

MITSUBISHI DENKI GIHO

三菱電機技報



Vol.52 No.3

コンピュータ特集

三菱電機技報

Vol. 52 No. 3 MARCH 1978

コンピュータ特集

目次

特集論文

《MELCOM-COSMO》500システム	田淵謙也・清尾克彦・山本正勝・平山正治	197
《MELCOM-COSMO》500販売管理システム	吉村慶嗣・片岡信弘・大島治・藤平孝行・桐淵信男	202
《MELCOM-COSMO》500計測システム	森田右・川村暢明・河井直毅・平間豊・松井稔樹	206
《MELCOM-COSMO》500生産管理システム	藤原勝彦・河嶋道生・河野俊彦・宮本直記・山崎誠一	210
《MELCOM》350-50工業用計算機システム	米沢克昌・武藤達也・長沢一嘉・朱雀二朗・下間芳樹	214
《MELCOM》350-50工業用計算機高位言語システム	春原猛・居原邦男・太細孝・竹田栄作・小林博	219
ソフトウェア生産性と《MELCOM》350-50ソフトウェアシステム	紺田茂實・波多野侃・大井房武	223

普通論文

MRM 形負荷時タップ切換器	松本進・外賀俊彦・今井満夫・成瀬知晴	231
新スタックガスモニタの開発	森雅英・小田稔・幸丸正樹・沢山徹・北川英夫	236
車載用 CB トランシーバの技術動向	瀬辺国昭・池田益稔	240
新形 AS モートルと制御装置	鎌倉孝幸・東秀樹・松本圭二・多田英明・野村達衛	245
小形直流高速度しゃ断器	石田秀樹・古林昇	250
転炉副原料合金鉄輸送投入設備への《MELPLAC》50の適用	石雅彦・加賀宏明・鶴長浩一・小竹秀次郎	255
COBOL 変換の新ツール (ASSYST)	守正倫・本成幸	260
特許と新案		229
冷却器・間欠信号発生装置・変流器・しゃ断器		
当社の登録特許一覧		228・268
スポットライト		264
新系列タイムスイッチ・カラーブラウン管用新電子銃マルチステップフォーカス・グリーンサイン付きエアコン・カラーシャドー照明システム (表紙 3)		

FEATURING ELECTRONIC COMPUTERS

CONTENTS

FEATURED PAPERS

The MELCOM-COSMO 500 Computer System	Kinya Tabuchi et al.	197
The MELOCM-COSMO 500 On-Line Sales-Control System	Keiji Yoshimura et al.	202
A Data-Acquisition System for the MELCOM-COSMO 500 Computer	Susumu Morita et al.	206
A Manufacturing Management System for the MELCOM-COSMO 500 Computer	Katsuhiko Fujiwara et al.	210
The MELCOM 350-50 Industrial Computer Systems	Yoshimasa Yonezawa et al.	214
A High-Level Programming Language for Use with the MELCOM 350-50 Industrial Computer System	Takeshi Sunohara et al.	219
The MELCOM 350-50 Software System and Its Effect on Software Productivity	Shigemi Konda et al.	223

GENERAL PAPERS

The Type MRM On-Load Tap Changer	Susumu Matsumoto et al.	231
The Development of New Stack-Gas Monitors	Masahide Mori et al.	236
Technical Trends in CB Radio Transceivers	Kuniaki Sebe & Masumi Ikeda	240
The New Type ASN Adjustable-Speed Motors and Control Systems	Tadayuki Kamakura et al.	245
Small-Sized DC High-Speed Air Circuit Breakers	Hideaki Ishida & Noboru Kobayashi	250
Application of a MELPLAC 50 Plant Controller to the		
Handling Facilities for Flux and Ferro-Alloy in a Steel-Making Plant	Masahiko Ishii et al.	255
ASSYST, a New Tool for Conversion of COBOL Syntax	Masanori Mori & Nariyuki Moto	260

表紙

国立防災科学技術センターの波浪等観測塔

表紙は神奈川県平塚市沖合約 1 km, 水深 20 m の地点 (北緯 35°18' 東経 139°20') に設置されている国立防災科学技術センター平塚支所の波浪等観測塔である。

この観測塔に取付けられている電磁式流速計、容量型波高計、超音波式風速計、振動計等の観測機器で計測された波高、流向、流速、風向、風速、構造物の振動等のデータは観測塔と海底ケーブルを介してつながる陸上計算機室の《MELCOM-COSMO》500電子計算機によって解析され、その解析結果は風浪の発達に関する研究など沿岸防災科学技術の研究に供されている。

COVER

Hiratsuka Station, National Center for the Science and Technology of Disaster Prevention

This station, which is built in 20m of water at a point 1km from the shore of Hiratsuka, Kanagawa Pref. collects data on wave height, current direction and speed, wind direction and speed, and the vibration of the structure. Data is obtained from the electromagnetic current-speed meter, capacitance-type wave-height meter, ultrasonic wind-velocity meter, vibration meter and other instrumentation mounted in the station tower and is analyzed by a MELCOM COSMO 500 computer connected to the tower by undersea cable. The results contribute to studies on wind and wave buildup and to research on the science and technology of preventing seaboard disasters.

アブストラクト

<p>《MELCOM-COSMO》500システム 田淵謹也・清尾克彦・山本正勝・平山正治 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P197～201</p> <p>《MELCOM-COSMO》500システムは、オンライン データベース機能など拡大するユーザの要求に手軽にこたえるために最新のテクノロジの成果を基に開発された拡張性の高い汎用中形計算機システムである。本文では、システム構成、本体部の性能諸元、高性能入出力装置諸元、マイクロプログラム技術を駆使したファームウェア応用などのハードウェアの特長、及び5次元多重処理を実現したソフトウェアの最新技術について概説する。</p>	<p>《MELCOM》350-50工業用計算機高位言語システム 春原 猛・居原邦男・太細 孝・竹田栄作・小林 博 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P219～222</p> <p>工業用計算機の応用分野においてもソフトウェアが大規模化し、生産性、信頼性及び保守性向上への強い要望が高位言語によるプログラミングの原動力になっている。本文ではPL/Iを母体としこれに実時間制御用の機能を拡張し、新しいプログラミング方法論を考慮して開発された工業用新言語ESPRITと、ESPRIT言語で書かれたプログラムをその高位言語表現を用いてテスト、デバッグするための支援システムSOLDAを紹介する。</p>
<p>《MELCOM-COSMO》500販売管理システム 吉村慶嗣・片岡信弘・大島 治・藤平孝行・桐瀬信男 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P202～205</p> <p>最近の計算機システムの応用ではオンライン システムが非常に重要な位置を占めてきている。《MELCOM-COSMO》500用に開発されたTPS (テレコミュニケーション プロセッシング システム) は、汎用オンライン パッケージでオンライン システム開発の強力なツールであるが、今回、その一応用例として兵庫三菱自動車販売(株)へ納入したオンライン販売管理システム(22端末使用)の概要を紹介し、あわせてTPSの特長について説明する。</p>	<p>ソフトウェア生産性と《MELCOM》350-50ソフトウェアシステム 紺田茂實・波多野侃・大井房武 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P223～227</p> <p>工業用計算機システムでは、機能の分散化、情報の集中化等の傾向が顕著である、これに伴いソフトウェアの生産性、品質の向上が各方面より強く要請されている。《MELCOM》350-50ではこれにこたえるべく一連のソフトウェアを開発、標準化しており、その成果が期待されている。本稿では、生産性、品質向上の立場から見た《MELCOM》350-50ソフトウェア システムの体系を示すとともに、その特長、設計思想、生産性の向上に対する効果などについて述べる。</p>
<p>《MELCOM-COSMO》500計測システム 森田 右・川村暢明・河井直毅・平間 豊・松井稔樹 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P206～209</p> <p>東北大学におけるサイクロトロン加速器設置に伴い、昭和52年3月、電子計算機《MELCOM-COSMO》500、《MELCOM》70/35によるサイクロトロン放射線計測システムを納入した。</p> <p>加速器を用いる研究では、電子計算機による計測の自動化、能率化が不可欠になっているが、本文では、このシステムの特徴的な機能を、計算機システム設計の立場から整理し、その概略について説明する。</p>	<p>MRM形負荷時タップ切換器 松本 進・外賀俊彦・今井満夫・成瀬知晴 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P231～235</p> <p>負荷時タップ切換器の普及につれて、その実用性能向上のため標準化や規格の制定がなされてきたが、近年に至ってタップ切換器に対する要求は、更に多様化してきた。</p> <p>当社では、コンパクトで、かつ高性能、信頼性が高くて保守点検が容易といった要求に答えるべく、切換方式やメカニズムに工夫をこらしたMRM形負荷時タップ切換器を開発したので、その設計・試験の概要を報告する。</p>
<p>《MELCOM-COSMO》500生産管理システム 藤原勝彦・河嶋道生・河野俊彦・宮本直記・山崎誠一 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P210～213</p> <p>ビクストン(株)においてIBMシステム3/10から《MELCOM-COSMO》500に置き換え、既存システムのコンバージョン(言語RPGII約470本)を行うとともに、遠隔地工場からのオンライン データ収集を含めたトータル的な生産管理システム(基準情報、生産手配、原価計算)を開発した。今回このシステム開発のねらい、システムの概要及びFT(ファミリ ツリー)をベースにしたシステムの特長について紹介する。</p>	<p>新スタックガスモニタの開発 森 雅英・小田 稔・幸丸正樹・沢山 徹・北川英夫 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P236～239</p> <p>原子力施設から放出される放射性希ガスのγ線による線量増加が、一般環境で5 mrem/y以下に抑えられていることを精度よく確認するための、新しいスタックガス モニタシステムを開発した。</p> <p>このシステムは、βシンチモニタ、MeV・Ci積モニタ、Ge (Li) モニタから成り、関西電力(株)美浜原電子力発電所での現地試験の結果、その有用性が実証された。</p>
<p>《MELCOM》350-50工業用計算機システム 米沢克昌・武藤達也・長沢一嘉・朱雀二朗・下間芳樹 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P214～218</p> <p>昭和50年に発表した《MELCOM》350-50工業用計算機システムは、充実したRAS機能、システムの拡張性、マルチシステム アーキテクチャ、完備したソフトウェア サポート等の特長によって、各種応用分野で実績を上げている。本文ではモデルA2400のハードウェア、ソフトウェアの構成、機能、特長、RASを中心に、下位に位するモデルA2300、システムコンポーネント プロセッサA2100を含めたM-50シリーズについて紹介する。</p>	<p>車載用CBトランシーバの技術動向 瀬辺国昭・池田益稔 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P240～244</p> <p>我が国のCBトランシーバは小出力のハンディ形のみ許可されており、現状の法規制下では車載用としての実用性が低いが、米国ほか数カ国で許可されているものは出力が大きく、外部アンテナの使用ができ、チャンネル数も多く実用性が高い。近年その有用性が市民の間で認識され、米国で急速に普及し他の数カ国でも普及が始まっている。ここでは主として、米国における車載用CBトランシーバの現状と今後の技術動向の概要について述べる。</p>

Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, 219~22 (1978)
A High-Level Programming Language for Use with the
MELCOM 350-50 Industrial Computer System
by Takeshi Sunohara, Kunio Iharada, Takashi Dasai,
Eisaku Takeda & Hiroshi Kobayashi

Software has necessarily become more comprehensive and extensive in fields where industrial computers are employed, and strong demands for improvements in productivity, reliability and ease of maintenance have provided the impetus toward the use of high-level languages for programming. The article introduces the new ESPRIT language for industrial applications, which has been developed using new concepts and programming methodology based on the PL/I language, and which has an expanded real-time control function, and the SOLDAT support system, which incorporates high-level expressions for the testing and debugging of programs written in ESPRIT.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 53, No. 3, pp. 223~27 (1978)
The MELCOM 350-50 Software System and Its Effect on
Software Productivity
by Shigemi Konda, Tadashi Hatano & Fusatake Oi

In industrial computer systems, the trends toward the distribution of data-acquisition functions and the centralization of data processing have been striking and have resulted in strong demands for improved software productivity and quality. To meet these demands a line of software has been developed and standardized for the MELCOM 350-50 series computers. The article describes the structure of this software from the standpoint of improved productivity and quality, and discusses features, design philosophy, and the effectiveness with which productivity was raised.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 231~35 (1978)
The Type MRM On-Load Tap Changer
by Susumu Matsumoto, Toshihiko Gega, Michio Imai & Tomoharu Naruse

With the wider use of on-load tap changers, steps have been taken toward standardization and the establishment of regulative standards in order to improve performance, and in recent years there has been increasing diversity in what is required of tap changers.

In response to demands for tap changers that are compact, yet high in performance and reliability and convenient in terms of maintenance and inspection, Mitsubishi Electric has developed the Type MRM, featuring considerable refinements in terms of tap-changing method and mechanism. The article reports on the design and testing of the Type MRM tap changer.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 236~39 (1978)
The Development of New Stack-Gas Monitors
by Masahide Mori, Minoru Oda, Masaki Komaru, Toru Sawayama & Hideo Kitagawa

Mitsubishi Electric has developed a new stack-gas monitor system that provides highly accurate confirmation of whether the gamma-ray dosage increment due to emission of radioactive noble gases by nuclear power facilities is held below 5mrem/yr in the environment.

The system comprises a beta scintillation monitor and a MeV-Ci product monitor and a Ge(Li) monitor, and its effectiveness has been demonstrated in field tests at Kansai Electric Power's Mihama Nuclear Power Station.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 240~44 (1978)
Technical Trends in CB Radio Transceivers
by Kuniaki Sebe & Masumi Ikeda

In Japan only low-output hand-held citizens band transceivers are permitted and under present legal restrictions there is little chance of making them practicable for vehicle-mobile use. By contrast types which have larger output use an external antenna and operate on a large number of channels, are highly practicable, and demand for them, long active in the U.S., has begun to arise in a number of other countries too. The article describes the present situation affecting CB car transceivers in the U.S., and outlines technological trends for the future.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 197~201 (1978)
The MELCOM-COSMO 500 Computer System
by Kinya Tabuchi, Katsuhiko Seo, Masakatsu Yamamoto & Masaharu Hirayama

The MELCOM-COSMO 500 is a general-use, medium-scale computer system developed in response to demands for expansion to on-line data-base functions using state-of-the-art technology in a highly expandable configuration.

The article discusses the features of system hardware, including system configuration, specifications of the CPU and high-performance I/O devices, and the application of firmware that makes full use of microprogramming technology, as well as up-to-date software technology that makes possible five-dimensional multiprocessing.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 202~05 (1978)
The MELCOM-COSMO 500 On-Line Sales-Control System
by Keiji Yoshimura, Nobuhiro Kataoka, Osamu Oshima, Takayuki Fujihira & Nobuo Kiribuchi

On-line systems have come to occupy an extremely important position in recent computer applications, and the telecommunication-processing system (TPS) developed for the MELCOM-COSMO 500 computer is a general-use on-line package that constitutes a powerful tool in the development of on-line systems. The article explains the features of the TPS in terms of a typical application—the on-line sales-control system with 22 terminals delivered to Hyogo Mitsubishi Motor Sales.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 206~09 (1978)
A Data-Acquisition System for the MELCOM-COSMO 500 Computer
by Susumu Morita, Nobuaki Kawamura, Naoki Kawai, Yutaka Hirama & Yoshiki Matsui

Accompanying the installation of a cyclotron at Tohoku University, Mitsubishi Electric delivered in March 1977 a system for cyclotron-radiation data acquisition using a MELCOM-COSMO 500 and a MELCOM 70/35 computer.

In studies involving use of the cyclotron, the automation and increased efficiency of quantitative operations made possible by the use of computers are indispensable. The article provides a general description of the system and introduces its distinctive functions in terms of the computer-system design.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 210~13 (1978)
A Manufacturing Management System for the
MELCOM-COSMO 500 Computer
by Katsuhiko Fujiwara, Michio Kawashima, Toshihiko Kawano, Naoki Miyamoto & Seiichi Yamasaki

In the course of converting Bigstone Ltd. from an IBM System 3/10 to the MELCOM-COSMO 500 (language: RPGII; programs: approx. 470), a total manufacturing management system (that is, the data base, details of manufacture, cost calculations) was also developed, including provision for on-line data acquisition from outlying factories. The article outlines the objectives of system development, and presents a general description of the system and the features of systems based on this family tree.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 214~18 (1978)
The MELCOM 350-50 Industrial Computer Systems
by Yoshimasa Yonezawa, Tatsuya Muto, Kazuyoshi Nagasawa, Jiro Sujaku & Yoshiki Shimotsuma

Because of their features, including excellent reliability, availability and serviceability (RAS), system expandability, multisystem architecture, and full software support, the MELCOM 350-50 industrial computer systems, introduced in 1975, have achieved excellent results in a wide range of application fields. The article introduces the MELCOM 350-50 Series, focusing on the hardware, software structure, functions, features and RAS capabilities of the A2400 main-frame, the lower-ranking A2300, and the A2100 system-component processor.

アブストラクト

<p>新形ASモートルと制御装置 鎌倉孝幸・東 秀樹・松本圭二・多田英明・野村達衛 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P245~249</p> <p>新形ASモートル (Adjustable Speed Motor) とその制御装置の紹介と、カップリング部の電磁回路の検討、熱等価回路からのドラム温度及び有限要素法によるドラム各部の応力解析、制御装置の安定性応答性と温度特性及び耐ノイズ性について述べている。</p>	<p>転炉 副原料合金鉄輸送投入設備への《MELPLAC》50の適用 石 雅彦・加賀宏明・鶴長浩一・小竹秀次郎 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P255~259</p> <p>当社は、プラント設備のDDC制御を指向し、かつ現場向きコントローラ《MELPLAC》50を開発した。</p> <p>ここでは、製鋼プラントの中で、転炉副原料合金鉄輸送投入設備への《MELPLAC》50の適用において、その特長あるソフトウェア手法を設備概要とともに紹介する。</p>
<p>小形直流高速度しゃ断器 石田秀樹・古林 昇 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P250~254</p> <p>新たに開発した直流高速度しゃ断器の性能、構造について試験データを基に記載する。</p> <p>新形しゃ断器は画期的に小形化した両方向性のしゃ断器であり、最新の技術と長期間の基礎試験をもとに新たに開発した機械保持方式の機構、グリッド形消弧室の採用等従来にない特長を有している。更に優れた性能が有効に活用されるよう、しゃ断器の適用について回路条件としゃ断器を主体として述べる。</p>	<p>COBOL変換の新ツール(ASSYST) 守 正倫・本 成幸 三菱電機技報 Vol.52・No.3・P260~263</p> <p>コンピュータのリプレースを促進するためには、リプレースにつきまとう、プログラム変換作業をいかに効率よく、容易に行うかが重要は問題である。事務応用分野において大半を占めるCOBOLプログラムに関して、人手を介さず、自動的に変換するプロセッサの出現は、この命題に対する1つの解法を与えたものである。本稿は、この変換ツールを現場で使用した事例を紹介したものである。</p>

Abstracts

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 255~59 (1978)

Application of a MELPLAC 50 Plant Controller to the Handling Facilities for Flux and Ferro-Alloy in a Steel-Making Plant

by Masahiko Ishii, Hiroaki Kaga, Koichi Tsurunaga & Hidejiro Odake

Out of its concern with direct digital control of plant equipment Mitsubishi Electric some time ago developed the MELPLAC 50 plant controller. The article discusses the distinctive software methodology for a MELPLAC 50 for control of converters and flux and ferro-alloy handling equipment in a steel plant, as well as describing the plant-controller system itself.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 245~49 (1978)

The New Type ASN Adjustable-Speed Motors

and Control Systems

by Tadayuki Kamakura, Hideki Azuma, Keiji Matsumoto, Hideaki

Tada & Tatsuei Nomura

The article discusses the newly developed Type ASN adjustable-speed motor and associated control equipment in terms of an investigation of the electromagnetic flux-coupling circuit, of the drum temperature as derived from the thermally equivalent circuit, and of the stresses on various parts of the drum from stress analysis using a limited-element method. The stability and responsiveness of the control equipment and the temperature characteristics and noise resistance are also covered.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 260~63 (1978)

ASSYST, a New Tool for Conversion of COBOL Syntax

by Masanori Mori & Nariyuki Moto

The efficiency and ease with which program conversion can be carried out is an important determinant of efficient computer replacement. One solution is ASSYST, a processor that converts COBOL programs, by far the most commonly used clerical programs, automatically and without human intervention. The article presents an example of the use of this tool in conversion from an IBM 370 to a MELCOM-COSMO 500 computer.

Mitsubishi Denki Gihō: Vol. 52, No. 3, pp. 250~54 (1978)

Small-Sized DC High-Speed Air Circuit Breakers

by Hideaki Ishida & Noboru Kobayashi

The article presents test data on the performance and construction of a nonpolarized air circuit breaker of revolutionary small size incorporating a mechanical holding mechanism and a grid-type arc chute that have been newly developed on the basis of the latest technology and a long-term program of basic testing to provide properties not available until now.

In order that effective use may be made of these outstanding properties, the article goes on to discuss interrupting I^2t and other circuit conditions governing breaker application.

《MELCOM-COSMO》500システム

田渕謹也*・清尾克彦*・山本正勝*・平山正治**

1. まえがき

《MELCOM-COSMO》500システムは、昭和50年春に発表した⁽¹⁾高性能の小～中規模構成はん(汎)用計算機システムであり、発表以来主として次の点に関し改良開発を行った。

- (1) 演算性能の強化： 高速浮動小数点演算機構の開発による技術計算性能の強化、最大4K語のWCM(書き込み可能制御記憶)を実装するファームウェア機構の開発によるOSオーバヘッドの低減、応用分野別の性能の最適化、マイクロ診断サポートの強化。
- (2) 中～大形機並みの高性能入出力装置の開発： 200MBの大容量ディスク、200KB/秒の転送速度を持つテープの全自動装てん機能付高速磁気テープ、2,000行/分(48字種)の高速ラインプリンタ。
- (3) 小形、高信頼化： 16Kビット/石のMOS LSIメモリの開発、高性能スイッチングレギュレータ電源の開発による小形、高信頼化。
- (4) ソフトウェアの拡充： データ通信システムのためのTPS、CPS、RPSの開発によるオンライン処理の容易な実現。

本文では、これらの開発項目を中心に《MELCOM-COSMO》500システムに採用しているハードウェアとソフトウェアの特長と最新技術について概観する。

2. システムの概要

図1.に《MELCOM-COSMO》500のシステム構成図を示す。

入出力処理装置をSIA(System Interface Adapter)を除き、CPU内蔵形で構成することにより、入出力処理装置のハードウェアを単純化し、CPUのRAS機能(マイクロ診断)を共通に使用するようしている。一方、ディスク入出力処理装置と高速入出力処理装置のデータ転送制御は、ハードウェアオジックにより高速化を計っておりディスクの最ひん(頻)使用時においてもCPUに対する妨害率を4%程度に抑えてい

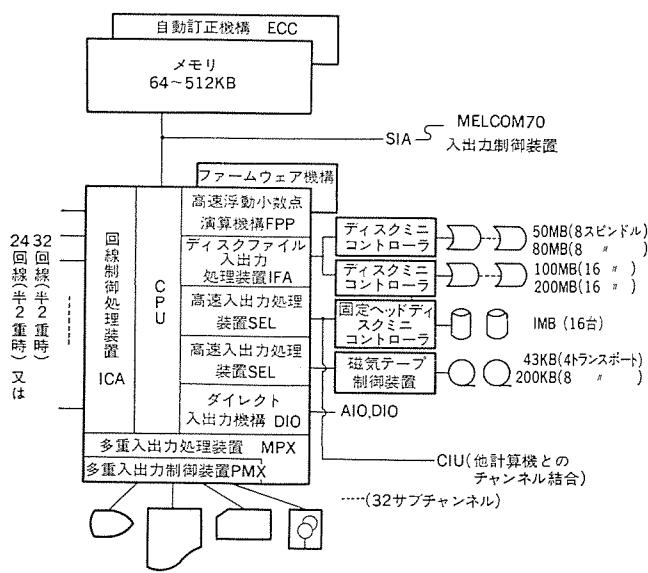


図1.《MELCOM-COSMO》500システム構成図

る。図2.に中規模構成システムの外観を示す。この構成では、CPU、512KBメモリ、全入出力処理装置、回線制御アダプタ32回線分、ディスク制御装置、MT制御装置、固定ヘッドディスク制御装置、固定ヘッドディスク(2MB)CRT制御装置、カードリーダ制御装置、ラインプリンタ制御装置を含んでおり標準的構成においては、本体架を1架で構成することができる。表1.に《MELCOM-COSMO》500の入出力装置諸元



図2.《MELCOM-COSMO》500中規模構成システム

表1.《MELCOM-COSMO》500入出力装置諸元

装置名称	項目	内 容			
		容 量	50 MB	80 MB	100 MB
磁気ディスク装置	平 均 アクセスタイム	30+8.3ms	30+8.3ms	30+8.3ms	30+8.3ms
	情報転送速度	806 KB/s 1.2 MB/s	1.2 MB/s	806 KB/s	806 KB/s
磁気テープ装置	ト ラ ッ ク 数	9 T	7 T	9 T	
	情報転送速度	43.2/21.6 KB/s	21.6 KB/s	200/100 KB/s	
	記 録 密 度	1,600/800 RPI	800 RPI	1,600/800 RPI	
フレキシブルディスク装置	容 量	243 KB/枚	2 ドライブ/台		
	位置決め時間	平均 260 ms			
	回転待ち時間	平均 83 ms			
カード読み取り装置	読 取 速 度	300枚/分	600枚/分		
	備 考	80種カード、マーク・パンチ併用			
カードせん孔装置	せん孔速度	250枚/分			
	備 考	ホッパ容量3,000枚、スタッカ容量800枚2個			
ラインプリンタ装置	印 字 速 度	500行/分	1,060行/分		
	印 字 幅	132字/行	136字/行		
	字 种	108字種(48, 64, 128有)			
	処理速度	200~250枚/分			
光学マーク読み取り装置	帳 票 尺 法	102×127~215×304 mm(幅×長さ)			
	ホッパ容量	約1,000枚			
紙テープ読み取り装置	読 取 速 度	400字/秒	6単位、8単位		
	紙テープせん孔装置	せん孔速度	110字/秒	6単位、8単位	
	プロット速度	X, Y軸 1,000ステップ/秒			
XYプロッタ装置	ス テ ッ プ 尺 法	0.1 mm			
	ペ ン 本 数	1~3本			
	紙 幅	306 mm			
キャラクタディスプレーライナ	表 示/色	2,000字(80字×25行)、緑(濃、淡、プリント有)			
	備 考	キーボード付、ハードコピーオプション有			

諸元を示す。表1. から分かるように中～大形機並みの入出力装置を接続できること及び内蔵形回線制御処理装置を使用し、オンラインシステムを手軽に構成できるのが、《MELCOM-COSMO》500の大きな特長である。

3. ソフトウェア

《MELCOM-COSMO》500には、オペレーティングシステムUPSが用意されている。UPSは図3.に示すようなソフトウェアにより構成されており、バッチ処理、オンライン処理、会話処理、リモートバッチ処理及びリアルタイム処理の5つの異なる形態の処理を8個まで多重に処理する5次元多重処理を実現している。

3.1 バッチ処理

UPSでは、高いバッチスループットを実現するために次の機能をもっている。

(1) バッチ処理を2個まで多重に処理することができる。

(2) シンビオント

バッチ処理で問題になる入出力処理性能を向上させるために、シンビオントを提供している。シンビオントにより、バッチジョブの入出力動作と演算動作が並行して行われ、システムのスループットを向上させている。

(3) スプール

UPSでは、シンビオントの外にスプールも提供している。この両者を併存させ、用途に応じて使い分けることによって、更にシステムのスループットを向上させることができる。スプールは中間媒体として磁気テープも使用でき、大量のデータの処理、中間データの長期保存などに適している。

3.2 オンライン処理

従来のオンラインシステムの問題点はシステムづくりとプログラミングに人手と時間がかかることであった。UPSでは、この難点を解決した汎用データ通信管理プログラム“TPS”が用意され、次の機能をもっている。

(1) オンラインユーザプログラムはオンライン特有の複雑な制約を何ら意識することなく、バッチ処理と同様にCOBOLでプログラミングすることができる。

(2) バッチシミュレータを使用することにより、オンラインユーザプログラムのデバックがバッチジョブとしてできる。

(3) 問合わせ、データ集配信及びメッセージ交換などの種々の運用形態が容易に実現できる。

(4) オンラインシステムの変更が容易にできる。オンラインシステムの変更でUPSシステムの再生成などは必要なく、TPSの変更だけでよい。

3.3 会話処理

UPSでは、遠隔端末装置から会話処理をするための会話処理管理プログラム“CPS”が用意され、次の機能をもっている。

(1) 端末からプログラム、データ、ジョブ制御文の作成、編集ができる。

(2) 端末からジョブのバッチ待行列への投入、及びその実行結果の端末からの指示での出力ができる。ジョブの実行はバッチ制御下で行われる。(ターミナルジョブエントリ機能)

(3) 端末から直接会話モードでジョブの実行ができる。

(4) 言語プロセッサ、サポートプログラムはセンタのバッチ処理と同一のものが端末から会話モードで使用できる。

3.4 リモートバッチ処理

UPSでは、汎用の遠隔処理管理プログラム“RPS”が用意されており、《MELCOM-COSMO》700、900及び他社の大形計算機のリモートバッチステーションとなることも、RBS70などのリモートバッチステーションのホスト計算機になることもできる。

3.5 リアルタイム処理

UPSでは、プロセス入出力機器からのリアルタイムデータの収集／分配処理をFORTRAN言語で扱えるようなFORTRANライブラリ“DAL”が用意されており、リアルタイム処理、センサベースシステムが容易に実現できる。

4. ハードウェア

表2.に本体部の主要な諸元を示す。主メモリは64～512KB、サイクルタイム800ns(4バイト幅)、CPUはマイクロプログラム制御方式でマイクロ命令長は32ビットである。

4.1 中央処理装置(CPU)

マイクロプログラムを格納する制御メモリは、ROMとRAM(WCM)の複合形式となっており、特にそのアドレス方式には「仮想制御メモリ方式」とも呼ぶべき独自の方式をとっている。すなわち、制御メモリには実制御メモリの外に主メモリ上に仮想制御記憶が割り付けられ、主メモリと実制御メモリの一部(WCM)との間で仮想主記憶方式と同様の制御を行うことにより、実装されている実制御記憶(8K語以下)の容量に関係なく、8K語以上の制御メモリを備えているかのようにマイクロプログラミングできる。この仮想制御記憶方式採用の目的は、(1) ROMの障害に対する代替として、WCMでモジュール単

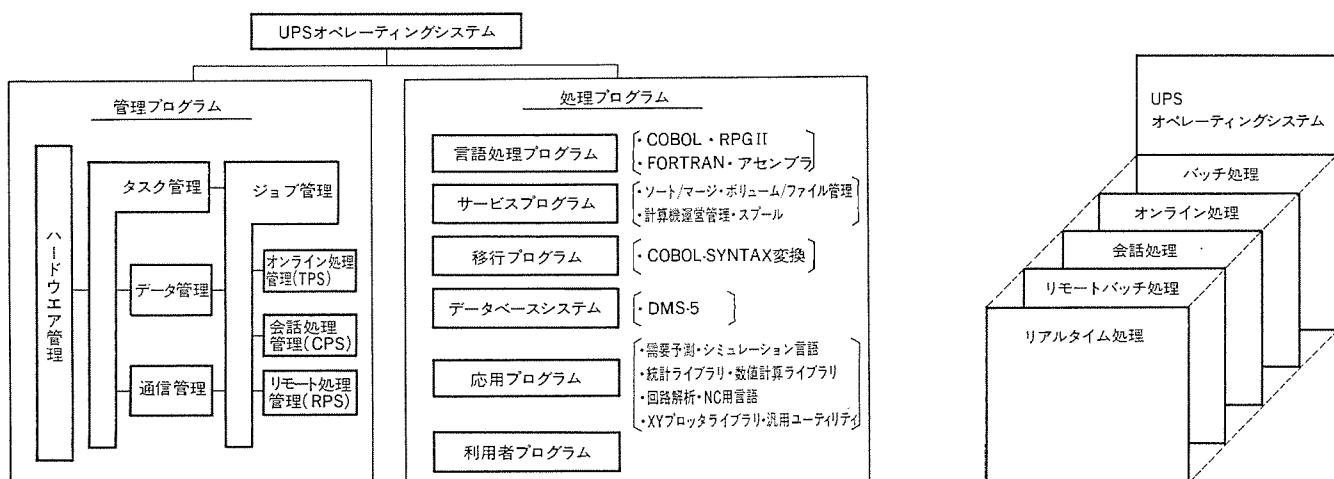


図3. ソフトウェア構成図

図4. 5次元多重処理

表 2. 《MELCOM-COSMO》500 本体部諸元

分類	項目	内容
記憶装置	記憶素子	N-MOS LSI(4Kビット/石又は16Kビット/石)
	記憶容量	最大 512KB
	増設単位	32KB又は64KB
	サイクルタイム	800 ns
	読み出幅	32+7(ビット)
	自動誤り訂正	1ビット誤り訂正, 2ビット誤り検出
	停電保護	バッテリオプション
演算制御	論理素子	シットキ TTL, LS-TTL, LSI, MSI, SSI
		マイクロプログラム(仮想制御記憶あり)
	制御方式	マイクロ命令長 32ビット+4パリティビット 標準4KW+オプション7KW (内ファームウェア機構4KW)
	命令合	命令語長 1, 2, 3, 4ワード
	命令数	183
	データ形式	2進演算(固定) 16ビット, 32ビット 論理演算(固定) 1~32ビット 2進演算(浮動) 32ビット, 64ビット 10進演算(可変) 16バイトまで
	アドレス方式	論理アドレス 直接, 相対, インデックス, 間接 物理アドレス 絶対, ベージマッピング
	はん用レジスタ	16(うちインデックス3)
	浮動小数点レジスタ	2
	命令実行速度	2進加算(RS形) 1.9s 浮動小数点加算 12.8s(6.3s) ()内FPP付で 浮動小数点乗算 32.9s(8.4s) 単精度の時
入出力処理装置	割込み	分岐 1.9μs 内部割込み 4MCK, PCK, SVC, カウンタ オーバーフロー 外部割込み 21
	メモリ保護	ページ(2KB)単位のアクセス保護, 書込み保護
	形式	CPU内蔵形(除SIA)
	制御方式	CPUマイクロプログラム(チャンネルDAT機構内蔵)
種類	ディスクファイル 入出力処理装置 (IFA)	1本 850KB~1.2MB/s 1~2ストリング/本 8スピンドル/ストリング
	高速入出力処理装置 (SEL)	2本 各1MB/s 8コントローラ/本
	多重入出力処理装置 (MPX)	1本 100KB/s 32サブチャンネル
	回線制御処理装置 (ICA)	1本 10KB/s 24又は32回線(半2重の時)
	ダイレクト入出力機構 (DIO)	1本
	システムインターフェース 機構 (SIA)	1本 最大1.1MB/s MELCOM 70入出力装置接続用
	メモリ共有機構 (CMA)	1本 (2MB/s) コモンメモリ接続用

位にバックアップが容易である、(2)最小のWCM容量で幅広い機能のマイクロプログラムを実行できる(低コスト化)、の2点である。特に後者の性質は、マイクロプログラム開発時にROM部のマイクロプログラムを事前にWCM上でデバッグできること、また単に開発時点だけではなく、マイクロ診断ルーチン、関数ルーチン、OSのファームウェア化等の高いレベルのファームウェアを構築してゆくのに有効な手段を提供する。

4.2 主メモリ

図5に16Kビット/石のLSIをとう(搭載した主メモリカード)を示す。LSI化と1ビット誤りの自動訂正機構により、高信頼化、小形化、低消費電力化を実現した。また従来の4Kビット/石のLSIを搭載した主メモリカードも使用できる。

4.3 高速浮動小数点演算機構(FPP)

技術計算、リアルタイムシステムでの高速の浮動小数点演算を必要とする

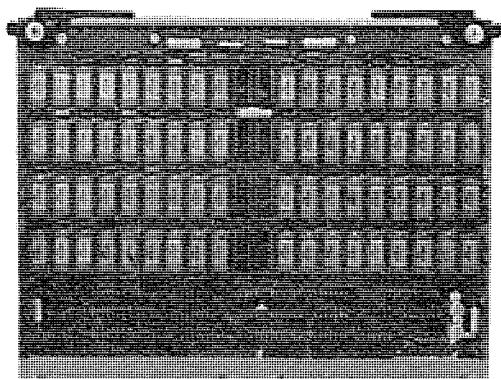


図5. 主メモリカード(16Kビット/石のN-MOS LSI搭載)

場合のオプションであり、CPUとは別のROM制御による内部データ幅32ビットの独立の演算装置である。CPU(主演算装置)のマイクロプログラムにより起動されたFPP(副演算装置)のマイクロプログラム(マイクロ命令長48ビット)がCPUと独立に動作し演算結果をマイクロ命令割込みによってCPUに返す方式をとっており演算装置(制御メモリ)の階層構造を実現している。またエラー検知能力を充実させ信頼性を高めるため、FPPがIDLEの場合、マイクロ診断プログラムが常時走行し、エラーは演算結果の報告と合わせて行う独自の方式を採用している。このハードウェアは、倍長精度の演算に対して高速化の効果が大きい。

4.4 システムインターフェース機構(SIA)

この装置は、《MELCOM》70のプログラム制御チャネルとDMAチャネルに接続される制御装置及び装置を《MELCOM-COSMO》500に接続するものである。この装置はCPU内蔵形ではなく、《MELCOM-COSMO》500のダイレクト入出力機構経由で起動されたあとは、独立に主メモリとのデータ転送を制御する。アナログ入出力、デジタル入出力、パルス入出力の計測機器等を、プロセス入出力制御装置を介して《MELCOM-COSMO》500に直結する場合に使用される。

4.5 ダイナミックチャンネルアドレス変換(チャンネルDAT)

入出力チャネルには、この機能が標準装備されており、主メモリの実アドレス領域で、連続しない領域とのデータ転送、チャンネルプログラムも同様に連続しない領域に用意することが可能であり、OSのオーバヘッド低減の効果がある。

5. システムの特長⁽²⁾

《MELCOM-COSMO》500の特長の中で、書き込み可能制御記憶-WCM-(ファームウェア機構)はマイクロプログラミング技術を駆使することにより以下に示す多くの応用を実現することができる。

- (1) エミュレーション: 他機種との互換性の維持
 - (2) 性能の向上: 実行処理時間の高速化
 - (3) システムプログラムへの応用: OS等のオーバヘッドの減少、OS構造の簡単化
 - (4) 特殊システムへの応用: 高速処理が要求される画像処理システムなど
 - (5) モニタリング: システムの性能評価情報の収集
 - (6) マイクロ診断: RAS性能の向上
- #### 5.1 ファームウェア機構
- (1) 語長及び容量 1語=32ビット+4パリティビット
最大4KW(1KW単位に増設可能)
 - (2) マイクロプログラムのローディング方式

機械語命令である LCM (Load Control Memory) により指定した主メモリのアドレス (MA) より指定ワード数 (WC) のマイクロプログラムを、WCM のアドレス (CA) からロードする。ロード後はエンティアアドレス (EA) で示す番地の制御メモリ (ROM 又は WCM) 上のマイクロ命令に制御を渡す。ローディング時のオーバヘッドは無視できないので通常は IPL 時にロードされる。なお、マイクロ診断時には、診断プログラムをマイクロ命令により外部記憶装置より直接 WCM にロードでき、ハードコアの減少を図っている。

(3) フームウェアルーチンへの制御の渡し方

(a) 新規命令追加方式: 《MELCOM-COSMO》500 の不正命令である命令コードをフームウェアルーチンに割り付ける。オーバヘッド時間が短いので、実行時間の比較的短いフームウェアルーチンに向いている。

(b) FIRM 命令による方式: 機械語である FIRM 命令のサブコードの指定により、対応するフームウェアルーチンに制御を渡す。オーバヘッド時間が大きいので比較的実行時間の長いフームウェアルーチンに向いている。

5.2 エミュレーション

従来から利用されている《MELCOM》70, 80 シリーズの計算機を、新しく開発された《MELCOM-COSMO》シリーズの計算機にリプレースする場合、ソフトウェアの互換性をいかにして保つかという事が重要な課題になっている。エミュレーションとは、ある計算機のうえで他の計算機のシミュレーションをマイクロプログラムによりハードウェア化して実現する技術であり、上記問題の最も有効な解決策であると考えられる。

5.2.1 《MELCOM》80/31 エミュレータの特長

《MELCOM》80/31 エミュレータは以下に示す特長をもっている。

(1) 完全なインテグレーテッド形エミュレータ

マルチプログラミング機能をもつ OS のもとで動作するような中形以上の計算機において、エミュレータの実行が他のユーザジョブに対して何らかの制限を加えることは許されない。したがって OS のもとで、単なるユーザジョブとして動作するようなインテグレーテッド形エミュレータが望ましい。《MELCOM》80/31 エミュレータは、《MELCOM-COSMO》500 の OS (UPS と呼ぶ) のもとで他の《MELCOM-COSMO》500 のユーザジョブに何ら影響を与えることなく共存して動作し、《MELCOM》80/31 の OS (AOS と呼ぶ) の下で動作するユーザジョブをそのまま《MELCOM-COSMO》500 のうえで実行することができる。このエミュレータの概念図を図 6 に示す。

(2) マイクロプログラムを有効に利用した高速エミュレータ

エミュレータを実現する場合に、ハードウェア、マイクロプログラム、ソフトウェアの比重のおき方が方式設計の重要なポイントとなる。ハードウェアの増加は高速性が期待できるがコスト高になるし、ソフトウェア主体とすれば実行速度の点が問題となる。その点、マイクロプログラム主体とすれば、速度は十分期待できるし、近年の ROM, RAM の低コスト化により、制御記憶の追加が容易であるなどのメリットがある。更にマイクロプログラムのフレキシビリティにより、仮想計算機への可能性も含んで

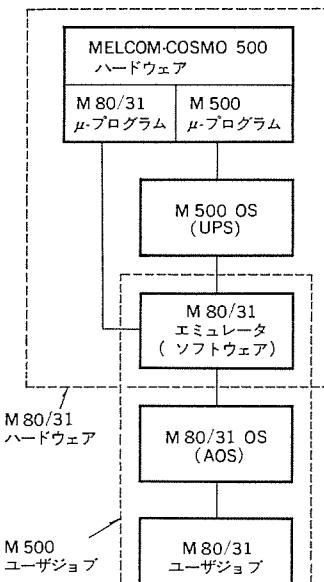


図 6. インテグレーテッド形エミュレータの概念図

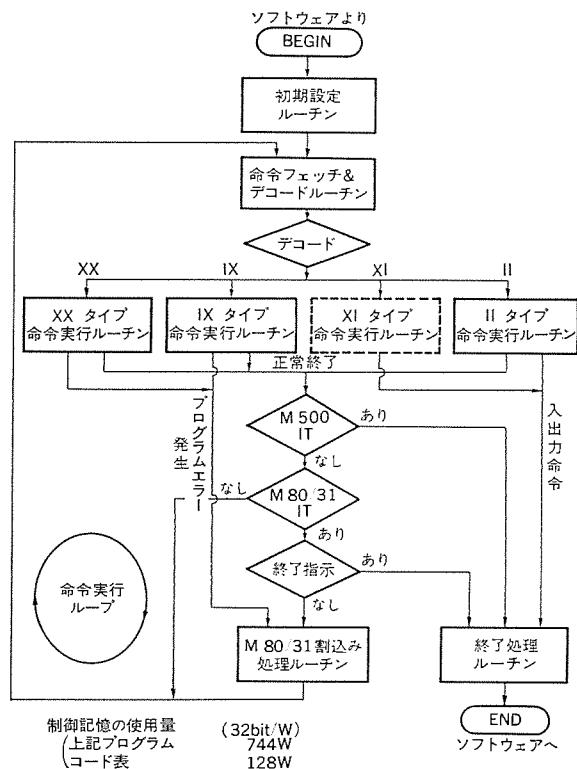


図 7. マイクロプログラムの構成

いて、エミュレータの実現手段として最適と思われる。《MELCOM》80/31 エミュレータの開発にあたっては、通常の《MELCOM-COSMO》500 のまで一切のハードウェアの追加を行わず、《MELCOM》80/31 のハードウェア動作、すなわち命令のフェッチ、デコード、各命令の実行（入出力命令を除く 38 命令）、及び割込みチェック、割込み処理をすべてマイクロプログラムで実現している。（図 7. 参照）ただし、入出力命令（14 命令）は、入出力動作を OS の管理下で行う必要があるため、OS のデータ管理機能を利用してシミュレートしている。

(3) 入出力装置の同時独立動作の実現

入出力動作のシミュレーションにおいてハードウェアの同時性、すなわち入出力動作は CPU 動作と並行して行われ、動作の終了を割込みによって知らせるという機能をどのように実現するかが問題となる。《MELCOM》80/31 エミュレータでは UPS のマルチプログラミング機能を利用し、入出力動作等のハードウェアとして同時に動作する部分を別タスクとして構成している。（図 8. 参照）これらのタスクは、他のタスク又は OS から起動されると、他のタスクとは並行して同時に動作できるため、《MELCOM》80/31 での動作と全く同じ状態が実現される。したがって割込み機能を有効に使ったようなプログラムでも正常な動作が可能である。

5.2.2 エミュレータの性能

エミュレータの性能を命令の実行速度で比較すると、レジスタ演算命令では 2~10 倍、キャラクタ、十進演算命令では 1.5 倍程度高速化されている。またコマーシャルミックス値は《MELCOM》80/31 が 41.3 μ s であるのに対してエミュレータでは 27.6 μ s という値を得ている。

このエミュレータはバッチ処理を対象としているが、事務処理ではオンラインシステムが主流になってきている事から、今後の課題として、各種端末装置をもサポートもするものに発展させることが必要と思われる。

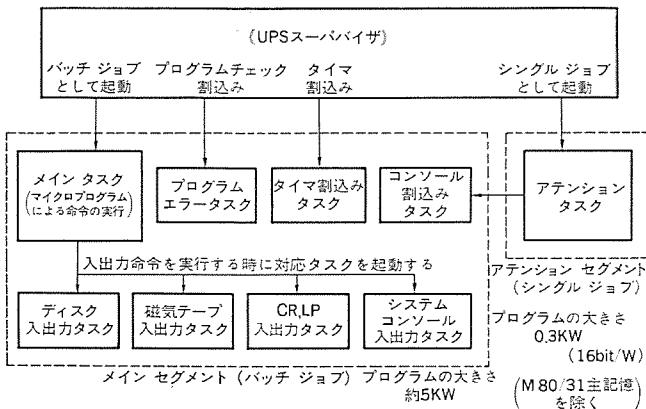


図 8. ソフトウェアの構成

表 3. 性能向上の 1 例

	ファームウェア対象	ファームウェア対象部分		プログラム全体の実行時間
		使用語数	実行時間	
コンパイル時間の性能向上	FORTRAN コンパイラの一部	74(W) 49(W) =1.510	0.166	ケース a 0.701
実行時の性能向上	FORTRAN 関数ルーチン SIN/COS	127(W)/181(W) =0.702	0.213	ケース b 0.628 ケース c 0.468 ケース d 0.975 ケース e 0.447 ケース f 0.772 ケース g 0.536
	FORTRAN 関数ルーチン SQRT	79(W)/132(W) =0.598	0.202	

使用語数の分子はマイクロ命令(32ビット)で実現した場合のステップ数、分母は機械語(16ビット)で実現した場合のステップ数。実行時間は、機械語で実行した場合の値を1,000としたときのファームウェアの実行時間である。値の小さいもの程、性能が向上していることを示す。

5.3 性能向上

ファームウェア化は、システムの性能向上を比較的容易に実現できる手段であるが、その効果はファームウェア化による高速化率とその部分の実行頻度の積で決まる。システム性能を真に向上させるためには十分にシステム分析を行い実行頻度が高く機能的にまとまった部分をファームウェア化すべきである。この基準に基づいてFORTRANコンパイラの一部及びFORTRAN関数ルーチンの一部をファームウェア化した場合の例を表3.に示す。この表より分かるようにファームウェア部分についてみれば命令フェッチの削減、CPU内部レジスタの使用、並列演算処理等により2~5倍の高速化が達成されている。プログラム全体では、ファームウェア化部分の実行頻度により大きく変化するが、1.1~2倍の性能向上となっている。

5.4 マイクロプログラムサポートシステム

ファームウェアの生産性は一般にソフトウェアに比べ著しく低い。これを解決するためにマイクロプログラムのコーディングからデバッグ及び資料作成までをサポートするマイクロプログラムサポートシステムを開発した。このシステムは下記の5つの機能より構成されている。システム全体の構成図を図9.に、マイクロプログラム例を図10.に示す。

- (1) エディタ(EDIT)：マイクロプログラムのソース文を編集する。
- (2) アセンブラー(ASEM)：ソース文を解析し、シンボリックコードをビットパターンに変換し、アドレス割付けを行う。
- (3) 媒体変換(CPGN)：アセンブル結果をオブジェクトカード又は、ROM工作情報として紙テープに出力する。
- (4) フローチャータ(MICROFLOW)：ソース文をシーケンスの流れに

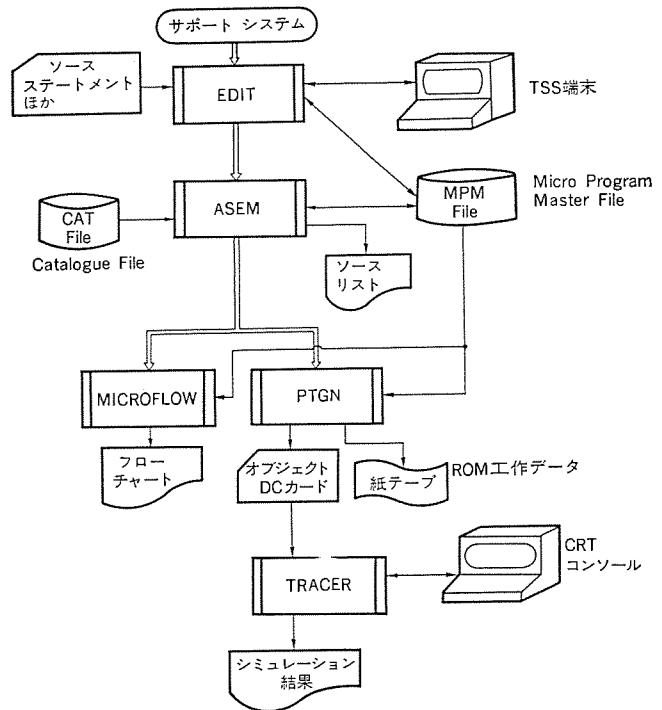


図 9. マイクロプログラムサポートシステムの概略構成



図 10. 《MELCOM-COSMO》500 マイクロプログラム例

沿って編集し、フローチャートを自動作成する。

- (5) トレーサ(TRACER)⁽³⁾：マイクロプログラムのトレースをOSの上で、CRTを介して会話形に行う。マイクロオペレーションの実行が直接モデル500ハードウェアで行い、シーケンスコントロール動作のみソフトでシミュレートしている点に特長がある。

6. むすび

以上に《MELCOM-COSMO》500システムのハードウェア、ソフトウェアの特長を説明した。このシステムは中~大形機並みの豊富な機能を持つとともに、最近計算機システムに要求されている専門要員の解消、維持費の低減及びユーザのソフトウェア開発の手間と労力の低減を解決するよう努力しており、小~中規模の計算機システムとして威力を發揮している。

参考文献

- (1) 曽我ほか：MELCOM-COSMOシリーズモデル500、三菱電機技術、49, No. 5 (昭50)
- (2) マイクロプログラム制御記憶を仮想化したCOSMO 500、日経エレクトロニクス、No. 113 (昭50)
- (3) 中型汎用計算機のマイクロプログラムトレーサを開発、日経エレクトロニクス、No. 153 (昭52)

《MELCOM-COSMO》500販売管理システム

吉村慶嗣*・片岡信弘**・大島治***・藤平孝行***・桐渕信男***

1. まえがき

《MELCOM-COSMO》500 を用いた販売管理システムの1例として兵庫三菱自動車(株)グループのオンラインによる販売管理システムを以下に説明する。

2. システム導入の経緯

兵庫三菱自動車販売(株)グループ(以下兵庫自販と呼ぶ)は、三菱自動車販売(株)の兵庫県一円の乗用車販売(ギャラン、ランサー、ミニカ等)の特約販売会社であり、全国の同様の会社のなかでもトップクラスである。この兵庫自販は神戸を中心とする兵庫三菱自販(株)、姫路を中心とする姫路三菱自販(株)、西宮を中心に阪神三菱自販(株)の3会社から成り拠点数は約20カ所である。

兵庫自販の電算機導入の経過は昭和44年12月に《MELCOM》3100/20T(以下M-3100/20T)を導入し営業・経理システム(車両管理、販売促進管理、手形管理等)を主体に推進してきたが部品、サービス部門の合理化をはかるべく電信電話公社のオンラインシステム“DRESS”の導入を検討し昭和49年3月にオンラインシステムのサービスを開始した。DRESSシステムは19端末(タイプライタバッファ付き)を設置して県内を姫路三菱自販ブロックと兵庫三菱自販、阪神三菱自販ブロックの2つに分けて部品の在庫問合わせ、納品書発行、請求書発行等またサービス部門での修理納品書発行、請求書発行等のサービスをオンラインで行ってきた。

また営業システムのポイントである販売促進管理は、県下の乗用車約80万台の情報管理・分析を行ってきたが昭和49年4月に三菱自販のパッケージ“VIVA”システムの移行によりM-3100/20Tから切り離した。このため兵庫自販のシステムは

- (1) 部品、サービスシステム………電信電話公社“DRESS”利用
- (2) 営業販売促進管理システム…三菱自販パッケージ利用

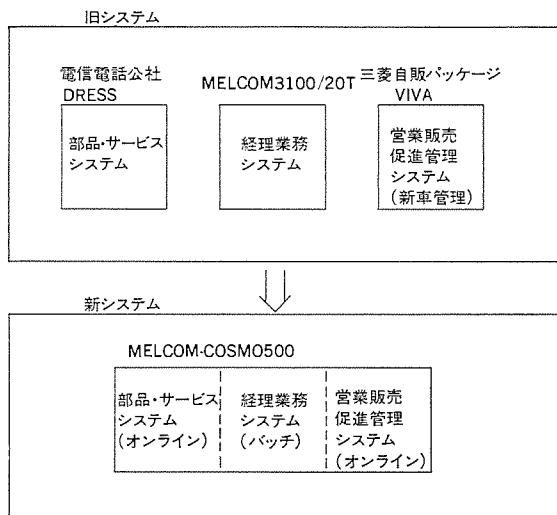


図1. 旧システムと新システム

(3) 経理業務主体システム…………設置 M-3100/20T 利用の3本立てで運営されてきた。

その後、兵庫自販グループでは、全体的にこれら3つのシステムを

- (1) 総合経費面での再検討。

- (2) オンラインシステムの改修、新規発生等の変化。

- (3) 兵庫自販グループ内のデータ一元化。

- (4) 販売促進システムの利用状況変化。

などの面から検討を行い、3システムの統合化、効率化をねらって中形電算機の導入を検討した結果《MELCOM-COSMO》500システムの採用となった。

3. システムの構成

3.1 ソフトウェア及びハードウェアの構成

このシステムのハードウェア構成を図2に示す。また末端の設置場所は兵庫県内12カ所で、データの伝送は200BPSの特定回線を利用して行っている。この状況を図3に示す。

オンライン業務は朝9時から夕方6時までサービスし、オンライン業務終了後はバッチ業務だけを行っている。オンライン業務プログラムは各業務ごとに存在し、また業務用マスタファイルも複数個存在する。オンライン処理プログラムは、端末ごとにその業務に応じたプログラムが始動されマスタファイルの検索、更新及び端末への伝票発行を行っている。TPS(Telecommunication Processing System)はこれら多数のアプリケーションプログラムを同時に動作させるため各種の制御を行っている。

3.2 オンライン業務の内容

アプリケーションシステムは以下に述べる3システムに分けられる。

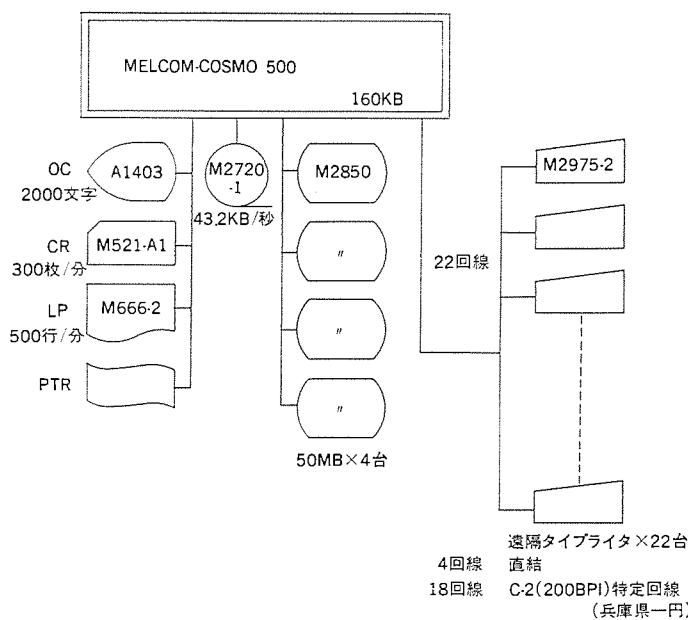


図2. ハードウェア構成図

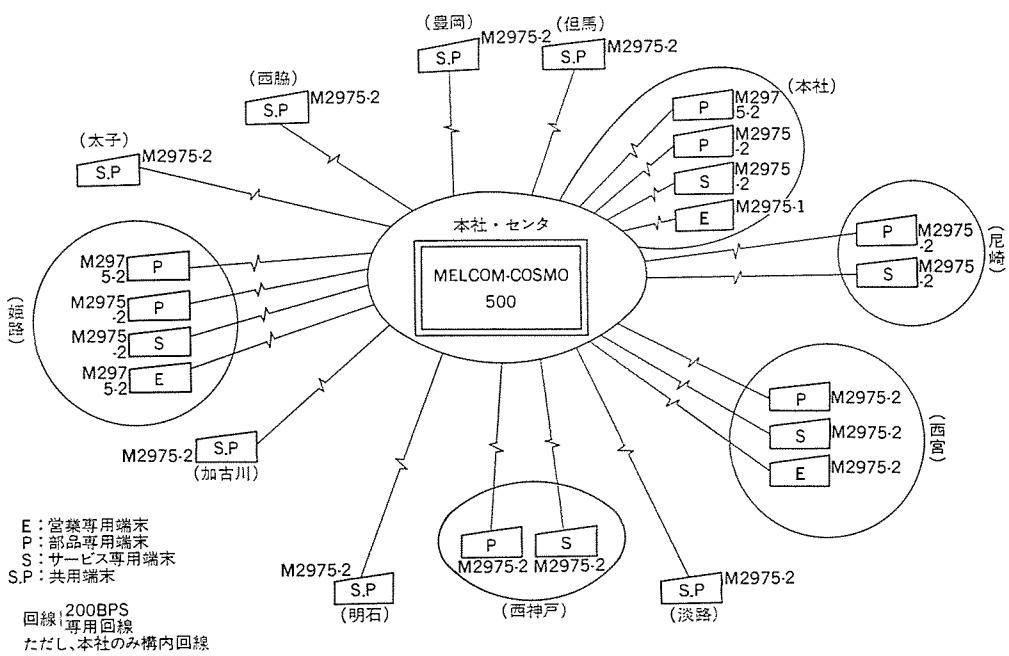


図 3. オンライン ネットワーク 図

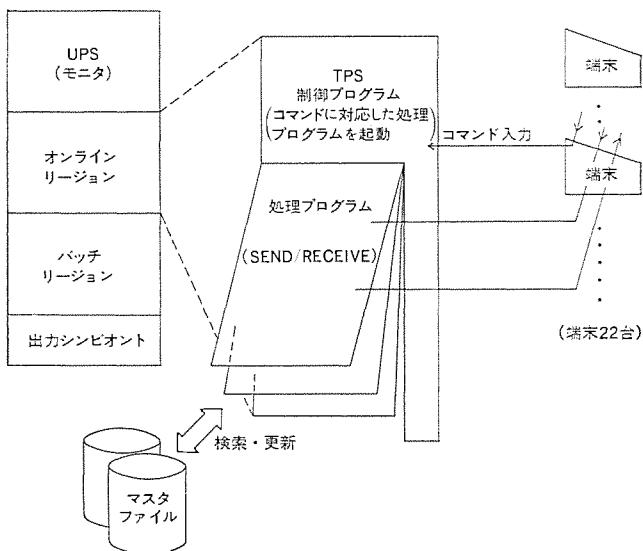


図 4. ソフトウェア 構成図

(1) 部品システム

社内 ユーザ (新車の整備に使用する部品、その他社内で使用する部品等) 及び一般 ユーザ が部品を講入する場合、営業所では部品コード・出庫数を入力電文用紙に書込み、オペレータ がその電文を入力する。入力された電文は計算機 センタ で処理され、ユーザコード・部品コード・在庫数などがチェックされる。計算機 センタ で部品の売価・原価などの計算が行われ、売上データが得意先 マスタ に書込まれると同時に、各部品の売上個数だけ部品 マスタ より引き落とされる。これとともに端末へは納品書が発行され必要な部品が ユーザ へ出庫される。この時、部品ごとに適性在庫個数のデータが マスタ 上に持たれており、その在庫個数を切ると警告マークが伝票上に出力される。通常部品は数ヵ月間の実績売上個数から割出した量が定期的に仕入れられるが、警告マークの出力された部品については緊急に仕入れられるか、又は他の営業所から部品が転送されて会社全体としての適性在庫が保たれている。

請求書発行の前日には得意先 マスタ 月次処理で売掛コードに対する

前月繰越残、当月売上高が再編成され、翌日の締切日請求書発行に備える処理がバッチでなされる。当日 オペレータ が請求書要求電文を入力すると、その営業所が管轄している全 ユーザ の請求書全件が出力される。

出力された請求書は一般 ユーザ に郵送される。ユーザ から払い込みがあるとユーザコードと入金金額が入金入力電文用紙に書込まれ オペレータ により入力される。アプリケーション プログラムはユーザコードなどのチェックを行ったあと入金データを該当する得意先 マスタ 上に書込む。このように部品の売上げから請求・入金までの循環がすべて現場でコントロールされるため複雑な業務体系が一本化され、少人数での運営が可能になっている。

(2) サービスシステム

サービスシステムとは車の修理を行うことで発生する業務を処理するシステムを示し、修理には有償と無償の工事がある。前者は主に法令点検・車検・事故などの修理を行う工事で、後者は新車・中古車の販売にあたって納入点検・1,000km 点検などのアフターサービスの修理等を行う工事である。

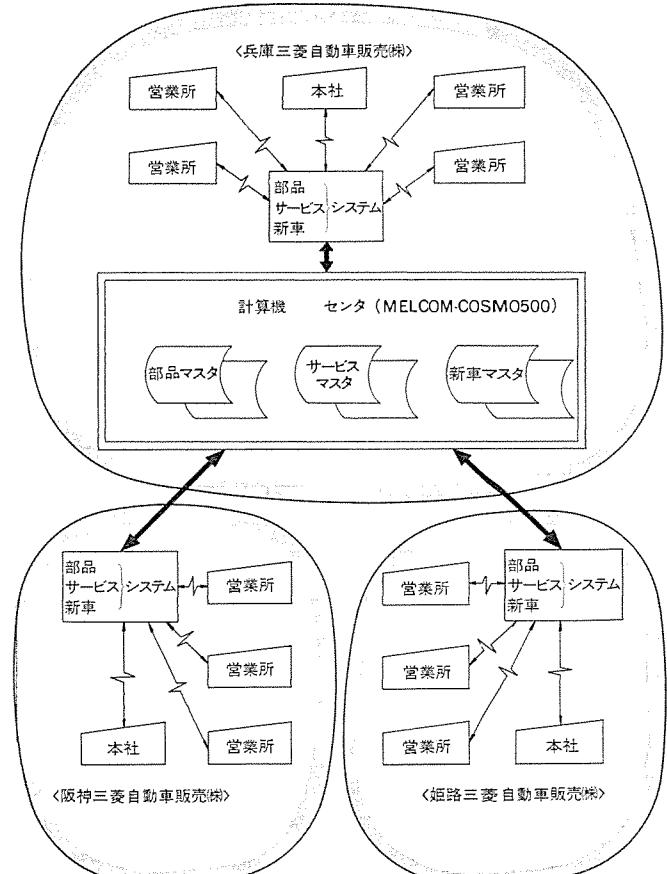


図 5. システム 構成図

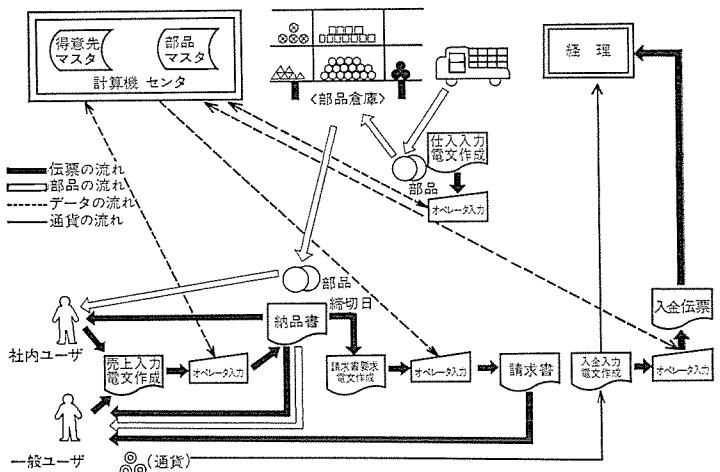


図 6. 部品システム図

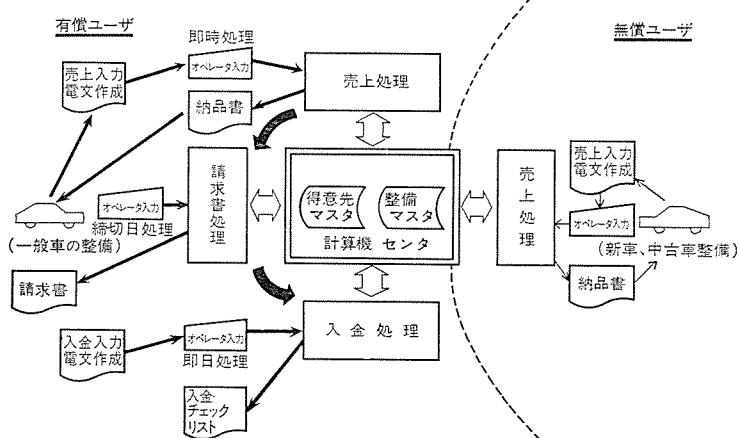


図 7. サービスシステム図

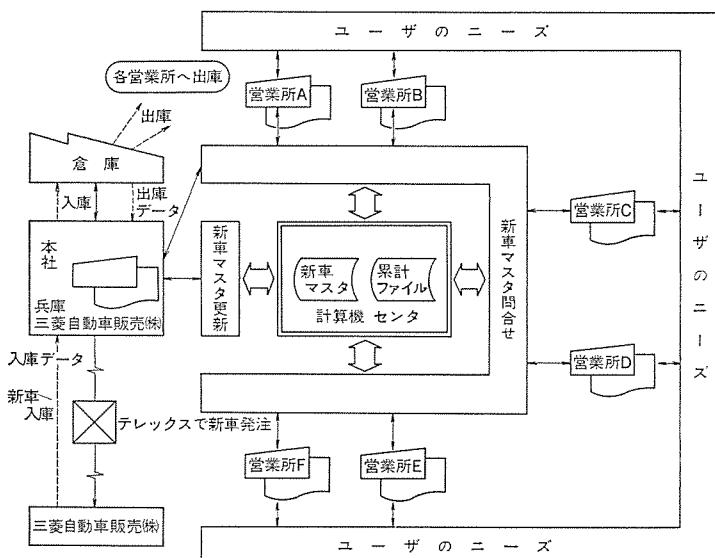


図 8. 新車システム図

れる。

請求書発行及び入金処理は、ほぼ部品システムと同様な作業を行って処理される。無償ユーザ(無償工事)の処理事態は有償の場合と変わらないが、売上金額がゼロのため請求書発行・入金処理が行われない点が異なっている。

(3) 新車 システム

新車システムは現在販売している車種を型式と色をキーとした新車マスタで入庫予定台数・予約台数・在庫台数・登録台数などを管理しているシステムである。新車の購入はすべて兵庫自販社からのテレックスによる発注で行われるが、それと同時に入庫予定台数を新車マスタに書込む。この時点で向こう1ヵ月間の型式と色別の登録可能台数が各営業所より問合せが可能になる。登録可能台数とは現時点での在庫と入庫予定の和を予約で差引いた台数で、これを問合せることによりセールスマンはユーザのニーズにあった車種が直ちに手に入るか、又は数ヵ月先でないと入手できないかの情報をつかむことができる。セールスマンはユーザから注文のあった車種が出庫できる状態にある場合は、その車を予約して登録可能台数を減らす。(その後の処理として通常は各営業所部課コードで新車マスタへの売上登録処理が行われる)

したがって、セールスマンは現在どの車種が何台売れるかが即時に判明できるためセールスがスピードに行える。また、登録処理により車種ごとの売上台数及び人気のある車種がわかり、更にこれらデータより適性在庫調整が行え、在庫による金利の経費が削減できることも大きなメリットである。

3.3 運転形態

（1）オンラインシステム運転

《MELCOM-COSMO》500 でのオンライン立上げは普通のバッチジョブを始動させるのと同じオペレーションで行われる。運転に際してオンラインサービスのスタートとストップ以外、オペレータが介入することは特に必要ない。

(2) 目次処理

オンラインシステムを円滑に運転するには、オンラインに付帯するバッチ業務が必ず(須)となる。このバッチ処理により、オンラインでのファイルの検索・更新を最小限におさえ効率のよいシステムになっている。

日次処理では、各システムのアプリケーションプログラムが出力しているユーザジャーナルに基づいて、日計表ファイルを作成している。これにより翌日オンラインでの現場からでも問合せが可能な状態にしておくことができる。

また上記以外に各マスタの当日項目エリアを初期設定して翌日に備えている。その他の処理として、システムダウン対策を考慮しマスタファイル類のセーブ及び月報データとなるジャーナルの保管が日次処理の重要な業務として存在する。

(3) 月次机理

月次処理は主に請求書関係のファイル更新及び生成を中心にマスタ当月項目エリアを初期設定する業務である。これは、1ヵ月間のジャーナルデータより各システムの管理資料を作成し現場にフィールドバックしている。

(4) システムダウン処理

システムダウンには、モニタ・TPS・ハードウェアなどの障害が考えられる。何らかの障害が発生しシステムがストップしてオンライン再立ち上げが必

要になった場合、オペレータは次の処理を行う。ユーザジャーナルは、各種の日計表・月報などのデータ源であるため1件でも失うことは許されないため、まずジャーナルのセーブを行う。もし、誤ってオンラインを立上げてもユーザジャーナルを保護する対策が講じられているためオンラインを立上げることはできない。

マスタファイルの回復としては、TPS下でのシステムダウン時にはTPS自身の機能が働くようになっている。また、モニタ及びハードウェアのダウンにおいては、オンラインプログラム内のファイル更新をすべてプログラム終了直前に行っているため、もし、ダウンが発生してもプログラム実行中あるいは終了後でもマスタファイルに矛盾が発生しないようになっている。

4. システムの開発方式

4.1 TPSの概要

TPSはM-500はん(汎)用コンピュータ上で、顧客が各種のオンライン処理システムを容易に実現できるよう、『MELCOM-COSMO』500利用者に対して提供される汎用オンラインパッケージである。TPSの適用分野としては、公共企業体、製造業、サービス業、流通業等の広範囲にわたっている。TPSの主な特長を挙げると次のとおりとなる。

(1) 柔軟な適用性

TPSシステムを作り上げるための選択要素が数多くあり、利用者が自由に選択して最適システムが構築できる。

(2) 多様な処理形態

会話、問合わせ、データ集配信、メッセージ交換などの多様な処理形態が可能である。

(3) 処理プログラムの作成が容易

処理プログラムをCOBOLでコーディング可能である(COBOL通信機能が使用できる)。

(4) 優れた回復機能

オンライン運転中の各種障害に対し、迅速に回復できるように、オンライン回復、ディスク回復の2つの回復レベルを提供している。

更にアプリケーションプログラムのためにバッチシミュレータが用意されており、バッチジョブでアプリケーションのデバッグを行うことができる。

このシステムの開発にはTPSのこれらの機能をフルに用いたため、非常に能率よくシステムの開発が行われた。

4.2 アプリケーション開発

オンラインアプリケーションプログラムのシステム仕様は、DRESSでの入力・出力電文及びファイル内容をほとんど変更せずに作業を進めることができた。システム開発にあたって、DRESS使用時での改良事項や希望等を現場より聴取して、今回のアプリケーションに取り入れられる項目は組込む方法をとった。アプリケーションプログラムは、次の点を考慮して仕様を決めている。

(1) ファイルの個数

1つのプログラムが使用するファイル数によっては、オープン時のオーバヘッドタイム及びバッファエリアが問題になる。

(2) ファイルの更新

システムダウン対策の一環として、プログラムの終了直前に行うようにプログラム構造を考える。

(3) 端末バッファエリア

端末バッファエリアを有効に使用して、端末に対する出力回数を減らして余計なプログラムロールインアウトのオーバヘッドタイムをなくす。

(4) ファイルのシェア

プログラムには、更新あるいは問合わせするプログラムがあるが、同一ファイルを共用して同時に動いたときの効率を考えたファイル使用を行った。アプリケーションプログラムのデバッgingには前述したバッチシミュレータを有効に利用した。このバッチシミュレータは次のような項目のテスト特に威力を發揮した。

(1) 入力データに対して仕様と異なった出力を得る。

(2) 10進演算障害がある。

(3) 出力伝票が仕様通りでない。

(4) プログラムが異常状態で終了する。

バッチシミュレータで一応のチェックが終わっても、単体としてのオンライン下でのプログラム実行時間(応答時間)、複数システムが同時に動いたときのファイルのシェア等、実際にオンラインプログラムとして動かし最終テストを行う必要がある。この時オンライン運転中にアプリケーションプログラムの入替えが可能であるため、他のシステムのテストに影響を与えることなく問題のプログラムの修正・変更・テストを繰り返し行うことができる。これによりプログラム開発の時間を大幅に短縮することができた。

5. 今後の課題

TPS側の今後の課題としては、下記の項目がある。

(1) レスポンスタイム

現在は、入力電文送出後、伝票発行を開始するまで平均2~3秒を要している。このレスポンスタイムはDRESSシステムに匹敵している。しかし、今後更に端末の増設が予定され、処理量の増大も予想されるので、TPSの処理能力を超えないよう慎重にシステムのグレードアップを図る必要がある。

(2) 操作性の改善

DRESSシステムに比べて、まだ幾つかの点で操作性が劣っており(例、各種警告電文が英字で出力される)、また、センタでのオンライン運転の操作性も改善する余地があると思われる。

また、アプリケーション側の今後の課題として、下記の項目がある。

(1) 新設営業所の増設に対する営業所コードの見直し、及びマスタファイルの変更によるプログラム修正。

(2) 新車を車体ナンバーで管理することの実現。

(3) 各システムごとに端末処理シーケンスナンバーを付ける。

6. むすび

このシステムは昭和52年6月本稼動を開始したが、現在1時間あたり800件程度のトランザクションを処理しており、またレスポンスタイムは3秒程度で、この規模のコンピュータとしてはかなりの性能を発揮している。またシステムの一元化により総合経費での大幅コストダウンをはじめとし各種の効果を十分に発揮している。運営サービス面(運転時間帯、端末操作性、レスポンスタイム等)でも従来と変わりなく、総合的にみれば当初考えられていた以上の効果が得られたと考える。

《MELCOM-COSMO》500計測システム

森田 右*・川村暢明*・河井直毅**・平間 豊**・松井稔樹***

1. まえがき

東北大学におけるサイクロトロン加速器の設置に伴い、昭和52年3月、電子計算機《MELCOM-COSMO》500及び《MELCOM》70/35によるサイクロトロン放射線計測システムを納入した。

加速器を用いる研究では、電子計算機による計測の自動化、能率化が不可欠になっているが、このシステムでは単にデータ収集だけでなく、実験準備作業に対する配慮、データ収集時におけるモニタリング機能の充実を目指している。

以下に、システムの概要、ソフトウェア・ハードウェアから見た特長について記述する。

2. システム概要

この放射線計測システムは、データ収集用計算機系《MELCOM》70/35と、データ処理用計算機系《MELCOM-COSMO》500から構成されている。この両処理用計算機間は計算機結合されており、データ収集用計算機で収集された計測データは、データ処理用計算機系へ高速にデータ転送される。図1に概略構成を示す。

このシステムは、サイクロトロン加速器からの高計数率(10^3 cps~ 10^5 cps)、かつランダムなパルス列のパルス波高値を外部ADC (Analog to Digital Converter)を経由して、《MELCOM》70/35に接続されたMCA (Multi-Channel Analyzer)により収集し、グラフィックディスプレーで監視しながら、同時に《MELCOM-COSMO》500へ収集データを転送し、データ処理を行うシステムである。

すべての実験操作は、個々の実験室に設置されている操作パネルとグラフィックディスプレーを用いて行われ、各実験者の要求を同時並行処理することができる。

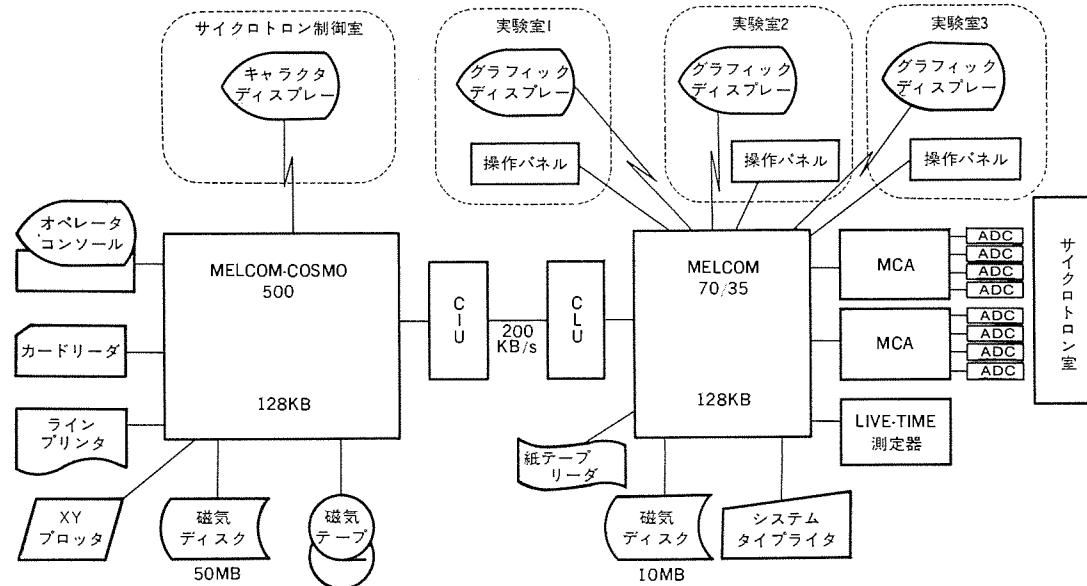


図1. サイクロトロン放射線計測システム概略構成

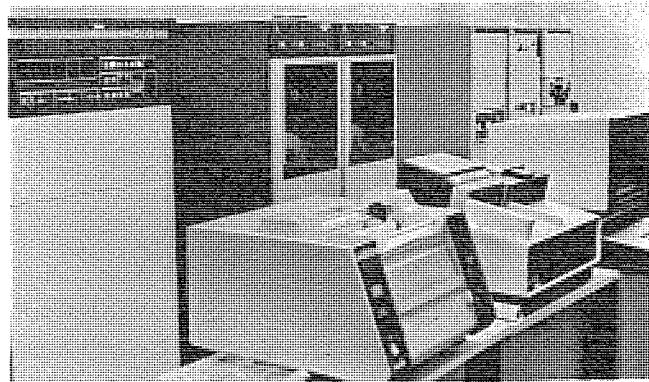


図2. データ処理室

すなわち

- ① Time of Flight (飛行時間法)
- ② Counter Telescope (カウンタテレスコープ)
- ③ In-Beam Spectroscopy (インビーム分光学)
- ④ β - γ Spectroscopy (β - γ 分光学)

などの実験の種類や、実験パラメータの設定、計測データの収集、データのモニタリングなどの処理モードとは無関係に、任意の組合せで同時に並行処理が可能である。

一方、《MELCOM-COSMO》500では、サイクロトロン加速器系制御、輸送系制御のために、制御パラメータの「計算」、過去の実験結果を参考にする「学習」、実験の履歴をとる「記録」をキャラクタディスプレーを用い、会話形式に指示することができるとともに、収集されたデータの解析、図形処理、及びプログラム開発などのバッチ処理が行われる。

3. 放射線計測ソフトウェア

サイクロトロン放射線計測ソフトウェアは、データ収集系とデータ処理系とに大別できる。《MELCOM》70/35では、データ収集系を担当し、《MELCOM-COSMO》500は、主にデータ処理系を担当する。ここでは、データ収集系、及びデータ処理系のソフトウェア構成と機能について記述する。

3.1 データ収集系ソフトウェア

データ収集系ソフトウェアは、RDOS (Real Time Disk Operating System) の下に動作し、15タスクから

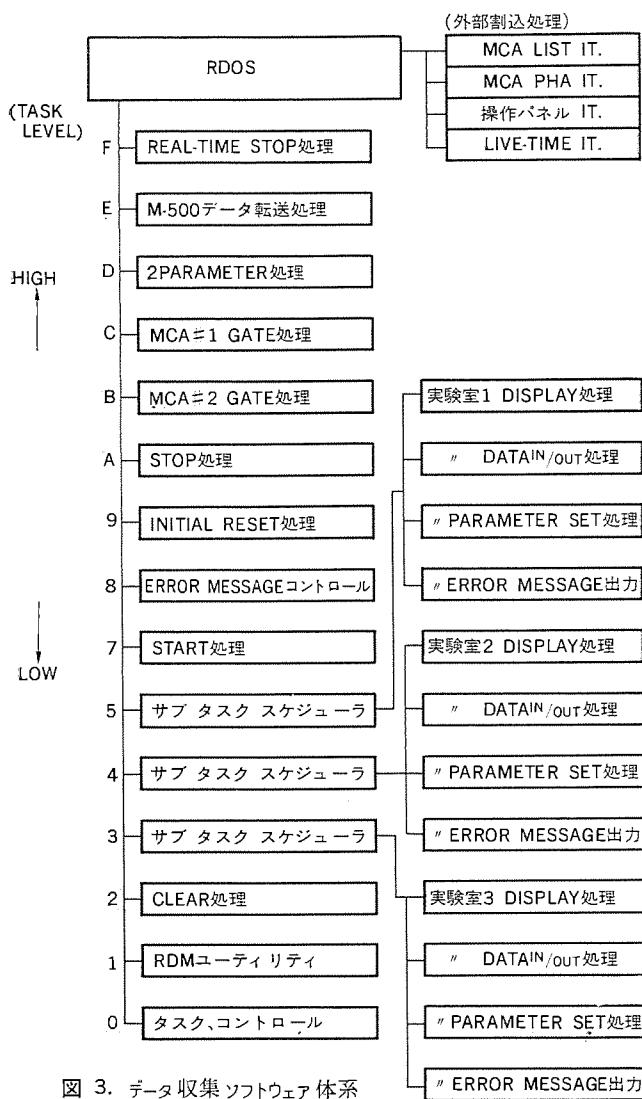


図 3. データ収集 ソフトウェア体系

なるマルチタスクプログラムである。(図 3. 参照)

このシステムでは、3カ所の実験室に操作パネルとストレージ形グラフィックディスプレーを設置し、実験室からデータ収集のための制御指示を中央のデータ収集処理装置に接続された MCA に出し、データ収集経過をモニタリングしつつ、実験を監視することができる。各実験室のこれらの処理を同時に処理し、あたかも実験者にとって計算機を占有して実験しているがごとく行うことができる。

MCA からのデータ収集方法には、PHA (Pulse Height Analysis) モードと LIST モードがある。PHA モードとは、MCA が外部 ADC からのデータをパルス波高値に対応したアドレスに変換し、主メモリに同一波高値の到来ごとに 1 を加算 (Add 1) し、スペクトラムを作成する。また、LIST モードは、外部 ADC からのデータをそのまま主メモリに読み込み転送する。それ故 LIST モードの場合、このシステムではリアルタイムに GATE 処理(注 1 参照)、又は 2 パラメータ処理(注 2 参照)を行い、主メモリ上にスペクトラムを作成しつつ、《MELCOM-COSMO》500 の磁気ディスク装置、又は磁気テープ装置へデータ転送し、格納する。

これらのデータ収集を行う際、統計的誤差を求めるために不可欠な LIVE-TIME 計測を外部 ADC 単位に行うことができる。

プログラム内のそれぞれの機能を起動するには、操作パネル上のプッシュボタンからすべて行うようになっている。ここでプッシュボタンに対応した機能を説明する。実験者は、これらの機能の組合せにより実験を進めていくことができる。(図 4. 参照)

(1) PARAMETER SET

実験を開始するに当たり、実験方法(注 3 参照)、収集モード、データチャンネル数、LIVE-TIME 計測などの設定をグラフィックディスプレーより会話形式を行い、外部 ADC、主メモリ領域の確保を行う。

(2) START

MCA に対し、データ収集開始の起動をかけるとともに、LIVE-TIME、REAL-TIME のカウントを開始させ、実験を始める。

(3) DISPLAY
主メモリ上に、PHA モードや LIST モードにおける GATE 处理、2 パラメータ処理によって作成されたスペクトラムをグラフィックディスプレー上に表示し、現在収集中のデータ蓄積量をモニタリングする。また、《MELCOM》70/35 磁気ディスクに格納されている過去に作成されたスペクトラムを主メモ

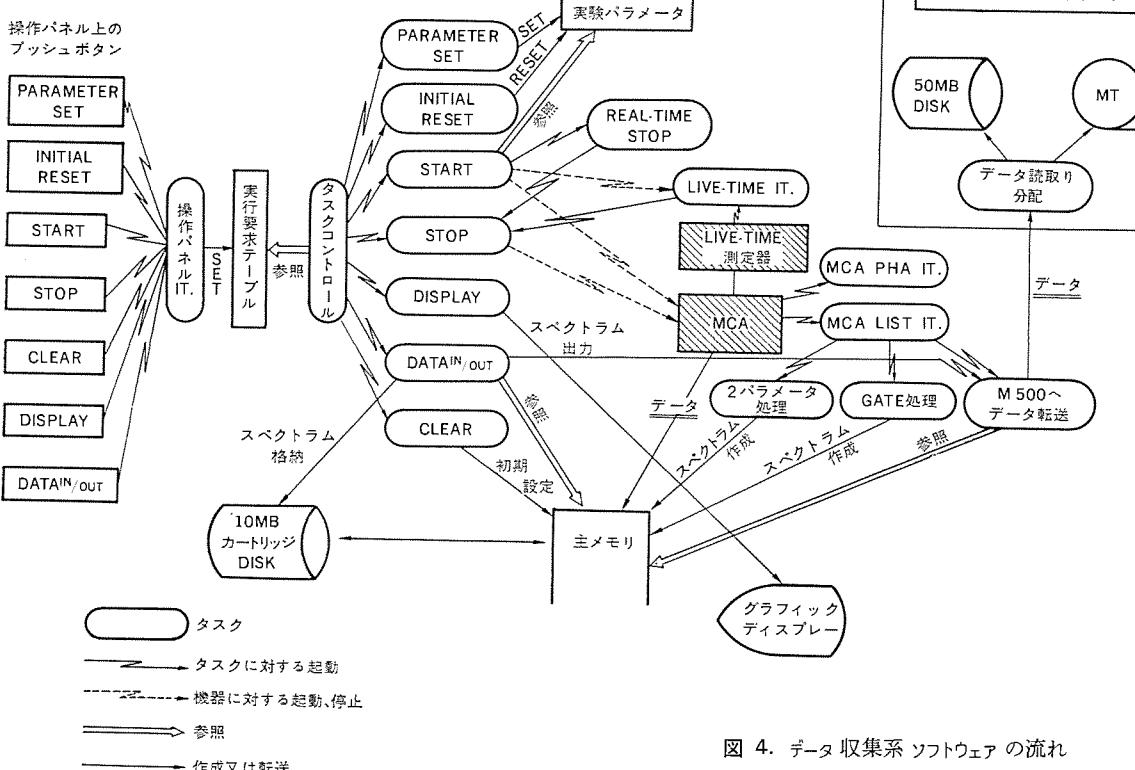


図 4. データ収集系 ソフトウェア の流れ

リにロードすることにより、現在のスペクトラムと比較することができます。

表示方法には、全スペクトラムをノーマライズして表示する、①全データ出力モード、指定したチャンネルとそれからのチャンネル幅によって表示

する、②FROM/TO モード、スペクトラムを 256 チャンネル単位にシフトして表示する、③シフトモード、指定したチャンネルから 80 チャンネル単位に数値で表示するカウントモードがあり、これらの表示は、Linear スケール、Log スケールの選択が可能となっている。

(4) STOP

MCA に対し、データ収集の停止を指令すると同時に LIVE-TIME を読み取り、特定のテーブルへ格納する。

(5) CLEAR

主メモリ上に作成されたスペクトラムを初期化し、それに対応した LIVE-TIME をクリアする。

(6) INITIAL RESET

PARAMETER SET で設定した各種パラメータのすべてを初期設定し、占有していた外部 ADC、主メモリ領域を解放する。

(7) DATA IN/OUT

《MELCOM》70/35 の主メモリ、磁気ディスク装置、《MELCOM-COSMO》500 の磁気ディスク装置間のスペクトラム転送を行う。

なお、START、STOP は、プッシュボタンによる起動の外に外部信号からの起動が可能となっている。

3.2 データ処理系ソフトウェア

《MELCOM-COSMO》500 UPS (Universal Processing System) の下にデータ収集系ソフトウェアで作成されたデータファイルを処理し、また、サイクロトロン制御室のオペレータと会話する。

(1) LIST モードで収集したデータの解析

FORTRAN 言語を用い、GATE 処理、又は 2 パラメータ処理を行い、《MELCOM-COSMO》500 主メモリ上にスペクトラムを作成し、図形処理を行う。

(2) スペクトラムの解析

PHA モード、及び LIST モード、データから作られたスペクトラムに対し、①ピークサーチ処理、②バックグラウンド差引き処理、③単一ピークに対する形状 fit 処理、などを行う。

(3) サイクロトロン制御室との会話

M-345 キャラクタディスプレーから会話形式にサイクロトロン系制御、輸送系制御の効率化を図るプログラムを用い、制御のための「計算」を行い、過去の実験結果を利用しての「学習」、実験結果の「記録」を行い、サイクロトロン運転の効率化を図っている。

〈注 1〉 GATE 処理とは、LIST モードの対になったデータの一方が設定したチャンネル範囲内の値であるとき、他方をパルス波高値に対応したアドレスに変換し、Add 1 することにより主メモリ上にスペクトラムを作成することを言う。

〈注 2〉 2 パラメータ処理とは、LIST モードの対になったデータのそれぞれにビット範囲を設定し、それらから 1 つのデータに合成した値をアドレス変換し、Add 1 することにより主メモリ上にスペクトラムを

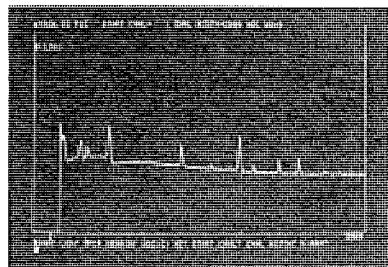


図 5. 放射線スペクトラム表示 (対数表示)

作成することを言う。

〈注 3〉 実験方法には、次の 4 通りがある。

① LIVE-TIME STOP

ある外部 ADC に対して設定した LIVE-TIME 値に LIVE-TIME が達したとき、自動的に実験を停止させる。

② REAL-TIME STOP

実験時間を実時間であらかじめ設定しておき、その時間に達したならば、自動的に実験を停止させる。

③ 角度分布実験 (角度変更実験)

検出器の角度を変化させ、データ収集を行い、スペクトラムを作成する際、同一角度で収集され、作成されたスペクトラムのたし込を行う。このときの START、STOP は外部信号を用いる。

④ CYCLIC 実験

表 1. 《MELCOM》70/35 仕様

モデル名		モデル 35
仕様	主語	NMOS LSI
記憶容量	記憶容量	16 ビット + 1 パリティ + 1 スペアビット
増設単位	サイクルタイム	0.5 μ s
素子	記憶容量	16~128 K 語
制御方式	増設単位	16 K 語
演算方式	素子	バイポーラ LSI, ROM など
演算命令	制御方式	マイクロ プログラム制御
乗除算	演算方式	並列 2 進法、2 の補数表示、固定/浮動小数点
ビット、バイト、長さ	命令語長	1 語及び 2 語
算式	命令語長	74+14 (浮動小数点オプション)
固定小数点	命令語数	標準
浮動小数点	乗除算	標準
論理演算	ビット、バイト、長さ	16/32 ビット
アドレス形式	固定小数点	32/64 ビット
アキュムレータ	浮動小数点	1/8/16 ビット
ブッシュダウンスタック	論理演算	6 種 (直接、相対、インデックス、間接及びこれらの組合せ) のほかにオートインデックス、イミディエイトあり。リロケーション機能あり。
御込みレベル	アドレス形式	最大 16 組
演算速度	アキュムレータ	内部 9、外部 4
R-R	ブッシュダウンスタック	1.10 μ s
R-S	御込みレベル	1.60 μ s
加減算	演算速度	8.60 μ s
乗算	除算	11.75 μ s
諸機能 (標準装備)	アドレス変換機構、フェイルセーフ機構、パリティチェック、不正アドレス検知、スタックオーバーフロー検知、主記憶読み出し再試行、メモリマイクロ断開、IPL(STW, PTR, FLD)、プログラム割込みなど	
入出力制御	プログラム制御チャンネル	転送幅 16 ビット、転送速度 4~40 K 語/秒
オシロ	マルチプレクサチャンネル	転送幅 8/16 ビット 転送速度 50 K 語(又はバイト)/秒
シヨン	高速データチャンネル	転送幅 16 ビット、転送速度 1.25 M 語/秒 最大レイテンシ 3.1 μ s
	DAM	転送幅 16 ビット、転送速度 1.54 M 語/秒 最大レイテンシ 0.7 μ s
	セレクタ	
構成	構成	ラックマウント形、テーブルトップ形
基本 (基本シャーシ)	幅	490 mm
外形寸法	高さ	400 mm
重量	奥行き	590 mm
	最大重量	63 kg
入出力制御装置収容スロット		4 スロット
周囲温度	周囲温度	0~40°C
周囲湿度	周囲湿度	10~90%
電源	電源	AC 100 V \pm 10%, 50/60 Hz
最大消費電力	電力	700 VA

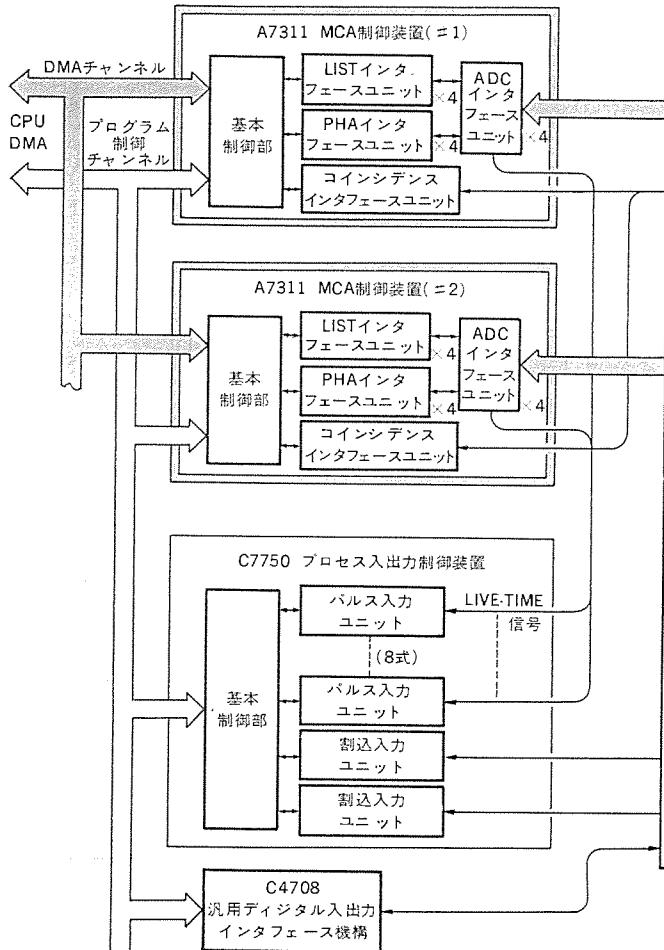
START, STOP を 1 対として設定された収集回数を自動的に反復処理する。このときの STOP は LIVE-TIME STOP を用いることが多い。

4. 放射線計測系のハードウェア

計測系のミニコンピュータ《MELCOM》70/35は、主記憶容量128KW（1W=16ビット）まで拡張可能で、リアルタイムミックス1.7μsの性能をもつ中形機指向の製品であり、オンラインリアルタイムシステムの構成に必ず（須）となっている。表1.が仕様一覧である。

次に、システムのキーポイントである A7311 MCA 制御装置を中心とした計測系ハードウェアの特長を述べる。

- (1) A 1345 DMA チャンネル 内部で メモリ への ADD 1 データ 機能をもつて いるので、 転送が $1.1 \mu\text{s}$ /データ と 高速 である。
 - (2) A 7311 MCA 制御 装置は、 多 チャンネル の 先回り スキャニング 方式を 採用 して いるので、 PHA モード の データ 収集 の 場合、 NIM (Nuclear Instrument Module) 規格 の ADC 8 台 を 接続 し た 時 でも、 1 台 当たり の ADC の データ 収集 は、 $8.8 \mu\text{s}$ ごとに 可能 である。
 - (3) 放射線 の 波高 値 データ は、 ランダム 到着 の 高速 处理 が 必要 な ので、 各 チャンネル ごと に、 DMA 転送 の ため の 待ち 行列 处理 データ バッファ を 内蔵 して いる。
 - (4) 1 台 の ADC の データ は、 プログラム 選択 により、 PHA/LIST モード の 同時 处理 が 可能 である。
 - (5) リアルタイム 处理 の ソフトウェア・オーバヘッド をなくし、 計測 の DEAD TIME を 少なく する ため オーバフロー ($2^{15} - 1$)、 による けた 上げ は 割込み 处理 で は なく、 ハードウェア で 自動的 に 實施 して いる。



(6) 離れた実験室(最大100m)のADCとも高速データ伝送ができる回路方式が採用されている。

(7) 放射線 パルス 測定系と計算機 システム 系の グラウンド 間は、データ 伝送に フォト アイソレータ を採用して、 直流絶縁が考慮され、 グラウンド ループノイズ の問題を解決している。

(8) TC-230 ADC コントローラは、NIM ビン（電源 シャーシ）に実装可能で、ADC BUSY/READY 信号の遅延、RESOLVING TIME が可変である。また ADC 間の コインシデンス 処理機能も持っている。

(9) 操作と表示のために、操作パネルとストレージタイプのグラフィックディスプレーを採用し、従来のシンクロスコープとスイッチ設定方式では得られなかつた、分解能のよい画質ときめ細かいオペレータとのコミュニケーションが得られている。

(10) 計測規模は、LIST 処理 2 件 (ADC 4 台) 又は、1 件 (ADC 8 台) と PHA 処理 ADC 8 台が可能である。

図 6. に MCA 制御装置系の構成図を示す。

5. む す び

以上述べたように、このシステムは放射線計測実験における操作の簡略化を目指し、操作パネルとグラフィックディスプレーによって会話形式で、しかも複数の実験の同時処理が可能、また、中形計算機《MEL-COM-COSMO》500のデータ蓄積能力、処理能力によって、大量の計測データを処理可能としている点が、特長となっている。

このシステムの設計、開発にあたっては、東北大学理学部物理学教室 石松教授、藤岡助教授、林部助教授、綾原助手のご指導を仰ぐとともに、その他、多数の関係各位に心から謝意を表するものである。

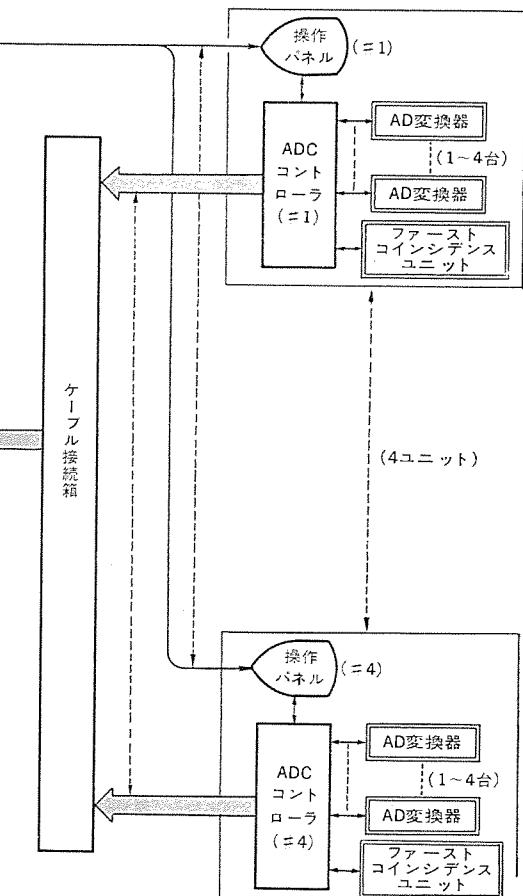


図 6. MCA 制御装置系構成図

《MELCOM-COSMO》500生産管理システム

藤原 勝彦*・河嶋 道生**・河野 俊彦**・宮本 直記**・山崎 誠一**

1. まえがき

ビグストン(株)では昭和52年7月にIBMシステム3/10から《MELCOM-COSMO》500に置き換えた。既存システムの使用言語はRPG IIであり、コンバージョン作業は三菱電機(株)が中心となって行い、約470本のプログラムの変換を約3ヶ月で完了した。この結果、IBMのRPG IIと三菱電機のRPG IIが実用上十分な互換性を有することが立証されたが、既存システムのコンバージョンに並行して、新生産管理システムの開発を行った。以下この新生産管理システムについて述べる。

2. システムの背景及びねらい

ビグストン(株)は、ラジオ付カセットテープレコーダーなど各種のカセットレコーダー、デッキを中心とした音響製品のメーカーで、従業員約1,000名、生産高約120億円、工場4ヵ所(埼玉の本社工場、ほか青森、岩手に3ヵ所)、個別受注生産形態をとり、輸出が中心となっている。機械化後6年を経るが、トータルシステムへの一段階として、小形機による個別業務の機械化で始めたこと、業務量増加によりコンピュータの容量不足を来たしたこと等から、システムの関連付けが難しく十分な効果を上げ得なかった。

《MELCOM-COSMO》500へのリプレースを機会に設計段階から事後原価計算までの生産管理を中心としたトータルシステム化をめざし、設計情報と、資材・生産・原価などの情報一元化のため、FT(ファミリーツリー)の概念を導入した。また進ちょく管理、事後原価計算をし

やすくするため、個別受注生産の利点を生かし、各製造ロットに対しオーダ(製造指図書)番号を採番(発令)し、すべての情報をこのオーダ単位では(把)握することとした。

一方、遠隔地の工場には分散処理を目的としたインテリジェント端末として《MELCOM》80/8を設置し、各種データの入力を公衆回線によりバッチ伝送(送信、受信)を行った。

このシステムのねらいは下記のとおりである。

- (1) 情報の一元化。
- (2) 個別原価計算を可能にする。
- (3) 仕掛け及び在庫の縮減(0.7ヶ月以下)。
- (4) 拡張性あるトータルシステムを指向する。

3. 導入経緯

3.1 事務改善委員会の設置

全社一丸となってトータルシステム化を推進し、関係部門の意識の高揚、EDPS化以前の問題解決を行うため、関係部門からメンバを選出し3部会からなるプロジェクトチームを設置した。企画委員会は3部会のリーダ、役員、コンピュータ関係者で構成され、各部会の目標の設定、部会間の調整、フォローを行い、月2回開催された。各部会は専従者1名をおき、改善案を立案し週2~3回メンバを召集し検討にあたった。

3.2 コンピュータのレベルアップ

IBMシステム3/10(記憶容量24KB、ディスク2.45MB4台、LP200行/分)から《MELCOM-COSMO》500(機器構成は図1.参照)にレベルアップした。

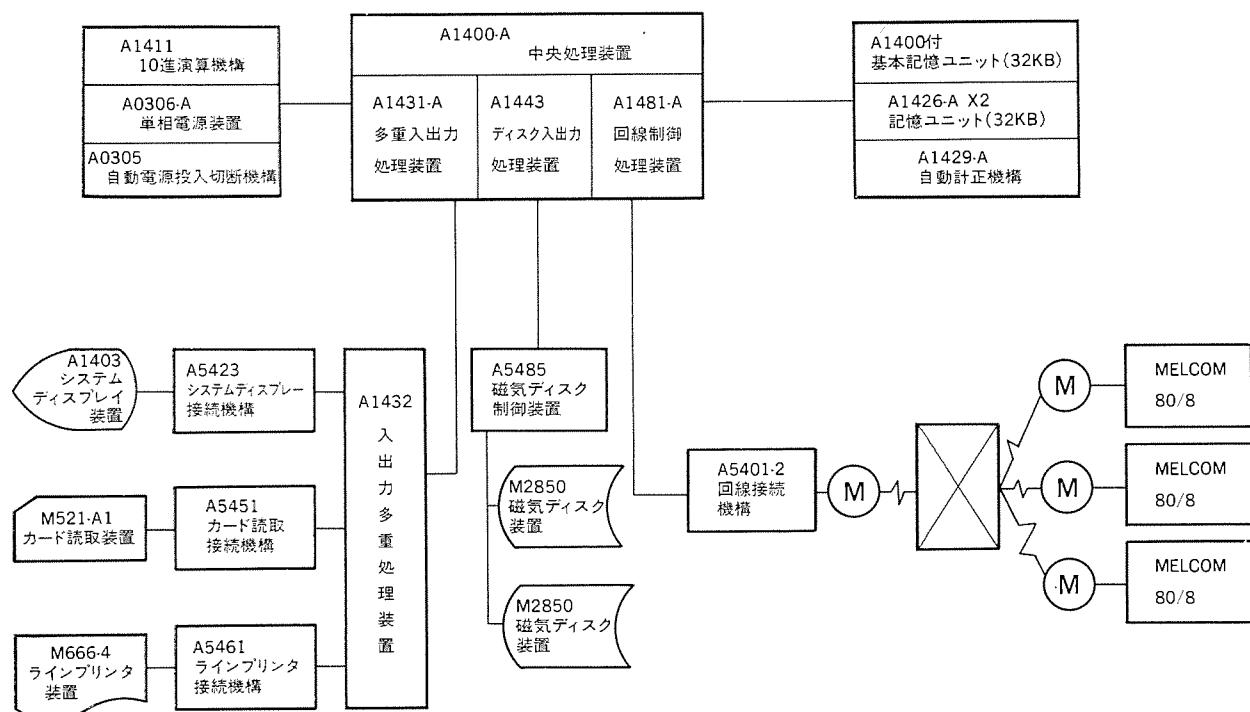


図1. 《MELCOM-COSMO》500 機器構成図

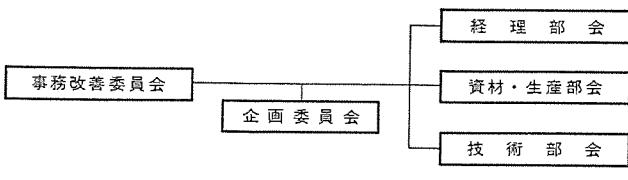


図 2. 事務改善委員会

表 1. コンバージョン業務一覧

業務名	プログラム本数
在庫たな卸し	26
出庫指示	30
発注	23
販売	70
受注・販売・回収	75
マスタメンテナンス	82
製品在庫	20
原価	31
給与	52
賞与	33
その他の	32
計	474 本

3.3 コンバージョン

新システムの開発に先立ち、現行業務のプログラムコンバージョンを行った。対象業務は表1.に示すとおりで、三菱電機が中心となって作業を実施した。

最終的にはこのコンバージョンにより、IBMシステム3/10の3~4倍の処理性能アップとなる見通しである。

『MELCOM-COSMO』500 RPG II の最初のユーザであり、互換性の程度が注目されたが、実質上はデータ入力を96欄カードから80欄カードに切換えることに対応するプログラム修正だけで、十分な互換性が立証された。

4. システムの概要

第1次導入業務を図3.に示し、以下、重要な項目について述べる。

4.1 基準情報管理

4.1.1 FT (ファミリーツリー)

図4.のように基本となる製品について、構成部品の親子関係を樹状のダイアグラムに作成し、部品構成表は各部分単位で作成される。これは関係各部門の協議により、図面作成単位、製作工場、内外作の区分、作業工程、検査単位などを加味して、最も効率的に製造活動が推進できるように作成される。

4.1.2 部品構成表

FTの導入にあわせて部品表も、いわゆるサマリー法からストラクチャ法に変更し、各部分ごとに1枚の構成表が作成された。また群番方式も採用し、図面及び構成表作成の省力化を図った。

4.1.3 手配台帳

部品構成表に記載され、購入あるいは製作を要する部品（組立部品を含む）について作成される手配、製作のための情報（発注方式、購入先、標準単価、加工工程、標準時間など）を一括して管理する台帳である。

4.1.4 設計変更

手配あるいは製造上問題となる設計変更（主として互換性を失う場合）を行おうとする場合、在庫あるいは手配中の旧部品の処置を決定した後、正式に設計変更を発動することとし、不要不急資材の発生を未然に防止できるシステムとした。

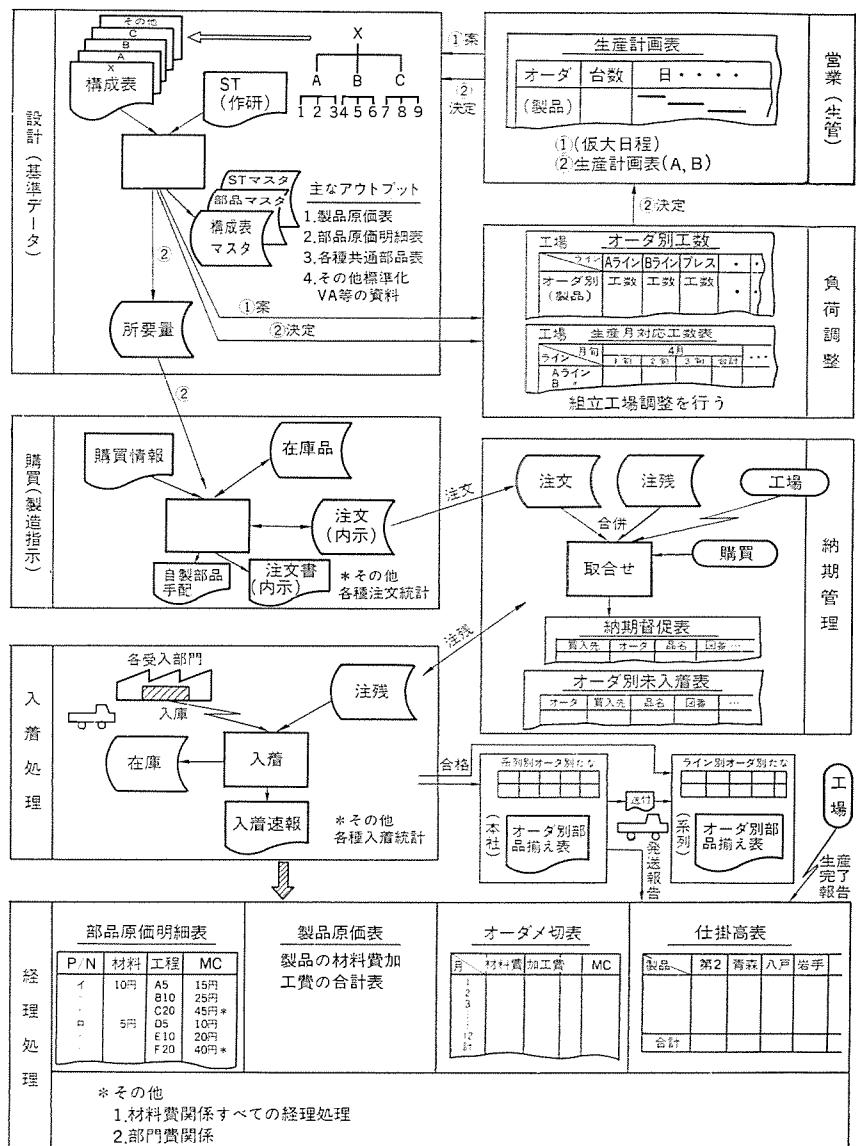


図 3. 第1次導入業務の概念図

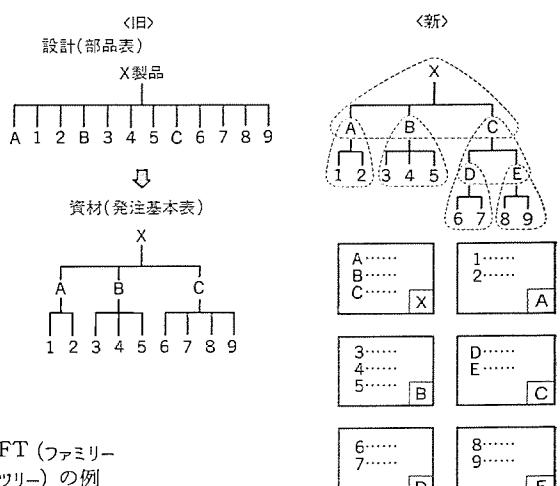


図 4. FT (ファミリーツリー) の例

図 5. 部品構成表

図 6. 手配台帳

4.2 生産手配システム

4. 2. 1 量産品の基準日程

原則として量産用の全部品をオーダ対応手配とするため、図7.に示すように、組立先行及び最長手配期間を基準として、ロットの1台目完了日の75日前に仕入先に対し発注量の内示を行い、正式注文書は、45日前、納品開始の20日前に発行する。

4. 2. 2 生產計画

生産計画は最大 100 日先までを発令する A 計画と、最大 70 日先までのサブ組立ての日程まで確定された B 計画とがあり、A 計画により内示を行い、B 計画により正式注文書の発行を行う。

生産計画発令のサイクルは半月単位であり、1ヵ月間継続生産される機種であっても、2回に分けて発令される。更に部品そろ(揃)えの効率、仕掛縮減の面から5日分程度を1ロットとして分割し、発令する。

計画発令の期間は基準日程の見直しなどを行って更に短縮できるよう検討中である。

4. 2. 3 オーダ登録

上述の生産計画の個々のロットに対してオーダが発令され、事後の生産手配から原価の把握までこのオーダで処理を行う。

4. 2. 4 注文方式

(1) 内 示

A 計画をインプットし部品展開を行い、所要量を計算し、仕入先に対し通知する。この段階では在庫引当ては行わない。正式注文書発行までの内示期間（30日）中の計画変更、設計変更は内示の変更とし、注文変更とは見なさない。

手配期間が短く、必ずしも内示が必要でない部品については、B計画により即注文書を発行する。

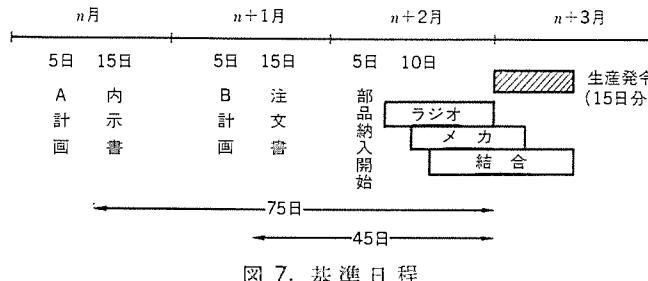


図 7. 基準日程

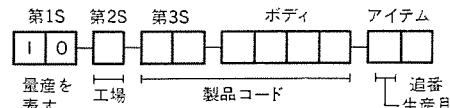


図 8. オーナー体系

(2) 注文

内示書の発行から30日後に、B計画により実際納期を計算し、在庫引当を行って正式注文書を発行する。内示書では複数オーダーに使用される共通部品は所要量をまとめて通知したが、正式注文書はオーダー別に作成される。

(3) 在庫(残品)引当て

素材、補助材料などを除き在庫は持たないこととするが、設計変更計画変更などにより発生した残品は速やかにコンピュータに登録し、注文書発行時に引当てを行う。在庫としてはこの外に部品別に設定した安全在庫があるが、これについては(7)項で説明する。

(4) 手配区分

手配の方法としては、上記の自動発注方式の外に試作用部品などをマニュアルで手配量計算し発注する方式、補助材料、事務用消耗品など各部門が注文書を作成する簡易注文方式、ビス、ナット、コンデンサなど

小口材料に適用するコック方式がある。

(5) 納期管理

必要なときに必要なだけ購入するオーダ対応手配を原則とするため、指定納期を遵守させる納期管理がこのシステムの重要なポイントとなる。コンピュータは、発注から納品完了、払出しまで一貫した管理を行い、仕入先に対し、隨時納入督促及び納期予告を行う。また資材担当は部品揃え責任者として、購買担当に対し納品の促進を依頼する。

(6) オーダ別部品揃え

部品倉庫にオーダ別たなを設け、納品時点からオーダごとに部品揃えを行う。注文書発行と同時に本社及び各工場用にオーダ別部品揃え表をアウトプットし、各倉庫は納品の都度これを消していく。一方、在庫品は口座別に管理し、オーダ引当した時点で現品確保用の現品票をコンピュータで作成し、これにより口座別のたなから指定オーダのたなに移しかえる。

(7) 在庫管理と手配量計算

在庫の対象となるのは素材、補助材料、サービス部品、安全在庫、残品、及び基準日程を超える長納期のため在庫の必要がある部品である。このうち、コンピュータにより在庫管理を行い、かつ、引当を行いうものは安全在庫及び残品である。

オーダ引当では在全在庫量を対象とせず、最大最小の安全在庫を設定し、在庫量が最大安全在庫をオーバしていればオーバ分を引当てる。安全在庫そのものの発注は発注点方式を採用し、最小安全在庫を割った時点に最大安全在庫と最小安全在庫の差数を手配する。

(8) オンライン

組立工場が遠隔地に分散しているため、納入状況、不良代替品の請求、その他の各工場からのデータ収集は《MELCOM》80/8を末端としてオンラインで行う。各工場で発生した入着、検査結果、不良報告、生産完了などのデータをいったん《MELCOM》80側で収集しておき、毎日の決められた時間帯に一括して本社に送信する。本社

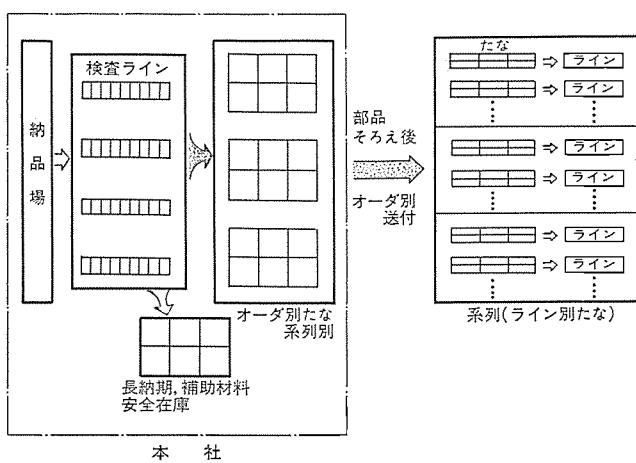


図 9. 部品揃え

工場区分	データ区分	伝送データ	M80→ M500
2バイト	2バイト	50バイト(エントリ内容)	

工場区分	データ区分	伝送データ	M500→ M80
2バイト	2バイト	120バイト(帳票イメージ又はプリント必要項目)	

図 10. 伝送用 ファイルフォーマット

側からの伝送データ(チェックリスト、オーダ別未入着表)は、いったん、《MELCOM》80/8のフレキシブルディスクに蓄積し、ラインプリンタへの出力は伝送終了後に《MELCOM》80/8側で行う。

4.3 原価計算

4.3.1 見積り原価計算

受注時あるいは開発段階での原価見積りも部品構成ファイル(P/S)、部品情報ファイル(P/N)の確立により、製品レベルはもちろん、任意の部分組立レベルでの計算が可能となった。

4.3.2 個別原価計算

生産形態が個別受注生産のため、従来の総合原価計算制度を個別原価計算制度に切換えるとともに、オーダ体系を確立し量産オーダはもとより、試作、自製部品、サービス部品などの工事に対してもオーダを設定し、それぞれのオーダごとの原価を把握可能にした。

5. システムの特長

以上述べてきた生産管理システムの特長をまとめると次のようにになる。

5.1 FT の導入

関係部門にFT検討の共通の場を与え、設計、製造、手配の情報一元化を実現し、各部門間のペクトル合わせを行い、効率よい生産活動を可能とした。また、設計部門、資材部門のマスター作成の省力化が図れ、標準化にも効果を発揮する。

5.2 オンラインによるデータ集配信

分散した組立工場とのデータ授受を《MELCOM-COSMO》500と《MELCOM》80/8とのオンラインで行い、インプットのスピードアップ、分散化を図った。

5.3 個別原価計算の実施

オーダ体系を確立し、将来の試算表から貸借対照表、損益計算書までのコンピュータ化の基礎をつくった。また、量産対応は個別オーダはもとより、機種分類、工場、生産月などの単位で原価把握が可能である。

5.4 RPG IIによるプログラム開発

主要言語にRPG IIを採用した。RPG IIはデータ処理のための最小限度の指示を7種の仕様書に記入すればよく、COBOLに比べ、プログラミング効率は2~3倍であり、導入後のプログラムメンテナンスにおいても同様の効果が期待できる。

5.5 MT(磁気テープ装置)を使用していない

大容量の磁気ディスク使用によりMTなしのシステムを実現し、オペレーション効率を格段に向上させた。

6. むすび

今回の生産管理システムは第1次導入システムであり、第2次(システムの拡大)、第3次(構内オンライン)と引き続き計画されているが、第1次システムが安定(か)稼働することが第1条件であり、これにより第2次以降のシステムのスムーズな導入が可能になる。

このためにはFT(ファミリーツリー)の考え方を各部門が十分理解し、運営、管理のための受入体制を充実することが肝要であると言える。今後完全なトータルシステムになるように改良開発を加えていきたい。

最後にビッグストン(株)の指導のもとに両社(ビッグストン(株)と三菱電機(株))が一体となり開発にあたったことにより完成したシステムであることを報告し、関係各位のご協力と援助に謝意を表する。

《MELCOM》350-50工業用計算機システム

米沢克昌*・武藤達也*・長沢一嘉*・朱雀二朗*・下間芳樹*

1. まえがき

プロセス制御を中心とした制御用計算機が、我が国の工業界に導入されてから10数年を経たが、その用途は拡大の一途をたどり、最近では単なる制御だけでなく、プロセスあるいはプラント情報処理までが、データウェーなどの通信手段と組合せたコンピュータシステムとして大規模に実施されるようになり、工業用計算機システムと呼ばれて各方面に使用されている。

《MELCOM》350-50工業用計算機システムは、このような顧客の要求に応じるために開発、製品化されたものであるが、その計画に当たっては、特に下記に留意した。

(1) 工業用計算機システムは、プロセスあるいはプラントとともに成長し性能を発揮するものであり、長期間にわたって高い信頼性と保守性を維持する必要がある。このため発達の著しいハードウェアは、将来を見通した最新で高性能、高信頼性のものを採用する。

ソフトウェアは顧客の無形の財産、ノウハウであり、システムとともに成長するもので、そのブランシュアップと信頼性の向上には長い年月を必要としている。このためソフトウェアについては、当社が昭和43年以来中形制御計算機システム《MELCOM》350-30リアルタイムOSとして改良と性能向上に努め業界でも評価の高いTSOSを、最近のソフトウェア生産性技術により見直し、更に高性能化して適用する。

(2) システムの拡張性と柔軟性を経済的に実現するため、従来のハードウェア及びソフトウェア技術に加えて、最近発達の著しいマイクロプログラムとリードオンリーメモリ(ROM)の技術に支えられたファームウェアの技術を、大幅に採用したトライウェア(TRI-WARE)の概念を導入する。

(3) メインフレームだけでなく、データウェーなどの通信手段やこれと結合してメインフレームの下位を受持つシステムコンポーネントプロセッサ、IOプロセッサなどのシステムコンポーネントを同時に開発し、顧客の多様な要求に経済的に応じられるようにする。

この論文では、以上の設計思想のもとに開発、製品化された《MELCOM》350-50(以下、M-50と略称する)工業用計算機システムについて、その特色、ハードウェアシステム、マルチシステムアーキテクチャ、RAC機能、ソフトウェア、応用システム例等を紹介する。

2. システムの特長

プロセス、プラントの投資、回収計画等に密着して計画設置され、成長する工業用計算機システムは、一般の計算機システムに比して、極めて高い信頼性、保守性を長期間にわたって維持しなければならない。

M-50工業用計算機システムは、このような市場の要請にこだえるべく、以下のような点を特長としている。

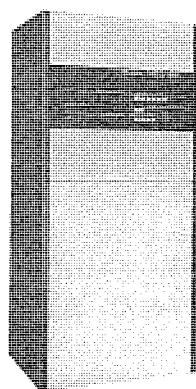


図1. 《MELCOM》350-50工業用計算機(A2400)

(1) 経済的なシステム構築と拡張性

直接制御(DDC)のような比較的小さなシステムから、広域制御、プラント制御のような情報処理システムの、どのようなシステム規模にも経済的に対応して構築でき、しかも将来の拡張に耐えるようにするため、最近のLSI技術の発達により、高信頼性と高い価格/性能比を発揮するICメモリを採用して、主メモリ容量が最大256KW及び128KWの2種類の処理装置A2400/A2300と主メモリ容量最大64KWのシステムコンポーネントプロセッサA2100を開発した。

しかも、これらのプロセッサはいずれも4台までのマルチシステム(最大コモンメモリ容量512KW/512KW/128KW)を組むことが可能で、これらの組合せにより顧客が要求される多様な計画のシステムに対して最も経済的で高性能のシステムを提供できるようになっている。

(2) システム処理機能の向上

直接制御だけを対象としたミニコンの時代には、単にサイクルタイムやチャンネル速度などのハードウェア性能だけを追求する傾向が大きかったが、最近の工業用計算機システムは、多彩な周辺機器が接続され、しかも通信回線、データウェーなどにより相互に結合され階層化される傾向にあり、単に個々の性能だけでなく、ソフトウェアも含めたシステム全体としての処理機能の向上が重要である。

トライウェア(TRI-WARE)の概念を導入したM-50システムでは、処理装置にファームウェアが大幅に取り入れられているため、多種類の入出力チャンネルが装備されスループットの向上が著しい。例えば、A2400処理装置では、図2.に示すように

- | | | |
|----------------|----------|----|
| ○プロセス入出力用として | DIOチャンネル | 1本 |
| ○高速データチャンネルとして | SELチャンネル | 2本 |
| ○大容量ディスク用として | IFAチャンネル | 1本 |
| ○通信回線用として | ICAチャンネル | 1本 |
| ○周辺装置用として | MPXチャンネル | 1本 |
| ○データウェーなどのために | SIAチャンネル | 1本 |

と、7本の用途に応じたチャンネルが準備されている。

また高速データウェーシリーズとして、MDWS-10/20/30の3種類の伝送システムとIO処理専用のI/Oプロセッサなどのシステムコンポーネントも用意されている。

(3) 高信頼性、稼動性、保守性(RAS)の実現

システムが拡張した将来においても、主メモリ64KW程度のシステムと主メモリ256KWにも及ぶ大形システムとを同一のRAS(Reliability, Availability, Serviceability)機能をサポートすることは経済的ではない。

このため、2種類のメインフレーム・モデルA2400/A2300とシステムコンポーネントプロセッサ・モデルA2100に対し、その最大構成システムにおいて十分な機能を発揮し、しかも導入初期の小規模システム時でも十分経済的に、それぞれのモデルに応じたRAS機能を持たせている。

最上位モデルのA2400処理装置では、誤り自動訂正機構、論理演算ユニットの2重化、照合機構、命令の再試行機能、マイクロ診断機能など、従来のはん(汎)用ミニコン的な制御用計算機には見られない

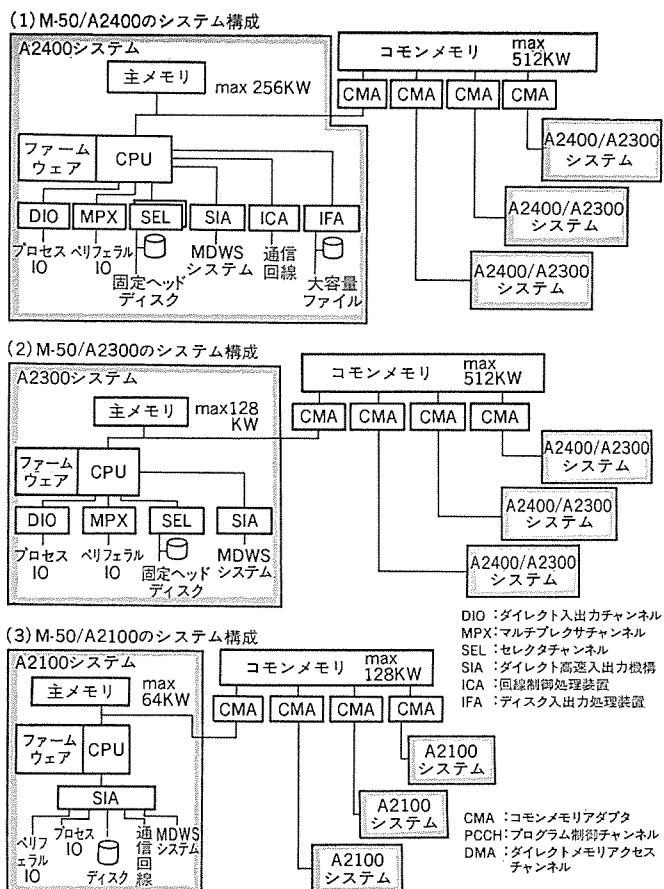


図 2. M-50 ハードウェアシステム構成図

かった RAS 機能が付加されており高信頼性、保守性のもとに長期間のリアルタイムなシステム運営を可能としている。

3. ハードウェアシステム

M-50 ハードウェアの特長については前項で既に述べたが、システムの拡

張性、高処理性、RAS 機能がいかにして実現されているかを、ハードウェアの構成、仕様に従って以下に紹介する。

3.1. 処理装置 (Processor)

M-50 処理装置は、中央処理装置 (CPU)、主記憶装置、入出力処理装置で構成され、入出力処理装置には入出力制御装置 (IOC)、入出力機器 (IOD) が接続される。主記憶装置の容量、入出力処理装置の数、システムの用途により、図 2. に示した A2400/A2300/A2100 の各モデルの選択組合せが可能である。

(1) A2400/A2300 中央処理装置 (CPU)

この 2 つのモデルの中央処理装置は、相互に CPU カードの互換性があるほか、次の特長を持っている。

(a) 5 種の命令形式 (RR, RS, RI, RX, SS) と 150 種の命令を有し処理能力の向上を図っている。

(b) 演算処理はマイクロプログラム方式で、命令の先取り制御による高速処理性を実現している。

(c) 命令実行の再試行機能、論理演算ユニットの 2 重化による高信頼度設計がなされている。

(2) 主記憶装置 (MMU)

サイクルタイム 800 ns/4 バイトの MOS-IC メモリを採用し、A2400 では、最大 256KW、A2300 では最大 128KW まで拡張可能な、高信頼性主記憶装置である。

(a) 特にシステムのか(稼)動率向上のために、主記憶の 1 ビット誤りを自動的に訂正する ECC (Error Checking and Correction) 機構を採用しているほか。

(b) 1 KW 単位のページ分割方式とマップ変換機構により、主記憶上で不連続に配置されたページを連続的に扱うことが可能で、メモリの有効利用が図れる。

(c) また、ページ単位の実アドレスに対する書き込み保護と論理アドレスに対するアクセス保護も可能である。

(d) 停電対策としては、バッテリオプションを有している。

表 1. 《MELCOM》350-50 シリーズ仕様概要

比較項目		MELCOM 350-50 システム A2400 CPU	MELCOM 350-50 システム A2300 CPU	MELCOM 350-50 ファミリ システムコンポーネントプロセッサ (SCP) A2100 CPU
1	使用範囲	オンライン情報処理を含むプラント制御システム 情報管理システム	製錬、熱延、冷延、プレート、精整、プロセスなどのユニットプラント制御	データロガー DDC 及びデータウェーブによる 広域分散システムのリモート CPU
2	主メモリ	MOS-IC 16 ビット/W16~256KW (16KW 單位) サイクルタイム 0.8 μs/4 Byte ECC、メモリ保護あり	MOS-IC 16 ビット/W32~128KW (32KW 單位) サイクルタイム 0.8 μs/4 Byte ECC、メモリ保護あり	MOS-IC 16 ビット/W 32KW/64KW サイクルタイム 0.6 μs/2 Byte、メモリ保護あり
3	コモンメモリ	MOS-IC 16~512KW max 4 CPU からアクセス可	MOS-IC 32~512KW max 4 CPU からアクセス可	MOS-IC 32~128KW max 4 CPU からアクセス可
4	制御方式	マイクロプログラム WCM あり	マイクロ・プログラム	マイクロ・プログラム
5	演算部	命令数 150 種 (基本) 命令形式 RR, RI, RS, RX, SS 命令語長 1, 2, 3, 4 ワード アドレス方式 ページ、マッピング、レジスタ、直接、相対、インデックス、間接 演算時間 加算 0.8 μs 乗算 9.5 μs 浮動小数点加算 6.3 μs " 乗算 8.4 μs	命令数 150 種 (基本) 命令形式 RR, RI, RS, RX, SS 命令語長 1, 2, 3, 4 ワード アドレス方式 ページ、マッピング、レジスタ、直接、相対、インデックス、間接 演算時間 加算 0.8 μs 乗算 9.5 μs 浮動小数点加算 6.3 μs " 乗算 8.4 μs	命令数 130 種 (基本) 命令形式 RR, RI, RS, RX 命令語長 1, 2, 3 ワード アドレス方式 バウンダリ/リロケーション、レジスタ、直接、相対、インデックス、間接 演算時間 加算 1.15 μs 乗算 10 μs 浮動小数点加算 約 15 μs " 乗算 約 20 μs
6	入出力チャンネル (MPX) (DIO) (SEL) (ICA) (IFA) (SIA)	マルチプレクサ チャンネル 1 90 KB/s ダイレクト入出力チャネル 1 セレクタチャネル 2 950 KB/s 回線制御処理装置 1 max 24 回線 ディスク入出力処理装置 1 850 KB/s ダイレクト高速入出力機構 1 1 MB/s	マルチプレクサ チャンネル 1 90 KB/s ダイレクト入出力チャネル 1 セレクタチャネル 1 950 KB/s ダイレクト高速入出力機構 1 1 MB/s (SIA)	SIA チャンネル 1 25KW~1.1 MW/s
7	互換性	言語 オペレーティングシステム ペリフェラル プロセス入出力	マシン、アセンブラー、コンパイラ (CONFORM, FORTRAN, ESPRIT) 等は、共通に使用可 TSOS, TSOS-R 共 共	TSOS-R 通 通

(3) コモンメモリ装置 (CMU)

最大4台の処理装置からアクセス可能で、最大容量は512KWまで実装可能である。この装置により疎結合、又は密結合なマルチコンピュータシステムをシステムニーズにより構成でき、データベースアクセスの高速化、マルチシステムにおける分散処理を可能としている。

(4) 入出力処理装置

A 2400では、6種の入出力処理装置 (MPX, DIO, SEL, ICA, IFA, SIA), A 2300では、4種の入出力処理装置 (MPX, DIO, SEL, SIA) に、システムに応じた周辺機器を接続でき、CPUの負荷の軽減と周辺機器の高速制御を可能としている。

(5) 入出力制御装置 (IOC), 入出力機器 (IOD)

A 2400とA 2300では、IOC及びIODの完全互換性を有するとともに、システムコンポーネントプロセッサ A 2100においても、IOCの一部とIODは、上位と共通になっている。

(6) システムコンポーネントプロセッサ (A 2100)

A 2400/A 2300を最上位とする階層計算機システムのフロントエンドとして、データウェー、通信回線結合による広域分散システム、データリンク結合によるマルチシステム構成を可能とするプロセッサで、その概略仕様を表1に示す。モデルA 2100の特長としては、

(a) A 2400/A 2300と命令の互換性があること。

- ・プログラムの生成・デバッグがA 2400/A 2300の上で可能である。
- ・M-50シリーズとしてアプリケーションソフトウェアの互換性を有する。
- ・言語プロセッサ、基本応用ソフトウェアパッケージなどのM-50ソフトウェアの財産が利用できる。

(b) 入出力制御装置（一部）、入出力装置、プロセス入出力ユニットはA 2400/A 2300と互換性があること。

(c) CPU部には、4ビットスライスマイクロプロセッサ、主メモリは、A 2400/A 2300と同仕様の16K RAMを使用しLSIの大幅採用によって素子数を減少し、信頼性の向上をはかっていること、等を挙げることができる。

3.2 実装、構造

M-50の実装、構造面については、保守性と安全性、特にオンラインにおける変更と拡張に対する融通性に重点を置き、構成ハードウェアのモジュール化構造、架内分電方式、ケーブル布線方式の標準化などによって、保守性・拡張性の向上が図られている。

また、IOC用モジュール及びプロセス入出力モジュールには通電カードの抜き差しが可能なタイプのモジュールを用意しており、オンラインカード交換、増設をることができる。

3.3 コモンメモリシステム

M-50シリーズでは、各モデル共通して、コモンメモリを介したマルチシステムアーキテクチャを有しているが、そのねらいとするとところは、次の点である。

- (1) 同一処理の多重化による高信頼度マルチシステムの実現。
- (2) 処理の並列化によるシステム処理速度の増大。
- (3) 情報処理量の増大に伴う処理能力の向上。
- (4) 小規模システムから大規模システムまで一貫性のあるシステム構成を可能とするシステムのフレキシビリティの実現。

以下にコモンメモリの構成、仕様、制御方式について述べる。

3.3.1 コモンメモリシステムの構成

M-50コモンメモリシステムのハードウェア構成は図3に示したようにメモリユニット、競合制御を行うコモンメモリポート、アドレス変換のためのコモンメモリアダプタ (CMA)、書き込み保護機構であるロックメモリ (LK)、縮

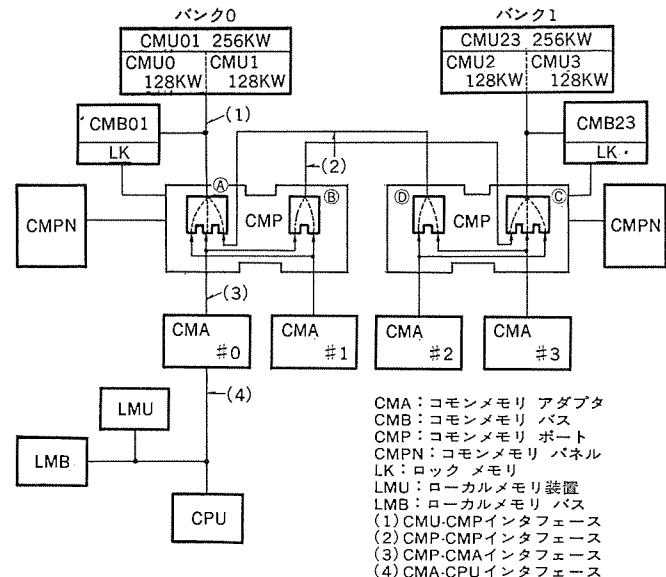


図3. コモンメモリ装置ハードウェア構成ブロック図

退運転、保守等のためのコモンメモリパネル (CMPN) に分割できる。

3.3.2 仕様

- 最大容量 : 512KW (2バンク2ポート)
 使用素子 : 16Kビット/チップ MOS-IC
 サイクルタイム : 0.8μs/4B (メモリ側仕様)
 1.1~1.6μs (CPU側からみた仕様)
 ECC機能 : 1ビット誤り自動訂正、2ビット誤り検出
 メモリ保護 : 1KW単位に書き込み保護機構、バッテリ
 アドレス方式 : マッピングレジスタ方式

3.3.3 競合ハードウェア制御

M-50のコモンメモリシステム、図3に示すような2つのポートをもち、各ポートが4台のCPUからの競合を少なくし、高速化を計っている。

CMPは、CMU0とCMU1を独立に制御するポートⒶとポートⒷから成る。ポートⒶは自分に接続されている2つのCMAと、他のCMP内のCMA#2とCMA#3の競合を制御するポート①との合計3つの競合制御を行い、それに打ち勝ったCMAがCMU0をアクセスするというダブルポート制御方式を採用し、デッドロックの回避と、異なるメモリバンク間の競合をなくしている。

3.3.4 フォールバック（縮退）機能

コモンメモリシステムの増設時又は異常時に、電源のオン/オフを伴うメンテナンスが必要となった場合、①メモリバンク単位、②CPU単位、③CMA、CMP単位、④コモンメモリシステム全体の4つの機能単位ごとにフォールバック運転が可能である。

なおコモンメモリの外にマルチシステムに不可欠な構成機器として、複数のCPUがダイナミックに切換えながら入出力装置を共有して使用する入出力共有機器や、CPU間の制御情報の受け渡しをつかさどるダイレクトコミュニケーション機構などが準備され、M-50のマルチシステムをサポートしている。

3.4 信頼性と保全性設計

信頼性・保全性設計は、いわゆるRAS技術 (Reliability, Availability, Serviceability) と呼ばれている。工業用計算機のRAS構想のうち、最も重視されるものはRであり、次は、部品の劣化などの故障が検知でき、プロセスに悪影響を与えないよう、即時故障検出率が高く、予防・保守診断ツールが完備していることである。また故

障が間欠的な場合、ハードウェア、ソフトウェア上の自動回復処理が行われ、システムダウンとなるないこと、更に障害情報の詳細な記録をハードウェア的にとることができ劣化などの状況が事前に予知できることが望ましい。M-50は以上のような設計思想に基づき、いわゆるミニコンレベルより数ランク上の大形機並みのRAS機能を有している。

M-50 本体の信頼性・保全性向上対策は次の 5 点に絞れよう。

- (1) 即時故障検出率の目標値を 85% と設定。

(2) 自動回復機能：故障モードには固定／間欠の両モードに大別され 90% を後者が占めると言われており、間欠故障からシステムを救う自動回復機能とそれを記録しておくハードウェアが必要になる。M-50 では、最低限必要と思われる次の 2 つの機能を有す。

 - (a) 命令実行中の各種ハードウェアエラー発生時の最大 16 回までのリトライ機構によるシステムダウンの回避。
 - (b) 固定故障にも有効な、メモリ読出しデータの 1 ビット誤りは自動訂正、2 ビット誤りは検知する ECC 機構。(Error Checking and Correction)

(a), (b)共に、自動回復の記録を残すとともに、割込みによりソフトウェアにリトライの成功を知らせることができる。

(3) 予防、事後保守のための機能として、(2)の自動回復も含むマシンチェックエラー発生時の各種レジスタ内容のメモリへの退避(ログアウト)。この詳細情報により統計的予防保全や MTTR (Mean Time To Repair) の飛躍的向上を目指している。

(4) 保守/デバッグ機能として、プログラムミス発生時の最終アドレス退避、各種アドレスサーチ、ステップオペレーション機能。

(5) 診断プログラム体系：M-50 診断プログラムは最低限動作すべきハードコアのチェックから、マイクロプログラムによるハードウェア診断、そしてプログラムによる機能診断まで体系立って完備している。

以上の外に、M-50 シリーズでは、部品選択・製造・試験過程における品質管理から、保守教育、ドキュメントの整備、保守体制の確立、更に一方、冗長システム等に代表されるシステム技術、高信頼性ソフトウェアシステムによりシステム信頼度の向上を実現している。

4. ソフトウェア システム

1970年に入つて、ハードウェアとソフトウェアのコスト比は1:2の割合になり、更に1980年代にはソフトウェアが全体コストの80%以上を占めるに至るであろうと言われている。この傾向を反映してメーカーがユーザーに供給するソフトウェアサポートの範囲も拡大の一途をたどっている訳であるが、M-50のソフトウェアシステムは、この時代のニーズを先取りして、オペレーティングシステムの充実と、いわゆる準ベーシックソフトウェアと呼ばれる基本応

用ソフトウェアを強化してきた。

図4. にそのソフトウェア構成を示した
ように、ベーシックからアペリケーションへサポートを拡大することを
基調としている。

4.1 ソフトウェア システムの特 長

M-50 の ソフトウェア シ

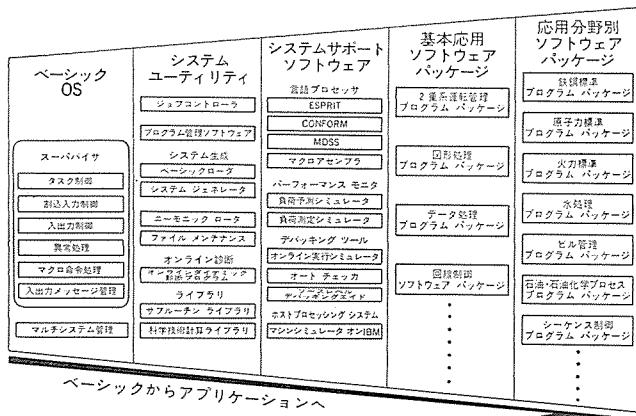


図 4. 《MELCOM》350-50 の ソフトウェア 構成

システムは、オンラインリアルタイム処理専用又はオンライン/バッチ並行処理のいずれにも使用できるオペレーティングシステムTSOS (Time Sharing Operating System) の土台の上に築き上げられており、次の特長をもっている。

- (1) ソフトウェアの生産性と保守性を重視している。
 - (2) 高位言語指向のソフトウェアシステムである。
 - (3) システムに応じた各種のOSレパートリーを有する。
 - (4) 各OS間でのアプリケーションプログラムの互換性を有する。
 - (5) アプリケーションプログラムの負担を軽減する基本応用ソフトウェアを備えている。

4.2 オペレーティングシステム

M-50 オペレーティング システム TSOS は、図 5. に示す レパートリーを有し、各 システム に適した構成がとれるよう に アプリケーション システム を サポート して いる。特に、TSOS-M は、共有 メモリ を使つて 最大 4 CPU を 結合 した マルチシステム 管理機能を有する OS で、共有 メモリ 上の コモ ンデータ 管理、プログラム リソース 管理を サポート する。

また完全なダイナミックリロケーションを行えるM-50マシンの特性を生かして、TSOS系ではフリーメモリ方式によるオンラインリアルタイム/バッチ並行処理、実行タスクのロールインアウト処理が可能であるが、更にTSOS-Eでは、マップレジスタ方式により64KW以上の主メモリを持つシステムに対してもメモリアロケーションのページ(1KW)単位のダイナミックな管理が可能で主メモリの有効利用に役立っている。

4.3 言語システム

また言語システムは、制御用FORTRAN“CONFORM”，問題向き言語“MDSS”の上に、記述性のよいPL/1形制御用言語“ESPRIT”と更にこの言語で書かれたプログラムをソースレベルで、会話形式、バッチ形式でデバッグできるデバッグツール“SOLDA”を開発してソフトウェアの生産性、保守性の向上を図っている。

“ESPRIT” と “SOLDA” については、本誌の別章で詳細を論じるので参照されたい。

4.4 基本応用ソフトウェア パッケージ

前にも述べたように、従来のベーシック ソフトウェアの範ちゅうのものだけでは、アプリケーションサイドでは、かなりベーシック寄りのプログラムをシステムごとに作らねばならず、それだけユーザの負担も大きい。

M-50 ソフトウェア システム では、このベーシック と アプリケーション プログラム の間げき(隙)を埋める充てん剤の役割を果たす、標準的な準ベーシック プログラムが、基本応用 ソフトウェア パッケージとして用意されている。

詳細については、本誌の別章「ソフトウェア生産性と《MELCOM》350-50ソフトウェアシステム」で論じられているとおりであるが、これら

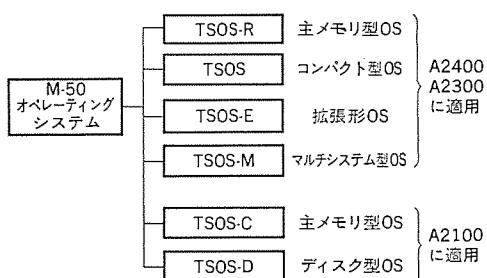


図 5. M-50 オペレーティング システム の レポートリー

のソフトウェアパッケージは、システムに応じてユーザーが取扱選択し、任意にシステムに組込むことが可能ないようにサポートされている。

5. 応用システム

M-50システムは、既に、鉄鋼、水処理、自動車工業における生産管理、電力、系統制御など各分野に適用されているが、これらの分野におけるシステム構成例の幾つかを以下に紹介する。

図6.に応用システムの構成例を各種図示した。

(1) データウェーによる階層システム

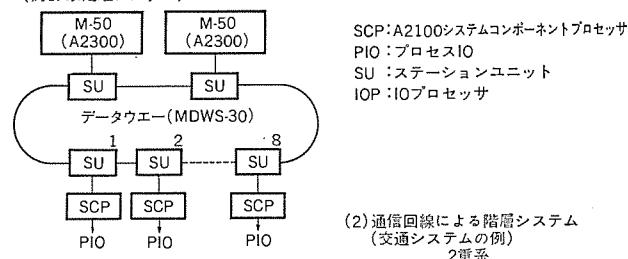
図6.の水処理システムの例では、データウェーシステム(MDWS-30)を介して、分散形DDCを形成しており、サブステーション8ユニットの下に、それぞれA2100システムコンポーネントプロセッサ(SCP)を配して、DDC処理を行う。マスタステーション2ユニットには、A2300処理装置を配して相互バックアップを行い、リファレンスデータ等の情報を集中管理するとともに、DDC処理プロセッサのプログラムゼネレーションテスト、ダイレクトローディングによるプログラムの更新を行う。この階層システムは水処理システムの外鉄鋼の圧延プロセス等に適している。

(2) 通信回線による階層システム

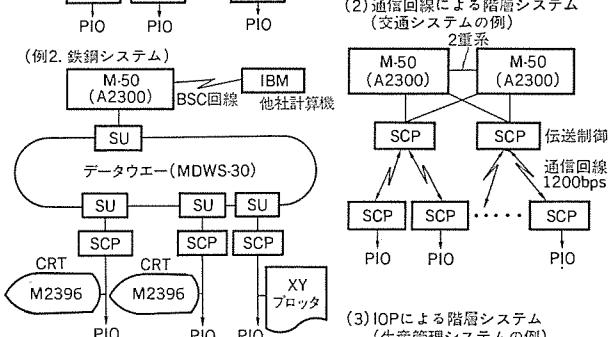
調歩同期、独立同期、BSCの各通信回線方式の伝送制御装置としてSCPを用い、遠隔地に多数配置されたSCPからのローカル情報を、上位のM-50とコミュニケーションする階層システムがある。この場合、伝送処理を扱うSCPは、下位の複数台のSCPとの伝送をマルチ処理し、回線データをある程度加工処理して上位M-50に送ることにより、マスター計算機の負荷を軽減する。このシステムは例えば、交通システムにおける列車運行管理システム等に適している。

(1) データウェーによる階層システム

(例1. 水処理システム)



(2) 通信回線による階層システム
(交通システムの例)
2重系



(3) IOPによる階層システム
(生産管理システムの例)

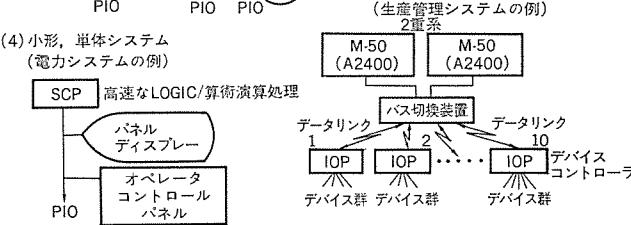


図6. 応用システムの構成例

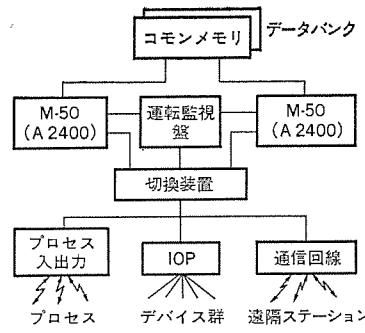


図7. コモンメモリ装置によるマルチシステム

(3) IOプロセッサ(IOP)による階層システム

IOプロセッサは、500 nsの命令実行スピードを持つ高速のIO処理専用プロセッサで、M-50システムのコンポーネントとして、インテリジェントなデバイスコントローラに使用されている。自動車工場における生産ラインの制御システムでは、各組立ラインに配置された、バッテリードリーバ、ディスプレー等の端末デバイスを多数コントロールしなければならず、このために、M-50の下位に、IOPを10台程度配置して、データリンクで結合し、60~80台の端末デバイスを階層的にコントロールしている。

(4) 小形、単体システム

A2100システムコンポーネントプロセッサは、スタンドアロンとしても使用でき、ギブソンミックス値で3.4 μsと比較的速い演算処理能力を生かして、例えば、高速なLOGIC又は算術演算処理システムをローコストで実現できる。

(5) コモンメモリの応用システム

コモンメモリの利用方法はいろいろあるが、例えば2重系システムや機能分散システムで、複数計算機間のデータバンクとして使用する形態がある。図7.に示した例は、A2400 CPUと大容量のコモンメモリを2重化して高度のシステム信頼性を得るとともに、プロセスからの情報を整理統合し、両CPU間の共有データとしてコモンメモリに置くことにより、2重系システムの運転管理を容易にしたものである。こうした応用システムは、大規模な集中監視制御を行う電力系統システム等に適している。

6. むすび

以上、M-50工業用計算機システムのハードウェアを中心に、その設計思想、特長、機能、構成等について述べた。ソフトウェアについては、生産性と保守性という観点からとらえて、本誌の別の章で詳しく論じられている。

工業用計算機システムの適用分野は、今後ますます拡大し、システム構成の多様化が進むものと予想されるが、我々はこれにこたえて、単にメインフレームの性能向上を追求するだけでなく、モデルA2400を軸として、入出力装置、伝送装置、端末プロセッサ等各種のシステムコンポーネントとソフトウェアシステムを枝葉のように成長させて、M-50シリーズを一層発展させていく考えである。

参考文献

- 池田ほか：制御用コンピュータシステムにおけるデータウェー、三菱電機技報、51, No. 6 (昭52)

《MELCOM》350-50工業用計算機高位言語システム

春原 猛*・居原田邦男*・太細 孝*・竹田栄作**・小林 博**

1. まえがき

工業用計算機の応用分野においてもプログラムを高位言語を使って記述することは常識的になりつつある。その背景として第1にあげられるのは、工業用計算機の応用分野においても開発すべきソフトウェアが大規模化し、生産性、信頼性及び保守性向上への強い要望が高位言語によるプログラミング促進の原動力になっていることである。また、計算機の性能向上と方式改善、価格の低下及び言語プロセッサの性能向上により、高位言語のオブジェクトプログラムの性能上の問題点が克服されてきていることがあげられる。

高位言語プログラミングによる利益として、コーディング量の減少、記述のマクロ化による誤りの削減、プログラムの理解しやすさの向上、コーディングスタイルの個人差の縮小、プログラムのトランザクションの向上等があげられる。これらの利点によって削減される開発及び保守コストは高位言語のもつ性能上の問題を解決するためのコストの増大(例えば、メモリ増設のためのコスト)をはるかに上まわると考えられる。

プログラミング言語の高位化にともない、関連するプログラム開発用の道具あるいは手法も高位言語プログラムに適合したものが必要となる。また、そのような道具や手法が完備されて、はじめて言語の高位化がより効果的になる。そのような道具の1つとして、ソフトウェア開発工程の約40%を占めるテスト・デバッグを支援する道具の開発は生産性向上に大きく寄与する。

上に述べたようなソフトウェア生産技術における高位言語の果たす役割の重要性を考慮し、工業用計算機高位言語を中心とする、ソフトウェア開発支援系の一環としての2つの道具ESPRITとSOLDAが開発された。

ESPRITは、工業用計算機システム《MELCOM》350-30F用に昭和45年に開発された工業用高位言語CONFORMの使用経験における問題点をさまざまな観点から検討し、最近注目されている種々のプログラミング方法論を考慮して、工業用計算機システム《MELCOM》350-50用に開発したPL/I形の新しい工業用高位言語である。SOLDAはESPRITで書かれたプログラムをオブジェクトプログラムの情報や機械語レベルの知識を必要とせずにテスト・デバッグできる高位言語デバッグシステムである。大量のテストや簡単なデバッグ作業を効率よく行うバッチモードと複雑なデバッグを人間と計算機の対話により行う会話モードの2つの作業形態に対応できるシステムになっている。

2. ESPRIT言語及びその処理系

2.1 言語の目標

工業用計算機の高位プログラミング言語としては、FORTRAN系統のものが多く使われてきたが、最近の傾向として、計算機処理の多様化に伴う言語機能のはん(汎)用化指向、構造化プログラミングを始めとする新しいプログラミング方法論指向など、FORTRANでは対処しき

れない要求が高まっている。

ESPRIT (ESsential PRogramming language for Industrial Tool)は、このような新しい局面に対応するために、汎用性と実用性において実績の高いPL/Iをベースとして開発された新しい工業用高位言語である。ESPRIT言語の設計に際しては、PL/Iの中から工業用に適した言語機能サブセットを抽出し、それに工業用特有の実時間制御機能を附加、充実させることにより、PL/Iの汎用性と工業用としての適応性を兼ね備えた言語の実現をめざしている。また、PL/Iに対して、しばしば指摘される実行時効率の問題についても、実時間システムの環境に合うようサブセットの選択、処理系の設計に十分な考慮がされている。

2.2 基本的な言語機能

ESPRIT言語の基本的な言語機能はPL/Iから抽出したサブセット機能である。ここでは、これらのうちの主な言語機能について、サブセットティング上の考慮も含めてその概要を述べる。

2.2.1 プログラム構造

文の形式、ブロック構造など言語の骨格はPL/Iをそのまま踏襲しているが、割込み、記憶域の動的管理などのブロック構造関連機能を簡素化し、実行時オーバヘッドの減少を図っている。

2.2.2 データ

工業用システムでは処理対象が広範囲にわたるため、数値データの外にビット及び文字データが扱えなければならない。ESPRITでは、これらのデータに対して基本的にはPL/Iと同形式で扱えるが、データの種類については、ハードウェアアーキテクチャとの適合性、実用上の観点から表1.及び図1.に示すものに限定している。

データのまとめ方では、单一データ(スカラ)及び同じ性質(属性)の

表1. データの種類と属性

データタイプ	データ属性	有効範囲属性	記憶域属性
算術	FIXED FLOAT BINARY decimal		
ストリング	BIT CHARACTER		
ラベル	LABEL LOCAL	INTERNAL EXTERNAL	STATIC BASED SEGMENT Parameter
ポインタ	POINTER	DEFDATA REFDATA	
エントリ	RETURNS OPTIOS	GLOBAL	
ファイル	FILE STREAM RECORD SEQUENTIAL DIRECT INPUT OUTPUT UPDATE ENVIRONMENT		
その他	VARIABLE CONSTANT, DEFINED, POSITION, LIKE, INITIAL, BUILTIN, dimension, structure		
オプション	MAIN SMAIN, JOIN, UIX, REENTRANT SUB LOCAL GLOBAL PHASE		



A/B: 単/倍精度整数 X: ビット(2ビット)
C/D: 単/倍精度浮動小数点数 Y: (10文字)

図1. データの種類と宣言例



図 2. 構造体代入文及び CASE 文の例

表 2. ESPRIT の文の一覧

種類	文
宣言	PROCEDURE, BEGIN, DEFAULT, DECLARE
代入	多重代入, 亂列代入, 構造体代入
制御	GO TO, IF(THEN/ELSE), CASE, DO(DO ; ...END ;, DO WHILE, DO.....TO.....BY.....), CALL, RETURN, null, END
入出力	GET, PUT, FORMAT, READ, WRITE, SET
タスク制御	ACTIVATE, PURGE, WAIT, DELAY, LOCK/UNLOCK, STOP
プロセス入出力	INPUT, OUTPUT, SCAN
仮想記憶アクセス	ASSIGN, SWEEP
その他の	MESSAGE (システムメッセージ出力) +ASSM, +ESPRIT (オンラインアセンブリ)
コンパイル制御	%代入, %IF (%THEN, %ELSE), %INCLUDE, %TITLE, %PAGE, %FEED

データの集合である配列、異なる属性をもつデータの集合である構造体があり、ESPRIT では、これらに対して、配列の部分集合を意味する配列断面参照の禁止、及び構造体の要素は必ずその代表名を付けて参照する点を除いて PL/I とほぼ同じに扱える。

2.2.3 式及び文

ESPRIT の演算機能は、PL/I と同様、四則、論理、比較、連結の各演算が可能である。演算は、応用上の要求度、処理系の負担を考慮して、スカラに対してだけ可能としている。

ESPRIT 言語を構成する文の種類は表 2. に示すとおりであるが、このうち、宣言、代入、制御、入出力の各文については、基本的に PL/I とほぼ同じ機能で実現している。

工業応用プログラムの少なからぬ部分が宣言文であることを考慮し、属性の省略時解釈の指定 (DEFAULT 文)、初期値設定の繰り返し指定 (INIT 属性)、構造体宣言の写し (LIKE 属性) などデータ宣言機能の充実を図っている。

代入文では、属性、構造、大きさが全く同一の配列又は構造体間の代入のみ許すことにより、代入操作の効率化を図っている (図 2.)。

入出力文は、形式上 PL/I と同様の文が用意されているが適用計算機システム個別の入出力システムに合わせているため、機能的には PL/I と若干異なっている。

2.3 工業用言語としての拡張機能

工業応用ソフトウェアの特長は、主にその実時間性、多量なシステム共通データという点に集約される。そのために ESPRIT では適用計算機システムの特長を生かした次の機能を用意している。

- (1) 図 3. に示すようなタスク間又はモジュール間に共通なデータが取扱え、データ領域の設計に融通性を与えている。
- (2) データ量が多い変数は、タスク間共有を原則として外部記憶に割付けることができ、演算式中では通常の変数と同様に扱える。
- (3) 多重タスクシステムの構成に必要なタスクの起動、停止、消去、同期待ち、リソース管理などのタスク制御機能や、装置の監視、制御に不可欠なプロセス入出力機能が用意されている (図 4.)。

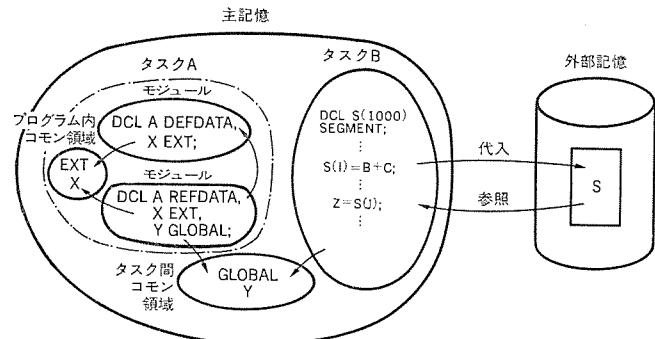


図 3. データの有効範囲と記憶域の種類

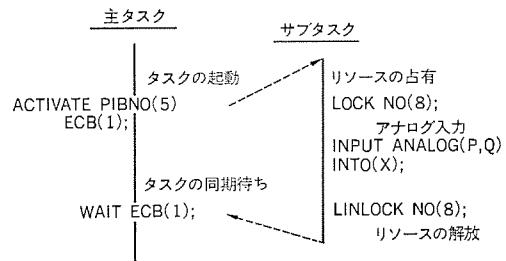


図 4. タスク制御文の例

(4) 共通的なサブルーチンは、REENTRANT 指定により、再入可能とし、タスク間で共有することができる。	ESPRIT 文
+	A=Y+Z; ASSM; LL A AL B BO L1
(5) 活動小数点データでは最下位ビットがそのデータ自身の信頼性 フラグを表すモードのものも扱うことができる。	オンラインアセンブリ
+	ESPRIT; L1 : X=Y×Z; :
(6) アセンブリで作成された標準サブルーチン呼出し用の特殊インターフェース機能が用意されている。	ESPRIT 文

- (6) アセンブリで作成された標準サブルーチン呼出し用の特殊インターフェース機能が用意されている。
- (7) ハードウェアに依存した特殊な機能は、ESPRIT 中で直接アセンブリ言語 (オンラインアセンブリ) を使って記述できる (図 5.)。

2.4 言語処理系

ESPRIT コンパイラは、《MELCOM》350-50 TSOS のもとで稼動する。コンパイラそのものは、コンパイラ記述に適した構造化プログラミング指向のマクロ命令セットを設定し、これにより記述、作成した。

実行時ライブラリは、すべて再入可能な構造とし、タスク間共有化による応用システム全体のメモリ負荷の軽減を図っている。

PL/I は一般に実行効率の点で問題があるとされているが、ESPRIT では、この点を特に考慮し、機械の特性を生かした実質的効果の高い、以下にあげるような最適化を行っている。

- (1) 定数の形変換をコンパイル時に実行。
 - (2) スタック機構を利用した作業域の管理。
 - (3) ブランチ命令、定数参照命令の短縮化。
 - (4) ピボットアドレッシングによるデータ参照命令の短縮化。
 - (5) 配列要素評価のオンラインコード化。
 - (6) ブロックなどに関する冗長な迂回分岐命令の省略化。
- その他、ESPRIT コンパイラでは、コンパイル処理時の操作性を高めるために、次のようなコンパイル時諸機能が用意されている。
- (1) カタログされた共通ソーステキスト部分の参照 (挿入) 機能。

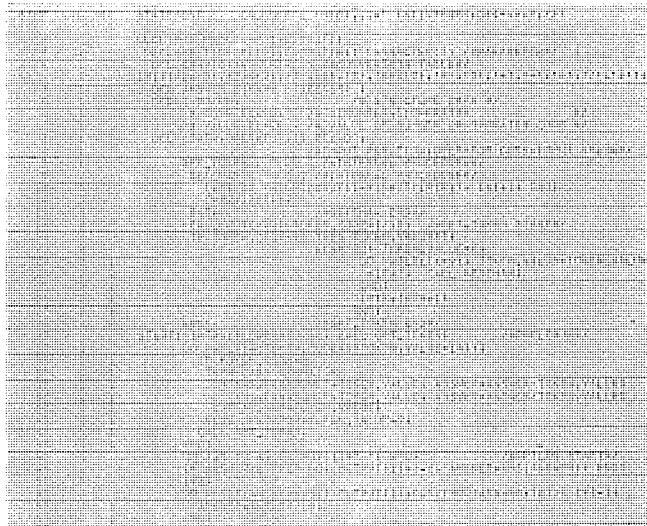


図 6. ESPRIT プログラム例

- (2) 指定条件に応じ、コンパイル部分を選択できる条件付コンパイル機能。
 - (3) ソースリストの印刷行制御機能。
 - (4) コンパイルリスト内容の出力制御機能。
- 図 6. に ESPRIT プログラム例を示す。

3. SOLDA システム

SOLDA (SOUrce Level Debugging Aids) は、2章の ESPRIT 言語で記述されたプログラムを効率的にテスト・デバッグする道具として開発された高位言語 テスト・デバッグ支援システムである。この種のシステムでは、大量のテストの能率化とテスト方法の標準化、人間と計算機の会話による効率的なデバッグ、テスト・デバッグ結果のドキュメント整備によるソフトウェアの品質管理の向上等が十分考慮されなければならない。

3.1 特長

このシステムの特長は次のとおりである。

- (1) テストとデバッグ機能を総合的にまとめ、一体化している。
- (2) 多数のテストケース及び複数個のプログラムのテストはバッチ処理で、複雑なバグの追求は会話処理で能率よく行える。
- (3) プログラムの一部が未完成であっても、プログラムの実行環境を整えて、単体テスト及びデバッグを行うことができる。
- (4) テスト・デバッグの指示は、プログラムの外部から計画的に、また状況に応じて自由に与えることができる。
- (5) プログラムの一時修正機能により、発見されたバグの真偽を再コンパイルすることなく確認できる。
- (6) プログラムの実行状況(実行プロファイル)をは(把)握する機能により、最適化の適用箇所及び未実行パスの確認ができる。
- (7) 工業用システムのプロセス入出力を模擬する機能により、入出力装置が結合されてない環境でプログラムのテストが可能である。
- (8) テスト・デバッグ命令及び結果は ESPRIT 言語レベルの用語で出力されるので理解しやすく、ドキュメント性がよい。

3.2 SOLDA によるテスト・デバッグ作業

SOLDA を使って ESPRIT で書かれたプログラムをどのようにテストし、デバッグするかを示したのが図 7. である。テスト・デバッグは次の3つの作業からなる。

- (1) コンパイル作業

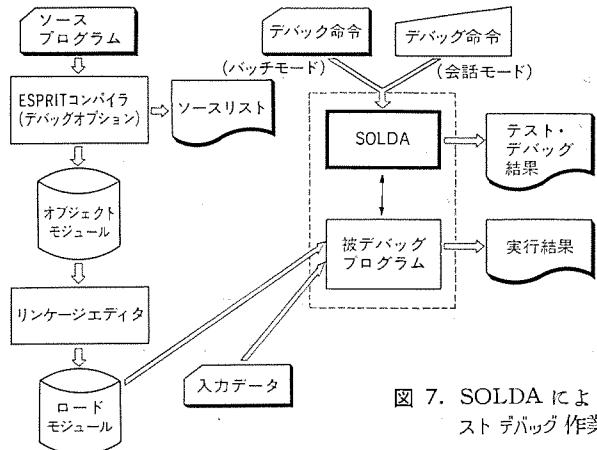


図 7. SOLDA によるテスト・デバッグ作業

対象となるモジュールをデバッグオプション指定でコンパイルし、割込みコード、情報コード(シンボル情報、文のアドレス情報、ブロックのスコープ情報)が挿入されたオブジェクトモジュールを生成する。

(2) リンケージエディット作業

(1) で得たモジュールの集合を他の必要なモジュールとともにリンクエディットして、プログラムのロードモジュールを生成する。

(3) テスト・デバッグ作業

(2) で得た被デバッグプログラムと、(1) で得たソースリストを用いてバッチ又は会話モードでテスト・デバッグ作業をする。SOLDA はプログラムを実行させながら、外から与えられたテスト・デバッグ命令で指示された動作を行う。

3.3 機能

テスト・デバッグ命令を表 3. に示す。テスト・デバッグ命令及び結果の情報の出力は ESPRIT 言語レベルの用語で表現される(図 9. 参照)。会話モードの場合にも、出力情報のハードコピーが生成されるので、テスト・デバッグのドキュメントになる。

環境設定機能として、単体テスト・デバッグのためのパラメータに対するアーギュメント生成機能や、未完成モジュールの呼出しスキップ機能がある。プロセス入出力の模擬は PISET 命令で指定されたデータを入力時点で設定し、出力時点で出力データを印字する。

プログラムは直接実行方式で実行されるが、会話モードの場合は EXECUTE, CONTINUE 命令の出発点、停止点の指定により、プログラムの実行を制御する。

テスト・デバッグ動作の実行時点は文番号で指定されるか、あるいは会話モードの場合は命令入力直後に動作が行われる。条件判定によるテスト・デバッグ動作の選択機能は IF 命令により指定する。また、それらの動作は SUSPEND 命令により無効にされる。SET, PRINT 命令は値設定及び値出力を指示する。プログラム実行中に異常状態が発生した場合はブロック起動経過、起動中のブロックの変数領域のダンプ及び異常状態情報からなるポストモードダンプが行われ、次のプログラムのデバッグに移る。TRACE 命令は変数及びフロートレスを制御する。ADD, DELETE, CHANGE 命令により、プログラムの一時修正が行われる。プログラムの実行ひん度データを得る場合には PROFILE 命令を使う。

作業モード(会話/バッチ)の指定は SOLDA のジョブコントロールコマンドで指定されるが、作業の途中で BATCH, DIALOG 命令でモードを変更することが可能である。また、バッチモードでは複数プログラムのデバッグや同一プログラムに対する複数個のテストケースについてのテストなどが行われる。

表 3. テスト デバッグ 命令一覧

命 令	機 能
DEBUG	被デバッグプログラムのテスト デバッグ作業開始指示
END	テスト デバッグ作業の終了指示
DIALOG	バッチモードから会話モードへの作業モードの変更
BATCH	会話モードからバッチモードへの作業モードの変更
HELP	テスト デバッグ命令についての形式・内容の問合せ
SUSPEND	指定されたテスト デバッグ動作の無効
PRINT	指定されたメッセージ及び変数の内容の印字
TRACE	変数トレース、フロートレース、トレース中止の指示
PROFILE	被デバッグプログラムの文実行回数カウント及び印字
SET	指定された変数への指定された定数の設定
PISET	プロセス入力の模擬
ADD	被デバッグプログラムに対する文や変数宣言の追加
CHANGE	被デバッグプログラムの文の変更
DELETE	被デバッグプログラムの文の削除
IF	条件分岐によるテスト デバッグ動作の選択
EXECUTE	被デバッグプログラムの実行の開始と一時停止点指定
CONTINUE	被デバッグプログラムの実行の再開と一時停止点指定

注) 各デバッグ命令のキーワードの省略形として、上位3文字が使われる

```

STMT LVL NST STATEMENT
1      PRIME:PROCEDURE OPTIONS(MAIN) ;
2      1      DCL (P1:100),I,J,K) FIXED(15) ;
3      1      DCL M FIXED(15) INITIAL(100) ;
4      1      START: I=2 ;
5      1      P(1)=0 ;
6      1      DO K=2 TO M ;
7      1      1      L: I=I+1 ;
8      1      1      J=1 ;
9      1      1      DO WHILE(J<K) ;
10     1      2      IF I=J/P(J)RP(J) THEN GO TO L ;
11     1      2      J=J+1 ;
12     1      2      END ;
13     1      1      P(K)=I ;
14     1      1      END ;
15     1      1      END ;
16     1      END PRIME ;

```

図 8. 被 デバッグプログラム の例

3.4 SOLDA の使用例

図 8. は素数計算 プログラム (PRIME) のソースリストである。図 9. はバッチと会話とにモードを分けて PRIME を テスト・デバッグ した結果の出力情報である。バッチでの例は、変数 I, P, M の初期値印字や求められた 10 より小さい素数の印字などの デバッグ 命令を与えた結果であり、その出力情報は指定した一連の デバッグ 命令の写しとその デバッグ 出力結果とに区別されて出力される。会話での例は、小刻みに PRIME を実行させ、各時点で主要な変数の内容を印字させた結果であり、バッチの場合と異なって、 デバッグ 命令で指示した デバッグ 動作は直ちに実行され、結果が出力される。

3.5 システム構成

SOLDA では、 テスト・デバッグシステム が被 デバッグプログラム と独立に存在し、他の方式 (例えば、 デバッグコード そう入方式、 デバッグライブリ 方式等) と比較して、柔軟性のある テスト・デバッグ 指示が可能、またその再利用も容易、 バッチ 及び会話形式での豊富な テスト・デバッグ 機能を容易に実現、被 デバッグプログラム の誤りによる影響を局所化可能等の利点がある。

図 10. に示すように、SOLDA システムは 7 個の基本的な プログラム から構成されている。テスト・デバッグ 命令を解析して、動作情報 テーブル に登録する デバッグ 命令処理、被 デバッグプログラム の実行を管理する プログラム 実行管理、被 デバッグプログラム からの割込みを受けつけて、テスト・デバッグ 動作を行う 割込み処理 が主要な 3 つの プログラム である。その外に、異常状態処理、モード変更処理、前処理及び後処理 プログラム がある。

4. む す び

本稿で紹介した工業用高位言語 ESPRIT 及び テスト・デバッグ 支援 システム SOLDA は、工業用応用 ソフトウェア について、 プログラム 記述か

図 9. デバッグ 出力情報の例

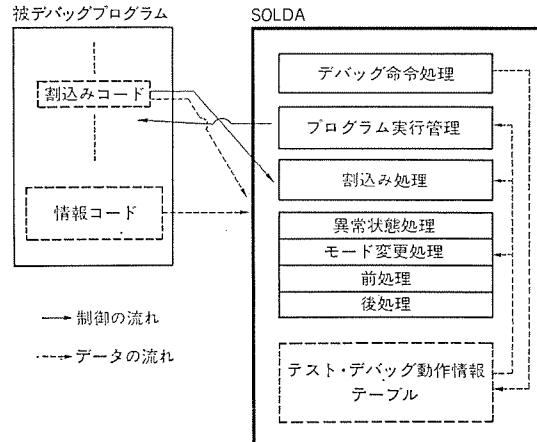


図 10. SOLDA の システム 構成

ら テスト・デバッグまでの作業を高位言語 ESPRIT 表現を用いた一貫した処理系をユーザに提供することにより、 プログラム 作成をこれまで以上に容易にし、 ソフトウェア 生産性向上に寄与することが期待される。

今後は、 ESPRIT については、実使用を通して言語表現、機能の どうた、 コンパイラ 性能向上のための改善のほか、 コンパイラ への入力 プログラム に関する従来以上に豊富で高度な情報の採取とそれらを プログラム・テスト、 デバッグ 時の有効な情報形式に編集出力する コンパイル 時機能の充実が課題として残り、 SOLDA については、 テスト・デバッグ 効率と利用性の評価の実施とともに、 より高次の機能の追加と使いやすさのための改善等に力を注ぎたい。

参 考 文 献

- (1) T. Dasai, et al. : Proc. of the 1977 IFAC-IFIP Workshop on Real-Time Programming, (1977)
- (2) 首藤ほか : 三菱電機技報, 47, No. 10, 1,100 (昭 48)

ソフトウェア生産性と《MELCOM》350-50ソフトウェアシステム

糸田茂實*・波多野侃*・大井房武*

1. まえがき

最近の工業用計算機システムでは、機能の分散化、情報の集中化などの傾向が顕著であり、また、ユーザのシステムの導入形態も多様化してきている。これに伴い、「工業用計算機システムの導入の長期化」、「開発及び運用・保守段階でのコストの増大」等の問題が表面化し、システムの応答性の向上、高信頼化などに加えて、各方面より下記のことが強く要請され始めている。

- (1) ソフトウェアの開発・保守の各段階での生産性向上。
 - (2) ソフトウェアの品質、特に信頼性、保守性、拡張性の向上。
- このような一連の動きの背景としては、
- (1) ハードウェア及び制御技術の格段の進歩とソフトウェア生産技術の進歩とのアンバランスが急激に増大し、いろいろな面でソフトウェアがネックとなることが多くなってきた。
 - (2) ソフトウェアは自由に作れるし、容易に修正・拡張できると従来信じられてきたことが、ソフトウェアの巨大化・複雑化及び人件費の高騰により迷信になり始めている。
- などを挙げることができる。

従来とくらべて、ハードウェアシステム及びスーパーバイザの機能・性能・柔軟性についてのみ注目しがちであった。しかし上述のようなことを考えると、これから工業用計算機では、ソフトウェアの生産性及び品質の向上を目的とするどのような機能・性能・設計思想をもった道具(ソフトウェア)を備えるかが重要なテーマになると考えられる。このような観点に立って、《MELCOM》350-50(以下、M-50と略す)のソフトウェアシステムについてその全体像を述べる。なお本稿では、M-50のTSOS(タイムシェアリングオペレーティングシステム)のスーパーバイザ及び応用分野別パッケージについては触れない。

2. M-50 ソフトウェアシステムの開発方針

工業用計算機システムの場合、運用段階に入った後も設備の増設・改修等の行われることが多く、開発段階だけでなくシステムの運用・保守段階に至るソフトウェアのライフサイクル全般にわたって生産性を改善する必要がある。M-50ソフトウェアシステムの開発方針のうち生産性向上に関連するものを図1に示す。

(1) 応用ソフトウェアの生産性向上

これは、必要とされる機能・性能・信頼性・保守拡張性等のソフトウェア品質標準を満たしつつ達成されなければならない。このためM-50では、従来応用ソフトウェアで行っていた処理までも標準的なソフトウェアに積極的に組入れることにした。これにより、応用ソフトウェアの開発量を大幅に削減して生産性を向上させるとともに、その高品質化を図ることが可能となった。

作業を行う際、適切な道具の有無が作業効率に与える影響は大きい。ソフトウェアも例外でなく、従来応用ソフトウェアの開発に際して、適切な道具が使えないために生じる品質・生産性の低下が多大であった。この点を改善するため、M-50ではユーザの作業目的、内容等

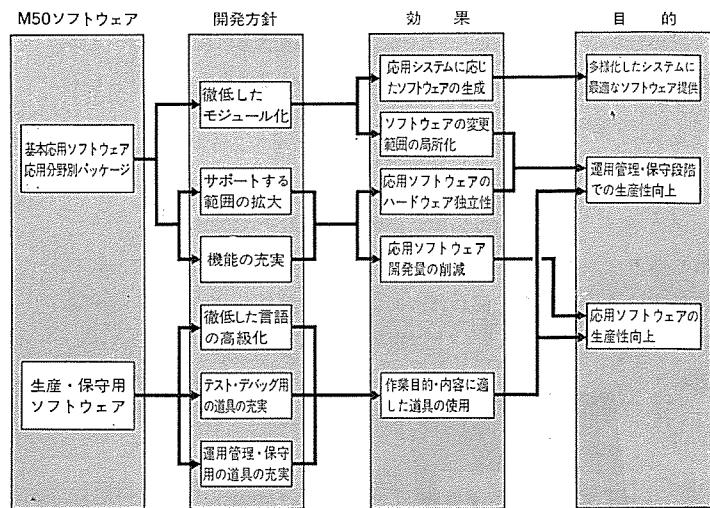


図1. M-50 ソフトウェアシステムの開発方針

に適した応用ソフトウェア生産用の各種の道具を積極的に開発・整備し、ユーザに提供することとした。

(2) 運用管理・保守段階での生産性の向上

工業用計算機システムは、プラントなどの成長とともに拡張されるべきものである。ソフトウェアについては、従来このような拡張に対する配慮が不十分であり、保守費用の増大を招いていた。M-50では応用ソフトウェアの機能・処理のハードウェア独立性を高めるため、標準的なソフトウェアの充実を図るとともにそれらのモジュール化を徹底することとした。これにより、拡張のためのソフトウェアの変更範囲を局所化し作業を容易に行うことが可能となった。

運用管理・保守段階ではソフトウェアの修正、性能改善、オンラインでの開発・テスト、保守拡張のタイミングを知るための情報収集等の種々の作業が行われる。M-50ではこのような作業で偉力を発揮する道具(ソフトウェア)をより一層充実することとした。

以上のような開発方針に基づき、具体的には徹底した標準化を行った。すなわち

(1) M-50上でか稼動し、システムに要求された機能・性能等を果たす基本応用ソフトウェア、応用分野別パッケージを中心としたオンライン稼動用ソフトウェアの品質の標準化。

(2) 生産・保守のために用いられるソフトウェアの充実による生産技術面での標準化。

の2点がその内容である。以降では、このような生産性向上の立場から見たM-50ソフトウェアシステムの体系を示すとともに、その特長、設計思想、品質・生産性の向上に対する効果などについて述べる。

3. オンライン稼動用ソフトウェア

M-50では図2に示すようなオンライン稼動用ソフトウェアが標準的に準備されており、次のような特色をもっている。

(1) 抽象化された手続き及びデータの提供

抽象化は、個々の応用プログラムの目的に対して本質的と考えられる事柄だけに着目し、それ以外の詳細な事柄を無視しても目的を果たせるようとするメカニズムである。このようなメカニズムによって得られるのが抽象化された手続き、データである。例えばプロセスラインのある部分の温度を監視するような応用プログラムにとって本質的なことは、必要な点の温度が入手でき、それをどのようにチェックするかなどである。温度情報を対応するプロセス入出力機器からどんな手順で読み込むか、その時性能をあげるために機械語を直接用いるべきか、などのことはこのプログラムにとっては知る必要のない詳細事項であろう。

(2) システム共通資源の管理と共有

工業用計算機では通常複数プログラムが同時に動作しており、システム共通の機器、ファイル等を効果的に管理し共有する必要がある。これはもちろんスーパーバイザレベルでも行われている。しかし、管理、共有の仕方は資源の種類、使われ方によって異なり、より応用プログラムに近いレベルできめ細かく行う必要がある。

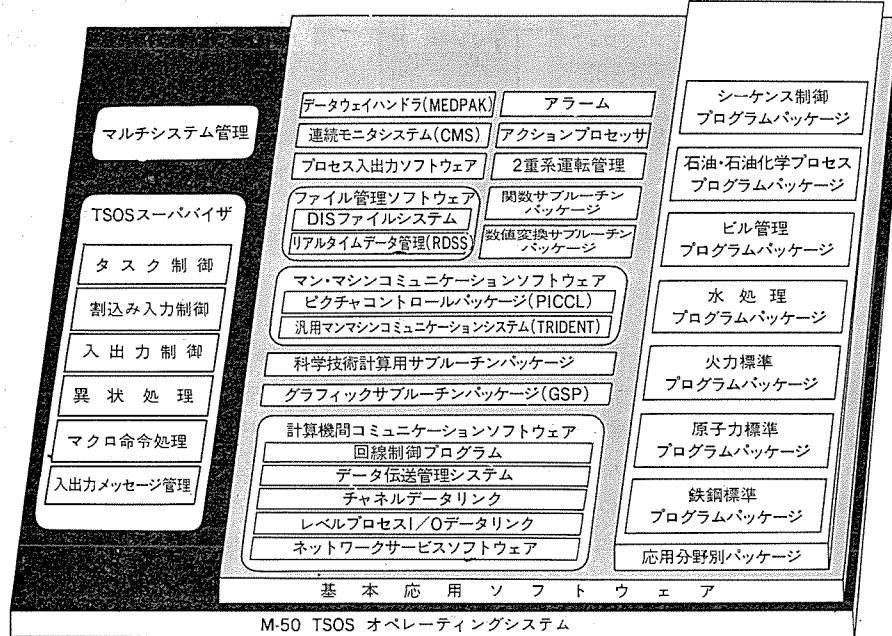


図 2. M-50 オンライン稼動用ソフトウェア

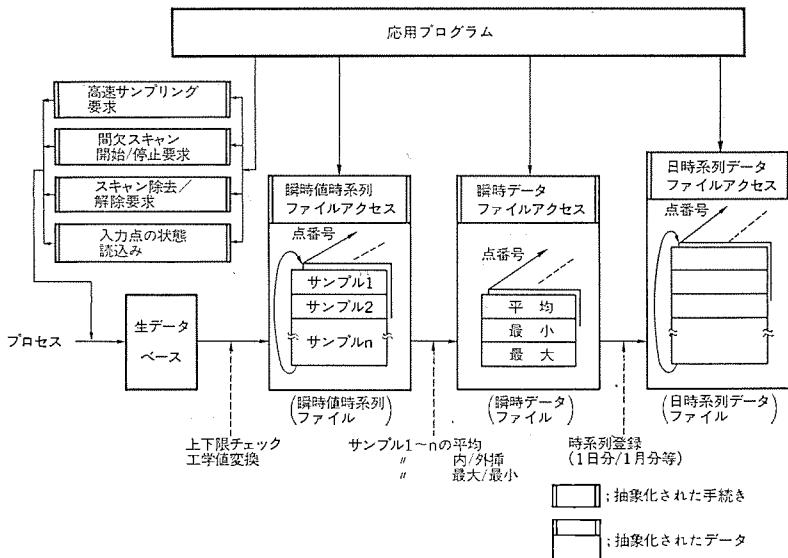


図 3. M-50 のアナログ入力用ソフトウェア (応用プログラムから見える部分だけを示す)

(3) モジュール化の徹底

工業用計算機システムはどちらかというとハードウェア開発指向であると言える。このためソフトウェアにさまざまなしわ寄せがされ勝ちであり、システムの変更・拡張等についても十分な配慮が必要である。また使用する記憶域も必要最小限にする必要がある。オンライン稼動用ソフトウェア自身の徹底したモジュール化により、このような状況に対処できるとともに、多様化したあらゆる応用システムに最適なソフトウェアの提供が可能となる。

M-50では上記の3点に留意して、プロセス入出力、ファイル管理など広範囲にわたって豊富なオンライン稼動用ソフトウェアを開発した。抽象的な手続きは資源の効率的な共有と一体となって提供され、論理的な概念だけに集中しての応用ソフトウェア開発を可能とする。これによりプログラミングが容易になるだけでなく、データの物理的構造・ハードウェア独立性が高まり、応用ソフトウェアの保守・拡張性が格段に向上する。応答速度を中心とするシステムの性能については、個々の応用プログラムの問題ではなく、システム全体の問題であると考えられる。これも上記の抽象化等の方策により、M-50で標準化されたオンライン稼動用ソフトウェアで全面的に吸収、解決している。

3.1 プロセス入出力ソフトウェア

プロセス入出力装置のCPUへの接続のされ方とは無関係に、応用プログラムからの同一のコーリングでの入出力が可能である。またハードウェアと応用プログラムとの間に論理的なデータベースを実現しているため、分かりやすく保守の容易なソフトウェアシステムとなっている。M-50のプロセス入出力ソフトウェアは、「プロセス割込み処理」、「デジタル入出力スキャン」、「アナログ入力」、「パルス入出力」から構成されている。プロセス割込み処理では割込み要因を分析し、あらかじめデータベースに指定されている要因に対応した種々の処理(タスクの起動、特定ビットのオン・オフ等)を行う。また各種入出力については、それぞれ最適に抽象化された手続き、データが準備されている。アナログ入力の例を図3に示す。

3.2 マンマシンコミュニケーションソフトウェア

M-50では今後の計算機制御及びシステム運用管理の飛躍的向上を目的として、数種のマンマシンコミュニケーション用ソフトウェアを開発した。いずれも高密度カラーCRTによる画面表示装置を中心とし、運転員・操作員と計算機システムとの対話を容易にするソフトウェアであり、下記のものがある。

(1) GSP: 応用プログラムからライブラリ形式で使えるグラフィックサブルーチンパッケージである。

(2) PICCL: 統図処理向けをベースとしており、图形、数値データを取扱えるピクチャコントロールパッケージである。

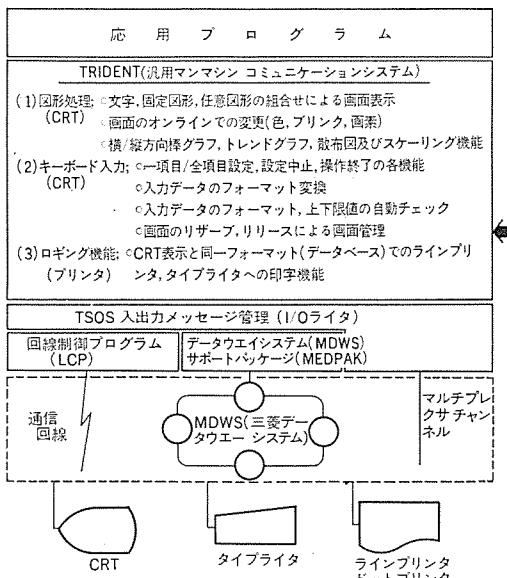


図 4. マンマシン コミュニケーション システム の階層構成 (TRIDENT の例)

(3) TRIDENT: はん(汎)用的な マンマシン コミュニケーション システム であり、数値 データ、メッセージ、図形、グラフ 等幅広く取扱える。以下では TRIDENT を例にとり、設計上配慮した点とその効果について述べる。TRIDENT 及び関連 ソフトウェア の階層構成を図 4. に示す。

(1) デバイス 独立性

フォーマット を デバイス 共通にしたため、応用 プログラム では デバイス の ハードウェア 差異、接続のされ方を全く意識する必要がない。また デバイス 番号を変えるだけで CRT、ラインプリンタ 等に出力可能である。

(2) 応用 プログラム、表示 フォーマット、データ の独立性

応用 プログラム と 表示 フォーマット、表示 フォーマット と 表示される データ が 相互に独立している。このため 表示 フォーマット は 応用 プログラム と 全く独立して 変更 でき、また 表示される データ も 任意の形で 任意の場所に 存在 できる。

(3) モジュール 化

TRIDENT 自身の徹底した モジュール 化を行い、更に応用 プログラム に開放する 抽象手続き (サブルーチン) と そうでないものを 厳格に 区別 している。

このような配慮により、「広範囲に及ぶ適用分野」、「CRT アクセス に関する応用 プログラム、運転員の負担の軽減」、「応用 プログラム の保守・拡張性の格段の向上」などが期待される。

3.3 計算機間コミュニケーション ソフトウェア

システム 構成の多様化、制御対象の広域化等のニーズ を満たすため M-50 では、通信回線を介した計算機間、チャネルを介した《MELCO M》350 シリーズ 間等、豊富な情報交換手段及び ソフトウェア を備えている。以下では データ 伝送管理 システム を例にとり、設計上配慮した点とその効果について述べる。

データ 伝送管理 システム は、通信回線を用いて他計算機と データ 伝送を行なう 応用 プログラム の負担を極力軽くすることを目的として開発され、図 5. に示すような構成となっている。

(1) データ 番号による送受信

番号に対応した フォーマット 変換 テーブル を登録しておこことにより、応用 プログラム は データ 番号だけを指定して 送受信 できる。

(2) 送受信 データ の フォーマット 変換、上下限 チェック

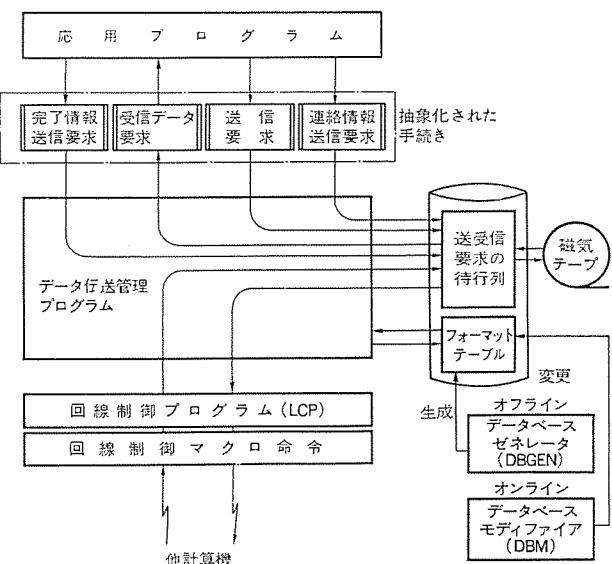


図 5. データ 伝送管理 システム の階層構成

回線上を 流れる データ は 通常 バイナリデータ 等 であり、一方 応用 プログラム で扱うのは 16 進/浮動小数点/文字定数 等 である。この システム では、送受信時の フォーマット 変換を行なうとともに、送受信 データ の 上下限 チェック まで 自動的 に 行っている。

(3) 計算機間伝送 モード の管理

伝送 モード として、「オンライン動作中」、「休止中」、「テスト中」の諸 モード を もち 管理 している。これにより、システム 内で 生じた 障害 の 程度 に応じた 处理 を 効果的 に 行なう こと が できる。また 自系 オンライン 運転 を 中断せずに 相手系 の 応用 プログラム の テスト を 行なう こと も 可能 である。

(4) 異常状態検出 及び回復処理

伝送異常 又は 相手系 異常 の 検出 時、送信 データ を 磁気 テープ へ 退避し、回復 時に 自動的 に 送信 する。このため 応用 プログラム では 相手系 の 状態 を 意識 する 必要 が なくなる。

(5) 機能分割と モジュール 化

図 5. に 概要 を 示す よう に、徹底した 機能分割・モジュール 化 を 行い システム の 階層化 を 図っている。これにより 例え ば 伝送制御手順に 変更 が あつた 場合 でも、その 度合 に応じて 回線制御 マクロ 命令、回線制御 プログラム 等 の 変更 で 完全 に 吸収・対処 できる。

4. 生産・保守用ソフトウェア

M-50 で 用意 されている、 ソフトウェア の 生産・保守 及び システム の 運用 管理 の ため に 用いられる ソフトウェア を 図 6. に 示す。

4.1 設計用ソフトウェア

計画・設計 時に、システム の 応答 特性、各種 リソース の 負荷 状況 等を 定量的 に 預測し、仮定した システム 構成 の 適否 を 判断する 必要 が ある。これを 経験 に 頼らず、より 明確 な 裏付け を もたせる ため、M-50 では 確率 モデル 表現 を 基にした 2 種の シミュレータ を 備えた。すなわち、非常に一般的、標準的な M-50 システム 用として MPSS (システム 負荷 シミュレータ) が、また 例え ば 2 重系 システム など、MPSS で 想定 している 以外 の 構成 を もつた システム 用として STOC (性能評価 シミュレータ) が 効果的 に 利用 できる。

予測結果は 実測値 と 比較 検討 して、 次回 の 設計、 運用 後 の 性能 改善 作業 に 反映 する 必要 が ある。この 目的 で、 後述する 負荷測定 プログラム と システム 稼動 管理 プログラム が 用意 されている。

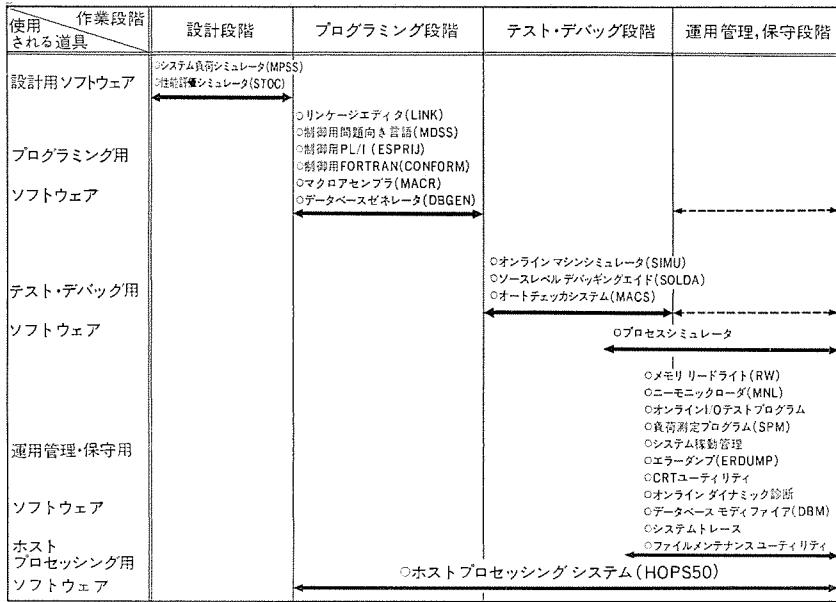


図 6. システムの開発・保守作業と使用される道具

4.2 プログラミング用ソフトウェア

4.2.1 リンケージエディタとプログラム構造

M-50 では、プログラムは通常 プログラム ユニット／セグメント／フェーズ という階層構造をもつ。リンクエディタは、ユニット 単位で別々に アセンブリ／コンパイルして得られた複数個の オブジェクトモジュールを結合・編集し、上記のような構造をもつ 1 つの実行可能な ロードモジュールを作成する プログラムである。

このようなプログラム構造とリンクエディタにより、応用プログラム作成に際して次のような利点を得ることができる。

- (1) プログラムを分割し、ユニット 単位で作成、修正できる。
- (2) 機能、処理の性質に最も適した言語が使用できる。
- (3) フェーズ 又は セグメント 単位の オーバレイ により主記憶領域の有効利用が図れる。
- (4) 既成 モジュール の流用が容易に行える。

4.2.2 言語プロセッサ

M-50 では徹底した言語の高級化を指向しており、応用ソフトウェアの品質、生産性を向上するため豊富な問題向き言語、手続き言語が準備されている。

(1) 問題向き言語

問題向き言語は一般に、「プログラミングが容易」、「工数の大幅減」、「記述されたプログラムの品質のばらつきが少ない」などの効果をもつ。反面、空欄記入式が一般的で、言語の適用範囲が限定されるなどの問題点も指摘されている。

制御用問題向き言語 MDSS は、プロセス制御の分野全般に使用されることを目的としており、上記の問題点もうまく解決されている。プロセス制御で行う処理は、定型的な動作の多い「プロセス入出力処理」と変化に富んだ「制御計算処理」の 2 つに大別できる。この点に着目し MDSS では、「空欄記入式による プロセス入出力部分」、「後述する CONFORM 又は DDC 言語（制御系の ブロック 図から直接 プログラミングする言語）による制御計算部分」の記述方式を採っている。

(2) 手手続き言語

手続き言語の使用により多大の利点があるにもかかわらず、工業用計算機の分野では依然としてアセンブリ 言語が多用されている。これはきめの細かい表現能力と効率のよい オブジェクト プログラムを生成で

きるような、アセンブリ 言語に代わり得る言語 プロセッサ が使えなかつたためである。

M-50 では手続き言語として、PL/I 形制御用言語 ESPRIT と FORTRAN 形制御用言語 CONFORM の 2 つが用意されている。両者とも実行時の効率に格段の重点を置き、コンパクトで実行速度の速い オブジェクト プログラムを生成するよう最適化処理を行っている。また M-50 で今回手続き言語を充実させたのは、応用ソフトウェアの生産性を向上するには、4.3 節で述べる テスト・デバッグ 用の道具を充実させるだけでは不十分であり、やはり プログラミング の段階で最初から プログラム に誤りの入り込まないようにすることが極めて重要であるとの認識によるものである。

CONFORM は JIS-7000 レベルの FORTRAN を包含し、工業用に必要な諸機能を豊富にかつ標準化したものである。

ESPRIT は PL/I のはん(汎)用性と工業用への適用性を兼ね備えた言語として設計された。

4.2.3 データベース ジゼネレータ

システムの開発に際しては、必要な各種 データベース をどのようにして作成するかが生産性向上の点で重要である。従来はその都度専用 ゼネレータ を開発したり、マクロアセンブラー を用いるなどで対応しており、生産性の面で大きな障害となっていた。このため M-50 では入力 データ 形式に左右されない汎用的な プロセス データベース ゼネレータ (DBGEND) を開発した。DBGEND はシステムに必要な データベース を作成するための問題向き言語であり、

- (1) プログラムとデータの分離及び データベース の階層化。
- (2) 空欄記入式による システム 仕様の記述と データベース 化。
- (3) 各種 データベース 生成の効率向上。

を目的としている。更に DBGEND には、データベース の オンライン メンテナンス プログラム (DBM) が用意されている。

4.3 テスト・デバッグ用ソフトウェア

応用ソフトウェア 生産性向上の観点から、テスト・デバッグ 作業の際留意すべき点は以下の 2 つである。

- (1) 作業対象となる プログラム の記述言語に適した道具の使用。
- (2) 作業目的に適した道具の使用。

(1) は例えば PL/I で記述された プログラム を アセンブリ 言語用の デバッガ で デバッガ する場合を想定すれば明白である。ユーザ の閲知する情報が文番号、変数名等であるのに、使用する道具に対して アドレス 等の機械語 レベル の情報を与えなければならないとしたら、作業は極端に非効率的なものとなろう。

(2) は例えば、モジュール間 インタフェース の整合性の テスト を目的としている場合に、単体 モジュール テスト 用の道具を使うことを想定すればよい。不適切な道具を用いた場合、作業の目的自体が果たせなくなる。

M-50 ではこの 2 点を十分考慮し、作業対象・目的に適した各種の道具を開発・強化し、応用ソフトウェアの生産性向上を期している。表 1. にこのような道具の概要を、また図 7. に テスト・デバッグ 作業の対象範囲と各範囲で効果的に使用できる道具を示す。

4.4 運用管理・保守用ソフトウェア

これまで述べたような道具の使用により、開発の各段階で保守性の

表 1. M-50 テスト・デバッグ用ソフトウェアの概要

名 称	特 長	使 用 さ れ る 範 囲
プロセスシミュレータ	○CRT画面、キーボード、ライトペンによる会話モードの作業 ○ハードウェアと1対1対応でプロセス入出力のモニタ及び模擬 ○プラントインを表示した画面上でプロセス信号を任意に選択し、モニタ及び模擬 ○主記憶、補助記憶内容の表示、修正、任意のプログラム起動等	ソフトウェアシステムの総合テスト・デバッグ、プラントと計算機を結合した総合システムテスト・デバッグに有効
オートチェックシステム(MACS)	○テスト手順の完全なプログラム化とその生成、修正機能 ○データのセット制定、プログラムの実行制御等の豊富な機能 ○バッチモードでの完全に自動化されたテスト ○計算機の出力リストによるテスト要領／成績書の文書化	複数プログラムの組合せ、ソフトウェアシステムの総合テストに有効
ソースレベルデバッグエイド(SOLDA)	○ESPRITで記述されたプログラムが主対象 ○ソースレベルの情報(文番号、変数名等)のみによる効率的なテスト・デバッグ作業 ○バッチ、会話の両モードによる作業 ○対象プログラムのソースレベルでの修正機能 ○プロセス入出力の模擬 ○応用ソフトウェアのボトムアップ／トップダウンテストのサポート機能	単体モジュール、複数モジュールの組合せ、単体プログラムのテスト・デバッグに有効
オンラインマシンシミュレータ(SIMU)	○MACR(アセンブラー言語)で記述されたプログラムが主対象 ○オンラインデバッグ用の豊富な機能 ○50種以上の豊富な命令により詳細なテスト・デバッグが可能 ○命令ステップ表示、命令アセンブリ表示、命令の種類別使用回数表示機能があり、性能改善等が容易	同 上

向上が促進される。このような配慮とともに、保守作業を効果的に行うための道具の開発・提供が応用ソフトウェアの保守段階での生産性向上策として必要である。

保守の段階では主として次のような作業が行われる。

- (1) 誤りの修正：処理上の誤り、応答時間等の性能上の誤りなどによるプログラムの作成、修正。
- (2) 環境の変化に対応する修正：設備の増設、システムの運用法の変更などの環境の変化によるプログラムの作成、修正。更にこのような作業を効率的に行うために、次のような道具が必要であると考えられる。

(a) 障害の原因追求

障害発生に備えて、指定に応じて各種情報を収集しておき、障害発生時に情報を提供する道具などである。

(b) 改修するための道具

プログラム、ファイル等の変更・修正、オンラインでプログラムのテスト・デバッグを行う道具などである。

(c) 効率的な運用を可能とし、保守をタイムリーに行う道具

システムの稼動状態情報の収集、操作モードのモニタリング等を行う道具である。

M-50 で用意されており、システムの運用管理・保守段階で使用されるソフトウェアを図 8. に示す。

4.5 ホストプロセッシング用ソフトウェア

工業用計算機の納入以前での応用ソフトウェア開発、オンラインバックグラウンドジョブが不可という環境でのプログラムテスト等、さまざまなニーズ、生産形態の多様化が最近の特色である。これに対応するため、M-50 では上位計算機(IBM 370 158/168)上でプログラム作成、テスト・デバッグを可能にするホストプロセッシングシステム HOPS-50 を開発し

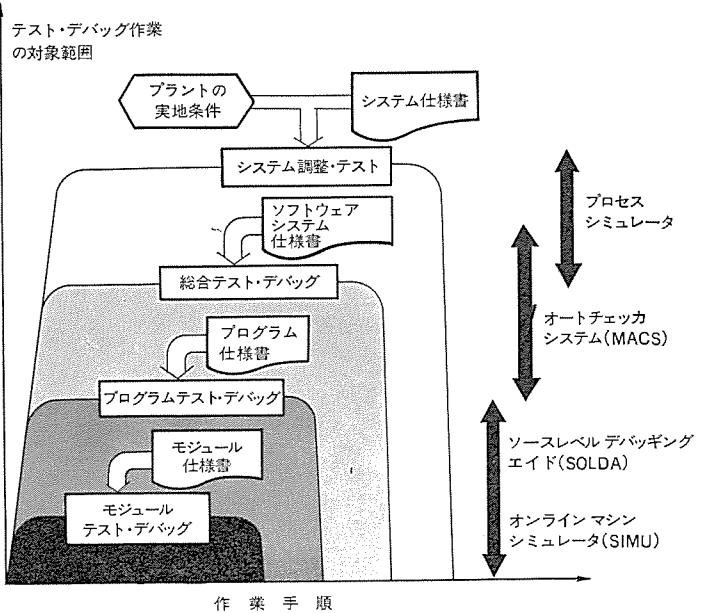


図 7. テスト・デバッグ作業の対象範囲と使われる道具

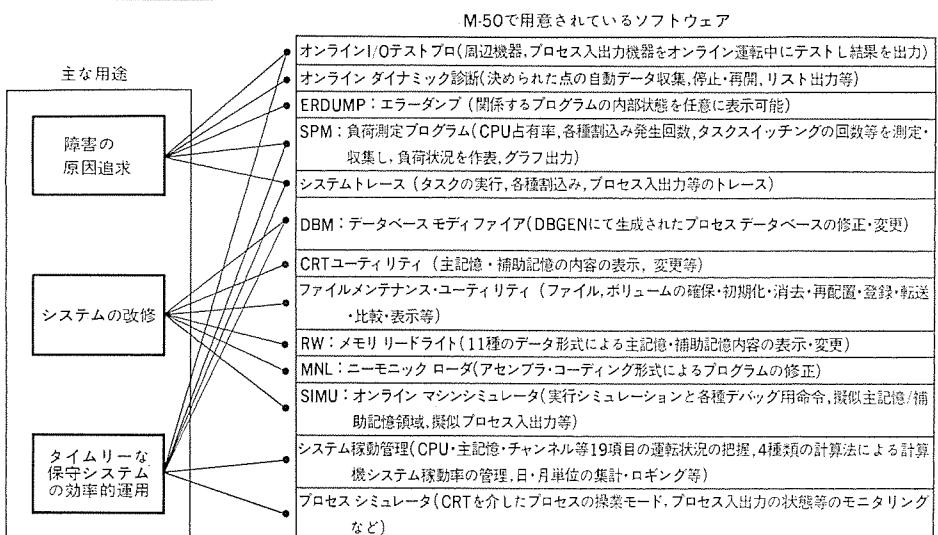


図 8. M-50 運用管理・保守用ソフトウェアとその用途

た。これにより、応用プログラムのアセンブル/コンパイル、リンクエディットなどのプログラム作成、実行、高位言語レベルの言語(DL 50)を用いたテスト・デバッグなどを効果的に行うことができる。

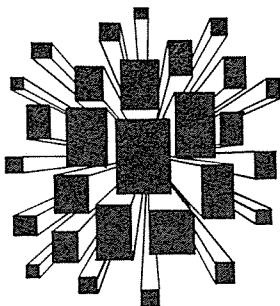
5. む す び

ここ数年各方面でソフトウェアの生産性を改善しようという活動が活発に行われている。工業用計算機の分野でも最近は FORTRAN, PL/I 等の高位言語の開発・使用が一般的になりつつあり、その標準化活動も活発である。また主として汎用計算機の分野を中心として、生産技術の検討がプログラミングの段階だけでなく、要求仕様の決定から運用・保守に至る各段階に対して行われ始めている。

M-50 のソフトウェアシステムでは、工業用計算機の特殊性に留意しつつ、このような技術動向を積極的に取り入れるよう努力し開発、整備に専心した。今後は個々のソフトウェアの機能もさることながら、それらが有機的に結合し1つのソフトウェア生産支援系として効果を発揮するように方向付ける必要があろう。

当社の特許

登録番号	名 称	発 明 者	登録番号	名 称	発 明 者
809373	車両用電動発電機の出力を電源とする誘導負荷制御装置	猪崎国男	812036	半導体装置	川上 明
809374	半導体装置	松嶋 勇・天野正勝 管野 廣	812037	半導体回路	中田 仗祐
811995	距離继電装置	鈴木 健治	812038	信号変換器	淡野 光章・高嶋和夫
811996	最大需要電力の超過予防装置	佐藤 安俊	812039	溶接用ならい装置	赤枝潤二郎・加藤弘之
811997	パイロット继電装置	高田 信治	812040	溶接トーチ角度自動調整装置	穂積義太郎・堀部 透 加藤弘之
811998	防虫螢光ランプ	佐々木武敏	812041	繼電器監視回路	辻倉 洋右・江田伸夫
811999	同期信号再生方式	平沢 茂一	812042	負荷時タップ切換装置	外賀俊彦
812000	光波信号送受装置	長能宗彦	812043	並列掃引形受信回路	内藤 誠
812001	自動熔接起動制御装置	橋川 鮎	812044	映像切換表示装置	川辺貞信
812002	半導体装置	中田 仗祐・須川嘉幸	812045	移動物体監視装置	丸橋 敏・村松 洋
812003	放射線照射装置	広 三寿・大塩一治	812046	レーダ方式	岩部 昭
812004	自動制御回転計	肥塚 正明	812047	電熱制御回路	堀口重昭・今泉 尚 花香郁太郎
812005	周波数変調装置	三宅 隆	812048	液体金属集電装置	森川鉄也・小林幸人
812006	計数装置	高橋 賢治	812049	シーケンス制御装置	中山彪生・松本直巳 吉田日出夫
812007	電磁接触器	中沢俊郎・山村 雅彦	812050	相補性MIS型電界効果トランジスタ・ゲート回路	河津 哲
812008	テレビ電話装置	伊藤修孝	812052	自制式高周波インバータ装置	熊野昌義
812009	円偏波発生装置	片木孝至・牛込 博	812053	半導体装置の製造方法	行本善則・木島光一
812010	のり養殖網の干し出し装置	大久保貴一・織井 勝雄	812054	原版作成装置	蒲生 浩・川上 明
812011	機関車用 デッドマン指令装置	内海二郎	812055	周波数アジャリティレーダ	道家昭彦・伊藤修孝
812012	脱出し装置	大野栄一・弘中一光 実森 彰郎	812056	半導体装置	近藤輝夫・久永 彰
812013	半導体装置及びその製造方法	西岡 直	812057	電動機の速度制御装置	蒲生 浩・川上 明
812014	内部冷却形導体	安部 勉	812058	乾式コンデンサブッシング	松尾元幸・山本 修
812015	繼電器点検装置	辻倉 洋右・江田伸夫	812059	揚水装置	橋 孝司
812016	半導体装置の電極端子取付法	加藤忠雄・山根 健治	812060	エレベータの非常運転装置	長田大三郎
812017	列車プログラム運転方式	田村 坦之	812061	限流装置	高村 明・寺沢 宏保
812018	巻上機の制御装置	滝沢 義和	812062	液晶表示装置	井上武男・白沢 宗
812019	低騒音静止誘導電気機器	土屋英司・岡田 将	812063	エレベータのかご位置模擬装置	柴山恭一・小野 博
812020	電力系統保護制御装置	高田 信治	812064	エレベータの速度指令発生装置	鈴木 修
812021	エレベータのかご位置検出装置	渡辺史郎・鈴木 修	812065	限流しゃ断器	渡辺英紀
812022	直流直巻モータの界磁率制御方式	大野栄一・赤松昌彦 中堀一郎・室田 仁	812066	半導体装置	渡辺睦夫・石田秀樹
812023	2重鏡面パラボラアンテナ	武市吉博・小野 誠	812067	半導体制御整流装置	中田 仗祐
812024	サイリスタ	中田 仗祐・伝田隆治	812068	半導体制御整流器	中田 仗祐・伝田隆治
812025	半導体装置	蒲生 浩	812069	補償コイル付直流回転電機	行本善則・大崎三郎
812026	遠方表示装置	島田政代士	812070	螢光体の製造法	林 昌宏
812027	冷凍機用密閉形圧縮機	松永勝利	812071	回転体タイマー装置	栗津健三・松永 数
812028	単相位相変調器	山本 博	812072	空気調和装置	大藪 黙
812029	点弧回路	林伸一郎	812073	装入クレーン	岩崎善彦・内山隆夫
812030	半導体装置の製造方法	植松滋幸・近藤久雄 阿部東彦	812074	油入りブッシング	古田勝巳
812031	電磁式シリカ	岸本 健・小倉新三	812075	光学的追跡装置	藤井 黙・松田節之
812032	半導体装置	山本 武	812076	弾性体の製造法	安東 滋・岡田和夫
812033	し張発振回路	石井 真	812077	ゴムモールド形電気機器におけるインサートの固定法	不可三晃・森脇紀元 西崎俊一郎
812034	限流しゃ断器	渡辺睦夫			野口 肇・村上貞利
812035	回転指向性アンテナ	小野 誠			



特許と新案

冷却器 (実用新案 第 968992 号)

考案者 岩崎善彦・上田和弘

この考案は、冷却器のうち特にシェルアンドチューブ式水冷却器の改良に関するものである。

図 1 及び図 2 において、分配室(7)の上部に設けられた冷媒入口管(5)の噴出口(5a)から流入した冷媒は、この噴出口(5a)によってその流れが鏡板(2)に沿って側方に拡散され、いったんたな(棚部)(8)にたまり、そして狭部(9)に流下するが、冷媒液は棚(8)の存在により下側に流下しにくく、また狭部(9)のすき(隙)間は十分に狭いため、この狭部(9)に冷媒液が充満しやすい。したがって、冷却管(3)が上下左右に広く広がって配置されていても、各冷却管(3)に流入する冷媒液又は冷媒ガスは、均一に分配され、各冷却管(3)を水との熱伝達に有効に活用し得るので、冷却器の小形化が達

成できるものである。なお、図中、(1)はシェル、(5)は冷媒入口管、(6)は冷媒出口、(10)は水入口、(11)は水出口である。

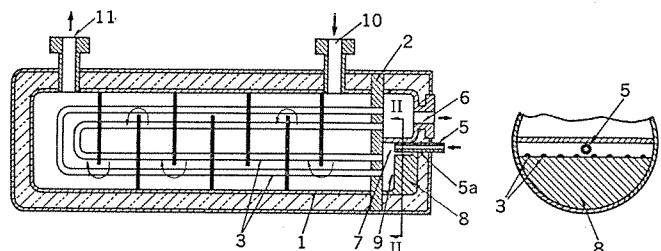


図 1

図 2

間欠信号発生装置 (実用新案 第 1084276 号)

考案者 高橋一智

この考案は、自動的に負荷を間欠動作させるための間欠信号発生装置で、例えば自動車用として用いることにより、自動車の運転中ににおける操作による危険を防止する効果がある。

図 1 において、(1)はバッテリ、(2)は主スイッチ、(3)、(4)、(5)はトランジスタ、(6)、(7)、(8)、(9)は抵抗、(10)、(11)は電流積算素子で、通電方向に応じてめっき物質が各電極間移行するもので、その特性は図 2 に示すとおりである。図 2 において横軸に電流積算時間 t を、縦軸に両端電圧降下電圧 V を示している。

(12)、(13)はダイオード、(14)は電源、主スイッチを除く上述の部品により構成された無安定マルチバイブルータ、(15)は負荷スイッチ(16)を制御する制御コイル、(17)は負荷である。いまトランジスタ(4)が導通し、トランジスタ(3)が非導通になったとすると、電流積算素子(11)には抵抗(8)、トランジスタ(4)を通して電流が流れるために、その陽極に集合していためっき物質が陰極に移行する。この時、電流積算素子(11)の両端電位は V_g と低いため、トランジスタ(3)のベース電位は低く非導通となる。またトランジスタ(3)のコレクタ電位が高いため、電流積算素子(10)は前のサイクルで陰極に集合していためっき物質が陽極に移行して次のサイクルに備えている。電流積算素子(11)が図 2 の t_2 に示す電流積算時間になると両端電位が上昇し V_f になる。このためトランジスタ(3)のベース電位が上昇して導通するため、電流積算素子(10)には抵抗(7)、トランジスタ(3)を通して電流が流れるために陽極に集合していためっき物質が陰極に移行される。この時電流積算素子(10)の両端電位は V_f と低いため、トランジスタ(4)のベース電位は低くトランジスタ(4)は非導通となる。したがってトランジスタ(4)のコレクタ電位は高くなり、電流積算素子(11)は前のサイクルで陰極に集合していためっき物質が陽極に移行して次のサイクルに備える。

以下同様な動作をくり返し、トランジスタ(4)のコレクタ電位はサイクルに応じた電圧変動が生じるので、トランジスタ(5)も各サイクルに応じた導通、非導通をくり返す。したがって制御コイル(15)の電流が断続されるので、負荷スイッチ(16)を開閉させ、負荷(17)に間欠的に動作電流が与えられて負荷を制御する。なおトランジスタ(3)、(4)はおののおの電流積算素子(11)、(10)により決定され、抵抗(8)、(7)をかえることにより負荷の間欠時間を任意に広範囲に選ぶことができる。

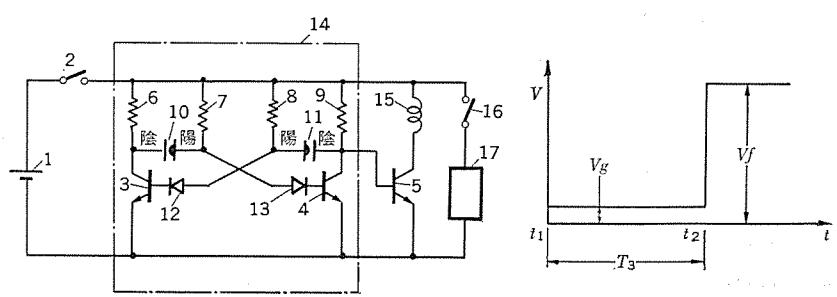


図 1

図 2

特許と新案

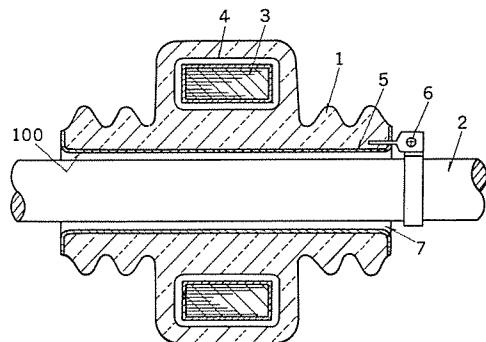
変流器 (実用新案 第 991788 号)

考案者 横山栄一

この考案は、モールド形の変流器に関するもので、特にコロナ放電による損食及び絶縁劣化の少ない変流器を提供しようとするものである。

すなわち、この考案は、図に示すように、2次コイル(4)を包囲し1次導体(2)が貫通する貫通孔(100)を有するモールド外被(1)と、上記貫通孔(100)の内面及びモールド外被(1)の両端面にわたってめつきして形成された導電性薄膜(5)と、上記モールド外被(1)の端面に施された導電性薄膜(5)を一端が接触貫通してモールド外被(1)の端部に埋設され、かつ上記1次導体(2)に他端を接続した接続金具(6)を備えたもので、モールド外被(1)に金属めっきを施すことによりコロナ損食が防止されるばかりでなく、高電圧は導電性薄膜(5)と2次コイル(4)間にはかかるが、この間には空げき(隙)が全くないためコロナ放電が発生しにくい効果がある。また、導電性薄膜(5)は金属めっきされたものであるから、モールド外被(1)への密着度は

極めて確実であり、1次導体(2)のそう(挿)入時にはく(剥)離するようなことがないばかりでなく、導電性薄膜(5)と1次導体(2)との接続手段が極めて簡単になるとともに、変流器自体を径方向に小形化し得る効果も有している。



しや断器 (実用新案 第 1092267 号)

考案者 宮本龍男

この考案は被駆動体に近似直線運動によって動力を伝達するリンク機構を有したしや断器に関するものである。

図1及び図2はしや断器投入状態及びしや断状態のリンク装置の断面を示すもので、リンク(6)の第1の枢着部(600)は駆動ロッド(9)にレバー(12)を介して連結され、第2の枢着部(601)はピン(7)を介して固定部(29)に枢着され、第3の枢着部(602)はピン(24)を介してリンク(22)の第2の枢着部(221)に枢着されている。リンク(22)の第1の枢着部(222)はレバー(21)の一端にピン(25)を介して枢着され、第3の枢着部(220)はピン(23)を介してリンク(16)の一端に枢着されている。リンク(16)はピン(28)を介して被駆動ロッド(17)に枢着されている。リンク(21)の他端はピン(26)を介して固定部(27)に枢着されている。

いま、図1に示す投入状態において、駆動ロッド(9)が駆動ばね(4)によって下方に駆動されると、右側のL形レバー(6)はピン(7)を中心で反時計方向に回転(左側のL形レバー(6)は時計方向に回転)するとレバー(21)は時計方向に回転する。このときリンク(22)のピン(23)は極めて直線に近い近似直線運動を行う。

このようにリンク(22)のピン(23)が直線運動をするためピストンシリンダ(14)の被駆動ロッド部(17)には半径方向の荷重はほとんど作用しなくなり、被駆動ロッド部(17)には曲げモーメントも発生しない。また軸受(15)と被駆動ロッド部(17)の摩擦力は極めて小さくすることができ、しゅう(摺)動部の焼付現象が発生せず、しや断動作が極めて軽快に行われ、信頼性が非常に高くなる。また軸受(15)と被駆動ロッド部(17)の摺動部に半径方向の力が加わらないため駆動ばね力を大きくし、高速度でしや断動作を行わせることができ、しや断容

量の増大が可能となる。更にピストンシリンダ(14)のしや断行程距離を大きくすることが可能になりしや断点の開極距離を大きくすることができ、しや断器の小形軽量化にも極めて有効である。

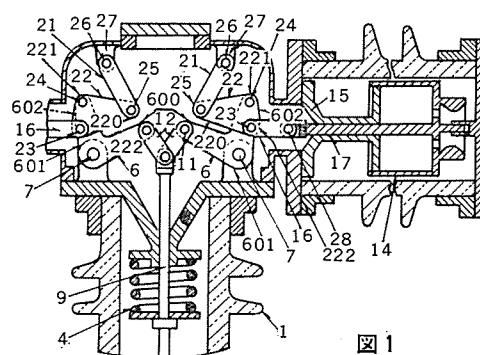


図1

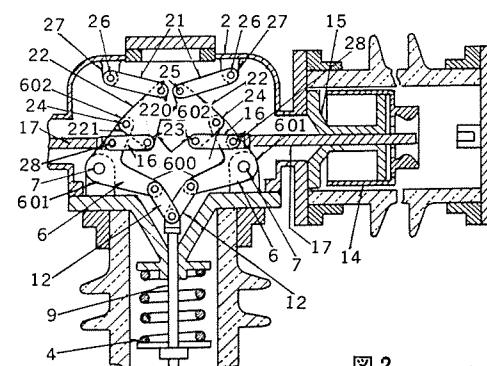


図2

MRM形負荷時タップ切換器

松本 進*・外賀俊彦*・今井満夫*・成瀬知晴*

1. まえがき

負荷時タップ切換器が、一般的に普及し始めてからまだ20年足らずである。しかし、この間の普及度は著しく、工業用変圧器、送配電用変圧器だけでなく、原子力・火力発電所用等の超々高圧変圧器へと、広範囲にわたって適用されるようになった。

このように本格的に普及した理由として、電力の質的向上の必要性が増したこともあるが、ユーザの要求に答えられる負荷時タップ切換器が出現したこと、大きな要因の1つであろう。

負荷時タップ切換器の普及度が高まるにつれて実用性能に対する規格制定の要求が叫ばれ、1972年にJEC-186(負荷時タップ切換装置)が制定された。一方、市場の情勢も徐々に変化し、規格以外の要求が発生してきた。すなわち、

- (1) 設備の増大と大容量化により、信頼性・性能の高いもの。
- (2) 用地確保の困難さ、省資源化を反映し、コンパクトなもの。
- (3) 省力化時代を反映し、保守点検の必要が少ないもの。

などが、これである。

これらの要求を満足させるため、このたび当社では、従来の中容量のMRD形負荷時タップ切換器に代わる、新形の2抵抗式負荷時タップ切換器(MRM形)を製品化した(図1)。このMRM形負荷時タップ切換器は、西独のMR社(Maschinenfabrik Reinhausen)の設計技術を背景に、当社で長年にわたって蓄積された技術力を投入して開発を完了したものである。

以下、このMRM形負荷時タップ切換器について技術的概要を紹介する。

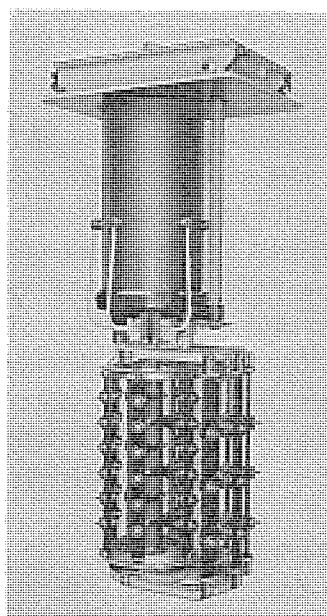


図1. MRM形負荷時タップ切換器

2. 定格・仕様

(1) 最大定格ステップ電圧	3,000 V
(2) 最大定格通過電流	550 A
(3) 定格ステップ容量	1,100 kVA
(4) 定格周波数	50/60 Hz
(5) タップ点数	最大35点
(6) 転換方式	極性又は転位切換
(7) 切換方式	2抵抗式
(8) 過負荷切換能力	200%
(9) 対地絶縁階級	最大200号
(10) 電気的寿命	20万回以上
(11) 機械的寿命	80万回以上
(12) 切換時間	5 s/1タップ切換
(13) 適用可能変圧器容量	275 kV級……230 MVA 154 kV級……130 MVA 77 kV級……60 MVA

3. 切換開閉器の設計

開発されたMRM形負荷時タップ切換器の切換開閉器を図2に示す。電流開閉を主機能とする切換開閉器には、次のような実用性能が要求される。

- (1) 開閉器として高い切換能力を有していること。
- (2) 接点寿命が長いこと。
- (3) 機構として動作が確実で、機械的寿命が長いこと。

これらの性能を満足するためには、切換方式をどのように選択するかが、切換開閉器設計上の大きなポイントになる。

すなわち、抵抗式を前提とした場合、

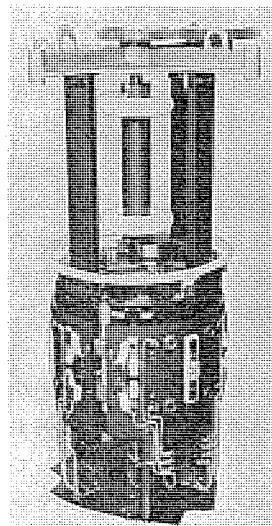


図2. ダイバータインサート

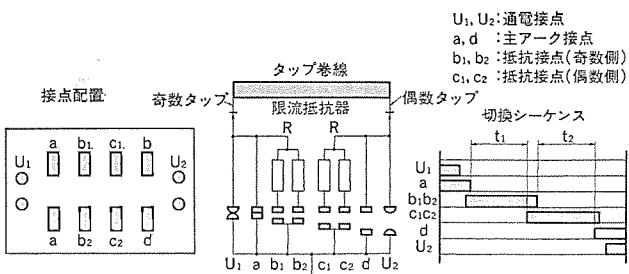


図 3. 切換開閉器の動作 シーケンス と接点配置

(1) 主アーカ接点の開極後、接点間に発生する回復電圧を低くするためには、限流抵抗器の抵抗値をできるだけ低くしなければならない。

(2) 一方、抵抗接点においては、抵抗値を低くすると循環電流が増加して接点のしゃ断電流が増加するので、接点寿命が低下する。そこで、抵抗接点のしゃ断電流を減らそうとすれば、抵抗値を高くしなければならない。

この相反する2つの条件を満足するためには、4抵抗あるいは6抵抗を使用した多抵抗切換方式を採用することが考えられるが、多抵抗切換方式を用いるほど構造が複雑になり、信頼性の面で不利になることは否めない。

3.1 切換方式：抵抗分流付2抵抗式の採用

MRM形では、しゃ断能力を従来以上に向上させるとともに、構造の単純化を図るために2抵抗式にし、かつ抵抗接点には抵抗分流による並列2点しゃ断方式を採用した。

この方式は、図3.に示すように、上下に配置された抵抗接点 b_1 と b_2 , c_1 と c_2 には、それぞれ別の独立した抵抗器が接続されており、かつ、切換動作時には上下の接点が同時に開閉するものである。(1) しゃ断能力の向上一責務減少と切換余裕時間の増加ー抵抗接点で電流をしゃ断する場合には、しゃ断電流を1/2ずつ上下の接点で同時にしゃ断させるようにし、従来の2抵抗式と比べてしゃ断責務の減少を図った。

また、この切換方式の切換シーケンスは、 a , $b(b_1, b_2)$, $c(c_1, c_2)$, d の各アーカ接点が、図3.に示すように上下の接点を1組にして、接点の接触組数が、1(a-on)-2(a, b-on)-1(b-on)-2(b, c-on)……のように、1組と2組との繰り返し開閉動作を行う。しかし、接点が機械的に開極しても、電気的にアーカによって回路がつながり、電流零点に至って消孤するから、図3.における切換余裕時間 t_1 あるいは t_2 が、切換時に発生するアーカ時間より長いほうが、前述の切換シーケンス(接点接触組数1及び2の繰り返し)どおりに切換える上から有利になる。

MRM形には、2抵抗切換方式を採用することによって十分に大きな切換余裕時間をもたせてあり、抵抗分流式の採用とあいまって高い定格ステップ電圧あるいは過負荷切換えの要求に対して十分に答える高いしゃ断能力を持たせてある。

(2) 接点寿命の増加

接点の消耗量を少なくして長寿命にするという要求に対しては、接点の消耗量がしゃ断電流の(1~2)乗に比例することが、実験的に確かめられていることから、抵抗分流によって抵抗接点を2点しゃ断させ、しゃ断点1点当たりのしゃ断電流を少なくするようにした。このことは、単に接点の消耗量を減らすだけでなく、主アーカ接点と抵抗接点との消耗量を比較したとき、変圧器の負荷率の関係から、

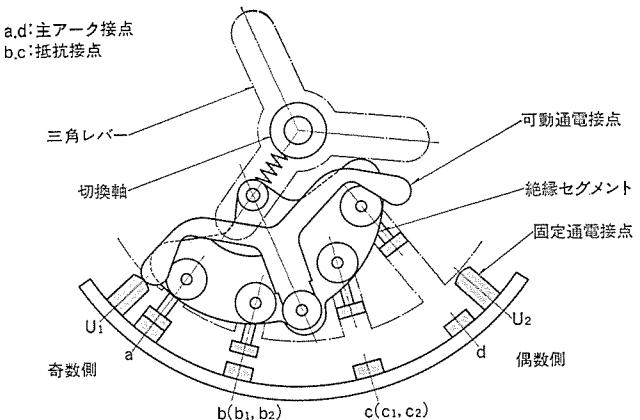


図 4. 切換開閉器の接点機構

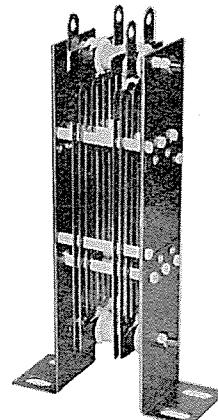


図 5. 限流抵抗器

負荷電流だけをしゃ断する主アーカ接点よりも、負荷電流の一部と循環電流との合成電流をしゃ断する抵抗接点のほうが、消耗量が多いという一般的な傾向を緩和し、バランスのとれた消耗を得ることができることも、併せて目的にしている。

3.2 信頼性向上と保守点検の容易化

4抵抗式を2抵抗式にした目的には、前述のしゃ断能力向上の外に、構造を単純化して信頼性を向上させ、かつ、保守点検を容易にすることもある。

(1) 接点開閉機構の単純化

4抵抗式の接点開閉機構では、可動接点を2グループに分け、それをリンクで結合して駆動せざるを得なかったが、MRM形では図4.に示すように、絶縁セグメントを首振り運動させることにより、絶縁セグメントに結合された各接点を開閉させ、前項で述べた切換シーケンスを確実に遂行させるようにした。すなわち、構造を単純化して信頼性の向上と、保守点検期間の延長とを図った。

(2) 接点動作の円滑化

可動接点を駆動する早切機構は、切換開閉器の接点機構部との間に絶縁軸を介在させず、隣接して配置され、急速な往復回転運動が遅滞なく確実に伝達される。また、早切機構の出力側には、フライホイール効果をもたせたクランクを配して接点の開閉動作をなめらかにした。

(3) 性能に対する裕度ある使用

過負荷切換能力・通電能力については、4章に述べるように、定格に対して大きな能力を有している。したがって、定格以下で使用すれば、大きな安全係数を持つことになり、信頼性を高めることができる。

きる。

(4) 抵抗器の熱放散向上

限流抵抗器は、鉄クロム抵抗帯を蛇行状に打抜いたエレメントを連結して使用したが(図5.)、同一断面積の丸線と比べて表面積が大きくなっている。また、限流抵抗器の周囲を絶縁筒で覆わず、開放構造にして油の対流による冷却効果を高めた。

(5) 保守点検の容易な構造

切換開閉器の固定接点部は、各相ごとに円弧状の絶縁板に取付けられており、点検の際にはこれを取外すだけでよい。また、限流抵抗器は周囲が開放されているため保守点検が容易である。

(6) 小形・軽量化

以上のように、切換開閉器及びその付属エレメントがまとめられたダイバータインサートが小形・軽量化されて点検作業が容易になり、変圧器の上でも点検が可能になった。また、屋内設置の変圧器の場合には、つり上高さが低減されたために建屋を低くすることができる。

4. タップ選択器の設計

4.1 小形化と耐電圧性能の向上

最近の省資源あるいは用地難といった情勢から、タップ切換器に対しても小形化の要求は例外ではない。タップ選択器についても、この要求に沿って検討したが、次のような問題点があった。

すなわち、タップ選択器の直径は、円形配置されている固定接点の外端によって決まるため、固定接点をタップ選択器の中心部に寄せることで小形にできる。しかし、一方では、隣接タップ間の許容耐電圧はできるだけ高いことが必要であるから、直径を大きくして各固定接点間の絶縁距離を大きくしなければならない。次に、個々の接点間にかかる電圧については、固定接点が円形配置であることから、タップコイルの両端から出るタップリードが隣接して接続されることになり、この接点間にはタップコイルの全電圧がかかり、他の接点間には1タップ分の電圧しかかかるない。したがって、必要な絶縁距離も、接点間によって大小があるにもかかわらず、従来の可動接点の駆動機構には、均等な割出角をもったゼネバ機構しかなかったので、必要な絶縁距離のうちの最大の値を各接点間にもつたタップ選択器となり、外径を縮小する上に不利であった。

そこで、MRM形では、図6.に示すような不均等な割出角をもつゼネバ機構を開発し、高い電圧のかかる大きい距離の必要な接点

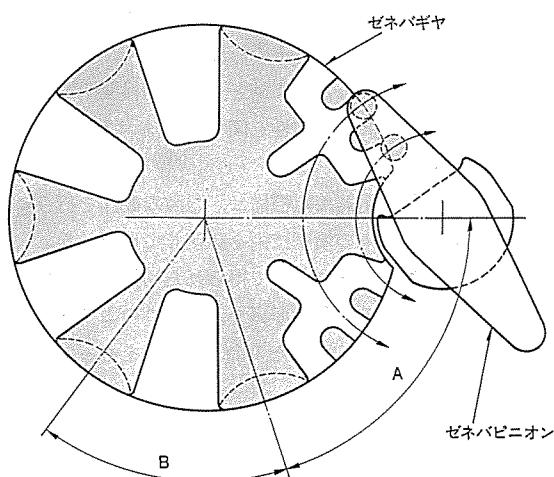


図6. 不均等割出しゼネバギヤ

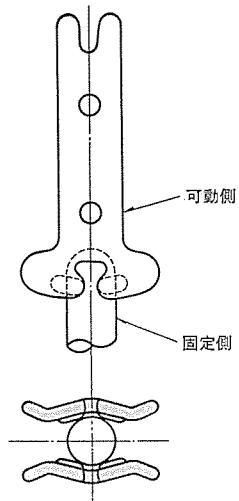


図7. タップ選択器接点

間は大きな角度Aで駆動し、他の接点間は小さな角度Bで駆動するようにして合理的な接点配置を可能にした。タップ点数を多くとる必要があるときには、角度Aは固定し、角度Bを細分化し、タップ選択器の外径を変えないでその目的を達するようにした。

4.2 通電能力の向上

タップ選択器の接点は、従来、固定接点を上下2枚の可動接点ではさみ込む方式であったが、接点は上下に各1点、計2点しか得られなかつた。

これに対してMRM形の場合には、図7.に示すように固定接点を円柱形状にし、これに接触部を山形に曲げて2点接触にした可動接点の2枚を上下に組合せ、固定接点をはさみ込むようにした。すなわち、4点接触構造にして通電能力を大きく向上させた。この山形接点の採用により、振動しても可動接点が外れる心配もなく、停止位置にもばらつきが無くなり、確実な接触状態を維持できるというメリットが得られた。

5. 試験

より徹底した品質保証を行うため、まず試作器で次の4項目の基本的性能を徹底的に検証する基礎試験を実施した。

- (1) アーク接点のしゃ断能力
- (2) 通電能力
- (3) 絶縁耐力
- (4) 切換動作

以上の基礎試験の結果を踏まえて前述の試作器に生産設計的検討を更に加えて量産器に反映させ、最終的にはこの量産器についても、JEC-186(1972)及びIEC Pub. 214(1976)に定められた諸性能を満足することを確認するために総合性能確認試験を行った。

これらの試験の結果、所期の性能を十分な裕度をもって発揮し得ることが確認できた。以下にその概要を述べる。

5.1 基礎試験

(1) アーク接点のしゃ断能力試験

切換開閉器の各アーカ接点には、独立した消弧室を設けるとともに、しゃ断方式に抵抗分流による並列2点しゃ断方式を採用してしゃ断能力の向上を図ったが、その成果を種々な責務について確認した。図8.に示すように、JEC-186に規定されている1.5倍過負荷切換えはもちろんのこと、IEC Pub. 214での2倍過負荷切換えでも、

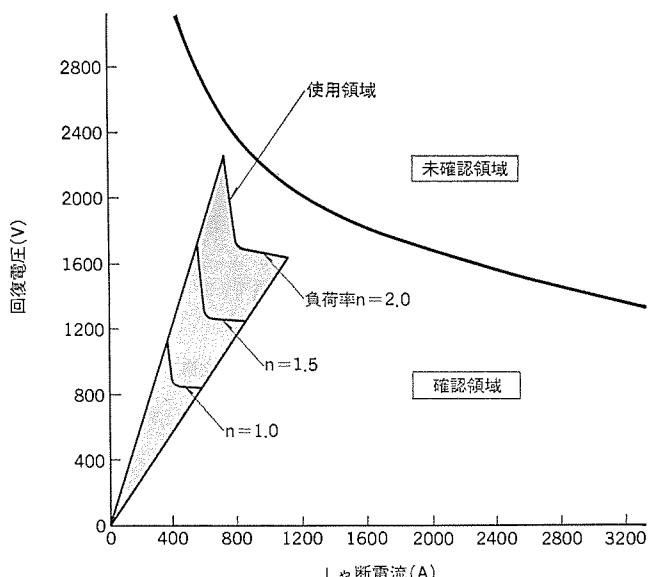


図 8. 主アーチ接点のしゃ断能力

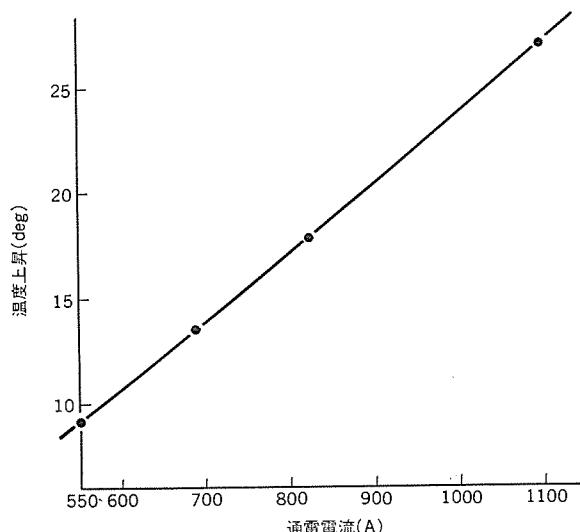


図 9. 通電接点の温度上昇特性

十分な余裕をもってしゃ断できることが判明した。

(2) 通電能力試験

通電能力を向上させるため、接点近傍の熱放散面積の増加、対流効率の向上、及び接触荷重の適正化を図った。検証の結果、連続通電温度上昇の対電流特性は、図 9. に示すように定格最大通過電流はもちろんのこと、その 1.2 倍過負荷電流でも JEC-186 及び IEC Pub. 214 で規定の許容温度上昇 20 deg に対して十分な裕度を有することが判明した。また、短絡電流通電強度は、定格最大通過電流の 13.5 倍の電流 7.5 kA を 2 秒間ずつ 1 分間隔で 5 回通電し、うち 1 回の通電では初期波高値が 19 kA に達したが、溶着・溶損・変形等の異常がなく、JEC-186 及び IEC Pub. 214 に規定の強度を上回る能力を有することが確認できた。

(3) 絶縁破壊試験

変圧器に適用された場合にタップ切換器の各充電部間に発生すると推定される最大 AC 電圧及び最大インパルス電圧を目標値にして各充電部間とも絶縁破壊試験を実施した。その結果、目標値に対して十分な余裕があることが確認された。必要と考えられる部分については、部分放電試験を実施し、常規使用電圧の約 2 倍の印加電圧に対

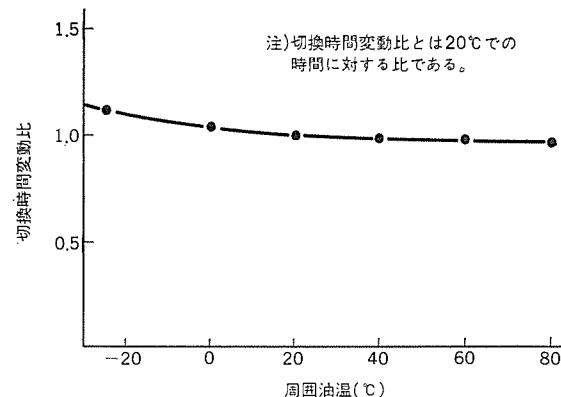


図 10. 切換時間に対する周囲油温の影響

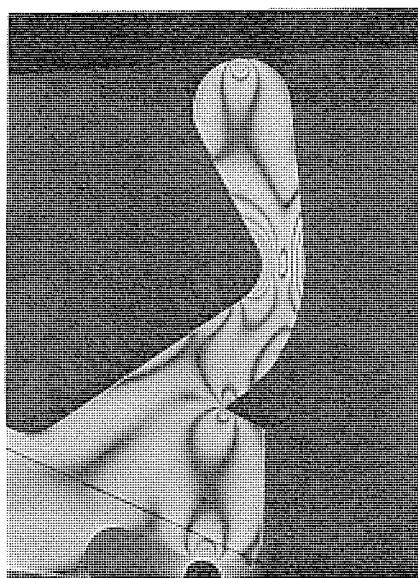


図 11. 可動通電接点の等色線写真

して十分に低いコロナレベルにあることを確認した。

(4) 切換動作試験

(a) 機械的動作特性試験

切換開閉器には、各可動接点が定められた順序にしたがって所期の速度で安定して動作するよう、早切機構出力軸にフライホイール部を設けるなどの設計的配慮がなされている。このような機械的性能が、種々に条件が変動しても維持し得ることを、可動部分の高速度撮影、回転角度の時間特性の測定などの方法で検証し、起こり得る諸条件の変動時でもその影響は少なく、安定した性能を維持することが確認された。1 例として、切換開閉器室の油温を変えた場合の全切換時間の特性を図 10. に示す。

(b) 各部の応力測定

早切機構及び切換開閉器接点機構は、急激な動作を行うことから、実際の発生応力を種々の検証技術を駆使して確認した。

図 11. に、光弾性実験によって得られた切換開閉器の可動通電接点の動作時における等色線写真を示す。このようにして検証した結果、JEC-186 に規定された寿命を、余裕をもって満足することが定量的に確認された。

5.2 総合性能確認試験

(1) 耐電圧試験

対接地部及びタップ選択器の各充電電極間に、変圧器に適用された場合に発生すると推定される最大電圧を印加したが、問題なく耐え

表 1. 電気的寿命試験の条件

条件	ステップ電圧 (V)	負荷電流 (A)
1	2,200 ($2,000 \times 1.1$)	550
2	2,750 ($2,500 \times 1.1$)	440
3	3,300 ($3,000 \times 1.1$)	367

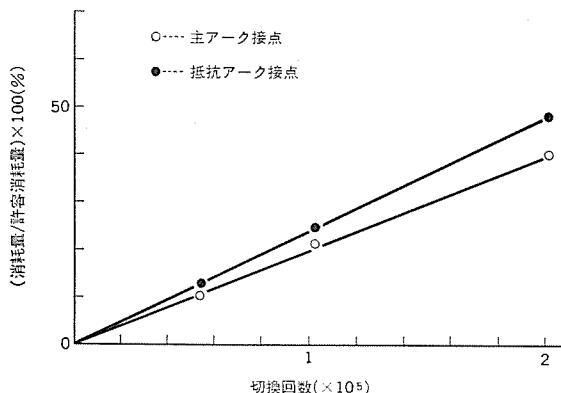


図 12. 接点消耗特性 (責務 550 A/2,200 V)

た。

(2) 油密試験

機械的寿命試験の前後に、切換開閉器室に 0.7 kg/cm^2 の油圧をかけて 48 時間放置したが、油漏れはなかった。

(3) 機械的寿命試験

最初に 20 万回を無電圧で、続いて電気的寿命試験で通算 80 万回切換え、その途上で動作シーケンス・駆動トルク・電動機電流の測定を行ったが異常なく、また、その都度構造点検を行ったが、不具合はなかった。

(4) 電気的寿命試験

機械的寿命試験に引き続き、スコット回路で表 1. に示す 3 種類のステップ電圧・負荷電流の組合せでおのの 20 万回ずつ、MA 7 形駆動装置を使用して切換えを行わせた。その結果、最大通過電流 550 A のときでも図 12. に示すような接触子の消耗特性になり、十分な余裕を持つことが判明した。

(5) 切換試験

電気的寿命試験完了後の油汚損状態で、電気的寿命試験と同じ 3 種類のステップ電圧・負荷電流の条件で 22 タップ連続切換えを行い、異常なく切換えられた。また、3 種類の条件のそれぞれ JEC-186 規定の 1.5 倍、及び IEC Pub. 214 に規定の 2 倍の過電流切換えをおのの 10 回行い、そのうちの 3 回は連続切換えであったが、いずれも異常なく切換えられた。それぞれの切換えにおけるしゃ断電流・回復電圧・アーカ時間と全回数ともオシログラフで観測した。各接点の切換順序も確実に守られることが確認された。2 倍の過電流切換えにおける切換状態の 1 例を図 13. に示す。

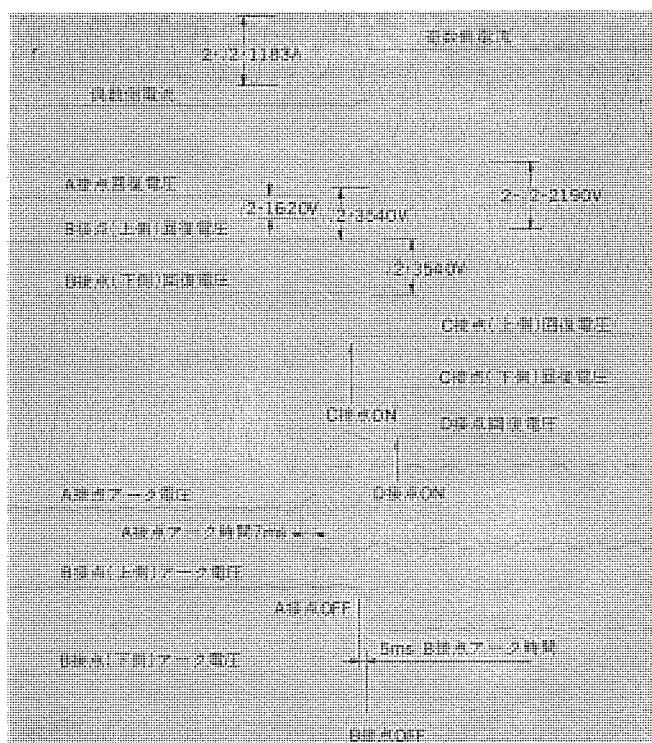


図 13. 2 倍過負荷時の下降方向切換え

(6) 短絡電流通電試験

運転時に連続通電を行うすべての接点を直列接続し、定格最大通過電流の 10 倍である 5.5 kA を 2 秒間ずつ 1 分間隔で 5 回通電した。5 回の通電電流のうちの 1 回は、その初期波高値が 14.1 kA ($5.5 \text{ kA} \times 2.55$) 以上になったが、溶着・焼損・変形などの異常はなかった。

(7) 温度試験

短絡電流通電試験と同様に、すべての接点を直列接続して定格最大通過電流 550 A 及び 700 A を連続通電し、各接点近傍の温度上昇値を測定したが、すべて JEC-186 及び IEC Pub. 214 に規定された許容温度上昇値 20 deg を下回るものであった。

6. む す び

MRM 形負荷時タップ切換器には、抵抗分流付 2 抵抗切換方式を採用し、しゃ断能力の向上、長寿命、信頼性の向上、小形化等を達成することができた。更に、保守点検については点検周期の延長を可能にし、点検作業を容易にする構造を採用するなど、時代の要求にマッチしたタップ切換器であると確信される。これらを達成できたのは、機能を徹底的に追求したざん新な設計によって構造を単純化した結果である。

製品化に当たり、材料の選定、工作法に当社の技術力を結集し、徹底した検証によって実用性能が確認された。現在、品質保証を含めた量産体制も完備し、約 40 台が出荷された。

最後に、開発・製品化にあたってご尽力賜った関係各位に感謝の意を表する次第である。

新スタックガスモニタの開発

森 雅英*・小田 榮**・幸丸正樹**・沢山 徹***・北川英夫***

1. まえがき

1975年に、原子力委員会は、「発電用軽小形原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」を発表し、その中で放射性流出物に起因する一般公衆の全身被曝線量に対する目標値を年間5 mremと設定した。これは、放射線による被曝をできる限り低く抑えるべきであるとする As Low As Practicable の精神を数量化したもので、以下 ALAP 数値指針と略称する。現在放射性希ガスに起因する被曝線量評価は、施設から放出される希ガス測定結果に基づき、決められた評価モデルによる計算によって求められている。これには主として、施設の排気筒に取付けられた放射線モニタ及びサンプリングによる分析結果が使用されている。加圧水形原子炉の場合、この放射線モニタには、主として GM 管式スタックガスモニタが使用されており、ALAP 数値指針に対応して各発電所で定める管理目標値の確認は実施できるものの、希ガス核種間の感度差が大きい。このため測定値を過大側に評価せざるを得ないという不満があった。

このような背景から、1976年上期に、関西電力(株)の委託を受けて、新しいスタックガスモニタの開発に着手した。開発の対象としたモニタは次のとおりである。

(1) プラスチックシンチレータ式 β 線モニタ

核種による感度差の縮小と、更に余裕のある測定を行うために高感度化を図ることを目的としたものである。GM 管に比べて、 β 線入射窓を薄くでき、 γ 線バックグラウンドを小さくできるプラスチックシンチレーション検出器を使用した。なおこのモニタは、以下 β シンチモニタと略称する。

(2) NaI(Tl) シンチレータ式 エネルギキュー積モニタ

γ 線被曝評価に必要な γ 線エネルギー放出率 ($\text{MeV} \cdot C_i/\text{s}$) と γ 線平均エネルギー (MeV) を連続測定できるモニタの開発を目的としたもので、NaI(Tl) シンチレーション検出器と簡単なアナログ演算回路を使って、これを実現した。このモニタは、以下 $\text{MeV} \cdot C_i$ 積モニタと略称する。

表 1. スタックガスモニタ目標感度

モニタの種類	測定対象	目標感度
β シンチモニタ	max 300 KeV～ max 4.0 MeV の β 線	$1 \times 10^{-7} \mu C_i/\text{cm}^3$
$\text{MeV} \cdot C_i$ 積モニタ	80 KeV～2.6 MeV の γ 線	$1.9 \times 10^{-8} \text{ MeV} \cdot \mu C_i/\text{cm}^3$
Ge(Li) モニタ	^{85}mKr	$1.1 \times 10^{-8} \mu C_i/\text{cm}^3$
	^{85}Kr	$8.4 \times 10^{-7} \mu C_i/\text{cm}^3$
	^{87}Kr	$1.8 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$
	^{88}Kr	$1.1 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$
	^{133}Xe	$4.2 \times 10^{-8} \mu C_i/\text{cm}^3$
	^{135}Xe	$7.6 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$
	^{138}Xe	$1.9 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$
	^{41}Ar	$1.4 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$
現 GM 管式モニタの感度 (インライン形)	^{85}Kr 換算: $3.1 \times 10^{-8} \mu C_i/\text{cm}^3$ ^{133}Xe 換算: $4.6 \times 10^{-7} \mu C_i/\text{cm}^3$	

(3) Ge(Li) 検出器による核種分析モニタ

Ge(Li) 検出器を使用し、 γ 線放出核種の核種ごとの濃度を測定するものである。核種分析結果から、上記(1), (2)で得られる情報も得ることができる。今回は開発の第1段階として、検出部の高感度化のみを取り上げた。このモニタは、以下 Ge(Li) モニタと略称する。

この研究では、上記(1)～(3)の3種類のモニタすべてを開発対象とした。

各モニタに対する目標感度を表1に示す。これは5 mrem/yに対応する原子炉補助建屋排気筒(A/Bスタック)での計算より算出した希ガス濃度をベースに、運転上必要と見られる余裕を見たものである。なお、Ge(Li) モニタの核種ごとの目標感度は、更に測定対象とする核種数だけ余裕をみている。

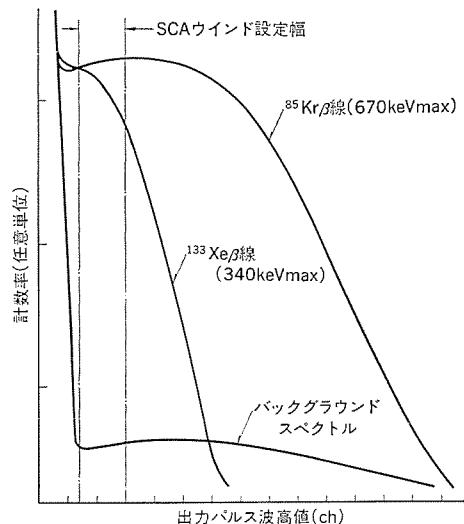


図 1. β シンチモニタ出力パルス波高スペクトル

表 2. 開発モニタの性能

(a) β シンチモニタ	(b) $\text{MeV} \cdot C_i$ 積モニタ		
対象核種	達成感度	測定出力の種類	達成感度
^{85}Kr	$1.6 \times 10^{-8} \mu C_i/\text{cm}^3$	γ 線放出率(ϕ)	$1.5 \times 10^{-8} \mu C_i/\text{cm}^3$
^{133}Xe			max 23%
^{133}Xe	$3.5 \times 10^{-8} \mu C_i/\text{cm}^3$	γ 線エネルギー放出率($\overline{E}\phi$)	$1.7 \times 10^{-8} \text{ MeV} \cdot \mu C_i/\text{cm}^3$
max 16%			
(c) Ge(Li) モニタ	対象核種	達成感度	対象核種
^{85}mKr	$1.3 \times 10^{-8} \mu C_i/\text{cm}^3$	^{133}mXe	$5.7 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$
^{85}Kr	$2.3 \times 10^{-7} \mu C_i/\text{cm}^3$	^{133}Xe	$8.8 \times 10^{-10} \mu C_i/\text{cm}^3$
^{85}mKr	$1.3 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$	^{135}mXe	$1.2 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$
^{87}Kr	$1.2 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$	^{137}Xe	$2.9 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$
^{88}Kr	$2.5 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$	^{138}Xe	$8.0 \times 10^{-10} \mu C_i/\text{cm}^3$
^{131}mXe	$4.0 \times 10^{-8} \mu C_i/\text{cm}^3$	^{139}Xe	$1.1 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$
^{133}Xe	$4.3 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$	^{41}Ar	$1.2 \times 10^{-9} \mu C_i/\text{cm}^3$

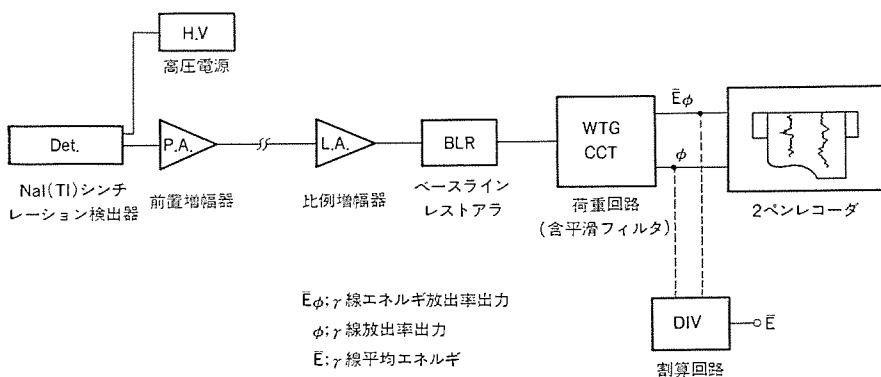


図 2. $\text{MeV} \cdot C_t$ 積モニタ測定系ブロック図

2. 各モニタの原理と性能

2.1 β シンチモニタ

2.1.1 原理

β/γ 感度比を大きくし、更に低エネルギー β 線に対する感度も改善するため、プラスチックシンチレータと入射窓を薄くした。核種間の感度差の縮小にはシングルチャンネル 波高分析器 (SCA) を使用した。SCA のウインドは図 1. に示すように設定した。この図から、下限ディスクリミネータだけを用いた場合に比べ、 β 線エネルギーの違いによる核種間の感度差が大幅に改善されることが分かる。

2.1.2 性能

工場試験で得られた ^{85}Kr , ^{133}Xe に対する感度を表 2. (a) に示す。これは、図 1. に示すように SCA を使用して得られた感度である。

2.1.3 評価

表 2. (a) から分かるように、 ^{85}Kr , ^{133}Xe の感度比は約 2:1 になっており、従来の 15:1 に比べて大きく改善されている。また、目標感度も十分余裕をもって満たしており、所期の開発目標を達成することができた。

しかし、このモニタは、 β 線を測定対象としたモニタであるため、核種組成が不明の場合、 γ 線被曝評価はできない。このモニタを使用する場合、あらかじめ核種組成を仮定するか、定期的サンプリング分析により核種組成を求める必要があるが、組成が急変する場合（異常放出等）には、サンプリング分析では追従できず、被曝評価値の誤差が大きくなることが考えられる。

2.2 $\text{MeV} \cdot C_t$ 積モニタ

2.2.1 原理

図 2. に示すように NaI(Tl) シンチレーション検出器に荷重回路を組合せて、(1) サンプラー内のガスから単位時間当たりに放出される γ 線の真の個数 (γ 線放出率)，(2) 各 γ 線の個数とそのエネルギーの総和 (γ 線エネルギー放出率) をアノログ的に求める。 γ 線平均エネルギーは両者の比として求められる。

従来、同様な荷重を行うために、ディスクリミネーションレベルを時間的に、ある一定のパターンに従って変化させ、パルスの間引き率をパルス波高値に従って変化させるという方法（原研方式、又は DBM 方式）⁽¹⁾⁽²⁾ が採用されていたが、今回我々は、パルスに直接荷重演算を施してパルス波高値を変化させ、平滑回路を通して出力を取り出す方式を採用した。この方式は次のような利点がある。

- (1) パルスの間引きがないため、統計精度が向上する。
- (2) 回路構成が簡単なため、安定な動作が期待できる。

(3) 荷重関数を近似する際の自由度が大きいので、近似精度が高くできる。

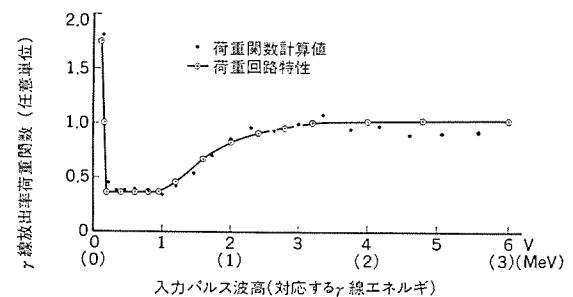
2.2.2 荷重関数の導出法

荷重関数は検出器及びサンプラーの構成から決まる検出特性に応じて決定しなければならない。検出特性とは、種々のエネルギーの γ 線に対する出力パルス波高スペクトルである。これは検出器及びサンプラーの設計により異なるので、点状 γ 線源を使った実測データから、ガス状線源に対する波高スペクトルを近似的に求めた。

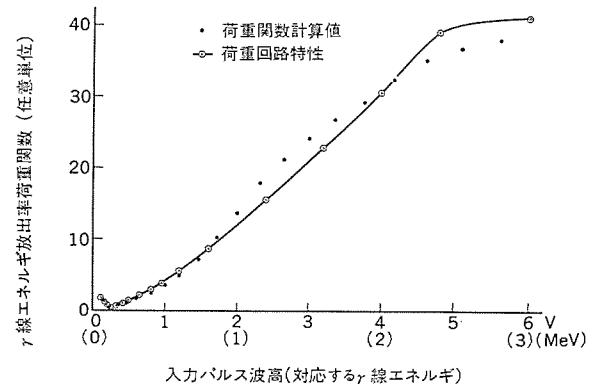
このようにして求めたスペクトルをもとに内そう（挿）、外挿により⁽³⁾、測定エネルギー範囲をカバーする γ 線エネルギーごとの波高スペクトルのセットを作成する。このスペクトル群をマトリクスの形に配列したのが、レスポンスマトリクスで、これはサンプラー内の γ 線スペクトルを検出器出力パルス波高スペクトルに変換する応答関数であるから、このマトリクスの逆マトリクスを求め、単位ベクトルを乗じると γ 線放出率荷重関数が求まり、単位ベクトルの代わりに、各要素にマトリクス作成時に使用した γ 線エネルギーを配したベクトルを乗じると、 γ 線エネルギー放出率荷重関数が得られる。その結果得られた荷重関数を図 3. (a), (b) に示す。

2.2.3 性能

図 3. (a), (b) に、上記計算で求めた荷重関数値と荷重回路特性を併記した。回路特性は計算値を非常によく近似していることが分かる。特に低エネルギー部の逆こう配特性は、従来方式では回路構成が複雑になるため実現が困難であるが、今回開発した方式では容易に実現できる。したがって 81 keV の低エネルギー γ 線を放出する ^{133}Xe が放出ガスの支配的な成分である加圧水形原子力発電プラントのス

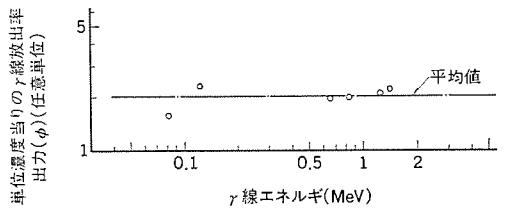


(a) γ 線放出率荷重関数

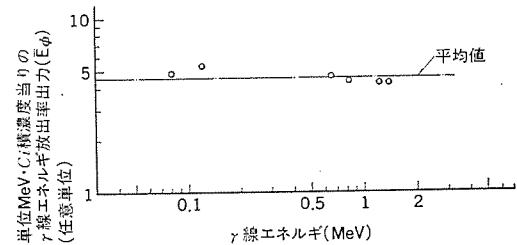


(b) γ 線エネルギー放出率荷重関数

図 3. 荷重関数



(a) γ 線放出率出力 ϕ の γ 線エネルギー依存性



(b) γ 線エネルギー放出率出力 E_ϕ の γ 線エネルギー依存性

図 4. $\text{MeV} \cdot C_i$ 積モニタ出力の γ 線エネルギー依存性

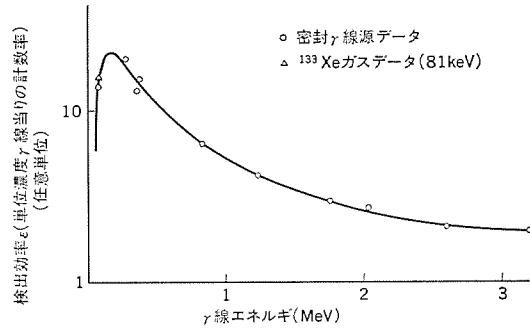


図 5. Ge(Li) モニタ検出効率の γ 線エネルギー依存性

タップガスモニタとして適していると言える。

図 4. (a), (b) に、このモニタの出力の γ 線エネルギー依存性を示す。荷重関数は測定系の検出特性を補正するためのものであるから、正しい荷重が行われていれば、 γ 線放出率、 γ 線エネルギー放出率とも γ 線エネルギーに依存しない出力となる。図 4. (a), (b) に 1 点鎖線で示したそれぞれの平均値からのずれは、荷重回路の近似に伴う誤差である。この平均値を代表値として採用したときの感度を表 2. (b) に示す。なお、図 4. は密封 γ 線源をサンプル内の代表的な 1 点に置いて測定した結果を図示したものである。ただし 81 keV の点については、非密封 ^{133}Xe ガスを使用した。

2.2.4 評価

図 4. (a), (b) から分かるように、出力のエネルギー依存性は約 25% 以下に抑えられており、十分実用的な荷重演算精度を有している。感度も目標感度を達成しているが、ほとんど余裕がなく、そのため感度限界濃度付近及びそれ以下の濃度では、測定精度が劣化すると思われる。しかし、被曝評価に必要な量を連続測定できるという利点があるので、例えば、異常放出やサンプリング分析に伴うパルス的な放射能放出、ガス減衰タンク放出放射能等、流体中の放射能濃度が高く、連続測定の必要な場合専用として使用すれば十分な精度の測定が可能で、 γ 線情報が間接的にしか得られないという β シンチモニタの欠点を補うことができる。

2.3 Ge(Li) モニタ

2.3.1 原理

Ge(Li) 検出器出力を増幅器等を介して多重波高分析器 (MCA) に

ストアし、得られた γ 線パルス波高スペクトルを核種分析プログラムで処理し、希ガス核種ごとの濃度を算出するものである。

2.3.2 性能

密封 γ 線源を使って求めた検出効率のエネルギー依存性を図 5. に示す。同図には ^{133}Xe ガスを使って実測した 81 keV γ 線に対する検出効率も示してあり、密封 γ 線源を使って求めた値と、約 13% の誤差で一致している。この検出効率と別途実測したバックグラウンドスペクトルから、希ガス核種ごとの感度を算出した結果を表 2. (c) に示した。

2.3.3 評価

表 2. (c) より、一部を除いてほぼ目標感度を満たしているのが分かる。目標感度に達していないものや、目標感度に比して余裕のない核種もあるが、前述したように目標感度設定時に放出予想核種数だけの余裕を見るという若干安全側の評価をしているので、Ge(Li) モニタは十分実用的な感度を有していると判断してよい。ただこのモニタは現状では無人連続使用時のデータの信頼性や、稼働率のデータがないので、当面のところ連続モニタとしての使用を前提とするわけにはいかない。そのため、異常放出等、核種組成の急変に追従することは困難で、運転モードが変わるとときなど、あらかじめ核種組成が変わることが予想される場合や、定期的な分析に使用するのが適当である。

3. 現地試験

3.1 目的

単体ごとの性能確認の終わった各モニタについて、出力の相互比較

表 3. 現地試験結果/Ge(Li) モニタ測定結果

データ番号	サンプルガス	核種名	測定結果
No. 1	C/V 内ガス	^{133}Xe	$1.1 \times 10^{-5} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{133m}Xe	$6.2 \times 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{135}Xe	$5.0 \times 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{41}Ar	$2.4 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
No. 2	C/V 内ガス	^{133}Xe	$1.1 \times 10^{-5} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{135}Xe	$5.3 \times 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{11}C	$4.8 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{41}Ar	$2.1 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
No. 3	A/B スタックガス	^{133}Xe	$5.0 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{135}Xe	$9.4 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		2.6 MeV	$5.6 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
No. 4	A/B スタックガス	^{133}Xe	$1.1 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{135}Xe	$1.7 \times 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{41}Ar	$2.9 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		2.4 MeV	$3.1 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
No. 5	A/B スタックガス	^{133}Xe	$1.2 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{135}Xe	$7.3 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{41}Ar	$4.6 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
No. 6	A/B スタックガス	^{133}Xe	$6.9 \times 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{135}Xe	$6.1 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
No. 7	A/B スタックガス	^{133}Xe	$3.5 \times 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{85m}Kr	$1.2 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{135}Xe	$5.7 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
No. 8	A/B スタックガス (減衰タンク放出時)	^{133}Xe	$3.0 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{135}Xe	$5.4 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
		^{85}Kr	$1.6 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$

* 核種不明のものは γ 線エネルギーをそのまま記し、 γ 線分岐比を 1 と仮定したときの濃度を示した。

表 4. 現地試験結果／各モニタ出力の相互比較

データ番号	Ge(Li) モニタ測定結果				MeV・ C_i 積モニタ測定結果			β シンチモニタ測定結果	
	ϕ ($\mu C_i/cm^3$)	$\bar{E}\phi$ ($MeV \cdot \mu C_i/cm^3$)	\bar{E} (MeV)	全キュリー数 ($\mu C_i/cm^3$)	ϕ ($\phi C_i/cm^3$)	$\bar{E}\phi$ ($MeV \cdot \mu C_i/cm^3$)	\bar{E} (MeV)	換算核種	全キュリー数 ($\mu C_i/cm^3$)
No. 1	6.3×10^{-6}	3.4×10^{-6}	0.533	1.3×10^{-5}	5.8×10^{-6}	2.8×10^{-6}	0.480	^{85}Kr	9.5×10^{-6}
No. 2	6.3×10^{-6}	3.1×10^{-6}	0.491	1.3×10^{-5}	6.0×10^{-6}	2.9×10^{-6}	0.481	^{133}Xe	2.1×10^{-5}
No. 3	3.5×10^{-8}	1.9×10^{-8}	0.555	6.6×10^{-8}	3.3×10^{-8}	7.8×10^{-9}	0.240	^{85}Kr	1.0×10^{-5}
No. 4	6.5×10^{-8}	2.3×10^{-8}	0.358	1.4×10^{-7}	6.8×10^{-8}	2.0×10^{-8}	0.288	^{133}Xe	2.2×10^{-5}
No. 5	5.4×10^{-8}	1.1×10^{-8}	0.205	1.3×10^{-7}	5.7×10^{-8}	1.6×10^{-8}	0.277	^{85}Kr	6.0×10^{-8}
No. 6	3.2×10^{-8}	4.6×10^{-9}	0.143	7.6×10^{-8}	3.8×10^{-8}	2.0×10^{-8}	0.526	^{133}Xe	1.3×10^{-7}
No. 7	1.9×10^{-8}	2.6×10^{-9}	0.135	4.2×10^{-8}	2.1×10^{-8}	6.5×10^{-9}	0.315	^{85}Kr	8.7×10^{-8}
No. 8	1.2×10^{-7}	1.4×10^{-8}	0.113	2.0×10^{-6}	1.3×10^{-7}	1.9×10^{-8}	0.147	^{133}Xe	1.9×10^{-7}
* ϕ : γ 線放出率		\bar{E} : γ 線平均エネルギー		** $\bar{E}\phi$: γ 線エネルギー放出率		ϕ , $\bar{E}\phi$ については γ 線分岐比を 1 と仮定した γ キュリー数で示した		*** データ番号は表 3. と一致している	

を行い、出力の信頼性を確認するとともに、実プラントの低放射能レベルのスタックガスをどの程度まで測定できるかを調べることを目的として、現地試験を行った。

3.2 試験の概要

現地試験は、関西電力(株)美浜原子力発電所 2 号炉で実施した。測定対象ガスは、次のとおりである。

(1) 格納容器内ガス (C/V 内ガス)

(2) 補助建屋スタックガス (A/B スタックガス)

C/V 内ガスは放射性希ガス濃度が $10^{-5} \sim 10^{-6} \mu C_i/cm^3$ と高いため、モニタ出力の相互比較を精度よく行うのに適しており、A/B スタックガスは、今回開発したモニタ本来の測定対象ガスで、希ガス濃度は非常に低い。

測定に当たっては、各モニタをシリーズに接続することにより、全く同一のガスを測定できるようにした。

3.3 測定結果と評価

表 3. に Ge(Li) モニタ分析結果を、表 4. に各モニタの出力の相互比較を示した。表 4. には、 β シンチモニタ、MeV・ C_i 積モニタ出力との比較のために Ge(Li) モニタ分析結果から、全キュリー数濃度、 γ 線放出率 ϕ 、 γ 線エネルギー放出率 $\bar{E}\phi$ 、 γ 線平均エネルギー \bar{E} を算出して載せておいた。それぞれ、 β シンチモニタの全キュリー数測定結果、MeV・ C_i 積モニタの ϕ 、 $\bar{E}\phi$ 、 \bar{E} と比較すべき値である。 β シンチモニタ出力は放出希ガスを ^{85}Kr と仮定したときと、 ^{133}Xe と仮定したときとではキュリー数に換算したときの濃度が約 2 倍異なるので、それぞれの換算核種ごとに濃度を示した。Ge(Li) モニタの分析結果は ^{133}Xe とそれよりも高いエネルギーの β 線を出す核種が混在していることから、Ge(Li) モニタでの全キュリー数濃度測定結果が、 β シンチモニタの ^{85}Kr 、及び ^{133}Xe での換算全キュリー数濃度の間にあっていれば一応両測定値はよく一致していると判断できる。

表 4. より、被測定ガスの濃度が著しく低い場合 (No. 3, No. 6, No. 7) に、MeV・ C_i 積モニタの γ 線エネルギー放出率 $\bar{E}\phi$ (γ 線平均エネルギーも同様) の測定精度が劣化することを除けば、Ge(Li) モニタ

分析結果を媒介として各モニタの測定結果はよく一致しており、各モニタの出力は十分信頼性があると判断できる。また、表 3.、表 4. から通常時の低濃度の A/B スタックガスでも、 β シンチモニタ、Ge(Li) モニタは、十分な感度余裕をもって測定できることが分かった。通常時の A/B スタックガス測定用には MeV・ C_i 積モニタは若干精度不足である。

4. むすび

開発した 3 機種とも目標感度を達成することができたが、MeV・ C_i 積モニタは低濃度測定時の精度が若干不足している。これらのモニタを、スタックガスモニタとしてどのように採用すべきかについては、放出管理方法に各種段階が考えられるため一概に結論を出すことはできないが、1 運用例として、3 機種を次のように組合せて使用する方法が考えられる。

(1) β シンチモニタ： 通常時の連続モニタ。

(2) Ge(Li) モニタ： β シンチモニタの補助として、核種組成の定期的なモニタ。

(3) MeV・ C_i 積モニタ： 異常放出時の γ 線情報の連続モニタ。

上記のような組合せにより、ALAP 数値指針に十分対処できるモニタリングシステムを作ることが可能であることが判明した。

終わりに、この研究を実施するにあたり、終始ご支援下さった関西電力(株)の関係諸氏に深く感謝する。

参考文献

- 森内、宮永：スペクトル-線量変換演算子とその応用 (II) (スペクトル-線量変換演算の自動化)，日本原子力学会誌，9, No. 9, 518~523 (昭 42)
- 森内、宮永：スタック・モニタの新しい考え方とその設計，日本原子力学会誌，15, No. 7, 509~515 (昭 48)
- J. J. Steyn, D. G. Andrews : A Comprehensive System for Computer Gain Changing of Scintillation Spectra, Nucl. Sci. Eng., 18, 399~401 (1969)

車載用CBトランシーバの技術動向

瀬辺国昭*・池田益穂*

1. まえがき

1958年米国でFCC (Federal Communications Commission) は、26.96~27.26 MHz に 23 チャンネルの電波を設定し、特定の資格を有しない一般市民に開放した。これを CB (Citizens Band) と呼び、また送信機と受信機を 1 本化したものをトランシーバと呼ぶ。1973年の石油ショックを切っ掛けとして、CBトランシーバの有用性が米国市民に認識され、1974年以降急速に普及し、現在約1,000万件の免許が交付され、約2,000万台のCBトランシーバが全米で使用されている。無線通信は移動体の通信手段として確実に好都合であり、CBトランシーバの大部分は車にとう(搭)載し個人用の通信に使用されている。米国以外ではカナダ、スエーデン、西独、オーストラリアなどで許可されている。いずれも近距離通信を目的として設定され、米国では150マイル、オーストラリアでは32km以上離れての交信は禁止されている。

トランシーバの普及により混信が大きな問題となり、その解決のため1976年8月にFCC規則の改訂が行われ、チャンネルが40に増加した。同時にトランシーバからふく(幅)射する不要な電波の許容値が厳しくなった。FCC規則は制定以来種々改訂され今日に至っているが、CBトランシーバに関する規定の主な点は

- (1) 周波数 26.96~27.41 MHz 40 チャンネル
- (2) 送信電力 4 W (A 3), 12 W_{PEP} (A 3 J)
- (3) 周波数公差 0.005% 以内
- (4) 変調方式 音声振幅変調 (A 3, A 3 J)
- (5) 認可帯域幅 8 kHz (A 3), 4 kHz (A 3 J)
- (6) 不要輻射 第2高調波まで $-(53+10\log_{10}P)$ dB 以下
(送信時) P : 空中線電力, 4 W のとき -59 dB 以下
となる
第2高調波以上 -60 dB 以下
- (7) 不要輻射 空中線端子で 0.2 nW 以下
(受信時) 3 m の距離での電界 $5 \mu\text{V}/\text{m}$ 以下
- (8) 温度範囲 $-30 \sim 50^\circ\text{C}$

TV受像機やその他の電子機器に対する電波妨害を減らす目的で上記の値に規制強化されたが、更に送信時の不要輻射 -100 dB 以下の提案が出ている。商用無線機が通常 -40 dB 以下であり、許可不要の微弱電界が100mの距離で $15 \mu\text{V}/\text{m}$ 以下であることと比較し、対象が安価な大衆向き電子商品であることを考え合わすと非常

な規制強化となる。1976年8月の規則改訂を境にして、需要供給が逆転し価額と性能の本格的競争へと突入していった。今後のCBトランシーバの技術動向は、規則改訂による技術基準の変更という形での社会的要請、購入者の要求及び我々製造者側の都合といったものが種々組合わさせて製品となって実現されてくる。

2. 形 状

車載用CBトランシーバをその形状で大別すると

- (1) アンダーダッシュ形
- (2) インダッシュ形
- (3) セパレート形 (リモートコントロール形)

に分類できる。アンダーダッシュ形(図1.)は市場に一番多く出回っており車内の操作しやすい場所につり下げるか、すえ付けるもので取付け取外しは比較的容易である。操作部分はほとんどが前面に集中しており、取付け後電源及びアンテナの配線をするだけである。希望により外部スピーカーを使用するときは、この配線がいる。

インダッシュ形(図2.)は車のダッシュボードに組込む形状のもので、大部分がラジオとの組合せ形となっている。ラジオはAM 1バンドのものか、AMとFMステレオの2バンドのものが多い。ダッシュボードには、通常ラジオやステレオ取付け用のスペースが設けられており、車の購入者はディーラーに好みのラジオ、ステレオなどを選択して取付けさせるか、自分自身で購入、取付けを行う。米国では90%以上の車がラジオなしで工場出荷されている。

セパレート形(図3.)は、操作部と本体を完全に分離した形状のもので、操作部分をすべてマイクロホン内に設けている。本体は座席の下とかトランクルーム等車内の任意の場所に取付けることができる。

アンダーダッシュ形はカーステレオのときと同様普及時に多く出る。インダッシュ形CBはラジオとCBの取付けが1度ですむこと、特別のスペースを要しない点が優れ、また外観がラジオに近く車内で目立ちにくく、その上取外しも簡単ではないので、盗難に対する予防効果も極めて大きい。半面小形に作る必要があり、省資源省エネルギー政策により車が小形化するため、ダッシュボード内に与えられる容積が次方に少なくなってきており、今後ますます小形・軽量化に努力しなければならない。これに対処するためIC化、LSI化、部品の複合化、フィルタ素子の開発等が必要となる。

車内でラジオもステレオもそしてCBもというときに、セパレート形

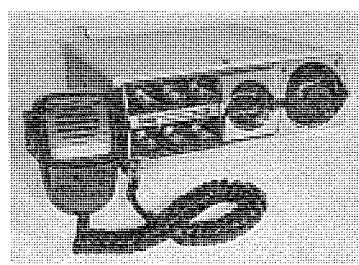


図1. MR-30形

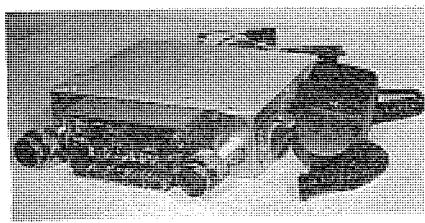


図2. RC-10 J形

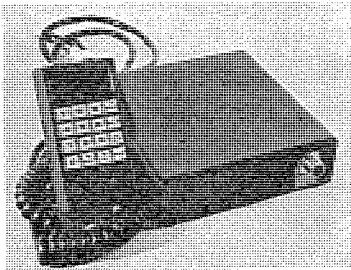


図3. MR-62 K形

が有効となってくる。インダッシュ形では容積が限られこれら3つを1つのケースに入れたものを、ダッシュボード内に収容することは難しくなる。セパレート形はラジオ、ステレオとのコンビネーション形の外に単独機としても使われる。いずれも操作部のみが車内で目にふれる場所にあり、これとでも取外して格納することが容易であり、インダッシュ形同様盗難防止対策には極めて有効である。インダッシュ形、セパレート形とも現在市場で10%内外を占めるに過ぎないが、米国自動車メーカー4社はいずれもこれらを純正品としてラインアップに加えており、今後これらが次第に多くなって来るものと予想される。

3. 電波型式

米国では振幅変調を用いており、両側波帯（電波型式A3、以下AM）のものと単側波帯（電波型式A3J、以下SSB）の2型式が許可されている。現在90%程度はAM方式のCBトランシーバを使用しているが、SSB方式はAM方式に比し

- (1) 許用出力が12W_{PEP}と大きい。
 - (2) 片側の側波帯だけを利用するので占有帯域幅が半分ですみ、信号対雑音比が改善され、また電波の利用効率がよくなる。
 - (3) 搬送波を出さないのでエレキギ効率がよく、また近傍の他の搬送波とのビートや搬送波にともなって出る雑音がない。
 - (4) 選択性フェージングの影響が少ない。
- の利点を有し、通信距離が2倍程度になる。しかし
- (1) 機器の価額が高い。
 - (2) 受信機側で搬送波を再そう（挿）入するので、この周波数の微調整（Clarifier）が必要であり、操作が複雑。
 - (3) SSB専用のチャンネルが設定されておらず、AMと共に用いるため、妨害を受ける。

の短所もある。SSB信号の再生のため受信機で再挿入する周波数は、忠実度を損なわないために元の搬送波の±100Hz以内、できれば±50Hz以内が望ましい。送信周波数は±0.005%の公差が許容されているので、受信側で信号音を聞きながら、再挿入した搬送波の周波数調整を行う。このことより、SSB信号の周波数安定度を十分高めておく必要がある。以前にFCCはSSB信号の周波数公差を±25Hz（約1ppm）以内との提案を行った。これが実現できればClarifierが不要になり、使い勝手がよくなることは明白であるが、残念ながら現状の技術ではコストが非常に高くなり、大衆向け電子商品とはなり得ないことがわかり、この提案は取下げられ今後の研究課題となった。外にパイロット信号により周波数制御を行う方式が知られているが一般的ではない。

SSB専用に特定チャンネルを設定することも今後検討されるであろう。したがってこれらSSBの欠点は次第に少なくなり普及はより一層進むものとみられている。

27MHz帯の外にはオーストラリアが470MHz帯に周波数変調方式(FM)のCBを許可している。FCCは以前より220MHz帯900MHz帯等のVHF・UHF帯をCBに設定するための検討・実験を続けているが、まだ結論に至っていない。CBは近距離通信を目的としているのでVHF・UHF帯の利用は好ましく、チャンネルの拡大も比較的容易であり、TV受像機などの電子機器への妨害も少なく、FM変調による品位の高い通信が可能となる。半面機器の価額が大幅に上るので、FCCの方針が注目されている。

4. チャンネル選局

CBトランシーバのチャンネル選局は1回転40ポジションのロータリスイッチを用いるのが主流であるが、セパレート式に代表されるようにチャンネルセレクタを含むすべての操作機能をマイクロホンに内蔵したリモートコントロール式の要求が高まっている。

一方、PLL周波数シンセサイザは6個の入力端子を直流的にON又はOFFすることにより周波数を決定することができるので上記の要求を容易に満たすことが可能である。

リモートコントロール式マイクロホンには次の3種類がある。

- (1) ロータリスイッチ式
- (2) アップダウン式
- (3) キーボード式

ロータリスイッチ式は

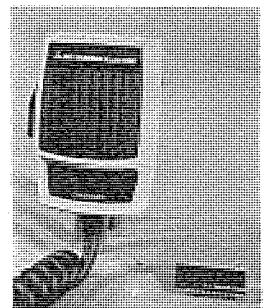


図4. アップダウン式マイク及びIC

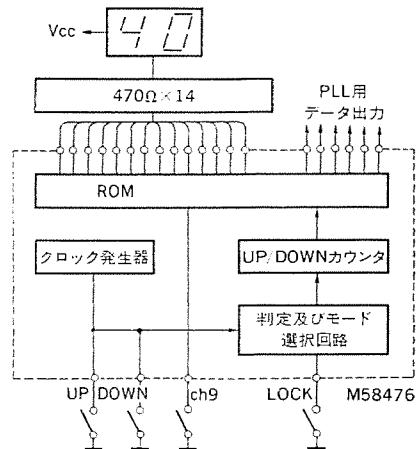


図5. アップダウン式チャンネルセレクタ

従来本体に設けられていたロータリスイッチを、小形化してマイクロホンに内蔵したものである。

アップダウン式（図4.）はクロック、アップダウンカウンタ、マスクROMで構成したLSI（M58476等）をマイクロホンに内蔵したものである。図5.にその回路構成を示す。M58476はPLL用LSIの入力端子に直結できる6ビットのデータ出力と2けたの7セグメントLEDを直接駆動できる14ビットの出力をもっている。アップ又はダウンボタンを1回押すごとにチャンネルが1つアップ又はダウンし、ボタンを1秒以上押し続けるとチャンネルは毎秒8チャンネルのスピードでアップ又はダウンする。ほかに第9チャンネル（米国では緊急チャンネルに指定されている）をワンタッチで選局することも可能である。

キーボード式はマイクロコンピュータをマイクロホンに内蔵したので次のような動作が可能である。

- (1) 0～9の数字キーによって希望のチャンネルを瞬時に選局。
- (2) アップ・ダウン式の選局。
- (3) サーチスキャニングにより空きチャンネル又は使用チャンネルを自動的に選局。

(4) メモリを内蔵しているので特定チャンネルを瞬時に選局。

リモートコントロール式マイクロホンは、チャンネル選局装置の外に、電源スイッチ・音量調整器・スケルチ調整器等CBトランシーバに必要なすべての操作器が設けられている。

5. PLL周波数シンセサイザ

PLL（Phase Locked Loop）周波数シンセサイザは1～2個の水晶発振器により、これと同等の周波数安定度をもった多数の周波数を発生することができるので、40チャンネルトランシーバのような多数の周波数を必要とする無線機の周波数発生手段として最も適している。図

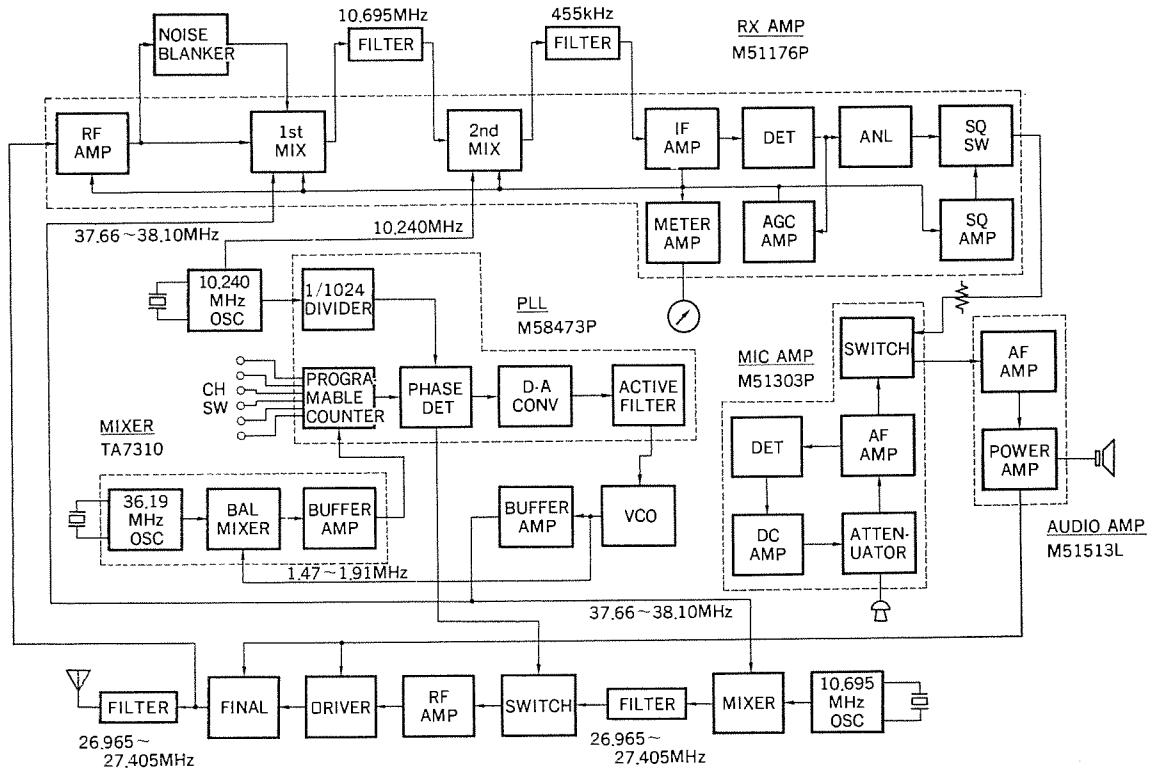


図 6. CB トランシーバ のブロック図

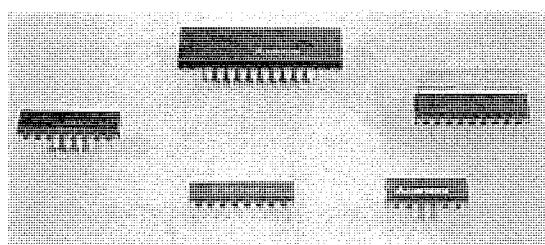


図 7. CB トランシーバ 用 IC

6. にトランシーバの構成図を示す。PLL部のうちデジタル部分、すなわち1,024分の1分周器、プログラマブル分周器、位相比較器、D-Aコンバータ、アクティブフィルタは1チップLSI(M58473P等)を使用している。この回路のループがロックした時VCO(電圧制御可変周波数発振器)の発振周波数 f は

$$f = N \times 0.01 + 36.190 \text{ MHz}$$

N : プログラマブル分周器の分周比

であり、周波数安定度は第2水晶発振器(36.190MHz)のそれとほぼ同程度である。チャンネル番号及びその周波数、PLL ICの入力コード、プログラマブル分周器の分周比、VCOの発振周波数の関係を表1.に示す。送信時にはVCOの出力(周波数 f_{vco})と第3水晶発振器(周波数 f_3 : 10.695MHz)を混合して送信周波数を得ている。この2つの信号を混合すると、

$$f = m f_{vco} + n f_3 \quad (m, n : \text{正又は負の整数})$$

なる無数の周波数が発生するが $m=1, n=-1$ のときが希望する送信周波数でありその他はすべて不要な周波数である。ミキサ後段の3段同調回路で構成したバンドパスフィルタでこれら不要周波数を除去するが、希望周波数の近傍にある不要周波数はフィルタで完全に除去することは不

CHANNEL	FREQUENCY	f_{vco}	N	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
1	26.965 MHz	37.660 MHz	147	○	○	○	○	○	○
2	26.975	37.670	148	×	○	○	○	○	○
3	26.985	37.680	149	○	×	○	○	○	○
4	27.005	37.700	151	○	○	×	○	○	○
5	27.015	37.710	152	×	○	×	○	○	○
6	27.025	37.720	153	○	×	×	○	○	○
7	27.035	37.730	154	×	×	×	○	○	○
8	27.055	37.750	156	×	○	○	×	○	○
9	27.065	37.760	157	○	×	○	×	○	○
10	27.075	37.770	158	×	×	○	×	○	○
11	27.085	37.780	159	○	○	×	×	○	○
12	27.105	37.800	161	○	×	×	×	○	○
13	27.115	37.810	162	×	×	×	×	○	○
14	27.125	37.820	163	○	○	○	○	×	○
15	27.135	37.830	164	×	○	○	○	×	○
16	27.155	37.850	166	×	×	○	○	×	○
17	27.165	37.860	167	○	○	×	○	×	○
18	27.175	37.870	168	×	○	×	○	×	○
19	27.185	37.880	169	○	×	×	○	×	○
20	27.205	37.900	171	○	○	○	×	×	○
21	27.215	37.910	172	×	○	○	×	×	○
22	27.225	37.920	173	○	×	○	○	×	○
24	27.235	37.930	174	×	×	○	○	×	○
25	27.245	37.940	175	○	○	×	○	×	○
23	27.255	37.950	176	×	○	×	○	×	○
26	27.265	37.960	177	○	×	×	○	×	○
27	27.275	37.970	178	×	×	○	○	○	○
28	27.285	37.980	179	○	○	○	○	○	×
29	27.295	37.990	180	×	○	○	○	○	×
30	27.305	38.000	181	○	×	○	○	○	×
31	27.315	38.010	182	×	○	○	○	○	○
32	27.325	38.020	183	○	○	×	○	○	○
33	27.335	38.030	184	×	○	×	○	○	○
34	27.345	38.040	185	○	×	×	○	○	×
35	27.355	38.050	186	×	×	○	○	○	○
36	27.365	38.060	187	○	○	○	×	○	○
37	27.375	38.070	188	×	○	○	×	○	○
38	27.385	38.080	189	○	×	○	×	○	○
39	27.395	38.090	190	×	×	○	×	○	○
40	27.405	38.100	191	○	○	×	○	○	○

FREQUENCY = $f_{vco} - 10.695 \text{ MHz}$
 $f_{vco} = 0.01 N + 36.190 \text{ MHz}$

○ : Low level
 × : High level

可能である。例えば第1チャネルのとき $f_t=26.965\text{ MHz}$, $m=-1$, $n=6$, $f_{VCO}=37.660\text{ MHz}$, $f_3=10.695\text{ MHz}$, $f=26.510\text{ MHz}$ となり, f_t との差はわずか 455 kHz となり, フィルタで除去するのが困難である。したがって送信ミキサには非直線ひずみの多いバイポーラトランジスタの使用を避け, 非直線ひずみの少ないデュアルゲートMOSFETを使用しなければならない。

以上のようにPLL用LSIを用いれば3個の水晶発振器で40チャネルの送受信が可能となり, 更に

- (1) 水晶発振器化
 - (2) 周辺回路を含めたLSI化
 - (3) プリスケーラ内蔵によるループミキサの除去
 - (4) LCフィルタに代わる高性能フィルタ(表面弾性波フィルタ等)
 - (5) VCOによる送信周波数直接発振により送信ミキサ, バンドパスフィルタの省略化
- 等を盛り込んだPLL回路の開発が進められている。

6. 送信部

送信部において重要な点は変調特性と不要輻射の抑制である。

6.1 変調特性

6.1.1 変調スペクトラム

振幅変調波のスペクトラムを図8に示す。搬送波を 2.5 kHz の信号で振幅変調すると理想的には搬送波と第1番目の上側及び下側側波帯だけであるのが, 実際には変調器の非直線ひずみや終段のトランジスタで発生する位相変調等によって, 点線のような多数の側波帯が生じる。これらが隣接チャネルに妨害を与えるのでこのレベルは規則により制限されている。このような不要側波帯を抑圧するにはトランジスタ式では終段だけでなくドライバ段にも変調をかけている。なお, ドライバ段の変調は終段の変調よりもやや少な目にしている。

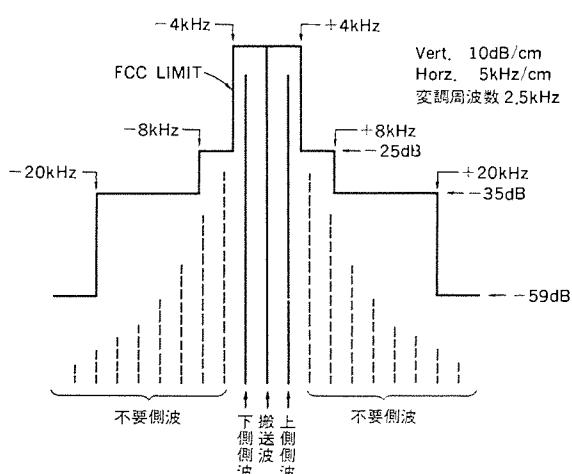


図8. 振幅変調波のスペクトラム

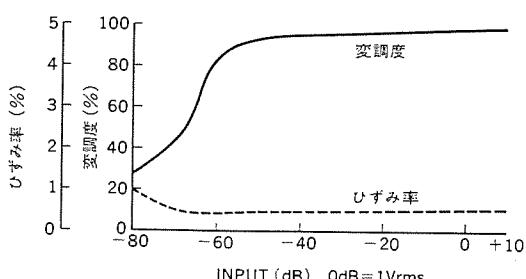


図9. M 51303 P の変調制限特性

6.1.2 過変調特性

変調度が100%を超えると図8.に示す不要側波帯が急激に増加して他の通信に妨害を与えるので、いかなる場合でも変調度が100%を超えないようFCC規則でも規定されており、自動変調度制御回路(AMC回路)を装着してこれに対処している。図9.にAMC回路の特性を示す。この回路に使用されているIC(M 51303 P)はAMC用に新規に開発したICで1V以上のマイク入力でもひずみが増加することなく変調度を100%以下に制御することが可能である。このICは送受信時に低周波増幅器を共用するための切換スイッチ及び外部スピーカーを利用して拡声器とするためのPA用スイッチも内蔵させた。

6.2 高調波による不要輻射

送信部の終段は効率の点からB級若しくはC級バイアスで使用するので混変調ひずみ、高調波ひずみが発生する。混変調ひずみは送信部の入力部に高選択性のバンドパスフィルタを挿入して不要波の入力を抑えるとともに、段間マッチング回路に帯域通過形、高域通過形、低域通過形の各マッチング回路を組合せることにより、最小限に抑えている。高調波の不要輻射はB級バイアスの場合でも、終段のコレクタに第2高調波で -3.7 dB 、第4高調波で -10.7 dB の不要輻射が発生する。これを抑えるため、終段のマッチング回路に高調波に対してインピーダンスの高い逆L形を使い、その後に2~3段の高調波フィルタを入れ、更に第2高調波のトラップを追加することもある。高調波フィルタとして定K形及び誘導M形がよく使われる。定K形は回路が簡単で設計・調整が容易だが、しゃ断周波数付近の減衰が小さく、定在波特性が悪いのが欠点である。誘導M形はしゃ断周波数付近の減衰が大きく定在波特性もよくできるが、高周波での減衰が小さい。終段には高周波の大電流が流れ、また高電界となるのでフィルタ素子の配置・実装には十分注意し、コンデンサのリードは最短に、アース回路は太くシャーシへ落とし、素子間のシールドを十分にしなければならない。

不要輻射 -100 dB を実現するには、より高選択性のフィルタの使用、フィルタの段数を増すなどの方法が考えられるが、フィルタ素子自身特にコンデンサの非直線ひずみや測定器のひずみ、測定時の誘導など管理の問題もあり決定的手段はないが、前者は高域に特性の山ができやすく調整が難しいので、調整の容易な定K形フィルタの段数を増す方法が有望である。実験的に定K形フィルタ4段をシールドケース

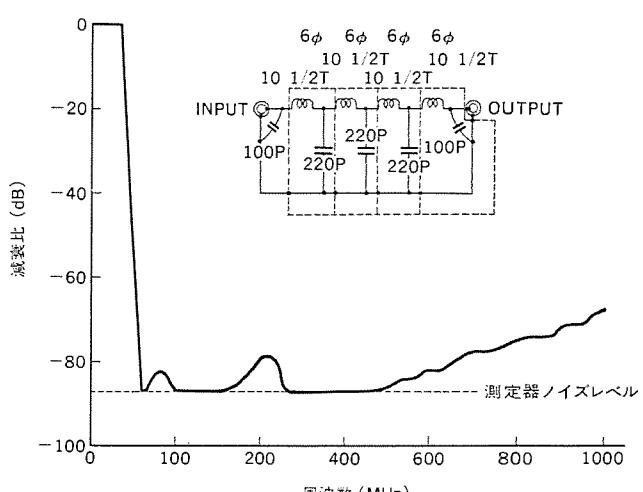


図10. -100 dB フィルタの特性

に納めるにことにより、第5高調波の-98 dBを除いて54~1,000 MHzで-100 dBを実現できた(図10.)が、量産時のばらつき及び経済性を考慮すればEIAJで提案した-73 dB程度が妥当な値と考えられる。

7. 受信部

AM用CBトランシーバの受信部は、妨害波に対する選択度の点よりダブルスープヘテロダイン方式が一般的であり、第1中間周波数は10.695 MHzを用いることが多い。PLLシンセサイザ方式は、基準周波数10.240 MHzを採用し、これを第2局発にも使用し第2中間周波数は455 kHzを用いるので、第1中間周波数は10.695 MHzとなる。第1局発周波数は37 MHz系と16 MHzがあるが、搬送波の近傍に生じる不要輻射の次数が高くなり送信の不要輻射に有利な37 MHz系を採用している。

付属回路としてRF段又は第1中間周波段周辺にノイズブランカ、検波後にANL、スケルチなどが用いられる部品点数も相当多くなる。性能面から通信機としての厳しい要求もなされるようになってきており、これらに対処するため受信部のIC化が試みられているが、その性能は個別部品で構成された平均的性能の域を出ていない。通信機としての優れた性能を得るためにには相当に複雑な回路を必要とするのでIC化を進めM51176を開発した。これは受信部の全機能を1チップに盛り込み受信性能の向上を実現した大形ICである。

受信部の必要性能は、妨害電波の多い情況下で希望する弱信号をいかに安定に取り出せるかということにつきる。米国では混信の問題は深刻であり、混変調、イメージ妨害抑圧比、S/N感度などの性能が重要である。混変調特性を図11に示す。インターモジュレーション特性はほぼ混変調特性に代表される。混変調特性は、増幅器、ミキサなどの素子の直線性と素子に入る妨害レベルによって決定する。帯域外の妨害はフィルタの選択度により減少さすのが一般的であるが、CBトランシーバの場合、RF段とミキサ段は40チャンネル分の帯域があり、この範囲の妨害波は第1中間周波段まで入ってくる。直線性はFETの使用などにより向上できるが、バイポーラIC化に際しては適用できない。M51176では各段の利得とAGCレンジを最適化することにより、各段の入力レベルを直線性の悪化しないレベル以内に押さえた。RF段入力側にPINダイオードを採用し希望入力80 dBで妨害レベル110 dBまで耐えることができ、124 dB入力まで良好に受信できる性能を得た。イメージ妨害抑圧比はその1種である1/2 IF妨害すなわち、受信周波数±1/2第2中間周波数の抑圧比が重要である。これの標準的抑圧比は45 dBであるが60 dB以上に改善するためには、この周波数が40チャンネルの帯域内に入るので、10.695 MHzのフィルタを高性能化して対処しなければならない。信号対雑音比は主としてRF段・ミキサ段の素子単体のNF、RF段の利得とシステムのAGC配分に左右される。これは混変調特性にも関係し相反する関係にある。CBトランシーバは全段の利得が110~120 dBもありAGCレンジを120 dB程度必要とするため、AGCは数段にわたってかける必要がある。混変調、信号対雑音比を両立させるためには、各段のゲイン配分を最適化する意味で、ディレードAGCの概念が必要となる。AGC調整の数が多いと調整が複雑となるので、M51176ではディレードAGC調整を1つだけとした。信号対雑音特性を図12に示す。

受信部よりの不要輻射を減らすため、ミキサは局部発振器が低レベ

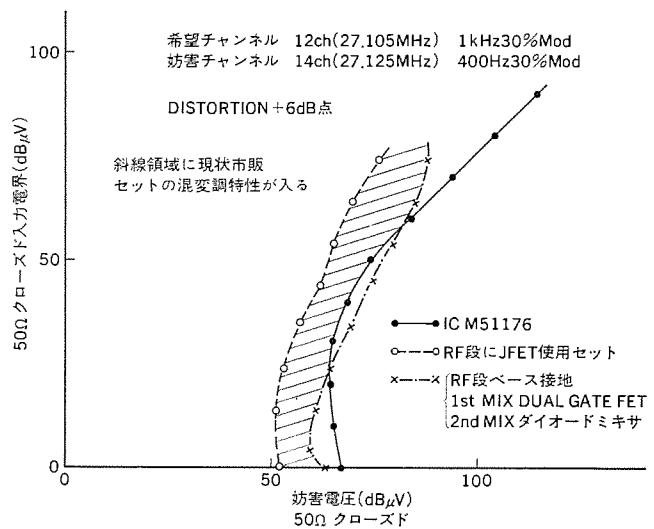


図11. 混変調特性

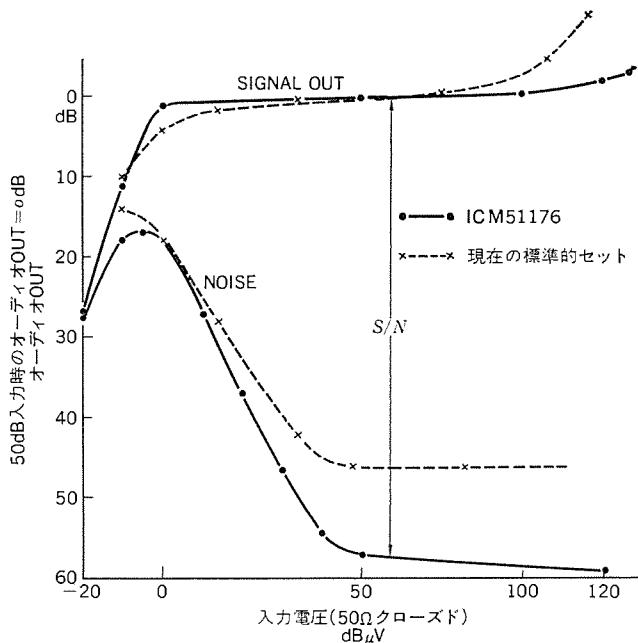


図12. 信号対雑音特性

ルで動作することが望ましい。その他の性能として、スケルチの温度特性、ANL ON-OFF時の出力変動、ポップ音、送受切換時のタイミングなどに留意しなければならない。今後は更に混変調特性をよくするためにICのFET化も検討する必要がある。

8. むすび

以上、車載用CBトランシーバの現状及び今後の技術動向につき述べてきたが、当社もこれに添って開発を進めている。今後この分野にも高度なデジタル回路技術の導入、大形ICの開発などにより、社会的要件により適合した商品性の高い製品としていく必要がある。私的通信機器は大きな市場に発展していくものと期待されており、CBもこの分野の1つとして健全な姿で発展していくことを願っている。諸外国だけでなく、我が国にも米国並みのCBを利用したいとの要求も高まりつつあり、電波行政当局の検討結果に期待をかけている。

新形ASモータと制御装置

鎌倉孝幸*・東秀樹*・松本圭二*・多田英明*・野村達衛**

1. まえがき

ASモータ (Adjustable Speed Motor の略称で当社商品名) は各種産業機械をはじめ、一般産業に広く利用されている。当社は小形・軽量化、特性の向上を行った新形 AS モータ (うず電流緑手とかご形誘導電動機を組合せた交流無段变速モータ), 及び新形制御装置を開発したのでここに紹介し、開発過程における電磁回路・熱回路・熱応力解析及び制御機能について述べる。

2. AS モータの構造

新形 AS モータは、図 1. に示すように、かご形誘導電動機に直結されたドラム (うず電流通路) がある。ドラムの内周面に空隙 (隙) を介して出力軸に直結されたインダクタ (磁極群) が配置され、N・S 極が交互に形成されてドラムの表面に交番磁界を作用させている。インダクタの内周面には別の空隙を介してブラケットに固定された固定磁極があり、これによって磁気回路を構成させており、固定磁極に励磁コイルが装置されている。

また出力軸には指速発電機 (PG) が取付けられ、出力軸の速度検出に使用されている。図 2. は AS モータ (ASN-B 形) の外観を示したものである。

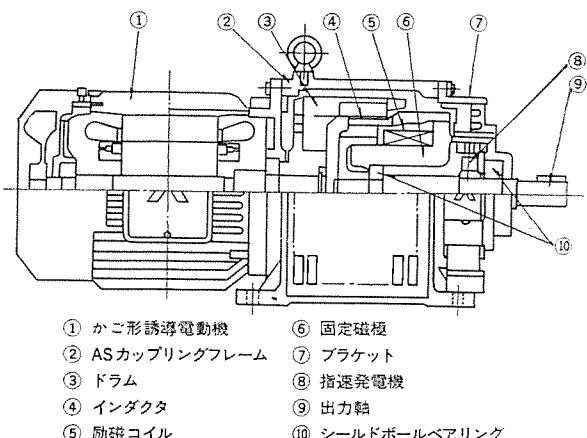


図 1. AS モータ構造図

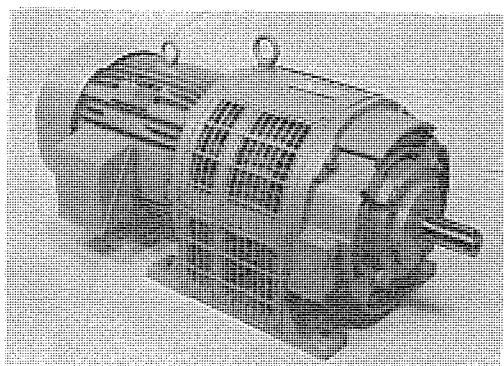


図 2. 新形 AS モータ (ASN-B 形 7.5 kW)

3. 新形 AS モータとその制御装置の特長

(1) 変速範囲の拡大

変速範囲を 5.5 kW 以上の機種は 1:13, 3.7 kW 以下は 1:12 (従来 1:10) と広げ各種機械に更に広範に適応できる変速範囲とした。

(2) 定格回転速度のアップ

磁気回路の検討 (4 章参照) により 5.5 kW 以上において 1,350/1,650 rpm (従来 1,200/1,500 rpm) 50/60 Hz と約 10% 最高回転速度を上昇することができ、ファン・ポンプ等の効率・特性向上に寄与させることができた。

(3) 小形・軽量化

ドラムの低抵抗化のためのエンドリング効果及びドラム冷却のためのアルミ合金部材採用により、冷却効果・トルク特性の向上を図り出力対応適用わく番を 1 段 (従来比) 下げることができ小形・軽量化され運搬・すえ付時の取扱い性が向上した。

(4) 特性の向上

磁極構造及び磁気回路の最適設計により GD^2 の低減を行い応答性の向上ができた。

(5) 保守点検性

カッピングフレームを中心に、締付ボルトの取外しだけで駆動モータ部とカッピング部に分解できる構造とし、点検を容易に行える構造とした。

更に制御装置は次の特長を有している。

(1) 制御箱は全容量 (0.4~37 kW) 1 機種 (従来 2 機種) に統一され、また周波数の切換え (50/60 Hz) が内部スイッチでできるようにした。

(2) 制御箱には最高速度調整、最低速度調整、速度変動率調整、安定性 (ダンピング) 調整のための各種調整器がまとめて設置され、単独運転はもちろんのこと複数台の並列・せん (揃) 速運転の運転調整が容易に行える。

(3) 豊富な応用制御装置シリーズを有し、クッションスタート、揃速運転、同期運転、比率運転、運動運転、並列運転及び遠隔運転ができる。

4. 電磁回路の検討

AS モータ (うず電流緑手付電動機) における伝達トルクとうず電流損失の間には次の式が成立つ

$$T = \frac{P}{9.8(\omega_D - \omega_I)} \quad \dots \quad (1)$$

T : ドラム・インダクタ間の伝達トルク (kg-m)

P : ドラム中に発生するうず電流損失 (W)

ω_D : ドラムの空間速度 (rad/s)

ω_I : インダクタの空間速度 (rad/s)

伝達トルクを算出するにはうず電流損失を求めれば決定できる。磁極の構造、磁気回路の磁気抵抗値により、速度・トルク曲線は大き

な異なりがある⁽¹⁾⁽²⁾。うず電流継手の性能は低スリップ時すなわち高速時のトルクの大きさで決定されるが、トルクの限界を左右するものは励磁電流に対する磁極の磁束量の飽和である。すなわち磁気回路の抵抗が課題となっているのである。またドラム中のうず電流の表皮厚さ（浸透深さ）も低スリップ・最大励磁の運転状態で最大となるので、ドラム磁性体の厚さもこの表皮厚さ以上に選ぶ必要がある。更にドラムを最小にするには熱的許容範囲でドラム中のうず電流損失を大きくする必要がある。これらに関して多年の経験と実績を踏まえて多くの改良を加えることができた。これをまとめれば次の事項に分けることができる。

(1) ドラムの直径 D と長さ L 及びインダクタの極数 P の最適選択。

(2) ドラムの低抵抗化に対するエンドリング効果。

(3) ドラム磁性体厚さと熱的応力及び冷却効果。

一方、これらの事項を知る上で最も重要なことは、うず電流現象の理論的な把握である。従来の磁極の起磁力分布を正弦波と仮定した理論などではドラム中のうず電流が正弦波に近似されるために、低抵抗のうず電流回路を設計した場合、高スリップ（低速）及び低スリップ（高速）時の誤差が大きい欠点を有し、低抵抗の回路設計には

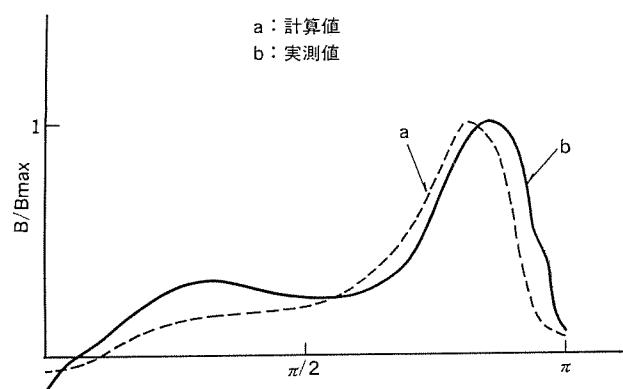


図 3. 実測波形と計算波形の比較

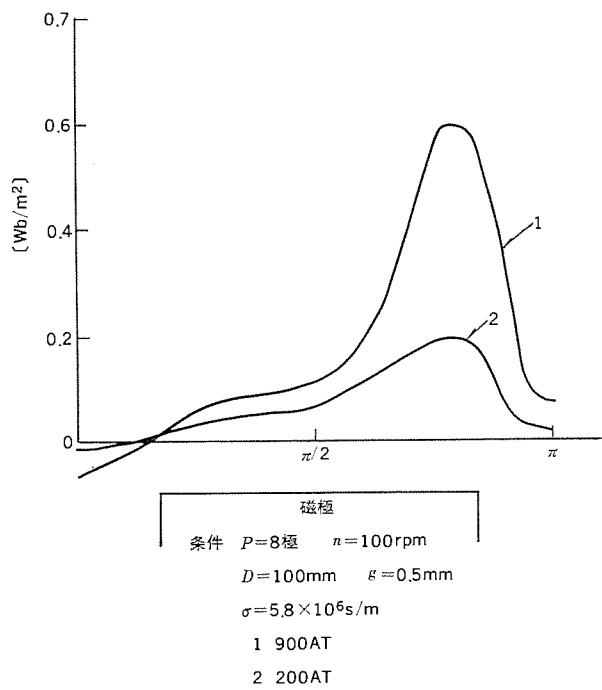


図 4. 磁束分布波形計算例

精度が不十分であった。今回、有限要素法と磁壁移動論を用いたシミュレーション法を開発し理論的解析を行い、磁極の起磁力分布を正確に考慮し、実際に近いうず電流分布を計算できるようにした。図3の曲線aは表面ドラムの磁束密度分布の計算例で、同図のbに示す実測波形とよく一致していることが分かる。図4は空隙の磁束密度分布の計算例である。なおDavis氏が同様な測定波形を報告⁽³⁾しているが、氏の理論は測定波形に基づく実験的なものである。

有限要素法と磁壁移動論を用いたシミュレーション法による解析の詳細は別途発表しているが、その基本的考え方を以下簡単に述べる。

ドラム内のうず電流を正確に計算するには電流分布を正弦波と仮定せず空隙の磁気抵抗分布と磁極の起磁力分布を考慮した計算をする必要がある。方法として有限要素法によるフィールドマッピングを用いる。ドラムの磁化はほぼ表面に平行な円周方向であり、磁壁（磁化の方向が丁度180°反転する面）がドラム表面から内部に進行するような形態であると考える。これを図式化したのが図5である。磁壁面の深さを δ とすると深さ δ までの電流密度 J_z は式(2)のよう

$$J_z = 2\sigma B_0 \frac{d\delta}{dt} \quad (\text{A/m}^2) \quad \dots \dots \dots (2)$$

σ ：導電率 (s/m), t ：時間 (s)

B_0 ：最大磁束密度 B_m の $3/4$ (Wb/m²)

磁壁 δ の関係式を求め、電流密度の分布から損失 P は式(3)で求められる。

$$P = \int_0^\pi \int_0^\delta J_z^2 \cdot d\tau \cdot r_D \cdot d\theta \quad \dots \dots \dots (3)$$

r_D ：ドラム半径 (m), $\theta = \omega t$ (rad), ω ：相対角速度 (rad/s)

式(1), 式(3)より伝達トルクが算出できる。

以上のようなドラム中の電流波形の取扱いにより正確な計算結果

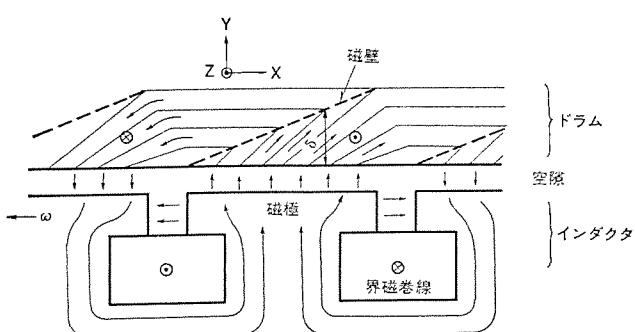


図 5. うず電流継手断面の磁界模式図

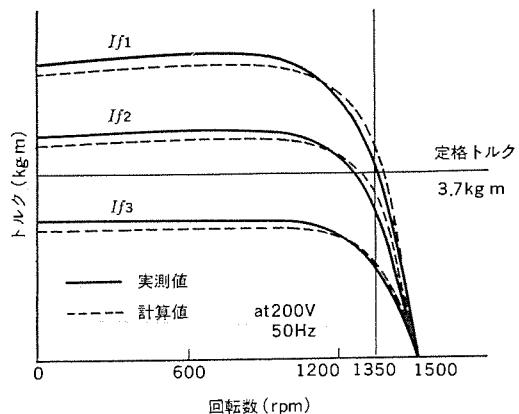


図 6. 速度トルク特性 (5.5 kW)

が得られ実用的なものになった。この計算例と実測値とを比較したものが図 6. である。

5. 热等価回路網法によるドラムの温度上昇計算

AS モールのドラムはうず電流損失による温度上昇があり、電気的磁気的特性の変化及び熱応力の発生がある。これに対する十分な検討が必要である。ドラムの発熱はドラムとインダクタ間の相対回転速度に比例しており、最低回転速度で運転された場合が最も高温となる。

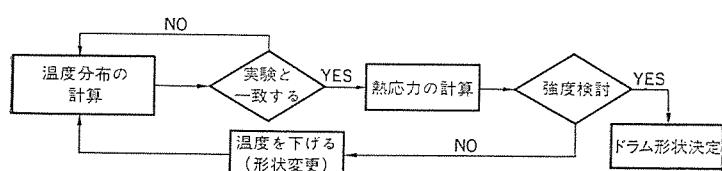
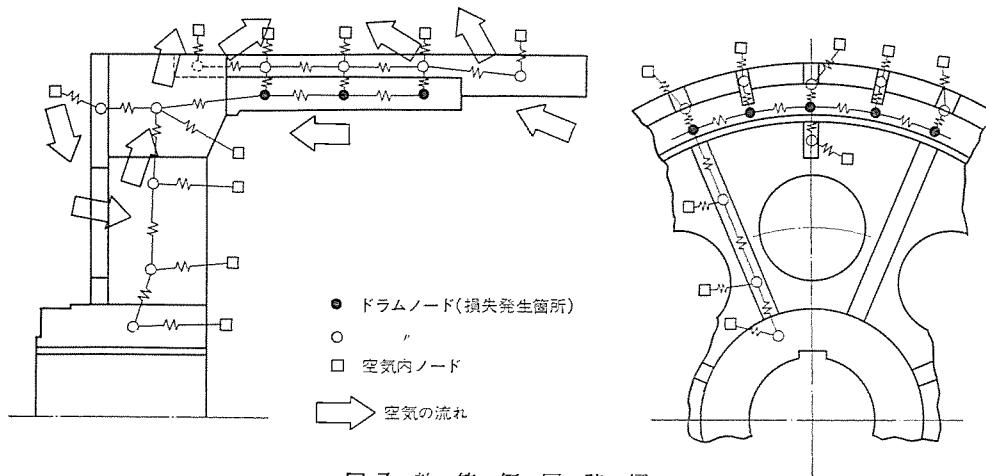


図 8. ドラム形状検討のフローチャート

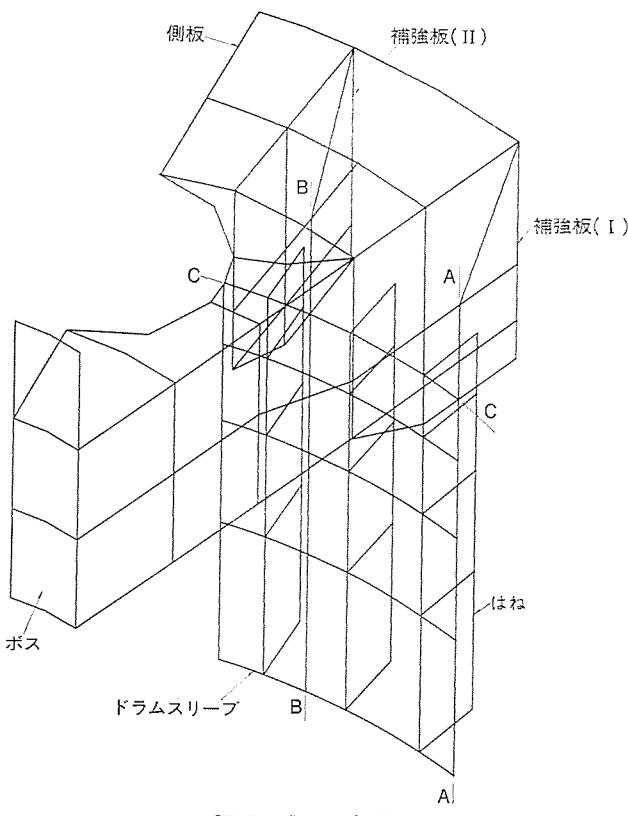


図 9. ドラムの解析モデル

ドラムの温度上昇による特性の変化及びドラム自身の熱応力による強度を検討するためのドラム各部温度は熱等価回路網法を用いて算出した。熱等価回路網法はドラムを幾つかのブロックに分割し、その代表点に節点を取り、各節点間を熱抵抗で結んだ熱等価回路網を用いて各部の温度を求める方法⁽⁴⁾である。すなわち各節点において成立する熱平衡の連立方程式を解くことにより各部温度上昇が得られる。温度上昇を求めるには各部の発熱量、熱抵抗を算定することが必要である。ドラムの発熱量は AS モールのすべり損失であり、熱抵抗は材質・形状・寸法によって算出できる。熱伝達率はドラム各部の温度を熱電対及び指温塗料を用いて実測し計算結果と比較の上算定した。図 7. にドラム熱等価回路網の 1 例を示す。

6. 有限要素法による ドラムの応力解析

AS モールのドラムには運転時に遠心力荷重及び熱荷重が加わり、なかでも、ドラムの温度上昇が高いこと、温度こう配が大きいことから熱応力に対する機械的強度への配慮が必要である。

ドラム温度が高い上、回転中に生ずる各部応力を実測することは困難である。このため 3 次元有限要素法を用いて応力・変形解析を行い図 8. に示すフローチャートにより検討しドラムの寸法形状を決定した。ドラムをシェル要素で分割し 5 章で算出した各部温度を計算入力として入れることによりドラム各部の熱荷重時の応力分布及び変形を求めた。図 9. は解析モデルの 1 例を示し、図 10. は荷重時のドラム変位を表したものである。図 11. はドラムスリーブの応力 σ_a (kg/mm^2) を部材強度 σ_{\max} (kg/mm^2) に対する割合で示したもので、図 9. 中の補強板 (I) との接合部に最も大きな応力がかかるているが、部材強度に対して十分な

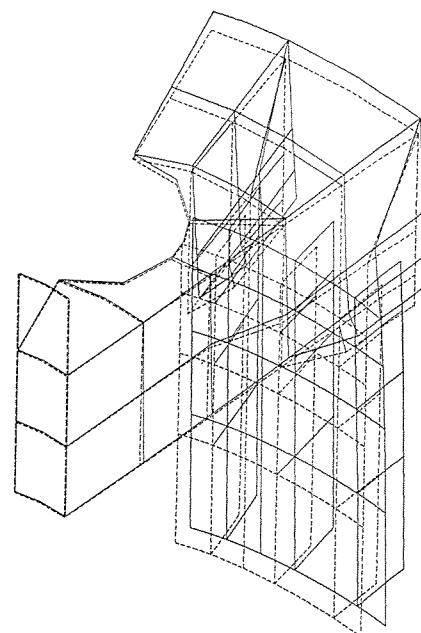


図 10. 荷重時のドラム変位図

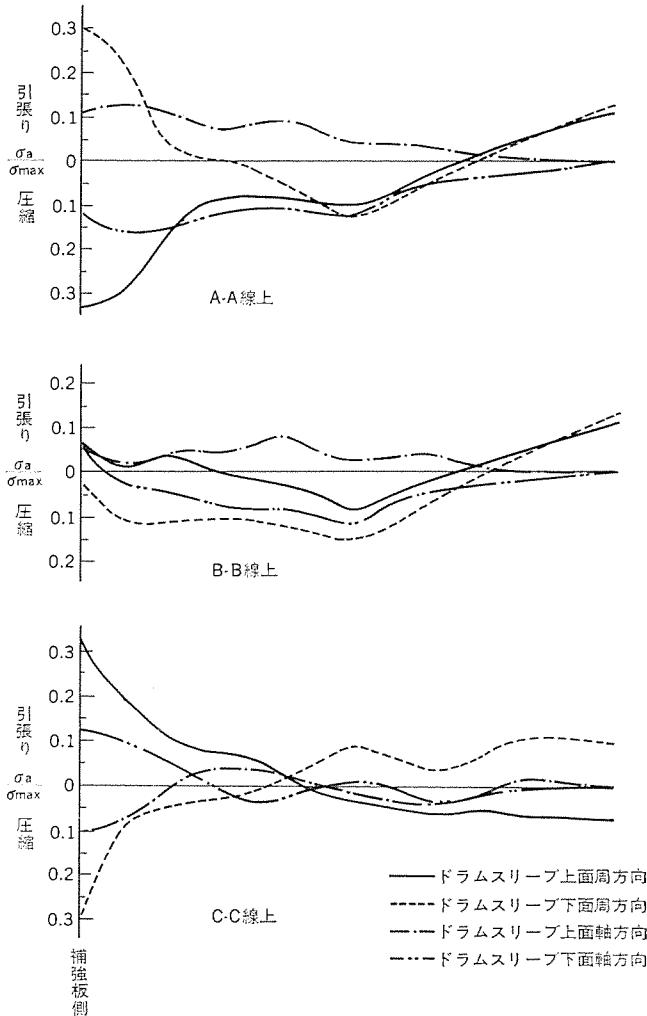
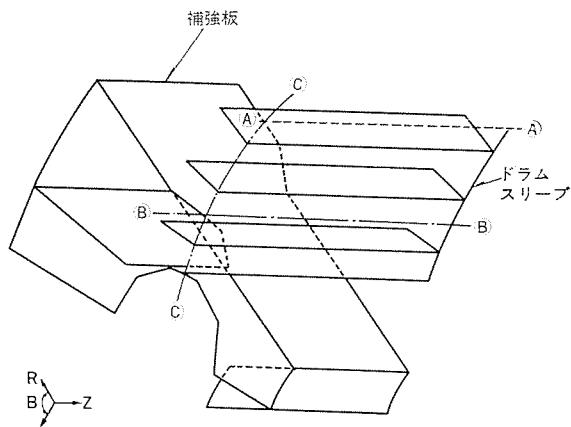


図 11. ドラムスリーブ応力分布

数値となっている。実機にて熱印加繰り返し試験を実施し十分なる強度であることを確認した。

7. AS 制御装置

うず電流を利用した AS 可変速装置は、他の可変速装置のように電動機の主回路の制御ではなく、励磁電流の制御で幅広い可変速範囲が得られるため、制御装置としては非常に小形軽量のものとなるのが特長である。AS 制御装置はこの特長を生かし製作してきたが、このたび、更に小形にし性能・特性の向上を図った。図 12. はその外観で以下その一部を紹介する。

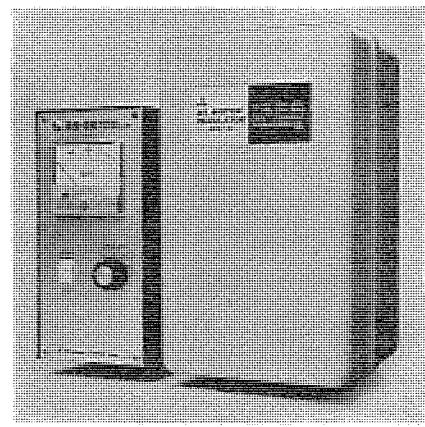


図 12. 新形 AS 制御装置

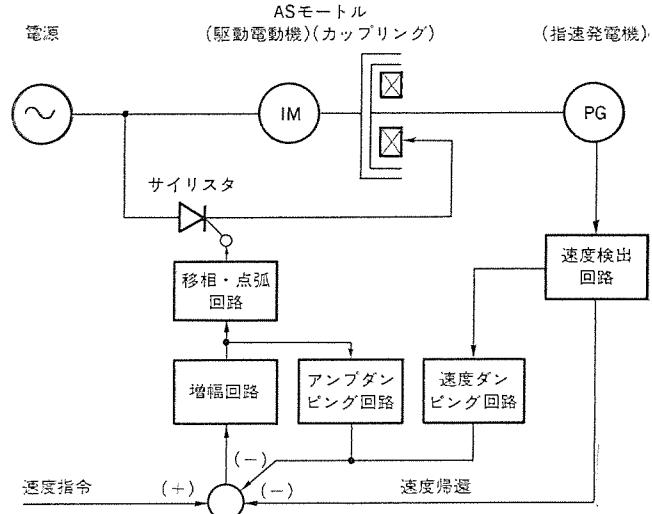


図 13. 制御回路ブロック図

7.1 制御装置の小形・軽量化

パネルと取付足を一体構造とし、パネルとプリント板だけの構成にすることにより小形化し、従来に比べ約 70% の軽さとなった。更に制御部品はできる限りプリント板上にとう（搭）載し前面保守を一段と容易にした。

7.2 安定性・応答性

図 13. に新形制御回路のブロック図を示す。

安定性・応答性を決定するダンピング回路としては、アンプダンピングと速度ダンピングの 2 つの回路があるが、アンプダンピング回路は従来の独立したダンピング回路を廃止し、增幅回路の出力を入力へ帰還することにより回路の簡略化とともに従来以上に制御安定性を向上させた。

アンプダンピングは增幅回路の出力の急変を検出し帰還させ積分補償として制御の定常的な安定性を得るものであり、速度ダンピングは速度の急変を検出し微分補償として帰還させて速度の過渡的な応答を得るものであるが、両者とも、調整抵抗器を用いて負荷にみあった調整を可能にしている。

ダンピング量は従来経験的な値で決定されたり、複雑な理論解析を行っても、実際の負荷状態に適合しなかったりしていたが、今回、カップリング部の伝達関数をカップリングのトルク特性曲線から図式的に求める方式で算出したのでこれを紹介する。AS カップリング部の励磁電圧と回転速度との関係は次式で与えられる。

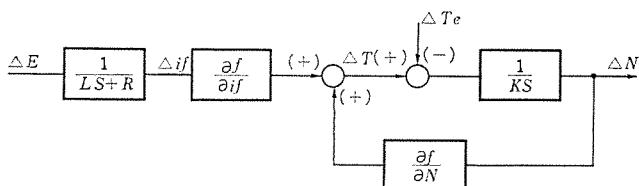


図 14. AS カップリング 伝達関数

$$\left\{ \begin{array}{l} E = L \frac{di_f}{dt} + R i_f \\ T = K \frac{dN}{dt} + T_l \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T = f(N, i_f) \rightarrow \Delta T = \frac{\partial f}{\partial N} \cdot \Delta N + \frac{\partial f}{\partial i_f} \cdot \Delta i_f \end{array} \right. \quad (5)$$

$$T = f(N, i_f) \rightarrow \Delta T = \frac{\partial f}{\partial N} \cdot \Delta N + \frac{\partial f}{\partial i_f} \cdot \Delta i_f \quad (6)$$

E : 励磁電圧 (V), R, L : カップリングの抵抗とインダクタンス (Ω, H)

i_f : 励磁電流 (A), T : カップリング発生トルク ($kg \cdot m$)

T_l : 負荷トルク ($kg \cdot m$), K : カップリング GD^2 + 負荷 GD^2 ($kg \cdot m^2$)

N : 回転速度 (rpm)

式(4), 式(5), 式(6)をまとめると, AS カップリングの伝達関数 G は図 14 のようになり式(7)のように求められる。

$$G = -\frac{\partial f}{\partial N} R \left(\frac{1}{1 + \frac{L}{R} S} \right) \left(\frac{1}{1 - \frac{K}{\partial f} S} \right) \quad (7)$$

$\partial f / \partial i_f$ は励磁電流に対するカップリング発生トルクの変化量であり, $\partial f / \partial N$ は回転速度に対する発生トルクの変化量すなわちカップリングの速度・トルク特性の傾きであるため, 共にカップリングのトルク特性より簡単に求められ実測値とほぼ一致した。

AS 速度制御ループの大きな遅れ時定数は式(7)の AS カップリング時定数 L/R と K であるため, ほぼこれらの 2 次遅れ回路であると見なすことができる。そこでこの求められた伝達関数よりダンピング量が決定できるが, 新形制御装置において, 負荷が無負荷から非常に大きな GD^2 を持つ負荷まで安定に動作応答するように, 積分補償としてのアンプダンピングの遅れ時定数を $0.01 \sim 0.1$ rad/s, 微分補償としての速度ダンピングの進み時定数を $1.4 \sim 6$ rad/s の間で可変できるように設計した。

7.3 温度変動特性

制御回路の周囲温度変化に対する安定性は種々な温度補償回路により補償しているが, 速度指令電源用の定電圧回路として用いているゼーナダイオードはゼーナ電流による素子自体のジャンクション温度の変動による電圧変動が大きな割合を占めている。このため新形制御装置においては温度補償回路を有することはもちろんのこと, ゼーナダイオード自体にも温度特性の良いものを使用し, 温度変動に対する安定性を向上させた。

7.4 耐ノイズ性

AS モータ可変速装置は各種の可変速装置のうちで最も手軽に使用できるので各種用途に幅広く利用されているため, 非常に電源事情の悪い環境で使用されることもあり, 制御装置としての耐ノイズ性が十分なものでなくてはならない。そこで電源入力側に取付けたノイズ吸収回路で制御素子を破壊から保護し, 制御回路の半導体部品のおのにもノイズ吸収回路を設け, ノイズ吸収用のコンデンサには

周波数応答の良いものを使用して非常に急しゅんなノイズに対しても安定な動作を確保できるようにした。この効果はノイズシミュレータによる $2,000 \text{ V } 10\mu\text{s}$ 幅の電源ノイズ印加試験, また 75 kVA の電源トランジストの励磁エネルギーの印加に対しても破壊・誤動作せず, 更にリレー類の高ひん(頻)度開閉ノイズに対しても誤動作しないことを確認した。

8. 標準仕様

新形 AS モータ及び制御装置の標準仕様を表 1., 表 2. に示す。

表 1. AS モータ (ASN-B 形) 標準仕様

駆動電動機	電動機容量	0.4~37 kW		
	電源	3 相	200 200 220 V	50/60 Hz
	極数	4 極		
	絶縁	E 種絶縁		
	外被構造	全閉外扇形		
うず電流維持 (AS カップリング)	変速範囲	3.7 kW 以下	1,200~100 rpm at 50 Hz	
		5.5 kW 以上	1,500~120 rpm at 60 Hz	
	トルク	各容量共	10~100%	
	定格	連続		
	絶縁	F 種絶縁		
指速発電機	外被構造	開放保護形		
	指速発電機	單相	50 V at 1,800 rpm	48 極

表 2. AS モータ制御装置の標準仕様

制御装置箱	適用出力	AS モータ 0.4~37 kW
	電源	1φ 200/200/220 V 50/60 Hz
	出力 (最大)	DC 80 V 10 A
	制御方式	單相半波サイリスタ制御, 速度滑り方式
	速度設定電源	DC 10 V 10 mA
	速度設定入力	DC 0~10 V 入力抵抗 10 kΩ
構造	速度変動率	2% (2~10% 可調整)
	構造	閉鎖形

9. むすび

新形 AS モータとその制御装置の紹介と, 新形 AS モータ開発の主要なポイントとなったカップリング電磁回路の検討, 熱等価回路網からの各部の温度算出及び有限要素法を使用した各部の熱応力解析, 制御装置の安定性応答性, 温度特性及び耐ノイズ性について述べた。一段と小形軽量化され特性も向上したこの新形 AS モータが, 広く需要家の皆様の満足を得て産業界の省力化, 生産性向上に寄与できれば幸いである。

参考文献

- 新良: AS ブレーキ, 三菱電機技報, 36, No. 8, (昭 50)
- E. J. Davis: IEE, 113, No. 5 (1966)
- E. J. Davis: IEE, 122, No. 1 (1975)
- 三富ほか: 全閉外扇形電動機の通風冷却解析, 三菱電機技報, 48, No. 10 (昭 49)

小形直流高速度しゃ断器

石田秀樹*・古林昇*

1. まえがき

直流高速度しゃ断器は大別して常規電流方向である正方向、又は逆方向の過電流に対してだけ自動しゃ断する片方向性しゃ断器と、常規電流方向の正逆両方向の過電流に対して自動しゃ断する両方向性しゃ断器とに大別される。片方向性しゃ断器は電気鉄道のき電回路の保護、整流器の保護に多く使用されており、両方向性しゃ断器は工業用、特に製鉄ミルの可逆運転回路の保護などに多く使用されている。

我が国では、電鉄変電所用直流高速度しゃ断器に対しては、JEC-152、工業用直流高速度しゃ断器に対してはJEM-1182の規格があり、おののの用途に対応して適用される。

当社ではJEM-1182に準拠する工業用の直流高速度しゃ断器として、BHB形両方向性直流高速度しゃ断器⁽¹⁾を製作してきたが、このたび新たにCH-B形両方向性直流高速度しゃ断器を開発した。以下にCH-B形両方向性直流高速度しゃ断器の構造、特長、諸性能等の概要及び運用について述べる。

2. 定格

CH-B30形直流高速度しゃ断器の主な定格は次のとおりである。

形 式	CH-B 30
定格電圧	DC 1,500 V
定格電流	3,000 A
方向性	両方向性
定格しゃ断容量	50,000 A (突進率 3×10^6 A/s の回路における推定短絡電流最大値)
定格投入操作電圧	DC 100V, 200V
標準動作責務	O-1分-CO
重 量	200 kg (電気投入操作方式 固定形)
準拠規格	JEM-1182 (1975)

3. ねらい

新形直流高速度しゃ断器の開発にあたっては標準規格に合致する性能を十分な余裕を持って確立することとともに、次のような項目に留意して開発を進めた。

- (1) 小形化を図り、すえ(握)付スペースを極力少なくする。
- (2) 取扱い、操作を容易にし、かつ明確な取扱い表示を行う。
- (3) 必要な保守を最低限度にし、サービスコスト要請を満たす。
- (4) 信頼性に十分な考慮をはらう。
- (5) 安全性に十分に留意する。

4. 特長

CH-B形直流高速度しゃ断器は従来のBHB形高直流高速度しゃ断器と異なり、機械保持式、電磁引外し方式の両方向性のしゃ断器であり、次の特長を有している。

(1) 新規な機械保持機構の採用によって極めて小形軽量化しており、従来のBHB形直流高速度しゃ断器に比べて、体積・重量共約1/3と大幅に縮小化している。

(2) 鉄板グリッド消弧室の採用と適切な設計によりアーカ期間中のアーカ電圧値を調整し、アーカ電圧変動は極めて小さい。

(3) BHB形と同様、可動接触子側にフォローを有するアーカ接触子を採用しているため、その動作は安定しており、大電流のしゃ断時においても主接触子の荒損はほとんどなく、長年の使用によっても主接触子を取替える必要はない。

(4) 小形化しているが対地絶縁には磁器がいしを使用し、十分な絶縁耐力を有している。

(5) 機構の動作を利用した空気吹付装置を備えているため、小電流しゃ断時のアーカ時間は極めて短く、そのしゃ断性能は安定している。

(6) 据付方式は引出形、固定形のいずれでも製作できる。

(7) しゃ断器の開閉制御装置はしゃ断器の前面に配置し、主回路とは十分に絶縁した前面パネルに取付けており、しゃ断器の引出し、そう(捕)入は前記、前面パネル前面で行うため、しゃ断器操作用に従来用いられてきた別置きの操作盤が不用となり、かつ引出し、捕入操作等が安全に行える。また、この前面パネル面上には名板など運転操作に必要な注意事項が集中的に見やすく配置してある。なお、電気的な投入開放操作押ボタンだけは、前面パネル上の制御盤とは別置きとし、しゃ断器が通電中は操作員がしゃ断器本体から離れた位置で操作できるように考慮を払っている。

(8) 機構の慣性力を利用した独特な投入機構の採用により、しゃ断器のCO動作時の開放速度がO動作に比較して遅くなることはなく、O動作、CO動作いずれの場合も安定したしゃ断動作を行える。

(9) しゃ断器の引外し装置は試験コイルを有しているため、主回路電流を流さずに容易に目盛チェックができる。

5. 構造及び動作

5.1 構造の概要

図1. は固定形しゃ断器の外形写真、図2. は同一定格のBHB形直流高速度しゃ断器と並んだこのしゃ断器の写真、図3. はこのしゃ断器の構造説明図である。

しゃ断器は車輪、制御盤、引出装置(引出形の場合)を備えた台車の上に磁器がいしを介して強固な単一のフレームを取り付け、その上部にしゃ断器の主要な機構部分を配置しており、その機

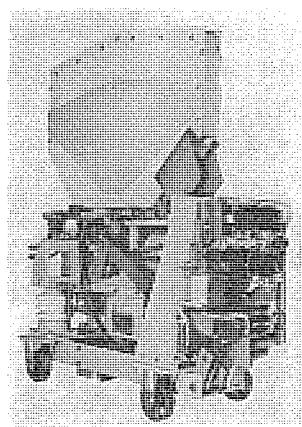
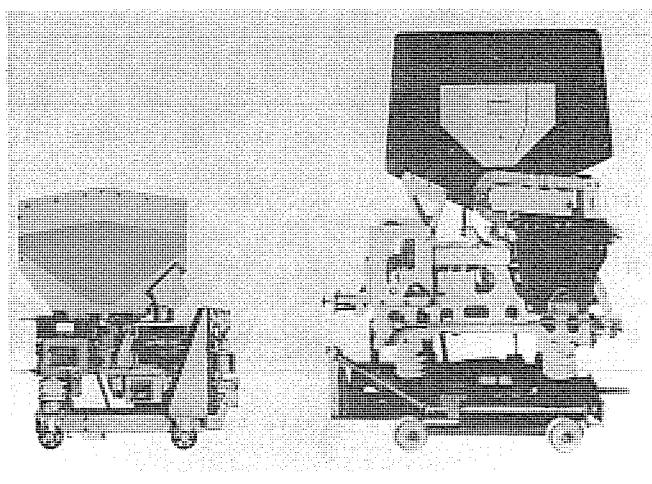


図1. CH-B 30形直流高速度しゃ断器



CH-B 30形直流高速度
しゃ断器 BHB-30形直流高速度
しゃ断器

図 2. BHB 形直流高速度しゃ断器との比較

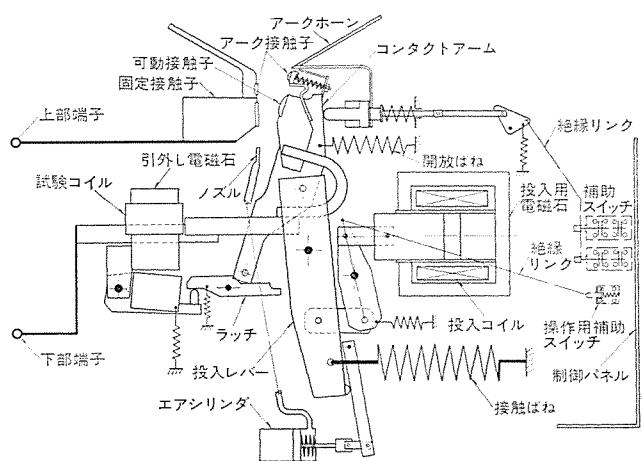


図 3. 構造説明図

構部分の上に開閉自由に消弧室を取付けている。

図 2. で明らかなとおり CH-B 形しゃ断器は大幅に小形化しているが、絶縁強度の低下を招かないように十分な注意を払っており、磁器がいしの採用とともに高低圧問には、吸湿などによって絶縁抵抗値の変化しやすいフェノール樹脂などは使用していない。

従来の直流高速度しゃ断器の保持方式は保持電磁石による電磁保持方式が一般的であったが、このしゃ断器はコンタクトアームの下端を

ラッチで保持する機械保持方式を採用しており、慣性の小さいラッチとコンタクトアームの採用によって従来と同等以上の高速度開極を図っている。

しゃ断器の主回路は誘導分路のない構成となっており、したがってしゃ断器には選択性を付与していない（必要な場合には誘導分路を設けて選択性も持たせることができる）。接触部は主接触子とアーカ接触子により構成され、主接触子には銀接点、アーカ接触子には銅タングステン接点を使用している。アーカ接触子の取替えは特殊な工具を使用せず短時間に実施できるよう配慮している。

しゃ断器の投入操作は電磁操作を標準とし、投入操作用投入レバーの下端に投入レバーの開放時の動作を利用して小電流吹消用のエアシリンダを配置している。しゃ断器の前面にはパネルを配置しており、このパネルはしゃ断器をキューピックに収納する場合の前面の保護板の一部となり、同時に投入制御器具、インタロック装置などの取付板となり更に各種名板もこのパネル上に配置している。

5.2 しゃ断器の動作

開放動作

図 4. (a) に示すしゃ断器の閉合状態において引外し電磁石②を貫通しているバッキングバー②に流れる電流が一定の値を超えると可動鉄心④は固定鉄心④に吸引される。この過程で可動鉄心④はラッチ①を回転軸の回りに時計方向に回転させコンタクトアーム⑦の下端との係合を開放させ開放ばね⑩のばね力によってコンタクトアーム⑦は投入レバー⑪上のピン⑧の回りに時計方向に回転し、接触子は開放される。同時に投入レバー⑪自体が接触ばね⑯のばね力によってピン⑤の回りに反時計方向に回転するため、コンタクトアーム⑦の動きは加速される。この開放された状態を図 4. (b) に示す。なお投入レバー⑪の回転によってエアシリンダ⑮のピストン⑯は急速に右方向に引張られ、これによって圧縮された空気はノズル⑯より吹出し、小電流しゃ断時有効に作用する。

投入動作

図 4. (b) に示すしゃ断器の開放状態において投入電磁石⑫のコイル⑬が励磁されると可動鉄心④は固定鉄心④に吸引される。この運動によってリンク⑯は接触ばね⑯のばね力に抗して投入レバー⑪をピン⑤の回りに時計方向に回転させ、この投入レバー⑪の回転によってコンタクトアーム⑦はストップ⑯を支点として反時計方向に回転する。これによりコンタクトアーム⑦の下端とラッチ①の係合状態は図 4. (c) に示す位置に変化する。この図 4. (c) の状態においてコイルの励磁を解くと投入レバー⑪は接触ばね⑯のばね力によってピン⑤の回りに反時計方向に回転し、コンタクトアーム⑦を反時計方向に回転させ、投

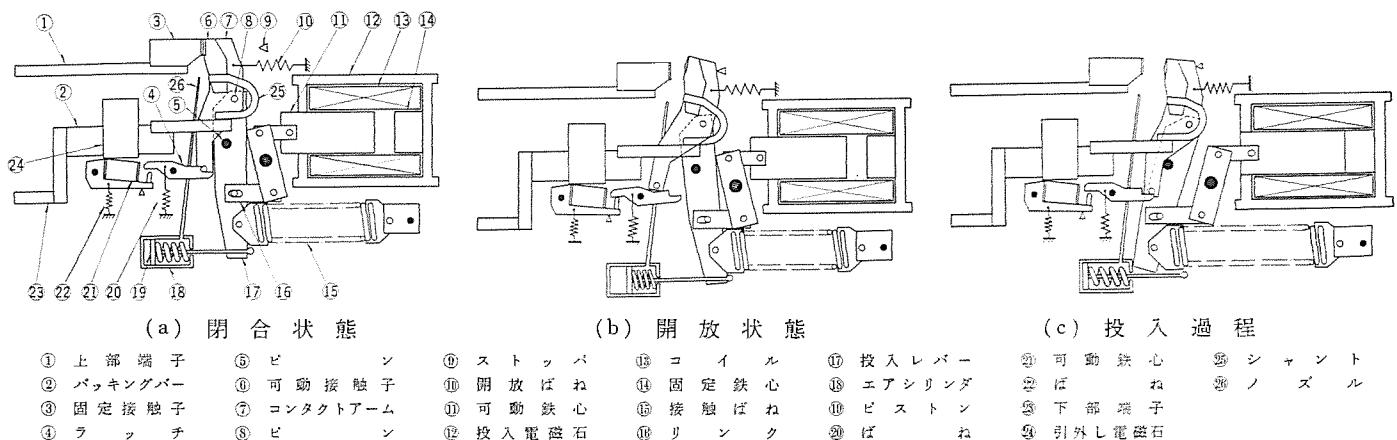


図 4. 動作説明図

入状態となる。なお、この投入レバー⑩の動きがしゃ断器投入時の回転の動きからラッチ④を外すことにより開放の動きへと役割を変化させるため、しゃ断器のCO動作も安定に行われる。

5.3 消弧

このしゃ断器の消弧室は鉄グリッドを消弧室内に多数板配列し、駆動されたアーカーをグリッド内にとじ込めることにより電流しゃ断時のアーカー電圧値の調整を行っている。すなわち鉄グリッド内にアーカーをとじ込めた場合アーカー電圧値は鉄グリッド上の発弧点での電極降下電圧値とグリッド間の空間でのアーカー柱降下電圧との和によって決定されるためアーカー電圧の調整はグリッドの形状、材質、配置、枚数等を適切に設計することにより達成される。

図5. アーカーの連続写真
新形式の消弧室の採用にあたって

は、数多くのしゃ断試験を行い、その結果をオシログラムに収めるとともに、電流しゃ断時のアーカー発生時点より、しゃ断完了時点までの消弧室のアーカーの挙動を高速度コマ取りカメラにより撮影し、それらのデータをもとにして消弧室の性能を確認した。

図5.は上記写真の一部であり、試験回路条件は給与電圧DC 1,500 V、回路インダクタンス $L = 8 \text{ mH}$ 、しゃ断電流6,000 Aを手動しゃ断した場合のものである。図5.(a)はアーカー電圧が発生してから約10 ms 後の消弧室のアーカーの状態を示す写真であり、多数枚配列された鉄グリッドの下端にアーカーが到達した時点である。図5.(b)～(k)は(a)の状態より更に15 ms 経過した後の連続写真であり、後述する手動しゃ断試験時のオシログラムが示すようにアーカー電圧が平均的になった時点のものである。コマスピードは5,000コマ/秒であるから、時間は(b)～(k)の間で2 ms に相当し、その間各鉄グリッド間に分割されたアーカーは高速度で上下運動をくり返していることが連続写真より分かる。このグリッド内でのアーカーの上下運動は電流が零になるまで安定して継続するため、アーカー電圧波形は6章に記すように平均化され、変動の少ないものとなる。

6. 性能

現在、製鉄ミル回路にはDC 750 Vが広く採用されている。しかし、負荷の増大とともにこの電圧が次第に昇圧される傾向にあるので、この昇圧にも対応できるよう、このしゃ断器は定格電圧を1,500 Vに定めている。アーカー電圧はDC 750 V回路用に使用しても過大とはならない電圧に、また故障モードによっては高い回路電圧が発生する可能性があることを考慮した電圧に設計してあるためこのしゃ断器は常時電圧がDC 1,500 V回路である電鉄回路にも余裕を持って適用できる性能を有している。以下性能の詳細はDC 1,500 V回路をもとに記述する。

6.1 大電流しゃ断性能

CH-B形直流高速度しゃ断器の大電流しゃ断性能を確認するために、当社定格容量180 MVAの交流短絡発電機を使用し、JEC-152に規

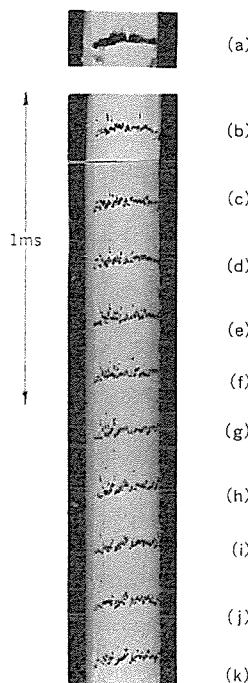


図5. アーカーの連続写真

表1. 各種しゃ断試験結果

オシロ番号	試験周波数(Hz)	発電機電圧波高値(V)	給電圧(V)	回復圧(V)	しゃ断電流(A)	開時間(ms)	極間時間(ms)	しゃ断時間(ms)	アーカー電圧(V)	動作責務
H7I18W-014	8	1,780	1,690	1,690	27,600	6.8	24.8	2,620	2,620	O
H7I18W-015	8	1,780	1,630	1,600	27,100	6.8	25.4	2,510	2,510	O
H7I19W-020	8	1,800	1,680	1,590	27,700	6.7	25.8	2,480	2,480	CO
H7I19W-021	8	1,800	1,740	1,550	28,200	6.2	24.9	2,500	2,500	CO

(a) 交流等価しゃ断試験結果

(推定短絡電流 50 kA $di/dt = 3 \times 10^8 \text{ A/s}$ 目盛値 6 kA)

オシロ番号	試験電圧(V)	しゃ断電流(A)	回路インダクタンス(mH)	アーカー電圧(V)	アーカー時間(ms)
7N507009	1,500	9,000	8.0	2,600	54.0
7N507011	1,500	7,000	8.0	2,670	42.0
7N507013	1,500	8,700	5.0	2,580	36.0

(b) 手動しゃ断試験結果

しゃ断電流(A)	5	8.5	45	100	200	500
アーカー時間(ms)	14	15.5～17	28～31.5	31～34	38～39	41.5～42

(c) 小電流しゃ断試験結果

(試験電圧 DC 1,500 V 回路インダクタンス 23 mH)

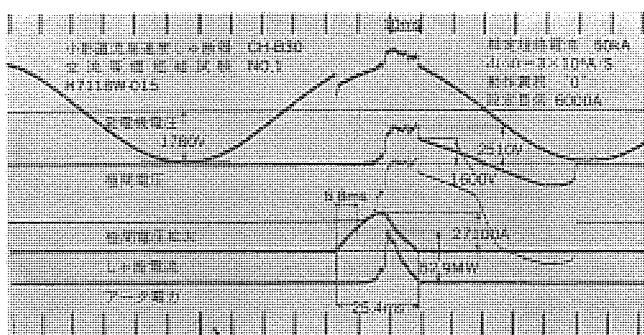


図6. 交流等価しゃ断試験 オシログラム(O動作)

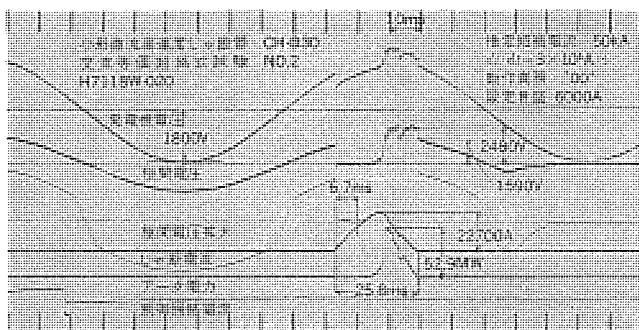


図7. 交流等価しゃ断試験 オシログラム(CO動作)

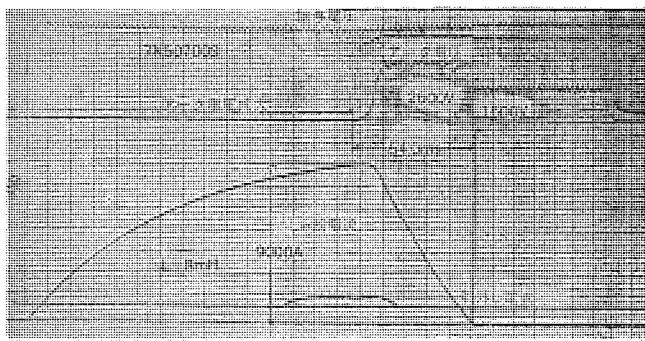


図 8. 手動しゃ断 オシログラム

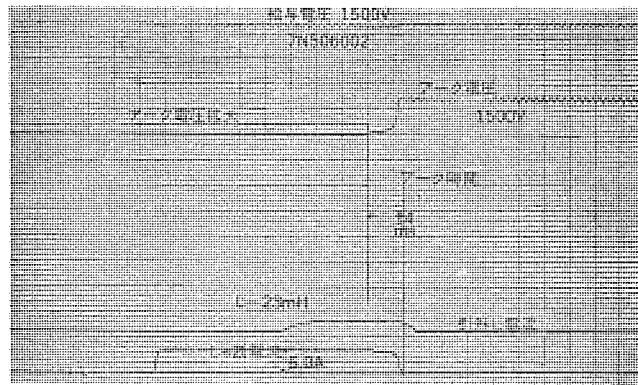


図 9. 小電流しゃ断 オシログラム

定される交流等価法による短絡しゃ断試験を実施した。その結果を表 1. (a) に、その代表的なオシログラムを図 6.、図 7. に示す。図 6. は推定短絡電流 $I_m=50 \text{ kA}$ 、電流突進率 $di/dt=3 \times 10^6 \text{ A/s}$ の試験条件における、O動作のしゃ断オシログラムであり、図 7. は同一条件での CO動作のしゃ断オシログラムを示す。O動作と CO動作のオシログラムを比較して、CO動作の限流値が若干高くなっているが、等価回路条件がO動作に比べ過酷になっていることを考慮すると、目盛到達時間を含めた開極時間を比較して、両者間に差異は認められない。アーカ電圧はいずれの場合もその変動の差が小さく、約 2,500 V と一定の値を示しており、急しゅんなピーク電圧が現れず電流零点まで安定に維持されており、消弧室の性能の良さを示している。

6.2 手動しゃ断性能

表 1. (b) は回路インダクタンス 5 mH 及び 8 mH のときの手動しゃ断試験結果を示す。図 8. は 1,500 V, 9,000 A, 8 mH の回路を手動しゃ断した試験結果を示すオシログラムである。このオシログラムは新たに開発された消弧室のエネルギー処理能力の大きいこと、電流が大きく、アーカに対する吹上力の大きい時も、アーカに対する吹上力が小さくなる電流零点近くにおいても、アーカ電圧を安定にほぼ一定の値に維持する性能を有していることを示している。したがってサージ電圧に敏感な整流器の保護用としても、しゃ断器自体が発生するアーカ電圧に起因するサージ電圧を心配することなく使用することができる。

6.3 小電流しゃ断性能

図 9. は DC 1,500 V, 回路インダクタンス $L=23 \text{ mH}$ の回路における 5 A の電流をしゃ断した時の代表的なオシログラムである。磁気吹消力によってアーカを伸長し回路をしゃ断するしゃ断器では、小電流しゃ断は一般に困難である。

しかし、このしゃ断器は、接点近傍の適切な電流路の形状及びしゃ断器の操作機構を巧みに利用した空気吹付装置の作用によって小電流を短時間に安定にしゃ断する。なお、上記と同一試験回路において、5 A から 3,500 A までの全領域の電流についてしゃ断試験を行った結果を表 1. (c) に示す。この表からも明らかなように全領域の小電流に対し安定なしゃ断を行っている。

6.4 絶縁耐力及び通電容量

このしゃ断器は工業用の直流高速度しゃ断器の規格 JEM-1182 に準拠している。JEM-1182 にはその使用条件より衝撃耐電圧の規定はないが、このしゃ断器の性能を生かして種々の用途に使用されることを考慮して JEC-152 に規定される 1,500 V 定格に対応する商用周波耐電圧試験及び衝撃耐電圧試験を実施し、いずれの部分にも問題なく合格した。また、温度上昇試験についても連続定格及び最高目盛値 (8 kA) の 90% (7.2 kA) の電流 1 分間という短時間定格に対しても十分な通電容量をもっていることを確認した。

7. 運用

6 章で CH-B 30 形直流高速度しゃ断器の性能について述べたが、このしゃ断器を運用する上で参考になるであろう点について以下にまとめる。

直流しゃ断器は種々の回路の保護に適用されるが、いずれの回路における短絡事故でも、図 10. の等価回路に整理することができる。以下この等価回路をもとにして述べる。

7.1 電圧

可逆運転を行うサイリスタレオナード回路において、サイリスタ変換器に転流失敗が生じると、直流しゃ断器の極間には直流電動機の端子間電圧 V_g に加えて交流電圧 V_e が重畠し、通常の運転時に比較して非常に高い電圧 E がしゃ断器の極間に現れる可能性がある。この電圧の波高値は次式で表される。

$$E = V_g + \sqrt{2} V_e$$

整流器の定格電圧が 750 V の時には V_g , V_e 共に約 750 V であり、したがって電圧 E の波高値は約 1,800 V になる。可逆運転では上記の式によって与えられる電圧が回路に現れる可能性をもとに、しゃ断器の電圧定格が選定されるべきである。CH-B 30 形直流高速度しゃ断器はこの電圧値 1,800 V 及び、ミルの高圧化の傾向を考慮してアーカ電圧の平均値を約 2,500 V に設計している。

7.2 電流

短絡事故が発生した回路に流れる電流の最大値はしゃ断器の限流性能と回路条件によって定まる。JEM-1182 に規定される直流高速度しゃ断器のしゃ断電流の規定値は表 2. のとおりであり、CH-B 30 形しゃ断器は 6.1 節のしゃ断オシロよりも明らかのように、この規

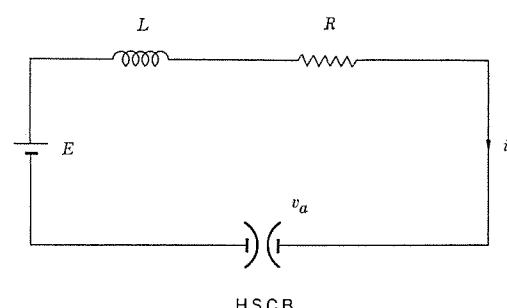


図 10. 直流電流しゃ断時の等価回路

表 2. JEM-1182 規定の直流高速度しゃ断器の限流値

定格しゃ断容 量 (A)	規定回路条件の標準値		限流値 (A)		
	推定短絡電流 最大値 (A)	電流突進率 (A/s)	定格電流 5,000 A 以下 電流目盛 12 kA 以下	定格電流 6,000 A 電流目盛 15 kA 以下	定格電流 8,000 A 電流目盛 20 kA 以下
50,000	50,000	3×10^6	31,000	35,000	41,000
75,000	75,000	3×10^6	38,000	42,000	48,000
100,000	100,000	3×10^6	44,000	48,000	54,000

定の電流値を十分な余裕を持って保証することができる。

7.3 i^2t

しゃ断器が短絡事故の発生した回路を完全に開放するためには一定の時間を必要とするが、この間、整流器にかかる熱的負担は i^2t で表現される。 i^2t はしゃ断試験によって確認すべき値であるが、事故回路の条件にしゃ断器の性能を組合せれば、計算によって保護可能域を明確にすることができます。図 10. に示す等価回路で短絡事故が発生した瞬時を $t=0$ とおけば

$$L \frac{di}{dt} + Ri + v_a = E$$

が成立する。ここで

L =等価回路のインダクタンス (H)

R =等価回路の抵抗 (Ω)

v_a =しゃ断器のアーカ電圧値 (V)

E =電源電圧値 (V)

i =電流 (A)

t =時間 (s)

7.1 節で記したとおり、サイリスタレオード装置において、転流失敗の場合、回路電圧 E は $E = V_g + \sqrt{2} V_e$ であり、電源喪失の場合 $E = V_g$ である。

上記の方程式は v_a の値を与えることによって解くことができる。一般にはこのアーカ電圧 v_a を与えることは容易でないが、CH-B 形しゃ断器ではアーカ電圧 v_a の値がほぼ一定になるように設計されているため、近似的に v_a を式の形で表現することが可能であり、したがって上記の方程式を解くことができる。

図 11., 図 12. は回路電圧が 750 V と 1,500 V それぞれの場合の推定短絡電流 50 kA, 30 kA, 回路インダクタンス 0.25 mH から 2 mH までの回路条件の短絡電流を CH-B 形直流高速度しゃ断器でしゃ断した場合の i^2t の計算結果をしゃ断器の設定目盛値をパラメータとして示したものである。この計算では $t=0$ において $i=0$ と考えており、この時点からしゃ断を完了するまでの i^2t を計算している。

なお、計算において回路電圧 E を完全な直流と仮定する代わりに、交流電圧で計算することは容易であるが、短絡事故電流に交流を重畳させた場合、電流が目盛値に到達する時間が交流位相との関係で変化するなどの複雑な条件が生じ一般的でない。したがって計算はすべて完全な直流回路として行った。

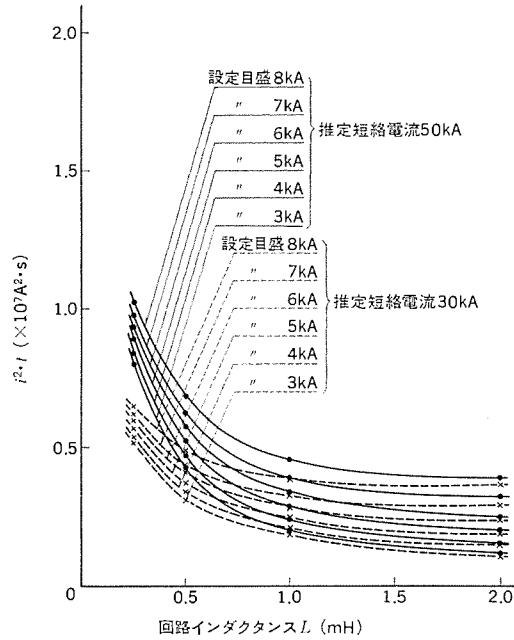


図 11 750 V 回路の短絡電流しゃ断時の i^2t 計算結果

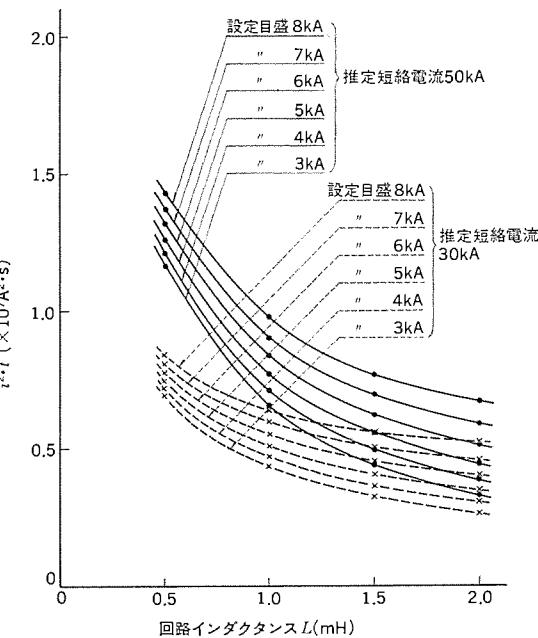


図 12. 1,500 V 回路の短絡電流しゃ断時の i^2t 計算結果

8. むすび

今回、開発した CH-B 30 形直流高速度しゃ断器は、極めて小形化したにもかかわらず、優れたしゃ断性能、強い耐絶縁性能を有しており、ミルの高圧化の傾向も考慮した余裕のある設計を行っているため、今後の幅広い運用が可能である。

参考文献

- (1) 渡辺: 三菱電機技報, 43, No. 7, p. 955 (昭 44)

転炉副原料合金鉄輸送投入設備への《MELPLAC》50の適用

石 雅彦*・加賀宏明*・鶴長浩一*・小竹秀次郎*

1. まえがき

製鋼工場は、製鉄所の中でも最重要設備であり、次のような特殊性を有する。

- (1) バッチプロセスであること。
- (2) 工場は各種設備の集合体であり、それぞれ制御内容、構成機器が異なること。
- (3) 1バッチ処理時間(1チャージ)が短時間であり、その間に炉況の変化により操業パターンが変わり、これをクイックレスポンスで処理しなければならないこと。
- (4) 炉周辺のふんい気が悪く、計測・制御センサ類は高信頼性を要求されること。
- (5) 設備によってはガス爆発の危険性があり、信頼性を最優先に考えねばならないこと。

プロセス制御の分野に電子計算機が導入されて10数年を経過するが、その普及がDDC制御などの底辺部に及ぶにつれ、種々の問題が出てきている⁽¹⁾。特に製鋼工場では、上述のように制御装置に対し高い信頼性と高速演算処理能力が要求されるが、今までの電子計算機はデータの収集、解析、及び運転員に対する作業指標を与えるにとどまっている傾向にある。

当社のプラントコントローラ《MELPLAC》50は、電子計算機制御のための現場向き専用制御装置、すなわちDDC制御用に開発されており、DDC制御に関する演算の大部分をカバーして上位計算機の負担を軽減することができる。

《MELPLAC》50は、(1)制御向き高級言語(POL)の採用、

(2)高速演算処理、(3)独立した高速カウンタ、タイム処理、(4)ハイレスポンス割込処理、(5)高精度アナログ入出力機能、(6)マイクロプログラミングによる豊富な故障チェック機能、などの特長を有し、しかも現場強電レベルで取扱うことのできる高信頼性で、保守の容易な制御装置である。

《MELPLAC》50の機能紹介は、本誌51巻3号(昭52)で行い、また鉄鋼プラントへの適用について、同巻8号(昭52)で紹介しているので参照願いたい。

ここでは、転炉副原料合金鉄輸送投入設備について、その設備概要と、《MELPLAC》50の適用配備計画、及び《MELPLAC》50の特長あるS/Wの適用例を述べる。

2. 設備概要

この設備は、製鋼工程において鉄、及び非鉄原料、あるいは合金鉄を転炉内や鉄なべ(鍋)に投入し、酸素吹練製鋼の副材として、あるいは溶鋼の成分調整を行うための設備であり、原料の種類(名柄)別に地下に設置された原料貯蔵バンカから原料を切り出し、転炉上に設置された炉上バンカへ原料を輸送する輸送系統と、炉上バンカから原料を切り出し、ひょう(秤)量、投入を行う投入系統から成る。これらはお互いに関連した制御プロセスを構成しているが、それぞれの系統は、また各種原料を転炉内に投入する副原料設備と、合金鉄等を鉄鍋内に投入する合金鉄設備とに分かれる。

設備構成概要を、図1.に示す。

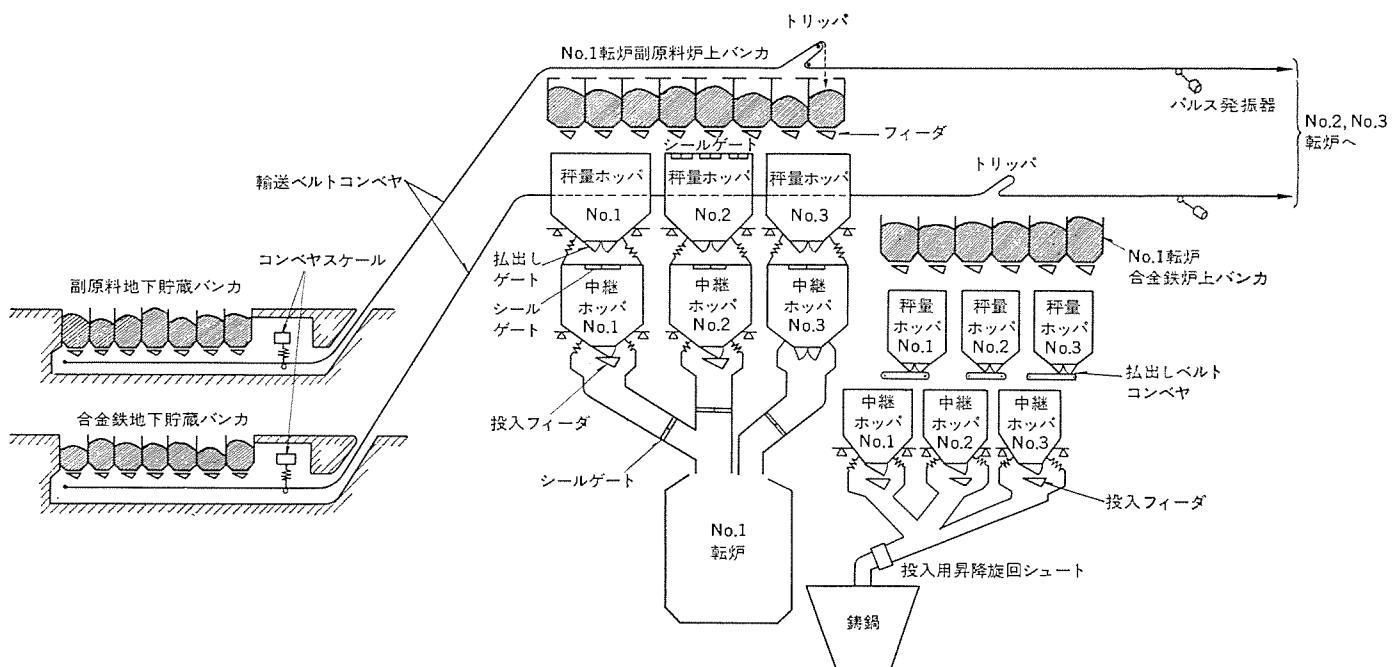


図1. 転炉副原料合金鉄輸送投入設備概要図

3. 副原料合金鉄輸送投入設備への《MELPLAC》50 の配備

一般に製鋼工場は、転炉 3 基設置、常時 2 基か (稼) 動が通常の操業状態であるが、工場建設過程として、2 基設置、常時 1 基稼動状態が相当長い期間つづく場合もある。しかしこの場合でも将来 3 基とすることは計画されており、制御装置も当然将来に対する拡張を考慮しておかねばならない。

《MELPLAC》50 の配備案としては、表 1. に示す各種構成が考えられる。いずれの案をとるかは、制御レベル、将来の拡張計画などにより決定されるが、《MELPLAC》50 の性能としては、プログラムメモリ 8 KW を使用して、4 章以下に述べるような高度な演算制御を行う。

表 1. の中で第 1 案から第 3 案の場合、投入系統は、通常 1 炉、2 炉、3 炉で、同一 プログラム、同一 入出力形態をとり、この場合は設備の信頼性向上のために CPU の並列接続装置を採用し、故障時に休止中の《MELPLAC》50 の CPU に自動的に切換えることが可能である。図 2. にその概念図を示す。

また、《MELPLAC》50 の制御盤設置場所と、入出力信号源が離れている場合は、信号伝送装置《MELPLEX》320 によるリモート I/O 機能が採用される⁽²⁾。

表 1. 転炉副原料合金鉄設備への《MELPLAC》50 の配備

案	《MELPLAC》50 台数	内 訳
1	7 台	輸送系統に 1 台 (副原料、合金鉄輸送を 1 台で制御) 副原料投入系統に 1 炉につき 1 台 (3 炉分合計 3 台) 合金鉄投入系統に 1 炉につき 1 台 (〃)
2	8 台	輸送系統に 2 台 (副原料、合金鉄輸送に個別配備) (投入系統は第 1 案に同じ)
3	4 台	投入系統は副原料、合金鉄投入を 1 炉 1 台で制御 (輸送系統は第 1 案に同じ)
4	2 台	投入系統に 1 台、輸送系統に 1 台配備

(第 4 案は転炉 2 基設置、常時 1 基稼動状態が最終設備である場合などに適用)

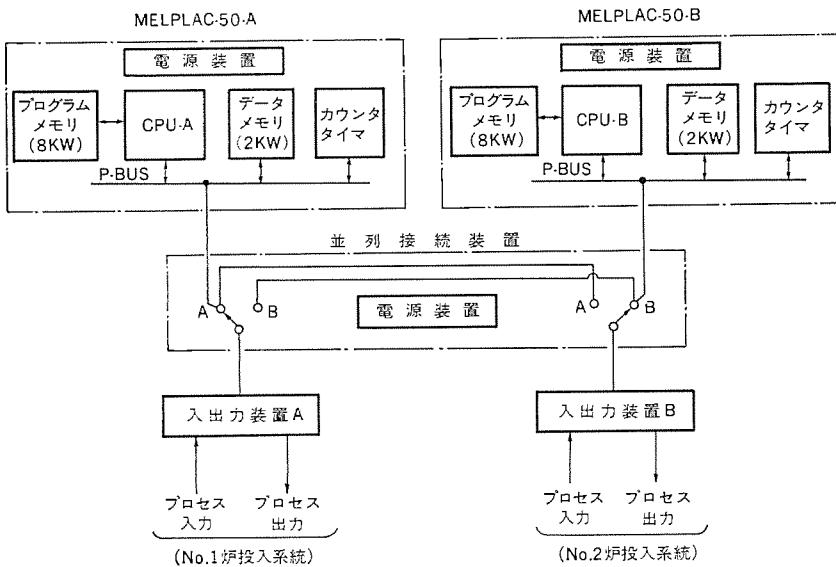


図 2. 《MELPLAC》50 並列接続装置概念図

4. 《MELPLAC》50 による S/W 適用例

転炉副原料合金鉄輸送投入設備における《MELPLAC》50 の特長ある S/W 適用例を紹介する。

4.1 地下原料貯蔵バンカからの原料切り出しと輸送

炉上 バンカへの原料輸送は、投入系《MELPLAC》50 からの輸送指令信号と輸送量の設定、又はデジタルスイッチによる手動設定により行われる。炉上 バンカと地下 バンカの対応は、プログラム 固定ではなく、原料の種類ごとに決められた名柄 No. により対応づけられており、後述する名柄変更処理により対処する。

また、この名柄 No. は操作盤からの読み出し要求により、LED に表示される。

副原料の炉上 バンカには、集じん ダクト 及び ゲートが設置されており、輸送中は該当する炉上 バンカのゲートをあけて集じんを行う。また、炉上 バンカの設置状況によっては、トリップに切換え シート、及びダンパが設置される。

(1) 輸送量のトラッキング監視制御

輸送量の管理は、コンベヤスケール より入力される $x \text{ kg}/\text{パルス}$ のパルス信号の積算で行う。

輸送量のトラッキング監視制御は、炉上 バンカ内の在庫量の高精度管理と、ベルトコンベヤ 上に異種原料が混載されないように制御するために行う。

炉上 バンカへの輸送量は、コンベヤスケール 信号をそのまま積算せず、トリップから炉上 バンカに払い出された量で管理する。

このため、ベルトコンベヤ に取付けた パルス 発振器によりベルトコンベヤの移動距離を算出し、 $y \text{ m}$ ごとにコンベヤスケール 信号のカウント 値を、逐次 データメモリ 内でシフトしてゆく方法を採用する。

最終 シフトメモリ は、トリップ 位置に合わせて変更される。この最終 シフトメモリ に到達した量をもって、炉上 バンカに実際に輸送された量とみなし、この量を炉上 バンカ 在庫量に加算する。

また、コンベヤスケール から切り出しフィーダ までの間は、検出時間遅れがあるが、その間の輸送量を見込んだ輸送量設定値で、地下 バンカフィーダ を制御する。

炉上 バンカ 内の異種原料の混入を防ぐため、輸送ベルトコンベヤ 上に異種原料が混載されることは許されない。ベルトコンベヤ 上に原料が無いことを、トラッキングメモリテーブル の値がすべて零である ことににより判断し、次の輸送を行う。

図 3. に輸送トラッキング監視制御概念図を、また図 4. にメモリテーブルシフト回路のプログラム例を示す。

(2) 輸送優先順位制御

炉上 バンカ からの原料の切り出し、秤量、及び転炉への投入は、輸送制御とは関係なく行われる。炉上 バンカ から原料の投入が不可能となると、数 100 トン もの成分不適鋼ができる可能性があり、絶対に避けなければならないが、上記理由により、炉上 バンカ の在庫量管理をしている投入系 (後述) から、同時に多くの輸送指令 (空量予報) 信

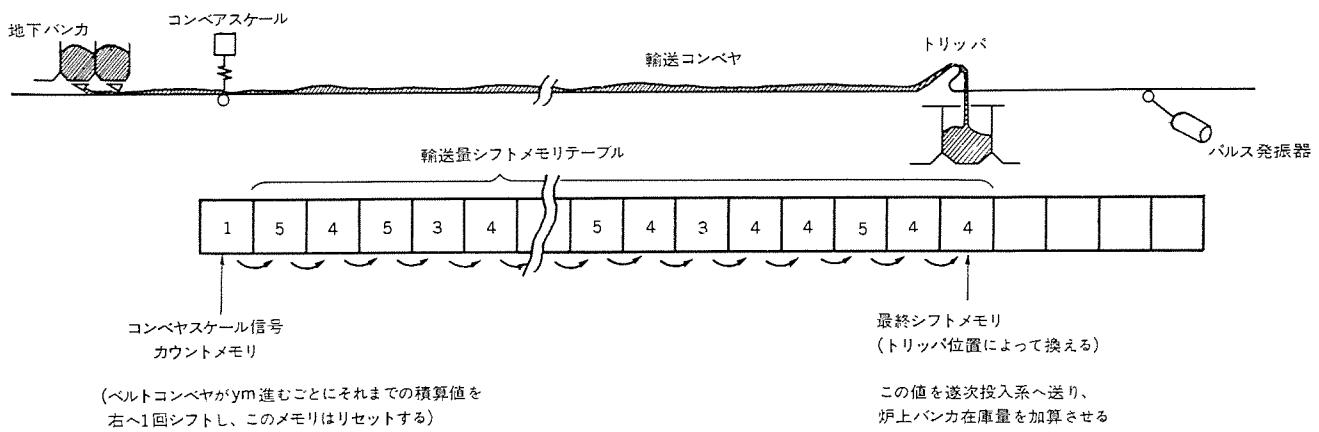


図 3. 輸送トラッキング監視制御概念図

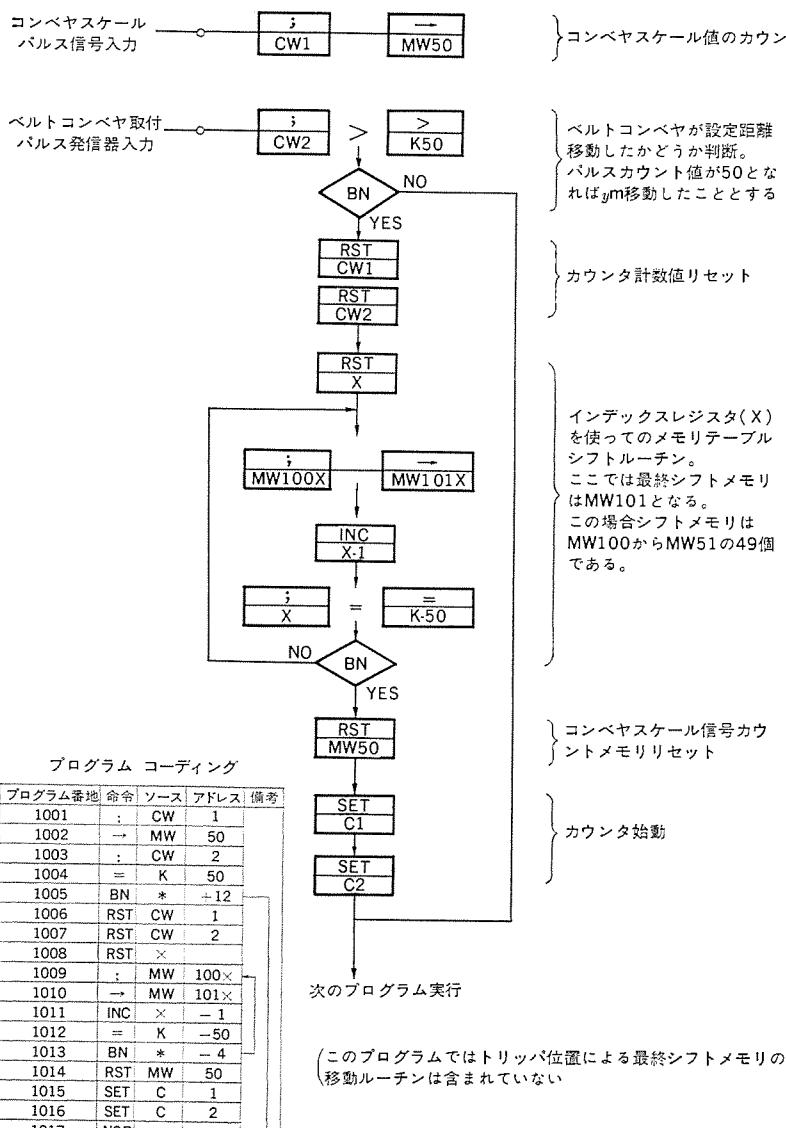


図 4. メモリテーブルシフト回路プログラム例

号が出る場合がある。この時、どの原料を最優先で輸送するかを決めなければならない。

これは、1チャージの原料の使用量、炉上パンカの容積、使用ひん度などから決定され、これらデータにより優先順位回路を構成する。使用しない炉上パンカについてはバイパススイッチにより、空になっても輸送しないようインターロックされる。

(3) トリップの位置決定と歩進チェック

炉上パンカへの異種原料の混入を防ぐため、トリップの走行制御及び位置確認は、重要な制御の1つである。位置検出リミットスイッチは、非接触形を用い、かつ検出信号をコード化して、トリップ走行時に歩進チェックを行うことにより、位置検出器故障による位置誤認を防止する。

4.2 炉上パンカ在庫量管理と補正

炉上パンカの在庫量は、投入系統の《MELPLAC》50で、輸送系統から発信される輸送量データを逐次加算し、かつ炉上パンカから切り出され、秤量、投入される量は、秤量信号により減算する。この在庫量は、データメモリに格納され、かつ停電保護がなされる。

この在庫量が、あらかじめ決められた空量予報値以下となった時、輸送系に対し輸送指令を発信する。原料によっては、空量予報値以下となって、更に炉上パンカから切り出された時には緊急輸送指令を発信し、4.1節(2)で述べた、輸送優先順位を高くとる。

このような制御により、空量検出のレベルスイッチは、特に設ける必要がない。しかし一方、このような管理方法では、在庫量はだんだん誤差が大きくなる可能性がある。このため、各炉上パンカには補正用レベルスイッチを設け、このスイッチが作動した瞬間に在庫量データの補正を行う。

このレベルスイッチの動作点は、炉上パンカ内の原料の体積を示すものであるから、この体積値に名柄によって決まるかさ(嵩)比重を乗じ、その重量を求めて在庫量データを補正する。

図 5. に炉上パンカ在庫量管理状況説明図、

図 6. にその演算制御フロー図を示す。

4.3 投入系統の秤量制御

転炉副原料合金鉄設備での投入制御は、短時間に高精度の秤量を行う必要がある。ここでは、電子計算機による設定制御が全面的に採用される。計算機は、秤量制御の始動タイミングと、秤量設定値とを《MELPLAC》50に送出し、秤量制御は《MELPLAC》50の高速演

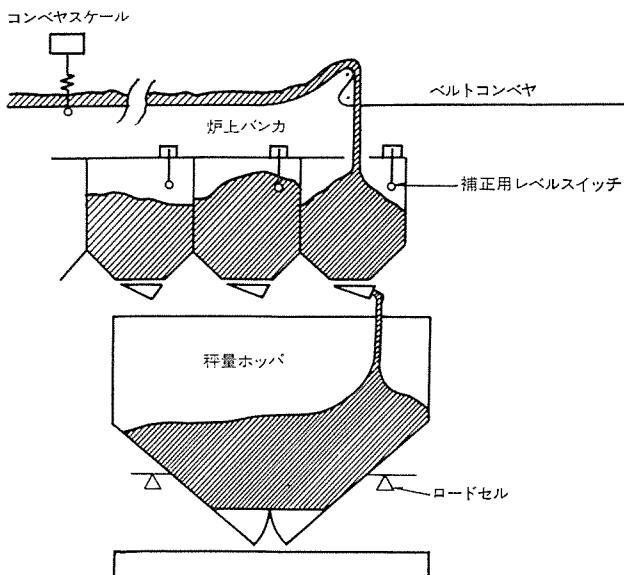


図 5. 炉上パンカ在庫量管理状況説明図

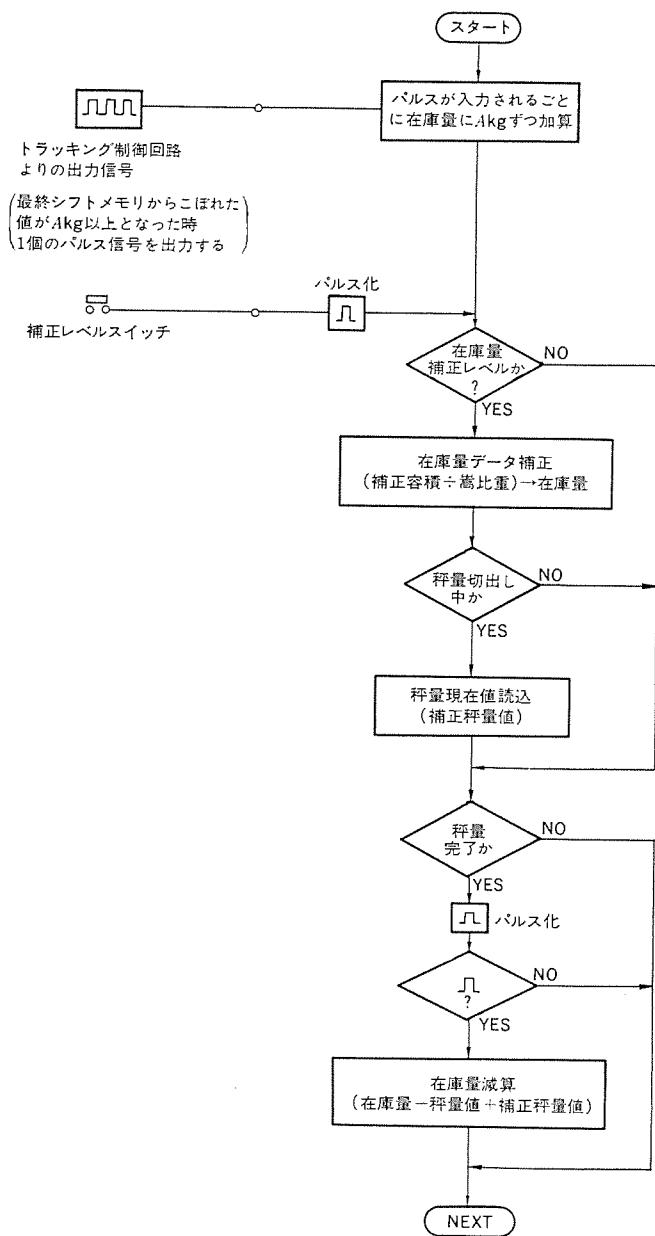


図 6. 炉上パンカ在庫量管理演算制御フロー図

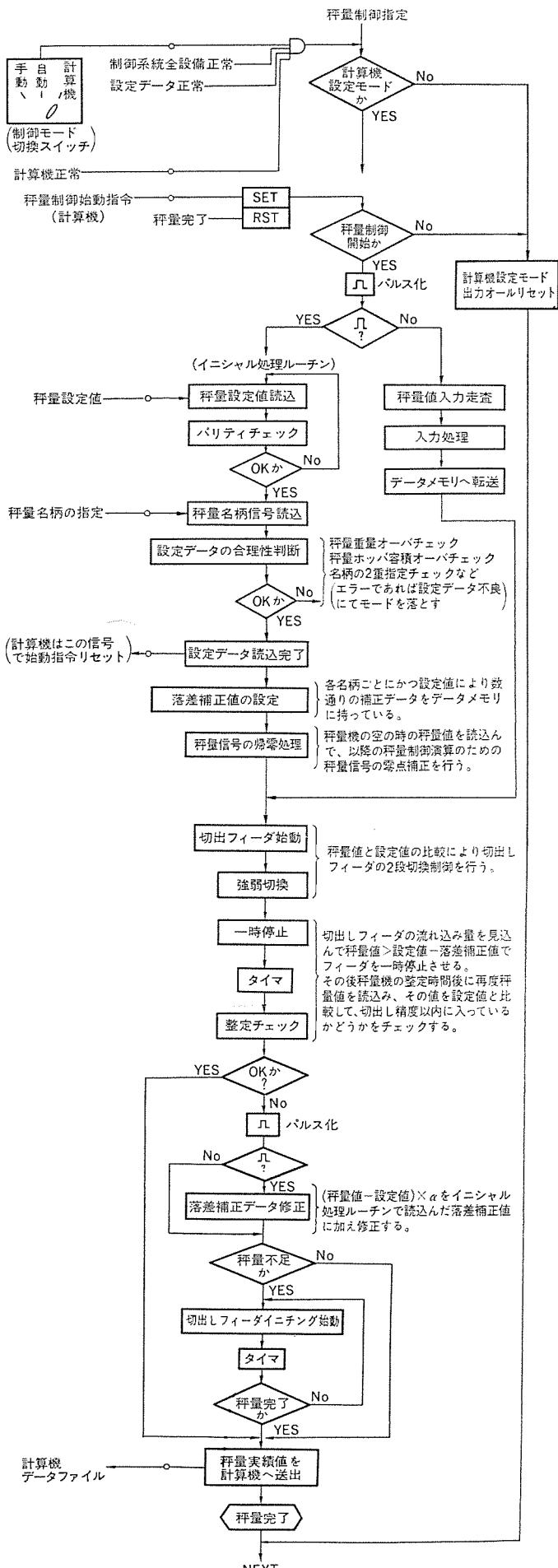


図 7. 《MELPLAC》 50 による秤量制御フロー図

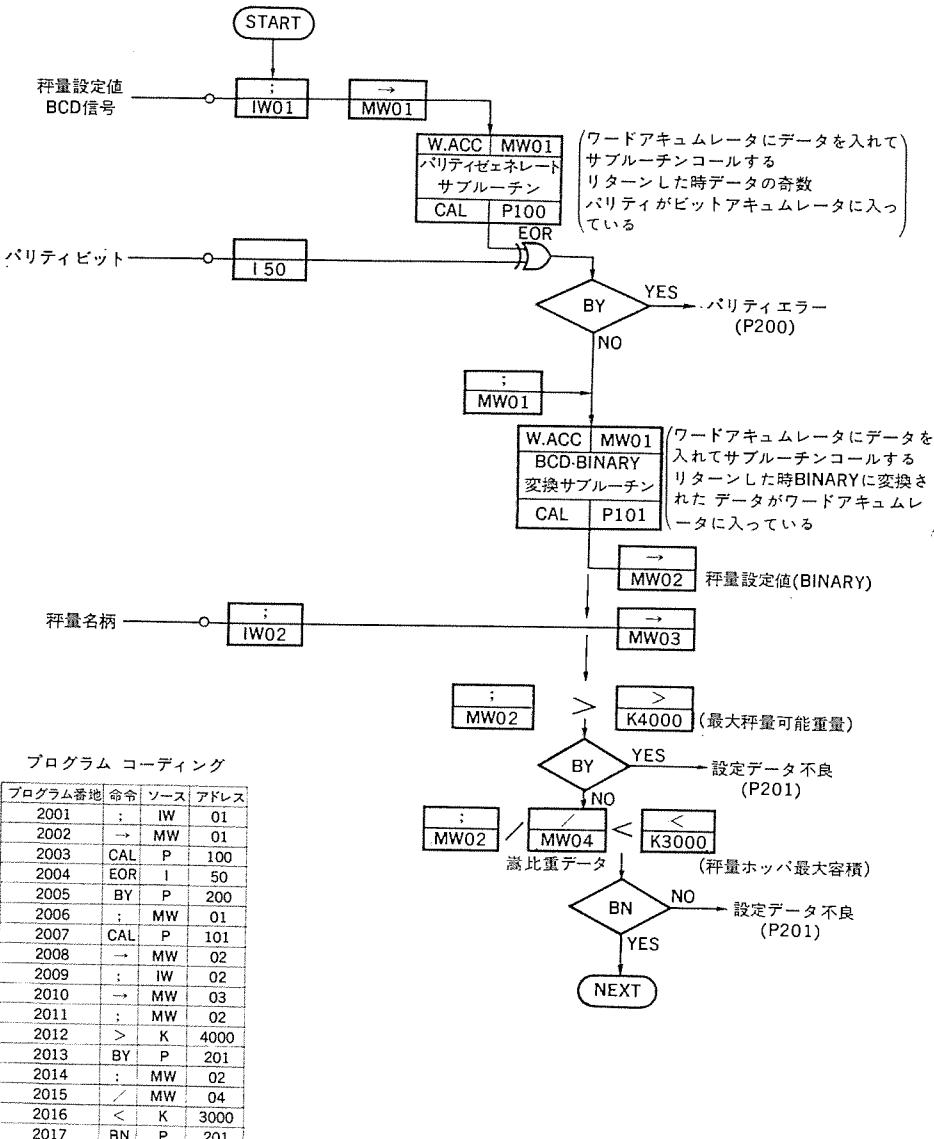


図 8. 秤量制御 プログラム例 (設定値読み回路)

算機能でもってすべて実行され、秤量完了にて秤量実績値を計算機にフィードバックする。

計算機設定による秤量制御では、設定値のパリティチェック、嵩比重演算等による設定値の合理性判断を行い、また秤量信号の帰零処理、落差補正値の決定、切り出しフィーダの2段速度切換とインチング制御を行う。

図 7. に《MELPLAC》50 による、秤量制御フローを示す。また、図 8. にそのプログラム例を示す。

秤量された原料は、中継ホッパに払い出されるが、名柄によっては混在不可の原料もあり、これらの名柄チェックをするとともに中継ホッパのオーバーフローをチェックしながら、払い出しゲートの開閉、あるいは払い出しフィーダの運転によって、秤量物は中継ホッパに払い出される。

4.4 転炉及び鋳鍋への副原料、合金鉄の投入

副原料の転炉への投入は、前装入、中間装入、後装入の3段階に分かれている。特に、中間装入のタイミングは、酸素吹練中の溶鋼の状

態により、決定され、その投入量及び投入スピードは、炉況に応じて変化させる必要がある。

投入タイミングのずれは、吹練反応を激化し、爆発を生じる場合もある。このため《MELPLAC》50 は、投入している中継ホッパの秤量値の減少量をサンプルすることにより、実際の原料の投入スピードを算出し、投入フィーダの速度制御指令を与えるアナログ出力機能と組合せて、フィードバック制御系を構成する。

また副原料投入系統では、爆発ガス(COガス)の吹き上げを防止するため、N₂シールが行われるが、そのシール弁制御がある。鋳鍋への投入を行う合金鉄投入系統も、上記とほぼ同様の制御内容である。

4.5 名柄変更処理

転炉副原料合金鉄輸送投入設備では、多種類の原料を取扱うが、これら原料は、ときどき使用名柄の変更、あるいはバンカの編成替えが行われる。この場合、各種演算定数としての嵩比重値や、炉上バンカと地下バンカの対応を決める名柄No.を変更しなければならない。制御内容が高級になる程、名柄に対応した各種定数を使った演算ルーチンは多くなり、変更ミスは異種原料の混合とか、ホッパのオーバーフロー、あるいは完全空といった状況を引き起こすことが考えられる。上位に計算機がある場合は、これらの変更データを《MELPLAC》50 が受け取ることにより、名柄変更プログラムによって処理することが容易である。

5. む す び

以上、プラントコントローラ《MELPLAC》50 について、製鋼工場の転炉副原料合金鉄輸送投入設備に対するS/Wの適用例を中心として述べたが、シーケンス制御から DDC制御に至る広範囲のプロセスコントローラを、いわゆる現場向きシーケンサのS/W手法で実現できることに、適用上の大きなメリットがあると確信する。

今後更にユーザ各位の批判を仰ぎ、より一層使いやすいプラントコントローラとしたい所存である。(昭和52-12-14受付)

参 考 文 献

- (1) 千葉ほか：三菱電機技報, 51, No. 3, 171 (昭52)
- (2) 外山ほか：三菱電機技報, 51, No. 8, 515 (昭52)
- (3) 真鍋ほか：三菱電機技報, 51, No. 3, 176 (昭52)

COBOL変換の新ツール(ASSYST)

守 正倫*・本 成幸*

1. まえがき

電子計算機のリプレースにおけるプログラムの変換は、全作業の大部分を占め、多くの人的労力を必要としてきた。この問題に対して、ソフトウェアによる自動変換ツールが待ち望まれて久しいが、現在にいたっても完全なツールは開発されていない。そのためユーザは次機種導入の際、変換の容易な同一シリーズの機種を選ぶことが多く、全体の24.4%を占めている。当社はこの状況を飛躍的に解消する目的でCOBOL変換ソフトウェアパッケージ「ASSYST」(All purpose COBOL Syntax Conversion System)を開発、昭和51年10月に発表したが、これをリプレース作業に適用してプログラム変換を非常に短期間に効率よく遂行することにより、その威力を実証してきた。このASSYSTの有効性を実例とともに紹介する。

2. 変換ツールの必要性

事務処理用共通言語としてCOBOLが一般に用いられているが、COBOLを使用して開発されたプログラムであっても異なる機種間では、完全に互換性があるわけではなく、使用計算機を他機種に置き換える場合には、変換作業に多大な労力が払はれてきた。しかし近年、電子計算機の世代サイクルの縮小及び移行時における併設期間の皆無という市場状況により、変換作業を行うには変換率が高く、経済性に優れた変換ツールが必ず(須)となってきた。当社においても、このような状況に対処すべく、かねてよりCOBOL変換ツール(SYNTAX)を用意してきたが、SYNTAXをより発展させたパッケージとして、ASSYSTを開発、発表した。

3. ASSYSTの特長

ASSYSTの特長は多くあげられるが、そのうち顕著なものとして以下の4点が特筆される。

(1) あらゆる機種のCOBOLプログラムを変換対象としながらそのすべてに対して高い変換率(平均99.5%強)をもつ。このことによりユーザは他機種へリプレースした場合のプログラム変換の困難さということを考えずに、自由に機種を選ぶことができるようになった。

(2) 他機種、他オペレーティングシステム(OS)下でも動作可能である。これは実際の変換作業が過去においては、変換後の機種と同一若しくは同シリーズの計算機が設置されている計算センタ、あるいは併設期間中における設置マシンで行われていたものを、変換前に使用していたマシンや、第三者的なマシンでも行えることを示唆している。これは非常に重要な意味を持っており、前者の場合を例にとると、変換前のマシンで変換作業が行えるので、作業員の作業場所が1箇所で済み、かつデータやプログラムの移動等が不要になり、実か(稼)動中の業務遂行と並行に変換作業ができる。また後者の場合は、変換作業そのものを他計算センタ等に依託することが可能となり、変換要員のねん出及び変換用計算機の確保等の問題が解消される。

(3) 上位機種だけでなく、下位機種への変換にも利用することができる。

例えば、上位機種で開発しておいたプログラムを下位機種へ移行する場合に、機能的に異なるソフトウェア間のインターフェースをとることができる。また下位機種のシステムを上位機種で開発することが可能になるため、開発期間の短縮が図られる。

(4) 構文変換だけでなく、意味上の違いも変換できる。

これは実行結果の一致性を保つことに大いに役立つ。例えば文字配列が異なるマシン間では、大小比較等に問題が発生するが、これらを複数命令に置換することにより、意味上の違いを一致させることができになる。

4. ASSYSTの能力

ASSYSTの適用範囲は広範なものであるが、変換実績のあるものに限り、以下に紹介する。ただしこれらはすべて当社の《COSMO》シリーズへの変換であり、他機種への変換は含んでいない。

表1. ASSYST変換実績

機種	変換率
FACOM 230 シリーズ ^(*1)	99.6%
IBM 370 シリーズ ^(*2)	99.7
NEAC 2200 シリーズ ^(*3)	99.5
OKU 9400	99.3
UNIVAC 1106	99.2
ACOS 200	99.9
TOSBAC 5100	99.4
HITAC 8450	99.9
HONEYWELL 58, 61	99.7
BURROUGHS 3500	99.3

(*1) モデル 15, 25, 35, 38, 48

(*2) モデル 135, 145

(*3) モデル 150, 200, 250

5. ASSYSTの事例

実際にASSYSTを利用して変換した例として、昭和52年8月にリプレースした某社の例を紹介する。表2.の中のCOBOL 2,804本がASSYSTの対象となつた部分であり、その変換方式を図1.に示す。

このASSYSTにより自動変換した項目は多くあるが、そのうち主要な項目を以下に示す。

(1) 予約語の自動変換

これは《MELCOM》とIBMのCOBOLにおいて予約語の違いがあり、コンパイル時エラーが発生するためプログラム中に現れる名称を変

表2. 変換概要

	変換前	変換後
ハードウェア	IBM 370/145	MELCOM-COSMO 900
O/S	OS/VSI	UTS/VS
COBOL	IBM ANS COBOL	MELCOM UTS COBOL
COBOL本数	2,804本	3,090本
アセンブラー本数	286本	0本

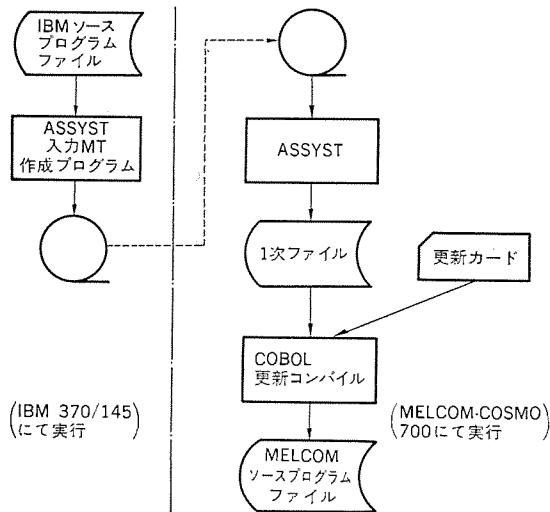


図 1. 変換処理フロー

換した。もちろん予約語でないものは変換しなかった。

(2) SELECT 文のシステム名の自動変換

IBMにおいては、SELECT 文にシステムが付けたデバイス名が記述されているため、コンパイル時にエラーが出てしまう。それ故に《MELCOM》に合わせたデバイス名に変換した。

(3) システム個有名称の自動変換

ACCEPT 命令や DISPLAY 命令におけるシステム個有名称 (SYSIN, SYSOUT, SYSPUNCH) 等を《MELCOM》用名称に自動変換した。

(4) ランダムアクセスキーの指定形式の自動変換

ランダムアクセスキーの指定は、IBMの場合 RECORD KEY 若しくは、NOMINAL KEY の指定で行うが、《MELCOM》は実際にアクセスする KEY のみを ACTUAL KEY で指定すればよいためこれを《MELCOM》形式に自動変換した。

(5) IBM特有語の自動変換

IBM特有語である RETURN-CODE のセットはサブルーチンコールに自動変換した。

(6) TRANSFORM 命令の自動変換

TRANSFORM 命令は、EXAMINE 命令に自動変換した。

(7) 初期値セット

初期値セットされていないエリアはデータタイプに合わせて、ゼロ又はスペースで初期セットした。これは初期セットされないエリアのセット方式が異なるためである。

(8) その他

ワーニングエラーの出る内容でエラーが出ないように自動修正したものかなりあった。例えば、ピリオド抜け、必要なスペース抜け、12カラム以前からの命令記述等である。

このような内容とともに、単純変換によるプログラムの性能低下を防ぐ立場から ASSYST で自動変換した部分もある。ただしハードウェア性能の向上によりカバーできる内容については、原始プログラムを尊重する立場から無修正とした。この性能向上のために自動変換された部分は、ASSYST のチェックリストにコメントを出力し、変換されたことを明示することで、変換作業者の注意を促した。

ASSYST 変換されたプログラムは、ASSYST のチェックリストで変換できなかった箇所 (コメントで明示される) のみ手修正を行い動作確認テストへと進んだ。

動作確認テストは単純にスルーランを行ったのではなく、実行結果の一致性をも確認するため、ブロック単位に IBM (変換前のマシン) で出力された中間ファイルと、当社マシンで出力されたものを照合テストしながら作業を進めた。プリントファイルについても、照合テストプログラムにより、照合テストを行った。これは単純なビット比較ではなく、論理比較を行うものである。というのは、IBMと当社のプリント制御キャラクタの違いや、プリンタ動作の違いにより、出力レコードの前後のプリント制御キャラクタにおける論理的なつながりを判別した上で一致性を見いだすようになっている。この照合テストプログラムは、プログラム動作確認ツールとして非常に役立った。かつて、大量のプリントを目でチェックしていたものが、自動的にチェックできるため、データ抜けや演算処理における端数の取扱いの違いなどが一目りょう然となつた。

ところが、変換及び動作確認が終了したプログラムであっても、移行にいたるまでに処理方式に変更が発生し、再修正する必要がでてきた。これらの変更を変換済みプログラムに加えて、再度動作確認をすることは、発生ひん度より考えて多くの労力を必要とすることが判明したため、プログラム修正済みの IBM 原始プログラムを ASSYST により再変換した。これは再変換後の手修正部分が非常に少なく、労力をほとんど必要としない理由からであった。この場合は、変換の信頼性が得られているため、動作確認することなく本稼動用として使用した。

これらの作業は、《MELCOM-COSMO》700で、昭和52年2月から同年6月にかけて4ヵ月間にわたり実施した。この間に投入した人員は、各月により変動はあったが平均15名 (ただし、これは COBOL 2,804 本の変換に要した人員のみ) であった。この変換の作業効率を表にまとめたものが、表3. であり、ASSYSTを使用しないときの変換効率 (推定 22 本/人月) に比べ 2 倍以上の変換効率であった。

表 3. 変換効率

COBOL 本数	2,804 本
ASSYST 実行時間	75 時間 10 分
ASSYST 変換率	99.8%
手修正率	7.7%
作業人工	60 人月
変換効率	46.7 本/人月

6. ASSYST の処理内容

上述のように有力な変換ツールとなった ASSYSTについて、その構成及び入出力データを紹介する。

(1) 構成

ASSYST は2本のプログラムから構成されており、いずれも COBOL でコーディングされている。それ故、COBOL が動作可能な計算機上であれば、すべて動作可能となっている。第1ステップのプログラム (MOTHER-1) では、原始プログラムを変換しやすい形に分解すると同時に、必要なテーブル類を作成する機能をもっている。第2ステップのプログラム (MOTHER-2) では、第1ステップで分解された原始プログラムを変換して、ソースイメージにもどし、出力する機能を有している。

(2) 入出力データ

ASSYST は他機種でのプログラムを変換するわけであるが、これにプログラム名などのパラメータを付加しなければならない。しかし、

COBOL SYNTAX CONVERSION LIST

	AAM507	//10-20	PAGE 5
0112 012100	ENTER COATE COATE-AREA,	SAM507	#X ENTER COATE #
0113 012200	MOVE HIZ1 TO H23,		
0114 012300	MOVE HIZ2 TO H24,		
0115 012400	MOVE HIZ3 TO H25,		
0116 012500	OPEN OUTPUT CHLP,	SAM507-1	
0117 012600	READ-1,		
0118 012700	OPEN INPUT RENT,	SAM507-1	
0119 012800	READ-2,		
0120 012900	READ RENT AT END GO TO QWART,		
0121 013000	IF (PSW2 = 1 OR 4 OR 7) AND (Z41 = 4 GO TO READ-2,		
0122 013100	IF (PSW2 = 2 OR 5 OR 6) AND (Z41 = 1 OR 2 OR 3) GO TO		
0123 013200	READ-2,		
0124 013300	IF PSW1 = 0 MOVE 1 TO PSW1 GO TO INIT,		
0125 013400	IF Z31 NOT = K-1 GO TO HEN1,		
0126 013500	IF Z32 NOT = K-2 GO TO HEN2,		
0127 013600	IF Z33 NOT = K-3 GO TO HEN3,		
0128 013700	THEN1,		
0129 013800	IF PSW2 = 1 OR 2 OR 3		
0130 013900	COMPUTE GG-1 = Z7 + Z8		
0131 014000	GO TO TH1,		
0132 014100	IF PSW2 = 4 OR 5 OR 6		
0133 014200	COMPUTE GG-1 = Z9 + Z10		
0134 014300	GO TO TH1,		
0135 014400	MOVE Z11 TO GG-1,		
0136 014500	TH1,		
0137 014600	IF Z52 = 1 MOVE 1 TO J ELSE MOVE 2 TO J,		
0138 014700	IF Z12 = 05 MOVE 1 TO K GO TO 8,	SAM507	
0139 014800	IF Z12 = 15 MOVE 2 TO K GO TO 8,	SAM507	
0140 014900	IF Z12 = 45 MOVE 3 TO K GO TO 8,	SAM507	
0141 015000	IF Z12 = 55 MOVE 4 TO K GO TO 8,	SAM507	
0142 015100	IF Z12 = 65 MOVE 5 TO K GO TO 8,	SAM507	
0143 015200	IF Z12 = 75 MOVE 6 TO K GO TO 8,	SAM507	
0144 015300	IF Z12 = 85 MOVE 7 TO K GO TO 8,	SAM507	
0145 015400	IF Z12 = 95 MOVE 8 TO K GO TO 8,	SAM507	
0146 015500	IF Z12 = 90 MOVE 11 TO K GO TO 8,	SAM507-K	
0147 015600	IF Z12 = 95 MOVE 9 TO K GO TO 8,	SAM507	
0148 015700	IF Z12 = 25 MOVE 10 TO K GO TO 8,	SAM507	
0149 015800	GO TO READ-2,		
0150 015900	B MOVE 0 TO I,		
0151 016000	IF I GREATER 3 GO TO EN-3,		
0152 016100	ADD 1 TO I,		
0153 016200	ADD GG-1 TO T-B (I, J, K),	REP	
0154 016300	ADD GG-1 TO T-B (I, J, 12)	SAM507-K	REP
0155 016400	ADD GG-1 TO T-B (I, 3, K),	REP	
0156 016500	ADD GG-1 TO T-B (I, 3, 12)	SAM507-K	REP
0157 016600	GO TO 9,		
0158 016700	EN-3,	SAM507	
0159 016800	GO TO READ-2,		
0160 016900	INIT,		
0161 017000	MOVE 13 TO LCTR,		
0162 017100	MOVE 0 TO PCTR,		
0163 017200	MOVE 0 TO I,		
0164 017300	IF I GREATER 3 GO TO HIKAI,		
0165 017400	ADD 1 TO I,		
0166 017500	MOVE 0 TO J,		
0167 017600	IF J GREATER 2 GO TO EN-1,		

図 2. ASSYST チェックリスト

PROGRAM NAME #	AAM506
SOURCE-STATEMENT	472
REPLACE-STATEMENT	40
ADD-STATEMENT	1
COPY-STATEMENT	0
INPUT-STATEMENT	472
#R NOMINAL KEY #	0
#R RECORD KEY #	0
#R CLOSE #	2
#R ENTER COATE #	1
#R ENTER COATE #	0
#R ENTER MOVE1 #	0
#R ENTER MOVE1 #	0
#R ENTER MISSU1 #	0
#R ENTER NISSU2 #	0
#R ENTER KIKANI #	0
#R ENTER MODULUS11#	0
#R ENTER PACKZERO #	0
#R ENTER ADDSEN #	0
#R ENTER START #	0

図 3. ASSYST サマリ

図 4. オペレーション ラベル 対応表

PROGRAM-ID (COBOL の ソース 上に記述してある内容) が一意性を有している場合は不要であるが、一般には パラメータ を付加することにしている。このような ASSYST 入力用 ファイル (磁気 テープ 又は カード) を使用し、変換済 ソースイメージ ファイル と ASSYST チェックリスト を出力する。また必要に応じ、コンパイル 用 ジョブコントロール コマンド も出力できる。これらの出力媒体に制限はない。入力が磁気 テープ の場合、7 トラック 磁気 テープ のように コード 変換をしなければ ASSYST 実行 マシン で処理できないときは、コード 変換を自動的に行うことも可能である。このことは プログラム 変換のために コード 変換を行うという手間を必要としない。同様に、9 トラック 磁気 テープ であっても、EBCDIC コード 以外の コード で記録されているときは、自動的に コード 変換される。一方、ソースイメージ ファイル と同時に 出力される チェックリスト は、変換操作業者の手助けとなるもので、修正箇所、修正の仕方及び必要に応じて コメント が表示される。更に、修正結果の サマリー が一覧表にされ、各 プログラム の チェックリスト に後続して 出力される。IBM 等の プログラム からの 変換 であれば、要望に応じて オペ

ーションル ラベル (ファイル名) 対応表も出せるようになっている。

これらの出力を利用することにより、過去において、プログラムの内容を見ながら進めてきた変換作業を、機械的に行うことが可能になつた。

7. む す び

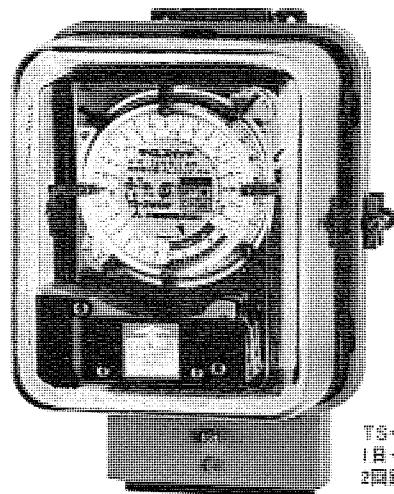
過去の変換作業に対して2倍以上の変換作業効率を得ることができる ASSYST の出現は、変換作業を容易にするばかりでなく、変換作業に対してユーザの抱いていたイメージを変えつつある。しかし、この変換ツールも COBOL に限られており、現在なお、アセンブルプログラムの変換には多大の労力を費している。今後は、この方面に対しても有効な変換ツールを開発する必要がある。またリプレース時における変換作業には、プログラム変換だけでなく、データ変換、ジョブコントロールコマンド等の変換も含まれているので、これらの変換に対しても対処できるツールとして、次バージョンの ASSYST を開発計画している次第である。

自動化、省力化、省エネルギーが叫ばれる今日、タイムスイッチは多くの注目を集め、わずかの投資で大きな効果が得られる時間制御機器として一次産業から三次産業まで、幅広い分野で数多く使用されています。このような背景から、製品

に要求される機能と性能は多様化しつつあり、あらゆるニーズに対応できる機種系列の充実が望まれてきました。三菱電機はこれにお応えして、各種新系列のタイムスイッチを製作しました。

I. 停電補償付汎用品TSシリーズ

1週間プログラム用を2機種9タイプ、1台2役の2枚目盛板付を3機種6タイプを新しく発売し、さらに1日周期の2機種10タイプの機能を向上しました。



特長

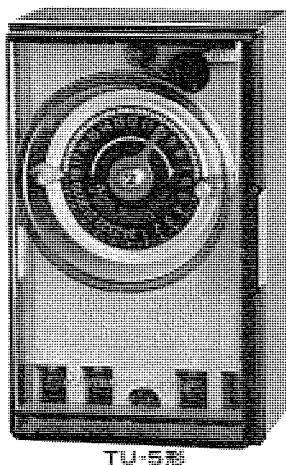
- ON/OFF間隔を $\frac{1}{2}$ に短縮しました。
スライド爪方式1日周期の場合30分間隔でON/OFFできます。(従来は60分間隔)
- 切換精度を大幅に向上しました。
ダイキャスト爪を採用し、切換精度を±3分以内としました。(従来±10分以内)
- より正確な時刻合せができる60分ダイヤルを追加しました。
時刻合せの微調整用として独特的の60分ダイヤルを追加しましたから、時刻の読み取りが正確にでき、しかもセット誤差のチェックも簡単にできます。
- スイッチ容量は15A品の他、大容量の30A品あるいはIC回路が直接制御できるDC用クロスバ接点用も追加しました。
- 取付けはダルマ穴と固定穴のダブルホールタイプで確実にできるようにしました。
- 時刻合せ、時刻の読み取りが容易な二重目盛を採用しました。
- 1週間用は組合せダイヤルを装備しましたから、はやく簡単に時刻が合せられます。

機種一覧

:新発売機種

取付け方式	回路構成	ON/OFF間隔	1枚						2枚					
			1日			1週間		1日+1ヶ月	1日+1日	1日+1週間	1週間+1週間			
			15分	30分	60分※1	1時間45分	3時間30分	60分	30分、45分	30分、5時間	3時間30分 5時間			
表面	同一回路	TS-1DK (a接点、c接点)	TS-1D (15A、30A)				TS-1W (15A、30A)							
	別回路	TS-1DKP (a接点、c接点)	TS-1DP (15A、30A)	TS-53EX	TS-1WKP (a接点、c接点)	TS-1WP (15A、30A)	TS-26E	TS-26D	TS-2WDP	TS-2WWP				
埋込	別回路	TS-1DKV	TS-1DV	TS-53EXB	TS-1WKV (a接点、c接点)	TS-1WV	TS-26EB	TS-2DDV	TS-2WDV	TS-2WWV				
備考		※1 IC回路を直接制御できるクロスバ接点のものもあります(形名TS-7E6, TS-23E7)												

2. TU-5形



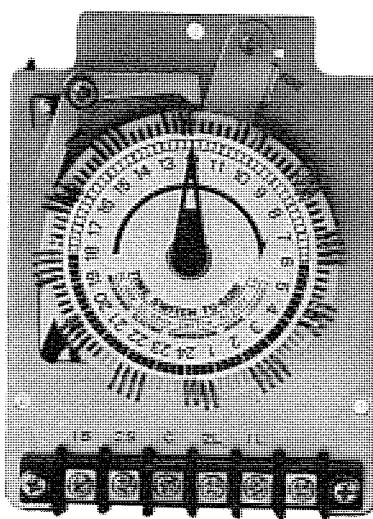
TU-5形

特長

- 小形軽量で、工業用タイムスイッチでは国内最小です
重量は300g(当社従来品比約1/3)、外形寸法は縦11×横6.7×高5.7(cm) (取付面積は当社従来品比約1/2)ですから、機械や装置に組込みやすく、空間が有効に利用できます。
- 十分な機能、高い性能です
- 最小設定時間間隔53分、1日に最大26動作が可能です。
- 自由な時刻にセットできるスライド爪方式です。
- 耐久性をもたせるため切換爪や目盛板などの主要部分は金属を使用しています。
- スイッチ容量は大形機種なみです。

- 安全性が高く、使いやすい設計です
- スイッチ部を操作部から隔離して安全性を高めています。またチリやホコリなどによる不良をなくすため密閉構造にし、信頼性を高めました。
- 手動操作で入・切が可能です。また、セット時刻以外でも入・切が自由にできます。
- 端子台の上部に接続図を浮き出し成形していますから、消えることはなく見落しもありません。
- 取付けのガイド穴は深く、ねじの締付けは簡単にできます。
- 結線作業は簡単で、セルフアップ端子ねじの採用により、電線を差込んでねじ締めするだけです。
- 安全性を考え端子は表面から深く沈めました。また、接続を確実にするため接続線の突っ込み状態が一目で分かる構造にしました。

3. デフロスト用 TUシリーズ



TU-61D、61DR形(素子)

自動デフロスト用タイムスイッチTU-6H形に、新しくTU-61D、TU-61DR、TU-61DF形3機種を加え自動デフロスト用タイムスイッチ「TU-61Dシリーズ」を充実しました。

特長

- 霜取り終了時にONする温度開閉器や低圧圧力開閉器などを組合せれば、生鮮食品の鮮度を左右する庫内の温度を直接検出してデフロストを完了することができます。(TU-61DR、TU-61DF形)
- 万一温度開閉器が故障して、除霜が完了しても冷凍運転に復帰しない場合でも、タイムスイッチが強制的に冷凍運転に切換えるフェイルセイフ機能を持っていましたから、過熱事故が防止できます。(TU-61DR、TU-61DF形)
- デフロスト完了時点から一定時間(50Hzで3分、60Hzで2.5分)経過後動作するファンディレイ機能を持っていますから、デフロスト終了時の暖かい空気が庫内に循環するのを防止できます。
- デフロスト設定時間は15、30、45、60分の4種類が選べます。また、デフロスト設定回数は最大1日12回まで可能ですから、2、4、6、8、12時間毎など、多くのデフロスト間隔が選べます。
- 新機種は3機種とも50Hz/60Hzに共用でき、操作が簡単で信頼性の高い引出し爪を採用しています。さらに素子部の販売、現行TU-6Hと同じ取付寸法(TU-61D、TU-61DR)など、細部にも配慮しています。

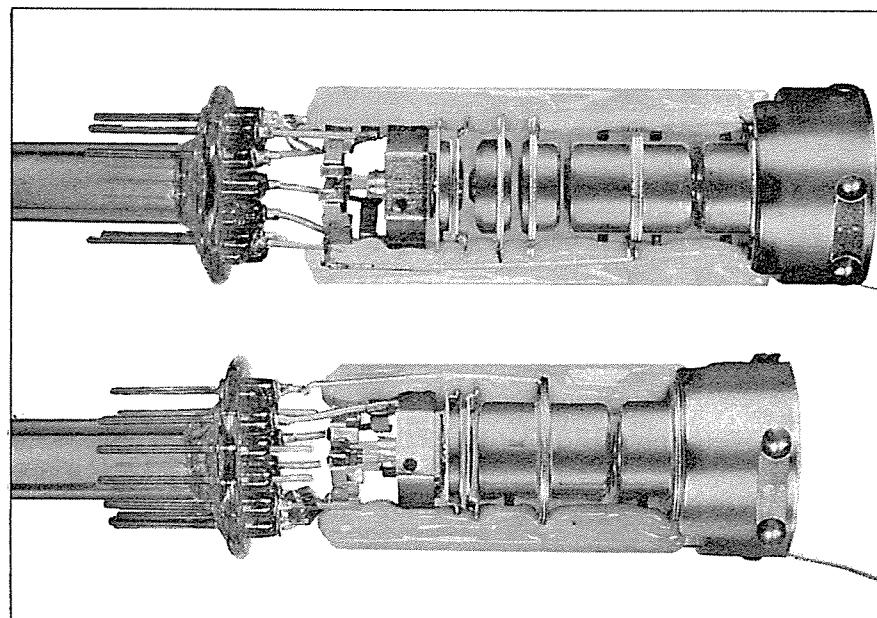
性能

機能	使いわけ			
	D	DR	DF	
時刻・時間による動作	タイムスイッチのみで霜取り運転、冷凍運転の切換をします。	○	○	○
外部信号による動作	温度スイッチまたは圧力スイッチを接続することにより、温度や圧力の上昇により霜取り運転を停止し冷凍運転を開始します。	×	○	○
フェイルセイフ動作	霜取りが完了したにもかかわらず温度スイッチや圧力スイッチの故障で冷凍運転を開始しない場合はタイムスイッチの設定時間後自動的に霜取り運転を停止し、冷凍を開始します。	×	○	○
ファンディレイ動作	霜取り完了時点に高温の空気が庫内を循環しないようにする機構で、水切り用としても使用できます。	×	×	○
最適機種	TU-61D	TU-61DR	TU-61DF(素子のみ)	
ログラム例				

三菱カラーブラウン管用 新電子銃《マルチ ステップ フォーカス》

従来のカラーTVではニュースの白文字やとくに明るい画面では白の部分がじんじんで見にくくなる白つぶれを起こし、解像度が低下する傾向がありました。三菱電機はこの問題を解決するため、電子ビームを光学的にとらえた従来の電子銃の設計を見直し、新たに電子ビームを粒子軌道と考えた解析

を試みました。その結果、世界で初めての4枚構成のレンズ群から成る白つぶれのない高解像度(当社比30%向上)の画像が得られる新電子銃《マルチ ステップ フォーカス》の開発に成功しました。

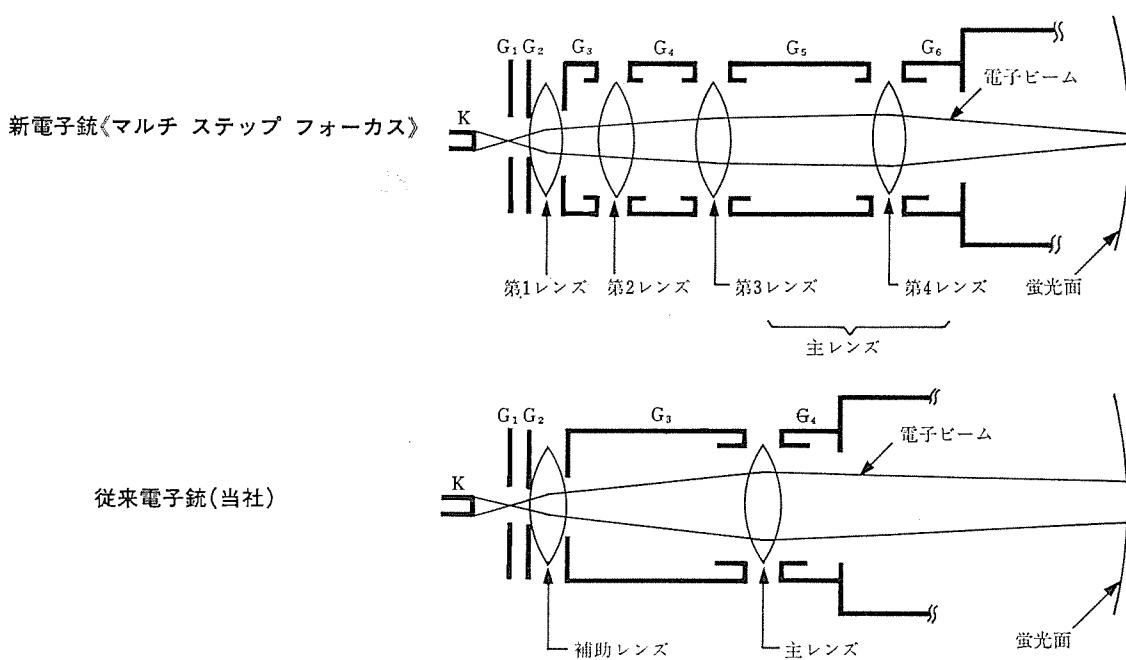


写真上：新電子銃《マルチ ステップ フォーカス》、下：当社従来電子銃

特長

- 明るい画面や文字の解像度を約30%向上しました。(当社比)
- 4レンズ構成のマルチ ステップ フォーカスですから、画面全体が鮮明です。
- 従来の電子銃は一枚の主レンズと補助レンズとの構成ですが、マルチ ステップ フォーカス電子銃は良質な電子ビームを形成する第1レンズ、球面収差の発生しない第2レンズ、第3および第4レンズから成る2枚構成の主レンズで構成しています。白つぶれが解消し、画面中央から周辺まで鮮明な画像です。
- フォーカス電圧は陽極の33%で、一種類の電位ですみますから、回路の原価低減が容易です。

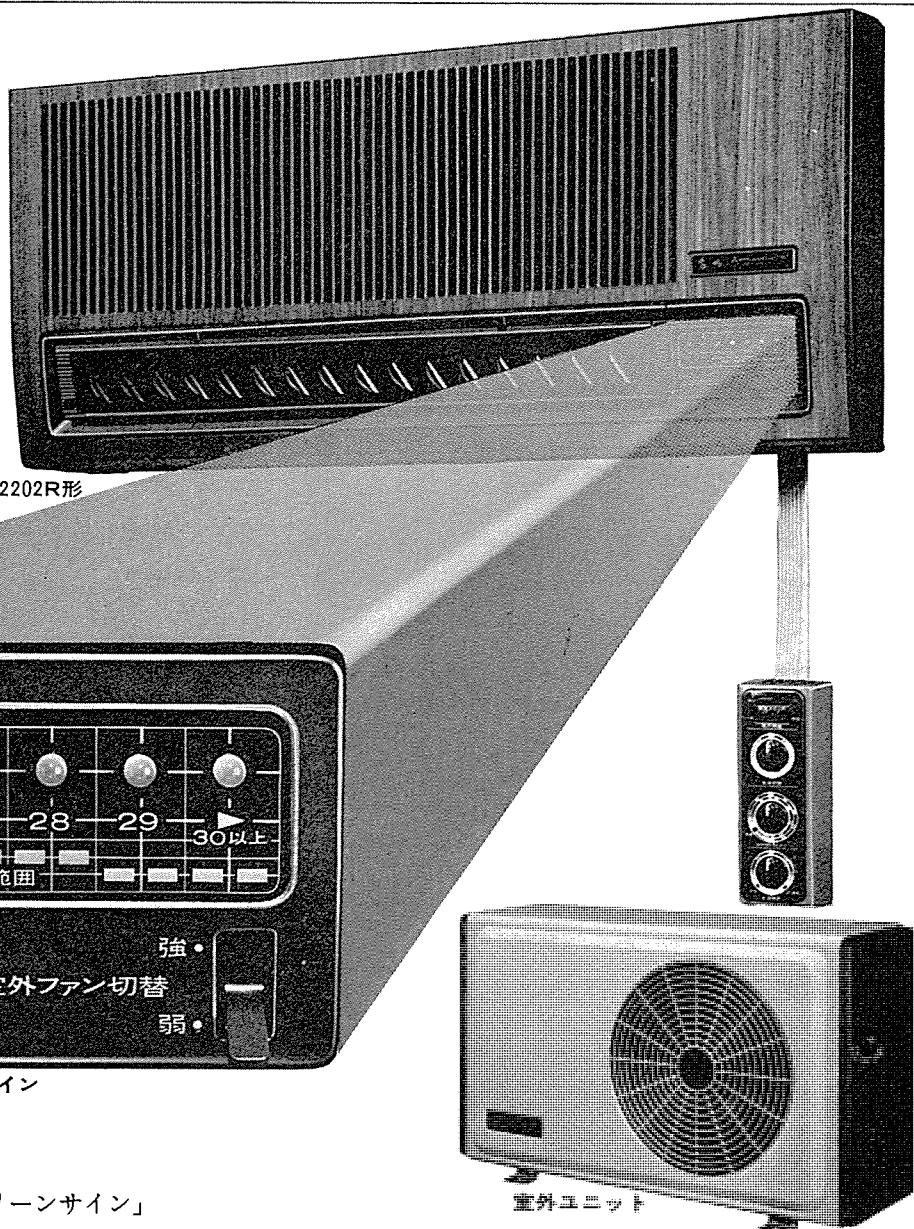
新電子銃《マルチ ステップ フォーカス》と従来電子銃の構造比較



スポットライト

グリーンサイン 電子の目採用の「うす形」霧ヶ峰 《MS-1802R、2202R形》

三菱電機は健康冷房温度範囲（約26～28℃）が容易に確認できるよう、室温をサーミスターで感知し ICで演算の上LED（発光ダイオード）で表示するグリーンサインをルームエアコン霧ヶ峰に採用しました。



特長

- 最適な冷房温度範囲を知らせる「グリーンサイン」
「グリーンサイン」は本体に組込んだサーミスターで 室温を感知し、ICで演算の上7コのLED（発光ダイオード）で表示します。健康冷房温度範囲（約26～28℃）と表示した発光ダイオードが光っていれば冷房状態は最適で、経済的な運転が行われています。
- 低維持費、低騒音設計
室内外ユニットは従来通り、うす形でさらに低消費電力、低騒音設計です。
- 冷気急降下のジェットルーバー
スイングルーバーは冷気急降下の“ジェットルーバー”で、冷風を下方向に集中して吹出せるようにしました。

仕様

項目	形名	MS-1802R	MS-2202R
冷房能力(kcal/h)…	1600／1800	2000／2240	
電 源……………	単相 100V 50／60Hz		
消費電力(W)………	601／730	820／990	
騒 音 (ホン)	室内 Hi	37／40	41／44
	Lo	26／26	26／26
	室外 Hi	41／43	41／43
	Lo	38／38	38／38
奥行寸法 (mm)	室内………	170	170
	室外………	250	250
重 量 (kg)	室内………	11	11
	室外………	27	29

登録番号	名 称	発 明 者	登録番号	名 称	発 明 者
812078	位相変調回路	金森剛明・黒田泰次	816112	大電力パルサ負荷整合回路	浅見辰巳
812079	電磁コイルの製作方法	堀淳士	816113	イオン検出装置	栗津健三・伊東尚
812097	母線のT字ないし十字型管路の 製法	{小倉 隆・稻村 実 犬飼和広	816114	負荷時タップ切換器の保護装置	樋口昭
812635	真空しゃ断器	青木伸一	816115	負荷時タップ切換装置	古川一弥
812775	回転電機用鉄心に対する絶縁被 膜形成法	大西洋一郎・早泉紀夫	816116	長尺シースヒータの製造方法	町原義太郎・近藤正司
812776	三相型地絡リアクタンス継電装置	三上一郎	816117	半導体素子の樹脂封止方法	日比野浩一・市村伸男
812777	電圧変動表示装置	三好明好	816118	放射線レベル測定装置	宮本雄二・松崎昇栄
814255	回転電機用積層鉄心の製作方法	魚沢常広・川上達也	816119	電子走査装置	吉島宇一
814256	三線式コアマトリックスプレーン	水上益良	816120	モード結合器	近藤輝夫
814257	サクセシイブ制御方式	安斎広成	816121	伝送装置	立川清兵衛・橋本勉
814258	電磁ポンプ	高橋賢治・藤原弘之	816122	座標測定装置	武田文雄
814259	形状の無接触測定装置	吉山裕二・稻荷隆彦	816123	電解加工装置の制御方式	高田信治・下迫賀生
814260	負荷時タップ切換装置	樋口昭	816124	放電灯の水銀蒸気圧制御装置	安東滋
814261	高周波用半導体装置	八原俊彦	816125	通電装置	佐藤国彦・梶田勲
814262	冷蔵庫等の箱体形成方法	林八郎	816126	半導体装置の製造方法	葉石雄一郎
814263	負荷時タップ切換装置	樋口昭・堤長之	816127	レーダ方式	竹田俊幸・安西良矩
814264	半導体直接発振器	白幡潔	816128	リード支えの方法	野田昭吉・土屋伍六
814265	超電導電磁石の永久電流運転方 式	{岩本雅民・佐藤隆 山田忠利	816129	遠隔計量装置	渡辺陸夫
814266	ジェットポンプ	板谷芳之・伊藤義樹			須川嘉幸
814700	リアクタンス継電装置	三上一郎			秋沢久夫
					林正之・山根満徳

<次号予定> 三菱電機技報 Vol. 52 No. 4 半導体特集

特集論文

- 大容量MOS RAM
- 4ビットワンチップマイクロコンピュータ
- インテグレティンジェクションロジック
- 高信頼度樹脂封止形トライアック
- 800MHz帯移動無線用高利得トランジスタシリーズ
- 高速DSA MOSメモリ
- 光・電波とセンサデバイス

普通論文

- 関西電力(株)大飯原子力発電所約3相500kV 1,240MVA変圧器
- 輸送中の落下衝撃
- 移動無線用テレプリンタシステム
- カセットテープレコーダのワウフラッタ解析
- 規格形エレベータ《エレベット》の制御方式
- 制御用双方向光伝送システム
- 論理回路図自動作画システム

三菱電機技報編集委員

委員長	樺本俊弥	常任委員	久保田伸夫
副委員長	浦徳太郎	"	平林庄司
"	後藤正之	委員	遠藤裕男
常任委員	佐々木二郎	"	村上卓弥
"	荒川信雄	"	神谷友清
"	葛野信一	"	橋爪基
"	武藤正	"	吉田太郎
"	奈川敏雄	"	土井貞春
"	瀬原田三郎	"	松村長延
"	高橋広光	"	小野勝啓
"	忍足博	幹事	本間吉夫
"	武田克己	"	三田村和夫
"	清田浩	3号特集担当	三道弘明
"	福家章	"	武藤達也

三菱電機技報52巻3号

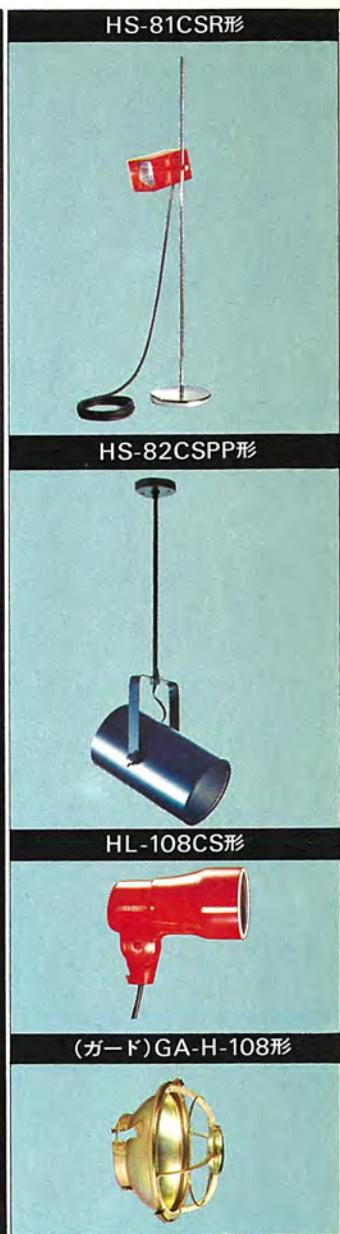
(無断転載を禁ず)	昭和53年3月22日 印刷
	昭和53年3月25日 発行
編集兼発行人	本間吉夫
印刷所	東京都新宿区市谷加賀町1丁目12番地 大日本印刷株式会社
発行所	東京都千代田区大手町2丁目6番2号(〒100) 菱電エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」Tel.(03)243局1785
発売元	東京都千代田区神田錦町3丁目1番地(〒100) 株式会社オーム社書店 Tel.(03)291局0811, 振替口座 東京 20018
定価	1部400円送料別(年間予約は送料共5,200円)

スポットライト

三菱小形カラーシャドー 照明システム



小形カラーシャドー照明システムによるショーウィンドーの照明



三菱電機は昨年5月に発売した、屋外での大形、赤・青・緑の3種の400W高光度放電ランプによるカラーシャドー照明システムに引き続き、屋内のショーウィンドウなど、狭い場所でも使用できる、小形カラーシャドー照明システムを開発しました。このシステムは80W高光度放電ランプによる小形カラーシャドー照明システムで、光の加法混色の原理を応用してカラフルな美しい影をつくりだします。

特長

- 専用の小形高光度放電ランプを用い、美しくカラフルな美しい雰囲気を作り出します。
- 狭い場所への設置が容易です。
- 光源の配列や物体の形状を変えれば、カラーパターンを容易に変更できます。
- 光源または物体を動かすことにより、影に動きをもたすことができます。
- 3色の光を同時に照らせば、物体は自然の色に見えます。

用途

ショーウィンドー、舞台、ナイトクラブ、ダンスホール、ホテル、スタジオなどの室内照明およびディスプレイなど。

仕様

●カラーシャドーランプ

種類	形名	大きさ (W)	全光束 (lm)	効率 (lm/w)	ランプ電流 (A)	ランプ電圧 (V)	平均寿命 (時間)	口金
カラーシャドーレッド	NHR80-CSR	80	4200	52.5	1.9	50	6000	E26
カラーシャドーグリーン	MR80-CSG	80	1800	22.5	1.1	80	3000	E26
カラーシャドーブルー	MR80-CSB	80	500	6.3	1.1	80	3000	E26

●カラーシャドーランプ用安定器

適合ランプ (W)×(灯)	定格電源電圧 (V)	定格電力 (W)	定格周波数 (Hz)	形名	電源電圧タップ (V)	入力電流(A)		二次電圧 (V)	ランプ電流(A)	重量 (kg)		
						始動時	安定時					
NHR80-CSR×1	100	高	50	NHD-80HA-CS100 ⁵ ₆	100	0.95	1.15	105	145	2.2	1.9	8.5
	200	高	50		200	0.48	0.58	105	145	2.2	1.9	8.5
MR80-CSG×1	100	高	50	MD-80HA-CS100 ⁵ ₆	100	0.92	1.1	105	200	1.4	1.1	8.5
	200	高	50		200	0.46	0.55	100	—	1.4	1.1	6
MR80-CSB×1	100	高	50	MCD-80HA-CS20 ⁵ ₆	220	0.46	0.55	100	—	1.4	1.1	6
	200	高	50		220	—	—	—	—	—	—	