

MITSUBISHI DENKI GIHO

三菱電機技報



Vol.53 No.12

省エネルギー特集

三菱電機技報

Vol. 53 No. 12 DECEMBER 1979

省エネルギー特集

目次

特集論文

省エネルギーへの挑戦	森 英 夫	843
空調の省エネルギー	小 原 英 一	845
マルチセントラルシステムと省エネルギー効果	阿 川 正 憲	845
ビル空調における全熱交換器《ロスナイ》の省エネルギー効果	山下紀夫・橋本芳樹	847
蓄熱式空調システムと蓄熱槽の省エネルギー制御	山下紀夫・新井卓史・和泉陽平	850
ルームエアコンの省エネルギー化	安藤正俊・本田嘉之	853
冷凍・冷蔵の省エネルギー	小 原 英 一	856
食品店舗の省エネルギーと冷凍・冷蔵ショーケース	瀬下 裕・半田文男	856
家庭用冷蔵庫の省エネルギーと動的運転シミュレーション	山崎起助・小林協三	859
照明の省エネルギー	田中民雄・石井重行	862
電鉄における回生ブレーキ併用チョッパ制御装置	成戸昌司・四方 進	867
当社工場の省エネルギー実施例	小 山 功・川口尚文	872

普通論文

石油ガス化瞬間湯沸器 OK-17AW 形	宇野丈治・山口博志	879
最近の《MELCOM》の磁気ディスク装置	千石真治・松崎光典	884
多機能リモートコントロールシステム用 LSI シリーズ	小 林 洋・西谷一治・須田真二	889
カードリダ形マイコン内蔵電子レンジモデルET-710C	高瀬明生・堀越 博・小川幸治・塚越定之	894
三菱パターン計測・選別システム《MELSORT》の開発製品化とその応用	野村良忠・伊藤修彦・苗村水戸夫	899
衛星通信用 120Mbit/s 4 相 PSK 変復調装置	梅田義明・藤野 忠・森谷陽一・三宅 真・村上圭司	904
回転電気機械の通風冷却解析	福島 満・市川 晃・木藤良善久・東覚里志・宇佐見一雄	909
特許と新案		877
電子機器等のパネル機構・エレベーターの速度制御装置・速度制御装置		
当社の登録新案一覧		914
スポットライト		
レーザダイオード ML-4000, 7000 シリーズ・太陽熱利用セントラル給湯システム (表紙-3)		

FEATURING ENERGY CONSERVATION

CONTENTS

FEATURED PAPERS

The Energy-Conserving Effect of a Multi-Central Air-Conditioning System	Masanori Agawa	845
The Energy-Conserving Effect of LOSSNAY Total Heat Exchangers in Air-Conditioning Systems for Buildings	Norio Yamashita & Yoshiki Hashimoto	847
An Air-Conditioning System Using a Heat-Storage Tank, and the Energy-Saving Control System for the Tank	Norio Yamashita et al.	850
Increasing the Energy-Efficiency of Room Air Conditioners	Masatoshi Ando & Yoshiyuki Honda	853
Energy Conservation in Retail Food Outlets, and Refrigerated Display Cases	Yu Seshimo & Fumio Handa	856
The Use of Dynamic Simulation in Energy-Conservation Measures for Domestic Refrigerators	Kisuke Yamazaki & Kyozo Kobayashi	859
The Conservation of Lighting Energy	Tamio Tanaka & Shigeyuki Ishii	862
Chopper Controllers with Regenerative Braking for Electric Railcars	Masashi Naruto & Susumu Shikata	867
Energy-Conservation Programs in Mitsubishi Electric's Manufacturing Facilities	Isao Koyama & Naobumi Kawaguchi	872

GENERAL PAPERS

The Type OK-17AW Instantaneous Vaporized-Kerosene-Fired Water Heater	Joji Uno & Hiroshi Yamaguchi	879
Recent MELCOM Magnetic Disk Drives	Masaharu Sengoku & Mitsunori Matsuzaki	884
A Series of LSIs for Multifunction Remote-Control Systems	Hiroshi Kobayashi et al.	889
The Model ET-710C Microwave Oven with Magnetic Card Reader	Akio Takase et al.	894
The Development and Commercialization of the MELSORT Pattern Sensing and Sorting System, and Its Applications	Yoshitada Nomura et al.	899
A 120Mbit/s 4-Phase PSK Modem for Satellite Communications	Yoshiaki Umeda et al.	904
An Analysis of Ventilation and Cooling in Rotating Electrical Machines	Mitsuru Fukushima et al.	909

表 紙

省エネルギーと快適空調を実現した《ロスナイ》

本格的な省エネルギー時代を迎え、全熱交換器《ロスナイ》が注目されている。《ロスナイ》は全熱（温度と湿度）を交換する空調換気機器であるが、その心臓部は特殊和紙を使ったエレメントである。これは昭和 45 年に当社が開発したもので、日本を初め海外（米、英、仏、伊、加、西独）においても特許を取得している。

《ロスナイ》の活躍の場は住宅用、業務用、産業用まで広がっており、最近の主な設置例としては、表紙に掲載した大阪駅前再開発事業の一環として建設された「第3ビル」をはじめ「富士山頂気象観測所」「近鉄特急」などがあるが、特に「第3ビル」は 20,000 人分の新鮮な空気を暖冷房時の換気による熱損失をすることなく供給する能力をもつものである。

COVER

LOSSNAY Ventilators—Combining Air-Conditioned Comfort with Important Energy Savings

As we enter an era of heightened concern over energy supplies, renewed interest is being focused on LOSSNAY heat exchangers, which consist primarily of an element made of specially manufactured paper that exchanges both heat and humidity while saving up to 70% of the heat normally lost in heating or cooling.

Developed by Mitsubishi Electric in 1970, this 'total heat-exchange system' is patented in Japan and other major industrial nations.

The cover shows the No. 3 Bldg. of the Osaka Station Area Redevelopment Project, which is equipped with LOSSNAY units capable of supplying sufficient fresh air for 20,000 persons.

Other major installations include the Meteorological Observatory atop Mt. Fuji and the limited express trains of the Kinki Nippon Railway, while other LOSSNAY models are in wide use in residential, commercial and industrial applications of all types.

アブストラクト

マルチセントラルシステムと省エネルギー効果

阿川正憲

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P845～847

大規模のビルでは、室内の照明・機器・人間の発生熱などが常時あるので、冬期でも冷房負荷が発生する場合が多い。年間空調の省エネルギー運転として脚光を浴びているものに、当社のマルチセントラルシステムがある。本文では、事務所ビルと店舗用ビルについて、この方式と、最も普通な4パイプチラーボイラ方式とを運転状況のシミュレーションによって比較し、マルチセントラルシステムの省エネルギー効果を概説する。

食品店舗の省エネルギーと冷凍・冷蔵ショーケース

瀬下 裕・半田文男

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P856～859

スーパーマーケットなど食品店舗におけるエネルギーの有効利用、ランニングコストの低減は、経営上からも重要な問題となってきた。本文では、その中でも大きな比重を占められると思われる、ショーケースの種類の省エネルギー対策について述べ、あわせて、空調・照明などの店舗機器の省エネルギー化についても言及する。

ビル空調における全熱交換器《ロスナイ》の省エネルギー効果

山下紀夫・橋本芳樹

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P847～850

ビルにおける消費エネルギーは、空調・照明及びその他の動力に大別されるが、中でも空調は、全体の半分程を占めている。したがって、空調負荷の30%程をも占める外気負荷の軽減を図るために、吸・排気の熱回収を行うことが、省エネルギーを考える上で、極めて有効である。当社では、このために全熱交換器《ロスナイ》を商品化している。本文では、《ロスナイ》の省エネルギー特性とともに、これを設置したときの年間空調負荷の軽減効果及び設置例について説明する。

家庭用冷蔵庫の省エネルギーと動的運転シミュレーション

山崎起助・小林協三

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P859～861

家庭用冷蔵庫の年間消費電力量は、全家電品の中でも最大で、家庭用電力の1/4以上を占め、これの省エネルギー化に対する社会的要請は最近特に強くなっている。本文では、当社冷蔵庫に採用している省エネルギー方策、消費電力に関する要因分析、動的運転シミュレーションの方法とその結果について述べている。当社54年度品冷凍冷蔵庫MR-293Fは、これら省エネルギー技術を結集して、同容量クラスで業界最小の消費電力量を実現している。

蓄熱式空調システムと蓄熱槽の省エネルギー制御

山下紀夫・新井卓史・和泉陽平

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P850～853

夜間電力の利用・ピーク電力の抑制・熱回収などの目的のために、空調システムの中に構成要素として蓄熱槽を設ける例が多い。本文では、ピーク抑制効果とともに、ビル管理システムの空調管理の1つとして、省エネルギー運転のできる空調負荷予測にもとづいた空調制御システムを説明する。更に、小規模ビルに適用できる省エネルギー運転の残熱量制御による夜間電力の利用効果についても説明する。

照明の省エネルギー

田中民雄・石井重行

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P862～866

「照明」は、人間生活のあらゆる面に直接、間接に深いかかわり合いをもつだけに、真の利用目的とその必要レベルを十分に引きわめながら、省エネルギー化への対応を進めることが肝要であると考え、当社としては「合理的な照明技術の革新」に焦点を合わせて、照明製品並びにその利用技術の開発のために努力を続けている。ここにその基本的な考え方と実際の照明の場にあてはめた具体的な展開について述べる。

ルームエアコンの省エネルギー化

安藤正俊・本田嘉之

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P853～855

ルームエアコンの省エネルギー化を考えると、ハード面とソフト面の両方からのアプローチが肝要である。ハード面での改善とともに、ソフト面、すなわち使い方の改善と相まって初めて結果的に省エネルギー化が図れる。

本文では壁掛形冷房専用ルームエアコンにおいて、その両面から当社が省エネルギー化として取組んだ具体的方策についてのハード面における薄形化、ソフト面における温度表示を主体に述べる。

電鉄における回生ブレーキ併用チョップパ制御装置

成戸昌司・四方 進

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P867～871

車両用チョップパ制御装置は数多くの優れた特長を有しているが、とりわけ力行時の無損失制御及び回生ブレーキによる大幅な消費電力量の節減は、省エネルギーが時代の要請である今日注目される。本文では、省エネルギーという観点からチョップパ制御の原理、チョップパによる回生電力について概説し、省エネルギー量を予測するための電力シミュレーションの手法とシミュレーション結果及びチョップパ制御電車の運転実績などを紹介する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 856~59 (1979)

Energy Conservation in Retail Food Outlets, and Refrigerated Display Cases

by Yu Seshimo & Fumio Handa

The efficient use of energy and the reduction of operating costs are an important aspect in the management of supermarkets and other retail food outlets. The article discusses energy conservation measures involving display cases, which account for an important part of such costs, as well as air conditioning equipment and lighting.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 845~47 (1979)

The Energy-Conserving Effect of a Multi-Central Air-Conditioning System

by Masanori Agawa

Heat is constantly emitted by the lighting fixtures, equipment and people in large buildings, so that cooling loads are often generated even in winter. Mitsubishi Electric's multi-central systems have attracted considerable attention as an energy-efficient means of year-round air conditioning. This article reports the results of simulation of operating conditions using this multi-central system and using a conventional 4-pipe chiller-boiler system in an office building and a department store, showing the energy-conserving effect of the multi-central system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 859~61 (1979)

The Use of Dynamic Simulation in Energy-Conservation Measures for Domestic Refrigerators

by Kisuake Yamazaki & Kyoza Kobayashi

In Japan, refrigerators consume more power on a year-round basis than any other household appliance, accounting for more than one quarter of all electricity used in homes, with the result that intensified social pressures are being exerted to effect savings. The article discusses energy saving methods applied by Mitsubishi Electric to refrigerators, a factor analysis technique for power consumption and a method of dynamic simulation of operation, along with the results obtained. The Model MR-293F freezer-refrigerator for 1979 incorporates this energy-saving technology, and offers the lowest power consumption in the industry for units of its class.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 847~50 (1979)

The Energy-Conserving Effect of LOSSNAY Total Heat Exchangers in Air-Conditioning Systems for Buildings

by Norio Yamashita & Yoshiki Hashimoto

Of the many ways in which buildings use energy, air conditioning accounts for approximately half, indicating that any means of reducing the 30% of air conditioning load that results from the introduction of outside air will save considerable energy. The LOSSNAY total heat exchanger has been developed with this objective. The article discusses the heat-recovery performance of the LOSSNAY heat exchanger and the reduction in year-round air-conditioning load effected by LOSSNAY installation, and describes some typical installations.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 862~66 (1979)

The Conservation of Lighting Energy

by Tamio Tanaka & Shigeyuki Ishii

The many ways, direct and indirect, in which lighting affects our daily lives make it imperative that any steps toward energy conservation be accompanied by careful examination of the ways in which lighting is applied, and the level that is required. For this reason, Mitsubishi Electric has undertaken a revolution in the rationalization of lighting technology, for the development of lighting hardware and application technology. The article presents the basic philosophy involved, and describes some applications to actual lighting situations.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 850~53 (1979)

An Air-Conditioning System Using a Heat-Storage Tank, and the Energy-Saving Control System for the Tank

by Norio Yamashita, Takashi Arai & Yohei Izumi

The heat-storage tank plays a vital role in air conditioning systems by utilizing night-rate power, reducing consumption peaks, and recovering heat. The article describes a system that utilizes load prediction to enable reduction in peaks along with energy-saving operation as part of a building automation system. It also explains the value of residual heat control in an energy-saving control system suited to smaller buildings, in terms of the utilization of night-rate power.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 867~71 (1979)

Chopper Controllers with Regenerative Braking for Electric Railcars

by Masashi Naruto & Susumu Shikata

These chopper controllers for electric railcars have a number of outstanding features, of which perhaps the most appreciated in this age of energy conservation are the elimination of powering losses and the large reduction in power consumption achieved through the use of regenerative braking. The article reviews the principle of chopper control and the way in which power is regenerated. It describes a technique for predicting energy savings through simulation of power consumption, along with its results, and discusses the operational performance of chopper-controlled cars.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 853~55 (1979)

Increasing the Energy-Efficiency of Room Air Conditioners

by Masatoshi Ando & Yoshiyuki Honda

Any consideration of increasing the efficiency of room air conditioners requires a two-pronged approach in terms of both hardware and software—the way in which equipment is used.

The article discusses specific measures taken to improve the energy efficiency of a wall-suspended, cooling-only unit through reduction of the thickness dimension on the one hand, and the provision of temperature indication on the other.

アブストラクト

当社工場の省エネルギー実施例

小山 功・川口尚文

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P872～876

当社ではオイルショック前の電力危機対策をはじめ、各種の生産合理化活動を通じてエネルギーの節約に努めてきており、過去5年間に生産高に対するエネルギーの消費比率を22%低減する成果をあげている。これらの対策内容は、電動機の無負荷運転の削減、熱処理炉や乾燥炉などの操業効率向上、照明の節電など管理・運用面の合理化の積重ねが大部分であるが、熱回収及び高効率機器の採用も含まれている。本文ではその概要を紹介する。

カードリーダー形マイコン内蔵電子レンジモデルET-710C

高瀬明生・堀越 博・小川幸治・塚越定之

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P894～898

当社が、世界に先がけて米国で発売を開始した輸出形電子レンジET-710Cを紹介する。この機種は、マイコン搭載電子レンジの操作性を向上するため、READ/WRITE機能を有するハンド スキャン タイプの磁気カードリーダーを装備し、使用者は、所定の磁気カードを用いて複雑な調理のコントロールをワンタッチで行える。また、自から磁気カードに料理プログラムを、この装置から記録することもできる最新鋭機種である。

石油ガス化瞬間湯沸器OK-17AW形

宇野丈治・山口博志

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P879～883

家庭用給湯器の新製品として、灯油を燃料とし石油ガス化燃焼方式を応用した初の〈壁掛式〉瞬間湯沸器を開発した。灯油のもつ低維持費、高い安全性をもったコンパクトサイズの瞬間湯沸器で、ガス瞬間湯沸器10号に相当する能力をもち、同様に使用できる。本文ではこの新しい給湯器について報告する。

三菱パターン計測・選別システム《MEL SORT》の開発 製品化とその応用

野村良忠・伊藤修孝・苗村水戸夫

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P899～903

産業界における検査や選別作業の工程は、その対象についての判定の複雑さとこれに伴う計測項目の多さ、及び装置の実際の生産ラインへの適用の難しさから自動化が遅れている。

我々は研究所や実験室的使用ではなく、実際の生産ラインへの適用をねらい、多機能で処理速度が速く、経済的な計測・選別システムを開発製品化した。

本文ではこの開発製品の処理装置を中心に、その構成と2つの応用例について述べる。

最近の《MELCOM》の磁気ディスク装置

千石真治・松崎光典

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P884～888

最近の磁気記憶装置の普及には目をみはるものがある。ユーザーの要求も多種多様に分かれており、メーカーとしても1つの思想をもって効率的対応をする必要がある。この報告では交換形磁気ディスク装置において、コンパクトでラックマウント可能な50、80メガバイト形から本邦最大容量を誇る300メガバイトまでのものを、インタフェース、実装、回路技術などの面で標準化し、広範囲の用途に応じられるディスクファミリーを確立した概要を述べる。

衛星通信用120Mbit/s 4相PSK変復調装置

梅田義明・藤野 忠・森谷陽一・三宅 真・村上圭司

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P904～908

インテルサットでは1980年代後半から世界の衛星通信網に時分割多重(TDMA)方式の商用化を目指している。この動向に合わせて当社はこのたび米国コムサット社から120Mbit/sの高速PSK-TDMA装置を受注し、世界に先がけてその開発に成功した。この論文では、この装置の主要部である4相PSK変復調装置の開発の成果を報告する。

多機能リモートコントロールシステム用LSIシリーズ

小林 洋・西谷一治・須田眞二

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P889～893

リモートコントロール（以下リモコンと略す）機能は、TV、ステレオ、エアコンなどに用いられ、製品の多機能化と、イメージアップの役割をしている。当社ではこのたび新しい赤外線PCM方式を用いて、22～30機能TVリモコンシステム用LSI M58480Pシリーズ、及びオーディオはじめ多くの分野に応用でき、マイコンとの接続容易な30～120機能リモコンシステム用LSI M50110Pシリーズを開発したのでここに概要を報告する。

回転電気機械の通風冷却解析

福島 満・市川 晃・木藤良善久・東覚里志・宇佐見一雄

三菱電機技報 Vol.53・No.12・P909～913

回転電機の通風冷却は機械の容量に対する大きさや寿命を支配する大きな要因であるので、設計段階で機械各部の温度上昇を精度よく推定して、通風構造の最適化をはかる必要がある。当社では従来から温度上昇の解析、実機における測定、モデル実験、などを実施して冷却特性の向上に力を注いできた。本文ではこれらの通風冷却に関する技術のうち、新たに開発したはん(汎)用通風熱解析プログラムを紹介し、これを直流機、誘導機に適用した例について述べる。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 894~98 (1979)

The Model ET-710C Microwave Oven with Magnetic Card Reader

by Akio Takase, Hiroshi Horikoshi, Koji Ogawa & Sadayuki Tsukagoshi

The article introduces the Model ET-710 microwave oven which is designed for export to the U.S., and is the first in the world to incorporate a microcomputer magnetic card reader of the hand-scan type, having a read/write function. Thus the user can control even the most complex cooking programs with a single action by means of the magnetic cards provided. Original cooking programs can also be recorded from the oven onto magnetic cards.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 872~76 (1979)

Energy-Conservation Programs in Mitsubishi Electric's Manufacturing Facilities

by Isao Koyama & Naobumi Kawaguchi

Even before the oil crunch, Mitsubishi Electric was working toward energy conservation through a variety of production rationalization measures, most notably in regard to the electric power crisis. The result has been a drop in the index relating production to energy consumption of 22%. Most of the measures are on the management side—reducing the no-load operating time of electric motors, upgrading the operating efficiency of heating and baking furnaces, and conserving lighting—but heat recovery and the adoption of equipment of higher efficiency are also included. The article gives an overview of the measures that have been implemented.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 899~903 (1979)

The Development and Commercialization of the MELSORT Pattern Sensing and Sorting System, and Its Applications

by Yoshitada Nomura, Shuji Ito & Mito-o Naemura

Industry has been slow to automate inspection and sorting processes because of the complexity of the judgements required, the large numbers of parameters to be measured, and the difficulty of applying equipment to actual production lines. The authors have developed an economical multifunction sorting system that provides high processing speeds, and is designed not for laboratory-scale applications but for actual production-line use.

The article describes the construction of the new system focusing on its processor, and presents two typical applications.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 879~83 (1979)

The Type OK-17AW Instantaneous Vaporized-Kerosene-Fired Water Heater

by Joji Uno & Hiroshi Yamaguchi

As a new product in the home hot-water supply field, a wall suspended water heater which burns vaporized kerosene has been developed. Offering the low operating cost advantage of kerosene, this unit has a high safety level, and is similar in both output and operation to the No. 10 gas-fired heater. The article describes the new water heater.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 904~08 (1979)

A 120Mbit/s 4-Phase PSK Modem for Satellite Communications

by Yoshiaki Umeda, Tadashi Fujino, Yoichi Moritani, Makoto Miyake & Keishi Murakami

Starting in the late 1980s, INTELSAT intends to introduce the time-division multiple access (TDMA) system into the world's satellite communications network. As part of this effort, Mitsubishi Electric has received an order from COMSAT for a 120Mbit/s high-speed PSK-TDMA test bed, becoming the first firm in the world to succeed in developing such equipment. The article reports on the development of a 4-phase PSK modem, the main component of the system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 884~88 (1979)

Recent MELCOM Magnetic Disk Drives

by Masaharu Sengoku & Mitsunori Matsuzaki

The proliferation of magnetic data-storage systems in recent years has been astonishing, with diversification of consumer requirements requiring manufacturers to adopt a coherent philosophy in order to respond efficiently. The article describes a family of removable rack-mounted magnetic disk drives that has been built up to service a wide range of applications. All members have standardized interfaces, mountings and circuit technology, and range in capacity from 50 and 80 megabytes, up to 300 megabites, the largest in Japan.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 909~13 (1979)

An Analysis of Ventilation and Cooling in Rotating Electrical Machines

by Mitsuru Fukushima, Akira Ichikawa, Yoshihisa Kitora, Satoshi Tokaku & Kazuo Usami

Because of the importance of ventilation and cooling in determining the dimensions and service life of rotating electrical machines of any given capacity, it is essential to optimize ventilation construction by precisely estimating at the design stage the temperature rise in all mechanical components. Mitsubishi Electric has worked constantly to upgrade cooling performance by such means as temperature rise analysis, measurements using prototypes, and model tests. The article introduces a newly developed technique—a generally applicable ventilation heat analysis program—and describes its application to DC motors and induction motors.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 53, No. 12, pp. 889~93 (1979)

A Series of LSIs for Multifunction Remote-Control Systems

by Hiroshi Kobayashi, Kazuharu Nishitani & Shinji Suda

Remote control is being used in various appliances including TV sets, stereo equipment and air conditioners to upgrade function and product image. The article gives a general description of two series of LSIs—the 22~30-function M58480 P for TV remote control systems, which uses an infrared pulse-code modulation system, and the 30~120-function M50110 P, which can easily be connected to a microcomputer, and is suitable for application in a wide range of fields including audio equipment.

省エネルギーへの挑戦

森 英 夫*

1. はじめに

昭和48年の石油危機以来、丁度5年目に、再びイランの政変に端を発してエネルギー問題がクローズアップされてきた。昭和60年に來るといわれていた自由世界の石油の減産期への転換が、今日のように、一步一步なしくずしに生産下降期に突入してゆくのではないかと思われる。資源小国の日本にとって、このような外生因子に強く影響されることは仕方がないとしても、「代替エネルギーの開発利用」や「省エネルギー努力」という国内における対策をますます重要視して行かなければならなくなることは間違いない。殊に、省エネルギーは自主的に実行しうるものであり、やっただけ確実に効果のあがるものとして優先順位は極めて高いと思われる。

当社においては、昭和48年の石油危機を迎える以前から、社内には「電力有効利用委員会」(その後エネルギー有効利用委員会と改称)を発足させ、生産用エネルギーの節約を全社的、計画的に実施し、また当社製品の省エネルギー化、省エネルギー新製品の開発についても、広くアイデアを集め、目標を定めて実行し、それぞれかなりの成果をあげてきた。今回のエネルギー危機を迎え、従来の努力を一層強化するとともに、将来の需要家のニーズに適合した製品を提供し、更に社会、国家の新しい要請に応えられるよう省エネルギーへの積極的な展開を幅広く行ってゆく所存である。

2. 脱石油時代に備えて

イランの政変以来自由世界の石油供給の基礎は極めて不安定な状態となり、主要先進諸国は東京サミットにおいて国別の輸入石油量割当てを国際的に約束した。時を同じくしてOPECは、石油価格の再値上げを発表し、石油は、量と価格の両面でタイトとなってきた。また、代替エネルギーの最右翼である原子力発電所の建設は、米国スリーマイル島原発の事故が、その推進に対し、よかれあしかれ大きなインパクトを与え、米国カーター大統領の核不拡散政策もいまだ決着がついていないのが現状である。

前回の石油危機は、短期間の飛躍的な石油価格の上昇によって世界経済は大きな打撃をうけ、その結果は、世界経済の停滞によって石油供給量は、マクロに見て不足することがなかったと言ってよい。そして日本や西独を始めとして経済成長は安定成長へと徐々に移行する傾向にあり、物価の上昇も許容しうる範囲に収まりつつあった。今回の石油危機がどのような形で推移するかは予断を許さないが、石油価格の上昇が、世界経済の吸収しうる範囲内で緩やかであるならば、問題はむしろ量の確保の問題であり、これは長期的に見てかえって深刻な問題を提示していると言えよう。もちろん、代替エネルギーの価格と石油価格とは相互に強く関連しており、また、量の不足は当然価格をつり上げて悪循環を来すおそれが多い。省エネルギーは、この意味で量の不足を解消し、価格上昇を抑える力をもっている有力な対策である。

このような新しいエネルギー事情を受けて、通商産業省の総合エネ

ルギー調査会(エネ調)は、昭和52年度に発表した「長期エネルギー暫定見通し」の改訂に着手し、その中間報告を発表した。その報告は、更に年末にかけて検討されるといわれるが、その姿勢は、過去のものとは大きく異なってきた。すなわち将来予想されるエネルギーの総需要に対して、可能な限り省エネルギーを実施し、代替エネルギーの開発利用を進めて行ったとしても、万一そこに需給のギャップが生じたばあいに、そのしわよせを輸入石油に求めることははたや困難であろうという大転換である。換言すれば、省エネルギーと代替エネルギーに余裕をもった需給バランスにならなければならないということである。

必要な総エネルギー需要は、経済成長率とそのエネルギー弾性値とによる。最近発表された経済審議会の新経済社会7か年計画における経済成長率5.7%を達成することが、東京サミットで約束した輸入石油量、昭和54、55年3.13億kl(540万B/D※)、昭和60年、3.66億kl(630万B/D)という上限値によって可能かどうかということが、代替エネルギーと省エネルギーにかかっているということが出来る。もちろん、東京サミットでの約束が、それだけの量の石油輸入が約束されているということの意味を意味していないことも忘れてはならない。

この代替エネルギーと省エネルギーの内容は千差万別である。それらがエネルギー需給バランスに現れてくる時期と量も多様である。幸いなことに、これらは相互の関連性は少なく、同時並行的に進めることができるということである。日本が輸入石油をへらす努力は、あれもこれも、すなわち多くの選択肢を同時並行的に進めなければならないのではなかろうか。

3. 省エネルギーについて

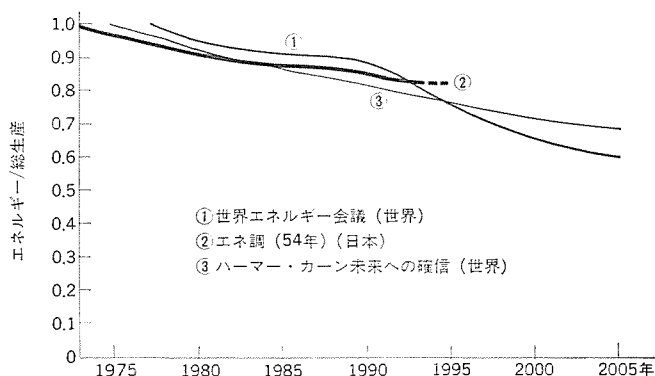
省エネルギーという言葉が一般に広く定着しつつある。といえよう。しかし、その実際の行動の選択、手段については必ずしも明確でないことがある。そして、それらが、長期的に定着しうるかどうかということも疑問がある。

省エネルギーとは、簡単に言うと、個人、組織、社会、国家、ひいては人類のそれぞれの目的達成のため、エネルギーを使用する際、できるだけその目的をそこなわずに、最小のエネルギーですませるようにすることである。我々の行動はほとんどすべての場合、エネルギーの消費を伴う。すなわち、省エネルギーの可能性は至るところに存在する。したがって過去の人類の文明の歴史においても、エネルギーの効率の利用は、経済と技術の発展の仕組の中で着実に進歩してきている。エネルギー需要の増大は、これら効率化の実績にもかかわらず、人類の欲望の増大や人口の増加によって指数函数的に増大すると言われてきた。したがって、省エネルギーは経済や技術の進歩によるものだけでなく、人類の欲望の増大とトレードオフの関係にあるように見える節約、儉約の美德のような価値感、倫理感、習慣、あるいは

※ B/D は、バレル/日、1バレル=159ℓ、百万B/D×0.0058=億kl/年

生活様式の変化などによるものもあり、また、産業構造、社会システムの変更などという構造変化による部分もある。これらの内、ある部分は石油価格やエネルギー価格の上昇による市場メカニズムによって省エネルギー化や技術進歩を促進するものもあるだろうが、特別の財政的、行政的施策が必要とされる部分もある。前回の石油危機後、日本をはじめ各国政府は、エネルギーの有効利用に関する法律などによって政策的、財政的援助を行っているが、その基盤となるものは、最終需要家の努力いかんにかかわるところが大きい。本文が省エネルギーへの挑戦と題したのは、個人や組織が、自発的、意欲的に省エネルギーを理解し納得して実行してゆくことの重要性を表現したかったためである。

省エネルギーは、以上のように、節約、倹約によるもの、構造変化によるもの、技術進歩によるもの、更に政策誘導によるものなどの集積であり、それらが個人から国家レベルまでのあらゆる階層における努力の積分によって達成されるものである。しかし省エネルギー努力は、直ちに実現するものから、構造変化や技術進歩のように長期を要するものもある。一般に省エネルギー努力の達成目標の程度を示すものとして、図に示したような数値が考えられる。世界エネルギー会議の予測、日本のエネ調の予測など省エネルギーの年率は、およそ1~1.5%/年と予測されている。その数値は、過去数10年の実績の1.5倍の努力をするということであり、長期間に継続させるのはかなりきつい数字であると考えられる。



4. 省エネルギーの多面性

省エネルギーは幾つかの側面をもっている。その1~2を紹介しよう。

例えば、太陽エネルギー利用などを、商用エネルギーの市場の外で利用するばあいである。太陽熱の暖房・給湯などを電気エネルギーなどを経ないで利用するばあいは、暖房・給湯というエネルギーのニーズを満たす意味では太陽熱は供給源であるが、商業エネルギーを通過しないため、商業エネルギーの節約という捕え方もできるが、現在のエネ調の需給バランスには、新エネルギーと勘定されている。似たような例は、インドにおいて古来、家畜のふん(糞)をエネルギーに利用する技術があり、これは非商業エネルギーという分類の統計にのっている。

更に、エネルギー分析についての考察は重要であるが忘れられ勝ちである。すなわち、通常は、家庭におけるクーラーの省エネルギーとは、その電気入力と冷房効果の比、産業においては、一定の生産をあげるための使用エネルギー量、すなわちエネルギー原単位(kcal/円)を

低下させることと言われているが、それらのエネルギー変換機器を製作するために使われた資材、原料、生産設備、更に運搬、輸送、管理に至るまでの間接的に投入されたエネルギーも、ばあいによってはかなりの量となることがある。これら間接エネルギーを直接に投入されるエネルギーとの総和として最小にする必要があることである。しかし、一般にエネルギー機器の製造者や、最終需要家にとっては、間接に投入されたエネルギーを定量的に知ることが困難なばあいが多く、またエネルギー分析が十分に精度よく行われたデータも少ないので、現時点では定性的に考え、省資源が省エネルギーにもつながるということを念頭においておく必要がある。

電気エネルギーは、また特別の考察がいる。特に現時点での省石油時代には、電気エネルギーと輸入石油との関係をよく認識しておく必要がある。一般に電気は、1次エネルギーからの変換効率が30数%であって高級なエネルギー源として位置づけられる。その反面、電気は蓄えておくことが不得手であり、また輸入することも同様不可能に近い。それらのことから、その使用に対しての方向づけや、負荷の平準化の要求が出てくる。発電が原子力や石炭によって賄われていれば、省石油の目的に省電力を行う必要はなくなるが、現状では、その70%を石油に頼っているため、各種の省電力、更にピーク対策が重要視されなければならない。

5. 電気機械製造業としての省エネルギー

当社は、エネルギーに関係する機器・システムの製造販売を行い、その生産面では、石油・電力など各種エネルギーを使用している。この両面から考えると次の3つの分野での省エネルギー努力が展開されなければならない。

- (1) 生産に必要なエネルギーの節約
- (2) 製品の省エネルギー化
- (3) 省エネルギー新製品の開発

第1の生産に必要なエネルギーについては、電気機械産業が産業の中でもエネルギー消費量の少ない産業であるという位置づけはあるが、更に、製造プロセスの改良・改善、廃熱・廃棄物の再利用、エネルギー管理、などについて設備投資、技術開発による広範囲な省エネルギー化を進めてゆくつもりである。

第2の当社製品の省エネルギー化については、家電製品から工業用、電力用設備に至るまで既に多くの成果をあげており、また今後も需要家のニーズに適合した製品を開発してゆくつもりである。しかし、当社製品の延長上にも大きな技術開発を要するものもある。これは第3のカテゴリーに属するかも知れないが、照明やクーラーなどはその例であろう。現行の白熱電球に代わる効率のよい光源で、消費者のニーズにマッチしたデザイン性や演色性をもたせることなどがその例であろう。

第3の技術開発に関しては数限りなく可能性が存在する。政府の主導によるムーンライト計画をはじめ、エレクトロニクスによるエネルギーマネジメント、ロードマネジメント、トータルエネルギーシステム、熱のカスケーディング利用、など省エネルギー化に貢献できる技術開発テーマは多い。

これらの内容の詳細は本文を参考としていただきたいが、電気機械とエレクトロニクスの応用とが省エネルギーの分野でも広く利用されてゆくことは間違いのない。

生活の質が高まるにつれて快適な居住環境を求める希望は大きくなり、空調は普及の一途をたどっている。職場では作業能率向上のために、また、家庭では憩いの場所としてのために空調機は必需品となっている。しかし、それに使用するエネルギーは比較的多く、空調の省エネルギーの必要性が、昨今のエネルギー情勢の中で大きく叫ばれている。このためには、空調機本体はもちろん、空調システムとしても、更に、他の機器や建物を含めた幅広い考えに立った対策が必要であると考えている。

空調の省エネルギーは、低入力で高能力が発揮できるような空調機の高効率化設計を企画するのが基本である。空調機として最も省エネルギーに貢献する要素は圧縮機の効率設計である。次いで、送風機の入力低減と熱交換機の効率設計である。送風機の入力低減は熱交換器と関連が深く、風の通過で起こる圧損が少ない、しかも、沢山の熱を移動させる熱交換器の開発が重要となる。薄形ルームエアコン《霧ヶ峰》はこの点に着眼して成功した製品で本文を参照されたい。

次にビルなどでは空調機は1台で運転されるのではなく、システムを構成するのでこの方面からの見方も重要である。それには補機としての余分な動力を適正化したり、余裕率を検討するほかに、本文で述べるように多数の空調機を1本の水系で連結して、互いに熱回

収しあうマルチセントラルシステムのように新しい発想で実施することもできる。熱回収の考え方は、特にシステムとして構成するときに効果があり、上記の水系のほかに《ロスナイ》を使うことによって新鮮取入空気と排気の間の空気系でも実施できる。いずれも省エネルギーに対する貢献度は大きく、是非装備すべき設備である。

更に最近の夏の電力需要は空調の普及で昼間にピークができるので、これを平準化する必要に迫られている。このため新しいビルでは蓄冷そう(槽)を地下に設け、冷凍機を夜間運転して冷水を蓄え、昼間のピーク時間帯には冷凍機を停止させるものが多くなっている。これも本文に述べるが、夜間は外気が低いので冷凍機は高効率運転ができ、更に翌日の空調負荷を予測してむだのない蓄冷量が決められるので省エネルギー効果は大きくなる。

一般に空調機の必要能力を決める空調負荷は建物によるところが大きい。したがって建物を断熱するとか、建物の方位、窓面積、軒やひさしなどに対する考慮はビルでも住宅でも同様に重要なことである。

電力を多く使う機器として指摘を受けている空調は、すでに、空調機や空調システムとして種々な省エネルギー対策を推進しており、以下代表的なものを述べる。

マルチセントラルシステムと省エネルギー効果

阿川 正憲**

1. ま え が き

近年、当社のマルチセントラルシステムは年間空調の省エネルギー運転用として脚光を浴びている。このシステムは、ビルの各部屋に水熱源ヒートポンプ(マルチセントラルエアコン)を分散配置するもので、これらのヒートポンプはすべて同一水熱源に接続されている。

大規模のビルでは、室内の照明・機器・人間の発生熱などが常時あり、冬期でもインテリアゾーンで冷房運転が行われる場合が多い。冬期又は中間期に冷房運転と暖房運転が混在する場合には、上記水熱源において熱回収が成立して省エネルギー運転を行うことができる。更に、運転が完全にバランスするときは、補助熱源・冷却塔の運転が不要となる。

以下、このマルチセントラルシステムと、最も普通な4パイプチラーボイル方式の運転状況を、事務所ビルと店舗ビルについて、シミュレーションによって比較し、マルチセントラルシステムの省エネルギー効果を概説する。

2. システム比較とシミュレーションプログラム

図1. は、マルチセントラルのシステム図の1例であり、ヒートポンプ・冷却塔・補助熱源・ポンプ・蓄熱そう(槽)で構成する。図2. は、4パイプチラーボイルのシステム図の1例であり、空気調和機・チラー・ボイル・冷却塔・冷水槽・温水槽・ポンプで構成する。マルチセントラルは年間空調

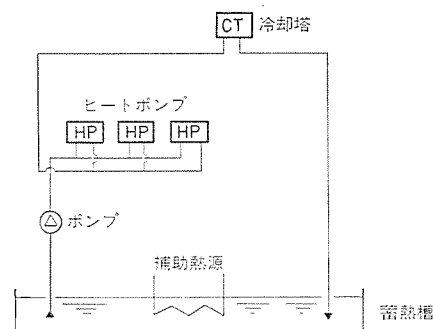


図1. マルチセントラルシステム

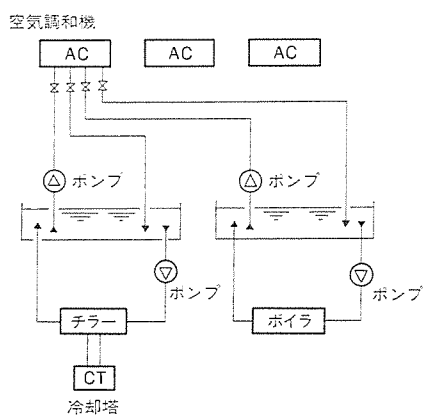


図 2. 4 パイプ チャー-ボイラ システム

であるから、同一のグレードとするため、比較するチャーボイラは4パイプ方式とした。

マルチセントラルと4パイプチャーボイラのシミュレーションプログラムの流れは、いずれも、インプット→ゾーニング→空調負荷計算→水側負荷計算→設備容量計算→消費電力計算→アウトプットの順にしている。この流れの中で、インプット、ゾーニング、空調負荷計算は、両者に共通としている。なお、気象データ、設備設計時の気象条件などは各地方ごとにマスターデータとして別に与えてある。以下に、マルチセントラルと4パイプチャーボイラのプログラムの流れの内容について示す。

〈マルチセントラルの場合〉

インプット ……ビル名・所在地・方位・寸法・階数・コア位置・空調面積率・窓面積率・内部発生熱（人間・機器・照明）・ポンプ揚程・外気取入量・冬期と中間期の冷暖房室内設定条件・夏期の冷房室内設定条件をインプットする。

ゾーニング ……地上階は最上階と中間階に分け、地下階は中間階と最下階に分ける。また、地上階は東西南北の各ペリメータとインテリアに分け、地下階はペリメータとインテリアに分ける。

空調負荷計算 ……各時刻・各天候・各月及び冬期と夏期の設計条件についての非定常負荷計算を行う。

水側負荷計算 ……ヒートポンプの成績係数（COP）から、空調負荷を水側負荷に換算する。

設備容量計算 ……ヒートポンプ・冷却塔・補助熱源・ポンプ・蓄熱槽・外気処理機（図示せず）・加湿器（図示せず）の各設備容量を計算する。

消費電力計算 ……ヒートポンプ・冷却塔・補助熱源・ポンプ・外気処理機・加湿器について、冬期・中間期・夏期・年間別に各消費電力を計算する。

〈4パイプチャーボイラの場合〉

インプット ……マルチセントラルと同じ

ゾーニング ……同上

空調負荷計算 ……同上

水側負荷計算 ……冷水槽・温水槽からの熱損失、ポンプの軸動力などを考慮して、空調負荷を水側負荷に換算する。

設備容量計算 ……空気調和機・チャー・ボイラ・冷却塔・冷水槽・温水槽・各ポンプ・外気処理機（図示せず）・加湿器（図示せず）の各設備容量を計算する。

消費電力計算 ……空気調和機・チャー・ボイラ・冷却塔・各ポンプ・外気処理機・加湿器について、冬期・中間期・夏期・年間別に各消費電力を計算する。

3. シミュレーション結果

3.1 シミュレーションの条件

図 1. に示したマルチセントラルシステムと、図 2. に示した4パイプチャーボイラシステムをシミュレーション比較し、年間消費電力の相違を検討するため、モデルビルとして一般的な事務所ビルと店舗用ビルを考える。計算用プログラムは2章で述べたシミュレーションプログラムを用いることとし、その計算条件を表 1. のように与えた。なお、換気負荷については、全熱交換器によって60%の排熱回収を行い、残りは外気処理機によって100%の外気負荷処理を行うものとした。

3.2 設備容量計算結果

マルチセントラルの設備容量計算結果を表 2. に、4パイプチャーボイラの設備容量計算結果を表 3. に、それぞれ示す。両システムともに、事務所ビルにおける設備容量よりも店舗用ビルの設備容量のほうが大きい。これは、表 1. に示すように、店舗用ビルにおける人間・照明などの内部発生熱が事務所ビルに比べて大きいため、夏期の冷房負荷が増大することによる。しかし、1つだけ例外がある。それは、マルチセントラルを設置した店舗用ビルでは、補助熱源が不要となっていることである。これは、マルチセントラルシステムにおける排熱回収によって生じた大きなメリットである。また、マルチセントラルと4パイプチャーボイラの蓄熱槽容量を比較すると、マルチセントラルの蓄熱槽容量が非常に小さいことがわかる。この理由は、マルチセントラルの場合、排熱回収を行っていること、及び蓄熱槽の利用温度差が25～30℃と大きいことによる。これに対して、4パイプチャーボイラの冷水槽及び温水槽の利用温度差は8℃ぐらいにすぎない。店舗用ビルのマルチセントラルにおける蓄熱槽は表 2. から9m³となっているが、このとき

表 1. シミュレーション条件

ビルの種類		事務所ビル	店舗用ビル
条件			
空調面積率		0.8	0.8
窓面積率		0.4	0.2
人数（人/㎡）		0.2	0.6
照明（W/㎡）		20	40
地上階階数		8	8
地下階階数		1	2
階高（m）		3.6	3.6
東西方向寸法（m）		40	40
南北方向寸法（m）		30	30
延床面積（㎡）		10800	12000
外気取入量（m ³ /h人）		20	20
室内設定（℃）	冬期暖房	20	20
	冬期冷房	22	22
	中間期暖房	22	22
	中間期冷房	24	24
	夏期冷房	26	26
地方		東京	東京
空調時間帯		8～18時	8～18時
コア位置			

表 2. マルチセントラル 設備容量計算結果

ビルの種類 設 備	事務所ビル	店舗用ビル
ヒートポンプ入力 (kW)	339	600
ポンプ軸動力 (kW)	40	69
冷却塔入力 (kW)	35	59
補助熱源 (kW)	178	0
加湿器 (kW)	66	220
蓄熱槽 (m³)	153	9
受電容量 (kW)	665	960

表 3. 4 パイプチラーボイル 設備容量計算結果

ビルの種類 設 備	事務所ビル	店舗用ビル
調和機ファン軸動力 (kW)	32.2	82.2
調和機側ポンプ軸動力 (kW)	冷水 29.6 温水 22.5	冷水 56.3 温水 25.8
熱源側ポンプ軸動力 (kW)	冷水 7.9 温水 3.9	冷水 16.8 温水 4.2
チラー冷却水循環ポンプ軸動力 (kW)	27.4	58.4
チラー入力 (kW)	150	318
冷却塔入力 (kW)	16	31
ボイラ入力 (kW)	446	480
加湿器 (kW)	66	220
冷水槽 (m³)	692	1,466
温水槽 (m³)	432	464
受電容量 (kW)	823	1,335

の水熱源の配管内における水容積は 8 m³ であるから、特別に蓄熱槽を設置しなくてもよいことになる。また、受電容量をみると、事務所ビル及び店舗用ビルともに、マルチセントラルは 4 パイプチラーボイルの約 70～80 % となっている。

3.3 年間消費電力計算結果

表 4. は、事務所ビルと店舗用ビルにマルチセントラルを設置したときの年間消費電力の計算結果であり、表 5. は、同じ事務所ビルと店舗用ビルに 4 パイプチラーボイルを設置したときの年間消費電力の計算結果である。これらの表の中で、加湿器とボイラの消費電力はヒータ換算値 (1 kW = 860 kcal/h) である。

事務所ビルについては、マルチセントラルの年間消費電力は 0.863 MWh であるのに対して、4 パイプチラーボイルのそれは、1.595 MWh

表 4. マルチセントラル 年間消費電力 (単位 MWh)

ビルの種類 設 備	事務所ビル	店舗用ビル
ヒートポンプ	0.563	1.276
ポンプ	0.19	0.327
冷却塔	0.052	0.137
補助熱源	0.005	0
加湿器	0.053	0.177
年間合計	0.863	1.917

表 5. 4 パイプチラーボイル 年間消費電力 (単位 MWh)

ビルの種類 設 備	事務所ビル	店舗用ビル
調和機ファン	0.152	0.388
調和機側ポンプ	冷水 0.14 温水 0.067	冷水 0.266 温水 0.077
熱源側ポンプ	冷水 0.026 温水 0.006	冷水 0.075 温水 0.006
チラー冷却水循環ポンプ	0.092	0.262
チラー	0.429	1.215
冷却塔	0.045	0.12
加湿器	0.053	0.177
ボイラ	0.585	0.577
年間合計	1.595	3.163

となっている。また、店舗用ビルについては、マルチセントラルの年間消費電力は 1.917 MWh であるのに対して、4 パイプチラーボイルのそれは、3.163 MWh となっている。この結果が示すように、マルチセントラルの年間消費電力は 4 パイプチラーボイルに比べて、約 50～60 % 程度であり、マルチセントラルの省エネルギー効果は非常に大きいことがわかる。

4. む す び

一般的な事務所ビルと店舗用ビルをモデルにして、マルチセントラルシステムと 4 パイプチラーボイルシステムとをシミュレーション比較した。その結果、マルチセントラルシステムの受電容量は、4 パイプチラーボイルシステムの 70～80 % であり、マルチセントラルの年間消費電力は、4 パイプチラーボイルシステムの 50～60 % となった。このように、マルチセントラルシステムは年間空調の省エネルギー運転として、大変有効な空調システムであることがわかる。

ビル空調における全熱交換器《ロスナイ》の省エネルギー効果

山下紀夫*・橋本芳樹**

1. ま え が き

省エネルギーがますます重要な問題となってきた状態下において、ビル内でのエネルギー消費量もできる限り低減させる努力が払われている。このエネルギー消費量の相当多くを占める空調用エネルギーを低減させるために、建物構造から各設備の高効率運転に至るまで種々の方策が講じられている。また、在室者の健康あるいは快適さ

のために取り入れられる外気によって、空調負荷は約 30 % も増大するので、吸・排気の熱交換すなわち熱回収を行うことが、省エネルギー上極めて有効である。当社の《ロスナイ》は、この熱回収に優れた効果を発揮する。ここでは、《ロスナイ》の省エネルギー特性とともに、これを設置したときの年間空調負荷の軽減効果及び設置例について説明する。

2. ビルのエネルギー消費と空調負荷構成

ビル内で消費されるエネルギー量は、昭和49年に、オイルショックの影響のために電力消費量が低減しているが、その後次第にオイルショック前の状態にもどってきている⁽¹⁾。消費エネルギーは、建物の用途ごとに異なるが、事務所ビルの場合には、電気82%、ガス2%、石油16%となっている。そして、エネルギーの用途別の消費構成は、図1.に示すようになっており、給湯・空調関係の割合は、約50%にも達している⁽²⁾。したがって、ビルの省エネルギー化のために、空調エネルギーを大きなターゲットとすることは、当然の事となる。

空調の省エネルギー化を図るために、建物の方位・形状・コアの位置あるいは窓面積の割合などが検討されているが、図2.に示す空調負荷構成比率から見ても、その30%程をも占める外気負荷を低減させることは、非常に効果的であることがわかる。外気負荷を低減させる方法として、排気の有する有効エネルギーを吸気側に回収する、いわゆる熱回収を行わせる方法が効果的に利用されている。

外気の導入、つまり換気は、在室者の健康あるいは快適さを保持するために行われ、空気汚染の1つの指標であるCO₂濃度を基準として換気量が決められる。もちろん、室の用途によっては、他の要因、例えば喫煙量を基準として決められねばならない。CO₂濃度を指標とするのは、空気の物理的・化学的性状がCO₂濃度に比例するとの考えによるものであり⁽³⁾、許容濃度として、ビル管理法及び建築基準法では、0.10%以下が規定されている。この値を満足させるためには、30m³/h・人以上の換気量を要するが、換気には強制換気と自然換気とがあり、強制換気量としては、25m³/h・人くらいで室内環境が満足される場合が多い。この必要換気のために室内空

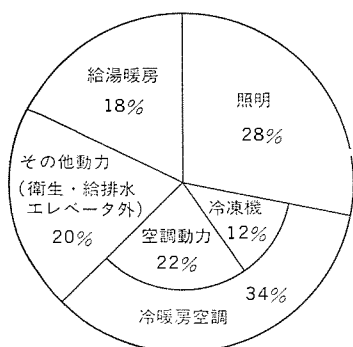


図1. 事務所ビルにおけるエネルギーの用途別消費構成比

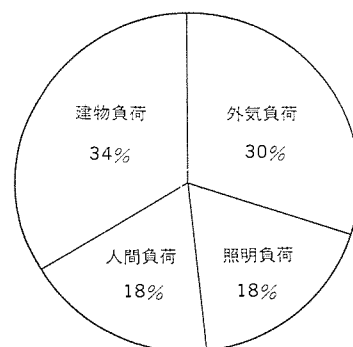


図2. 夏季の空調負荷構成比

気が排出されて外気が導入されるので、空調負荷として外気負荷が発生し、それを軽減させるためには、《ロスナイ》の設置が有効な手段となる。

3. 《ロスナイ》による省エネルギー効果

ビルの吸・排気の熱回収を行い、空調の省エネルギー化を図る目的で、全熱交換気である《ロスナイ》を設置した場合の空調システム例を図3.に示す。このシステムは単一ダクト方式であり、《ロスナイ》を使用することにより、ランニングコストとともに冷凍機などの空調設備容量を低減させることができる。

例えば、空調面積として約3,000m²を有する一般事務所で、外気取入量を25m³/h・人としたとき、《ロスナイ》を設置することにより、設備の選定を夏基準とすれば熱源機容量を約5万kcal/h低減できる。これは、《ロスナイ》を設置することにより空調負荷が低減するためである。この空調負荷の低減状態を図4.に示す。また、ランニングコストは、契約電力と消費電力とによって試算できるが、《ロスナイ》設置によって設備容量が低減し、契約電力を約20kW減ずることができるとともに、年間の熱源機の省エネルギー量は約10⁸kcal、電力量に換算すると3,500kWhとなる。そして、冷温水ポンプの動力は軽減されるが、排気ファンの動力が増加するので、空調システムとしての年間の節約電力量は約3,400kWhとなる。したがって、

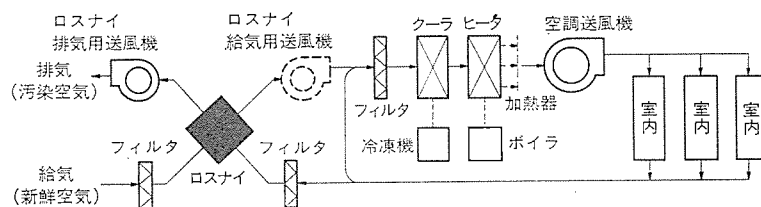


図3. 《ロスナイ》を設置した空調システム例

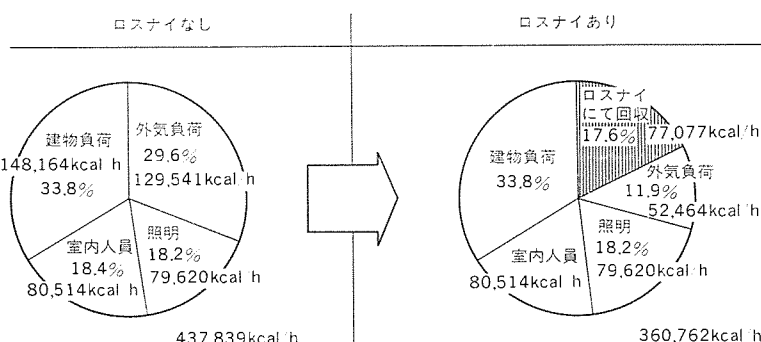


図4. 《ロスナイ》設置による最大空調負荷の低減（事務所ビル：夏季）

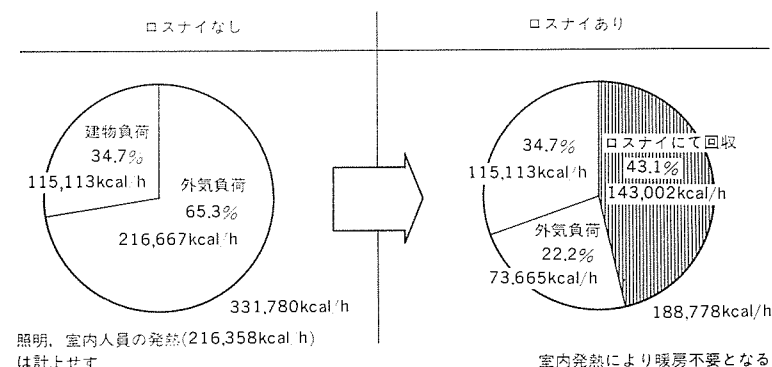


図5. 《ロスナイ》設置による最大空調負荷の低減（スーパーマーケット：冬季）

省エネルギー 電力料金は、基本料金 1,200 円/kW・月、電力量料金 15.18 円/kWh として計算すると、約 87 万円/年となる。

在室人員の大きいスーパーマーケットでは、一般の事務所ビルなどに比べて外気取入量が多いので、吸・排気の熱回収を行うことによって設備容量を大きく低減させることができる。例えば、大体 2,300 m² の空調面積を有する建物では、夏季の最大冷房負荷を約 77 % に低減することができるので、冷房の設備容量を 11 万 kcal/h 程小さくすることができる。特に、冬季には外気負荷が大きいので《ロスナイ》設置による暖房負荷の低減効果も大きく、図 5. に示すように照明・人間の発熱のために暖房設備が不要になる場合もある程である。また、年間のランニングコスト低減額は、電力・ガス及び水道料金を考慮すると約 160 万円/年となる。

4. 《ロスナイ》の製品概要

昭和 45 年に《ロスナイ》を開発して以来、今年で足掛け 10 年目を迎え、一般家庭用においては快適な空調を求める「居室換気」、ビル空調用及び産業用においては「省エネルギー」という 2 つの大きな市場ニーズに対応させるために、機種種の拡大と充実化を図ってきた。《ロスナイ》の心臓部であるエレメントは、図 6. のように直交流プレートフィン式熱交換器の構造をしており、特殊加工紙の仕切板と間隔板で構成している。給気と排気の通路は仕切板で完全にセパレートされており、給気と排気が混ざることなく常に新鮮な空気を導入することができる。《ロスナイ》は特殊加工紙のもつ熱通過及び透湿性の各性質を巧みに利用したもので、排気される汚染した室内空気と供給される新鮮な室外空気とが《ロスナイエレメント》を通過する際に温度（顕熱）と湿度（潜熱）を瞬時に交換する機能を持っている。この空気対空気の静止形直交流プレートフィン式熱交換器として、用途別に分けると表 1. のように 3 種類となり、それぞれの市場ニーズに対応している。

ここでは特に、ビル空調用の代表機種である LS-500 形（標準処

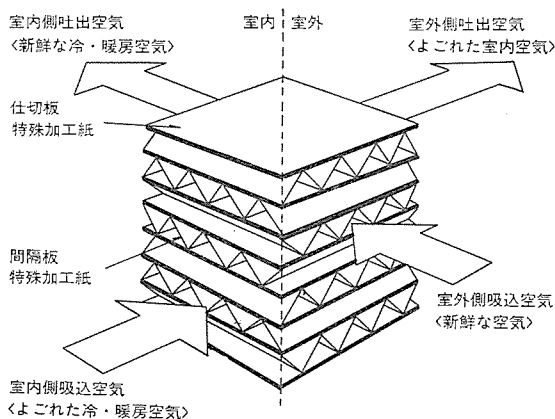


図 6. 直交流形 プレートフィン 式熱交換器

表 1. 《ロスナイエレメント》の用途別種類

用 途	熱交換器の種類	熱交換器の材質	使用温度範囲
快適空調換気の市場	全 熱 交 換 (顕熱+潜熱)	特殊加工紙製	-10~50℃
産業排熱回収の市場	顕 熱 交 換 (顕熱のみ)	金 属 製	-10~160℃
乾燥、湿気抜きの市場	顕 熱 交 換 (顕熱のみ)	プラスチック製	-10~80℃

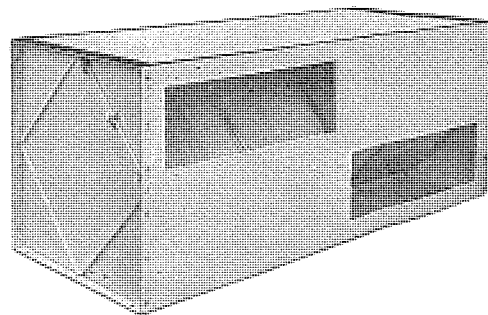


図 7. LS-500 形《ロスナイ》

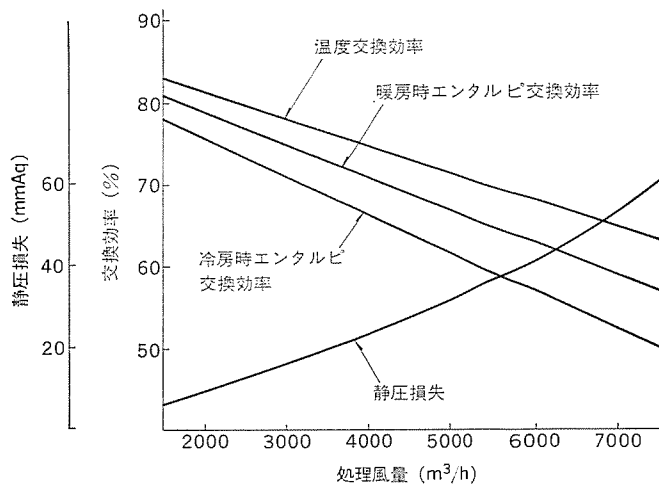


図 8. LS-500 形《ロスナイ》の性能曲線

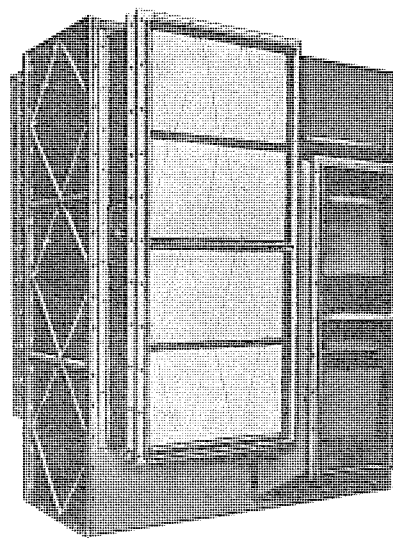


図 9. LS-500 形《ロスナイ》を 3 台組合せたもの

理風量 5,000 m³/h) を例にとり、外観写真を図 7., 性能曲線を図 8. に示す。図 9. は LS-500 形を 3 台組合せた場合（標準処理風量 15,000 m³/h) の外観写真であり、縦積み・横積みのいずれも可能である。

5. 《ロスナイ》の設置例

昭和 51 年に大阪の国立循環器病センターへ納入設置した《ロスナイ》について紹介する。建物の主用途は病院であり、地下 1 階、地上 10



図 10. 《ロスナイ》を設置した建物の外観

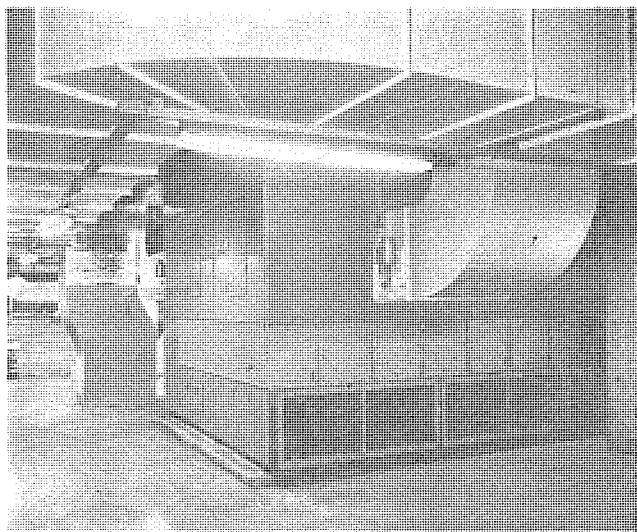


図 11. 《ロスナイ》の設置風景
LUC-226 D 形 (LS-200 形×26 台組合せ)

階、塔屋 1 階、延面積 41,890 m²、空調面積 26,500 m² である。空調方式は、外周部：ファンコイルユニット方式、内周部：単一ダクト方式、治療部分：単一ダクトターミナルリート方式である。外気導入量は 390,000 m³/h で、この内の約 100,000 m³/h を《ロスナイ》で熱回収している。建物外観写真を図 10.、空調機械室での《ロスナイ》設置写真を図 11. に示す。《ロスナイ》を 2 ユニットに分け、LUC-226 D 形 (LS-200 形を 26 台組合せ) 給気風量 57,850 m³/h、排気風量 48,940 m³/h と LUC-312 PD 形 (LS-300 形 12 台組合せ) 給気風量 35,630 m³/h、排気風量 31,650 m³/h で処理している。納入後、昭和 52 年 8 月冷房時に現地にて実際のか(稼)働状態における性能試験を実施した結果、《ロスナイ》の熱回収効率 70 % が測定され、500,000 kcal/h (165 冷凍トンに相当) の外気負荷が節約された事となり、極めて大きな省エネルギー効果を発揮している。

6. む す び

空調の省エネルギーとして、吸・排気の熱回収を行うことにより、設備容量とともにランニングコストの低減を図ることができる。そのために、当社の全熱交換器《ロスナイ》を設置すれば、省エネルギーを確実に実現し、その効果は顕著である。外気取入量が多い建物の場合程《ロスナイ》の果たす役割はいよいよ重要になっている。

参 考 文 献

- (1) 空調設備基準委員会：空衛学誌，53，No. 6，p. 39 (昭 54)
- (2) ビルにおけるエネルギー使用実態調査：東京電力 (昭 50 年 6 月)
- (3) 空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学便覧Ⅱ (改訂第 9 版)

蓄熱式空調システムと蓄熱槽の省エネルギー制御

山下紀夫*・新井卓史**・和泉陽平***

1. ま え が き

空調システムの構成要素として、蓄熱そう(槽)を設置することがある。この蓄熱式空調システムの目的は、夜間電力の利用・ピーク電力の抑制・熱回収などであり、冷凍機などの熱源機容量を小形化できる。蓄熱という作用からみると、当然のことながら蓄熱作用と熱利用との間に時間的なずれが生じる。そこで、有効な蓄熱運転、つまり、必要かつ十分な熱を蓄熱槽に供給し、余分の熱を蓄熱槽内に残さないようにして省エネルギー化を図るとともに、夜間電力を有効に利用するためには、まず、必要な熱量を予測する必要がある。そして、適切に設定された蓄熱槽内水温サーモスタットにより、熱源機の温度制御を行うことが必要となる。ここでは、蓄熱槽を利用したときのピーク電力抑制に対する効果、及び蓄熱槽を有効に利用して必要熱量を蓄熱槽に供給することにより、省エネルギー化を図る運転方法について説明する。

2. 蓄熱式空調システム

蓄熱槽を設置することにより、消費電力量を昼夜にわたって平滑化し、設備機器の利用効率を向上させることができる。一般に、蓄熱式空調システムは図 1. のように表示し、蓄熱槽は建物の最下部に設置される。1 次側である熱源機は、槽内の水温あるいはタイムスケジュールなどによって制御される。2 次側である空調機としては、窓際などペリメータ領域ではファンコイルユニットが、室内の中央部分であるインテリア領域では空調機からのダクトシステムが配設され、負荷状態に応じて水の流量制御が行われる。

蓄熱槽は、建物規模によって、その大きさが制限されてくる場合が多い。蓄熱槽を設置している現システムの調査結果によれば、例えば、延床面積 9,200 m² で階数 11 階の場合には、420~900 m³ の蓄熱槽が設置されている⁽¹⁾。このとき、蓄熱槽の利用温度差を 6 deg、槽の有効利用率を 0.7 とすれば、有効蓄熱量は 1,764×10³ kcal~

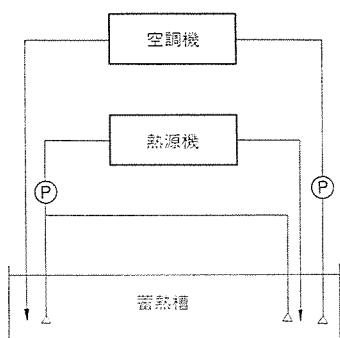


図 1. 蓄熱式空調システム

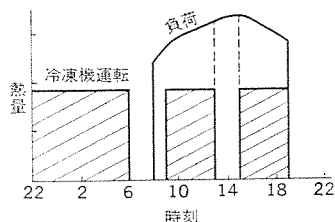


図 2. ピークカット運転を行う冷凍機の運転パターン

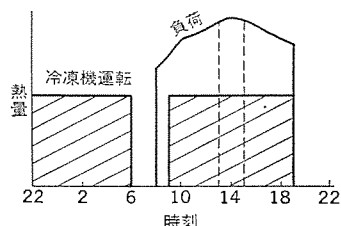


図 3. ピークカット運転を行わない冷凍機の運転パターン

3,780×10³ kcal となり、蓄熱運転を夜間に行えば、昼間の消費熱量をその分だけ夜間にシフトできることになる。冷凍機の成績係数 (COP) を 3.0 とすれば、消費電力量として 680～1,470 kWh のシフトが可能である。

電力のピーク時間帯におけるビルの消費電力の抑制の大きさは、熱源機を規定の時間停止させるピークカット運転を行うか否かによる。ピークカット運転の場合、熱源機の運転パターンは図 2. に示すようになる。このとき、ピーク電力の抑制の大きさは、熱源機のピークカット時間帯の空調負荷である。延床面積が約 10,000 m² の東京地方の事務所ビルの場合についてシミュレーションを行った結果によると、7月の晴れの日で、ピークカット時間帯を 13 時～15 時の 2 時間とすれば、約 135 万 kcal の熱量をピークカットすることができる。すなわち、冷凍機側の COP を 3.0 とすれば、約 520 kW の電力を抑制できることになる。

一方ピークカット運転を行わない場合には、冷凍機の運転パターンは図 3. に示すようになる。このときは、ピーク時間帯においても冷凍機が運転されているので、ビルのピーク電力の抑制効果は、熱源機をピークカット運転するときよりも少なくなる。前述のピークカット運転の場合と同じ建物についてシミュレーションを行った結果によれば、7月の晴れの日では、13 時～15 時の 2 時間で約 140 kW のピーク電力が蓄熱槽を設置することで抑制できる。これらの消費電力には、冷凍機及びそれに付随するポンプなどが含まれており、付随機器の消費電力は 25 % 程である。

夏の晴れた日で、外気温度が非常に高く、最高温度として 33.7℃

を示すような場合には、ピーク抑制効果はますます発揮されることになり、消費電力として、ピークカット運転では約 600 kW、ピークカット運転を行わない蓄熱式システムでも約 220 kW のピーク抑制を行うことができる。

3. ビル管理システムにおける蓄熱運転

建物に設置された電力設備・空調設備・照明設備などの各設備を、総合的にかつ効率よく運転させるために、ビル管理システムの導入が有効である。当社では、三菱ビル管理システム《MELBAS》として、ビルの用途・規模に適應した 6 系列のシリーズ化されたシステムを用意している。このシステムでは、省エネルギー・省力・快適環境・安全性などが得られる。また、従来は独立配置されていた監視盤を、中央監視盤やオペレータズコンソールに集約しているので、中央監視室のスペースが少なくてすむ。オペレータズコンソールの外観を図 4. に示す。

省エネルギー化はビル管理システムの大きな目的であり、ビルの消費エネルギーの 50 % 程を占める空調エネルギーの管理は、非常に重要である。蓄熱槽を持った空調システムでは、その管理機能の 1 つとして蓄熱運転制御機能を有している。蓄熱運転制御では、蓄熱槽の代表箇所に設置した温度検出器の温度レベルが設定レベルになるように、蓄熱運転が行われる。

また、夜間電力を有効に利用する蓄熱運転を実行するために空調負荷を予測し、予測負荷に応じて熱源機を運転する制御を行う。空調負荷の予測では、外気条件及び室内条件の各要素として温度と湿度を採り上げ、これらを説明変数として過去数日間のデータから重回帰分析を行い、予測演算を行う。このとき、空調負荷の予測値は、式(1)で表すことができる。

$$Q = A \cdot X^T \dots\dots\dots (1)$$

ここに Q：空調負荷予測値

A：係数ベクトル

X：説明変数ベクトル（温度・湿度）

予測演算は、夜間の蓄熱運転のために行うので、蓄熱運転の開始時刻、並びに一定時間ごとに、外気あるいは室内の条件に関する新しいデータによって行う。この予測負荷に応じた熱量が蓄熱槽に供給されるように蓄熱運転を行い、むだな運転を極力押えることによって省エネルギーを図っている。蓄熱運転においては、蓄熱槽を持たない閉回路方式の空調システムにおけるような熱源機の容量制御運転を行う必要がなく、常に定格運転となるので、高効率な蓄熱運転として省エネルギー運転が実現できる。

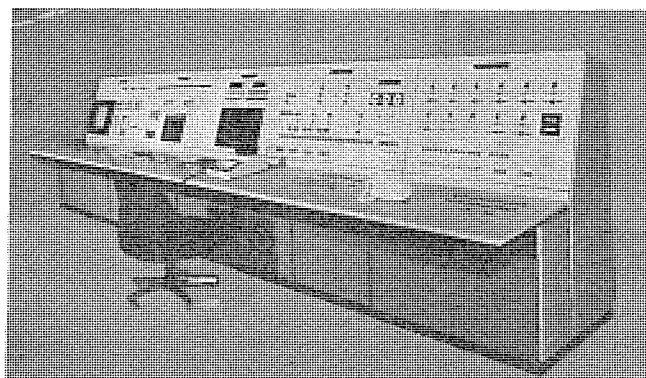


図 4. オペレータズコンソールの外観

4. 残熱量制御による蓄熱運転

蓄熱運転を効率よく実行するには、空調負荷を予測して、それに応じて熱源機の運転制御を行う方法が採られるが、制御システムの規模あるいは建物の使用方法に適合する、予測演算方法を採用する必要がある。ビル管理システムの一環として空調管理を行うような場合には、既に説明した重回帰分析による方法が採られる。

ビル設備を個別に制御する小規模ビルでは、電子計算機による演算と異なり、演算のデータ量をできるだけ少なくして演算方法を簡易にする必要がある。また、オペレータとして専任者が常駐することもない。このようなビルの場合には、制御装置の操作もできるかぎり簡便でなければならない。従来、このようなシステムの蓄熱運転には、蓄熱槽内の温度検出器による温度制御と、タイマによるスケジュール運転制御が多く利用されてきている。熱源機は、タイマによって夜間電力料金の開始時刻に起動されるが、蓄熱槽内の温度制御の管理下におかれる。したがって、蓄熱槽内に前日の残熱量がある場合には、それに追加できる蓄熱量が少なくなるので、夜間電力を十分に利用できず、蓄熱槽の設置目的を十分果たせなくなる。そこで、夜間電力をできるかぎり有効に利用し、かつ、必要熱量だけを蓄熱槽に供給して、余分の運転を行わないようにして省エネルギー化を図るためには、残熱量が最小になるように制御しなければならない。

残熱量の最小化のためには蓄熱槽への供給熱量と残熱量とから空調負荷を推定し、残熱量を最小にするように空調負荷の予測式を立てる方法が有効である。その予測式は、過去の負荷の変化から求められる第1次予測値と、残熱量の状態から決められた係数を外気温度のずれ分に乗じた値とを、線形結合したものである。これらの関係を式(2)に示す。

$$Q_{j+1}^* = \bar{Q}_j + \phi_j \times \Delta T \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに Q_{j+1}^* ; 空調負荷の予測値

$\bar{Q}_j$; 第1次予測値

ϕ_j ; 係数

ΔT ; 外気温度のずれ分

外気温度のずれ分は、規定の基準温度と外気温度との差を規定の時間帯について積算した実績値と予測値との差を意味する。

係数 ϕ_j としては、前日に決められた係数で運転された結果で生じた残熱量を少なくするように、前日の係数 ϕ_{j-1} を更新して用いる。残熱量の検出には、簡易な方法として、蓄熱槽の始端槽（空調機への冷水供給側の槽）及びそれに近い槽内の温度、を検出して演算された値を用いる。熱源機の温度制御は、蓄熱槽内に設置した ON 用及び OFF 用 サーモスタットによって行われるようにしている。

蓄熱槽内の温度とタイムスケジュールのみによって制御した場合、及び空調負荷を予測した機能を導入して制御した場合の冷凍機の運転パターンを、シミュレーションによって求めた結果を図5.に示す。なお、このシミュレーションは冷房期について行ったものである。また、ここでは、蓄熱槽内の熱挙動モデルを完全混合槽列としており、蓄熱槽は、10分割された200 m³の水容量を有している。熱源機は、外気温度30℃、冷水出口水温7℃で174,000 kcal/hの冷凍能力であり、外気温度及び冷水温度によって能力が変化することを考慮している。

この結果から、予測を導入していないときには、負荷が小さくなると空調が終了したときに残熱量が多くなり、翌日の夜間電力の利用率が低下していることがわかる。一方、予測を導入した場合には、負荷の大小にかかわらず、毎日同じように夜間電力を十分に利用でき、最小限の必要な熱量を蓄熱槽に供給するようにしているので、熱源機のむだな運転が少なく、槽壁からの熱損失が少なくなるので、省エネルギー化運転を図ることができる。

5. む す び

空調システムにおいて、ピーク電力の抑制あるいは夜間電力の利用による消費電力の平滑化に対しては、蓄熱槽の設置が大いにその効果

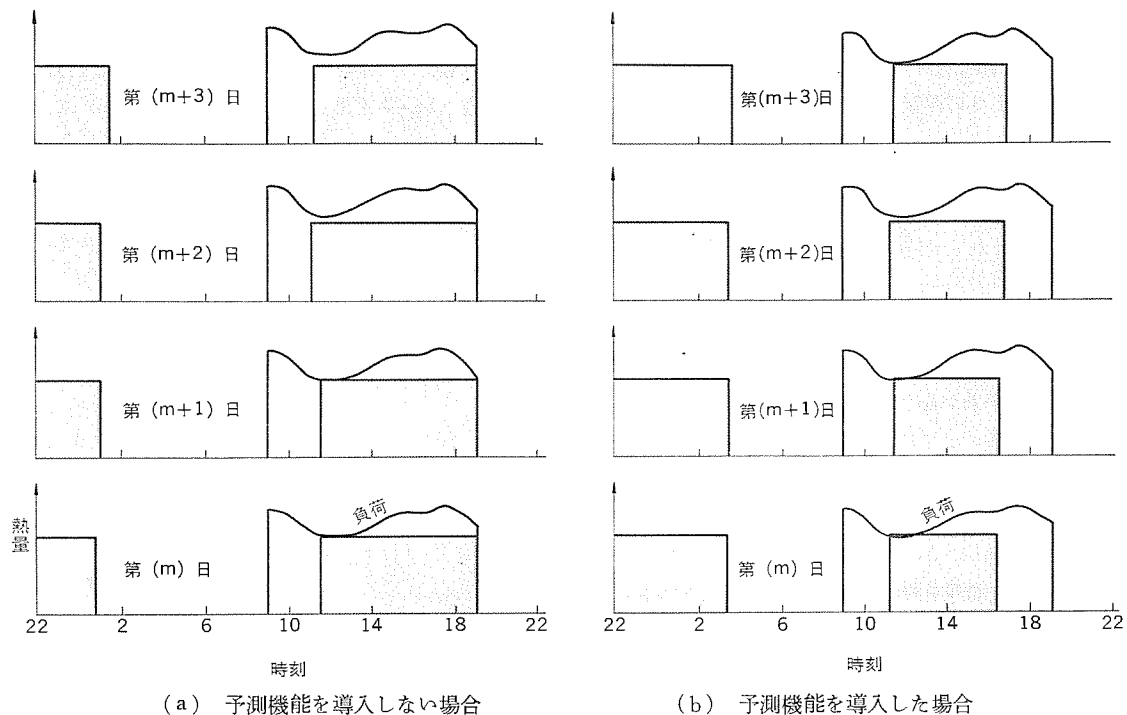


図 5. 冷房負荷と冷凍機の運転パターン (夏季)

を発揮する。また、運転制御に予測機能を導入することにより、より効果的にその目的を満たすことができ、余分の蓄熱を行わずに必要な熱量を供給することができるので、省エネルギー化蓄熱運転を行うことができる。

参考文献

- (1) 省エネルギー読本：関西電力（昭52年10月）

ルームエアコンの省エネルギー化

安藤正俊*・本田嘉之**

1. ま え が き

高温・多湿な我が国の夏を快適に過ごすために、ルームエアコンは今や生活必需品になりつつある。普及率が40%となり、また重複普及率も10%をこえる現状において、ルームエアコンの省エネルギー化に対する要求は著しく高まっている。加えて昭和54年10月から施行されたエネルギーの使用合理化に関する法律（省エネ法）で家庭電気機器の特定品目の1つにルームエアコンが指定されている。

当社においては、昭和49年以降、積極的にルームエアコンの省エネルギー化に取り組んできているが、ここにその概要を報告する。

2. ルームエアコンの省エネルギー化の経過

昭和48年暮れのオイルショック以降、当社はルームエアコンの省エネルギー化について積極的に推進してきた。図1.は当社の主力機種である壁掛形冷房専用のルームエアコン1,600/1,800 kcal/hクラスの50 Hzでの消費電力値の推移を、昭和48年から昭和54年まで示したものである。このグラフが示すように、昭和48年の消費電力値を1とすると、昭和54年の消費電力値は0.7であり、30%の省エネルギー化を実現したことになる。

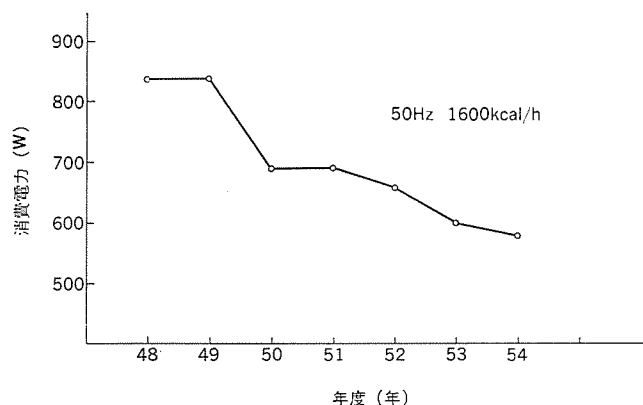


図1. 壁掛形冷房専用ルームエアコンの消費電力の推移

3. ルームエアコンの省エネルギー化の方策

ルームエアコンの省エネルギー化は、ハード面とソフト面の両面から推進することが肝要であると考え。ハード面での改善とともにソフト面、つまり使い方においても改善されなければ、結果的に省エネルギーとはならない。したがってソフト面についても、使用者が十分にその内容を理解され、認識していただくことも必要である。

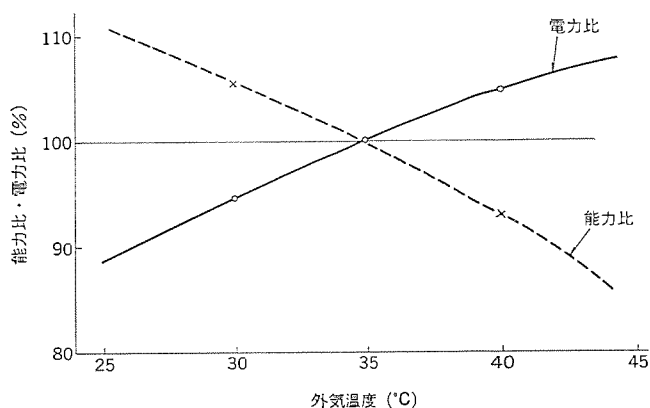


図2. 外気温度変化による能力、消費電力の変化

当社は省エネルギー化方策として次のものを考える。

3.1 ハード面における省エネルギー化の方策

- (1) ユニット：低風圧損失を得るための各部品（特に熱交換器）の合理的な配置。
- (2) 圧縮機：流体損失の低減、機械損失の低減、モータ効率の改善。
- (3) 熱交換器：パイプの改良、フィンの改良。
- (4) 送風機：高性能送風機の開発、ケーシングの開発。
- (5) 送風機用電動機：モータ効率の改善。
- (6) 制御：効率のよい制御方法の開発。

3.2 ソフト面における省エネルギー化の方策

- (1) 冷やしすぎないように、室温を27°C以上で使用する。
- (2) 冷房する部屋は直射日光の入らない、あるいは熱の侵入を少なくするようにする。
- (3) ルームエアコンの凝縮器側は、風通しがよく、吹出温風のこもらないような所に設置する（図2.参照）。

主な省エネルギー化の方策としては以上の通りであり、当社は順次、段階的にこの条件を製品に取り入れてきているが、この中で特に当社がルームエアコンの基本戦略として取り組んだ、低風圧損失を得るために行った薄形化による省エネルギー化（ハード面）と、室温を27°C以上で使用するよう理解し、認識していただくための温度表示による省エネルギー化（ソフト面）の2つを採りあげて以下に述べる。

4. 薄形化による省エネルギー化

一般にルームエアコンを設計する場合の考え方として2通りある。すなわち表1.に示すように1.大容量の圧縮機を使用して、小容量の

表 1. ルームエアコン の設計 パターン (冷房能力一定)

	圧縮機能力	熱交換器面積	風 量	消 費 電 力
1	大	小	小	大
2	小	大	大	小

熱交換器と風量で設計する方法と、2. 小容量の圧縮機を使用して、大容量の熱交換器と風量で設計する方法とである。

前者の設計は消費電力値が大きくなり、後者の設計は省エネルギー化が可能となる。省エネルギー化を目的とする場合、当然 2. の方法を選択することになるが、その場合次の問題点が生ずる。

(1) 熱交換器の面積を大きくすると、製品の外形寸法が大きくなる。またコストも上がる。

(2) 風量を大きくすると、騒音が大きくなる。

しかしこれらの問題を、極めて効果的に解決する方法として、当社は業界に先がけて薄形化を図った。一般に薄形化は部屋の自由空間を有効に活用しようという、スペースマーケティング戦略からのみ見られがちであるが、技術面からの解説は以下の通りである。

今図 3. に示す 2 種類の熱交換器①、②を考えて見る。②の熱交換器は①の熱交換器と比較して奥行寸法は $\frac{2}{3}$ (3 列→2 列) とし、逆に幅寸法を $\frac{3}{2}$ 倍としたものである。

熱交換器の全表面積 ①は $x \times y \times \text{フィン枚数} (z/\text{フィンピッチ})$

②は $\frac{2}{3}x \times y \times \text{フィン枚数}$

$(\frac{3}{2}z/\text{フィンピッチ})$

であり同じである。(フィンピッチは同一)

風量は一般に次式で示される。

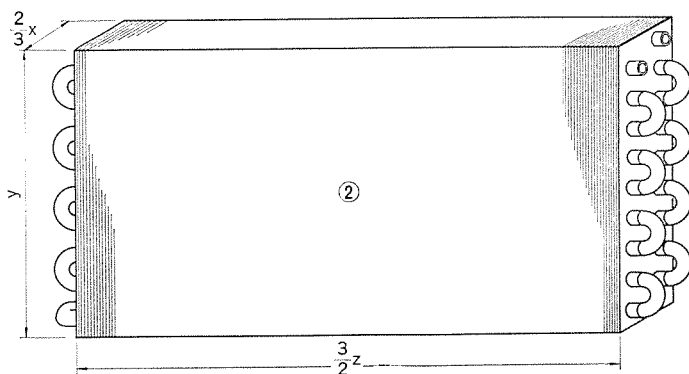
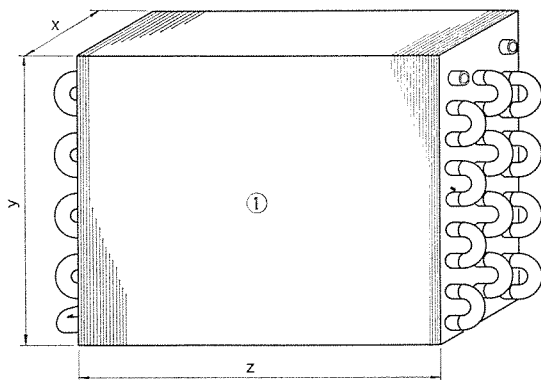


図 3. 熱 交 換 器

$$q = A \times v$$

q : 風量 A : 正面積 v : 風速

今、風速を同一とすると

$$\textcircled{1} \text{は } q_1 = y \times z \times v$$

$$\textcircled{2} \text{は } q_2 = y \times \frac{3}{2}z \times v$$

となり $q_1 < q_2$ となる。

風圧損失は一般に次式で示される。

$$P_s \alpha v^2 \times x$$

P_s : 風圧損失

今、風速を同一とすると

$$\textcircled{1} \text{は } P_{s1} \alpha v^2 \times x$$

$$\textcircled{2} \text{は } P_{s2} \alpha v^2 \times \frac{2}{3}x$$

となり $P_{s1} > P_{s2}$ となる。

つまり①と②の熱交換器を比較した場合、②の熱交換器のほうが風量を多く、かつ風圧損失を小さく設計することができる。

また騒音は次式で示すことができる。

$$N = 10 \log q \times P_s^2$$

N : 騒音

よって ①は $N_1 = 10 \log q_1 \times P_{s1}^2$

②は $N_2 = 10 \log q_2 \times P_{s2}^2$

となり、風圧損失は 2 乗で影響を受けるため $N_1 > N_2$ となる。これにより熱交換器の奥行寸法を薄くすると、風量を多く、かつ騒音を低下させることができる。また、熱交換器自身についても奥行寸法の小さいほうが熱的効率が良くなるという利点がある。

ルームエアコンの風路系の中で最も風圧損失を有する熱交換器について、吸込面積を広げ、薄形化を図り、風量を増大させて、熱交換器をカバーすることが、技術的に見た薄形化のポイントである。

昭和 50 年の薄形 17 cm の開発以来、この基本的な考え方に立って、室内ユニット、室外ユニットの開発を行ってきており、これにより省エネルギールームエアコンとして効果的な設計ができると同時に、スペースマーケティング戦略の先駆者として薄形《霧ヶ峰》の高い評価を得ることができた。

5. 温度表示による省エネルギー化

昭和 54 年夏販売した当社の主力機種である壁掛形冷房専用ルームエアコン MS-1807 R の温度表示 (マイコングリーンサイン) を図 4. に示す。この温度表示は次の 2 つの目的を持っている。

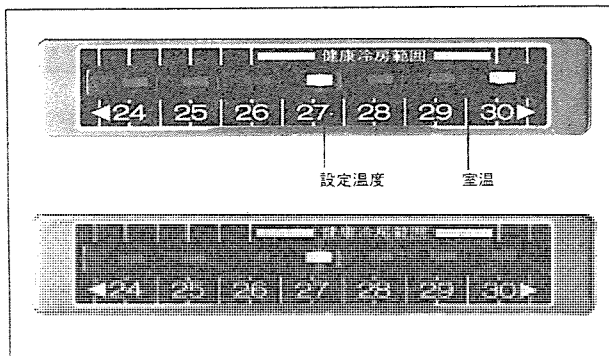
5.1 健康冷房

冷やしすぎは健康によくない。図 5. のように 26℃ 以下では、体温調節のため皮膚から放出する熱量と体内から供給される熱量とのバランスがくずれて体が次第に冷えていく。また反対に 30℃ 以上では体は暑いと感じ発汗により体温を下げようとする。

したがって 26℃~30℃ が人体に最も無理をさせない温度範囲といえる。特に就寝中は体の動きが少なく発汗量も減ずるので、日中より 2℃ 程度高い温度が適当である。当社で採用している安眠ソフト回路は、タイマをセットすると、1 時間後に設定温度が自動的に 2.5℃ 高い位置に切りかわる (図 6. 参照)。

5.2 経済冷房

条件によって異なるが室温を 1℃ 下げると約 10 % の電気料金が增加する。図 7. に示すように、例えば 27℃ を中心にし



希望の室温を自分の目で確認しながら設定できる。
希望の室温(設定温度)は、リモコンの室温調節レバーの操作により表示する。
また、そのときときの室温もLEDが点滅して同時に表示する。

室温が下がって希望の温度になると、LEDの点灯が1つになって重なる。

図 4. マイコングリーンサイン

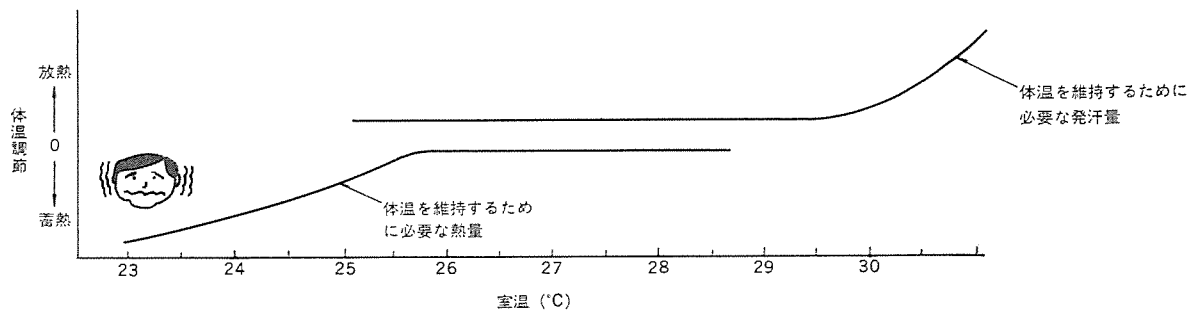


図 5. 健康と冷房

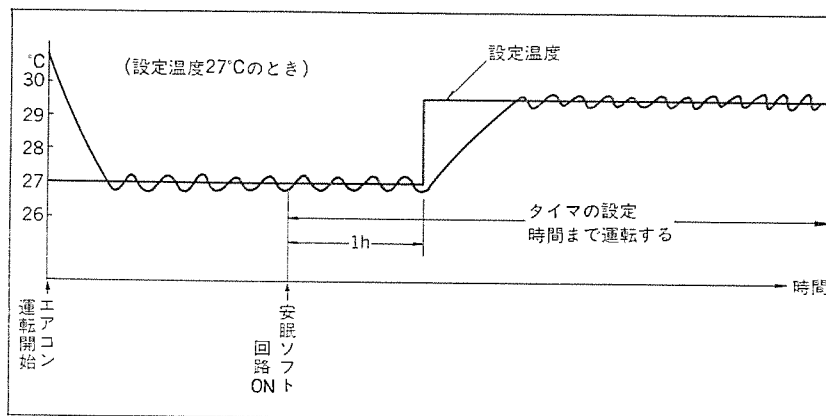


図 6. 安眠ソフト回路

てこの時の電気料金を1.0とすると、26°Cに下げると約1.1倍の電気料金となり、更に冷やすと電気料金は更に高くなる。室内の冷やしすぎは体に良くないばかりか電気を必要以上に使用することになる。

私どもは冷房という手段で快適な環境を得ている。しかし「快適さ」とは健康の裏づけがあって初めて真の快適さとなる。冷房をするとき、健康のために注意したいのは冷やしすぎである。冷やしすぎにならないような目安を使用者が知ることが大切なことである。健康な冷房につながり、省エネルギー化冷房とする目的のために当社は温度表示を採用している。

6. む す び

ルームエアコンの省エネルギー化について、薄形化と、温度表示を主体に述べたが、今後の省エネルギー化は更に基本部品、すなわち圧縮機、熱交換器、送風器、電動機の効率を向上することが、重要なテーマであると考えられる。したがって、これらの基本部品の効率向上を軸として、総合的にルームエアコンの省エネルギー化を今後とも推進していかねばならない。

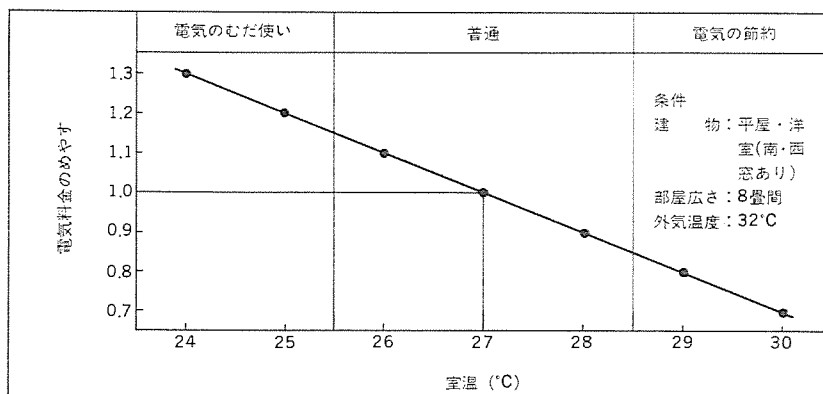


図 7. 室温と電気代のめやす

我々の生活の中の食生活を考えると冷凍食品や冷蔵食品は非常に多く、流通段階から家庭に至るまで冷凍や冷蔵が深く浸透していることに気づく。

家庭の冷凍冷蔵庫も年とともに大形化し、家庭における家電機器の中では使用電力量が第1位を占め、最も省エネルギーが必要な機器となった。また、冷凍・冷蔵に最も関連の深い食品店舗は増加し、更に、ますます豪華な多数のショーケースが並ぶようになってきている。食品店舗は店内に見えるショーケースのほかにバックヤードにも大形の冷蔵庫があって常に店内のショーケースに商品を補給していることを考えると大量の電力が使われていることが想像でき省エネルギーの必要なことがわかる。

冷凍・冷蔵における省エネルギーの着眼点は第1に冷却器に付着する霜を減少させることである。第2にとびら(扉)や開口部からの冷気の洩れを防ぐことであり、第3は壁面を通しての熱漏れすなわち断熱の問題を解決することである。

第1の冷却器の着霜は冷却能力を低下させるので除霜が必要であ

るが普通ヒータが使われ、冷却器の温度を上昇させて霜を解かした後に再冷却するのでエネルギー的には2重の損失となる。このため本文のショーケースで紹介するような除湿後冷却する方法は除霜の回数を減少させて省エネルギーの効果は大きい、この方法はショーケースばかりでなく一般の冷凍・冷蔵装置にも広く活用が期待される。また、第2の冷気の漏れは扉の気密を保つのがよく、ガスケットを強力にすることで効果が上げられる。しかしショーケースのように、扉があつては商品販売上困るものではエアカーテンを工夫することで効果が上げられる。これは既に実施されて従来当社比で20%あまりの省エネルギーを実現している。更に、壁面の熱洩れは庫内が設定温度に達した後はロスとして問題になる部分である。

冷凍・冷蔵の省エネルギーは要因をひとつずつ解決すると同時に構成するシステムからの検討と、使い方からの検討も含めて全体として進めることにより大きな効果が得られるものである。以下に家庭用の冷凍冷蔵庫と食品店舗におけるショーケースを例としてとりあげて述べる。

食品店舗の省エネルギーと冷凍・冷蔵ショーケース

瀬下 裕**・半田 文男*

1. ま え が き

近年スーパーマーケットなど食品店舗における冷凍・冷蔵食品の占める割合は、非常に大きなものとなっている。また、売場面積当たりの販売高向上という点から、店舗に設置されるショーケースは、多段化・オープン化する傾向にあると言える。他方、このようなショーケースでは販売効率はよいが、エネルギー効率は、平形・クローズ形のショーケースに比べて低いという欠点がある。そのため近年の食品店舗においては、エネルギーの有効利用、ランニングコストの低減が、経営上からも重要な問題となってきている。

本文では、主にメーカー側から見たショーケースの種々の省エネルギー化の要因とその対策、店舗内の空調とショーケースの関連について述べ、その周辺機器の省エネルギー化についても言及する。

2. 食品店舗における電力使用量

スーパーマーケットにおいて電力を消費する機器は大きく4つに大別できる。

- (1) ショーケース・冷蔵庫用の冷凍機
- (2) ショーケース
- (3) 空調機器
- (4) 照明機器

これら機器による消費電力構成は、店舗規模・機器構成によって異なるが、例えば、売場面積1,000 m²程度の比較的大規模の店舗では表1. のようになる。この表からも分かるのとおり、ショーケース及びショーケース用冷凍機の消費電力量が全消費電力量に占める割合は、非

表 1. スーパーマーケットの電力消費量内訳

		電力量(kWh/年)	比率(%)
冷 凍 機	従 来 形 ユ ニ ッ ト	445,102	34.8
	ク ー リ ン グ タ ワ ー	63,700	5.0
	デ フ ロ ス ト ヒ ー タ	52,777	4.1
	冷蔵庫及びデフロストヒータ	17,487	1.4
	小 計	579,066	45.3
ショーケース (含冷蔵庫)	ファンモータ・防露ヒータ	154,361	12.1
	冷 蔵 庫 フ ァ ン	26,267	2.0
	照 明	73,642	5.8
	小 計	254,270	19.9
照 明	屋 内 照 明	162,060	12.7
	屋 外 照 明	27,707	2.1
	小 計	189,767	14.8
空 調 機		195,210	15.3
そ の 他		59,610	4.7
合 計		1,277,929	100

(店舗規模 1,000 m²)

常に大きくて全体の65%を占めているので、これらの省エネルギー化が極めて重要であることが分かる。

3. ショーケースの省エネルギー要因及び手段

ショーケースと冷凍機の省エネルギー化を図るためには、ショーケースのエネルギーロスを少なくすることが、それと不可分の関係にある冷凍機の容量を減らすことにつながるので、最も重要である。以下ショーケースにおける種々の省エネルギー要因について考察を加えていく。

3.1 エアカーテン系

例えば多段オープンショーケースでは、前面開口部を流下する冷気のエアカーテン流によって庫内の保冷を行っている。後述する冷却器で冷却された空気は、吹出口から吹出されて吸込口で吸込まれる間にエアカーテンを形成して庫内を外気から断し、また、庫内も冷却するという役割を果たしている。この部分からの外気侵入（庫内冷気と周囲暖気の交換）によるエネルギーロスはショーケース総負荷の60~80%を占めている。したがって、外気侵入を減少させる良好なエアカーテン流の形成手段を追求することが、省エネルギー対策として効果的である。

エアカーテン流の特性評価方法としては、既にCO₂ガスをトレーサとする方法を報告している⁽¹⁾⁽²⁾。この方法によって、従来のドレン量測定によるものに比べて、大幅な精度向上・実験時間の短縮が可能となった。以下この実験によって得られたエアカーテン流の形成諸要因と、その効果について説明する（なおこの実験は、最も一般的な冷蔵用の1重エアカーテンの多段オープンショーケースを対象として行ったものである）。エアカーテンの特性を表す指標としては、外気とエアカーテン流の交換量（＝外気侵入量 G_{CR} ）を用いる。つまり、 G_{CR} が少ない程エネルギーロスも少ないということである。

3.1.1 開口距離

ショーケース前面開口部の高さ（＝開口距離） H (m)と G_{CR} (kg/h)の関係に対する実験結果は図1.のとおりである。この結果は式(1)の近似式で表すことができる。

$$G_{CR} \approx k_1 H + k_2 (0.5m < H < 1.5m) \dots\dots\dots (1)$$

k_1, k_2 : 吹出口幅、循環風量などで決まる係数

(ただし $k_1 > 0$)

図1.に示す実験結果のパラメータは、循環風量 G (kg/h)である。図1., 及び式(1)から以下のことが分かる。

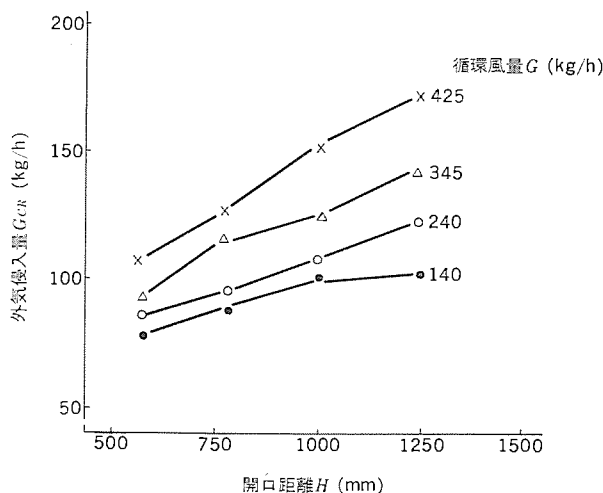


図1. 開口距離と外気侵入量の関係

- (1) G_{CR} は H にほぼ比例して増加する。
- (2) その比例係数 k_1 は G に比例して大きくなる。

3.1.2 循環風量 (G)

循環風量 G と外気侵入量 G_{CR} の関係を図2.に示す。パラメータは開口距離 H である。図2.より $G-G_{CR}$ は近似的に式(2)で表すことができる。

$$G_{CR} \approx k_3 \cdot G + k_4 \dots\dots\dots (2)$$

k_3, k_4 : 係数 ($k_3 > 0$)

図2.と式(2)から $G-G_{CR}$ の関係に関して以下のことが分かる。

- (1) G にほぼ比例して G_{CR} は増加する。
- (2) その比例係数 k_3 と定数 k_4 は H が大きい程大きな値をとる。

3.1.3 吹出口幅 (W)

図3.に吹出口幅(W)と G_{CR} の関係を示す。この図より、吹出口幅が広い程外気侵入量は少ないことが分かる。

以上、 $G \cdot H \cdot W$ が G_{CR} に及ぼす影響を明らかにした。しかし、ショーケースを設計する際、例えば吹出口幅を無制限に大きくすることは不可能であるし、開口距離を大幅に小さくすることもできない。しかしこれら実験によって、従来未知の部分が多かったエアカーテン系の動作が明らかにされ、系統的な設計が可能となり、ショーケースの省エネルギー化が図られるようになってきた。

エアカーテンの問題は以上述べたメーカーサイドだけのものではなく、

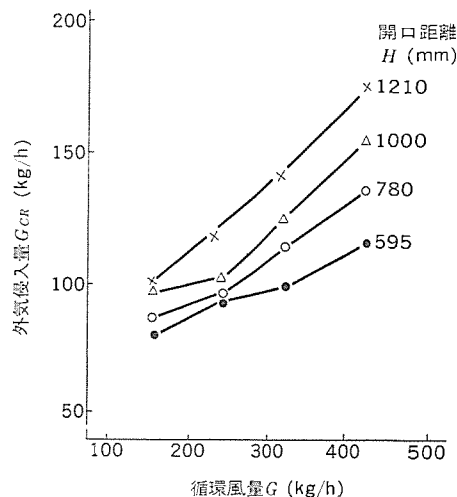


図2. 循環風量と外気侵入量の関係

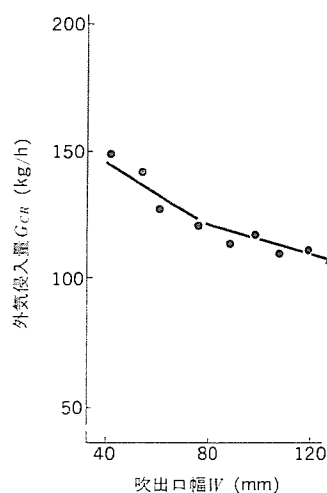


図3. 吹出口幅と外気侵入量の関係

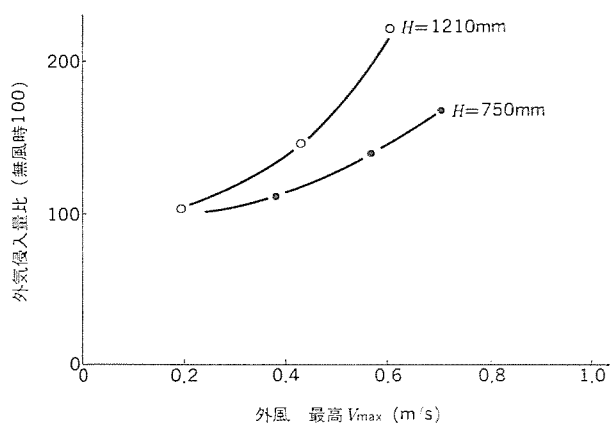


図 4. 外風と外気侵入量の関係

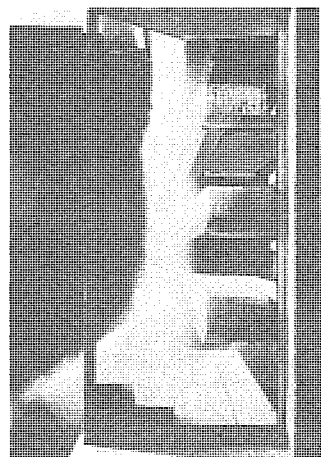


図 5. 吸込口の一部をふさいだ時のエアカーテン流態

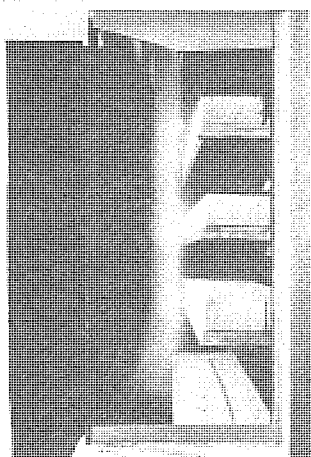


図 6. 正常なエアカーテン流態

実際にはユーザーの誤った使用によって、外気侵入量が増加する場合がある。そのひとつは、空調機吹出風などによるドラフトである。図 4. は外風 $V_{\max}$ (最大外風) と外気侵入量 G_{CR} の関係を示したものである。無風時の G_{CR} を 1 とした時、外風 0.5 (m/s) の場合の G_{CR} は 1.85 と約 2 倍となってしまう。エアカーテンは外風の影響を非常に受けやすいので、空調設備を考えると、また、ショーケースの設置場所を決めるとき、十分注意する必要がある。

図 5. はスーパーマーケットなどでしばしば見られるショーケースの使い方の悪い例で、陳列品を吸込口部まではみ出させた場合のエアカーテン流の乱れを実験的に模したものの (エアカーテン流に着色) である。図 6. に示す正常なエアカーテン流にくれべて、流れが大きく乱れていることが分かる。

3.2 冷却系

オープンショーケースの全熱負荷の 70~90% が、開口部からの外気侵入によるものであることは既に述べた。この外気侵入によって、外気中の水分が庫内へ侵入し、結局冷却器伝熱面上で霜となって成長する。この霜層は冷却器の熱抵抗を増加させ、風路の自由通過面積を減少させて循環風量を低下させる。そのため、庫内陳列商品の保冷が困難となり、ひん繁な除霜が必要である。図 7. はオープンショーケース冷却器の熱通過率の時間的減衰と圧力損失の増大を測定したものである (図 7. の実験は冷却器の前面風速を一定にしており、実際は風圧損失の増大に従って風速が低下するため、熱通過率の減衰率はより大きくなる)。このように、着霜によってショーケースの冷却能

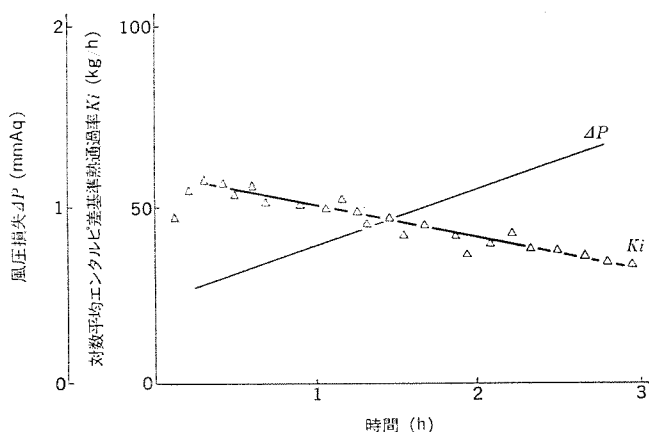


図 7. 熱通過率の減衰と風圧損失の増大

力が低下するため、設計時に余裕をもった冷却器の設計が行われている。それでも除霜回数は、庫内温度 0°C 程度のショーケースで、従来 1 日に 6 回程度必要となっている。この着霜、及び除霜回数の低減を目的として、最近当社で開発した冷却システムに、2 ステップクーリングシステムがある。このシステムでは冷却器を 2 分してあり、上流側の冷却器の温度を流入空気の露点以下で氷点以上として流入空気をそこで予冷・除湿するとともに、下流側の冷却器で所定温度まで再冷却を行うという方法を採用している。このシステムを使ったショーケースは従来にくらべて除霜回数が約 25% 減少し、冷凍サイクルの成績係数も約 25% 向上している。

冷却系の省エネルギーを図る他の方法として、除霜方法の改良がある。従来の除霜方法は、電気ヒータを冷却器上流側風路に設置することによって、空気を介して冷却器上の霜を溶かすというものであった。近年、一般にホットガスデフロストと呼ばれる冷却器管内側から直接加熱する方法が、その運転経済性と除霜時間の短いことによって一般的になりつつあり、例えば当社が開発したホットガスデフロスト装置は、電気ヒータ方式にくらべて、年間のショーケース運転経費の約 38% の節減が可能である。

3.3 店内空調とショーケース

オープンショーケースの開口部からのエネルギーロス、既に述べた外気侵入量と庫内外のエンタルピー差の積に等しい。店内空調が重要な意味をもつのはそのためである。ショーケースが正規の性能を発揮するためには、JIS の性能テスト基準の周囲条件を満足することが必ず (須) 条件である。もちろんメーカーとしてはより悪環境下に置かれることも想定して技術開発を進めているが、ユーザー・空調業者による適正な店内空調の優劣が、ランニングコストと庫内食品の安定保冷に大きな影響を及ぼす。参考までに、周囲条件の異なる場合のショーケース冷却器上の霜量の推移の相違 (シミュレーションによる) を図 8.、図 9. に示す。

もうひとつ空調とショーケースの関連で重要なことは、店舗の特殊

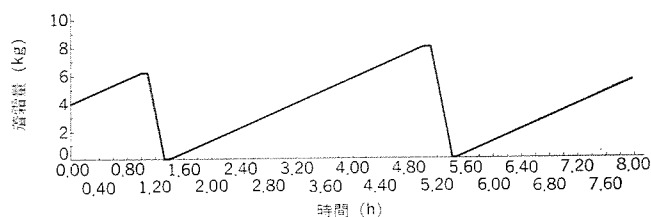


図 8. 冷却器着霜量 (周囲条件 25°C, 60% RH)

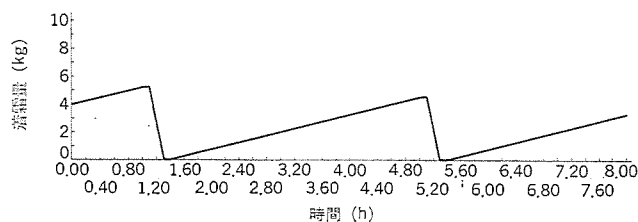


図 9. 冷却器霜霜量 (周囲条件 22°C, 50% RH)

性を考えた空調設計が必要ということである。スーパーマーケットの空調は、しばしば一般の事務所空調として計画されるケースが多いが、省エネルギー機器の効率化を考えると、ショーケース・冷凍機設備を含めて計画する。つまり、冷凍機の排熱回収や、ショーケースによって通路に滞留する冷気、いわゆるコールドアイルを回収することにより、冷房負荷の低減が可能となるからである。

3.4 店舗照明

表 1. に示すようにスーパーマーケットにおける照明用の電力は、全消費電力量の 15% 弱を占める。ショーケースには及ばないもののその比重は大きいので、これを省エネルギー化する効果は大きい。一方、食品店舗においては、特に演色性の高い照明が必要であることはもちろんである。そのため、当社では消費電力は少なく、かつ高演色性のランプを種々開発してきている。

例えば従来のけい光ランプに代わるものとして、けい光管にアルゴ

ン・クリプトン・ネオンの特殊な混合ガスを封入し、明るさを変えることなく省電力 (100 W タイプで 9% の節電効果) を実現した省電力形けい光ランプ (商品名《ネオミスーパーII》) がある。また、効率で白熱電球を大きくりょうがし、かつ高演色性のメタルハライドランプ (三菱 BOC ランプ) もあり、これらを適切に組合せることにより、照明の省エネルギー化の要求に十分答えられる。

また、照明熱を回収して空調に利用する、いわゆる空調照明システムも開発しており、今後の普及が期待できる。

4. む す び

今後は、食品の低温貯蔵に対する社会的要求は一層増大し、コールドチェーンの末端を占めるスーパーマーケットなどの店舗においては、冷凍・冷蔵食品の占める割合はますます増加してくるものと思われる。本文では主としてショーケースなど機器単体の省エネルギー化について述べたが、更にそれらすべてを含んだ店舗システムの省エネルギー化、及びそのための制御法などについて検討を進め、社会的な要望に適切に対応していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 山崎, 清水ほか: 三菱電機技報, 47, No. 5, p. 521 (昭 48)
- (2) 山崎, 清水ほか: 三菱電機技報, 49, No. 4, p. 337 (昭 50)
- (3) 山崎, 瀬下ほか: 三菱電機技報, 52, No. 6, p. 433 (昭 53)

家庭用冷蔵庫の省エネルギーと動的運転シミュレーション

山崎 起 助*・小林 協 三**

1. ま え が き

既に、冷蔵庫は一般家庭で必需品になっており、その普及率は 99% を超え、全国で 3,000 万台以上にも達している。その利用状況は一般の家電品と異なり、年間を通して昼夜を問わず使用されている。また、需要傾向としては、庫内容積の大形化と同時に、冷凍機能の増大が要求されており、これらはいずれも消費電力量を増大する傾向につながっている。現在、家庭で使用される電力量の 1/4 以上を冷蔵庫が占め、家電品の中でも最大であり、これを省エネルギー化することは重要な課題になっている。

当社では、特に、この問題に積極的に取り組み、業界で主流になっている 200~300 l クラスの昭和 54 年度品冷蔵庫では、対前年比 20% もの省エネルギー化を達成している。この省エネルギー化の背景として、消費電力量及び熱負荷構成の分析を基にした各構成要素の改善に加えて、動的運転シミュレーションによる構成要素・要因と全体の動特性との関連を明らかにする解析法の開発があり、総合的な省エネルギー化を達成している。

2. 省エネルギー技術の概要

冷蔵庫のライフサイクルエネルギーの分析結果によれば、運転時に使用されるエネルギーは、製造から廃棄に至る全寿命期間において直接・間接に消費されるエネルギーの約 92% を占めている⁽¹⁾。次にこの使用

エネルギーを削減する方法について述べる。

2.1 省エネルギー化の方策

冷蔵庫の消費電力量は、構成要素の特性向上や、構形成態の改善などによって年々削減されてきている。ここでは、最近、需要の主流になっている、200~230 l クラスの当社ファン式冷蔵庫を対象としてみれば

- (1) 霜取りヒータに特殊ガラス管ヒータを採用されることによる、冷却器の霜取り効率の向上。
- (2) 露とりパイプの全面的な採用によるとびら (扉) 付近の壁面の露付防止用電気ヒータの追放。
- (3) ファンモータの庫外設置による、モータからの熱の大部分を庫外に放熱する機構の採用。
- (4) 圧縮機成績係数の向上による単位消費エネルギー当たりの冷却能力の向上。
- (5) 壁体断熱材を冷凍室、冷蔵室の各温度レベルに合わせた適正な厚さに配分することによる熱通過負荷の減少。
- (6) 扉ガスケットを 4 重ヒレにすることによる扉部からの熱漏れの低減。

など、多くの省エネルギー方策をとり入れている。

この結果、図 1. に示す当社昭和 54 年度品 MR-293 F は、年平均月間消費電力量が 41/42 kWh/月であり、同容量クラスで最も消費電力量の少ない冷凍冷蔵庫となっている⁽³⁾。



図 1. 2 ドア 冷凍冷蔵庫 MR-293 F

2.2 消費電力量の構成

冷蔵庫の電力は、庫内に侵入する熱を庫外に放出するための駆動源となる圧縮機、庫内温度の制御を円滑に行わせるためのサーモ用ヒータ、冷却性能を維持するためのファンモータ及び霜取り用のガラス管ヒータなどの電気部品で消費される。そして全体の電力消費量に占める割合は圧縮機モータで86%、その他の電気部品で14%となっている⁽⁴⁾。

2.3 熱負荷の構成

圧縮機の駆動によって庫外に放出される熱を熱負荷といい、その構成要因と比率は次のようになっている。すなわち、断熱された壁体及び扉ガスケットを通して庫内に侵入する熱通過負荷が約79%、扉開閉を行うとき換気によって失われる扉開閉負荷が約14%、庫内電気部品の発生熱及び庫外の電気部品から庫内に侵入する熱を合計した電気部品熱負荷が約7%である⁽⁴⁾。

以上のような消費電力量及び熱負荷の構成を分析し、各要素の特性の向上を図っているのはもちろんであるが、このような方法だけでは十分でなく、冷蔵庫の動的な運転状況下である要素の変化が全体の動作に及ぼす影響を推定し、バランスのとれた各要素の組合せを求めて省エネルギー化を図っていくことが必要とされる。この技術が次に述べる動的運転シミュレーションであり、MR-293 Fの開発にも適用している。

3. 動的運転シミュレーション

3.1 シミュレーションモデル

MR-293 F をベースとしたファン式2扉冷凍冷蔵庫を機能構成別に3分割し、各セクションにおけるヒートバランス式から、各構成要素が消費電力量に及ぼす影響をシミュレーション解析によって求める。

図2はヒートバランスモデルであり⁽⁵⁾、 f は冷凍室(-18°C)、 r は冷蔵室(3°C)、 v は冷蔵室の一部を占める野菜ケースを示している。また図中に示す矢印は熱の移動方向を示している。

ここで

Q_k : 天井・側面など各壁面からの熱通過負荷 (kcal/h)

Q_g : 扉ガスケットからの熱通過負荷 (kcal/h)

Q_{ex} : 扉開閉負荷 (kcal/h)

Q_f : 冷凍室の冷却熱量 (kcal/h)

Q_r : 冷蔵室の冷却熱量 (kcal/h)

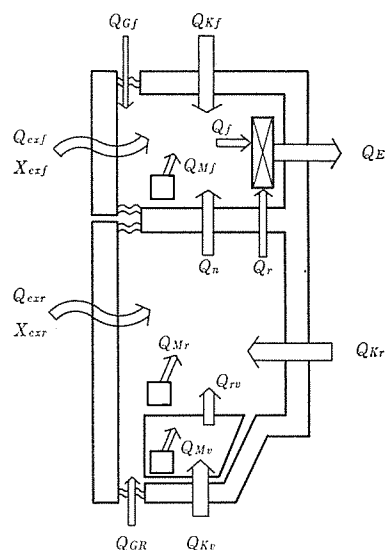


図 2. 冷蔵庫 ヒートバランスモデル

Q_E : 冷却器から庫外に放出される熱量 (kcal/h)

Q_M : 庫内食品の冷却熱量 (kcal/h)

X_{ex} : 扉開閉により庫内に侵入する水分 (kg/h)

である。

以上の各熱量成分及び物質移動成分を総合して、系の熱及び物質の平衡式をまとめると式(1)に示す連立1次微分方程式で表される。

$$\frac{dY}{dt} = A \cdot Y + B^{(5)} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 Y は前述した熱量及び物質移動に対応する温度及び湿度の変数ベクトルである。 A 、 B は係数マトリクスで、壁体の熱抵抗、空気・壁・食品の熱容量、庫内に侵入する電気部品の発熱負荷、冷却器の面積・風量などの関数である。

冷蔵庫の運転状況は、通常のサーモによる圧縮機のON-OFF運転パターン、扉開閉のとき一時的に送風機が停止する運転パターン、霜取り時の運転パターンの組合せである。シミュレーションにおいても同様のパターン組合せを設定している。

図3にシミュレーションプログラムの概略フローチャートを示す。このフローに沿って、各微小時間ごとの壁面温度・庫内空気温度・食品温度が計算できるので、それらをプロットすることにより、経時変化状況を求めることができる。消費電力量は、微小時間に求められる解を積算することによって求められる。

3.2 シミュレーション計算例

図4に、当社冷凍冷蔵庫MR-293 Fを夏期条件で運転したときの庫内温度変化状況を示す。図5には、図4と同じ条件でのシミュレーション計算結果を示すが、両者の庫内温度の変化パターン及び温度レベルはよく一致している。両図とも、圧縮機がON-OFFするにしたがって冷却器の温度は大きく変化しているが、冷凍室内の物品温度⁽²⁾は-18°C以下に保持されており、その温度変化幅もわずかである。また、冷蔵室では、冷凍室に比べて圧縮機のON-OFFの影響を受ける度合いが小さくなっている。

図6は冬期運転条件⁽²⁾における計算例である。この場合、周囲温度が15°Cと夏の30°Cに比べて低く、壁面からの熱通過負荷が小さいので、圧縮機の運転時間が短く、停止時間が長くなっている外は、夏期運転パターンと同様な経時変化状況を示している。

図5、図6は周囲温度条件を変化させた例であるが、冷蔵庫の

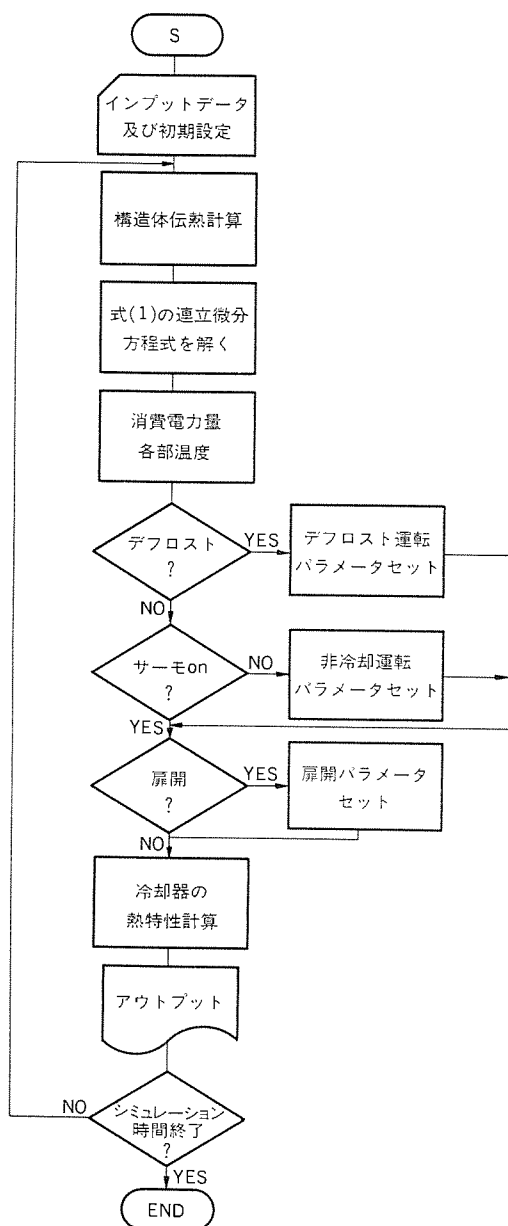


図 3. フローチャート

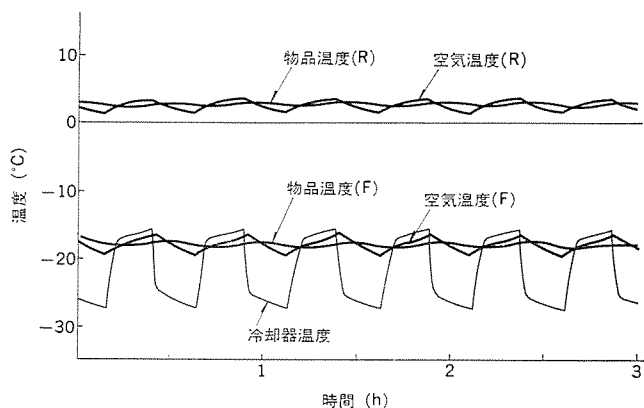


図 4. 冷蔵庫庫内温度 (実測データ, 夏期条件)

構成部品である断熱材厚さ・冷却器の能力・圧縮機の能力などを变化させた場合についても、同様な経時変化状況及び消費電力量を算定することができる。これによって冷蔵庫のバランス点を発見でき、年間を通して省エネルギー効果の高い冷蔵庫の開発ができる。

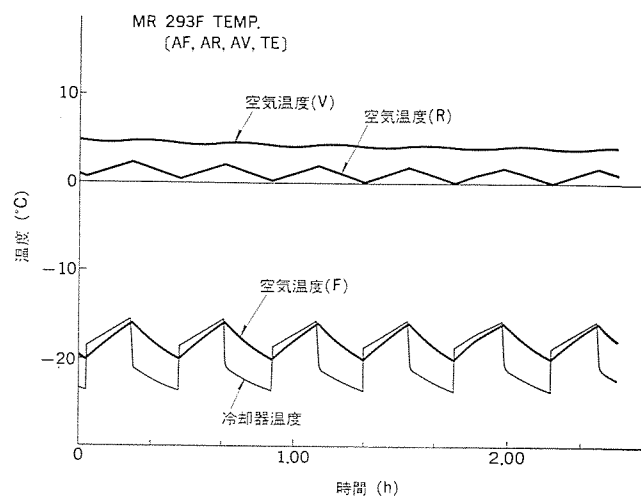


図 5. 冷蔵庫庫内温度 (シミュレーション, 夏期条件)

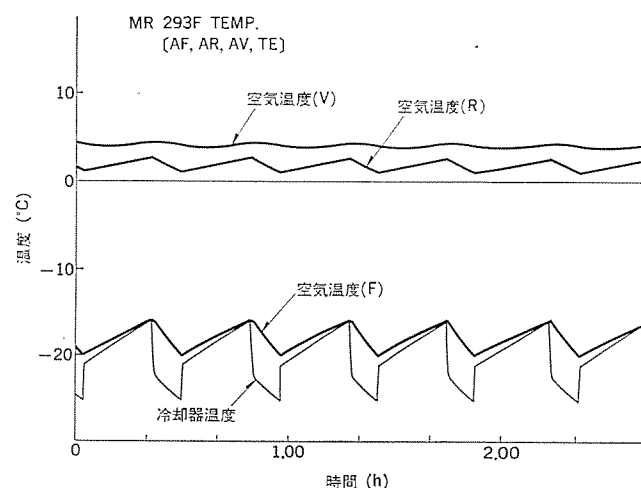


図 6. 冷蔵庫庫内温度 (シミュレーション, 冬期条件)

4. む す び

冷蔵庫本来の機能である食品の安定保冷を損なうことなく、今後ますます強く要求される省エネルギー化をすすめていく必要がある。このためには、庫内の温度変化状況とともに、各構成要素の変化による省エネルギー化率を算定できる動的運転シミュレーションが、極めて有効な方法であることを述べた。今後も、この方法と各要素特性の改善を併せて、商品性の高い省エネルギー冷蔵庫を開発していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 科学技術庁資源調査所：ライフサイクルエネルギーに関する調査研究 (昭54-4)
- (2) JIS C 9607 電気冷蔵庫
- (3) 日本電機工業会：電気冷蔵庫および電気冷凍庫消費電力量自主基準 (昭51-7)
- (4) 清水ほか：冷蔵庫の省電力化，三菱電機技報，53, No. 6, (昭54)
- (5) 山崎ほか：家庭用冷蔵庫の熱系シミュレーション，三菱電機技報，51, No. 7 (昭52-4)

1. ま え が き

照明が人間生活のあらゆる面に、非常に深いかかわり合いをもっていることは論をまたないところである。したがって、その省エネルギー化を進める上では特に人間性の尊重を基調として、生活の向上、産業活動の発展を十分に認識する視点を確立しながら、基本的には「できるだけ少ないエネルギーによって、必要な照明機能を十分に果たさせる」という方向で進めることが肝要と思われる。ふりかえって昭和48年のオイルショック時を見るとき、かなり無分別な照明削減が実施されたきらいがあったが、その結果として、たちまちのうちに種々の障害が生じ、その後それに対する深い反省と、照明の重要性をあらためて訴える論文が多く発表されている。当社としては、以上の事実を十分にふまえた上で、合理的な省エネルギーを達成させるために照明製品並びにその利用技術の面に対して、積極的な技術革新のチャンスとして現状をとらえたいと思っている。以下は、その考え方と、実際の生活の場にあてはめた省エネルギー照明につき、具体的に説明する。

2. 省エネルギー照明の考え方

屋内照明施設に対する最も一般的な照明計算の方法に、光束法と呼ばれるものがある。その公式は

$$E \cdot A = F \cdot N \cdot U \cdot M$$

ここに E は平均照度、 A は被照面の面積、 F はランプあたりの光束、 N はランプの使用数、 U は照明率と呼ばれる、照明器具の特性及び室の大きさ・形状・室内反射率などにより定められる値、 M は保守率と呼ばれ、照明器具の形式や周囲の環境、ランプ交換及び清掃計画の程度などにより定める値である。この公式を若干操作すると、省エネルギー照明の考え方を説明する適当な教材になる。

この式から必要電力量を求める公式を誘導すると

$$W \cdot T = \frac{E \cdot A \cdot T}{f \cdot U \cdot M}$$

ここに f は照明器具への入力あたりのランプ光束、 W は照明施設への全入力、 T は点灯時間である。照明の省エネルギーとはこの左辺を小さくすることであり、その方法として右辺の各要素のうち分母の要素を大きく分子の要素を小さくする努力が照明の直接的な省エネルギー対策の項目として得られる。すなわち、入力あたりのランプ光束の増大、照明率を高めるための照明器具、室の工夫、保守率を高めるための照明器具構造や保守計画、必要照度と適用面積の見直し、点灯時間の管理があげられる。

照明学会では、「省エネルギー照明のための七つの手法」として次の各項をあげている⁽²⁾。より概説的であり、とらえ方が若干異なる点もあるが、先に述べた式の説明に関連させて参考までに紹介する（→以下は説明、←以下は式の説明との対応）。

(1) 目的に合った照明→均一に明るくせず、重点的に照明し他は照度を下げるにより省エネルギー化←必要照度と適用面積の

見直し。

(2) 高効率光源の採用→白熱灯に代わりけい光灯の採用など
←入力あたりのランプ光束の増大。

(3) 照明器具の選択→器具効率の高い器具、保守のしやすい器具など←照明率、保守率の向上。

(4) 昼光の利用←必要（人工）照度と適用面積の見直し、点灯時間の管理。

(5) 照明環境への配慮→室内面の明色仕上げ←照明率の向上。

(6) 効果的な配線→手まめに消灯できる配線、自動点滅器の組合せなど←適用面積の見直し、点灯時間の管理。

(7) 保守管理しやすい設計←保守率の向上。

なお、照明だけでなく、他の電気・機械設備を含めた総合的な省エネルギーを心掛けるべきであり、そのような観点からの照明関連省エネルギー製品も数えられる。更に、直接の省電力のほかに省資材、省力も含めて展開することが総合的省エネルギー対策としては必要であろう。

3. 省エネルギー関連製品の開発動向

省エネルギーは資源小国の我が国にとって死活の問題であり、照明製品のメーカーの当社としてはこれを技術革新の機会としてとらえ、照明製品全般にわたって見直し、これからの時代に適合する製品を市場に送り出すことが使命といえる。以下、光源、回路、器具に分けて、その開発動向を示す。

3.1 光源

光源の開発における省エネルギーへの努力は高効率化による必要数量の削減と、個々の製品の省電力化との2つの柱がある。高効率化は高演色化とともに光源開発の永遠の課題の1つであり、着々とその成果が実を結んでいるが、特にこの数年の進歩は目を見はるものがある。すなわち実用光源としての効率の記録 150 lm/W を有する高圧ナトリウムランプ「ハイルックス」、120 lm/W の効率と合わせてはん(汎)用性の高い平均演色性評価数 65 を有し、メタルハライドランプの用途範囲を格段に高めた《マルチスター》、80 lm/W もの効率を有しながら平均演色性評価数 90 を記録し、高質の照明を提供できる「BOC ランプ」、あるいはけい光ランプにおいても最高の効率と平均演色性評価数 86 を合わせ持つ3波長形けい光ランプ《ルビカ》、平均演色性評価数 99 の驚異的な値とともに効率も同系列の従来品より2割も上回る「三菱色評価用けい光ランプ」などが列挙される。

個々の製品の省電力化も明るさを犠牲にしてまで行ってはならないことを前提として開発しているから、入力単位でみれば高効率化の1つの方向ではあるが、「三菱省電力形けい光ランプ」は明るさを変えずに 110 W で 9 % の低入力化をはたしている。更に世界初の省電力形高圧水銀ランプ《ワットカッター》では 8 % の省電力率とともに大出力のものでは従来品より光束を増加させており、先の CIE (国際照明委員会) 世界大会でも発表して話題を呼んだ。

3.2 回路

回路における省エネルギー努力は適正制御による過剰電力のカットと光源の高効率化促進、及び回路自体の損失減少に分けられる。例えば、ふんい気にふさわしい明るさに調節する調光器、室内照明のうち屋光の加減によって不用となる部分の照明器具の点滅を自動制御する屋光利用照明装置は過剰電力のカットが目的であり、半導体を利用して高周波点灯により光源の高効率化と同時に回路自体の損失の減少をはかる半導体安定器の開発は、回路における省エネルギー努力の代表といえよう。

3.3 器具

器具自体での省エネルギーは、光源・回路でなされた努力をいかに生かして長期間にわたり発揮させるかという点にあり、器具自体の高効率化と目的に合わせた高照明率化、更に長期にわたってこれを維持するための保守率向上努力にかかっている。

高効率化・高照明率化については器具の形状・材質・仕上げ、光源の配置とこれらの組合せによる。例えばけい光ランプのように形が大きな光源であっても反射かさの形状と鏡面仕上げとの組合せによって特定方向に数倍の光度を出す製品を開発、新形の黑板灯として歓迎されている。また、従来ランプや部品の過熱防止程度に考えられてきた換気穴を設け方によっては反射かさの汚れ防止に大きな効果があることを見きわめ、これに沿った製品も開発している。

更に、他設備、例えば空調との複合により省エネルギー効果を生む空調照明器具、冷凍室にも一般けい光ランプが使えるようにした「三菱冷凍室用けい光灯具具」も課題に沿った製品といえよう。

以下、これらの製品群を具体的な用途分野に対し省エネルギー照明に関する一般的な考え方とともに折込んで紹介する。

4. 家庭における省エネルギー照明

従来から進められ、今後も有力な省エネルギーの最も一般的な方法である。白熱灯に代わるけい光ランプの採用である。

一般の家庭で多く使われている20W、30Wクラスのけい光ランプの全光束はそれぞれ60W、100Wの白熱電球よりも多いから、点灯装置の電力損を加えても1/3程度の電力で同じ明るさが得られる。

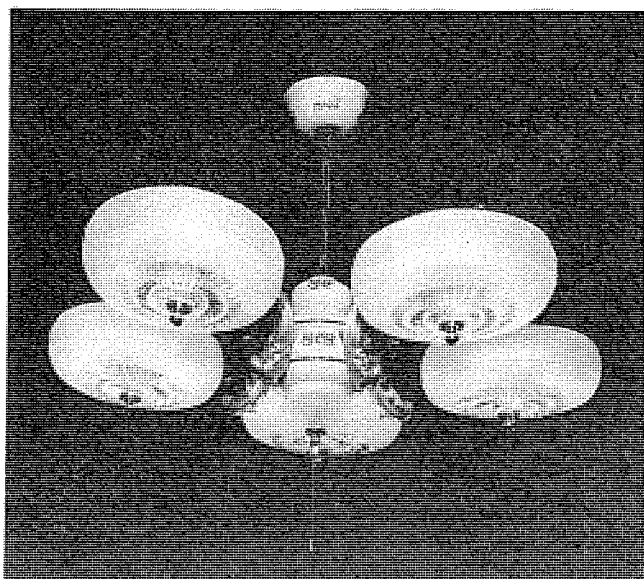


図1. シャンデリア風環形けい光灯具具

家庭の照明は白熱灯と割切っている欧米ほどではないが我が国でもまだ白熱灯がかなり使われている。住宅用照明器具は環形けい光ランプを用いたものを豊富に用意し、和室用はもとより、洋風の場所にも欧米にはないシャンデリア風環形けい光灯具具もあるから、更に積極的な切換えが望まれる。(図1.)

白熱灯の光色を好む向きも多いが、けい光ランプにも光色をこれに近づけた白熱色けい光ランプがあるので大部分は解決できる。また、けい光ランプは色の見え方が悪いといわれてきたが、この方面でも最近急速に技術が進み、ほとんど自然色に見えるランプも提供できる。家庭用には最も明るくて人の肌色や野菜、肉の色が生き生きと見えるため一層明るく感じる当社けい光ランプ《ルピカ》が適当である。

さて、豊富に用意された環形けい光灯具具であるが、ランプは長い間30Wが独占的に使われていた。これを多段に重ねて配置した器具が今でも市場の主流を占めているが、30Wを2灯重ねて配置した器具では、その直下照度は反射板の影響を加えても30W1灯の場合の1.6倍程度しか得られないことが確認されている⁽³⁾。最近、この種の製品に代わって30Wと32Wなどの異なるワット数のランプを組合せて、ランプ同士が直下から見て重ならない構成にした環形けい光灯具具に開発の重点を置いており、省エネルギーの観点からもこれを推奨したい。

なお、環形けい光ランプは、棒状のけい光ランプを点状の白熱電球に近づけて意匠的に白熱灯と代替しやすい照明器具を提供する点で評価してよいが、厳密には同じワット数の棒状のけい光ランプより若干効率が悪い上、製造工程も複雑であるから単価が高い。一般家庭でも意匠が許される場合には直管形のけい光灯具具を用いるほうが省エネルギー的といえる。

照明器具自体を見ても、ふんい気の問題はあるがセード、カバーに透明部分が多いほど効率が高くなる傾向があるから、不透明な飾りの多いものや乳白のものより、透明でしかもプリズム効果を利用したセード、カバーを選ぶほうが高い照明率が得られる。

更に、その時のふんい気に合わせた明るさを選ぶことができる調光器付きや、壁付調光器の併用なども、余剰電力除去に効果があり、戸外では自動点滅器の使用も、消し忘れ防止に是非心掛けて欲しい方法である。

5. 工場における省エネルギー照明

工場は生産コストへの反映という面からも省エネルギー思想が最も受け入れやすい体質にある。種々の省エネルギー製品が率先して採用されるケースが目立つが、現在工場照明においては主力の光源が一般形高圧水銀灯から、省エネルギーの面で一段と進んだ他のHID (High Intensity Discharge) ランプへ移行する変革期にあるといえる。特に、一般形高圧水銀灯より2倍以上も高効率な高圧ナトリウムランプは、その独得の光色がなじみにくいという批判は若干あるとはいえ、色の見え方を重視する必要のない工場には大きな省電力効果が魅力である。一般形の高圧ナトリウムランプには専用の安定器が必要であるが、最近では点灯補助装置をランプ内に組込んだため一般の高圧水銀灯用安定器で点灯できる方式の「セルフスタート形」が主流となって、採用に拍車がかかっている。

更に、効率は一般形高圧水銀灯の約2倍、演色性は一般けい光ランプ並という、才色兼備形の当社高効率形メタルハイドランプ(金属よう化物入りHIDランプ)《マルチスター》もあり、今後の活用が期待される。

一方、従来の高圧水銀灯施設に、文字通りランプを交換するだけ

で即座に8%前後の省電力ができて、しかも明るさは向上気味となる省電力形高圧水銀ランプを、今春、《ワットカッター》の商品名で発売した。ランプ電圧を若干上げて電流値を下げ、電力を節減する方式であり、電流値が下がるので、安定器電力損も減り、安定器の寿命のためにもよい傾向となり都合がよい。ただし、ランプの安定点灯を確保するために、電源電圧は定格電圧の95%以上と若干シビアになること、100V、200V用一般形安定器以外の定電力形安定器、フリッカレス形安定器、調光用安定器及び進相形安定器では省電力効果が

が得られない点に注意が必要である。

ついでに、省電力形けい光ランプについてもふれておきたい。天井高5m以下程度の工場ではけい光ランプを使用する例が多いが、三菱省電力形けい光ランプは明るさを变えずに(市場には明るさも減光するものも出ているが)消費電力を少なくしている。その方法は封入ガスの組成を変えてランプ電圧を下げ、電流値は若干上昇するが、周囲温度25℃前後では5~9%の省電力率が得られる。

さて、これらのランプを有効に使用するための照明器具は高効率、

高照明率も必要であるが、これらにのみとらわれてまぶしさや明るさのむらが著しかったりすることがないように心掛けたい。特に従来工場照明においては他の照明場所に比べてこの点が軽視されていた傾向がある。図3は多数の文献にすでに紹介しているが(4)(5)(6)(7)、当社で開発した工場環境改善用照明器具《パワールミ》で、けい光ランプを使用しているが深い反射かさによって直射光を25℃のしゃ光角でカットするとともに、反射かさ頂部に設けた換気穴兼用の採光穴によって天井も明るくして照明器具と天井との輝度比を緩和しているが、この換気穴によって反射かさの汚れが大幅に防止できることを実験によって証明し、明るさの維持が大きな特長にな

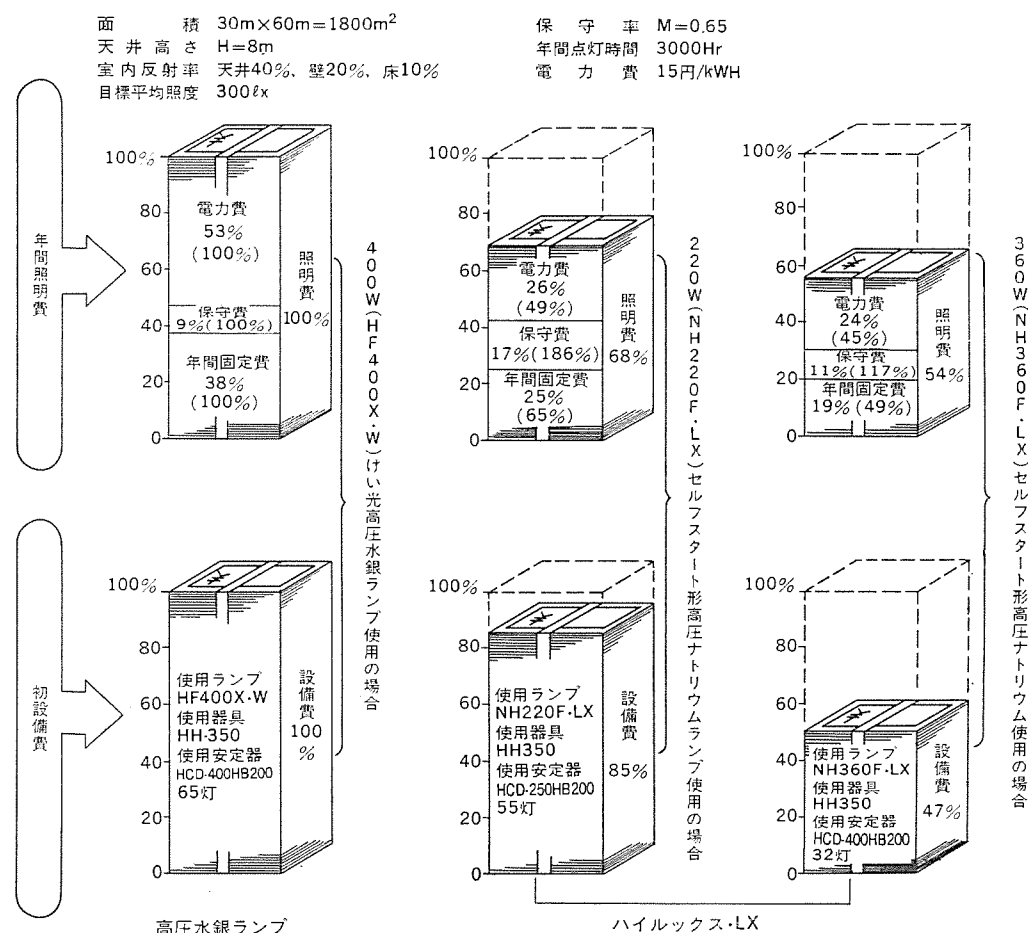


図2. 「ハイルックス・LX」と高圧水銀ランプとの照明経済比較

表1. 一般形水銀ランプ「ニューデラックスホワイト」と省電力形水銀ランプ《ワットカッター》との特性比較

種 類	形 名	安定器 入力電力 (W)	大 き さ (W)	全 光 束 (lm)	総合効率 比 較 (%)	寿命中の* 節 電 額 (円)
一 般 形	HF 250 X・W	273	250	12,600	100	—
ワットカッター	HF 250 X・W-EW/235	251	235	12,600	109	3,960
一 般 形	HF 300 X・W	326	300	15,800	100	—
ワットカッター	HF 300 X・W-EW/280	300	280	15,800	109	4,680
一 般 形	HF 400 X・W	430	400	22,000	100	—
ワットカッター	HF 400 X・W-EW/375	396	375	22,000	109	6,120
一 般 形	HF 700 X・W	745	700	40,500	100	—
ワットカッター	HF 700 X・W-EW/660	685	660	42,000	113	10,800
一 般 形	HF 1000 X・W	1,060	1,000	59,500	100	—
ワットカッター	HF 1000 X・W-EW/940	975	940	62,000	113	15,300

* 平均寿命時間12,000時間点灯した場合の総節電額、15円/kwhの場合で、安定器入力電力の差から算出した値を示す。

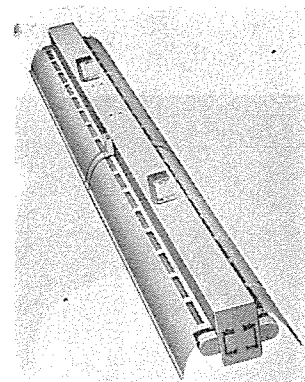


図3. 三菱工場環境改善用照明器具《パワールミ》(背面)



図4. 《パワールミ》の換気穴の効果(左の汚れた半分が換気穴なしで、右半分が換気スリット付き)

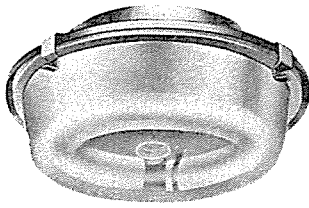


図 5. 三菱冷凍室用照明器具

った。なお、この製品は取付け省力化の面でも地上で一括組立てた後に取付けができるよう配慮している。

HID ランプ用に、ランプとの多重反射を防止して効率アップをねらった反射かさはランプの改良とともに更に進められるであろう。

高圧水銀灯の点灯装置として、始動電流を抑え1つの分岐回路に従来の5割近く余分の灯数が設置できるように回路を工夫した「LLCB システム」は、当社独自のアイデア商品として省資材の効果が大きい。

コールドチェーンの発達に伴う冷凍室用照明器具も、当社では40Wのけい光灯とヒータを組合せたものとFCL 30と白熱電球40Wを組合せたものを用意しているが、後者は白熱電球で点灯初期の採光を行うとともにFCL 30を予熱して点灯させ、白熱電球は一定の温度に達すると消灯する方式で、当社の独創品であり、白熱灯だけによる採光に比べ明るさはもとより、熱負荷を軽減し総合的な省エネルギーになる。大手食品会社の標準仕様品にもなっている。(図5.)

6. 事務所における省エネルギー照明

事務所照明の省エネルギーはその心理的效果も含めて実行されやすいが、それが単に明るさの節約になっていることがないか確認する必要がある。また、簡便な方法として2灯用のけい光灯器具のうち1本のランプをはずす例が多いが、回路によってはそれが半分の省電力にならなかったり、正常な点灯が得られなかったり、場合によっては回路が過熱などの危険な状態になる場合があるので十分な配慮が必要である⁽⁸⁾。これらに比べ省電力形けい光ランプの使用は温度管理が行き届いた事務所ビルに有効である。また、40W 2灯ラビッドスタート用としては電力を100%から70%に切換えできる段調光式安定器も考えられるから、当初に機の配置などが限定できない場合に組込んでおき、配置決定後に主要でない部分を70%の電力にする使い方もある。明るさもほぼ比例した値になる。

下面にカバーを設ける照明器具では、配光を有効な形に制御できる透明プリズムカバーを採用したい。建築基準法によって建築内装材には可燃性のプラスチックの使用が制限されているので、そのような場所にはカバーの代わりに金属ルーバが使用される。当社では独自に、しゃ光角を30°に選んだ金属ルーバを開発しており、1例では40%もの大幅な効率向上を得ている⁽⁹⁾。

窓からの昼光の利用は超高層ビルなどではとくに有効な省電力手段である。各社からこれによる人工照明の自動制御システムが発表されているが、当社の方式は天空光とともに地上からの反射も読取り、この両方の合成昼光をもとに室内人工照明をきめ細かく制御する方式をとっている。天空光だけの簡易形もあるが、地上分を加えることによって1例では約47%の省電力率が得られた⁽¹⁰⁾。(図6.)

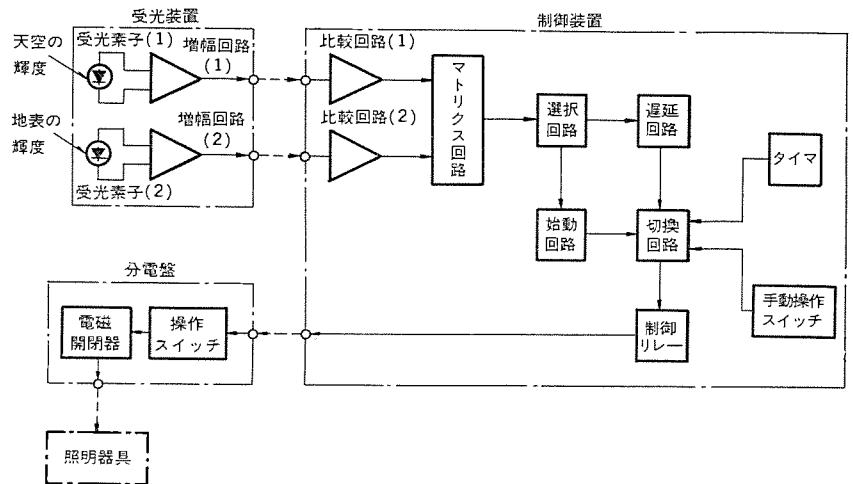


図 6. 三菱昼光利用照明制御装置ブロック図

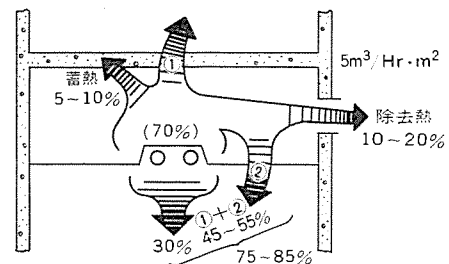


図 7. 吸込形空調照明器具使用時の天井における熱移動



図 8. システム天井方式の施設例

他の建築設備を含めた総合的省エネルギー指向製品として空調照明器具がある。室内から還気又は排気する空気をけい光灯器具に通して、照明の発熱を空気に移し、これを排出又は再利用することにより10~20%の空調負荷が軽減できる⁽¹¹⁾。(図7.)

急速に一般化されてきたシステム天井にもこの際ふれて置きたい。従来別個な技術分野であった天井と照明など天井設備を融合させて、むだのない形に再編成させたものであり、照明器具は天井を離れた個体としては存在しない形にまで部材化されている。これによって省資材化はもとより、こん包・輸送の際の小形化、天井面の一部として位置づけられた照明器具の大幅な取付け省力化など、省エネルギー

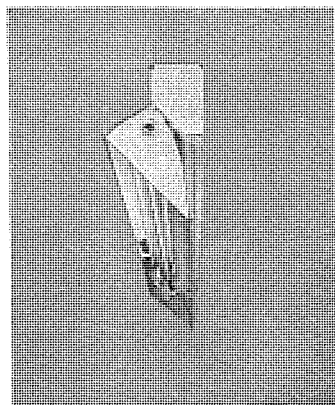


図 9. 三菱壁面照明器具

●比較例・スタジアム、グラウンド

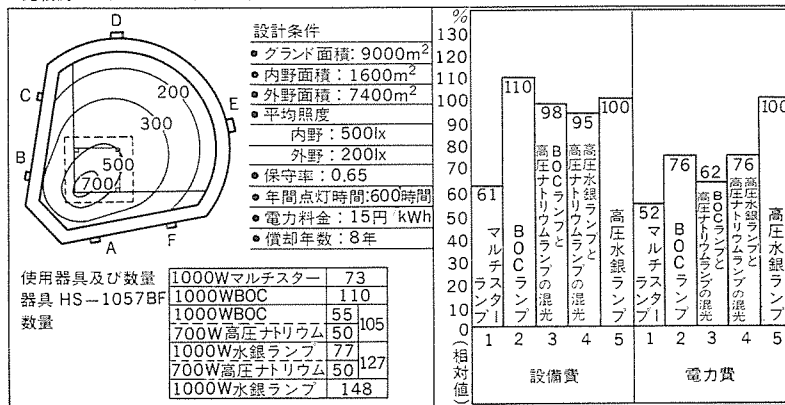


図 10. 三菱高効率 メタルハイドランプ《マルチスター》と他のランプとの照明経済比較

ー時代にふさわしい製品といえよう。(図 8.)

7. 店舗照明の省エネルギー

照明が商品の演出者として重要な役割を担っている店舗においては、エネルギーコスト以上に演出効果を期待されることが多く、省エネルギーは最も進めにくい分野であろう。扱いやすく加工しやすい光として高級店舗ほど白熱灯が多用されており、白熱灯自体の高効率、省エネルギー化がはかられている。しかし、その省エネルギーの程度はけい光灯に代替することに比べればわずかなものである。高天井のダウンライトなどけい光灯が不適当な場所にはHID器具での代用を考えたい。当社独自のHIDランプ「BOCランプ」はけい光灯以上の効率と、演色性を誇る理想に近い光源であり、店舗などの中・高天井照明には最適である。

けい光灯でも器具の設計のしかたによっては、ラインスポット的なかなりの指向性を持たせることが可能である。壁面や陳列架など、光源を見せないで照明する場所には当社で開発したけい光灯の壁面照明器具が効果的である。これはもともと学校の黒板照明用に開発したものであるが、多方面に活用できる⁽¹²⁾。(図 9.)

大形店舗では非常照明が義務づけられているが、同時に設計照度が高い関係から110Wけい光灯がよく用いられる。110Wけい光灯そのものを非常時16%の明るさで点灯する非常用照明器具を昨秋世界に先駆けて開発している。従来のように非常時にだけ点灯するランプを組込んだものよりはるかにすっきりするという意匠面からの発想もあるが、省資材効果も大きい。

白熱灯の非常灯は点灯時床面を1ルクス以上の明るさに照明することで配置が規定されるが、器具直下付近の余剰な明るさを切り崩して、その分1ルクス以上の範囲を広げた製品を開発した。必要灯数はその分少なくできるから省電力、省資材効果が大きい。

けい光灯はランプ自体の消費電力のほかに、安定器の消費電力が約2割ある。これを最近急速な進歩を遂げている半導体の回路にして大幅に削減するとともに、約30kHzの高周波点灯によるランプの高効率化によって、入力電力を現行安定器に比較して約20%減少させる半導体安定器の開発が進められており、これに伴い軽量化、小形化も進められて器具の小形化、軽量化による省力化・省資材化

への寄与も大きく、やがて現行安定器と交代する省エネルギーの代表製品として期待されている。

8. その他の省エネルギー照明

国の体育振興政策に呼応して各地に体育施設が作られているが、これらの夜間照明には当社のメタルハイドランプ《マルチスター》が最近急速に採用されてきた。従来の高圧水銀灯施設に比較して圧倒的な省電力比率はもとより、演色性においても優れており、高効率な高圧ナトリウムランプとともに、今後双壁となるであろう。これらの光源を生かし長く安定した照明を提供するように投光器にも改良を加えている。(図 10.)

9. む す び

照明における省エネルギーの考え方とこれに対処する方法、当社で提供できる省エネルギー照明製品のかずかずについて、照明の用途、分野別に概括的に述べた。全般的な手法として必要照度と適用面積の見直し、室内の明色仕上げ、手まめな消灯、あるいは保守・清掃計画なども省エネルギー照明の心がけとして忘れてはならない。これらを合わせて個別の照明施設に適用することによって、省エネルギーの実を上げていただければ幸いである。

参 考 文 献

- (1) 照明学会：照明用エネルギー調査研究報告書，p. 67 (昭53)
- (2) 照明学会編：照明ハンドブック，p. 371～372 (昭53)
- (3) 石井：照学誌，63，p. 193 (昭54)
- (4)(9) 石井：照学誌，62，p. 102～103 (昭53)
- (5) 石井：電気機械工業新聞，昭53年4月26日，p. 22
- (6) 石井，武田：三菱電機技報，52，No. 10，p. 711 (昭53)
- (7)(8) 石井：電設工業，昭54年3月，p. 50～56
- (10) 明道，森本，狩野：三菱電機技報，52，No. 10，p. 720 (昭53)
- (11) 山下，斉藤，大貫：三菱電機技報，50，No. 11，p. 586 (昭51)
- (12) 石井，武田：三菱電機技報，50，p. 589 (昭51)

電鉄における回生ブレーキ併用チョップ制御装置

成戸 昌司*・四方 進*

1. ま え が き

車両用チョップ制御装置は、主回路の無接点化による保守の省力化と、信頼度の向上、及び高速応答特性、円滑な制御特性による高粘着起動特性並びに乗心地の改善などの数多くの特長を有しているが、特筆すべきは、力行時に起動抵抗が省略できることによって本質的に無損失であること、及び効率のよい回生ブレーキが可能であることから電力消費量が大幅に節減できることである。

当社は、従来の抵抗制御方式では得られない、これらの大きな利点に着目し、サイリスタの出現とともにいち早くチョップ制御の開発・実用化に取組み⁽¹⁾⁽²⁾、今までに多数のチョップ制御装置を納入してきた。

今や、この方式は直流電車の制御の主流としての地位を築きつつあるが、ここでは、省エネルギーという観点からチョップ制御の原理、チョップによる回生電力について説明し、省エネルギー量を予測するための電力シミュレーションの手法や、チョップ制御電車の運転実績などを紹介する。

2. チョップの基本原理解

2.1 電車の速度制御

電車のけん引用電動機、すなわち主電動機には、ほとんど直流直巻電動機が用いられている。これは、直流直巻電動機の特徴が起動時に加速力が大きく、高速時には電力負荷が小さくなるためと、電機子と界磁コイルとが直列に接続されているので、運転にあたって主電動機の端子電圧又は電流のみを制御すればよいことなどによる。

けん引力（ブレーキ力） F 、及び電車の速度 V は、次式で表される。

$$F = K_1 \phi(I_M) I_M \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$V = K_2 \frac{E_M - I_M \gamma}{\phi(I_M)} = K_3 \frac{E_M}{\phi(I_M)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 $\phi(I_M)$ ：磁束、 I_M ：電機子電流、 E_M ：主電動機端子電圧、 γ ：主電動機内部抵抗、 K_1 、 K_2 、 K_3 ：歯車比及び車輪径で決まる定数

したがって、定加（減）速制御を行うためには、けん引力あるいはブレーキ力が一定になるように、式(1)に従って I_M 一定の制御を行えばよく、そのためには式(2)に従って速度に比例した主電動機端子電圧 E_M の制御を行えばよい。

そのため、従来は、図 1. (a) に示すように、力行時に主電動機と直列に抵抗器を接続し、カムスイッチなどの接触器によってこの抵抗を次々に短絡し、主電動機に加わる電圧を速度に比例させ、またブレーキ時には図 1. (b)

に示すように、主電動機を発電機に切換え、発生電力を抵抗器で消費してブレーキ力を得る抵抗制御方式が採用されてきた。

これに対し、チョップ制御方式では、抵抗器の代わりにサイリスタを用いたスイッチ回路を構成し、この高速スイッチ作用によって直流電圧を断続し、負荷に加える平均電圧を任意に変化させ、力行時には主電動機に必要な電力を与え、またブレーキ時には発生電力を電車線に返して他の力行中の電車に消費させてブレーキ力を得るものである。

2.2 チョップ制御の基本原理解

2.2.1 力行制御

力行時のチョップの基本回路は、図 2. (a) に示すようなスイッチ回路と考えることができる。このスイッチ S を開閉すると、主電動機電圧 e_M の平均値 E_M は、式(3)で表される。

$$E_M = \overline{e_M} = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} E_S = \frac{T_{ON}}{T} E_S = \alpha E_S \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、スイッチング周期 T に対するスイッチのオン時間 T_{ON} の比 $\alpha (= T_{ON}/T)$ を通流率と呼ぶ。

また、 S と D に損失が無いとすると、式(4)が成立し、

$$I_S = (E_M / E_S) I_M = \alpha I_M \quad \dots\dots\dots (4)$$

式(3)とともに、交流の変圧器における 1 次と 2 次との電圧・電流の関係に等しく、通流率で変圧比が変わる直流変圧器とチョップを考えることができる。

力行時、電車線から供給される電力、すなわち力行消費電力は、

$$P_{SF} = E_S I_S = E_S \alpha I_M \quad \dots\dots\dots (5)$$

となり、 E_S 、 I_M は一定なので、 α に比例する。

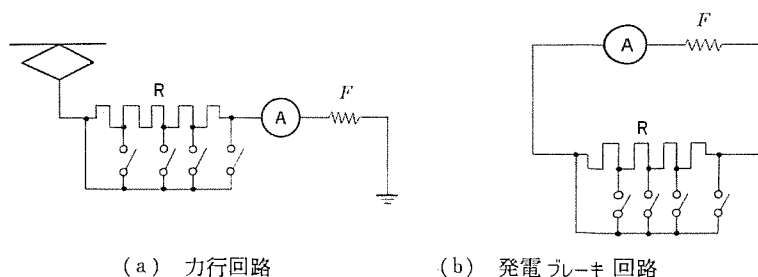


図 1. 抵抗制御方式

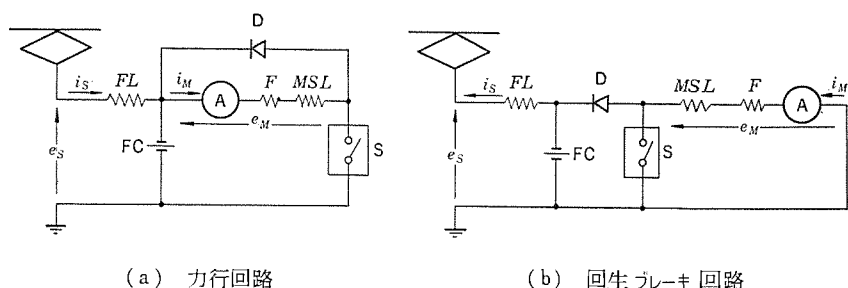


図 2. チョップ制御方式

一方、式(2)、式(3)から

$$\alpha = E_M/E_S = K_3 \phi(I_M) V/E_S \propto V \dots \dots \dots (6)$$

であるので、 I_M が一定のとき、力行消費電力は速度 V に比例することになる。すなわち、回路損失を無視すれば、走行に必要な電力だけが電車線から供給される。これが、従来の抵抗制御方式との大きな相違点である。

2. 2. 2 回生ブレーキ制御

回生ブレーキ時のチョップの基本回路は、図 2. (b)に示すようなスイッチ回路と考えることができる。スイッチ S がオンされたときにインダクタンス MSL に蓄えられるエネルギーと、スイッチ S がオフされたときにインダクタンス MSL から電車線側へ移行するエネルギーとが等しいことから

$$I_S = (1-\alpha)I_M \dots \dots \dots (7)$$

$$E_M = (1-\alpha)E_S \dots \dots \dots (8)$$

が成り立ち、力行時と違って回生ブレーキ時には、スイッチの開いた時間の比率によって変圧比が変化する昇圧用直流変圧器として働き、主電動機電圧より高い電圧をもった電車線へ電力回生ができる。

この点が、従来の主電動機電圧が電車線電圧より高い速度域だけで回生が可能な方式との大きな相違であり、停止直前まで安定な回生ブレーキを作用させることができる。

電車線へ回生される電力は、

$$P_{SR} = E_S I_S = (1-\alpha)E_S I_M \dots \dots \dots (9)$$

で表され、式(2)、式(8)から、 I_M が一定のとき、回生電力は速度 V に比例する。

3. チョップ制御電車の省エネルギー量

3. 1 電力パターン

前章でも述べたように、チョップ制御電車は、従来の抵抗制御電車と比べて起動抵抗の損失がないこと、及び電力回生ブレーキが容易にできることが、省エネルギーの面における大きな特長である。ここで、電車に授受されるエネルギーである電力を図 3. で説明する。わかりやすくするため、電車主回路の各部損失（主電動機・配線・チョップ制御用リアクトルなどの内部抵抗によるもの）を無視することにする。また、図の縦軸は運転中の各瞬時電力を示し、横軸の時間軸とて囲まれる面積が、力行や回生運転を行ったときの積算電力量になる。

図 3. の期間 T_1 は、一定加速度で電車が加速される直線加速域で、前章で述べた主電動機印加電圧制御期間である。ここが、抵抗制御車で起動抵抗損失が発生する期間であるが、ほとんどの抵抗制御車では、主電動機の直並列切換制御を行うため、破線で示すような電力特性になる。これに対し、チョップ制御電車では、実線で示す

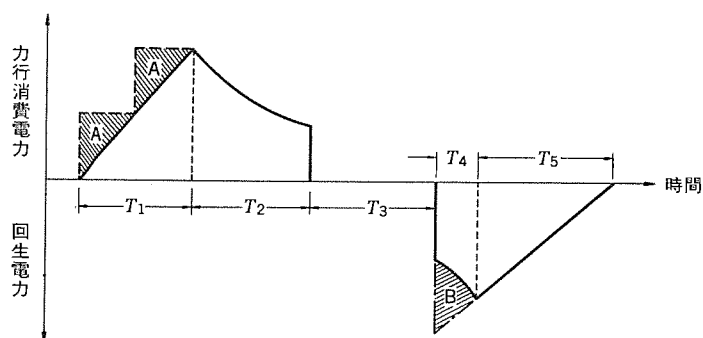


図 3. 電車の電力パターン

	電力パターン	実消費電力量	節電率 (チョップ/抵抗)	
			力行	総合
抵抗制御電車		P_K	—	—
チョップ制御電車		$P_C - P_R$	$\eta_F = 1 - \frac{P_C}{P_K}$	$\eta = 1 - \frac{P_C - P_R}{P_K}$

図 4. 実消費電力量と節電率

ような電力特性になり、前章で説明したように、速度に比例した特性になる。したがって、斜線で示した部分 A が抵抗制御車における起動抵抗損失の電力量である。

次に、期間 T_2 は、電車線電圧がフルに主電動機に印加され、主電動機の特性に従って加速する特性加速域である。この期間の力行電力は制御方式による差がなく、すべてが電車の加速に利用される。

T_3 は、電力の授受がなく、電車が慣性によって走行する惰行期間である。

電車が停止するまでのブレーキ期間が T_4 と T_5 とで、一定減速度で減速するが、このときにチョップ制御によって電力を回生することができる。減速前、電車は、1 点鎖線で囲まれた部分に相当する運動エネルギーを有しているが、 T_4 の高速域ではチョップ制御の原理上、主電動機電圧を電車線電圧以下に抑える必要があるため、回生できる電力は実線で示すような部分になる。この斜線部分 B は、多くの場合、空気ブレーキなどの機械ブレーキによって熱になって消費される。

以上の電力パターンと実消費電力量などを、抵抗制御電車とチョップ制御電車との各場合についてまとめると図 4. のようになる。これらの数値は、設定される電車特性によって変わるが、駅間走行速度が比較的低くて各駅に停車する、すなわち図 3. の T_1 と T_5 との期間が主で、 T_2 や T_4 の期間が短く、しかも力行とブレーキとの繰り返しが多い地下鉄路線では、節減率 η が大きくなり、チョップ制御電車の省エネルギー効果が十分に発揮されることになる。

3. 2 回生電力の吸収

3. 2. 1 回生負荷

現在、運転されている直流の電系統には、半導体整流器方式の変電所が多く、ブレーキ中のチョップ制御電車から回生される電力は、図 5. に実線で示すように、力行中の電車で消費するしかない。この電力授受が理想的に 100% 行われるとすれば、変電所の容量を大幅に低減できるが、実際の電車運転では回生電力のすべてが力行電車で消費されることにはならず、その割合(回生有効率)は運転条件などに大きく左右される。回生負荷が少ない場合、チョップ制御の回生電車は、その負荷量に合った回生電流しか流さないように回生電流リミット制御を自動的に行うが、この場合には回生ブレーキ力が指令ブレーキ力より小さくなるので、空気ブレーキなどで補足するようにする。

3. 2. 2 回生変電所

チョップ制御電車の持っている大きな回生能力を十分に生かして省エネルギー効果を高めたり、長い区間で抑速ブレーキを行うために回生ブレーキ力を確保しようとするとき、最近に実用されているのが回生変電所である。この変電所には、従来の整流器回路に加えて直

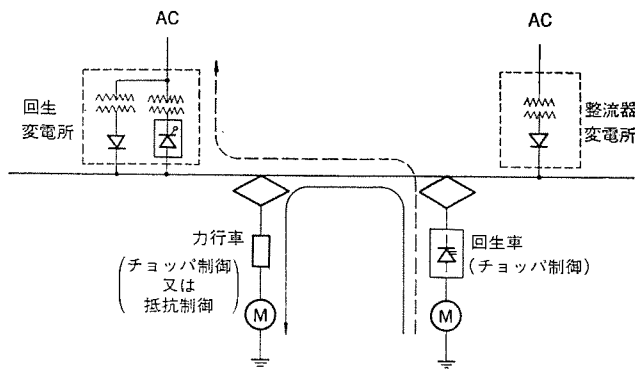


図 5. 回生電力の吸収

流-交流変換用 インバータ 回路があり、図 5. の破線で示すように、力行電車で吸収しきれなくなった直流回生電力を交流に変換して駅その他の付帯設備に給電し、総合的に電力の有効利用ができる。

3.3 省エネルギー量の計算

省エネルギー効果が期待できるとはいっても、チョップ制御電車の導入を計画するにあたって注意を要することの1つは、実路線の走行で運転消費電力がどの程度節減できるかということであり、あらかじめ定量的に予測する必要がある。特に、回生運転の場合、運転条件などによって電力消費の割合が大きく変化するので、実路線における運行計画に沿ってシミュレーションを行う必要がある。

3.3.1 電力シミュレーションの手法⁽³⁾⁽⁴⁾

シミュレーションの入力条件は、次のとおりである。

- (1) き電系統 変電所の分布・容量・出力電圧、整流器変電所か回生変電所かの区別、変電所及び電車線の抵抗値、電車線の接続方式
- (2) 路線条件 こう配・曲線・速度制限、駅の分布
- (3) 運転条件 運転車両編成数・運転間隔
- (4) 車両 抵抗制御とチョップ制御との区別、回生制御の有無、車両性能、補機電力

計算するにあたり、まず実路線走行曲線から電車の電流パターンと位置パターンを作成し、運転条件にしたがって電車を分布させる。これによって変電所を電圧源、電車を電流源とする回路網ができ、回路方程式を立てて単位時間ごとの各部の電圧・電流・電力を計算する。前節で説明したように、負荷の状況に応じて回生電流を制御する回生電流絞り機能も、実際の制御方法と同じ形でプログラムに入れている。シミュレーションのフローチャートを図 6. に示す。

3.3.2 計算例

いろいろな条件を設定して行った計算例を幾つか説明する。

表 1. は、制御方式の違いによる消費電力の比較例を示す。回生ブレーキを行うチョップ制御電車は、抵抗制御電車と比較すると 43% も節電できることがわかる。

図 7. は、全走行編成数のうちにチョップ制御電車編成が占める割合（チョップ化率）によって変電所出力電力がどのように変化するかを示すものである。チョップ化率を上げると、節電率が大きくなることがわかる。ただし、表 1. の例と比較すると、基本条件が異なるので、チョップ化率 100% での節電率は少し低い。

図 8. は、電車の運転間隔（ヘッド）と回生有効率（負荷が十分にあるとした場合の理想回生電力に対する実効回生電力の比）との関

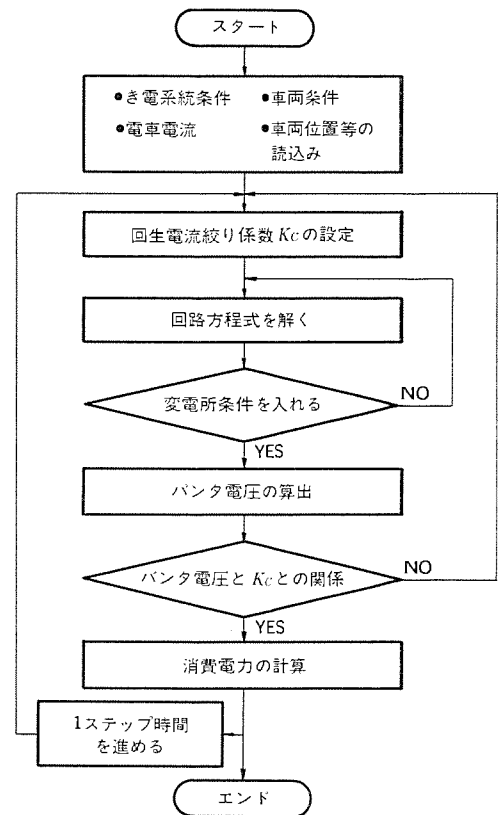


図 6. フローチャート

表 1. 消費電力比較表（5分ヘッド、編成当たり）

	変電所出力	車両			
		力行電力	回生電力	実消費電力	節電率
抵抗制御車	138	130	—	130	—
チョップ制御電車（回生なし）	108	102	—	102	0.22
チョップ制御電車（回生あり）	85	100	26	74	0.43

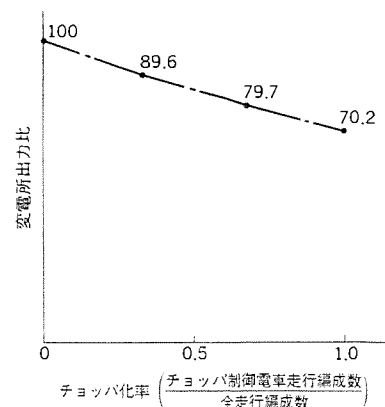


図 7. チョップ化率と変電所出力

係を示す。ここには、基本条件の異なる2つの計算例を示してあるが、いずれも、運転密度が高いほど回生有効率も高くなることを証明している。

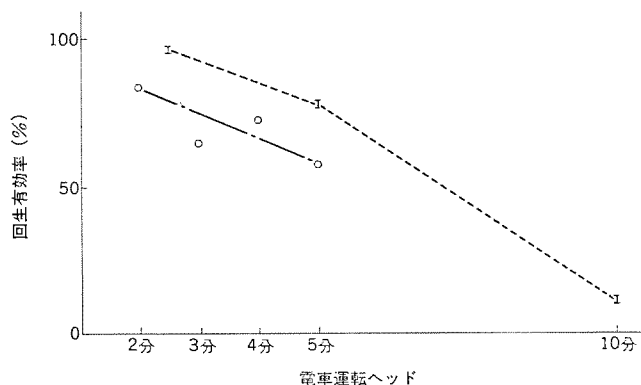


図 8. 運転ヘッドと回生有効率

4. 三菱チョップパ制御装置の現状

多数の納入実績と、豊かな経験による当社の優れた技術の中で、省エネルギーという観点からその主なものをここでとり上げてみる。

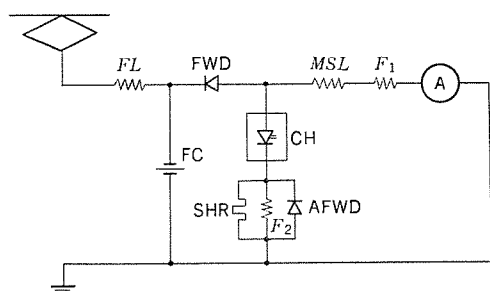
4.1 回路方式

鉄道車両には、保安上、高速から低速まで一定のブレーキ力が必要である。しかも、これをすべて電気ブレーキで賄うのが保守・安全面で望ましい。しかし、チョップパによる回生ブレーキは原理上、3.1節で述べたように、高速域ではブレーキ力が小さくなる。

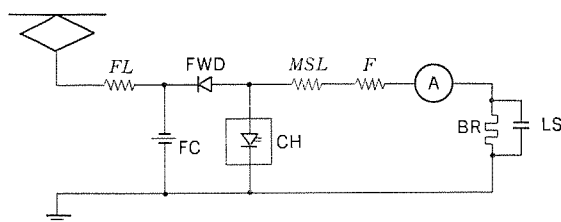
したがって、高速域でも十分な電気ブレーキ力を出すとともに、省エネルギーという観点から、車両の持っている運動エネルギーを効率よく変換して回生電力を増大させるためには、図3の斜線部分Bで示す領域を回生できる領域として拡大する何らかの方策が必要である。

4.1.1 一定弱界磁方式

力行の高速制御と同様に、主電動機の界磁巻線に分路を設けたりして界磁を弱め、速度特性を引き上げる方式である。



(a) AVF方式



(b) 直列抵抗挿入方式

図 9. 高速回生方式ブレーキ回路

4.1.2 自動可変界磁 (AVF) 方式⁽⁵⁾

界磁制御が、チョップパの通流率に応じて自動的に行える方式で、高速域では弱界磁状態であるが、低速域では界磁が強まって良好な加減速特性が得られるとともに、低速域で電流を小さくしてもブレーキ力が出るので、電流定格を大きくしないで高速回生能力が得られる特長がある。

図9.(a)のように、主電動機の界磁巻線を2分割し、 F_1 を電機子と直列に、 F_2 をチョップパによる断続回路にそう(挿)入して両者を和動にする。 F_1 は、電流制御によって一定の磁束を発生するが、 F_2 は、通流率によって電流が変化して磁束も変化する。

4.1.3 直列抵抗挿入方式

チョップパによる回生ブレーキでは、主電動機電圧が電車線電圧を超える領域では制御できないので、図9.(b)に示すように、回生ブレーキ時、電機子と直列に抵抗を挿入し、主電動機電圧をこの抵抗による電圧降下分だけ高くして制御領域を拡大し、高速回生能力を得る方式である。

4.2 省力化機器

4.2.1 フロン沸騰冷却方式⁽⁶⁾

従来、半導体素子の冷却には最も実用的な強制風冷が採用されてきたが、近年、半導体素子の高圧化・大容量化が進められ、この大容量素子を用いてチョップパ装置を構成する場合、素子の発生熱を短時間に大量に取り去ることが可能な冷却方式が必要になってきた。

これらの条件を満足させるために当社が開発・実用化したのがフロン沸騰冷却方式で、大容量素子の使用を可能にして素子数を低減でき、内部損失はもちろん、素子製造のための電力を節減するなど、総合的に省エネルギーに貢献する。更に冷却用ブローが不要になることで、電車で積載される補助電源容量も低減できることになる。

4.2.2 自動試験装置⁽⁷⁾

大幅にエレクトロニクス化されたチョップパ制御装置の出現により、これを保守する検査業務も複雑多岐になり、車両保守上、従来とは質の異なった高度の技術が必要になってきた。

このような要請に答えて近年、コンピュータを利用した電車総合試験装置やチョップパ単体試験装置などの自動試験装置を導入して、試験を定位置で能率よく行うことができ、車両保守業務の省エネルギー化を図っている。

4.3 最近のチョップパ制御装置

最近のチョップパ制御装置の1例として、近畿日本鉄道(株)に納入した3000形電車用チョップパ制御装置を紹介する。

この装置は、こう配区間の多い奈良線・大阪線をはじめ、全線を走行できる性能を有する高速効外電車用チョップパ制御装置であると同

表 2. 近畿日本鉄道(株) 3000 形車用 チョップパ 装置主要諸元

主 電 動 機	MB-3240-A(165 kW) × 8 台
定 格 電 圧	DC 1,500 V
定 格 電 流	1,700 A
電 気 ブ レ ー キ	回生ブレーキ・発電ブレーキ併用
制 御 方 式	2 相 2 重方式・電流平均値制御
制 御 周 波 数	241 Hz × 2
冷 却 方 式	自冷式フロン沸騰冷却

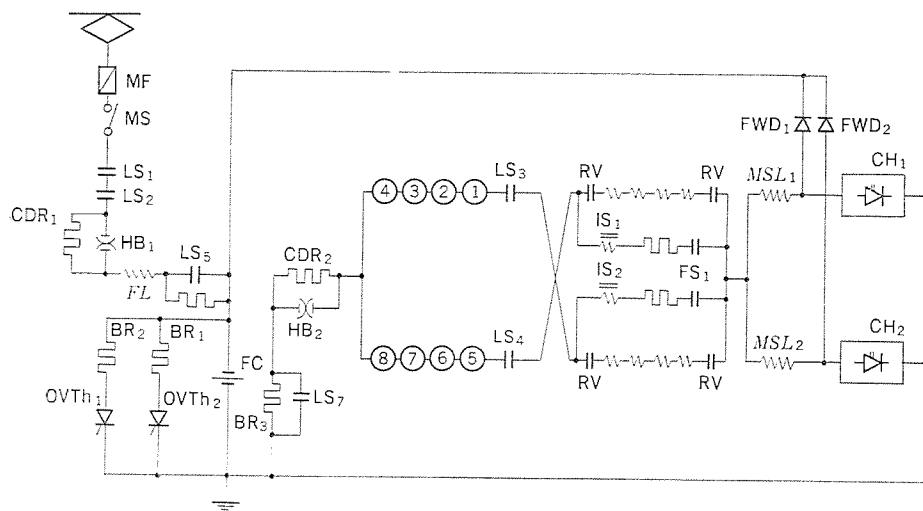


図 10. 近畿日本鉄道(株) 3000 形車用 チョップ 回生 ブレーキ 主回路



図 11. 近畿日本鉄道(株) 3000 形車用 自冷式 フロン 沸騰冷却 チョップ 装置

表 3. チョップ 制御電車と 回生率

(回生率は、近畿日本鉄道の項を除き文献(8)より引用した)

	地 下 鉄 道 区					都市間・郊外線区	
会 社 名	札幌市交	営 団		名古屋市交	大阪市交	南海電鉄	近畿日本鉄道
線 区 名	東西線	千代田線	有楽町線	鶴舞線	御堂筋線	高野線	京都・橿原線
形 式	6000 系	6000 系	7000 系	3000 系	10 系	8000 系	3000 系
電 気 方 式	DC 1,500 V	同 左	同 左	同 左	DC 750 V	DC 1,500 V	同 左
主 電 動 機	70 kW × 16	145 kW × 8	150 kW × 8	135 kW × 8	130 kW × 8	155 kW × 8	165 kW × 8
チョップ方式	電機子	同 左	AVF	同 左	電機子	AVF	電機子
回 生 率	8 %	24.4 %	28.9 %	26.7 %	26.1 %	26.9 %	26.2 %

時に、地下鉄線との相互乗入用として高加減速性能をも有する。

直列抵抗挿入方式による高速回生ブレーキ性能はもとより、回生・発電併用抑速ブレーキ方式が採用され、連続こう配区間を回生負荷の

有無にかかわらず、電気ブレーキのみで抑速ブレーキが可能になり、保安度が向上されている。

主要諸元を表 2. に、主回路つなぎを図 10. に示す。また、フロン沸騰冷却方式によるチョップ装置の外観を図 11. に示す。

5. チョップ制御電車の 運転実績

これまで当社が納入したチョップ制御装置と、その電車の実測回生率とを表 3. に示す⁽⁸⁾。

ここに示した回生率は、図 4. の P_R/P_C に相当し、節電率の 1 つの目安として一般に用いられている。

抵抗制御車に対する節電率は、力行における節電率 $(1 - P_C/P_K)$ が加わるので、一般にこの回生率の数値に 10% 程度を単純加算した数値になるとみてよい (回生率 30% + 10% = 40% 節電率)。

6. む す び

以上、省エネルギー電車として活躍しているチョップ制御電車について、その基本原理、消費電力量などを主として述べた。確かに、従来の方式では得られなかった大きな利点を有しており、期待どおりの実績を示しているが、今後、取り組むべき課題も少なくはない。電力費の節減と常に比較検討される、装置の価格もその 1 つであろう。再び盛り上がってきた省エネルギー活動の要請に十分に答えるためには、この点を含めた製造面の見直し、各部分の内部損失を更に小さくするための改良などに努力するものである。

国内・国外を問わず、交通機関を中心にして大きな需要が見込まれる今日、新しい技術、新しい用途の開発などに取り組んでいこうと思う。

参 考 文 献

- (1) 北岡ほか：三菱電機技報，42，No. 11，p. 1,422 (昭 43)
- (2) 北岡ほか：三菱電機技報，45，No. 11，p. 1,463 (昭 46)
- (3) 大野ほか：三菱電機技報，44，No. 2，p. 282 (昭 45)
- (4) 甲木ほか：昭和 50 年電気四学会連合大会，No. 84
- (5) 芦谷ほか：三菱電機技報，47，No. 9，p. 918 (昭 48)
- (6) 太田ほか：三菱電機技報，52，No. 7，p. 487 (昭 53)
- (7) 石本ほか：三菱電機技報，52，No. 7，p. 502 (昭 53)
- (8) 岩本，刈田：電気鉄道，32，No. 1，p. 27 (昭 53)

1. ま え が き

当社の省エネルギー活動は、メーカーの立場とユーザーの立場とに大別して進めている。メーカーの立場では当社製品について高効率機器の開発を行い、ユーザーの立場では当社で使用するエネルギーについてその有効利用を図ることとしている。本稿では当社工場で使用するエネルギーの有効利用について述べる。

当社の工場は全国に30か所あるが生産機種も工場規模も異なり、エネルギー消費の少ない組立工場から、エネルギー消費の多い素材工場までさまざまである。したがって省エネルギー対策はその工場の特性に応じた経済効果の高いものから順次実施してきている。昨今のエネルギー事情からはより積極的に対策を進めているが、更に長期的にエネルギー問題に対処するため、今まで行われてきた管理、運用面の合理化を一層徹底するほかに、加工エネルギー消費の少ない材料の開発や製造プロセスの改革、製品設計の検討など生産方式をエネルギーの面から根本的に見直すことが必要と考え、これに全社の総力をあげて取組むこととしている。以下にこれまでの省エネルギー活動の経緯と今後の計画について概要を記す。

2. 省エネルギー活動の経緯

2.1 電力危機対策

当社において、最初のエネルギー問題への対応は、昭和48年5月の“電力危機”からである。このころ産業界のエネルギー消費は最高に達していたが、一方電力供給は思うように進まず、各電力会社は危機を訴え、産業界に対して電力のピークカット及び電力消費の節減を要請した。当社としてもこれに対応すべく「電力有効利用委員会」を設置し、全社的に電力節減の行動を開始した。

これが、当社のエネルギー問題への取組みの初めであり、この対策がスタートしていたことにより、その半年後に起こった“オイルショック”にそれ程大きな混乱もなく対応することができた。

この電力危機対策の具体的な活動は、目標を光熱費の10%削減におき、ポスターや標語の募集に始まる啓蒙活動から電力使用の実態は(把握)、冷房時間の短縮や温度の変更、受変電設備の力率改善、試験用電力使用時間の調整など、即効性のあるものから着手し、むだと思われる電力使用を洗い出して改善を進めた結果、相当な成果をあげることができた。

2.2 エネルギー有効利用委員会

オイルショック後エネルギー高価格時代に入ったことを契機に、全社的にエネルギーの有効利用対策を強力に推進するため、昭和49年末に前述の電力有効利用委員会を改組して「エネルギー有効利用委員会」が発足した。この委員会はエネルギー有効利用製品開発分科会と、生産用エネルギー有効利用分科会の2つで運営している。

生産用エネルギーについては電力だけでなく石油・ガスなどの燃料と、更に省資源対象の水を含めて合理化をはかることとし、本社生産技術部が幹事となって各工場間の連携をとりながら管理指標の検

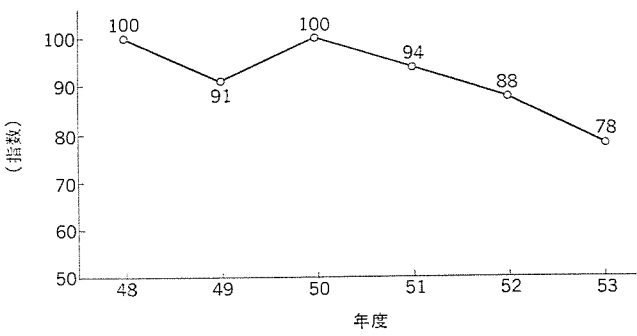


図 1. 生産高対応エネルギー原単位(指数)推移 (48年度=100)

討や情報収集、改善事例の発表など各種の活動を進め今日に至っている。

2.3 いままでの成果

電力危機対策にはじまった省エネルギー対策の昨年度までの総括的な成果は、節約額累計で26億円、生産高対応エネルギー原単位の削減は22%となっている。具体的な事例は次の3章、4章で述べるが、原単位削減の推移は図1.のとおりである。このような削減ができたことは、これまでの種々の省エネルギー対策が実を結んだことも確かであるが、それ以外に当社全体のVA活動や生産性向上の各種活動により生産体制の効率化がはかれたことも大きな要因である。

なお、当社は総括的なエネルギー管理指標として“生産高対応エネルギー原単位(kcal/生産高(円))”を用いているが、その理由は次のような考えからである。

●一般的には原単位はkcal/生産量(重量tonなど)で表されるが、当社製品の半導体から発電機までを総括的に量でとらえるのは困難なので、一応kcal/生産高(円)とした。分母が生産高(円)であることは最適ではないが、全社を把握する指標の目安としてこれを用いている。各工場の部門ごとでは、ton数や出来高表示などそれぞれに適した管理指標を持ち、原単位の改善に努力している。

3. 省エネルギー対策の具体例

3.1 対策事例の分類

当社がこの数年間に実施した省エネルギーの具体例は、数100件になるが、それらを整理すると次のように分類できる。

(大分類)	(中分類)	(説明)
Ⅰ 管理・運用	A 俟約……………	適正よりガマンする。
	B 管理改善……………	ムダを省く
	C 平準化……………	ピークロード減
Ⅱ 製造技術	D 設計仕様・材料の変更……………	塗装不要な設計等
	E 製造プロセスの改良……………	工程の省略等
	F 高効率設備機器の導入……………	省電力形ランプ等

Ⅲエネルギー源 Gエネルギーの代替……………電気→ガス等

H排熱利用……………排ガス熱回収等

J自然エネルギーの利用……………自然通風の利用等

この分類によると、従来実施してきたのは冷暖房温度の見直しやロットをまとめて効率をあげるなど大分類Ⅰの項目が圧倒的に多く、それ以外のものはまだ少ない。

3.2 省エネルギー対策改善事例

いままでに実施した省エネルギー対策事例のうちから各工場に共通的なものを選び、その主なものを次に述べる。

(1) 受変電設備の力率改善……………コンデンサの増設と容量調整を行い、普通高圧受電も含めて全工場の平均は98.5%まで改善している。

(2) ピークカットによる契約電力の削減……………大容量試験設備などの作業計画の調整を行って負荷の平準化をはかり、また高負荷時に冷房電力をブロック別に切ったり、溶解炉を自動的に保温状態に切換えるなどデマンド管理を実施して負荷設備増加にもかかわらず契約電力の増加を抑えた。

(3) 変圧器ロス削減……………負荷系統を整理して夜間、休日又は季節によって無負荷となる変圧器の電源を切ってロスを削減している。

(4) 電動機の無負荷運転の削減……………ならし運転時間を短縮し、また作業段取りの改善につとめるなどか(稼)働効率を高めている。

(5) 照明の節電……………手元スイッチ、プルスイッチを増設して不要箇所の消灯を励行し、また採光窓を増設して自然光の利用を拡大したり、高効率照明器具・ランプへの更新を逐次実施して照明電力の節減を進めている。

(6) 冷暖房の見直し……………従来よりも冷房温度を2℃高く、暖房温度を2℃低く設定しているほかそれぞれの運転期間を短くし、また1日のうちでも外気及び室内の状況に応じて運転・停止するなどの措置をとっている。更に温度センサによる自動制御の拡大、すき間風損失の防止、断熱性能の向上などの対策をとり上げている。

(7) 炉の操業効率向上……………熱処理、乾燥などの炉はそれ自体の放熱損失の防止、燃焼効率の向上をはかっているほか、ロットをまとめて装入量を多くすることや、加熱時間を短縮する、余熱を利用する、などの操業管理面に検討を加えて製品当たりのエネルギー原単位の縮減に努力している。

(8) ユーティリティ動力の節減……………エアコンプレッサは負荷に応じて台数制御を実施し、更に夜間・休日などの一部操業には小形コンプレッサを活用するなどの対策をとっている。用水ポンプは、台数制御のほか可変速モータによって負荷変動にかかわらず圧力一定で、しかも全体的に低い圧力に調整してエネルギーを節約している。

(9) その他の活動……………小集団活動、改善提案制度などを通じて省エネルギー思想の啓蒙普及につとめてむだを省くとともに提案された小改善を積重ねて省エネルギーに寄与している。また各部門にまたがる課題に対してはプロジェクトチームを編成するなどして推進をはかっている。

4. 高効率機器の応用例

4.1 《ロスナイ》

空調した室内の空気を衛生的に保つために新鮮空気の導入が行われるが、事務所など入室人員の多いところではこの外気取り入れによる負荷が全体の30~40%を占める。そこで新鮮空気導入の際に排出される汚れた空気から熱エネルギーを回収すれば省エネルギー効果が大きい。そのためには温度(顕熱)だけでなく外気負荷の約80%を

占める湿度(潜熱)も交換できる全熱交換器が必要である。

当社製品の《ロスナイ》は和紙のもつ熱通過と透湿の性質を利用した空気対空気の静止形全熱交換器で世界7か国の特許を持っている。《ロスナイ》は図2.の原理図で示すように排気と吸気の通路は特殊加工紙の仕切板で完全に分かれており、排気される汚れた室内空気と吸気された新鮮な室外空気とが混じることなく温度及び湿度の交換が行われ、そのエンタルピー交換効率は非常に高く60~70%に達する。

4.1.1 事務所空調への応用

《ロスナイ》には空調設備に組込む大容量の《ロスナイ》ユニットと、送風機、フィルタを内蔵して単独に換気できる中小容量の《ロスナイ》パックがあって目的に応じて適当な容量の機種を選定できる。ここでは《ロスナイ》パックを使用した例を紹介する。

対象となった建物は鉄筋コンクリート造り4階建て、延面積1,750m²の事務所(工場本館)で冷暖房システムは空気熱源ヒートポンプによるファンコイルユニット方式である。ここに工事の簡略なことから換気量の調整の容易なことから《ロスナイ》パックLGF-40を20台配置した。この結果、空調負荷は図4.に示すように冷房で18%、暖房で27%減少して冷暖房機器及び電気設備の容量を縮小でき、設備費全体を圧縮することができた。また年間の空調用電力は22%削減できて大きな省エネルギー効果があった。

このほか大規模な事例では年間1千万円を超える節約ができたものもあって、投資回収期間も短いので、各地での採用が増加している。

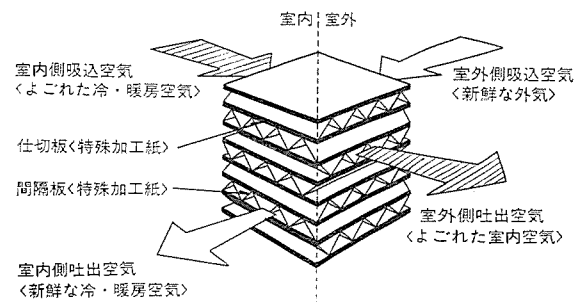


図2. 透過式全熱交換器の原理図

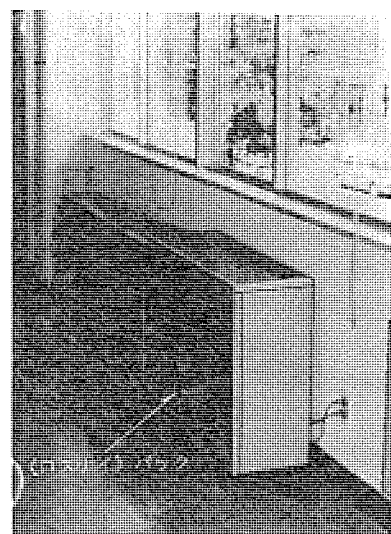


図3. 《ロスナイ》パック据付けの例

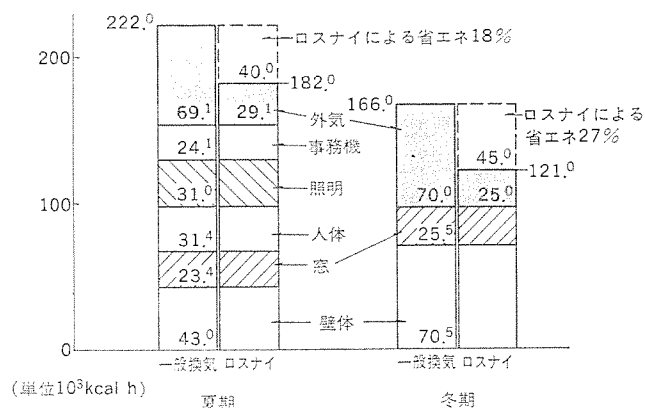


図 4. 《ロスナイ》使用による省エネルギー効果

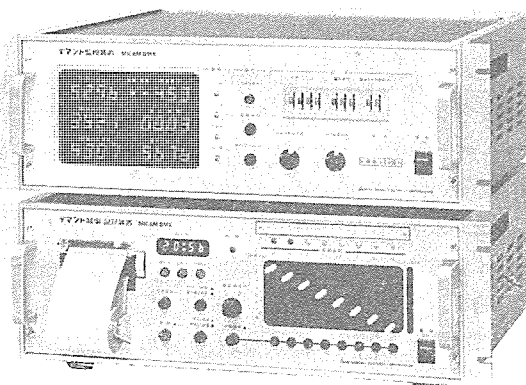


図 5. デマンド監視・制御装置《MICAM》DMX

4.1.2 産業空調への応用

製品の品質確保のため作業場の温湿度調整、じんあい(塵埃)対策が強化拡大されているが、特に高度な室内環境を保つクリーンルームではその消費エネルギーも大きい。更に室内で有害薬品を取扱うところでは排気量も多くこの外気負荷が全体の75%を占める例もある。このような場所の排熱回収には一般に金属又はプラスチックの要素を用いた顕熱交換形の熱交換器が使われているが、更に多くの排熱回収をするには全熱交換が望ましい。そのためには廃ガスの性質と《ロスナイ》の材質、内部の差圧、取り入れ外気供給先の限定などを検討する必要があるため個々のケースで実証を重ねている。

4.2 電力総合管理システム

電力の総合管理には、最大電力(kW)の管理と電力量(kWh)の管理の両方が含まれる。特に当社各工場のように100%買電である場合は、契約最大電力の設定が支払料に大きく関係し、実際に使用する電力量(kWh)と合わせて、総合的なエネルギー費用の削減という観点からは、重要なことになる。

ここでは当社各工場に設置し、効果をあげている最大契約電力管理(デマンド監視・制御システム)を主に、その他力率の自動調整装置や携帯用の電力量計について述べる。

4.2.1 デマンド監視・制御システム

当社の製品である《MICAM》DMX(図5.)は、図6.に示す動作・制御図のとおり、警報を出す監視部と最大電力を超えないように各要素を操作する制御部とで成り立っている。2段階警報と8回路の負荷制御ができるので、24時間当たりのきめ細かい相当シビアな電力(kW)を設定することが可能になり、多くの工場において、200kW~400kW程度のピークカットの効果をあげている。

もしこの装置がなかったら、デマンドメータを常時監視し、各負荷の制御を電話連絡するなどの手段をとらねばならず、多大な労力がかかるし、そのような場合は往々にして余裕をみて高目の契約電力を結んでいることが多い。

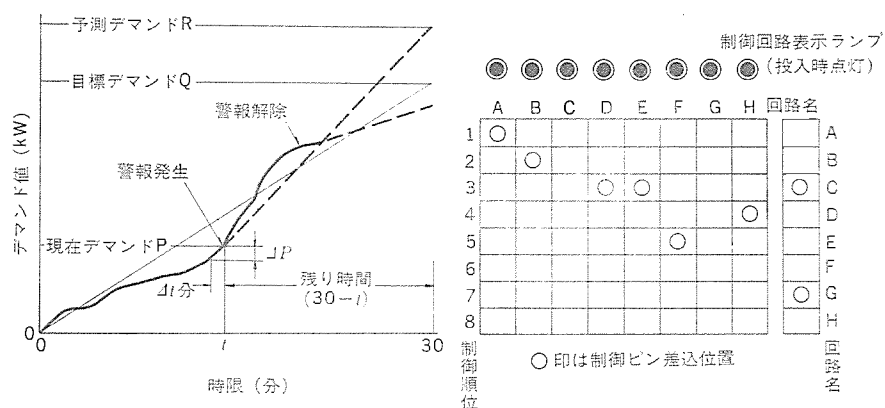


図 6. デマンド監視・制御装置の動作図及び制御例

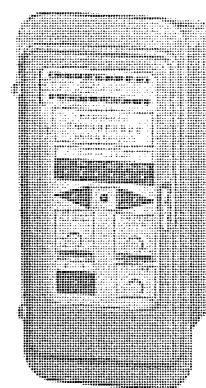


図 7. 力率自動調整装置《MICAM》VAR

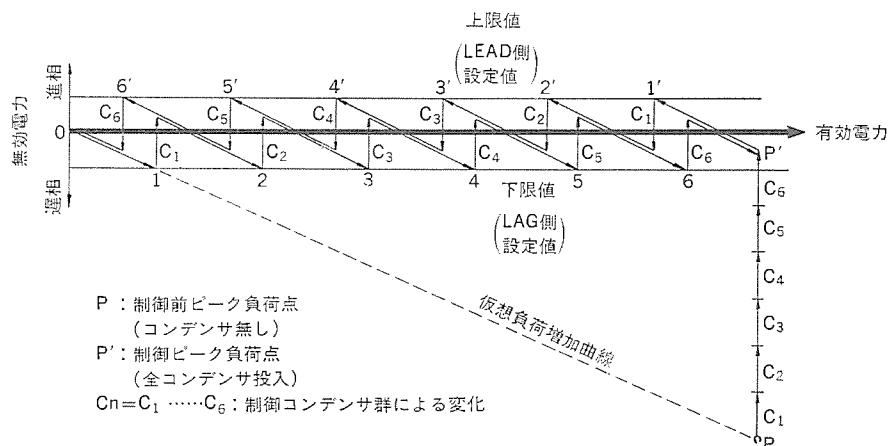


図 8. 力率自動調整装置動作説明図

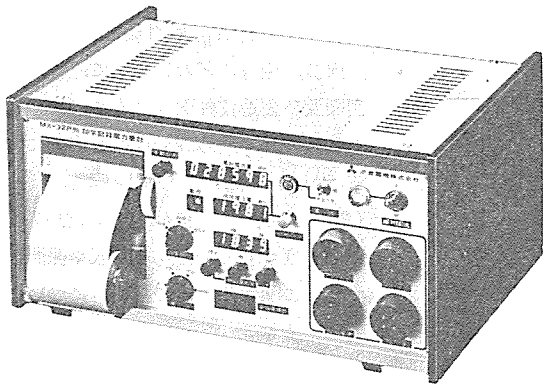


図 9. 印字記録電力量計 MX-32 P

これらの点を考慮すれば、この装置は十分ペイするものである。実際の負荷制御は、その工場での電力使用設備のうちピークロードに大きな影響を与えるものを選んでセットすればよく、当社実施例では試験設備の負荷調整、冷房を絞る、溶解工程を保温に切替えるなどを行っている。当社の導入工場では平均 300 kW の契約電力削減がはかれ、支払電力料金として年間 400 万円の節約になっている。

4. 2. 2 力率自動調整装置

電力ロスを省くため力率を改善する方法として高圧進相コンデンサの投入が行われるが、低力率を改善するあまり進み力率になってしまう場合がままある。これではロスも出るし、電圧上昇により機器の寿命を縮めるなどの弊害が起こるので負荷容量の変動に追従可能な力率調整装置が必要である。そこで無効電力を検出して 6 群のコンデンサを適応制御できる「力率自動調整装置 (《MICAM》VAR/PF)」(図 7.) を導入した結果、力率を常に 100% に近づけることができた。図 8. はその動作説明図で、負荷の変動にかかわらず力率を上限值 (進み側) と下限値 (遅れ側) の間に保つ状態を示している。

4. 2. 3 携帯用印字記録式電力量計

電力量管理の合理化はまず負荷の解析から始めねばならないが、1 つのラインやグループについて電力量を把握するのはそんなに容易なことではない。今年当社から発売した「印字記録電力量計 (MX-32 P)」(図 9.) は、コンパクトな設計により電力量計とプリンタを 1 つの携帯用ケースに収納したもので、測定箇所の移動に極めて楽に対応でき、電力量の分析に偉力を発揮している。

以上のほか電力の総合管理には、特高受変電室から端末までの総合的な電力量把握、点検などができるデータロガー機能をもつ《MICAM》3000 システムや、監視だけの装置、積算電力計など各種の計器及びシステムの組合せにより、更にきめ細かい電力の有効利用をはかるべく努力している。

4. 3 省電力形変圧器

変圧器自身の電力ロスは鉄損及び銅損であるが、無負荷時における電力ロスは全くむだなものであり、この無負荷損失をいかに少なくするかが変圧器メーカーの開発のポイントになる。変圧器の原理的な方式を変えないとすれば、電力ロスの削減には低損失けい素鋼帯の採用と巻鉄心の拡大などが検討される。当社においても大容量の受注品についてはエンドユーザとの契約条項にも必ずこのロスの項が含まれ、総合的な評価のなかで電力損失の値が決められている。一方標準形の配電用油入変圧器は“省エネルギー形”として無負荷損失の少ない製品が開発され、これを D シリーズと称している。無負荷損失

表 1. 3 相変圧器の年間節減電力料金 (当社比)

容 量 (kVA)	従来形無負荷 損失 A (W)	新シリーズ無 負荷損失 B (W)	軽 減 損 失 C = A - B (W)	年間節減電力 料金 D (円)
75	520	320	200	17,500
200	1,200	560	640	56,000
500	2,200	1,010	1,190	104,200
1,000	3,300	1,830	1,470	128,700
2,000	6,500	3,200	3,300	289,000

$$\textcircled{D} = C \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ 日} \times 10 \text{ 円} \times 10^{-3}$$

の低減量は表 1. に示すとおりで、500 kVA の容量のものでは、従来品の無負荷損失は 2,200 W であったものが、D シリーズでは 1,010 W の損失ですむ。

4. 4 高効率節電形モートル

生産工場における電動機の選定及び使用合理化はその工場のエネルギー消費量に大きく影響するので、少しでも損失が少ない高効率モートルを使用したい。このユーザ側の要望に答えるものとして「高効率節電形モートル (Hi-Eff シリーズ)」がある。このモートルは鉄心及び巻線の合理的な配分によってコンパクトな寸法にもかかわらず、損失は従来の標準モートルに対し 20~30% 低減しており、温度上昇が低く絶縁寿命は大幅に改善されている。したがってこのモートルは、稼働率が高く連続運転されるところなどに使用すると従来品に比べて大幅な電力量の節減がはかれる。

5. 昭和 54 年度目標と今後の活動計画

5. 1 昭和 54 年度の総合目標値

今年度の生産用エネルギー有効利用に関する全社合計の総合目標値は「生産高対応エネルギー原単位を昨年より 5% 低減する」とこととした。

この目標値は相当厳しい値である。なぜなら、昨年度は暖冬の影響や生産高の急上昇などの要因により、原単位が下がっており、それをベースにしているからである。特にエネルギー使用の割合のうち固定的に発生する要因 (例えば暖房用など) の占める割合が高い工場では、この目標値をクリアするのは大変な努力を要する。

5. 2 今後の活動計画

省エネルギー対策は手の打ちやすく経済効果の高いものから逐次実施してきており、この数年間にそれらはほとんど出つくしている。したがって今後の省エネルギー活動は、管理・運用面の改善にしても、技術開発を伴う製造技術面の改善にしても、経済性や種々の制約条件を満たしながら効果的な対策を講じていくのは容易なことではない。この解決には製造部門やエネルギー担当部門だけでは不十分であって、全社の総力をあげて取組んでゆかねばならない。更に税制をはじめ、各種の省エネルギーに関する国の誘導政策も期待されるところである。

この時期にあたって、我が国の長期的な省エネルギー政策の 1 つの柱である“エネルギーの使用の合理化に関する法律”が施行されたのは大変有意義なことである。これによると工場に対しては表 2. のように 7 項目の技術的省エネルギー対策の指針が示されている。当社では今まで検討実施したことも改めてこの区分によって見直し、更に効果をあげる考えでいる。また当社のエネルギー使用の形態は図 10. の構成比率になっているので、特に次の 4 つのテーマについては、専門委員会を設けて技術的な研究を進めることにしている。この専門委員会は、前述した「生産用エネルギー有効利用委員会」の下

部機構として機能するもので、個々のアウトプットは、遂次全社に普及する機構としている。

表 2. 省エネルギー法対応の技術的対策項目

1号 (燃焼)	1. 空気比制御を中心とする燃焼の管理 (1) 燃焼管理標準値の設定 (2) 燃焼管理、設備改善による空気比標準値の維持 (3) 燃焼管理のための計測 2. 燃焼負荷変動への対応 (1) 適正燃焼負荷範囲の維持 (2) 燃焼の負荷変動に対応した完全燃焼の維持 3. 燃料の性状把握と適切な保管・管理	5号 (熱の変換)	1. 熱・電気供給設備の運転管理 (1) ボイラ、タービンの負荷バランスの調整 (2) 蒸気と電力のバランスの調整 2. 動力源の選択、エネルギー蓄積等 (1) 動力変換設備のエネルギー源の適正選択 (2) エネルギーの貯蔵設備の設置
		6号 (電気抵抗)	1. 受変電設備における対策 (1) 適正な負荷配分と適正負荷率の維持 2. 配線設備における対策 (1) 線路の抵抗損失の低減 (2) 力率の改善
2号 (加熱)	1. 加熱、伝熱条件の改善のための運転管理 (1) 基準値の設定と管理 (2) 加熱、伝熱条件の改善 2. 加熱、冷却設備、伝熱設備の改善 (1) 熱フローの変更、熱利用の多重化 (2) 加熱方式、加熱装置の改善 3. 加熱工程短縮、省略等のための設備改善	7号 (電気動力・熱の変換)	1. 電動機応用設備における対策 (1) 電動機の適正負荷運転 (2) 電動機の空運転防止 (3) 非定常運転時における回転数制御等 (4) 適正容量の電動機の設置 (5) 定期的な保守管理の実施 2. 電気加熱設備 (1) 装荷方法等の改善による効率化 (2) 定期的な保守管理の実施等 3. 照明設備 (1) 照明効率の高い照明器具又は照明方式の採用 (2) 適正な照度の設定と維持 (3) スイッチ系統の改善、昼光の利用等 (4) 局部照明の採用
3号 (熱損失)	1. 熱損失の実態把握 2. 設備の保温・断熱 (1) 標準の設定 (2) 保温に関する保守・管理 3. 熱の漏洩防止		
4号 (廃熱回収)	1. 廃熱の排出実態の把握 2. 廃熱の回収、利用の実施 (1) 排出ガスの廃熱 (2) 蒸気ドレン等の廃熱 (3) 回収装置の選択等に関する指針		

(1) 「炉関係」専門委員会：乾燥炉（塗装、絶縁などの）を主に、管理・運用面及び製造技術面（塗装プロセスの変更など）の両面からアプローチし、炉に関するエネルギー原単位の削減を図る。

(2) 「ボイラ」：ボイラ本体の燃焼効率の向上はもちろん、ドレン回収や保温などスチームに関するすべての項目について見直しをする。

(3) 「電動機」：一般動力として消費されるエネルギーの大部分は電動機であるので、電動機とその制御について総合的に検討する。

(4) 「空調・照明」：作業環境の整備に使われるエネルギーの“節約”は限界にきているので、今後は高効率機器の開発・導入など技術開発に力を注がねばならない。

エネルギー問題に恒久的に対応するには、今後の活動は上記のような委員会活動のほかに、生産方式をエネルギー面から根本的に見直し、次のような技術的検討を行うことが主題となると考える。

(1) 加工エネルギーの少ない材料の開発や製品設計の変更

(2) 工程省略や製造プロセスの改善による新製造方式の導入

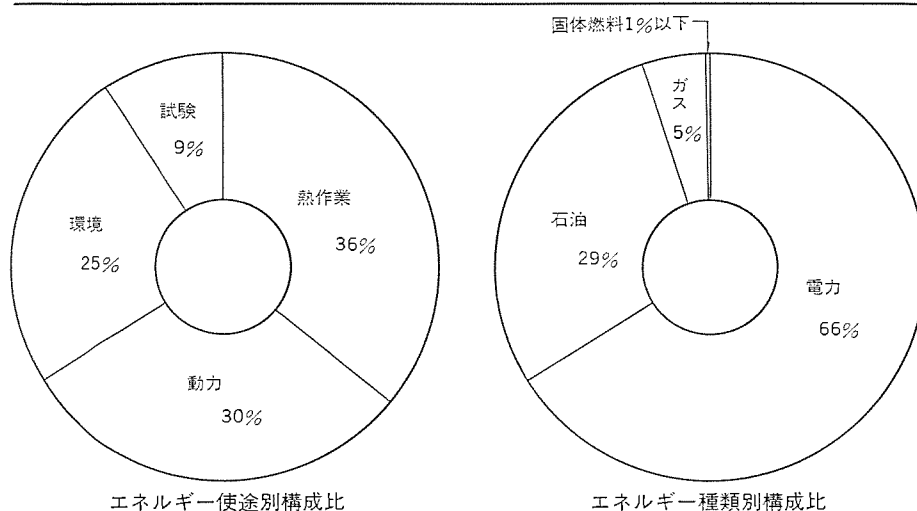
(3) エネルギー効率の高い高効率機器の開発と導入

これらの課題を各工場の生産内容に合わせ、総力を結集して解決を図る。

6. む す び

当社の生産用エネルギーの有効利用についての活動は、昭和48年の電力危機を契機に現在まで積極的に行ってきているが、最近のエネルギー事情はますます厳しい方向に向かっており、今後の省エネルギー対策は小手先だけでなく、本質的に進めねばならない。

当社のような、いわゆるエネルギー多消費形ではない企業においても、終局的には“省エネルギー生産体制の確立”をめざしてなお一層の努力をつづけていく。

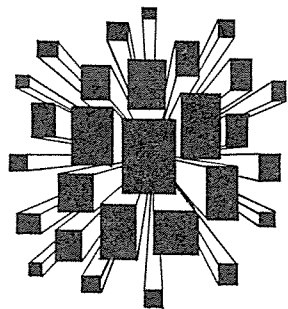


・熱作業：溶解炉・加熱炉・乾燥炉・厨房
動力：トランス・モータ・めっき・溶接
環境：照明・空調(冷暖房・除湿・換気)
試験：ヒートラン・寿命試験・性能試験

※ 電力1kWh=2450kcal (発電効率35%)

図 10. 当社エネルギー使用状況

特許と新案



電子機器等のパネル機構 (実用新案 第1166074号)

考案者 白川 善信・花輪 一男・西 健一

この考案は電子機器等の操作パネルに関するものである。

図1は電子計算機の入出力装置を検査する検査装置の操作パネルであって、この操作パネル(1)にはスイッチ(2)、表示ランプ(3)、ジャック(4)、指示メータ(5)、セレクトスイッチ(6)などが取付けられている。このような操作パネルを有する検査装置は各種の検査機能を有し、図1において1点鎖線で囲んだ部分はいくつかの検査機能を発揮するためのスイッチ(2)、ジャック(4)であって、これら部品の全部を同時に使用することではなく、ある検査項目を実行するときはそれに対応したスイッチ、ジャックが使用される。

したがって、ある検査を実行しているときには、他の検査に使用するスイッチなどを操作してはならないが、操作部品の数が増えると誤操作するおそれがある。そこでこの考案においては図2に示すごとく、検査内容に応じて特定の操作スイッチなどを操作できる穴

(8)と、非操作スイッチなどをマスクする部分(9)を有するパネル(7)を図1の1点鎖線部分に取付けるようにしたもので、図3はパネル(7)の取付状態を示している。以上のようにこの考案によれば各種の検査及び制御を行い得る検査装置や制御装置の誤操作を防ぐことができる。

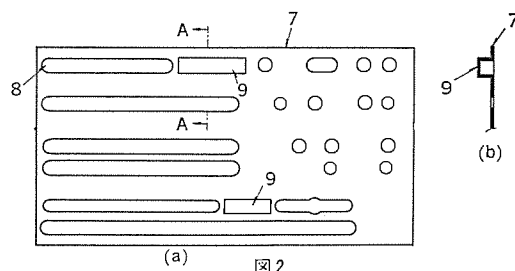


図2

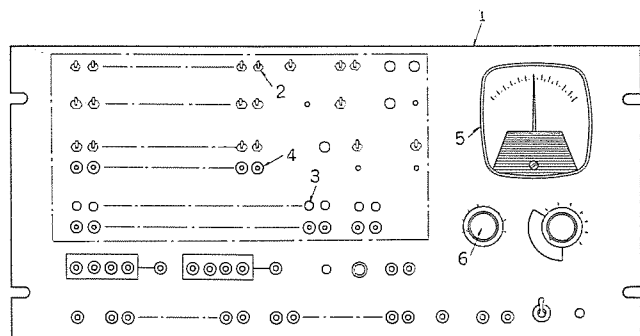


図1

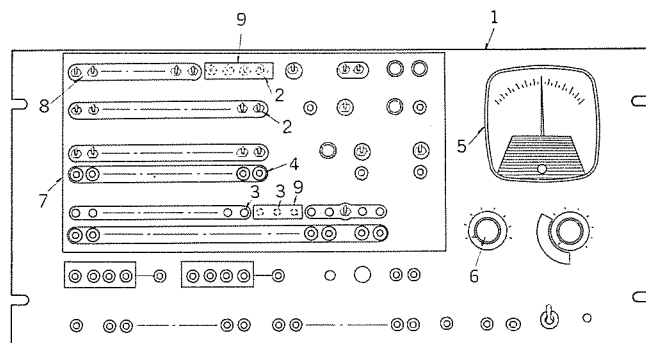


図3

エレベータの速度制御装置 (特許 第844131号)

発明者 高村 明・安西 伸夫・渡辺 英紀

この発明はエレベータの終端階においてかごの速度を減速させる装置に関するものである。

図1において、(11)はかご(1)の速度指令値(11a)を発する装置、(12)は終端階におけるかご(1)の速度指令値(12a)を発する装置、(13)は速度指令値(11a)、(12a)を比較する比較器である。この比較器(13)の出力は界磁制御回路(10)に与えられ、周知のエレベータ制御が行われる。

常時かご(1)は速度指令値(11a)に従い、図2のCBAOに沿って制御されている。速度指令値発生装置(11)が故障し、かご(1)が

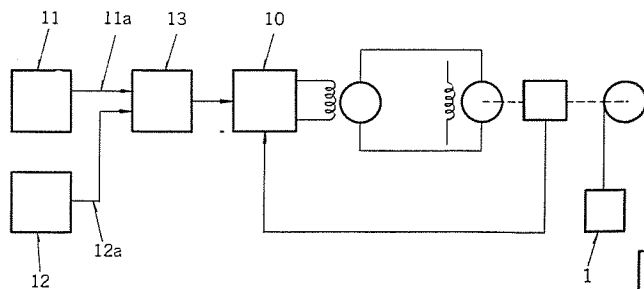


図1

図3のA点を過ぎても減速しなかったとすると、そのまま終端階へ向かって走行する。かご(1)がD点に来て速度指令値(11a)、(12a)の差が DD' になると、比較器(13)は動作して速度指令値(12a)に切換えられる。そのため、かご(1)は $ADD'O'$ に沿って制御される。

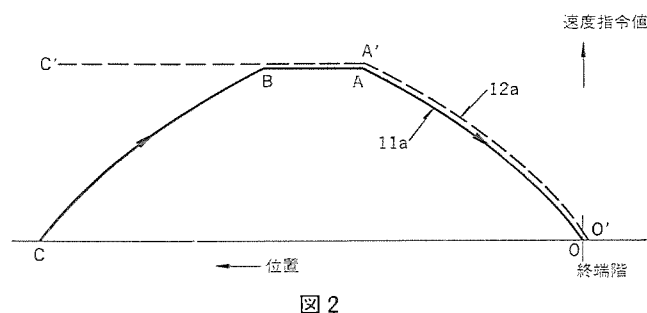


図2

このように、正規の速度指令値(11a)がどこで故障しても、終端階用の速度指令値(12a)に切換えられるので、常にかご(1)を安全に終端階に着床させることができる。

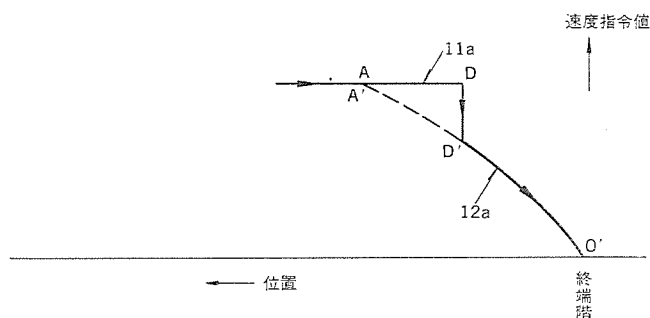


図3

速度制御装置 (特許 第871209号)

発明者 柏原正信

この発明は電磁クラッチ・ブレーキを交互に付勢して負荷の回転速度の制御を行う速度制御装置の改良に関するものである。

以下、図にしたがって説明する。まず回転数設定器(6)の出力信号(6a)が負荷(4)の所望回転数に応じた値となるように設定しておく。そこで、負荷(4)の回転数が所望値よりも低い場合については、指速発電機(5)の出力(5a)が出力信号(6a)よりも小さいので比較器(7)の出力は正極となる。この正極出力信号はパワーアンプ(9)のスイッチング入力端子(9a)を付勢しこのパワーアンプ(9)の出力信号は電磁クラッチ(2)の励磁コイル(2a)を付勢する。また、比較器(7)の出力信号はインバータ(8)を介してパワーアンプ(10)のスイッチング入力端子(10a)に負極性となって伝達され、電磁ブレーキ(3)の励磁コイル(3a)を消勢する。一方、指速発電機(5)の出力信号(5a)と回転数設定器(6)の出力信号(6a)との偏差は、直流増幅器(12)から正極出力として発生し、(このとき他方の直流増幅器(11)の出力は負極性となり、ダイオード(15)で側路される。)この正極出力が制御信号としてパワーアンプ(9)(10)の制御入力端子(9b)(10b)に加わり、パワーアンプ(9)の出力電圧を制御する。したがって、励磁コイル(2a)には上記偏差に応じた励磁電流が与えられてクラッチ(2)の伝達トルクが制御される。なお、このときパワーアンプ(10)は前述のようにそのスイッチング入力端子(10a)に与えられた負極性信号によりオフ状態となっているので直流増幅器(12)からの出力によっては制御されない。

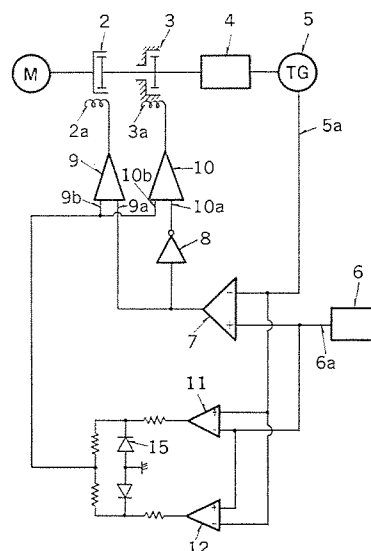
その後、指速発電機(5)の出力信号(5a)が回転数設定器(6)の出力信号(6a)よりわずかに大となり、比較器(7)の出力信号の極性が反転すると、前述の場合とは逆に、電磁クラッチ側励磁コイル(2a)が消勢され、電磁ブレーキ側コイル(3a)が付勢される。

この場合には、速度偏差に応じて直流増幅器(11)が発生する正極

出力によりパワーアンプ(10)の出力が制御され、ブレーキ(3)の励磁コイル(3a)の励磁電流は上記偏差に応じて制御される。

上述のような動作を高速度に繰り返しながら負荷(4)の回転数は一定に保たれる。

このように、速度偏差に応じてクラッチ・ブレーキのトルクを制御するようにしたので、クラッチ・ブレーキの切換時に生ずるトルクの立上がり立下がり時の互いの干渉による発熱を抑制することができ、しかも十分な高速度追従特性が得られる。



石油ガス化瞬間湯沸器OK-17AW形

宇野 丈治*・山口 博志*

1. ま え が き

家庭用給湯器の熱源としては、ガス、石油、電気、太陽熱に4分されており、それらを熱源とした給湯器は互いに異なった特長を有しているが、その中で最も普及度の高いものはガスの給湯器である。その理由は他に比較し、(1)軽量、(2)コンパクト、(3)低価格、(4)壁面取付け、などの優れた特性を有しているからである。特に(4)は給湯器を屋内設置する場合にはスペースセービングの点から必要な条件であるが、従来の石油給湯器ではこの点に関し、大きさ、重量の点からいって不可能なことであった。しかしガスを使用することは、熱源として確かに簡便であるが、その反面、特に屋内に器具を置くものにあっては、人はガス爆発、中毒などの危険の可能性との同居を余儀なくされるのが現状である。そこで当社では、上記(1)～(4)の条件を満たし、ガスに性能的にも比肩する石油の壁掛式給湯器(三菱石油ガス化瞬間湯沸器OK-17AW形)を商品化した。ここにその概要を報告する。

この製品は、燃焼用空気の静圧により燃料をバーナへ供給するという当社独自の燃焼方式⁽¹⁾(AIB)の応用機器として既に商品化した石油テーブル、ファンヒータにつづく製品である。

2. 仕 様

三菱石油ガス化瞬間湯沸器(OK-17AW形)は先止め式、壁面設置構造の給湯器で、燃焼は灯油のガス化による青炎燃焼であり、着火・消火は水流量を検出して電気的に行い、電源の入切は制御ケーブルにより1連結したリモートボックスによって遠隔操作される。出湯量はガス10号相当である。外観写真を図1、仕様を表1に示す。屋内・屋外設置用の違いは付属品の違いによる。設置例を図2に示す。

特 長

(1) 軽 量

屋内設置用14kg、屋外設置用17.5kgと従来の石油小形給湯器(40～80kg製品重量、これに貯湯水量20～50kgが加わる)に比較し

格段に軽量であり、同規模のガス瞬間湯沸器(12～20kg)に比肩する軽量さである。

(2) コンパクト

図3に取付寸法を記した構造図を示す。本体寸法は同規模のガス瞬間湯沸器よりもむしろ小さい。その理由は灯油ガス化による青炎燃焼であり、その総合空気過剰率(μ_T)が1.6程度であるため、ガスに比較し燃焼ガス温度が高く、より少ない熱交換器面積でも高効率

表 1. OK-17AW 仕様

形式の呼び		OK-17AW									
使用燃料		白灯油（JIS 1号灯油）									
燃料消費料		2.06 l/h									
連続給湯出力		14,000 kcal/h									
出湯能力		水温+25℃上昇の湯 9.7 l/min 水温+40℃上昇の湯 5.6 l/min									
点火方法		高圧放電点火									
使用可能最低水压		0.4 kg/cm ²									
外形寸法		本体 幅 340×奥行 192×高さ 444 mm 防滴カバー製品 幅 380×奥行 265×高さ 512 mm（屋外設置用）									
重量		本体 約 14 kg 防滴カバー製品 約 17.5 kg（屋外設置用）									
電源		AC 100V 50/60 Hz									
消費電力		<table><tr><td>燃焼時</td><td>620 W</td><td>（燃焼時平均消費電力</td><td>約 90 W）</td></tr><tr><td>点火時(予熱)</td><td>550 W</td><td>（予熱時平均消費電力</td><td>約 20 W）</td></tr></table>		燃焼時	620 W	（燃焼時平均消費電力	約 90 W）	点火時(予熱)	550 W	（予熱時平均消費電力	約 20 W）
燃焼時	620 W	（燃焼時平均消費電力	約 90 W）								
点火時(予熱)	550 W	（予熱時平均消費電力	約 20 W）								
送風機	モーター	交流整流子電動機									
	ファン	ターボファン									
排気筒径		100 mm									
給水・給湯口接続口径		PT 1/2									
安全装置		対震自動消火装置 点火安全装置（サーモスタット） 停電時安全装置 空だき防止装置 燃焼管制装置（炎検知装置） 燃焼器部（バーナ）温度過昇防止器									
付 属 品	屋 内 設 置 用		屋 外 設 置 用								
	本体取付板 1個 リモートボックス 1個 リモートボックス取付板 1個 ケーブル（1m） 1個 排気トップ（消音機能付） 1個 油受けカップ 1個 取付用付属部品1セット工事説明書（工事の手引）を参照		本体取付板 1個 取付アーム 2個 リモートボックス 1個 リモートボックス取付板 1個 ケーブル（5m） 1個 防滴カバー1個 排気トップ（消音機能付）1個 排気筒継手1個 油受けカップ1個 取付用付属部品1セット工事説明書（工事の手引）を参照								

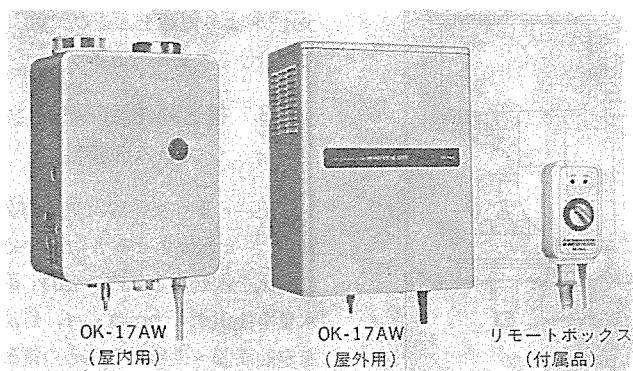
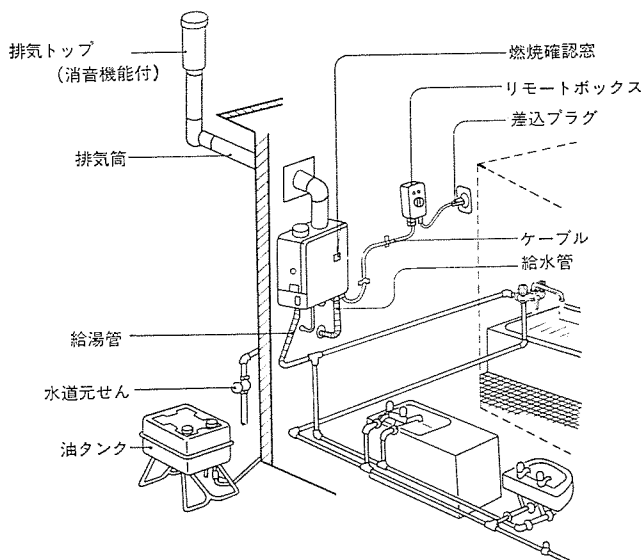
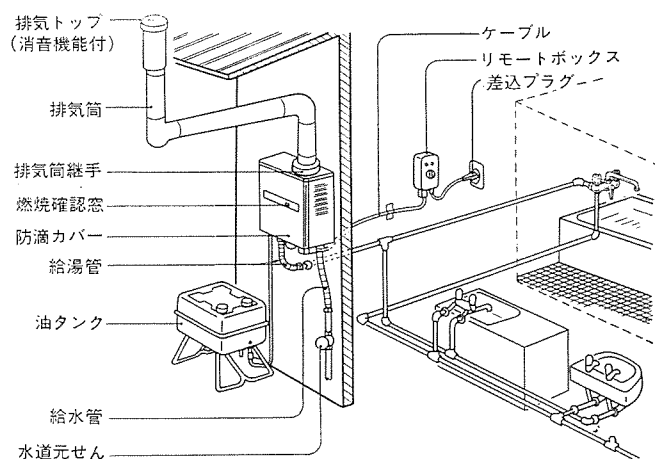


図 1. 外 観



(a) 屋内設置の場合



(b) 屋外設置の場合

図 2. 設置例

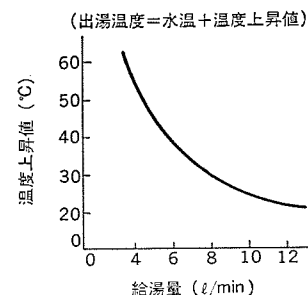


図 4. 給湯量と温度上昇値

で熱交換可能であるためである。ただし火災予防条例の取付基準の関係上、取付壁面と本体背面との距離を 15 cm とやや大きくする必要がある。

(1)、(2)の特長により一人で石油の給湯器の運搬及び設置が可能である。

(3) 壁面取付形

壁面取付形であるため、スペースセービングになる。特に屋内に設置する場合にその効果を発揮する。マンションや狭い住宅など高効率な空間利用が要求されている分野に向く。

(4) リモートボックスによる遠隔操作

リモートボックスにより本体の電源の入・切及び予熱操作ができるため、本体の設置は配管しやすい所へ、リモートボックスは操作のしやすい所へと設置に対し柔軟に対処できる。

(5) 先止め式で出湯能力 10 号相当

先止め式であるため多箇所給湯が可能で、風呂、洗面所、台所など湯を使うすべての箇所への給湯配管が可能である。また出湯能力が 10 号相当と大きいいため年間を通じ風呂（一人用）へも 20～30 分で給湯できる。給湯量と水温上昇との関係を図 4. に示す。

(6) 外風圧に強い強制排気式

交流整流子電動機にターボファンを組み込み、送風静圧 80～90 mmH₂O の高送風圧力で強制排気する方式なので、外風圧に対し今までの燃焼器具に例をみない安定性を有している。

(7) 凍結防止ヒータ取付けが容易

配管の凍結を防止する凍結防止ヒータ（別売品）は本体底部に設けたコンセントより電源をとるので簡単に取付けることができる。

3. 構造動作及び燃焼システムの特性

フィンプレート形熱交換器及び灯油を気化させ燃焼させるバーナ、バーナに空気を供給するためのブロー、流量を検出するフロースイッチ、灯油を定油面器へ供給するための電磁ポンプ、空気圧を受けてバーナへ灯油を送出するための定油面器、電

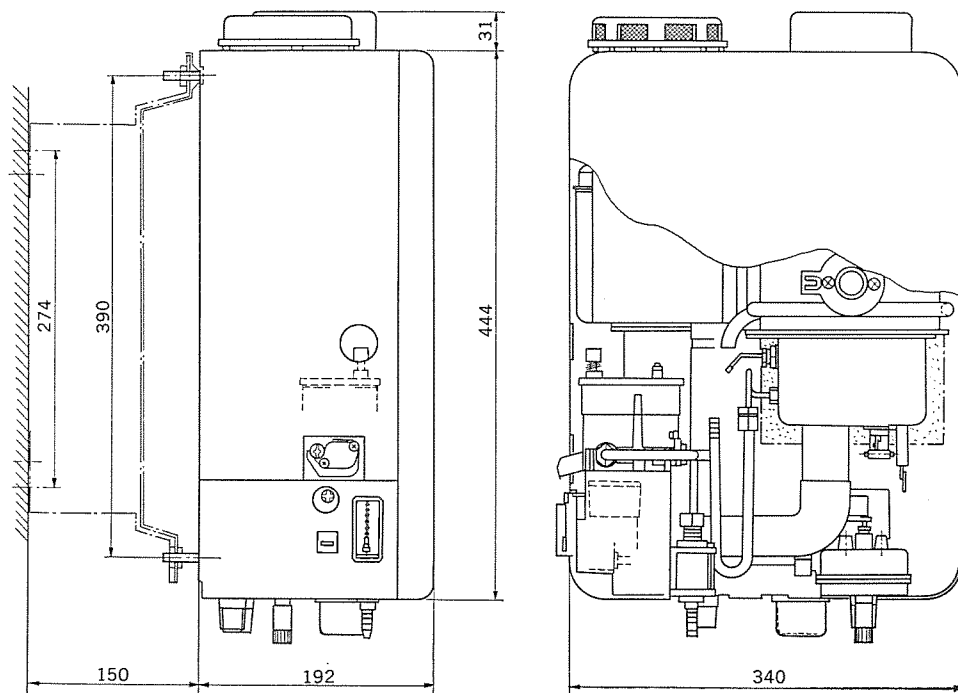


図 3. 構造図

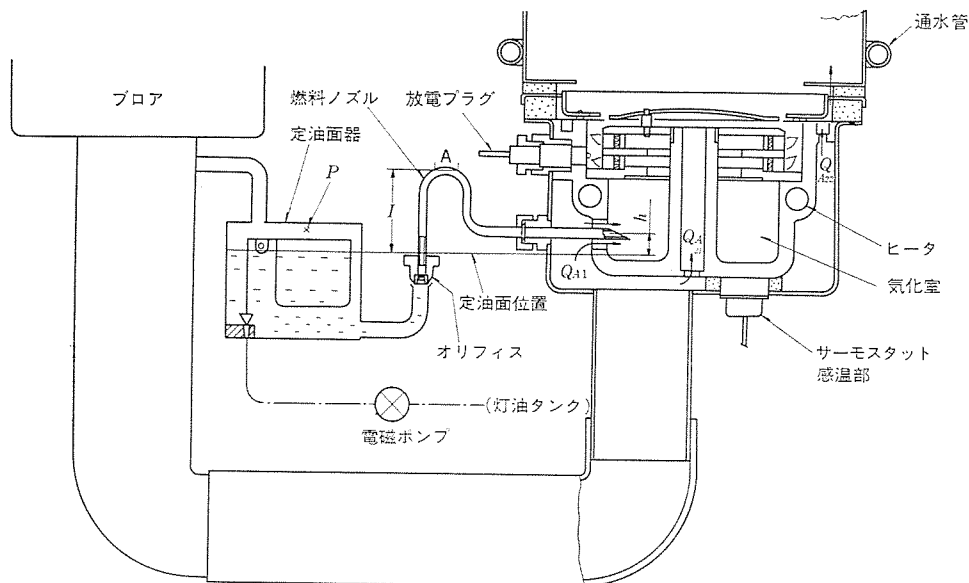


図 5. OK-17 AW の燃焼システム

源の入切及び表示のための リモートボックス、及び制御回路より構成する。

図 3. の構造図の燃焼システム部を機構図として図 5. に示す。その動作を説明すると、給湯せんを開き所定流量 (4 l/min) 以上の水流量がフロースイッチを流れると、フロースイッチ内部のダイヤフラムに絞りの前後差圧が加わり、その差圧力がばねの押圧力に打ち勝ってフロースイッチが ON となる。フロースイッチの ON 信号を受けて、電磁ポンプ、フロア、放電トランスが同時に ON する。フロアにより誘起された燃焼用空気は 1 次空気 Q_{A1} と 2 次空気 Q_{A21} , Q_{A22} とにバーナ内部で分流する。このとき送風静圧 P が定油面器の油面を押圧するので、定油面器と連結した燃料ノズルの油面が押し上げられ、 $P > H$ (ただし H は定油面位置から燃料ノズル最高位置までの距離) の送風静圧に達すると灯油は最高位置 A を通過し燃料ノズル先端より流出し、周囲の高速空気流により微粒化されて、予熱された気化室壁面に衝

突し、気化し、空気流に混入し予混合気となり、炎口より噴出し、高圧火花放電により着火し、青炎燃焼する。次に、給湯せんを所定流量 (3 l/min) 以下まで閉じると、フロースイッチが OFF し、電磁ポンプ、フロア、放電トランスが同時に OFF する。そうすると送風静圧 P が h (h は定油面位置から燃料ノズル先端までの距離) よりも小さくなり、灯油流出がやみ消火する。

燃料ノズルに最高位置 A を設けたことにより、着火に際し

(1) 送風静圧 $P > H$ の保障を流体力学的に行っている。

(2) フロアが起動してから燃料ノズル先端から灯油の流出までの時間遅れ (約 3 秒) が機械的に得

られるので、プレパージが自動的に行われる。

という効果を発揮する。(1), (2) に対応するものとして従来の石油機器は風圧スイッチ信号をタイマ回路で受けて電磁弁を開いていた。この給湯器の燃焼システムはこれら機器の省略で故障の少ないよりシンプルな構造を実現している。また送風量は P の平方根に、灯油量は $P-h$ の平方根に比例するため、空気過剰率 μ は $1/\sqrt{1-h/P}$ に比例する。すなわち新燃焼方式 (AIB) は h/P が 1 に比較し小さい場合には μ は一定になるという優れた特性を有している。この特性を利用して H を h に比べて $H/h \approx 4$ と大きく設定してあるため、着火時の μ は着火可能な μ の値に灯油流出頭初より保ち、瞬時着火し着火時の未燃ガスの流出を最小限にとどめている。この様子を図 6. に示す。図より広い送風静圧範囲において、燃焼量の変動にもかかわらず、2 次空気まで含めた総合空気過剰率 (μ_T) が 1.6 程度

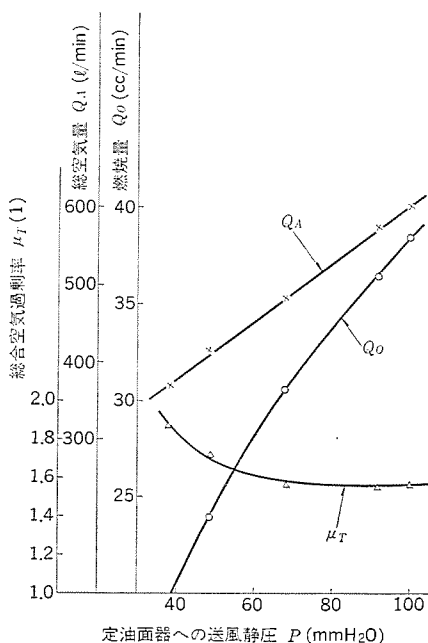


図 6. バーナ燃焼物性

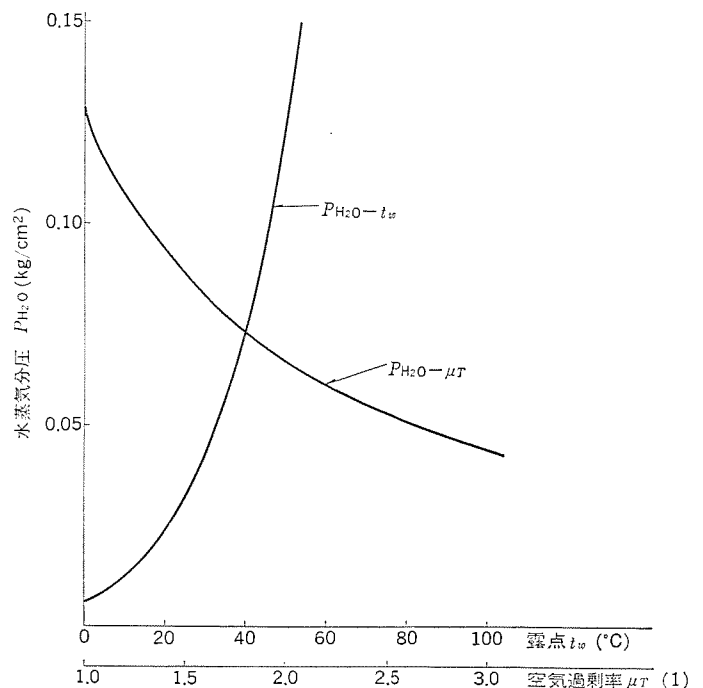


図 7. 灯油燃焼ガスの露点と空気過剰率

で変化が少ないことが了解される。

燃焼空間体積を小さくし、よりコンパクトな熱交換器を実現するために、図5.にみるように火災に対し中央及び外周より2次空気を垂直にあて、火炎長を短く押さえている。また、燃焼ガスが水管などの冷たい壁面に触れると露結現象を生じ、はなはだしい場合は結露水和燃焼ガスとが反応して H_2SO_4 、 HCl などの腐食性の強い酸を生じ熱交換器の寿命を著しく縮める。これに対処するため、図5.にみるように外周からの2次空気の一部を熱交換器胴体外周に導き air rich zone をつくり、胴体外周部の燃焼ガスの水蒸気分圧をさげ、露点温度を下げると同時に、壁面に沿った流れをつくることにより壁面での水蒸気の境界層を薄くし、胴体外周部、特に通水管裏面からの露結水量をきん少にしている。灯油の燃焼ガス温度と露点との関係を図7.に示す。

以上述べたようにこの給湯器の燃焼システムは、(1)着火時の未燃ガスの流出量が少ない。(2)送風静圧に対し空気過剰率が一定している。(3)火災長が短い。(4)熱交換器胴体露結水量が少ない。

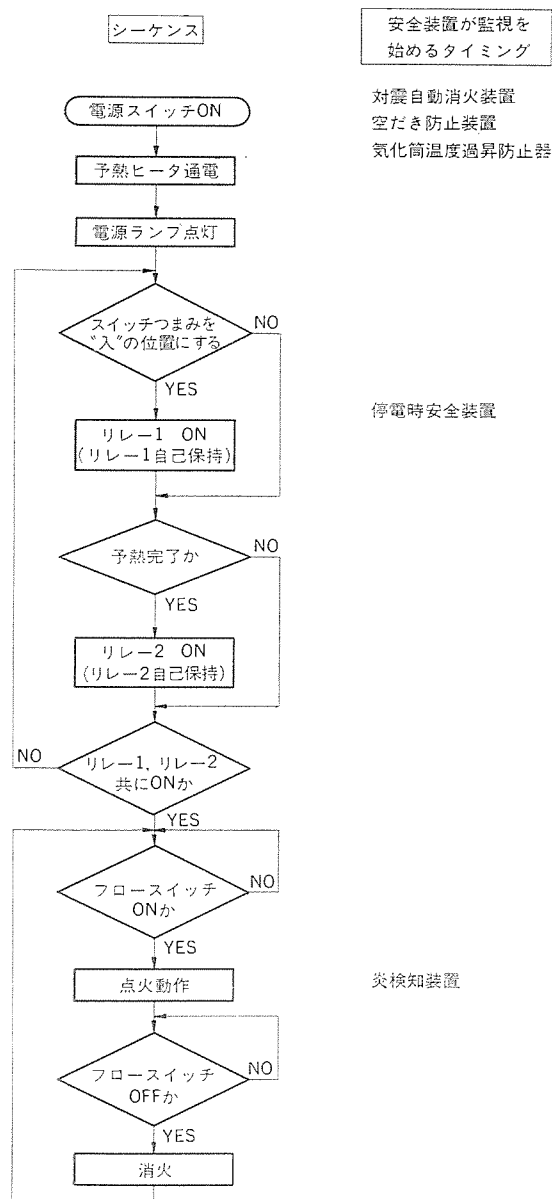


図8. シーケンス

(5)構造がシンプル等の優れた特性を有するものである。

4. 制御回路

4.1 動作シーケンス

動作シーケンスのフローチャートを図8.に示し、その概略を述べる。

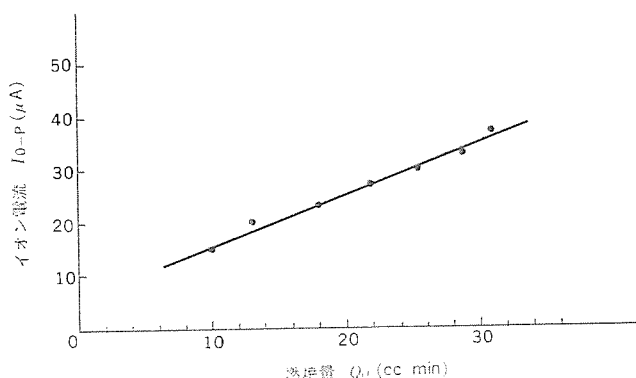
- (1) リモートボックスのスイッチつまみを“セッ”の位置に回し電源スイッチをONすると、予熱ヒータに通じ、また電源ランプが点灯する。
- (2) スイッチつまみを“入”の位置にするとリレー1がONし、リレー1は自己保持する。リレー1がONすることにより制御基板に通電する。また予熱完了になるとリレー2がONする。リレー2は予熱完了信号を記憶しておくためのものであり、リレー2も自己保持する。
- (3) リレー1、リレー2が共にONになって着火のための準備が完了する。
- (4) 給湯せんを開きフロースイッチをONさせると点火動作を行う。点火動作は電磁ポンプが灯油を定油面器に供給し、燃焼用モータが回転し予混合気が発生させ、点火トランスが高圧(14kV)放電する。高圧放電は約15秒間で停止する。点火動作によりバーナに着火し、燃焼を続け給湯する。
- (5) 給湯せん閉をじると燃焼用モータが停止し予混合気が発生を停止し、また電磁ポンプは定油面器への灯油の供給を停止し消火する。

(4)、(5)をくり返して使用する。

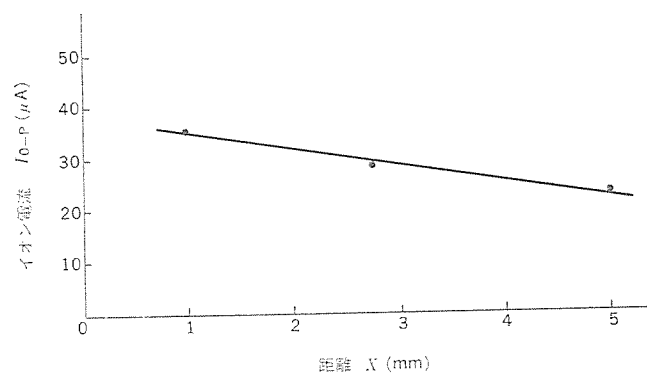
4.2 安全装置

三菱石油 ガス 化瞬間湯沸器は次の安全装置をもつ。

- (1) 対震自動消火装置



(a) 燃焼量とイオン電流の関係



(b) バーナヘッドからフレイムロートまでの距離とイオン電流の関係

図9. イオン電流

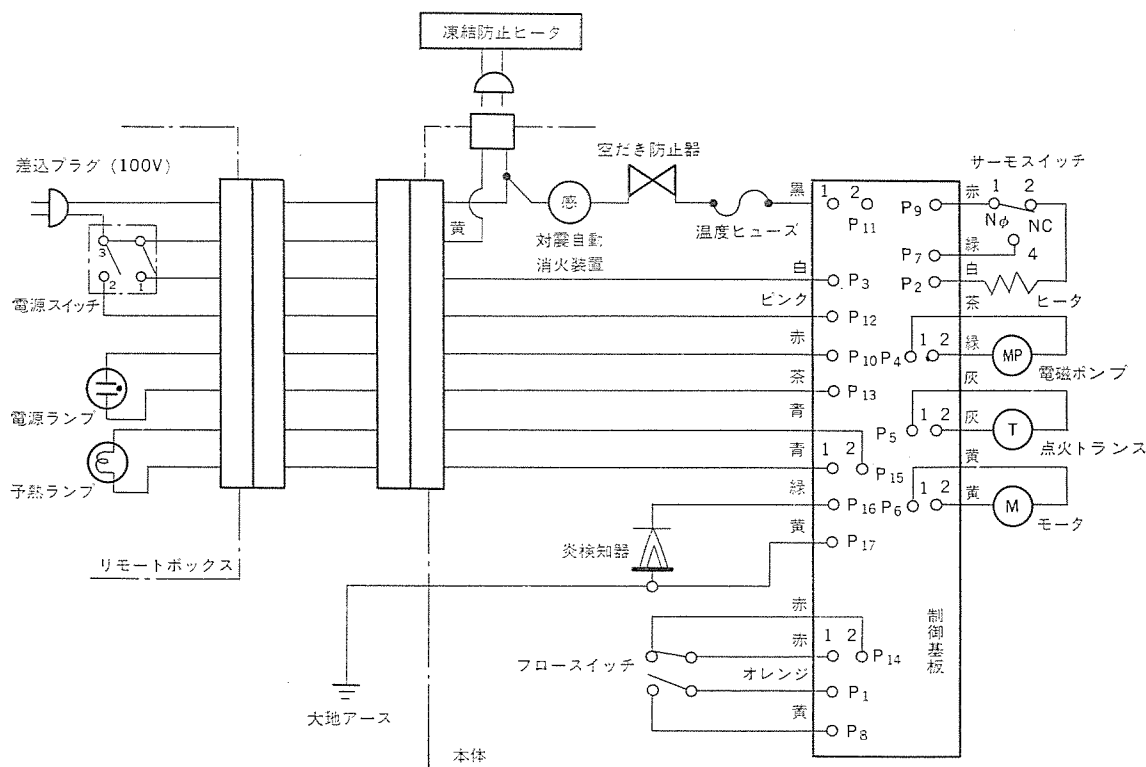


図 10. 結 線 図

100~170 ガル (cm/s²) で動作し、電源を元からしゃ断し燃焼を停止する。

(2) 停電時安全装置

使用中停電した場合燃焼を停止するが、再通電された場合自動的に着火しない方式になっている。点火操作をやり直すことにより着火が可能となる。

(3) 空だき防止装置

フロースイッチにより空だきは起こらない構造であるが、防災上の見地から万一機器の故障により空だきになったときは、熱交換器に取付けたサーモスタットが働き、電源を元からしゃ断し燃焼を停止する。

(4) 炎検知装置

火炎部にフレイムロッドを設け、イオン電流をとらえ燃焼状態を監視している。異常燃焼又は炎の立消えの場合、燃焼用モータを停止し、また電磁ポンプも運転を停止し、予混合気の発生を停止する。図 9. にイオン電流値を示す。フレイムロッドの印加電圧は AC 30 V である。図 9. のイオン電流値は 0-P (ゼロピーク) 値を示す。

(5) 気化筒温度過昇防止器

異常燃焼で気化筒の温度が上がりすぎたとき、気化筒下部に取付けた温度ヒューズが溶断し、電源をしゃ断し燃焼を停止する。安全装置はいずれも異常状態が去っても、自動的に着火しない方式

になっており、点火操作をやり直すことによって再着火できる。

4. 3 制御回路

制御回路の結線図を図 10. に示す。制御基板内に リレー 1、リレー 2 を有し、それらを制御し電磁ポンプなどを駆動し、動作シーケンス、及び各種安全装置を実現している。

5. む す び

今回壁掛式の石油給湯器として OK-17 AW 形を商品化したが、発売後設計事務所、設備業者、取扱販売店、施主をはじめ各方面の方々より寄せられたさまざまなご意見ご要望を基に、性能の向上、すえ(据)付け、サービス性の改善などなお一層の改善をはかること、多様な要望に対処できる機種系列の充実を今後の課題としたい。

最後にこの給湯器の開発にあたり、日本燃焼器具検査協会、東京消防庁予防課、日本水道協会など関係諸機関の方々の多大なご指導に対し感謝申し上げますとともに社内関係者の協力に対しても謝意を表します。

参 考 文 献

- (1) 野間口, 松井, 根岸: 三菱電機技報, 53, No. 8, p. 603 (昭 54)

最近の《MELCOM》の磁気ディスク装置

千石 真治*・松崎 光典*

1. ま え が き

最近の電子計算機システムは多目的多用途に広範囲に利用されており、その外部記憶装置である磁気記憶装置は、計算機システムには欠くべからざるものとして急速な需要の増加を示している。大形計算機から小形計算機に至るまで記憶装置が使用される範囲は多種多様であり、その計算機システムの要請に応じた容量や機能を持つ記憶装置が選択される。

このような要請に応じるための磁気記憶技術の進歩はとどまるところを知らず、年々高密度、高信頼性、低コストへの道をたどっている。また装置の実現方法においても種々の方式が実現されている。

磁気ディスク装置の守備範囲は広く、記憶容量においても数10キロバイトから数100メガバイトまで容量比で約数万倍の容量範囲をカバーしており、最近では800メガバイトのディスク装置も実現されている。また媒体の交換性や種類もシステムの要請に応じて選択される必要があり、ディスク装置にあらかじめ装着されている固定ディスク、ディスクが交換可能な低容量のフレキシブルディスクやカートリッジディスク、また大容量のディスクパックなどが広く用いられている。

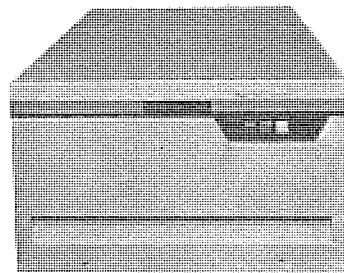
このように磁気ディスク装置の中でも、容量や媒体の交換性などにおいてその種類はさまざまである。製造メーカーとしてはこの要請を満足させるため、技術を一本化し、それを軸としてさまざまな要請に答えるフレキシビリティを持った標準化を果たさなければならない。

この報告では、この標準化を中容量から大容量交換形ディスク装置において実現した1例を示すものである。

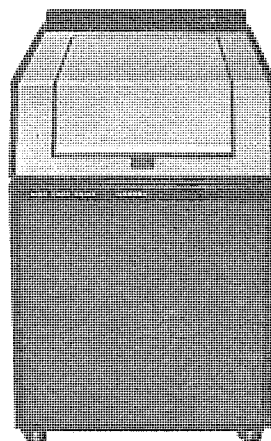
2. 機種群（ファミリー）化構想

交換形磁気ディスク装置の磁気ディスク装置全体に対して占める割合は図1.に示すとおりである。これは磁気ディスク装置の売上げの推移を示す1例であるが、これによると1980年代のディスク業界の主流は、(1)フレキシブルディスク装置が約12%、(2)固定ディスク装置が約55%、(3)交換形ディスク装置が約33%で大勢を占めており、更に現在のディスク全体の売上げの約2~3倍以上にふくれ上がることが予測されている。この3つの形のディスク装置を記憶容量の点から見ると、フレキシブルディスクが数10キロバイトから数メガバイトまでをカバーするのに比べて、固定ディスクと交換形ディスクはそれぞれ数10メガバイトから数100メガバイトまでほぼディスク装置の全域をカバーしている。両者がほぼ同領域をカバーしているのは、(1)固定ディスクは媒体が固定されているため、比較的コンパクトな形状で大きな記憶容量が得られる、(2)交換形ディスクは媒体が交換できるため、媒体を交換することにより、情報のバックアップが可能であり、見かけ上無限大の容量増大が期待できる、といった固有の利点を両者がそれぞれ持っており、そのどちらが選ばれるかはユーザの使い方によるものであり、それぞれの記憶容量に対して交換形と固定形が併在し得る。

このような観点から、交換形磁気ディスク装置はその特長である媒



M 2850 F・M 2851 F ディスク装置



M 2838 F ディスク装置

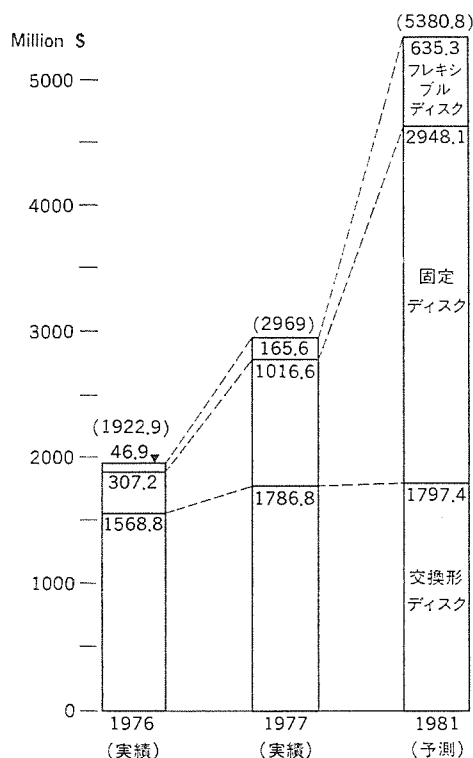


図1. ディスク市場の推移

表 1. M 2850 F/M 2851 F/M 2838 F ディスクファミリ仕様

	M 2850 F	M 2851 F	M 2838 F
バイト/トラック	13,440 バイト	20,160 バイト	
トラック/シリンダ	5		19
バイト/シリンダ	67,200 バイト	100,800 バイト	383,040 バイト
シ リ ン ダ 数	815		
バイト/バック	54.7 メガバイト	82.1 メガバイト	312.2 メガバイト
隣接トラックポジショニング時間	6 ms		10 ms
最大トラックポジショニング時間	55 ms		
平均ポジショニング時間	30 ms		
回 転 送 度	3,600±180 rpm		
平均回転待時間	8.3 ms		
ビット密度	4,040 BPI	6,060 BPI	
トラック密度	370 TPI		
データ転送速度	806キロバイト/秒	1,209 キロバイト/秒	
I/O 信号レベル	DTL/TTL コンパチブル		
記録変調方式	MFM		
データ転送方式	NRZ		
ポジショニング方式	リニアモータトラック追従サーボ		
スタート時間	30±10 秒		
ストップ時間	30±10 秒		

体交換性を十分に生かし、しかも適当な記憶容量のバリエーションを持つことが望まれる。また更にディスク装置として、コンパクトで低価格、使いやすくなければならぬし、信頼性の高いものでなければならぬ。

以上のことを実現するため我々は従来別の製品として存在していた 50～200 メガバイトの中大形交換形磁気ディスクや 10～20 メガバイトの小形交換形磁気ディスクの従来技術を生かして標準化し、更に洗練し、VA (Value Analysis) 手法を用いて装置原価の低減をはかり、1つのディスクシリーズ(ファミリ)を作り出した。このディスクシリーズの仕様を表 1. に示す。

シリーズの実現に際しては、記憶容量を 50 メガバイト、80 メガバイト、300 メガバイトと 3 機種に分割し、50 メガバイトから 80 メガバイトに至るには記録面を同一の 5 面にとどめビット密度を 1.5 倍にすることにより実現し、80 メガバイトから 300 メガバイトにいたるにはビット密度を同一の 6,060 BPI にとどめ記録面数を 5 面から 19 面にして実現している。インタフェースを簡素化し全機種標準化しており、システムが用途に応じてどの機種でも選択し簡単に接続できるようになっている。またデータインタフェース方式は、NRZ (Non Return to Zero) 方式にしてコントローラでのデータ変調やデータ弁別といった負担を軽減し、コントローラがアナログ要素を持たなくてよいようにして簡単にシステムに接続できるようにした。

このような仕様を満足するディスクシリーズを実現するためにとった技術標準化の 1 例を以下に示す。

3. 技術標準化の推進

3.1 価値基準の設定

ディスクシリーズ実現の具体的な目標として、次のような価値基準を設定した。

(1) より安価に

価格推移の予測と設定。

(2) よりコンパクトに

特に中形交換形ディスクでは寸法・体積・重量をコンパクトにし、ラックマウントを可能にする。

(3) よりシンプルに

部品数・配線数を可及的に少なくする。

(4) より高い信頼性

シリーズ全機種共通の標準化回路。

広い動作余裕。

(5) よりよいメンテナンス

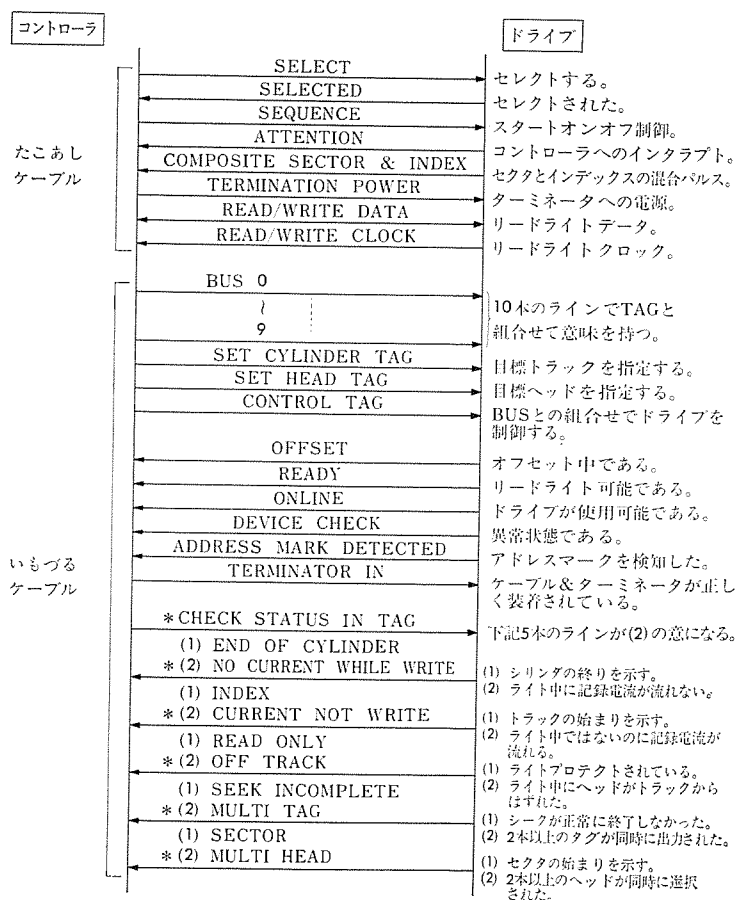
短時間でメンテナンスできる実装。

以上のような基準をもとに、次に述べるような標準化を推進した。

3.2 インタフェースの標準化

M 2850 F/M 2851 F/M 2838 F ファミリ(以下単にファミリと言う)のインタフェースは従来の 50 メガバイトディスク M 2850 や 200 メガバイトデ

表 2. ファミリインタフェース仕様



*はM2838Fのみの仕様である。

ディスク M 2837 に採用していた IBM 方式の インタフェースを改造し、ミニコンやビジネスコンピュータでも大容量ディスクが使用しやすいように考慮した簡易形なものを採用した。

ファミリのインタフェースは表 2. のように構成している。コントローラからディスク装置への入力線は BUS TAG 方式で送られ、3 本の TAG と 10 本の BUS の組合せで信号が定義され、ディスク装置はそれを判別して制御する。

M 2838 F ディスクではこれにもう 1 本の TAG を加え、これによって出力情報を切換えて出力し、ドライブのステータスチェックができるようにして、大形システムで特に要求されるモニタ機能を充実させた。この点で拡張されたインタフェースになっている。また全機種ともユニットスイッチや、デバイスタイプなどのインタフェースオプションが装備できるようになっている。

このように拡張・縮退させるインタフェースの変化に対しては、PC A (Printed Circuit Assembly) 上のスイッチ切換えにより特に別のモジュールを用意することなく対応できるよう考慮している。

データ転送方式は、NRZ 転送方式をとっている。NRZ 方式は図 2. に示すように、データ“0”ならば LOW レベル、“1”ならば HIGH レベルであることをドライブから送られてくるクロックによって判別する単純な転送方式である。従来の装置では、クロックとデータとが混合された MFM 転送方式 (Modified Frequency Modulation) を採用しており、これをコントローラ側でクロックとデータとに弁別し

ていた。この方式をとると、コントローラ側に送られてきたデータの位相に同期したクロックを生成するフェーズロックドオシレータ (PLO) やデータ弁別回路を装備しなければならず、今回のように 1 つのコントローラにファミリで接続する場合、50 メガバイトタイプのデータ転送速度 806 キロバイト、80 メガバイト・300 メガバイトタイプのデータ転送速度 1,209 キロバイトそれぞれの周波数帯に応じた PLO を 2 種類装備し、それを随時切換えなければならず不便である。またインタフェース線長によるインタフェースノイズの影響も受けやすくなってしまふ。この欠点を解消するためには、ドライブ側に機種に合わせた PLO やデータ弁別回路を装備し、コントローラ側ではこの 2 つの転送速度の違いは、ロジック 1 回路で吸収している。

3.3 実装の標準化

前節でファミリの使用上の標準化について述べたが、内部機能においても回路などの標準化はもちろんのこと物理的な面でも標準化を果たせば、信頼性や保守性の面でより高い効果が得られる。

そこでディスク装置の機能を分析してみると図 3. のようになる。図においてインタフェース回路は前節でも述べたように、多少の拡張性や縮退性があっても PCA 上のスイッチ切換えなどで 1 つのモジュールとして共有化できる。ヘッド位置決め系の制御においても原始信号まではシリンダ数がすべて 815 で、かつショックプロファイルとショックタイムを同一にしてあることから共有化できる。

原始信号から実際にアクチュエータを駆動するパワーアンプは、ヘッド 6 本を駆動する M 2850 F や M 2851 F と、20 本を駆動する M 2838 F とを区別する必要がある。また同様のことが情報記録再生系においても言える。記録するときの生データ生成や、再生してきた生データをインタフェースに出力する機能は全機種共有化できるが、ヘッドを選択したり、データを、選択したヘッドにふり分ける機能はやはりデータヘッド 5 本の M 2850 F や M 2851 F とデータヘッド 19 本の M 2838 F とは区別する必要がある。

このようにして物理的に共有できる部分とできない部分とは区別できた。これをまとめると次のようになる。

物理的に共有できる部分

- (1) インタフェース回路
- (2) 位置決め制御 (ショックコントロール) ロジック信号生成回路
- (3) 位置決め制御 (ショックコントロール) アナログ信号生成回路
- (4) 情報記録 (ライト) 制御回路
- (5) 情報再生 (リード) 制御回路

物理的に共有できない部分

- (1) ヘッド選択回路
- (2) アクチュエータ駆動用パワーアンプ
- (3) 電源

以上の区別から我々は、物理的に共有できる部分を項目ごとに、それぞれ 1 枚の PCA にまとめ総計 5 枚の PCA を全機種共有モジュールとした。そしてこの 5 枚の PCA を 1 つのカードフレーム内におさめることにより、カードフレームを全機種共通のブラックボックスとし、物理的に共有できない部分をこれに付加する回路構成をとることにした。

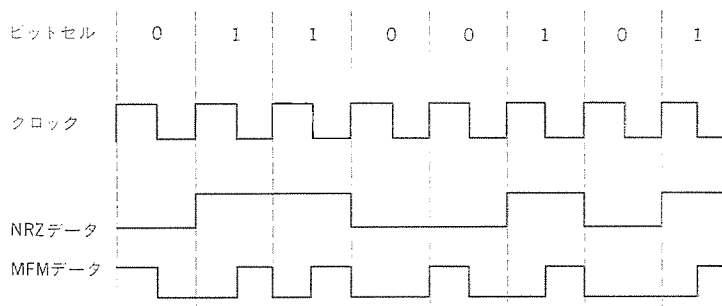


図 2. NRZ 及び MFM 変調方式

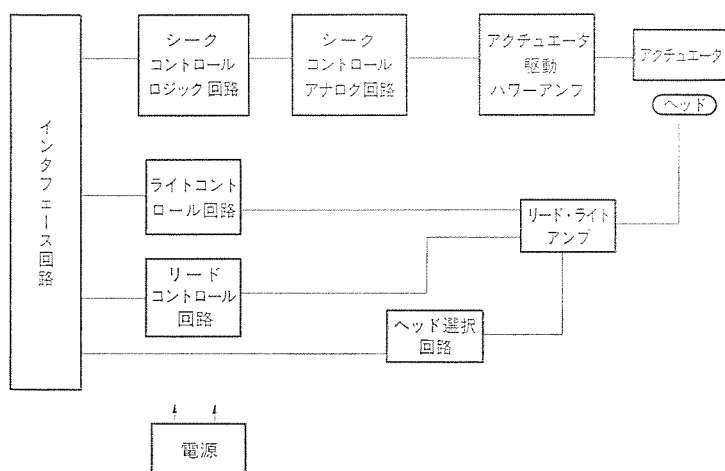


図 3. ディスク装置機能のブロック図

3.4 回路技術の標準化

前節で物理的に共有できる部分として5枚のPCAをあげたが、ファミリの実現に際して全機種に共有される回路として特に重要な標準技術のうち情報記録再生系を紹介する。

3.4.1 読出し再生系

ファミリのビット密度は、M2850Fにおいて4,040BPI、トラック当たりのバイト数13,440バイト、M2851F・M2838Fにおいては6,060BPI、トラック当たりのバイト数20,160バイトである。これがそれぞれ3,600rpmで回転しているから、MFM変調方式における最高記録再生周波数はM2850Fにおいて3.2MHz、M2851F・M2838Fにおいて4.8MHzである(以下2F周波数と言う)。また最低記録周波数はそれぞれその半分の周波数1.6MHz、2.4MHzである(以下1F周波数と言う)。このためヘッドから読出される読出電圧は、図4.のようになる。ファミリの読出し再生系では、最内周トラックにおける2F周波数の読出電圧と最外周トラックにおけるF周波数の読出電圧との比約1:4をSN比よく約1:1程度にし、しかも使用周波数帯以外の周波数はカットしてしまう必要がある。

このためにヘッドの読出電圧を平衡差動伝送しながらSN比よく増幅した後、 -36 dB/oct ($f_c=3\text{ F}$)の積分器で使用しない周波数

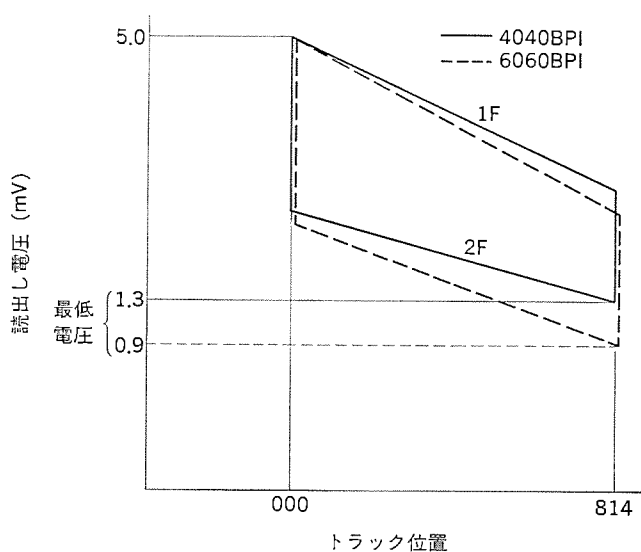


図4. ヘッドの読出し電圧

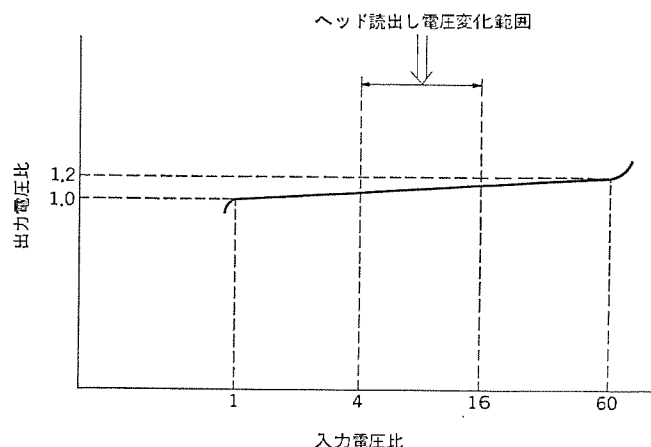


図6. 読出し再生系の電圧圧縮比

帯を除去し、 $+6\text{ dB/oct}$ ($f_c=3\text{ F}$)の微分器でヘッドの周波数による電圧比約1:2を約1:1にする。更にダイナミックレンジ35dBを持つAGCアンプでヘッドのトラック位置による読出電圧比約1:2を約1:1にする。

ここまでの回路でヘッドの読出電圧比約1:4を約1:1にし、次のデータパルス生成回路に入力される。この読出回路は、従来動作入力電圧比が約1:10であったものを、AGC電圧生成回路において片波整流式を両波整流式にし、インピーダンス変換器を用いることによって入力電圧比約1:60まで動作可能にしている。

入力信号はAD変換回路でゼロクロス検出されデジタルデータに変換される。一方ウインド生成回路ではF周波数のゼロクロスポイントの位相シフトをなくすために、積分・微分器で最大利得点とした3F成分を -12 dB/oct ($f_c=2.5\text{ F}$)の積分器にかけて除去した後、デジタルウインドを生成し、デジタルウインドの中に入ったデジタルデータだけを読出しデータパルスとして出力する。

このようにヘッドから読出した電圧比の大きな信号をヘッドの位置、記録再生周波数によらず一定のレベルで判別することができる。

ファミリの読出し再生系はこのような処置により、機種間のヘッド読出電圧の微妙な差や、記録再生周波数の差を吸収することができる。

3.4.2 書込補償回路(ライトコンペンセーション)

このクラスの磁気ディスク装置では、読出してきた磁電変換波形は隣接する孤立波の干渉により大きなピークシフトを起こす。これをあらかじめ書込み時に予知し、ピークシフトを起こすと思われる反対方向にピークを寄せて書込む方法をライトコンペンセーションと呼んでいる。ライトコンペンセーション回路のブロック図を図7.に示す。

コントローラから送られてきたNRZデータはライトクロックによってシフトレジスタに蓄えられ、次のデータパターン認識回路に送られる。データパターン認識回路では、MFMにおいて最もピークシフトの大きい“10”、“001”、“011”、“1000”パターンを認識し、あらかじめMFMにデコードしたデータを、“10”のときは“1”を、“001”のときは2番目の“0”を通常より早めて出力し、更に“011”のときは最初の“1”を、“1000”のときは2番目の“0”を遅延させて出力する。

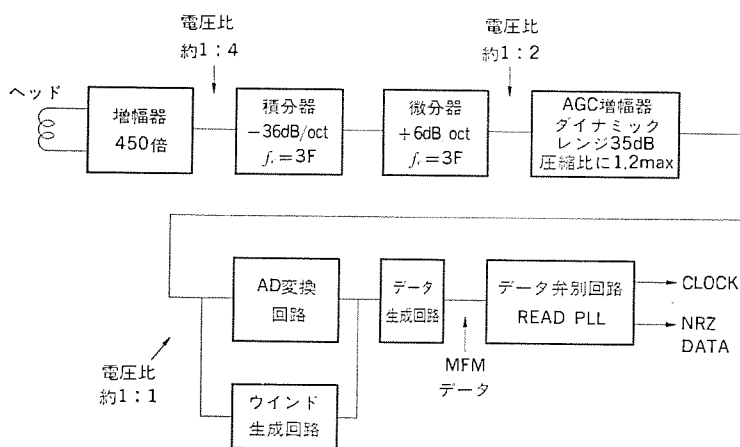


図5. 読出し再生系のブロック図

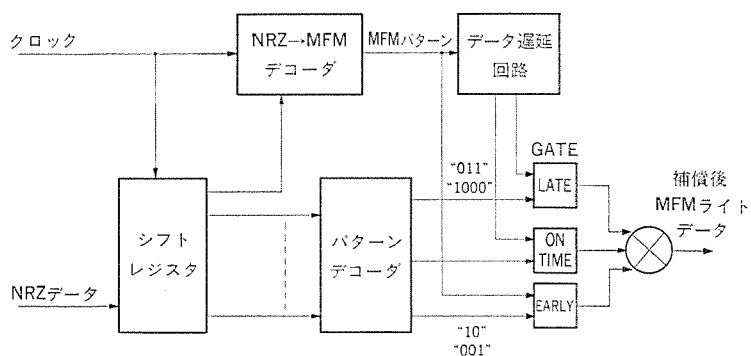


図 7. ライト コンペンセーション 回路の ブロック 図

表 3. ライト コンペンセーション による ピークシフト の変化

無 補 償 時 最 大 ピ ー ク シ フ ト	±18 % ^{*)}
ラ イ ト コ ン ペ ン セ ー シ ョ ン	±8 %
補 償 後 ピ ー ク シ フ ト	±10 %

*) 100 % = クロック 周期

表 4. 弁別回路の ウィンドマージン

	4,040 BPI	6,060 BPI
弁 別 ウ イ ン ド 幅	50 % ^{*)}	
ピ ー ク シ フ ト	±10 %	
ジ ッ タ	3 %	5 %
ウ イ ン ド マ ー ジ ン	27 %	25 %

*) 100 % = クロック 周期

このようにして、あらかじめ起こりうるピークシフトを予想して、ライトの位相補償を行い、補償後のピークシフトを表 3. のようにおさえ、読出した後の弁別マージンを向上させる役目を果たしている。

3. 4. 3 読出し (リード) 弁別回路

読出し再生系において読出されてきた MFM データは、リード弁別回路においてリードバックと NRZ リードデータとに弁別される。

リード弁別回路には、ディスク円板の回転偏差を十分に吸収しうる PLO が装備し、MFM データに位相ロックしたリードクロックやリードデータを弁別するためのウィンドを生成している。

このウィンドの中に MFM データが入ったかどうかを判別してデータ“1”又は“0”を判別するが、このときにウィンドをはずれるような位相ノイズやピークシフトを生ずるとエラーが発生する。このエラーを起こすまでの余裕をウィンドマージンと呼んでいる。ウィンドとピークシフト、位相ノイズ (ジッタ)、ウィンドマージンの関係を表 4. に示す。

以上示したように、このファミリはこのように高密度化に対して信頼性を保持する配慮がいたるところでなされており、広い動作余裕を持っている。

4. 将 来

現状では、ディスクシリーズ化として 50 メガバイト、80 メガバイト、300 メガバイトを対象に標準化を推進したが、このわくを更に広げ、50 メガバイト程度のカートリッジディスク装置や、更に高密度化した中大形の大容量交換形磁気ディスクに標準化を浸透させ開発していきたい。また現在の標準インタフェースに替えて、別なインタフェース方式にも簡単に切換えられるようなインタフェースシリーズの実現も考えている。

またトラック密度やビット密度も更に向上させなければならないことは明白であり、標準化の中にもこの高密度化を十分考慮に入れた技術を採用していかねばならない。

5. む す び

この報告においては中容量から大容量交換形磁気ディスク装置の標準化について述べたが、更に 20 メガバイトのカートリッジディスク M 803 S、ウインチェスタ技術による密閉形固定ディスク M 2883 にまでインタフェース条件、データフォーマット条件を拡張統一して極めて広範囲の用途に応じられる体制を確立していることを付言したい。

参 考 文 献

- (1) 織田、角田、小野岡：M 2850 形 50 メガバイト 磁気ディスク装置、三菱電機技報、50、No. 5 (昭 51)
- (2) 松崎、千石、織田：M 2851 F ディスクの読出し再生系、昭 53 電子通信学会総合全国大会予稿
- (3) Porter：1978 DISK/TREND REPORT, July (1978)

多機能リモートコントロールシステム用LSIシリーズ

小林 洋*・西谷 一治*・須田 眞二*

1. ま え が き

リモートコントロール（以下 リモコン と略す）機能は、TV、ステレオ、エアコンなどに用いられ、製品の多機能化と、イメージアップの役割を果たしている。リモコンの伝送方式として、従来は超音波による周波数分割方式が用いられていたが、命令数を多くできない、あるいは、他の発音体からの雑音によって誤動作しやすいなどという欠点があり、最近はこのような欠点のない赤外線によるパルスコード変調（pulse code modulation, 略して PCM）方式が用いられるようになってきた。

当社では、自社技術による赤外線 PCM 方式を用いて国内で初めて、16チャンネルのダイレクト選局、チャンネルの順送り、3つのアナログ量（音量、輝度、色相）の64段階の調整、消音、電源のオン/オフなどの機能を制御できる22～30機能TVリモコンシステム用CMOS LSI M58480 P シリーズ、及び、オーディオ分野をはじめ多くの応用分野に適用できる30～120機能リモコンシステム用CMOS LSI M50110 P シリーズを開発した。ここでは、上記リモコンシステムの伝送方式、送信及び受信用LSIの機能及び特長について述べる。

2. リモコン伝送方式

リモコンの伝送方式は一般に表1.に示すようなものがある。この伝送方式について説明すると、最初の周波数分割方式は、それぞれの命令に対して周波数を割当てる方式であり、超音波がよく用いられている。TVからの妨害信号を避けるため、TVの水平同期信号（15.75 kHz）の第2高調波と第3高調波の間、すなわち約33 kHzから50 kHzの周波数帯が用いられる。この方法は伝送命令数を多くすれば、周波数の分割を細かくし、送信側と受信側の基準周波数のずれを小さくする必要があり、したがって基準信号発生器に水晶発振器を使うため、高価になるという欠点を持っている。

次の周波数多重方式は命令をコード化し数種類の周波数を時分割で送信する方式である。この方式は、上記の周波数分割方式に比べ、命令をコード化していることにより命令数を多くすることができる。

表 1. 各種リモコン伝送方式

伝送方式	伝送周波数の数	伝送信号の波形
周波数分割方式	命令数だけ必要	
周波数多重方式	4～6	
パルス ポジション方式	1	
パルス変調方式	1	
パルス振幅 変調方式	1	
パルス間隔 変調方式	1	

しかし、通常4～6種類の周波数を用いるため、受信側でこれらの周波数を平等に受入れる必要があり、受信機を受信信号増幅器の利得の周波数特性をフラットにしなければならない。利得の周波数特性がフラットでないと受信信号が弱くなったとき、ある周波数は受信するが、別の周波数は受信しない場合があり、送信機の送る命令と違った命令として受信側で受取ってしまう可能性がある。

パルスポジション方式は、一定周期で2つのパルスを送り、そのパルス間隔により命令を割当てる方式である。この方式は、周波数は単一周波数を用いており受信機を受信信号増幅器は作りやすいが、多くの命令を送送するためにはパルス間隔の割当て範囲を狭くとらねばならず、周波数分割方式と同様に、送信側と受信側の基準周波数のずれを小さくしなければならない。

パルス数変調方式は一定期間のパルスの数で命令を送送する方式である。この方式は命令数だけパルス数が必要で多機能のリモコンシステムには不向きである。

パルス振幅変調方式は、命令をコード化し、パルスの有無により命令を送送する方式である。リモコンの場合は送信機と受信機はそれぞれ独立したシステムクロックで動作するため、まず同期信号を送りそれからデータを送る必要がある。また、送信側と受信側の基準周波数がずれると、最初伝送されるデータは同期して受信されるが後のデータほど同期からずれてくることになり、あまりビット数の多いデータを送ることができなくなる可能性がある。

ここで報告する多機能リモコンシステムの伝送方式は、連続した2つのパルスのパルス幅により、ビット“0”、“1”を区別するパルス間隔変調方式であり、詳しくは3.2節、4.2節で述べる。

3. TVリモコンシステム用LSI M58480 P シリーズ

3.1 概 要

M58480 P シリーズは、TV受像機の前面パネルで行っている操作のほとんどの機能を遠隔操作できることを主目的に開発した22～30機能TVリモコンシステム用CMOS LSIで、送信用LSIとしては、M

表 2. TVリモコンシステム用LSI M58480 P シリーズの仕様一覧

仕 様	送 信 用		受 信 用		
	M 58480 P	M 58484 P	M 58481 P	M 58485 P	M 58487 P
外 形	16ピンDILパッケージ	16ピンDILパッケージ	28ピンDILパッケージ	28ピンDILパッケージ	22ピンDILパッケージ
動作電圧範囲	2.2～8 V	2.2～8 V	4.5～8 V	8～14 V	8～14 V
リモコン命令数	30	30	30	29	22
アナログ量のコントロール			音量、輝度、色相の3つ	音量、輝度、色相の3つ	音量のみ
受信用LSIから直接入力できる命令			16	12	8
キー入力仕様	先押し優先	キーに優先順位あり	先押し優先	キーに優先順位あり	キーに優先順位あり

注) 送信用LSI M58480 P、M58484 Pと受信用LSI M58481 P、M58485 P、M58487 Pは任意の組合せが可能である。

表 3. M 58480 P シリーズの命令機能一覧

記 号	機 能	命令数	受信用 LSI で実行できる命令		
			M58481P	M58485P	M58487P
CH 1 / CH 16	16チャンネルの直接選局	16	○	○	○
CH UP CH DOWN	チャンネルのアップ/ダウン	2	○	○	○
VO UP VO DOWN	音量のアップ/ダウン	2	○	○	○
BR UP BR DOWN	輝度のアップ/ダウン	2	○	○	○
CS UP CS DOWN	色相のアップ/ダウン	2	○	○	○
MUTE	消音のオン/オフ	1	○	○	○
VO(1/3)	音量を最大値の 1/3 に正規化	1	○	○	○
BR(1/2)	輝度を最大値の 1/2 に正規化	1	○	注2)	—
CS(1/2)	色相を最大値の 1/2 に正規化	1	○	注2)	—
POWER ON/OFF	テレビ本体の電源のオン/オフ	1	○	○	○
CALL	CALL 出力の制御	1	○	○	○

注 1) ○印は実行可能な命令である。

注 2) M 58485 P において BR(1/2), CS(1/2) 機能は同一命令で実行する。

表 4. 伝送コードと命令機能の関係 (M 58480 P シリーズ)

伝 送 コー ド						命 令 機 能	備 考
D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆		
1	0	0	0	0	0	CH UP	チャンネルのアップ チャンネルのダウン
0	1	0	0	0	0	CH DOWN	
1	1	0	0	0	0	VO UP	アナログ電のコントロール
0	0	1	0	0	0	VO DOWN	
1	0	1	0	0	0	BR UP	
0	1	1	0	0	0	BR DOWN	
1	1	1	0	0	0	CS UP	
0	0	0	1	0	0	CS DOWN	
1	0	0	1	0	0	MUTE	消音(Sound Mute)のオン/オフ
0	1	0	1	0	0	VO(1/3)	
1	1	0	1	0	0	BR(1/2)	アナログ量の正規化 (Normalization)
0	0	1	1	0	0	CS(1/2)	
1	0	1	1	0	0	CALL	CALL 出力のオン/オフ 電源のオン/オフ
0	1	1	1	0	0	POWER ON/OFF	
0	0	0	0	1	0	CH 1	直接選局 (Direct Access)
1	0	0	0	1	0	CH 2	
0	1	0	0	1	0	CH 3	
1	1	0	0	1	0	CH 4	
0	0	1	0	1	0	CH 5	
1	0	1	0	1	0	CH 6	
0	1	1	0	1	0	CH 7	
1	1	1	0	1	0	CH 8	
0	0	0	1	1	0	CH 9	
1	0	0	1	1	0	CH 10	
0	1	0	1	1	0	CH 11	
1	1	0	1	1	0	CH 12	
0	0	1	1	1	0	CH 13	
1	0	1	1	1	0	CH 14	
0	1	1	1	1	0	CH 15	
1	1	1	1	1	0	CH 16	

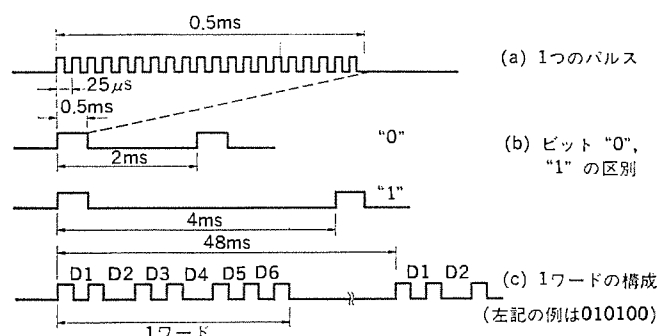


図 1. 伝送コード方式 (M 58480 P シリーズ)

58480 P 及び M 58484 P, 受信用 LSI としては, M 58481 P, M 58485 P 及び M 58487 P とがある。これら LSI の仕様の一覧を表 2. に示す。また, リモコンにより制御できる命令は表 3. に示すとおりである。

3. 2 伝送コードの構成

このリモコンシステムの伝送方式は, 2 章で述べたように, 連続した 2 つのパルスのパルス間隔により, ビット “0”, “1” を区別する一種の PCM 方式である。以下基準周波数すなわち発振周波数が 480 kHz の場合について説明する。

図 1. に示すように, 1 つのパルスのパルス幅は 0.5 ms であり, そのパルスで搬送波 40 kHz を変調している。したがって, 1 つのパルスの中に 40 kHz のクロックが 20 個入っている。図 1. (b) に示すように, ビット “0” は 2 つのパルスの間隔が 2 ms, “1” は 4 ms である。伝送命令の 1 ワードは 6 ビットのデータから構成しているため, 7 個のパルスから成り立っており, 送信側でキーが押されている間, 48 ms の周期で伝送される。したがって, この伝送方式では命令伝送中, 伝送信号発生用発光ダイオードの点灯している時間は, 伝送コードが送られる周期の 48 ms 中 7 個のパルスの期間 3.5 ms の半分だけであるから, 全体の周期の 3.6% となり, 連続波伝送方式に比べ, 送信機全体の電力消費が少ない。

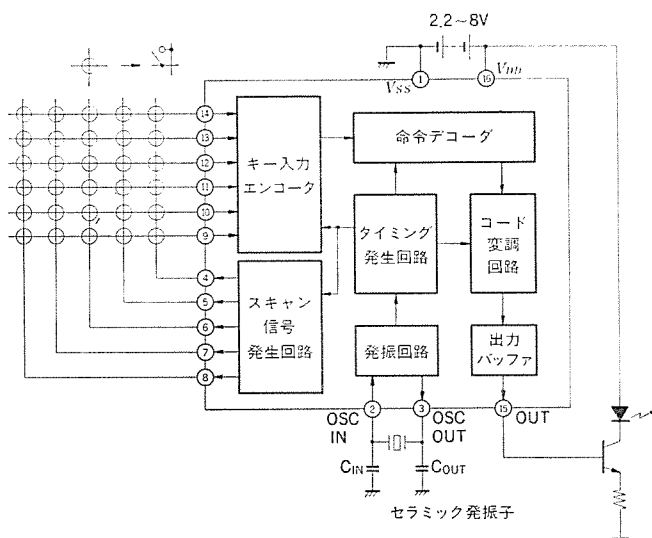


図 2. 受信用 LSI M 58480 P, M 58484 P のブロック及び周辺回路図

一方, 受信用 LSI は, 送信機から 3 回同じ命令コードが伝送されたときのみ命令を実行するよう設計しているため, 外部雑音に強いという特長を持っている。

伝送コードと命令機能の関係は表 4. に示すとおりである。データ D₆ はリモコンシステム拡張用の予備ビットであり, D₆ を “1” にすることにより, D₆ が “0” のリモコンシステムと互いに干渉しないリモコンシステムが構成できる。

3. 3 送信用 LSI

送信用 LSI M 58480 P 及び M 58484 P は, I₁~I₅ のキー入力及び ΦA~ΦE のスキャン出力による 6 × 5 のキーボードマトリクスから入力される 30 の命令を 6 ビットの PCM コードで伝送することができる。また, 動作電圧範囲が 2.2~8 V と広いため, 単 3 乾電池 (2~4 個直列) を電池として使用できる。M 58480 P, M 58484 P の内部プロ

ック図及び周辺回路図を図 2. に示し、以下その機能を説明する。

M 58480 P 及び M 58484 P は、発振回路を内蔵している ので、LC 回路又はセラミック発振子を外付けにすることにより基準信号を得ることができる。また、キーを押しているとき以外は発振回路の発振を停止することにより消費電力を極力少なくしている。

命令デコーダとコード変調回路では、 6×5 のキーボードマトリクス から入力される30命令を 6 ビットのコード ($D_1 \sim D_6$) に変換し OUT 端子から出力する。

3. 4 受信用 LSI

受信用 LSI M 58481 P, M 58485 P 及び M 58487 P の仕様の概要については表 2. に、受信用 LSI で受信できる命令は表 3. に示すとおりである。代表例として、M 58481 P のブロック図を図 3. に示し、以下その機能について説明する。

まず、送信機から送られてくる赤外線信号を受光素子で受信し、増幅器で増幅し、M 58481 P の SI 入力に印加する。SI 入力に印加された信号は、入力回路でパルス信号に変換され、復調回路に送られる。復調回路ではパルス信号のパルス間隔を判定し、パルス信号をデジタルコードに変換し命令デコーダに送る。命令デコーダは復調回路から 3 回同じコードが送られるとそのコードに対応した命令を実行する。そのとき、受信表示出力 IR は“L”から“H”に変化するので、IR 端子に発光ダイオードを取付けることにより、送信機から命令が伝送されていることを表示することができる。パルス間隔の判定は 3.2 ms 未満であれば“0”，3.2 ms 以上 6.4 ms 未満であれば“1”とし、次のパルスが 6.4 ms 以上たってもこないときは、その時点でワードの伝送が終了したと判断し、次のワードを受入れる状態になる。更に 102.4 ms 以上たっても次のパルスがこなければ、送信機からの命令が終了したものと解釈し命令の実行を中止する。

また、以上のような送信機からのリモートコントロール信号を受信して解読するばかりではなく受信機側にも $I_1 \sim I_4$ のキー入力と $\phi_A \sim \phi_D$ のスキャン出力による 4×4 のキーボードマトリクス回路があり、これにより 16 の命令を直接入力することができる (表 5. 参照)。受信機側でキー入力を使用しているときは、送信機から送られてくる命令は禁止される。

M 58481 P (及び M 58485 P) は 6 ビット構成の D/A コンバータを 3

表 5. キーマトリクス と命令機能の関係

(a) M 58481 P

スキャン出力 キー入力	ϕ_D	ϕ_C	ϕ_B	ϕ_A
I_1	CH RESET	CH DOWN	CH UP	POWER ON/OFF
I_2	MUTE	VO DOWN	VO UP	VO(1/3)
I_3	VO(1/3) BR(1/2) CS(1/2)	BR DOWN	BR UP	BR(1/2)
I_4	CALL	CS DOWN	CS UP	CS(1/2)

(b) M 58485 P

スキャン出力 キー入力	ϕ_D	ϕ_C	ϕ_B	ϕ_A
I_1	CH UP	VO UP	BR UP	CS UP
I_2	CH DOWN	VO DOWN	BR DOWN	CS DOWN
I_3	POWER ON/OFF	MUTE	VO(1/3) BR(1/2) CS(1/2)	CALL

(c) M 58487 P

スキャン出力 キー入力	ϕ_D	ϕ_C	ϕ_B	ϕ_A
I_1	POWER ON/OFF	VO UP	MUTE	CH UP
I_2	CALL	VO DOWN	VO(1/3)	CH DOWN

組 (M 58487 P は 1 組) 内蔵しており、3 つのアナログ量すなわち音量 (volume, 略して VO), 輝度 (brightness, 略して BR) 及び色相 (color saturation, 略して CS) を、リモコンあるいはキー入力により、それぞれ独立に 64 段階に調整することができる。VO, BR 及び CS 出力はくり返し周波数が 1.25 kHz で最小パルス幅が 1.25 μ s のパルス幅変調出力となっており、外部に積分回路をつけることにより、アナログ出力が得られる。VO UP, BR UP, CS UP あるいは VO DOWN, BR DOWN, CS DOWN 命令により、アナログ量を 1 段階 10.1 秒の割合でアップあるいはダウンさせることができる。また、VO(1/3), BR(1/2) 及び CS(1/2) 命令により、アナログ量 (VO, BR 及び CS) を最大値の 1/3 (VO) あるいは 1/2 (BR, CS) にすることができる。

そのほか、リモコンあるいはキー入力により TV 本体の電源、消音 (sound mute) 及び CALL 出力のオン/オフを制御することができる。TV 本体の電源がオフすなわち POWER ON/OFF

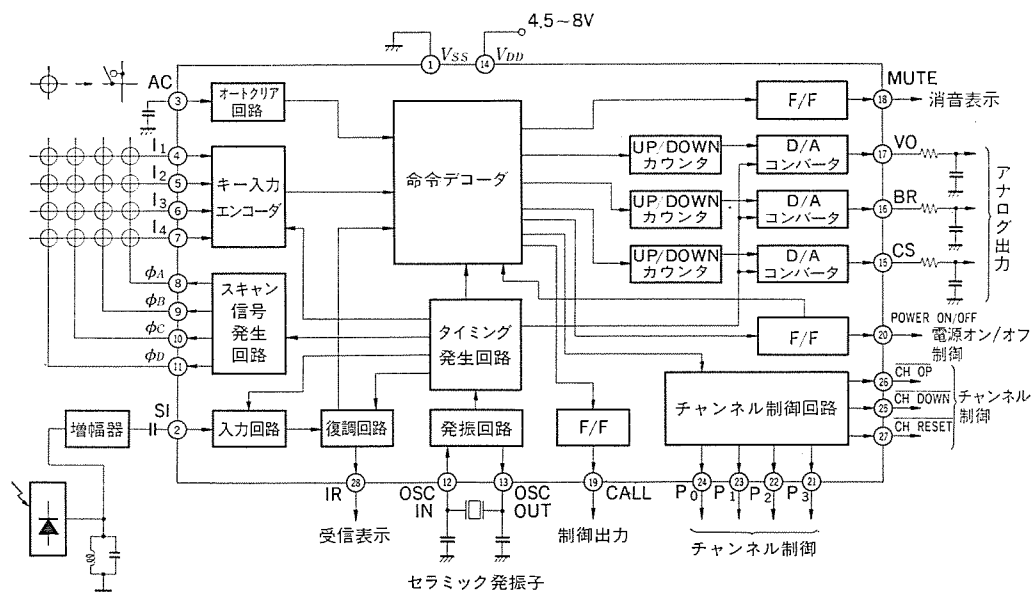


図 3. 受信用 LSI M 58481 P のブロック及び周辺回路図

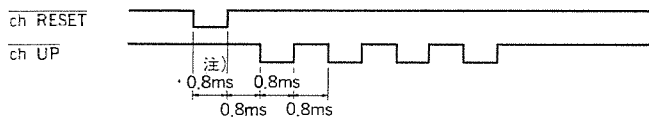


図 4. チャンネルのシリアルコントロール方式のタイミング図
($f_{osc}=480\text{ kHz}$ の場合)

出力が“L”のときは、リモコン及びキー入力によるチャンネル及びアナログ量の変化は禁止され、POWER ON/OFF 出力が“L”になる前の状態を保持する。CALL 出力はトグル出力になっており、任意の機能の制御に使うことができる。例えば、チャンネル番号表示のオン/オフ、音声多重放送の受信モード切換えなどに使用することができる。

次に、チャンネルのコントロールについて述べる。M58481P 及び M58485P については、 $P_0 \sim P_3$ 出力によるパラレルコントロール方式と、CH RESET、CH UP 及び CH DOWN 出力とによるシリアルコントロール方式が可能である。M58487P はシリアルコントロール方式のみが可能である。パラレルコントロール方式については、選局されたチャンネル番号に対応した4ビットのアドレスが $P_0 \sim P_3$ 端子に出力される。シリアルコントロール方式については、直接選局の場合、図4.に示すように CH RESET 端子にまず(矩)形波が1個出力され、次に CH UP 端子に選局されたチャンネル番号から1引いた数の矩形波が出力される。チャンネルのアップあるいはダウンについては、CH UP あるいは CH DOWN 端子に矩形波を1個出力し制御する。したがって、タッチ式電子チャンネル用 IC (例えば当社の M51231P) と接続することができる。

M58485P 及び M58487P には POWER ON 入力端子が独立にあり、POWER ON/OFF 出力を強制的に“H”にすることができる。

4. 30～120 機能リモコンシステム用 LSI M50110P シリーズ

4.1 概要

TV リモコンシステム用 LSI M58480P シリーズは、特に TV 用を目的として開発しているため、オーディオ分野など TV 以外の分野では使いにくい命令機能もあり、実質上使用できる命令は 18 程度に限られる場合が多い。したがって、任意に使える命令を多く持ったリモコンシステムが望まれている。また、テープデッキあるいは VTR などに应用した場合、録音中の一時停止 (pause) 命令は応答速度が早いことが要求される。更に、オーディオなどの多くの分野に应用した場合、リモコンシステム間での干渉が問題となり、このような干渉を避けることが要求されている。

このような要求に答えて、30～120 機能リモコンシステム用 LSI M50110P シリーズを開発する運びとなった。M50110P シリーズの送信用 LSI として M50110P 及び M50115P、受信用 LSI として M50111P、M50116P 及び M50117P がある (表 6. 参照)。

M50110P シリーズは、TV リモコンシステム用 LSI M58480P シリーズに比べ下記の特長を持っている。

- (1) リモコンの命令数が多い (30～120 機能)。
- (2) リモコンの命令伝送が早い (50 ms 以内)。
- (3) 伝送コードは 10 ビットで構成され、最初の 3 ビット ($K_0 \sim K_2$) は

表 6. 30～120 機能リモコンシステム用 LSI M50110P シリーズの仕様一覧

仕 様	送 信 用		受 信 用		
	M50110P	M50115P	M50111P	M50116P	M50117P
外 形	16 ピン DIL パッケージ	18 ピン DIL パッケージ	16 ピン DIL パッケージ	18 ピン DIL パッケージ	18 ピン DIL パッケージ
動作電圧範囲	2.2～8 V	2.2～8 V	4.5～8 V	4.5～8 V	4.5～8 V
リモコン命令数	30	120	30 注1)	60 注1)	120
パラレル出力	—	—	$D_0 \sim D_3$, STA, STB	$D_0 \sim D_3$, STA～STD	$D_0 \sim D_7$, FF
キー入力仕様	2 重押し禁止	2 重押し禁止	—	—	—

注 1) M50111P, M50116P においてもシリアル出力を用いると 120 種類の命令を受信することができる。

注 2) 送信用 LSI M50110P, M50115P と受信用 LSI M50111P, M50116P, M50117P は任意の組合せが可能である。

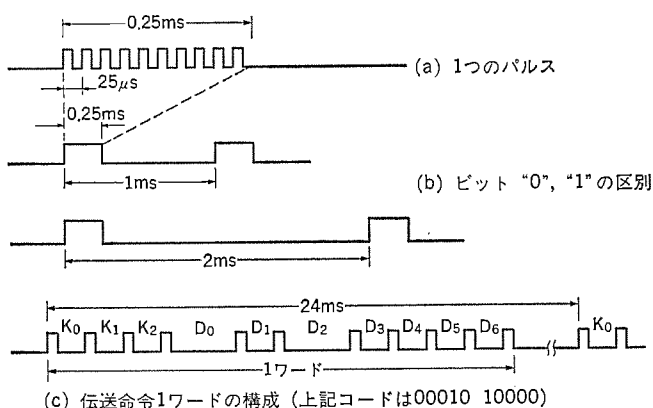


図 5. 伝送コード方式 (M50110P シリーズ)

送受信のキーコードとしているので、キーコードにより応用分野を特定することができる。

(4) 受信用 LSI は、受信したコードをそのまま同時に出力することが可能であり、更に、外部クロックに同期した直列形信号として出力することも可能である。したがって、容易にマイコンと接続することができる。

4.2 伝送コードの構成

このリモコンシステムの伝送方式は、M58480P シリーズと同様に、赤外線を用いたパルス間隔変調方式である。以下、伝送コードの構成について述べる。

図 5. (a) に示すように、1つのパルスのパルス幅は 0.25 ms であり、そのパルスで搬送波 40 kHz が変調されている。したがって、1つのパルス中に 40 kHz のクロックが 10 個入っている。ビット“0”は 2つのパルスのパルス間隔が 1 ms、ビット“1”は 2 ms である (図 5. (b) 参照)。伝送命令の 1ワードは 10 ビットのデータ、すなわち 11 個のパルスから構成されており、送信側でキーが正常に入力されている間、24 ms の周期で伝送される。10 ビットのデータのうち最初の 3 ビット ($K_0 \sim K_2$) はシステム決定用のキーコードに用いられており、各応用分野ごとに割当てリモコンシステム間の干渉を避けるのに役立つ。

4.3 送信用 LSI

送信用 LSI M50110P は $I_1 \sim I_6$ のキー入力と $\phi_A \sim \phi_E$ のスキャン出力によるキーボードから入力される 30 種類の命令を 10 ビットの PCM コードで伝送することができる。また、M50115P は、M50110P と同様の 6×5 のキーボードマトリクスとデータ入力 $\bar{D}_5$ 及び $\bar{D}_6$ の組合せ

により 120 種類の命令を 10 ビットの PCM コードで伝送することができる。

4. 4 受信用 LSI

受信用 LSI M 50111 P, M 50116 P 及び M 50117 P の仕様の概要については表 6. に示すとおりである。

M 50111 P, M 50116 P 及び M 50117 P のブロック図を図 6. に示し、以下その機能について説明する。図において、 D_4 , D_5 , D_6 及び FF 端子は M 50117 P のみに存在し、 $\overline{STA}$ 及び $\overline{STB}$ 端子は M 50111 P 及び M 50116 P に、 $\overline{STC}$ 及び $\overline{STD}$ 端子は M 50116 P のみに存在する。

まず、受光素子で受信した信号を増幅し検波して $\overline{SI}$ 入力に印加する。 $\overline{SI}$ 入力に印加された信号は入力回路で処理され、復調回路に送られる。復調回路では送られてきた信号のパルス間隔を判定し、デジタルコードに変換する。パルス間隔 T_P が 0.4 ms 以上 1.6 ms 未満のときはビット“0”，1.6 ms 以上 3.2 ms 未満のときはビット“1”と判断する。 T_P が 3.2 ms 以上のときは、その時点で 1 ワードの伝送が終了したと判断し、次のワードを受入れる状態になる。更に、50 ms 以上たつて次のパルスがこないときは、伝送命令が終了したと判断し各出力はスタンバイ状態になる。スタンバイ状態では $D_0 \sim D_6$, INT, IR 及び FF 出力は“L”， $\overline{STA} \sim \overline{STD}$ 出力は“H”，SD 出力はディセーブル状態（高インピーダンス状態）になる。誤動作防止のため、入力回路では 50~100 μ s 未満のパルス幅のパルスは受け付けない。また、パルス間隔 T_P が 0.4 ms 未満の場合、あるいは $D_0 \sim D_4$ のデータが“00000”又は“11111”のときはスタンバイ状態になる。

2 回以上連続して同一の伝送コードが受信されると、受信表示出力 IR が“H”になり、データ出力 $D_0 \sim D_6$, デコード出力 $\overline{STA} \sim \overline{STD}$ が出力される。 $\overline{STA} \sim \overline{STD}$ 出力は伝送コードの D_4 と D_5 のデータをデコードした出力である。これらの出力をイネーブル（enable）信号として使用し、 $D_0 \sim D_5$ のデータをデコードすると簡単に 30 (15 $\times$ 2 : M 50111 P の場合) あるいは 60 (15 $\times$ 4 : M 50116 P の場合) のデコード出力を取り出すことができる。

また、IR 出力が“H”になってから 6.25 μ s 後に INT 出力は“L”から“H”に変化する。INT 出力が“H”の期間中にシリアルデータ出力用クロック入力 CL にクロックを印加すると、そのとき受信した伝送コードを $D_0 \sim D_6$ の順にシリアルデータ出力 SD から、CL 入

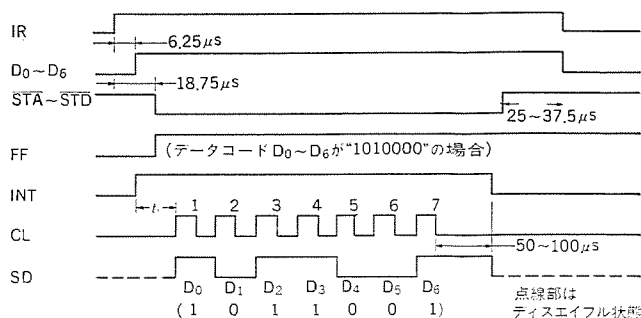


図 7. 出力のタイミング図 (M 50111 P, M 50116 P, M 50117 P)

力の立上がり同期して出力することができる。このシリアル出力を用いると、リモコン送信機から送られてくる伝送コードを容易にマイコンに伝送することができ、広範囲の応用が期待できる。

また、M 50117 P にはフリップフロップ出力 FF があり、伝送コード $D_0 \sim D_6$ が“1010000”のとき FF 出力は“H”となり、“0101000”のとき“L”となる。この FF 出力はリモコンシステムが応用される装置本体の電源のオン/オフ制御などに応用することができる。

なお、各出力が出力されるタイミングは図 7. に示すとおりである。

5. む す び

以上説明してきたように、このたび開発した TV リモコンシステム用 LSI M 58480 P シリーズ、及び 30~120 機能リモコンシステム用 LSI M 50110 P シリーズは、

- (1) 送信受信用 LSI 共に CMOS 構造を用いているため 1 電源で動作し、かつ動作電圧が広く、消費電力が少ない。
- (2) 伝送搬送波に単一波 (40 kHz 又は 38 kHz) を用いているため、受信システムが作りやすい。
- (3) 伝送コードは PCM を使い、かつ 2 回又は 3 回同じコードが伝送されたときのみ命令を実行するよう設計しているため外部雑音による妨害に強い。
- (4) 送信機と受信機間の基準周波数のずれの許容範囲が広いので、

水晶振動子を使用せず、LC 又はセラミック発振回路で十分である。

(5) 伝送信号発生用発光ダイオードが実際に点灯している時間が短いので送信機全体の消費電力が少ない。

(6) リモコンで制御できる命令数が多い。などの特長を持っている。

一方、リモコンシステムは、TV、オーディオはもちろんのこと各種家電製品、更に産業用分野にも応用分野が広がっており、ここで述べた多機能リモコンシステム用 LSI シリーズはいろいろな応用分野でのリモコン化に役買うことが期待される。

なお、将来文字多重放送などが始まり、更に多機能のリモコンシステムが要求された場合にも、この LSI シリーズの技術を使うことによりすぐに対処することができる。

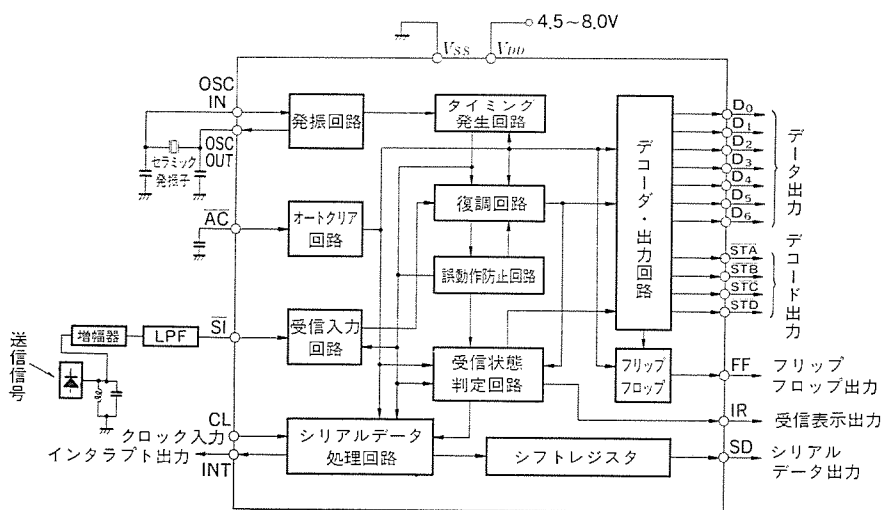


図 6. 受信用 LSI M 50111 P, M 50116 P, M 50117 P のブロック及び周辺回路図

カードリーダー形マイコン内蔵電子レンジモデルET-710C

高瀬 明生*・掘越 博*・小川 幸治*・塚越 定之*

1. マイクロコンピュータとカードリーダーの導入経緯

電子レンジの加熱原理は、食品自体の誘電体損を応用する誘電加熱方式であるため、従来の伝導・対流・ふく(輻)射を利用する調理器に比べ加熱効率が高く取れること、物質自体の材質差による選択加熱が可能であること、加熱手段が電磁波であるため表面、内部を同時に加熱できることによる高速加熱が可能であるなどの従来にない調理器としての特長を有している。反面、これらの特長は、使用法が難しいという欠点につながりやすく、一般家庭に電子レンジを普及させるためには、種々雑多な食品を簡単な操作でうまく調理できる制御機能の開発・付加が必要となり、このため、時間・出力・温度制御等の調理制御手段の開発とともに、この操作自体を簡略化する方法の開発が今日の重要な課題となっている。

制御機能を高めるためのハードウェアは、従来、トランジスタ回路を主体とするアナログ制御方式が中心であったが、近年のLSI技術の急速な発展とともに登場してきた各種LSIデバイスの中で、マスクROM内蔵の1チップマイクロコンピュータが登場するに及び、少量でもチップコスト自体の低下が可能となり、また、設計面での容易さ、量産性、信頼性、実装スペースの縮小などのマイコンが本来有する優位性も加わり、急速に導入が進んできている。一方マイコン制御化への移行は、制御方式自体のデジタル化を意味し、入力形態も従来のつまみなどに替わってKEY形式が主体となる。また、調理制御機能の高度化は、一方でこの機能を使いこなす操作上の難しさを生じやすく、この面での解決を伴った制御機能の高度化が、家庭用商品の場合特に必要である。当社が今春、米国で発売したマイコンとう(搭)載電子レンジ、モデルET-710Cは、世界に先がけて磁気カードリーダーを電子レンジに内蔵させ、入力形態をKEY形式に加えて付属の磁気カードを読込ませる操作だけで調理制御機能を作動させることができるとともに、操作の簡易性能をも大幅に向上させた機種である。以下に、この機種のマイコン応用部分を中心に、カードリーダーを含めた制御システムの機能・構成について紹介する。

2. モデルET-710Cの機能

図1.にET-710Cの外観を示す。この電子レンジは、カウンタトップタイプで、最大出力700W、オープン庫内は粉体塗装の表面を有するキャビティサイズ1.3ft³、ドア前面パナはガラスで構成し、電子レンジとしての動作制御機能はすべてマイクロコンピュータに集約している。

制御内容は、時間制御・出力制御・温度制御の3種あり、これらを単独あるいは、複合して動作させることができる。調理プログラムのためのメモリエースは、1st COOK, 2nd COOKの2段階有している。

入力パネルは、図2.に示すKEY構成を有するガラス製のキャパシティブ方式のタッチパネルを使用し、汚れに対する清掃性をよくするとともに、高級感、信頼性を向上させている。タッチパネルの下にカードリーダーを装着して、所定の寸法の磁気カードをそう(挿)入するスリットを

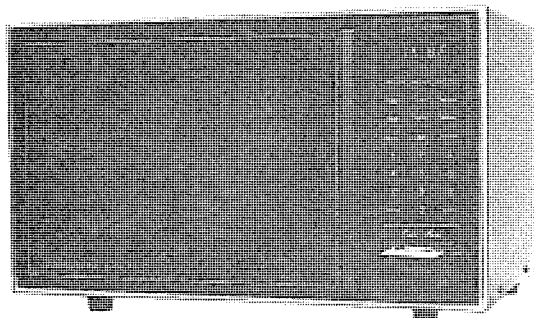


図 1. ET-710C 電子レンジ

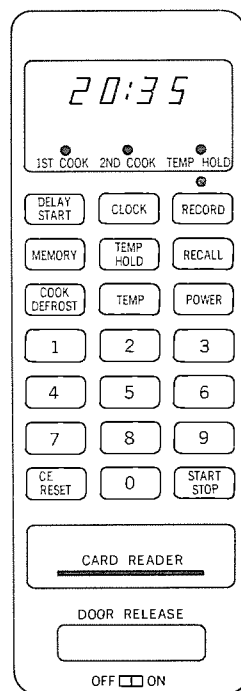


図 2. タッチパネルのKEY PAD 構成図

設けている。カードリーダーはREAD/WRITE機能を有するハndsキャンタイプの2トラック形で、記録密度は75 bpiである。

電子レンジを動作させるための調理プログラムの入力、タッチパネルを使用する方法と、カードリーダーを使用する方法の2通りがある。タッチパネルを使用する際の基本操作シーケンスは、FUNCTION PAD→NUMERIC PADの操作順で統一しており、設定時はそれぞれのKEY PADに軽く触れるだけでよい。シーケンス上許されるKEY入力の場合は、マイコン内に読込むとともに短い電子音を発音し、耳による確認もできる。一方カードリーダーを用いる際は、単に所定の磁気カードをカードリーダーに挿入すればよく、この磁気カードがKICKOUTされる時に磁気ストライプ上の調理プログラムはマイコン内RAMに移送され調理制御データとなる。

調理プログラムを設定した後、入力値の再確認をする場合は、RE-

CALL PAD に触れれば、1st COOK から 2nd COOK へとすべての調理制御データを1秒間ずつ表示し、自動的にソフトウェアの指定する順序で切替わっていくため、簡単にすべてのデータの再確認ができる。これは、入力方法としてカードリーダーを採用したためカード内の記録データの再確認を容易にするためである。

調理のメモリエースは前述のように2段階あるが、必ず1st COOK から設定する。2つのメモリエースを使用した調理動作のモードは、1st COOK から 2nd COOK へと連続的に移行させるモードと、1st COOK 終了後自動的に STOP し、再度人手による START 操作で 2nd COOK へと進む PAUSE 機能つき動作の2つのモードを取り得る。

2.1 タッチパネルの制御機能

(1) 調理制御の機能と操作

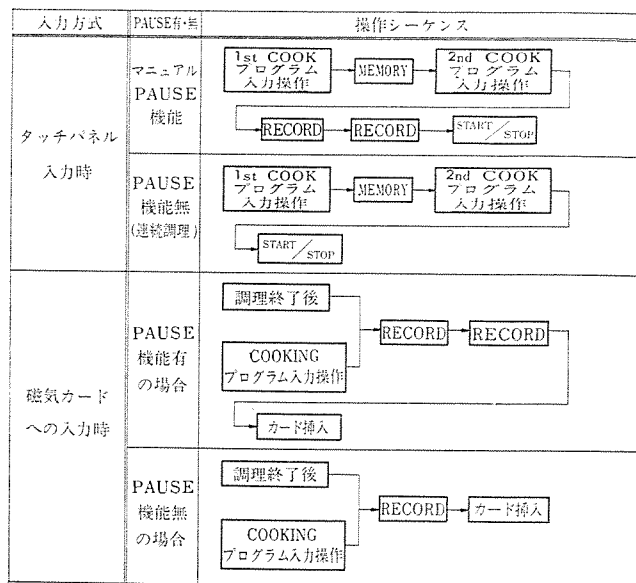
表1. に ET-710 C の各メモリエースの制御可能内容と操作の一覧表を示す。各メモリエースは出力0%の設定を可能にしているが、これは、主に均一解凍のための一方法である、加熱後、出力0である時間放置し熱の伝導効果による加熱の均一化を図る CARRY・OVER・HEAT 期間を、メモリエースを使用して実現することを目的としたものである。この電子レンジの動作モードは、前述のように PAUSE 機能の有無により2つに分けられる。PAUSE 機能の目的は例えば、味つけとか、均一加熱化のために食品を裏がえすなどの操作を使用者に任せてもらうことを主目的とするもので、タッチパネルよりの指示でも、あるいは、磁気カードでもこの機能コードを記憶させて利用することができる。この時の操作を示したものが表2. である。PAUSE 機能の設定がなされない場合は、調理は1st COOK から 2nd COOK へと連続的に移行する。

ET-710 C では、温度プローブによる制御機能を充実するため2種類の温度制御モードを可能としている。1つは、食品の温度プローブによる検出温度が設定温度に達するとその加熱サイクルを終了する通常の温度制御であり、今1つは、設定温度到達後、その温度で別途設定された時間、あるいは、そのフェーズがキャンセルされるまで設定温度で加熱が繰り返される動作制御である。前者は、TEMP PAD により設定され主に肉類の調理に使用される。後者は、TEMP・HOLD PAD により設定され、煮込み、保温などに使用されるもの

表 1. 基本調理フェーズの機能と操作

調理フェーズ	調理制御内容	操作手順	制御範囲
1st COOK	時間制御	NUMERIC.....	●1秒～99分59秒
	出力制御	NUMERIC.....	●0%～100% (10%きざみ)
	温度制御	NUMERIC.....	●90°F～200°F(2°Fきざみ)
		NUMERIC.....	●90°F～200°F(2°Fきざみ) ●保温時間 無限又は1秒～99分59秒
2nd COOK	2nd COOK 選択		以後入力されるデータは、すべて2nd COOKに入る。
	時間制御	NUMERIC.....	●1秒～99分59秒
	出力制御	NUMERIC.....	●0%～100% (10%きざみ)
	温度制御	NUMERIC.....	●90°F～200°F(2°Fきざみ)
		NUMERIC.....	●90°F～200°F(2°Fきざみ) ●保温時間 無限又は1秒～99分59秒

表 2. PAUSE 機能及び磁気カードへの記録操作



で、同一メモリエース内に時間設定がなされるとこの設定温度到達後設定時間の間だけこの温度をキープしつつ調理を続行する。また、時間設定がなされない場合は、このメモリエースをキャンセルするまで、設定温度での調理を続行する動作となる。

(2) カードリーダーによる制御機能と操作

ET-710 C には、メーカーであらかじめプログラムした20品種の磁気カードと、ユーザが自宅でよく使用する調理をこの電子レンジを用いて記録させるためのブランクの磁気カードが10枚、計30枚の磁気カードを付属している。磁気カードによる入力は極めて簡単で、単にカードをカードリーダー部に挿入するだけでよい。したがって、従来のような複雑な KEY PAD の操作を要せず、家庭での使用が極めて簡単になっている。調理終了後使用した調理プログラムをブランクカードに再設定することなく書込むことが可能で、このための操作は表2. に示している。磁気カードは LRC 方式のパリティチェックを採用しており、誤読取りの場合はこのチェックにより検出し、表示にエラーマークを表示し、再度カードからの入力を待つ。カードリーダーはハンズキャン方式であるが、人手により挿入されると自動的に KICKOUT をする構造に設計しており、KICKOUT 時にデータがマイコンに移送される。

(3) 起動・停止・クリア機能

動作の起動はすべて、START/STOP PAD により行う。動作中にこの PAD に触れると STOP 機能となり、停止中にこの PAD に触れると逆に START 機能となる反転動作 PAD である。入力の訂正には、CE/RESET PAD があり、1回の入力はクリアエントリ機能となり、直前の入力のみ訂正の際に使用する。2回以上連続して入力するとリセット機能となり、調理プログラムをすべてキャンセルする。また、実行フェーズの途中で次のメモリエースへ動作を移行させるときは、クリアエントリ機能により実行フェーズだけ SKIP させることができる。

このように同一性格を有する PAD を複合機能化している理由は、KEY 数を減少させタッチパネルを使いやすく感じさせるためである。

(4) その他の制御機能

調理制御以外の機能としては、時計機能・調理開始時刻を指定して自動的に調理プログラムを動作させる DELAY COOKING 機能、入

パネルを有効にしたり無効にしたりするパネルロック機能がある。パネルロック機能は、タッチパネル下端にあるスイッチのON/OFFで機能し、動作はマイコンのソフトウェアで処理される。この機能は、誤ってパネルに接触した場合の誤入力保護、パネルを経由するノイズなどに対する保護に有効であり、調理開始後パネルロック機能をONすれば長時間調理の際も電子レンジの近くから安心して離れることができる。

2.2 表示系

表示部は、4けた(桁)の数字表示部と、ステータス表示としてのLEDの2系統からなる。数字表示部は、時計表示・置数表示・時間表示・温度表示・出力表示を行う部分で、デバイスはけい光表示を使用している。このほか、この表示部は、使用者の誤操作に対するTEACHING機能表示を可能としており、例えば温度調理での温度プローブ接続忘れ、時間調理での温度プローブはずし忘れ、調理中の温度プローブ断線報知などが、この表示部に所定のコードで表示され、調理動作は表示された誤操作が訂正されるまで機能しなくなる。

3. システム構成とハードウェア

ET-710Cのシステム構成図を図3に示す。使用しているマイコンは、専用プログラムを収納した2KバイトのマスクROMと、一時的にデータを収納する512bitのRAMを有する4bitマイクロコンピュータで、調理制御のほとんどをこのチップ内のソフトウェア処理で行っている。このチップはN MOSで、入力ポートは4本のK入力からなり、出力ポートは28本のRポートからなる。このほかに制御用のCポート5本(このシステムではSI、SOのポートを使用している)を有し、命令実行時間は3 μ sと従来に比し高速なものを使用している。

内部処理のための入力情報は、K入力と、2本のCポートから取込まれる。KポートへはタッチパネルからのKEY信号、ステータス情報としてのドア開閉信号、温度プローブ接続信号、温度検出信号、パネルロック信号などがRポートからのストローブ信号に同期して入力される。Cポートは、主にカードリーダーからの入力情報の読込みに使用されている。R出力は、このほか、制御出力用に使用され、表示制御、カードリーダー制御、マグネトロン等の出力制御などに使用される。出力系としてはこのほかにO出力があるが、これは表示データの出力用として使用されている。食品の温度検出は積分形のA/D変換回路を使用しており、ハードウェアで積分回路を構成し、積分時間の計数を

マイコンのソフトウェアで行う検出方式を取っている。以下にハードウェア主要部について更に詳述する。

3.1 タッチパネル、カードリーダー入力部とインタフェース

(1) タッチパネルの構造、等価回路は、図4に示すようにガラスの両面に導電膜を蒸着・塗付したキャパシティブ方式のタッチパネルを使用している。90Vの振幅を有する3相の走査パルスが、タッチパネル裏の3本の走査ラインに入力され、このパルスがパネルの導電膜で形成される各KEYのコンデンサ回路を通した出力としてコンパレータに入力される。人体は2個のコンデンサの中心に触れる構造となっているため、人体接触時は、人体のインピーダンスを介してアースされた分だけ出力パルスの振幅は減少し、この変化をコンパレータが検出することによりKEY入力の有無が判断される。このコンパレータを含むインタフェース回路は1チップ化しており、エンコーダ、マルチプレクサを介してコード化信号としてマイコンKポートへ入力される。

(2) カードリーダーとマイコンのインタフェースを図5に示す。調理データを記録する場合は、タッチパネルのRECORD PADを入力すると、マイコン内部の調理データはスタートマーク(STX)、調理データ、チェックキャラクタ(LRC)、エンドマーク(ETX)の順に編集されSOポートを介して、bit serialにカードリーダーに送出される。Rポートからは、ライトモードを示す信号が同時にカードリーダーに入力される。記録されたカードを用いて調理データを再生する場合は、STXから順々にリードデータをSIポートを介してマイコンに取込み、ETXの検出により全データの読取り完了を検出するとLRCチェックを行い、bitエラーの有無の検出が行われ、正しい場合は終了音を発し、エラーがあればエラーマークを表示する。

ライトデータ、リードデータ、ライト/リード切換信号、タイミングパルスは直結

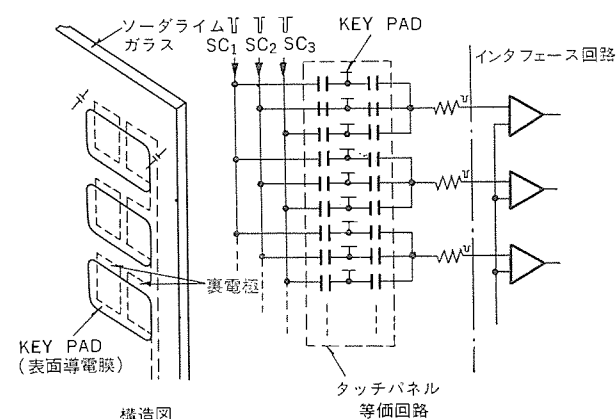


図4. タッチパネル構造と等価回路

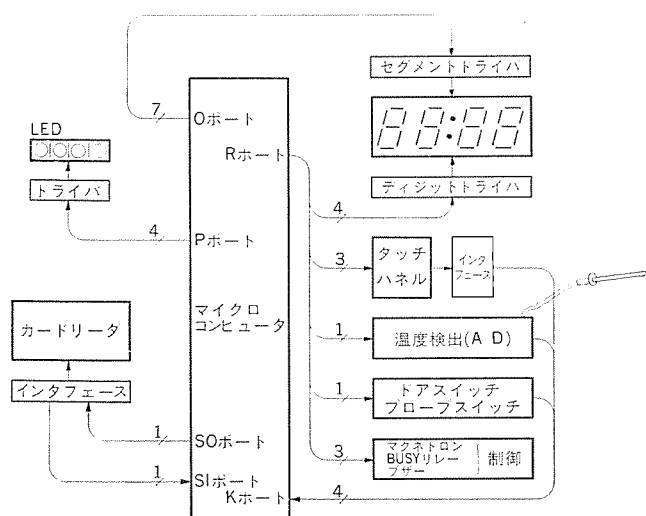


図3. ET-710Cシステム構成図

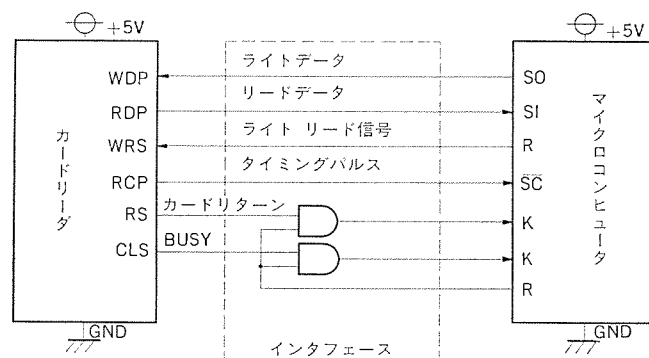


図5. カードリーダーとマイコンの接続

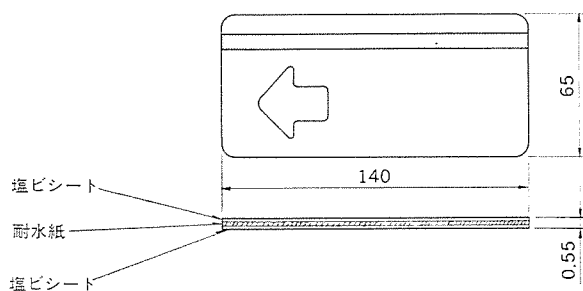
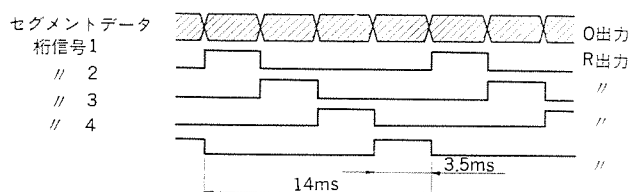


図 6. 磁気カードの寸法



4個のLEDランプは、電子レンジのステータスインジケータとしての役割を果しており、点灯は、Pポート出力を専有し、スタティック点灯を行っている。

図 7. 数字表示部 タイミングチャート

で、カードリターン、BUSY は、マイコンのタイミングで読込むためストローブ信号が必要となり、ANDゲートによるストローブをかけている。

データ記録用の磁気カードの寸法は、図 6. に示す。構成は、センタコアに耐水紙を使用し、両面に塩ビコーティングを施してあり、使用環境における湿度・熱などに対して十分な考慮を払っている。

3.2 表示部

表示部としては、4桁の数字表示管と、4個のLEDランプとを備えている。数字表示は、セグメントデータをマイコンのO出力から、桁信号をR出力から受けてダイナミック点灯を行っている。点灯周期は、ちらず、電源周波との干渉を考え70Hzとした。セグメントデータと桁信号とのタイミング関係を図 7. に示す。4個のLEDランプは、電子レンジのステータスインジケータとしての役割を有し、点灯はPポート出力を専有し、スタチック点灯を行っている。

3.3 温度プローブ周辺回路

温度プローブ周辺回路と、温度検出動作状態図を図 8. に示す。定電流化された積分回路と、サーミスタ、抵抗のブリッジ回路がコンパレータに入力され、コンパレータ出力の反転するまでの時間をマイコンが商用波を計数して温度換算する。積分回路のコンデンサは測定サイクルごとに強制放電され、残留電圧による誤差を防止する。温度プローブは、NTCサーミスタを使用しているため断線した場合は電子レンジは動作しつづける側の故障となり危険であるためプローブ断線検出回路を付加し、この場合は、速やかに電子レンジの動作を停止させるとともに表示をディスプレイに出す安全回路も付加している。

3.4 出力制御部

ET-710Cの電源部の制御は、TRIACとBUSYリレーにより行う。BUSYリレーは、電源スイッチとしての機能と、マグネロン冷却のためのプロモータの制御を行っており、TRIACは、メイン回路のON/OFF制御、32秒周期のDUTYコントロールによる出力制御を行う。TRIAC制御信号は、ホトカプラを介して絶縁した後、電源波のピーク位相で点弧するためのピーク位相パルスとAND回路的に接続され、TRIACゲートへ供給される。BUSYリレー接点には、電源のON/OFF時メイン電流が流れないようにTRIACがある時間関係を有して動作して

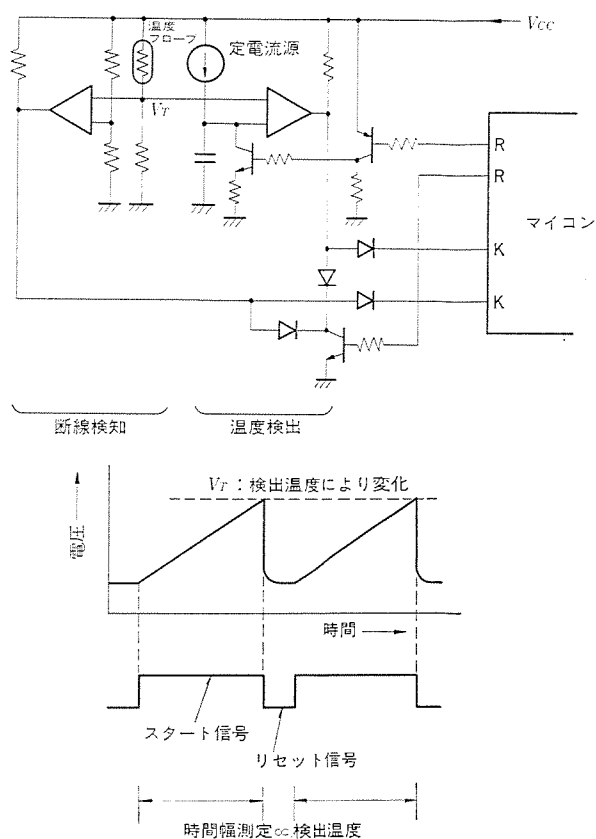


図 8. 温度プローブ周辺回路と動作状態図

あり、リレー接点の寿命を考慮して設計している。

4. ソフトウェア

ET-710Cのゼネラルフロー、割込処理を図 9., 図 10. に示す。プログラムには汎用性を持たせるため、6本のプログラムパッケージ(キー処理プログラム、温度制御プログラム、時間制御プログラム、マグネロン制御プログラム、カードリター制御プログラム、割込処理プログラム)を作り使用している。

電源を投入するとプログラムはスタートし、メモリをクリアし、次に各入出力ポートをインシャライズする。次いで、電子レンジの状態(ドアの開閉、温度プローブの有無など)を検出し、この後の動作を決定する。タッチパネルからデータ入力があればキー処理プログラムに行き、所定のデータ処理を受ける。調理中であるか否かにより処理は変わってくるが、調理中の場合、温度調理か否かを判断し、それぞれ必要なプログラム(温度制御プログラム、時間制御プログラム)に入り、マグネロン制御プログラムに移る。一方、調理中でない場合は、カードリターのBUSYチェックを行い、この結果によりカードリター制御プログラムに入る。

以上のようなプログラム処理の後、再度プログラムのスタート部分にもどり、プログラムは必要な処理を実行しながら回りつづける。

次に割込処理について説明する。今回使用したマイコンの割込みレベルは4レベルあり、これらの優先順位と、このシステム内での用途を表 3. に示した。リセット割込みがかかると、プログラムは最初にもどり電源投入時と同様な動作を行う。外部割込みは電源周波の各周期ごとに割込み、システム全体の時間基準として使用される。タイマ割込みは、数字表示の点灯周期を決定するために使用している。この割込み周期はプログラムにより96μsから25msまで設定可能であり、今回は3.5msとしている。シリアルバッファ割込みは、シリアルバッファに

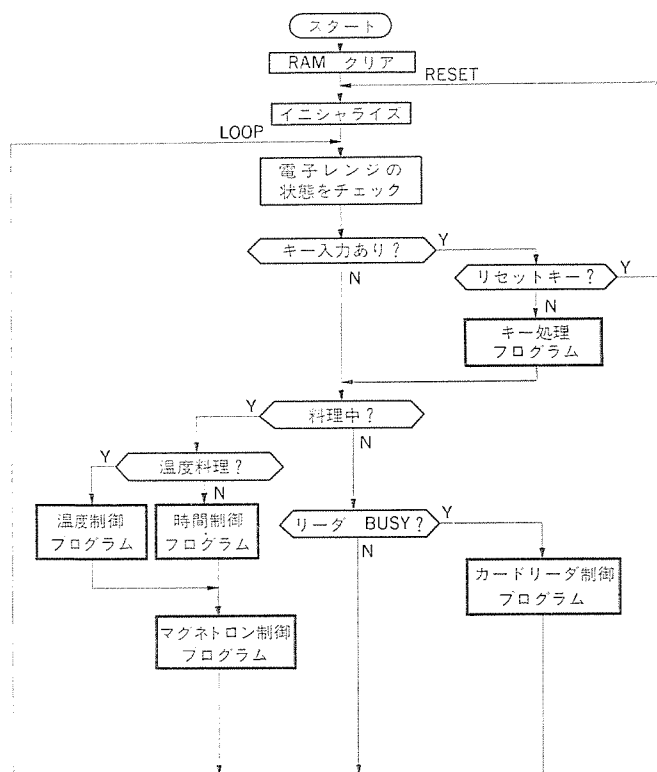


図 9. ET-710 C ゼネラルフロー

表 3. 割り込み優先順位とこのシステムでの用途

優先順位	割 込 み 名 称	このシステムでの用途
1	リセット割り込み	リセット
2	外 部 "	電源周波数による時計
3	タイマ "	表示周期の決定
4	シリアルバッファ "	カードリーダーのデータ処理

転送されるデータの 4 bit ごとに割り込みを発生するもので、今回は、これを利用し 4 bit/1 語でのカードリーダーのデータ処理に使用している。

5. 実装と量産

以上の制御系は、A・B 2 枚のプリントカードに集約し、Aカードには

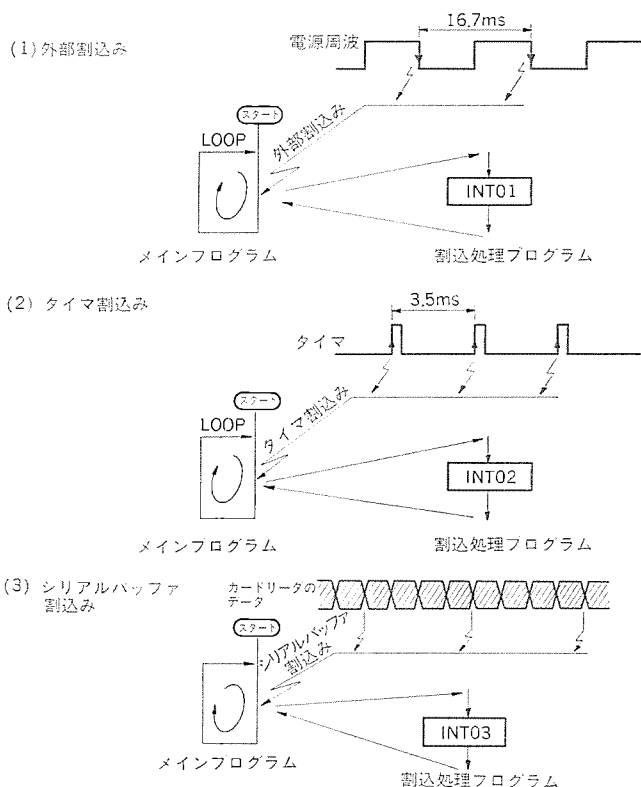


図 10. 割り込み状態図

マイコンを含む弱電部、Bカードにはこの制御系の電源部を実装している。この 2 枚のカードはタッチパネル、カードリーダーとともに板金部品を使用して機械的に固定し、単独で動作する形にまとめている。したがって、量産に当たっては制御部単独で種々の動作確認をした後、組立状態で本体組立てのメインラインに投入され、少数のねじで固定した後、コネクタ接続で本体回路と電気的に接続する。

量産時の組立て、検査のフローは、カード ASSY として完成後、カードデスタを用いて自動選別し、タッチパネル、カードリーダー、トランスなどと組合せ制御部として組立てる。この状態で、エージング工程を経た後本体に取付け電子レンジとしての最終検査を経て出荷する。

6. む す び

電子レンジへのマイコン応用につき、技術面を中心に記述してきたが、この商品へのマイコン応用は、今日その導入段階を終え第 2 ステップへの入口にさしかかっている。したがってマイコン化の真の特長を生かす開発努力が今後の中心課題となってきたが、当社は、これを操作性の向上にしばり、磁気カードの導入により 1 つの方式を呈示した。今後は、更に調理のソフトウェアと結びついた方向での改良検討を進めるつもりである。

三菱パターン計測・選別システム《MELSORT》の開発製品化とその応用

野村良忠*・伊藤修孝**・苗村水戸夫**

1. ま え が き

各産業分野の生産工程の中には、視覚的あるいは感覚的な判断を伴う検査、選別などの作業が必ず存在するが、その対象についての判定の複雑さ、計測項目の多さなどからまだ多くを人手に頼っており、自動化はそれほど進んでいない。また、これらの作業は高温・騒音・暗室などの不良環境下の場合が少なくないため、労働衛生の見地からも自動化が強く要求されている。

一方、計算機の応用としての文字読取り(OCR)、医療における診断(X線CT、超音波断層撮影など)やリモートセンシングにおける図形の自動認識の技術進歩はめざましいものがあるが、これらはすべて大形又はミニコンピュータを駆使したものであり、実際の生産ラインへ応用導入するには処理時間、経済効果などの面からユーザが受入れにくいものが多かった。

しかし最近では、マイクロコンピュータ(以下 μ -Pと略す)やICメモリなどの周辺素子の技術進歩により、高性能のデバイスが安価に供給されるようになり、生産ラインへの適用も非現実的ではなくなってきた。

三菱パターン計測・選別システム《MELSORT》は、 μ -Pを利用した画像処理応用システムとして、視覚的な判断を伴うもののうち、まず比較的単純なパターン要素を対象として検査、流通過程における判定や選別作業の自動化、省力化を図るため開発・製品化したものである。

2. 開発、製品化の目標

2.1 パターン計測の難しさ

一口に検査・選別と言うが、人間の視覚による判断が割合簡単に行われることから機械でも簡単にできるのでは、と考えられやすいが実際は非常に難しい問題である。人間の場合は、目そのものが精巧にできているばかりでなく、脳との有機的な結合により、対象物の形状、大きさ、色、つや、おうとつ(凹凸)などの特徴を捕え、対象物の検査や選別を一瞬のうちにを行うことができる。しかし、例えば白い紙の上に置かれた白チョーク、桑の葉を食べている青虫、葉の間に見え隠れするきゅうりなど、人間が一瞬のうちに判別できるものでも、機械にこれを判断させるのは赤子に説明するに等しいことは容易に想像できるであろう。このように、本当に目の能力と等しい装置を作るとは、現段階では全く不可能と言ってよいが、いくつかの条件を設定することにより、ある程度まで機械におきかえることができる。

2.2 開発・製品化の目標(基本機能)

人間の視覚的な判断により検査・選別を行う過程を考えると、これはまず目(視覚センサ)により、検査・選別すべき対象をしっかりと注視(パターン記憶)し、あらかじめ頭の中に記憶している正しいパターン、特徴あるいは数値(リファレンス)と比較判断(処理)し、その結果良品、不良品又は等級選別仕分のため手を動かし(アクチュエ

ータ駆動)、不良品の排除や仕分位置への排出を行い、また必要に応じてメモを残す(データ編集)ようになっている。

この過程での第1のポイントは、対象が確実にパターンとして記憶されることであり、そのためには対象の条件を限定するとともに、特徴をとらえやすい照明装置や入力装置を作りあげることである。《MELSORT》では、まず製品化の第1段階として計測対象の条件を次のように設定した。

- (1) 対象は1個ずつ分離していること。
- (2) 対象と背景のコントラスト比が大であること。
- (3) 対象は一定の計測範囲内にあること。
- (4) 移動物体の場合は定速移動すること。
- (5) 色彩判別はしないこと。

第2のポイントは、高速で対象の特徴を抽出し処理するアルゴリズムを開発すること、である。

第3のポイントは、ソフトウェアのハードウェア化である。一般に μ -Pによる画像処理はメモリアクセス回数が多いため処理時間が長い。《MELSORT》では、特に時間のかかる特徴抽出の処理時間を従来の1/100にすることを目標にした。

2.3 処理機能

以上の開発目標に沿って製品化した《MELSORT》の処理機能を処理内容別に分類すると下記ようになる。

(1) 形状計測

各種品物の2次元平面への投影の輪郭形状により計測する。

〔例〕・青果物の形状、大きさによる選別(きゅうり、なす等)

・工業製品の外観検査、仕分け

(2) 形状判定

各種品物の外観を観察し、汚れや傷の有無の判定、形状不良や異種混合の判定を行う。

〔例〕・石けんなどの欠け、割れ検査

(3) パターン照合

各種品物のパターンあるいは製品に印刷、なつ印されたマークや特定文字の照合(検査)を行う。

〔例〕・アルミサッシなど建材の断面照合

・化粧箱の文字検査(印字抜け、印字ミス)

・部品ラベルの文字照合(ただし照合できる文字は特定形式の文字であること)

3. システムの構成

《MELSORT》の基本構成を図1.に示す。

各構成要素の名称とその概要は下記のとおりである。

(1) 照明装置

計測対象の映像をカメラがとらえるのに最も適した光学的条件をつくりだすもので、対象の条件によりハロゲンランプ、けい光灯、フラッシュランプなどが使われる。

(2) カメラ

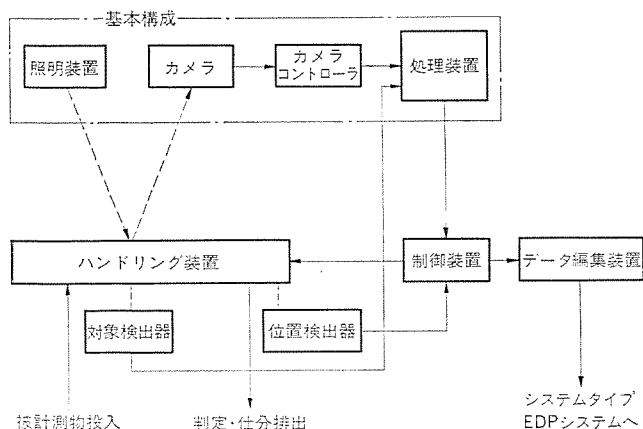


図 1. 《MELTSORT》の基本構成

計測対象をとらえる視覚センサで、ラインカメラ、TVカメラがある。

(3) カメラコントローラ

カメラからの映像信号に簡単な処理を加え、これを2値化する。

(4) 処理装置

カメラコントローラから入力された2次元パターンを解析し、処理判断する。

(5) 制御装置

処理装置からのデータにより搬送装置を制御する。システム規模によっては次項のデータ編集も兼ねる。

(6) データ編集装置

処理データを編集し、出力する。

(7) 搬送装置

計測対象を移動するもので、ベルトコンベヤ、バケットコンベヤなどがある。

(8) 位置検出器

搬送装置で移動する対象を追跡（トラッキング）し、正規の仕分位置で排出するための位置信号を発生する。

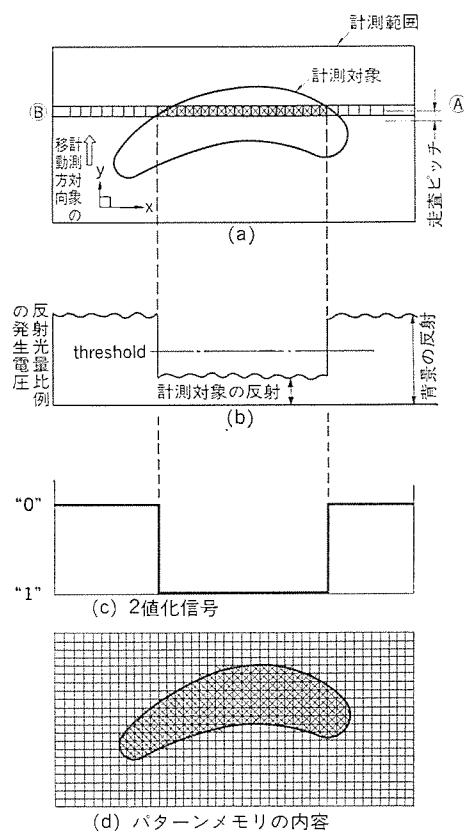
(9) 対象検出器

計測対象が撮像位置にきたことを知らせる検出器である。

以下《MELTSORT》の心臓部である処理装置及びそのソフトウェアを中心に述べ、次に応用例としてきゅうり自動選別仕分装置及び魚種魚体選別装置の2例を紹介する。

4. 計測の原理

《MELTSORT》では、1枚の画像を縦横それぞれ 256×256 の画素 (bit) に分割している。すなわち1ライン（走査線）は256の画素に分割しており、このラインが256本で1枚の画像を構成する。この計測原理を図2.で説明する。(a)の計測範囲（白いバケット）に載った（青い）きゅうりがある瞬間、ラインセンサ①②でとらえると、その出力信号は(b)のようになる。ここで、ある明暗分岐線であるしきい値 (threshold level) を与え、これと比較して信号を完全に「明：0」か「暗：1」かに2値化すると(c)が得られるが、計測対象を①②と直角方向に一定速度で移動させながら①②走査を一定タイミングで行うと、最終的には(d)のような2次元パターンを得る。この2次元パターンの両側端点を見つけこれらを結んだ線分の長さを計算することにより対象の長さが、また、1(×)の数を数え、これに1画素の単位面積をかけることにより対象の面積が計測できる、というように必要なパラメータを演算することができる。



本図は背景のほうが計測対象より明るい場合の例。説明をわかりやすくするため、本図では走査ビッチを実際より大きくとってある。

図 2. 計測原理

5. 処理装置

処理装置の外観を図3.に、ブロックダイアグラムを図4.に、また仕様を表1.に示す。

カメラコントローラからの2値化データは、前処理回路を經由して 256×256 ビットのパターンメモリに記憶される。前処理回路は数ライン分のラインメモリを備え、計測対象周辺の主に孤立的雑音を除去する。この処理はハードウェアロジックによりリアルタイムで行うが、1画素当たりの処理時間に約200 nsである。次に、あらかじめROMに記憶された処理プログラムにより、計測回路を介してパターンメモリのデータをμ

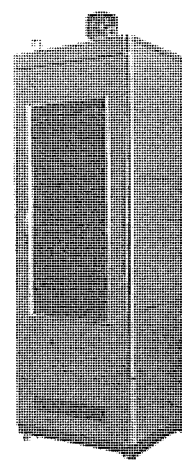
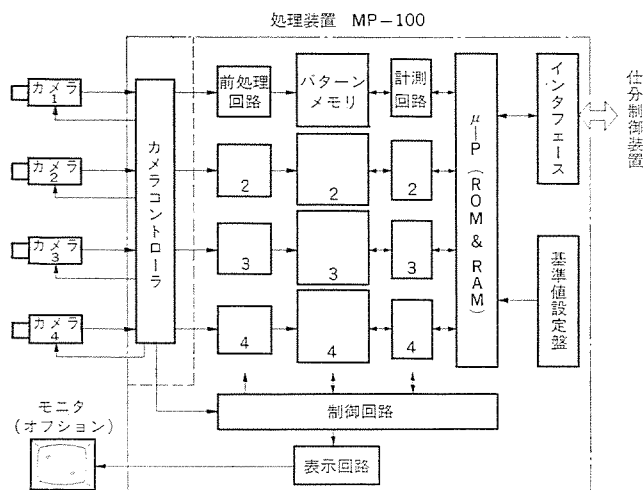


図 3. 処理装置外観



注) カメラコントローラは処理装置架内に実装される

図 4. 処理装置 ブロック ダイアグラム

表 1. 処理装置仕様

処 理 装 置	
パターメモリ	内 蔵
パターンメモリ容量	256×256 ビット
計 測 回 路	内 蔵
チャネル数	4チャンネルまで
マイクロプロセッサ	M 58712 (8085 A 相当)
プログラムメモリ	64 KByte 以下
処 理 機 能	ソフトウェアの仕様による
選別基準値の設定	操作盤による
パターンメモリの画像モニタリング	可 能
電 源	AC 100 V±10 % 50/60 Hz
消 費 電 力	約 500 VA
外 形 寸 法	650(W)×1,800(H)×620(D)mm
動作周囲温度	0～+40°C
動作周囲湿度	20～80 % 結露なきこと
そ の 他	周囲に強力な磁気又はスパーク等を発生するものがないこと

P が処理し、その結果を制御装置へ出力する。この計測回路はメモリ制御回路とレジスタ群から構成しており、この装置の心臓部ともいえる。従来のμ-P による画像処理では、256×256 のメモリデータを処理するには、1 ドットをアクセスするのに平均約 10 μs かかるとすれば、1 画面では約 0.66 秒かかることになる。この計測回路では1 ドット当たりの処理時間は 0.1 μs であり1 画面でも 66 μs となり、従来の 1/100 の処理速度を実現できた。なお、μ-P は三菱 M 58712 (8085 A 相当) を採用している。

また、このパターンメモリは処理装置架の中に4チャンネル分実装可能なので、同一作業の場合この1 台の処理装置にカメラ4 台まで接続できる。

処理装置の前面は基準値設定盤になっており、システム別にサミール SW などを取付け、等・階級選別の基準値を設定することができる。

なおオプションとして、処理装置に TV モニタを接続すれば、パターンメモリの中に入力された2 値化画像データを観測することが可能なので S/W デバッグや照明、カメラの調整に有効である。

6. 仕分制御装置

この装置は、処理装置が判定した以後の主に搬送仕分制御やデータ

表 2. 仕分制御装置仕様

中 央 処 理 装 置		
マイクロプロセッサ	M 58712 (8085 A 相当)	
プログラムメモリ	64 KByte 以下	
命 令 数	80	
サイクルタイム	1.3 μs Min	
基本命令実行時間	3.6～13.8 μs	
処 理 方 式	8 ビット並列	
割 込 制 御	13 レベル	
レ ジ ス タ	7 個	
データ入出力カード		
	データ入力	データ出力
方 式	フォトカプラ絶縁式	
デ ー タ	8 ビット並列	
バ リ テ ィ	あ り	あ り
ス ト ロ ー プ	あ り	あ り
ア ン サ ー バ ッ ク	可 能	可 能
疑似入出力スイッチ	あ り	あ り
総 合		
電 源	AC 100 V±10 % 50/60 Hz	
消 費 電 力	約 500 VA	
外 形 寸 法	650(W)×1,800(H)×620(D)mm (標準)	
動作周囲温度	0～40 C	
そ の 他	システムの規模により処理装置内に実装可	

処理を行うもので、仕様を表 2. に示す。

この装置の主な機能は、

- (1) 仕分制御 (計測対象のトラッキングと仕分アクチュエータ制御)。
- (2) 判定結果の類別集計。
- (3) 伝票作成 (プリンタ制御)。
- (4) 各種分類コード、数量などの表示 (ディスプレイ) 制御。
- (5) コンベヤチェーンの伸びに伴う対象の仕分位置の狂いの補正。

などである。小システムの場合はこの装置のμ-P で対応可能であるが、中～大システムの場合は他の計算機を採用することもある。

7. ソフトウェア

ここでは処理装置のソフトウェアについて述べる。

図 5. にソフトウェアの構成を示す。《MELSORT》では、多種多様

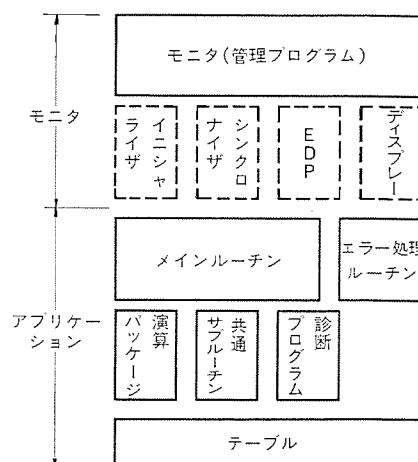


図 5. ソフトウェアの構成

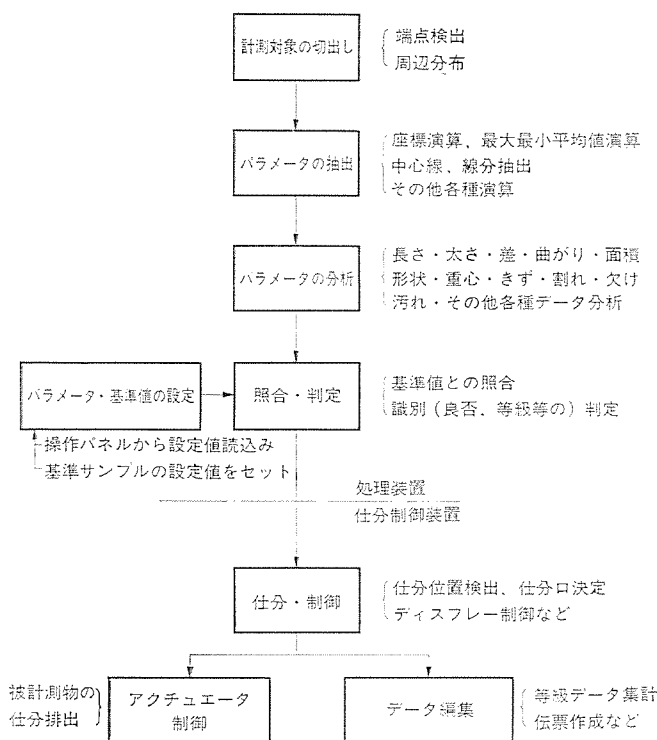


図 6. 処理プログラムのフロー

にわたるシステムに対応するため、はん(汎)用性や拡張性を考慮したモジュール構成となっている。

この構成のもとに実行する処理プログラムのフロー例を図 6. に示す。

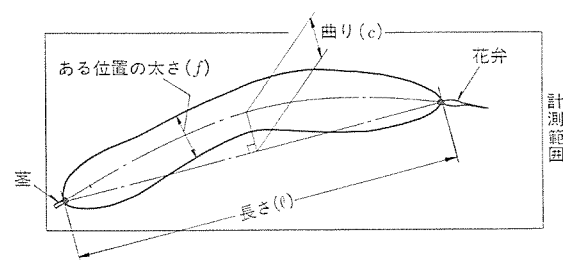
8. 応用例 その1 きゅうり自動選別仕分装置

1次産業における選別作業は、多大の労力を要し、その省力化が望まれている。従来、長さによる選別は自動化されている例もあったが、形状の良し悪しによる選別は人手によらざるを得ず、この工程に多大の労力と時間を要していた。このシステムの導入により、形状判別まで自動化が可能となった上に、労力と時間を大幅に節減できるようになった。このシステムによるメリットを下記に列挙する。

- ①工程の短縮
- ②選別精度の向上
- ③選別仕分工程におけるきゅうりの傷みの減少

8.1 主な仕様

- (1) 最高選別能力：12,000 個/時 (1 条当たり)
 注) 条とは、カメラ下を一定方向に走る計測対象の流れの数のことである。
 36,000 個/時 (1 システム 3 条)
- (2) 選別コンベヤ 送り速度：23 m/min
- (3) 画素 サイズ：1.2×1.6 mm
- (4) 選別要素
 - ①階級(長さ) 5 階級
 - ②等級 3 等級 (判定要素として異形度 (=形の悪さ) を定義しこれには太さ (=ずんぐりの程度)、曲り (=中心線の変形の程度)、太さの差 (=しり太の程度) の 3 種があり、それぞれの異形度ご



太さ(f): きゅうり全長にわたる太さ測定値の平均値
 太さの最大差(d): きゅうりの両端部を所定の寸法だけ切り捨てた残りの部分の最大太さの差

図 7. きゅうりの形状パラメータの定義

とに独立に 3 等級の判定をし、これら 3 種の異形度を総合して 1 つの等級を決定したものが総合的な等級である。

8.2 形状の定義

きゅうりの形状の定義を図 7. に示す。品質が良いきゅうりは、細くて(若く、柔かく、成育がよい)、真すぐで(肥料配分や温度管理が良好で成育がよい)あるものを指し、良いほうから A, B 等級とし、これらは料理店や一般家庭の料理に使用され、これに対し太く(過熟し、堅く)て形の悪いもの、すなわち曲りが大きいとか太さの差が大きいものは C 等級とし、つけ物や家畜の飼料にする。

8.3 システム構成と処理の流れ

システム構成概念図を図 8. に示す。

各生産者から搬入されたきゅうりは、選別ライン入口で 1 つの選別皿に 1 個ずつ投入される。選別ラインには選別皿が 3 条並んでいる。この選別皿によって選ばれたきゅうりは、ラインカメラの下を通過する際にカメラを通じて処理装置のパターンメモリにとりこまれる。処理装置は、あらかじめ基準値設定盤に設定された基準に従ってそれぞれの等・階級を判定し、その結果を仕分制御装置へ送る。

仕分制御装置はこのきゅうりの仕分位置(排出位置)を決定し、一方きゅうりの移動を追跡し、このきゅうりが所定の排出口に到達したら、払い出しのアクチュエータ(ソレノイド)を動作させて、このきゅうりの載っている選別皿を転倒させることによりこのきゅうりを排出する。また、仕分けられたきゅうりは生産者ごと、等・階級ごとに集計し、その結果をディスプレイ盤に表示すると同時にプリンタで打

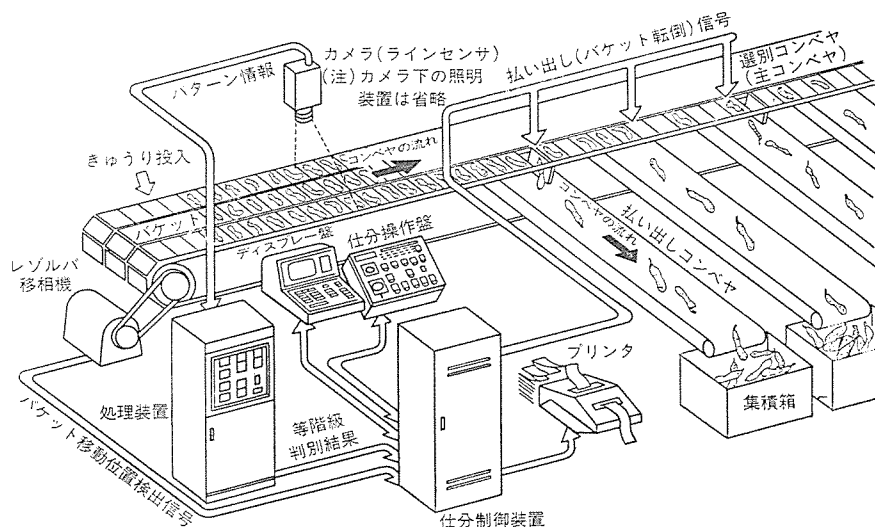


図 8. システム概念図

ち出す。

8.4 処理装置のソフトウェア

処理装置のプログラム例を図9.に示す。これは、7章で述べた単体ルーチンを組合せて作成した下記の複合ルーチンの組合せである。

- (1) 基準値読込ルーチン
- (2) 対象切出ルーチン
- (3) パターン処理ルーチン
- (4) 判定ルーチン
- (5) 判定結果送出ルーチン
- (6) ユティリティプログラム

上記プログラムにより、きゅうり選別の処理時間は1本当たり約0.1秒以下という速さを実現することができた。

9. 応用例 その2 魚種魚体選別仕分装置

魚市場の岸壁における魚種選別作業は朝早くから行う必要があることから労働条件がよくないため、最近は人手不足になっている。また、いわゆる大衆魚の中でアジとサバなどは混獲される割合も多く、選別作業の機械化が要望されていたが、我々は《MELSORT》を用いてこの要望を解決した。この《MELSORT》で魚体の大中小判別だけでなく、魚種の判別ができたことに大きな意義がある。

9.1 主な仕様

- (1) 最高選別能力： 14,400 尾/時 (1システム 2条)
- (2) 選別コンベヤ送り速度： 24 m/min
- (3) 画素サイズ： 1×2 mm
- (4) 選別要素

①魚種： サバ、アジ、イワシ、サンマ

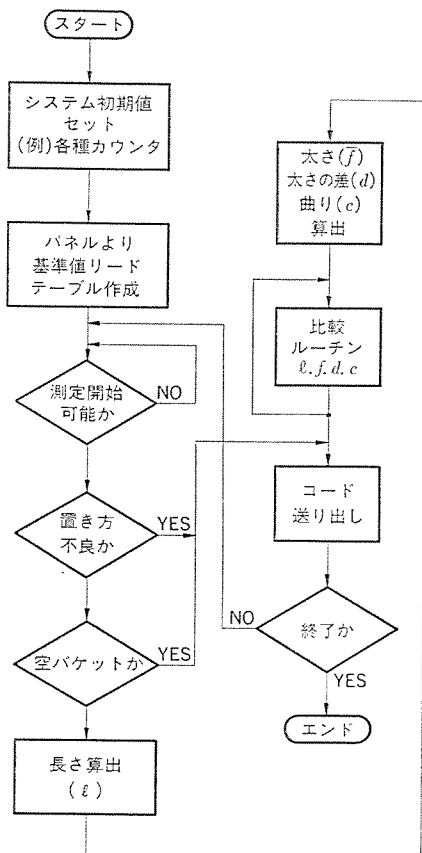


図9. きゅうり自動選別装置の計測処理のフローチャート

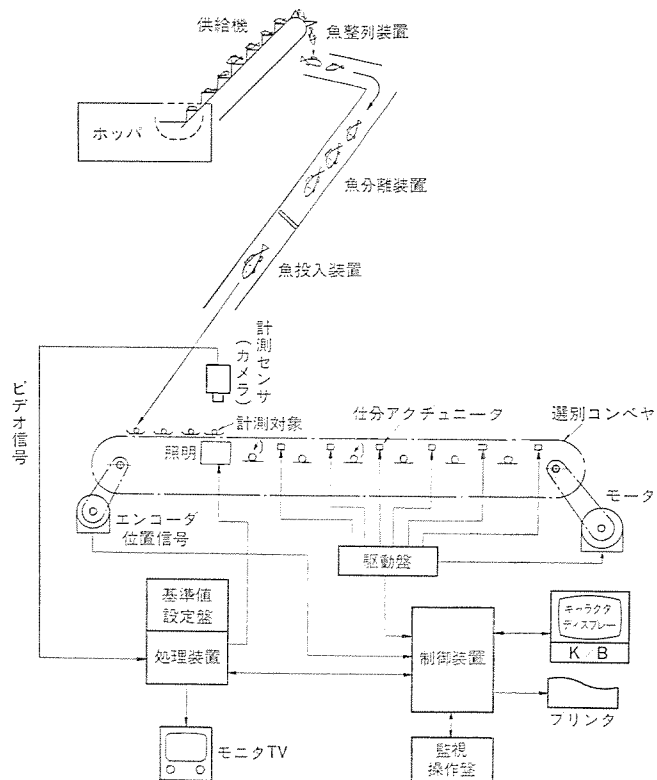


図10. システム構成

②魚体： 魚種別に大、中、小の3ランク

9.2 魚種の選別

上記4種類の魚を人間は表皮の模様や色を見ればすぐ判別できるが《MELSORT》ではこれを「影」の画像で判別しなければならないため、体型だけが選別要素となる。数千尾の魚体データを収集分析し、尾柄高の大きさ、体長比などのパラメータを含む魚種判別式を見つけ出すことに成功した。この形状データを魚種判別式により計算し魚種を判別する。

9.3 システム構成と処理の流れ

システム構成を図10.に示す。

岸壁で水揚げされた魚はホッパに投入され、更にこのホッパから供給機により魚整列装置に導かれる。ここで魚の向きをそろえ、魚分離装置で魚が重なり合わないよう投入装置へ魚を送る。魚投入装置は選別コンベヤと同期しており、パレットが投入位置にくる度に1尾ずつ確実に魚を投入する。しかる後、この魚の投影をラインカメラでとらえ処理装置以下の制御装置により魚の種類、大きさを判定し、これを所定の仕分口から排出する。

9.4 処理装置のソフトウェア

処理のプログラムは、基本的には図10.に示したきゅうりの例と同じであるが、パターン処理ルーチンに前述の魚種判定ルーチンが入っているところが異なる。

10. むすび

以上三菱パターン計測・選別装置《MELSORT》とその応用例について述べたが、いずれも好評裏にか(稼働しており所期の目標を達成することができた。ここに述べた応用例は第1次産業分野に関するものであったが、今後一般の産業分野への広い応用が期待される。

衛星通信用120Mbit/s4相PSK変復調装置

梅田 義明*・藤野 忠*・森谷 陽一*・三宅 真*・村上 圭司*

1. ま え が き

インテルサットでは現在世界の電話及びテレビジョン回線網にFM-FDMA方式を採用しているが、1980年代には回線数の不足が予想されている。このため、80年代後半からは、この方式に加えて回線量の大きいPCM-PSK-TDMA方式(時分割多元接続方式)の商用化を目指している⁽¹⁾。当社ではこの動向に合わせて、TDMA方式の研究開発を行ってきたが⁽²⁾⁽³⁾、このたび米国コムサット社から120 Mbit/sの高速伝送速度を有する試験用TDMA装置(TDMA TEST BED)を受注し、世界に先がけてその開発に成功した⁽⁴⁾。この論文は、このTDMA装置の主要部である4相PSK(Phase Shift Keying)変復調装置の開発の成果を報告するものである。

この開発の重要ポイントを要約すると、

- (1) 綿密に総合システム設計を行い、更に高速伝送に耐えうる回路の製作に細心の注意を払った結果、システム設計からの要求通りの性能を有する回路を実現できたこと、
 - (2) 従来、非常に困難と言われていた広帯域の波形整形フィルタを、だ円関数を変形することによって素子展開可能なフィルタ関数を導出し、実用に供しうる設計法を確立したこと、
 - (3) 高速の引込特性を有する搬送波再生回路及びビットタイミング再生回路の開発に成功したこと、
- などが挙げられる。図1.に開発したPSK変復調装置の前面写真を示す。

次章以降には、この装置の主要性能、構成を示すとともに、主要回路の設計について述べる。また総合特性の評価試験結果を示し、その特性の考察を行う。

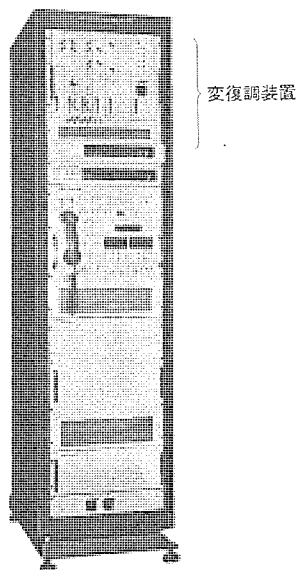


図1. TDMA通信装置及びその中に組み込まれた変復調装置の外観

2. 変復調装置の構成と性能

2.1 主要性能と構成図

この装置はインテルサット商用衛星通信のTDMA方式のための4相PSK変復調装置である。図2.にこの通信方式のバースト形態を示す。伝送される情報はベースバンド部でデジタル的にいったん圧縮されて図2.に示すデータ部に組込まれる。データ部の前にあるユニークワード(UW:10シンボル長)はバースト同期のための固有のパターンである。

この装置の主要諸元を表1.に示す。伝送速度は120 Mbit/s (60 Msymbol/s)であり、余弦ロールオフ(ロールオフ率30%)スペクトラムを有するナイキスト波形伝送を行う。中間周波は140 MHzを採用し、また復調は同期検波方式を用いる。このようなデジタル符号伝送においては一般に性能は符号誤り率(BER)で評価される。この開発の目標性能は表1.に示すとおりである。

図3.にこの装置の構成図を示す。この装置は変調系と復調系とに大別し、前者は余弦ロールオフスペクトラムを発生させる波形整形フィルタと変調器とで構成し、後者は受信帯域フィルタ、検波器、識別再生器及び受信波からそれぞれ基準搬送波及び基準ビットタイミングを抽出する搬送波再生器、ビットタイミング再生器とで構成する。

復調器入力では、受信PSK信号のほかに回線雑音が付加されたり、伝送路のひずみが原因となって総合特性が劣化することが予想される。そこでこのような劣化要因の主なものについて列記すると、(1) 伝送路や受信フィルタの帯域制限及び群遅延ひずみ特性によ

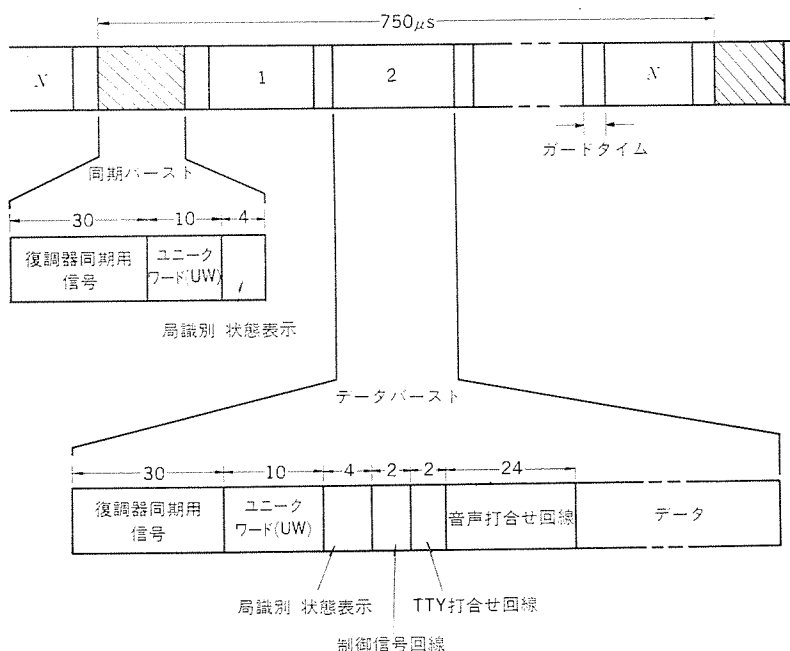
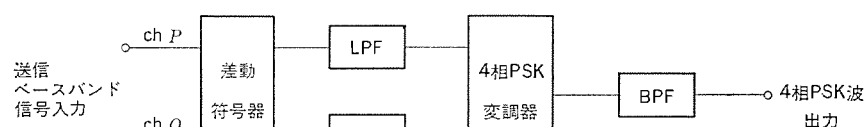


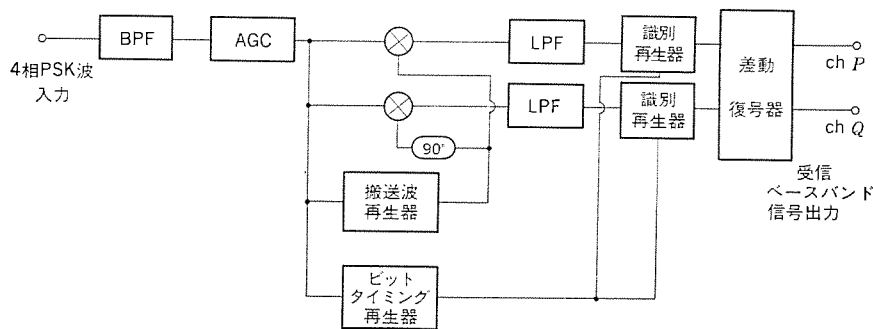
図2. TDMAのフレーム/バースト構成

表 1. 主要性能

項 目	主 要 性 能
変 調 方 式	4 相 PSK 方式 (差動符号化)
ビット レ ー ト	120.064 Mbit/s (シンボルレート 60.032 Msymbol/s)
変調スペクトラム	余弦ロールオフ (ロールオフ率 30 %)
IF 周 波 数	140 MHz
復 調 方 式	同期検波方式
運 用 モ ー ド	バーストモード
干 渉 パ ー ス ト	信号バーストとのレベル差最大 3 dB, ガードタイムは最小 2 シンボル
符 号 誤 り 率	バーストの先頭から 40~70 シンボル目で 5×10^{-3} 以下 ($E_b/N_0 = 7.3$ dB の時) 40~70 シンボル目で 1×10^{-4} 以下 ($E_b/N_0 = 10.6$ dB の時) 40~70 シンボル目で 1×10^{-6} 以下 ($E_b/N_0 = 14.6$ dB の時) データ部平均で 1×10^{-7} 以下 ($E_b/N_0 = 14.6$ dB の時)
ユニークワード検出誤り率	符号誤り率 1×10^{-4} の時 1×10^{-8} 以下

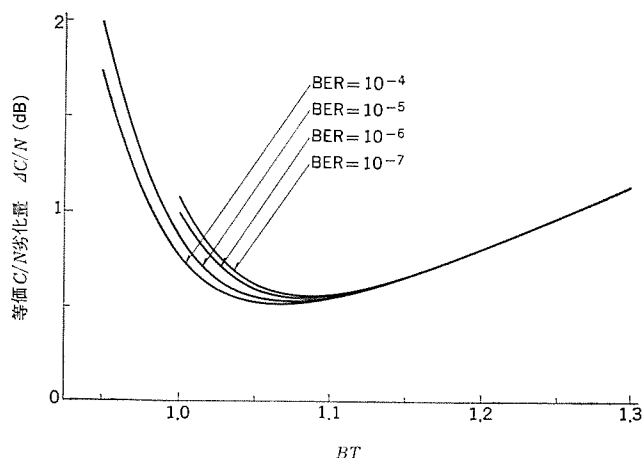


(a) 変調系



(b) 復調系

図 3. 4 相 PSK 変復調装置構成図

図 4. BT に対する等価 C/N 劣化量

って生ずる符号間干渉,

(2) 搬送波再生回路出力波の位相 ジッタ 及び位相誤差,

(3) ビットタイミング 再生回路出力波の位相 ジッタ 及び位相誤差, などが考えられる。(1)については計算機シミュレーションを行った結果, 図 4. に示すように, 符号間干渉を小さくするには受信帯域幅を大きくすればよいが, 一方受信雑音量は増加する。逆に受信雑音を減らすために帯域幅を小さくすれば符号間干渉量は大きくなる。計算によると BT (受信帯域幅/シンボルレート) が 1.1 付近で最適になるが, この開発では搬送波再生回路その他に与える影響を考慮して, $BT=1.14$ とした。(2), (3)については, 再生回路内に装荷している単同調回路の Q 値を選ぶことによって, 位相 ジッタや位相誤差を最良にするようにした。

2.2 送信フィルタ

送信フィルタは(矩)形波の送信ベースバンド信号スペクトラムを余弦ロールオフ(ロールオフ率 30 %)スペクトラムに変換することによって, 送信帯域制限し, かつ本質的に符号間干渉のないナイキスト波形を発生させる低域フィルタである。

上記の目的を達成するため, 以下のようにして設計を行った。まず 7 次の連立チェビシェフ形フィルタ(だ円関数フィルタ)の反伝達関数の極及び零点を変化させることによりスカート特性及び阻止域の特性を満足させる。次に帯域内の振幅特性が, $x/\sin x$ になるよう振幅等化器を用いて帯域内の特性を満たすようにする。以上により, 振幅特性は完全に満足された。最後に, 振幅特性の平坦な全域通過形遅延等化器によってフィルタで生ずる群遅延

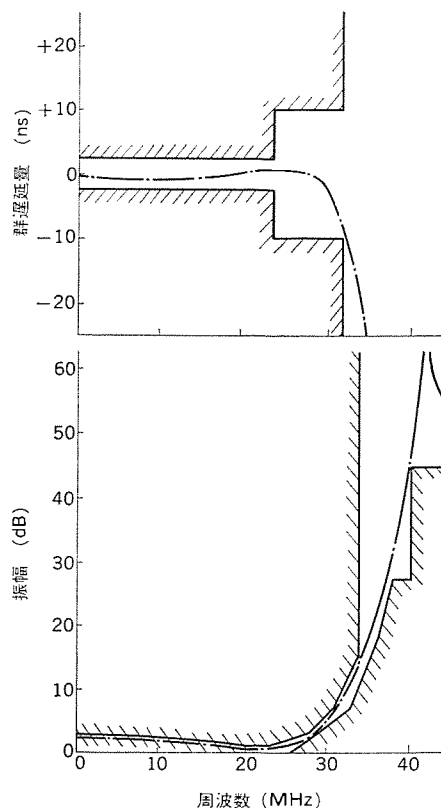
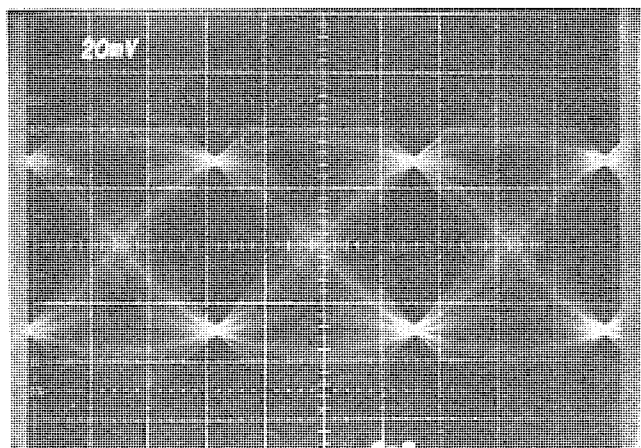
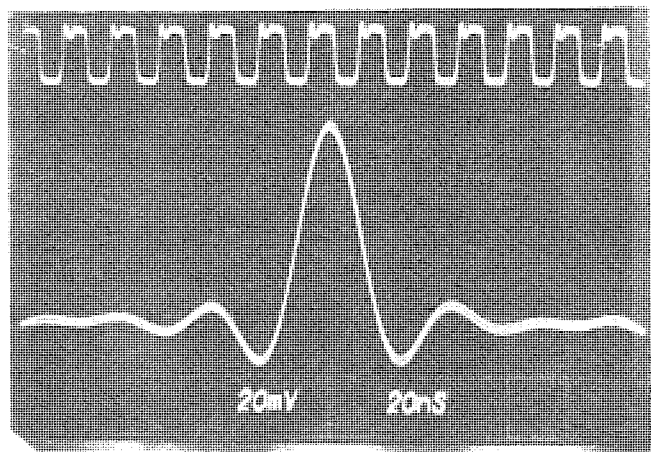


図 5. 送信フィルタの周波数特性



(a) アイパターン



(b) 単一パルス応答

図 6. 送信フィルタの出力波形

ひずみを等化した。この遅延等化器は、1次全域通過形回路1段と2次全域通過形回路2段により構成し、群遅延の帯域内リップルが最小になるように設計している。すなわち送信フィルタは変形7次連立チェビシェフフィルタと1段の振幅等化器、3段の遅延等化器によって構成した。図5.に送信フィルタの群遅延及び振幅特性の実測値と目標値を与えるマスクを示す。図6.はクロック周波数60.032MHzのNRZ信号が入力した場合の送信フィルタ出力波形であり、(a)はアイパターン、(b)は単一パルス応答特性を示す。これから、符号間干渉が非常に小さい所望の特性が得られたことがわかる。

2.3 搬送波再生回路

搬送波再生回路は4相PSK波から基準搬送波を再生する回路である。TDMA方式では入力信号波がバースト状であるため初期応答特性のよい4てい倍周波単同調/AFC方式を採用した。すなわち4相PSK変調波を4てい倍することにより基準搬送波に相当する無変調周波を再生し、かつ伝送路で付加された熱雑音などを単同調回路によって除去する。一方、入力周波数変動や単同調回路の中心周波数変動にかかわらず、その入力周波数が単同調回路の中心周波数に保持されるようにAFC回路(Automatic Frequency Control)を

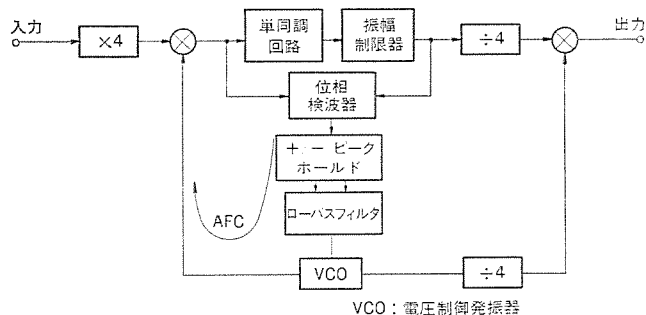
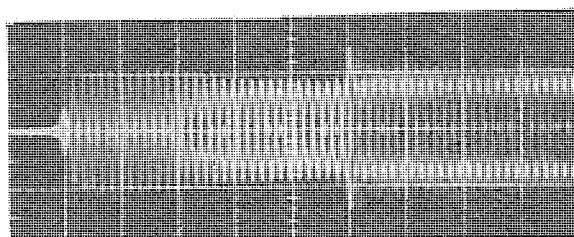


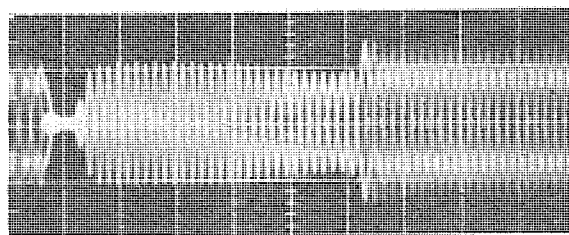
図 7. 搬送波再生回路の構成図

付加した方式である。図7.はその構成図である。基本的に搬送波再生回路は4てい倍-周波数変換(アップコンバート)-単同調回路-振幅制限-4分周-周波数変換(ダウンコンバート)から成る。位相検波器は単同調回路を通過する周波数と単同調回路の中心周波数との偏差に比例した電圧を発生する。この電圧は+/-ピークホールド回路及びローパスフィルタを通じ、単同調回路を通過する周波数が常にその中心周波数になるように電圧制御発振器(VCO)の発振周波数を制御する。+/-ピークホールド回路は、バースト周波数間の最高値と最低値の中心周波数を制御量としてAFCを制御するためのものである。

搬送波再生回路の性能はその再生出力波の位相誤差量によって決定されているが、その誤差発生要因には次の3種類がある。(1)熱雑音、パターンジッタによるランダム性の動的位相誤差(位相ジッタ)、(2)主に入力周波数変動及び単同調回路の中心周波数変動に起因する静的位相誤差、(3)目的のバースト到来初期において単同調回路の振幅、位相特性によって生ずる過渡的な位相誤差。これらのうち(2)はAFCループの利得を高くすることにより改善することができるが、(1)と(3)は回路定数的に相反する。すなわち良好な性能を得るためには(1)に対しては単同調回路の帯域幅を狭く、また(3)に対しては広くする必要がある。このような要因を考慮し、計算機シミュレーションで単同調回路のQの最適値を求めた結果、干渉を与える先行バースト(干渉バースト)とのレベル差が最悪3dBあるとして、 $Q=40$ が得られた。図8.にこの回路を用いて測定した復調アイパタ



(a) 干渉バーストなし



(b) 干渉バーストあり

図 8. 復調アイパタンの過渡特性

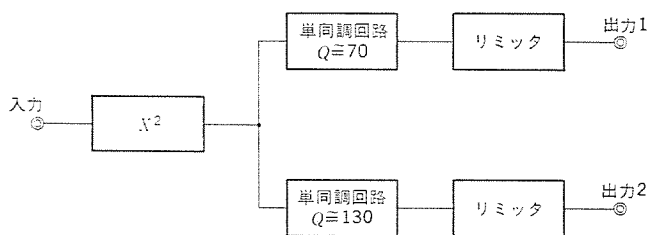


図 9. タイミング 再生回路の構成図

の過渡特性を示す。図(a)は干渉バーストのない場合の復調過渡特性であり、図 2. で示した復調器同期用信号 (30 シンボル 長) の途中で過渡位相誤差はほぼ零に収まっていることを示す。図(b)は干渉バーストがガードタイム 2 シンボル 長で存在する場合で、干渉によって (a) より過渡位相誤差が大きくなることを示している。しかし 30 シンボル 以内に位相誤差はほとんど無視できる程度になっていることがわかる。このことから $Q=40$ の値は満足しうるものと考えてよからう。

2.4 ビットタイミング再生回路

ビットタイミング再生回路は受信されたバースト信号からそのシンボル系列に対応するタイミング信号を再生する。そのシンボル系列の周期は送信局の発振器によって精度よく保持されているが、その位相は局ごとに異なっている。すなわち、バースト間のタイミング信号は非同期である。

連続モードを扱う通信装置ではタイミング再生のためにしばしば位相同期ループ (PLL) が用いられる。しかし、PLL はそのハングアップ効果のために引込時間が増大することがあるので、TDMA 通信のようなバーストモードのタイミング再生には不適当である。そこで、そのかわりに単同調回路と振幅制限器 (リミッタ) とを用いることにした。

図 9. にタイミング再生回路の構成を示す。IF 信号から直接タイミング再生を行うのは引込時間をできるだけ短くするためである。

抽出器は非線形操作によってタイミング信号を抽出するもので、ここでは 2 乗則検出器を用いた。抽出器の出力信号は 2 つの信号路に分割された後でそれぞれの単同調回路に供給される。

単同調回路は抽出されたタイミング信号成分に付加された雑音成分の大部分を除去する。単同調回路の帯域幅を決定する Q 値は搬送波再生回路の場合と同様の考察によって定めた。すなわち、識別回路に供給される再生タイミング信号のための Q 値は 70 とし、ベースバンド部と外部とに供給される再生タイミング信号のための Q 値は 130 とした。単同調回路の出力信号はリミッタに供給される。

リミッタはタイミング信号から振幅変動を除去して矩形パルス列の再生タイミング信号を出力する。タイミング信号の振幅変動は約 30 dB あるので、広いダイナミックレンジを持ち、かつ AM-PM 変換量の小さいリミッタを開発した。

出力 1 からは位相誤差の少ない再生タイミング信号が出力され、識別再生回路に供給される。出力 2 からはサイクルスリップの少ない再生タイミング信号が出力されベースバンドの信号処理に用いられる。

2.5 総合特性の評価試験結果

図 10. に符号誤り率対受信 E/N_0 特性の実測結果を示す。図において実線は付加雑音 (Excess thermal noise) による劣化を考慮しない場合の理論曲線であり、総合劣化量はこの曲線を基準にして求める。破線は受信正規化帯域 BT を 1.14 としたために生ずる付加雑音分 0.6 dB ($=10 \log 1.14$) を考慮した理論曲線である。図から総

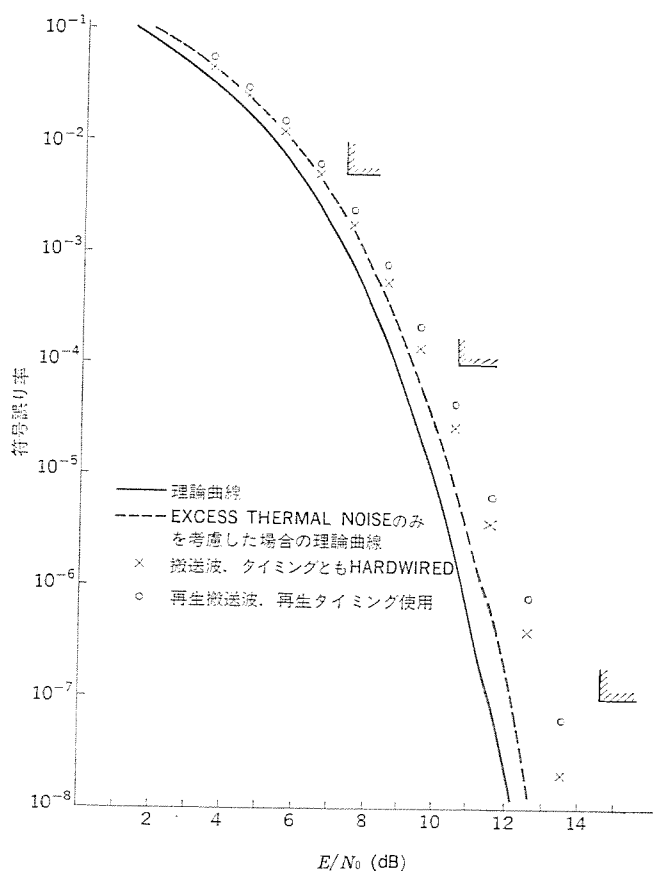


図 10. 符号誤り率特性

表 2. BER= 1×10^{-4} における固有劣化量

劣化要因	計算値	実測値
付加雑音	0.5 dB	0.6 dB
符号間干渉		
変調器	0.2 dB	0.2 dB
受信フィルタ	0.2 dB	
復調器	0.2 dB	
搬送波再生器	0.3 dB	0.3 dB
タイミング再生器	0.1 dB	0.1 dB
総合劣化量	1.5 dB	1.2 dB

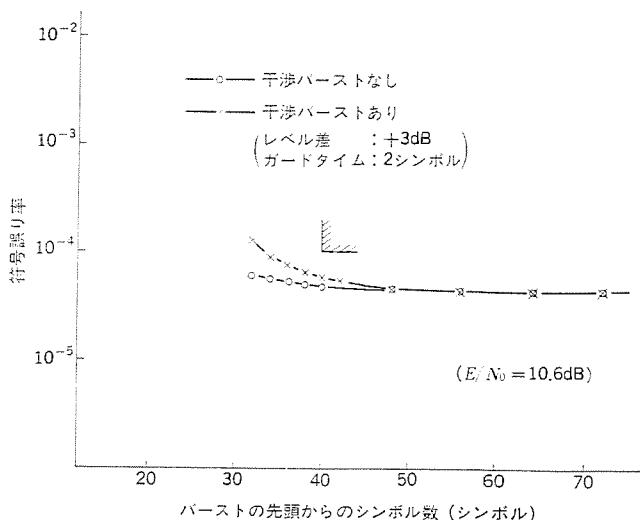


図 11. バーストの先頭からのシンボル数に対する符号誤り率特性

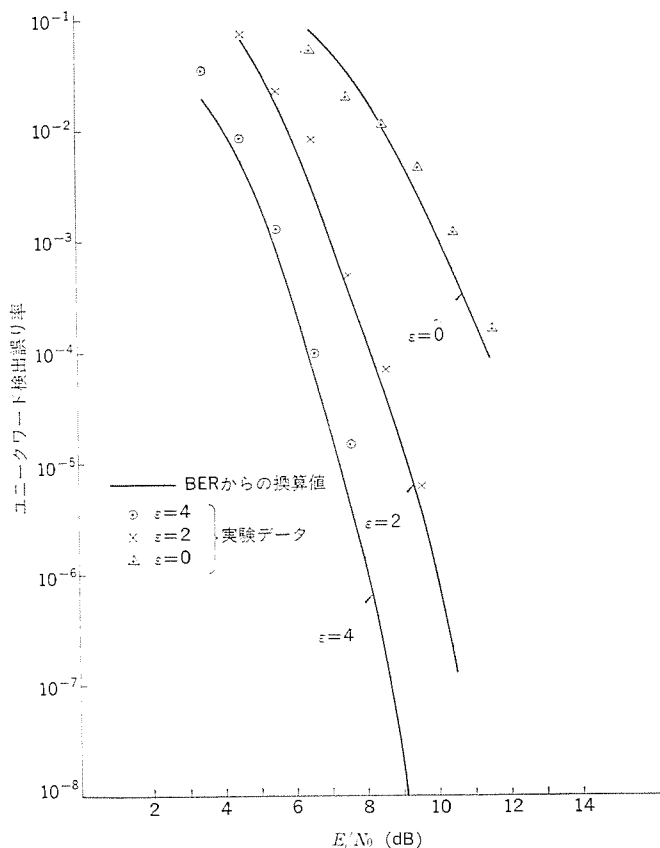


図 12. ユニークワード 検出誤り率特性

合符号誤り率特性は目標値を十分に満足していることがわかる。またこの実測値から変復調器の個々の回路の固有劣化量を算出し、2.1 節で述べたシミュレーションによる劣化配分量と比較する(表 2.)。これから個々の回路の特性は初期設計通りに動作していることがわかる。図 11. に符号誤り率の時間特性(バーストの先頭からの、シン

ボレートで正規化した時間)を示す。40 シンボル 目以降で符号誤り率は目標値を十分に満足していることがわかる。図 12. にユニークワード検出誤り率(UWER)の実測値を示す。ユニークワードはバースト同期に用いられるもので、この同期を保持するため、かなりの高確率($1-10^{-8}$ 以上)で受信されなければならない。図の実線は符号誤り率対受信 E/N_0 特性から UWER を換算した値で、実測値とほぼ一致している。通常は $\epsilon=4$ (ϵ : UW の許容誤りビット数)で作動するが、この場合の特性は $E/N_0=10.6$ dB ($BER=10^{-4}$ に相当)において UWER は 1×10^{-8} を満足することがわかる。

以上のように、今回開発した TDMA 通信用の 4 相 PSK 変復調装置は所望の特性を得、十分実用に供しうることがわかった。

3. む す び

以上、今回開発した TDMA 装置の主要部である 4 相 PSK 変復調装置の設計及び試験結果について報告を行い、各部回路が所望の特性を満足し、総合特性としての符号誤り率特性が十分目標性能を満足していることを示した。このことからこの装置がインテルサット TDMA 衛星通信用として十分実用に供しうるのであることがわかる。今後は絶対位相変調方式などの考察を行い、更に性能向上に努めたい。

参 考 文 献

- (1) Statement of work for TDMA test bed, Comsat document, IS-836, Exhibit, March (1977)
- (2) 藤野, 梅田: 低受信 CN 比動作の PCM-PSK-TDMA 復調器の一提案, 信学論 (B), 62-B, No. 4 (昭 54-4)
- (3) 三宅, 梅田: 4 相 PSK システムのユニークワードに関する一考察, 信学論 (B), 61-B, No. 6 (昭 53-6)
- (4) Dill, G, Umeda, Y, Fujino, T. et al.: 120 Mbit/s, TDMA test bed, 4th Int'l Conf. on Digital Satellite Commun., Session VIII, Montreal, Oct. (1978)

回転電気機械の通風冷却解析

福島 満*・市川 晃*・木藤良善久*・東 覚里志**・宇佐見一雄***

1. ま え が き

回転電気機械においては、使用される電気絶縁物の寿命が温度によって大きな影響を受けるため、絶縁種別と各部の温度上昇限度が規格に定められている。そのため、設計の際温度上昇値を推定することは極めて重要である。温度上昇値を計算する方法として熱等価回路網による方法が古くからあり、最近では大形計算機によって数値解析が行われている⁽¹⁾⁽²⁾。一方、温度上昇値を精度よく計算するには冷却空気の流れ、流速のは(把)握が必要である。これらは回転電気機械の通風路を管路網で置き換えた通風解析方法で計算できるようになってきた。

回転電気機械の単位体積当たりの容量を大きくするためには上記の通風解析と熱解析の精度の向上をはかるとともに、両者を総合して通風冷却構造を最適化することが重要である。当社では、従来から多くの基礎実験を行い冷却の改善に力を注いでおり、最近、さまざまな通風冷却方式に対して通風解析が可能となり、更にその結果をもとにして熱解析が可能な汎(汎)用プログラムを開発して通風冷却技術の向上に努めている。

ここでは、新たに開発した上記の通風熱解析プログラムの概要を紹介し、これを誘導電動機、直流機に適用した例を示す。

2. 通風冷却構造の最適化

回転機の最適な通風冷却構造を理論的に追求する手順は図1.に示すとおりである。次にこの手順の詳細を説明する。

(1) モデル化：通風解析では、各通風路をそれぞれ1本の管路と考え、全体の流れを通風管路網で表す。熱解析では、計算する部分をいくつかのブロックに分割し、そのブロックを1点(ノード)で代表させる。ノード間を熱抵抗で結び全体を熱等価回路網で表す。

(2) 要素定数の決定：熱等価回路の要素定数決定は難しく、これが熱設計研究を困難なものとしているといっても過言でない。当社では長年にわたり、通風及び熱の両面にわたって不可欠な基礎定数の測定データを蓄積している。例えば、通風に関してはモデル実験により回転子ダクトをファンと考えた場合のファン特性や固定子ウエッジ形状と通風抵抗の関係、などである。図2.は回転子の通風ダクトの損失を求めるための実験モデルを示している。また熱に関してはモデル実験により回転子、固定子ダクトにおける熱伝達率、及び構成材料の熱伝導率のデータなどを蓄積している。

(3) 通風熱解析プログラム：(1)、(2)によって決定した通風管路網、熱回路網を解いて機械内部の風速分布、温度分布を求めるために解析プログラムが必要である。最近の電子計算機の発達によって大規模な回路要素を有する回路網の数値計算が可能になったこともあり、当社では、いかなる通風管路網、熱等価回路網に対しても適用可能な汎用プログラムを開発した。

(4) 実機、試作機による検証：回転機のように複雑な通風冷却機構を全体モデルで置きかえるのは限界があるので、実機あるいは試

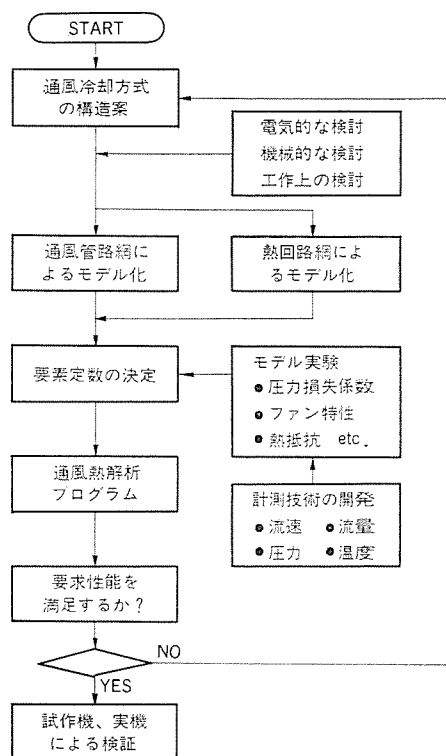


図 1. 通風冷却構造最適化の手順

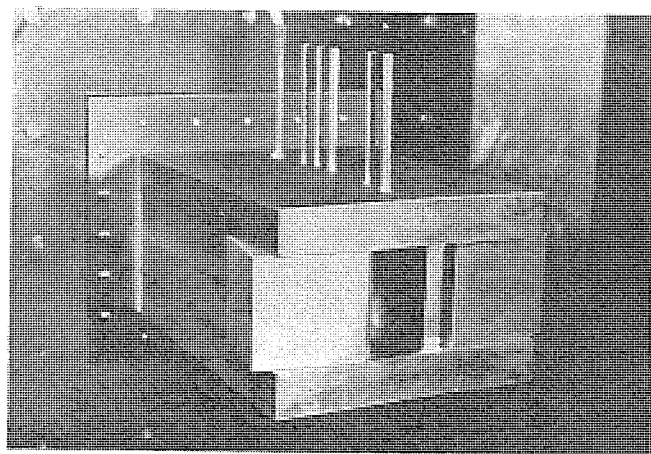


図 2. 回転子ダクトのモデル

作機で測定することは最終的な検証手段として重要である。そこで、工場試験時にすみやかに、しかも精度よく各部の流速、圧力、温度、等を測定する計測システムの導入が重要になってくるが、当社ではミニコンによる計測データ処理システムを導入している。

(5) 通風冷却構造の最適化：図1.のフローチャートに沿って、通風冷却方式を検討するとともに、通風抵抗、伝熱抵抗を低減して冷却効率を高めることにより通風冷却構造の最適化をはかっている。

3. 通風・熱解析

3.1 プログラムの特徴

通風熱解析プログラムの特徴として以下の点が挙げられる。

通風解析に関しては

- (1) 摩擦損失係数は管路の等価直径、長さに関する入力データからプログラム内で自動的に計算される。
- (2) 管路の形状変化にともなう損失係数のうち、代表的なものは入力プログラム内で自動的に設定され、特殊なものはサブルーチンで設定したものがメインプログラムに移される。
- (3) 管路が分流、合流する場合の損失係数は流れの方向、流量、管路の断面積の関数で表される⁽⁴⁾。このプログラムでは、いろいろな流れの方向に対する損失係数をサブルーチンで設定できるようになっている。
- (4) 管路に存在するファンや回転子ダクトのファン作用は、その圧力と風量の関係をサブルーチンで設定できる。

熱解析に関しては

- (5) 通風解析で得た管路の流量を用いて熱解析を行う場合の流速と熱伝達率の関係をサブルーチンで設定できる。
- (6) 熱伝導率、比熱、密度、粘性係数、等の物性値が温度とともに変化するような非線形問題に対しては物性値と温度との関係をサブルーチンで設定できるようになっている。

その他の特徴として

- (7) 機種専用の入力データ作成プログラム、出力データ表示プログラムは随時作成してこのプログラムにリンクすることができる。

3.2 解析原理

3.2.1 通風解析

通風解析については接続行列法による通風管路網法⁽³⁾を用いる。

解析原理を図3に示した管路にもとづいて説明する。各節点において、流入する流量と流出する流量は等しくなる（連続の条件）。節点*i*と節点*j*の間の総圧差（ $H_j - H_i$ ）は管路*ij*におけるファンの駆動総圧 E_{ij} と圧力損失の差に等しくなる（圧力つり合いの条件）
圧力損失には以下に示すものが含まれる⁽⁴⁾。

- (1) 摩擦損失：レイノルズ数の関数として与えられる。
- (2) 管路形状変化による損失：断面の急拡大、急収縮、漸次拡大、漸次収縮による損失、及び、管路の曲がりによる損失である。
- (3) 分流、合流による損失：分流、合流損失は一般的に流量の最も大きい管路の動圧と損失係数との積で表されるが、損失係数は流れの方向によって異なる。このプログラムでは繰り返し計算ごとに流れの方向と流量の最も大きい管路を判定して分流、合流損失を求めている。

通風管路網の各節点における連続の条件と圧力のつり合い条件は高次多元連立方程式を構成するので、これをニュートン・ラフソン法で

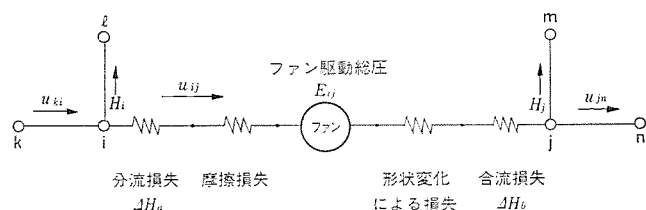


図3 通風管路要素

解く。

各管路の流速 u を近似流速 u_0 と補正流速 du の和とすると補正流速及び各節点の総圧 H は次式のように表される。

$$\{du\} = \left[\frac{df}{du} \right]_{u_0}^{-1} ([A]\{H\} - \{f\})_{u_0} \dots\dots\dots (1)$$

$$[A]^T [S] \left[\frac{df}{du} \right]_{u_0}^{-1} [A]\{H\} = \{V\} - [A]^T [S]\{u_0\} + [A]^T [S] \left[\frac{df}{du} \right]_{u_0}^{-1} \{f\}_{u_0} \dots\dots\dots (2)$$

上式において、 $[A]$ は管路のつながり方を表す接続行列、 $[S]$ は管路の断面積であり、管路網に関する入力データから決定される。 $\{V\}$ は管路の流量、 $\{f\}$ は圧力損失、 $\{df/du\}$ は圧力損失の流速に対する微係数であり、いずれも流速から決定される。したがって各節点の総圧 $\{H\}$ は各管路の流速を仮定すれば式(2)から求められる。これを式(1)に代入して補正流速 $\{du\}$ を求め各管路の流速を補正する。上記のプロセスを流速 $\{u\}$ が収束するまで繰り返して総圧 $\{H\}$ 、流速 $\{u\}$ 、流量 $\{V\}$ を求める。なお、空気密度、粘性係数は温度によって変動するが、通風解析では空気温度上昇値をあらかじめ推定しておき、その温度における値を用いる。

3.2.2 熱解析

熱解析については熱等価回路網を用いる。熱等価回路は計算する部分をいくつかに分割したブロックの代表点（ノード）を熱抵抗で結合して構成される。各ノード間の熱移動には次に示すものがある。

- (1) 固体ノード間の熱伝導
- (2) 固体ノードと空気ノードの間の熱伝達
- (3) 固体ノード間の熱ふく射
- (4) 空気の流れに伴う空気ノード間の熱移動

これらの熱移動に対する抵抗を熱抵抗マトリクス $[G]$ で表し各ノードの熱容量、発熱量、温度をそれぞれ $[C]$ 、 $\{Q\}$ 、 $\{\theta\}$ で表すと一般的に次のヒートバランスの式が成り立つ

$$[C] \left\{ \frac{d\theta}{dt} \right\} = [G]\{\theta\} + \{Q\} \dots\dots\dots (3)$$

定常状態の解析を行う場合は、式(3)の左辺は零となるので、境界節点温度（例えば入口空気温度）を代入すれば各節点の温度が計算できる。

非定常状態の解析を行う場合は式(3)を次のように変形する。

$$(2[C] - \Delta t \cdot [G])\{\theta\}_{t+\Delta t} = (2[C] - \Delta t \cdot [G])\{\theta\}_t + 2 \cdot \Delta t \cdot \{Q\} \dots\dots\dots (4)$$

式(4)で $[C]$ 、 $[G]$ 、 $\{Q\}$ は与えられるので、時刻 t のときの温度 $\{\theta\}_t$ を代入すれば時刻 $t + \Delta t$ のときの各節点の温度 $\{\theta\}_{t+\Delta t}$ が計算できる。

上記の熱解析において、熱伝達率は流速に依存し、また空気の流れにともなう熱移動は各通風路の流量に依存している。このため、熱解析では通風路の流量、流速が必要である。このプログラムでは通風解析で求めた各通風路の流量が熱解析のインプットとして使われ、通風路の断面積、等価直径を与えることにより内部で流速並びに対応する熱伝達率が計算されるようになっている。

4. 大形誘導電動機の通風熱解析

計算例の1つとして、大形誘導電動機の通風計算と温度上昇計算の例を示す。対象とした誘導電動機は防滴保護形、2,000 kW、4極で、図4はその外観写真である。また、概略の構造及び通風経路を

図 5. に示す。

4.1 通風解析

(1) 冷却空氣の経路

冷却空氣は負荷側、反負荷側の ブラケット に設けられた吸気孔より流入する。その一部は内部 ファン によって昇圧され固定子巻線端部を冷却し、固定子クランパ 通風孔を経てコアバックに至る。他の冷却空氣は回転子に設けられた軸方向の通風孔を経て回転子ダクトに至る。

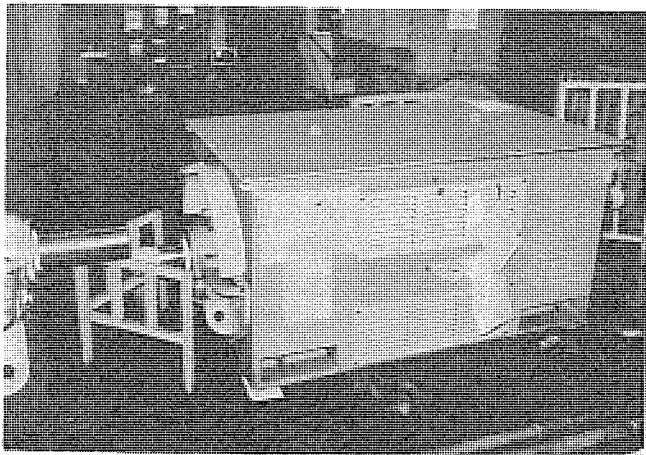


図 4. 大形誘導電動機

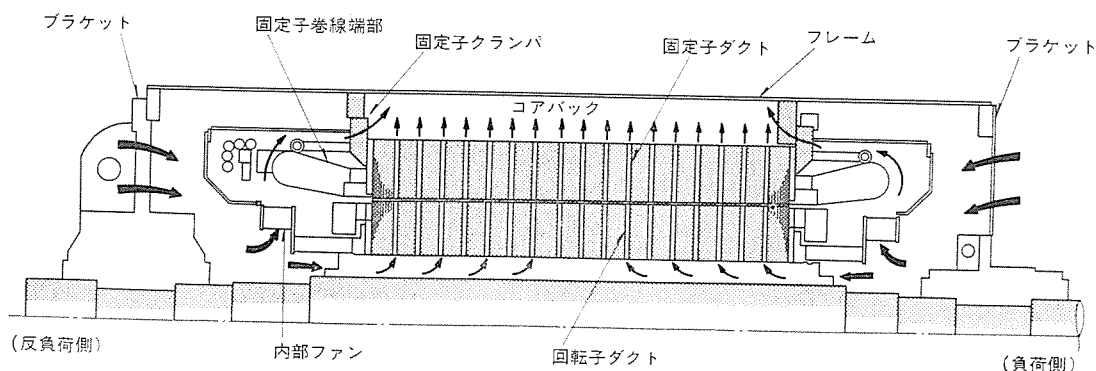


図 5. 防滴保護形誘導電動機の全体構造図

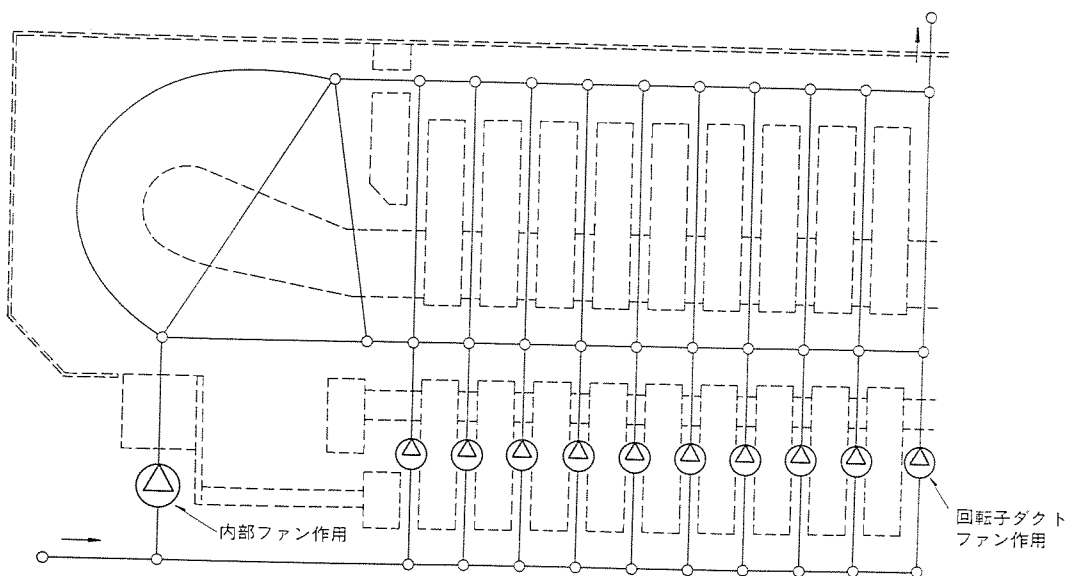


図 6. 大形誘導電動機の通風管路網

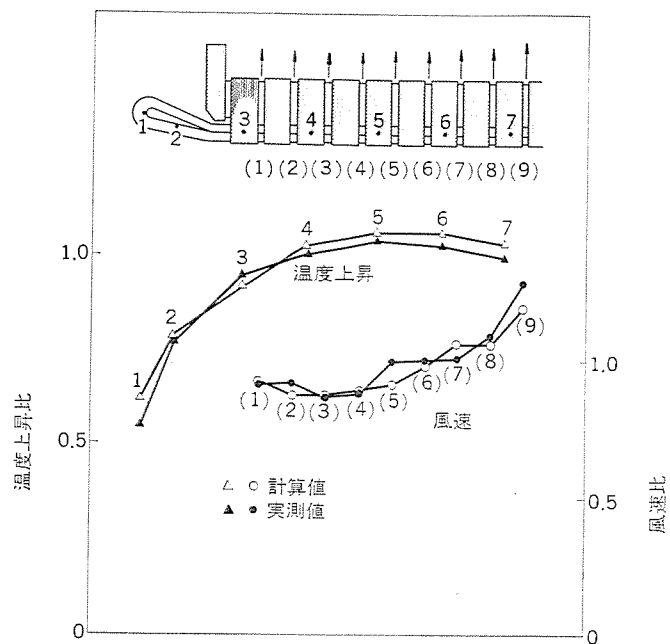


図 7. 固定子ダクト 風速分布及び コイル の温度上昇分布

回転子ダクトを通過した冷却空氣は回転子ダクトのファン作用により昇圧され固定子ダクトに流入する。固定子コイル、コアを冷却した空氣はコアバックに至り上記の冷却空氣と合流し、フレーム側面の排気孔を経て外部へ排出される。

(2) 通風管路網

冷却空氣は両側のブラケットから流入しフレーム側面から排出されるので流れは左右対称と考えられる。したがって、通風解析計算においては片側だけをモデル化して計算すればよい。冷却空氣の通風経路をモデル化した通風管路網を図 6. に示す。モデルの規模は次のとおりである。

節点数=35

管路要素数=56

(3) 計算値と実測値の比較

実験では固定子ダクトの風速分布を熱線風速計で測定した。実測結果とこれに対応する計算結果を固定子ダクト実測平均風速との比で図 7. に示す。風速分布の計算値と実測値とは比較的よく一致しており、通風量、流速に

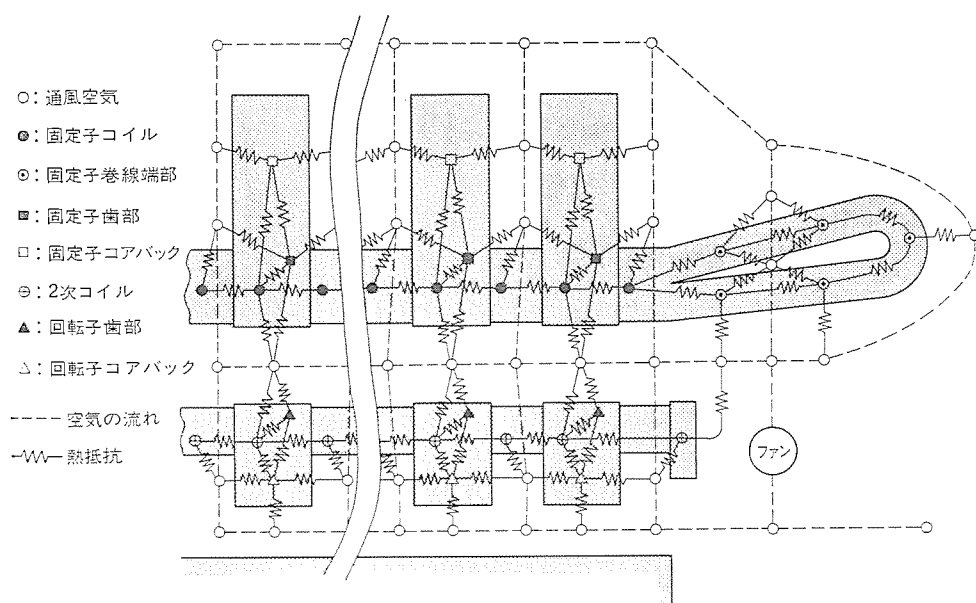


図 8. 熱等価回路網

関するこの計算方法の妥当性がうかがえる。

4.2 熱解析

温度上昇を計算するためにはおのおのの通風路を流れる冷却空気の流れ、流速が必要である。このプログラムでは通風計算で求められた流量が温度上昇計算において自動的にセットされるようになっており、ここで示す温度上昇計算でも4.1節で計算した通風量がインプットされている。モデル化した熱等価回路網の一部を図8.に示す。モデルの規模は次のとおりである。

節点数=104

熱流要素数=202

計算では次のように入力した。

- (1) 1次銅損, 2次銅損, 鉄損はそれぞれ設計値を使い各ノードの大きさに比例して配分する。
- (2) シャフトからの放熱は回転子コア部分からの放熱に含めて考える。
- (3) 固体節点から空気節点への熱抵抗は固体中の熱伝導と固体表面の熱伝達を直列につないだものを考える。
- (4) 風損は入口空気節点に発熱量として与える。

以上の条件のもとに温度上昇値を計算した結果と実測した結果とを図8.に示す。固定子コイルエンド部において、実測値と計算値はほぼ一致している。

5. 大形直流機の通風解析

第2の計算例として、大形直流機の通風計算の例を示す。対象とした直流機は、4,000kW, 35/70 rpmである。本機は鉄鋼ミル電動機としては世界屈指の大容量機でその概略の構造を図9.に示す。

冷却空気は反整流子側の吸気室から別置ブロワによって供給される。主な空気流はスパイダ軸方向通路に流入しその後、順次電機子ダクトを通過することによって、電機子コイル及びコアの熱量を除去する。各電機子ダクトから出てきた温風は、反整流子側電機子コイル端を冷却して界磁極間の軸方向通路に入ってきた空気流に順次合流して整流子側のエンドベルに達する。スパイダ内の空気流のうち電機子ダクトへ流入しなかった残りの空気は電機子コア部を通過したのち、整流子側のコイル端を冷却して上記のエンドベルに達する。整流子側エンドベルに集まったすべての空気流は排気ダクトを経て、別置ブロワの吸気に供される。図10.は大形直流機の外観写真である。

以上に述べた通風経路をモデル化した通風管路網を図11.に示す。

モデルの規模は

分岐節点数=66

管路要素数=97

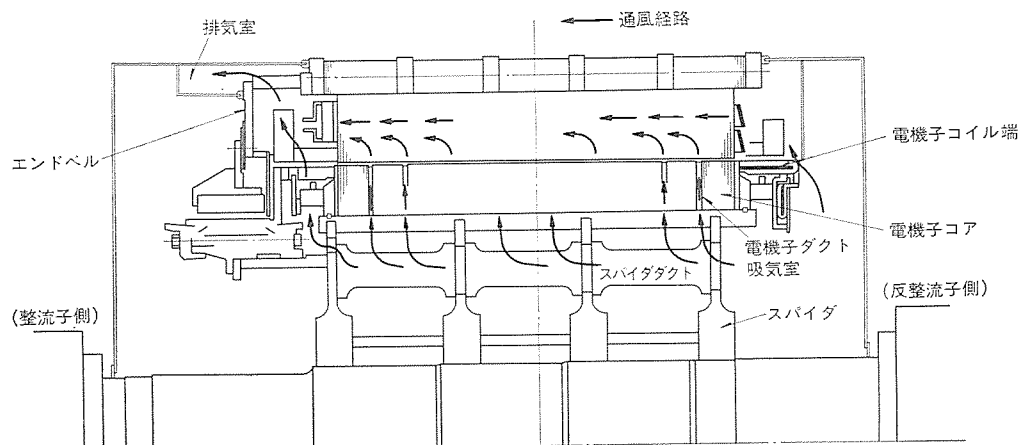


図 9. 大形直流機の全体構造図

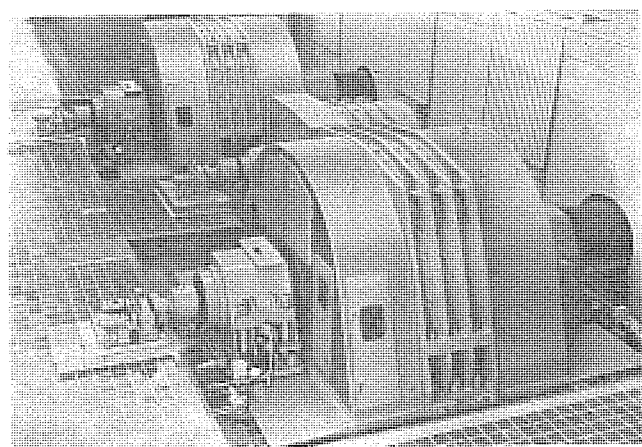


図 10. 大形直流機

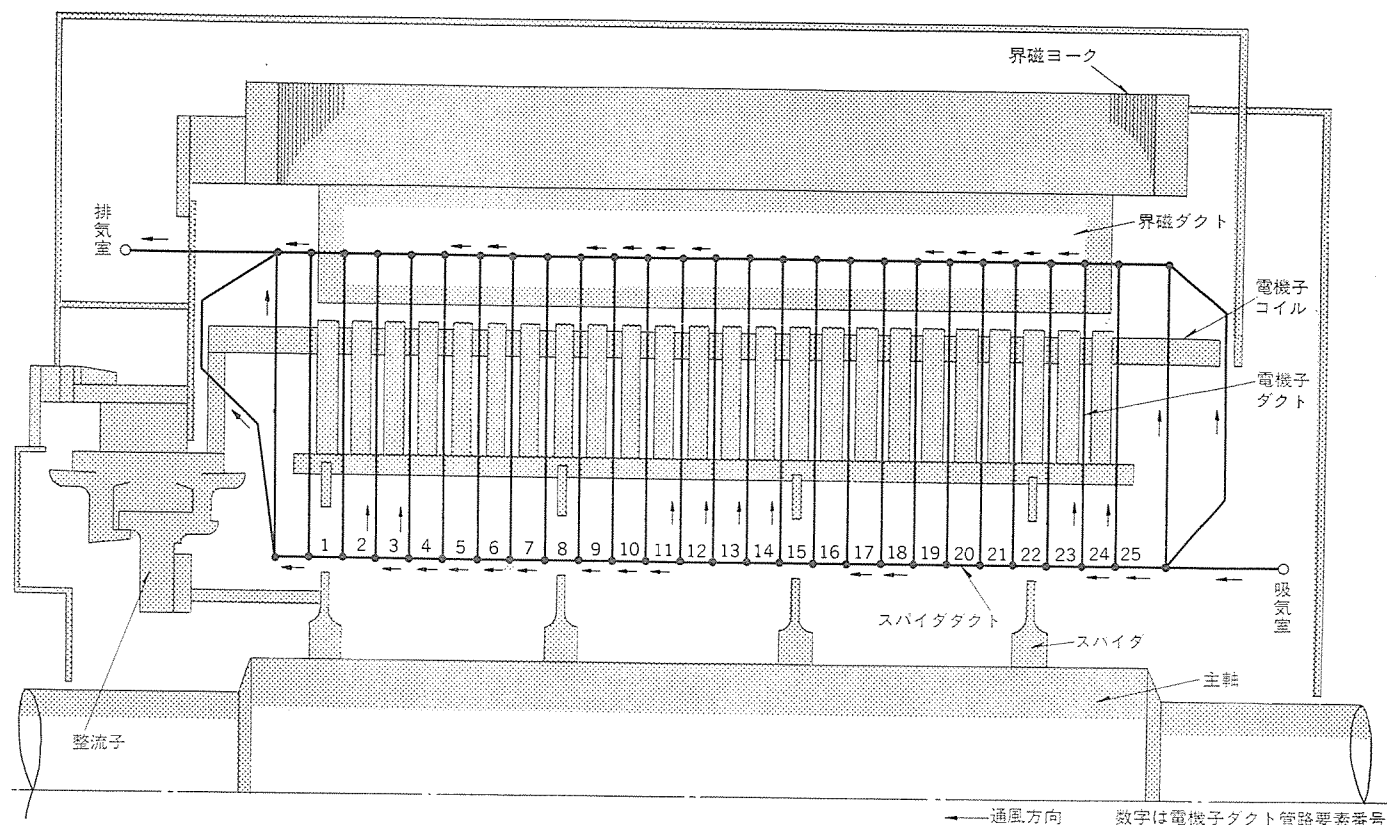


図 11. 大形直流機の通風管路網

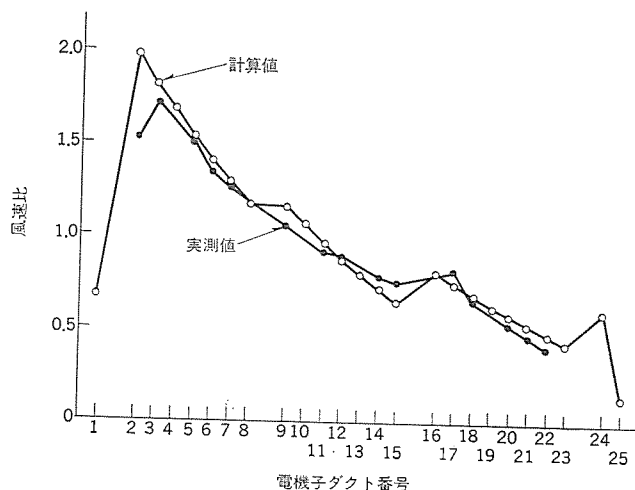


図 12. 電機子ダクトの風速分布

である。計算の前提としては次のようである。

- (1) 流れは軸対称とし、上下部の空気流の偏差は平均的に扱う。
- (2) 境界条件は吸気室と排気室の差圧を一定値に設定する。
- (3) スパイダ通路より電機子ダクトへの分流損失は無視し、ダクト入口損失は一定とする。
- (4) 電機子ダクトより界磁極間通路への合流損失係数は電機子ダクト風量と界磁風量との比の関数で与える。
- (5) 計算の対象とした直流機は低速回転のため電機子ダクトにお

けるファン作用は、そこでの圧損に比べて十分小さいので無視する。以上の条件のもとに各ダクトの風速を計算した結果とこれに対応する実測結果を実測平均風速との比で図 12. に示す。ダクト風速分布の計算値と実測値はほとんど一致しており、直流機のモデル化、及び通風量、流速に関するこの計算方式の妥当性がうかがえる。

6. む す び

本文では汎用通風熱解析プログラムの概要を記した。このプログラムでは計算例で示したような複雑な通風管路網、熱回路網においても通風管路の圧損、ファン特性、分流、合流の損失及び熱抵抗を精度よく与えることにより冷却設計に必要な通風計算と温度上昇計算を継続して実施することが可能である。しかも回路網の作成が簡単であり、さまざまな通風冷却方式を検討するうえで優れた機能を有している。

このプログラムは既に回転機の冷却設計に適用され、誘導電動機、直流機、水車発電機などの通風冷却構造の最適化を推進している。

参 考 文 献

- (1) 三富ほか：全閉外扇形誘導電動機の通風冷却解析，三菱電機技報，48，No. 10，p. 1,196 (昭 49)
- (2) 星野ほか：直流機の通風冷却解析，三菱電機技報，51，No. 10，p. 701 (昭 52)
- (3) 永井：三菱重工技報，8，No. 4
- (4) 生井：送風機と圧縮機，(15 版)，朝倉

レーザダイオード ML-4000・ML-7000シリーズ

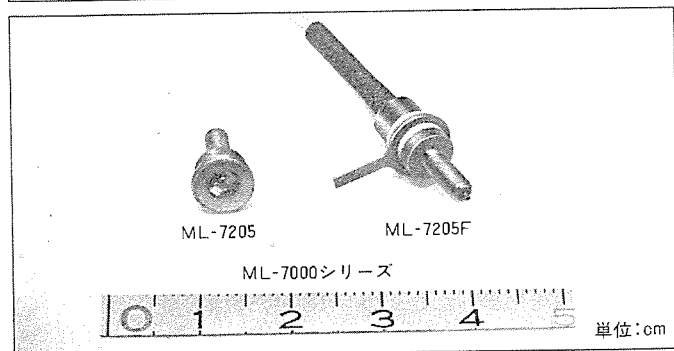
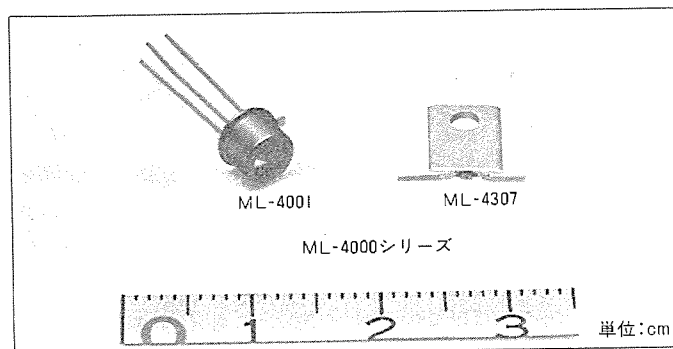
三菱電機では、このたび光エレクトロニクス素子の新製品として、波長 $0.78\mu\text{m}$ の可視光・単一モード・レーザダイオードML-4000シリーズならびに波長 $1.3\mu\text{m}$ の長波長・単一モード・レーザダイオード7000シリーズを製品化し、発売を開始しました。新製品の開発にあたっては、発振モードの安定化による発光出力の電流に対する直線性の改善や高速化などの性能向上、高信頼度化、量産化など素子製作技術の向上を図るため、次のような技術を採用しています。

1. 可視光・単一モード・レーザダイオード

すでに発売中の $0.85\mu\text{m}$ 帯の単一モード・レーザML-2000シリーズと同様、トランスバース・ジャンクション・ストライプ形の構造を採用し、シリコンサブマウント使用による低歪ボンディング技術とシリコン窒化膜による表面パッシベーション技術の確立により、従来の $0.8\mu\text{m}$ 以下の短波長のアルミニウム・ガリウム・ヒ素レーザにおける短寿命の問題を解決し、実用上十分な1万時間以上の長寿命を実現しました。

2. 長波長・単一モード・レーザダイオード

発振波長 $1.3\mu\text{m}$ 帯の場合、光ファイバによる光信号の損失量が低く、伝送帯域100Mbitで50km程度の伝送が可能になります。本製品はこの $1.3\mu\text{m}$ 帯に発振波長を有するインジウム・ガリウム・ヒ素・燐レーザダイオードの単一モード化に成功しましたが、これはすでに販売している短波長・単一モード・レーザダイオードで確立した高品質結晶成長技術やプロセス技術に基づいたものです。



特長

可視光・単一モード・レーザダイオードML-4000シリーズ

●安定した単一モード発振

世界で初めて安定した単一モード発振に成功したトランスバース・ジャンクション・ストライプ形の素子構造を採用しています。ビデオディスクなど光情報処理用として優れた集光性をもち、直径 $2\mu\text{m}$ 以下のスポットに集光できます。

●低動作電流

40mA程度の低電流で3mW以上のレーザ出力が得られます。

●長寿命

単一モード発振を維持する寿命は1万時間以上です。

●コンパクトな構成が可能

ML-4001形は、レーザ出力モニタ用ホットダイオードを内蔵しています。ビデオディスクなどのピックアップに応用するとコンパクトに構成することができます。

長波長・単一モード・レーザダイオードML-7000シリーズ

●幅 $10\mu\text{m}$ のストライプ形

4元化合物半導体材料InGaAsPとInPによる二重ヘテロ接合構造を用いた、幅 $10\mu\text{m}$ のストライプ形レーザです。

●3mWまで単一モード発振

レーザ光出力3mWまで単一モード発振します。

●モニタ光出力が取り出せる構造

波長 $1.3\mu\text{m}$ 帯のレーザ光出力が放射レーザ光出力を制御するための、モニタ光出力が取り出せる構造となっています。なお、ML-7205F形は光ファイバ付です。

仕様

項 目	ML-4000シリーズ	ML-7000シリーズ	単 位
波 長	0.78 ± 0.015	1.3 ± 0.1	μm
光 出 力	3	3 (ML-7205) 0.7 (ML-7205F)	mW
し き い 電 流	30	150	mA
放射パターン $\theta_{\parallel}$ $\theta_{\perp}$	10 30	10 40	度
モニタ光出力	3	0.3	mW

形名

ML-4001…TO-46形パッケージ(ガラス窓によるシール)

レーザ光モニタ用ホットダイオード内蔵

ML-4307…パッケージレス

ML-7205…モニタ光ガイド付

ML-7205F…モニタ光ガイド、光ファイバ付

当社の実用登録新案

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1180247	電気加湿器	近 藤 正 司・上 原 幹 夫	1183731	内燃機関用電磁弁	浅 山 嘉 明
1180248	電気掃除機の塵落とし装置	武 井 久 夫・南 日 国 伸	1183732	端子接続装置	鳥 山 建 夫
1180249	電気掃除機	福 田 興 司・高 橋 豊	1183733	リレー 回路	{ 加 藤 悟・田 山 勇 野 口 善 弘
1180250	エレベータの戸開閉装置	福 島 務・加 藤 久 夫	1183734	刷子保持装置	秋 吉 俊 男
1180251	密閉形電動圧縮機の油潤滑装置	土 屋 邦 彦	1183735	耐熱気密端子	松 永 博 之
1180252	車輛のブレーキ制御装置	{ 小 林 克 彦・太 田 幹 雄 亀 田 康 幸	1183736	リレー 回路	{ 加 藤 悟・田 山 勇 野 口 善 弘
1180253	エレベータの制御 ケーブル 保護装置	立 川 宏・長 尾 三 二	1183737	櫛	鳥 山 建 夫
1180254	荷造り固定装置	八 木 文 男	1183738	電力ヒューズ取付架台	野 村 聡・安 西 修
1180255	電気掃除機の収納装置	南 日 国 伸・菊 池 俊 男	1183739	ヒューズ	岡 戸 弘 行
1180256	慣性摺動式内燃機関始動装置	松 本 剛	1183740	自己作動式限時装置	榊 道 治
1180257	炊飯器	{ 大 沢 和 夫・石 井 寛 夫 宇 佐 見 忠	1183741	リモートコントロールボックスの取付装置	川 口 博・野田富士夫
1180258	炊飯器	{ 大 沢 和 夫・石 井 寛 夫 鶴 谷 嘉 正	1183742	誘導加熱装置	親 見 明 彦・松 尾 茂
1180259	飯びつ兼用炊飯器	{ 高 橋 正 晨・大 沢 和 夫 石 井 寛 夫・宇 佐 見 忠	1183743	鏡面 パネル 支持装置	塚 田 憲 三
1180260	飯びつ兼用炊飯器	{ 高 橋 正 晨・大 沢 和 夫 宇 佐 見 忠	1183744	誘導加熱 コイル 装置	藤 室 雅 司
1180261	密閉型回転式冷媒圧縮機	田 中 満・星 野 義 明	1183745	誘導加熱装置	松 尾 茂
1180262	自動積層装置	藤 原 智・沢 永 寧	1183746	固定具	鈴木太八郎
1180263	段 ボール を用いた梱包装置	大 村 善 昭	1183747	クラッチモータ	森 田 稔
1180264	除湿器	大 畑 晃 一	1183748	管端自動溶接装置	鶴 飼 順・杉 山 尚 男
1180265	天井吊固定装置	木ノ内達夫・安 立 博 樹	1183749	回転機の消音装置	青 山 和 明
1180266	管溶接接続用 フィラメタルリング 仮付け治具	鶴 飼 順・鉄 豊 造	1183750	ピンブラグ	鹿 島 矯
1183712	電気接続器具	杉 浦 博	1183751	帯状物の自動供給収納装置	高 木 勝 則・中 山 哲 郎
1183713	電気 マッサージャー	{ 増 田 三 郎・川 合 輝 一 橋 本 一	1183752	浮動磁気 ヘッド	東 山 昇
1183714	足温器兼用電気 マッサージャー	橋 本 一	1183753	機関点火用配電装置	柴 垣 匡 男・大 西 正 義
1183715	軸位置調整装置	松 井 俊 明	1183754	横型回転電機の消音装置	{ 田 中 英 晴・田 仲 勝 本 田 坦
1183716	トランジスタ 保護回路	{ 牧 田 秀 之 助・丹 羽 喜 一 木 村 健 治	1183755	車両用空調和装置	長 尾 皓 一
1183717	トランジスタ 保護装置	{ 牧 田 秀 之 助・丹 羽 喜 一 木 村 健 治	1183756	回転電機の消音装置	{ 田 仲 勝・本 田 坦 田 中 英 晴
1183718	受信装置	寺 田 武	1183757	回転電機の消音装置	{ 田 仲 勝・本 田 坦 田 中 英 晴
1183719	変圧器用放熱器の取付け構造	白 神 十 九 一	1183758	機関点火用配電 ロータ	大 西 正 義
1183720	ダイヤル 表示装置	須 田 良 吉	1183759	機関点火用配電 ロータ	大 西 正 義
1183721	電動機の遠隔制御装置	北 川 博 美・成 瀬 博 隆	1183760	保護継電装置の検証回路	畑 田 稔
1183722	しゃ断器の共通引きはずし杆	藤 澤 稔	1183761	保護継電装置	北 浦 孝 一
1183723	電子銃支持装置	江 藤 俊 雄	1183762	保護継電装置	北 浦 孝 一
1183724	レベルモニタ 回路	今 村 貞 良	1183763	増巾回路	岩 村 清 志 郎・三 橋 康 夫
1183725	半導体装置	鈴 木 敏 夫	1183764	回転数検出装置	才 田 敏 和
1183726	半導体冷却装置	大 島 征 一	1184742	連結装置	井 上 馨・堀 幸 輝
1183727	立て形回転電機の案内軸受	岡 祐 輔	1184743	電気あんま器	川 合 輝 一
1183728	磁気円板	東 山 昇	1184744	電動運搬車の制御回路	綿 谷 晴 司
1183729	空調機の配管接続装置	安 立 博 樹・大 谷 泰 昭	1184745	鉄板製 ケース	慶 野 長 治・後 藤 完 二
1183730	端子装置	玄 羽 康 司	1184746	暖房機	斎 藤 辰 夫
			1184747	発熱線取付装置	鳥 山 建 夫
			1184748	膨張式救命いかだの投下装置	織 井 勝 雄
			1184749	レンジフード	林 悦 二

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1184750	窓据付換気扇の取付化粧パネル	鈴木 欽三	1187212	接触子装置	森本 常友
1184751	換気扇	穴戸 幸男	1187213	開閉器	堤 長之
1184752	換気扇	穴戸 幸男	1187214	サーモスタット取付装置	桜井 信捷・日比野浩一
1184753	コーキングガン	{秋吉俊男・大塚敏勝 松尾宗治	1187215	回路しゃ断器	和田宏康・藤井 洋
1186034	静止開閉装置	森 健	1187216	スポットキラー 回路	北村義弘・平田健一
1186035	荷重応動装置	六藤孝雄	1187217	攪拌装置	長 嶺 元・野口善弘
1186036	電気部品の取付盤	{広瀬 薫・神本明輝 元木義明	1187218	電装品カバーの取付装置	小西 勝・河村伊佐夫
1186037	抵抗体	井上武男・石井勇雄	1187219	電気掃除機	長 嶺 元・福田興司
1186038	曝気装置	田畑則一・森 貢	1187220	電気温水器	{奥田文一・小川 昇 桜井 信捷・日比野浩一
1186039	電気 マッサージャー	川合輝一	1187221	熱交換器の取付装置	茨城光政・望月勝美
1186040	ホイストの荷重検出装置	広田憲一	1187222	端子台	長尾良章
1187133	換気扇	増田元昭	1187223	制御電圧発生回路	小島正典
1187202	電気弁交流スイッチの故障検出装置	矢野昌雄	1187224	塵埃濾過用濾器	{武井久夫・長 嶺 元 福田興司
1187203	回転形断路器	長岡洋一・田中久雄	1187225	油回収装置	{木名瀬武男・猪熊 章 矢野 勇
1187204	鋼板検知装置	白幡 潔	1187226	タイムスイッチ	渡辺 隆
1187205	保護継電装置	辻倉洋右・海老坂敏信	1187227	電気 マッサージャー	川合輝一
1187206	温度表示装置	近藤明博	1187228	油回収装置	{木名瀬武男・猪熊 章 矢野 勇
1187207	持続ケーブルの断線検出装置	実松良次	1187229	電気掃除機	福田興司・鶴谷嘉正
1187208	コネクター	林 正之	1187230	電気掃除機	福田興司
1187209	電線固定金具	大原啓治	1187231	卓上切削機の定盤摺動機構	{本告寿男・神信昭仁 近藤信幸
1187210	漏電遮断装置	{熊沢 裕・石井勝美 大槻伸次	1187232	湿润装置	山下紀夫
1187211	漏電検出器	{熊沢 裕・大槻伸次 石井勝己	1187233	按摩器	川合輝一

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 54 No. 1 技術の進歩特集

- 研 究
- 電 力
- 産業用電機品、計測・制御と環境
- 汎用電機品
- 通信と電子応用

- 半導体素子と集積回路
- 電子計算機
- 建築設備と冷凍・空調
- 交 通
- 家電関連機器

三菱電機技報編集委員		三菱電機技報 53 巻 12 号	
委員長	喜連川 隆	常任委員	的 場 徹
副委員長	浦 徳 太郎	委 員	斎 藤 春 雄
常任委員	後 藤 正 之	委 員	徳 山 長
常任委員	佐々木二朗	委 員	樋 口 昭
常任委員	増淵悦男	委 員	神谷友清
常任委員	葛野 信一	委 員	橋 爪 基
常任委員	三 輪 進	委 員	秋吉俊男
常任委員	高 月 一	委 員	土井貞春
常任委員	瀬原田三郎	委 員	川 井 尚
常任委員	高橋 広光	委 員	小野勝啓
常任委員	忍 足 博	幹 事	本間吉夫
常任委員	武田克己	幹 事	足立健郎
常任委員	清 田 浩	12号特集担当	本間吉夫
常任委員	福 家 章		
		(無断転載を禁ず)	
		昭和 54 年 12 月 22 日 印刷	
		昭和 54 年 12 月 25 日 発行	
		編集兼発行人	本 間 吉 夫
		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	東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 (〒 100) 菱電エンジニアリング株式会社内
		発 売 元	「三菱電機技報社」 Tel. (03) 243 局 1785 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
		定 価	Tel. (03) 233 局 0641, 振替口座 東京 20018 1 部 400 円送料別 (年間予約は送料共 5,200 円)

三菱電機技報 (昭和54年 第53巻) 総目次

1号 技術の進歩特集	5号 冷凍・空調特集	9号 工作機械・産業設備用電機品特集
2号 発電・受変電設備機器特集	6号 水素管理システム特集	10号 電力系統集中制御システム特集
3号 エレベーター特集	7号 集積回路特集	11号 研究特集
4号 開閉装置 (30 kV 以下) 特集	8号 交流電動機特集	12号 省エネルギー特集

《技術の進歩特集》

	号 ページ		号 ページ
1. 研 究	1... 6	6. 半導体素子と集積回路	1... 63
2. 電 力	1...18	7. 電子計算機	1... 71
3. 産業用電機品と環境保全設備	1...30	8. 建築設備と冷凍・空調	1... 82
4. 汎用電機品と計測	1...44	9. 交 通	1... 93
5. 通信と電子応用	1...52	10. 家庭関連機器	1...102

特集論文

《発電・受変電設備機器》

1. 大容量原子力発電所の電気設備	宮田 泰之・森 南・木寺 信博・伊与田寛忠・瀬戸山達夫	2...117
2. 原子力発電所向け電気計装品の耐震設計	松宮 正幸・武藤 浄・福地 博行・山田 正成・大谷 欣司	2...121
3. アナログコントローラ《MELNAC》	梶田 征也・片山 俊彦	2...124
4. 最近のタービン発電機の保護計測システム	羽倉 義征・渡部 隆行・相良 辰雄・田中正昭・松本 忠士	2...129
5. 超超高压大容量変圧器	青木 俊之・三浦 良和・池田 五郎・但馬 常夫・谷黒 文弥	2...134
6. 電力用真空スイッチ式負荷時タップ切換器のシリーズ	松本 進・古川 一弥・吉田 和夫・伊藤 克明	2...139
7. 不燃性・難燃性の電力用変圧器	佐藤 辰夫・白井 満・伊奈 照夫	2...143

《エレベーター》

1. 高級乗用エレベーターのソリッドステート制御システム	佐藤 毅・蒲原 捷行・高橋 亮二・市岡 洋一・石井 敏昭	3...187
2. 京都大学理学部付属飛騨天文台納め特殊油圧昇降装置	篠田 昌孝	3...192
3. 新しい三菱寝台用エレベーター	加藤 博士・渡辺 潔・牧野 克己・西脇 宗夫	3...196
4. エレベーターの緊急時運転と故障自動通報システム	渡辺 潔・内野 秀夫	3...200

《開閉装置 (30 kV 以下)》

1. 開閉装置 (30 kV 以下) 特集号によせて	三浦 宏・町野 康男	4...257
2. 開閉装置 (30 kV 以下) の現状と今後の展開	富永 正太郎・宮本 紀男・岡田 武夫・岩垂 邦昭	4...258
3. シャ断器 (30 kV 以下) とその機種系列	大野 玲・庄司 忠一・石田 秀樹・堤 透・杉中 輝明	4...261
4. 閉鎖配電盤の機種系列と適用	梁川 美孝・久保 修造・小谷 英夫・川村 福蔵	4...266
5. 各種シャ断器の消弧現象と適用	村井 裕・植田 至宏・山中 隆司・紀井 正美	4...271
6. 開閉装置 (30 kV 以下) の基礎技術	竹内 伴治・青木 伸一・手島 正之・上野 博	4...276
7. パッケージ形ユニットサブステーション	墨 義人・津久 井進・田淵 靖英・高橋 勝	4...281

《冷凍・空調》

1. 空気熱源ヒートポンプパッケージエアコン PAH-D 形	森 美喜男・渋谷 康雄	5...392
2. マルチセントラルエアコンと制御方式	吉 村 晃・徳 永 龍	5...334
3. パッケージエアコンへのマイクロコンピュータ応用	江崎 光信・鎌田 孝・五十嵐 好信・中沢 静男	5...339
4. 冷凍・空調機複数台運転用 LT 形マイコン制御器	太田 誠・藤井 学・浜 宏明・辻 弘之・杉江 啓	4...344
5. 低騒音大形ヒートポンプチリングユニット	中村 俊勝・関谷 睦生・宮本 昭・梅原 三夫	5...349
6. 除湿乾燥機 KFH-5 形	根来 耕一	5...353

《水素管理システム》

1. 神奈川県企業庁納め酒匂川水系三保ダム管理システム	鳥海 則昌・長東 晴弘・福田 豊生・石川 欣央・牧本 健二	6...401
2. 神奈川県企業庁納め相模川水系集中管理システム	佐藤 博・新形 昌康・斎藤 哲・岡 治樹・林 信喜	6...406
3. 建設省納め手取川水系テレメータ放流警報システム	三浦 望・北原 貞守・小寺 恒男・吉崎 守・岡畑 弘文	6...411
4. 計算機による水力発電所群の集中制御システム	本川 幸雄・添田 泰憲・村上 輝男	6...416
5. 水素管理システムの運用モデル	福田 豊生・長東 晴弘・中堀 一郎	6...421

《集積回路》

1. 集積回路特集号によせて	今北孝次	7...477
2. 8ビットCPU M5L8085Aの機能と応用	浜野尚徳・梅木恒憲・山内直樹	7...478
3. 8ビットマイクロプロセッサ用キーボードディスプレイインタフェースLSI	富沢孝・山田達夫・田上英治・大久保至	7...483
4. 16Kビット紫外線消去形EPROM	張間寛一・松尾龍一・鍋谷弘・安東亮・松田幸正	7...487
5. 64KビットダイナミックMOSRAM	下西和博・市山寿雄・加藤忠雄・魚谷重雄・伝田国彦	7...491
6. 高集積度メモリの製造技術	榎本龍弥・長沢紘一・坪内夏朗・松本平八	7...495
7. 8ビットマイクロプロセッサの応用基板コンピュータとサポート装置	樋口敬三・杉本正樹・三木務	7...499
8. マイクロ波集積回路の現況	小野寺俊男・神生忠興・沢江哲則	7...503
9. マイクロ波集積回路フェライト回路	武田文雄・溝淵哲史・松永誠・紅林秀都司・折目晋啓	7...507
10. マイクロ波集積回路増幅器	町田一三・佐伯昭夫・藤井良郎・鍛冶栄二・天野旭	7...512
<交流電動機>		
1. 交流電動機特集によせて	新良由幸	8...549
2. 同期電動機の最近の動向	福本紀久男・加藤之敏・松野博・小西和成	8...550
3. 新系列大形3相誘導電動機“F2ライン”	東覚里志・宇都宮弓輝・松村喬二・吉村多喜男	8...555
4. 新系列小形誘導電動機	堀内勝彦・柴田隆夫	8...560
5. 交流高圧電動機用絶縁の最近の動向	伊藤昭八郎・越場宏・川上剛・足立覚・林修	8...565
6. 1次冷却材ポンプ用モータ	小吉隆・吉野恂・藤田洋・阿野忠美・吉田浩	8...570
7. PAM方式極数変換電動機と省エネルギーへの応用	池田雅博・東和彦・栗田浩二	8...575
8. 多相形サイリスタモータ	赤松昌彦・宇高正晴・永石勝之・二村紘	8...580
<工作機械・産業設備用電機品>		
1. 工作機械用直流主軸駆動装置	松本圭二・三浦邦治	9...627
2. 数値制御装置《MELDAS》シリーズ	宮幸助・相場琢二・富士本昭彦	9...632
3. 数値制御装置《MELDAS》用パルス幅変調式トランジスタ増幅器	近藤昭雄・吉田敬三・風間務	9...637
4. W5形ワイヤカット放電加工機用制御装置	坂口恒夫・松本源二・飯田秀正・田中均	9...642
5. 鉄鋼酸洗ライン用新形フラッシュ溶装機	川並高雄・森紘一・小松義正・馬場利彦・袖野恵嗣	9...647
6. 三菱-BBC形加圧式自動注湯装置	安孫子博・広川利雄・松田勇・田中伸雄	9...652
7. 最近の電磁クラッチ・ブレーキとその制御装置	西野広・小林良治・岡本清秀・井上宗明	9...656
<電力系統集中制御システム>		
1. これからの電力系統制御	森健・山田郁夫	10...705
2. 最近の系統制御における基本応用ソフトウェア	志岐紀夫・宮西洋太郎・中川秀人・辻俊彦	10...709
3. 最近の給電所におけるデータ処理装置	中川秀人・片桐哲朗・後藤卯一郎	10...713
4. 最近のLSIを用いた集中制御システム	辻俊彦・永田慎二・流郷忠彦	10...718
5. 最近の大規模集中監視制御システム	中川秀人・加賀越寛・伊藤満夫・団幸太郎・志岐紀夫	10...723
6. 系統監視制御室のトータルデザイン	須山勉	10...728
<研究>		
1. 分光測定によるしゃ断現象解析技術	奥田荘一郎・植田至宏・村井裕	11...777
2. 錫ウイスカの発生と防止対策	長谷川知治・村田安裕・川中龍介・南郷重行	11...781
3. イオン注入による高速バイポーラプロセス	赤坂洋一・桜井弘美・大野則夫・塚本克博・平尾正	11...786
4. 有機汚泥の凍結・脱水-コンポスト化システムの総合評価	山西健一郎・小沢建樹・本多敏一・森川允弘・山本利栄	11...789
5. 赤外線撮像装置	近藤倫正・佐伯利一・山下純一郎・伊東克能・高橋進	11...794
6. カラーITV静止画伝送装置	藤野順一・宮崎秀人・土屋徳翁・山際豊行・堀高明	11...798
7. 群集流・避難誘導シミュレータ	中崎勝一・和泉陽平・寺沢昭夫	11...802
8. 空調機におけるマトリクス電子制御方式	松岡文雄	11...806
<省エネルギー>		
1. 省エネルギーへの挑戦	森英夫	12...843
2. 空調の省エネルギー	小原英一	12...845
● マルチセントラルシステムと省エネルギー効果	阿川正憲	12...845
● ビル空調における全熱交換器《ロスナイ》の省エネルギー効果	山下紀夫・橋本芳樹	12...847
● 蓄熱式空調システムと蓄熱槽の省エネルギー制御	山下紀夫・新井卓史・和泉陽平	12...850

● ルームエアコンの省エネルギー化	安藤正俊・本田嘉之	12...853
3. 冷凍・冷蔵の省エネルギー	小原英一	12...856
● 食品店舗の省エネルギーと冷凍・冷蔵ショーケース	瀬下 裕・半田文男	12...856
● 家庭用冷蔵庫の省エネルギーと動的運転シミュレーション	山崎起助・小林協三	12...859
4. 照明の省エネルギー	田中民雄・石井重行	12...862
5. 電鉄における回生ブレーキ併用チョップ制御装置	成戸昌司・四方 進	12...867
6. 当社工場の省エネルギー実施例	小山 功・川口尚文	12...872

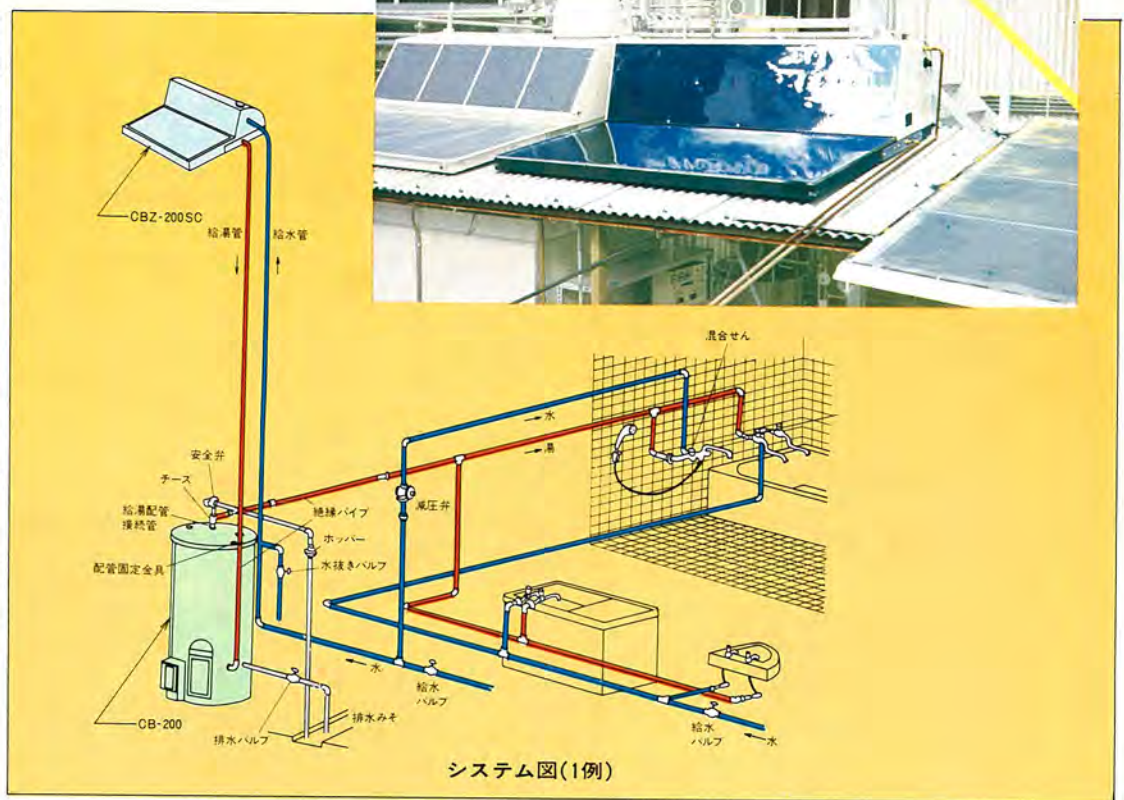
普通論文

1. 《MELCOM》350-50 A 2100 システムコンポーネントプロセッサ (SCP)	長沢一嘉・波多野侃・村木克己・香取和之・河合一洋	2...149
2. 医療情報データベースシステム《MELCOM-MUMPS》	出口博章・武田浩良・峰崎秀生・古家俊幸・和田雄次	2...154
3. FF 式石油ガス化給湯機と冷暖房給湯システム	野間口有・西 敦義・牛越 諒・桑沢宏康	2...159
4. データ中継 CDT 装置	永田文也・荒尾和男・由良 隆・田中幸二・柴田文夫	2...164
5. AFS 形空冷式冷凍クーリングユニット	原 明・川井 治	2...168
6. 500 kV 用三菱酸化亜鉛式避雷器《MOA》	富永正太郎・今滝満政・渋谷義一・宇治田克・桑原 宏	2...172
7. プラントコントローラ《MELPLAC》10	岩永俊之・片岡猪三郎・江上憲位・山本 修・松村雅司	2...177
8. 最近のホットストリップミル DDC システム	川崎宗男・三浦敬一・稲本 惇・小寺嘉一・山本 修	3...207
9. 分散処理指向のコンピュータネットワークアーキテクチャ MNA とその応用	松永 宏・水野忠則・井手口哲夫・梶原 誠・太田 元	3...212
10. 蓄熱式冷房装置の研究	池内正毅・甲斐潤二郎・木村 寛・貝瀬俊朗・鷺巢博章	3...217
11. 電子同調カーラジオへのマイコン応用	壺井芳昭・茂木 恵・平田誠一郎・白谷優次	3...221
12. 三菱真空スイッチ管“Relia Vac”の特長と適用	青木伸一・山中隆司・松山 清・加藤 勝	3...224
13. 半導体素子におけるはんだ接合部の熱疲労強度の評価	土方明躬・吉岡純夫・宮崎政行・水牧仁保	3...229
14. ハニカム 3 層構造のスピーカー振動板への応用	田中準一・檜垣孝志・小野利夫	3...233
15. 新形ノーヒューズしゃ断器, 漏電しゃ断器とその技術的考察	山本清美・前田信吾・諏原日出夫・佐藤栄一・田丸繁見	3...238
16. 同期電動機駆動軸系の過渡現象のデジタルシミュレーションによる解析	東覚里志・福本紀久男・加藤之敏	3...245
17. 日本道路公団納め中国自動車道東城 - 三次間遠方監視制御装置	森本高正・田淵雅雄・山下肇輝・三浦 望・中島 正	3...250
18. 《MELCOM-COSMO》モデル 900 マルチプロセッサシステム	岩瀬 正・桂川泰祥	4...289
19. 三菱 TRAC システム (風水力機器の省エネルギー運転方式)	柳下昌平・栗田静夫・ト部浩一・有賀恵蔵・轟 幸男	4...294
20. 関西電力(株)奥吉野揚水発電所納め発電主回路用開閉装置	服部正美・清水昭二・竹内義治・浅田正敬・瀬戸山達夫	4...300
21. UHV 変圧器の開発	田村良平・菅 寿郎・青木俊之・平井正好・玉置栄一	4...304
22. LSTTL シリーズの機能と特性	浜田直己・中井義幸	4...308
23. SH 形 A シリーズ高圧電磁接触器・高圧コンベネーションスイッチ	有本智美・西迫静隆	4...313
24. 計算機キャビネット内のフロン沸騰冷却	藤井雅雄・山中敏史・藁科公彦	4...318
25. 工業用千鳥縫いミシンの振動対策	石井 明・村松直樹・吉本 宰・成田正夫	4...321
26. 低消費電力 8 K ビット CMOS EPROM	京増幹雄・福永 忍・豊本英晴・中尾院治・中山光雄	5...359
27. 東京製鉄(株)岡山工場納め 120 MVA フリッカ防止装置	畑山明博・光永伸之助・矢野昌雄・竹田正俊・天池則行	5...364
28. 円筒形 (CFC 形) 交流発電機の新シリーズ化	三井信彦・有本園幸一・岡元 均・島田恒也	5...369
29. 放電加工によるダルロール加工	佐藤国彦・青島富士雄・加藤幸夫・浦田哲郎・朝本哲博	5...373
30. 磁気テープ制御装置用 LSI	穴見健治・富沢 治・藤岡 勲	5...378
31. 東京都下水道局納め 10,000 kW 非常用ガスタービン発電設備の概要	岩崎善行・那須野才・加藤正憲・宮地純一・末吉義雄	5...382
32. アナログ高速ファクシミリ	平居宣威・西本恒俊・吉田 全	5...387
33. なんば CITY (南海難波ターミナルビル) 総合管理システム	寺沢昭夫・杉原弘章・福島勇二	5...392
34. 販売管理オンライン複合システムの事例	伊藤一士・片岡信弘・桑子栄次	6...427
35. 冷蔵庫の省電力化	清水 誠・若宮宣範・小林協三	6...432
36. 冷凍冷蔵庫へのマイコン応用	坂本泰堂	6...437
37. 溝付導波管形非可逆ラッチングフェライト移相器	溝淵哲史・浅尾英喜・紅林秀都司	6...441

38. 《MELCOM》70 シリーズモデル 60, 40, 30, 10, L の開発——70 シリーズの強化——	渡辺 修享・高崎 紀良・福隅 正憲・北原 拓也・飯川 昭一	6...445
39. 電力管理用パルス検出装置	和田 宏康・池田 修・中岡 英正	6...450
40. 厚鋼板用超音波自動探傷装置	中倉 正雄・松村 成彦・松山 宏・紙谷 栄人	6...455
41. 電装品配電器部品への新しい複合プラスチック応用	飯阪 捷義・佐能 宗治・平沢 栄一・伊槻 禎之・生尾 仁志	6...459
42. 総合計装制御システム《MACTUS》	嶋田 政代士・荒木 義朝・松谷 勝巳・中谷 貴壽・高橋 正夫	6...464
43. 超高圧用ガス絶縁式計器用変圧器	白井 満・鶴田 敬二・高橋 宏次	7...517
44. M 2363 漢字ディスプレイ装置	小川 勇・安藤 澄夫・成岡 祥匡・大竹 東・下田 康秀	7...522
45. 車載オルタネータ用新樹脂封止形ダイオード	岩城 良之・和田 一二三・山根 正熙・石橋 清志・上田 和男	7...526
46. 北上操車場総合自動化システムの概要	浅野 勝弘・山田 晃男・千葉 智昭・明智 憲三郎	7...530
47. 海洋石油掘削リグ「第 6 白竜」用電機品	深田 浩一・上向 康将・井上 均・田中 実・高江 国雄	7...535
48. 全自動洗たく機へのマイコン応用	安藤 博男・広岡 博・本田 嘉之・竹谷 康生・中村 新一	7...539
49. 高調波対策リレーシリーズ《MULTIFLEX》F	鈴木 健治・畑田 稔・辻倉 洋右・鈴木 愿・吉田 敬史	8...587
50. 新形 550 kV ガス絶縁母線	松村 晋・杉本 修・富永 正太郎・桑原 宏・松田 節之	8...593
51. 可変速定位停止クラッチモートル《リミ・ストップ》V	小林 孝生・加藤 勝久・中村 隆	8...598
52. 新しい灯油気化式燃焼機——Air Jet Burner——	野間口 有・松井 安次・根岸 宣匡	8...603
53. 《MELCOM》80 シリーズオフィスコンピュータシステム新モデル	小碓 暉雄・荒井 訓男・高橋 真理・守川 修平	8...608
54. 三菱 POS システム	村山 昇・橋本 勉・大和 真二	8...613
55. 三菱モジュラースエスカレーター	鬼頭 勝巳・松倉 欣孝・後藤 茂	8...618
56. 内部絶縁樹脂封止形トライアック BCR 16 EM シリーズ	的場 敏昭・森 敏・山本 悟	9...663
57. 複モードホーンを用いた 20 GHz 帯カセグレンアンテナ	向井 正・岩本 真・山前 瑞穂・高松 泰男・倉島 徳幸	9...668
58. 三菱逆極性ソフトプラズマアーク溶接法の開発と肉盛溶接及び溶接止端処理への応用	島田 弥・星之内 進・平本 誠剛・鶴飼 順	9...673
59. エレベーターによって発生する居室騒音	太田 和年・横田 達	9...678
60. 固定ヘッド式 PCM 録音機用誤り制御方式の能力評価	井上 徹・杉山 康夫・田中 邦磨・大西 健	9...682
61. レーザ方式ディスクシステム	久保 高啓・岡田 和夫・佐藤 隆晴	9...687
62. 鉄筋ガス圧接部専用簡易超音波探傷器	羽深 嘉郎・佐藤 春治	9...692
63. 最近の電車総合試験システム	松田 哲・吉村 元由・石田 隆朗・本多 隆一・高橋 知廣	9...695
64. 805 MVA 水車発電機用サイリスタ励磁装置——ベネズエラグリ第 2 発電所納め——	合田 啓治・実松 良次・今井 吉郎・筑田 芳夫	10...735
65. 工業用高速データウエーシステム	橋本 健治・菅野 典夫・中島 邦彦・吉良 広文・諸富 寿	10...739
66. 低温用冷凍圧縮機の信頼性の評価法の開発	二川 曉美・苗村 康次・古川 博一・大井 手正彦	10...744
67. ホットガスデフロストシステム	古川 博一・岩瀬 進・川井 治	10...749
68. 新データ網接続端末のインタフェース及び試験装置	松永 宏・松田 主税・鹿間 敏弘・谷口 順・斎藤 幸夫	10...754
69. 高速感熱ファクシミリ《MELFAS》510	満田 浩・畑部 悦生・富田 悟・阿部 正昭	10...759
70. 縫製工程におけるマテハン自動化システム	小川 成夫・尾崎 博規・森田 稔・米沢 康夫	10...763
71. 九州電力(株)西九州変電所納め 500 kV ガス絶縁複合開閉装置 (GIS)	山口 浩一・木佐 貫滋・桑原 宏・松田 節之・合志 宏道	10...768
72. デジタル式制御棒位置指示装置	西沢 行夫・早川 利文	11...813
73. コンパクト《ガススクリーンヒーター》の開発	錦織 威紀・梶本 照男・林 幸夫・中村 進・牧野 寿彦	11...818
74. ガス絶縁母線のシリーズ化とその適用	桑原 宏・松田 節之・但田 昭司・倭 雅英	11...823
75. 全日本空輸(株)総合ネットワークシステムの開発	青柳 敏・磯崎 真・刈田 正雄・中村 俊彦・林 博之	11...828
76. 石油ガス化ファンヒーター KD-25, KD-32 BT, B 形	根岸 宣匡・山口 博志	11...833
77. 軌道交通システムシミュレータ ACTS	荒屋 真二・片岡 正俊・高橋 啓一・居蔵 和徳	11...836
78. 石油ガス化瞬間湯沸器 OK-17 AW 形	宇野 丈治・山口 博志	12...879
79. 最近の《MELCOM》の磁気ディスク装置	千石 真治・松崎 光典	12...884
80. 多機能リモートコントロール用 LIS シリーズ	小林 洋・西谷 一治・須田 眞二	12...889
81. カードリーダー形マイコン内蔵電子レンジモデル ET-710 C	高瀬 明生・堀越 博・小川 幸治・塚越 宏之	12...894
82. 三菱パターン計測・選別システム《MELSORT》の開発製品化とその応用	野村 良忠・伊藤 修孝・苗村 水戸夫	12...899
83. 衛星通信用 120 Mbit/s 4 相 PSK 変復調装置	梅田 義明・藤野 忠・森谷 陽一・三宅 真・村上 圭司	12...904
84. 回転電気機械の通風冷却解析	福島 満・市川 晃・木藤 良善久・東 覚里志・宇佐見 一雄	12...909

省エネルギー時代の新しい給湯システム 太陽熱利用セントラル給湯システム

三菱電機では太陽熱を有効に集熱する「貯湯式自然循環形コレクター」と、200ℓの貯湯量をもつ「三菱FF式石油ガス化給湯機CB-200」とで構成した給湯システムを開発しました。これは一般家庭で使用されるエネルギーの半分近くを消費する「給湯」に太陽熱を利用し、灯油の消費の節約を計った、比較的低価格のセントラル給湯システムです。



概要

太陽熱を有効に集め湯を貯える集熱器「コレクター」は、200ℓの貯湯量のタンクと一体化した自然循環形コレクターで、南向き傾斜の屋根等の上に(緯度-5度)を目安に20°~35°の傾斜角で設置します。このコレクターへの給水は水道直結で、ボールタップ方式により貯湯タンクに給水します。集熱面積は2㎡で、集熱効率を向上させるために約1.0㎡の反射板を集熱面2㎡に対し有効に設けています。日中の集熱で得られた湯は、断熱構造で保温性の高い貯湯タンクへ貯えられ、コレクターの出湯口から銅管等により、CB-200の給水口配管接続されます。この湯はCB-200の出口に設けた給湯栓を開いて給湯すると同時に、落差でCB-200に入り、CB-200貯湯タンク内に湯を補給します。

特長

- 太陽熱を無駄なくフルに集める自然循環形コレクターで、太陽熱により温度の上昇した集熱器内の湯と貯湯タンク内の冷たい水が自然に入れ換り、貯湯タンク上部より湯を貯えます。
- コレクター、給湯機とも、保温・熱交換効率のすぐれたシステムですから、維持費が節約できます。
- 天候が不順であっても、給湯機で85℃に沸き上げるため、天候に左右されることなくいつも安定した高温の湯が得られます。
- 常に85℃に沸き上げて給湯しますので、湯は滅菌されていて衛生的です。
- コレクターへの給水は水道圧(水圧が弱い所では別売りのCBZ-2PUを給湯管路にとりつける)で、また地上の給湯機へは落差で給湯するため、システム配管工事が簡単です。
- このシステムはコレクターを新たに増設するだけで、すでに設置されている給湯機(CB-200)に簡単に取付けられます。
- このシステムでは、約31万円の機器代で太陽熱利用セントラル給湯システムが実現できます。なお、三菱FF式石油ガス化給

湯機CB-200の特長として、音が静か(39ホン以下)、自動追い焚き運転、高い耐久性、安全性、などがあります。

太陽熱利用による省エネルギー

南向き20°~35°傾斜に取付けると、1年通して平均1日当たり、5000kcal強の集熱ができます。これは年間給湯に必要な熱量の約25%にも当たる約160万kcal、灯油にして192ℓの節約(CB-200基準)になります。今後ますますエネルギー価格の上昇が予測される状況下で、本システムはその価値ある効果が大きい期待されます。

CB-200仕様

貯湯量	200ℓ	電源	A.C. 100V 50/60Hz
沸上温度(タンク内温度)	85℃	消費電力	点火時 550W
灯油消費量	0.728ℓ/h	燃焼時	52/55W
給湯出力	5,100kcal/h	缶体内面仕上	グラスライニング2重焼成
加熱効率	85%	缶体内面防食	外部電源防食法(白金メッキタンク6ℓ.6)
保温効率	90%以上(沸上り後13時間放置)	バーナー形式	ガス化式スリットバーナー
沸上時間	200ℓ 15℃→85℃ 2時間45分	製品重量	100kg
運転音	39ホン		

CBZ-200SC仕様

形名	形式番号	貯湯容量	有効集熱面積	反射板面積	製品重量	満水時重量	配管サイズ
反射板付自然循環型	CBZ-200SC	200ℓ	1.91㎡	0.98㎡	集熱器部 44kg 貯湯槽部 33kg	280kg	給水口 PF1/2オネジ 給湯口 PT1/2メネジ

省エネルギー量

季節	省エネルギー率	省エネルギー量
冬	22%	420,880kcal/シーズン
春	26%	351,710kcal/シーズン
夏	30%	254,120kcal/シーズン
秋	23%	312,350kcal/シーズン
合計	25.3%	1,339,060kcal/年

データ算出条件 条件：4人家族(太平洋側地域)

季節	使用湯量(45℃)	給水水温	給湯負荷kcal/日	晴天率
冬	450ℓ	5℃	18,000	75%
春・秋	425ℓ	15℃	18,750	春59%・秋59%
夏	400ℓ	25℃	8,000	48%