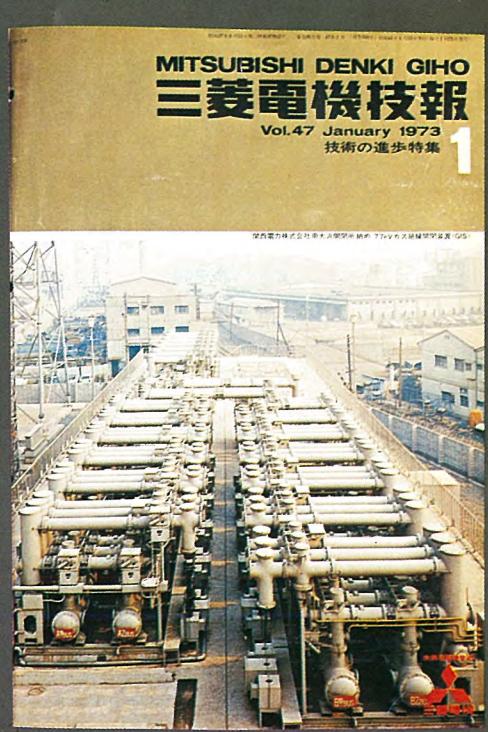
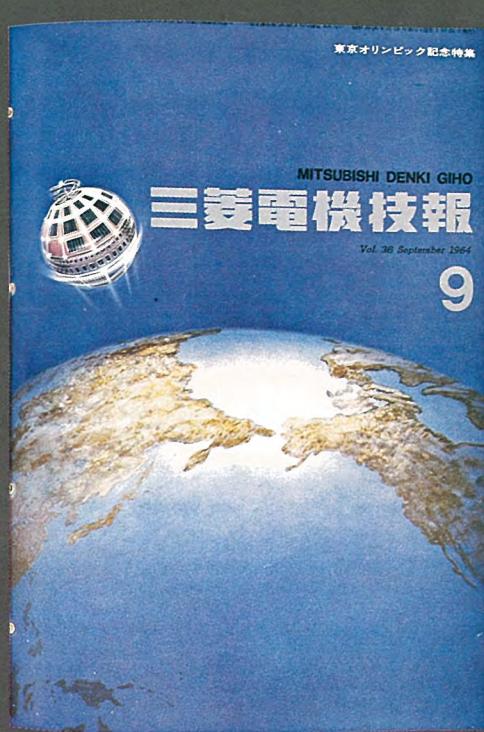
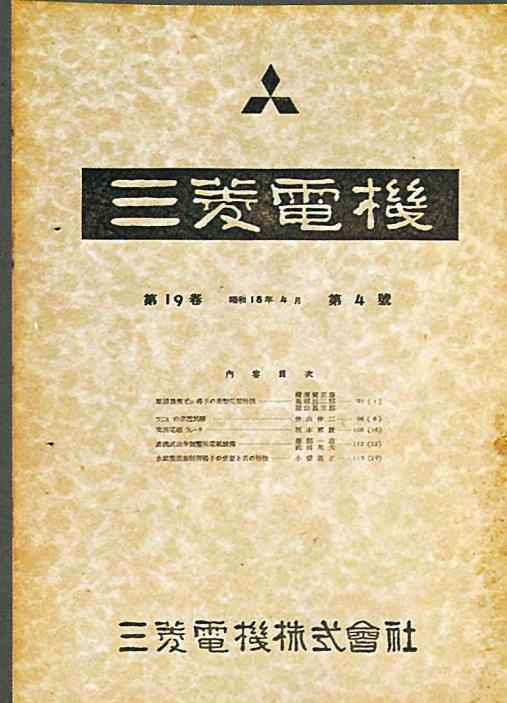
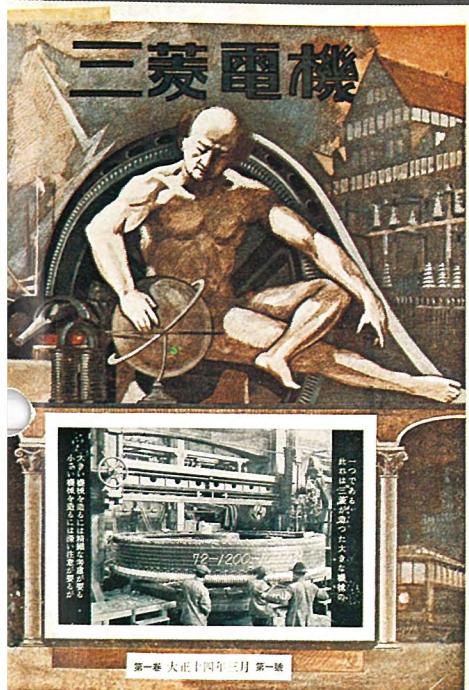


# MITSUBISHI DENKI GIHO

# 三菱電機技報



▲創刊号 大正14年3月 第1卷第1号

▲100号 昭和9年5月 第10卷第5号

▲200号 昭和18年4月 第19卷第4号

Vol.55 No.5

三菱電機技報 600号記念特集

## 三菱電機技報 600号記念特集

### 目 次

卷頭言	1
寄 稿	
日本の理想と技術者への期待(工学技術こそ文化国家日本の守り)	2
川上正光	
再びブームを迎えた技術革新	3
牧野 昇	
特 集	
将来技術の展望	4
1. エネルギー	4
2. 情報	9
3. エレクトロニクス応用	15
4. 電子デバイス・材料	20
躍進する当社事業	26
1. 重電関連事業	26
2. 電子関連事業	29
3. 機器関連事業	32
4. 家電関連事業	36
三菱電機技報 通巻600号小史	42
普通論文	
高性能リングバスによる異機種複合システムのネットワーク管理ソフトウェア	49
池田克夫・海老原義彦・市村 洋・西川正文・伊藤光一	
64KビットダイナミックMOS RAM	54
谷口 真・山田通裕・吉原 務	
東京電力(株)新高瀬川揚水発電所納め電力用プラントコントローラ(DCN-70)	58
池田孝蔵・石川和彦・合田啓治・芥 和弘・岡崎勝広	
船用新形2極交流発電機シリーズ	63
高橋良治・波多野庸三・岡元 均・鳴田邦宏	
基幹系統変電所向け縮小形監視制御システム	68
芝本政幸・上田 広・矢野恒雄	
火力発電所における系統単独検出装置へのシーケンスコントローラの適用	72
石川幸雄・前原史彦・赤木一夫・大沢国雄・土手内 巧	
《MELCOM-COSMO 900 II》マルチプロセッサシステム	75
田淵謹也・森 伯郎・野地 保・小柳 隆・西山 昇	
特許と新案	47
パルス発生器	
超音波加湿装置	
ダイオード保護回路	
当社の登録特許一覧	46, 82
スポットライト	
壁掛式石油ガス化瞬間湯沸器	79
SAロータリーカーエアコン用圧縮機	80
DRS形電子タイマーシリーズ	81
湯温切換え・標準形三菱深夜電力利用温水器	(表3)

### 表紙

#### 三菱電機技報表紙の歴史を物語る

#### 通巻600号発行を記念して

55巻5号の本誌発行をもって通巻600号を迎えることになった。大正14年3月創刊号が発行されて以来、2年余の一時期の中断があったが、足掛け57年間の発行を続けてきた。

本誌の表紙では創刊号に始まって通巻100号、200号、300号、400号、500号の各号の表紙を紹介した。それらの各号の表紙は各誌の素顔を示している一方、その時代の一面をも表現しているといえる。御愛読者の方にも懐しく思い出される方がおられると思う。

当社技術の発展を記録し、日本の電機業界の躍進して行く様相の一端を映している本誌を今後更に充実して行きたいと編集関係者一同念願している次第である。



## アブストラクト

### 高性能リングバスによる異機種複合システムのネットワーク管理ソフトウェア

池田克夫・海老原義彦・市村 洋・西川正文・伊藤光一

三菱電機技報 Vol.55・No.5・P49~53

高性能リングバス《MELCOM LOOP-3》により、異機種《MELCOM-COSMO 700》系、《MELCOM 70》系及び、FACOM Mシリーズが可能な限り密に組合された複合システム「筑波大学GAMMA-NET」上に、ネットワーク管理サブシステム(NMS)を3者共同で開発・製作した。このNMSの特長は、全システムの統合のかなめ(要)として位置づけされ、負荷分散、資源案内、利用統計、統一化されたネットワークJCLなどの導入にある。

### 基幹系統変電所向け縮小形監視制御システム

芝本政幸・上田 広・矢野恒雄

三菱電機技報 Vol.55・No.5・P68~71

基幹系変電所の監視制御システムは、系統の大規模化に伴い取扱う情報の過密化によりハードウェアの大形化という傾向にある。前記傾向に対応するため、今般、従来のものに比較して格段に縮小化された監視制御システムを開発した。同システムは大幅に半導体ロジックを採用し、縮小化とともに高信頼度化を図った。本文では同システムの概要と特長について述べている。

### 64KビットダイナミックMOS RAM

谷口 真・山田通裕・吉原 務

三菱電機技報 Vol.55・No.5・P54~57

5V単一電源で動作する高速回路技術とダブルポリシリコンゲートのプロセス技術を組合せ、使いやすく高性能の64KビットダイナミックMOS RAMを実現した。この開発に当たっては、ソフトエラー率改善を最重要課題として、ワード線昇圧回路方式、Hi-Cメモリセル構造、ポリシリコンビット線構造及びチップコーティングなどの新しい技術を取り入れて、 $10^{-7}/\text{デバイス}\cdot\text{時間}$ 以下という高い信頼性を達成した。

### 火力発電所における系統単独検出装置へのシーケンスコントローラの適用

石川幸雄・前原史彦・赤木一夫・大沢国雄・土手内 巧

三菱電機技報 Vol.55・No.5・P72~74

系統単独検出装置は、系統事故などにより送電線しゃ断器がトリップし、発電機負荷として併設変圧器と所内負荷のみとなった状況をいち早く検出し、発電所内各ユニットにLCBあるいはFCB動作によりボイラ燃料を急速に絞り込むきっかけを与える信号を出力するものである。システム計画及びハードウェア選定に当たっては誤動作防止などの信頼性に重きを置きシーケンスコントローラを適用した。本稿ではこのシステムの構成・機能について述べる。

### 東京電力(株)新高瀬川揚水発電所納め電力用プラントコントローラ(DCN-70)

池田孝蔵・石川和彦・合田啓治・芥 和弘・岡崎勝広

三菱電機技報 Vol.55・No.5・P58~62

最近の揚水発電所の運転制御は複雑かつ高い信頼性を要求されており、従来のリレー制御装置では、高信頼度の実現が困難であった。

ここに述べる東京電力(株)新高瀬川発電所向け運転制御装置には、これらの総合的な解決策としてマイクロプロセッサを応用したプラントコントローラ(DCN-70)を開発、納入したのでその構成、特長、機能、性能などについて報告する。

### 《MELCOM-COSMO 900II》マルチプロセッサシステム

田淵謹也・森 伯郎・野地 保・小柳 隆・西山 翔

三菱電機技報 Vol.55・No.5・P75~78

《MELCOM-COSMO 900II》マルチプロセッサシステムは、《MELCOM-COSMO 900II》ユニプロセッサシステムに対して約1.7倍の処理能力をもち、システムの拡張性、信頼性、可用性、保守性の一層の拡充を図っている。基本処理装置には、本格的バイオペラブル制御、高速乗算機構など、高性能化のための各種方式に加え、高速バッファメモリの拡大装置(最大64Kバイト)を可能とし処理性能の強化を図った。

### 船用新形2極交流発電機シリーズ

高橋良治・波多野庸三・岡元 均・嶋田邦宏

三菱電機技報 Vol.55・No.5・P63~67

船舶の省エネルギーの観点に立ち、主機関の排ガスを利用したタービン発電設備のとう(搭)載が盛んである。減速ギヤを介さない信頼性の高い直結式の2極発電機を従来より製作してきたが、このたび積層界磁鉄心構造による新しいシリーズを完成したのでそのシリーズの全容をここに紹介する。出力としては2,000kVAまでをカバーし、省エネルギー化の要求に沿い高効率を第一義とし、また短納期にもこたえられる発電機シリーズである。

# Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 55, No. 5, pp. 68~71

## An Integrated Monitoring and Control System for Substation Transmission Lines

by Masayuki Shibamoto, Hiroshi Ueda & Tsuneo Yano

The increasing size of power-distribution networks requires the use of higher-capacity hardware to handle the larger volumes of data involved in the monitoring and control systems for substation transmission lines. A new monitoring and control system has been developed that achieves a much higher degree of integration than previous systems. The extensive use of semiconductor logic devices makes the system both compact and highly reliable. The article gives a general description of the system and also discusses its distinctive features.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 55, No. 5, pp. 49~53

## Network-Management Software for Computer Networks Linked by a High-Speed Ring Bus

by Katsu Ikeda, Yoshihiko Ebihara, Hiroshi Ichimura, Masafumi Nishikawa & Koichi Ito

A network-management subsystem (NMS) has been developed by Mitsubishi Electric, in cooperation with Tsukuba University, for the University's Gamma-Net system. This highly integrated system incorporates MELCOM-COSMO 700, MELCOM 70, and FACOM Series M computers linked by a Mitsubishi LOOP-3 high-speed ring bus. This significant development in system integration uses network job-control language, features load sharing and indication of resource availability, and provides utilization statistics.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 55, No. 5, pp. 72~74

## The Application of Sequence Controllers to System Islanding Detectors in Thermal-Power Plants

by Yukio Ishikawa, Fumihiro Maehara, Kazuo Akagi, Kunio Osawa & Takumi Doteuchi

Under system fault conditions, when a line circuit breaker (LCB) has tripped, system-islanding detectors must promptly detect whether the generator load is the network load or only the house load, and must provide output signals that initiate rapid cutback of steam-boiler fuel supplies by LCB system islanding and first cutback (FCB) of individual units in the plant.

The article describes the configuration and functions of a system that applies sequence controllers to achieve the necessary hardware flexibility and reliability (particularly with respect to misoperation).

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 55, No. 5, pp. 54~57

## A 64K-Bit Dynamic MOS RAM

by Makoto Taniguchi, Michihiro Yamada & Tsutomu Yoshihara

Mitsubishi Electric has completed development of a high-performance 64K-bit double-polysilicon-gate dynamic MOS RAM that facilitates application design. Top priority was given to the reduction of soft error, and the sophisticated techniques adopted include boosted word-line circuitry, Hi-C memory-cell structure, polysilicon bit-line structure, and chip coating. High reliability is reflected in an error rate of  $10^{-7}$  per device per hour.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 55, No. 5, pp. 75~78

## The MELCOM-COSMO Series, Model 900 II Multiprocessor System

by Kinya Tabuchi, Hakuro Mori, Tamotsu Noji, Takashi Oyanagi & Noboru Nishiyama

The MELCOM-COSMO Series, Model 900II multiprocessor system has an enhanced system performance of about 1.7 times that of the uniprocessor Model 900II, and offers a number of advanced features including greater expansion capability and higher reliability, availability, and serviceability. The basic processing unit achieves upgraded system performance by adopting the architecture necessary for full pipeline control and a high-speed multiplier with an expanded high-speed buffer memory (to a maximum of 64K-byte).

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 55, No. 5, pp. 58~62

## The Model DCN-Plant Controller for the Shin-Takasegawa Pumped-Storage Power Plant

by Kozo Ikeda, Kazuhiko Ishikawa, Keiji Goda, Kazuhiro Akuta & Katsuhiro Okazaki

Conventional control equipment using electromagnetic relays does not meet the requirements for complex and highly reliable control of modern pumped-storage power stations. The Model DCN-70 microprocessor-type plant controller is an excellent example of Mitsubishi Electric's response to this problem as it affected the Shin-Takasegawa plant. The article describes the construction, special features, functions, and performance of the Model DCN-70 plant controller.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 55, No. 5, pp. 63~67

## A New Series of Two-Pole Alternators

by Yoshiharu Takahashi, Yozo Hatano, Hitoshi Okamoto & Kunihiro Shimada

The requirement for energy-efficient electric-power generation on board ships has been met by turbine alternators using the energy of the exhaust gases from the main engines. Mitsubishi Electric has developed a new series of two-pole alternators with laminated field-core structures exploiting the Corporation's production experience with highly reliable direct-coupled (i.e., reduction-gear free) two-pole alternators. The new series is described in the article. Outputs up to 2,000kVA are available, with high efficiencies, considerable energy savings, and shortened delivery times.

## 卷頭言

### 三菱電機技報 600 号記念 特集発行にあたって

三菱電機株式会社 取締役会長  
進 藤 貞 和



当社は本年会社創立 60 周年を迎えましたが、この記念すべき年に「三菱電機技報」も本号をもって通巻 600 号を迎えることができました。これはひとえに御愛読者各位の御支援と出版を支えてきた関係者の努力のたまものと誠に慶賀の至りに存じます。

顧りますと、当社が大正 10 年設立されて 4 年後の大正 14 年 3 月に本誌創刊号が発行されました。しかし、戦後いち早く復刊し、今日も月刊誌として 11,000 部を超える発行を続けております。

各巻各号にはその時代時代における輝かしい成果が記述されていますが、その陰には並々ならぬ苦労があったことは忘れることができません。特に当社創立の頃は工業化推進の草分けの時代であり、当時の諸先輩が海外の近代的な技術や手法などを意欲的に吸収し、電機産業の発展に尽していったことが誌面の中からも伺い知ることができます。このようにして築き上げられてきたその技術力は今日の電機業界の発展を導き、その工業力を世界に冠たるものにしたひとつの基盤になったものと信じております。

今後 2000 年代に向って直面すると言われるエネルギーや生活環境等の社会的諸問題の解決を目指として、自主技術力を培いながら新しい技術開発を促進し、産業界の発展に貢献していくことを総合電機メーカーとしての当社の責務であると認識しております。

今回通巻 600 号を迎えるにあたり、この伝統ある本誌を永続的に発刊し、「未来を開発する三菱電機」をモットーとする当社の今後の姿をお伝えして行きたいと念願しております。また本誌の編集をなお一層充実し、御愛読者皆様の御期待にこたえるよう努力いたしたいと決意している次第であります。

## 日本の理想と技術者への期待 (工学技術こそ文化国家日本の守り)

長岡技術科学大学 学長  
工学博士 川上 正光

If we could first know where we are, and whither we are tending, we could better judge what to do, and how to do it.  
—Abraham Lincoln 1858年6月16日の演説より。

### 日本の理想

戦争を放棄した我が国はどういう国であればよいのか？それは平和で高度の文化を誇る国でありたいということに異論はなかろう。このことを実現するためには、芸術、文芸、学術のすべてに涉って、独創的で新規な高度の発明・発見をして、世界の人々に貢献し、喜んでもらい、そして尊敬されることではなかろうか。こうして始めて日本の平和と安全が保たれるものと確信する。これを一口でいえば、独創日本の建設こそ我が国理想的であろう。

### 日本の現状

さて、現実はどうか。読者はあるいは、我が国の工業力は世界一流であり、特にテレビ受像器、小型自動車、NC工作機などは世界のトップにあり、誠にすばらしく、これでよいと思っているかも知れない。もし、そうだとしたらこれは大変危険であるといわざるを得まい。次にその理由を述べよう。

第1は、米欧先進国はいつまでも日本の工業製品の流入を許しておくれとは考えられず、なんらかの防衛策を講ずるに違いない。最近は容易に技術導入を許さなくなったのもその一つの現れである。私が一昨年11月に渡米した時、あるアメリカ人は「日本はわれわれが発明した自動車やカラーテレビなどを横取りして、安い値段で売り込んで、我が国に失業者を出したり、経済的圧迫を加えている。誠に日本はけしからん国だから、何とかやっつけたい気持だ」といっていると聞いた。つまり、国際的には模倣ということは厳密には盗みの一種と考えねばならないのではなかろうか。

第2は、日本が同じ製品を作つていれば、安い賃金の発展途上国に追いつかれる心配もある。かつての織維品はその代表例である。

ところで、明治9年から25年間、東大教授として日本医学の発展に大きな貢献を果したドイツ人ベルツの講演（明治34年、1901）の一部に次のような重要なことが述べられている。「西洋各国は諸君に教師を送り、彼等は種をまき、その種から日本で科学の樹がひとりでに生えて大きくなるようにしようとした。（中略）しかし、日本では科学の〈成果〉のみをかれらから引継ぐだけで満足し、この成果をもたらした精神を学ぼうとしない」と。

それから80年たった現在の日本は、世界の科学者の智慧競べともいいくべきノーベル賞がさっぱりとれないし、社会科学方面でもとり上げるべき成果がないとOECDに指摘され、また革新的イノベーションも乏しく“独創力のない秀才”がひしめき合っているという悲しむべき状態にある。早急にこの悪弊から脱出しない限り、明日の日本に希望をつなぐことはできないのではなかろうか。

### 独創を阻むもの ——教育の功罪

日本にとって独創力が極めて重要であることに目ざめている人は政界・財界・教育界を通じて極めて少数であることは誠に寒心にたえない。ただ極めて少数の政治家がこの問題の重要性を認識し

もし、我々がどういう所にいるのか、またどちらに向っているのかを真っ先に知ることができたら、我々は何をなすべきか、またそれを如何になすべきかを、よりよく判断し得るであろう。

始めていることは幸いなことである。

成る程、日本人に独創力が乏しいということは、歴史的にみて、その必要がなかった時代が長かったということであろうが、現在は大いに違う。今次大戦も独創力で大敗を喫したのであるが、これは別問題として、これから日本が平和を保つためには独創力が極めて必要であるということを強調したい。

我が国民に独創力が乏しいことについては、種々論じられてはいる。それらの原因のうち、改善のできるものの最たるものは“教育”ではなかろうか。教育という言葉は孟子に始まり、弟子に学問を教え込むことである。ところで、明治の初期、我が国が近代化を進めるに当たって、儒教や仏教を一挙に退けて、科学精神に基づく実証主義的な西欧の学問を採り入れた。しかしに学生を修練する方法としては、西欧的な education（能力を引き出すこと）を採用しなかったのであるから何んとも理屈に合わないことではなかったか。以来日本には education がなく、しかも全然反対の教育をその訳としたのは誤訳も誤訳、大誤訳である。こういうことで、我が国の学校では教え込むこと、従って記憶力のみが成績の対象となり下がってしまったのである。その結果我が国の教育の功罪は次のとおりである。

〈功の1〉 前例の記憶屋——法医学など——官僚制度の成功

〈功の2〉 類題の解き屋——理工系など——生産技術の成功

〈罪〉 独創性はすべての分野で開発されず。

大脳生理学によれば、大脳における記憶する場所と、思考する場所とは異なるのであるから、いくら記憶力を磨いても、独創力は開発されない。従って、日本では教育に汚染されて、“独創力なき秀才”が多数生ずる。このことは國のため誠に残念なことと思う。

### 貴社にかける期待

以上述べたような次第で、日本の技術者は、量産技術に長じている人が多いが、なかには独創性に富んだ人もいる。新規な問題をいい出す人、その実現方法を考案する人などが、特に重要で、優遇されるべきではなかろうか。ここで“新しいものは常に謀叛である”という徳富芦花のことばを重視したい。技術者は大いに謀叛心を起こして独創的仕事に打ち込んでほしいということである。某社では発明の名人に役員退職後、特別研究室を与え、新規な道を開いたと聞く。このことは我が国が、工業立国の一歩を挙げる有力な方途であろうと思う。

最後に韓文公の“馬説”を挙げたい。

「世に伯樂ありて、然る後に千里の馬あり。千里の馬は常にあれども、伯樂は常にはあらず。（中略）之を策つにその道をもってせず、之を養うにその材を尽さしむる能わず。之を鳴けどもその意に通ずる能わず。策をとりて之に臨んで曰く〈天下に名馬なし〉と。嗚呼、それ真に馬なきか。それ真に馬を識らざるか。」

貴社が今後ますます独創的な技術を開発し、世界人類に貢献し、また喜んでもらえるよう心から祈りつつ筆をおく。

## 再びブームを迎えた技術革新

(株)三菱総合研究所 副社長  
工学博士 牧野 昇

### 市場の成熟化とその突破

過去10数年間の各国の経済成長率をとってみると、欧米先進国のように国民所得の高いところは、次第に成長が低迷していく。日本も成熟化経済に移行している。これは当然のことである。年産10兆円の大型商品をとってみても、その傾向は明瞭である。住宅の建設戸数は、昭和48年度に190万戸に近づいたが、昭和50年度は、120万戸を割り込むだろう。すでに持家比率が60%を超している。自動車もテレビもピアノも食料も衣料も同じく成熟化している。

このような市場の成熟化を突破する企業戦略としては、3つの手段が考えられる。第1は、「ニーズ変化」への対応による成長機会である。ファイン化、ソーシャル化などへのアプローチの他に、ストック増大への対応もある。例えば、フローは横這いだが、ストックの増加に対応するもので、メンテナンスやレフィル(取替え)のマーケットは伸びている。住宅建設のマーケットよりも、修理、建て増し、インテリアなどの周辺のマーケットが増大して逆転した。自動車産業の従業員が18万5千人に対して、整備士が31万人もいることも、この方向に目をつける必要性を示唆している。

第2は、「国際市場への進出」である。1億人の市場が飽和したら、40億人市場へ目を向けていく戦略である。いろいろな産業の輸出比率と利益率との関係をとってみると、きれいな一次相関線が画かれ、輸出比率の多い企業ほど利益も高いことが明瞭に読みとれる。これから企業にとって、国際競争力を持つことが生存の基本条件になってくる。

第3は、「新製品などの技術開発」の促進である。新製品の市場は処女地であるし、新技術には無限の可能性が秘められている。特に、最近の技術進歩は、再び飛躍の段階に移行してきており、官民ともに期待は大きい。

### 生命へ挑戦する技術革新

先般、日経ビジネスの10周年記念号で、代表的な企業の技術トップ30人に、「80年代の注目技術は何か」とアンケートしたら、第1位になったのが、「LSI」(大規模集積回路)と「センサー」(感知素子)であった。集積回路の技術的進歩は著しく、1チップの集積度は日進月歩の勢いである。当然のことながら、コスト、寸法および信頼性が飛躍的に有利になった。機能も多様化し、「しゃべる固体素子」の進歩も目をみはる限りである。

「固体素子化コンピューター」であるマイコンが、最近の注目製品としてクローズアップしてきた。かつて、機械は丈夫であることを狙っていた。現在の機械は、第2世代になり、頭脳が付くようになった。例えば、工作機械の価値も、NC(数値制御)装置の方が高価になった。このようにして機械は、一歩人間に近づいてきたが、さらに、機械が五感を持つようになり、人間への接近がいっそう深まってきた。5年後に組立工程の60%も自動化すると発表したH社の計画

が話題になっている。現在のロボットの応用は、マテハンから溶接、塗装工程の範囲であったが、組立工程に入れるとなると、「なりゆきまかせ」の動作が必要となる。対象物を感知したり、微調整したりという高度のセンターの開発が望まれる。

このような生命の神秘への挑戦は、機械部門のみでなく、化学部門にもみられ、華やかな話題を多く大物が登場している。ライフサイエンス(生命科学)の生産プロセスへの応用である。特に、遺伝子組換えによる人工生物は、薬品、化学原料、食料、金属の生産工程に革新をもたらすものとして期待されている。ただ、「神が生んだ生命」を人間の手で自由につくりかえることに問題はないか。そのタリが真剣に検討されている。

### 中核技術としての3つの開発課題

80年代産業の成長を支える新しい技術として、この他に忘れてはならない技術がある。それは次の3つである。

- ① ソフトウェア(知的技術)
- ② アウタースペース・インナースペース
- ③ 光技術(レーザーなど)

第1のソフトウェアの重要性は、いまや説明がいらないだろう。一昨年、電子機械工業会30周年記念国際シンポジウムがあった。海外の大企業、研究所のトップも含めての講演があったが、総括レポーターを依頼された筆者が、2日間のセミナーの資料を整理してみた時、興味あるデータを発見した。それは、ソフトウェア関係に従事する人の数が急激に増え、2025年に世界人口を追い越すという予測である。実際に、そんなことはあり得ないが、「いかにソフトウェアの重要性が増してきているか」を示唆しているものと言えよう。

アウタースペース・インナースペースとは、地表を離れた地域であり、具体的に言うと「宇宙開発」と「地底・海底開発」である。 Carter前大統領が、その演説で「技術が次に挑戦するターゲット」と述べたテーマであり、その産業へのインパクトは限りないものがある。日本は地表での技術は、多くの分野でみんなどで実力を持っているが、一度地表を離れると、その技術水準は低く、欧米と大きな差をつけられている。この分野のキャッチアップが要請される。

レーザー(コヒーレントな単一色の光)の技術は、飛躍的に進み、その応用分野は拡大している。レーザー通信は、すでに実用化の領域になっている。光メモリーとしてのレーザーの役割も大きい。微細な加工性により、レーザーメスからレーザー式ビデオディスクまで、未踏な分野を開拓している。核融合エネルギー、濃縮ウラン生産への適用、測定と制御のレベルアップ、光素子などコンピューターへの改善など、多彩な可能性をもっている。

通産省は、光産業は電子工業に次ぐ「次世代主導産業」として期待がかけられている。ビデオ革命も進んでいる。

技術革新は、再び花盛りを迎えようとしている。企業の盛衰を担う技術者の役割はきわめて重い。

## 将来技術の展望

### 1. エネルギー

1980年代の技術開発における最大の課題は、エネルギー関連技術の研究開発であるといつても過言ではない。エネルギー消費量の加速度的増大と化石燃料枯渇化という極めて重大な事態が迫りつつあることは明白であり、これに対処するためにあらゆる努力を払うことは人類にとっての焦び(眉)の急である。

当社においては、あらゆる分野においてエネルギー問題を重点的に取り上げてきたが、更に今後の社会的要請と将来の展望に基づいて全社的なエネルギー政策を決定するために、昭和55年9月に副社長を委員長とするエネルギー政策委員会が設置された。この委員会は、社内におけるすべてのエネルギー関連問題に関する基本方針の決定と具体的活動に関する指針を与えることが主目的であり、長期の展望に立って、エネルギー関連の技術開発を効果的に推進するためである。

エネルギー関連の技術開発は、実に多分野の技術領域に及ぶからあらゆる専門技術を結集して遂行されなければならない。いわゆる新エネルギーを利用するための技術開発、省エネルギー化への技術的努力及び蓄エネルギー手段によるエネルギーの効果的利用などのすべての領域において、当社は多角的に取組んでおり、以下にこれらの各分野における現状と将来技術の展望を述べる。

#### 1.1 新エネルギー

##### (1) 原子力発電—安全性、信頼性の確保—

中東における政情不安定やOPECの原油価格引き上げにより、石油の安定確保はますます困難になりつつある。石油代替エネルギーとしては、エネルギー源の多様化の方向で臨まねばならないことは間違いないとしても、当面、量的な面で対応し得るものは原子力、石炭とLNGとみられ、コスト、資源確保、備蓄問題、環境保護などの面を考慮すれば、原子力エネルギーの利用を一層強力に推進すべきであると考えられる。

原子力発電を長期にわたって発展させるためには、高速炉など新形炉の開発、核燃料サイクル技術の国産化、放射性廃棄物処理技術の確立などの重要なテーマが山積しているが、原子力発電プラントにおける安全性、信頼性を確保して、社会的アクセシビリティを獲得し、立地難を解決するとともに、稼働率の向上を図ることはいずれにも増して重要な焦眉の課題である。

ここでは、この分野に焦点を絞り、当社の開発活動を中心に概観する。

##### (a) 高信頼、高精度計測システム

原子力プラントの諸特性を高い精度と信頼性で計測することは、安全性、信頼性確保の基本である。中性子を計測し、原子炉の運転や安全保護に必要な信号を提供する核計装、発電所から放出される放射能の測定を行い、環境被曝評価を行う放射線監視装置、原子炉の冷却材などの流量を精度よく測定し、炉出力の高精度監視を行う流量計などには特に信頼性が要求される。

〈核計装〉 中性子検出器については、PWR(加圧水形炉)プラン用のものを主たる対象として国産化を完了し、現在は高信頼化

と長寿命化を中心とした改良研究及び、万一の事故時の厳しいふんい(霧団)気の中でも作動する検出器の開発を行っている。

一方、将来の高速増殖炉や高温ガス炉などでは、高温霧団気中の検出器の配置が要求される場合があるため、耐熱中性子検出器の開発が必要である。これに対応するため、「核分裂計数管」及び「ガムマ線補償形電離箱」の開発を実施し、高温での動作試験や照射試験を経て、高い耐高温性と耐ガムマ線特性を実証した(日本原子力研究所との共同研究)。核分裂計数管については、600°Cの高温と10^10 R/hのガムマ線霧団気での連続使用が可能なものの開発を終り、日独原子力協定の一環として、西独ユーリッヒ研究所に送られ、高温ガス炉での特性試験が行われているほか、米国の高速実験炉での試験も計画中である。

現在の核計装系では、全計測範囲を3つの異なる計測系に分けているが、これを1系統にして計装の簡素化を図ることも信頼性の観点からは大きな意味がある。当社では、1台の中性子検出器と1系統の計測チャネルで10けた(桁)の中性子束範囲を計測できる「広域核計装システム」の開発を行った。これは、2桁以上のオーバラップを持たせて、パルス計測とキャンベル計測を併用したもので、当初は高速炉用として開発したものであるが、軽水炉への適用も十分可能なものである。

〈放射線監視装置〉 放射線の高精度監視と周辺環境における被曝評価は、安全性の確保並びに公衆へのアクセシビリティの観点からますます重要性が高まるものと見られる。当社では、関西電力(株)との共同研究の下に「放出源モニタシステム」の開発を実施し、3種の異なるスタックガスマニタを組合せたシステムを完成させ、放射能の規制に関する国の指針(発電所周辺での被曝量5mrem/年以下)の1/10~1/100が測定可能な、高感度定量計測を実現した。このシステムは、関西電力(株)美浜発電所におけるフィールドテストで性能実証が行われ、今後はオフサイトモニタと統合して、環境被曝評価システムへ拡張する予定である。

〈流量計〉 動力炉核燃料事業団の委託研究として、高速炉の冷却系におけるナトリウム流量測定を目的として「超音波流量計」の検討を行った。この流量計では、ガイド棒方式、交互時間差方式を採用し、次のような特長を持っている。

- ① 高温、高圧流体に適用できる。
- ② 精度が高い(直線性誤差 1%以下)。
- ③ 温度依存性が小さい。
- ④ 応答時間が短い(数ms)。
- ⑤ 耐気泡安定性が高い。

今後は、軽水炉への適用も含めて、広い範囲への適用研究を実施する予定である。

##### (b) 原子力プラント診断、監視技術

原子力発電所の運転操作にかかる情報は多種、多量であり、これを整理集約して運転員に提供することは、運転員の負担を軽減し、人為的ミスの可能性を抑え、運転の信頼性の向上に大きく寄与する。また、万一の異常を早期に検出して診断する技術は安全

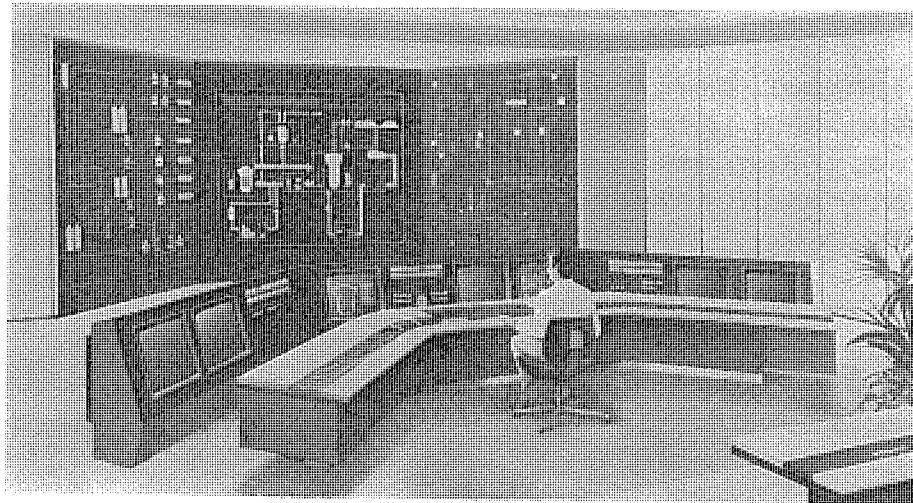


図 1. 1 将来の原子力発電プラント中央監視制御盤（予想図）

性確保のための最重要 テーマ である。

これは動力炉核燃料事業団の委託研究として開発した装置であり、動力炉核燃料事業団大洗工学センターで実証試験を実施した。今後は、原子力プラント動特性解析技術、雑音解析技術、プラント診断ロジックなどを駆使して異常診断システムを実現し、異常時に最適処置ガイダンスを運転員に提供する「インストラクションシステム」を開発することを目標としている。また、ますます大規模化する原子力プラントの高密度、多量の情報に対処するため、CRTによる情報の集約表示技術をベースとした中央監視制御盤の開発も並行して実施しており、これと異常診断システムとを統合することにより、運転面からの信頼性向上を促進して行く計画である。図 1. 1 に将来の中央監視制御盤の予想図を示す。

#### (c) 運転訓練の高度化

運転情報の高密度化、多量化に対処するためには、前記のような運転支援システムの導入と並行して、運転技術の高度化を図ることも不可欠である。このために、運転員を効率よく高度に訓練するための手段として運転訓練シミュレータの重要性が高まっている。特に、米国のスリーマイル島事故以後においては、訓練の高度化と訓練項目の多様化が要求されているため、広範囲かつ高精度のシミュレータの開発が必要となっている。

当社では、高速炉プラントの動特性解析技術を開発し、これをベースとして動力炉核燃料事業団よりの委託研究として「高速炉もんじゅ用運転訓練シミュレータ」の設計研究を進めている。模擬系統は、原子炉からタービン発電機に至る主熱輸送系など、運転上必要なすべての系統を含んでおり、模擬運転範囲も起動、停止、出力運転から異常時運転までのすべてをカバーしている。これに用いている動特性解析モデルは、物理法則に基づいた動特性方程式を用いており、実時間ベースにおいて広範囲の事象を精度よく模擬できるものである。

今後は、これらの技術を発展させ、軽水炉の運転訓練シミュレータや、制御装置、異常診断装置の評価、検証が行える多目的シミュレータの開発を実施する予定である。

#### (2) 核融合発電

核融合の研究開発は、日本原子力研究所の臨界プラズマ試験装置 JT-60 をはじめ世界各国で大規模な実験装置の建設が進められて

おり、臨界プラズマが実現する段階になった。これと並行して核融合炉実現に不可欠な構成機器の要素研究、核融合炉の概念設計が積極的に推進されている。

当社は 1960 年以降、環状放電装置、回転プラズマ装置により核融合の基礎研究に着手するとともに、核融合炉の設計研究及び炉本体、超電導電磁石、プラズマ加熱装置、電源制御システムなど構成機器の要素研究を進めている。

核融合炉の設計研究は、日本原子力研究所の非円形断面トーラス試験装置 JT-4、JFT-2M、臨界プラズマ試験装置 JT-60 など核融合実験装置の設計及び次期装置 INTOR の概念設計に参画し、構造設計とともに、その基礎となる電磁解析、構造解析などの基本ソフトウェアの開発、JT-4 のトロイダル磁場コイル実機大モデルコイルによる実証試験などを実施している。

トカマク形に代表される磁気閉じ込め方式核融合炉の実現のためには、大形高磁場超電導電磁石の開発が重要な課題である。超電導では、超電導線材、超電導電磁石、ヘリウム液化システムの開発を行い、Nb-Ti、Nb-Ti-Ta、Nb<sub>3</sub>Sn 線材及びこれらの複合導体の開発とともに、日本原子力研究所向けクラスター・テストコイル CTC（コイル外径 2 m、最大磁界 7 T）ほか東京大学向けミュオンチャネル用ソレノイド、高エネルギー物理学研究所向けスペクトロメータ用マグネットなど大形超電導電磁石を、また大電力パルス運転が要求されるポロイダル磁場コイル研究用として電子技術総合研究所向け大形超電導パルスマグネットを開発している。更に高磁界化に向けて Nb<sub>3</sub>Sn 超電導電磁石を中心に開発を進めている。

プラズマ加熱装置では、東北大学向け 300 MeV リニアック、工業用・医療用ライナックなどの開発で蓄積された加速器技術を生かして中性粒子入射加熱装置及び高周波加熱装置の設計研究を、また要素試作研究を実施し基礎技術の確立を図っている。

また電源制御システムでは、JT-60 トロイダル磁場コイル電源の製作設計とともに、ポロイダル磁場コイル電源を含めて電源システムシミュレーションを実施し、制御方式の開発を行っている。

更に、プラズマ容器については、三菱重工業（株）、三菱原子力工業（株）とともに設計研究を、また真空容器、ベローズなどの要素試作研究を三菱重工業（株）で実施している。

核融合炉を実現するためには、炉壁材料、トリチウム取扱い、しゃへい、遠隔操作など更に多岐にわたる技術的課題が山積しているが、これらを含め積極的に取組んでゆく。

#### (3) 太陽熱利用

世界でも有数のエネルギー消費国でありながら、国内に見るべきエネルギー資源のない我が国にとって、太陽エネルギーは有力な非石油エネルギー源の 1 つである。太陽熱は量的には豊富であるが、1 日の内でも日照時間は限られており、年間を通じても天候に左右され、使いやすいエネルギー源ではない。効率よく活用するには、

##### ① 太陽熱を集めためのコレクタ

② 集めた太陽熱を用途に応じて利用するための各種システムの研究が重要な基盤となる。

当社では、サンシャイン並びにムーンライト計画に参画し、新技術による個人住宅用太陽冷暖房給湯システムを開発し、更にヒートポンプの応用によって、システムの多様化を図っている。このほかに、海水淡水化などにも活用する見通しも得ることができ、無限に近いこの太陽エネルギーの有効利用の研究を積極的に推進している。

#### (a) 太陽熱コレクタの開発

コレクタには集熱効率の向上が第1に要求され、集熱面材料の研究を行っている。金属系集熱面では、化成処理やめっき皮膜処理などの表面処理法の改善と新プロセスの開発、選択性塗料とその適用技術の検討などにより選択性の向上が図られた。今後、表面形状の効果により選択性の増大を図る研究などに取組み、集熱面の性能の向上を目指していく。

更に、コレクタの耐候性と耐腐食性の向上についても検討している。一方、真空ガラス管式コレクタの改良、プラスチック系集熱材料を用いての軽量化と低コスト化などの研究を進めている。既に、自然循環式並びに強制循環式給湯暖房システム用コレクタの製品化を行っている。今後更に多様なシステムに適合したコレクタの開発を進めていく予定である。

#### (b) 太陽冷暖房給湯システムの開発

昭和49年以来、通商産業省工業技術院のサンシャイン計画に参画して、個人住宅用太陽冷暖房給湯システムの開発を進めている。当社の開発したシステムの特長は、冷房方式としてランキンサイクルエンジン駆動蒸気圧縮式を蓄熱方法として相変化温度の異なる潜熱蓄熱方式を採用した点にある。ランキンサイクルエンジン駆動冷凍機は新規に開発したベーン形エキスパンダ、ベーン形ポンプ、ローリングピストン形圧縮機と熱交換器類から構成されており、エンジン軸出力1HP、冷凍能力3,000 kcal/h、成績係数(冷凍能力/太陽熱入力)0.47、の特性が得られている。ランキンサイクルの作動流体としてはフロンガスR114、冷凍サイクルとしてはR22を採用している。

蓄熱槽は高温用としてアンモニウムミョウバン、暖房用として酢酸ソーダ3水塩を用いた潜熱形蓄熱槽を開発している。

更に、昭和52年には大成建設(株)と共同で実験用ソーラハウスを神奈川県綾瀬市に建設し、新規開発による上記システムを組み、3年間の実証実験を継続した結果、システム及び機器の信頼性と性能を確認するとともに、多くの貴重なデータを得ている。また、これに引き続いだ昭和54年度にはムーンライト計画の一環として軸出力3HP、冷凍能力9,000 kcal/hの太陽熱利用ランキンサイクルエンジン駆動冷凍機を開発し、当社商品研究所にて実証実験を継続している(図1.2)。

今後とも機器、システムの効率向上を目指した研究に取組んでいく。一般家庭への普及にはコスト低減も重要であり、省石油を達成できるこのシステムの普及に努めていきたい。

#### (c) ヒートポンプ応用蓄熱空調システム

太陽熱に限らず排熱も含めた熱エネルギー有効利用のため、ヒートポンプと蓄熱技術などを組合せたシステム、及び機器、材料、装置の研究開発を実施し、この分野の発展に寄与している。

太陽熱とヒートポンプの組合せによる冷暖房給湯システムには、太陽熱で暖房給湯、ヒートポンプで暖房補助と給湯を行うパラレルシステムや、太陽熱を冬期はヒートポンプの熱源に、中間期・夏期は給湯に用い、ヒートポンプで冷暖房(及び給湯補助)を行うシリーズシステムなどがあ

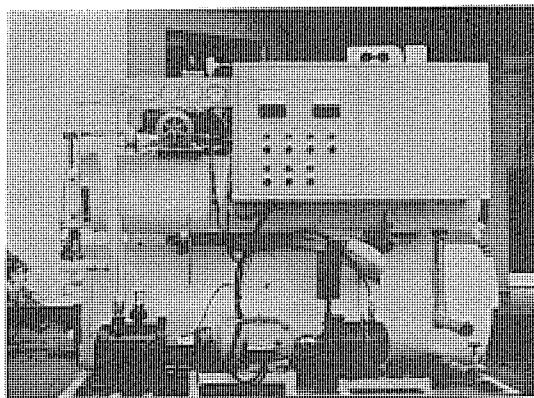


図1.2 ランキンサイクルエンジン駆動冷凍機  
(軸出力 3HP、冷凍能力 9,000 kcal/h)

る。当社では、これらのシステムを計算機によるシミュレーションにより評価し、シリーズシステムについては、(財)大阪科学技術センターを中心に共同でモデルハウスを建設し、2年間の実験によりシステムの経済性、ヒートポンプの性能や信頼性などを確認してきた。

蓄冷熱ヒートポンプシステムでは、夏期に用いる蓄冷槽(槽)を冬期にはヒートポンプの熱源槽とし、外気温度によりこの槽と外気との間で熱源を切換える多熱源形システムの研究を実施している。このシステムでは、冬期の槽の熱源として太陽熱や排熱を利用できる。このようなシステム・機器も試作し、2年間の実用試験により夏期の電力有効利用とともに、冬期のヒートポンプの性能改善が図られ、年間を通じての省エネルギー機器の開発への第1ステップとなつた。

これらのシステムの効率向上のポイントの1つとして蓄熱技術は不可欠である。従来の蓄熱は水や石などの顯熱変化を利用する例が多かったが、当社では顯熱に比べて蓄熱量が数倍以上あり、動作温度をほぼ一定にできる潜熱利用の蓄熱材を開発中である。相変化が80~100°Cの高温用、40~60°Cの暖房給湯用、20~30°Cの中温用、10°C以下の冷房用などの蓄熱材料が研究され、各システムの中で性能、信頼性などが評価されている。

ヒートポンプは、用途に応じた蓄熱材の開発とともに、一層広い分野に活用されていくだろう。今後、排熱利用の分野へも本方式の適用を拡大し、エネルギーの有効利用を考えていきたい。

#### (d) 海水淡水化の研究

当社における太陽熱利用の研究は多岐にわたるが、その中の1つとして海水の淡水化への応用を紹介する。

海水淡水化の方法の1つとして、100°C以下の比較的低温における蒸留法がある。この中でも、搬送気体を用いた分圧蒸留法には熱回収に問題があったが、新しい考案による伝熱技術によってこの問題を解決し、熱回収効率の高い淡水化装置が得られることが確認された。実験プラントでは(原海水量)/(純水量)=10/1.4、純水1l/130kcalの性能が得られている。この装置の熱源として太陽熱を用いることができ、これにより省エネルギー形の淡水化装置が得られる。

今後、熱回収率を向上させることによって造水効率を向上させ、併せて小形化を図ることによって製品化していきたい。

#### (4) 太陽電池

光起電力効果は19世紀に発見されたが、半導体シリコンによる太陽電池は1955年に初めて実現され、石油危機を経験してようやく新エネルギー源としての関心が高まり、国家プロジェクト「サンシャイン計画」

の中で大きな比重を占めるようになった。太陽電池は、半導体産業の技術を基盤に、新材料の登場による技術的革新が最も期待される分野である。このような状勢の中で、当社は Si, GaAs 及びアモルファス Si(a-Si) を用いた太陽電池の開発を進めてきたが、今後の技術的推移を展望してみよう。

Si 太陽電池は、まづ単結晶 ウエーハによる素子製造技術を確立し、100 W パネルの試作と信頼性テストを実施している。4 インチ径大口径ウエーハによる数 10 W モジュールを簡易パッケージで収納する技術と、多結晶基板やリボン状結晶 (EFG 形リボン又はウェップ状リボン) を用いた自動化された製造技術の確立によって、低成本化と大量生産能力が可能となる。この形の太陽電池は薄膜太陽電池が隆盛になるまで持続すると予測される。

GaAs 半導体は、高い光電変換効率を得るという点からは最も理想に近い太陽電池用材料である。いち早く GaAlAs/GaAs ヘテロフェースへ構造で効率 22% の最高効率素子の開発に成功し、また画期的な大量液相成長法を発明して民生用素子の開発を成し遂げることができた。GaAs が材料的に温度による変化が少ないと生かした

集光形 (125 倍で 1 kW) の太陽電池パネルを試作し、また放射線に強いことを生かして人工衛星用素子を開発している。今後 GaAs は上記の用途で素材を有効に活用する目的に用いられよう。すなわち基板としてカーボン、セラミックなどを用いた薄膜 GaAs 太陽電池の開発が進み、今後はますます大形化する人工衛星の電源や、集光システムと組合せた地上電力用あるいは宇宙発電衛星にも重要な役割を演じよう。

a-Si 太陽電池は、必要素材量が従来素子の 1/100 以下でよいこと、低コスト基板 (ガラス、ステンレス鋼板など) が使えること、気相反応で大面积素子が自動生産可能などと期待される最も有望視されている材料であり、当社も昭和 54 年から開発を進めサンシャイン計画に参加して開発を進めている。現在小面積素子では効率 6% を超えているが、100 cm<sup>2</sup> 以上で効率 8% 以上を目標として鋭意開発中である。

当社の技術の特長は、a-Si 太陽電池が短波長光のみしか活用できない欠点を改善するため長波長光に感度のよい素子を別の素材 (例えば a-SiGe など) で作り継続接続し、高効率を得ようとするところにある。a-Si 太陽電池のねらいは低コスト素子の実現にあるが、そのためには効率向上による単位発生電力量当たりの必要素材量や設置面積の低減、均一な大面积膜のない (堆) 積速度の増大、光・熱・霧氷に対する耐性向上による信頼度の向上、低価格基板及び組立技術の開発などが今後の課題である。サンシャイン計画でも、太陽光エネルギー利用に関する開発の加速度的推進が打出されている。a-Si 太陽電池による 1,000 kW 級モデルプラントの建設がかなり早い時期に計画されるのではないかと推測される。

#### (5) 風力発電

風力エネルギーは、クリーンで無尽蔵であるという利点を有する反面、間欠的で低密度という欠点を有する。その利用技術開発の一環として、当社では風向追従機構の不要な垂直軸風力タービンを用いた風力発電装置の研究開発を進めている。特に風力タービンの空気力学的性能、回転体としての安定性と構造強度及び高効率エネルギー変換システムの研究に力を注いできた。

昭和 54 年には、建物内の照明器及び給湯器の補助電源として 1 kW 級、55 年には、錨山 (神戸市) 山上の電飾用電源として 5 kW 級のダリウス形風力発電装置を開発し納入した (図 1.3 に示す)。5

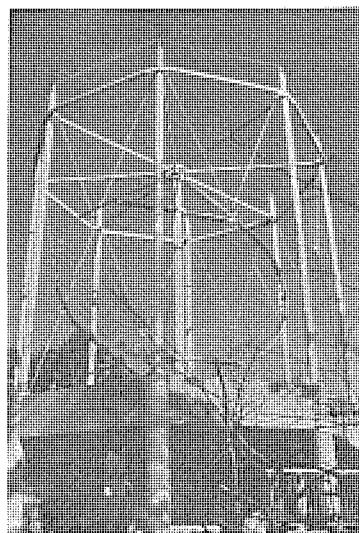


図 1.3 5 kW ダリウス形風力発電装置  
(神戸市 錨山)

kW 級の風力タービンは Al 合金製の 2 枚ブレードで構成され、回転直径 8 m、高さ 8 m の大きさで、ブレード中央部には過回転防止用のスピオラを装着している。風車頭部は、剛性の高いフレームで支持し、下部の発電機部分には 3 重のブレーキ機構を採用するなど、信頼性の高いシステムとしている。

今後は、これまでの技術をもとに大容量化をめざして、空力性能の高い翼形、複合材料採用による軽量高剛性ブレードなどの要素技術の開発を行うとともに、太陽光発電、波力発電などの自然エネルギーと複合したシステムの開発を進める。

#### 1.2 省エネルギー

##### (1) 燃料電池

石油価格の高騰と石油需給の不安定性から、発電効率の向上とエネルギー源の多様化が求められている。燃料電池発電システムは、電力変換効率が 40~50%，熱利用も含めた総合熱効率が 80~90% と、高効率が期待できる。燃料電池には、第 1 世代と呼ばれるりん酸形やアルカリ形、第 2 世代の溶融炭酸塩形、第 3 世代の固体電解質形などの種類があり、水素、天然ガス、メタノール、石炭ガスなどと使用可能な燃料が拡大し、エネルギー源の多様化が実現できる。更に燃料電池発電システムは、小規模でも効率が高く、部分負荷特性及び環境保全性が良好であるので、小規模分散形エネルギー・システムとして最適である。

現在、天然ガスを燃料とするりん酸形燃料電池の実用化が最も早いと考えられており、各方面で精力的な研究開発が進められている。当社では、当面りん酸形・MW 級燃料電池の開発に重点をおいて、電池本体、燃料改質装置、インバータ及び制御装置から構成されるトータルシステムとして研究開発を進めてきた。このほど、交流出力 500 W の発電システム及び実用規模の大形電池の製作を完了し、現在電源設備として技術的検討を行っている。

製作した発電システムは、天然ガスを水蒸気改質して最大流量 1 Nm<sup>3</sup>/時の水素を生成する燃料改質装置、この水素と空気とを反応させて定格 600 W の直流電力を発生する燃料電池ユニット及びインバータから成る。システム運転の結果、改質したガスの組成比は、水素 80% 及び一酸化炭素 1.7% 以下であり、天然ガスは 100% 分解された。燃料電池ユニットは、反応温度 140°C、反応圧力ほぼ大気圧にて動作させて、定格電流 10 A において、電圧 63 V、直流出力 630 W

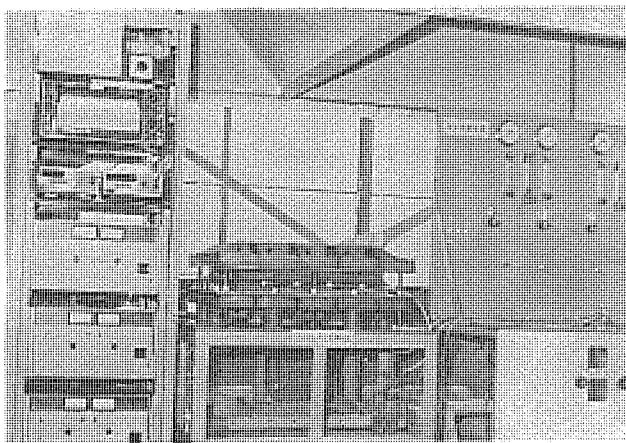


図 1.4 大形燃料電池

を得て電力変換効率を 50% を実現した。インバータの変換特性は、系統接続又は独立して安定な運転を行い、変換効率 83% を達成した。更に発電システムとしての過渡特性、部分負荷特性、制御特性などの良好な結果から、燃料電池発電システムは、電源設備として最適であることを確認した。

大形電池については、実用プラントを想定して研究開発を進めており、例えば有効電極面積 2,500 cm<sup>2</sup> の単電池において、実験用小形電池と同程度の特性を得ている（図 1.4）。

以上の結果を踏まえて、当社では、りん酸形及び溶融炭酸塩形についてトータルシステムとして研究開発を進めて、MW 級小規模分散形発電システム及び熱併給形独立電源装置の早期実現を目標に、発電システムの大容量化、高効率化、長寿命化、低コスト化及び燃料の多様化などの諸課題について解決をしていく計画である。

## （2）超電導発電機

大形発電機の進歩の歴史は、冷却技術の進歩に尽きるといえる。現在、空気冷却・水素冷却・水冷却と進んできている。超電導発電機は液体ヘリウム冷却によるものであり、恐らく発電機の究極的形態に相当するものと考えられる。

図 1.5 に原理構造を示すように、回転子の界磁コイルとして強力なアンペアーテンスを発生できる超電導巻線が応用されている。回転子は真空断熱層をもった非磁性金属材料でできた多重円筒構造になっている。超電導巻線を極低温度（～4.2 K）に冷却するための液体ヘリウムは、軸端に設けた軸シール部から連続的に供給・回収される。固定子は、銅の細い線で巻線された空心電機子で、いわゆる空げき（隙）巻線構造（エアギャップ ワインディング）に作られる。なお、固定子を超電導にしない理由は交流が流れる巻線だからである。

このような超電導発電機の特長は次のとおりである。

### （a）省エネルギー効果

発電機の損失が 1/2 になり、発電機の効率が 0.5～1 %（絶対値）

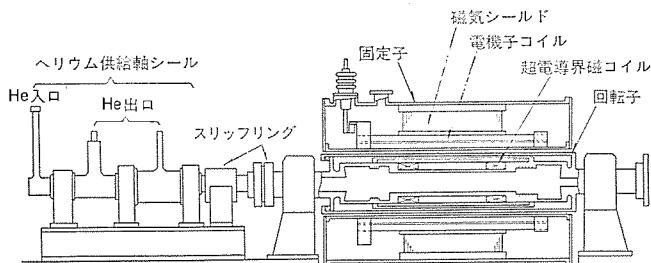


図 1.5 超電導発電機の原理構造

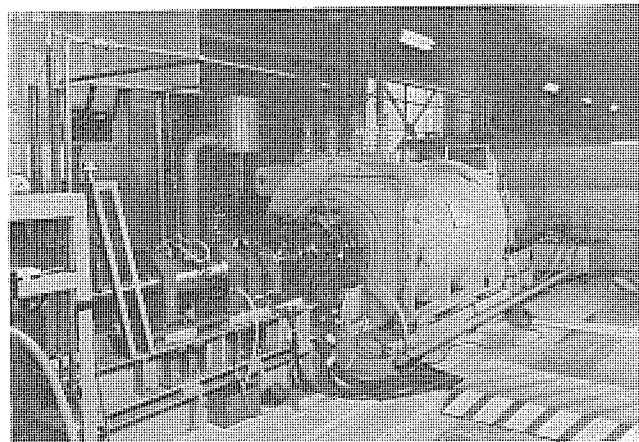


図 1.6 6,250 kVA 超電導発電機

向上する。

### （b）省資材・省占有地効果

発電機が小形・軽量（1/2～1/3）になり、発電機の製作・輸送・すえ（据）付けが容易になる。

### （c）電磁特性の改善

発電機のリアクタンスが小さくなり、短絡比が極めて大きな安定度の高い発電機ができる。電力系統の安定度の向上に寄与できる。

当社は、昭和 49 年度から 3 年計画で、通商産業省重要技術開発費の交付を受けて、現在世界最大である 6,250 kVA の超電導発電機の試作研究を実施した（富士電機製造（株）と共同）。図 1.6 は、試作した超電導発電機の外観を示すものである。この研究によって、超電導発電機には技術的困難な問題はないことが実証されたと言える。

この研究成果に基づき、引き続いて、昭和 52 年度から 5 年計画で、同じく通商産業省重要技術開発費補助金の交付を受けて、30 MVA の超電導同期調相機の研究試作を実施中である（富士電機製造（株）と共同）。今回の 30 MVA 試作機は昭和 56 年度に完成する計画である。

ちなみに、海外の状況を紹介すると、米国 MIT で 10 MVA 機、GE 社で 20 MVA 機、ソ連で 20 MVA 機の試作が行われている。更に、米国 WH 社では商用プロトタイプの 300 MVA 機の開発プログラムが進んでいる。また、ソ連でも 300 MVA の開発計画が決定している。フランスのアルストム社及びドイツの KWU 社では各々、1,000 MW 級を目標とする巨大な超電導モデルロータの開発が進んでいる。

## 1.3 蓄エネルギー

### （1）超電導電力貯蔵システム

超電導コイルを応用して、電力エネルギーの貯蔵を行い、余剰電力の有効利用や負荷の均一化を図ることができる可能性がある。

超電導コイルのインダクタンスを  $L$ 、電流を  $I$  とすると、 $E=1/2LI^2$  のエネルギーが空間の磁気ひずみ（歪）として蓄えられている。超電導コイルの電気抵抗は零であり、損失なしで長時間保持できる。

図 1.7 は、1,000 MWh システムの概念を示すものである。問題は、コイルに働く巨大な電磁力をいかにして安価・経済的に支持するかにある。電磁力支持のための構造補強材料のコストがかなりの割合になることが判っている。図 1.7 の例では、電磁力を地下の岩盤を利用して支持する方式を採用している。この場合のコストは、米国 ウィスコンシン大学のグループの試算によれば 32～36 mil/kW となっており、揚水発電所と競合しうるとしている。なにしろ、直徑数

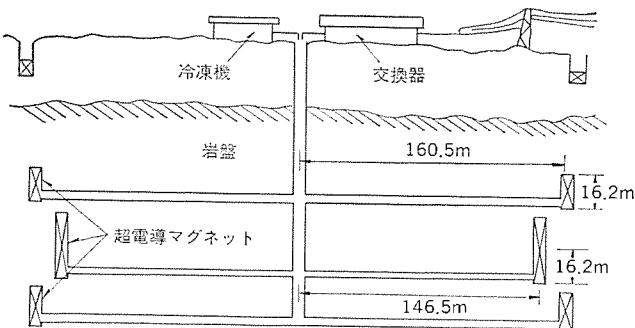


図 1.7 超電導電力貯蔵システム（ウィスコンシン大学, 1,000 MWh）

100 m の巨大な超電導コイルを必要とするものだけに、実用化はかなり将来のことになるかもしれない。

## (2) フライホイール 蓄 エネルギー

フライホイール 蓄 エネルギーは、余剰あるいは無駄に捨てられる エネルギーを回転慣性 エネルギーとして蓄え、エネルギーの有効利用を目的とする。フライホイールの実用化に当たっては、回転中の エネルギー損失の低減やシステムの高効率化が重要な課題となる。

当社では、電気鉄道におけるチョッパ制御電車の回生電力の効率的活用を可能とする地上設置形の フライホイール式電車線電力蓄勢装置（図 1.8）を開発し、実地試験を計画中である。この装置では、フライホイールを吸引する制御形 スラスト 磁気軸受を採用した。磁気スラスト軸受でロータ全重量 14.6 t の 95% を支持し、機械式軸受の摩擦損失を低減する。電磁石の吸引力は荷重変換器からの帰還信号に基づいて、常に一定値となるように制御しており、磁気空隙が変化しても機械式軸受に作用する負荷は変動せず、その信頼性は極めて高くなる。磁気スラスト軸受の設計に当たっては、機械共振系の干渉によ

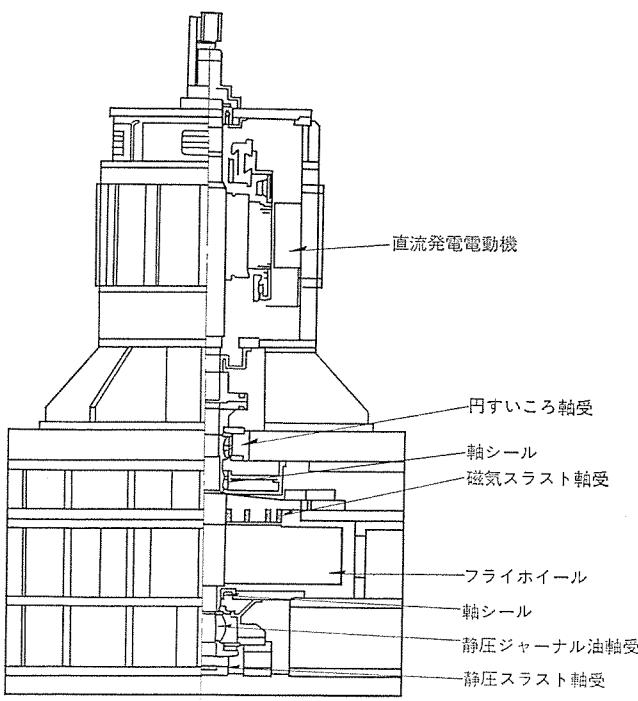


図 1.8 電車線電力蓄勢装置

って不安定な連成振動が発生しないように、その制御ループを構成している。

更に、地震などの外乱を考えた過渡的な振動に対しても静圧スラスト軸受をロータ下部端に配設し、機械の高信頼化を図った。今後、エネルギー変換効率の向上や低損失発電電動機の開発など、フライホイール蓄勢装置の性能を向上させる研究のほか、電力や動力の蓄勢への応用開発を進める。

当社におけるエネルギー関連技術の研究開発活動の概ぼう（貌）について記述したが、紙面にも限りがあり、到底すべてを尽すには至っていない。例えば、省エネルギー関係においては、種々の電気機器の効率向上のために多くの努力を払っている。効率の向上は定量的に極めて大きなエネルギー消費節減の効果を有するものであり、これについては大容量の発送変電機器から家庭用電気品に及ぶまで、効率改善のための努力を払い、多大の成果を上げつつあるが、これらについての記述は割愛した。

新エネルギー、蓄エネルギーの技術開発における今後の課題の 1 つは、経済性の問題である。特に自然エネルギーの利用などは、資源面では最高の手段であるといえるが、それが希薄な資源であるために、現状では利用し得る形に変換する過程においてコスト高となるのが大きな問題である。しかし、期待し得る技術革新の要素は諸所に存在しており、これらを追求・解決して行くための努力を続けている。

（岸田公治）

## 2. 情 報

情報関連技術はエネルギー、バイオテクノロジーなどと共に、今後の我が国の産業を支えていく重要技術の 1 つと見なされている。情報化社会の到来が言われて久しく、これまで相応の恩恵を享受してきたが、現在進んでいる研究開発が進展するにつれ我々が取扱える情報が質的にも量的にも格段の変化をみせ、社会全般はもとより日常生活にも大きなインパクトを与えることになる。

考えられる主な変化は次のとおりである。

- ① 情報処理の対象が数値情報のほか文字、音声、画像など非数値情報も取扱い可能になり、情報の種類の増加とそれに伴う応用分野の拡大がもたらされる。
- ② LSI を主とする固体デバイスの進歩とソフトの拡充により情報処理が個人のレベルまで下りてくると同時に、集中から分散への傾向が徹底する。
- ③ 安価な通信メディアの実現と情報処理との融合により、ローカル及び広域の本格的情報ネットワークが構成される。

上記状況を踏まえ情報関連技術の将来動向を通信・技術、情報処理及びこの組合せによる情報システムの 3 つに分けて展望を述べる。

なお、これら分野での当社の現状については、後述の「躍進する当社事業」の「電子関連事業」の項を参照されたい。

### 2.1 通信・伝送

最近の通信・伝送分野で注目すべき点は、デジタル技術の適用及び通信と情報処理の融合の進行といえる。

公衆通信のデジタル化に関しては、現在すでにデジタルデータ交換網（DDX）がサービスに入り、コンピュータや端末間を結ぶ各種データ通信システムに利用され始めている。今後公衆ファクシミリ通信網の構築、電話網のデジタル化を経て、将来電話系、非電話系のすべてを吸収する総合デジタルネットワークへの発展が考えられている。

一方、オフィスオートメーションの進展に伴い、ローカルに処理される情報量の割合が急増するため、効率的なローカルネットワークが要求される。これについては構内電子交換機(PABX)利用の交換システムのほか、データバスやデータウェイ方式に属する新システムが提案されており、今後の発展が期待される。

上記デジタル網実現のためには、LSIなどの固体電子部品及び符号化、変復調技術や帯域圧縮技術など通信基本技術の進歩が望まれるが、広域にわたって大容量の情報伝送を安価に提供しうるものとして光情報伝送、衛星通信技術の進展が必要である。

### 2.1.1 光情報伝送

光ファイバを用いた情報伝送は、ここ数年の導入期を経て本格的実用の時代に入ったといえる。これまでの実用例の大半は波長0.8μm帯の2点間情報伝送であるが、技術的には数百Mビットのデジタル伝送、カラーTVのアナログ伝送が可能であり、応用分野も公衆通信をはじめ、電力、道路、放送、警察、鉄道などの専用通信及び各種プラント内データウェイ、大学及び研究所用コンピュータリンクなど多岐にわたっている。

当社もTJSレーザで代表される高品質の半導体発光受光素子をはじめ、特長ある構造と高性能を有する光分配器、光スイッチなどの光

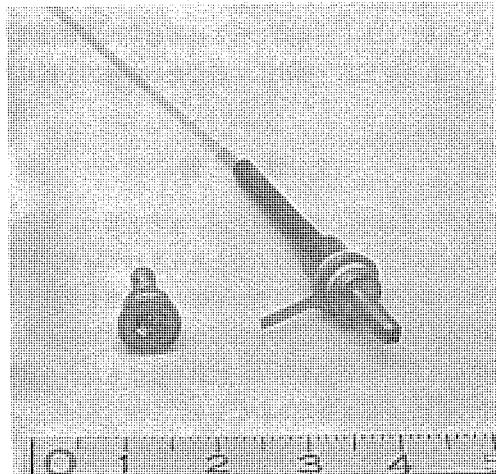


図2.1 光ファイバ通信用長波長単一モードレーザダイオード

GAMMA-NET(General purpose And Multi-Media Annular NET work)

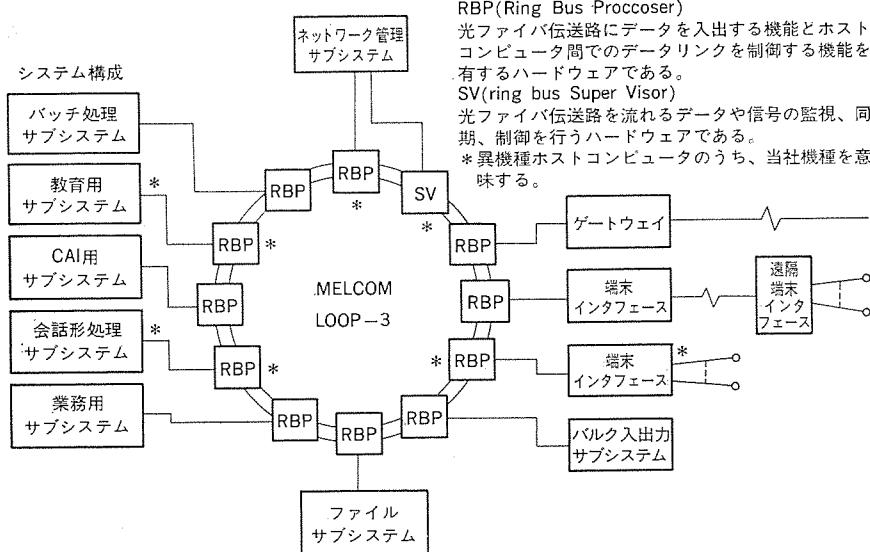


図2.2 光コンピュータネットワーク例

回路部品の開発・製造と、これらを使用した監視用ITV伝送システム、制御用光データハイウェイ、コンピュータネットワーク用光ループ伝送システム及び各種光データリンクを数十件製作してきている。図2.1に半導体レーザ、図2.2に光コンピュータネットワークを示す。

近い将来実用が期待されている技術としては、第1に長波長帯の利用である。長波長帯はファイバの低損失領域のため、長距離伝送が可能であり、開発段階は一応終了し現在信頼性の確認中である。半導体レーザの長寿命が確認され次第実用化が計画されており、画像情報を含む大容量の広域通信が可能となろう。

次は波長多重の実用化で1本のファイバでの並列伝送、双方向伝送のために必要であるが、そのためには光分波器の低損失化を含む高性能化が要求される。

光情報伝送が光情報処理と共に、将来産業の重要分野である光産業を支える有望技術であるという認識のもとに、通商産業省も昭和54年から大形プロジェクト「光応用計測制御システム」を発足させた。このプロジェクトでは、光情報伝送のより広範な応用を可能にするための主な研究項目として、高出力、波長制御、可視光の半導体レーザ、光IC、多接点スイッチ、光センサの研究、全光ネットワークの構成、それに適合した光ディスク、ディスプレイなどの端末の研究がある。これらの成果を利用することにより、

(1) 光ICの実現により、回路部品の信頼性が向上するとともに接続点による損失が軽減でき、多くの部品を使用する大規模システムが構成しうる。

(2) 波長制御レーザの使用により、波長多重の多密度が増しファイバの有効利用ができる。

(3) 全光ネットワークと多接点スイッチの組合せで、高信頼性のネットワークができる。

この結果、光情報伝送は広域通信系はもとより、産業用にはプラント監視制御システムに、更にはオフィスを中心とするインハウスネットワークにと極めて広範に利用されることとなろう。

### 2.1.2 衛星通信

#### (1) 國際通信

1965年にアーリバードで始まった国際衛星通信は、その後大きな発展を遂げて、今や国際通信の大きな部分を担うに至った。この間に衛

星1基が扱える通信容量も、当初の電話換算240チャネルから、間もなく供用される最新のインテルサット5号の約13,000チャネルにまで拡大された。この通信容量の増大に対する要求は1980年代を通じて、今後も続くものと考えられており、これに対応するための技術、開発が要求されている。

通信容量の増大は、周波数帯域と静止衛星軌道の数とが有限であることによって制約される。これに抗して通信容量を増大する手段としては、次の2つが考えられる。

(a) 使用周波数帯域を増大する。

(b) 単位周波数帯域当たりの通信容量を増大する。

このうち、前者には従来の6/4GHz帯のほかに、例えば、14/11GHz帯をも使う、といった方法と、スポットビームによる空間分割や直交偏波の使用によって同一周波数帯を何重にも

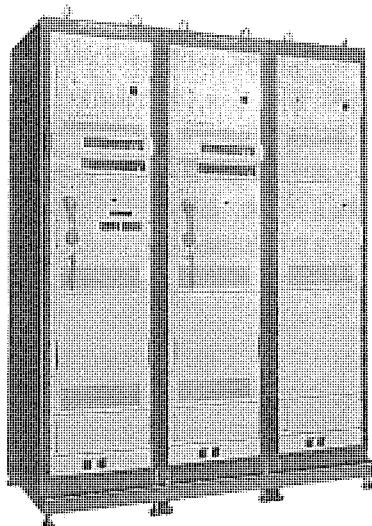


図 2.3 ディジタル衛星通信用 TDMA 端局装置

使う周波数再利用の方法とがあり、いずれもある程度実現されている。今後は更に、30/20 GHz 帯の使用と再利用度の向上との検討が進められるものと考えられる。他方、後者の高能率通信方式の採用については、現用の FM/FDMA (周波数変調／周波数分割多元接続) 方式に代わるものとして PCM/TDMA (パルス符号変調／時分割多元接続) 方式が開発され、1983年頃から供用されることになっている。

次の段階の大容量化策としては、衛星上での信号の交換・処理が考えられる。図 2.3 に TDMA 端局を示す。SS/TDMA (Satellite Switched/TDMA) 方式では上り・下り各々の ビーム 間の接続を、衛星とう(搭)載の スイッチマトリクス を使って、TDMA の バースト ごとに定められている行先に応じて、ダイナミックに変更する。この交換接続は、当初はマイクロ波帯の アナログスイッチ で行われ、次いで衛星搭載変復調器が実現された時点でベースバンドデジタルスイッチに置き換えられるものと考えられる。なお、再生中継は上り回線の雑音や干渉を下り回線に持ち込まない、という特長のためにディジタル伝送について極めて魅力的であり、その実用化が強力に進められよう。更に将来においては、衛星上にメモリやデコーダを搭載して、衛星が受信した信号をその行先別に編集し直して地球局に導くなど、衛星上の処理機能の充実がとりあげられるものと考えられる。

## (2) 地域通信

衛星通信のコストは通信距離によらないため、本質的に長距離の国際通信に適している。しかし、技術の進歩によって今や、より短距離の地域通信についても、従来の地上伝送方式に対して十分な競争力を持つに至った。このため、新たに国内通信網を整備しようとする国はもちろん、既に整備の終わった国についても、新しい通信需要に基づく回線の増設に当たって、衛星通信は極めて魅力のある存在となっている。新たな通信需要としては、コンピュータ技術と通信技術とを結合して得られる新しいシステムによってもたらされるものが考えられ、これは今後の大きな成長が期待されている。

このようなシステムでは、地球局設備の経済性が特に望まれる。この要求を満たすための手段として、FETによる増幅器の開発とデジタル化・プロセッサ化の推進とが強力に推進されるものと思われる。

## (3) 移動体通信

衛星通信は移動体に対する通信の方法として優れた特性を持ってお

り、この面での進展が期待される。ここでは、小さな通信需要を持つ、極めて多数の移動体局を扱うため、特に効率の良いアクセス方式の実用化が要求される。これにはマルチスポットビーム、スキーリングビーム、オンボードプロセッシングなど、衛星機能の拡大が必要となるだろう。

以上、述べたように、衛星に大きな機能を搭載することによって、衛星通信の利用分野は今後ますます広がり、将来は家庭や個人ベースの通信をもまかなうようになることも十分に考えられる。一方、このような大形で高機能の衛星の実現性についても、スペースシャトルの実用化とともに、宇宙空間での衛星の組立が可能になるなど、これも十分に期待できるものと思われる。

## 2.2 情報処理

### 2.2.1 電子計算機

#### (1) 処理装置

1980 年代の電子計算機に最も大きな影響を及ぼすものは LSI 技術であり、この技術革新による性能／価格比の飛躍的な向上は、マイクロプロセッサを用いた個人用コンピュータから超高性能あるいは高度な機能をもつ超大型機に至る多種多様な計算機を生み出す要因となっている。

1980 年代の計算機の技術は、アーキテクチャの多様化と分散処理で代表され、これらの方向は次のようになるであろう。

(a) 小、中形機の分野では、現在の中形機と同等の性能・機能をもつ 16・32 ビットのマイクロコンピュータ化が進み、個人用コンピュータ、オフィスコンピュータ及びオフィスオートメーション関連の機器が急速に普及するであろう。

これらの機器の特長は、日本語処理に代表される使いやすいコンピュータ、コンピュータ間の自由な通信機能、データベースの分散化と共同利用、PASCAL などの高級言語プロセッサの導入などで、これらを組合せて、専用化、分散処理化、マンマシンインターフェースの充実などが一層進展するであろう。

(b) 大形機の分野では、科学技術計算、大規模データベース処理などその要求がますます拡大しているにもかかわらず、現状は必ずしも性能が飛躍的に向上していない。この理由は、大形機がはん(汎)用を目指していること、既存機種とのソフトウェアの互換性を重視していることなどにあるが、超 LSI の出現によりハードウェア価格が低下し、データフローマシンのような非ノイマン形マシン、データベース、リスト構造などを含む非数値データの取扱いを容易にする専用プロセッサ、大規模科学技術計算用の超高速並列処理マシンなど専用マシンへの分化、コンピュータコンプレックスシステムの構築が予想される。また一方、素子技術の分野においても、シリコン技術をりょうが(凌駕)するガリウム砒素電界効果トランジスタ(GaAs FET)やジョセフソン接合素子の研究開発が盛んに行われ、処理方式の改善と相まって汎用機では現在の 10 倍以上、専用機では 100 倍以上の性能をもつ計算機が実用化されるであろう。

(c) ソフトウェアとしては、高性能・高機能のオペレーティングシステムの実現とその一部機能のファームウェア化、データベースの大規模化、非手続き言語などの進展が図られるであろう。ソフトウェア開発の上で障壁となる、ソフトウェアの生産性の問題、保守コストの問題は依然として大きく、ソフトウェア工学としてとらえられている種々の手法・技術の体系化、確立が要望され続けよう。

(d) 工業応用の計算機の技術は現在は汎用とはやや異った要求に対応するために 1 つの分野をなしているが、将来動向としては汎用機との本質的な差は縮まり、処理装置については上述のよう

に発展するものと考えられる。従来1つの特徴であったアナログ信号の授受に関する技術が計測端末のデジタル化により汎用バス接続を前提とした構造に移ることなどもその動向である。ソフトウェアの領域では実時間処理に力点をおいた言語、データベースシステムなどが依然として1つの流れをなすものと予想される。

(e) 計算機関連の理論については、例えば推論機構、学習機構、文章理解、認識、知識データベースなどの人工知能あるいは新しい計算処理アルゴリズムが解明あるいは提案され、一部実用化に進むものと予想される。

## (2) 周辺端末機器

情報処理分野における動向は、処理能力の増大、応用分野の拡大、並びにマンマシンインターフェースの向上であり、計算機周辺端末機器に関する技術もこの流れに沿って展開していくものと思われる。

処理能力の増大に対しては高速化と大容量化が最も直接的な対応であり、周辺機器における磁気ディスクメモリの大容量化、アクセスの高速化、また光ディスクメモリ採用による大容量化、並びにラインプリンタのレーザ方式による高速化などがその例である。

メモリの大容量化は非常な勢いで進んでいるが特に画像を大量に扱うようになるとギガバイト単位のメモリが極く普通に使われるようになるであろう。

また、処理システムの分散化はシステムとしての処理能力の増大に大きく寄与している。分散処理システムの核となるインテリジェント端末はより高度化し、処理の多様化に対応して複合化が進むものと思われる。ローカルネットワークで結合されたシステムは、この複合化インテリジェント端末の広域化したものと考えられるようになり、ファイルの分散化なども含めた端末システムのシステム設計が端末機器の今後の重要な課題となる。

情報処理の応用分野がオフィスや家庭に拡大するに伴い処理対象が多様化し、言語や図形などの非数値データの取扱いが不可避となり、周辺端末機器においてもその対応が迫られる。

図形を含み、各種のパターンの文字が扱える文書処理用の端末、文字や記号の認識が可能なインテリジェントファクシミリなどが今後重要な役割を果すと思われる。

またユーザー層が拡大するに伴い、使いやすさのこと、安価なことへの要望が従来以上に強まり、漢字、日本語、更には図形が処理できる機器が電話機程度に気軽に採用でき、容易に取扱えるようになることが期待される。そのためには人間同志の対話に近い形で計算機と対話ができることが望ましく、日本語を音声により入出力したり、図形を入出力したり、手書きの漢字を含む文字が認識できるような技術の確立が必要になる。

## (3) コンピュータネットワーク

1980年代の前半にコンピュータネットワーク技術を支えるネットワークアーキテクチャの確立と標準化が進み、公衆網、ローカル網、衛星利用網などを高度に活用するための技術的及び社会・経済的環境が急速に進展すると予測される。公衆網については日本電信電話公社のDDX網、国際電信電話(株)によるVENUS網のサービスが拡充され、より広い地域で高速ファクシミリ通信、あるいはパケット交換網としての利用が進み、対応する各種端末及び通信ソフトウェアの充実が図られると思われる。

一方、ローカル網、専用網の分野においても高速で信頼性の高い通信媒体として光通信が積極的に取り入れられるであろう。この場合、光通信モジュール(レピータ、モデム、分歧装置など)の小型化、低コスト

化に寄せる期待は大きい。また今後特にローカル網における適用形態で需要が見込まれ、技術的にも注目されているものに統合通信網がある。これは画像、音声、データの統合通信を行い、リソースの1元的な制御、処理、管理を実現するもので、通信処理のソフトウェア、通信用高速デジタル素子、多重通信方式など要素技術としても課題が多い。より広域なローカル網、専用網としては官庁、公共企業体、電力会社などにおける自営専用網があり、ここでも各々将来のコンピュータネットワーク時代に対処すべく、デジタル総合網とその活用に関する研究が進められている。

次に我が国においても災害通信あるいは公共業務用専用通信などへの適用が期待されている衛星利用コンピュータネットワークの分野では、この数年で基礎技術が確立され、社会・経済的、あるいは制度的な側面を含め大きな進展をみせ、実用、普及期に入ると予測される。このようなネットワークの高度化指向の反面、将来通常のオフィスに渗透するより簡便でコストの安いオフィスオートメーション向けネットワークの開発も進むであろう。

以上述べたような各種コンピュータネットワークのアーキテクチャにおいて共通に言えることは要素技術の進歩と標準化の重要性であり、国際的にはISO-TC 97-SC 16、CCITTなどにおける国際標準審議の動向が注目されている。

## 2.2.2 パターン情報処理

### (1) 概論

電子計算機の頃で既に述べたように、1980年代の情報処理の特長の1つは従来の数値情報中心の処理に比し、非数値情報処理の比重が大きくなっていることである。特に今後の大きな発展を期待されているオフィスオートメーションの分野では、取扱われる情報の大半が音声、文字、図形、画像などの非数値情報で占められている。

したがってこれらの情報の入出力及び処理に必要なパターン情報処理技術の発展如何が、オフィスオートメーションの侵透の度合を左右するといつても過言ではないと思われる。

パターン情報処理の技術は、昭和46年から55年の長期にわたる通商産業省大形プロジェクト「パターン情報処理の研究開発」遂行の過程で著しい進展を遂げ、限られた条件の下ではあるが実用に耐え得る製品が出来ている。現在各機種とも、認識方式の改善、辞書の充実などにより認識率の向上に努力が払われているが、応用範囲の一層の拡大を図るためにより高度な技術すなわち音声、文章、図形、画像の理解技術及び超並列処理、データフロー処理などの高度処理技術やパターン情報処理に適した処理方式の習得を含めた長期的な研究開発が必要である。

### (2) 文字認識

文字認識技術はパターン認識技術の中でも早くから研究が行われ、最も発展している分野であるが、OCR(光学文字読取装置)の認識能力は人間の能力にはまだまだ及ばず、①品質不良文字の認識率向上、②認識対象文字種の増加、③画像に含まれる文字の認識の主として3つの方向で研究が進められている。

品質不良文字の認識率向上は、認識結果の信頼性向上のみでなく入力データの作成を容易にすることが目的である。すなわち、現在のOCRでは、品質の良い文字データを作成するために、手書き文字の場合は“HBのシャーペンシルで、標準字形にならって、文字記入わく(枠)内に大きく書くこと”，印刷文字の場合は“定められた字体、字形及び濃度でプリントすること”などの制約条件を守る必要がある。このような制約条件は少しづつ取除かれ、ボールペン書き文字、

個性的な手書き文字、ファクシミリで伝送された文字が高精度で認識できるようになり、各種のドット印字プリンタが母形印字プリンタと同様に使えるようになろう。

認識対象文字種拡大の最大の目標は漢字の認識である。印刷漢字については単一字体なら実用的な認識率が出来る試作機が作られており、現在は多種字体混在読取りを目指して研究が進められている。手書き漢字については本格的な研究が始ったばかりであるが、計算機への日本語入力手段に決め手のない現在、大量データの直接入力手段として手書き漢字OCRが待望されている。しかし、文字種が多いことのほかに、記入者による文字の変形が大きいことが手書き漢字の認識を困難にしており、最初は用途や記入者を限定して1,000字種程度の漢字が認識できるものが実用化されるであろう。

画像に含まれる文字の認識は、文字認識の応用分野を広げることが目的である。図面データの計算機入力や物品検査の省力化などのために、図面の中の文字や物品に記入された文字をOCRで読ませたいと言う要求が増えつつある。背景画像から文字を切り出す技術の開発によって、応用分野が今後広がるであろう。

### (3) 音声処理

音声処理技術は長らく大学や研究機関での基礎研究が続けられてきたが、LSI技術の発展のインパクトを大きく受けて最近実用化が急速にスタートし、音声合成、音声認識及び狭帯域デジタル音声伝送の分野でそれぞれ大きなマーケットが形成されると予想される。

音声合成に関しては日本電信電話公社のPARCOR方式に代表される線形予測分析技術の進歩が目ざましく、当社でも日本電信電話公社の技術指導を受け音声合成用LSIを開発完了し発売しているが、日本電信電話公社では更に低ビットレート化できるLSP(Line Spectrum Pair)方式を発表している。これらの方程式のLSIを応用した産業機器、自動車電装品、家電品が今後急速に広まるとともに、技術的には低ビットレート化の開発と規則合成の研究が進み、逐次語彙の大容量化が達成されるであろう。

音声認識に関しては、現在特定話者用の数百語以内の単語認識装置が数社から発表されており、不特定話者用も少数単語の認識装置は銀行などで実用され始めている。当社でもこれら2機種を昭和56年度中に製品化すべく鋭意開発中である。今後特定話者用の単語認識はLSI化によるコスト低下と、現在の全単語学習形から部分学習形への方式改良による使いやすさの改善が進み、着実に応用分野の拡大が見込まれる。不特定話者用の単語認識は、特定話者用に比べ技術的に困難が多いので、実用化のテンポは遅いが金融機関など限られた分野ではかなり普及すると思われる。連續発声音からの音素識別技術や文法・意味などを含めた言語処理技術の研究が今後進められ、単音節認識や文章音声理解などのより高度な音声認識システムも逐次実用化が期待されている。また話者認識も近い将来実用化の見通しが得られると予想される。

狭帯域デジタル音声伝送は、音声合成や音声認識に比べまだ需要の盛上がりが小さいが、電波の有効利用のために電波技術審議会で検討が始まられており、音声合成用LSIと音声分析用LSIが低価格化されるに従い、急速に実用化気運が高まるであろう。

### (4) 画像処理

近年半導体技術の著しい進歩によりICメモリなどの価格が急速に低下し、膨大な画像データを処理するデジタル画像処理装置の価格が実用的なレベルに達したため、各方面で実用システムの開発が盛んになってきた。どんな分野においても画像データの処理は必ず(須)の

ものであり、人間の行ってきた作業を自動化しようという要望は急速に高まっている。この技術における現状及び今後の発展上の問題についてのべてみる。

人間が優れたパターン認識能力で行っている作業をそのまま機械化することは困難で、対象や条件に対する知識を蓄積し、処理の可能なよう条件を制限する必要がある。この条件に適合するよう全体システムを構成し直したとき十分効果のある分野から普及が進んでいくものと思われる。また人間の極めて抽象的な判断と対比させ処理性能を評価していく手法の確立も必要となってくる。

要素技術としては、高速に画像処理を行うプログラマブルなプロセッサのアーキテクチャの確立、アルゴリム開発のための画像処理専用高級言語ソフトウェアの整備が進むものと思われ、周辺装置として大容量のランダムアクセスのイメージファイルや不可視情報を画像化する各種センサ系の開発が行われると思われる。

分野別にみると、生産工程への応用が第1にあげられる。現状では複雑な生産工程中に局所的に取り入れられていく努力が盛んであるが、ロボットの発展に伴い、無人化の方向を目指すと思われる。

また最近盛んとなったオフィスオートメーションの部門においてもファクシミリやディスプレイなどの端末機器、通信及び中央のコンピュータを含むトータルシステムにおいて、ドキュメントや図面の処理、画像データベースの管理などが進むものと思われる。

更に社会システムにおいても衛星からの環境・気象の観測、防災、防犯のための監視、交通などのモニタリング、医療診断のための画像処理、生活映像情報システムへの応用など広い分野へ応用されていくものと思われる。

## 2.3 情報システム

通信と情報処理の技術を組合せた形で種々の情報システムが考えられる。既に実用化され始めているものに医療情報システム、ビル管理システム、水処理システムその他各種のオンラインシステムがあり、特殊なものとして実用衛星を用いた気象、資源、海洋などの観測システムがある。これらのシステムは、今後とも関連技術の進歩とともに規模及び利用分野が増していくと思われる。

ここでは最近特に注目を浴びているオフィスオートメーションと画像情報システムの2つについて詳述する。

### 2.3.1 オフィスオートメーション

ここ数年来、オフィスオートメーション(OA)ブームが興っており、各メーカー共その対応のためOAプロジェクト室などの専門職制を作り準備を進めている状況である。

当社としては、次に述べる強味が有効に発揮できる応用面を目指して、OA産業への渗透を図っている。

(1) 総合電機メーカーとしての豊富なメニューで多様なニーズにこたえることができる。

(2) 単体機器から大規模複合システムに至るまで対応可能である。

(3) 日本語処理技術が得意であり、日本のOAが実現できる。

(4) 業界No.1のオフコンの実績を持ち、オフィスの実態を適切には(把)握している。

OAブームは、過去のMIS(Management Information System)ブームに非常に似た状況にある。MISの失敗の原因是、①過大な期待を持ちすぎた。②技術的に未熟であった、と言われている。①に関しては、同様の危険性なしとせず、ユーザーとしては具体的目標を持って着実に段階をふんで推進する必要がある。②に関しては、LSIの進歩などにより相当違った環境にあり、OAに要求される技術も

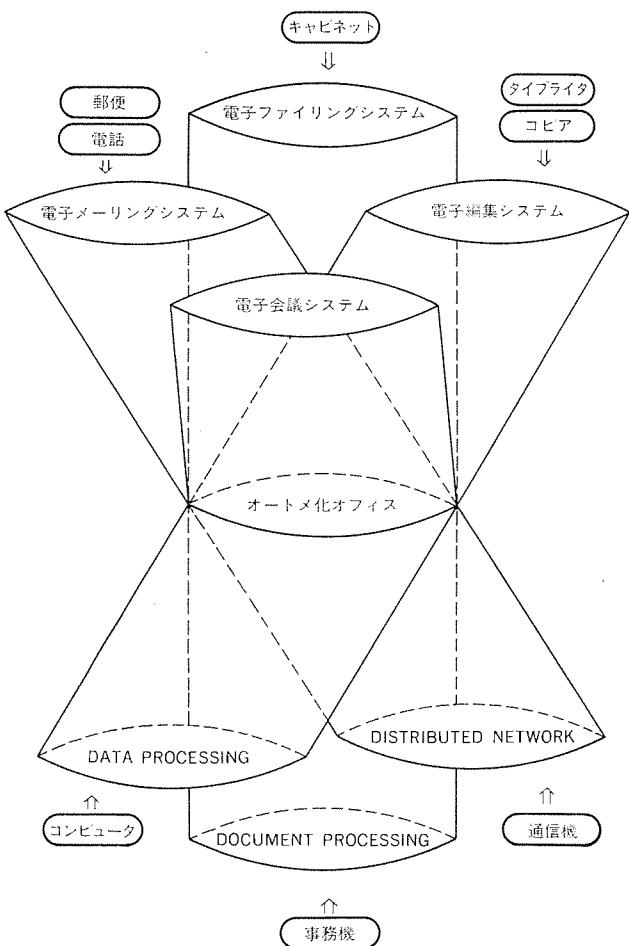


図 2.4 OA の概念図

ほとんど研究所レベルの基礎研究は卒業し、応用技術の段階にあると思われる。

オートメ化オフィスは、3D(Data Processing技術、Document Processing技術、Distributed Network技術)の基本技術の複合化により実現するものと考えている。図2.4に基づいたOAの概念図を示す。

#### (1) Data Processing 技術

汎用コンピュータの高度な処理技術、ミニコンのきめ細かな処理技術、オフコンの使いやすい処理技術、加えて豊富な端末機器群が多様なオフィスニーズに対応できる。

#### (2) Document Processing 技術

最先端レベルの三菱日本語処理技術、使いやすさを高める文字・图形・画像・音声の認識/合成技術、イメージ入出力技術、マイクロフィルム応用技術、イメージ蓄積技術などが日本のOAシステムを実現する。

#### (3) Distributed Network 技術

分散ネットワークを実現するコンピュータネットワークアーキテクチャ技術、ファクシミリ機能を高める蓄積交換技術、高速な伝送路を提供する光リンクバス技術がオフィス間のコミュニケーションニーズにこたえる。

以上の基礎技術をベースに作り出される当社OA機器としては、特別に生れるものではなく、既存の機器の機能を高めることにより達成できるものであると考える。

機能向上のポイントとしては、パーソナル化、複合化、広域化と考えている。

#### (1) パーソナル化

オフィスにおいて、電話並みに手軽に利用できる機器にするのがポイントで、低価格化、コンパクト化、ユーザーインターフェースの改善が特に必要である。ユーザーインターフェースとして、日本語、音声、图形入出力機能を装備し簡易言語で使えるものを指向する。

#### (2) 複合化

1台で何役にも使えるのがポイントで、パソコン機能、ワードプロセッサ機能を兼ね備えた端末、複写機能、ファクシミリ機能、プリンタ機能を兼ね備えた端末を複合化開発により実現する。

#### (3) 広域化

各オフィスの端末間及びセンターコンピュータ、ファイリングシステムに任意に接続し、自由にコミュニケーションできるインターフェースを提供する。

今後のOA化の課題は、OA機器導入に際しての導入効果を評価する手法の確立である。電話とか複写機などのオフィス機器導入について、導入効果を評価したうえ、導入しているユーザーはないと思うが、そのレベルまで到着するまでは、何らかの評価技法が必要であり、定量的効果が少ないオフィス部門に対しては、定性的効果の定量化技法がポイントにならう。

#### 2.3.2 画像情報システム

放送や新聞は不特定多数利用者に対する一方の情報伝達で、いつでも何でも提供できる情報サービスの形態をとることはできない。これに対し数多くの情報を情報センターに蓄えておき、利用者の要求するものを必要な時に伝送して、テレビ受像機又はファクシミリ受信機で受信し表示するシステムが画像情報システムである。現在種々のシステムが国内外にてか(稼)働もしくは計画されている。

#### (1) 文字放送

文字や图形で構成される静止画像をデジタル信号の形で放送し、受信者はメモリとディスプレイ機能をもった受信機によって隨時に選択できる情報サービスである。放送内容はニュース、天気予報、お知らせや番組説明用字幕などで、テレビジョン放送の映像信号の垂直帰線消去期間に多重化されて送信される。我が国ではNHKが中心となって開発を進め昭和58年からのサービス開始が決っており、近く標準方式が決定される。

#### (2) 会話形文字图形情報システム

このシステムの基本構成は図2.5に示すとおり、①画像情報センター、②公衆電話網、③テレビ受像機、画像情報を一時記憶する機能をもつアダプタ、情報を要求するためのキーパッド、電話機からなる端末の3要素から成り立っている。利用する場合には電話で画像情報セン

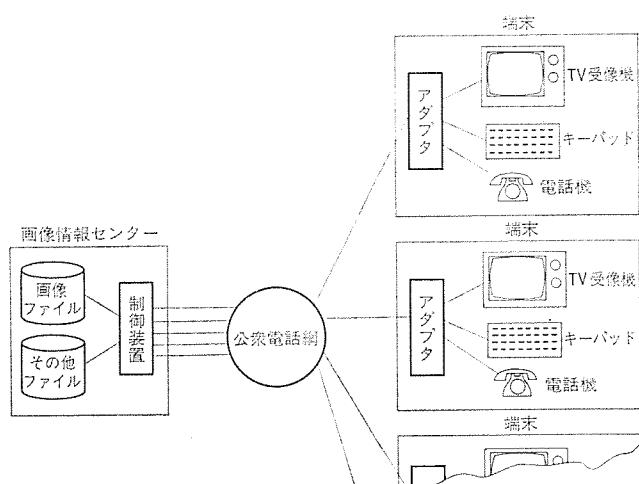


図 2.5 会話形文字图形情報システムの基本構成

ターを呼び出したあと、キーパッドで希望する情報の番号を入力すれば、それが受像機上に表示される。

この形のシステムは各国で開発され、イギリスではプレステルの名で1979年3月から商用サービスを開始している。我が国ではキャプテン(Character & Pattern Telephone Access Information Network)という名称で、郵政省と日本電信電話公社の共同実験プロジェクトとして開発が進められ、昭和54年から実験サービス試験中である。近く第2次実験サービスを開始し、昭和58年度から商用サービスに入る予定である。

### (3) 画像応答システム

文字図形はもとよりカラー写真や動画情報、音声情報を即時かつ自由に取扱う会話形画像情報システムである。基本的構成はキャプテンと同様であるが、動画を扱うため伝送路が広帯域網であることが大きな相違点である。このシステムは現在日本電信電話公社を中心になって開発中でVRS(Video Response System)と称して社内実験サービスを実験中である。また奈良県東生駒で通商産業省が中心で開発したHi-OV/Sがある。光ファイバを用いた双方向形のもので、170世帯を対象に実験中である。

上記いずれのシステムも、サービスの内容とコストが大きな問題であるが、将来ハード、ソフト両面の進歩に伴い広く利用されていくものと考えられる。

以上情報分野の主要技術について展望を述べてきた。誌面の関係で骨格部分のみの記述にとどまったが、実際はこのまわりに多くの基盤技術及び周辺技術が存在する。情報産業の華やかな未来像を現実のものとするためには、これら諸技術の調和ある進展が必要である。その中には長期的かつ地道な研究開発を要し、ある程度のリスクも覚悟せねばならないが、全社一体の努力によって輝かしい未来の開拓にまい進する所存である。

(中原昭次郎)

## 3. エレクトロニクス応用

1974年にトランジスタが発明され、新しいエレクトロニクスの時代が始まった。これは、同じ頃開発された電子計算機と結びついて、1950年代のトランジスタ、1960年代のICの普及発展、そして1970年代に入り、LSI技術の成果によって生れたマイクロプロセッサの出現と驚異的進歩を遂げ、更に超LSIの実用化に向けとどまるところのない歩みを続けている。

マイクロプロセッサやワンチップマイクロコンピュータの出現は、産業は言うに及ばず、社会・政治・経済から健康・教育・財産などの個人生活に至るあらゆる分野におけるエレクトロニクス化を促進し、社会全体の大転換の原動力となりつつある。このエレクトロニクス応用の展開の全貌をつかむことは容易でないが、図3.1に1つの見方を示す。

すなわち、中央には、半導体・コンピュータ・システムから成るエレクトロニクスの核があり、その周囲をいくつかの基盤エレクトロニクス技術が取巻いている。すなわち、微細化を指向するマイクロエレクトロニクス、機械と結合したメカトロニクス、エネルギー・電力を扱うエネルギー及びパワー・エレクトロニクス、計測を指向したセンサエレクトロニクス及び光と結合したオプトエレクトロニクスなどである。

更に最外周の環の内には多くの応用事例が含まれており、これらは数限りなく挙げることができる。ここでは特に産業エレクトロニクス、コンシューマエレクトロニクス及びソーシャルエレクトロニクスとしての大区分に従って思いつくものを挙げてみた。いづれも現在既に発

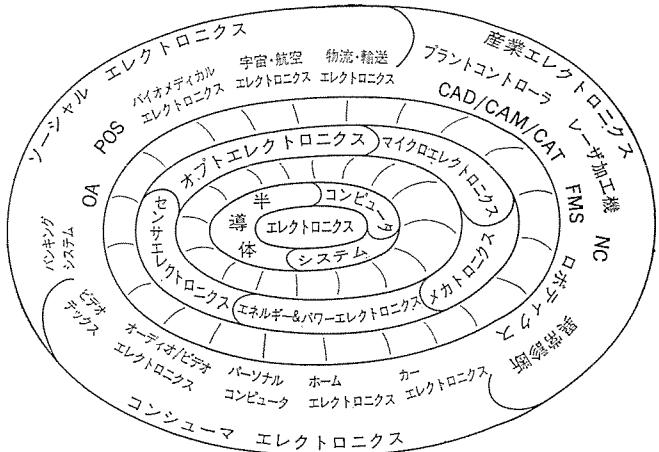


図3.1 エレクトロニクス応用の展開

展しつつあるもの、あるいは近い将来大きく発展すると思われるものばかりで、エレクトロニクス応用がいかに大きなインパクトを与えるかが理解されよう。

当社は、総合電機メーカーとして、これらのいずれの分野にも広く活動を行っているのであるが、そのすべてを述べることは不可能であるので、以下では産業関連及び社会・個人関連の分野の中からいくつかのテーマを選んで技術展望を試みたい。

### 3.1 産業用ロボットとFMS

近年の生産工程における自動化・省力化技術は、自動車工業のトランシファーマシンのラインに代表されるような大量生産方式を中心に著しい進歩をとげてきた。しかし、1980年代の社会においては、内外の経済環境や多様化するユーザーのニーズに迅速に対応し得る新しい生産システムへの転換が急速に進められており、その推進力としてエレクトロニクス技術の進歩が大きな役割を果しつつある。

フレキシブル生産システムを意味するFMS(Flexible Manufacturing System)は、CAD/CAMシステム、生産管理システム、NC加工機、そして産業用ロボットなどを構成要素として、これらを有機的に結合した広範囲なシステムを表す概念であり、プログラムの変更により、生産機種の変更やラインの負荷変動に柔軟に対応できるシステムである。これは、最近のIC、LSI特に、マイクロプロセッサや大容量メモリ素子などを応用したコンピュータ制御技術によって実現されるものである。

このFMSの中で、最も重要な役割を担うのが産業用ロボットである。産業用ロボットは、溶接、塗装、マテハンなどの分野で着実に実績を作りつつあり、更に組立、検査など高度な機能をも実現し、急速な需要の増加が期待されている。その中心技術は、ロボットの頭脳を構成するNC装置を中心としたエレクトロニクス技術と、ロボットの手足を作る機械技術であり、まさにメカトロニクスの代表的存在である。

当社では、既に1960年代初期よりNC装置やマニピュレータの開発を行っており、1970年代にはパターン認識技術を採り入れた眼付きロボットを試作、これを基礎として半導体の全自動ボンダを開発し、トランジスタ及びICの組立ロボットとして実用化しており、今や不可欠の存在となっている。その他の工場でも自動化に伴って数多くのロボットが活躍しているが、当社ではこれらの経験の上に立って、産業用ロボットの本格的製品化に取組み始めた。

図3.2は、溶接施工技術の蓄積を生かし、今回新たに開発したアーケ溶接ロボットの外観を示す。このロボットは手首の動きに最も融通性のある関節形の構造をもち、同時に5軸制御を行うことによって、自由な溶接姿勢がとれ適用範囲が極めて広いものである。制御装置

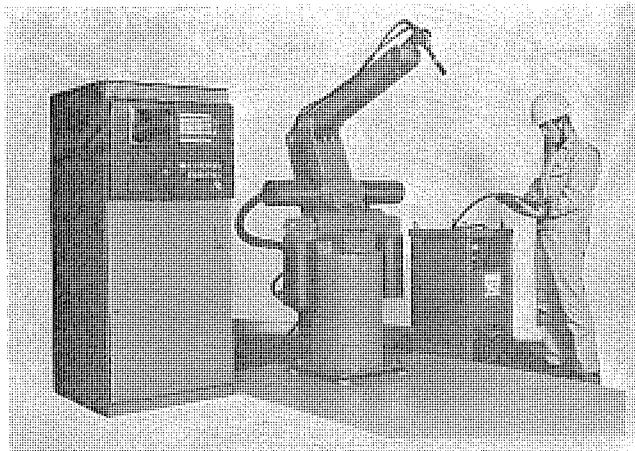


図 3.2 三菱電機アーカ溶接ロボット

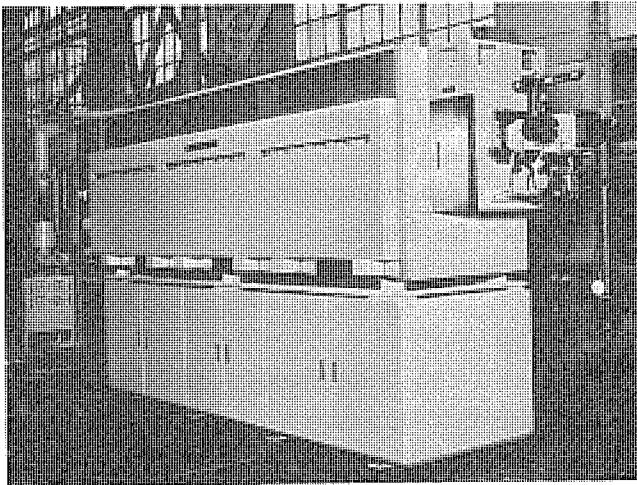


図 3.4 3 kW CO<sub>2</sub> レーザ加工機 (ML-3000)

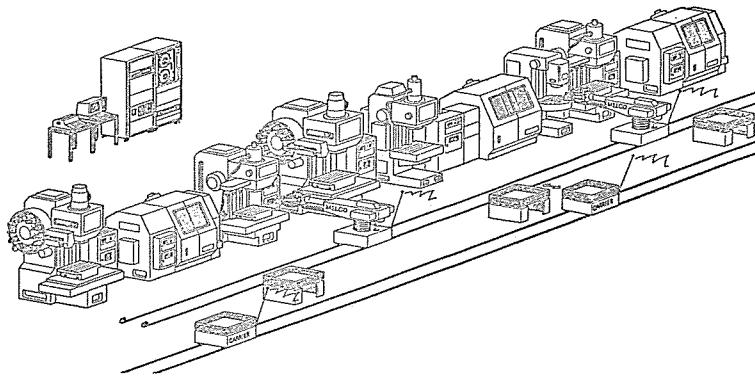


図 3.3 FMS 機械部品加工ラインの構想

は、最新の NC 技術をベースに設計されており、5 軸の同時高速補間、座標変換機能、更に教示再生の作業性を大きく向上する CRT 対話機能などの新しい機能が付加されている。更に独自のアーカ制御技術により実現されたノンスパッタの《クリーンマグ》溶接機との組合せにより、広範囲の溶接に適用可能となるなどの優れた特長をもっている。

今後、16 ビットマイクロプロセッサによるマルチ CPU 方式の採用など、制御装置の機能向上が進むとともに、視覚、触覚、力覚などの感覚機能も早急に開発が進み、利用技術としてのソフトウェアの開発・蓄積も加わって、ロボットの性能は大幅に向上を続けている。そして図 3.3 のような FMS の中の主役を演じることになるのは間違いない。

### 3.2 高エネルギー密度加工機

レーザ及び電子ビームを用いた高エネルギー密度加工は、従来の機械加工の概念を超えた新しいエレクトロニクス応用加工法として脚光を浴びている。電子ビーム、レーザビーム共に集束性が非常によいので高エネルギー密度が得られる上に、走査性、制御性も優れており、高精度加工、高速度加工など電子制御と結びついた高性能加工機としての用途が拡大しつつある。

レーザ加工機は非金属の加工用として小出力のものが既に相当使われているが、最近、金属の溶断溶接用としてレーザ出力 1 ~ 5 kW の炭酸ガスレーザ加工機が使われ始めてきた。当社でも出力 1 kW から 3 kW までの炭酸ガスレーザ加工機をいち早く開発し商品化しているが、当社独自のガス封じ切り方式による安定運転が高く評価されている(図 3.4)。

通商産業省工業技術院の大形プロジェクトとして“超高性能レーザ応用複合生産システム”的研究開発が昭和 52 年 12 月よりスタートしたが、当社は幹事会社として大出力レーザ発振器の研究に加わり、高圧力ガス封じ切り方式により、昭和 55 年度に、中間目標としての 5 kW 級レーザの技術確立を終えた。続いて昭和 58 年度目標の 20 kW 級レーザの開発を同方式により進めている。目標とされている 20 kW 級レーザは、電極寿命 2,000 時間以上、励起効率 15% 以上、ガス封じ切り運転 1 か月以上という安定性、信頼性を重視した加工機用として他に類をみないものである。20 kW 級のレーザが出現すると金属の溶断、溶接のほかに、鋼の焼入れにも用途がひらけ、複合生産システムにおけるレーザの地位が確立されるものと思われる。

同プロジェクトではレーザ発振器の研究とともにレーザ加工技術の研究、複合生産システムのモデルプラントによる実証も行われるが、当社はそれらの研究にも参加して、発振器、加工技術、加工システムを一体としたレーザ加工機、加工システムの完成をめざしている。これらはエレクトロニクス化をともなって、前述の FMS、無人化工場へとつながっていくものである。

一方、電子ビームは溶接の分野でかなり普及しており、溶接機としてはレーザに 1 歩先んじているといえる。電子ビーム溶接機の主な市場は、自動車を中心とした部品加工産業であり、このほか電機産業における小物部品の溶接や、重工業における厚板圧力容器の溶接にも普及しつつある。

当社の電子ビーム溶接機は、独自に開発した棒状陰極形電子銃を用いており(搭載しているので、高温加熱やイオン衝撃に強く、実績陰極寿命が他社方式に比べて約 100 倍も長いという生産ライン機器として非常に優れた特長をもっている。更に、昭和 55 年 12 月に新発売された「三菱パッケージ形電子ビーム溶接機」は、ガス絶縁技術やエレクトロニクス技術を駆使して、非常にコンパクトに設計したものであり、高信頼性のほか、設置スペースの大幅な縮小や全装可搬性といった新たな特長が加わっている。

電子ビーム溶接機について、今後の展開を考えてみると、第 1 に自動車関連産業に需要の多い量産部品用の中容量標準機では、マイコン制御による完全自動化、更には、多品種少量生産を目指した FMS との結合によるシステム化が進み、第 2 に、重工業関連産業を対象とする大容量機では、局部真空形成技術、シームトラッキング技術の開発

実用化が進みつつある。

電子ビーム及びレーザーによる加工は、今後実用化が進むにつれて、多くのノウハウが蓄積されるとともに、新しい応用分野が開拓されるであろう。更に、エレクトロニクス制御と結合した新しい生産システムの中で、その特長を発揮して重要な地位を占めることになるであろう。

### 3.3 パターン計測

パターン計測は、単なる長さや重さなどの物理量の計測ではなく、空間的・時間的な情報の中から特長のあるパターンを抽出し計測する技術で、製品の分類、検査やプラント設備の異常診断などに際し必要不可欠のものである。従来、このようなパターン計測は人間が最も得意とする分野であって、機械化は困難な面が多かったのであるが、ここでもエレクトロニクスの発達によって、マイクロコンピュータとセンサの組合せによるパターン計測が実用化しつつある。

特に、オプトエレクトロニクスとして、光やレーザーを用いたパターン計測技術の進歩は著しい。すなわち、当社の開発した《MELSOFT》は、野菜・果実などの物体の形状を認識し、分類・選別を行うパターン計測システムである。このシステムでは、2組のパターンメモリを持ち、入力信号の前処理を行ったのちマイクロコンピュータによって識別判定を行っている。

また、当社ではレーザー光の回折現象を利用して金属表面における0.1 mm以下の微細な欠陥をオンラインで自動検出するレーザ式表面検査機を開発し製品化した。これは、従来自動化のネックとなっていた目視検査に代わるものとして効果が大きい。更に、これらの技術を展開して、線状物体や円筒状部品など、種々の形状の物体の表面検査にも適用できるよう開発が進められている。

時間的広がりをもつパターン計測の例としては、振動・騒音による異常診断技術がある。当社では、関西電力(株)と共同して、プラントにおける電動機軸受の異常診断システムを開発した。このシステムでは、マイクロコンピュータによって、最大256個の軸受に取付けられた加速度計よりの波形を監視し、異常の発見とその原因による分類を行うことができる。

更に、超音波を利用したパターン計測技術の開発も進められている。

また、超音波のほかに、脳波や心電波形など、生体からの信号を処理して診断や健康管理に用いるバイオメディカル計測も開発が進みつつある。

これらの技術開発にとって最も重要なものは、新しいセンサの開発である。この例として、最新のIC技術と光技術が結合した光集積回路は、光応用計測を始め、光伝送・光情報処理の分野に、今後大きな革新をもたらすものとして注目される。そしてこれらの技術が、エレクトロニクスと結合して、より高度の計測・制御システムの実現に貢献するのも近いことが期待される。

### 3.4 パワーエレクトロニクス

パワーエレクトロニクスは、電力を扱う半導体としてのサイリスタやパワートランジスタを用いて、電力の変換と制御を行う技術である。最近では、マイクロプロセッサ制御と結びついて大電力をきめ細く制御することが可能となり、電力、工業、電鉄、公共を始め家庭内の機器の制御にも用いられようとしている。

パワーエレクトロニクスの大きな分野の1つは電動機制御であるが、特に可変周波数(VVVVF, Variable Voltage Variable Frequency)インバータを用いた交流誘導電動機の可変速駆動が今後急激に発展普及するものと期待される。VVVFインバータによる交流電動機制御方式

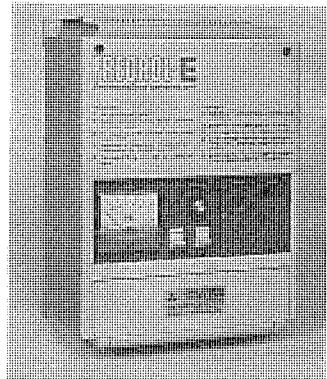


図3.5 汎用トランジスタインバータ《FREQROL-Eシリーズ》

の開発は、当社においても1960年代初期より先端を切って進められ、既に多くの実績をもっている。最近では、これを更に広く普及するために半導体パワーモジュールを用いてコンパクト化するとともに低価格化を実現する集積形インバータの開発が進められ、今年4月発売の《FREQROL-Eシリーズ》にその成果が現れている。図3.5にその外観を示す。

この集積形インバータは、主回路部分を3個のサイリスタと3個のダイオードを含む整流モジュールと、6個のパワートランジスタと6個のダイオードを含むインバータモジュールの2個のパワーモジュールから構成されている。制御部もセミカスタムICによって大幅な部品数の低減が実現し、両々相まって画期的小形化を達成している。

従来のファンやポンプの風水量制御がバルブやベーンなどによっていたため損失が大きかったところに、このVVVFインバータによる可変速駆動の導入によって大幅な効率の向上が達成でき、省エネルギーの面でも大きな効果が得られるため、今後の急速な普及が予想される。

電力系統に対しては高圧サイリスタ技術を応用した静止形無効電力補償装置や、フリッカ防止装置として最大70 kV、12万kVAのものが実用化されており、更に大容量化をめざした開発が進められている。

パワーエレクトロニクスは、電気鉄道、電気自動車、エレベーターなどの輸送分野にも広く用いられている。特に電鉄では省エネルギーと制御性に優れたサイリスタチョッパが地下鉄では標準方式として普及しているが、当社はこの分野でも他社に先がけて開発・実用化を進めてきた。最近では、メキシコ地下鉄への輸出など国際的にも高い評価を得ている。

技術的には、GTOなどの新しい電力半導体素子の進歩、光伝送技術の応用、更にマイクロプロセッサによる高性能制御機能の実現などが進展し、パワーエレクトロニクスは、エレクトロニクスとエネルギーを仲介する重要な技術としてますます発展するものと期待される。

### 3.5 自動車エレクトロニクス

自動車とエレクトロニクスの結びつきは、古くは1930年代の真空管式の自動車ラジオに端を発し、シリコンダイオードによるACダイオモ、HICレギュレータなどを経て、最近のマイクロコンピュータによるエンジン制御に至る歴史をもつ。特に、トランジスタの実用化に伴い1960年以後各種のエレクトロニクス応用製品が現れ、1970年代に入りIC、HIC、マイクロプロセッサの出現と共に急速に発展をとげてきた。最近では、排ガス及び省燃費対策、安全問題などの社会的要請が高まっており、これを解決するものとしてエレクトロニクスへの期待も強まっている。

自動車エレクトロニクスの分野としては、エンジン制御、走行制御、表示・警報、娛樂・情報など自動車に搭載される機器及びシステムから、

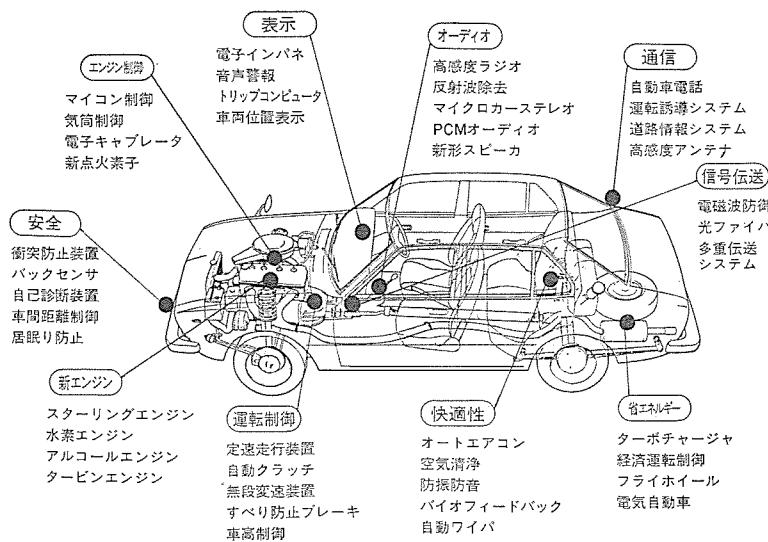


図 3.6 乗用車におけるエレクトロニクス

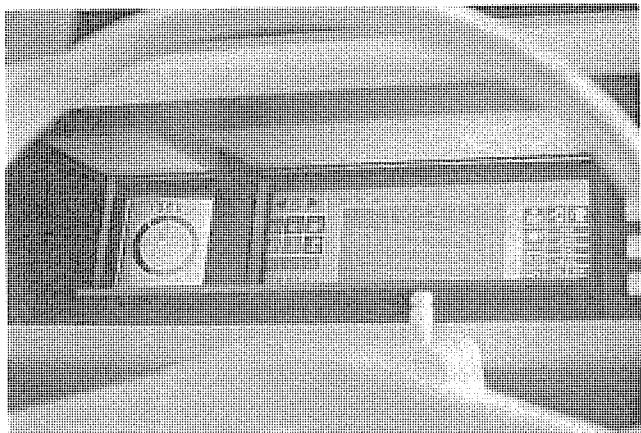


図 3.7 液晶表示インパネのモックアップモデル

道路情報システム、運行管理システムなど地上設備を含めた機器・システムまで広い範囲にわたる。図 3.6 には、1 例として乗用車における自動車エレクトロニクスに関するテーマを示す。

エンジン関係では、特に省エネルギーと排ガス浄化を同時に達成するためのエレクトロニクス化が進められている。当社における最近の開発成果の1つは、ノックコントロールで、エンジンに取付けられたノックセンサ(ピエゾ式)によってノッキングを検出し、自動的に点火角を調整してその発生を防ぐものである。

エンジン関係のエレクトロニクス化と並行して、自動車の走行に関連した装置にも電子制御が多く取り入れられている。当社では、走行条件が変動しても、運転者が指定した走行速度を自動的に維持するクルーズコントロール装置や、特長あるパワーフラッシュを用いたオートクラッチ、更に過剰な制動圧力による車輪のロック、車体のスキッドを防止して安定な最短停止距離の実現をめざすアンチスキッドブレーキ装置など特長あるシステムを実用化している。

また、運転者に、必要な情報を提供するための表示・警報システムの重要性も高まりその電子化が進んでいる。当社ではマイクロコンピュータを用いて、走行距離、平均車速、燃費、燃料消費量、経過時間などが表示されるトリップコンピュータ“VELNAS”を三菱自動車工業(株)と共同開発し、実用化している。

表示関係での新しい話題は、従来の電気機械式メータに代わる液晶表示による全電子式インストルメントパネルの出現であろう。当社では、

いち早くこの開発に着手し、図 3.7 に示すような大型液晶表示パネルを用いたモックアップモデルを試作し、マイクロプロセッサと組合せ、機能テストを行って実用化へのステップを踏み出した。液晶表示は、温度特性、信頼性など、改善すべき点も残っているが、デザインの自由度、見え易さ、視認性、差別化などの点に優れ、大きな将来性をもっている。

また、耳からの表示・警報として必要な情報を言葉で知らせることのできる音声合成装置の開発も進んでおり、一般に普及するのも間近かであろう。

安全性に関する衝突防止システムや車間距離制御も大きな問題であり、当社でもマイクロ波レーダーを用いた車間距離制御装置の開発を日産自動車(株)と共同して行ってきた。

更に地上システムも含めて考えると、自動車電話や道路情報システム、運行管理システムなど、エレクトロニクス化の進展と共に大きな展開が期待される。

### 3.6 オーディオ・ビデオエレクトロニクス

オーディオ、ビデオの領域では、ラジオがラジカセに、テレビはVTRと新たな需要を定着させ、ますます伸展する市場を形成している。更に、ビデオディスク、PCMオーディオ機器、ホームファックス、文字情報端末機……と、従来の家庭生活の変革をうながす流れは、一歩一歩現実のものとなりつつある。

急激に広がったホームビデオの市場に、いままで、ビデオディスクが参入しようとしている。ビデオディスクプレーヤーには接触針による静電容量方式と非接触の光方式がある。当社は、ビデオディスクプレーヤーとして静電容量あるいは光の両方式とも、市場動向に即応できる体制を保持しており、いくつかの独自の技術を有しているが、光方式ピックアップもその1つである。光方式は、非接触であるため、操作性と長寿命性という大きな長所があり、デジタルオーディオディスクへの展開の期待も大きく、システムを低価格化する努力が進められている。また当社は、半導体レーザの業界での優位性を足場に、小形で高SN比の再生を可能にするピックアップの開発を終え、実用化に満を持している。

オーディオの世界では、収録し再生するプロセスにおいて、音質の劣化の元凶が、録音システムにあることは、広く知られているところである。NHKはじめ、この音質向上にデジタル技術を採用する試みが活発に進められている。当社は、独自のPCM符号化と磁気テープへの記録フォーマット、また磁気記録ヘッドを開発し、業界をリードしている。業務用PCM録音機では、既に2チャネル機(図3.8)を市販し、次いで32チャネル機の開発を発表し、国内外で大きな評価を得ている。

デジタル化したオーディオ信号を、レコードディスクにすることは、上述

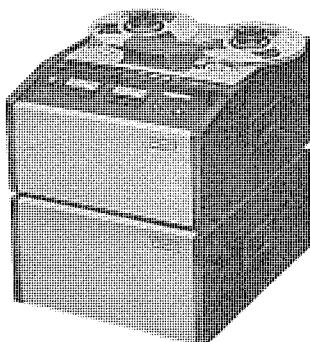


図 3.8 業務用 PCM 録音機

のビデオディスクの高密度記録再生技術とオーディオ信号のデジタル化技術との融合で達成された。当社は、この考えを具体化したデジタルオーディオシステムをいち早く発表し、商品化への努力を続けている。

これら、オーディオ・ビデオ関連機器は、従来、家庭における娯楽を主な指向としている。しかし、最近の動向を見るとき、当社により初めて開発されたドジャース球場、後楽園球場に設置された《オーロラビジョン》の例のように、ソーシャルエレクトロニクス的意義を持つ面や、一方家庭内情報端末的な用途など、いわゆるホームエレクトロニクスの一環としての(把)握が、必要になるものと思われる。

また、ファクシミリ、ワードプロセッサ、書画ファイリングシステムなど、現在話題となっているオフィスオートメーション関連機器の発展普及によって、将来、各家庭への設置が予想されるキャプテン、テレビファックス、電子郵便などの開発が刺戟され、その導入が加速されるであろう。

### 3.7 ホームエレクトロニクス

LSI技術の急速な発達はマイコンの家電機器への応用を可能とし、その自動化・インテリジェント化を通じ家事労働の軽減、省エネルギーの実現に寄与している。また、エレクトロニクス技術、センサ応用を中心としたメカトロニクス技術の進歩は、ホームコンピュータを中心とする各種映像・情報機器及びシステムをもたらし、家庭内のエネルギー、情報をトータルで扱うことを可能にしつつある。その影響範囲も、単に家庭内のみにとどまらず、セキュリティ、映像情報システムなど家庭と地域社会の間の有機的なネットワークにまで拡大され、技術的・経済的かつ社会的な面で我々の生活に与えるインパクトは一段と大きくなる。

既に、ホームコンピュータ、ホームセキュリティあるいは生活映像情報システムなど、将来のホームコンピュータシステムの核となるサブシステムが商業ベースで展開され始めている。この広範な普及には今後の技術の発展に伴なうコストの低減を待たねばならないが、TVゲームなどの電子ゲームの普及、あるいはパーソナルコンピュータを中心とする近時のオフィスオートメーションの普及がもたらす、一般大衆へのマイコンへの慣れ、親しみと技術知識の向上とが、将来のホームコンピュータシステムの推進に寄与することは確かである。

当社でも1980年エレクトロニクスショーにホームコンピュータを参考出品したが、本機はファイル処理の容易さ、カラーグラフィック機能の充実、及

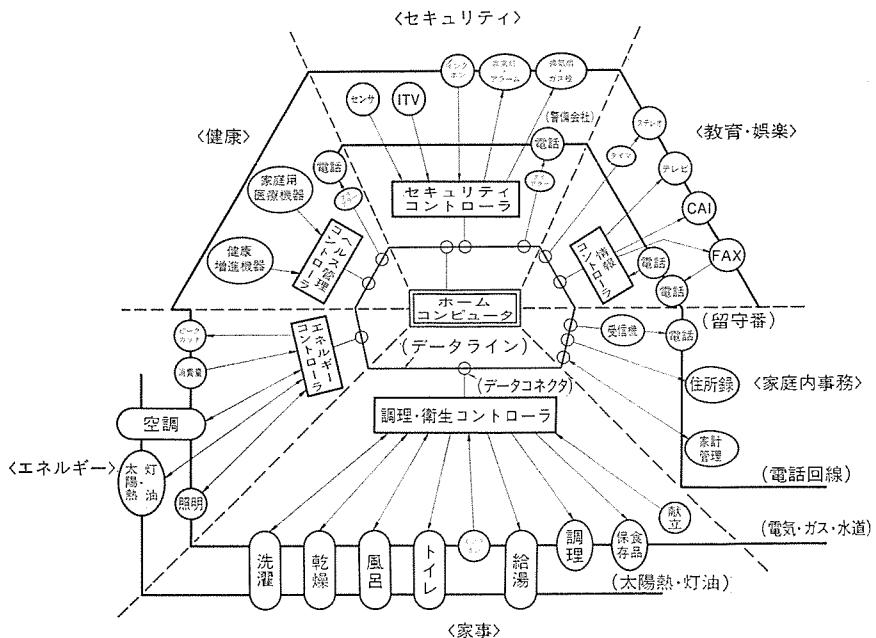


図 3.10 ホームコンピュータシステムの構成

び手軽な操作を主眼に、将来のシステムの発展性を考えた設計がなされている。図3.9に外観写真を示す。

ホームコンピュータシステムの神経系統をなす家庭内のデータラインの構成も、データの送・受信形態から現場での施工面を含めて、大きな課題となるが、一部技術は、既に当社の空調機制御装置、中小ビル・マンション及び店舗システム制御装置に採用され、その効果を発揮している。

将来のホームコンピュータシステムを構成するサブシステムとして、(1)セキュリティ、(2)健康管理、(3)エネルギー管理、(4)家事管理、(5)家庭内事務管理、(6)教育・娯楽が想定され、図3.10にその構成例を示す。情報ラインとして、家庭内の要所に配設される専用のデータラインと、家庭と地域社会の間の結合用の電話回線に加え、一部宅内商用電源配線がこれに充当され、一方、エネルギーラインとして、上記電気配線のほか、ガス・水道配管、灯油の集中配管、更には太陽熱を熱源とする冷・温水配管が対象となろう。

これらのデータラインとエネルギーラインを神経及び血管として、各サブシステムの専用コントローラとホームコンピュータは分散形ネットワークを形成し、家庭内の合理的なエネルギーと情報のトータル管理が実現されるとともに、一般社会や職場との情報網のターミナルともなって、新しい時代の要請にこたえるものとなるであろう。

以上、いくつかのテーマについて、エレクトロニクス応用に関する技術の展望を、当社の対応を折りませながら紹介した。最初にもことわったように、エレクトロニクス応用の範囲は非常に広く、その全貌をつかむことはほとんど不可能に近く、ここでも限られたテーマについての限られた紹介にとどまったことを容赦願いたい。

いざれにせよ、マイクロコンピュータに象徴されるエレクトロニクス化の波は、今世紀後半に向けて大きな高まりを見せ、産業はもとより、オフィスに、学校に、そして家庭に押し寄せ、我々の日常生活にも変革を求めている。我々はこの動きに即応して、より豊かな、より充実した一人一人の生活に寄与できることをめざして、エレクトロニクス技術の開拓にまい進するものである。

(大野栄一)

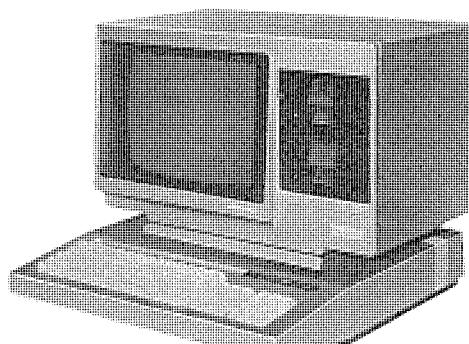


図 3.9 ホームコンピュータ

#### 4. 電子デバイス・材料

電子デバイスやそれらに関連する電子材料は、最近の四半世紀においてもっとも目覚しい進歩を遂げた技術分野であり、それらの技術革新はエレクトロニクスはもとより、他の多くの技術分野にも大きな影響を与えてきた。特に半導体技術のすさまじいばかりの進展は、従来の産業構造を変ぼうさせつつあるし、社会生活における生産と消費の形態さえも変えようとしている。

1980年代は、これらの電子デバイス・材料と実際の応用装置やシステムとのつながりが一層密接かつ有機的となり、ニーズはシーズを呼び、シーズがニーズを引出しながら自己増殖的進展の度を加え、電子デバイス・材料を基盤とするエレクトロニクスの一層急速な進展を遂げるであろう。

この章では、現在もっとも劇的進歩を遂げつつある超LSI、特定の優れた性能をもち今後急速に市場拡大を遂げようとしている化合物半導体、更に飛躍的高性能化をねらい従来の半導体デバイスの概念をこえた開発が進められている新規の素子、光エレクトロニクスIC記録素子、表示素子、センサ素子などの各種電子デバイス及び今後の各種産業分野に必要な機能性有機材料について、当社の現状及び将来技術の展望を述べる。

##### 4.1 超LSI

1965年に始まったIC時代は1970年代に入ってLSIの全盛期を迎えた、1978年には超LSIの玄関口といわれる64K(D)RAMが発表され、システムへの本格的使用も始まっている。本格的な超LSIといわれる256K(D)RAMの製品化発表も時間の問題であり、恐らく1980年なかばにはメモリで1Mビット、論理素子で1万ゲート程度のものが登場するであろう。

論理素子が1つで1万ゲート、メモリが1Mビットになれば現行の

小形コンピュータを1つの超LSIで実現することも夢でなくなるし、注目したいのは超LSIがコンピュータの応用にとどまらずいろいろな分野に応用される点にある。マイクロコンピュータなどの性能は飛躍的に向上し、現在使用されているメモリ、マイクロプロセッサなどのLSIは超LSI技術を適用することにより、小形化され、極めて低価格になろう。このように1980年代の半導体産業は自ら超LSI技術実現の衝撃を大きく受け、またあらゆる産業界に多大な効果をもたらすことは必至である。

##### 4.1.1 超LSIの現状

昭和51年より開始した超LSI技術研究の国家プロジェクトに当社も参画し、多大の成果をあげ4年間の研究期間を終了し、実用化開発の段階に入っている。

表4.1は当社の超LSI技術による新製品及び現開発中の製品を示す。超LSIは大別して論理演算主体の論理素子と記憶保持主体のメモリに分けられる。表中( )内は、既に開発完了した新製品であり、他はここ2~3年内に開発完了予定の製品である。

論理素子についてみると電子計算機などの演算処理の高速化を追求する高速ゲートアレーと産業機器などの低電力化、低価格化を可能にする高集積ゲートアレー及びビルディングブロック方式超LSIがある。Bip ECLによる900Gゲートアレーは電子計算機論理回路の全IC化を目的に76~101品種が当社電子計算機《MELCOM-COSMO 800III/S》に実装され、昭和56年早々より出荷されている。引続きデバイスの微細化を図り、集積ゲートを1.5~2.5Kゲート(KG)に引き上げ、フリップチップによる高密度実装と相まって次世代電子計算機の高性能化を可能にする予定である。一方、MOSによるゲートアレー及びビルディングブロックは600Gの開発を経て低電力化に適したC MOS技術の採用を行い2K~5KGへと高集積化しつつ低電力化を図る予定である。

メモリについてはマイクロプロセッサ応用に適した、5V動作16K(D),

表4.1 超LSI技術による新製品及び開発中製品

	設計方式	ゲート数/容量	主要性能					備考
			$t_{pd}$ (ns/G) $t_{acc}$ (ns)	チップサイズ (mm <sup>2</sup> )	$P_d$ (mW)	入出力ビン	使用デバイス	
論理用超LSI	高速ゲートアレー	900G	0.9	6.4×7.1	2,200	124	Bip ECL	800-III/SK実装
		1.5~2.5KG	0.7	8.0×8.0	3,500	220	Bip ECL	NX-31/32K実装
	高集積ゲートアレー	600G	5.0	5.2×5.5	1,200	40~68	N MOS	産業機器
		2KG	5.0	7.0×7.0	200	40~68	C MOS	産業機器
	ビルディングブロック	5KG	5.0	7.0×7.0	1,200	40~124	C MOS/N MOS	下位コンピュータ搭載
	記憶用超LSI	2K×8	150	4.6×6.0	350	24	H MOS	電算機等産業機器用
		16K×1	55	3.2×6.1	500	20	H MOS	電算機等産業機器用
		8K×8	60	4.5×8.0	500	28	H MOS	電算機等産業機器用
		16K×1	120	3.0×4.8	100	16	H MOS	電算機等産業機器用
		64K×1	150	4.3×7.2	250	16	H MOS	電算機等産業機器用
		64K×4 or 256K×1	150	5.2×8.2	200	16	H MOS	電算機等産業機器用

2 KX 8 (S) RAM の開発を終え、64 K (D) RAM では世界でもトップレベルの製品として、独自構造による HiC セルによる低ソフトエラー率、ブースティッド技術の全面採用による広い動作範囲により、国内外に多くの大手ユーザーを獲得しつつある。高速・大容量化への飽くなき追及にこだえるため、不良ビット救済機能などを考慮した 256 K (D)、64 K (S) RAM も早期商品化を目的に鋭意開発中である。

#### 4. 1. 2 超 LSI の将来動向

Si 超 LSI の処理速度、集積密度、機能の限界をしのぐものとして、新しい原理、材料に基づく GaAs IC、ジオセラミック素子、光エレクトロニクス IC など各種新機能素子の開発が活発化しつつあるが、15~30 年 Bip, MOS 両 IC で培った製造技術、 $\text{SiO}_2$  という安定な酸化膜による高い信頼性は今後とも電子デバイスの中心に Si 超 LSI をすえ、産業の命として着実にその応用分野を増やしていくであろう。

Si の性能限界は高速化については MOS で 10 ps, Bip で 20 ps であり、配線などの遅延を考慮しても超 LSI 性能としては 10~100 ps のオーダーまで実現可能と思われる。また集積密度はダイナミック回路あるいは C MOS 化により  $3 \times 10^7$  素子/ $\text{cm}^2$ 、スタティック回路で  $9 \times 10^5$  素子/ $\text{cm}^2$  が素子構造の限界とされているが、それでも未だ現状 LSI の 2~3 倍 (桁) の高密度化は可能である。今後とも当分、半導体製品の主流に使われる基本デバイスは MOS 及び Bip であるが、解決すべき技術的課題はプロセスの微細化は当然のことであり、更に放射線粒子 ( $\alpha$  線、宇宙線など) によるソフトエラー対策、不良ビットに対する冗長度構成の最適化が不可避である。

論理素子の分野では、超 LSI 化の進展と共に既存の IC、LSI は超 LSI に置換され、1985 年以降需要の大半は超 LSI になると考えられる。図 4. 1 は集積度 (ゲート数/チップ) に対するゲート遅延時間とシステム性能との対比を示す。

これら先端的製品開発は地道な製造技術の積上げと総合的調和の上で実用化が推進されており、リソグラフィを中心とする微細加工プロセスを核に材料・プロセス・設計に対する評価、診断技術、自動配置・配線技術の先行開発が不可避であり、これら基幹技術なくして先端的超 LSI が実現しないことはいうまでもない。ここでは基幹技術の一端としてプロセス技術の展望を述べる。

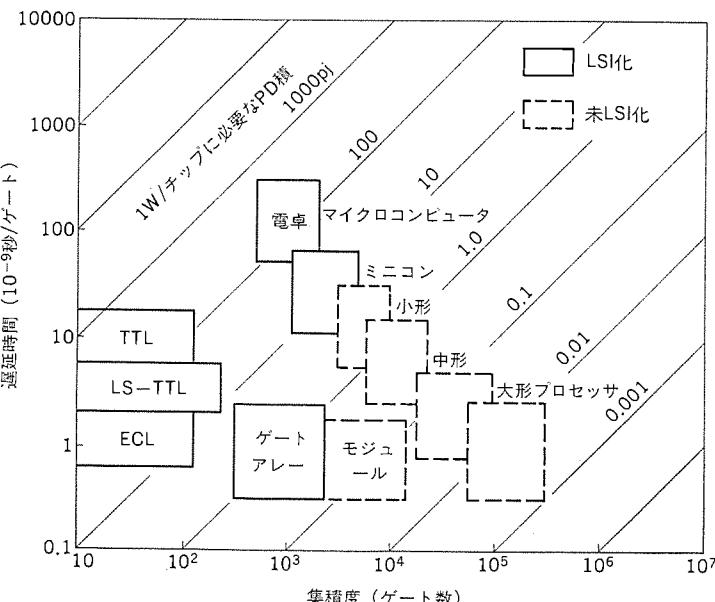


図 4. 1 論理用 IC の集積度と遅延時間

MOS, Bip の高速、高密度化に対応しそれを支える各種個別プロセス技術の改良並びに、高密度プロセスの中核技術である“微細加工技術”分野での技術革新が引き続き必要となる。同時に、今後プロセスの自動化、無人化、高清浄化は避けがたい方向であり、プロセスの QC の観点からは各種プロセス評価技術の開発が一層活発となり基板の大口径化も進む。

微細加工技術は 1 μm レベルパターンからサブミクロン領域のパターン形成へ進みつつあり、各種先端的転写、加工技術の開発に主力が置かれる。電子ビーム (EB)、X 線、イオンビーム露光技術が光転写技術に置き換りうるし、ドライエッティング技術も反応性イオンビームによる高精度直接パターン形成へと発展するとともにドライ現像技術などの新規技術により完全連続ドライプロセスが確立する。

各種成膜技術の分野においては薄膜化の傾向と共に新材料の積極的応用が図られる。高圧酸化、減圧エビ、CVD、スピッタ、プラズマVD などの技術進展により、薄膜の高品質化、プロセスの低温化、配線の低抵抗化が進む。特に高圧酸化技術は中核技術となる。不純物拡散の分野では、ビームアニール技術が極めて注目される。

これら先端的製品技術開発に具現化された先進的技術の与える波及効果ははかりしれないものがあり、個別半導体デバイスや機能素子の性能限界を飛躍的に更新するであろう。

#### 4. 2 化合物半導体

化合物半導体は Si に比べて種々の特長をもっている。例えば GaAs は電子移動度やバンドギャップが大きく、バンド構造が直接遷移形であり Two Valley 構造である。GaAs のほかに III-V 族半導体として、(B, Al, Ga, In), (N, P, As, Sb) の組合せの中から、II-VI 族半導体として (Zn, Cd, Hg), (S, Se, Te) の中から様々な特長をもった多元化合物半導体が作り出せる。このような特長はいわばシーズとして以前から材料、デバイス研究者の関心をひき研究はなされてきたが、社会的ニーズが少なかったためか Si デバイスのような隆盛をみることはなかった。しかし GaP 発光ダイオードが半導体産業の一角を形成し、GaAs FET が次第に拡大の兆しをみせ、レーザダイオード (LD) が光通信や光ディスクなどへの期待を集めることで GaAs あるいは化合物半導体全般についての見直し開発強化策がとられつつある。

更に GaAs IC が比較的近い将来実現しそうな超高速 IC として国家プロジェクトに取上げられ、また光 IC が必ずしもその内容が明らかでないにしても光デバイス進展の標的として話題にのぼっている。1980 年代はエネルギー、エレクトロニクス、エキジテック材料の時代とも言われているが、化合物半導体はその期待を担って 1980 年代に急伸長する材料、デバイスの 1 つと考えられる。

将来技術の展望の前にまず足元の技術的現状に触ると、GaAs FET は 10 GHz で 10 W の出力、12 GHz で 1.3 dB の雑音指数を得ており、既に量産体制のもとにある。GaAs IC は緒についたばかりであるが、単位ゲート当たりの電力遅延時間積が 3 fJ と Si IC より 2 桁優れた値を得ている (図 4. 2)。LD については可視 0.78 μm から 1.3 μm までの波長域で単一モード動作を実現し、推定寿命 1 万~40 万時間が確められ、量産化が進められている。GaAs 太陽電池は効率 23% を得て実用化を進める一方、サンシャイン計画の開発委託を受けているアモルファス Si 太陽電池では 6% の変換効率を得ている。

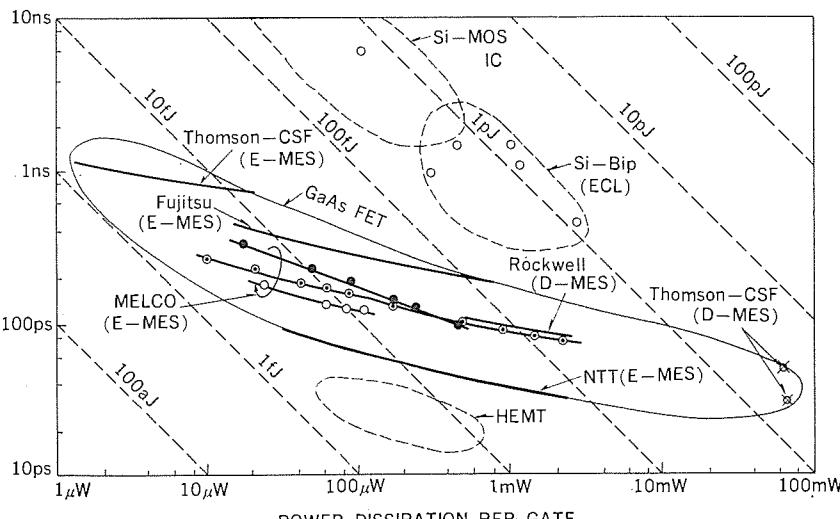


図 4.2 各種 IC の伝播遅延時間一消費電力特性

### (1) GaAs FET

GaAs FET を展望してみると、GaAs FET はマイクロ波トランジスタとして成長を遂げ技術的には一応の成熟期に差しかかっている。トランジスタとしてより低周波の民生用にも広がる一方、IC 化の気運が高まってきたのは必然的ななりゆきであろう。IC の基本技術は Si の場合同様大口径ウェーハとプレーナ技術である。GaAsウェーハは CZ 引上げ法による 3 インチの非ドープ絶縁基板で、これに直接イオン注入して素子を形成していく方法がとられる。GaAs FET の現状は Cr ドープ基板にエピタキシ、熱拡散、メサエッチというプロセスであるが、IC にふさわしいものに改められていく。EB 露光によるサブミクロン加工、ドライプロセス、CVD 技術、CAD 技術など、先端格の SiC の技術の多くが流用できるので、目的目標が定まれば開発実用化は急速に進むであろう。

デジタル IC については、GaAs 基板は絶縁性であるから配線の高速性を損う度合は Si より小さいが、5 K ゲート以上の高集積 IC では GaAs の高速性という特長が出てこない恐れがあるので、1 K ゲートまでの超高速 ギガビットロジック IC が適用領域と言われている。アナログ IC は SHFTV 受信機やフェーズドアレーラ用モジュールなどが差当たっての適用目標であろうが、多くの TV 受信機が GaAs IC をとう(搭)載するようになったとき GaAs IC 時代の到来を告げることになるだろう。

GaAs FET は一応の成熟期に差しかかり準ミリ波帯までは実用段階にあるが、IC の高速化という観点からみれば、周波数上限は更に高められるべきものである。材料としては GaAs のほか電子移動度の更に大きい InAs, InSb 系が有望である。構造としては BETT, PBT, HEMT などの検討が進むだろう。BETT (Ballistic Electron Transit Transistor) はゲート長が電子の平均自由行程より短かく、電子は無散乱であったかも真空管中の電子のように高速動作する極限構造である。PBT (Permeable Base Transistor) は微小の金属ゲートを埋込んだ SIT そのものであるが、コレクタ電極のストライプ幅以外の不要部分をプロトンボンバーで殺してある。このような構造では最大発振周波数が 300 GHz にも高まり、ピコ秒 IC が実現すると見積られている。HEMT も高速トランジスタとしての期待を集めているが GaAs と GaAlAs とのヘテロ接合であることから光デバイスとの複合デバイスに利用できる可能性がある。またこの場合の基本技術である

分子ビームエピタキシによるヘテロ接合技術は HEMT に限らず多くの材料、デバイスに適用されて新しい高性能デバイスを生み出していくに違いない。GaAs の期待技術の1つに GaAs MOS トランジスタがある、良質の酸化膜、表面処理技術の進歩で出現する可能性がある。

### (2) レーザダイオード (LD)

化合物半導体デバイスの中で最もけん(喧)伝され、新時代の到来を告げるデバイスと、もてはやされているのはレーザダイオード (LD) かもしれない。1970 年の室温連続発振 LD の登場以来、波長制御、発振モード制御、信頼性寿命の改善でようやく実用期を迎えつつある。歩留の向上で生産性が高まり、光学的精度での組立て法、マイクロオプティクスなどの周辺技術の開発

によって安い LD が多量に供給できるようになり、広い応用分野が開けようとしている。

LD の技術的進展はかくして GaAs IC のように光 IC に直接到達するだろうか。LD をトランジスタの歴史に照合してみた場合 LD はどの辺まで進んでいるのだろうか。やっと点接触形から合金形トランジスタに進み量産が始まろうとしている段階というのが大方の見方である。量産性の良いプレーナ拡散形、そして初めて少規模の IC に進むだろうという意見である。

まず LD の諸特性は GaAs FET とは比較にならない位、材料構造に敏感であるにもかかわらず、完全結晶技術、2 元化合物半導体基板上に光と電流の閉じ込めのために多層膜を積上げるヘテロ接合技術、格子整合技術などの理解知識が不十分である。長波長、可視 LD の高い温度依存性の原因がつかめてないなどは 1 例にすぎない。次に LD はトランジスタのように用途によって分化し、使用目的に沿って発展し、技術的に広く深く成熟する必要がある。加工、書込み用 LD としては共振器 LD、クラック形 LD、フェーズドアレー形 LD などで 10~100 mW の出力が期待できる。

現在の実用 LD の波長範囲 0.78~1.6 μm を 0.6~2 μm まで広げるには、GaAlAs, InGaAsP のほか、AlGaAsP, AlInAsSb, InGaAsSb などの材料を使いこなさなければならない。光ファイバ通信の光源/ファイバの組合せは、LED/プラスチック 又はガラス多モードファイバ、縦多モード LD/多モードファイバ、縦単一モード LD/単一モードファイバなどに分けることができるが、これらの中で、縦多モード LD が未開発であること、縦単一モード LD は変調時に多モード化し、電流レベル温度などの変動でモードジャンプが起こるなどの問題点が指摘されている。

縦単一モード LD については超短共振器 LD とか、DFB, DBR LD のように高 Q 共振系を付加した固定単一モード LD が実用化されねばならない。光ディスク読取用 LD は反射光の再入射で LD の発振モードが乱れ雑音が増加するが、これを改善するために縦多モード LD スペクトル幅の広い LD などのいわゆるインヒーレント低雑音 LD の開発が必要である。LD 製造の将来技術としては、現在の液相エピタキシを MOCVD 法に変えて量産性を高めること、へき開共振器端面をエッチング鏡面に変えるあるいは面発光 LD の形にして量産性の高い構造にすること、結合系などのマイクロオプティクスを含めた自動組立技術を開発することなどが重要なものとなろう。

さて、集積化のためには LD そのものの一層の低電力化を進めなければならない。事実 サブミリアンペアで動作する LD の可能性はないわけではない。光 IC の基本は化合物半導体基板中によく制御された低損失の光導波路の製作プロセスの確立であるが、このためには MBE 技術、EB 技術が不可欠となってくる。この種の技術の 1 つの標的として 30 Gb/s (G ビット/秒) という GaAs IC と LD、光 IC が結合した超高速波長多重光伝送システムが考えられる。

### (3) 太陽電池

GaAs は Si より バンドギャップが大きく太陽のエネルギースペクトルのより強い領域の光を変換するので効率が高く、耐熱性も良い。光の吸収係数が大きく動作層が薄くてよいので、放射線によく耐える。このため集光形太陽電池や人工衛星用太陽電池としての使用が進むであろう。GaAs 太陽電池の価格低減のためには、グラファイトなどの低価格基板に気相成長法で数  $\mu\text{m}$  の GaAs 薄膜を作ったものが開発されていくだろう。

## 4.3 新規の素子

シリコンによる超 LSI は今後ともコンピュータを中心とする各種情報処理機器の中心を占めるが、その集積度や処理能力の点で限界に近づきつつあり、新しい材料による新機能素子が必要となる。特に、超高速素子の開発が望まれる。近い将来において期待される素子としては、ジョセフソン素子、3 次元回路素子、超格子素子がある。

### (1) ジョセフソン素子

ジョセフソン素子は液体 He 温度 (4.2 K) での超伝導トンネル現象を利用した素子であり、基本材料として Pb や Nb などが用いられる。この素子のスイッチング時間はシリコン素子より極めて短く、高速動作が可能となる。この高速動作を利用したジョセフソン論理集積回路が開発されつつある。スイッチング動作制御方式としては磁場制御と電流制御方式があるが、集積化の観点から SQUID を利用した素子が注目され、各種の論理回路が検討されている。当然、ジョセフソン素子は記憶素子としても有望であり、高速、高集積化へと発展しつつある。システムへの応用の面では低消費電力などのメリットがあるが実装などの面では多くの解決すべき問題点がある。

### (2) 3 次元回路素子

シリコン LSI の高集積化は微細加工、デバイス物理などの面から限界に近づきつつあり、次世代の超大形システムの情報処理量の増大、機能の多様化に対応して開発されつつあるのが 3 次元回路素子である。各種能動集積回路を立体化し、しかもシリコン以外に化合物半導体などの材料を複合化して新機能をもたらし、各種センサ機能をも集積回路内に組込む。この 3 次元回路素子はシリコンの超 LSI の延長上にある第 1 世代素子と GaAs などの化合物半導体を複合化する第 2 世代素子に分類される。最終的には超大容量記憶素子や多機能及び人工知能級の機能素子の実現が期待され、将来のコンピュータをはじめ各種システム、機器に革命的な効果をもたらすものと期待される。

3 次元回路素子の実現には絶縁膜上への単結晶形成技術、多層間の信号処理技術、機能複合化技術をはじめとし、全く新規の設計、デバイス、プロセス、評価などに関する技術開発が必要となる。

### (3) 超格子素子

超格子素子は、ジョセフソン素子ほどの高速性はないが、シリコンより数倍の高速性を示す GaAs 素子より更に数十倍の高速動作 (77 K) が可能と考えられている。素子構造は、例えば AlAs と GaAs 層を分子線エピタキシャル法などにより数オングストロームから数十 オングストロームの厚さで交互に積層したものであり、高速スイッチング素子、超高速

周波発振素子、遠赤外レーザ素子など広い分野での応用が期待でき、集積回路化により超高速コンピュータへの応用も将来考えられる。

以上述べた 3 つの素子は次世代の新機能素子として、その工業的応用に多大の期待が寄せられる“夢多き素子”である。

## 4.4 光エレクトロニクス IC

1970 年に初めて低損失光ファイバと室温連続発振半導体レーザダイオードが出現して以来、光ファイバ伝送及び光素子部品に関する技術の進歩はめざましく、あらゆる分野の通信、計測制御システムとして実用化が進み光産業として急速に市場が拡大している。当社においても光データウェイなどの多モード光ファイバ伝送システムとともに、レーザダイオード (LD)、アバランシェホトダイオード (APD) などの半導体光素子や光スイッチ、光分配器、光アイソレータ、光素子-光ファイバ結合器などのマイクロオプティック光部品の開発と製品化を行ってきた。

しかし精密センブリによって作られるこれらの単一機能の光素子、個別光部品は、単一モード光ファイバによる将来の高速光伝送システムには不十分であり、どうしても光集積回路 (光 IC) が必要となる。また人工知能にも模される将来の超高速情報処理システムにおいても、情報処理機能に優れた電子回路と低損失性・高速性・並列処理性に優れた光回路とを結合させた光エレクトロニクス IC が、GaAs IC、3 次元 LSI、ジョセフソン IC などとともに Si 超 LSI 技術の延長線上の処理速度、集積密度における物理限界をりょうが(凌駕) しうるハードウェアとして最有希望視されている。

当社においてもそうであったように、初期の光 IC の研究は専ら強誘電体や誘電体の薄膜又は拡散層による光導波路を利用した導波形の光スイッチや光方向性結合器の集積化に向けられていたが、光源などの能動素子がないこと、超微細サブミクロン加工技術の精度によって性能が決まるなどの理由により実用水準には達していない。光エレクトロニクス IC の基板材料としては、①直接遷移形のバンド構造をもち発光吸光の効率が高い、②電子移動度が大きい、③半絶縁性基板をもつ、④エピタキシャル結晶成長により多層のヘテロ接合が得られる、⑤電気光学効果、ガン効果などの機能をもつことなどの多くの特長をもつ、GaAs を中心とする III-V 族化合物半導体が最も有望である。

まず第 1 段階では、LD やホトダイオード (PD) などの光素子と駆動電子回路とをモノリシックに集積化し、電気信号を光信号に変換して伝達したり、光信号を電気信号に変換して增幅、変復調、演算などの処理を行う、光伝送用中継器としての光エレクトロニクス IC が実現されるであろう。このためには光導波路、導波形光素子及び高速 GaAs IC の開発とそれらの集積化技術が必要である。

第 2 段階の光エレクトロニクス IC としては、光波の実時間並列処理性を生かした光高速フーリエ変換器、相関器、スペクトル解析器などや、光センサなどの信号処理のための光 A/D コンバータ、光コンパレータなどが目標となり、導波形光素子とともに表面弾性波による音響光学素子、電気光学効果による光変調素子などの開発が必要となる。

第 3 段階の光エレクトロニクス IC としては、「超格子」光双安定素子にサブピコ秒光パルス技術を利用した超高速光論理演算回路のようなデジタル光情報処理及び将来の光コンピュータを目指す研究開発が中心となるであろう。

## 4.5 記録素子

磁気記録は記録密度が高いことからビット当たりの価格が安く、また記録内容の不揮発性という特色をもっており、コンピュータ用周辺記憶装置、録音、録画などに利用されている。磁気ディスク装置は、高

速かつ大容量記憶装置としてコンピュータ周辺記憶装置において主力的な位置を占めているが、近年の情報化時代の進展とともに増えつづける情報を蓄えるために、ますます記録の高密度化による大容量化が要求されている。この要求にこたえていく上で薄膜磁気ヘッド、薄膜磁気ディスクの開発が重要な課題である。

成膜技術、ホトリソグラフィ技術により製作される薄膜磁気ヘッドは高密度記録が可能であり、一括生産によるコストダウン、写真製版の利用によるマルチトラック化が可能など多くの利点をもっている。当社においても磁気抵抗効果形ヘッドと誘導形ヘッドを積層により組合せた複合形ヘッドを開発し、性能向上のための研究をつづけている。磁気ディスク装置における薄膜磁気ヘッドの技術は、録音、録画の分野にも波及効果を与える。録音、録画の質を高めるため音声、画像をデジタル信号化して記録する技術が開発されているが、実用化には記録の高密度化が必要であり、マルチトラックが可能な薄膜磁気ヘッドの開発は、デジタル録音、録画の実現を早めると考えられる。

また、現在の磁気記録方式はほとんど面内方向の磁化を利用して、減磁作用のため記録の高密度化には一定の限界がある。そこで減磁作用をなくすため膜面と垂直方向に磁化させる垂直磁気記録方式が提案されており、現用の磁気ディスク装置と比較して1桁から2桁高い記録密度が可能である。記録媒体、垂直形ヘッドの開発など解決すべき課題もあるが、次に述べる光メモリなどとともに大容量メモリの有力な候補として期待される。

光ディスク装置は、記録再生にビーム径を数  $\mu\text{m}$  以下に絞ったレーザ光を用いるため、現用磁気ディスク装置に比べ1桁から2桁高い記録密度が可能となる。このような光記録技術は既に光学式ビデオディスクにおいてアルゴンレーザを用いた金属膜の穴あけによる原盤作成法や半導体レーザを用いたおうとつ(凹凸)反射面からの信号再生法といったかたちで実証されている。しかし、大容量ファイルメモリ用光ディスク装置としては記録内容の部分的書換えのできること、及び半導体レーザを用いた記録再生のできることが望まれる。そのためには光磁気記録材料など新しい記録材料の開発が必要である。

#### 4.6 表示素子

カラーテレビや、VTRの発展、普及にとどまらず、産業用、公共用などの分野で各種機器のエレクトロニクス化に伴い、表示素子の重要性が増している。そのため、高解像度化、小形化、大画面化などに向けて今後ますますデバイスの開発が進むものと考えられる。

CRTでは、高解像度化のためにハイインビーム、ハイインピッチのシャドウマスク、ビームペネトレーションチューブなどの技術開発が進められている。また、けい光体の残光時間を長くして画面の“ちらつき”をなくしたり、耐劣化特性を改善して長寿命化が図られている。また全体的に高輝度化が進められるることは勿論であるが、細ネックCRTや低電圧加速けい光体の採用によって省電力化も推進される。

CRTは一般用テレビ以外にコンピュータの端末器として大幅な適用拡大が進んでいるが、更に例えれば耐震構造を併用して航空機搭載用などへの利用や監視盤や公衆サービス・広告媒体用として大画面情報システム《オーロラビジョン》への進出が期待されよう。

液晶表示素子は低電圧駆動が可能であり、LSIとのインターフェースも容易で、更に消費電力が小さいことから電卓、腕時計をはじめとして各種機器のインジケーターとして使用されている。当社では液晶の動作電圧の低下、応答速度の高速化、動作温度域の拡大など従来の特性の改良を図り、計算機の端末表示や自動車用表示装置などの実現を目指し研究を進めている。更に無色の液晶に2色性色素を添加し

てカラー表示を行う方法についても研究しているが、これは液晶表示素子の欠点である視野角依存性を大幅に改善することができるという期待ももっている。従来からの夢であった薄形液晶テレビも近い将来実現すると考えられる。

エレクトロクロミックディスプレイ(ECD)は電圧印加による酸化・還元反応によって物質の色が可逆的に変化する現象を利用した受光形ディスプレイである。ECDは鮮明な色彩表示が得られる、メモリ機能を有する、大画面の表示ができる、視野角依存性がないので見やすいなどの特長をもっている。当社ではEC材料を膜中に組込んだ膜状有機ECDの研究開発を進めている。この系ではECD物質の移動を伴わないので高速応答性が実現し、またEC物質の選択が自由になるので多色化が可能になると考えられる。広告媒体、交通・通信機器表示などの大画面表示、電子計算機端末、ワードプロセッサなどの中形表示などへの適用が計画されているが、将来は薄形テレビの開発も考えられる夢のディスプレイである。

#### 4.7 センサ素子

センサに対する関心は近年急速に高まり、1980年代の重要な技術の一つとして注目をあびている。これは高性能、低価格のマイクロプロセッサが出現し、あらゆる分野でその利用が高まるにつれ、情報の取入れ口であるセンサの重要性が認識されたものであろう。今後コンピュータリゼーションの進展に伴い、人間に代替して外部情報を検知するインテリジェンス機能として、センサの重要性は更に高まると予想される。

温度、ガス、酸素、湿度、圧力などを検知するいわゆるふんい(霧囲)気センサは生活機器の快適性、防災対策、エネルギー節約、自動車のエンジン制御など広い用途が期待される。この分野のセンサは、材料面では半導体などの無機材料が中心となっており、その材料の物性を利用して、用いる材料や使用条件によってその特性が大きく変化する。当社では感湿特性の優れた新しいセラミックス(水酸アパタイト)を開発し、この材料を用いた温度センサを開発した。このセンサは、①高感度、②高速応答性、③加熱クリーニング、④高い安定性、⑤無公害材料などの特長をもち、各種機器への応用が期待される。更に酸素センサの開発も進めている。酸素センサは、差し当たり空燃比の検出を目的としているが、従来の当量点検知センサとは違って、空燃比をきめ細く制御することのできるアナログ出力形のセンサの開発を指向している。霧囲気センサが今後色々な分野の制御システムに取入れられるためには、センサ個々の高精度化を図る一方、センサ機能の複合化、集積化が今後の開発の方向であり、そのためには材料面を中心に活発な研究が進むものと考えられる。

センサに対するニーズの1つにリモートセンシング、非接触のセンサがある。現在非接触センサとして光ファイバの特長を生かした光ファイバセンサが注目されている。当社では光ファイバの無誘導性、優れた電気絶縁性に着目し、高電圧下の電流、電圧の計測装置の開発を進め、ファラデー効果を用いた磁界強度測定装置の開発に成功した。現在、SN比30デシベルで3ガウスの磁束密度の計測が可能であるが、更に高感度をめざして研究開発を進めている。

また、GaAsやCdTeなどの光学吸収端の速度変化を応用した超小形の光ファイバ用光温度センサを開発し、-30~250°Cの測定範囲で±3°Cの精度で測定が可能なものが得られた。この開発により実動中の電力機器における温度測定の実用化が有望である。更に、光ファイバを利用してレーザ・ドップラー速度計を開発した。この速度計は、液体の流速を高い空間分解能で計測できるので、流体の精密な

速度分布の測定など応用面の発展が期待される。今後も、当社の光通信技術を活用して、優れた特長を有する非接触センサの開発に向けて発展させていきたい。

#### 4.8 機能性有機材料

半導体分野における高分子材料は封止樹脂のようなパッケージング材料として広く使用されている。当社は半導体素子の機能及び信頼性の向上をめざして高分子材料を素子の一部として使用する研究を進めている。現在問題となっているα線による大容量記憶素子のソフトエラー対策として、高純度のポリミド膜をコーティングすることにより解決した。また、素子の多層配線の絶縁膜やパッシベーション膜としての適用も図っている。特に層間絶縁膜として高分子材料を用いると、無機材料に比べ成膜が容易でピンホールの発生が少なく、素子の平坦化が得られ、またその上の配線パターンが容易になることから、半導体素子の高密度・高集積化に好適となる。今後、更に耐熱性向上、高純度化を達成することは勿論のこと、更に新しい機能を付与した高分子材料を開発し、半導体素子の高性能化をめざしていく。

炭素繊維強化プラスチックス(CFRP)は軽量、高剛性、高強度などの優れた特性により、宇宙・航空などになくてはならない材料になっており、工業材料として今後の展開が期待されている。しかし、CFRPには炭素繊維とマトリクス樹脂との界面、マトリクス樹脂、成形法などに解決されねばならない問題もまだ残っている。CFRPなど複合材料の使用に際し高い性能・信頼性を得るにはシステム設計、構造解析、材料設計、製造技術、評価技術などが有機的に統合された技術基盤が必要である。当社においては、総合電機メーカーとしての各種技術分野の連携のもとに開発研究を行なっており、人工衛星用超軽量太陽電池パドル、電波望遠鏡用大形パラボラアンテナなど、高度の耐環境性、精度、信頼性の要求される軽量構造物への展開を図っ

ている。

海水の淡水化、人工透析などで知られる選択透過膜を用いた膜分離技術は省エネルギー、省資源の観点から注目され、今後の研究開発の成果が期待される分野である。当社においては、多孔質素材と親水性高分子を組合せることにより、高透湿、低透気という広義の気体の選択透過膜を開発し、《ロスナイ》の全熱交換素子に適用した。今後はこの技術の延長として、空気中の酸素富化、石炭ガス、天然ガスの成分の分離などを指向する気体選択透過膜の開発研究を進める方針である。将来は省エネルギーをめざしたバイオマス発酵によるアルコールの分離濃縮や石油成分及び炭化水素の分離精製などに用いられる液体選択透過膜への展開も考えられよう。また、膜による海水中のウランの採取なども考えられるが、このようなイオン選択透過膜開発の技術的方針として選択透過させる物質のキャリヤとなるような成分、例えば金属錯体などを膜に含有させて選択性と透過速度を同時に向上させることを考えていきたい。

以上、電子デバイス・材料の技術分野における現状及び将来の展望について述べたが、この分野はまさに今後「技術立国」を目指す我が国、次世代産業基盤そのものであり、資源・エネルギー源とともに海外に多くを依存する我が国にとってもっとも効率よく海外諸国と共生共栄して行くための代表的技術分野と言える。

したがって現在、通商産業省や科学技術庁が中心となって展開されている各種の国家プロジェクトも電子デバイスや機能材料に関するものが多く、従来の欧米技術追随から脱却し、我が国自らの本物の技術を創り出して行こうという国家的気運が高まっている。

これらのプロジェクトに対し、当社も国の助成と指導を仰ぎながら、当社自らの課題として最善の努力をつくす所存である。

(岡 久雄)

## 躍進する当社事業

### 1. 重電関連事業

電力需要は経済の安定成長の下でも生活水準の向上や産業の高度化に支えられ、着実に増加の傾向にある。新・蓄・省 エネルギーの技術開発促進は電力分野における緊急の課題となっているが、この問題の解決には今しばらくの年月が必要でありこれに対処する電源開発として、原子を中心とした火力・水力などの既存電源による電力の安定供給が必要である。また電源の大容量化と遠隔地化により送電もより高電圧化されることになるが、来るべき UHV 送電時代に備える必要がある。このような状況の下で、信頼性向上と新技術開発を課題に、製品あるいはシステムの開発と製作に取組んでいる。

一般工業の分野では 1973 年の石油ショック以来不振を続けていた民間設備投資は、近年に入りやや活発化を取戻しつつある。しかし設備投資の内容は、高度成長時のよな能力増強形投資から大きく転回し、省エネルギー、省力化、合理化関連投資が主流である。したがってこのような市場構造の変化に対応した製品の技術開発が必要であり、特にエレクトロニクス技術を駆使したシステムや装置に力を入れている。

昇降機市場における技術開発課題は省エネルギー化、電子化となるが、巨大地震が予測される折から、安全性の向上が要求されている。安全対策は総合的には検討段階にあるが、個別には色々と工夫された機器を開発している。

交通業界では、鉄道の持つ輸送効率、安全性、定刻性の良さから新幹線に代表される都市間大量輸送分野や、東京、大阪などの大都市地下鉄、及び中都市における新交通システムなどの分野において、着実に発展してきており、今後も比較的安定した市場の需要を見込むことができる。技術的には、エレクトロニクス技術を駆使したもの、省エネルギー化に寄与する製品やシステムの開発を重点的に進める。

輸出においては、中近東、東南アジア、中南米向けを中心に順調な伸びとはなっているが、石油問題にかかる経済成長率の低下、発展途上国における国産化、輸入規制などにより輸出環境の悪化が予想される。このような事態に対処するため、ビジネスの多様化を図るためのシステム化及びプラント化技術の一層の強化と新しいビジネス分野に必要な技術開発を推進している。

#### 1.1 発電プラント

発電プラントにおける主要テーマはまず信頼性向上であり、高効率化である。

関西電力(株)大飯原子力発電所の 1、2 号機(図 1.1)は 1,175 MWe の出力をもつ大容量機であるばかりでなく、プラントの主要機器及び制御装置、保護装置には最新の技術が採用されている。また九州電力(株)玄海発電所 2 号機(559 MWe)、四国電力(株)伊方発電所 2 号機(566 MWe)をはじめ現在設計段階にある九州電力(株)川内発電所 1、2 号機(890 MWe)、関西電力(株)高浜発電所 3、4 号機(870 MWe)などの原子力プラントに納入される機器についても国産化率の一層の向上を図っており、安全性、信頼性の向上を目的として防火、分離、耐震に関する設計を強化している。更に計装

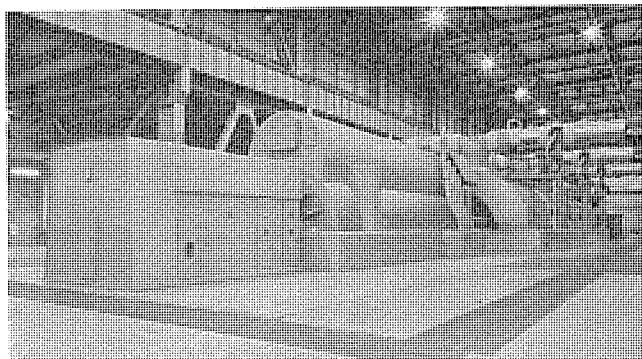


図 1.1 関西電力(株)大飯原子力発電所納めタービン発電機

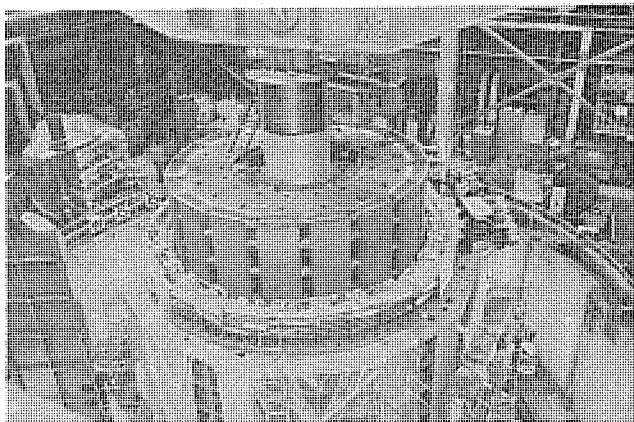


図 1.2 四国電力(株)本川発電所納め発電電動機

制御装置にソリッドステート化あるいはデジタル化といった最新技術を使用し、プラントの信頼性向上を図っている。

火力発電プラントとしては東京電力(株)袖ヶ浦火力発電所 4 号機(1,164 MVA)を納入したが、この発電機は信頼性向上のため機械的支持方式の強化、絶縁材料・絶縁方式の改良を行っているほか、発電機のプライマリ機用ブラシレス励磁機に 2 軸受方式を適用し振動に対する性能の向上を図った。

水力発電プラントの主要な技術課題は揚水発電機の高速大容量化を達成するための軸振動解析と軸受剛性、冷却性能の向上である。世界屈指の高速大容量機となる四国電力(株)本川発電所発電電動機(316 MVA/320 MW)(図 1.2)は基礎試験として 1/5 モデルによる通風冷却性能試験を実施し、このたび製品を完成した。

発電機においては、将来も引き続き信頼性向上と高効率化が中心課題であり、ロータ水冷発電機あるいは超電導発電機へとつながっていくものと考えられ、基礎研究を行っている。既に完成した 6.25 MVA 超電導発電機に引き続いて 30 MVA 同期調相機を開発中である。

#### 1.2 送変電機器

変圧器の主要テーマは大容量化、コンパクト化及び低騒音化である。技術開発課題として絶縁、温度上昇、油流、短絡強度及び振動・騒音などがあげられる。これら諸現象の解明は電子計算機による理論解

析、基礎モデル若しくは部分モデルによる現象解析、更に実規模器での実証試験によって行われる。特に実規模器については上記技術課題について徹底的に検証試験を実施し、その性能あるいは裕度、信頼性を十分に(把)握し実器製品に反映させる。

このようにして製作された変圧器として東京電力(株)に500/275kV 1,500/3 MVA、関西電力(株)及び中部電力(株)に500/275kV 1,000/3 MVA、九州電力(株)及び中国電力(株)に500/220kV 1,000/3 MVA それぞれ単巻変圧器を納入した。最近の情況にかんがみ、各変圧器とも耐震設計を特に考慮するとともに、最新の解析技術を駆使して損失ができるだけ小さくなるよう配慮を加えている。

ガス絶縁開閉装置は、既に72~550kVにわたり多くの製作実績を有しているが、更に縮小化、高信頼度化、保守の省力化などについて多くの新技術を採用した新形GISを開発し製作した。これらの新技術開発としては、ガス絶縁母線、大容量しゃ断器、3相一括化ガス絶縁計器用変圧器などの開発・製品化があげられるが、ガス絶縁機器の保守の信頼性向上を目的とした内部診断技術の開発は、GISの技術開発の1つの方向として特記すべきものである(図1.3、図1.4)。

系統制御・保護の分野では高信頼度化、高速度化が重要な課題である。電力会社では、ますます大容量化、複雑化する送電系統に対処し、より高性能なシステムの開発が必要である。当社は東京電力(株)に拡大、複雑化する電力需要に応じて電源・基幹系統計画の立案策定業務を可能とする系統計画策定システムを、また、九州電力(株)西九州変電所に自所変電所と周辺変電所の監視制御の高度化を図った監視制御システムを納入した。

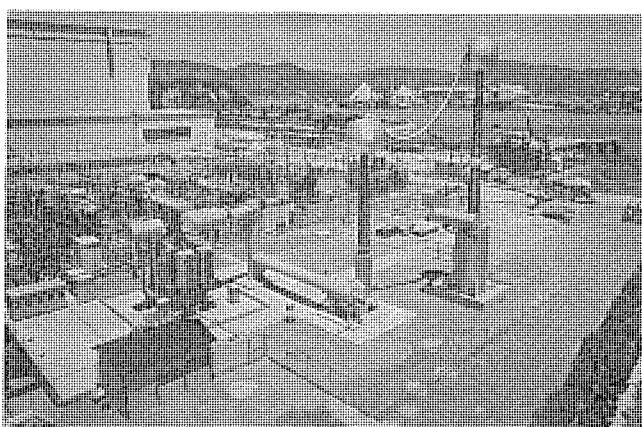


図 1.3 UHV 試作変圧器及びガス絶縁開閉装置  
試験モデル長期課電

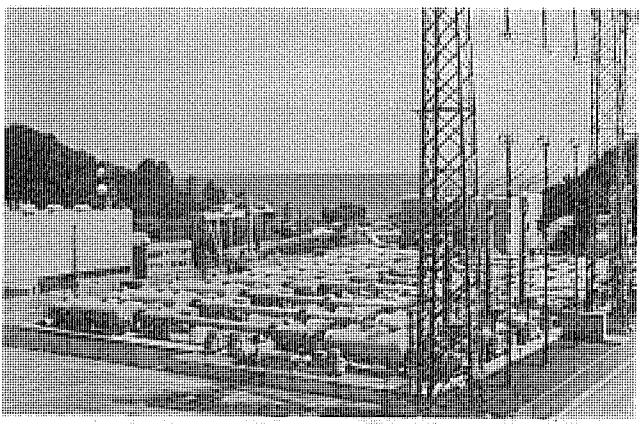


図 1.4 関西電力(株)大飯原子力発電所納め  
550 kV ガス絶縁開閉装置

### 1.3 産業用電機品、計測・制御と環境

最近の産業用電機品関係の技術動向の特徴としては、マイクロプロセッサの応用技術がはん(汎)用化し、各種制御装置に広範囲に適用されていることである。シーケンス制御におけるプラントコントローラ、計装制御におけるDDC制御装置の適用は一般化し、電子計算機を含めデータリンク装置により最適のシステムが容易に構成できる。

これらの最先端技術は製鉄分野を中心に広く応用されている。例えば、昭和55年、日新製鋼(株)呉製鉄所更に韓国浦項綜合製鉄(株)納めホットストリップミルにおいて相次いで、通板1本目からの計算機設定による自動圧延に成功した。これらプラントは電子計算機《MEL-COM 350-50》、プラントコントローラ《MELPLAC-50》及びデータウェイを用いた最新鋭制御システムであり、配線工事量の削減と現地調整時間の短縮を図った。また、プラント立上がり時から計算機設定による通板を可能とするため、これら計算機、プラントコントローラを含む各種電機品並びに機械設備の全システムをトラッキングシミュレータを用いて模擬圧延を行い、計算機圧延を可能にした。一方、計算機単独システムとしては、新日本製鐵(株)君津製鉄所向け広域分散形コンピュータシステムを納入した。

計測と制御の分野においては、デジタル計装制御装置《MACTUSシリーズ》を鉄鋼、化学、セメント、下水処理をはじめ多方面に納入しつつある。これらのシステムはシリーズ化されたコントローラと監視システムを有し、顧客の要求に応じた最適なシステムを実現することができる。近年のプラントの省エネルギー、省資源化に合わせて小規模ながら複雑、高度な制御が要求されるプロセスが増えており、このようなプロセスコントローラのニーズは今後ますます増えてくるものと思われる(図1.5)。

交流可変速電動機の応用は、省電力及び保守の省力化という社会的要請からも注目を集めている。可変電圧可変周波数電源装置(VVVF)による交流電動機の可変速制御装置は、風水力設備の流量制御の適用分野において需要を拡大している。

生産機器の分野においては、金型生産の工程短縮、自動化及び高精度化を目指した全自動NC放電加工機(図1.6)を開発した。本

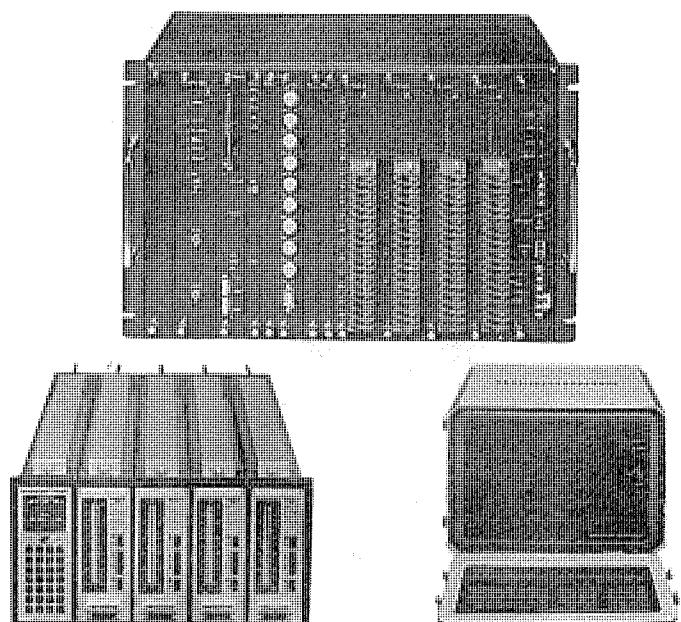


図 1.5 マルチコントローラ《MACTUS 610》

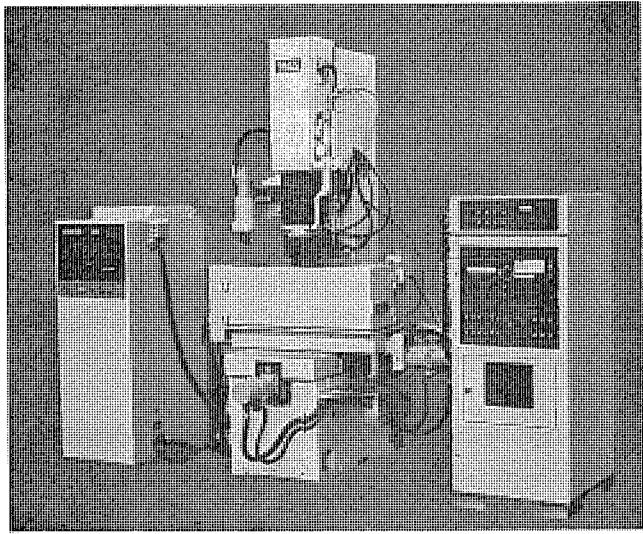


図 1.6 全自動 NC 放電加工機

機は自動的な高精度位置決め機能や加工機能を有し自動的な電極の交換・位置補正機能をも有している。

#### 1.4 エレベーター・エスカレーター

建設関係の需要は公共企業体建築物・民間マンションを中心として回復基調がみられているが、このような建築業界の動きの中で、ビルディングは高層化・大形化の傾向もあり、ビル設備に対しては、快適な環境づくりと災害時の安全性をより経済的に実現することが要求されている。これらの社会的要望をもとに、省エネルギー化、電子化及び安全性の確保を基本に技術開発を進め、数多くの新製品を開発し市場へ送り出した。

乗用エレベーターとして世界最高速 600 m/min のものを池袋副都心にしゅん(竣工)した「サンシャイン 60」ビルに納入したが、これは高性能速度制御、制振、風音の抑制などの技術開発を達成したばかりでなく、乗心地、静かさ、安全性及び信頼性についてもトップレベルのものと評価されている。

エレベーターサービスの改善と性能、信頼性向上を目的として、全電子化群管理エレベータ “OS システム 2100” が(株)三菱銀行本館ビルでか(稼)働開始した。このシステムはモータ駆動部、各台のエレベーターの制御部、複数のエレベーターを管理する群管理部の 3つをすべてマイコ

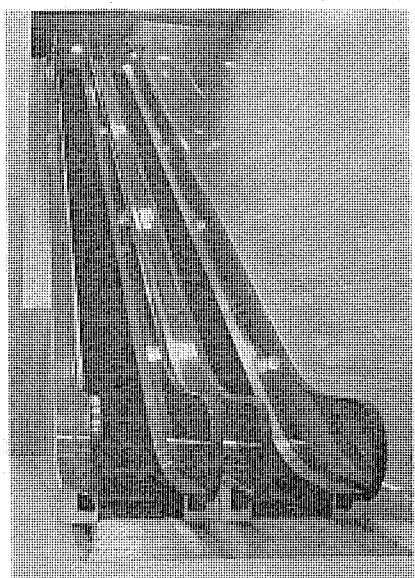


図 1.7 (株)三菱銀行本館納めモジュラーエスカレーター

化、電子化したものである。

一方、エレベーターの大多数を占める規格形エレベーターにおいて、《エレベットアドバンス》は省エネルギー化と安全性のニーズにこたえてマイコン化による省エネ、万が一の場合でも最寄階に乗客を運ぶ装置を備え安全性を確保している。

省エネルギーは大きな社会的要請であるが、このニーズにこたえて省エネルギー・省スペースを実現したモジュラーエスカレーターを開発し多数台納入した。モジュラーエスカレーターは、従来の駆動機構を一新しコンパクトにユニット化した駆動装置を傾斜トラス部分に収納し、階高に応じてこの駆動ユニットを必要数だけ追加することにより、低揚程から高揚程まで同一設計が適用できるようにしたものである(図 1.7)。

#### 1.5 電気鉄道

電気鉄道はエネルギー効率の良い交通機関として高い評価を受けている。これにこたえて、未来を指向した新しい交通機関の技術開発を強力に推進しており、一方、在来の鉄道システムにおいても、快適性、信頼性の向上と省エネルギー、省力化への努力を続けていく。

未来指向の最先端をゆく超電導磁気浮上式鉄道は、日本国有鉄道宮崎実験線において、昭和 54 年 12 月に逆 T 形断面で世界最高速度 517 km/h を達成した。引き続き昭和 55 年初めより U 形断面軌道への改造が進められ昭和 55 年 11 月に約 4 km の走行路を使って U 形軌道用車両が初めて走行した。これらの中走行試験と併行し、将来の営業線の基礎となる編成走行に向け、超電導電磁石、車載冷凍機、制御装置、伝送装置、地上電源装置などシステム構成及び構成要素についてより一層の高性能化を目指し、研究開発を進めている。

都市内及び近郊の交通事情改善のための新しい手段として開発された新交通システムは、ゴムタイヤ車両を用いる中量軌道並びにモノレールの実用線が各地に建設されている。神戸新交通(株)の神戸ポートアイランド線は、この 3 月から開催されたポートピア '81 の足として利用されている(図 1.8)。

新幹線としては東北・上越新幹線用電車の生産が進められている。これはこう(勾)配や降雪の多い線区に適する性能・構造を有し、最新の技術を導入した新しいタイプの電車である。

在来の鉄道の各分野でも、新技術、新製品の開発・導入を積極的に行っている。省エネルギー効果の大きいチョッパ制御装置の普及は目覚しく、交流主電動機インバータ制御方式の開発は急ピッチで進んでおり、また回生電力の効率的活用を可能とするフライホイール式電力線電力蓄勢装置も開発された。電鉄変電所や、き電設備の静止化、自励式の電車用主変圧器、車載モニタリング装置や多機能の乗車券印刷発行機など、省力化と信頼性向上に貢献する新製品も開発された。

(三浦 宏)

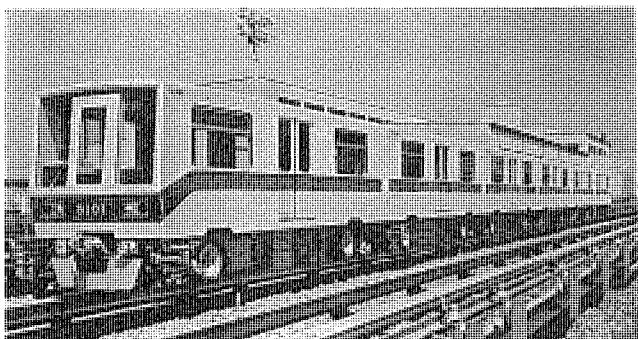


図 1.8 神戸新交通(株)神戸ポートアイランド線新交通システム車両

## 2. 電子関連事業

電子機器は、通信、画像、情報処理、計測などの技術開発を軸として、これに半導体を始めとする材料・部品技術及び加工・組立などの生産技術の進歩に支えられて飛躍的な発展を遂げてきた。これと同時に需要分野も拡大し、行政、流通・金融、資源・エネルギー、環境、医療、教育、生産、娯楽、生活など広範な分野にわたるようになつた。このため電子機器とそのシステムに対し、より使いやすく、より安価なことが要求されこれが更に一層の技術進歩を促してきた。

今後の電子関連事業は、宇宙通信、光ファイバ伝送、パターン認識、超LSI、レーザ応用など有望な技術の芽をもち、宇宙・海洋開発、サイバネーション社会、メディカルエレクトロニクス(ME)、無人化工場(MUM)など巨大な適用分野を見込めるところから、更に飛躍的な発展を遂げるものと期待している。

### 2.1 防衛関連

昭和27年、船舶用及び気象用レーダの研究着手に引き続いて護衛艦とう(搭)載の対空レーダの国産化を手始めとして各種射撃管制装置(FCS)、ミサイル、逆探装置(ECM)など、防衛関連電子機器の研究生産を行っている。

#### (1) 射撃管制装置(FCS)

陸上用では我が国最初の純国産軍用デジタル計算機による野戦特科射撃指揮装置の量産化を行ったのをはじめ、双連高射機関砲用、戦車用など各種FCSを生産し、更にシステム性能の高い新方式FCSも試作完了している。護衛艦用としては3/5インチ砲管制用FCS、ミサイル管制を含めたFCS及びこの情報処理システム、個艦戦闘指揮システムとしての目標指示装置も生産中である。また、戦闘機用としてもF-86、F-104、F-4EJ、F-15J用など各機種対応のFCSを生産している。

#### (2) ミサイル

地対空ミサイルとしてホークシステムの改良形を生産中であり、護衛艦用として艦対空ミサイルシースパローも生産開始した。空対空ミサイルとしてはF-15J戦闘機用の生産を開始、空対艦ミサイルではF-1戦闘機用のホーミング装置を生産している。このほか社内研究としては、赤外線、レーザ、テレビの各ホーミング装置、複合／アクティブランテナなど将来システムの先行開発を行っている。

#### (3) レーダ

車載対空レーダ、沿岸監視レーダ、空港地表面監視レーダ、固定用及び移動用3次元レーダ、艦船用対空レーダ、ヘリコプター用レーダなどを生産しているほか、社内開発として各種フェーズドアレーレーダの開発を積極的に推進している。

#### (4) 逆探装置(ECM)

地上用、艦船用及び航空機用逆探装置及び水上艦用電波探知妨害装置などを生産している。この分野は各国とも技術内容を秘密にしており、我が国も独自の開発、生産を進めている。

### 2.2 宇宙関連

昭和35年から宇宙開発に着手し、各種人工衛星のほか、ロケット搭載機器、各種地上システムなど広範囲にわたる宇宙関連装置の製作実績を有し、プライムメーカー、システムメーカーとして強力な事業体制により研究開発、製品化を行っている。

#### (1) 人工衛星

昭和51年2月に打上げられた「うめ」(電離層観測衛星)をはじめ、「きく2号」(技術試験衛星II型)、「うめ2号」、「さくら」(実験用

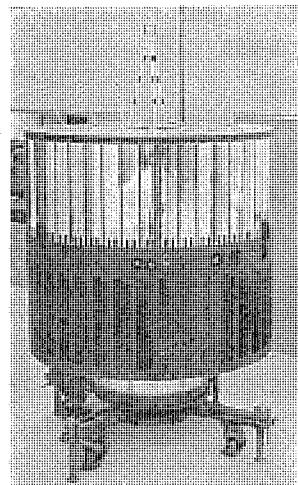


図2.1 きく3号(技術試験衛星IV型)

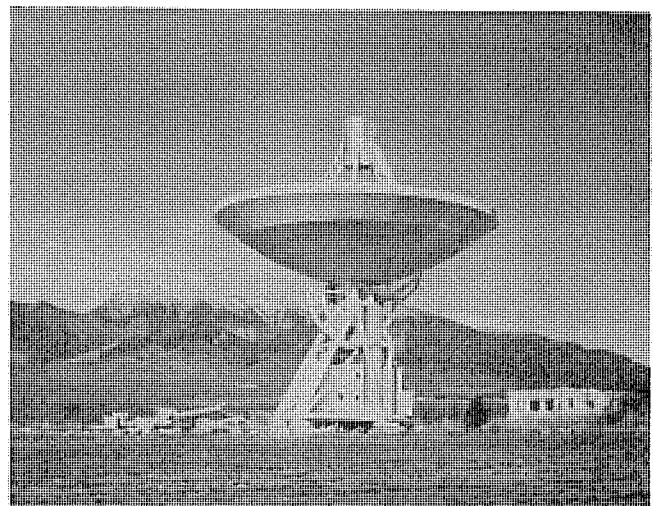


図2.2 45m電波望遠鏡

静止通信衛星)、「あやめ」(実験用静止通信衛星)、「あやめ2号」、「きく3号」(技術試験衛星IV型)(図2.1)を納入し、現在は通信衛星2号を製作中である。また衛星サブシステムとして海洋観測衛星1型の3軸姿勢制御装置、技術試験衛星III型の能動熱制御装置、更に国際電気通信衛星機構のINTELSAT-III及びV号系のテレメータ装置、電源装置、アンテナなどを製作し、その技術を高く評価されている。

#### (2) ロケット搭載機器

Nロケット、N-II型ロケット、大形のH-Iロケットなどのテレメータ送信装置を製作してきた。

#### (3) 地上装置

国際電信電話(株)の茨城、山口通信所、電波研究所鹿島支所の通信・放送衛星の主局、メキシコをはじめ世界各地の地球局などの宇宙通信地上システム、人工衛星の追跡管制地上システム及びその運用管制ソフトウェア、テレメータ、レーダ、計算機を組合せたロケット追尾・誘導システム、情報受信・処理システムなどのほか東京天文台納め45m電波望遠鏡(図2.2)など、広範囲の宇宙関連製品を開発、納入している。

宇宙産業は実験段階から実用化段階へ移行しつつあり、当社では国産化、大形化に対応した先端技術の開発とシステム対応体制の確立を推進し、3軸姿勢制御系、軽量構造体などの衛星共通機器技術とともに通信用、リモートセンシング用などのミッション機器をも含めて、通

信系、観測系各種衛星の実用化への対応を図っている。

## 2.3 通信・電波応用機器

### (1) 通信・放送機器

当社が通信機器を手がけた歴史は古く、昭和12年に船舶用無線機を開発し、のちには航空機用無線機も手がけていた。以来、移動無線の分野ではパイオニアとして常に最新の技術を導入し、実用化の先導をつとめてきた。これらの技術の蓄積が今日の移動機器に引き継がれて、FM-51シリーズ、FM-53シリーズなどの業務用車載無線機(図2.3)、MT-320シリーズ携帯無線機などが、その高信頼性、余裕ある性能、軽量性などで好評を得ている。もちろん基地局無線機についても、各種の需要に対応して供給しており、列車無線システム、自動車電話システム、など各種移動無線システムとしての納入も多数行っている。

また、多重通信装置による防災行政無線システム、構内指令電話装置、自動放送装置など需要に密着した各種通信システムの開発にも積極的に取組んでいる。

通信装置の輸出の面でも積極的なアプローチを行っており、FM放送電波を利用したポケット形呼出し受信機で、応答先がその場で分かる仕組のページングシステムは北欧に多数輸出されており、自動車電話とともに好評を得ている。

光ファイバ伝送方式も既に実用化の段階に入っているが、当社では主要部品から光ファイバ伝送システムまでの一貫した開発を行っており、各方面からの需要にこたえ各種システムの納入を行っている。

放送機器の分野では、テレビ放送の難視聴解消のためのサテライト中継装置、保守性を改善した全固体化中波放送機などのほか、音響スタジオ、FM放送局などにおける高忠実度の録音・再生のためのスタジオ用機器として、PCM録音再生装置を製品化している。これはオーディオ信号のデジタル化による忠実度改善を図ったものとして内外の注目を集めており、その普及に積極的な努力を行っている。

### (2) 伝送機器

伝送機器は広域監視制御システム《MELFLEX》のシリーズ化が完成し、電力・河川・水道・交通などの広域システムに対し幅広く適用されてきている。《MELFLEX》は伝送制御そのものにマイクロプロセッサを使い、そのマイクロプロセッサに若干のデータ処理機能を持たせ、かつマルチプロセッサ構成を可能とすることにより、小規模システムから大規模システムまで遠方監視制御機として様々なニーズにこたえられるようにしたのである。

### (3) 電波応用機器

気象レーダについては、富士山をはじめ国内各地、更に海外各国に当社製品が設置され、台風の動き・雲の分布・降雨域などの観測により非常災害に備えるために役立っている。気象レーダとして雷観



図2.3 業務用車載無線機 FM 51/53形

測レーダ、雷電探知装置、レーダ雨量計、降雨域の風向き・風速も検出するドップラーレーダなど各種の製品も開発している。

一方、航空交通管制にもレーダは不可欠のものであり、当社は国産初の3次元レーダや空港地表面監視レーダ、レーダ用カラーディスプレイなどを完成し、これらの技術により航空交通管制の自動化に貢献している。

### (4) アンテナ

昭和29年東京一名古屋一大阪間に開通した我が国最初の公衆通信用マイクロ波中継回線用としてアンテナを納入して以来、日本電信電話公社の御指導のもとに、当社はマイクロ波中継用アンテナの製作を行っている。アンテナの事業は、公衆通信の需要増に伴うマイクロ波中継回線の増大とともに、質量ともに飛躍的な発展を遂げている。使用周波数帯は4GHz帯に始まって、2, 6, 11, 15, 20GHz帯へと次々と拡大しており、アンテナ方式も最初のバスレングスレンズアンテナに始まって、パラボラ、ホーンリフレクタ、カセグレンなどのアンテナが実用化されている。日本電信電話公社へのマイクロ波アンテナの延納入台数は本年中程には5,000台に達する見込みである。今後ともミリ波帯への拡大など無線回線の発展とともにアンテナの事業の伸展が期待される。

## 2.4 電子応用機器

超音波、電磁波、放射線などの物理現象を利用して、又は計測技術、信号処理技術、伝送技術などを適用して、特定の機能を持たせた電子応用機器には、多くの機種が開発されており、広範な分野で利用されている。

超音波利用機器については、当社では多年にわたり、超音波探傷装置を中心に種々の製品の開発・製品化を行ってきたが、現在では、超音波探傷器シリーズ、超音波厚さ計などの小型軽量なポータブル式から、コンピュータを使ったオンライン自動探傷装置まで幅広い機種・システムをそろえて需要にこたえている。

マイクロ波又はレーザ光線・紫外線などの電磁波あるいは放射線を利用した機器も各種製品化している。例えば電波のトップラー効果を応用したレーダースピードメータ、レーザによる金属板などの表面検査装置又は速度計、非破壊検査用ライナック、医療用ライナック(図2.4)、燃料油中の硫黄分を測定し公害防止に活用し得るサルファーメータなど特長ある製品があり、製造、医療、公害防止などの分野で利用されている。

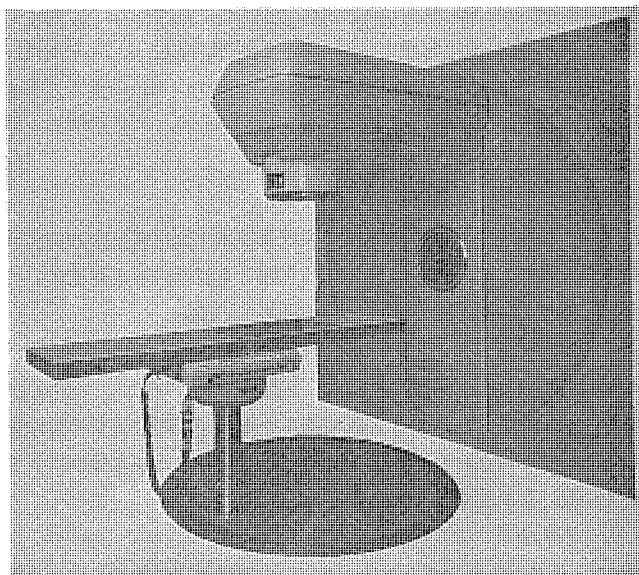


図2.4 三菱医療用ライナック ML-15 MIII形

産業用 テレビジョン 装置 (ITV) は、今日では極めて広い分野で利用されている。当社 ITV の製品群はこれら利用面に対応して多種類の カメラ、モニタ をはじめ、操作器、使用環境別の カメラケース その他の付属機器を用意して種々の使用条件に応じている。

画像信号処理技術も今後一層重要な技術となろう。パターン 計測選別 システム は形状計測、形状判定、パターン 照合などの機能をもち、農水産物の選別・仕分、工業部品の良否判定、外装の印字文字照合などの用途に利用できるものである。従来目視による作業の問題を解消できる システム として今後の発展が期待される。

このほか、医療電子応用装置 (EM) についても、これまでに培った技術をもとにして積極的な開発を行っており、今後各種新製品を順次市場化する予定である。

## 2. 5 電子計算機

電子計算機はその誕生以来、使用素子の進歩に合わせて急速に発達してきたが、ここ数年間の展開は LSI の集積度の増大、LSI パッケージ技術、印刷配線基板技術及びそれらを支える CAD 技術の進歩に基づく計算機の性能価格比の飛躍的向上により特長づけられる。これをはん(汎)用計算機 《MELCOM-COSMO シリーズ》の本体部の例で示せば モデル 900Ⅲ (昭和 56 年 3 月発表) はモデル 700Ⅲ (昭和 54 年 2 月発表) に比べて 8 倍以上の処理性能を実現し、モデル 800 は 1 世代前の 700 に比べて約 10 倍の実装密度を達成した。これらのハードウェア 技術は小形機の高性能化にも大きく貢献しており、《MELCOM 80》 日本語 の各 モデル、多目的 ワークステーション、ワンボードミニコンなどのヒット商品を生み出し、総合的な事業の躍進をもたらした。超LSI 技術が適用されてくるこれからの数年間は、フリップチップ実装、多層セラミック基板、LSI チップの高集積化により実装密度 10 倍、回路速度数倍の性能向上が期待される。

近年の計算機事業の躍進を支える第 2 の要点は日本語処理の定着である。《MELCOM 80》 日本語 は日本語による見やすいレポート編集作成機能、多様な日本語入力機能、文書処理機能などの多彩な日本語処理 サポート により急速に ユーザー に浸透し、発売半年で オフィス コンピュータ の主流は日本語に塗り代えられた。小形の モデル 8 日本語 (昭和 55 年 12 月発表)、大形の モデル 48 日本語 (昭和 56 年 2 月発表) の 2 モデルを加えて 《MELCOM 80》 日本語 の全 モデル の整備を完了した (図 2.5)。また、三菱の日本語 システム は、すべての機種を包含した更に大きな システム 「三菱 JS」 として確立しており、住民票の管理・サービス、保険加入者 ファイル の漢字検索、日本文の文書処理、日本語 データエントリ、日本語による伝票処理など多彩な システム

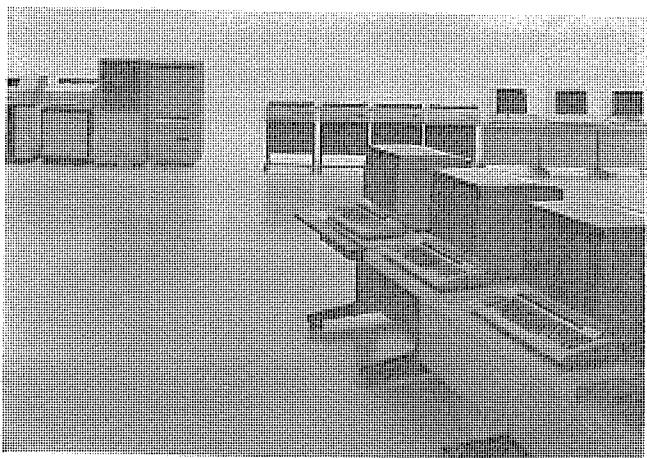


図 2.5 《MELCOM 80》 モデル 48 日本語

躍進する当社事業

として実用されている。今後は図形まじり日本文編集、漢字 OCR による日本文の直接入力などの新技術の完成により、日本独特の情報処理方式として定着してゆくであろう。

新製品としては、音声で操作される音声 オフィスコンピュータ、音声 ガイダンス を持つ《MELCOM-COSMO シリーズ》用の コンソール、《MELCOM 70》 による音声応答 システム などの音声技術、計算機から直接リモート の ファクシミリ に住民票を出力したり、ミニコン により画像 データ の蓄積交換をする ファクシミリ 応用 システム、OCR により直接計算機 コマンド を入力できる OCR オフィスコンピュータ、CAI 端末による《MELCOM-COSMO》 教育 システム など新技術応用 製品、応用 システム を開発したが、いずれも「ユーザー が自分で操作し、その場で結果を得る」 エンドユーザー 指向の動向に即したものであり、今後は オフィスオートメーション の重要な キ-エレメント として活躍が期待される。

## 2. 6 オフィスオートメーション 関連

ここ数年来、設備導入による事務作業の効率化が急速に注目されるようになり、いわゆる オフィスオートメーション 機器に対する要求が増大してきた。当社も真に有効な オフィスオートメーション を実現することは念頭において “3D による オフィスオートメーション” を提案しているが、これは “データプロセシング”、“ドキュメントプロセシング”、“ディストリビューテッドネットワーク (分散処理)” の 3 つの D のそれぞれを充実させるとともに、これら 3 つの D を有機的に統合することにより “オフィスオートメーション” の確立が達成されることを意味している。

ここでは、主として ドキュメントプロセシング の関連機器、すなわち非数値情報を取扱う オフィス 機器の主なものを紹介する。

ファクシミリ は、その性格上日本の オフィス に適合した機器であり利用が急増しているが、普及が進むにつれて伝送の高速化、画質の高度化、経費の低廉化など多様の要求が出ている。これに対応して高精度中間調 ファクシミリ、超高速感熱 ファクシミリ など各種新製品を開発し、市場に提供している。

我が国では オフィスオートメーション を推進するのに、日本語の処理能力を持った機器が不可欠である。

オフィスコンピュータ の《MELCOM 80 シリーズ》は、既に定着した評価を得ているが、このほど最上位機種の モデル 48 日本語 を発売し、日本語情報処理機能をもった オフィスコンピュータ を充実した。このほか日本語文書作成専用の、カナ-漢字変換方式の日本語ワードプロセッサ も開発している。漢字情報処理 システム についても、各種の漢字入力装置、

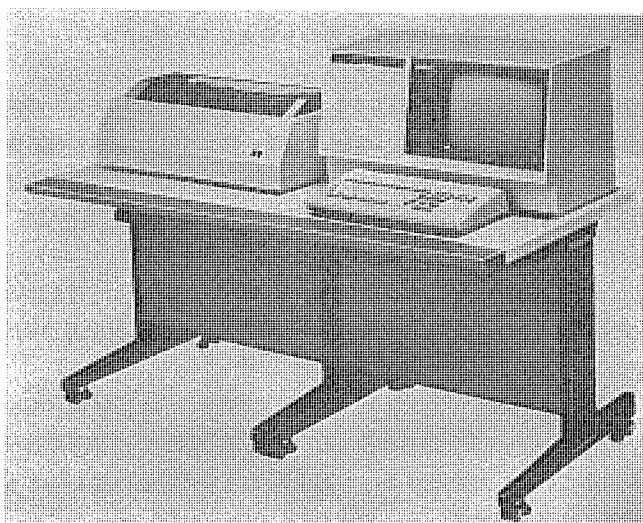


図 2.6 三菱 日本語 ワードプロセッサ M 8510

漢字プリントにより多方面の分野に対応しており多数採用されている(図2.6)。

総合化したオフィスシステムとして、例えば電子編集システム、電子会議システムなど事務効率化の各種システムがある。

このほか、特定分野向けに音声応答・パターン認識を応用したシステム、流通分野向けのPOSシステムなど種々のシステムも保有し、多数の納入実績をもっている。

## 2.7 半導体

当社の半導体開発の歴史は、昭和27年の中央研究所における点接触トランジスタの試作実験から始まる。昭和34年、この中央研究所の成果を受けて伊丹市北部に北伊丹製作所が設けられ、ここに当社半導体製品の事業化が始まった。一方、昭和35年、技術提携先であるウェスチングハウス社からモレキュラエレクトロニクス(ICの初期名称)のサンプルを入手し、これを検討、再現することによって当社は日本の最初のICメーカーとなる機会を得た。以後、市場動向とこれを支える技術動向に沿った長期計画に基づく開発、生産が進められ、現在の盛況を見たわけである。

### (1) トランジスタ

民生用としては、FMラジオの普及期に本格量産され始めたエポキシ樹脂モールド小信号トランジスタやステレオの全固体化にあわせた低周波低雑音トランジスタは、広く音響機器メーカーに認められ、三菱民生用トランジスタの基盤を築いた。その後、発表した超低雑音電界効果トランジスタも世界最高レベルの評価を得ている。

一方、機器用トランジスタも、昭和40年に国産初のSi樹脂モールド高周波高出力トランジスタを生産し、更にGHz帯まで周波数限界を広げることによって、我が国における高周波高出力トランジスタでの首位の座を確立した。IC化サテライト、タクシー無線機などでも圧倒的シェアを占めている。今後、都市自動車電話、800MHz帯移動無線機、マイクロ波領域の固体化などに重点をおく計画である。特に、GaAsFETやレーザダイオードなどは世界的評価も高い。

### (2) 電力半導体

電力半導体においても、中央研究所時代に開発されたSi整流ダイオードが国産素子として初めて国鉄の交流直流通電車に採用されるなど、発足当時から業界のパイオニア的役割を果してきた。特に圧接形構造、高耐圧化技術の開発により、大容量化が容易となり世界最高レベルの製品が続出して、当社重電部門の業績を支えてきた。一方、小電力用でも漏電ブレーカ用素子など、ロングセラー機種を重ね、電力半導体部門における当社の位置を不動のものとしている。

### (3) IC/LSI

昭和41年、最初のデジタルICを完成。電卓用として納入し、我が国のIC化時代が始まった。翌昭和42年、熊本第1工場が稼働し、九州に最初のIC量産工場として、シリコンアーランド化のきっかけとなった。現在、メモリ関係では16K(D)RAM、64K(D)RAM、32K EP ROMなど、マイクロプロセッサでは4ビット、8ビット、16ビットシリーズをそろえ、更にその応用として音声合成ボードもそろえている。また、従来のTTLに代わるLS TTLも完備し、更にC MOSロジックも予定している。

一方、民生用としては電卓、時計などのほか、テレビ用IC、オーディオ用ICも高く客先から評価され、またカメラ用ICも業界の首位を占めている。このほかチューナー用ICなど多くの高性能LSIでも業界の注目を集めている。混成ICもボルテージレギュレータ、イグニション回路など電装品として量産中である。

## 2.8 部品

以上述べた電子機器・技術のベースとなるものが部品である。半導体については別項に述べたとおりであるが、このほか、製品の性能を左右する重要部品の製造を行っている。例えばファクシミリ用感熱ヘッドは性能の優秀性と高信頼性により内外に好評を得ている。

管球技術についても多年の蓄積をもとに真空スイッチ管、中性子検出器その他電子管の製造を行っており、当社電力機器、電子応用機器の主要部品として使用されている。(阿部修)

## 3. 機器関連事業

以下に述べる産業用各種電機品、合金と化成品材料、自動車用電装品並びに冷熱機器は、いづれも産業界の基盤を支える重要資材であり、適切な価格による円滑な供給と高い信頼性が要求される分野である。それだけに比較的長い歴史を持つ機器が多い。しかしながら、産業界の置かれている社会情勢、したがってこれらの機器が産業界の中で具備しなければならない条件は、一見徐々のようではあるが、社会発展の歴史から見れば急激な速さで変化しつつある。例えばエネルギー・資源の枯渇と偏在に対処するための省エネルギー・省資源の必要性、人間尊重と環境保全に基づく安全性・無公害性、生産性の高い産業構造への変換に伴う自動化・省人化・無人化への要求等々である。これらの問題は、我々製造者が自己の生産において置かれている立場であり日々痛感するところであるが、それだけに我々製造者が社会に供給する製品が、これらの要求に合致するよう変化していくことが、強く要求されていることにほかならない。製品に対する期待と要求そして製品のあるべき姿にたいして、絶えざる研さんを重ね、使用される方々の御期待にこたえねばならない。

一方、このような製品の変革を支える技術としては、1つに半導体とセンサ及びマイクロプロセッサの急速な発展を背景とするエレクトロニクス技術がある。機器単体の機能拡大や性能向上のほかに、その機器がシステムの中で前記のような要求に合致するものとして機能するためには、マイコン革命という言葉で代表されるようにエレクトロニクス技術の適用が大きな役割を果していくこととなるであろう。その場合産業界の基盤を支える機器としては、エレクトロニクスの信頼性に対し、十分な技術の確立と蓄積をもって対応していくことが不可欠の条件である。

今1つの製品の変革を支える技術は、当然のことであるが、製品の設計・製造・品質保証を支える基礎技術の発展とその適用である。例えば、放電現象・電磁気現象・機械強度・振動騒音・流体・熱力学等々に対する解析と計測に関する技術、及び材料の評価にたいする諸技術の発展は製品の開発を支える重要な柱である。また既存の製品に対しても前記のような社会要請を満たすべく改善するための大きな手段を提供してくれる。ここに再び基本に忠実にならなければならない大きなポイントがある。

以上のように考えるとき、我々製造業者のなすべき仕事は極めて多く、絶えざる努力を結集していく覚悟であると同時に、今後の各界よりの絶えざる御支援をお願い申し上げたい。

### 3.1 汎用電機品関係

この分野の製品は、制御計測機器、配電機器、電動機及び応用品、合金及び化成品材料に大別され、確固たる需要基盤を持つ基幹製品であり、技術的には地味でありながらも世の中の要求の変化に対応して着実に進化しつつある。最近の機能及び技術面からとらえた市場ニーズを製品系列的に挙げると次のようになる。

### ① 制御計測機器

- ・工場設備の合理化、自動化及び多様化に対応できる多機能化、小形化、使いやすさ、保守の容易化
- ・マイコンなど エレクトロニクス技術の適用による機能の高度化、複合化（高精度、高信頼性、低消費電力化など）

### ② 配電機器

- ・配電システムの大形化、複雑化に対応した信頼性及び安全性の高い機器
- ・配電盤の省スペースの要求からくる機器の小型化

### ③ 電動機及び応用品

- ・省エネルギー化に対応する電動機の高効率化
- ・制御機器付加による電動機運転機能の拡大と省エネルギー化
- ・組込み機械の小型、高機能化の要求に対応した電動機の小型、軽量化

### ④ 合金及び化成品材料

- ・従来りん青銅、洋白材料に替わる安価、高性能ばね材
- ・ユーザーでの加工、生産性向上の要求に対応した合金材料の広幅化、大形コイル化、長尺化
- ・軽量、高強度を実現する複合プラスチック材

広範にわたるはん(汎)用電機品関係の技術開発の一端を具体的には(把)握いただくために代表的新製品としてPMシリーズ、《MELSECシリーズ》シーケンサ、及び《FREQROL-E》小形汎用インバータを紹介したい。

#### (1) PMシリーズ及び《MELSECシリーズ》シーケンサ

- (a) PMシリーズシーケンサは我が国で最初のワンボードタイプのシーケンサであり、1枚のプリント基板上にプログラミングメモリ、演算部、入出力インターフェース部をとう(搭)載し、PM-312C、313C1のタイプで厚さ52mmの極薄形を実現した。また《MELSEC-Kシリーズ》ではラック実装形で徹底したユニット化を実現、ラックフレームを無くしベースユニットへ直接CPU、電源、入出力ユニットを取付ける形態とし、本体奥行を200mmとコンパクトな構成とした。
- (b) プログラムメモリ素子としてEP ROM、C MOS RAMの選択可能とし、容量もPMシリーズ、《MELSECシリーズ》で最小1Kより最大4Kステップまで機種そろ(揃)えを図った。
- (c) 入出力ユニットは入出力合計で最小40点より最大512点まで選択に自由度を持たせている。特に《MELSEC-Kシリーズ》は多種類の入出力ユニットのほか、入出力複合ユニット、1ユニット当たり64点という高密度ユニット、外部故障モニタユニット、ラッチユニットなどユニーク性を出している。
- (d) 各種の数値演算機能を付加し、適用範囲の拡大を図った。
- (e) 周辺機器として、プログラミングユニットのほか、P ROMライタ、グラフィックプログラミングパネル、カセットMT、プリンタなどと周辺機器の充実化と小型化、経済性を追求した。

シーケンサについては今後も従来電磁リレー盤の代替として、更に汎用化が進むと思われるが、これを可能とするにはなお一層の高機能化、モジュール化、使いやすさの追求が必要であろう(図3.1)。

#### (2) 《FREQROL-E》インバータ

変動する負荷機械を最適の回転数で運転することによる省エネルギーを身近なものとする汎用電動機用の画期的なインバータである。

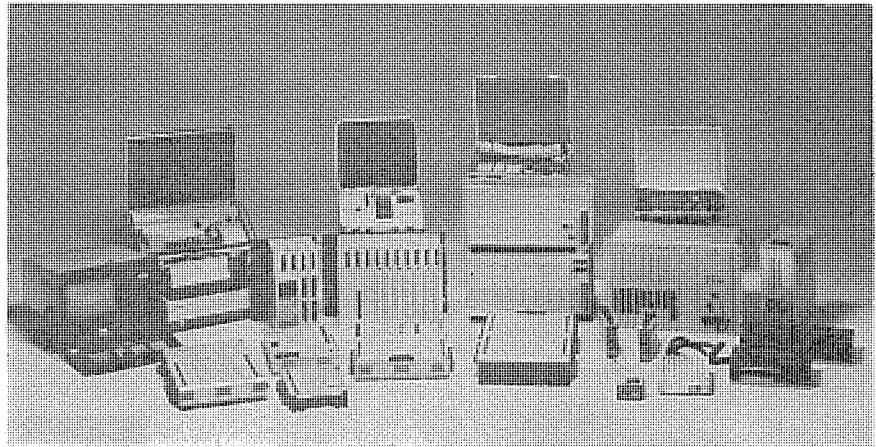


図 3.1 PM シリーズ及び《MELSEC シリーズ》シーケンスコントローラ

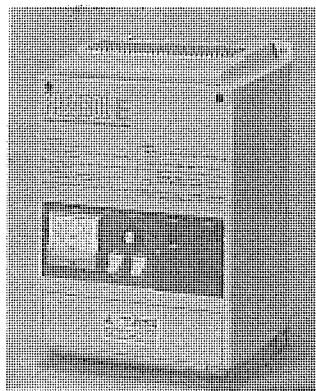


図 3.2 《FREQROL-E》はん用インバータ FR-E-750 M

(a) 主回路のコンバータ部及びインバータ部とも各々世界で初めてワンパック化に成功した。

(b) 制御回路は専用LSI、専用HIC、ROMなどを採用し高集積化とデジタル化を図った。

(c) 制御方式はPWM、PAMの各モードとそれの組合せが行えるため、用途に応じた最適制御方式を自由に選択できる。

(d) 電圧／周波数パターンを16種内蔵し、負荷特性に合わせたパターンの選択の容易化を図った。

(e) 従来機種に対し体積比で70%、重量比で64%の小形、軽量化も実現した。

インバータについては、基本的に矩形波電源で汎用誘導電動機を運転するという点より、システムとしての効率、力率、騒音、振動、ラジオノイズなどの改良を図るため、電動機技術と制御技術一体となった研究開発が必要である(図3.2)。

### 3.2 自動車用機器

当社が生産している自動車用機器は、充電発電機で代表されるいわゆる狭義のエンジン電装品をはじめとして、駆動系、表示警報、居住性向上の各システムに関連する広範囲にわたっている。これらに共通する技術としては小形軽量化と高信頼性へのあくなき追求であり、有力な武器として半導体が随所に活用され、電子部門との緊密な連繋の下に自動車メーカーの要望にこたえている。

#### (1) エンジン電装品

本体については主として工作技術の改善、補機についてはHICの積極採用などを小形軽量化の手段としている。この結果、オルタネータの例では現在1kg当たり13Aと業界のトップレベルの軽量化を実現している。

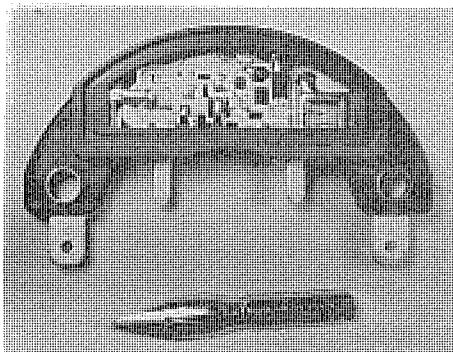


図 3.3 オルタネータ用 HIC 化レギュレータ

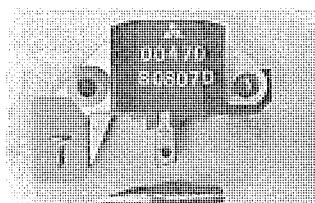


図 3.4 ディストリビュータ用 HIC 化イグナイタ

レギュレータ や イグナイタ は、信頼性の向上を目的として約 10 年前に個別部品使用の独立 パーツ として半導体化にふみ切ったが、集積度の向上と数回のモデルチェンジ を経て、現在図 3.3 及び図 3.4 のように HIC 化され、それぞれ オルタネータ 又は ディストリビュータ に組込まれている。

IC イグナイタ を装着した ディストリビュータ の点火時期は、電気的に制御することが容易であるから、例えば ノックセンサ によって検出されたノック信号を電圧にかえて イグナイタ に遅角指令を出し、ノックゾーンの限界まで運転を可能とするなど、エンジン 制御の一環として利用することが出来る。

#### (2) エンジン 周辺機器

排気ガスの清浄度や燃料消費量が問題になるにつれて、エンジン 制御が次第に複雑となり、エンジン の状態を検出するため、半導体を利用した水温や圧力検出用のセンサ が開発された。これらの信号をうけて燃料供給量や点火時期をかえエンジンを最適運転させるためには、信号の変換や演算の行える 8 ビットマイコン が使用されることとなり、制御内容に応じて必要データを記憶させた専用 ROM 付きで開発された。

走行制御装置としては クルーズコントロール、アンチスキッド 及び オートクラッチ などがあるが、エンジン 制御も含めて自動車の ドライビビリティ に密接に関係があり、システム としての玉成は自動車メーカーが主体であり、当社としては全社的視野に立って、最適の センサ を提供し、制御の演算部をまとめた努力をはらっている。

#### (3) 表示・警報機器

自動車の運転に関する情報を提供して、その商品価値を高めるものとして、トリップコンピュータ や タイマ 集中制御装置がマイコン の応用品として開発されたが、その集大成として液晶を用いた自動車用 インスツルメントパネル が考えられる。液晶を用いた インスツルメントパネル は、現在の純機械式又は電気機械式の表示を行う インスツルメントパネル に比べ、デザイン の面で融通性が高く、かつ薄形化が可能になるなど多くの利点を持つ。1 例を図 3.5 に示すが、これは信号を多重伝送し A/D 変換ののちマイコン で処理し、表示部をリフレッシュタイム 0.5 秒で駆動させ、19 表示項目につき デジタル、バーグラフ、絵表示を行うものである。

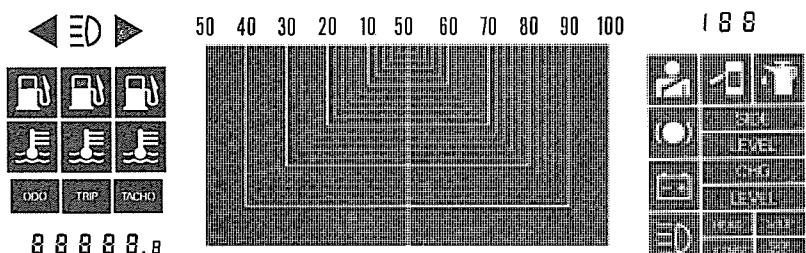


図 3.5 液晶表示インスツルメントパター

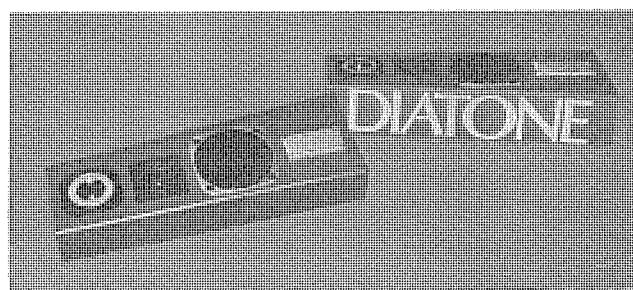


図 3.6 《ダイヤトーン》カーオーディオマルチスピーカーシステム SX-100 B 形

#### (4) 音響機器等

運転者の居住性を快適化するものとしてのカーオーディオ は操作性、高忠実度再生の点で要求が高度化し、限られた スペース に数多い機能を盛り込まねばならぬため、部品の小形化とともに最新の回路技術が駆使されることとなった。

最新の PLL シンセサイザ 方式の電子同調 ラジオ 搭載の コンビネーションカーステレオ は、新開発の 35 mm 超薄形 オートリバースカセットメカニズム を採用し、また出力回路は HIC 化を図って小形化に成功した。

カーコンポ としては回路的に臨場感を与えることなどもできるが、ロック 系 ミュージック を楽しみたいときは、スピーカー の改良が不可欠である。図 3.6 はバスレフ 形式のスピーカーボックス に収納することにより取付位置の影響をさけたスピーカーシステムで、13 cm コーン形ウーファー、2 cm ドーム形 スコーカー、4 cm ホーン形 トゥイーター を組合せた 3 ウェイ構成となっており、従来品に比べ格段に高能率、広帯域特性となり、最大 50 W の入力を保証し迫力ある低域再生を可能とした。

同じく居住性向上を目的とするものに カーエアコン があるが、最近、当社保有技術の応用として カーエアコン 用 ロータリコンプレッサ を開発した。ロータリコンプレッサ は従来品に比べ部品点数が少なく、小形軽量であるとともに信頼性の点で優れている。

#### 3.3 冷熱機器

近年の エネルギー 情勢を背景に、「エネルギー 使用の合理化に関する法律 (省 エネルギー 法)」、「石油代替 エネルギー 法」などの諸施策が推進されるなど、エネルギー 問題は国家的課題 となっている。

冷熱分野においては、省 エネルギー 法において、エアコンディショナー のエネルギー 消費効率 (EER) の目標値、空調設備の エネルギー 消費係数 (CEC) の目標値が定められるなど、エネルギー 問題は最大の技術課題となっている。

当社では、図 3.7 に示すように、エネルギー 課題として「省エネルギー」及び「エネルギー の有効利用」を視点として、EER・SEE (seasonal EER) の向上、エレクトロニクス 化など種々の研究開発を推進しており、

以下代表的なものについて紹介する。

### (1) エレメントの効率向上

冷熱機器の省エネルギーには制御を含めたシステム全体の適正化と、冷凍サイクルを構成する圧縮機、熱交換器、送風機などの主要エレメント個々の効率向上という2つのアプローチを同時並行的に進めていく必要がある。

エレメントの効率向上という面で、圧縮機についてはロータリ圧縮機、スクロール圧縮機をはじめとして高効率圧縮機の開発を推進している。

熱交換器については、伝熱面、フィンパターンの改善による熱伝達率向上を図り、高効率化を推進している。送風機については、高性能送風機及びファンケーシングの開発、モータ効率の改善などによる高効率化を推進している。表3.1はこれらによりEERを向上させた例である。

### (2) エレクトロニクス化

冷熱機器のエレクトロニクス化について、①制御の高精度化、②省エネルギーと高効率、③高信頼性、④省工事性、⑤システムとのマッチングなどをねらいとし、マイコンによる制御を始め、マイコン制御に適応した各種センサと制御器の研究開発を推進している。

電子制御による主な冷熱機器の概要を次に述べる。

#### (a) 事務所・店舗向けパッケージエアコン《Mr. SLIM》

多重2線式配線を採用し、外気追従冷房、室外ファン回転数自動制御などにより、省エネルギー運転を実現した。

#### (b) 空気熱源ヒートポンプチーリングユニット

電子デフロスト・省エネ冷水サーモ・ローテーション運転により省エネルギー化を図った。

#### (c) 低温用クリーリングユニットの節電コントローラ

低温冷蔵庫向けのクリーリングユニットにマイコン節電コントローラを開発し、インテリジェンスサーモと電子デフロストにより大幅な電気代の節減を実現した。

#### (d) マルチセントラル空調システムのトータルコントローラ

マルチセントラル空調システムに使用するマルチセントラルエアコンの最適運転制御システムとして、1台で100台のユニットをコントロールするトータルコントローラを開発した。

多重2線式による工事の簡易化と各ユニットの監視・温度制御・発停が自由に設定でき、更にグループ制御、冷却塔、冷温水ポンプ制御も同時に見える。

#### (e) 食品店舗向けトータルコントローラ《MELTIC》

スーパーマーケット向けの省エネルギーコントローラで、デューティ機能、ナイトセットバック機能のほかプログラム、スケジュール制御を折込み、ショーケース・冷凍機・空調機・照明を総合的にコントロールし、省エネルギー化を図る。

#### (f) VAVシステム

変風量システム(Variable Air Volume System)は、搬送動力の低減のための有効な方式であるが、その制御方式には吐出ダンパ制御、回転数制御などがある。

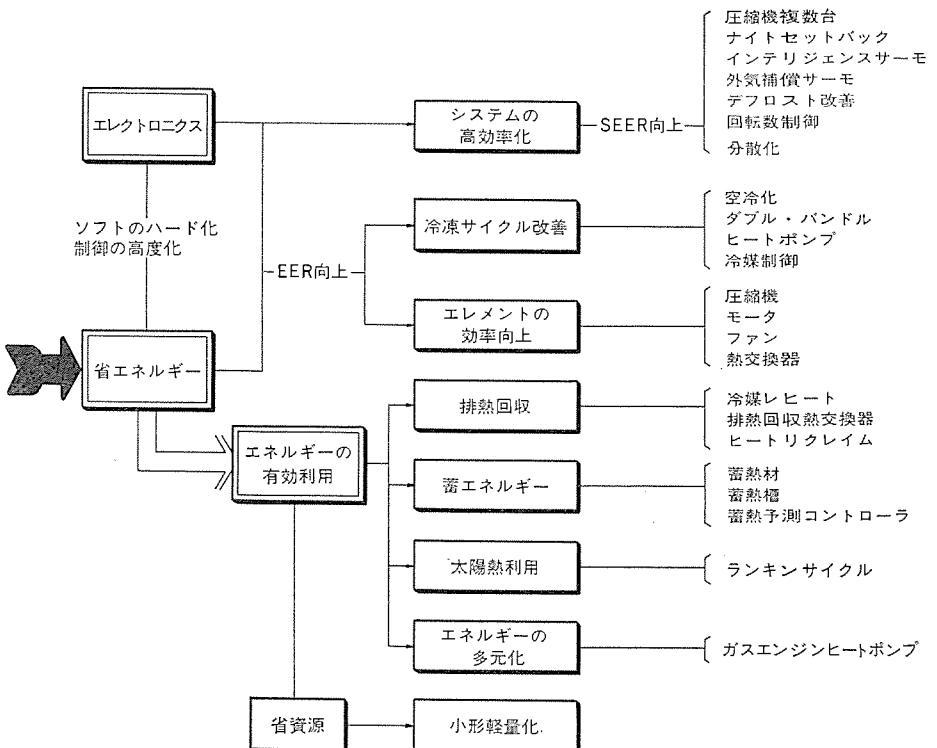


図3.7 冷熱技術の展望

表3.1 冷房専用パッケージエアコンのEER

(50/60Hz)

形名	冷房能力 (kcal/h)	消費電力 (kW)	EER (kcal/Wh)
PS-2 E	4,500/5,000	1.48/1.78	3.04/2.81

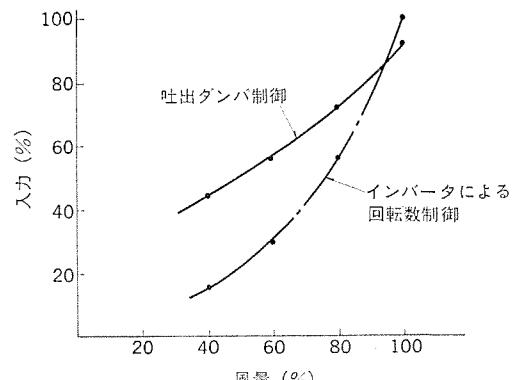


図3.8 VAV方式の制御特性

回転数制御方式は、吐出ダンパ制御方式に比べて約50%の省電力化が図られる効率の良い制御方式であり(図3.8)、当社はインバータによる回転数制御方式を確立し、パッケージエアコン、エアハンドリングユニットに応用展開した。

### (3) エネルギーの有効利用

エネルギーの有効利用は、①蓄熱(蓄エネルギー)、②熱回収、③エネルギー源の多元化が主な技術テーマで、以下にその概要を紹介する。

#### (a) 蓄熱

蓄熱は、熱の需要と供給の時間的・量的なずれが調整でき、エネルギーの有効利用・機器の小形高効率化が図られ、当社は蓄熱材、蓄熱制御システムの開発を推進している。

空調用の冷熱の蓄熱は水の顯熱利用によるものが一般的であるが、当社では水以外の物質で、かつ潜熱を利用する蓄熱材を開発

した。これにより蓄熱槽(槽)の小形化が可能となった。

(b) 蓄熱予想コントローラ

過去5日間の気象データと過去2日間の残熱量経過をもとに、今日の運転結果による蓄熱槽の残熱量を計算し、明日の空調負荷を予想して熱源機の運転時間を制御するコントローラを開発した。

(c) 熱回収

全熱交換器《ロスナイ》，マルチセントラル空調システムの実績を重ねながら、《ロスナイ》組込みのファンコイルユニット、低温水排水の熱回収用ヒートポンプの開発など熱回収機器の拡充を図っている。

(d) エネルギー源の多元化

政府の指導であるエネルギー源の多元化としてのガスエンジンヒートポンプの開発推進を受け、この機器の開発を展開している。

以上のように、冷熱分野では省エネルギー、エネルギーの有効利用を理念として、多岐にわたり研究開発を推進しており、エネルギー問題という国家的技術課題の解決の一助となるよう今後とも積極的な展開を幅広く行っていく所存である。

(村上 晃)

#### 4. 家電関連事業

当社における家庭用電気機器の生産は、創業間もない大正10年神戸製作所における扇風機の生産に始まり、量産品の製作所として建設された名古屋製作所が母体となって発展してきた。

良い製品の生産、販売を通じて社会に貢献し、当社事業の発展のためには量産品は欠くことのできない大切な製品であるという認識のもとに、各種家庭用電気機器の生産が行われてきた。

その歴史は、平たん(坦)な道程ではなく、戦時中における生産の中止、戦後の復興から全盛時代へと、時にはお客様の御叱責を頂戴することもあったが、これらを成長の糧として一貫して努力してきた顧客指向の姿勢は今日もなお脈々と受け継がれている。

プラスチックの羽根を業界に先がけて採用した扇風機、薄形《霧ヶ峰》のルームエアコン、温風暖房機の《クリーンヒーター》など空調機器を始めとし、電子ジャー炊飯器、《オーブンレンジ》など複合商品、省エネルギー冷蔵庫《みどり》など業界をリードする機能をもった商品の開発が行われてきた。また一方、顧客のニーズにマッチしたふとん乾燥機、あるいは省スペースの《タテコン》、すぐつくけい光灯《ルミクリック》などユニークな商品も開発してきた。

今日、家庭用電気機器は生活のあらゆる分野で使用され、豊かな家庭生活の営みに大きく貢献しているが、変化する社会——世界的規模で進行している石油エネルギー・資源の枯渇問題、価値観の変化、情報化社会の進行など——に対して、あるいは多様化するニーズに対して、これにこたえられる製品を供給出来るよう、努力していくなくてはならない。その指向するポイントは、第1に革新の著しい半導体集積回路技術を中心としたエレクトロニクス技術の適用であり、第2は国家的課題である省エネルギー、省資源化への技術開発であり、第3は変化する社会、多様化するニーズの発掘とそれへの対応である。

以下に最近の当社家庭用電気機器の概要について述べることとする。

##### 4.1 音響映像機器

###### (1) 跳躍する《ダイヤトーン》オーディオ

昨年はオーディオ機器の創始者エジソン生誕100年というめぐり合せもあってか、オーディオ業界は活況を呈した。対前年度成長率はGNPの伸びを大きく上回る10%台を示し、新しいオーディオライフを演出

する新製品、新システムが次々に登場し話題を提供した。まさにオーディオニューエイジの幕開けの年といえよう。とくに成長を支える柱になったのが、テープオーディオ機器、複合オーディオ機器に代表されるニューオーディオ商品群である。従来のオーディオ機器と比べ低価格で高い性能を有し、使いやすさを備え、ファッショナブルなデザインのこれらニューオーディオ機器群はユーザーの範囲を大幅に拡大し、新しいマーケットの創造に貢献した。一方、ダイヤトーンオーディオにとっても、昨年は大きな飛躍の足がかりをつかんだ年であった。具体的には、

- ・たて形プレーヤーとう(搭)載のセットアップコンポ X-10形の成功。
- ・デジタルオーディオ時代を先取りしたハイファイスピーカー DS-505形のヒット。
- ・テープオーディオに本格進出を果たした《ダイヤトーン》ラジカセシリーズ誕生。

の3つを挙げることができる。以下、これらにつき紹介する。

###### (a) セットアップコンポ X-10形

昭和54年に発表した当社の「たて形リニアラッキングプレーヤー搭載のたてコン」は業界に大きな反響を巻き起し好評を得たが、製品価格が20万円を超えるなど、見直すべき点もあった。そこで、たて形プレーヤー搭載の第2弾として、このセットアップコンポ X-10形の登場となった。たて形でスリムなデザインとより一層の省スペース、15万円を下回る低価格と相まって大変な好評を博している。コンポというネーミングにふさわしい高性能、加えて誰れでも簡単に使用できる操作性の改善など、ニューオーディオ時代に要求される特長をすべて盛り込んでいる。発表以来、国内外に大反響を呼び、当初の需要予測を大幅に上回る注文が殺到している(図4.1)。

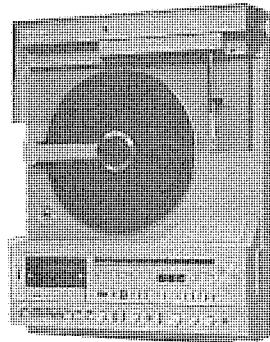


図4.1 セットアップコンポ X-10形

###### (b) ハイファイスピーカー DS-505形

《ダイヤトーン》オーディオの屋台骨を支えるスピーカーの分野は、業界の新製品、新技術での厳しい追い上げの中でよく健闘し、《ダイヤトーン》スピーカーの地位を搖るぎなきものにしている。今回発表されたこのDS-505形は、《ダイヤトーン》スピーカーの真髄を余すことなく發揮したもので、来るべきデジタルオーディオ時代のハイファイスピーカーの必須条件とも言える超広帯域、ワイドダイナミックレンジを追究し、膨大な情報量を最大限リスナーに伝え、かつ高解像度、高速応答性を実現している。これらの成果は当社技術陣の努力の成果であり、材料面ではアラミド繊維を用いたハニカムコーン、ボロン処理をした振動板など、多くの新材料、新素材を採用している。また、構成面でもブックシェルフ形としては異例の本格的ミッドバスユニットを加えた4ウェイ構成とし、音楽情報の集中している中低域から、中高域の再生力を飛躍的に高めた点も成功の大きな要因といえよう(図4.2)。

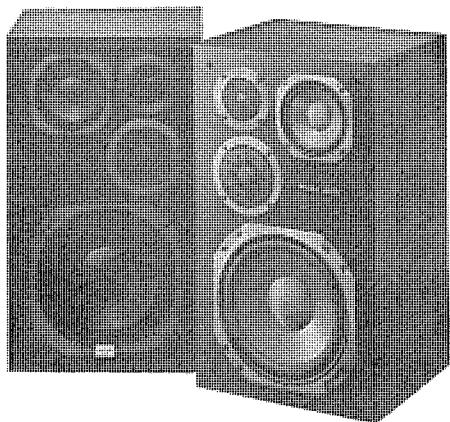


図 4.2 ハイファイスピーカー DS-505 形

(c) 《ダイヤトーン》ラジオカセットシリーズ

最近のオーディオマーケットを支えるテープオーディオの中でも、ラジオカセットの伸長は著しく、この分野に本格的に取組むために、このたび、音質の良さを最重点項目として開発した5機種の新製品をシリーズに加える運びとなった。ブランドも「ジーガム」から《ダイヤトーン》に変更し、着々と成果を固めつつある。特にJR-911形はそのコンポライクなデザインとグラフィックライザーの搭載が好評であり、《ダイヤトーン》ラジカセ市場定着化の推進役を果たしている(図4.3)。

以上、3分野において、《ダイヤトーン》オーディオの最近の動きを紹介したが、この業界はますます変化の度を強めており、新しいマーケットチャンスも続々と生まれている。特にオーディオビジュアルシステムなど次代の大きなテーマであり、注意深く見守りながら適格な対応を果たして行きたい。

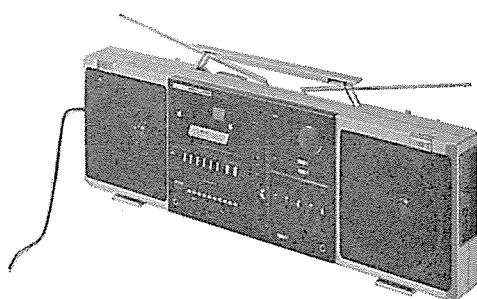


図 4.3 《ダイヤトーン》JR-911 形

(2) 伸長の著しい映像関連機器

(a) ビデオカセットレコーダー

当社のVTRには、全機種を通じて5モータメカニズムを採用している。このメカニズムでは5か所の回転駆動部のそれぞれに独立したモータを配し、メカニズムを純電子的に駆動するものである。

この5モータメカニズムの特長を生かして当社では普及機から高級機まで一貫してスピードサーチ機能を付加している。以下に紹介する2機種はこれらの基本的特長に加えて更に強力な特長を備えたVTRである。

(i) 着脱ワイヤレスリモートコントロール内蔵“S7”

昭和54年末にVHS方式としては世界で初めてスピードサーチ機能を搭載し、ワイヤレスリモコンが取付可能な2/6時間VTR“S6”を発売し好評であったが、今回これを更にフィーチュアアップした

“S7”を製品化した。S7ではVTRの主要機能を網羅したワイヤレスリモコンが内蔵されている。リモコンのハンドユニットは本体に着脱可能であり、離れたところからはワイヤレスで本体に取付けた場合は本体の操作部として使用できる。予約タイマーも高級化し2週間先までの8番組の予約録画が可能なプログラムタイマーを備えている。

(ii) 全方式、全電源電圧VTR

当社ではかねてより欧州のPAL方式カセット、フランスなどのSECAM方式カセット、日本や米国のNTSC方式カセットがすべて再生可能で、中近東のPAL放送、SECAM放送の記録が可能な3方式VTRをVHS並びにBグループでは先陣を切って製品化していたが、今回前述のPAL、SECAM及びNTSC方式に更にU方式VTRで使用されていた4.43MHz NTSC方式と、PAL回路を利用した疑似SECAM方式のすべての記録・再生が可能なVTRを中近東市場向に製品化した。このVTRが1台あればどの方式のVTRやテレビとも接続が可能でいろいろな方式のカセットやテレビが混在する地域で極めて利用価値の高いVTRであろう。

また、このVTRは電源電圧と電源周波数の自動検知、切換回路を有しており、AC 85~140V、170~280Vの電圧範囲で使用することができる。

(b) ズームアップカラーテレビ 20 CT-B 75 TZ 形

画面が2倍に拡大できる、ズームアップカラーテレビを昭和55年11月に発売した。水平、垂直偏向電流を増大して画面の中央部を拡大できるようにした。そのとき、ブランкиングや輝度、コントラストの変化を自動的に補正する回路を設けた。ズームアップ機能を最大限に生かすために、リモコンできるようにした。リモコンは赤外線を使用し、16機能のコントロールが可能で、ズームアップ以外に電源の入・切、音量調節、12チャンネルの直接選局ができる。リモコン送信機はテレビ本体に収めたままでも操作できる着脱式としている。また、リモコンの操作性をよくするために、テレビの動作状態が離れたところから、一目でわかるように大形のLEDでチャンネルを表示し、音量の変化状態を5連のLEDで表示した。また、プリセットもボタン操作ひとつでできる自動選局システムを採用した。このシステムは不揮性半導体メモリをはじめ新開発のLSIにより構成され、従来のポテンショメータよりも信頼性の面で大幅な向上を図った。

以上のように、ズームアップ機能をはじめとしてリモコンや選局部に数多くの新技術を盛り込んでいる。

(c) カラーブラウン管

(i) 高忠実色、高コントラストカラーブラウン管

けい光体発光スペクトル特性と、フェースガラス分光透過特性とをマッチさせ、色純度の良い原色再現を可能にした。更にテレビセット最適信号回路の採用とあいまって、色再現範囲が拡大されている。コントラスト特性に大きな影響をもつ外光反射光を選択的に減少することにより、色の濃淡がより鮮明な、黒色がより黒い高品位画像を再現するカラーブラウン管を開発した。

(ii) 投写形テレビ用ブラウン管

この種のブラウン管は高負荷で動作させるため、フォーカスとカソード寿命のジレンマ、けい光面の劣化、フェース面の温度上昇に伴うけい光体発光効率の低下とバルブひずみ(歪)などの問題があるのを電磁集束、新けい光体の採用、バルブの形状の変更などで解決した業界最高性能投写形テレビ用ブラウン管を開発した。

## 4.2 家庭用電化機器

### (1) 冷凍冷蔵庫

当社は冷凍冷蔵庫用として日本初のローリングピストンタイプ及び世界初の横置形ロータリ圧縮機を搭載した省エネルギータイプの家庭用冷凍冷蔵庫の開発に成功した。ロータリ圧縮機の採用によって、当社が従来採用していたレシプロ形圧縮機に比べて14%の省電力化が図られ、冷凍冷蔵庫本体の電力消費量の低減に一役をかっている。この成果による製品として野菜専用室付き3ドアMR-2921V形及び2ドアMR-2981形がある。

MR-2921V形を例にとってみると、①47kWh/月と電力消費量を大幅に低減、②冷蔵室(野菜専用室)の拡大化(当社従来品に比べ8l増加)、③庫内たな(棚)の改良による収納性の改善、④野菜室の冷気循環と温度の改善による保存性の向上、などの改良を加え、一段と良い性能向上を図った。

このような開発の成果は、これから冷凍冷蔵庫の流れを変えて行く過程において大きなインパクトを与えるものと注目される。

### (2) 廉用電化機器

ちゅう(厨)房用電化機器としては、ジューサー、ミキサー、オーブントースター、ホットプレート、コーヒーメーカーなど各種の機器が生産されているが、特に最近家庭の厨房用として重要な位置づけにある電子ジャー炊飯器とスチームオーブンレンジの当社代表製品について紹介する。

#### (a) 電子ジャー炊飯器《かまどっ子》

炊飯器はまずおいしい御飯が炊けることが基本である。この基本的問題を研究追求して、S字ヒーターによる均一加熱とむらし炊きタイマーによる「かまど炊き+むらし炊き」の独自の炊飯方式を採用し、電子ジャー炊飯器《かまどっ子》を開発した。更に、ワンタッチ操作で12時間前からでも炊飯予約のできる予約タイマー付きの機種も用意した。この炊飯器では、特にスイッチつまみの目盛調整で「おこげ」のつき方を加減できるなどの点は当社独特の特長である(図4.4)。

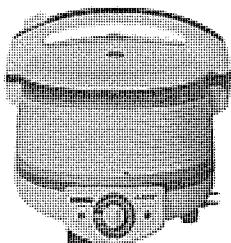


図4.4 電子ジャー炊飯器《かまどっ子》NJF-010T形

#### (b) スチームオーブンレンジ

当社が業界で先がけて製品化したスチームオーブンレンジは取扱いが容易で、多くの調理に使用でき、掃除のしやすいことが要求される。この要望にこたえて、RO-7700形ではあらかじめ調理時間と温度を記録した磁気カードとマイコンを組合せて、オーブン、レンジ、スチームの調理をカードで操作できるようにした。また、RO-3700形では加熱庫内全面に四弗化エチレンの塗装を施して汚れがとれやすいようにした(図4.5)。

### (3) 暖房器

採暖用のポータブル形暖房器としては、電気ストーブ、電気毛布、電気カーペットなど各種の電気暖房器が生産されているが、伸長の著しい石油ガス化ファンヒーターと、当社で開発したユニークな電子温風家具

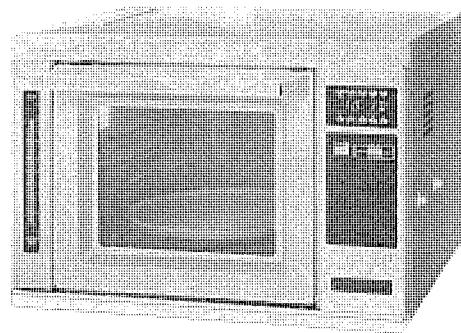


図4.5 スチームオーブンレンジ RO-7700形

調こたつについて以下に述べることとする。

#### (a) 石油ガス化ファンヒーター

石油ガス化ファンヒーターは昭和53年、小形石油ストーブにかわる温風暖房機として当社が初めて開発したものである。部屋から部屋へ運んで使える手軽な温風暖房を実現するため、灯油を完全燃焼させる技術、即ち当社が開発した「石油ガス化」燃焼方式が採用されている。温風暖房の快適さと灯油を燃料とする経済性に、地震・停電など異常時にはすばやく消火、換気忘れを防止する「換気」ランプの点灯と消火、炎の状態を常に監視する炎検知装置など数々の安全装置を備えて、使いやすい手軽な温風暖房を実現している(図4.6)。

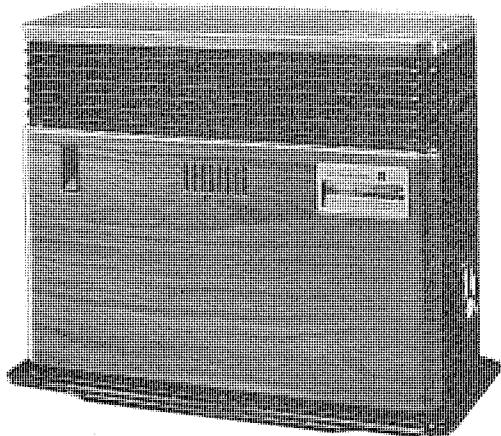


図4.6 石油ガス化ファンヒーター KD-32 CTD形

#### (b) 電子温風家具調こたつ

従来の電気こたつにあったようなヒーターと異なる半導体ヒーターを備えて登場したのが三菱電子温風家具調こたつである。快適な温風暖房がこたつに採用されて既に4年になるが、このこたつでは、赤外線とは違って、半導体ヒーターからつくられる温風はまろやかで、こたつの隅々まで暖めることができる。従来こたつの中に突き出していたヒーター部分が安全性の高い温風装置となったため、ボードの中にそっくり収納されるようになった。そのため、こたつの中が広くなり、快適に使用できるものになった。しかも暖房器として必要のない季節でも、格調の高いテーブルとして四季の暮らしに役立つ。

#### (4) 電気衣類乾燥機

最近大きく脚光をあびて急伸しているホームランドリー市場と洗たく機の大形化に対応して、省エネルギー化と省スペース化を追求し開発した

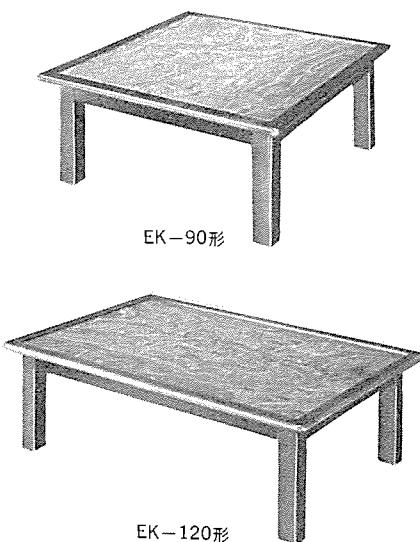


図 4.7 電子温風家具調こたつ EK-90 形及び EK-120 形

成果が DR-520 S 形衣類乾燥機（スタンドタイプ）である（図4.8）。

この DR-520 S 形はドラム外の熱や排気の余熱を再利用する当社独自のヒートパック方式、2.5 kg の乾燥容量でもコンパクトタイプ、化織類も乾燥できる風温調節付きなどの特長をもっている。

なお、上記のスタンドタイプのほかに、床置きタイプ DR-520 形及び乾燥容量 3.2 kg の DR-550 S 形がある。

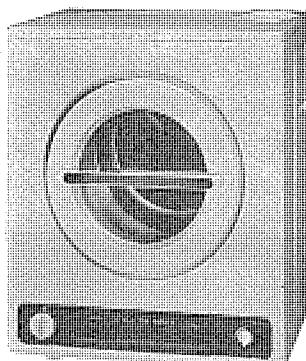


図 4.8 電気衣類乾燥機 DR-520 S 形

#### 4.3 住宅設備機器

##### (1) ルームエアコン

当社のルームエアコンも、国家的並びに社会的な諸課題を受けて、省エネルギー、省スペース、快適性の3点を基本目標として開発を続け、従来のドライタイプエアコンにたいして 40% の省エネルギー化を実現し、製品化した。

省エネルギーについては EER（エネルギー消費効率）と SEER（シーザルエネルギー消費効率）の両面から改善することが重要である。当社のルームエアコンでは、風圧損失減少のためのユニット配置の合理化、圧縮機や送風機用電動機の効率改善、熱交換器や送風機の性能改良、エレクトロニクス制御による SEER の改善などにより実現し、またなお一層の改良を図っている。

省スペースについては、部屋の自由空間を有効に活用することを立点におき、薄形 10.9 cm やエアコンを額の中に集約したスペースゼロの「アートクール」の開発で実現した。

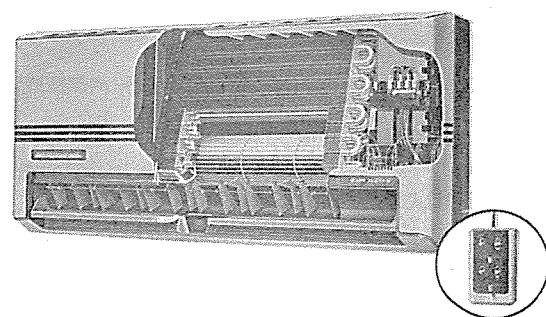
快適性については、従来の温度コントロールに加えて、新たに湿度

コントロールを採用し質の高い快適性を実現したのと同時に、省エネルギー効果を更に一層高めた。

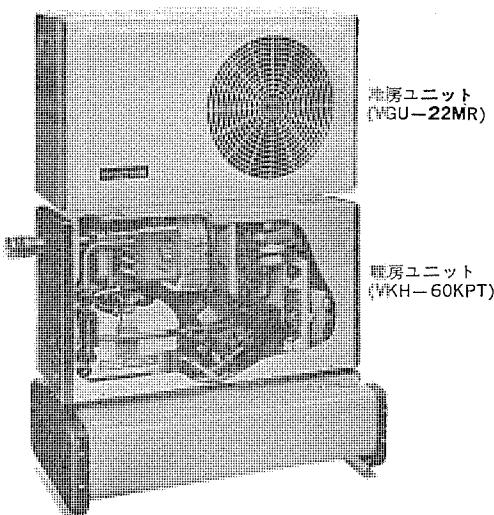
##### (2) 《クリーンヒーターエアコン》

昭和 53 年空調革命《クリーンヒーターエアコン》床置形を本格発売以来 3 年経過した。低維持費、外気温度に左右されない安定かつ強力な暖房能力の冷暖房機として市場拡大へ大きな役割を果した。床置形では出来なかった「室内省スペース化」、「すえ（据）付けの自由度」など市場要望にこたえるべく開発したのが壁掛け形《クリーンヒーターエアコン》である。室内省スペースを図るため、屋外に熱源を移し熱搬送手段として、暖房時は温水を採用した温水暖房方式である。室内ユニットは冷暖兼用で、冷房時は冷風を、暖房時にはセントラルヒーティングと同様のマイルド温風を吹出す。

屋外熱源機（ボイラ）は、はん（汎）用性が高く、マルチ暖房を可能にした出力 5,000 kcal/h、熱効率 90%，市場初のコンパクトボイラであり、ゼロスペース温水床暖をはじめとして、ファンコンベクタ、あるいは小規模（25 m<sup>2</sup> 程度まで）の屋根融雪、道路融雪用、園芸、観賞魚などの暖房熱源として応用範囲が広い（図 4.9）。



(a) 壁掛け形《クリーンヒーターエアコン》  
室内ユニット (CH-401 P)



(b) 石油タイプ屋外ユニット

図 4.9 壁掛け形《クリーンヒーターエアコン》冷暖房機

##### (3) 《ロスナイ》

三菱《ロスナイ》は冷暖房時に必要な換気により逃げる温度（顯熱）と湿度（潜熱）を効率よく回収することによって、冷暖房機の容量を小さくし、その結果運転費（電気、ガス、石油）の節約を図ることができるエネルギー節約形換気機器として昭和 45 年に開発された。そ

これから10年間その実績と技術を蓄積してきたが、最近の省エネルギー問題を背景とした節約意識の高揚と換気意識の浸透拡大による居室換気の普及とが合いまって《ロスナイ》の効用が再認識されてきた。特に一般家庭においてはアルミサッシや断熱材の普及により住宅の密閉化がすすむ中で、この《ロスナイ》は新しい換気の方策として注目され、1980年省エネ展において「省エネルギー優秀製品賞」を受賞した。また、住宅用からビル空調用へ、更に工業用などの産業分野に至るまで幅広く活用され、その需要も日々に拡大して行く傾向にある(図4.10)。

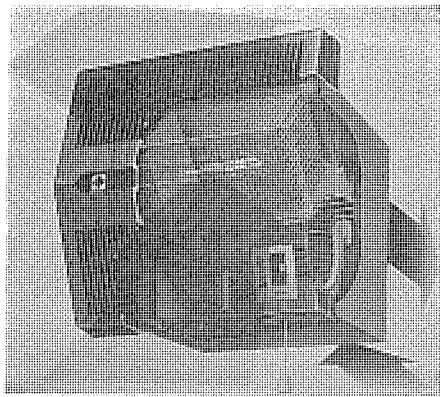


図4.10 V-1200-M形住宅用《ロスナイ》内部構造図

#### (4) 給湯機

##### (a) ガス瞬間式給湯機

給湯分野においても省エネルギー化、セントラル化、操作性の改善を目指しているが、当社は近年特に注目を浴びているソーラー機器と接続可能なガス瞬間式給湯機CB-13S形及びCB-16形を開発した。

これらの給湯機は排気工事が不要な屋外設置方式であり、使用熱量に応じたガス量の制御、給水温度によるバーナの着火制御、じゃ(蛇)口操作による湯温の切換え、設定温度に対する自動制御運転など多くの特長をもち、これらの特長は省エネルギー効果に大きく貢献している(図4.11)。

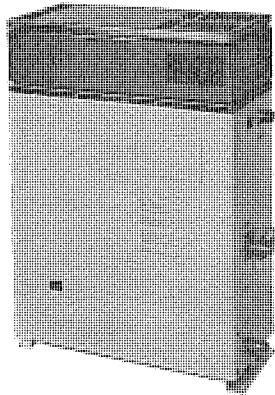


図4.11 CB-13S形ガス瞬間式給湯機

##### (b) 石油ガス化瞬間・貯湯式給湯機

省エネルギーと快適な日常生活を両立させることが要求されている中で、当社はセントラル給湯機として貯湯式と瞬間式の両者の長所を採り入れた、省エネルギーと快適給湯を実現した「瞬間・貯湯式給湯機」CB-1200(屋外形)形及びCB-1200F(室内形)形を開発

表4.1 ガス瞬間式給湯機仕様

仕様	機種	CB-13S	CB-16
給湯方式	先止め式	先止め式	
熱入力(kcal/h)	23,000	30,000	
給湯能力	13号~4号	16号~5号	
ソーラー接続	可	不可(入口サーミスタ)	
最低動作水圧(kg/cm <sup>2</sup> )	0.1	←	
熱効率(%)	83	83	
電源(V)	AC 100	←	
重量(kg)	27	27.5	
接続口	ガス	PT 3/4	PT 3/4
	給水	↑	↑
	給湯	↑	↑
点火方式	AC 100V 連続放電	←	
湯温制御	入力比例制御	←	
燃焼方式	屋外設置セミバランス	←	
消費電力(W)	14	←	
安全装置	フレームロット方式 過熱防止(オートカット+温度ヒューズ) 安全弁 低温作動弁 流量検知器		

発した(図4.12)。

この給湯機は給湯量に応じて50Lと100Lの2段階に貯湯量を切換えて省エネルギー効果をもたらしている。また、内蔵の温度調整弁と「ドラフト貯湯方式」の採用により85°Cの安定した温度で給湯でき、貯湯ゼロでも瞬間給湯ができる特長をもっている。その外、操作性、収納性、工事性に優れており、安全性及び耐久性の高い給湯機である。

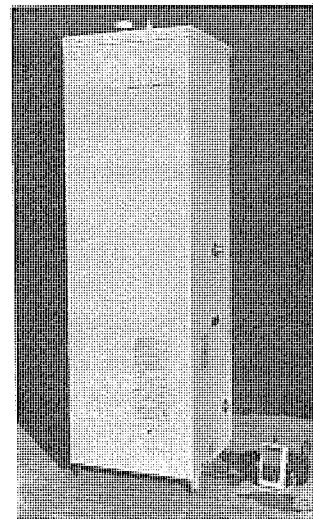


図4.12 瞬間・貯湯式給湯機

##### (c) 壁掛式石油ガス化瞬間湯沸器

三菱壁掛式石油ガス化瞬間湯沸器は当社独自の石油ガス化燃焼技術であるAJB方式を採用した先止め式湯沸器であり、省スペース、低維持費、高い安全性などの特長をもっている。

この湯沸器には3機種あるが、OK-17 AW形は能力10号相当であり、OK-17 BW形は能力10号相当でソーラーシステムとの組合

表 4.2 瞬間・貯湯式給湯機仕様

項目	CB-1200, CB-1200 F
熱入力	12,000 kcal/h
熱出力	10,600 kcal/h
加熱効率	88 %
保温効率	90 %
缶体容量	100 l
防食方式	2 極定電流電気防食
貯湯方式	ドラフト貯湯方式
バーナー形式	丸形 MICS プラセンバーナ
リモコン操作	点火スイッチ, 貯湯量切換スイッチ, 確認ランプ, 液上がりランプ, 燃焼ランプ
沸上がり特性	100 l の時 38 分 15°C→85°C 50 l の時 19 分 15°C→85°C
安全装置	空焚防止, 凍結防止(本体), 蒸温過界防止 燃焼器過熱防止, 火炎検知, 点火安全, 停電時, 対震自動消火, 過電流, 漏電しゃ断器

せで 7.5 号に自動切換ができる。また、OK-3000 形は 17~8 号の能力を有する(図 4.13)。

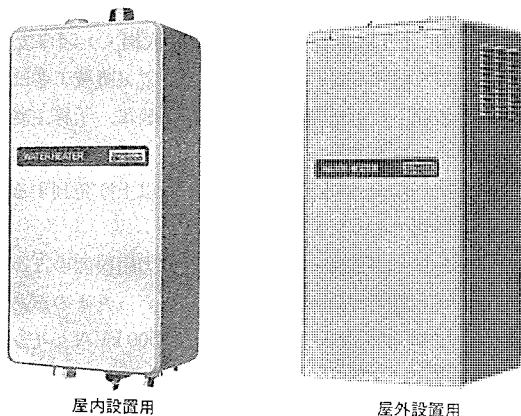


図 4.13 三菱石油ガス化壁掛式瞬間湯沸器 OK-3000 形

### (5) 照明

照明の分野でも当社はいくつかの誇るべき製品を持っている。

高効率で演色性を改善した高圧ナトリウムランプ《ハイレックス DL》、高効率メタルハライドランプ《マルチスター》のシリーズ品、高効率白熱電球色けい光ランプ《ルピカソフ》などのすぐれた光源、世界初の IC スタータ《ルミクイック》と新開発のたて形安定器を組合せた優れたデザインの住宅用けい光灯器具、そして省電力形安定器・高効率施設用けい光灯器具・店舗用照明器具・広場灯・2 線式誘導灯など省エネルギー・高効率・快適性を追求した製品群である。これらの中で、ここでは《ルミクイック》に焦点をあててみよう(図 4.14(a))。

けい光灯は白熱灯に比べ消費電力 1/3、寿命 5 倍という省エネルギー

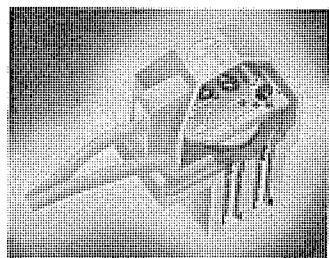


図 4.14(a) IC スタータ《ルミクイック》

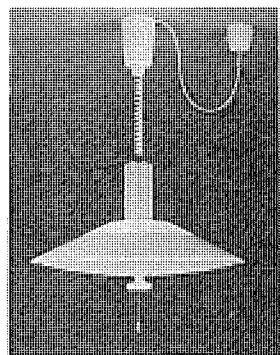


図 4.14(b) 《ルミクイック》搭載の即点灯形住宅用けい光灯器具

光源にもかかわらず点灯特性・演色性などの点でこれまでその用途を限定されていた。当社の誇る“すぐつくけい光灯”シリーズは、点灯性の問題を《ルミクイック》によって解決し、光色の問題も演色性のよい《ルピカ》あるいは白熱灯とほぼ同じ光色の《ルピカソフ》の採用によって解決し、住宅におけるほとんどの用途空間への対応を可能にした。

従来の電子スタータに比べても大形のパルストラスが不要でありハイブリッド IC 化により超小形にまとまり円形けい光ランプのソケットの中にビルトインされてしまった。

この《ルミクイック》を搭載したけい光灯シリーズには新機軸のたて形安定器と三菱省電力円形ランプの水平配置による高効率化あるいは分解構造による包装のコンパクト化、取付けの省力化など数々のメリットを付加するとともに、カラーフォルムでそれぞれに共通性を持たせており、機種構成もシャンデリア 10 機種、和・洋・洋ペンダント 57 機種、シーリング 30 機種、ブラケット・棚下灯 15 機種、合計 112 機種と豊富で住宅の照明はほぼ全体をまかうことができる。また 5 LDK のモデルケースの試算でも白熱灯主体の照明に比べ年間約 4 万円(30 円/kWh)の電気代節約が可能となり、経済性の面でも市場に大きなインパクトを与えている(図 4.14(b))。

将来は広範囲のけい光灯器具に搭載され、「けい光灯」という言葉は「すぐつく・反応の速い」ことの代名詞に生まれ変わるにちがいない。

(吉川 洋)

## 三菱電機技報 通巻 600 号小史

## 1. 創刊から休刊まで

「歐米先進国の動力は蒸気からガス、ガスから電気へと推移し、製鉄・鉱業・農業・家庭電化の進歩発展は目ざましいものがある。その理由は電気がすべての点で他の動力源に比べて優れているからである。」

我が国は電気の技術的経験とその材料などの点で、はるかに遅れおり、需要家各位はやむなく輸入品を採用せざるを得ないものあり誠に焦慮に耐えない。

当社は先年技術提携を結んだ米国ウェスチングハウス社の技術を早急に消化し、彼の長を探り、我が短を補い、我が国の自給自足の実現に貢献しなければならない。これは当社のみが享受すべき利益にあらず、電機業界全体の発展のためでもある。」

これは大正 14 年 3 月当社の技術機関誌として創刊された「三菱電機」の巻頭言“我が社の使命”を要約したものである。明治末期から工業化が叫ばれていたにも拘わらず、第 1 次大戦のさ中を除いては海外電機メーカーによる大容量機器の対日進攻が盛んで、当社は神戸・長崎・名古屋の 3 製作所体制で、ウェスチングハウス社から新しい設計・図面方式、工作技術、工場管理手法など採取して近代化を図ろうとしている時代であった。

その幕開けともいべき創刊号の表紙は創造的意欲に燃えた力強い色刷りで、体裁は A4 判、本文 5 号活字組み、12 ページ、用紙は当時としては最極上のものを使用している。

昭和年代を迎えると大戦景気の反動による大恐慌に遭遇し、重電業界は深刻な影響を被った。しかし本誌は 1 卷 1 号から経営上もっともどん底にあえいだ昭和 6 年までは、2 卷目を除いて毎月発刊し続けている。この間、大震災後の需要にこたえた扇風機や電熱応用品特集のほか、当時の記録品である 2,550 kW 化学用回転変流機、

25,000 kVA タービン発電機、110 kV 油入しゃ断器、当社初の 600 kW 1,500 V 電鉄用水銀整流器などが紹介されている。

農業・紡績・船舶など電化の進展のほか、特徴的なのは鉄道電化であり、鉄道省において大正 10 年頃から計画された EF 52, ED 16 形電気機関車を始め、私鉄各線の電化工事を含めた特集記事が毎号のように続き、世の不況の中でひとり氣を吐いているのが注目される。

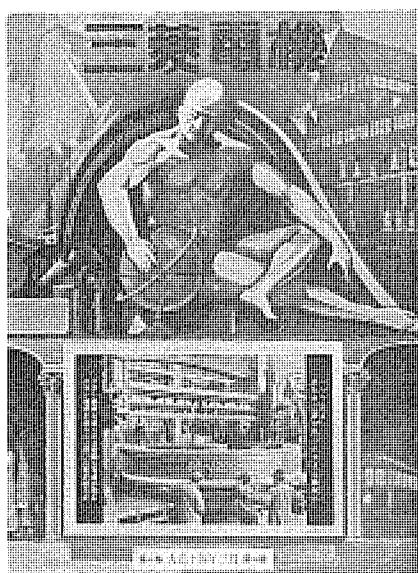
創刊から昭和 10 年頃までのもう 1 つの特色は「途を拓く者」「電気製造界の危機」「電化の使命」「科学的能力と民族の発展」などげき(檄)文調のエッセイが毎号のように掲載されており、大陸における事変、国際連盟脱退、ワシントン条約破棄といった時代背景の一方で、電気産業への奮起を訴えていることである。

金輸出再禁止を契機として我が国の経済は不況脱出のきざしをみせ、景気の回復に伴う需要漸増の上に肥料・人絹・ソーダ工業などの電力多消費産業の増大などの要因も加わり、電気機械工業は急成長を遂げるのである。しかし当社は会計組織の改革、予算主義の採用、経費削減などの対策を実施して業績回復を図っている最中で、むしろこの昭和 7 年から 11 年までが年間で 10 号以上は発刊することができなかった期間であった。

誌面の傾向としては紡績・鉱山・船舶・電力用機器のほか、エレベーター、電動工具、電気冷蔵庫、ミシンモートルといったものがある。また重電機器では 14,500 kVA 水車発電機、62,500 kVA タービン発電機、34,650 kVA 変圧器、1,000 kW 水銀整流器、154,000 V 油入しゃ断器などと大容量化している。

昭和 11 年に社内外に対する技術発表世話委員制度を設けて、本誌の編集に関しても有効、適切な統制を行うようにしたという記録がある。

昭和 12 年を迎えると大陸における事変は拡大し、いよいよ戦時



大正 14 年、創刊号表紙



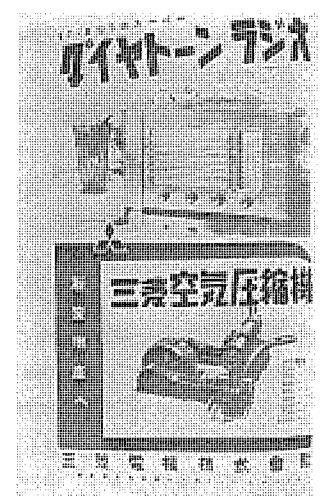
大正 15 年、5 号裏表紙



昭和 19 年, 終刊号表紙



昭和 22 年, 復刊第 1 号表紙



昭和 22 年, 3 号裏表紙

経済体制に入り、当社は既設の生産設備の拡張や新設を迫られその機種も多角化していく。発電機器を始め電気炉・圧延設備・イルガーナー装置用電動機・選炭総括制御装置・工作機械・製紙電気設備・船舶交流電化などと記事も多彩になっている。

やがて昭和 16 年末に第 2 次大戦に突入するや、諸産業の生産力拡充のため設備需要がいちじるしく増大し、昭和 19 年における当社は 4 製作所、8 工場、1 研究所を擁するに至っている。

本誌は昭和 12 年からそれまで毎月順調に発刊されていたが、戦時下の物資統制はいよいよ厳しくなり、ついに昭和 19 年第 20 卷第 3 号以降、各メーカー技術機関誌は当時の日本電機製造協会が統合することになった。次にその時の「終刊の辞」の要旨を紹介する。

「科学技術と生産力がいかに重要であるかは国民が認識するところである。メーカーの戦時の使命は、第 1 に生産力の発揮、第 2 に急速な技術革新と己れがもつ優れた技術の公開である。公開は我が国全体の向上と発明開発、生産技術の躍進と確立を図る手段である。

刊行物の発表は広い範囲で多数の技術者を益する……(中略)。物資の使用が極限され、20 年の歴史をもつ「三菱電機」も本号をもって一応廃刊とし、新たな統合雑誌「電機技術」に発表の途を求ることになった」とある。

ちなみに創刊からこれまで、神戸製作所の営業管理部門が編集発行を担当していた。

## 2. 再刊と復興時代

昭和 20 年 8 月戦か(禍)の余じんを残して終戦を迎えたが、当社の被害総額は総資産の 31% にも及んだ上に、産業の再編成をねらいとした諸種の法令によって事業活動はいちじるしく制限を受けた。しかし戦時経済下における資材難の中で努力した新機種開発のための技術的経験と多機種にわたる生産経験が、会社再建、復興の基礎となり特に弱電進出への端緒となった。

まずにわかに失った市場と販路を開くために主要都市に営業所を開設し、販売部門の拡充と自立を図らねばならなかつた。一方ではカタログなど販促資料の整備が迫られると共に、技術広報誌ともいべき「三菱電機」の再刊も図られていた。

休刊から 2 年有余を経て東京本店内に担当部門が設けられ、昭和

22 年 1 月ようやく発刊にこぎつけた。次に第 21 卷第 1 号「再刊の辞」の要約を掲げる。

「戦後の新日本建設のために急速な生産復興が必要であり、かつ不足する資材による生産の増強は、新たな観点からの技術、研究、研磨が肝要である。

当社はその研究した結果を迅速に発表して、各位の御批判を乞い、進歩向上を図る要を緊切に感じ、用紙の不足、印刷の困難などの悪条件を克服して、本誌の再刊を企図した次第である。」

その前年度には再刊のための原稿が集まっていたが、都内の印刷会社のほとんどが空襲の災禍を受けていた上に、用紙難のためその引き受け手がなかった。まず日本出版協会員に加入し、関係官庁に用紙の申請、認許を得たものを印刷会社へ渡すといった手続きが毎回必要であった。とにかく黄色味がかったザラ紙で粗悪なものであったが、そのめどがついて初めて発行することができた。体裁は B5 判、本文活字は 8 ポイント、22 ページ、約 3,000 部であった。

昭和 23 年にはいわゆる経済安定 9 原則が発令され、続いて「ドッジライン」と呼ばれる一連のインフレ収拾政策など打出されたが、雑誌の方は発行の都度、見本刷りを GHQ の検閲部へ持参して認可を受けることになっており、これは日米講和条約が締結される昭和 26 年頃まで続いた。この間に韓国向け デロイ形電気機関車の記事の調べがあつただけだった。

我が国の産業は傾斜生産方式の採用によって炭鉱・鉄鋼・電力・肥料など主要なものから次第に需要が増加すると共に、戦災による家庭用電気品の喪失と戦時に抑圧された需要の顕在化によって、民需もようやく回復のきざしが見え始めていた。

再刊して2年目の2号で「戦後製品の概況」特集がまとめられているが、それまでの空白を埋めるかのように材料や試験研究報告の外にアイロン・ラジオ・クリスタルピックアップ・レンジ・電気冷蔵庫・超短波通信機・超音波探傷装置・高周波誘導加熱、パルス式障害探知器といった表題がある。

技術管理部門では設計・工作基準総覧や規程類の整備を行っていたが、これに関連して社内外に対する技術発表諸規則、委員会組織などを見直すと共に、「原稿執筆のしおり」を作成して配布し、論文その他の書き方、用字用語、記号類の統一と徹底を期した。

研究所を始めとして各製作所には技術発表委員会が新たに設けられ、本社には編集常任委員会が設置されて組織的な活動が始まられた。

昭和25年半ば、これまで沈滞していた我が国の経済は、特需と輸出の発生によって飛躍的な発展をみる契機となるのであるが、いち早く立直りをみせたのは繊維・化学・金属・製材といった容易に供給力を増大し得る産業であった。電力・石炭・陸運・海運といった基礎的産業は資本蓄積の不足のために需要の急増に応じ切れず、拡大再生産のネックとなっていた。政府は重点産業向けに集中的な資金投入政策を採ったので、電気機械産業はこうした背景のもとに飛躍をとげるチャンスを迎えていた。

当社はかねて途絶していたウェスチングハウス社との技術提携を復活したが、あたかも鉄鋼業界では第1次合理化計画による圧延設備の拡充、鉱業では立坑開発や採掘の機械化、電力業界では大容量水力・火力発電と超高压送電など大規模な電源開発が計画されていた。

本誌は再刊から5年程は毎月発行できず、平均8号前後に終っていたが、昭和28年から毎月発行できるようになった。この頃から大形水車発電機組立・試験設備の増設、高電圧・大電力試験設備の完成、大容量タービン発電機生産のための200tクレーン設備あるいは大容量変圧器の運搬用90t貨車などと大容量機器の生産に対応した諸設備があいついで拡充され、これらの特集記事が企画された。なお編集常任委員会の意欲的な活動もあって年間の特集号は半数以上を越え、ページ数も次第に増大し、昭和27年から新年号は前年度の技術的成果を総括した特集として毎年刊行されるようになった。

### 3. 拡大と高度成長時代

昭和30年代を迎えると国際政治の安定と、各国の経済繁栄を背景に我が国は世にいふ神武・岩戸景気といわれる数量景気が6~7年続くことになる。

本誌も昭和33、34、36年と臨時増刊特集号を出す程で、31年30巻からは新たに「技術解説」欄を設け、その第1回表題は「研究用原子炉」で(1)~(5)まで連載されている。世は正に技術革新時代の到来であった。

この間、電力関係の原子力発電・超高压送電・直流送電・計測自動制御・自家発電特集などがある。また鉄鋼圧延・電気炉・炭坑合理化設備・交流船舶・合成繊維用電機設備・電鉄の交直流電化・地下鉄・建築と電機設備といった特集がたびたび組まれている。特筆すべきことは、昭和28年に我が国でテレビ放送が始まった頃から国民所得の安定感から家庭生活の合理化へのゆとりが生じ、この8~

9年の間に「三種の神器ブーム」と呼ばれる家庭電化が開花したことである。

更に本誌の特色としては、エレクトロニクス関連記事が盛んに登場することである。船舶用レーダーの完成に始まり、これを基礎にした航空機用・気象観測用レーダーへと進み、あまりにも有名な富士山頂レーダーへと続く。そしてロケット追尾レーダーはテレメータリング、誘導技術へとポテンシャルを高め、やがて通信衛星の電源装置や電離層観測衛星へとつながっている。

またパースレングスアンテナの試作成功からパラボラアンテナ、更には日本本土を縦断するマイクロウェーブ中継回線へと確固たる地歩が築かれ、一方ゲルマニウムからシリコントランジスタそして「モレクトロン」と名づけられた我が国最初のICが登場する。

アナログ電子計算機の第1号もこの頃で、科学計算用の『MEL-COM』標準機を完成させ、やがて事務用・産業用電子計算機のシリーズへと発展している等々誌面をぎわして、将来エレクトロニクス技術が各分野の伸長に欠くべからざる中核となる基礎がためが、この時期に行われているのである。

この頃、本誌の姉妹誌ともいふべき海外向け季刊誌「Mitsubishi Denki Engineer」(昭和48年3月号から「Mitsubishi Electric Engineer」と改名)が昭和34年3月に創刊されている。

昭和37年を境にいわゆる構造不況と呼ばれる時代に入り、我が国の経済はそれまでの設備投資主導形からその成長要因の比重を海外輸出、財政投融資、個人消費主導形へ移行・転換を迫られていた。

昭和35年の貿易為替自由化、37年の貿易自由化、更に42年以降の資本の自由化と続き、やがて国際化時代を迎えるのである。

この時代「三菱電機」の記事やニュース欄には、アジア諸国向けに水力・火力発電機・大形変圧器・電気機関車・エレベーターなど、中南米諸国向けは上記機種と製鉄用電機品、オセアニア諸国向けには同様機種の外に気象用レーダーなどが盛んにみられる。この開放経済下において、当社の輸出並びに海外活動がいかに急成長したかに注目したい。

昭和37年8月本誌は「三菱電機技報」と誌名を改めると共に、御手洗流と呼ばれる書体を現在のゴシック体に変更して、第三種郵便物の認可を受けているが、その時の発行部数は8,600部である。

総合電機メーカーはこの頃、手持ちの受注を消化するために増産し、貿易の自由化に対応して設備の合理化を図らねばならぬ一方、設備投資の引締め調整という矛盾する命題のなかで収益性の悪化に苦闘していた。しかしこの景気停滞期に本誌では、日米テレビ放送中継の成功と宇宙通信地上局設備、東海道新幹線開通と電機品、富士山頂気象レーダーのか(稼)働、東京オリンピック関連設備などの記念すべき特集が発刊されている。なお昭和39年38巻から「技術解説」と並んで「技術講座」が設けられ、その第1回は「SCRインバータとその応用」で(1)~(3)回の連載となっている。

構造不況からようやく抜け出した昭和40年代前半は、我が国の経済が目ざましい高度成長ぶりを示し、世界第3位の経済大国になるが、国際化時代といざなぎ景気が重複した時代でもある。翌、昭和41年4月ウェスチングハウス社と技術交換契約を結んだことは、当社の技術と自主性が認められた特記すべきことであった。一方、総合電機メーカーとして単体機器のほかにシステム機器、プラント機器など複合するシステムエンジニアリングを指向していく時期でもあった。

電源開発はいよいよ盛んになり、本誌では原子力発電所用920MVAタービン発電機、500kV 1,000MVA超超高压変圧器などとい

った大容量機が記録されている。家庭電気品と自動車は「3 C ブーム」に沸き、高層化するビル建築、名神・東名高速自動車道の開通、貿易では強い輸出競争力をもって我が国の国際収支は 16 億ドルを越える黒字を記録している。

この当時の本誌では、前記の輸出先に加え スペイン、西独、サウジアラビア、南アフリカ、カナダ諸国向けの電気機関車、シリコン整流器、ガスタービン発電機、水力発電機、大形変圧器などがあり、更にカリブ海沿岸用国連向け気象レーダ、米国ミズリー大学向け中性子回折装置、フランス原子力炉向け電子線形電子加速器などと広がりをみせている。

なお特集の傾向は宇宙開発と衛星通信、海中基地電気設備、交通システム、環境制御、水処理プラント、データ伝送といったものから、一般論文では磁気浮上式鉄道、三次元レーダ、MHD 発電、自動窓ふきシステムなどがある。また昭和 44 年、本誌の表紙にもみられる「未来を開発する三菱電機」というスローガンが掲げられ、将来を予見・予測して絶えず研究・開発に挑むという企業の姿勢が示されている。ちなみに本誌の発行部数はこの頃には 10,000 部を越えていた。

#### 4. 質的発展と省エネルギー・電子化時代

昭和 48 年 10 月、アラブ 10 か国は石油の 25 パーセント減産と実質価格 5 倍の値上げを宣言したため、急激な狂乱物価が現出し、このオイルショックの影響で我が国の経済は、それまでの高度成長から安定成長政策へ方向転換せざるを得なくなった。

昭和 50 年を迎えると本誌は毎号特集形式とし、1 年半ほどの発行計画を立て、それを半年ごとに再検討していく編集方針とした。特に 1 編の長さは 5 ページ以内に収まるように決めたが、これによってともすれば詳細すぎて冗長化していた論文が、簡潔で平明になるという効果があった。なお 52 年 9 月には「Mitsubishi Electric Engineer」を、当社各国駐在員の意見を参考にして編集内容の改善を図り、誌名も「Mitsubishi Electric ADVANCE」と変更して再発足した。

政府は異状なインフレーションの進行に対処して、総需要抑制策や金

融引締め政策をとったが、この効果が浸透するにつれて不況が進行して操短、帰休、倒産が続出し、各企業は減量経営を図らねばならなかった。景気回復のための公共投資、金利の引下げを行ったが、円高による輸出不振も加わり景気は減速経済路線への切換え調整過程で一進一退を続けた。一方、社会情勢は高度成長期のひずみが一時に噴出した感があった。省資源・省エネルギー問題に加えて、環境・公害問題は昭和 40 年前後から始まった対立がいよいよ激化し、行政が対応を始めたばかりであった。経済路線ばかりでなく、テクノロジーアセスメントに基づく技術、開発の方向転換が迫られていた。

近年の本誌にみられる研究課題では太陽熱利用発電、高速増殖炉、超電導発電、強制燃焼技術、海洋開発関連あるいは放射線計装、排水再利用、高出力オジナイザの利用などがある。また電力では原子力発電機をはじめ単機容量の大形化と環境保全、立地など制約条件に立向っており、産業機では省エネを図りながら排煙・脱硫・脱硝、脱臭、汚泥処理といった機器に取組んでいる。交通では新交通システム、消電力、低騒音、自動車の排ガス浄化、ビル建築物の安全管理システム化、更に社会・公共分野では電子計算機と通信技術の結合でオンライン・分散処理化が一段と進展し、家庭電器では省電力、スペースセーブ、ハンディ性など追求している。現在では、これらの分野が更に広範でしかも高度化しつつあるが、もっとも特徴的なことはあらゆる分野にエレクトロニクス技術が浸透していくことであろう。

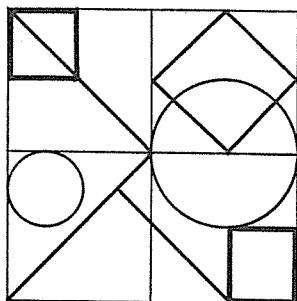
当社は本年 2 月に会社創立 60 周年を迎えたが、期せずして「三菱電機技報」も通巻 600 号を数えるに至ったので、以上のとおり極めて皮相的ではあるが小史をまとめてみた。顧みるに昭和 19 年、当時の情勢上やむなく休刊せざるを得なかった編集後記に「本誌の歴史は一面わが国技術史の外史というべく……うんぬん」という記があることを想起するとともに創刊以来、企画編集と発刊に携わった関係各位に対し敬意を表する。

終わりに当たって今後ともなお一層、読者の皆様方の御叱声御指導をお願いする次第である。

〔諸住康平  
及川金治 (REC)〕

当社の登録特許

登録番号	名称	発明者	登録番号	名称	発明者
890257	励磁装置	日比野昌弘・岩本雅民	893086	荷電粒子線エネルギー測定装置	美濃和芳文
890258	昇降体の非常停止装置	国井和司・吉川博	893087	電気車の制動制御装置	小山滋
890259	計数制御装置	神河達男	893088	差動保護繼電装置	菅井英介・辻倉洋右
890260	高周波パルス直流アーカ溶接装置	後藤徹・梶野幸男			海老坂敏信
890261	電気車制御装置	三橋英一	893089	パルス変調高周波発振半導体装置	三井茂
890262	マイクロ波ベーキング装置	阿部東彦・箕浦登美雄	893090	速度帰還方式	山崎宣典・高橋昇
890263	マイクロ波ベーキング装置	阿部東彦・箕浦登美雄	893091	誘導加熱装置	新見明彦
890264	電気車制御装置	柳沢忠男・芦谷正裕	893092	直流サイリスタチョッパ転流失敗保護検出方式	小山磁
890265	半導体装置	池川秀彰	893093	クレーン用桁	峰松吉彦・石田文夫
890266	高周波パルス直流アーカ溶接装置	高木茂・橋本進一郎 斎藤弘之	893094	排水の電解処理装置	久慈陽一・棚尾涉 加藤強
890267	直流アーカ溶接機	橋本進一郎・高木茂 斎藤弘之	893095	電圧補償回路を有する変換装置	佐野重信・赤松建三
890268	溶接制御装置	中山梅雄・橋川彪 柄折攻一	893096	耐熱性樹脂組成物	江藤昌平・不可三晃 中島博行・山本泰 西崎俊一郎
890269	直流アーカ溶接機のアーカ起動補償装置	鵜飼順・水野孝治 清水孝雄	893097	硬化性樹脂組成物	江藤昌平・不可三晃 中島博行・山本泰 西崎俊一郎
890338	電気メッキ法	石橋幹史・大塚敬彦 小川義房	893098	燃料自動閉止装置	藤原弘之・香西文男
893065	耐熱処理バルブマイカ	伊藤公男	893099	内燃機関式車両の起動方式	森原健二
893066	電動機の運転制御装置	浅野哲正	883100	清掃装置	丸山正彦・尾家祥介
893067	クラッチ装置	久保高啓・西川啓 渡辺勢夫	896155	非直線抵抗体の製造方法	井上武男・石井勇雄
893068	開閉装置	大倉敏幹・村井裕 新良由幸	896156	論理回路試験装置	壺井芳昭・松原要
893069	レーザ・レーダ装置	中原昭次郎・伊東克能	896157	保護繼電装置	高田信治
893070	励磁制御装置	森川富夫	896158	真空しゃ断器	竹内宏一・岡田武夫
893071	可変抵抗式切換開閉器	堤長之	896159	表示線繼電装置	青木伸一・山中隆司
893072	自動選字制御装置	斎藤豊	896160	記録紙印字装置	古谷昭雄・高田信治
893073	ヒステリシスクラッチ、ブレーキを使用した駆動装置の制御方法	車戸秀男	896161	動力車における動力伝達装置	林正之
893074	パイロット繼電装置	鈴木健治	896162	送風機の不規則回転発生装置	平尾新三
893075	リードオンリーメモリの情報書き込み装置	磯崎真・阪尾正義 小笠原光孝・山本勝敬	896163	データ読み取り装置	下島明彦
893076	多相インバータ装置	太田幹雄・加我敦	896164	点検回路	三好明好
893077	磁性粒子式連結装置	車戸秀男	896165	車両用電気装置の制御方式	畠田稔
893078	けい光放電灯	竹田俊幸・伊藤弘 野田昭吉・馬込一男	896166	変圧器保護装置	上田敦・石井光明
893079	螢光体	粟津健三・松永数	896167	事故点検定装置	大原洋三
893080	電気車の制御装置	成戸昌司	896168	事故点検定装置	前田耕二
893081	無接解スイッチ	高宮三郎	896169	交流電動機の起動回路	前田耕二・津川和夫
893082	多チャンネルフェライトヘッドの製造方法	鳥生次郎・佐々木肇	896170	焼入装置	藤井学
893083	広帯域周波数弁別器	中山皎・鈴木栄一 久永誠也・竹内秀夫 浅野寛	896171	ネマチック液晶組成物	利藤尚武
893084	位置検出器の故障検出装置	六藤孝雄・太田征四郎	896172	コード変換装置	柴山恭一・小野博
893085	巻取コイル周辺速度検出装置	斎藤豊	896173	直熱型陰極	遠藤義昭・山本征二 河村英四郎
			896174	ならい装置	中西寿夫
			896175	箱体の製作法	津田栄一・稻荷隆彦 高嶋和夫
					星野昌弘・小林功 坂本三喜男・高寺信也



# 特許と新案

## パルス発生器 (特許 第907450号)

発明者 石井敏昭

この発明は回転体の周辺部に設けられた空げき(隙)を通る光線を、受光器で受けすことによりパルスを発生させる装置に関するものである。

図1において、(3)は空隙(1)と突起(2)を交互に有する円板、(5)は複数個隣接する光源(8)～(12)により構成された投光器、(7)は投光器(5)の幅に等しい幅を持つ受光器で、円板(3)の空隙(1)の幅は光源2個分に等しく、突起(2)の幅は光源3個分の幅に等しい。

光源(8)～(12)は図2の出力(8a)～(12a)に示すように一定周期 $T_0$ で点滅する。円板(3)が静止しているとき光源(8)～(12)の点滅を矢印A方向へ移動させると、受光器(7)の出力(7a)は図

3の出力(7a)に示すように周期 $T_0$ 、すなわち周波数 $f_0=1/T_0$ のパルス出力となる。

円板(3)を矢印B方向へ回転させれば、出力(7b)の発生時間は時間 $t_0$ から時間 $t_1$ に延びる。また周期は $T_0$ から $T_1$ に延びる。したがって、周波数は $f_0$ よりも小になる。円板(3)を矢印C方向へ回転させると、周波数は $f_0$ よりも大になる。これを図4に示す。

したがって、周波数 $f_0$ を適当に選ぶことにより、処理する周波数を適当に高域へシフトすることができ、デジタル～アナログ変換時に時定数の小さいフィルタを用いることができるため、時間遅れ及びリップルを生じることはない。また円板(3)の回転方向を容易に判断することもできる。

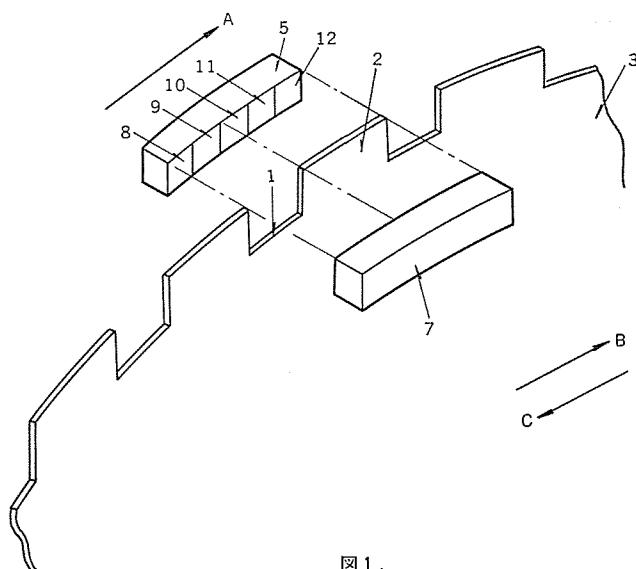


図1.

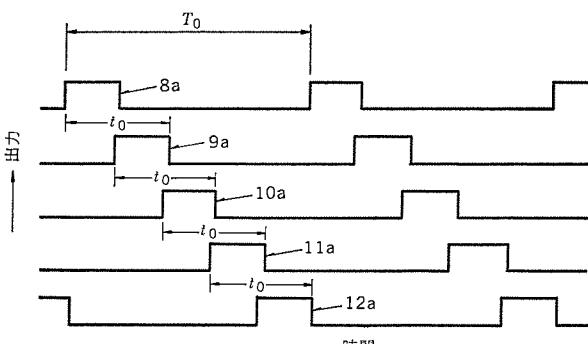


図2.

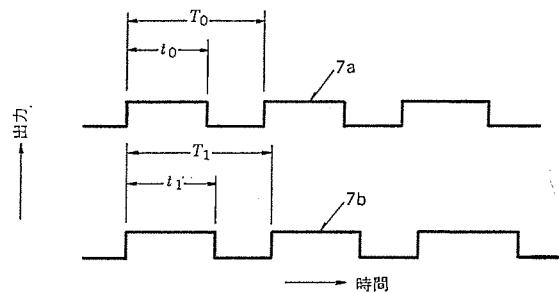


図3.

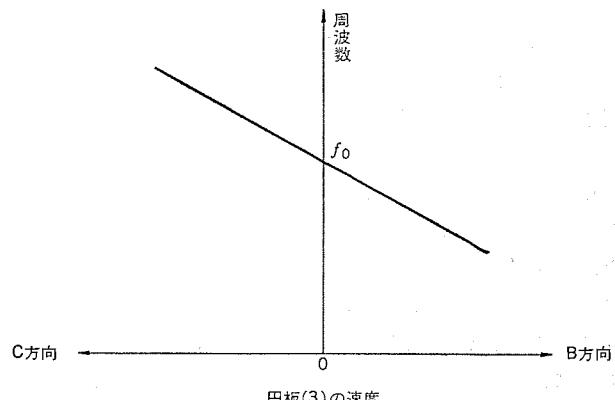


図4.

# 特許と新案

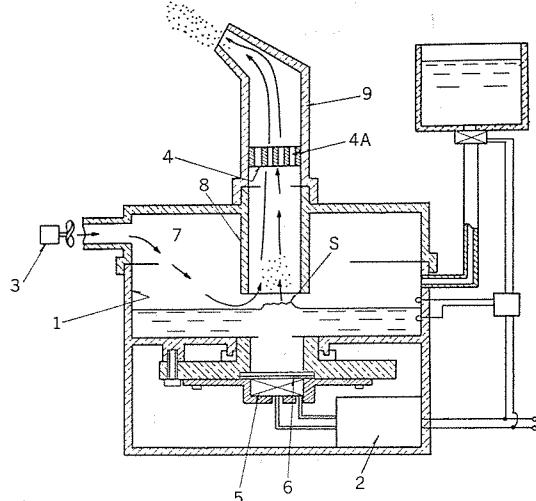
## 超音波加湿装置 (実用新案 第 1255468 号)

考案者 柳道治・鳥山建夫・野口喜弘・堤孝夫

この考案は超音波による霧化作用を利用した加湿装置に関する。

図において、水槽(1)に給水した後に発振器(2)、送風機(3)及びヒータ(4)を同時に付勢させれば、発振器(2)により振動子(5)と振動板(6)が超音波振動して、これら振動部に対応する水が振動エネルギーを受けその水面(5)から霧化される。こうして発生した霧は、送風機(3)から霧化室(7)への送風で霧化案内筒(8)、霧放出筒(9)を経て連続的に外部に放出される。

ここでこの考案においては、霧放出筒(9)内に、例えば多数の通風孔(4A)を有する正特性感温発熱素子から成るヒータ(4)を配設しているので、送風空気及び霧は温められ空気流が含み得る湿分を増すとともに、霧及び送風空気共にヒータ(4)の加温により霧放出筒(9)を出てから上昇力を有するため、霧は遠く広く運ばれて加湿効率が上がる。また暖房中の室内等に使用した場合においても、霧が蒸発して気化する際に奪う熱を減じて暖房効果が損なわれない。



## ダイオード保護回路 (実用新案 第 1218307 号)

考案者 高見弘

この考案は車両の速度制御において、複数個の主電動機を直列あるいは並列運転する際に用いられる渡り用ダイオードの保護に関するものである。

図 1.において、主電動機 M1～M4 が直列運転される場合は、スイッチ(5 a)が閉成し、スイッチ(5 b), (5 c), (5 d)が開放される。この直列運転の状態から次の速度ステップとして主電動機 M1, M2 と M3, M4 が並列運転される場合は、まずスイッチ(5 b)が閉成し、渡り用ダイオード(6)を介して渡り回路が形成されるとともにスイッチ(5 a)が開放され、その後スイッチ(5 c), (5 d)が閉成された後スイッチ(5 b)が開放され、主電動機 M1, M2 と M3, M4 の並列接続回路が形成される。

渡り用ダイオード(6)で渡り回路が形成された状態で、例えば主電動機 M3 のフラッシュオーバ時にこの主電動機 M3 を介して接地事故電流が流れようの場合、事故電流は主電動機のリアクタンスにより抑制されるため、渡り用ダイオード(6)の過負荷耐量は図 2. の曲線 b で示されるもので十分である。

しかしながら、主電動機 M1 又は、M2 の故障時に、主電動機開放スイッチ(3 a), (3 b)を下方に切換えてこの主電動機 M1, M2 を回路から開放させた状態で同様の事故が発生した場合は、回路内のインピーダンスがほとんど零となり、事故電流は図 2. の曲線 a のように急激な立上りとなり、同図の曲線 b のような過負荷耐量のダイオードでは A 点付近で破壊してしまう。そのため、従来のものはこのような事故を想定して大容量の渡り用ダイオードを必要としていた。

しかるに、この考案では図 1. に示すとくスイッチ S を渡り用ダ

イオード(6)に並列接続し、しかも主電動機 M1, M2 の開放条件で閉成されるようにしたので、上述のような事故発生時には、過電流は閉成されたスイッチ S によりバイパスされるため、渡り用ダイオード(b)の電流は図 2. の曲線 a' のようになり、同図の曲線 a に比較して大幅に減少する。そのため、渡り用ダイオード(6)の過負荷耐量を低く設計でき、経済的に有利となる。

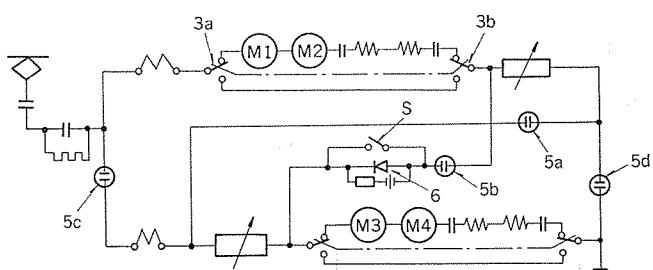


図 1.

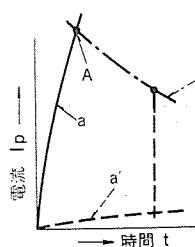


図 2.

# 高性能リングバスによる異機種複合システムのネットワーク管理ソフトウェア

池田克夫\*・海老原義彦\*・市村洋\*\*・西川正文\*\*・伊藤光一\*\*

## 1. まえがき

異機種複合コンピュータシステムの有機的結合は、世のすう勢である。筑波大学 GAMMA-NET (General Purpose and Multi Media Anular NET work) は、このすう勢を先駆的に実現しようと研究開発・製作中のシステムであり、筑波大学、三菱電機(株)、富士通(株)の3者で推進している。このシステムの特長は、数多い。この特長の1つに、ネットワーク管理サブシステム(NMS: Network Management Subsystem)があり、ここにその設計思想、機能、実現方法の概要を述べる。

GAMMA-NET は、1つの高性能光ループ《MELCOM LOOP-3》によって、異機種複合用大中形コンピュータ複数台が結合された“可能な限り密に近い疎結合システム”である。このシステムを構築するハードウェアと基本ソフトウェアは、既に当三菱電機技術に報告されている<sup>(1)(2)</sup>。この報告は、それらシリーズの一環であるが、NMS を理解していくたまに当たって、既報告を参考にして、全システム構成の概要、ハードウェアの概要、基本ソフトウェアの概要を先ず述べる。その後、NMS の設計思想、NMS の有する機能、NMS プログラムの機構を述べる。

## 2. 概要

### 2.1 複合システムにおけるNMSの位置付け

GAMMA-NET は、図1. のように、構内に散在する異機種複合用大中形コンピュータを高性能光ループ《MELCOM LOOP-3》によって、有機的に結合した“可能な限り密に近い”機能分散・負荷分散・資源共用化の疎結合ネットワークシステムである。各サブシステムは、それぞれの目的とする固有の業務処理をつかさどる。負荷の問題によるロードレーリング(負荷分散)、固有資源の共用化、1サブシステムがダウンした場合の即時代替や縮退運転などは、システム全体がつかさどる。システム全体のか(稼)働情報、資源情報は、ネットワーク管理サブシステム(NMS)が保有している。NMS は、これらデータベースを基に、システム全体の調和を受動的に管理するサブシステムである。

各サブシステムのローカル処理は、各サブシステム(各機種)固有のオペレーティングシステム(OS)により、強く管理される。《MELCOM-COSMO 700》系は UTS/VS、FACOM M シリーズ系は OSIV/F4、また NMS サブシステム自身は VOS なる OS により強く管理される。NMS は、これら固有サブシステムの独立性に支えられた超ネットワーク管理オペレーティングシステムとして、システムのかなめ(要)として位置付けられる(図2.)。この抽象的表現の具現化は、NMS の機能、NMS プログラムの機構で述べる。

### 2.2 複合システムの構成概要

#### 2.2.1 システムの特長

ループ構造の伝送系の一般的特長として、

- ・任意のノード間でデータ交換が可能
- ・高速データ転送に適する
- ・システムの拡張・増設が容易

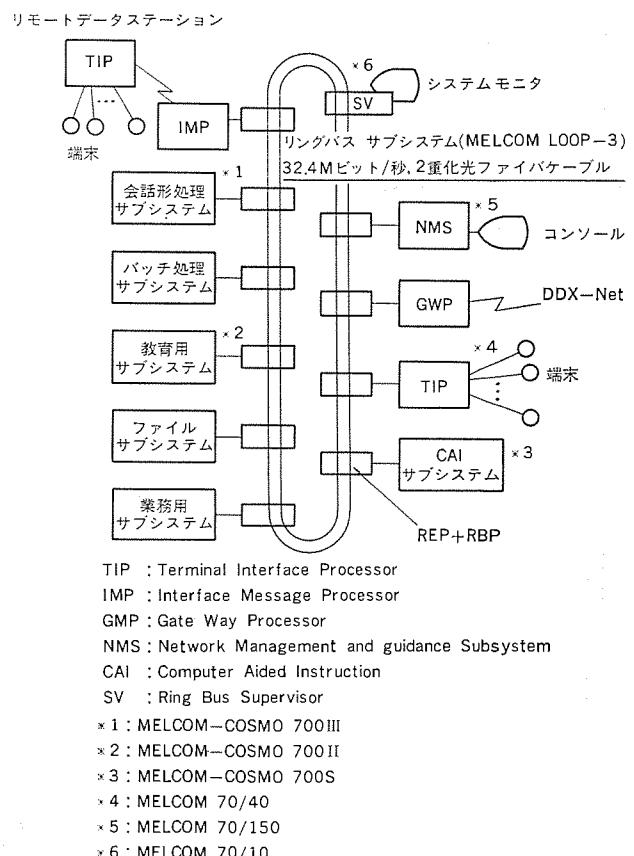


図1. 筑波大学 GAMMA-NET のシステム構成

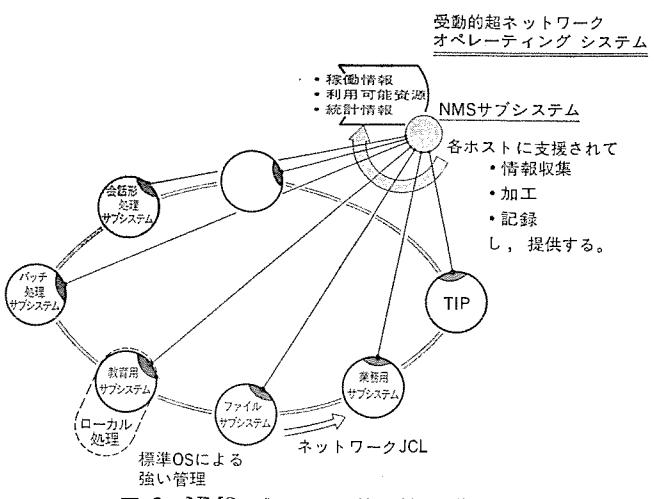


図2. NMSサブシステムの位置付け(概念図)

がある。異機種複合コンピュータシステムに当たって開発したハードウェア、基本ソフトウェアの特長は、更に次のものがある。

- (1) 光ファイバケーブルによる高品質の信号伝送
- (2) 平易な階層構造ネットワークアーキテクチャ採用
- (3) 高スループット通信の実現

- ランデブ形通信方式に基づく新しいデータリンク制御プロトコル
- このプロトコルをファームウェアとして実行する専用プロセッサ（リンクバスプロセッサ RBP）
- バースト性データ転送において、通信プロセス間のダイレクト転送を可能にするための縮退概念

#### (4) 信頼性と保守性の向上

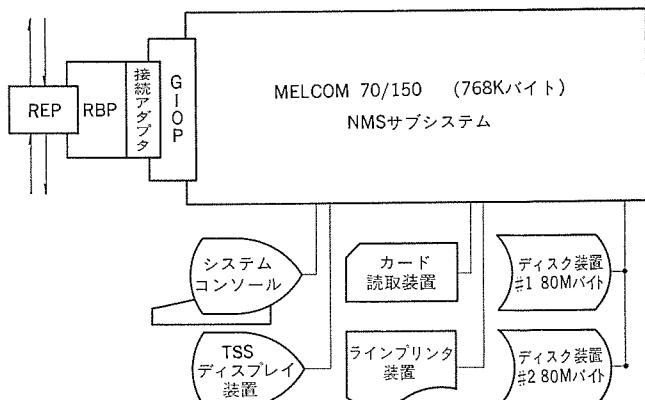
#### (5) 異機種コンピュータ接続アダプタの標準装備

更に、システム的特長は、次のとおり要約できる。

- 資源共用の概念に基づいた機能分散・負荷分散方式の異機種汎用大中形コンピュータシステムの実現
- 各サブシステムの独立性に支えられた全システムの要としての超ネットワークオペレーティングシステム概念の導入（NMS）

#### 2.2.2 物理構成とシステム仕様

図1に異機種複合コンピュータシステムの構成例を示した。各サブシステムは、LOOP-3とREP/RBPを介してチャネル直結される。図3にその接続形態とNMSサブシステムの実装入出力機器構成を示す。接続アダプタには、《MELCOM-COSMO 700》系アダプタ（モードA）、《MELCOM 70》系アダプタ（モードB）、IBMブロックマルチプレクサ用アダプタ（モードC）の3種類が用意されて、異機種接続可能としている。図4は、TIPに接続しているRBPの実装写真である。表1にLOOP-3のハードウェア仕様を示す。



REP: Optical Repeater  
RBP: Ring Bus Processor  
G-IOP: General Input Output Processing Processor

図3. NMSサブシステム構成

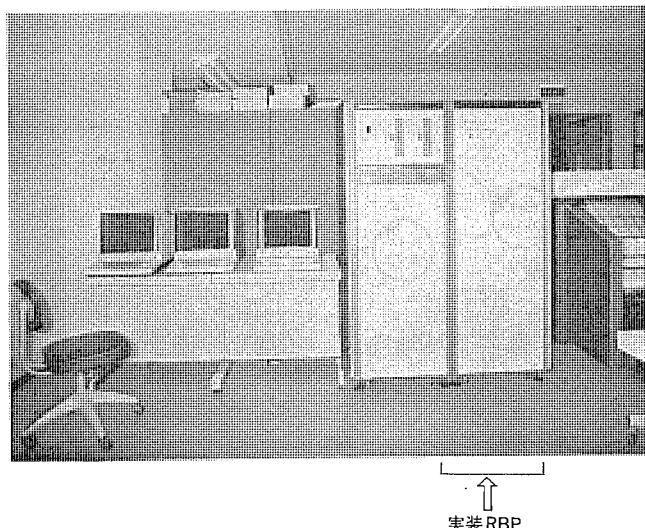


図4. TIPに接続しているリンクバスプロセッサ（RBP）

表1. 《MELCOM LOOP-3》のハードウェア仕様

項目	標準仕様	筑波大学 GAMMA-NET リングバスサブシステム
伝送路	光ファイバ2重化路、ループ状	
伝送路総延長	最大30km(10km)(注1)	最大10km
標準接続計算機	MELCOM-COSMO 700, 900シリーズ MELCOM 70シリーズ	MELCOM-COSMO 700シリーズ MELCOM 70シリーズ IBM, BMXチャネル互換機
伝送路速度	32.4M(97.2M)ビット/秒	32.4Mビット/秒
接続ノード数	最大32RBPs	
ノード間距離	最大1km(標準)	
多重化方式	チャネル多重、8チャネル(データ)+1チャネル(制御)	
最大データ伝送速度	320K(960K)バイト/秒: チャネル当たり 20.48M(61.44M)ビット/秒: 1ループ当たり	320Kバイト/秒: チャネル当たり 40.96Mビット/秒: バス当たり
バスアクセス	ランダムアクセス	ランダムアクセス 追加機能 ・マルチチャネルアクセス ・データの優先割り当て ・両系バスへの同時アクセス
交換方式	任意交換(N:M)	
通信方式	ランデブ形通信方式	
(注2) データリンク数	標準31(96まで拡張可)	最大31
トラヒック計測	オプション	標準装備
ネットワーク管理機能	任意のホスト又は専用ノードに付与	専用ノード(NMS)が実行
電話サービス機能	オプション	なし
信頼度対策	伝送路及びSV、RBP主要部の2重化 光リピータ(REP)電源給電系の2重化 システム障害時のバイパス、ループバック SV(BSP)+RBP(ASP)による常時予防診断 伝送品質の監視	
通信ソフトウェア	MNAに準拠	GAMMA-NET リングバスサブシステム

注(1) (2) 内の数値はLOOP-3モデル100Mのとき  
(2) ノード(RBP)と共通バスとの間の論理的なチャネルの総数

#### 2.2.3 論理構成と基本ソフトウェア

LOOP-3による異機種複合コンピュータシステムの各サブシステムは、論理的に同一のネットワーク階層構造をもつ（図5）。階層構造は、次のように4レベルで表現される。

##### (1) データリンク制御層(DL)

LOOP-3伝送路の場合、このデータリンク制御は、ハードウェアRBPによって行われ、システムオーバヘッドを軽減している特長を有している。また、RBPは、伝送路のトラヒック統計データを収集・記録する機能も有している。

##### (2) ネットワーク制御層(NL)

この層は、データリンク制御層で管理されるデータリンク上にソフトウェアにより、論理的な通信路（論理リンク）を規定し、他のサブシステムとの間でプロセス間通信を可能とする。この層では、上位層からの要求に応じて、次のような2つのデータ転送モードを同時管理する特長を有している。

- マルチプレクスマード転送（低速データ転送用）
- バーストモード転送（大量データ高速転送用）

##### (3) 機能制御層(FL)

アプリケーション層のネットワークサービス機能を実現するための基本機能として、機能制御層は、次のプロトコルが定義される。

- プロセス間通信プロトコル(ICP)

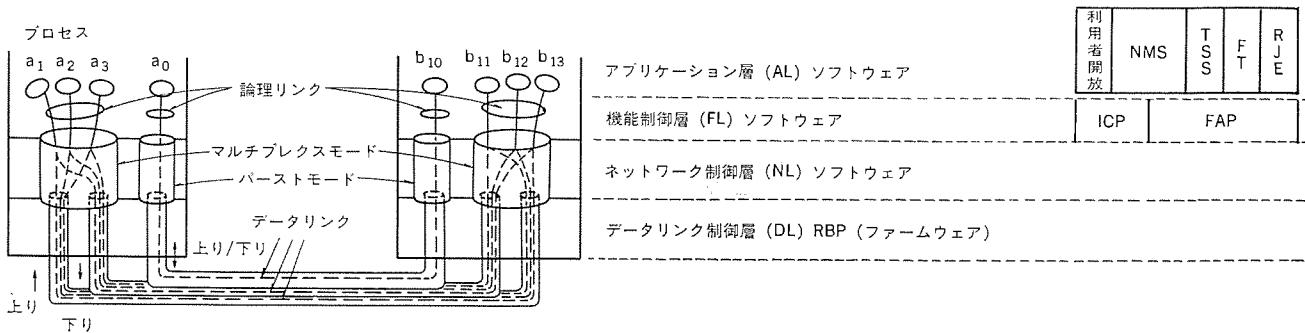


図 5. リンクとプロトコル階層の関係

- ・ ファイルアクセスプロトコル (FAP)

#### (4) アプリケーション層 (AL)

ユーザーに提供されるネットワークアプリケーションサービスは、次のとおりである。

- ・ 会話形処理 (TSS)
  - ・ RJE
  - ・ ファイル転送 (FT)

NMS サブシステム のもつ各種機能は、機能制御層のプロセス間通信 プロトコル と ファイルアクセスプロトコル の サブセット で実現している。

### 3. NMS の 機 能

### 3. 1 基本的な考え方

上記のようなハードウェア、基本ソフトウェアの基本機能を備えたコンピュータネットワークに、どのような有機性を与えることができるのか、また望ましいのかということがNMSの中心課題である。

GAMMA-NET では、各サブシステムはそれぞれ得意とする機能を主にサポートするように選択され、ループに接続されたコンピュータ群によって、1つの汎用コンピュータのイメージを作り出そうとしている。この汎用コンピュータの管理を行うのが NMS の役割である。

ネットワークシステムをRASの観点から見ると、各サブシステムは独立に機能し、各OSに強く管理されている方が望ましい。この点を考慮すると、NMSの望ましい形態は、NMSが機能しているときはシステムのサービスが向上し、機能していないときはサービスが低下するが、システムはそれなりに機能するという弱い管理形態である。この形態を満たすために、NMSは各サブシステムの情報を収集、管理し、要求があったときに、利用者（サブシステム及び利用者）に情報を提供するという受動的管理の役割を持たせることにした。情報を各サブシステム向けにNMSが変換を行なうことはず、受取った情報は各サブシステムが自系へ変換する方式を探った。このような仲介的性格を持たせることによって、各サブシステムの性能が向上したときにも、NMSがネックになることがなく、それにつれて利用者により高度なサービスを提供できるようになる。

各サブシステムの独立性を認めたときに、どのようにして各サブシステムの情報をNMSは収集することができるのだろうか。異機種接続ということと、NMSの仲介的性格を考えると、最も一般的な解は、システム全体で共通な形式を決め、その形式でNMSに情報を提供するプログラムを各サブシステムに組込むことである。NMSはこのプログラムを通して情報を収集し、利用者に提供する。このような考えに基づいて、NMSは極力データの内容に依存しないように配慮し、汎用性を高めるような作り方をした。

### 3. 2 NMS の機能概要

NMS は下記の サービス を提供する（予定のものも含まれる）。

- (1) ネットワーク の案内機能
  - (2) システム 情報の収集と管理
  - (3) 負荷分散のための ホスト 選択機能
  - (4) プロセス 間通信 プロトコル, FAP プロトコル による メッセージスイッチング

TIP の TSS 端末からの利用の例を示すことによって、NMS 機能のネットワークの案内機能と負荷分散のためのホスト選択機能の概略を示す。下記はホストの TSS が使えるまでの例である。下線部分は利用者の入力を示す(図 6.)。

BRK  
LOGON PLEASE : MELCO, GAMA N/L  
@@SELECT N/L  
HOST 02 TSS READY

①端末から **BRK** キーを押すと、②TIP から LOGON PLEASE: のメッセージが表示される。③利用者は ネットワークに登録された課題番号を入力する。④すると、④のプロンプト文字が表示され、ネットワークコマンドの入力を要求してくれる。⑤利用者は TSS 処理を行うため適当なホストを選択せよと @SELECT コマンドを入力する。⑥TIP はコマンドを解読し、ホストの指示がされていないので NMS との交信を行い、NMS へ最適ホストを選択せよと要求する。⑦～⑪NMS は TIP の要求を受けて、NMS に記録されている各サブシステムのシステム情報ファイル群の情報を基にして (NMS のシステム情報の収集と管理の機能を使用して) 最適ホストを選択し、@SELECT コマンドにホスト名を付けたメッセージを TIP へ送る。⑫TIP はこのメッセージを受取ると NMS との交信を切り、⑬指定されたホストに LOGON を行う。TIP とホストで一連の LOGON 手順が完了し、⑭ホスト側より TSS コマンドの入力を促す！が送られてくる。

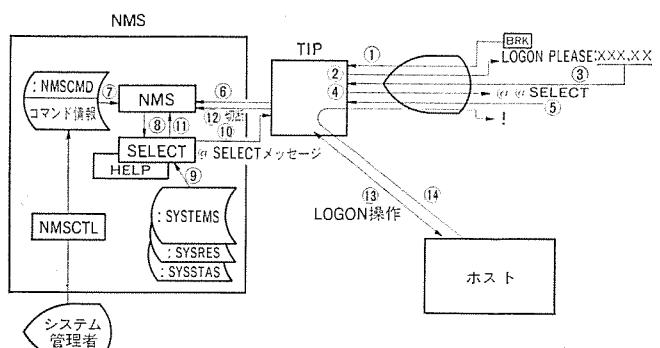


図 6. NMS を介しての TSS LOGON 手順

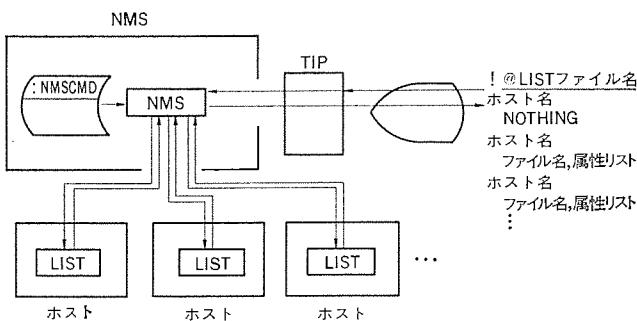


図 7. プロセス間通信プロトコルによるメッセージスイッチング

表 2. NMS のネットワークサービスコマンド

ネットワークコマンド		NMS 側処理										
@SELECT		最適ホストを選択する										
コマンド		機能										
HELP		メッセージの表示										
ADD		メッセージの追加										
UPDATE		メッセージの修正										
SYMBOL		メッセージにシンボリックキーを対応させる										
DS		メッセージとシンボリックキーの対応を解除する										
COUPLE		グループの連結										
DECOPPLE		グループ連結の解除										
DELETE		メッセージの削除										
END		HELP の処理を終了する										
@HELP	サブコマンド	UP	上位レベル要素を表示する									
		DOWN	下位レベルグループを表示する									
		LEFT	左側要素を表示する									
		RIGHT	右側要素を表示する									

先頭1文字が@の文字列はネットワークコマンドとみなされ、任意の時点で入力可能である。例えば、どこかのホストとTSSを使用中に、ネットワークに関する案内を必要とすれば、@HELPコマンドを入力すればよい。そうすると、直ちにNMSとの交信が開始され、ホストとTSSを続行しながらNMSの案内サービスを受けることができる。NMSからの入力を促す場合は、@@の2文字がプロンプト文字として表示される。また例えば、図7.のように、どこにファイルを作ったか忘れてしまったとき、@LISTファイル名を入力すれば、NMSはLISTコマンドを処理可能なホストを次々と起動し、ファイルの存在場所を検索し、そのメッセージを利用者へ送る。

特定ホストのTSSを使用したい場合、あるいはNMSがダウントしている場合は、@SELECTコマンドでホスト名を指定すればよい。その他、NMSのネットワークサービスコマンドを表2.に示す。

#### 4. NMSのプログラムの機構

##### 4.1 システム情報収集の機構(図8.)

各ホストのシステム情報収集は、NMS内のNMSSYSゴーストジョブが行っている。NMSは定期的に駆動され、各ホストに存在するシステム情報収集プログラム(SYSTEM1)を起動し、そのプログラムからプロセス間通信を利用して各ホストのシステム情報を受取る。その情報は、図9.のように3種類あり、それぞれ編集して下記の3つのファイルへ記録する。

- (1) :SYSTEMS……システム概略情報(図9.(a))
- (2) :SYSRES……リソース情報(図9.(b))

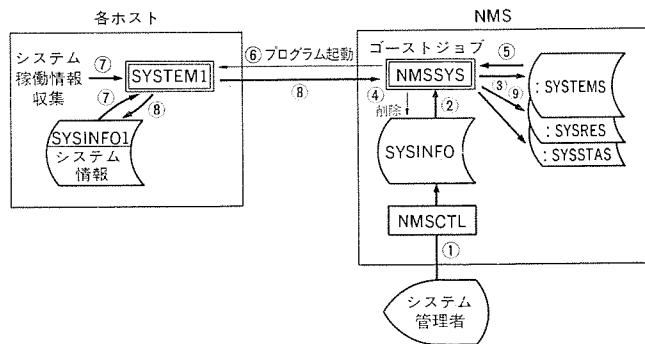


図 8. 各ホストの稼働情報収集の機構

(a) システム概略情報

SYS	ホスト名	システム機能	システム情報検索方法	プロセッサ名	アカウント	ユーザー名	パスワード	CPU速度 MIPS ×100	実記憶容量	仮想記憶容量
-----	------	--------	------------	--------	-------	-------	-------	-----------------	-------	--------

補助記憶容量	重み付け	稼働FLAG	未使用
バッチ	TSS	RJE	

ここで	システム機能	RJE処理可 TSS処理可 バッチ処理可	より選択して指定する。
	システム検索方法	プロセス間通信で情報収集 NMSファイルに書込む HOSTファイル中より取出す	
	プロセッサ名、アカウント、 ユーザー名、パスワード	システム検索方法でプロセス間通信を 指定したとき使用する。	
	CPU速度	MIPS値×100(整数値)	
	重み付け	HOST選択の判断要素の1つ(内容未定)	

(b) リソース情報

RES	ホスト名	リソース名	最大値	使用可能量	リソース	リソース	...	未使用
-----	------	-------	-----	-------	------	------	-----	-----

(c) システム状態情報

STAS	ホスト名	サンプル時刻	MAX BATCH	MAX TSS	TOTAL BATCH SIZE	TOTAL TSS SIZE	CURRENT バッチユーザー数	CURRENT TSS ユーザー数	バッチCPU	TSS CPU
------	------	--------	-----------	---------	------------------	----------------	------------------	-------------------	--------	---------

システムCPU	IDLE CPU	TOTAL CPU	I/O回数	経過時間	90% レンズボンス	入力待行列数	出力待行列数	リザーブ領域	未使用
---------	----------	-----------	-------	------	------------	--------	--------	--------	-----

図 9. システム情報の収集形式

(3) :SYSSTAS……システム稼働状態情報(図9.(c))

各ホストに存在するシステム情報収集プログラムのプログラム名や起動方法などは、:SYSTEMSファイルに記録されている。この情報に基づいて情報収集を行うわけであるが、一番最初には:SYSTEMSファイルは存在しないし、またネットワークに新たに追加されたホストの場合には:SYSTEMSファイルには情報は存在しない。このため、これらの情報を投下する機構としてSYSINFOファイルを用意している。このSYSINFOファイルは、NMSCTLプログラム(システム管理者が用いる)によって作られ(図8.①)、NMSSYSが参照すると削除される。

NMSSYSゴーストジョブが駆動されると、②まずSYSINFOファイルを読み、③上記3つのファイルを更新し、④SYSINFOファイルを削除する。その後、⑤:SYSTEMSの情報に従い⑥⑦⑧各ホストから情報を収集し、⑨3つのファイルへ記録する。情報収集が終了すると一定時間実行を停止する。この時間間隔は、システム管理者がオペレータコンソールより自由に変更可能である。

#### 4.2 ホスト選択の機構

ホスト選択は、SELECT プログラムが行う。その規準は下記のものである。

- (1) 稼働状態にあるホストを選択する。
- (2) 求める処理 (TSS, バッヂ, NJE) をサポートしているものを選択する。
- (3) 要求された資源を満たすものを選択する。
- (4) 待行列数÷CPU 速度 (MIPS) が最小のものを選択する (バッヂ, NJE のみ)。
- (5) CPU 速度÷CPU 負荷率が大きいものを選択する。

CPU 負荷率 = (総 CPU タイム ÷ 経過時間) × 100

- (6) (5)までいっても決まらない場合は、ホスト名が若いものを採用する。

このホスト選択の基準は既定値であり、システムごとに変更可能のように、ユーザーインターフェースを設けてある。

#### 4.3 案内情報ファイルの構造と検索 (図 10.)

案内情報ファイルは、HELP プログラムにより作成、保守、検索される。

案内情報ファイルは、ツリー構造のメッセージの集まりである。各メッセージにはツリー構造の中の位置付けを示す内部番号が割付けられている。内部番号は各階層の番号の組合せである。この内部番号の操作により、下記のような検索が可能である。

この設計思想は、NMS の基本的考え方で前述したように、極力データの内容に依存しないようにするという考えに基づいている。

- (1) 特定メッセージを検索する。
- (2) 特定メッセージに属する直下の階層レベルを検索する。
- (3) 特定メッセージを含む親を検索する。
- (4) 特定階層を検索する。

HELP プログラムでは、この内部番号による検索が可能であるが、その他にも内部番号にシンボリックな名前を付けることができ、このシンボルによる検索が可能である。シンボルを付ける方法には、特定内部番号に付けるものと、特定内部番号に属するグループに付けるものとがある。シンボルを付ける操作を更に拡大して、いくつかのグループに対してシンボルを割付けるカッピング機能も用意されている。この機能を利用すると、カッピングしたシンボルを参照することにより、次の検索が可能である。

- (5) 任意の複数個のメッセージ及びメッセージグループを検索する。

#### 4.4 NMS のコマンド処理

NMS が TIP やホストからサービスを要求される場合には、NMS の特定プログラム (NMS プログラム) が窓口となる。NMS プログラムは、TIP やホストから送られてくるコマンドを解読し、コマンドに応じて NMS 内のプログラムへ制御を渡す機能を有する。更に、他のホストのコマンド処理プログラムを起動し、メッセージスイッチャになる機能を有する。新しいサービス機能が追加されると同時に、NMS プログラムで取扱うコマンドも追加することになる。コマンドの追加に対して、NMS プログラムを不变にするために、コマンドに関係する部分をプログラムから切り離し、:NMSCMD ファイルに置くように設計している。:NMSCMD ファイルの各レコードは、コマンド+ホスト名をキーとし、コマンドをどのように扱ったらよいかの情報を持っている (図 11.)。NMS は TIP やホストから送られてくるコマンドに対応するレコードを、:NM

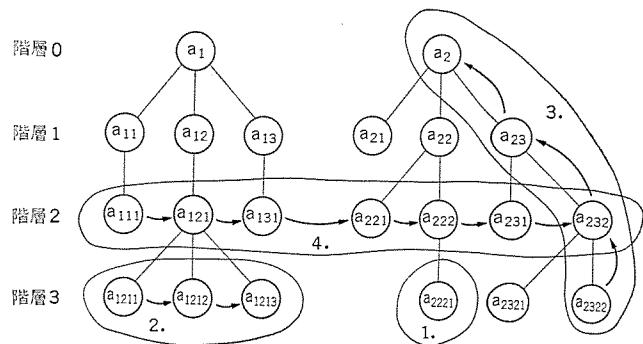
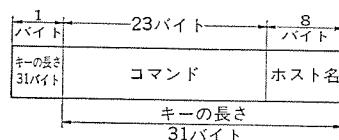
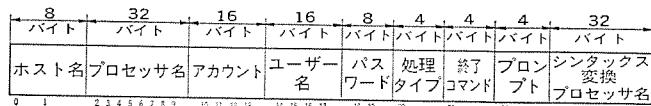


図 10. 案内メッセージのツリー構造

#### (a) キー形式



#### (b) レコード



#### (c) 処理タイプ

0~27 ビット	未使用 (0)
28 ビット	LINK
29 ビット	プロセス間コミュニケーション
30 ビット	TSS
31 ビット	未使用 (0)

図 11. :NMSCMD レコード 形式

SCMD ファイルから取り出し、単にそのレコードに指示された処理を行うだけでよいようになっている。

:NMSCMD ファイルは、NMSCTL プログラムを用いてシステム管理者が作成、保守する。

#### 5. む す び

今回の NMS の設計は、コンピュータシステムの有機的結合の 1 つの試みである。設計に対する検証は今後の課題である。検証項目は下記のとおりである。

- (1) ホスト選択の基準のアルゴリズム検証
- (2) 案内メッセージデータベース作成、検証
- (3) 『MELCOM LOOP-3』の RBP/SV の統計データのソフトウェア処理と結果の検証

終わりに、日頃御指導をいただいている筑波大学学術情報処理センター長 中山教授、並びに同センターの関係各位に深く謝意を表する次第である。

#### 参 考 文 献

- (1) 石坂ほか：計算機間通信における高性能光ループシステム、三菱電機技報、54, No. 9 (昭 55)
- (2) 沢井ほか：高速リングバスを利用した計算機ネットワークシステム、三菱電機技報、55, No. 4 (昭 56)

# 64KビットダイナミックMOS RAM

谷口 真\*・山田 通裕\*・吉原 務\*

## 1. まえがき

1980年中には、各社の64KビットダイナミックMOS RAM (64K(D)RAM) のサンプルが出そろい、1981年は量産化競争の時代へ突入するであろう。

当社は、既に1979年11月、他社に先駆けて5V単一電源で動作する64K(D)RAM<sup>(1)</sup>のサンプル出荷を開始した。その後も、仕様、特性、品質等の改良を重ね、1980年9月に16K(D)RAMと同等の品質をもつ高性能の64K(D)RAM (製品形名M5K4164S) が完成し、量産化に踏み出した。この64K(D)RAMは第1ピンにリフレッシュ機能を持たせるなど、16K(D)RAMに比べ、一層使いやすくなっている。また、品質面でもソフトエラー率を $10^{-7}/\text{デバイス}\cdot\text{時間}$ 以下にするため、回路及びデバイス構造からの工夫を行っている。

本稿では、比例縮小された高性能ダブルポリシリコンMOSプロセスを使用した64K(D)RAMの開発上での最重要解決課題であったソフトエラー率改善対策を中心に諸電気特性について紹介する。

## 2. ダイナミックRAMのソフトエラー

1978年May<sup>(2)</sup>らによって発表されて以来、パッケージなどから放射される $\alpha$ 粒子によって引き起こされるソフトエラーについての研究及び発表<sup>(3)</sup>が盛んに行われている。

図1.に当社64K(D)RAMに使用されているメモリセルとセンスアンプ回路を示す。 $\alpha$ 粒子がシリコン基板に当たると少数キャリヤが発生し、近傍にあるメモリセルやビット線の正電荷に吸収される。64K(D)RAMでは、メモリセルに蓄積されている電荷量が小さいため、誤動作があるがこの不良は永久破壊ではなく再書き込みによって正常となるためソフトエラーと呼ばれている。そして、メモリセルとビット線とでは不良モードは異なっておりその様子を図2.に示した。ビット線で起こる不良はサイクル時間に依存しており、理由はビット線の不良がメモリセルからビット線へデータを読出している時のみ起こり、

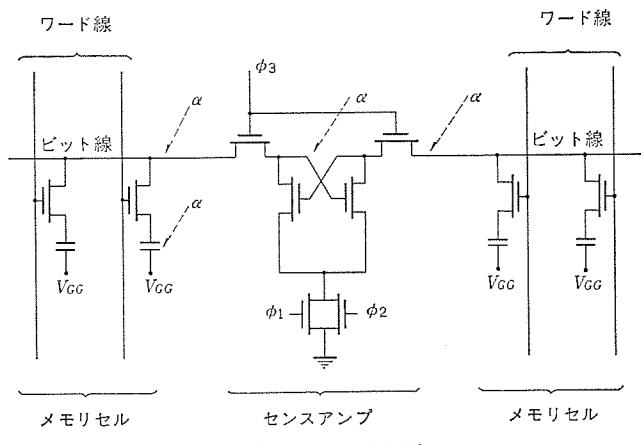


図1. センスアンプ回路

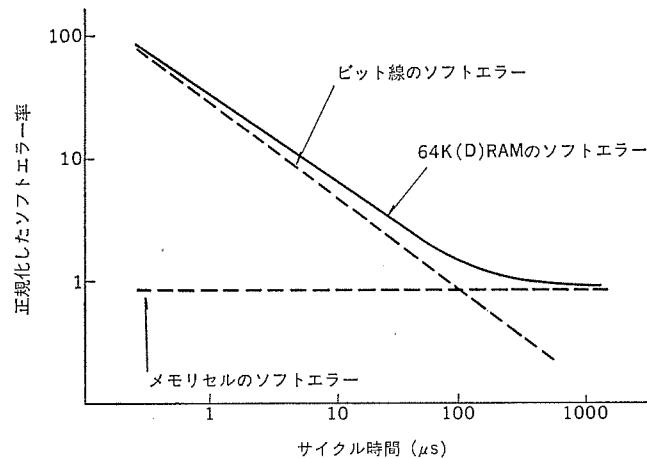


図2. M5K4164S ソフトエラー率のサイクル時間依存性

読出回数に比例するためである。一方、メモリセルで起こる不良はサイクル時間に依存しない。

## 3. ソフトエラー率の低減化

ソフトエラー率を実用上問題無いと考えられる $10^{-7}/\text{デバイス}\cdot\text{時間}$ 以下にすることを目標に、回路、デバイス構造などから検討し達成した。その具体策について詳述する。

### 3.1 回路

#### 3.1.1 ワード線昇圧回路方式

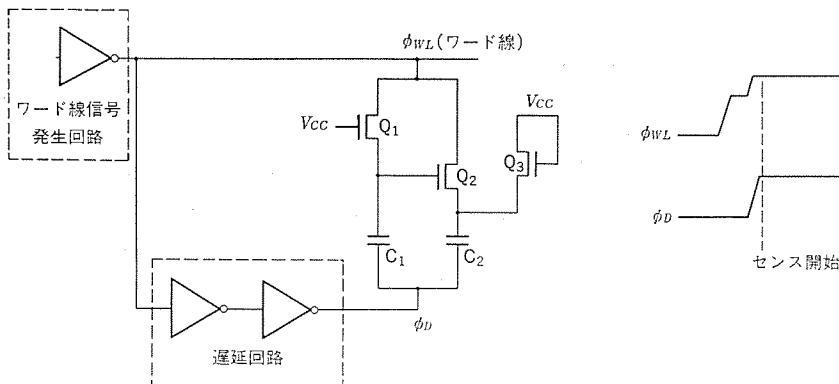
5V電源( $V_{CC}$ )で動作する64K(D)RAMに対し、メモリセルに書き込まれる電圧を $V_{CC}$ 電圧になるよう回路的に工夫し、メモリセルの電荷量を大きくすることは重要であり、このことは、ワード線を $V_{CC} + V_{TH}$ (しきい値電圧)電圧以上に昇圧して、書き込み、読出動作を実行することを意味している。

当初は、ワード線と遅延回路との直接の結合容量<sup>(1)</sup>によって昇圧する方法を採用していた。しかしながら、この方法だとワード線が $V_{CC}$ 電圧まで立上がるスピードは大きな結合容量のため遅く、消費電力も大きくなる。これらを改良するため、図3.のような回路的工夫を行っている。すなわち、ワード線が $V_{CC}$ まで立上がるときは、トランジスタ $Q_2$ をオフ状態にしておき、昇圧用容量 $C_2$ をワード線から切り離すことによって、ワード線の負荷容量を1/2以下にする。そして $C_2$ にはトランジスタ $Q_3$ によってあらかじめ充電しておき、昇圧時に $Q_2$ をオン状態にしてワード線と $C_2$ を結合する。

この回路の採用により動作速度や消費電力をほとんど犠牲にすることなくワード線を昇圧することができ、ソフトエラー率も約1/10に低減することができた。

#### 3.1.2 センスアンプ回路<sup>(1)</sup>

センスアンプ回路の感度を向上することは、ソフトエラー率を低減するのに有效な方法である。図1.は当初が採用したセンスアンプ回路であるが、この中で制御信号 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\phi_3$ は高感度化に重要な役割を果して



### 図3. ワード線昇圧回路

いる。すなわち、メモリセルから読出されたデータがセンスアンプ回路に伝達された後、 $\phi_3$ を制御して、ビット線を切り離し、センス開始時のビット線のノイズをしゃ断する。そして、まず、 $\phi_1$ パルスを印加してゆるやかにセンスを開始し、微小電位差を增幅する。その後 $\phi_2$ を印加して高速に增幅を完了する。これらの制御信号 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\phi_3$ のタイミングを適切に設定することにより、スピードを犠牲にすることなく、最悪状態でも30mV程度の電位差を検知できる高感度のセンスアンプ回路が実現することができた。

### 3. 1. 3 128 リフレッシュ方式

センサアンプ回路の感度（オフセット）などを考慮するとメモリセルからビット線へ読出される電圧を大きくする事が重要である。メモリセルから読出された電荷量  $Q$  は次式によりビット線の電圧変動  $\Delta V$  となる。

$$\Delta V \approx Q/C_B \quad (\text{但し } C_B \gg C_S) \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

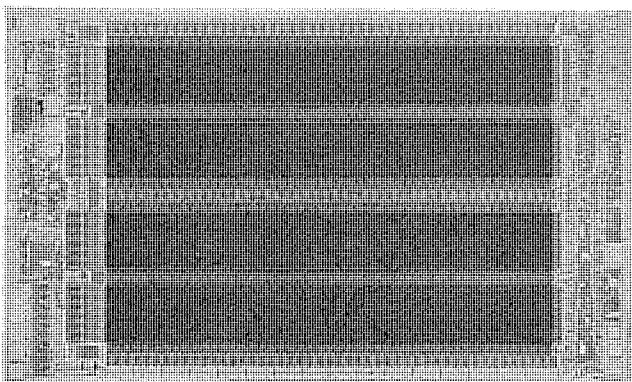


図 4. 三菱 64K ビットダイナミック MOS RAM の顕微鏡写真

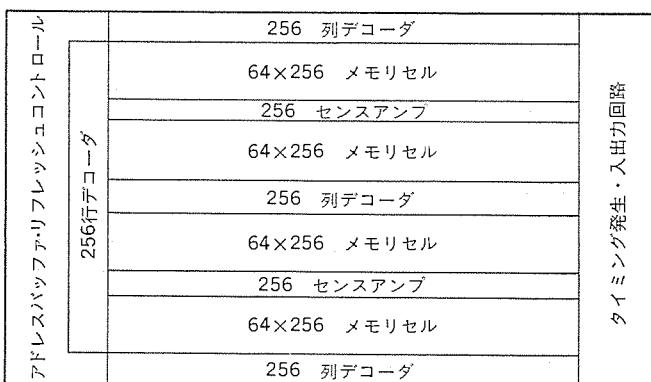


図 5. 三菱 64K ビットダイナミック MOS RAM の チップ構成

ここで  $C_B$  はビット線の容量,  $C_S$  はメモリセルの容量したがって,  $\Delta V$  を大きくするためには  $Q$  を大きくするか,  $C_B$  を小さくすることが必要である。そのため, 1本のビット線に 64 個のメモリセルが接続される 128 リフレッシュ方式を採用してビット線長を短かくした。図 4. は三菱 64 K(D)RAM の顕微鏡拡大写真であり, 図 5. はそのチップ構成図を示す。メモリセルは  $64 \times 256$  ビット単位の細長い 4 ブロックに分割され, 256 個のセンスアンプ回路が 2 ブロック, メモリセルブロックの中央に配置され, センスアンプ回路の位置と反対側のビット線端に 256 個のコラムデコーダ回路が 3 ブロック配置されている。このような構成によりビット線の容量を最小にすることができます。

### 3.2 デバイス構造

### 3. 2. 1 Hi-C メモリヤル

メモリセルの電荷量  $Q$  を増加するためには、メモリセルの容量  $C_s$  を大きくする必要がある。しかしながら、チップサイズ上の制限からメモリセルサイズを大きくするのは限界がある。そのため、図 6. に示した Hi-C 構造を採用した。この構造はシリコン酸化膜による容量のほかに  $p^+$  と  $n^+$  の接合容量を形成したものである。

しかしながら、Hi-C 構造にする場合、2 回のイオン注入工程が増える。そして形成された濃い接合部でリーク電流が増加し、ダイエミック RAM の重要な特性であるリフレッシュ時間が劣化する恐れがある。図 7. に As イオンを 160 keV,  $3 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$  の条件で注入した場合に対するボロンイオンの注入量とリフレッシュ時間及び接合容量との関係を示したが、イオン注入量を適切な値に設定すれば、リフレッシュ特性を劣化させずに接合容量を増すことができる。また、Hi-C 構造では  $p^+$  層が基板中に発生した少数キャリヤを再結合させる役割があり、メモリセルで起こるソフトエラーの低減に有効である。我々の設定したイ

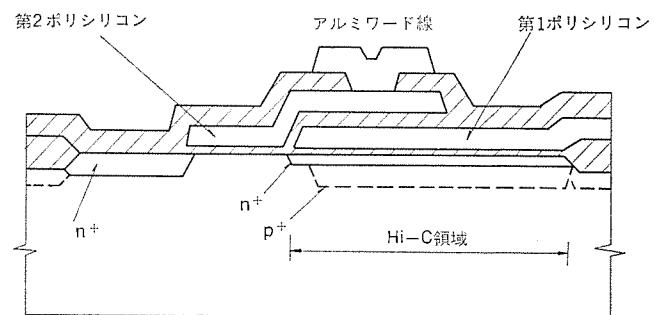


図 6. Hi-C 構造 メモリセル

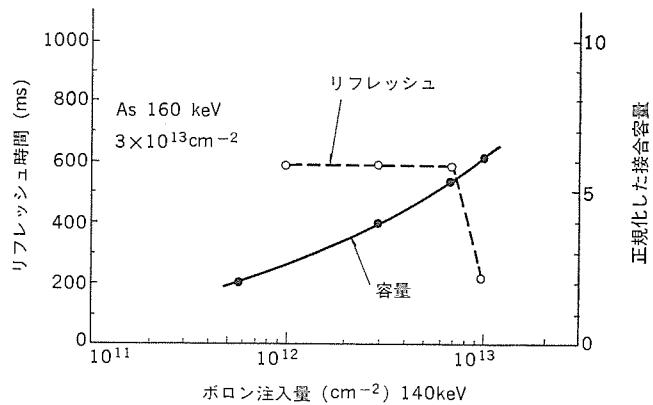


図 7. Hi-C セル の リフレッシュ 時間と接合容量

オン注入量に対し、メモリセルの容量は約30%増加し、最小サイクル時間におけるソフトエラー率は図8.に示したように通常構造に比較して、1/12に減少した。

### 3.2.2 ポリシリコンビット線

最小サイクル時間における動作では、ビット線で起こるソフトエラーが大部分であり、ソフトエラー率を低減するためビット線の構造は少数キャリヤを吸収するn<sup>+</sup>拡散面積の少ないポリシリコンビット線にした。この構造は、従来16K(D)RAMなどで使用されていたn<sup>+</sup>拡散ビット線構造のメモリセルに比較して、n<sup>+</sup>拡散の面積は1/2になり、またビット線の容量C<sub>B</sub>は6%減少し、メモリセルの容量C<sub>S</sub>は9%増加した。この結果、図8.に示したように、ソフトエラー率は1/6に減少した。

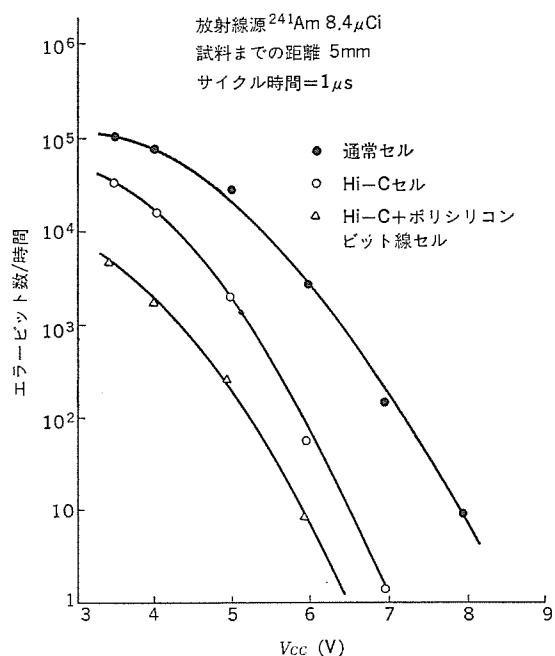


図8. ソフトエラーのV<sub>cc</sub>電圧依存性

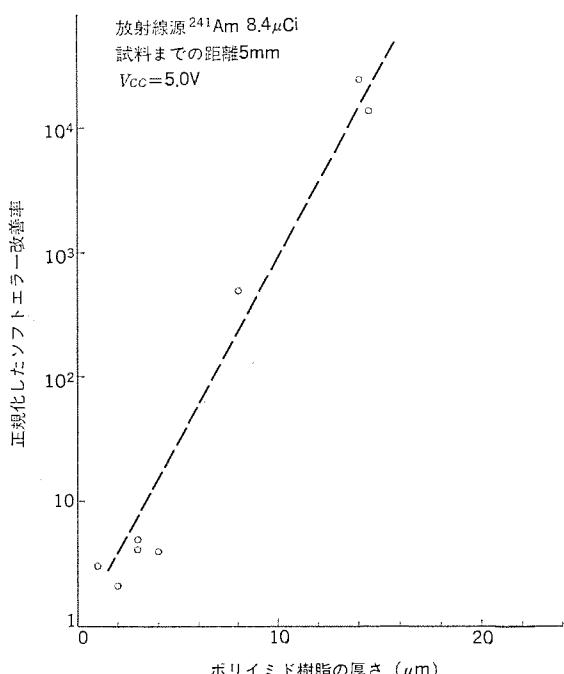


図9. ポリイミド樹脂によるソフトエラー改善率

### 3.2.3 チップコーティング

回路及びデバイス構造によってソフトエラー率の改善を行ったが、目標である10<sup>-7</sup>/デバイス・時間以下のソフトエラー率を達成するためには、更に改善策が必要である。

5 MeVのエネルギーをもつ $\alpha$ 粒子の飛程距離は有機樹脂中で30~50 μmと短かく、シリコンチップ表面に有機樹脂の層を40~50 μm塗布すれば、外来の $\alpha$ 粒子はほとんどしゃ断できる。図9.には、放射線源(<sup>241</sup>Am)を使用して、ポリイミド樹脂(Polyimide resin)の膜厚に対するしゃへい効果を示した。10 μmの膜厚に対しては、約1/1,000のソフトエラー率の改善が期待できる。しかし、問題となるのはコーティング材料自身から発生する $\alpha$ 粒子であり、材料の選択が非常に難しい。我々が選択したポリイミド樹脂は、グリッド電離箱(Gridded Ionization Chamber)の測定によると、測定限界である0.005  $\alpha$ /cm<sup>2</sup>・時間以下を示し、パッケージ材料の少なくとも1/10以下の $\alpha$ 粒子発生率である。

この材料をパッケージのふた(蓋)付前に約40 μmの厚さで塗布する方法を採用している。この方法によりソフトエラー率は、少なくとも塗布しないときに比べて1/10以下になると期待できる。また実装評価の結果、10<sup>-7</sup>/デバイス・時間以下の値を得ている。

### 4. 64K(D)RAMの信頼性試験

64K(D)RAMのソフトエラー率改善のため、Hi-C構造、ポリシリコンビット線構造及びチップコーティングなど新しい技術を導入した。これらの技術の導入に際し予想される信頼性上の問題は次のようなものがある。

- (1) ポリイミド樹脂とシリコンチップの熱膨張係数の差によって起こるワイヤリングの断線
- (2) ポリイミド樹脂からの汚染による特性劣化
- (3) Hi-C構造でのリーケ電流増加によるリフレッシュ特性の劣化(ドリフト)

表1.に示したのは、64K(D)RAMの信頼性試験結果の一部で

表1. 三菱64K(D)RAMの信頼性試験結果

試験項目	試験条件	チェック項目	試料数	不良数
高温動作寿命試験	$T_a=125^\circ\text{C}$ $V_{cc}=6.0\text{ V}$ 1,000時間	直流及び交流電気特性	50	0
			50	0
			50	0
			50	1*
			50	0
低温動作寿命試験	$T_a=-10^\circ\text{C}$ $V_{cc}=7.0\text{ V}$ 1,000時間	直流及び交流電気特性	50	0
			50	0
			50	0
高温保存	$T_a=150^\circ\text{C}$ 1,000時間	直流及び交流電気特性	50	0
			50	0
熱的シリーズ試験	ハンダ耐熱 $260^\circ\text{C}$ , 10秒	直流及び交流電気特性	150×4	0
	熱衝撃 $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 15サイクル		ロット	0
	温度サイクル $-55^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 100サイクル		計600	0

注 \*シリコン酸化膜不良(ハードエラー)

あるが、特に上記の問題点に対する精度を上げるために、熱的シリーズ試験の試料数を増やし、動作寿命試験では高温(125°C)及び低温(-10°C)の試験を実施している。その結果、上記問題点は全く心配の無いことが確認できた。信頼性試験はその後も継続評価しているが、64K(D)RAMの信頼性(ハードエラー)は $10^{-7}/\text{デバイス}\cdot\text{時間}$ 以下であると推定できるデータが得られている。

### 5. 64K(D)RAMの諸特性

表2に当社の64K(D)RAMの性能を示した。[64K(D)RAMは16ピンパッケージに封入するため、1本のアドレス信号に行アドレス(Row Address)と列アドレス(Column Address)とを多重化するマルチプレクス方式を採用している。このため、アクセス時間はRAS(Row Address Strobe)アクセス時間とCAS(Column Address Strobe)アクセス時間があり、それぞれ150ns及び75nsとなっている。RASアクセス時間とCASアクセス時間の差75nsの間に行アドレスと列アドレスを切換える必要があるが、この値は16K(D)RAMの50nsよりも制御しやすくなっている。また消費電力も250mW<sub>max</sub>であり、16K(D)RAMの約1/2である。]

第1ピンは16K(D)RAMで $V_{BB}(-5V)$ ピンとして使用していたが、64K(D)RAMでは、リフレッシュ機能を持たせた。この機能はチップ内部にタイマ回路とリフレッシュカウンタ回路を入れ、16K(D)RAMでは必要だった外部リフレッシュカウンタを省略できるばかりでなく、停電時に電池でメモリ内容を保持する方法も非常に容易になっている。

表2. M5K4164S-15の仕様

語	構	成							
チップ	サ	イズ							
セ	ル	サ	イ	ズ					
RAS	ア	ク	セ	ス	時	間			
CAS	ア	ク	セ	ス	時	間			
サイ	ク	ル	時	間					
使	用	電	源						
動	作	時	消	費	電	力			
ス	タ	ン	ド	バ	イ	消	費	電	力
リ	フ	レ	ッ	シ	ュ	方	式		
第	1	ビ	ン	の	機	能			

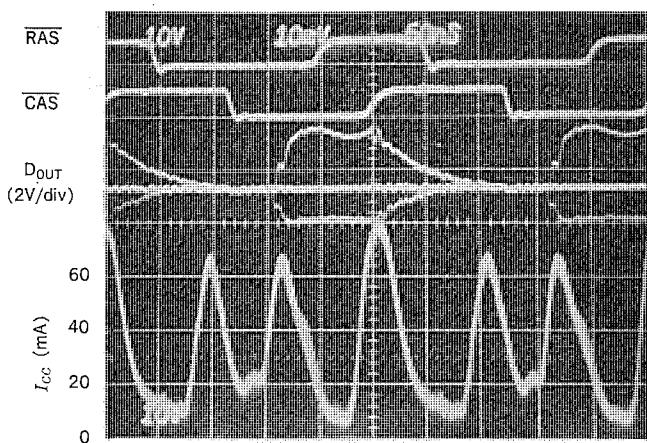


図10. 64K(D)RAMの動作波形

図10に $V_{cc}=5V$ 、周囲温度25°C、サイクル時間260nsにおける出力波形と $V_{cc}$ 電源の電流波形を示したが、RASアクセス時間120ns、CASアクセス時間45nsで動作しており、ピーク電流も80mAと良好な特性を示している。

### 6. むすび

LSI技術の進展は目覚しいものがあり、今や64K(D)RAMの量産化の時代に突入した。当社でもチップ内にリフレッシュ機能を持たせるなど、使いやすい高性能の64K(D)RAMにするとともに、ソフトウェア率を改善するため、ワード線昇圧回路方式、Hi-Cメモリセル構造、ポリシリコンビット線構造及びチップコーティングなどの新しい技術を取り入れ、 $10^{-7}/\text{デバイス}\cdot\text{時間}$ 以下という高い信頼性を達成した。

我々はこの製品がこの巨大な情報化社会の中で多少とも役に立つことを切望している。

### 参考文献

- (1) 下西ほか: 三菱電機技報, 53, No. 7, p. 491 (昭54)
- (2) T. C. May et al : Proceedings 1978 International Reliability Physics Symposium, p. 37
- (3) M. Yamada et al : in IEEE International Electron Device Meeting. Tech. Dig., p. 578 (1980)

# 東京電力(株)新高瀬川揚水発電所納め 電力用プラントコントローラ(DCN-70)

池田 孝蔵\*・石川 和彦\*・合田 啓治\*\*・芥 和弘\*\*・岡崎 勝広\*\*

## 1. まえがき

東京電力(株)新高瀬川発電所は、367 MVA 発電機 4 台を有する我が国最大の揚水発電所である。ここに納入される発電電動機 4 台のうち 2 台を三菱電機(株)が製作し、昭和 56 年上期には営業運転される予定である。

新鋭大規模揚水発電所のため、その運転制御 シーケンスは、制御内容が複雑かつ大規模である。起動・停止がひん(頻)繁に行われる。更に無人発電所として高信頼度が要求される。従来のリレーシーケンス制御装置では、これらの要求をすべて達成することが難しいことから、これらの総合的な解決策としてマイクロプロセッサを応用したプラントコントローラ(DCN-70)を開発した。以下この DCN-70 制御装置の概要について紹介する。

## 2. システムの概要

### 2.1 システム構成

図 1 にプラントコントローラ(DCN-70)の外観を、図 2 にシステム構成の概要を示す。

故障によるシステムダウンの危険分散のため機能分散化システムが採用されている。次の各ユニットは共有バスを介して接続され、お互いに情報交換が行われている。

シーケンス制御ユニット：現場機器の運転制御を行う。

監視制御ユニット：プラントの状況、シーケンス渋滞を監視する。

調整制御ユニット：APC, AQR (APFR), 水位差開度調整制御を行う。

遠方制御ユニット：遠方制御システムの子局機能を担う。

デジタル入力ユニット：バッテリ (DC 110 V) を使用し、現場機器よりホトカプラを介して直接入力している。絶

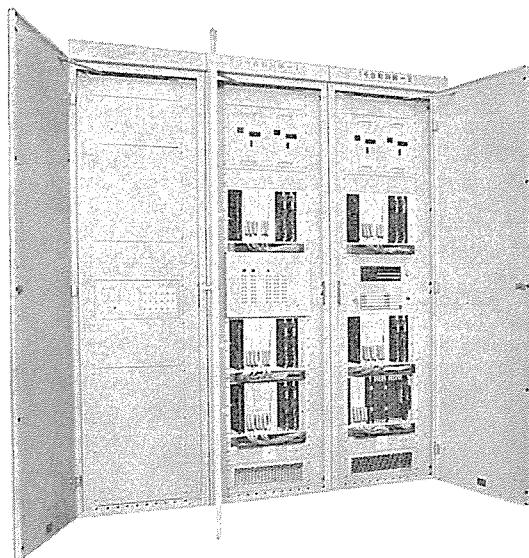


図 1. DCN-70 外観

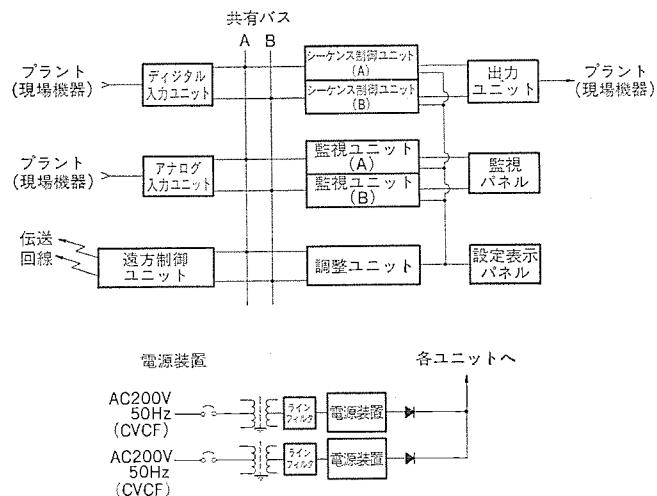


図 2. システム構成図

縁耐圧は AC 2,000 V (1 分間) 以上ある (無接点)。

デジタル出力ユニット：現場機器を直接駆動するため 0.5 A 及び 2 A (DC 110 V) の出力ユニットを備えている (無接点)。

アナログ入力ユニット：現場機器よりのアナログ信号をデジタル信号に変換し、各制御ユニットに入力する。耐圧 2,000 V (1 分間) 以上である。

監視パネル：監視制御ユニットからの出力を数値表示管及び LED (発光ダイオード管) により表示を行う。

設定表示パネル：調整制御ユニットの各調整機能の定数項の設定変更及び各ユニットのプログラム変更を行うことができる。

電源装置：無停電電源装置からの入力電源 AC (200V) を AC/DC 変換し、各ユニットへの電源供給を行う。

### 2.2 システムの特長

新鋭大規模揚水発電所への採用を考慮し、信頼性、保守性の向上及びノイズサージ対策に關し、次のような特長を有している。

#### (1) 信頼性の向上対策

プラントの運転上、特に重要なシーケンス制御ユニット、監視制御ユニット、電源装置をデュアル方式による完全 2 重化及びそれらの 2 重化に対応して、入出力ユニットの一部 2 重化を行った。また、伝送路の 2 重化に伴い遠方制御ユニットの変換部の 2 重化を行っている。

ソフトウェアも 2 重化を行い、プログラムは 2 回演算し、2 重化した 2 台が同じ演算結果の場合のみ出力する方式を採用している。

#### (2) 保守性の向上対策

各制御ユニット(遠方制御ユニットは除く)のプログラミングは問題向言語

(POL) を使用し、設定表示パネル及び付属のプログラミングパネル (PP)、カセット磁気テーププリンタ装置 (MTPR) により、発電所で容易にプログラムの作成、確認、修正、照合などができる。

### (3) ノイズサージ対策

マイクロプロセッサを応用した本格的なプラントコントローラを揚水発電所に適用するに当たり、ノイズサージ対策については特に慎重に検討し、現場機器からのノイズサージ及び装置内で発生するノイズサージについて十分な対策を行った。

現場機器からの外來ノイズサージに対しては電源装置のラインフィルタと絶縁トランジスタ、また入出力装置ではホトカプラとサージアブソーバなどを考慮している。

装置内で発生するノイズサージに対してはクリーン線とダーティ線の分離、ツイストペア線の採用及びプリント基板（電源パターン）の基本格子構造などを考慮している。

## 2.3 機能説明

各ユニットの機能は既に説明したが、ここでは特に工夫を凝らした監視機能についてもう少し詳しく説明する。

この監視システムは機器監視とシーケンス渋滞監視によりなり、主機のすべての状態での現場機器の異常監視を行っている。

### (1) 機器監視

主機停止／運転モードにおける現場機器監視、及び停止／運転モードに関係しない現場機器の状態（例 矛盾、機器異常）を監視している。

#### (a) 運転モード監視

当該、運転状態におけるプラントのあるべき状態を監視する。すなわち、主機完全停止中（又は並列運転中）にその停止（又は運転）モードでの現場機器の状態をチェックすることによりトラブルの予防保全を行う。

表1. に示すように運転モードに関しては発電、発電調相、揚水、揚水調相及び停止モードに区分し、主要機器の状態を監視している。

表1. 機器監視

No.	機 器	(1) 停 止	(2) 発 電	(3) 発電調相	(4) 揚 水	(5) 揚水調相
1	入口弁全開 (21 ha)	●	○	●	○	●
2	入口弁全閉 (21 lb)	○	●	○	●	○
3	バイパス弁全開 (21 Bha)	●	○	●	○	●
4	バイパス弁全閉 (21 Blb)	○	●	○	●	○
5	調速機 ON (65 S)	●	○	●	○	●
6	閉鎖モード切換え (74 CS)	○	○	●	●	●
7	ガイドペーン全閉 (74 lb)	○	●	○	●	○
8	機械ブレーキ解放 (75 lb)	○	○	○	○	○
9	65 F 無負荷規定値 (65 Fn)	○				
10	65 P 下限位置 (65 Plb)	○				
11	77 M (77 lb)	○	●	○	●	○
12	90 R 無負荷規定値 (90 Rn)	○				
13	70 E (70 En)	○				
14	並列遮断器 ON (152)	●				
15	187 G ON (189 G)	○	○	●	●	
16	189 M ON (189 M)	●	●	○	○	
17	直流界磁遮断器 (41)	○	○	○	○	
18	水位検出器 ON (33 DX)			○	○	

注 ○印は機器がそのモードにおいて閉成又は励磁されているべき状態を表す。

●印は機器がそのモードにおいて開放又は消磁されているべき状態を表す。

る。現場機器に異常が発生した場合には、警報を行うとともに監視パネルの数値表示管及び16個のLEDにより、モード表示及び異常が発生している機器を表示する。

### (b) 一般監視

主機運転モードに共通及び関係しない現場機器の監視として次の機器について監視を行っている。

すなわち、ある状態において、当該機器のあるべき状態をチェックするとともに2重化機器相互の矛盾監視を行う。

#### 一般監視項目：

- ① ガイドペーン閉鎖モード I 矛盾
- ② ガイドペーン閉鎖モード II 矛盾
- ③ 自励磁用界磁しゃ断器 ミストリップ
- ④ 他励磁用界磁しゃ断器 ミストリップ
- ⑤ 電気制動用断路器 欠相投入
- ⑥ スラスト押上装置 異常
- ⑦ 調速機用ソレノイド 矛盾
- ⑧ 水面押下げ時漏水補給弁 異常
- ⑨ 水面押下げ時ランシール給水弁 異常
- ⑩ 水面押下げ時下カバー排水弁 異常
- ⑪ 水面押下げ時ドラフト水面運動防止弁 異常
- ⑫ 圧油阻止弁 異常

上記①～⑫の機器に異常が発生した場合には、警報を行うとともに、監視パネルのLEDにより、異常機器の表示を行う。

### (2) シーケンス渋滞監視

主機の各運転モード（発電、発電調相、揚水、揚水調相）の起動及び停止時にシーケンスの渋滞監視を行う。

図3. に示す起動及び停止シーケンスが各ステップの所要時間が定められた許容時間で実行されたかどうかの監視を行い、渋滞が発生した場合には主機を緩停止させるとともにその渋滞ステップと渋滞原因の表示を監視パネルに行っている。すなわち、各運転モードのシーケンステップ番号を数値表示管に表示するだけでなく、そのステップでの渋滞を発生させた現場機器を16個のLEDにより個別表示して、

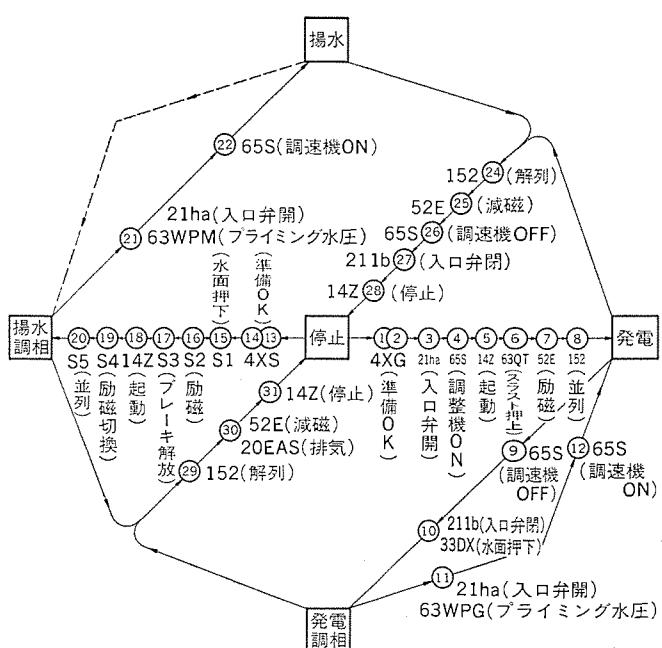


図3. シーケンス渋滞監視

渋滞箇所の検出を容易にする方式を採用している。

### 3. ハードウェアシステム

表 2. ハードウェアの概略仕様を示す。

#### 3.1 特長

- (1) プラント制御上重要な監視制御ユニット及び共有バスを2重化し、片系故障時においてもプラントを停止することができないため(稼)動率が高く、また信頼性が高い。
- (2) 入力バスを共有化しているためプロセス入力装置にむだがなく実装効率が高い。
- (3) 出力バスは入力バスと切離し監視、制御用に各自独立しているため、入力バス以前の故障に対し各ユニットごとで対応でき信頼性

表 2. ハードウェア仕様

##### (1) 一般仕様

周囲温度	-10~+50°C
湿度	95% RH 以下 (湿球 35°C 以下結露なし)
電源	製造電源 AC 200 V±10% 50 Hz±2% 操作電源 DC 110 V (-20~+30%)
消費電力	1,500 VA
絶縁耐圧	AC 2,000 V 商用周波数 1 分間 (入出力端子一括及び電源 1 次対アース間)
絶縁抵抗	500 V メガにて 2 MΩ 以上

##### (2) CPUユニット仕様

演算制御部	演算方式	ソース指定によるワード/ビット処理制御
	ワード処理 ビット処理	2 進並列 固定小数点演算 1 語=16 ビット シーケンシャル演算 1 語=1 ビット
制御方式	マイクロプログラミング方式	
命令	23 種 命令一覧表参照	
割込制御 レベル	割込要因自動判別方式 1 レベル 7 点	
サブルーチン	3 重ネスト処理まで可	
主記憶部	素子 プログラムメモリ データメモリ	ワイヤメモリ又は IC メモリ 2 K 語単位 (最大 9.6 K 語まで拡張可) 384 語

##### (3) 入出力ユニット仕様

###### (a) アナログ入力ユニット (1 ユニット)

絶縁増幅器によりプラントとインターフェース	
入力インピーダンス	200 kΩ
入力電圧範囲	0~±5 V
精度	±0.5%
入力点数	8 点

###### (b) デジタル入力ユニット (3 ユニット - 128 点 / 1 ユニット)

無接点 (ホトカプラ) 式	
DC 110 V (9 mA) でプラントとインターフェース	
ホトカプラから 2 重化した共有バスに接続	
入力点数	384 点

###### (c) デジタル出力ユニット (4 ユニット)

点数及び仕様		
無接点式	DC 110 V 2 A	64 点
無接点式	DC 110 V 0.5 A	96 点
無電圧接点	DC 110 V 0.5 A	32 点
監視出力パネルへの出力		256 点相当

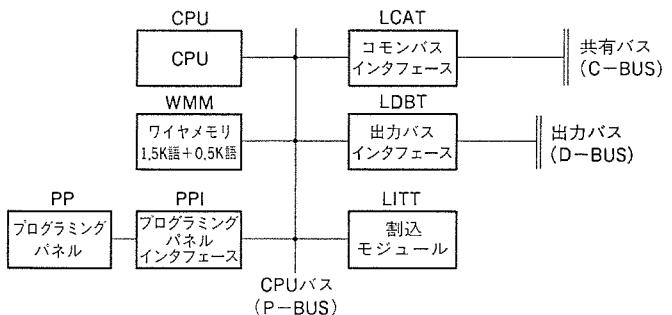


図 4. CPUユニット構成図

が高い。

(4) プロセス入出力装置は電力用として特にノイズ、サーボに対し配慮した設計となっている。

(5) 直流制御モータなど発電所特有の大電流、多頻度パルス制御用として無接点化プロセス出力を持ちプラント制御に適した高信頼化を図っている。

#### 3.2 各部の機能

##### 3.2.1 CPUユニット

監視、制御、調整の各ユニットは同じハードウェアを使用しており、図4にその一般的構成を示す。

###### (1) CPU (主演算制御)

プログラムメモリから読み出した命令に従い、指定されたソースに対しビット演算あるいはワード演算を行う。命令の解読実行はすべてマイクロプログラムで行われる。

###### (2) WMM (ワイヤメモリ)

基本メモリと増設メモリがあり、2 Kワード (K語) 単位で最大 9.5 Kワードまで増設することができる。基本メモリ 2 Kワード 中には 384 ワード/16 ビットのデータエリア、64 個のタイマ、16 個のカウント用メモリエリアが用意されているため、電源喪失などによるデータ蒸発はない。またプログラムメモリエリアは 1.5 Kワード用意されており、ROM/RAM 切換スイッチにより現地で簡単にプログラムの変更ができる。

###### (3) LCAT (共有バスインターフェース)

共有バスと接続するためのモジュールで、デジタル入力、アナログ入力の情報を読みと共に、他の CPU との情報交換を行うための一時記憶メモリ (2 ポートメモリ) を内蔵している。

###### (4) LDBT (出力バスインターフェース)

CPU 内は高速演算処理を行うためワード演算を行っているがこの信号を制御用として使用できるように 1 点ごとの出力指令に変換する。

###### (5) LITT (割込インターフェース)

スイッチにより CPU のオンライン/オフラインの切換えができる。

###### (6) PPI (プログラミングパネルインターフェース)

プログラミングパネルを接続するためのケーブル付 (3 m) バッファモジュールである。

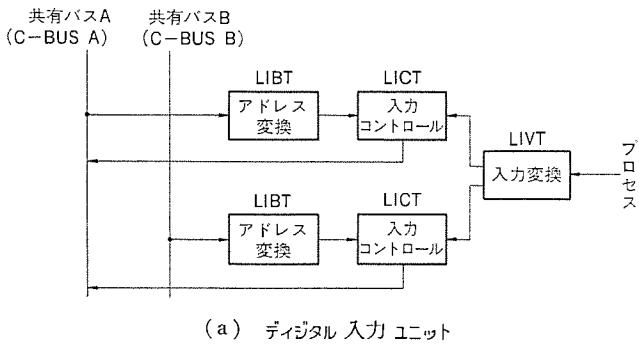
#### 3.2.2 入出力ユニット

##### (1) デジタル入力ユニット

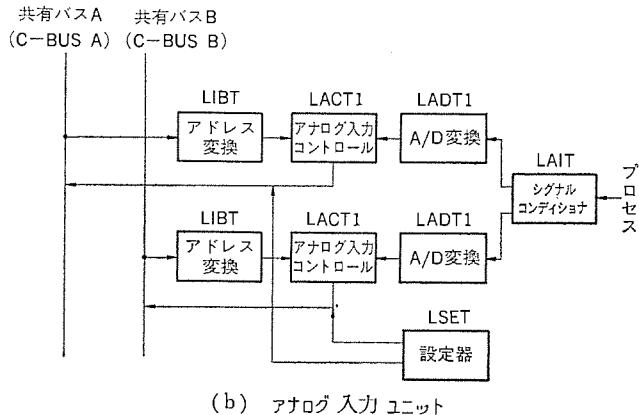
###### 図 5. 入出力ユニットの構成を示す。

デジタル入力ユニットは共有バス (C-バス) を介して 2 重化 CPU に接続される。入力変換モジュール (LIVT) で電圧レベル変換した後ワード信号 (16 ビット) がコントロールモジュールを経由してプロセスの状態として各 CPU へ伝達される。

LIVT アドレス変換モジュールは、C-バスからのアドレス信号を各モジ



(a) デジタル入力ユニット



(b) アナログ入力ユニット

図 5. 入力ユニット構成図

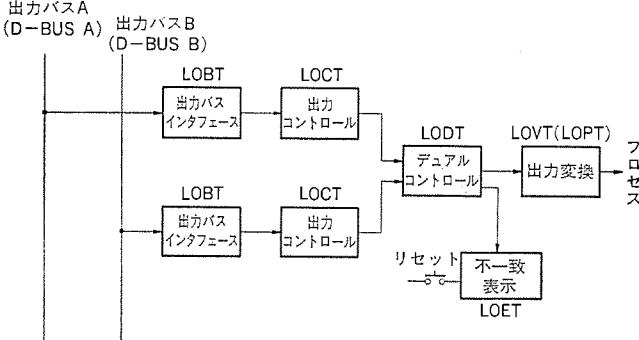


図 6. デジタル出力ユニット構成図

ユールに与えるためのモジュールで、誤動作防止のためエラーチェック回路を備えている。

#### (2) アナログ入力ユニット

基本的にはデジタル入力ユニットと同様である。アナログ入力の場合にはプロセスアナログ信号をA/D変換できるように統一レベル信号に変換するシグナルコンディショナとA/D変換器で構成している。

#### (3) デジタル出力ユニット

デジタル出力ユニットは出力バス(D-BUS)を介して2重系のCPUと接続される。各CPUからの出力信号はLOCT内の出力メモリに記憶され、LODTデュアルコントロールにより2重化出力信号を突合せ、一致した出力信号のみ出力変換モジュールに出力される。また、LOCTではCPUからの出力信号が2回以上同じ信号が出力されないと記憶されないようにになっている。

図6. IC構成図を示す。

#### (4) 遠方制御ユニット(子局機能)

遠方制御ユニットは共有バスからデータを取り込み編集した後、親局へ伝送する。伝送用のP-S, S-P, モデムを含め2重化し、2つの回線と接続する。

## 4. ソフトウェアシステム

図7. ICソフトウェアからみたシステム構成、表3に命令一覧を示す。

言語は1命令1ワード(16ビット)の三菱制御用問題指向言語(POL)を使用し、従来のプラント技術者が容易にプログラム可能なようにシーケンス図より直接プログラムが可能である。

1ワードの命令は(命令)+(ソース)という形式をとり(何を)(どうする)ということで表せる。ソースとは演算の対象を言い入力、内部メモリ、タイマ、カウンタなどである。

図8. ICプログラム作成例を示す。

プログラムの作成、確認、修正、照合などを現場で容易に行えるように専用プログラミングパネル(PP)とカセット磁気テープ、プリンタ装置(MTPR)が用意されており、図9に示す方法でプログラムの作成を行う。

図10. ICプログラミングパネル(PP)、図11. ICカセット磁気テープ、プリンタ装置(MTPR)の外観を示す。

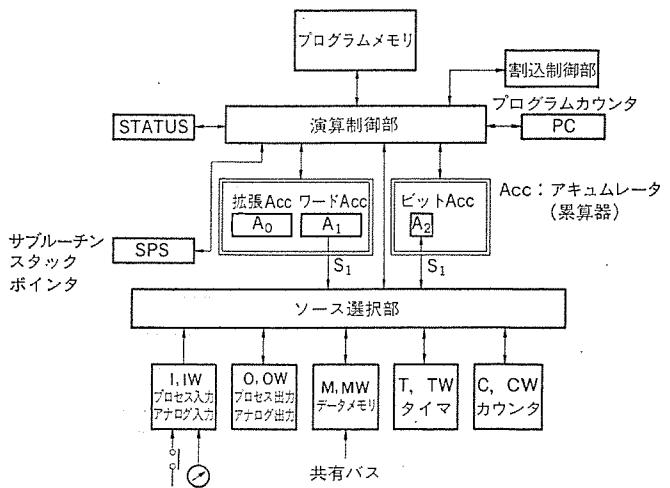
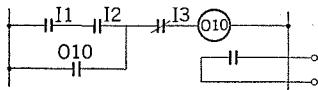


図7. ソフトウェアから見たシステム構成

表3. 命令一覧

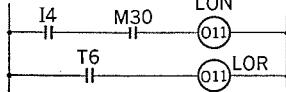
分類	シンボル	機能	ワード処理	ビット処理
転送	;	LOAD	○	○
	＄	INVERT LOAD	○	○
	,	CONDITIONAL LOAD	○	—
	→	STORE	○	○
	LON	LATCH ON	—	○
論理演算	LOF	LATCH OFF	—	○
	AND	LOGICAL AND	○	○
	ANI	COMPLEMENT AND	—	○
	OR	LOGICAL OR	○	○
算術演算	ORI	COMPLEMENT OR	—	○
	+	ADD	○	—
	-	SUBTRACT	○	—
	×	MULTIPLY	○	—
	/	DIVIDE	○	—
	>	COMPARE GREATER THAN	○	—
	=	COMPARE EQUAL	○	—
特殊命令	<	COMPARE LESS THAN	○	—
	PLS	POSITIVE DIFFERENTIAL	—	○
	NOP	NO OPERATION	○	○
	CAL	SPECIAL FUNCTION	○	○
	END	PROGRAM END	○	○
	END 1	IT-ROUTINE RETURN	○	○
	END 2	SUBROUTINE RETURN	○	○

(a) 自己保持回路の例



; I1 AND I2 OR O10  
ANI I3→O10

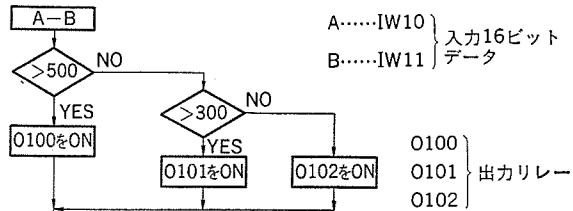
(b) ラッチ出力の例



; I4 AND M30 LON  
011  
; T6 LOF 011

I1~I4 .....入力  
O10, O11.....出力  
M30 .....一時記憶(辅助リレー相当)  
T6 .....タイマ(タイムオーバーで1)

(c) 算術演算とシーケンス制御

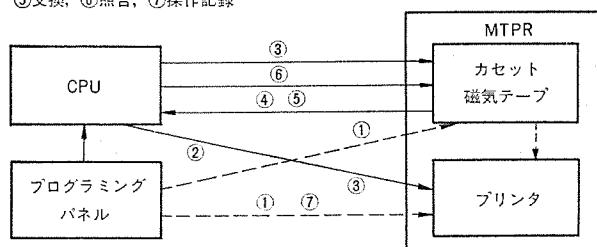


プログラム

; IW10→IW11  
>K500→O101  
>K300 ANI O100→O101  
S O100 ANI O101→O102

図 8. プログラム作成例

プログラムデータの①作成, ②確認, ③保存, ④修正,  
⑤交換, ⑥照合, ⑦操作記録



注 破線の機能はCPUを介さずに実行できる。

図 9. プログラム作成要領

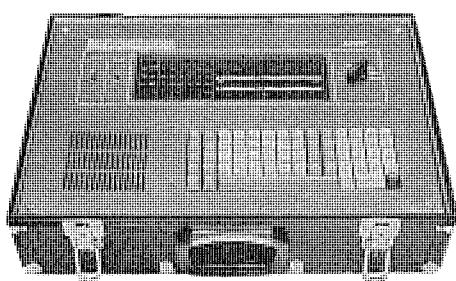


図 10. プログラミングパネル (PP) 外観

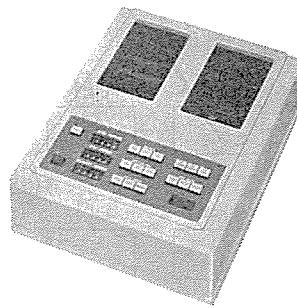


図 11. カセット磁気テープ、プリンタ装置 (MTPR) 外観

## 5. 保守

三菱電力用 プラントコントローラ (DCN-70) は、マイクロプロセッサを応用した電子制御装置であるため、特に日常の保守点検は必要がなく定期点検時にまとめて保守点検を行えばよい。また、各プリントカードには自己診断機能が付加されており、異常時にはランプ表示されるため、保守が簡単に見えるように考慮されている。CPUに表示される自己診断機能として次のものがある。

- (1) パリティチェック：パリティ、ビットのチェックをする。
- (2) バスエラー：各 I/O のエラーをまとめて表示するもので I/O のエラーは各カードごとにロジックエラーとして表示される。
- (3) 自己診断：自己診断プログラムにより CPU の機能をチェックする機能。

2重化している CPU の 1 台が故障した場合は、自動的に正常な CPU に切換わり通常の運転が行えるとともに、故障した CPU は除外してメンテナンスを行い 2 重化に復帰させる。

## 6. むすび

以上、大規模揚水発電所の自動制御システムについて紹介した。このシステムを製作するにあたり、部品の 1 つ 1 つの信頼性をはじめ H/W システム、S/W システムの高信頼化、更にプラント制御技術を含めたトータルシステムとしての信頼性向上が検討され、各分野の技術集約が行われた。今後、エレクトロニクス分野は大規模集積回路の発達により小形化、高信頼化、高性能化が行われ、プラント制御技術の発達とあいまって、ますます安全なプラント運転が安価に実現できるものと思われる。

このような状況下で、今後大規模揚水発電所のみならず、小規模な水力発電所までその規模に最適な制御システムがプラントコントローラに置きかわっていくものと確信する。

# 船用新形2極交流発電機シリーズ

高橋 良治\*・波多野庸三\*・岡 元 均\*・嶋田 邦宏\*

## 1. まえがき

海運業界の省エネルギー対策の1つに、主機関の排ガスを利用したタービン発電設備がある。この設備用に、円筒同心巻交流発電機と2極誘導電動機の技術を生かし、従来の塊状界磁鉄心とは異なる積層界磁鉄心を有する2極タービン発電機シリーズを開発し、需要家各位の好評を得ているので、ここに構造、製造方法などを紹介する。

## 2. 標準仕様

このシリーズの発電機の外観を図1.に示す。標準仕様は以下に示すとおりである。

形 式	円筒回転界磁形
保護方式	全閉内冷形 (IP 54)
適用規格	NK (その他各種船級協会規格にも適用可)
出 力	300~2,000 kVA
電 壓	450 V
定 格	連続
力 率	0.8 遅れ
絶 縁	F 種
漸変電圧変動率	±1.5%
瞬時電圧変動率	15% 以内 (80% 0.4 pf 以下の負荷を投入した場合)
持続短絡電流	定格電流の 300% 以上 2 秒間
励磁方式	ブラシレス 励磁方式、2巻線界磁
過速度耐力	定格回転数の 115% 2 分間
軸 受	ブラケット形すべり軸受

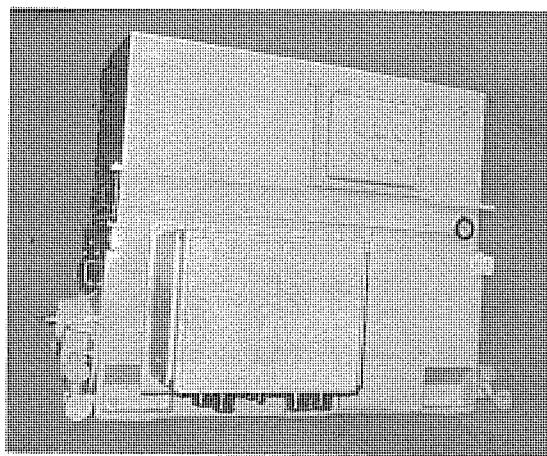


図1. 2極交流発電機外観

## 3. 特長

### 3.1 高効率

従来の 1,000 kVA 4極機で、約 93.5% であったものを、回転子の

スロットウェッジ形状や冷却ファンの形状などに検討を加えるとともに漂遊負荷損の低減を図った結果、2極機であるにもかかわらず4極機を大幅に上回る高効率特性の発電機を得ることができた。

### 3.2 全閉内冷形の採用

全閉内冷形を標準的に採用し、騒音を低減すると同時に耐ダストに対しても信頼性を向上させ、メンテナンスの軽減を図った。

### 3.3 バランス精度の向上

バランス調整精度を上げ、振動の少ない安定した運転を可能とした (4.3.1節参照)。

### 3.4 過渡応答性の向上

強度上の制約及び鉄心背部の磁束密度の制約から、みぞ(溝)深さを4極機に比較して浅く取ったため、ろうえい(漏洩)リアクタンスが小さく突入負荷変動に強い安定した発電機とることができた。

### 3.5 優れた絶縁方式の採用

F種絶縁を採用し、ダイヤエポキシ絶縁処理<sup>(1)</sup> (全含浸処理)を施しているので、小形軽量かつ信頼性の高い発電機である。

### 3.6 空気冷却器故障時の配慮

空気冷却器や配管系統の故障により、空気冷却器が機能を発揮しなくなった場合においても、容易に開放運転に切換えられ全負荷連続運転ができる。

## 4. 構造

### 4.1 構造一般

図2.に、2極交流発電機の組立図を示す。通風方式は両吸込形の複流方式で、回転子鉄心の両端に設けられた軸流ファン及び回転子ダクトのファン作用により、冷却風量を確保している。

誘導電動機<sup>(2)</sup>との部品共用を考慮に入れ、角形フレームとし剛性などの考え方を統一し短納期、高信頼性を可能にした。

通風解析の結果を図3.に、温度上昇解析結果を図4.に示す。片通風の場合、所要風量を軸溝の風穴では賄いきれず両吸込形に比較し不利となることが分かる。

### 4.2 固定子

固定子は図5.に示す。コア積み終了後にコイル入れし、高真空中で含浸処理を行った後、固定子クランプの外周を利用して回転乾燥を行い、ダイヤエポキシ絶縁(全含浸方式)の効果を高め、耐管圧、耐湿、耐熱、耐じん(塵)など諸特性の優れた製品としている。このようにして強固に仕上げた後、固定子わく(枠)にそうち(挿)入している。

2極機は電機子のコイルスローが、180°に近いために非常に長いコイルエンドとなる。このため剛性上の懸念が生じ、突発短絡時の過大な電流値によるコイルエンドの変形が問題になる。この件についても、十分なる解析と実験を行い標準支持構造を決定している。

### 4.3 回転子

#### 4.3.1 回転子

回転子鉄心は、塊状鉄心方式と比較して加工時間が短くエアダクトを容易に形成でき、更に軸剛性に与える異方性の影響が少ないなどの

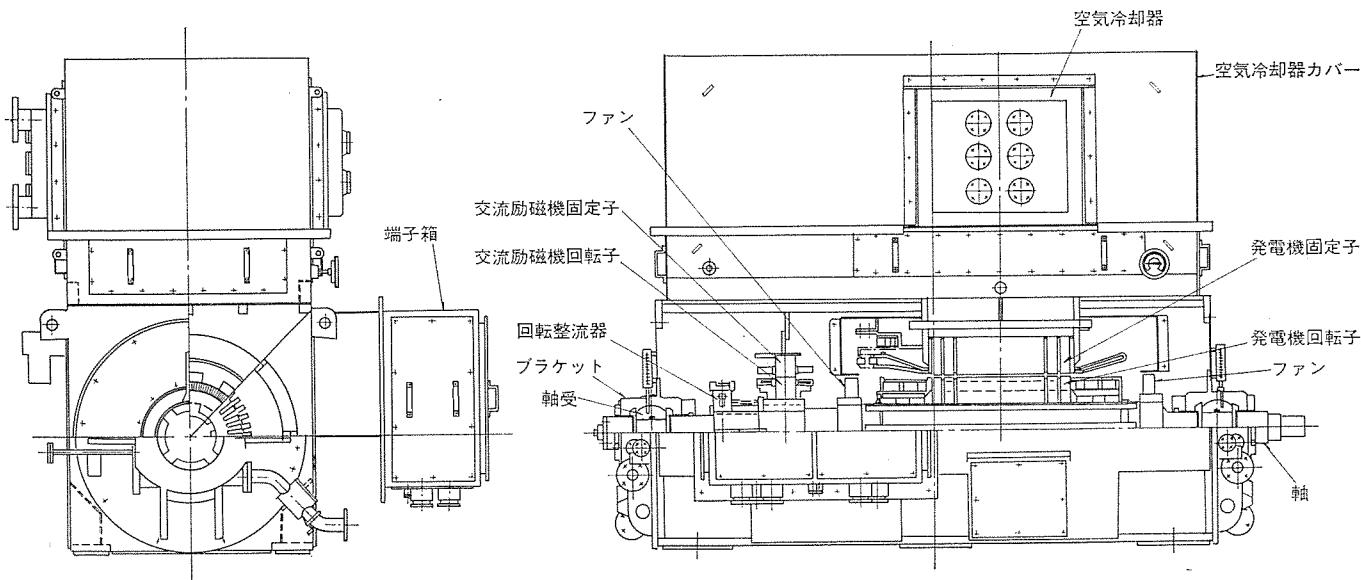


図 2. 2 極 交流 発電機 組立 図

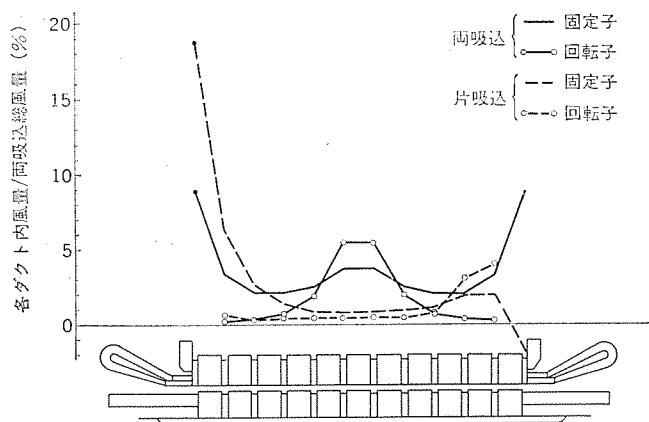


図 3. ダクト内風量分布比較

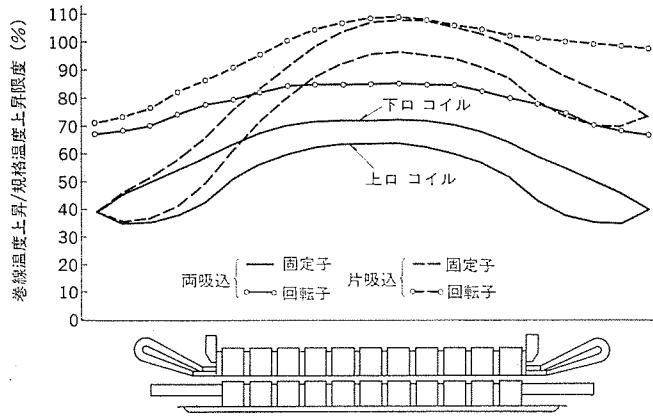


図 4. 巣線温度上昇比較

ことから、各部の強度計算を十分に検討した上で、けい素鋼板積層方式を採用した。鉄心は両端のクランプにて固定されたものを軸に焼ばめしている。回転子巻線は2重ガラス巻銅線を同心巻とし、コイルエンドは特殊バインドテープで固定し、遠心力に耐える構造とした。制動巻線は磁極に集中的に配列したq軸ダンパ方式を採用し、電気的特性、冷却などを考慮している。

定格回転数が3,600 rpmともなると、比重の高いヤング率の小さ

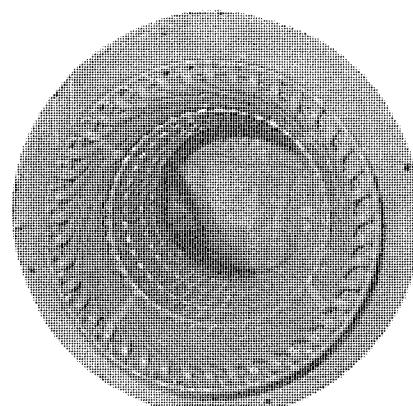


図 5. 固定子

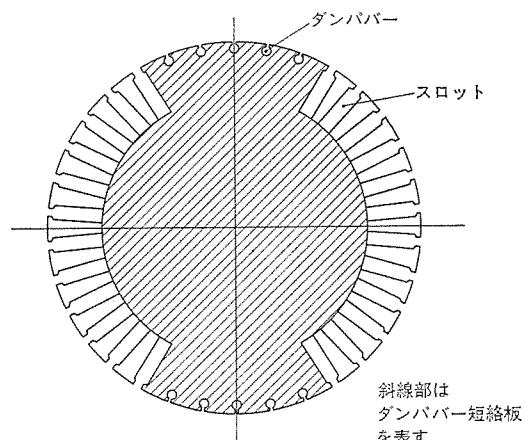


図 6. 回転子鉄心及びダンパ短絡板

い材質では、形状による応力集中がなくとも回転応力だけで、材料降伏を起こすものもある。このため材質の選定に当たっては、4極機以上のち(緻)密な検討が必要である。1例をあげれば、ティース部付根に発生する遠心応力を考慮し、ダンバー短絡板のスロット抜部を図6のように切欠いていることである。

ブラシレス交流発電機には、電動機とは異なった発電機特有の交流励磁機、回転整流器が存在する。このため、交流励磁機、回転整流

器、発電機本体の軸方向の配列いかんによっては、危険速度そのものも変わってくるので、大形電子計算機を用い、回転子各部品の種々の組合せを想定し、定格回転数近辺には危険速度が存在しない配列を決定した<sup>(3)</sup> (4. 3. 2 節参照)。また、メンテナンスを考慮に入れ、図 7. に示すように、反直結側より軸受、回転整流器、交流励磁機、冷却ファン、発電機本体、冷却ファン、軸受と配置した。回転子各部品間の結線は、安定したバランスが得られるように、回転子軸外周にリード溝を設け埋込式とした。また、よりよいバランスを得るために、各部品ごとにバランス調整個所を設け、完成までの過程で数回のバランス調整を行い、品質の強化を図った。回転子各部品に使用するボルト類は、十分なる回り止めを考慮の上、強力ボルトを用い、個々にはトルク管理を行っている。

#### 4. 3. 2 危険速度

4. 3. 1 節で述べたように、定格回転数近辺の領域に危険速度を存在させないための検討を、図 8. に示す 4 ケースの配列を考慮して解明したので、図の説明並びにその判定について述べる。

図 8. は各軸系の危険速度における各点の振れを表し、図中の回

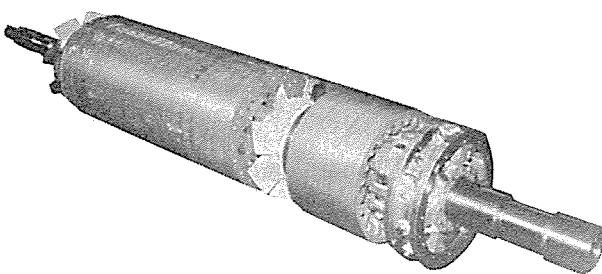


図 7. 回転子

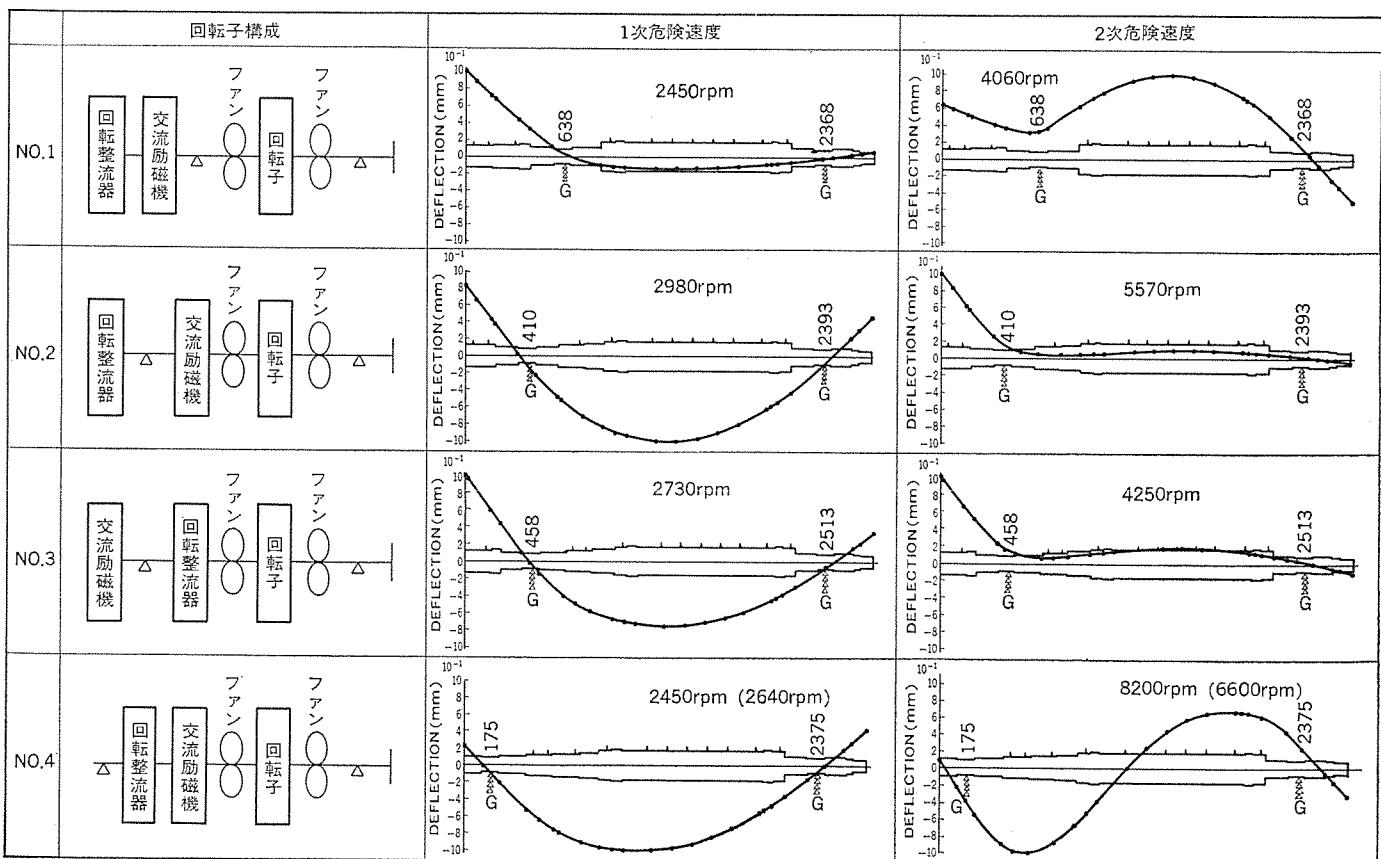


図 8. 危険速度比較

軸数 (rpm 値) はそれぞれ 1 次、2 次における危険速度の値を示している。No. 1 は回転整流器、交流励磁機を反直結側にオーバハンジした場合、No. 2 は回転整流器のみを、No. 3 は交流励磁機のみをオーバハンジした場合を示す。

No. 1, No. 2, No. 3 共に、残留アンバランスによるオーバハンジ部のふれまわり現象により、非常に不安定な軸系となることが判明した。No. 4 は今回採用した配列で、交流励磁機、回転整流器を発電機軸受間に配置することで、No. 1, No. 2, No. 3 と比較して、非常に安定した軸系が得られた。また、危険速度の値そのものも、No. 1, No. 3 は 2 次の危険速度が定格回転数 (3,600 rpm) の 115% に近接し、安全な軸系とはいえない。No. 2 の 1 次から 2 次までの危険速度の範囲は No. 4 と比較して非常に狭い。なお、危険速度の解析に

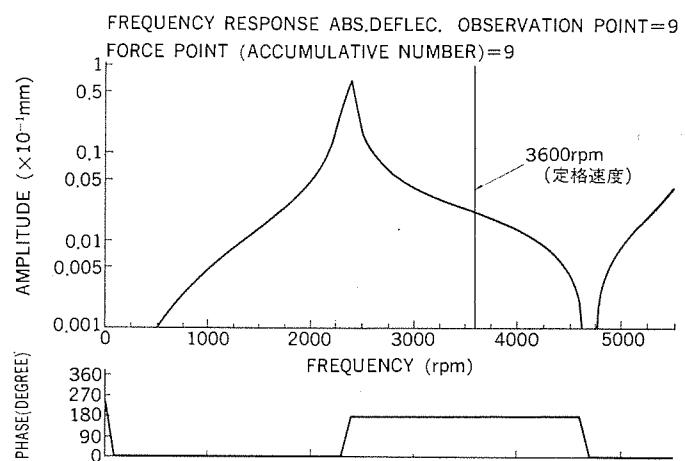


図 9. 周波数応答

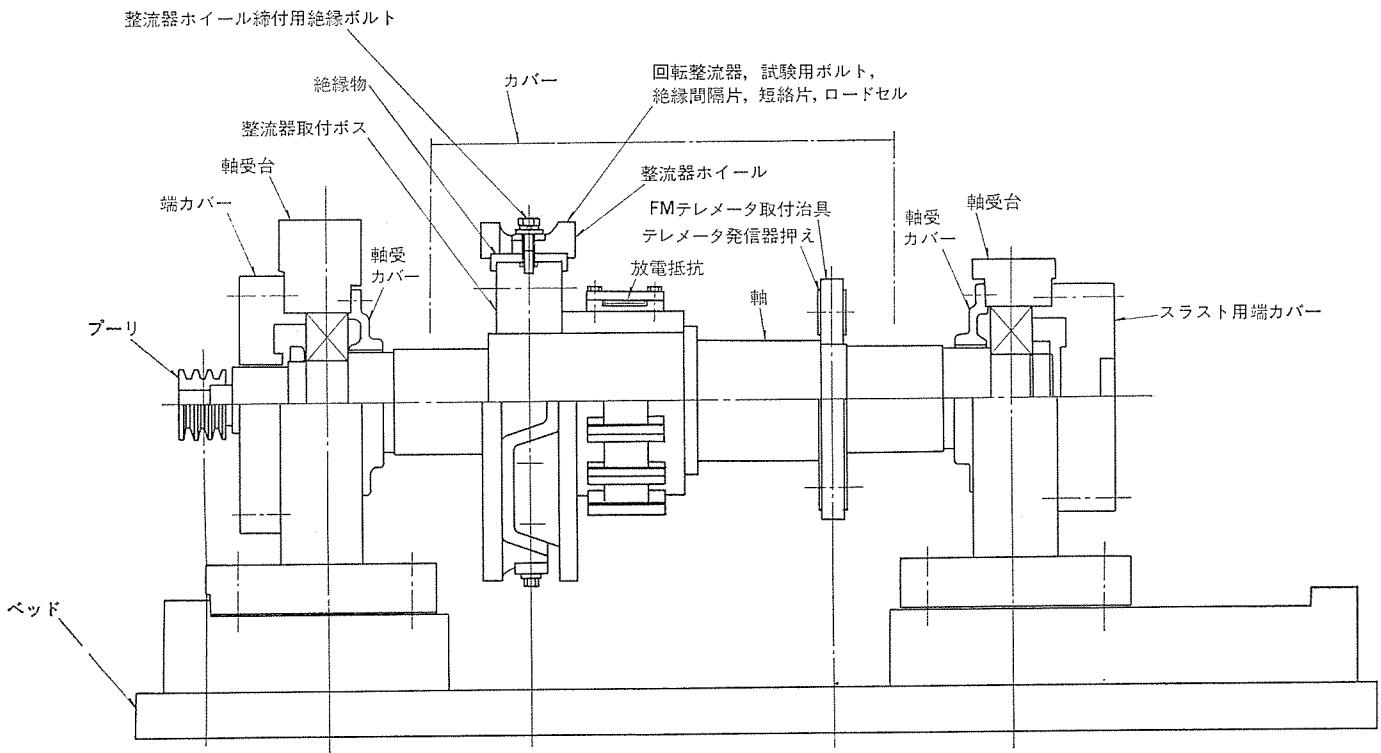


図 10. 回転整流器試験装置

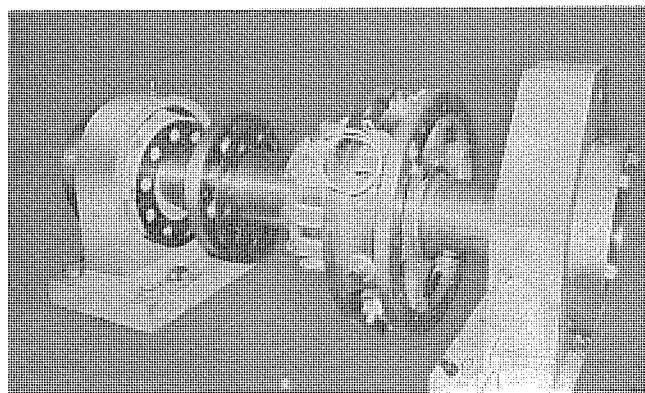


図 11. 回転整流器外観

当たっては、軸受油膜のばね定数も考慮に入れている。ケース No. 4 の ( ) 内の値は実機における危険速度を打撃法により実測したもので、1次の計算値はほぼ実測値と一致していることが分かる。図9. は、図8. の No. 4 のケースで単位不つり合量を交流励磁機部に付加し、交流励磁機部で観測した場合の回転数と振れとの関係を示しているが、定格回転数近辺での運転が非常に安定していることが分かる。

#### 4.4 回転整流器

整流器ホイールは、整流回路部品を取付ける構造物であると同時に、導電部としても使用される。したがって、図10. に示すように絶縁物を介して整流器取付ボスに挟ばれ、絶縁ボルトにより固定されている。整流器ホイールの外径は、それに取付けられる整流回路部品の外形寸法によって必然的に決ってしまう。そのために厚さが10 mm弱の平形整流ダイオードを整流器ホイールの内径と整流器取付ボス外径とのすき(隙)間に整流回路部品と共に収納し、極力外径寸法を小さくしている。回転整流器を構成する全部品の遠心力によって発生する応力と締め代は、計算により求めその確認を実機と同寸法

表 1. 回転整流器各部応力 (計測値の降伏点に対する安全率)

測定位置	定格回転時 3600rpm	115% オーバースピード時 4140rpm
整流器ホイール	K1	2.9
	K2	14.9
	K3	6.4
	K4	6.1
整流器取付腕	7.9	5.5
放電抵抗取付ボス	34.3	29.7
放電抵抗	3.2	2.8
放電抵抗押え	7.2	4.9
整流器ホイール締付ボルト B	3.0	2.3
ダイオードに掛る遠心力	744kg	818kg

の回転整流器で図10., 図11. に示す試験装置を製作し、ストレインゲージを用いてひずみ(歪)を測定して行った。測定は、整流器ホイールで4点、同ホイールを整流器取付ボスに取付けている絶縁ボルトで

4点、ダイオードに加わる遠心力を確認するため1点、その他部品で6点の計15点で行った。その結果、各部の発生応力は十分安全な使用応力であることを確認した。表1.にその結果を示す。

#### 4.5 軸受及びプラケット

<p>船用発電機は、その軸を船首尾線に平行にすえ(据)付けるため、船体の縦傾斜(トリム)により回転子の自重によるスラストが発生する。このスラスト力は、リジットカップリングで直結される発電機においては、原動機側に設けられたスラスト軸受で支持されるが、タービンと直結される発電機においては、直結が通常ギヤカップリングを介して行われるために、発電機の自重によって発生するスラスト力を発電機自身で支持する必要がある。また、スラスト力は軸受部の軸中心線と直角方向の面で支える必要があり、アライメント、軸たわ(撓)みなどの、微妙なスラスト支持面の変化に自由に追従できる球面スリーブスラスト軸受を採用している。なお潤滑方式には、信頼性の高い強制潤滑方式を採用するとともにリスト、トリム、ローリングに対して排油がスムーズに行えるように考慮している。また、ブラケットは、2極誘導電動機で実績の豊富な鋳鉄製</p>	<p>標準回路</p>
	<p>主たる用途</p>
	<p>整定電圧変動</p>
	<p>電圧調整範囲</p>
	<p>アイドリング運転</p>
	<p>選択しゃ断</p>
	<p>並列運転</p>

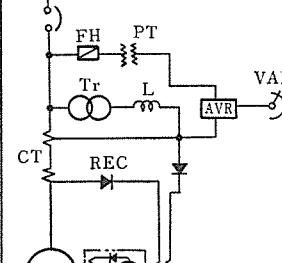
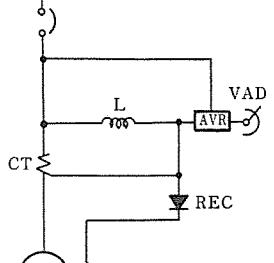
#### 4.6 空氣冷卻器

メンテナンスフリーでしかも高信頼性と言う観点から、絶縁は全含浸方式を採用しているが、更に船内機関室のふんい(雰囲)気中における使用にも何ら影響を受けない冷却方式(全閉内冷形)を採用している。冷却 フィンは従来、硬銅線のスパイラルフィンを使用していたが、更に剛性の高いプレートフィンに改良し、船体振動の特殊性を考慮した。冷却管の共振周波数の計算及びテスト検証を行い、適切な強みを配置し 5~33 Hz, 0.56 G の振動加速度に十分耐える構造とした。冷却管は、2重管を採用し内管破損時においても、冷却水は内管と外管との間に設けられた溝を通じて両側の管板間に誘導され、機内に浸入しない構造になっている。また、冷却管本数には余裕を持たせてあるため、10%までは冷却管をふさ(塞)いでも全負荷連続運転可能である。更に、外管が破損した場合にも、冷却器下に受け皿が付いており、冷却水が容易には機内に浸入しない構造としている。また、万一の冷却器故障などの場合でも容易に開放運転に切換えられ全負荷連続運転ができる構造になっている。

## 5. 励磁方式<sup>(4)</sup>

励磁方式としては、表2.に示すブラシレス励磁方式と静止自励方式（ブラシ付き）があるが、メンテナンスフリー 小形軽量化など、顧客の要望を満足させるに十分なブラシレス励磁方式を標準にしている。励磁方式には当社特許の分流方式を採用しているため、アイドリング運転由

表 2. 標準励磁方式の比較

項目	標準方式	ブラシレス励磁方式	静止自励方式
標準回路			
主たる用途	陸・船用 ただし電圧その他により 構成部品が異なる		船用
整定電圧変動率	±1.5%		±1.5%
電圧調整範囲	±5%		±5%
アイドリング運転	可能		可能
選択しゃ断	可能		可能
並列運転		横流補償回路を設けると異仕様機間でも可能	

の励磁電流は、リアクトルによって制限されるため供給形 AVR と異なり回転子の過熱などがなく、低速度運転も支障なくできる。分流方式とは、リアクトル(L)と変流器(CT)のタイプを過励磁となるようにセットしておき、過励磁分を AVR に分流させ、この分流電流を制御することにより発電機端子電圧を一定にする方式である。ブラシレス励磁方式でも、誘導電動機始動時の電圧回復時間が 0.2 秒と速く、静止自励方式と同様の優れた瞬時電圧変動特性を有している。

## 6. む す び

以上、タービン用 2 極交流発電機の標準仕様、特長、構造などの概要を記載した。省エネルギー機器として、保守点検のしやすさを考慮に入れつつシリーズを完成した。需要家各位の参考になれば幸いである。我々もより一層の研究を進め、安価で高品質の 2 極発電機を製作していくつもりである。

### 参 考 文 献

- (1) 伊藤, 越場, 川上, 足立, 林: 三菱電機技報, 53, No. 8, p. 565 (昭 54)
  - (2) 東覚, 宇都宮, 松村, 吉村: 三菱電機技報, 53, No. 8, p. 555 (昭 54)
  - (3) 川面, 松倉, 村井, 青木, 八木: 三菱電機技報, 50, No. 7, p. 401 (昭 51)
  - (4) 三井, 有木園, 岡元, 島田: 三菱電機技報, 53, No. 5, p. 369 (昭 54)

# 基幹系統変電所向け縮小形監視制御システム

芝本政幸\*・上田 広\*・矢野恒雄\*

## 1. まえがき

近年電力需要はますます増大し、更に良質な電力の安定した供給が強く望まれている。電力供給事業に課せられたこのような社会的使命をまとうするため、電力設備は増大の一途をたどり、その運用と保守管理は高度化する一方である。

特に 500 kV 変電所は基幹系統の中核となるものであり、その運転は系統全体に多大の影響を及ぼすため、限られた要員で多種多量の情報を迅速には(把)握し、的確な処置が平易に出来る監視制御システムが必要である。このたび、完成した中部電力(株)信濃開閉所(将来 500 kV 変電所となる)納め監視制御システム(図 1.)は、監視・操作部を従来の照光式配電盤に比べ格段に縮小化し、かつ制御論理部とのインターフェース設計を合理的に行うことによってシステム全体を簡素化、高度化したものである。以下にシステムの概要とその特長について述べる。



図 1. 監視制御卓外観

## 2. システムの概要

### 2.1 システム設計の基本思想

このシステムは当初 275 kV 開閉所として運転されるが、将来 500 kV 変電所となる基幹系統の中核となる変電所に設置されるものであるから高信頼性、確実かつ容易な操作性が要求され、更に 500 kV 昇圧時の増設・変更及びその他の機器増設に対して、変電所の運転を停止することなく対処出来ることが必要である。これらのこととを念頭におき、下記を重点項目としてシステムの設計を行った。

(1) システムの制御・操作部は 2 系列化し信頼性と稼働性の向上を図る。

(a) 制御卓の 2 系設置

(b) 制御論理部の 2 系列化

(2) 事故発生時に状況を的確かつ迅速に表示する。

(a) 系統監視部の縮小化と故障内容の編集表

示

(b) 故障詳細内容表示は機能分担別のローカル表示とし、将来ロギングのためのインターフェースを考慮

(c) 数値情報は高精度なデジタル表示を主体とするが、直読性を要する送電線電流値はアナログ表示を併置する。

(3) 設備の増設変更に対して高い柔軟性を確保する。

(a) 系統監視部は小形モザイクによる実装方式の採用

(b) 制御卓とその論理部の 2 系列化により、増設変更時に 1 系を試験用に使用するシステムの採用

(c) 給電番号変更などの系統変更に対して結線変更なしに設定変更で対応出来る方式の採用

(4) 省電力・省保守システムの実現

(a) マルチ計測システムの採用による変成器の負担抵減

(b) 表示部を全面的に LED 化

### 2.2 システムの構成

このシステムは、その全体構成を図 2. に示すとおり、運転員とのインターフェース機能を持つ監視制御卓、現場機器とのインターフェース機能をもつ入出力及び計測変換、更に前記 2 種装置の中間にあって、各種監視制御論理機能をうけもつハードウェアとして選択制御処理、表示処理、計測処理とからなる主監視制御システムと、系統の運用に直接関与しない断路器機構ロック制御、保護装置などの切換制御、補機関係の制御、などを分担する補助監視制御システムから構成されている。

この構成は 2.1 節のシステム設計の基本思想を表現させるためと低圧制御回路絶縁設計から考えて、ハードウェアを分割したものであり、各ハードウェアの分担する機能を表 1. に、各機能の具体方式を表 2. に示す。

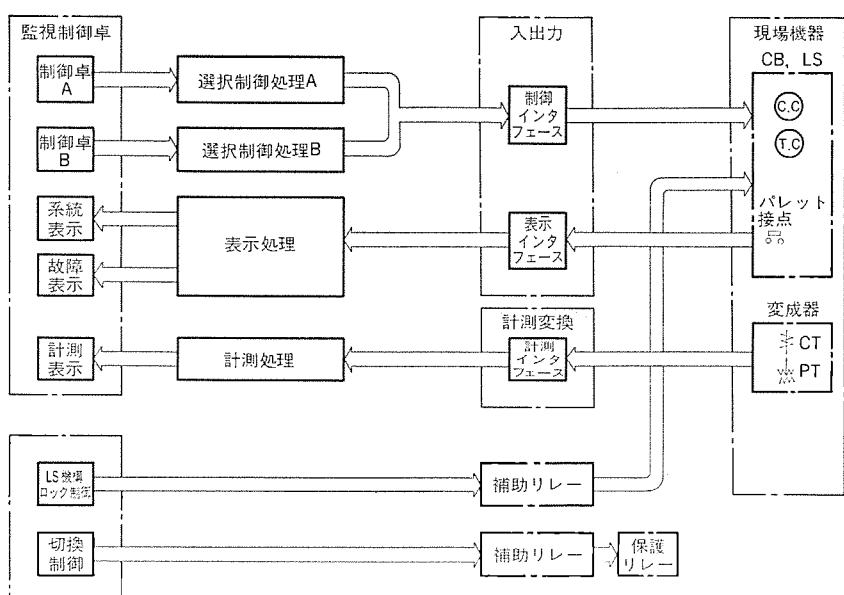


図 2. システム全体構成図

表 1. ハードウェア機能

	ハードウェア	機能
主監視制御システム	監視制御卓	<ul style="list-style-type: none"> <li>・系統表示</li> <li>・故障表示</li> <li>・計測量表示</li> <li>・機器選択制御</li> <li>・計測選択</li> <li>・電話指令</li> </ul>
	選択制御処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機種選択</li> <li>・給電番号翻訳</li> <li>・制御指令検定</li> <li>・制御モード判定</li> </ul>
	表示処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器シンボル表示処理</li> <li>・故障表示処理</li> <li>・自動化対応インターフェース</li> </ul>
	計測処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測選択制御</li> <li>・AC/DC 変換</li> <li>・アナログ-デジタル変換</li> </ul>
	入出力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制御指令インターフェース</li> <li>・パレット接点増幅、分配</li> <li>・制御インターロック</li> <li>・電源分配</li> <li>・自動化対応インターフェース</li> </ul>
	計測変換	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CT、PT との絶縁</li> <li>・同期計測</li> <li>・電圧検知</li> </ul>
	制御補助	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補機故障表示</li> <li>・LS 機構ロック制御、表示</li> <li>・保護リレー 43 切換制御、表示</li> </ul>

表 2. 監視制御システムの方式

	機能	方式
制御系	機器開閉制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・給電番号、機種選択による <math>1:n</math> 選択方式 + マスター/スイッチ操作による 2 段操作方式</li> </ul>
	制御インターロック	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インタロック条件不成立で、制御不能なマイナス側インターロック方式</li> </ul>
	LS 機構ロック制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LS 選択 - マスター/スイッチによる 2 段操作方式</li> </ul>
	保護リレー 43 切換制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切換項目 + マスター/スイッチ操作による 2 段操作方式</li> </ul>
表示系	故障表示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・重故障については、回線名称フリッカと故障項目表示による組合せ方式</li> <li>・軽故障についてはマクロ表示とし、故障復旧時フリッカ</li> </ul>
	系統表示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・線路、母線が非照光の機器照光方式</li> <li>・機器シンボル開閉状態は赤、緑による 2 灯表示</li> </ul>
計測系	計測量表示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時計測：アナログメータによる電流表示、デジタル精密計測による母線電圧、周波数表示</li> <li>・選択計測：デジタル精密計測による電流、有効無効電力、電圧、周波数表示（回線ごと、母線ごとに選択）</li> </ul>
	同期計測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CB 選択 + 同期選択による計測起動方式</li> <li>・表示についてはデジタル、アナログ表示併用のハイブリッド方式</li> </ul>

### 3. システムの特長

#### 3.1 制御論理部の 2 系列構成

基幹系統変電所の監視制御業務の重要性から、2 人監視制御が基本とされている。このため、制御卓も A、B 2 系設置し、これに論理部 A、B がそれぞれ接続され論理部出力をワイヤード OR の形で入出力盤に接続する。

したがって、運用方式は A、B 系共常時監視制御業務が出来るようになっており、2 重系のデュープレックス方式とは異なった運用方式であるが、増設・変更時は 1 系を常用、他の 1 系を試験モードに切

基幹系統変電所向け縮小形監視制御システム・芝本・上田・矢野

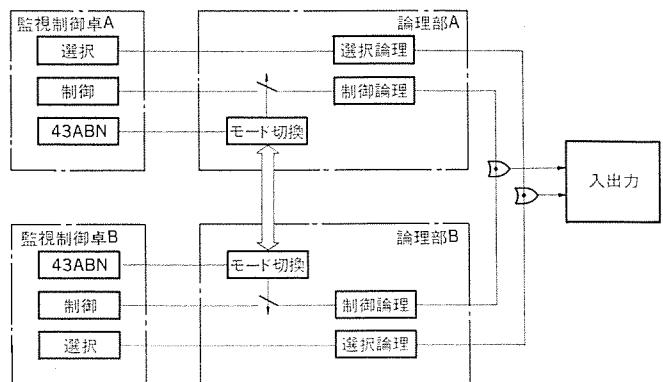


図 3. 制御論理部の 2 系列構成

換える方式としているため 2 系列設置により信性頼向上のほか、稼働率向上に極めて有利な方式としている。

常用モード：図 3 の 43 ABN を使用とし通常の選択・制御操作可能で実機運転が出来る。

試験モード：図 3 の 43 ABN 除外とすることで制御操作をロックし、選択操作が可能で入出力盤の機器選択リレー動作させることで増・改造時の試験選択確認が出来る。

停止モード：入出力盤へのワイヤード OR の一端のコネクタを外すことで完全に停止する。

#### 3.2 縮小形監視制御卓の採用

##### (1) 監視部と制御部の結合

従来の照光式配電盤のシステムでは、変電所の規模が大きくなると、必然的にその監視面も大きくなり、運転員からみて良好な視認性を保つことがむずかしくなってきた。そのため、

- 母線照光方式から機器シンボル照光方式に変更
- 故障表示項目を整理し、マクロ表示による内容把握
- 選択呼出しデジタル計測方式と常時計測方式の調和
- 機器のテンキーによる  $1:n$  選択方式
- 使用デバイスの小形化

などの工夫により、監視部と制御部とを一体化した。この結果、従来構成に比べ面積比で約 1/20 とすることができた。

##### (2) 監視面レイアウトと配色

人間工学面から各種検討を加え、監視部には常時監視を要する情報を、常時監視を要しない故障表示、同期選択、選択計測については左右に配置してレベル分けを行った。

監視面の色をビーバグレイ (5Y3/1) を採用したことにより、系統シンボルを判読しやすく、ハレーションも少くなり極めて良い視認性が得られ、監視による疲労を軽減するのに役立っている。

#### 3.3 設備の増設変更に柔軟に対応出来る H/W メンテナンス方式

設備の増設変更に対してはすべてハードウェアの増設変更で対応するシステムとした。

##### (1) パッケージ

監視制御卓の系統表示部にモザイクパネル方式図 4. を採用したため、スケルトン変更などの増設改造には極めて有効である。

その他のパッケージに対しては、設備の増設単位に分割されたユニットをそろ(挿)入することで対応する(図 5.)。また、一部でシーケンスモニタ機能を付加しており図 6. に 1 例を示す。

##### (2) ユニット

各機能ごとに標準ユニットを準備している。入出力ユニット、計測変

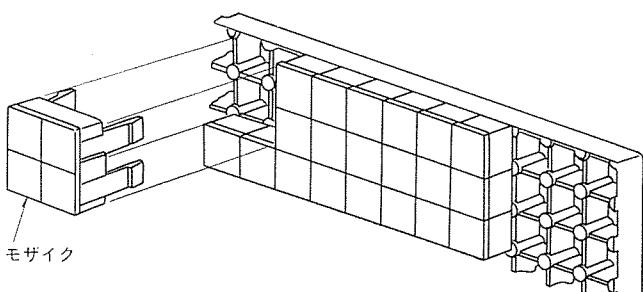


図 4. モザイクパネル

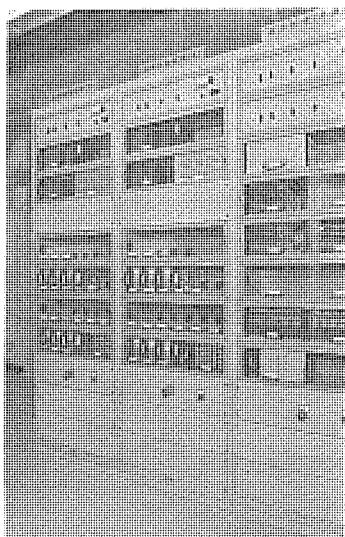


図 5. 増設単位に分割されたユニット実装例  
(選択制御処理・表示処理)

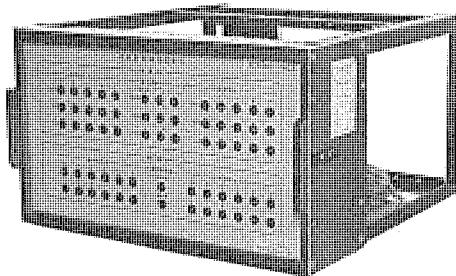


図 6. シーケンスマニタ

換ユニット、電流トランジューサなどがあり、例えば、図7.に電流トランジューサの正面図を示すが、線路CT比が変更した場合、ロータリースイッチで設定変更をすることで対応出来る。

### (3) カートリッジ

論理回路の基板には、給電番号設定、故障表示モード設定などが簡単に出来るよう設定スイッチをとう(搭)載した。

### 3.4 低負担計測方式の採用

図8.に低負担計測方式のブロック図を示す。この方式はPT比、CT比の変更に対応出来る複数タップ内蔵のトランジューサ、これら複数のトランジューサと1組のAC/DC変換器による演算を行うなどの特長をもっているため、マルチ計測システムと呼称することにした。

従来、送電線などの電流、電力、無効電力を選択計測する場合には、それぞれ対応するトランジューサを設置してその出力を選択する方式としていた。図8.に示すようにマルチ計測では、入力変成器で電流、電力、無効電力に共用して、1組設け全回線に共通の演算部

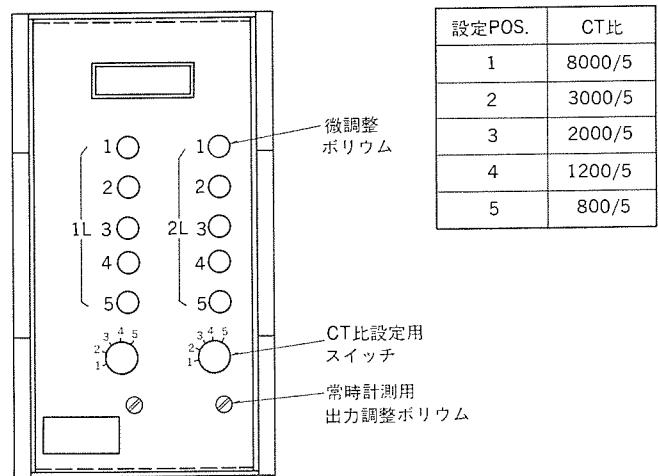


図 7. 電流トランジューサユニット正面

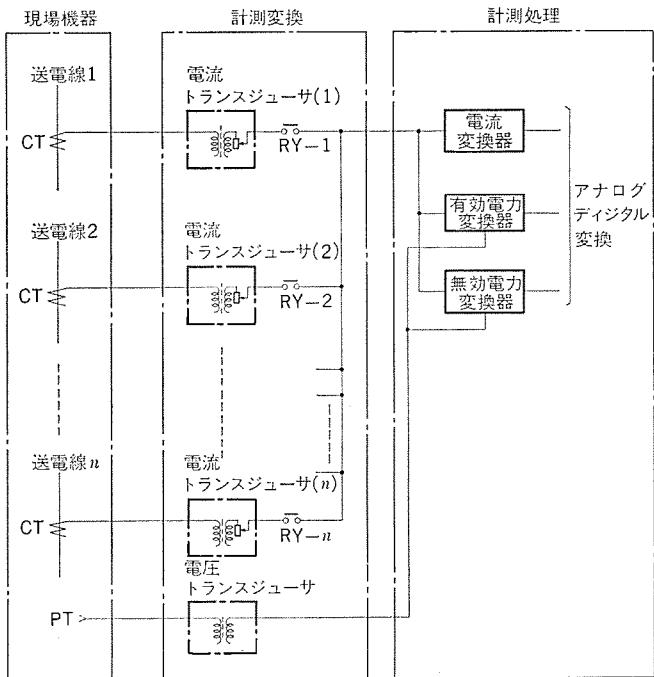


図 8. マルチ計測方式ブロック図

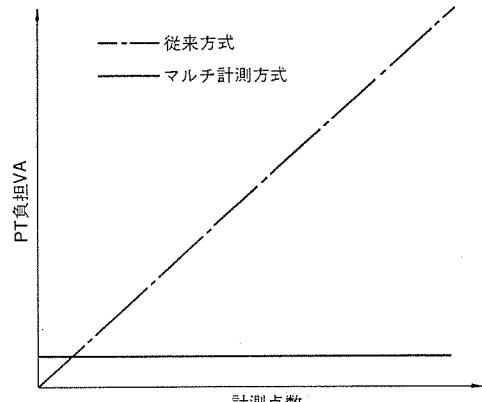


図 9. PT負担低減

を設けている。

したがって、送電線CT2次側の負担は小さくなり、実測値では従来方式の約50%に低減することができた。また、PT負荷としては回線の数に無関係に1組でよいため、図9.に示すように従来方式に比較して大幅にPT負担を低減することができた。

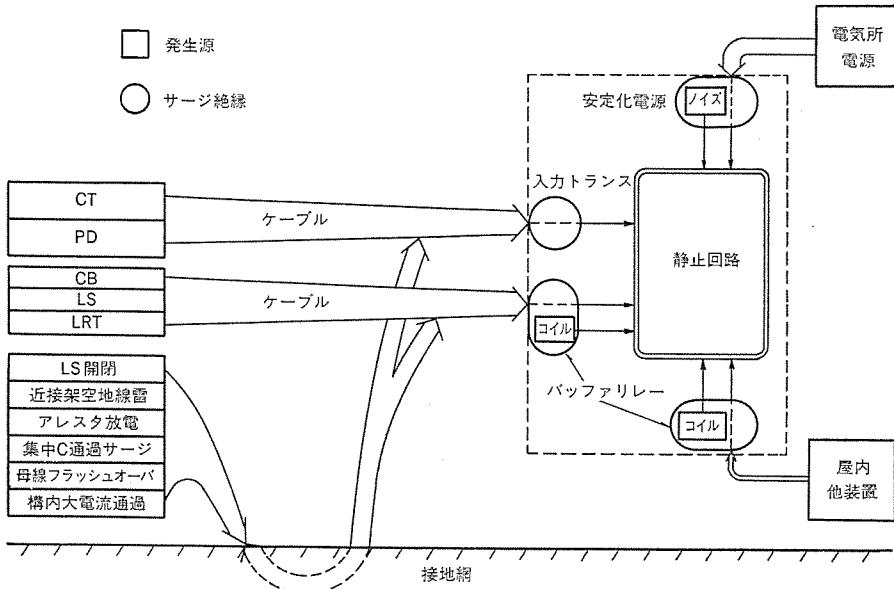


図 10. サージ発生源と侵入ルート

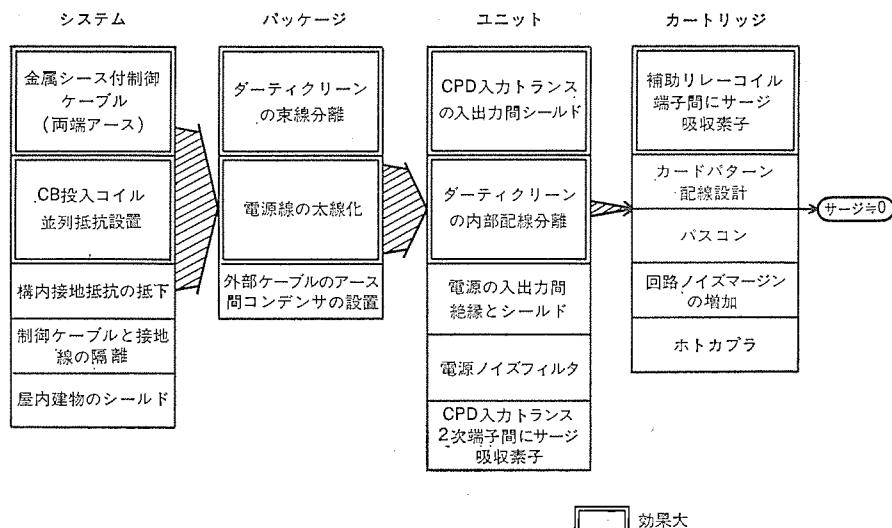


図 11. サージ対策概念図

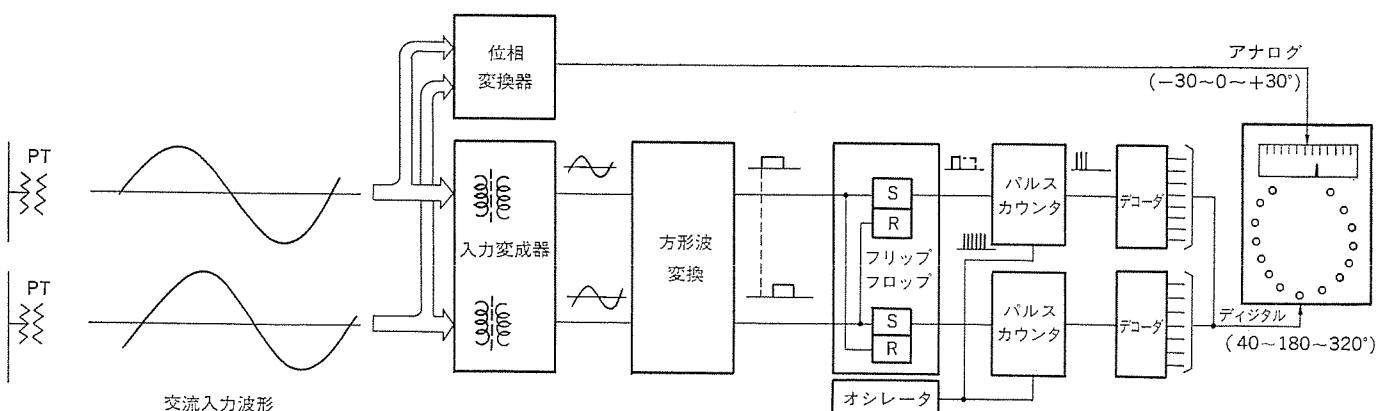


図 12. 同期検定装置ブロック図

### 3.5 有効なサージ対策

サージの発生源と侵入ルートについては、図 10. のように把握し、これに対して図 11. のような製品の各階層ごとにサージ抑制策を考慮している。

特に基幹系変電所の運転上必要な系統併入のための同期検定については、新しい同期検定システムを採用することにより、一切のサージ発生源をクリーンエリアに持込まないことができた。図 12. に同期検定器のブロック図を示す。

### 4. むすび

以上、縮小形監視制御システムの概要と特長について述べた。今後の基幹系変電所の監視制御システムとしては、制御用計算機、マイクロプロセッサなどの導入と合わせ非常に広範囲な検討を要するニーズが増えてくると思われるが、今回納入したシステムの考え方を基本にして更に良いシステムを探求する所存である。

最後に、このシステムの設計、製作に当たり多大な御尽力をいただいた中部電力(株)殿の関係各位に深く感謝する次第である。

# 火力発電所における系統単独検出装置へのシーケンスコントローラの適用

石川幸雄\*・前原史彦\*\*・赤木一夫\*\*・大沢国雄\*\*・土手内巧\*\*

## 1. まえがき

関西電力(株) (多奈川第2) 火力発電所の系統単独検出装置は、電力系統事故により発電所の該当ユニットをトリップさせることなく該当ユニット単独運転、また地元負荷単独に移行させ、電力系統事故の復旧により、ただちに電力系統に接続し電力系統の安定を持たせる構想のもとに、該当ユニットが電力系統と切り離されたことを検出し、該当ユニットにボイラ燃料の急速絞り込みのきっかけ信号を発信する装置である。

この装置は現在リレーロジック方式であるが、送電線2回線増設に伴い、既設装置の改造が必要となった。今回、この装置にシーケンスコントローラ三菱A 2010 S(以下シーケンサといふ)を適用した。

本稿ではシーケンサ採用の背景、システム概要、ハードウェア構成について紹介する。

## 2. 背景

この装置は、送電線しゃ断器接点により、該当ユニットが電力系統より切り離されたことを検出し、開閉所のしゃ断器と断路器の接点により、該当ユニットの接続負荷状態を認識した後該当ユニットの発電機出力と併設変圧器の負荷量を比較して下記2種類の信号を発信している。

(1) LCB信号……該当発電機負荷として併設変圧器があり、かつその値が規定値以上の場合。

(2) FCB信号……該当発電機負荷として併設変圧器がないか、あったとしても規定値以下の場合。

從来、上記の判定回路をリレーロジック方式で実現していたが、今回送電線増設に伴い、ロジック内容(母線構成認識パターン)が大幅に増大し、装置改造においてリレーロジック方式で実施した場合、次の問題が生じた。そこで、この装置のロジック部の大半は母線構成パターン認識であることに着目し、シーケンサの採用を問題点の解決と合わせて慎重に検討の結果、信頼性・保守性・拡張性に優れ、現地改造時間

	シーケンスコントローラ方式	リレーロジック方式
信頼性	自己診断機能を有し、かつ、より以上信頼性を向上させるための方策(2重化、2AND方式)が容易に付加できる	自己診断機能がなく、かつ回路が複雑になると信頼性は低下する
拡張性	将来規模拡張の必要が生じ、システム変更するに当たっても、ハード面を大幅に変更することなど対応できる	大幅な改造を必要とし、規模拡張には対応し難い
保守性	シミュレーション機能により模擬テストは容易に実施でき、かつシーケンスロジックは、CRT画面で確認できるなど、装置の的確な把握が可能である	模擬テストの実施は、かなり難しく時間を要し、かつ、その確認は個々のリレーの動作状態を目で確かめ以外になく、回路が複雑になると難しく保守性が悪い
シーケンスロジックの修正・追加	CRT画面を見ながら容易に可能である	リレーの追加、配線の変更などを必要とし、容易にはできない
装置規模	小さい高さ幅奥行 2,300×700×750mm 2面	大きい高さ幅奥行 2,300×700×750mm 5面
据付調整期間	シミュレーション機能により大幅に短縮できる	配線チェック、動作テストなどの確認試験に長時間を必要とし、装置の停止時間が長くなる。

図1. シーケンスコントローラ方式とリレーロジック方式の得失比較

も大幅に短縮できるシーケンサの採用とした。

## 問題点

- (1) リレー数配線数が膨大となり装置の信頼性の低下。
- (2) 盤え付スペース上将来の増設に対応し難い。
- (3) 将来変更に際し、今回同様な大幅改造が必要である。
- (4) 回路が複雑となり、模擬テストの実施が困難である。
- (5) 既設盤の配線変更数が多く、改造期間が長くなる。

シーケンサ方式とリレーロジック方式の比較を図1.に示す。

## 3. システムの概要

### 3.1 系統構成

図2.にこの装置の対象となる母線系統を示す。図2.によりLCB・FCB検出方法の概要を述べる。

例えば、母線構成状態が母線連絡しゃ断器(80)開で、1号発電機・#5併設変圧器・送電線-1のみが甲ブスに接続されているものとする。この状態で送電線-1がトリップ(01しゃ断器開)すれば、1号発電機の負荷としては、#5併設変圧器と所内負荷のみとなる。そこで、発電機出力が200MW以上で、#5併設変圧器負荷が発電機定格出力の30%以上か以下を検出し、30%以上であれば、#5併設変圧器負荷に追従すべくLCB信号をAPC(プラント総括制御装置)に発信する。30%以下であれば、1号発電機を系統より切り離し(110開)FCB信号をAPCに発信する。APC側では上記信号に従って燃料の急速な絞り込みを実施する。

### 3.2 装置構成

図3.にこの装置の構成図を示す。

### 3.3 装置機能

図4.にこの装置のシステムブロック図を示す。

各ロジックの役割りを次に述べる。

#### (1) 事故検出ロジック

送電線しゃ断器(01~04)のトリップを検出し、LCB・FCB判定〇

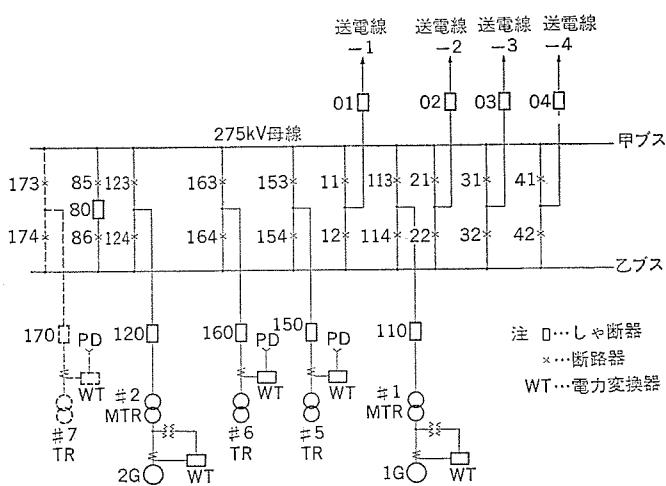


図2. 母線系統図

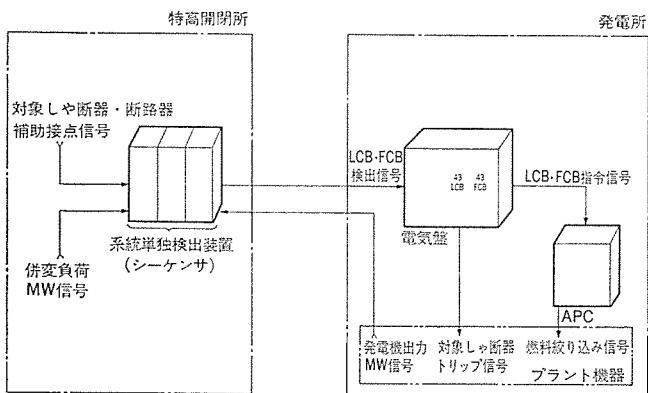


図 3. 系統単独検出装置構成図

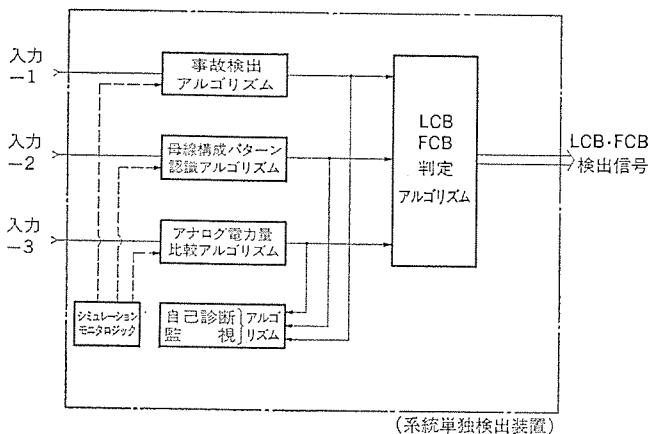


図 4. 系統単独検出装置 システムブロック図

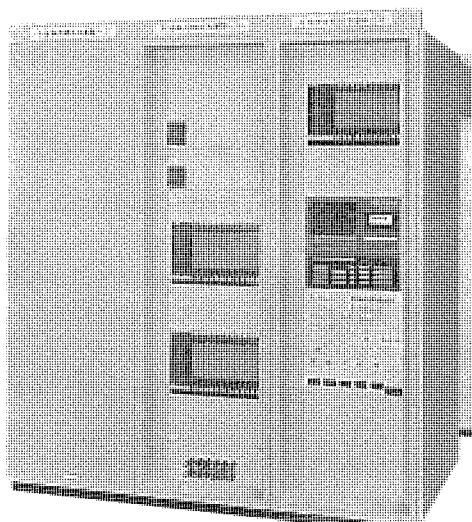


図 5. 外観写真

ジックに START 指令を出す機能である。

(2) 母線構成 パターン 認識 ロジック

該当発電機が、180 パターン の母線構成のうち、いずれの パターン で運用されているかを認識し、LCB・FCB 判定 ロジック に該当 パターン を知らせる機能である。

(3) アナログ 電力量比較 ロジック

発電機出力と併設変圧器負荷信号を比較し、START 信号が発信された場合、LCB 信号・FCB 信号のいずれを選択すれば良いかの判

断信号を LCB・FCB 判定 ロジック に知らせる機能部である。

(4) LCB・FCB 判定 ロジック

この検出装置の最終判定 ロジック であり、上記(1)から(3)の信号を集約し、該当 ユニット に LCB 信号・FCB 信号いずれを発信すべきかを判定し、出力信号を発信する機能である。

(5) シミュレーション・モニタロジック

DI 及び DO は動作せず、CRT 画面上で シーケンス 回路動作を チェックする機能である。

(6) 自己診断・監視 ロジック

演算処理の誤りを検出し、警報を出し演算処理を停止し、出力を OPEN とする機能である。

### 3.4 外観

図 5. にこの装置の ラックアップ 図を示す。

## 4. H/W 構成

### 4.1 システム構成

図 6. IC システム 構成を示す。

### 4.2 性能

下記性能を有す。

#### (1) 演算制御部

制御方式 ストアードプログラム 方式

処理方式 サイクリック 形

命令数 シーケンス 命令 15 種

その他 120 種

演算時間 15 ms/ 4 kW

#### (2) 主記憶部

素子 コアメモリ

容量 シーケンスエリア 4 kW

(RAM/ROM 切換 スイッチ 付き)

(3) 一時記憶 1,000 点

(4) タイマ 最大 256 点

(0.1~999.9 秒、0.1 秒単位で設定)

(5) ラッチリレー 最大 256 点

(6) カウンタ 最大 128 点

(7) 入出力 32 点/枚 16 枚/モジュール

16 点/枚 8 枚/モジュール

### 4.3 耐環境性

使用環境条件は下記のとおりである。

#### (1) 動作周囲温度 0~50°C

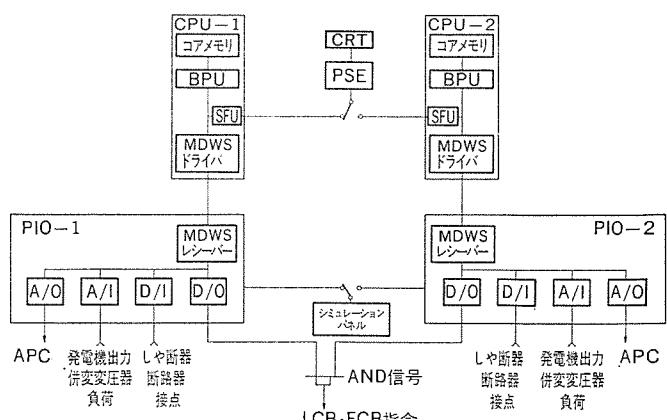


図 6. シーケンサシステム 構成図

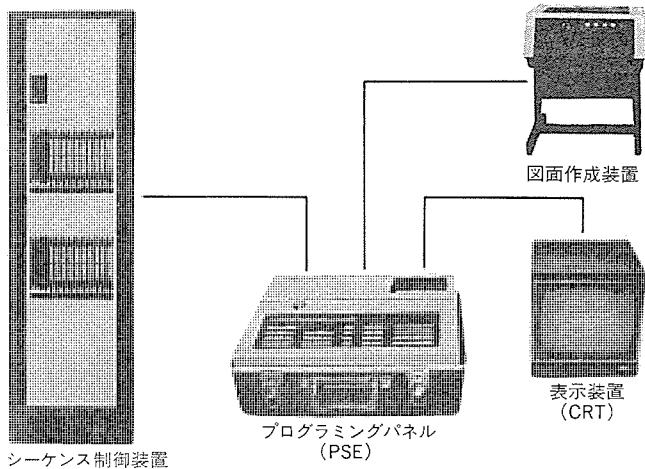


図 7. シーケンサ構成図

(2) 保存温度	-10~70°C
(3) 湿度	10~90% RH (結露ないこと)
(4) 振動	MAX. 0.5 G
(5) 電源	AC 100 V ±10% 50/60 Hz (1φ)
(6) 絶縁耐圧	AC 1,500 V 1分間 (信号一括対アース)
(7) 絶縁抵抗	5 MΩ 以上 at DC 500 V メガー

#### 4.4 信頼性

信頼性は下記のとおりである。

##### (1) CPU の 2 重化

CPU の 2 重化、及び出力回路を AND (論理積) 回路に構成し、誤動作防止・信頼性の向上を図った回路構成としている。

##### (2) RAS

###### (a) 自己診断機能

ウォッチドッグタイム	アドレスオーバ
メモリparity	フローティングゼロデバイド
バスparity	フローティングオーバ
スーパバイザパラメータ	メモリプロテクション

###### 不正命令

###### (b) 出力 インタロック

エマージェンシーリレーによりロック

###### (c) 瞬停

20 ms の瞬停については問題なし。

#### 4.5 保守性

##### (1) 容易なシーケンス作成

プログラムはプログラミングパネル (PSE) よりリレーシンボルを組合せて、表示装置 (CRT) 画面上にリレー回路図を書くだけによく、シーケンスプログラムの作成、修正、追加、削除などをこのリレー回路を通して CRT と対話しながら行うことができる。

典型的な構成を図 7. に示す。

##### (2) シミュレーション機能

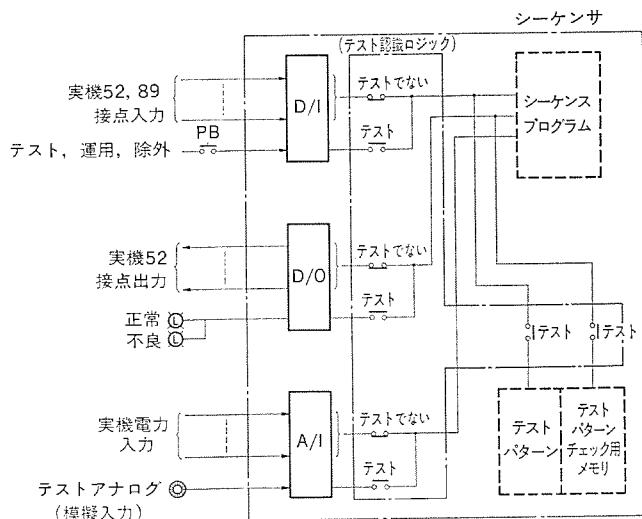


図 8. シミュレーション機能線図

プログラミング装置及びシミュレーションパネルから模擬入出力データを与えることにより、作成済のリレー・シーケンス動作のシミュレートが実施できる。

シミュレーション構成図を図 8. に示す。例えば、この装置運転中ににおいて、現状のパターン (LCB か FCB) に基づいて、シミュレーションパネルからのテスト指令によりシーケンサのプログラムが実行され、テストパターンの結果と照合し順次処理し全パターン終了後、正常・不良の判定をシミュレーションパネルに表示する。このようなシミュレーション機能により、据付け調整期間などを大幅に短縮することができる。

##### (3) 制御状態モニタ機能

CRT 画面のリレー回路図上に各制御要素が ON か OFF かをリクエストすることにより表示する。この機能により現在の制御状態をモニタし、制御渋滞が発生したときにはその原因を容易に発見することができる。

## 5. むすび

この装置は現在、対象しや断器・断路器の接点状態入力を主にして、シーケンサで系統単独を検出し、発電機出力をランバッケさせているが、今後複雑化する電力系統に対処し、より信頼性を高めるために事故検出要素の多様化が必要となるであろう。また、この装置とボイラ・タービン機械 サイドとの協調を更に進めたい。

この装置に使用しているシーケンサ (A 2010 S) も、今後各電力会社に活用されつつあり、一層の研究開発を進めていく所存である。

最後に、終始御指導いただいた電力会社の関係各位に深く感謝する次第である。なお、今後の技術開発についてもなお一層の御協力ををお願いしたい。

## 参考文献

- 吉田、前原、稻葉、古久保、篠原：火力発電プラントにおけるデジタル制御システム、三菱電機技報、54、No. 11 (昭 55)

# 《MELCOM-COSMO 900II》マルチプロセッサシステム

田渕謹也\*・森 伯郎\*・野地 保\*・小柳 隆\*・西山 昇\*

## 1. まえがき

《MELCOM-COSMO 900 II》マルチプロセッサシステムは、《MELCOM-COSMO 900 II》ユニプロセッサシステムに対し約1.7倍の処理能力をもち、システムとしての拡張性、信頼性、可用性、保守性のより一層の拡充を目的として開発したものである。

基本処理装置には、本格的パイプライン制御、高速バッファメモリ、高速乗算機構の装備など、高性能化のための各種テクノロジーを採用するとともに、システムのダイナミックな構成制御と、より高速化処理のための高速バッファメモリの拡大装備を可能としている。

本文では、《MELCOM-COSMO 900 II》マルチプロセッサシステムの概要と構成、マルチプロセッサ結合方式、システム構成制御の中核をなす多重システム結合装置の方式設計と論理構造について述べ、更にシステム制御処理装置によるコンソール再構成制御、システム再構成制御を中心とするシステム運転管理、自動運転機能及び異常監視と異常検知時の自動縮退運転、遠隔診断機能などについても述べる。

## 2. システムの概要

### 2.1 システムの特長

#### (1) 《MELCOM-COSMO 900 II》の最上位機種

900 IIマルチプロセッサシステムは、《MELCOM-COSMOシリーズ》の最上位機種として高い処理能力をもっており、しかも《MELCOM-COSMOシリーズ》の下位機種との互換性を有している。

#### (2) マルチプロセッサ構成

基本処理装置は、多重システム結合装置(MLU)を介してマルチプロセッサ構成を実現し、分散処理によるシステム性能の向上、保守/障害時の縮退運転による信頼性の改善などを図った。更に、縮退された基本処理装置に接続されている入出力装置を縮退されていない基本処理装置に接続できるなどシステムの可用性を高めている。

#### (3) 高速バッファメモリの容量拡大

従来の《MELCOM-COSMO 900 II》は32Kバイトの高速バッファメモリであったが、900 IIマルチプロセッサシステムでは、最大64Kバイトの高速バッファメモリが装備され、高速バッファメモリのヒット率を高め、システムの処理能力を高めた。

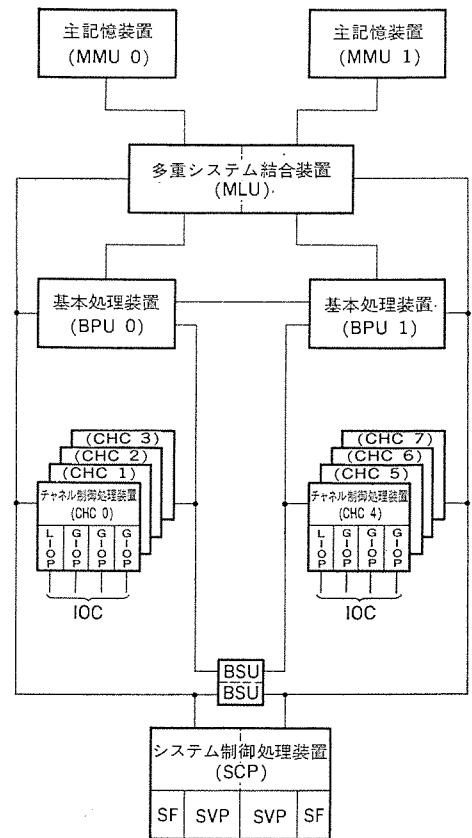
#### (4) システム再構成による可用性、保守性の改善

システム構成の組替えは、本体部と独立したオペレータコンソール及び保守コンソールとして使用できるサービスプロセッサ2台のシステム制御処理装置(SCP)により行い、システム異常時やシステム状態変更時などに行うシステム構成の変更が、CRT画面により集中して行える。

### 2.2 システムの構成と基本仕様

図1に《MELCOM-COSMO 900 II》マルチプロセッサシステムの構成を示す。基本処理装置(BPU)2台、主記憶装置(MMU)2台、多重システム結合装置(MLU)1台、チャネル制御処理装置(CHC)8台、及びシステム制御処理装置(SCP)1台が本体部の最大構成である。

主記憶容量はMMU 1台当たり最大16Mバイト収容できるので



BSU:バス切換装置  
LIOP:多重入出力処理装置  
GIOP:汎用入出力処理装置  
SVP:サービスプロセッサ  
SF:システムファンクション  
図1. 《MELCOM-COSMO 900 II》マルチプロセッサシステム構成図

合計32Mバイトまで可能である。CHCはBPU 1台当たり最大4台接続できるので合計8台までとなり、入出力処理装置(IOP)はCHC 1台当たり最大4台接続できるので合計32台までの構成が可能である。更に、BPU縮退時にはもう一方のBPUが最大8台のCHCを制御して縮退運転を行えるようにしている。

標準的構成の場合、本体部については4,976×5,686mm(28.3m<sup>2</sup>)に、またシステムコンソールについては2,894×1,073mm(3.1m<sup>2</sup>)の平面積に設置することができる。

表1に《MELCOM-COSMO 900 II》マルチプロセッサシステムの本体部基本仕様を示す。

## 3. 多重システム結合装置

### 3.1 概要

多重システム結合装置(MLU)は、図2に示すように基本処理装置(BPU)と主記憶装置(MMU)の間に位置し、メモリバスインターフェース(図中Ⓐ)とマルチプロセッサ間インターフェース1(図中Ⓑ)によって接続される。またこれとともにBPUの高速バッファユニット(HBU)同志もマル

表 1. 《MELCOM-COSMO 900 II》マルチプロセッサシステム  
本体部基本仕様

分類	項目	内容
主記憶装置	接続台数	最大 2 台
	記憶素子	N-MOS LSI (64 K ピット/石)
	記憶容量	最大 32 M バイト (最大 16 M バイト/MMU)
	増設単位	2 M バイト又は 4 M バイト
	インターフェース	8 ウェイインターフェース
	アクセスタイム	480 ns/8 バイト
	読み出し幅	8 バイト + 1 チェックバイト
	最大転送レート	133 M バイト/秒
高速バッファメモリ	停電保護	バッテリ標準装備
	アクセスタイム	60 ns/8 バイト
	記憶容量	32 K バイト 64 K バイト
	構成	32 K バイト : 16 ロード × 32 カラム × 64 バイト (ブロック) 64 K バイト : 2 × 16 ロード × 32 カラム × 64 バイト (ブロック)
	接続台数	最大 2 台
	命令アドレスレジスタ	2 組
	命令バッファ	16 バイト × 2 組
	オペランドアドレスレジスタ	4 組
基本処理装置	オペランドバッファ	8 バイト × 4 組
	命令キュー	4 組
	アドレス変換バッファ	128 エントリ × 2 組
	アドレス空間スタック	29 組
	命令数	213
	命令長	4 バイト
	アドレス方式	直接、間接、インデックス、ベースレジスタ、直接オペランド
	アドレス変換	マップアドレス変換、テーブルアドレス変換 (1 レベル、2 レベル)
入出力処理装置	データ形式	2 進、10 進、浮動小数点 (算精度、倍精度、4 倍精度)
	割込みレベル	最大 48 レベル
	入出力総合転送能力	19 M バイト/秒 × 2 組
	チャネル制御処理装置	最大 8 台 (最大 4 台/BPU)
	汎用入出力処理装置	最大 24 台 (最大 3 台/CHC) 2.2 ～ 3.0 M バイト/秒
	多重入出力処理装置	最大 8 台 (1 台/CHC) 70 ～ 90 K バイト/秒

チプロセッサ間インターフェース 2 (図中②) によって接続される。MLU と BPU 及び MMU はすべて同一のシステムクロックによって完全同期で動作し、このクロック源は再構成制御の管理下において唯一の MLU に持たせるようにしている。

MLU は 2 台の BPU から 8 ウェイインターフェースによって時分割に送られてくるメモリアクセス信号を 2 台の MMU へ伝送し、MMU からの返送信号を順次アクセス元 BPU へ伝送する制御を行う。また、他系 BPU からメモリバスインターフェースによって送られてくるアドレス情報を、バッファ無効化動作に用いるため MLU 相互間で受け渡し、マルチプロセッサ間インターフェース 1 によって自系 BPU へ伝送する。

MLU のボードへの実装は MLU 0 と MLU 1 を一体化ボードに収容しているが、システムの可用性と MLU の保守性を考慮してこの給電系は分離した構造を採っている。

### 3.2 メモリアクセス制御方式

#### (1) プライオリティ制御

メモリアクセスを行う際の各メモリ要求に対するプライオリティ制御には、

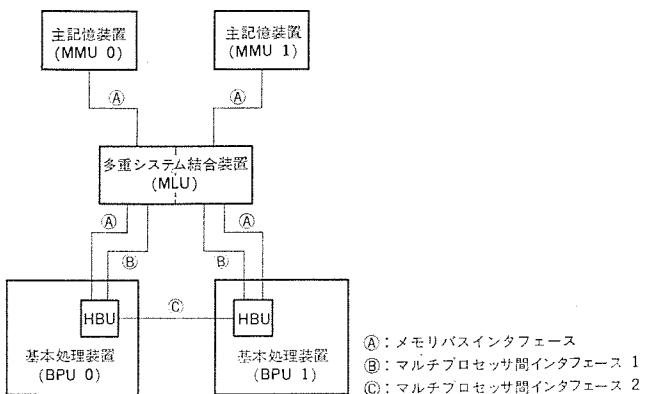


図 2. 多重システム結合装置の接続とインターフェース

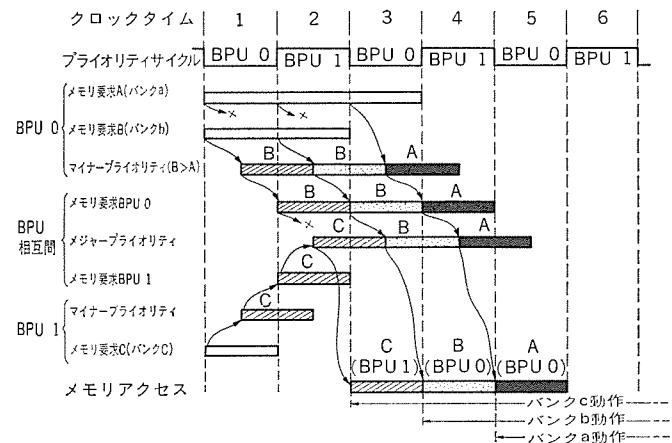


図 3. メモリアクセス要求の処理動作例

2 レベルのプライオリティ制御方式を採用している。これにより、完全同期インターフェースによるメモリアクセス動作でも同一 BPU から毎クロックタイムにメモリアクセスが可能となっており、8 ウェイインターフェースによって実現したメモリバスの高スループットがマルチプロセッサシステムにおいても最大限に利用できる。

2 レベルのプライオリティ制御方式とは、図 3. に示すように最初に BPU 内のメモリ要求に対してプライオリティを決定 (マイナープライオリティサイクル) し、次に BPU 相互間のプライオリティを決定 (メジャープライオリティサイクル) してメモリアクセスを行うものである。図 3. の例では BPU 0 内にメモリ要求が 2 つと BPU 1 内にメモリ要求が 1 つある場合の動作タイミングを示しており、クロックタイム 2 のように BPU 相互間プライオリティ決定時、両方の BPU からメモリ要求が出されているときは MLU から両方の BPU へ送っているプライオリティサイクル信号によってプライオリティを決定している。

したがって、両方の BPU からメモリ要求がある時は交互にプライオリティが与えられるので BPU 相互間のメモリプライオリティは対等となり、更に一方の BPU にだけメモリ要求が滞留しているときは、クロックタイム 3、4 のようにその BPU から毎クロックタイム連続してメモリアクセスを行う。

#### (2) メモリバンクのアクセス制御

メモリアクセスは 8 個の異なるバンクに対して連続して行えるが、両方の BPU から同一バンクに対するメモリ要求があるときはメモリサイクルごとに交互にアクセスできるようにしており、BPU 相互間のバンクプライオリティは対等である。当然ながら一方の BPU にだけ、同一バンク

クに対するメモリ要求が滞留しているときはその BPU から毎サイクル連続してそのバンクのアクセスを行う。

### 3.3 メモリリフレッシュ動作

メモリバスが完全同期インターフェースであるために MMU 側で独自にリフレッシュ動作を行うことが不可能であり、メモリのリフレッシュ動作は MMU からのリフレッシュ要求を BPU のメモリプライオリティ管理下に含めて行っている。マルチプロセッサシステムではこのリフレッシュ動作によるメモリバスの実効スループット低下を最小限に抑えるために、いずれか一方の MMU からのリフレッシュ要求をいずれか一方の BPU が受けて同一サイクルで両方の MMU へリフレッシュ動作を行うようにしている。また、このリフレッシュ要求源 MMU の選択とリフレッシュ制御元 BPU の選択は、再構成制御の管理下におかれ MLU で自動的に制御している。

### 3.4 マルチプロセッサ間インターフェース

マルチプロセッサ間インターフェースの機能は、大別して、前述のメモリアクセス制御を行うこと、他系 BPU の高速バッファメモリ（いわゆるキャッシュメモリ）やテーブル変換バッファ（TTB）の無効化制御を行うこと、更にメモリアクセスの BPU 相互間インターロックモード制御を行うことである。

## 4. システム再構成制御

システム再構成制御は、システム制御処理装置（SCP）が一括管理する方式となっており、計算機操作員の指令に基づきシステム再構成制御を行う場合（構成制御フレームなど）と、SCP が自動的にあらかじめ組込まれたプログラムに従ってシステム再構成制御を行う場合がある。

後者の例としては、（1）停電後の復電に伴うシステム本体及びコンソールの再構成制御（停電直前のモードに再設定）、（2）システム運転に冗長なユニットがある場合、そのユニットを障害時切り離しての縮退運転、（3）自動運転時、所定時間経過後やイベント発生時、システム運転の再開や自動運転不可装置の切り離しなどがある。なお、SCP が関与するシステム再構成制御には次のものがある。

- （a）コンソール再構成制御
- （b）システム再構成制御

以下これらについて概説する。

### 4.1 コンソール再構成制御

コンソールには、オペレータコンソール機能、システムの運転制御機能、再構成制御機能、保守診断、リモート診断機能、システム動作状態の監視と障害の記録編集、表示機能などシステム運転に重要な機能を持たせている。したがって図 4. に示すように 2 重系を採用し信頼度を高めている。図 4. において、2 台のサービスプロセッサ（SVP）のもとに最大 3 台のキャラクタディスプレイキーボードとリモート診断回線（MERIT）が接続され、システム運転及び保守に関する機能を受持つ。これらコンソールの構成状態は、（1）通常運転モード、（2）保守モード、（3）シングルプロセッサ（2 式）モードの 3 通りがある。

#### 4.1.1 通常運転モードの構成

システムやコンソールに何ら故障がなく、かつシステムはマルチプロセッサシステムとして動作している場合である。2 台の SVP はオペレータコンソールとサービスコンソールとに機能を分担して動作する。

オペレータコンソールは計算機システムの運転に必要なマニュアル操作、OS との情報交換、システムの再構成制御や各プロセッサ電源のオン/オフなどをつかさどる。サービスコンソールはシステム動作状態の監視と障害の記録、編集、表示機能を主につかさどる。このモードにあるときは、2 台の SVP は一定時間間隔でコミュニケーションコントローラ経由で互いに

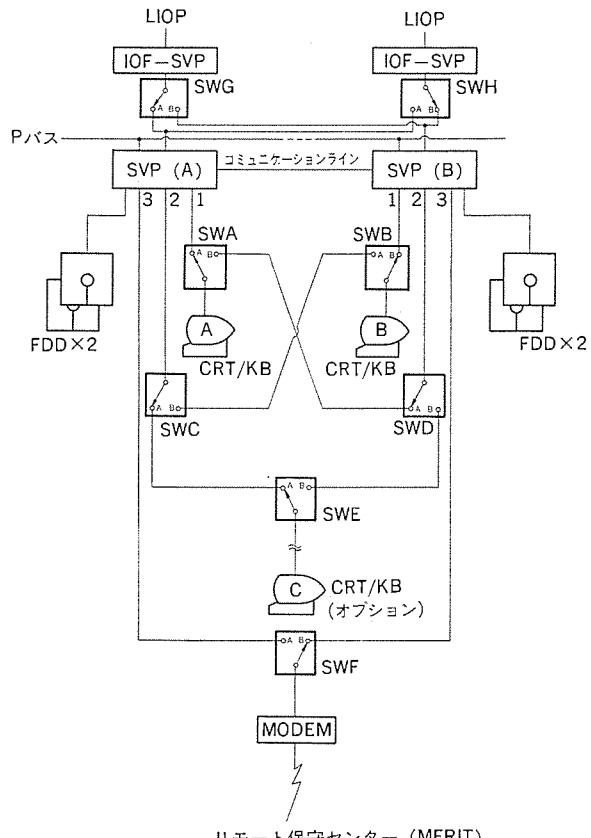


図 4. コンソール再構成制御（2 重系）

動作確認を行い、もし一方の SVP から応答がなくなると、他方の SVP がオペレータコンソールとサービスコンソール双方の機能を分担し、自動的にシステムの運転を継続する。

#### 4.1.2 保守モードの構成

このモードはコンソール又はシステムに何らかの障害があり、縮退が行われているモードである。コンソールに障害のある場合は、正常な方の SVP がシステム運転に必要なすべての機能を受持ち運転を継続する。障害の SVP はシステムから切り離され、コンソールのマイクロ診断を実行し障害原因の追求を行う。システムのどれかのプロセッサに障害のある場合は、同時保守モードとなり、一方の SVP がシステム運転に必要なすべての機能を受持ち、運転を継続するとともに他方の SVP は保守コンソールとなり、障害のプロセッサと保守コンソール間でマイクロ診断を実行し障害箇所の指摘を行う。このモードにおいて障害箇所が見つかった後は、システムの運転を停止してから障害箇所の修復（カード交換）を行うことになる。

#### 4.1.3 シングルプロセッサ 2 台の構成

900 II マルチプロセッサシステムでは、マルチプロセッサを切り離してシングルプロセッサ 2 台の構成として運転することも可能である。この場合、2 台のコンソールは各々がオペレータコンソール機能とサービスコンソール機能を持ち、それぞれの計算機システムの運転制御をつかさどる。また、2 台のコンソールを 1 次側／2 次側に分け、システムの構成制御及び各プロセッサ電源のオン/オフは 1 次側のコンソールからのみ可能にしている。

### 4.2 システム再構成制御

システム再構成制御は、マルチプロセッサからシングルプロセッサへの切換え又はこの逆への切換えを必要とするとき、あるいは、システム運転継続上冗長なユニットがある場合でそのユニットが障害時に切り離して運転を続行できる場合に意味がある。

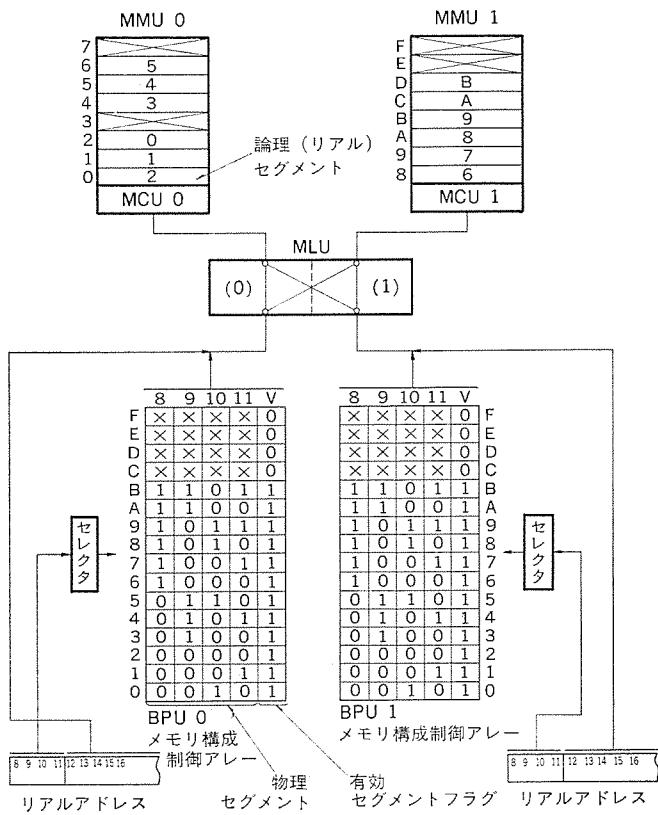


図 5. 主メモリアドレス構成制御 (MP モード)

したがって運転の継続性を厳密に追求した結果、900Ⅱ マルチプロセッサシステムでは、コンソールの再構成制御に加えて、(1)主メモリアドレス再構成制御、(2)チャネル制御処理装置のアドレス再構成制御、(3)主基本処理装置の再構成制御、(4)プロセッサバスの分離・統合、(5)メモリバスの分離・統合、(6)システム・ファンクションの再構成制御などを採用した。以下これらについて概説する。

#### 4.2.1 主メモリアドレス再構成制御

従来主メモリのリアルアドレスはそのまま物理アドレスであったが、900Ⅱマルチプロセッサシステムでは、1Mバイト単位又は4Mバイト単位にアドレスを再割り当てる。これはシステムのRAS向上(障害箇所の切り離し)及びマルチプロセッサ構成における運転モードの切換えなどのために行うものである。図5にリアルアドレスから物理アドレスへの変換概念図を示す。

#### 4.2.2 チャネル制御処理装置のアドレス再構成制御

900Ⅱマルチプロセッサシステムでは、チャネル制御処理装置の物理アドレス(PA=4～B)に対して、その論理アドレス(0～7)を任意の組合せで再割り当てる。図6において、システムがマルチプロセッサのときは、チャネル制御処理装置は0～7の論理アドレスを持つが、システムがシングルプロセッサ2式になっているときは、その論理アドレスは0～7ではなく、0～3を2式持たせる必要がある。この物理アドレスに対する論理アドレスの割付変更を、ハードウェアに何ら手を加えることなく、実現できる特長がある。

#### 4.2.3 基本処理装置(BPU)の再構成制御

マルチプロセッサシステムでは、一方の基本処理装置がマスター、他方がスレーブとなって運転している。このマスター側の基本処理装置が重大な障

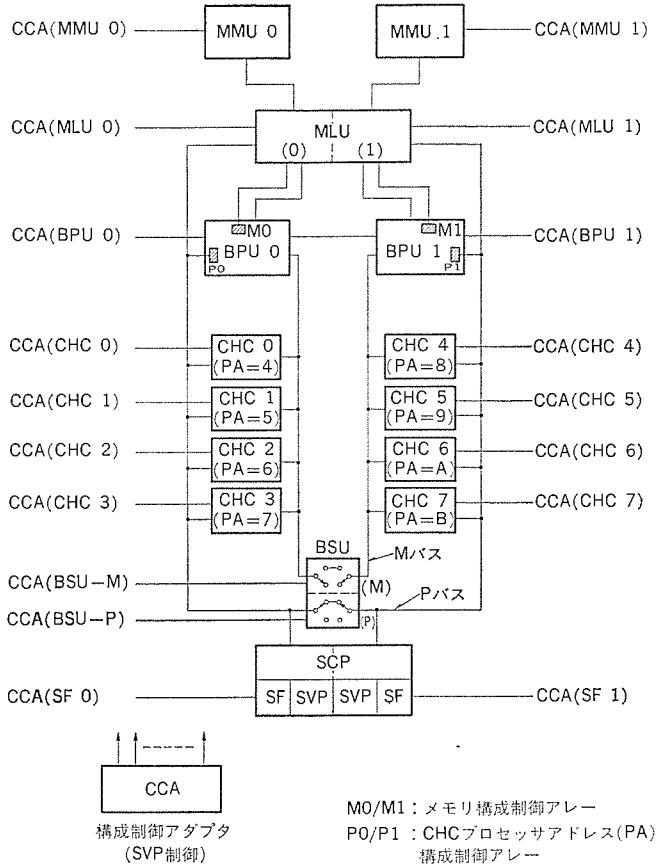


図 6. マルチプロセッサシステム構成例 (MP モード)

害を起こした場合、このマスターをシステムから切り離すとともに、従来スレーブであった基本処理装置をマスターに設定して、シングルプロセッサモードとして運転を行わせることができる。このような動作をABR(Alternate BPU Recovery)と呼んでいる。

#### 4.2.4 プロセッサバスの分離・統合

図6においてプロセッサバス(Pバス)は、バス切換装置(BSU-P)のところで分離・統合され、マルチプロセッサのときは統合、シングルプロセッサのときは分離される。メモリバス(Mバス)については、バス切換装置(BSU-M)のところで分離・統合され、通常時は分離、マルチプロセッサの場合に一方のBPUが縮退されたときは統合される。システムファンクション部については、マルチプロセッサのときは、一方は予備機となりシングルプロセッサ2式のときは各々の基本処理装置に接続されて用いられる。以上述べてきたようにシステムの再構成制御は、すべてSCPで一括管理されシステムのRAS向上に大きく貢献している。

## 5. むすび

以上900Ⅱマルチプロセッサシステムについて述べた。多重システム結合装置の開発に当たっては、さきの900Ⅱ開発で整備した開発支援システムを活用した。

今後はこのシステムに対する拡充に一層の努力を払うとともにLSI化による性能/価格比、信頼性の向上などユーザーの要求、期待にこたえて行く所存である。

# スポットライト

## 石油タイプで初の壁掛式 三菱 石油 ガス化 瞬間湯沸器OK-3000形

三菱電機では、このたび灯油を燃料とした業界初の石油ガス化燃焼方式で、壁掛式の本格派セントラル給湯機OK-3000形を新発売しました。この製品は、石油ガス化ファンヒーターで実績のある石油ガス化燃焼方式を採用しており、省エネルギー・省スペース機器として、社会のニーズにマッチした画期的な壁掛式セントラル給湯機です。コンパクト設計により、荷扱い性、据付性が向上し、給湯能力もガス瞬間湯沸器の17号相当で、本格的のセントラル給湯機を実現しました。

### 特長

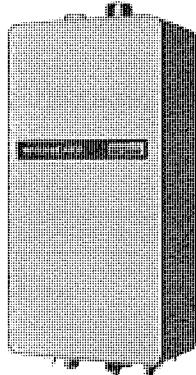
#### ●石油瞬間給湯機で初の壁掛式セントラル給湯機

小形・軽量設計のため、容易に壁に取付けられ、操作はリモート方式（先止め方式）で場所を選びません。荷扱いや据付工事などにおける取扱い性も従来のセントラル給湯機に比べ、格段によくなりました。

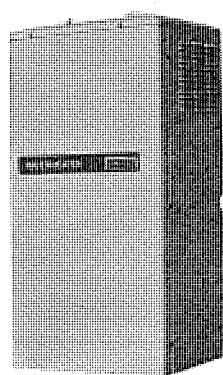
#### ●瞬間湯沸器ながら貯湯式給湯機なみの使いやすさ

従来の瞬間湯沸器では、お湯の使用量が变っても炎の大きさが一定のため、湯温変化が激しかったり、好みの湯温が得にくくなどの難点がありました。そこで三菱の石油ガス化技術と電子技術の結合によりこれを解決。これまで難しいとされていた「出湯量に応じて燃焼量を比例的に変える」石油比例制御方式を開発。瞬間式の便利さと、貯湯式に近い安定湯温を実現しました。

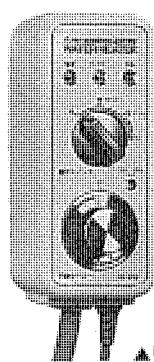
### 標準仕様



▲屋内設置用



▲屋外設置用



■リモートボックス(付属品)

形 名		OK-3000	
種 類	給 温 方 式	先止め式	
	給 排 気 方 式	強制給排気式(FF式)	
使 用 燃 料		白灯油(JIS 1号灯油)	
能 力	入 力	強セット(最大)30,000kcal/hr 弱セット14,000kcal/hr	
	出 力	強セット(最大)25,500kcal/hr 弱セット12,000kcal/hr	
出 湯 能 力		強セット、水温+25℃上昇の湯量170/分、弱セット水温+25℃上昇の湯量 8 t/分	
燃 料 消 費 量		強セット(最大)3.64t/時、弱セット1.7t/時	
使 用 可 能 最 低 水 压		0.3kg/cm <sup>2</sup>	
電 源		AC100V 50/60Hz	
消 費 電 力 (50/60Hz)		最大燃焼時 900W(最大燃焼時平均約175W) 点火時(予熱)750W(予熱時平均約140W)	
点 火 方 式		高圧放電点火	
送風機	モ ー タ ー	交流整流子電動機	
	フ ア ン	ターボファン	
外 形 尺 度	本 体 (mm)	幅370×奥行257×高さ745 幅410×奥行300×高さ785	
重 量		本体約24kg(屋内設置) 防滴カバー装着約26kg(屋外設置)	
給 水 ・ 給 湯 接 続 口 径		PT1/2ネジ	
予 熱 タ イ マ ー		12時間タイマー	
停電時安全装置、炎検知装置 空だき防止装置、点火安全装置 燃焼器部(バーナー)温度過界防止装置 対震自動消火装置、沸とう防止装置			
安 全 装 置			
屋 内 設 置 用		屋 外 設 置 用	
本体取付板	1個	本体取付板	1個
リモートボックス	1個	リモートボックス	1個
リモートボックス取付板	1個	リモートボックス取付板	1個
給排気筒トップ	1個	防滴カバー	1セット
エ ル ボ	1個	防滴カバー取付アーム	2個
伸 缩 管	1個	給排気トップ	1個
給気ホース	1個	排気筒接手	1個
給気ホースバンド	2個	エ ル ボ	1個
油受カップ	1個	給気ホース	1個
取付用付属部品	1個	給気ホースバンド	2個
オイルストレーナー	1個	給排気トップ固定金具	1個
		油受カップ	1個
		取付用付属部品	1セット
		オイルストレーナー	1個
		低温作動弁	1個

# スポットライト

# SAロータリー(ローリングピストン式) 三菱電機力ーエアコン用圧縮機

三菱電機では、長年生産を続けている電気冷蔵庫や一般クーラー用等の冷凍圧縮機に加えて、このたび初めてカーエアコン用圧縮機として、小形・軽量で高性能なSAロータリーを開発しました。

この圧縮機は、家庭用エアコンで実績の高いローリングピストン式ロータリーを世界で初めてカーエアコン用に採用したもので、従来多く使用されているレシプロ式や斜板式に比べ、はるかに小形・軽量になっており、しかも高性能ですぐれた耐久性を有しています。特にローリングピストンの作用により高速耐久性にすぐれており、毎分10,000回転以上の運転も可能にしています。

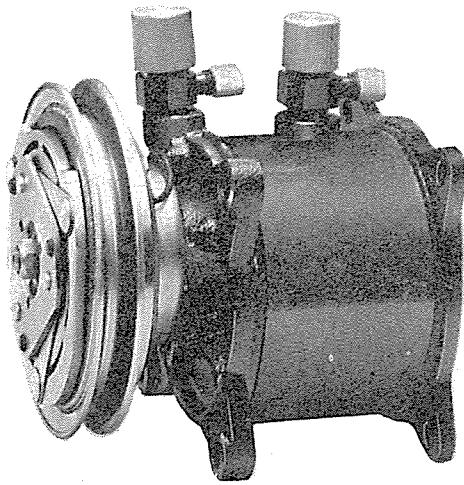
## 特長

#### ●小形・軽量で、すぐれた装着性

ローリングピストン式ロータリーの採用と、徹底したコンパクト設計により、大幅な小形・軽量化を実現しました。狭いエンジンルームでも無理なく装着でき、取扱いがきわめて容易です。

### ●高性能で低燃費

他形式の圧縮機に比べ、非常に高い容積効率を有しているため、低速運転から高速運転まで常に安定した性能が得られます。ノロノロ運転でも快適冷房が得られ、高速運転でも少ない燃費で済みます。



### ●低騒音タイプ

ローリングピストン式ロータリーの採用により、なめらかな回転圧縮を実現し、高速運転時のショックや騒音を大幅に低減しました。

### ●すぐれた耐久性

ローリングピストンの働きにより、ロータリー特有のシールブレードの損耗をほとんどなくして、すぐれた耐久性を持たせました。特に高速耐久性にすぐれおり、毎分10,000回転以上の運転も可能にしました。また三菱独自のシンプル設計により、他の圧縮機に比べ大幅に部品点数を削減し、高品質を実現しました。

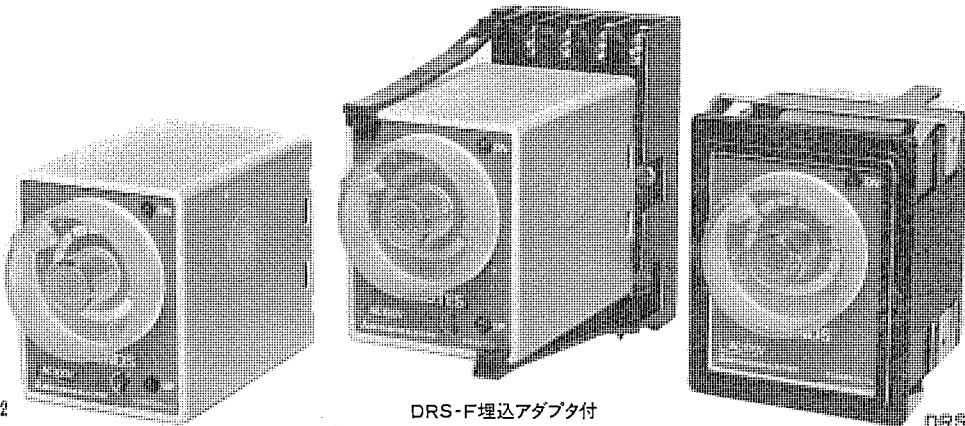
## 標準仕様

項目	SA424	SA430	SA430(4インチ・クラッチ付)
コンプレッサ	冷房能力 (kcal/hr)	2,400*	3,000*
	押しのけ容積 (c.c.)	64.0	79.7
	レシプロ型相当の押しのけ容積 (c.c.)	86.1	107.6
	最大連続回転数 (rpm)	7,000	7,000
	最大連続(1時間)回転数 (rpm)	8,500	8,500
	冷媒	R-12	R-12
	冷凍機油量 (c.c.)	150	150
	外形寸法(長さ×径) (mm)	175.6×112	189×112
	重量 (kg)	4.3	4.5
クランチ	トルク (kg-m)	6	7
	定格入力 (W)	35	35
	電圧 (V-DC)	12	12
	最大連続回転数 (rpm)	7,000	7,000
	最大連続(1時間)回転数 (rpm)	8,500	8,500
	ブーリー形式	シングル/ダブル(Aタイプ)	
重量	ブーリー直径 (mm)	135	135
	重量 (kg)	1.8	2.0

\*1,800rpm時、\*\*2,290rpm時

# スポットライト

## ワイドセレクションタイプの 三菱電子タイムDRSシリーズ



DRS-N2

DRS-F埋込アダプタ付

DRS-NS盤取付ソケット付

三菱電機ではこのたび、小形・高精度で時限範囲が0.05秒から30時間のDRS形電子タイマを発売しました。このシリーズは、発振計数ICを使用して、1台で4種類の時間切換えができるオンディイレーと、CR式で固定時限のオフディイレーで構成されています。

### 特長

#### ●ワイドな機種構成

##### ★オンディイレー

限時2C接点付……DRS-N2形

限時1C接点および瞬時1C接点付……DRS-NP形

##### ★オフディイレー

限時1C接点付……DRS-F形

#### ★ソケット

盤取付け/レール取付共用形……PF-08RM形

コンタクタ形リレーとの列盤取付形……PF-08TM形

#### ●取扱いが容易

★DRS-N2、NP形は時間切換えにより、1台で6000倍の時限範囲がとれます。

#### ★目盛は直読式

#### ★電源、タイムアップ表示付

★DT-40A形アダプタと組み合せて、埋込形として使用できます。

#### ●高精度

電圧変動と温度変化に強いタイマ回路を採用しています。

#### ●高信頼性

IC化および部品点数の縮減により、信頼性を向上させています。

### 機種構成

形 式	時限方式	構 造	動作表示	時 限 範 囲	定 格 電 壓	出力接点様式
DRS-N2	オンディイレー	フラグイン形 (埋込形は 埋込アダプタ (DT-40A使用))	電源・出力 表示灯付	0.05～0.5秒/5秒/30秒/5分 0.1～1秒/10秒/60秒/10分 0.3～3秒/30秒/3分/30分 6～60秒/10分/60分/10時間 0.3～3分/30分/3時間/30時間	100V50Hz/100～110V60Hz 200V50Hz/200～220V60Hz DC24V DC48V DC100V	限時2C
DRS-NP	オンディイレー		電源・出力 表示灯付	0.1～1秒 3～30秒 0.3～3秒 6～60秒 1～10秒		限時1C +瞬時1C
DRS-F	オフディイレー		電源表示灯 付			限時1C

### 標準仕様

項 目	条 件	DRS-N2	DRS-NP	DRS-F
許 容 電 壓 變 動 範 囲	周囲温度20°C		定格電圧の85～110%	
周 围 温 度・湿 度 範 囲	—		温度：-10～50°C、湿度：85%RH以下	
耐 電 壓	端子一括アース間	2000V 50/60Hz 1分間(同極接点間は1000V 50/60Hz 1分間)		
絶 緣 抵 抗	端子一括アース間	100MΩ以上(DC500V 絶縁抵抗計)		
耐 振 動・耐 衝 撃	—	振動：10～55Hz0.5mm(最大2g)、衝撃：10g		
機 械 的 寿 命	—	1000万回		
電 気 的 寿 命	—	25万回	10万回	10万回
動 作 精 度	繰返し誤差	同一条件での繰返し	±0.5% ±10mS	±1%
	電圧変動誤差	85～110%以内	±1%	±2%
	温度変動誤差	-10～50°C	±3%	±5%
最 小 休 止 時 間	—	100mS(途中復帰も含む)		20mS
最 小 保 持 時 間	—	5mS		100mS
定格使用電流 (適用規格 JISC4530)	AC220V		1A(AC11級、コイル負荷)	
	AC110V		1.5A(AC11級、コイル負荷)	
	DC110V		0.2A(DC12級、小形コイル負荷L/R≤40mS)	
	DC24V		1A(DC12級、小形コイル負荷L/R≤40mS)	
	定格通電電流		2A	

当社の登録特許

登録番号	名称	発明者	登録番号	名称	発明者
896176	箱体の製作法	{星野昌弘・小林功 坂本三喜男・高寺信也	896194	液体定量分配器	高橋正晨・村岡和典
896177	ネットワークプロテクタ	梅本隆司	896195	シャドウマスク式カラーブラウン管及び その製造方法	中村浩二・中西寿夫
896178	故障点標装置	前田耕二・水田正治	896196	デジタル形並列演算装置	小貝一夫・辻俊彦
896179	圧縮流体シャットル装置	松田節之・今瀧満政	896197	限時回路	仁田周一
896180	直流電力制御装置	赤松昌彦	896198	無誘導性電気ヒータ	矢野恒雄・中川秀人
896181	ローブ駆動系の制御方法	赤松昌彦	896199	情報記録装置	田中利二・林茂夫
896182	回転電機の製造方法	野口昌介	896200	半導体高周波発振素子	石井研二
896183	エレベータの荷重応動装置	小沢靖彦	896201	中性子計測装置	里治則・西村晃一
896184	信号伝送方式	島田政代士	896202	表示線保護継電装置	三井茂
896185	半導体装置	三井茂	896203	パルス計数率計	川島克彦
896186	MIC共振器の磁界結合プローブ	高宮三郎	896204	汚泥脱水処理装置	菅井英介・海老坂敏信
896187	半導体素子の電気メッキ方法	南郷重行	896205	記憶装置	太田久雄
896188	波形研認装置	前田耕二	896206	プリセットカウンタ	小田稔
896189	コアメモリプレーンの製造方法	{水上益良・長谷川洋三 杉紅啓	896207	切換開閉装置	本多敏一・弓倉恒雄
896190	時刻パルス発信装置	林正之	896208	搬送保護継電方式	荻野治
896191	計測データの印字作表方法	林正之・渡辺京治	896209	硬化性樹脂組成物	千石真治
896192	ワイヤ電極放電加工方法	{小林和彦・斎藤長男 龍野徹			杉本維平・清水孝雄
896193	超音波電気メッキ法	道淵信雄			堤長之
					鈴木健治・鈴木恩
					江藤昌平

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 55 No. 6 冷凍と空調特集

特集論文

- 小形空調機における蒸発器の動作特性
- 2線式制御パッケージエアコン 《ミスタースリム》
- マルチセントラル空調用集中制御システム
- 電子計算機室用パッケージエアコン
- 冷房専用ルームエアコン MS-1814 R 形
- 住宅用セントラル冷暖房機
- 冷凍冷蔵庫クリーニングユニット

普通論文

- 瞬間・貯湯式給湯機 CB-1200 形
- ICスタート《ルミクリック》組込み家庭用けい光灯器具
- 分散処理指向のオペレーティングシステム—《MELCOM 70 シリーズ》UOS—
- ワンチップマイコン用開発支援システム
- 金属ポスト形円偏波発生器
- エレベーター巻上機用ウォームギヤの改良
- ガス絶縁母線の寒冷地と直接埋設に関する研究

三菱電機技報編集委員会

委員長	高木敬三	委員	柴田謹三
副委員長	大谷秀雄	"	樋口昭
"	横浜博	"	神谷友清
常任委員	三輪進	"	立川清兵衛
"	唐仁原孝之	"	中里裕臣
"	増淵悦男	"	柴山恭一
"	葛野信一	"	福井三郎
"	三浦宏	"	杉山勝
"	中原昭次郎	"	瀬辺国昭
"	桐生悠一	"	竹内守久
"	野畠昭夫	幹事	諸住康平
"	的場徹	"	足立健郎
"	尾形善弘	5号特集担当	三輪進 尾形善弘

三菱電機技報 55巻5号

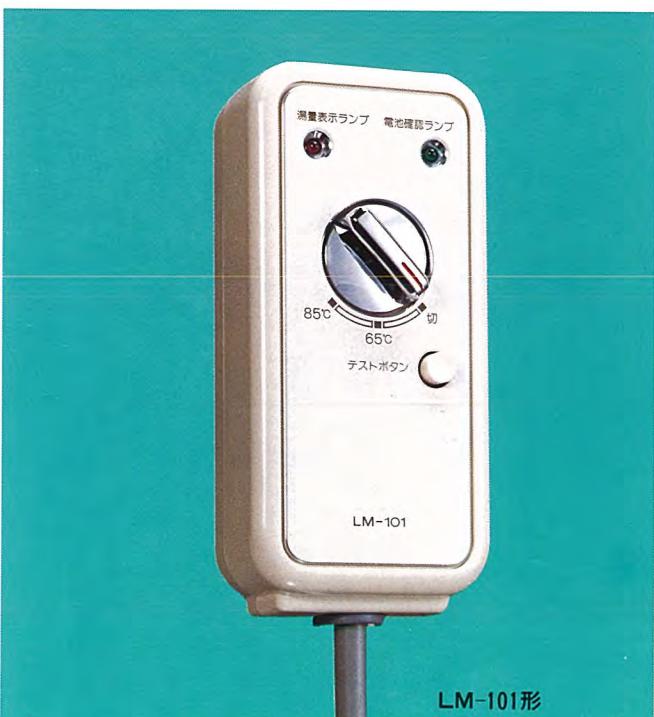
(無断転載を禁ず)	昭和56年5月22日 印刷
	昭和56年5月25日 発行
編集兼発行人	諸住康平
印刷所	東京都新宿区市谷加賀町1丁目12番地 大日本印刷株式会社
発行所	東京都千代田区丸の内2丁目1番2号 (〒100) 三菱電機技報社 Tel. (03) 218局2045 「三菱電機技報社」 Tel. (03) 233局0641, 振替口座 東京 20018
発売元	東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 (〒101) 株式会社 オーム社書店 Tel. (03) 233局0641, 振替口座 東京 20018
定価	1部 500円 送料別 (年間予約は送料共6,700円)

# スポットライト

## リモートコントロールもできる 三菱深夜電力利用温水器(湯温切換・標準形)



GR-3761形



LM-101形

三菱電機では53年度に、省エネルギー・ニーズに応える、自動湯温切換方式の深夜電力利用温水器GR-3751形およびGR-4651形(屋外形・高級機)を発売してご好評をいただきましたが、今回、さらに機種の普及と拡充を図るため、低価格・湯温切換方式・屋内形で、別売リモコンボックスにより湯温のリモコン切換もできる、GR-3761形およびGR-4661形を新発売しました。深夜電力利用温水器では、家族構成の変動や季節によって異なる給湯負荷に対応して、沸上り温度を切換えることにより省エネルギー効果が発揮でき、大きな節電となります。

### ●特長

- 沸上り湯温を85°Cまたは65°Cに切換えることができます。
  - ★給水水温の高い夏期は沸上り湯温を65°Cに設定する。
  - ★小人数の家庭や使用湯温の少ない家庭では、年間を通じて沸上り湯温を65°Cに設定する。
- など、湯の使用量に合せて沸上り湯温を切換えます。沸上り湯温を65°Cに設定すると、当社従来品より約14%の節電が可能です。
- リモートコントロールボックス(別売品)と組み合せることにより、台所など手近な場所からこまめに切換操作が行えるため、より一層の節電が可能です。

### ●標準仕様

形 名	GR-3761	GR-4661
タ ン ク 容 量	370ℓ	460ℓ
定 格 電 壓	単相 200V	
定 格 消 費 電 力	4.4kW	5.4kW
防 食 用 電 源	単相100V、消費電力1.5W(常時通電)	
沸 き 上 り 湯 温	約85°C/65°C	
外形寸法 (cm)	高さ 外径 φ68(75)	176 176
製品重量 (kg)	本体 満水時	99 469
防 食 法	外部電源防食法	
主要部品	タ ン ク	圧延鋼板+ダイヤグラスライニング
	外 装 板	カラートタン
	保 温 材	グラスウール(50mm)
	自動温度調節器	バイメタル式(220V 25A)
	温度過昇防止器	バイメタル式(220V 1A)
	発 热 体	脱酸銅パイプアルミカヒータ(スズメッキ付)
	漏 電 遮 断 器	電流動作形(15mA 100msec)
	表 示 ラ ン プ	通電表示:ネオランプ、防食表示:発光ダイオード
	ア ー ス	アース端子
給水、給湯接続口	3/4B(20A)	

### リモートコントロールボックス(別売品)仕様

形 名	LM-101
外 形 寸 法	84(幅)×55(奥行)×178(高さ)mm
材 质	ABS樹脂
接 続 ケ ー ブ ル	5心ビニル絶縁ビニルキャブタイヤケーブル(有効長6.5m)
湯温切替 スイッチ	ロータリースイッチ 200V/A
切 換	「OFF」「65°C」「85°C」3点
湯量表示 電 源	乾電池 S-006P(9V)(付属せず)
表 示	発光ダイオード
湯量表示サー モ点灯湯量	GR-3761…残湯量約280ℓ GR-4661…残湯量約350ℓ