータ  
Totally-enclosed water cooled type brushless AS motor.

## 4. 制御装置および制御器具

### 4.1 サイリスタスイッチ

双方向サイリスタにより、電磁弁等の交流負荷の開閉を行なうもので、完全に無接点化されているため高ひん度の使用に耐え信頼性の



高い理想的なスイッチである。スイッチエレメントを10個まとめてラックパネルに収納して取り付け面積を小さくしているほか、表面パネルに動作表示用ネオンランプ、テスト用スイッチを取り付け保守の簡便さをはかっている。定格は次のとおり。

電 圧 AC 200 V 50/60 Hz  
電 流 2 A 連続  
制御信号 DC 6 V～24 V

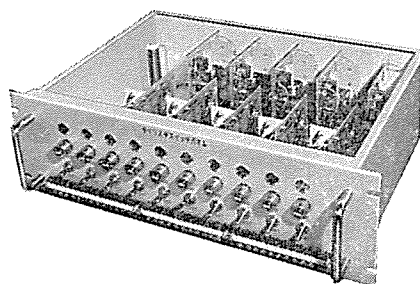


図 7.12 サイリスタスイッチ  
Static-switch.

#### 4.2 真空電磁接触品 (VT, VTF シリーズ)

新形真空電磁接触器 VT・VTF シリーズは近年の目ざましい各種産業の合理化に合致すべく多目的真空電磁接触器を目ざして従来の VM 形、VP 形を全面的にモデルチェンジしたものである。本シリーズの大きな特長は真空機器としての特長を有することはもちろんであるが、さらに小形・軽量化をはかり、ユニット化を採用することにより、より安全な標準設計、生産体制を完備したことにある。なおおもな特長は以下のとおりである。

- (a) 画期的に小形・軽量で、取り扱い、据付工事が簡単である。
- (b) シャ断部が完全密閉構造であるから保守・点検が軽減でき、火災の心配がない。
- (c) 電流値・回路条件にかかわらず最初の電流零点通過でシャ断を完了し、きわめて速いシャ断が可能である。
- (d) 本シリーズは共通本体部ユニットに機構部ユニットを、さらにコンビネーションスイッチとして使用時にはヒューズ部ユニットを組み合わせることにより、各種仕様の真空電磁接触器、真空コンビネーションスイッチを容易に構成することができる。また操作機構も従来の瞬時励磁方式に加え、新たに常時励磁方式も開発した。
- (e) 完全な標準設計、生産体制が完備され、各種仕様に対して敏速に応じることができる。

表 7.3 VT・VTF シリーズ 一覧  
List of VT・VTF.

種 別	真空電磁接触器		真空コンビネーションスイッチ	
形 名	3-VT-2	6-VT-5	3-VTF-2	6-VTF-5
定 格 電 圧 kV	3.6	7.2	3.6	7.2
定 格 電 流 A	200			
定 格 シャ断容量 MVA	25	50	25(P. F. 250)	50(P. F. 500)
操 作 方 式	常時励磁方式および瞬時励磁方式			

#### 4.3 SL 形ラッチ式電磁接触器

S 形電磁接触器の応用品として、SL 形（機械）ラッチ式電磁接触

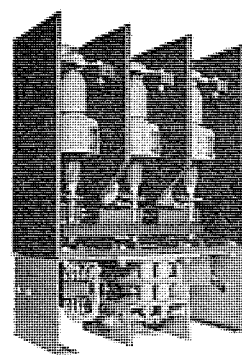


図 7.13 3-VT-2 形 真空電磁接触器  
Type 3-VT-2 vacuum contactor.

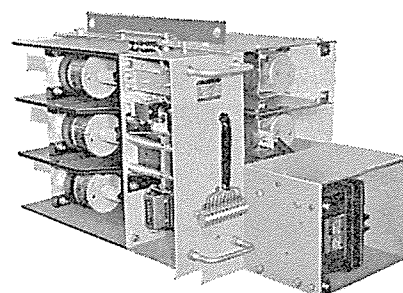


図 7.14 6-VTF-5 形 真空 コンビネーションスイッチ  
Type 6-VTF-5 vacuum combination-switch.

器 9 機種のシリーズを開発した。本シリーズの特長

- (1) 確実な動作  
信頼性のある新ラッチ機構の採用
- (2) 消費電力の節約・無騒音

自己消磁接点付きのため投入および引きはずしの瞬時のみコイルを励磁するだけでよく消費電力の節約ができ、うなりなどの騒音がない。

- (3) 手動による投入および引きはずしが可能

手動による動作チェックおよび非常のばあい手動により引きはずしができる。

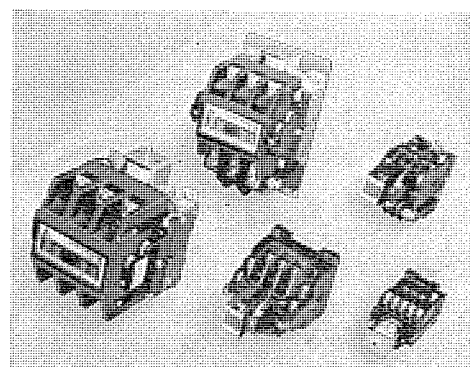


図 7.15 SL 形ラッチ式電磁接触器  
Type SL latched contactor.

#### 4.4 CD 形 直流操作電磁接触器

重負荷、製鉄 クレーン 用 クラッパタイプの CD 形 接触器は 50 A クラスの CD-55 の開発を行ない 50, 100, 200, 400, 600 A 5 種類のシリーズ化を完了した。

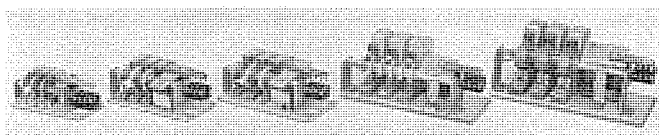
おもな特長は次のとおりである。

- (1) 信頼性が高いクラッパ方式
- (2) 保守および点検部品の交換が容易

- (3) 性能は JEM-1038 A 級 1 号 1 種を完全に保証
- (4) 重負荷用とし過負荷耐量が大きく過酷な使用に対し長寿命
- (5) 高温、じんあい等の悪環境に強く性能が安定している

表 7.4 CD 形直流操作電磁接触器仕様  
Specification of type CD, DC contactors.

形 名		CD-55	CD-105	CD-205	CD-405	CD-605
定 格 電 圧		600 V				
定 格 電 流 (A)	220 V	50	100	200	400	600
	440 V	50	100	160	320	480
	550 V	40	80	140	280	420



左より：CD-55, CD-105, CD-205, CD-405, CD-605

図 7.16 CD 形 直流操作電磁接触器 シリーズ  
Type CD, DC operated AC magnetic contactor series.

#### 4.5 ノーヒューズブレーカ

従来の機種に加えて次の 13 機種を新たに発売した。すなわち小形品 C シリーズとして、NF 225-C, NF 400-C, NF 600-C, はん用品 S シリーズとして、NF 1,000-B, NF 1,200-B, 高性能品 H シリーズとして、NF 100-H, NF 225-H, NF 400-H, NF 600-H, NF 800-H, NF 1,000-H, NF 1,200-H, 形の 7 種類、トライパック シャ断器 T シリーズとして、NFT 800, であり各シリーズ合計 30 種類が整備された。

#### 4.6 AB 形気中しゃ断器

ノーヒューズシャ断器を母体とした簡易形気中しゃ断器 AB 400 および AB 600 形 2 機種を新たに発売した。

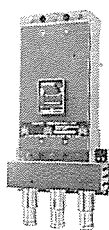


図 7.17 AB-600 形 気中しゃ断器  
Type AB-600 air circuit breaker.

#### 4.7 安全ブレーカ

一般家庭の引込口しゃ断器として使用される。AC 110 V 2 極 1 素子の BU-IE 形を新たに開発した。これは表面形にもまた埋込形にも兼用できるものである。

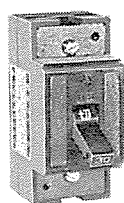


図 7.18 BU-IE 形 安全 プレーカ  
Type BU-IE safety breaker.

#### 4.8 小形電動レオスタット

製鉄、製紙その他一般工業用の マスタ RH, 速度設定 RH, リール用としての メモリ RH 等に従来から使われている大形の MR 形 RH に代わり使用されるもので小形, 高精度, 高信頼性, 制御の多様化等が特長である。器体の小形化と相まって特殊な DC マイクロモータの使用は制御装置も小形化を可能とし, ミニアチャリレーによる ON-OFF 制御や小勢力 マグ式 プリアンプ, TR 式演算 アンプで直接駆動することが可能となり多方面に多数使用されている。

MINI-RHEO のおもな仕様

ポテンショメータ 1 連 4 W 連動数 1 ~ 8 連

マイクロモータ 0.6 W DC 24 V

リミットスイッチ 4 個, 6 個, 8 個の 3 種

全ストローク 駆動時間 (印下電圧 24 V ~ 5 V で) 5 ~ 25 秒, 10 ~ 50 秒, 25 ~ 125 秒, 50 ~ 250 秒, 100 ~ 500 秒, 320 ~ 1,600 秒, の 6 種。

マイクロモータ 最低動作電圧と電流 2 V, 16 mA

マイクロモータ 駆動電源の例 A 20-2 R 1 形 マグ式 プリアンプ (± 18 V, 20 mA) A 20 1 形 TR 式演算 アンプ (± 18 V, 50 mA)

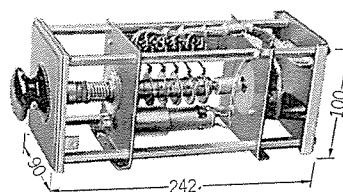


図 7.19 小形電動 レオスタット (MINI-RHEO)  
Miniature rheostat.

#### 4.9 ステッピングモータレオスタット

鉄鋼用 ホットストリップミル, コールドストリップミル および線材 ミル 等において, 各スタンドの速度プリセットを正確に遠隔設定するために用いるものである。この装置は 1 ~ 10 V の入力電圧を V/F 変換回路により, それに比例したパルス数に変換し, そのパルス信号を駆動装置により 1 ~ 2 励磁方式の パルスに変換したのち, ステッピングモータを駆動し, 減速歯車により 1/60 に減速したのち, スリッパ機構を通してポテンショメータを駆動するものである。一方正転, 逆転, 停止信号によりポテンショメータの回転を制御することができる。したがってポテンショメータの出力を希望する速度で目的値に設定することができる。また V/F 変換回路を持たず商用周波数を駆動装置の入力として使用する方式も同時に製作した。

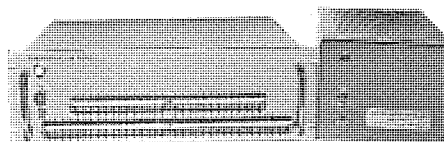


図 7.20 ステッピング モータレオスタット  
Stepping motor rheostat.

#### 4.10 SRT 形空気式限時継電器

従来の SM 形空気式 タイマ に代わって, SR-4 形電磁継電器と外形, 取り付け寸法が同一の限時継電器を発売した。従来の形態を破ったまったく新しい簡素な機構により性能を一段と向上し, 使いや

すさを主眼においたもので、SR 形電磁継電器 シリーズの一つである。

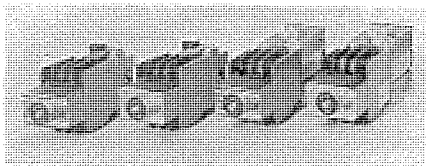


図 7.21 SRT 形 空気式限時継電器 シリーズ  
Type SRT pneumatic time delay relays.

#### 4.11 TF 形 端子台

TF 端子台 シリーズは従来の TE 形に対してチャネルはめ込み方式を採用し、端子台取り付け作業の合理化、2, 5.5 mm<sup>2</sup> はセルフアッパ端子ねじの採用により配線作業の合理化をそれぞれはかった。38 mm<sup>2</sup> まで計 7 種類、すべて絶縁カバー付きのため電力、鉄鋼関係の需要にも大いに期待される。

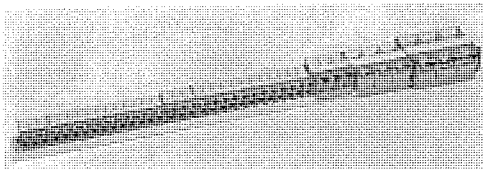


図 7.22 TF 形 端子台  
Type TF terminal blocks.

#### 4.12 DB-Q 形 直流電磁ブレーキ

800 番直流 モータ用電磁ブレーキの規格、JEM 1120 の改正に応ずる DB-Q 形電磁ブレーキのシリーズが完成した。規格のおもな改正点である同わく番に対する制動トルクの増大に対応して新設計を施し、またこれを機会に従来の DB-M 形をさらにがん(頭)丈で点検・調整が容易なようにし、防じんにも工夫をこらした。

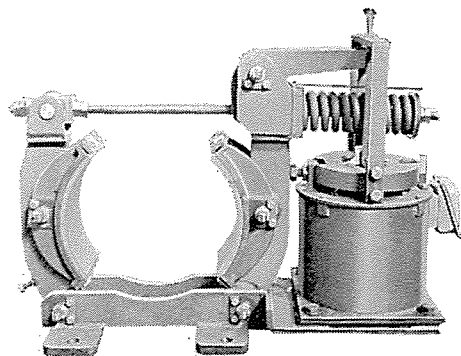


図 7.23 DB-Q 形 直流電磁ブレーキ  
Type DB-Q DC magnetic brake.

#### 4.13 LBH 形 乾式単板無励磁作動形電磁ブレーキ

このブレーキはスプリングの圧力により制動され、電磁力によって解放されるスプリングローズ形のものである。今回開発したシリーズは制動トルク 0.6~20 kg・m の 5 機種で、その特長は簡単な構造で確実な動作、高速応答性、および小形軽量である。

#### 4.14 ZKG-B 形 マイクロパウダクラッチ

今回、耐久性の向上を目標にマイクロパウダクラッチの新シリーズとして、ZKG-B 形の 4 機種(トルク容量 5, 10, 20, 50 kg・cm)を完成した。

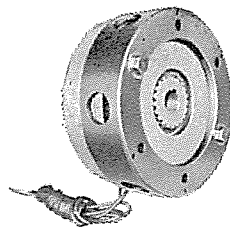


図 7.24 LBH-2.5 形 無励磁作動形  
電磁ブレーキ  
Type LBH-2.5 power keep-back  
magnetic brake.



図 7.25 ZKG-5 B 形 マイクロパウ  
ダクラッチ  
Type ZKG-5 B micro powder  
clutch.

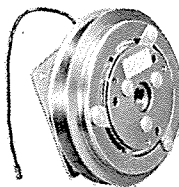


図 7.26 NA 4.5 A 形 カークーラー用電磁クラ  
ッチ  
Type NA 4.5 A electro magnetic clutch for  
car cooler.

従来のものに対して、改良したおもな点は次のとおりである。パウダのシール部分に特別の構造をもうけ、空転トルクを小さくするとともに、軸受をサイズアップして耐久性を一段と向上させた。また、ステータの外周部にフランジをもうけて取り付け方法を容易とし、簡単な部品の追加でブレーキとしても使用できるようにした。

この ZKG-B 形シリーズは高応答性、大きな熱容量、トルク制御の容易性などの特長がいかされ、高ひん度起動停止をはじめ、張力制御、緩衝起動などを中心に着実な伸びを示した。

#### 4.15 NA 形 カークーラー用電磁クラッチ

カークーラー用のコンプレッサの駆動用として、乾式単板電磁クラッチを開発し、量産化に成功した。NA 形電磁クラッチは自動車に装着することを十分考慮して、従来の VK 形乾式単板クラッチとは大幅な構造の変更を行ない、小形軽量、耐熱性、耐振性、耐久性に重点をおいて開発した。また、構成部品は量産性を考慮してできるだけ多くの部品を板金化し、部品加工から組立まで一貫して生産性を吟味したものである。

#### 4.16 HC パネル

最近需要の多いコンビネーションスタータ(電力ヒューズ+電磁接触器)として新しく開発した HC パネルは、3 kV 級中、小容量電動機の運転用、変圧器、コンデンサ等の一次開閉器用として最適のものである。このパネルは幅 600、高さ 1,150、奥行 700 mm とコンパクトにまとめ、2 段積み可能なので、従来のものに比べ据付床面積が大幅に縮小できる。44 年度はこのパネルの短納期化を計るため標準化を推進し、標準ユニットをベースとし、じか(直)入れはもとより二次抵抗法、リアクトル、コンパン起動法等の場合でも簡単に各ユニットを組み合わせることにより、盤が構成される構造である。なお、安全対策としては、高圧電磁接触器の前面に制御パネル兼用の接地板を取り付け、高圧側をしゃへいする構造である。



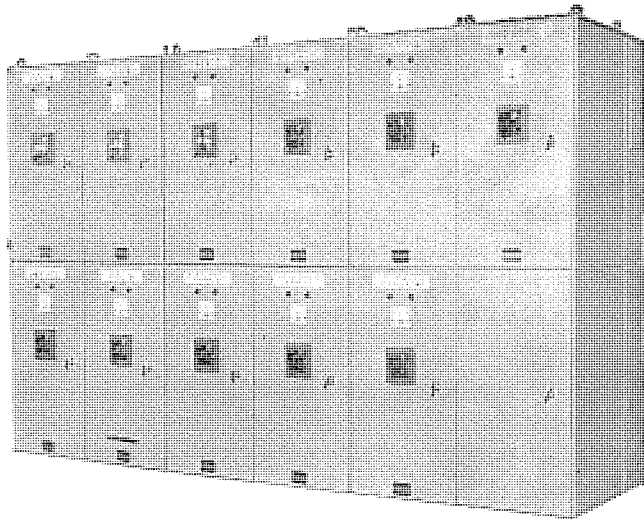


図 7.27 HC パネル  
HC panel.

#### 4.17 E 形コントロールセンタ

三菱コントロールセンタは、1954 年日本で最初に開発されて以来、その性能の優秀さと生産性の良さにより、近年急激に伸び総生産面数は 20,000 面を越えた。従来の NC 形 コントロールセンタの豊富な製作経験を土台として、まったく新しい構想の画期的な E 形 コントロールセンタを、1969 年度より発売した。

##### 4.17.1 構造とおもな特長

###### (1) JEM-B 配線に有効な共通配線ダクトの設計

負荷ケーブルを直接コントロールセンタユニットに引き込む JEM-B 配線方式は工事の融通性、信頼性の向上などすぐれた配線方式であるが、その JEM-B 配線方式に最も適切な共通配線ダクトを各 2 面につきその中央に設ける構造とした。このダクトは充電部分がまったく露出していないため、ユニットの増設の際に安全にユニットまでの配線を行なうことができる。

###### (2) 広い配線スペース

2 面 1 個の下わくはクロスメンバーがなくケーブルスペースとして非常に広く、JEM-C 形のターミナルスペースとしてもケーブル引き込みが容易である。

###### (3) 200 mm ユニットで両面 9 段積みが可能

JEM-B 形配線方式では両面合わせて 18 個のユニットを 1 面あたり収納することができ、1 面あたりの収納 kW 総計が大幅に増大した。

###### (4) 近代電気設備にふさわしい美しいデザイン

外箱は美しいツートンカラーで色分けされており、すぐれたデザインのとりまわりと相まって近代設備にふさわしい美しいデザインとなっている。

##### 4.17.2 ユニットとそのおもな特長

###### (1) 規格化され計画が容易なユニット

ユニットは縦寸法 100 mm の整数倍に標準化されており、その最小ユニットは 200 mm である。各ユニットサイズは電動機の kW ごとに規格化され計画が容易である。

###### (2) すぐれたユニット収納器具と配置

ユニットは定評ある三菱 NF プレーカと発売以来好評の MS 形電磁開閉器を収納している。NF プレーカは右左方向に、電磁開閉器は上下方向に配置されておりクリップ充電部品をエンクローズするなど短絡事

故防止のために最大の考慮をはらっている。

#### 4.18 総括制御装置「MELMAC」

総括制御装置においては、設備の合理化能力増強等によりしばしば改造増設があり、制御装置の変更に多大の労力を費やしていた。また設備自体も近年ますます多数、複雑な系統となり、従来の制御方式では短納期製作が困難になった。今回開発した MELMAC は特に次の点を考慮している。なお従来の無接点制御方式の良い点はそのまま採用している。

(1) 設備仕様の概要が判明した時点でハードウェアの製作が可能であり、仕様打合わせと並行して製作できること

(2) 実動後の設備の増設や変更が容易に対応でき、改造に要する時間がきわめて短時間であること

(3) 装置の部品は標準化され、回路は標準パターンで構成されており、装置の保守点検が容易である。また制御方式は固定部分と可変部分に分けられ、必要最小限のフレキシビリティを考慮した簡明な回路方式を採用している。

固定部分は、主幹ユニット、機器ユニットにより、可変部分はマトリ

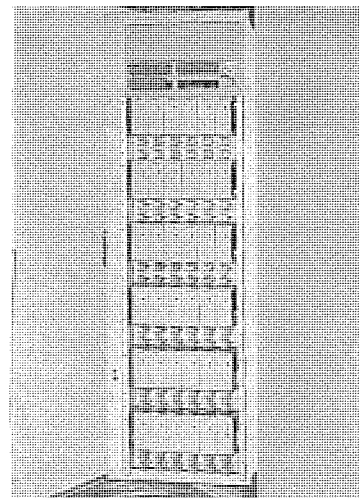


図 7.29 MELMAC 機器ユニット実装外観  
Outline of MELMAC mounted in motor unit.

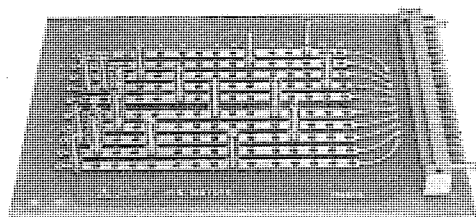


図 7.30 マトリックスピンボード  
Matrix pin board.

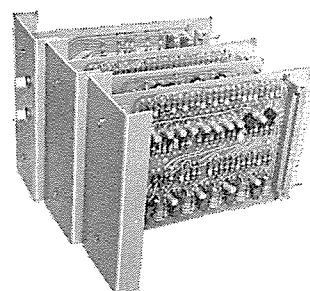


図 7.31 機器ユニットカード  
Motor unit card.

ックスピンボードを使用した系統設定ボード、機器間インターロック設定ボード、警報信号選択ボードにより、それぞれ構成されている。

#### 4.19 リフティングマグネット

サイリスタとシンクロ発信器によるつり上げ量制御式、長尺鋼板運搬用角形および小丸形リフティングマグネットを多数、製作、納入した。シンクロ発信器によるサイリスタ制御は、他の方式に比べて完全な無接点式無段階制御のため、スムーズなつり上げ量制御が行なわれる。

開発品としては、AC 100/110 V、200/220 V に内部端子の接続変更のみで共用可能なシリコン整流器を内蔵した。200φ～400φの小丸形リフティングマグネットのシリーズ化を完了し、多数納入した。この小丸形リフティングマグネットは、単独でホスト等に取り付けて、ホスト用交流電源を利用でき、装置が非常に簡単となる。一方、ビームに多数個取り付けて長尺鋼板の運搬にも使用される。

### 5. ファン・冷凍機および応用品

#### 5.1 送風機

##### (1) セメントキルン 排風機

近年建設されるセメント製造プラントは、大半はサスペンションプレヒータを有する乾式ショートキルン方式となっているが、この方式の場合、キルン用排風機は湿式のものに比較して風圧およびガス温度が高く、回転数を高く取る必要があるため、従来よりプレートファンが使用されてきた。セメントプラントは近年大形化しており、キルン排風機用電動機容量は全セメントプラント中、ミル用電動機に次いで大きなものとなり、この排風機の性能向上の要求が強まっている。

今回日本セメント(佐伯工場)へ納入した FJ 2295 両吸込形翼形送風機は、静圧効率 81 % 以上が得られ、350°C 前後のガス中で常用され、必要静圧は-850 mmAq と非常に高く、羽根車周速は 170 m/s に近く、大きな応力を受けるため羽根車の材質、構造には特別の注意をはらって製作した。

##### (2) 焼結用排風機

鉄鋼焼結設備用主排風機として、日新製鋼(呉製鉄所)へ FJ 22113 両吸込形翼形送風機を納入した。設備の大形化により排風機も大形化してきた。日新製鋼の焼結設備は集じん(塵)装置に静電気集じん器が用いられており、羽根車の摩耗は少なく、周速約 190 m/s で順調に運転している。排風機仕様を以下にのべる。

形式	FJ 22113 両吸込
風量	13,500 m <sup>3</sup> /min
風圧	-1,400 mmAq
回転数	1,200 rpm
ガス温度	140°C
電動機	4,200 kW 60 Hz

##### (3) ボイラー用送風機

近年、発電所ユニットの大形化により送風機の容量も大きくなり、公害の点より、送風機としても騒音を大幅にさげるように要求されるようになってきた。とくに、押込み送風機の発生騒音が、問題になってきている。

その対策として、吸込み箱入口にサイレンサーを取り付け、ケーシングにはしゃ音材をはることによって、送風機まわりの騒音を A 特性で 85 ホン前後と大幅に騒音低減を行なった。騒音対策を施した押込み

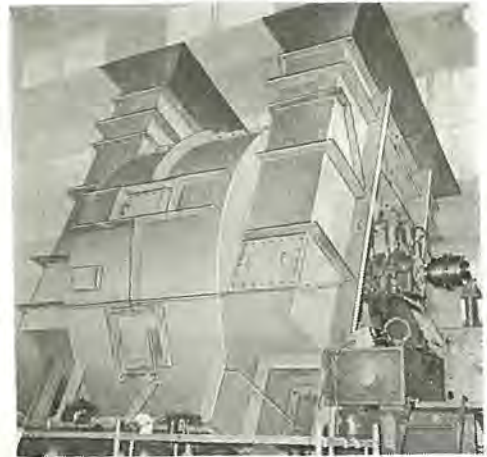


図 7.32 FJ 2295 両吸込み形 IDF 外観  
Outline of the IDF "FJ 2295 DW".

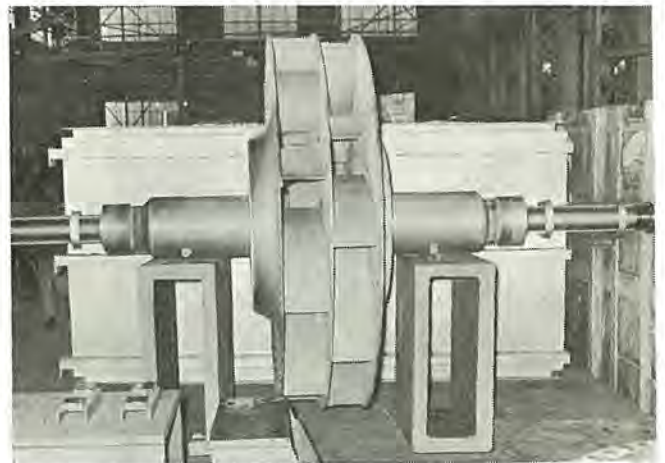


図 7.33 FJ 2295 両吸込み形羽根車  
The wheel and the shaft of the IDF "FJ 2295 DW".

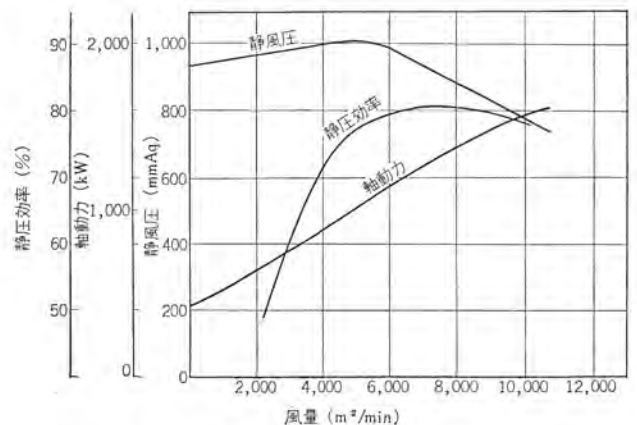


図 7.34 FJ 2295 両吸込み特性  
The characteristic curve of the IDF "FJ 2295 DW".

送風機の納入実績は、四国電力新徳島 2B、九州電力大分 1B、2B、東京電力南横浜 1B、2B がある。

また発電容量の増大にともない、ガス再循環送風機の容量が大きくなり、両吸込形にて製作されるものが増えてきている。両吸込形になると送風機の停止中に高温にさらされる軸の部分の長くなり、クリープを生じたり異常ひずみを起こすことがある。このため送風機を起動するときに大きな振動をおこす可能性があるため、常時ターニング装置によって低速回転で運転して均一に熱しこの点を防止

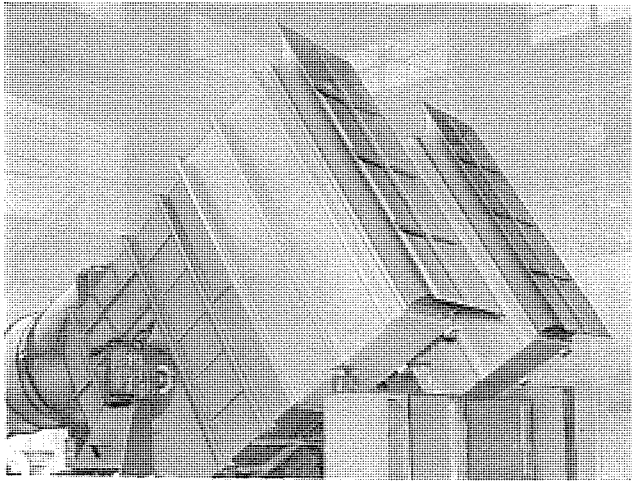


図 7.35 FA 4096 DW 翼形送風機  
Type FA 4096 DW airfoil blading fan.

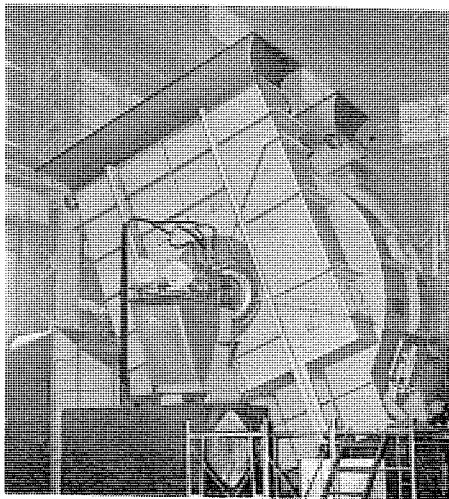


図 7.36 ターニング装置  
Turning device.

している。

#### (4) 空調用送風機

空調用送風機として、KA 形多翼送風機、FE 形翼形送風機など多数製作納入しているが、今回織物工場向けに大容量の送風機 (FE 8109 片吸込み, 130 kW) を納入した。送風機の外形寸法は、6.5 m × 5 m × 3 m と空調用としては非常に大きいものであり記録品である。

#### (5) カバー付き軸流送風機

タイ国 ヤンヒー 発電所のタービン室の換気用としてカバー付きの FP 140 軸流送風機を 8 台納入した。この送風機の仕様は次のとおりである。

形 名	FP 140 軸流送風機
風 量	750 m <sup>3</sup> /min
風 圧	3 mmAq
回転数	590 rpm
電動機	5.5 kW 12 P 50 Hz
駆動方式	直 結
カバーの大きさ	2,400 × 2,100 mm

この種類の送風機は、カバーによる風圧損失が非常に大きいのでカバー内部に案内羽根をおき、風がスムーズに流れるように工夫されている。

## 5.2 エアハンドリングユニット

三菱エアハンドリングユニットは送風機、熱交換器、加湿器、空気清浄装置などを組み合わせたもので、ユニット本体は一般に形鋼で溶接わく組をし、パネル (カバー) をボルトで固定する方法をとる。内部が中空的なユニットわくを溶接構造で行なうことは、製作の過程、輸送などにいたずらに場所をとるため、昭和 44 年よりプレハブ式の一手法として低圧形についてパネル組み合わせ式を採用した。パネル組み合わせ式とは、風圧、振動に耐えるよう設計された個々のパネルをボルトで締合わせて箱を作り、ユニットを形成するものでありこの方式の採用により次のような効果があげられる。

- (1) 標準寸法の採用による標準化
- (2) 部品としての仕込生産
- (3) 分割発送 (輸送占積の縮少) して現地組立が可能
- (4) 特に建築設備の都合で搬入口がふさがれた場合の分割搬入

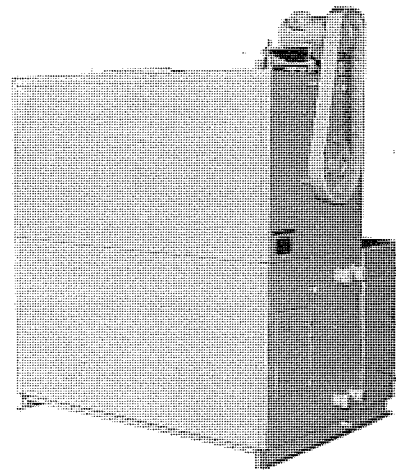


図 7.37 AD-16000 V 縦形ユニット  
Model AD-16000 V air handling units.

## 5.3 冷凍機

昭和 44 年度には低温 (ブライン冷却) 用 Hi/Re/Li チリングユニットを開発した。(これは High Reliability 高信頼性の略) 本機はこれまでのブライン冷却装置の概念を大幅に破る画期的なユニットである。

第一に、低温用としてはこれまでの常識であった開放形に代えて半密閉形圧縮機を使用していること。従来半密閉形の使用は空調用など蒸発温度の高い用途に限られていたが、当社ではモータ絶縁、

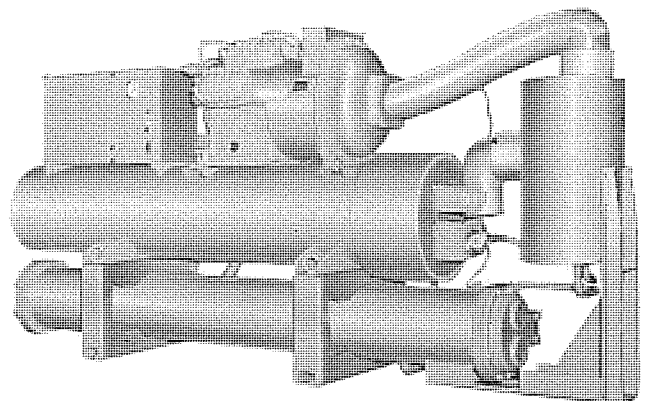


図 3.8 三菱 Hi/Re/Li チリングユニット CRL-40 形  
Mitsubishi Hi/Re/Li chiller model CRL-40.



表 7.5 冷凍機仕様一覧 Specification of refrigerators.

形 名		CRL-20	CRL-30	CRL-40	CRL-60	CRL-80		CRL-120		
使 用 プ ラ イ ン		ナイブライン, エチレングリコール, プロピレングリコール, 塩化カルシウム								
温 度 範 囲		-15℃～+4℃								
※冷 凍 能 力 (JRT)		9	14	18	28	37		55		
電 源		3 相, 50/60 Hz, 200/220 V								
コ ン プ レ ッ サ	形 名	MX-4 L	MX-6 L	MX-8 L	MZ-6 L		MZ-8 L		MZ-12 L	
	最大出力 (50/60 Hz, kW)	14/15	20.5/22	28/30	42/45		56/60		84/90	
	起 動 方 式	じ か 入 れ				パートワインディング				
コ ン デ ン サ	形 式	シェ ル ア ン ド チ ュ ー ブ								
	接 続 (FPTネジ)	2	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	3		4		4	
チ ラ ー	形 式	シェ ル ア ン ド チ ュ ー ブ (乾 式)								
	接 続 (ヴァイクトリックジョイント)	2	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	3		4		4	
容 量 制 御 (%)		100, 50	100, 67	100, 50	100, 67	50, 33	100, 75	50, 25	100, 67	50, 33
制 御 方 式		全 自 動								
冷 媒 (チャージ済み)		R-22								
冷 凍 機 油 (チャージ済み)		ス ニ ソ 4GS								
外 形 寸 法	高 さ (mm)	1,208	1,227	1,280	1,340		1,435		1,555	
	幅 (mm)	2,719	2,724	2,724	3,596		3,621		3,654	
	奥 行 (mm)	600	600	640	776		825		825	
製 品 重 量 (kg)		780	875	985	1,390		1,860		2,490	

※ クーリングタワー使用で、ブライン出口 -5°C, 60 Hz の場合

潤滑方法, 液圧縮, 結露等低温運転における問題点をすべて解決し半密閉形の低温使用を可能にした。

第二に, Hi/Re/Li システムを採用することにより乾式冷却器の低温における性能を改善し, さらに運転の安定化を計ったこと。これは冷却器を常にウエットの状態を使用することにより冷却面積を最大限有効に利用すること, およびアキュムレーターにより負荷の変動に伴う過渡的な運転の不安定状態を効果的に解消した。

第三に, 上記二つの組み合わせによるユニットでは空調機並みのまったく簡単な取り扱いと保守が実現できること。たとえば, 運転はスイッチの ON, OFF のみでよく, また開放形につきものの油消費も皆無である。

#### 5.4 ヘリウム液化装置

ヘリウム液化装置標準機については, 金沢大学, 静岡大学, 大阪大学および三菱重工にそれぞれ UL-80 形を, 九州大学には UL-20 形を製作納入したほか, 現在製作中のものとしては京都大学向け UL-80 形, 大阪大学向け UL-150 E 形がある。UL-150 E 形は UL-80 形単位ユニット二基を外部液化用低温配管により一体化したマルチタイプで, 容量的にも今までの標準機 UL-80 形に代わる新標準機種である。

#### 5.5 冷凍オープンショーケース

コールドチェーンの生産, 販売の末端機構の一つである冷凍ショーケースの需要も, 年をおって増加してきた。この市場の要求にマッチした製品として, 改良開発したものが DL-700 形冷凍オープンショーケースである。この DL-700 形冷凍オープンショーケースは, おもに冷凍食品を対称としたもので, 周囲温度 30°C においても庫内温度を -20°C 以下に十分維持できる性能を有しているものである。以下に DL-700 形

オープンショーケース 冷凍の仕様, および特長を記載する。

電 源 三相 200 V 50/60 Hz

圧縮機 750 W 半密閉

庫内温度 -20°C

温度調節 自動温度調節器

総内容積 700 l

有効内容積 400 l

外形寸法 mm 高さ 910, 奥行 910, 幅 1,800

特 長

(1) 超大型であるので, 冷凍食品の, 大量販売に最適である。

(2) 上部のとびらを開いたままで使用できるので, サービス性が良く, また前部にも複層ガラスによる透視面を有しているので, 上および前から内部の冷凍食品を見ることができ, 展示効果が非常に良い。

(3) チューブオンシート式内箱冷却器と, 庫内冷却専用のフィン付き冷却器を備えているので冷却性能は抜群である。

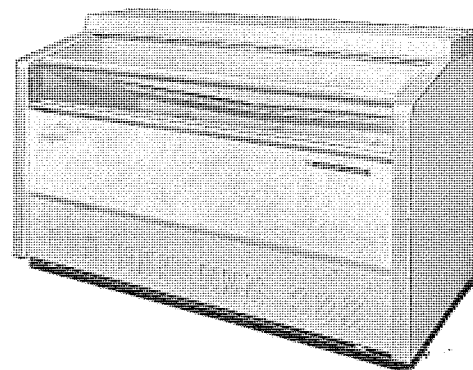


図 7.39 DL-700 形 冷凍オープンショーケース  
Type DL-700 chilling show-case unit.



## 8. ビル用電気設備

### Electric Apparatus in Buildings



神戸商工貿易 センタービル  
Kobe Shōko Foreign Trade Center Bldg.

近年ビル建設技術の顕著な発達と社会の要請により、新しく計画されるビルは大形・高層化の一途をたどっている。それに伴いビル受電設備およびこれに使用される一般の各電機品に対し、すべての面で高度の要求がされるようになった。すなわち、本来の使命である電力供給に関しては、その信頼性が極度に要求され、しかも、これら設備が安全であり、運転保守は容易かつ効率的に行なうことができ、美観上においても都市配電の近代化に沿った要求がすべて含まれるようになった。

また大形ビル・超高層ビルとなれば、その電気設備も受電にはじまり変電・配電・発電・空調・エレベータ・計測管理（各テナントの電気・ガス・水道の使用量管理）などと全く多岐にわたっている。したがってこれら多種多様の設備の運転については、運転管理・保守管理の自動化を可能なかぎり導入し、合理的運営を計る傾向が今や普遍化されつつある。

最近のビル電源設備の要求される具備条件としては、概略次のようなものが掲げられる。

- (1) 信頼性および安全性向上
- (2) 縮小化、経済性、および美観
- (3) 合理化および高品質

#### 1. 最近のビル電源設備

##### 1.1 計算機によるビル監視制御システム

近年人口の都市集中化、建設技術の進歩により、都市におけるビルディングの建設規模は大形化の一途をたどりつつあり、そこに要する受電・変電・配電・発電・空調などの諸設備は建物の大形化のみならず、ビル内生活環境の質的向上（空調・照明・各種事務機器の

完備）によっても、多種類・大容量化が要求されるようになってきた。

このような諸設備の増大は必然的に設備の運転、および保守管理業務の自動化・簡素化・効率化を高めていく新しい制御方式を要求するようになってきた。

このような時代の新しい要求に対して当社では昭和42年3月に、わが国で初めて計算機を全面的に採用した最新の集中監視制御システムを、西阪神ビル（42,000 m<sup>2</sup>, 22 kV, 6,900 kVA）に納入してきたが、その成果がビル業界において高く評価され、昭和44年度には、同種のシステムが神戸貿易センタービル（45,000 m<sup>2</sup>, 33 kV, 6,000 kVA）および近鉄上本町ターミナルビル（40,000 m<sup>2</sup>, 24 kV, 10,000 kVA）とあいついで納入された。

この種、集中監視制御システムのおもな機能は次のとおりであり、使用する計算機は、おもに小形制御用のMALDAP-8000およびMELCOM-9100/5である。

- (a) 遠隔デジタル計測（選択方式）
- (b) 自動走査監視
- (c) 自動記録（異常記録・故障記録・日報作成）
- (d) スケジュールによる機器の自動運転
- (e) 冷凍機の高効率運転
- (f) 電力のピークカット制御
- (g) 蓄熱そうの有効利用
- (h) 力率改善制御（進相用コンデンサの投入、開放）

これら各種機能の目的とするところは設備管理者を定常的な業務から解放して、人間でしか行ない得ない業務（サービス、事故予防のための点検修理など）に専念させること、および諸設備のか（稼）動効率を向上させることにある。

前記した各種機能はビルの有する諸設備を運用・管理していく業



図 8.1 計算機によるビル監視制御システム  
Control computer control system for building.

務に対するものであるが、さらには計算機の有する多用途性を生かして当社が新たに発表した MICAM (Mitsubishi Centralized Automatic Metering) システムとも組み合わせての、テナントに対する各種料金の請求書自動作成、または駐車場の運用管理業務というような方面にも機能を拡張してきている。

このように機能の拡張されたものとして、現在製作中の神戸市三宮市街地改造ビル (61,000 m<sup>2</sup>, 33 kV, 7,500 kVA) 向けのシステム (昭和 44 年末か動開始予定) は、大阪の西阪神ビルにおいて、その第 1 歩を踏み出した、この種システムをさらに大きく前進させたものとして、その成果が関係各方面から大きな期待をもって注目されている。

## 1.2 スポットネットワーク受電設備

スポットネットワーク 配電方式は、レギュラネットワーク方式と技術的な共通部分が多い。レギュラネットワークに関して、国内で最長の製作経験と最

大の製作実績を有する当社のネットワーク技術に加えて、特高キュービクル・変圧器・真空スイッチ・断路器・低圧キュービクル・気中しゃ断器・継電器・バスダクト等の機器製作の技術、ならびにこれらを取りまとめる総合技術力を生かし、44 年度には下記のスポットネットワーク受電設備表 8.1 を製作納入した。

これら三菱スポットネットワーク受電設備は、つぎのような特長を有している。

(a) 国内最大の製作実績を有する特高キュービクルの技術が生かされている。

(b) 搬入搬出の便をはかるため、特高キュービクルは分割可能な構造としている。

(c) 一次断路器には真空スイッチ管を使用し、消弧部分の長寿命化、ならびに安全かつ軽快な操作を実現している。(表 8.1 実績表中 #4, #5 は除く)

(d) 変圧器は H 種絶縁、乾式風冷式で不燃性、非爆発性である。また、コイルには はっ(撥)水性の良い シリコンワックス を十分に含浸させているほか、マイカ等の接着には高温特性の最もよいドリルワックスを使用することにより、スポットネットワークに不可欠な過負荷使用に耐えるようにしている。

(e) 国内最大の製作実績を有するネットワーク継電器の技術が生かされている。

(f) プロテクタしゃ断器は、キュービクル最下段に配置することにより、常時充電側を固定極側として保守点検時の安全を確保するとともに、キュービクルの重量バランスをとっている。

(g) プロテクタユニットの日常の監視・保守はすべて前面で行なえるよう、継電器・計器等の取り付けにくふうをこらしてあるので、取り扱いが便利でかつ保守スペースが少なくすむ。

(h) 3,000 A および 4,000 A フレームのプロテクタユニット、テイクオフユニットには排熱ファンを取り付けているが、当社独特のラインフローファン (かご形扇) を天井に埋込むことにより、外観上従来のキュービクルと

表 8.1 昭和 44 年度 スポットネットワーク 受電設備納入実績  
List of spot network receiving equipment built in 1969.

番号	納入先	電圧方式	ネットワーク変圧器	一次断路器	ネットワークキュービクル		備 考
					プロテクタユニット	テイクオフユニット	
1	福岡朝日ビル (竹中工務店)	Δ/人 22,000 V/460/265 V	H 種, 乾式 3φ 1,500 kVA (130 % 8 時間) 3 台	真空スイッチ管使用 3 点式 22 kV 200 A しゃ断 5 A 短時間 24 kA 2 秒	3,000 A フレーム 3 面 (ACB: DB-75 ヒューズ: FLK 3,000 A) リレー: CNP-1, CNP-1	3,000 A 幹線 3 回路収納盤 1 面 (ヒューズ: FLK 3,000 A)	取引用 CT はテイク オフユニットに収納
2	世界貿易センタビル	Δ/人 21,500 V/415/240 V	H 種, 乾式 3φ 1,000 kVA (130 % 8 時間) 3 台	真空スイッチ管使用 2 点式 (22 kV 200 A しゃ断 5 A 短時間 24 kA 2 秒)	2,000 A フレーム 3 面 (ACB: DB-75 ヒューズ: FLK 2,000 A) リレー: CNP-1, CNP-1	3,000 A 幹線 3 回路収納盤 2 面 (ヒューズ: FLK 2,000 A)	取式用 CT は含まず (特高一括計量)
3	タイムライフビル (三菱地所)	Δ/人 21,500 V/415/240 V	H 種, 乾式 3φ 1,000 kVA (130 % 8 時間) 3 台	真空スイッチ管使用 2 点式 (22 kV 200 A しゃ断 5 A 短時間 24 kA 2 秒)	2,000 A フレーム 3 面 (ACB: DB-75 ヒューズ: FLK 2,000 A) リレー: CNP-1, CNP-1	2,000 A 幹線 3 回路収納盤 1 面 2 回路収納盤 1 面	取引用 CT はプロテク タユニットに収納
4	船場ビル	人/Δ 22,000 V/6,600 V	油入式 3φ 2,500 kVA (130 % 8 時間) 3 台	気中式 2 点式 22 kV 200 A しゃ断 5 A 短時間 24 kA 2 秒	WN 形閉鎖配電盤 600 A フレーム 9 面 CB: 6 DHE-15 (リレー: CNP-1, CNP-1 その他)	フィーダ CB 盤 (別置) 設置のため、テイクオフ ユニットなし	ネットワークキュービク ルには取引用 CT 盤等 6 面を含む
5	国鉄根岸線 (鉄道建設公団)	Δ/人 6,600/210/121 V	油入自冷式 3φ 100 kVA 2 台×2 組	気中式 3 点式 6.6 kV 200 A しゃ断 5 A 短時間 24 kA 2 秒	400 A フレーム 2 面×2 組 (ACB: NFTM 400 リレー: CNP-1, CNP-1)	フィーダ CB 盤 (別置) 設置のため、テイクオフ ユニットなし	

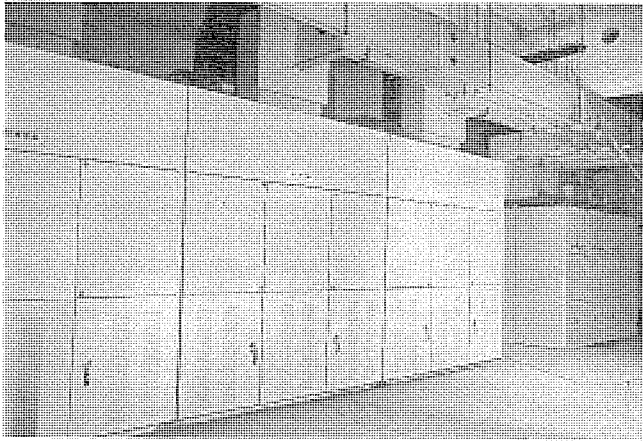


図 8.2 スポットネットワーク 受電設備例  
 左側：特高キュービクル（変圧器 1,500 kVA×3）  
 右側：ネットワーク および テイクオフユニット（3,000 A フレーム）  
 Spot network receiving equipment.

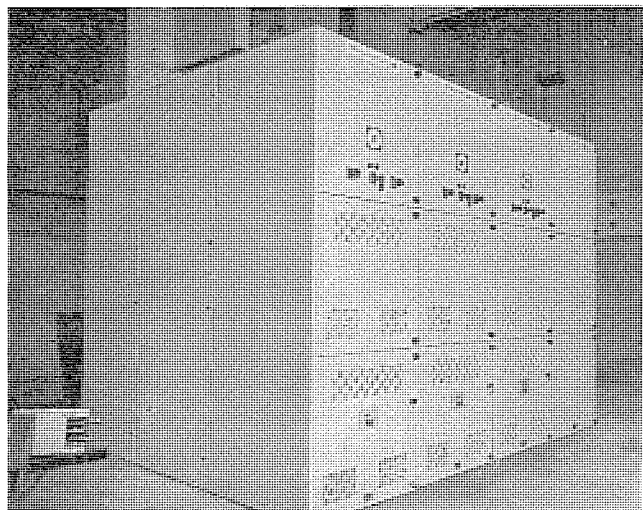


図 8.3 スポットネットワーク 用 プロテクタユニット および テイクオフユニット  
 3,000 A フレーム  
 Protector unit and take-off unit 3,000 A frame for spot network.

違和感の生じないようにしている。

### 1.3 ビル用変圧器

44年度は、都心部における大規模なビルの建設、大阪市を中心とした万博関連工事の整備、都市の人口集中に伴う私鉄のターミナルビル改築等もあり、多数のビル用変圧器を製作納入した。代表的なものを上げると、電圧 60 kV 級では、日銀本店向け 7,500 kVA×2 台、東京卸売センター向け 5,000 kVA×3 台等の大容量不燃性油入式変圧器がある。万一の火災の場合、可燃性油入大容量変圧器では大事故となるおそれがあるので、不燃油入式が再評価され、実績を多く上げることができたものと思われる。電圧 20(30)kV 級では、国鉄中央鉄道病院向け 3,000 kVA×2 台、近鉄日本橋ビル向け 3,000 kVA×1 台等の乾式変圧器を製作納入した。大阪地区には、万博関連工事が多く、2,500 kVA 程度の中容量変圧器を多数納入した。ビル用変圧器は不燃油入式・油入式・乾式を含めて、1,000 kVA 以上だけで年間 42 台、年間延べ容量 110,000 kVA に達している。特筆すべきものとしては、スポットネットワークに代表される配電の近代化が促進され、早くからその開発に着手してきた当社では、九州地区で最初の福岡朝日ビル向け 1,500 kVA×3 台、東京地区で世界貿易センタ向け

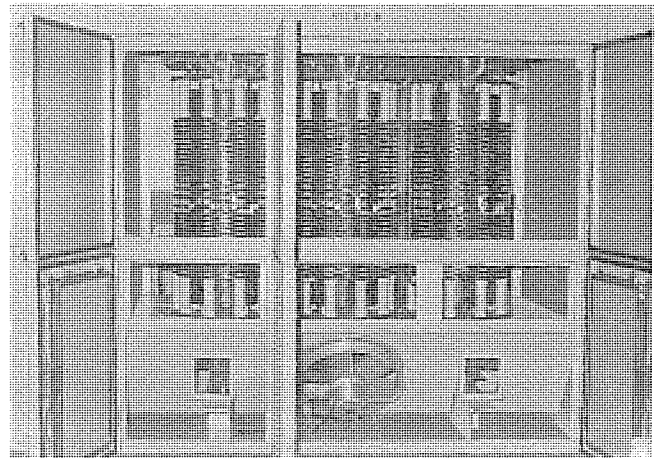


図 8.4 福岡朝日ビル向け Spot net work 受電用変圧器  
 20 kV 1,500 kVA 風冷式キュービクル収納形  
 Spot network receiving transformer for Fukuoka Asahi bldg.

1,000 kVA×3 台の乾式受電設備を納入した、油入式スポットネットワーク受電用変圧器では、大阪市築港深江線ビル向け 2,500 kVA×3 台を製作納入し、好評のうちにすでに運転にはいっている。ビル用変圧器はビルの特殊性にマッチさせるように、小形軽量化・短納期対策が要求される。今後、市街地では 1,000 kVA 以下の受電容量ビルに対してもスポットネットワーク導入が検討されており、当社においても、さらに標準化を促進し、需要家各位のご期待に応じたい。

### 1.4 配電低圧絶縁バスダクト

低圧バスダクトの44年度納入件数は、200件を越え、43年度より50%の伸長をみせた。

導体をマイラ被覆し、密着タイプにまとめた絶縁バスダクトは、福岡朝日ビル・ホテルプラザ・東急赤坂・小田急・十合百貨店など、超高層ビルや大建築に進出した。

小形・軽量、布設が容易で騒音が小さく、すぐれた電気的特性、過電流ならびに短絡電流に対する強度をもっており、今後この形式のものが広く普及する見通しである。

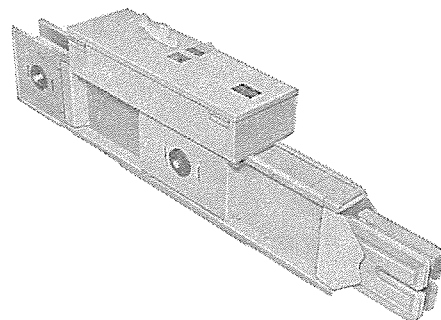


図 8.5 配電低圧絶縁バスダクト  
 Distribution low voltage insulation busduct.

### 1.5 合理化装置

ビルの高層化・大形化に伴い電気設備も分散配置される。たとえば、低層階・中層階・高層階の3設備階に設置された諸設備を限られた人員により、合理的な経済的運用を行ない、機能を十分に発揮せしめ、最良の運転状態の維持を確保するためには、これら設備の集中監視制御装置の導入がある。

集中監視制御方式を採用するにあたって最大の問題点は、多数の



監視・制御・計測用ケーブルが必要となり、ケーブルシャフトのスペースからこれらに制約を受けることである。したがって少数の連絡ケーブルで、すべての監視・制御が可能な遠方監視制御方式を採用することにより、これらの問題を解決している。

その他に電子計算機を従来のデータ処理装置とか、デジタル表示装置の適用に限らず、設備の信頼性の向上と合理的運転を目的とした、総括的な自動監視制御のための機器として遠方制御装置とともに導入されている。

その他の合理化装置として最近脚光をあびてきた装置としては、集中自動検針装置があげられる。市街地ビル・商業地ビルの巨大化に伴い、収納されるテナントの数も多数にのぼり、その電気・ガス・水道など毎月の使用量の計測、検針業務はますます人的負担が増すばかりか、各テナントの同時検針が困難になってきている。したがって各テナントごとの証明用メータの合計値と、電力会社・ガス会社・水道局との一括取引用メータ計量値とが一致しなくなり、不合理な面がでてきている。この問題点解決のため、多数のメータの計量値を同時検針方式で自動的に読み取ることによって、公正な料金取引を実現させ、人的負担の減少、検針業務の省力化、正確化を計る画期的なシステムである MICAM システムシリーズの導入が行なわれている。

当社では、上記各装置のビルへの導入については、他社に先がけて納入実績を上げているが、引き続き近畿日本鉄道（上六ビル）向け、神戸貿易センタ向け、その他の設備を受注し、製作中である。

今後、新設ビルには必ずといってよいほど、その中のいずれかのシステム導入がふえてゆく傾向にある。

## 2. ターボ冷凍機

### 2.1 CTE 形 ターボ冷凍機

冷媒 R-12 が、ターボ冷凍機用として理想的な冷媒であることは以前よりよく知られており、これを使用したターボ冷凍機を実現することは、この関係技術者の久しい懸案であった。しかしながらこれを実現するには小形で効率の良いインペラ（羽根車）を、しかも経済的に製作するというきわめて困難な、問題を解決しなければならなかった。

米国ウエスチングハウス社はこの難題に敢然といどみ、多額の開発費と多年にわたる研究努力の結果、1964 年ついに R-12 ターボを実現した。

当然この機械は世界中の注目を浴び、あらためていろいろな角度

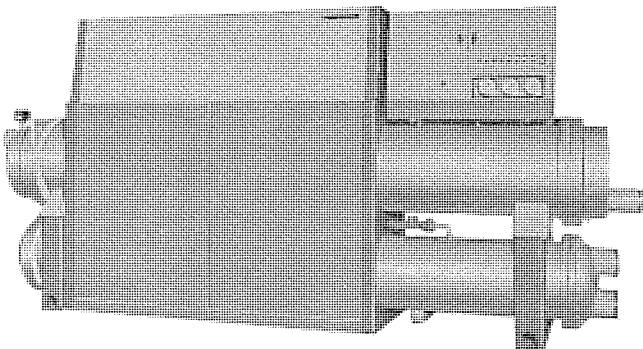


図 8.6 CTE 形 ターボ 冷凍機  
Model CTE centrifugal water chiller.

から従来の機械と比較検討がなされたが、そのいずれの点においても、従来の機械をはるかにしのぐ傑作機であることが認められ、その存在は世界に知れわたった。

ウエスチングハウス社と技術提携関係にある当社では、早速本機の国産化を計画し、ここに誕生したのが CTE 形 ターボ 冷凍機である。本機は単に冷媒 R-12 を使用するというだけにとどまらず、随所に最新の技術を駆使しているので、以下にその概要を紹介する。

### 2.2 冷 媒 R-12

冷媒 R-12 は、家庭用電気冷蔵庫やルームクーラーなどに使用されているごく普通の冷媒であって、フロン系冷媒の中でも最も古くかつ多量に使用されているものである。したがって、R-12 自身は何も特殊な冷媒ではなく、むしろこれまでのターボに使用されている R-11、R-113、R-114 などのほうが特殊な冷媒であるといえよう。

それではなにゆえ、ありふれた冷媒 R-12 を使用したターボが注目を浴びるのだろうか。その辺を明らかにするために、まず R-12 とその他の冷媒の特性を比較してみることにする。表 8.2 は、通常の運転条件におけるこれら冷媒の特性を示したものである。

まず圧力についてみると、R-12 以外は吸入圧力・吐出圧力の両方、あるいは吸入圧力が大気圧以下すなわち真空であることがわかる。装置が真空であれば外部より空気や水分が侵入する。この水分は冷媒と反応して塩酸やフッ酸を発生し、冷媒の劣化と金属材料の腐食をひき起こす。この傾向は特に R-113、R-11 にいちじるしい。また空気はコンデンサ内に滞留して高圧を上昇せしめ、サージング発生の原因となる。このため、これらの冷媒を使用するターボ冷凍機では、すべて抽気回収装置を備え、侵入した空気や水分をたえず機外へ排出しなければならない。この際空気や水分のみでなく若干の冷媒も排出するため、年間トータルとしては相当量の冷媒損失を余儀なくされるわけである。またこれらの機械ではシーズンオフ時に冷媒を抜き、代わりに窒素ガスを大気圧以上に封入してさびの発生を防止しなければならない。

これに対し R-12 では圧力が常に大気圧以上であるから、冷媒が機外へ漏れることはありうるとしても、空気や水分の侵入は一切なく抽気装置もない。またシーズンオフ時はスイッチを切ったままにしておいてよいのである。

インペラが吸入すべきガスの流量（風量）は、単位体積当たりの冷凍能力（体積冷凍効果）が最も大きな R-12 の場合が最小である。実は、この点が R-12 ターボの技術的焦点となるところで、従来の技術では、このように少ない風量で効率良く作動するインペラを製作する

表 8.2 各種冷媒特性  
Characteristics of various refrigerants.

冷 媒	R-12	R-11	R-113	R-114
吸 入 圧 力 $\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$	3.146	0.41	0.153	0.897
吐 出 圧 力 $\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$	9.77	1.782	0.796	3.521
圧 力 ヘ ッ ド $\text{m}$	2,140	2,620	2,200	2,000
吸入ガス流量 $\text{m}^3/\text{s RT}$	1.73	9.13	23.2	5.22
比 容 積 $\text{m}^3/\text{kg}$	0.0567	0.405	0.799	0.145
成 績 係 数 $\text{C.O.P.}$	4.12	4.57	4.27	3.75

ただし、蒸発温度  $0^\circ\text{C}$ 、凝縮温度  $40^\circ\text{C}$ 、ボリトロップ効率 75%

表 8.3 冷媒の評価  
Evaluation of refrigerants.

	R-113	R-11	R-114	R-12
圧縮機の大きさ	4	3	2	1
圧力ヘッド	3	4	1	2
所要動力	2	1	4	3
圧縮効率	4	3	1	2
冷媒価格	3	1	4	2
風量	4	3	2	1
静圧損失	4	3	2	1
ガス流れ損失	4	3	2	1
気密性	4	3	2	1
空気および水に対する気密性	4	3	2	1
抽気損失	4	3	2	1

ことは困難とされていた。そのため R-11, R-113, R-114 などの風量の多い（あるいは体積冷凍効果の小さな）冷媒を選んで、大きなインペラを使用していたのである。しかし、インペラが大きくなって製作が容易となる反面、装置は真空になりしかも大きくなるという宿命的な欠点を背負っている。

その他、圧縮機効率・静圧損失・ガス流れ損失・膨張弁の大きさ・冷媒価格等の比較においても、R-12 は他の冷媒に比較して圧倒的にすぐれている。

表 8.3 は以上のような比較に順位をつけてまとめたもので、点数の少ないものほどすぐれている。

## 2.3 最新の技術

### 2.3.1 インペラ

前述のように、体積冷凍効果の大きい冷媒 R-12 に使用するインペラはきわめて小形である。図 8.7 に示すのは CTE-22 (200 トン) のインペラ（アルミ合金製）で、直径はわずか 16 cm にすぎない。従来たとえば R-11 用（ステンレス製）と比較すると、直径で 1/2、重量では実に 1/20 である。このように小さなインペラには次のような利点がある。

(a) 慣性モーメントが小さいので、起動時間および制動時間が短く、たとえばスターデルタ起動でも、2 秒以内に定格回転数まで加速することができる。この時間は従来の機械の 1/10～1/20 以下で、大きな起動電流が流れる時間が短く、したがってモータコイルの発熱が少なく絶縁の寿命を大幅に延長できることを意味する。

(b) インペラが小さければそれに伴って、コンプレッサ全体をきわめて小形にすることができる。

### 2.3.2 容量制御機構

容量制御機構は本機の最もすぐれた特長の一つである。すなわち、

(a) ディフューザは可動である（特許）

(b) ペーンの速度は 2 とおりである（特許）

図 8.8 に示すように本機構は油圧作動で、サクシオンカバーに内蔵されている。図においてピストンの前後動に応じてペーンは回転し、吸入ガスにプリローテーションを与えて容量制御を行なう。コンプレッサ各部のデモンションは、100% 負荷時の流量によって設計してあるが、これでは負荷が減少してペーンが閉じ、ガスの流量が少なくなると特にディフューザに渦流が発生し、効率低下・騒音さらにサージングの原因となる。実際、遠心機械におけるディフューザは、速度エネルギーを圧力エネルギーに変換する部分としてきわめて重要な働きをしており、こ

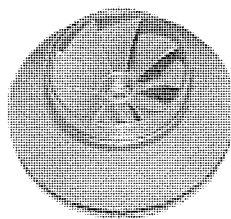


図 8.7 インペラ  
Impeller.

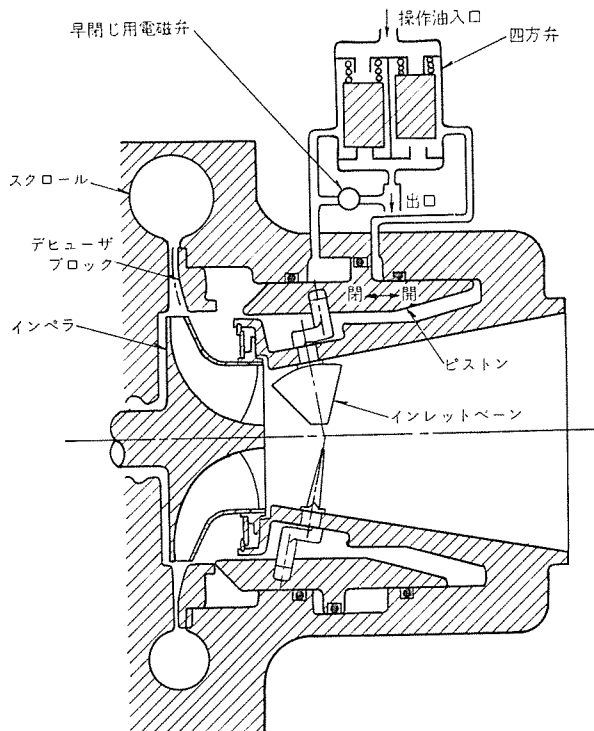


図 8.8 コンプレッサ内部  
Interior view of compressor.

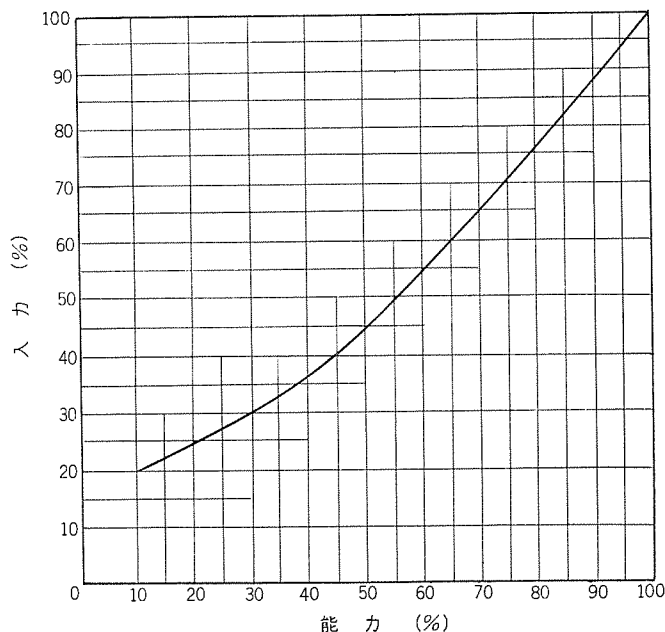


図 8.9 容量制御特性  
Characteristic curve at partial load.

の部分の効率を高めることは大切である。

本機では図 8.8 (下半分) に示すように、ペーンが閉じて能力が約 30% 以下になると、ディフューザブロックはピストンによってその通路幅を狭くするように動かされ、低流量におけるディフューザの効率を高めている。この方法によれば、負荷の大小にかかわらず常に安定し

た効率の良い運転を行なうことができる。図 8.9 は本機の容量制御特性で、能力に対する入力割合が特に小さく、また 10 % 負荷まで容量を制御できることが示されている。

本機のベーン開閉速度は 2 とおりある。すなわち、通常の運転では、冷水温度がハンチングを起こさない程度の緩速度で作動するのに対し、モータ過負荷時および負荷急減時には、急速度でベーンを閉じて、運転はただちに安定状態へ引き戻される。これは必要以上に保護装置が作動し、機械が停止するのをさけるための処置である。ターボ冷凍機のモータのような大出力のモータが、高ひん度の起動・停止を行なうことは、電源側ならびにモータ自体にとって好ましくないからである。

### 2.3.3 潤滑系統

潤滑系統においても本機は二つのすぐれた特長を有している。一つは停電保護装置（特許出願中）であり、他はオイルセパレータ（特許）である。

一般にターボ冷凍機ではその停止に際し、オイルポンプはコンプレッサの停止より一定時間おくらせて停止するよう設計してある。これは慣性の大きなコンプレッサが完全停止するまで給油を行なうためである。しかしこれは電力が供給されている場合に可能なことであって、もし停電事故が発生した場合は、オイルポンプも同時に停止するため惰性回転を行なうコンプレッサへ給油不能となり、軸受の焼き付き、ひいてはコンプレッサ破壊などの大事故になる可能性がある。

図 8.10 に示す停電保護装置は、このような事故から機械を保護するためのもので、オイルポンプが給油を停止すると同時に、シリンダーの油をスプリングによって各軸受へ供給する。単純な機構であるが確実な保護を行なうことができる。

ターボ冷凍機には、レシプロチンギングユニットと異なり油上がり（油消費）の問題がある。これは構造上やむを得ないことであるが、油上がりの程度が激しいと追加チャージが容易でないで、自動運転の特長を失う。元来油上がりは、ギヤケースとコンプレッサの圧力関係（特にベーンを絞った場合）、およびオイルタンクとその均圧管に根本原因がひそんでおり、本機ではこれらの原因を徹底的に究明し、その結果まったく新しいアイデアでこの難題を解決した。

すなわち、図 8.10 に示すオイルタンクに遠心式のオイルセパレータを備え、ここで油を完全に分離したガスは、コンプレッサへ均圧されるため、オイルタンクの圧力は特に低く、ギヤケースからの油戻りがきわめてスムーズである。特にベーンを絞った場合でも、圧力関係が常に正常であるため油上がりは皆無に近い。

### 2.3.4 高速満液式チラー（特許出願中）

大きさ・重量・据付面積等の比較において、本機は従来のどの機械よりすぐれているが、そのおもな要因としてはコンプレッサ、モータが小形で、抽気回収装置が不要のほかにチラーが小形であることもあげられる。

図 8.11 に示すように本機の満液式チラーは従来のものと異なり、シェル内部に数枚の水平仕切板を入れて冷媒ガスの速度を速め、冷媒側熱伝達係数を改善している。これによりチラーが小形になるとともに、冷媒充填量が従来のものに比べて 20～25 % 減少している。R-12 自体が他の冷媒に比べて安価であるうえに、その量が少なくて済むことはユーザにとって大きな利点になるであろう。

以上 CTE 形ターボ冷凍機の特長のおもな点を紹介したが、その他の数多くの特長全部の紹介は省略した。

なお、本機はもちろんユニット形であり、法規に定める容量以下の

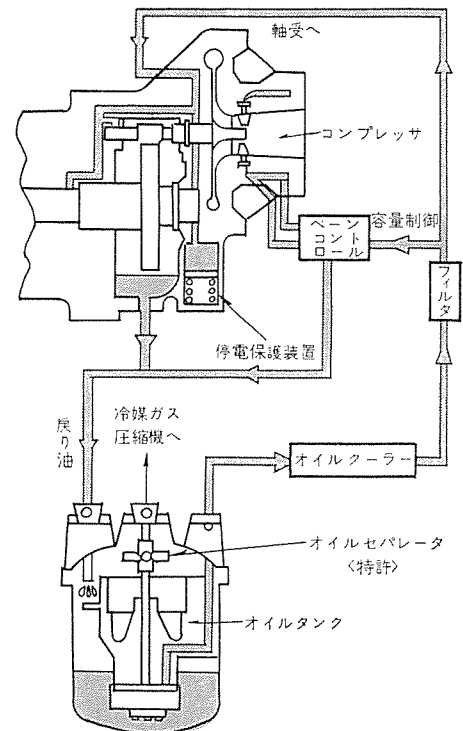


図 8.10 給油系統図  
Lubrication system.

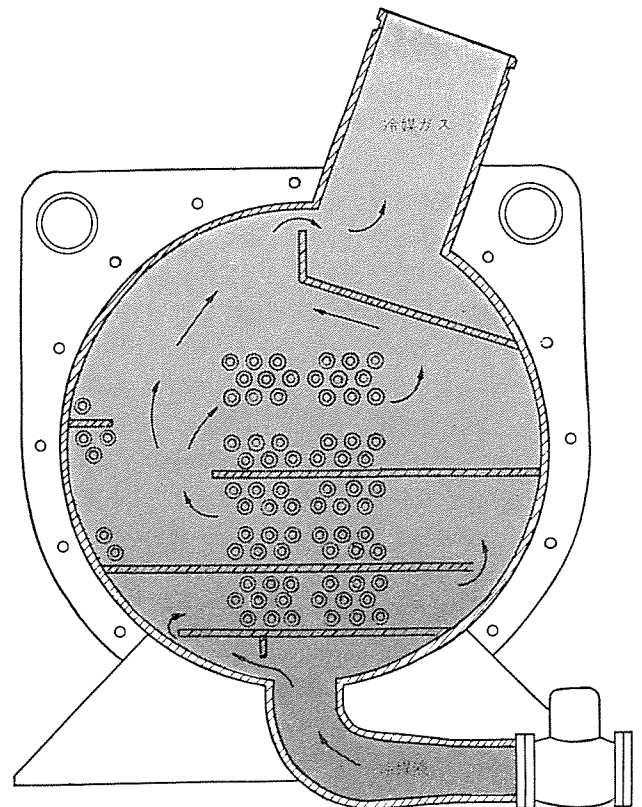


図 8.11 高速満液式チラー  
High speed flooded evaporator.

機械であるから作業主任者をおく必要はない。

われわれはこのすぐれた特長をもつ CTE 形ターボ冷凍機が 1 台でも多く使用され、わが国はもちろん世界の空調技術発展の一翼をになうことを期待している。

表 8.4 標準仕様  
Standard specification.

形名		CTE-10	CTE-13	CTE-16	CTE-19	CTE-22
項目	形 式	密閉形単段ターボ				
	容量制御	2 速度式ベーンコントロール〈油圧式〉				
	増速装置	ヘリカルギヤ単段増速				
モータ	形 式	かご形ハーフメチック冷媒液冷式				
	電 源	400/440 V, 50/60 Hz				
	起動方式	じか入れまたは Y-Δ				
チラー	形 式	シェルチューブ 〈乾式〉	シェルチューブ〈高速満液式〉			
	バ ス 数	2 バス	2 バス〈井水使用〉, 3 バス〈クーリングタワー使用〉			
	配管サイズ	5 B	5 B または 6 B			
コンデンサ	形 式	シェルチューブ				
	バ ス 数	2 バス				
	配管サイズ	4 B	6 B			
膨 張 弁		温度式自動膨張弁		フロート式		
冷 媒		R-12				
冷 媒 量 kg		90	110	240	240	300
潤 滑	形 式	ギヤポンプ強制潤滑				
	油 量	14 l				
操 作 電 源		単相 100/110 V				
運 転 重 量 kg		2,500	2,850	4,250	4,300	4,780

### 3. エレベータ・エスカレータ

44 年度におけるわが国経済は驚異的な大躍進をなし遂げた。この経済的発展を背景にして、さらには万国博覧会出展に伴う各事業の具体的な建設工事の需要にささえられ、この部門の製品も飛躍的な増産を達成した。

すでに従来から発表のとおり、当社 シンクログライド 方式高速エレベータは着実にその実績をおさめつつあり、近くか(稼)働予定の世界貿易センター・帝国ホテル・日本ビル向け、およびすでに稼働中の神戸商工貿易センター・OMM・伊藤忠本社ビル等国内向けをはじめ、マダリンホテル(シンガポール)、パンクネガラ、エディフィシオカモールなど海外向けとしても多数の実績をおさめた。当社はこれらの実績を基礎にして、従来のロトルール制御方式から本方式への全面切換えを行ないつつある。また群管理方式として従来から広くご採用をいただいていた三菱オートセレクトパターンオート方式に対しても需要家のご要望にそい画期的研究改良を加え、三菱オートセレクトパターンオートマークⅡを開発し特長あるシステムを展開した。

その他エレベータ装置や器具関係への固体化導入の拡大と、その信頼性の向上による実装技術の伸展、エレクトロニク応用機器による乗客サービスの充実など、当社電子技術の成果を反映させて好評を得た。また巨大化する都市の再開発に呼応してますますその重要性を高め、近代化を図りつつある百貨店向けとして、使い勝手が良くかつ効率の高いデパートメントストアサービス(DSS)操作方式を完成し、伊勢丹百貨店・渋谷西口ビル・十合大阪店・近鉄上本町ターミナルビル等に多数ご採用をいただき成果をおさめた。

次にタワー用エレベータとしては、日本テレビ塔向け超高揚程かつ超高速エレベータの基本技術を固めるため、広く海外の先例を調査し技術的諸問題の解析を終わり、計画実施への諸準備をほぼ完了した。また大気汚染防止対策として、超高煙突による排煙処理を各産業界で実施中であるが、当社は超高煙突保守用エレベータの重要性に着目

し、三菱重工業との協力の下に新標準機種を設定した。東京電力姉崎、五井発電所などに採用いただいたのがその一例である。その他 44 年 5 月 1 日より施行された建築基準法施行令改正に従い、意匠部品の不燃化については、材料メーカー側の協力を得てその徹底を計った。当社エレベータはその後ますます順調な成長をたどり、今や大衆車並みの愛顧をうけるに至ったが、さらに引き続き改良を加えて信頼にこたえた。

エスカレータについては、設備の拡充、新生産方式の導入など生産態勢の整備により、急上昇した需要に対応することができた。KK 形として好評をいただいているステアエースの系列に新しく KSS 形を加え、さらには規格形エスパットの系列に ES 全透明形を加えて、需要家に幅広い選択を願えるようにした。

以上 44 年度における当社製品について概要を紹介したが、さらに 45 年 3 月開幕になる万国博覧会については、この国家的規模による行事に対し、当部門の総力を傾けて、ランドマークタワー・お祭り広場・政府館その他国内・海外諸施設に対し、数十件に及ぶ昇降機器ならびに動く歩道(トラベータ)を納め、交通の便を提供することになった。

以下に詳細な説明をのべご参考に供したい。

#### 3.1 エレベータ

##### 3.1.1 シンクログライド高速エレベータ

44 年度の高速エレベータの伸びはめざましく、すでに営業運転にはいった神戸商工貿易センター向け 240 m/min 1,000 kg 6 台その他を初めとして、44 年中に製作完了し現在据付中のものを含めると 37 台に達し、従来からの累計実績は早くも 100 台を越えた。その頂点に位置するのが世界貿易センター向けの展望用エレベータ(300 m/min) 2 台であり、当社の今までの高速エレベータに対する数々の研究成果を結集して製作を完了、現在最終据付調整にあたっている。その結果乗りごこち・振動・騒音等のあらゆる方面にわたって、注目に値する性能を示すことが期待されている。さらに制御装置は、停電時運転・地震時運転・火災時運転・消防時運転等の災害時運転についての複雑な仕様を満足するものとし、案内メッセージを送るオートアナウンス、スピードメータ等をかご室に取り付けている。また乗場戸閉装置は鉄骨間にわたって支持し、柔構造ビルの据付計画にマッチさせ、ほかに Emergency terminal slow down 装置・Lock down compensator 装置等の多くの新鋭装置が開発納入されている。なおシンクログライド方式による 150 m/min クラスのエレベータも、郵政省庁舎その他に増加の一途をたどっており、45 年度から全面的にロトルール制御方式は本方式へ切換える予定である。

##### 3.1.2 ASP-A MARK II 群管理方式

三菱オートセレクトパターンオート(ASP-A)方式は、わが国における最初の全自動群管理エレベータとして昭和 32 年に市場に登場し、それ以来その優秀さを高く評価され、現在では数百台の納入実績を誇っている。

その間、多くの実態調査を行ない、またシミュレーションによって種々の交通需要と、その変動に対するエレベータの応答のさせ方を徹底的に追究し、同時に顧客の要望を採り入れて、基本的に設計改善を行ない、三菱オートセレクトパターンオートマークⅡ(ASP-A MARK II)を開発・標準化を完成した。

ASP-A MARK II は、1) 性能向上、2) パッセンジャーサービスの充実、3) 合理的・経済的なシステム構成の三つがおもな特長である。以下



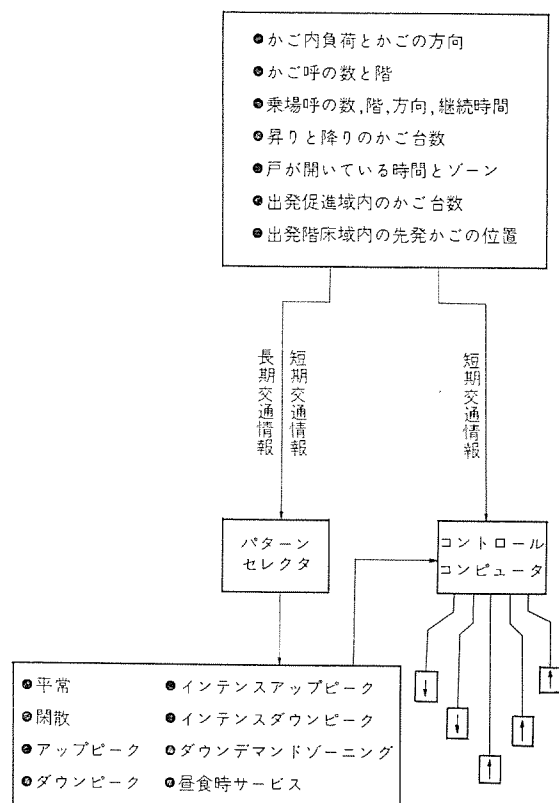


図 8.12 ASP-A MARK II 群管理 システム  
ASP-A Mark II group control system.

この点について概説する。

#### (1) 性能向上

エレベータ群が刻々に変動する交通需要を能率的に処理するには、

a) 長期・短期の交通情報から交通需要を握し、運転方式の大綱を決めるパターン選択と、b) 短期交通情報をもとに、変動する交通需要を処理するためのかごの運転方法とが、ともにすぐれている必要がある。

一般の群管理方式では、パターン選択の精度を上げること重点が置かれ、今なおその改善に力が注がれているようであるが、当社は実際の交通を処理するのはパターン選択のみでなく、むしろ適切なかごの運転によることに早くから着目し、シミュレーションによって、交通需要に対するかごの応答のさせ方、すなわち運転方法を追求した。その結果、過去の交通情報、過去の運転履歴によるコントロールのみでは不十分であり、交通需要とその変動の予測、ならびにかごの運転のし方の予測とを採り入れたコントロールが必要であることがわかった。

すなわち、ASP-A MARK II は一つのパターン内で生じる短期交通情報を、コントロールコンピュータによって処理し、交通需要とその変動を握するとともに、その予測を行ない、1) 運転間隔の連続的な自動調整、2) 需要の強さに応じたゾーンへのかごの割り当てと直行、3) かごの分散走行、4) 利用客の多い階へのかごの集中、5) 途中折返し、などフレキシビリティに富んだ運転指令を各かごに与え、事前処理を行なうので、輸送能力が向上し待ち時間が一段と短縮された。

#### (2) パッセンジャーサービスの充実

群管理機能が高度化・複雑化するにつれて人間が機械に使われ、人間感情が無視されたという感じを与え勝ちになる。したがって、ASP-A MARK II には、自動エレベータで失われ勝ちな乗客とエレベータとの対話を取り戻し、親切で機敏な運転手と同様に、人間味のあるエレベータサービスを提供すると同時に、運転能率をも向上するパ

表 8.5 基本パターンと付加パターン  
Basic pattern and additional pattern.

MARK-II ベーシック		MARK-II カスタム	
基本パターン		基本パターン	付加パターン
平	常	平	常
閑	散	アップピーク	インテンスアップピーク
		ダウンピーク	インテンスダウンピーク
		閑	ダウンデマンドゾーニング
		散	昼食時サービス

ッセンジャーサービスの充実をはかった。おもなものは

オートアナウンス

アプローチディテクタ

エレクトロニックドアマン

エレクトロニックドアセーフティ

などであるが、個々の内容は 3. 1. 4 項を参照されたい。

#### (3) 合理的・経済的なシステム構成

ビル交通状態はビルの種類・用途・規模などによって変わり、またエレベータサービスに対する要望もビルごとに差がある。ASP-A MARK II ではシステムを再編成し、表 8.5 に示すパターンや、分散待機・飛越しサービス・強制戸閉・パッセンジャーサービスなど 30 種に及ぶ付加動作や付加装置を準備し、この中からビルごとに必要なものだけを組み合わせ、システムを構成できるようにした。したがって、ビルの性格に合った合理的なエレベータ設備を最も経済的に設備することが可能になった。

#### 3. 1. 3 デパート向け DSS エレベータ操作方式

百貨店はストア攻勢に対抗し、都市再開発とも歩調を合わせて着実に躍進しつつあり、静かな建築ブームの一翼をになっている。このような情勢下で、当社は、百貨店の縦の交通機関としてエスカレータとともにエレベータの重要性が再認識され始めたので、百貨店の意向を意欲的に取り入れ、DSS (デパートメントストアサービス) 操作方式を完成した。昭和 44 年には、伊勢丹百貨店・近鉄上本町ターミナルビル・渋谷西口ビル・十合大阪店・八王子北浦商店などに多数納入し好評を博している。

百貨店の意向を取り入れ完成した DSS 操作方式の特長は、

(1) 運転手なし自動運転が世の大勢となりつつある中で、百貨店の特殊性を考え、運転手が乗客へのサービスに十分時間が向けられるよう、操作しやすい運転バーを設けた。

(2) 運転手の疲労をできるだけ少なくするよう、かご操作盤に押しやすいリセボタン (大形で短ストローク) を使用した。

(3) かご呼びおよび乗場呼びに順次応答しつつ最上階まで上昇し、再びかご呼びおよび乗場呼びに順次応答して出発階まで運行する、いわゆる、流し運転方式とし、最上階・出発階での行先ボタン押し忘れによる不具合をなくした。

(4) また、必要があれば、かご操作盤内のスイッチ操作により、最高呼びの階で自動的に方向を反転することができる。

(5) かご操作盤内行先ボタンを押さなくても指定階に常に停止することができ、またその指定階はかご操作盤内のスイッチ操作で、随意に変更、解消できる装置を設けた。(特許出願中)

(6) 乗場呼びを切り放して乗場呼びでは停止せず、かご操作盤の行先ボタンでのみ停止する装置を設けた。またこの場合、アナウンスおよび自機位置表示灯をかご操作盤内に設け、エレベータの走行位置とどの階から呼ばれているかを運転手が容易にわかるよう考慮し

ている。

(7) 運転手が誤ってかご操作盤内の行先ボタンを押したとき、これを取り消すことのできる装置を設けた。(特許出願中)

以上の特長を持っており、これらの特長を組み合わせることにより、次に示すような百貨店の状況に応じいろいろな操作を行なうことができ、フレキシビリティに富んだ操作方式である。

(a) 催し物が特定階で開かれている場合

(b) エレベータに乗るお客と降りるお客を別々の階でサービスしたい場合

(c) 計画運転を行ないたい場合

#### 3. 1. 4 装置・器具の固体化

##### (1) 管理回路の固体化

全自動群管理をさらに高性能化するには、膨大な情報量の演算処理が必要となり、リレーシステムでは構成が困難になる。最近の工業用電子部品のめざましい信頼性向上に伴って、エレベータ管理回路が固体化への道をたどることは必至とみられている。しかし、この固体化に当たっては、解決しなければならないエレベータ特有の問題が数多くある。

当社は管理回路の固体化へのアプローチの一段階として、IC化の可能性、IC化に当たっての基礎問題の解決を目的として、稲沢製作所試験塔のVV.GD.2BC(AS)15停止の管理回路をIC化し、すでに2年近く実動している。この段階において、雑音対策・実装技術な

ど基本的問題を解決した。

次段階として、IC化管理回路を実際のエレベータ実動環境のもとで使用した場合の信頼性実績・故障診断法・保守のあり方など、工場試験のみではつかみにくい実績データを得るために、VV.GL.2C-2BC(AS)11停止エレベータの管理回路をIC化し、三菱電機ビルに納入し、実用しており、ほとんどノートラブルで順調に実動している。

リレー系にくらべ、盤の大きさは据付面積で35%、容積で22%で、大幅に小形化された。価格ではリレーシステムよりも残念ながらまだ相当高く、製品化の予定はない。しかし、この実用試験の実績を通して、IC化への道が開かれたことで意義深いものがある。

##### (2) パセンジャーサービス装置の固体化

群管理機能が複雑になるにしたがって、人間疎外の感をエレベータ利用客に与え勝ちになる。したがって、自動エレベータで失われ勝ちな、乗客とエレベータとの対話を取り戻し、親切で機敏な運転手と同様に、人間味のあるエレベータサービスを行なう必要性がクローズアップしてくる。このようなパセンジャーサービスを充実するために、下記のものを開発し標準化を完成した。これらはいずれも、トランジスタその他の電子部品で構成され、小形軽量・信頼性が高く保守に手がかからず安定な動作を維持している。

##### (a) オートアナウンス

かご内のスピーカを通して、出発や戸閉めの案内、その他エレベータ利用に際しての適切なアドバイスを乗客に音声で伝える装置であって、親切な運転手の役目を果たす。録音テープの駆動以外は増幅器やアナウンス内容の選択論理回路など、すべてトランジスタ化している。

##### (b) アプローチデテクタ

かごの出入口から乗場側に向かって超音波を放射し、移動している人からの反射波を受信し、ドップラ効果を利用して、かごに乗ろうとして近づいて来る人のみを検出し、乗り込むまで戸を開いた状態に保つ。もちろん、戸が閉りつつある場合は反転して再開させる。あたかも運転手が乗場を注視しながら、戸の開閉を行なうのと同様に戸を制御するので、乗客が乗りやすいばかりでなく、乗客がいないのにむだに戸を開けて待つロスもなくなり、運転能率は向上する。

超音波変換器からとびら管制回路に至るまでをすべて静止化し、ユニット化してかご上に取り付ける構造としている。

##### (c) エレクトロニックドアマン

光電装置と電子回路とにより、乗客の出入りを監視し、戸が開いている時間を必要最小限に保つための時間演算を行ない、乗降が続いている間は戸を全開に保って、乗降がスムーズ行なえるようにし、乗降が終わり次第戸を閉めるという機敏な運転手と同様な動作をし、運転能率を大きく高めるとともに安全を確保する。

投・受光器は従来より小形化され、受光器内に静止回路を装着し、耐雑音性・安定性とも一段と向上した。

##### (d) エレクトロニックドアセーフティ

静電容量形のとびら安全装置である。とびら前縁約100mm手前で人などの障害物を検知し、戸閉電動機の電源を切ると同時に、電機子に付加されたサイリスタによりダイナミックブレーキを作動させ、戸が乗客に当たる前に戸を反転再開させる。

静止化してコンパクトにし、機械的セーフティ機構の中に納まるようにした。また、乗客の検出にさしつかえない程度の時間遅れを持たせた負帰還により、ドリフトを自己補償しているので安定な動作が得られている。

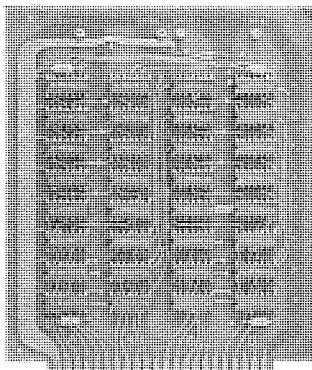


図 8.13 印刷回路組立板  
Printed-circuit assembly.

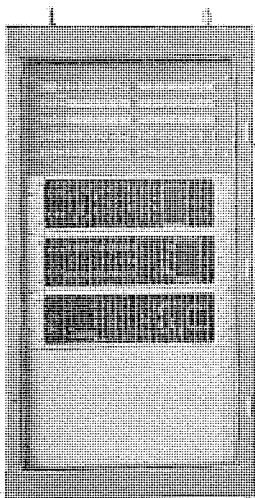


図 8.14 三菱電機ビル納入のIC制御盤  
IC control cabinet.

### 3. 1. 5 高級エレベータの意匠

最近いわゆる超高層ビルブームでエレベータに対する関心が高まり、それに伴いエレベータの意匠デザインについても、従来以上に期待と関心をよせられてきた。

44年度前半期に不燃化に関する建築基準法の改正があり、意匠デザイン材料が制約されることになったが、適法にしてしかもデザイン家の要請にこたえる意匠材料について基礎的な研究を進めて成果をえた。

高層ビルの代表的なものとして、目下急ピッチで建築中の世界貿易センタビル・日本ビル・帝国ホテルなど、数多い画期的な納入実績の中から、44年度納めの2、3の実例をあげることにする。

#### (1) 神戸商工貿易センタビル

この近畿地区最初の高層ビル納めのエレベータの意匠デザインは、特にこのようなふんい気にマッチすると同時に、新規性を打ち出すことに苦心し、幾度か試作検討を繰り返し、製作を完了した。その内容としてはかご室内で、もっとも天井照明に意をそそいだ。天井全面をスモークアクリブロックの一体物とも、単位ブロックの集積とも感ぜしめ、なおかつその個々の中央部をおう(凹)面ミラーフィニッシュ加工、その周囲の平面部をサンドブラスト仕上げの組み合わせで実施し、壁四周の木目模様との調和により所期の目的を十分達成した。

なお乗場回りについては、特に三方わくはプラスチックで一体に製作したような感覚をねらったもので、最高の工作技術を駆使し完成したもので、大いに好評を得ている。

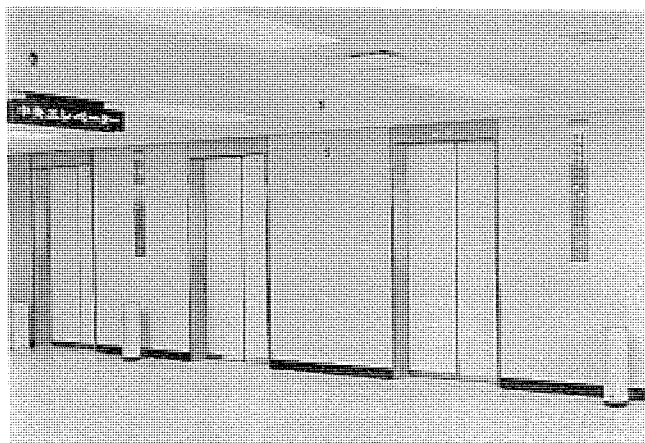


図 8.15 OMMビル納入エレベータ  
Elevator entrance of OMM building

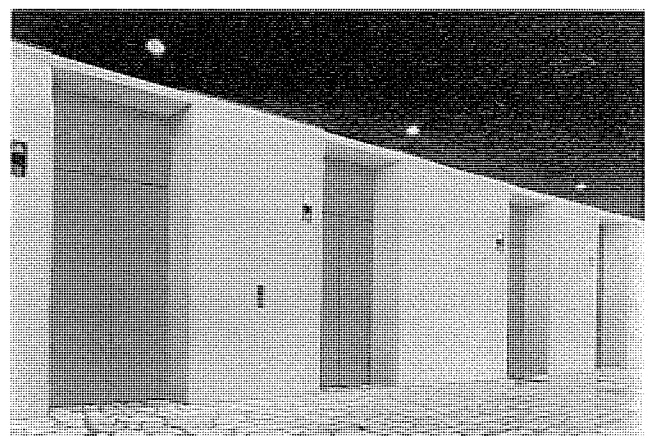


図 8.16 郵政省庁舎納入エレベータ  
Elevator entrance of Yusei ministry building.

#### (2) OMMビル

正式には大阪マーチャンダイズマートビルといい、商都大阪を象徴する新しいこの総合卸売センタビルに、最新の高級エレベータを多数採用していただいた。

このエレベータの意匠デザイン計画は、堅実性を基調としながらも、一面ソフトなムードを出すことも合わせて主眼とした。乗場回りはほとんどすべてステンレス製で、ドアの塗装色でその単調さを打ち消し、端面はL形に目地を取り付けたもので、特に流動のはげしい乗客の便利をはかり、すでに実績で定評のある円形ホールランタンを採用した。かご室照明はスポットライト形とし、乗客に対する実用的なサービスを行なうためビル内案内板に重点をそそいだ。

#### (3) 伊藤忠本社ビル・朝鮮ホテル

伊藤忠本社ビル納めのかご室、乗場関係ともアルミ自然発色法を採用し、重厚さと枯淡な味を遺憾なく表現できて、完全な機能運転とともにその要求に十分こたえ得た。

朝鮮ホテルは今や中進国をめざす韓国の象徴的建物で、ちょうどわが国でいえば帝国ホテルに匹敵するほどの高層ホテルである。エレベータの設計製作に当たっては、USAのコンサルタントエンジニアと直接的なタイアップにより完成した。乗場ドア用のメラミン化粧板は、韓国画伯の筆による民族風物絵を特別に製作手配し、その民族調を強調し、その出来ばえは注目をあびている。

### 3. 1. 6 タワー用エレベータ

日本テレビ放送網株式会社(NTV)は、昭和43年正力タワーの建設計画を発表され、同年10月その起工式が行なわれた。正力タワーは全高約550mのテレビ放送タワーで、これが完成すれば現在世界最高のモスクワタワー(高さ537m)をしのぎ、世界最高の独立タワーになる。

このタワーの建設については、三菱グループが受注し、その完成に向かって突進することになっており、当社はエレベータを含む電機品一式を担当している。正力タワーには、現在の計画では地上400mに展望台が設けられ、その上には各種のアンテナが設置される。エレベータとしては、客用・サービス用およびアンテナ保守用を含めて合計数台のエレベータが設備される予定である。その中でも前述の展望台に直通するエレベータは、540m/minをこえる超高速が予定されており、現在建設中のシカゴのジョンハンコックセンタの540m/minを抜いて、エレベータ速度についても世界一となる予定である。

タワーに取り付けるエレベータで、これまでに類のない超高揚程・超高速となると、ビルに設置するこれまでのエレベータにくらべ、数多くの技術的問題が発生してくる。またエレベータのみならずタワー本体の設計・施工についても同様であるが、これらの問題について参考とするため、前述の関係各社から成る調査団が結成され、昭和44年1月モスクワ、ミュンヘン、ウィーンをはじめ世界各地のタワーの先例について、各専門別に技術的調査を行なった。幸い、各国関係者の好意により多大の成果を収めることができた。

特に正力タワー向けのエレベータについて、主要な技術的課題を要約すれば次のとおりである。

(1) 昇降行程が高いこと。東京タワーのエレベータの揚程は120mであり、世界貿易センタのそれは約160mであるのに対し、正力タワーは約400mである。このように昇降行程が高いと、ワイロープが長いため、ロープ全体としての弾性係数が低下して、定員の乗り降りによってすら100mm程度かご床が浮沈する。しかもその浮沈はきわめて低い固有振動数で現われるため、かご床を常にのりば床面



図 8.17 名古屋 キャッスルホテル 納入  
三菱 ステアエース KK 形  
Mitsubishi Staircase type KK  
for Nagoya Castle Hotel.

形 名	800K, SS形	1200K, SS形
外形		
W <sub>1</sub>	1,280	1,680
W <sub>2</sub>	800	1,200
寸法		
W <sub>3</sub>	610	1,010

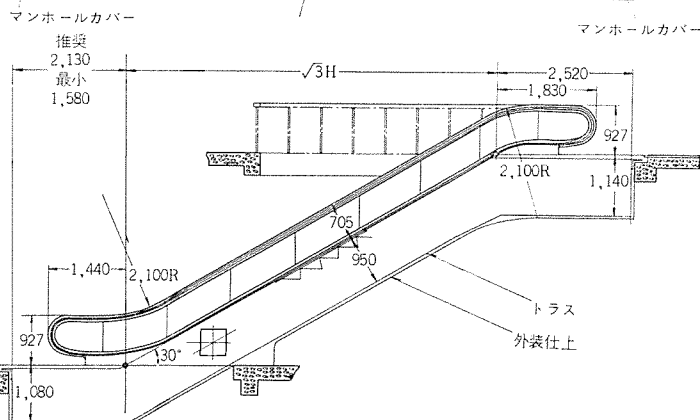
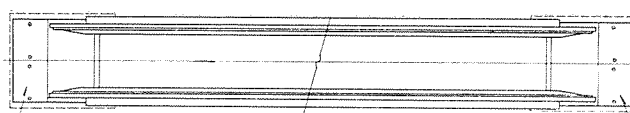
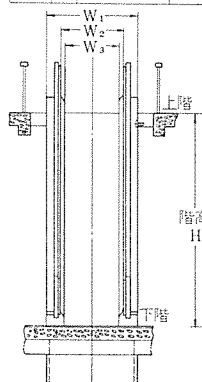


図 8.18 三菱 ステアエース KSS 形標準据付  
Mitsubishi Staircase type KSS standard installation.

に合わせるには、巻上機の制御に高度の技術が必要である。

(2) タワーが風によって揺れること。一般のビルと違いタワーは風による揺れが大きく、そのエレベータはある程度の風速までは正規の運転ができなければならない。タワーが揺れるとワイロープに低周波の横振動を誘起するが、前述のようにロープ長が極端に長いことも原因となって、その振幅は予想外に成長する。そのためロープが昇降路構造物に当たりながら昇降してロープ自身が損傷すること、ロープによってエレベータの昇降路機器がたたかれて破損する可能性などが考えられる。また制御ケーブルにも同様な揺れが生じて使うことができないため、これに代わってかごに給電する装置、およびかごとの連絡装置が必要となる。

以上のような重要問題のほか、数多くの新技術を開発しなければならないが、前述の先例調査を参考とし、電子計算機をつるに利用しながら世界一のエレベータの完成に向かって研究を進めている。

次に超高煙突用エレベータについて述べる。近年、産業界の急速な発展にともない、大気汚染が重要な公害問題として取り上げられているが、火力発電所や化学工場などの排煙もその例外ではない。この問題を解決するため三菱重工業では、高さ150mから180mにもおよぶ超高の鉄塔形煙突を多数製作されているが、この煙突の保守用として当社は多くのエレベータを納入した。この煙突は4本の円筒形煙突を一体に組み上げたもので、エレベータはその中央に配置されている。

煙突保守用エレベータは、その用途から定員5～6名程度の大きさで速度は90m/minを標準としているが、揺れの問題および高揚程の問題は、前述の正力タワー向けエレベータと類似したものを持っている。中でも煙突の揺れに起因するロープや制御ケーブルの諸対策がこのエレベータの最大の要点である。当社ではこれらの問題を研究し、煙突用エレベータを標準化して需要の増大に対応する態勢を整えた。

## 3.2 エスカレータ

### 3.2.1 ステアエース

当社K形シリーズエスカレータは、意匠デザインのざん新さに加えて、

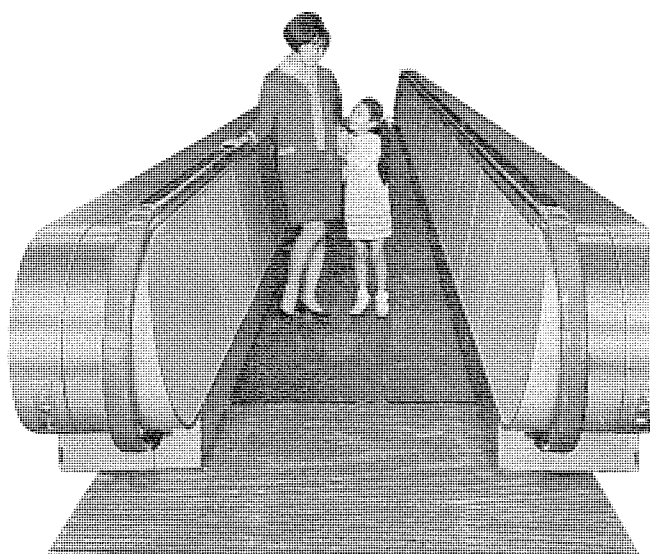


図 8.19 三菱トラベータ (1200 T 形)  
Mitsubishi travator type 1200 T.

据付スペースの縮小、静粛で快適な乗りごこの向上など、機能面での改良により広く需要家の好評にささえられて、増産一途の経過をたどった。

ここで、われわれはさらに需要家の指向に分析を重ねた結果、さきに発表したKK形エスカレータに加えて新しくKSS形エスカレータ(欄干柱なし全透明形)を開発し、ステアエースの系列を整えて高級クラスを強化した。(図8.17, 8.18 参照)

### 3.2.2 トラベータ

“動く歩道”は昨今ますますその重要性が認識され、各方面での需要が高まっている。適用通路の方式からパレット式とゴムベルト式とに大別できるが、当社は国内メカにさきがけて、高荷重に耐え静粛で安定した乗りごこちとともに保守の容易なチェンパレット方式を準備してきた。万博三菱館やアメリカ館等における当社トラベータについての深いご理解を念願してやまない。(図8.19 参照)



## 9. 交 通

### Traffic



図 9.1 西武鉄道向け直流電気機関車  
DC electric locomotives for Seibu Railway

輸送力増強に伴う新車の増備、変電設備の増強、そして道路建設の整備などが積極的に進められ昭和 44 年も受注・生産面で活況を呈した。また他業種同様メンテナンスのための省力化の施策が大きくとりあげられ、これに関連した開発・改良が大きく前進をみた。特記事項を列挙すればつぎのとおりである。

#### (1) 電気車

(a) 直流車の主回路制御の理想形ともいえるチョップ装置が帝都高速度交通営団において第一次試験車に続き、第二次試作車が新しく完成し、より詳細な現車性能試験が行なわれ、いよいよ 9 号線量産車としてとり上げられることになった。サイリスタその他の発達とともに今後ますます発展するものと思われる。

(b) 国鉄新幹線試験電車は昭和 44 年 3 月完成し、常用 250 km/h の高速化にいどみ詳細な現車性能が進められている。この車両は無接点化、自動運転など最新技術を結集しており、わが国のみでなく世界の電気鉄道のあり方を示唆することになる。また国鉄では在来線の 130 km/h の高速化のための試作車製作が進められている。

(c) 主電動機は耐熱絶縁紙の使用、整流子の TIG 溶接、密閉ベアリングの採用がほとんど全モータ機種にとり上げられ、メンテナンスの面で大きな前進をみた。

(d) EF 81 形交直流電気機関車の大容量インバータ、名古屋市交通局向けの量産品、ならびに新しい高速形サイリスタを使用した西武鉄道直流電気機関車用など、電動発電機にかわる高圧インバータがいよいよ量産の軌道にのってきた。

(e) メンテナンス対策の一つとしてイグナイトロンのシリコン整流器化がとり上げられ、ED 70 形交流電気機関車 1 両分の改造を受注製作中である。

(f) 電気車の電算機による総合試験装置は、車両の検修の合理化のため前向きで検討、計画されている。

#### (2) 電鉄用変電所

(a) 大容量化が進む一方、レクチフォーマおよび平形素子使用の油浸形が大きな伸びを示した。

(b) 車両の高速化、変電所の大容量化に対処するための、交流電化 TA のき電方式が鹿児島本線の 1 部に実用され、また山陽新幹線用として真剣な技術的検討が加えられている。

(c) き電回路の保護継電装置としてひずみ波対策を施した新形継電器、また信号高圧配線の保護としての故障点標定装置がそれぞれ開発された。

(d) 遠方監視制御装置としては、トランジスタ形サイクリック式に移りかわり、電算機導入の前段階として各データの日報作成装置を付加したものが採用されはじめた。

#### (3) 道路関係機器

東名高速道路の最高の設備規模を擁する都夫良野トンネル用として、最新の技術を結集した照明設備、受電設備、自家発電設備、集中監視装置などを納入した。

## 1. 電 気 車

### 1.1 日本国有鉄道向け電気機関車

#### 1.1.1 EF 81 形交直流電気機関車

昭和 43 年 10 月の糸魚川―直江津間の電化完成によって、北陸線全線の電化が完了し、これに伴って交流 20 kV 50、60 Hz および、直流 1,500 V の 3 電化区間を直通運転できる交直両用機関車が必要となり、当社はこのための EF 81 形交直流電気機関車 14 両を製作、納入した。そのおもな特長はつぎのとおりである。

(1) 交直 3 電気方式直通運転用で、標準形 MT 52 主電動機 6 台を使った F 形大容量機関車である。

(2) 速度制御は、主電動機の直列・直並列・並列の短絡渡りとバーニア抵抗制御とを併用した電圧制御で行なっている。

(3) 直流区間の列車暖房電源にサイリスタ式 DC-AC インバータを使用している。転流用ダイオードに主整流器を、また出力変圧器に主変圧器を、さらにフィルタ用として主平滑リアクトルをそれぞれ利用している。

(4) 主整流装置には機関車用として初めての平形シリコン素子を使用した油冷却方式を採用している。

(5) 粘着性能を良くするため、空転を検出して自動ノッチ止めを行なうと同時に、再粘着ブレーキを作用させる方式を採用している。

(6) メンテナンスフリー化のために制御回路の無接点化を行ない、

高速度しゃ断器や、断流器の接点部をダブルチップ式にしている。

(7) 雪害対策の面で特高機器は屋内に収納し、主要機器の接点部には、凍結防止用ヒータが設けられている。

1.1.2 ED 70 形交流電気機関車のシリコン整流器化

メンテナンスフリー化を図るため、北陸線の ED 70 形交流機関車の水銀整流器をシリコン整流器に置きかえるように改造することになり、これらの電気品を一両分製作中である。

1.1.3 その他の線区用

北海道函館線向けの第二 quantity 産 ED 76500 形交流機関車 2 両を納入した。この機関車は低圧タップ切換器とサイリスタによるノッチレス速度制御方式である。なお、第一次 quantity 産車はタップ切換器を主変圧器に取り付けていたが、今回はタップ切換器を自立式にして、主変圧器二次ブッシングとの結線にたわみ線を使用して作業性の改良を図っている。

また東北線の高速輸送用として、磁気増幅器式 ED 75 形交流機関車 2 両、および磐越西線の増備用としてサイリスタ形 ED 77 交流機関車(中間台車付) 1 両を製作中である。

1.2 その他国内電気機関車

1.2.1 西武鉄道向け直流電気機関車

秩父線用として使用される電気機関車で、粘着増強対策としてパーニヤ制御、軸重補償、空転時の自動ノッチ戻しなど性能面を重視した設計となっている。また制御用電源としては、新開発の高圧用高速サイリスタ整流器を用いた 4 kW の静止形インバータを使用している(ハイライト写真参照)。

1.2.2 産業用電気機関車

消火車けん引用電気機関車として三菱化成(堀出)に 25 t 車を納入、尼崎コークス(加古川)向けに 20 t 車を製作中である。これらの車はリアクトル制御の交流三相誘導電動機を採用しているほか、他の設備とも関連し完全自動運転ができる。特長としてはつぎのとおりである。

(1) ガイド車を中心とした、プログラムによる自動運転方式である。

(2) 無接点近接スイッチを使用した地上予・車上予により制御

するので、機関車を監視する必要がない。

(3) 速度制御にリアクトル制御を採用しているので、コークス受時の追尾速度を連続的に微調整することができる。

1.3 輸出用電気機関車

昭和 43 年受注に成功した機関車のうちスペイン国鉄向けの 3,100 kW、DC 3,000/1,500 V 両電圧直流機関車 40 両のうち当社製 2 両、カナダ、グランダック 鉱山鉄道向け DC 1,500 V 直流機関車 3 両、およびコング BCK 鉄道向けディーゼル電気機関車 5 両がそれぞれ船積みされた。これにより当社製電気機関車はアジア、ヨーロッパ、アフリカ、南米、大洋州および北米の 6 大州にわたり活躍することになった。(スペイン国鉄向け機関車写真はハイライト参照)。

1.4 新幹線試験電車

新幹線網の拡大とともに、将来の新幹線電車に対する研究が続けられているが、これらの研究結果の一つとして、最高速度 250 km/h の新幹線試験電車が製作されて、現在各種性能試験が行なわれている。当社は、東海道新幹線電車用電機品と同じように、この試験電車の製作に積極的に協力し、主要電機品のうち、主変圧器、主電動機、主平滑リアクトル、交流フィルタ装置、電動送風機、自動運転指令装置、車上式定位位置自動停止装置、油圧ブレーキ装置、レールブレーキ装置、空気調和装置等の製品を納入した。またサイリスタ式力行制御装置、チョップ式電気ブレーキ制御装置については、試作品を製作して工場で十分に検討を行なった。新幹線試験電車の特性はつぎのとおりである。

- (1) 最高速度は 250 km/h、容量は 2 両ユニットあたり 2,000 kW である。
- (2) 力行は、主電動機を 2S-4P の永久接続にして、サイリスタによる連続的な位相制御を行なっている。
- (3) ブレーキは、主電動機を 2S 独立 4 回路にして、パーニヤ式チョップ制御による連続的な制御を行なっている。
- 電気ブレーキフェイルのときは、電気-油圧指令式の摩擦ブレーキに切換える。またブレーキ力を向上させるために、非粘着性のレールブレーキが併用できるようになっている。なお油圧ブレーキ装置の詳細は 2.5 節を参照して下さい。
- (4) 各車の力行・力行・ブレーキは、先頭車の自動運転指令装置の指令によって制御される。ATC 装置は自動運転指令装置の中に含まれている。なお詳細は 2.4 節を参照下さい。

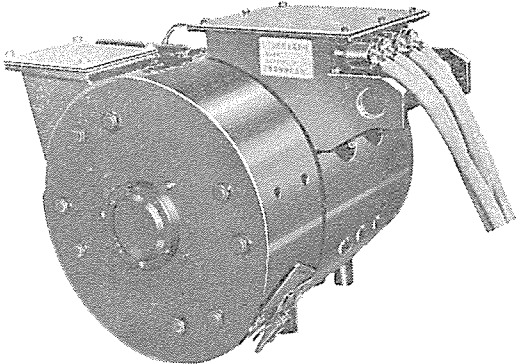


図 9.2 新幹線試験電車用 MT-916 形主電動機  
Type MT-916 traction motor.

表 9.1 電気機関車要目  
Electric locomotive specification.

区 分	EF 81	西武鉄道向け
電 気 方 式	1φ 20 kV 50/60 Hz DC 1,500 V	DC 1,500 V
運転整備重量	100.8 t	96 t
機関車形式	B-B-B	B-B-B
車 輪 径	1,120 mm	1,120 mm
1 時 間 定 格 出 力	AC 2,850 kW DC 2,550 kW	2,550 kW
速 度	AC 53 km/h DC 42.5 km/h	38.8 km/h
引 張 力	AC 18.3 t DC 19.8 t	23.22 t
最高許容速度	115 km/h	155 km/h
主 変 圧 器	TM 17 形外鉄フォームフィット形 二次側非分割 2,430 kVA (冬期 2,810 kVA)	—
主 整 流 装 置	RS 35 形送油風冷式	—
主 整 流 器	2,520 kW 1φブリッジ結線 SI 800-25, 4S×2P×4A, 2S×1P×1A	—
列車暖房用 インバータ	CSI 400-13, 4S×1P×4A	—
主 電 動 機	MT 52 A, 1 時間定格 475 kW×6	MB 428-AVR 6 台

## 1.5 日本国有鉄道向け在来線高速電車

在来線電車的高速化を図るため、東北本線用を対象に在来線高速電車が一編成試作されている。当社はこの高速電車の製作に積極的に協力して、主要電機品として、主変圧器、主電動機、主平滑リアクトル、断流器箱等の設計を担当し、これらの電機品を納入した。在来線高速電車の仕様はつぎのとおりである。

(1) 交流 20 kV 50 Hz、直流 1,500 V の交直両用電車 で、3 両固定編成とし高速化に備え連結台車を採用している。

(2) 電車の最高速度は 130 km/h で、定格出力容量は 880 kW/ユニットとなっている。

(3) 力行は、直流直巻電動機 375 V 110 kW 4S 接続と直流複巻電動機 375 V 110 kW 4S 接続を互いに並列に接続して、それぞれ抵抗制御を行なっている。

複巻電動機の界磁は、チョップ装置で制御している。

なお主電動機に直巻式と複巻式を併用しているのは、高速電車用としての両者の適合性を比較検討するためである。

(4) 電気ブレーキは、直流側は独立回路にして抵抗制御している。複巻側は電機子回路を 2S2 回路にしそれぞれ抵抗制御を行ない、界磁電流をチョップ装置で制御している。

## 1.6 帝都高速度交通営団向け第二次試作チョップ装置車

帝都高速度交通営団 9 号線の量産車を対象とした第二次試作車 1 編成 (CM<sub>1</sub> M<sub>2</sub> M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> M<sub>1</sub> CM<sub>2</sub>) 用の主電動機 12 台、およびチョップ装置 3 セット中 2 セットを受注、5 月に製作納入した。チョップ装置は、昭和 42 年製作した第一次試作車用チョップ装置<sup>注)</sup>の試験結果をもととして次のような改良を行なっている。

- (1) 動力集中化
- (2) 全界磁電動機の採用による回生率の向上
- (3) 結合リアクトル式多相多重チョップ方式の採用
- (4) 平形大容量サイリスタ素子の採用
- (5) 制御装置に IC 演算増幅器の採用

この装置の主要諸元は、次のとおりである。

定格電圧	DC 1,500 V
定格電流	1,600 A (最大限流値)
主電動機出力	145 kW×8 台
チョップ方式	三相三重結合リアクトル式
制御周波数	220 Hz×3 相 (総合 660 Hz)
制御方式	定周波平均値制御方式、定電圧および定電流制御付

結合リアクトル仕様 1,500 V 三相 3×270 A 自冷式

## 1.7 モノレールおよびロープウェー

本格的な量産車としての懸垂形、三菱サフエーゴ式モノレールカーが湘南モノレールに納入され、神奈川県大船一泊瀬間約 7 km を結ぶ世界最初の実用線を走行することになった。車両に積載される電装品はほとんど当社が担当し、このほど好評裏に現車試験を終了し、特にすぐれた加速・減速性能と乗りこちの良さと ATS 装備等による安全性が実証された。

安全上の配慮とともに保守点検が容易なよう、すべての機器は防

注) 1. 三菱電機技報 42, No. 11, 1968

## 9. 交 通

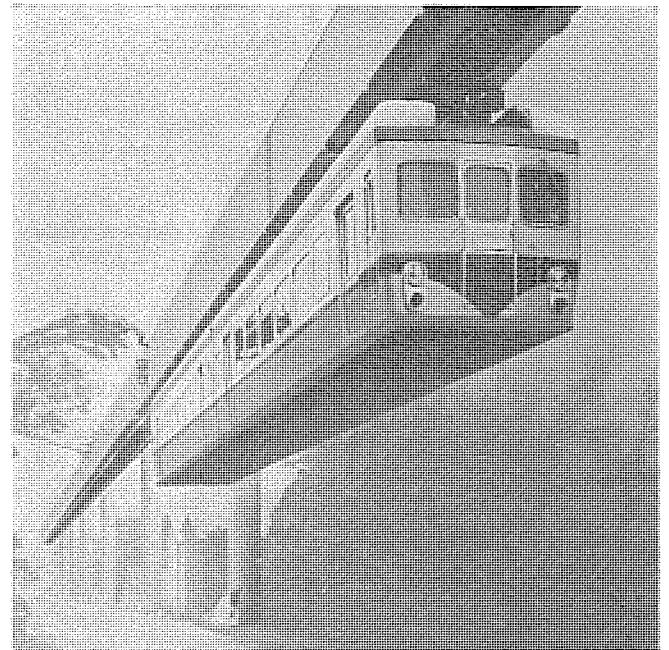


図 9.3 湘南モノレール  
Monorail car for Shonan Railway.

表 9.2 湘南モノレール仕様  
Monorail car specification.

区 分	仕 様	区 分	仕 様
架線電圧	DC 1,500 V	制 御 装 置	ABF-78-15 MDA 形
編 成	M <sub>1</sub> +M <sub>2</sub> 2 両固定		電動カム式
乗車人員	定員 105 人		主電動機 8 台総括制御
	満員 163 人		直並列、抵抗、弱界磁制御
最高速度	75 km/h		発電ブレーキ付き
加 速 度	4 km/h/s		応荷重装置付き
減 速 度	常用 4 km/h/s	ブレーキ装置	HSC-D 電空併用
	非常 4.5 km/h/s	A T S 装 置	連続ループ方式
主電動機	MB 3098 C 3 形	戸 閉 装 置	空気差動式
	55 kW, 340 V, 185 A, 1,700 rpm		

水に留意したうえで屋根上に配置されているが、モノレールの特殊性に応じて感電防止対策を施す等、細心の注意をはらっている。またロープウェーとしては、リアクトル制御方式のものを台湾に輸出した。この車は高温多湿な周囲環境に意を用いるとともに、メンテナンス・信頼性を考えシンプルな回路とし、また安全性をより向上させるために搬器の位置をデジタル的に検出し、その信号により減速・停止および位置表示を行なう自動運転方式を採用している。

## 2. 車 両 用 機 器

### 2.1 主電動機・駆動装置およびリアクトル

小形軽量化、大容量化、および保守簡易化の要望に沿ったメンテナンスフリー化が主要なテーマであった。

(1) 小形軽量化・大容量化

耐熱絶縁物の採用による主電動機の大容量化が著しく、昭和 44 年度に製作された代表機種を示せば表 9.3 のとおりである。

(2) メンテナンスフリー

主電動機保守作業の軽減を計るため各部の構造改良が行なわれた。

絶縁関係ではマイカにかわるポリイミド、ポリアミド等の耐熱絶縁材料の採用、電機子の回転乾燥などにより耐熱性、品質安定性が一段と向上した。また、耐汚損性の強化により、風取りカバーのフィルタを

表 9.3 主電動機仕様  
Traction motor specification.

納入先	国鉄 新幹線試験電車用	スペイン国鉄 8900 形 (7900 形)	帝都高速度交通営 団 9 号線 試作車
形名	MT 916 (MT 200)	MB-3200-B (ME-3200-A)	MB-3164-A
仕様	250 kW, 650 V 420 A, 2,500 rpm (185 kW, 415 V) (490 A, 2,200 rpm) 自己通風	1,550 kW, 3,000 V 550 A, 950 rpm (1,350 kW, 3,000 V) (485 A, 1,000 rpm) 他力通風	145 kW, 375 V 425 A, 2,300 rpm 自己通風
重量 kg	878 (876)	7,500 (7,270)	665
SSRP	0.485 (0.367)	0.512 (0.409)	0.502

注) ( ) は在来機種

表 6.4 アルミコイルリアクトル仕様  
Smoothing reactor specification.

納入先	国鉄 新幹線試験電車用	国鉄 在来線超特急用	帝都高速度交通営 団 9 号線 試作車
形名	IC 916	IC 57	RT 41
仕様	420 A 3.0 mH at 420 A	850 A 5.4 mH at 600 A	500 A 8 mH at 1,500 A
重量 kg	180	300	250

除くことが可能となり保守が容易になった。整流子ライザ部の TIG 溶接は全機種に完全実施され、耐フラッシュオーバー性・耐過負荷性が著しく増大した。軸受密封方式が軌道にのり、3 年以上のグリース取り換えが不要であることが確認されつつある。ブラシ関係では、64 mm 長さのものの採用により 1 個の使用期間の延長を図る傾向にあり、これに関連してブラシホルダの改良も研究されている。

また、駆動装置関係では WN カップリング潤滑用グリースの実用化が進み、グリース潤滑剤使用の割合が増大してきた。

#### (3) 新形ファン

騒音の減少、通風量の増大を目的として新形式のファンが製作され、同一機種で 5～10 % の温度上昇低下が可能となった。

#### (4) 結合リアクトル

チョップ専用として結合リアクトルが開発された。結合リアクトルは、チョップ各相の平滑リアクトルに磁氣的結合を持たせて一体化し、直流分磁束を打消すように動作させるもので、従来の各相分離リアクトルに比較しておおはばな小形・軽量がはかられた。また冷却のための機器をなくするため自冷式としている。自冷式にしても形状はそれほど大きくはならない。

#### (5) アルミコイルリアクトル

新形式のオープンコア形リアクトル、空心リアクトルはすべてアルミコイルとなり重量が軽減された。

## 2.2 主変圧器

昭和 44 年度の日本国有鉄道向け車両用主変圧器はとくにより小形化、より軽量化を旨とし設計製作された。電気機関車用では北海道向け ED 76 S' 形電気機関車用 TM 16 形主変圧器、北陸線向け EF 81 形電気機関車用 TM 17 形主変圧器を、電車用では北海道向け 711 系電車用 TM 13 B 形主変圧器(主平滑リアクトル内蔵)、交直流電車標準用 TM 14 形主変圧器、在来線高速電車(試作車) 591 系用 TM 19 形主変圧器をそれぞれ製作納入した。

TM 17 形主変圧器は電気機関車として初めての 3 方式(50 Hz, 60 Hz および直流区間通し運転可能)を採用したもので、従来の

TM 12, TM 12 A, TM 12 B, TM 16 形各主変圧器と同様耐寒耐雪を考慮し、機関車室内に特高機器を収納するために横倒し構造となっている。

TM 19 形主変圧器は TM 14 形, TM 17 形主変圧器と同様 3 方式で、車台への取り付け方法が従来と異なりぎ装限界が大幅に縮小、かつ重量軽減が強く要求された。このために全体的に検討を加え、その結果

(1) 電動送風機、電動送油ポンプに電車用では初めての三相機(60 Hz)を採用

(2) 一次線路側 ブッシングは、ケーブルヘッド方式に代わってエポキシ樹脂注形 ブッシングを採用

(3) 絶縁油は従来の不燃性絶縁油に代わる比重の小さい新しい不燃性絶縁油を開発し、多くの試験、実験を経てこれを採用し、これら新機軸を盛り込んで所定の条件を満足させるに至った。

## 2.3 制御装置

多段式制御による乗りこちの改善、動力の集中化・無接点化の導入による保守業務の省力化など多様な範囲にわたり進歩改善がなされた。無接点化については、理想的形態である主回路チョップ制御装置が帝都高速度交通営団 9 号線に見られるとおり、本格的に取り上げられるようになった。

省力化のための保守周期の延長の一例としては地味ではあるが、ダブルコンタクト形単位スイッチの開発があげられる。すなわちこのスイッチは、従来の単位スイッチで離点のあった接触子やアークシュートを改善したもので、具体的にはアーキングコンタクトを新設し、通電は専用の銀接触子で行ない接触子の手入を省いたものである。またアークシュートも、アークホーン形状のくふうによりそのライフを延長している。このほか給油についても特別の配慮がなされている。

一方車両の火災防止対策が大きく取りあげられたが、対策基準に準拠し、地下乗入車両には A-A 基準によるなど、従来からの研究を生かし、各部材料の改良を折込んで不燃化を図った。

このような観点から設計された制御装置の一例として小田急電鉄向け新鋭急行車 5000 形制御装置がある。この車両は既納の 2400 形車を基本としているが、主電動機容量を増強し T 車が大型化されている。制御装置の諸元はつぎのとおりである。

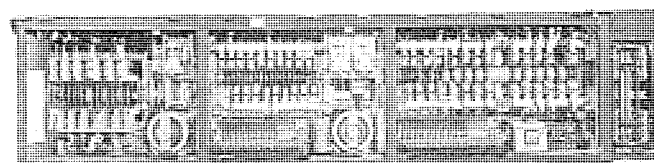


図 9.4 小田急電鉄向け CB-53 C-10 形主制御器箱  
Type CB-53 C-10 main controller with vernier control system.

表 9.5 小田急電鉄向け制御装置仕様  
Controller specification for Odakyu electric railway.

形式	ABFM-188-15 MD
主電動機	135 kW 340 V 440 A 8 台
制御方式	カム軸バーニヤ制御 強制通風抵抗器使用
制御段数	力行 抵抗段 55, 弱界磁段 8 制動 55
加速速度	2.4 km/h/s
減速速度	常用 4.0 km/h/s



## 2.4 自動運転装置

新幹線試験電車用として、従来の ATC 機能に加えて目標速度設定値に対して列車速度を自動的に追従させる機能を有する自動運転指令装置と、駅進入時に自動的に列車をホームの所定位置に正確に乗りこちよく停車させる定位置停止装置を開発納入し、いずれも新幹線における本線試験で所期の性能を完全に満すことが確認された。帝都高速度交通営団 9 号線第二次試作車用、および第一次量産分として ATC 装置を製作納入した。国鉄に納入したパターン付き速度照査装置は、現在広く使用されている ATS-S 形の警報点地上子による制御に代わって、車上パターンによる連続制御により保安度を高めるものである。

駅間距離の比較的低い都市近郊線を対象として開発した、プログラムによる自動運転 (PTC) 装置の試験が国鉄山手線で行なわれ、所定の運転曲線に沿った制御が確認された。

これらの装置はいずれも従来のアナログ方式に代わりデジタル演算方式を採用し、無調整で高い精度が得られる特長を有するほか、試作器の性格をもつ PTC 装置を除き、いずれも回路要素に IC を用いて信頼度向上と大幅な小形化を図ることに成功した<sup>(1)</sup>。とくに新幹線は長距離高速運転、また 9 号線は地下線における高列車密度の運転を安全に遂行するために車内信号方式が採られ、自動運転装置に対して一般の地上信号方式にも増して高い信頼度が要求されるが、これを満すために上記のデジタル化、IC 化に加えてさらに多重系の構成をとり、たとえ一系が故障しても装置は正常な運転を継続できるようになっている。各系列はパッケージ化してあり、保守も容易である。

また車内信号用などのために 2 針付き 2 要素形速度計を新しく開発した。これは 2 要素を同一ケース内に収納し、それぞれ独立した 2 針を同一目盛板上に振らせるもので、列車の実速度を指示するとともに制限速度を指示させ、車内信号とするものである。このほか、列車の戸開操作を所定位置に停車した場合にだけ可能とするための停車位置検出装置を開発し、現車試験を行なった。

(新幹線試験電車用自動運転指令装置 および 定位置停止装置の写真はハイライト写真参照)。

文献 (1) 三菱電機技報 43 巻 9 号 (昭 44)

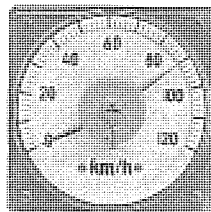


図 9.5 LM-11 形 2 要素形速度計  
LM-11 two element type indicator.

表 9.6 2 要素形速度計仕様  
Two element type indicator specification.

形 名	LM-11 形 2 針式速度指示計
外 形	110 mm 角広角計器 (230° 振角)
動 作 型 式	永久磁石可動コイル形
目 盛 長	170 mm
指 示 精 度	計器単体で 1.5 %
特 性	JIS-C-1102 (指示電気計器) および JIS-E-4031 (鉄道車両用振動試験)
指 針	列車走行速度表示指針 黒色 (上側指針) 車内信号表示指針 赤色 (下側指針)
重 量	0.9 kg

## 2.5 ブレーキ装置

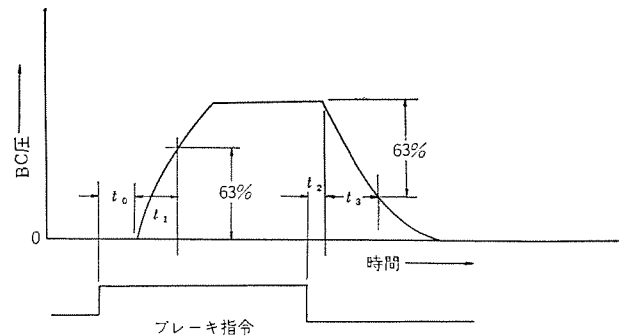
ブレーキ指令に電気指令方式を導入した MBS, MBF 装置および油圧ブレーキ装置は在来の直通管指令方式に比べて

- (1) ブレーキ力立上がりむだ時間の短縮
- (2) ブレーキ力変化の指令に対する精度と応答性の向上
- (3) ATC, ATO との結合の容易

などの特長を有するが、MBS は大阪市交通局向けに、MBF は帝都高速度交通営団 9 号線向けに量産されつつあり、油圧ブレーキは新幹線用試験電車に採用されている。

MBS は、面積比 7 : 6 : 4 の 3 膜板で構成された中継弁のどの膜板室に圧力空気を導入するかによってブレーキ力が 7 段階に制御される。このための指令は、3 本の指令電線の オン オフ の組み合わせで行なわれる。

MBF と油圧ブレーキは電気指令の大きさに応じて即応的に、正確に空気圧力・油圧に変換する電空変換器・圧力制御弁 (PSV) により、直流あるいは交流で送られてくる電気指令の大きさに応じて、圧力が連続的に制御される。なお油圧ブレーキ装置は油ポンプ、アキュムレータを含み、すべての機器を台車に直接装架するようになっている。図 9.6 にブレーキ応答特性を在来の HSC-D 形ブレーキ装置と比較して示す。このほか、空気圧縮発動機の制御に半導体を用いた無接点式 2 段起動方式を導入し、保守の省力化をはかった。



項 目	立上り特性		立下り特性		備 考
	むだ時間 $t_0$	時 定 数 $t_1$	むだ時間 $t_2$	時 定 数 $t_3$	
MBS ブレーキ	0.13	0.85	0.18	0.85	
MBF ブレーキ	0.17	0.87	0.19	0.87	
油 圧 ブレーキ	0.22	0.06	0.04	0.13	BC 圧 80 kg/cm <sup>2</sup> において
HSC-D ブレーキ	0.5	1.2	0.2	2.00	

図 9.6 ブレーキ応答特性  
Brake response characteristic.

## 2.6 電動発電機およびインバータ

電動発電機としては冷房装置の電源として阪神電鉄向けに 75 kW A のものを、また電源車用としてカナダグラナダック 鉱山鉄道向けに DC 150 kW のものをそれぞれ納入したほか、スペイン国鉄にわが国の記録品である 3,000 V, 1,500 V 両用の車両床下懸垂形の 140 kVA の電動発電機を納入した。

インバータとしては名古屋市交通局 (地下鉄) 向け量産品として入力 600 V 8.1 kVA を、豊橋鉄道向けに入力 600 V 3 kVA を、また西武鉄道直流電気機関車用として入力 1,500 V 4 kVA を、神戸電鉄向けに入力 1,500 V 3 kVA をそれぞれ納入した。なかでも西武鉄道向けのインバータには、当社で新しく開発した電流 100 A, 耐圧 1,800 V,

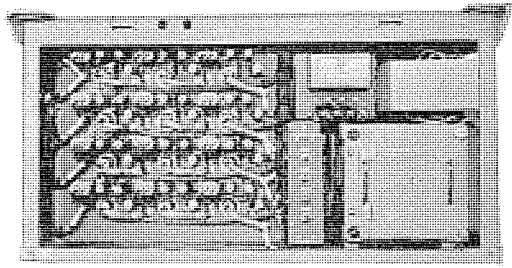


図 9.7 高圧 インバータ 装置の内部  
High voltage static inverter

ターンオフ時間  $30 \mu\text{s}$  という高速形サイリスタを使用し、機路の小形軽量化と信頼性の向上をはかった。

低圧用では帝都高速度交通営団 9 号線 ATC およびブレーキ装置電源として  $400 \text{ Hz } 400 \text{ VA}$  を、大阪市交通局向け ATO 電源として  $400 \text{ Hz } 700 \text{ VA}$  を開発したほか、東海道新幹線電車で、EF 80 形交直流電気機関車用列車無線装置電源として、小田急電鉄向け列車無線、ATS 装置電源として前年に続き納入した。

列車無線装置については 12 編を参照されたい。

## 2.7 空気調和装置ほかサービス機器

### 2.7.1 空気調和装置

国鉄向けとして東海道新幹線電車で AU 57 形、固定編成列車用 AU 21 D 形を前年に引き続き納入したほか、急行 2 等車のうち、ディーゼル動車、客車用として AU 13 A 形を納入した。この装置は分電箱のつなぎ、外きせの形状など AU 13 形を 1 部変更したものである。一方乗客へのサービス向上のため、通勤車冷房もとり上げられつつあり、阪神電鉄向けとして MAU 13 H 形を多数受注した。AU 13 A 形の仕様をつぎに示す。

形 式	天井形 ユニットクー
電 源	主回路 $400/440 \text{ V } 50/60 \text{ Hz}$ 三相 制御回路 $100 \text{ V } 50/60 \text{ Hz}$ 単相
冷房能力	$5,000/5,500 \text{ kcal/h}$ 以上
循環風量	$720/840 \text{ m}^3/\text{h}$
冷 媒	フロン 22
重 量	約 $200 \text{ kg}$ (本体のみ)

### 2.7.2 電気扇

扇風器としてラインディア、ファンディア、サイクルファンを多数納入してきたが、通勤車の冷房装置が取り付けられるに及んで空調装置と併用したラインディアが目ざされ、京王帝都、阪神電鉄、京阪電鉄向けに納入された。空調装置とラインディアを併用した場合冷房装置の冷房能力が低減でき、かつ空気温度を均一化する長所を有する。このラインディアの仕様をつぎに示す。

形 式	サーキュレーション 形
形 名	LD 09 RA 形
電 源	$100/200 \text{ V}$ 単相/二相 3 線/三相 $60 \text{ Hz } 75 \text{ W}$
回転数	$1,600 \text{ rpm}$
電動機形式	全閉形誘導電動機 E 種
羽根形式	$90 \phi$ 金属製 ラインフローファン、 $545 \text{ mm} \times$ 両軸
首振り回数	4 往復/分
風 速	$120 \sim 200 \text{ m/min}$ (床上 $1.6 \text{ m}$ )

### 2.7.3 暖房器

西武鉄道秩父線特急車用とし、回転式 2 人掛腰掛下に据え付けられる両面反射形の STN 5 形を開発納入した。その仕様はつぎのとおりである。

定 格	$254 \text{ V } 450 \text{ W}$
発熱体	アルミヒータ (シーズ 線) を 2 本使用
反射板	効率の高い銀色耐熱塗装を施した 2 個の反射板
発熱体支持装置	6 個のがいしで 2 重絶縁し、おのおのの反射板に取りつけ。

このほか客室ロングシート用として多数の片面反射形を私鉄各社に納入した。

## 2.8 車両電機品総合試験装置

デジタル電子計算機の記憶機能、論理判別機能を応用した総合試験装置を昭和 42 年に続き国鉄浜松工場に納入した。この装置は電子計算機として MELCOM 350-5 形を用い、新幹線電車 3 ユニット (6 両) を同時に並列試験することができ、全試験項目の 68 % が自動化されている。

## 3. 電鉄用変電所

### 3.1 AT 交流き電方式用変圧器

昭和 43 年来水戸線にて試験の緒についていた AT 方式が、44 年 11 月鹿児島線八代一出水間で本格的な実用化試験にはいった。これは車両の高速化、輸送力の強化に対応する線路の容量増加策として採用されたもので、従来の BT 方式に比べ軌条電流の吸上効率がよく、架線の電圧降下が少なく区間区分が長くとれ、一変電所の準備範囲が広がり、パンタグラフの消耗が少なくてすむ等々の利点を有している。これに使用される単巻変圧器は、吸上効果を上げるためにできるだけ低インピーダンスを要求され、そのうえ単巻変圧器であることが重なり、短絡時の電磁機械力は非常にきびしいものとなる。

このため、今回納入した変圧器は外鉄形構造を採用し、高圧—低圧コイルを 4 群に分割し、インピーダンスを低くするとともに、機械力にも十分強固な設計を施して 25 倍の短絡電流に耐えることを保証している。この変圧器の仕様は、外鉄形、屋外用、油入自冷式、連続定格、単相、 $60 \text{ Hz}$ 、自己容量  $1,000 \text{ kVA}$ 、線路容量  $2,000 \text{ kVA}$ 、高圧 U-V 間  $44 \text{ kV}$ 、低圧 V-O 間  $22 \text{ kV}$ 、絶縁階級：U・V 端子 20 号、O 端子 6 A 号、インピーダンス： $0.18 \%$   $2,000 \text{ kVA}$  基準である。

また、受電き電用として八代変電所にスコット結線変圧器を納入したが、これは在来線 BT 方式と AT 方式両方にき電できるように二次側が主座、T 座とも  $40/20 \text{ kVA}$  の直並列切換となっている。

### 3.2 整流装置

整流器は、44 年も液冷式が大部分を占め、風冷式は客先の特許事情によるものに限られた。国鉄変電所用には、引続き油浸形の送油自冷式が多数製作されたが、輸送増強計画による変電所設備の大形化に伴い、単器容量としてはわが国最大の  $6,000 \text{ kW}$  整流器の 1 号機が大阪変電所に納入された。これには高耐圧大電流平形素子を採用し、従来の  $4,000 \text{ kW}$  のものと同じ寸法のコンパクトなものにまと

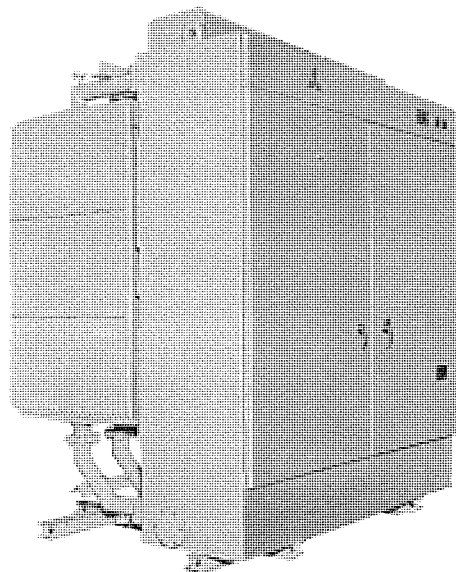


図 9.8 近畿日本鉄道向け 通油自冷式 3,000 kW 1,500 V シリコン 整流器  
3,000 kW 1,500 V silicon rectifier.

められた。

私鉄変電所用としては、44年もレクチフォーマがその優秀さから多数のものに採用されたが、新しい冷却液の出現で完全自冷式の整流器も製作された。近畿日本鉄道および、西武鉄道向けとしては、3,000 kW の特殊過負荷定格でありながら通油自冷式のものが入り込んで好調に運転している。これには、当社で開発された低粘性で冷却効果の高い不燃性絶縁油を使用し、すでに開発完了している放熱片の併用で、鉱油を使用した送油式の場合とほぼ同じ冷却効果が得られ、ファンやポンプなどの回転機をいっさい排除した無騒音器としてコンパクトにまとめられ、あらゆる設置条件に適用できる。またレクチフォーマ同様に整流素子は直接油に触れていないから、内部点検などが容易に行なえる構造で、放熱器と一体化した屋外設置形である。

### 3.3 直流高速度しゃ断器

BHF-50 形の直流高速度しゃ断器を開発し、日本国有鉄道および近畿日本鉄道に数台納入した。これは日本国有鉄道規格、高速度しゃ断器に適合するもので、電流定格 5,000 A、電流目盛 1,200 A の設定で、突進率  $3 \times 10^6$  A/S、推定短絡電流 50,000 A の回路においてその電流を 25,000 A 以下に限流しゃ断することが可能であって、その性能は鉄道技術研究所 二宮直流しゃ断実験所における実験で証明済みである。

表 9.7 BHF 50 形直流高速度しゃ断器定格  
Type BHF 50 DC high speed circuit breaker rating.

定 格 電 圧	DC 1,500 V
定 格 電 流	5,000 A
定格投入操作電圧	DC 100/200 V
定格投入操作圧力	5 kg/cm <sup>2</sup>
定 格 し ゃ 断 容 量	50,000 A
	( $3 \times 10^6$ A/S における推定短絡電流最大値)
電 流 目 盛	8~12 kA
方 向 性	正方向

### 3.4 避 雷 器

直流 1,500 V 回路用の CH 形重責務用避雷器は、従来より国有鉄道および私鉄各社において好評を博している。

一方、電力回生制動の実施に伴い直流避雷器の定格電圧は上昇する傾向にあり、また、直流電車線回路では延長き電などのために極端に電圧が低下する場合がある。このため、使用電圧範囲の広い重責務用避雷器が要望されていたが、直列ギャップの吹消しコイルを特性要素と並列に接続した構造の定格電圧 1,950 V、CH-A 形重責務用避雷器を新しく開発した。この CH-A 形避雷器は、300 V の低電圧においても安定した動作責務を遂行できるのが特長の一つで、すでに 100 相以上を納入したが、今後 CH 形にまさる高性能避雷器として電鉄回路の耐雷設計に寄与することが期待される。

### 3.5 継 電 装 置

国鉄技術研究所のご指導のもとに、東海道新幹線の輸送力増強にともなう保護信頼度の向上の一環として、このたび多段式限時過電流継電器を完成した。現用の保護装置の特性は図 9.9 に示すとおり #44 F と #44 FR を合成した L 形特性となっているが、これでは負荷増の場合、L 形の特性を縮めざるを得なくなり、このため隣

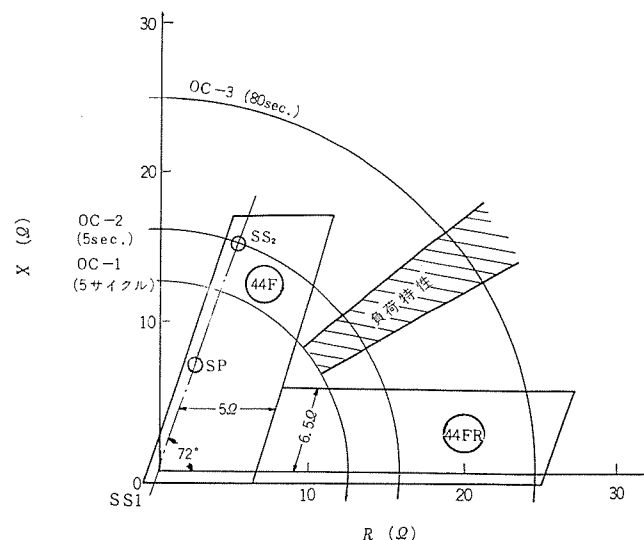


図 9.9 44 F, 44 FR OC 特性図  
OC characteristic curve.

表 9.8 交流機電線保護継電器の代表的特性  
Feeder protection relay typical specification.

タ ッ プ 値	X=6, 8, 10, 12, 16 Ω R=3.2, 6, 8, 10 Ω
E-I 特 性	3 A 以上にて 5% 以内
動 作 速 度	5 A, 80% 故障にて 60 ms 以内
消 費 電 力	PTVA=1 VA 以下 110 V にて CTVA=2 VA 以下 5 A にて DC=6 W 以下 100 V にて
電 流 ひ ず み 波 特 性	5 f 30% にて 3% 3 f 50% にて 10% アンダーリーチ以下
電 圧 ひ ず み 波 特 性	3 f 10% にて 5% 以内
突 入 電 流	100 A にて異状なし
温 度 特 性	20±20°C にて 5% 以内
D C 変 動	100±20 V にて 3% 以内

接き電区分所近傍以遠が保護範囲外となってしまう。この対策として負荷電流の継続時間特性を利用して故障電流を検出する方法、すなわち多段式限時過電流方式を現用のL形に付加するものである。

この継電器は、三つのOC要素と時限要素を組み込み、それぞれ独立した任意の電流、動作時間を得る静止形継電器である。これら要素の特性は図9.9に示すとおりである。

つぎに最近の交流き電線保護リレーの問題点として、入力電流波形が、継電器に与える影響があり、日本国有鉄道規格にもこの点に関する項目が追加されたが、当社はこの新しい規格を満足し、かつA.Tき電回路における励磁突入電流をも考慮した新形四辺形距離リレーを開発した。

また信号高圧配電線の保護として、ロケータ設置点から事故点までのリアクタンス値を、ロケータ整定リアクタンス値に対する％で検出し、これをデジタル技術で計数管で直読する短絡点ロケータを開発した。

3.6 遠方監視制御装置

昭和44年度には南海電鉄玉出c/c(玉出s/s、堺東s/s、初芝s/s、千代田s/s、春木s/s、鳥居ノ荘s/s、狭山s/s)の8変電所を集中監視(制御)、京浜急行瀬戸c/c(田浦s/s、公郷s/s、久里浜s/s)の3変電所を集中監視(制御)向けの集中監視制御装置を製作納入した。これらはトランジスタ形サイクリック式であり、情報伝達時間の短縮、整流器のノイズ等に対する高信頼度設計、無保守化が計られている。

このほか近鉄玉川地区向けに同じくトランジスタ形サイクリック式を製作納入したが、これにはプリント配線化されたリレーユニットを採用しており、ラッピング接続していた従来のリレーユニットに比べ、配線、試験時間の短縮、小形化と同時に製品が均一化され、信頼度が向上した。

また京都市電、神戸電鉄、新京成電鉄向けとして、三菱多段多重式を、京成電鉄、湘南モノレール向けとしてワイヤスプリングリレー形パルス符号式を製作納入した。京成電鉄には高砂c/cより日暮里s/s、南綾瀬s/s、押上s/s、高砂s/s、東中山s/s、四ツ木s/pの6変電所を集中監視制御する装置を納入したが、昭和42年度に納入した臼井s/s、宗吾s/s、大和田s/s、津田沼s/s、黒砂s/s、佐倉s/p、八千代s/p用とあわせて、13変電所の集中監視制御システムが完成した。さらに各変電所の電力量を一定時間ごとに印字記録する日報作成装置が

付加されている。鉄研B形方式による国鉄向け装置は、従来数多く製作納入しているが、昭和44年度には吹上c/c、姫路c/c、熊本c/c向け装置を製作納入した。

4. 道路関係機器

4.1 照明装置

- (1) 照明器具
- 道路照明設備の保守の簡略化を目的として、建設電気技術協会の統一形照明器具(HP-321)が開発された。これは250~400W水銀ランプ用の照明器具で、運転者に対するグレアを軽減するため鉛直角80°、90°方向の光度を制限し、しかも路面の輝度の均斉度を良好に保つことができる。また保守費用の低減を目的として、首都高速道路公団では部品の耐用年数を延ばすために、グローのバッキンを従来のクロロレンゴムを耐熱性のシリコンゴムにした照明器具が使われるようになった。
- (2) 光源
- 従来のけい光水銀ランプ(HF形)、銀白色けい光水銀ランプ(HF-SW形)に加えて、高効率でしかも演色性の良好なニューデラックスけい光水銀ランプ(HE-E形)が使用されるようになった。これは希土類けい光体を使用し、従来不足していた赤色光を補ない演色性を改善したもので、電気的特性は従来のものとまったく同様である。
- (3) 安定器
- 深夜減光して電力料金の節減をはかるため調光用とするものが多く、三相4線式240V265V用定出力調光形のものが開発された。首都高速道路公団では中央配列に2灯用フリッカレス調光用安定器が使用された。

4.2 電光表示用情報伝送装置

道路管制用として電光式可変表示装置が用いられるが、その遠隔制御・監視用の情報伝送装置を開発、首都高速道路公団に5システム製作納入した。この機能概要は下記のとおりである。

制御信号	A項目(地名、新宿、銀座等)	最大60項目
	B項目(案内1、方面、右廻り等)	最大15項目

表 9.9 道路照明装置製作実績  
List of roadway lighting systems manufactured.

納入先	施設	主要器種形名		
		器具	ランプ	安定器
日本道路公団	中央高速道路河口湖インターチェンジ	HP-721	HF 700 E	HDR-731 D
		HP-321	HF 400 E	HDR-431 D
日本道路公団	東名高速道路焼津インターチェンジ	HP-721	HF 700 E	HDR-731 D
		HP-321	HF 400 E	HDR-431 D
日本道路公団	小田原厚木道路平塚料金所	HP-721	HF 700 E	HDR-721 D
		HP-321	HF 400 E	HDR-421 D
首都高速道路公団	高速1号線165~167工区 5号線523~525工区	HP-321	HF 400 E	HDR-421 D HDF-422 D
		HP-721	HF 700 E HF 400 E HF 300 E	HDR-731 D HDR-431 D HDR-331 D
建設省	国道43号線此花正蓮寺工区	HP-321	HF 400 E	HDR-421
		NP-2011	N 200	NDR-2021



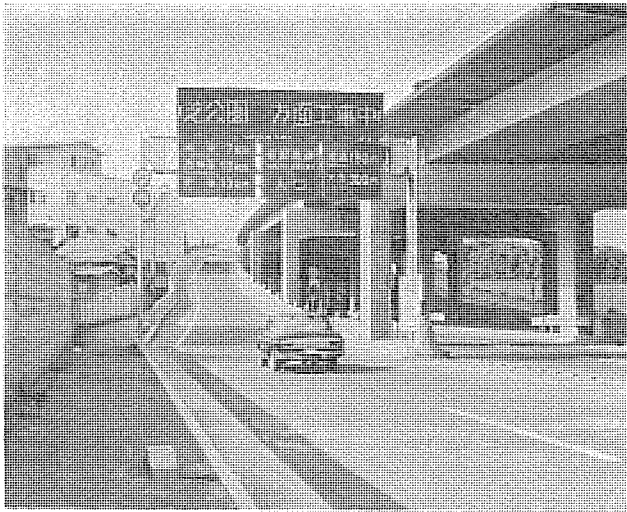


図 9.10 電光表示装置  
Electric display equipment.

	C 項目 (案内 2, 不通, 渋滞中等) 最大 10 項目
	D 項目 (指令用, 調光, 輝度等) 最大 8 項目
監視信号	制御信号と同一
伝送速度	50 ボー
伝送形式	制御信号 非同期伝送 (制御時送出)
	監視信号 連続伝送

#### 4.3 トンネル用電機器

昭和 44 年 5 月開通をみた東名高速道路のうち、都夫良野トンネルは、トンネル用受変電設備としては従来例のなかった 60 kV 特高変電にはじまる最大規模のもので、装置はおおよそ東西 2 箇所のトンネル両坑口に分割配置され、両者間の連動協調をはじめ、各種自動制御方式を採用して無人化を計るとともに次の遠方集中監視制御装置により御殿場コントロールセンターで監視制御できるようになっている。

##### 4.3.1 受変電設備

66 kV 2 回線受電で主変圧器容量は、3 φ 3,000 kVA である。負荷への配電は 415 V 3 φ 3 W および 3 φ 4 W と 210 V 3 φ、105 V

1 φ が使われている。

##### 4.3.2 自家発電設備

6,600 V 3 φ 1,250 kVA、横軸同筒形、ディーゼル 機関駆動で、買電停電時には自動起動 1 自家発電運転時の負荷制限、買電復旧時の自動停止などすべて自動制御で運転される。

##### 4.3.3 換気設備

送風機は東西両換気所にそれぞれ 6 台宛設置され、トンネル内の空気の汚濁に応じ、両所の協調を保ちつつ運転台数や速度段階の変更などを行なって、効果的経済的な運転を自動的にこなうような自動制御運転のほか、トンネル内で火災事故が発生したときなどは高速運転により自動的に排風する自動装置なども設けられている。

##### 4.3.4 照明設備

トンネル 照明中の緩和区間に対しては、自動調光装置により昼間の晴天 2 段階、曇天 2 段階、夜間 2 段階、深夜 1 段階の計 7 段階に分けた自動制御により照明されている。

その他トンネル用電機品として無停電電源装置、防災設備、煙霧透過率測定装置、一酸化炭素検出装置、車両台数計数装置、標識設備などの装置も設備されている。

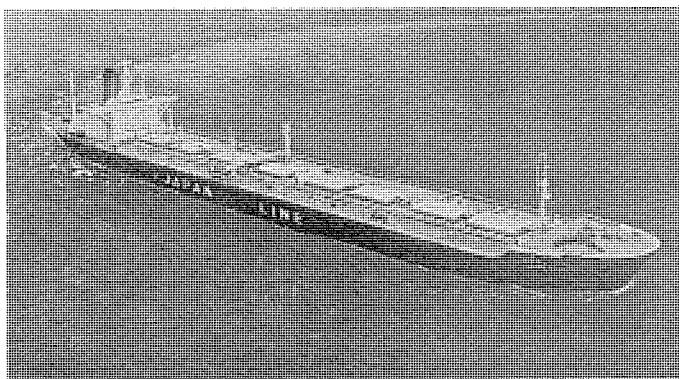
#### 4.4 高速道路用集中監視制御装置

東名高速道路の御殿場制御所向けとして、都夫良野トンネルなど 6 箇所の電気所に対する。トランジスタ形サイクリック式遠方監視制御装置 13 組、アナログ搬送式テレメータ装置 13 組、さん孔テープ式自動記録装置 1 組、車両台数表示装置 1 組を製作・納入した。

本さん孔テープ式自動記録装置は、上り・下り、大形・小形別の車両台数、トンネル内の透過率、CO ガス量、ファンのノッチ別運転時間等を一定時間ごと (60 分、5 分切替式) に記録するもので、さん孔されたテープは後刻コンピューターにて必要な統計計算を行なって、将来の道路計画、現設備の保守、維持計画に貴重な資料を提供するものである。本装置の論理回路部はすべて当社製 IC にて構成されており、きわめて高信頼度、コンパクトになっている。なお、トランジスタ形サイクリック式遠方監視制御装置、アナログ搬送式テレメータ装置については別項を参照されたい。

## 10. 船用電機品

### Marine Electric Apparatus



機関の無人化規定 MO 取得第一船 ジャパンマグノリア 号  
“Japan Magnolia” the first ship taken up MO, the regulation  
for changing engines to unattended control.

世界の船舶建造状況は、大形化による隻数鈍化の傾向は出ているが、トン数では依然として高い伸び率をしめし、わが国のシェアもついに 50 % を越えるに至った。

国内の顕著な動向としては、コンテナ船の拡充、大形フェリーボートの建造、機関室無人化システムの採用があげられる。

当社の昭和 44 年におけるおもな成果としては、まず回転機では交流発電機の F 種化、サイドスラストなどの大容量特殊補機モータの製作、制御装置としては、配電盤および集合始動器盤の新シリーズ整備、真空スイッチを用いた高圧制御盤の製作、機関の無人化適用船向けのデータロガの納入などがあげられる。さらに特筆すべきものとして、国産原子力第一船「むつ」向けの、一次主冷却水ポンプ用キャンドモータおよび補機制御盤の製作納入がある。

超高速コンテナ船の建造、コンピュータ導入による高度の自動化船の計画などで、電機品の単機容量増大と新システムへの移行に伴う、研究開発が今後さらに要請される。当社もこれらに対処して、積極的に取組んでいる。

#### 1. 交流発電機

当社は数年前より開発中であった、4～12 極、円筒界磁形同期発電機の生産が軌道に乗り、三菱重工業 長崎造船所向け 1,750 kVA 4 極 2 台、1,562.5 kVA 4 極十数台をはじめとして、合計約 100 台を円筒界磁形で製作納入した。これらの発電機の大部分はメンテナンスフリーとするため、ブラシレス励磁方式を採用している。

また船内配置上より要求される発電機のいっそうの小形化を計るため、最近の合成化学技術の著しい進歩の成果を取り入れた、F 種絶縁の発電機を開発した。今後船用発電機は F 種絶縁を標準としてさだめ、すでに十数台製作中である。

この F 種絶縁円筒界磁形 ブラシレス発電機の特長は次のとおりである。

(1) 発電機の時定数が小さく、応答速度が大きい。

円筒形発電機は時定数が従来の突極形発電機の 1/2～1/3 となり、交流励磁機も円筒界磁形とし、その時定数を小ならしめ、さらにこの界磁を 2 巻線とし、CT、AVR 回路をそれぞれ独立して励磁できるようにした。このため瞬時電圧変動時の電圧回復時間が著しく改善され、定格の 80 % 電流、電圧降下 15 % の場合でも 6～8 サイクル

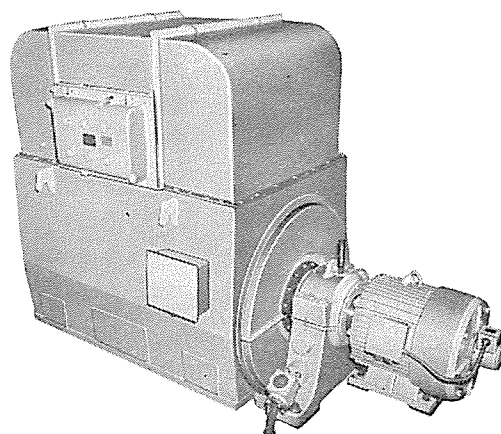


図 10.1 三菱重工業 長崎造船所納め 1,750 kVA  
4 極交流発電機  
Brushless AC generator 1,750 kVA 4 poles.

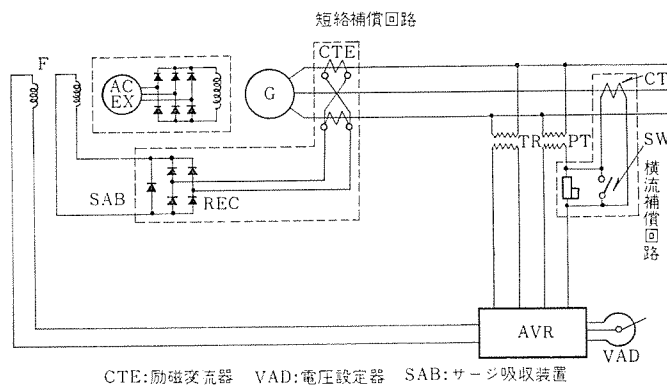


図 10.2 ブラシレス発電機励磁回路  
Exciting circuit of brushless AC generator.

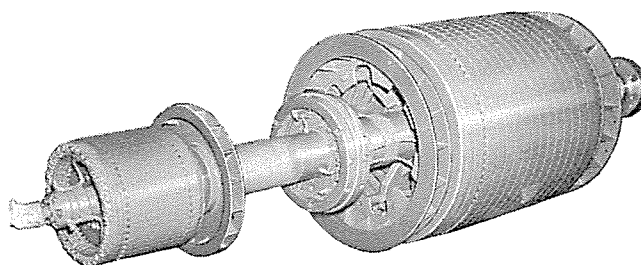


図 10.3 円筒ブラシレス発電機回転子  
Cylindrical type rotor assembly of brushless AC generator.

以内に納めることができる。(図 10.2 の結線図参照)

(2) 回転子構造が従来の突極機よりがんじょうである。

円筒形発電機は、図 10.3 のようにその界磁鉄心は完全な円筒形であり、界磁コイルはその外周に均等に分布されているため、従来のダブテルを使用した突極機より遠心力に耐えやすい構造となっている。

(3) 通風方式が合理的で、小形軽量になる。

突極形発電機は界磁コイルが集中巻で、とくに高速機は構造上鉄心長の中央部に十分な風を送ることが困難であったが、円筒形の場合、軸またはスパイダ部に軸方向通風孔を設け、かつ回転子鉄心にも固定子鉄心と同様に通風ダクトを設けているので、冷却風を鉄心中央部まで十分に送ることができる。また界磁コイルも回転子外周部に分布しているので、冷却が著しく改善され、その結果小形軽量となっている。(図 10.3 参照)

(4) 電圧波形が良好である。

円筒形の界磁コイルは分布巻であり、みぞ数・短節巻を適当に選び、電圧波形を大幅に改善できる。

(5) F 種絶縁の採用

F 種絶縁発電機は、B 種絶縁の場合より 10~15 % 小形軽量となり、船内据付スペースを縮小でき、さらに B 種絶縁より耐ヒートショック性にすぐれ、耐薬品性も向上するので、B 種絶縁機以上の寿命が期待できる。

## 2. 船用配電盤

船内電気設備が複雑化するとともに、船内配電系統に対する供給信頼度の向上は、一段と重要となっている。昭和 44 年度は、配電盤の信頼度向上と使いやすさをテーマに新形配電盤の開発を進め、さきに開発を完了した DB 形配電盤シリーズにつづいて、AB 形配電盤シリーズの標準を設定し、さらに、船舶における省力化の中心となる機関室無人化システムを確立するとともに、自動同期投入装置・自動負荷分担装置のモデルチェンジを実施した。

(1) AB 形配電盤シリーズ

AB 形配電盤は、新開発の AB-400、AB-600 形気中しゃ断器を中心に、盤寸法とパネル形式の統一を計り、発電機単機容量 370 kW までの配電盤として開発したもので、非常にコンパクトにまとめられ、船内取付スペースの限られた中小形船向けとして多くの需要が見込まれている。さらに生産工程の合理化によって、短納期にて納入が可能となった。

AB 形配電盤に使用している AB-600 形気中しゃ断器は、可調整の長限時・短限時・瞬時引きはざし要素を備えた、定格電流 600 A しゃ断容量 30 kA の高性能気中しゃ断器で、短限時要素を備えているので選択しゃ断が可能である。

表 10.1 AB 形 配電盤標準寸法  
Type AB marine switchboard standard.

しゃ断器形式	盤 形 式	高	幅	奥 行
AB-400	1 面に発電機 1 台	1,900	600	700
	1 面に発電機 2 台	1,900	900	700
AB-600	1 面に発電機 1 台	2,100	700	700
	1 面に発電機 2 台	2,100	900	700

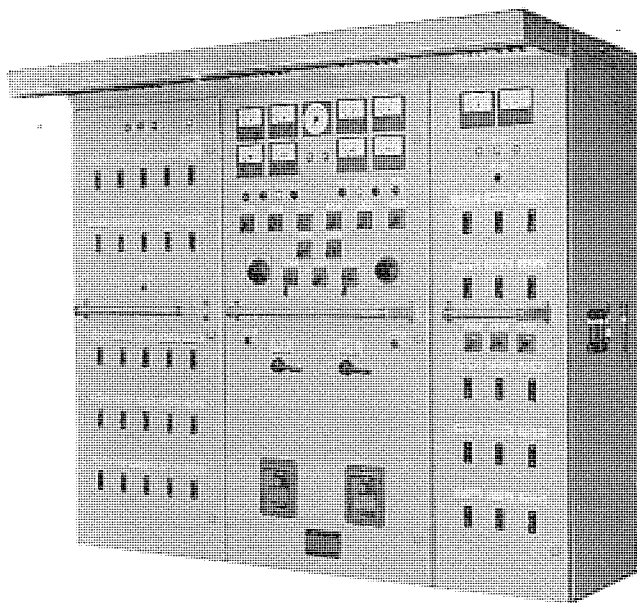


図 10.4 AB 形 船用配電盤  
Type AB marine switchboard.

AB-400 形気中しゃ断器は、AB-300 形気中しゃ断器の容量を上げたもので、定格電流 400 A、しゃ断容量 20 kA の気中しゃ断器である。これらのしゃ断器は共に、日本海事協会の認定試験に合格している。

(2) 機関無人化システムの完成

ヨーロッパにその端を発した機関無人化の傾向は、わが国においてもその重要性が目されるようになり、また各船級協会により規格が制定されるに至り、一段と機関無人化技術の開発が進むことが予想される。当社ではいち早く、機関無人化システムの開発に着手し、三菱重工業 神戸造船所 1019 番船向けをはじめとして、NK 規格 M O 船向けとして 4 隻分の配電盤を製作している。

発電装置に関する機関無人化の適用は

(a) 自動同期投入装置・自動負荷分担装置を備え、発電機並列投入時のみならず、連続制御し、母線周波数も一定制御する。

(b) 常用発電機 1 台では、電圧の上昇・低下、回転数の上昇・低下、過負荷などの異常状態で、アラームを出すと同時に予備機を自動起動させ、無停電切り換えも行なう。過負荷のときはプレファレンストリップも併用する。

(c) 常用発電機 2 台では、そのうち 1 台のしゃ断器の引きはざしにより残り 1 台が過負荷になった場合、非重要負荷を自動的に切り離し、予備機の自動起動を行ない、並列運転、負荷分担までを行なう。

なお当社では、タービン発電機の自動起動システムについても製作実績がある。

(d) 制御場所からエンジンの起動・停止、しゃ断器の投入、しゃ断が可能である。

(e) 電源復帰後、重要補機およびポンプはシーケンススタートさせる。などとなっており、これらのほかに 24 時間機関室を無人化しても、船内電源系統が安全に運転されるために必要な発電機エンジン、発電機のアラームシステムおよび保護装置、配電系統の保護システムを確立した。

(3) 自動同期投入装置・自動負荷分担装置の改良

自動同期投入装置は従来品に比べて外形寸法を約 1/2 にすると

もに、セルフチェック回路・電圧インターロック回路を追加して信頼度の向上をはかった。

自動負荷分担装置は、外形寸法を従来品の 2/3 に減少させ、セルフチェック回路の採用、ロジック回路をすべてプリントカードにまとめるなどして、一段と信頼度を向上させた。

### 3. 機関室補機および制御装置

#### 3.1 補機電動機

船の大形化にともない、電動機の単機容量も増大しつつあり、ことに主循環水ポンプや強圧通風機はその傾向が大きい。

図 10.5 に示す電動機は、三菱重工業 長崎造船所 1661 番船に納めたもので、主循環水ポンプ用としては最大のものである。

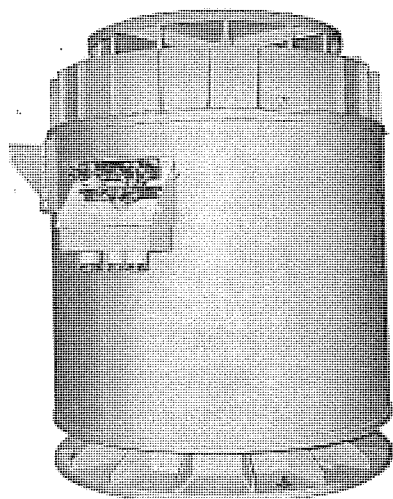


図 10.5 主循環水ポンプ用 全閉外扇形 三相誘導電動機  
220 kW 440 V 60 Hz 20 P 360 rpm  
Totally enclosed fan cooled three-phase induction motor for main circulating pump.

#### 3.2 特殊補機

##### (1) サイドスラスト用電動機

電圧 3,300 V 級の サイドスラスト用高圧かご形三相誘導電動機を、三菱重工業 広島造船所 205 番船に納めた。440 V 級の サイドスラスト用

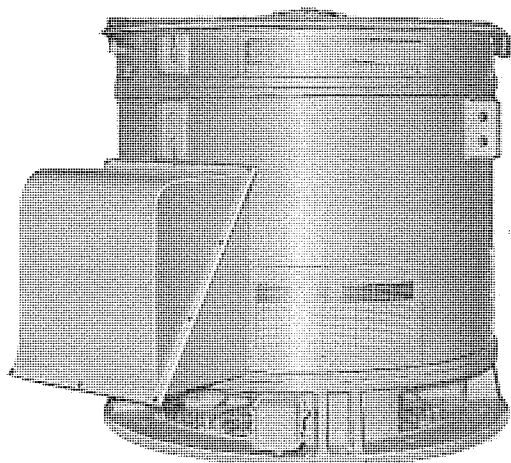


図 10.6 サイドスラスト用防滴保護形三相誘導電動機  
885 kW 3,300 V, 60 Hz 10 P, 720 rpm.  
Drip-proof fully guarded three-phase induction motor for side thruster.

かご形および巻線形三相誘導電動機は、いずれも製作実績はあるが 3,300 V 級は今回が初めてである。

図 10.6 にその外観を示す。

##### (2) キャンドモータ

日本原子力船開発事業団により建造中の、わが国の原子力第一船「むつ」向け一次主冷却水用 キャンドモータ 2 台を三菱原子力工業へ納入した。主要目は次のとおり。

電動機： 定格出力 200/30 kW, 電圧 440 V 60 Hz, 極数 4/8  
極, 回転数 1,770/870 rpm, 定格連続, 絶縁種別 H  
種, 形式 全閉水冷式かご形三相誘導電動機

ポンプ： 揚水量 900 t/h, 全揚程 2.9 kg/cm<sup>2</sup>, ポンプ流体 軽水

(注) ポンプは三菱重工業で製作された。

#### 3.3 補機用制御装置

##### (1) K シリーズ 集合始動器盤

43 年度の後半から受注生産にはいった、新形 K シリーズ 集合始動器盤は、従来とは大きく変わったユニークなデザインと機能を兼ね備えたものとして注目され、受注好調であり初期の目標を大幅に上回った。第 1 回納入後の経験を生かしての小改良はあったが、設計業務の EDPS が軌道にのり、一方工場のブロック組立ライン化とともに生産能力が上昇し、短納期が可能となり、今後はいっそうの飛躍が期待できる機種となった。図 10.7 は K シリーズ W 形集合始動器盤を示す。

##### (2) 原子力船向け補機制御盤

原子力第一船「むつ」向けとして、三菱原子力工業へ原子炉補機および電動弁 120 台分の制御盤を一括製作納入した。これらは一般商船用パネルと異なり、運輸省 船舶局の原子力船特殊規則、ならびに日本海事協会の原子力船用暫定指針 (NS, MNS) によって規定される特殊性能を満足するものである。なお引続いて一次系計測制御装置および訓練用シミュレータ式も製作中である。

##### (3) 船用高圧パネル

最近の船舶大形化に伴い電源の高圧化が必至となってきた。

当社ではすでにしゅんせつ船用としては、多数の 3,300 V および

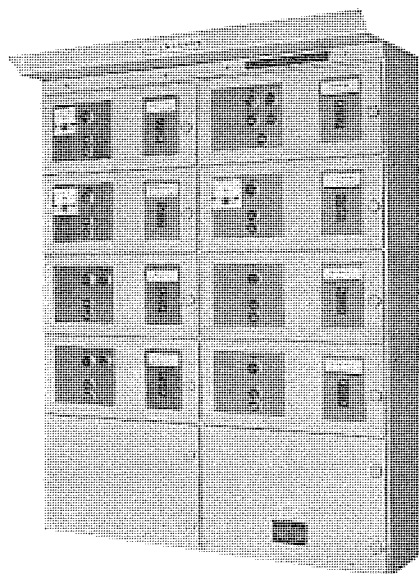


図 10.7 K シリーズ W 形集合始動器盤  
“K” series type W group starter panel.





図 10.8 船用高圧電動機盤 3,300 V 885 kW 用  
High voltage motor panel for 3,300 V 885 kW induction motor.  
6,600 V 機器の実績をもっているが、商船用として国内では、最初の 3,300 V 船用高圧電動機盤を製作納入した。

この高圧電動機盤は、真空スイッチを使用したブロック形式となっている。

(a) 主回路・制御回路・ケーブル引込みの 3 ブロックに完全に分離し、主回路部・制御回路部が引出し機構のため、保守点検が容易である。

(b) 高圧回路部は接地金属でおおうとともに、ブロック自動連結引出機構には鎖錠装置を設けて、安全で信頼性がたかい。など多くの特長をもっている。

船用電気機器の高圧化は急激に進行するとは考えられないが、無人化・超自動化とともに今後の船用電気機器の新しい分野として次第にクローズアップされるであろう。図 10.8 は、三菱重工業 広島造船所納め 3,300 V 885 kW サイドスラスト用高圧電動機盤をしめす。

## 4. 甲板補機

### (1) 防爆防水形 ウィンドラス

NK 規格による 防爆防水形 ウィンドラス 用電動機および制御器一式を、三菱重工業 広島造船所経由 日本海洋掘削(株)へ納入した。

対称ガスは原油または天然ガスで、発火度  $G_3$  爆圧等級  $d_2$  の防爆構造とし、規格にもとづく爆圧試験を行ない NK 認定を得た。

各国で海洋開発が計画されつつあるこんにち、この種甲板補機の需要が期待される。図 10.9 は爆圧試験準備中の電動機を示す。

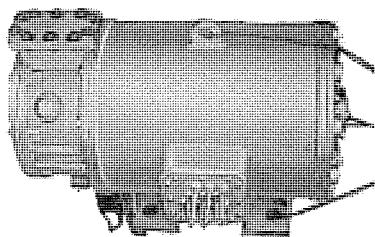


図 10.9 ウィンドラス用 防爆防水形 三相誘導電動機  
15/15 kW 440 V 60 Hz, 4/16 P, 1800/450 rpm  
Explosion and water-proof three-phase induction motor  
for windlass.

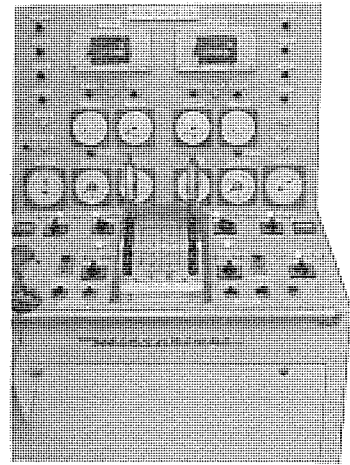


図 10.10 ケーブルエンジン用機側制御盤  
Local control desk for cable engine.

### (2) ケーブルエンジン

日本電信電話公社 (NTT) の海底ケーブル敷設船 津軽丸向けとして、 $2 \times 210$  kW 油圧駆動方式によるケーブルエンジン用電機品一式を三菱重工業経由納入した。図 10.10 は  $2 \times 210$  kW ケーブルエンジンの機側制御盤をしめす。

## 5. 自動化機器

### 5.1 主要機器のリモートコントロール

船の推進主機関である主タービン・主ボイラ・主ディーゼルエンジンのリモコンは、実船に応用され、すでに数年を経たが、そのグレードは年とともに高度化し、かつ高い信頼度が要求されている。一方、リモコンの対象範囲も拡大し各種補機類におよんでいる。

#### (1) 主タービンのリモートコントロール

本装置の主たる機能としては

- (a) ブリッジまたはコントロールルームからの完全な回転数制御
- (b) 高馬力時増速のプログラムコントロール
- (c) 操船時の速応性を持たせるための自動最適ブレーキ特性
- (d) ボイラの過負荷を防止するオーバライド特性
- (e) 停船時主軸のひずみを防止し、またスタンバイ状態を維持するオートスピニング特性

- (f) パーツの不慮の故障に対するフェイルセーフシステムの採用

#### (2) 主ディーゼルのリモートコントロール

主タービンに比べるとプラントとしての特別の性能を持たせる必要が少なく、システムは簡単になっている。代表的な特性をあげると、

- (a) ブリッジまたはコントロールルームからの回転数制御 (スピードガバナのセット値制御)

- (b) 危険回転数の自動回避
- (c) すべてのプログラムのワンモーションシーケンス制御

#### (3) バックアップタービンのリモートコントロール

本装置の主たる機能としては、

- (a) 主タービンとの自動はめ合い、離脱
- (b) 単独運転時の回転数定値制御
- (c) 発電機を連結させた場合の各種自動制御
- (d) 可変ピッチプロペラ用タービンのリモートコントロール

本装置は10万トン以上の大形船に世界で初めて採用された特殊な装置である。主たる性能としては、

- (a) エンジン回転数の定値制御
- (b) 高馬力時における増速のプログラムコントロール
- (c) すべてのプログラムのシーケンス制御
- (d) バックアップタービンとの一連の自動制御

その他一連のシーケンス制御を行なっているものとして、次のものがある。

- (a) 主パーナールのリモートコントロール
- (b) カーゴオイルポンプタービンのリモートコントロール
- (c) スタンバイ発電機タービンのリモートコントロール
- (d) カーゴオイル集油ポンプタービンのリモートコントロール
- (e) クリーンバラストポンプタービンのリモートコントロール
- (f) ジェットストリッピングシステムのリモートコントロール
- (g) 自動集油システムのコントロール
- (h) 残油ポンプタービンのコントロール

## 5.2 船用データロガ

船用データロガ MELDAP-1300 は、43年度前半に標準化を終え、ユーザー各位より高性能・高信頼性に対し好評を博するとともに、44年度は内外船に十数台積載され、いずれも好調に実動を続けている。

特に、44年度は、わが国でも一定時間機関無人化のための規格(NK-MO Grade)が制定され、船内機関データの自動作成、異常点の監視警報を行なうデータロガは、欠くことのできないものとなった。

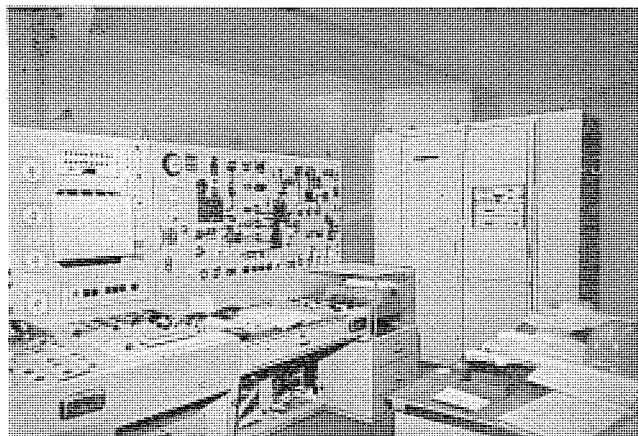


図 10.11 ジャパンマグノリア号船内の MEL DAP-1300 データロガ  
MELDAP-1300 data logger installed on the "Japan Magnolia"

MO Gradeの船舶に積載する自動化機器は、従来よりさらにきびしい条件を要求されるのはもちろんであるが、当社の MELDAP-1300 は、工場および船内での種々のテストに合格し、MO Grade 第1船である三菱重工業 広島造船所建造 ジャパンライン(株) 所有のジャパンマグノリア号に積載、44年8月処女航海に出港し、機関無人化の新しい手として活躍をつづけている。

このデータロガは、標準形 MELDAP-1300 に下記の仕様を追加し、機能の向上を計ったものである。

(1) データロガの操作ユニット、デジタル表示ユニットを操舵室にも設け、機関室・操舵室の両方からオペレートできるようにした。

(2) データロガ内で警報信号をグループに分け、警報発生点の機関グループを即時に確認できるようにした。

また44年5月には、三菱重工業長崎造船所より、大形タンカー用データロガの完成に対し感謝状を受領し、大形タンカー用自動化機器としての MELDAP-1300 の高性能・高信頼性が名実共に認められた。

## 6. 船用直流機

改装船の増設電源設備などとして、直流発電機の需要もかなりあったが、やはり船用直流機として特筆すべきものは、最近とみに大形化しつつある トロール 船用電機品である。

44年度はわが国最大の 30 t×80 m/min のレオナード制御 トロールウインチ2隻分を製作納入した。

この直流電動機は、470 kW 900 rpm 自冷式全閉防水形で、5分間250%の過負荷に耐えうる記録品である。過去の製作機以上の機能を発揮するとともに、容量に対して小形化に創意くふうが織り込まれている。すなわち電動機の冷却効果を最良にするため、機内冷却風の循環経路が従来の電動機と異なっている。機内温度上昇冷却風は自己ファンによりフレーム外部通風路を通過し、外気により冷却され機内に吸気される構造になっている。このため従来の機内みの冷却風循環経路のものと比較して、冷却効果が良好となっている。なお電動機の内外部に放熱フィンを設け、より以上の冷却効果を高め電機品の小形化に成功した。

上記 トロールウインチの電機品要目は次のとおり、

直流電動機：470 kW DC 600 V 900 rpm F 種絶縁 全閉防水形

直流発電機：500 kW DC 600 V 1,180 rpm B 種絶縁 防滴保護形

励磁機：4 kW DC 220 V 1,180 rpm B 種絶縁 防滴保護形

駆動用誘導機：545 kW AC 440 V 60 Hz 6 極 B 種絶縁 防滴保護形

## 11. 電 装 品

### Electric Equipment for Automobiles and Aircraft

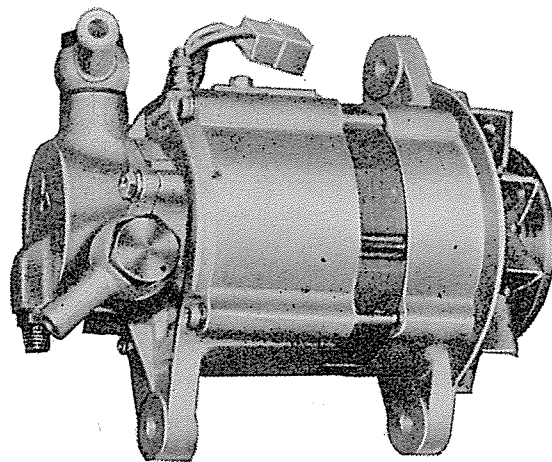


図 11.1 AP-2030 N 形 真空ポンプ付 AC ダイナモ  
Type AP-2030 N AC dynamo with vacuum pump.

昭和 44 年には自動車の排気ガスの規制が強化され、欠陥車が一時世論をにぎわせるとともに、安全対策が強調されるようになった。これらに対して当社は、CO ガスのほか将来の HC・NO<sub>x</sub> ガスなどの規制にそなえても燃料・点火の両系統から、計画的な実験検討をすすめており、欠陥車問題では各種電装品のいっせいで見直しをした。操縦の安全・容易さの向上についても、各機器の相互関係が深く、個々の製品単体では解決しにくい技術的問題が多いので、関係他社との共同研究も続行している。IC レギュレータの量産の日は近いが、自動車に対して要望されている各種の機器や装置による効果的な対策は、エレクトロニクスを基本技術として、総合的、有機的にシステム化の方向で強力に推進されるようになった。

いっぽう、航空機用電装品には狭義の航空機用や特殊飛しょう体用のほかに、地上特殊機器用が含まれる。44 年は各種機体・機器用に多品目を納入するとともに、特に中形輸送機、練習機、飛行艇、ヘリコプタ、地上特殊機器などの装備品の国産化計画にそって、発電機、周波数変換機、インバータ、トランス、トランスフォーマクタファイヤ、プースタポンプ、ビルジポンプ、アクチュエータ、バルブ、ウインチ、ポンプモータなど、各種電装品が数十品目開発され、それぞれの規格によるきびしい認定・確性試験に合格した。これらの開発品は、一部の品目を除き当社独自の開発によるものであり、昭和 45 年も引き続き活発な開発が予定されている。

以下、自動車用と航空機用の電装品について、技術の進歩にふさわしい数点を選んでご紹介する。

#### 1. 自動車用電装品

##### 1.1 直結形真空ポンプ付 AC ダイナモ

小形ディーゼルトラックでは、ブレーキの倍力装置として、AC ダイナモ後端にカップリングを介して真空ポンプを結合しているが、この形式ではカップリングの耐久性が短く、従来は約 10 万 km 走行ごとにカップリングの交換を必要とした。

保安部品である真空ポンプの信頼性向上とともに、自動車の高速化、長期間の無整備化が要求されてくるにしたがい、この点を考慮

した新しいダイナモが必要となり、このたびカップリングのない直結形真空ポンプ付 AC ダイナモ (12 V 30 A 25 cc) の開発を完了した。

これは、AC ダイナモのシャフトを後方に延長し、このシャフトにインポルトセレーションを介して真空ポンプロータをかん合させ、その上に真空ポンプハウジングをかぶせる方式で、真空ポンプブラケット、カップリングなどがなく、非常にコンパクトになるとともに、真空ポンプの結合部分の信頼性が向上して、コスト、重量とも軽減できた。

##### 1.2 アラームスイッチ

自動車エンジンの高出力化の研究にともない、エンジンはしだいに高速回転化されており、なかでもロータリエンジンは、その機構上から、レシプロエンジンにくらべてより高速化が可能である。高速・高出力化によってエンジン重量が軽減され、自動車の性能向上が計れるが、エンジンの構成部品は使用限界に近づくため、その臨界点を越えぬようにする必要があり、アラームスイッチはこれにこたえて開発した半導体制御装置である。その動作原理は、イグニッション火花をトリガパルスとし、これを積分して動作回転数を検出し、エンジンが規定以上の回転になると、ブザーで警報を発すると同時にキャブレタ内の燃料弁を閉じて、エンジンのオーバーランを防止するもので、現在ファミリーロータリカーに採用されている。

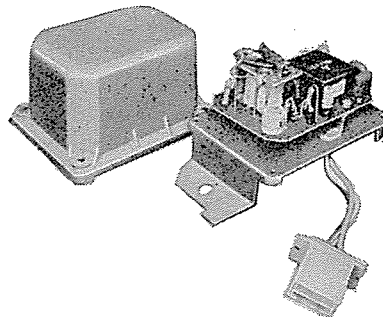


図 11.2 XJ-D 形  
アラームスイッチ  
Type XJ-D  
alarm switch.

##### 1.3 定速走行装置

高速道路網の発達で自動車を一定速度で連続走行する機会が増し、安全対策の一環として高速走行時の運転者の疲労軽減を計る定速走行装置の開発が、アメリカをはじめわが国でも多くのメーカーによって

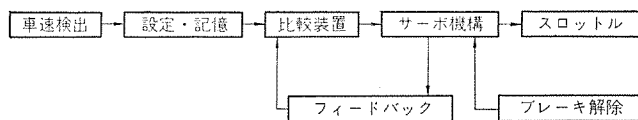


図 11.3 定速走行装置 ブロックダイアグラム  
Block diagram of speed controller.

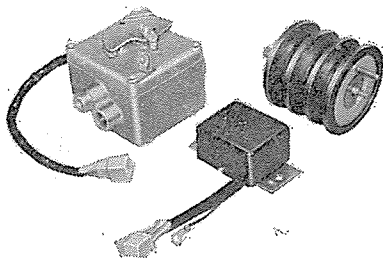


図 11.4 定速走行装置  
Speed control system.

行なわれてきた。この装置は運転者が希望する速度にセットすると、路上の条件変化（道路こう配）に関係なく一定速度を保つ機能をもつもので、当社で開発した定速走行装置はドラッグカップ式ガバナで車速を検出し、マニホールド負圧を利用してスロットル弁を制御する方式である。図 11.3 にこの装置のブロックダイアグラムを、図 11.4 におもな構成部品を示す。

この装置の特長は次のとおりである。

- (1) ワンタッチで車速を設定できる。
- (2) 設定車速が押しボタンスイッチにより容易に変更できる。
- (3) ブレーキを踏むと装置の働きは解除されるが、その後再加速して車速を設定速度まであげると、自動的に定速走行状態に復帰する。
- (4) 追越しは装置を作動させたままでアクセルを踏み込めばよく、アクセルペダルから足を放すと、ふたたび設定速度で走行する。

#### 1.4 半自動変速機 (SAT)

自動車用自動変速機（ダイヤマチック）では、昭和 44 年 7 月から新たに鈴木自動車工業のフロント 360 に SAT の納入を開始した。これは、すでに発売されているスバル 360 用やファミリア用と基本的には同じものであるが、トランジスタをシリコン化し、さらに小形パルストランスによるパルス検出回路を新たに開発したことによって、性能の向上に成功しただけでなく、大幅にコストを低減できた。

#### 1.5 カーヒータ

三菱重工業の新車種デリカバンに昭和 43 年 12 月から VH-303 形カーヒータが採用され、納入を続けている。

デリカバンはキャブオーバのためカーヒータ本体に外気導入ダクトを設け、運転席床下から外気を導入している。このダクトの途中に内外気切

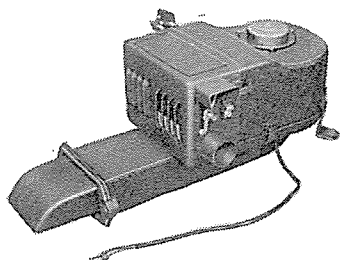


図 11.5 VH-303 形カーヒータ  
Type VH-303 car heater.

換用のとびらを設け、内外気併用式としており、放熱量は 2,200 kcal/h、消費電力は 35 W である。

#### 1.6 デホッガ

東洋工業のロータリ車に VD-202 形デホッガが採用され、昭和 44 年 1 月から納入を始めている。

VD-202 形デホッガは、モータの両軸に 50φ×250 のアルミ製ラインフローファンを取り付けた構造で、車のリヤシェルフ下部に装着され、車室内の空気を直接後部窓ガラスに吹きつけて窓ガラスの氷結や曇りを取り除くものである。

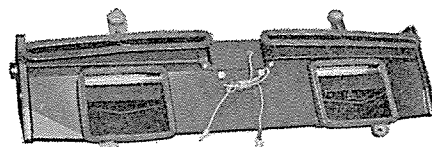


図 11.6 VD-202 形デホッガ  
Type VD-202 defogger.

#### 1.7 電気式燃料ポンプ

電気式燃料ポンプは、現在基本的に UC-B 形、UC-D 形および UC-F 形の 3 機種を生産しているが、新しく UC-J 形と UC-K 形の生産を開始した。前者は、1,300cc 車クラス用を目標としており、UC-D 形とほぼ同性能で、取付姿勢は縦形である。後者は、1,100cc 車クラス用を目標としており、性能的には UC-B 形と UC-D 形の間に位置し、取付姿勢は横形である。これら 2 機種の動作原理や基本的な構造は、生産中の 3 機種と同じである。

#### 1.8 カーラジオ

輸出用機種の開発が積極的に行なわれたが、技術的にはボディアンテナの開発と実用化が注目される。これはトランクリッドの周囲を電気的に絶縁しアンテナとして使用するもので、感度、指向性、周波数特性などの電気性能はもちろん、耐候性も従来のロッド式とほぼ同じである。操作はいっさい不要で、車の安全性、高速空気抵抗性などが向上する。このアンテナと組み合わせるラジオは入力回路が従来とは若干異なる。昭和 44 年 4 月から国内で一部の車に実装発売され、10 月以降の新形車には本格的に採用されはじめている。

#### 1.9 カーステレオ

##### 1.9.1 カセット式

従来のリアジェット式 8 トラックカートリッジ形と同様に、2 リールのコンパクトカセット式が普及する動きがあるので、独創的な特長のあるカーステレオを 2 機種開発した。

- ・ ATP-4213……自動反転機構をもち、エンドレス演奏が可能である。メカを固定し、カセットを上下させるので耐振性が大きい。ラジオは新形のハンドチャージ・自動同調式で、小形軽量なインダッシュ式である。
- ・ ATP-4000……上記からラジオを取りはずし、つり下げ式とした

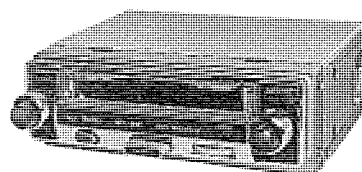


図 11.7 ATP-4213 形カセット式カーステレオ  
Type ATP-4213 car stereo.



もの。

### 1. 9. 2 リアジェット式 8トラック

内需および輸出の増加に伴い、いくつかの機種を開発したが、FM 付の ATP-410 形は ボルボ 社の純正品としてヨーロッパに輸出している。

### 1. 9. 3 ボイス アナンスシャー システム (VAS)

エンドレスの磁気テープに録音した多数のメッセージのうちから、制御信号によって所要のチャンネルを自動的に選択再生するボイスアナンスシャーシステム (VAS) を数機種開発した。小形品は自動車などの音声警報用に適し、大形品は据置式でビル、船舶などの施設に用いられる。

このほかに自動車の後方の障害物を検知して運転者に警報する、超音波式後部障害物検出装置も開発された。

## 2. 航空機用電装品

### 2.1 トランスフォーマ レクチファイヤユニット

このユニットは航空機の電源系統に使用されるもので、機内の 400 Hz 200 V 三相交流電源を、28 V 系直流電源に変換する装置である。構成は、電圧・位相調整のための主トランスと、トランス二次側に接続し直流変換するためのシリコンダイオードを主要部品とし、入力・出力側のフィルタ回路、冷却用ブロウなどを付属したもので、全体を円筒形ケースにコンパクトに収納している。

この装置の特に注目すべき点は、重量軽減を目的として主トランスにアルミはく巻線を採用していることにあり、航空機用トランスの巻線にアルミはくを採用した例は、わが国ではもちろん当社がはじめてである。このユニットは、出力電流容量で、35・50・100・200 A のシリーズ化を実施しており、昭和 45 年初期には全機種とも、MIL 規格に基づく認定試験を完了する予定である。

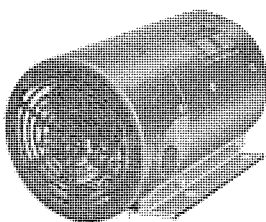


図 11. 8 トランスフォーマ レクチファイヤ  
ユニット  
Transformer rectifier unit.

### 2.2 アクチュエータ

航空機用アクチュエータのうちロータリアクチュエータとしては、AA-6・9・15 形の 3 種が開発された。

AA-6 形は直流直巻モータ駆動で、AA-9・15 形は交流モータ駆動である。これらはそれぞれの仕様に応じて必要な歯車減速機構、電磁クラッチ、ブレーキ、トルクリミッタ、位置制御用リミットスイッチなどにより構成されている。特に AA-6 形は出力軸に特殊ワンウェイクラッチとトルクリミッタを一体に配して、一方方向へは完全にトルクを伝達するが、逆方向へは規定トルク以上になるとスリップするというユニークな構造となっており、また過速度制限用遠心式がガバナブレーキ、手動ブレーキ引きはずし機構など、新構想を随所にとり入れた高性能アクチュエータである。

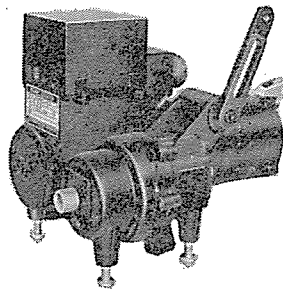


図 11. 9 AA-6 形 ロータリ  
アクチュエータ  
Type AA-6 rotary actuator.

### 2.3 油圧ポンプ駆動用モータ

MDK-D 1029-3 モータは、飛しょう体の油圧ポンプ駆動用として、アメリカ EEMCO 社の最新技術を導入し、当社の豊富な経験をプラスして国産したものである。

おもな仕様は、DC 28 V 4.5 kW (6 HP) 7,800 rpm 短時間定格全閉防爆形となっており、重量は 8.9 kg である。

用途上、きわめて高い信頼度と耐環境性のほか小形軽量化が要求され、従来きびしいといわれていた航空機用よりも一段ときびしいものとなっている。このためブラシ材質やベアリングは特に吟味し、本体構造は特殊鋼電子ビーム溶接による中空軸の採用などにより徹底的に軽量化させながら、60 G に耐えられるよう最高度の技術が駆使されている。これらは機能、耐環境性、信頼寿命などについて 130 項目 4 か月間にわたるきびしい認定試験により実証された。

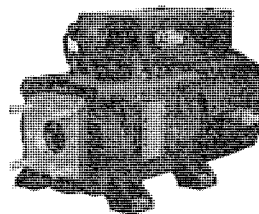


図 11. 10 油圧ポンプ駆動用モータ  
Type MDK-D 1029-3 motor for  
pump drive.

### 2.4 ウインチ

当社は国内で最初に航空機用ウインチを開発した。このウインチは、当社の航空機用アクチュエータの製作経験を生かし独自の技術により開発したもので、ウインチ本体（駆動部分）とコントロールパネル（制御部分）で構成され、すぐれた性能を発揮している。ウインチ本体の減速部には、ハーモニックドライブを使用して小形軽量化を計るとともに、ケーブルをドラムに円滑に多層巻けるようレベルwind機構やテンションローラ機構などを設け、航空機用としてのすぐれた特長をもっている。おもな仕様は次のとおりである。

定格荷重 130 kg、速度 50 m/min、ケーブル径 13 φ、ケーブル長さ 100 m、電圧 28 VDC、電流 80 A、重量 62 kg

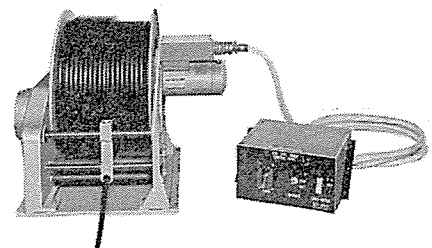
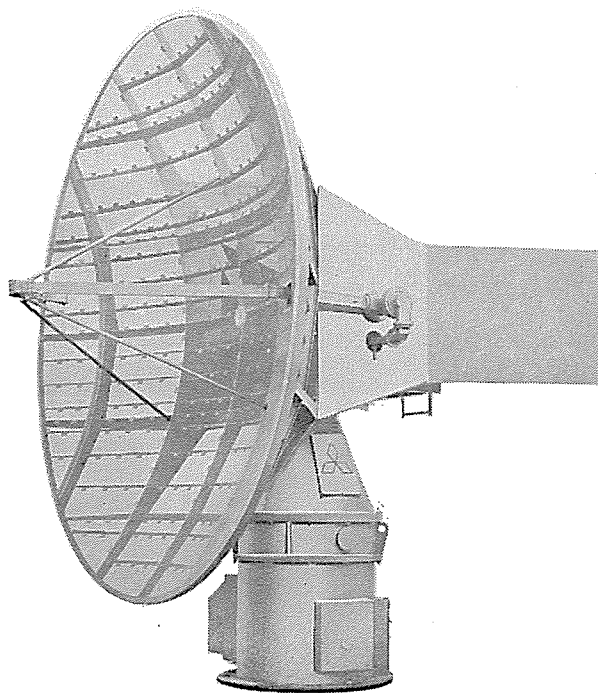


図 11. 11 AZ-23 形 ウインチ  
Type AZ-23 winch.

## 12. 電 子 機 器

### Electronics Equipment



カリブ 海向け気象 レーダ 用空中線装置  
Antenna assembly of Caribbean weather radar system.

本章においては通信機器、伝送機器、レーダ、その他の電子機器に関して、当社が過去1年間に成し遂げた技術の進展について述べてあるが、ここにその概要を紹介したい。

まず移動無線機器については、400 MHz 帯全トランジスタ式タクシー無線機において当社は常に業界の先駆者たる地位を確保してきたが、昨年は既成の概念を一新した、画期的超小型高性能の FM-25 シリーズを発表して大きな注目を浴びた。

多重通信機器については、ますます多角化しつつある情報伝送システムに即応して新しい分野の開拓が行なわれた。18 GHz 帯画像通信装置、800 MHz 帯 TV 無線伝送装置、12 GHz 帯全固体化簡易多重などがそれである。

データ伝送機器の分野においては、擬巡回符号化方式の実用化、水道施設オンライン制御システムの完成、大幅な IC (集積回路) 化による機器信頼度の向上等、方式技術、機器、システムの各面において注目すべき多くの成果をあげるとともに、電力、水道、河川管理、公害監視、鉄道など、多方面にわたって大きな実績を残した。

さて衛星通信地球局システムにおける当社の地歩は、すでに国際的レベルにおいて確固たるものであるが、昨年は世界の各地において引き続き多くの実績を加えた。すなわちオーストラリアではカーナボーン局およびセドウナ局、南米コロンビアのチョコンタ局、およびマレーシアのクワンタン局において、地球局全システムあるいはアンテナシステムを納入し、現地工事を完成または建設中である。当社がすでに納入して運用中の国内、国外の各地球局システムとともに、太平洋、大西洋、印度洋をまたぐグローバルネットワークが形成されるに至った。

マイクロ波アンテナシステムに関しては、6 GHz 帯超多重通信用高性能カセグレンアンテナの完成、見通し外通信用大口径アンテナの完成が昨年における特記事項とえいよう。いずれも従来の製品に比較して格段の進歩を示したが、特に大口径アンテナについて標準化の面で大きな進歩を示した。

レーダに関しては方式技術、機器の面で引き続きわめて活発な研究活動が行なわれ、世界に誇りうる大きな成果をあげるとともに、また国際市場の競争に打勝って気象用レーダの大口受注に成功した。一方雷観測レーダのような特異な応用面の開拓に成功した。

ITV の分野における特筆事項は、電話ケーブルによる長距離画像伝送技術の開発である。これは従来の同軸ケーブル伝送の観念を打破し、ITV の利用面の拡大に大きな寄与を行なうものと期待される。XTV については外科手術用あるいは医院用として新しいモデルを発表するとともに、回路技術においても一段の進展を見た。さらに VTR については、新モデルを発表し、新技術を開発して、工業用あるいは医療用等高性能の要求にこたえることが可能となった。

放送機器の分野においては、難視地域の救済策としての、小形高信頼性テレビサテライト装置の要求にこたえて、VHF および UHF IC 化テレビサテライト装置を完成し、NHK に納入好評を博した。その他カラーコーダ等の IC 化機器を完成納入した。

大形アンテナの指令管制、駆動制御を中心として発展してきた自動制御機器は、単に大型アンテナの管制・制御に止まらず、大形プラントの制御、高精度サーボ機構を必要とするあらゆる分野に広く応用されると思われる。これら指令制御装置、駆動装置に関する最近の技術について紹介した。

以上のほか、通信機器、電波機器、電子応用機器の広い分野にわたって大きな技術的進歩を記録したが、詳細については本文を参照願いたい。

#### 1. 移動無線機器

陸上移動無線、とくに自動車積載用無線機については、装備上の問題として、自動車関係の各種装備が近年とみに増えつつある現状から無線機の占有場所に相当制約を受け、小形軽量でかつ運転者の

安全に重点を置いた外形構造の要求がある。また一方、信頼性については、ますますその要求がきびしくなっている。これらの要素をすべて満足する機種として、新しく FM-25 シリーズの一連の機種の開発ならびに生産をおこなった。

その他多目的使用に重点を置いた MPR 形固定用無線機、新しい航空機積載用無線機、MAR-8 について紹介する。

### 1.1 FM-25 D 04 形 400 MHz IC 化タクシ無線機

当社の 400 MHz 帯、送信出力 4 W のタクシ無線機には、昭和 39 年に開発した業界最初の全トランジスタ式である FM-17 D 形、および昭和 42 年に発表した全シリコントランジスタ式コンパルス方式の FM-21 D 形があるが、この FM-25 D 形無線機はさらに進んだ回路技術と革新的な構造設計を織り込んで開発したものである。この FM-25 形無線機は 60 MHz 帯 150 MHz 帯および 400 MHz 帯の各帯域が一連のシリーズとして設計されている。

この FM-25 D 形のおもな特長は次のとおりである。

(1) 全面的なプレス加工、ダイキャスト、樹脂成形品の採用により軽量化するとともに、品質のいっそうの安定化を図った。

(2) IC の採用、回路および構造の簡素化、単純化を図り、信頼性を向上させるとともに小形化した。

(3) 送信部終段をトランジスタ増幅（バクタレス化）とし、消費電力と温度上昇を低減し、かつ自動出力制御回路によって出力の安定化を図った。

(4) 無線機前面は突起物のない「安全設計」とするとともにビジュアルランゲージの採用によって斬新な意匠デザインが得られた。

(5) 軽量で操作しやすくしかも音質の良いハンドマイクを新しく開発、採用した。

(6)  $-20 \sim +50^{\circ}\text{C}$  という過酷な周囲温度条件においても常温におけるのと同等の性能が維持される。

(7) その他、ねじ 1 本で着脱可能でかつ卓上形としても使用できる取付金具、後方にも下方にも出せる空中線接せん（栓）、無接点リレーなど多くの特長を有している。

表 12.1 FM-25 D 04 形 無線電話装置主要性能  
Principal performance of type FM-25 D 04 mobile radio telephone equipment.

性 能	規 格
周 波 数 範 囲	335.4 ~ 470 MHz
送 信 出 力	4 W
周 波 数 偏 差	$\pm 5 \times 10^{-6}$ 以内
受 信 感 度	3 dB ( $\mu\text{V}$ ) 以下
消 費 電 流	DC 13.8 V にて送信時 1.2 A 待受時 0.1 A
寸 法	159 (幅) $\times$ 189 (奥行) $\times$ 49 (高) mm
重 量	1.8 kg

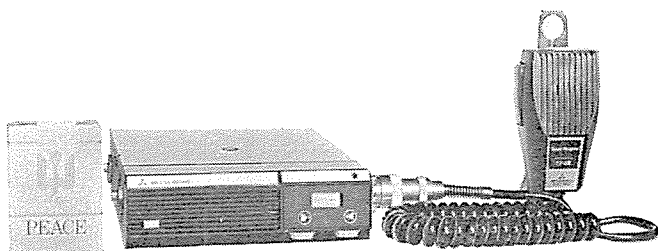


図 12.1 FM-25 D 04 形 無線電話装置  
Type FM-25 D 04 mobile radio telephone equipment.

### 1.2 警察用 MPR 形全固体化固定用無線電話装置

警察用無線機は、パトカー等に積載する移動機が各周波数帯ともすでに全固体化されており、その内 MPR-2 (150 MHz, 25 W) を当社が納入している。今回、固定機についても全固体化が完了し、MPR 形 (150 MHz, 5/50 W) を当社が納入することになった。

装置の種類、寸法・重量はつぎのとおりである。

装 置 の 種 類	寸法(幅×高さ×奥行 mm)	重量 (kg)
MPR-FA (中継所用)	520 $\times$ 1,800 $\times$ 225	145
MPR-D <sub>1</sub> A (卓上形)	398 $\times$ 300 $\times$ 310	34
MPR-D <sub>2</sub> A (卓上形)	398 $\times$ 140 $\times$ 310	18
MPR-D <sub>3</sub> HA (卓上形 H バンド用)	398 $\times$ 140 $\times$ 310	18

装置の特長はつぎのとおりである。

(1) 主要各部はプラグイン方式のユニット構造で、各機種の同一の部については互換性を有する。

(2) 電源部は、AC 100 V, DC 21 V, DC 48 V のいずれでも、それぞれの専用ユニットを交換することによって使用できる。

(3) 保護装置は、(a) 自動出力制御、(b) 空中線回路異常、(c) 温度上昇、(d) 過電流等に対する保護回路が採用されている。

(4) 標準受信出力は  $-10$  dBm, ひずみ率は 6 dB 過負荷において  $-26$  dB, 変調感度は  $-10$  dBm, ひずみ率は  $-26$  dB である。

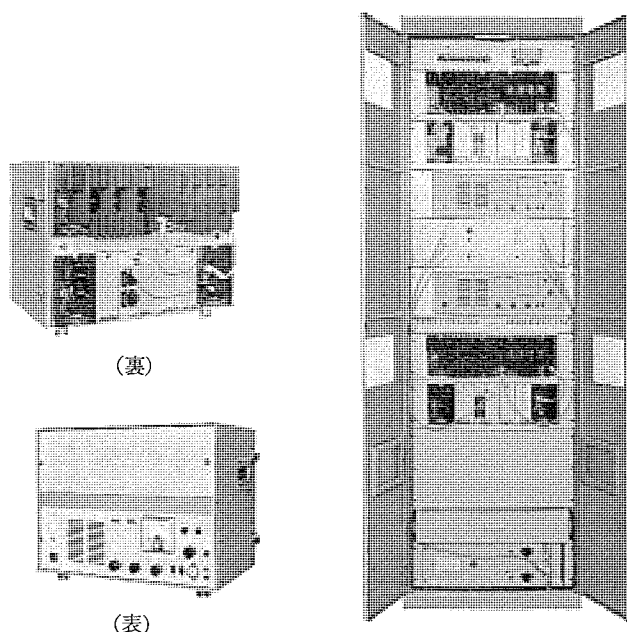
(5) 制御部は本体に内蔵し、スピーカアンプにより 0.5 W (最大 2 W) に増幅する。また、制御部に簡易レベルメータを有し、点検、調整が容易にできる。

(6) そのままで、自動中継機として使用できる。

(7) 周波数特性は送信・受信総合で平坦になっている。

(8) ブラックパネルが設けられており、各種付加装置が取付けられる。

(9) 電気的な性能は、移動機と同様一般の規格に比較して高度



(a) MPR-D<sub>1</sub> A 形 (b) MPR-FA 形

図 12.2 全固体化固定用無線電話装置  
All solid-state radio telephone equipment.

なものである。

### 1.3 MAR-8 形 航空機用極超短波無線電話装置

航空機積載用無線機は航空機の性能向上に適合するため、高性能でかつ小形軽量のものを必要とする。この MAR-8 形無線機は、このような要求に適合するように新たに開発されたものであり、今後開発される航空機に積載するのに適している。この無線機はつぎの特長を有している。

(1) 送信部の電力増幅用に電子管を 1 本使用しているほかはすべて半導体化され、さらに積極的にモロトロンを採用することにより装置を小形軽量化し信頼性を向上した。

(2) デジタルシンセサイザ方式を採用したため、送信スプリアスおよび受信デットチャンネルを減少することができた。

(3) 国内電波関係諸法規を完全に満足するとともに MIL-E-5,400 クラス 2 の要求条件に適合する。主要性能は次のとおりである。

周波数範囲	225.00~399.95 MHz
チャンネル数	3,500
プリセットチャンネル	20 + ガードチャンネル 計 21
送信出力	30 W 以上
受信感度	3 $\mu$ V にて S+N/N 比 10 dB 以上
動作温度範囲	-55~+95°C
高度	0~70,000 フィート
所要電力	115 V 400 Hz 400 VA 以下
能動素子数	トランジスタ 159 集積回路 54 電子管 1
寸法(幅×高さ×奥行) mm	送受信機 225×175×423 制御機 146×124×206
基準重量(kg)	送受信機 13.5, 制御器 2.1

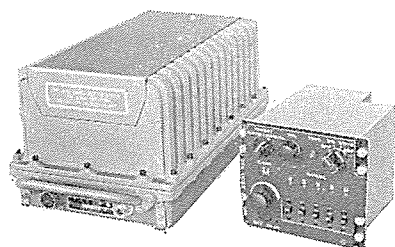


図 12.3 送受信機および制御器  
Receiver-transmitter & control box.

## 2. 多重通信装置

十数年の間に著しい伸びで全国に広がった多重無線通信網は飽和状態に達しているが、最近、増加する情報の伝送あるいは時代に即した新しい形態の通信システム等に対する需要にこたえるとともに、通信網の質的向上を図るための努力が払われている。これを当社の多重通信部門の 1 年の歩みを通して見るならば、移動体を対象とする通信方式はこの指向をもつもので、新幹線列車無線はそのカテゴリーのひとつと考えられよう。

つぎに、新周波数帯の技術開発と現用周波数帯の行政的整理、開放による電波の利用拡大があるが、当社で開発した 18 GHz 帯全固体化画像通信装置、およびすでに商用化した 800 MHz 狭帯域 ITV 無線伝送装置は、これによって実現したものといえる。

第 3 に、高性能半導体の出現による電子管式から全電子——固体化——への移行であって、従来、固体化装置の出力容量が少ないために劣るとされてきた点もそれを補う素子、回路、方式等の改善によって一般に問題とならない段階に達し、小形、低消費電力、高信頼性、保守性を含めた総合性能的には、電子管のそれをはるかにしのぐに至った。12 GHz 全固体簡易多重は、この種のパターンに該当するものである。

以上の 4 機種について、ここにご紹介することとしたい。

### 2.1 新幹線試験電車 951 形用列車無線装置

新幹線は開業以来 5 年になるが、いちはやくその真価が認められ全国新幹線鉄道路網の構想へと発展しつつある。車両も新しい形の製作が試みられ、この試験電車用列車無線装置を新たに設計製作した。無線設備のおもな構成品は、送信架、受信架（搬送端局を含む）および空中線であるが、装置はすべてトランジスタ化するとともに、トラフィック増に応じうるようにチャンネル数も 10 CH 容量、8 CH 実装に増加されている。

#### 送信架

送信架のおもな特長は

(1) 従来予備機をもたない方式であったが、システム信頼度を高めるために自動空線選択方式を採用し相互予備システムとした。

(2) 各送信パネルはまったく同一機能をもたせ保守性を高めた。

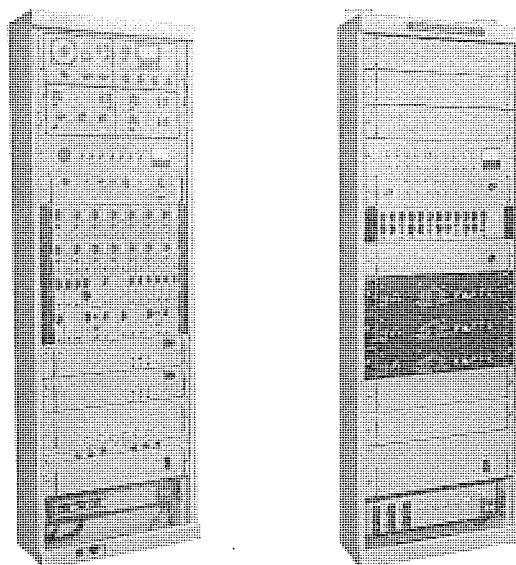
(3) 送信出力障害の場合にはランプによる故障表示をおこない、表示は主電源が切れてもキーリレーにより記憶され過去の履歴を残し、保守に便するようにした。

#### 受信架

受信架のおもな特長は

(1) 2 台の受信機で、スペースダイバーシティ受信が可能な方式とした。

(2) 受信機は一部のダイオードを除き全シリコン化するとともに、中間周波回路の一部、低周波回路、定電圧電源回路などを IC 化した。



(a) 送信架

(b) 受信架

図 12.4 列車無線装置  
Radio telephone equipment for type 951 trial cars  
on JNR New Trunk Line.



(3) 従来、受信架と端局架は別架であったが一架に収容した。

(4) 端局は従来、予備回路がなかったが主要部の回路を2重系とし、全CH使用不能の機会を減らした。

空中線は送信機5台、受信機2台に対応する系の構成として5台を配置し、おのおのに送信機1台ずつ対応させ、受信用はダイバーシティ効果を期すため最前部と最後部の空中線を送受共用とした。各空中線は、トンネル内での電界レベルおよび電界変動改善のため壁面指向に切換えられるよう4方向指向性切換が可能で、従来の実績より完全埋込形の円板装荷ユニポールアレイ形空中線である。

## 2.2 18 GHz 帯全固体化画像通信装置

近年、産業用テレビ(ITV)等の利用発展に伴い、比較的遠距離(5 km~10 km)にテレビ画像を伝送したいという要望が強い。これに対して、8章で述べられている電話用対ケーブルおよび同軸ケーブル利用の有線伝送方式、あるいは次項の800 MHz 狭帯域ITV無線伝送方式等が商用化されているが、本装置はとくに無線による広帯域高品質の画像伝送をねらって開発を試みたものである。

本装置の特長は、当社北伊丹製作所で開発したガンダイオードおよびインパットダイオードを送信系に採用し、一挙に18 GHz 帯のマイクロ波を得、かつ広帯域テレビ信号で直接FM変調を可能にしたことである。その初期過程として、昭和44年2月ガン発振器とバラクタダイオードを結合した小形FM変調器を作り、これに電磁ホーンを図に示すとおり組み合わせると送信機を構成し、白黒テレビの画像伝送試験を実施し良好な結果を得た。この段階におけるガン発振器の出力特性は低雑音( $C/N \geq 80$  dB)であったが、出力は50 mW程度でやや不足気味であった。

ついで高出力のインパット発振器が開発され、100 mW~200 mWの出力が得られたが出力スペクトルが少々ノイジーであるという難点があった。そこで両者の利点を合成して欠点を排除するため、ガン出力でインパットを駆動制御する位相ロック発振器を構成して、低雑音高出力発振器の目的を達した。なお周波数安定化のためのAFC方式は、送信波を直接検出するマイクロ波弁別器方式を検討し安定性を見出した。一方、受信系は北伊丹製作所で開発中の低雑音ショットキバリアダイオードを使用し、 $NF \leq 7$  dBをきる良好な特性を得た。

局部発振器にはガン発振器を適用したが、FMおよびAF雑音を抑圧するための高Q帯域通過波器をそう入するなどの回路くふうにより、シングルミキサで十分目的を達することができた。ミキサにつづく70 MHzリアンプには、ハイブリッドIC MA 7003を採用し、ミキサ本体と一体化した小形構造にすることができた。主中間周波増幅器、

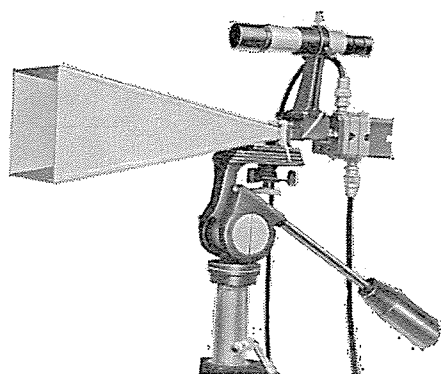


図 12.5 電磁ホーンに直結した18 GHz 帯ガンFM送信機  
Horn antenna and 18 GHz band FM transmitter for ITV.

振幅制限器、弁別器等には通信機用ICを積極的に使用した。以上の結果を総合し、300 mmφパラボラアンテナと無線中継機とを一体化した新機軸の小形モデルセットの試作を行ない総合試験を続行中である。この成果は情報産業の本格化とあいまって、テレビ電話、高速ファクシミル等の広帯域伝送路に活用されよう。

## 2.3 800 MHz 狭帯域ITV無線伝送装置

従来産業用テレビ(ITV)の無線伝送方式としては帯域6 MHzの標準方式が採用されてきたが、この方式では電波の有効利用と相いれず数多い需要にこたえることができなかった。しかしITVの利用状況を検討した結果、必ずしも標準方式のような高い解像度を必要とせず走査線の少ない、したがって帯域の狭い方式でも十分実用になることが判明し、昭和43年に800 MHz帯を使用した無線帯域1 MHz以内のITV無線伝送が許可される運びとなった。

本装置はこれにより開発したもので、1 Wの送信出力で700 kHz帯域のITV信号を伝送できる。ITV本体も狭帯域に適した定格になっており、走査線270本、フレーム30枚、インタレース2:1である。送信方式はVSB方式で3段変調であり、受信方式はシングルスーパー方式で受信帯域1 MHz、AGCはキード式と平均値式を併用した。本装置により10~20 kmの距離を十分な明確度を保って伝送できるが、解像度は100~150本程度になるので特別細かい部分を見るのでないかぎり一般の用途に十分な性能を持っている。したがって構造は災害対策等への幅広い応用も考え、可搬形として小形軽量化を図っている。

また本装置は映像音声同時伝送装置および映像伝送の方向と逆方向に音声と遠方制御用信号を伝送するトークバック装置と組み合わせ、総合的なITV伝送回線を構成することも可能である。

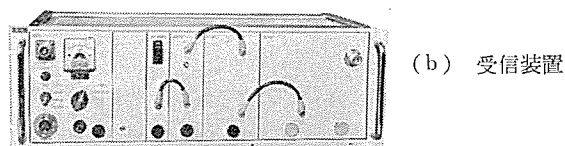
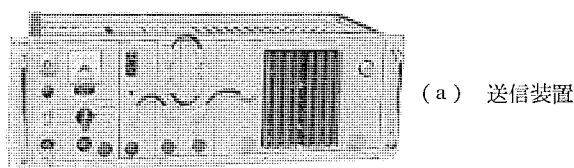


図 12.6 800 MHz 狭帯域ITV無線伝送装置  
800 MHz band radio equipment for industrial television.

## 2.4 12 GHz 全固体簡易多重無線装置

この装置はすでに発表された、いわゆる12.44~12.7 GHz帯の簡易マイクロ無線装置ME-6形の送信出力回路の固体化と高性能化をおこなった装置である。クライストロン方式の場合、無線機、補助装置、電源などを小形にしても、保守費がかさみ必ずしも経済的でなかった。しかし最近、固体電子技術によって装置の小形化、安定化、消費電力の低減化がなされるとともに、保守運用費をいちじるしく低減することが可能となった。本装置は、低周波からマイクロ波に至るすべての活性回路を固体化した近距離小容量の簡易多重通信回線用である。

この装置のおもな定格は表12.2に示す。

表 12.2 ME-12 D 62 形 多重無線装置定格  
Principal ratings of type ME-12 D 62 12 GHz band  
radio equipment for multiplex communication.

項 目	内 容
周 波 数 範 囲	12.44~12.7 GHz
送 受 信 周 波 数 間 隔	70 MHz
伝 送 容 量	60 CH
伝 送 周 波 数 範 囲	300 Hz~600 kHz
送 信 周 波 数 安 定 度	$\pm 3 \times 10^{-5}$ 以下
送 信 出 力	100 mW
送 信 て い 倍 数	27 (3×3×3)
標 準 周 波 数 偏 移	100 kHz rms/ch
最 少 所 要 入 力	-84 dBm 以下
信 号 対 雑 音 比	60 dB
消 費 電 力	50 W/1 送受信機
寸 法 (幅×高さ×奥行)	標準架 520×2,000×225 mm

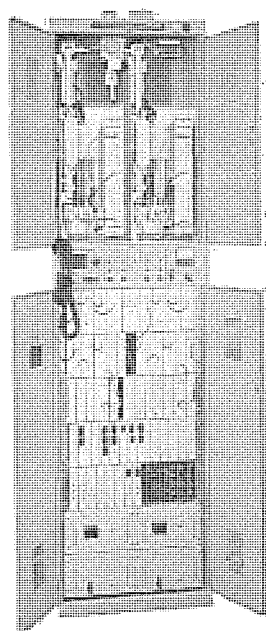


図 12.7 ME-12 D 62 形 多重無線装置  
Type ME-12 D 62 GHz band  
radio equipment for multiplex  
communication.

無線機の特長は、

- (1) 送信出力はクライストロンを使用せず、被変調波信号をてい倍する直接変調方式を採用している。
- (2) 一部の継電器回路を除くすべての電子回路は半導体を使用している。
- (3) UHF 帯の変調発振器は水晶発振器を基準として AFC をかけているので、周波数の安定度がきわめて高く保守が容易である。
- (4) 帯域ろ波器と帯域消去ろ波器を組み合わせた複合ろ波回路で構成した特殊な分波方式を採用し、これによって有効に出力をとる一方、不要ふく射および影像周波数を十分に抑圧している。などである。なお、本装置は建設省近畿地方建設局に納入し、実用回線として運用されている。

### 3. データ伝送機器

各企業における情報の収集、分配、制御は、その量の増大と広域化、オンライン化による質の向上が要求されてきている。当社はこれらの要求に応じた製品を製作、各分野に納入、企業運営に貢献して

いる。44年度における技術の進歩は、符号理論の分野において擬巡回符号化方式の実用化と符号伝送試験装置の開発があり、システム面においては、世界でも最初の試みである水道施設 オンライン 制御システムの完成、製品面においては信頼度向上を目的として IC を導入した新標準製品が、電力事業、水道事業、河川管理、公害監視、鉄道などに大量納入されたことがあげられる。

#### 3.1 符号伝送試験装置

各種情報を統合処理しようとするとき、距離を克服しようとするデータ伝送システムがクローズアップされ、この符号伝送は機能的にきわめて重要となる。このデータ伝送技術の中心は、いかに効率よく、かつ誤りを少なく伝送するかということであり、伝送品質に関する検討が不可欠のものとなる。

本装置はこのような目的のために、主として回線の誤り発生特性を目安に伝送品質をは握するために必要な機能を持つもので、擬似符号を回線に送り出し、そこで生じた誤りを発見し、計数、表示、分類などを行なう機能によって構成される。なお本装置はデータ伝送回線の折返し試験による回線特性測定に使用され、周辺を含め図 12.8 のごとき構成ができるように考慮されている。その主要仕様をまとめると

- (1) 伝送速度 25 ビット/秒~10 キロビット/秒
- (2) 制御モード 調歩同期方式  
外部同期方式 (擬似巡回符号伝送も含む)
- (3) 試験モード 自動および手動
- (4) 送信符号 内部符号 (32 ビット以下)  
外部符号 (リーダ出力またはコネクタより)
- (5) 誤り計数 語誤りカウンタ (同期誤りカウンタ等 3 種)  
ビット誤りカウンタ (ビット、キャラクタ、ブロック誤りなど計 13 種)

これらは制御部を中心として送信部、受信部、誤り計数部など機能的に分割して構成されている。これらに要求される特性は装置自身高信頼でなければならず、実装上の各種の対策をたてるほか、全面的に TTL-IC (当社製 M 5900 P シリーズ) を採用し、小形、軽量化とともに安定した動作で長時間にわたって測定できるように考慮した。

なお移動体間通信に用いられる雑音を含む誘導無線伝送系の特性測定に本装置を適用した結果、初期の目的を十分満足できるような

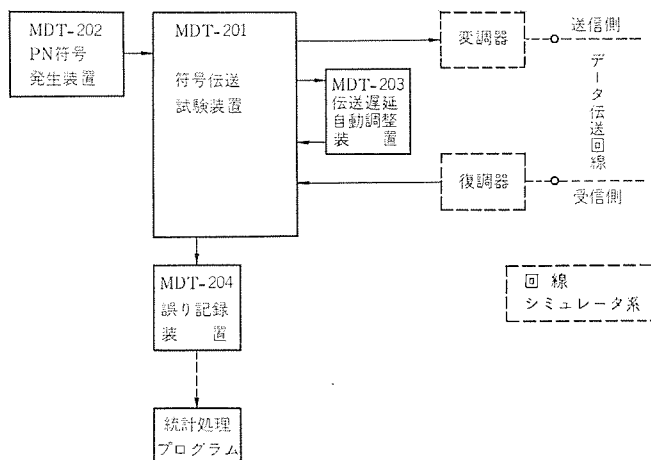


図 12.8 MDT 符号伝送試験システム  
MDT data transmission testing system.

有益なデータが得られている。

### 3.2 擬巡回符号伝送装置

従来から高い信頼度を要求する デジタル 情報伝送として、種々の誤り制御方式（たとえば、垂直水平 パリティ、連送照合、定マーク検定方式等）が用いられてきたが、最近、適当な冗長ビット数の付加により高い検出能力を有し、かつ符号（たとえば5単位符号、8単位符号等）に無関係な巡回符号化（Cyclic-Encoding）方式が注目されはじめた。当社は、本方式にもとづく下記装置を開発したのでここに報告する。

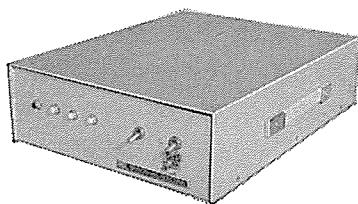
#### （1）SECD-201 形符号伝送装置

本装置は20ビット前後の情報伝送を目標として、特性多項式  $G(X) = (1+X) \cdot (1+X^2+X^5)$  を採用し、誤同期、および同期スリップを防止し、迅速な同期回復特性を有したもので、電力、水道関係等の集中監視制御系に適したものである。

#### （2）CCITT 勧告 V-41 に準拠した試作符号伝送装置

本装置は国際電信電話会社のご指導にもとずき CCITT 勧告 V-41 に準拠したもので、情報長が最大960ビットのもので、特性多項式として  $G_1(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$  および  $G_2(X) = X^{12} + X^7 + X^2 + 1$  の両者が選択できる機能を有したものである。

図 12.9 SCED-201 形  
符号伝送装置  
Type SCED-201 Error  
correction equipment.



### 3.3 オンライン計算制御用データ伝送装置

最近あらゆる分野で計算機制御がとり入れられているが、局地的なものにとどまらず、広域システムの制御に用いられることが多い。遠隔地のプラントを制御するには、監視制御信号の伝送が必要であり、そのシステムの計算機制御に適合したデータ伝送方式を導入することが大きな要素を占めることになる。

計算制御用データ伝送装置の具体例として、大阪府水道部納め集中管理システムのものにつき概要を述べる。

#### （1）方式の特長

- （a）回線 4線式常時回線（12GHz 多重回線）
- （b）構成 親局、子局の送受信装置は1対1として対応
- （c）計測表示信号方式 デジタルサイクリック伝送  
計算機入力信号と表示専用信号は別CHとし、並列伝送する。

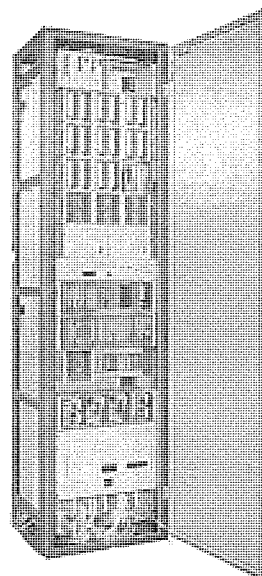
- （d）制御信号方式 アナログ設定値 更新時送出  
ON-OFF 制御 制御時送出

#### （e）計算機とのインターフェイス

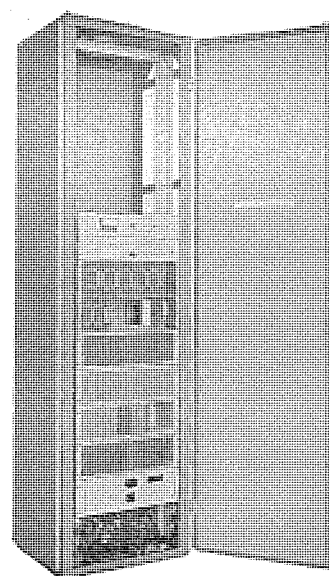
データ 計算機により指定された局を選択し、項目番号順に計算機にデータを渡す。

制御信号 計算機により設定されたMDP（サーボ式アナログ設定器）出力のアナログ信号による。設定更新信号は計算機より受ける。

- （f）手動制御 グラフィックパネル、操作卓を設置し、計算機停止時にも伝送系で手動制御可能としている。



（a）データ伝送装置



（b）インターフェイス部情報変換装置

図 12.10 情報伝送装置  
Data transmission equipment (a) & Interface  
equipment (b).

#### （g）伝送容量

計測	40項目
表示	108ポジション
制動設定値	4項目
ON-OFF（調整制御を含む）	60ポジション

#### （2）機器の特長

（a）ICを使用した機能別ブロック構成でプラグインユニット構成とし運用、保守点検を容易にしている。

（b）据付面積を小とするため奥行450mmの架を採用し前後面実装とした。

図 12.10 に1局分のデータ伝送装置と、インターフェイス部情報変換装置の外観を示す。

### 3.4 電力用 IC 化遠方監視制御装置

電気協同研究会において仕様が統一されるにおよび、この機に信頼性と生産性の向上を目的として IC 素子を用いるとともに、装置各パネルの集積化をおこなった。結果は素子数が半減し、はんだ付け点数、接せん（栓）数が減少し、装置信頼度は従来の装置の2倍に向上した。

- （1）論理素子は三菱 M-5300 P, M-5900 P を使用。

（2）制御符号、監視符号パルス数を等しくし、折返し試験が可能。

（3）2回照合伝送の読み込み時の雑音による誤記憶を防ぐため、1回目と2回目を別々に読み込むようにした。

（4）リレー回路と論理回路を直列接続し消費電流を2.5Aとした。

（5）反転試験中に自動状態変化があると自動的に正常な表示に戻り、状態変化のあった項目のみフリッカする。

（6）点信号、群信号とも符号化せず、1信号1ビットを割当て、回路を単純化した。

（7）外サージに対する回路保護は吸収回路を各種設け完全である。

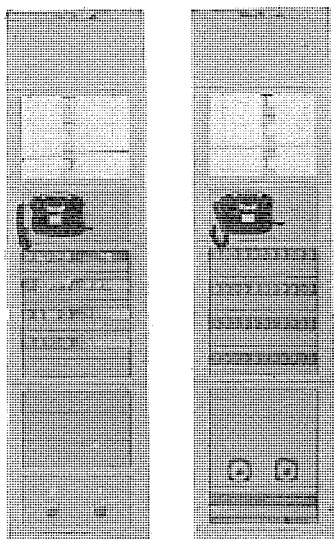


図 12.11 電力用 IC 化遠方監視制御装置  
IC tele-control equipment for power station.

電力設備の合理化と高信頼度送電に対し、装置全体を集積化することによる信頼度向上は、今後の計画に対しても重要である。本装置はすでに関西電力(株)、中部電力(株)に納入し実運転に入っている。

### 3.5 ダム河川管理用 IC 化テレメータ装置

最近の水利用は発電用、工業用水、上水道、農業用水、洪水防止などの多目的ダムを中心に、高度な総合的利用形態がとられている。したがって河川管理には上流、下流の水位雨量を適確に計測し、水資源の有効な活用のためにテレメータ装置を活用している。当社においてはこのほど、IC 素子を使用した新形テレメータ装置を開発したのでその概要を報告する。なお、この装置は建設省標準仕様に準拠しており、すでに広島県、近畿地建、中部地建、水資源公団などに納入している。

#### (1) 半導体 IC の採用

主要論理回路は全面的に IC を採用し、信頼性を向上させた。

#### (2) 呼出受信回路の全固体化

従来使用されていた機械式振動を利用したリードセクタのかわりにメカニカルフィルタを採用し、長寿命化を図った。

#### (3) ブロック化

機能単位に分割可能なブロック化プラグイン実装方式を採用したことにより保守、点検が簡単化した。

#### (4) 低電力化

電源は DC 12 V の一電源方式とし、消費電力を極力小さく抑えたため電池容量、太陽電池容量が小さくなり経済的となった。

#### (5) 小形化、軽量化

山岳地域に設置されるため、機器運搬、設置が容易なように極力

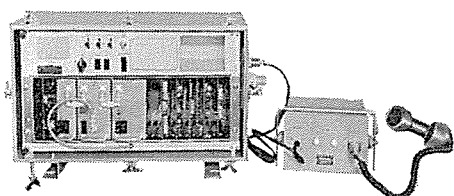


図 12.12 観測装置  
IC telemeter equipment of substation.

小形軽量化を図った。図 12.12 は観測装置の外観を示す。

## 4. 衛星通信地球局システム

インテルサット III 号系通信衛星による衛星通信システムも 44 年 8 月印度洋衛星による通信回線開通にともない、名実ともにグローバルネットワークを形成するに至った。当社のすぐれた技術と豊富な経験にもとづいた建設工事の成果は、これら三洋にまたがる通信回線網の主要素としてその性能を発揮している。すなわち、太平洋衛星にアクセスする KDD 茨城局、オーストラリア・カーボン局、大西洋衛星にアクセスするメキシコ・トラシゴ局、コロンビア・チョコタ局；ならびに印度洋衛星にアクセスする KDD 山口局、オーストラリア・セドナ局、マレーシア・クワンタン局には、当社のその時期における最高の技術を結集したシステムないしサブシステムが納入あるいは建設中である。

### 4.1 マレーシア向け衛星通信地球局

マレーシア東海岸に建設されるクワンタン地球局は、44 年内に現地納入を完了し、45 年春に運用開始予定である。この地球局は 97 フィート AZ-EL マウント方式によるアンテナ、ガスヘリウム冷却パラメトリック増幅器を用いた低雑音増幅装置、進行波管を用いた大電力増幅装置、完全予備方式による送受信装置、打合せ端末装置および制御・試験・電源系諸装置から構成されている。

通信系システムに含まれる主装置は完全二重バックアップ方式で、予備装置を設けて故障時には自動的に予備系に切り換わる通常の方式のほかに、第 3 の系を設けて常時はこれを予防保全の具とするとともに、緊急の際はこれをセカンドバックアップとして容易にオンラインに切り換使用できる方式とした。このためシステムアベイラビリティは飛躍的に向上している。また運用、保守ならびに試験についてもとくに留意し、制御室におけるワンマンコントロールを実現するためにミミックダイアグラムを数多く採用し、また試験ルートを豊富に設けて運用中の回線試験を容易ならしめた。送受信装置は周波数変更、帯域幅変更に即応できることを考慮し、交換単位を最適化するとともに予備ユニットの選定を標準化した。

この地球局に用いた大電力増幅装置はざん新なシステムデザインとしてやや特異である。TV 送信は常時行なわれないことに着目し、電話系送信と別システムとした。すなわち電話伝送には 250 W 出力の

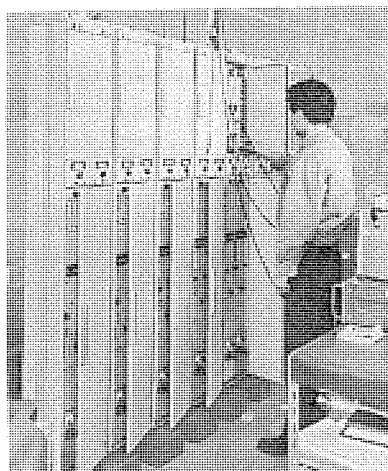


図 12.13 マレーシア・クワンタン地球局変復調装置  
Ground communications equipment for Kuantan earth station in Malaysia.



TWT (強制空冷) を 2 系列 (現用・予備) 設け ホットスタンバイ とし、別にマルチキャリア増幅が可能な 8 kW 出力の TWT を 1 系列設けている。8 kW TWT は通常は TV 伝送用として用いられるが、電話系が 2 系列とも障害となった場合にはそのバックアップとなりうる。この方式は施設費が安いばかりでなく電力、冷却水等に要する運用費を大幅に低減できるので、今後の地球局に数多く採用されるであろう。図 12. 13 に同地球局に納入した送受信装置の一部を示す。

#### 4.2 アンテナシステムの推移

表 12. 3 に当社が納入したアンテナシステムの概要を示す。これらはいずれも商用衛星通信地球局用として納入されたものである。一例として最近完成したコロンビア・チョコンタ局アンテナシステムを図 12. 14 に示す。

表 12. 3 に示すように国際電信電話(株)に納入した茨城第二アンテナで採用されたホーンリフレクタ給電方式による AZ・EL マウントの大口径アンテナは、その後各時点に次のような種々の改良を施してきたが、今や衛星通信用地球局の標準システムとして国際的に通用する地位を築き上げるに至った。

(1) モデル実験、実物での振動実験にもとづく、ヨーク構造部をはじめとするアンテナ構造の軽量化設計を行なった。

(2) ホーンリフレクタの放射パターンを考慮して反射鏡曲面を修正す

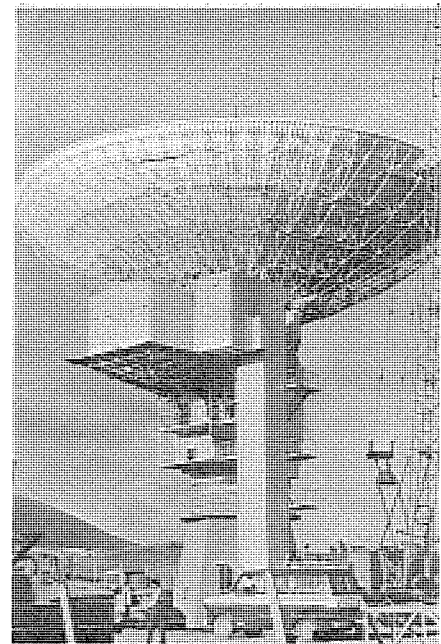


図 12. 14 コロンビア・チョコンタ地球局 アンテナ  
Antenna at Choconta earth station in Colombia.

表 12. 3 アンテナシステムの性能 Antenna system performance.

納入局 国名	茨城局 日本	トランシゴ局 メキシコ	山口局 日本	カーナーボン局 オーストラリア	セドウナ局 オーストラリア	チョコンタ局 コロンビア	クワンタン局 マレーシア
完成年月	42年12月	43年8月	43年12月	44年9月	44年11月	45年1月(予定)	45年2月(予定)
対象となる衛星	インテルサット II, III	インテルサット II, III	インテルサット III	インテルサット II, III	インテルサット II, III	インテルサット II, III	インテルサット II, III
アンテナ形式	ホーンリフレクタ給電によるニアフィールドカセグレン	ホーンリフレクタ給電によるニアフィールドカセグレン	ホーンリフレクタ給電によるニアフィールドカセグレン	ホーンリフレクタ給電によるニアフィールドカセグレン	ホーンリフレクタ給電によるニアフィールドカセグレン	ホーンリフレクタ給電によるニアフィールドカセグレン	ホーンリフレクタ給電によるニアフィールドカセグレン
主反射鏡直径	27.5 m (90 ft)	32 m (105 ft)	27.5 m (90 ft)	29.6 m (97 ft)	29.6 m (97 ft)	29.6 m (97 ft)	29.6 m (97 ft)
マウント形式	AZ-EL	AZ-EL	AZ-EL	AZ-EL	AZ-EL	AZ-EL	AZ-EL
通信機室他	上部通信機室 下部通信機室 ホイス付	通信機室(上部) ホイス付	受信機室(上部) (ベデスタル)送信機室 ホイス付	上部通信機室 下部通信機室 ホイス付	上部通信機室 下部通信機室 ホイス付	通信機室(上部) エレベータ付	通信機室(上部) 送信機室(ベデスタル) エレベータ付
回転範囲	{ AZ ±235° EL 0°~92°	{ AZ ±200° EL 0°~92°	{ AZ ±160° EL -1°~92.5°	{ AZ ±230°(±169°) EL -1°~91°	{ AZ ±230°(±169°) EL -1°~91°	{ AZ ±170° EL -1°~91°	{ AZ ±170° EL -1°~91°
最大駆動速度	{ AZ 0.5°/s EL 0.4°/s	{ AZ 1°/s EL 1°/s	{ AZ 0.5°/s EL 0.4°/s	{ AZ 1°/s EL 1°/s	{ AZ 1°/s EL 1°/s	{ AZ 0.3°/s EL 0.3°/s	{ AZ 0.3°/s EL 0.3°/s
駆動方式	油圧	電気	油圧	電気	電気	電気	電気
耐風性運用時	33 m/s	27 m/s	33 m/s	27 m/s (60 mph)	27 m/s (60 mph)	27 m/s (60 mph)	27 m/s (60 mph)
格納時	60 m/s	54 m/s	70 m/s	67 m/s (150 mph)	45 m/s (100 mph)	54 m/s (120 mph)	45 m/s (100 mph)
受信系	3,700~4,200 MHz*	3,7000~4,200 MHz*	3,700~4,200 MHz*	3,700~4,200 MHz*	3,700~4,200 MHz*	3,700~4,200 MHz*	3,700~4,200 MHz
利得 (4 GHz にて)							
開口利得	59.1 dB	61.2 dB	60.0 dB	60.2 dB	60.4 dB	60.3 dB 以上	60.3 dB 以上
給電系損失	0.22 dB	0.2 dB	0.21 dB	0.2 dB	0.2 dB	0.2 dB	0.2 dB
系利得	58.9 dB	61.0 dB	59.8 dB	60.0 dB 以上	60.2 dB 以上	60.1 dB 以上	60.1 dB 以上
雑音温度 (アンテナ系, EL=5°)	52°K	41°K	49.5°K	46°K	46°K	47°K 以下	47°K 以下
第一サイドロープレベル	-21.0 dB	-16 dB	-18.5 dB	-14 dB 以下	-14 dB 以下	-14 dB 以下	-14 dB 以下
送信系	5,925~6,425 MHz*	5,925~6,425 MHz*	5,925~6,425 MHz	5,925~6,425 MHz*	5,925~6,425 MHz*	5,925~6,425 MHz*	5,925~6,425 MHz
開口利得 (6 GHz)	62.8 dB	63.9 dB	63.3 dB	63.7 dB	63.5 dB	63.0 dB 以上	63.0 dB
第一サイドロープレベル	-20.5 dB	-16 dB	-19.5 dB	-14 dB 以下	-14 dB 以下	-14 dB 以下	-14 dB 以下
追尾モード	自動、手動およびプログラム	自動および手動	自動、手動およびプログラム	自動、手動およびプログラム	自動、手動およびプログラム	自動および手動	自動および手動
追尾精度	0.01°rms	0.01°rms	0.01°rms	0.01°rms	0.01°rms	0.01°rms	0.01°rms

注) 1. 性能値は建設中の局については規格ないし目標値, 他は実測値

2. \* 印はインテルサット III を対象とする場合の値

ることにより能率を向上した。

(3) 保守を容易にするため、サイリスタレオナードによる電気駆動方式を採用し標準化した。

(4) 通信機室へのアクセスを容易にするため、乗用エレベータを装備した。

#### 4.3 パラメトリック増幅器

標準地球局には等価入力雑音温度  $20^{\circ}\text{K}$  前後の受信機が必要である。これらの低雑音回路の精密計測もまた問題となり、これにも高性能の低雑音増幅器が必要となる。パラメトリック増幅器は普通  $20^{\circ}\text{K}$  の気体ヘリウムで冷却されるが、このたび雑音温度を低くし安定化を計るため  $4.2^{\circ}\text{K}$  の液体ヘリウムで冷却する純国産方式のものが成功した。

今回当社は通産省電気試験所の指導のもとに精密雑音温度測定装置の一部を開発した。この装置は  $10^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{K}$  の範囲の雑音を  $0.5^{\circ}\text{K}$  の精度で測定する。被測定雑音と比較雑音源からの安定した雑音とを液体ヘリウムで冷却されたフェライトスイッチにより切換え、パラメトリック増幅器で増幅後、比較測定する。図 12.5 はこの装置の主要部分を構成するパラメトリック増幅器で、製作にはきわめて高度のマイクロ波技術と極低温技術とが必要とされ、この完成は国産技術の成果として高く評価されよう。本装置に用いられたパラメトリック増幅器は、直ちに衛星通信用低雑音増幅器として応用できることはいうまでもない。

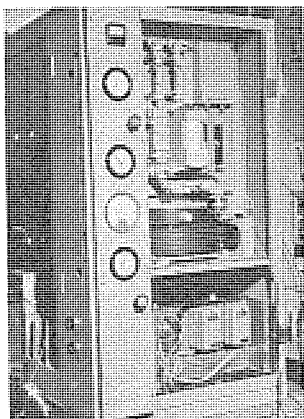


図 12.15 精密雑音温度測定装置  
Precision noise measuring equipment.

### 5. マイクロ波アンテナ

#### 5.1 6 GHz 帯超多重通信用カセグレンアンテナ

日本電信電話会社の 6 GHz 帯マイクロ波回線に使用されているアンテナとして、現在、左右両旋円偏波共用パラボラアンテナと垂直水平両直線偏波共用ホーンリフレクタアンテナとがある。後者は 4 GHz 帯にも同時に使用できる。最近になって電話需要の増大に伴う回線の増設に対処するために、垂直水平両直線偏波共用パラボラアンテナが必要になってきた。このような要求に沿うアンテナとしてダイアゴナルホーンで給電し、低サイドローブ形に副反射鏡を鏡面修整したカセグレンアンテナを製作した。

このアンテナの給電ホーンにはサイドローブが低く、しかもビームが回転対称に近いダイアゴナルホーンを用いている。この結果、副反射鏡からの漏えいレベルを押え広角度方向の放射レベルを下げることができた。副反射鏡は主ビーム近傍のサイドローブが低くなるように鏡面修整

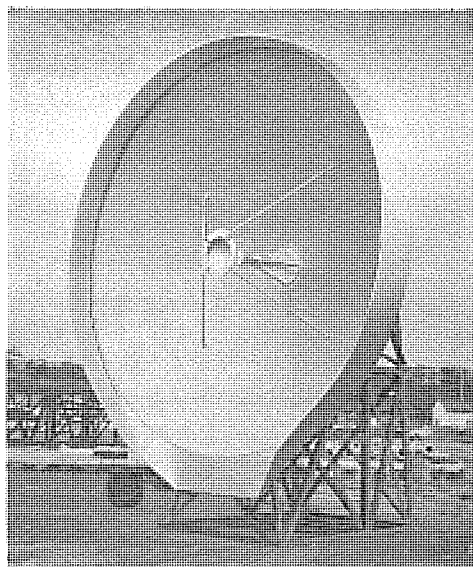


図 12.16 6 GHz 帯カセグレンアンテナ  
Cassegrain antenna for 6 GHz band.

されている。主反射鏡は有効開口直径 4 m、開口角 180 度のパラボラ反射鏡を用いている。

このアンテナのおもな性能は次のとおりである。

周波数帯域	5.925~6.175 または 6.175~6.425 GHz
入力 VSWR	1.05 以下
利 得	6.175 GHz で 45.2 dB
交さ偏波識別度	35 dB 以上

#### 5.2 O/H 大口径空中線

電電公社鹿児島一奄美回線用見通し外通信用大口径アンテナ 2 台を昭和 44 年 12 月に完成した。本アンテナは先に電電公社に納入した同アンテナの取換え用に用いるものであって、外観は同様に見えるがアンテナの構造上非常にすぐれたものであり、一次放射器も先のアンテナで問題となった高調波結合による干渉雑音も 1 年にわたる電電公社との共同研究で解決し、本空中線の設計に有効に生かされている。空中線反射鏡は先の沖縄—宮古島回線の  $16\text{ m} \times 16\text{ m}$  大口径空中線の様子をさらに標準化し、特に耐食性の点に留意して設計された。

$16\text{ m} \times 24\text{ m}$  大口径空中線の取り換えという難工事を行なうためであって、アンテナは分離、組立の点に留意し、容易に建設できるよう設計されている。また経済性という点でも先の反射鏡に比べて非常にすぐれているうえ、製造の面でも量産化が容易な形態をなしている。今回の大口径アンテナの開発によってバックネット形アンテナについて設計の標準化、製造の標準化、組立分解の標準化、荷造り輸送の標準化等の面で多くの成果が得られた。

一次放射器については、回線増設および送信電力増加のため放射器の全面を金めっきして酸化を防止させ、これによる非直線性干渉雑音の大幅な低減を計った。また整合方式は、放射器開口の前面に特殊な形状のリアクタンス素子を装荷して広帯域整合を行ない、放射器内部におけるマイクロ波電流の集中化を排除して低雑音化を達成した。

使用周波数	700 MHz 水平偏波 800 MHz 垂直偏波 2,000 MHz 水平垂直両偏波
利 得	50 dB (2,000 MHz)

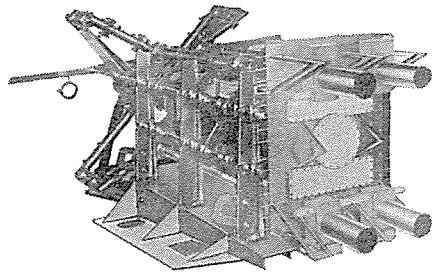


図 12.17 大口径空中線一次放射器  
Noiseless primary radiator for huge antenna.

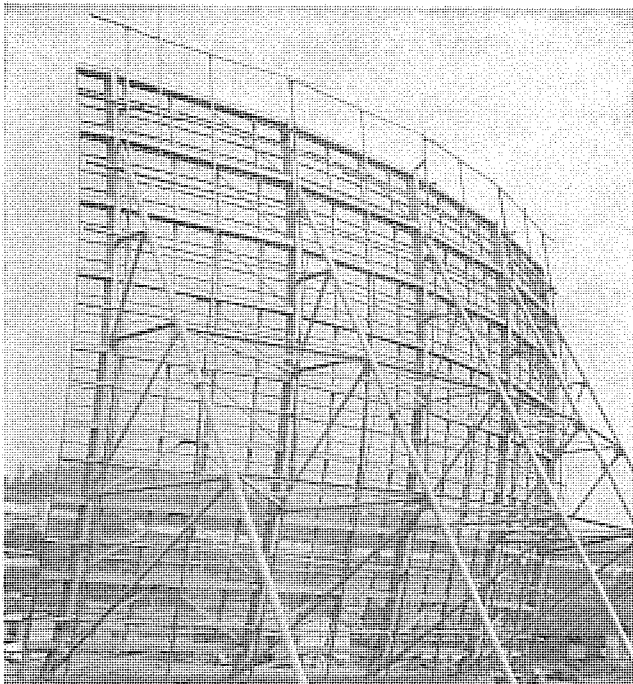


図 12.18 16×24 m 大口径アンテナ  
16×24 m huge parabolic antenna for O/H  
microwave relay-line.

VSWR	1.25 以下
耐電力	3 kW
アンテナ開口	16 m × 24 m

## 6. レーダ

レーダ部門としては昭和44年も引続いて繁忙の年であり、各種の方面に独自の手法で大幅な進歩を遂げた。技術的な問題としては、下記の諸点を挙げる事ができる。

- (1) Sea Clutter, Weather Clutter 等、従来通常の MTI では消去のできなかった不要な Echo の除去が可能となった。
- (2) Pulse Compression Radar と共用可能な MTI 方式を開発した。
- (3) Frequency Agile Radar 方式を確立し、送受信機の開発を完成した。
- (4) 低 Side Lobe Antenna の開発に成功した。
- (5) Radar Echo 信号の Digital 処理の方式がさらに進歩し、諸外国でもまだ成功に至っていない三次元レーダの Track While Scan に完全に成功し、対象航空機の旋回中もなめらかな自動追尾に成功した。

(6) さらに Track While Scan の Output Data を利用しての航空機の計算制御にも成功した。

以上いずれも今後の航空機、船舶等の探知、測定、制御、管制等の関連技術である。さらに、気象用の分野では、雷の自動探知技術について実地試験の結果を得た。完成した機器のうち気象用関連のレーダ機器については6.1節以後に、衛星通信用大口径空中線の制御装置については9章に述べる。

### 6.1 東パキスタン向け気象レーダ

東パキスタン向け気象レーダは昭和44年1月に船積みし、予定どおり現地据付工事を雨季前(5月)に完了した。このレーダは波長10 cm、出力600 kW、最大観測距離400 kmのもので、東パキスタンの首都ダッカの南東約350 kmのコックスバザールに設置され、南部海岸地方を襲う台風、豪雨の観測に活躍している。

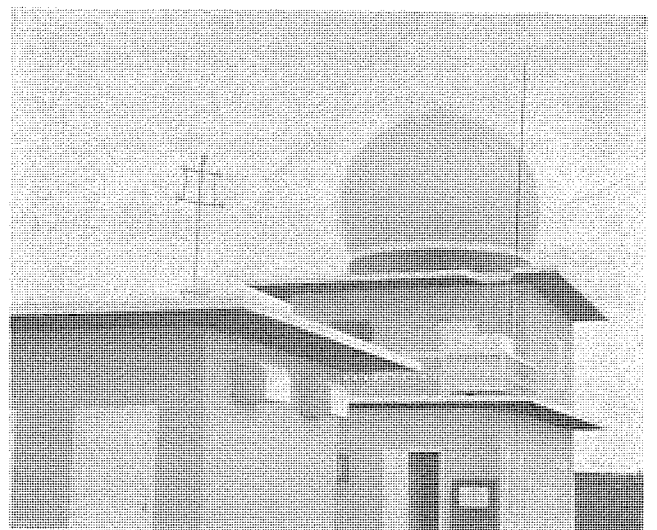


図 12.19 コックスバザール気象レーダ観測所  
Cox'sbazar weather radar station.

### 6.2 船用気象レーダ

海上気象観測は、台風の早期発見、天気予報の精度向上に役立つとともに海難事故防止に威力を発揮する。最近、気象レーダを積載した観測船の第2号船として「啓風丸」が建造され、当社では、レーダ装置一式を気象庁より受注し、昭和44年12月に据付、納入を完了した。このレーダは、船舶積載用として従来のものに比べ、次のような特長がある。

- (1) 動揺、振動、衝撃への耐性  
従来の気象用レーダに比べ、動揺、振動、衝撃に耐えるように種配慮している。
- (2) 装置の構造  
各装置は防滴構造にし、所要の箇所は防水構造にしてある。また、送受信機以外は半導体化し、信頼性の向上、小形化を計っている。空中線は暴風雨時にも安定に動作し、かつ保守を容易にするためレドームでおおっているが、動揺修正盤に取付ける制限から空中線の直径は2.5 mとし、反射鏡を取付けるペダスタルも軽量構造とし全体で重量を650 kgとしている。
- (3) ジャイロとの関係  
垂直ジャイロと動揺修正盤の水平取付精度は、観測精度に直接影響するので5分以内の角度精度で据付てある。

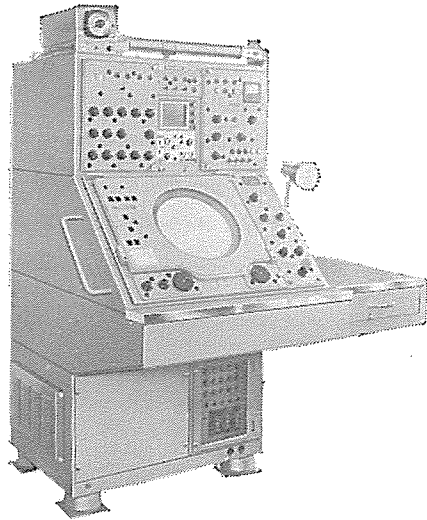


図 12.20 指示装置  
PPI indicator.

そのほか指示機上真北表示の場合は、船のコンパスジャイロからの角度（方位）信号で実行している。装置の主要性能は、次のとおりである。

- (a) レードーム 直径 5.5 m, 高さ 4.6 m (ハネカムサンドイッチ強化ポリエステル樹脂板)
- (b) 空中線
  - 直径 2.5 m のパラボラ
  - 走査, 水平: 6 rpm 自動走査および手動走査
  - 垂直: 0 度~85 度手動走査
  - 0 度~30 度セクタ走査
- (c) 送信周波数 5,300 MHz
- (d) 送信出力 250 kW
- (e) パルス幅 2  $\mu$ s
- (f) 観測距離 50, 100, 200, 300, 400 km 切換
- (g) 高度表示 10, 20 km 切換
- (h) エコー強度表示 3~400 km 内の任意の地点を指定すればエコー強度を数字表示できる。(分解能 2 dB, 最大範囲 40 dB)
- (i) 動揺修正装置
  - 動作角度範囲 ローリングに対し,  $\pm 7$  度
  - ピッチングに対し,  $\pm 25$  度
  - 動揺周期 ローリング 7 秒
  - ピッチング 10 秒
  - 修正角度精度 ローリングに対し, 15 分以下。
  - ピッチングに対し, 15 分以下。

### 6.3 カリブ海地方向け気象レーダ

WMO（世界気象機構。国連の下部機構）では、西インド諸島のバルバドス、アンティガ、トバゴ、ジャマイカ、および南米のガイアナに気象レーダ網を整備することになり、11 社と国際入札で争った結果、当社が一括受注した。

この地方は毎年ハリケーンの被害を受けているが、このレーダ網はハリケーンの発生、成長してゆく径路に沿って設置され、ハリケーンの早期発見、予報を主目的とするものである。第 1 号機は昭和 44 年

度中に製作を完了し、45 年 1 月に船積する。以下、45 年度中に順次出荷、現地据付を行なう予定である。このレーダ装置の特長は次のとおりである。

- (1) 空中線装置は直径 4 m で、平均風速 55 m/s でも動作する設計となっている。
- (2) RF 増幅器としてパラメトリック増幅器をもち、探知距離の増大を計っている。
- (3) PIN ダイオードを用いたマイクロ波減衰器による新方式の等エコー装置を備えている。
- (4) 特殊管を除き他はすべて半導体化し、信頼性が高い。
- (5) 性能の安定性、保守の容易さに重点をおいて設計し、回路はすべてユニット交換方式になっている。

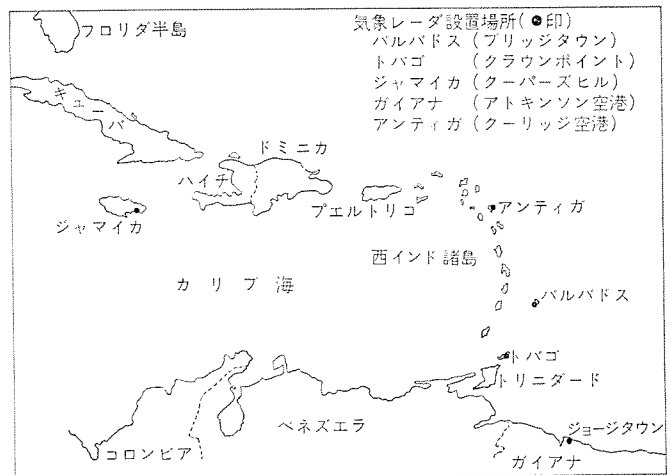


図 12.21 カリブ海地方気象レーダ網  
Weather radar stations in Caribbean sea area.

### 6.4 雷観測レーダ

電力事業の分野では電力供給のサービス向上、設備の効率的運用保全、ならびに作業の安全確保等の目的のため、雷の予測に大きな関心が寄せられていた。東京電力（株）と当社は、昭和 42 年度より共同で発雷の自動探知に関する開発研究を行なってきた。昭和 44 年度には予測精度と信頼度の向上を目指し、鋭意実験を継続したが、すでに雷による重大な事故ならびに障害を防止する実績を納めた。

さらに観測情報を伝送する専用の信号伝送装置を設置して、情報伝達の迅速化および円滑化を計っている。また予測の結果から、警報の文言を自動的に作成して放送する装置の実用化研究も進みつつある。当社も共同でこれらの研究開発にあたっている。本装置による発雷の発見率は 90 % 以上で、ほとんどの雷雲を発雷前にとらえており、さらにその予測時間は 20 分以上が 70 % 以上となっており、早期警報による応動体制への移行が余裕をもって実施できることが確認できた。

システムを構成する機器は、大別すれば通常の気象レーダ装置と、レーダ信号を処理自動予測するアナログ、およびデジタル処理装置、情報を表示するための表示装置に分かれる。また、表示装置には高輝度表示装置が含まれる。これは、明るい室内で観測するために開発したものである。このシステムの諸元は次のとおりである。

空中線直径	3 m $\phi$ ,	最大演算距離	半径 150 km
送信周波数	5,300 MHz,	情報更新時間	約 3.5 分



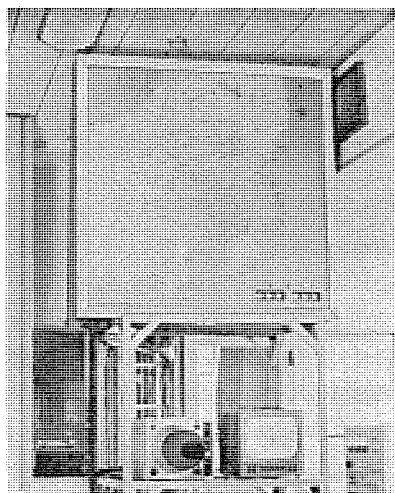


図 12.22 雷 観 盤  
Warning map of thunderstorm.

送信電力 60 kW, 情報内容 発生, 継続, 消滅  
送信パルス幅 1  $\mu$ s, 発生高度, 地域

## 7. テレビジョン機器

### 7.1 産業用テレビジョン装置

近年, 特に企業の合理化, 安全対策その他に産業用 テレビジョン 装置 (ITV) の利用度が高まりつつある。この大きな理由は, 企業の合理化熱が高まったことも大きな一因であるが, 装置の半導体化による小形軽量化, 信頼性の向上によるところが大きい。当社においては, 昭和 41 年度に国内では初めて耐環境性に重点を置いて設計したオールシリコントランジスタの IT-T3 形, IT-T5 形 カメラを開発し, 発電所の炉内監視, 水面計監視, 製鉄所関係の炉内および圧延工程の監視, その他屋外設置の用途など利用範囲を一段と拡張してきた。

昭和 44 年度は, これらの高耐久形カメラに加えて多数の新技术を開発してきたが, その中で特筆すべきものは ITV 信号の長距離伝送技術であろう。また電話線による テレビ 信号の伝送は, 従来の同軸ケーブル一本やりの観念を打ち破り, ITV の利用度を高めるものとして特記すべきものである。

電話線による テレビ 信号の伝送が可能になれば既設の線路が利用できるため, 伝送線路の布設の必要がなくなり, 特に長距離の伝送になるとコストの面から非常に有利である。当社においては, この電話線による テレビ 信号の伝送を実用化し, 昭和 44 年 5 月には首都高速道路公団の交通流監視用 ITV として納入し好結果を得ている。本装置は, 首都高速道路の浜崎 インターチェンジに設置した ITV カメラの信号を途中 1カ所に中継増幅器を置くことにより, 約 3.5 km 離れた中央管理事務所まで伝送している。

ビデオ信号用として, 既設の CPL 0.9 mmφ ケーブルを 1 対, カメラの制御用としてさらに 1 対の計 2 対を用いて, カメラの電源開閉はもとよりカメラのパンチルト, ズームレンズ操作, 前面ガラスのワイパ操作などすべてをまかなっている。カメラ操作用信号には長短パルス符号方式を採用し, これを FM 変調することにより電話のダイヤルパルス等, 外来ノイズの影響を軽減している。

また三重県企業庁に納入した長距離 ITV は, 同軸ケーブル (11C4

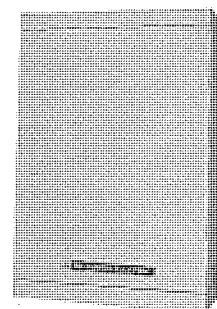
A) により約 8.5 km を無中継で伝送し好評を得ている。無人の宮川第一発電所の水車室, 発電機室, 配電盤室, 屋外変電所に設置された 4 台のカメラの映像信号を 8.5 km 離れた宮川第二発電所の配電盤室内で任意に選択監視することができ, 各カメラの電源開閉, ズームレンズ, 回転台操作が可能になっているほか, 水車室の異常音監視のための音声回線を有している。

本装置では, 映像信号 (FM), 制御信号 (長短パルス符号を FM 変調), 音声上下 2 回線 (FM), 電話 1 回線および既設の通信線搬送装置の信号をすべて周波数多重することにより同一ケーブル内に収容している。図 12.23 は本装置およびその設置状況を示す。

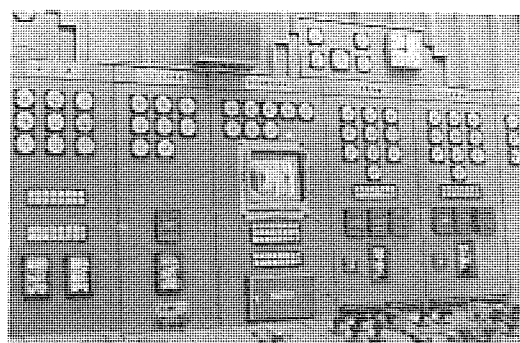
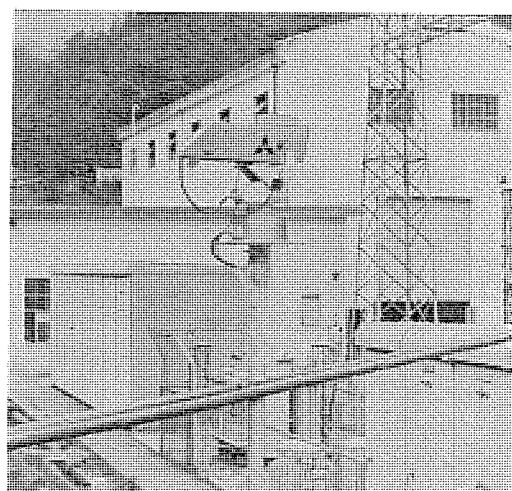
このように長距離 ITV は交通流監視, 発電設備その他の無人化の一助として今後とも大いに期待されるものである。ITV 信号の長距離伝送方式としては, 以上のような電話用対ケーブルおよび同軸ケーブルによるもののほかに, 800 MHz 帯および 18 GHz 帯の電波を用いる無線伝送方式がある。このうち 800 MHz 帯は狭帯域 ITV 伝送用として割当てられたものであり, また 18 GHz 帯は広帯域 ITV 伝送用として今後期待されるものである。当社では, ITV 信号の長



(a)  
送信装置



(b)  
受信装置



(c) カメラおよびモニタの設置状況

図 12.23 長距離伝送 ITV 装置  
Long haul television signal transmission equipment.

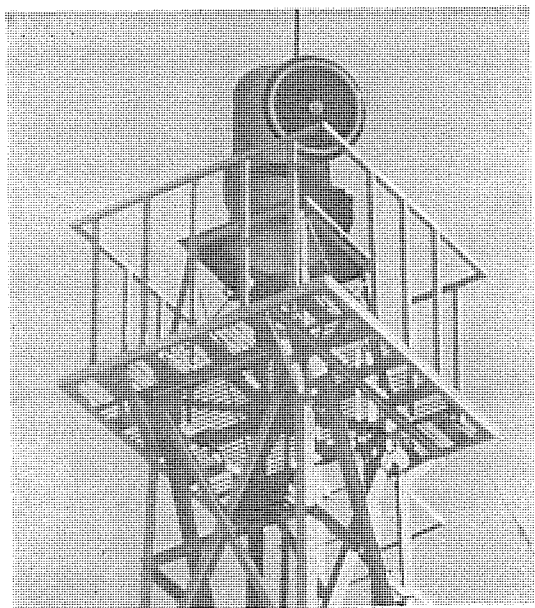


図 12.24 寒冷地用望楼監視 ITV 装置  
Watchtower television equipment for heavy snow district.

距離伝送システムの広範な需要にこたえるため、上記有線方式に加えて 2 章に記述しているように、800 MHz および 18 GHz 帯の ITV 信号伝送用送受信装置の開発も行なっている。

このほか、最近、消防用として望楼監視 ITV が普及しているが、北海道の江別市役所に納入した寒冷地向けの望楼監視 ITV 装置も特記すべきものの一つである。

図 12.24 に示すように、回転窓を備えたプラスチック製の回転ドーム内にカメラを納めているので、積雪時にもレンズの前面に雪が積ることなく常時監視を可能とすることができた。もちろん、プラスチックで形成した回転ドーム内にはヒータを備え、 $-20^{\circ}\text{C}$  においてもドーム内を  $0^{\circ}\text{C}$  以上に保つことができ、またカメラと制御器間はスリッリングで接続されているので、一方向の連続回転が可能になっている。本装置は昭和 43 年末に納入以来、一冬を経過したが良好に実動し好評を得ている。

また医学用としての X 線テレビジョンは実用期を迎え、病院には不可欠なものとして重要な位置を占めるようになったが、当社においてもビジコン方式、ラバンビコン※方式、イメージオルシコン方式等、各種方式の X 線テレビジョンを開発し、あらゆる需要に応じられる態勢をとってきた。

昭和 44 年度は、なかでもラバンビコン※方式のものの需要が急増し、生産台数もビジコン方式のものと同じ割合に近づいている。これはラバンビコンがビジコンの簡便さと、残像が少ないなどイメージオルシコンの特長をも兼ね備えており、心血管造影など動きの速い循環器系にも使用できるためと思われる。新製品としては、外科手術用の XT-155 形および医院向けとしての XT-10 形を開発したほか、島津製作所との協同研究の結果 X 線テレビの映像信号で照射線量を制御し、イメージアップの輝度を一定に保つ IBS 回路 (Image Brightness Stabilizer) を完成した。

本方式によれば直接線の影響を軽減でき、X 線の照射野が変化したときの感度補正を必要としない等、従来の方式に比べ多くの特長を持っており臨床的にも好結果を得ている。

また 10 月に東京で開催された国際放射線学会における展示会で※ フィリップ社の商標である。

は、各種の X 線テレビを展示すると同時に多くの病院のご協力により VTR に録画した、各種の臨床例の再生像を会場に流し参加者の注目を引いた。

## 7.2 ビデオテープレコーダ (VTR)

VTR は記録媒体に磁気テープを使用しているので即時性があり、何回でも (数百回) 記録、再生できるという経済性から、最近では放送局のみならず ITV と組み合わせて各種の研究、動作分析、娯楽等、また医療用では X 線テレビジョン装置の透視像を記録再生し、症状の適確な診断にと種々の用途に使われるようになった。当社では工業用、医療用等の高度な性能を要求する分野に利用しうる VTR として、VT-900 形を発売した。

本機は、保守の簡易化、高性能化、使いやすさをとくに考慮した。VTR で最も摩耗の大きい部分は回転磁気ヘッドであって、通常の使用で 1,000 時間程度で交換を必要とするが、本機は回転 1 ヘッド方式を採用したので磁気ヘッドの交換がきわめて容易である。また映像信号は両側波 FM 方式で記録しており、標準テレビジョン方式では水平解像度 420 本、S/N 42 dB 以上と余裕十分である。磁気テープは 25.4 mm 幅で、大径の EIA 267 mm リールに標準 1,100 m 巻き、1 時間 30 分の長時間記録を作ることができる。また回転ヘッド回りのテープガイドを可動とし、テープの装着が簡単に行なわれるよう考慮してある。

さらに特筆すべきは記録個所を自動的に検索しうるようにしたことである。(VS-9 形オートサーチ使用の場合) 従来記録した個所の検索はテープカウンタを目視し、目的とする数値になるまで早送り、もしくは巻き戻しを行なう手動方式であった。ところがこれは VTR に付ききりという不便のうえに、カウンタのリセットを忘れないよう常に注意を必要とした。本機は記録時にアドレスを記録しておけば、再生時には自動的にこのアドレスを検索するので正確かつ迅速に目的の個所を再生しうる。これらは医療関係では X 線テレビジョン装置と組み合わせて用い、フィルム NO. と磁気テープに録画した X 線透視像 NO. を対応させて記録し、診断に非常に便利であると好評を博している。また任意のアドレス区間を繰り返し再生することができる機能もあり、作業、スポーツ等の訓練等に有効に利用され、また展示等においては人手を省くことができる。

これらのアドレスの検索は再生時はもちろん、早送り、巻き戻しと記録時のテープ速度とまったく異なるスピードでテープが送られても、また記録時とは逆方向にテープが送られても検索可能とする必要があり、さらにアドレス (39 番地まで) を記録するトラックのテープ利用

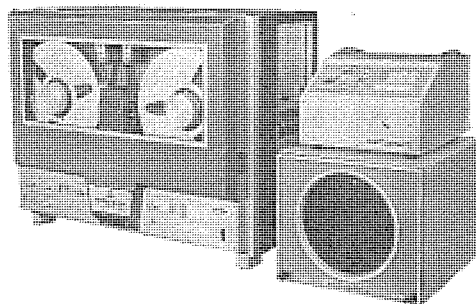


図 12.25 VT-900 形 VTR, VS-9 形オートサーチユニット  
および XTV 用 12 形専用受像機  
Type VT-900 video tape recorder, type VS-9 auto-search unit & 12 in. XTV monitor.

率からみてできるだけ少なくする必要がある、一本の磁気トラックにアドレス信号、リセット信号、読み出し信号を記録する特殊な記録方式を採用した。

## 8. 放送機器

テレビジョン放送機器の分野における IC 化の現状について、概要を報告する。

### 8.1 IC 化テレビジョンサテライト装置

TV 電波はその性質上、山間へき地にとどきにくく、また放送の U ターンにより難視地域が増加することは周知のことである。IC 化テレビジョンサテライト装置は、難視対策の一環として行なわれる中継局の置局経済効率を高め、少ない経費でより多くのサービスエリアを確保することを重点目標として開発した。そのためには、

- (1) 装置の信頼度向上のための IC 化
- (2) 保守、運用の合理化のための標準化
- (3) 小形軽量化による建設、運搬コストの低減
- (4) 生産技術の管理による製品の均一化

を設計、製造の指針とした。

この装置は NHK 技術本部および総合技研各位の指導により開発したもので、実用化試作機は 44 年 3 月より運用しており、本作機は 44 年 9 月より建設、運用を開始している。

装置は、UHF 1W 送信部、VHF 0.1W 送信部、UHF 受信部、VHF 受信部、映像音声比自動等化器の五つのユニットからなり、その組み合わせにより、送受信波が UHF の場合も VHF の場合にも使用できる。この装置を従来の相当品と比較すると、活性素子の数は約 1/2、その他の部品数は 1/3 以下、大きさおよび重量は約 1/4 であり、消費電力も約 1/3 となった。

IC は、周波数、出力の点から既製品で使用できるものがないため、このサテライト装置用として新たに 4 種類の IC を開発した。この IC は、アルミ基板を使用した厚膜混成集積回路で、周波数は VHF 帯まで、出力は 1W まで使用できるものとした。UHF 送信部は、当社製シリコントランジスタ 2SC976、2SC977 を使用して主要部分の広帯域化を計ることにより、従来 UHF 帯では考えられなかった共通予備を可能とした。この装置は、上記五つのユニットのほか入出力フィルタ、安定化電源、避雷器とともに簡易きょう(筐)体に収容されるよう設計されている。

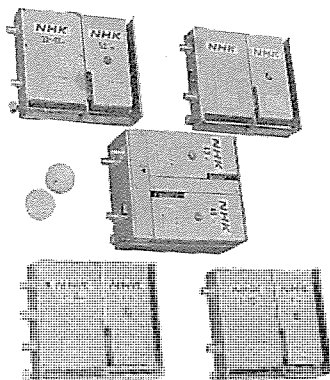


図 12.26 IC 化サテライト装置  
IC TV translator.

### 8.2 IC 化ビデオ機器

NHK 技術本部演奏設備部におけるビデオ機器 IC 化検討の一環として、IC 化カラーコーダおよび IC 化カラー同期信号発生器を開発し納入した。IC 化検討のねらいはテレビのカラー化と高品質のサービスにともない、IC 放送局側の設備はますます高性能多機能化の方向へ進むが、IC 化設計を行なうことにより小形化高信頼度化無調整化を行ない、これらの問題点を合理的に解決してゆこうということにある。

#### 8.2.1 IC 化カラーコーダ

今回開発した IC 化カラーコーダの特長

- (1) 徹底的な IC 化設計を実施した。この結果 IC 化のむずかしいこの種機器で異例の IC 化率約 75% を得た。
- (2) IC 化設計による小形化高信頼性メリットを生かし、各種カラー機器と組み合わせ使用できるようはん用性のある構成とした。
- (3) 従来の単一機能の機器に比べ体積で約 1/2 になった。

本機に使用の IC については、高レベルビデオ回路用は混成膜 IC を新規開発した。ロジック部分は当社製半導体 IC を使用した。本機的主要諸元は、寸法：480×50×260、仕様：NTSC 標準方式(性能は NHK 標準仕様を満足している)、適合カラー機器：4V カメラ、3V カメラ、FSS、カラーバー等。



図 12.27 IC 化カラーコーダ  
IC color encoder.

#### 8.2.2 IC 化カラー同期信号発生器

今回開発した IC 化カラー同期信号発生器の特長

- (1) IC 化設計の方法としてできるかぎりデジタル化を行なった。とくに位相決定部分は、デジタルディレイによる制御方式を採用し完全に IC 化し、小形化安定化無調整化した。
- (2) IC 化設計による小形化高信頼性メリットを生かし、カラー、モノクロどちらにも適した使いやすき構成とした。
- (3) 従来機器に比べ多機能化したにもかかわらず体積で約 1/4 になった。本機に使用の IC についてはデジタルディレイ回路の IC のうち一部高速度動作のものと多機能動作のものを除いて、他は当社製半導体 IC を使用した。高レベルビデオ回路用は、IC 化カラーコーダで開発した混成膜 IC を使用した。

本機的主要諸元は、寸法：480×50×260、仕様：ガンロック機能(ファストロックとスローロック切替可能)とカラーロック機能内蔵(性能は NHK 標準仕様を満足している)。

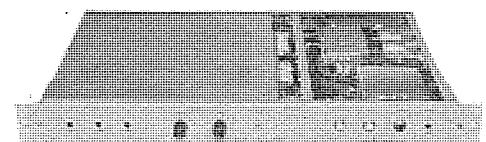


図 12.28 IC 化カラー同期信号発生器  
IC color synchronous generator.

### 8.3 衛星積載機器研究用 SHF 帯トランスポンダ

この SHF 帯トランスポンダは、NHK 総合技術研究所における衛星

システムの開発研究のために製作、納入した。

機器はとくに小形軽量 (寸法 183×143×120 mm, 重量 2.5 kg), 低消費電力 (4.0 W) の特長を有しており, そのために当社独自の開発になる超小形マイクロ波部品および集積回路を多く用いている。構成はヘテロダイン変換増幅方式をとり, 70 MHz IF 部は一部を除きすべて IC 化し, FM テレビジョン信号伝送が可能である。

おもな性能諸元は, 入力周波数 6 GHz 帯, 出力周波数 4 GHz 帯, 変換利得 80 dB (最大) である。また本装置は納入後, 客先での宇宙環境試験の一環として低高温真空試験 ( $5.8 \times 10^{-6}$  torr, 1 torr = 1/760 mmHg) を実施した結果, 良好な動作が確認された。装置外観を図 12. 29 に示す。

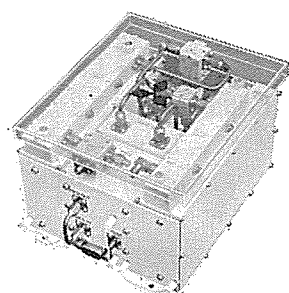


図 12. 29 衛星積載機器研究用  
SHF 帯 トランスポンダ  
SHF band 6 GHz-4 GHz  
transponder unit.

## 9. 自動制御用機器

従来電子部門が担当してきた自動制御機器は, 当社の得意とする大形アンテナの指令管制, 駆動制御を中心として発展してきた。

指令管制装置としては, 最近は単にアンテナ指向方向の指令管制という機能にとどまらず, ステーション内各機器の状態, 性能の監視と制御, さらに状態に応じた管制の役割を行なう中枢的機能を行なわせることが要求されつつある。またアンテナの大形化, ミリ波化により放射ビームは尖鋭となり, これに従いアンテナ指向精度の要求がきびしくなり, またアンテナの大形化は風圧外乱の増加と機械共振周波数の低下を招くため, 駆動制御装置の性能もさらに高度なものが要求される。また, 信頼性が高く, 安定で保守運用の容易なものが求められている。

このようななりゆきの中で昭和 44 年度も大形アンテナの指令管制, 駆動制御装置を中心とした自動制御用機器が続々と完成し, その成果の概要は次に述べるとおりであるが, これらの技術は計算機を中心とした大形プラントの制御, また高精度のサーボ機構を必要とするあらゆる分野に応用できるものであり, 将来は単に大形アンテナの指令管制, 駆動制御にとどまらず広くこれらの技術を活用した自動制御機器へと進出する所存である。

### 9.1 指令制御装置

昭和 44 年度は国際電信電話 (株) 山口衛星通信所向けに納入した装置をはじめとして, オーストラリアのカーナボンおよびセデュナ両地球局向けに, 衛星通信アンテナ用の指令制御装置を完成した。本装置は, 大形アンテナ制御の分野で従来から蓄積してきた経験, 技術を十分活用して設計製作し, 前述のきびしい要求事項を満足するとともに使用した論理素子もすべて集積回路化し, 信頼性を高めている。

### 9.2 駆動装置

オーストラリア向け 2 台, コロンビア向け 1 台, マレーシア向け 1 台, いず

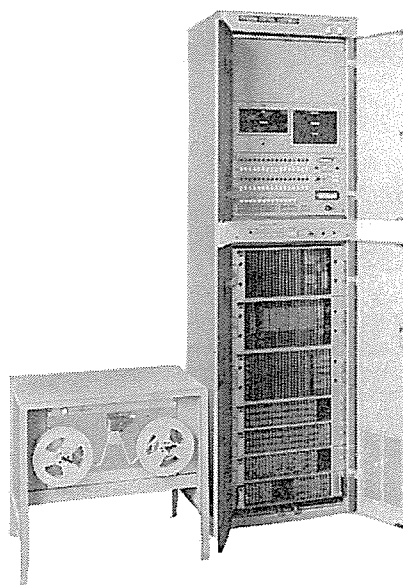


図 12. 30 オーストラリア OTC 納め 衛星通信 アンテナ 用  
指令制御装置

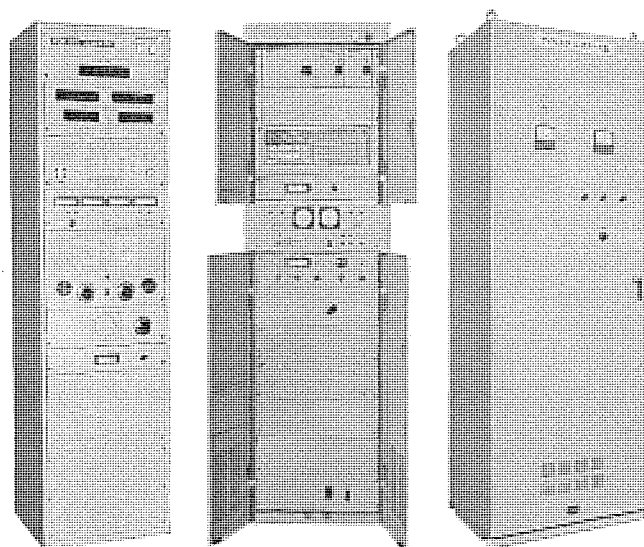
Program control equipment for 30 mφ satellite communication antenna delivered to the overseas telecommunications commission of Australia.

れも直径 30 m 級のパラボラアンテナ駆動装置を完成したが, これらの駆動装置に共通な特長は,

(1) 従来の大形アンテナ駆動に用いられてきた油圧駆動にかわってサイリスタレオナードによる電気駆動方式を採用し, 信頼性, 保守性の面で大きな向上がなされた。

(2) 各軸を 2 個の直流電動機で駆動する当社独自の完全アンチバックラッシュ方式を採用し, 強風時でも角度精度は 5/1,000 度以下のきわめて高精度な制御が可能となった。(特許申請中)

(3) 上述の Dual Drive を有効に利用して, 風圧外乱による角度誤差が減少するとともに, 速度範囲も 2,000 : 1 以上のきわめて広範囲まで円滑な駆動が可能となった。



(a) アンテナ制御監視装置 (b) アンテナ制御増幅装置 (c) サイリスタ装置

図 12. 31 コロンビア電気通信省納め 32 mφ 衛星通信  
アンテナ用駆動制御装置

Drive and control equipment for 32 mφ satellite communication antenna delivered to La Empresa Nacional de Communication, Colombia.



## 10. 国際印刷電信用端局装置

### 10.1 ARQ 装置

この装置は、毎年東南アジアをはじめ各国向けに継続的に輸出されており、昭和44年度もすでに韓国、タイ国等に向けて出荷されているが、昭和44年はさらにこれまでのマーケットシェア拡大の努力が実り、クエート国の新通信センタの新設に伴う国際電信調整室設備一式の受注に成功した。この国は古くから欧州メーカの地盤であり、今回の入札においてもしのぎを削る激しさを展開して海外強豪メーカーを抑え得たのは、この装置のもつ優秀さ、特にIC(集積回路)技術を縦横に駆使した数々の特長が、この国のきびしい環境条件の下にも十分適合するものと認められたためである。受注はターンキーベースであり、機器の供給以外に据付、調整、保守員のトレーニングまで含まれている。受注機器の概容は次のとおりである。

ARQ 装置	72 チャンネル
回線切換架	14 架
リレー 架	3 架
集中監視席	1 式
試験席	1 式
測定機器	14 台
電話交換機	50 回線
据付、調整、研修	1 式

### 10.2 符号変換装置

この装置は国内6単位系加入者と国際5単位系加入者との相互接続用の変換装置であり、昭和43年に国際加入電信のトラフィック量の増加に対処すべく、全IC化によって完成納入をみたものであるが、昭和44年も引きつづき2台が増設用として出荷された。

このほか、国内電報中継網(6単位系)を通して発せられる国際電報を、国際的な取決めに基づく電報形式に変換するための装置もARQ等と同一思想の下に全面的にICを導入し、目下製作中であり近々完成をみる予定である。

## 11. 静止形電源装置

44年度の特記事項としては、つぎのものをあげることができる。

(1) すでに標準化を行なったSSI形インバータのオプションユニットに、新しく周波数精度 $\pm 0.001\%$ の水晶発振器ユニットを追加し用途の拡大を計った。

(2) 43年度に開発したトランジスタ式高周波チョップの実用化を行なった。

(3) インバータの並列運転の実用化を行なった。

このうちトランジスタ式高周波チョップは、小形・高効率で、かつ過渡応答特性のすぐれたDC-DCコンバータであるため、この特長を生

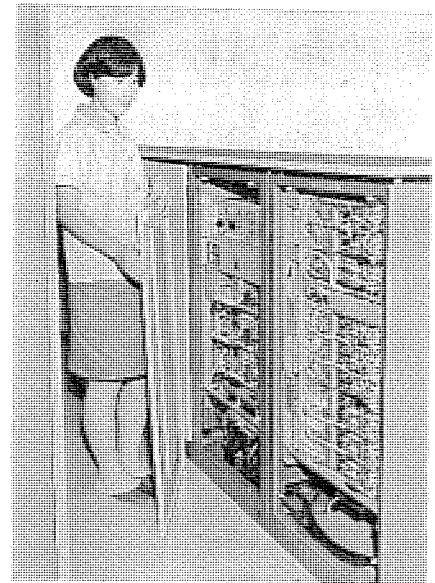


図 12.32 電子計算機用電源装置  
出力容量 +5V 100A/40V 6.5A/+12V 25A/  
-12V 15A/-5V 15A

Power supply for computer.  
Output power +5V 100A/40V 6.5A/+12V 25A/  
-12V 15A/-5V 15A

かした一実例として発電所のステーションバッテリーの電圧変換を行なうとともに、電源の性質を改善して計装用機器の電源に使用したほか、特にロジック回路等の低電圧で良質の電圧に変換する用途に使用した。

さらに特異な用途として商用電源を単に整流し、次段にこのインバータを接続して、きわめて小形・高性能の整流安定化電源にすることも可能であり、この方式を当社の新形電子計算機に使用し、電源部を従来の1/2以下に小形化するとともに保守性を良くすることができた。

一般に電源以外の電子機器は、種々の集積回路によって小形化される傾向にある実状からみて、この種の小形化可能な電源装置の需要は、今後大きく延びるものと期待できる。

3項のインバータの並列運転方式の開発の目的は、

(1) 冗長度系による信頼度の向上

(2) 出力容量の大形化

の二つである。信頼度の向上を目的とした並列運転では一方が何らかの故障により運転不可能になった場合、他の健全な側に何らの影響を与えることなく故障側を切りはなし、負荷に連続して安定な電力を供給する必要がある。このために特殊な故障検出回路と故障復帰後、再並列運転を行なうための制御機構を開発し実用化した。またこの方式は、容量upを目的とした用途にも実施でき、インバータが各システムの中で重要な部分に使われつつある現状から、きわめて利用価値が大きいものである。

図 12.32 は上記電子計算機用電源装置の一実施例である。

## 13. 電子計算機

### Electronic Computers

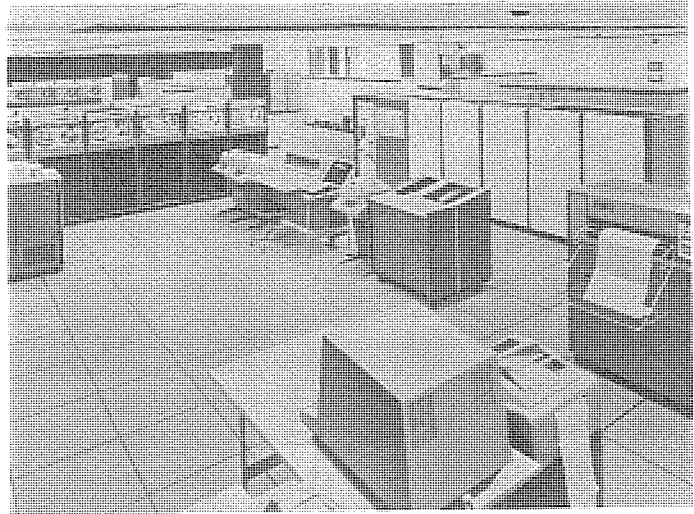


図 13.1 MELCOM-7000 システム  
Digital computer system MELCOM-7000.

1969 年は、人類が月に第一歩を印した永遠に記念さるべき年であるが、この輝かしい成功が、電子計算機技術の偉大な発展に大きくささえられたことは万人の認めるところであろう。

電子計算機はごく近い将来、規模においても自動車産業をしのぐであろうといわれる“情報産業”の中核体として、急速かつ巨大な躍進をとげつつあるが、当社のこの分野における進展もまた著しいものがあつた。

高い信頼性と総合的な処理能力を発揮する、はん用電子計算機 MELCOM-3100 システムは、充実した経営情報システムとして、豊富なソフトウェアの威力を発揮しつつ、順調な受注、納入を続けている。広範なプロセスの制御には当社の持つ総合力をいかに発揮して、電力、鉄鋼、化学工業などにすでに定評を得た MELCOM-350 システムが、グループ 30 にさらにグループ 5 を加えてめざましい躍進をとげつつある。

MELCOM-1600 システムは国鉄郡山操車場 YAC システムなどにおけるオンライン・トータルシステムの実現をもたらしたが、その後継機種である MELCOM-9100 システムは、操車場、空港等のトータルシステムへの実績を継承するとともに、そのすぐれた科学技術計算能力とタイムシェアリング機能を生かし、各種のデータ収集、解析を行なう研究所システムを開発、ガスクロマトグラフの解析等にすぐれた業績をあげた。

小形電子計算機の分野で、米国製品との競合にうち勝って独自の地歩を築き上げた MELCOM-80 シリーズは、モデル 81 および 82 に加えて、さらにいっそう広範な用途に適合させるためより高度の機能を備えた MELCOM-83 を開発し、多数の受注を得て順調な納入を続けている。1969 年 10 月 英国 ロンドンにおいて開催された。BEE ショウには、MELCOM-83 を主力とした出品を行ない、その独特の機能と高い信頼性、および設置場所のいかに問わない耐環境性などが注目をあび、英国はもちろん欧米各国よりの商談もきわめて活発となってきている。

当社は、かねて大形の電子計算機に対する需要の増大に対処する方策を検討中であつたが、長期にわたる検討の結果、米国の電子計算機部門において、そのすぐれた機能と高度のソフトウェアによって、絶賛を浴びている。SIGMA シリーズの国産化に踏み切ることに決定

し、米国 XDS 社との技術提携を行なうことになった。Xerox Data Systems 社は、事務機械の分野において盛名を博している Xerox Corporation と、タイムシェアリングの分野を開拓した NINE(9) シリーズコンピュータに続く、SIGMA シリーズによって IBM CDC にきつ(拮)抗する輝かしい業績をあげてきた SDS 社 (Scientific Data Systems) との合併により、1969 年その発足をみ、米国電算機業界に一つのセッションを呼び起こした会社である。XDS 社は、すでにフランスの電子計算機国策会社である CII 社と提携関係にあり、これによって、日、米、仏、三国間の提携が実現されたわけで、今後、生産ラインの自動化、公害管理、自動化倉庫など急速に需要の増大しつつある産業用電子計算機システムの分野で、大形電子計算機への進出を図った当社の伸展が大きくクローズアップされることであろう。

SIGMA シリーズの国産化は長期にわたる準備段階を経ているので急ピッチで進められており、MELCOM-7000 シリーズとして 1970 年後半には納入が開始される見通しである。

電子計算機の部門で、最近特にその重要性が認識されてきたのは、すぐれた周辺機器および端末機器の開発、実用化である。この分野においても昭和 44 年に発売を開始した、磁気ディスク装置、データ収集装置につづき、画期的な性能と価格によって注目を浴びた、七色のカラー表示が可能なカラーキャラクタディスプレイをはじめとし、白黒方式のキャラクタディスプレイ、さらには電気式駆動方式を採用した磁気ディスク駆動装置、(DISK PACK DRIVE)、グラフィックディスプレイ、テープリード、パンチおよびマークシートリーダなどを開発した。これらは昭和 44 年 8 月に東京晴海で開催されたコンピュータショウ、10 月に大阪で開催された、エレクトロニクスショウなどに出品されて多大の関心呼び好評裡に発売を開始しているが、さらにより使いやすい各種のマニマシンインタフェースの改善に寄与する機器の開発が続けられている。

ビル施設などの受変電、空調設備や食品工業におけるブレンディングあるいは各種工業プロセスの監視制御ならびにデータ処理には、MELDAP-8000 が昭和 44 年も順調な受注と実績を続けている。またいよいよ高度化する船舶のオートメーションについては、MELDAP-1300 および MELDAP-1100 が、その高い信頼性と永年にわたる豊富な経験により輸出船、国内船を含めて 40 隻に及ぶ受注納入をみている。

この部門で特記すべきことは、そのすぐれた性能と信頼性が、本邦においてはじめて、日本海事協会(NK)およびロイド船級協会(LR)の検定に合格したことにより文字どおり実証されたことである。

以上昭和44年における当社電子計算機部門の業績について概説したが、詳細については本文の各項にゆずることにしたい。なお電子計算機技術の一応用分野とも解せられるが、最近急速な進展を遂げつつある“工作機械数値制御装置”については、第6章工業用電機品の項を参照せられたい。

## 1. MELCOM-3100 システムモデル 20, 40

今日は情報の時代といわれる。組織の複雑化、広域化にともなって急増する情報をいかに迅速にしかも適切に処理し活用するかが企業の生命を制する重要な課題となりつつある。

図13.2に示すMELCOM-3100システムモデル20, 40は、いわゆるMISで代表されるこの時代の要求にこたえるべく開発された最新のはん用電子計算機システムで、モニタ集積回路と高速コアメモリの採用、さらに磁気ディスク記憶装置とそれを有効に利用する高度な管理用ソフトウェアの実現によってきわめて高い信頼性と総合処理能力を発揮する。

ソフトウェアの基本となるオペレーティングシステムはMARK-I, MARK-IIおよびMARK-IIIの3系列からなっている。前2者はそれぞれモデル20, 40に適用されるテープオペレーティングシステム、MARK-IIIは両モデルに使用されるディスクオペレーティングシステムで、計算機システムの使用目的、規模に応じて柔軟な適合が図れるように考慮されている。特にMARK-IIIはMIS実現の必須条件である“高度のファイル管理機能”、“プログラムライブラリ管理機能”および“計算処理と入出力処理、さらには端末からの実時間問合わせ応答などの多重処理機能”を備えており、たとえば従来の生産管理、販売管理等を個々に処理するシステムから、相互に関連するデータを共通ファイルとして総合的に統轄管理する、いわゆる情報集中管理システムの発展を可能にしている。

MELCOM-3100システムシリーズはモデル10, 30を含めすでに約70台の受注実績をもち、諸種の応用ソフトウェアの充実とあいまってデータ処理の合理化にすぐれた能力を発揮しつつある。

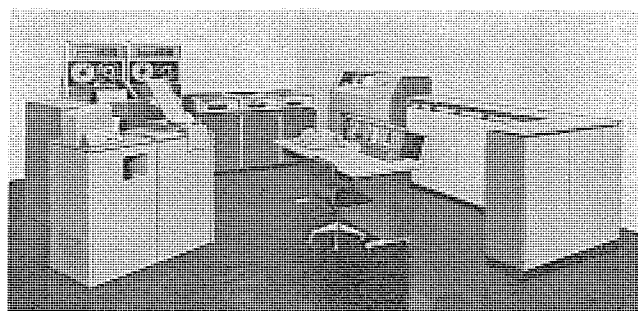


図 13.2 MELCOM-3100 システムモデル 40  
Digital computer system MELCOM-3100 model 40.

## 2. MELCOM-9100 システムグループ 30

昭和43年3月にその1号機を納入して以来、昭和43年に引き続き、昭和44年も好調の出足を続けた。この間に開拓した新しい応用分野は、主として化学、原子力関係を主体とする研究所システムで

あり、実験データの収集・解析・報告書編集と、バッチ処理およびオンラインターミナル処理の技術計算を同時処理する、タイムシェアリングシステムである。この新応用分野に対応して多数の新技術、および新しい機器類が、MELCOM-9100-30のレパートリーに加えられた。

### (1) 計算機利用技術(ソフトウェア)の進歩

次のような新技術が完成された。

#### (a) フォートラン、アセンブラ等のターミナルよりの使用

タイプライタを中心とする、8ターミナル程度の小規模タイムシェアリングシステムであり、大規模TSSとは別の新しい分野として発展が期待される。このTSSのための、コマンドインタプリタ、フォートラン、アセンブラ等が開発された。

#### (b) 化学分析技術

ガスクロマトグラフを主とする分析用プログラムが完成し、タイムシェアリングシステムの中に組み入れられた。

#### (c) オンライン事故報告ルーチンの完備

プログラムエラー、ハードエラー等の事故記録は、MELCOM 9100-30の特長点の一つであるが、オンライン運転中にこの機能を十分に活用するソフトウェアのバックアップが完備した。これ等の事故診断機能は今後大いにその真価を発揮するであろう。

### (2) 計算機機器類(ハードウェア)の進歩

次のような機器が新たに開発された。

#### (a) キャラクタディスプレイ

タイムシェアリングシステムの普及に伴って、ターミナル機器の重要度はますます高まっているが、この目的でC-2315コントローラおよびM-315(白黒)・M-316(カラー)のターミナルディスプレイを開発した。おもな特長は、一般のITVモニタテレビ、家庭用カラーテレビ等を接続せしめることが可能で、容易に多数の場所に同時表示が安価に得られること、中継器・分配器等を含めITVの関連機器、保守設備がそのまま利用可能であること等強力な普及力を発揮し得る点である。

#### (b) 計測信号の高速収集システム

固定利得のシーケンシャルスキャン、可変利得のランダムスキャン、固定点の反復高速変換等の多彩の能力を持つ、固体回路の高速スキャナ、直流増幅器、AD変換器を開発、研究所の自動化に強力な機器を加えた。これは最高約30,000点毎秒の高速データ変換収集、12段の多段利得自動切換え、128点の多点スキャン、絶縁増幅器による高コモンモード拒否能力と絶縁耐圧を可能とし、10 $\mu$ V以下の高分解能を有するものである。

#### (c) 外部ファイル類の強化

MELCOM 9100-30当初よりの大容量磁気ドラムファイルに加えて、磁気テープおよび磁気ディスクパックを開発し、ファイル容量を飛躍的に増大せしめた。

磁気テープは、800BPI, 9TK, 60kB/秒のユニットを標準とし(M-715), 800/556BPI, 7TKのユニット(M-725)を接続可能とした。

磁気ディスクパックは、IBM 2311コンパティブルのディスクパックに、固定セクタ方式、6,400kBのデータ容量を有するものである。

#### (d) 入出力機器の補完

300枚/分のカードリーダー(M-503), 250枚/分のカードパンチ(M-557), および525行/分のラインプリンタ(M-657), およびデータ回線用アダプタ(C-7850)を開発した。

### 3. MELCOM-9100 研究所システム

最近、プラントや研究所において、能率の向上、合理化のための電子計算機の利用が大きくクローズアップされてきている。

とくに計測機器のデータ自動収集ならびに解析を電子計算機により、複数台同時処理し、さらに各端末よりの技術計算も時分割(TSS)により同時に行なわせるシステムがトータルラボラトリーシステムとして注目をあびている。

このトータルラボラトリーシステムの一環として MELCOM-9100 シリーズ電子計算機により、化学研究所用として、バッチ処理、端末タイプライタからの技術計算ならびに分析機器のうち、とくに一般的に使用されているガスクロマトグラフのデータ自動収集・解析を行なうシステムを完成した。

MELCOM-9100/30 によるシステムが昭和 44 年 10 月、三菱化成工業(株)中央研究所に納入され、さらにガスクロマトグラフデータ自動収集解析専用システムが昭和 45 年 2 月(株)化成水島 水島工場に納入の予定である。

ソフトウェアは、オンライン処理とバッチ処理の併行処理オペレーティングシステムで、波形解析プログラムは 2 台のガスクロマトグラフを設置して長期にわたる実験を重ね開発したものである。

また、ガスクロマトグラフのアナログ出力は、10  $\mu$ V から 10 V までと広範囲であるため、入力増幅器の利得はプログラムにより自動切換えを行なって A-D 変換の精度を上げている。とくに低レベルの入力信号のノイズの除去についてはハードウェア、ソフトウェアとも特別の処置がとられている。さらに入力点のスキャンには半導体による高速アナログスキャナを開発し使用している。

ガスクロマトグラフデータ収集、解析にあたって電子計算機の処理内容は次のとおりである。

#### (1) データ自動収集

指定されたサンプリングレートによるデータの同時多重取り込みと入力増幅器利得の自動切換え。

#### (2) 定量分析

取り込まれたデータのピークの分離、判別、ピーク面積の計算ならびにベースラインドリフトの補正。

#### (3) 定性分析

各ピークのリテンションタイムの決定、成分名の識別ならびに各ピークの補正係数の決定。

#### (4) レポートの作成

指定された濃度計算法による濃度計算と結果の印字報告。

本システムのデータ収集部の概略仕様は下記のとおりである。

ADC	速度	約 30 $\mu$ s
	けた	2 進 10 けた (10 mV/ビット)
	精度	$\pm 0.1\%$ ( $\pm 1$ ビット)
利得切換		11 段自動
入力点数		最大 128 点
波形解析	スムージング	デジタルフィルタ
	最低検出感度	10 $\mu$ V
	ピーク分離	スキミング パーペンディキュラー

濃度計算 絶対検量線法、内部標準法、相対面積比較法、添加法  
レポート コメント (No. 日付など)、成分名、濃度、面積比、絶対

### 面積

アナログ入力波形解析の手法は、各種の計測機器入力に対しても広く応用できデータ収集システムとして各方面に利用しうるものである。

このため化学分野のトータルラボラトリーシステムとして、他の分析機器とくに質量分析装置、(M. S.)、核磁気共鳴分析装置(N. M. R.)、分光分析装置などのデータ処理について逐次その開発が進められている。

### 4. MELCOM 9100 システムグループ 5

MELCOM 9100-5 は、9100 シリーズの小形グループとして開発されたもので、オンラインリアルタイムシステムに要求される高い信頼度と、最新の技術による高性能を兼ね備えた、低価格計算機システムである。図 13.3 に基本構成の外観を示す。

開発に当たって特に考慮された点は、最小のハードウェアにより、パフォーマンス/コストを最高度に向上させること、信頼度、実動率を低下させる諸因子を徹底的に追求して、その排除につとめること、設計・製造工程に計算機を大幅に活用して高能率化をはかることなどであり、とくに大形機能カードの採用に伴い計算機による自動診断システムが導入されて、製造工程の高能率化に寄与している。

この計算機システムのおもな特長はつぎのとおりである。

#### (1) 小形、高信頼度

当社で開発された高信頼度モリシック IC と、広温度範囲コアメモリを使用して、コンポーネントレベルでの高信頼度化をはかり、さらに接触、接続箇所、配線数を最小化して高密度実装をはかるため、大形機能カード方式を採用した。これらはシステム信頼度を飛躍的に向上させており、さらに強力なセルフチェック機能とフェイルセーフ機構を完備して万全を期している。

#### (2) 高性能と使いやすさ

64 レベルにも及ぶ強力な優先割込み機能、16 個のインデックスカウンタにより多数のジョブの並行処理が可能であり、さらに多種多様のアドレス方式、ページ単位のメモリ保護機構などを備えている。

#### (3) 広はんな拡張性と豊富な入出力装置

入出力チャンネルとして、ダイレクトコントロールチャンネルと高速データチャンネル

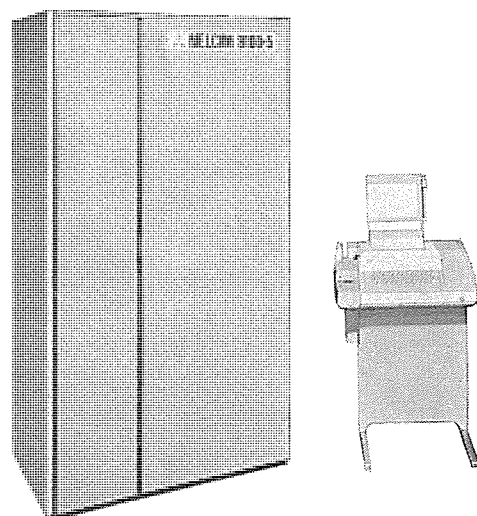


図 13.3 MELCOM-9100 システムグループ 5  
MELCOM-9100 system group 5.



備え融通性のある入出力構成が可能である。また各種の入出力装置は完全なモジュール構成になっており、小規模なシステムから、より大きなシステムへの拡張がビルディングブロック式に容易に行なえる。

#### (4) 完備したソフトウェア

各種の用途、機能にもっとも効果的に適用できるように4種類のスーパーバイザが用意されているのをはじめ、紙テープ、カードいずれもとありあつかえる、フォートランコンパイラ、アセンブラ、オンラインで使用できるユーティリティプログラム、倍精度、浮動小数点計算等を含む各種関数ルーチン、豊富な標準サポートプログラムなどを完備している。

この計算機のおもな仕様を次に示す。

#### (a) メモリモジュール

容量	2, 4, 8, 12, 16 kWD
語長	16ビット+パリティビット
サイクルタイム	2.5 $\mu$ s
関連機能	メモリ保護、パリティチェック、アドレスチェック、メモリフリーズ、モジュールシフトなど

#### (b) セントラルプロセッサ

演算方式	2進並列、負数は2の補数表現
命令	1アドレス方式、基本27種
アドレス方式	ページ、直接、間接アドレッシング
インデクシング	インデックスカウンタ16個による
割込み	64レベル64点、禁止可、不可の2種
関連機能	電源異常検知、不正命令チェックウォッチドッグタイマーオーバフローチェックなど

#### (c) 入出力チャンネル

ダイレクトコントロールチャンネルおよび高速データチャンネル

#### (d) 外部メモリ

磁気ディスク/ドラム 32 kWD または 64 kWD 最大4台

#### (e) パリフェラル入出力

システムタイプライタ、紙テープリーダー/パンチ、カードリーダー、ラインプリンタ、出力タイプライタなど

#### (f) プロセス入出力

ディジタル入出力、低速/高速アナログ入力、アナログ出力など

## 5. MELCOM-80 シリーズ小形電子計算機

中小企業の事務機械化は激烈な競争下における経営近代化の有力な武器として著しい進展を示している。これに対処する図13.4に示すMELCOM-83は43年に発表したMELCOM-81およびMELCOM-82よりさらにいっそう広はん用途に適合するように文字も処理可能とした小形電子計算機である。この機種追加によりユーザーがより適切な機種をMELCOM-80シリーズより選択できるようにした。MELCOM-83のおもな特長は次のとおりである。

#### (1) 外部記憶装置が接続可能

小形で経済的な10k語の磁気ディスク記憶装置を10台まで接続可能としたため情報のファイルができるようになった。

#### (2) ディスプレイの付加

ディスプレイの付加によりデータ入力の確認ができ、さらにCIA表示装置を接続すれば任意のメモリ内容のインクタイアリに応じうる。

#### (3) システムの拡張が容易

高速紙テープリーダーおよびパンチ、低速紙テープリーダーおよびパンチ、外部記憶装置、CIA表示装置が接続できるのでシステムの拡張、最適



図 13.4 MELCOM-83 小形電子計算機 リードパンチ付き  
MELCOM-83 small computer with high speed reader punch.

システムの選択が容易である。

#### (4) パフォーマンスコストが安い

機器自身の価格が安いこと、空調や特別な電源が不要であること、全IC化により信頼性が高いこと等によりパフォーマンスコストが安い。

#### MELCOM-83 基本仕様

##### (1) 入出力タイプライタ

文字キー	48キー4段シフト、ISO配列英カナコンビ
印字速度	20字/秒
活字間隔	10字/25.4mm (パイカサイズ)
印字幅	132文字/行

##### (2) データキーボード 12けたテンキー式

##### (3) 演算制御装置

演算方式	2進法10進法 1語=12けた+符号
演算素子	モノリシックIC
制御方式	ストアードプログラム 3アドレス方式

##### (4) 主記憶装置

磁気ディスク 500語/1,000語

アクセスタイム 10ms

##### (5) ディスプレイ 12けた+符号

##### (6) 紙テープリーダー 20字/秒 ISO 8単位コード

##### (7) 紙テープパンチ 20字/秒 ISO 8単位コード

##### (8) 付属装置

磁気ディスク装置	5,000語/10,000語
高速紙テープリーダー	200字/秒 ISO 8単位コード
紙テープリーダー	20字/秒 ISO 8単位コード
高速紙テープパンチ	150字/秒 ISO 8単位コード
紙テープパンチ	20字/秒 ISO 8単位コード

## 6. グラフィックディスプレイ

グラフィックディスプレイは電子計算機で処理された情報を文字および図形の形でブラウン管上に高速に表示するとともに、ライトペンやキーボードを使うことにより図形その他を計算機へ入力したり、修正・消去したりすることのできる入出力機器である。マンマシンコミュニケーションを効果的に行なう機器として、航空、交通管制、電力管制、自動設計、工場管理、科学解析、情報検索など広い応用分野がある。

当社は早くからこの開発を進め、航空交通管制の自動化システムのシミュレーションなどに使用してきたが、その後さらにハードウェアおよびソフトウェアを充実させたのでその概要を紹介する。

(1) MELCOM-9100 システム グループ 30 または MELCOM-350 システム グループ 30 に接続して使用され、その磁気ディスクを活用する。

(2) 人間から計算機への“話しかけ”はライトペンあるいはキーボードから計算機への割込み信号となって伝えられるが、グラフィックディスプレイはそのひん(頻)度の高いことが特長である。ソフトウェアとして、このような点に考慮の払われたオペレーティングシステムを開発した。

また、FORTRAN プログラムによって図形を構成したり、表示したり、プログラムとユーザの間のコミュニケーションを行なうためのグラフィックサブルーチン(計44種)の開発を行なった。

(3) コントローラは4k語のコアメモリを持ち、表示プログラムを毎秒約40フレームの速さでリフレッシュする。

(4) コントローラに対するコマンドは18種あり、バッファメモリの書き込み読み出し、フレームの起動・停止状態の取り寄せ設定などの制御を指示する。

(5) バッファメモリから読み出される表示オーダは画像の表示を行なわせるもの、バッファ読み出しの順序を制御するものなど計22種ある。

(6) コンソールはラインジェネレータ、キャラクタジェネレータ、ブラウン管スクリーン(画面サイズ:256×256mm)を持ち線を35μs/フルスケール、文字を8μs/字という高速で表示する。また入力器具としてライトペン、ファンクションスイッチ、A/Nキーボードを備えている。

図13.5に示す本装置は近い将来、航空交通管制の自動化システムに採用される予定であり、その他の分野においても使用技術の充実とともに急速な需要増加が期待される。



図 13.5 グラフィックディスプレイ  
Graphic display.

## 7. キャラクターディスプレイシステム

オンラインリアルタイムの電子計算機システムの利用技術が進み、人間と計算機間の情報交換に、従来のものより安価でフレキシブルなキャラクターディスプレイシステムの開発が要求されてきた。

この要求にこたえるべく開発されたのが図13.6に示す「三菱キャラクターディスプレイシステム」で、端末当たりの価格低減のためにリフレッシュメモリに小形磁気ディスクを、また表示装置に標準方式のテレビ受像機が接続できる新規な方式である。

また、人間の思考に便利のようにソフトウェア、ハードウェア双方に十分な考慮がされており、下記の特長がある。

(1) 7色のカラー(赤、緑、青、黄、シアン、マゼンタ、白)で項目ごとに色別表示できるので、人間の直感力が役立ち、会話が容易になる。

(2) 部分転送、部分表示を任意のアドレスにできるので、必要な表示部分のみCPUと情報交換ができ、また豊富な編集機能により、頁の更新、画面の編集が迅速にかつ容易にできる。

本装置は、キーボードを備えた端末のブラウン管表示装置と、12台の端末と計算機との間の情報交換をコントロールするディスプレイ制御装置よりなり、計算機からの情報は標準インタフェースを通して制御装置内の小形磁気ディスクに記憶される。

ディスプレイ制御部は、12端末を時分割処理しているが、各端末ごとに画面1行分の行レジスタを持っており、キーボードからのデータは行単位で編集され小形磁気ディスクに記憶される。

表示文字は磁気ディスクより行単位で読み出され、文字発生回路を通してビデオ信号に変換されて端末の各ブラウン管上に表示される。

磁気ディスクは回転体であり、端末の受像機との同期系の連系が問題となるが、ディスプレイ制御部内の自動周波数安定化回路の動作により、常に安定した画像が得られる。したがって、各端末の表示装置には、一般のモニタテレビが使用できる特長がある。

本装置では、端末2台単位で12台まで増設できるモジュール構成であり、経済的にシステム構成ができ、また増設も容易である。

本装置の主要性能は次のとおりである。

表示容量 640字(40字×16行)

表示種類 110文字(英数字、かな文字、特殊記号)

表示方式 ラスタスキャン方式(文字構成は5×7のドット)

カーソル ADVANCE, BACK, STEP, SCAN RIGHT(LEFT), UP(DOWN), HOME, CARRIAGE RETURN

編集機能 TYPE IN, CLEAR, ERASE, DELETE INSERT, ROLL UP (DOWN), TRANSMIT

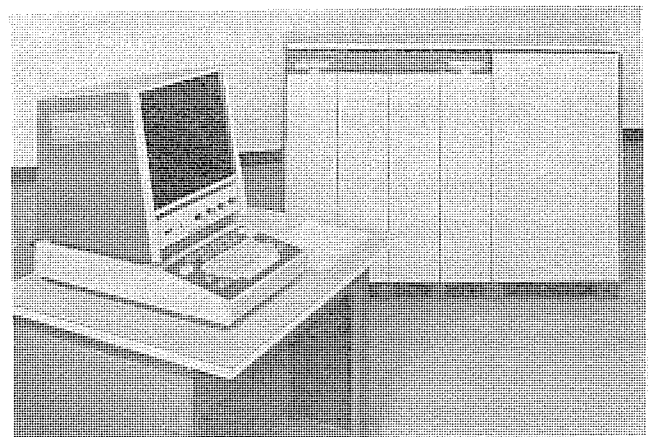


図 13.6 キャラクターディスプレイシステム  
Character display system.

## 8. M-834形 磁気ディスク駆動装置

当社では業界に先がけて固定ヘッド式小形高速ディスクメモリを製造販売してきたが、図13.7に示す交換形ディスク駆動装置の開発に成功し、発売を開始した。この装置は記憶媒体である磁気ディスクの取りはずし交換ができるのでオフラインでは無限に記憶容量を

ふやすことができる。磁気ヘッドは高速で任意のデータを直接アクセスできるので、磁気テープに比べ数十倍の速さで必要な情報を取り出すことができる。このようなすぐれた特性をもつので今後は磁気テープ記憶装置に代わって、電子計算機システムの外部メモリの王座につくことが約束されている。なお本機は業界の装置標準化のう勢にかんがみ IBM-2311、CDC-9463 等と完全な装置互換性をもたせた設計になっている。今後はさらに大容量化を進める。

本機の特長は次のとおりである。

- (1) 位置決め制御が電気式であるため取り扱いが簡単で使用温度範囲も広い。
- (2) 集積回路を使用しているため信頼度が高い。
- (3) 電源を内蔵しているので独立に試験ができる。
- (4) 自己診断回路を内蔵しているので故障発見が早い。
- (5) IBM-2311 とインタフェース条件が同一であるため装置互換性がある。

仕 様

記憶容量	7,250 k バイト (1 バイトは 8 ビット)
トラック 容量	3,625 バイト
トラック 数	200+3 予備トラック (1 面当たり)
記憶 ディスク 面	10 面 (パック 当たり)
ディスク 回転数	2,400 rpm
情報伝送速度	156 k バイト/s
アクセス 時間	最大 135 ms 最小 24 ms
電 源	AC 200 V 3 φ, 50/60 Hz
消費電力	1.1 kVA
寸 法	幅 610 × 奥行 920 × 高さ 1,050 mm
重 量	約 250 kg



図 13.7 M-834 形 磁気ディスク 駆動装置外観  
M-834 disk pack drive.

## 9. マークシートリーダ

オンラインリアルタイムシステムが脚光をあびてきて、データの入出力のための端末装置にも、より安価で、使いやすく、機能の高いものが要求されてきている。特に、今までの入力専用、または出力専用のものでなく、ターンアラウンドの可能な入出力端末が注目されてきている。

当社が開発したマークシートリーダは、マークセンス入力、タイフアウト出力の端末装置であり、標準の電信回線に接続して使用が可能なように考慮してある。データの記入はマーキングによるため、不特定多数の人

が容易に取り扱うことができ、能率もよい。同一シートに確認出力をとることもでき、出力専用にも使え、機能の割りに標準化がはかられていてコストも低廉である。この端末の特長は次のとおりである。

- (a) 記入は所定欄に鉛筆で記入するだけで (消ゴムでの消去可能) 原始データをダイレクトにインプットできる。
- (b) 操作が簡単で、誤りなく、能率よく行なえる。
- (c) ドキュメント様式の変更が容易で、同一端末で多種類のドキュメントのデータ送信受信ができる。
- (d) オンライン接続でデータの正しいことのチェック、データの確認および計算機からの追記事項の書込みなどができる。
- (e) 計算機からの追加書込み、その他により同一用紙を同一端末を用いて何度もターンアラウンドさせることができる。
- (f) 端末機器だけの単独動作チェック、すなわちローカルテストが可能で読取りと印字試験ができる。
- (g) 消耗部品がなく、使用部品は IC 化されており、長寿命で信頼性高く、小形化されている。

仕 様

読取り	鉛筆マークの反射光式
読取速度	200 行 相当
マーク 数	1 カラム 0~12, 1 フレームは 2 カラム 行数 40~50 程度、任意
印字速度	1,200 字/分
印字種類	かな、英数字計 128 種
プリマーク	計算機からの指定で可能
ローカルテスト	可能 (読取りを折返し印字)
誤り検出	垂直 パリティ と フォーマットチェック
誤り訂正	再送要求

図 13.8 はマークシートリーダの外観写真である。



図 13.8 マークシートリーダ  
Mark sheet reader.

## 10. PCCS か (稼) 動率向上のための バックアップ装置

計算機制御に要求される機能が複雑化、高級化するにつれ、制御用計算機の信頼性に対する要求は、ますます、きびしいものになってきている。特に、DDC に適用する場合は計算機の故障停止がプロセス運転の停止に直結するので、最近では、システムのか動率向上をはかるために、計算機 2 台の相互バックアップを行なう方式が漸増してきている。

単一システムの故障率を $\lambda$ 、修理率を $\mu$ とすると、この装置のか動率 $A_1$ は

$$A_1 = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$$

となり、2台の相互バックアップを行なう場合、各システムが上記と同様の $\lambda$ 、 $\mu$ であると単一修理形式の場合のか動率 $A_{21}$ は

$$A_{21} = \frac{\mu^2 + 2\lambda\mu}{\mu^2 + 2\lambda\mu + 2\lambda^2}$$

多重修理形式の場合のか動率 $A_{22}$ は

$$A_{22} = \frac{\mu^2 + 2\lambda\mu}{(\lambda + \mu)^2}$$

となるが、実際には、相互バックアップを行なうための余分の装置が必要となり、上に示したか動率算式よりやや低くなる。

MELCOM 350-5 を利用した DDC の実施にあたり、バックアップシステムを構成したので簡単に報告する。

バックアップシステムを設計するにあたり、次のことを考慮の基点においた。

(a) バックアップのために単一システム2台分より余分に必要となる装置は簡単で素子が少なく、信頼度の高いものであること(切換装置の高信頼性)

(b) 制御対象プロセス、アプリケーションプログラムシステムの特性を十分、配慮したものであること。

(c) 故障したシステムの切換装置からの切離し、そう入が、か動システムに影響を与えずにできること。

(d) バックアップ計算機への切換時における過渡状態がプロセスにじょうらんを与えないこと。

(a)の切換装置の高信頼性のために、論理構成を単純な ANDOR にし、どちらのシステムがオンラインか動中であることを指示する部分は、三重構成にし、多数決論理によるチェック機構を設けて、高信頼性をはかった。

対象プロセスを連続プロセスとバッチプロセスに分けると、連続プロセスの運転がプロセス値のフィードバックを入力情報として受取ることによって、実施されており、情報が連続的に変化しているので、2台のシステムのプログラムの同期が厳密に、はかられていなくとも、バックアップシステムの切換えが、スムーズにいき、自動切換えが容易に行なえる。

一方、バッチプロセスの場合は、入力情報、出力情報の有効性が時間によって極端に変化するので、バックアップシステムへの切換え時間を計算機タイミングよりも、プロセスのタイミングに合わせることが要求される。したがって、手動切換え、あるいは、適当な検出端よりの信号と切換え指令信号の OR で切換えることが可能であることが要求される。

バックアップシステムは44年9月に納入され、か動中である。

## 11. MELCOM 350-30 オンライン デバッグングエイド

オンラインプログラム作成システムの一環としてアセンブラ、フォートランコンパイラ等について、デバッグングエイドとしてオンラインマシンシミュレータを作成した。

このシミュレータによれば、オンラインで運転中の計算機システムにおいて、プロセス入出力、周辺機器入出力、磁気ディスク入出力動作等を

含むコントロールプログラムのテスト、デバッグをプラントや他のプログラムに全く影響を与えることなく実施することができる。またプロセス入出力をタイプライタへの入出力により模擬しているので、計算センターにおけるデバッグの有力な手段ともなりうる。

プログラムのシミュレート方式としては各命令ステップごとに命令コード、データアドレスのチェックを行ないながら進んで行くインタプリタ方式を採用した。また他のプログラムとのコアおよびディスク内の共通データエリアについては、テスト時に直接アクセスすることは許されないで、まずシミュレータ内およびディスクの空きエリア内にそのコピーを取り、そのコピーエリア内へのアクセスに変換してしてシミュレートしている。

周辺機器入出力については、そのコマンド、データアドレス等をチェックの上直接実行している。さらにデバッグ時にアクセスを許す機能、あるいは代換え機器の指定機能も有している。

その他の機能としては Trace, Dynamic Dump, Address Halt, Memory Dump, Memory Change 等を有しており、プログラムエラー時にはその内容をタイプライタで入力状態となるのでデバッグが容易になった。

## 12. プロセス制御用コンパイラ

### 12.1 プロセス制御用ソフトウェアの特質

プロセス制御用計算機においても、広はんな機能と十分な実行性能をもつオペレーティングシステムの構成が設計目標とされるが、その機能・構造に対して応用分野に適した重点の置き方が要求される。その最も顕著な現われはプログラミング言語にみられ、現在一般用として使われている FORTRAN のほかにプロセス制御専用の言語が必要とされて種々の形式の言語が提案されている。その流れは次の三つに大別される。

#### (1) FORTRAN 形

FORTRAN を修正し、制御用の命令・データ記述機能を加えた形のもの。数式計算が多い応用に適し、FORTRAN の普及度を活用できる点が有利である。

#### (2) POWER STATEMENT 形

シーケンス制御などでパラメータの直接列記によりプログラムを作り上げるいき方で、マクロアセンブラの応用の構造が適している。

#### (3) PROSPRO 形

穴埋め式記法によるプログラム生成を特色とする。事務計算での RPG に対応し、実行時のプログラムパターンの標準化が基礎となる。化学プロセス用に作られている。

これらの言語は一つで万能といえない事情にあり、プロセス制御の各分野にそれぞれ特色を生かして使用される傾向にある。

プログラムの実行効率、メモリ利用効率が高いこと、Compile and Go よりもシステムに作りつけられたオブジェクトプログラムの繰り返し実行が圧倒的に多いことなども制御用の特長である。この種の要求はソフトウェアの構造上の工夫で対処される。

### 12.2 MELCOM-350/30 プロセス制御用コンパイラの概要

MELCOM-350/30 用コンパイラはコアメモリ 16 kW 以上のシステムを対象としている。設計上のポイントは次の諸項である。

(a) 用途の広いコンパイラ方式。FORTRAN 修正形の言語。

(b) 制御用機能命令をステートメントレベルに引上げる。



- (c) 制御用処理に必要な2進形データの設置。
- (d) プログラム、データについてアセンブラとの自由な併用。
- (e) 実行時の占有メモリ減少を最重点とする。

プロセス制御のために付加された言語機能として代表的なものは次のとおりである。

#### (1) 2進形データおよびその処理命令

2進形宣言 BINARY, 2進因子  $v(i)$  によるワード内のビット指定, それを用いた2進関係式, 2進論理式, 2進代入文, 2進 IF 文, ならびに, SETBIT 文, RESETBIT 文, SCAN 文。

#### (2) タスク制御命令

ASSIGN-TASK, CALL-TASK, WAIT, DELAY, PURGE, READ-TIMER などの文によるスーパーバイザ機能の駆使。

#### (3) バルクメモリの使用

TABLE, SETDATA, FETCH, STORE の文により, ドラムメモリを入出力ファイルとしてでなく内部メモリの延長として使用。

#### (4) アセンブラ言語との共用

ASSEMBLER, COMPILER 文による言語切換え。

これらの簡単な箇条書きでは標準形 FORTRAN と変わらない, あるいは FORTRAN でもサブルーチンなどで可能と見えるものがあるが, 構造設計の配慮によりプロセス制御指向的に各機能を組み合わせた効果を実現している。

特に留意したのは, アセンブラと相互に対等な関係をプログラムの中ででも持たせることである。その結果の一つとして, FORTRAN 形以外の, POWER-STATEMENT 形などのマクロシステムとの融合, PROSPRO 形のジェネレータへの拡張がコンパイラの基幹部分を活用して円滑に実現できる構造となっている。

このコンパイラは, MELCOM-350/30 のプロセス制御応用上のプログラミングツールとして主力の地位で使用されることが期待されている。

## 13. アナログ電子計算機

### 13.1 MELCOM EA-7250 アナログ計算機

EA-7250 形アナログ計算機は, 当社の誇る演算電圧 100 V 級大形高性能アナログ計算機システムとして, 昭和 42 年の発表以来, 基本設計は変わらないが, より高信頼化, 取り扱いおよび規模拡張時の容易さを求めて改良がなされ, 実績もすでに 10 台を数え, また現在引合中のものも多数あり好評をいただいている。

図 13.9 に外観の一例を示す。昭和 43 年以降のおもな改良点は,

- (1) 各演算要素のモジュール化を推進し, 性能の均一性, 同一要素の互換性など標準化を計り, ビルディングブロック方式をより安全なものとし, 規模的にどんなユーザの要求にも応じられるようにした。
- (2) 各演算要素に使用されている能動素子には, より高入力インピーダンスでかつ高 S/N 比の特長を有する電界効果トランジスタ(FET)を大幅に採用し, 精度の向上を計った。
- (3) 線形, 非線形要素はもちろん, 論理要素および制御系統も含めて全シリコントランジスタ化した。
- (4) より高い信頼性を求めて各演算要素のレイアウトを改良し, 盤間配線や制御盤など従来は配線組立であった部分をもプリント配線化し, これによりメンテナンス上からも効果的となった。
- (5) 波形処理などの要求に応えるため専用のフィルタを開発した。

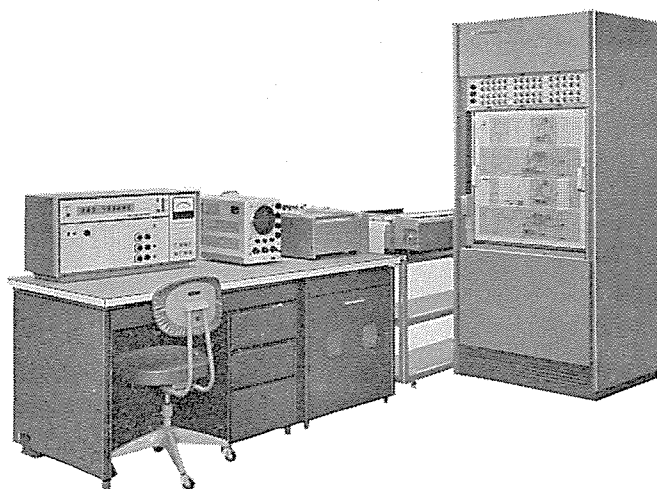


図 13.9 MELCOM EA-7250 形アナログ計算機  
MELCOM EA-7250 analog computer.

### 13.2 MELCOM EA-7420 アナログ計算機

近時, デジタル計算機の普及にともない, その計算の前段階として解の傾向をは握するなど概略解の計算, また一般の研究室設備やフィードバック制御系の教育研修用として, この種, 中・小形アナログ計算機の導入が各方面で活発である。

当社では, これらの要求に応えるべく昭和 41 年に表記機種種の EA-7400 形シリーズを開発以来, 最小構成規模でも最適値問題, 境界値問題, 自動収れん(斂)演算などが可能であるような, いわゆる自動演算機能を有することを特長に, かつ従来の一貫したアナログ計算機製作経験を生かし, 演算電圧 50 V を採用, コストパフォーマンス的に最高のものとして設計製作してきているが, 幸い各方面で好評をいただいている。すでに 44 台の納入実績があり, 現在も多数の引合いを受けている。図 13.10 に外観の一例を示す。

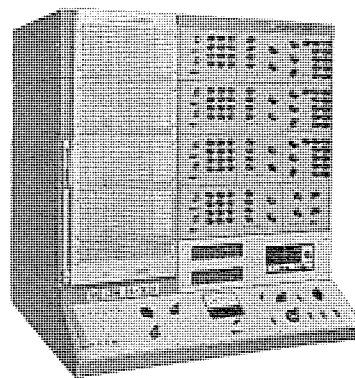


図 13.10 MELCOM EA-7420 形アナログ計算機  
MELCOM EA-7420 analog computer.

本機種は昭和 42 年以降の EA-7420 形以来, システム設計および機能性能的にほぼ完成した姿にあり, 昭和 43 年以降のおもな改良点は, 各演算要素に使用している能動素子に, より高入力インピーダンスでかつ高 S/N 比の特性をもつ電界効果トランジスタを大幅に採用し, 精度の向上を計った点にある。

また, プログラム上において与えられた式から演算方程式を作成する際, 換算係数を機械的に探し出すためのスケール変換盤を開発した。

## 14. 計 測 器

### Instruments

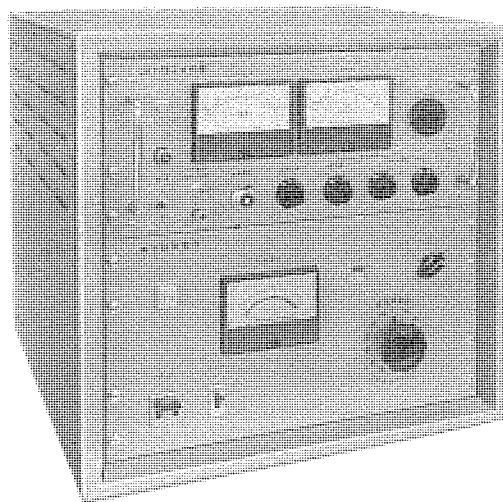


図 14.1 PA-2 形 コロナ 試験器  
Type PA-2 corona tester.

当社は多年、プラントに直結した制御機器を製作してきたが、とくに省力機器として、ビルの集中自動検針装置（配電編参照）とその端末機器を開発した。国鉄自動化の一環として、ヤード内の移動車両の速度を地上から測定するレーダスピードメータ、各種の絶縁自動試験装置、車軸の自動探傷機を開発した。超音波流量計は各方面に納入されそのすぐれた使用実績を示しつつある。また電気式動力計もますます改善され、かつ大容量化しつつある。

#### 1. 配電盤用計器および記録計器

##### 1.1 変換形周波計

この周波数計は、周波数を直流電圧に変換する周波数変換回路を普通の直流計器に内蔵した変換方式の指針形周波数計である。周波数変換回路は、ゼナーダイオードを利用して電圧変動の影響を除去する定電圧回路、コンデンサの充放電電流を利用して周波数に比例した直流電流をとりだす周波数検出回路、および中心周波数のとき、直流出力をゼロにするため容量の大きいコンデンサを利用して、周波数検出回路の直流電流に対し逆方向の定電流を流すバイパス回路とから構成される。

この変換器の仕様は次のとおりである。

精 度	中心周波数に対して 0.3 %
温度の影響	20°C から ±20°C の変化で 0.4 %
電圧の影響	定格電圧から ±10 % の変化で 0.4 %
入 力	45～50～55 Hz 110 V または 55～60～65 Hz 110 V
出 力	－250～0～250 mV
負荷 インピーダンス	50 kΩ 以上

##### 1.2 記録積算計器

MZ-11 CMF 形記録積算計器は、発信装置付電力量計と QR-70 M 形パルス変換器と組み合わせて使用し、電力量または無効電力量を、一定時間ごとに折たたみ式記録紙に印字記録するもので、記録は積算量の累算値とともに、一定時間内の積算量を同一記録紙に並べて印字記録するようにしたもので、時計装置は高精度の水晶時計を使用しているので累積誤差がない。またパルス受信回路を a 接点としているので他社製発信器、パルス変換器と直接接続できる。

QR-70 M 形パルス変換器は、D 形 (K 2 形) 発信装置付電力量計からのパルス信号を a 接点出力信号に変換するもので、上記 MZ-11 CMF 形記録積算計器への入力信号に変換する。また出力発信器部には、水銀接点リレーを使用して接点容量を大きくしている。

#### 2. プロセス計測器

##### 2.1 超音波流量計

AF-210 形超音波流量計は、シグアラウンド方式を用いた超音波パルス式流量計で、2 組の検出器を用いて鉄管の外壁から管内流体に対し上下流方向に超音波を同時に透過させ、2 組同時発射方式のものである。したがってある時間間隔で上下流 2 方向に交互に切換えて超音波パルスを発射する一組切換方式にくらべて、応答速度が早く瞬時流量が測定できるのが特長である。

また管材質、ライニングについては超音波の透過しにくいモルタルライニング 15 mm 厚が施されたダクタイル鋳鉄管 (1,800 φ×30 mm 厚) でも十分実用できることが確かめられている。

用途としては、上下水道、工業用水、農業用水、火力発電所の冷却用海水などの流量測定および流量制御に用いられるほか本器の特長である応答性の早いことを利用して水車、ポンプの効率測定や起動、

停止時の過渡時流量測定を行なうことにより、動力設備の動特性の解明などにも利用されている。

AF 210 形超音波流量計の仕様は次のとおりである。

管 径	800～5,000 mm
測定範囲	0～10 m/s (最小レンジ 0～1 m/s)
精 度	フルスケールの±2%
管材質	鋼管、ダクタイル 鋳鉄管
出力信号	DC 0～1 mA, 0～10 mV

### 3. 機械量計測器

#### 3.1 電気動力計

##### 3.1.1 直流電気動力計

某社納入 エンジン 性能試験用 150/120 kW, 3,500/8,500 rpm, 400 V 動力計は、直流機の出力限界の目安となる kW×rpm が  $3.1 \times 10^6$  となり、電氣的、機械的にも非常に製作限界に近いものであり、そのうえ直結側に トーションバー を内蔵した記録品である。

[特 長]

$$(1) \text{ kW} \times \text{rpm} \times \frac{\text{rpm}_{\text{top}}}{\text{rpm}_{\text{base}}} = 3.1 \times 10^6$$

(2) 遠心力が  $1.2 \times 10^4 g$  に達する。これに十分に耐えるよう、電機子鉄心、バインド など電機子構成に新構造を採用した。

(3) 回転軸受はころがり軸受を採用し、dn 値 675,000 に対しオイルミスト潤滑とした。揺動軸受は静圧方式。

(4) トーションバー を内蔵している。

(5) トルク 検出自動ばかりは 2 段切換式で、計測精度は±0.25 % である。

定格は、吸収容量、150 kW, 駆動容量 120 kW, 回転数 3,500/8,500 rpm, 過速度 9,000 rpm, 連続定格、計測精度±0.25 % である。

##### 3.1.2 渦流電気動力計

三菱重工向け 110 kW ミッション 自動耐久試験装置を製作納入し、好調に実動中である。乗用車および小形トラック 用 トランスミッション の自動耐久試験装置であり、プログラム 信号に従って ミッション 変速を油圧式 マニピュレータ により行なっている。

[仕 様]

##### (1) トランスミッション 速度比切換装置

操作源は油圧式、ポジション 数は シフト、セレクト いずれも 3、作動力は シフトレバー 最大 60 kg, セレクトレバー 最大 15 kg, フルストローク は シフトレバー 60 mm, セレクトレバー 48 mm, シリンダ 数は シフト、セレクト いずれも 2 個である。

##### (2) クラッチ 入・切装置

操作源は油圧式、作動力は 180 kg, ストローク は最大 25 mm, シリンダ 数は 2 である。

##### (3) 110 kW ED ダイナモメータ

吸収容量は 110 kW, 回転数は 1100/8,000 rpm, 冷却は直冷式である。

##### (4) フライホイール

$$I = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

##### (5) 制御方式

ピンボード 方式による プログラム 自動制御

[特 長]

(1) 動力計の回転および トルク の制御だけでなく、ミッション の切換操作もすべて自動化されている。

(2) ミッション 切換操作、スロットルレバー の開閉には油圧機構を採用し、速い応答を得ている。

(3) ガソリンエンジン だけでなく、ディーゼルエンジン でも安定な制御が行なえるよう考慮されている。

#### 3.2 カムスイッチ開閉動作角度測定器

この装置は電気車用制御装置の主制御器用 カムスイッチ の開閉動作角度を測定する装置である。従来、この動作角度を測定するのに目盛環を目読していたが、読取りに個人差がある上に多くの時間を要していた。今回製作したものはカムスイッチ 1 個あたり約 10 秒で最高 20 個まで連続的に動作角度を測定できるものであり、測定結果はプリンタ でカムスイッチの開時・閉時の別、カムスイッチ 番号、1 カムスイッチあたりの動作回数および動作角度を印字記録するようになっている。

動作原理はカム軸 (パイロットモータで駆動) に  $1/4^\circ (15')$  ごとに 1 パルス発生するパルス発信機を取り付けておき、パイロットモータに電源を入れカム軸スタート位置より回転させ、カムスイッチが動作した信号によりパルス発信機からのパルス数をデジタル表示 (角度に換算済み) するとともに、プリンタで印字記録を行ない、カム軸が 1 回転すると次のカムスイッチの測定に自動的に移る。動作角度の最小位表示は  $1/4^\circ$  であり、この装置の動作角度測定精度は±  $1/4^\circ$  である。

#### 3.3 配電器点火早め角度自動測定装置

自動車用配電器の製造組立ライン自動化の一環として、配電器の点火早め角度を測定し、数字表示する装置を開発した。配電器の組立ラインにおいては、点火早め角度を測定し点火早め機構を調整する調整作業がライン合理化のあい路となっていたが、この装置により、未熟練者による点火早め角度の測定が可能となり、測定者による個人差がなくなり、配電器組立ラインの生産性の向上、配電器の品質向上が期待できる。

この装置は点火早め角度のデジタル信号出力端を所持しており、タイプライタと連動させて行なう点火早め角度試験成績書の自動作成、および点火早め機構調整装置と連動させて行なう自動調整への応用が計画されている。

この装置は配電器の軸角度を検出する光式シャフトエンコーダ、シャフトエンコーダ出力信号を一時保持するシフトレジスタ、点火時期を検出しシフトレジスタへシフト指令を出すシフト指令回路、シフトレジスタ出力を表示用の 10 線式 2 進化 10 進信号に変換するデコーダ、デコーダ出力を数字表示する表示回路から構成している。

シャフトエンコーダを配電器と同一軸で回転させておき、点火コイルの高電圧出力を針端電極の間げき (隙) に加えて火花放電させる。

火花放電電流を針端電極に取り付けた検出コイルで検出し、火花放電した瞬間のシャフトエンコーダ出力信号、すなわち配電器軸角度をシフトレジスタに保持させ、デコーダを通して表示回路で角度表示を行なう。表示された角度が配電器の点火角度である。

配電器が基準回転時 (例: 300 rpm) に点火角度表示がゼロとなるように零点調整機構で調整し、回転数を上げてゆくと点火早め角度が表示される。

配電器の点火早め角度測定は、火花放電を使う悪条件と、高速回転 (3,000 rpm) 中に行なう必要があり、角度検出器として雑音余裕

の大きい角度符号板を用いる シャフトエンコーダを使用し、光電式にして無接触化と、光検出にフォトダイオードを用いて高速化を計り、点火早め角度の測定が可能となったものである。

この装置の性能は次のとおりである。

測定角度範囲	$-19.8^{\circ} \sim +19.8^{\circ}$
分解度	$0.2^{\circ}$
測定回転速度範囲	$0 \sim 3,000 \text{ rpm}$
測定精度	$\pm 0.5^{\circ}$ 以上
再現性	$\pm 0.3^{\circ}$ 以上

### 3.4 オフセット輪転印刷機用紙詰まり検出装置

印刷物の著しい増加にともなって、オフセット輪転印刷機は印刷スピードの高速化と自動化が急速に進められている。オフセット輪転印刷機には給紙部、および印刷部、ならびに印刷部の後段において印刷された紙を断裁し、折りたたむ折り機があり、その折り機において断裁紙の一定の流れに異常があると紙づまりを生じる。それを知らずに放置しておくと、高速で送られる紙はわずかな時間に紙づまりを大きくする。

紙づまり検出装置は紙送り用コンベアの上方に投光器を取り付け、これと対向してコンベアの下方に受光器を取りつけ、投光器から投射された光がコンベア上を流れる紙の有無により、受光器に照射またはシャ光されることによる光量の変化を受光器に組み込まれたシリコン光電変換素子で、電気信号に変換する。この信号と、紙送り用のロールに取り付けた近接センサーにより発生した基準信号を比較して紙送り状態を監視する。正常運転時におけるコンベア上の紙は紙送りロール1回転で1ピッチずつ進むよう、同期して送られているので、紙の有無による受光器信号は基準信号と一致している。このような状態において折り機で紙づまりを生じると受光器からの信号は基準信号と一致しなくなるので、比較回路でこの変化を検出し、出力リレーを駆動して、輪転印刷機の紙切り装置を動作させる。

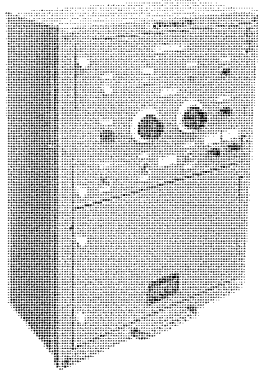


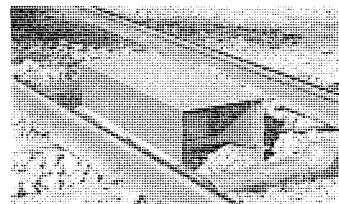
図 14.2 オフセット輪転印刷機用紙詰まり検出装置  
Detector of blocking of paper flow for off-set type rotary press.

## 4. 速度測定装置

### 4.1 固体発振器を用いたレーダスピードメータ

レーダスピードメータは、マイクロ波のドップラ効果を用いた速度検出装置で、移動体の速度が精度よく連続測定できることから、すでに各方面において使用されている。Y. A. C. (Yard automatic control) 用レーダスピードメータもその一つで、操車場自動化に際し、速度検出

図 14.3 レーダスピードメータ  
発信器  
Rader speed meter trans-  
mitter.



器として使用されるもので、昭和43年国内初の全自動化ヤードとして完成した日本国有鉄道郡山操車場にも、当社のレーダスピードメータ85台が昼夜連続実動している。

輸送コストの低減、輸送シェアの拡大を目的とする操車場自動化は、それに使用される設備機器のコストパフォーマンスが第一前提であり、したがって低価額、高性能な設備が必要とされている。これらの情勢に対処し、当社でも郡山操車場における実績をもとに、昭和44年、固体発振器を用いたレーダスピードメータを開発した。

固体発振器はガンダイオードを用い、これに約10Vの直流電圧を加えることにより、10GHz、出力約80mWのマイクロ波を得ている。また屋外に設置され、酷暑極寒のもとで昼夜連続運転に耐えるように製作した。

装置はクライストロンから固体発振器に変えたことにより、全固体化することができ、電源を低電圧単一電源駆動と大幅に簡素化することができた。また装置の1台あたりの消費電力も約30Wになった。装置には全面的に集積回路を用い、各主要部分はプラグインユニット方式を採用した。電源装置は固体発振器の採用により、低電圧単一電源が可能になり、バッテリーのフローティング方式を採用し、停電時における運転も可能となった。この電源装置は、停電時、通電時の均等、浮動充電切換えも自動的におこなっている。

本装置は、昭和45年2月、日本国有鉄道高崎操車場に納入され、昭和45年10月より本格的に実動される。なお現在固体発振器(ガンダイオード)が動作時に生ずる非直線性を利用し、発振と検波を同時に兼ねる自己励振検波を用いたレーダスピードメータを開発中である。

車両用速度計装置は9編の交通編を、DA形速度変換器、デジタルおよびアナログローメータは5編の工業プラント用電機設備編を参照願います。

## 5. 電気量計測器

### 5.1 PA形コロナ試験器

コロナ試験器は、絶縁物に高圧を印加しそのとき発生するコロナの大きさとその発生数等を測定することにより、絶縁物の内部状態の診断や耐コロナ性を評価するものである。本試験器は、広帯域法によるもので、分解能が高く忠実にコロナパルス測定することができる。

測定方法は、試料に発生したコロナ放電電流を検出抵抗に流し、コロナ放電電荷量の大きさを検出抵抗の両端の電圧降下として取り出す。このさいの電圧降下は、波頭が急しゅんでその波高値が放電電荷量に比例し、波尾が検出回路系の時定数で減衰する波形となる。このパルスの波高値を検出し適当に増幅したのち、計数率回路によりある弁別電圧以上の放電電荷量をもつコロナパルスの数が計数され、また計数率回路と並列に平均値回路を通すことにより、波高値×個数/秒すなわち単位時間あたりのコロナパルス総電荷量を測定できる。以上の測定では、いずれも波高電圧を放電電荷量に換算しなければ



ならないが、換算に必要な検出回路系の静電容量が一般に不明であるので、前もって校正器で試料に校正パルスを加え検出回路系全体の感度校正を行なうことができる。

絶縁劣化試験装置は 9 編の交通編を参照願います。

## 6. テレメータ

### 6.1 PT-270 形テレメータ

PT-270 形テレメータは超小形で、かつ送信機のプリアンプ類を簡単に交換でき、水晶制御送信機を用いており、また受信機側も完全半導体化しており、かつ交通両用で大形のテレメータとほとんど同一の性能を持っている。このテレメータの主要性能は次のとおりである。

送信機		受信機	
電池電圧	10 V(充電可能)	電源	AC100 V DC 12 V
主搬送波周波数	40.68 MHz	感度	10 dB( $\mu$ ) 以下
副搬送波周波数	CH-12.3 kHz	受信周波数	40.68 MHz
	CH-23.9 kHz	復調方式	パルス幅積分方式
寸法	150×90×45 mm(電池を含む)	寸法	260×405×350 mm
重量	600 g	重量	約 10 kg

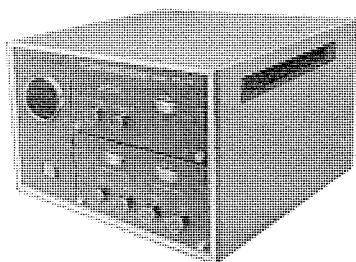


図 14.4 PT-270 形テレメータ受信器  
Type PT-270 telemeter receiver.

### 6.2 水量計

FT-11, FT-12 形水量計は水道メータ用の遠隔表示カウンタ(受量器)で、発信装置付き水道メータとの組み合わせによって水道の使用量を検針容易な場所で表示し、検針に要する労力、時間を大幅に削減することができる。特に積雪地域での冬期の検針不能を解消することができる。

FT-11 形は乾電池電源を内蔵した個別表示用カウンタであり、FT-12 形は電源部を分離してコンパクトにまとめた集合表示用カウンタで高層住宅、大都市地下街、団地群などの集合検針用として最適である。

FT-11, FT-12 形はいずれも最新のモータ駆動方式であるため、

(1) 振動、衝撃、ノイズによって誤動作しない。

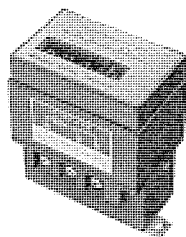


図 14.5 FT-12 形水量計  
Type FT-12 remote register.

(2) 据付、取換時に水道メータとカウンタ(受量器)との指示値を一致させることができる。

(3) 文字車駆動時のわずかな時間以外は、電源回路を自己シャ断するので消費電力量がきわめて少ない。

(4) 取り付け姿勢の影響を受けないなど画期的な特長を有している。

## 7. 集中自動検針装置用端末機器

### 7.1 発信装置付電力量計(Eメータ)

各テナントの電力使用量に応じて計量する従来の MU-70 形, MF-70 形, MF-72 形電力量計の計量機構に、単位使用量ごとにパルスを発生する発信装置をつけたものである。発信装置は永久磁石とリードスイッチの組み合わせによる無接触方式を再用している。MU-70-L 形, MF-70-L 形, MF-72-L 形などがある。

### 7.2 記憶カウンタ

発信装置付きメータ(Eメータ, Gメータ, Wメータ)からのパルスを、計算加算して記憶すると同時に、伝送に便利な 2 進符号にするカウンタである。この装置は、入力 1 パルスで円盤を 36 度回転させ、この円盤の回転角度を、0, 1, 2, ……9 に対応させ円盤上の永久磁石でリードスイッチの接点を開閉させ、接点出力を得るものである。このカウンタは 1 けたに 1 個使用し、けた数に応じて任意に増減し使用する。

### 7.3 集中表示器

MICAM 形集中自動検針装置シリーズの導入までに至らない小規模なビルにおいては、発信装置付きメータと集合表示用カウンタを使用し、各テナントごとに検針してまわるかわりに、各テナントの計量値を 1 個所に集め、カウンタで集合表示させ、一括検針すれば、検針に要する労力、時間を大幅に削減できる。このような目的で開発されたカウンタが、MT-10 T 形, MT-20 T 形集合カウンタである。この集合カウンタは、10 テナント集合形と 20 テナント集合形があり、それぞれ MT-10 T 形, MT-20 T 形と呼ぶ。なおそれ以上の場合には数個使用し、自由にテナント数を増加させる。

### 7.4 発信装置付水道メータ(Wメータ)

各テナントの水道の使用量に応じて計量表示する従来の機能に、所定計量ごとにパルスを発生する発信装置を付加した水道メータである。水の流量に応じて羽根車を回転させ、これに連絡された歯車軸に取り付けた永久磁石によって無接触でリードスイッチを動作させる。



図 14.6 GPT 形発信装置付き水道メータ  
Type GPT water meter.

## 7.5 発信装置付ガスメータ (G メータ)

各テナントのガスの使用量に応じて計量表示する従来の機能に単位使用量ごとにパルスが発生する発信装置を付加したガスメータである。一定容積の袋にガスを充満させた後、排出する動作を繰り返す。この動作回数をクランクにより計量するとともに、歯車軸に取り付けた永久磁石により無接触でリードスイッチを動作させる。

## 8. 探 傷 機

### 8.1 超音波探傷機

FD-160 形と FD-180 形は分解能と安定度を画期的に向上させたものである。FD-180 形はそのまま簡単な自動探傷装置の本体に使用でき、また精密検査用としての機能をそなえている。

表 14.1 超音波探傷機仕様表  
Major ratings of supersonic flaw detectors.

	FD-160 形	FD-180 形
ブラウン管	4 インチ角形	6 インチ角形
分 解 能	鋼板 5 mm 完全分離 (5 MHz)	鋼板 3 mm 完全分離 (5 MHz)
感 度	学振 STB-III V 15-1 のエコー 高さ 30 mm (-20 dB, 5 MHz)	学振 STB-III V 15-1 のエコー 高さ 30 mm (-30 dB, 5 MHz)
増幅直線性	NDIS, 1 級, 50 mm	NDIS, 1 級, 80 mm
外形寸法	約 230 W×180 H×380 D	約 240 W×350 H×500 D
重 量	約 9.5 kg	約 20 kg

### 8.2 車軸自動探傷機

車軸自動探傷機は日本国有鉄道における車軸探傷自動化計画の一環として、基準感度の自動設定装置と欠陥の自動判定をするもので、車両の走行時に起こる車軸の車輪圧入部の応力疲労による欠陥の予防検出を目的とした、従来の超音波斜角探傷装置の自動化を計った。

車軸個々の表面状況や内部組織による基準判定レベルの偏差に対する規正を、従来の複雑な手動調整の反射法から透過法に変え、サーボモータによる自動規正とし、従来探傷機ではブラウン管上の探傷波形を熟練した作業者が観測し、欠陥判定を行なっていたが、それを自動化し、車輪圧入部分より発生する虚エコーと実際の欠陥によるエコーとを分離するため、探傷周波数と特性の異なった探触子3種を使用し、この組み合わせにより虚エコーの除去を行なった。

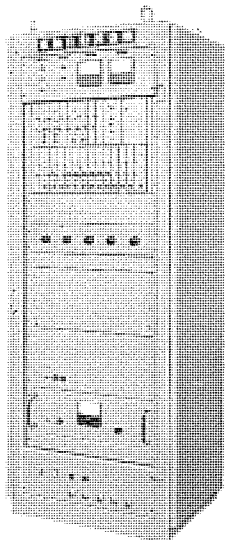


図 14.7 車軸自動探傷機  
Automatic flaw detector of train axle shafts.

## 9. タイムスイッチ

### 9.1 タイムスイッチ

#### 9.1.1 TS-77 形 7 曜日タイムスイッチ

7 日を 1 周期として 2 回路を独立に制御できるものである。交通信号機のパターンの週間自動きりかえ、ビル の空気調節の週間自動制御などに用いる。

#### 9.1.2 TU-4 C 形タイムスイッチ

##### TU-4 形 タイムスイッチ

TU-4 形 タイムスイッチのケースを丸形にして、街路灯のポール内等とりつけを制約される場所でも、かんたんにとりつけられるようにした。街路灯の自動制御用などに使用される。

#### 9.1.3 TMC-21, TMC-71 C 形 タイムスイッチ

従来のタイムスイッチは一定周期で連続して電気機器を自動制御するものであるが、このタイムスイッチは外部の始動指令により動作をはじめ、1 周期電気機器を制御したのち自動停止し、次の始動指令によりふたたび動作を始めるものである。

TMC-21 形 タイムスイッチは親タイマーと併用して機器の定期清掃等の自動制御に、また、TMC-71 C 形 タイムスイッチは自動点滅器と併用して水銀灯の自動制御等に使用される。なお、TMC-71 C 形 タイムスイッチは街路灯のポール内に取り付けられるよう外形をコンパクトにしてある。

#### 9.1.4 TS-72 形テンプ付き同期電動機式親時計

TV-72 形水晶時計式親時計の時計装置をテンプ付き同期電動機式にしたものである。したがって、親時計または記録計の印字指令等に使用される。

表 14.2 タイムスイッチ仕様表  
Specification of time switches.

形 名 仕 様	TS-77	TU-4 C	TMC-21	TMC-71C	TS-72
時計の方式	テンプ付き 同期電動機式	同期電動機式	同左	同左	同左
目 盛 板	7 曜日	24 時間	2 時間	18 時間	12 時間
開閉器定格	AC 250 V 15 A 2 組	AC 250 V 15 A 1 組	AC 250 V 10 A 1 組	AC 250 V 15 A 1 組	—
出力信号	—	—	—	—	30分または 60分切換え
制 御 電 源	100 V 50 または 60 Hz 200 V 50 または 60 Hz	同左	同左	同左	同左
備 考			自己保持ス イッチ付き	同左	

図 14.8 TS-77 形 タイムスイッチ  
Type TS-77 time switch.

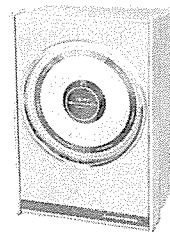
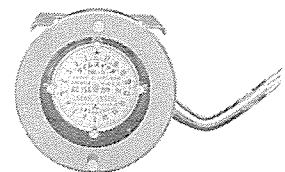


図 14.9 TMC-71 形 タイムスイッチ  
Type TMC-71 C time switch.



## 15. 放射線機器

### Nuclear Equipment

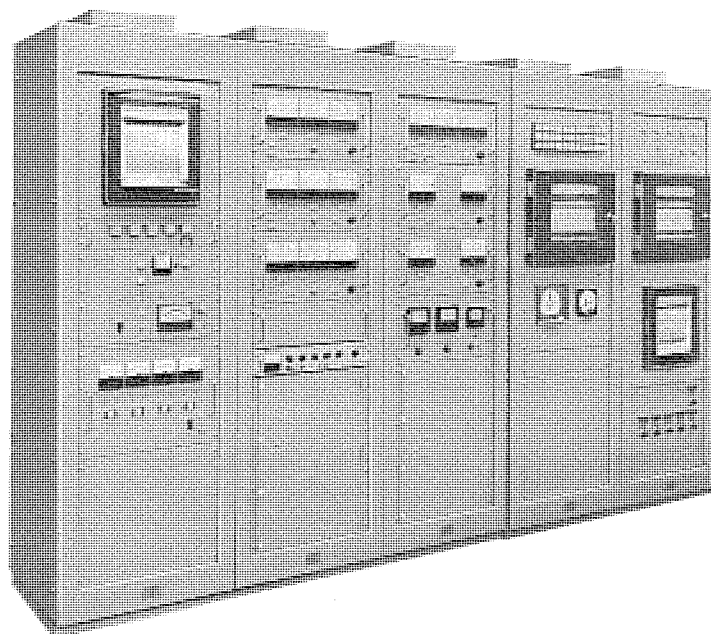


図 15.1 三菱臨界実験装置用核計装および放射線監視装置  
Nuclear instrumentation of radiation monitor for Mitsubishi critical facilities.

当社では多年原子炉用の核計装機器を開発してきたが、このたび三菱臨界実験装置に核計装設備を納入した。ライナックは高エネルギー用のものを開発してきたが、こんど 15 MeV の医療用、12 MeV の非破壊用を完成した。照射装置は食品照射を目的とする大容量コバルト 60 照射装置、電子線塗膜硬化を目的とする工業用電子線照射器を完成した。

#### 1. 原子力発電所用放射線監視装置

##### 1.1 三菱臨界実験装置核計装

三菱原子力工業株式会社に設置された三菱臨界実験装置に核計装装置を納入した。この核計装装置は起動系統と運転系統に大別される。起動系統は原子炉の起動に必要な計数率と、炉周期の表示をしており、3チャンネルからなり、 $^{10}\text{B}$  比例計数管 (ND-8160 形) を検出器として用いた。パルス信号の伝送に電流伝送方式を採用し、また、前置増幅器を用いずに数十メートルの伝送をしている。

運転系統は対数出力系 1 チャンネルと線形出力系 2 チャンネルからなっている。検出器としてはともにガンマ線補償形電離箱 (CIC) ND-8620 形を使用した。対数出力系は起動系測定範囲の後半以降の原子炉の起動監視および運転時の監視に、線形出力系は炉出力の詳細測定用に用いられている。

核計装装置は炉出力、炉周期指示をするとともに安全制御系への警報信号を出している。警報回路 (二安定増幅器) には Dynamic Logic 方式を採用し、Fail-Safe 化を計っている。

##### 1.2 屋外放射線監視装置

屋外放射線監視装置は原子力発電所周辺の放射線の監視をするもので、モニタリングポストと称する検出器を、プラント施設の内外数箇所に設置して、 $\gamma$  線の空間線量率と線量を検出し、この検出信号を中央制御室の監視盤に伝送し、測定・記録および警報を行なうものである。

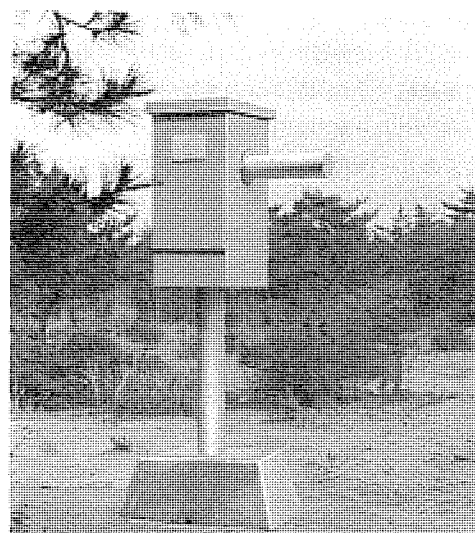


図 15.2 福島原子力発電所納入、屋外放射線監視装置用  
モニタリングポスト  
Field radiation monitoring post for Tokyo Electric Power Company Fukushima nuclear power plant.

る。外来雑音による誤動作を防ぐため、線量率の伝送に直流電流伝送方式を採用し、また線量の測定には特殊な衝流信号伝送方式とし、回路のシールドやアース点も十分な対策を行なったので、きわめて外来雑音に強い装置を実現した。

昭和 44 年 6 月に東京電力株式会社 福島原子力発電所に納入した屋外放射線監視装置のモニタリングポストは、発電所から半径約 1 km の半円上の 6 箇所に設置され、ケーブル長は 1.5~3 km である。

##### 1.3 原子炉用中性子検出器

原子炉用中性子検出器の当社における開発状況を表 15.1 に示す。

(1)  $^{10}\text{B}$  塗布中性子計数管 ND-8610, 8611

$^{10}\text{B}$  塗布比例計数管は  $\text{BF}_3$  比例計数管にかわり加圧水形原子炉

表 15.1 原子炉用中性子検出器開発状況  
Development list of neutron detector.

形 名	名 称	用 途	開発状況
ND-8537 W-55	BF <sub>3</sub> 比例計数管(長尺)	線 源 領 域 用	開発完了
ND-8610	<sup>10</sup> B 塗布比例計数管	線 源 領 域 用	開発完了
ND-8611	<sup>10</sup> B 塗布比例計数管(長尺)	線 源 領 域 用	開発完了
ND-8620	ガンマ線補償形電離箱	中間領域用および出力領域用	開発完了
	炉内中性子検出器	炉内計装用	開発中
	長尺電離箱	出力領域用	開発中

(PWR) で用いるもので、濃縮ボロン(<sup>10</sup>B) 単体を内面に塗布しており、BF<sub>3</sub> 比例計数管と比べて中性子有感物質が単体であるため、高放射線下での寿命が長い。長い(約 700 mm) 管の内面に均一に ボロンを塗布する方法を確立した。

## (2) CIC (補償形中性子電離箱) ND-8620

CIC は原子炉内の強いガンマ線の中で熱中性子のみを測定する機能を持ち、その測定領域は  $2.5 \times 10^3 \sim 2.5 \times 10^{10}$  nv の広範囲にわたる。ND-8620 は高温用として設計され、200°C で  $10^{13} \Omega$  以上の電極間絶縁性能を得た。

## (3) 長尺電離箱

加圧水形原子炉の核計装においては、出力領域用の中性子検出器として長尺電離箱(全長が約 3 m の非補償形電離箱) が用いられる。これは炉心内の出力分布の変化に影響されずに平均出力を検出し得る点が特長である。長尺電離箱の開発は現在進行中である。

## (4) 炉内計装用中性子検出器

この検出器は原子炉内にそう入し、炉心内の局所的な熱中性子束、つまり原子炉の局所的出力を検知するためのものである。これにより炉心内の出力分布の測定が可能で、燃料の経済、出力の向上、安全性の向上に役立つ。この検出器は炉心内で使用するため、小形であることのほかに強い放射線と高温に耐えるように設計している。

# 2. ライナック、バンデグラフおよびサイクロトロン

## 2.1 医療用ライナック

医療用 ML-15 M 形 ライナックは X 線治療はもちろんのこと電子線治療も実用化できることを目的とし、最高エネルギーを 15 MeV に高くし、かつ、装置全体をコンパクトにし、ベータトロンと同様、電子線治療にも使えるようにし、大線量 X 線治療と相まって、医療用ライナックの適用範囲を大きく拡げることができた(ハイライト写真参照)。この装置は、従来の 6 MeV ライナックとくらべ、エネルギー 15 MeV と高くなり、加速管長も 1.8 m と長くなり、高周波電力は 5 MW と増加したが、この高周波電力を供給するため、PV-2012 W クライストロンを使用しているが従来のマグネトロンにくらべ高周波電力は安定しており、電力線出力、さらに X 線出力も非常に安定である。

### 特 長

(1) 8, 10, 12, 15 MeV の 4 段階の高エネルギー電子線が容易に得られしかも線量率は 300~1,000 R/min(回転中心)の範囲で可変と低くしてある。

(2) 10 MeV において 500 R/min-m(回転中心)という高線量

率の安定した X 線が得られる。

(3) X 線の焦点の大きさが直径 2 mm 以内と小さいので、半影が少ない。

(4) 照射野は最大 30 cm×30 cm と大きく、しかも 0 cm×0 cm から可変であらゆる大きさの治療が可能である。

(5) 本体は ±195° の範囲で回転できるので下からの照射はもちろんのこと特に垂直面での振り照射に便利である。

## 2.2 非破壊検査用電子ライナック

従来高エネルギーの放射線透過試験装置としては、コバルト 60 やベータトロン等が使用されてきたが、厚さが 200 mm をこえるような超厚板の検査には、いずれも X 線強度が低く、撮影時間が長くなり難点とされていた。この難点を解決するため、ML-15 R 形非破壊検査用ライナックは、マイクロ波電力源として大電力クライストロンを使用し、加速された電子ビームを 4 極電磁石を用いてターゲット上に集束させること等により、問題点を解決した。

焦点のサイズは直径 2 mm 以下と小さく、エネルギーは 12 MeV 一定で、FFD 1 m で 400 mm 径の照射野内で平坦化された X 線出力は 10~2,000 R/min/m 連続可変、フィルム濃度 85 % 以内、80 mm 鋼板で欠陥検出度は 1 % 以内である。装置は使用に便利のように、検査工場内で広範囲な三次元移動とともに水平面および垂直面での回転も可能な構造となっている。

1 号機を昭和 43 年 12 月に三菱重工業株式会社神戸造船所に、2 号機を昭和 44 年 9 月に三菱製鋼株式会社長崎製鋼所に納入した。

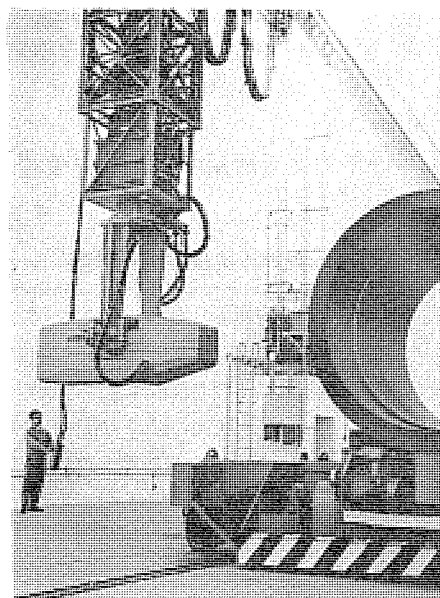


図 15.3 ML-15 R 形非破壊検査用電子ライナック  
Model ML-15 R electron linac for non-destructive inspection.

## 2.3 バンデグラフ形重イオン加速器

京都大学工学部に、バンデグラフ形重イオン加速器を納入した。このバンデグラフ形加速器は縦形のシングル加速器であるが、加速電圧が高く(最高 4 MeV)加速管も 2,800 mm の長さをもっている。加速電圧がこうになると浮遊電子によるローディングが起これやすくなるので、加速孔は 30 mm と小さくし、これに応じて、工作、組立精度に注意を払った。加速された粒子のエネルギーは水素ビームで下限 0.6 MeV、上限は 3.5 MeV であるが、重イオンを加速する場合



合はその粒子の電離状態によってさらに高いエネルギーまで加速可能である。たとえば、加速される粒子が  $N^+$  イオンでは 3.5 MeV であるが、 $N^{++}$  イオンならば 7.0 MeV まで加速できる。

強い重イオンビームを得るためには出力電流の大きいイオン源が必要で、このため PIG 形イオン源を採用して、現在水素ビーム 100  $\mu A$ 、窒素ビーム数  $\mu A$  の加速に成功している。これをさらに水素ビーム 200  $\mu A$  まで増す予定である。加速粒子の種類は水素のほか、多種にわたるので、イオン源用ガスリークにパラジウムリーク装置が使えない。そのためガス流量の調節はニードルバルブで行ない、その制御は加速器タンクの外部より制御棒を駆動して行なう。

イオン源を出たイオンビームはまずアインツェルレンズを通り、加速管にはいる。イオンビームはアインツェルレンズと加速管入口付近の不均一電界で形成される強いレンズで集束され、細いビーム径となって加速される。加速管を出た後、約 1,500 mm の点で、ビーム径 3 mm $\phi$  の鋭いイオンビームが得られている。

バンデグラフ形加速器では、その原理から、使用中、高圧電極の電位が変動すると、それが直接イオンビームのエネルギーの変動となって現われるので、高圧電極の電位を刻々測定してその信号をコロナ制御管に与え、高圧電極の電位の変動を  $\pm 35$  kV/h 以下に保っている。また加速されたイオンビームは分析電磁石でエネルギーを測定した後使用されるので、この分析電磁石の出口スリットの信号を利用してビームエネルギーを安定化させることもできるようになっている。

## 2.4 サイクロトロンマグネット

東京大学原子核研究所向けにサイクロトロンテストマグネットを製作した。このテストマグネットは、下の各項を研究するため作られたもので、将来建設される AVF サイクロトロン の設計諸定数は握も同時に行なう予定である。

- (1) 粒子加速解析に必要な精密磁場分布測定
- (2) イオンソースの開発研究
- (3) 加速初期におけるイオン軌道の解明

AVF サイクロトロンは日本ではまだ建設されてなく、今日全国各地で運転中の普通形サイクロトロンと比較して次の特長がある。

- (1) 粒子を高エネルギーまで加速でき、エネルギーを大幅に変えることができる。
- (2) 陽子から重イオンまでの多くの種類の粒子が加速できる。
- (3) 大きなビーム強度が得られる。
- (4) ビームの時間的連続性、エネルギー均一度、収束性が良好。

テストマグネットはヨーク、ポール、ポールチップ、スパイラルシム、主コイル、トリムコイル、イオンソース駆動棒等で構成され、その内スパイラルシムは粒子の高エネルギー加速収束性から3組の扇形状に正確に加工し、ポールチップ面に付着させ、トリムコイルは磁場の補正を加える目的でポールチップ面に設けた。

全重量約 30 匁、ポール直径 1,070 mm、平均ギャップ 113.6 mmH 形ヨークで、磁極には厳選された SIOC 材が、ヨークは厚鉄板の積層方式とした。主コイルは中空銅線使用の内部水冷式とし、トリムコイルは粒子加速用高周波電力のアースプレートをかねたわくに、M1 ケーブルを冷却管とともに炉中チッ素ガスろう付けした。主要部分の出来上がり精度は、磁極の平行度 2/100、スパイラルシムの取付誤差 5/100、トリムコイルの同心度 5/100 が確認された。

## 3. 照射装置

### 3.1 ガンマ線照射装置

日本アイントー照射協同組合へ納入した装置はわが国で初めての大規模な商業用装置で、医療器具のガンマ線照射滅菌プラントであり、将来は食品照射も行なうよう考慮が払われている。照射線源としては Co-60 を用い、最終的には 224 kCi となる大規模照射プラントである。

この照射装置は水深約 4.5 m の底部に 24 本の照射線源を格納し、これを 12 本ずつワイローで引き上げ、プール上部にある照射室に露出するようになっている。

トンネル状に構成された照射室中央部ではコンベアを 5 列直線状に配置し、各コンベア列間に線源を配置している。線源列の各線源の間には出入口の漏えい線量をしゃへいし、しかも照射効率を可能な限り低減せぬよう柱状のしゃへいブロックが配置されている。照射室の放射線しゃへいは側壁および天井には重コンクリートおよび普通コンクリートを用いている。一方出入口方向は完全な開口部をもっているのので上記しゃへいブロックを上下方向に落差を設け、直接線源を見込むことがないようにするとともに、上下方向落差を利用してビームキャッチを形成させて、漏えい放射線が多重散乱によって減衰するよう構成されている。被照射体がない場合には各コンベアにダミーを載せてしゃへいの万全を期している。この中央照射室の両端には直線状にしゃへい体があり、全長約 55 m、最大幅約 8 m の特異な構成となっている。

線源駆動装置は照射室天井上部に設置されプール底部に格納された直径 35 mm、長さ 410 mm の棒状線源をステンレス鋼ワイローで巻き上げる形式のものである。線源は照射室直下ではなくプール開口部の底に格納し、線源の補充作業が容易に行なえるようにするため 2 本のワイローで案内している。

照射コンベアシステムは、照射室入口および出口の 4 列のグラビティローコンベアと、照射室内の 5 列のスラットチェーンコンベアが直線配置されて構成されている。スラットコンベアチェーンの各列の間には線源列が配置されており、中 3 列のコンベア上の被照射物は両面があぶられるが、両端のコンベアでは片面しか照射されないで、これらのコンベアは循環ローコンベアで結合されている。スラットコンベアの有効列数は 4 列となり、出入口のグラビティローコンベアと接続されている。この出入口のグラビティローコンベアは貯蔵機能を持たせてあり、荷箱の操作の単純化、集中化をはかられ 24 時間無人運転を可能にしている。スラットコンベアの運搬速度は 0.5~5 m/min および 12.5~125 m/min の 2 段連続可変とし、最大 2 M Rad から最小 10 k Rad の広範囲の照射線量を得ることができる。このように、コンベアシステムは中央部のスラットコンベアのみを強制駆動としているので構造が単純化され取り扱いと保守を容易なものとしている。

また、大阪府立放射線中央研究所納入の装置は食品照射など工業化試験用のもので 10 万 Ci の Co-60 を 6 m のプール底部に格納したまま試料を空中から水底に連続搬送して照射する形式である。

### 3.2 工業用電子線照射器

電子線による塗膜硬化法の中心技術の一つは、比較的低エネルギー (200~500 keV) で大電流のとれる電子線加速器である。この目的のために、1969 年 6 月に電子線照射器を設置し、実験に供してきた。

設置した電子線照射器を有効に活用して、より高い信頼性、長寿命の装置の開発研究が行なわれており、電子線照射技術に関する研究も進んでいる。他方、電子線塗膜硬化という新プロセスに適合する新材料の開発に対しても側面から強力な援助を与えており、新方式の早期実現化への大きな原動力となっている。

開発した電子線照射器のおもな仕様は下記のとおりである。この電子線照射器は同時に設置した自動塗装機と合わせて、新方式による自動塗装ラインのテストプラントとしても実動している。

電子線 エネルギー	300～500 keV
電子線電流	15 mA
電子線出力	最大 4.5 kW
電子線走査幅	最大 1,000 mm
コンベヤ 速度	1～10 m/min

塗装以外にも化学工業プロセスに電子線を利用する分野はひろく、繊維のグラフト重合による品質の改良、ポリエチレンの耐熱性改善などの研究にも、有効に利用されている。これらの研究を通して、近い将来、新しい化学プロセスに電子線照射器が有効な道具として使われる可能性は大きいと期待される。

## 4. 中性子線回折装置

### 4.1 中性子回折装置

この中性子回折装置は原子炉から得られる中性子ビームを単一波長の熱中性子ビームにして取り出し、これを試料(単結晶、多結晶)に照射して回折中性子ビームの強度を角度の関数として測定し、試料の結晶構造や磁氣的構造を解析するための大形精密測定装置である。

今回製作した装置は NX-1320 形 2 軸中性子回折装置で、さらに ツーサークルゴニオメータを付属させて試料の三次元的データを求めることができるものである。機械装置は ツーサークルゴニオメータ 以外は従来のもと同じで、実験孔プラグ、実験孔しゃへい体、モノクロメータ、モノクロメータしゃへい体およびゴニオメータからなり、総重量約 20 トン、角度精度 0.01 度で回転される。ツーサークルゴニオメータは試料を、その中心位置でオイラー角  $\phi$  (ファイ) および  $\chi$  (カイ) の方向に回転できるようにしたもので結晶試料を単色中性子線に対し立体的に回転させて、その三次元的データを得ることができ装置の能力を拡大している。

測定装置は X 線回折などの物性装置に比べて測定時間が非常に長くなり、このような長時間の実験にも高精度を実現するように外來雑音対策を十分施し、また原子炉の出力変動で測定精度をさげることをのらないようモニター定計数方式を採用した。

## 16. 電子管および半導体素子

### Electron Tubes and Semiconductor

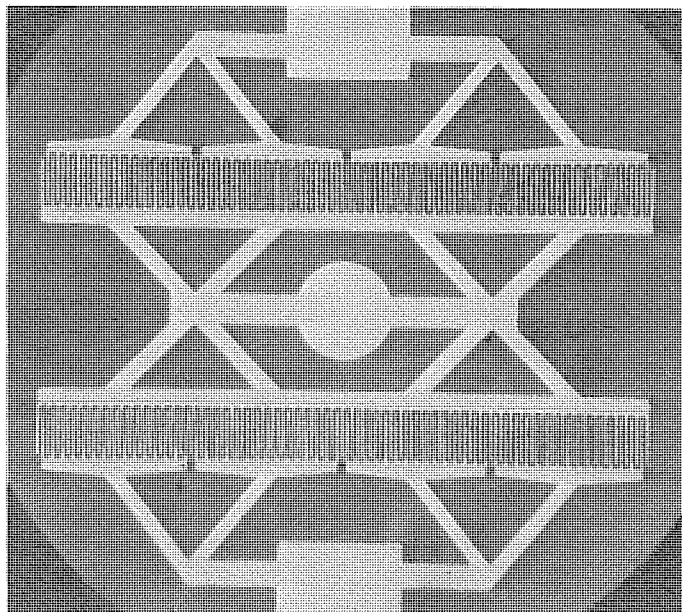


図 16.4 トランジスタ 2SC1015 のパターン  
Pattern structure of 2SC1015 transistor.

エレクトロニクス化は産業界各方面において、一段と進展の度を増しつつあるが、エレクトロニクス化の中核をなすものとしてきわめて重要な役割を果たしているのが電子部品である。

したがって、電子部品に対する需要は、世界的に加速度的に増加しつつあるが、わが国においても、この方面に対する設備投資はきわめて盛んである。

当社においても電子管ならびに半導体素子の生産量を急速に増大して、鋭意この旺盛な需要に応じようと努めているが、同時に、需要増加の根源をなしている新製品の開発にもいっそうの努力を傾注しており、昭和44年においても数々の誇るに足る成果をあげることができた。

電子管の分野では、業界において高い評価を得ているイグナイトロンはコンデンサ形抵抗溶接機用として、耐圧 3,000 V、せん頭電流 500 ~ 8,000 A、平均電流 3 ~ 240 A の MI-3000 CW シリーズを製作、販売して好評を得ている。

独自性を誇る金属製真空スイッチでは、新たに、電磁接触器用として定格電圧 600 V、定格電流 600 A の VS-1C6A、開閉器用として定格電圧 7.2 kV、定格電流 2,000 A の VS-6S20A を開発した。また、しゃ断器用として定格電圧 7.2 kV/3.6 kV において、しゃ断容量 150/250 MVA の VS-6B6S、および、しゃ断容量 250/350 MVA の VS-6B12S を完成した。

世界最大の 25 MW クライストロンを製作する能力を基盤とする大電力パルスクライストロンは、その需要が次第に増大しつつある。

カラーテレビ用の受像管については、その明るさをいっそう向上することに、44 年は技術的努力を集中した結果、従来のものに比べて輝度を 30 % 向上させることに成功した。また、日本の住宅に適した 17 形受像管を業界に先がけて開発し、生産を開始した。

半導体素子の分野では、大電力用半導体素子は 44 年には大幅に従来の記録を更新した、整流素子は平均順電流 800 A、逆電圧 6,000 V の定格をもった FD 1000 B が開発され、電力用サイリスタは定格

電流 600 A、阻止電圧 4,000 V へと特性が一段と向上した。インバータ、チョップなど用途とする高速スイッチング用サイリスタにおいては、定格電流、阻止電圧、ターンオフ時間がそれぞれ 100 A、1,800 V、30  $\mu$ s ならびに 400 A、1,300 V、20  $\mu$ s といった画期的な特性をもったものの販売が開始された。従来から当社が一頭地を抜いている大容量双方向サイリスタでは、定格を 150 A RMS、1,200 V に向上させると共に転流特性にもいっそうの改善が行なわれた。

トランジスタの分野では、製造の基本技術に一段の進歩をもたらすことにより、歩留り、信頼性の向上および新製品の開発において長足の進展があった。高周波高出力シリコントランジスタでは 450 MHz、13.5 V で出力 13 W の 2SC1015 が開発された。電界効果トランジスタでは FM チューナ 初段用としての 2SK33、および低周波低雑音増幅用としての 2SK34 が開発を完了して量産されている。また、カーステレオ、小形ステレオなどの低周波電力増幅用としてコンプリメンタリ電力増幅用モールド形シリコントランジスタ 2SA624 (PNP)、2SC1014 (NPN) の量産移行に成功した。

特異性を誇るダイオードでは、(Ga, Al) As を材料と発光ダイオードで輝度 10,000 fL 以上のものが得られている。GaAs ガンダイオードは完全に実用の時代にはいった。電流増倍効果を持ったシリコンアバランシェホトダイオードの実用化に成功した。

業界をリードしている集積回路の部門においては、半導体集積回路において、設計技術、ウエハプロセス、パッケージ技術において着実な進展が見られたが、中でも数々の利点を有する二重エピタキシャル分離法は画期的なものとして高い評価が与えられている。一方、製造設備の自動化、電子計算機による生産管理によって製造・管理の効率化ならびに人員の節約に成功している。同時に、DTL、TTL、MSI、MOSIC、MOSLSI、リニア IC において数々の新製品を開発し、品種構成を一段と充実させた。またマイクロ波用集積回路の領域においても鋭意、研究・開発が行なわれた。

## 1. 電 力 管

### 1.1 イグナイトロン

イグナイトロンは耐電圧が高く、しかもきわめてサージ電流に強くレスポンスが速いという特長を活かし、44年度も抵抗溶接機の電流制御用をはじめ、強磁場発生装置のスイッチングおよびクローバ用、電力機器の過電圧保護スイッチ用など各種の応用分野で多数使用された。

当社ではこれら用途のイグナイトロンをいち早く系列化しその性能と信頼性は多くの運転実績より高く評価されてきたが、44年度はさらにコンデンサ形抵抗溶接機用のシリーズを完成した。この種溶接機用イグナイトロンには単一パルス1,500~2,000 A、20~50 msの電流制御を必要とするため、陰極点の接続時間が他の用途のものに比較し2~5倍長く、それだけ陰極点の器壁への転移による障害を起こすが、この障害を防止する工作法の開発により、寿命を倍加することに成功したものである。

この種用途向けとして耐圧3,000 V、せん頭電流500~8,000 A、平均電流3~240 AのMI-3000 CWシリーズを製作・販売し好評を得ている。

### 1.2 真空スイッチ管

真空スイッチは、真空中の高い絶縁耐力と速やかな絶縁回復特性を利用したもので、これまでの開閉器にくらべ小形・軽量でしゃ断能力が大きく、長寿命で保守点検の必要がほとんどなく、また火災の心配がない等の数々の長所をもっている。このためここ数年来各応用分野に適した真空スイッチが急速に開発され、真空スイッチのシリーズ化が進められたが、最近ではとくにその使用範囲を高電圧、大しゃ断容量に広げるための努力がなされている。

当社では長年にわたるイグナイトロン生産の経験を活かし真空スイッチの外囲器に大幅に金属を使用した堅牢な金属そう(槽)形真空スイッチ管を標準製品としており、大電力しゃ断器用、高圧電磁接触器用、低圧電磁接触器用、配電線負荷開閉器用、負荷時タップ切換変圧器用等の応用分野に使用される真空スイッチ管の製品を系列化し、これ等応用製品の需要は急速に増大しつつある。

今年度新しく開発された真空スイッチ管については、まず電磁接触器用としては定格電圧600 Vにおいて真空コンタクトの長所を十分発揮しうる定格電流600 AのVS-1C6Aを開発し、電流電圧が400 Vないし600 Vでも十分真空電磁開閉器の特長を生かしうるものと考えている。開閉器用としては従来の区分開閉器用真空スイッチ管VS-6S3Aを定格電流400 Aに改良しVS-6S4Aとしたほか、新しく定格電圧7.2 kV、定格電流2,000 AのVS-6S20Aを開発した。

しゃ断器用真空スイッチ管については、定格電圧7.2/3.6 kVにおいて定格電流600 A、しゃ断容量150/250 MVAのVS-6B6S、および定格電流1,200 A、しゃ断容量250/350 MVAのVS-6B12Sを開発し、真空しゃ断器の適用範囲をさらに拡大させた。これらの管種は当社独自の外形である金属そう形真空スイッチ管の特長を十分発揮したもので、しゃ断容量の圧大にもかかわらず、外形は非常にコンパクトであり、小形・軽量という真空しゃ断器の長所は大容量しゃ断器においても十分確認される。一方真空しゃ断器の普及を目的として3.6 kV専用のしゃ断容量150 MVAのVS-3M6Aを開発した、これら新しく開発された真空しゃ断器の定格を表16.1に

表 16.1 真空スイッチ管新製品の定格  
Rating of new products of vacuum switching tube.

用 途	電磁接 触器用	柱上開 閉器用	負荷開閉 器用	し ゃ 断 器 用			
形名	1C6A	6S4A	6S20A	3M6A	6B6S	6B12S (6B20S)	
定格							
定格電圧 kV	0.6	6.9	7.2	3.6	3.6 7.2	3.6 7.2	
定格電流 A	600	400	2,000	600	600	1,200(2,000)	
定格しゃ断容量 (3相) MVA	—	50	—	150	150 250	250 350	
定格しゃ断電流 kA	6	4.2	—	24.1	24.1 21.9	40.1 28.1	

示す。

### 1.3 大電力パルスクライストロン

パルスクライストロンは電子線形加速器(以下ライナックと呼ぶ)の発展と共に成長してきた。すなわちこれまでライナックは主に研究用として使われてきたが、最近非破壊検査用および医療用の民需の増大によってクライストロンの需要も次第に増加してきた。さらに将来レーダ用に広帯域クライストロンが必要となってきた。当社では昭和37年より討じ切パルスクライストロンの開発をはじめ、せん頭出力において世界最大の25 MWクライストロンを生産する能力を基盤として、大電力・長寿命高信頼性の各種クライストロンを生産している。表16.2に当社製クライストロンの動状態を示す。

従来この種の大電力クライストロンはその冷却方式として水冷を使用してきたが、当社の場合は蒸発冷却を採用することによりとくに動作が安定で、取扱が便利になった。図16.1にクライストロンコレクタの蒸発冷却の実験の写真を示す。これらの実験によると、現在の最大定格で使用した場合でもコレクタ損失にまだ十分な余裕のあることがわかった。

表 16.2 クライストロン実動状態  
Operating condition of high power pulse krystron.

	東 大 核 研	東北大学核研究所	三菱重工 神戸造船所	三菱製鋼 長崎製鋼所
使用目的	研究用 6 MeV	研究用 300 MeV	非破壊検査用 15 MeV	非破壊検査用 15 MeV
管 種	PV-2012 A	PV-2014 B	PV-2012 W	PV-2012 W
納 入 数	3 本	5 本	1 本	1 本
使用状態	5 MW/1 kW	25 MW/25 kW	5 MW/5 kW	5 MW/5 kW
年間実動時間	4,000 h	2,000 h	1,000 h	1,000 h
推定平均寿命	4,000 h	1,500 h	2,000 h	2,000 h

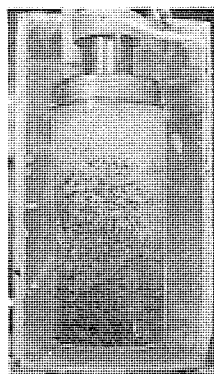


図 16.1 クライストロンコレクタの蒸発冷却の実験  
Experiment of vapor-cooling at klystron collector.



## 2. 受 像 管

### 2.1 カラー受像管

#### (1) 輝 度

シャドウマスク式カラー受像管は原理的にその明るさの低いことが大きな欠点とされ、開発以来輝度向上に幾多の変遷を経た結果、今日各社が市場に出しているものは初期のものに比べ格段と明るくなっている。しかしまだ一般顧客の要望を全面的に満している現状とは言い難く、44年度はこの明るさの向上に技術的努力を集中した。すなわち具体的には

- (a) 各色けい光体粒径の増大
- (b) 新緑色けい光体  $[(\text{ZnCd})\text{S} : \text{Cu}]$  の採用
- (c) フィルミング法の改良

等によりけい光面自体の発光効率を向上させ、さらにシャドウマスクの透過率を増加して電子ビームの利用率を高め、また耐高圧特性がすぐれ大電流まで解像度の低下しない電子銃を採用することにより、大きな輝度向上の成果を生むことができた。業界に先がけ開発・生産に踏み切った当社の17形カラー受像管440 AJB 22は上述のすべてを折り込んだ輝度対策カラー受像管と言える。

従来からの生産続行管種、19形カラー受像管490 AKB 22 Aについても逐次対策を実施し、従来のものに比べ30%に近い輝度改善が実績として得られている。

#### (2) 17形カラー受像管

従来カラーテレビ受像機の大きさでは19形が生産数の約80%を占め、その他は13形、15形、および旧形状の16形であった。19形受像機は日本の狭い住宅にはやや大きすぎるきらいがあり、その豪華さを失わずやや小形のものが要望されてきた。今回これらにこたえるべく17形カラー受像管を開発し業界に先がけ量産に移った。前述のように輝度向上を第一の設計ポイントとし、顕著に明るさを向上させたと同時に、耐高圧特性、解像度特性を高めたためきわめて明るくかつ鮮明な画像が得られている。

#### (3) その他

以上2点が44年度における特筆すべきカラー受像管に関する技術進歩と言える。今後カラー受像管も白黒受像管の歴史と同様、広角偏向化、ネック径のナロー化、画面のシャープコーナ化の一途をたどると思われる。これらに対処すべき開発、研究を鋭意進めるとともに、明るさ、解像度向上の果てしない競争のトップを走るべく努力を重ねている。

### 2.2 白黒受像管

白黒受像管の技術進歩は近來業界を見渡した所、顕著なものは見当たらないが、当社が44年度に開発した新防爆形式を採用した440 A

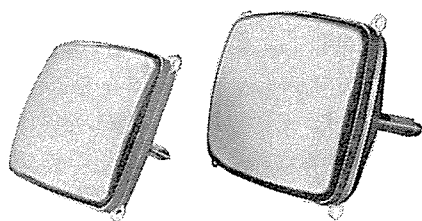


図 16.2 新防爆形受像管 440 AMB 4(左), 440 ALB 22(右)  
New implosion protection of picture tubes  
440 AMB 4(left), 440 ALB 22 (right).

MB 4 は注目に価するものと言える。本防爆形式は従来のリム補強形とバンド補強形を兼用したもので、受像機のデザインを欧州調のブッシュスルータイプにすることができる。同防爆形式はカラー受像管にも適用し17形管440 ALB 22を発表した。

## 3. 整流素子およびサイリスタ

電力用半導体素子が出現してから、10数年を経過し、使用実績においても整流素子、サイリスタともに、10年をこえるに至った。この使用実績から、電力用半導体素子の使用信頼度は、従来のイグナイトロ管、あるいはMGなどに比べ、同等またはそれ以上に高いものであることが実証され、近年いちじるしく応用分野は広まり、需要の増加はめざましいものがある。とくに最近は素子単体の電流容量の増大、阻止電圧の高圧化の傾向は顕著であり、変換電力量、あるいは制御電力量の増大は著しいものがある。これは、半導体素子が、より大容量の電力装置、ならびに機器に應用されてきており、そこでは素子が多数、直列、並列に接続され、単位容量の増大が、装置全体のいっそうの経済性をもたらすことを物語っている。すなわち、素子単体の制御電力容量の増大は、直列、並列につながれる素子数をへらすのみでなく、電圧均等分担、および電流バランスのための部品、さらに、サイリスタの場合は点弧装置などの、付属装置を少なくすることができ、これは装置全体の据付床面積の減少となり大きな経済的効果をもたらしている。

昭和44年度は、大電力用半導体素子における最大順電流定格、最大阻止電圧定格ともに、大幅に従来の記録を更新する年となった。

電力用整流素子では、従来、平均順電流800 A、逆電圧2,500 V、あるいは400 A、4,000 Vの定格が、単体として最大の変換容量をもつものであるが、新たに開発されたFD 1000 B 整流素子は、平均順電流800 A、逆電圧6,000 Vの定格をもつものである。電力用サイリスタでは、400 A、2,500 Vが最大の定格であったが、600 A、4,000 Vに定格を向上させることができた。さらにサイリスタでは、単に定格電流、阻止電圧が大きいだけでは、需要家の要求のすべてをみたしているわけではなく、スイッチング速度が問題となる用途は大きい。インバータ、チョッパなどの用途がそれであり、この分野においても、定格電流、阻止電圧、ターンオフ時間がそれぞれ、100 A、1,800 V、30  $\mu\text{s}$ ならびに400 A、1,300 V、20  $\mu\text{s}$ といった画期的な特性定格をもつものの開発が完了し、かつ販売も行なわれた。大電力用半導体素子の今一つの分野は双方向サイリスタである。従来、電力用双方向サイリスタの市販品の最大定格のものは150 A rms、1,000 Vであったが、特に双方向サイリスタの応用上問題となる転流  $dv/dt$  特性を改善し、150 A rms、1,200 Vの双方向サイリスタの生産が開始された。

以上の電力用半導体素子は、いずれも世界の最高水準の特性定格を有するものである。以下にさらに、これらの機種の特性定格および特長を、昭和43年のそれと比較して記述する。

### 3.1 FD 1000 B 整流素子, FT 800 A サイリスタ

FD 1000 B 整流素子およびFT 800 A サイリスタのおもな定格特性を、昭和43年度の最大容量をもつ半導体素子のそれと比較して示すと表16.3のとおりとなる。

これらの半導体素子の外形は図16.3のとおりである。この素子において、半導体基体は、両面から液体冷却される冷却体つきのものである。素子が大電力、高耐圧になるとともに、その発生する電

表 16.3 大電力用整流素子とサイリスタの昭和44年の進歩  
Progress of the ratings of high power high voltage rectifiers and thyristors in 1969.

項 目	整 流 素 子		サ イ リ ス タ	
	44 年	43 年	44 年	43 年
せん 頭 逆 電 圧 V	6,000	4,000	4,000	2,500
せん 頭 順 止 電 圧 V			4,000	2,500
平 均 順 電 流 A	800	400	600	400
サージ電流(1サイクル) A	12,000	18,000	10,000	8,000
臨界順電流上昇率 A/μs			200	200
臨界順止電圧上昇率 V/μs			200	200
ゲートトリガ電流 mA			350	350
ゲートトリガ電圧 V			4	4
ゲート非トリガ電圧 V			0.2	0.2
三 菱 形 名	FD 1000 B-120	SR 400 A-80	FT 800 A-80	FT 500 A-50

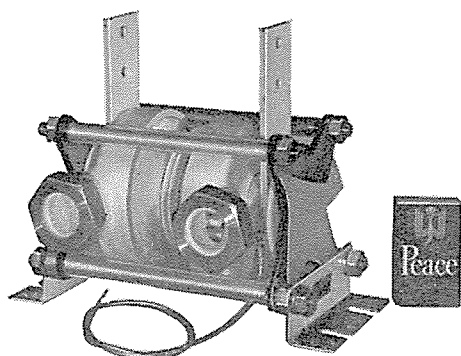


図 16.3 FT 800 A-80 サイリスタ  
Mitsubishi high power thyristor FT 800 A-80.

力損失も大きくなり効果的な冷却が必要である。このような冷却体との一体構造によって接合部一冷却体間の熱抵抗を極小にすることができた。またサイリスタ基体と銅電極との間のろう付け部分は完全に除かれて、重電機器、電力系統応用などに通常見られる激しい間欠負荷サイクルにも十分耐えられるように設計されている。冷却体付きの構造であり、スタック構造となっているために、使用者では何の組立作業も不要で直ちに使用できる。また高い臨界順電流上昇率を得るのに有利な センタゲート 構造を有している。

これらの高耐压大電力 シリコン 整流素子および、サイリスタは、一素子当りの変換あるいは制御しうる電力容量および耐压の点で、画期的なものであり、これによって、工業用、電鉄用重電機器は、もちろん、現在活発に検討が進められている直流送電や高圧交流制御などの電力機器の半導体化傾向は一段と促進されるであろう。

## 3.2 大電力高速スイッチング用サイリスタ

サイリスタの応用面の研究開発は、素子の特性定格の改良とともに著しく進み、サイリスタチョップ および サイリスタインバータ への需要は顕著に増してきた。表 16.4 は、三菱高速スイッチング用サイリスタシリーズのターンオフ時間、耐压の点で43年度および44年度の最高水準のものの比較を示したものである。

これらのシリーズのすべてのサイリスタは、エミッタ N 層を拡散で形成する全拡散形構造をとっている。このため N<sub>E</sub> 層の接合面は均一できわめて平坦であり高い耐压を得るのに適している。順阻止電圧に過渡せん頭順阻止電圧を保証できるのは、このことを裏付けている。さらにライフタイムの制御は各接合の濃度、深さなどの設計パラメータと

表 16.4 大電力高速スイッチング用サイリスタの昭和44年の進歩  
Progress of the ratings of high power high speed switching thyristors in 1969.

項 目	～150 A 素子		～400 A 素子	
	44 年	43 年	44 年	43 年
せん 頭 逆 電 圧 V	1,800	600	1,300	1,000
過渡せん頭逆電圧 V	1,900	720	1,450	1,200
せん 頭 順 止 電 圧 V	1,800	600	1,300	1,000
過渡せん頭順止電圧 V	1,900	720	1,450	1,200
平 均 順 電 流 A	100	150	400	400
サージ電流(1サイクル) V	4,000	4,000	8,000	8,000
臨界順電流上昇率 A/μs	100	100	200	200
最高動作接合部温度 °C	115	125	115	125
ター ン オ フ 時 間 μs	30	15	15	30
臨界順止電圧上昇率 V/μs	100	100	200	200
三 菱 形 名	CR 100 CX-36	CR 150 BX-24	FT 500 AY-26	FT 500 AX-20

の関連において独特の方法で行なわれ、スイッチング時間を制御したことによる順電圧降下の増大、もれ電流の増加を極小におさえることができた。改良した センタゲート 構造は、インバータ、チョップ用途に、素子に避けえない高い  $di/dt$  を保証するのに大きな効果をもっている。また、サイリスタ基体を銅ベースに組込むのにろう材を全然用いない圧接構造を用いているため、熱サイクル、断続負荷に対するろう材の熱疲労の問題がなく、高い信頼性が保証される。

## 3.3 高耐压大容量双方向サイリスタ

需要面の顕著な拡大を示しているサイリスタの応用分野において、交流制御を行なっている電力制御装置の占める割合は大きい。この種の装置においては、多くはサイリスタ2個が逆並列に接続され、2個単位で使用されている。逆並列2個のサイリスタにかわり、この交流制御を1個の素子で行ない、ゲート回路、付属装置を簡略化し、装置全体の製造コストの低減をはかろうとする要求が強くなってきた。大電力用双方向サイリスタは、このような要求に答えるべく開発され、すでに生産にはいっている。

双方向サイリスタの場合、もっとも過酷な責務は、一方方向への通電が終了し、反対方向の極性の電圧が印加される瞬間、直ちに通電開始を制御する十分な制御機能をもつことである。この機能は、転流時の通電々流の減少率の大きさ  $(di/dt)_c$  と、反対方向に印加される印加電圧の上昇率の大きさ  $(dv/dt)_c$  で表わされる。大容量双方向サイリスタが、照明などの抵抗負荷のみならず、交流モータの制御、直流モータの可逆制御などに用いられるためには、すぐれた転流能力をもつことが必要である。BCR 150 A 形双方向サイリスタは、接合部温度 125°C の定格電流において、 $(dv/dt)_c \leq 20 \text{ V}/\mu\text{s}$  のとき、 $(di/dt)_c \geq 1 \text{ A}/\mu\text{s}$  という大きな値を保証している。この転流能力は、モータ等のリアクティブ負荷においても、付加的な L などの付属部品を増すことなく、双方向サイリスタを応用できる値である。

BCR 150 A 形双方向サイリスタは、センタゲート構造をもち、圧接構造をとっており、従来、十分な信頼性を確認した電力用サイリスタとまったく同一の外装に組込まれている。

今後この種大容量双方向サイリスタは、工作機械をはじめ、一般工業機器の AC モータ制御、大形直流電動機の可逆制御など、および大容量照明制御、交流無接点制御などにいっそう広く用いられるであろう。

## 4. トランジスタ

### 4.1 トランジスタ製造基礎技術

個別部品としてのトランジスタは、昭和44年度において量的な拡大と、質的内容の向上にみるべきものがあり、製造の基本技術は一段の進歩を示し、歩留り、信頼性の向上および新製品の開発において長足の進展があった。

すなわち、第一に、接合を製作する拡散技術は一段と向上し、低濃度から高濃度にわたって浅い深さで大面積の接合が容易に製作可能となり、高周波化と歩留りの向上を促した。第二に写真しよく(蝕)刻技術についてみると、より高精度の酸化膜およびアルミニウム電極エッチ技術の開発によって、ここ1年間に形状の複雑さが約2倍のトランジスタの出現を可能にし、高周波高出力トランジスタとしては最高級製品を実現する素地を作った。第三にシリコントランジスタ素子表面のパシベーション技術をあげることができ、歩留り、信頼性および雑音特性の改良に重大な影響を与えた。当社独自のパシベーション技術によって製作されたオーディオ低雑音トランジスタは、その性能と品質によって、市場における飛躍的な量の拡大をもたらした。昭和44年度に製品化された電界効果トランジスタおよびコンプリメンタリ用PNP形トランジスタも、表面不安定性に起因する信頼性の解決が製品化のキポイントであり、当社のすぐれた表面パシベーション技術と封止材料の開発、およびその組立技術によってはじめて実現されたものである。第四の基本技術は電極のメタライズに関するものであり、ますます高性能化するトランジスタへの要求にたいし、適確なオーミックコンタクトを作ることと、機械的強度に起因する信頼性を向上させるため、従来のアルミニウム電極にかわって、アルミニウムを主とした多層金属電極が一部採用されて、当社の高信頼度トランジスタおよび、特に浅い接合をもつ高周波高出力トランジスタの高性能の基礎となっている。

以下にこれらの基本技術をベースとして開発された新製品を紹介する。

### 4.2 高周波高出力シリコントランジスタ

高周波高出力シリコントランジスタは、高周波性、高出力性の向上に飽くことなき努力が傾けられ、ついに450 MHz、13.5 Vで13 W以上の高出力の得られる2SC1015が開発された。

この素子の出現により400 MHz帯10 W出力までの移動無線機は、当社の500 MHz、13.5 Vシリーズ、2SC908、2SC911、2SC973～2SC975との組み合わせにより、全トランジスタ化することが可能となった。

2SC1015の外装は、2SC973～2SC975と同じシリコン樹脂モールドのストリップラインタイプで、幅広いエミッタリードと放熱用のスタッドとが、内部において短絡されている。これにより、エミッタリードインダクタンスを大幅に減少させ、電力利得の向上をはかるとともに、エミッタの接地を容易にした。

また、パターン設計においては、当社のくし形構造をいっそう精密化することにより、電流量の増大と最大出力の増大を図った。図16.4(16編トップカット写真)にそのパターンを示す。具体的には、エミッタおよびベースストライプ幅4  $\mu$ m、ストライプ長80  $\mu$ m、エミッタストライプ本数120本、規格化周波率14となっている。規格化周波率は、エミッタパターンの精密さを示す数値であって、2SC975クラスでは11、2SC1022クラスでは6の値である。

また、過酷な使用条件のもとでも十分安全に動作するように、破壊強度に対して、パターン設計、拡散・仕様などの点で深い配慮が払われた結果、13.5 V、13 W出力時のアンテナ端開放、短絡状態でも劣化、破壊しないものとなっている。

いっぽう、1 GHzシリーズ2SC976、2SC977を用いたTV・IC化サテライト装置も実用化に入り、45年度中には、全国に数百局が、設置されることになっている。これによりUHF帯の放送通信機器も全固体化の時代にはいった感がある。また、よりいっそう高出力の放送通信機器の全固体化を目指して、さらに高性能の素子を開発中である。

### 4.3 電界効果トランジスタ

最近の電界効果トランジスタ(FET)の普及はめざましいものがあり、特に、FM用フロントエンドをはじめ、超高周波(VHF)増幅器の初段のFET化、ならびにFETの音声周波段への応用にたいして多くの努力が払われている。

ここに紹介する2SK33と2SK34は、前者は高周波増幅用、後者は低周波低雑音増幅用として設計され、現在量産中のものである。以下に両者の特長、用途について説明する。

2SK33は、特にFMチューナの初段用として、電力利得、雑音指数および安定性の改善をねらって設計され、100 MHzで7 mVの順伝達アドミタンス、および0.1 mVの入力コンダクタンスをもっており、また、帰還容量は従来のFETに比べ、順方向アドミタンスの倍増にかかわらず、約1/3の0.5 pFである。

このため、FMチューナ用を考慮し、100 MHzの同調増幅器としての特性を示すと、 $V_{DS}=10$  V、 $V_{GS}=0$ で、電力利得20 dB、雑音指数2.5 dBを安定に得ることができる。

以上のすぐれた増幅能力に加えて、FET本来のすぐれた混交調特性、相互変調特性、温度特性等により、優秀なFMチューナを実現できる。さらに、他のVHF増幅器に適用できることは、以上の特性からみて明らかである。

2SK34は低周波低雑音用として開発され、従来のFETと比較してその特長を示すと、

1. 低雑音である。  $f=100$  Hz、 $R_g=100$  k $\Omega$ 、 $NF<5$  dB
2. 高耐圧である。  $V_{DGO}\geq 50$  V

FETの雑音としては、従来からよく知られているように電圧性の雑音が支配的であり、電流性の雑音は非常に小さく、通常考えられる信号源抵抗の範囲ではほとんど雑音として現われてこない。そのため、FETが雑音の点から考えて、高信号源抵抗に対し、適当なことは明らかである。いっぽう、比較的、信号源抵抗の低い、(たとえばMM形、MC形カートリッジ用プリアンプ回路など)回路に使うためには、電圧性雑音の小さいことが要求されるが、従来のFETはトランジスタに比べ、電圧性雑音が大きいため適しなかった。2SK34は、この電圧性雑音の低減をも計っているため、電圧性雑音のレベルはトランジスタの大体2倍程度におさまっており、 $1/f$ 雑音やパルス性雑音の小さい点も合わせて考えると、むしろ聴感上でS/N比の大きい増幅器を提供することができる。

さらに、2SK34ではひずみ率を改善するとともに、電圧利得を大きくするために電源電圧の高いところで使用できるよう、ゲートドレイン間耐圧を50 V以上に向上している。

#### 4.4 電力増幅用モールド形シリコントランジスタ

カステレオ、小形ステレオなどの低周波電力増幅用として、シリコン樹脂封止のエピタキシャルプレーナ形シリコンパワー・トランジスタ 2SA 624 (PNP), 2SC 1014 (NPN) を開発し、量産を開始した。

従来の OTL (Output Transless) 増幅回路は大電力用の PNP シリコントランジスタがないため、入力トランス付き、または準コンプリメンタリ方式であったが、このトランジスタの出現により完全コンプリメンタリ方式が採用できるようになった。この結果、従来の回路方式よりも回路が簡単になり、また、増幅段数を減らすことができ、低コストの回路を組立てられるようになった。小形ステレオに用いた場合、8~10 W の出力を得ることができる。

これらのトランジスタは用途から考えて

- (1) 耐圧が高く、 $h_{FE}$  の直線性がよいこと。
- (2) 順バイアス 2 次降伏を起こしにくく、破壊に対して十分強いこと。
- (3) コレクタ knee 電圧が低いこと。
- (4) 周波数特性がよいこと。
- (5) 低価格であること。

をどが要求されるが、このような要求を合理的に満している。特に、パワー・トランジスタ特有の 2 次降伏破壊に対しては、飽和抵抗を増大させないこと、 $h_{FE}$  の直線性を悪くしないことを考慮に入れて、実効エミッタ周辺長を十分長くし、かつ完全な接合を作り、また基板とペレット間の接着を十分にしておいてコレクタ接合の放熱を良くすることにより、広い安全動作領域 (ASO) を得ている。

これらのモールドトランジスタは低価格であることが特長の一つであるため、外装、製造方法などを十分に考慮する必要があり、外装にはシリコンコンパウンドを用いている。従来の民生機器用のトランジスタにはエポキシ樹脂が使用されていたが、電力用の場合には、とくに耐熱性、耐環境性に注意する必要がある。そのため、エポキシ樹脂よりも耐熱性がすぐれたシリコンコンパウンドを使用し、耐熱性、耐環境性、高温保存特性などの問題を解決した。また、製造方法も低コスト、大量生産に適したものでなければならない。そのため、組み立て方法には、連続基板 (フレーム) を用いて作業能率の向上をはかり、また、モールド工程においても、多数個のトランジスタを一度に加工している。この結果、従来のトランジスタにくらべて作業時間が大幅に短縮され、かつ作業内容も単純化された。

これらのトランジスタの信頼性はモールド樹脂の改良、表面安定化の技術の向上により、完全に解決されている。各種の信頼度試験の結果、最大定格における動作寿命試験では故障率 0.5 %/1,000 時間が得られ、実使用状態では、0.05 %/1,000 時間以下が期待される。

このように高性能、経済性をかねそなえたモールドトランジスタは、従来の金属ケース封止のゲルマニウムトランジスタおよびシリコントランジスタにとってかわることが可能である。今後さらに、大電力、高耐圧のトランジスタについてもモールド化をはかり、現在の TO-66 や TO-3 金属ケース封止のものにかわるトランジスタを開発する予定である。

### 5. ダイオード

#### 5.1 発光ダイオード

発光ダイオードは小形、高信頼性の発光素子として表示、計測、制

御など多くの用途がある。最近では発光ダイオードを用いた数字表示装置が注目されている。

当社では  $(Ga_{1-x}Al_x)As$  を材料とする可視光 (赤色) 発光ダイオード (ME 101) を開発し、市販してきた。その後さらに結晶、素子製造技術の改良を行なった結果、現在 ME 101 標準品の輝度は 1,000 fL 以上となっている。これらのダイオードの発光波長と輝度との関係を調べた結果 6,600~6,800 Å の波長で輝度が最大になることが明らかになった。6,700 Å 付近で最高 10,000 fL 以上の輝度が得られている。

発光ダイオードを平面上に配列し、発光パターンで数字をえがく固体数字表示装置は小形で、5 V 以下の低電圧で駆動され、寿命、信頼性も良好なところから、IC 化された小形機器の数字表示に最適である。

当社では前記の  $(Ga_{1-x}Al_x)As$  発光ダイオード技術と IC 技術とを結びつけた固体数字表示装置の開発を行なっている。

このために必要な面発光形ダイオードの開発は ME 101 の結晶成長技術と素子製造技術とを最大限に活用して行なっている。現在、輝度最高 1,000 fL が得られているがさらに高輝度、高エネルギーを目標に開発を進めている。

数字表示装置における発光ダイオードの配列方式としていろいろなものがある。図 16.5 は単体の発光ダイオードをマトリクス状に配列したものである。2 進化 10 進信号により発光ダイオード電流を制御し数字パターンを発生する専用の駆動用 IC を開発した。

さらに絶縁基板上に発光ダイオードチップと駆動用 IC とを配列したハイブリッド形数字表示装置などの開発を進めており、上記発光ダイオード技術の進歩と相まって数字表示の分野でも大きな発展が期待されている。

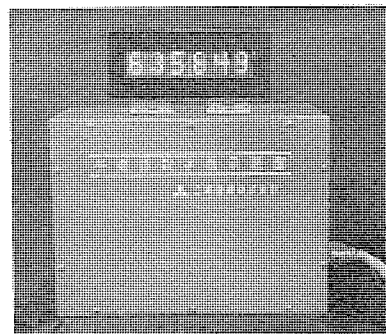


図 16.5 半導体数字表示装置  
A semiconductor numerical display.

#### 5.2 ガンダイオード

X-band を中心にガンダイオードの実用化を目指し研究を進めた。実用化において最も問題となるのは

- (1) 材料の GaAs 結晶特性の選定
- (2) ガンダイオード作成技術の再現性
- (3) ダイオードの信頼性と寿命
- (4) 発振器の特性

である。材料の選定に関しては一応の目安が立ち、作成技術の再現性は電極材の改良により良好となった。信頼性については従来の半導体製品並の信頼性試験に対し十分耐え得ることが明らかとなった。長時間動作寿命試験はすでに 2,000 時間を経過して、直流特性、マイクロ波特性共に変化なく、安定に動作している。代表的特性としては X-band で 100 mW 以上の出力を得ることができる。また、単一



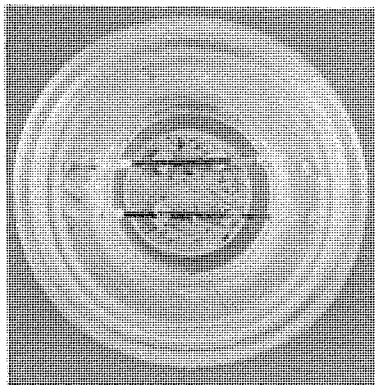


図 16.6 単一パッケージのスタッド上にマウントされた4個の素子

Four pellets mounted in parallel on a stud of a package.

素子としての最大出力は 270 mW を得た。ガンダイオードの高出力化の試みとして、複数素子を単一パッケージに並列にマウントし、X-band で 450 mW の高出力ガンダイオードを得た。図 16.6 はこの並列マウントの模様を示している。実用上の発振器としては単に出力のみならず、温度や電圧変動に対する安定性、負荷変動に対する安定性、発振スペクトルの純度等に種々の要求があり、これらの因子と、ガンダイオードの設計因子との関係を明らかにし、実用化を進めている。

### 5.3 シリコンアバランシェ ホトダイオード

通常のホトダイオードと比較して、アバランシェホトダイオード (APD) は電流増倍効果があり、理論的に S/N 比改善効果が期待されるので微弱光の検出に適している。しかし従来は製作技術上の問題、とくに接合面内で一様な降伏特性をもたせることが困難で、そのため雑音の大きなものしか得られなかった。

開発した Si-APD は有効な受光径が 240  $\mu$  と 200  $\mu$  の 2 種類でいずれも n<sup>+</sup>-p 接合形でガードリングを備えており、TO-46 ヘッダーに取付け透明窓つきキャップをかぶせたものと BNC コネクタに取付けて集光レンズ系を組み合わせたものがある (図 16.7)。

表 16.5 に開発した Si-APD の特性を示した。 $\beta$  は温度変化に対する降伏電圧変化を示し、 $\beta = (dV_B/dT)/V_B(0^\circ\text{C})$  で定義したものである。暗電流は活性領域を流れる飽和電流 (generation current を含む) と表面を流れる漏えい (洩) 電流からなっており、後者が支配的である。

負荷抵抗を含めた APD 受光系は、理論的に、増倍率が增大するにしたがって S/N 比が良くなり、ある最適増倍率で S/N 比が極大となり、さらに増倍率を増すと S/N 比は次第に悪くなる。実際の APD には降伏特性の不均一性があるために、特定の増倍率 (これを限界増倍率と名付ける) 以上ではマイクロプラズマ雑音と呼ばれるパル

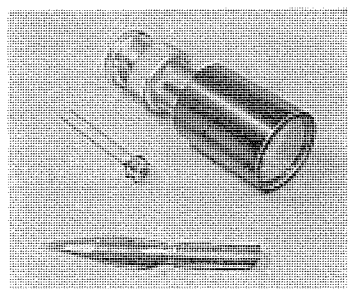


図 16.7 シリコンアバランシェホトダイオード  
Silicon avalanche photodiode.

表 16.5 シリコンアバランシェホトダイオードの諸特性  
Characteristics of Silicon avalanche photodiode.

特性項目	APD-1	APD-2	
受光面積	$4.5 \times 10^{-4}$	$3.1 \times 10^{-4}$	cm <sup>2</sup>
降伏電圧	33~42	33~42	V, 300°K
温度係数	$1.0 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-3}$	deg <sup>-1</sup> , typical
容量	5.5~7.0	3.0~5.0	pF, at breakdown voltage
暗電流	0.05	0.05	nA, at 1 V, 室温
感度	0.25	0.25	A/W, for $\lambda=0.85 \mu$ , at 1 V
最小受信電力	$1.8 \times 10^{-13}$	$1.3 \times 10^{-13}$	W/Hz, $\lambda=0.85 \mu$ , 1 k $\Omega$
応答速度	5	3	ns
最大増倍率	2,700	2,700	for $I_p(1 \text{ V})=10^{-8} \text{ A}$ , 1 k $\Omega$
限界増倍率	100	100	for $I_p(1 \text{ V})=10^{-8} \text{ A}$ , 1 k $\Omega$

ス状の雑音が発生するので、実用的にはそれ以下の増倍率でなければ使えない。開発した APD は降伏特性の不均一性を小さくすることによって限界増倍率を大きくすることに成功したものであり、限界増倍率以下で最高 20 dB の S/N 比改善効果を得ることができる。

APD の最大増倍率 (バイアス電圧を全範囲にわたって変えたときに得られる増倍率の最大値) は負荷による電圧降下の影響を受けやすいので、入射光が弱く負荷が小さい場合ほど大きくなる。

大きな増倍率で APD を動作させる場合には温度補償をした安定化電源を使う必要がある。

## 6. 集積回路

### 6.1 半導体集積回路

#### 6.1.1 設計技術

IC 設計技術で第一に手がけなければならないのは、設計の標準化である。つまり、製造プロセスを標準化し、同一設計基準で回路が異なる各種の品種が製造できるようにすることである。第 2 には設計の誤りをなくすことであり、第 3 には設計期間の短縮と設計工数の削減とがあげられる。これらを満足するために、第 1 の設計の標準化が進んだ段階で、CAD (Computer Aided Design) 技術を導入しなければならない。

CAD 技術を導入する基本的な考え方は、IC の開発計画に合わせ、その設計時期に最も効果的な CAD 技術を用いることであり、IC 技術の急速な発展に十分対応できる CAD 開発技術を身につけることである。

受注仕様による LSI を開発する場合、従来のシステム設計では少々の設計ミスも量産前に修正が容易であったが、LSI の場合は試作段階から設計ミスは絶対に許されない。したがって、CAD 技術開発の第 1 段階とし、設計ミスが絶対に発生しないことおよび設計ミスをいかにして発見するかを重点に考えた。第 2 段階として、単純なくり返し作業の CAD 化により設計の最適化を試みた。

わが社が取り組んでいる具体的な CAD の項目を次に示す。

- (1) システムシミュレーション
- (2) 論理シミュレーション

- (3) 回路の分割と最適配置
- (4) 回路解析
- (5) マスク設計および製作
- (6) 機能試験およびその項目省略法
- (7) 故障診断

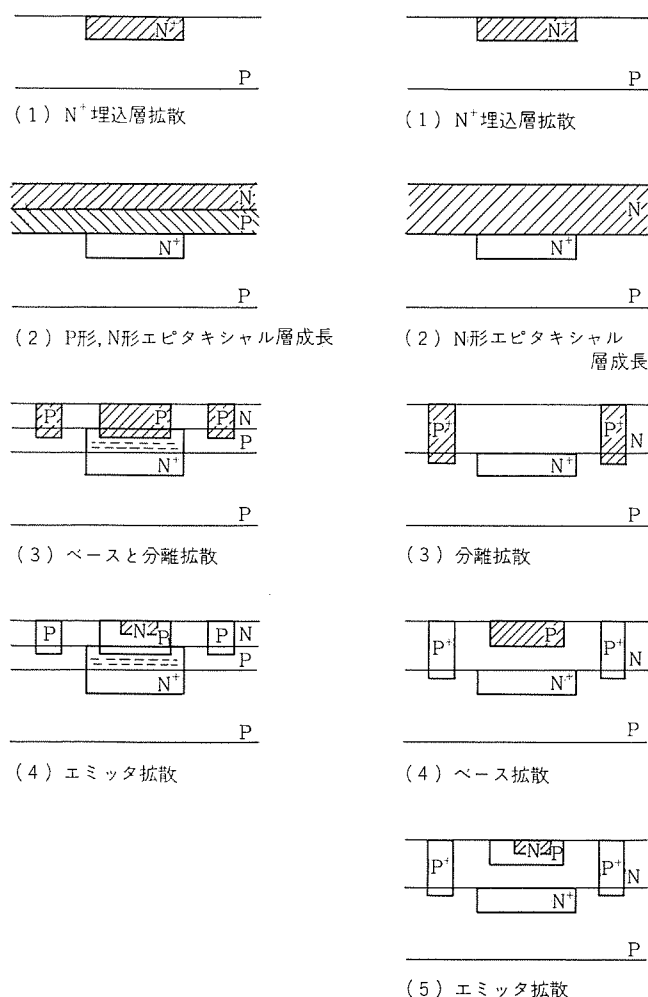
これらのうち実用化しているのは、回路解析、マスク設計および製作、論理シミュレーションによる機能試験パターンの発生などで他は開発中である。

この外 デジタル IC および MSI の設計に基本パターンを呼び出すことによるマスク製作の効率化および自動試験機のテストプログラムの自動作成および測定データの集計処理を実用化している。

### 6.1.2 ウエハプロセス

#### (1) 二重エピタキシャル分離法

二重エピタキシャル分離法 (DEI 法; Double Epitaxial Isolation Method の略) はわが社で開発し実用化に成功した技術で、 $N^+$  埋込層を形成した P 形シリコン基板上に P 形および N 形のエピタキシャル層を連続的に気相成長させ、次にベース拡散と分離拡散とを同時に行なうものである。この技術は、従来の方法では極力防止することに努めていた  $N^+$  埋込層の不純物のエピタキシャル層への再拡散を逆利用することにより、分離拡散をなくし、かつ耐圧の制御を容易にした



(a) DEI法

(b) 従来の方法

図 16.8 DEI 法および従来の方法による IC 構造のトランジスタの製造工程

Manufacturing processes of a transistor of IC structure by double epitaxial isolation method and ordinary method.

ことが開発の着目点である。

DEI 法の製造方法を従来の方法と比較して説明する。DEI 法および従来の方法による IC 構造のトランジスタの製造工程の比較を図 16.8 の断面図に示す。図 16.8 (a) の (2) に示すように、 $N^+$  埋込層が形成されている P 形基板上に P 形および N 形エピタキシャル層を連続的に成長させる。この P 形および N 形エピタキシャル層を連続的に成長させる製造工程は、きわめて簡単でエピタキシャル層成長中にバルブを 1 回開閉するのみでよい。次に、図 16.8 (a) の (3) に示すように、P 形不純物の拡散をベース領域と分離領域とに同時に行なう。エピタキシャル成長工程およびベース拡散工程における熱処理、 $N^+$  埋込層から P 形エピタキシャル層への不純物の再拡散が起こり、P 形から N 形へ伝導性が反転する。これは図 16.8 (a) の (3) で点状で示された部分に相当し、この反転層をコレクタ層の一部として用いる。

一方、ベース拡散と同時に分離領域の拡散を行なうと、分離領域の下には  $N^+$  埋込層がないため、分離領域の拡散が P 形エピタキシャル層に到達し、分離拡散が完了する。このようにベース拡散工程と同時に分離拡散が行なわれるので、従来行なっていた分離拡散のための写真製版工程と分離拡散工程とがそれぞれ 1 回づつ省略され、使用マスクも 1 枚減少する。さらに分離拡散が従来の方法より浅くなるので、分離拡散の横方向への拡散が少なくなり、ベース、分離間隔を縮小することができ、集積度が向上する。

DEI 法の特長をまとめると、

(a) 従来拡散工程中最も長い時間 (約 10 時間) を要していた分離拡散工程が省略される。

(b) ベース拡散と分離拡散を同時に行なうので、使用するマスク枚数が 1 枚減り、写真製版工程も 1 回省略される。

(c) 集積度が 20~30% 向上する。

(d)  $N^+$  埋込層の不純物再拡散により、コレクタ領域内に内部電界が発生し、コレクタ蓄積時間の減少に寄与するため、スイッチング特性が改善される。このため、歩留り低下の要因であった金拡散工程を省略することができる。

(e) PNP トランジスタが少ない工程で容易に製作できる。

#### (2) バイポーラ高速プロセス

TTL を中心とするバイポーラ、デジタル IC の高速および中速回路をカバーする高速プロセスの開発を行なった。これにより、電源電圧 5 V で使用するバイポーラ、デジタル IC のあらゆる種類の品種を製造することができる。さらに設計および製造プロセスの標準化、集積度の向上および歩留りの向上に有効である。

#### (3) MOS プロセス

MOS プロセスは、電子式卓上計算機用に開発されたダイオードゲート併用の MOS IC 用および MOS LSI 用のプロセスに大別される。ダイオードゲート併用の MOS IC のしきい値電圧 ( $V_{th}$ ) は大きい方が望ましく、MOS LSI のしきい値電圧は小さい方が望ましいので、しきい値電圧は別々に制御している。MOS IC を使用する上で問題になる点は寄生 MOS トランジスタの影響およびゲート破壊である。これらをウエハプロセス上で防止する方法として、 $N^+$  分離拡散を行ない寄生 MOS トランジスタの防止を、入力に保護ダイオードおよび抵抗を入れて、保護ダイオードの耐圧をゲート酸化膜の耐圧以下に制御している。

#### (4) リニア IC 用プロセス

リニア IC 用のウエハプロセスは IC の回路特性の要求により種々のマイナーチェンジが必要である。現在採用している特殊なプロセスは次に示す 4 種類ある。すなわち、音響機器用の低雑音プロセスで従来の方

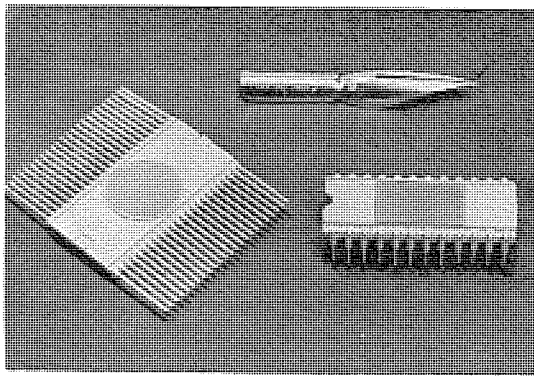


図 16.9 多ピンパッケージの外形  
(48ピンフラットパッケージ, 24ピンDILパッケージ)  
Outlines of multi-pin package.  
(48 pin flat package, 24 pin DIL package)

法に比べ雑音を1/10にすることができた。高出力増幅器用の高電力プロセス、計測器用の高電流増幅率( $h_{fe}$ )プロセスおよび表示放電管および高電圧リニアIC用の高耐圧プロセスである。

### 6.1.3 パッケージ

わが社で生産しているICのパッケージの大半は工業用の14ピンおよび16ピンのプラスチックモールド形DILパッケージである。これらは他社に先がけわが社で開発し実用化したものであるが、プリコート材、モールド材など材料の検討およびアッセンブリプロセスの改良により次のような品質の向上を計った。すなわち、MOS ICのプラスチックモールド化に伴ない耐湿性の向上、ICの使用温度範囲を広げるため、温度サイクルおよび保存温度の温度範囲の拡張、IC出荷後の不良率の低域およびアッセンブリプロセスの歩留りの向上などである。

中規模集積回路(MSI)および大規模集積回路(LSI)の要求に応じるため、図16.9に示す多ピンのセラミックパッケージを開発した。一つは24ピンDILパッケージで、ピン間隔2.54mmピッチ、インライン間隔12.7mmである。他の一つは、48ピンでピン間隔1.27mmピッチのフラットパッケージであるが、リード線が太くなっているため、インライン間隔17.78mmおよび22.86mmになるようリード線を互い違いに曲げれば、従来のDILパッケージと同一のプリント基板設計基準およびプリント基板アッセンブリ技術が用いられる。

このほか、プラスチックモールド形DILパッケージで14ピンフィン付きおよび18ピンフィン付き、TO-3類似形の10ピンパッケージおよびTO-100パッケージを生産している。

### 6.1.4 製造および生産管理技術

ICの生産量が増加し、生産規模が大きくなると、製造プロセス工程がきわめて複雑なIC製造部門では非効率な管理はきわめて大きな問題となるので、製造および生産管理の体制を確立し能率化する必要に迫られてくる。このことを予測し、早くから手を打ってきたが、ここでは製造設備の大容量化、自動化および計算機による生産管理のためのデータ収集および解析について述べる。

#### (1) 製造設備の自動化

ウエハプロセスの生産性を向上するために使用するシリコンウエハの大型化を進めてきたが、今回は直径50mmのものを採用した。わが社でICの生産をはじめた当初は直径25mmのものを使用していたがここ4年間で4倍の大きさになったわけである。

マスク製造技術では、原図の作成およびステップアンドリピート工程に自動制御機を導入し、電子計算機で作成したテープによりマスクの自動作成を行ない、作業ミスをなくし、マスク作成時間の短縮を計った。

拡散工程では、不純物の自動ドーピング装置を採用し、不純物の流量および時間の正確な制御を行なうことにより、拡散条件の均一化、作業ミスの絶滅および人員の削減を実現した。化学処理工程は自動レジスト塗布および自動現像設備を導入し、処理能力の増大を計り設備費の高価なクリーンルームのか(稼)動効率を高めている。

ボンディングおよびモルディング工程は工程時間および待ち時間の短縮により能率化している。リード加工工程はリード線の折り曲げおよび切断を自動化した。

マーキング、最終テストおよび包装の工程は、ICが完全に1個づつになりパッチプロセスが用いられず最も手間のいる工程であるので、一連の自動化を計る必要がある。現在、自動マーキング装置、高速自動ハンドラおよび自動包装機を採用している。

### (2) 生産管理

電子計算機の導入により、豊富に存在する原始データから生産管理に必要とするデータを集計し解析し、多くの人手を要せずに迅速に提供することが可能となった。わが社では次の諸点の管理に電子計算機を導入している。

- (a) 生産計画。特にロット当りの良品数が品種によって大きく異なるので複雑な計算が必要である。
- (b) 受注管理。注文書の処理、出荷管理および在庫管理を行なう。
- (c) 工程管理。投入計画および材料購入計画をたてるとともに、各工程の進ちょくおよび歩留りを(把)握し、小日程計画の変更、製造技術のチェックおよび出荷計画の修正を迅速に行なう。
- (d) 損益計画。予算管理、原価計算、販売実績などのデータ処理により、刻々と変動する状況に応じて損益計算が行なえる。
- (e) プラント管理。特にICのように装置工業が設備投資を行なうときの、数多い新設プラントを管理するのに有効である。
- (f) 品質管理。品種、ロット、工程ごとのインラインテストデータ、不良内容および抜取りテストデータを総合的に解析し、大局的な品質管理および品質の向上ができる。
- (g) 仕様書管理。仕様書の新設および改訂を迅速に処理し、関係先に連絡する。

### 6.1.5 新品種の開発

一般に市販している標準品に限って、開発を行なった新品種を加えて現在発売しているICの紹介をする。

(1) DTL M 5930 P シリーズ。使いやすく安価な Dual J-K Flip Flop など5品種を加え全18品種となり、DTL 930/830 シリーズで最も品種が充実している。

(2) TTL M 5300 P シリーズ。Dual Flip Flop 2品種および MSI 3品種を加えて全15品種となった。

(3) TTL M 53200 P シリーズ。これは SN 74 N シリーズに完全に互換性のあるシリーズである。基本ゲート12品種、フリップフロップ5品種、MSI 8品種、合計25品種を差し当りそろえた。品種および MSI が豊富である。

(4) MSI M 54000 P シリーズ。TTL による MSI 3品種を開発した。これらは M 53200 P シリーズに電氣的特性がそろえてある。以上のように、バイポーラディジタルICでMSIの開発に力を入れ、合計15品種のMSIを発売している。

(5) MOS M 5800 P シリーズ。ゲート1品種、MSI 2品種、シフトレジスタ3品種で合計6品種である。電卓設計の互換性をもたせるために、電氣的特性の改良を行なった。

(6) MOS M 58200 P シリーズ。電卓用に 16 ピン でそろえたもので、ゲート 5 品種、フリップフロップ 2 品種、シフトレジスタ 1 品種、MSI 1 品種で合計 9 品種である。

(7) リニア IC シリーズ。テレビ用に、SIF/AF ドライバと ALFC 用 IC を追加し、SIF IC と加えて 3 品種となる。ラジオ用に、全 IC 化ラジオを 1 品種加えて 2 品種となる。カーステレオ用に、双イコライザアンプ/パワードライバ 1 品種完成した。ステレオ用に、マルチプレクサ、プリアンプ、パワーアンプの 3 品種を完成した。はん(汎)用オーディオ用に、1 W の OTL アンプを追加して計 4 品種となる。計測制御用に、演算増幅器 2 品種、比較増幅器 2 品種、電圧調整器 1 品種、計 5 品種を完成した。

## 6.2 マイクロ波用集積回路

マイクロ波機器の小形軽量化などの要求から、ストリップ線路系回路を用いた IC 化マイクロ波回路が脚光をあびている。

当社でも、すでに高分子樹脂基板のストリップ線路マイクロ波回路を開発し、種々の機器に実用化しているが、さらに小形化、特性向上をめざして、高純度アルミナ板を使用し、蒸着、電着技術および写真しよく(触)刻法により、5.7 GHz で、損失 0.035 dB/cm のストリップ線路が得られた。これを用いて、各種ハイブリッドマイクロ波 IC を試作している。

図 16. 10 は、この一例で、バランスドミキサを用いた 10 GHz のドップラレーダフロントエンドである。これは、4 端子サーキュレータ(C)、方向性結合器(A)、3 dB ハイブリッド(D)、当社製 GaAs ショットキバリアダイオード(E)、低域通過フィルタ(F)により構成され、サーキュレータと方向性

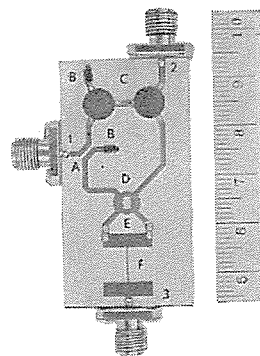


図 16. 10 ドップラレーダフロントエンド  
Doppler radar front end.

結合器のダミーロード(B)は、シート抵抗  $50\ \Omega$  の薄膜抵抗体を通し、4 分の 1 波長開放線路で終端している。

### 特 性

周波数	10.0~10.6 GHz
雑音指数 (NF)	9.0 dB 以下 (総合)
局発電力	8 mW
サーキュレータ 特性	VSWR $\leq$ 1.25 $L_A\leq$ 0.5 dB, $L_B\geq$ 20 dB

送信器(1)とアンテナ(2)間の損失 1 dB 以下

この試作品では、これまでの導波管回路に比べて、体積で約 50 分の 1、重量で約 100 分の 1 となり、応用機器としては、移動・可搬可能なスピードメータなどがある。



# 17. 照 明

## Lighting



大阪 マーチャндаイズ マートビル(OMM)  
三菱 M 400-BOC ランプによる大展示場の照明  
Lighting of a large display room with Mitsubishi M 400-BOC  
lamps, Osaka Merchandise Mart Building.

44 年度の照明関係では、東名高速道路などの自動車専用道路の完成・整備にともなう道路照明は、建設省形 ハイウェイ 形水銀灯器具の需要を促進した。

けい光 ランプ および水銀 ランプ では 500 nm 以下の光を カット し、しかも自然色に近い防虫用 ランプ を完成したが、夏期における夜が(蛾)の発生期に虫害抑制にその効果が期待されている。

世紀の光源として期待されている高演色性および高効率を両立させた、メタルハイドランプ—三菱 M 400 BOC ランプ もその品質がさらに改善され、大阪 マーチャндаイズ マートビルに多数使用されたほか、幾つかの照明施設に使用されたが、機種も 250 W ランプ が開発完了し、すでに 45 年開催の日本万国博覧会の場内道路に数多く施工された。

照明器具では、「光のはなびら」として明るさにムードをプラスした「ルミトラワ—」けい光灯具に続いて、和風器具の決定版として「鎌倉 シリーズ」が開発・発売された。

また、新しい照明技術による近代的な事務所・工場・道路・その他の照明施設が数多く完成した。

なお、偏光板では新機種として円偏光板の生産を開始したが、卓上電子計算機などへの利用が期待されている。

### 1. けい光 ランプ

43 年 11 月に改正施行された電気用品取締法により、けい光 ランプ は新たに乙種品目に指定された。これを契機に 44 年はとくに安全性保証の立場から製造工程の見直しを行ない、また ランプ マーク に ㊦ 記号を表示した。

表 17.1 防虫用けい光ランプ定格表  
List of ratings of night moth-control fluorescent lamps.

形 式	大 き さ W	寸 法 mm		口 金	ランプ 電 流 A	全光束 lm	色 度 点	色温度	平均演色 評 価 数
		径	長さ						
FL 10 YW-F	10	25	330	G 13/×24	0.23	380			
FL 15 S YW-F	15	25	436	G 13/×24	0.30	620	$x=0.475$		
FL 20 S YW-F	20	32	580	G 13/×30	0.35	900	$y=0.495$	3,100°K	$Ra=60$
FL 40 S YW-F	40	32	1198	G 13/×30	0.42	2300			

44 年度の特記事項としては防虫用けい光 ランプ の発売がある。この ランプ は昆虫が一般によく感応する 500 nm 以下の光を カット し、それ以上の長波長光の分布により、物の見え方を極力自然光の場合に近づくようにした顔料膜構造の黄白色 カラーランプ である (表 17.1)。この夏のシーズン 中走光性昆虫、とくにが類甲虫類について顕著な効果を示し好評を博した。

### 2. 水 銀 ラ ン プ

#### (1) メタルハイドランプ

新光源として期待される メタルハイドランプ として三菱 BOC ランプ は、高効率と高演色性を両立させるものであるが、次第にその用途を拡大し、44 年度は 400 W につづいて 250 W も開発され、400 W とともにきたるべき日本万国博覧会会場にも数多く納入、施設された。

#### (2) 道路照明用

道路網の拡充整備に伴い、道路照明用としての水銀 ランプ の需要が活発であるが、電力料金節約の意味から、深夜時には減光して使用しうる調光形水銀 ランプ が、かねて首都高速道路公園から要求されていたが、これに応じて、300 W・400 W・700 W の各調光 ランプ を開発し、すでに多数使用されている。いづれも調光時にも安定に動作するよう、特殊なくふうが施されている。

#### (3) 防虫用

多くの昆虫類は 500 nm 以下の波長の光に対し強い走光性を示し、この波長を多く含んでいる水銀 ランプ には虫が集りやすい。そこでこの走光性を押えるために、特殊なフィルター 層を ランプ の外管内壁に塗布し、500 nm 以下の短波長分を カット した防虫用水銀 ランプ が開発された。明るさをそれほど犠牲にせず、防虫効果の大きいことが特長であるが、特に農林施設や工場の虫害抑止に効果を発揮している。表 17.2 に ランプ 定格を示す。

#### (4) 感光光源用

メタルハイドランプ の一種として、ハロゲン 化 ガリウム を添加した ガリウム ランプ が、大きな青焼き効果を発揮し、カルバーフィルム 感光光源として 250 W 形 M 250-G を開発したことはすでに紹介したが、今回さ

表 17.2 防虫用水銀ランプ定格表  
List of ratings of night moth-control mercury lamps.

形 名	大きさ W	外形寸法mm ランプ全長 ランプ全径	口 金	安定時ラ ンプ電流 A	定格電圧 V	安定時ラ ンプ電圧 V	全光束 lm
HF 40-YW	40	125 55	E=26	0.53	200	90	1,000
HF 100-YW	100	175 70	E=26	1.0	200	115	3,000
HF 200-YW	200	250 100	E=39	1.9	200	120	7,000
HF 250-YW	250	250 100	E=39	2.1	200	130	9,000
HF 300-YW	300	290 118	E=39	2.5	200	130	12,000
HF 400-YW	400	290 118	E=39	3.3	200	130	16,500
HF 700-YW	700	370 150	E=39	5.9	200	130	30,000
HF 1000 A-YW	1,000	385 178	E=39	8.3	200	130	45,500
HF 1000 B-YW	1,000	385 178	E=39	4.0	460	265	45,500

らに 400 W 形として M 400-G を開発し、従来の水銀ランプに比べ 200 % 以上の焼付効果を示し、威力を発揮している。

### 3. 安 定 器

#### (1) 45 W 形高照度けい光灯安定器

32 W 円形けい光ランプを 45 W で点灯する高照度形安定器が開発された。独立したフィラメントトランスを設けてグロースタータでその一次コイルを開閉し、ランプ点灯後はフィラメント上の陰極輝点が分散するようにした方式で、高照度点灯のためランプ全光束が 32 W 点灯のばあいより約 40 % 増加する。30 W 円形けい光ランプと組み合わせると、照明器具の照明効果を一段と上げることができる。

#### (2) ラピッドスタート 40 W 1 灯用進相形安定器

40 W 1 灯用高力率形安定器は、一般には力率改善用コンデンサが電源と並列に接続されているために、電源に高調波が多く含まれているばあいは、進相電流が異常に増加して入力電流が増すことがある。等価的に直列リアクトルのはいった進相形安定器ならば、このような電源高調波の影響は減少できるし直流分電流も流れないので、車両用等の電源波形の比較的悪いところに今後の需用が期待される。

#### (3) 75 W 水銀灯安定器

入力が、100 VA 以下になるようにした高力率形安定器が開発された。これは防犯灯などの定額負荷として使用される場合に、従来の 100 W 水銀灯より維持費が安く、明るい街作りに貢献できるものである。

### 4. 照 明 器 具

44 年度も好況にささえられ、照明器具の需要も増加の一途をたどり、これにこたえて新しいアイデア、デザイン、機能をもつ照明器具が開発され、開発器種数もこれまでの最高に達した。

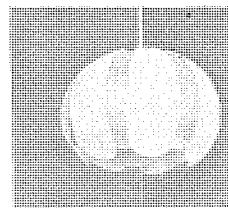
このうち特筆されるものは、「光のはなびら」および「暮しをかえる現代の照明」などのキャッチフレーズで発売した「ルミフラワー」で、そのデザイン、新規性は発売以来好評を継続して業界の注目の的となった。その他和風器具の決定版「鎌倉シリーズ」、美しいガラスカバーを使用した「ガラス工芸シリーズ」、透明カバー、セードを使用した各種けい光灯器具の開発、一般照明用やムード照明用として需要の増大している白熱電球用器具の多器種開発、また水銀灯関係では、建設電気技術協会の仕様を十分満足する建設省形ハイウェイ器具の開発などある。

#### (1) 家庭用けい光灯器具

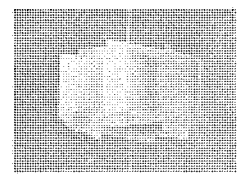
円形ランプ用つり下げ器具のイメージを一新した「ルミフラワー」は美しい花をデザインした新企画の器具である。新しい生活様式、インテリアなどにマッチするこの器具は、オールプラスチック製のセード、本体と各セードの互換性、容易に組立て、分解できるので完全水洗ができるなど数々の特長をもっている。セードの基本形は 12 器種であるが、円形 30 W 1 灯、2 灯用、コードづり、チェーンづりなど計 38 器種をいっせいで発売した (図 17. 1)。一方和室照明用器具「鎌倉シリーズ」は低発泡スチロール樹脂の成形で鎌倉彫、優雅な格子をデザイン、春慶塗りなどを含めて計 9 器種を開発した (図 17. 2, 3)。また明るい照明ができる器具として、ここ数年来好評の透明クリスタル調プラスチック成形品を使用した器具も、直管つり下げ器具、ブラケット、円形ランプ用天井かかけ形器具など多数開発した (図 17. 4)。色彩豊かな美しい絵柄をつけたガラスカバーを使用したブラケット「ガラス工芸シリーズ」は、プラスチックとは異なるガラスの質感を十分に生かした新しい器具として好評であった (図 17. 5)。

#### (2) 工事用器具

高照度照明の普及化にともない、高出力けい光ランプ用器具の器



(a) LF-34 CP ルミフラワー ダリヤ (30 W×1)



(b) LF-62 CP ルミフラワー カトレア (30 W×2)

図 17. 1 円形 30 W×1 灯および 2 灯 つり下げ器具「ルミフラワー」  
“Lumi-Flower” 1-or 2-30 W circular type pendant fluorescent luminaire.

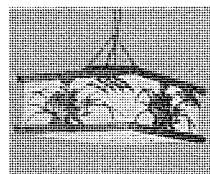


図 17. 2 円形 30 W×2 つり下げ器具「鎌倉シリーズ」  
FCK-3662 (七草)  
FCK-3662 2-30 W circular type pendant fluorescent luminaire (Nanakusa).

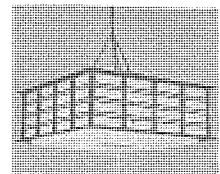


図 17. 3 円形 32 W+30 W つり下げ器具「鎌倉シリーズ」  
FCK-6221 (小町格子)  
FCK-6221 32 W+30 W circular type pendant fluorescent luminaire (Komachi Kōshi).

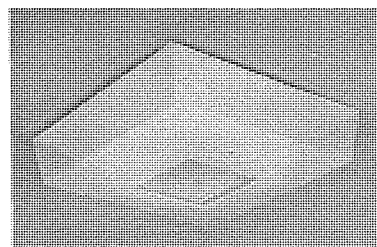


図 17. 4 円形 30 W×1 灯天井かかけ器具 FCP-381  
FCP-381 30 W circular type lamp direct mount fluorescent luminaire.

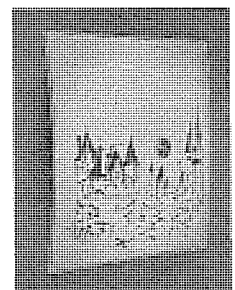


図 17. 5 円形 30 W×1 ブラケット「ガラス工芸シリーズ」FCV-3761  
FCV-3761 30 W circular type lamp fluorescent bracket.

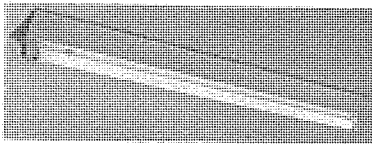


図 17.6 40 W×1 灯  
けい光灯具 KV-4801  
KV-4801 1-40 W lamp  
fluorescent luminaire.

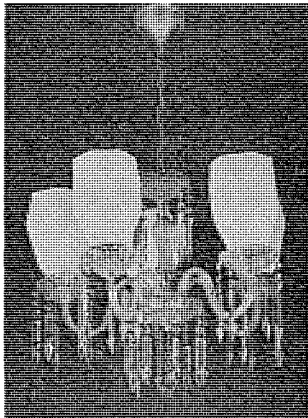


図 17.7 白熱灯 シャンデリア  
LK-105  
LK-105 4-60 W incandescent  
chandelier.

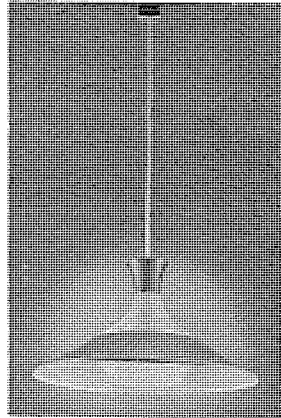


図 17.8 白熱電球 100 W 用  
コードペンダント 器具 LP  
-504 R  
LP-504 R 100 W incande-  
scent luminaire.

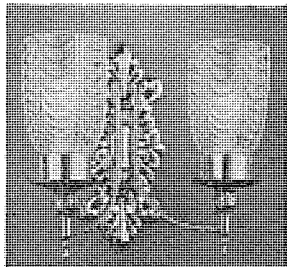


図 17.9 白熱電球 60 W×2 灯  
ブラケット LV-210 S  
LV-210 S 2-60 W incandescent  
bracket.

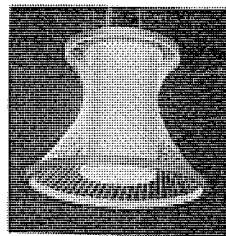


図 17.10 白熱電球 40 W  
コードペンダント 器具  
LP-308  
LP-308 40 W incandescent  
pendant.

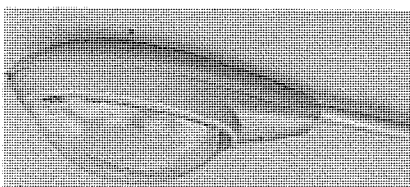


図 17.11 400 W  
建設省形 KSC-  
4 形 ハイウェイ 用  
水銀灯具 HP  
-321  
400 W mercury  
lamp highway use.

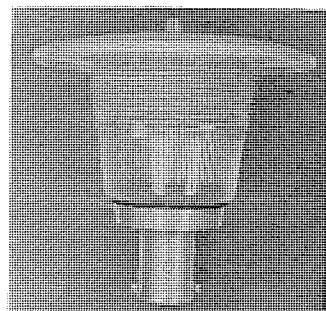


図 17.12 400~200 W  
ポールヘッド 形  
水銀灯具  
HC 349 400~200 W mercur-  
ry lamp.

種増加が計られ開発が完了した。また建設省など官公庁仕様を満足する器具も 40 W 1 灯, 2 灯用天井じかけ, つり下げ器具など計 8 器種開発した (図 17.6)。ビル照明用として空調つきけい光灯具も実用化され多数納入された。その他天井埋め込み器具のアルミわく化など工事用器具もますます器種の充実が進んだ。

### (3) 白熱電球器具

住宅用や商店, 喫茶店, ホテルなどの営業用に需要急増の電球器具は, 木・竹・布・ガラスなどを使用して, 豪華なシャンデリアから大形コードペンダント器具, ブラケット, ダウンライトなど和風・洋風向きに多器種・多彩に計 50 器種が開発完了した (図 17.7)。

### (4) 水銀灯器具

東名高速道路の全線完成, 首都高速道路路線延長などハイウェイの路線やインターチェンジを明るく照明する建設省形 (建設電気協会仕様) ハイウェイ灯の開発が終り, 上記ハイウェイに多数納入した。その他反射形水銀ランプ用天井灯器具, 街路・広場用器具が開発された (図 17.11, 12)。

## 5. 偏 光 板

44 年度の偏光板生産で特筆すべき点は, 第一に従来にない新しい機種として円偏光板の生産を開始, 第二に偏光シートの品質改善に飛躍的進歩がみられ, 第三にひずみ検査器のモデルチェンジを実施したことである。

### (1) 円偏光板

入射光の反射防止理論の応用品として, その用途は広く特に卓上電子計算機への利用が急増, さらにテレビへの応用など将来性のある機種となった。

### (2) 偏光シート

レジャー用としての偏光サングラスへの需要が急増している。そのおもなる材料である偏光シートで, 耐擦傷性の優秀なる新製品を完成した。この偏光シートは眼鏡業界から品質面で高く評価されている。一方有色偏光シートについても生産範囲を広げ業界の希望する有色シートの受注態勢が整備された。

### (3) ひずみ検査器

従来の大形検査器を近代的デザインを採用しさらに軽量・小形化したもので, このモデルチェンジにより過去にみられなかった大量の生産販売が実現できた。測定範囲も広く, ガラス, プラスチック等のひずみの検出, 定量などの操作が簡単である。

### (4) その他

偏光フィルター類は着実な増加をみており, 品質, 性能共高く評価されている。

### (5) 製品リスト

機 種	形 状 寸 法	応 用	色 調
円 偏 光 板	指 定 形 状 寸 法 (任 意)	卓上電子計算機用 光弾性実験用 その他	指定色
偏 光 シ ー ト	0.8 t×185 W×360 L	偏光サングラス用 ディスプレイ用 その他	グレイ, グリーン, ブ ラウン, イエロー, ブ ルー, レッドほか
ひずみ検査器	重 量 7.5 kg 有効視野 150×200 高 さ 315	ガラス, プラスチック 製品のひずみ検出, 定 量	
偏光フィルタ ー類	9φ~200φ 及び 特 注 形 状	一般用 光学機器 (高級) 用	中間色 その他

## 6. 照 明 施 設

(1) 事務所・銀行・市庁舎・会館などのビルでは高出力けい光灯 FLR 110 H をはじめ、FLR 40 使用の空調つきけい光灯器具を多数施設した大阪三菱ビル(大阪)、八十二銀行(長野)のほか、東洋パルプ(株)社長室、電通興産ビル、三菱信託銀行横浜西口支店、氷見市庁舎(富山)、山形市農協北部会館などがあり、いずれも高照度で近代的な照明がほどこされている(図 17. 13~17. 18)。

(2) 工場・発電所などの生産関係では三菱重工業(株)川崎自動車製作所、同岡崎試験場、キャタピラー 三菱(株)溶接工場、大日本

電線(株)熊谷工場、川西倉庫(株)冷凍室のほか、関西電力(株)三宝火力発電所タービン室およびボイラー室などがけい光灯、水銀灯またはハロゲン電球により照明された。そのほか、三菱重工業(株)川崎自動車製作所の建屋壁面の投光照明と構内道路の照明、ならびに同岡崎試験場の構内道路の照明が整備された(図 17. 19~17. 27)。また、メタルハライドランプ三菱 M 400-BOC ランプも麒麟ビール京都工場、ココーラ明石工場などに多数納入された。

(3) 学校・病院などの関係では園田学園(大阪)および水海道第2高校体育館(茨城)日本競輪学校(静岡)などの教室および体育館の照明ならびに同体育館外壁の投光照明などがある。

また、病院では川崎製鉄(株)千葉病院手術室の照明がある(図

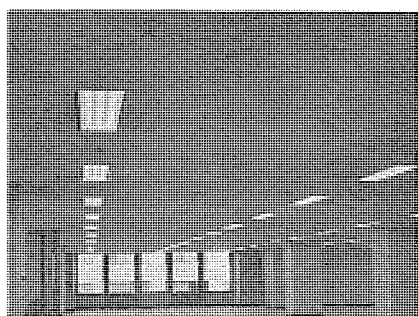


図 17. 13 大阪三菱ビル(大阪)  
一般事務室 埋込下面開放形(ダブルシェル)空調形けい光灯 40 W 3 灯用器具 1,314 台  
机上面 平均照度 約 800 lx  
その他 40 W 2 灯埋込下面開放形 15 台、40 W 3 灯半埋込形 下面アクリカバー形 25 台

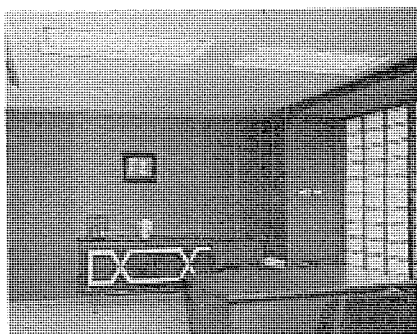


図 17. 14 東洋パルプ(株)社長室  
半埋込形 FY-4702 R (FLR 40×2) 2 台



図 17. 15 電通興産ビル  
光天井 DP-34 F デラックスパネル 8 枚 (FLR 40×38 本入り)



図 17. 16 三菱信託銀行横浜西口支店  
営業室 じか付け形 FT 11032 R (FLR 110 H×2) 4 連続器具カウンター面平均照度 2,000 lx



図 17. 17 氷見市庁舎(富山) 吹抜けロビー  
FLR 40×1

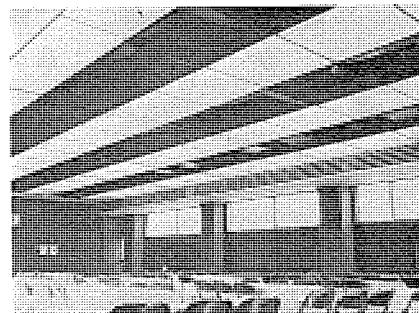


図 17. 18 山形市農協北部会館  
光天井特殊パネル 15 枚 4 列 (FLR 110 H 入り)



図 17. 19 三菱重工業(株)川崎自動車製作所  
半埋込形 FY-4702 R (FLR 40×2) 連続器具  
床面平均照度 400 lx

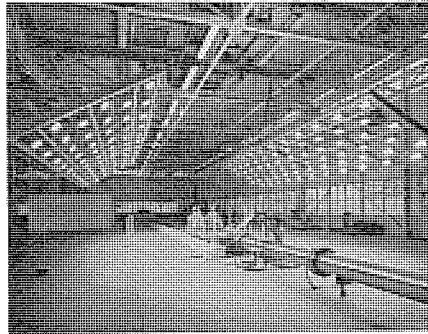


図 17. 20 三菱重工業(株)岡崎試験場  
FH-11602 R (FLR 110 H×2) ハロゲン電球 IH-1501 (1.5 kW) 138 台  
鉛直面 平均照度 55,000 lx

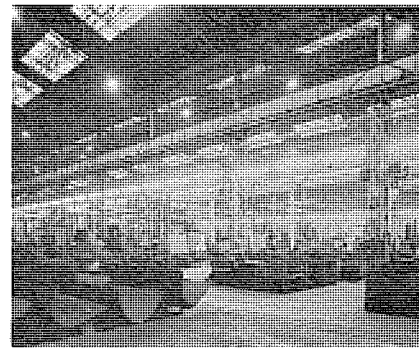


図 17. 21 キャタピラー 三菱(株)溶接工場  
反射板パラボラ状(高純度アルミ電解研磨) FLR 110 H×2  
平均照度 300 lx



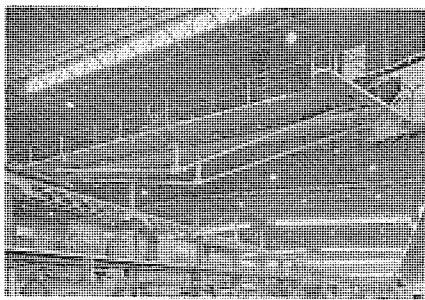


図 17.22 大日本電線(株) 熊谷工場  
HH-312 (HF 400) 64 台  
平均照度 150~200 lx

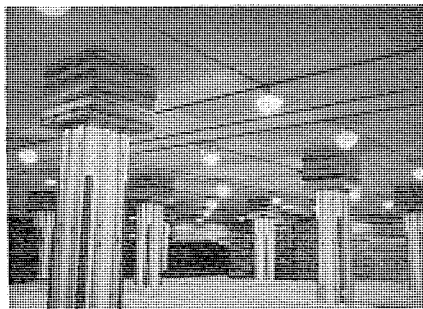


図 17.23 川西倉庫(株) 冷凍室  
冷凍室用 FCP-R 311 (FCL 30  
×1) 35 台 平均照度 50 lx

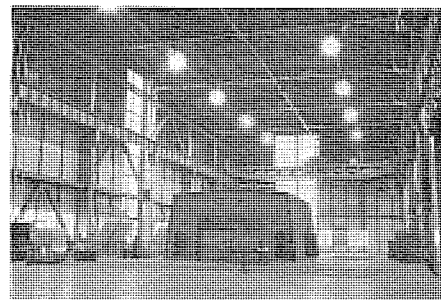


図 17.24 (a) 関西電力(株) 三宝火力発電所  
タービン室 HH-1010 (HF 1,000 A)  
19 台 IL 500 3 台 平均照度 150 lx



図 17.24 (b) 関西電力(株) 三宝火力発電所  
ボイラー室 安全増防爆形 FWE  
-412 R (FLR 40 × 2) 19 台



図 17.25 三菱重工業(株) 川崎自動車製  
作所の壁面照明  
HL-310 (HR 400-N) 14 台

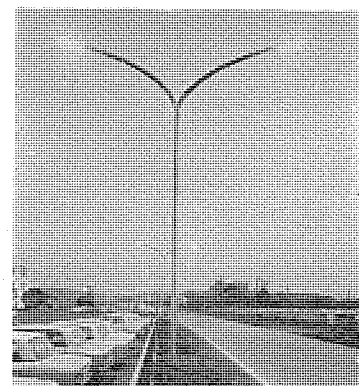


図 17.26 三菱重工業(株) 川崎自動車製  
作所の構内道路  
HP-317 (HF 400 × 2) 4 基

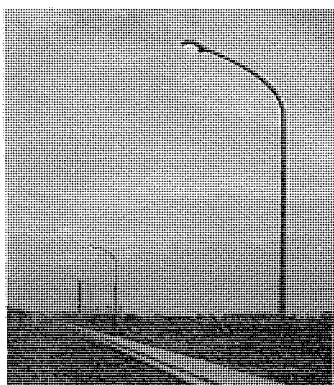


図 17.27 三菱重工業(株) 岡崎試験場の  
構内道路  
HP-321 (HF 400) 建設省 KSC-4 形

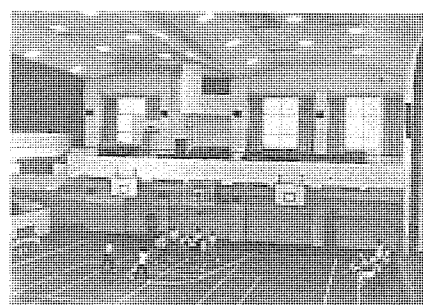


図 17.28 園田学園体育館(大阪)  
ニューデラックス 水銀 ランプ HF  
400-E 42 灯 電球 IL 500 4 灯

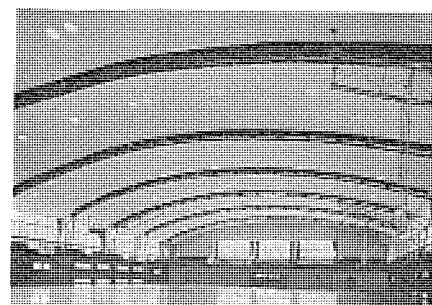


図 17.29 水海道第2 高校体育館(茨城)  
HH 320 ガード付き (HF 400) 40 台  
HH 320 ガード付き (反射形電球  
RF 500) 40 台

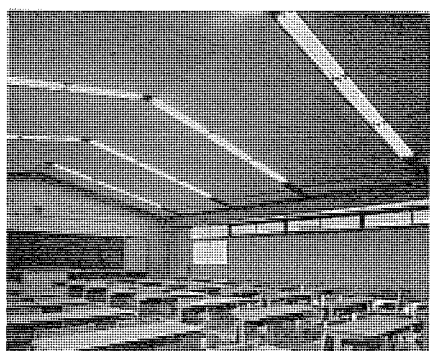


図 17.30 日本競輪学校(静岡) 教室  
じか付け形 FT-402 R (FLR 40 × 2)  
3 連続器具 平均照度 400 lx

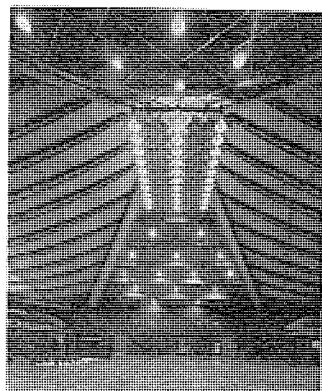


図 17.31 日本競輪学校(静岡) 体育館  
HH-1003 (HF 1,000 A) 58 灯  
平均照度 500 lx

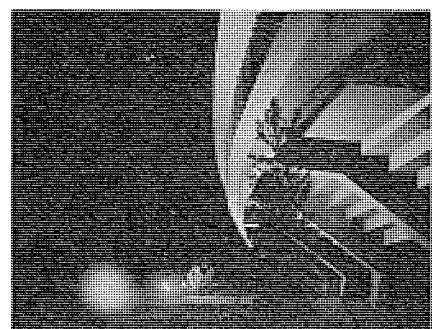


図 17.32 日本競輪学校(静岡) 体育  
館外壁  
HH-1003(HF 1,000 A) 3 台

17. 28~17. 33)。

(4) 百貨店などの関係では、大阪 マーチャダイズ マートビル (OMM) の二階大展示場には、メタルハライドランプ 三菱 M 400 BOC 108 灯、1 階駐車場には 30 灯が使用され、衣料品などの 原色を忠実に再現しているほか、地下 1 階から 5 階までに約 1 万本の けい光灯 が使

用されている。また、伊勢丹新宿店 (東京) お好み大食堂、丸愛百貨店 (東京)、岡田屋横浜店などがあり、ホテル では大山観光 ホテル (岐阜) 大食堂の ルミフラー 88 灯をあしらったはなやかな照明がある。

ボウリングセンター や洋画劇場を内部にもつ金沢八景 ビル (横浜) の反射形水銀灯による壁面照明がある (図 17. 34~17. 39)。

(5) 道路・駅舎などの関係では、東名高速道路の開通とともにわが国の道路事情も好転したが、東名高速道路焼津 インターチェンジ、

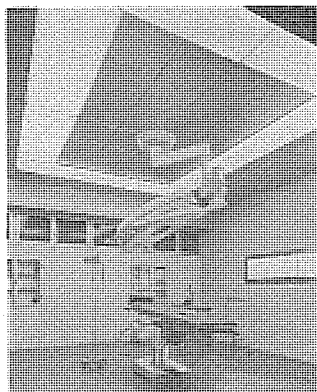


図 17. 33 川崎製鉄 (株) 千葉病院手術室  
半埋込形 FLR 40×4 8 台  
手術台面 平均照度 1,200 lx  
(無影灯は点灯せず)

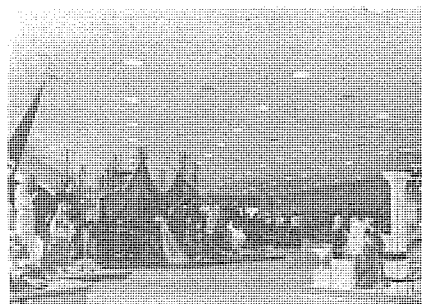


図 17. 34 大阪 マーチャダイズ マートビル (OMM)  
商品展示場  
三菱 M 400-BOC ランプ 108 灯  
平均照度 600 lx

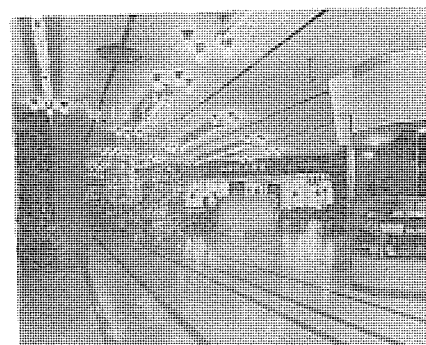


図 17. 35 伊勢丹新宿店 (東京)  
お好み大食堂  
じか付け形 FLR 40×1 灯 2~3  
連続器具 100 W フロウボール 電  
球 床面平均照度 約 400 lx



図 17. 36 丸愛百貨店 (東京)  
半埋込形 EY 4702-R (FLR 40×  
2) LV 902 (電球 IL 60×3) LP  
701 C (IL 100)  
床面平均照度 300 lx



図 17. 37 岡田屋横浜店  
埋込形 FB 4702 D-R  
(FLR 40×2) 2 連続器具  
平均照度 1,000 lx

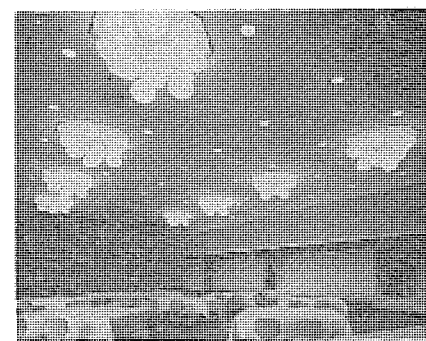


図 17. 38 大山観光 ホテル (岐阜) 大食堂  
ルミフラー LF 64 CP  
(FCL 30×2) 88 灯

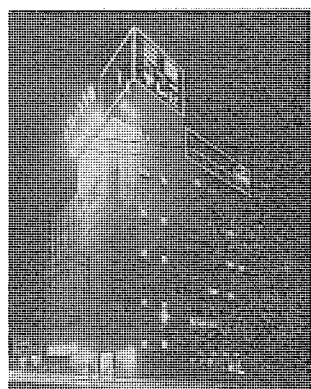


図 17. 39 金沢八景ビル  
HL-310 (反射形水銀 ランプ HR  
400-N) 10 台  
壁面平均照度 100 lx

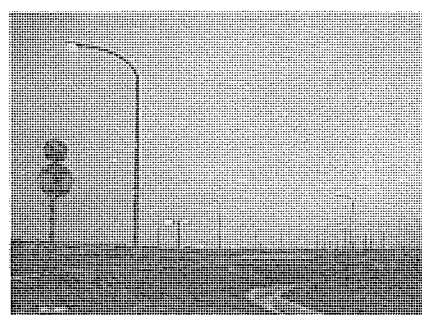


図 17. 40 東名高速道路 焼津 インターチェンジ  
HP-721 (HF 700) 建設省 KSC-7 形 49 台  
ポール 2 E 12 A 傾斜角 5 度  
HP-321 (HF 400) 建設省 KSC-4 形 25 台  
ポール 2 E 10 A 傾斜角 5 度  
HC-317 (HF 400) 5 台  
本線標準部分 平均照度 19.1 lx  
本線標準部分 均斉度 (最小/平均) 1/2.30  
本線標準部分 器具取付間隔 37.7 m

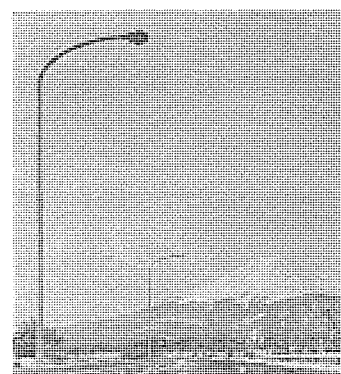


図 17. 41 中央高速道路河口湖  
インターチェンジ  
HP-721 (HF 700) 建設省 KSC-7 形 8 台  
ポール 2 E 12 A 傾斜角 5 度  
HP-321 (HF 400) 建設省 KSC-4 形 31 台  
ポール 2 E 10 A 傾斜角 5 度  
本線標準部分 平均照度 21.3 lx  
本線標準部分 均斉度 (最小/平均) 1/2.88  
本線標準部分 器具取付間隔 33.8 m

中央高速道路河口湖 インターチェンジ などに 建設省形 KSC-7 形 (HF 700), KSC-4 形 (HF 400) が多数とりつけられた。また, 小田原厚木道路平塚料金所, 首都高速道路1号線および5号線にも建設省形 ハイウェイ 灯が多数施設された。

住宅街の街路照明として大船松竹撮影所前通り(鎌倉)が水銀灯によって照明改善された(図 17. 40~17. 45)。

また, 横須賀線戸塚駅が改築され, 高出力けい光灯 FLR-110 お

よび水銀灯が使用された。

#### (6) その他

照明施設の変わった例としてはけい光健康 ランプの応用がある。伊勢丹新宿店が化粧品会社とタイアップして開設した“サンオイルーム”では, 天井から多数つり下げた FL 40 E (40 W) けい光健康 ランプと赤外線灯を併用し, これらの照射により健康と美容の両面をねらったものとして面白い(図 17. 46)。

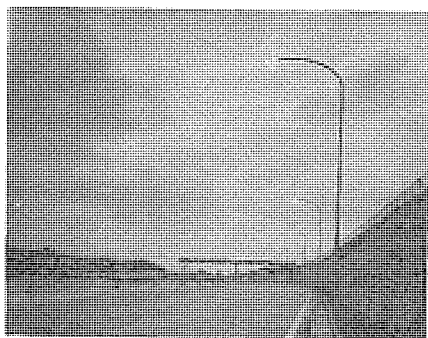


図 17. 42 小田原厚木道路平塚料金所  
HP-721 (HF 700) 建設省 KSC-7 形 12 台  
ポール 2 E 12 A 傾斜角 5 度  
HP-321 (HF 400) 建設省 KSC-4 形 12 台  
ポール 2 E 10 A 傾斜角 5 度



図 17. 43 首都高速道路1号線  
HP-321 (HF 400) 建設省 KSC-4 形 64 台  
ポール 2 E 10 A 傾斜角 5 度  
本線標準部分 平均照度 45.3 lx  
本線標準部分 均斉度 (最小/平均) 1/2.44  
本線標準部分 器具取付間隔 30 m



図 17. 44 大船松竹撮影所前通り(鎌倉)  
HP-243 (HF 250) 16 台

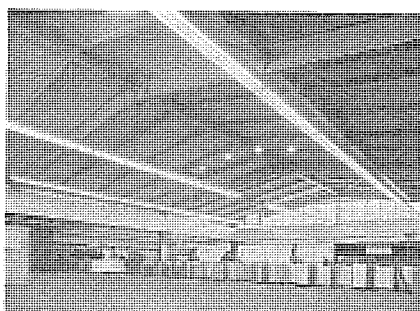


図 17. 45 横須賀線戸塚駅  
埋込形 FLR-110 H×2 連続器具  
つり下げ形 FLR-110 H×3 連続器具  
水銀灯 HH-313 (HF 200) 6 台  
平均照度 1,200 lx



図 17. 46 けい光健康 ランプによる伊勢丹新宿店(東京)  
サンオイルーム

## 18. 家庭用電気品

### Home Electric Appliances

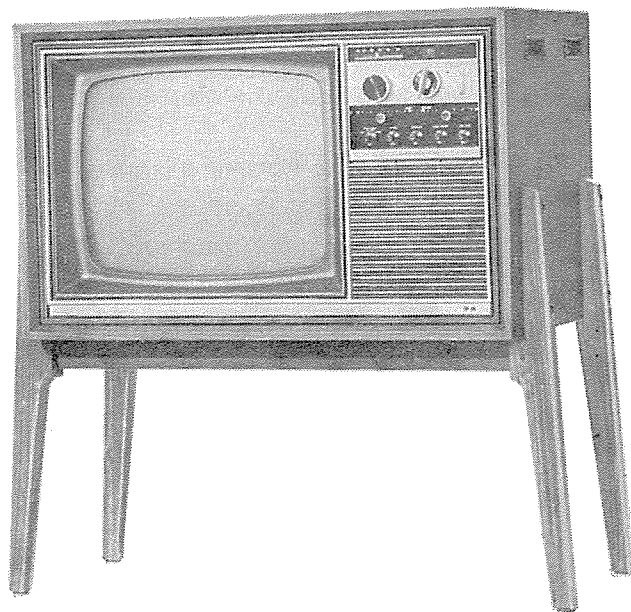


図 18.1 17 CT-523 U 形 カラーテレビ “高雄”  
Type 17 CT-523 U color TV “Takao”.

昭和44年度はかつてない大形景気の波にのり、家庭電気品の需要は暖冬冷夏のあおりをうけたとはいえ、総括的には順調な伸びを示している。しかし生活必需的なものに比べ、より高級化、快適化への指向が顕著になってきた。したがって今後ますます企業の技術力が消費者のきびしい評価をうけることになるであろう。

当社家庭電気品の研究開発陣も消費者の欲求に合わせて、数々の新製品・新技術をうみ出したが、それら技術の進歩につき概要をのべよう。

#### (1) 教育レジャー用品

カラーテレビは自動調整・明るさ・UHF化・安全性・大衆サイズなどの問題があったが、全機種UHF受信を可能にし、44年末までに生産全機種を用品取締法合格品とした。特記機種として、明るさ30%増しの全自動19 CK-922 U形と、19形の機能を生かした業界初の大衆サイズ17 CT-523 U形がある。

白黒テレビは、全機種UHF受信可能・用品取締法合格にしたのはもちろん、三分の二以上をトランススタ式・トランスレス化にした。特記技術として、ポータブルテレビにアンテナの最適方向を画面のブラックサインで指示する業界初の電子アンテナを装着した。

ステレオは、部屋と個人の好みにより音質を個性的に調整できるSSC方式を開発し、音楽マニアはもちろん一般にも好評を博した。

スピーカは、世界的なアンプメーカーのマランツ社(米国)と10年間の長期契約を結び、輸出を開始した。超高級のスピーカシステムとしてのSSC方式を採用した3ウェイ、5スピーカのDS-35 C形(ハイライト写真)をはじめ、立正校正会向け超大形プロセシアムスピーカ、万博向け超指向性スピーカなどの特出品を開発した。

#### (2) 生活合理化用品

電子レンジは定出力回路による安定化、永久磁石付きマグネトロンによる小形化、操作部のプラスチック化、タイマーのチャイム報知化など細部の改良を加えて、10万円を切るRR-603形ダイヤックを発表した。

掃除機の風神オートTC-2100形は、2モーター方式とよばれる自動

ちり落としと格納容易なデザインで好評を博した。

冷蔵庫は2毛細管2冷却器システムを採用して、冷凍と新鮮貯蔵のできる無乾燥冷蔵の二つの機能を同一機体内で処理できる“みどり”を発表した。

全自動食器洗い機“女神”DW-1000形は、ダブルスプリンクラーとセルフクリーニングなどの方式で洗いあがりを解決し、耐熱塩ビ特殊静電粉体塗装で長期にわたる内槽の堅牢性・清潔性をほこれる高級品を市場にとどけた。

洗たく機は、ABS樹脂ボディのPW-2000形と2200形、2300形などシリーズ品を当社が初めて発売し、安全でさびない特長により好評をうけた。

#### (3) 快適生活用品

冷房機は、従来セパレート形のみ採用されていたラインフローファンを業界で初めてウインド形にとりいれ、強い風速と騒音低下に成功した。

暖房器では、高さ調節ができ、もたれをロッキング式にした300 W、150 W、切の3段切換付き高級暖房いすNC-385形のほか、水気の多い所でも使えるよう特殊ガラスを用いた赤外線ストーブRH-451形などを発売した。

蓄熱暖房器は、レンガの改良などにより5 kWの高容量の割には、コンパクトにし加湿装置を内蔵させたSR-5001形を発表した。

電気毛布は、発熱体全体がサーモスタットの役目をするサーモレス式で、いつも安全温度に調節できる自動復帰システムの高級毛布SW-210形を市場に送った。

石油ストーブでは、他の季節商品と同様のこん包縮小化に成功し、イージーパックシリーズの名で好評をうけた。

集中冷暖房機器としては、手動点火だけで自動作動する普及形の石油温水機PB-15 B形、新形メカニカルシールを採用して寿命を2倍にした温水循環ポンプ、畳一枚に入るコンパクトな温風暖房機ベストヒーターシリーズ、低騒音・低価格でしかも格調高いインテリアデザインの冷暖



房用 リビングマスター H シリーズ など、多数の新製品が発売された。

送排風機では、ワンタッチで風速を自由に選択できる電子コンパクト R 30-SX 2 形扇風機のほか、換気扇として高層住宅用・ダクト用・速調用などの多用途品をそろえ、吸込リングと案内ばねをつけて効率をあげた工業用ストレートファンなど各種の新機構がもたらされた。

以上のほか、新分野への進出などが試みられており今後の研究開発によって、より豊かな家庭生活への期待に答えられるであろう。

## 1. 教育レジャー用品

### 1.1 カラーテレビ

カラーテレビの普及率の増大とともに市場での企業間競争が一段と激化した昭和44年度は、さらにいっそうの高品質・高性能・高信頼性が要求され、また多様化した顧客の好みに応じるべく、新機能・新デザインを意欲的に採用して、バラエティに富んだ多くの機種を開発した。19形5モデル、15形1モデル、13形1モデル、および業界のトップを切って17形の2モデルが新製品として発売された。

将来は、UHF放送に切換えていくという郵政省方針に基づいたUHF放送の増加に対処して、全機種系列ともUHF放送も受信できるオールチャンネルテレビとした。

またテレビセットが昭和44年5月18日より電気用品取締法の適用を受けるようになったため、セットの安全性と電波障害の防止に当たっては全機種にわたってよりいっそうの配慮がなされた。

以下二、三の代表的な製品をとりあげて、44年度の技術的成果を述べる。

#### 1.1.1 19CK-922 U 形 カラーテレビ (19 形)

19CK-922 U 形が採用しているシャシは、B 電圧を従来の 360 V より 320 V に低くしたため、消費電力を小さくすることができ、さらに寿命・故障に関して好効果が得られ、また大形プリント基板を採用して基板の整理統合を行ない、配線はワイラッピングの採用で信頼性、生産性の向上を図った。さらにサービス面では、シャシ引出機構を導入したので、部品交換など、故障修理が非常に容易になった。

##### (1) オート電子忍法

スイッチを押すだけで、最良のカラー画像になるよう色飽和度と色相が自動的に最適調整状態になるプリセット機構を採り入れた。

##### (2) IC 化 ALFC (電子忍法 タッチレス)

常に最良のカラー画像が得られる自動局部発振周波数制御 (ALF C) 回路に IC を導入した。IC 化によって信頼性が一段と向上した。

##### (3) 新しい自動消磁回路

消磁コイルに漸減交流電流を流すために、温度が上がると抵抗値が増えるポジスタを採用した新しい自動消磁回路を採用した。

##### (4) 水平出力回路のパワーアップと保護回路

画面の輝度を上げるために、高圧出力を増強する必要があるが、それには水平出力管、ダンパー管には十分余裕のある 30KD6 と 19CG3 のペアを採用し、回路の損失をできるだけ少なくして効率良く高圧出力を増加した。また水平発振停止の場合、水平出力管は定格オーバとなって急速に寿命が短くなる不都合があるため、これを防止する出力管保護回路を採り入れた。

##### (5) 直流再生回路 (リアルコントロール)

輝度信号・色信号回路におのおの独立した直流再生回路を付加して、送像側の画面の明るさの基調および色の飽和度と色相を忠実に

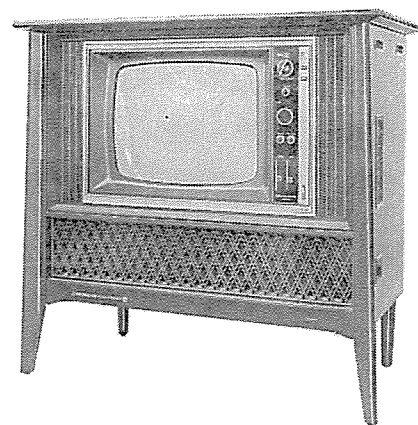


図 18.2 19CK-922 U 形 カラーテレビ  
Type 19CK-922 U color TV set.

再現できるようにしたため、美しいカラー画像に臨場感が満喫できる。

##### (6) 画面の明るさ

銅を含有する新しいけい光体 (カップグリーン) を採用したカラーブラウン管が完成し、従来のものより明るさが約 30 % 向上し、色彩が一段とあざやかになった。

#### 1.1.2 17CT-523 U 形 カラーテレビ (17 形)

前記 19CK-922 U と基本的には同じシャシを用いたテーブルタイプのわが国初の 17 形カラーテレビである。同調指示装置には、電子忍法 MBT (Magic Band Tuning) を採用して、微調整が簡単にかつ正確にできるようにした (カット写真参照)。

#### 1.1.3 13CP-128 U 形 カラーテレビ (13 形)

小形カラーテレビの市場要求にこたえて開発されたハイブリッド化 (トランジスタ、真空管混成)、小形シャシを本格的にポータブルスタイルにまとめた当社初めての 13 形カラーテレビである。トランジスタと真空管を性能とコストの両面から検討して互いの優秀性を引出し、また音声中間周波増幅回路と検波回路には、IC を採用して信頼性を向上させた。またセットのスタイルもキャビネットはすべてプラスチック製で前面板とキャビネットはハインパクトポリスチレン、バックカバーはポリプロピレンを使用し、耐熱性・耐衝撃性に対する配慮がなされ、最新のデザインを備えている。

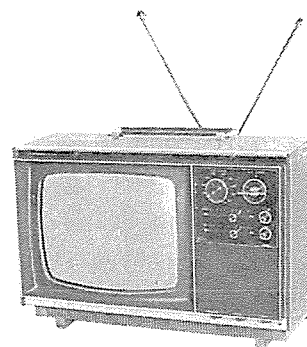


図 18.3 13CP-128 U 形 カラーテレビ  
Type 13CP-128 U color TV set.

## 1.2 白黒テレビ

昭和44年度の白黒テレビは国内用としてトランジスタ式11機種、真空管式6機種を生産した。さらにUHF放送の増加に備えて、これらのすべての機種にUHF付きのオールチャンネルモデルを準備した。技

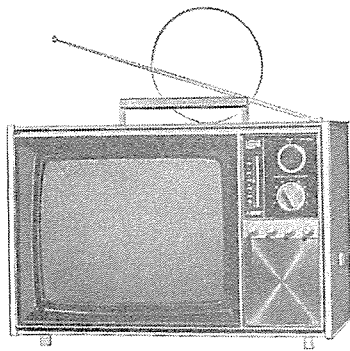


図 18.4 14 PS-4500 形 ポータブル 白黒 テレビ  
Type 14 PS-4500 portable B & W TV.

術的には、1) トランジスタ化を進めた結果、機種数・生産量ともに真空管式を大幅に上回った。2) 17 形・20 形においてトランジスタテレビのトランスレス化を行なった。3) 統一シャーシを開発し設計・生産・サービスの合理化を行なった。一方、意匠的にはトランジスタ式ブラックマスク付きの「マッハライン」シリーズ、14 PS-4400、14 PS-4500 の 2 機種が通産省の G マーク商品に選定されたほか、17 形・20 形の「桂」シリーズも好評であった。

輸出用は主としてアメリカ・香港向けに 21 機種の生産を行なったが、香港向けのオールチャンネルテレビ（有線放送と UHF 放送の受信）、タイ国向けの音声システムコンバータ（米国および欧州両方式の受信）を開発し、客先の要求にこたえた。以下統一シャーシの 17 TS-6700 形、業界最初の電子アンテナ、輸出用の 20 T-7100 HD につき述べる。

#### 1. 2. 1 17 TS-6700 形 白黒テレビ

##### (1) 統一シャーシの採用

14 形から 20 形まで共用化できる統一シャーシを開発することにより、開発・設計期間を短縮し、生産性の向上を行ない、さらにサービス技術の習得を容易にし、サービス性を向上した。

また信号基板は 9 形から 20 形まで共通化し、偏向基板・音声電源基板のレイアウトを 17 形と 20 形とを同一にしているため、上記の特長をさらにいやすことができた。

##### (2) トランスレス化

水平・垂直出力回路には耐圧 1,500 V のトランジスタを、音声出力回路および水平駆動回路には、耐圧 300 V のトランジスタを使用してトランスレス化を行なった。その他の回路は大部分、フライバックパルスを整流した直流 12 V で動作させている。なお水平出力回路は、スイッチン時のラッシュカレントおよび高圧整流管・ブラウン管の放電時の異常パルスに対して保護回路をつけている。

##### (3) 信頼性の向上

トランジスタのデバイスとしての信頼性は真空管より高いが、テレビにおいては 10~17 kV という高圧を使用するためトラブルが起こる可能性がある。この問題に対しては過去の経験により細心の設計を行なうことにより解決した。一方、トランジスタテレビは消費電力が真空管式の 1/3 以下であることより発熱が少なく、部品にかかる温度ストレスが低い。これらの結果真空管式より大幅に信頼度が向上した。

#### 1. 2. 2 電子アンテナ

ポータブルテレビにおいて、画面が最もきれいになるようにロッドアンテナの方向をきめることはめんどろなことであった。昭和 44 年度ポータブルテレビの主力機種には、アンテナの最適方向を画面に指示する電子アンテナを業界で初めて装着した。この原理は次のようなものである。まずロッドアンテナに手を触れると人体に流れるリーク電流により、トランジスタスイッチが動作し画面にブラックサインが出る。ロッドアンテナを回

転することにより、テレビへの入力に変化すると AGC 電圧が変化するが、入力最大るとき AGC 電圧が最大になり、この電圧によりサインの幅が最小になる。したがってサインの幅が最小になるようアンテナの方向を合わせると最良の画面が得られる。

#### 1. 2. 3 香港向け 20 T-7100 HD 形 白黒テレビ

##### (1) 3 方式の放送が受信できる

香港には現在、2 方式の有線放送（水平走査線数 405 本および 625 本）と UHF 放送がある。本機はすべての放送が受信できるオールチャンネルタイプで、有線放送受信用アダプタを内蔵し、しかもつまみ操作一つで、方式の切替（走査線数の切替を含む）が可能である。

##### (2) ドアは豪華木製キャビネットの採用

顧客の嗜好にマッチさせるべく、大形木製キャビネットに全つや光沢加工を施し、スライド式ドアを装着して豪華感を強調した。

##### (3) Rediffusion 社の認定品である

香港市場で有線放送受信用セットを販売するには Rediffusion 社 [有線放送事業体] の認定が必要である。本機は同社のきびしい認定試験に合格した認定品である。

### 1. 3 ステレオ

#### 1. 3. 1 DSS-2100 形 セパレートステレオ

スピーカシステムに室内音場補正回路“SSC”を組み込んだ最高級セットである。

アンプ部はオールシリコンソリッドステートアンプでチューナは AM・FM・FM/MPX 付きである。またテープデッキが収納できる構造となっていて総合最大出力は 80 W である。

スピーカシステムは SSC ネットワークを組み込んだドロンコーン方式による 3 ウエイ 10 スピーカである。

プレーヤ部は 30 cm アルミダイキャストターンテーブルのベルトドライブ方式オートプレーヤで、カートリッジにはハイコンプライアンスムービングマグネットを採用している。

このほかに中級セットとして、ワイドアードラオートプレーヤを積載した DSS-6500、5500、4500 形も新しく発表した。

#### 1. 3. 2 DSS-350 形 モジュラーステレオ

当社モジュラーステレオの第一弾として発表したスリム形 3 点モジュラーステレオの新製品であって、小形ながらその音質の良さは大形セット以上であり、迫力あるダイナミックな音が好評を博している。

アンプ部は 3 FET を採用した SEPP-ITL・OTL 方式のソリッドステートアンプで、テープデッキ接続用 DIN 端子をそなえ総合最大出力は 28

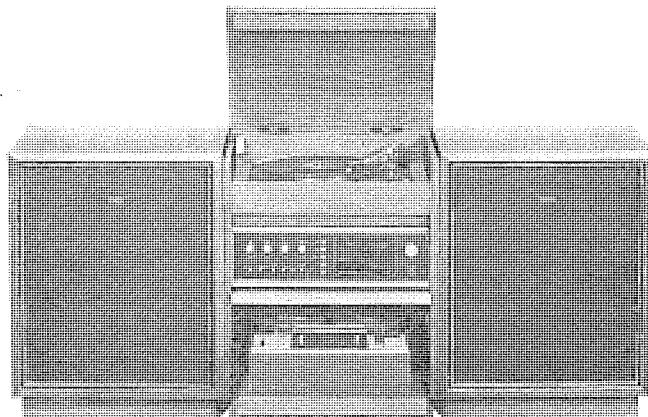


図 18.5 DSS-2100 形 セパレートステレオ  
Type DSS-2100 separate stereo.

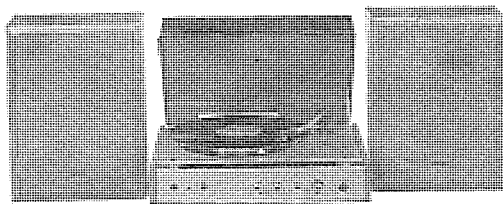


図 18.6 DSS-350 形 モジュラースtereo  
Type DSS-350 modular stereo.

W である。

スピーカーシステムは、小容積密閉形に設計したハイコンプライアンスロールエッジスピーカを採用した2ウェイ4スピーカである。

プレー部は前面パネル面で操作のできる便利な機構のオートプレーである。

このほかに4点モジュラースtereo DSS-450、普及形モジュラータイプStereo DSS-250 形も発売した。

#### 1.4 テープレコーダ

##### 1.4.1 DT-1100 形 テープデッキ

最も一般的な1モータのテープデッキであるが、駆動系はベルトドライブ方式でシンクロサモータの積載により低ウウの安定な機構である。高忠度の録音再生をめざして、周波数特性はもちろんのこと中高音部の位相ひずみの低減を計っている。磁気ヘッドとアンプ主要部はDT-1000 形と同じである。

##### 1.4.2 DT-4000 形 カセットデッキ

カセット形テープデッキとしては高級な性能本意の製品で、特にテープデッキの音の品位を左右するウウフラッタの低減を計りモータにヒステリシスシンクロサの使用と大形フライホイールのベルトドライブとを組み合わせている。アンプ部においてもそれぞれ直結増幅に多量の負帰還を施し特性向上を計っている。

##### 1.4.3 カセット式テープレコーダ

T-630 形とT-660 形を製造しているが、T-630 形はAC・DC両用テープレコーダとして初めて北欧の安全規格SEMKO, NEMKOに合格し、すでに出荷しているが、追加注文についても受注した。国内向けと変わっている箇所は電源電圧220V、電源部の耐電圧4kV、DINコネクタ付き、つまみ類の色などである。

#### 1.5 スピーカー

##### 1.5.1 MARANTZ 社向けスピーカー装置

世界一といわれるアンプメーカーのMARANTZ社向けとして、新しく開発した“IMPERIAL”シリーズ3機種を輸出した。おもな仕様は次のとおりである。

形名	IMPERIAL-I	IMPERIAL-II	IMPERIAL-III
仕 様			
方 式	3ウェイ 5スピーカー	3ウェイ 5スピーカー	3ウェイ 3スピーカー
許 容 入 力	40 W	40 W	100 W
ボ イ ス コ イ ル イ ン ピ ー タ ン ス	8 Ω	8 Ω	8 Ω
再生周波数帯域	40~20,000 Hz	40~20,000 Hz	30~20,000 Hz
クロスオーバー周波数	700, 6,000 Hz	700, 6,000 Hz	1,500, 6,000 Hz
特 長	中音, 高音, アッ チネータ付	前面木枠子付	ドームスピーカー 使

##### 1.5.2 ホール向け音響装置

現在の新しい技術を結集して、建築中の超大形ホールの立正佼成会普門会館に、その最も重要な働きをするプロセシアムスピーカーを納入

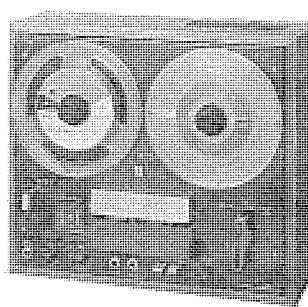


図 18.7 DT-1100 形  
テープデッキ  
Type DT-1100 tape deck.

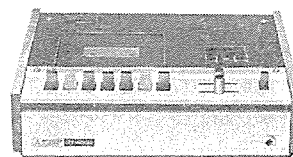


図 18.8 DT-4000 形  
カセットデッキ  
Type DT-4000 cassette deck.

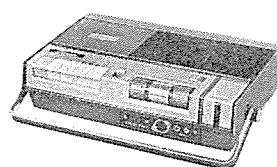


図 18.9 T-630 G 形 テープレコーダ  
Type T-630 G tape recorder.

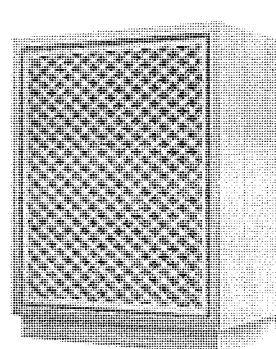


図 18.10 マランツ社向けスピー  
カー装置“インペリアル II”  
Speaker system for Marantz  
Co., “Imperial II”.

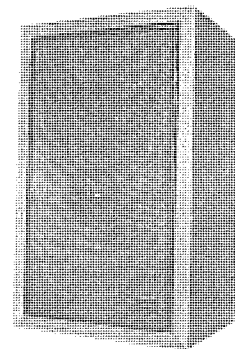


図 18.11 マランツ社向けスピー  
カー装置“インペリアル III”  
Speaker system for Marantz  
Co., “Imperial III”.



図 18.12 FT-580 形 トランジスタラジオ  
Type FT-580 transistor radio.

した。大きさ1.5m×1.7m×1m、重さ500kg、1台当たりの使用スピーカー27個の超大形スピーカー装置である。

その他、ホテル一畑の音響設備一式、豊中市民会館・山梨県民会館のプロセシアムスピーカーを納入した。

##### 1.5.3 万博向けスピーカー装置

45年開催される万博向けとして数多くのスピーカー装置を完成納入した。三菱館向けとしては超指向性スピーカー装置をはじめ、雷鳴や地割れの効果音を出す大形スピーカー装置など使用スピーカー314個の多量を納入した。

#### 1.6 トランジスタラジオ

昭和44年度のラジオ市場は国内・輸出ともに好況で、これに応じて開発面でも12機種の新製品を発表した。このうち、特筆すべきものはFT-580形とFX-255形である。

### 1. 6. 1 FT-580 形 トランジスタラジオ

このラジオは真空管式据置形ラジオをソリッドステート化したものである。FM/AM 2 バンドで、使用トランジスタは 8 石、うちシリコントランジスタは 7 石で、出力段は高性能シリコントランジスタを 90 V のコレクタ電圧で動作させた A 級増幅器である。出力は 2 W、キャビネットを木製にするなどして、デザイン面や音質面の向上をはかっている。電源は AC 100 V である。

### 1. 6. 2 FX-255 形 トランジスタラジオ

このラジオは FM/MW/SW ポータブルラジオである。中間周波増幅回路はコンデンサカップリングの 3 段増幅となっており、セラミックフィルタを採用して、調整個所を少なくし、省力にも留意がはらわれている。出力は 500 mW、電源は単 2 形乾電池 3 個を用いている。

## 2. 生活合理化用品

### 2.1 掃 除 機

昭和 42 年以來発売した「風神」は、知名度はきわめて高く、また、簡単にちりが落とせる「簡単ちり落とし装置」によって声価を高めたもので、このようなちり処理方式は、顧客がいかに渴望していたものであるかを如実に物語っているものと思う。

この「風神」シリーズの第 5 弾として「風神」オート TC-2100 形掃除機を発売した。フィルタにたまったちりを専用モータによって自動的に落とし、ちり処理をきわめて容易にしたもので、従来は手動一点張りであったちり処理方式を一挙に自動化した画期的な改良である。この掃除機は一つが吸じん(塵)用ブロワモータ、他の一つがちり落とし用モータに使用する 2 モータ方式を採用している。この装置は、独特のフィルタ構造によって完成したことはいうまでもない。以上のほか、コンパクトな構造になって格納しやすいことも好評である。

この掃除機の重要な部分であるちり処理方式をさらに詳しく説明する。吸い込んだちりは、まづあらいちりが第 1 のフィルタによって集じんケースの中にためられ、こまかいちりは第 2 のフィルタによってろ過される。この第 2 のフィルタの目がつまると、上記ちり落とし用モータによってフィルタに独特の旋回波動を与えてちりをふるい落とす。そこで集じんケースをはづして、ただちりを捨てればよいという、いわゆる「カセット」式になっているので、フィルタを手で動かしてちりを払い落とすことはいらぬし、フィルタをふるう力もない。掃除機における最も原始的な操作をいっきに自動化したことが、この方式のもっとも大きな特長である。

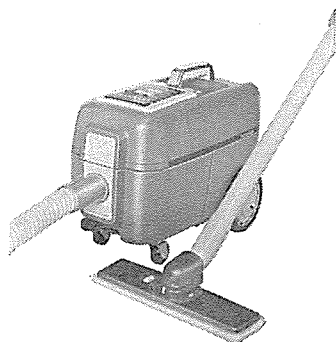


図 18.13 TC-2100 形「風神」オート掃除機  
Type TC-2100 electric auto-cleaner "Fūjin".

### 2.2 冷 蔵 庫

1970 年度形三菱殺菌冷凍冷蔵庫は「みどり」というペットネームでいっせいに公開された。このペットネーム「みどり」は、冷蔵庫というものに初めて与えられた食品の長期新鮮保存機能を象徴するものである。

#### (1) 食品の新鮮貯蔵—乾燥追放形冷蔵庫—

冷蔵庫は食品の冷蔵貯蔵を目的としているが、この冷蔵貯蔵のための低温保持がそのまま低湿保持となり、従来の冷蔵庫は平均湿度約 20 % という砂漠(平均湿度 25 %)以下の乾燥度である。

この低温なるがゆえに低湿という従来の宿命に挑戦したのが乾燥追放形冷蔵庫「みどり」であり、この冷蔵庫に食品を貯蔵すれば、食品は乾燥せず、そのため、しおれたり、ひからびたりして食品としての外観的価値をそこなわないのみならず、乾燥による食品の栄養素も破壊されないという理想的貯蔵条件が得られる。

#### (2) 乾燥追放のメカニズム—2 段蒸発システム—

冷蔵庫中に保存した食品中の水分の蒸発を抑えるためには、冷蔵庫内の湿度を高めてやればよい。従来の冷蔵庫は冷却するためにき

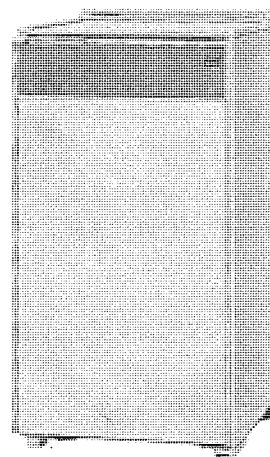


図 18.14 三菱殺菌冷凍冷蔵庫「みどり」MRA-135 AB  
Mitsubishi refrigerator "Fresh Green" model MRA-135 AB.

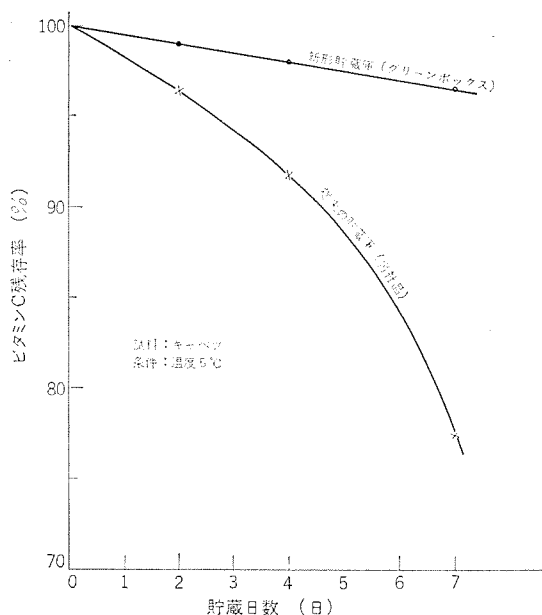


図 18.15 乾燥による食品栄養素の変化  
Curve of vitamin-decrease by drying.



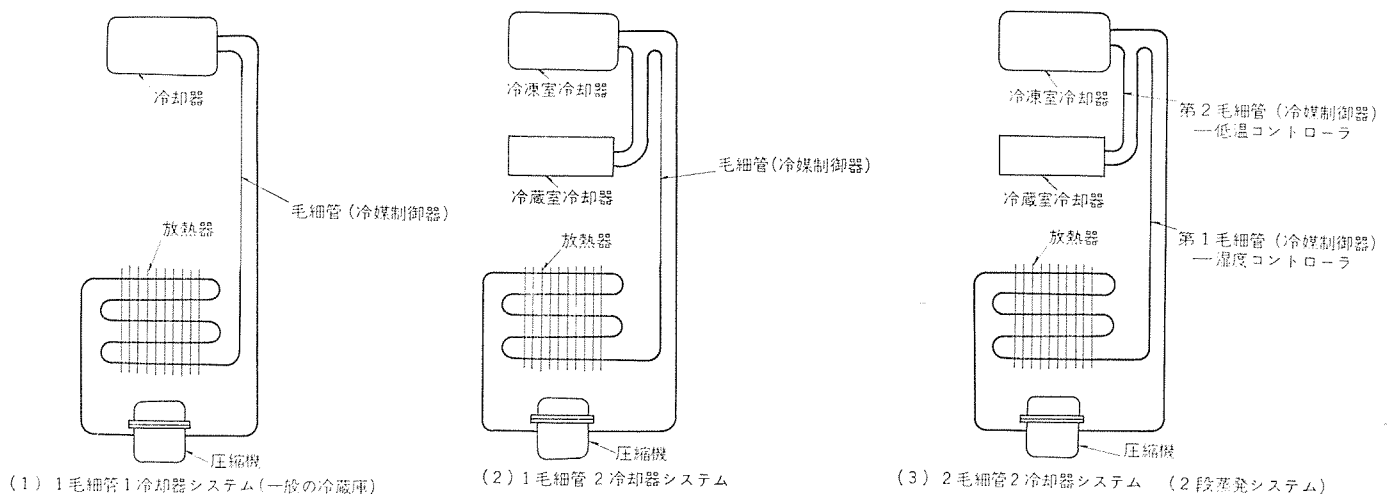


図 18.16 各種冷凍システム  
Various refrigeration system with capillary tube.

わめて低温の冷却器が、空气中に露出しており、この低温の冷却器の表面に空気が触れればその空気中の水分は霜となり、冷却されると同時に脱水乾燥される。したがって食品の乾燥を防ぐために冷蔵庫用冷却温度を霜の発生しない温度まで高めてやればよい。

そして冷却器の温度を高め、しかも冷凍冷蔵庫としての機能を生み出したものが、画期的冷凍サイクル2毛細管2冷却器2段階蒸発システムである。

(3) 新しい冷凍システム—2毛細管2冷却器システム—

この新しい冷凍システムを従来の冷凍システムと比較してみると図18.16のごとくなる。

いずれの場合においても、冷却器の温度を決定するのは冷媒制御器としての毛細管である。図18.16(1)は一つの冷却器で冷凍室も冷蔵庫も冷却する従来の冷凍システムであり、冷却器の温度は、 $-25^{\circ}\text{C}$ の低温である。(2)は二つの冷却器があり冷凍室と冷蔵庫を別別に冷却するが、冷却器の温度を決めるための毛細管が一つしかはいていないため、二つの冷却器の温度は同一となる。そして二つの冷却器中一つは冷凍室用であるため、 $-25^{\circ}\text{C}$ の低温が要求される。したがって冷蔵庫用の冷却器は、必然的に $-25^{\circ}\text{C}$ の低温になってしまう。ところが(3)の新しい冷凍システムは毛細管が二つあり、それぞれに対応して冷却器があるため、この冷却器の温度は独立にとることができる。この場合冷凍室用冷却器は、 $-25^{\circ}\text{C}$ の温度を保持し、一方、冷蔵庫用冷却器は乾燥防止のために、霜がつかない温度に保持できるわけであり、乾燥追放形冷蔵庫が完成する。(MRA-135 AB, MRA-155 PB)。

### 2.3 電子レンジ

44年度は成長期にあり、家庭用の需要が急上昇を示した。このよ

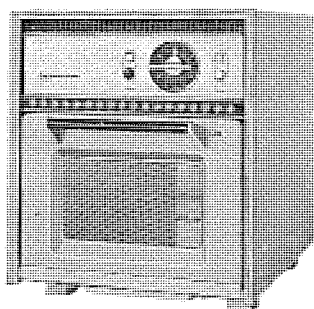


図 18.17 RR-603 形 電子レンジ“ダイヤクック”  
Type RR-603 electronic range “Dia Cook”.

うな時期にある電子レンジの市場に合わせ、業界の最低価格 98,500 円にすると同時に、電源変動に対する出力の安定性を向上し、安全性を高め、デザインの一新を計った新機種 RR-603 形を発売した。特長はつぎのとおりである。

(1) 定出力回路を採用して、電源電圧が変動しても出力 (580 W) は一定になるようにして使いやすくした。

(2) 永久磁石付きマグネトロンを採用し、オープンへ直結にして導波管をやめ、外形を小形化し重量を 40 kg 以下と軽くした。

(3) 使用者が手を触れるハンドル・押しボタン類・操作板をプラスチックにして電気絶縁を良くし安全性を高めた。

(4) マグネトロンの冷却フィン、ブローを改良して騒音を静かにした。

(5) 操作を押しボタンと逆廻しできるタイマーにして使いやすくし、料理のでき上がり報知をチャイムにして便利にした。

### 2.4 ジュースミキサおよびジュース用アタッチメント

ジュースミキサおよびジュースは、家庭における調理用具としての働きを見直され、最近の伸びは著しい。わが社では、こういう市場にこたえて、JM-880 形と JM-500 形 ジュースミキサ 2 機種を発売した。またこれまで発売した JM-1100 形に取りつけて使用するアタッチメントとして、JA-110 形 ジュースアタッチメントと JA-200 形氷削りアタッチメントを発売した。中でも JM-500 形 ジュースミキサは、きわめてコンパクト化しながら容量は標準と同じで価格が安いことが特色である。JA-200 形氷削りアタッチメントは、冷蔵庫でつくった氷片を使用して削り氷がつくれるもので、夏の風物として料理や菓子をつくるのに便利であり、好評であった。

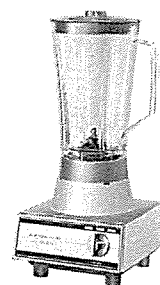


図 18.18 JM-500 形 ジュースミキサ  
Type JM-500 juice mixer.

## 2.5 電気炊飯器

長年にわたり生産、販売をつづけた NA 形電気釜を全面的にモデルチェンジし、かつ使いやすさを加えた NR シリーズは、NR-100 形・NR-150 形・NR-180 形と容量によって三機種をそろえ、品質デザインともにすぐれた製品として、昨年 8 月には三機種そろって名誉あるグッドデザイン商品に選ばれた。この NR シリーズは従来の NA タイプと同様のすぐれた性能を有するほか、つぎのような新しい特長がある。

(1) すっきりした外観、外ふたをステンレスにしスイッチ関係もすっきりまとめ、全体にシンプルな美しさがある。

(2) ふきこぼれを少なくした設計。

(3) 保温ヒータの構造を改善しよりいっそう保温効果が向上し、しかもサービス性が改善された。

なおこの NR シリーズを基調としてコードリール、圧力式を加えてコードの収納がワンタッチで、しかもよりおいしくご飯をたける内ふた付の圧力式電気炊飯器、NR-107 C 形・NR-157 C 形・NR-187 C 形の三機種も市販し、内容の充実を計った。

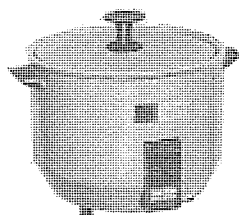


図 18.19 NR-180 形 電気炊飯器  
Type NR-180 electric cooker.



図 18.20 NR-187 C 形 圧力式  
電気炊飯器 (コードリール付)  
Type NR-187 C pressurized  
electric cooker.  
(cord reel attached).

## 2.6 全自動食器洗い機

食器洗い機は、いわゆる 3C 商品につぐ成長電化商品としてもっとも重要視され、急速な需要増が見込まれている。一方、一部雑誌では食器洗い機を痛烈に批判しているが、各種調査の結果をみると食器洗い機への関心は大変高く、わが国では受け入れられないのではないかと、という心配はまったくないとしている。しかし一部雑誌や購入者の不満、未購入者の不安にもなっているのは「洗いあがり」の問題であり、この問題の解消が食器洗い機普及のカギといえよう。

当社全自動食器洗い機「女神」DW-1000 形 (ハイライト写真参照) は、日本人の食生活にマッチしたこの「洗い」を徹底研究したもので、以下その特長についてのべる。

(1) 二重噴射方式 ダブルスプリンクラー

(a) 上ノズルの回転を早く、下ノズルの回転を遅くしてランダムに水がかかるように設計されているので、上かご・下かごとも洗い残しが少ない。

(b) 下部かごの食器の入れ方によって、上部かごの洗いが影響されない。

(c) 下部スプリンクラーと同じ大きさの上部スプリンクラーなので上部かごのすみも十分に洗える。

(2) 堅牢・清潔な内槽

内槽は当社独特の耐熱塩ビ特殊静電粉体塗装仕上げなので、じょうぶでさびがつきにくく、さびず、熱に強く、しかもアルカリ洗剤も

使えるので、外国製・国産製を問わずどんな食器洗い機用洗剤でも安心して使用できる。

(3) 80°C の高温一定熱気殺菌乾燥

(a) 80°C の高温乾燥なので、普通のばいきん類は 70°C で死滅するので殺菌効果は満点。

(b) サーモで感知する定温式なので、外気温に影響されずいつも一定に乾燥する。

(4) 全自動

ダイヤルを最初にセットするだけで、あとは「洗い」から「すすぎ」「乾燥」まで全自動、しかもよごれ具合や季節 (気温・水温) によって洗浄時間が調節でき大変経済的である。

(5) 大容量で 1 台 3 役

(a) 6 人分がタッパリ入るほか、日本独特のドンブリ (ラーメン等) も楽に入れることができる。

(b) 食器を入れたままにしておけば食器だなどとして、またトップはメラミン化粧板を使用したトップテーブルになっているので、調理台としても使える。

(6) 日本の食器洗い機のために特に開発された「酵素入り洗剤」付き。

(7) 三菱だけの完全二重フィルタによるセルフクリーニング方式。

(8) 洗浄効果のよい 50°C~65°C の湯温になる自動温水式。

## 2.7 洗たく機

44 年 3 月、ABS 樹脂ボディの脱水洗たく機 (PW-2000 形) を当社が初めて発売し、引続き第 2 号機 (PW-2200 形) を 5 月に発売した。この洗たく機は消費者からの「さびない洗たく機を」という最も多い要望にこたえたものであり、また水を使用する機器に対する電気的な安全性の面に対しても、数段とすぐれたものとして好評を受けている。

開発に際しては、強度・耐候性など従来の洗たく機同様の酷使に耐えるよう考慮し、このため強度を要する大形薄物構造の成形ができる ABS 樹脂の新しいグレードのものを開発した。

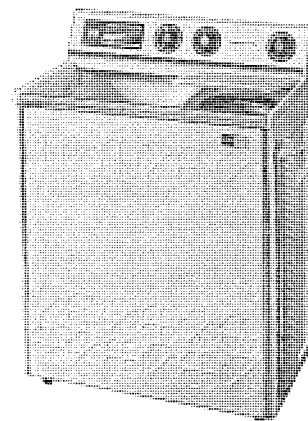


図 18.21 PW-2200 形 脱水洗たく機 “ABS 千曲”  
Type PW-2200 washing machine “ABS Chikuma”.

## 2.8 工業用マシン

発展する縫製企業においては、縫製能率の向上を計るため、マシンの高速化や縫製工程を合理化する省力化マシンの開発が、強く要望されている。これらの要望にこたえ次の機種を開発した。

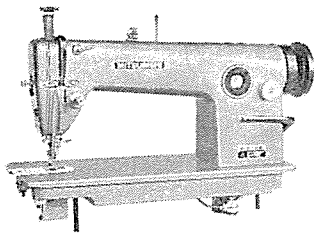


図 18.22 DB-126 形 工業用  
ミシン  
Type DB-126 industrial  
trimming machine.

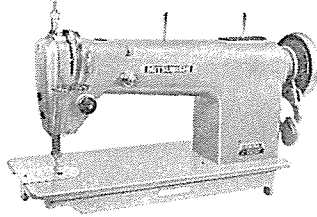


図 18.23 DX-370 形 工業用  
ミシン  
Type DX-370 industrial  
basting machine.

#### 2.8.1 DB-126 形および DB-196 形 工業用ミシン

DB-126 形工業用ミシンは、DB-12 形ミシンにメス装置を設けて、毎分 4,000 針で縫製しながら、同時に布端を一定幅に切りそろえることができるようにしたもので、メス機構は上下に往復する縦形の上メスと、ベッドに固定した針板兼下メスで構成する。縫目より切断部までの幅は 3.2 mm を標準としているが、2.4 mm, 4.8 mm, 6.4 mm にも変更可能である。またメスの作動をミシンより切り離し普通の本縫ミシンとしても使用することができる。

DB-196 形工業用ミシンは、DB-191 形ミシンに DB-126 形ミシンのメス装置を設けたもので、縫製速度が毎分 4,300 針で返し縫いが無い。以外は DB-126 形ミシンと同様である。

#### 2.8.2 DX-370 形 工業用ミシン

種々の衣類の仮縫を目的に開発した平ベッド 1 本針本縫しつけ縫ミシンで、毎分 650 針の縫製可能、特に停止位置を正確にすることに重点を置いて設計した平形フリクションクラッチを使用しているため、布移動の際の上下糸の引出しが軽く、糸締めも良い。押え上昇量が 15.5 mm で薄物から厚物まで広く適応できる、一般工業用本縫ミシンの全回転カムを使用して、保全を安価にしかも簡単に行なえるようにしている等の特長がある。

### 3. 快適生活用品

#### 3.1 冷房機

近年、家庭用の小形ルームクーラの需要はますます増大しつつあるが、それに伴いルームクーラに対する品質・性能のレベルアップの要求も高まってきている。とりわけ騒音の低下は、騒音防止条令などの強化によりメーカーの大きな目標となっている。昨年度開発のルームクーラは、この騒音低下を主眼にし製品化を試みた。

##### 3.1.1 ウィンド形ルームクーラ

MWL-18 形, MWL-22 形の主力機種に、43 年よりセパレート形「霧

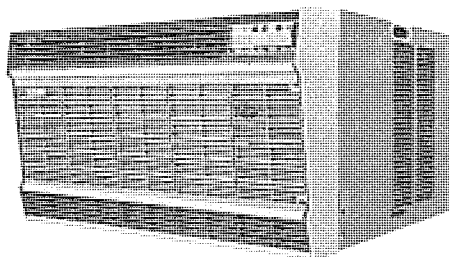


図 18.24 MWL-18 形, MWL-22 形 ウィンドタイプルームクーラ  
Type MWL-18, MWL-22 window type room air  
conditioner.

ヶ峯」に採用され絶讃を博したラインフローファンを取り入れた。ウィンド形のクーラにラインフローファンを採用したのは、もちろん業界でトップである。ラインフローファンを使用したクーラと従来のクーラの最も大きな構造的相違は、前者はファンモータが 2 個使用されているのに比べ、後者は 1 個である。2 個のモータのうち、一方は室内空気を循環させるラインフローファンの駆動用であり、他の一つは室外側の凝縮器を冷却するプロペラファンの駆動用である。ラインフローファンの採用により室内側の騒音は、従来のものより 3~4 ホン低下した。またプロペラファンも従来より大きなファンを低速で回転することにより、2 ホンの低下に成功した。

その他、以下に示すような多くのメリットを持っている。

(1) 室内ファンの風量切換は、“急冷”、“強冷”、“弱冷”の 3 段切換である。

(2) 室外ファンの風量切換は、“強”、“弱”の 2 段切換であり、室内ファンのスピードとは関係なく独立して制御できる。したがって夜間などに室内は急冷のままで、室外を“弱”にし室外の騒音をより低下させることも可能である。

(3) 室内のクーラーからの吹出冷気は、ラインフローファンにより風速が早く、到達距離も長い。

その他ウィンド形では、除湿専門の運転も可能な MWD-22 形のドライトイプルームクーラーの商品化にも成功した。

##### 3.1.2 セパレート形ルームクーラー

MS-18, 22 形の主力機種は、室外ファンの“強”、“弱”切換をすべて自動化したことにより大きな改良が見られ、さらに MS-35, 45 形の大形の機種の開発にも成功した。

### 3.2 暖房器

#### 3.2.1 赤外線ホームコタツ

43 年度に注目を浴びた、こたつにはいる人数によって大きさが使いわけできる伸縮自在のコンパクトワイドと、収納時には標準わくの 1/2 に縮まるコンパクトを主力に、標準形なども加え各機種に普及形を取入れたことと、就寝時には低フットで採暖できる就寝兼用の NH-477 DS 形を開発したことなどが、特記事項である。

#### 3.2.2 山形アンカ

K-620 形アンカは、ポリプロピレン樹脂成型のケースを採用したので、ケース周辺部に通気口をより多く設けることができ、これがため本体周囲の空気温度が有効に暖められるので、快適に採暖できることおよび軽いという特長がある。

#### 3.2.3 電子アンカ

K-106 形電子アンカは、アンカの中で最も普及価格となっているが、ヒータとサーモスタットを兼ね備えた PTC サーミスタを使用し、初期効率を上げるためにサブヒータを設けているので常に一定温度を保ち、通電後、使用温度に達するまでの時間が早く、熱効率が良いので電気代も安いなどの特長がある。

#### 3.2.4 暖房いす

NC-385 形暖房いすは、44 年度発売の普及形に加え高級形として開発されたもので、座面を広げクッションをより良くし、回転式で高さ調節ができるう

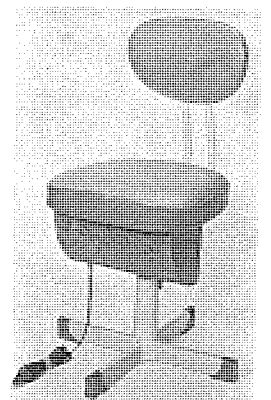


図 18.25 NC-385 形  
暖房椅子  
Type NC-385 warming  
chair.

え、もたれを ロッキング 式にしたので、小学生から大学生まで楽な姿勢がとれるようになった。発熱体部分は、つまみねじで簡単に着脱できるので、シーズンオフには普通のいすとして使える。本体には 300 W・150 W・切の 3 段切換 スイッチ が付いている。

### 3. 2. 5 電気ストーブ

RH-451 形赤外線 ストーブ (350 W, 中間 スイッチ 付き) は、水に強い特殊 ガラス からなる赤外線 ヒータ を使用し、かつ、たて・よこ自在の角度調節装置および取っ手兼用 ハンガー を備えているので、トイレ・台所・脱衣場・勉強用等 アイデア を生かして広い用途に利用できる。

### 3. 2. 6 蓄熱暖房器

蓄熱暖房器が、4 年前に セントラルヒーティング の簡易形として登場して以来、安全で衛生的、操作が容易であるとともに、維持費も深夜電力利用により廉価 (一般電灯料金の約 1/3) であるなどの利点が理解され、着実な販売の伸びを示している。

蓄熱暖房器は、蓄熱 レンガ (特殊耐熱 レンガ) に深夜 (夜 10 時から翌朝 6 時) の間に熱をたくわえ、昼間 (朝 6 時から夜 10 時) ファンにより室内へ温風として放出し暖房するものであるが、昼間の暖房能力を増すには、蓄熱 レンガ の容積を大きくして蓄熱量を多くする必要がある。この結果、蓄熱暖房器全体の容積も大きくなり、据付け場所が広がってくる。

ここに紹介する SR-5001 形蓄熱暖房器は、蓄熱量を多くするために、蓄熱 レンガ を塩基性マグネシア系のマグネシアクロムレンガ (通称マグクロレンガ) といい、酸化マグネシアと酸化クロムを主成分とするもので、粘土質レンガなどと比較して高い蓄熱効率を上げることができる) にしたので、5 kW と高容量でありながら比較的コンパクトに

きた。(幅 1,250×奥行 403×高さ 670 mm)。

また、昼間の送風にはシロッコファンを使い、風洞内に設けた整流板により蓄熱 レンガ 内 (5 か所の通風路へ均一に送風する) へいく風と、冷風のまま吹出口へいく風とに一度分割し、蓄熱 レンガ 内を通して熱風となった風と冷風を吸出口付近で混合し、温風として室内へ放出させる。その他おもな特長は次のとおりである。

(1) 蓄熱暖房器は重量物 (SR-5001 形で約 260 kg) のため、暖房器本体と蓄熱 レンガ を別梱包にして出荷をし、需要家先での据付け時に組立てるようになっている。このため需要家先での組立作業が容易にでき、誤組立のないよう蓄熱 レンガ を 2 種類 25 個にして、1 個当たりの重量も約 7.5 kg にするとともに上面からの組立方式にした。

(2) 発熱線などの結線は工場ですべて完了した状態で出荷するので、需要家先での据付けには電源結線と蓄熱 レンガ の組込みを行えばよく、組立時間の短縮および誤結線を防止できる。

(3) 温風調節は整流板を使った温風冷風混合方式であるとともに、ファンの回転数を高低 2 段切換式にして放熱量を任意に調節できるようにした。

(4) コントロールボックス (とびら付き) を設けて、スイッチ類を 1 個所にまとめ子供による誤操作や、ほこりなどからのよごれ防止を計った。

(5) 温風吹出口付近に残熱表示サーモスタットを設け、蓄熱 レンガ から出る温風が約 70℃ 以下になるとランプが点灯して残熱量を表示する。

(6) 朝、昼間ヒータ用スイッチをセットしておけば、温風が約 70℃ 以下になると残熱表示サーモスタットが働き (ランプ点灯)、自動的に昼間ヒータ (1 kW) に通電される。

(7) 液体膨張式サーモスタットの感温部を蓄熱 レンガ 付近に取り付け、深夜の通電時間を制御して蓄熱量を調節できる。

(8) 配線関係を本体の側面に集中させ、アフターサービスを容易にした。

(9) 室温を調節するルームサーモスタットの接続ができるので、自由に室温が調節できるとともに室内の乾燥を防止する大型蒸発皿式 (容積 1,000 cc) の加湿装置を取り付けた。

### 3. 2. 7 電気毛布

5 年目を迎えた電子安全毛布は、暮しに色を添えたカラー毛布 (SE-151 形免税毛布) を主力に、高級花柄毛布 (SE-133 形)、2 人がやすめるダブル毛布 (SE-1601 形)、新たに加わった洗たくのできる高級自動復帰式毛布 (SW-210 形) と機種充実を計った。なお好評の持運び便利なキャリーパックを全機種に採用した。

以下高級毛布 SW-210 形の特長についてのべる。

この電気毛布は、発熱体に高温になると導体に変化する負の抵抗温度係数の大きい高純度ナイロンを介して、信号線が巻かれているの

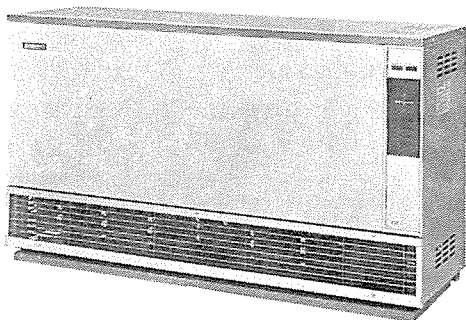


図 18. 26 SR-5001 形 蓄熱暖房器  
Type SR-5001 night storage heater.

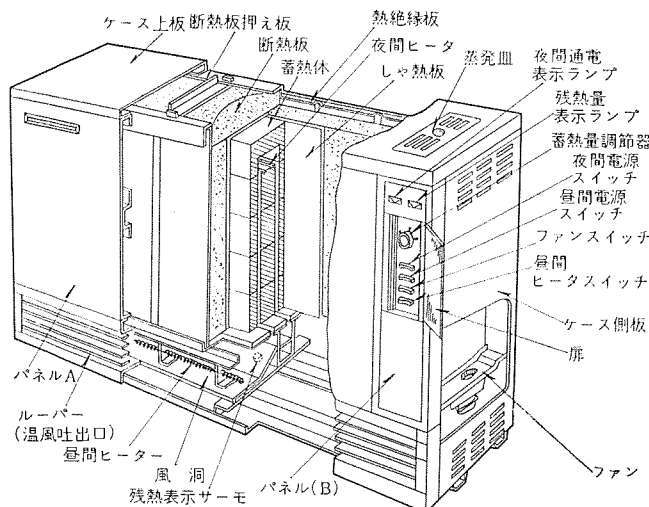


図 18. 27 SR-5001 形 蓄熱暖房器  
Type SR-5001 night storage heater.

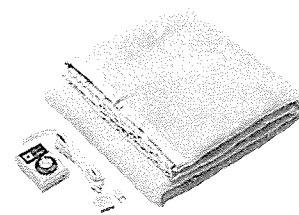


図 18. 28 SW-210 形 自動復帰式電気毛布  
Type SW-210 auto-return type electric blanket.



で、主回路にシリコンダイオードを備えたトランジスタ回路を巧みに組み合わせることにより、毛布が必要以上に加熱されると、安全装置が鋭敏に働き、適温になると自動的に元にもどる働きをする。いわゆる自動復帰形の高級毛布である。特長は次のとおりである。

(1) コントローラに電子安全装置を備え、発熱体全体がサーモスタットの役目を果しているサーモレス毛布。

(2) いつも安全温度に調節する自動復帰システムであり、しかも停電や電圧降下のあった場合でも、スイッチの再セットは不要である。

(3) 温度上昇に敏感で、しかも耐熱性にすぐれた高感度ナイロンを使用しているから安全性が高い。

(4) 自由に好みの温度が得られ、室温が変化してもほぼ一定の温度を保つ広範囲の温度調節が可能である。

(5) 発熱体は完全防水構造で感電の心配がない。

(6) スイッチ機構をダイヤルの中に連動したので、スイッチはワンタッチ操作。

### 3.2.8 石油ストーブ

44年は、扇風機・ホームこたつと同様に、こん包体積の縮小を計ったイージーバックシリーズの3機種と、団地や子供べやなどの小べや用として、発熱量1,700 kcal/hのKB-151形を新しく開発し、これに主力機種である前年好評を博した「動く反射板」のKB-142形などの継続改良機種を加えて、1,700 kcal/hから2,880 kcal/hまでの、それぞれに特長を備えた放射形4機種、対流形2機種の合計6機種を生産した。なお、このうちの放射形全機種には、前年に引き続き純ガラス長繊維にタスラン加工を施して、灯油の含有を良くした長寿命の「耐久ガラス心」を採用した。

以下はイージーバックの特長である。

(1) 放射形(KB-123形)は、本体を折りたたんでこん包することにより、また、対流形(KA-113形・KC-182形)は、タンクと外筒を分割してこん包することにより、こん包体積を従来の同機種と比較して、40%から25%も縮小した。

(2) 小さくなったこん包に、持運び用の「持手」を設けたので、お客様が簡単に持ち帰ることができる。

(3) 従来の同機種では、手入れ(掃除)のしにくかった部分も簡単に手入れができる。

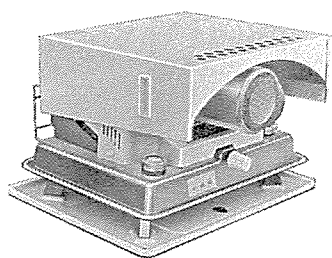


図 18.29 KB-123 形 石油ストーブ  
Type KB-123 kerosene space heater

## 3.3 集中冷暖房機器

### 3.3.1 チリングユニット

CR形チリングユニットは、43年度に開発した3.75 kW～11 kW 5機種の改良形であるBシリーズの量産を開始した。

おもな改良点は次のとおりである。

(1) 外形

機械室の大きさにもっとも影響する機械の横幅を小さくした。

(2) 据付

横幅が縮小したので機械室は小さくてよく、また軽量化により運搬・据付を容易にした。

(3) 凝縮器

効率のよい二重管式を採用し、冷媒充てん量を大幅に減少させ、使用時の冷却水の流速をも十分考慮して設計している。

(4) 冷却器

パツル板構造をくふうして冷水の流速を大きくするとともに、端ふたに特殊な冷媒分配機構を設けて効率を高め小形化した。

(5) 膨張弁

従来のリキッドチャージ方式のものを、応答性がよく、かつ安定性のある特殊なガスチャージ式のものに改めた。

なお住宅用小容量形チリングユニットとして、単相電源のCR-1S、CR-1.5S、CR-2Sをシリーズ化した。

### 3.3.2 石油温水機

家庭向き温水機としてPB-15B形石油温水機があるが、特に給湯向きとして手動着火自動運転の廉価で電力消費料の少ない温水機PB-15S形を開発した。今までのシリーズは点火装置・制御装置類はすべて電気式であり、スイッチを入れるだけで、後は自動的に燃焼—消火を繰り返して一定温度を保つものであるが、本機は最初マッチ等で点火を行なうと、後は自動的に燃焼—種火を繰り返して一定温度を保つものである。燃焼—種火の繰り返しは、サーモバルブの圧力変化をキャッチして燃料流量を変化させるメカニカル方式なので、電気は燃焼用空気を供給する送風機に消費されるだけであるから、イニシャルコスト、ランニングコスト、共に完全自動式に比べると安価である。しかし制御装置は前記湯温調節器をはじめ、過熱防止装置・過熱防止ヒューズ・過高油面シャ断装置等、自動機なみに備えている。

### 3.3.3 温水循環ポンプ

44年には、三相200V用80・150・250・750Wを発売し、VPL形温水循環ポンプは10機種となってシリーズ拡大された。構造性能もさらに改良し、1シーズン昼夜連続運転される製品ゆえ、特に長寿命化をはかった。新形メカニカルシールの採用で、平均10,000時間と従来品の2倍の寿命とした。またシールボックス部分をフラッシングタイフとし、多少空気混入があっても、トラブルにならないタフな構造にするとともに、空気抜きが容易なようピーコック付とした。

### 3.3.4 温風暖房機

三菱温風暖房機(リングヒータ)は、Hシリーズ・Sシリーズ・ベストヒータ—シリーズの3シリーズ9機種からなっている。

H、Sシリーズはすでにセントラルヒーティングの室内放熱ユニットとして活躍しているが、お庭敷温風暖房機ベストヒータは家庭のセントラルヒーティング専用の室内放熱ユニットとして、44年に開発発売されたものであり、次のような特長をもっている。

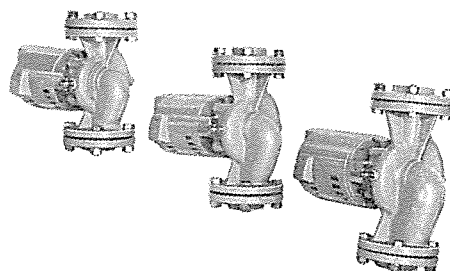


図 18.30 VPL 形 温水循環ポンプ  
(三相80 W, 150 W, 250 W)  
Type VPL hot water circulating pumps.

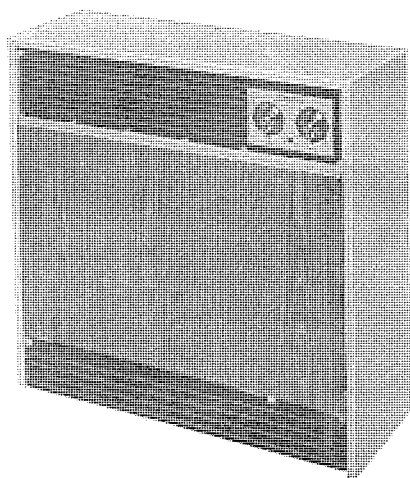


図 18.31 SD-08 A 形 ベストヒーター  
Type SD-08 A "Best Heater".

(1) まったく静かな運転音

プラスチック製一体成形のシロコファンを採用し、運転音は 32 ホンという今まで類をみない静けさである。

(2) ルームサーモ付き快適暖房

お好みの室内温度を選択できる、ルームサーモスタットをつけた快適暖房と経済暖房を提供するユニットである。

(3) 給湿器付きのソフトな暖房

専用の給湿器が内蔵されており、のどの乾き、家具の乾燥によるいたみを追放するユニットである。

(4) コンパクトなユニット

幅を 600 mm 以下にしたもので、畳 1 枚にすっぽり納まり、スペースをとらないユニットである。

(5) 配管容易なユニット

専用のフレキシブルパイピングセットが別売品として用意されている。

3.3.5 リビングマスター

三菱のリビングマスターには、現在市場で好評を博している S シリーズに D シリーズ・ローボイシリーズがあるが、44 年度に開発発売した M シリーズは、従来の H シリーズを発展的に解消させて新たに開発した機種である。H シリーズの持っていた特長に、さらにいくつかの新しいメリットを加えた他社に類を見ない製品であるので、今後の家庭のセントラル空調ユニットとしての活躍が期待される。

おもな特長は次のとおりである。

(1) 前面操作ユニット

前面吸い込み、前面吹き出しで、たなの下または地袋等にそう入設置可能である。

(2) 秒速均一空調ユニット

吹出風速が一般市販ファンコイルユニットの 4 倍で、迅速かつ均一空調が可能である。

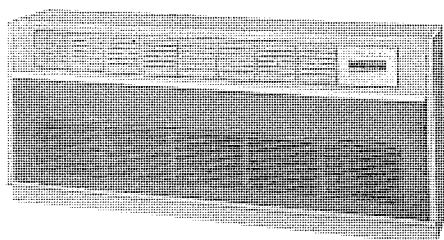


図 18.32 LV-300 ME 形 リビングマスター  
Type LV-300 ME living master.

(3) 低騒音・低価格ユニット

住宅にピッタリの 40 ホン以下で、価格は従来のファンコイルより大幅に安くなっている。

(4) 二重ドレン四方式ユニット

機内および前面パネルで結露したつゆは、二重のドレンさらで受け、万全なドレン対策が施されている。

(5) 格調高い家具調デザイン

ツートンカラーでベージュ系のシックなデザインなので、和室・洋室いずれにもマッチする。なお、木目パネル付きも受注生産品になっている。

### 3.4 送排風機

#### 3.4.1 扇風機

従来の電子扇風機の速度は 1 枚のアンテナ板での順次切換えであったが、44 年度品は、スタンド前面に所定速度のアンテナ板を 0, 1, 2, 3 と分離設置し、1 回触れるだけで望みの速度に切換わる風速選択式電子コンパック (R 30-SX 2 形)を開発した。回路構成としてみれば、アンテナ板の速度にリレー接点がセットされたことである。作用は、アンテナ板に人体の一部が触れることにより発生するインピーダンスの変化を検知拡大して、ロータリーステップリレーを作動させるものである。従来の順送式電子スイッチと比較して、この選択式電子スイッチには、特に外気の湿度また電源にポンプ・クリーナー等の強力な電源サージ・電圧が加わった場合の誤動作に対して大変な努力がなされた。

また 43 年度の電子扇は、1 機種であったが、44 年度は選択式の R 30-SX 2 形のほかに順送式のお座敷扇 R 30-X 10 形と洋間扇の R 35-SN 形の計 3 機種とした。

これらの三菱扇風機は、人間尊重の面からも安全追求の設計に徹した。すなわち前からも後からも指が入らないような放射状の安全ガード、モータ部分の首振機構部分へのカバー取付け、ふ(府)仰角度を調節するときに急に前に倒れないような安全つまみねじ、不用意に触れてもまわらない固定スイッチ、回し放しでも安心して眠ることが

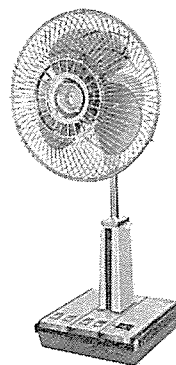


図 18.33 R 30-SX 2 形 電子扇  
Type R 30-SX 2 "Electronic" desk fan.

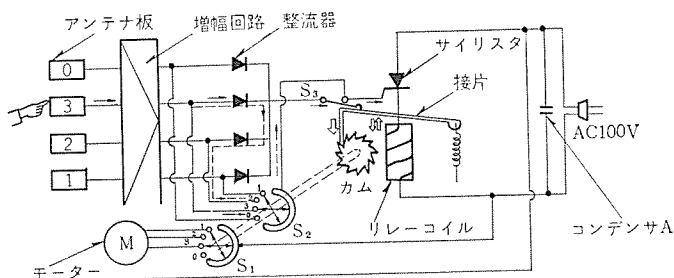


図 18.34 選択式電子スイッチの回路図  
Connection diagram of selecting switch.

できる低速500回転（毎分）の超微風装置などである。これらの安全性は市場において特に主婦の注目をあび好評であった。

コンパクトを始めて5年となるが、44年度品ではさらに、卓上扇において30%、お座敷扇で5%以上も小型化し、シーズン商品であるための保管中スペースや倉庫保管料のコストについても考慮した。

さらに荷扱いを楽にする埋込式ハンドル、他社の木目調に対して電子ムードにふさわしい銀色のスピン模様の採用などの特長も付加された。

### 3.4.2 換気扇

従来のニューコンパクト換気扇の系列に、15cm・30cmの2機種と、高層住宅の共同ダクトに取り付けて使用するダクト用換気扇2機種を追加し、工業用換気扇の全面的なモデルチェンジなどをした。それらの特長を以下に示す。

#### (1) 15cm ニューコンパクト換気扇

この高層住宅に使用したときに、外風によるシャッターのばたつきをなくしたことである。住宅が5階以上になると、外風により換気扇停止時にシャッターがバタバタと音をたてる。そこで特殊スイッチを開発し、台風程度の外風でもシャッターのばたつきがないようにした。

#### (2) 30cm ニューコンパクト換気扇

実用本位の標準パネルと、台所以外に使用する格子パネルの2種類のデザインに、自動・速調・吸排の本体を組み合わせる6機種を開発した。この特長は速調で、大風量による瞬間排気と小風量による常時換気を可能にし、幅広い用途をもたせた。

#### (3) ダクト用換気扇

高層住宅の換気方式は集中排気ダクトを使用したものが多く、このダクトに取り付けて使用する専用換気扇を2機種開発した。

ダクト用換気扇の特長は、集中ダクトに取り付けて強制的に換気するため、特にシロッコファンを用いて静圧を高くとり、15戸建向い合わせ30戸の換気が1本の集中排気ダクトのできる事である。開発し

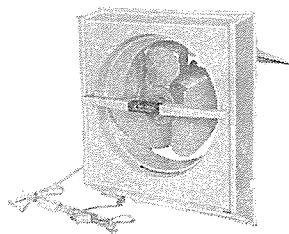


図 18.35 E-15 LH 2 形  
換気扇  
Type E-15 LH 2 ventilating fan

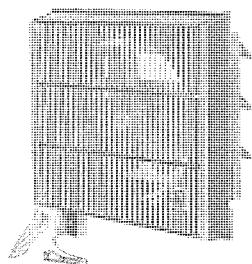


図 18.36 E-30 FK 形 換気扇  
Type E-30 FK grill deluxe type ventilating fan.

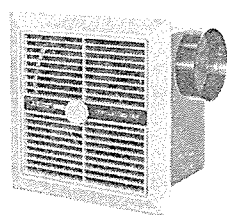


図 18.37 V-18 K 2 形 ダクト換気扇  
Type V-18 K 2 duct ventilating fan.

た2機種は風量でわかれ、大形のほうは台所用、小形のほうは浴室・トイレ用となっている。

### 3.4.3 エアカーテン

発売以来4年目になるラインフロー使用のエアカーテン“GKシリーズ”“MKシリーズ”は、市場に確固たる地位をきずき、全国各地で活躍している姿をみることができるようになった。44年度は標準シリーズに加えて、マーケットの特殊条件にマッチするつぎの標準機種の開発を完了した。

#### (1) 直流用エアカーテン

自動車の直流電源で運転可能にしたもので、清涼飲料水等の運搬用保冷車のドア部に取付。

#### (2) 温水ヒータ付きエアカーテン

冬季使用の場合温風が吹出すようにしたもので、温水は最高70℃。

### 3.4.4 パワーファン（工業用扇風機）

44年度パワーファンは、従来の50cmパワーファンに、これより大風量・大出力の60cmパワーファンと、遠距離集中送風用として開発した30cmストレートファンをシリーズに加えた。以下新製品30cmストレートフ

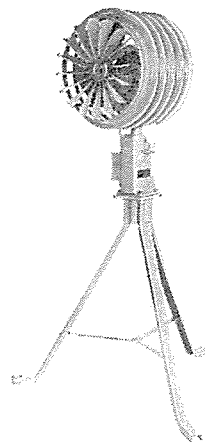
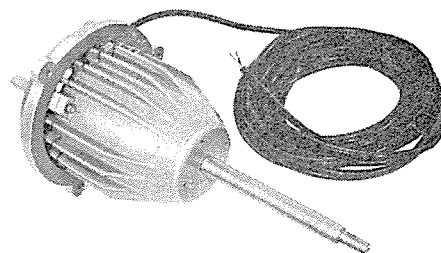
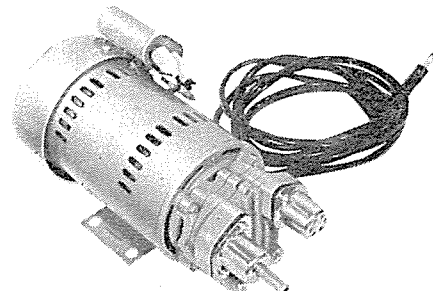


図 18.38 PE-30 H 形 ストレートファン  
Type PE-30 H straight fan.



(a) シンプルックス 形 SL-25 W



(b) エアポンプ 形 PR-30 A

図 18.39 小型浄化そう用ばっきモータ  
Motor for activated sludge method.

### 3.5 衛生機器

#### 3.5.1 小形浄化槽用バッキモータ

最近家庭用にはばっ(曝)気形浄化そうが普及している。ばっ気形浄化そうは、便汚水中にばっき装置によって酸素を注入し、好気性微生物の繁殖をうながし、これに汚物を食べさせて浄化放流する装置である。この方式は原理的には下水処理場を小形にしたようなものであるが、従来の腐廃形の槽にくらべて非常に小形となり、家庭に設置するに手ごろな大きさが得られる。この特長と最近の生活水準向上による水洗化への要求がマッチして、異常なほどの普及を見ているわけである。

この方式の心臓部はモータで駆動されるばっき装置である。このばっき装置には、酸素を汚水へ供給するために汚水をかくはんするシンプレックス形・ケスナー形と散気形のエヤポンプ形が代表的形式としてあげられる。これら各形式に対してそれぞれ特長あるモータやエヤポンプの機種を開発し、すでに市場へ数多く出している。

以下に例としてシンプレックス形の特長をあげると、

- (1) 低速用 12 極モータ (2) 低入力 (3) バッキ用新鮮空気送入手付付き (4) 耐雨構造 (5) 耐日射熱設計 (6) 不しゅう(銹)軸 (7) 過熱保護付

#### 3.5.2 家庭ポンプ

家庭ポンプは、44年度に主力機種である WP 形浅井戸用ポンプ 80 ~ 250 W 6 機種をモデルチェンジし、ペットネーム「華厳」と名付けて発売した。また浅井戸深井戸いづれにも使用できる、KP 形浅深ポンプ 100 ~ 400 W 5 機種を、華厳シリーズ第 2 弾として発売した。

WP 形華厳シリーズは、新ダイヤフラム式自動空気補給装置の採用、板厚を厚くし画期的内面塗装処理の新溶接構造圧力タンク、硬質カーボンとセラミックをしゅう(摺)動材質とした新メカニカルシール、ポンプ部分を特殊設計し全体の防振しゃ音構造で静かな運転音とするなど、すべての面で高品質・長寿命化をはかった、メンテナンスフリーの浅井戸ポンプ決定版である。

KP 形華厳シリーズは、ジェット的位置を変更するだけで、浅井戸深井戸いづれにも使用できる兼用ポンプであり、補助水路に特殊弁を有する新機構のジェット採用で抜群の揚水性能を有し、ポンプ部分は砂や異物に強いタービンジェット方式である。

### 3.6 乾電池

電気機器のコードレス化の傾向が高まり、乾電池の容量増加が要望されており、当社では 44 年 9 月に超高性能乾電池 UM-1 S 形スーパーバイタルを発売した。これは標準品(当社 UM-1 M)に比べて 3 倍の容量を有するもので、内装部のむだを省き陽極部の容積を増すとともに、活性度の高い超微粒子電解 2 酸化マンガンを使用することにより、長寿命を得ている。またシールが格段によいため耐保存性、耐漏液性にもすぐれている。

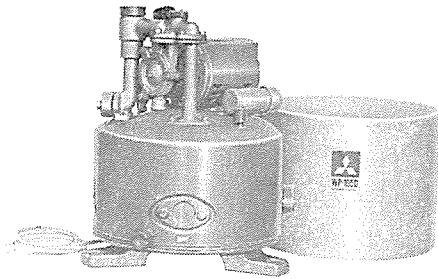


図 18.40 WP-105 D 形 浅井戸用 ポンプ「華厳」  
Type WP-105 D shallow well pump "Kegon".

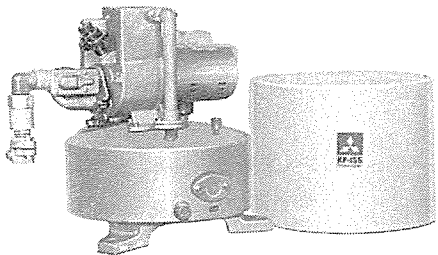


図 18.41 KP-155 形 浅深 ポンプ「華厳」  
Type KP-155 convertible jet pump "Kegon".

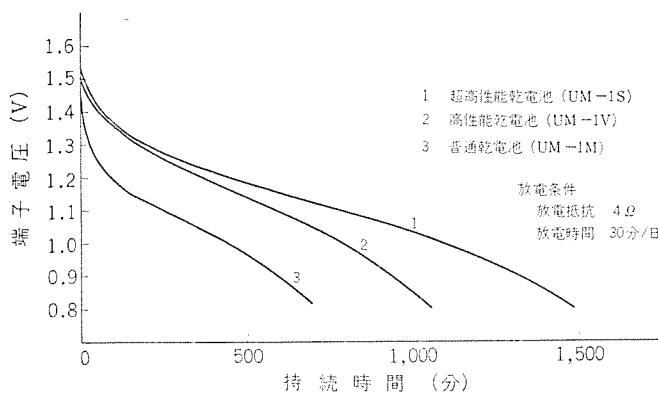


図 18.42 乾電池の放電特性  
Operation characteristics of dry cells.

ファンの特長を説明する。

(1) ハネ外周にウェスチングハウス社との技術提携によって開発されたインジェクターリング(吸込リング)を、ハネ前方にはエアガイド(案内ばね)をつけたため、風の乱れがなくかつ広がり少なく、直進するので非常に遠方まで涼風を送ることができる。

(2) ストレートファン 専用に高性能・強力な全閉モートル(2 P 0.25 kW)を開発し、これと高回転用高能率に設計されたじょうぶな 30 cm 耐食アルミはねにより、抜群に強く速い風速が得られる。(吐出口風速は 50 Hz 17 m/s, 60 Hz 20 m/s)。

(3) 首振り装置つきで首振り角度は 0° ~ 60° ~ 90° と調節でき、上下の風向き変更も簡単に調節できる。

(4) このまま壁掛式として柱・壁に直接取り付けられる。(三菱パワーファンは全機種壁掛式として使用可能)。



## 19. 材 料

### Materials



航空機用救命いかだ  
Inflatable life raft for aircraft.

昭和44年は、材料部門においても引続きその生産方式、設備の改善、合理化、原価低減など多くの活動が続けられ、特に品質、信頼性の向上に努力が払われたが、これと並行して新製品の開発、その他の研究活動が活発に行なわれ、数々の成果をあげることができた。以下、それぞれの部門での概況を略述しよう。

まず絶縁材料部門では、最近特に注目されている耐熱絶縁材料の開発をあげることができる。この分野では、すでにドリル樹脂による各種のワニスを実用に供しているが、新たに変性タイプのワニスを加え、150℃程度の低温硬化を可能にした。またポリアミドイソワニスの開発があり、マグネットワイヤ用として用いられている。

金属材料、フェライトの分野でも種々の面で進歩の跡が見られる。

最近のばね材料には、機器の小形化や生産自動化のため、特性だけでなく板厚精度や平たん性などにきびしい要求をなされることが多い。薄板ばねステンレス鋼の開発では、特に製造法に種々の苦心が重ねられた。

また、ばね材料には、複雑な形状とするための成形性とばね性を同時に要求されることが多い。曲げの部分と使用時に応力のかかる部分がずれている部品では、部分的に焼鈍された材料を使用することによって容易に目的を果すことができる。このために開発したのが部分なましりん青銅で、長尺コイルとして製品化されている画期的な材料である。

先にTi-Nb-Ta合金系超電導線を開発して実用に供しているが、今回、さらに臨界電流値のすぐれた線材を開発した。また43年度工技院の委託研究で高磁界装置の開発に用いたケーブルは、はんだ法による当社独自のテープ材であり、75 kG 磁場発生によりその優秀性を立証済みである。Fe-Ni-Cu 半硬磁性合金では、角形磁気特性のよい適当な保持力のものを製造する方法を見出すことにより、新たに製品として加えることができた。

次に、VHF 帯用の低温度係数フェライトや、低損失でその温度特性の良好なフライバックトランスコアの新材質の開発をあげることができる。また小形サークュレータ用並びにその温度補償用フェライトの開発がある。小形サークュレータでは、従来のYIGに代わり安価なフェライトを実用し得ることになった。続いて高性能の異方性バリウムフェライトの生産化並びにストロンチウムフェライトの新製品の追加をあげておく。

メモリ関係では、主内部メモリ用として4K語、18ビットのコアメモ

リ装置の開発がある。化成品の分野では、まず航空機用の救命いかだ2種の開発をあげよう。これらは、特に軽量が要求されるので、きわめて軽い材料の開発と併せて開発が行なわれたもので、すでに運輸省航空局の形式承認を得ている。

次に救難用の直線形すべり台の製造は、かなりの数量に達しているが、今回超大形船用に向くらせん形すべり台を開発した。これはつり下げ方式で強度が大で、婦女子にも不安なくすべれる構造と滑降速度を持つ新しいタイプのものである。

以上のように、多くの開発が次々に行なわれ製品化が進められており、当社の材料製造部門として洋々たる将来が待っていることであらう。

## 1. 絶 縁 材 料

### 1.1 耐熱性絶縁材料の開発

絶縁材料の最近の傾向の一つに耐熱性の向上があげられる。これは宇宙開発や軍用の要求のために、ソでさかんに行なわれた耐熱性高分子の研究の成果が実用化段階にはいり、絶縁材料に応用されはじめたからである。このような耐熱絶縁材料の進歩は、電気機器の小形軽量化、高性能化、あるいは過酷な使用条件やふん囲気に対する抵抗などに大きく寄与し、広く電気機器の寿命、信頼性に貢献している。

この分野においては、シリコン樹脂やふっ素樹脂に加えて、数年前から登場した芳香族系ポリマーやヘテロ環ポリマーに属する芳香族ポリアミド、ポリイミド、ジフェニルオキシドポリマーなどが現在大きくクローズアップされている。

当社では数年前から、ジフェニルオキシドを骨格とする新耐熱材料ドリル樹脂について研究し、それぞれの用途に応じて標準タイプV-505、フレキシブルタイプV-510、クリヤタイプV-515、積層用V-520などを開発、量産に移っており、各種の応用絶縁物（積層管、積層板、成形品ウエッジ、ガラス巻銅線（H-DGC）、マイカシート、ガラスクロスプレプレグ）の実用化、静止器、回転機のコイル含浸処理などにおいて、多くの実績をあげている。

44年度はさらにひきつづいて、成形性、硬化特性のすぐれた変性

タイプのドリルワニスを開発した。一般に H クラス以上の耐熱性をもつワニスの硬化には、高温での焼付け硬化を必要とし、ドリルワニスでも最終には 200℃以上の硬化温度を必要としていた。今回開発された変性タイプは低温硬化が可能で、アフターキュアは 150℃で高温特性のよいものが得られる。このワニスは積層品や成形品用として、耐熱性のほかに耐溶剤性、耐薬品性、高温での機械的強度などですぐれた性質を示す。この変性ドリルワニスからの成形材料は、170℃・10分、100~200 kg/cm<sup>2</sup>の加圧加熱で成形でき、とり出した成形品はバリ取りなどの加工をするのに適当な硬度をもち、150℃で数時間のオープンキュアでよい。これらの性質は表 19.1 に示した。耐熱性

表 19.1 変性ドリル成形品の性質  
Properties of modified doryl molding materials.

試験項目	タイプ	A タイプ	G タイプ
比 重		1.85 ~ 1.95	1.75 ~ 1.85
成形収縮率	%	0.6 ~ 0.9	0.30 ~ 0.5
吸 水 率	%	0.13 ~ 0.2	0.10 ~ 0.18
耐 電 圧	kV/mm	11 ~ 14	12 ~ 16
曲 げ 強 さ	kg/mm <sup>2</sup>	9.0 ~ 10.5	10.0 ~ 13.0
衝 撃 強 さ	kg·cm/cm <sup>2</sup>	4.0 ~ 7.0	12.0 ~ 16.0
絶縁抵抗(常態)	Ωcm	>5.0×10 <sup>13</sup>	>8.0×10 <sup>13</sup>
絶縁抵抗(浸水以後)	Ωcm	>5.0×10 <sup>12</sup>	>5.0×10 <sup>12</sup>

A タイプ：アスベストせいの充てん G タイプ：ガラスせいの充てん

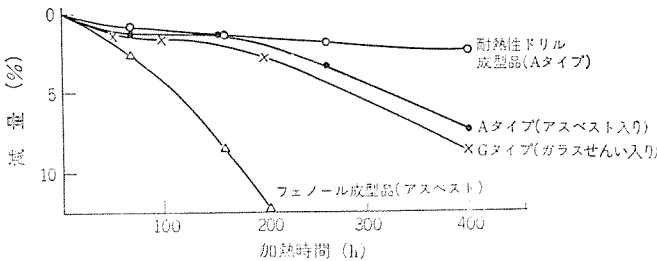


図 19.1 加熱による重量変化 (250℃ 空気中)  
Change of weight on isothermal heating (at 250℃ in air).

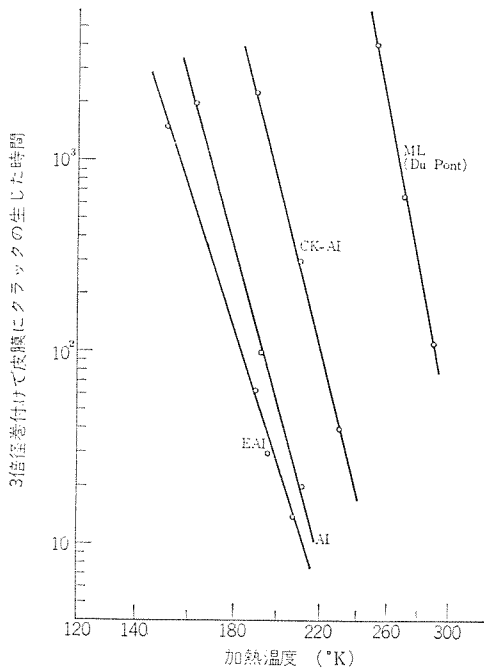


図 19.2 ポリアミドイミドの(CK-AI)の耐劣化  
Thermal deterioration of polyamide-imide enamel wire (CK-AI).

は変性タイプであるから、従来のドリル成形品にくらべてやや低い(図 19.1)。各種の小物部品、絶縁ワッシャなどに使用されつつある。

さらに、新しく開発された一つにポリアミドイミド(CK-AI)がある。これは従来のトリメット酸系ポリアミドイミドとは異なった化学構造をもち、その耐熱性も一段とすぐれている。現在開発された CK-AI はマグネットワイヤ用であるが、その特長はすぐれた耐熱性のほかに耐摩耗性、ヒートショックにすぐれ、耐アルカリ性もポリイミド(ML)にくらべてすぐれている(図 19.2)。

## 2. 金属材料およびフェライト

### 2.1 薄板ばね用ステンレス鋼

ステンレス鋼ばねは比較的価格が安く、耐食性に富み、機械的強度、ばね性も処理方法によってはかなりすぐれていることから、通信機器あるいは種々の電気部品に使われるようになってきている。また最近、スイッチやリレー関係の部品において小形、軽量化、ならびに高い精度が要求されるにともない、繰返し応力を受けるばねに必要な疲れ強さやばね限界値をもつだけでなく、さらに機械組立におけるばね組みの無調整化と、ばね個片の連続打抜き加工性を容易にするために高度の平たん性を有する薄板材(0.1~0.3 mm)が要求されるようになった。

このような板材の製造には、従来のばね用ステンレスの製造技術に加えて、薄板の圧延技術、低温焼鈍および不動態化処理方法の開発が必要となった。圧延に関しては、板厚精度を維持しながら、中延びや耳延びを防止する手段を検討し、中間圧延および仕上圧延での、ロール形状、圧下荷重、張力、パススケジュールなどにつき適正条件を求めた。つぎに仕上圧延後、低温焼鈍を連続的に行ない、必要なばね強度を得るとともに、張力を付与して板を矯正する方法を採用し、そのための温度・速度・張力などを板厚に応じて決定した。

しかし、この低温焼鈍により強度と平たん性は向上する反面、耐食性が劣化し、このままでは長期間の使用には耐えられない。この対策として硝酸を主体とする酸で処理して、焼鈍時に形成された薄い酸化膜を除去するとともに、不動態化を促進させることにし、その操業方法を確立した。

薄板ばね用ステンレス鋼の特性は表 19.2 および表 19.3 に示す

表 19.2 薄板ばね用ステンレス鋼の組成  
Chemical composition of stainless steel strip for thin springs.

品 名 (記 号)	化 学 組 成 (%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Al
NCFS 11	<0.08	<1.00	<2.00	<0.040	<0.030	8.00 ~10.00	16.50 ~18.50	—
NCFS 13	<0.08	<1.00	<2.00	<0.040	<0.030	8.00 ~11.00	18.00 ~20.00	—
NCFS 14	<0.12	<1.00	<2.00	<0.040	<0.030	7.80 ~8.80	16.50 ~18.50	—
NCFS 21	0.05 ~0.10	<1.00	<1.00	<0.040	<0.030	6.50 ~7.80	16.00 ~18.00	0.80 ~1.20
NCFS 31	<0.15	<1.00	<2.00	<0.040	<0.030	6.00 ~8.00	16.00 ~18.00	—

表 19.3 薄板ばね用 ステンレス 鋼の機械的性質  
Mechanical properties of stainless steel strip for thin leaf springs.

品 名 (記 号)	質 別	圧 延 の ま ま			低温焼鈍または時効処理後		
		引張強さ	か た さ	ばね 限 界 値	引張強さ	か た さ	ばね 限 界 値
		kg/mm <sup>2</sup>	HV	kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	HV	kg/mm <sup>2</sup>
NCFS 11	1/2 H	>80	>300	>30	>90	>350	>45
	H	>100	>350	>40	>110	>400	>50
	EH	>120	>380	>50	>130	>420	>65
NCFS 13	1/2 H	>80	>270	>30	>80	>300	>40
	H	>100	>330	>40	>110	>350	>60
	EH	>120	>380	<50	—	—	—
NCFS 14	1/2 H	>80	>270	>30	>80	>280	>40
	H	>100	>330	>40	>110	>350	>60
NCFS 21	RH	—	—	—	<125	>450	>45
	1/2 H	>110	>350	>35	>125	>400	>65
	H	>140	>420	>45	>160	>460	>85
	EH	>180	>480	>65	200~ 240	570~ 660	>100
NCFS 31	1/4 H	>88	—	—	—	—	—
	1/2 H	>105	—	—	—	—	—
	3/4 H	>123	—	—	—	—	—
	H	>130	—	—	—	—	—

ようなものであり、以下の特長を有している。

- (1) 従来のばね用 ステンレス に比較して板厚精度がよい。
- (2) 低温焼鈍により内部応力の不均一性が軽減されるとともに、同一 コイル 内の特性のばらつきが少なく、平たん性もすぐれている。
- (3) 不動態化処理を行なっているため耐食性に心配がなく、表面も圧延状態と比較してほとんど差がない。
- (4) 成型加工性はそれほど必要とせず、高度なばね特性が要求される用途に対しては、別に NCFS 21, NCFS 31 を開発し、需要家が使い分けできるよう配慮している。

## 2.2 部分なましりん青銅板

当社のりん青銅は、非磁性の弾性材料として古くから親しまれ、標準化された製造法にもとづく安定した特性には定評があり、最も信頼されるばね材料の一つである。電気機器に使用される場合、そのほとんどは、しゅう動接触を保つタイプの リレー・スイッチ・コネクタへの応用である。これらの部品にはさまざまな形状に プレス され、曲げられたものが多いが。ときとしてきわめて過酷な曲げ加工性と強いばね特性の両者を、あわせて要求される場合がある。このような場合、通常はベリリウム 銅などの析出硬化性合金の適用で一応解決されるが、時効ひずみの発生などから工数の増加を招くことがある。一般のばね材料でこのような仕様を満たすには、薄板を数枚重ねるとか、曲げ加工時に局部的な焼鈍を加える等の方法しか活路はないようである。しかしいずれにしても、価格、作業性の面から満足できるものではない。

このたび当社で開発した“部分なましりん青銅板”は、このような要求によって生まれたもので、まさにうってつけの材料である。板の幅方向の任意の部分に任意の幅にわたって部分的な焼鈍が適正に与えてあるので、この部分はいわゆる過酷な曲げ、絞り加工に耐えられ、他の部分は、適正な質別のばね特性を保有しているのでばね性を損なうことはない。

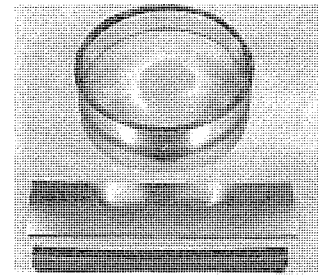
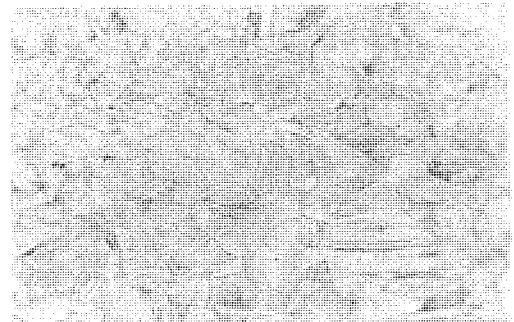
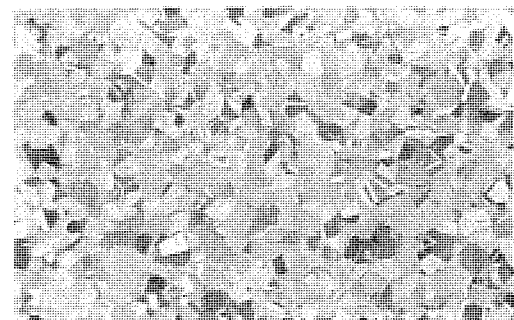


図 19.3 部分なましりん青銅板  
Local annealed phosphor bronze plate.



(a) 圧延部



(b) 焼鈍部

図 19.4 顕微鏡組織 (倍率: 300 倍)  
Micro structure of local annealed phosphor bronze plate (×300).

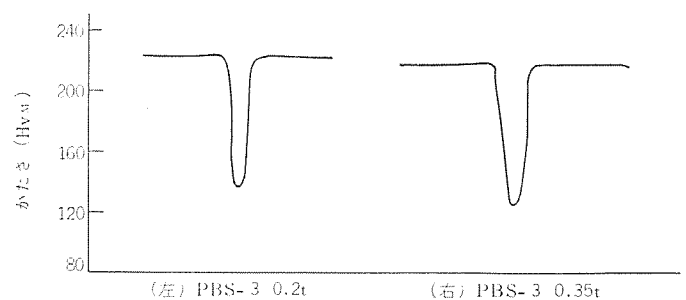


図 19.5 条材の幅方向硬度分布  
Distributions of hardness on the direction of width.

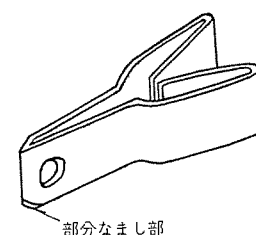


図 19.6 成形加工部品  
Applied part of this material.

この材料は図 19. 3 に示すように長尺のコイルで出荷されるので、連続プレスにもそのまま通すことができる。図 19. 4 は圧延部と焼鈍部の顕微鏡組織で、きわめて高温にまた非常に速い焼鈍をほどこしたため、組織は微細 ( $10\sim15\mu$  以下) で混粒がまったくない特長がある。このような焼鈍部は  $180^\circ$  に折り曲げてハンマーでたたいても、われ・しわの発生はまったく起こらない。図 19. 5 は条材の幅方向硬度分布の一例を示したもので、焼鈍部は急激な硬度低下の谷を有しており、その他の部分は適正な質別を示す平常値となっている。図 19. 6 はこのような材料から成形された部品の一例であるが、中央部の完全な密着曲げ部にも欠陥はまったく見あたらないものである。

このように、本材料はまったく画期的な、いわば複合材料とも言えるもので、今後ますます受注の伸びが期待されている。(特許出願中)

現在使用されているおもな部品例

しゅう動接触を保つコネクタの固定接触部品。

ロータリスイッチ等の接触ばね部品。

## 2. 3 超電導線と複合ケーブル

### (1) 超電導線

合金系超電導線の利用も物理測定用あるいは高圧電子顕微鏡用の小形高磁界マグネットとしてすでに定着し、同時に高磁界領域における高臨界電流、安定性などの要求も高まってきた。当社はこのような要請にこたえるため、独自の開発である Ti-Nb-Ta 合金線の基礎的解析を進め、特殊処理法の適用により 35 A/80 kG (0.25 mm $\phi$  線) 以上の高磁界電流値を達成した。また被覆銅材の高純度化と密着性の改善によりマグネット製作後の不安定性が大幅に解消した。おもな特性を表 19. 4 に示す。

### (2) 複合ケーブル

安定化技術の進歩に伴い MHD 発電用、または高エネルギー物理研究に不可欠のあわ箱、粒子加速器用大形超電導マグネットも内外において実用化段階を迎え、大電流ケーブルの製作も本格化してきた。当社は超電導素線を高純度銅帯に埋め込み Pb 系はんだで接合した、当社独自のはんだ埋め込みケーブルを開発した。このケーブルは従来の超電導ケーブルに比較すると超電導素線の断線がまったくなく、また超電導線と銅帯間における電気的および熱的伝導性がすぐれているため、信頼性の高い良好な特性が得られる。昭和 43 年度の工技院委託研究では有効内径 100 mm  $\phi$ 、発生磁界 75 kG のパンケーキ形マグネットにこの方式の複合ケーブルを使用し、目標を上まわる成功をおさめ、素線ならびにケーブルのすぐれた性能を立証した。複合ケーブルのおもな仕様を表 19. 4 に示す。

表 19. 4 超電導線と複合ケーブルの特性  
Typical characteristics of superconducting wire and composite cables.

超電導線	合 金	臨界温度 °K	臨界磁界 kG	臨界電流 A/0.25 mm $\phi$
	Ti-Nb-Ta	9.9	128	35
複合ケーブル	種 類	長方形断面寸法 mm	単 位 長 m	臨 界 電 流 A
	A 種	1.4 $\times$ 10	200 $\sim$ 300	1,000 (55 kG 磁界中)
	B 種	2.0 $\times$ 15	100	1,150 (80 kG 磁界中)

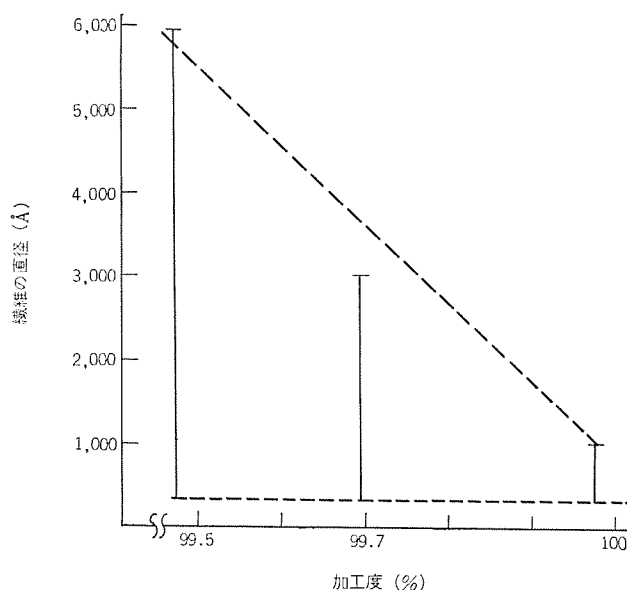


図 19. 7 加工度 (冷間伸線) による繊維直径の変化  
Variation of fiber diameter with the degree of cold work.

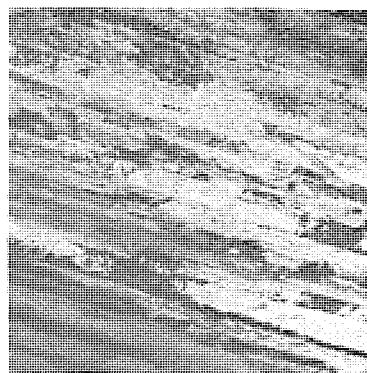


図 19. 8 加工度 99.97 % の冷間伸線された試料の電子顕微鏡写真 ( $\times 40,000$ ).  
Transmission electron-micrograph of 99.97 % cold-drawn specimen.

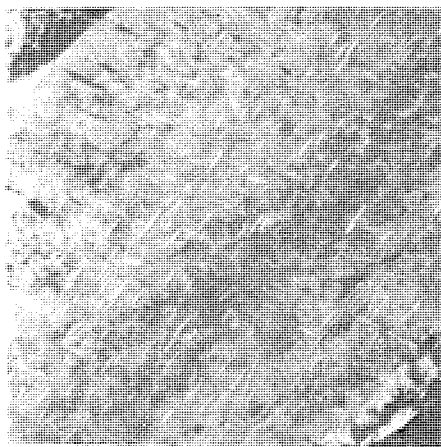


図 19. 9 99 % の冷間伸線後 400°C 60 時間時効処理を行なった試料の電子顕微鏡写真 ( $\times 70,000$ ).  
Transmission electronmicrograph of a specimen cold drawn by 99 % and aged for 60 hours at 400°C.



### (3) Ti-Nb-Ta 系超電導線の電子顕微鏡組織

Ti-Nb-Ta 合金の超電導特性は加工および熱処理によって著しく向上する。これは加工および熱処理によって生じた転位、析出物の不均質点によるものと考えられており、超電導現象を解明する一手段としてこれら不均質点の電子顕微鏡による直接観察を行ってきた。図 19.7 は冷間伸線によって加工度を変えた場合の繊維状組織の繊維の直径を電子顕微鏡で測定した結果で、転位は不明確ではあるが加工度が大きくなるにしたがって繊維径が小さくなり、一様になってくる。図 19.8 は加工度 99.97 % (線径 0.36  $\phi$ ) の強加工された試料の電子顕微鏡写真で冷間伸線による繊維状組織を示している。

加工度 99 % 以上の冷間伸線によって多数の転位をつくり、これを優先析出の場としてつぎの時効処理によって多数の析出物が生成する。図 19.9 は 99 % の冷間伸線後 400°C、60 時間の時効処理された試料の電子顕微鏡写真で長さ約 1,000 Å の微細な針状析出物が多数見られ、これら析出物は電子回折の結果  $\alpha$  相であることがわかった。このような電子顕微鏡観察の結果からこの合金では多数の析出物を生成することが超電導特性向上の要因であることがわかる。

## 2.4 Fe-Ni-Cu 半硬質磁性合金

Fe を主成分とする Fe-Ni-Cu 合金において、その加工および熱処理工程を検討することにより、従来この合金系では得られなかったすぐれた半硬質磁性材料を製造する方法をみいだしていたが、44 年度はとくに、電子交換機などに用いられるラッチングリレー用鉄心に適した特性を持つ、Fe-Ni-Cu 合金の製品化を電々公社通研との指導のもとに進めた。

あらたな要求として、比較的大きな断面形状の材料で角形磁気特性を得ること、保磁力を 60 Oe 以上にたもちながら残留磁束密度を高めること、などを考慮したうえで開発された合金の代表的な特性は表 19.5 に示すとおりである。この合金の開発により、従来のラッチングリレーにくらべ角形磁気特性を利用した有利な設計が可能になり、また、必要な加工性と磁気特性をかねそなえた状態で合金が納入されるので、従来問題とされていた、セッターメーカーにおける熱処理が不要になった。

表 19.5 ラッチングリレー 鉄心用 Fe-Ni-Cu 合金の磁気特性  
Magnetic properties of Fe-Ni-Cu alloy improved for the magnet of latching relay.

組 成	18 % Ni, 6 % Cu 残部 Fe
形 状	直径 7 mm 以下の直線材
か た さ	ビッカースかたさ 400 以下
残留磁束密度	$Br$ (kG)
保 磁 力	$H_c$ (Oe)
角 形 比	$Br/B_{200}$
	>12.0
	65 $\pm$ 5
	>0.95

## 2.5 VHF 帯用低温度係数フェライト

VHF 帯用の新しい材質系列として UG 材を開発した。このフェライトは透磁率  $\mu$  の温度変化が非常に小さいことを特長とし、標準的には下記のような特性を持つ。

- (1) 透磁率  $\mu$  15 (at 60 MHz)
- (2)  $\mu$  の温度変化  $\Delta\mu/\mu$   $0.5 \times 10^{-3}$  ( $T = -20 \sim 70^\circ\text{C}$ )
- (3) 相対温度係数  $\Delta\mu/\mu^2 \cdot \Delta T$   $5 \times 10^{-7}$
- (4) 電圧増倍係数  $Q$  300 (at 60 MHz)
- (5) 自然共鳴周波数  $f_r$  350 MHz

テレビ等の部品材料として有望である。

表 19.6 L-NF 材と L-NE 材低損失材の諸特性  
Characteristics of new material (L-NF), low loss material and L-NE material.

諸 特 性	L-NF 材	低 損 失 材	L-NE 材
初 透 磁 率 $\mu_i$	4,000	3,000	1,700
磁 束 密 度 $B_{10}$ (G)	4,800	4,800	4,800
残留磁束密度 $Br$ (G)	1,500	1,200	1,300
保 磁 力 $H_c$ (Oe)	0.11	0.12	0.16
損 失 係 数 $\tan\delta/\mu_i$ (at 50 kHz)	$5 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^{-6}$	$10 \times 10^{-6}$
比 抵 抗 $\rho$ ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	50	100	50
キュリー温度 $T_c$ ( $^\circ\text{C}$ )	210	220	210 $\frac{1}{2}$

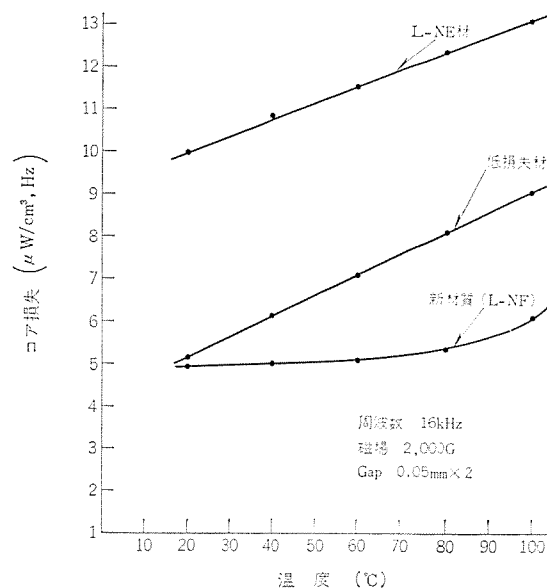


図 19.10 温度とコア損失  
Core loss us. temperature.

## 2.6 水平出力トランス用低損失フェライトコア

TV 受像機のフライバックトランス (水平出力トランス) 用フェライトとして、さきに L-NE 材を開発製品化し、さらに低損失の新材質を開発した。今回はさらにこの損失の温度特性を大幅に改良した新材質 (L-NF) を開発し、量産化した。この新材質はまったく新しい製造技術により原料、組成を検討の結果得られたものである。表 19.6 に従来の L-NE 材、低損失材と新材質 (L-NF) の諸特性を、また図 19.10 に損失の温度特性を示す。

## 2.7 マイクロ波用フェライト

最近のマイクロ波回路素子は、小形化、広温度域化、低価格といった動向にあるが、この要求にそなえて、低価格小形サーキュレータ用フェライトおよび、温度補償用フェライトの開発を行なった。

### (1) 小形サーキュレータ用フェライト

小形サーキュレータ用フェライトとしては、従来、低損失、温度特性の

表 19.7 小形サーキュレータ用 Mg-フェライトの特性 (150 MHz 用)  
Characteristics of Mg ferrites for compact circulator at 150 MHz.

飽和磁化 $4\pi M_s$ (G)	半値幅 $\Delta H$ (Oe)	誘電率 $\epsilon$	誘電体損失 $\tan\delta$	$\epsilon_{\text{eff}}$ 値	キュリー温度 $T_c$ ( $^\circ\text{C}$ )	密 度 $g/\text{cm}^3$
850	120	11.5	$7 \times 10^{-4}$	2.02	120	4.1

点からガーネット (YIG) が用いられてきたが、普通のフェライトに比べて高価であり、はん用サーキュレータに用いるフェライトとしては難点があった。そこで、これに代わる安価なフェライトを得るために、Mg-フェライトについて、組成、製造条件等につき詳細に検討し温度特性を除いては、従来の YIG に劣らない材料を得た (表 19. 7)。

このフェライトを用いた実用例としては、400 MHz 帯サーキュレータで、順方向損失は 0.3 dB 程度で、逆方向減衰量 25 dB 以上のものが得られている。

## (2) 温度補償用フェライト

サーキュレータの温度特性が、かなり広い範囲で要求されるようになってきたが、動作素子としてフェライトを用いている以上、その温度変化がある程度大きくなることは、さけられない。この温度変化を永久磁石として Ba-フェライトを用い、さらに適当な温度変化をするフェライトをその磁路中にそう入することにより補償して、良好な温度特性を得ることが可能である。このような観点から飽和磁化の温度変化、透磁率の温度変化について、Mn 系フェライト、Ni 系フェライト、Mg 系フェライトについて検討した結果、良好な温度補償用フェライトを開発した (LY 材)。これを用いた実用例を図 19. 11 に示す。

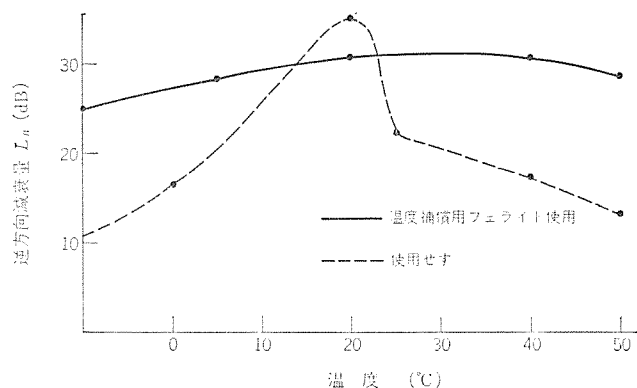


図 19. 11 温度補償用フェライトを使用した実用例  
(450 MHz サーキュレータ)  
Typical isolation vs. temperature properties of  
450 MHz circulator.

## 2. 8 フェライト磁石

永久磁石の生産は、近年飛躍的な増加の一途をたどっているが、現在、大量に使用されている永久磁石を大別すると、アルニコで代表される金属磁石と、バリウムフェライトで代表されるフェライト磁石になる。主流である金属磁石の原料であるニッケルの異常な高騰がつづいているため、原料価格が比較的安定しているフェライト磁石の使用が、最近、次第に多くなってきている。それに伴い、従来のバリウムフェライトよりさらに特性を向上させる必要が出てきた。このため、現在

表 19. 8 特性表  
Characteristics of ferrite magnets.

特 性	記号・単位	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub> *	S <sub>5</sub> *	S <sub>6</sub> *
残留磁束密度	Br(G)	2,000 ~ 2,300	3,000 ~ 3,500	3,600 ~ 4,000	4,000 ~ 4,300	4,200	3,500
保 磁 力	BHc(Oe)	1,500 ~ 1,800	2,200 ~ 2,600	1,700 ~ 2,000	1,700 ~ 2,200	2,000	3,000
最大エネルギー積	×10 <sup>6</sup> (B·H)m(G·Oe)	0.8 ~ 1.1	2.1 ~ 2.5	2.7 ~ 3.3	3.4 ~ 4.0	4.2	3.6

S<sub>4</sub>\*~S<sub>6</sub>\*: 仮 称

の製品の S<sub>1</sub> 材、S<sub>2</sub> 材、S<sub>3</sub> 材に加えて、S<sub>3</sub> よりも特性の優秀な S<sub>4</sub>\* 材 (仮称) を開発し、量産化した。

またバリウムフェライトよりもさらに、物理的結晶磁気異方性の大きな材料として、最近注目されているストロンチウムフェライトについても、原料、製造法、添加物について検討した結果、保磁力の非常に大きい、良好な特性を示す材料、S<sub>5</sub>\* 材、S<sub>6</sub>\* 材を得た。

## 2. 9 コアメモリ装置

昭和 44 年度に製品化した 4096 語、18 ビット (最大) のコアメモリ装置は、中形計算機、制御機器の主内部記憶装置用に開発したもので、広い使用環境に適することと、長期連続実動に耐えうることの二つの特長をもっている。

コアスタックには広温度範囲用 30 ミルメモリコアを駆動電流補償方式のもとに使用し、タイミング系はサイクルタイム 2.0 μs、アクセスタイム 0.7 μs が非同期式になっており、どのような演算方式の計算機、あるいは制御機器とも容易に結合できるように配慮されている。

容量は、上記のように、4,096 ワード、18 ビット (最大) の構成 (19 インチ標準ラック 2 段) をとっているが、モジュールセレクション信号を 2 ビット内部処理できるように設計されているので、同一きょう (匡) 体 (19 インチ標準ラック 3 段) で、8,192 ワード、18 ビット (最大) も構成可能であり、またモジュール 2 個使用すれば、16,384 ワード、18 ビット (最大) の拡張構成もできる。

CPU からの各種信号は、インターフェース回路を通し、あらゆる装置に直結できるようはん用性をもたせてある。データ (メモリ) レジスタは、非同期式の特長を生かし、サイクルタイム 2.0 μs のエンドシグナル、あるいは非同期スタートシグナル (2.0 μs 以上であれば任意) でもリセットでき、システム全体として「レジスタ」の軽減がはかれる。

標準システム図を図 19. 12 に示す。

本機の標準仕様は、

使用コア	URO1-R 3 (30 ミル 広温度範囲メモリコア)
サイクルタイム	2.0 μs
アクセスタイム	0.7 μs
容 量	4,096~16,384 ワード、最大 18 ビット
使用温度範囲	0~50°C
電 源	+18, +5, -12, -43 V の各種

電圧マージンについては図 19. 13 に示すように、きわめて安定で

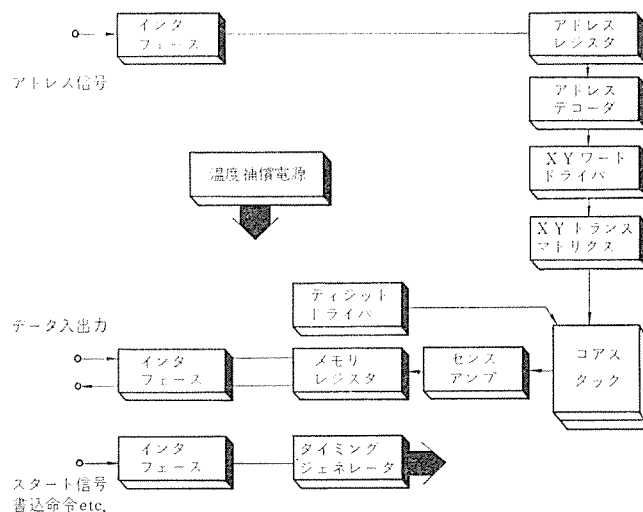


図 19. 12 標準システム図  
System chart of standard core memory system.

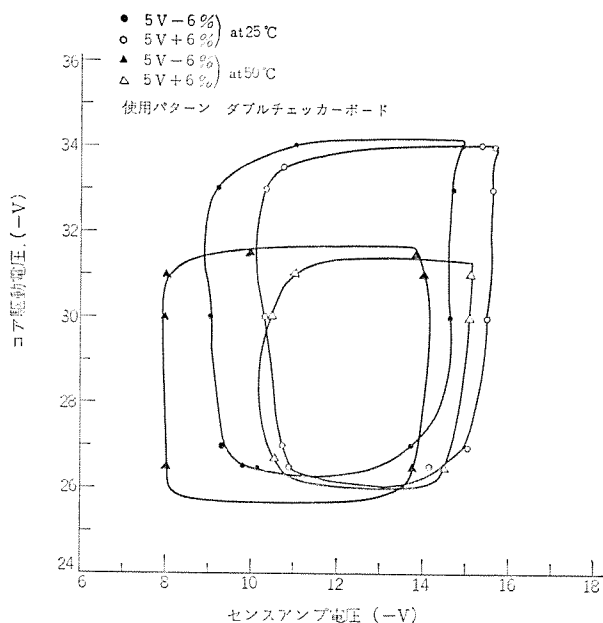


図 19.13 電圧マージン  
Voltage margin using worst case pattern.

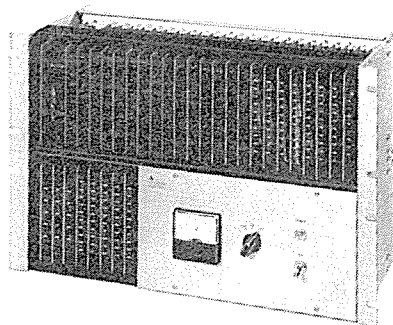


図 19.14 小形コアメモリ装置  
Small capacity core memory system.

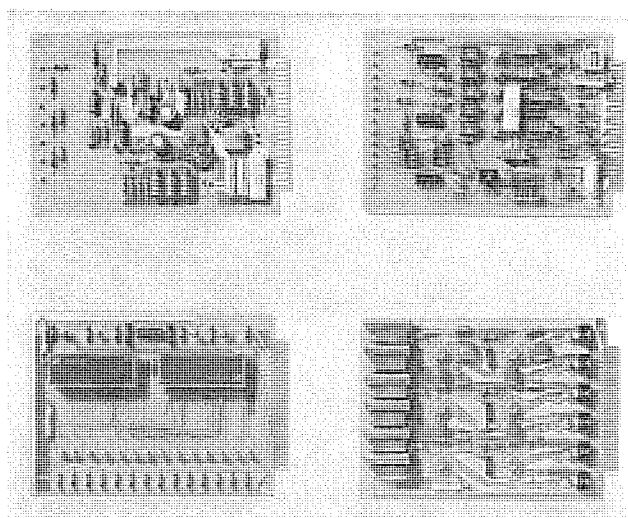


図 19.15 周辺各カード (ドライバ, タイミング, センスアンプカード)  
Circuit board (core driver, timing generator and sense amplifier board).

あり、温度補償電源を併用することにより信頼性の高い装置が実現できる。

コアメモリ装置の一例を図 19.14 に示す。図 19.15 は、このようなコアメモリ装置に使用される各カードの一例である。現在、ドライバ段の IC 化ほか周辺回路の高密度実装化を行ない小形、低価格のコアメモリ装置を開発中である。

### 3. 化 成 品

#### 3.1 航空機用救命いかだ MR-25 B, MR-25 C 形

航空機用救命具は当然のことながら軽量のものが要求され、船舶用の規定が最大 180 kg に比べ航空用の場合約 60～75 kg である。従来の材料に比べ当社で開発した非常に軽い材料を使用し、運輸航空局基準および米国連邦航空局技術標準 TSO-C 12 の要求仕様に合致した航空機用救命いかだ MR-25 B, MR-25 C 形を開発し、運輸省航空局の型式承認を取得した (カット写真)。MR-25 B, MR-25 C 形救命いかだは洋上を飛ぶ旅客機に積載するもので、常時は小さくたたまれた状態で航空機の天井あるいはドア等に収納されている。航空機が水上に不時着した場合、機外に投げ出して自動的に膨張させ、乗客および乗員の避難に用いられるものである。

これらの救命いかだは日本航空 (株) と共同で開発したもので、日本航空 (株) その他に約 50 台を納入した。このうち MR-25 C は昭和 45 年より大太平洋航路に就航するジャンボジェット機ボーイング B-747 に積載される予定である。

MR-25 B 形救命いかだは従来の救命いかだに比べ、非常に軽くまた充気装置としては当社で開発したアスピレータ (シリンダーから出るガスジェットで大気中の空気を吹込む装置) を採用したので、周囲温度に影響されずに短時間で膨張させることができる。

MR-25 C 形救命いかだは MR-25 B 形救命いかだをさらに改良したもので、天幕を迅速に展開するため、天幕支柱を CO<sub>2</sub> で充気する方式にし、また乗入口をランプタイプのものとし、また図 19.16 に示すような FRP コンテナに収納されている。MR-25 B, MR-25 C



図 19.16 MR-25 C 形 救命いかだ収納箱  
Container for life raft type MR-25 C.

図 19.9 MR-25 B, MR-25 C 形 いかだ諸元  
Various factors of type MR-25 B and MR-25 C life raft.

形 式	定 員 (人)	いかだ寸法 m			甲板面積 m <sup>2</sup>	気室容積 トン	折たたみ寸法 m	全 重 量 kg
		全 長	幅	気室直径				
MR-25 B	25	4.86	3.77	0.37	9.5	2.9	0.57 φ×0.9	約 60
MR-25 C	25	6.14	3.77	0.37	9.52	2.86	0.85 φ×0.75 ×0.4	約 75

形救命いかだの主要諸元を表 19.9 に示す。

### 3.2 建築物および船舶用膨張式ら旋形すべり台

昭和 39 年 3 月青函連絡船に救難用すべり台を設置して 以来計 60 基を国鉄に納入した。これは現在使用されている直線形の ガス で膨張する、気のうはり(梁)を持つもので、長さは 14 m, 11 m および 10 m の 3 種である。この形は船の傾斜、波浪等による甲板高さの変化には傾斜が変わるだけで対処できる長所はある。これ以上長いものは強度とくに風に対して強くない欠点を有する。したがって超大型船用のものはまだ多小の問題がある。

以上のことから上からつり下げられるすべり台として、すべり道がらせん状をなすものを考案し、試作のうえ種々の実用試験を行なった。これについてはすでに基本的な構造に対して実用新案権も取得し、また関連の特許や実用新案も多数出願中である。

構造としては同心円状に配置したじょうぶな布からなる内外筒の間に ガス で膨張するらせん状の気のうを取り付け、この気のうの上にすべり道となる布を取り付けたものである。外形は 1,700  $\phi$  の円筒状である。このような構造のため荷重を布の引張力として受けるので、強度的に強く、相当に長いものでも使用でき、またせまい所でも使えるし、格納にも場所をとらない。また試作の結果判明したことであるが、すべっている間に外が見えないことと、適当なブレーキがかかって滑降速度があまり大きくならないので恐怖心をいなくとがなく、婦女子にでも容易にすべれる特長がある。

建物の場合にはすべり台のみでよいが、船舶用のものでは下に浮き舟を取り付ける必要がある。船舶では上述のように甲板高さの変化波浪等に対処する必要があり、それに対する方策も種々たてられている。新しいタイプの救命具として、カーフェリ等乾舷の高い船舶にどんどん使われていくことが期待される。





# 本社・営業所・研究所・製作所・工場所在地

本 社	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル)	(☎ 100)	(電) 東京 (03) 218局 2111番
大阪営業所	大阪市北区梅田町8番地(西阪神ビル)	(☎ 530)	(電) 大阪 (06) 312局1231番
名古屋営業所	名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル)	(☎ 450)	(電) 名古屋 (052) 561局5311番
静岡出張所	静岡市伝馬町16の3番地(明治生命静岡支社)	(☎ 420)	(電) 静岡 (0542) 54局4681番
福岡営業所	福岡市天神2丁目12番1号(天神ビル)	(☎ 810)	(電) 福岡 (092) 75局6231番
長崎出張所	長崎市丸尾町6番14号	(☎ 850-91)	(電) 長崎 (0958) 23局6101番
札幌営業所	札幌市北2条西4丁目1番地(北海道ビル)	(☎ 060-91)	(電) 札幌 (0122) 26局9111番
仙台営業所	仙台市大町4丁目175番地(新仙台ビル)	(☎ 980)	(電) 仙台 (0222) 21局1211番
富山営業所	富山市桜木町1番29号	(☎ 930)	(電) 富山 (0764) 31局8211番
広島営業所	広島市中町7番32号(日本生命ビル)	(☎ 730)	(電) 広島 (0822) 47局5111番
岡山出張所	岡山市駅前町1丁目9番地(明治生命館)	(☎ 700)	(電) 岡山 (0862) 41局0331番
高松営業所	高松市鶴屋町2番1号	(☎ 760)	(電) 高松 (0878) 51局0001番
東京商品営業所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル)	(☎ 100)	(電) 東京 (03) 218局2111番
城北家電営業所	東京都文京区大塚3丁目3番1号(新茗溪ビル)	(☎ 112)	(電) 東京 (03) 944局6311番
城南家電営業所	東京都世田谷区池尻3丁目10番3号(三菱電機世田谷ビル)	(☎ 154)	(電) 東京 (03) 411局8181番
城西家電営業所	国分寺市南町2丁目16番14号(秀美ビル)	(☎ 185)	(電) 国分寺 (0423) 22局1881番
横浜家電営業所	横浜市中区富士見町3番地4	(☎ 232)	(電) 横浜 (045) 251局2226番
千葉家電営業所	千葉市新宿町2丁目49番地(三菱電機千葉ビル)	(☎ 280)	(電) 千葉 (0472) 42局5486番
大阪商品営業所	大阪市北区堂島北町8番地の1	(☎ 530)	(電) 大阪 (06) 344局1231番
洲本出張所	洲本市上物部2丁目6番33号	(☎ 656)	(電) 洲本 (07992) 2局0631番
名古屋商品営業所	名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル)	(☎ 450)	(電) 名古屋 (052) 561局5311番
静岡出張所	静岡市小島162番地	(☎ 420)	(電) 静岡 (0542) 85局6141番
福岡商品営業所	福岡市天神2丁目12番1号(天神ビル)	(☎ 810)	(電) 福岡 (092) 75局6231番
札幌商品営業所	札幌市北2条西4丁目1番地(北海道ビル)	(☎ 060-91)	(電) 札幌 (0122) 26局9111番
仙台商品営業所	仙台市大町4丁目175番地(新仙台ビル)	(☎ 980)	(電) 仙台 (0222) 21局1211番
富山商品営業所	富山市桜木町1番29号	(☎ 930)	(電) 富山 (0764) 31局8211番
広島商品営業所	広島市中町7番32号(日本生命ビル)	(☎ 730)	(電) 広島 (0822) 47局5111番
高松商品営業所	高松市鶴屋町2番1号	(☎ 760)	(電) 高松 (0878) 51局0001番
新潟営業所	新潟市東大通1丁目12番地(北陸ビル)	(☎ 950)	(電) 新潟 (0252) 45局2151番
関東商品営業所	与野市上落合後原842番地	(☎ 338)	(電) 与野 (0488) 33局3181番
東京機器営業所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル)	(☎ 100)	(電) 東京 (03) 218局2111番
大阪機器営業所	大阪市北区堂島北町8番地の1	(☎ 530)	(電) 大阪 (06) 344局1231番
中央研究所	尼崎市南清水字中野80番地	(☎ 661)	(電) 大阪 (06) 491局8021番
商品研究所	鎌倉市大船2丁目14番40号	(☎ 247)	(電) 鎌倉 (0467) 46局6111番
神戸製作所	神戸市兵庫区和田崎町3丁目10番地の1	(☎ 652)	(電) 神戸 (078) 67局5041番
伊丹製作所	尼崎市南清水字中野80番地	(☎ 661)	(電) 大阪 (06) 491局8021番
三田工場	三田市三輪町父々部85番地	(☎ 669-13)	(電) 三田 (07956) 局 4371番
長崎製作所	長崎市丸尾町6番14号	(☎ 852)	(電) 長崎 (0958) 23局6211番
稲沢製作所	稲沢市菱町1番地	(☎ 492)	(電) 稲沢 (0587) 32局8111番
和歌山製作所	和歌山市岡町91番地	(☎ 640-91)	(電) 和歌山 (0734) 23局7231番
鎌倉製作所	鎌倉市上町屋325番地	(☎ 247)	(電) 鎌倉 (0467) 46局1111番
通信機製作所	尼崎市南清水字中野80番地	(☎ 661)	(電) 大阪 (06) 491局8021番
北伊丹製作所	伊丹市大鹿字主ヶ池1番地	(☎ 664)	(電) 伊丹 (0727) 82局5131番
熊本工場	熊本市竜田町弓削720番地	(☎ 862)	(電) 熊本 (0963) 62局7211番
名古屋製作所	名古屋市中区矢田町18丁目1番地	(☎ 461)	(電) 名古屋 (052) 721局2111番
福岡製作所	福岡市今宿青木690番地	(☎ 819-01)	(電) 福岡今宿 (09295) 6局0431番
福山製作所	福山市緑町1番8号	(☎ 720)	(電) 福山 (0849) 21局3211番
姫路製作所	姫路市千代田町840番地	(☎ 670)	(電) 姫路 (0792) 23局1251番
相模製作所	相模原市宮下1丁目1番57号	(☎ 229)	(電) 相模原 (0427) 72局5131番
世田谷工場	東京都世田谷区池尻3丁目1番15号	(☎ 154)	(電) 東京 (03) 414局8111番
静岡製作所	静岡市小島110番地	(☎ 420)	(電) 静岡 (0542) 85局1111番
中津川製作所	中津川市駒場町1番3号	(☎ 508)	(電) 中津川 (05736) 5局7151番
大船製作所	鎌倉市大船5丁目1番1号	(☎ 247)	(電) 鎌倉 (0467) 46局6111番
郡山製作所	郡山市栄町2番25号	(☎ 963)	(電) 郡山 (02492) 2局1220番
群馬製作所	群馬県新田郡尾島町大字岩松800番地	(☎ 370-04)	(電) 尾島 (02765) 2局1111番
藤岡工場	藤岡市本郷字別所1173番地	(☎ 375)	(電) 藤岡 (02742) 2局1185番
京都製作所	京都府乙訓郡長岡町大字馬場小字図所1番地	(☎ 617)	(電) 京都西山 (075) 921局4111番
長野工場	長野市大字南長池字村前	(☎ 380)	
ラジオ工場	尼崎市南清水字中野80番地	(☎ 661)	(電) 大阪 (06) 491局8021番
札幌工場	札幌市北2条東12丁目98番地	(☎ 060)	(電) 札幌 (0122) 23局5544番

電鉄用電機品特集

《特集論文》

- 最近の電車用主電動機
- 電車用 WN カップリングの歯車強度について
- 帝都高速度公団向け回生ブレーキ付き第二次試作  
チョップ制御電車
- 新幹線試験電車用運転指令装置
- 最近の車両用高圧インバータ
- 電鉄変電所用油冷式シリコン整流器
- 海外における三菱電鉄変電所の実績
- 通勤車冷房装置
- 電鉄変電所負荷のシミュレーション

- 列車プログラム自動運転と計算機制御

《普通論文》

- SL 形ラッチ式電磁接触器とその適用
- 網目高分子における分子鎖のからみ合い効果
- 符号伝送試験装置とその実測例
- 変圧器のさい断波試験
- 電動ばね操作機構付き DHE 形磁気しゃ断器
- エポキシ樹脂の耐トラッキング性
- 真空中の金属電極間の絶縁破壊現象(1)

《技術講座》

- 最近の磁気記憶装置

三 菱 電 機 技 報 編 集 委 員 会

委員長	仙 石 廉
副委員長	神 崎 邇
常任委員	明 石 精
"	石 川 理 一
"	上 田 重 夫
"	宇 佐 見 重 夫
"	大 野 寛 孝
"	北 川 和 人
"	小 堀 富 次 雄
"	鈴 木 正 材

常任委員	祖 父 江 晴 秋
"	湊 武 雄
"	山 田 栄 一
委 員	尾 畑 喜 行
"	北 垣 成 一
"	南 日 達 郎
"	林 昇 寿
"	松 元 雄 藏
"	和 田 義 勝

(以上 50 音順)

昭和 45 年 1 月 22 日印刷 昭和 45 年 1 月 25 日発行「禁無断転載」定価 1 部金 100 円(送料別)

編集兼発行人

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

仙 石 廉

印刷所

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地  
(郵便番号 162)

大日本印刷株式会社

印刷者

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地

高 橋 武 夫

発行所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号(郵便番号 100)

三菱電機株式会社内

「三菱電機技報社」

(電) (03) 218 局 2323 番

発売元

東京都千代田区神田錦町 3 の 1 (郵便番号 151) 株式会社 オーム社書店

(電) (03) 291 局 0912 番 振替東京 20018