

MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

Vol.47 April 1973

家庭環境機器特集

4

三菱電機商品研究所ベターリビングセンター





家庭環境機器特集

目次

《特集論文》

大気汚染と空気清浄機	桑沢宏康	345
家庭用オールシーズン形ルームエアコン	安藤正俊	352
住宅用セントラルエアコン	上妻親司	358
クリーンヒータとクリーンヒータエアコン	斉藤辰夫	363
ウインドファン	入沢淳三	368
ロスナイ(透過式全熱交換器)の現状と将来の展望	吉野昌孝・橋本芳樹	371
最近の換気扇	穴戸幸男	378
排気形石油温風ヒータ(HEAT-66)の開発	吉野昌孝	381
深夜電力利用機器	増田三郎・桜井信捷	385
セントラルクリーナ	田山勇	392
住宅用システム化照明器具 ールミテリアシリーズ	閑歳弘通・井上員成・二木盈行	395
ヒートポンプエアコンのシミュレーション	笠置紘・飯島等・林佑孝・安藤正俊	398
住宅の冷暖房負荷の解析	小原英一・小林恵治	404

《普通論文》

自動はんた付け工程における信頼性向上に関する研究	山本利雄・近藤隆・足立久美子・菅井俊郎・大野静夫	415
AQモートル—永久磁石式同期電動機—	柳沢公人	424
密閉形冷凍圧縮機の中づりばねの応力	二川曉美・村松直樹・土屋邦彦	429
パターン処理システム(Ⅱ)—数字識別方式—	伊藤貴康・福島正俊・鈴木敬子・磯田辰夫	435
新形单相誘導電動機	中西恵之助・鈴木好弘	440

《新製品紹介》

ダイアックス数値制御放電加工機「DM-250 N+DAC+EP-60 K」

446

《ニュースフラッシュ》

重油自動分析装置の開発・世界ではじめてプラズマディスプレイによるテレビ画像表示に成功

447

《特許と新案》

半導体発振素子・ホイスト付きマニプレータ・リードスイッチ制御装置・機関点火時期調整装置・機関用始動電動機のビニオン移行装置・多気筒内燃機関点火装置・パルス発生回路装置・熱硬化性樹脂組成物

411

《表紙》

表紙1 三菱電機 商品研究所 ベターリビングセンター

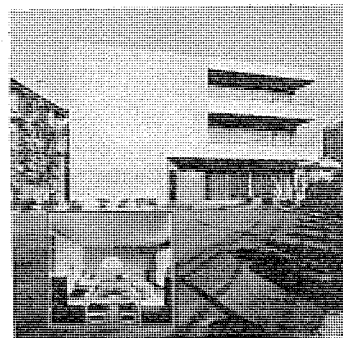
表紙1および表紙4の写真は、本年のはじめに三菱電機 商品研究所の付属機関として開設されたベターリビングセンターである。

同センターは商品研究所の前庭に隣接して建てられた鉄筋3階建て、延べ488m²(148坪)のスマートな建物で、三菱電機の商品づくりの心である“豊かで調和ある生活環境の創造”を目指す研究開発の意欲的な姿勢を示すものである。

表紙2 三菱ルームエアコン

表紙3 三菱非破壊検査用ライナック

表紙4 三菱電機 商品研究所 ベターリビングセンター





SPECIAL EDITION : HOME APPLIANCE AND EQUIPMENT FOR BETTER ENVIRONMENT

CONTENTS

SPECIALLY COLLECTED PAPERS

Air Polution and Air Cleaners.....	H. Kuwazawa...345
All Season Type Room Air Conditioners of Home Use.....	M. Andô...352
Central Air Conditioners of Domestic Use.....	C. Kôzuma...358
Clean Heaters and Clean Heater Air Conditioners.....	T. Saito...363
Window Fans.....	J. Irizawa...368
Present State and Outlook of "LOSSNAY" (Penetration Type Full Heat Exchangers).....	M. Yoshino • Y. Hashimoto...371
The Latest Ventilating Fans.....	Y. Shishido...378
Development of Mitsubishi Hot Air Heaters (Heat-66)	M. Yoshino...381
Electric Apparatus Utilizing Midnight Power.....	S. Masuda • N. Sakurai...385
Central Vacuum Cleaners.....	I. Tayama...392
"Luminterior" Series for Systematizing Luminaires of Residential Use.....	H. Kansai • K. Inoue • M. Futatsuki...395
Simulation of Residential Heat Pump Air Conditioners.....	H. Kasagi • H. Iijima • Y. Hayashi • M. Andô...398
Residential Air Conditioning Load and Heating, Cooling System.....	E. Ohara • K. Kobayashi...404

TECHNICAL PAPERS

A Study on the Improvement of Reliability in Automatic Soldering	T. Yamamoto • T. Kondo • K. Adachi • T. Sugai • S. Ohno...415
Mitsubishi AQ Motors —Permanent Magnet Type Synchronous Motors—	K. Yanagisawa...424
Transient Stress of Internal Suspension Springs in Refrigeration Compressors	A. Futakawa • N. Muramatsu • K. Tsuchiya...429
Pattern Processing System (II) —Recognition System of Hand-written Numerals—	T. Ito • M. Fukushima • K. Suzuki • T. Isoda...435
Mitsubishi New Type Single Phase Induction Motors.....	K. Nakanishi • Y. Suzuki...440

NEW PRODUCTS.....	446
-------------------	-----

NEWS FLASH.....	447
-----------------	-----

PATENT AND UTILITY MODEL.....	411
-------------------------------	-----

COVER :

The "Better Living Center" of Mitsubishi Electric's Consumer Products Research Laboratory

The pictures on pages 1 and 4 show Mitsubishi Electric's Better Living Center, which is affiliated with the Consumer products Research Laboratory and was opened at the beginning of 1973. Housed in a smart, three-story ferroconcrete building situated on landscaped grounds adjacent to the Laboratory, the Better Living Center symbolizes the desire to promote the creation of a rich and harmonious living environment that lies behind every Mitsubishi product.

「三菱電機技報」 アブストラクト

UDC 697.941:628.5

大気汚染と空気清浄機

桑沢宏康

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 345～351

著しい産業の発達により、エネルギーの消費量も増大し、これに伴い、大気中に排出される有害物質の量も増加し、その大気汚染は日本の空全体にまでおよびようとしている。一方、室内の環境は建物の高級化と空調機の発達により、ますます新鮮外気の導入が必要となってきた。ここに汚染されている外気を完全浄化し、室内に導入する空気清浄機を開発、商品シリーズ化したので、これの空気浄化の意義と空気清浄機の概要について述べる。



UDC 644.1:697.9:628.8

ウインド ファン

入沢淳三

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 368～370

開発間もないウインド ファンも、夕涼みの快適さを室内に持込むことが大きく評価され、本年度は 100 万台の市場を形成する。自然の冷房と涼風はエアコンと扇風機の中間的な機能を持つもので、これから普及率の急上昇する商品である。

住宅と組合せて使用するウインド ファンは、取付け・送風性能・騒音等でまだまだ解決しなければならない問題をかかえてはいるが、一つずつ解決してたいせつに育てたい商品である。このような成長期にあるウインド ファンがどのような機種系列で構成されているかを紹介する。



UDC 628.84:697.94

家庭用オールシーズン形 ルームエアコン

安藤正俊

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 352～357

ルームエアコンの一般家庭への普及は、昭和43年ごろより急激に増加し、年ごとにその需要の増加は著しいものがある。2年続きの冷夏と騒がれた、昭和44年・45年にも、対前年度比の伸張率は20～30%upを示し、昭和46年には初めて 100 万台の大台を突破、名実ともに家電製品の中での主流を占めることになった。

昭和47年度は家電製品が急激に伸びるターゲット ポイントといわれている普及率10%を越え、今後の急激な需要が見込まれている。この内で無公害オールシーズン ルームエアコンは、ここ1～2年急速に脚光をあびている機種であり、特に需要の多いセパレート形オールシーズン ルームエアコンについて仕様・特性と実用面から紹介する。



UDC 697.9:644:628.8

ロスナイ（透過式全熱交換器）の現状と将来の展望

吉野昌孝・橋本芳樹

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 371～377

空調機の技術は近年著しい発達をしているが、設備費、維持費の点より二つの問題が残されている。

その一つは空調エネルギーが公害防止対策上、高品質のエネルギーを使わざるを得なくなってきたこと、二つめが新鮮空気導入量が室内環境基準により従来より増加する傾向にあるということである。

この二つの状況下において鋭意研究を重ねた結果、従来の熱交換の概念より脱却したまったく新しい“透過式全熱交換器 ロスナイ”の開発に成功した次第である。

ここにその概要を紹介し、応用分野、将来の展望について述べてみた。



UDC 628.84:697.94

住宅用セントラル エアコン

上妻親司

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 358～362

現在、一般住宅における空調機はルームエアコンを用いた個別式のものが主流を占めているが、最近、マンションや一般住宅にもセントラル ヒーティング クーリング (CHC) 方式が徐々に用いられてきている。CHCの普及率はまだ1%前後にすぎないが、所得の向上、住宅環境向上の意識と相まって、漸増する傾向にある。

そこで今回は、比較的低コストで設備可能なCHC機器を紹介する。



UDC 644.1:697.9:628.8

最近の換気扇

穴戸幸男

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 378～380

換気扇の普及に伴って、ちゅう（厨）房を中心として、浴室・トイレから居間に至るまで換気に対する意識は急速に高揚し、それぞれの部屋の用途に最も適した機能をもつ換気扇が要求され、ますます細分化と専用化の傾向にある。

また、大都会における超高層集合住宅の出現に至っては、われわれが今までに経験したことのないまったく新しい方向へ進もうとしていることも確かである。このような背景をもつ換気扇が、その用途と機能によりどのように使い分けられているかを紹介する。



UDC 697.245:697.971

クリーンヒータとクリーンヒータエアコン

斉藤辰夫

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 363～367

わが国における暖房の主力は開放形の石油・ガストーブである。これら機器が市場で受け入れられている要因は、何んといっても経済的なことであるが、半面使用者の実体調査では約半数が不満を持っている。この不満の内容であるにおいて、室内空気のごれ、安全性の欠如等を改良した、日本的な暖房機としてクリーンヒータを開発したが、最近の仕様・特性値を紹介した。

一般住宅を考えた場合、1へやは冷暖房したいというのが現在の平均レベルの住宅になってきている。それも冷暖房が一つのユニットで可能にすることが必要であり、ガスで十分な暖房能力を持っているオールシーズンの空調機として、クリーンヒータエアコンを開発したので概略を紹介する。



UDC 697.941:628.5

排気形石油温風ヒータ (HEAT 66) の開発

吉野昌孝

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 381～384

暖房にはピンはセントラルヒーティングから、キリは石油ストーブ・こたつの類までその種類は多い。一般大衆の暖房としては石油ストーブがその王座を占めているが、燃焼ガスによるにおい・不衛生等によりその不満は大きい。最近では生活水準の向上によりその感がますます深まっている。

そこで維持費の安い石油を燃料とし、どんな場所へも簡単に設置でき、すなわちわめて容易に排気工事が行なえ、しかも火傷・火災などの心配がないように安全装置を完備させた暖房機、大衆の欲している新しいユニークな国民暖房を実現させることを彼岸として、“三菱温風ヒータ (HEAT 66)”を開発した。



「三菱電機技報」アブストラクト

UDC 621.312 "344.22":644.62:662.995

深夜電力利用機器

増田 三郎・桜井信捷

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 385～391

深夜電力料金制度のもとに発展してきた深夜電力利用機器，電気温水器と蓄熱暖房器についての概要を紹介し，当社が現在発売している機種の構造・仕様・性能についてまとめた。



UDC 697.97:621.577:69.021.07:681.3.06

住宅の冷暖房負荷の解析

小原英一・小林恵治

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 404～410

本文は住宅の冷暖房負荷と空調システムについて述べてある。とくに冷暖房負荷が建築構造により，どのように変わるか，またどのような断熱をすれば経済的かつ快適な冷暖房ができるかについて検討した。さらに実際の住宅に設置した冷暖房システムの動作状態と，その室内の環境状態についても述べてある。

快適な住宅の冷暖房を行なうにはその熱負荷を詳細に検討し，この特性に合わせて，空調システムを選ぶことがないせつである。



UDC 621.313.36:648.525:696.5

セントラル クリーナ

田山 勇

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 392～394

電気掃除機の普及はめざましく，現在では家庭電気品の中でも必需品の仲間に入り，安定した需要を見せている。

しかし，使用ひん(頻)度において昔ながらのほうきと屑を並べあっている状況である。さらに，最近電気掃除機の排気や音の問題もクローズアップされて，その改良がせまられている。ここに報告するセントラルクリーナは操作性はもとより，排気・音の問題も画期的改善がなされたもので，住宅機器として大きな期待が寄せられているものである。



UDC 621.791.3

自動はんだ付け工程における信頼性向上に関する研究

山本利雄・近藤 隆・足立久美子・菅井俊郎・大野静夫

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 415～423

家庭電気品用プリント基板の量産工程におけるはんだ付け不良原因について調査した結果，加工工程中および保存中における部品リード線のなじみ性の低下がその大半を占めていることがわかった。はんだ付け歩どまり向上対策として，なじみ性の判定が明確なはんだ球法により，部品の受入検査を行ない，なじみ性の良いリード線のみを選出，使用するのが簡便かつ確実な方法であると考えた。

そこで，自動はんだ付けにおけるはんだ付け不良率と，はんだ球法によるなじみ性評価結果の相関関係を求め，その結果をもとにして受入検査基準を設定し，これを量産工程に導入した結果，歩どまりの向上をはかることができた。



UDC 628.941:628.973

住宅用システム化照明器具——ルミテリア シリーズ——

関歳弘通・井上員成・二木盈行

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 395～397

近年，社会全体の動きは，量的志向から質的志向へと転換している。この一つのあらわれとして，住生活における精神生活・情緒生活の充実を求める傾向が急激に強まり，その主要な手段として照明がクローズアップされてきた。同時に照明に対する需要動向も質の向上を強く求められている。この動向に適応できるために，住宅全体の照明を総合的にとらえ，住空間とその中で営まれる生活行為の認識に立脚して，新しい開発理念に基づき，その方向をシステム照明・トータル照明へと志向していく計画をたてた。

この計画に基づいて住宅用照明器具“ルミテリアシリーズ”を開発したが，この開発における研究内容と製品を紹介する。



UDC 621.313.323

AQ モーター——永久磁石式同期電動機——

柳沢公人

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 424～428

近年，合成繊維機械駆動用として，永久磁石を使用した同期電動機が，その保守の容易さ・高効率・高効率等の理由により，数多く採用されている。当社でも，この種の電動機の開発を完了し，商品名をAQモーターと名づけ，多くの量産実績を有している。

AQモーターは同期電動機であり，その回転数は電源周波数に完全に比例するので，その速度制御は，インバータの周波数を変化することにより，容易に達成できる。本文では，AQモーターの特長・構造・特性およびサイリスタインバータで安定運転する問題点を概説し，需要家に対する参考を提供した。



UDC 621.577:697.97:681.3.06

ヒートポンプ エアコンのシミュレーション

笠置 紘・飯島 等・林 佑孝・安藤正俊

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 398～403

技術の進歩発展と人間のより豊かな環境への欲求から空調機の普及とともに，より快適な環境がますます欲求されてきている。また一方無公害，エネルギーの有効利用の面から，オールシーズン用としてのヒートポンプの理解，普及が近年急速に増大している。

これらの面から住宅用ヒートポンプが各種住宅条件，外乱の変化に対してどのような環境をつくり，どのように機器が動作するかを電子計算機によってシミュレーションした。計算は住宅用air to air ヒートポンプ単体および深夜電力利用蓄熱暖房機，または補助ヒータとの組合せに対し機器各部の動作，室温変化およびランニングコストなどが計算される。



UDC 621.576:534.13:539.4

密閉形冷凍圧縮機の中づりばねの応力

二川曉美・村松直樹・土屋邦彦

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 429～434

多気筒の密閉形冷凍圧縮機について，その起動および停止時に，圧縮機本体に生じる過渡振動ならびにそれにともなう中づりばねに生じるせん断応力を解析し，また5気筒の密閉形冷凍圧縮機のモデルを対象に，種々の圧力条件のもとで，起動および停止時に中づりばねに生じるせん断応力を測定した。

その結果，密閉形冷凍圧縮機の起動および停止特性や，圧縮機本体に生じる過渡振動の発生機構が解明され，また中づりばねに生じるせん断応力の発生状態と，圧縮機の起動および停止時間との関係が明らかになり，応力の発生状態におよぼす吸入圧力や吐出圧力，あるいは電源周波数の影響などが把握された。



「三菱電機技報」アブストラクト

UDC 681.3.01

パターン処理システム(Ⅱ)——数字識別方式——

伊藤貴康・福島正俊・鈴木敬子・磯田辰夫

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 435～439

近年、パターン情報処理システムの開発が強く望まれ、通産省では8年計画の大形プロジェクトを実施して、システムの開発を推進している。当研究所でも、パターン情報処理システムの開発・研究を行なっている。パターン情報の中には、色彩図形・設計図面・フローチャートなどの二次元図形が含まれており、現実には、これらの色彩図形や設計図面を処理したり、フローチャートで計算機に入力できることが強く望まれている。

これらの対象は、図形・文字・数字から構成されており、それぞれの処理・識別の研究を行なっている。○が、本文では、数字識別についてTK法・MT法と呼ばれるふたとおりの識別方式を紹介する。

UDC 621.313.333

新形単相誘導電動機

中西恵之助・鈴木好弘

三菱電機技報 Vol.47・No.4・P 440～445

各種機械の動力源として、電動機の利用分野はますます拡大されているが、これら機械の小形化のために、モートルも小形軽量化が要求される。三相モートルにおいては、すでに昭和39年にIEC寸法規格が制定され、それに基づいたE種モートルに切換えられ小形化されている。単相モートルについても今回、IEC寸法規格JEM-1249が新たに制定され、それに伴って特性規格JIS-C-4203が改訂された。これら規格の変更に基づいた三菱新形単相電動機を開発したので、その概要を紹介する。

○

大気汚染と空気清浄機

桑 沢 宏 康*

Air Pollution and Air Cleaners

Nakatsugawa Works Hiroyasu Kuwazawa

With the remarkable progress in industries, the energy consumption has reach an enormous amount. This in turn has brought about the increase of injurious substances discharged in the atmosphere, threatening the sky with air pollution all over in Japan. On the other hand, living condition has been changed mostly by the construction of highly modernized buildings and the necessity of air conditioning has come into reality, thus taking in fresh air indoor posing new problems.

Under the circumstances, air cleaners have been developed and merchandized to purify the polluted outdoor air completely and to lead it in the room. This article describes their outlines as well as the meaning of air cleaning.

1. ま え が き

産業の著しい発達により、エネルギーの消費量が増大し、それに伴い大気中に排出される気体や固体の排出量も著しく増加してきた。しかも、今まで考えられていた排出された物質が、自然作用により浄化されるということとはなり立たなくなり、むしろ、地球全体の環境が破壊されるという懸念すら表面化しつつある。政府の諮問機関である「中央公害対策審議会」の『環境保全長期ビジョン』の中間報告によれば、実質経済成長率を平均8.4%、60年の国民総生産(GNP)を190兆円と想定して、60年にはいおう分の排出量が今の3.6倍に増え、日本の空全体が汚染されるとしている。このような大気汚染問題は発生源対策を講じ、徹底化させ解決されるべきであるが、技術的・経済的な問題から早急に達成され得ないのが現状である。したがって、都市部(地方都市も含む)や工業地帯での高度汚染地区の生活環境をよりよくするため、空気清浄機の設定も必要になってきている。ここでは、この空気浄化の意義と、空気清浄機について述べる。

2. 大気汚染の現況

過去十数年前の大気汚染問題は、都市と離れた工場周辺で起こる問題であったが、今日では単に地域社会だけでなく、いおう酸化物・窒素酸化物・一酸化炭素・光化学スモッグなどの有害ガス、およびちりなどによって日本の全域にわたってよごれつつあるといっても過言ではない。このため、室内空気はもちろんのこと、室内にとり入れる外気をも浄化することが、生活環境をよりよくするために必要となる。大気汚染物質には、各種工場・コンビナート・自動車等から排出される人為的なものと、火山活動・花粉、あるいは砂じん等自然現象によるものとがあるが、後者は今まで自然の浄化作用によって処理されてきた。一方人為的な汚染物質は、各種産業の急速な発展とともに浄化の手段もおぼつかないままにますます増大、広域化の傾向を示している。わが国の主要都市におけるいおう酸化物濃度と降下ばいじん(煤塵)の経年変化を図2.1、2.2に示す。これによると降下ばいじんは年とともに減少あるいは横ばいの傾向を示すが、これは、燃料のほとんどが石炭から石油に変わったことと、ばい煙の排出規制が若干効果をあらわしたとみることができる。一方いおう酸化物の濃度は増加の傾向をみせている。特にここ1、2年は

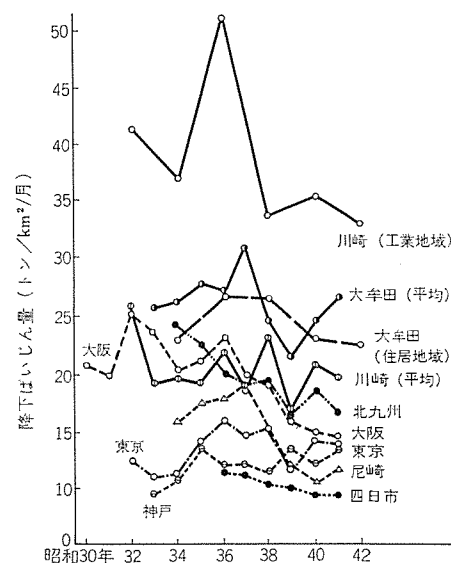


図 2.1 主要都市における降下ばいじん量の経年変化
Changes with advancing years of falling soot in main cities

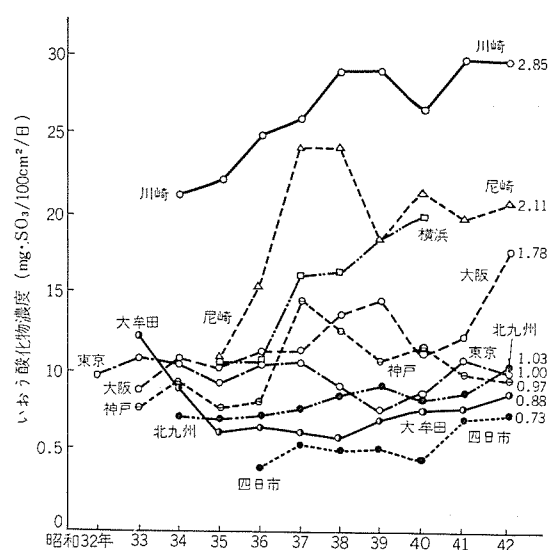


図 2.2 主要都市におけるいおう酸化物濃度の経年変化
(年間平均値)
Changes with advancing years of oxide concentration in main cities

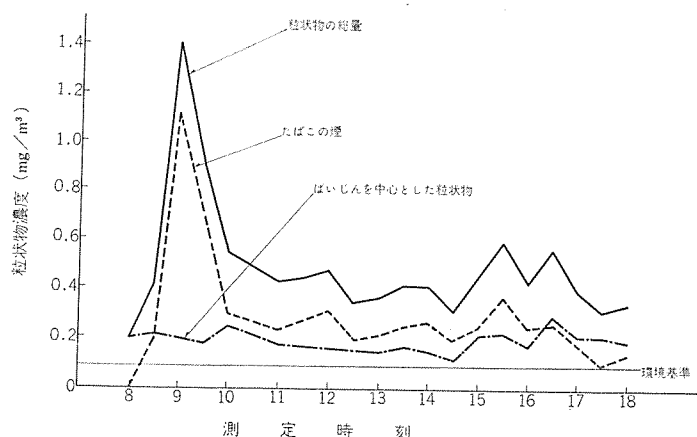


図 2.3 オフィス内の粒状物、たばこの煙の時間的変動
Changes with the lapse of time of particles and tobacco smoke in offices.

従来の公害地よりは、地方都市にその傾向が強くなってきている。一方産業公害とは別に自動車の排気ガスも大気汚染源の一つとして社会問題になっている。排気ガス中の有害物質成分は、不完全燃焼による一酸化炭素、アンチノック剤の鉛、芳香族系燃料の導入に伴うアクロレイン、ホルムアルデヒド等の二次汚染物質、高温燃焼に伴って発生する窒素酸化物、炭化水素あるいは微粒子等があり、これらは相互に反応して光化学スモッグになると言われ、目・呼吸器のほか、農作物・植物にも被害を与えている。

一方室内空気の汚染の場合をみれば、最近の建物では音・防火・保温、あるいはこれに伴い材料の変化によって、建物およびへや自体が気密化し、自然換気だけでは、快適な居住空間が得られない場合が多い。たばこ臭・体臭・調理臭・トイレ臭・炭酸ガス・一酸化炭素を排出し、新鮮空気を取り入れるには強制換気装置が必要となる。図 2.3 にオフィスにおける浮遊粉じんの経時変化を示した。これによれば、たばこを中心とした発じんにより、46 年 2 月に制定された「建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令」(ビル管理法)に定められている浮遊粉じん量 0.15 mg/m^3 以下を満足することは困難である。このため、空気清浄機などの除じん装置の使用が強く望まれる。

3. 人体への影響

汚染物質を固体・液体・気体に大別すると、

- (1) 固体状物質：砂じん・金属粉・すす・石棉等
- (2) 気体状物質：亜硫酸ガス・窒素酸化物・一酸化炭素・炭化水素・オゾン・硫化水素その他大気汚染防止法で規制された物質
- (3) 液体状物質：硫酸ミストおよび各種エアゾル粒子等

になり、これらは単に不快感を与えるだけでなく、健康をそこなう重要な要因になっている。具体的症例としては、慢性気管支炎・ぜん息・肺性心・肝せんい症・各種じん(塵)肺・肺がん等呼吸器系の疾病のほか、結膜炎、日光不足によるクル病、あるいは慢性湿疹などにも影響しているとみられる。図 3.1 にちりの大きさと肺胞内への沈着率を示し、図 3.2 にロンドンスモッグ事件の汚染物質の濃度と死亡者の関係を示す。これによれば各物質の濃度が少なくても吸入する汚染物質の種類が多くなると、相乗効果によって重大な影響を示すことを表わしている。このことは、外山慶大医学部教授の実験によってもあきらかである。ちりまたは亜硫酸ガスを別々に吸入した場合は、気道抵抗の増加はそれぞれ 12~15% であったが、両

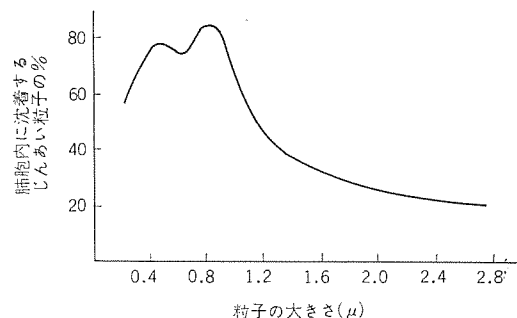


図 3.1 じんあい粒子の大きさと肺胞内沈着率
Depositing rate of dust into lungs and particle size of dust.

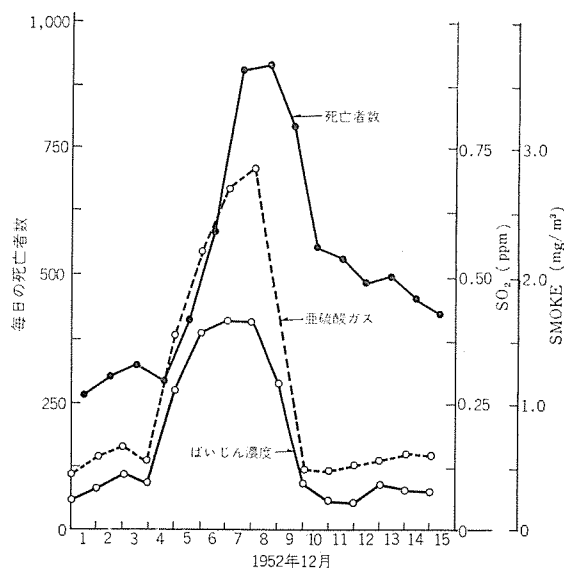


図 3.2 スモッグと死亡者数の相関
Relation between the number of deaths and smog.

者を同時に吸入すると、45% 近く気道抵抗が増加することが確認されている。さらに 47 年度肺がん学会において、ちりは肺の発がんに影響を与え、有害ガスは咽喉部の発がんに影響があると発表された。これらは、有害ガスとともにちりが有害であることを裏付けるものである。

4. 家庭生活環境と空気清浄機

家庭空間における空気は、外からは大気汚染、内にはたばこ・石油ストーブなどの発じん・有害ガス発生などがあり、極度によごれてきている。一般家庭では健康なおとなばかりでなく、発育ざかりの子供、老人および病人などが一緒に生活している。これらの人々の身体に与える空気汚染の度合いは健康なおとなに比べて異なるのである。家庭生活環境は当然、子供・老人に照準を合わせて考えなくてはならないであろう。今 8 畳間の広さのへやを考え、ここに家族が集まった状態を仮定してみると、在室 4 名として、 CO_2 発生量はおよそ $0.048 \text{ m}^3/\text{h}$ となる。このうち喫煙者 2 名とすればたばこによる発じんは、 10 mg/h 程度になる。へやの容積は約 33 m^3 であるから、 1 m^3 の容積中に含まれるじんあいは 0.3 mg/m^3 となる。これに外からの大気汚染によるちりを加えると優に 0.5 mg/m^3 をこえて、人体に有害である。表 4.1 にじんあいの量が人体に与える影響を示す。そこでじんあいの量を減ずる方法として、強制換気および空気清浄機使用の 2 方法がある。前者の強制換気による方法でも、外気を取り入れることによりじんあいを希薄することは可能となる。

表 4.1 浮遊粒子状物質の量が人体に及ぼす影響
Effect of floating particle volumes on human bodies.

1. 年平均値 (24時間値) $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の地区での非特異的非伝染性呼吸器症状 (たとえば慢性気管支炎症状) の有症率がそれ以下の地区に比べ増加がみられる。
2. 年平均値 (24時間値) $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の地区に居住する学童の気道抵抗の増加がみられる。
3. 24時間平均値 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1時間平均値 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の状態が出現すると病弱者, 老人の死亡数が増加する。
4. 米国における研究によれば年平均値 $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に増加すると全死亡率の上昇がみられた。
5. 英国における研究によれば平均値 $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に改善されたとき地域の「たん」の排出量の著明な減少がみられた。

注) 生活環境審議会 公害部会 資料による。

表 4.2 CO_2 の許容濃度と有害度濃度
Allowable concentration and injurious concentration of CO_2 .

濃度 % Vol.	意 義
0.07	多数継続在室する場合の許容濃度
0.10	一般の場合の許容濃度
0.15	換気計算に使用される許容濃度
0.2~0.5	相当不良と認められる
0.5 以上	最も不良と認められる
4~5	呼吸中枢を刺激して, 呼吸の深さ回数を増す。呼吸時間長ければ危険, O_2 の欠乏を伴えば, 障害は早く生じ決定的となる
~8~	10分間呼吸すれば強度の呼吸困難, 顔面紅潮, 頭痛を起こす, O_2 の欠乏を伴えば障害はなお顕著となる
18 以上	致命的

注) 空気調和・衛生工学会便覧より抜粋

しかし, 取り入れるべき外気がよごれてしまっている場合では, いかに外気をとり入れてもそれより清浄にはならない。次に空気清浄機を使用した場合には, じんあいそのものを捕えるので, 室内は浄化する。しかし CO_2 発生量がおよそ $0.048 \text{ m}^3/\text{h}$ あり, このときの CO_2 濃度は 0.14% にあがる (CO_2 濃度と人体に与える影響を表 4.2 に示す)。そこで, この CO_2 を希薄する必要がある。これは外気を吸入することにより十分補うことが可能である。以上から, 一般家庭においても外気を吸入し, これを完全浄化し室内に吸入する方式が必要になるわけである。

5. 三菱空気清浄機の特長と性能

(1) 三菱空気清浄機の特長

(a) 新鮮な外気を取り入れる。外気を積極的に取り入れ完全浄化し, 室内に吹き込む。このため室内は CO_2 ガス量が減少し, 新鮮空気により満たされる。(該当機種: KW-200, KS-15 A, KS-1000)

(b) 有害ガスを完全除去する化学的吸収方式 フィルタ: 化学的吸収方式 (国内・外国特許申請中) により, 亜硫酸ガス・硫酸ミスト 99% 以上除去する。(該当機種: KW-200, KS-1000)

(c) フィルタの寿命表示装置付き: 化学的吸収方式 フィルタ (プレートフィン形 フィルタ) には, 寿命表示器がついており, 色の変化で寿命がわかる。(該当機種: KW-200, KS-1000)

表 5.1 空気清浄機仕様一覧

Specification of air cleaner.

項 目	KW-200			KS-06 F			KS-15 A			KS-1000		
電 源	AC 100 V 50/60 Hz											
風 量 調 節 ノ ッ チ	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
消費電力 W	30.5/31.5	24.5/27.5	21/21.5	102/112	97/101	82/78	195/230	165/160	118/118	200/220	190/170	185/160
処 理 風 量 m³/min	2.05	1.75	1.2/0.95	6.0/5.9	4.3	3.2/2.7	15	10	7	20	15	10
外気吸入量 m³/min	1.2	0.9	0.5	—			切換ダンパ付			切換ダンパ付		
騒 音 値 phone	47 以下			48 以下			51/49 以下			50 以下		
適用床面積 m²	10～20			20～40			40～80			60～100		
集 じ ん 効 率	人体に有害なちり 90 %以上			大気浮遊じん 85 %以上			大気浮遊じん 85 %以上			人体に有害なちり 90 %以上		
有 害 ガ ス 除 去 率	SO₂ ガス初期 99 %， 1 日 10 時間運 転 1,000 日後 70 %			SO₂ ガス初期 90 %以上			SO₂ ガス初期 90 %以上			SO₂ ガス 初期 99 %， 1 日 8 時間運 転 1 年後 70 %		
吸 入 方 法	外気＋室内・室内循環のみ			室内循環のみ			外気・外気＋室内・室内空気			外気・外気＋室内・室内空気		
取 付 方 法	窓取付け・床置 (置台別売)			床 置			床 置			床 置		
メインフィルタ 寿命表示	ガーゼの色変化 赤 (初期) →黄 (交 換時)			—			—			寿命検出紙の色変化 赤 (初期) →黄 (交換時)		
除 ガ ス フ ィ ル タ	プレートフィン形フィルタ SO₂, SO₃, H₂SO₄ HCl, Cl₂ 99 % (初期) NO₂, H₂S 20 % 程度			活性炭フィルタ SO₂ 90 % (初期)			活性炭フィルタ SO₂ 90 % (初期)			プレートフィン形フィルタ SO₂, SO₃, H₂SO₄ HCl, Cl₂ 99 % (初期) NO₂, H₂S 20～40 %		
集 じ ん フ ィ ル タ	ブリフィルタ 0.3 μ 70 % 0.5 μ 80 % 1.0 μ 95 % 以上 フロントフィルタ 大気じん(比較的大きなもの)除去			メインフィルタ 0.3 μ 90 % 以上 ブリフィルタ フロントフィルタ 大気じん(比較的大きなもの)除去			メインフィルタ 0.3 μ 90 % 以上 ブリフィルタ フロントフィルタ 大気じん(比較的大きなもの)除去			ブリフィルタ 0.3 μ 70 % 0.5 μ 80 % 1.0 μ 95 % 以上 フロントフィルタ 大気じん(比較的大きなもの)除去		
負 イ オ ン 発 生 器	—			パルス放電形			パルス放電形			パルス放電形		
モ ー タ	コンデンサ モータ			コンデンサ モータ			コンデンサ モータ			コンデンサ モータ		
フ ァ ン	15 cm アルミ薄板シロッコ			28 cm 板金薄板シロッコ			28 cm 板金薄板シロッコ 2 基			25 cm 板金薄板シロッコ		
ス イ ッ チ	4 段階押しボタンスイッチ			4 段階押しボタンスイッチ			4 段階押しボタンスイッチ			5 段階押しボタンスイッチ		
シ ャ ッ タ	外気吸入量調節 (開←→閉)			—			3 段切換ダンパ付			3 段切換ダンパ付		
風 方 向 変 換	グリルー上, 下方向 フィンー左, 右方向			上部吹出し			ルーバフィン 上・下, 左・右方向			ルーバフィン 上・下, 左・右方向		
製 品 重 量	15 kg			47 kg			115 kg			150 kg		

(d) スペースをとらないウインド形：ウインド形（窓掛式）であるので、小さなへやでもじゃまになることがない。（該当機種：KW-200）

(e) 冷暖房コイルを付けることにより「空気清浄+冷暖房」の完全空調実現。（該当機種：KS-1000, K-1001 R（別売品））

(f) 除じんフィルタには、最も安定していて確実に捕集する機械式ろ過フィルタを全面的に採用。（該当機種：全機種）

(2) 三菱空気清浄機の機種系列

KW-200, KS-06 F, KS-15 A, KS-1000 の4機種であり、これらの性能は表 5. 1 に示す。

(a) KW-200：一般住宅の窓に取り付けて空気清浄機として、また高級換気扇として、外気を完全浄化して室内に新鮮空気を取り入れるものである。へやの内部に置いて使用する場合は、床置台（別売品：K-202 D）を使用すれば簡単に設置できる。窓取付寸法は、（木わく窓）左窓 810～1,310 mm, 右窓 763～1,315 mm；（アルミ窓）左窓 850～1,350 mm, 右窓 800～1,350 mm；（スチール窓）右窓 763～1,315 mm である。集じんフィルタは、水洗いにより再生のできるネット、フロントフィルタ、および人体に有害なちり 90 % 以上除去するガラス繊維プリフィルタにより構成されている。除ガスフィルタはプレートフィン形フィルタにより完全除去され、さらに、インジケータが上部に設けられているので、常に安心して使用ができる。プレートフィン形フィルタは図 5. 1 に示すものが基本構造である。ダンボール形状に成形された和紙にアルカリ性吸収液を含浸させ、図 5. 2 のように有害成

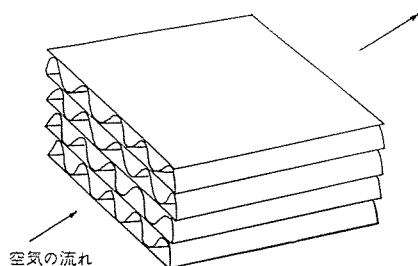


図 5. 1 プレートフィン
Fundamental construction of main filters.

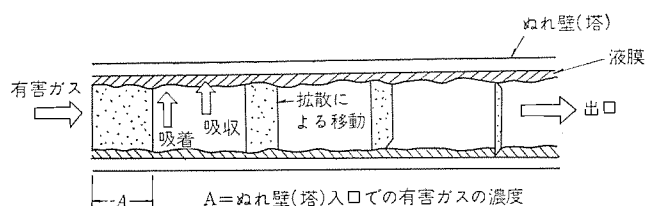


図 5. 2 ぬれ壁(塔)の拡散・吸収の原理図
Schematic distribution of gaseous concentration caused by absorption and diffusion in a hole surrounded with wet walls.

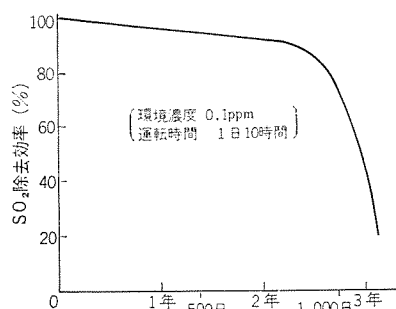


図 5. 3 プレートフィン形フィルタの寿命
The expected life span of plate-fin type filter.

分を含む空気を導入し、吸収するものである。図 5. 3 に SO_2 ガス除去効率の経時変化を示す。

(b) KS-06 F：室内に設置し、室内で発生するちり・臭気などを除去する場合に最適である。室内に浸入する外気も同時に浄化する。一般住宅をはじめ美容院・理髪店・喫茶店・レストラン 等人的出入りのきびしいところ、人のたくさん集まる場所に適しているといえる。集じんフィルタは、水洗いにより再生可能な不織布フィルタ、プリフィルタは密度こう配のついた不織布フィルタ、メインフィルタはガラス繊維と和紙による混合紙により成形された HEPA フィルタ、除ガスフィルタにはやしがら(椰子殻)活性炭フィルタを用いている。さらに、清浄空気には、 O_3 , NO_2 ガスの発生のほとんどないパルス形高圧波形による、負イオン発生器による空気のビタミン負イオンを含んでいる。

(c) KS-15 A：外気および室内空気を浄化するもので、事務所・学校など人の大勢集まる場所に最適である。フィルタ構成は KS-06 F とほぼ同様である。外気はダクトにより空気清浄機と接続する。外気および室内空気吸入調整シャッタ付き、負イオン発生器付きである。

(d) KS-1000：外気および室内空気を浄化するもので、事務

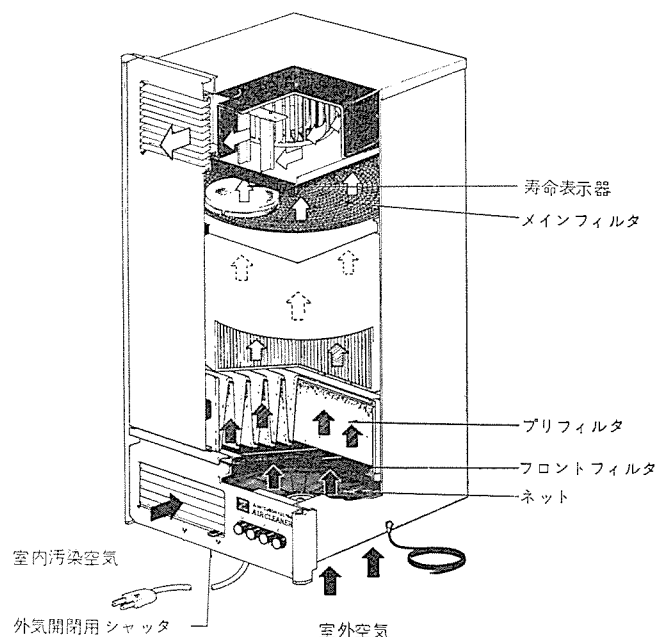


図 5. 4 KW-200 構造と各部の名称
Construction schema of plate-fin type air cleaner KW-200.

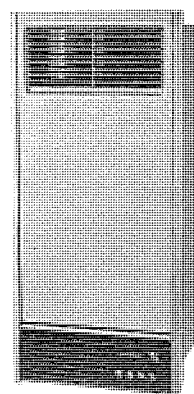


図 5. 5 KW-200 の外観
Exterior view of plate-fin type air cleaner KW-200.

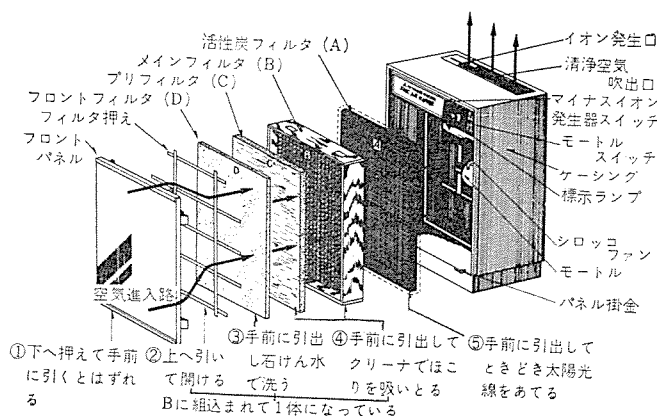


図 5.6 KS-06 F の構造と各部の名称
Construction schema of model KS-06 F.

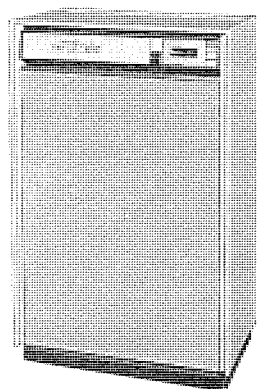


図 5.7 KS-06 F の外観
Exterior view of model KS-06 F

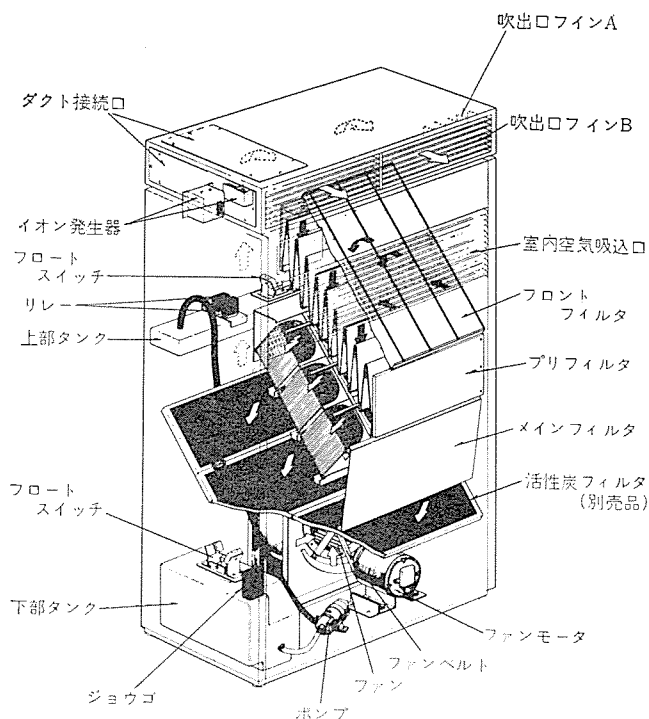


図 5.8 KS-1000 構造図
Construction of model KS-1000.

所・学校など人の大勢集まる場所に最適。集じんフィルタは水洗いにより再生可能な不織布フィルタ、人体に有害なちり 90% 以上除去するガラス繊維製フィルタ。除ガスフィルタには、プレートフィン形フィルタで有害ガス吸収液循環方式を採用しているの、吸収液のみ取り換え

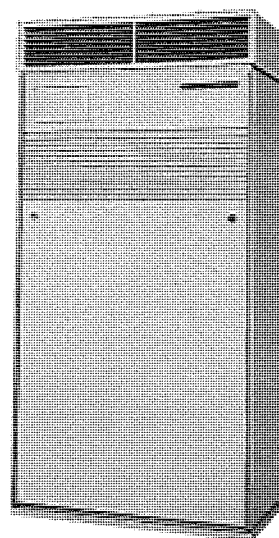


図 5.9 KS-1000 の外観
Exterior view of model KS-1000.

ば再生可能である。インジケータ付き、負イオン発生器付きである。その他冷暖房コイルと脱臭フィルタ（共に別売品）が装着可能である。

6. 空気清浄機の設置基準

空気清浄機を設置する場合には、どの機種を、どの程度設置すれば最も経済的で、しかも効果がよく出るかをみながら決定しなければならない。この設置基準の代表例としては、1) じんあいの濃度を基準に算出する方法、2) 室内の CO_2 濃度を基準に算出する方法、3) 仕様書の有効面積による方法、がおもなものである。

(1) 室内の発じんをおもに考えて設置する場合
発じん量は

$$M = R \cdot n \quad (\text{mg/h}) \quad \dots\dots\dots (6.1)$$

ここで、 M : 室内発生じんあい量 (mg/h)

R : 1人当たりの発じん量 (mg/h)

一般事務所の場合 2.6, 発じんが主にたばこによる場合 5~7

KS-06 F, KS-15 A 設置の場合、必要処理風量は

$$Q_0 = \frac{M}{\alpha}$$

ここで、 Q_0 : 必要処理風量 (m^3/h)

α : 室内環境基準じんあい量

一般家庭においては $0.10 \text{ mg}/\text{m}^3$ が望ましい。

KW-200, KS-1000 設置の場合

(a) 外気を吸入浄化してじんあいを希薄する場合、必要換気処理風量は

$$Q_R = \frac{M}{\alpha - m(1 - \eta)} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

ここで、 Q_R : 必要換気処理風量 (m^3/h)

m : 外気じんあい量 $0.3 \sim 0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ を用いる。

η : 集じんフィルタ効率 90% を用いる。

(b) 室内空気を循環浄化の場合、必要処理風量は

$$M + M(1 - \eta)/\alpha = Q_0$$

必要設置台数は、それぞれ次式で表わすことができる。

$$\text{KW-200 の設置台数} = \frac{Q_0}{2 \times 60}, \frac{Q_R}{2 \times 60}$$

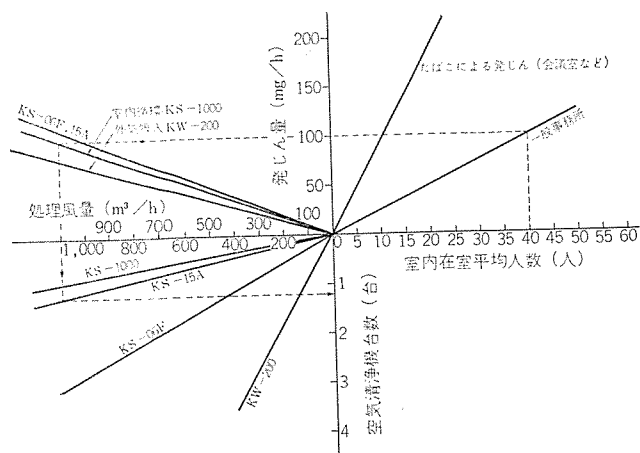


図 6.1 発じん量から求める空気清浄機の台数
Number of air cleaner units obtained from dust production amount.

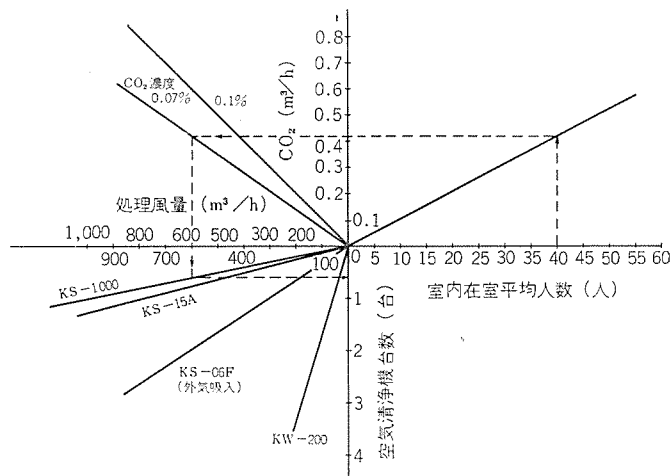


図 6.2 CO₂ 発生量から求める空気清浄機の台数
Number of air cleaner units obtained from CO₂ generation amount.

$$\text{KS-06 F の設置台数} = \frac{Q_0}{6 \times 60}$$

$$\text{KS-15 A の設置台数} = \frac{Q_0}{15 \times 60}$$

$$\text{KS-1000 の設置台数} = \frac{Q_0}{20 \times 60} \cdot \frac{Q_R}{20 \times 60}$$

(2) 室内の CO₂ ガス 発生量を主に考え設置する場合 (希薄換気法), CO₂ ガス 発生量は

$$K_1 = A \cdot n \cdot 10^{-6} \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

室内 CO₂ ガス 許容濃度は

$$K_2 = \frac{K_1 \times 60}{Q_0} \quad (\text{m}^3/\text{m}^3)$$

必要換気量は

$$Q_0 = \frac{K_1 \times 60}{K_2} \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

ここで, A; 1人当たり 1 分間に発生する CO₂ ガスの量 (cc/min)

; 男 1 人当たり 207.9 cc/min, 女 1 人当たり 134.1 cc/min

n: 平均在室人員数

K₁: CO₂ ガス 発生量 (m³/min)

K₂: 室内 CO₂ ガス 許容濃度 (m³/m³)

必要設置台数は, それぞれ次式で表わすことができる。

$$\text{KW-200 の設置台数} = \frac{Q_0}{1.2 \times 60}$$

$$\text{KS-06 F の設置台数} = \frac{Q_0}{6.0 \times 60}$$

$$\text{KS-15 A の設置台数} = \frac{Q_0}{15 \times 60}$$

$$\text{KS-1000 の設置台数} = \frac{Q_0}{20 \times 60}$$

(3) 有効面積から設置台数を求める場合

表 5. 1 中の適用床面積を参考に求めるが, この場合, 上記 (1), (2) の検討を行なう際の目安にする。

(1), (2) の方法を図表にまとめたものが図 6. 1, 6. 2 である。

7. 空気清浄機の保守と管理

空気清浄機の保守と管理はすなわち, エアフィルタの保守・管理である。エアフィルタの保守の良しあしは, 商品の寿命に直接影響し, しかも, 運転状態の良否にも関係するので重要なことである。

各機種 エアフィルタの保守・管理は表 7. 1 に示した。

表 7. 1 エアフィルタの保守・管理 Maintenance and supervision of air filters.

フィルタ名称	KW-200	KS-06 F	KS-15	KS-1000
フロントフィルタ	材質 (エバライト スコットフィルタ) サラシ不織布 1~2 カ月に 1 回 石けん水により水洗い	材質 (不織布フィルタ) 1~2 カ月に 1 回 石けん水により水洗い	材質 (エバライト スコットフィルタ) 1~2 カ月に 1 回 石けん水により水洗い	材質 (不織布フィルタ) 1~2 カ月に 1 回 石けん水により水洗い
ブリフィルタ	材質 (ガラス繊維) 使い捨て 寿命 2~3 年	材質 (不織布フィルタ) 使い捨て 寿命 3~5 年	材質 (ガラス繊維フィルタ) 使い捨て 寿命 3~5 年	材質 (ガラス繊維) 使い捨て 寿命 2~3 年
メインフィルタ	—	材質 (ガラス繊維+和紙) 混合ろ紙	材質 (ガラス繊維+和紙) 混合ろ紙	—
除ガスフィルタ	材質 (和紙) 使い捨て 寿命 3 年	材質 (活性炭フィルタ) 使い捨て 寿命 2~3 年	材質 (活性炭フィルタ) 使い捨て 寿命 1~2 年	材質 (和紙) 有害ガス吸収液の交換。1 年に 1 回

8. 空気清浄機を利用した冷暖房システム

空気清浄機 KS-1100 は、KS-1000 に冷暖房 コイル(別売品 K-1001 R) を組合せ、このコイルに冷温水を通水することにより冷暖房を図るものである。これにより、ファンコイルユニットの端末機器(放熱器)と空気清浄の両機能を満足するものである。

9. む す び

空気清浄機は、当初たばこの煙および各種の臭気を除去して、家庭生活環境の改善を計るべく開発された。しかし、その後、大気汚染の広域化に伴い、そのような環境下で室内に新鮮空気を求めるためには、外気を浄化する空気清浄機が必要となってきた。そこで、今まで述べた空気清浄機が開発されたわけである。私達のまわりにある空気は、水とともに、他の何物にもかえ難い大切なものである。この空気中に含まれる有害物質は発生源において、完全除去されな

ければならない。そしてこのような空気清浄機が必要でなくなるような環境を一日も早く、とりもどすことを切に望むものである。

参 考 文 献

- (1) 下島ほか：三菱電機技報，45，No. 12 (昭46)
- (2) 田中ほか：三菱電機技報，46，No. 5 (昭47)
- (3) 原ほか：三菱電機技報，40，No. 3 (昭41)
- (4) 原ほか：三菱電機技報，38，No. 10 (昭39)
- (5) 45年度公害白書
- (6) 44年度全国指定地域の SO_2 による大気汚染データ，官公庁公害専門資料，No. 2 (昭46-3)
- (7) 大気汚染研究全国協議会編：大気汚染ハンドブック
- (8) 石橋，西脇 編：公害衛生工学大系Ⅲ
- (9) 空気調和・衛生工学会編：空気調和，衛生工学便覧Ⅰ
- (10) 生活環境審議会 公害部会資料

家庭用オールシーズン形ルームエアコン

安藤 正俊*

All Season Type Room Air Conditioners of Home Use

Sizuoka Works

Masatoshi Andô

Diffusion of room air conditioners to home life has been remarkable since the year of 1968. Their demands have been increasing year after year. Even in 1969 and 1970 which are regarded as two consecutive years of very cool summer, the demands increased by 20~30 per cents more than those in the preceeding year. In 1971 the number of their installations exceeded one million units for the first time and they have won the fame as one of principal products in the category of home appliances. In the year of 1972, the diffusion rate of 10%, which is called the target point indicating the rapid increase of the demand for home appliances, was surpassed to promise future prosperity of the business. Among the variety of the products, all season room air conditioners of free from public hazard are the ones come rapidly in the limelight these years. This article introduces the separate type which is especially in extensive demands by mentioning their specification, performance and practical application.

1. ま え が き

ルームエアコンに対する一般家庭への普及は昭和43年ごろより急激に増加し、年をおうごとにその需要の増加はいちじるしいものがある。

2年続きの冷夏とさわがれた昭和44年、そして45年にも対前年度比の伸張率は20~30%UPを示し着実な伸張を続け、ついに昭和46年度は初めて100万台の万台を突破という、名実ともに家電製品の中での主流を占めることになった。

昭和47年度は130万台弱の販売が行なわれ、家電製品が急激に伸びるターゲットポイントといわれている普及率10%を越え、今後、急速な需要が見込まれている。このなかで無公害、オールシーズンルームエアコンは、ここ1~2年急速に脚光をあびている機種であり、特に需要の多いセパレート形オールシーズンルームエアコンについて仕様・特性ならびに実用の面から紹介する。

2. 概 要

セパレート形オールシーズンルームエアコンは空気熱源を利用した分離形のヒートポンプであり、構造上次の二つに分けてある。

- (1) 霧ヶ峰セパレートオール……壁掛形オールシーズン(図2.1)
- (2) 霧ヶ峰フロアオール……床置形オールシーズン(図2.2)

また、次の特長を備えている。

- (a) 安全・清潔なヒートポンプ方式

炎による暖房ではなく、外気中に含まれた熱をくみあげるヒートポンプ方式であるから火災や、やけどの心配がない。

- (b) 年中快適

スイッチの切り換えひとつで冷房・暖房・除湿ができ、一年中快適に過ごせる。

- (c) 超静粛

室内も室外も無騒音をめざす超静粛設計である。

- (d) 室温均等

へやのすみずみまで冷・温風をひろげ、室温の均等化をねらった。

- (e) 操作簡単

“使いやすく便利に”とアイデアを技術でまとめた親切設計である。

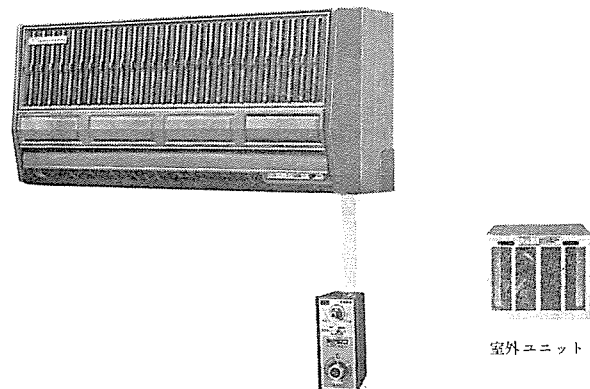


図 2.1 MSH-22 形 ルームエアコン
Type MSH-22 room air conditioner

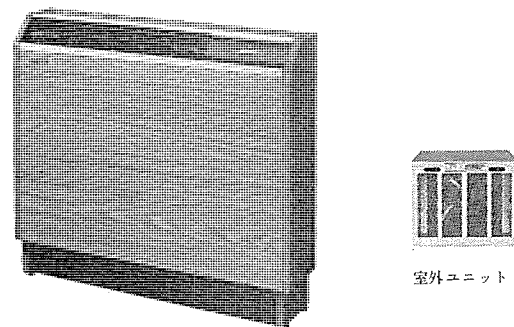


図 2.2 MFH-22 形 ルームエアコン
Type MFH-22 room air conditioner

- (f) 据付容易

据付時の手間やむずかしさを極力なくした省力設計である。

3. 壁掛形オールシーズン (MSH-22 タイプ)

3.1 特 長

- (a) 上吸込・下吹出タイプである

冷房・暖房のいずれをも理想的に行なうために、このタイプは下吹き出しとした。これは図3.1に示すように、風向ガイドを夏は下にさげることにより冷風は前方へ吹き出し、冬は上にあげることにより温風は下方に吹き出すという方式である。

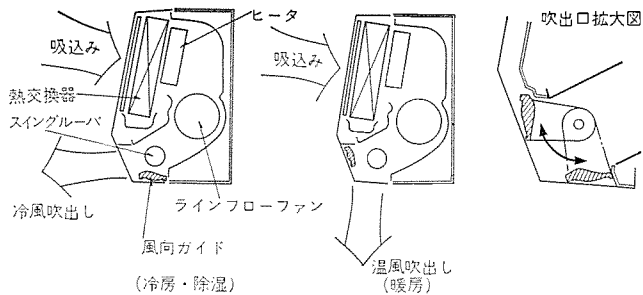


図 3.1 MSH-22 RA 形断面概略
Sectional view of model MSH-22 RA.

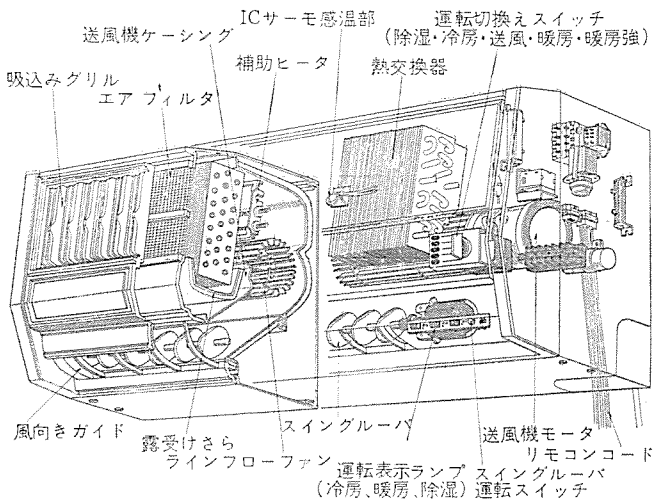
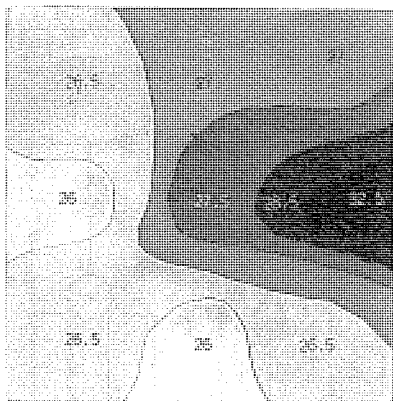


図 3.2 MSH-22 RA 形内部構造
Interior view of model MSH-22 RA.



※ 8畳和室で暖房運転開始 60 分後の床上 1m の温度分布を平面上に表わした図である。測定計器は 24 個の精密抵抗温度計により自動記録したものである。

図 3.3 MSH-22 RA 温度分布
Temperature distribution of MSH-22 RA.

これにより従来の上吹き出しタイプと比較して室内の垂直方向における温度分布が大幅に改善された。

(b) スイングルーバ付きである

小形モータにより 12 個の特殊形状の円板を回転させ、冷・温風を ∞字形に上下左右に無段階に風向を変換させている。

これにより従来の手動可変式のルーバと比較して、室内の水平方向における温度分布が大幅に改善された (図 3.2, 3.3)。

(c) IC サーモを採用した

IC サーモは、従来のガスまたは液膨張式温度調節器とは異なった方法により室温を感知するサーモスタットで、冷房・暖房時の室温を自動的に制御する IC (集積回路) より構成される温度調節器である。

室温を感知するセンサは、サーミスタと呼ばれる特殊半導体で室温の変化を敏感に抵抗値の変化に変換する。

IC 部はこれを増幅し設定された室温と比較判別し、リレーを介して圧縮機を入・切させる。IC 部は 20 数ミリの角の中に 20 個ほどの電

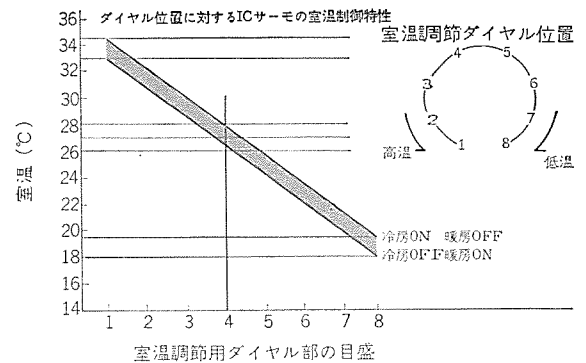


図 3.4 IC サーモ室温調節特性
Room temperature control characteristics of IC thermostat.

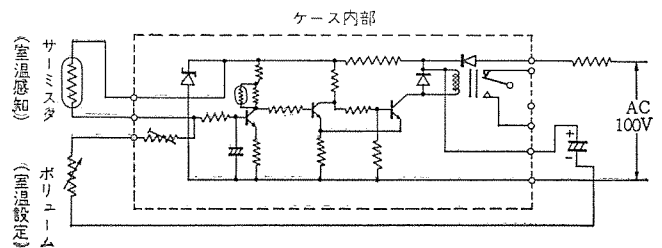


図 3.5 IC サーモ電子回路
Electric circuit of IC thermostat.

子部品を集積し、これが室温を正確にかつ敏感に制御する。制御温度は室温調節ダイヤル部 (1 ~ 8 の目盛) の回転によって、19.5 ~ 34.5 °C までの広い範囲にわたって変えることができる。さらにデファレンシャルは 1.5 deg という小さな値になっているのできめ細かな室温調節ができる。図 3.4 は IC サーモによる室温調節特性を示し、図 3.5 は IC サーモのスケルトン電子回路を示す。

(d) 室内ファン温調付きである。

暖房運転の場合、運転直後、また霜付運転中室内ファンを運転すると室内の冷風が吹きだされ、室温が下がり、また使用者に不快感を与える。この現象を避けるために、室内コイルのパイプの温度を感知して一定温度以上にならないと (16°C で ON, 13°C で OFF) 室内ファンが運転しないようにしている。

(e) タイマ内蔵である

12 時間タイマを内蔵させることにより、その使用範囲を広げている。これは 12 時間の範囲で入・切が自由に行える。

(f) 操作部分がリモコン方式である

壁掛タイプの場合、一般に高い位置に据付けられるのでその運転操作に困難な場合が生じる。これを解消するために操作部分をリモコン方式とした。

3.2 構造および仕様

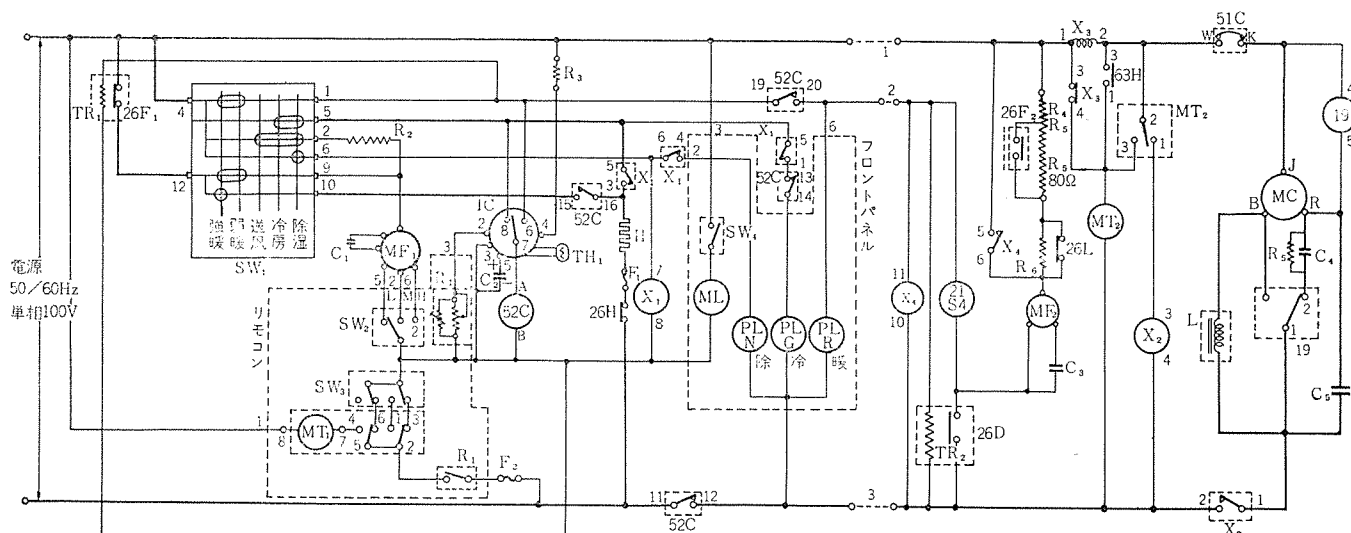
MSH-22 形ヒートポンプは、据付けを容易に、かつ騒音を小さくという主旨で壁掛形セパレートタイプにしている。これは熱交換器と送風機よりなる室内ユニットと圧縮機・熱交換器・送風機よりなる室外ユニットをインスタントカップリングを用いた接続パイプでつないでいる。このインスタントカップリングの使用により取付け・取りはずしがガスチャージなしに自由に行える。表 3.1 に MSH, MFH-22 の主仕様を示す。

3.3 電気回路

MSH-22 RA の電気回路を図 3.6 に示す。電気回路は操作が容易のようにボタンを押すだけで自動運転するように、万全の保護装置・保護回路を組んである。保護回路は、誤って ON, OFF を繰り返した行なった場合、ヒューズまたはノーヒューズブレーカの動作を防ぐため

表 3.1 仕様一覧 List of specifications.

形 名		MSH-22 RA	MSH-22 SA	MSH-22 RTA	MFH-22 RB	MFH-22 SB	MFH-22 TB
暖 房 面 積 畳		6～8/6～9	6～9/6～10	6～8/6～9	6～8/6～9	6～9/6～10	
冷 房 面 積 畳			6～10/7～11			6～10/7～11	
暖 房 能 力 kcal/h		2,690/2,930	3,030/3,270	2,690/2,930	2,690/2,930	3,030/3,270	
冷 房 能 力 kcal/h			2,000/2,240			2,000/2,240	
電 源		1 φ 100 V	1 φ 200 V	内 1 φ 100 V 外 3 φ 200 V	1 φ 100 V	1 φ 200 V	3 φ 200 V
標 準 価 格 円		189,000	191,000	189,000	185,000	187,000	
メ リ ッ ト	温度調節器	ダイヤル式（ICサーモ）			ダイヤル式（2ステージサーモ）		
	室外風量変換装置	自 動 式			自 動 式		
	操 作	リモコンスイッチ			本 体 装 着		
	補助ヒータ内蔵	800 W	1,200 W	800 W	800 W	1,200 W	
タイマ		12時間タイマ内蔵			—		
性 能	除湿能力 l/h	1.8/2.0			1.8/2.0		
	室内側風量 m³/h	420/480			420/480		
電 気	全 入 力 W	冷房 1,070/1,280 暖房 1,800/1,950	冷房 1,050/1,250 暖房 2,200/2,370	冷房 { 内 70/80 外 980/1,150 暖房 { 内 870/880 外 940/1,050	冷房 1,050/1,250 暖房 1,800/2,000	冷房 1,050/1,250 暖房 2,200/2,370	
	全 電 流 A	冷房 12.5/13.0 暖房 19.5/20.0	冷房 6.0/6.5 暖房 11.7/12.2	冷房 { 内 0.8/0.9 外 3.2/3.5 暖房 { 内 8.8/8.9 外 3.0/3.2	冷房 12.0/13.0 暖房 20.0/20.5	冷房 6.0/6.5 暖房 11.7/12.2	冷房 3.5/3.8 暖房 7.0/7.1
特 性	力 率 %	冷房 85/98 暖房 92/97	冷房 87/96 暖房 94/97	冷房 { 内 92/93 外 88/95 暖房 { 内 98/99 外 89/94	冷房 87/96 暖房 90/97	冷房 87/96 暖房 94/97	冷房 87/95 暖房 97/96
	始動電流 A	41/37	30/28	19/17	41/37	30/28	19/17
圧縮機出力 W		750			750		
送風機出力 W		内 15 外 20			内 15 外 20		
付属配管寸法 m		内 1.2 外 3.0			内 — 外 1.3		
製品重量 kg		内 22 外 45			内 30 外 45		
外 形 寸 法	高 さ mm	内 352 外 415			内 670 外 415		
	幅 mm	内 780 外 500			内 780 外 500		
	奥 行 mm	内 260 外 550			内 180 外 550		
プラグ形状		㊦	㊦	㊦	端子板	端 子 板	
コンセント定格		250 V 300 A	250 V 20 A	125 V 15 A	—	250 V 30 A	250 V 20 A
形式認可番号		▽ 91-7999	申 請 中		▽ 91-7920	▽ 91-7095	▽ 91-7921



記 号	名 称	記 号	名 称	記 号	名 称	記 号	名 称
MF ₁	送 風 用 電 動 機	26 H	熱 動 温 度 開 閉 器	PL _N	表 示 灯 (だいだい)	63 H	高 圧 開 閉 器
C ₁	運 転 コ ン デ ン サ	F	温 度 ヒ ュ ー ズ	PL _G	表 示 灯 (緑)	MT ₂	タ イ マ
SW ₁	切 換 ス イ ッ チ	H	電 気 ヒ ュ ー ズ	PL _R	表 示 灯 (赤)	X ₂	操 作 リ レ ー
SW ₂	切 換 ス イ ッ チ	52 C	電 磁 接 触 器	26 D	霜 取 温 調 組 立	51 C	過 電 流 継 電 器
SW ₃	シ ー ソ ー ス イ ッ チ	IC	IC サ ー モ	26 D	霜 取 温 調 組 立	19	起 動 電 機 電 器
MT ₁	タ イ ム ス イ ッ チ	R ₂	抵 抗	TR ₂	サ ー モ レ ジ ス タ	C ₄	始 動 コ ン デ ン サ
R ₁	ボ リ ウ ム ス イ ッ チ	C ₂	電 解 コ ン デ ン サ	21 S ₄	四 方 弁 コ イ ル	C ₃	運 転 コ ン デ ン サ
	ボ リ ウ ム ス イ ッ チ	TH ₁	サ ー ミ ス タ	MF ₂	送 風 用 電 動 機	L	始 動 リ ア ク タ
	半 固 定 抵 抗	SW ₄	押 し ボ タ ス イ ッ チ	C ₃	運 転 コ ン デ ン サ	R ₂	放 電 抵 抗
R ₂	抵 抗	ML	ル ー バ モ ー タ	X ₃	電 流 リ レ ー	26 L	低 温 温 調
26 F ₁	フ ァ ン サ ー モ 組 立	F ₂	ヒ ュ ー ズ	X ₄	操 作 リ レ ー	MC	圧 縮 機 電 動 機
26 F ₁	サ ー モ	R ₄	抵 抗	X ₁	操 作 リ レ ー	26 F ₂	室 外 フ ァ ン 温 調
TR ₁	サ ー モ レ ジ ス タ	R ₅	抵 抗	R ₀	抵 抗		

図 3.6 MSH-22 RA 形 電 気 回 路 Schematic wiring diagram of model MSH-22 RA.

に、電流リレーを入れてある。

運転はR₁のボリュームスイッチを引くと入る。この場合SW₁の切換えスイッチ(強暖—弱暖—送風—冷房—除湿)のセレクト位置によってそれぞれの運転を行ない、またSW₂の切換えスイッチ(弱風—強風—急風)のセレクトによる風量とを組合わせると、6とおりのセレクトができる。

強暖はヒートポンプと電気ヒータ(MSH-22 RA, 22 RTA 800 W, MSH-22 SA 1,200 W)が同時に入る。

弱暖はヒートポンプのみが入る回路であり、送風は送風のみ、冷房は冷房運転を行ない、除湿は冷房運転にプラス電気ヒータを通電することにより除湿を行なう回路である。

ICサーモのON-OFFにより電磁接触器52CはON-OFFを行ない、圧縮電動機MCがON-OFFする。

表示灯PLはそれぞれ冷房・暖房・除湿運転で青・赤・だいだいの点灯を行なう。暖房時圧力が29.5 kg/cm²Gまで上昇すると、高圧開閉器63Hが作動しタイマMT₂が3分間作動する。この間操作リレーX₂は切れMCは停止する。

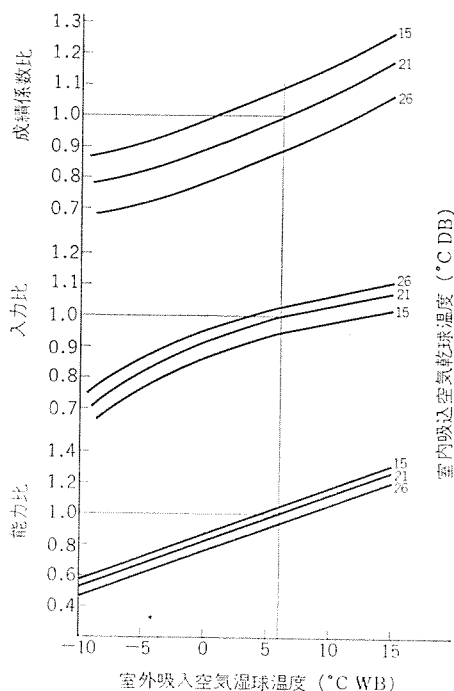


図 3.7 MSH/MFH-22 暖房特性 (60 Hz)
Performance curves of model MSH/MFH-22.

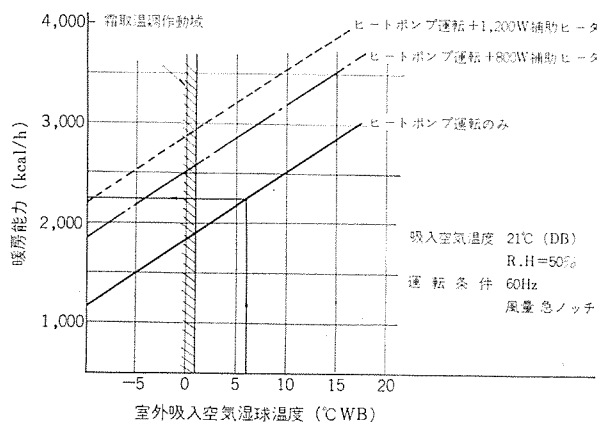


図 3.8 MSH/MFH-22 暖房能力特性 (60 Hz)
Performance curves of model MSH/MFH-22.

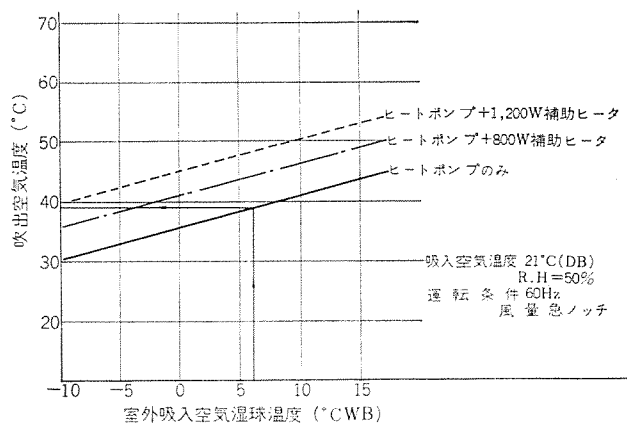


図 3.9 MSH/MFH-22 吹出空気温度特性 (60 Hz)
Performance curves of model MSH/MFH-22.

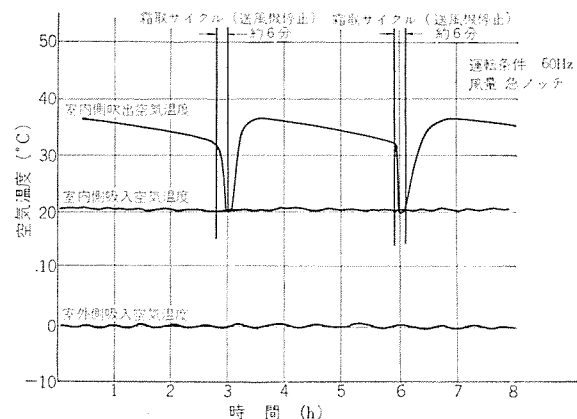


図 3.10 外気温度が 0°C のときの霜取特性 (60 Hz)
Characteristics of defrost at outdoor temperature "0°C".

3.4 特性

図 3.7 に外気温度と室内温度を変化させたときの能力比・入力比・成績係数比を示し、図 3.8 に室内温度を一定にしたときの能力値を示してある。さらに図 3.9 は外気温度を変化させたときの吹出空気温度を示してある。図 3.10 は霜取特性であり、霜取の間は室内・室外の送風機は停止している。

4. 床置形オールシーズン (MFH-22 タイプ)

4.1 特長

(a) 超薄形である

奥行はわずか 18 cm, 幅 78 cm なので据付けスペースをとらない。

(b) 配管は 4 方向できる

配管は 4 方向(左右後下)可能であるので据付場所を選ばない。

(c) ドライサーモ付きである

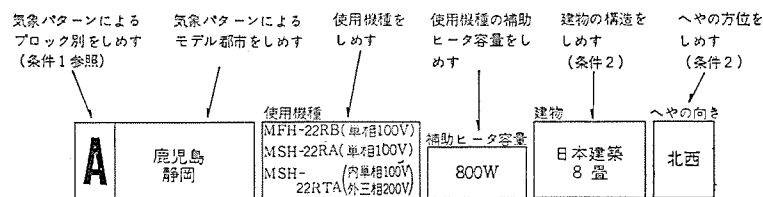
除湿運転の場合は、室温が 26°C 以上になると自動的に冷房運転に変わり、さらに 24°C 以下になると除湿運転にかわるというドライサーモを内蔵している。

(d) ファンサーモ付きである

MSH-22 と同一。

(e) 2 ステージサーモを採用した

2 ステージサーモは冷・暖房を全自動的に制御するもので、暖房時ヒートポンプ回路と補助ヒータ回路の温度を 5 deg ずらして 2 段階操作を行なう単極双投の温度調節器である。室温を感知する感温部には液(トルエン)が封入されている。室温の変化がこの液の体積膨張をうな



ヒートポンプ暖房運転特性

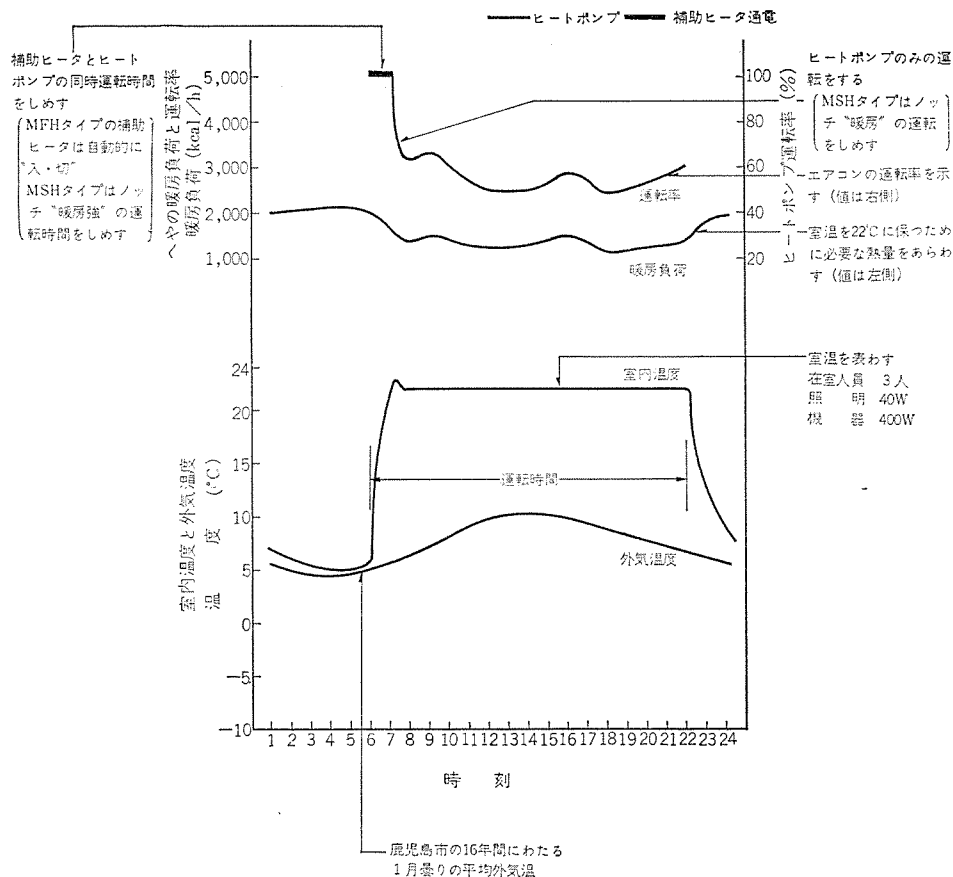


図 5.1 暖房運転特性 Characteristics of air conditioner operation.

に内部構造を示す。

4.3 電気回路

MFH-22 RB の電気回路を図 4.4 に示す。

運転はロータリスイッチ RS を送風の位置に回すと室内側送風機が運転する。この場合切換えスイッチ SW の切換えにより弱風—強風—急風の切換えができる。

RS を冷房の位置に回すと冷房運転を行ない、暖房の位置に回すと四方弁 21 S₄ が作動し、冷媒回路を切り換えて暖房運転を行なう。さらに RS を除湿の位置に回すと冷房運転にプラス電気ヒータを通電することにより除湿運転を行なう。

ドライ温調 23 D により冷房・除湿の切り換わるのは前述のとおりである。26 L の低温用温度開閉器は除湿時、冷却器への霜付を除くためにもうけてある。圧力開閉器 63 H、タイマ MT はいずれも MSH-22 と同じ働きをする。

4.4 特性

MFH-22 の特性は MSH-22 と同一であり図 3.7～図 3.10 による。

5. 暖房運転特性

これまで製品についての説明をしてきたが、これを実際に使用した場合、どのような運転をするのか、というのが重要な問題であるし、また興味のある問題でもある。

これについて当社商品研究所と共同で電子計算機を使用して、90 例の暖房運転特性図を作成した。これは気象、建物、へやの向き、使用ルームエアコンのそれぞれの組み合わせによって行なったもので、その一例を図 5.1 に示す。詳細は別稿でのべる。

6. む す び

以上オールシーズンルームエアコンの仕様・特性・使用面について述べてきたが、家庭用オールシーズンはなにぶんこれからの製品であり、したがって実用面におけるデータも少ない。今後は実際に使用したデータを数多く集積・活用して、さらにより良い家庭用オールシーズンルームエアコンを開発していきたい。

住宅用セントラルエアコン

上 妻 親 司*

Central Air Conditioners of Domestic Use

Shizuoka Works Chikashi Kôzuma

At present the conditioning of room air in general residences is mostly accomplished by air conditioners set up at individual places. Recently, however, a system of central heating and cooling apparatus (abbreviated to CHC) has gradually come in use for large mansions and ordinary houses. The diffusion rate of the CHC is not more than one per cent nowadays, but as the public income increases and the trend of betterment of living condition becomes conspicuous, this new device is expected to find its use in many houses.

In this article, the CHC apparatus of relatively low cost in the installation is introduced of its outlines of features and specification.

1. ま え が き

現在、一般住宅における空気調和は、セパレート形あるいはウィンド形のルームエアコンを用いた個別式のもの主流を占めているが、最近、マンションや一般住宅にもセントラルヒーティングクーリング (CHC) 方式が徐々に用いられてきている。CHC 方式とは、一般に冷熱源を 1 カ所に集中して設置し、そこから配管あるいはダクトにより、各へやに冷・温水あるいは冷・温風を必要に応じて搬送するシステムであるが、現在のところ普及率はまだ 1% 前後にすぎない。しかるに今後マンション・一般個別住宅は、所得の向上、住宅環境の向上の意識と相まって、数カ所のへやの空気調和の欲求が強くなってきており、このため必然的に CHC 方式を採用せざるを得ない状況下にある。

そこで当社では、CHC 方式採用のために、比較的低コストで設備可能な機器群を開発したので、本文にそれら機器の特長・仕様の概略を紹介する。

2. MSG-618 形セントラル エアコン

MSG-618 は、冷・温風をダクトにより各へやに分配し空調を行なうダクト式のセントラルエアコンであり、冷・熱源は冷房の場合は電気、暖房はガスである。

2.1 特 長

(1) このユニット 1 台にて、2～3 室の同時冷房、4～5 室の同時暖房、3～4 カ所の給湯、除湿運転、暖房時の自動加湿が可能である。

(2) 各へやの熱搬送は、フレキシブルダクトで行なうので、工事は非常に簡単にすむ。そのうえ燃料タンク・クーリングタワー・室内放熱器は不要になるため、総設備費が安くなる。

(3) 室内放熱器が不要であるので、へやのスペースを殺さないですむ。

(4) 室内ユニット本体の高さは、1,915 mm と非常に低いので、階高の低いマンションにも設置可能である。しかも室内ユニットは、ボイラ部と熱交換部と上下二つのユニットに分離されているので据付けも簡単である。

(5) ガス燃焼の際の給排気は、バランスフルー方式 (BF 式) を採用しており、バランスアップは後・左・右の 3 方向の引出しが可能である。また、ガス・給水・給湯・冷媒配管も左右いずれの方向からも

引出し可能である。

(6) 冷・温風方式であることにより、とくに暖房時の室温の立ち上がり速度が早い。

(7) 室内に放熱ユニットがないため、運転音はほとんど感じない。また室外のコンデンシングユニットも弱ノッチにて 52 ホン程度の低騒音である。

2.2 構 造

図 2.1 に MSG-618 の室内ユニットの外観を、図 2.2 に室内ユニットの構造を示す。

(1) 給湯回路

シスターンに水道から給水された水は、給水管を通して、貯湯タンク (70 l) に入る。給湯の場合、貯湯タンクにて加熱された湯は、貯湯タンクの上部より給湯管を通して各所へ給湯される。このときの給湯温度は、タンク内にそう入されたサーモにより一定温度にコントロールされる。

(2) 暖房回路

暖房運転のときは、貯湯タンクの上端部にあるコックを開にすれば、湯は加熱コイル内へ上昇し、ここで放熱される。冷却され温度が低下した湯は、自然循環によりタンクの下部に導かれる。このように暖房のための湯は、ポンプをいっさい使用しない自然循環によっている。加熱コイルの上部には、圧力が異常に上昇したとき湯を排出さ

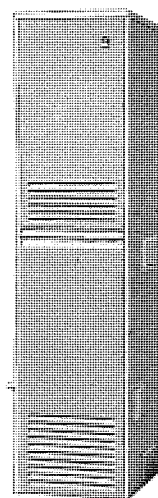


図 2.1 MSG-618 の外観 (室内ユニット)
Appearance of MSG-618 indoor unit.

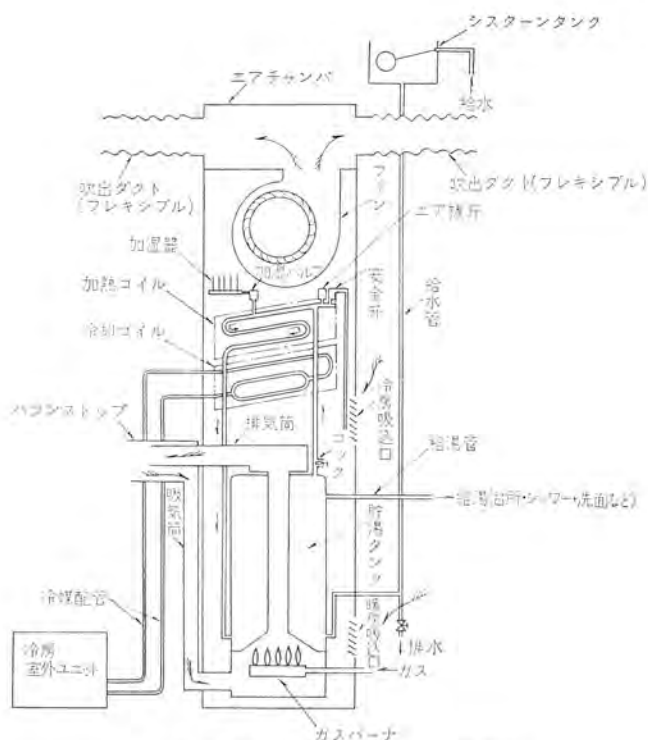


図 2.2 MSG-618 室内ユニット 構造図
Construction of MSG-618 indoor unit.

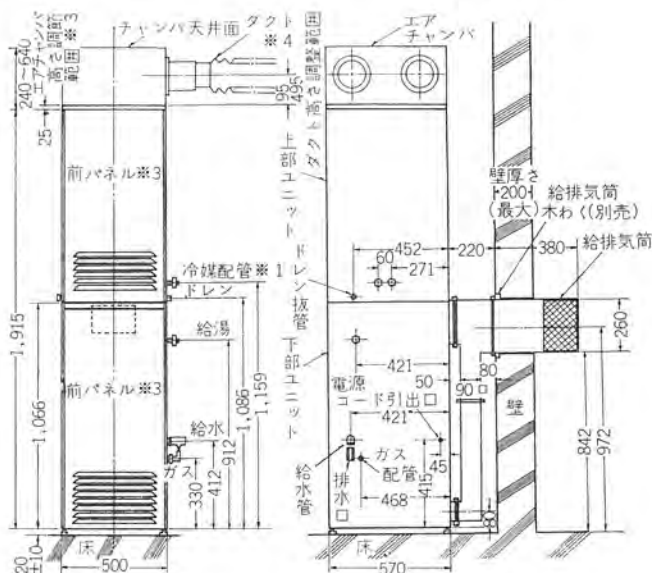


図 2.3 室内ユニット外形図
Outline of indoor unit.

せるための安全弁と、エア抜弁が取り付けられている。もちろん、加湿器に湯を自動的に導く加湿バルブも内蔵されている。暖房開始時、冷風が吹出さないように貯湯タンク内の湯温が 65°C 以上にならなければ、ファンが運転されないようになっている。暖房運転時のリターン空気は室内ユニットの下部のグリルから本体内部に吸込まれる。

(3) 冷房回路

冷房運転のときは、室外ユニットにて凝縮された冷媒が配管を通じて、冷却コイルに入る。このとき冷却コイルに入る直前で、膨張弁と毛細管により冷媒はしばらく低圧になる。冷却コイルにて冷媒は蒸発し、空気を冷却しながら再び室外ユニットへ戻る。

冷房運転時のリターン空気は、室内ユニットの中央部のグリルから本体内部に吸込まれる。

表 2.1 MSG-618 仕様
Specification of MSG-618.

冷暖房ユニット(室内側)仕様

標準能力	冷房	冷房能力	5,000/5,600 kcal/h
	冷房	冷房可能面積	25~40/29~45 m ²
	暖房	暖房能力	12,000 kcal/h
	暖房	暖房可能面積	50~70 m ²
給湯	給湯出力	給湯出力	13,000 kcal/h
	給湯	貯湯量	70 l
最高湯温	最高湯温	最高湯温	90 °C
	ガスインプット	ガスインプット	18,000 kcal/h
電源	電源	電源	単相 100 V 50/60 Hz
	消費電力	消費電力	300/325 W
送風機	送風機	送風機	3.4/3.5 A
	送風機	送風機	80/92 %
点火方式	点火方式	点火方式	形 式 シロココファン
	点火方式	点火方式	電 動 機 コンデンサ誘導電動機
バーナ方式	バーナ方式	バーナ方式	電 動 機 出力 200 W
	バーナ方式	バーナ方式	電 動 機 出力 200 W
燃焼方式	燃焼方式	燃焼方式	圧電式自動点火方式
	燃焼方式	燃焼方式	リボンバーナ(ステンレス プレスバーナ)
付属装置	付属装置	付属装置	多孔式ステンレス プレスバーナ
	付属装置	付属装置	ブンゼン式
付属部品	付属部品	付属部品	セミブンゼン式
	付属部品	付属部品	暖房 除湿 コック ガス コック
標準風量	標準風量	標準風量	排水バルブ 安全弁 ファンスイッチ
	標準風量	標準風量	強弱切換スイッチ 冷暖切換スイッチ
外形寸法	外形寸法	外形寸法	給排水管 トップ 安全弁
	外形寸法	外形寸法	風 量 15 m ³ /min
重 量	重 量	重 量	機 外 静 圧 20/20 mmH ₂ O
	重 量	重 量	風 量 23 m ³ /min
接続管口径	接続管口径	接続管口径	機 外 静 圧 6/11 mmH ₂ O
	接続管口径	接続管口径	高さ 1,915+(取付足 20) 幅 500 奥行 570 mm
冷媒配管	冷媒配管	冷媒配管	給 水 管 口 20 A (3/4 B)
	冷媒配管	冷媒配管	給 湯 管 口 20 A (3/4 B)
制御回路	制御回路	制御回路	ガ ス 管 口 20 A (3/4 B)
	制御回路	制御回路	安全弁入口 20 A (3/4 B)
制 御 方 式	制 御 方 式	制 御 方 式	排水バルブ口 1.5 A (1/2 B)
	制 御 方 式	制 御 方 式	インスタントカップリング方式
制 御 方 式	制 御 方 式	制 御 方 式	24 V 低電圧回路
	制 御 方 式	制 御 方 式	

コンデニングユニット(室外側)仕様

電 源	MUG-56 RSA		MUG-56 RTA
	単相 200 V 50/60 Hz		三相 200 V 50/60 Hz
	消費電力 2,900/3,400 W		消費電力 2,900/3,400 W
	電 流 16.5/18.0 A		電 流 9.5/10.3 A
力 率	88/95 %		88/95 %
	始 動 電 流 58/54 A		54/46 A
圧 縮 機	形 式 密閉形レシプロ式		2.5 kW
	出 力 2.5 kW		
送 風 機	形 式 プロペラファン		
	電 動 機 コンデンサ誘導電動機 6 極		
冷 媒	出 力 20 W		
	R-22		
外形寸法	高さ 516 幅 785 奥行 470 mm		
	重 量 75 kg		
形式認可	申請中		
	冷 媒 配 管 高圧パイプ 8 φ 低圧パイプ 16 φ		
付属部品	電 線 0.75 mm ² ×10 m		
	制 御 方 式 24 V 低電圧回路		

(4) 除湿回路

冷房運転中コックを開にして、加熱コイルに適当量の温水を循環させれば、冷却コイルにて冷却・除湿された空気は、加熱コイルにてその冷却分だけ再熱され、除湿のみされた空気が各室へ分配されることになる。このようにして梅雨時には除湿運転も可能である。

2.3 仕様

MSG-618 の仕様を表 2.1 に示す。

室外コンデニングユニットは、単相 200 V の MUG-56 RSA と三相 200 V の MUG-56 RTA の 2 機種がある。

2.4 外形寸法

室内ユニットの外形を図 2.3 に、室外コンデニングユニットの外形を図 2.4 に示す。

2.5 性能

表 2.1 の仕様に室内ユニットの風量と機外静圧の標準値が示されているが、この値はダクトを設計する際のあくまで目安であり、実

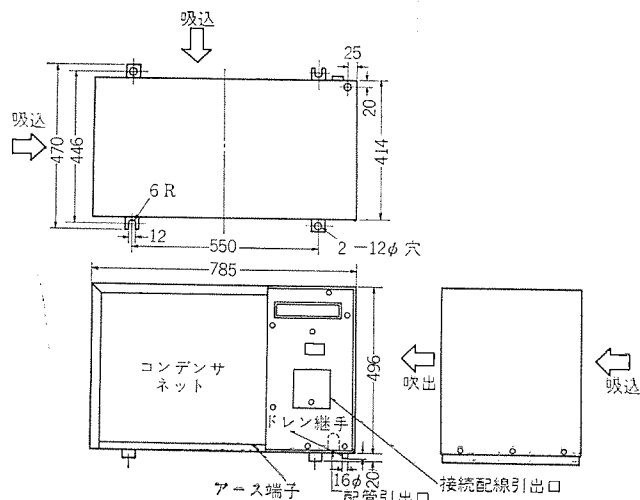


図 2.4 室外コンデンスユニット外形図
Outline of outdoor condensing unit.

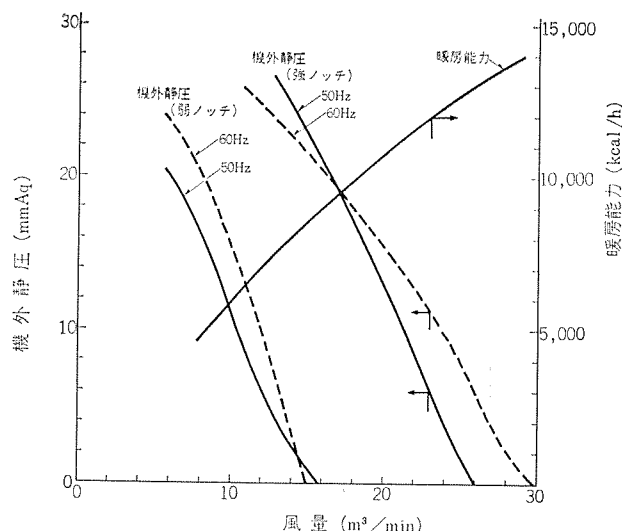


図 2.5 暖房特性
Room air heating characteristic.

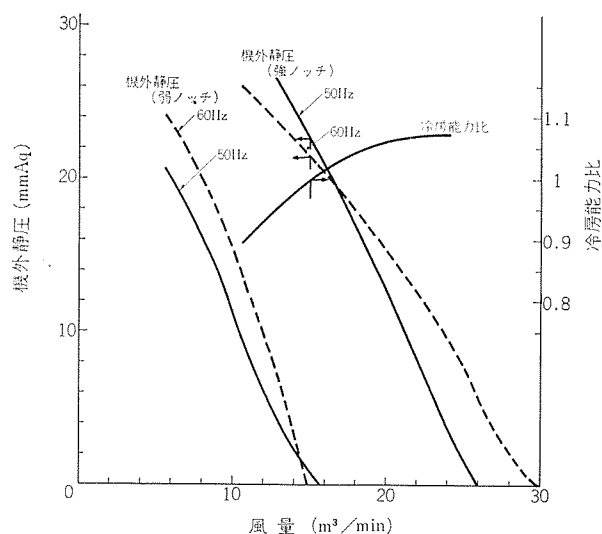


図 2.6 冷房特性
Room air cooling characteristic.

際は必ずしも一致しない。また、負荷に合わせて風量の増減を計ることが必要になる場合もある。そこで風量に対する機外静圧・能力の関係を図 2.5、2.6 に示す。図 2.5 は暖房時の特性、図 2.6 は冷房時の特性を示す。図より暖房時と冷房時の風量と機外静圧の関係はほぼ同一であることがわかる。これは、冷房時の機内圧損を軽減させるためと、冷房効率の向上を計るために、リターン 空気 の吸込口を暖房時は室内ユニットの下部に、冷房時は中央部に設けているためである。図 2.6 において、冷房能力は比率にて表わされているので、各風量に対する冷房能力は、この比率に標準能力 (5,000/5,600 kcal/h) をかけ合わせた値で判断できる。

3. MFLX-56 形セントラル エアコン

MFLX-56 は、空調するへやにそれぞれ ファンコイル ユニット を設置し、各ユニットを配管して冷暖房を行なう、いわゆるパイピング方式のセントラル エアコン である。冷・熱源は冷房の場合は電気、暖房は温水ボイラであればガスでも灯油でも可能である。

通常のパイピング方式による CHC は、暖房はボイラによる温水循環により、冷房はチラーにより冷水を作り、各室内ユニットにポンプにてこの冷水を循環させて行なうものであるが、MFLX による冷房は、室外コンデンスユニットから直接各室内ユニットに冷媒配管を施し、室内ユニットにて冷媒を蒸発させて行なういわゆる直膨式であるため、チラーによるものに比べ、冷却効率がよく、したがって経済的なシステムといえる。

3.1 特長

- (1) 1 台の室外コンデンスユニットに最高 4 台の室内ユニットが組合せ可能である。
- (2) 4 室の同時暖房と 4 室の切替冷房が可能である。4 室の切替冷房とは、6～8 畳程度のへやであれば、常に同時 2～3 室の冷房が可能ということである。もちろん 1 台単独の冷房運転も、2～3 台あるいは 4 台同時の冷房運転も可能な機能はもっており、夜間など冷房負荷が小さければ、4 室同時冷房も不可能ではない。
- (3) 暖房時は、循環温水を利用した自動加湿装置を内蔵している。
- (4) 室内ユニットの風量切替は、急・強・弱の 3 段切替えである。
- (5) 冷房・暖房時の室温を自動的にコントロールする室内温度調節器を内蔵している。

(6) 室内ユニットの大きさは、幅 78 cm・奥行 18 cm のコンパクトサイズであるので、室内のフロアスペースを有効に利用しうる。

(7) 冷媒配管・温水配管共に、室内ユニットの右・左・後・下の 4 方向のいずれの方向にも引出し可能であるゆえ、据付性が非常によい。

(8) 冷媒配管は可とう性のある銅管を使用しており、しかも銅管の接合は、自封式のインスタントカップリングによっているので配管作業は初心者でも可能である。また、温水配管の室内ユニットとの接続部は、フレキシブルパイプとバルブを組合せた配管セットを用意しているので、この部分の配管も非常に簡単にできる。

(9) 従来のチラーおよびボイラによる CHC に比べ、設備費はおおよそ 2/3 程度ですむ。

3.2 構造

図 3.1 に、MFLX-56 の室内ユニットの外観を示す。

図 3.2 に、MFLX-56 のシステム図を示す。

図 3.3 に、MFLX-56 の冷媒回路図を示す。図中、室内ユニット

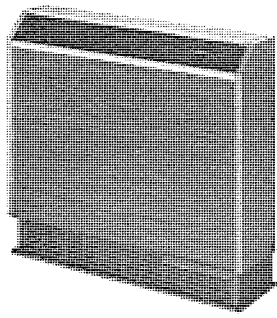


図 3.1 MFLX-56 の外観 (室内ユニット)
Appearance of MFLX-56 indoor unit.

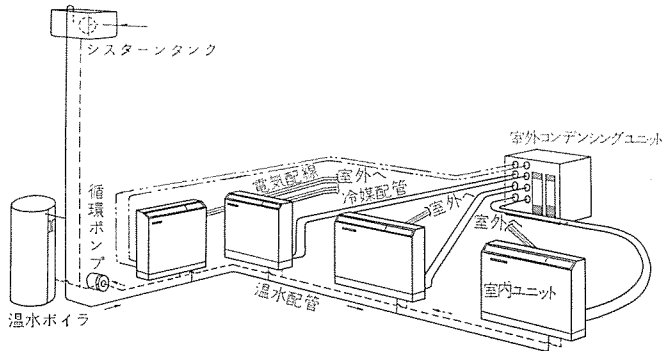


図 3.2 MFLX-56 のシステム図
System drawing of MFLX-56.

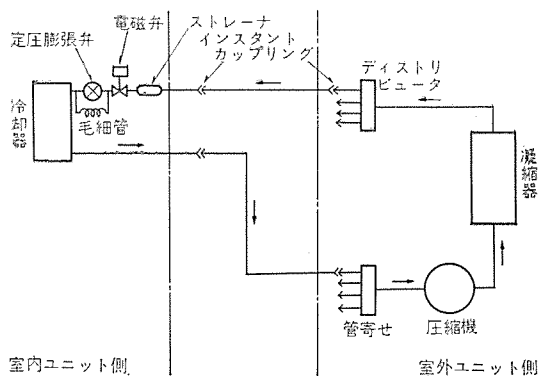


図 3.3 MFLX-56 の冷媒回路図
Coolant circuit diagram of MFLX-56.

は1台のみ示してある。

MFLX-56 が、室内ユニット1台単独運転でも、4台同時運転でも可能であるのは、通常のエアコンにはあまり用いられない特殊なしぼり機構を有しているためである。図3.3にて示されているように、室内ユニット側にしぼり機構として毛細管と定圧膨張弁を同時に使用している。4台同時運転した場合あるいは室内外の温度が高い場合いわゆる高負荷条件の場合には、一般に圧縮機の高圧圧力・低圧圧力は上昇するが、このとき定圧膨張弁を流れる冷媒量は非常に少なくなるため、定圧膨張弁は低圧圧力をできるだけ下げようとする。

逆に、1台単独運転の場合、あるいは室内外の温度が低い場合いわゆる低負荷条件の場合には、特に圧縮機の低圧圧力、すなわち蒸発圧力が極端に下がり、冷却器部の蒸発温度がマイナス温度となることにより、冷却器に着霜がはげしくなって、実質的に冷房運転が不可能になる。これを防止するために定圧膨張弁は、蒸発圧力が低くなると、定圧膨張弁を通過する冷媒量を増大させ、蒸発圧力をできるだけ高く保持するように働く。したがって、冷却器に着霜を防止

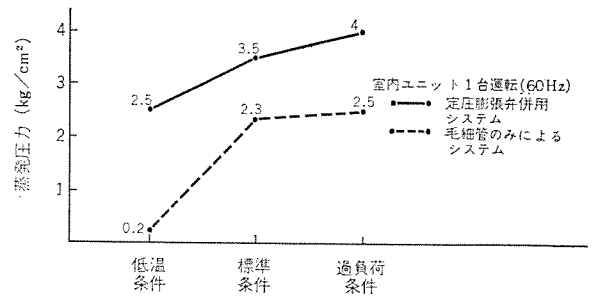


図 3.4 MFLX-56 の運転特性
Operation characteristic of MFLX-56.

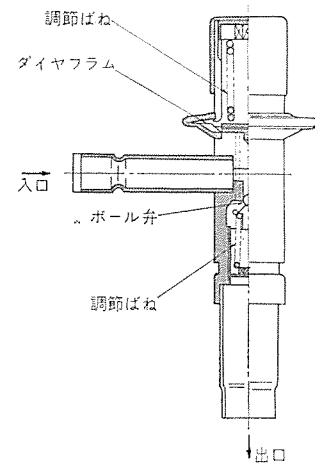


図 3.5 定圧膨張弁 Expansion valve

表 3.1 MFLX-56 RTA 仕様
Specification of MFLX-56 RTA.

形 名		MFLX-56 RTA	
冷房能力	4 台運転の場合	5,000/5,600 kcal/h	
	3 台運転の場合	(参考) 4,800/5,300 kcal/h	
	2 台運転の場合	(参考) 4,500/5,000 kcal/h	
	1 台運転の場合	(参考) 2,500/2,800 kcal/h	
暖房能力	1 台 当 り	3,800/4,000 kcal/h	
		室内ユニット	室外ユニット
電 源		单相 100 V 50/60 Hz	三相 200 V 50/60 Hz
消 費 電 力		30/35 W	2,550/2,800 W
電 流		0.31/0.36 A	8.5/9.0 A
力 率		97/97 %	87/90 %
始 動 電 流		—	45/40 A
圧 縮 機 出 力		—	2 kW
送 風 機 出 力		15 W	80 W
重 量		30 kg	73 kg
外 形 寸 法 H×W×D		670×780×180 mm	496×935×414 mm
室 内 風 量		480/540 m³/h	
室 内 フ ァ ン 速 度 調 節		急, 強, 弱 3 段	
温 度 調 節 器		内 蔵	

でき、低負荷条件においても冷房の連続運転が可能になる。

定圧膨張弁の上記の効果をグラフにて示したのが図3.4である。図3.4は、JIS C 9612 (ルームエアコンディショナ) による低温条件・標準条件・過負荷条件の各条件において、室内ユニット1台運転の場合の蒸発圧力をプロットしたものである。試験ユニットの4台運転における標準条件での蒸発圧力は5.7 kg/cm²であったが、毛細管のみによるシステムでは、1台運転にすると標準条件でも蒸発圧力が2.3 kg/cm²になり、冷却器に着霜が始まる。しかるに定圧膨張弁併用システムでは、1台運転で低温条件でも蒸発圧力は2.5 kg/cm²であり着霜がみられず、連続運転が可能になった。図3.5に定圧膨張弁

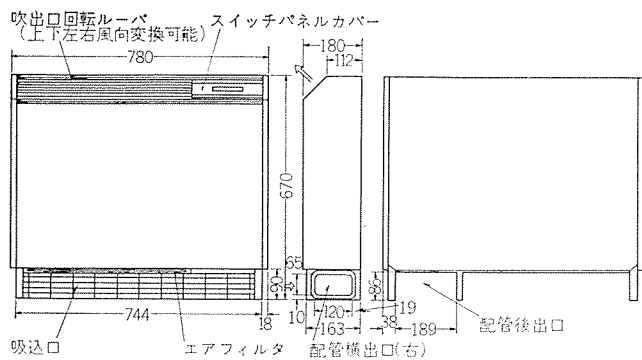


図 3.6 室内ユニット外形図
Outline of indoor unit.

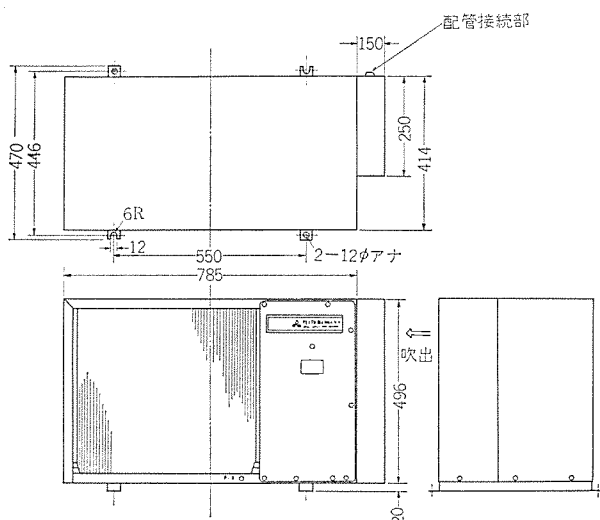


図 3.7 室外ユニット外形図
Outline of outdoor unit.

の構造を示す。

3.3 仕様

MFLX-56 の仕様を表 3.1 に示す。

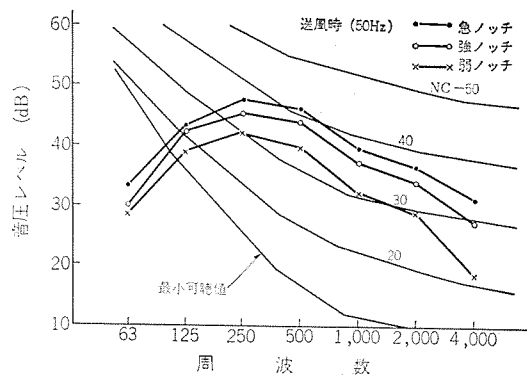


図 3.8 室内ユニットの騒音特性
Noise characteristics of indoor unit.

3.4 外形寸法

室内ユニットの外形を図 3.6 に、室外ユニットの外形を図 3.7 に示す。

3.5 騒音特性

MFLX-56 の室内ユニットの騒音測定結果を図 3.8 に示す。測定条件は、室内ユニットの前方 1 m、高さ 0.4 m の点にマイクロホンを設置し、無響室にて測定した。運転状態は送風運転とし、送風 3 ノッチの各 ノッチにてオクターブ分析した結果である。各 ノッチにおける指示騒音計による騒音は、A スケールにて、急 ノッチ 46 dB、強 ノッチ 44 dB、弱 ノッチ 39.5 dB である。

4. む す び

以上、住宅用セントラルエアコン機器として、ダクト式の MSG 形とパイピング式の MFLX 形の概略を記述したが、住宅用セントラルエアコンとして、さらに低コストでユーザの要求にマッチした製品を開発していくつもりでいる。開発に際し、各方面からのご指導がいただければ幸甚である。

クリーンヒータとクリーンヒータ エアコン

齊 藤 辰 夫*

Clean Heaters and Clean Heater Air Conditioners

Nakatsugawa Works Tatsuo Saito

The room air heating in Japan chiefly resorts to the kerosene and city gas stoves. The reason why these stoves are popular in the market is that they are economical in operation. However, questionnaires made with a number of users have revealed that a half of them have complaints on the construction of the apparatus giving off bad smell, polluting the room air and lacking the safety. To get over these drawbacks clean heaters have been developed with improvement. The specification and performance of the latest products are introduced herein. In consideration of residential conditions, cooling and heating is now indispensable in average families, and further it is the most preferable to accomplish the function with one unit. New all season air conditioners meet the desire with their ample capacity of heating by using city gas as well as cooling.

1. ま え が き

わが国の一般家庭の暖房器の中心になっているのは、開放形ストーブであって昭和46年は約500万台販売されている。この結果一般家庭の暖房時の室内環境は清浄であるとはいえず、これを解決するためにガスの強制排気形暖房機「クリーンヒータ」を開発し、昭和45年から販売しているが、このクリーンヒータの最近の特性を以下に紹介する。また暖房時の外気温による影響を受けない冷暖房機、経済的な冷暖房機が要望されていたが、この市場の要望に応ずる機種として、クリーンヒータと“霧ヶ峰”ルームエアコンを一つのユニットにまとめた、「ガス排気暖房機+電気冷房機」の機能を持ったクリーンヒータエアコンを開発したので、概略を以下に述べる。

2. わが国の暖房意識と欧米諸国の家庭暖房

(1) わが国の暖房の実情と暖房意識

わが国で暖房つまりへやを暖める考え方が一般に普及したのは昭和30年代に入ってきてからであり、今から十数年前の石油ストーブの登場とともにやっと身体を暖める暖身から、へや全体の温度を上げて暖をとる暖房へと頭の切換えが行なわれた。価格が手ごろで、維持費も安い開放形の石油ストーブが登場して、初めて人工的な気候調節の考え方が一般家庭にとり入れられた。このような考え方と同時に、住居構造もそれまでの夏向き住宅から暖房を念頭に置いた住居構造へと少しずつ方向転換が行なわれ、気密性の高いサッシ窓が登場した。このような状況の中で石油ストーブは現在わが国の8割以上の家庭で使われ、平均1.5台/家使われており、現在わが国で使われている石油ストーブの合計台数は3千万台にも達しているといわれている。最近の石油・ガスストーブの販売台数をみると表2.1のようであり、昭和44年度をピークにして漸次スローダウンしてい

表 2.1 石油・ガスストーブの販売台数
Number of kerosene and gas stoves sold.

年 度	販 売 台 数
昭 43	568 万台
44	699
45	682
46	580

る。

この要因としては開放形ストーブが持っている次のような問題点に気づき、徐々にそれを改善する暖房機器へ消費者が移行してきていると思われる。

(a) 開放形ストーブの問題点

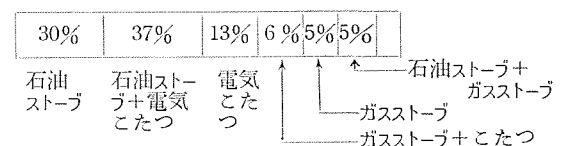
(i) 燃焼によって生ずる排ガスをそのまま室内に放出するため、衛生面で問題がある。

(ii) 火災・有毒ガス中毒、やけど等の安全面で問題がある。

(iii) 暖房効果の面で室内の温度ムラが大きく、効率が悪い。

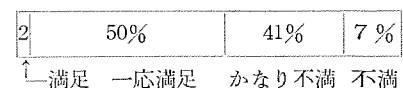
(b) 一方われわれの暖房意識はどうかということであるが、ここで最近の調査結果の一部を紹介する。(昭和47年度調査)

(i) 現在の暖房パターン



石油ストーブに関連しているパターンが72%をしめており、完全に主流をなしている。セントラルヒーティングはわずか1%である。

(ii) 現在の暖房方法に満足しているか



現在の暖房方法は必ずしも満足のものではなく、約50%が不満を持っている。

(iii) 不満の内容

	満足	不満	非常に不満
におい、すす	16%	29%	55%
空気のよごれ	16%	31%	53%
安全面	13%	41%	46%
燃料費	38%	38%	24%
暖房能力	51%	33%	16%

暖房時の室内汚染・安全面に対する不満が極端に出ており、今後の暖房機としてはこの点の解決が急務である。

(iv) 暖房熱源として何が望ましいか

37%	27%	25%	11%
灯油	ガス	電気	?

燃料費の安い順になっており、当分わが国の一般家庭の燃料としては灯油またはガスを使うことになると予想される。

(2) 欧米諸国の家庭暖房

アメリカ・北ヨーロッパではすでにセントラルヒーティングが家庭暖房の中心になっており、先進国といわれている諸国ではいずれもわが国の普及率1%を越えている(図2.1)。C/Hの熱源は、アメリカではガス6割、灯油3割、電気1割という概略比率であるが、ヨーロッパでは固体燃料が4割、ガス4割、灯油2割となっている。

個別暖房器はアメリカでは漸減傾向にあるが、ヨーロッパでは安定した需要はあるようである。いずれにおいても個別暖房器では電気式が主流で、ガス式が次いでおり、灯油を熱源としたものはアメリカでは姿を消し、ヨーロッパでも消え去りつつある。

このようなわが国における暖房意識と欧米における家庭暖房がたどった軌跡をみ、今後10年間の日本の家庭暖房の主流を強制排気形の個別暖房器と想定し、クリーンヒータを販売し、クリーンヒータエアコン

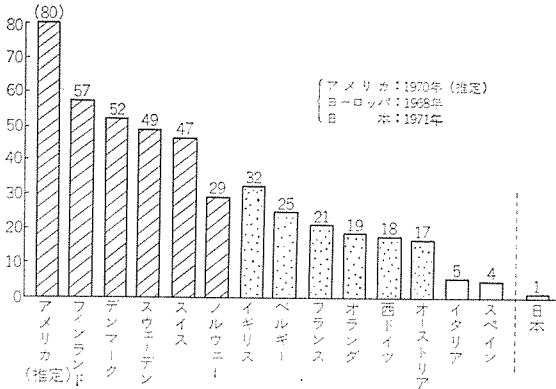


図 2.1 欧米諸国での C/H 普及状況
Situation of central heating in Europa, America and Japan.

表 2.2 欧米と日本の暖房市場比較
Comparison of heating situation in Europa, America and Japan.

	アメリカ	ヨーロッパ	日本
C/H 普及率	約 80 %	約 30 ~ 60 %	1 %
個別暖房器の地位	完全に補助暖房	C/H と併用されている	家庭暖房の主流
暖房熱源	C/H の場合はガスが中心 ただし、最近、C/H でも電気の伸びが目立つ 灯油は個別暖房では、消え去っている。	C/H の場合は固体燃料とガスが中心。灯油もかなり使われている。 個別暖房では電気、ガスも伸びているが灯油は消えつつある。	灯油が圧倒的に多く、ガスは安全性の面で伸び悩み。電気は二次暖房の域を出ていない。
暖房意識	屋外排気式すらも消え去ろうとしている。	屋外排気式が常識になっている。	ようやく屋外排気式の必要性が認識されはじめている。
暖房方式	・C/H は、ファーンレスによる温風式が中心 ・個別暖房器もファンによる強制対流または自然対流が多い。	・C/H は温水または、スチーム式が中心 ・個別暖房器はふく射式が多いが、最近の動きは対流式が伸びてきている。	・C/H は微々たるものがあるが、方式は温水式が中心。 ・個別暖房器はふく射式が圧倒的に多い。

を開発したので、その特性を中心に以下述べる。

3. クリーンヒータ

クリーンヒータは今冬で市場に登場してから3年になるわけであるが、今年度のクリーンヒータは、MICS 燃焼器の持っている特長を最大限発揮するように次のような製品目標をかかげ、各種の仕様・特性を製品の中につくりこんでいる。

- (1) 暖房時に室内汚染をしない清潔な暖房機器であること。
- (2) 火災・生ガスに対して心配のない安全な暖房機器であること。
- (3) 一般の家庭で大がかりな工事をしなくとも、設置可能であるような手軽な暖房機器であること。
- (4) 経済的な暖房機器であること。とかくガスを燃焼させる場合ランニングコストが高いという先入観があるが、効率の UP、ルームサーモの導入により経済的な暖房機を実現させた。
- (5) 使いやすく、製品の意匠的にもへやのインテリアにマッチし、われわれの生活にうおいを与える暖房機器であること。

表 3.1 クリーンヒータ仕様
Specification of clean heaters.

仕 様	形 名	VGB-30 F	VGB-40 F
暖房能力(公称) kcal/h		3,000	4,000
使用ガス種		都市ガス 12A, 7C, 6B, 5C, 4C LPG 6C	都市ガス 12A, 12A, 7C, 6C, 5C, 4C LPG 6B
ガス消費量都市ガス kcal/h		2,900	2,800
暖房可能面積		6~10 畳	8~14 畳
熱利用効率		90% 程度	90% 程度
外形寸法 mm	幅	750	875
	奥 行	230 (背面カバー付にて 310)	230 (背面カバー付にて 310)
	高 さ	557	557
重 量 kg		33	38
ガス入口径		下向き固定 9.5φ (呼び径 10φ) 金属固定配管用金具取付可	
電 源		単相 100 V 50/60 Hz	
消費電力 W		53/62	70/75
燃 焼 用 送 風 機		12.5 cm 2 段 ターボファン	12.5 cm 2 段 ターボファン
温風循環用送風機		13 cm PI 羽根 シロッコファン	13 cm PI 羽根 シロッコファン
循環温風量 m³/min		強 4.5 弱 3.5	強 6.0 弱 4.5
騒音 A レンジ ホン		強 39 弱 34	強 39 弱 34
室温制御方式		パイロットフレイム常時点火、メインフレイムの電磁弁による ON-OFF 制御	
安全装置	パイロットバーナ	熱電対方式安全器	
	停電安全装置	リレー組込み	
	過熱防止装置	オートカット付+温度ヒューズ	オートカット付+温度ヒューズ
	遅延サーモ	ON 60°C OFF 40°C	ON 60°C OFF 40°C
加湿器		手動注水加湿器 (容量 600 cc)	
吸排気仕様	排気パイプ mm	34 φ SUS 製 植毛付	
	吸気パイプ mm	36 φ 塩ビ製	
	吸排気アタッチメント	吸排気アタッチメント 54 φ SUS 製 壁排気孔径 65 φ	
	最大延長曲げ	4 m 途中の曲げ 3 か所以内	
主要部品	バーナ	バインド式バーナ	
	ガスバルブ	押し回し式 (マイクロスイッチ連動)	
	ガバナ	都市ガス P 2/P 1=60/100 LPG P 2/P 1=100/280	
	電 磁 弁	AC 100 V 50/60 Hz 全波整流形	
	対流用フィルタ	サランネットフィルタ	
標準付属部品		吸排気アタッチメント・ジョイントパイプ・傾斜フランジ・安全バンド・ねじ類	
吸排気延長可能距離		都市ガス・プロパンガス共 4 m	都市ガス・プロパンガス共 4 m

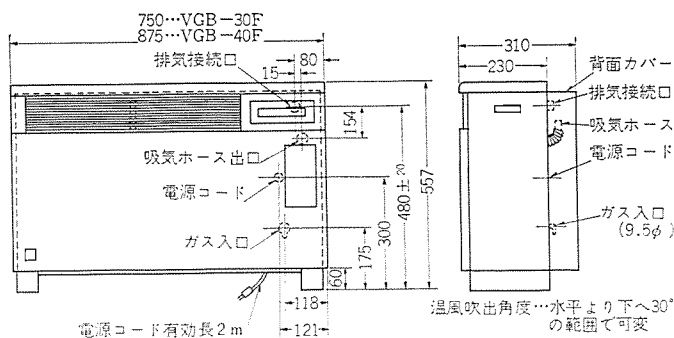


図 3.1 クリーンヒータ VGB-30, 40 F 外形図
Outline of model VGB-30, 40 F clean heater.

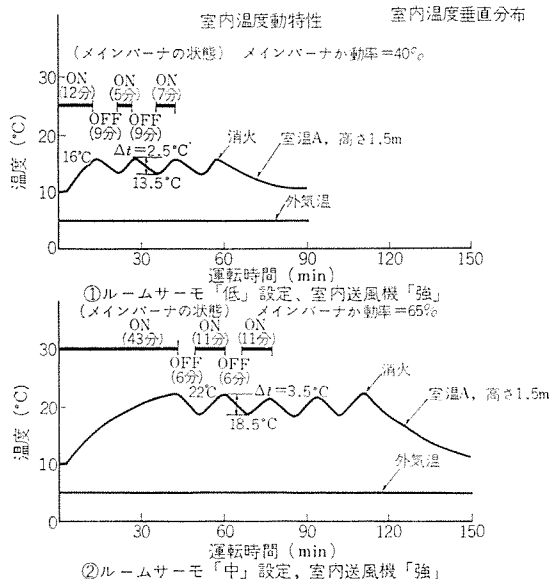
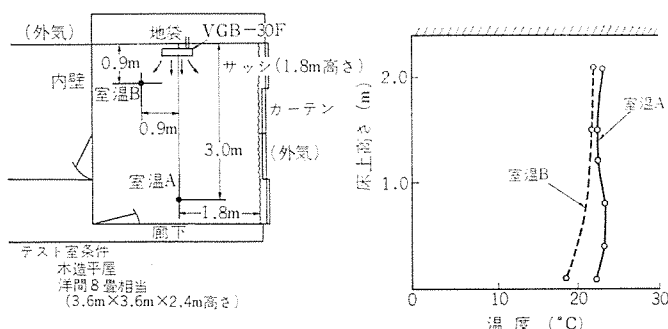


図 3.2 VGB-30 F の暖房特性
Heating characteristics of VGB-30 F.

以上の目標を具体化し 48 年度に開発したのが VGB-30 F, VGB-40 F の温風式の 2 機種である。図 3. 1, 表 3. 1 に外形寸法, 仕様を示す。

(a) クリーンヒータの実用特性

VGB-30 F, VGB-40 F を一般の家庭に設置し, そのときの室温の上昇の割合と室内温度分布, このときのルームサーモスタットの動作を測定したのが図 3. 2, 3. 3 である。これらの図からわかることは次のようなことである。

(i) 室内の垂直・水平の温度分布が良く, その温度差は垂直分布で約 3°C, 水平分布で約 4°C にとどまっている。

(ii) ルームサーモの動作は室温のディファレンシャルが約 4°C で, 室温 20°C に保つためにはメインバーナは約 60 % の稼働率でとどまっている。

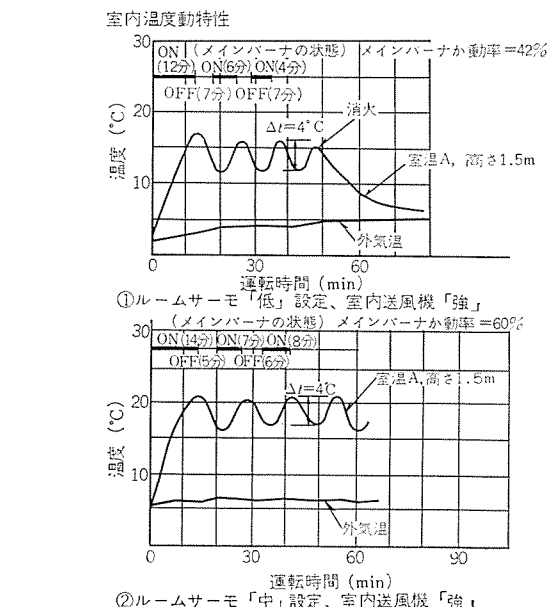
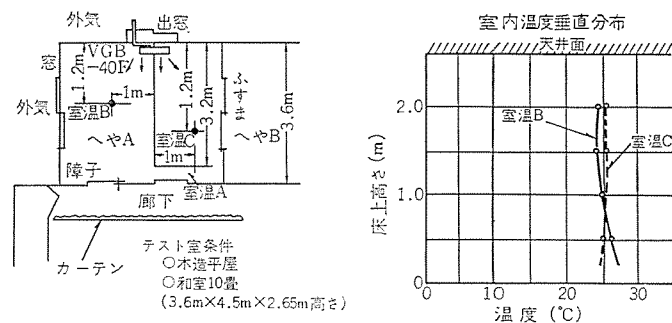


図 3.3 VGB-40 F の暖房特性
Heating characteristics of VGB-40 F.

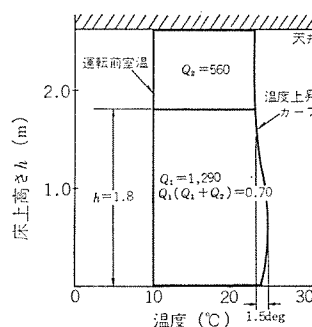


図 3.4 VGB-40 F 平均垂直温度分布 (運転後 30 min)
Mean vertical temperature distribution of VGB-40 F.

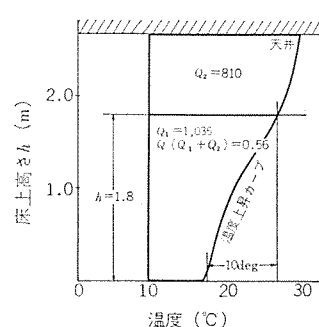


図 3.5 開放形ストーブ平均垂直温度分布 (運転後 30 min)
Mean vertical temperature distribution of open type stove.

(b) 室内温度分布と経済性

室内温度分布のよしあしがもたらす維持費を検討してみる。クリーンヒータと対流形の開放形ストーブの室内温度分布の測定結果が図 3. 4, 3. 5 である。同一条件での測定結果であるが, この図よりクリーンヒータのほうが, 居住空間域の空気温度上昇に有効に利用されていることがわかる。へやの居住空間域を床上 1.8 m 以下とし, その区域のエネルギー Q' を暖房機の出力 Q で除したものを熱有効利用率 $R=Q'/Q$ とすると,

$$\begin{aligned} \text{クリーンヒータの場合} \quad R &= 0.70 \\ \text{開放形ストーブの場合} \quad R &= 0.55 \end{aligned}$$

となりクリーンヒータのほうが約 15 % 有効に利用している。

4. クリーンヒータ エアコン

当社のクリーンヒータの VGB-40 とエアコン“霧ヶ峰”を一つの製品にまとめて、冷房・暖房・除湿・加湿の四つの機能を持たせて、本格的な空調機として一つのユニットにまとめあげたものがクリーンヒータエアコンである。

4.1 クリーンヒータ エアコンの特長

(a) 暖房熱源には公害の心配のないガスを使用しており、強力な暖房能力を持っているので、外気温が氷点以下になっても十分暖房ができる。燃焼器には MICS 燃焼（強制燃焼方式）を採用して、燃焼排気ガスを屋外に強制排気するので室内の環境汚染をなくしている。

(b) 1 台のユニットで暖房・冷房・除湿・加湿が可能

MICS クリーンヒータによる温風暖房・自動加湿と、“霧ヶ峰”セパレートエアコンによる冷房・除湿が切換えスイッチにより簡単にこなえ、年間空調機として有効に使用することができる。また前記四つの機能をコンパクトに一つの機器にまとめているので、従来のように数カ所に別けて設置する必要がなく、へやのスペースセービングができる。

(c) 安全と室内の快適性に十分配慮を払っている。

暖房時ガス管をふんでしまった場合、ガスが一時ストップしたとき、停電、過熱等のアクシデントに対処できる安全機構を採用し、万一故障しても安全側に作用してから止まる機構をとっている。また冷房の場合も室外ユニットに外気温に応じて動作する電子コントロールや、圧縮機のプロテクタ等により過酷な条件でも、むりのない運転ができるようになっている。

冷暖房兼用のサーモスタットを内蔵しているので、室内を常に快適温度に保つことができ、かつガス・電気を節約でき、結果安い維持費で快適環境を得ることができる。また冷温風も 2 段階に切換えるこ

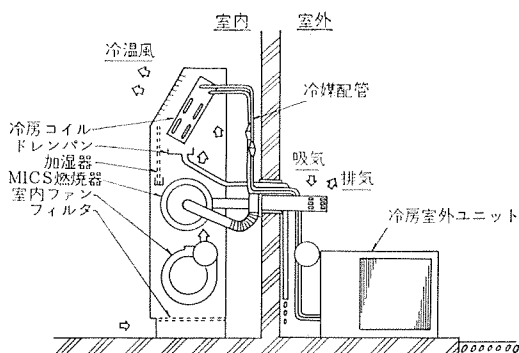


図 4.1 設置図

Arrangement of clean heater air conditioner.

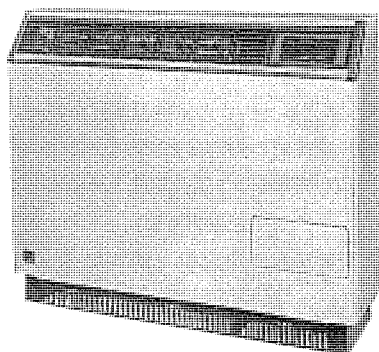


図 4.2 クリーンヒータ エアコン 外観

Exterior view of clean heater air conditioner.

とができ、強力な風、騒音の少ない風の選択ができる。

4.2 外形寸法, 仕様, 内部構造, 特性

設置した場合の構造は図 4.1 のようであるが、設置工事としては冷媒配管の接続工事、ドレンの排水工事、燃焼排気ガスの排気工事、電気工事が必要であるが、“霧ヶ峰”の工事とクリーンヒータの工事を組合せたのがクリーンヒータエアコンの設置工事である。外観を図 4.2 に、外形寸法図を図 4.3 に、室内ユニットの内部構造を図 4.4 に示している。概略仕様は表 4.1 のごとくである。冷暖房時の吹出温度・吹出風速の代表例は図 4.5 のようになっており、暖房時の室内ユニットの外表面温度の一例は図 4.6 のようになっており、暖房

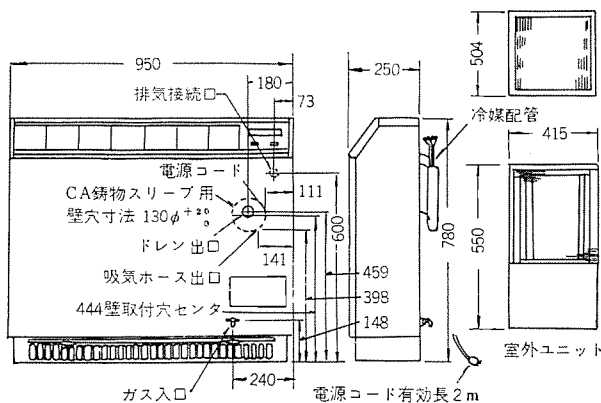


図 4.3 外形寸法図
Outline dimensions.

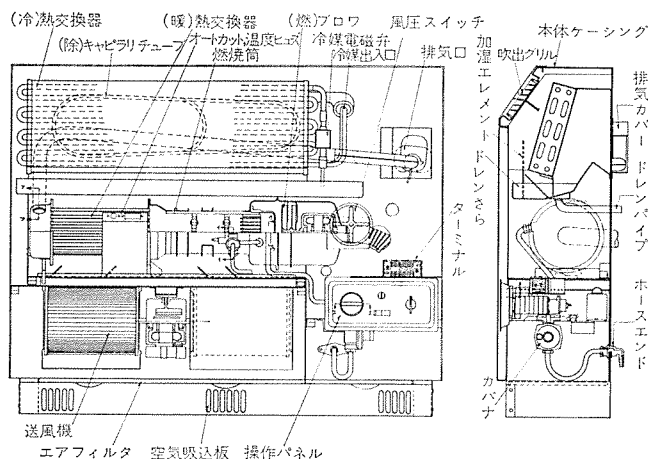


図 4.4 クリーンヒータエアコン (VGB-40 G) 室内ユニット内部構造
Interior construction of model VGB-40 G room unit clean heater air conditioner.

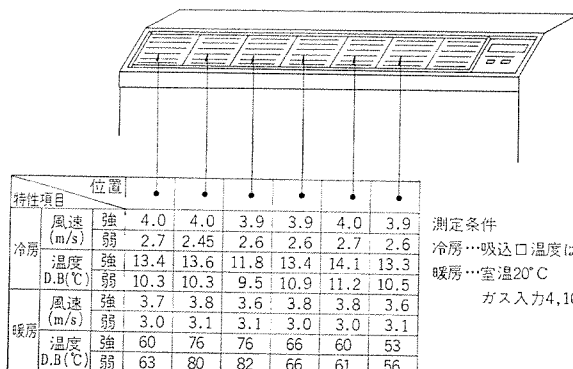


図 4.5 吹出し風速, 温度
Blow off wind velocity and temperature.

表 4.1 クリーンヒータエアコン仕様 (VGC-40G)
Specification of clean heater air conditioners.

項 目		仕 様
製 電 源	電 圧	AC 単相 100 V 50/60 Hz
	ヒューズまたはブレーカ容量 A	20
外 形 寸 法 (高×幅×奥行)	mm	室内 780×950×250 室外 415×500×550
	製 品 重 量 室内/室外 kg	60/45
冷	媒	R-22 0.65 kg
	冷 房 能 力 kcal/h 50/60 Hz	2,000/2,240
除 湿 量 l/h 50/60 Hz		1.8/2.0
	凝 縮 温 度 °C	52
室内側空気湿球温度降下 50/60 Hz		5.5/6.0 deg°C
	冷 房 可 能 面 積 50/60 Hz	11~16/12~18 m ²
公 称 暖 房 能 力 kcal/h		3,700
	熱 利 用 効 率 %	約 90 %
暖 房 可 能 面 積 m ²		10~23 m ²
	暖 房 m ³ /min	強 7.5 弱 5.8
冷 房, 除 湿 m ³ /min		強 8.0 弱 5.5
	ファンの回転数	強 1,050 弱 850 rpm
室内	暖 房 ホン	強 41 弱 35
	冷 房, 除 湿 ホン	強 44 弱 35
室外	冷 房, 除 湿 ホン	強 1,200 弱 850 rpm
	弱	47 弱 42
全 入 力 W		強 1,150/1,290 弱 1,100/1,250
	(圧) モーター出力 W	750
全 電 流 A		強 13.8/13.0 弱 13.2/12.5
	起 動 電 流 A	40/34
全 電 流 A		強 12.8/12.5 弱 12.3/11.9
	全 入 力 W	強 1,050/1,150 弱 1,000/1,100
暖 房 全 入 力 W		強 0.87/1.02
	暖 房 全 電 力 A	強 86.5/100
コンセント定格ならびに形状		AC 250 V 20 A
	型 式 認 可 番 号	〒 91-B055
熱 利 用 効 率 %		約 90
	ガ ス 入 口 径	下向固定 9.5φ (金属固定配管用金具取付可)
使 用 ガ ス グ ル ー プ	都 市 ガ ス	LP ガス
	6 B	13 A, 6 C C ₃ H ₈
ガス消費量()内は銘板表示 kcal/h		4,100 (4,300) 3,900 (4,100) 0.32 kg/h
	暖 房 能 力 kcal/h	3,700 3,500 3,500

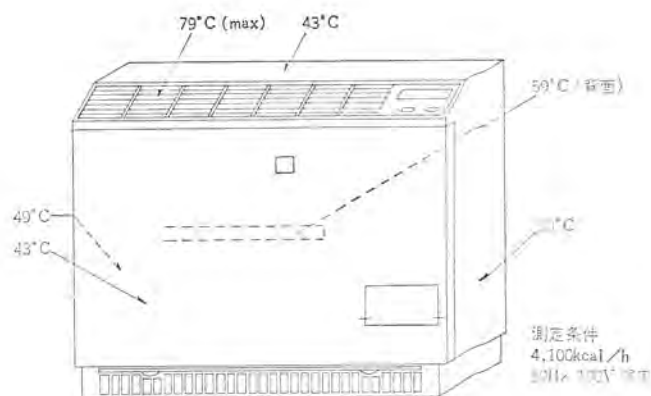


図 4.6 表面温度分布
Distribution of surface temperature.

機としては非常に低い温度を示している。

5. む す び

わが国の暖房も火ばち・こたつの暖身器具から石油ストーブ・ガスストーブの1室暖房器具へと移り、さらにここ数年で室外排気形の石油・ガス暖房機(強制排気形)に移行する傾向をみせている。また冷房・暖房オニリーの機能から冷暖空調機能が要求されてきており、これらの社会の要求に対して、われわれはクリーンヒータ、クリーンヒータエアコンをさらに発展させて応じたいと考えており、居住空間内を冷やす・暖めるということだけでなく、快適環境に加えて、安全性と信頼性の高い商品を開発していきたいと考えている。

ウインドファン

入 沢 淳 三*

Window fans

Nakatsugawa Works

Junzō Irizawa

Window fans developed very recently are well commented of their function of bringing in cool breeze delightful in the evening to the room. They are expected to effect the sales of one million units this year, having a medium function between the air circulation by fans and the air conditioning. The products promise a sharp rise of the diffusion rate.

However, the window fan used in the residential home has many points which require the improvements, regarding the mounting method, fan performance and noises and so on ; they shall be improved one after another to perfect the new products. This article introduces of what kinds of apparatus the window fans are made up to today.

1. ま え が き

夕涼みの快適さを住宅内にとり入れるウインドファンは、開発以来5年目になり、本年度の市場規模は約100万台になろうとしている。ウインドファンは戸外の冷えた空気を室内に吸い込んで冷房するもので、新鮮空気が連続的に供給され、きわめて健康的である。ここでは本年度販売されるウインドファンを中心にその機能について紹介する。

2. ウインドファンの原理

夏場の居住空間を快適に保つための商品としてはエアコン・ウインドファン・扇風機等がある。エアコンは居住空間の冷房と除湿、扇風機は居住空間に空気の流れ、すなわち涼風を送り、ウインドファンは夜間の冷房と居住空間に涼風を送り込むのが目的となる。

コンプレッサを持たないウインドファンが、夜間専用の冷房として使えるのは、夜の冷えた外気をへやの中にどんどん送り込むからである。

図2.1の温度曲線は東京都本郷地区の8月中旬の実測データである。夏場における室内外の温度差は天候や地域、あるいは住宅構造によって多少の差はあるが、一般的には3°C~8°C程度の差がみられる。この理由として、外気は日没とともに比較的速やかに温度が

低下するが、室内は日中太陽光線により暖められた住宅が冷えにくいので、なかなか温度が下らず、室内外の温度差が生じてくるので、この冷気を連続的に室内にとり入れれば3°C程度の冷房が可能になる。

一方ウインドファンは、騒音の点からも夜間専用の冷房商品といえる。特に住宅密集地域では、昼間はエアコンを使い、夜間就寝時にはウインドファンを使うことが望ましい。

3. ウインドファンの分類

ウインドファンは使用する羽根形式から、プロペラファン形とラインフローファン形に分けることができる。ウインドファンの本質的な効果からみれば、大風量が本命のように考えられるが、居住空間に涼風を送り込み、直接人体に当てることもたいせつな問題である。一般には1m/秒以上の涼風が得られる範囲を、ウインドファンのサービスエリアと考えている。このサービスエリアをひろげるためには、ラインフローファン形のウインドファンが適している。ウインドファンの場合は風向きを変えるために、風向き変更ルーバを使用するが、プロペラファンの風は、ルーバによって拡散する傾向にあり、涼風の到達距離はあまり大きくとれず、夜間の冷房専用ということになる。ラインフローファンは送風特性がうずのない層流であり、サービスエリアをひろくとることができる。したがってラインフローファン形ウインドファンは、夜はもちろん、昼間へやのすみずみまで涼風を送ることができ、ウインドファンの主流となっている。

4. ウインドファンの機種系列

ウインドファンは窓に取付けて使用する商品である。したがって窓の機能をできるだけ生かして取付ける必要がある。日本の住宅では、横開きの窓がほとんどであるため、ウインドファンは縦長のデザインになり、そのスペースの中で最も効率の良い羽根配置を考えている。

(1) ラインフローファン形

ラインフローファンは縦長の羽根であるため、ウインドファンには非常に使いやすい羽根である。したがって外観的にもまとまりのよいものにすることができる。本体部分を窓の外に出し、室内の突出感をなくした室外取付タイプ(WF-90 A)、あるいは本体部分を室内に取り込んで窓を完全に閉じることのできる室内取付タイプ(WF-90 K)等いろいろな種類があるが、これらウインドファンの重要な設計ポイントは、建物に取付けたときに十分その能力を発揮するか否かにある。最近

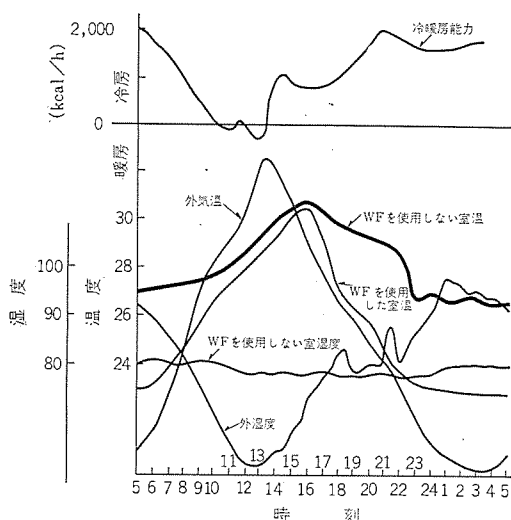


図 2.1 温度曲線
Temperature curves.

の住宅は冷暖房の普及から密閉度が次第に高くなってきており、住宅内に空気を吹き込むウインドファンにとって、静圧の高いものが要求されてくる。図4.1は各社ウインドファンのQ-H曲線であるが、当社のそれは3mmの締切圧力を有し、静圧特性はきわめてすぐれているといえる。カタログ等では開放風量のみを記載し、締切圧力は一般消費者が比較的理解しにくいこともあって記載しないのが普通である。しかしウインドファンでは風量の多少とともに、静圧特性も、より向上させなければならないことは当然の問題といえよう。

静圧特性にこのような差があるのは送風機構造の違いがその原因である。ウインドファンは吸気・排気の二つの空気の流れを季節によって使い分けしたり、あるいは、同時吸排のときに使用したりする。羽根の回転方向を変えずに吸気・排気のまったく逆の空気の流れをつくるために、現在図4.2 A方式、B方式の2方式が採られているが、A方式は当社の方式でケーシングがプラスチック一体成形で、羽根の回りを回転させることにより吸排気を行なわせている。この方式の最大の特長は、羽根とケーシングの関係が常に安定していることと、ボルトレスコア付近の空気吸込口が開放されていることにある。一方B方式の移動開閉ケーシングでは、支点を持つケーシングが左右に移動開閉することにより、吸排気を行なわせているが、ボルトレスコア付近の吸込口をケーシングがおおう形となっているため、吸込状態が悪く十分な静圧をとることがむずかしいようである。

(2) プロペラファン形

大風量の特長とするウインドファンである。プロペラファンをウインドファンとして使用した場合には、風向調整用のルーバ・オリフィス・防虫網等により、比較的無理の多い使い方となり、サービスエリアはせまいものになるが、大風量による夜間の冷房能力は大きな効果を発揮する。外国の例ではプロペラ形ウインドファンは、60cm程度の非常に大きなものを使用しているが、横開き窓に取付ける。わが国では25cm以下の小形プロペラファンを複数個縦形に配列し、それぞれを単独に正逆転させることにより吸気・排気・同時吸排気といろいろな使いわけをする。

(3) 組合せ形

本年度当社が発売した新製品で、プロペラファン、ラインフローファンそれぞれの長所をうまく組合せて、ウインドファンの新しい分野を開拓したものである(図4.3)。

上下のプロペラファンの中間にラインフローファンを置き、ラインフローファンの噴流で図4.4のごとくプロペラファンの大風量を前方へ誘引し、有効な涼風としてへやのすみずみまで送ることができるまったくユニークなウインドファンである。

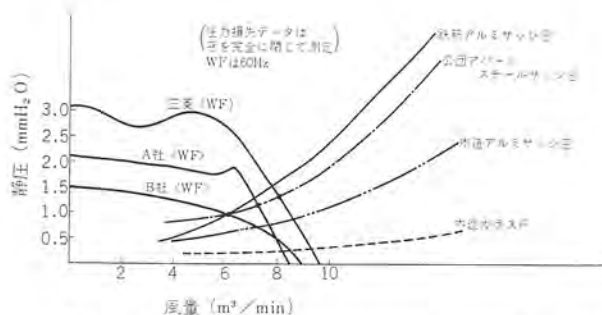


図4.1 建物の密閉度と各社ウインドファンのQ-H曲線
Q-H curves indicating the relation between the closed room air of building and window fans of various makes.

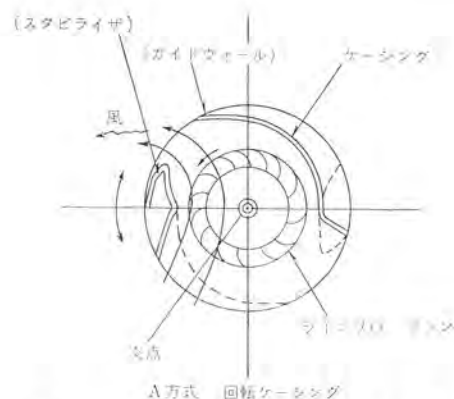
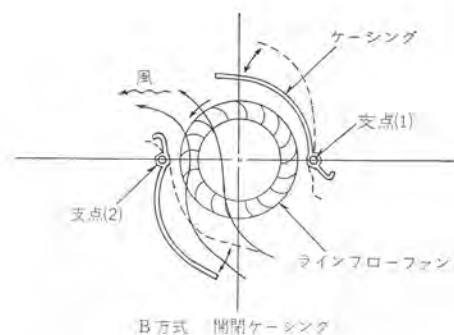


図4.2 A方式、B方式 ケーシング 動作図
Operation diagrams with casing of A system and B system.

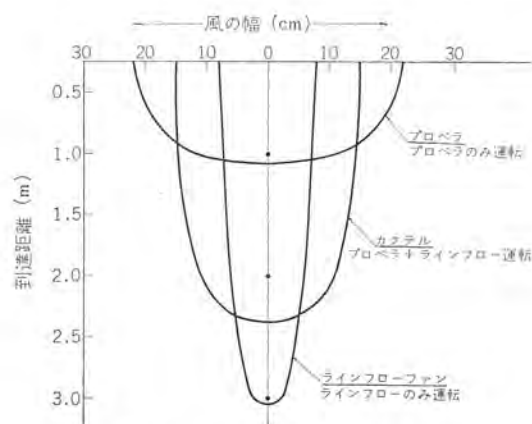


図4.3 WF-3 PLP 風と到達距離の縮尺図
Reduced diagram of WF-3 PLP wind and reaching distance.

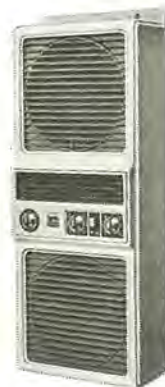


図4.4 WF-30 PLP
ウインドファン
WF-30 PLP window fan.



図4.5 WF-25 P2
ウインドファン
WF-25 P2 window fan.

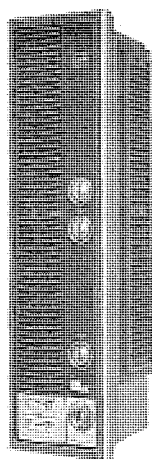


図 4.6 WF-90 AC
ウインドファン
WF-90 AC window fan.

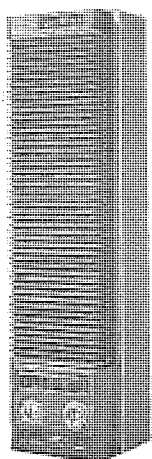


図 4.7 WF-90 K
ウインドファン
WF-90 K window fan.

5. ウインドファンの取付

ウインドファンは窓に取付けて使用する商品であり、取付工事をいかに簡略化するかが、今後のウインドファンの市場性に大きな影響力をもつ。当社は昨年より伸縮自在の取付わくを使用し、窓わくの寸法に関係なく簡単に取付けることができる。

また取付わくにウインドファンを取付けた場合、ウインドファンの上下に

生ずるすき間をいかにしてうめるかまたいせつな問題である。窓寸法は千差万別であり、すき間寸法も当然まちまちになってしまう。当社はキャタピラ式の組合せ形パネルを使用し、長さの調節が自由に行えるのが特長である。

ウインドファンを取付けるとウインドファン自身が窓の一部となる。防水処理を完全に行わないと雨水が浸入するので、防水パッキンにも十分研究したものを使用し完全を期している。

6. ウインドファンの将来

ウインドファンは住宅に取付けて使用する商品である。住宅構造・生活様式の変化に伴いウインドファンもまたその姿をかえてゆく、現在では、ラインフローファン形が高級機種、プロペラファン形が実用機種として評価されているが、本年度は、サービスエリアをひろげるために、ラインフローファン形 (WF-120 G) にて大風量の方角へ一歩すすめたが、将来はプロペラ形の大風量のものも出現し、1台で住宅全体の空調を行なうものにまで発展することが予想される。

7. む す び

エアコンの持つ冷房能力を外気の自然冷房におきかえ、扇風機の涼風を兼ね備えたウインドファンは画期的な発明商品ではないが、生活水準の変化にうまく対応した商品である。エアコンとウインドファンを上手に組合せて、家庭生活をより快適に過ごすべくたいせつに育てたい商品である。

ロスナイ (透過式全熱交換器) の現状と将来の展望

吉野 昌孝*・橋本 芳樹*

Present State and Outlook of "LOSSNAY"
(Penetration Type Full Heat Exchangers)

Nakatsugawa Works

Masataka Yoshino・Yoshiki Hashimoto

The technique of air conditioning has advanced considerably of late, but from the viewpoint of the cost of equipment and the maintenance charge there are still two problems left unsolved. One is that the air conditioning is obliged to resort to high quality energy because of the countermeasure against public hazard. The other is that the volume of fresh air needed is on the increase much more than that used to be in accordance with the standard. Under the circumstances, much study has been made to get over these problems and as a result Mitsubishi has been successful in the development of entirely new penetration type full heat exchangers "LOSSNAY" that have emerged from the concept of conventional devices. The article introduces the outlines and describes the field of application and outlook of future.

1. ま え が き

人間の過ごしやすい温度・湿度は人種・個人差にもよるが、18～25℃ RH 50 %とされている。しかるに自然界は -20～35℃、湿度も15～90 %とその変化は著しく、したがっていかにして居住空間を人間の適温適湿にするかが問題であった。

大昔の冷といえはうちわ、暖といえはたき火からはじまり、火鉢・こたつ・ストーブによる暖房、扇風機・水冷房・ウインドファン・クーラによる冷房、さらにはセントラル冷暖房へと、しかも湿度調節まで行なうように、その発展は止まることを知らぬ状態であった。

しかしいずれをみても居住空間の冷暖房効率を高めるためには、外気との熱しゃ断をすることであり、どうしても室内が気密状態に近くなるのが一般的に考えられることである。ここにもう一つ人間が快適に過ごすためには常に新しい空気が必要である。すなわち換気の問題である。昨今の換気扇の普及がすばらしいことからその重要性の認識が高まっている。ここに冷暖房はしたいが、換気はその冷暖房効果をそこなうのでこまる。さりとて換気がなければ快適居住空間が得られない、という矛盾がおきる。この矛盾を解決してこそはじめて真の空調ということができる。

一方、最近の公害に端を発する居住空間の改善、エネルギー有限説に対するエネルギーの節約の問題等がクローズアップされ、それが換気による冷暖房効果をそこなう解決策、冷暖房自体のエネルギーを節約するための解決策等の解答を見出す必要性にせまられ、その解答として登場したのが、透過式全熱交換器“ロスナイ”である。

これは当社が必要性を認識し、4年前より新しく開発し製品化したものである。ここではその原理、応用、将来の発展について述べる。

2. 発 想 の 過 程

空調された空間内は外気とは空気状態が異なり、換気することにより、それに比例して熱損失が増加し冷暖房の効果がそこなわれるのは当然であり、冷暖房効果と換気効果とは完全に逆関係にあり、両立させることは経済的すなわち設備費の面でも困難が伴い、一般的には換気効果が犠牲になっている状態である。そこで考えられる

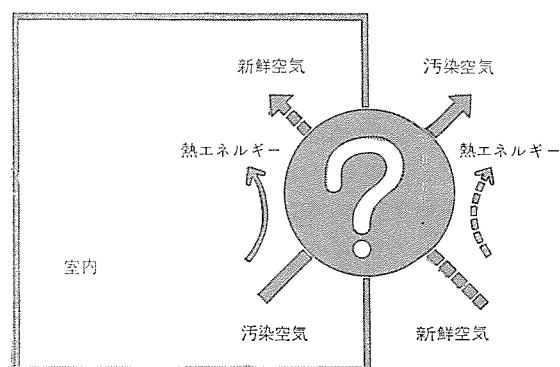


図 2.1 経済的な新鮮空気供給の思索図
Ideal arrangement of fresh air supply with economy.

のは換気する場合、新鮮空気の導入分だけ室内側の汚染空気が捨てられ、両者のバランスが常に保たれているわけであるから、室内から捨てられる空気の熱エネルギーのみを新鮮空気に与えることはできないか、図 2.1 に経済的な新鮮空気供給に対する思索図を描いてみた。この図中の疑問符の部分に、何か良い空気対空気の熱交換器に相当するものが考えられないかということである。

現在、この目的に最も適合している市販品としてエコバントがある。これは十数年前にスウェーデンで発明された国際特許品であり、蓄熱蓄湿を動作機能とした回転式のものであり、空気対空気の全熱交換器としては唯一のものであった。

このエコバントは数々のすぐれた特長をもっているが、円筒回転式であるための応用開発時の種々の制約、たとえば送風機内蔵形のコンパクトユニットなどを作る場合のむずかしさが伴うように思われる。以上のような観点からこの空気対空気の熱交換器として何か別のものが存在しないか、新しいものが考えられないか、この辺に焦点をしばって思考を進めた結果、“和紙を隔てて熱エネルギーが交換される。すなわち和紙の特性の一つに温度を伝える熱通過現象と湿度を伝える透湿現象がある”ということがわかり、和紙製全熱交換器を開発する糸口となった。

3. 理論的考察

紙そのものについての考え方が、従来は温湿度を通さないことを

特長として用いられ開発されていたのに対し、ロスナイは、その逆の湿度をいかによく通してくれるかに重点をおいた考え方のために、従来、理論的に確立されたものがなく、今回 中央研究所の尽力によりその理論的な解析がなされたので、ここにその一端を記す。

(1) 熱通過率、温度交換効率

熱通過現象すなわち温度の伝達・伝導についてはすでに理論的解明がなされており、また本誌 Vol. 44, No. 10 (昭 45 年) すでに詳述済みであり、ここでは省略する。

(2) 透湿現象 (物質移動)、湿度交換効率

和紙・アスベスト紙などの透湿のメカニズムは三つの過程、すなわち空気中の高濃度側水蒸気の紙表面までの拡散、紙の中での移動 (拡散) および紙の裏側表面から空気中への拡散が考えられる。図 3. 1 に紙を隔てた空気中の水蒸気の濃度分布を示す。

このロスナイの湿度交換の場合には、一種のぬれ壁とう (塔) 内を流速一定の空気 (水蒸気を含む) が流れてゆく場合の物質拡散方程式で表わされる。

拡散方程式

$$v \frac{\partial C}{\partial Z} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial^2 C}{\partial Z^2} \right) \quad (3.1)$$

ただし v : 管の軸方向の流速で一定 m/n

C : ガス濃度 kg/m^3

D : ガス (物質) の空気中における拡散係数 m^2/n

Z : 管の軸方向の座標軸 m

r : 管の径方向の座標軸 m

この方程式の解は次のようになる。

$$C = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2C_0}{\beta_n J_1(\beta_n)} \cdot e^{-\beta_n^2 \cdot \frac{D}{a^2} \cdot \frac{Z}{a}} J_0\left(\beta_n \frac{r}{a}\right) \quad (3.2)$$

ただし J_0, J_1 : 0 次、一次の Bessel 関数

β_n : $J_0(\beta) = 0$ の n 番目の根

C_0 : $Z=0$ でのガス濃度 kg/m^3

a : 管半径 m

局部単位面積当たりの物質移動量 $G_e(kg/n)$ は、物質容量を $\Omega(kg/m^3 \cdot cmHg)$ 、物質移動率を $K(kg/mh \cdot cmHg)$ とすれば、式 (3.2) より

$$G_e = -K \left(\frac{\partial C}{\partial r} \right)_{r=a} = \Omega D \left(\frac{\partial C}{\partial r} \right)_{r=a} \\ = \frac{2\Omega \cdot DC_0}{a} \sum_{n=1}^{\infty} e^{-m_n Z} \quad (3.3)$$

ただし

$$m_n = \frac{\beta_n^2 D}{a^2 v} \quad (3.4)$$

$$\left. \begin{aligned} \beta_1 &= 2.405 \\ \beta_2 &= 5.520 \\ \beta_3 &= 8.654 \end{aligned} \right\} \quad (3.5)$$

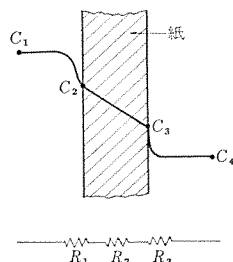


図 3. 1 紙の透湿現象

Phenomenon of moisture penetrating paper.

$$\left. \begin{aligned} \beta_4 &= 11.792 \\ \beta_5 &= 14.931 \end{aligned} \right\}$$

で表わされる。

したがって管 ($2a^2 \times L \cdot m$) 内全体の物質 (ガス) 移動量 $G_T(kg/n)$ は、式 (3.3) より

$$G_T = \int_{Z=0}^{Z=L} 2\pi a G_e \cdot dZ \\ = 4\pi \Omega \cdot D \cdot C_0 \left[\frac{1}{m_1} (1 - e^{-m_1 L}) + \frac{1}{m_2} (1 - e^{-m_2 L}) \right. \\ \left. + \frac{1}{m_3} (1 - e^{-m_3 L}) + \frac{1}{m_4} (1 - e^{-m_4 L}) \right. \\ \left. + \frac{1}{m_5} (1 - e^{-m_5 L}) + \dots \right] \quad (3.6)$$

となり、式 (3.6) に式 (3.4) を代入すれば次式で表わされる。

$$G_T = \pi a^2 \cdot v \cdot \Omega \cdot C_0 \left[\frac{4}{\beta_1^2} (1 - e^{-m_1 L}) + \frac{4}{\beta_2^2} (1 - e^{-m_2 L}) \right. \\ \left. + \frac{4}{\beta_3^2} (1 - e^{-m_3 L}) + \frac{4}{\beta_4^2} (1 - e^{-m_4 L}) \right. \\ \left. + \frac{4}{\beta_5^2} (1 - e^{-m_5 L}) + \dots \right] \quad (3.7)$$

式 (3.7) に式 (3.5) を代入すれば、さらに次のように表わせる。

$$G_T = \pi a^2 \cdot v \cdot \Omega \cdot C_0 [0.6916 (1 - e^{-m_1 L}) + 0.1313 (1 - e^{-m_2 L}) \\ + 0.0534 (1 - e^{-m_3 L}) + 0.0288 (1 - e^{-m_4 L}) \\ + 0.0179 (1 - e^{-m_5 L}) + \dots] \quad (3.8)$$

管内の任意の位置 Z での物質 (ガス) の平均濃度を C_Z とすれば、式 (3.2) より次式で表わされる。

$$C_Z = \frac{\int_0^a 2\pi v \cdot C dr}{\int_0^a 2\pi r dr} \\ = C_0 \left(\frac{4}{\beta_1^2} e^{-m_1 Z} + \frac{4}{\beta_2^2} e^{-m_2 Z} + \frac{4}{\beta_3^2} e^{-m_3 Z} \right. \\ \left. + \frac{4}{\beta_4^2} e^{-m_4 Z} + \frac{4}{\beta_5^2} e^{-m_5 Z} + \dots \right) \quad (3.9)$$

ゆえに管内全体で吸収されるガスの量 G_T は、また次式で表わせる。

$$G_T = \pi a^2 \cdot v \cdot \Omega (C_0 - C_L) \quad (3.10)$$

ただし C_L : 管の出口 ($Z=L$) でのガス平均濃度 (kg/m^3)

式 (3.9) を式 (3.10) に代入すれば、

$$G_T = \pi a^2 \cdot v \cdot \Omega \cdot C_0 \left[1 - \left(\frac{4}{\beta_1^2} e^{-m_1 L} + \frac{4}{\beta_2^2} e^{-m_2 L} + \frac{4}{\beta_3^2} e^{-m_3 L} \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{4}{\beta_4^2} e^{-m_4 L} + \frac{4}{\beta_5^2} e^{-m_5 L} + \dots \right) \right] \\ = \pi a^2 \cdot v \cdot \Omega \cdot C_0 (1 - 0.6916 e^{-m_1 L} - 0.1313 e^{-m_2 L} \\ - 0.0534 e^{-m_3 L} - 0.0288 e^{-m_4 L} - 0.0179 e^{-m_5 L} \dots) \quad (3.11)$$

が得られる。式 (3.8) と式 (3.11) は等しいから、式 (3.8) の右辺の第 6 項以下の定数の和は 0.0770 であることがわかる。

普通の場合、式 (3.11) の右辺の第 5, 6 項以下は無視できるほど小さくなる。したがって式 (3.8) は次式のような近似式で表わせる。

$$G_T = \pi a^2 \cdot v \cdot \Omega \cdot C_0 [0.6916 (1 - e^{-m_1 L}) + 0.1313 (1 - e^{-m_2 L}) \\ + 0.0534 (1 - e^{-m_3 L}) + 0.0288 (1 - e^{-m_4 L}) + 0.0179 (1 - e^{-m_5 L}) \\ + 0.0770] \quad (3.12)$$

対数平均濃度差 ΔC_{en} をもとにした物質移動係数 $kgln$ は、次式で定義される。

$$G_T = kgln \cdot 2\pi a L \cdot \Delta C_{en} \quad (3.13)$$

式 (3.10) と式 (3.13) から

$$kgln = \frac{\pi a^2 \cdot v \cdot \Omega (C_0 - C_L)}{2\pi a \cdot L \cdot \Delta C_{em}} = \frac{av\Omega}{2L} \cdot \log e \frac{C_0}{C_L} \quad \dots\dots\dots (3.14)$$

が得られる。管壁（ぬれ壁とう壁）による物質（ガス）吸収効率 η は物質の流量を G とすれば、次式で定義され

$$\eta = \frac{G_T}{G} = -\frac{\pi a^2 \cdot v \cdot \Omega (C_0 - C_L)}{\pi a^2 \cdot v \cdot \Omega \cdot C_0} = 1 - \frac{C_L}{C_0} \quad \dots\dots\dots (3.15)$$

式 (3.12) より次のように表わされる。

$$\begin{aligned} \eta = & 0.6916(1 - e^{-m_1 L}) + 0.1313(1 - e^{-m_2 L}) \\ & + 0.0534(1 - e^{-m_3 L}) + 0.0288(1 - e^{-m_4 L}) \\ & + 0.0179(1 - e^{-m_5 L}) + 0.0770 \quad \dots\dots\dots (3.16) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore kgln = & \frac{av\Omega}{2L} \cdot \log e \frac{C_0}{C_L} \\ = & -\frac{av\Omega}{2L} \cdot \log e(1 - \eta) \quad \dots\dots\dots (3.17) \end{aligned}$$

$$\text{物質容量 } \Omega = C_m K \quad \dots\dots\dots (3.18)$$

ここで C_m を比物質と呼び「1 kg の物質の圧力を 1 cmHg 上昇させるのに必要な重量」で定義し、この比物質を導入することにより、物質移動の無次元化表示が可能となる。

ここで、ロスナイの直交流を考え、 $v = v_0$ とした場合

$$S_n = \frac{\pi a^2 \cdot v_0 \cdot \Omega}{D \cdot L} \quad \dots\dots\dots (3.19)$$

$$\chi = \sum A_n \cdot e^{-\frac{S_n}{A_n}} \quad (A_n, B_n \text{ は定数}) \quad \dots\dots\dots (3.20)$$

式 (3.19)、式 (3.20) より

$$\begin{aligned} T_n = & -\frac{S_n}{\pi} \log e \chi \\ = & \frac{kgln \cdot de}{K} \quad \dots\dots\dots (3.21) \end{aligned}$$

水蒸気の物質伝達率 $kgln$ が求められる。

$$\begin{aligned} de : & \text{等価直径 } m \\ a : & \text{等価半径 } a = \frac{de}{2} \quad m \\ L : & \text{管路長さ } m \end{aligned}$$

図 3.1 から各濃度 C_1, C_2, C_3 および C_4 は各部分の濃度を示し、各濃度間の物質抵抗は、次式で表わされる。

$$R_1 = \frac{1}{kgln \cdot A} \quad \dots\dots\dots (3.22)$$

$$R_2 = \frac{l}{K \cdot A} \quad \dots\dots\dots (3.23)$$

$$R_3 = \frac{1}{kgln \cdot A} \quad \dots\dots\dots (3.24)$$

$kgln$: 水蒸気の物質伝達率 $kg/m^2 \cdot h \cdot cmHg$

A : 通過面積 m^2

l : 紙の厚さ m

K : 透湿係数 $kg/m \cdot h \cdot cmHg$

全物質抵抗

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 2R_1 + R_2 \quad \dots\dots\dots (3.25)$$

物質コンダクタンス

$$U \cdot A = \frac{1}{R} = \frac{1}{2R_1 + R_2} \quad \dots\dots\dots (3.26)$$

熱ユニット数

$$NTU = \frac{U \cdot A}{Q \Omega}$$

Q : 処理風量 m^3/h

NTU により湿度交換効率 ϕ を求める。

4. 透過式全熱交換器の概要

(1) 構造

ロスナイエレメントは図 4.1 のごとく直交流形のプレートフィン式全熱交換器で、仕切板と間隔板によって構成され、一段おきに Air Path の通路が異なるハニカム構造となっており、完全にセパレートされているため、室内側の汚染空気が新鮮空気に混り合うことのない構造である。

(2) 材質

開発当初は仕切板に甲府産の特殊和紙を採用し、間隔板にクラフト紙をつかってきたが、市場よりの要求として難燃性・不燃性の気運が高まってきたため、アスベスト材質での開発もすみ現在量産導入されている。和紙については現在もおお各種の原紙について実験を試み、特性のアップをはかると同時に、原紙に特殊な薬液含浸加工を施すことによる性能アップの検討もすすめている。加工方法については、特別なコルゲートマシンおよび専用の高性能カッターによる技術を使い、安定した量産体制を着々と整えている。

(3) 性能

この透過式全熱交換器の性能を設備用ロスナイを例にとって、熱交換効率と圧力損失について示す。現在量産化している設備用ロスナイの標準機種、LS-50 形・LS-100 形・LS-200 形を例にとって、その形状・寸法・交換効率・静圧損失等を図 4.2、4.3、表 4.1 に示してみた。

この表 4.1 から明らかなように各機種の標準処理風量値での交換効率は、温度交換 80 %・湿度交換 70 %・エンタルピー交換 73 % と比較的高い交換効率を示している。圧力損失は吸込吹出形状が異なるため、機種によって違った値をとっているがおおむね 15~20 mm Aq 前後である。風量設定の仕方によって効率値・圧力損失値が変わってくるのは当然であり、各風量値は表 4.1 から求められる。

空気漏れについての理論的解析は、本誌 Vol. 44, No. 10 (昭 45 年) で詳しく述べたので省略する。

エレメントの目づまりについては実際の納入先で現場立合で確認したところ、2 年経過すなわち 4 シーズン ぐらい実用されたものについても目づまりは認められなく、吸込フィルタに規定のものを使用すればまず目づまりの心配はないという確信を得た。

したがってエレメントのライフについても、最も心配されていた目づまりを基準にして、現時点で 5 年以上の保証に自信をもった次第である。

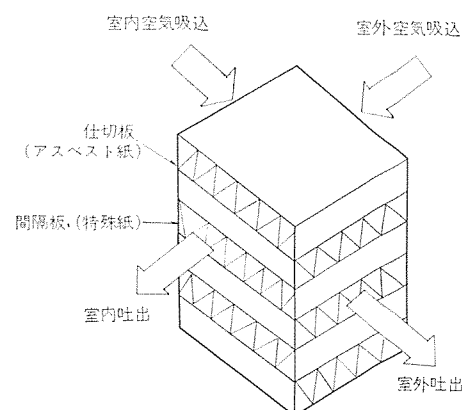


図 4.1 直交流形プレートフィン式熱交換器
DC, AC plate fin type heat exchanger.

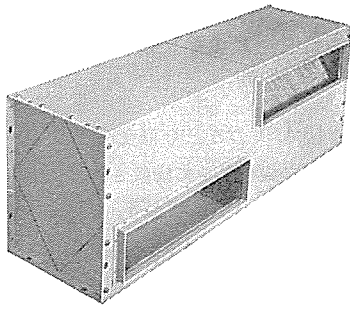
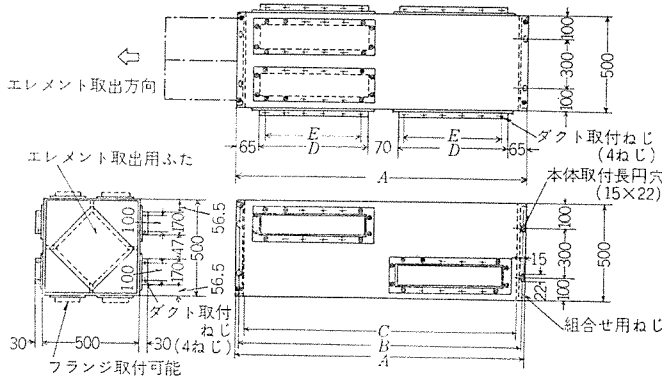


図 4.2 設備用ロスナイ（外観図）
Exterior view of LOSSNAY installation.

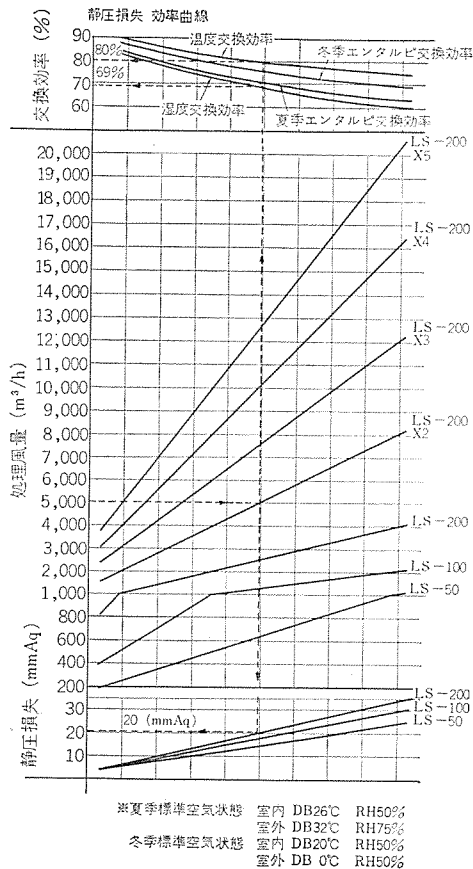


変化寸法

形 名	A	B	C	D	E
LS-50	704	674	644	252	ビッチ 100×2=200
LS-100	1,348	1,318	1,288	574	ビッチ 100×5=500
LS-200	2,636	2,606	2,576	1,218	ビッチ 100×12=1,200

図 4.3 設備用ロスナイの寸法図
Outline dimensions of LOSSNAY installation.

表 4.1 設備用ロスナイの特性曲線
Characteristic curves of LOSSNAY installation.



万一目づまりした場合でも、エレメントを本体より簡単に取りはずすことができる構造であり、ほこりを取り除くことによって初期の特性の97～98%まで復帰するという結果を得ている。

5. 応 用 分 野

透過式全熱交換器の応用については、一般には下記のようなものが考えられる。

- (i) 家庭用・空調用換気扇としてクーラ・石油ストーブ・ガスストーブとの併用利用
- (ii) 空気清浄機など、衛生機器への応用
- (iii) 列車・自動車用などの空調システムへの応用
- (iv) デパート・ビル・病院などの空調システムへの応用
- (v) ルームクーラ・エアハンドリングユニットなどの空調機器への組込利用
- (vi) 各種エネルギー有効利用機器との組合せ利用
- (vii) その他

これらの応用分野に沿って開発した機種について、製品の概要を説明する。特に住宅関連機器としてのロスナイV-1300形について詳述する。

(1) 家庭用空調換気扇 V-1300 の概要

透過式全熱交換器の第1号機種である。“冷暖房効果をそこなわない換気扇”，“室温を変えずに新鮮空気を供給する換気扇”といううたい文句をあげて、一般換気扇なみのコンパクトなユニットとして住宅用の居間・寝室等に設置することを目的として開発したものである。

- (a) 特長としては
 - (i) 熱損失の少ない全く新しい換気方式である。
 - (ii) 湿度交換が可能のため、内外温度差の小さい冷房時でも取得熱量が大きい。
 - (iii) 強制同時給排方式のため、密閉された室内でも完全に換気ができる。
 - (iv) 室内全体の温度分布を均一化する。サーキュレーション効果ももっている。
 - (v) 現代のインテリアにマッチした美しいデザインである。
- (b) 実用効果として

夏季冷房時と冬季暖房時にわけて、それぞれの温度効果・経済的効果・衛生上の効果について考えてみる。

 - (i) まず夏季冷房時に運転した場合
 - (ア) 温度効果

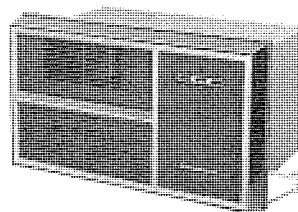


図 5.1 家庭用空調換気扇
V-1300 の外観
Home air conditioning ventilating fan V-1300.

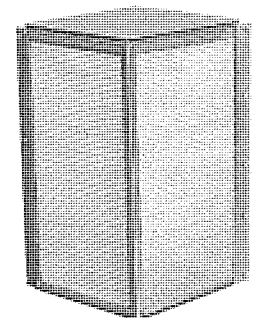


図 5.2 V-1300形ロスナイの全熱交換器
Full heat exchanger of V-1300 LOSSNAY.

表 5.1 V-1300 形 ロスナイ の特性表
Table of performance of V-1300 LOSSNAY.

形 名	周波数 Hz	ノ ッ チ	消費電力 W	回 転 数 回/時	風 量 m ³ /時	熱交換率 %	騒 音 ホーン
V-1300 V-1310	50	強	40	1,270	100	72	43
		中	33	1,020	80	74	37
		弱	28	860	70	76	33
	60	強	48	1,470	120	70	47
		中	30	1,080	85	73	38
		弱	24	860	65	77	28

全熱交換説明図 (夏の場合)

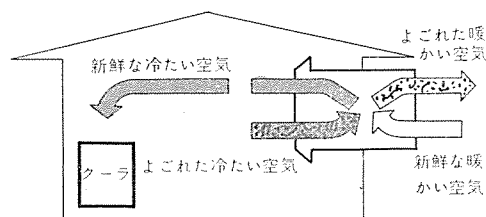


図 5.3 冷房時
Operation for cooling.

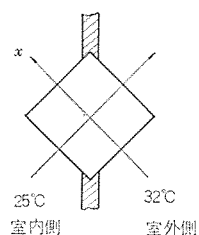


図 5.4 冷房時の温度効果
Temperature effect in cooling.

$x = 32 - (32 - 25) \times 0.72 \approx 27^\circ\text{C}$
戸外より5°C低い新鮮空気が得られる。
この場合は除湿作用が働くので実質
効果は大きくなる。

(イ) 経済的效果

条 件	室 内	温度 25°C	湿度 50 %
	戸 外	温度 32°C	湿度 75 %
	室内の大きさ	8 畳	
	換気量	100 m ³ /h	
	温度交換効率	72 %	
	エンタルピ 交換効率	68 %	
結 果	取得顕熱量	145 kcal/h	
	取得潜熱量	635 kcal/h	
	取得全熱量	780 kcal/h	
	取得金額 (1 日 10 時間 100 日 運転の場合の電気代節約):	5,700 円	
	設備費の節約	約 3,500 円	

(ii) 冬季暖房時に運転した場合

(ア) 温度効果

(イ) 経済的效果

条 件	室 内	温度 20°C	湿度 50 %
	戸 外	温度 0°C	湿度 70 %
	室内の大きさ	8 畳	
	換気量	100 m ³ /h	
	温度交換効率	72 %	
	エンタルピ 交換効率	68 %	

全熱交換説明図 (冬の場合)

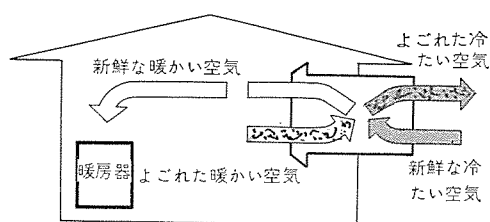


図 5.5 暖房時
Operation for heating.

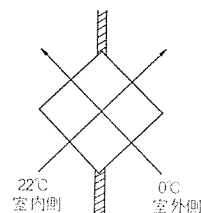


図 5.6 暖房時の温度効果
Temperature effect in heating.

$x = (22 - 0) \times 0.72 = 15.8^\circ\text{C}$
室内が22°Cに暖房されている
時は0°Cの新鮮空気が
15.8°Cとなって室内へ供給
される。

結 果	取得顕熱量	415 kcal/h
	取得潜熱量	195 kcal/h
	取得全熱量	610 kcal/h
	取得金額 (1 日 15 時間 120 日 運転した場合の燃料節約 代):	白灯油 約 4,300 円 ガス 約 12,000 円

次に冬季暖房時、実際のへやに取付けた場合のデータを紹介する。

試験の条件は、木造住宅6畳和室 (アルミサッシ 付き) で反射形三菱石油ストーブ KB-142 形を併用したときの、室内温度分布・サーキュレーション効果・清浄度合等について、外気直導入の一般換気方式の場合と比較してみた。

図 5.7 は室内温度分布とサーキュレーション効果、および熱損失の割合等が比較でき、図 5.8 は CO₂ 減衰による室内清浄度比較したものである。この結果から 100 m³/h の外気直導入の一般換気の場合は、ロスナイ運転の場合にくらべて熱ロスが大きく、したがって室内温度の低下も著しく、また外気導入の口元においては平均温度よりも4~5°C低い値となり、居住環境としては悪く Dead Space となってしまう。また室内の湿度変化を比較してみても、石油燃焼により発生する水蒸気が室内の相対湿度をアップさせ、ロスナイ運転の場合は温度 22°C・湿度 55 %、外気直導入の場合は温度 18.7°C・湿度 48 % となり、ロスナイによる湿度交換の作用がはっきりと現われており、見かけ上の加湿の効果をもっていることがわかる。

室内空気の清浄性については CO₂ の減衰特性から、外気直導入の場合と大差なく、6畳ぐらいの大きさの容積では換気量 100 m³/h 近辺が適量と考えられる。石油ストーブを燃焼させたときの独特の刺激性排ガス臭もほとんど無視できる程度に減少している。

(2) ウインドロスナイ 機種名 WF-1301 (図 5.9)

ウインドファンと同形タイプであり、窓へ簡単に取付けができ、夏・冬はロスナイとして中間期は換気扇として使用できる。処理風量 120 m³/h

(3) 業務用ロスナイ 機種名 LG-50 (図 5.10)

事務所の会議室・美容院・喫茶店等の業務用である。処理風量 500 m³/h

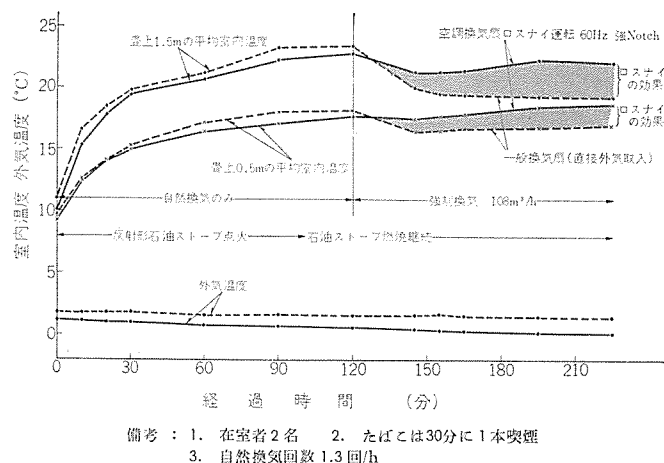


図 5.7 空調換気扇 ロスナイと一般換気扇との室内温度比較
Comparison of room temperature between that with air conditioning ventilating fan LOSSNAY and that with ordinary ventilating fan

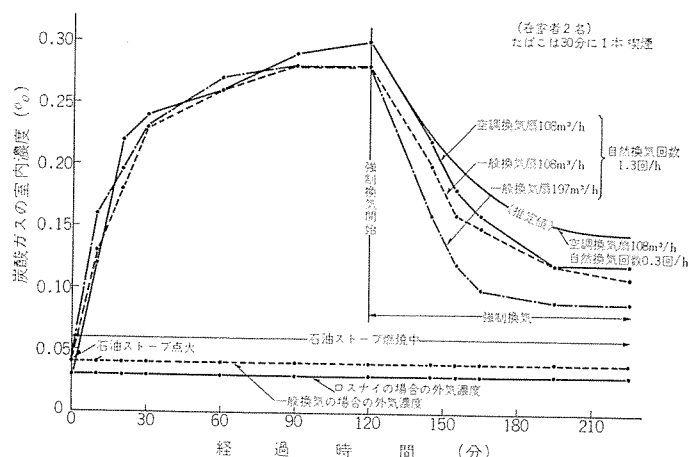


図 5.8 空調換気扇と一般換気扇の室内清浄化の比較
Comparison of room air cleaning that with air conditioning ventilating fan and that with ordinary ventilating fan.

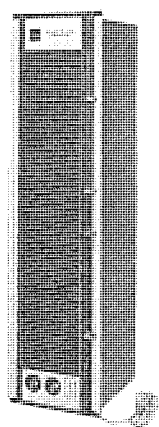


図 5.9 ウインドロスナイ
Wind LOSSNAY.

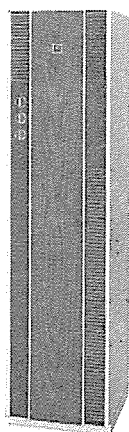


図 5.10 業務用 ロスナイ
LOSSNAY for business use.

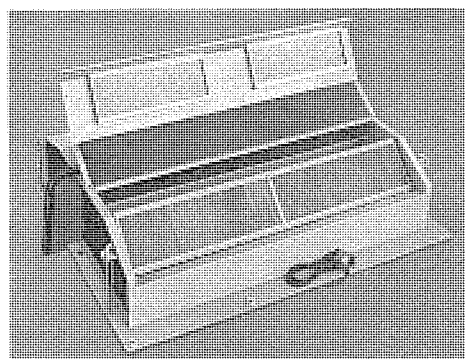


図 5.12 列車用 ロスナイ
LOSSNAY of train use.

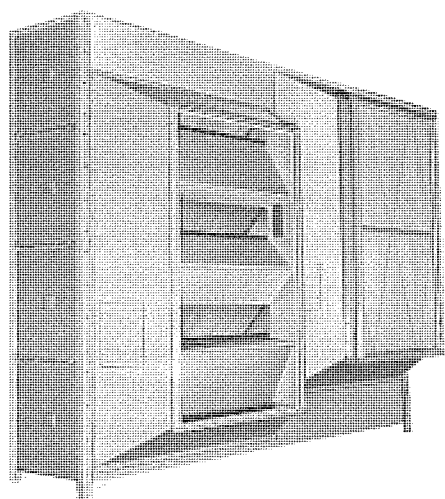


図 5.11 設備用 ロスナイ LS-200×4 台
Four units of LOSSNAY installation LS-200.

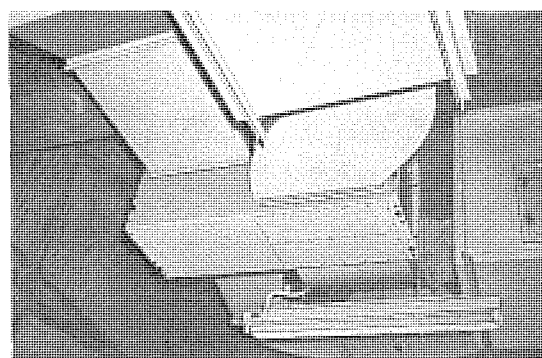


図 5.13 NHK 神戸放送局の設置例
Example of installation at NHK Kobe Broadcast Station.

m³/h 処理できる能力をもっている。

ロスナイを空調設備の中に使用した場合、換気による熱損失がロスナイを使用しない外気直導入方式に比べ 1/3～1/4 程度になり、設備費・維持費を減ずることが可能となる。この取得は空調の熱容量 OA 等によってその効果は異なるが、OA 量が室内冷暖房処理風量の 10% 以上であれば十分経済的価値が生じ、OA 量増加に伴ってロスナイを設置する効果はますます上昇してゆくことになる。

図 5.13, 5.14 は設備用ロスナイの設置例である。

(5) 列車用ロスナイ 機種名 LT-1000 A (図 5.12)

冷房車用の屋根に取り付けて OA 補給を行なう。図 5.12 は関西の大手私鉄へ納入したもので、すでに実用運転に入っている。処理風量 1,000 m³/h

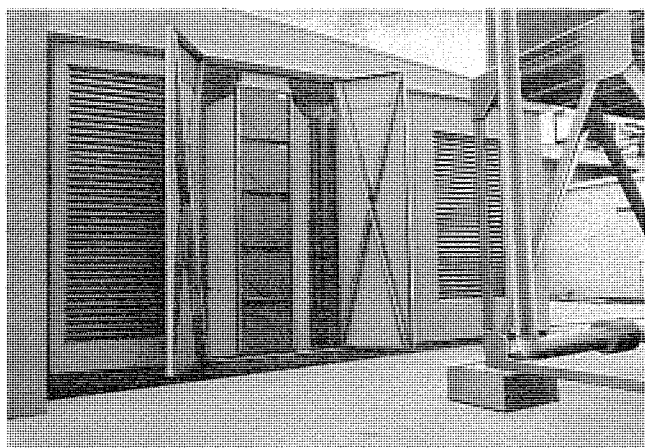


図 5.14 川崎医大の設置例
Example of installation at Kawasaki Medical College.

6. 将来の展望

大気汚染公害に対する国民の関心が高まりつつある今日、汚染の源である燃料に対して、その高品質化傾向は必至であり、したがって発生熱量の有効利用についてももう一度見直す必要があることと、人間尊重の立場に立った居住空間の快適性を追求するという点から、ロスナイの改良開発はすすめられねばならないと考える。

このロスナイをよく現状に即したものに充実させるためには、次の三つがあげられる。

- (1) エレメント新素材の開発と薬液含浸による性能向上
- (2) エレメントの構造・形状の最適化
- (3) 応用分野の拡大

まずエレメントの素材であるが、現在は特殊和紙・特殊アスベスト紙等のいわゆる紙系のものが主要材料となっているが、ロスナイの素材としては紙類に限ったものではなく、透湿性のよいもので透気性の悪いものであれば PI 材料でもよいわけである。

また種々の化学加工を施すことにより、すぐれた特性をもった素材が誕生することも基礎実験で明らかになっており、現在実用化の検討を急いでいる。

次にエレメントの構造・形状についてであるが、現在の構造の見直し、また形状についても大容量形の市場要求からエレメントの大きさも大形化へ方向へ検討をすすめている。

最後に応用分野の拡大であるが、今後のニーズを十分検討し、より満足していただけるものを幅広く造ってゆく必要があると考える。

7. むすび

ここに述べた全熱交換器“ロスナイ”のようなものの全勢時代が地球上にくることを本当に否定できるだろうか。

地球上の全エネルギーは有限である。現在では単なる経済的な面からエネルギー節約への金銭上の試算をしているのかも知れない。

現実にかえればロスナイを使うことによる経済的価格が認識されるであろうし、それがまた当然とも思われる。経済的な要素を満足し、かつ快適性をより理想的なものへ近づける手段としてのロスナイ、損失のない、ロスのないということから名付けられたロスナイ、このような目的・効果を備えたものが今後の冷暖房業界を限らず、さらに広範囲に各種産業へ利用貢献されてゆくものと考ええる。これは日本のみに限らず世界的傾向となるであろう。

参 考 文 献

- (1) 吉野：透過式全熱交換器（ロスナイ）の開発，三菱電機技報，44，No. 10（昭45）
- (2) 吉野：全熱交換器“ロスナイ”の利用，建築設備と配管工事 10，No. 9（昭47）
- (3) 井上：空気調和ハンドブック，丸善
- (4) 日本機械学会：伝熱工学資料

最近の換気扇

六戸幸男*

The Latest Ventilating Fans

Nakatsugawa Works Yukio Shishido

With the prevalence of ventilating fans, public sense to the ventilation in kitchens as main places and in bath rooms, toilets and living rooms has been rapidly aroused. In consequence, ventilating fans optimum to the use for respective places are now in demand and the trend of itemizing and specializing them in accordance with the operation has become more and more intensive.

Also with the advent of super-high building for collective residences in big cities, it is certain that the function of ventilating fans is desired to be advancing in an entirely new direction. This article describes the application of the ventilating fans having the background referred to in different ways depending on the use and function called for.

1. ま え が き

換気扇が我々の生活の中へ入り込んできたのはつい最近のことであるが、ここ数年間の変化はめざましいものがあり、ちゅう(厨)房中心の考え方はいまだに根強いものがあるが、ちゅう房のみならず、浴室・トイレから居間に至るまで換気に対する意識は急速に高揚している。

一方、住宅構造・生活様式・食生活などに密接な関係を持ち、より快適な居住空間を作り出さんがために、それぞれの用途に応じて換気扇が細分化され専用化されてきた。特に住宅構造の変化では、5～10階建ての中高層集合住宅に代わって、25～30階建ての超高層集合住宅が出現するに至って、ますます専用化された機能を持つ換気扇が要求されている。

ここでは、このような背景にある換気扇の用途と機能がどのように使い分けられているかを紹介する。

2. 換 気 の 基 礎

換気的方式には自然換気的方式と機械換気的方式がある。元来日本の住宅は夏向きに作られ、通風という面ではかなり考えられていると言われているが、冷暖房の普及してきた今日、室内の密閉化が進み、四季・時刻・風向き・地形・回りの建物などの条件でいかようにも変わる自然換気的方式では、換気不足・換気過剰の問題は常に発生する問題であり、これを解決するには機械換気的方式によるしかないことは言うまでもない。

一般に機械換気には二つの方式があり、ローペラ形換気扇に代表される全体換気方式と、レンジフードファンに代表される局所換気方式とがある。全体換気方式は、空気のごくごく幅広く分布する場合や移動して定まらない場合などに採用し、局所換気的方式はよごれの発生が固定している場合やまわりに拡散させたくない場合に採用するとよい。

3. 換気風量の設定

換気風量の設定にあたってはいろいろの方式があるが、法的規制力のあるものに建築基準法がある。これにはいろいろ細かい条件の下で、どれだけの換気量を必要とするかを決めているが、ここでは最も代表的でわかりやすい方式、すなわち全換気量をすべて換気扇

表 3.1 理論廃ガス量
Theoretical waste gas volume.

燃 料 の 種 類			理 論 廃 ガ ス 量
燃 料 の 名 称	発 熱 量		
1 都 市 ガ ス	1 m ³ につき	5,000 kcal	1 m ³ につき 5.34 m ³
2 都 市 ガ ス	1 m ³ につき	3,600 kcal	1 m ³ につき 3.93 m ³
3 天 燃 ガ ス	1 m ³ につき	4,500 kcal	1 m ³ につき 4.95 m ³
4 天 燃 ガ ス	1 m ³ につき	9,500 kcal	1 m ³ につき 12.5 m ³
5 L P ガ ス (プロパン主体)	1 kg につき	12,000 kcal	1 kg につき 12.9 m ³
6 プ タ ン エ ア ガ ス	1 m ³ につき	7,000 kcal	1 m ³ につき 7.33 m ³
7 燈 油	1 kg につき	10,300 kcal	1 kg につき 12.1 m ³

によるものとし、かつ用語も我々になじみやすい語句に変えて説明しよう。

3.1 ちゅう房の場合

ちゅう房の場合は燃焼器具をもとに決定する。その計算式は次のように表わされる。

$$V = K \times Q$$

V : 必要換気風量 (m³/h)

K : 理論廃ガス量に40を乗じて得た量 (m³/m³ または m³/kg)

Q : 燃焼器具の燃料消費量 (m³/h または kg/h)

3.2 居室の場合

居室の場合は収容する人員により決定する。その算式は次のように表わされる。

$$V = \frac{20A_f}{N}$$

V : 必要換気量 (m³/h)

A_f : 居室の床面積 (m²)

N : 実況に応じた一人当たりの占有面積 (m²)

ちゅう房・居室にかかわらず以上の算式にて求めた風量は最低限度の数値であって、これ以上の数値にすることが望ましい。

4. 換気扇の取付位置と空気取り入れ口

換気扇の取付位置と空気取り入れ口の関係も重要な要素である。図4.1にその一例を示すが、全体換気的方式では、空気の滞留がなく、新鮮空気がへや中くまなくいきわたるように、また局所換気

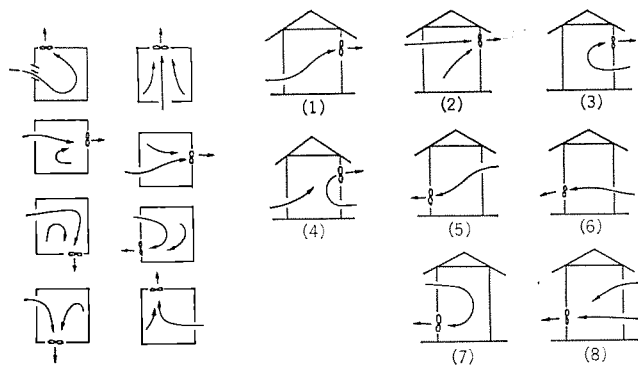


図 4.1 取付位置と空気取り入れ口
Mounting position and air intake.

の方式では、よごれた空気を確実に排気するよう配慮する必要がある。また言うまでもないが空気取入れ口は忘れずに設けるようにする。

5. 換気扇の種類と用途

換気扇の使われる場所は依然としてちゅう房が多く、全体の半分以上を占めている。しかし、前にも述べたように、浴室・トイレを中心に、ちゅう房以外の使用もかなり多く、これが現在の換気扇の急激な普及の一端をになっているとも言える。これらの換気扇がそのへやの用途に応じてどのような機能が要求されているのか述べよう。

5.1 ちゅう房用換気扇

現在ではちゅう房には100%と言ってよいほど取り付けられている。ちゅう房用換気扇に要求される機能とは、大きく分けて次の四つがある。

- (1) レンジなどの燃焼器具から発生する燃焼ガスの排気
- (2) 燃焼のために必要な新鮮空気(酸素)の供給
- (3) 調理により発生する煙・水蒸気・油などの排気
- (4) 換気設備の油滴による汚染防止対策

これらの諸点と次にあげる二つの換気方式(全体換気と局所換気方式)とを併せ考慮し決定する。

5.1.1 全体換気方式

全体換気方式の換気扇には、NEW COMPAC 換気扇があげられるが、これは古くからある換気扇が形を変えて今日に至ったもので、最も一般化した換気扇である。大風量でへやの中の空気全部を短時間のうちに排出し、同時に煙や油滴などを排出する方式であり、清掃性を重視した分解着脱方式・油処理を考えた油たま(溜)り付油受、安全性に重点をおいた油受、羽根、スピナの落下防止構造など、さまざまな工夫がこらされている。

5.1.2 局所換気方式

欧米などのちゅう房ではほとんど局所換気的方式を取っているが、これにはレンジフードファンを使用したものが大部分である。わが国においても急速な伸びを見せている換気扇で、調理により煙・油などの汚染空気を直接排気するもので、全体換気方式の換気扇に比べて風量はかなり少ないが、レンジの真上に取付けるため換気効率是非常に高い。このため将来のちゅう房換気の主流となる換気方式である。

5.2 用途別換気扇

ここ数年のうちに種々の換気扇が生まれたが、そのほとんどが用途別換気扇である。それぞれの用途にあった機能を持つべく改良され今日に至っている。

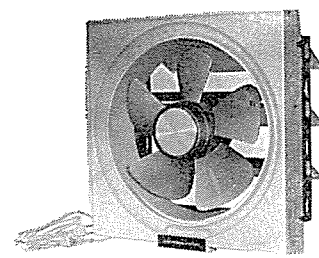


図 5.1 NEW COMPAC 換気扇
New compac ventilation fan.

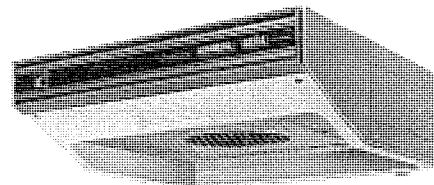


図 5.2 レンジフードファン
Range-hood fan.

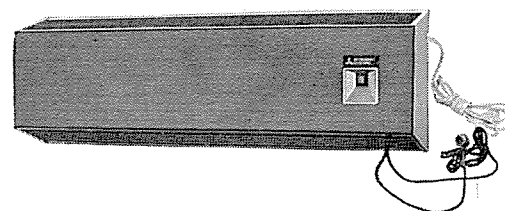


図 5.3 お座敷用換気扇
Living room ventilation fan.

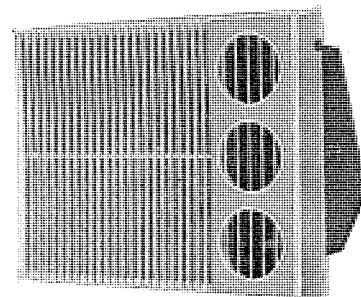


図 5.4 浴室用換気扇
Bath room ventilation fan.

5.2.1 居室用換気扇

居間・応接間・寝室などの換気扇で、よごれはちゅう房ほどひどくない場所であるので、風量はそれほど必要でなく、特に低騒音に設計されていることが特長である。機能も単に排気のみでなく、吸気・循環などいろいろな機能をもっている。

居室はまだまだ換気扇が取付けられるケースが少ないが、今後開拓される用途の一つである。

5.2.2 浴室用換気扇

トイレの換気扇とともにかなり高い普及率を示している換気扇であり、今後もさらに伸びる可能性がある。浴室は他のへやに比べて、湿気の面で非常に条件が悪い。浴室の天井や壁はもちろん、中の器具の寿命を長くし、夏場の湯気による暑苦しさを追放するのに欠くことができない。密閉度も他のへやに比べて高いので自然の気圧のバランスを利用した同時吸排式を採用し、新鮮空気の取り入れ口を兼用して、めんどろな工事を少しでも省略した換気扇である。

5.2.3 トイレ用換気扇

トイレが水洗式でもくみ取り式であっても絶対不可欠といえる。特にわが国のように下水道の発達が遅れている現状ではなおのこと

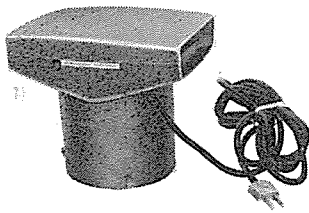


図 5.5 トイレットファン
Toilet fan.

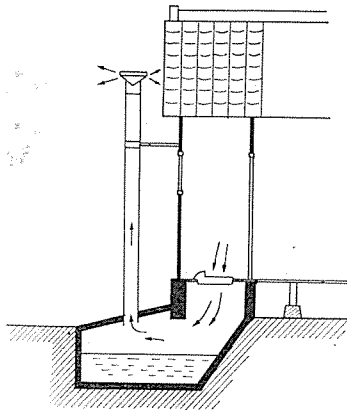


図 5.6 トイレットファンと臭突の取付け
Toilet fan and mounting of smell releasing chimney.

表 5.1 便池内のうじとハエの発生状況
(2病・5病棟) 昭和41年
Hatching of maggots and flies in a mature sink.

月 日	便池内の 温 度	ハエの数	うじの数	トイレット ファン使用	アンモニア ガ ス
7. 21	28°C	(-)	(-)	使 用 中	0 ppm
26	28°C	(-)	(-)	使 用 止 め	
↓	↓	↓	↓	↓	↓
8. 1	28°C	(+)	(+)	使 用 止 め	30 ppm
↓	↓	↓	↓	↓	↓
8. 7 午前	29°C	(卅)	(卅)	使 用 止 め	40 ppm
8. 7 午後	29°C	(卅)	(卅)	使 用 始 め	
↓	↓	↓	↓	↓	↓
8. 16	28°C	(卅卅)	(卅)	使 用 中	10 ppm
8. 26	25°C	(+)	(+)	使 用 中	0 ppm
9. 1	24°C	(-)	(±)	使 用 中	

◎ ふたにて密閉し48時間後のハエ取紙に付いたハエの総数

- (-) 1匹も付いていない
- (+) 10匹以下付着
- (卅) 10~30匹付着
- (卅) 30~50匹付着
- (卅卅) 50匹以上付着

◎ うじの発生数

- (-) うじの数を見ない
- (±) うじの数を少し見るが動いていない
- (+)
- (卅) 相当数動いているが便池の壁についでいない
- (卅) 無数に見え動き便池の壁にはい上っている

である。

くみ取り式の場合では、取付けに若干の注意を要するが、それは図 5.6 に示すように、室内の空気が便器から下へ流れるように臭突を取り付けることである。

またトイレットファンの効用であり知られていないものに、うじ(蛆)の発生が防止できるメリットがある。表 5.1 は西海医報より抜粋した実例であるが、うじの発生とアンモニアガスの関係など思わぬものがありおもしろい。

6. 集合住宅の換気

今までは、一般住宅(一戸建て)を中心とした換気について述べてきたが、当社が昭和43年に開発して以来各方面から注目されている換気扇に、中高層用ダクトファンがある。大都会における住宅の高層化の傾向は今後もいっそう進み、今まで一戸建て住宅では要求されなかったダクト排気による圧損、外風による圧損などに対してその性能を極端に落とすことなく、建築様式にも合致したものが要求されている。

当社では昨春秋、こうした要求を一步進めたデラックスタイプ、2へや用タイプ、露出タイプ、パイプファンなど各種の機種を追加し、いっそう他メカの追従を許さないものにした。

また、現在計画の段階ではあるが、集合住宅の高層化はさらに進み25~30階建ての超高層集合住宅の出現に至っては、ダクトファンによせる市場の要求はますます高まってこよう。

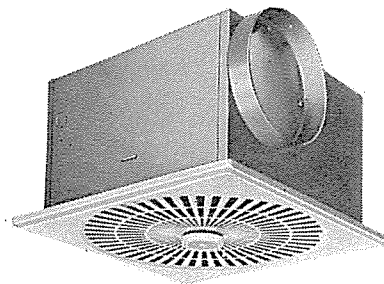


図 6.1 ダクトファン(標準形)
Duct fan (standard type).

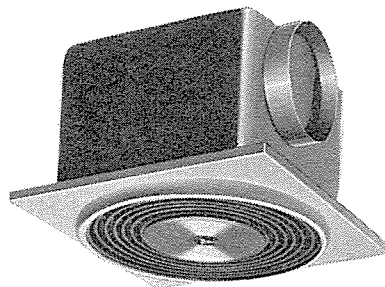


図 6.2 ダクトファン(デラックス形)
Duct fan (deluxe type).

7. む す び

すでに換気扇は1へや1台の時代に入ってきたといわれている。今まで進んできている細分化・専用化の傾向は今後ますます進み、住宅構造の変化などと結び付いて今後も安定した需要が続くであろう。

排気形 石油温風ヒータ (HEAT-66) の開発

吉 野 昌 孝*

Development of Mitsubishi Hot Air Heaters (HEAT-66)

Nakatsugawa Works Masataka Yoshino

Room air heating equipment includes a variety of types ranging from central heating arrangement to kerosene stoves. As heaters of domestic use kerosene stoves are the ones most popular, but smell caused by the combustion gas and harm to the health are complained very often. The latest elevation of living standard gives an impetus to this dissatisfaction. To cope with it Mitsubishi hot air heaters have been worked out with an aim of realizing new and unique national heating apparatus which will meet the desire of people. They consume the petroleum as fuel to effect inexpensive operation. They are easy to install in any places and equipped with exhaust piping by simple construction work with the provision of safety devices to be free from the worry of fire hazard.

1. ま え が き

住居における暖のとり方としては、火鉢・こたつといった局部暖房にはじまり、最近の庶民暖房としては、石油ストーブがその王座をしめている感がある。一方、暖房のピンにはセントラルヒーティングがあり、わが国でも徐々に普及されているが大衆にはまだほど遠いものがある。この石油ストーブとセントラルヒーティングとの距離は相当あり、その間に存在する第3の暖房といったものがあってもよいのではないか。石油ストーブの排ガスによるにおい・不衛生から抜け出し、快適にして経済的にしかもどこへでも簡単に据付けができ、かつ安全性の高い暖房機、そんなだれもが望んでいるような暖房機を追い求めてから4年になるが、47年度はHEAT-66のペットネームとともに相当の反響を呼び、今後この種のものが新しい大衆暖房としての地位を築いてゆくことが予想される。ここでは、温風ヒータHEAT-66の開発意図・主性能についてまとめる。

2. 開発の主眼点

石油ストーブが一般大衆暖房として現在全国で年間500万台程度の需要があり、高い普及率をしめているが、これは燃料費が、電気の1/5、ガスの1/2.5である安い灯油を使い、手軽にへや中を暖房できることによるが、暖房の快適性・衛生性からは決して満足すべきものではない。最近の住宅構造が気密され、所得の向上、公害ブームなどと相まって、臭い不衛生ガスの発生する一般の石油ストーブから脱皮したいとする考えが高まりつつある。しかし、ポータブル石油ストーブから一飛びにセントラルヒーティングに乗りかえることは困難が多い。まず設備費がけた違いに高い、その上維持費の面からも石油ストーブからみればやはりけたが違ふ。そこで考えるのが燃焼ガスが屋外へ排気できる衛生暖房、しかもやけども火災も心配のない安全暖房はあるだろうか、そのうえ、どんなへやでも簡単に据付けられる本当の意味での大衆暖房とは何か、この新しいテーマの解決を求めてスタートを開始した。当時は排気形の衛生暖房としてはガスではサキュレタ、石油ではポットストーブが存在していたが、どこへでも設置でき簡単に使えるものとは言い難い製品であった。いわゆる排気工事に大がかりな本格的工事を必要とし、既設の家屋には取付けに抵抗を感じ、そのうえ暖房能力も少く、普通の6〜8畳での使用には満足の得られる製品ではなかった。排気形石油温風ヒータの開発意図

は、以上のようなものであり整理すると次の4点にまとめられる。

- (1) 排気工事の容易性(どこへでも容易に設置できること)
- (2) 安全性の追求(幼児がいても危険がないこと)
- (3) 屋室公害の追放(外への排気ガスもできるだけきれいにすること)
- (4) 安い設置費と維持費(製品価格は安く、燃料は経済的な灯油であること)

これら基本的事項を満足させ、さらに消費者にとっては使い勝手の良い新しい国民暖房機の開発に4年ほど前より着手したわけである。

3. 開発の経過

暖房に用いる燃料としては前述のように石油の経済性を生かすとして、次の問題はどんな燃焼器を使うかである。石油を燃焼させるには種々の手法があり、通常的心式からポット式、ガン式、さらに高級な空気混合式までであるが、手はじめとして、構造が容易であり、燃焼特性がすぐれ、そのうえ使い勝手が大衆に浸透されている心式を選び、その高熱な排ガスをフードで吸込み、熱交換器にて高温ガスを冷却し、低い温度の排ガスとして簡単なホースで捨てる。すなわち石油ストーブのような気軽さで使え、排気式なので室内ではいやなにおいや有害ガスもなく、健康的で快適な暖房が楽しめ、さらにやけど・火災などの心配がないように、安全性の面でも従来の石油ストーブを大幅に脱皮した新しい暖房機を開発していった。

過去3年間の外観を示す。

初期のものは過熱消火装置・対震自動消火装置等がなく、最低限



図 3.1 45年形 温風ヒータ
Showa 45th year type hot air heater.

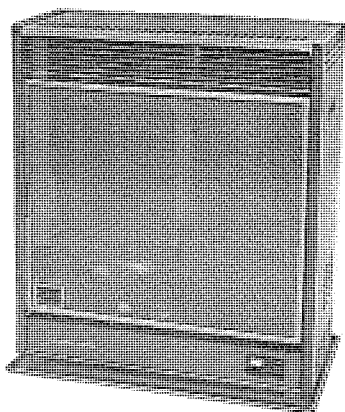


図 3.2 46年形 温風ヒータ
Showa 46th year type hot air heater.

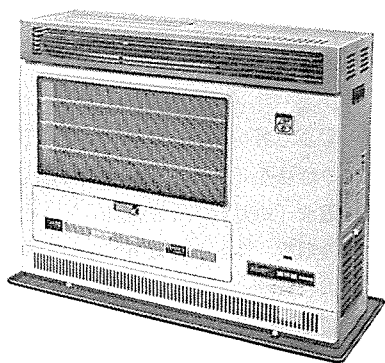


図 3.3 47年形 温風ヒータ
Showa 47th year type hot air heater.

の目的であるにおい・やけど等を解決したものであったが、最近はお記の両消火装置も備え、より完全なものへと進歩している。

4. 温風ヒータの原理

図 4.1 に温風ヒータのダイアグラムを示す。まず石油燃焼器によって灯油を完全燃焼に近い状態で燃焼し、有効に熱エネルギーに変換する。しかしその熱エネルギーの中には暖房に必要な熱と、一酸化炭素・亜硫酸ガス・炭酸ガスが同居している。(従来の石油ストーブはこの状態で室内に放出されている)。したがっていやなにおいや有害ガスによって不快なばかりでなく不衛生な状態であった。そこで暖房に必要な熱エネルギーのみを室内に供給するために、その燃焼ガスを金属タイプの熱交換器へ導入する。この作用は排気用送風機によって行なわれる。同時に室内空気が温風用送風機によって熱交換機へ送られる。熱交換器によって、燃焼ガスから暖房に必要な熱エネルギーのみがとり出されて、室内空気を温風に交換して室内を暖房する。一方、燃焼器からは燃焼によって得た熱を放射熱として放出し室内を暖房する。

熱交換器によって熱を奪われ冷却された燃焼ガスは、排気用送風

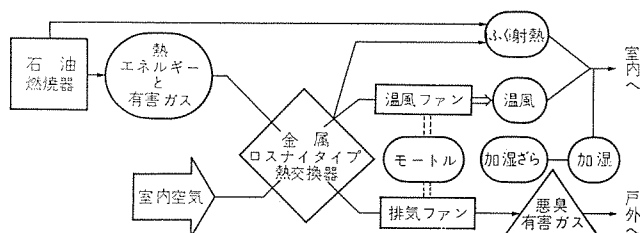


図 4.1 原理ダイアグラム
Diagram showing the principle.

機によって排気ホースに導かれ、90°C以下の低温排気ガスとして戸外に排出される。

5. 温風ヒータの構造

本体構造の主要は次の四つから成る。

- (1) 白炎対流式直線形燃焼器
- (2) 多層板式交差流形熱交換器 (金属ロスナイ)
- (3) 温風・排気用軸流送風機
- (4) 各種安全装置

燃焼器はユニークな直線燃焼形の白炎対流式であり、アルミダイカストの心案内機構、ステンレス製の通風板など長期間にわたって、安定した燃焼が行なわれるよう設計されている。

熱交換器は耐熱・耐食などにすぐれたアルミめっき銅板を素材とする多層プレート式直交形エレメントを、箱体の中へシリコン系の耐熱パッキンとともにそう入し、排気ガスと冷却風(温風)とが混合することのないように作られている。

送風機は、直径の大きい羽根を低速で回転させ、低騒音で耳ざわりにならない音質となるようなふく(幅)流両軸形を採用している。

さらに安全装置としては、地震によるゆれ、転倒によって消火する水を使わない純機械式対震自動消火装置、燃焼器の異常燃焼時(周囲温度の異常上昇、燃焼器への多量なほこりの付着等)による過熱状態のときに消火する自動過熱消火装置、排気ホースにカーテン等がふれても危険がなく、排気まわりを安全に保つために排気ガスの温度が100°C以上になると自動的に排気を停止させるためのオートカット、温度ヒューズを備えている。したがって温風ヒータの2大特長としては、排気式の快適暖房であるとともにその安全性について特に留意し、火災等の危険を皆無にするために前記の対震自動消火装置および過熱消火装置には特に留意した設計がされている。

その構造図を図 5.1 に示す。

対震自動消火装置は、地震のゆれによる落下球の力により消火板を動作させ、炎を完全に消火板でしゃへい(遮蔽)して消火させる純メカニズム式で、火を消すために水・薬品等を使わないので、誤って暖房機を動かしたために消火させてしまったときの再点火には、何

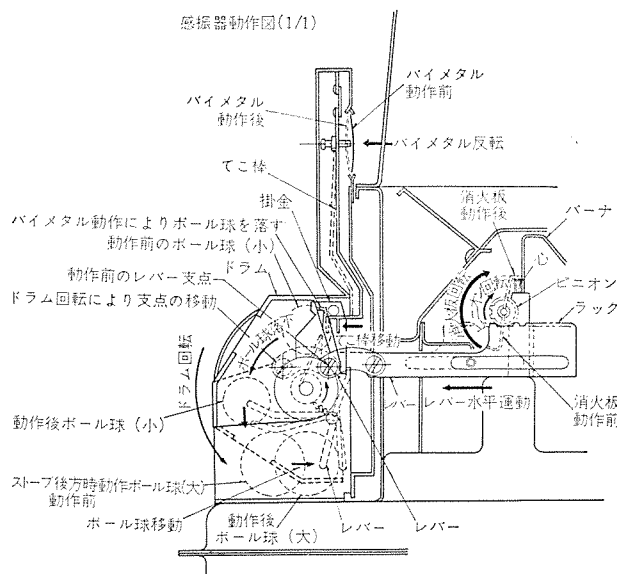


図 5.1 対震自動消火および過熱消火装置
Earthquake-proof automatic fire extinguisher and overheat fire extinguisher.

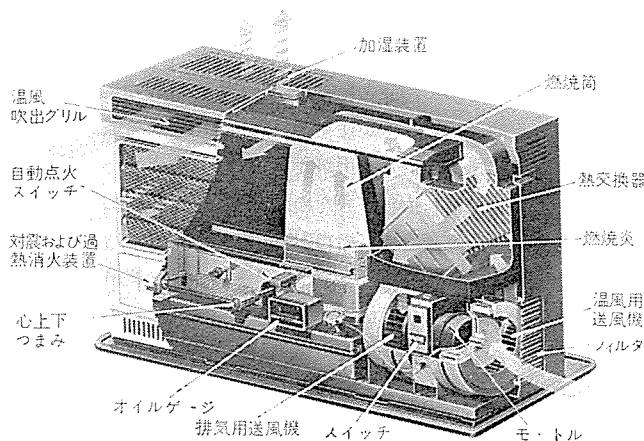


図 5.2 温風ヒータ構造図
Construction of hot air heater.

の支障もなくきわめて都合のよい消火機構といえる。さらに何らかの異常で過熱燃焼した場合も図 5.1 に示す特殊反動作形のバイメタルにより、消火板を動作させ、地震時と同様に消火作用をし安全を保つように造られている。

外わくは前記の主要部分を断熱板を含めた二重構造で包んだ構造とし、暖房機の表面温 80°C 以下にし、やけど・火災等の危険をなくし、あわせて外観美も備えた形状としている。

排気式の清潔暖房につきものの乾燥してノドがかわく不快さを解決するため、水量 1.2 リットルの大きな加温ざら(皿)を設け、快適な暖房効果が得られるようにしている。

内部構造の概要図を図 5.2 に示す。

6. 仕様およびおもな性能

仕様を表 6.1 に示す。

次に実使用上でのおもな性能をあげる。

(a) 室内温度分布 (図 6.1)

室内の断熱その他により異なるので数値的にきめつけることはできないが、実験結果の一例を示す。

(b) 排気有無による室内汚染

図 6.2 にその比較を示すが、排気形が いかに室内空気を汚さないかがうかがえる。

(c) 各部の表面温度 (図 6.3)

本体の表面温度はやけど等の安全性に大いに影響する。KN-3000 B における周温度 20°C、強排気の場合の各部温度を示す。それによると最高でも 70°C まで上らず、その安全性の高いことがわかる。

(d) 騒音

騒音は低いことが望ましく最近の製品は特に低騒音化への努力が払われているが、製品の大きさ・価格などからむずかしいのが一般である。温風ヒータの騒音は表 6.2 のように弱排気では 40 ホン以下に設定し、実用上支障のない程度にしている。

表 6.1 温風ヒータ仕様一覧
List of specification of hot air heater.

仕様 機種	発熱量 (高/低) kcal/h	暖房能力 (畳) 畳	オイルタンク容量 l	熱効率 %	燃焼温度 °C	点火 方式	心 構造	ファン 形状	消火装置	加温ざら
KN-3000 B	3,000/2,800	6~10	4.5			電気自動点火	ガラス心	1.6 cm ふく流形	しゃ閉板式	1.2
KN-4000 B	4,000/3,700	8~12	7	85以下	90以下					

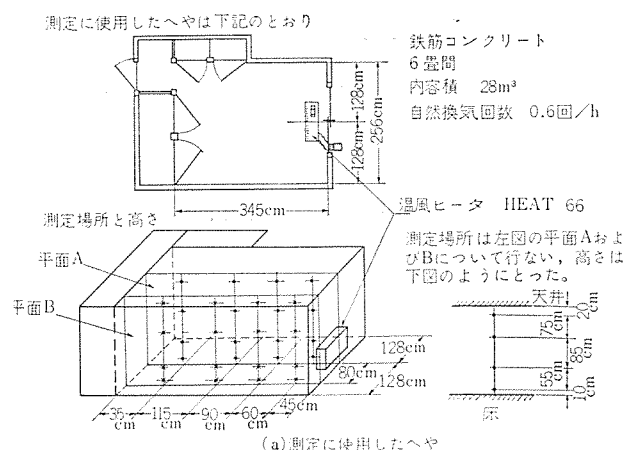


図 6.1 室内温度分布 (戸外温度 0°C) の実験結果
Test result of room temperature distribution.

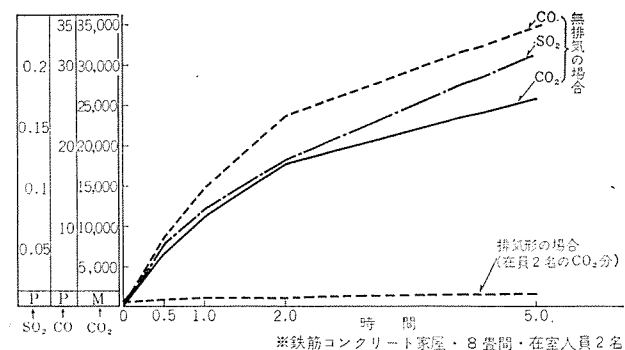


図 6.2 ストーブによる室内空気汚染
Room air pollution with stove.

内容	米	国	ソ	連	日	本
SO ₂	0.1~0.15 ppm		0.055 ppm		0.050 ppm	(44年閣議決定)
CO	50 ppm		18 ppm		10 ppm	(45.2 閣議決定)
CO ₂	5,000 ppm		5,000 ppm		15,000 ppm	1,500 ppm

注) CO₂ 15,000 ppm は労働安全衛生規則
1,500 ppm は都条例

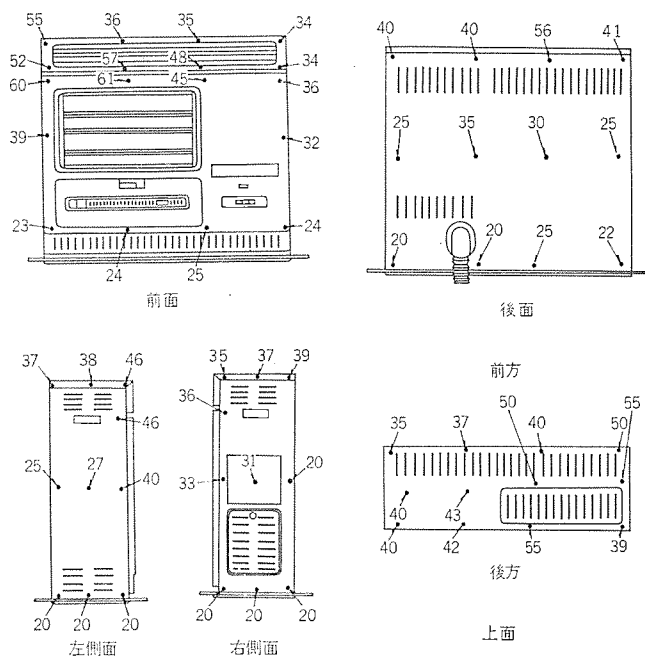
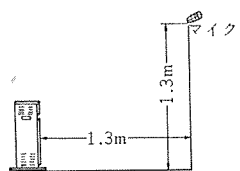


図 6.3 KN-3000 B における各部の表面温度
Surface temperature of various parts of KN-3000 B.

表 6.2 騒音値
Noise value.



KN-3000 B			KN-4000 A		
50 Hz	強	44 ホン	50 Hz	強	44 ホン
	弱	39		弱	39
60 Hz	強	45	60 Hz	強	45
	弱	40		弱	40

表 6.3 加湿量
Heating volume.

形 名	条 件	加 湿 量
KN-4000 A	最初の 1 時間	80 g/h
	1 時間以上経過後	150 g/h
KN-3000 B	最初の 1 時間	60 g/h
	1 時間以上経過後	120 g/h

注) 上記加湿量は周囲温度 26°C、湿度 45% のときのものであり、周囲温度、湿度により大きく変化する。

(e) 加湿

排気形の暖房は燃焼の水分をも共に外へ捨てるため、室内は乾燥状態になるのでどうしても加湿装置が必要となる。温風ヒータには 1.2 l の水容量をもつ加湿ざらが付いており、使用に便ならしめている。

7. 今後の方向

暖房の理想の姿とは何であろうか。現在のところ センtral ヒーティ

ング、さらには地域暖房ということになるのであろうか。しかし一般大衆ならびに地域によっては、これらの先端をゆく暖房方式をすぐ実現することはきわめて困難と言える。したがってその理想を追求する前にもっと容易にだれもが使える、快適な、しかも設置するにも維持使用するにも経済的な暖房がないかということである。

その目的達成のために生れてきたのが温風ヒータであり、今後この種の使用性ある製品の変形が相当出現してくるものと考ええる。すなわちどこへでも容易に設置でき、快適性・安全性・経済性等が満たされれば基本形に制約はないわけである。ただ今後この種のものが発展してゆくために目標とする方向としては次が考えられる。

- (1) より簡単にどんな所へも容易に設置できること。
- (2) 安全性が高く、いかなる使用状態でも人身事故・火災等が起こらぬこと。
- (3) 暖房能力の幅が広がるよう各種能力のものを開発すること。
- (4) 燃焼器等はメンテナンスフリーならびに燃料補給のわずらわしさをなくする方向へもってゆくこと。
- (5) よりコンパクト化を計ること。
- (6) より低騒音としてゆくこと。
- (7) 完備な自動湿度調整ができること。
- (8) その他、より使い勝手の良さを追求すること。

これらに向って一步一步前進してゆくところに次の発展があり、開発に従事する者としては、その無限の目的に向って努力を怠らないことが必要と思う。特にこの種の出現して数年しか経ていない製品についてはその感が深いと考える。

8. む す び

厳冬における室内の快適暖房は人間の願いである。一度でもその快適暖房を経験した人は、一般のこたつ・ストーブではもはや冬を過ごせなくなるのではないか。生活水準が高揚し、衣・食は満され次は住ということになる。持家・借家のいずれにしても、その中では少しでも快適な四季を過ごしたいのは本能である。人間は寒さに弱い。これは冷房機より暖房器具の発達・普及していることからもうかがえる。中には冷房を優先する考え方もあるが、わが国の一般大衆においてはまず暖房実現の要望が強いと考える。現在でも暖房機器の種類は多い。しかし当社の開発した温風ヒータ、HEAT-66 は従来ないユニークなものとして市場で高く評価していただいた。この種のものの出現を大衆が心から欲し望んでいることは間違いないと確信する。幸いにして 47 年度品は市場でも好評を受け、今後の発展の見通しが得られるとともにより良いものを供給してゆく責務の重さを感じた次第である。

これからの国民暖房の新しい一つの方向として、冒頭にも述べたように温風ヒータの基本的考え目的の拡大化を計り、幅広い暖房理念の追求にたゆまない努力をしてゆくことがたいせつであると考えられる。

深夜電力利用機器

増田 三郎*・桜井 信捷*

Electric Apparatus Utilizing Midnight Power

Gunma Works Saburô Masuda・Nobukatsu Sakurai

With the high degree of growth of Japanese economy, the demand for electric power has increased a great deal. This has brought about the building of high efficiency and large capacity power stations. As a result the unbalance between the power consumption of day time and that at night becomes so enormous as to embarrass the power companies. To get over this difficult situation, utilization of midnight power is considered seriously and various electric apparatus to meet the purpose are contrived. Among them electric heating appliances consuming the midnight power on purpose such as water heaters and stored energy heaters are well commented. This article describes Mitsubishi water heaters and storage heaters now introduced to the market of their construction, specification and performance.

1. ま え が き

日本経済の高度成長にともない産業界の電力需要がふえ、これにこたえるため各電力会社が高能率・大容量の電源開発を行なったため、昼間の供給電力と夜間の電力との間に負荷のアンバランスを生じ、今後夜間電力の余剰増をいかに円滑に消化していくかということが、深刻な社会問題となっている。

昭和39年11月に通産省で、夜の10時(11時)~翌朝の6時(7時)までの8時間を原則として深夜電力と定め、その料金制度を特別深夜電力料金制度(定額制と従量制の2本立て)として認可し、各電力会社の深夜電力の負荷造成を計った。対象機器としては電気温水器・蓄熱暖房器に限定され、これら機器を総称し深夜電力利用機器としているが、その役割は大きいものがある。

一方、公害や安全性の問題に対する認識も日増しに高まり、生活

表 2.1 深夜電力料金制度 List of midnight electric power rate.

			北 海 道	東 北	東 京	中 部	北 陸	関 西	中 国	四 国	九 州
適 用 範 囲			①貯蔵式電気温水器 ②蓄熱式電気暖房器 ③通産大臣の指示するもの	貯蔵式電気温水器	①貯蔵式電気温水器 ②蓄熱式電気暖房器 ③蓄冷式冷凍自動車 ④通産大臣の指示するもの	①貯蔵式電気温水器 ②蓄熱式電気暖房器 ③通産大臣の指示するもの	動力 (定額制は温水用動力に限る)	①貯蔵式電気温水器 ②蓄熱式電気暖房器 ③通産大臣の指示するもの	動力 (定額制は温水用動力に限る)	①貯蔵式電気温水器 ②蓄熱式電気暖房器 ③通産大臣の指示するもの	①貯蔵式電気温水器 ②蓄熱式電気暖房器 ③通産大臣の指示するもの
季 節 臨 時 需 要			従量制のみ	な し	従量制のみ	従量制のみ	従量制のみ	従量制のみ	従量制のみ	従量制のみ	従量制のみ
供 給 時 間			22～6時	22～6時	(甲) 23～7時 (乙) 22～8時	22～6時 (前後1時間の変更) 可能	22～6時 (前後1時間の変更) 可能	22～6時 (前後1時間の変更) 可能	定額制 22～6時 従量制 22～8時	22～6時 (前後1時間の変更) 可能	22～6時 (前後1時間の変更) 可能
料 金 (電気料抜き)	第一(主として温水器) 特別深夜電力	定額制	0.4 kW 0.5 kW	400 480	360 430	360 430	360 430	360 430	360 430	390 450	390 450
		従量制	基本料金 最初の10 kW まで1 kWにつき 10 kW 超過 1 kW	190 110 3.30	160 80 3.00	160 80 3.00	160 80 3.00	160 80 3.00	160 80 3.10	180 100 3.30	180 100 3.30
	第二(主として蓄熱暖房器) 特別深夜電力第二	基本料金	契約使用期間 最初の4月につき 4月をこえる1月につき	最初の10 kW まで1 kW 10 kW 超過 1 kW	280 140 100	280 140 100	280 140 100	280 140 100	280 140 100	320 180 110	320 180 110
		電力料金	最初の10 kW まで1 kW 10 kW 超過 1 kW	80 3.50	50 —	50 3.00	50 3.00	50 3.00	50 3.00	60 3.30	60 3.30
		電力料金	3.50	—	3.00 3.10	3.00	3.00	3.00	3.00	3.30	3.30
注			家庭用ではないが他に融雪用電力がある。		特別深夜 甲は8時間供給。 乙は10時間供給。	温水用と特別深夜第1は実質的には同じ。	低圧深夜 需要主体は温水器と蓄熱暖房器。 他に衣類乾燥機など。		低圧深夜 需要の主体は温水器と蓄熱暖房器。 他に温床、温風機など。		

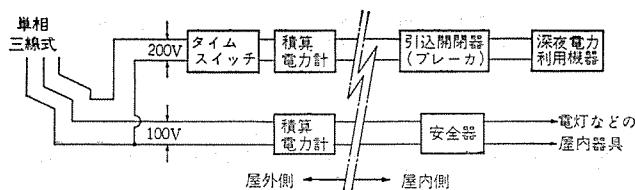


図 2.1 標準回路
Standard circuit.

環境の保全が叫ばれ、一般家庭における温水器や暖房器は、空気汚染や危険性のない電化が要望されている。

この両方の問題を解決する機器として、深夜電力利用電気温水器・蓄熱暖房器とがあり、現在当社で発売しているこれら機種について紹介する。

2. 深夜電力

2.1 深夜電力料金制度

深夜電力料金制度の料金を表 2.1 に示す。

2.2 深夜電力の電気工事

電気事業法の各技術基準および電力会社の内線規定に基づき、指定工事業者が工事する。

(1) 深夜電力機器用回路の配線は、次のいずれかにより行なう。

(a) 硬質ビニール管配線

(b) 金属管配線

(c) ケーブル配線 (鉛被のあるケーブル配線、クロロレン外装ケーブル配線、ビニール外装ケーブル配線、その他)

(2) 引込口は、深夜電力機器用回路の引込開閉器として供給方式により規定のブレーカをつける。

(3) 引込開閉器より深夜電力機器の電源接続端子までは、他の開閉器やコンセント類を接続せず直接配線する。

(4) 標準回路は図 2.1 である。

3. 深夜電力利用電気温水器

湯の使用量は文化生活のパロメータと言われ、生活水準の向上とともにわが国においても給湯設備の普及はめざましく、その設備は従来の石油・ガスに代わって電化される傾向にあり、一般家庭のちゅう(厨)房用・浴用・セントラル給湯用を対象とした 40 l~460 l 程度の小・中形電気温水器の普及台数は、1972 年末には約 120 万台に達するものとおもわれる。これは深夜電力特別料金制度が制定され、きわめて安価で電気エネルギーが利用できるため、電気という熱源が持っている多くのメリットに加えて、維持費の面でも他燃料より有利になったことが最大の要因である。

また、ホテル・寮・浴場など業務用には従来より大形の給湯機器が設備されていたが、人手不足に伴う省力化が大きい問題になっていることと、公害防止という面から、ここでも他燃料の設備に代わって電気温水器が大きく伸長している。特に公害問題の深刻化とともに、最近大都市では重油や石油を燃料とする機器の使用がむずかしくなり、今後の給湯・暖房設備への電化躍進が期待される。

深夜電力利用温水器のうち一般家庭を対象とした小・中形温水器についてはすでに報告したので、今回は主として深夜電力を利用した大形温水器 (1 t~10 t) について報告する。

3.1 電気温水器の種類

電気温水器の配管工事は条例に基づき、水道指定工事業者が施行

表 3.1 燃料費
Fuel expense.

		電 気 (深夜電力)
単位当たり発熱量		860 kcal/kWh
単位当たりの燃料費		3.00 円/kWh
円当たりの発熱量		268.7 kcal/円
温 水 器 効 果		97 %
効率×円当たり発熱量		278 kcal/円
比 較		100
月間 燃料費 (冬季)	1,000 l	11,118 円
	2,000 l	21,381 円
	3,000 l	31,643 円
	4,000 l	41,906 円
	5,000 l	52,168 円

表 3.2 病原菌の死滅温度
Virus killing temperature.

細 菌 名	死 滅 条 件
大 腸 菌	50°C で 10 分 80°C で 1 分
赤 痢 菌	60°C で 30 分 80°C で 20 分
結 核 菌	60°C で 20~30 分 80°C で 5 分
チ フ ス 菌	60°C で 10~20 分
インフルエンザ菌	55°C で 30 分
回 虫 菌	80°C で数秒

するが、その対象となる温水器を分類すると、次のものがある。

(1) 瞬間式

水道水圧のかかった水を加熱し、直接給湯するものでガス瞬間湯沸器等が対象となり、電気温水器には類が少ない。

(2) 貯蔵式

湯沸かしタンクにボールタップで給水し、水道水源と切離した水を加熱給湯するもので、大形温水器は大半がこの類である。

(3) 貯留式

湯沸かしタンクに水道水圧のかかった水を入れて加熱し、直接給湯するもので減圧装置を備えた小・中形温水器が対象となる。

深夜電力利用温水器の大半は、(2)貯蔵式、(3)貯留式として条例の規制をうける。

3.2 電気温水器の特長

電気温水器は他燃料機器に比較し安全・便利・衛生的などすぐれた点が多く、特に業務用として設置使用する場合、その経済性・省力化などの特長を大いに発揮できる。

(1) 機器の寿命が長く故障が少ないため設備の償却費、保守修理費、人件費、また表 3.1 に示すように特別深夜電力料金制度により料金が割安である。

(2) 機器自体の効率が良い。

(3) 公害の問題がない。

(4) 燃料の貯蔵の必要がない。

(5) 自動制御が容易にでき、省力化がはかれる。

(6) 漏電事故・過熱事故防止の安全装置が完備されている。

(7) 温水器タンク内部は耐酸性・耐アルカリ性にすぐれたガラスライニングにより完全な防せい(錆)処理がなされ、きわめて耐久性が高い。

(8) ヒータは脱酸銅パイプに密封されたシースヒータで、酸化しにくく長寿命である。

(9) 約 85°C の高温になるので表 3.2 に示すように食品類の消毒にも、そのまま使用できる。また、高温の湯を短時間に多量に出すことができる。

表 3.3 当社大形温水器仕様一覧
List of specification of large Mitsubishi water heater.

形 名	TD-1000	TD-1500	TD-2000	TD-3000	TD-4000	TD-5000	TD-6000	TD-7000	TD-8000	TD-9000	TD-10000
形 式	屋内用たて形シスターン式										
給 水 給 湯 方 式	押し式										
定 格	電 圧 三相 200 V (50/60 Hz)										
	容 量 kW										
	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120
タンク容量 l	1,000	1,500	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000
沸 上 り 湯 温	85°C 以上										
外形寸法 mm	幅	1,104	1,204	1,354	1,504	1,604	1,754	1,854	1,954	2,103	2,223
	奥行	1,296	1,396	1,546	1,696	1,836	1,986	2,086	2,186	2,392	2,512
	高	1,899	2,268	2,312	2,671	3,034	3,319	3,489	3,606	3,606	3,606
重 量 kg	製品	450	570	680	820	970	1,300	1,480	1,650	1,830	2,080
	満水時	1,450	2,070	2,680	3,820	4,970	6,300	7,480	8,650	9,830	12,080
加 熱 効 率	97% 以上										
保 温 効 率	97% 以上										
タ ン ク	銅板製ガラスライニング加工										
ケ ー ス	銅板製一塗装 (色=マンセル 7.5 BG 6/1.5)										
ヒ ー タ	シーズヒータ										
保 温 材	グラスウール (50 mm)										
防 食 棒	マグネシウム棒										
自動温度調節器	液体膨張式早切形										
温度過昇防止器	温度ヒューズ (溶断温度 130°C)										
ヒータスイッチ	ロータリ式スイッチ										
接地しゃ断器	回路線電流方式										
試験装置	接地しゃ断器動作試験装置 (試験スイッチ, 復帰スイッチ)										
表示ランプ	通電表示, 漏電表示										
付 属 品	名 称	絶縁パイプ (両端雄手付) (耐熱硬質塩化ビニル管).....1 本									
	サイズ	1 1/4 B	1 1/2 B	2 B	2 1/2 B						

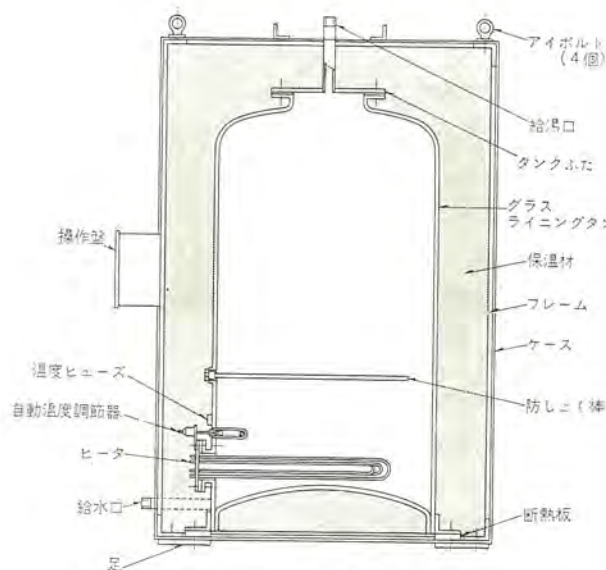


図 3.1 当社大形温水器の構造
Construction of large Mitsubishi water heater.

3.3 当社大形温水器仕様一覧

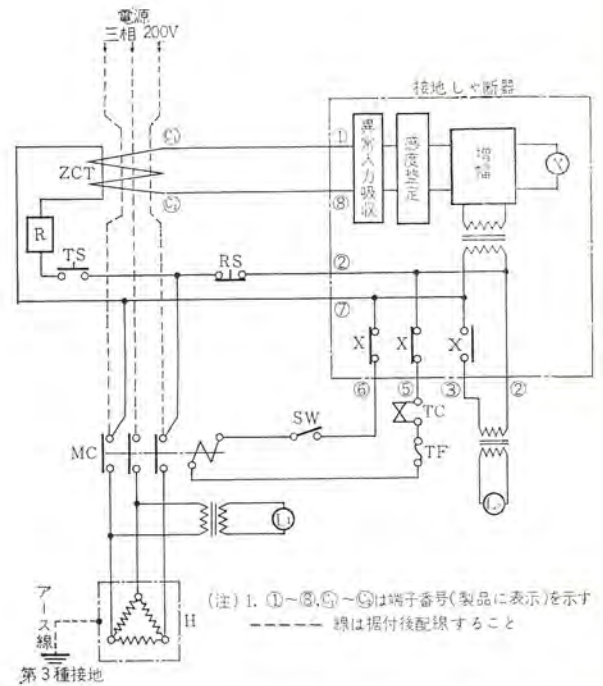
当社, 大形温水器の仕様を表 3.3 に示す。

3.4 原理・構造

当社, 大形温水器の構造は, 図 3.1 に示すとおりである。

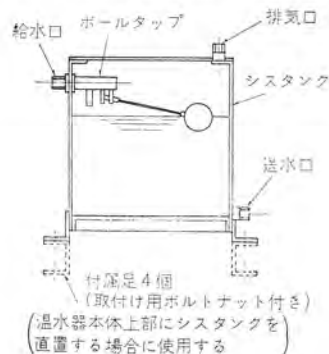
大形温水器の構造は, 外周をとりまくケース, 耐熱性の保温材, グ

深夜電力利用機器・増田・桜井



記 号	名 称	記 号	名 称
ZCT	零相変流器	X	接地検出リレー
MC	電磁接触器	RS	復帰スイッチ
H	ヒータ	TS	試験スイッチ
SW	ヒータスイッチ	L ₁	通電表示ランプ
TC	自動温度調節器	L ₂	漏電表示ランプ
TF	温度ヒューズ	R	試験抵抗

図 3.2 大形温水器電気回路
Electric circuit of large water heater.



シスタング No.	1	1L	2	3	4
貯水量 l	48	48	61	82	110
ボールタップ	単式 3/4 B	複式 1 B	複式 1 B	複式 1 1/4 B	複式 1 1/2 B

図 3.3 シスタング
Cistern.

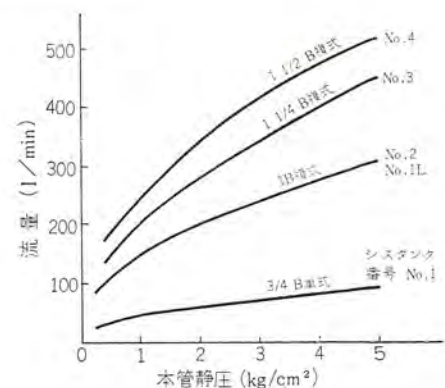


図 3.4 ボールタップ流量特性
Ball tap water flow characteristic.

ラスライニング加工を施し耐食にすぐれた貯湯タンク, 熱効率の高いシーズヒータ, 防食装置としてのマグネシウム棒から構成されている。

(2) 熱源は深夜電力を利用し, 夜 10 時から翌朝 6 時までの 8

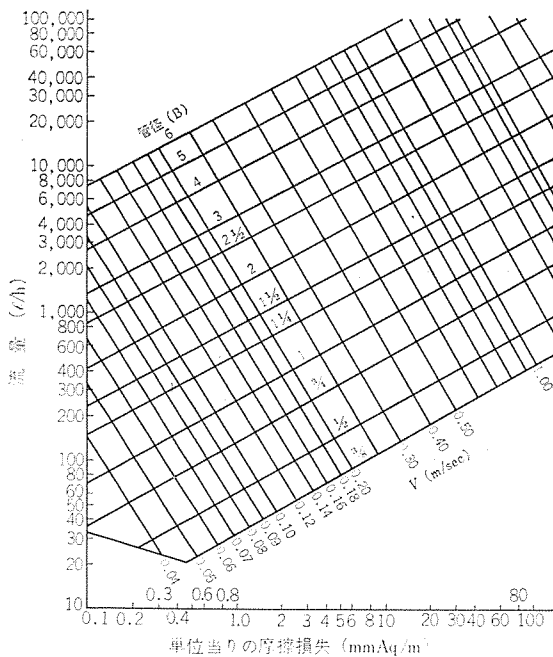


図 3.5 温水の摩擦損失線図
Friction loss chart of hot water.

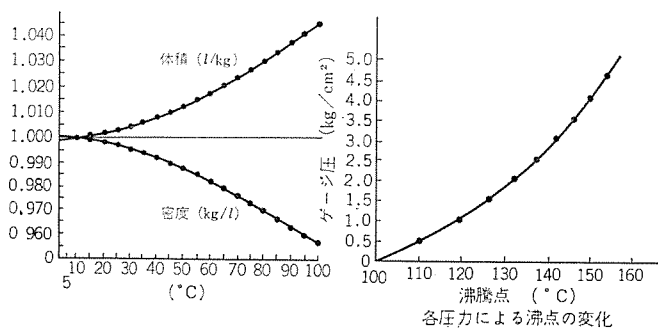


図 3.6 水の体膨張
Expansion of water.

時間ヒータに通電し、タンク内の水を沸き上がらせるとともに自動温度調節器により常に 85°C に湯温を保つ。

(3) タンク内に水がない状態で万一通電した場合には、電気回路の保護装置として温度ヒューズ（溶断温度 130°C）が働き、ヒータ回路をしゃ断する。また、使用中万一漏電が発生した場合には、接地しゃ断器により回路をしゃ断する。図 3.2 にその回路を示す。

(4) 水回路は、水源バルブを通った水がボールタップにより図 3.3 に示すシスタンクに貯水され、水頭圧 10 m 以下にて温水器に送水する。図 3.4 にボールタップ流量特性を示す。

(5) タンク内に送水された水は、タンクを満タンにすると上部の給湯配管を通して給湯バルブより流出する回路となっている。配管に流体が流れるとき、流体の粘性により必ず摩擦損失がある。このため連続して通水するためには、その摩擦損失にうち勝つエネルギーをあてねばならない。摩擦損失は一般には計算した図 3.5 のような表図を用いるのが普通である。

(6) 図 3.6 に示すように、通電中に湯の体積膨張がおこるが、その膨張分はシスタンクにもどりタンク内の昇圧はない。

3.5 特性

性能についてはとくに深夜電力により通電し、昼間その湯を押し出して使用するため、加熱・保温・使用効率がよくなければならない。図 3.7 に当社大形温水器の特性を示す。

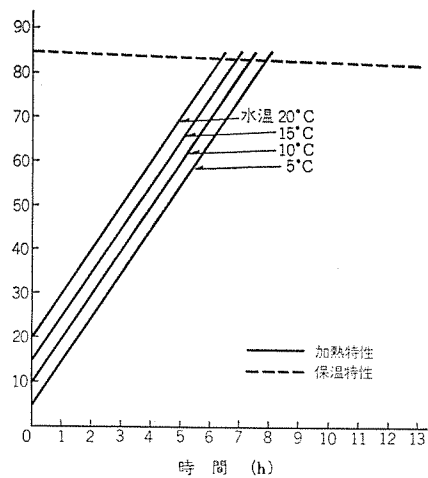


図 3.7 大形温水器の特性
Characteristics of large water heater.

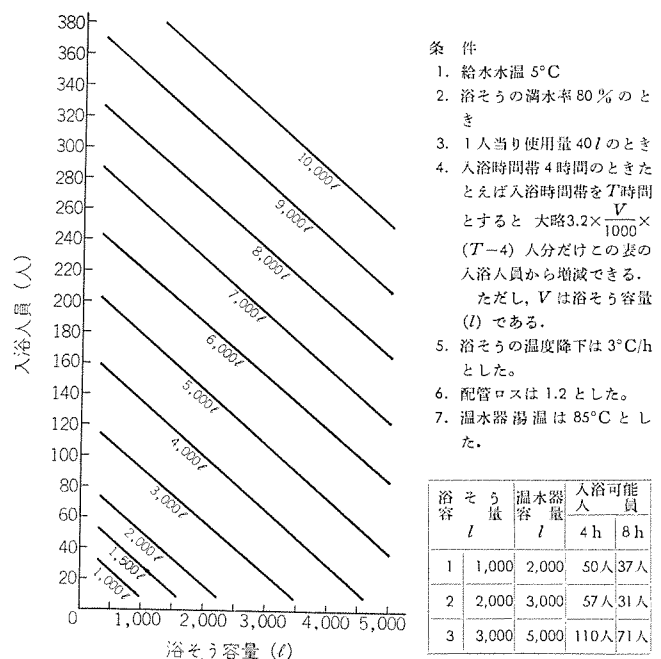


図 3.8 浴用専用のときの浴そうと入浴人数
Relation between bath tub and the number of persons taking bath.

(1) 加熱効率

温水器に水を充满し定格電圧を印加し、自動温度調節器が動作後、給湯口より連続して採湯し次式により求める。

$$\frac{V \times (T_u - T_o)}{Q \times 860 \text{ kcal}} \times 100 (\%)$$

T_o : 給水水温 (°C)

T_u : タンク容量の 1/2 に当たる採湯温度

V : タンク容量 (l)

Q : 消費電力量 (kWh)

(2) 保温効率

自動温度調節器が動作後そのまま 13 時間放置、その後連続して採湯、下記の 2 式より算出する。

$$\frac{T_{13}}{T_u} \times 100 (\%)$$

$$T_u = \frac{Q \times 860 \text{ kcal} \times \text{加熱効率}}{V} + T_o$$

T_{13} : 13 時間放置後の採湯温度 (°C)

自動温度調節器が動作後、毎時タンク容量の $1/13$ ずつ採湯し、次式により算出する。

$$\frac{V \times (T - 13 T_0)}{Q \times 860 \text{ kcal}} \times 100 (\%)$$

V : タンク 容量の $1/13$ の値 (l)

以上、当社大形温水器の概要を説明してきたが、本機器は今後の住宅形式・都市環境・生活意識などの社会的動向より判断しても、ますますその需要が増大するものと確信し、機種系列化による計画拡大を計っているところである。

4. 深夜電力利用蓄熱暖房器

今までの日本の暖房方法は、こたつで代表される局部暖房方式が主であったが、その後石油ストーブの普及とともに、室内全体を暖房する傾向に変わり、より活動的で快適な生活が望まれるようになった。

熱絶縁層

ケース

電熱線

蓄熱ブロック

図 4.1 ふく射形
Radiation type unit.

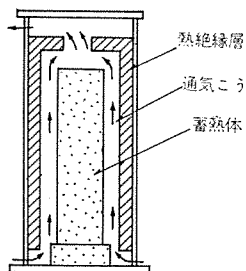


図 4.2 対流形
Convection type unit.

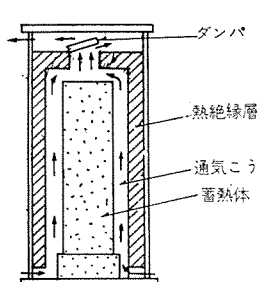


図 4.3 出力制御形
Output control type unit.

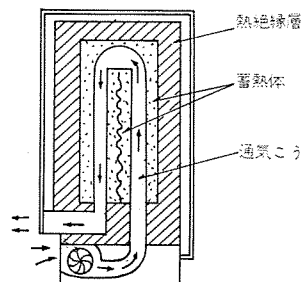


図 4.4 強制対流形
Forced convection type unit.

蓄熱暖房器は、深夜（通常、夜 10 時から翌日の朝 6 時まで）の 8 時間に通電し、暖房器内の蓄熱体に熱をたくわえておき、暖房を必要とするときに徐々に放熱して、室内を暖房する暖房器である。この蓄熱暖房器は放熱の方法により次の四つに分類できる。

図 4.1 に示すように蓄熱体に熱をたくわえ、ケースの全表面より自然に熱を放散させる。

図4.2に示すように器体内部に通気こうを設け、蓄熱体にたくわえた熱を自然通風により放熱させる。

図 4.3 に示すように上記対流形の通気こう上部に、手動で開閉できるダンパを取付けたもので、この開閉によって自然通風による熱の放散を調節することができる。

図 4.4 に示すように、対流形暖房器の通気こうにファンを取付け、ファンの回転により強制的に通風を行ない放熱させる。

イギリスなどの諸外国ではふく射形が普及しているが、家屋構造がレンガやコンクリートなど、室外への空気流通の少ないものでできているためで、日本のように空気流通の比較的多い障子・ふす間からなる本造家屋には、強制対流形が最も適している。また蓄熱した熱を有効に利用することができるうえ、暖房を必要とするときに室内温度を早く上げることができるため、当社をはじめとして、国内では強制対流形が主流となっている。

(a) 深夜電力料金制度による割安の電気料金(約3~3.5円/kW)で暖房費が安い。

(b) 設備費が他種燃料のセントラルヒーティング方式より安く、配管工事・ダクト工事など不用で、移動・増設が簡単にできる。

(c) 完全に自動化ができ、暖房期間中は操作の必要がなく、取扱いが簡単である。

(d) いやな臭いやガス・すすなどの発生がなく、室内の空気が

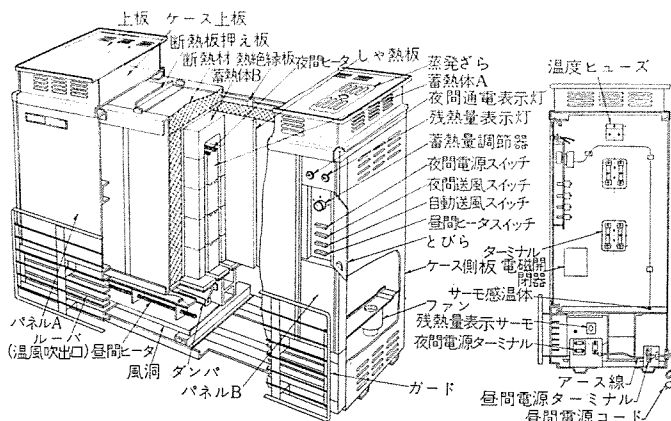


图 4.5 SR-3005 形构造
Construction diagram of type SR-3005.

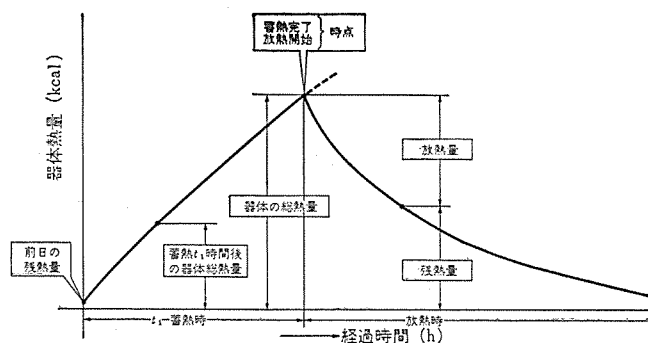


図 4.10 蓄熱・放熱曲線
Curves for heat storage and heat radiation.

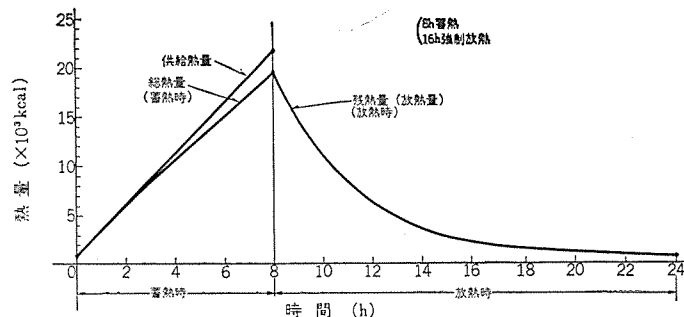


図 4.11 蓄熱暖房器の蓄熱・放熱曲線
Heat storage and heat radiation characteristics.

よる安全性対策をとりいれている。

4.4 蓄熱暖房器の仕様

当社の蓄熱暖房器は5機種で、その仕様は表4.1のとおりである。夜間電力専用配線の積算電力計の近くに取付けられたタイマにより、普通、夜10時から朝6時まで夜間ヒータに通電され、蓄熱体(特殊耐熱レンガ)に熱がたくわえられる。その蓄熱量は2.2kWで約13,000kcal、3kWで約18,000kcal、5kWで約32,000kcalである。

(1) SR-2281形

この機種は、冷房と暖房ができるヒートポンプと組み合わせて使用する、シーズンズ専用の機種である。シーズンズとは、夏期には図4.7のようにヒートポンプで冷房を行ない、冬には図4.8に示すようにヒートポンプの暖房運転と蓄熱暖房器とで暖房を行なうものである。蓄熱暖房器は図4.9に示すヒートポンプの初期熱量不足を助け、室内の急速暖房に役立つと同時に、ヒートポンプの暖房運転が経済的となる。どの蓄熱暖房器もこのような組合せが可能で、必要に応じて蓄熱暖房器の機種選定をすることができる。

(2) SR-3005形およびSR-5002形

これらの機種は、シーズン初めに一度セットすれば、シーズン中はまったく操作のいらない全自動運転を行なうことができる。朝の通電完了と同時に強制放熱が開始され、ルームサーモにより室内の温度は一定に保たれる。蓄熱量が少なくなり、温風温度が約80℃以下になると、自動的に1kWの補助ヒータに通電され、熱量の不足を補うことができる。

(3) SR-3051形およびSR-5051形

上記の全自動形に対し、手動による切換運転を行なう機種である。暖房を必要とするときにファンスイッチを入れ、強制放熱を開始させることにより、快適な室内温度を得ることができる。ルームサーモを取りつけることにより、室温を一定に保つこともでき、ヒートポンプとの併用も効果的である。

4.5 蓄熱暖房器の性能

(1) 蓄熱・放熱特性

蓄熱暖房器の性能は夜間の蓄熱量と昼間の放熱量で決まり、図

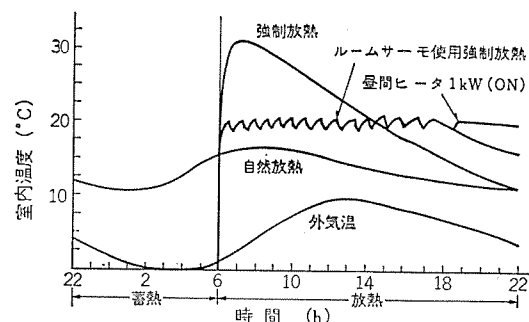


図 4.12 3kW形室内暖房特性曲線(6畳和室)
3kW room heater characteristic curve.

4.10のような蓄熱・放熱曲線で表わされる。

一例として、3kW蓄熱暖房器の蓄熱・放熱曲線を図4.11に示す。

(2) 室内暖房特性

蓄熱暖房器の暖房効果を表すものとして、図4.12のような室内暖房曲線が用いられる。暖房効果は蓄熱・放熱特性に影響されることはもちろんのこと、家屋の構造・材料・間取りや方位、外気温など種々の条件を考慮する必要がある。

図4.12は3kW蓄熱暖房器の6畳和室における暖房曲線を示したものである。

5. む す び

深夜の余剰電力を有効に利用するために、年間をととして使用できる電気温水器は最も適した機器であり、また、生活に欠かすことのできない湯を豊富に利用できるなど、一石二鳥のメリットを持つ電気温水器は有望な商品である。蓄熱暖房器は使用期間が限定されるが、使いやすさや安全性から、これからの暖房器具として一翼をにない得るメリットをもっている。それぞれの機器の持つ特長を生かして、いっそう良い製品とし、利用面の拡大を計るとともに、利用者の要望にこたえながら普及させるための努力をつづけていくつもりである。

セントラル クリーナ

田 山 勇*

Central Vacuum Cleaners

Gunma Works Isamu Tayama

Electric vacuum cleaners have diffused markedly. They are counted in among the necessities of home electric appliances at present. Their demands are increasing steadily. However, they are used almost in the same frequency as the old brooms. In addition, the problems of exhausted air from the apparatus and the noise produced in the operation are posed so seriously that improvement about them asked for by many users.

Central vacuum cleaners reported herein are the ones undergone epochal improvement in the points of exhausted air and the noise as well as in the ease of operation. It is anticipated that they will be diffused with favorable comment as convenient domestic machines.

1. ま え が き

わが国の生活様式の向上はめざましく、あらゆる物が機械化の対象となり、省力化が進んでいる。家庭電気品においては主婦の労働時間の短縮化、および軽減はヒット商品を生む重要なポイントの一つであり、数々の商品が生まれている。

掃除に関しても同様で、種々の掃除用具が考え出され販売されている。電気掃除機についても種々の改良が加えられ、コードリール・リモートコントロール・カセット集じん(塵)・自動ちり落とし等次々と新製品が売り出されており、普及率も76% (1972年3月調査)に達している。

しかし、今だに掃除が主婦の労働の中で一番嫌われているといわれている。電気掃除機についても今一歩使い勝手のうえて便利さに欠けるのではないと思われる。ここに述べるセントラルクリーナとは電気掃除機の操作性・音・排気の問題に対し、画期的進歩を見せたものである。

しかし、このセントラルクリーナも、日本においてはほとんど知られていないのが現状で、現在市販されているのは輸入品と国産品1社、計2社だけである。

一方、米国におけるセントラルクリーナの状況は、普及率30%を越え、メーカー数も名の通ったもので約30社を数える。米国の中流家庭で次に欲しいもののトップは、セントラルクリーナであるとさえいわれている。

日本において、セントラルクリーナが登場したのはまだ新しく、1968年米国より輸入されたものが初めてである。

当社においても、十数年の電気掃除機に対する技術を生かして、このセントラルクリーナの開発を進め、製品化の運びとなった。以下、当社のセントラルクリーナの概要を述べる。

2. セントラルクリーナ方式

セントラルクリーナとは図2.1に示すごとく、本体を定位置(物置、台所のすみ等)に固定設置する。吸込口は各へやの壁・床あるいは廊下等に設置し、この吸込口と本体をパイプで結んだものである。吸込口にホースを差込めば手元スイッチにより電気掃除機と同様に掃除ができるものである。各吸込口はパイプによって掃除機本体に接

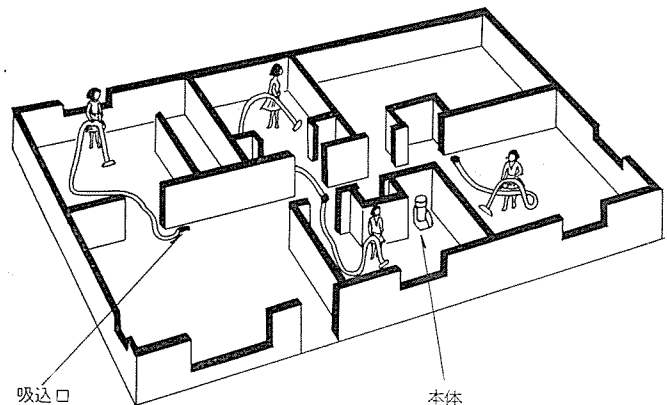


図 2.1 セントラルクリーナ設置図
Drawing of central cleaner installation.

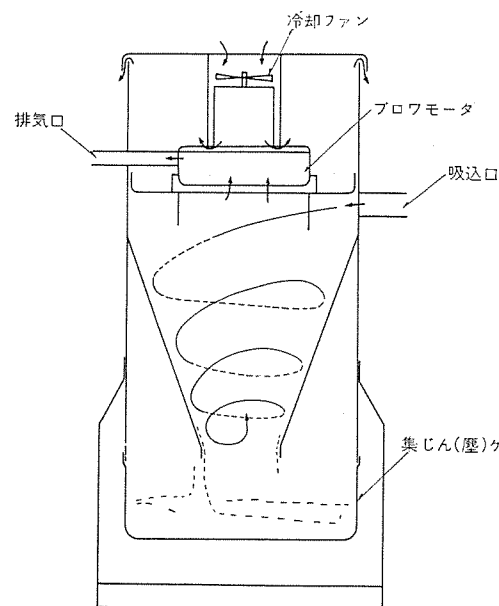


図 2.2 サイクロン式セントラルクリーナ
Cyclone type central cleaner.

続されているので、各へやで吸い取られたごみは掃除機本体の集じんケースに集められる。

このセントラルクリーナの集じん方式に、サイクロン方式とバグフィルタ方式(フィルタを有するもの)とがある。

2.1 サイクロン方式

図2.2のごとく、ごみとともに吸引された空気をタンク内に接線方向に流入させて回転気流となし、遠心力によりごみと空気を分離するものである。ごみはロート状の壁をつたって集じんケース内にためられ、空気は排気口より吐き出される。

この方式の特長としては、次のものがある。

(a) フィルタを有さないで目詰まりがなく吸引力が一定である。

(b) 冷却ファンを有しているため、配管部が密閉されてもモータの過熱がない。

短所として、次のものがある。

(a) $20\mu\sim 30\mu$ 以下の細じん(塵)は捕集できない。

(b) 付着性のちりは捕集が困難である。

(c) 排気を直接外部に出さなければならないので、モータの冷却用ファンが必要である。(モータに対しては逆に長所となる)

2.2 バッグフィルタ方式

家庭用電気掃除機はすべてこの方式であるが、 1μ 前後の細じんまで捕集できるという特長があるが、目詰まりによる吸引力の低下があり、セントラルクリーナの場合はこれが問題となる。

3. 当社セントラルクリーナ

米国におけるセントラルクリーナの主流はサイクロン式が圧倒的であるが、日本においては、排気中に相当量の細じんが含まれるということで、現在の住宅事情・公害問題を考えて、サイクロン方式の採用は無理であると判断し、フィルタ方式を採用した。

フィルタ方式の短所である吸引力の低下については、当社家庭用電気掃除機に昨年導入して好評を博している、ロシボーズの採用により解決された。

3.1 特長

(1) 長所

(a) 持ち運びはホースだけなので手軽である。

(b) 排気をへやの中に出さないで不快感がない。

表 3.1 セントラルクリーナ仕様 (JC-1000)
Specification.

形 名	JC-1000
定 格	100 V, 680 W
吸 込 仕 事 率	配 管 相当長さ 20 m 先で 90 W (6 m ホースを含む) (真空度 697 mmH ₂ O) (風 量 0.79 m ³ /min)
電 動 機	直巻整流子電動機
リモートコントロール用電圧	30 V
集 じ ん 容 量	11.7 l
本 体 重 量	11.9 kg
外 形 寸 法	幅 奥行 高さ 394 mm×366 mm×700 mm
付 属 品	ホース (6 m) 1 本 伸縮自在パイプ 1 本 床ブラシ 1 個 接続ホース 1 本 吸込口 3 個
ア ッ チ メ ン ト	平口ノズル, すきまノズル, ちり払い, ブラシ 各1個
配 管	硬質塩ビパイプ VU-40 90° 短曲管 90° L-41 45° 曲管 45° L-41 TY 管 90° Y-41×41 Y 管 Y-41×41



図 3.1 JC-1000 形 セントラルクリーナ
Type JC-1000 central cleaner.

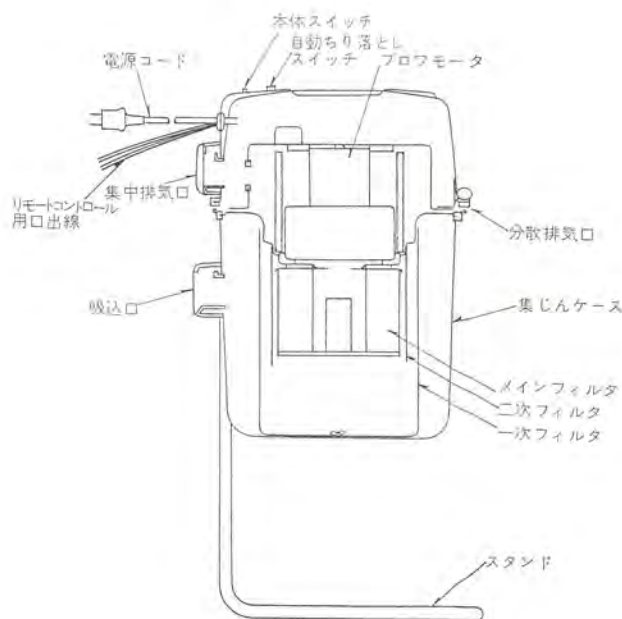


図 3.2 構造
Construction.

(c) 音が静かである。

(d) ロシボーズの採用により、吸引力が持続し、ちり落とし・ちり捨て後の回復率がよい。(90%以上)

(e) 自動ちり落とし装置付きである。

(f) 集じん容量が大きい。(11.7 l)

(2) 短所

(a) 配管工事が必要である。

(b) 一度に2個以上の吸込口から吸引できない。

3.2 仕様・構造

当社のセントラルクリーナの仕様は表3.1のとおりである。

構造は図3.2のとおりで、集じんケースは下方に下げてはすようになっており、フィルタはメインフィルタ(ロシボーズ)・二次フィルタ・一次フィルタの三重フィルタ構造になっている。

設置場所は屋内設置を標準とし、床に固定設置する。屋外に設置の場合は雨よけの設備が必要となる。屋内設置の場合、排気は消音のために集中排気口より排気ホースにより屋外に排出すると効果的である。

4. 配管による圧力損失

配管による圧力損失、6mホースの圧力損失により配管有効長が決定される。参考までに表4.1に配管材の圧力損失およびホースの圧

表 4. 1 配管材の圧力損失
Pressure loss of piping material.

配管部圧力損失 (ただし風量 0.9 m³/min のとき)

配管	圧力損失
直管	4.1 mmH ₂ O/m
90° 短曲管	10.7 mmH ₂ O/個
T Y 管	15 mmH ₂ O/個
6 m ホース	160 mmH ₂ O

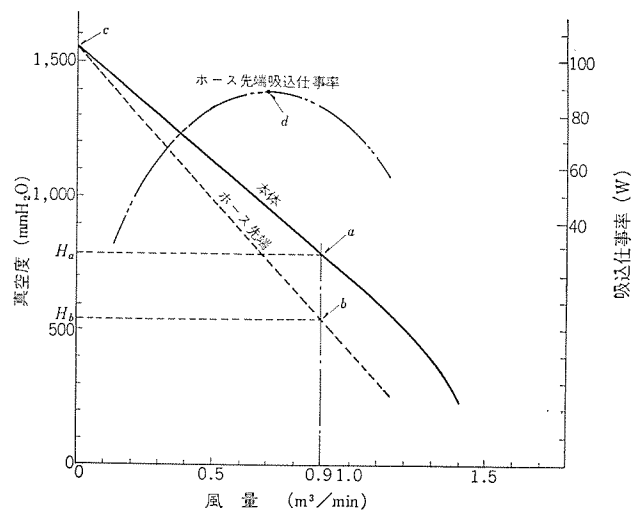


図 4. 1 風量-真空度曲線
Air volume vs. vacuum curve

力損失を示した。配管材は仕様書記載のもの、風量は 0.3 m³/min のときを示してある。

図 4. 1 に実線で示してあるのがセントラルクリーナ本体の風量-真空度曲線である。この曲線より各風量ごとに配管部およびホース部分の圧力損失を差し引いたものが、ホース先端の風量-真空度曲線となる。

ここでは近似的に風量 0.9 m³/min のポイントを取り、

$$H_b = H_a - (\text{配管部の圧力損失合計}) - (\text{ホース部分圧力損失})$$

としてポイント b を求め、ポイント c と直線で結ぶ。

ホース先端の吸込仕事率 (W) は次式により求められる。

$$\text{吸込仕事率} = 0.1634 \times (\text{風量}) \times (\text{真空度}) \quad (W)$$

これにより求められた曲線の最高点 d の値をもってホース先端部の吸込仕事率という。当社セントラルクリーナは配管相当長さ 16 m 先で、6 m ホース先端の吸込仕事率 88 W である。

5. む す び

冒頭に記したように電気掃除機は生活必需品として安定した需要をもっているが、使い勝手その他の点でさらに改善がのぞまれている。また排気の問題、騒音の問題も大きな要因となりつつある現在、セントラルクリーナの便利さ・清潔さ・静かさ等のメリットが認識され、住宅関係者より多くの興味が寄せられている。今後一般顧客の認識が高まることにより、セントラルクリーナの需要が大きく増大していくと思われる。

住宅用システム化 照明器具 —ルミテリアシリーズ—

閑 歳 弘 通*・井 上 員 成*

二 木 盈 行**

“Lumiterior” Series for Systematizing Luminaires of Residential Use

Ofuna Works Hiromichi Kansai・Kazunari Inoue

Consumer Products Research Laboratory Mitsuyuki Futatsuki

Recent trend of public in general is that the quality is much preferred to the quantity in every respect. As one of the evidence, spiritual and emotional life is made much of in living condition and the desire to fulfill it is extensively awakened. Keen interest in the residential lighting thus has come to the front with strong demand for improvement of quality in the illumination. To meet it Mitsubishi has been planning system lighting and total lighting based on idea of new development derived from the life going on in the very rooms.

In accordance with this planning “Lumiterior” series, luminaires of residential use have been worked out. This article introduces the details of the study and the products put into the market.

1. ま え が き

近年、社会全体の動きは、工業製品に限らずあらゆるものが、量的志向から質的志向へと転換している。このあらわれとして、生活環境や住宅問題に対する社会全般の関心は非常に強く、ことに、住生活における精神生活・情ちょ(緒)生活の充実を求める傾向が強くなっている。これらの生活をつくり上げていく最も大きな手段として、照明がクローズアップされ、同時に照明に対する需要動向にも質の向上を求める傾向が強くあらわれている。

本来、照明の機能は、住空間とその中での生活をささえる環境の創造であり、換言すれば、精神生活・情ちょ生活といった心理生活面と、住空間といった物理的環境面との両面に密接に結合してその働きをはたしている。

われわれは、このような社会全体の動向に適応するために、新しい開発理念に基づき照明の質的向上を計り、住宅全体の照明を総合的にとらえ、その方向をシステム照明・トータル照明へ志向していく計画を立てた。それにより最初に製品化されたものがルミテリアL-1000シリーズであり、この開発過程の研究内容と製品を紹介する。

2. 住生活の認識

住宅照明を論ずる場合、単に照明器具だけを取り上げては述べられない。照明は住宅をつくり上げる一要素として存在しており、住居と生活との相互関係を成立させる一つの重要な役割をはたしている。すなわち住宅照明は、住空間とその中でする生活行為の認識のうえに立脚しなければその本来の機能はみつけられない。これを解明することが住宅照明の重要なポイントである。

2.1 住宅構造の認識

まず、現在の一般住宅において、基本的な空間構成の要素、基本的なパターンをみると、居間(リビングルーム)・寝室・応接室・子供室・老人居室・食事室・台所・浴室・洗面所・便所・玄関・廊下・階段などがあげられる。これらは生活環境・経済状態・家族構成・年代・職業などによって一律ではないが、一般的なパターンとしては

(把)握できる。

このうち、台所・浴室・洗面所・玄関・廊下・便所などは、生命を維持するために必要な住宅における基本的な空間で、住宅の規模や質にかかわらず、広さや構造がほぼ定形化された空間として認識される。反面、居間(リビングルーム)・食事室・子供部屋・老人居室・応接室・寝室などは、上記空間ほど定形的なパターンはない。その理由は、そこで生活する人の経済状態・家族構成・年代・職業などによって大きく異なることと、後述するように、そこで営まれる生活行為が多様であり、上記空間での行為とは質的に異なるからである。しかもこれらの各空間は、個々の空間が独立して存在しているものでなく、それらが相互に密接に関連しあいながら構成されているのが住宅である。

2.2 生活行為の認識

つぎに住空間における生活行為を認識すると、住空間の中で営まれる生活行為はきわめて多様であり、精神や情ちょといった心理面を強く伴うものから、機能性や合理性を強く必要とする行為に至るまでいろいろの内容のものが存在する。これら様々な行為と前述の住空間との密接な関連をベースに家庭生活は成立している。

これらの家庭内での生活行為を機能性と心理性という二面からみた場合、どこに位置付けられるかを示したものが表2.1である。この中で機能を必要とする行為群は、生理的あるいはこれに付随する目的の明確な行為であり、これは各人にほぼ共通であり、定形的な行為と認識される。これらの行為群に対しては、前述の台所・浴室・便所・洗面所などの空間があり、これらの機能的な空間をわれわれはワーキング空間とした。

一方、心理・情ちょ・精神に強くかかわる行為群は、複雑で多様であり、個人の意識・価値感などによって異なる定形化しにくい行為である。これらの行為に対しては、居間(リビングルーム)・応接室・子供室・食事室・老人居室などの空間があるが、これら精神的・情ちょ的な生活行為を営み、家庭の中心となる空間をリビング空間と設定した。

さらに、本来、睡眠という行為は生理的な行為であるが、心理面

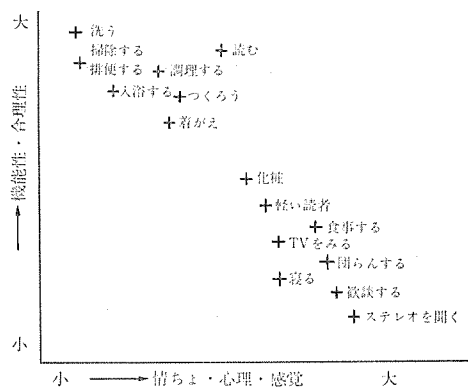


表 2.1 生活行為の機能, 心理面からみた照明関連の位置付け
Function of living action, positioning of lighting viewed from psychology.

表 2.2 住空間と生活行為の関係
Relation between space in living and living action.

住 空 間	へ	や	生 活 行 為
リ ビ ン グ	居間・応接室・子供室・食事室など		歓談する, 食事をする, TVをみる, 軽い読書など
ワ ー キ ン グ	台所・浴室・便所・洗面所など		洗う, 掃除をする, 排便する, 入浴する, 調理するなど
レ ス ト	寝室など		寝る, 着がえる, 化粧するなど

を強く伴う行為として理解できる。この行為は、やすらぎといった身心を休める行為であり、これは同じ精神的な行為といっても、リビング空間における行為とはまったく違った面を持った行為である。そのための空間として寝室があり、これをレスト空間と設定した。

以上をまとめたものが表 2.2 である。

3. 住宅照明のあり方

従来、われわれの住宅照明に対する開発理念はへや単位であり、へやの大きさや様式に適した開発であり、住宅全体の照明を総合的にとらえ、システムティックな照明を考える点で欠けていた。

そこでわれわれは、住空間で営まれる行為に適した環境の創造という点に立脚し、住宅全体の照明を総合的にとらえ、その方向をトータル照明・システム照明へと志向していくべきであると考えた。

生活空間の創造の要素にはいろいろあるが、照明がはたすべき役割はきわめて重要であることを認識し、より豊かな家庭生活を営むための照明、換言すれば、人間主体の照明を考慮すべきであると考えた。すなわち、住宅照明の基本構想・理念として、住宅および住空間は、リビング空間・レスト空間・ワーキング空間の機能が異なる三つの空間から成り立っているという認識に立ち、この3本の柱をそれぞれ独立した製品群の中心として、これら三つの製品群を統合するシステムを開発していくのがわれわれの課題である。

3.1 リビング空間の照明

リビング空間としては、居間(リビングルーム)・応接室・食事室・老人居室などの空間があるが、この空間で営まれる行為は、困らん・食事・歓談などであり、家庭生活の中心であり、流行などの社会的変化の影響を受け、人の心と深く結びついた生活行為である。照明は、建築空間との相互の連携によりその空間の機能・目的に合った光空間を造ることが可能であり、この光空間は人間の心理に大きな影響を与えるのである。すなわち、リビング空間における照明は、精神や情・心・心理・感覚に効果的かつ適切に働きかける光空間をつくり出すことであり、ますます複雑・多様化するこの空間での生活に適切に対応する

環境を創造することであり、そのために、多灯システム・調光などを組合せて多様な演出が可能ならしめなければならない。また、そこにおける光は、暖かみのあるヒューマンな光が要求される。

3.2 ワーキング空間の照明

ワーキング空間は、台所・浴室・便所・洗面所など生命維持に直接関係する住宅のベーシックな空間であり、ほぼ定形化された空間である。そこでの行為は目的が比較的明確であり、その照明は、この空間での行為を能率的に行なえるように効率良く援助することであり、そのために明るく衛生的な光を光源・照明手法などを十分考慮して開発すべきである。

3.3 レスト空間の照明

レスト空間においては、プライバシー空間として心のやすらぎや休息を得るソフトでムディな光が必要で、着付けや軽い読書、あるいは化粧といった行為にも適応できる照明が望ましい。

4. ルミテリア シリーズの開発

以上のような開発理念に基づいて開発した最初の製品群が、ルミテリア L-1000 シリーズである。この器具は上記三つの空間のうちリビング空間をとりあげ、その空間でのシステム照明をねらったものであり、その特長はつぎのようなものである。

(1) 統一されたデザインによる シャンデリア・ペンダント・ブラケット・スタンド・食卓灯の5系列、乳白・赤色・黄色・透明の4色、合計17種類の機種構成により、一室多灯照明を調和のとれた形で行なうことができる。(図 4.1~4.5)

(2) あくまで光の質を求め、余分な装飾を排したシンプルで美し

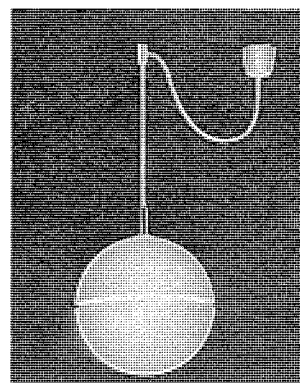


図 4.1 ルミテリア L-1000 シリーズ ペンダント (LL-1010)
Lumiterior L-1000 series pendant (LL-1010).

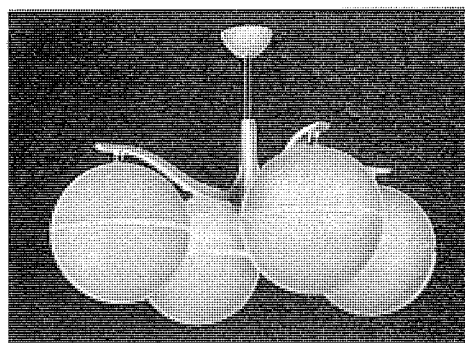


図 4.2 ルミテリア L-1000 シリーズ シャンデリア (LL-1020)
Lumiterior L-1000 series chandelier (LL-1020).

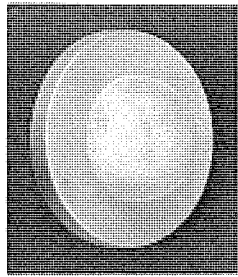


図 4.3 ルミテリア L-1000 シリーズ ブラケット
(LL-1030)
Lumiterior L-1000 series bracket (LL-1030).

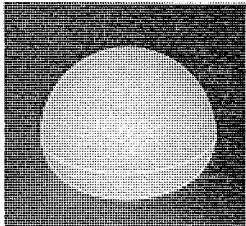


図 4.4 ルミテリア L-1000 シリーズ スタンド
(LL-1040)
Lumiterior L-1000 series stand (LL-1040).

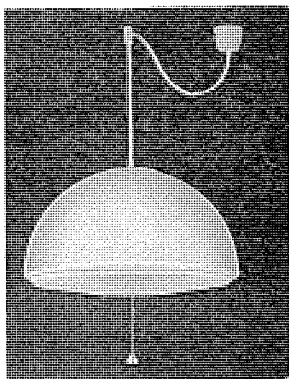


図 4.5 ルミテリア L-1000 シリーズ 食卓灯
(LL-1350)
Lumiterior L-1000 series cord pendant.

いデザインは、リビング空間を快適に演出する光の素材として高質な器具である。

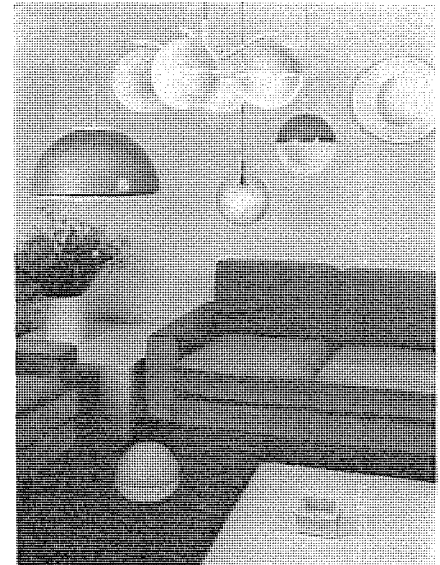


図 4.6 ルミテリア L-1000 シリーズ バリエーション
Lumiterior L-1000 series variation.

(3) グローブにアクリル樹脂を使用しているので、高級感がすぐれ長期間使用しても劣化や退色が少ない。

(4) つり下形は二重グローブで、小虫やじんあい(塵埃)が侵入してもその影をグローブ表面に映じない。

(5) シャンデリアおよびペンダントは、灯体部分とハンガー部分が分離しているのでこん(網)包は小形となる。

(6) 円形けい光ランプの新しい使い方によって、今までの光とは違った柔らかく健康で新鮮な光が得られる。

5. む す び

今後、住空間で営まれる行為はますます多様化し、人々の住宅に要求する機能も高度で複雑化するであろう。

われわれは、住宅と其中で営まれる人間の生活行為との関係を認識し、より楽しい、より充実した家庭生活を営むための環境の創造に、照明が重要な役割をはたすことを認識して、住空間を前述した三空間でとらえ、それらの空間を基にして製品開発を行ない、住宅用照明器具の充実と拡大を図っていきたい。

ヒートポンプ エアコンのシミュレーション

笠 置 紘*・飯 島 等*
林 侑 孝**・安 藤 正 俊**

Simulation of Residential Heat Pump Air Conditioners

Consumer Products Research Laboratory Hiroshi Kasagi・Hitoshi Iijima
Shizuoka Works Yukitaka Hayashi・Masatoshi Andô

Progress and development of technique and human desire for better surrounding condition increasingly call for more comfortable environment. On the other hand from the viewpoint of freedom from the air pollution and effective utilization of energies, the heat pump has come into mind of people, thus this device diffusing considerably of late. In connection with this tendency, a study has been made through the simulation with computers as for each residential plan what kind of environment is created by the use of the heat pump against the changes of weather conditions and how the apparatus works. Calculation has been made with an air to air heat pump of residential use and its combination with stored heat appliance making use of midnight power or an auxiliary heater to ascertain the operation of various sections of the machine, the change of room temperature and the running cost.

1. ま え が き

空調機器がしだいに普及し、一般住宅においても石油ストーブからセントラル方式と程度の差はあれ必要条件となろうとしている。このためこれらの空調機器がどのような環境を作り、どのような運転を行なっているかを把握することがより切実に要望されはじめている。またとくに住宅用空調機であれば全国各地の気象条件、家屋の構成条件は種々雑多にわたり、これらの状況下において機器がどのような運転状況であり、また室内環境がどのように変化するかをいちいち実測によりは把握することは非常にむずかしい。そこで我々はとくに最近 オールシーズン用として普及が増大してきている、住宅用ヒートポンプエアコン単体および深夜電力用蓄熱暖房機や、ブースタヒータとの組合せ空調に対し、機器各部の動作状況、室内の温度変化およびランニングコスト計算の電子計算機用シミュレーションプログラムを開発し、全国各地での気象変化、住宅方位、選定機種の変化などによるシミュレーション、およびランニングコストの計算を行なった。これらにより、各種住宅に対する機種の選定、各地方に対するヒートポンプ・蓄熱暖房機の販売方針、開発する機種系列などに対する種々のデータを得ることができた。なお、プログラムはフォートランで書かれ、計算機はIBM-S 370を使用している。プログラムの大きさは150キロバイト、年間のランニングコスト算出までの計算時間は約20秒である。

2. プログラム概要

2.1 適用できる機器

プログラムでの使用機種は下記のを予定して作成したが、通常のルームクーラ・パッケージ空調機(空冷式)などにも適用可能である。

- (a) air to air ヒートポンプ
- (b) 上記ヒートポンプとブースタヒータなどの補助熱源との組合せ
- (c) 上記ヒートポンプと深夜電力利用蓄熱暖房機との組合せ

2.2 アウトプット

立上がり・立下がり時のシミュレーション間隔をインプットで任意に設定でき、その間隔ごとに大体つぎのアウトプットが得られる。

- (i) 時刻別外気温度

- (ii) 室温変化
- (iii) 壁温度
- (iv) 非定常負荷
- (v) ヒートポンプ能力変化
- (vi) ヒートポンプ成績系数(COP)
- (vii) 蓄熱暖房器能力変化
- (viii) 消費電力(各月、天候別)
- (ix) 蓄熱暖房器残熱量
- (x) ランニングコスト

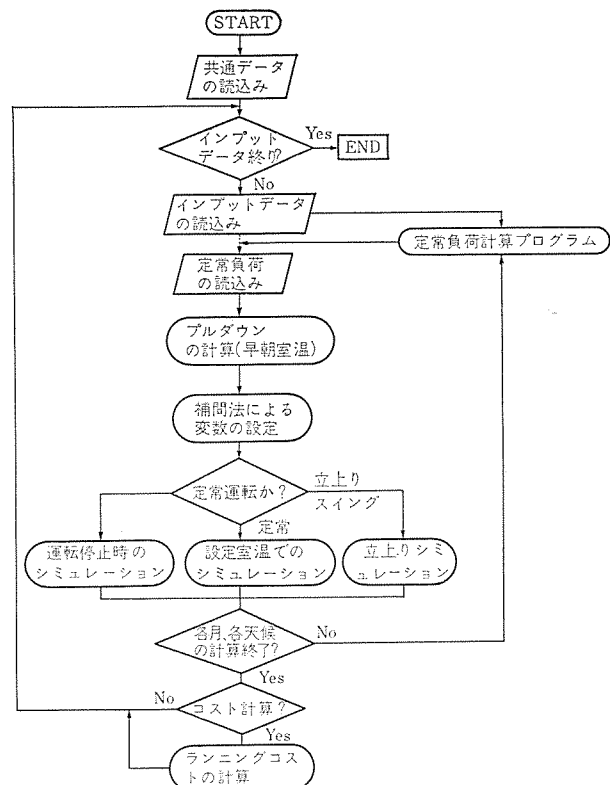


図 2.1 プログラム概略のフロー
General flow chart.

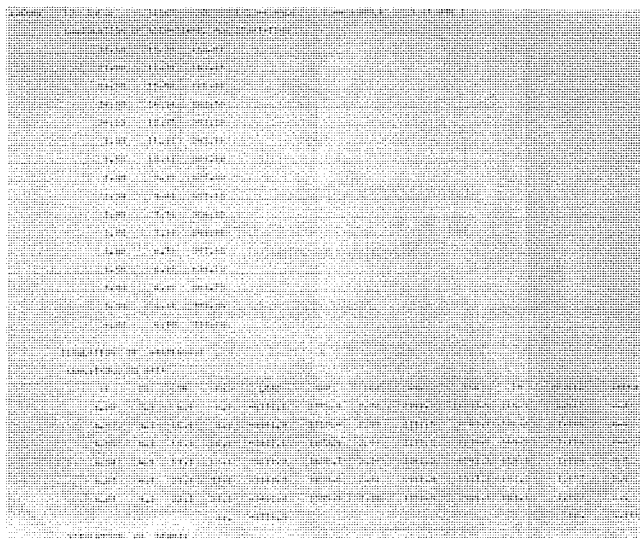


図 2.2 アウトプットの例
Example of output.

2.3 インプット

インプットの構成は大体つぎのようなものである。

- (i) 家屋構成
- (ii) 機器使用パターン
- (iii) 機種の パフォーマンス 系数
- (iv) 補助熱源機器能力
- (v) 天候・外気条件
- (vi) シミュレーション 時間々隔 (分)

2.4 概略フロー

このシミュレーションプログラムは、先に報告した定常負荷計算プログラム (本誌, 45, No. 9) と組合せて使用する方法をとっており、このプログラムのなかで定常負荷から非定常負荷への変換をしている。図 2. 1 に概略のフローチャート, 図 2. 2 にアウトプットの例を示す。

3. シミュレーション方法

3.1 外気温度

外気温度は過去 7 年間の「全国気象データ」を分析し、全国各地の夏期・冬期の晴れ・曇りについて、大体 16 程度のパターンを設定すればこれらを包括できることがわかった。またこのパターン化には、周期回帰により二次までの近似で 98 % 以上の精度が得られることも判明した。

$$TO(\theta) = A + B \cdot \cos \theta + C \cdot \sin \theta + D \cdot \cos 2\theta + E \cdot \sin 2\theta \quad (3.1)$$

式 (3.1) が外気温度を示す二次周期回帰式であり、 $TO(\theta)$ は時刻による変数 θ によって変わる各時刻の外気温度である。 $A \sim E$ は回帰定数であるが、16 組だけの $A \sim E$ の値を求め、プログラムに内蔵し、これをコード化した。この対照表を表 3. 1 に示す。全国各地の地理的条件により外気温度のパターンは、それぞれ異なるが一般的に晴れた日は日中と夜間の温度差が大きく、曇った日は温度差は小さい。また雨・雪の場合は一律のパターンは設定できず、各時刻とも一定温度としている。

各シミュレーション 時間々隔での温度は、前後の時刻の温度から補間法により求めている。

3.2 定常負荷から非定常負荷への変換

このシミュレーションへ入るまえに、別なプログラムである「定常冷暖

表 3.1 各地の外気温度 パターンコード
Pattern code of out air temperature
for each district.

地方	季節	天候	使用するパターン	地方	季節	天候	使用するパターン
鹿児島	夏	○	1	甲府	夏	○	1
	冬	◎	2		冬	◎	11
福岡	夏	○	9	新潟	夏	○	9
	冬	◎	6		冬	◎	12
広島	夏	○	7	長野	夏	○	1
	冬	◎	6		冬	◎	6
島根	夏	○	7	長野	夏	○	12
	冬	◎	8		冬	◎	8
鳥取	夏	○	2	長野	夏	○	9
	冬	◎	6		冬	◎	2
山形	夏	○	1	長野	夏	○	11
	冬	◎	8		冬	◎	7
高松	夏	○	1	金沢	夏	○	1
	冬	◎	2		冬	◎	2
徳島	夏	○	5	金沢	夏	○	7
	冬	◎	8		冬	◎	8
香川	夏	○	1	仙台	夏	○	5
	冬	◎	2		冬	◎	6
愛媛	夏	○	7	仙台	夏	○	7
	冬	◎	8		冬	◎	8
高松	夏	○	5	秋田	夏	○	1
	冬	◎	6		冬	◎	6
愛媛	夏	○	7	秋田	夏	○	7
	冬	◎	8		冬	◎	8
香川	夏	○	9	函館	夏	○	5
	冬	◎	7		冬	◎	6
愛媛	夏	○	11	函館	夏	○	7
	冬	◎	12		冬	◎	8
高松	夏	○	9	札幌	夏	○	9
	冬	◎	2		冬	◎	6
愛媛	夏	○	1	札幌	夏	○	7
	冬	◎	12		冬	◎	8
高松	夏	○	6	大分	夏	○	1
	冬	◎	6		冬	◎	2
愛媛	夏	○	7	大分	夏	○	3
	冬	◎	12		冬	◎	4
香川	夏	○	5	和歌山	夏	○	5
	冬	◎	2		冬	◎	6
愛媛	夏	○	1	和歌山	夏	○	7
	冬	◎	12		冬	◎	8
高松	夏	○	9	舞鶴	夏	○	9
	冬	◎	10		冬	◎	11
愛媛	夏	○	11		冬	◎	12
	冬	◎	12				

注：天候 ○ 晴れ
◎ 曇り

房負荷計算プログラム」(本誌, 45, No. 9) から定常負荷がインプットされるが、この負荷を室内温度 T_R と外気温度 T_O によりつぎのように変換し、非定常負荷としてシミュレーションに使用している。

$$L = \frac{T_R - T_O}{T_N - T_O} \cdot L_1 + L_2 \quad (3.2)$$

L : 非定常負荷

L_1 : 室温と外気温度差に比例する定常負荷

L_2 : 室温・外気温に無関係な定常負荷

T_N : 定常負荷計算時に設定した室温

式 (3.2) 中 L_1 には壁・窓・天井・床からの熱貫流・換気負荷があり、 L_2 には内部発生熱・日射負荷がある。これらは上記負荷計算プログラム のなかで分類・整理されてこのプログラムへ導入する。

3.3 機器のパフォーマンス

外気温度・室温が変化した場合の機器能力・消費電力を計算するために、機器のパフォーマンスを式化した。図 3. 1, 3. 2 にヒートポンプおよび蓄熱暖房機のパフォーマンスの一例を示す。各機器のパフォーマンスはつぎのように式化されている。ヒートポンプの能力 Q は、図 3. 1 から室外吸込空気温度(外気温) T_O で二次式、室内吸込温度(室温) T_R で一次式の多項回帰を行えば、誤差範囲から考えて十分である。

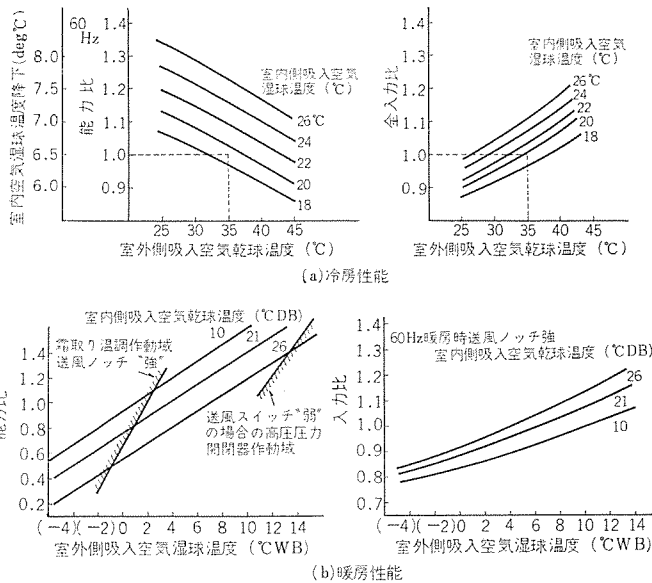


図 3.1 ヒートポンプ パフォーマンスの例 (MSH-22 RSA)
Example of heat pump performance.

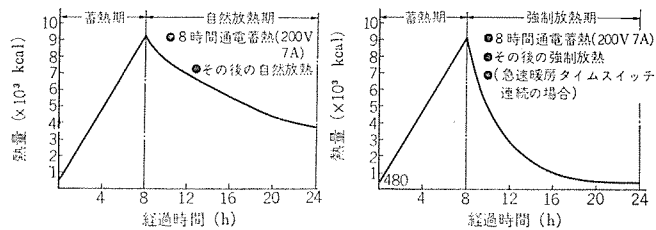


図 3.2 蓄熱暖房器 パフォーマンスの例 (SR-1401)
Example of heat storage-unit performance.

$$Q_H = A + B \cdot T_O + C \cdot T_O^2 + D \cdot T_R \quad (3.3)$$

またヒートポンプへの入力 E_H も同様に

$$E_H = A' + B' \cdot T_O + C' \cdot T_O^2 + D' \cdot T_R \quad (3.4)$$

式 (3.3), (3.4) の定数 $A \sim D$, $A' \sim D'$ は各機種によりそれぞれ求められ、プログラムのなかに共通データとして内蔵されている。

蓄熱暖房器の放熱量 Q_C は、レンガ温度 T_M ・放熱係数 A とすれば式 (3.5) で示される。

$$Q_C = A(T_M - T_R) \quad (3.5)$$

図 3.1 の放熱特性から、自然放熱係数および強性放熱係数 A の値を求めるためにつぎの式を導入する。

時刻 t における微小時間の放熱量 q_t は、式 (3.6) で表わされる。

$$q_t = -C \cdot dT_M/dt \quad (3.6)$$

C : 蓄熱暖房器の熱容量

ここに Q_C と q_t とは等価であることから、式 (3.5), (3.6) より

$$A(T_M - T_R) = -C \cdot \frac{dT_M}{dt} \quad (3.7)$$

式 (3.7) を積分して

$$t = -\frac{C}{A} \cdot \log_e \frac{T_M - T_R}{T_{M0} - T_R} \quad (3.8)$$

T_{M0} : レンガの初期温度

式 (3.8) がレンガ温度 T_M と時間 t の関係式であり、図 3.2 の各値を代入すれば、自然放熱係数および強性放熱係数の値 A を算出できる。この値も各機種ごとに計算されプログラムにデータとして内蔵されている。

3.4 室温の計算

室温のシミュレーション方法は最近各方面で報告され、研究されてい

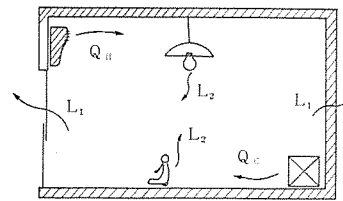


図 3.3 シミュレーションモデル図
Simulation model.

るレスポンスファクタ法でなく、住宅の相当熱容量的な考え方を導入した。図 3.3 にシミュレーションのモデル図を示す。

微小時刻での室内熱バランスを下記の式で表わす。

$$(Q_H + Q_C + L_2 - L_1) \cdot dt = C_R \cdot dT_R \quad (3.9)$$

ここに、 Q_H : ヒートポンプ能力

Q_C : 蓄熱暖房機的能力

L_1 : 温度差による負荷

L_2 : 内部発生熱

C_R : 相当熱容量 (定数)

dT_R : 微小時間 dt での室温上昇

式 (3.9) の左辺各項は T_R の関数であると同時に $T_O(t)$, t の関数であるが、 T_R の変化に比べシミュレーション時間々隔内に (通常 10~15 分)、その他の量が変化する割合が小さいとして、これらの量は、すべて補間法によりシミュレーション時刻の値を与えて一定とした。このようにして式 (3.9) の積分は簡略化され、 T_R はつぎのような式で与えられる。

$$T_R = T_{R0} + e^{-f_1(Q_H, Q_C, L_1, L_2, T_O, \frac{1}{C_R})} \cdot f_2(Q_H, Q_C, L_1, L_2, T_O) \quad (3.10)$$

式 (3.10) は立上がり時およびスウィング時に適用できるが、 $Q_H = 0$ を与えれば立下りの室温シミュレーションも可能となる。定常運転時は室内温度調節器により機械の ON-OFF がくりかえされ、室温もそれにつれて変化するが、このプログラムでは計算時間の短縮のため室温変化を追跡してはいない。定常負荷よりもヒートポンプ能力がまさる場合は、定常運転状態と室温は設定温度 (たとえば夏期 26°C, 冬期 22°C) 一定が保たれるとし、運転率、平均入力、壁の温度変化などが計算されるだけとしている。

前述した式 (3.10) 中の家屋の等価熱量 C_R の値によって式 (3.10) で計算される室温 T_R は、かなり大きな変化を受ける。当初 C_R の値は、それぞれの住宅で一個ずつの C_R の値を設定 (インプット) していたが、種々の計算を行なっていくうちに、 C_R の値を冷房と暖房および室温が立上がる場合と立下がる場合にそれぞれ分けて値を与える必要を生じた。この原因としては壁の温度分布、家具の温度分布が上記の各場合によって異なり、等価の熱容量を変化させなければ、実測データとの比較で実状と合わなくなったためである。

3.5 ランニングコストの計算

ランニングコストの計算は、電気料金の単価および計算法が各電力会社により差があり、プログラムに内蔵されているデータも各電力会社の計算法に合わせて変更しなければならない。

消費電力の計算は、ヒートポンプおよび蓄熱暖房機が使用した電力量をシミュレーション時間々隔 (10~15 分) ごとに積算するが、この積算は年間では行っていない。計算時間短縮の意味もあり、冷房シーズンおよび暖房シーズンの各天候ごとにそれぞれシミュレーションし、その天候が何日現われるかの値 (日数) を倍数している。この気象日

表 3.2 各地の気象値の例
Example of weather data for each district.

冷・暖房	日 (全日数)	天 候	晴れ 係数	大 阪			舞 鶴		
				max 外気温 °C	湿 度 %	日 数 (日)	max 外気温 °C	湿 度 %	日 数 (日)
暖	12 (31)	○晴 れ ◎曇 り ●雨・雪	0.8 0.3 0.0	10.4 9.7 10.0	48 53 90	16.15 10.1 4.75	8.2 8.3 4.7	49.3 57.2 83.7	9.5 16.0 5.5
	1 (31)	○ ◎ ●	0.8 0.3 0.0	8.1 8.2 8.0	46 54 90	13.75 10.75 6.5	9.1 7.3 1.9	49.3 60.0 82.0	7.4 11.4 12.2
	2 (28 or 29)	○ ◎ ●	0.8 0.3 0.0	11.7 10.4 8.0	42 48 90	12.15 11.35 4.5	8.9 7.7 1.5	49.3 64.3 81.2	6.0 12.25 9.75
房	3 (31)	○ ◎ ●	0.8 0.3 0.0	14.2 14.1 9.0	42 52 90	11.75 12.5 6.75	14.7 12.2 6.7	46.7 63.7 80.0	8.0 14.75 8.25
	6 (30)	○ ◎ ●	0.8 0.3 0.0	28.7 27.5 21.0	58 63 90	9.4 14.1 6.5	26.1 25.3 21.0	60.2 67.7 87.3	9.25 15.0 5.75
	7 (31)	○ ◎ ●	0.8 0.3 0.0	32.1 30.1 24.0	54 64 90	12.35 11.35 7.3	32.9 31.1 26.0	60.2 67.7 87.3	10.6 15.2 5.2
冷	8 (31)	○ ◎ ●	0.8 0.3 0.0	32.3 30.1 27.0	55 59 90	16.25 10.5 4.25	31.2 29.5 24.0	60.3 67.3 87.2	13.5 15.5 2.0

注：外気温は各地とも次式によってパターン化している。

$$T(t) = T_o \max + A + B \cdot \cos \theta + C \sin \theta + D \cos 2\theta + E \sin 2\theta$$

($T(t)$: 各時刻外気温, $T_o \max$: 設定最高外気温, $\theta = \frac{2\pi}{24} \cdot t$, t : 時刻
 $A \sim E$: 係数)

大阪は気象庁技術観測資料の天候別経時温度を使用した。舞鶴については地上
気象観測日原簿 (S41~S45) より天候別経時温度値を求めて使用した。
(回帰精度 98~99%)

数を大阪の場合を例にとり表 3.2 に示す。表 3.2 の値もプログラム
に内蔵されているが、過去 7 年間の気象データの平均値を示している。

4. 冷房時のヒートポンプ運転

つぎに夏期の冷房時に MSH-22 RSA-S (表 4.1 仕様参照) を使
用したシミュレーションの結果を示す。たとえば 断熱構造 (グラスウール
25mm) の洋風木造住宅で、図 4.1 のような間取りの住宅のシミュ
レーション結果は図 4.3 のようになる。図 4.2 はランニングコスト計算
時の住宅の負荷計算条件、表 4.2 はそのときに住宅の各部の材料
構成表を示している。室温は夜間、外気温より 1~2°C 高く、10
時からの運転では 31°C 程度から設定温度 26°C までさがるとに約
20 分かかることがわかる。また夕刻 16~17 時では、西日を受ける
関係からもクーラ運転を行わなければ 33°C 程度まで室温が上昇す
ることがわかる。クーラの運転率は設定温度に達するまでは 100 %
運転であるが、午前中は 55 %, 夜間は 30 %程度まで低下していく
ことがわかる。

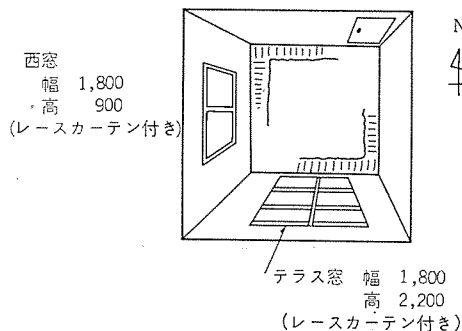


図 4.1 洋風木造住宅 (8畳) 間取り
Plan of foreign style room (13.2 m²).

表 4.1 機器の仕様
Specification of each unit.

(50 Hz/60 Hz)

名 称	ヒートポンプユニット		蓄熱暖房器
形 名	MSH-22 RSA-S	MFH-22 RB	SR-1401
冷房能力 kcal/h	2,000/2,240	2,000/2,240	蓄 熱 量 8,500 最大放熱量 2,800 自然放熱量 700
暖房能力 kcal/h	2,000/2,240	3,030/3,270	
電 源	室内 1φ 100 V 室外 1φ 200 V	1 φ 100 V	深夜電力 昼間電力 1φ 200V 1φ 100V
定格出力 W	圧 縮 機 750 室内ファン 15 室外ファン 20	圧 縮 機 750 室内ファン 15 室外ファン 20	蓄熱ヒータ 1,400 除湿ヒータ 550 フ ァ ン 10
定 格 消費電力	冷房 室内 1φ 100V 70/80W 室外 1φ 200V 980/1,170W	冷房 1,050/1,250 W 暖房 1,800/2,000 W	夜間電力 1.4 kW 昼間電力 20 (W) (除湿時は昼間電力 +550 W)
補助ヒータ の容量 W	—	800	—

計算条件

(大阪の場合)

季節	冷 暖 房	室内条件		内 部 負 荷 考 慮 有 無	蓄熱係数考慮有無	外気および気象条件				夜間 よく 射 有 無
		乾球	湿球			月	1 日の 最高温度 °C	湿度 %	晴れ係数	
夏	冷 房	27°C	50%	有	有	有	有	有	有	有
冬	暖 房	22°C	50%	有	有	有	有	有	有	有

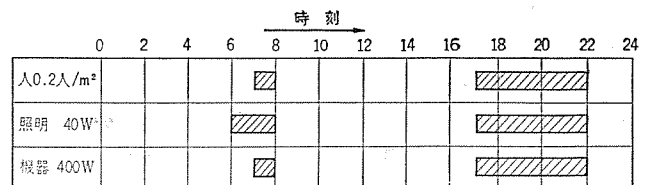


図 4.2 ランニングコスト計算時の負荷計算条件例
Example of load calculate condition for running cost.

表 4.2 住宅の各部材料構成
(洋風木造住宅)

Material list for each residential. 単位: mm

名 称	材 料 構 成
屋 根	合板 9.0, ルーフィング 0.5, 鉄板 4.5
天 井	石膏プラスタ 7.7, 空気層 (ガラス綿 25.0)
床	じゅうたん 5.0, 合板 12.0, 空気層 (ガラス綿 25.0)
外 壁	合板 5.0, 空気層 (ガラス綿 25.0), 合板 5.0, 亜鉛めっき鉄板 1.5, セメントモルタル 27.0
内 壁	合板 4.0, 空気層, 合板 5.0
妻	合板 5.0, 空気層, 合板 5.0

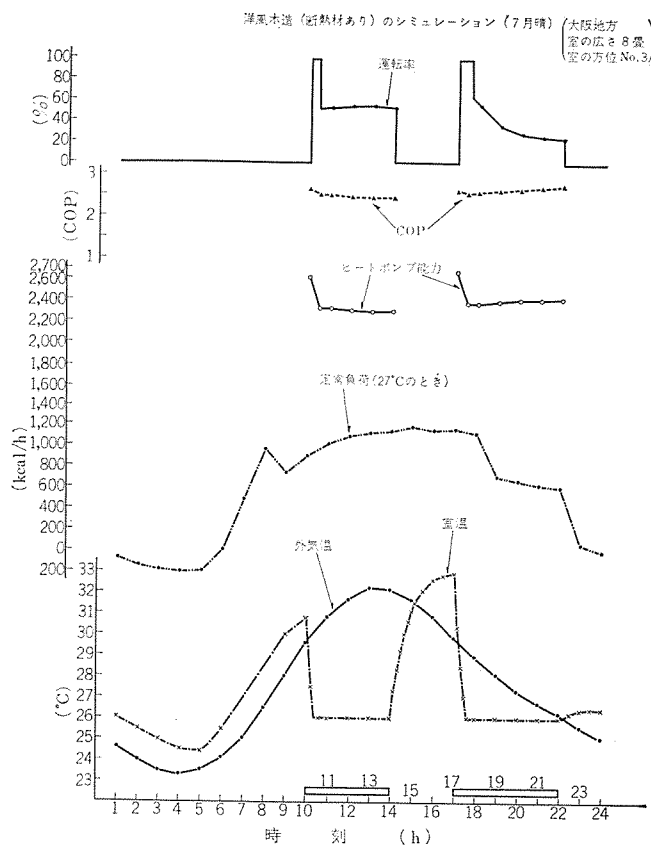


図 4.3 ヒートポンプによる冷房運転 (MSH-22 RSA-S)
Simulation for cooling with heat pump.

5. 暖房時のヒートポンプと深夜電力 利用蓄熱暖房器との組合せ運転

この組合せは当社の ミテス (MITES) と呼ぶ空調システムであり、冷房はヒートポンプで、暖房はヒートポンプ運転と深夜電力によるレング式の蓄熱暖房器を補助的に必要に応じて加えていくものであり、ヒートポンプは 1~2 HP までの 3 機種、深夜電力利用蓄熱暖房器は 1.4~5 kW の 4 機種を自由に組合せて機種選定できるものである。

図 5.1 はこの内の MITES 21 と呼ばれるシステムであり、ヒートポンプの MSH-22 RSA-S および深夜電力利用蓄熱暖房器の SR-1401 (ともに表 4.1 仕様参照) を組合せたものを、大阪における 1 月曇りの日をシミュレーションした例である。間取りは前述の図 4.1、負荷計算条件は図 4.2、住宅の各部構成材料も表 4.2 を使用した場合である。図 5.1 を見ると室温は、深夜でも蓄熱暖房器の自然放熱の影響を受けて外気温よりかなり高く、寝室などに使用すれば、人間の発生熱も加わるのでよい環境を作っていることがわかる。また早朝 6 時における立上りは外気が 2°C 程度と低いながら蓄熱暖房機の強制放熱に助けられて、20°C までなら 20 分程度の運転で到達していることがわかる。昼間のヒートポンプ運転と蓄熱暖房器の自然放熱とでは、ヒートポンプの運転率は 40~60% となり、夜間 18 時ごろからは漸次増加するが 22 時でも 60% 程度と、十分このシステムで暖房できる機種となっている。

6. ブースタヒータ付きヒートポンプの暖房運転

図 6.1 は補助ヒータ付きヒートポンプの販売資料に使用された例を示しているが、MFH-22 RB (800 W 補助ヒータ付き) の東京における 1 月曇りの場合のシミュレーションの一部である。間取りは図 4.1、

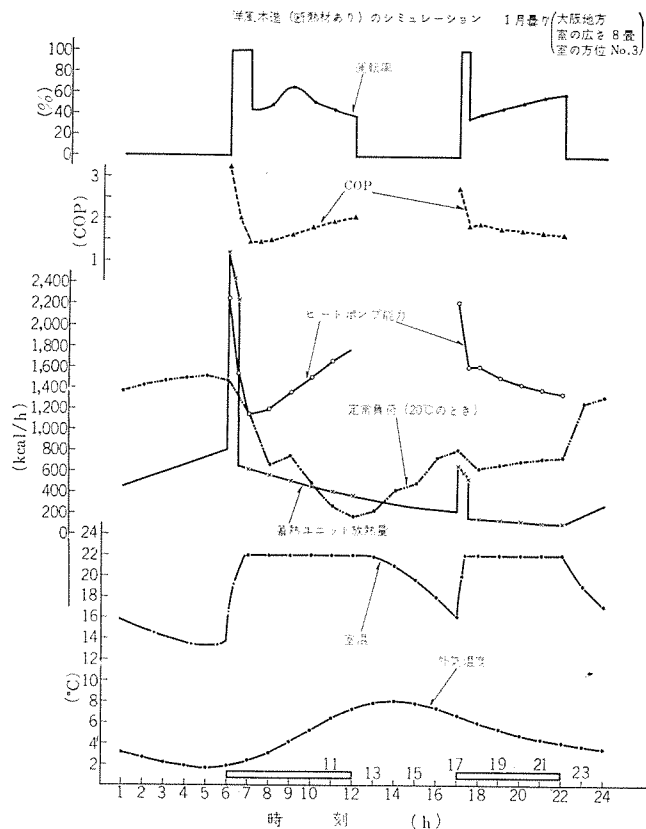


図 5.1 ヒートポンプ+蓄熱暖房器の暖房シミュレーション例
Simulation for heating with heat pump and storage unit.

東京	使用機種	補助ヒータ	建物	へやの
	MFH-22RB (単相100V) MSH-22RA (単相100V) MSH-22RTA (外二相200V)	容量 800 W	洋風木造 住宅 一8畳	南西

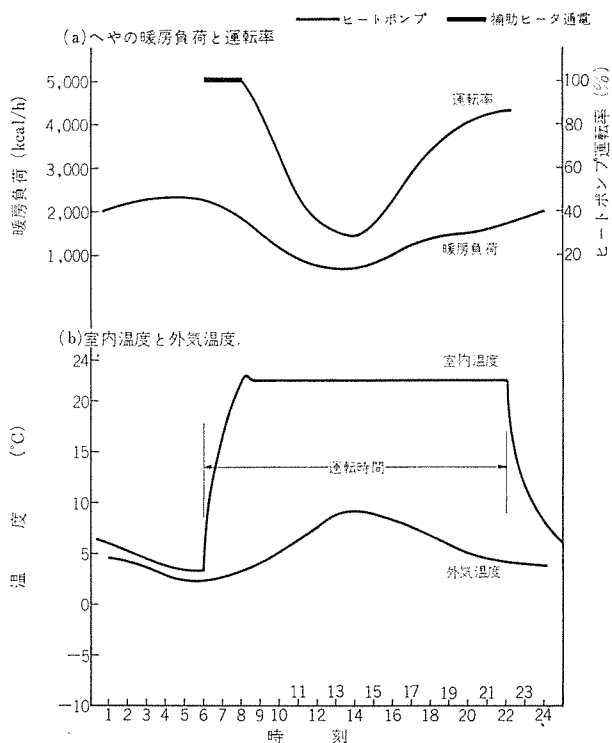


図 6.1 補助ヒータ付きヒートポンプの暖房運転シミュレーション例
(1 月曇り)
Simulation for heating with heat pump and booster heater.

負荷計算条件は図 4. 2 に示しているが、外気温度とそのパターンは東京の気象データを使用している。また、住宅の各部構成材料は、表 4. 2 のうち断熱材（グラスウール 25 mm）がないもので計算している。室温はこの種の住宅では、図 6. 1 のごとく夜間は外気より 1°C 程度高いだけであり、6 時からの立上がりでは、20°C まで上昇するのに約 1 時間が予想される。ペースタヒータは室温を 22°C に設定したとき、早朝約 2 時間の使用となる。ヒートポンプの運転率は、6～22 時の連続運転では昼間（13～14 時）30 %程度の最低を記録するが、22 時ごろは 90 %近くまで上昇する。

7. む す び

このシミュレーションプログラムは、最近各方面で利用されはじめているレスポンスファクタ法によるシミュレーション方法などに比べて、住宅の

各種材料の蓄熱容量や、それに伴う時間遅れ、および室温の非定常計算の解法などでかなり簡略化されたアルゴリズムとなっているが、利用の便利さ、計算時間の短縮化などでかなりのメリットをもったプログラムであり、初期の目的を十分果たしている。このプログラムを利用して、現在までに各種住宅におけるルームクーラ、ヒートポンプの機種選定やヒートポンプをどの程度の寒冷地にまで適用できるか、また当社 MITES フリーの各種住宅での機種選定とランニングコスト計算などの数多くのデータがえられ、販売資料・開発用技術資料として活用され、またとくにマンション向けクーラやヒートポンプの商談にも利用されている。

今後、各住宅の実測値の集積によりデータの精度向上を計り、活用を計っていきたい。

住宅の冷暖房負荷の解析

小原 英一*・小林 恵治*

Residential Air Conditioning Load and Heating, Cooling System

Consumer Products Research Laboratory

Eiichi Ohara・Keiji Kobayashi

This article describes the load in heating and cooling of residences and the air conditioning system. Especially discussed is the problems how the air conditioning load in heating and cooling is affected by the architectural construction and how economically and comfortably the heating and cooling can be accomplished by what kind of heat insulation in use. Moreover, mention is made on the operating states of air conditioning systems actually installed in some residences and the living conditions brought about in their rooms. It is very important to make thorough studies on the heat load and to select air conditioning systems to meet with the characteristics of them in order to have comfortable results.

1. ま え が き

住環境の改善については近年、ますますその必要性が多くの人々に認識されるとともに、関連業界においてはシステムや機器の研究、開発に拍車がかけている。とくに住宅向け冷暖房機器の開発はわが国の有力企業が主力を注いでいるので、進歩がめざましい。

ここでは住宅の冷暖房負荷と快適さ、冷暖房負荷に及ぼす住宅の構造、空調システムとの関連などについて述べる。

2. 最近の冷暖房負荷計算

従来、住宅についての冷暖房負荷計算は、一般に表 2. 1 や表 2. 2 などを利用して概略値を求めて冷暖房機器を選んでいく。しかし数年前からエネルギーの有効利用という観点から、蓄冷熱を利用した空調機器が開発されたり、冬季、暖房能力が不足がちであったヒートポンプ空調機器が改良され、一般に普及するにつれ、さらに詳細

表 2. 1 床面積あたりの冷房負荷抜粋*
Cooling load per unit area.

へやの種類**			冷房負荷 (kcal/m ² h)	換気回数 (回/h)	冷房負荷算出の条件 在室者の数 (人/10m ²)	照明の電力 (W/m ²)	へやの種類			冷房負荷 (kcal/m ² h)	換気回数 (回/h)	冷房負荷算出の条件 在室者の数 (人/10m ²)	照明の電力 (W/m ²)	
一般事務室	北向き	最上階	140	1	2	20	食堂	換気ファン使用せず	南向き	190	1	6	20	
		中間階	100						西向き	260				
	西向き	最上階	200	1	2	20		換気ファン使用	南向き	250	4	6	10	
		中間階	145						西向き	320				
一般商店	人の出入多		155	2	3	40	料亭客室(和風)			170	1	6	10	
	人の出入少		135	1			バー	換気ファン使用せず		165	1			
個室 ホテル 病室	南向き		100	1	1	20		1	換気ファン使用		220	4		
	西向き		145						250	1	2	20		
喫茶店	換気ファン使用せず		200	1	6	10	美容院 理髪店 写真室			200	1	2	20	
	換気ファン使用		265	4						100	1	2	20	
食堂	窓	換気ファン使用せず	南向き	165	1	6	20	住宅 (木造平屋)	和室	南向き	190	1.5	3	0
		西向き	190	北向き						140	1.5	3	10	
	狭	換気ファン使用	南向き	225	4				洋室	南向き	165	1	3	0
		西向き	250	西向き						200				
堂	窓	換気ファン使用	南向き	1	3	10	アパート洋間	南向き	最上階	160	1	3	10	
		西向き	125						中間階					

* 空調調和・衛生工学学会規格。

** 南向きとは外気に接している窓が南向きであることをいう。西向き北向きも同様。

表 2. 2 損失熱量の概算値
Air conditioning load.

コンクリート建築(全体) 延面積あたり	70~90 kcal/m ² h
コンクリート建築(各室に対し)	
コンクリート建築(最上階) 各室床面積に対し	110~180 kcal/m ² h
コンクリート建築(中間階, 1階) 各室床面積に対し	70~110 kcal/m ² h
木造建築(全体) 延面積あたり	90~110 kcal/m ² h
(各室) 床面積あたり	110~150 kcal/m ² h
劇場 観客席 へや容積あたり	15~25 kcal/m ³ h
コンクリート紡績工場 へや容積あたり	15~35 kcal/m ³ h

に冷暖房負荷を推算することが必要となった。そこで当社では電子計算機を利用し、住宅の冷暖房負荷を年間をとおして計算したりし、その他の諸条件を変えて計算している。これらをまとめて住宅熱負荷計算シリーズ「コンクリート住宅編」・「洋風住宅編」ができた。

一方、事務所ビル・デパートなどの空調システムを選定するときには、電子計算機を利用した冷暖房負荷計算が設計計算の高精度化、設備設計の省力化などの理由で導入されてきた。

3. 住宅の構造と冷暖房負荷

冷暖房負荷は一般に運転費の経済性という点から多く論じられているが、住宅の場合にはこれに加えて快適性や結露の問題とともに扱う必要がある。ここで若干冷暖房負荷の内容を検討してみる。

室内を必要な温湿度に維持するには、その室内空間が取得、または失う熱量を適正に補ったり、取り去ったりしなくてはならない。また室内空気の水分の取得または損失を補うだけの水分を取り去り、または与えなくてはならない。前者を顕熱負荷、後者を潜熱負荷といい、両者を合わせて、室内空間から「取り去るべき熱量」を冷房負荷、「与えるべき熱量」を暖房負荷という。熱負荷としてはつぎの4要素が考えられる。

(1) 壁・屋根・ガラス窓など建築構造体の熱伝導により室内外に交換される熱量： H_c (kcal/h)

(2) ガラス窓などを通して入るふく射熱量： H_r (kcal/h)

(3) 窓のすき間、とびらの開閉などのため室内外空気が交換されることにより、室外空気を室内空気の状態まで変化させるに必要な熱量: H_v (kcal/h)

(4) 室内の人間・電灯・機械器具などにより室内で発生または吸収される熱量: H_t (kcal/h)

冷暖房機器の熱負荷を H (kcal/h) とすれば

$$H = H_c + H_r + H_v + H_t$$

H_c と H_r については顕熱のみであるが、 H_v 、 H_t については潜熱が含まれる。

冷暖房いずれの場合でも、毎日運転を休止する間欠運転を行なうことがほとんどであるから、建築構造体や室内器具などの熱容量による蓄熱を考える必要がある。これは後述するように集合住宅と一戸建てではとくに問題となる。

3.1 住宅の構造と熱特性

住宅の冷暖房負荷は集合住宅と一戸建て住宅では非常に異なるし、また一戸建て住宅についてはコンクリート住宅と木造住宅とでも違う。

一戸建てコンクリート住宅と木造洋風住宅の南東に位置する8畳間を例に計算した結果を図3.1、3.2に示す。コンクリート住宅の場合、冷房負荷・暖房負荷ともに最大値は約1,000 (kcal/h) であり、最大値と最小値の差は暖房負荷で1,200 (kcal/h)、冷房負荷で1,100 (kcal/h) となっている。

一方、木造住宅の場合、冷房負荷は最大値が1,625 (kcal/h)、暖房負荷は2,020 (kcal/h) となっており、最大値と最小値の差は約1,800 (kcal/h) となっている。すなわちコンクリート住宅における熱負荷のほうが木造住宅における熱負荷より平均化している。このことは木造住宅の冷房負荷が午前8時～12時にかけてピークとなり、暖房負荷が早朝5時頃にピークがでているが、コンクリート住宅の場合には冷房負荷が午前8時から午後22時ごろまで約750 (kcal/h)～1,000 (kcal/h) と長時間持続し、暖房負荷も日中は負荷が非常に少なく夜間に連続して負荷がかかる。このようなことから冷暖房機器を選ぶときにコンクリート住宅の場合には、小容量の機器を連続して使うことが望ましいという興味深い結果がでている。

また、図3.1の木造住宅について断熱材を外壁内に入れた場合と入れない場合を比較しているが、断熱材を入れると約75%の熱負荷となり、運転費にも大きく影響してくることがわかる。断熱材を外壁に入れることは建物の熱容量も若干大きくなるが、それよりも外気温の影響が少なくなり、暖房時には壁面温度も上昇し快適さが著しく増す。

つぎに集合住宅について述べる。集合住宅の各住戸の熱負荷はその住戸が建築物内のどの位置に位するかで非常に異なる。定性的には中間階中央に位置する住戸は外気に接する面が2面であるのに対し、最上階の妻部に位置する住宅は4面が外気に接する。そのため最上階または最下階妻部にある住戸の熱負荷が最も大きく、つぎに妻部の中央階、最後に中間階中央部となる。図3.3は一般的な集合住宅として、床面積77 m²、空調面積59 m²の3LDKのマンションについて比較したものである。計算条件としては内部で発生する熱量も使用実態に合わせ、かつ日射や夜間ふく射なども考えて計算した。

図からわかるように最上階妻部と最下階妻部とはほとんど変わらず中間階中央部とは約1,000 (kcal/h) の差がある。なお中間階の妻部は最上階妻部と中間階中央部の中間の暖房負荷になると考えてよい。全暖房負荷が3,500 (kcal/h) くらいであるのに対し1,000 (kcal/h)

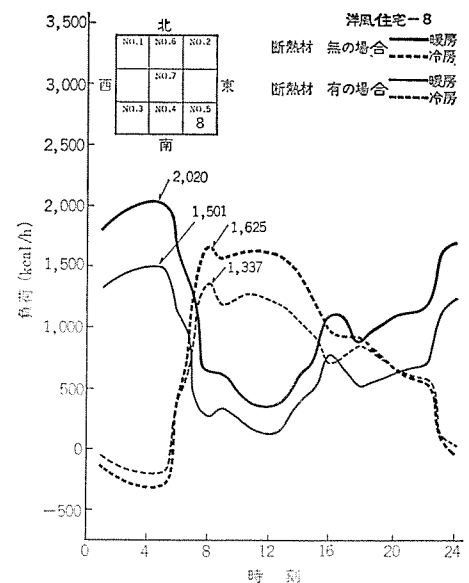


図 3.1 洋風住宅の冷暖房負荷
Typical residential air conditioning load.

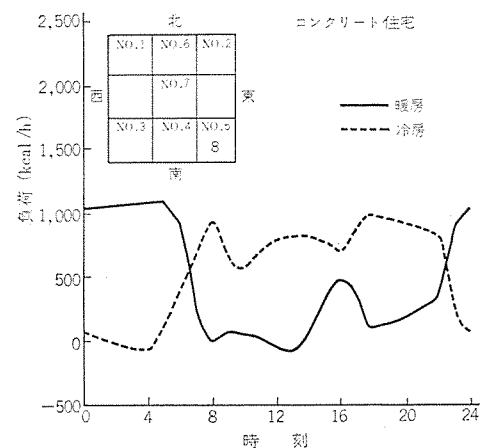


図 3.2 コンクリート住宅の冷暖房負荷
Typical residential air conditioning load.

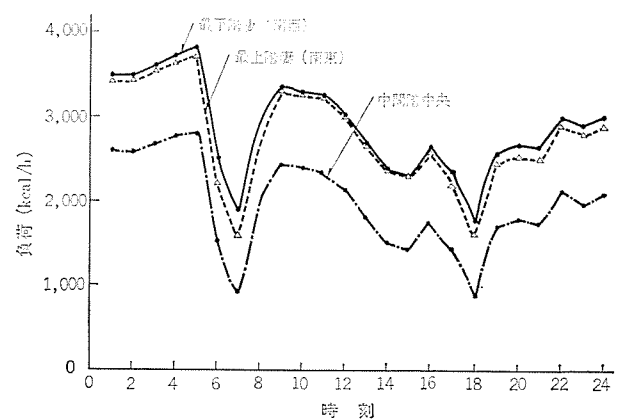


図 3.3 集合住宅の住戸の位置による暖房負荷
Apartment-house air conditioning load.

もの差が生じ、暖房運転の時間を10時間と仮定すれば10,000(kcal)にもなり、年間をとおすとばくだい値となる。

上記のことは表3.1における使用実態調査からもいえることである。この調査から運転時間を8時間で行なうより16時間に、さらに連続運転にしたほうが単位時間当たりのガス消費量が少なくてすむことがわかる。

表 3.1 1日の暖房用ガス消費量(住戸位置別 平均値)
Gas consumption of apartment-house.

(単位 m³/日)

住戸の位置	全戸間欠8時間	全戸間欠16時間	全戸連続
最上階妻	2.92	3.07	3.40
最上階中間	2.61	2.80	2.80
中間階妻	2.92	2.86	3.12
中間階中間	2.55	2.05	2.31
最下階妻	3.85	4.08	3.38
最下階中間	3.56	3.96	3.80

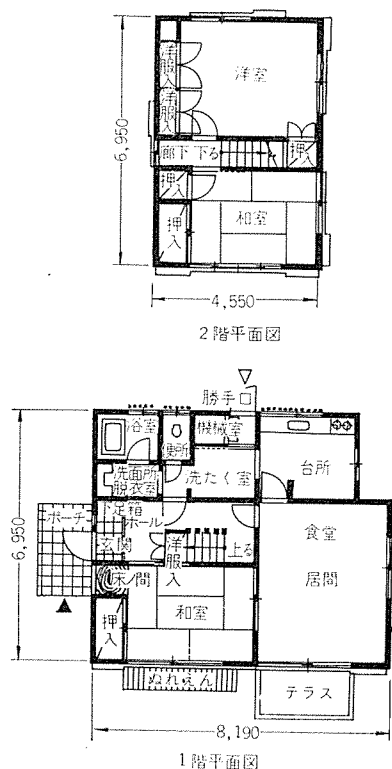


図 3.4 一戸建て木造住宅の平面図
Floor plan.

表 3.2 各部の材料構成と熱通過率
Construction material and heat transmission coefficient of each wall.

各 部	材 料 構 成 mm					熱通過率 kcal/m ² h °C	
						冷 房	暖 房
屋 根	(色係数 0.75) 合 板 12 ルーフィング 0.5 鉄 板 0.4					3.18	4.24
妻	フレキシブルボード 6					4.82	5.24
外 壁	(色係数 0.75) 布 0.5 プラスタ 9 空気層, ガラス綿 25 フレキシブルボード 5					0.87	0.88
内 壁	1	ラ ヲ ン 5	空 気 14	ラ ヲ ン 5	(ド ア 部)	1.03	1.03
	2	合 板 5	空 気 19	合 板 5	(ド ア 部)	0.83	0.83
	3	紙 1.5	空 気 10	紙 1.5	(ふすま部)	1.33	1.33
	4	布 0.5	プラスタ 6	空気層, プラスタ 6	布 0.5 (間 仕 切)	1.93	1.93
天井, 床	1	合 板 9	空気層, ガラス綿 25	(2階 和室 天井)		0.78	0.90
	2	ブ ラ ス タ 9	空気層, ガラス綿 25	(リビングルーム 子供べや 天井)		0.82	0.94
	3	コーボライト 9	空気層, ガラス綿 25	(台所 天井)		0.67	0.75
	4	じゅうたん 5	合 板 12	空気層, コーボライト 9	(子供べや 床)	1.29	1.10
	5	合 板 12	コーボライト 2	(リビングルーム 床)		3.20	2.80
	6	た た み 50	木 材 12	(1階 和室 床)		1.25	1.18
	7	合 板 12	タ イ ル 5	(台所 床)		3.97	3.37
屋 根, 妻, 天 井 の 総 合 熱 通 過 率						0.67	0.81

以上のように集合住宅における冷暖房負荷は、一戸建て住宅の場合よりも集合化されることによる放熱面積の減少、構造材の蓄熱による負荷の平たん化などが大きな特徴といえる。

3.2 住居各部の構造と熱配分

前項では住宅全体とかへや全体について冷暖房負荷を比較検討したが、ここでは一つのへやを構成する各部分について考えてみる。

一般に居室は外壁・内壁・床・天井・窓などにより構成され、このなかに室内の熱発生源である照明器具などを備えていると考えてよい。

図 3.4 に示す 木造一戸建て住宅の居間について検討してみる。表 3.2 はこの住宅に使用した各部の材料構成とその熱通過率を示す。この住宅に用いられている 25 mm のガラス繊維断熱材をとりのぞくと、外壁の熱通過率は約 2.5 倍となり非常に大きくなる。

表 3.3 は各部分の負荷を配分した結果である。前述のように断熱材を入れるか入れないかで大きく配分が変わるとともに、注目すべきものは窓から熱の侵入・放出である。冷房時にはふく射により約 15% から 20% の熱が侵入している。また夏を涼しく過すためにはこの表からわかるように、屋根や天井に断熱材を入れると非常に効果がある。それと同時に断熱材を外壁に入れると、冷房負荷とし

表 3.3 冷暖房負荷の各部分による配分
Distribution of air conditioning load. (単位 %)

住宅の名称		木造住宅 (断熱材有)		木造住宅 (断熱材無)	
各部分の名称		冷 房 時	暖 房 時	冷 房 時	暖 房 時
屋根と天井の負荷		29.8	15.2	40.7	25.3
床 の 負 荷		11.4	22.6	8.2	15.8
窓のふく射負荷		18.9	0	13.4	0
窓の貫流負荷		17.0	38.2	12.1	26.6
外 壁 の 負 荷		8.3	13.2	15.5	24.9
間仕切の負荷		1.5	3.4	1.1	2.4
室内発生源	照明負荷	1.0	-0.4	0.7	-0.3
	換気負荷	8.1	9.2	5.7	6.4
	人体負荷	1.8	-0.7	1.2	-0.5
	機器負荷	2.1	-0.8	1.5	-0.6
合 計		100	100	100	100

では換気による負荷とほぼ同じになることも注目に値する。このことから夏のふく射熱のシャ断と、冬の日射の取り入れは冷暖房負荷という点のみならず、健康上からも十分に配慮してよい。

4. 冷暖房負荷と空調システム

3章で述べたように冷暖房負荷は住宅の構造によりかなり差があるので、空調システムを選ぶには十分にその住宅の冷暖房負荷特性を調べると同時に、空調システムの特長をは把握する必要がある。

わが国における住宅向け冷暖房機器は業務用空調機の小形化として発展した。その代表的な例が石油温水ボイラであり、またパッケージエアコンやルームエアコンがこれらの中にはいる。そのため、これらの機器を住宅に設置しようとするると各種の問題があったが、最近ようやく住宅専用の機器が市場に出回るようになった。現在、一般に使われている代表的な空調システムは、

(1) 冷温水方式: 冷水または温水をポンプを使って熱交換器に循環させる方式

(2) 冷温風方式：冷風または温風をダクトを通して室内に供給する方式

(3) その他の方式： 個別の冷暖房機器を用いるとか、フローヒータリングといった(1)、(2)には入らない方式に分けられる。

図 4. 1, 4. 2 にその系統図を示す。

冷水方式は現在、セントラルヒーティングクーリングの主流をなすもので、この方式が普及してきた大きな理由は冷暖房のほかに台所やふろに簡単に給湯できることである。主要な機器は冷水を作るチラー、温水を作る温水機などの熱源機器のほか、室内に熱を与える放熱器と水を循環するポンプである。これらの主要な機器は亜鉛引き鋼管で接続されている。

この方式の最大の特長は各へやごとに放熱器が設置されているので、必要に応じて冷暖房ができ、しかも室内に室内温度調節器をつければ、室温を個別に変えることができる。そのためきめの細かい制御が可能で快適性がすぐれている。第2の特長は配管により水回路が閉回路になっているので、システムからの放熱や配管損失が少なく、システム効率が良い。

図4.3は木造フルバ住宅に冷温水式の空調機を設置したときの、真夏（7月）における運転状況を実測した結果である。外気温温度の変化により、住宅の冷房負荷が変わり、これに応じて室内に設置されている放熱器からの熱出力が約30分ぐらいの遅れで変化し、さらに若干の時間遅れをもって熱源機器に現われている。この運転状態において、室内はほぼ室温22℃～25℃の範囲にあり、相対湿度も60％前後でほぼ一定している。室内の上下の温度差も1℃以下であり、非常に快適である。

冷水水方式は前述のようにシステムとしては非常にすぐれているものであるが、各室に放熱器を備えるために設備が高くなり、また工事の良し悪しにより、システムが円滑に動作しないこともあり、信頼のおける工事店に施工してもらう必要がある。施工上とくに注意しなければならないことは管路からの空気抜きの問題で、これが簡単にできないと騒音を発生したり、水が十分に回らないなどクレームの原因となる。

図 4.2 に冷温風方式の系統図を示してあるが、この方式では熱源機器として石油温風暖房機とか、ガス温風暖房機にセパレートクーラの室内側ユニットを組合せるのが普通である。室内に冷温風を供給す

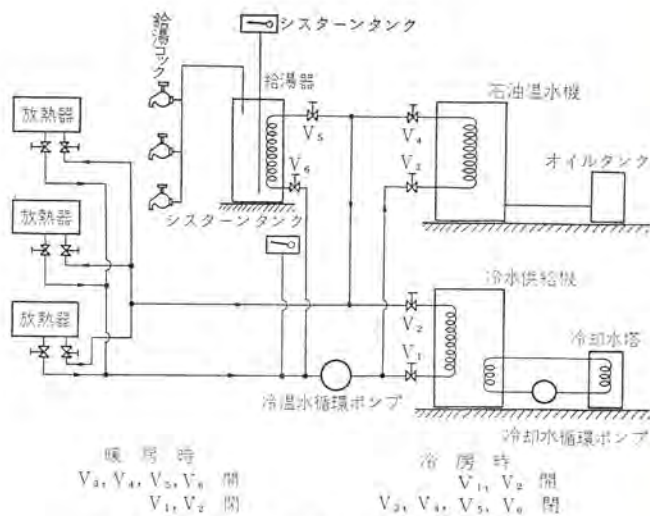


図 4.1 石油温水機とチラーによるシステム
Central heating and cooling system using
oil-fired boiler and water chiller.

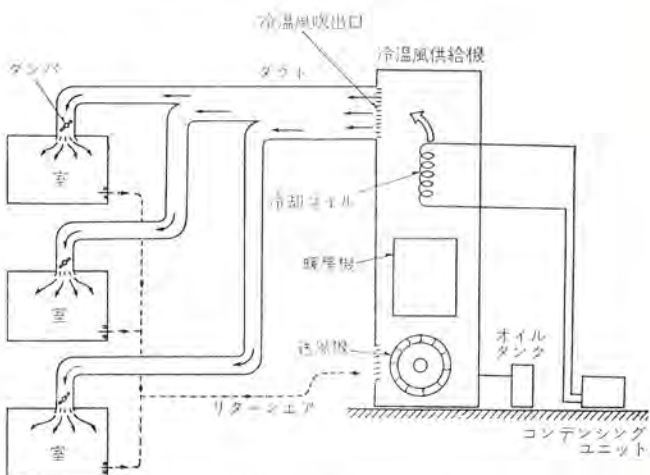


図 4.2 石油温風暖房機と冷房機によるシステム
Central heating and cooling using oil-fired furnace and cooler.

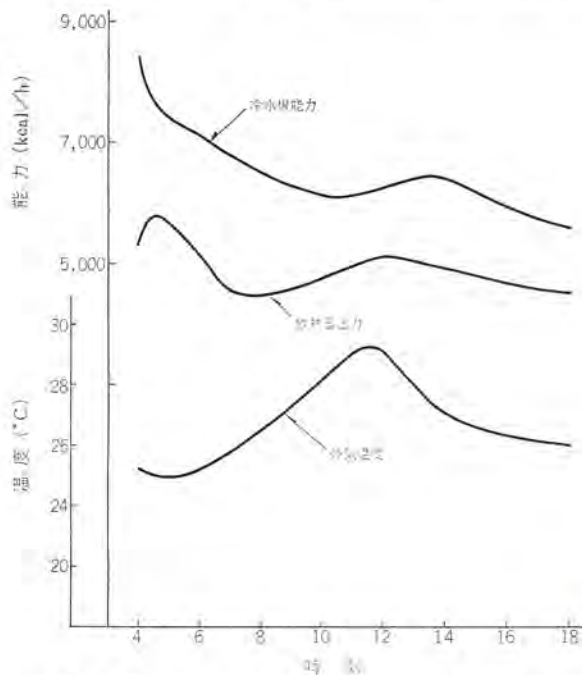


図 4.3 冷温水方式による冷房システムの動特性
Characteristic of cooling system.

るのはダクトを通して、VHS形レジスタから吹出す。リターン空気は廊下などを使って返すのが一般的な方法である。

この方式の特長は外気の導入をシステムとして積極的に計画時に採り入れることができること、放熱器が室内にないのでスペースになること、暖房設備のみを最初に設置し、後から冷房設備が追加しやすいこと、設備費が割安のことなどがあげられる。しかし冷暖房設備のみであると、給湯設備を別に設けなければならない。この点を改善する方式として温風給湯暖房機が開発されている。図4.4がその外観である。

図4.5は木造一戸建て住宅を冷温風式で冷暖房した場合のダクト配設図である。この住宅の建築面積は84.6m²、空調面積は56.0m²である。熱源機器はガス温風給湯機にセパレート形のルームエアコンを組み込んだものである。ダクトはアルミはく張りのガラス繊維を断熱材

としたもので、断熱材の厚さは25mmである。

この住宅の冷暖房負荷の計算結果と暖房時の室温をまとめたものである。対象となった住宅は外壁や天井部にガラス繊維断熱材が25mmずつ入っているの、壁の熱通過率が0.8~0.9(kcal/m²h°C)と小さく、そのため一般に考えられている冷暖房負荷よりはるかに少ない。冷温風方式で住宅などを空調するときとくに注意しなければならない点は換気の問題である。リターン空気を廊下などを通して取得するときには、各室の換気量は各種文献などに紹介されているように0.5回/h~1.0回/hであるが、その他の部分、たとえば玄関・台所・廊下などの非空調室の換気量が不明確である。そのため、冷暖房負荷としては各室負荷合計の20~30%の余裕率をみる必要がある。冷温風方式で空調したとき、とくに全家屋を連続運転で空調すればシステム効率が悪くなるということは少ないが、個別に制御したり、冷暖房負荷が小さくなったときにはシステム効率が低下する。このためこの方式によるものは図3.2に示すような負荷の平均化した住宅とか熱負荷の少ない集合住宅などには最適である。冷温風方式は冷温水方式に比べてわが国での発達が少し遅れており、また風量など測定技術上の問題でシステムの動的解析が進んでい

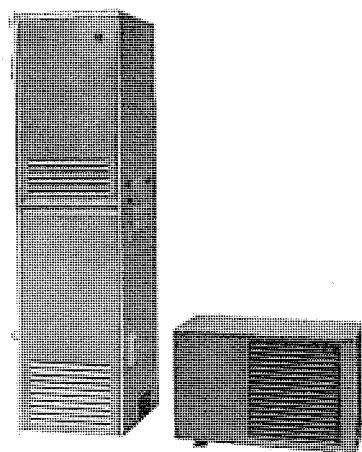
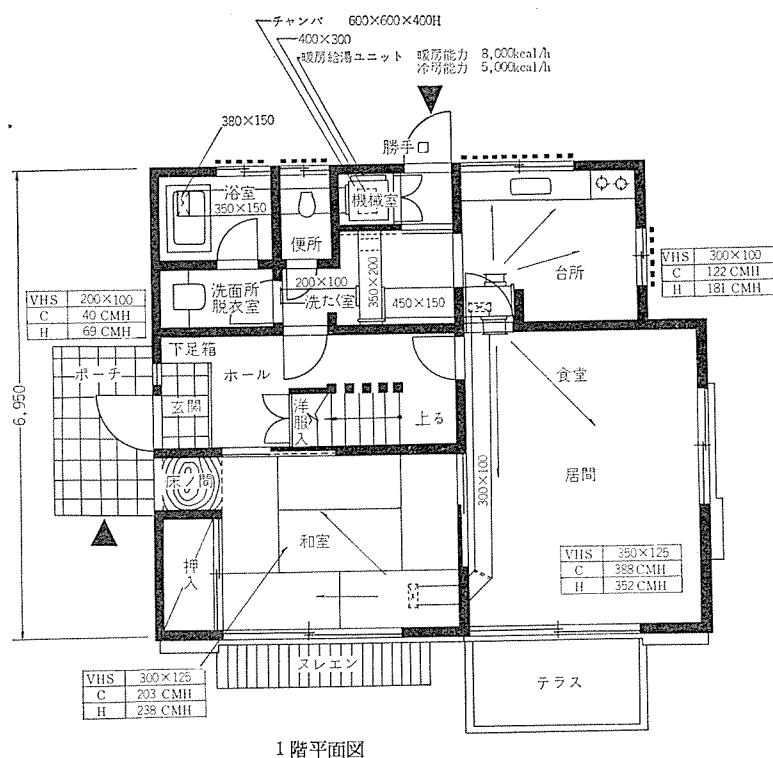


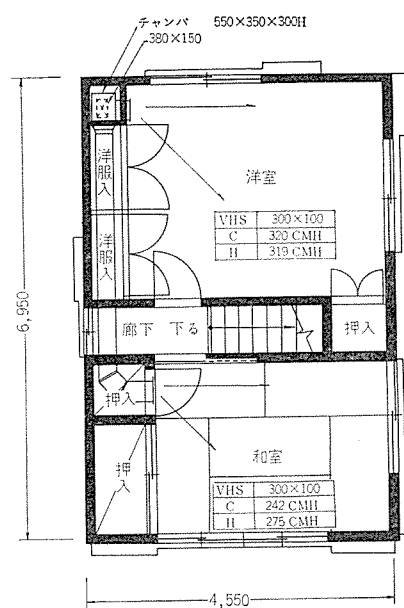
図4.4 EC-20形の外観
Exterior view of model EC-20.

表4.1 木造一戸建て住宅の冷暖房負荷と暖房時の室温
Air conditioning load and room temperature.

(単位 kcal/h)				
階数	へや名	冷房負荷	暖房負荷	暖房時の室温 °C
一階	リビングルーム	1,300	1,700	16.2
	和室	800	900	17.6
	台所	600	600	18.6
	洗面所	—	—	—
二階	和室	800	850	19.8
	洋室	800	850	20.4
合計		4,300	4,900	—



1階平面図



2階平面図

図4.5 暖房設備平面図
Plan of heating equipment.

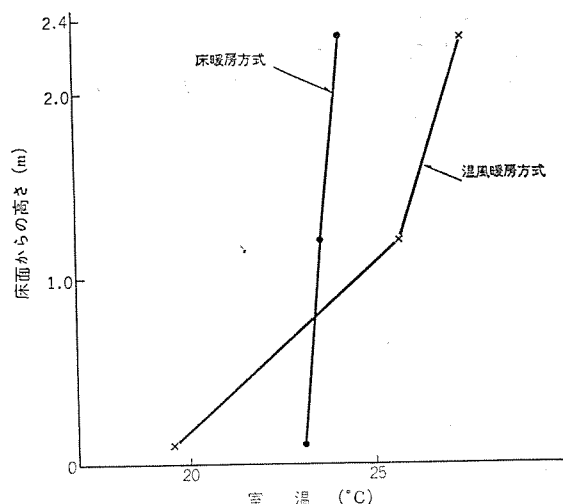


図 4.6 垂直温度分布の比較
Vertical room temperature.

い。しかし前述したように設備費が割安なこと、従来問題とされていた騒音や漏話などがダクト材料の改良により解決されたことなどから、今後は大いに発展が期待される。

第3に暖房システムのみであるが、フローヒーティングについて述べる。この方式は暖房の理想とされる頭寒足熱を実現することができる。一般には温水を用いて床に銅パイプなどを埋設して実施するので、温水方式の範囲に入れることができる。設計・施工上の問題点としては、配管の腐食による水漏れ、床表面温度を適正にすること、サーマルブリッジをなくすこと、熱膨張の逃げを設けること、温水の流れが均一化し、床面温度に差ができないように考慮することが大切である。

この方式の特長は前述の快適性がすぐれていることで図4.6の垂直温度分布をみてもよくわかる。またこの方式においては従来の暖房設計温度、室温20～22℃を18～20℃と少し低めに設定しても十分に暖房効果がえられる。この室温が低く設定できることは、外気温度との温度差が少なくなり、エネルギー消費の面からも有利である。

この方式が前2者に比べて普及していない原因は施工に時間がかかること、工事費が割高であり、かつ設計者が少なく、標準化が遅れていることによる。しかし北海道や東北地方のように暖房シーズンの長い地方には好適である。

5. 冷暖房負荷と快適性

冷暖房負荷は従来運転費をどのように軽減するかという点から主として論じられ、外壁や天井・床に断熱材を入れることが強調されている。外壁や天井・床に断熱材を入れることは、その他に壁表面の温度を暖房時には高く維持できるので結露が防止でき、かつ壁面からの冷たい感じが少なくなり、快適さが増す。冷房時においても天井面に断熱材が入っていると屋根の焼けた感じが少なくなることはしばしば体験することである。

つぎに室内温度分布の問題がある。室内の快適な温度は表5.1のようである。これ以上に暖房時室温を高くしたり、冷房時に低くすることは害があっても益はない。それは室内の温度分布を悪くするのみならず、外気温度との温度差を大きくし運転費を増すだけである。室内の垂直温度分布に差が大きいと、冷房時には足腰の冷えを感じ、暖房時には頭部のみが暖かく、非常に不快になる。とくにこれからの空調システムの課題として、いかに室内の温度分布を適正にするかということがあげられる。

第3に気流の問題がある。一般に快適な空調室内の気流速度は0.2～0.3 m/s くらいといわれている。しかし実際に冷暖房機器を住宅などに設置してみると、吹出口や吸込口の位置が適正でないときには、居住者に空気の流れを感じさせたり、よどみを感じさせたりして十分な冷暖房の効果を与えることができない。とくに冷温風式の場合には吹出口と吸込口の相対的な位置関係に注意を払わないと、空気の流れにショートサーキットができて冷暖房機の運転・停止をひんぱんにする結果となる。

類似の問題にルームサーモスタットの取付け位置の問題がある。この位置が適正でないと同様に、室内の空気温度を上げすぎたり、下げすぎたりすることになる。また逆に温風や冷風の直接あたる場所に設けると運転・停止が多くなり、冷暖房機に非常な悪影響を及ぼす。

第4に湿度の問題がある。冷房時に除湿することは、冷房環境からみれば快適さが増す方向にある。これは冷房負荷としてはかなり大きく、無視することはできない。そのため、台所やLDKといったへやを冷房するときには当然、内部の発生熱源として熱負荷の中に考えておく必要がある。

暖房時の加湿も重要なことである。とくに冷温水式でも冷温風式でも従来の石油ストーブやガスストーブなどの開放形の暖房器具でない

表 5.1 空気調和室内設計条件の推奨値
Recommended value of interior design conditions.

建 物	夏				冬		
	極		一 般		加 湿 付		加 湿 な し
	DB °C	RH %	DB °C	RH %	DB °C	RH %	DB °C
一般建物 アパート 住宅 ホテル 事務所 病院 学校など	23～25	50～45	25～27	50～45	23～25	35～30	24～25
営業用建物（短時間滞在） 銀行 理髪店 美容院 デパート スーパーマーケットなど	25～26	50～45	26～27	50～45	22～23	35～30	23～24
顕熱が少なく潜熱の多い建物 公会堂 教会 パー 食堂 調理場 など	25～26	55～50	26～27	60～50	22～23	40～35	24～25
工業用建物 組立工場 機械工場など	25～27	55～45	27～29	60～50	20～22	35～30	21～24

から、室内が著しく乾燥し、相対湿度が30%以下になり、のどに乾きを感じる。このため各社ともセントラルヒーティング用の機器には加湿器を付属させる傾向にあるが、まだ十分なものとはいえない。今後は湿度調節を含めた冷暖房機器が重要なテーマとなる。

第5に換気が冷暖房負荷に大きく影響する。今までのわが国の住宅は夏向きに作られていたために、自然換気で十分に新鮮な空気を取り入れることができた。しかしこのことは逆に冷暖房機器にとっては熱負荷を増大させることになり決してよいことではない。そのため最近のプレハブ住宅などでは気密性を重要視し、窓などの密閉度は非常によくになっている。とくにサッシの窓を使用した集合住宅では気密性がよくなりすぎて換気不足が生じている。換気量が少ないと、熱負荷は軽くなるが、冷暖房環境の質的な面からみるとよいことではない。住宅においてもやはり適正な換気が必要であり、居室で1.5回/h、台所などでは3回/h以上の換気回数を確保する必要がある。

換気の方法には自然換気と強制換気法があるが、一般に住宅では台所やサニタリでは換気扇を使った強制換気をしているが、その他の居室は自然換気である。暖房時にすきま風による自然換気は冷気が床面をはうため、とくに冷たく感じるし、また窓付近からの冷気も

暖房環境をそこなうものである。

その他、快適性に関係のある事柄として、室内空気の炭酸ガス量とか、じんあい・臭気などの問題もある。また最近のように高層住宅が増加すると日照の問題なども冷暖房負荷に大いに関係してくる。

6. む す び

住宅の冷暖房負荷について、電子計算機を利用しさまざまな面からより詳細に検討し、その建物構造や断熱の方法について論じた。

またこれらの冷暖房負荷の変化に対し空調機器がどのように動作するかについて、実験結果をもとに議論した。今後住宅の冷暖房はさらに一般化すると考えられるが、空調機器を単体として開発するばかりでなく、システムとして研究・開発し、人間の生活環境をより豊かなものにしたい。この意味で今後、室内の環境のあり方について、さらに各方面からの研究がなされる必要があると考える。

参 考 文 献

- (1) 空気調和衛生工学会：空気調和衛生工学便覧
- (2) 井上：空気調和ハンドブック
- (3) 通産省：住宅産業品質向上講習会テキスト



特許と新案

半 導 体 発 振 素 子

発 明 者 安 川 武・吉 沢 達 夫・伊 吹 順 章

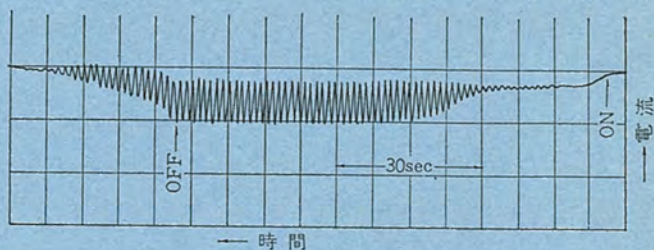
この発明は、CdSあるいはCdSe等のII-VI族化合物半導体の発振素子に関するものである。

この発振素子は、 10^{-2} ~ 10^{+2} サイクル程度の超低周波の安定な連続振動を生じるもので、その構成は、II-VI族化合物半導体にドナー不純物(Cl等)およびアクセプタ不純物(Cu等)処理を施したものに、可視光と赤外クエンチング(quenching)状態を生じる赤外光とともに照射するもので、これにより定常的連続低周波を発振させ得るものである。

図は、この連続発振の発生状態を示すもので、吸収端よりやや短い単色光または白色光を単独照射し光電流を流し、この状態からONの矢印でクエンチングを生じる赤外光の照射を始めると、立上り時間の後安定な発振が持続し、OFFの矢印で赤外光の照射を終えると、減衰時間の後初めの定常光電流に戻ることを示している。

このような連続振動を得るには、印加電圧がある強度以上、すなわちCdSでは約600V/cm以上であることと、可視光の照射とともに赤外クエンチングを生ずるような赤外光照射、すなわちCdSでは $0.8\mu\sim 2.0\mu$ であることが必要である。なお周波数 f と電圧 V の関係は $f=kV^{(-d)}$ で示され、 k は定数、 d は1に近い定数である。

(特許第586556号)(早川記)



ホ イ ス ト 付 き マ ニ プ レ ー タ

考 案 者 蘆 原 智・梶 田 勲

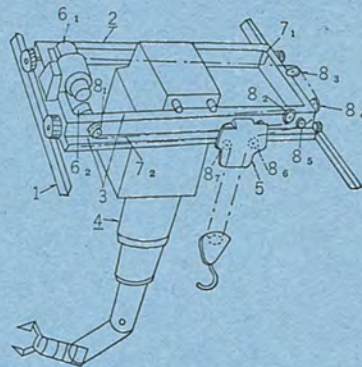
この考案は、たとえば放射性物質等のように直接持ち運ぶことができないものを、遠隔地から操作するときに使用されるパワーマニプレータの改良に関するものである。

図はこの考案を示すもので、(1)は室内等に敷設されたガイドレール、(2)はガイドレール(1)上を走行しうる台車、(3)はこの台車(2)の一部を構成する軌条、(4)は軌条(3)に走行自在に支持されたパワーマニプレータ、(5)は軌条(3)に走行自在に支持されたホイスト、(6₁)、(6₂)はホイスト(5)の駆動装置、(7₁)、(7₂)は駆動装置から動力をホイスト(5)に伝達するロープ、(8₁)、(8₂)……はいずれも滑車を示している。

これは、パワーマニプレータ(4)を支持する軌条(3)にホイスト(5)を支持したので、必要に応じて両者をきわめて接近させることが可能となり、両者を任意の位置に移動させて被運搬物を所望どおりに操作

することができる。

(実用新案第898550号)(早川記)



リ ー ド ス イ ッ チ 制 御 装 置

発 明 者 大 西 正 義

この発明はリードスイッチの制御装置に関し、特にリードスイッチの接点のチャタリング現象を防止し、リードスイッチの寿命の延長を計るようにしたものである。

すなわち、図1において、リードスイッチ(4)に巻回した励磁コイル(19)を、点火コイル(20)の一次側に接続されたトランジスタ(15)のエミッタ(18)と接地間に設け、誘導子(25)が磁石(24)とリードスイッチ(4)間

特許と新案

に介在せず、リードスイッチ(4)が磁石(24)により閉路すると、トランジスタ(15)が導通し励磁コイル(19)に電流が流れてリードスイッチ(4)を励磁するとともに、誘導子(25)が磁石(24)とリードスイッチ間に介在するようになると、リードスイッチ(4)は開路し、トランジスタ(15)は不導通となり励磁コイル(19)の励磁は停止する。

ここでリードスイッチに作用する磁束の変化を図2に示す。図2において、時間 T_0 は誘導子(25)が磁石(24)とリードスイッチ(4)の間にある場合を示し、縦軸Dはこの場合のリードスイッチに加わる磁束量を示す。いま、誘導子(25)が上記の状態から離脱すると、リードスイッチに加わる磁束量は徐々に増加し、リードスイッチ(4)の動作磁束量 a になったとき、すなわち時間 T_1 の時リードスイッチ(4)は閉路する。リードスイッチ(4)の閉路と同時に励磁コイル(19)に電流が流れ、リードスイッチ(4)を励磁するため、磁束量は励磁コイル(19)による磁束量 A だけ増加する。次に誘導子(25)の離脱により、リードスイッチが保持磁束量 b 以下となったとき、リードスイッチ(4)は開路し、励磁コイル(19)による励磁磁束量 A もゼロとなり、急激に磁束量は減少する。

以上のようにこの発明は、リードスイッチの動作(閉路)と同時に励磁コイルに電流を流し、リードスイッチを励磁させてチャタリング現象を

抑制させるようにし、リードスイッチの開路と同時に励磁停止を行なうようにしたもので、動作の安定、接点障害の防止による寿命の延長を計れる効果がある。(特許第 626503 号)(古沢記)

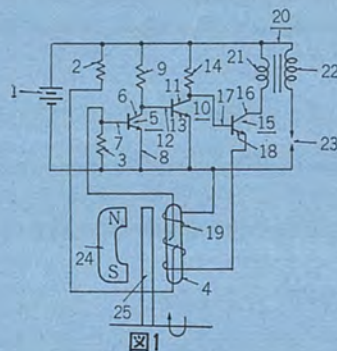


図1

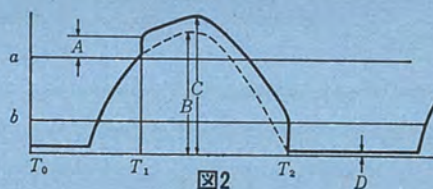


図2

機関点火時期調整装置

考案者 才田敏和

この考案は、内燃機関の点火時期を機関の運転状態に応じて変化させる機関点火時期調整装置に関するものである。

すなわち、内燃機関の回転に連動して点火時期検出器(11)より点火信号が発生すると、トランジスタ(15)のコレクタ点Aには図2(a)に示すように(矩)形波が現われ、これが遅延回路(2)の入力信号として与えられ、この点火信号は光導電素子(21)の抵抗値とコンデンサ(22)の値により定まる時間遅延され、B点には図2(b)に示す波形が得られ、スイッチング回路(3)の入力信号となる。スイッチング回路(3)のトランジスタ(31)のベース電位がトリガ電圧 V_T 以上になると、トランジスタ(31)、(32)の動作状態が反転するものであるから、B点の電位は図2(b)に示すごとく点火信号が発生してから t_d 時間経過後、トリガ電圧に達するとスイッチング回路(3)が動作し、点火コイル(38)のコイル電流がシャ断されて、その二次側に点火火花が発生する。

ここで、遅延時間制御回路(4)は、内燃機関の回転数の変化に対応する電位変化がC点に発生し、この点に発生した電圧によりトランジスタ(46)の導通を制御してランプ(47)を点灯させるもので、内燃機関の回転数に対応する照度変化が得られ、この照度により光導電素子(21)は、内燃機関の回転数の変化に対応した抵抗値変化を示し、遅延回路(2)の遅延時間 t_d を制御して機関点火時期を回転数に応じて制御するものである。

以上のようにこの発明は、従来の機械的進角装置における振動・摩擦・疲労等に起因する進角特性の不良を除去するもので、内燃機関の運転状態に応じた遅延時間を正確に与え、所望の進角特性を確

実に得るようにしたものである。

(実用新案第 955051 号)(古沢記)

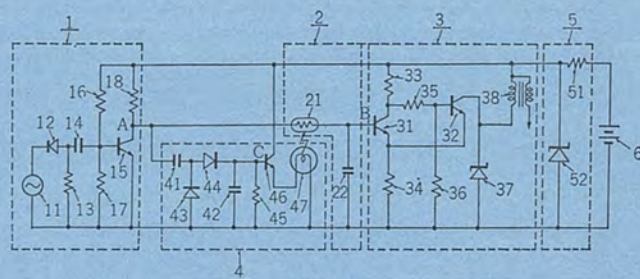
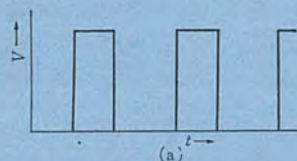
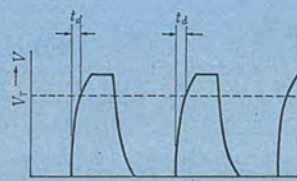


図1



(a)



(b)

図2

特許と新案

機関用始動電動機のピニオン移行装置

発明者 原 忠 之

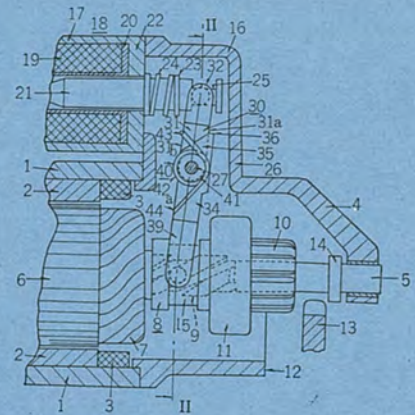
この発明は、電磁石によりレバーを回転させてピニオンを移行させる形式のピニオン移行装置の改良に関し、特にピニオンがリングギヤの端面に衝合した場合にばね力をレバー部分に蓄積するようにして、始動電動機の軸方向寸法の短縮を計るものである。

図において、(5)は始動電動機の回転軸、(8)はこの回転軸にねじかん(嵌)合する操作体、(10)はこの操作体にオーバランニングクラッチ(11)を介して結合するピニオン、(13)はリングギヤ、(21)は電磁石のプラランジャ、(30)はプラランジャ(21)と操作体(8)を連結するレバーで、二つのレバー部片(31)、(34)を組合わせて、ピン(27)を中心に回転しうるように作られている。(40)はレバー部片(31)、(34)の連結部に設けられたばねである。

電磁石の付勢によりピニオン(10)がリングギヤ(13)の端面に衝合するときは、レバー部片(31)、(34)がばね(40)に抗して屈曲して、このばね(40)にばね力を蓄積し、回転軸(5)の回転で衝合がはずれたときに、このばね力によりピニオン(10)をリングギヤ(13)にかみ合わせる。

操作体(8)の外周にばね力を蓄積するためのばねを設ける従来装置に比べて、軸方向寸法の短縮が可能となる。

(特許第 619073 号) (中林記)



多気筒内燃機関点火装置

考案者 三 木 隆 雄

この考案は、光発生装置を利用してその照射光によって多気筒内燃機関の点火を行なわせる内燃機関点火装置に関するものである。

従来のこの種の装置は、気筒内に設けられた点火せん(栓)に高電圧を加えて火花放電をおこさせ混合気に点火させるものであり、点火せん絶縁物上へのカーボンたれ積、燃料による汚損、電極の消耗、混合気の濃度に対する点火性その他に問題がある。

そこでこの考案は気筒(1a)、(1b)の壁面に石英ガラス等の光透過体(5a)、(5b)を設け、さらにその透過体(5a)、(5b)にそれぞれ対向して光発生装置(6a)、(6b)を設け、気筒(1a)の点火位置において、接点(22)を開いて変圧器(19)の二次巻線(21)に高電圧を発生させ、この電圧を放電管(11)のトリガ電極に加えて放電管をイオン化することにより、直流昇圧装置により充電されたコンデンサ(15)の電荷を電極(11)、(12)間に放出せしめ、反射体(7)の反射によりルビー棒(8)を照射させて、出力端(10)から光の誘導放出を行なうことにより、光透過体(5a)を通して燃焼室(4a)内に光を照射させ、燃焼室(4a)内の混合気を点火爆発させるようにしたものである。

次に気筒(1b)の点火位置においては、配電器(24)の可動電極(28)を固定電極(27)に接続し、再び断続接点(22)を開放して、変圧器(19)の二次巻線(21)に高電圧を発生させることにより、上記気筒(1a)と同様にして点火させるもので、以下順次多気筒内燃機関を点火することができる。

以上のようにこの考案は、混合気体の状態や燃料の質にかかわらず、多気筒内燃機関をそれぞれ気筒の点火位置に応じて確実に点火することができる。

(実用新案第 916375 号) (古沢記)

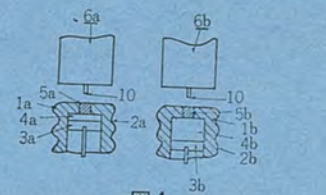


図 1

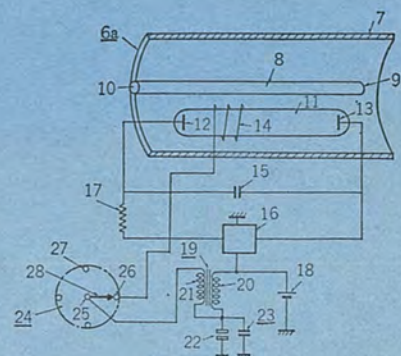


図 2

特許と新案

パルス発生回路装置

考案者 小嶋 鈴夫

この考案は、二端子多層半導体スイッチ素子を用いたトリガパルス発生回路に関するものである。

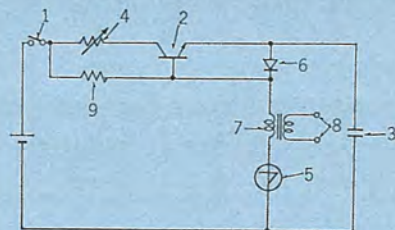
図を用いてこの考案の動作を説明する。スイッチ(1)を投入すると、トランジスタ(2)は導通状態に保たれ、コンデンサ(3)に電荷が充電される。この充電時定数は可変抵抗(4)とトランジスタ(2)の内部抵抗とコンデンサ(3)で定まる。充電によりコンデンサ(3)の電圧が上昇して所定電圧に達すると、これに並列接続してある二端子多層半導体スイッチ素子(5)は導通して、コンデンサ(3)の充電電荷をダイオード(6)、負荷として接続されたトランス(7)、および半導体スイッチ素子(5)を通して放電し、トランスの出力端(8)よりトリガパルス電圧を発生する。

コンデンサ(3)の放電中には、ダイオード(6)の順方向電圧降下のため、トランジスタ(2)のベース・エミッタ間が逆バイアスされ、そのためトランジスタ(2)が不導通となっている。コンデンサ(3)の放電終了時には、トランジスタ(2)には再びベース電流が流れ、トランジスタ(2)を導通状態にする。そしてこのとき半導体スイッチ素子(5)は不導通となる。それはトランス(7)と半導体スイッチ素子(5)のインピーダンスよりコンデンサ(3)

のインピーダンスのほうが小さいため、半導体スイッチ素子(5)を流れる電流が半導体スイッチ素子(5)の保持電流以下になるためである。

したがってこの考案の特長は、パルス発生周波数を上げるために、可変抵抗(4)の値を小さくして充電時定数を小さくしても、放電終了時に半導体スイッチ素子(5)に流れる電流は、抵抗(9)によって決まり、可変抵抗(4)の値に無関係となるため、半導体スイッチ素子(5)の保持電流に左右されることなく、きわめて高いパルス発生周波数まで動作させることができるところにある。

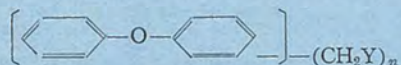
(実用新案第 924759 号) (小藤田記)



熱硬化性樹脂組成物

発明者 西崎 俊一郎・江藤 昌平

この発明は、ポリ(メチレンジフェニルオキシド)系の熱硬化性樹脂組成物に関するものである。すなわち、この熱硬化性樹脂組成物は、ジフェニルオキシドとホルムアルデヒドとを、酸性あるいはフリーデルクラフト形触媒の存在下に直接反応させて得られる可溶可融の熱可塑性樹脂 100 部に対して、下記一般式



(式中、Y はハロゲン原子、ヒドロキシ基またはアルコキシ基を示し、 n は平均 2 ないし 4 を表わす。) で表わされる反応性ジフェニルオキシド誘導体を、3~50 部を混合してなるものである。

このものは、適当な溶剤を含む溶液として、電気導体にそのまま塗布して加熱硬化するか、マイカテープ、ガラステープ、ゴムテープ、無機質フィラーなどの組み合わせで、電気導体周囲の絶縁層として固化させたり、機器コイルの絶縁コイルの含浸ワニスとして使用されるほか、成形用組成物の結合剤、積層物の接着剤に使用するのに有効である。

この発明になる熱硬化性樹脂組成物を加熱してえられる硬化物は、すぐれた耐熱劣化性を有するほか、高温における接着強度・機械的強度・電気的特性にすぐれると同時に、耐酸・耐アルカリ・耐溶剤性および耐フロン性にすぐれている。

つぎに、代表例をあげてこの発明を紹介することにする。

還流冷却器・かきまぜ機・温度計のついた三口フラスコにジフェニルオキシド 230 部、トリオキサン 150 部、p-トルエンスルホン酸 6 部を取り、70~90°C に 12 時間加熱かきまぜる。内容物はろ過し、ろ液にトルエンを加え水洗し、水およびトルエンをりゅう(溜)去し、150~200°C に 5 時間加熱する。未反応ジフェニルオキシドを減圧下(5 mmHg)200°C でりゅう去して熱可塑性樹脂をうる。

上記熱可塑性樹脂	50 部
MMDPO (CH ₃ O 基含有量 28 %)	10 部
CMDPO (Cl 基含有量 25 %)	0.5 部
シリカ粉末	5 部
トルエン	60 部

この混合物を 120°C、1 時間加熱してワニスをえ、このものを熱硬化させた塗膜は、酸、アルカリ溶液あるいはフロンに 48 時間接しても外観上の変化はみとめられなかった。また、この塗膜の絶縁抵抗は 10¹⁵Ω-cm 以上、破壊電圧 13 kV/0.1 mm を示した。この硬化樹脂を 250°C、300 時間加熱してもその重量損失は 1.5 %で耐熱性はすぐれていた。

(特許第 596526 号) (小巻記)

自動はんだ付け工程における信頼性向上に関する研究

山本 利雄*・近藤 隆**・足立 久美子**

菅井 俊郎***・大野 静夫***

A Study on the Improvement of Reliability in Automatic Soldering

Manufacturing Development Laboratory

Toshio Yamamoto・Takashi Kondo・Kumiko Adachi

Kyoto Works

Toshiro Sugai・Shizuo Ohno

As a result of investigation made on the cause of defective soldering in the process of quantity production of printed circuit boards for home appliances, it has been revealed that the lowering of solderability with solid wire termination in the course and in the storage account for a greater portion of the failure. To improve reliability in soldering, acceptance tests of the parts have been made by a solder globule method which offers dependable judgement on the solderability, and conclusion has been reached that selection and employment of lead wire of good solderability brings about simple and secure process. Then correlation between a rate of poor soldering in the automatic operation and appraisal of solderability through the globule method has been sought for. Based on the result the standard of the acceptance test has been set up and introduced to the quantity production, resulting in successful attempt of elevating reliability.

1. ま え が き

テレビをはじめとする家庭電気品の量産工程の自動化・高能率化の方策として、電気部品のプリント配線化が進み、はんだごて(鍍)による手動はんだ付けから、噴流はんだによる自動はんだ付けへと移行しつつある。このような配線のプリント化と、自動はんだ付け技術の導入は、省力化・高能率化のみならず、高信頼性の観点からも有効であるが、現状ではまだはんだ付け不良を皆無にするには至っておらず、目視検査による不良個所の手直しに頼っている状態であり、量産工程におけるはんだ付け信頼性の向上は依然として重大な問題となっている。しかし、ひとくちにはんだ付けの信頼性といっても、たとえばロケットやミサイルなど非常に高い信頼性が要求される場合と、テレビなどの各種家庭電気品のように信頼性とコストの低減が同時に要求される場合とでは、当然のことながら信頼性に対する要求および対策に大きな差異があり、後者の場合には特に、簡便かつ安価な対策が要求される。

本研究は、家庭電気品の量産工程における自動はんだ付けの信頼性向上の一手段として、簡便な品質管理方法の確立について検討した結果をとりまとめたものである。すなわちまず、丸形端子を有する電気部品について、自動はんだ付けにおけるはんだ付け不良の実態をはあく(把握)したところ、プリント基板の設計上の問題がなく、しかもはんだ付け条件の設定が妥当である場合には、はんだ付け不良の大半がリード線のなじみ不良によるものであることが明らかになった。

そこで、リード線のなじみ性を左右する因子として、はんだ付け条件の影響について検討するとともに、電気部品の製造工程、保存状態となじみ性の劣化の関係について詳細に調べた。また、酸洗い・無電解スズめっき・予備はんだなどの表面処理によるなじみ性の改善方法についても検討した。

その結果、なじみ性改善の方策についての多くの知見を得ること

ができたが、具体的に量産工程での信頼性向上をはかるためには、簡便な試験法によってリード線のなじみ性を判定し、なじみ性の良好な部品リード線のみを使用するのがより確実な手段であると考えられた。そこで受入検査法として、なじみ性の判定が容易なはんだ球法を導入し、自動はんだ付けにおけるなじみ不良率と、はんだ球法によるなじみ性の評価結果の間の相関性をはあくし、その結果をもとに受入検査基準の設定について検討した。

2. 自動はんだ付けにおけるはんだ付け不良の実態

自動はんだ付けにおける信頼性を向上させるにあたって、まず現状のはんだ付け不良の実態をはあくし、それらの不良がどういう因子によって発生するのかを調査した。2.1節で量産工程における自動はんだ付けの方法およびはんだ付け条件について、2.2節および2.3節でははんだ付け不良状態となじみ不良に影響する因子について、それぞれ述べる。

2.1 自動はんだ付け装置およびはんだ付け条件

この研究に使用した自動はんだ付け装置の概略を図2.1に示す。ハッガーに取付けられたプリント基板は、コンベヤにより一定速度で運搬され、フラックス塗布・乾燥および予備加熱—はんだ付け—冷却の各工程が、自動的に行なわれる仕組みとなっている。はんだ付け条件として、各工程における適正条件を表2.1に示した。

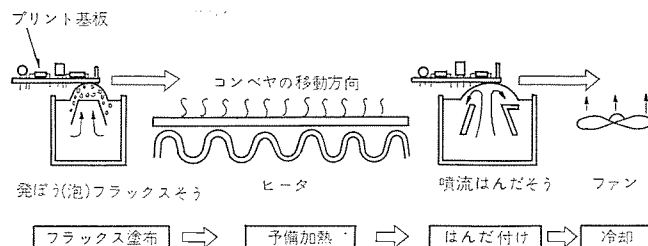


図 2.1 自動はんだ付け工程概略
Schematic diagram of automatic soldering process.

表 2.1 はんだ付け工程の標準適正条件
Standard soldering conditions.

工 程	各 工 程 の 条 件	
フラックス塗布	種 類	F-1 (活性フラックス)
	比 重	0.89
	塗 布 方 法	発ぼう(泡)塗布
予 備 加 熱	温 度	83±2°C(基板裏面銅はく(箔)側の温度)
は ン だ 付 け	は ン だ そ う	シングルウェーブタイプ
	は ン だ 組 成	Sn 63%, Pb 37%
	温 度	250±2°C

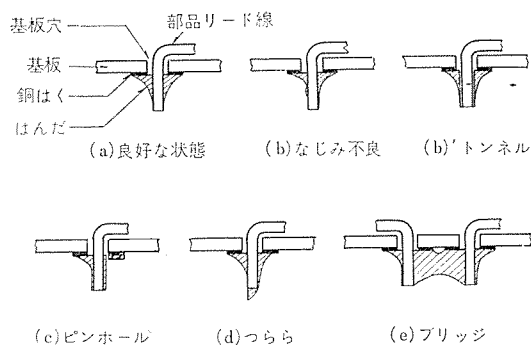


図 2.2 はんだ付け不良状態の分類
Classification of defects in automatic soldering of printed circuit board.

一般に自動はんだ付けにおいては、多孔質の発ぼう(泡)管をフラックスそう(槽)に沈め、これに空気を送り込むことによって発ぼうさせて基板にフラックスを塗布する方法がとられており、この方法は、基板にそう入した部品リード線に機械的な抵抗をかけないで、薄く均一にフラックスが塗布できるという利点を備えている。また、はんだそうは噴流口が一つのいわゆるシングルウェーブタイプで、噴流の高さを約9mmに調節した。このさうの温度調節状況はかなり良好で、深さ3mm以上の溶融はんだ中では±2°Cの範囲に入っていた。

2.2 自動はんだ付けにおける各種はんだ付け不良

自動はんだ付けにおけるはんだ付け不良の代表的なものとして、図2.2に示すように、なじみ不良・ピンホール・ブリッジおよびつららの4種があげられる。

(1) なじみ不良

部品リード線表面にはんだがよくなじんでいない不良。一見なじんでいるようであるが、内部はなじんでいない“トンネル”形不良もここに含める。

(2) ピンホール

基板穴とリード線の間げき(隙)部にはんだが十分になじまず、部分的に穴があいている不良。

(3) ブリッジ

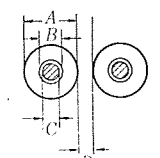
銅はく(箔)間または、リード線間がはんだによって短絡している不良。

(4) つらら

はんだが付着しすぎて、リード線の先端にたれ下がっている不良。これらの不良が、不適当なはんだ付け条件で、より発生しやすいことはいうまでもないが、そのうち、なじみ不良はリード線の表面

表 2.2 プリント基板の自動はんだ付けにおける各種はんだ付け不良の発生ひん度

Defect rates in automatic soldering of printed circuit board.

リード線項目	不良の種類	不良の発生ひん度			
		なじみ不良	ピンホール	ブリッジ	つらら
J-1	試験点数	3456	3456	864	3456
	不良点数	0	0	0	0
	不良率(%)	0	0	0	0
R-1	試験点数	2547	2163	700	2547
	不良点数	267	8	0	0
	不良率(%)	10.5	0.4	0	0
備考	不良に関連する設計要因	クリアランス パターン間隔			
	パターンの設計要因	 <p>A: ランド径 B: 穴径 C: リード線径 D: パターン間隔 B-C: クリアランス</p>			

状況に影響されやすいのに対し、ピンホールおよびブリッジは、基板の設計上の要因に大きく影響されるものと考えられる。自動はんだ付け工程における、このような各種はんだ付け不良の発生ひん(頻)度の傾向をはあくするため、はんだのなじみ性が著しく悪い部品リード線 R-1 と、なじみ性が良好な部品リード線 J-1 を用いて、表2.1に示した標準条件下における各種はんだ付け不良率を求めた。その結果を表2.2に示す。なお基板としては、ランド径 A、穴径 B、パターン間隔 D を標準設計どおりにした試験基板を用いている。表より、自動はんだ付けにおけるはんだ付け不良においては、なじみ不良がその大半を占めていることが明らかである。また、設計基準どおりの基板を用いているにもかかわらず、ピンホールが発生している点について検討した結果、この場合のピンホールは、明らかにリード線のなじみ不良が原因で発生したと考えられるものであることがわかった。

以上のことから、自動はんだ付けにおいて部品リード線のなじみ性を改善すれば、なじみ不良はもとよりピンホールも減少し、総合的な信頼性が著しく向上するものと考えられる。この種の不良は他の不良に比べて発見しにくいというに、たとえば腐食環境下における経年劣化などの懸念が大きいため、量産工程上のこの種の不良の低減は、きわめて重要であると判断される。

2.3 自動はんだ付けにおけるリード線のなじみ不良を支配する諸因子

自動はんだ付けにおけるリード線のなじみ不良を減少させるには、まずフラックスとして腐食性がなく、しかも強力なものを用い、基板の反りや部品の熱劣化を起こさない範囲で予備加熱温度およびはんだの温度を高くする、はんだ浸漬時間を長くするなどの配慮が必要であるが、それらについてはすでに妥当な選択がなされており、これ以上に大きな改良の余地はないものと考えられる。そこで自動はんだ付けにおいて、はんだ付け条件がはんだ付け不良に対してマイナスの方向に変化する場合のことも想定して、はんだ付け条件のうちフラックス濃度とコンベヤ速度を変化させ、フラックス塗布量およびはんだ浸漬時間となじみ不良の関係をはあくした。リード線としては、

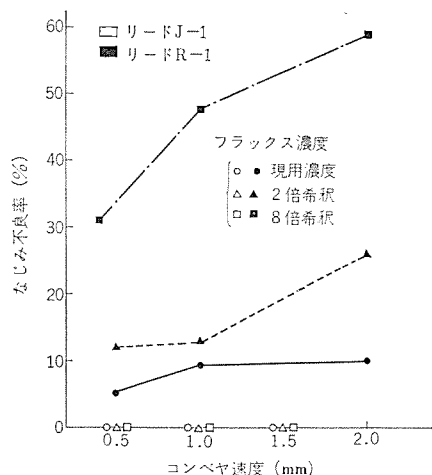


図 2.3 なじみ不良に及ぼすフラックス濃度とコンベヤ速度の影響
Effect of flux consistency and conveyor speed on solderability of solid wire termination.

前節で用いたなじみ性の悪いリード線 R-1 と、なじみ性が良好と思われる J-1 を用い、リード線によるなじみ性の相違についても比較検討した。なおフラックスとしては現用濃度の F-1 と、それをイソプロピルアルコールで 2 倍・8 倍に希釈したものを実験に供したが、これらは比重が小さく発泡性がないのでハケを用いて基板に均一に塗布した。またコンベヤ速度としては、0.5 m/m・1.0 m/m・1.5 m/m・2.0 m/m の 4 種を選んだ。実験の結果を図 2.3 に示す。不良リード線 R-1 のなじみ性は、フラックス濃度およびコンベヤ速度に影響されており、不良率は低い場合でも 5% あるのに対して、リード線 J-1 は、いずれの条件の場合にもなじみ不良は発生していない。以上のことから自動はんだ付けにおけるリード線なじみ性を向上させるには、はんだ付け条件の選定や条件の変動を抑えることはもちろん必要なことであるが、基板に部品をそう入する時点で J-1 のようななじみ性の良好な部品リード線を選んだほうが、はるかに効果的であることが明らかである。

3. 部品リード線の表面状況となじみ性の関係

自動はんだ付けにおけるはんだ付け不良の大部分がリード線なじみ不良によるものであり、またなじみ性の良好なリード線の場合は、はんだ付け条件が少々変動してもほとんど不良が発生しないという結果から、歩どまりを向上させるには、まずなじみ性の良好な部品リード線を選ぶ必要が生じた。リード線なじみ性については従来からも経験的に判定が行われてきてはいるが、判定者の主観に左右されやすく、判定の基準も必ずしも明確ではなかった。そこで、なじみ性の合理的な判定方法を検討するとともに、現用の部品リード線の表面状況となじみ性の関係を調べてみた。

3.1 はんだ球法によるなじみ性の判定方法

部品リード線なじみ性の良否を判定する簡便な方法として、リード線をはんだそうに浸漬して、そのぬれ状態を観察するという方法がとられることが多い。この場合は浸漬面積の 95% 以上がぬれていること⁽¹⁾⁽²⁾、という判定基準が計られているが、図 3.1 に示すようにその判定が非常に困難で、量産工程における多種・大量のリード線なじみ性の判定方法としては適確なものとはいえない。本研究で採用したはんだ球法⁽²⁾⁽³⁾ (IEC Solderability Tests または Solder Globule Method) は、はんだがリード線になじむのに要する時間を測定することにより、なじみ性を判定するもので、操作が簡

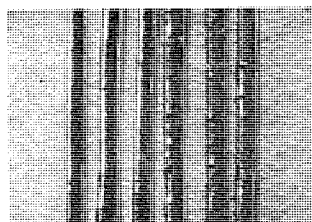


図 3.1 浸漬法によるリード線のなじみ状態
Surface of dip soldered terminations.

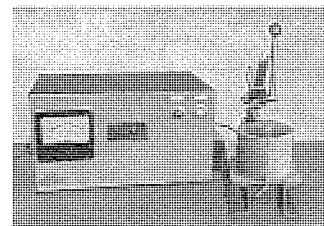


図 3.2 はんだ球法試験装置
Appearance of solder globule tester.

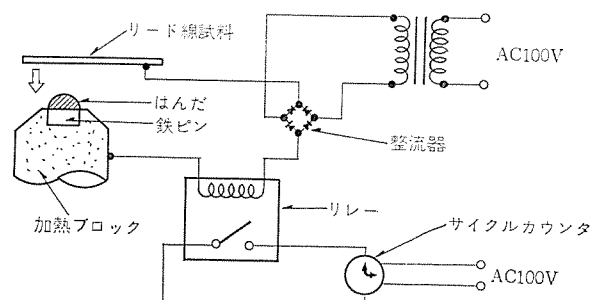


図 3.3 はんだ球法におけるなじみ時間の計測回路
Circuit for measuring soldering time in solder globule method.

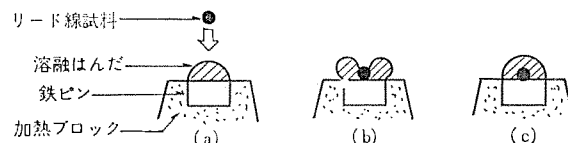


図 3.4 はんだ球法におけるリード線なじみ性判定方法
Principle of solderability test of solid wire termination in solder globule method.

表 3.1 はんだ球法試験の条件および仕様
Soldering condition and specification in solder globule method.

項 目	条 件 お よ び 仕 様	
は ん だ 組 成	Sn 60%, Pb 40%	
は ん だ 粒 重 量	リード線径 (mmφ)	重 量 (mg)
	1.20~0.75	200
	0.74~0.55	125
	0.54~0.25	75
加 熱 ブ ロ ッ ク の 温 度	0.24 以下	50
	235±2°C	
フ ラ ッ ク ス	WW 級 ロジン	25 wt %
	イソプロピルアルコール	75 wt %

単なうえになじみ性を定量的にはあくできるという利点を備えているため、上述の浸漬法に比べると、リード線の表面状況となじみ性の関係をより明確にはあくすることが可能である。実験に用いたはんだ球法試験装置の外観を図 3.2 に示す。なじみ時間の計測には、図 3.3 に示すような回路構成により、サイクルカウンタを組み込んで測定精度をあげる工夫をした。試験方法の原理を図 3.4 に示すが、

(a) 一定量のはんだにフラックスを塗布し、加熱ブロック上で溶融させて球状とする。

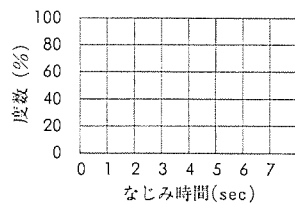
(b) 治具に取り付けたリード線試料に一定量のフラックスを塗布した後、試料をはんだ球の中心に下降させてはんだ球を二分する。

表 3.2 各種部品リード線のなじみ性
Solderability of various kinds of solid wire termination.

部 品 名	線材および めっきの種類	はんだ球法によるなじみ時間				A	部 品 名	線材および めっきの種類	はんだ球法によるなじみ時間				A
		N	max min	$\bar{X}(\text{sec})$	度 数 分 布 図				N	max min	$\bar{X}(\text{sec})$	度 数 分 布 図	
J-2	銅線 はんだめっき	50	0.6 0.3	0.4			C-2	CP線* すずめっき	50	2.6 0.6	1.2		
J-3	銅線 はんだめっき	100	2.0 0.6	0.9			R-3	銅線 はんだめっき	100	4.8 0.9	2.5		
C-1	銅線 はんだめっき	50	1.0 1.4	0.5			D-1	銅線 はんだめっき	100	17.6 0.8	2.5		
R-2	銅線 はんだめっき	50	1.6 0.7	1.0			D-2	銅線 すずめっき	100	16.8 1.4	3.9		

部品名
J : ジャンパ線
C : コンデンサ
R : 抵抗
D : ダイオード

度数分布図



* 軟銅線に銅を被覆した線

A : 表面状況

光沢 あり
 なし
黒化 なし
 あり

B : 浸漬法による判定

なじみ面積 100~95%
 95~50%
 50%以下
(条件 温度 235±5°C
フラックス なし
時間 3sec)

(c) 試料がはんだ球に接触した瞬間から、はんだ球が試料を完全に包み込むようにおおう瞬間までの時間を測定し、その時間が短いほどはんだ付け性が良いと判定する。

この試験に用いるはんだ組成、はんだ重量、フラックスの成分などの試験条件を表 3.1 に示す。

はんだ球法試験を行なううえで、試験の信頼性を高めるためにはつぎに述べるような点に留意する必要があることがわかった。すなわち、

(i) 試料の温度を設定温度に維持するため、試料を下降させた際に加熱ブロックに密着するよう押しつけること。

(ii) 試料がはんだ球を均等に二分するよう下降させること⁽²⁾。

(iii) 試験に供する部品リード線については、実際の基板にそう入する場合にははんだ付けされる位置を試験するのが望ましいこと。

なお部品リード線の中には、部品本体付近のリード線が塗料などで汚染されてなじみ性が非常に悪くなっているものがあるので注意を要する。このようなリード線を試験する必要がある場合は、図 3.2 に示した治具の片側にリード線を片持ち状態で固定すればよいが、加熱ブロックからのリード線の浮き上がりに注意を払わなければならない。

予備実験の結果、部品リード線のなじみ性判定方法としてははんだ球法が有効であることがわかったので、以下この方法を用いて現用の各種部品リード線のなじみ性の良否をはあくすることにした。

3.2 各種部品リード線のなじみ性

表 3.2 は、はんだ球法によって各種部品リード線のなじみ性を調べた結果である。表にみるように、部品として加工されていないリ

ード線（基板回路の短絡用のいわゆるジャンプ線として用いるもの）は、いずれもなじみ性がすぐれているが、部品のリード線のなじみ性はさまざまで、たとえば D-1、D-2 などのようになじみ性が著しくばらつくものもあった。後述のように、このようなリード線は量産工程においてもはんだ付け不良率が著しく高いことがわかっている。

部品リード線の表面状況となじみ性試験結果との対応については、表 3.2 以外のデータをも総合して判断すると、つぎのような傾向があるように思われる。すなわち、部品リード線の表面がはんだめっきされている場合には、表面が黒化しているものほどなじみ性が悪い傾向があり、目視による表面検査がなじみ性判定の一つの目安になり得る。これに対して、すずめっきされたリード線の場合は黒化しないうちにもかかわらず、なじみ性が低下しているものもあり、表面検査による判定は必ずしも正確を期しがたい。

以上のように、ジャンプ線の場合と比較すると、部品リード線なじみ性は著しく低下し、かつ、ばらついているものが大部分であるが、その原因として、部品加工工程中の種々の処理による劣化、および部品リード線の保存環境や保存期間による劣化の影響が考えられた。これらについては、3.3 節および 3.4 節においてリード線表面のめっきの種類や表面の汚染状態との対応を考慮しながら検討した。

3.3 部品加工工程によるなじみ性の低下

前節で述べたように、加工前にはなじみ性の良かったリード線が部品に加工されるとなじみ性が悪くなる場合があるが、これは部品に加工される工程で、加熱やふん囲気の影響を受けてリード線表面

表 3.3 抵抗部品の加工工程と工程によるリード線のなじみ性の変化

Change in solderability in manufacturing process of resistance parts.

素 線	工 程	はんだ球法によるなじみ時間 (s)				表面の 状態
		N	max	min	\bar{X}	
ヘッディング	成型前	50	0.9	0.4	0.6	光沢あり
	成型直後	50	0.6	0.4	0.5	
成型 230~240°C 8min	熱処理後	100	6.0	0.7	1.9	黒化
	着色前	50	9.0	0.9	1.9	
熱処理 150°C 48h	着色後	100	15.6	0.8	3.2	
	バリ取り					
着色 乾燥 150°C・1min 焼付け 120°C・2h						
	製品					

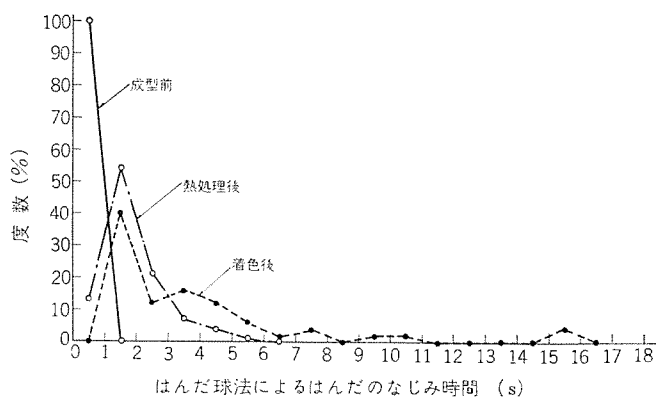


図 3.5 部品加工工程におけるなじみ性の低下

Decrease in solderability with manufacturing process.

が汚染されるためと考えられる。そこで一例として、なじみ性の低下が著しい抵抗部品の加工工程を調査するとともに、各工程の試料についてははんだ球法を用いてなじみ性を試験した。結果の一例を表 3.3 および図 3.5 に示すが、これらの図表を総合してみると、リード線なじみ性は熱処理工程で表面の黒変とともに著しく低下し、着色工程でさらにばらつきが大きくなっているのがわかる。このようななじみ性低下の原因として、熱処理工程ではリード線表面の酸化や樹脂から出るホルマリン・アンモニアなどのガスによる汚染が、着色工程では塗料の付着や乾燥時のガスによる汚染が考えられる。特に熱処理後の黒化がなじみ性の低下とよく対応していることが注目される。しかしながらここにあげた試料は、特になじみ性が悪いものであり、同じ抵抗部品のリード線でも加工工程でなじみ性が低下しないものもあることから、工程管理いかんによっては、なじみ性の低下を防止することができると考えられる。

また試験的に、部品加工前の数種のリード線に 180°C・2 時間の熱処理を施してみたところ、はんだめっきを施したものはすべて黒化したが、そのうち特に黒化が激しいリード線 J-3 の熱処理前後の表面物質を化学分析した結果、リード線表面には線引きのときに用いられる油や防せい(錆)油が付着しており、それが加熱によって炭化してリード線が黒化することがわかった。図 3.6 に示すように、このリード線に熱処理を施す前に脱脂処理を行なっておくと、熱処理工程後も表面の黒化やなじみ性の低下は起こらなかった。脱脂液としては、アルカリ脱脂液および酢酸-n ブチルの 2 種を用いたが、アルカリ脱

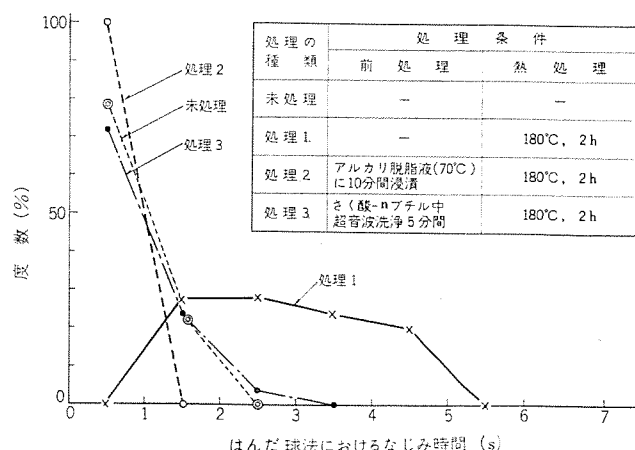


図 3.6 加工工程中のなじみ性の低下に及ぼす前処理の効果
Effect of surface preparation on the solderability in manufacturing process.

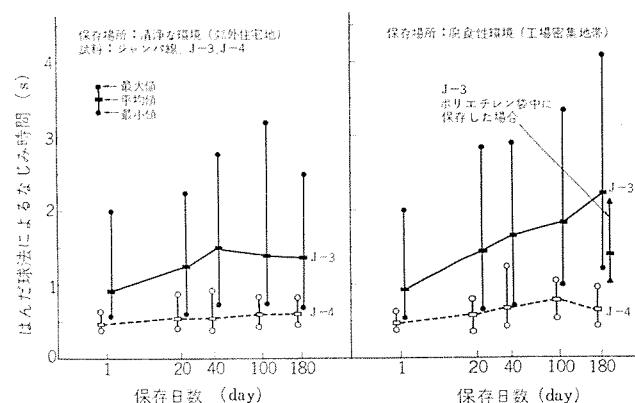


図 3.7 保存環境および保存期間によるなじみ性の変化
Change in solderability with preservative conditions.

脂液を用いた場合のほうが効果が顕著であった。以上のことから、部品加工前のリード線の脱脂処理は、部品の加工によるリード線の黒化と、それに伴うなじみ性の低下を防止する手段として有効であることがわかった。

3.4 部品保存中でのなじみ性の低下

電気部品が製造されてから基板にはんだ付けされるまでの保存環境や保存期間によっては、リード線表面が汚染されてなじみ性が低下する危険性があるため、保存中の部品リード線なじみ性の変化について詳細に調べた。保存環境としては、腐食性環境および清浄な環境にある倉庫を選び、部品に加工される前の履歴の明らかなはんだめっきリード線数種(長さ 4 cm に切断したもの)を半年間室内放置した。また、なじみ性低下の防止対策として、ポリエチレン袋中の保存の効果についても検討した。

保存によるなじみ性の変化の代表例を図 3.7 に示す。なじみ性がもともと良くないリード線 J-3 の場合、なじみ性は保存期間が長くなるとともにかなり低下し、保存環境の良否にも影響されやすいのに対して、なじみ性が良いリード線 J-4 の場合は、保存期間・環境のいずれにもほとんど影響を受けていない。また、劣化しやすい J-3 の場合もポリエチレン袋中に保存し、熱シールを施しておけば、保存によるなじみ性の低下に対して著しい効果があることが明らかである。

保存によるリード線の表面状況の変化については、リード線 J-3 の場合、清浄な環境では黒化しなかったが、腐食性の環境にさらすと 20 日目ですでに黒化が始まっており、その後さらに黒化がすすんだ。

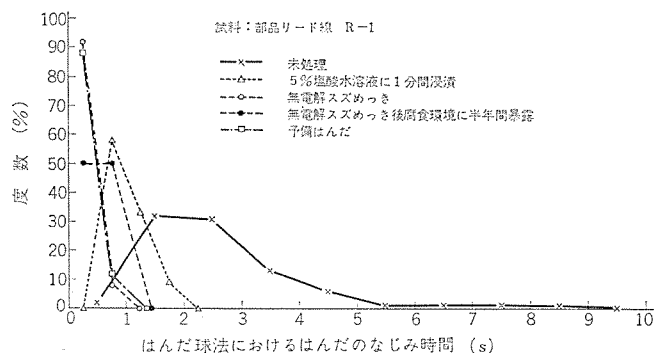


図 3.8 各種表面処理によるなじみ性の改善
Improvement of solderability by surface preparation.

これは明らかにふん囲気によるものであり、黒化試料の表面を XM A 分析した結果、ふん囲気中の H_2S がはんだと反応して硫化物を形成していることが明らかになった。この種の黒化は、部品加工工程中の黒化とは別の種類のものであるが、いずれの場合もリード線表面のなじみ性を低下させる大きな要因となっていることは明らかである。また、リード線 J-4 の場合は J-3 と同じ はんだめっきであるにもかかわらず、いずれの環境においても黒化していない。以上のことから、はんだめっきリード線については、表面の黒化状況となじみ性の間には一義的な関係があることが明らかである。なお、同じ はんだめっきリード線であるにもかかわらず、J-3 と J-4 とで黒化傾向が異なる原因については、まだ詳細には検討していないが、めっき方法・めっき組成、あるいはリード線表面のミクロ的な凹凸などの差異が考えられる。

3.5 表面処理によるなじみ性の改善

加工工程によるなじみ性の低下をまぬがれない部品や、保存によるなじみ性の低下が著しい部品のなじみ性を改善する方法として、酸洗い、無電解スズめっきおよび予備はんだなどの表面処理の効果について検討した。その結果を図 3.8 に示す。試料としては、表面が黒化していてなじみ性が悪い抵抗部品 R-1 を用いた。酸洗いとして 5% 塩酸水溶液に 1 分間浸漬処理を行なったところ、リード線表面の黒化がかなり改善されるとともに、なじみ性もかなり向上したが、処理後ただちに、水洗—アルコール乾燥の処理を行なっていなければ、リード線表面が再び酸化され効果が失われる、酸によって部品の電気的性能の劣化を招くおそれがある、などの欠点があるため注意を要する。つぎに無電解スズめっき⁽⁴⁾および予備はんだについて検討した結果、いずれの場合も顕著な効果がみられた。無電解スズめっきによる方法は、60~80°C のめっき浴に約 2 分間浸漬するだけで 0.2~0.4 μ 厚のめっきを施すことができ、処理は簡便である。めっき浴は約 2% の塩酸濃度であるが、水洗後十分乾燥しておけば、6 カ月間腐食性の環境にさらしても改善されたなじみ性の再低下はみられず、良好な状態を保っていた。

以上の検討結果から、加工工程において劣化した部品リード線や保存期間中に劣化したリード線についても、表面処理によってなじみ性がかなり改善され、基板に装着した場合の信頼性向上のめどがついたが、このような方法は、処理に時間を要するうえに十分な管理を行なわないと、処理後、腐食や電気的劣化などの事故を起こす危険性をはらんでいる。現用の部品の使用が必至の場合は表面処理を施すという方法が有効であろうが、部品納入の時点あるいははんだ付け施行前の時点で、なじみ性の良くない部品の受入や使用を防いでおけば容易に歩どまりの向上が期待できると考えられる。

4. はんだ球法による部品リード線の受入検査基準の検討

なじみ性のすぐれた部品リード線のみを基板に装着するという方法が、プリント基板におけるはんだ付け不良を減少させる最も有効な手段であることが明らかになるとともに、はんだ球法を用いることによってなじみ性の判定が明確化されることになり、結果として信頼性向上のおおよそのめどをたてることができた。しかし、量産工程におけるはんだ付け不良の低減をはかるためには、実際の自動はんだ付けにおけるはんだ付け不良（なじみ不良）の出現状態と、はんだ球法によるなじみ性の試験結果の相関関係を明確にして、部品リード線のプリント基板への装着の可否を判定するための受入検査基準を確立する必要がある。

4.1 実験方法および実験条件の検討

はんだ球法による部品リード線の受入検査基準を設定するためには、まず自動はんだ付けにおけるなじみ不良率とはんだ球法による試験結果の間の相関性について検討する必要があるが、実際には自動はんだ付けの場合とはんだ球法試験とは、温度・時間・フラックスなど、なじみ性を支配する条件がかなり異なっている。それらの条件のうちでも、とくにフラックスの種類はなじみ性を大きく左右するものと考えられる。この場合、自動はんだ付け作業で用いている F-1 のような強力な活性フラックスをそのままはんだ球法試験に適用できれば好都合であるが、はんだ球法試験用のフラックスとしては、リード線なじみ性の良否によってそのなじみ時間に大きな差を生じさせるもの、つまりたとえば F-2 のような適度にフラックス作用が弱い非活性フラックスを用いたほうが判定が容易になるので、結局同一フラックスを用いることはできず、したがってまずフラックスの相違となじみ性の相関関係について検討した。また、自動はんだ付けにおけるはんだ付け時間は約 3 秒と限定されているのに対して、はんだ球法の場合は、なじむまでの時間を測定するという相違があ

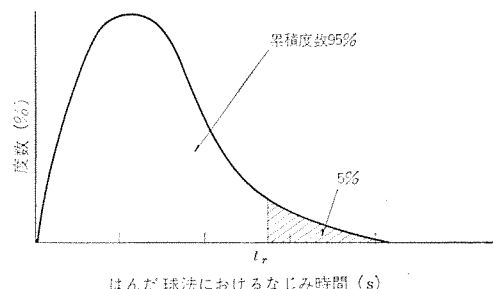


図 4.1 なじみ時間 t_r の定義
Definition of soldering time t_r .

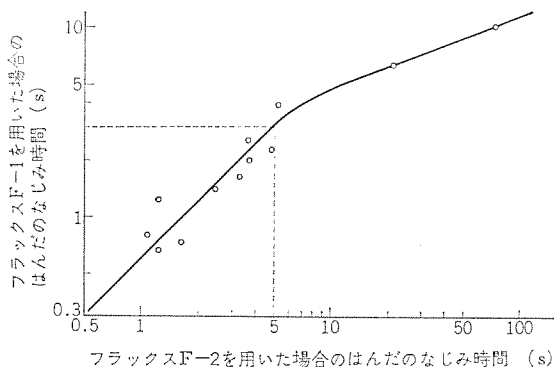


図 4.2 フラックスの相違によるなじみ性の相関関係
Correlation between solderabilities under different kinds of flux.

ることから、これらのフラックスのフラックス作用が、はんだ中における浸漬時間にどのように影響されるかについても調べてみた。実験としては、はんだ球法試験に2種のフラックスを適用して種々の部品リード線のなじみ性を求め、比較検討した。この場合、はんだ付け不良率低減の観点からリード線間なじみ性を比較するのであるから、一般に用いられている平均値での比較は意味がなく、むしろ、なじみ時間の長時間側へのばらつき状態に注目する必要がある。そこで処理上の一手法として図4.1に示すように、同一試料について累積度数95%に対応するなじみ時間 t_r を求め、これを用いて2種のフラックス間の相関を検討した。その結果を図4.2に示す。

図にみるように、F-1とF-2のフラックス作用の間には相関性があるが、常に一定の関係にあるのではなく、部品リード線をはんだ中に浸漬した瞬間からの経過時間によって傾向がやや異なり、F-2はF-1より常にフラックス作用が弱いばかりか、時間の経過に伴うフラックス作用の劣化が早いことが明らかである。しかし、自動はんだ付けにおいては、はんだ付け時間が3秒以上になることがないとすれば、F-1における3秒までの相関性のみを問題にすればよいわけである。F-1とF-2とでは、F-1の場合にはなじみ時間が3秒以下、F-2の場合には5秒以下の範囲において一定の相関関係を有しているので、F-2を用いるはんだ球法試験の結果において、試験数の95%以上が5秒以下の時間でなじむような部品リード線について、自動はんだ付けにおけるなじみ不良率をはあくすることにした。なお、

表 4.1 各種部品リード線のはんだ球法による試験結果と自動はんだ付けにおけるなじみ不良率の比較
Comparison of soldering time in solder globule method with soldering defects in automatic soldering process.

部品名	自動はんだ付けにおけるなじみ不良率			はんだ球法による試験結果			
	N	不良点数	不良率(%)	N	max min	\bar{X} (sec)	度数分布図*
J-1	280	0	0	99	1.6 0.6	0.9	
R-2	280	0	0	100	1.6 0.7	1.0	
C-3	280	0	0	50	2.6 0.6	1.2	
R-4	280	0	0	93	2.6 0.8	1.5	
C-4	280	1	0.35	100	3.6 0.7	1.8	
R-5	168	1	0.60	99	3.4 0.9	1.9	
D-3	280	2	0.71	50	5.8 0.6	1.7	
R-6	280	3	1.07	100	6.0 0.7	1.9	
R-7	224	4	1.79	98	4.8 0.9	2.5	

* 度数分布図の縦軸は度数(%)
横軸はなじみ時間(sec)とする

はんだ付け条件や使用したプリント基板は、2章の場合と同じで、1枚の基板に同一種類の部品リード線を装着してはんだ付けした。また、3.1節で述べたように、リード線の位置によってなじみ性が異なるものがあるので、プリント基板に装着してはんだ付けする位置に相当する部分を、はんだ球法にて試験するよう留意した。

4.2 はんだ球法による試験結果と自動はんだ付けにおけるなじみ不良率

現用部品リード線についてははんだ球法による試験結果と、自動はんだ付けにおけるなじみ不良率の関係を求めた結果を、表4.1に示した。これらのデータ間の相関性の有無は、このままではあまり明確ではないので、はんだ球法による試験結果に次節に述べるような統計的処理を施すことにした。

4.3 データの処理方法および処理結果の相関性

まず簡便な方法として、はんだ球法による試験結果をもとに累積度数分布図を描いてはんだが、なじむのに t 秒以上要するものの割合を求め、これとプリント基板におけるなじみ不良率の相関性を検討した。その結果、 t のいかんにかかわらず相関性が得られたが、そのうちグラフのこう(勾)配が適度でしかも時間精度も高い整数時間 $t=2$ および $t=3$ の場合の結果を図4.3に示した。

また、統計的な意味を持たせるため、異質の劣化原因が潜在している現象や、劣化原因の変化により特性値が変化する現象の整理によく使われるワイブル確率紙⁽⁵⁾を用いて、はんだ球法による試験結果を整理した。またこのワイブル確率紙は、原因系の究明や性質の変化の点のはあくに便利なものであり、部品リード線のはんだ付け現象

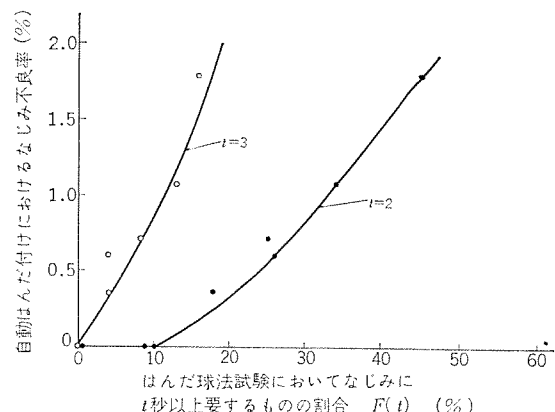


図 4.3 自動はんだ付けにおけるなじみ不良率とはんだ球法におけるなじみ性の関係
Relation between soldering time in solder globule method and soldering defects in automatic soldering process.

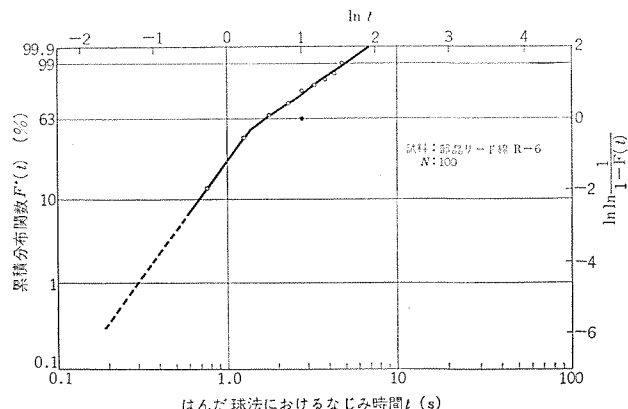


図 4.4 ワイブル確率紙によるなじみ性のデータ処理
Weibull plotting of solderability evaluation.

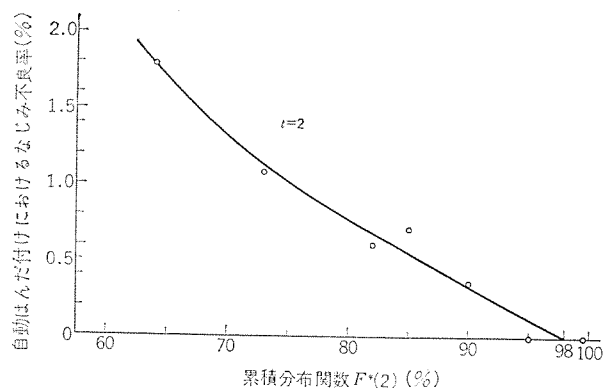


図 4.5 累積分布関数 $F^*(t)$ と不良率との関係
Relation between cumulative distribution function and defect rate.

のようにばらつきの大きい統計量の取扱いには、精度よく使用できる。整理結果の一例を図 4.4 に示す。図中で $F^*(t)$ は累積分布関数であり、ここでは累積度数に対応させた。いずれのリード線の場合もこの図のような折れ線状になったが、ワイブル確率紙においては、この屈折点の前後で破壊のモードが異なることを示していると考えられ、はんだのなじみ現象の場合は、リード線表面皮膜の破壊のモードが異なることに対応しているものと推察される。この点については、今後より詳細な検討が必要なことと思われる。

ワイブル確率紙においては種々のパラメータおよび特性値が簡単に求められるので、それを利用してプリント基板におけるなじみ不良率との相関をとってみたところ、試験基板におけるなじみ不良率との間に一義的な相関関係があることがわかった。一例として $F^*(2)$ を用いた場合を図 4.5 に示す。

4.4 受入検査基準試案の確立

自動はんだ付けにおけるなじみ不良率とはんだ球法による試験結果の間に得られた関係から、部品リード線の受入検査基準を設定することが可能である。図 4.3 および図 4.5 をもとに種々の検査基準の設定を試みた結果を以下に示した。ここで基準としては、相関曲線を自動はんだ付けにおける不良率 0% にまで外そう(挿)した場合の値をもとに設定した。

試案 1 図 4.3 の $t=3$ の場合の関係より

$F(3)=100\%$ ならば合格

$F(3)<100\%$ ならば不合格

つまりはんだ球法において、はんだがなじむのに 3 秒以上要するものがなければ合格、あれば不合格とする。

試案 2 図 4.3 の $t=2$ の場合の関係より

$F(2)\geq 90\%$ ならば合格

$F(2)<90\%$ ならば不合格

つまりはんだ球法において、はんだがなじむのに 2 秒以上要するものが 10% 以下であれば合格、10% を越えれば不合格とする。

試案 3 図 4.5 において

$F^*(2)\geq 98\%$ ならば合格

$F^*(2)<98\%$ ならば不合格とする。

以上に述べた 3 種類の受入検査基準試案は基準のとり方に多少の相違があるため、判定結果に差異を生じることもありうるものと思われる。図 4.6 は、試案によって現用の各種部品リード線の受入検査を行なった結果の一例を示しているが、これよりいずれの試案を用いても実用上大差はなく、量産工程の検査基準として十分用い

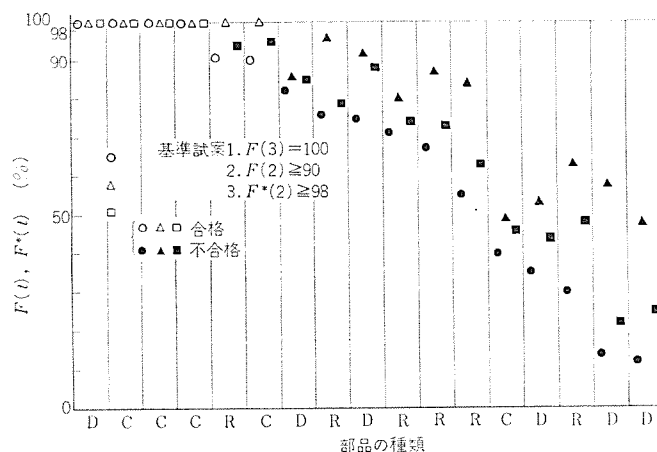


図 4.6 受入検査基準試案に基づく各種部品の評価
Estimation of solid wire terminations by the testive plan for incoming inspection.

ることが明らかである。より簡略化した現場向きの判定基準として、上記の三試案の安全側をとって、たとえば「抜取検査試料全数のはんだ球法において 3 秒以内でなじむ ロットののみを合格とする」というような基準を設ければ、より実用的であろうと思われる。なお、ロット間でなじみ性にかんがりのばらつきがあるような部品リード線の場合は、各ロットごとに受入検査を施す必要があることはいうまでもない。

また、本研究においては、自動はんだ付け用のフラックスとして F-2 を用いているが、他のフラックスを用いた場合でも、この場合に得られたものと同様の相関が得られるものと考えられる。すなわち、F-1 (ロジン 25 wt%, イソプロピルアルコール 75 wt%) とそのフラックスとのフラックス作用の相関性をはあくして、F-1 と F-2 の相関性とそれとを比較検討することにより、受入検査基準の設定が可能である。

なお部品リード線の受入検査に関して、ここに検討したと類似の考え方にもとづいた研究を行なっている文献⁽⁶⁾⁽⁷⁾もあるが、要求される信頼性の設定あるいは設定はんだ付け条件が異なるうえに、量産工程における不良発生率との対応については必ずしも明確にされていない。

5. む す び

プリント基板の自動はんだ付け工程における信頼性向上をはかるため、丸形端子を有する電気部品についてリード線のはんだ付け不良の実態を調査した結果、リード線のなじみ不良にもとづくものが大半を占めていることがわかった。そこで各種電気部品の製造工程における、なじみ性劣化要因や保存期間中の劣化について検討すると同時に、酸洗い・無電解スズめっきなどの表面処理により、なじみ性の改善をはかることができた。

また、量産工程における歩どまり向上をはかる具体的な方策として、部品リード線の受入れ時点でなじみ性の検査を行ない、なじみ性の良好な部品リード線のみと選定・使用するための検査法および検査基準の確立について検討した。その結果、検査法としてははんだ球法が最適であるとの結論を得、量産工程におけるはんだ付け品質管理上、十分実用しうる受入検査基準試案を設定することができた。

以上、本文では丸形端子について述べたが、ピン端子や IC などの角形端子に対しては、はんだ球法が適用できないため、浸漬法など、

他の試験方法を用いて受入検査に関する検討を行なったところ、丸形端子の場合と同様の受入検査を行ないうめどがつけられたことを付記しておく。

本研究の遂行にあたり、京都製作所 岡本技師、難波技師の協力を得、また、データの統計処理については中央研究所 第一研究部 高倉研究員の指導を得たことに感謝の意を表わすしだいである。

参 考 文 献

- (1) MIL-STD-202 D, METHOD 208 B, Solderability (1969)
- (2) 本田, 井手, 山本: 端子のハンダ付け性試験方法の検討 (第 I 報), ハンダ球法と浸漬法の比較, National Technical Report, 12, No. 1 (1966)
- (3) Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment, Part 2, Tests-Test T, Soldering, IEC Publication 68-2-20, (1968)
- (4) 特許公報 7,110 (昭 39)
- (5) 塩見: 故障物理入門 (昭 45)
- (6) Gert Becker: Numerical Definition of Component Solderability Reduces Soldering Defects, Part 1, Part 2, Assembly Engineering, January 70, 38-41, February 70, 44-48
- (7) C. J. Thwaites: 電気工業における各種ハンダとハンダ付, 銅と技術, 第 5 巻, 第 3 号, 51 (昭 42)

AQ モートル

—永久磁石式同期電動機—

柳 沢 公 人*

Mitsubishi AQ Motors

—Permanent Magnet Type Synchronous Motors—

Nagoya Works Kimito Yanagisawa

Recently synchronous motors made out of permanent magnets are in extensive use as driving machines in synthetic fiber factories for the reason of their easy maintenance, high power factor and high efficiency. Mitsubishi has completed the development of motors of this kind, giving a trade name of AQ motor and achieving successful results with them.

As AQ motors have speeds perfectly in proportion to the power source frequency because of the characteristics of synchronous machines. Their speed control is made with ease by the change of the frequency of inverters.

This article describes the features, construction, and characteristics of AQ motors. Also a number of problems posed by stable operation with thyristor inverters are stated for the reference to the users of the machines.

1. ま え が き

高精度の速度制御を必要とする一般産業機械駆動用電動機として、同期電動機の周波数制御は効率、速度制御精度、制御の簡便さなどにおいて非常にすぐれており、静止形可変周波数電源（可変周波インバータ）の普及と相まって需要拡大の一途にある。

比較的小容量で多数の電動機を速度制御したり、電動機相互間に一定の関連速度を精密に保持させる必要がある用途には、従来リラクタンスモートル（リアクションモートル）の可変周波インバータ駆動が行なわれてきたが、これは突極性に基づくリアクショントルクによる同期運転を行なっているため、固定子巻線の遅れの無効電流で磁束を作るので、力率および効率が悪く、電源容量が大きくなり、その結果全体として高価になる欠点があった。

そこで、リラクタンスモートルにかわるものとして、当社では小形高性能な同期電動機として、回転子内に永久磁石を内蔵した永久磁石式同期電動機（当社商品名 AQ モートル）を開発して量産化し、顧客から多大の好評を得ている。現在、AQ モートルは化学繊維機械の中でも、紡糸機駆動用をおもな用途としているが、その数多い特長の中でも特にせん速性・定速性に着目すれば、他の産業機械への応用も十分考えられる。次に、代表的な用途として紡糸機駆動用 AQ モートルについて述べる。

2. 紡糸機駆動用 AQ モートル

化学繊維の分野における近年の発展はめざましいものがあり、各種設備には種々の電動機が使用されている。図 2. 1 に示す概略図は、巻取機の一つである テークアップマシンの一例である。テークアップマシンは、紡糸ノズルから紡出され、紡糸筒で冷却固化されて糸状になったものをゴデットロールを介して引き出し、トラバース糸ガイドを通してフリクションロールにより回転させる巻取りボビンに巻き取る機械である。

近年、溶融紡糸法における紡糸速度は、生産の高能率化、設備の合理化などのために高速化への一途をたどり、今日ほとんどの機種

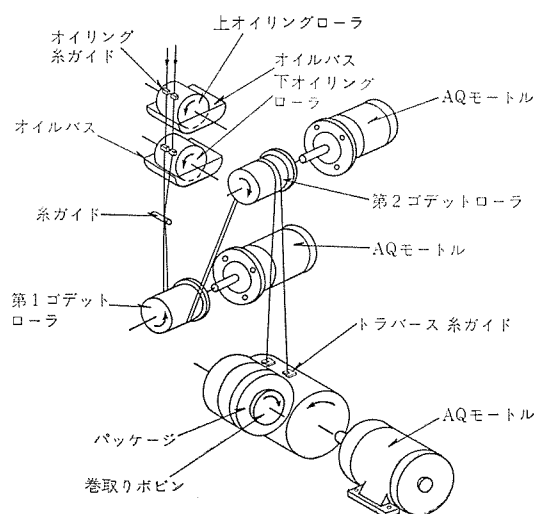


図 2. 1 テークアップマシン
Take up machine.

は単独駆動方式が採用されている。すなわち、各種のゴデットロール、フリクションロール、トラバース装置に分かれ、それぞれ単独のモートルに直結されていて、これらのモートルを専用の電源装置により速度調整を行なう方式である。

おのおののゴデットロール、フリクションロールは、高精度の速度調整を行なう必要があることから、駆動部には小形同期電動機が使用されている。同期電動機を用いることにより、ロールの回転速度は電源周波数によってのみ定まり、専用電源の周波数を変化することにより、複雑な検出回路・帰還回路のないオープンループ制御で、正確な速度制御ができる。このテークアップマシンのゴデットロール、フリクションロール駆動用として最適なのが、三菱 AQ モートルである。

三菱 AQ モートルは、三菱電機永久磁石式同期電動機の商品名である。

3. AQ モートルの特長

次に三菱 AQ モートルの特長を列記してみる。

表 3.1 AQ モートル と リラクタンス モートル の 特性 比較
Comparison of characteristics between AQ motor and reluctance motor.

仕 様	電動機定格出力 W	400	
	定格周波数 Hz	100	
	定格電圧 V	400	
特 性	電動機種類	AQ モートル	リラクタンス モートル
	定格電流 A	0.85	1.92
	効 率 %	80	60
	力 率 %	85	50
	運転時電源容量 (50 台並列運転時) kVA	30	67

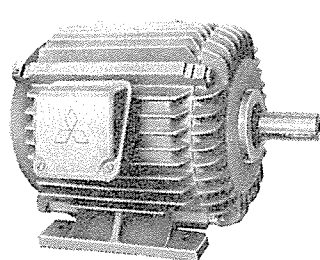


図 3.1 横形全閉形 AQ モートル
Foot mounted, totally enclosed AQ motor.

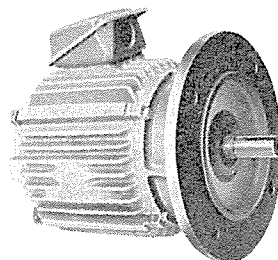


図 3.2 フランジ形全閉形 AQ モートル
Flange type, totally enclosed AQ motor.

(1) 経済性がすぐれている。

AQ モートルの特筆すべき特長は、第 1 に高性能（高力率・高効率・小始動電流）である。普通の同期電動機の直流励磁のかわりに、回転子内に高性能永久磁石を内蔵して、必要な磁束のほとんどを磁石より供給するので、固定子巻線に流れる励磁電流が少なくてすみ、非常に高力率である。そのため、全負荷電流が小さくなり、一次銅損が大幅に減少するため高効率となる。また、始動電流も従来のリラクタンスモートルより小さいので、これに使用する電源容量が減少し、運転費・設備費ともに大幅な低減が可能である。そこで、AQ モートルとリラクタンスモートルを比較して、電動機特性・電源容量などを試算すると表 3.1 のとおりとなる。

電源容量は従来のリラクタンスモートルを使用した場合の半分以下となり、AQ モートルは多数の同期電動機を専用の電源で運転するような場所に最適な電動機ということができる。

(2) 制御性がよい。

AQ モートルの回転数は電源周波数によってのみ定まり、可変周波数による速度制御はオープンループ制御だけで、電源周波数と同一の回転数精度を得ることができ、その精度を $\pm 0.1\%$ 以下に保つことは容易である。

(3) 安定性がよい。

内蔵永久磁石は、高性能・高保持力磁石を使用するとともに、安定化減磁を十分施しているので、運転中の外部磁界による減磁を皆無にし、半永久的に安定した特性を得ることができる。

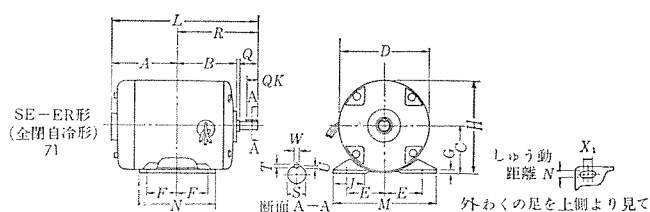
(4) 保守が容易

全閉構造を採用しているので、悪条件のふん囲気にも強く、ブラシとか整流子がないため、一般のかご形電動機と同様な手軽さで、広い用途に適用が可能である。図 3.1 に横形全閉形、図 3.2 にフランジ形全閉形 AQ-750 (112 M フレーム) の外観を示す。

4. 構 造

AQ モートルは、回転子内部に永久磁石を内蔵する同期電動機であ

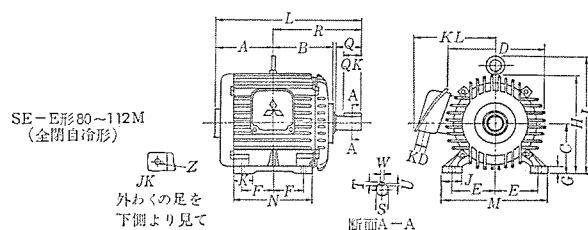
表 4.1 横形全閉形 AQ モートル 標準外形寸法
Dimensions of standard type foot mounted, totally enclosed AQ motor.



SE-ER 形 外形寸法表 (mm)

kW(100 Hz)		わく番号	電 動 機										
2 極	4 極		A	B	※C	D	E	F	G	H	J	L	M
0.1	0.1	71	88	87	71	132	56	45	6	137	45	208	150

kW(100 Hz)		わく番号	電 動 機			軸 端							
2 極	4 極		N	X ₁	Z	Q	QK	R	◎S	T	U	W	
0.1	0.1	71	115	15	7	30	25	120	14	5	3	5	



SE-E 形 外形寸法表 (mm)

kW(100 Hz)		わく番号	電 動 機								
2 極	4 極		A	B	※C	D	E	F	G	H	I
0.2	0.2	80	96	95	80	166	62.5	50	10	163	—
0.4	0.4	90 L	114.5	113.5	90	185	70	62.5	11	182.3	—
0.8	0.8	100 L	129	128	100	199	80	70	12	199.5	241.5
1.5	1.5	112 M	136	135	112	222	95	70	15	223	264.5

kW(100 Hz)		わく番号	電 動 機								
2 極	4 極		J	JK	K	KD	KL	L	M	N	Z
0.2	0.2	80	35	3	35	22	134	236	165	130	10
0.4	0.4	90 L	35	3	35	22	143	283	180	155	10
0.8	0.8	100 L	40	3	40	25	158	312	200	175	12
1.5	1.5	112 M	40	3	45	25	169	336	230	185	12

kW(100 Hz)		わく番号	軸 端								
2 極	4 極		Q	QK	R	◎S	T	U	W		
0.2	0.2	80	40	28	140	19	5	3	5		
0.4	0.4	90 L	50	35.5	168.5	24	7	4	7		
0.8	0.8	100 L	50	35.5	183	24	7	4	7		
1.5	1.5	112 M	60	45	200	28	7	4	7		

備考 ※軸中心高の上下寸法差は -0.500 である。

◎軸径の上下寸法差は日本工業規格 (JIS) B 0401 はめあい方式 “h 6” による。軸受はシールドボールベアリングを使用している。

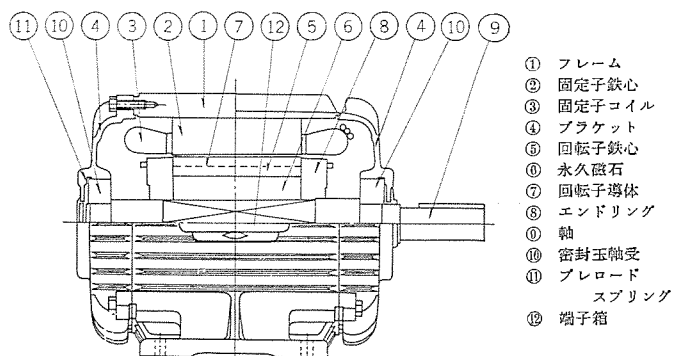
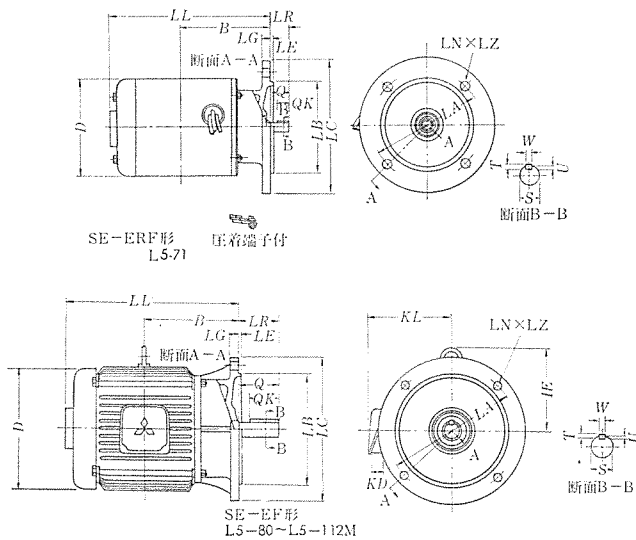


図 4.1 AQ モートル の 構造
Constructional drawing of AQ motor.

表 4.2 フランジ形全閉形 AQ モートル 標準外形寸法
Dimensions of standard type flange type, totally enclosed AQ motor.



SE-ERF, EF 形外形寸法表 (mm)

kW(100 Hz)	形名・わく番	電 動 機									
2 極 4 極		B	D	IE	KD	KL	LA	※LB	LC	LE	LG
0.1	SE-ERF L5-71	115	132	—	—	—	130	110	160	3.5	10
0.2	SE-EF L5-80	125	166	—	22	127	165	130	200	3.5	12
0.4	SE-EF L5-90L	143.5	185	—	22	136	165	130	200	3.5	12
0.8	SE-EF L5-100L	158	199	133	25	150	215	180	250	4	16
1.5	SE-EF L5-112M	175	222	153	25	162	215	180	250	4	16

kW(100 Hz)	形名・わく番	電 動 機									
2 極 4 極		LL	LZ	LN	LR	Q	QK	◎S	T	U	W
0.1	SE-ERF L5-71	203	10	4	30	30	25	14	5	3	5
0.2	SE-EF L5-80	221	12	4	40	40	28	19	5	3	5
0.4	SE-EF L5-90L	258	12	4	50	50	35.5	24	7	4	7
0.8	SE-EF L5-100L	287	15	4	50	50	35.5	24	7	4	7
1.5	SE-EF L5-112M	311	15	4	60	60	45	28	7	4	7

備考 ※フランジはめ込部径の上下寸法は、日本工業規格 (JIS) B 0401 はめあい方式 “h7”。

るが、取付寸法は普通のかご形誘導電動機と同様に、IEC 寸法に準拠している。表 4.1 に横形全閉形、表 4.2 にフランジ形全閉形の外形寸法表を示す。また、横形全閉形の構造を図 4.1 に示す。

(1) 固定子構造

(a) フレーム、ブラケット

フレームおよびブラケットは鋳鉄製を標準とし、71 フレームのフレームのみ鋼板製を使用している。そして、フレーム、ブラケットともに当社“スーパーライン E モートル”と部品を共用し、標準化を計っている。

(b) 冷却保護方式

外被構造は全閉自冷形を標準としている。

(c) 固定子巻線

固定子巻線は E 種絶縁を標準としている。電線をはじめ各種の絶縁物には、ポリエステル樹脂系の絶縁材料を用いているため、耐熱性がきわめて高く、さらに当社独特の研究成果に基づく耐熱・耐湿・耐薬品性にすぐれたワニスで入念な処理が施されている。

(2) 回転子構造

(a) 回転子鉄心、回転子導体

回転子鉄心には良質のけい素鋼板を使用している。回転子導体は

アルミダイカストにより、パーとエンドリングを一体にすると同時に、永久磁石をも完全に内部に鑄ぐるみ、回転子の剛性を増している。また、回転子鉄心には補強板を適当に設けることにより、高速回転に耐えるよう設計している。

(b) 永久磁石

永久磁石は磁氣的・物理的・化学的にすぐれた高性能永久磁石を使用している。

5. AQ モートルの特性

AQ モートルの諸特性のうち、おもなものを簡単に説明する。

(1) 脱出トルク

同期運転をしている AQ モートルの負荷を徐々に増加させたとき、同期はずれ（脱調）を起こす負荷トルクを定格トルクに対して百分率で示したものであり、200 % 以上あるのが普通である。

(2) 引入トルク

非同期運転をしている AQ モートルの負荷を徐々に減少させたとき、同期引入れを起こす負荷トルクであり、定格トルクに対し 100 % 以上あるのが普通である。しかし、引入トルクは負荷の慣性、すなわち GD^2 の値により大きく影響され、一般的に次式が成立する。

$$\text{引入トルク} \propto \frac{1}{\sqrt{(\text{モータ } GD^2) + (\text{負荷 } GD^2)}} \quad \text{..... (5.1)}$$

(3) 始動、加速特性

始動時にはかご形誘導電動機と同じ原理で始動・加速する。しかし、加速中の AQ モートルを発電機としてみれば、回転子中の永久磁石による発電エネルギーが電源インピーダンスで短絡されていることになるので、反抗トルクが生じ、若干トルクは低下するが、誘導加速トルクが大きいため実用上は問題ない場合が多い。この反抗トルクは起動直後（約 100～200 rpm）において最大となり、その値と同期リアクタンス X_d 、磁石による誘起電圧 E_0 の間には次式が成り立つ。

$$\text{反抗トルク} \propto \frac{(\text{磁石による誘起電圧 } E_0)^2}{(\text{同期リアクタンス } X_d)} \quad \text{..... (5.2)}$$

なお、周波数の高い領域では、起動直後の誘導トルクが商用周波数における値よりも低下する傾向にあるので、反抗トルクの値を十分に考慮して設計している。図 5.1 は始動特性を示したものである。始動電流は一般かご形誘導電動機と同程度で、リアクタンスモートルに比較すると半分以下となる。始動時間 t_s は、負荷 GD^2 、および使用回転数によって左右されるが、次式により求められる。

$$t_s = \frac{GD^2 \times N}{375 \times (T_a - T_e)} \text{ (s)} \quad \text{..... (5.3)}$$

ただし、 $GD^2 = (\text{モータ } GD^2) + (\text{負荷 } GD^2)$ (kg/m²)

N = 同期回転数 (rpm)

T_a = 誘導トルク (加速トルク) (kg/m)

T_e = 負荷の反抗トルク (kg/m)

(4) 運転特性

(a) 基準特性

同期電動機の直軸同期リアクタンスを x_d 、横軸同期リアクタンスを x_q とすると、一般の直流励磁形同期電動機やリアクタンスモートルでは、 $x_d > x_q$ となる。しかし、AQ モートルにおいては $x_d < x_q$ となる点が大きく相違している。AQ モートルの定常特性はベクトル図より計算することができるが、電機子電流の横軸分 I_q を基準ベクトルにとれば、ベクトル図は図 5.2 のようになる。無負荷誘起電圧を E_0 とし、端子電圧 E_1 と基準ベクトルとの相差角を δ とすれば、電圧電流方程式

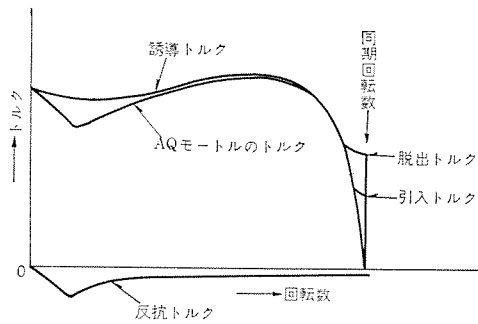


図 5.1 AQモータルの始動トルク特性
Starting torque characteristic of AQ motor.

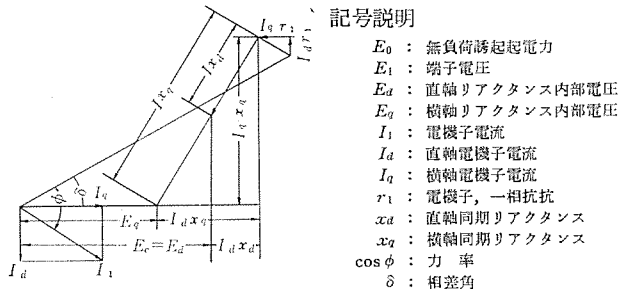


図 5.2 ベクトル図
Vector diagram.

は次のようになる。

$$E_1 \sin \delta = I_q x_q - I_d r_1 \quad (5.4)$$

$$E_1 \cos \delta = I_q r_1 + I_d x_d + E_0 \quad (5.5)$$

式 (5.4), (5.5) から I_d および I_q を求めると

$$I_d = \frac{x_q (E_1 \cos \delta - E_0) - r_1 E_1 \sin \delta}{x_d \cdot x_q + r_1^2} \quad (5.6)$$

$$I_q = \frac{E_1 \cdot x_d \sin \delta + r_1 (E_1 \cos \delta - E_0)}{x_d \cdot x_q + r_1^2} \quad (5.7)$$

ここで、一般的に $r_1 \ll x_d, x_q$ として r_1 の項を省略すると、

$$I_d = \frac{E_1 \cos \delta - E_0}{x_d} \quad (5.8)$$

$$I_q = \frac{E_1 \sin \delta}{x_q} \quad (5.9)$$

機械出力 P_0 は次式で表わされる。

$$P_0 = 3 \{ E_0 + (x_d - x_q) I_d \} I_q \quad (5.10)$$

上式に式 (5.8), (5.9) を代入して整理すると

$$P_0 = \frac{3E_1 E_0}{x_d} \sin \delta + \frac{3E_1^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\delta \quad (5.11)$$

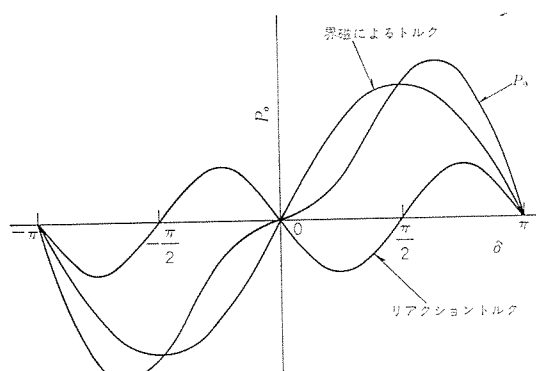


図 5.3 AQモータルの同期トルク
Synchronous torque of AQ motor.

となり、第1項は界磁によるトルク、第2項はリアクショントルクを表わしており、AQモータルの出力は界磁によるトルクと、リアクショントルクの和であることがわかる。図 5.3 は横軸に相差角 (負荷角)、縦軸にトルクをとった図で、AQモータルの最大出力は、相差角が $\pi/2$ より大きいところに存在する。しかし、この出力は大きすぎるとかえって電動機の安定性を欠くことになるので、安定性向上のため、磁石の強さや配置を十分に考慮して設計している。

(b) 負荷特性

AQモータルの同期運転中の負荷特性の一例を図 5.4 に示す。標準 AQモトルにおいては、力率 80~90%、効率 75~85% になり、負荷電流はリアクタンスモータルの半分以上になる。また脱出トルクは 200% を標準にしているが、力率・効率を多少犠牲にすれば 300% 以上も可能である。

(c) 周波数特性

AQモトルは端子電圧を周波数に比例して変化すれば、ほぼトルク一定で速度を変えることができるが、以下に述べるごとく各特性は周波数によって若干変化するので注意する必要がある。4極機では 20 Hz から 150 Hz 程度の範囲で使用されるのが普通である。

効率は周波数の高い範囲で、鉄損・機械損等の増加によりいくぶん低下するが、広い周波数範囲で高性能を発揮する。

起動電流は小容量機においては、周波数が高くなると増加する傾向があるため、電源容量、特にサイリスタインバータの過負荷容量を決定する際には注意しなければならない。

脱出トルク・引入トルクは低周波数で減少する。特に引入トルクの減少の割合が大きいため、端子電圧の周波数に対する比を図 5.5 の (b) または (c) のようにいくぶん持ち上げることが多い。図 5.6 は周波数の変化に対する力率・効率・脱出トルク・引入トルク、および電流の変化特性を示したものである。

電源にサイリスタインバータを使用する場合は、電動機端子電圧波形は方形波になり、高調波を多く含んでいるので、電動機に高調波電流が流れて磁石が減磁されないよう、高調波電流の流れにくい設計にし、減磁防止とともに運転特性の向上を計っている。

(5) 乱調

同期電動機をサイリスタインバータで運転すると、これを M-G セット、あるいは商用電源で駆動したとき安定に動作した電動機であっても、かなりの乱調現象が発生しやすく、安定運転上特に注意を要するところである。このような乱調現象は、高精度の速度制御の意味をなくすことはもちろんであるが、電動機を過熱したり、サイリスタインバータの転流や電源などにも悪い影響をおよぼす。一般的には、サイリ

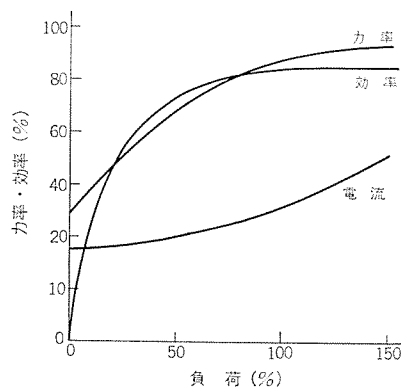


図 5.4 負荷特性曲線
Characteristic curves.

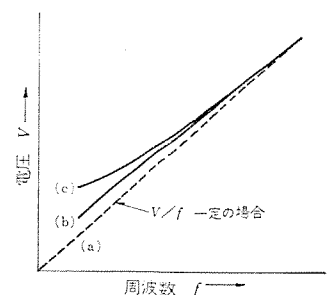


図 5.5 端子電圧と周波数の関係
Relation between terminal voltage and frequency.

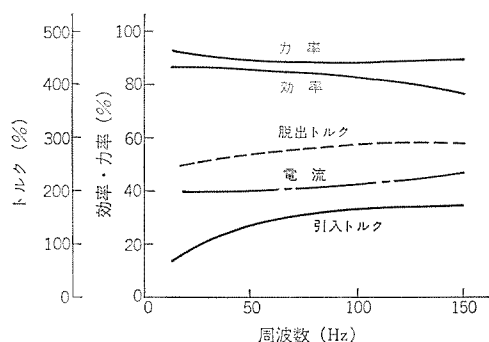


図 5.6 周波数特性
Characteristics of AQ motor driven by variable frequency inverter.

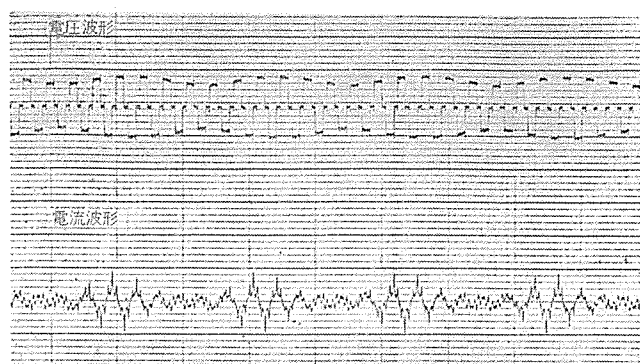


図 5.7 インバータ 乱調時の電圧・電流波形
Voltage and current waveforms of inverter in hunting.

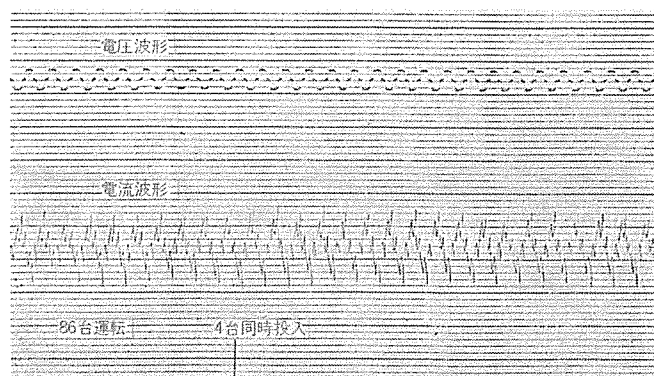


図 5.8 AQ モートル 平常運転時の電圧・電流波形
Voltage and current waveforms of AQ motor under normal operation.

スタインバータの負荷側に数百ワットの同期電動機が数十台並列運転され、電源を小さくする目的から、電動機はスイッチにより1台～2台

ずつ順次始動される。このような場合における乱調には、一般に次のような傾向がみられる。

(a) 電動機は進み力率よりも、遅れ力率で運転するほうが安定である。

(b) 同じ容量の同期電動機を多数運転するときは、その数が多いほど乱調が起こりやすく、一度乱調が生ずるとすべての機械が同じ周期、位相で乱調する。

(c) サイリスタインバータの直流電圧が位相制御されるものでは、周波数の低い範囲で乱調が著しくなる。

(d) 電動機の負荷の GD^2 が大きいほど、乱調が起こりにくい。

図 5.7 は同期電動機 80 台を運転した場合の電圧・電流のオシログラムを示す。電流波形を見ると乱調現象がうかがえる。

図 5.8 は同じ同期電動機 86 台運転中、さらに 4 台を同時投入した場合のオシログラムである。この場合、乱調は生じていない。

以上の傾向のとおり、乱調対策はモータ負荷の GD^2 の大きさ、インバータ回路のフィルタ定数、インバータ自動制御系の制御方式および定数によって大きく影響される。当社の AQ モータ、およびサイリスタインバータではこれらの点に、十分に留意して設計している。

6. 保守と取扱い

構造はほとんどかご形誘導電動機と同様であるから、取扱いもそれとほぼ同様でよいが、回転子内に永久磁石を内蔵しているので、多少注意が必要である。

(1) 周波数を変化するとき、電圧も比例させて増減させること。とくに、電圧だけ高くすることは磁石の安定使用を乱す原因となるので避ける必要がある。

(2) 軸受交換などで回転子を抜き出すときは鉄粉などが付着しないように注意するとともに、木材などの非磁性体上にある程度の間隔をおいて回転子を置くことが望ましい。

7. む す び

以上、三菱 AQ モートルの原理・特長・構造・特性を説明し、サイリスタインバータと組み合わせた場合の使用上の問題点について紹介した。

現在の需要は、その多くが合成繊維機械用であるが、手軽に同期速度が得られ、制御性がよい点でそのほかの分野にもいろいろの用途に応用できるものと考えられる。

最後に、本 AQ モートルを採用いただいている需要家各位、および種々援助いただいた名古屋製作所・伊丹製作所の関係各位に厚くお礼申し上げますとともに、今後とも、よりいっそうのご愛顧をお願いする次第である。

密閉形冷凍圧縮機の中づりばねの応力

二川 曉美*・村松 直樹*
土 屋 邦 彦**Transient Stress of Internal Suspension
Springs in Refrigeration CompressorsCentral Research Laboratory Akemi Futakawa・Naoki Muramatsu
Shizuoka Works Kunihiro Tsuchiya

In connection with multi-cylinder sealed type refrigeration compressors, analysis has been made on transient motion produced on the main assembly in starting and stopping and also on shearing stress occurring in company with it inside suspension springs. Also with regard to the five cylinder compressor of the same purpose as the above, the shearing stress mentioned above has been measured under various pressure conditions. As a result, starting and stopping characteristics and mechanism of producing transient stress in the compressor body have been made clear. Moreover, relation between the state of shearing stress generation in the suspension spring and the starting and stopping time of the compressor has been clarified. Thus the inlet pressure, discharge pressure and power supply frequency affecting on the generation of shearing stress have been sought for.

1. ま え が き

密閉形冷凍圧縮機の高性能化にともなう、起動および停止時に圧縮機本体に作用する外力もますます増大する傾向にある。また最近の製品の製造工程等にみられるように、非常にきびしい温度制御条件が要請される傾向にともなう、圧縮機の起動および停止のひん(頻)度回数もますます増大する傾向にある。このため、密閉形冷凍圧縮機を設計する観点では、起動および停止時に圧縮機本体に生じる過渡振動の発生機構を解明し、中づりばねに生じる応力を十分は(把)握することにより、適切な圧縮機の中づり構造を選定することが一つの重要な課題となっている。

圧縮機の起動および停止時に、中づりばねに生じる応力に関しては、エネルギーのつり合いの観点から応力の発生状態を検討した田中⁽¹⁾の報告がある。しかし圧縮機本体に生じる過渡振動との関連で、動的観点からその発生機構を検討した報告はほとんどないようである。

本研究では、以上の観点から、圧縮機の起動および停止時に、中づりばねに生じる過渡応力の発生機構を解明することを試みた。本稿では、まず多気筒の密閉形冷凍圧縮機を対象に、その起動および停止時に、圧縮機本体に生じる過渡振動ならびにそれにともなう、中づりばねに生じる過渡応力の解析法についてのべる。つぎに5気筒の密閉形冷凍圧縮機を対象に中づりばねに生じる応力を測定した結果と計算結果を対比して、中づりばねに生じる応力の発生機構について検討した結果、および応力の発生状態におよぼす圧力条件や電源周波数の影響についてのべる。

2. 記 号

本稿で使用するおもな記号はつぎのとおりである。

C =トップクリアランス
 d =ばねの素線直径
 k =冷媒の比熱比
 l =コンロッドの長さ

n =ばねの有効巻数

p_1, p_2, p =吸入圧力、吐出圧力およびシリンダ圧力

r =クランク半径

v =シリンダ内部の冷媒の体積

A_p =ピストン面積

I_R, I_S =圧縮機の回転部分および本体の慣性モーメント

K =圧縮機本体の回転振動の回転ばね定数

L =クランク軸とばね中心線の間の距離

R =ばねの平均有効半径

T_R, T_S =クランク軸および圧縮機本体に作用するトルク

Σ =粘性減衰係数

θ =クランク軸の回転角

ϕ =圧縮機本体の回転振動角

ω =クランク軸の角速度

τ =ばねのせん断応力

3. 理 論

3.1 仮 定

図3.1にクランク軸1回転あたりのシリンダ内部の圧力変動を理想化して示す。同図に示すように、中づりばねに生じる応力の解析では、つぎの仮定を設ける。

(1) 圧縮行程 AB では、シリンダ内部の冷媒は

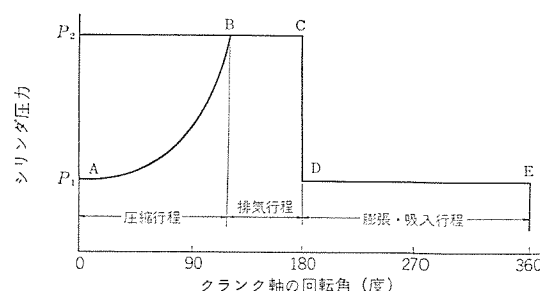


図 3.1 クランク軸1回転あたりのシリンダ圧力の変化
Relation between pressure in a cylinder and crank angle.

$$pv^k = \text{一定} \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

で表わされる断熱変化をする。

(2) 排気行程 BC では、シリンダ 内部の圧力は吐出圧力に等しく、この期間中一定に保持される。

(3) 膨張・吸入行程 DE では、冷媒の膨張によって生じるトルクは比較的小さいので、これを無視し、シリンダ 内部の圧力は吸入圧力に等しいとみなす。

(4) 電源を投入してからクランク軸が定常回転に至るまでの時間は非常に短いので、この期間中吸入圧力および吐出圧力は変化しないとみなす。

(5) クランクピン および クランクアーム の慣性力は、ピストン および コンロッド の慣性力に比較して小さいので、これを無視する。

3.2 ピストンに作用する力

3.2.1 冷媒の圧力による力

図 3.2 に m 気筒の圧縮機の i 番目のピストンおよびクランク機構を示す。同図に示すように、ピストン の下死点の位置を基準としてクランク軸の回転角 θ_i を表わすと、圧縮行程において冷媒の圧力により i 番目のピストンに加わる力 F_{gi} は

$$F_{gi} = A_p p_i \left\{ \left(\frac{2+C}{1+C+\frac{p}{4}+\cos\theta_i-\frac{p}{4}\cos 2\theta_i} \right)^k - 1 \right\} \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

となる⁽²⁾⁽³⁾。ただし $p=r/l$, $C=c/r$ である。

一方排気行程では、仮定により吐出圧力と吸入圧力がピストン の前後に作用するので、ピストンには

$$F_{gi} = A_p (p_2 - p_1) \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

で表わされる力が作用する。

また吸入行程では、仮定により同じ圧力がピストン 前後に作用するので、ピストンに加わる力は

$$F_{gi} = 0 \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

となる。

3.2.2 ピストンの慣性力

i 番目のピストンには、その往復運動により図 3.2 に示すような慣性力 F_{pi} が作用する。この慣性力 F_{pi} はピストン の重量を W_p とすれば、

$$F_{pi} = \frac{W_p}{g} r \omega^2 (\cos \theta_i - p \cos 2\theta_i) \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

で表わされる⁽⁴⁾。

3.2.3 コンロッドの修正偶力による力

コンロッドの運動は、シリンダ 中心線上の直線運動とピストン を中心とする回転運動とを合成したものと考えることができる。したがって修正偶力により i 番目のコンロッドには

$$F_{ci} = \frac{W_c}{2g} \{ h(l-h) - a^2 \} r \left(\frac{\omega}{l} \right)^2 \sin 2\theta_i \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

で表わされる力が作用する⁽⁴⁾。ただし W_c , a はコンロッド の重量お

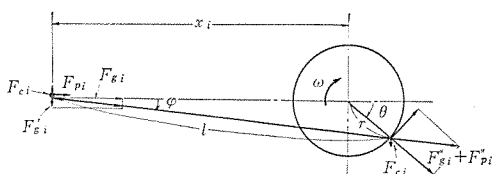


図 3.2 ピストンとクランク機構の概略
Schematic of piston-crank mechanism.

よび重心回りの回転半径であり、また h はコンロッドの重心とピストン の間の距離である。

3.3 圧縮機本体およびクランク軸に作用するトルク

3.3.1 圧縮機本体に作用するトルク

i 番目のシリンダには、図 3.2 に示すように、冷媒の圧縮作用による分力 F'_{gi} とピストン の慣性力による分力 F'_{pi} およびコンロッドの運動による力 F_{ci} が作用する。 F'_{gi} , F'_{pi} をそれぞれ F_{gi} , F_{pi} で表わし、これらの力によって圧縮機本体に生じるトルクを求め、 m 気筒 について合成すると、圧縮機本体に作用する全トルクは

$$T_S = \sum_{i=1}^m \left[r \left\{ (F_{gi} + F_{pi}) \rho \sin \theta_i \left(1 + \frac{\rho^2}{2} \sin^2 \theta_i \right) + F_{ci} \right\} \times \left(\frac{1}{\rho} - \frac{\rho}{4} - \cos \theta_i + \frac{\rho}{4} \cos 2\theta_i \right) \right] \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

となる。ただし F_{gi} はクランク軸の回転角 θ_i の位置に応じて、圧縮行程では式 (3.2) を、排気行程では式 (3.3) を、また膨張・吸入行程では式 (3.4) を用いる。

3.3.2 クランク軸に作用するトルク

クランクピンには、図 3.2 に示すように、冷媒の圧縮作用による力 F'_{gi} とピストン の慣性力による力 F'_{pi} が作用する。したがって m 気筒の圧縮機のクランク軸に作用する全トルクは

$$T_R = \sum_{i=1}^m r \left\{ (F_{gi} + F_{pi}) \left(\sin \theta_i - \frac{\rho}{2} \sin 2\theta_i \right) + F_{ci} \cos \theta_i \right\} \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

で表わされる。ただし F_{gi} はクランク軸の回転角 θ_i の位置に応じて、圧縮行程では式 (3.2) を、排気行程では式 (3.3) を、また吸入行程では式 (3.4) を用いる。

3.3.3 電動機の起動トルク

密閉形冷凍圧縮機では圧縮機と電動機が一体構造になっているので、起動時には圧縮機本体およびクランク軸には

$$T_m = \frac{3PV^2 \left(\frac{r_1}{S} \right)}{4\pi f g \left\{ \left(r_0 + \frac{r_1}{S} \right)^2 + (X_1 + X_2)^2 \right\}} \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

で表わされる電動機の起動トルクが作用する⁽⁵⁾。ここで P は極数、 V は電圧、 f は電源周波数、 r_0 と r_1 は巻線の一次抵抗および一次に換算した二次抵抗、 X_1 と X_2 は巻線の一次漏れリアクタンス および一次に換算した二次漏れリアクタンス、 g は重力の加速度である。また S はすべりで N を回転数とすれば $S = 1 - PN/120f$ で表わされる。

3.4 クランク軸の回転速度

電源投入またはシャ断直前のクランク軸の角速度を ω_0 とし、その後時間 t を経過したときの角速度を ω とする。この期間中に電動機の駆動トルク T_m とクランク軸に作用するトルク T_R の差のトルクがなした仕事は、圧縮機 の回転部分の運動エネルギーの変化に等しい。すなわち任意の時間 t におけるクランク軸の角速度 ω に関し

$$\frac{I_R}{2g} (\omega_0^2 - \omega^2) = \int_0^t (T_R - T_m) d\theta \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

なる関係が成立する。ただし I_R は圧縮機 の回転部分の慣性モーメントである。

3.5 圧縮機本体の過渡振動

図 3.3 に供試圧縮機の構造断面を示す。圧縮機本体は、軸方向には中心部の上下二つのばねで、また円周方向には外周部の数個のばねで支持されている。そこで圧縮機本体の過渡振動の解析では、数学的モデルとして、圧縮機と電動機で構成される一つの剛体と回転ばねからなる 1 自由度の粘性減衰を有する振動系を考える。圧縮

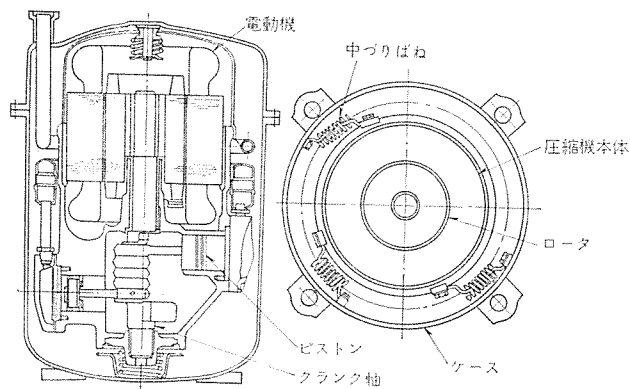


図 3.3 供試密閉形 冷凍圧縮機の構造
Cross section of tested refrigeration compressor.

機に電源を投入すると、トルク T_m とこれと逆方向のトルク T_s が急激に作用する。圧縮機が定常回転に至ると、これらのトルクはみかけ上はほぼつり合い状態になる。一方定常運転状態で電源をしゃ断すると、上記のトルクのつり合い状態が急激にくずれるため、圧縮機本体にはトルク T_s のみが急激に作用する。したがって電源を投入またはしゃ断後、圧縮機が定常回転または停止するまでの時間を t_s とすれば、圧縮機本体の回転振動に関しつぎの方程式をうる。

(1) $0 \leq t \leq t_s$ のとき

$$\frac{I_s}{g} \frac{d^2\phi}{dt^2} + \sum \frac{d\phi}{dt} + K\phi = T_m - T_s \quad (3.11)$$

(2) $t \geq t_s$ のとき

$$\frac{I_s}{g} \frac{d^2\phi}{dt^2} + \sum \frac{d\phi}{dt} + K\phi = 0 \quad (3.12)$$

3.6 中づりばねの応力

圧縮機本体に生じる過渡振動の回転角 ϕ が求められると、中づりばねに生じる最大せん断応力は

$$\tau = \left(\frac{8R+d}{8R-d} + \frac{0.615d}{2R} \right) \frac{dGL}{4\pi nR^3} \phi \quad (3.13)$$

で求められる⁽⁶⁾。ここで G はばねの素線材料の横弾性係数、 L は中づりばねの中心とクランク軸の間の距離である。

4. 数値計算法

式 (3.10) および式 (3.11) はクランク軸の回転角 θ_i に依存する非線形のトルク T_R 、 T_S および T_m を含むので解析解を求めることができない。そこで以下に数値計算によりその解を求める手順をのべる。

4.1 起動時の数値計算

(1) $t=0$ における初期状態より、クランク軸の角速度は $\omega_0=0$ 、圧縮機本体の回転振動の回転角および角速度は $\phi=\dot{\phi}=0$ 、またクランク軸の回転角は $\theta_1=0$ とおく。

(2) 式 (3.10) には Simpson の式を、また式 (3.11) には修正 Euler 法を適用し、両式を連立させて、 ω および ϕ を求める。

(3) 時間の刻み幅は $\Delta t=0.001$ s とし、数値積分ではこの区間をさらに 10 分割にする。

(4) 時間 $\Delta t=0.001$ s の間のクランク軸の角速度の変化が 0.1 rad/s 以下になるときの時間を t_s とし、これを圧縮機の起動時間とする。

(5) 時間 t_s における圧縮機本体の回転角および角速度を初期条件として、式 (3.12) を修正 Euler 法で解く。

(6) 各時間における圧縮機本体の回転角 ϕ を式 (3.13) に代入

して、中づりばねに生じるせん断応力を求める。

4.2 停止時の数値計算

(1) $t=0$ における初期状態より $\omega_0=377$ rad/s ($N=3,600$ rpm)、 $\phi=\dot{\phi}=0$ 、 $\theta_1=0$ とおく。

(2) 式 (3.10) には Simpson の式を、また式 (3.11) では、 $T_m=0$ において修正 Euler 法を適用して、両式を連立させて、 ω および ϕ を求める。

(3) 時間の刻み幅は $\Delta t=0.001$ s とする。

(4) クランク軸の角速度が零になるときの時間 t_s を求め、これを圧縮機の停止時間とする。

(5) 時間 t_s における圧縮機本体の回転振動の回転角および角速度を初期条件として、式 (3.12) に修正 Euler 法を適用して ϕ を求める。

(6) 各時間に対する圧縮機本体の回転角 ϕ を式 (3.13) に代入して、中づりばねに生じる応力を求める。

5. 供試圧縮機と実験方法

5.1 供試圧縮機

表 5.1 に供試圧縮機の仕様を示す。供試圧縮機は 5 気筒で、圧縮機本体は、図 3.3 に示すように、中心部の二つのばねで上下方向に、また外周部の三つのばねで円周方向に支持されている。供試圧縮機では、ばねの着脱およびひずみゲージのリード線の取り出しを容易にするため、ケースは 2 分割としフランジによる接合構造とした。

5.2 実験方法

図 5.1 に中づりばねにひずみゲージを張り付けた状況を示す。圧縮機本体はクランク軸を中心として回転振動するので、ひずみゲージは外周部に設けた三つのばねにおのおの張り付け、ばねの素線に生じるせん断応力を測定しようようにした。

本実験で選定した実験条件を表 5.2 に示す。中づりばねに生じる応力におよぼす吸入圧力および吐出圧力の影響を調べるために、起動時には吸入圧力と吐出圧力に圧力差のある場合とない場合を、また停止時には電源をしゃ断する直前の定常運転時の圧力条件として、表 5.2 に示す 3 条件を選定した。実験では、いずれの実験条件についても、冷媒は R22 を使用し、また電圧 200 V、周波数 60 Hz の電源を用いた。

表 5.1 供試圧縮機の仕様
Specifications of tested compressor.

	項 目	仕 様
圧 縮 機	シ リ ン ダ 径 mm	42.86
	ス ト ロ ー ク mm	25.9
	シ リ ン ダ 数	5
	本体の慣性モーメント kg・cm ²	2,780
	回転部の慣性モーメント kg・cm ²	93.1
	気 筒 容 積 cm ³ /rev	187.0
電 動 機	定 格 出 力 W	7,500
	定 格 電 圧 V	200
	定 格 周 波 数 Hz	50/60
	極 数	2
中づりばね	線 径 mm	3.2
	平 均 半 径 mm	7.95
	有 効 巻 数	5.0
	クランク軸からの距離 mm	120.6

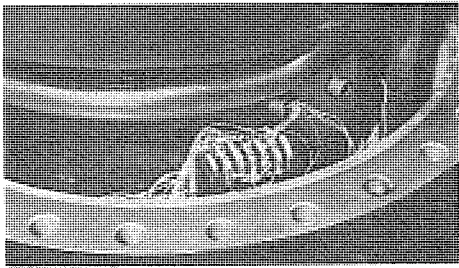


図 5.1 ひずみゲージの張り付け状況
Arrangement for strain measurement of internal suspension spring.

表 5.2 実験条件
Test conditions.

実験条件	吸入側圧力 p_1 (kg/cm ²)	吐出側圧力 p_2 (kg/cm ²)
起 動	7.0	19.0
	9.2	9.2
停 止	5.0	20.0
	6.4	28.6
	2.0	28.6

6. 結果と検討

6.1 圧縮機本体に作用するトルク

6.1.1 電動機の起動トルク

図 6.1 に供試圧縮機を電圧 200 V、周波数 60 Hz で起動したときの起動トルクの変動状況の計算結果を実線で示す。また同図には、電圧 200 V、周波数 50 Hz で起動したときの同様の結果も破線で併記した。図 6.1 にみられるように、吸入圧力 7.0 kg/cm²、吐出圧力 19.0 kg/cm² で起動すると、約 0.11 s で起動トルクは最大になる。しかし両者に圧力差のない場合には、圧縮機に加わる負荷が軽減されるため、約 0.06 s で起動トルクは最大になる。

一方、同じ電源電圧で周波数を 50 Hz に変えて起動すると、図 6.1 にみられるように、起動トルクは周波数が 60 Hz の場合の約 1.6 倍になるので、上記と同一圧力条件のもとでは、起動トルクはそれぞれ約 0.05 s および 0.03 s で最大になる。

6.1.2 冷媒の圧力およびクランク機構の慣性力によるトルク

3,600 rpm の定常運転状態で、圧縮機本体に作用するトルク T_s を計算した結果を図 6.2 に示す。供試圧縮機の場合では、図 6.2 に示すトルクは、冷媒の圧縮作用に起因するものが大部分で、クランク機構の慣性力によるものはほとんど無視しうる程度である。また図 6.2 にみられるように、変動トルクの平均値は、吸入圧力および吐出圧力がともに高い場合が最も大きく、吐出圧力が高くても吸入圧力が低い場合には比較的小さくなる。

6.2 クランク軸の回転速度

6.2.1 起動時の回転速度

電圧 200 V、周波数 60 Hz の電源で圧縮機を起動したときのクランク軸の角速度の変化を計算した結果を図 6.3 に実線で示す。また同図には、電圧 200 V、周波数 50 Hz の電源で圧縮機を起動したときの同様の結果を破線で示す。図 6.3 に示すように、吸入圧力 7.0 kg/cm²、吐出圧力 19.0 kg/cm² で起動すると、圧縮機は約 0.12 s で定常回転に至る。一方両者に圧力差のない状態で起動すると、電動機の起動トルクは圧縮機の回転部分の回転速度の増大にのみ費やされるので、圧縮機が定常回転に至るまでの時間は約 0.08 s に短縮される。

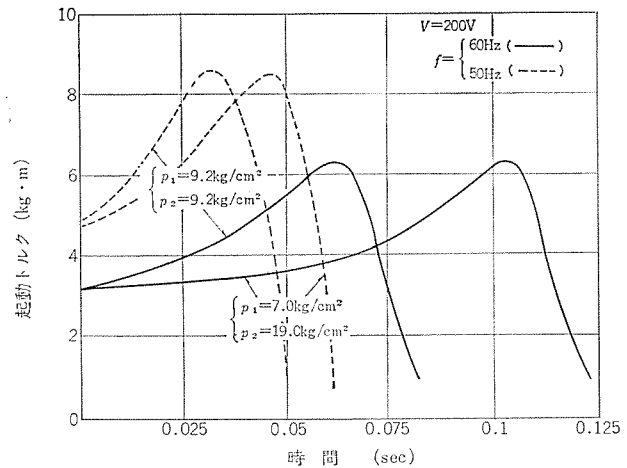


図 6.1 電動機の起動トルクの変化
Variations in starting torque of induction motor.

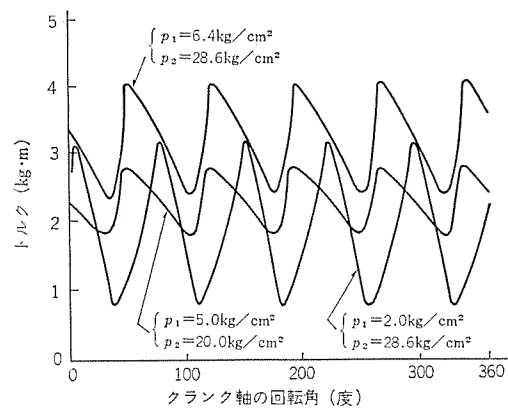


図 6.2 圧縮機本体に作用するトルク
Torques acting on compressor body.

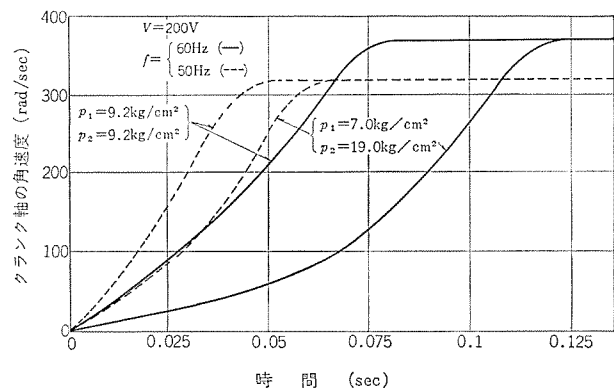


図 6.3 起動時のクランク軸の角速度の変化
Variations in rotating speed of crank shaft during start-up.

一方、同一電源電圧で 50 Hz の周波数で起動すると、電動機の起動トルクは 60 Hz の場合の約 1.6 倍になるので、圧縮機の起動時間は 0.05~0.06 s に短縮される。

6.2.2 停止時の回転速度

3,600 rpm の回転数で定常運転している状態で、電源をシャ断したときのクランク軸の角速度の変化を計算した結果を図 6.4 に示す。圧縮機が停止するまでの期間には、クランク軸にも複雑な変動トルクが作用する。しかしクランク軸の角速度は図 6.4 にみられるようにほぼ一様に低下し、また圧縮機が停止するまでの時間は、クランク軸に作用する変動トルクの最大値よりむしろ変動トルクの平均値にほぼ逆比例している。

一方電源電圧 200 V、周波数 50 Hz で定常運転している状態で電

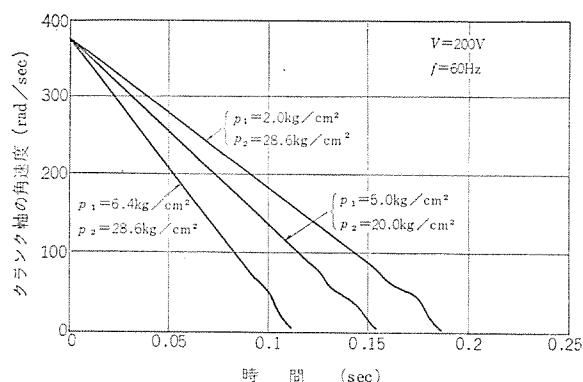


図 6.4 停止時のクラック軸の角速度の変化
Variations in rotating speed of crank shaft during stopping.

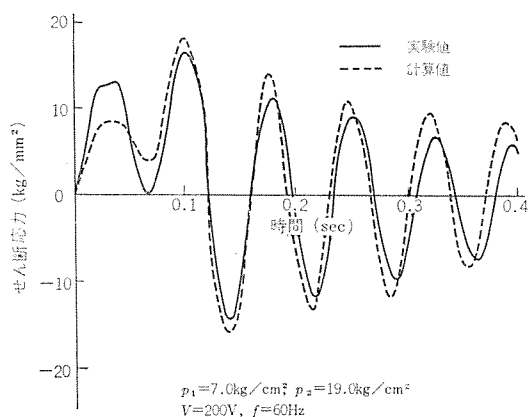


図 6.5 起動時の中づりばねのせん断応力
Dynamic shearing stress produced in internal suspension spring during start-up.

源をしゃ断した場合には、クラック軸の角速度の低下状態は 60 Hz の場合と定性的にはほぼ類似した傾向となる。

6.3 中づりばねの応力

6.3.1 計算結果と実験結果の比較

図 6.5～6.9 に、各実験条件について中づりばねに生じるせん断応力を計算した結果を実験結果と比較して示す。図 6.5～6.9 より計算結果は実験結果とよく一致していることがわかる。したがってこれらの結果にもとづいて、以下に中づりばねに生じるせん断応力の発生機構について検討する。

(1) 起動時の応力

吸入圧力 7.0 kg/cm²、吐出圧力 19.0 kg/cm²、電圧 200 V、周波数 60 Hz で起動すると、図 6.5 に示すように、中づりばねに生じる応力変動は約 0.12 s の間片振り状態となり、その後両振り状態へ移行する。圧縮機が定常回転に至るまでの 0.12 s の期間では、図 6.1 に示す電動機の起動トルクと図 6.2 に示す冷媒の圧縮作用にもとづくトルクの差のトルクが圧縮機本体に作用するので、この期間中の応力変動は図 6.5 にみられるような片振り状態になる。しかし圧縮機が定常回転に至ると、これらのトルクは平均的に釣り合い状態となり、圧縮機本体にはみかけ上トルクが作用しなくなる。このため圧縮機本体は自由振動状態となり、これにともなって中づりばねの応力は両振り状態へ移行する。

一方、吸入圧力と吐出圧力の間に圧力差がない場合には、圧縮機が定常回転に至るまでの時間が 0.08 s に短縮されるので、この間に圧縮機本体には一つの大きな過渡振動を生じた後、自由振動状態へ移行するので、これにともなって図 6.6 に示すような応力変動を生じる。

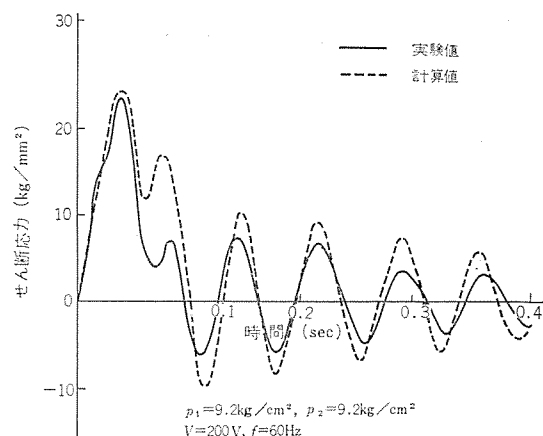


図 6.6 起動時の中づりばねのせん断応力
Dynamic shearing stress produced in internal suspension spring during start-up.

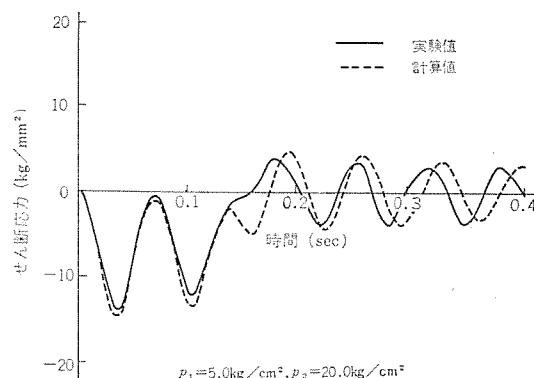


図 6.7 停止時の中づりばねのせん断応力
Dynamic shearing stress produced in internal suspension spring during stopping.

(2) 停止時の応力

図 6.7～6.9 と図 6.4 を比較すれば、停止時に中づりばねに生じる応力の変動状態は圧縮機の停止時間によく対応していることがわかる。すなわち吸入圧力 5.0 kg/cm²、吐出圧力 20.0 kg/cm² で定常運転している状態で電源をしゃ断すると、圧縮機が停止するまでの約 0.16 s の期間には、図 6.2 に示すような変動トルクが作用するので、圧縮機本体には過渡振動が生じ、中づりばねの応力はその間片振り状態になる。しかし圧縮機が停止すると圧縮機本体に外力が作用しなくなるので、圧縮機本体は自由振動状態へ移行し、これにともなって中づりばねの応力変動は両振り状態へ移行する。

また吸入圧力 6.4 kg/cm²、吐出圧力 28.6 kg/cm² の場合には、応力変動に二つ目のピークが生じた直後に圧縮機が停止するので、図 6.8 にみられるように、その後圧縮機本体は大きな振幅で自由振動状態に移行し、これにともなって中づりばねにも大きな応力変動を生じる。

一方吸入圧力 2.0 kg/cm²、吐出圧力 28.6 kg/cm² の場合には、圧縮機の停止時間は約 0.19 s に増大するので、図 6.9 にみられるように、この期間中の応力変動には三つのピークが現われる。

6.3.2 吸入圧力および吐出圧力の影響

図 6.5 と図 6.6 を比較して、吸入圧力および吐出圧力が起動時の中づりばねの応力の発生状態におよぼす影響をみると、吸入圧力と吐出圧力の間に圧力差のある場合より圧力差のない場合のほうが、中づりばねの応力は大きくなることがわかる。これは起動時に中づりばねに生じる応力は電動機の起動トルクと冷媒の圧縮作用にもと

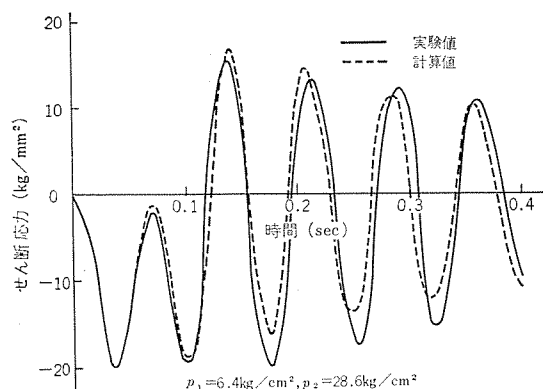


図 6.8 停止時の中づりばねのせん断応力
Dynamic shearing stress produced in internal suspension spring during stopping.

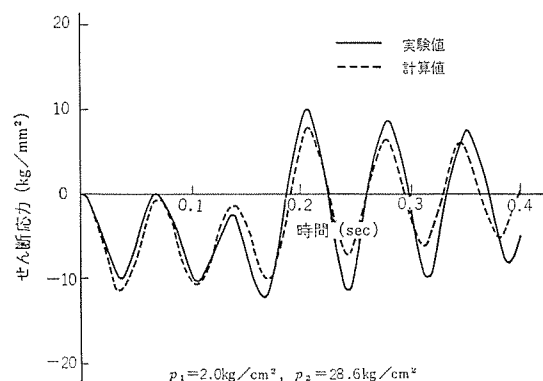


図 6.9 停止時の中づりばねのせん断応力
Dynamic shearing stress produced in internal suspension spring during stopping.

づくトルクの差のトルクに依存するので、後者のトルクが小さいほど圧縮機本体に生じる過渡振動が大きくなるためである。

一方、停止時に中づりばねに生じる応力についてみると、図 6.2 と図 6.7～6.9 を比較すれば明らかなように、図 6.2 に示す変動トルクの最大値よりむしろこれらの変動トルクの平均値の大きさと中づりばねの応力の大きさがよく対応していることがわかる。すなわち吸入圧力と吐出圧力がともに高い場合には、中づりばねに生じる応力も大きくなるが、吐出圧力が高くても吸入圧力が低い場合には、中づりばねに生じる応力は必ずしも大きくならない。供試圧縮機の場合では、中づりばねの応力の最大値は、いずれの実験条件についても、変動トルクの平均値が静的に作用するとみなして求めた応力の約 1.90～1.95 倍であった。

6.3.3 電源周波数の影響

起動時に中づりばねに生じる応力は電動機の起動トルクに依存する。供試圧縮機を周波数 50 Hz で起動したときの電動機の起動トルクは、周波数 60 Hz で起動した場合の約 1.6 倍になる。このため圧縮機を周波数 50 Hz で起動した場合のほうが周波数 60 Hz で起動した場合より、中づりばねには大きな応力を生じる。

しかし停止時に中づりばねに生じる応力は、主として冷媒の圧縮作用にもとづくトルクに支配されるので、電源周波数の相違は中づりばねの応力の発生状態に影響をおよぼさない。

7. む す び

多気筒の密閉形冷凍圧縮機の起動および停止時に、中づりばねに生じるせん断応力を解析し、同時に 5 気筒の密閉形冷凍圧縮機のモデルを用いて、起動および停止時に中づりばねに生じるせん断応力を測定し、計算結果と実験結果を比較して、中づりばねに生じる応力の発生機構について検討した。

本研究で得られた結果を要約すればつぎのようになる。

(1) 起動時には電動機の起動トルクと主として冷媒の圧縮作用によるトルクの差のトルクが、また停止時には後者のトルクが、圧縮機本体に急激に作用する。このため圧縮機本体には過渡振動が発生し、これにともなって中づりばねに応力が発生する。

(2) 中づりばねに生じる応力の発生状態は、圧縮機の起動および停止時間と密接な関係があり、この期間では中づりばねの応力は片振り状態になる。しかし圧縮機が定常回転または停止するに至ると、圧縮機本体は自由振動へ移行するため、中づりばねの応力変動も両振り状態へ移行する。

(3) 供試圧縮機の場合、中づりばねに生じる応力の大きさは、圧縮機本体に作用するトルクの最大値よりむしろこのトルクの平均値に関係し、この平均トルクが静的に作用するとして求めた応力の 1.90～1.95 倍となる。

(4) 同一電源電圧で圧縮機を起動すると、電源周波数が 60 Hz の場合より 50 Hz の場合のほうが、中づりばねに大きな応力が発生する。しかし停止時に中づりばねに生じる応力の大きさは電源周波数の影響をうけない。

本研究により、密閉形冷凍圧縮機の起動および停止特性や圧縮機本体に生じる過渡振動の発生状態が解明され、中づりばねに生じる応力を定量的に推定することが可能となった。この結果、さらに高性能な密閉形冷凍圧縮機的设计あるいは工場試験における試験条件の設定などに対する基礎的知見を集積することができた。

最後に、本稿は日本冷凍協会誌“冷凍”第 47 巻、第 534 号に掲載された研究論文を骨子としてとりまとめたものであることを付記する。

参 考 文 献

- (1) 田中：冷凍，42，471 (昭 42)
- (2) H. Soumerai and T. Kusuda：ASHRAE Journal，1，7 (1959)
- (3) 松島，横山：日立評論，45，5 (昭 38)
- (4) 亘理：機械力学 (昭 33)
- (5) 電気学会：電気工学便覧
- (6) 日本ばね協会：ばね (昭 34)

パターン処理システム (II)

—数字識別方式—

伊藤 貴康*・福島 正俊**・鈴木 敬子**・磯田 辰夫**

Pattern Processing System (II)

—Recognition System of Hand-written Numerals—

Central Research Laboratory Takayasu Itô・Masatoshi Fukushima・Keiko Suzuki・Tatsuo Isoda

There has been a strong demand to develop the pattern information processing system. The Ministry of International Trade and Industry has been promoting the development of the system through the enforcement of a large eight year project.

Our central research laboratory is engaged in the development and study of the subject. Among the information of patterns are included two dimensional figures such as color figures, design drawings and flow charts. It is strongly desired to process these color figures and design drawings and use them for inputs to computers by means of flow charts. These objects consist of figures, letters and numerals. Studies have been going on with the processing and discrimination of respective items. This article introduces two discrimination systems in identifying the numerals called a TK method and MT method.

1. ま え が き

近年、パターン情報処理システムの開発が強く望まれ、通産省では8年計画の大形プロジェクトを実施して、システムの開発の推進を計っている。当研究所でも、パターン情報処理システムの開発・研究を行っている。

パターン情報の中には、われわれが日常使う図形・文字・音声など人間の感覚器官にうったえるものから、心理的な感情などの抽象概念までも含まれているが、パターン情報処理の大きな問題の一つに、二次元図形処理がある。現実には、色彩図形や設計図面を処理したり、フローチャートで計算機に入力することが強く望まれている。これらの対象は、図形・文字・数字から構成されているので、これらの処理・識別の研究を行っているが、まず数字識別についてふたとりの方式を紹介する。

一つはおもに手書き数字を対象とし、各種の計量的な量を単純に計測して識別する方式で、一般図形の計量化にも使え、計量化法(TK法)と呼ぶ。他の一つは、おもに印字数字を対象とし、幾何学的特長を検出して相関をとる方式で、これは相関法の拡張された形で拡張相関法(MT法)と呼ぶ。

以下、2章で「実験システムの構成」、3章で「計量化法」、4章で「拡張相関法」、5章で「実験結果」の説明を行なう。

2. 実験システムの構成

数字識別の実験システムの構成を図2.1、システムの外観を図2.2に示す。図2.1で示す実験システムは、ミニコンを中心に入力装置としてフライングスポットスキャナ(Flying Spot Scanner, 以後FSSと略記する)を、出力装置としてラインプリンタ(Line Printer, 以後LPと略記する)を接続したものである。FSSは帳票やはがきのように、すでに書かれている文字や図形を読み取る装置で、その原理を図2.3に示す。これは、CRT-レンズ系とフォトマルから構成されており、CRT-レンズ系によって原パターンの存在する面に焦点を結ばせ、パターンを順次走査し、その反射光をフォトマルにあて、フォトマルで増幅して出力を出す。図2.4にFSSで読み取ったデータの例を示す。

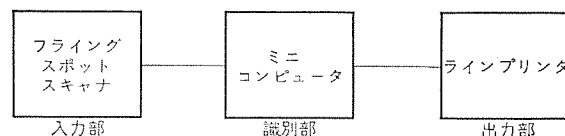


図2.1 数字識別実験システム
Recognition system of hand-written numerals.

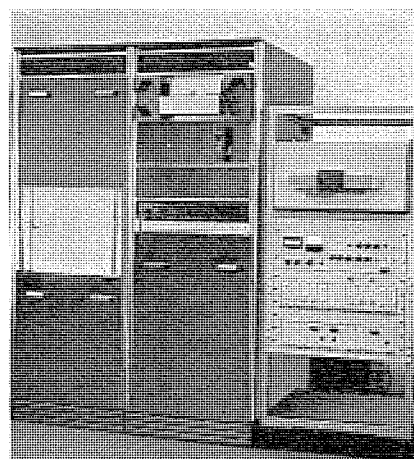


図2.2 実験システムの外観
Experimental system using mini-computer.

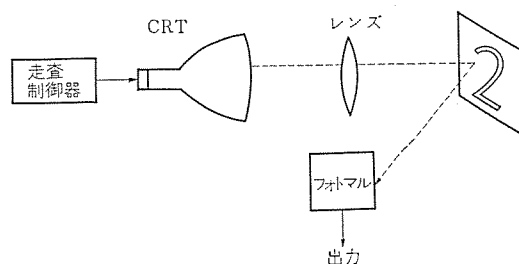


図2.3 フライングスポットスキャナの原理
Principle of flying spot scanner.

図2.4で示したようなデータがFSSからミニコンに入力され、ミニコンではあらかじめ決められたアルゴリズムでデータを処理し、識別結果

3. 計量化法 (TK 法)^{*1} による手書き数字識別

3.1 計量化法の一般的概念

図形情報を計算機により処理する仕方として通常行なわれるのは特長抽出を行なうものであるが、これとは少し異なる考え方として、図形情報の持つ各種の計量的な量を計測して、その間に成り立つ関係により図形情報を計量化し、意味付けしたり、識別したりする方法が考えられる。このような考え方は、一般の図形情報処理に適用できる方法であるが、体系的には整っていないのが現状である。

図形処理は一般に、1) 局所的性質、2) 局所的性質の組合わせ、3) 構造的表現と解析、4) パターンの意味解析、といった形でローカルな処理から、グローバルな処理へと展開させることにより発展していくわけであるが、この各方面にパターンの計量化の考え方は有効に使われうるであろう。

もちろん、各 phase において、計量化される際の計量化量が相当に異なったものとなるのは当然である。この章では、このような計量化法の考えを用いた手書き数字識別の方式について紹介する。

3.2 計量化法による手書き数字識別の基本的考え方

計量化法による手書き数字識別の基本的な考え方は、文字図形の周辺的な性質、および簡単な領域的な性質などを計量し、それを適当に組み合わせて識別するということである。

まず、文字図形の局所的性質と、局所的性質の組合わせを考え、これらを base として、ある関係式を使って文字を識別する。関係式としては、i) 論理的組合わせ、ii) 計量化した情報に、ある評価を行なって weight づけをして論理判断機能を行なうものがある。ここで採用したのは i) の論理的組合わせだけであるが、ほぼ満足できる結果が得られた。

3.3 計量化法による手書き数字識別のアルゴリズム

次に、実際に数字を識別する際の計量化のアルゴリズムについて説明しよう。

識別すべきパターンは 16×16 の格子状に分けられ、各格子点は「白」か「黒」かの値をとるように 2 値量子化されたものであるとする。数学的取扱の上、「白」に 0 を、「黒」1 を割り当てる。なお、パターンにはノイズがなく、また、数字はあまり斜めにならず、手書き数字であるので、「1」、「6」、「7」、「9」という形のは除くこととする。

このとき、3.1 節で述べた局所的性質として次のようなパラメータを用いることを提案する。

(a) T-パラメータ: これは縦方向の性質に関するパラメータで、パターンを線単位に上から走査していき、各線単位で連続して現われる“1”のブロック数と、線単位での“1”の個数。

(b) Y-パラメータ: これは横方向の性質に関するパラメータで、パターンを線単位に左から走査していき、各線単位で連続して現われる“1”のブロック数と、線単位での“1”の個数。

(c) AREA-パラメータ: 与えられた文字に対して、上下左右に接する文字わくを設定し、そのわくを格子状に 4 等分したり、縦方向・横方向・斜め方向に帯状に区分けし、その中の“1”の個数を計量して、AREA-パラメータとする。

以上のような、T-パラメータ・Y-パラメータ・AREA-パラメータだけを用いても、制限付きの手書き数字はかなり良く識別されるが、そのた

図 2.4 フライングスポットスキャナで読み取ったデータ例
Data sample read by flying spot scanner.

表 2.1 フライングスポットスキャナの性能
Characteristics of flying spot scanner.

走 査 領 域	19×33 mm
分 解 能	50 point/cm
レ ベ ル	1 bit
走 査 線 数	165 本
ラ イ ン 走 査 周 期	48 μs
フ レーム 走 査 時 間	7.92 ms/frame
Threshold level	可 変

表 2.2 使用しているミニコンの性能
Characteristics of mini-computer.

メ モ リ 容 量	8 k word
サ イ ク ル タ イ ム	0.8 μs
語 長	16 bit/word
命 令 数	基本 22, 最大 2,086
標 準 入 出 力 装 置	Teletype PTP/PTR Line Printer DISK

を LP に打ち出す。

この実験システムで使用している FSS の仕様、および ミニコン の性能を表 2.1、2.2 に示す。

*1 TK 法は Tanjum Keiryō 化法 (単純な計量化法)

めの関係式を探すことは一般には容易でない。このため、通常の文字識別などで行なわれているような幾何学的な性質を抽出して、文字識別に利用することを考えてみる。ここでは特に、T-パラメータ・Y-パラメータ・AREA-パラメータの単純な組み合わせだけでは、よく誤りの起こる、ループを持った文字とそうでない文字の分離を行なうため、ループ検出の問題を考えよう。このとき、ここに提案したような、文字の計量の考え方をを用いてループを検出する問題は、文字図形の連続性を調べることににより行なわれる。

まず、T-パラメータを最初から順に見ていったとき、1から2に変わり、ふたたび2から1に変わっていれば、もとの文字図形はそこでループになっている可能性がある。ループになるためには、T-パラメータが1から2、および2から1に変わっているところで、もとの文字図形が連続していなければならない。連続性のテストは、文字図形の local area に対する計量化によって可能である。すなわち、T-パラメータが、1から2に、または2から1に変化しているところに相当する、もとの文字図形の2行だけを取り出し、それについて、Y-パラメータを求めるのである。たとえば次のような場合が考えられる。

0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0

2行について求めた

Y-パラメータ 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0

0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0

2行について求めた

Y-パラメータ 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0

この例でわかるように、T-パラメータが1から2に変化している2行についてのみ求めたY-パラメータの1が、連続して現われれば、もとの図形はそこで連続しており、Y-パラメータの1が不連続であれば、もとの図形はそこで不連続になっている。T-パラメータが2から1に変化している場合についても同様に考えられる。以上のようにして、local area についてY-パラメータを求めることによって、ループの検出が可能となる。

ループ検出の例として、図3.1(a)のような文字図形を考える。T-パラメータは8行目、9行目で1から2に変わり、13行目、14行目で2から1に変わる。したがって、8、9行目と、13、14行目だけを取り出したのが、図3.1(b)、(c)であるが、どちらの場合も、2行について求めたY-パラメータの1は、連続している。したがって、もとの文字図形も連続であると考えられるので、ループを持つことがわかる。

なお、パラメータを、だんだん local な area に適用していくというこの考え方をもっと複雑にすると、一般的な場合にも応用できる。

以上のようなパラメータを用いて、手書き数字(0, 1, …, 9)のクラスを規定し、文字識別を行なう。たとえば、“6”を識別するループを例にとると次のようになる。

(1) T-パラメータを

$$\underbrace{1\ 1\ 1\ \cdots\ 1\ 1}_{\alpha} \quad \underbrace{2\ 2\ \cdots\ 2}_{\beta} \quad \underbrace{1\ \cdots\ 1}_{\gamma}$$

とすると、

$$(\alpha \geq 4)$$

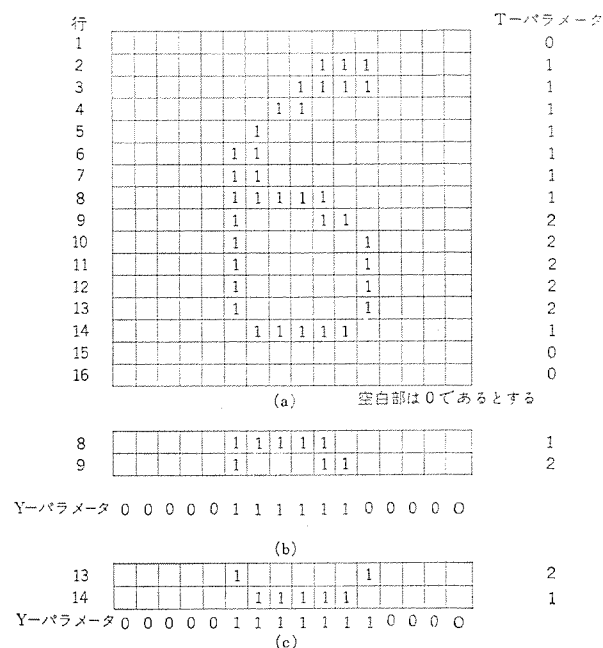


図 3.1 6 のループ検出の例
Example of detecting loops of 6.

$$\wedge (\beta \geq 2)$$

$$\wedge (\alpha > \gamma)$$

(2) ループを持っている

この二つの条件が満足されたとき、与えられたパターンは“6”であると識別される。

4. 拡張相関法 (MT 法)^{*2} による数字識別

現在、数字の識別に関しては、種々の方式が提案されている。しかし、いずれの方式においても、程度の差はあれ、数字の大きさ・位置・形状などに何らかの制限をつけなければならない。図面や文書の中で書かれる印字数字やていねいな手書き数字は、大きさや形状はかなり制限されている場合が多いので、複雑な方式でなくても簡単な方式で識別することができる。簡単な方式で代表的なものが相関法である。今までの相関法は、位置合わせがむずかしく、また、マルチフォントに適合しなかったため、あまり実用的ではなかったが、ここで紹介する拡張相関法では、位置合わせが今までほど厳密にする必要はなく、また、マルチフォントにも適合するので、この方式で印字数字やていねいな手書き数字は識別可能である。

4.1 相関法の概説

数字パターンは本来二次元パターン $F_k(x, y)$ であるが、スリット法やメッシュ法などで一次元系列 $f_k(i) (i=1, \dots, n)$ に変換することができる。各数字 (0~9) に対する標準一次元系列 $f_0^s(i), \dots, f_9^s(i) (i=1, \dots, n)$ をあらかじめ準備しておく。今、未知パターンの一次元系列を $f_k(i) (i=1, \dots, n)$ で表わされるとする。 $f_k(i)$ が標準一次元系列 $f_0^s(i), \dots, f_9^s(i)$ のうちのひとつ $f_j^s(i) (j \in 1, \dots, 9)$ と一致すれば、未知パターン k はパターン j であるといえる。また、まったく同じパターンがない場合は、 $f_k(i)$ ともっとよく似た系列 $f_j^s(i)$ で、パターン k をパターン j であると判定する方法が考えられる。この似ている度合いを測る方法として、二つの系列 $f_k(i)$,

* 2 MT 法は MaTching 法

$f_h^s(i)$ ($h=1, \dots, 9$) の重なり具合を調べればよい。すなわち、相関をとればよいので

$$g_{kh}(l) = \sum_{i=1}^n f_k(i) \cdot f_h^s(i-l) \dots \dots \dots (4.1)$$

を求める。ここで $g_{kh}(l)$ は相互相関法と呼ばれる。これらの相互相関関数 $g_{k1}(l), \dots, g_{k9}(l)$ を計算して、もっとも大きい値 $g_{kj}(l)$ で、パターン k はパターン j であると判定する。すなわち、標準パターンとの相互相関をとっているの、この方法を相関法と呼ぶ。

4.2 数字識別における相関法

数字パターンを $n \times n$ の格子状の $(-1, 1)$ の2値パターンとする。原パターンの黒い部分を1、白い部分を-1とする。すなわち、標準パターンの要素 $f_h^s(i)$ ($i=1, \dots, n^2; h=0, \dots, 9$) は1か-1の値をとり、また、未知パターンの要素 $f_k(i)$ ($i=1, \dots, n^2; h=0, \dots, 9$) も1か-1の値をとる。これらの $f_h^s(i)$ と $f_k(i)$ からパターン k とパターン h との相関を調べる。

$$g_{kh}(l) = \sum_{i=1}^{n^2} f_k(i) \cdot f_h^s(i-l) \dots \dots \dots (4.2)$$

$$-n^2 \leq l \leq n$$

l, h を変化させ、もっとも大きい値をとるとき $h(0, \dots, 9)$ を求めて、パターン k はパターン h であると判定する。フォントが一定であれば、 l を変化させれば必ず適当な標準パターンで相関量は最大となるが、各数字(0~9)において、 l を変化させて最大値を求めることは大変であるし、また、数字では、黒のストローク部分の面積が、白い部分の面積に比してきわめて小さいので、標準パターンと未知パターンのフォントが異なれば、 l を変化させても、適当な標準パターンで必ずしも相関量が最大にはならないので、一般には相関法は用いられない。このように単純に相関法を用いるのでは、情報量が少なく非常に困難なので、格子状の各点の情報量を何らかの形で増して、相関を簡単に実行しようとするのがこの拡張相関法である。白い部分は、黒いストローク部分に囲まれることによって湾曲部の開口方向を表現する^{*3}。この情報を白い部分にもたせると、格子状の各点の情報が増え、相関量を計算する場合 l を変化させなくてもよく、また、面積が大きい白い部分の相関を考えればよいので、マルチフォントに対しても適応できる。

4.3 拡張相関法による数字識別のアルゴリズム

次に、実際に数字を識別する際の拡張相関法のアルゴリズムについて説明する。

識別すべきパターンは、3.3節で述べたように、 16×16 の格子状に分けられ、各格子点は「白」か「黒」かの値をとるように2値量子化されたものであるとする。パターンはノイズがなく、また、印字数字およびていねいな手書き数字を対象としているので、あまり斜めにならず、大きさも正規化されているとする。

このとき、相関をとる要素として、「黒」のストローク要素およびストローク部分によって構成される「白」の湾曲部の開口方向要素を考える。開口方向は8方向で表わし、図4.1に拡張相関法による数字識別のアルゴリズムを図示してある。(1)の2値量子化されたパターンは、(2)で湾曲部の開口方向を表わす多値パターンに変換され、(3)でこの多値パターンとあらかじめ決められている標準パターンとの相関をとって、その最大相関量を検出して、パターンを識別する。

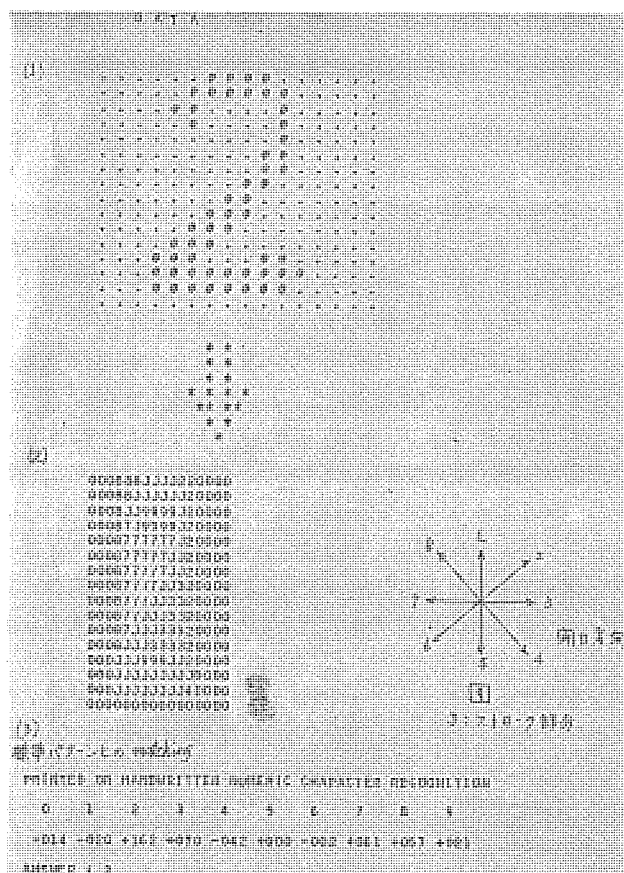


図 4.1 拡張相関法による数字識別のアルゴリズム
Extended matching method for hand-written numerals

5. 実験結果

TK 法および MT 法を用いた数字識別方式をテストする実験データとして、次の A・B・C 三つのグループに分類されたデータを想定した。

グループ A: 印字に近い手書き数字やていねいに書かれた質の良い数字。(代表的な例を図 5.1 に示す)

グループ B: ごく普通に書かれる ひん(頻)度の多い数字。(代表的な例を図 5.2 に示す)

グループ C: 大きさの小さい数字やストローク切れなど質の悪い数字。

これらのデータに対して、TK 法・MT 法をミックス形で適用した場合、A グループのデータに対して識別率 90% 以上、A グループと B グループとのデータを合わせたものに対して識別率 80% 以上を当面の目安としたが、両方法とも大体満足できる結果が得られた。TK 法では少しアルゴリズムを整備すれば、字体の制限をはずすことができ、手書き数字に対してかなり識別できるようになる。一方 MT 法でも傾きを正規化する前処理を行えば、印字数字に加えてある程度の手書き数字も識別できるようになる。

6. む す び

図面処理やフローチャートで計算機に入力する場合、必要である数字識別方式をふたとおり紹介した。これらのふたとおりの方式のうち、対象がおもに手書き数字であれば、融通性のある TK 法を用いればよく、対象がおもに印字数字であれば、簡単な MT 法を用いればよい。

*3 これに注目した本格的な試みの一つが電総研図形処理研究室で研究されている

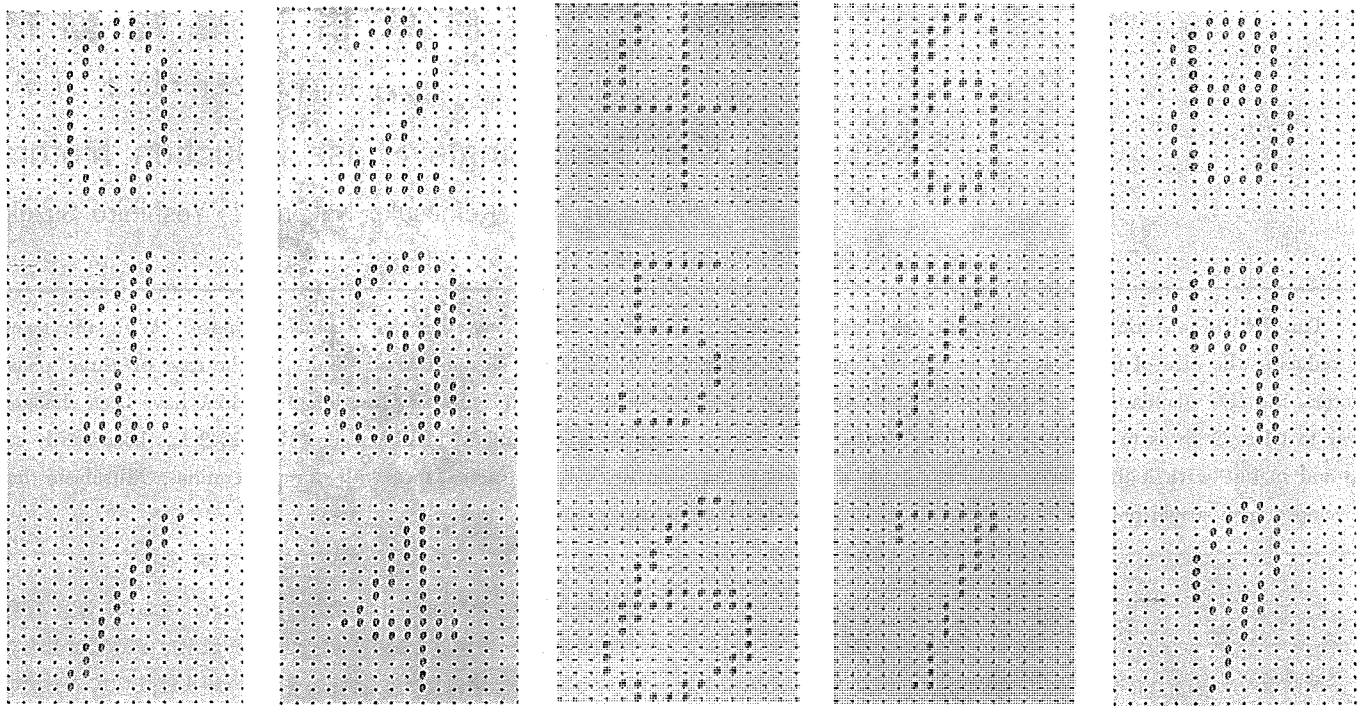


図 5.1 データ A Data A.

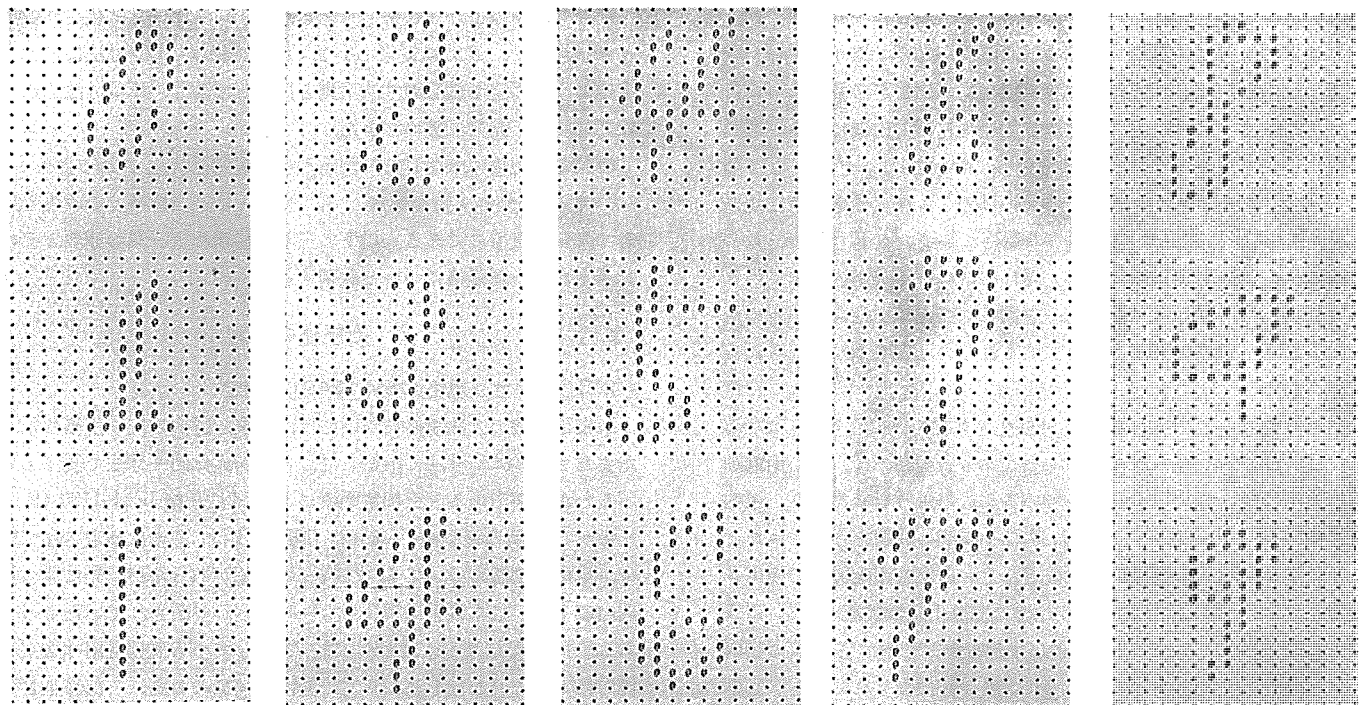


図 5.2 データ B Data B.

なお、これら方式のうち、TK 法はおもに伊藤・鈴木が、MT 法はおもに福島・磯田が担当した。

文字識別の研究に関し、筆者の福島技師がご指導いただいた電子技術総合研究所 図形処理研究室 森俊二室長に感謝します。

ミニコン関係でご協力をうけた鎌倉製作所 竜田課長・深尾主任に感謝します。また、日ごろこれらの研究を行なうにあたって終始ご激励いただいた当所の馬場準一博士に感謝します。最後に、実験システムに関してご協力いただいた井上驍氏・秋田興一郎氏に感謝します。

参 考 文 献

- (1) 坂井：文字・図形の認識機械，共立出版（昭42）
- (2) 電気学会：電子計算機入力のための文字・図形の自動認識（昭45）
- (3) 伊藤ほか：パターン処理システム(I)，三菱電機技報，46，No.4（昭47）
- (4) 伊藤ほか：パターン処理に対するミニコンシステムの応用，エレクトロニクス・ダイジェスト，10月（昭47）

新形单相誘導電動機

中西 恵之助*・鈴木 好弘*

Mitsubishi New Type Single Phase Induction Motors

Nagoya Works Keinosuke Nakanishi・Yoshihiro Suzuki

The field of electric motor application has been increasingly expanding as a driving source of various machines. With the trend of reducing the size of machinery in general, the motor has been also demanded to be built small sized. In the case of three phase motors, the IEC standard for dimensions was established in 1964, and based on it the types of three phase machine have been changed over to Class E so as to be compact in size. As to single phase motors the IEC standard of dimensions JEM-1249 has been newly set up and in line with it the characteristic standard JIS-C-4203 has been revised. In accordance with these alterations, Mitsubishi has developed new single phase motors, the outlines of which are introduced herein.

1. ま え が き

各種機械の動力源として、誘導電動機の利用分野はますます拡大されているが、これら機械の小形化のために、誘導電動機も小形・軽量化が要求されている。

誘導電動機の小形化のための課題として、設計技術的な面では、冷却効果の改善と電気磁気回路の最適設計が必要であり、絶縁材料の面では、耐熱性にすぐれた薄葉絶縁材料の出現が必要であった。設計工作技術の進歩と優秀な合成樹脂絶縁材料の出現により、電動機の小形化が可能になり、三相電動機においては、すでに昭和39年にIEC寸法規格に準拠したJEM-1180、E種電動機用特性規格JIS-C-4210が制定され、これらの規格に基づいたE種絶縁・IEC寸法のはん(汎)用電動機に切換えられて久しい年月が経過している。IEC寸法とは、電動機寸法の統一を図る国際電気標準会議が定めたものであり、世界的な趨勢としてこれらの寸法系列に統一される気運にある。

三相電動機のこのようなIEC寸法化・E種電動機化に対して、市場では、比較的スムーズに受入れられており、現在では、はん用電動機の標準仕様として広く浸透している。このような状況より、単相電動機もIEC寸法化されるのは、もはや時間の問題となっていた。ただ、単相電動機の場合には、ほとんど一般家庭用配電線で使用されるために、電灯におよぼすフリッカの関係上始動電流の値を33A以下に制限されていたこと、および小形電動機に対するIECの動向がはっきりしていなかったこと等により一時保留されていた。しかるにその後昭和45年に電気事業連合会より、始動電流を33Aから37Aまで緩和することが認められ、また小形電動機用寸法案IEC-2B-74が得られたので、このIEC寸法案を基にして、日本電機工業会で検討された結果、昭和46年、IEC寸法規格JEM-1249(単相

誘導電動機(一般用)寸法)が新たに制定され、さらに、昭和47年、特性規格JIS-C-4203(単相誘導電動機(一般用))が改訂された。これら新規格に準拠した電動機は、昭和48年4月までに各社全面的に切換えられるように、日本電機工業会にて意見の統一がなされている。

当社も、このような状況を考慮し、早くからIEC寸法化されることを見越して、すでに従来シリーズの電動機からIEC寸法に準拠できるような固定子鉄心の寸法系列を採用しており、IEC寸法化にそなえて研究、開発に努めてきた。

今回の新規格に準拠した三菱新形単相電動機は、これら従来シリーズの豊富な製作実績を基にして、特性・構造面に多くの改良を加えて開発したものである。以下に三菱新形単相電動機の概要とその背景となった新規格について説明する。

2. 新規格の内容

2.1 IEC寸法規格(JEM-1249)の制定

単相電動機の寸法規格については、従来、国内の統一規格はなく、たまたまNEMA寸法に準拠して、各社が大体同一寸法で製作していたのが実情である。三相電動機にIEC寸法規格JEM-1180(低圧三相かご形誘導電動機(一般用)寸法)が昭和39年に制定されて以来、単相電動機についても寸法統一の要望があったが、先に述べた理由により、日本電機工業会でも一時審議が中断されていたものである。1970年になって、IEC-2B-74として小形電動機用寸法案が得られたので、これを基にして、国内事情にあわせ、一部修正して新規格JEM-1249(単相誘導電動機(一般用)寸法)が制定された。その内容は表2.1、2.2のとおりである。

2.2 特性規格(JIS-C-4203)の改訂

単相電動機の小形化(IEC寸法への統一)に際しては、特性上始動電流の緩和が必要であり、従来の始動電流33A以下という制約があるかぎり、小形化のメリットがあまり出ないとして、日本電機工業会より各関係方面へ始動電流の緩和を働きかけてきた。今回、始動電流が33Aから37Aまで緩和されたのを機会に、従来の特性規格JIS-C-4203(単相誘導電動機(一般用))が全面的に見直された。改訂の要旨は次のとおりである。

(1) 反発始動形が適用外となった

反発始動形は、漸次コンデンサ始動形に切換えられ、現在では、ご

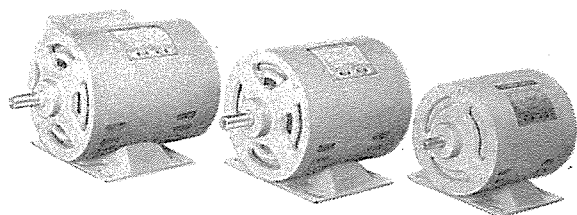
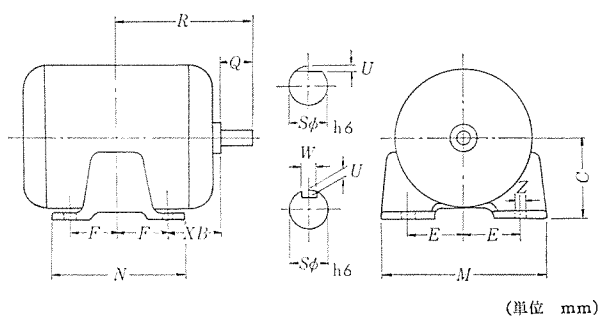


図 1.1 新形单相電動機

Appearance of new type single phase induction motors.

表 2.1 単相電動機の取付寸法 (JEM-1249)
Dimensions of single phase induction motors (JEM-1249).



定格出力 W	わく 番号	電 動 機							軸 端				
		C	E	F	最大値 M	最大値 N	XB	R	Z	S	Q	W	U
100 200	71	71	56	45	150	125	45	120	7	14	30	—	1
400	80	80	62.5	50	170	135	50	140	10	16	40	5	3

備考 1. C寸法の公差は、 $0, -0.5$ mm とする。
2. 口出線は、とくに指定のない限り連結、反対側より見て右側に設ける。

表 2.2 IEC-2 B-74 の統一寸法案 (JEM 寸法に関する部分のみ)
IEC-2 B-74 dimensions of rotating electrical machines
(small power motors).

わく 番号	C (H)	2E (A)	2F (B)	XB (C)	Z (K)	S (D)	Q (E)	W (F)
S 56	56	90	71	36	5.8	9	20	フラット
S 63	63	100	80	40	7	11	23	フラット
S 71	71	112	90	45	7	14	30	5
S 80	80	125	100	50	10	14	30	5
S 80-16	80	125	100	50	10	16	40	5
S 90	90	140	100	56	10	16	40	5
S 90-19	90	140	100	56	10	19	40	6

備考 1. わく番号の添字 S は、小形電動機用の IEC 案を示すが、JEM 規格では除かれた。
2. IEC 案では、わく番号 80, 90 に 2 種類の軸端寸法があるが、わが国では 50/60 Hz 共用であること、標準出力を 400 W (IEC では 370 W) としていることを考慮し、JEM 規格では、わく番号 80 に太い寸法を採用した。わく番号 90 についても太い寸法を採用することが望ましい。

表 2.3 JIS-C-4203 特性表
Comparison between new and old characteristic standard
JIS-C-4203.

種 類	定 格 出 力 W	極 数	全 負 荷 特 性			始 動 電 流 A
			効 率 %	力 率 %	電 流 A	
始 動 形 相	100	4	40 以上	47 以上	5.1 以下	28 以下
	200	4	49 以上	54 以上	7.2 以下	33 以下
始 動 形 相	100	4	40 以上	47 以上	5.1 以下	25 以下
	200	4	49 以上	54 以上	7.2 以下	32 以下
	400	4	57 以上	60 以上	11.1 以下	37 以下

備考 この表の電流値は定格電圧 100 V の場合のもので、定格電圧 200 V の場合はその 1/2 をとる。

く一部に使用される程度に至ったために、本規格の適用外とされ、参考規格にとどめられた。

(2) 絶縁階級に E 種および B 種が追加された

最近の規格化の傾向として、適用わく番のみを決めて、絶縁階級を自由に方向にある。これは、メーカ各社の製作上の自由度を増して、各社の現状に合わせて設計・製作ができるようにしたものである。

(3) 全負荷特性が改訂された

始動電流の緩和に伴い、全負荷特性 (電流・効率・力率) が改訂

された。

(4) 400 W 電動機では 100/200 V 両定格となった

400 W 電動機で定格電圧 100 V のものは、100/200 V 切替可能な構造としなければならない。これは、単相 3 線式により単相 200 V で使用可能な場合には、できるだけ 200 V で使用し、電灯におよぼすフリッカの影響を少なくしようとするものである。表 2.3 に JIS-C-4203 の特性表を示す。

3. 三菱新形単相電動機 N シリーズ

3.1 対象機種

三菱新形単相電動機シリーズの対象機種は、開放保護形の標準電動機でその機種範囲は表 3.1 のとおりである。

3.2 特 長

三菱新形単相電動機シリーズは、安全で使いやすく高性能であるが、その特長は次のようになる。

(1) IEC 寸法の採用

三相モートルと同様 IEC 寸法を採用しているので、従来の NEMA 系列寸法品よりも小形化された。そのために三相モートルと互換性ができ、相手機械の取付台が共通化される。

(2) 完全 E 種絶縁の採用

今回の新規格により絶縁階級は、A, E, B 種の選択が自由となったが、当社は、小形モートルの絶縁の将来方向、現行三相 E 種電動機との関連等を考慮し E 種絶縁を採用した。絶縁物には、三相 E 種電動機で豊富な実績のあるポリエステル樹脂系の絶縁材料を使用しているので、耐熱・耐湿・耐薬品性にすぐれ、寿命の信頼性は一段と向上している。

(3) 抜群のトルク特性

始動トルク・停動トルクだけでなく、途中の加速トルクも向上させて総合的なトルク特性を改良した。

(4) 小形軽量で美しい外観

IEC 寸法の採用とともに、フレーム・ブラケットとも鋼板とし、強じんでもしか小形軽量となった。重量は分相始動形において約 10 %、コンデンサ始動形において約 5 % と低減した。外観は鋼板特有の光沢があり、スマートになった。

(5) 静かな運転

合理的な設計により、高調波起磁力の低減と精度の高い加工技術で、厳格な品質管理によって静かな運転特性となった。

(6) 容易な保守

ベアリングは完全密封で、油もれもなくまた外部からのちりやほこりも入らないので、給油の必要もなく、長い寿命を保つことができる。

3.3 設計および工作の合理化

(1) 合理化のねらい

新形単相電動機の開発にあたっては、IEC 寸法の採用により小形

表 3.1 対 象 機 種
Mitsubishi new series motors.

始 動 方 式	極	定 格 出 力 W
分 相 始 動 形 (SP-NR)	4	35, 65, 100, 150, 200, 250
コンデンサ始動形 (SC-NR)	4	100, 200, 250, 300, 400
コンデンサ始動コンデンサ形 (SCL-NR)	4	400, 550, 750

軽量化をはかりながら、さらに電動機特性を向上させることを重点にした。そのためには、すぐれた材料の使用、工作方法の改良を行なうとともに、徹底的な設計の合理化をはかり、すぐれた性能の電動機とすることができた。また、今後ますます人件費の高騰が予想されるが、生産性の向上を計るために、工作方法の改良と生産設備の合理化をはかった。これらの設計・工作面における合理化について次に述べる。

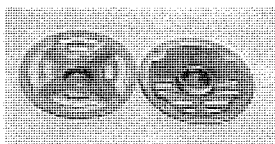
(2) ブラケット

図 3. 1 は、200 W 4 P の新旧のブラケットの比較を示すものである。材料は新旧ともに鋼板を使用しているが、従来のブラケットでは、ブラケット本体と軸箱部は、おのおの別の部品から成立っており、鋼管を利用してブラケット本体に溶接して一体化させている。新形のブラケットでは、軸箱部分をプレス成形により一体化させている。このため剛性および精度が一段と向上し、生産性にすぐれ、加工が容易になり組立時のエアギャップの狂いも少なく、性能の安定した電動機とすることができた。

また通風用の風窓は、従来のブラケットにおいて下部に設けてあったが、新形ブラケットでは、全周に同心状に配置して、通風面積を増加し、風路抵抗を減少させて冷却効果を高めている。また風窓を同心状に変更することにより外観意匠を一新させている。

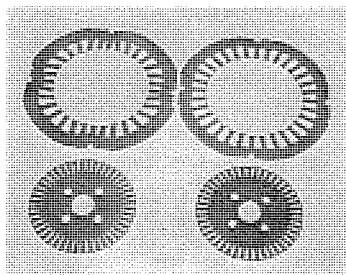
(3) 鉄心

当社は今回の IEC 寸法化にそなえてすでに従来シリーズより、今日の IEC 寸法化を予測して系列化をはかってきた。図 3. 2 は分相始動形 200 W 4 P の新旧鉄心の比較を示すものであるが、新形鉄心抜板は、みぞ断面積・歯部・鉄心背部等の各部寸法に十分検討を加えて最適なスロット形状としている。単相電動機の巻線には、運転用主巻線と始動用補助巻線が施されている。分相始動形電動機においては、補助巻線電流の位相をずらせるために、主巻線回路よりも抵抗分を大きくしてリアクタンス分が少なくなるように設計する。補助巻線の巻数は、主巻線の巻数に比較して約 60~70 % 程度に少なくし、かつ抵抗を大きくするために線径を細くしている。そのため補助巻線として使用する巻線量は主巻線にくらべて非常に少なくなり、これをそう入するためのスロット断面積も約 25 % 程度に小さくすることができる。従来は、各始動方式の単相電動機に共通の鉄心



左側 新形電動機用
右側 旧形電動機用

図 3. 1 新旧ブラケット比較
Comparison between new and old brackets.



左側 新形電動機用
右側 旧形電動機用

図 3. 2 新旧鉄心の比較
Comparison between new and old cores.

抜板を使用していたために、分相始動形として使う場合には、補助巻線のそう入されるスロット部分に若干寸法的な余裕があった。今回、各コイルの巻線分布と線径を考慮し、各スロット部分についての断面積・歯部・背部の寸法を、最適な組合せとなるように分相始動形専用の鉄心抜板を製作した。このような鉄心各部寸法の有効利用により鉄心材料を有効に活用することができた。

回転子鉄心には、従来と同様全閉スロットを採用し、漂遊損の減少、温度上昇の低下、振動・騒音の減少をはかっている。

(4) 巻線

単相電動機では巻線の合理化が、生産性を大きく左右するといっても過言ではない。

従来からも、この点にかんがみ巻線の機械化を進めてきたが、今回、さらに合理化をはかるとともに、工作技術の改良により、コイルエンド寸法の短縮、巻線の加工劣化や損傷等の減少を計ることができ、総合的な生産性が大幅に向上した。

(5) フレーム・取付足

フレームは専用溶接機によって、平らな鋼板を、ロール成形・溶接・内径拡張と一貫作業で製作される。そのため、非常に精度の高い品質の安定したフレームが生産できる。また取付足は、前述のフレームに溶接によって一体化され、巻線を施した固定子鉄心を圧入する方式としているので、組立時におけるエアギャップの不均一、取付足と軸中心までの高さ等の狂いも少なくなっている。また取付足は、偏平足としているため、電動機据付時における取付足のたわみによる高さの変化もなく、精度の高い据付けができる。

3. 4 特性

(1) トルク特性

トルク特性については、単に始動トルク値・停動トルク値を向上させるのみでなく、加速トルクも含めた総合トルク特性を向上させるように努めた。そのために前述のように巻線分布・スロット形状などを改良した。固定子鉄心は、巻数に応じておのおの形状の異なったスロットとし、回転子鉄心は、全閉こう(溝)としアルミダイカスト後特殊処理を施すことにより、漂遊損による加速トルクのたるみを少なくし、総合トルク特性の向上をはかり、始動トルク・停動トルクともに JIS 規格に十分余裕をもって合格している。

(2) 温度上昇

新形シリーズの絶縁階級は、E 種絶縁を採用しているため、巻線部分で最高許容温度上昇は 75 deg (周囲温度を 40°C として) であるが、次項構造で説明するとおり、通風・冷却方法の改良により A 種絶縁にも合格する程度の非常に低い温度上昇値に押えている。規格値に対する余裕は、従来のものより多くなっておりそれだけ絶縁寿命が長くなっている。

(3) 騒音・振動

最近、公害についての一般社会の認識が高まりつつあるので、発生源としての電動機の騒音・振動には十分な注意が必要である。特に単相電動機は、その使用範囲が屋内の身近な場所に多いため、この点十分留意する必要がある。

単相電動機の騒音・振動については、長年実験と理論の両面から十分研究を進め、設計的には、最適なみぞ数組合せ、回転子スキュー量の選定、巻線の合理的な分布につとめ、工作的には、加工組立精度の向上によるエアギャップの均一化、回転子のバランスの向上等によっていっそう騒音・振動を低減させている。

なお、単相電動機では、一定トルクに重畳して電源周波数の 2 倍

の周波数で脈動する脈動トルクが発生するが、これらは、本質的には避けられないものであり、そのために三相電動機と比較して振動が大きくなる傾向にあるが、相手機械の取付台の剛性によっては、共振現象をおこし、振動が著しく増幅されることがあるので、できるだけ剛性が大きく、がんじょうな取付台に取付けることが望ましい。これによっていっそう静かな運転をすることができる。さらに完全に振動の伝わることを防止するためには、次項「応用品シリーズ」で述べる防振形電動機をご利用いただきたい。

3.5 構造

新形シリーズは、安全性の面より導体や回転部に指などが接触しない保護形とし、トルク特性向上による温度上昇を極力押さええることを目的として、種々試作検討をすすめ、合理的な保護構造・通風構造を決定した。

(1) 冷却通風方式

ブラケットの正面に同心状の通風孔を設け、通風面積を増加させ風路抵抗の低下をはかった。負荷側・反負荷側ブラケットより冷却風を吸い込み、ファンガイドに沿って巻線を冷却して、フレームの通風孔より排気するふく(幅)流方式とした。図3.3にその冷却風の流れを示す。

また全機種ともエンドリングファンのみを使用し、内部ファンを使用することによる騒音や振動の増加を防止している。この結果、E種絶縁の採用にもかかわらずA種絶縁規格並の温度上昇とすることができた。

(2) 保護方式

保護性能は、JIS-C-4004(回転電気機械通則)の規定にもとづく直径12mmの丸棒が、モートルの導電部や回転部に接触しない保護形として、ブラケットやフレームの通風孔の寸法を設計し安全な構造となっている。

(3) フレーム・ブラケット・取付足

詳細については前項で述べたが、フレーム・ブラケット等主要部品はすべて鋼板を採用しており、剛性が大きく、強じんであり、輸送中および据付け等における衝撃にも強く、性能が安定している。

(4) ベアリング

ベアリングは油もれがなく、摩擦損失のきわめて少ない非接触形のゴムシールドベアリングを採用し、グリスには、潤滑性能・耐湿・耐老化性にすぐれたリチウム系のグリスを採用しているため、給油の必要もなく長い寿命を保つことができる。

また軸受部の構造は、ベアリング外輪とのかん(嵌)合に適当なすきまをもたせ、負荷側にプレロードスプリングを取付け適当な予圧を与えることにより、スラスト方向の動きを規制し、ベアリングの異常振動、外輪のクリープ現象を防止し、静かな運転ができるようにしている。

(5) 遠心力スイッチ

始動用の遠心力スイッチは、分相始動形・コンデンサ始動形単相電動

機においては非常に重要な部品であり、その故障は、電動機の始動不能となるばかりでなく、焼損にまで至るものである。

当社では、従来から独特の構造をもつ「軸方向移動形」の遠心力スイッチを採用しており、長年の実績からその信頼性は十分実証されている。この遠心力スイッチは、部品点数が少なく構造が簡単であり、接点を主とする固定部分と所定の回転数で接点を開閉させる役目をもった可動部分にわかれている。固定部分の接点材料には、摩耗が少なく、耐溶着性にすぐれた銀合金を使用しているため、長期にわたって安定している。可動部分の遠心力を得るためのウエイトは、所定の回転数ですばやく動作するような構造とし、接点を開閉させるしゅう動環には、耐湿・耐熱がよく、十分なシーリング処理を施し、経年変化のおそれをなくした良質のフェノール樹脂を使用し、ばねにも完全な防せい(錆)をするなど細かい点にも考慮している。また出荷時には、全数遠心力スイッチの動作を確認しているため、故障もなく、長期間の使用にも十分耐えるものとなっている。

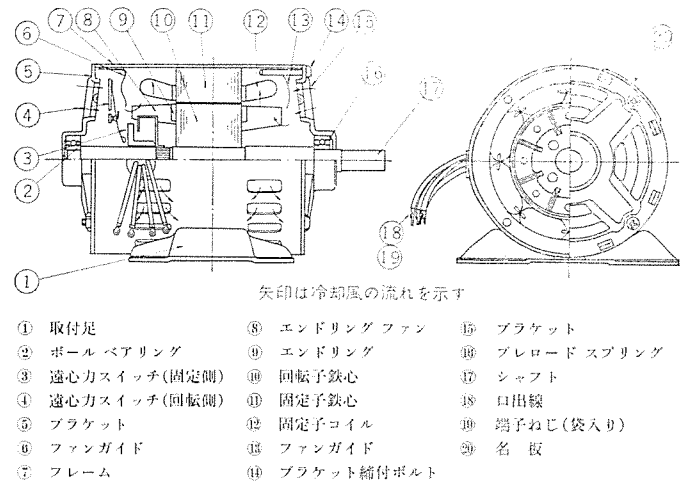
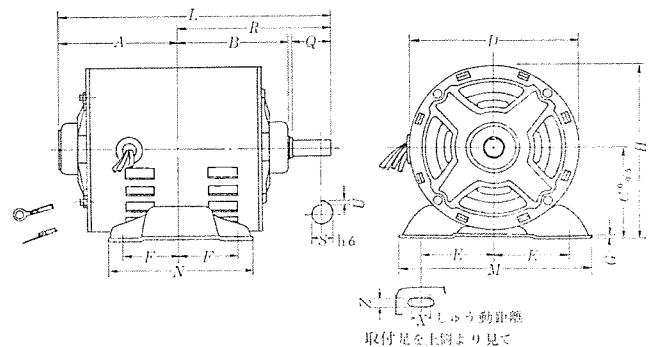


図 3.3 SP-NR 形 構造断面図
Cross sectional drawing of type SP-NR.

表 3.2 分相始動形電動機の外形寸法 (SP-NR)
Outline dimensions of split phase start single phase induction motor (SP-NR).



(単位 mm)

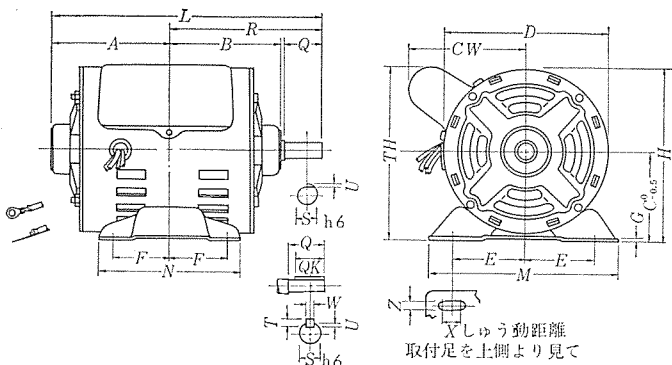
形 式	出 力 W	極	わく番号	電				動				機				軸				端	
				A	B	C	D	E	F	G	H	L	M	N	X	Z	Q	R	S	U	
SP-NR	35	4	63	76	77	63	113.2	50	40	2.3	119.6	179	135	100	12	7	23	103	11	1	
	65	4	A 63	89	77	63	113.2	50	40	2.3	119.6	192	135	100	12	7	23	103	11	1	
	100	4	71	94.3	87.3	71	131.2	56	45	2.6	136.6	214.3	150	115	15	7	30	120	14	1	
	150	4	A 71	104.3	87.3	71	131.2	56	45	2.6	136.6	224.3	150	115	15	7	30	120	14	1	
	200	4	A 71	104.3	87.3	71	131.2	56	45	2.6	136.6	224.3	150	115	15	7	30	120	14	1	
	250	4	B 71	114.3	87.3	71	131.2	56	45	2.6	136.6	234.3	150	115	15	7	30	120	14	1	

3.6 外形寸法

取付寸法は JEM-1249 に準拠しているが、JEM 規格に制定され

表 3.3 コンデンサ始動形電動機の外形寸法 (SC-NR)

Outline dimension of condenser start single phase induction motor (SC-NR).



ていない機種も、IEC-2B-74 小形電動機寸法案より採用し、全機種 IEC 寸法に準拠している。表 3.2~3.4 にその寸法を示す。わく番号の添字 A, B, C は同一取付寸法のわく番に対して、全長（フレーム長さ）のみ変化するものを区別するために付けた、当社独自の記号である。

3.7 仕様一覧

特性規格 JIS-C-4203 は、始動電流の変更に伴い全負荷特性も改訂されたが、新形シリーズは、合理的な設計により旧規格にも合格する全負荷特性となっている。また始動トルク・停動トルク等のトルク特性も、JIS 規格に対して十分な余裕をもって合格している。表 3.5~3.7 に新形シリーズの仕様一覧を示す。

3.8 応用品シリーズ

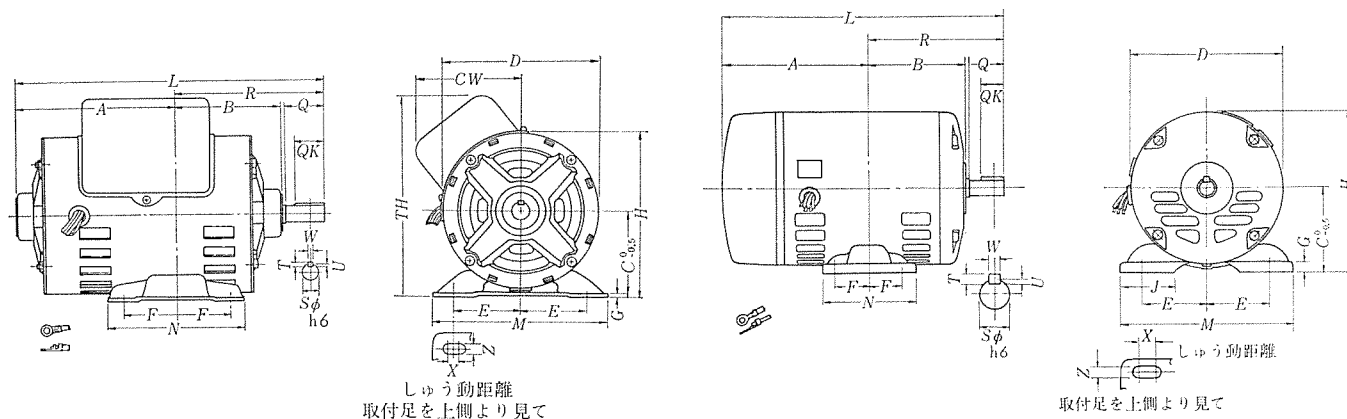
三菱新形単相電動機 N シリーズは、前項で説明した標準形のほかにいろいろな応用品シリーズもあわせて開発したので、その概略を紹介する。

(単位 mm)

形 式	出 力 W	極	わく番号	電 動 機																軸 端							
				A	B	C	CW	D	E	F	G	H	L	M	N	TH	X	Z	Q	QK	R	S	T	U	W		
SC- NR	100	4	71	94.3	87.3	71	91.5	131.2	56	45	2.6	136.6	214.3	150	115	137.1	15	7	30	—	120	14	—	1	—		
	200	4	B 71	114.3	87.3	71	91.5	131.2	56	45	2.6	136.6	234.3	150	115	137.1	15	7	30	—	120	14	—	1	—		
	250	4	C 71	124.3	87.3	71	91.5	131.2	56	45	2.6	136.6	244.3	150	115	137.1	15	7	30	—	120	14	—	1	—		
	300	4	C 71	124.3	87.3	71	91.5	131.2	56	45	2.6	136.6	244.3	150	115	137.1	15	7	30	—	120	14	—	1	—		
	400	4	80	149.6	97	80	98.1	146.6	62.5	50	3.2	153.3	289.6	165	130	150.2	10	10	40	28	140	16	5	3	5		

表 3.4 コンデンサ始動 コンデンサ形電動機の外形寸法 (SCL-NR)

Outline dimensions of condenser start condenser run motor (SCL-NR).



(単位 mm)

形 式	出 力 W	極	わく番号	電 動 機																軸 端						
				A	B	C	CW	D	E	F	G	H	L	M	N	TH	X	Z	Q	QK	R	S	T	U	W	
SCL- NR	400	4	80	149.6	97	80	107.1	146.6	62.5	50	3.2	153.3	289.6	165	130	201.3	10	10	40	28	140	16	5	3	5	
	550	4	90 S	196	103	90	—	166.4	70	50	11	173.2	342	180	130	—	10	10	40	28	146	16	5	3	5	
	750	4	90 S	196	103	90	—	166.4	70	50	11	173.2	342	180	130	—	10	10	40	28	146	19	5	3	5	

表 3.5 分相始動形単相電動機仕様一覧

Table of specification (Split phase start single phase induction motors).

形式	出力 W	極	電 圧 V	全負荷電流 A		全負荷回転数 rpm		ベアリング番号		製品重量 kg	形式認可番号
				50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	負 荷 側	反 負 荷 側		
SP-NR	35	4	100	1.7	1.5	1,440	1,730	6,201	6,201	3.5	▽ 71-793
	65	4	100	2.6	2.2	1,450	1,730	6,201	6,201	4.2	▽ 71-794
	100	4	100	3.7	3.1	1,430	1,720	6,202	6,201	5.2	▽ 71-798
	150	4	100	4.7	4.0	1,440	1,730	6,202	6,201	6.0	▽ 71-799
	200	4	100	5.9	5.2	1,435	1,720	6,202	6,201	6.4	▽ 71-719
	250	4	100	6.6	5.9	1,435	1,720	6,202	6,201	7.9	▽ 71-804

表 3.6 コンデンサ始動形単相電動機仕様一覧
Table of specification (Condenser start single phase induction motors).

形 式	出 力 W	極	電 圧 V	全負荷電流 A		全負荷回転数 rpm		ベアリング番号		コンデンサ容 量 μF	重 量 kg	型式認可番号
				50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	負 荷 側	反 負 荷 側			
SC-NR	100	4	100	3.4	2.9	1,440	1,730	6,202	6,201	100	5.4	▽ 71-800
	200	4	100	5.4	4.7	1,450	1,740	6,202	6,201	170	7.2	▽ 71-801
	250	4	100	6.5	5.7	1,430	1,720	6,202	6,201	200	7.9	▽ 71-720
	300	4	100	7.4	6.5	1,450	1,740	6,202	6,201	200	8.4	▽ 71-1062
	400	4	100/200	9.2/4.6	8.4/4.2	1,435	1,715	6,203	6,202	200	12.4	▽ 71-1486

表 3.7 コンデンサ始動コンデンサ形電動機仕様一覧
Table of specification (Condenser start condenser run motors).

形 式	出 力 W	極	電 圧 V	全負荷電流 A		全負荷回転数 rpm		ベアリング番号		コンデンサ容量 μF		重 量 kg	型式認可番号
				50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	負 荷 側	反 負 荷 側	始 動 用	運 転 用		
SCL-NR	400	4	100/200	6.2/3.1	5.6/2.8	1,440	1,740	6,203	6,202	200	40	12.8	▽ 71-1316
	550	4	100/200	8.6/4.3	7.6/3.8	1,440	1,740	6,204	6,202	350	40	17.4	▽ 71-1508
	750	4	100/200	12.4/6.2	10.6/5.3	1,440	1,730	6,204	6,202	350	40	18.8	▽ 71-1508

(1) オートカット付き電動機

電動機を使用中に焼損にいたる原因として考えられることは、まず第一に拘束運転によるもの、第二に過負荷運転によるものがあげられる。オートカットは、拘束運転・過負荷運転に対して、電動機を保護する過負荷保護装置のことである。新形シリーズでは、分相始動形・コンデンサ始動形にこのオートカットを取付けた電動機を製作している。外形寸法は標準形とまったく同一である。

(2) 防振形電動機

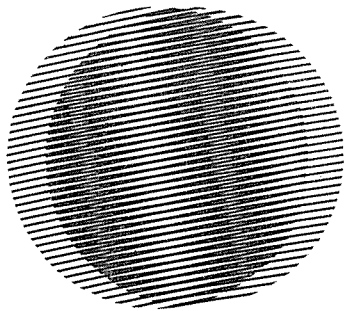
単相電動機の電源周波数の2倍周波数で、脈動する振動は本質的には避けきれないものであるが、新形シリーズは標準形と同一寸法で、電動機の振動が取付相手側に伝わることを完全に防止する防振形電動機も製作している。

(3) フラジ形電動機

単相電動機のフラジ寸法は、まだ国内には統一規格が制定されていないが、一般用モートルにIEC寸法を採用したJEM-1249が発行されたので、新形シリーズのフラジ形電動機もIEC寸法を採用した。

4. む す び

以上、当社の新形単相電動機の概要とその背景となった新規格の内容を紹介したが、かずかずの新しい特長をもち、性能も一段とすぐれ、とくに国際的標準寸法であるIEC寸法を採用し小形軽量化をはかっており、需要家各位のいっそうのご愛用を願うとともに、海外市場への進出も期待しているので、さらに各位のご指導・ごべんたつ(鞭撻)により品質の向上にいっそうの努力をつづけていきたいと念願している。



新製品紹介

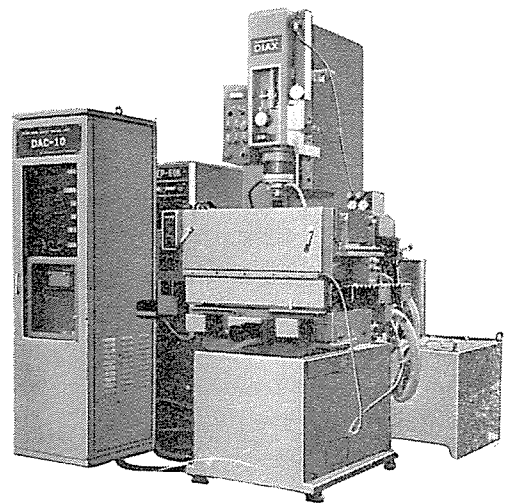
ダイアックス数値制御放電加工機 「DM-250 N+DAC+EP-60 K」

当社は、放電加工機の世界的トップメーカーとして、昭和45年の国際工作見本市に、N/C付き放電加工機を発表したが、今回、さらに省力化を一步進めた放電加工機専用のDAC-10形デジタル制御装置を開発し、ベストセラーであるDM-250 N形放電加工機と組合せた、「DM-250 N+DAC-10 数値制御放電加工機」を発売した。

本機は、加工条件および機械操作をあらかじめ、テープにインプットして加工開始ボタンを押せば、多数個取り加工・複雑形状加工・寄せ加工等すべて加工終了まで、適応制御装置が働いて安定に無人加工を行なう省力化放電加工機である。

特 長

- (1) テープ駆動のためオペレータが不要で、熟練度に関係なく安定な製品精度の加工ができる。
- (2) 加工技術をテープ化することによって、ソフトウェアの有効活用ができる。
- (3) 単純電極によるX、Y、Z 3軸制御による異形穴加工を行なうことができる。(組合せ加工・放電ならい加工)。
- (4) 電極形状が複雑で、加工途中に加工条件を多段階切換えて加工するものに適する。
- (5) 同一種類の加工を多数行なう多数個取りに適する。
- (6) 仕上加工として、テーブルをN/Cにより非常にゆっくり動かし、水平方向に送り込んで加工するか、あるいは、X、Y軸を数μ〜数十μ動かしてZ軸方向に加工するいわゆる寄せ加工ができる。

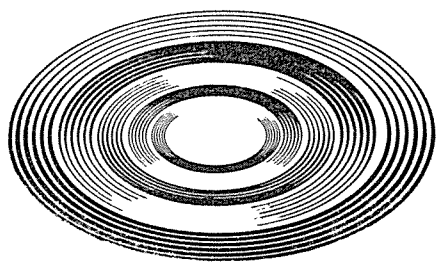


左から DAC-10 形 デジタル制御装置
EP-60 K 形 放電加工電源
DM-250 N 形 放電加工機(本体)

おもな仕様

機械本体 加工そり(槽)外形寸法 被加工体寸法 テーブル寸法 テーブル移動行程 電極取付け面寸法 電極取付け面とテーブル面との距離	DM-250 N 形 800(幅)×450(奥行)×320(高)mm 555(幅)×330(奥行)×220(高)mm 550(幅)×325(奥行)mm 280(左右)×200(前後)mm 160 mmφ 450~150 mm
加工深さおよびテーブル位置決め 加工深さ設定段数 加工深さ検出器 テーブル送り速度 テーブル送り設定単位 テーブル駆動方式	任 意 マグネスケール 500 mm/min 0.01 mm (5 パルス) パルスモータ送り方式 (1 パルス 2 μm)
デジタル制御装置 位置決め速度 プログラム指令 制御軸数 テーブルリダ	DAC-10 形 X、Y 軸 500 mm/min (インクリメンタル) Z 軸 900 mm/min (アブソリュート) 機 械 系 M 0~M 9, M 10, M 20, M 30, M 40 電 源 系 H 0~H 109 電 極 系 T 0~T 39 3 軸 (同時1軸制御) メカニカル テーブルリダ EIA 標準, 8 CH 紙テープ
電極交換装置 電極交換数 電極固定方式 電極取付け精度	2~12 個 カップリング, 3 R 治具方式 平行度 5 秒以下 心 ず れ 5 μ 以下

[名古屋製作所]



重油自動分析装置の開発

—比重、発熱量、硫黄分をオンラインで連続測定—

東北電力(株)と三菱電機(株)は共同研究で重油自動分析装置を開発し、このほど東北電力における実用試験も完了し、性能面のみならず実用性、安全性の点でも所期の成果をあげることができた。

この装置は、放射線を利用して重油の比重、発熱量および硫黄含有率を測定するもので、これらの測定が同時にオンラインで連続的に行なうことを可能にした。

主な用途は火力発電所での重油の受入れおよび消費管理の省力化と公害対策用であるが、石油会社の品質管理にも利用できる。

■ 開発した重油自動分析装置の特長

(1) 重油の比重、発熱量および硫黄含有率が、同時にオンラインで連続自動測定できる。これまでに開発された重油分析装置は、測定量が一つの単能機であり、またオンライン用のものはまだ少ない。

(2) 重油の組成比による誤差は完全に補正されている。従ってCH比や比重のいちじるしく異なった重油を分析しても測定誤差に影響はない。

(3) バッチ式でも使用できるように兼用配管系を備えている。

■ 概略仕様

測定範囲:	比重	0.6~1.1
	発熱量	9,000~12,000 kcal/kg
	硫黄含有量	0~5 % wt
測定精度:	比重	±0.001
(全誤差)	発熱量	±25 kcal/kg
	硫黄含有率	±0.02 % wt

■ 特許出願 8件

■ 解説

この分析装置は ^{241}Am (アメリシウム)からのX線および γ 線の透過吸収および $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ (ベリリウム)からの中性子の散乱減速を利用して重油の比重、発熱量および硫黄含有率を測定している。

放射線検出器としては、X線および γ 線に対して比例計数管を用い、中性子に対しては BF_3 比例計数管を用いている。

この装置の特長の一つは重油の組成比による誤差の補正方式にあるが、上記の3種類の放射線検出器からの出力信号を、改良形対数化回路を用いて精密に直線化し、その後、簡単な四測演算によって三つの測定量を導出している。この方式によれば、組成比誤差は原理的にまったく残らず、演算回路も比較的簡単なものですむ。

比例計数管: 放射線を検出する計数管で、クリプトン、セシウムを封入したものはX線 γ 線用、 BF_3 (3 弗化硼素)を封入のものは中性子検出用である。

[中央研究所]

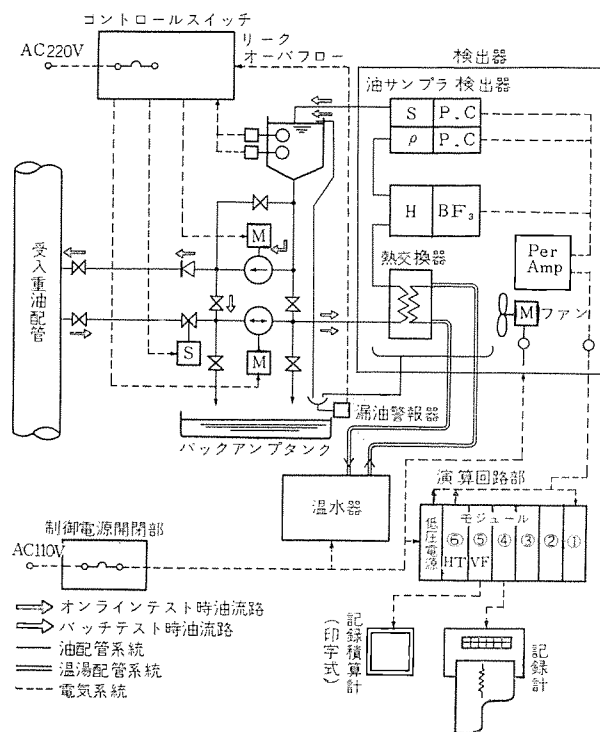


図1 実用機の装置構成案



図2 検出部

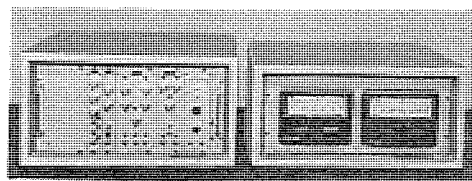


図3 演算部

世界ではじめてプラズマディスプレイによる テレビ画像表示に成功 —壁掛テレビ実現への道を開く—

三菱電機ではこのたび世界ではじめてプラズマディスプレイによるテレビ画像の表示に成功した。

これは三菱電機独自の“フレーム内時間変調方式”によって、交流駆動形プラズマディスプレイにおいては困難とされていた多階調の明暗をもつ画像の表示を可能にしたもので、将来プラズマパネルによる壁掛形実現への道を開くものである。

■ 装置の特長

- (1) 表示パネルは平板で、厚さは20mmときわめて薄いため、設置場所が自由に選べる。
- 壁掛形とか卓上埋込形も可能である。
- (2) 画像の輝度が明るく、通常の室内で観賞できる上、多階調の明暗をもつテレビジョン画像の表示ができる。
- (3) 駆動電圧は200V程度で、ブラウン管の場合の1/50～1/100ですむので安全性が高い。
- (4) 表示パネルは透明であるために裏面から画像を見ることができる。

また裏面から別画像を重ね合わせて表示するなど従来のディスプレイ装置にはない全く新しい使用方法も考えられる。

■ 出願特許件数（国内外）

40 件

■ 装置の概要

(1) 交流駆動形プラズマディスプレイ

格子状に配列した放電絵素によって構成され、放電の際に発生する光を用いて画像を表示するものである。パネル自体がメモリ機能を持っているので、一度点灯パルスを加えて絵素を点灯させると、つぎに消灯パルスを加えるまで点灯状態が持続される。

しかし、点灯と消灯の2状態しか出せないため、従来は中間調をもたない点滅画像しか表示できなかった。

(2) フレーム内時間変調方式

三菱電機で今回開発した“フレーム内時間変調方式”とは、輝度の比率が4:4:2:1という4枚の点滅画像を1フレームの周期内で順次表示する方法である。

この方法により12階調の明暗を持つ画像の表示が可能となる。

この方法の特長は、もっとも明るいところで絵素の点灯状態を常時点灯に近づけることができるので表示効率の良い明るい画像が得られる。

また、点滅画像の枚数を増加することにより、階調を増すことができる。

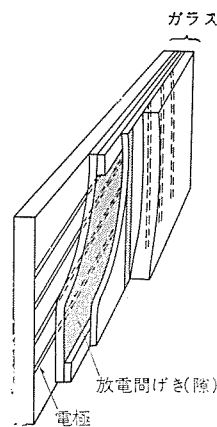
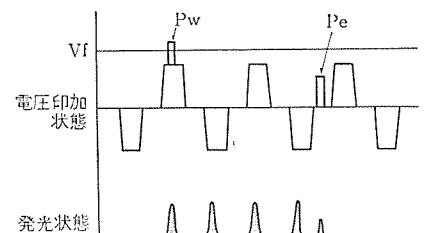


図1 プラズマパネルの構造



Vf : 放電開始電圧
Pw : 点灯パルス
Pe : 消灯パルス

図2 プラズマパネルの駆動方法

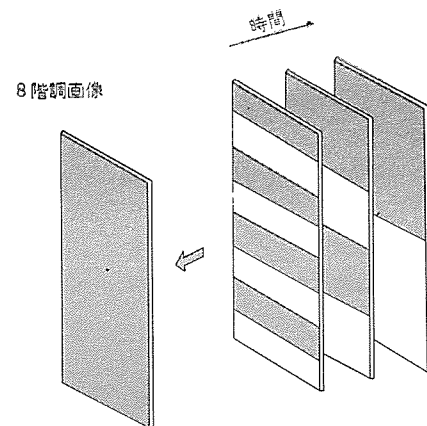


図3 フレーム内時間変調方式の原理

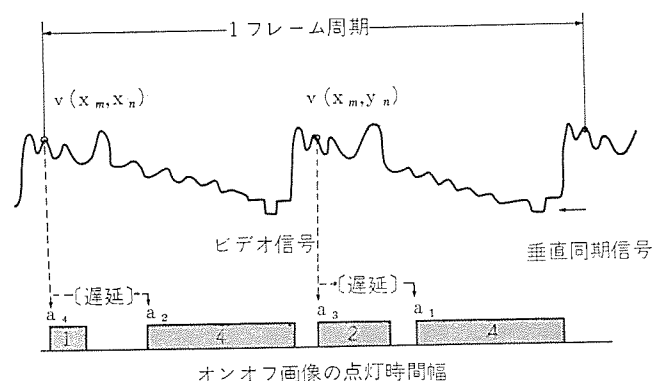


図4 テレビ画像の表示原理

(3) テレビ表示

普通のテレビ放送では1秒間に30フレームの画像信号が伝送されており、1フレームは2フィールドで構成されている。

今回試作したテレビ表示装置では普通のテレビ信号をもとにして、12階調の画像を1秒間に30フレームの表示を行なっている。

すなわち1フィールドの画像信号で輝度比1と4との2枚の点滅画像の表示を行ない、つぎのフィールド信号で輝度比2と4との2枚の点滅画像の表示を行なう。

これら4枚の点滅画像の表示により、12階調の画像表示が行なわれる。

画像を点滅させる走査方式としては、1水平ラインを同時に書き込み消去を行なう“Line at a time”方式を採用し迅速な書き込み消去を可能としている。

表示スクリーンの絵素数は $128 \times 128 = 16,384$ 個、スクリーン寸法は $128 \times 128 \text{ mm}^2$ である。

■ 今後の開発の方向

プラズマディスプレイの用途としては、従来パターン表示が考えられたが、今回の開発によりテレビ画像表示への道も開かれたので、三菱電機としては、試作品にさらに改善を加え、壁掛テレビを含めた各種のパネルディスプレイ装置を開発して行く方針である。

■ 試作ディスプレイ装置の主なる性能

このたび試作したテレビ画像表示用プラズマディスプレイ装置の主な性能はつぎのとおりである。

表 示 パ ネ ル	交流駆動形プラズマディスプレイパネル
ス ク リ ー ン 寸 法	$128 \times 128 \text{ mm}^2$
絵 素 数	128×128
発 光 色	だいだい色
フ レ ー ム 数	毎秒30フレーム
コ ン ト ラ ス ト	12階調
最 大 輝 度	発光点輝度 100 フートランバート、時間面積平均輝度 10 フートランバート
走 査 方 式	Line at a time 方式
輝 度 変 調 方 式	フレーム内時間変調方式
駆 動 電 圧	200 V
全 消 費 電 力	50 W

[中央研究所]



お わ び

本誌 Vol. 47 No. 1 技術の進歩特集に次のような誤りがありましたので
つつしんで訂正いたします。

ペ ー ジ	正	誤
26 右下から3行目	京都市水道局(松ヶ崎浄水場)向け として 2,500 kVA をはじめ……	京都市下水道局向けとして 2,500 kVA をはじめ……

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
955018	潮流検出継電装置	三 上 一 郎	955062	冷蔵庫等の発泡性断熱材を有する扉体	織 田 隆 嗣・田 中 毅
955019	機器の通風窓	藤 田 昇 三	955063	冷蔵庫等の箱体	中 島 勇・河村伊佐夫
955021	サイリスタの並列運転装置	{ 馬 場 利 彦・越 智 紀 明 田 尻 浩 巳・大 賀 隆 文	954985	炉体の冷却装置	{ 伊藤房次郎・星 野 克 英 外 山 隆
955022	自動車用冷暖房装置	高 橋 剛・宮 奥 光 雄	956659	半導体整流器取付装置	岩 城 良 之
955023	内燃機関点火装置	日 野 利 之	956665	保護継電装置	北 浦 孝 一・古 谷 照 雄
955024	接続子付刷子保持装置	岩 城 良 之	956671	ジェット渦巻ポンプ	井 上 誠 治
955025	列車制御装置	走 井 貞 雄・長谷川雅言	956672	ジグザグミシンのカム選択装置	山 田 正 和・辻 本 忠 司
955032	通弧失検出装置	佐野善之助	956673	ジグザグミシンのカム選択装置	辻 本 忠 司
955036	変圧器鉄心	{ 三 浦 良 和・藤 岡 泰 治 斉 藤 徹	956676	コンデンサ回路	大 林 一 夫・小 角 国 夫
955034	内燃機関点火用信号装置	村 田 豪	956677	ジェット渦巻ポンプ	佐 々 静 男・福 田 博 人
955050	機関点火用配電装置	浅 山 嘉 明	956682	回転電機	松 野 博
955035	ミシンの上糸調節器	辻 本 忠 司	956683	製氷機	酒 井 誠 記
955042	内燃機関点火用配電器	大 西 正 義・高 町 忠 邦	956661	クリーナー用吸込ブラシ	武 井 久 夫・加 藤 悟
955037	機関点火用配電器	大 西 正 義	956662	シリンドラ形電気掃除機	武 井 久 夫
955041	機関点火時期調整装置	浅 山 嘉 明・今 田 裕	956663	電気掃除機の集じん装置	{ 武 井 久 夫・加 藤 悟 長 嶺 元
955046	内燃機関用着火配電器	浜 本 晃 造	956664	電気掃除機の集じん装置	武 井 久 夫・加 藤 悟
955045	給油装置付断続装置	浜 本 晃 造	956666	電気煮炊具	高 橋 正 晨・岡 部 勇
955043	空気調和装置	岩 崎 善 彦	956667	電気煮炊具	岡 部 勇・鶴 谷 嘉 正
955044	配電器筐体支持装置	荒 川 利 弘・草 薙 忠	956668	電気煮炊具	岡 部 勇・鶴 谷 嘉 正
955040	機関点火時期調整装置	浅 山 嘉 明	956669	電気掃除機	{ 武 井 久 夫・加 藤 悟 相 河 富 雄
955051	機関点火時期調整装置	才 田 敏 和	956670	音響機器のキャビネット	川 名 良 一
955053	機関点火時期調整装置	辰 己 巧・高 橋 一 智	956674	2段重ねリール式テープレコーダ	成 木 利 正
955052	内燃機関点火装置	本 庄 由 尚	956675	サーモスタットの調整軸	荒 木 勲・石 井 寛 夫
955055	機関点火装置	浅 山 嘉 明・林 正 博	956678	電気掃除機の濾過装置	武 井 久 夫・加 藤 悟
955054	点火用断続器	本 庄 由 尚	956680	救命具用自動離脱機	宇 川 彰
955057	溶融メッキ装置	岸 本 浩	956679	気体膨張式救命いかだの投下装置	宇 川 彰
955056	溶融メッキ装置	岸 本 浩	956681	ストリップ線路形移相器	{ 中 原 昭 次 郎・紅 林 秀 都 司 溝 淵 哲 史
955058	2サイクルエンジンの点火装置	浜 本 晃 造	956686	バスダクト	堀 田 滋 矩・可 知 延 夫
955064	ペーダロン	田 中 修・広 三 寿	956684	2温度冷蔵庫	織 田 隆 嗣
955020	ヘアードライヤー	小 川 昇・川 合 輝 一	956685	蒸発器	織 田 隆 嗣
955026	ヘアードライヤー用ケース	福 田 興 司	956688	冷凍用圧縮機の起動装置	渡 辺 進
955027	ボンネット形ヘアードライヤー	川 合 輝 一・橋 本 一	956687	液体燃料燃焼器	{ 小 原 英 一・小 林 恵 治 清 水 誠
955028	ボンネット形ヘアードライヤー	川 合 輝 一・橋 本 一	956660	エスカレーター用手摺りベルト	田 島 尚 志
955029	ボンネット形ヘアードライヤー	川 合 輝 一・橋 本 一	957759	連結装置	村 田 俊 哉・植 田 雅 晴
955030	ボンネット形ヘアードライヤー	川 合 輝 一・橋 本 一	957760	超音波流量計	{ 吉 山 裕 二・江 沢 孝 吉 芥 和 弘
955031	ボンネット形ヘアードライヤー	川 合 輝 一・橋 本 一	958185	ダイヤフラム弁	猪 子 裕
955033	パネル着脱式トースター	奥 田 文 一・野 畑 昭 夫	958186	推力軸受装置	石 井 明・山 本 明
955039	電気冷蔵庫	辻 幹 夫	958187	合成樹脂軸受	今 瀧 満 政
955049	空気調和装置の給湿装置	貝 瀬 俊 郎	958188	回路開閉装置	竹 内 孝 治・杉 中 輝 明
955038	強制空冷凝縮方式の冷蔵庫	中 島 勇			
955047	冷房機	笠 原 文 彦			
955048	空調形灯具のダクト接続装置	石 井 重 行			
955059	温水器の遠隔湯量報知装置	赤 羽 根 正 夫・根 岸 宣 匡			
955060	扉のストッパー装置	小 泉 鉄 一			
955061	冷蔵庫等の配線管引出し部の密封装置	府 川 允 彦・中 田 新 之 助			

本社・営業所・研究所・製作所・工場所在地

本 社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル) (電) 100 (電) 東京 (03) 218局2111番

大阪営業所	大阪市北区梅田町8番地(西阪神ビル) (電) 530	(電) 大阪 (06) 343局1231番
名古屋営業所	名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル) (電) 450	(電) 名古屋 (052) 565局3111番
静岡出張所	静岡市伝馬町16の3番地(明治生命静岡支社) (電) 420	(電) 静岡 (0542) 54局4681番
福岡営業所	福岡市中央区天神2丁目12番1号(天神ビル) (電) 810	(電) 福岡 (092) 72局2111番
長崎出張所	長崎市丸尾町7番8号(長崎底曳会館) (電) 852	(電) 長崎 (0958) 61局6101番
札幌営業所	札幌市中央区北2条西4丁目1番地(北海道ビル) (電) 060-91	(電) 札幌 (011) 212局3711番
仙台営業所	仙台市大町1丁目1番30号(新仙台ビル) (電) 980	(電) 仙台 (0222) 21局1211番
富山営業所	富山市桜木町1番29号 (電) 930	(電) 富山 (0764) 31局8211番
広島営業所	広島市中町7番32号(日本生命ビル) (電) 730	(電) 広島 (0822) 48局5311番
岡山出張所	岡山市駅前町1丁目9番地(明治生命館) (電) 700	(電) 岡山 (0862) 25局5171番
高松営業所	高松市鶴屋町2番1号 (電) 760	(電) 高松 (0878) 51局0001番
新潟営業所	新潟市東大通1丁目2番地23号(北陸ビル) (電) 950	(電) 新潟 (0252) 45局2151番
東京商品営業所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号(三菱電機ビル) (電) 100	(電) 東京 (03) 218局2111番
関東商品営業所	大宮市大成町4丁目298番地(三菱電機大宮ビル) (電) 330	(電) 大宮 (0486) 65局3211番
大阪商品営業所	大阪市北区堂島北町8番地の1 (電) 530	(電) 大阪 (06) 344局1231番
名古屋商品営業所	名古屋市中村区広井町3丁目88番地(大名古屋ビル) (電) 450	(電) 名古屋 (052) 565局3111番
静岡機器営業所	静岡市小島2丁目1番22号 (電) 420	(電) 静岡 (0542) 82局2061番
浜松機器営業所	浜松市海老塚町479の1 (電) 430	(電) 浜松 (0534) 54局4121番
福岡商品営業所	福岡市中央区天神2丁目12番1号(天神ビル) (電) 810	(電) 福岡 (092) 72局2111番
札幌商品営業所	札幌市中央区北2条西4丁目1番地(北海道ビル) (電) 060-91	(電) 札幌 (011) 212局3777番
仙台商品営業所	仙台市大町1丁目1番30号(新仙台ビル) (電) 980	(電) 仙台 (0222) 21局1211番
北陸商品営業所	金沢市小坂町西97番地 (電) 920	(電) 金沢 (0762) 52局1151番
広島商品営業所	広島市中町7番32号(日本生命ビル) (電) 730	(電) 広島 (0822) 48局5311番
高松商品営業所	高松市鶴屋町2番1号 (電) 760	(電) 高松 (0878) 51局0001番
東京機器営業所	東京都港区北青山1丁目2番3号(青山ビル) (電) 107	(電) 東京 (03) 404局0336番
大阪機器営業所	大阪市北区堂島北町8番地の1 (電) 530	(電) 大阪 (06) 344局1231番
中央研究所	尼崎市南清水字中野80番地 (電) 661	(電) 大阪 (06) 491局8021番
生産技術研究所	尼崎市南清水字中野80番地 (電) 661	(電) 大阪 (06) 491局8021番
商品研究所	鎌倉市大船2丁目14番40号 (電) 247	(電) 鎌倉 (0467) 44局6111番
神戸製作所	神戸市兵庫区和田崎町3丁目10番地の1 (電) 652	(電) 神戸 (078) 67局5041番
伊丹製作所	尼崎市南清水字中野80番地 (電) 661	(電) 大阪 (06) 491局8021番
三田工場	三田市三輪町父々部85番地 (電) 669-13	(電) 三田 (07956) 3局4371番
赤穂工場	赤穂市天和651番地 (電) 678-02	(電) 赤穂 (07914) 3局2221番
長崎製作所	長崎市丸尾町6番14号 (電) 850-91	(電) 長崎 (0958) 61局6211番
稲沢製作所	稲沢市菱町1番地 (電) 492	(電) 稲沢 (0587) 32局8111番
和歌山製作所	和歌山市岡町91番地 (電) 640-91	(電) 和歌山 (0734) 36局2111番
鎌倉製作所	鎌倉市上町屋325番地 (電) 247	(電) 鎌倉 (0467) 44局1111番
通信機製作所	尼崎市南清水字中野80番地 (電) 661	(電) 大阪 (06) 491局8021番
北伊丹製作所	伊丹市瑞原4丁目1番地 (電) 664	(電) 伊丹 (0727) 82局5131番
熊本第一工場	熊本市竜田町弓削720番地 (電) 862	(電) 熊本 (0963) 38局7211番
熊本第二工場	熊本県菊池郡西合志町御代志997 (電) 861-11	(電) 熊本 (09624) 2局0151番
名古屋製作所	名古屋市中区東区矢田町18丁目1番地 (電) 461	(電) 名古屋 (052) 721局2111番
旭工場	尾張旭市下井町下井 (電) 488	(電) 尾張旭 (05615) 3局5101番
福岡製作所	福岡市西区今宿青木690番地 (電) 819-01	(電) 福岡今宿 (09295) 6局0431番
福山製作所	福山市緑町1番8号 (電) 720	(電) 福山 (0849) 21局3211番
相模製作所	相模原市宮下1丁目1番57号 (電) 229	(電) 相模原 (0427) 72局5131番
姫路製作所	姫路市千代田町840番地 (電) 670	(電) 姫路 (0792) 23局1251番
静岡製作所	静岡市小島3丁目18番1号 (電) 420	(電) 静岡 (0542) 85局1111番
中津川製作所	中津川市駒場町1番3号 (電) 508	(電) 中津川 (05736) 6局2111番
大船製作所	鎌倉市大船5丁目1番1号 (電) 247	(電) 鎌倉 (0467) 44局6111番
郡山製作所	郡山市栄町2番25号 (電) 963	(電) 郡山 (0249) 32局1220番
群馬製作所	群馬県新田郡尾島町大字岩松800番地 (電) 370-04	(電) 尾島 (02765) 2局1111番
藤岡工場	藤岡市本郷字別所1173番地 (電) 375	(電) 藤岡 (02742) 2局1185番
京都製作所	京都府乙訓郡長岡町大字馬場小字図所1番地 (電) 617	(電) 京都 (075) 921局4111番
長野工場	長野市大字南長池字村前 (電) 380	(電) 長野 (0262) 43局1101番
札幌営業所	札幌市中央区北2条東12丁目98番地 (電) 060	(電) 札幌 (011) 231局5544番

次 号 予 定

三菱電機技報 Vol. 47 No. 5

冷凍と空調特集

《特集論文》

- クリーンボイラ
- AE 形 蓄冷熱ヒートポンプユニット
- ファンコイルユニット
- 低温用小形冷凍機と関連機器
- 漁船用全自動冷凍機
- 電算機室用大形パッケージエアコン
- エアコンディショナの騒音調査, 研究
- 空冷式エアコン用低騒音室外ユニット
- 圧縮機用弁の信頼性に関する考察
- パッケージ形クーリングユニット方式
大形冷蔵庫
- 東北電力(株)納め ブライン式ヒートポンプ

- 空気熱源ヒートポンプ空調熱源機器選定の
一考察
 - ヒートポンプとビル排熱利用
 - 多段式オープンショーケースのエアカーテン
 - 新形オープンショーケース
- #### 《普通論文》
- 人工衛星の熱制御用塗料の紫外線劣化
 - 自動仕分装置
 - イミダゾール触媒によるエポキシ樹脂硬化反応
の速度論的解析
 - 内鉄形送油式変圧器の巻線内 油流分布と温度
分布

三 菱 電 機 技 報 編 集 委 員 会

委員長	正 木 茂 雄	常任委員	湊 武 雄
副委員長	神 崎 遼	"	武 藤 正
常任委員	上 田 重 夫	"	吉 松 誠 一
"	宇 佐 見 重 夫	委 員	武 田 忠 夫
"	北 川 和 人	"	田 附 和 夫
"	古 賀 亨	"	中 尾 致 一
"	外 野 範 吾	"	南 日 達 郎
"	塚 本 信 雄	"	林 昇 寿
"	福 家 章	"	待 鳥 正
"	堀 謙 二 郎	"	若 宮 佐 三
"	牧 野 六 彦		

(以上 50 音順)

昭和 48 年 4 月 22 日印刷 昭和 48 年 4 月 25 日発行「禁無断転載」定価 1 部 金 200 円(送料別)

編集兼発行人

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

正 木 茂 雄

印刷所

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地
(郵便番号 162)

大日本印刷株式会社

印刷者

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地

高 橋 武 夫

発行所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 (郵便番号 100)

三菱電機株式会社内

「三菱電機技報社」

(電話) (03) 218 局 2323 番

発売元

東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地(郵便番号 101)

株式会社 オーム社書店

(電話) (03) 291 局 0912 番 振替口座 東京 20018 番