

RICOH TECHNICAL REPORT



情報処理技術特集号

No. **11**

RICOH TECHNICAL REPORT

NO.11, 1984

情報処理技術特集号

●目次●

巻頭言	パターン情報処理の動向.....	福村 晃夫	1
特集技術論文	2値のTSPによる単語音声認識方式.....	藤本 潤一郎・中谷 奉文・米山 正秀	4
	ストロークおよび背景特徴による手書文字認識.....	江尻 公一・小林 清彦 前田 護・桜井 彰 中村 昌弘・佐藤 元	13
	事務文書向け文節指定仮名漢字変換方式.....	林 大川・舟部 敏行・山内 佐敏	21
	チェーンコードストロークを用いた省メモリマルチフォント漢字合成法.....	立川 道義	31
一般技術論文	非晶質シリコン薄膜構造の動径分布関数による評価.....	谷 克彦	40
	電子写真システムのパラメータ設計.....	平倉 浩治・小暮 雅明 今井 力・長谷部 光雄・辰巳 進	49
製品技術解説	リコーイメージスキャナ20.....	佐藤 洋治郎・神谷 賢治	56
	スモールビジネスコンピュータ SBC-16	三井 啓	62
	静電複写機 Uシリーズ.....	小島 賢次・望月 学	77
	マルチプログラムAE一眼レフカメラリコーXR-P.....	荒木 邦彦・小林 幹夫・北島 友也	82
工業所有権紹介	.....		92
著者紹介	.....		96

●CONTENTS—SPECIAL ISSUE ●

PREFACE	The Latest trends of Pattern Information Processing	Akio Fukumura	1
TECHNICAL PAPERS	A Spoken Word Recognition Method by Binary TSP Matching	Masahide Yoneyama Tomofumi Nakatani Jun-ichiro Fujimoto	4
	Recognition Algorithm for Handprinted Characters	Koichi Ejiri	13
	based on Stroke and Background Features	Kiyohiko Kobayashi Mamoru Maeda Akira Sakurai Masahiro Nakamura Gen Sato	
	Kana-to-Kanji Translation Method of Bunsetsu for Business Letter	Taisen Hayashi Toshiyuki Funabe Satoshi Yamauchi	21
	Multi-Font Kanji Synthesis by Chain Coded Strokes	Michiyoshi Tachikawa	31
	with Smaller-Volume Memories		
	Radial Distribution Functions for a-Si : H	Katsuhiko Tani	40
	Design of Parameters on the Electrophotographic System.....	Koji Hirakura Masaaki Kogure Chikara Imai Mitsuo Hasebe Susumu Tatsumi	49
EXPLANATION ON PRODUCTS	RICOH Image Scanner 20	Yojiro Sato	56
	Small Business Computer SBC-16.....	Kenji Kamiya	
	Electrophotographic Copier U-series	Kei Mitsui	62
	.....	Kenji Kojima	77
	.....	Manabu Mochizuki	
	Multi-programmed AE Single Lens Reflex Camera	Kunihiko Araki	82
	RICOH XR-P	Mikio Kobayashi Tomoya Kitajima	
PATENTS	.....		92
AUTHORS	.....		96



●巻頭言

パターン情報処理の動向

福村晃夫

名古屋大学工学部情報工学科教授・工学博士

世の中にOAの声が強まりはじめた頃から情報処理技術の新しい局面が見えて来たように思う。漢字入出力に関する是々非々の議論の舌の根が乾くいとまもあらばこそ、矢庭にワープロ合戦が繰り広げられたのも目を見張るほどであったが、それよりも、それまではEDP一点ばりであったオフィスに、文書処理という異質の研究成果がもたらされたことは、情報処理技術の進展にとってまことに意義深いことであった。もともと、オフィスには情報に関する基本機能が備わっていなければならない。すなわち、ビジネスには思考がともなうが、それは処理に相当する。又、日常における電話、面談、会議はコミュニケーションであり、事務用ファイルがデータベースの意味を持ったことはいうまでもない。結局、オフィスは処理、通信、データベースの三つの機能を持つことになるが、これが実は情報システム一般の基本機能であることは、思ってみればごく自然なことである。OAとは、これらの基本機能を機械化するための一大プロジェクトのことであろう。その一角に新局面が現われて、情報処理技術は新しい時代に突入した。

情報システムの基本機能を実現する技術は、情報の表現媒体に強く依存する。そこで、それらを画像、音声、自然言語であるとしておけば、ほとんどの場合は間に合うだろう。これらの研究分野にはそれぞれ古い歴史があるが、各研究分野に対して共通的に言われたことは、「お前たちのやることは役に立たない」であった。音声は、合成面ではヴォコーダーに花を咲かせたが、認識面ではそうはいかなかった。昭和45年頃までは苦難の時代であったであろう。それを耐えて現在に到達した。自然言語の研究も日の目を見なかった。何はおいでも、意味処理には大容量の機械辞書が要る。それが無くしては意気は上がらないのである。

もっとも、自然言語にくらべて比較的意味処理の簡単なプログラム言語に対しては、フォートラン、コンパイラ等が作られた。そして、その頃から、シンタックスやセマンティクスが一部の論理学者や言語学者だけのものではなくなった。しかし、その当時、音声、画像の研究分野で言語分野の研究動向にまで着目していたものは稀であったであろう。当時はそれですんだのだが、今はそうはいかない時代になった。

パターン認識、画像処理もいろいろ批判されはしたが、他の二つの分野に比べれば実用的成果をあげたのは早く、我国ではOCRによる認識がその好例である。OCR活字や郵便番号の自動読みとりが競われた昭和40年前後、及び、手書きカナ文字の認識を取りあげた通産省のプロジェクト研究の時代を経て、パターン認識技術は大きく前進したと言える。しかし、パターン認識研究の成果を見ると、問題領域向きのアルゴリズムの多さに比べ、普遍的なものが少いのではなからうか。よく練ったモデルから導かれたアルゴリズムですら、こちらを繕えばあちらが綻びるという、お手上げの状態から脱し切れないことがある。モデルは、たとえば数式のパラメータに値を与えればすむような、いわば完全情報の仮定で作られるものが多かったが、自然図形のようなものは正体が完全には解明できない。したがって、不完全情報のもとで作られるモデルには学習機能を持たせて補充することになる。話者に対する適応機能を持つ単語音声認識系等はその例である。音声パターンに個人差が著しいこともそのような機能が考えられた一因であろうが、それよりも、音声の研究の場では文字における活字に相当する固定的概念が存在しないため、自然にこのような発想を誘ったことを認識すべきである。文字認識屋であれば、

執筆者に規格化された文字を強制することで前処理工程を簡単化しようとする可能性が多分にある。どちらが本当の情報処理屋かは個々の判断にまかせるが、現在は、傾向として、不完全情報のもとでの情報処理が主流になって来ていることを指摘しておこう。

視覚情報の機械処理が格段におもしろく、かつ難しくなったのは濃淡画像の処理、すなわち、通常、画像処理といわれている研究が始まってからである。昭和40年当初、濃淡画像処理に対しては、OCRのような実用面からの強い要請はなかった。しかし、望ましいものとして語られたお話はいくつかあって、その中のひとつは我々が取り組んだ「胸部X線写真の自動読影」の問題である。これは、比較的明瞭な対象物（肋骨像など）を除外して、きわめて不鮮明な対象物（異常陰影）を抽出するという、今のコンピュータ・ビジョンに相当する処理を施してはじめて可能となる難問であった。したがって、一応のシステムが出来上がるのには6、7年かかったが、その間の我々の研究の足跡をたどると、画像処理技術の進展にぴったり並行している。この経験から気がついたことを、いくつかあげてみよう。

(1) 画像処理は手探りでもできること。

我々が画像処理の研究を始めた頃の画像出力装置は、ラインプリンタ（LP）のみであった。重ね打ちにいくら凝ってみてもLPはLPである。ひとつの処理アルゴリズムの効果を確かめる決定的な方法を欠いたまま次のアルゴリズムを求めることは、闇夜でものを探るようなものであった。試みた手法の適切さは、大分後になってカルコンプのプロッタが導入されて、はじめて確かめられたが、結構うまくやっていたことがわかり、一同我ながら感心したものである。もちろん良い出力装置に恵まれるに越したことはない。しかし、その第一のメリットは仕事が速くなることで、奥の深い思考に直接は関係しないであろう。ただし、一度良い絵が出る装置を手に入れた者は、決して手離さないであろう。

(2) 画像処理には多様な道具がいること。

我々は、X線写真の処理に必要なアルゴリズムをアドホックなものに止めず、できるだけ一般的な形で、しかもフォートランでインプリメントするように心がけた。一般的な形とは、任意の濃淡画像を処理対象に想定することである。このような努力を十年近く続けて、貴重なサブルーチン・ライブラリができた。そのおかげで、数ヶ月の卒業研究の期間で学部学生がこなす仕事量が、昔の大学院生の2年分にも匹敵するようになった。このライブラリの多くの部分は、後に電総研が主体になって開発したSPIDER（画像処理プログラム集）に含まれている。

(3) パターン認識、画像処理のポイントは問題の切り出し方にあること。

音声、自然言語も含めて、人間の知能に関わる情報の処理を試みるとき、すべての問題を解こうとする態度は錬金術のそれに相当する。問題を、その時点で入手しうる回路規模に照らしてうまく切り出して来ると、知能の問題といえども解決の糸口を見出しうるが、その切り出し方と残った問題との境界面をどう繕うか。つまり、人間とのインターフェースをどうするかは、セオリーではなくて、多分に経験に依存するであろう。

さて、画像処理が扱う対象の規模は著しく大きくなり、時間軸も入れて3次元、4次元の問題が扱われるようになって来た。このようになると、高次モデルの助けを借りる必要がしばしば起きてくる。そのようなモデルは、対象を画像として記述する能力を持つだけでなく、対象を構成する部分とそれらの間の意味関係を把握してなくてはなるまい。ところで、部分の認識と、部分間の意味関係の構造認識とを経て全体の認識に致するという筋書きは、言語分野の方が先輩格である。しかし、この分野はアナログ情報の処理には未経験である。又、音声分野もかなり前から言語分野の知識を借りているが、これはこれで時間情報の処理について他にないノウハウを持っている。しかし表現の媒体はどうであれ、中身の情報はひとつである。今後は、これらの媒体を横断するパターン情報処理の研究が行なわれるべきであろう。そうでもしないと、OAの一大プロジェクトを解決する道はないのだから。

技術論文

TECHNICAL PAPERS

「情報処理技術特集号によせて」

大久保 利美
Toshimi Ohkubo
技術本部技師長・工学博士

当社は昭和40年代において複写機のトップメーカーとして、業界に確固たる地位を築きあげ、昭和48年には世界にさきがけて事務用高速ファクシミリを開発し、今日のオフィスオートメーション(OA)時代の幕あけの役割を果たした。

以後約10年の間にも当社は、オフィスコンピュータ、ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ、テレテックスターミナルなどのシステム機器、あるいはレーザプリンタ、インクジェットプリンタなどの出力機器を次々と開発してきた。

さらに最近ワークステーションやファイルステーションを、ローカルエリアネットワーク(LAN)で結合、文書と画像を統合して処理できる「RINET」システムに展開し、総合OAシステムメーカーとしての地位を固めつつある。

OA化の要請にこたえるシステム機器群の次のあるべき姿として、より操作性がよく、人間が機械になじみやすいシステムの開発が急務であり、さらには情報処理の角度からマンマシンコミュニケーション(MMC)の効率化技術が求められている。

本特集では情報の表現媒体である音声、文字に対する認識・変換・合成の処理技術にスポットをあて紹介する。

- 音声認識によってOAシステム機器にコマンドやデータを入力する方式は、すでにいろいろ試みられているが実用化されたものは数少ない。当社独特の認識アルゴリズムBTSP方式はより簡単な構成で、不特定話者向けにも適用できる可能性がある。

- 文字認識技術については手書きのアルファニューメリック・記号・カナ(ANSK)の認識を対象とする。認識アルゴリズム「スキャン法」により、比較的小さい辞書容量で高い認識率が得られる。

- カナ漢字変換技術は、現在すでにより普及しているが各社の変換方式は、操作性の点で差が大きい。本方式は文節切り方式であるが操作者の文節切りの操作ミスをかなりカバーできるのが特長である。

- 文字合成技術は書体変換技術の一つで、一種類の文字合成辞書から任意の書体、サイズの文字を合成する技術である。この技術によってNIP用のマルチフォント文字を制作する作業効率が著しくアップする。又将来はこれをターゲットマシンに搭載することにより、マルチフォント文字発生器が実現できる。

以上本特集で情報処理技術研究の一端をとりあげたが、当社はより深い情報処理分野(例えば人工知能的手法を用いた自然言語処理やパターン認識など)の研究を進めており、その効果を逐次当社のOAシステムに生かして、次世代OAシステムの完成を目指して努力していることを付記しておきたい。

2値のTSPによる単語音声認識方式

A Spoken Word Recognition Method by Binary TSP Matching

藤本潤一郎*
Jun-ichiro Fujimoto

中谷奉文*
Tomofumi Nakatani

米山正秀*
Masahide Yoneyama

要 旨

単語単位に発声した音声を、二値化処理をして求めた入力パターンと辞書パターンを線形マッチングして認識する BTSP (Binary TSP) による認識方式を開発した。この方式は DP マッチングを用いない簡単な方式で、TSP 上の周波数変動に対する吸収性に優れ、不特定話者への適用が期待できる。

男女各5名の特定話者に対し、110単語の認識で98.5%の認識率を、また男女各5名で一つの辞書を作成し、この10名に話者を限定したときの不特定話者に対して、ほぼ95%の認識率を得た。

ABSTRACT

A spoken word recognition method by BTSP (Binary Time-Spectrum Pattern) matching was developed. Spoken voices were converted to binary features and matched linearly with binary patterns in the dictionary.

Without using the DP (Dynamic Programing) matching method, our present method has a simpler structure and a better capability of absorbing frequency deviation on the time-spectrum pattern. Therefore, this method is expected to be applied also to speaker-independent recognition.

Two cases, speaker-depedent and speaker-independent recognition, are considered.

In the former, the recognition rate of 98.5% is obtained with five males' and five females' voices for 110 words using individual dictionaries.

While in the latter, the rate of 95% is obtained for the same members using one dictionary created by superposing the patterns of these ten speakers.

1 は じ め に

コンピュータによる情報処理性能のめざましい向上に比べ、その処理の対象となる情報の入力手段は遅れている。音声は人と人とのコミュニケーションの手段であり、OA (オフィスオートメーション) 機器においても、人と機械との間のコミュニケーション・ギャップが重要な問題としてクローズアップされ、使いやすい入力手段へのニーズから音声入力への要望が強まっている。

音声には非常に多くの情報が含まれ、その中には言語情報の他に話者情報や心理的情報等が含まれている。音声認識で必要な情報は声道を中心とした調音作用により

付加される言語 (以下音韻と記す) 情報である。この音韻情報を音声から抽出して入力音声を識別する認識処理には大きく二つの方式がある。一つは弁別素性的な処理である。この方式は高認識結果が得られぬことから現在ではほとんど扱われていないが、音韻的特徴を音素記号等で記述し弁別する簡便な二値化処理である。もう一つはパターンマッチング処理で現在主流となっている方式である。この方式は音韻的特徴を標準パターンとして予め辞書に記憶して、これと入力パターンをマッチング処理して類似度を調べ、入力音声を判断するものである。

音声認識において主に問題となるのは

- (a) 個々の音素の継続時間がかなりの幅で伸縮する発声語長の変動
- (b) 音声器官の違いと言語的環境の差による個人差
- (c) 同じ音韻でも前後の音声により著しく変動する

* 技術本部 情報システム研究部
Informations & Systems Research & Development
Department, Technology Division

調音結合

等である。(a)についてはマッチングを行なう場合に、語長の伸縮を補正する時間軸の正規化が問題であるが、動的計画法 (Dynamic Programming, DP と略す) によるマッチング¹⁾を導入することで、ほぼ解決され、話者を限定する特定話者に対する単語認識は実用期に入った。この方法は精度の良いマッチングを可能にした反面、非常に多くの演算を必要とし、その結果として処理時間を要する欠点を持っている。このため特徴パターンを圧縮²⁾したり、線形マッチングを併用³⁾したり、あるいはクラスタリングによって予備選択して予め対象を減らして DP マッチングを行なうなどの方法⁴⁾が提案されている。(b)については特定話者では問題とならないが、話者を限定しない不特定話者に対しては個人差を正規化する方法が問題となる。個人差の正規化法として声道の伝達特性の共振点 (ホルマントと呼ぶ) を抽出してホルマントを正規化する方法⁵⁾、LPC (線形予測法) 分析により声道面積関数を求め調音パラメータを求める方法⁶⁾ やスペクトルの周波数軸上で DP マッチングする方法⁷⁾ 等多くの提案がされている。しかし、実用になっているのは精々十数単語であり、単語数が増すと装置の規模も極端に大きく高価になる。(c)については語間にポーズをおいて離散的に発声する場合には必須でないが、連続的に単語を発声する場合には、単語の周囲で問題となる。この調音結合を処理してセグメンテーションを行なう決定的方法が確立しておらず、連続単語認識はまだ実用に至っていない。

ところで、実際に、音声認識を OA 機器に応用していく上で、オフィスでの使用を想定すると、使用者は子供や極端に年配の人は除かれ、その機器を専有する特定話者かまたは限られた人数での不特定話者に絞られる。使用者は対象機器に接して補助情報の入力 (例えば男女の情報とか個人用辞書) の指定が可能である。また使用単語は限られた OA 機器のコマンド用語に限定でき、離散的発声等の協力的語法と誤認識をしたときの再入力、または人手による修正が期待できる。

このような状況下で、簡易単語音声システムを第 1 目標として、この認識方法では人間の聴覚の持つあいまいさに着目し、認識方法に Fuzzy 理論を導入した。その結果、二値化処理して求めた特徴パターンを簡単な操作でパターンマッチングする BTSP (Binary Time Spectrum Pattern) 方式による簡易認識方式を開発^{8), 9), 10)}した。この認識方法ではほぼ DP マッチング方式と同等の認識率が得られると共に、TSP の周波数方向の変動に対する吸収性が優れ、特定話者システムに簡単な機能を追加することにより、不特定話者システムに展開が可能であることが判明した。

2 Fuzzy 理論による音声認識の原理

音声波は、子音、母音で構成されており、母音は定常的な、子音は過渡的な特性を持っている。母音と有声音の音源は声帯であり、声道の伝達関数を変化させて音韻情報を添加しているのに対し、無声音は破裂音と声道のせばめによって生ずる雑音を音源とする。一般に、音声波のスペクトル構造にはこのような音韻情報がよく現われているので時間-周波数パターン (Time-Spectrum Pattern=TSP) を認識のための特徴量とすることがができる。この TSP には声道の伝達特性と共に音源の特性も記録されていることから、TSP の周波数パターン上のピークをローカルピークと呼び、ホルマントと区別することに¹¹⁾する。

音韻情報を作る声道共振は、個人の声道長によってバラツキがあり、その結果、同じ音韻でもローカルピークに個人差ができてしまう。しかし、人間はこのような変動を許容して同じ音韻であることが判断できる。

このように、人間の感覚等のあいまいさを伴う判断を論理的に扱う手段として Fuzzy 理論が提唱され¹²⁾、近年、各所で応用されはじめている^{13) 14)}。ここでは、Fuzzy 理論を音声認識に利用した方法を提案する。

通常の集合では、要素がその集合に属するか属さないかの 2 値理論であるのに対し、Fuzzy 関係をもつ Fuzzy 集合では、帰属性が 0 と 1 との間をとる多値論理となるものである。

Fuzzy 理論の導入に当たり、図 1 によって各パターンの説明をする。図 1 (a) はある単語を発声した時の TSP であり、横軸が周波数、縦軸が時間でレベルの大きさを濃淡で表わしている。また、(b) は TSP のローカルピークを抽出したピークパターンで、縦横軸共に (a) と同じである。ここで単語パターンと Fuzzy 集合の帰属性を表わす membership 関数を次のように定義する。

〔定義 1〕 単語パターン

単語 i を発声した時の TSP 上のローカルピークを連ねたもの、いわゆるピークパターンによって単語パターンを定義し、 x_i と表わす。

〔定義 2〕 membership 関数

単語パターン x_i の帰属性を表わす membership 関数は、単語 i の TSP で定義し、 $m_i(x)$ と書く。

つまり、図 1 (b) によってある単語を定義し、この単語パターンの帰属性、いわゆるこの単語らしさは (a) によって表わされるものと考える。

単語パターン x_1, x_2, \dots の集合 X と、ある単語パターン y が与えられた時、 $x_i, x_j \in X$ に対し、 x_i が x_j より y に似ている度合は比較関数 $R_y(x_i, x_j)$ として表わされ、比較の結果 x_i が x_j より y に類似しているとして選択される程度は相対比較関数 $P_y(x_i, x_j)$ として次式のよう

KANJI			
10MSEC.I		5 0 :	I
20MSEC.I		* 0	I
30MSEC.I		: *	I
40MSEC.I	:	: *	I
50MSEC.I		: :	I
60MSEC.I		: :	I
70MSEC.I	:	: *	I
80MSEC.I	:	: :	I
90MSEC.I	:	:	I
100MSEC.I	:	:	I
110MSEC.I	:	:	I
120MSEC.I	:	:	I
130MSEC.I	:	:	I
140MSEC.I	:	:	I
150MSEC.I	:	:	I
160MSEC.I	* :	:	I
170MSEC.I	* :	:	I
180MSEC.I	* :	:	I
190MSEC.I	* :	:	I
200MSEC.I	* :	:	I
210MSEC.I	* :	:	I
220MSEC.I	:	:	I
230MSEC.I	:	:	I
240MSEC.I	:	:	I
250MSEC.I	:	:	I
260MSEC.I	:	:	I
270MSEC.I	:	:	I
280MSEC.I	:	:	I
290MSEC.I	:	:	I
300MSEC.I	:	:	I
310MSEC.I	:	:	I
320MSEC.I	:	:	I
330MSEC.I	:	:	I
340MSEC.I	:	:	I
350MSEC.I	:	:	I
360MSEC.I	:	:	I
370MSEC.I	:	:	I
380MSEC.I	:	:	I
390MSEC.I	:	:	I
400MSEC.I	:	:	I

(a)

KANJI			
10MSEC.I		*	I
20MSEC.I		*	I
30MSEC.I		*	I
40MSEC.I		*	I
50MSEC.I		*	I
60MSEC.I		*	I
70MSEC.I		*	I
80MSEC.I		*	I
90MSEC.I		*	I
100MSEC.I		*	I
110MSEC.I		*	I
120MSEC.I		*	I
130MSEC.I		*	I
140MSEC.I		*	I
150MSEC.I		*	I
160MSEC.I	*	*	I
170MSEC.I	*	*	I
180MSEC.I	*	*	I
190MSEC.I	*	*	I
200MSEC.I	*	*	I
210MSEC.I	*	*	I
220MSEC.I	*	*	I
230MSEC.I	*	*	I
240MSEC.I	*	*	I
250MSEC.I	*	*	I
260MSEC.I	*	*	I
270MSEC.I	*	*	I
280MSEC.I	*	*	I
290MSEC.I	*	*	I
300MSEC.I	*	*	I
310MSEC.I	*	*	I
320MSEC.I	*	*	I
330MSEC.I	*	*	I
340MSEC.I	*	*	I
350MSEC.I	*	*	I
360MSEC.I	*	*	I
370MSEC.I	*	*	I
380MSEC.I	*	*	I
390MSEC.I	*	*	I
400MSEC.I	*	*	I

(b)

図 1 TSP とピークパターン

になることが知られている¹⁵⁾。

$$P_y(x_i, x_j) = \frac{R_y(x_i, x_j)}{\max\{R_y(x_i, x_j), R_y(x_j, x_i)\}} \quad (1)$$

ただし、 $\max\{\}$ は $\{\}$ 内の最大値を意味する。このように比較関数が数値化されれば、選択される度合も数値化して扱うことができる。

比較関数をどのように決定するかは重要であり、アンケート調査結果を数値化して用いるという報告もある¹⁶⁾。ここでは計算機内での処理を考慮して、次のように定義する。

〔定義 3〕 比較関数

y に対する x_i と x_j の比較関数 $R_y(x_i, x_j)$ は、 x_i, x_j の membership 関数 $m_i(x), m_j(x)$ に $x=y$ を代入した時の比で定義し、次のように表わす。

$$R_y(x_i, x_j) = \frac{m_i(y)}{m_j(y)} \quad (2)$$

定義 1 によって単語パターン y は、この単語を発声した時のピークパターンで定義され、 $m_i(x), m_j(x)$ は、定義 2 から単語 i, j の TSP である。従って、式(2)の $R_y(x_i, x_j)$ は、 y のパターンが $m_i(x), m_j(x)$ のピーク部とどの程度一致するかによって決まる。

式(2)を式(1)へ代入することによって

$$R_y(x_i, x_j) = \frac{\frac{m_i(y)}{m_j(y)}}{\max\left\{\frac{m_i(y)}{m_j(y)}, \frac{m_j(y)}{m_i(y)}\right\}}$$

$$= \begin{cases} 1 & , \text{ if } m_i(y) \geq m_j(y) \\ \frac{m_i^2(y)}{m_j^2(y)} < 1 & , \text{ if } m_j(y) > m_i(y) \end{cases} \quad (3)$$

が得られる。従って $m_i(y) \geq m_j(y)$ のとき、 x_i が x_j より y に類似しているとして選択される。同様に、 $m_j(y) \geq m_i(y)$ ならば $P_y(x_j, x_i) = 1 > P_y(x_i, x_j)$ となり、 x_j が選択されることになる。言い換えるならば、 $x=y$ を代入した時の membership 関数値が大きい方のパターンが選択される。これを登録された全単語パターンに適用することによって、 n 個のパターン中から最大類似のパターンを一つ決定し、認識結果として出力することにする。この決定は、登録された n 個の membership 関数 $m_1(x), m_2(x), \dots, m_n(x)$ の中から $x=y$ を代入することによって membership 関数値が最大となるものを選出することと等しい。

これまで、TSP をそのまま membership 関数とみなして議論してきたが、音声認識上、あるいは計算機処理上、TSP に手を加えて更に適切な membership 関数を作ることができる。そこで次に membership 関数の作成について考慮する。

構成する音声認識装置が特定話者方式を目指す場合、一つの単語を音声するたびに TSP 上のローカルピークが周波数変化をすることは少ない。これに対し、不特定話者方式では声道の個人性によってローカルピークの周波数変動が起こり得る。そこで、TSP から membership 関数を構成する際に、ローカルピークの周波数変動を吸

取できるようにすれば不特定話者の音声認識が実行できることになる。即ち、入力されたピークパターン y が周波数方向に若干の変動をしても membership 関数のピーク部の幅を変動分だけ広くしておけば、これまでに述べた方式で不特定話者向きの音声認識が可能である。

このように、membership 関数の作り方で、ローカルピークの周波数変動が比較的容易に吸収できるのに対し、時間変動を吸収することは難しい。ここでは、発声ごとのパターンの時間変動を考慮して、時間方向へもあいまいさを持たせた membership 関数を構成し、時間変動を吸収する。これは一つの単語を何回か発声して、変動しにくい部分のあいまい性を低く、変動しやすい部分のあいまい性を大きく定義するような membership 関数を作れば良く、何回かの発声で得られた TSP の時間長を合わせておいて加算するような方法で実現できる。

次に、式(3)に従った最大類似パターンの決定は入力音声のピークパターンと membership 関数の対応づけによって行なわれる。これはピークパターンのピークを「1」、他を「0」の2値で表現し、membership 関数上に重ね合わせて対応する要素間の積をとり、その値によって判断する(図2)。

また、認識の過程を図3に示す。これらの具体的な実現方法は次章で述べる。

3 認識システムの構成

ここでは、これまでに述べてきた原理をプログラムで構成し、音声入力部からのデータを利用して認識実験のシミュレーションをする。音声データを入力する音声入力部、特徴抽出部、パターンマッチング部、および認識結果の出力部によって構成されている。以下に、これらの各部について説明する。

3-1 音声入力部

音声入力部のブロック図を図4に示す。マイクロフォンから入力された信号は、まず前段増幅回路で増幅され、

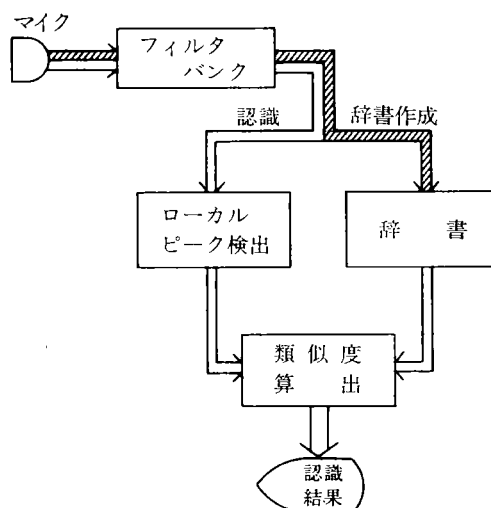


図3 認識手順

子音等の音韻情報を顕著にするために、その高域成分が強調される。音声レベルは、話者により、また心理・生理的な発声条件により、その都度変動する。この音声レベルの変動を正規化するために、AGC 回路によりその振幅が補正され、その出力がフィルタバンクに入る。フィルタバンクには 15 ch の帯域フィルタ (B. P. F) を用いた。帯域フィルタの中心周波数は 250~6300 Hz で、その配置は $\frac{1}{3}$ oct 間隔とし、尖鋭度は $Q=6$ とした。帯域フィルタの各出力は、その振幅包絡成分だけを取り出すために、全波整流回路と、単調なステップ応答を示す Bessel 形の 4 次のリアフェーズフィルタである平滑回路に伝達される。以上のようにして得られる音声の特徴は、音声スペクトルの概略形を示すもので、スペクトル包絡と呼ばれる。

フィルタバンクによって得られたスペクトル包絡は、アナログマルチプレクサ (MPX) と 12 bit の AD 変換器 (ADC) により順次デジタルコードに変換される。こ

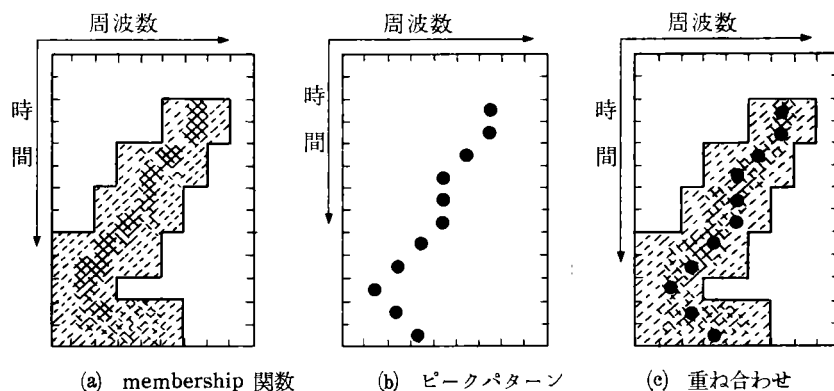


図2 パターン類似性の決定手順

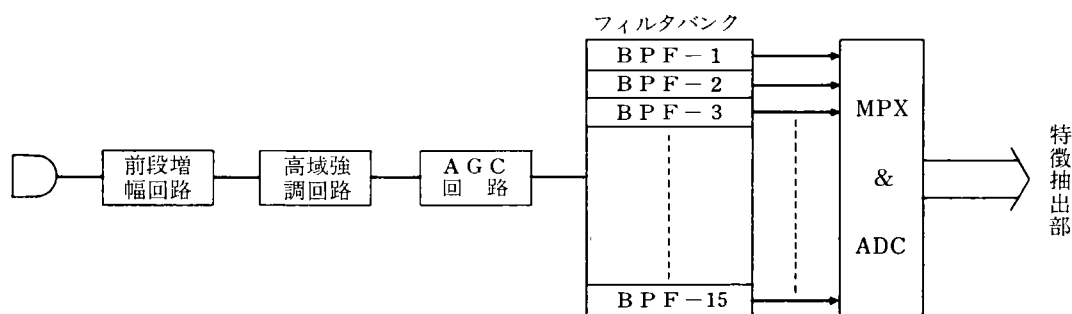


図 4 音声入力部のブロックダイアグラム

れを 10 ms のサンプリング周期でサンプリングすることにより、音声の特徴量はスペクトル包絡の時系列として表現される。

3-2 特徴抽出部

認識のために入力される未知のパターンがピークパターンであることはすでに述べたが、このパターンではピークを「1」、他を「0」で表わしている。ここでは辞書を作成するためのパターンも 2 値化して扱えたなら、実際の認識装置を実現する上でメリットとなる。このような観点から、特徴パターンは全て 2 値のパターンから作成するような認識装置を考える。

まず人間の声帯音源の周波数特性が、高域で減衰していること、更に個人差が大きいことから、2 値化の前にこれを最小自乗誤差近似直線を用いる方法¹⁷⁾によって補正しておく。10 ms ごとに得られる音声の周波数データに対して最小自乗誤差となる直線を求めて、各データからこれを差し引き、その後で 2 値化した。

次に、単語辞書、つまり各単語パターンらしさを表わす membership 関数をどのように構成するかという問題がある。

基本的には特定話者方式も不特定話者方式も辞書の作り方は同じであるので、ここでは特定話者方式を中心に説明する。

辞書の membership 関数は、TSP の周波数特性をそのまま用いずに BTSP に変換し、何回かの発声によって得られた BTSP の重ね合わせとして新たに作る。この時、membership 関数には発声ごとの時間変動の情報が反映される。通常の方法と異なり、ここで述べる認識方式は辞書の作成のしかたが照合時のマッチング精度に与える影響が大きいので、我々のシミュレーションでは次のようにしている。非線形伸縮に比べ、格段に計算量の少ない線形伸縮を基本としてパターン長を合わせ、加え合わせる。この結果、パターン上の非線形伸縮しやすい部分が広がりを持って 0 ～ 1 の間の値を取ることであり、単語 i らしい時間変動を持つ membership 関数ができるようになる。

TSP から BTSP に変換する閾値を低くしすぎると

「1」の部分がブロードになり、単語間のパターン差が乏しくなるのに対し、高くしすぎるとピークパターンのわずかな周波数変動も吸収しなくなってしまう。ここでは簡単な実験によって閾値をピークの 50% に決定した。

図 5 に TSP 1 フレームをとり出し、ピークパターンと BTSP の関係を示す。

特定話者方式の場合、データを少なくして利用するため membership 関数を 2 bit で表現することにした。従って最低一つの単語に対し、BTSP を 3 回加え合わせれば両ビットを利用したことになる。

単語「上」を 3 回発声した時の各 BTSP と、これらを加え合わせて作成した辞書のパターンを図 6 に示す。

不特定話者方式の辞書も基本的には同じ作り方で作るが、2 値化の閾値 membership 関数の表現に使う bit 数などの検討が必要である。不特定話者方式の辞書では 1 人が複数回発声せずに、何人かの発声したパターンを加え合わせて、個人による周波数変動の情報を加えておく。従って特定話者方式の辞書に比べ、周波数方向への幅が広くなり、ピークパターンの周波数変動の吸収効果が大きくなる。

これ以外に、不特定話者用の辞書に音声のスペクトルパターン以外の情報を加えることを検討している¹⁸⁾。各フレームが有声音なら「1」、無音声なら「0」の 2 値情報にして BTSP の 16 番目のデータとして加えている。ただし、有聲／無声の判定は、最小自乗誤差直線の傾きの正負で決定される。

3-3 パターンマッチング部

作られた辞書と、入力された未知音声のピークパターンをマッチングして式(3)に従った処理を行なう。基本的には membership 関数値の計算をすれば良い訳であるが、これに補集合を考慮した非類似を表わす減点項を設けることにした。つまり、単語 i のパターン x_i らしさを表わす membership 関数が $m_i(x)$ なら、 x_i らしくない程度を表わすパターン \bar{x}_i の membership 関数 $\bar{m}_i(\bar{x})$ は

$$\bar{m}_i(\bar{x}) = 1 - m_i(x) \quad (4)$$

で表わされる¹⁸⁾。式(3)と同様、ピークパターンを対応づ

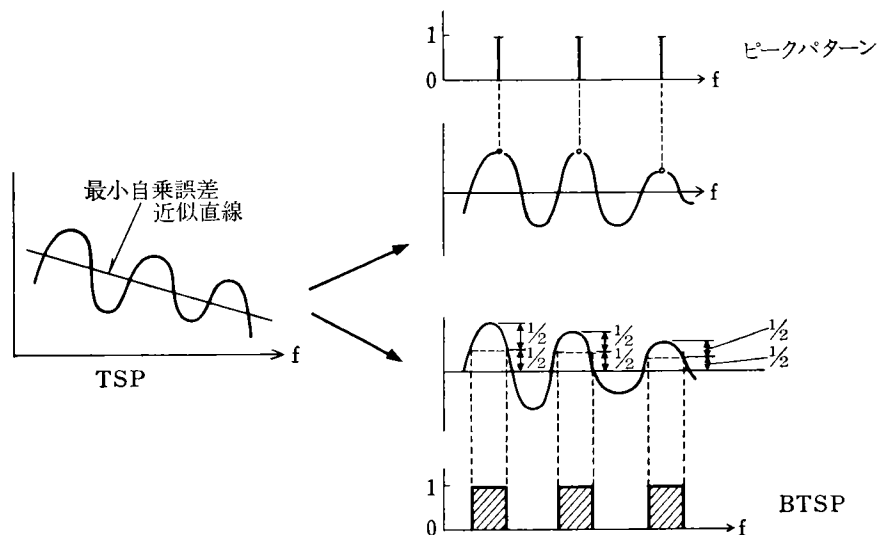


図 5 TSP からピークパターン, BTSP への変換過程

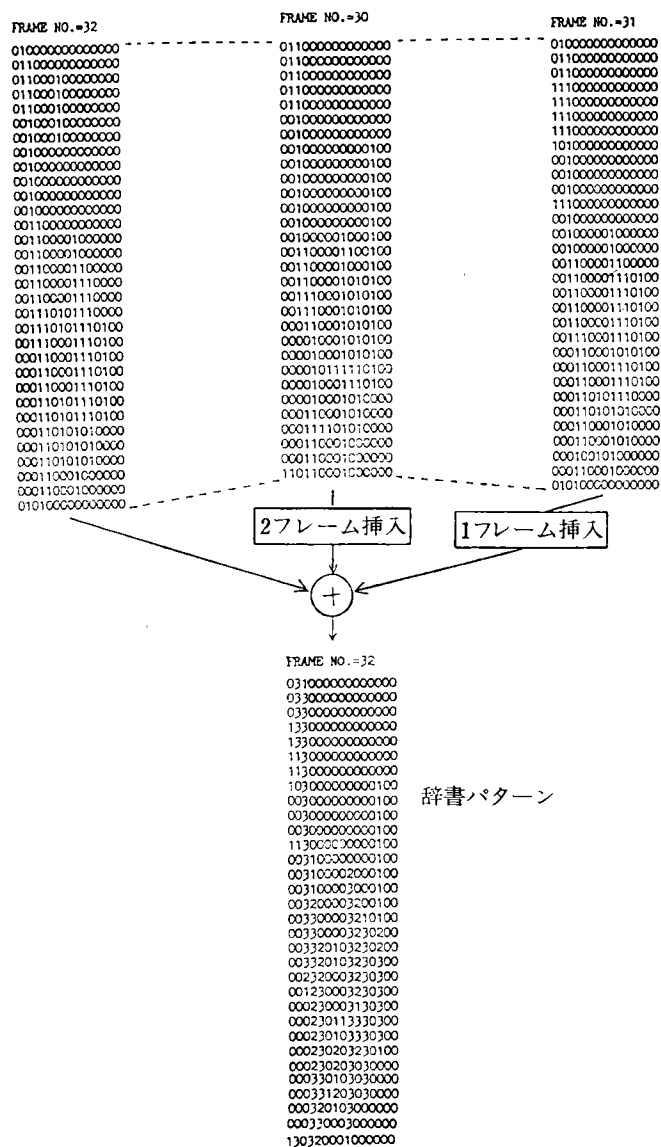


図 6 3 回発声された単語「上」(/ue/) の BTSP から作られた辞書パターン

けた時の $\overline{m_i(x)}$ の値が大きいなら、パターンが非類似であることを表わすことになる。 $\overline{m_i(x)}$ が最大となるのは $m_i(x)=0$ であることから、未知入力パターンが membership 関数である辞書パターンの「0」の要素に対応づくと、非類似性を増し、類似度を減点するような方式にした。

具体的な類似度算出式を提示するために、次のような定義をする。

$$\begin{cases} D_i(f, t) : \text{単語 } i \text{ の辞書パターン} \\ I(f, t) : \text{入力のパターン} \\ p_d : D_i(f, t) \text{ における } \frac{2}{3} \text{ 以上の要素数} \\ p_{in} : I(f, t) \text{ における「1」の要素数} \\ p_o = \sum_f \sum_t D_i(f, t) \cap I(f, t) \end{cases}$$

ここで、 f は周波数、 t は時間のサンプルを表わす。ただし、 \cap は論理積で、 $D_i(f, t)$ が1以上でかつ $I(f, t)$ が1のときのみ1となり、他は0となるような演算を定義するものとする。

これらによって、入力と辞書単語 i との類似度 S_i を次のように決定した。

$$S_i = \frac{\sum_f \sum_t D_i(f, t) \cdot I(f, t)}{p_{in} - p_o} \cdot \frac{\sum_f \sum_t D_i(f, t) \cdot I(f, t)}{p_d - p_o} \quad (5)$$

ただし、式(5)を適用する前に、線形伸縮によって $D_i(f, t)$ と $I(f, t)$ の時間長を一致させておく。

式(5)の分子は、第1項、第2項共に $D_i(f, t)$ と $I(f, t)$ の対応要素間の積をとっており、式(3)の判定をしていることになる。一方、第1項の分母は、ピークパターンの「1」が辞書パターンの「0」要素に対応づいた数、即ち式(4)で示した減点項の値を求めていることになる。これに対し、式(5)の第2項の分母は、重要な意味を持つものではないが、第1項の分母と同様の演算を各辞書パターンについて行なったものである。ここでは、 p_d を $D_i(f, t)$ の「 $\frac{2}{3}$ 」以上の要素数として定義しているが、このような観点から、どのようなレベルの要素数とするか検討を要する。

式(5)に従って各単語の類似度を算出して $\max_i \{S_i\}$ とする単語名 i を認識結果として出力する。

不特定話者方式の音声認識の場合も、類似度算出は変わらないが、辞書に有声/無声の判定をつけているので、有声らしい部分と無声らしい部分に対応づくと類似度の計算をしないという手段を構っている。

以上に述べた単語認識の過程を、特定話者方式を例にとって図7に示す。

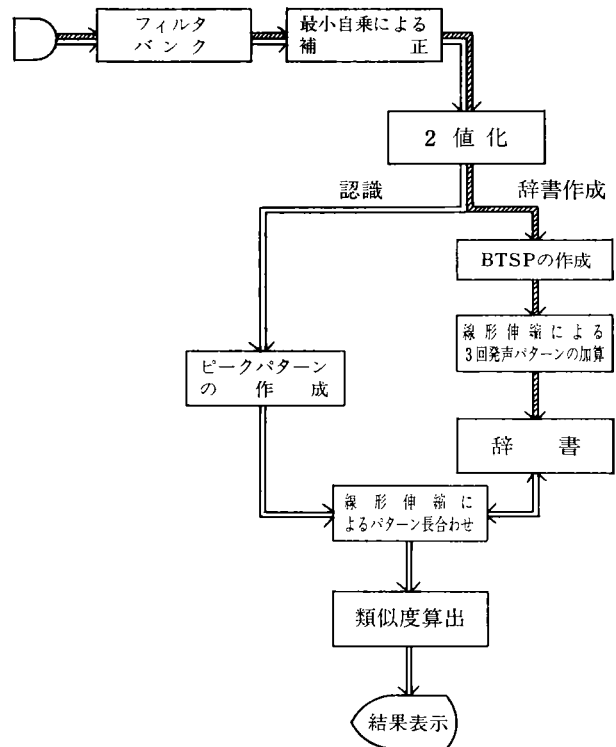


図7 BTSPを用いる単語音声認識システムのブロックダイアグラム

4 シミュレーション結果

評価単語には当社の扱っているOA機器（例えばオフィス用コンピューター、ワードプロセッサ、ファクシミリ、複写機等）に用いている代表的なコマンド用語の中から110単語を抽出して使用した（表1）。この中には（こく一億一六）とか（カナ一七）といった認識処理上、非常に識別しにくい単語も含まれている。

4-1 特定話者認識

成人男女各5名ずつが無響室内で4回ずつ発声した音声データの内、3回の発声を加算して辞書を作成し、他の1回を入力として認識実験を行なった。その結果を表2に示す。

男性話者A～Eの中でAは誤認識が0の100%認識であり、誤認識の多い人で110単語中、2単語の98.2%の認識率であった。男性5名の平均認識率は98.9%が得られた。

一方、女性話者F～Jでは一番誤認識が少ない人で1単語の99.1%であり、多い人で3単語の97.3%の認識率であった。女性5名の平均認識率は98.2%が得られた。この結果、男女10名の平均認識率は98.5%が得られた。

次に、単語認識のパターンマッチング方式において最も利用されているDPマッチング法によって同じ認識実験を行なった。ただしDPマッチングには加算した辞書

表 1 認 識 用 語 集

脚書き	縮小	次頁	マイナス
頭書き	受信	前頁	マルチ・ページ
移動	章替	送信スピード	ランプ・テスト
印刷	数字	アドバンス	リスト
うすく	設定	アンダーライン	リセット
上	全角	イコール	リビート
閲覧	操作	インプット	A
円	挿入	エンド	B
おわり	縦書き	カウンター	Y
改行	探索	キャンセル	X
開始	停止	クリアー	Z
解除	訂正	サイクル	十
拡大	転写	サイズ	百
カナ	等倍	サイン	千
カナ記号	濃度	サーチ	万
漢字	半角	シフト	億
記号	左	スキップ	0 (ゼロ)
切換	左上	スタンダード	1 (イチ)
更新	左下	ストップ	2 (ニ)
合成	復改	スペース	3 (サン)
こく	右	センタリング	4 (ヨン)
再開	右上	ディテール	5 (ゴ)
作成	右下	%	6 (ロク)
削除	右寄せ	ハイ・スピード	7 (ナナ)
差込み	横書き	バック・スペース	8 (ハチ)
下	両端	フィルター	9 (キュウ)
修正	割込み	プラス	
終了	改頁	プリント	

表 2 特定話者による 110 単語認識 (本方式)

話 者		男 性					女 性				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
誤認識数		0	2	1	2	1	3	2	3	1	1
認 (%)		100	98.2	99.1	98.2	99.1	97.2	98.2	97.2	99.1	99.1
識 率	平	98.9					98.2				
	均	98.5									

を用いず、4 回発声したものの中から 2 回分を取り出し、一方を辞書に、他方を入力とした。

この男女 5 名ずつの結果を表 3 に示す。男女 10 名に

よる平均認識率は 98.2%であり、ほぼ表 2 と同じ結果を得た。DP マッチング法は加算した辞書を必要とせず、特定話者の認識精度では優れている。

表 3 特定話者による 110 単語認識 (DP 方式)

話 者	男 性					女 性				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
誤認識数	3	3	1	1	2	1	4	2	0	3
認 (%)	97.2	97.2	99.1	99.1	98.2	99.1	96.4	98.2	100	97.2
識 平 率 均	98.2					98.2				
	98.2									

表 4 認識処理時間比

話 者	BTSP/DP
F	0.147
G	0.154
H	0.153

(110 単語, HITAC M-240H)

更に二つの方式の認識処理時間を比較した結果を表 4 に示す。

ここに示す時間比は認識のために使用する CPU 時間比であり、DP マッチング法には処理時間を短縮するための圧縮 DP 法等²⁾が提案されているが、ここでは基本漸化式に基づいたプログラム¹⁹⁾を使用した。BTSP 方式は DP マッチングによる処理時間のほぼ 1/6.5 で高速処理が期待できる。

4-2 BTSP 方式による不特定話者認識

成人男女各 5 名が 1 回ずつ発声した 110 単語の音声から男女別に加算した辞書を作成し、話者を辞書の構成員に限定した場合の認識結果を表 5 に示す。ここで 3.2 に説明した有声/無声の情報を付加した場合と、しない場合を比較してある。

有声/無声情報により 1.5% 以上認識率が改善された。

次に、表 5 の話者で辞書を男女 10 名による一つの辞書とし、同じ 10 名の構成員に話者を限定した場合の認

表 5 限定不特定話者による認識

(男女別辞書)

話 者	男 性					女 性				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
認 識 率 (%)	有声/無声	94.5	94.5	94.5	96.4	90.0	93.6	96.4	93.6	94.5
	情報あり	平均	94.0					95.5		
	有声/無声	91.8	90.0	89.1	93.6	85.5	90.0	94.5	92.7	94.5
	情報なし	平均	90.2					94.0		

識結果を表6に示す。男女同一の辞書により94.8%の認識率が得られた。

更に、表6に使用したと同じ男女10名による一つの辞書を用い、この辞書の構成員でない男女3名ずつによる話者での認識結果を表7に示す。話者を限定した場合に比べ5%程度認識率は悪くなったが90%近い認識率が得られた。

表6 限定不特定話者による認識
(単一辞書)

話 者		男 性					女 性				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
認 (%)		97.3	95.5	93.6	94.5	94.5	90.9	93.6	95.5	96.4	96.4
識 率	平	95.1					94.5				
	均	94.8									

表7 不特定話者による認識
(表6の辞書使用)

話 者		男 性			女 性		
		K	L	M	N	O	P
認 (%)		87.3	89.1	90.0	91.8	92.7	91.8
識 率	平	88.8			92.1		
	均	90.5					

5 お わ り に

音声認識を用いてマン・マシン・コミュニケーションを図ったOA機器を実現するために、簡易システムとしてBTSP方式による音声認識方式を開発した。この方式はパターン照合においてDPマッチングを使わない方式である。音声入力のTSPから二値化処理により、membership関数を意味するあいまいさを含む辞書パターンとローカルピークの細線パターンを示す入力パターンを求めて、単に線形伸縮により重ね合わせて類似度を求める簡単な構成である。しかし認識率を向上させるために3回程度の加算した辞書を用いる必要がある。この結果、特定話者による成人男女10名での110単語の単語認識において、DPマッチングを用いた認識法と比べて、

- (1) ほぼ等しい98.5%の認識率を得た。
- (2) 認識処理時間は約1/6.5であった。

本方式をハードウェアの立場からみると、時間一周波

数パターンの一点を2ビットで表現できるため、辞書容量を例えば8ビットで量子化する他の方式に比べて1/4に低減できる。但し加算辞書を必要とするため、話者の負担を軽減するために、辞書の自動更新等の配慮を必要とする。二値化処理は話者の声道特性の個人差の正規化法と合わせてAD変換器を使用しない方法が可能である。また照合方法はDPマッチングのような複雑な多数の演算を必要としないし、類似度計算は通常のパターン間の距離計算に比較して簡単な計算処理で求めることができ、CPUの負担を軽くできる。

一方、まだ実験データが不足しているが、不特定話者による単語認識においても10名程度の限定話者ではほぼ95%の認識率を得た。このことはBTSP方式が不特定話者にも展開できる方式であることを示しており、特定話者方式におけるシステムの一部である辞書構成を変更することと、有声/無声の判別機能を付加することで、不特定話者にも対応できることが判明した。

おわりに、本開発に当たり貴重なアドバイスを頂いた東北大学応用情報センター城戸教授、並びに不特定話者の検討を御支援頂いた慶応大学工学部中川助教授と松本博氏に感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 迫江, 千葉: 日本音響学会誌; 27, 9, 483 (1971)
- 2) 迫江他: 電子通信学会総合全国大会資料; 5-383, (1982)
- 3) 大西他: Sanyo Technical Rev.; 14, 2, 20, (1982)
- 4) 中川他: 電子通信学会論文誌; 61-D, 395, (1978)
- 5) 中川他: 音響学会音声研究会資料; S 79-53, (1979)
- 6) 中島他: パターン情報処理システム研究開発成果発表会論文集; 137 (1980)
- 7) 松本, 脇田: 音響学会音声研究会資料; S 79-25 (1979)
- 8) 藤本, 中谷, 米山: 音響学会講演論文集; 3-1-8, 195, (1983. 10)
- 9) 中谷, 藤本, 米山: 音響学会講演論文集; 3-1-7, 193, (1983. 10)
- 10) 松本, 中川, 米山: 情報理論とその応用研究会資料; 170, (1983. 11)
- 11) 松岡, 城戸: 日本音響学会誌; 32, 1, 12, (1976)
- 12) L. A. Zadeh: Inf. and Cont.; 1, 338 (1965)
- 13) P. M. Larsen: Int. J. Man-Machine Studies; 12, 3-10, (1980)
- 14) 田村他: 電子通信学会論文誌; 53-C, 12, 937, (1970)
- 15) ネゴイダ, 浅居 "あいまいシステム理論入門" 199, オーム社 (1978)
- 16) 志村: 電子通信学会論文誌; 55-D, 3, 218 (1972)
- 17) 三輪, 城戸: 音響学会音声研究会資料; S 79-24 (1979)
- 18) 西田, 竹田 "ファジィ集合とその応用" 5, 森北出版 (1978)
- 19) 迫江 "総合技術資料集" 91, 経営開発センター (1980)

ストロークおよび背景特徴による手書文字認識

Recognition Algorithm for Handprinted Characters based on Stroke and Background Features

江尻公一* 小林清彦* 前田 護* 桜井 彰* 中村昌弘* 佐藤 元*
Koichi Ejiri Kiyohiko Kobayashi Mamoru Maeda Akira Sakurai Masahiro Nakamura Gen Sato

要 旨

背景特徴とストローク特徴の両方を使った手書きアルファベット、数字、記号、カナ認識アルゴリズムを開発した。認識に利用するパラメータとして、分類用に開方向特徴を、詳細な認識用にはストローク特徴を使用している。本アルゴリズムの第1の特徴は、開方向特徴とストローク特徴の2つを利用したところによる高い認識率（98%以上）と少ない辞書容量であり、第2は安定なストロークの抽出法である。一般に文字認識装置は、認識対象文字によって著しく性能が異なるが、本アルゴリズムは、サイズの小さな活字（10ピッチ/インチ）にも十分な適応性（99.97%）があることが確認できた。

ABSTRACT

A recognition algorithm for handprinted alphabet, numeric, symbol and katakana was developed utilizing both background and stroke features.

For the recognition two sets of parameter were used: a convexity feature for classification and a stroke feature for detailed identification. Our own algorithm has achieved a high level of recognition ratio (98%), and total volume of templates has been found smaller compared to that for previous methods using only one feature.

Another advantage of the algorithm is the capability of extracting strokes. The recognition ratio by conventional algorithm, in general, decreases sharply for small sized printed characters. However, this algorithm shows quite a high adaptability for such small characters as 10 pitch per inch (the ratio being 99.97%).

1 は じ め に

手書き文字の認識装置は、すでに20年以上の実績があるが、より高い認識率、より多様な文字の認識を求めて現在なお新しい認識手法が開発されている。従来の認識方法は大きく分けて、次の2つに分けられる。1つは、文字の線の間の背景部に着目する方法で、Glucksman⁽¹⁾の方法に代表される。通研の小森等⁽²⁾は、これを改良して位相構造化法を実用化している。電総研の山本等⁽³⁾は、これと異った方法で、文字の輪郭の凹凸情報を抽出し、実用化に成功した。他の1つは、文字線に着目する方法であり、チェインコードによるマッチング法⁽⁴⁾、Relaxation法⁽⁵⁾、方向セグメントマッチング法⁽⁶⁾などがある。両者の特徴をまとめると以下ようになる。前者の背景特徴を用いる方法は、少ない次元のベクトルとして表現できるので、演算に要する時間が少なく、演算装置の高価で

あった時代には、極めて有利であった。しかし、背景特徴は、手書き文字の変形に対して安定に抽出されるという、優れた特長をもっているが、反面、対象文字数が増加してくると、類似パターンが多くなり、認識が困難になるという制約も持つ。これに対し、後者の文字線に着目する方法は、パターンの局所情報を把みやすく、多様な情報が入手できる。しかし、その分だけ、特徴抽出の手順が複雑で、特徴ベクトルの次元数も高くなる。当然、手書きの変形情報も取り込みやすい。実用化に当たっては、平滑化処理や、辞書の構成によって、不用情報を無視するよう、配慮する必要がある。安田等⁽⁹⁾は、線素単位によるマッチングで、これを解決しようとしている。

高い認識率（リジェクトを含まない）と低い誤読率を達成するため、背景特徴とストローク特徴（文字線に関する情報）をシリアルに組合わせた認識アルゴリズムを開発し、これを手書き ANSK（アルファベット、数字、記号、カナ）に適用したので、その結果を報告する。

* 技術本部 情報システム研究部
Informations & Systems Research & Development
Department, Technology Division

2 認識アルゴリズムの概要

前章で説明したように、本アルゴリズムは文字の変形に対して安定な開方向特徴を利用して、分類を行ない、その後更に詳細なマッチングはストローク情報によって実行する。開方向特徴は、背景部が、黒画素によって囲まれる状態を表わしたものであり、ストローク特徴は文字線を方向別にその長さと中心座標値で表わしてある。表-1は使用した特徴パラメータの一覧であり、その具体例は次章で詳述する。図-1は、これら諸特徴の抽出・認識手順を図示しており、マッチングが2段階で行なわれることがわかる。開方向とストロークのパラメータを1回のマッチングで処理する時に比べ、2段階化することによって、辞書の容量はコンパクトになる。これは、イン処理を可能にするから、高速化にも有力である事は言うまでもない。

本アルゴリズムの第1の特徴は、開方向特徴とストローク特徴のシリアルな組合わせであり、第2の特徴は、以下で詳述するストロークの抽出方法にある。なお、ここでストロークと呼ぶのは、4つの方向を持つ直線セグメントのことであるが、慣例上、ストロークと呼ぶことにする。

表 1 使用された特徴パラメータ

特 徴	パ ラ メ ー タ
開方向特徴	コード1～Fの領域の数
	コード1～Fの重心座標
ストローク 特 徴	方向コード1～9のストロークの数
	" " 中心座標
	" " 長さ

2-1 特徴パラメータの抽出方法

特徴抽出は、前処理、開方向コード抽出、ストローク抽出の順に行なわれる。以下にその詳細を示す。

(1) 前処理

ストロークの安定化と、ノイズによるパラメータの変動防止を目的とした前処理は、①孤立画素の除去、②変倍（拡大縮小変換）による画像の大きさの正規化、③境界のスミージングの各ステップから成る。ステップ①、②は、注目画素をラスタ走査しながら、それに隣接する上、下、左、右、斜めの8個の画素（3×3 ウィンドウ）を単位として実行する。②の画像の変倍は、1次元変倍を x, y 各方向に1回ずつ実施するが、これは、実装化を容易にする為である。（図-2）

(2) 開方向コードの抽出

開方向コードを、文字変形に対し安定な特徴パラメータとするために、連結領域の重心座標を採用した。ここ

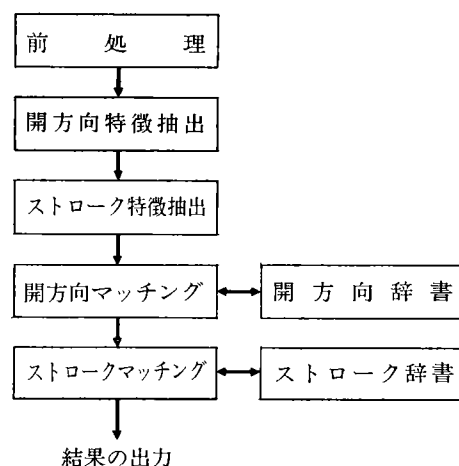


図 1 文字認識ステップ

で、連結領域とは、注目画素の上下左右方向に互に接する同一コードの領域のことであり（4連結性）、その処理手順は、①開方向コード付け、②連結領域の抽出、③領域の分離判定、④領域特徴の抽出の4ステップから成る。なお、①～②は、従来法⁽²⁾と同一である。

① 開方向コード付け

開方向コードは、注目画素が白（背景）のとき、その上下左右方向に黒画素があるか否かによって決定される。図-3の例では、注目画素◎印は左方向は白画素のみ、その他の方向には黒画素が存在するから、コード表に従って、Eが与えられる。図-4(1)に対して、(2)がコード付けされた結果である。ここで、図-3のテーブルに存在しないものは無印となっている。

② 連結領域の抽出

コード付けされた画像において、同一コードを持ち、上下左右方向に互に接する領域を分類したものが図-4(3)である。以後“領域x”というときは、コードxの4連結領域を意味する。ところで領域E（斜線部）は文字のストロークSの長さが微小量長くなっただけで2つに分割される。このような文字の変形による領域の不安定性を吸収するため、図-4(3)のEのような領域は強制的に分離した。次のステップでこの分離を行なう。

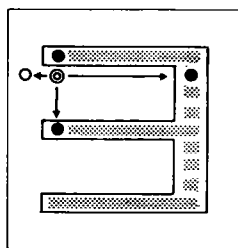
③ 領域の分離判定

分離の対象となる領域はコード B, C, D, E である。まず、コードの開方向（Bならば下方、Cならば右方、Dならば上方、Eならば左方）に、コードの数を集積させ、これを頻度分布 $H(i)$ と定義する。図-4の領域Eに関する分布は同図(4)に示す。なお、ここで i は走査ラインの座標値を表わす。次に、領域Eの平均高さ M を求める。領域Eの面積は37、幅は8であるから、

$$M = \frac{37}{8} = 4 \quad (\text{切捨て})$$



図 2 正規化前と正規化後のステップ



開方向コードとパターン対応表

コード	1	2	3	4	5	6	7	8	9
数値	1	2	3	4	5	6	7	8	9
パターン	○●○	○●○	○●○	○●○	○●○	○●○	○●○	○●○	○●○

コード	A	B	C	D	E	F
数値	10	11	12	13	14	15
パターン	○●○	○●○	○●○	○●○	○●○	○●○

図 3 開方向コードの定義とコード表

と求まる。続いて、 $H(i) - M < 0$ 、かつ $H(i-2) \geq M$ となる最後の走査ラインの座標値 i が分割点 dp である (図-4 (4))。この分離法は領域 C のような微細な凹凸の影響を除去するよう、配慮されている。

④ 領域特徴の抽出

上記③までの領域抽出によって分離された各領域について、面積 (画素数) の小さいもの、長さ比べ幅の狭いものが除かれる (図-4 (5))。次に残った領域の重心座標 (図-4 (5) の◎印) が抽出される。

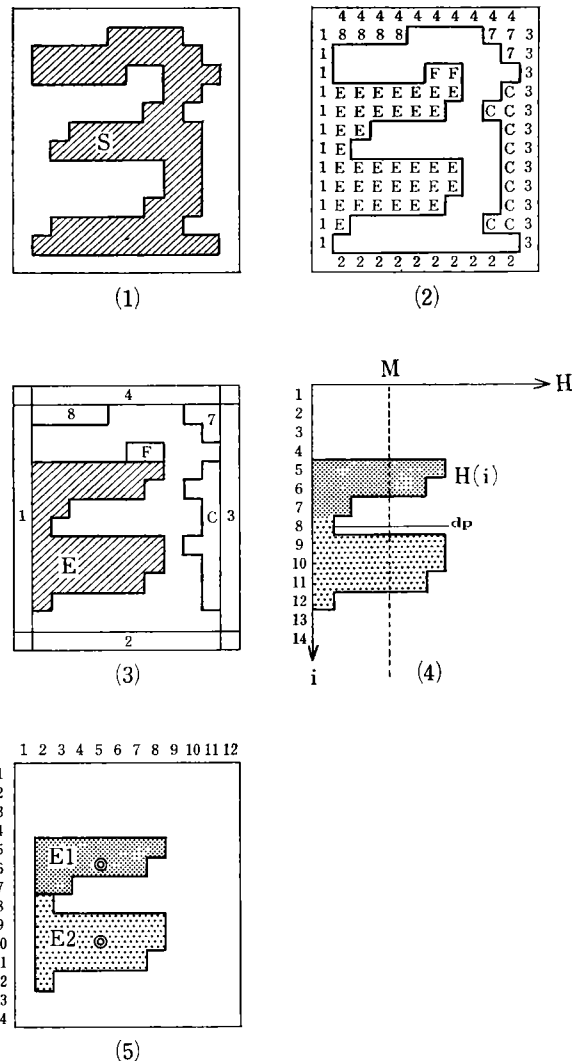


図 4 開方向コードの領域分割

①～④による開方向特徴を表-1 の形式で表わすと

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0

(6, 5), (10, 5)

のように表わせる。上段はコード 1～F に対応する領域の数、下段は存在する領域 (上の例ではコード “E”) の重心座標値である。

(3) ストローク特徴

ストローク特徴における文字認識は、人間の判断に近い方法として過去多数の試みがなされている。ストローク抽出のキーポイントは、手書文字の変動の吸収であり、かつ局所情報の保持である。山本等⁽⁵⁾は、境界をトレースしながら折線近似を行ない、これを更に弛緩させて統合化を行なう方法で、手書漢字の認識を試み、良い結果を得ている。他方、木村等⁽⁷⁾は、文字パターンを細線化した後、線を追跡しながら、あらかじめ用意されたストローク辞書と最も良く合致するものを、ストロークとして採用するという手法によって、精度良く認識している。

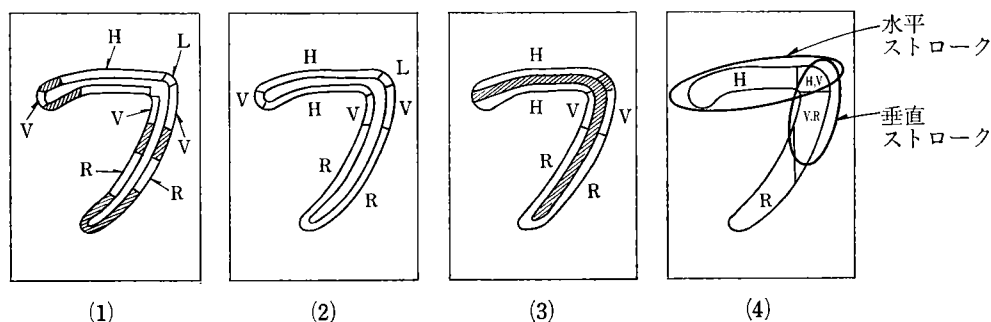


図5 ストローク（直線セグメント）抽出の考え方

前者は、処理量が膨大となるきらいがあり、また後者は細線化に伴うノイズの除去と、ストロークの選択に関する辞書をあらかじめ人為的に作らねばならぬ難しさがある。前記2つの方法の最大の利点は、直線セグメント、またはストロークが周囲の文字線の状態に応じて変化する結果、極めて自然なストロークが得られる点にある。筆者等は、このすぐれた点を生かし、かつ高速に処理できるストローク（直線セグメント）抽出法を以下の方法で実現した。まず、その原理を示し、その後、抽出アルゴリズムを詳述する。

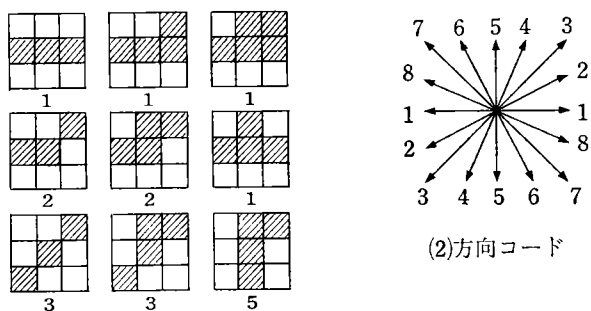
図-5は、ストローク（厳密には直線セグメント）抽出における考え方を示している。すなわち、(1)、まず文字の境界線に沿って、水平方向（H）、垂直方向（V）、右上斜め方向（R）、左上斜め方向（L）、およびそれらの中間のあいまいな部分（斜線部）に分ける（次に説明する8方向コード付に相当）。(2)、次にあいまいな部分は、その周囲の有力な方向コードに置換する（統合）。(3)微小な部分および、内部の黒画素を、未定部分と見なす。(4)、未定部分を(2)と同様に周辺から決定してゆき、更に各方向コードの方向にストロークを伸ばす（伸長）。図-5(4)はこのようにして決定した3つのストロークであり、水平、垂直、右上斜めの各1本のストロークが示されている。以下、詳細にその内容を示す。

① 8方向コード付け

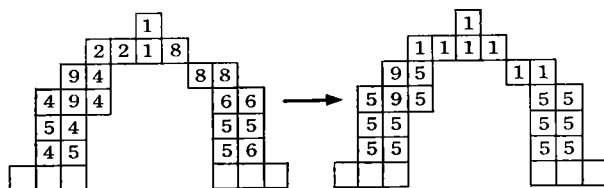
注目画素に対して図6(1)のように、その周囲の3×3領域のパターンに従って、決まった方向コードを与える。この方向コードは図-6(2)に与えられる8方向の方向コードである。図-6(1)は、本来256通りのパターンをもつが、ここにはそのうちの9個を示してある。図-6(3)の左側の図は、図-6(1)の3×3マスクを注目画素に作用させて得られたコードの例を示す。なお、ここで、コード9は、方位の決まらない未定画素を表わしている。

② 4方向への統合

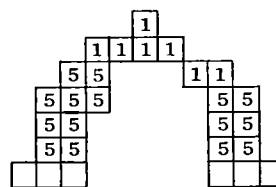
方向コードが偶数のとき、奇数コードに変換する。すなわち、注目画素が2nのとき、その隣接画素中のコード“2n+1”と“2n-1”の数をカウントし、多い方のコードに変換する。もし決定不能なら、コード9を与える。



(1)3×3パターンと方向コード



(3)偶数コードの統合の例



(4)コード9の統合の例

図6 ストロークの抽出手順

この処理を5回程度くり返した後は、注目画素“9”について同様の処理を行なう。このときは、周囲の最頻コードに統合する。図-6(3)(4)に各ステップ毎の処理例が示されている。なお、必要に応じて、孤立点除去を行なう。

③ 方向別伸長

4方向のコード別に、そのコードの方向へ、黒画素の続く限り伸長させる。図-7はその例である。この処理は、直線上に並ぶ短いストロークをまとめるものであり、情報の圧縮に効果的である。

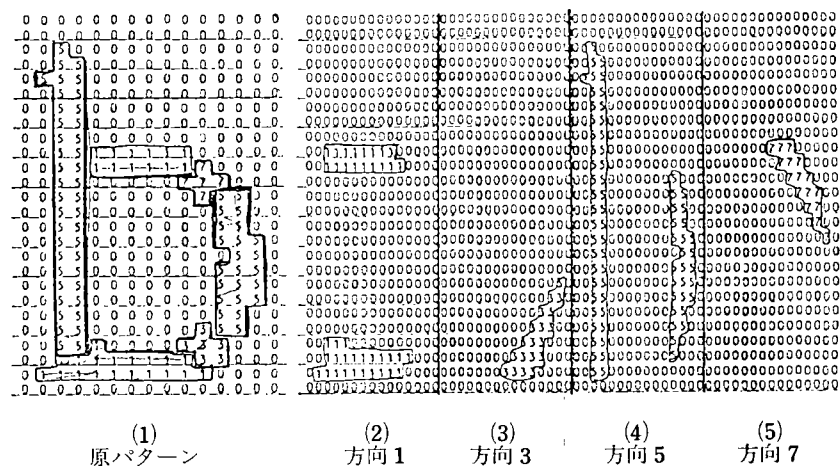
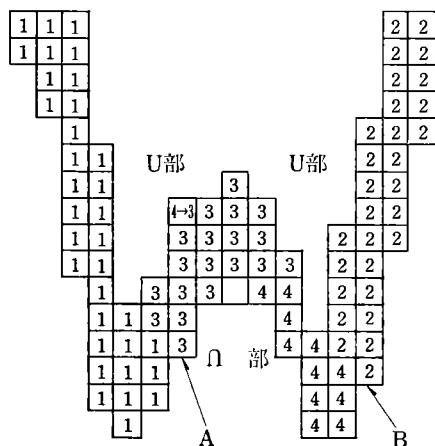


図 7 伸 長 処 理 の 例



U部のときは、その左側の黒のランレングスが一定値(例えば4)以下になるように、境界を設定する。

図 8 ストロークの分離例 (図中の番号は分離されたストロークの識別番号である)

④ ストロークの分離

上記①～③の処理によって、大部分のストロークは直線セグメントに分離されるが、図-8のように同一方向コードのストロークが束になって、連結することがある。このような連結したストロークは、直線成分に分割する。このため、背景が下に凸(U部)と上に凸(∩部)を検出した時点で図-8のように分離する。なお、図-8中の画素の番号は、ストロークの識別番号である。分離されたストロークは、その中心座標値、長さL、幅Wによって表現する。図-9は各ストロークの方向コード別の長さL、幅Wの定義を示したもので、(1)はコード1について、(2)はコード3について図示されている。方向コード5、7は図-9(1)、(2)をそれぞれ90°回転したものに相当する。

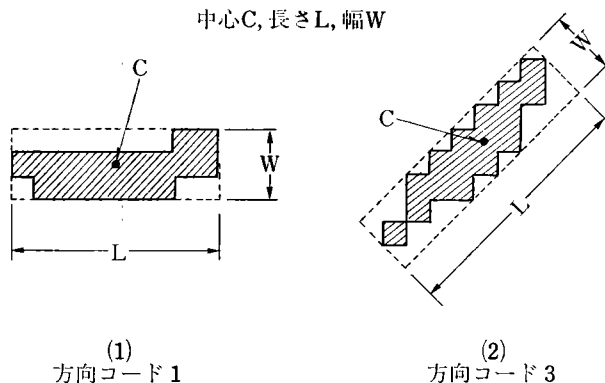


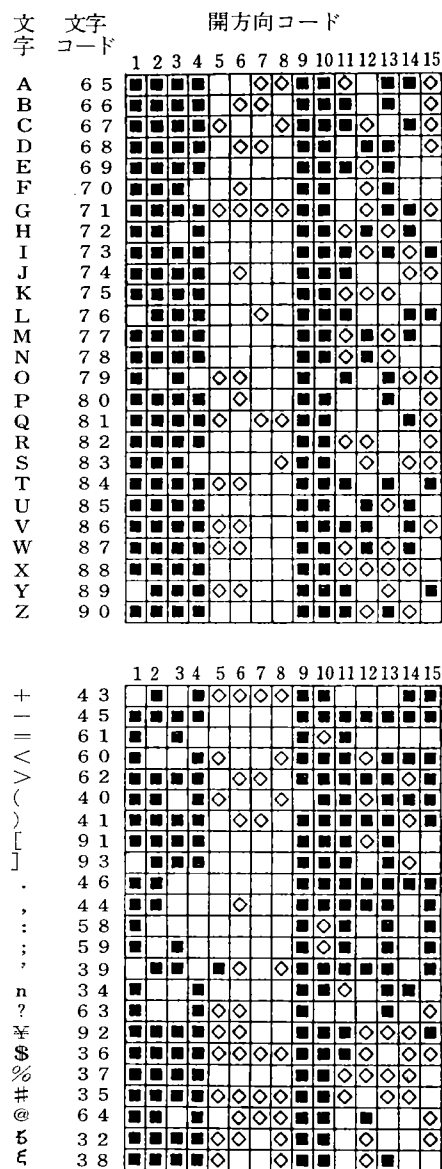
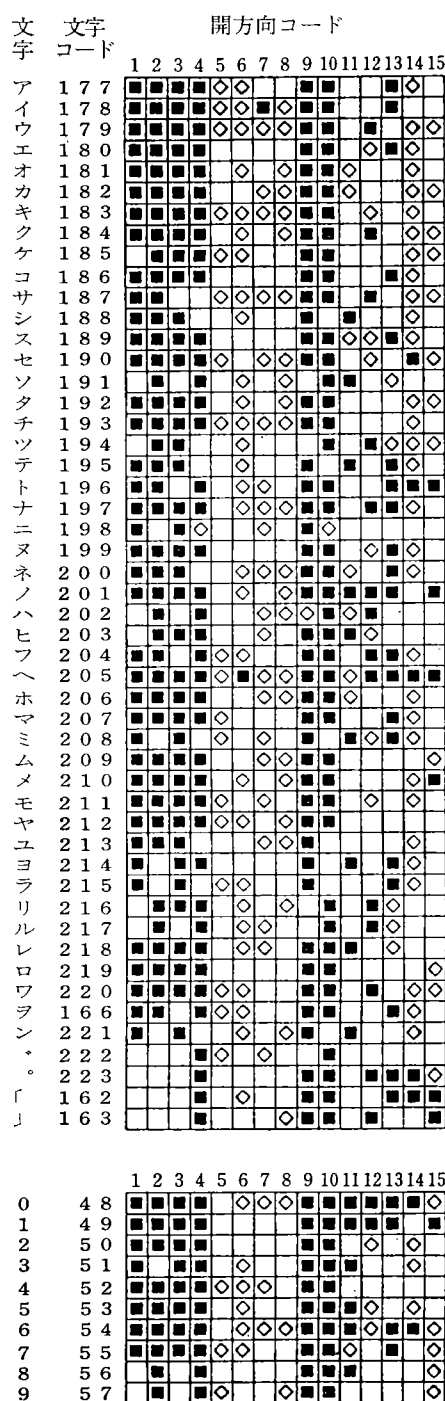
図 9 ストロークの特徴パラメータの定義

2-2 抽出されたパラメータの評価

(1) 開方向コードの評価

文字パターンから抽出された特徴パラメータの良否の判定法の1つに、同一カテゴリー内の出現率がある。すなわち、常に同一カテゴリー内に出現するパラメータ、あるいは常に存在しないパラメータは、そのカテゴリーを特徴づけるパラメータと見なせる。図-10に、手書文字109パターンに対する開方向コード別の出現率を示してある。この図から、高い出現率を示すコードと、出現しないコードの組み合わせは、有効な分類能力を示すことが期待される。手書文字の変動を考慮に入れ、以下の方法で分類用辞書を作った。

まず、30個程度の同一カテゴリーパターンの開方向コードの分布を求め、その中の存在しないパラメータ \bar{p}_i を否定特徴、大部分存在するパラメータ d_j を肯定特徴として辞書を作る。図-10の例では、カテゴリー「ア」に対する否定特徴 \bar{p}_i は 1, 2, 3, 4, 9, 10, 13 であり、肯定特徴 d_j は 5, 6, 14 である。このとき「ア」の辞書は {1, 2, 3, 4, 9, 10, 13; 5, 6,



■ ... 出現率 0%
 □ ... " 1~94%
 ◇ ... " 95%以上

手書き文字開方向コード出現率一覧

図 10 手書き文字開方向コード出現率一覧

14) である。(正確には、各コード数とともに、その重心座標も持つが簡単のため省略する)。すべてのカテゴリーについて、辞書を作ったあと、先に学習した30個程度のパターンの分類実験を行ない、もし誤分類が発生すれば、新たにそのカテゴリーに対する辞書を追加する。このとき、パラメータの数は、更に1個追加される。ここで分類に使用される類似度は、最大パラメータ数に有

するものを優先し、これを第1候補とする(従って、1個以上の第1候補があり得る)。表-2は、第2候補以内に正しく分類されるまで辞書を追加した時の収束回数を示しており、手書カナは、5回(=150パターン)の学習によって、初めて正しく分類できるようになった事を示している。

この分類辞書による未知パターンの分類結果は表-3

表 2 学習文字認識の経過と 100% 時の辞書数

文 字 種	1 回	2 回	3 回	4 回	5 回	辞書数
手書きカナ	97.3%	99.2	99.8	99.9	100	626
手書きANS	98.3	99.7	99.9	100	.....	642
OCR K	99.9	100	.....	.....	.....	186
OCR B	99.3	100	.....	.....	.....	221

表 3 未知文字 50 サンプル/カテゴリーを対象に
開方向による分類シミュレーション

文 字 種	分 類 率
手 書 き カ ナ	99.2%
手 書 き A N S	99.8
O C R - K	99.99 以上
O C R - B	99.99 以上

の通りで、手書 ANSK で 99% 以上、活字で 99.99% 以上であり、このときの 1 つの分類に属する平均カテゴリー数は、総カテゴリー数の $\frac{1}{6}$ であった。この分類率は、文字認識の上限を与えるものであるが、表-3 の結果は、手書文字に対して、充分実用的な値である。

(2) ストロークの評価

ストロークは前記の方法によって抽出されるが、このパラメータは文字をかなり忠実に表現している。これを見るため、抽出されたストロークパラメータのみからパターンを復元したのが図-11 である。

ストローク特徴の良否を判定するため、ストローク特徴（中心座標、長さ）のみによる認識実験を試みた。なお、ストローク特徴の類似度演算は、図-12 に図解されているように、未知パターンの有するストロークの部分集合であるような辞書をすべて候補として取出し、その

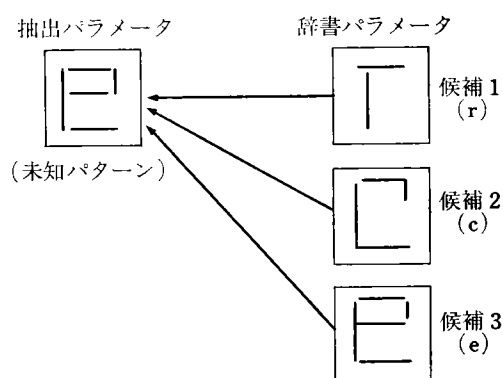


図 12 ストロークのマッチング

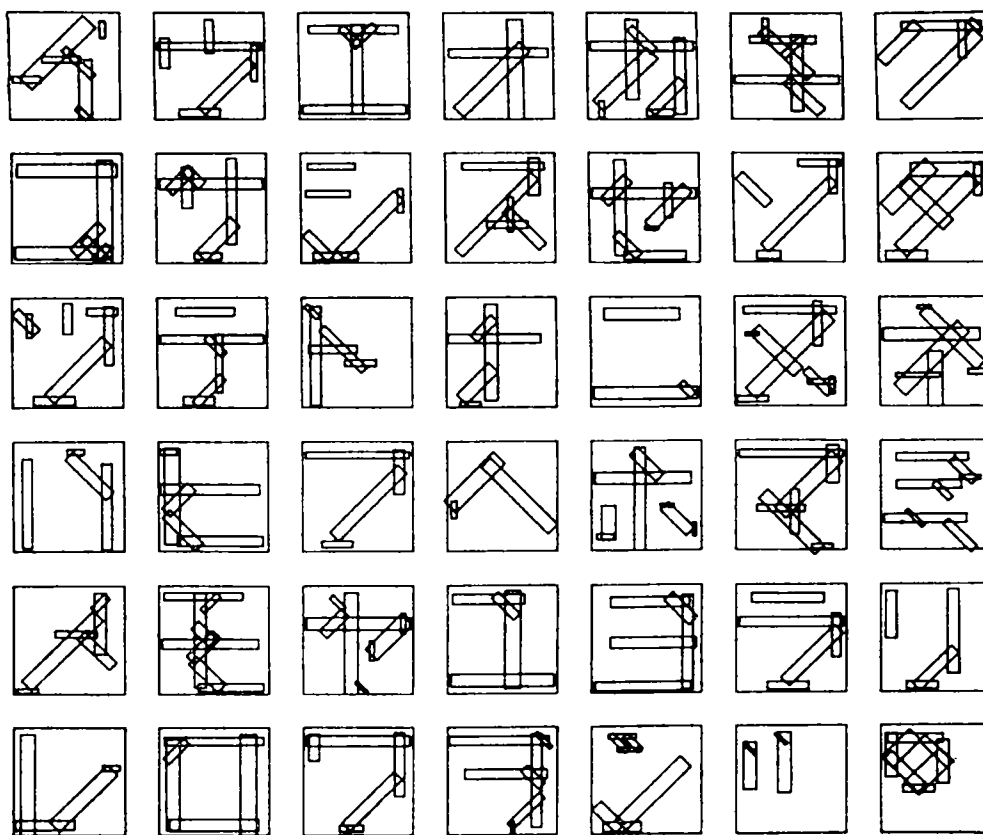


図 11 ストロークデータから合成した文字パターン

中で、最大のストローク数を持つものを最終の候補とする。更に最終の候補の中で、未知パターンに最も良ヘマッティングするものを、第1候補として出力する。

表-4はストロークのみによる未知手書きカナ（電総研データベース ETL-6）の認識結果であり、ストロークのみでも、良い認識率を示すことがわかる。このストロークのみによる認識法においては、誤認率が大きいという問題点が残る。

表 4 ストロークのみによる認識結果

パターン	認識率	リジェクト率	誤認率
手書きカナ	96.4%	0.9	2.7

学習文字 200 サンプル/カテゴリー

未知文字 50 サンプル/カテゴリー

3 認識結果と考察

前章で述べたことから、分類として安定な開方向特徴と、文字線の特徴であるストロークの両方を用いた認識実験を行なった。実験条件は、以下の通りである。

対象データベース：電総研データベース ETL-6

学習パターン：200 サンプル/カテゴリー

未知パターン：50 サンプル/カテゴリー

その結果、表-5の結果が得られたが、これを要約すると次のようになる。

手書・活字文字とも認識率は、実用的には十分高く（文献(2)で97%）、辞書容量110 K Byte（109文字）は、他方式に比べ十分少ない。例えば、位相構造化法⁽⁶⁾では、辞書マッチング部に、24 K Byte/10文字のRAMを使っており、109文字に単純拡張すると260 K Byteになると推定される。

また、開方向特徴とストローク特徴の両方を併用することによって、ストロークのみに比べ認識率は更に向上

表 5 文字パターン認識結果

パターン	認識率	リジェクト率	誤認率	学習サンプル
手書きカナ	98.0%	1.3	0.7	200
手書きANS	98.3	1.0	0.7	150
OCR-K	99.97	0.00	0.03	150

辞書容量 110 K Byte（開方向辞書+ストローク辞書，手書き ANSK 109文字）

するとともに、誤認識も減少することも確認できた。

今後は、辞書の整備による更に高い認識率を心がけてゆくつもりである。

最後に、今回の研究に当たり、特徴パラメータの評価に適切な助言を与えて下さいました、名古屋大学工学部の福村先生、吉村先生に深く感謝致します。

参考文献

- 1) H. A. Glucksman: "Classification of Mixed-font Alphabets by Characteristic Loci" 1967 Digest of 1-st Ann. IEEE Computer Conf.; 138 (1967-9)
- 2) 小森，他：“特徴集積による手書き片仮名文字の認識” 信学論(D)；63-D-11, 962 (1980)
- 3) K. Yamamoto, S. Mori: "Recognition of Handprinted Characters by an Outermost Point Method" Pattern Recognition; 12, 4, 229 (1980)
- 4) 山本，他：“手書き数字認識論理の設計” 信学論(C)；53-C-10, 691 (1970)
- 5) 山本，A. Rosenfeld: "Relaxation 法による手書教育漢字認識” 信学技報；PRL 81-31, 83 (1981)
- 6) 馬場口，正満，真田：“手塚：方向セグメントの矩形表現による手書き漢字の大分類” 信学技報；PRL 81-80 (1982)
- 7) 木村，他：“細線化パターンに対する非決定的ストローク抽出法” 信学論(D)；61-D-496 (1978)
- 8) 山田，他：“位相構造化法による手書き数字認識” 研究実用化報告；27, 105 (1978)
- 9) 安田，藤沢：“文字認識のための相関法の一改良” 信学論(D)；62-D 217 (1979)

事務文書向け文節指定仮名漢字変換方式

Kana-to-Kanji Translation Method by Bunsetsu for Business Letter

林 大川* 舟部敏行* 山内佐敏*
Taisen Hayashi Toshiyuki Funabe Satoshi Yamauchi

要 旨

表音文字である仮名文字の入力文から、表意文字である漢字を混じえた文に変換するには、ある程度文法的な処理を必要とする。操作性の検討から文節単位で入力する方式をとったが、オペレータの文節指定のゆれに、ある程度対応できるよう拡張文節を定義した。

日本文は大きく分けて一方的に意志を伝える“である”調の言葉と、相手の意向を伺う丁寧語、謙譲語を含む“です、ます”調の言葉があるが、後者の代表例として事務手紙文の特性を調べ、効率の良い仮名漢字変換アルゴリズムを設計し実験を行った。

その結果、新聞での出現頻度順のみを用いた正変換率は84%、ユーザー使用順位の学習を行った場合の平均は95%（ピークでは100%）であった。

ABSTRACT

In order to translate sentences written in kana into ones mixed with kanji, grammatical treatment is necessary to some extent. We selected an input method segmenting the sentences by bunsetsu, and defined extended bunsetsu to avoid operator's ambiguity in bunsetsu boundaries.

There are two types of expressions in Japanese sentences : one is of 'dearu' style and the other is of 'desu', 'masu' style. We investigated characteristics of business letters typical examples for the latter, and developed a high performance kana-to-kanji translation algorithm.

As the results, the translation ratio is 84% for test sentences using word frequency in newspapers and 95% in average (100% at peak) by operator's order.

1 は じ め に

日本文を機械に入力する方法は種々の試みがなされ実用化されてきている。その中で仮名で入力したものを電算機側で漢字仮名混り文に変換するいわゆる仮名漢字変換入力法は、栗原¹⁾らが始めた研究を各研究者がとりあげ、相沢²⁾らや松下³⁾らにより汎用計算機上でのシステムとしてほぼ完成し、森⁴⁾らにより文書作成専用機として製品化へ発展させた。その後さらに多くの研究がなされ

現在に至っている。

文書作成機用の仮名漢字変換入力法では、プリエディットとポストエディットとの関係で種々の方式が提案されている。大きく分けて、①一文字漢字単位で読みを入力し変換するもの、②漢字熟語を中心に単語単位で変換するもの、③文節単位で読みを入力し、必要部分を漢字に変換するもの、④文字種を指定しながら、句ないし文単位で入力し、漢字指定部を変換するもの、⑤文字種指定なしで、句ないし文単位の入力文の必要部分を漢字に変換するもの、の5タイプがある。一般的に前者ほどプリエディット、すなわち仮名文字以外の補助情報入力を多く必要とする。しかし、前者二方式は文字ないし単語

* 技術本部 情報システム研究部
Informations & Systems Research & Development
Department, Technology Division

の辞書の検索処理に、同音異字ないしは同音異義語の判別処理を付加するのみで処理内容が非常に単純なのに対し、後者三方式は、何らかの方法で単語を切り出す処理を必要とし、一般的には形態素解析による単語抽出処理を付加している。そのため、単語抽出処理の誤り訂正をする必要が生じ、より後者の方ほどポストエディットは複雑になる。以上のことから筆者らは、事務文書向きとして文節単位での変換方式を選び、よりポストエディットが少なくなるよう検討した。

一方変換対象となる現代日本語は、論文、報告書等で用いる“である”調と手紙文で用いる“です、ます”調では付属語の用い方で大きく異なる。

筆者らは事務文に用いられる語、特に丁寧語、謙譲語が多く使用される事務手紙文中の語の使われ方を調査し、効率向上を検討した。

本稿では、事務手紙文の特性と、それに合致させた文節単位の仮名漢字変換実験結果について述べる。

2 対象文の特性

事務用語の中でも事務手紙文は丁寧語、謙譲語を多く含み、他の文体と大きく異なると予想されるので、文節の構成内容について実文 228 例⁵⁾を調査した。

調査に際しては報告調文体の代表として技術論文⁶⁾の要旨とまえばき部分 45 例をも対比のため調査した。

2-1 付属語の出現確率特性

事務手紙文中の付属語の出現確率分布特性を図 1 に示す。

この出現確率分布特性は指数分布

$$p(x) = ae^{-bx} : a, b \text{ は定数} \quad (1)$$

の形で近似できる。

技術論文での出現確率分布特性もほぼ同形であるが、各順位に対応する個々の語は異なる。

回帰した結果の各パラメータと、実データと回帰式との相関係数 r は次のようになっている。

	事務文	技術論文
a :	4.3×10^{-2}	8.7×10^{-2}
b :	7.1×10^{-2}	1.0×10^{-2}
r :	0.98	0.98

図 2 に両者の順位相関図を示す。その相関係数 R は $R=0.82$

となる。

特徴的な付属語としては、事務手紙文で上位となった

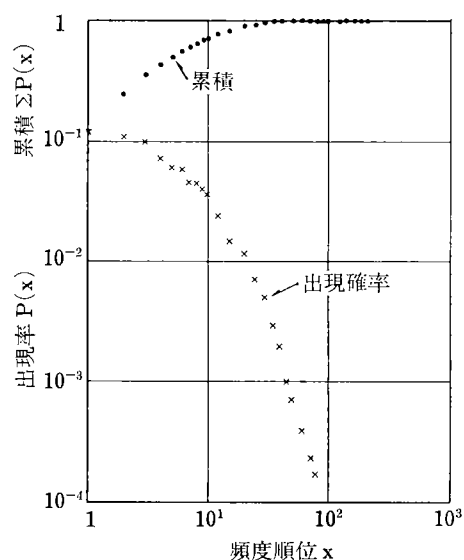


図 1 頻度順付属語出現確率（事務手紙文）

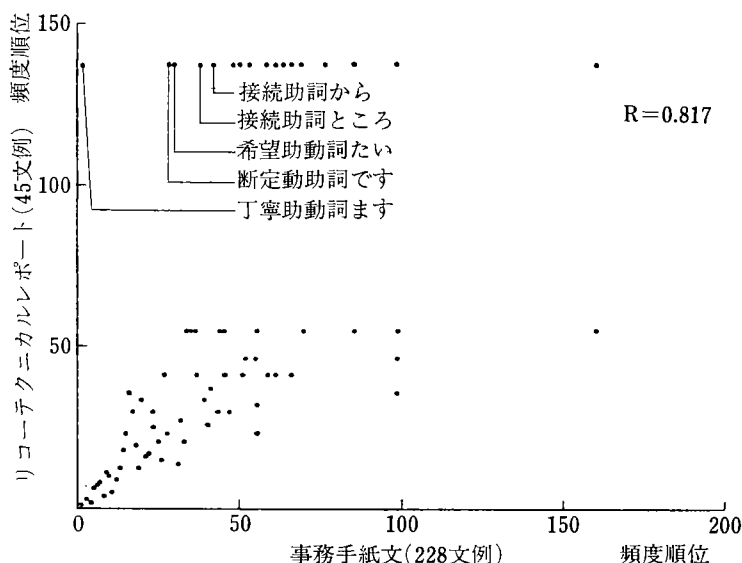


図 2 付属語の事務手紙文と技術文間の相関図

丁寧助動詞“ます”，断定助動詞“です”，希望助動詞“たい”等は，技術論文中には一度も使われていないが，その逆に，技術文で上位となった付属語で事務文で使われていない語はない。

2-2 付属語の接続確率特性

図3に事務手紙文中の付属語の接続確率分布特性と累積分布特性を示す。

この接続確率分布特性も付属語の出願確率分布と同様，指数分布式(1)で近似できる。

回帰した結果の各パラメータと，実データと回帰式との相関係数 r を技術論文のそれと対比して示す。

	事務文	技術論文
a	2.1×10^{-3}	7.7×10^{-3}
b	4.8×10^{-3}	1.1×10^{-2}
r	0.92	0.92

このように付属語と同様，両者は非常に近い分布となっているが，各順位に対応する個々の語は極端に異なる。ちなみに，その順位相関係数は $R=0.32$ となり無相関であることがわかる。

特徴的な接続の相違としては事務文例で上位となった一段動詞連用形+丁寧助動詞“ます”，丁寧助動詞連用形“まし”+過去助動詞“た”あるいは接続助詞“て”等のつながりが技術論文中には一度も出現せず，技術論文で上位の，た行五段活用動詞連用形促音便“つ”+過去助動詞“た”，サ変動詞語尾未然形“さ”+使役助動詞“せる”等のつながりは事務手紙文中には一度も出現していない。

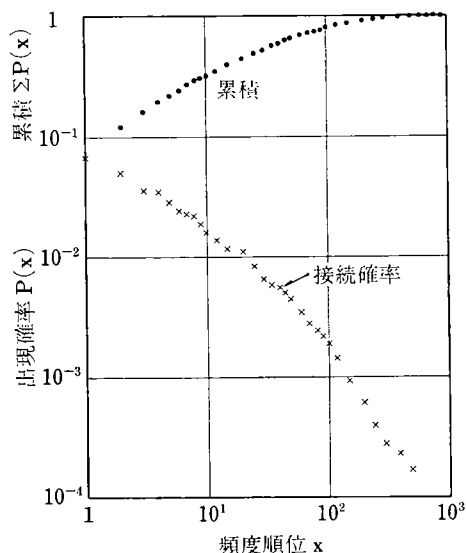


図3 頻度順付属語接続確率(事務手紙文)

2-3 接辞および文節の特性

付属語以外の特徴としては，接頭辞において「お」，「ご」の使用頻度が他の接頭辞に比較して1桁ほど高い

こと，自立語においては副詞の「ますます」，動詞の連用形転成名詞の「喜び」，連語動詞の「申し上げる」等の儀礼的な語が特に多い。

また文節単位でみると，①通常の漢字を含む文節 69.3%，②数詞(算用数字表記)を含む文節 2.8%，③固有名詞を含む文節 1.4%，④その他(平仮名表記のみ，記号類を含む)文節 26.5%となっており $\frac{2}{3}$ 以上の文節が漢字表記を必要とする。

3 文節の定義拡張

一般のオペレータに一意の文節⁷⁾の定義を強要するのは，かなり負担と思われる。そこで，ある程度の文節のゆれに対応できるように，次のように拡張した文節の定義を行った。

(1) 通常文節

一般自立語を含む文節で，以下の形態を持つ。

[<接頭辞>] [<自立語>] <自立語> [<接尾辞>]²⁾ [{<付属語>}]¹⁰⁾

例	空，飛ぶ，速い	…	自立語
	空は	…	自立語+付属語
	空には	…	自立語+付属語+付属語
	飛行機	…	自立語+接尾辞
	軽飛行機	…	接頭辞+自立語+接尾辞
	速い乗物	…	自立語+自立語
	速く飛ぶ	…	自立語+自立語
	超高速飛行機	…	接頭辞+自立語+自立語+接尾辞

(2) 固有名詞文節

固有名詞(人名，地名など)を上記(1)の自立語として含む。

例	鈴木，大阪	…	自立語
	鈴木氏，大阪府	…	自立語+接尾辞
	大東京祭	…	接頭辞+自立語+接尾辞

(3) 数詞文節

文字列中の数字部を自立語(数詞)とみなす。

[<接頭辞>] <数字列部> [<接尾辞>]²⁾ [{<付属語>}]¹⁰⁾

例	1，15，1000	…	自立語
	100円，60秒	…	自立語+接尾辞
	5回目	…	自立語+接尾辞+接尾辞
	第3回	…	接頭辞+自立語+接尾辞

(4) その他の文節

英字，片仮名，記号を含む文節。これらの文字列が連続した部分を自立語(名詞類)とみなす。

[<接頭辞>] <英数・片仮名・記号列> [{<接尾辞>}]

注記 ここで< >は単語を表わし，内部に種類を示す。{ }ⁿは括弧内の語の組み合わせをn個まで許容することを示す。
[]は括弧内の語が，その文節中になくても良いことを示す。

辞>}²⁾ [{<付属語>}¹⁰⁾

例 ABC, アイウ, ± … 自立語
ABCは, ±と … 自立語+付属語

4 変換方式

仮名漢字変換は入力された仮名文字列を漢字仮名文字列に書き換える。その処理過程は文節より単語を抽出し、同音語の選択を行う。図4はこの流れを示す。以下で事務文書の変換で特徴的な点を述べる。

4-1 入力文字列前処理

変換要求を入けた入力文字列から、変換対象となる文字列の取り出しを行う。

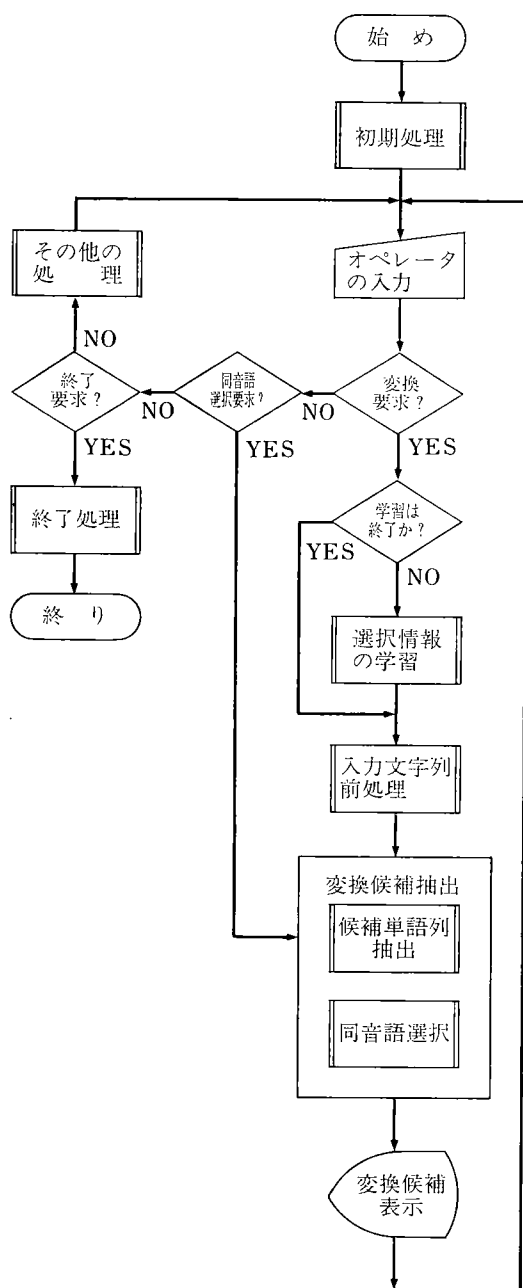


図4 仮名漢字変換処理の流れ

変換対象となるのは、入力文字列中の平仮名部分である。文字列中の片仮名、英字、記号の並びは名詞とみなす。数字の並びは数詞とみなす。これらの並びの前後に平仮名部分があれば、接頭辞、接尾辞、付属語の抽出を行うように情報をセットする。平仮名部分がない場合は無変換とする。

その他、オペレータの細かな要求に対応できるように数種の指定(後述)を用意した。無変換指定を受けると、入力文字列をそのまま変換出力する。また、固有名詞変換指定を受けると、入力文字列中の自立語部分を固有名詞に限定するように情報をセットする。他の指定についても、同様である。

4-2 変換候補抽出処理

文字列照合、接続照合、候補の取り出しの基本操作を組み合わせ、変換対象文字列から変換候補を作成・表示する。

文字列照合は変換対象文字列と単語辞書の見出し文字列との一致/不一致の比較を行う。比較する単語の取り出し順序は、処理の簡便さから、見出しの長い語を先に照合対象とする最長一致法²⁾を基本に採用した。

変換対象文字列が、複数の単語から構成されているとみなす際は、各単語の組み合わせが文法上可能か、接続照合を行う。単語の組み合わせは、自立語を核とし、簡単な構成から、より複雑な構成へ、付属語、接尾辞、接頭辞を付加する方法を採った。表1に組み合わせ順序の概略を示す。

文字列照合と接続照合が成功した単語列を、変換候補として取り出し、各単語の対応表記を連結したものを変換出力とする。

効率を考慮すると、ある特定の文字列を含む文節を解析するとき、変換候補抽出の順序を変更した方がよい。事務分野について、次のような特別扱いの処理を行う。

(1) 接頭辞の優先処理

事務分野では、丁寧表現の接頭辞(「お」、「ご」など)が頻繁に現われる。候補抽出時の時間短縮と他の単語構成による同音異義語の発生を抑えるため、これらの特定接頭辞が入力文字列の先頭に現われたら、接

表1 単語の組み合わせ順序概略

①	自立語
②	" + 付属語
③	" + 接尾辞
④	" + 接尾辞+付属語
⑤	接頭辞+自立語
⑥	" + " + 付属語
⑦	" + " + 接尾辞
⑧	" + " + " + 付属語
⑨	第1自立語+第2自立語
⑩	" + " + 付属語
	⋮

頭辞を含む単語の組み合わせを優先する。但し、この優先をすると具合の悪い文字列は、別に登録し、処理を禁止している。(例、「大きい」など)

(2) 見出しの短い単語の優先処理

前述の最長一致法による単語の取り出し順では、良く使われる見出しの短い語があっても、より見出しの長い語があると、それを優先させる。そこで、使用頻度が高く優先すべき単語を決め、辞書に優先情報を付加し、単語の取り出し順序を部分的に変更する。

(例、事務分野では入力「かえる」に対し、「変える」、「帰る」などを「蛙」に優先)

4-3 選択情報の学習

変換候補抽出処理では文法上の形態的な接続照合を行っているので、接続が不可能な同音異義語を排除でき、単純に単語を並べる方法に比べ同音異義語を減少できる。更に構文解析、意味解析を行うことで、同音異義語を減少させることができるが、完全に排除できるまでには至らない。そこで、同音異表記のことも併せて考慮すると、より複雑な同音語判別処理を付加するより、このレベルでオペレータに選択させる方が効率的である。最初の変換候補が採用されず、次候補以降の表記が選ばれた場合、次の2つの学習を行い、それ以降の入力で希望する候補を出易くしている。

(1) 使用順位の学習

同じ見出しで表記の異なる同音異義語を選択するために、同じ見出し内で単語の取り出し順序を決める順位情報を付属語を除く各単語毎に付加し、オペレータが他の候補を選んだ場合、選んだ候補の順位を上げる。

(2) 文節登録表への登録

見出し長さが異なる単語と単語の組み合わせが異なる変換候補を学習する手段として、入力文字列と選択が確定した変換文字列を1対1で記憶する文節登録表を補助辞書として用意した。単語辞書との照合の前に、補助辞書の見出しと入力文字列との照合を行い、もし一致するものがあれば、その見出しの変換文字列を優先して変換候補とする。

これらの学習は分野毎に個別に機能させる。

5 変換に使用する辞書

単語の辞書は次の3種で構成している。

(1) 自立語

変換候補抽出の際、この語を起点とし抽出を実行する。自立語は表2の5種に分類し、一部の例外を除き用言の辞書見出しは、その語の語幹のみを収納した。

(2) 付属語

自立語に付随して使われる語で、単独では文節を形成しない。自立語に後続し、それ自体は対応する漢字表記を必要としない語を付属語として扱い、付属語表

表 2 自立語の分類

① 一般自立語	… 通常の文章の体言、用言
例. 名詞	… 秋、読書、栗
動詞	… 読む、食べる
形容詞	… 寂しい、楽しい
形容動詞	… 静かだ、堂々
副詞	… 大変、突然
② 固有名詞	… 人名、地名、企業名など
例. 人名	… 鈴木、田中、山田
地名	… 日本、東京、大阪
③ 専門語	… 分野特有の用語
例. 事務会計	… 現先、小払
情報処理	… 感熱、検孔
④ ユーザー語	… ユーザーが定義・登録した用語
例. 省略名	… 技本、販本
⑤ その他	… 自立語とみなす文字列
例. 数字	… 3、100
英字	… ABC、IEEE
片仮名	… スポーツ、ニュース

に収納した。また自立語の用言活用語尾などは、自立語の一部であるが、便宜上、付属語表に含めた。付属語表には前述の調査による事務分野の特殊用語を多く含む。

表 3 付属語表中の語

(分類)	(例)
① 用言活用語尾	… 書く、読む、見る、静かだ
② 用言性接尾辞	… ご理解いただく、ほめあう
③ 補助動詞	… いらっしゃる、にあずかる
④ 派生語尾	… 美しさ、寂しげ
⑤ 助詞	… 私の、彼に、遠くへ、本や
⑥ 助動詞	… 走ります、行かない、高そうだ
⑦ 形式名詞	… ご来店の <u>おり</u> 、お急ぎの <u>ところ</u>

(3) 接 辞

自立語に先行又は後続して使われる接辞は単独では文節を形成しない。接辞はそれぞれ結合する自立語の種類で分類し、組み合わせによる同音異義語の発生を極力抑えるようにした。接尾辞と付属語との違いは、文節形成上の並びの他に、便宜上、対応する漢字表記のあるものを接尾辞とした。

単語辞書への参照は、自立語を除き、各語の分類に応じた索引を使用した。

接続照合のために、表5の接続表を使う。これらの表への参照は、各単語に付加してある品詞情報、あるいは接続参照情報、及び索引によって行う。

また、自立語(特に用言活用語尾)及び付属語は、その語で文節の文字列が終る場合と、そうでない場合があるので、特に終了可否の情報を持つ。表記の短い語同志

表 4 接辞辞書中の語

(分 類)	(例)
① 一般接頭辞	… 不平等, 仮契約
② 前置助数詞	… 第三, 満二十
③ 固有名詞接頭辞	… 奥日光, 環太平洋
④ 一般接尾辞	… 専門家, 近代的
⑤ 後置助数詞	… 二十位, 十五回
⑥ 固有名詞接尾辞	… 千代田区, 鈴木氏

の結合は、不要な同音異表記の合成を招くため禁止しているが、一部の語同志の接続の場合、接続補正表でそれを許している。

以上の辞書類は文献^{2), 7) ~ 12)}を基に作成した。

表 5 接続表の分類

① 接続行列表	… 自立語・付属語間
	… 付属語・付属語間
② 接続表	… 接頭辞・自立語間
	… 自立語・接尾辞間
	… 接尾辞・接尾辞間
	… 自立語・自立語間
③ 接続補正表	… 接頭辞・自立語間
	… 自立語・接尾辞間
	… 自立語・自立語間

6 接続行列表の頻度順構成の検討

接続行列表の検索において、接続の成功確率が高いものを優先的に検索するほうが、検索時間を短縮させられる。そこで、最も適切な配列を決定する基準として、後続する付属語の並びを表わす列番号を、ランダムに配列した場合と使用される頻度の高い順に配列した場合とを比較し、どの程度検索時間が短縮されるかを検討した。

6-1 接続行列表検索モデル

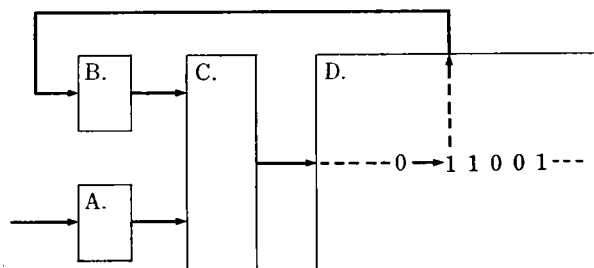
図5に検索モデルを示す。以下に検索モデルの動作を説明する。

まず、自立語が決定された段階で、その品詞をキーとして、Aを検索しCへ行く。Cにおいて、Dの行番号が決定されDへ行く。ただし、自立語が動詞の場合、活用形を決定してから、Dへ行く。Dの検索において、「1」の立っている列番号のところで、それをキーとして、Bを検索しCに行く。Cにおいて付属語を検索する。まだ付属語候補の文字列が残っている場合はDへ行き、それ以外は、検索を終了する。

6-2 検索時間の算出

検索モデルにおいて、一文節に対する平均検索時間を求める。平均検索時間 \tilde{T} は、次のように定義できる。

$$\tilde{T} = \tilde{T}_1 + \tilde{T}_2 + \tilde{T}_3 + \tilde{T}_4 \quad (2)$$



A : 自立語後続索引
B : 付属語索引
C : 付属語表
D : 接続行列表

図 5 統接行列表検索モデル

\tilde{T}_1 : 接続行列表 (D) 内の平均検索時間

\tilde{T}_2 : D → B → C → D の平均検索時間

\tilde{T}_3 : A → C → D の平均検索時間

\tilde{T}_4 : 自立語の切り出しに失敗した時の平均検索時間

\tilde{T}_1 は

$$\tilde{T}_1 = \tilde{n} E(x) t_1 \quad (3)$$

\tilde{n} : D の最初の列番号から検索する平均回数

$E(x)$: 接続が成功する列番号の期待値

t_1 : x 列からスタートして、x + 1 列を検索する時間

である。

\tilde{T}_2 は

$$\tilde{T}_2 = \tilde{n} (3 \tilde{f} t_2 + \tilde{h} t_3) \quad (4)$$

\tilde{f} : 接続が成功する列 (その列も含む) までの 1 の平均個数

\tilde{h} : C 内部で実際に検索する平均付属語候補数

t_2 : 表間、索引・表間の移動の検索時間

t_3 : 付属語候補 1 個の検索時間

である。

\tilde{T}_3 は

$$\tilde{T}_3 = 2 t_2 + \tilde{h} t_3 \quad (5)$$

である。

\tilde{T}_4 は

$$\tilde{T}_4 = (\tilde{T}_1 + \tilde{T}_2 + \tilde{T}_3) \tilde{m} \quad (6)$$

\tilde{m} : 自立語の切り出しに失敗した平均回数

よって式(2)は、

$$\tilde{T} = (1 + \tilde{m}) \{ \tilde{n} (E(x) t_1 + 3 \tilde{f} t_2 + \tilde{h} t_3) + 2 t_2 + \tilde{h} t_3 \} \quad (7)$$

となる。ここで $t_1 = t$, $t_2 = at$, $t_3 = bt$ とすると (a, b は定数)

$$\tilde{T} = (1 + \tilde{m}) \{ \tilde{n} (E(x) + 3 a \tilde{f} + b \tilde{h}) + 2 a + b \tilde{h} \} t \quad (8)$$

となる。

6-3 接続行列表の構成

前述の検索時間のうちで接続行列表のみが配置順によって、大きく変動をうける。

1) ランダム構成

接続行列表をランダムに配列した時の接続成功列番号の期待値 ($E_r(x)$)、標準偏差 ($D_r(x)$) を求める。

期待値 ($E(x)$) は次式で算出する。

$$E(x) = \sum_{i=0}^n x_i p_i \quad (9)$$

x_i : 列番号

p_i : 各列番号で接続が成功する確率

標準偏差 ($D(x)$) は 次式で求める。

$$D(x) = \sqrt{E(x^2) - \{E(x)\}^2} \quad (10)$$

ランダム構成において、 p_i は各列とも等しいので、式(9)は次のように変形できる。

$$E_r(x) = \frac{1}{I} \sum_{i=0}^n x_i \quad (11)$$

I : 列番号数

ここで、 $I=212$ として計算すると、

$$E_r(x) = 107$$

となる。列を検索した場合、平均 107 番目の列で接続が成功することが期待できる。

標準偏差は、

$$D_r(x) = 61$$

となる。

2) 頻度順構成

接続行列表を頻度順に配列した時の接続成功列番号の期待値 ($E_o(x)$)、標準偏差 ($D_o(x)$) を同様に算出する。

式(9)は 次のように変形できる。

$$E_o(x) = \sum_{i=0}^n x_i P(x_i) \quad (12)$$

$P(x_i)$ は、図 1 の確率曲線で示される確率である。式(1)の回帰式は、

$$P(x_i) = 4.3 \times 10^{-2} \times e^{-7.1 \times 10^{-2} x_i} \quad (13)$$

よって

$$E_o(x) = 15, D_o(x) = 14 \text{ となる。}$$

列を検索した場合、平均 15 番目の列で接続が成功することが期待できる。

3) 実用構成

上記のように接続行列表を頻度順に配列することにより、検索時間を短縮できるので頻度順構成にするのが良い。ただし、接続行列表のメンテナンス等を考慮すると、多少頻度順を犠牲にせざるをえない。また、頻度が少なく接続パターンが類似したものは圧縮し、ひとつの列番号にまとめた。以下に、実験システムに用いた接続行列表の期待値 ($E_m(x)$)、標準偏差 ($D_m(x)$) を算出する。

$$E_m(x) = 26, D_m(x) = 21$$

平均 26 番目の列で接続が成功することが期待できる。

また、参考に、当初作成した（以下「初期構成」と言う）接続行列表を用いた場合の期待値 ($E_n(x)$)、標準偏差 ($D_n(x)$) を同様の手法で算出する。

$$E_n(x) = 50, D_n(x) = 37$$

平均 50 番目の列で接続が成功することが期待できる。

4) 各構成の比較

接続行列表内の平均検索時間 \bar{T}_1 について上記 4 つを比較する。表 6 にランダム構成の \bar{T}_1 を基準とした各 \bar{T}_1 の比率を示す。初期構成を実用構成と比較すると、

$$\text{初期構成} : \text{実用構成} = 1 : 0.51$$

で実用構成の検索時間 \bar{T}_1 は約半分になることが期待できる。

表 6 平均検索時間の比較

構 成	K
ランダム構成	1.0
頻度順構成	0.14
初期構成	0.47
実用構成	0.24

K: 接続行列表内の平均検索時間の比率

7 変換システムの試作

7-1 構 成

システム構成を図 6 に示す。システムは MELCOM COSMO 700 III 上に作成、TSS モードで実行している。作成言語は COBOL を使用、辞書明細を表 7 に示す。接辞を除き、単語辞書は索引順次編成ファイルを使用している。図 7 に単語辞書の例を示す。

入力日本語ディスプレイ端末から行う。出力は日本語ディスプレイ、及び日本語プリンタを使用している。

7-2 機 能

システムの機能を図 8 に示す。メニュー方式で各機能呼び出す。現在作成中の文書の変換過程を一頁分記憶しており、テキスト表示エリア上のカーソルを前に戻すと再入力せずに変換文字列を変更できる。文書作成時の画面イメージを図 9 に示す。オペレーターは入力の際に表 8 の指定をすることができる。

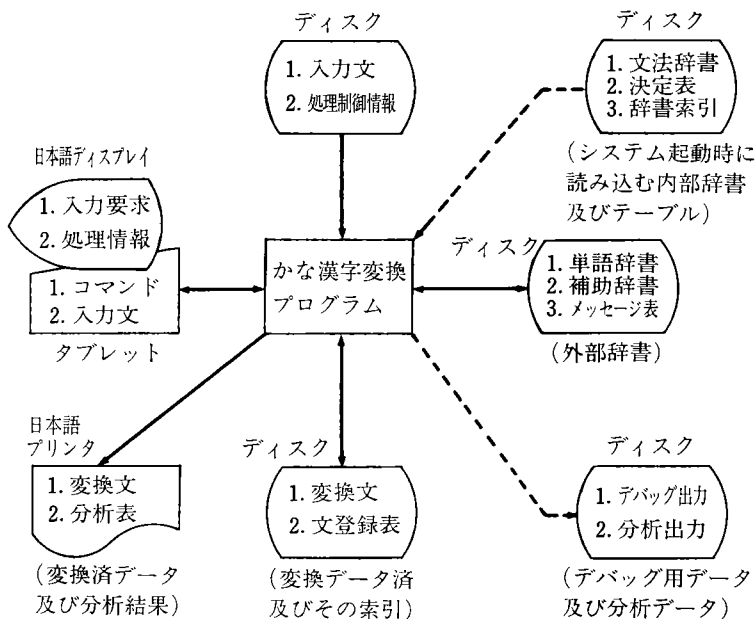


図 6 システム構成

表 7 辞書明細

分類	名 称
1. 単語辞書	1. 一般自立語 ^{a)} 2. 接辞 ^{b)} 3. 固有名詞 4. 専門語 (1～4分野) 5. ユーザー登録語
2. 文法辞書 辞書索引	1. 自立語後続索引 2. 付属語表(用言活用語尾を含む) 3. 接続行列表 4. 付属語索引 5. 接辞索引 (3種) 6. 接続表 (4種) 7. 接続補正表 (3種)
3. 決定表	1. 特殊処理語表 2. 分野別処理指定表
4. 補助辞書	1. 文節登録表 (1～4分野)

辞書キー部	表示部	属性部
読み見出し 見出し	対出 識別	品詞 活用
×(6)	×(1)	×(1)
	対応 表記	含自 情報
	×(1)	×(1)
		…… 予備
		×(4)
		確定 積算
		×(1)
		×(8)

(計 35 バイト)

図 7 一般自立語辞書のレコード内容項目

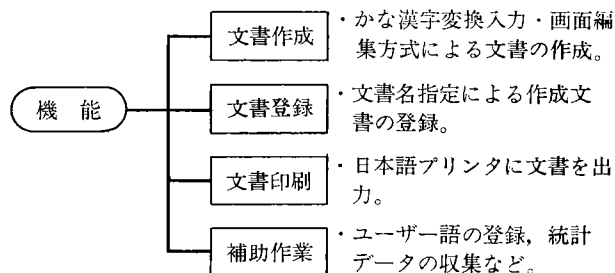


図 8 システム機能

表 8 入力時の指定概略

- ① 通常変換指定……………通常の変換入力
- ② 固有名詞変換指定……………固有名詞の入力
- ③ 無変換指定……………入力文字列をそのまま入力
- ④ ユーザー登録語変換指定……………ユーザーが登録した語の入力
- ⑤ 専門語変換指定……………専門語のみの入力
- ⑥ 同音語選択指定……………次候補, 前候補の表示
- ⑦ 再変換指定……………通常変換から無変換などの変換指定の変更指示
- ⑧ 分野指定……………入力文の扱う分野を指示 (1～4分野)
- ⑨ 単漢字選択指定……………漢字 1 字を読みで入力 (メニューで漢字を選ぶ)
- ⑩ 漢数字変換指定……………算用数字で入力した文字列を漢数字に変換
- ⑪ モード選択指定ほか……………逐次入力, 一括入力などの入力モードの切替ほか

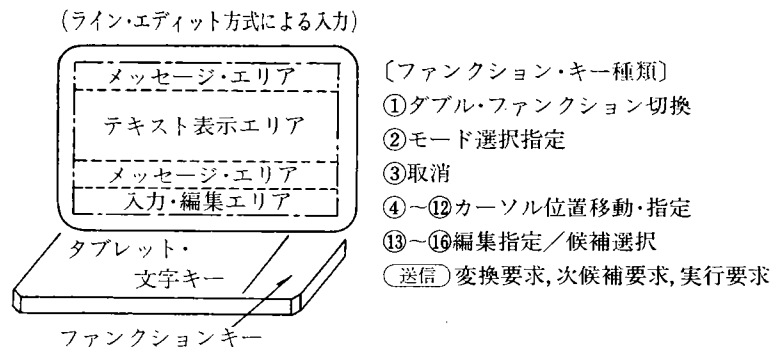


図 9 文書作成時の画面イメージ

8 実験結果と考察

8-1 変換特性

評価実験として事務文例 21 個を学習させながら入力、正変換率を求めた例を図 10 に示す。1 回目の入力後、再び同じ文例を入力した場合の正変換率は、通常変換指定で平均 95.0% を得ている。学習せず、国研の使用頻度調査⁹⁾に基づく順位による場合、平均 83.7% を得ている。同じ分野で学習させながら任意の文を入力した場合、変換率は 90% 前後と推定できる。変換候補が誤っても、同音語選択によって希望の出力を得られるが、変換方法上から誤り易い例として表 9 のようなものがある。表中の「水」と「見ず」のように、一方を優先すれば他方は優先されず、両者を同列に扱える方法が望ましく、意味的な処理と合わせて今後の課題となろう。

8-2 検索処理速度の向上

事務文例より 10 文節をランダムに抽出し（表 10 に示す）、初期構成と実用構成の接続行列表を用いて、検索回数を調べ、比較し、どの程度検索時間が短縮するかを検討した。

(1) 接続行列表内の検索時間

表 11 は、表 10 の 10 文節について、初期構成と、実用構成の各接続行列表を用い、接続行列表内の実際の検索回数を調べた結果である。表 11 から、実用構成は初期構成と比較すると、検索時間は、0.55 倍に減少していることがわかる。これは 6-3 で述べた期待値 0.51 倍に近い。

(2) 全検索時間

表 12 は、表 10 の 10 文節について、初期構成と、

表 9 候補抽出を誤り易い例（学習なしの場合）

理 由	(正解)	(誤り)
1. 付属語が接尾辞に優先して候補になる。	① 合理化 → 合理か ② 不況下 → 不況か	
2. 接尾辞が接頭辞に優先して候補になる。	① 諸経費 → 処刑費 ② 各部署に → 各部書に	
3. 最長一致法により、より長い語が候補となる。	① 深く → 不覚 ② 得たい → 得体と	
4. 見出しの短い単語の優先処理により、短い語が候補となる。	① 水 → 見ず ② 次の → 注ぎの	
5. 接頭辞の優先処理により、正しい語が初めに候補とならない。	① 多くの → お置くの ② 折から → お理科ら	

注 上記の理由 3～5 の場合、文例の範囲内で、補正を行っている。（含自情報、特殊処理語表など）但し、文例以外の文を入力した場合、同様な誤りが出る。理由 1 の場合、「か」を接尾辞に登録することで、「下」などと同列に扱う改善を行っている。

表 10 抽出した文節

No.	文 節	No.	文 節
1	皆 さ ま に	6	部 分 に も
2	上 り ま し た が	7	郵 便 に
3	願 え れ ば	8	検 討 の
4	拝 見 い た し	9	実 績 を
5	申 し 上 げ ま す	10	対 し ま し て

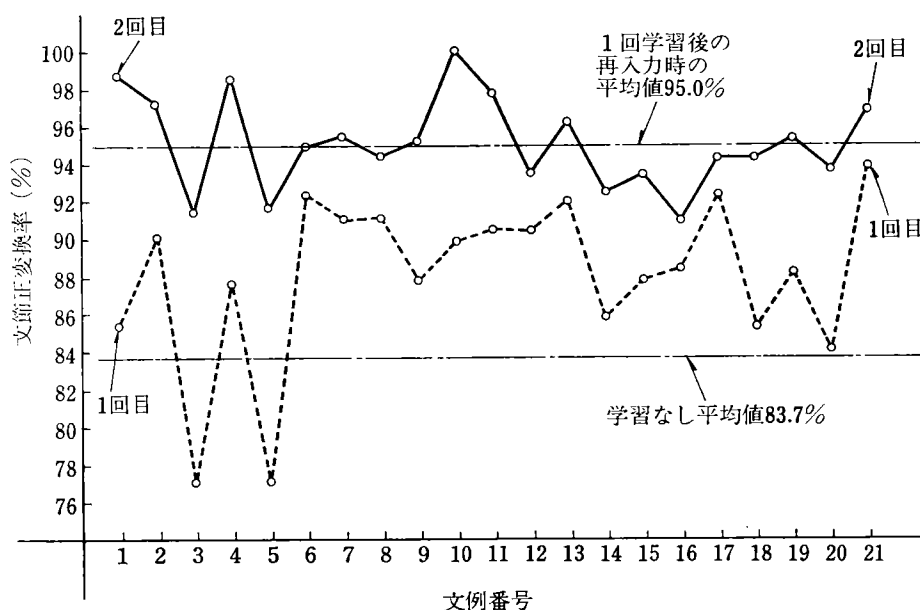


図 10 文節正変換率の推移

表 11 接続行列表内の検索時間 (単位: 検索回数)

NO. 構成	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	回数 比
初期構成	46	83	82	234	33	79	46	45	48	86	782	1
実用構成	25	53	56	118	11	37	25	24	26	52	429	0.55

注: 2 個以上付属語を持つものは最後の付属語の検索時間を取る。

表 12 全検索時間 (単位: 検索回数)

NO. 構成	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	回数 比
初期構成	67	538	335	351	46	198	67	60	73	1184	2919	1
実用構成	37	365	196	225	14	101	37	33	39	678	1725	0.59

実用構成の各接続行列表を用い、実際の全検索回数を調べた結果である。表 12 から、実用構成は、初期構成と比較すると、全検索時間は、平均 0.56 倍に減少していることがわかる。

以上のように、配列に頻度順を考慮した接続行列表を採用することで、当初のものと比較し約半分に検索時間を短縮している。

9 お わ り に

以上に述べてきたように、事務手紙文の特性調査に基づき、①オペレーターの負担を軽減する文節定義の拡張、②事務分野での丁寧表現接頭辞の優先処理、③事務分野の特殊用語を多く収めた付属語表、④付属語の使用頻度を考慮し検索時間を縮めた接続行列表、によって事務分

野向きの文節指定仮名漢字変換方式を確立することができた。また変換システムの試作によって、実用上の細かい問題を把握できるようになった。今後は、これらの結果を基礎に、よりよい日本語の入力方式の検討をして行きたいと考えている。

おわりにあたり、本研究に際し、適切なる御指導をいただいた図書館情報大学石川徹也先生、本研究に御協力いただいた関係各位に深謝いたします。なお、辞書作成には、三省堂の御厚意により、新明解国語辞典を利用させていただいた。

参 考 文 献

- 1) 栗原, 黒崎: 仮名文の漢字混り文への変換について, 九大工学集報, 39, 4, 659~664 (昭 42-1)
- 2) 相澤, 江原: 計算機によるカナ漢字変換, NHK 技術研究, 25, 5, pp. 261-298 (1973)
- 3) 松下, 山崎, 佐藤: 漢字かな混り文変換システム, 情報処理, 15, 1, pp. 2~9 (1974)
- 4) 森, 河田, 天野, 武田: ミニコンによる即時処理型カナ漢字変換システム, 第 15 回情報科学技術研究集会 予稿集, 40~43 (1978)
- 5) 安田: “企業文例全集 1~4”, ぎょうせい (昭 53)
- 6) “RICOH TECHNICAL REPORT 1~6”, (1979~1980)
- 7) 岩淵ほか: “新版 口語の文法”, 秀英出版 (昭 57)
- 8) 金田一ほか: “新明解国語辞典 第二版”, 三省堂 (昭 49)
- 9) 国語研究所: “電子計算機による新聞の語彙調査”, 秀英出版 (昭 45)
- 10) 国語研究所: “電子計算機による新聞の語彙調査 (Ⅱ, Ⅲ)”, 秀英出版 (昭 46~昭 47)
- 11) 小橋, 遠藤, 植島: 日本語情報投入システム IROHA-1 詳細設計仕様, 技術報告 NS-11279, 日本通信技術
- 12) 小橋ほか: カナ漢字変換における接辞処理の検討, 技術報告 NK-7593, 日本通信技術

チェーンコードストロークを用いた省メモリマルチフォント漢字合成法

Multi-Font Kanji Synthesis by Chain Coded Strokes with Smaller-Volume Memories

立川道義*

Michiyoshi Tachikawa

要 旨

本稿は、次のような特徴をもつマルチフォント漢字合成方式のシミュレーション結果について述べたものである。

1. 漢字辞書に階層的構造をもたせる
2. ストロークをチェーンコードで表わす
3. 飾りの大きさが自動的に計算できる

漢字を1文字合成する時間は、HITAC-M 240 H を用いた本シミュレーションで約0.1秒であり、本方式は、書体のデザインに多様性をもたせることができ、変更も容易にできる方式である。また、JIS 第2水準の漢字（約6,000種）を合成するのに要するメモリは約140キロバイトと予測され、従来方法の3メガバイトに比べてかなりの省メモリになることがわかった。

本方式を用いれば、マルチフォントの漢字プリンターやワードプロセッサが安価に実現できることになる。

ABSTRACT

This paper describes the result of our simulation for a multi-font and multi-sized Kanji synthesizer which has following features ;

1. Kanji pattern dictionary has hierarchical structures,
2. Strokes are represented by chain codes and
3. Size of serifs is automatically selected.

In our simulation, it takes about 0.1 second to synthesize one Kanji pattern using HITAC-M240H. Our present method has an excellent capability for generating a variety of character designs (fonts, sizes and shapes) and also adapting to modifications with ease.

We have estimated that the memory is only 140 K bytes to generate one font containing the JIS 2nd level Kanji patterns (about 6,000 patterns) with 64×64 dots. On the other hand, ordinary methods require 3 M bytes.

By using our method, low-cost and compact Kanji synthesizers will be provided for printers, word processors and others.

1 はじめに

近年、日本語情報処理の発達に伴い、多種類の漢字フォントをプリンターやディスプレイ等に出力したいという要望が高まっている。しかし、一般に漢字はドットパ

ターンとして漢字ROMに収納されているために、1フォントのJIS第2水準の漢字（約6,000種）を蓄えておくだけでも膨大なメモリが必要となる。したがって、低価格化やコンパクト化などのために、オフコンやワードプロセッサ等のほとんどの小規模システムでは1種類のフォント（一般には使用頻度の高い明朝体の1フォント）しか出力できないというのが現状である。

そこで、最近、書体変換や文字合成等の研究が盛んになり、省メモリ化、マルチフォント化の技術が高まって

* 技術本部 情報システム研究部
Informations & Systems Research & Development
Department, Technology Division

きた。書体変換は、1つのフォントを計算機処理によって他のフォントへ変換する方法^{1),2),3)}であり、文字合成は、漢字を部分パターンに分解して蓄え、それを合成する方法⁴⁾で、これとは逆に特徴抽出を行なう文字認識^{5),6)}とあいまって急速に伸びてきた分野である。従来の文字合成法は、ストロークを縦、横、斜め直線の集合として近似し、それらを組み合わせることによって文字を合成していたので、曲線ストロークに不自然さが目立つなどの欠点があった。

筆者らは、漢字を部首、ストロークの階層構造でコード化し、特に任意の曲線を自由かつ正確に表現できるチェーンコードストロークを用い、さらにその太さや飾りのデータをテーブル化した。この方法により、印字品質の良い自由なフォントが作成できる省メモリ型高速マルチフォント文字発生器が実現可能となった。

2 文字合成の基本的考え方とその特徴

一般に、漢字は明朝体、ゴシック体などの書体にかかわらず、その骨格（ベアボーン）はほぼ同一で、全漢字を数十種類の芯線ストロークで表現することができる⁷⁾とされている。また、漢字は部首などのある決ったパターンの組み合わせで成り立っているものが多い。したがって、漢字を合成するには、図1のように、まず芯線ストロークからその漢字に使用されている部首を合成し、それらの部首を組み合わせで漢字の骨格を作り、特定の書体になるように飾りを付けたり、ストロークを太めたりすればよいことになる。

このような方法で合成する場合、1つの漢字を合成するのに必要なデータは、その漢字を構成するいくつかの部首の位置と大きさの情報だけであり、わずかなメモリサイズで表現できるし、同様に、部首もストロークの位置と大きさだけで簡潔に表現できる。したがって、合成に必要なデータを漢字、部首、ストロークの3つの階層に分けることにより、共通パターンによるデータの重複

を避けることができ、省メモリ化につながる。さらに、将来、ハードウェア実装化の際には、各階層にプロセッサを割り当てることにより高速合成処理が可能となる。また、部首、ストロークのデータを変えれば、それを使っている漢字全体のデザインがすべて変化するため新しい書体の作成が容易になる。

特に本方式では、任意の曲線を表現するために、ストロークをチェーンコード⁸⁾で表わし、自由なストロークが作成できるようになっている。また、自由な文字のデザインができるようにストロークの太さや飾りのデータをテーブル化し、その値や種類はフォントサイズや部首の大きさによりそのテーブルから自動的に判断され決定される。

以下の章に詳細は述べるが本方式の特徴をまとめると次のようになる。

- (1) 合成に必要な辞書の階層構造化
 - 省メモリ
 - 合成処理の高速化
 - 全体のデザインの修正が容易（ただし、漢字によっては全体のバランスが崩れる可能性がある）
- (2) ストロークのチェーンコード表現
 - 任意の曲線を表現
 - 省メモリ
- (3) ストロークの太さ、飾りのデータのテーブル化及びその自動判断
 - 新しい書体の作成が容易

3 階層別辞書

3-1 辞書の階層構造化

本方式で使用する辞書は、漢字辞書、部首辞書、ストローク辞書の3つの辞書からなり、図2に示すような階層的な構造をもっている。

漢字は、ある決ったパターンの組み合わせで成り立っ

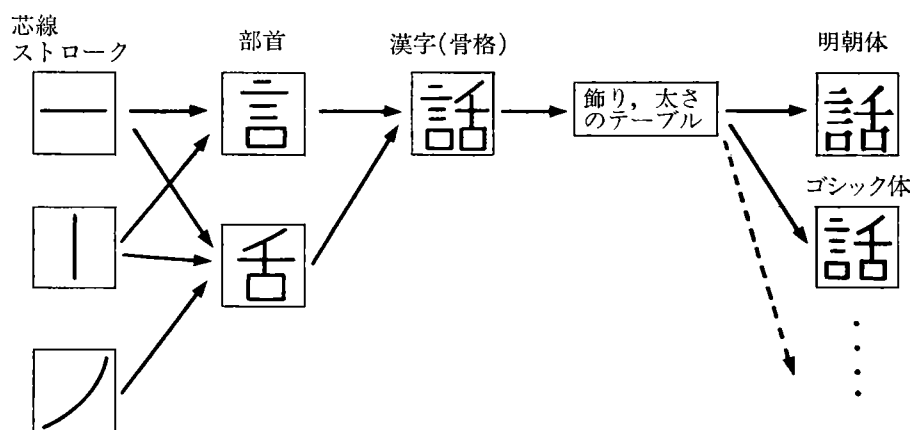


図1 文字合成の原理

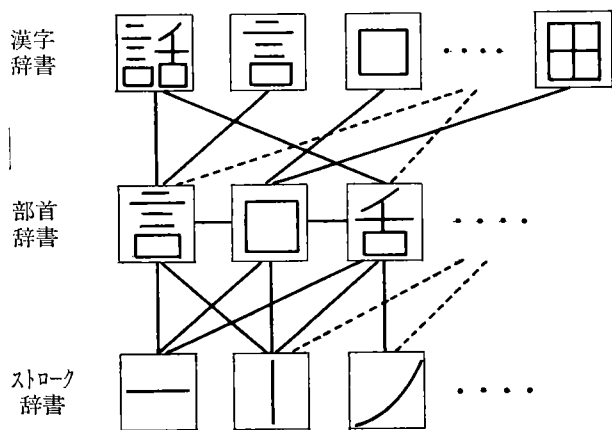


図 2 辞書の階層構造

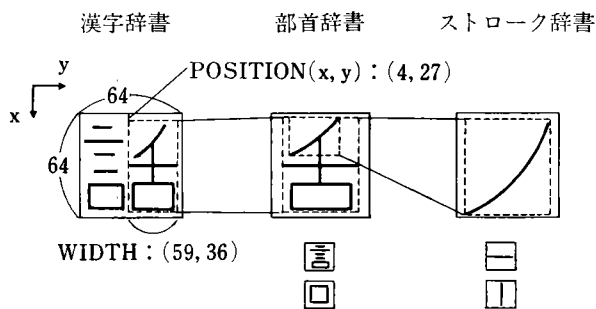
ているものが多い。これらのパターンは、一般に部首と呼ばれているもの（例えば、“へん”や“つくり”など）と部首ではないが頻繁に漢字の中に表われるパターン、例えば“中”、“司”などとであり（以後、部首とはこの両方を指す）、部首辞書に登録される。例えば、図2の場合、“話”という漢字は“言”と“舌”という部首から成り立っており、部首“言”はごんべんのつくすべての漢字に共通のパターンである。また、部首“口”は“口”、“田”などの漢字の共通パターンであるばかりでなく、“言”、“舌”などの部首の共通パターンでもある。同様に、部首も数十種のストロークから成り立っており、これらのストロークはストローク辞書に登録される。

このように、漢字の重複パターンを漢字辞書とは別の辞書に登録することにより、かなりの省メモリ化が期待できるし、書体の修正やハード化の際のマルチプロセッシングによる高速化が容易になる。

3-2 辞書のデータ

辞書は、フォントサイズ 64×64 の骨格データを基準データとし、そのデータを変換することによって 64×64 以下の任意のフォントサイズに適応できるようになっている。

図3に漢字“話”（JIS CODE 4 F 43）の辞書内部データを示す。漢字“話”は、部首“言”（部首コード 0024）と“舌”（部首コード 1350）から成り、それらの部首の左上の座標が（6，3）と（4，27）であり大きさが（56，25）と（59，36）であることを示している。図3の KIND は、漢字辞書の場合、その部首のデータが 0：部首辞書，3：漢字辞書，1：ストローク辞書に登録されているものであることを表わし、部首辞書の場合、そのストロークのデータが 0：ストローク辞書，2：部首辞書に登録されているものであることを表わす。ストローク辞書のチェーンコードは、始点の座標と図4のような方向コードで表現されたもので、図5にストロークをチェーンコードで表わした例を示す。



KANJIUM 4F43					
漢字辞書	BUSHUNO.	KIND	BUSHUNUM	POSITION	WIDTH
「話」	1	0	0024	6 3	56 25
	2	0	1350	4 27	59 36

BUSHUNUM 0024					
部首辞書	STNO.	KIND	STNUM	POSITION	WIDTH
「言」	1	0	0001	3 13	1 39
	2	0	0001	13 3	1 60
	3	0	0001	23 13	1 39
	4	0	0001	33 13	1 39
	5	2	0300	43 14	20 38
BUSHUNUM 1350					
「舌」	STNO.	KIND	STNUM	POSITION	WIDTH
	1	0	001D	3 10	11 42
	2	0	0001	24 6	1 54
	3	0	000D	9 32	31 1
「口」	4	2	0300	39 14	24 38
	BUSHUNUM 0300				
「口」	STNO.	KIND	STNUM	POSITION	WIDTH
	1	0	000D	2 2	62 1
	2	0	0001	2 2	1 62
	3	0	000D	2 63	61 1
「口」	4	0	0001	58 2	1 62

図 3 辞書のデータ

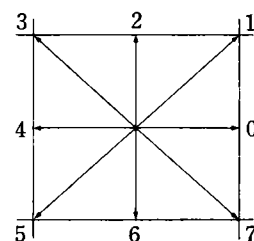


図 4 方向コード

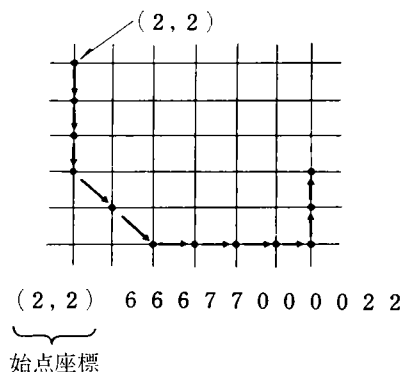
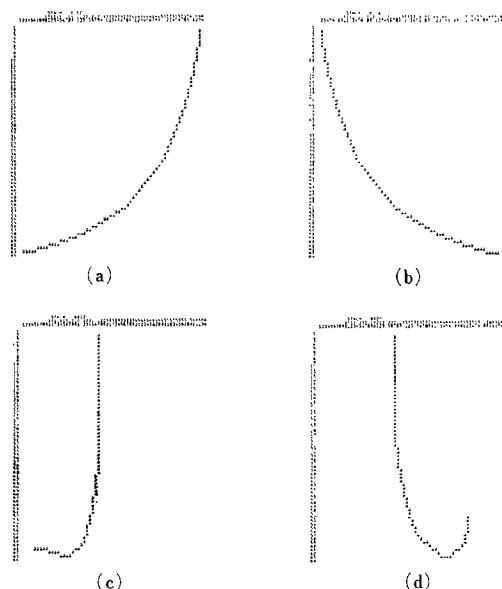


図 5 チェインコード

このように、漢字、部首辞書のデータは位置と大きさのみを表す数値データから成り、ストローク辞書のみがチェーンコード化されたイメージデータである。従来は印字される文字をすべてイメージデータとして蓄えていたために膨大なメモリが必要とされたが、本方式では、イメージデータとして蓄えておくものは数十種類のストロークのみとなり、しかもそれをチェーンコード化することによって省メモリ化がはかれる。図6に実際に用いた芯線ストロークの例を示す。

各辞書のメモリサイズについては後述する。



- (a) 左払い
(b) 右払い、流れ
(c) 左払い、はね棒
(d) 右はね棒
- ex. 文
力
成

図6 芯線ストロークの例

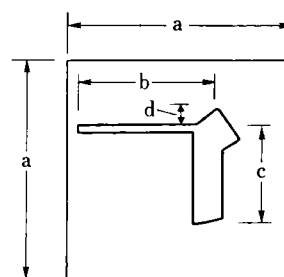
4 飾り及び太さのテーブル

飾りの大きさと種類 及びストロークの太さは、文献9)を参照して決定した。

4-1 飾りのテーブル

飾りには、ストローク間接続状態によって飾りの形が変わるもの(①)と一定の形をとるもの(②)とがある。

①に関しては、文献9の細明朝体〔岩田〕岩田母型・写研、明朝体〔錦〕錦精社・モリサワ(p112~p113)にでている写研及びモリサワの明朝体の飾りの大きさを図7に示したような値として測定した結果(図8)から飾りの大きさを3段階に分類し、表1を得た。②に関しては、飾りの大きさはフォントサイズにのみ依存するものとし、表2を得た。



$$e = \begin{cases} b+c & \text{縦・横直線が交っている場合} \\ b & \text{横直線のみの場合} \end{cases}$$

図7 飾りの測定

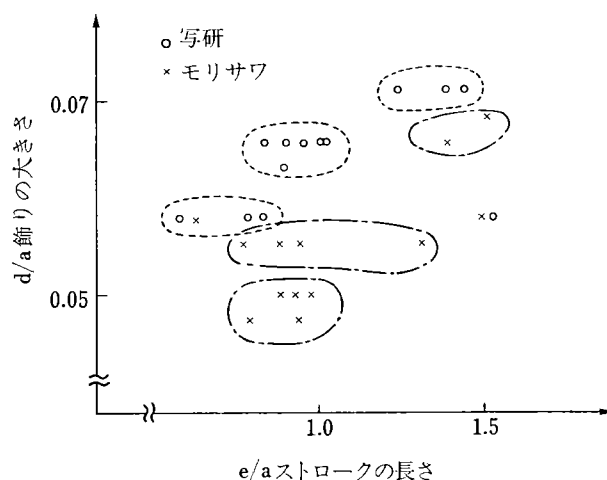
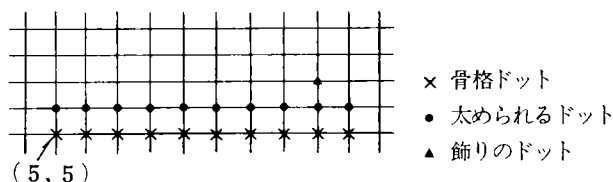


図8 飾りの大きさ



(5, 5)
チェーンコード: (5, 5) 0 0 0 0 0 0 0 0
太さデータ: 0 0 2 0 0 1, 0 1 2 0 1 0
(6 ケタ) (2 ケタ) (3 ケタ) 6 ケタ
飾り番号 太さ ドット番号
(2 ケタ) (3 ケタ)
1 番目のドットは太さ 2
2 ~ 9 番目のドットは太さ 2 (データとしては省略)
10 番目のドットは太さ 2 で飾り番号 1 の飾りが付く

図9 ストロークのデータ

4-2 太さデータ

太さのデータは、各ストロークごとに作成し、4-1における飾りの種類も付加した。例えば、図9に示すようなデータである。これは1~10ドットは太さ2で、10ドット目のところに飾り1がつくことを表わしている。

5 アルゴリズム

全体のフローチャートを図 10 に、詳細処理を以下に示す。

ストロークの位置と大きさ及び太さは以下の順に従って計算される。

1) 漢字辞書処理ルーチン

① 漢字辞書から指定された漢字コードのデータを読み込む

② 読み込まれた部首の位置・大きさの計算

○ 部首の位置(大きさ)

$$= \frac{\text{フォントサイズ} \times \text{漢字辞書の部首位置(大きさ)}}{64}$$

③ 部首コード・部首の位置・大きさを部首辞書処理ルーチンにわたす

2) 部首辞書処理ルーチン

① 部首辞書から指定された部首コードのデータを読み込む

② 読み込まれたストロークの位置・大きさの計算

○ ストロークの位置 = 部首の位置

$$+ \frac{\text{部首の大きさ} \times \text{部首辞書のストローク位置}}{64}$$

○ ストロークの大きさ

$$= \frac{\text{部首の大きさ} \times \text{部首辞書のストロークの大きさ}}{64}$$

③ ストローク間接続状態により飾りの有無、大きさを計算する(表 1 参照)

④ ストロークコード・ストロークの位置・大きさ、

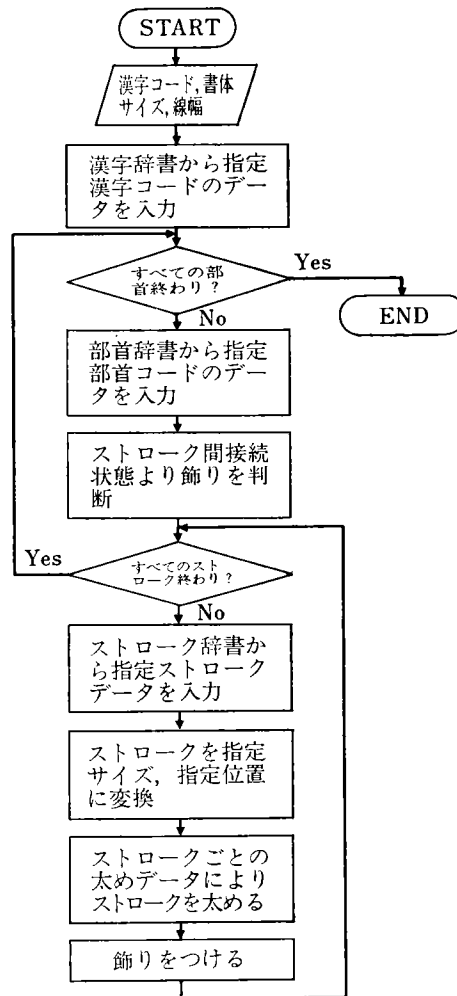


図 10 ゼネラルフロー

表 1 ストローク間接続状態により変化する飾り

・は付加する飾りの黒ドット

	形状		フォントサイズ			
			64	48	40	32
よこ直線群 終点	—	よこ直線群の長さがフォントサイズの $\frac{3}{8}$ 以上②				
		$\frac{3}{8} \sim \frac{1}{2}$ ③				
		$\frac{1}{2}$ 以下④				
よこ直線群の終点とたて直線群の始点の交点	┐	よこ直線群とたて直線群の長さの和がフォントサイズの $\frac{3}{8}$ 以上②				
		$\frac{3}{8}$ 以下④				
たて直線群の始点	|	フォントサイズで共通				
たて直線群の始点とよこ直線群の始点の交点	┌	フォントサイズで共通				

③で計算された飾りのデータをストローク辞書処理ルーチンにわたす

3) ストローク辞書処理ルーチン

- ① ストローク辞書から指定されたストロークコードのデータを読み込む
- ② ストロークの太さテーブルから指定されたストロークコードのデータを読み込む
- ③ 骨格のドット位置の計算
○ドット的位置=ストロークの位置

$$+ \frac{\text{ストロークの大きさ} \times \text{ストローク辞書のドット位置}}{\text{ストローク辞書のストロークの大きさ}}$$

- ④ ストロークの太さの計算

$$\text{○太さ} = \frac{\text{フォントサイズ} \times \text{太さデータ}}{64}$$

ただし、ストロークの大きさの縦横比によって

縦 ≥ 横のとき 横方向に

縦 < 横のとき 縦方向に

ドットを付け加える。また、太さが偶数の場合には、左・上方向に1ドット多く付け加える。

- ⑤ 2)の③で判断された飾りがあれば表1に従って飾り付けする

- ⑥ そのストローク固有の飾りがあれば表2に従って飾り付けする

次に、図3に示した「話」のデータのうち図11に示したストロークに注目して処理の流れを追ってみる。



。データ

オペレータ入力：4F43, 明朝体, 64×64, 4×2

漢字辞書：

KANJIINUM 4F43					
BUSHUNO.	KIND	BUSHUNUM	POSITION	WIDTH	
1	0	0024	6 3	56	25
2	0	1350	4 27	59	36

部首辞書：

BUSHUNUM 0024					
STNO.	KIND	STNUM	POSITION	WIDTH	
1	0	0001	3 13	1	39
2	0	0001	13 3	1	60
3	0	0001	23 13	1	39
4	0	0001	33 13	1	39
5	2	0300	43 14	20	38

“口”

BUSHUNUM 0300					
STNO.	KIND	STNUM	POSITION	WIDTH	
1	0	000D	2 2	62	1
2	0	0001	2 2	1	62
3	0	000D	2 63	61	1
4	0	0001	58 2	1	62

ストローク辞書： STNUM 0 0 0 1
2, 2, 0, 0, 0, ……………, 0
始点座標 方向コード(方向0が61個)

太めデータ： STNUM 0 0 0 1
0 0 2 0 0 1, 0 1 2 0 6 2, 0

図 11 辞 書

表 2 ストローク間接続状態に関係のない飾り

形 状	フォントサイズ					
	64	48	40	32	24	16
右はらい						
おさえ						
しんにゅう の終点						
はねあげ						
は ね						

1) 漢字辞書処理ルーチン

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{部首“言”の位置} = \frac{64 \times (6, 3)}{64} = (6, 3) \\ \text{部首“言”の大きさ} = \frac{64 \times (56, 25)}{64} = (56, 25) \end{array} \right.$$

2) 部首辞書処理ルーチン

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ストローク“口”の位置} = (6, 3) \\ \quad + \frac{(56, 25) \times (43, 14)}{64} = (43, 8) \\ \text{ストローク“口”の大きさ} \\ \quad = \frac{(56, 25) \times (20, 38)}{64} = (17, 14) \end{array} \right.$$

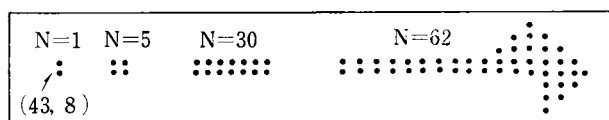
ストローク“口”のKINDが2であるから、部首辞書から部首“口”のデータを読み込み同様の計算を行なう

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ストローク“一”の位置} = (43, 8) \\ \quad + \frac{(17, 14) \times (2, 2)}{64} = (43, 8) \\ \text{ストローク“一”の大きさ} \\ \quad = \frac{(17, 14) \times (1, 62)}{64} = (0, 13) \end{array} \right.$$

また、部首“口”のデータよりストローク間接続状態を計算して、横直線の終点と縦直線の始点とが交わっているという情報が得られる

3) ストローク辞書処理ルーチン

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{N番目のドット位置} = (43, 8) + \frac{(0, 13) \times (1, N)}{(1, 62)} \\ \quad = \left(43, 8 + \frac{13N}{62} \right) \\ \text{N番目のドットの太さ} = \frac{64 \times 2}{64} = 2 \end{array} \right.$$



6 メモリサイズ

本シミュレーションでは、ランダムに選択した103文字を本方式を用いて合成した。表3はこのとき使用した各辞書のメモリサイズとその平均値である。漢字、部首辞書のメモリサイズが小さいのは辞書のデータが数値デ

表3 各辞書のメモリサイズ (103文字)

辞書	個数	メモリサイズ (byte)	平均 (byte)
漢字	103	2260	22
部首	80	2904	36
ストローク	18	1371	76

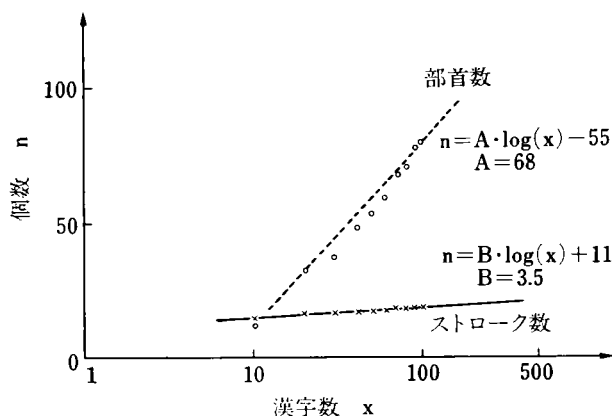


図12 漢字数と部首数及びストローク数

ータだからであり、ストローク辞書のメモリサイズはチェーンコードを用いたので、ビットパターンとして蓄えておく場合に比べて約 $\frac{1}{6}$ となっている。表4は103文字の漢字を合成するのに必要な部首数、ストローク数であり、漢字数と部首数、ストローク数との関係は図12に示される。これらからその関係の近似式はそれぞれ(1)、(2)式ようになる。

$$n_B = 68 \log x - 55 \dots \dots \dots (1)$$

$$n_S = 3.5 \log x + 11 \dots \dots \dots (2)$$

n_B : 部首数

n_S : ストローク数

x : 漢字数

表3と(1)、(2)式より、6,000文字 (JIS 第2水準程度) に字数が増えた場合のメモリサイズを予測してみると表5のようになる。また、ビットマップ方式とのメモリサイズの比較を表6、図13に示す。表6の()の数値は本方式のメモリサイズを1としたときのビットマップ方式の値であり、本方式がビットマップ方式の約 $\frac{1}{20}$ のメモリサイズで実現できることを示している。さらに、マルチフォント化した場合、本方式は共通の辞書を使用するためにメモリサイズはほとんど増加しないのに対し、ビットマップ方式はフォント数に比例して倍増するのでメモリサイズの比も倍増する。

表4 漢字数と部首数、ストローク数

漢字	部首	ストローク
10	13	14
20	31	16
30	37	16
40	48	17
50	53	17
60	58	17
70	67	18
80	70	18
90	77	18
100	79	18
103	80	18

表 5 各辞書のメモリサイズ (6,000 文字)

辞 書	個 数	メモリサイズ (Kbyte)
漢 字	6,000	132
部 首	202	7.2
ストローク	24	1.8
計		141

表 6 メモリサイズ比較 (Kbyte)

方式 文字数	本方式	ビットマップ方式 (1 フォント)	ビットマップ方式 (2 フォント)
2,000 (常用漢字)	52	1,024 (19.7)	2,048 (39.4)
4,000	97	2,048 (21.1)	4,096 (42.2)
6,000 (JIS 第 2 水準)	141	3,072 (21.7)	6,144 (43.4)

7 お わ り に

本シミュレーションで合成した文字をビットマップインターフェースを有するレーザープリンター RICOH LP 4120 で出力したものを図 14 に示す。また、1 文字合成するのに要する時間は、HITAC-M 240 H で約 0.1 秒であった。合成文字に対する専門家による文字デザインの評価¹⁰⁾で、全体としては良好であるが、以下のような問題点を指摘された。

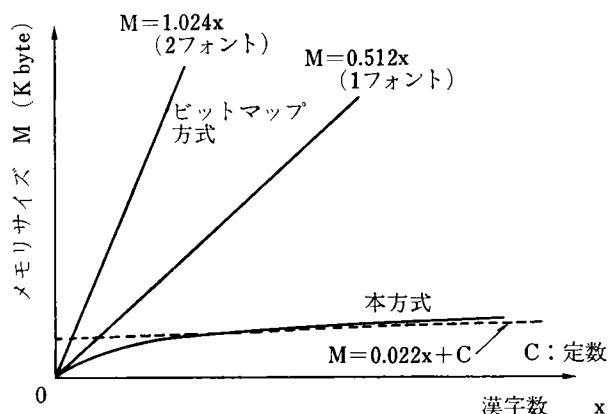


図 13 漢字数とメモリサイズ

- (1) 文字のバランスの点で改良の必要があるものもある
- (2) 斜線でスムーズでないところがある。

これらの対策として、辞書のデータを整備しそれでも印字品質が良くならない場合は、メモリサイズは大きくなるが位置ずれが生じるものだけを別に辞書に登録するなどの方法を講じなければならないだろう。

しかし、全体としては良好なデザインという評価と省メモリ性、ハード化の際の高速性などの点から、本方式が省メモリ型マルチフォント文字発生器の実現への1つのアプローチになることが期待される。また、本方式の辞書やテーブルのデータを変えるだけで簡単に自由なフォントが作成できるという特徴から、文字のデザインや

64×64
明朝体

以意一永億乙下火花過回貝記貴技牛魚強近具迎月件言己
午光口工広轟国又催在伺子時式社車秋譬十春女小菖上申

斜体

以意一永億乙下火花過回貝記貴技牛魚強近具迎月件言己
午光口工広轟国又催在伺子時式社車秋譬十春女小菖上申

48×48
明朝体

以意一永億乙下火花過回貝記貴技牛魚強近具迎月件言己
午光口工広轟国又催在伺子時式社車秋譬十春女小菖上申

斜体

以意一永億乙下火花過回貝記貴技牛魚強近具迎月件言己
午光口工広轟国又催在伺子時式社車秋譬十春女小菖上申

48×40
明朝体

以意一永億乙下火花過回貝記貴技牛魚強近具迎月件言己
午光口工広轟国又催在伺子時式社車秋譬十春女小菖上申

40×40
明朝体

以意一永億乙下火花過回貝記貴技牛魚強近具迎月件言己
午光口工広轟国又催在伺子時式社車秋譬十春女小菖上申

ゴシック体

以意一永億乙下火花過回貝記貴技牛魚強近具迎月件言己
午光口工広轟国又催在伺子時式社車秋譬十春女小菖上申

32×32
明朝体

以意一永億乙下火花過回貝記貴技牛魚強近具迎月件言己
午光口工広轟国又催在伺子時式社車秋譬十春女小菖上申

図 14 出力文字

新しい書体を作るときなどに有用なツールとなる可能性がある。

最後に、本研究の御指導や評価して下さいだった東京造形大学の神田先生、辞書データ作成の上で協力して下さいだった工業デザインセンターの方々に深謝いたします。

参考文献

- 1) 森, 中野: “漢字ドットパターンの作成処理” 情報処理学会イメージプロセッシング研究会資料; 17-1 (1978)
- 2) 塩野, 真田, 手塚: “明朝体漢字パターンからゴシック体漢字パターンへの字体変換の一手法” 電子通信学会論文誌; J 65-D No. 11 (1982)
- 3) 立川, 笠原, 阿部: “整形されていない明朝体パターンからゴシック体パターンへの書体変換の一手法” 昭和 58 年電子通信学会総合全国大会予稿集; 5-149 (1983)
- 4) 阪本, 杉田, 島, 塚本: “マルチフォント漢字合成器” Na-

tional Technical Report; 28-5 (1982)

- 5) 文字認識小特集: 電子通信学会誌; 61-2 (1978)
- 6) 綾目, 北村, 真田, 手塚: “特徴点を用いた手書き文字パターンのデータ圧縮” 信学技報; PRL 83-25 (1983)
- 7) 神田昭夫: Private Communication; (1981)
- 8) H. Freeman: “On the Encoding of Arbitrary Geometric Configurations” IRE trans.; EC 10, 6, 260, 1961-6
- 9) 佐藤敬之輔: “漢字上・⑤” 丸善; (1973)
- 10) 神田昭夫: Private Communication; (1983)

後 記

「情報処理技術」特集号発行にあたり各技術論文に大阪大学手塚教授, 早稲田大学白井教授, 図書館情報大学石川助教授, 名古屋大学吉村博士の御指導を受けました。紙上を借りて厚くお礼申しあげます。

久保菊雄 (技術本部情報システム研究部部長)

非晶質シリコン薄膜構造の動径分布関数による評価

Radial Distribution Functions for a-Si:H

谷 克彦*

Katsuhiko Tani

要 旨

p-CVD による無反射板上の a-Si:H 薄膜, a-Si:H 粉末, および結晶 Si につき X 線回折を行った。回折強度データから動径分布関数 RDF を導き, 構造モデルを検討した。

- (1) 粉末の RDF 第 1 ピークから, Si 原子の平均配位数 3.7, 最近接原子間距離 2.37 [Å] (半値幅 0.06 [Å]) が得られた。
- (2) 第 2 ピークから, Si-Si-Si ボンド間角度は, 109.5° (半値幅 9.2°) : 粉末, 103° (16°) : 薄膜となり, 粉末は結晶状態の値に近い。
- (3) 微結晶でみられる第 3 ピークは, a-Si:H では二面体角に自由度があるために 4.2~4.3 [Å] と 4.8~5.2 [Å] をそれぞれ中心とする 2 つのピークに分裂する。この分裂の様相は Si ネットワークへの H 原子の配置と密接に関係し, Si-H が主体の薄膜では二面体角の歪が大きい。

ABSTRACT

Glow-discharged a-Si:H and c-Si samples were studied by X-ray diffraction and the radial distribution functions were calculated.

- (1) From the 1st peak of the RDF, the average coordination number 3.7 and the Si-Si bond length 2.37 [Å] (with linewidth 0.06 [Å]) were found for a-Si:H powder.
- (2) From the 2nd peak the Si-Si-Si bond angles were obtained as 109.5° (width 9.2°) for the a-Si:H powder and 103° (width 16°) for a-Si:H film on quartz. The value of the peak centre for the powder sample is quite close to that for crystalline Si and with a larger linewidth.
- (3) The 3rd peak which appears as a single peak for c-Si splits into a doublet at 4.2~4.3 [Å] and 4.8~5.2 [Å] for the a-Si:H samples. This splitting depends on how H-atoms are bonded to the Si-network. The distortion of dihedral angles is larger for the a-Si:H film, in which Si-H configuration is dominant, compared with the powder which is dominated with Si-H₂ configuration.

1 はじめに

光センサーの光導電材料などに使用される a-Si:H 膜は, 一般に p-CVD (Plasma Chemical Vapour Deposition) 装置により, ガラス基板上に堆積し作製する。

一方, a-Si:H 膜の光電特性は, バンド・ギャップ内の局在準位の分布状態, およびその分布密度などから説明されるが, この局在準位が生じる原因は a-Si:H を構成する原子の配列状態 (“構造”)^(注1)の乱れにある。^{(1),(2)} 結晶の原子配列は 3 次元の周期構造を持つが, a-Si:H のような 4 配位のアモルファス半導体では, CRN (Con-

tinuous Random Network) モデルとして知られているネットワーク構造をしている。^{(3),(8),(10)} このネットワーク構造に生じる微少な変化の定量的記述は, RDF (= “動径分布関数”: Radial Distribution Function) によるのが最適である。しかし, RDF の導出のためには, 逆空間の広い範囲での回折強度スペクトルの測定と, Fourier 変換を主体とする複雑な解析を必要とするので, p-CVD で製作した a-Si:H 膜では, その発表例は少ない。^{(4),(5),(6)}

注1 原子的構造は, 下表に示す 3 つのレンジに分けて考えるのがよい。本報告は, これらの中で, アモルファス構造の骨格ともいえるバルクの中距離秩序に関するものに限定する。

~ 3 Å	2 Å~20 Å	300 Å~
局 所 構 造	中距離秩序構造	組 織 状 態

* 技術本部材料デバイス研究部
Materials & Devices Research & Development
Department, Technolgy Division

p-CVD で作製した a-Si:H の RDF に関しては、次の 2 つの実験が主たるものである。

- (1) Graczyk⁵⁾ は、100 Å 程度の a-Si:H 膜を KBr, NaCl 基板上に堆積し、しかる後に基板を溶解して a-Si:H 膜を得た。これを用い電子線回折を行い RDF を導出した。その結果、基板温度 ($T_s=R.T.$ (室温)), ガス圧力 ($P=0.3$ Torr) で作製した a-Si:H 膜の構造には、4.5 Å の (Si, Si) 原子間距離 (staggered ボンドによる) が多く見いだされ (RDF で 4.5 Å に小ピークがある), このピークは T_s の上昇, あるいは, P の低下により減少する傾向にあることを見出した。
- (2) Mosseri et al.⁶⁾ は、p-CVD 装置壁 ($T_s=R.T.$) に付着した粉末を集め、X線回折を行った。導出した RDF の微細構造を論ずるには Fourier 変換での打ち切り誤差をおさえる必要があり、そのため、測定できない高角側の不足データは計算値で補う方法をとっている。その結果、RDF の 4.9 Å 付近に小ピークを確認し、このような (Si, Si) 原子間距離が生じる原因は、6 員環に比べて変形しやすい 7 員環が Si ネットワークを作っているためと推定した。

これらの結果は、a-Si:H 中で Si ネットワークが、H 原子の配置状態と密接に関係しあひ、したがって、電子的構造、電気特性に影響を与えることを示唆している。p-CVD により基板上に作製した a-Si:H 膜の RDF 導出は、実用上特に望まれるが、X線回折では、数百 μm の厚さの a-Si:H 膜を必要とするために、これまでこの方法で作製される薄膜に対する測定は報じられていない。筆者らは、無反射石英板上に a-Si:H 膜 (6 μm) を作製し基板の散乱を除去することにより、RDF を求める手法を確立したので報告する。また実験結果から構造モデルにも言及する。

2 実 験

X線回折の試料としての a-Si:H 膜は、数百 μm 以上の厚さが望ましいが、p-CVD ではそのような厚い膜を

作製することは困難である。薄膜に入射したX線は基板にまで侵入し散乱を起こすため、無反射石英板を a-Si:H 薄膜の基板として用い、基板からの散乱X線を大幅に低減させることが必要となる。しかしながら、6 μm 程度の a-Si:H 薄膜からの散乱X線は微弱であるために、無反射石英板自体からの散乱X線も無視できない。そこで、基板のみの散乱X線を実測し、全散乱強度からこれを除去し、薄膜からの散乱強度を得た。

2-1 試 料

後で述べるデータ解析の目的に沿って、次の三種類の試料を準備した。

試料A—無反射石英板上 (250°C) の p-CVD による 6 μm の a-Si:H 膜 (作製条件は表 1)

試料B—p-CVD 装置の内壁 (25°C) に付着した a-Si:H 粉末

試料C—c-Si 粉末 (ウェハの粉砕によって得られた微結晶)

2-2 X線回折測定法

X線回折計は、東京大学理学部床次研の装置を使用した。このX線回折計の光学系の概要を図 1 に示す。回折計は日本電子株式会社 (JEOL, DX-GO-S), ディテクター側にグラファイトの Johansson 型モノクロメータをセットする (注 2)。散乱強度データを解析し動径分布関数を得るためには、散乱強度を逆空間の広い領域にわたって測定する必要がある。このため、波長の短い特性X線 $\text{Mo K}\alpha_1$ ($\lambda=0.70926 \text{ \AA}$) を用い、回折角 2θ が 3° から 103°

表 1 基板上の a-Si:H 膜

RF Power	20 W
圧 力	0.2 Torr
流 量	50 SCCM
基板温度	250°C
使用ガス	SiH_4
電極形式	平行平板型
基 板	無反射石英板
膜 厚	~6 μm
H [at. %]	22%

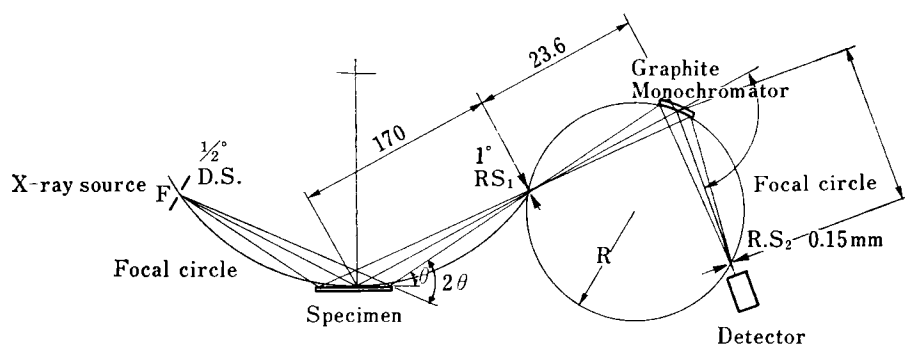


図 1 ディフラクトメータの光学系

表 2 測 定 条 件

X-ray	Target : Mo K α_1 Wave Length : $\lambda=0.70926 \text{ \AA}$ Energy : E=17.41 keV
Power	45 kV 20 mA
Monochromator	Graphite, Johansson Type
Scan Mode	$\theta-2\theta$
Scan Range	$2\theta: 3 \sim 103^\circ$
Step Width	0.4°
Count Time	40 sec
Slit Program	D. S—R. S1—R. S2 $\frac{1}{2}^\circ - 1^\circ - 0.15 \text{ mm}$

($q=2\sin\theta/\lambda \div 2.2$) まで測定した。測定条件を表 2 に示す。逆空間での散乱強度の測定範囲を、高角 ($2\theta \rightarrow 180^\circ$) まで広げると、逆空間でのデータを Fourier 変換して得られる動径分布関数の分解能が向上する。しかし、高角側では薄膜からの散乱 X 線が微弱になり S/N が低下する。そこで高角側の測定は $2\theta=103^\circ$ 付近までとするのが实际的と考えた。高角側では広いスリット系に切り換え測定することにより、S/N を若干向上させることも可能であるが、今回は同一のスリット系のまま連続して測定した。

元来、アモルファスからの散乱 X 線は微弱である上に、するどいピークを持たない。このため、ステップ・スキャンを行い、各ステップでの計測時間を長く取る必要がある。(S/N 向上のためには、数回の積算を行うことがさらに望ましい。) その反面、散乱スペクトルに鋭いピークがないので、サンプリング間隔 (ステップ間隔) は結晶に比べて粗くすることができる。

X 線回折計のステップ・スキャンとデータ・コレクションは、FM8 (Fujitsu パソコン) により制御される (図 2)。このためのインターフェイス (FPIF) は自作した。実際の測定は、 2θ が 3° から 103° まで 0.4° ステップで行い、各ステップごとに 40 秒カウントし、そのカウント数と 2θ 角を 5" フロッピー・ディスクにセーブした。解析プログラム群の開発および解析は、PC8801,

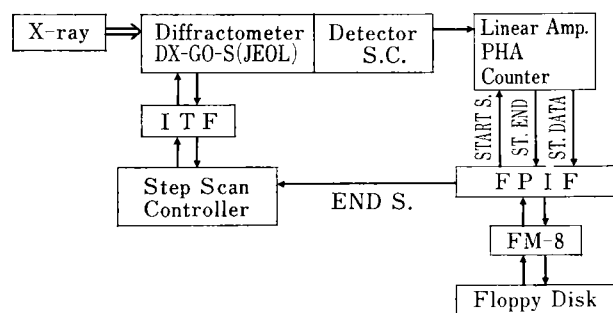


図 2 X線回折計システム

PC9801 (NEC パソコン) を用いて行った。

FM8 により制御され、5" フロッピー・ディスクにセーブされた散乱強度データは、PC8801 で読み出すことができるようにディレクトリーの書き換えを行った後、PC8801 での解析に移る。

2-3 データ解析

散乱強度データより RDF を求め、構造モデルを確立するための解析プログラムを図 3 に示す。a-Si:H 薄膜のデータ解析法は次の手順によって開発した。

- ① 試料 B によって、RDF の導出および RDF 解析用プログラムの作成。
- ② このプログラムにより、試料 B および試料 C の RDF を求め、RDF の分解能を検討する。
- ③ 試料 A の RDF を求める。
- ④ RDF を用い試料 A, B, C の構造を比較検討する。

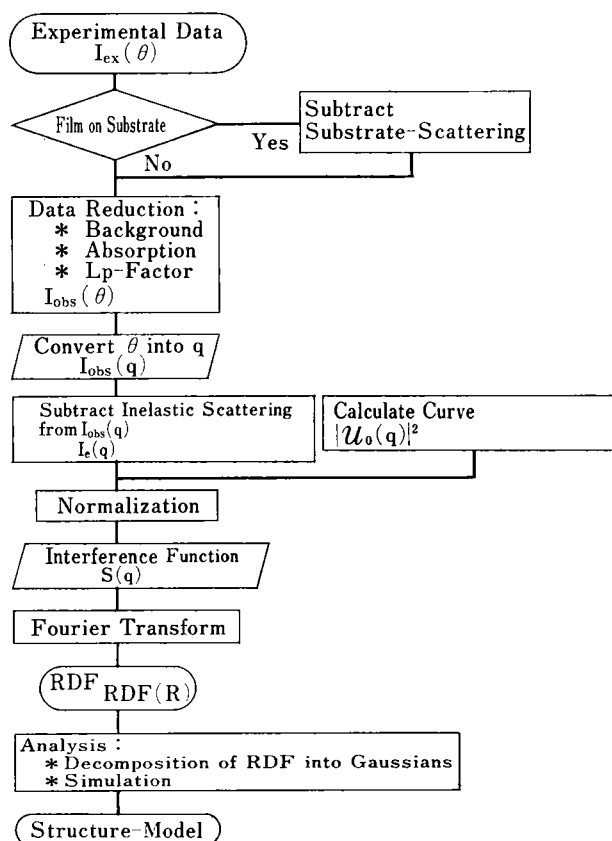


図 3 開発した解析プログラム群と流れ

3 結 果

測定された散乱強度データ $I_{ex}(\theta)$ に、図 3 の流れにしたがって、Background, Lp-Factor などの補正、および変数変換を行い、散乱強度 $I_{obs}(q)$ ($q=2\sin\theta/\lambda$) を

注 2 グラファイト・モノクロメータ、波高分析器 (PHA) は、X 線の単色化、ノイズ低減の目的で使用される。

得る。 α -Si:H 粉末の $I_{\text{obs}}(q)$ を図 4 に示す。散乱強度データ $I_{\text{obs}}(q)$ から非弾性散乱分を除去して、得た弾性散乱強度 $I_e(q)$ を、原子散乱因子の 2 乗曲線（完全無秩序の場合のシミュレーション曲線） $|U_0(q)|^2$ により規格化する（付録 A-1 参照）。規格化の物理的意味は次のようなものである。 α -Si:H の $I_e(q)$ にはいくつかのピークがあるが、これは α -Si:H の原子配列状態に何らかの秩序が存在する証拠で、完全に無秩序な物質の $I_e(q)$ 曲線は原子散乱因子の 2 乗曲線と一致する。したがって、規格化(1)の結果得た $S(q)$ は、構造の情報を含む。

$$S(q) = A \frac{I_e(q)}{|U_0(q)|^2} \quad (1)$$

非晶質では長距離の秩序が欠如しているために、 $q \rightarrow \infty$ で $S(q) \rightarrow 1$ となる。これを利用して充分高角 ($q \approx 2.2$) で規格化因子 A を決定した。このようにして得た干渉関数 $S(q)$ を図 5 に示す。 $S(q)$ を Fourier 変換（付録 A-1 (11)）することにより、RDF が得られる。以下に述べる各サンプルの RDF は、これらの手法を適用し導出したものである。

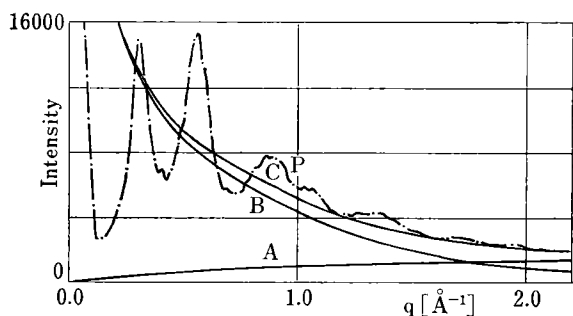


図 4 α -Si:H (powder) 回折強度スペクトル
P: $I_{\text{obs}}(q)$, A: Compton 散乱,
B: シミュレーション曲線, C: A+B

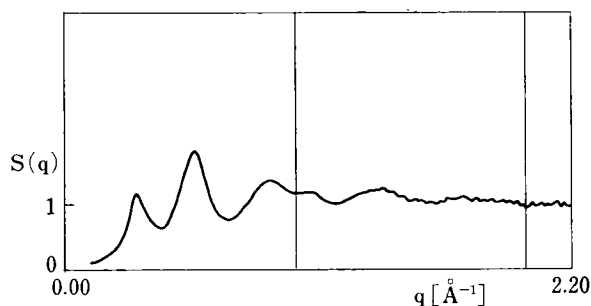


図 5 α -Si:H (powder) の干渉関数

3-1 α -Si:H 粉末および c-Si 粉末の RDF⁹⁾

α -Si:H 粉末の RDF を図 6 に示す。図 6 中の 2 次曲線は、 α -Si:H 粉末と同一密度であるが、構造が完全に無秩序（均一な連続体）という仮想物質の RDF である。 α -Si:H 粉末の RDF はこの 2 次曲線の周囲に、いくつ

かの明瞭なピークを持っている。比較のため、図 6 には、c-Si（微結晶）を用いて同様な測定・解析を行い、得た RDF を重ねて図示した。RDF の定義および物理的意味については、付録 A-1 を参照されたい。図 6 で見られるように RDF を用いると、アモルファスの構造を、完全無秩序状態と結晶状態との間に定量的に位置づけることができる。

RDF の解析は次のようにして進めた。RDF を次式のようにいくつかの Gauss 曲線の重畳と仮定し；

$$\text{RDF}(R) = \sum a_i \exp(-b_i(R-c_i)^2) \quad (2)$$

最小 2 乗法により a_i , b_i , c_i を決定する。 α -Si:H 粉末の RDF を Gauss 曲線へ分解した結果は図 7 に示した。最小 2 乗法による r-factor は 3.6% となった。

結晶は原子が整然と配列しており、その動径分布関数は δ 関数の重畳となるべきであるが、実際は有限な半値幅を持つ Gauss 曲線の重畳となっている。この理由は、逆空間のスペクトル成分が $q_c \approx 2.2$ まですで打ち切っているために分解能に上限が生じたことによる。Fourier 変換の理論によれば⁷⁾、関数 $f(r)$ の逆空間でのスペクトル

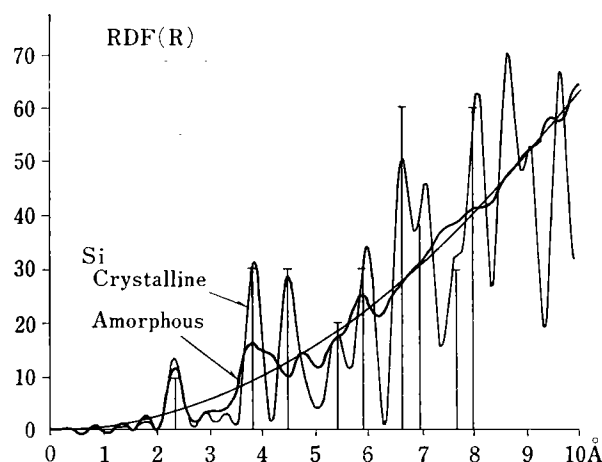


図 6 α -Si:H (powder) と c-Si (powder) の RDF

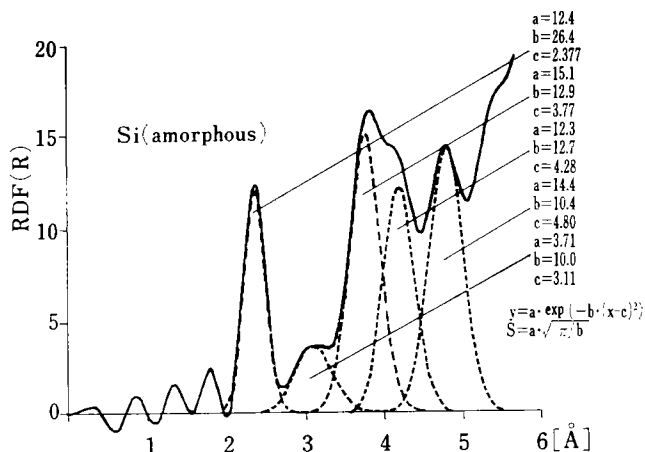


図 7 α -Si:H (powder) の RDF の Gauss 曲線近似

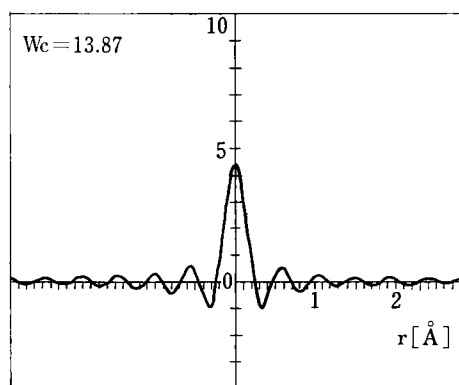
成分 $F(W)$ を帯域制限 ($W > W_c$ で $F(W) = 0$) したものを Fourier 変換し、得た関数 $f'(r)$ は式(3)で表わされる。

$$f'(r) = f(r) * \sin(W_c \cdot r) / (\pi \cdot r) \quad (3)$$

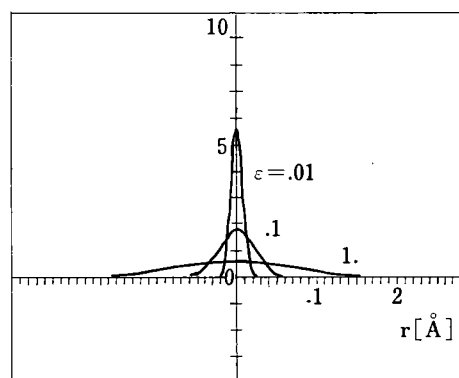
ここで*はコンボリューションを意味する。パラメータ ε が入った Gauss 曲線；

$$f_\varepsilon(r) = (1/\sqrt{\pi\varepsilon}) \exp(-r^2/\varepsilon) \quad (4)$$

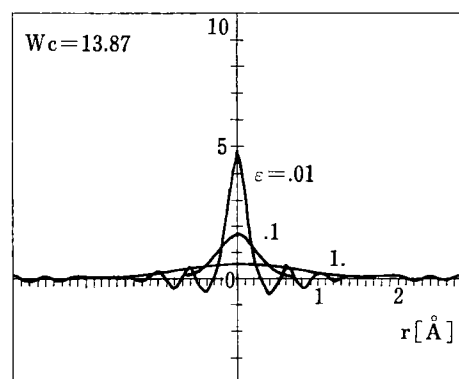
の周波数成分に対し、 $W_c = 2\pi q_c = 13.87$ で Fourier 変換を打ち切ったときに、Gauss 曲線 $f_\varepsilon(r)$ はどのような型に広がってしまうかを $\varepsilon = 0.01, 0.1, 1$ について図8に



$\sin(W_c \cdot r) / (\pi \cdot r)$



$f_\varepsilon(r) = (1/\sqrt{\pi\varepsilon}) \exp(-r^2/\varepsilon)$



$f'_\varepsilon(r) = f_\varepsilon(r) * \sin(W_c \cdot r) / (\pi \cdot r)$

図8 帯域制限による分解能の低下

図示した。たとえば、真の関数が δ 関数であったとしても、 W_c で Fourier 変換を打ち切ったとすると、 δ 関数は $\sin(W_c \cdot r) / (\pi \cdot r)$ に広がる。図6のSi微結晶のRDFのピーク幅は、 W_c で Fourier 変換を打ち切った時の δ 関数に近くなっていることが確認できた。

以上の考察をふまえると、RDFを分解して得たGauss曲線群に対して帯域制限をしない場合の真の半値幅を推定することができる。

[1] a-Si:H 粉末の RDF 第1ピークに相当する Gauss 曲線から、Si 原子の平均配位数 3.7、最近接ボンド距離 2.377 \AA (半値幅 0.06 \AA) が得られる。これは、1つの Si 原子の周囲状態が結晶と大差のない4配位状態であるという CRN モデルを支持する結果である。

[2] 第2ピークに相当する Gauss 曲線から、Si-Si-
Si ボンド間角度の $109^\circ 28'$ からのゆらぎが評価できる。ゆらぎ幅は 9.2° 程度であり非常に歪みの少ない状態である。ゆらぎの中心値は Mosseri et al.⁶⁾ と異なり、むしろ結晶に近い値であった。

[3] Si 微結晶の RDF でみられた第3ピークは、図7に示すように a-Si:H 粉末では、 4.28 \AA 、 4.80 \AA をそれぞれ中心値とする2つの Gauss 曲線に分裂する。第3ピークは、Si-Si-Si-Si 距離に相当し、結晶では、2面体角 ϕ_d の結合様式が staggered 型 ($\phi_d = 60^\circ$) のみであるので、 4.5 \AA に単一の第3ピークが現われるが、アモルファスでは、2面体角 θ_d に自由度があるためピークの形に変化が現れる。1つの Si-Si ボンドで接続された2つの Si-tetrahedron が互いに回転した構造モデル (図9) を考える

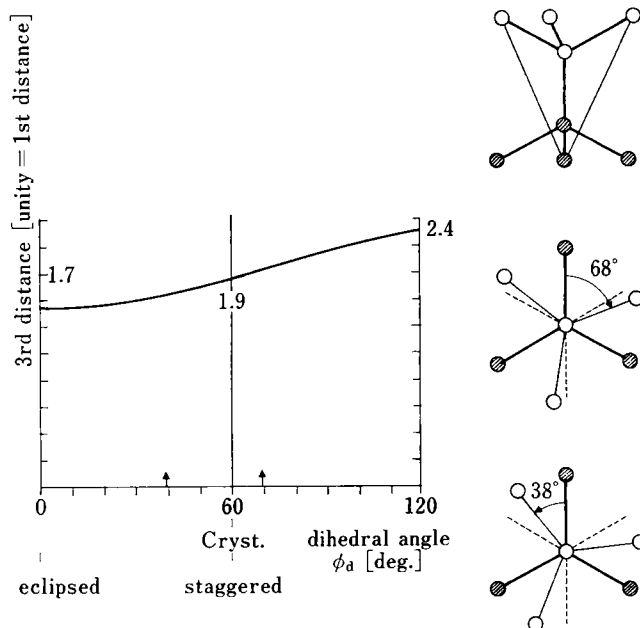


図9 第3ピークと構造モデル

と、2種の原子間距離が生じることが理解されよう。Si-Si-Si-Si 距離が 4.28\AA , 4.80\AA となる二面体角 ϕ_d を図9のグラフから求めるとそれぞれ 38° , 68° が得られる。したがって、二面体角 ϕ_d は $38^\circ < \phi_d < 68^\circ$ に位置することがわかる。結晶構造では $\phi_d = 60^\circ$ (staggered) であるから、a-Si:H 粉末では2つの Si-tetrahedron が staggered の位置から $8^\circ \sim 22^\circ$ 回転していることが判明した。

3-2 基板上的 a-Si:H 薄膜の RDF

基板上的薄膜のX線回折では、基板に無反射板を用いても、なお基板からの散乱が無視できない。基板上的 a-Si:H 膜からの正味の散乱強度を得るためには、基板からの散乱寄与分を除去する方法を考案しなければならなかった。図10に示すように入射X線強度 $I_0(\theta)$ に対し、観測される散乱強度 $I_{\text{film+sub}}(\theta)$ は膜および基板か

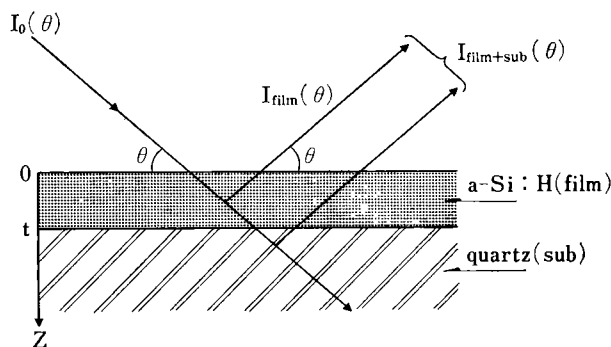


図10 基板からの散乱の除去

らの散乱の総計である。a-Si:H 膜からの正味の散乱強度 $I_{\text{film}}(\theta)$ は、

$$I_{\text{film}}(\theta) = I_{\text{film+sub}}(\theta) - I_{\text{sub}}(\theta) \cdot \exp(-2\mu t / \sin \theta) \quad (5)$$

から求めることができる。ここで、 $I_{\text{sub}}(\theta)$ は基板のみの散乱強度、 t は a-Si:H 膜の厚み、 μ は a-Si:H 膜の線吸収係数ですべて実測可能な量である。実際、a-Si:H 膜の線吸収係数 μ を次のようにして実測した。a-Si:H 膜付の Si ウエハーを用い、Si ウエハーの Bragg 反射強度を測定する。Si ウエハーからの強い Bragg 反射に対し a-Si:H 膜からの散乱は無視できるので、Bragg 反射角 θ に対しては $I_{\text{film}}(\theta)/I_{\text{sub}}(\theta) = 0$ 、したがって、式(5)は

$$\exp(-2\mu t / \sin \theta) = I_{\text{film+sub}}(\theta) / I_{\text{sub}}(\theta) \quad (6)$$

いくつかの Bragg 反射強度を測定し、式(6)から線吸収係数 $\mu = 38.26$ を得た。これを式(5)に用いて、 $I_{\text{film}}(\theta)$ が求まる。

無反射石英基板上的 a-Si:H 膜にこの方法を適用し、a-Si:H 膜からの正味の散乱強度を得た。それを用いて、既述の方法により RDF を算出した。

無反射石英基板上的 a-Si:H は、薄膜であるために高角

側で散乱強度が低下し S/N が悪くなる。したがって、高角側のノイズ・レベルのスペクトルは捨て、Fourier 変換に用いなかったために、RDF の分解能は若干低下したが、逆空間の低角側の3つのスペクトル・ピークが RDF の大勢を決定するため、RDF の第1ピークを除いてピーク位置の変動はほとんどなかった。こうして得た RDF を図11に示す。

a-Si:H 粉末の場合と同様に、Gauss 曲線群に分解し、構造パラメータを決定した。結果は表3に示す。

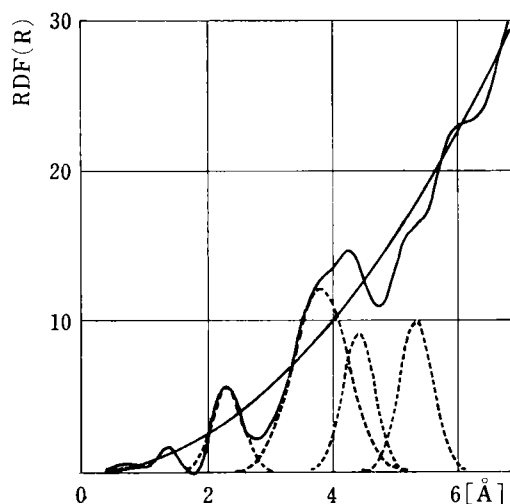


図11 a-Si:H (6 μm film on quartz) の RDF の Gauss 近似

4 考 察

以上の実験結果により、c-Si (微結晶粉末)、a-Si:H (粉末)、基板上的 a-Si:H (薄膜) の RDF に相関があることが明らかになった。今回の実験結果を、以前 Mosseri et al.⁶⁾, Graczyk⁵⁾ らによって報告された結果とともに表3にまとめてある。以下これについて検討し構造モデルを提案する。

- ① 基板上的 a-Si:H 膜では、Si-Si 原子間距離が粉末 a-Si:H の 2.377\AA (半値幅 0.06\AA) に比して短い。a-Si:H 膜のX線 ($\text{MoK}\alpha_1$) に対する線吸収係数が結晶 Si よりも大きいこと、a-Si:H 中には圧縮応力が存在することなどもあいまって、基板上に堆積した a-Si:H 膜は粉末より高密度と推定できる。
- ② 基板上的 a-Si:H 膜では、Si-Si-Si のボンド間角度が 103° (ゆらぎ幅 16°) と評価された。粉末 a-Si:H では結晶に近い値 109.5° (ゆらぎ幅 9.2°) が得られており、粉末の場合に比べると Si ネットワークの乱れは大きい。
- ③ RDF の第3ピークの解析から得られる二面体角

表 3 RDF から算出した構造パラメータ

		RDF			
			1st peak	2nd peak	3rd peak
今回の実験結果	crystalline Si				
		Distance(Å)	2.351(<0.0014)**	3.840(<0.0014)	4.50
		A C N	4	12	12
		Angle(deg)	-	109.5(<0.06)	60
	by X-ray Diff.				
	a-Si:H(powder)				
	Ts=R.T.	Distance(Å)	2.377(0.06)	3.77(0.22)	4.28 4.80
		A C N	3.7	11.1	7.7 7.1
		Angle(deg)	-	109.5(9.2)	38 68
	by X-ray Diff.				
	a-Si:H(6μm film on quartz)				
	H = 22at. % Ts=250°C	Distance(Å)	2.31(0.26)	3.6(0.4)	4.2 5.2
(A)		A C N	3.5	13.3	5.9 6.1
		Angle(deg)	-	103(16)	45 100
	by X-ray Diff.				
	a-Si:H(powder)				
	H = 33at. % Ts=R.T.	Distance(Å)	2.38	3.7	4.9
		A C N	3.5	-	-
(B)		Angle(deg)	-		35-45
	by X-ray Diff.				
	a-Si:H(100Å film)				
	H = 20at. % Ts=250°C	Distance(Å)	2.375±0.05	3.69±0.05	4.56
		A C N	3.55	11.8	-
	by TED				

* A C N = Average Coordination Number

(A) Mosseri et al. 6)

(B) Graczyk 5) ** () = Ljewidth

ϕ_d を比較すると、粉末 a-Si:H では $38^\circ < \phi_d < 68^\circ$ 、基板上の a-Si:H 膜では $45^\circ < \phi_d < 100^\circ$ となる。結晶の二面体角 $\phi_d = 60^\circ$ を基準にとると、粉末 a-Si:H では $8^\circ \sim 22^\circ$ 、基板上の膜では $15^\circ \sim 40^\circ$ だけ Si-tetrahedron が回転していることになる。つまり、基板上の a-Si:H 膜では粉末に比して、二面体角の回転範囲が 2 倍ほど広い。

- ④ 二面体角の回転は、Si ネットワークへの H 原子の配置と関係する。SiH₂ の配置は、二面体角の staggered 位置からの回転範囲を狭く限定するが、SiH の配置では回転範囲は広い。これは、SiH の配置は Si ネットワークに組み込まれ全体を均一に歪ませるために、結晶と異なった Si ネットワークができるためであろう。
- ⑤ p-CVD に付着した a-Si:H 粉末は、二面体角の回転は小さく、H 含有量も小さい。これはマイクロクリスタリンに近い状態にあると解釈できる。

回折強度スペクトルを解析し RDF を導出した。さらに、この RDF を Gauss 曲線に分解し a-Si:H 膜の構造を考察した。

微結晶 Si の RDF で 4.5 Å に現れる第 3 ピークは、a-Si:H では 4.2~4.3 Å と 4.8~5.2 Å の 2 つに分裂する。これらの数値は、Si-Si-Si-Si 鎖における両端の (Si, Si) 原子間距離に対応し、結晶 Si 構造で二面体角の回転を行ったとき出現する距離とほぼ一致する。二面体角の回転は、Si ネットワークへの H 原子の配置と密接に関係し、SiH₂ 配置の多い低温形成膜や粉末では、2 つのピークは鋭く、SiH 配置からなる高温形成膜では、これらピークは広がる。この原因は、SiH₂ 配置では二面体角の回転角に制限があるが、Si:H 配置ではネットワーク全体が均一に歪み回転角の制限が少いためと考えられる。Si ネットワーク中の H の配置は局在準位の分布に影響を与えることが知られている。^{1), 12), 15)} したがって、RDF の 4~6 Å 領域の評価は光電特性に関連し特に有用である。

5 お わ り に

p-CVD により作製した a-Si:H 膜の X 線回折を行い、

本研究にあたり、東京大学理学部の床次正安教授、山中高光博士に御指導いただいた。また、回折を制御する

ためのインターフェイス作製では小暮敏博氏（東大・床次研，現：日本板ガラス㈱）の協力があつた。深く感謝いたします。

付 録

A-1 一般理論

A-1-1 動径分布関数 (RDF)

動径分布関数 (RDF) の物理的な意味は次のようなものである。均一かつ等方な物質内で、1つの原子に原点を据え周囲をみわたしたときに、半径 $R \sim R+dR$ の球殻内に存在する原子の個数が $RDF(R) dR$ で示される。^{11), 14)} さて、X線回折強度から RDF を導出する一般理論を述べよう。X線の入射波および散乱波に対しては、Born 近似が適用でき、入射波 $\Psi_Q(\mathbf{R})$ 、散乱波 $\Psi_{Q'}(\mathbf{R})$ の状態関数をそれぞれ平面波で近似してよい。空間Vで規格化されたこれらの状態関数を下に示す。

$$\begin{aligned} \Psi_Q(\mathbf{R}) &= (1/\sqrt{V}) \exp(i2\pi \mathbf{Q} \cdot \mathbf{R}) \\ \Psi_{Q'}(\mathbf{R}) &= (1/\sqrt{V}) \exp(i2\pi \mathbf{Q}' \cdot \mathbf{R}) \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 $2\pi \mathbf{Q}$ 、 $2\pi \mathbf{Q}'$ はそれぞれ入射波、散乱波の波数ベクトルである。散乱ベクトル \mathbf{q} は(2)式で定義される。

$$\mathbf{q} = \mathbf{Q}' - \mathbf{Q} \quad (2)$$

構造解析の対象となるのは、X線の弾性散乱分である。弾性散乱では、 $|\mathbf{Q}| = |\mathbf{Q}'| = 1/\lambda$ が成立し、散乱角を 2θ とすると $\mathbf{q} = 2\sin\theta/\lambda$ となる (λ は実験に用いX線の波長)。X線の場合、散乱を惹き起す原因となる物質のポテンシャルは電子密度分布 $U(\mathbf{R})$ であるので、散乱振幅 $\langle \mathbf{Q}' | U(\mathbf{R}) | \mathbf{Q} \rangle$ を計算してみる：

$$\begin{aligned} \langle \mathbf{Q}' | U(\mathbf{R}) | \mathbf{Q} \rangle &= \\ &= (1/V) \int U(\mathbf{R}) \exp(-2\pi i \mathbf{q} \cdot \mathbf{R}) d^3\mathbf{R} \end{aligned} \quad (3)$$

式(3)から散乱振幅 $\langle \mathbf{Q}' | U(\mathbf{R}) | \mathbf{Q} \rangle$ は $U(\mathbf{R})$ の Fourier 変換 $U(\mathbf{q})$ にほかならないことがわかる。

ここから先では、構造解析の対象となる非晶質物質が、a-Si のように単一原子N個 (体積V) の集合である場合にのみ限定する^(注3)。このような物質のポテンシャルは、一原子のポテンシャル $U_0(\mathbf{R})$ の重畳で記述される。

$$U(\mathbf{R}) = \sum_{i=1}^N U_0(\mathbf{R} - \mathbf{R}_i) \quad (4)$$

ただし、 \mathbf{R}_i はN個の原子の位置ベクトルである。なお、X線回折実験により観測される物理量は、散乱X線の強度 $I_e(\mathbf{q})$ のみで、次式で表わされる。

$$I_e(\mathbf{q}) = |U(\mathbf{q})|^2 \quad (5)$$

式(4)を用い散乱強度 $I_e(\mathbf{q})$ の式(5)を書き下すと；

$$I_e(\mathbf{q}) = (1/N) \cdot S(\mathbf{q}) \cdot n^2 |U_0(\mathbf{q})|^2 \quad (6)$$

ここで、 n は原子数密度、 $U_0(\mathbf{q})$ は $U_0(\mathbf{R})$ の Fourier

変換で原子散乱因子、 $S(\mathbf{q})$ はこれから解析を進めようとする量で、干渉関数 (Interference function) と呼ばれる量である。

$$\begin{aligned} n &= N/V \\ U_0(\mathbf{q}) &= (1/V) \int U_0(\mathbf{R}) \exp(-i2\pi \mathbf{q} \cdot \mathbf{R}) d^3\mathbf{R} \\ S(\mathbf{q}) &= (1/N) \sum_{i,j} \exp\{-i2\pi \mathbf{q}(\mathbf{R}_i - \mathbf{R}_j)\} \end{aligned} \quad (7)$$

物質の均一性と等方性を仮定すれば、(8)が得られる。

$$S(\mathbf{q}) = 1 + n \int_0^\infty g(R) \frac{\sin 2\pi qR}{2\pi qR} 4\pi R^2 dR \quad (8)$$

ここに現われる $g(R)$ は2体分布関数 (pair correlation function) である。 $g(R)$ を求めるために、 $S(\mathbf{q}) - 1$ を Fourier 変換したいが、 $\mathbf{q} \rightarrow 0$ で $S(\mathbf{q}) \rightarrow \infty$ と δ 関数的に発散するので、Fourier 変換可能ではない。この特異性を1の Fourier 変換の形で $S(\mathbf{q})$ から除去したものを $S'(\mathbf{q})$ とする。 $S'(\mathbf{q}) - 1$ は Fourier 変換可能となる。

$$g(R) - 1 = (1/n) \int_0^\infty \{S'(\mathbf{q}) - 1\} \frac{\sin 2\pi qR}{2\pi qR} 4\pi q^2 dq \quad (9)$$

動径分布関数 $RDF(R)$ は、

$$RDF(R) = 4\pi R^2 n \cdot g(R) \quad (10)$$

で定義される。したがって、 $RDF(R)$ を得るためには(11)の Fourier 変換を行うことになる。

$$RDF(R) = 4\pi R^2 n + 8\pi R \int_0^\infty q \{S'(\mathbf{q}) - 1\} \sin 2\pi qR dq \quad (11)$$

干渉関数 $S(\mathbf{q})$ と実際の計算(11)で用いる $S'(\mathbf{q})$ は、 $\mathbf{q} \rightarrow 0$ でのふるまいが異なるが、それ以外では同一である。実際の実験では $\mathbf{q} \approx 0$ での測定は行わないので、 $S'(\mathbf{q})$ を $S(\mathbf{q})$ と置きなおしても実質的にはさしつかえない。

A-1-2 干渉関数

物質からの弾性散乱強度 $I_e(\mathbf{q})$ から干渉関数 $S(\mathbf{q})$ を求めるには以下の手順による。式(6)を変形したものが式(12)である。

$$S(\mathbf{q}) = \frac{N I_e(\mathbf{q})}{n^2 |U_0(\mathbf{q})|^2} \quad (12)$$

$U_0(\mathbf{q})$ は原子散乱因子であり、理論値が International Table¹³⁾ に掲載されている。解析にはその数値を用いた。 $\mathbf{q} \rightarrow \infty$ で $S(\mathbf{q}) \rightarrow 1$ になることから、規格化因子 N/n^2 が決定できる。今回の実験での \mathbf{q} の上限は、 $q \approx 2.2$ であった。規格化は q の上限近傍で行った。

A-1-3 非弾性散乱

X線回折実験により得られる散乱強度の実測値 $I_{\text{obs}}(\mathbf{q})$ は、弾性散乱分 $I_e(\mathbf{q})$ と非弾性散乱分 $I_i(\mathbf{q})$ とからなる。

$$I_{\text{obs}}(\mathbf{q}) = I_e(\mathbf{q}) + I_i(\mathbf{q}) \quad (13)$$

干渉関数 $S(\mathbf{q})$ を求めるためには、 $I_e(\mathbf{q})$ を知る必要がある。それには、観測した散乱強度 $I_{\text{obs}}(\mathbf{q})$ から非

注3 a-Si:H ではHが10~20 at.% 程度含まれているが、Si とHの電子数の比は28:1もあるので、散乱はSi原子によるものが支配的である。従って、H原子はX線的には空孔とみなされることになる。

弾性散乱分 $I_e(q)$ を除去しなければならない。非弾性散乱の原因としては、 q が大の領域での Compton 散乱、 q が小の領域での Phonon, Electron, Plasmon の励起などがある。X線回折では電子線回折と異なり、非弾性散乱分は弾性散乱分にし小さい。このため、測定領域で比較的寄与の大きい Compton 散乱分の除去のみをとり上げることにした。散乱ベクトル q が大の領域での弾性散乱分に対する Compton 散乱分の比率は理論的に定まり、¹⁶⁾ その強度は International Table¹³⁾ に掲載されている。これを用い弾性散乱分 $I_e(q)$ を算出した。

参考文献

- 1) W. Y. Ching, D. J. Lam, and C. C. Lin; Phys. Rev. B, 21, 2378 (1980)
- 2) B. Kramer; Phys. Stat. Sol., b) 47, 501 (1971)
- 3) D. E. Polk; J. Non-Crystall. Solids, 5, 365 (1971)
- 4) A. Barna, P. B. Barna, G. Radnóczy, L. Tóth, and P. Thomas; Phys. Stat. Sol., (a) 41, 81 (1977)
- 5) J. F. Graczyk; Phys. Stat. Sol., (a) 55, 231 (1979)
- 6) R. Mosseri, C. Sella, and J. Dixmier; Phys. Stat. Sol., (a) 52, 475 (1979)
- 7) A. Papoulis; "The Fourier integral and its applications", McGraw-Hill. (1962)
- 8) P. Steinhardt, R. Alben, and D. Weaire; J. Non-crystall. Solids, 15, 199 (1974)
- 9) 谷, 小暮, 山中, 床次: 日本結晶学会年会 (1983)
- 10) S. C. Moss and J. F. Graczyk; Phys. Rev. Lett., 23, 1167 (1969)
- 11) J. M. Ziman; "Models of Disorder", Alden Press (1979)
- 12) 東京大学物性研究所; アモルファス太陽電池の研究開発 (1981)
- 13) "International Table for X-ray crystallography" The Kynoch Press Birmingham (1974)
- 14) 日本金属学会; "回折結晶学", 丸善 (1981)
- 15) "最新アモルファス Si ハンドブック", サイエンスフォーラム (1983)
- 16) 三宅静雄; "X線の回折", 28 (1969)

電子写真システムのパラメータ設計

Design of Parameters on the Electrophotographic System

平倉浩治*

Koji Hirakura

小暮雅明*

Masaaki Kogure

今井 力**

Chikara Imai

長谷部光雄*

Mitsuo Hasebe

辰巳 進***

Susumu Tatsumi

要 旨

“FF エンジン”と呼ぶ電子写真システムの開発において、システムの定数を見出すために主要サブシステムの入出力特性を調べた。

又、それに続いてベタ部応答モデルを使用し、本モデルによる計算値が実験結果と良く合致する事も確認した。

本モデルを応用することにより主要なパラメータが変動する時の入出力特性が予測できるようになり、画像品質を安定化するためのプロセスコントロールの設計に役立てることが可能になった。

ABSTRACT

In the development of electrophotographic system named “FF ENGINE”, the input and output characteristics on the main subsystems have been studied in order to find the constants of the system.

And it is confirmed that the calculated values on the model agree well with the experimental results by using solid area response model.

This model is useful for the design of system process control for the image quality stability.

1 はじめに

複写機の要素技術に関し、感光体や現像システムについての報告は多くなされてきているが、作像システム全体の開発過程の中で重要なパラメータ設計に関する報告は少ない。

筆者らは“FF エンジン”と名付けた作像システムの開発においてまず目標とするシステムの入出力特性を定めこれを達成するためには、作像サブシステムのパラメータをどのように設計すべきかを検討した。作像システムの入出力特性は、ライン部とベタ部^(注)で異なるが、基本となるベタ部のパラメータを中心に検討を進めた。

* 第1複写機事業部 複写技術研究所 第1研究開発部
First Research & Development Department, Reprographic Technology Research Center, First Reprographic Products Division

** 第1複写機事業部 設計部
Design Department, First Reprographic Products Division

*** 技術本部 材料デバイス研究部
Materials & Devices Research & Development Department, Technology Division

ライン部については、潜像電場の解析を行ない潜像形成要素のライン部画質に対する寄与を調べた。ライン部の品質を満足させるための作像システムパラメータの値は、ベタ部のパラメータ設計時の条件に組み込まれた。

2 パラメータ設計の過程

作像システムのパラメータを定める時、まずベタ部の目標を明確にしておくことが基本的に重要である。目標の特性は、オリジナル濃度 OD のと作像システムによる画像濃度 ID の関係で特徴づけられる。標準的作像条件において次のように目標を定めた。

OD ≤ 0.3 のとき ID = 0.08

OD = 0.5 のとき ID = 0.70

OD = 0.8 のとき ID = 1.10

OD ≥ 1.4 のとき ID = 1.30

作像システムを構成するサブシステムは帯電、露光、感光体、現像、転写、分離、定着、クリーニング、除電からなるが、ここでは重要な作像サブシステムのモデル

(注) ベタ部とは広面積の画像を意味し、ソリッド部ともいう。

式を軸にして、露光から定着までの設計手順を述べる。作像システムのベタ部の応答に関する数学モデル化は、K. Bradley Paxton¹⁾ によって行われているが、実験値に対してどの程度合致するものかどうかの検討がなく、数式による設計と予測の精度がわからない。ここでは、FF エンジンにおいてモデル式の中の定数を実験により求め、次いで設定可能なパラメータを無理のない範囲で定め、目標値に対してモデル計算値を適合させる。そしてこの計算値と実際の作像実験結果の合致性について確認する。さらに主要パラメータの変動に対するシステム応答のコンピュータシミュレーションを試みる。

2-1 露光サブシステム

露光サブシステムで最初に決定しなければならないものは、照明光量とレンズのF値である。複写サイズの仕様からレンズの焦点距離は前もって決められる。照明及び光学系の明かるさは、使用する感光体の感度と感光体の移動速度（作像プロセス速度）等から決められる。

感光体への入射光量Eは良く知られた形で次式で表わされる。

$$E = E_0(10^{-OD} + f) \quad (1)$$

ここで E_0 はレンズF値、スリット幅、およびプロセス速度が決まると照明光量に比例するものであって露光係数と呼ぶ。感光体サブシステムとその適正な関係は、この E_0 で調整される。fはフレアー率と呼ばれ主として光学系の形状と表面の反射率や汚れで決まり

$$f = (E/E_0)_{OD \rightarrow \infty}$$

で定義される。実際は暗中で原稿圧板を開放した時の E/E_0 を測定して求められる。

2-2 感光体サブシステム

感光体の感度表示は、簡単には初期の光減衰勾配 S_λ で示されるが複写機で使用する場合比較的明るいODも無視できず、地肌濃度付近の低電界での減衰を曲線近似するのが妥当である。指数関数表現も使われてきたが、 S_λ を生かした形で光減衰の低電界因子として R_λ を導入する。感光体の露光後電位 V_s は露光量Eの2次式として

$$V_s = V_0 - S_\lambda E + R_\lambda E^2 \quad (2)$$

で表わされる。ここで V_0 は感光体の初期電位であり、IDの要求値からその範囲が決まるが実際は感光層の耐圧と後述するライン画像の要求から定められる。(2)式はEの大きな値に対して V_s が増加することになるが実際のシステムではEは制約されているので V_s が増加する領域では使われることはない。潜像のSN比を大きくとるために、暗部電位と明部電位の差は大きい方が望ましいが低コントラストのライン再現を考慮し明るいODに対して V_s が変化するようなところにEを設定しなければならない。

2-3 現像サブシステム

現像のトナー付着モデルは、L. B. Schein²⁾, A. Kondo³⁾

氏らにより提案されているがいずれも現像トナー量Mは現像ポテンシャルに比例すると考えており、この比例係数すなわち現像能力 γ の導びき方に差がある。 γ は機械パラメータの

現像スリーブ線速度： v_s

感光体線速度： v_p

ドクターギャップ： G_d

現像ギャップ： G_p

そして現像剤パラメータの

キャリア粒径： D

現像剤誘電率： ϵ_d ($\approx \epsilon_b$: 現像空間誘電率)

現像剤抵抗： ρ_d

トナー濃度： TC

トナー帯電量： Q/M

などの関数であるといわれている。システムの目標達成に合った現像剤が得られるとそれに応じて現像・機械パラメータが振り決めされる。その後目標値に合うように v_s と TC を調整して γ を決める。システムが決まってからは γ は v_s と TC のパラメータで決めることができると考えて良く、現像トナー量Mは、

$$M = \gamma(V_s - V_B), M \geq 0 \quad (3)$$

で表われる。ここで V_B は現像バイアス電位である。複写機の場合、低コントラストのライン部の再現を強調するために、OD-ID 曲線でライン部の立上がり点をベタ部の立上がり点より低く設計する 경우가多いが、そのときは、 G_p と G_d の設計が重要となる。

2-4 転写・分離サブシステム

転写前に全面露光あるいは均一帯電して感光体の電位分布を一様にしたあと転写紙を重ね 裏からトナーと逆極性の帯電をして転写し適度の除電をして分離する。紙の上の転写されたトナー量を M_p とすると

$$M_p = \eta M \quad (4)$$

と表わされる。ここで η を転写率と呼ぶ。 η は実験によると紙の抵抗の極端な低下や、発生するカールなどがなければほぼ一定値となる。なお転写では實際上、問題として部分的転写不良や突然起こる分離不良などがある。

2-5 定着サブシステム

紙の上の転写トナー量 M_p が与えられると、定着後の画像濃度IDは、カベレージモデル⁴⁾を用いて表現できる。

$$ID = -\log \{10^{-ID_p} e^{-kM_p} + 10^{-ID_i} (1 - e^{-kM_p})\} \quad (5)$$

ここで ID_p は紙の反射濃度であり、 ID_i は紙にトナーを飽和付着定着したときの反射濃度、 k は画像濃度変換因子である。 k は、トナーの着色顔染料と粒径及び定着でのつぶれと光沢に関係しているが、 ID_i と同様にトナーと定着サブシステムが決まると(5)式を使って実験的に決定できる。定着サブシステムのパラメータは、 ID_i や k を適正化するためではなくトナーの定着性が満足される条件で決められる。

3 ライン部潜像を支配するパラメータ

ベタ部の設計を行う場合ライン部の潜像を左右するパラメータも同時に検討されなければならない。

特に感光材料が決定された後、光導電層厚 T_1 が決められ、そして初期電位 V_0 が決められてから(2)式の S_k と R_k は実験的に求められる。ここでは最終的に T_1 と V_0 を決めることを狙う。

3-1 ライン部潜像電界の解析

潜像電界の解析には、有限要素法⁵⁾を用いる方法とフーリエ変換を用いて合成する方法とがある。複写機の潜像電界を扱う場合には、潜像形成後の画像形成の各ステップである、現像、転写定着の各効果を総合的に評価できるフーリエ変換の方が便利な場合がある。

入力信号として広い空間周波数成分をもつ矩形波を仮定する。計算は次の手順で行なう。①入力電荷分布をフーリエ展開し、単一の正弦波のフーリエ級数を求める。②単一正弦波の電荷像に関して電界式を求める。③上の①で求めた級数の周波数の範囲にわたって正弦波の電界と係数を掛け合わせる。④現像空間の必要な範囲にわたる計算を行う。

電界計算のモデルを図1に示す。電界の計算は複写機の場合は、現像領域で対向電極が平行しているの、法線方向の電界について計算する。最大電荷密度 σ_0 の空間周波数 $(1/\lambda)$ の電荷分布では法線電界 E_z は次式で与えられる⁶⁾。

$$E_z = -\{B_0 + P(B_1 e^{pz} - B_2 e^{-pz}) \cos PY\} \quad (6)$$

ここで

$$B_0 = (\varepsilon_a V_0 - \sigma_0 l / 2) / \{\varepsilon_b l + \varepsilon_a (m - l)\} \quad (7)$$

$$B_1 = -\sigma_0 e^{-pm} \sinh Pl / 4P \{\varepsilon_b \sinh Pl \cdot \cosh P(m-l) + \varepsilon_a \cosh Pl \sinh P(m-l)\} \quad (8)$$

$$P = 2\pi/\lambda, \quad B_2 = -B_1 e^{2pm}$$

である。 $l = T_1$ は光導電層厚であり、 $m - l = T_2$ は現像空間の厚みで前述の G_p と同じものである。また、 ε_a は光導電層の誘電率で、 ε_b は現像空間の誘電率である。

3-2 潜像電界の計算

計算での入力パラメータは、 T_1 と ε_a 、 T_2 と ε_b 、最大電荷密度 σ_0 、そして入力の電荷分布 ($\Delta Y = 10 \mu m$) である。

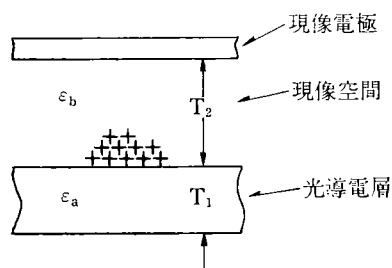


図1 現像領域の図 $P(Y, Z)$ は現像空間の点である。

実際の複写機で得られる電荷分布は、レンズやミラーの結像系及びその駆動系の伝達関数の影響を受ける。これら露光サブシステムのMTFをガウス分布と仮定して計算の中に導入しその影響を調べてみた。

5本/mmでのMTFをそれぞれ、100%、70%、33%としたときの電界分布を計算した。図2に200 μm のラインの電界分布の結果を示す。光学の入力像のMTFが低下すると、ライン幅が比較的広い場合肩がダレることがわかる。実際のライン画像ではシャープネスが低下する。70%と33%とでは大きく異なり33%では品質低下が著しい。従ってライン潜像の安定な品質を得るには、MTF 70%を維持する光学系の設計が重要となる。

3-3 潜像電界計算値と作像実験

前述の式(6)~(8)を使って種々の場合の計算をし、計算と同一条件の実験から得られた画質の傾向とを比較した。図3に光導電層厚 T_1 と電界強度の計算値、画像濃度の関係を示す。また、図4に表面電位 V_0 (初期電位) と電界強度の計算値、低コントラストラインの再現性について示す。図3から T_1 はあまり薄くしてもラインIDは向上しないことがわかる。層の耐圧を考慮して、60

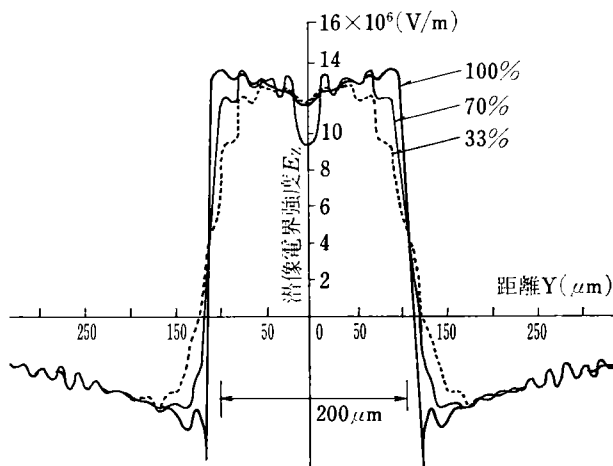
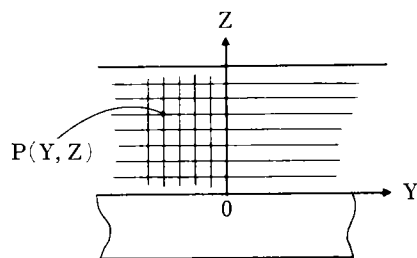


図2 200 μm ライン部の潜像電界強度
5本/mmにおけるMTF=100, 70, 33 (%)
に対する計算値である。



μm に設定された。図4から表面電位 V_0 はあまり高くしても低コントラスト再現は向上しない。別の実験から現像によるラインの太りが起こらない範囲との共通域をとって750 (V) に設定された。こうして(2)式の V_0 を750 とすると、 $S_A=690, R_A=100$ が実験により求められた。

4 パラメータ設計

4-1 実験的なパラメータの固定

上記のライン部潜像の要求から、 V_0 が決まり、 E の変化に対する V_S を測定しこの結果に合うような S_A と R_A の係数が定められた。式(1), (4), (5)の f, η, k も

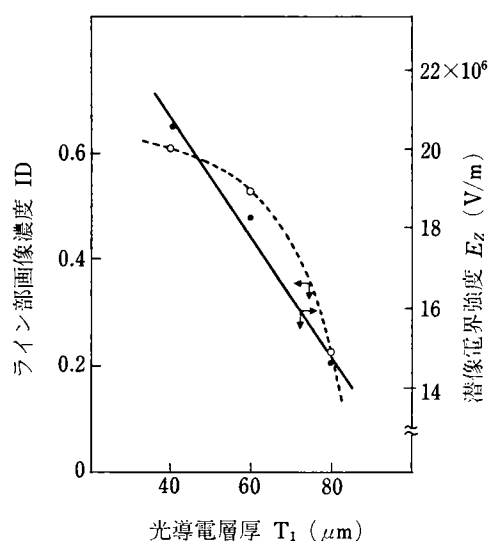


図3 光導電層厚とライン部画像濃度
(200 μm ハーフトーンライン原稿に対するもの)

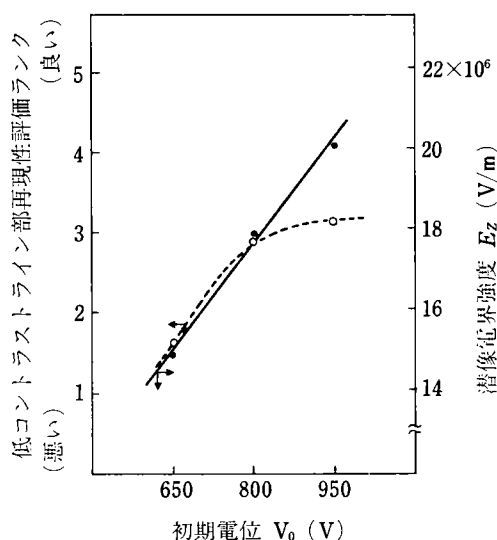


図4 初期電位と低コントラストライン部再現性
(200 μm ハーフトーンライン原稿に対するもの)

実験により決められた。 f は、原稿圧板開放時の E/E_0 から求めた。 η は、 M を変化させた時の M_p を測定し、 M_p/M から求めた。そして k は、まず紙を決め ID_p と ID_t の濃度を実測しておき、 M_p を変化させたときの ID を測定し(5)式に良く合うように決めた。

4-2 主制御パラメータ設計

まず $0.05 \leq OD \leq 1.4$ の範囲で V_S の動作範囲が最も広くなるように(1), (2)式から E_0 を定めた。目標の特性は、 $OD=0.3$ で ID が立上がるように決めたので $OD=0.3$ の時の V_S を求めこの値を V_B とする。(3)式で M が0から正になる点と考えれば良い。なお V_B を変えることにより容易に ID の立上がり点が変えられるので、オリジナルの地肌濃度が色々と異なる場合に、これを消すべく V_B は可変に設計する。

最後に(1)~(5)式全部を使って入力 of OD に対し出力 of ID を計算する。このとき(3)式の γ をパラメータにして目標の $OD-ID$ 特性に最も近づくように計算を繰返す。

4-3 目標値と計算値と実験値の比較

このようにして得られたパラメータが表1に示すものである。これらの値を式(1)~(5)に代入して計算すると図5に示す計算値すなわち設計値を得る。はじめに決めた目標値に良く一致していることがわかる。

次に表1のパラメータを作像システムに設定して、グレースケールをオリジナルにして作像実験を行った。この結果を図5の“口”の記号で示す、設計値と実験確認値はきわめて良く一致している。

表1 サブシステムのパラメータ

パラメータ	記号	代表値	単位
露光係数	E_0	1.65	$\mu\text{J}/\text{cm}^2$
フレアー率	f	0.008	—
PC 初期電位	V_0	750	V
PC 感度	S_A	690	$\text{Vcm}^2/\mu\text{J}$
PC 低電界因子	R_A	100	$\text{Vcm}^4/\mu\text{J}^2$
現像バイアス	V_B	240	V
現像能力	γ	1.47×10^{-3}	$\text{mg}/\text{cm}^2\text{V}$
転写率	η	0.83	—
ID 変換因子	k	7.7	cm^2/mg
紙反射濃度	ID_p	0.08	—
定着後飽和濃度	ID_t	1.35	—

4-4 主パラメータ変化時の入出力特性

以上に述べた作像システムのモデル式が、FF エンジンの特性を良く表現できることがわかったので以下にくつつかのコンピュータシミュレーションを試みる。

図6は現像バイアス V_B を変えた時の特性を示している。本システムでは、温度や繰返しコピーで変わる V_S を補正するため V_B をプログラム制御している。また、原稿の色地肌部の消去や現像でのライン部太りを補正す

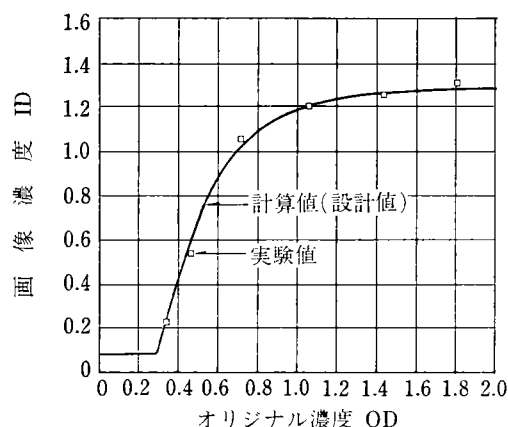


図5 計算値と実験値の比較

る時の V_B 選択キーをもっている。

図7は露光係数 E_0 の変化によるものである。地肌部を消去する場合 E_0 を上げて可能である。事務用複写機の場合、鉛筆等の低コントラスト原稿が多いので E_0 を大幅に上げると低 OD の潜像が消えてしまうので良くない。 E_0 による画像調整は最高濃度が変わりにくいのでピクトリアルな原稿に適している。

図8はトナー濃度を変えて γ を変えた時の V_s と ID の関係を示している。画像濃度を一定に保つためのトナー濃度制御システムの動作解析にこの図は有用である。つまり V_s が外乱により変動した場合これを補正するように TC を変化させるようなシステムが設計できるが、この V_s と ID の TC をパラメータとする関係図は、画像濃度安定化設計の基本チャートとなる。

図9は定着ローラーの表面性を変え $ID_i=1.5$ にした場合である。

図10は f が光学系の汚れにより増加した場合である。 f が増加すると ID の立上がり点は右ヘシフトしてしまい ID の最高値も下がる。

このように着目するパラメータの変化に対する画像の予測ができ、画像を一定に保つにはどのパラメータを補正すべきかが明らかになった。

5 おわりに

作像システムの目標とする入出力特性を達成するために、各サブシステムのモデル式を定め、実験と計算からその中の定数を決めることができた。

目標値に対してモデル式を使って導き出した設計値と実験値は良い一致を示した。そして本モデルの利用により作像システムの各パラメータが変動する時の画像予測が可能となり精度の高いプロセスコントロールができるようになった。

おわりにあたり、本研究開発に対する御協力をいただいた関係各位に対し深く感謝いたします。

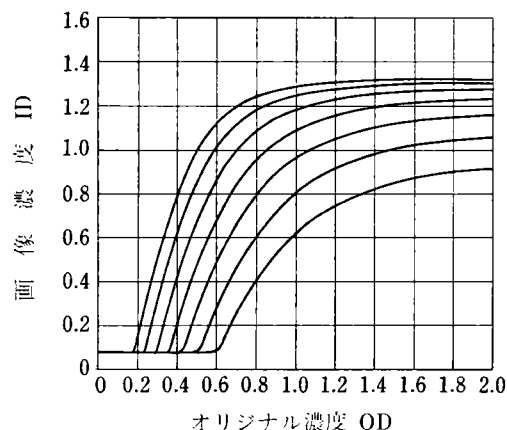


図6 現像バイアス変化時の特性

7本の曲線は左から $V_B=120, 180, 240, 300, 360, 420, 480$ (V) にそれぞれ対応する。

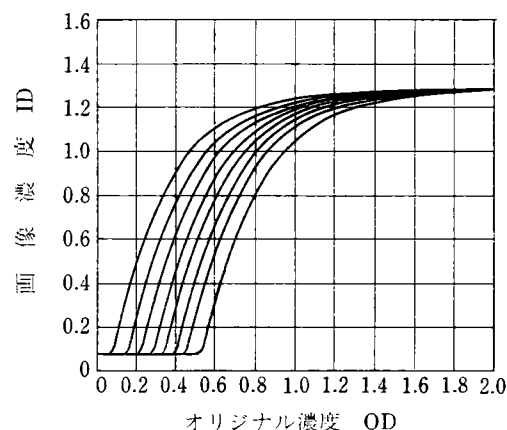


図7 露光係数変化時の特性

8本の曲線は左から $E_0=1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.1, 2.4, 2.8$ ($\mu\text{J}/\text{cm}^2$) にそれぞれ対応する。

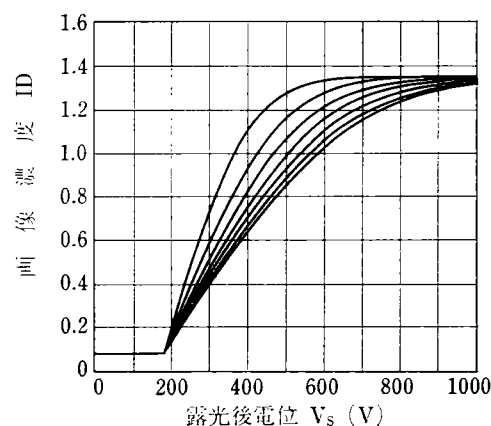


図8 画像濃度制御特性

現像能力が変わった時の V_s -ID 特性であって、左からトナー濃度 $TC=5, 4, 3.5, 3, 2.5, 2, 1.5$ (%) と変化させている。

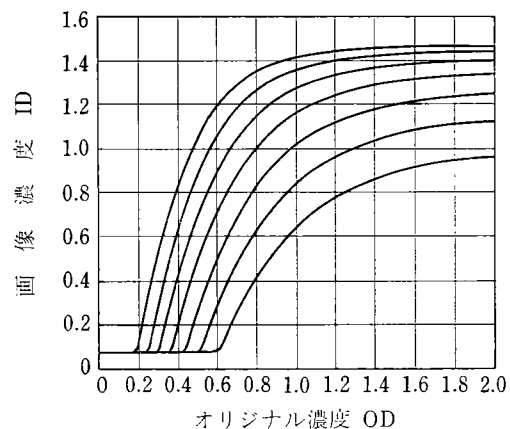


図 9 定着パラメータ変更時の特性

$ID_i=1.5$ とした時の特性で、7本の曲線の V_B は図6の場合と同じである。

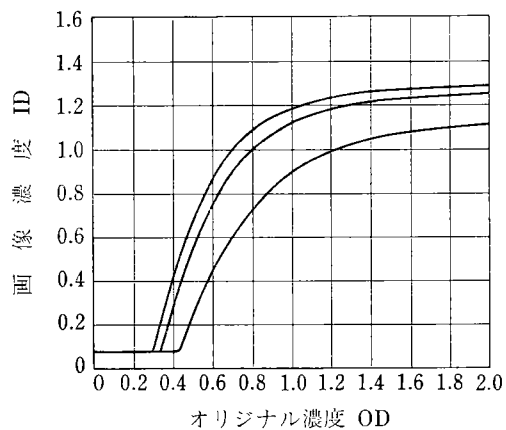


図 10 フレア率が変化した時の特性

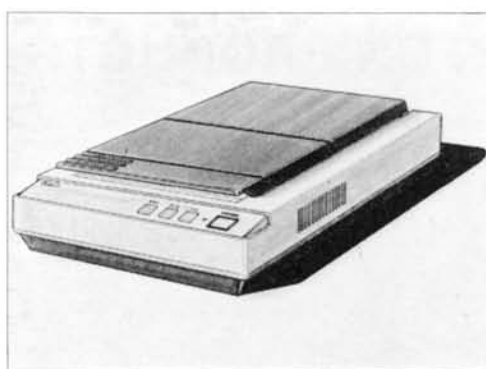
3本の曲線は、左から $f=0.008, 0.05, 0.15$ にそれぞれ対応している。

参考文献

- (1) K. Bradley Paxton : Photogr. Sci. Eng., 22: 159 (1978)
- (2) L. B. Schein : Photogr. Sci. Eng., 19: 255 (1975)
- (3) A. Kondo and M. Kamiya : TAPPI, Reprography Conference, 55 (1975)
- (4) P. E. Castro and W. C. Lu, : Photogr. Sci. Eng., 22 154 (1978)
- (5) F. Matsumoto : RICOH TECHNICAL REPORT, 7, (1982)
- (6) R. M. Schaffert : Electrophotography. 2nd ed. (1975)

製品技術解説

EXPLANATION ON PRODUCTS



リコーイメージスキャナ20

RICOH Image Scanner 20

佐藤洋治郎*
Yojiro Sato

神谷賢治**
Kenji Kamiya

要 旨

リコーイメージスキャナ 20 は、原稿を鮮明に読みとり、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、オフィスコンピュータに画像情報を入力する、汎用的な原稿固定方式の画像入力装置で、特徴は以下の通りである。

- 1) シート原稿以外にもブック形式のものやカード類が読める構造で、しかも小型軽量化がはかられている。
- 2) ホストからのコマンドで、原稿上の任意の部分を抜きとって、読みとれる。
- 3) ホストに合わせて、低速から高速まで読みとり速度を変えたり、走査/停止を繰り返すことができる。
- 4) ホストからのコマンドで、画像データの密度変換や、ハーフトーン出力などの処理を行うことができる。
- 5) 取り扱いやすい高速汎用パラレルインタフェースを有しているため、オフィス内で容易にホスト機とのシステム構成ができる。

ABSTRACT

The RICOH Image Scanner 20 has been developed as a universal flatbed-type scanner unit interfacing to personal computer, word processor or office computer. Its main features include;

1. Input terminal with a stationary document platen for such papers as sheets, books, cards, also made compact.
2. Capability of editing image patterns and characters by means of commands from host computer.
3. Also capable of processing such as transformation of image density and reproduction of half tone images by host computer's control.
4. Variable scanning speed controller synchronized host computer's actions.
5. Convenient and universal interface connection to personal computer systems.

1 はじめに

従来より、イメージ情報の原稿を忠実に複製し、記録

* 技術本部 情報システム研究部
Informations & Systems Research & Development
Department, Technology Division

** リコー時計株式会社 電子機器事業部
RICOH WATCH Co. Ltd.
Advanced Product Department, Design Division

する装置として、複写機が広く行きわたっている。一方近年の電子技術の発達とともに、光情報をデジタル信号として読みとるイメージスキャナ（画像読取りユニット）がファクシミリその他の装置の画像入力部として使用されてきている。

ところで各種OA機器の発展に伴い、原稿を固定の決められた範囲で読み取り、決められた場所に出力するだけでなく、原稿読取りユニットで原稿の必要な部分だけ

抜きとって、読みとった後画像を処理したり、あるいはイメージ画像と文書とを任意な形に編集合成して、記録出力することが、要望される様になった。

これにこたえ既に、任意に画像を抜きとり編集したり、あるいは OCR（文字認識装置）やその他の画像処理を行うためのシステムが各社より発表されてきつつある。図 1 にこれら編集機能におけるイメージスキャナの役割を示す。

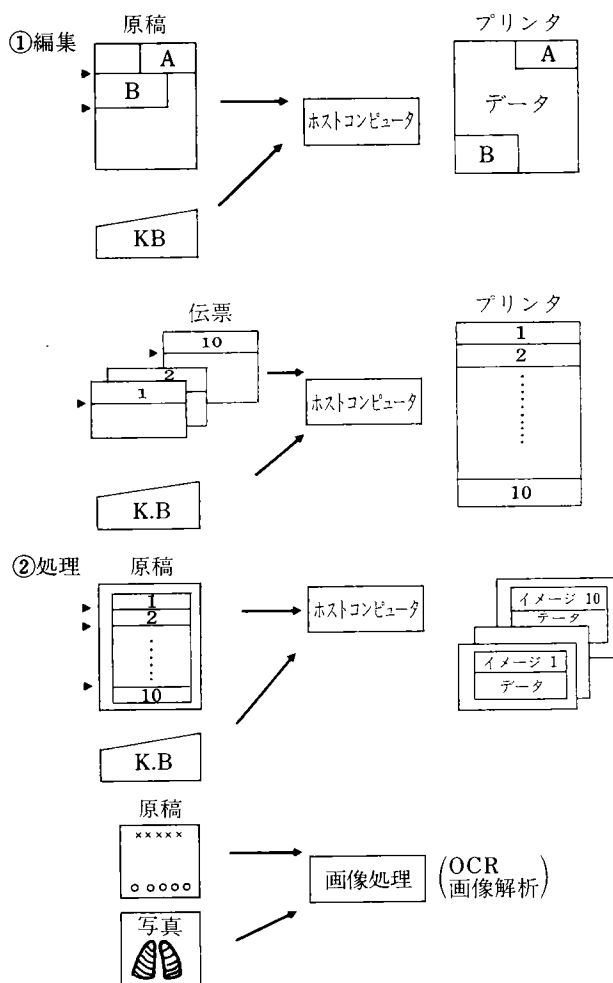


図 1 画像入力例

当社においてもイメージと文書との複合処理を行うシステムとして、OA用ゼネラルワークステーションを中心とした、ローカルエリアネットワーク (LAN) システム「RINET」がある。このシステムの入力部（スキャナ）はA3サイズ of 原稿まで読みとれ、速度2秒/A4、300 dpi の読取密度を持っている。

他の例としては、分散的に各営業所や支店で、イメージとデータとを複合処理して伝票を発行したり、絵まじり文書作成、伝票からリストの作成等のオフィス業務への対応として、画像編集システム「RICORE 3000」があり、ワードプロセッサとイメージプロセッサ及びレーザ

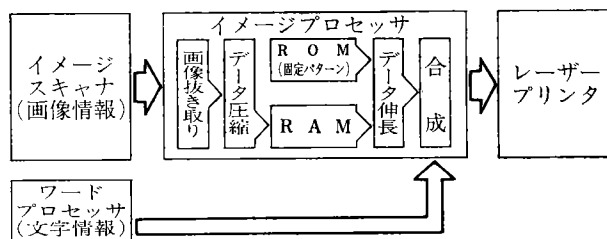


図 2 リコア 3000 ブロックダイアグラム

ープリンタで構成されている。

機能として、ワードプロセッサでの文字情報と、画像読取りユニットからの画像情報とを合成して出力したり、リストや表から伝票を作成したり、逆に複数の伝票から、1枚の書式にまとめることができる。このシステムのスキャナは、「RINET」と同様に A3 サイズまでの原稿が読め、300 dpi の密度で、300 枚/A4、1 分の読取性能を持つ、原稿固定方式の読取り装置である。

更に他のニーズとして、以上の様な専用機とは別に、通常のオフィス内での本格処理に用いるため、パーソナルコンピュータやワードプロセッサ、オフィスコンピュータなどのホストコンピュータと接続して、インテリジェントに原稿を読みとる小型の画像入力装置と、画像や文字を出力するプリンタとでシステムを構成すれば、OA 用システムとして占有面積の減少がはかれ、更にホスト機は他業務と兼用して使用できるので、効率の良いシステムが構築できる。

これから述べる画像入力装置（イメージスキャナ 20）はパーソナルコンピュータなど一般のホスト機に簡単に接続できる小型の原稿固定方式の画像入力装置で、これを接続したシステムは簡便な操作で、イメージとデータを編集することができ、しかも安価にホスト機とのシステム構成ができることを狙って開発されたのである。

2 機 器 仕 様

表 1 に画像入力装置（リコーイメージスキャナ 20）の概略仕様を示す。

原稿は装置が原稿固定方式であるためブック形式やカード形式にでも適用でき、最大サイズ A4 まで読取り可能で、抜き取りサイズは 0～A4 サイズまで可変にできる。

抜き取り位置精度は最大誤差 1 mm 以内である。読取り可能な画像領域数は、ホスト機のメモリ領域で決まるが、外部メモリを利用すれば増加でき、画像ファイル入力としても利用できる。

出力画像は指定をすれば通常の白黒 2 値出力以外にも 16 階調の中間調画像を出力して、CRT 表示やプリンタ記録での写真画像表現を行う。画素密度は、読取り密度 8 pels/mm を、出力装置の密度に対応させるため、あるいはホスト側の処理目的により、指令して変換できる。

表 1 リコーイメージスキャナ 20 基本仕様

項 目	仕 様	備 考
1. 型 式	卓 上	
2. 走査方式	原稿台固定, 平面走査方式	
3. 原稿種類	シート, カード, ブック	
4. 原稿サイズ	(MAX) A 4 (MIN) 名刺大	(右前方基 点セット)
5. 読取面積	(主走査巾) 216 mm (副走査巾) 297 mm	
6. 読取スピード	(副走査スピード) MAX 12 mm/秒 (リターン スピード) 30 mm/秒	
7. 分 解 能	(主走査方向) 8 ドット/mm (副走査方向) 8 ライン/mm	
8. 感 色 性	黒, 赤, 青, 緑	
9. ドロップアウ トカラー	黄緑系	
10. ウォームアッ プタイム	6 秒	
11. 任意位置スタ ートストップ	可	
12. 処 理		
-1 階調性	2 値と 16 階調 (ディザ)	
-2 密度出力	8, 6, 4 ドット/mm (主・副 ともに)	
-3 読み取り濃 度調整	3 段階	
-4 抜き取り	MIN 5 mm 四角 MAX A 4 で 1 mm 単位抜き取り	
13. 使用電源, 消 費電力	A C 100 V ± 15 V 47 W	
14. 大 き さ	W : 370 D : 470 H : 130	
15. 重 さ	7.5 kg	
16. I/F	パラレル (双方向セントロ) シリアル (R S 232 C)	
17. 耐久性	5 年又は 9 万回スキャン 1500 回/月 × 12 ヶ月 × 5 年 = 9 万回	

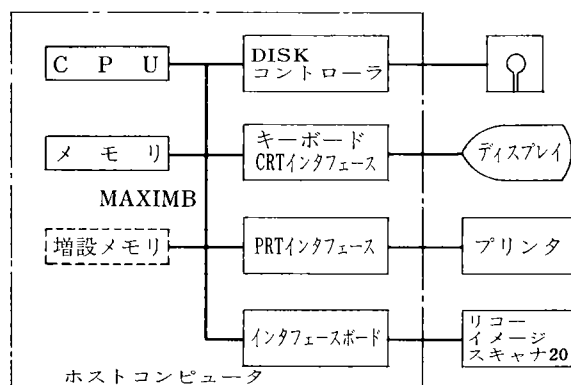


図 3 システム構成

3 構 成

3-1 システム構成

イメージスキャナ 20 はホストコンピュータと接続して動作させる。そして構成されるシステムの入力端末として機能する。典型的構成例を図 3 に示す。インタフェースはシリアルインタフェース (RS-232 C) 及びパラレルインタフェース (セントロニクス準拠) がある。(GPIB はオプション) リコーイメージスキャナ 20 とパーソナルコンピュータとの接続には、コンピュータ側にインタフェースボード (オプション) を入れて行う。インタフェースボードには各種あり、パーソナルコンピュータにより選択して用いる。接続ケーブルは、プリンタ接続に用いられる、通常の RS-232 C 用又はセントロニクス用多芯ケーブル 1 本で接続できる。

3-2 ハードウェア構成

図 4 にパーソナルコンピュータ用リコーイメージスキャナ 20 ハードウェア構成を示す。

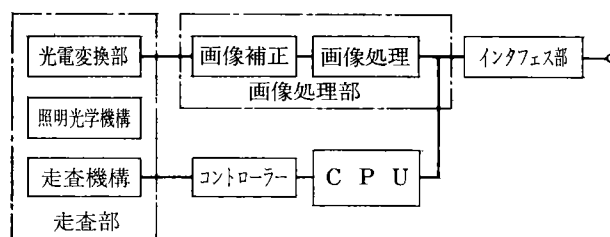


図 4 ハードウェア構成

表 2

ピン No.	信号名	ピン No.	信号名
1	STROBE	19	GND
2	DATA 1	20	GND
3	DATA 2	21	GND
4	DATA 3	22	GND
5	DATA 4	23	GND
6	DATA 5	24	GND
7	DATA 6	25	GND
8	DATA 7	26	GND
9	DATA 8	27	GND
10	ACK	28	GND
11	BUSY	29	GND
12	GND	30	GND
13	Vcc	31	RESET
14	NC	32	NC
15	PR/SC	33	NC
16	NC	34	NC
17	NC	35	NC
18	NC	36	NC

走査部は走査機構、照明光学機構および光电変換部で構成される。画像処理部は、シェーディング補正などの画像補正のほか、ホスト機の負荷軽減のため、画像処理をハードウェアで構成する。電装部は大幅に LSI 化され、小型軽量、低消費電力化をはかっている。

インタフェース部はパラレルインタフェース又はシリアル

インタフェースが用意され、オプションとして GPIB がある。表 2 に双方向バスを用いたセントロニクス準拠パラレルインタフェースを示す。

小型化をはかるため、特別に設計された光学レイアウトを図 5 に示す。なお読取り画像データの符号化圧縮回路は、オプションとして付加される。

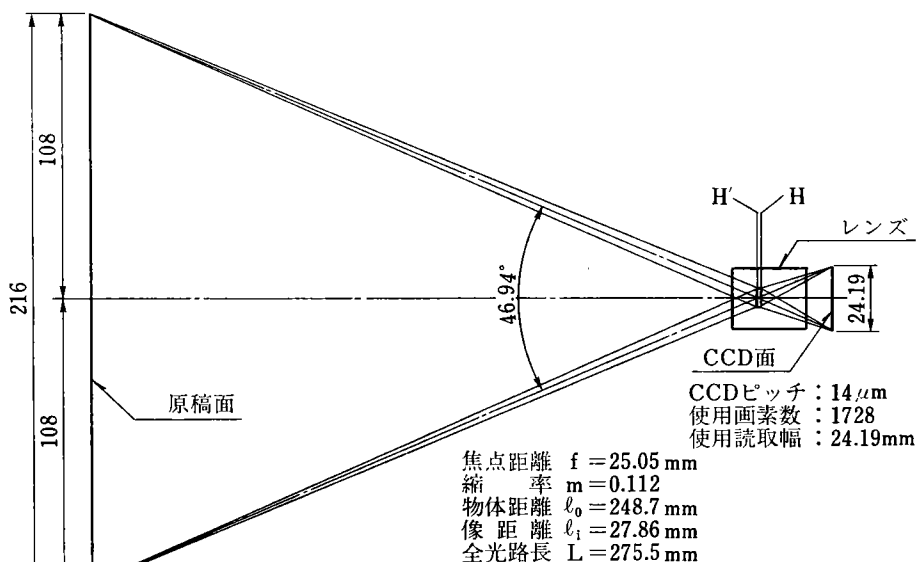


図 5 光学レイアウト

3-3 ソフトウェア構成

図 6 イメージスキャナ 20 のソフトウェア構成を示す。

大きく分けて、システム管理プログラムと、コマンド管理プログラムで構成される。システム管理プログラムは、機器の動作に必要な制御、すなわち原稿の走査を行

い、読取った画信号に補正を行い、メモリへの書込み及び読出しに必要なチェックやその他エラーに対する処理などを行う。コマンド管理は、ホスト機からリコーイメージスキャナ 20 への制御に関する。すなわち双方向性のインタフェースを介して、ホストコンピュータからのコ

表 3 コマンドコード表

識別コード	機能	形式
HP	スキャナキャリッジをホームポジションに戻す	{ESC}+{'')+{'HP'}+{'\n'}
RS	リセットコマンド (パワーオン1セットと同一機能)	{ESC}+{'')+{'RS'}+{'\n'}
IT	システムイニシャライズ(オートシェーディング, 自動原点出しを含む)	{ESC}+{'')+{'IT'}+{'\n'}
FL	光源をオン/オフする	{ESC}+{'')+{'FL'}+{'(X)+'\n'}
DN	画素密度指定 8, 6, 4ドット/mm	{ESC}+{'')+{'DN'}+{'(X)+'\n'}
LV	濃度指定 H, M, L	{ESC}+{'')+{'LV'}+{'(X)+'\n'}
BN	2 値出力モード指定	{ESC}+{'')+{'BN'}+{'\n'}
HF	中間調出力モード指定	{ESC}+{'')+{'HF'}+{'\n'}
CM	符号化圧縮出口指定	{ESC}+{'')+{'CM'}+{'(X)+'\n'}
MT	MTF補正のオン/オフ	{ESC}+{'')+{'MT'}+{'(X)+'\n'}
OR	オア出力のオン/オフ	{ESC}+{'')+{'OR'}+{'(X)+'\n'}
DM	ディザの濃度配 A/Bセレクト	{ESC}+{'')+{'DM'}+{'(X)+'\n'}
SR	ステータスリード	{ESC}+{'')+{'SR'}+{'\n'}
MR	モードリード	{ESC}+{'')+{'MR'}+{'\n'}
PR	キャリッジポジションリード	{ESC}+{'')+{'PR'}+{'\n'}
TS	テスト	{ESC}+{'')+{'TS'}+{'\n'}

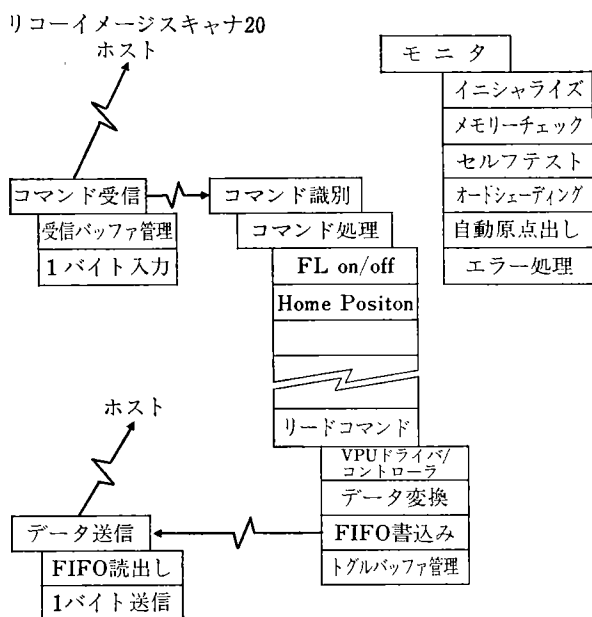


図 6 ソフトウェア構成リコーイメージスキャナ

マンドを解釈し、実行するルーチンである。表3に用いられているコードとその入力形式について記す。

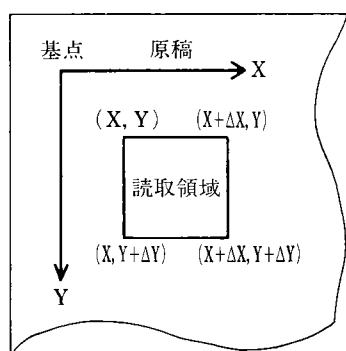
4 装置の特徴

リコーイメージスキャナ20は、次の様な特徴を備えている。

4-1 簡易編集機能

基本機能としては原稿を読みとり、入力端末機器であるが、特徴としてはホスト機との組合せにより、画像を抜きとったり、文字やデータと合成したりする簡便な編集を行うことができる。そのための第1は、抜きとるべき画像領域は、ホスト側の指示により、必要領域だけを走査して、データを送り出す。又第2は、ホスト側が編集時に必要なタイミングで画像を読みとり、データを送る様にして、メモリ上での読み出し書き込みを繰り返す編集作業を不必要にしている。この様にリコーイメージスキャナ20は、画像領域上の空間的制御（抜きとり）と、読み出すべきタイミングに合わせる時間的制御ができる。

画像領域の抜きとりは、ホストとのインタフェース上で双方向のデータ通信を行い、コマンドで領域指定を行う。図7の様に原稿を置くコンタクトガラス上で、位置がスケールで示され、基点からのX方向（主走査方向）とY方向（副走査方向）の寸法をmm単位で指示して行う。コマンド形式は下の様になっている。



7 図 抜き取り領域

識別コード	機能	形式
RD	正方向エリア指定	(ESC)+('I')+('RD')+(X+ΔX,Y+ΔY)
	正方向座標指定	(ESC)+('I')+('RD')+(X,X';Y,Y')
RI	逆方向エリア指定	(ESC)+('I')+('RI')+(X+ΔX,X+ΔY)
	逆方向座標指定	(ESC)+('I')+('RI')+(X,X';Y,Y')

表4 抜き取りコマンド

走査するキャリッジは、必要場所まで高速スキップ走査した後読み取り動作を開始する。最初の領域の読み取りが終了すると、次の領域まで高速スキップ走査するか、又

はホームポジションへ戻って、終了する。

必要なタイミングで読み出しを行うためには、イメージスキャナ20は、ホスト機とハンドシェイクしながら読みとり動作を行う。すなわちホスト機は、画像入力装置からの画像データとストローブ信号を受けとり、データの取込み処理をしている間ビジー信号を出す。それに同期して画像入力装置のキャリッジ走査は停止する。取り込み走査が終ると、ノットビジーとなり、次の読み取り動作を行う。以上の理由で読み取り走査は間歇動作となる。そこでキャリッジの停止位置は、誤差1mm以内におさえ、読み出した画像情報の欠落やだぶりを極力少なくしている。従ってたとえばリスト読みとり時には、n回くり返しのコマンド指定をすれば、スタート/ストップ動作をくり返すことができる。

4-2 パーソナル性

イメージスキャナ20は、イメージ情報を編集する専用機ではなく、汎用的なインタフェースを持つ入力端末であるため、手持ちのパーソナルコンピュータと接続して使用すれば、画像入力、合成、編集を簡単に行える。従ってパーソナルユースに適している。

更に、小型軽量に工夫されているため、操作用の机上に持ち込み、容易に接続できるので、一般のオフィスや秘書業務に好適である。

又ほとんどの操作はホスト側で行うため、画像入力装置の取扱いは簡単であり、メンテナンスフリーであることから、パーソナルユースに向いている。もちろん原稿固定方式であるから、A4サイズ以下のシートやカードブック形式の原稿が読める。

4-3 処理速度

画像の読み取り、及び処理の多くは、ハードウェアに依存して行っている。例えば画素密度の変換や、中間調表現のためのディザ処理などである。又前述の様に必要領域だけを抜きとりながら走査しているので、ホスト機側の負荷が軽減され、処理速度の向上がはかれる。

インタフェースは、セントロニクスに準拠したパラレル転送である。（シリアル転送も可能）転送形式は、ホスト側の制御により、DMA転送が可能であり、これによっても速度の向上がはかれる。この場合のデータフォーマットを図8に示す。1ライン毎にEOLが、終了ライン

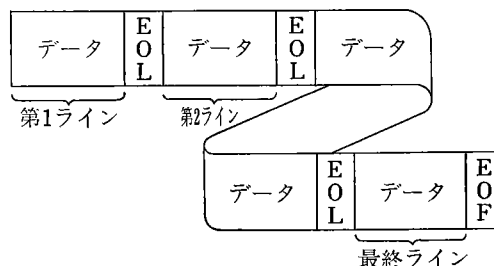


図8 データフォーマット

ン後にも EOF が挿入される。

5 アプリケーション

リコーイメージスキャナ 20 をもとにシステム構成すれば図 1 の様な編集機能に適用できる。アプリケーション開発は、ホスト機毎のソフトウェアで対応する。従って、ユーザー自身が最適設計を行うことができる。例えばリコーパーソナルコンピュータ SBC-16 を用いた、ソフトウェア構成を図 9 に示す。

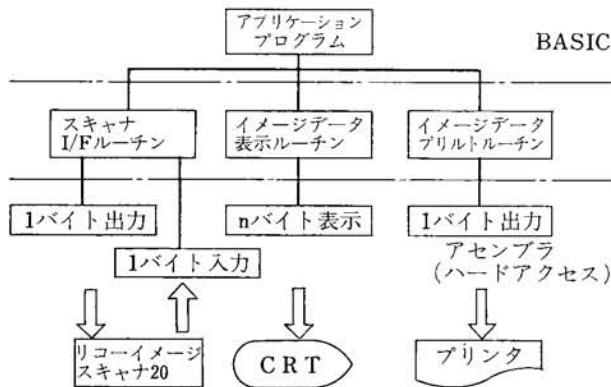


図 9 ソフトウェア構成

図にある様に、スキャナインタフェースルーチン、イメージデータルーチン、イメージデータプリントルーチンなどのユーティリティを用いることにより、BASIC の様な簡易言語で、アプリケーション設計が行なえる。

出力装置には、ワイヤドットプリンタがもちろん使用できる。この場合ワードプロセッサによる文書作成時のイメージ画像の合成ができる。もちろん伝票作成時には多数枚記録が可能である。一方では、ハードコピーの品質が要求される分野では、それに適したプリンタでシステム構成する。図 10 にリコーレーザプリンタ LP 312 で出力した例を示す。図において(a)は写真画像を、(b)は手書き文字を読みとり出力したものである。

6 おわりに

リコーイメージスキャナ 20 は容易にパーソナルコンピュータに接続でき、イメージとテキストやデータとの



原稿



出力

(a)

H. Kabashima

原稿

H. Kabashima

出力

(b)

図 10 出力例

編集合成や、その他パーソナルコンピュータを用いた画像処理、解析などの入力端末として、種々のアプリケーションに有効に適用できることがわかった。システム構成でもたとえば光ディスクメモリなど外部メモリを用いて、簡便にイメージファイルシステムが構成できる。この様に容易にそのシステムの増減がはかれるので、OA用の端末として有効である。今後市場動向を見ながら、多様なニーズに対応できる機器として開発していきたい。

おわりに、本機の開発が社内外の多くの部門での御指導御協力により行なわれたことを記し、深く感謝致します。



スモールビジネスコンピュータ SBC-16

Small Business Computer SBC-16

三井 啓*
Kei Mitsui

要 旨

リコー SBC-16 は、海外 OEM 用に開発された、ビジネス用途向の個人用コンピュータであり、次の様な特徴を備えている。

- 1) 16 ビット CPU 80186 と 8 ビット CPU Z 80 A とを搭載し、OS に MS-DOS™ V2.0 または CP/M™-86 及び 80V2.2 を採用し、高性能で多機能かつ幅広い互換性を有する。
- 2) 補助メモリとして 5.25 インチ 薄型フロッピーディスクドライブ (720 KB) と 5.25 インチ 薄型ハードディスクドライブ (10 MB) を本体内部に標準装備できる。
- 3) 各種のインターフェースが用意されている。
RS 232 C/セントロニクスパラレル/GPIB/OMNINET™
- 4) カラー (16色) とモノクローム (アンバー色) の 2 種類のディスプレイが用意されている。
- 5) メモリは最大 896 KB まで拡張できる。
- 6) ディスクトップタイプでメインユニット、ディスプレイ、キーボードはコンポーネント構成をとっている。

ABSTRACT

The Ricoh SBC-16 has been developed for overseas OEM customers as a business oriented personal computer, complying FCC class B requirements. It's main features include;

1. A 16 bit micro cpu, 80186, Z80A an 8 bit micro cpu, MS-DOS™ V2.0 and CP/M-86™ V2.2 operating system give high performance and multi-function operation and versatile compatibility.
2. As standard storage devices, one or two half height 5-1/4 inch floppy disk drive (720 KB each) and if desired one of half height 5-1/4 inch hard disk drive (10 MB) inside main unit.
3. Various interface options such as RS232C, Ceeronics Parallel, GPIB or OMNINET™ etc.
4. Two display units, one is color (16 color) and the other is monochrome (amber).
5. RAM capacity expandable up to 896 KB.
6. A compact desktop type. Each unit such as main unit, display unit and keyboard unit are separate component design.

* 電子技術事業部 設計部
Design Department, Electronics Technology Division

★ MS-DOS™ は Micro Soft 社の登録商標です。
★ CP/M™ は Digital Research 社の登録商標です。
★ OMNINET™ は Corvus 社の登録商標です。

1 はじめに

昨今のパーソナルコンピュータの普及には目を見張るものがある。海外、特に米国においては、16ビット機 IBM-PC™ の出現以来、オフィスに家庭に、いたるところで個人用コンピュータが使われている。

この様な背景の中で、リコー Small Business Computer SBC-16 は、米国、欧州向の OEM 商品として開発された。

IBM-PC™ と BIOS レベルで互換性を有しながら CPU は IBM-PC™ の 8088 (4.7 MHz) に較べてより強力な 80186 (8 MHz) を採用し、さらに、8 ビット機の豊富な既存ソフトウェアを使える様に Z80A をも装備して、マルチプロセッサとしている。

2 装置の特徴

SBC-16 は次の様な特徴を備えている。

- 強力な 16 ビット CPU 80186 と 8 ビットソフトウェアをサポートする 8 ビット CPU Z80A とを搭載し、OS には MS DOS™ V2.0 または CP/M-86™ 及び 80™ V2.2 を採用している。
- 補助メモリとして本体内部に 5.25 インチフロッピーディスクドライブ (720 KB) 2 台、または、同フロッピーディスク 1 台と 5.25 インチハードディスクドライブ (10 MB) 1 台を実装できる。
- 多様なインターフェースが用意されている。
 - RS 232 C Async
 - RS 232 C Async/BSC/SDLC
 - セントロニクスパラレルインターフェース
 - GPIB
 - OMNINET™ インターフェース
- カラーとモノクロームの 2 種類のディスプレイが用意されている。(80 字×25 行, 640×400 ドット)
- メモリは標準で 128 KB または 256 KB 装備されており、オプションカードを追加することにより、最大 896 KB まで拡張できる。
- オペレータが使用しやすい様にコンソールがデザインされている。
 - キーボード：3 段階の角度調整ができ、薄型 DIN サイズでケーブルコードにより本体に接続されている。
 - ディスプレイ：オペレータの目の位置に合わせて管面を上下左右に調整できる。
- カレンダー機構はバッテリーバックアップ付で 2 年間保証されており、電源投入時に毎回日付を入力する必要がない。
- FCC クラス B に適合している。

表 1 SBC-16 の概略仕様

節 目	仕 様
メインユニット：	
CPU	16 ビット 80186 8 MHz 8 ビット Z80A 4 MHz 数値演算プロセッサ 8087 6 MHz
RAM	基本 128 KB/256 KB 増設 896 KB/まで (128 KB/256 KB 単位)
ROM	基本 8 KB/16 KB
カレンダー	年、月、日、曜日、時、分、秒 バッテリーバックアップ付
スピーカー	単音階、8 オクターブ
キーボード I/F	調歩同期シリアル 9600 bps
RS232C I/F	基本 チャンネル 0 調歩同期のみ チャンネル 1 調歩同期/BSC/SDLC 増設 チャンネル 2, 3, 4, 5 調歩同期/BSC/SDLC いずれも 75~19200 bps
プリンタ I/F	セントロニクスパラレルインターフェース
補助メモリ	両面倍密度倍トラック 5.25 インチ薄型 FDD (720 KB) 2 台 または、同 FDD 1 台+5.25 インチ薄型 HDD (10 MB) 1 台
CRT コントローラ	基本 モノクローム テキスト 16 ページ x2 グラフィック 1 ページ x2 カラー テキスト 16 色 16 ページ x2 増設 カラー グラフィック 8 色 x4 1 ページ x2
電 源	入力 115V/230V ±15% 47.5~63 Hz
キーボード：	
キートップ形状	A/N キー スロープスカルプチャ その他キー スロープ
キー特性	N キーローラオーバー、無接点式
自己診断機能	電源投入時及びリセット入力時 ○ ROM サムチェック ○ キーコンタクトチェック
ケーブル	1.8 m シールドケーブル
ディスプレイ：	
モノクローム ディスプレイ	12 インチ ノングレア アンバー色 テキスト 80 字×25 行 グラフィック 640×400 ドット 1.8 m シールドケーブル
カラーディス プレイ	14 インチ ノングレア アンバー 16 色 テキスト 80 字×25 行 グラフィック 640×400 ドット 1.8 m シールドケーブル
使用条件	
温 度	13°~35°C
湿 度	20~80%
耐振動	0.3 G 以下
耐衝撃	1 G 以下
耐静電気	20 KV 以上 (200 pF, 425 Ω, 0.1 μH にて)
耐ノイズ	1.5 KV 以上
耐瞬時停電	30 ms 以上
発生騒音	50 dB 以下
適合規格	U L 114 C S A 154 F C C クラス B

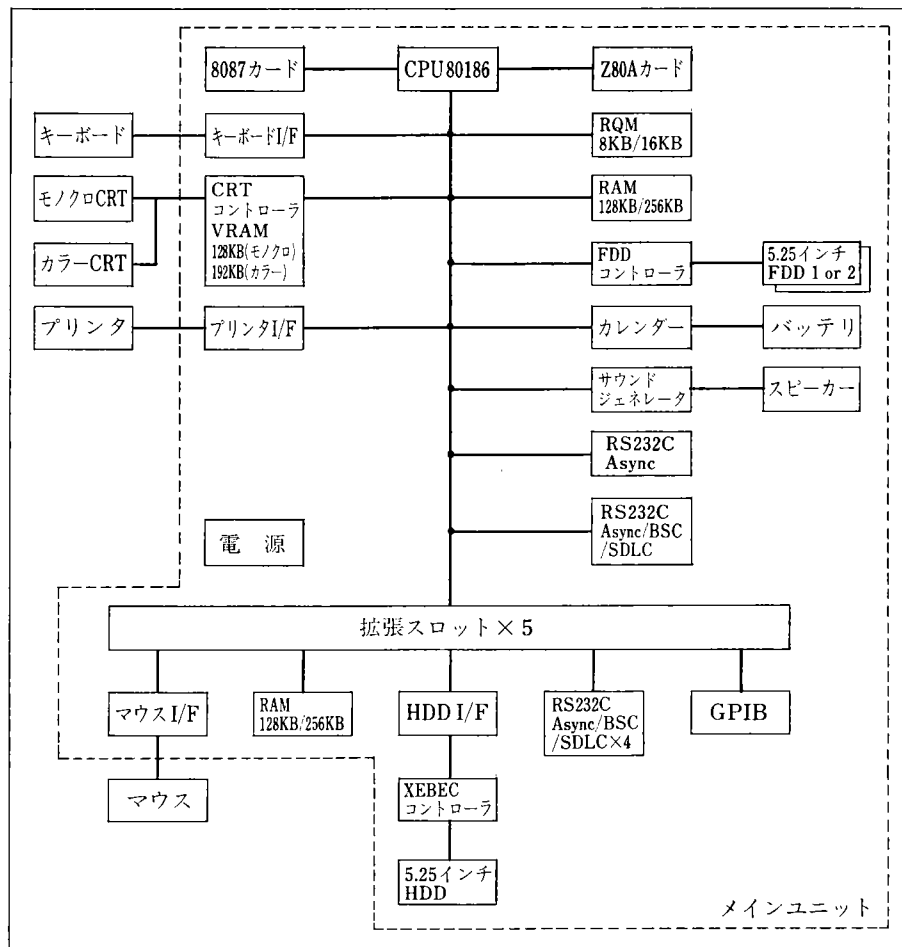


図 1 ハードウェアブロック図

3 装置の構成

3-1 ハードウェア

3-1-1 メインユニット

メインユニットは寸法 490(W)×392.5(D)×112(H) mm で重量 14.7 kg のユニットで①メインボード、②CRT コントローラ、③FDD 2台または FDD と HDD、④システム電源、及びカレンダー用バッテリーとスピーカーを内蔵しており、拡張装備で5枚 (FDD 2台時) または4枚 (FDD+HDD 時) のオプションボードが実装できる。

① メインボード

メインボード上には次の様な各部が実装されている。

a) 16 ビット CPU 80186 及び周辺部

インテル社製 80186 は、チップ内部に次の各部を有しており、回路に必要なスペースは、従来の 8086 に較べて非常に少なくなっている。

- CPU 部
- DMA コントローラ………DMA 2 チャンネル
- 割込みコントローラ………割込要求 4 本
- アドレスデコーダ及び WAIT コントローラ

- タイマー/カウンタ………3 個
- クロックジェネレータ

CPU のクロック周波数は 8 MHz であるが、数値演算プロセッサ 8087 と接続するときは 6 MHz となる。8 ビット CPU Z 80 A のクロック周波数は 4 MHz であり、80186 と Z 80 A とは同時には動作しない。DMA 処理、割込み処理等は 80186 が行ない、Z 80 A は 10000H ~1FFFFH 番地に格納されている Z 80 A プログラムの実行のみを行なう。

また、80186 は 8086 よりも命令の実行サイクルが改善されており、乗除算等が速くなっているのと、新たに 10 種類の命令が追加されており、これらの命令を用いることにより、8086 よりもさらに高速な処理を可能としている。

b) 拡張オプションボード用スロット 5 個

機能を拡張できる様にオプションボードを 5 枚までメインユニット内に実装できる。オプションボードには次の各種が用意されている。

- 拡張メモリボード 128 KB/256 KB
- 拡張 RS 232 C ボード
- ハードディスクインターフェースボード

- マウスインターフェースボード
- GPIB ボード
- OMNINET™ ボード

c) ダイナミック RAM リフレッシュコントローラ
メインボード上及びオプションボード上のメインメモリ RAM をリフレッシュするためのもので 50 μ s ごとにシステム BUS を占有し、リフレッシュアドレスを提供している。

d) ブートストラップ ROM
2732A 2 個 (8 KB), または 2764 \times 2 (16 KB) が実装できる。標準では 2732 A 2 個で構成されており、次の機能がプログラムされている。

- システムローディング
- システムイニシャライズ
- 自己診断
- ハードウェアコントロール用 ROM BIOS

e) メインメモリ RAM
アクセスタイム 120 ns の 64 K ビットダイナミック RAM を使用し、CPU からの no wait アクセスを実現している。8 ビットごとにパリティビット 1 ビットを有する。

f) フロッピーディスクコントローラ
ディスクコピー時にヘッドロード／アンロードの騒音が発生しない様に 2 台のドライブのヘッドロードは別々の信号で OS により制御できる様になっており、また、モータの寿命を考慮してドライブを使用しない時は OS によりモータを止められる様になっている。

g) プリンタインターフェース
IBM-PC™ とコネクタ及び信号の互換性のあるセントロニクスパラレルインターフェースである。

h) RS 232 C チャンネル 0
75~19200 bps で調歩同期のみ通信可能な RS 232 C インターフェースである。

i) RS 232 C チャンネル 1
75~19200 bps で調歩同期、BSC 及び SDLC にて通信可能な RS 232 C インターフェースである。

j) カレンダー
LSI にリコー製 RP5 C01 を使用し、リチウム電池によりバックアップしている。(2 年間保証)

② CRT コントローラ
ディスプレイとしては、モノクローム及びカラーの 2 種類が用意されているが、CRT コントローラのコネクタ (1 個) にモノクロームまたはカラーのディスプレイのインターフェースケーブルを接続するだけでどちらのディスプレイも使用できる。

CRT コントローラにはテキストモード時のキャラクタジェネレータ (256 字種) 及びテキストモードとグラフィックモードのどちらにも使えるビデオ RAM が実装

されている。各モード時のビデオ RAM の容量とページ数は次の通りである。

- モノクローム

テキストモード	16 頁 \times 2	128 KB
グラフィックモード	1 頁 \times 2	128 KB
- カラー

テキストモード (16 色)	16 頁 \times 2	128 KB
グラフィックモード (8 色)	1 頁 \times 2	192 KB

カラーのグラフィックモード時には同時に表示可能な色は 8 色であるが、CRT コントローラに実装されている 4 個のパレットを切換えることにより 4 種類の色の組合わせを表示することができる。但し、いずれのパレットもバックグラウンドの色は 16 色中の 1 色を選ぶことができる。

また、特にグラフィック時の高速処理のために、セレクトレジスタ、マスクレジスタ、コンプリメントレジスタを用意しており、BASIC のカラーグラフィックコマンドの処理が非常に高速になっている。

③ フロッピー及びハードディスクドライバ
表 2 はフロッピーディスクドライバ、表 3 はハードディスクドライバの概略仕様である。

表 2 FDD 概略仕様

項 目	仕 様
フォーマット時容量	MS-DOS™ 720 KB 512B/セクタ 9 セクタ/トラック CP/M™ 640 KB 512B/セクタ 8 セクタ/トラック
転 送 レ ー ト	250K ビット/秒
ト ラ ッ ク 密 度	96 TPI
シ リ ン ダ 数	80
ト ラ ッ ク 数	160
ヘ ッ ド 数	2
回 転 数	300 rpm \pm 1.5%
時 間	トラック/トラック間移動 最大 3 ms/トラック 平均シーク 約 80 ms シークセトリング 15 ms ステップセトリング 最大 18ms ヘッドロード 最大 50 ms
エ ラ ー レ ー ト	ソフトエラー 10 ⁻⁹ ビット ハードエラー 10 ⁻¹¹ ビット シークエラー 10 ⁻⁶ ビット

表 3 HDD 概略仕様

項 目	仕 様
フォーマット時容量	10MB 512B/セクタ 18 セクタ/トラック
転 送 レ ー ト	5 M ビット/秒
デ ィ ス ク 枚 数	2
ト ラ ッ ク 密 度	360 TPI
シ リ ン ダ 数	306
ト ラ ッ ク 数	1224
ヘ ッ ド 数	4
回 転 数	3600 rpm
平均アクセス時間	85 ms

なお、ハードディスクドライバのコントローラには、XEBEC タイプのコントローラを使用している。

④ システム電源

システム電源は、メインボード、CRT コントローラ、モノクロームディスプレイ、フロッピーディスクドライバ、ハードディスクドライバ、ハードディスクコントローラ及び拡張スロットに実装される各種オプションボードのすべてに DC 電圧を供給している。主な仕様は表 4 の通りである。

表 4 システム電源概略仕様

項 目	仕 様
入 力 電 圧	115V/230V ±15%
入力周波数	47.5~63 Hz
突 入 電 流	30A 以下
漏 洩 電 流	1 mA 以下
出 力 電 圧	+5V 4.9~5.25V 4~17A リップル 50 mVp-p +12V 11.8~12.5V 0~4.5A リップル 60mVp-p -12V -10.8~13.2V 0~0.5A リップル 200mVp-p

3-1-2 キーボード

キーボードは重量 1.4 kg、490(W)×200(D)×36(H) mm の寸法で DIN 規格に適合している。また、傾斜角を好みに合わせて 3 段階に切替えて使用できる。スイッチには耐久性に優れたコンデンサスイッチを用いており、キーあたり 5,000 万回の打鍵を保証している。

キーボード内のコントロールは 1 チップ CPU によって行なわれており、電源投入時またはリセット入力時には、1 チップ CPU 内部の ROM チェックと、各キーのコンタクトをテストし、結果をメインユニットに送信する。出力コードはキーが押下された際に各キーに対応する ON コード、キーが離された際に各キーに対応する OFF コードを送信し、キーの同時押下に対しては、N キーロールオーバーである。LED の付属しているキーは 3 個あり、それぞれメインユニットからの指示により点灯、消灯ができる。

3-1-3 ディスプレイ

オペレータの目の位置に合わせて管面の方向を上下左右に調整できる機構がついている。表 5 はモノクロームディスプレイ、表 6 はカラーディスプレイの概略仕様である。

3-1-4 プリンタ

IBM-PC™ のコマンドインターフェースを有するプリンタが接続可能で、リコー製プリンタでは次のものが接続できる。

- RP1300 Daisy Printer
 - RP 1200 N Impact Daisy Printer
- (いずれも IBM-PC インターフェース仕様機)

表 4 モノクローム CRT 概略仕様

項 目	仕 様
CRT	12 インチ ノングレア 90°偏向 R635 ネック径 20 mm アンバー色
インターフェース	セパレート型 TTL レベル
ス キ ャ ン	ラスタースキャン
周 波 数	水平 25.56 KHz±200Hz 垂直 60Hz±1 Hz
ビ デ オ 帯 域	22MHz 以上
表 示 品 質	ラスタ歪み 2% 以下 非直線性歪み 10% 以下 フォーカス センター 0.7 mm 以下 周辺 1 mm 以下
表 示 範 囲	幅 224 mm±5 mm 高さ 140 mm±5 mm
スクリーン容量	テキスト 2000 文字 (80 字×25 行) グラフィック 640(水平)×400(垂直)ドット
寸 法	336(W)×321.5(D)×311(H)mm
重 量	9.5 Kg

表 6 カラー CRT 概略仕様

項 目	仕 様
CRT	14 インチ ノングレア 90°偏向 R575 ネック径 29 mm 16色 ドットピッチ 0.31 mm
インターフェース	セパレート型 TTL レベル
ス キ ャ ン	ラスタースキャン
周 波 数	水平 25.56 KHz±200 Hz 垂直 60 Hz±1 Hz
ビ デ オ 帯 域	22 MHz 以上
表 示 品 質	ラスタ歪み 2.5% 以下 非直線性歪み 10% 以下 フォーカス センター 0.7 mm 以下 周辺 1 mm 以下 ハム変動 0.2 mm 以下
表 示 範 囲	幅 254 mm±5 mm 高さ 156 mm±5 mm
消 磁	電源投入後 15 秒以内に自動消磁
スクリーン容量	テキスト 2000 文字 (80 字×25 行) グラフィック 640(水平)×400(垂直)ドット
ハーフトーン 輝度レベル	50%~70%
寸 法	378(W)×425(D)×393(H)mm
重 量	21kg

3-2 ソフトウェア

SBC-16 の OS には CP/M™ と MS-DOS™ の 2 種類が用意されている。

3-2-1 CP/M™

CP/M™ の OS では CP/M-86™ と CP/M-80™ のいずれも使用することができ、CP/M-80™ の BDOS ファクションコールとダイレクト BIOS コールは CP/M-86™ の BDOS コールにより行なわれ、ユーザは CP/M-86™ と CP/M-80™ のプログラムを違いを意識することなく使用することができる。

CP/M-80™ の標準のメモリマップは図 3 左のようになっているが、SBC-16 では右のようになっている。

図 4 は 80186 と Z80A の切替え構造で、図 5 は CP/M-86™ と CP/M-80™ のプログラム実行フローチャート、図 6、図 7 はそれぞれ CP/M-86™、CP/M-80™ の

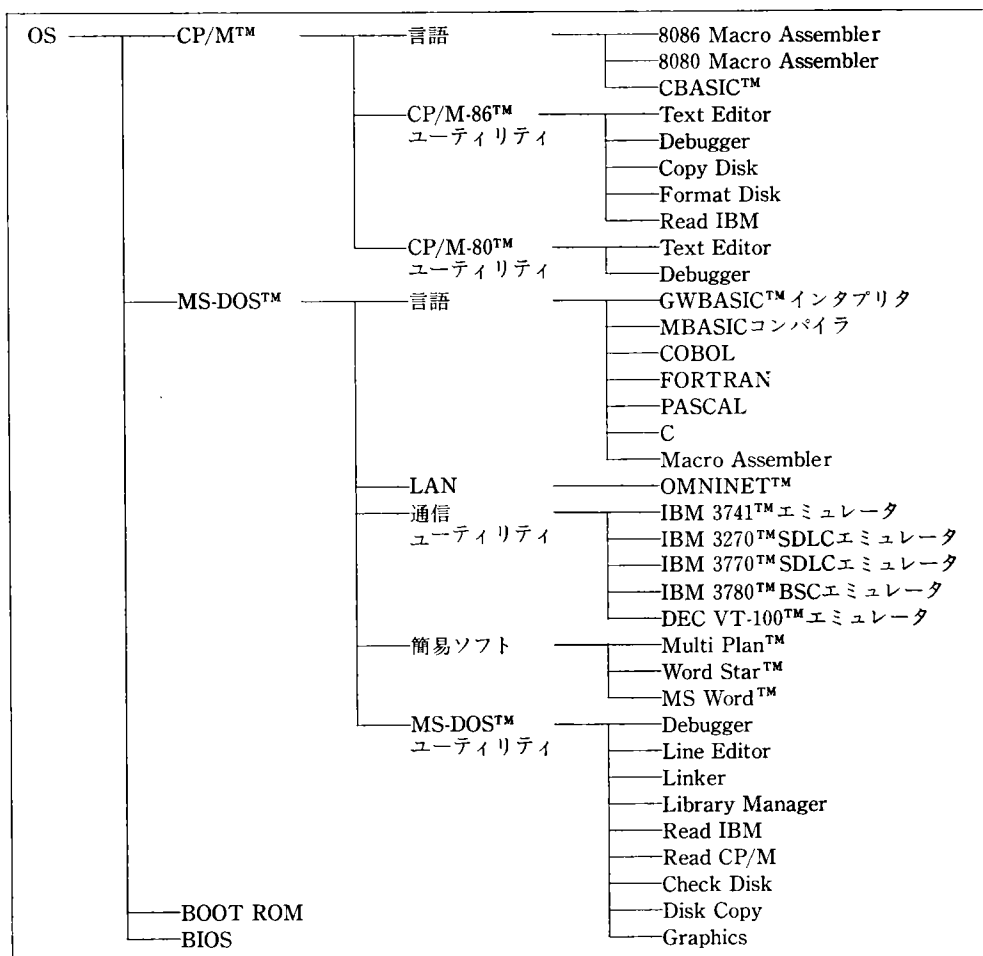


図 2 ソフトウェアブロック図

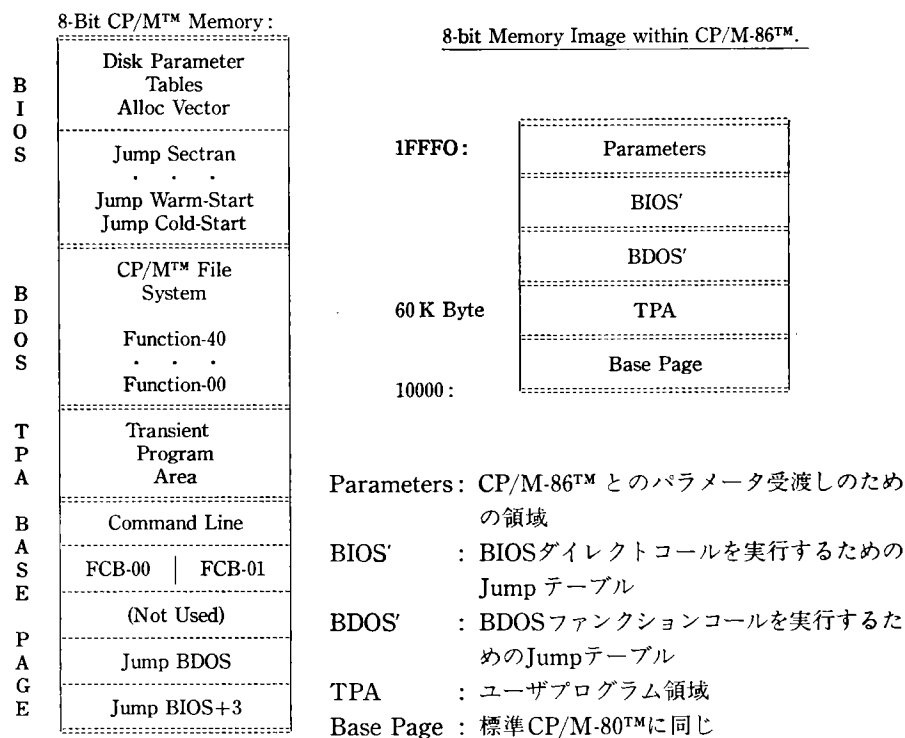
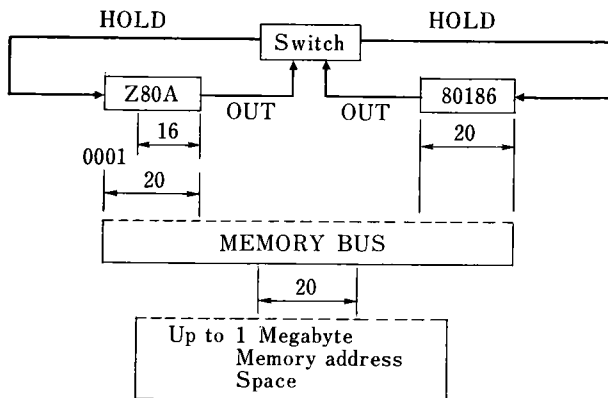


図 3 CP/M-80™ メモリマップ概略図



Switch : 80186とZ80Aのどちらが動作するかを指示する。
 動作しないCPUはホールド状態にある。
 OUT : 動作中のOUT命令により、もう一方のCPUに切替わる。
 Memory : Z80Aは10000H番地以降の64KBをアクセスし
 80186は0番地からの64KBをアクセスする。
 Initial : 電源投入時は80186が動作する。

図4 80186とZ80Aの切替え機構

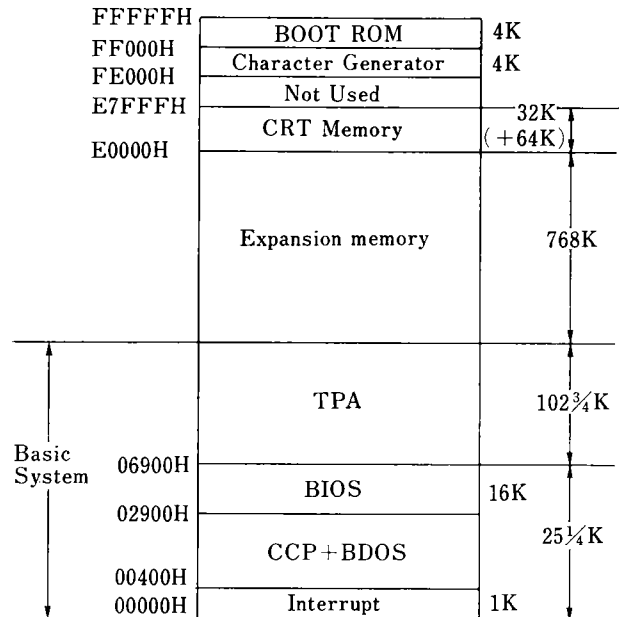


図6 CP/M-86™ メモリマップ

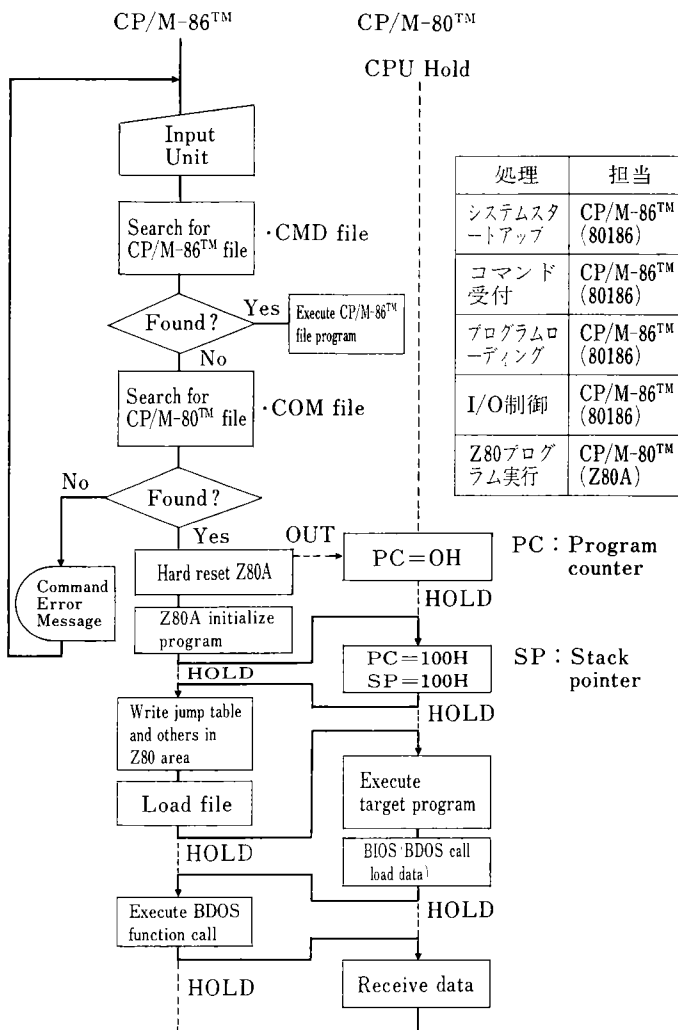


図5 CP/M-86™ 及び CP/M-80™ プログラム実行フローチャート

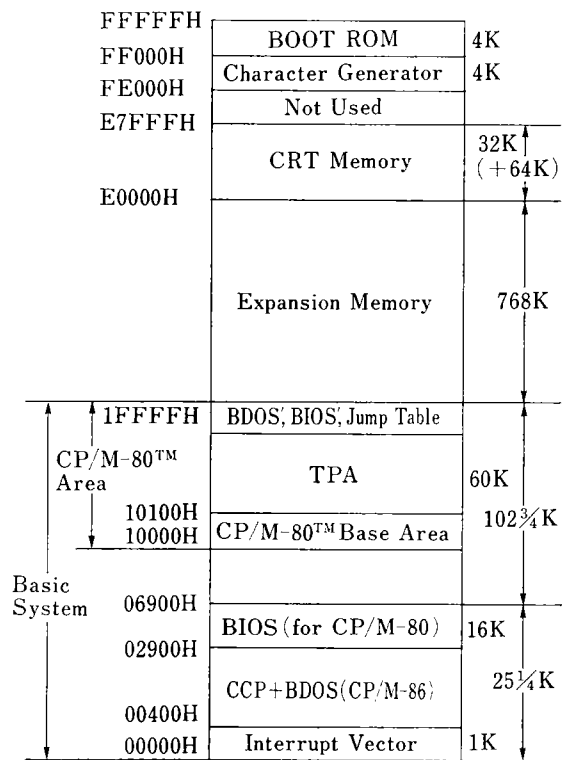


図7 CP/M-80™ メモリマップ

詳細メモリマップである。

図 8 は CP/M-80™ のコマンド一覧表、図 9 は CP/M-86™ の BDOS ファンクションコールの一覧表である。BDOS ファンクションコールはソフトウェア割込み #224 によって行われ、バイト情報は DL レジスタ、ワード情報は DX レジスタ、ファンクションコードは CL レジスタにより受渡される。リターン情報は、バイト情報は AL レジスタ、ワード情報は AX 及び BX レジスタ、ダブルワード情報は ES 及び BX レジスタを用いる。ES 以外の全セグメントレジスタは BDOS へのエントリーに際し保護されている。

図 10 は CP/M-80™ のコマンド一覧表である。

3-2-2 MS-DOS™

MS-DOS™ V2.0 は、IBM-PC の DOS V1.1 の拡張されたものである。詳しくは MS-DOS™ の解説書を参照されたい。V2.0 とそれ以前のバージョンとは次の様な相違がある。

1) ダイレクト BIOS コール

40:0 にあるジャンプテーブルを用いたダイレクト BIOS コールは使用できない。

2) FAT ポインタコール

FAT のポインタを操作するためにコール 27 及びコール 28 は使用できない。FAT を操作するためにはまずコール DSKRESET (CALL 13) によりバッファをクリアし、コール GETDPB (CALL 31 または 50)

F	Result	F	Result
0*	System Reset	25	Return Current Disk
1	Console Input	26	Set DMA Address
2	Console Output	27*	Get Addr (Alloc)
3	Reader Input	28	Write Protect Disk
4	Punch Output	29	Get Addr (R/O Vector)
5	List Output	30	Set File Attributes
6*	Direct Console I/O	31*	Get Addr (Disk Params)
7	Get I/O Byte	32	Set/Get User Code
8	Set I/O Byte	33	Read Random
9	Print String	34	Write Random
10	Read Console Buffer	35	Compute File Size
11	Get Console Status	36	Set Random Record
12	Return Version Number	37*	Reset drive
13	Reset Disk System	40	Write Random with Zero Fill
14	Select Disk	50*	Direct BIOS Call
15	Open File	51*	Set DMA Segment Base
16	Close File	52*	Get DMA Segment Base
17	Search for First	53*	Get Max Memory Available
18	Search for Next	54*	Get max Mem at Abs Location
19	Delete File	55*	Get Memory Region
20	Read Sequential	56*	Get Absolute Memory Region
21	Write Sequential	57*	Free memory region
22	Make File	58*	Free all memory
23	Rename File	59*	Program load
24	Return Login Vector	47	Load, Initialize, and jump to specified Program
		49	Return the address of the system data area

図 9 CP/M-86™ BDOS ファンクションコール一覧表
* CP/M-80™ と異なるもの、および追加されたもの

(1) CCP Built-in Commands

DIR Lists file names in the directory.
DIRS Lists the names of system (SAYS) files.
ERA Erases the specified files.
REN Renames the specified file.
TYPE Types the contents of a file on the logged disk.
USER Presents to allow maintenance of separate files in the same directory.

(2) Transient Commands

GENCMD Creates a CMD file from an object file.
LDCOPY Copies the cold start loader from the system disk for replication.
GENDEF An aids in producing custom disk parameter tables.
ED Text editor.
ASM86 Assembler for 8088/8086 CPUs.
PIP Peripheral Interchange Program.
STAT Provides general statistical information about file storage and device assignment.
DDT86 Debugger.
SUBMIT Allows CP/M™ commands to be batched together for automatic processing.
HELP Provides a CP/M-86™ command summary.
COPYDISK Copies files, system tracks, or both from one diskette to another.
FORMAT Formats a disk to receive CP/M™ Files.
TOD Displays or sets the date and time.
READIBM Reads files from an IBM-PC™ CP/M-86™ diskette to a Ricom-M CP/M-86™ diskett.

図 8 CP/M-86™ Command Table

(1) CCP Built-in Commands

DIR
ERA
REN
TYPE
USER

(2) Transient commands

ED Text editor.
ASM Assembler for the Z80.
DDT Debugger for Z80 programs.
LOAD Creates a COM file from an Intel HEX format object file.
DUMP Displays the contents of a file in hexadecimal representation.

図 10 CP/M-80™ Command Table

により FAT の始まっているディスク上のセクタを見つけ出し、その後 INT 25H 及び INT 26H により FAT の操作を行う。

図 11 は MS-DOS™ のメモリマップで、図 12 はコマンド一覧表、図 13 はファンクションコール一覧表である。BDOS ファンクションコールはレジスタに必要な情報をセットし AH レジスタにファンクション番号をセットして INT 21H によって行われる。BDOS 内では AX を除くレジスタは、リターン情報が要求されない限り保護されている。

3-2-3 BOOT ROM

ブートストラップ ROM には、リセット時の①システムローディング機能、②システムのイニシャライズ機能、③自己診断機能、④グラフィックモード時のキャラクタージェネレータ、及び BIOS の一部 (ROMBIOS) がプログラムされている。メモリアドレスは FCOOOH (16 KB 時) または FE000H (8 KB 時) ~ FFFFFH 番地である。

① システムローディング機能

a) MS-DOS™ ローディング

MS-DOS™ のブートストラップセクタをリードしてその中のブートストラップ情報に基づき、BIOS 及び MS-DOS™ システムファイルをメインメモリにロードする。

b) CP/M™ ローディング

CP/M-86™ ロードトラックの最初のセクタをリードし、その中のブートストラップ情報に基づき、ロードトラックの残りのセクタをリードし、ロードプログラムに制御を引渡す。

c) システムロードのためのディスクドライブ

A, B いずれのドライブからもロードできる。また、

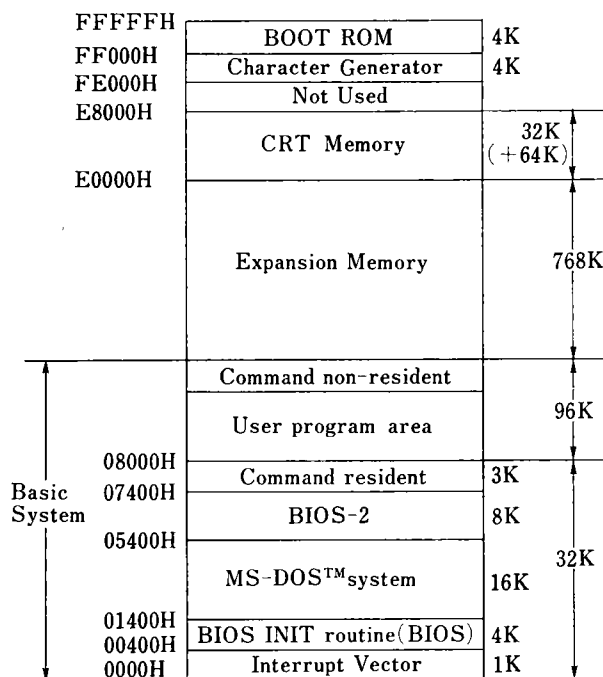


図 11 MS-DOS™ メモリマップ

International Commands		EXEFIX	Fixes EXE file for stack allocation, and converts .COM files into .EXE format
BREAK	Sets CONTROL-C check	LOCATE	Sort of inverse of the above, turns .EXE files .COM files (sometimes)
CHDIR(CD)	Changes directories; prints working directory	DISKCOPY	Copy Disk
CLS	Clears screen	PIND	Searches for a constant string of text
COPY	Copies file(s) specified	FORMAT	Formats a disk to receive MS-DOS™ file
CTTY	Changes console TTY	MORE	Displays output one screen at a time
DATE	Displays and sets date	PRINT	Background print feature
DEL(EARSE)	Deletes files specified	RECOVER	Recovers a bad disk
DIR	Lists requested directory entries	SORT	Sorts data alphabetically forward or backwards
ECHO	Turns patch file echo feature on/off	SYS	Transfers MS-DOS™ system files from drive A: to the drive specified
EXIT	Exits command and (POP) returns to lower level		
FOR	Batch command extensions		
GOTO	Batch command extension		
IF	Batch command extension		
MKDIR(MD)	Makes a directory		
PATH	Sets a command search path		
PAUSE	Pauses for input in a batch file		
PROMPT	Designates command prompt		
REM	Displays a comment in a batch file		
REN(RENANE)	Renames first file as second file		
RMDIR(RD)	Removes a directory		
SET	Sets one string value to another		
SHIFT	Increase number of replaceable parameters in batch process		
TIME	Displays and sets time		
TYPE	Displays the contents of file specified		
VER	Prints MS-DOS™ version number		
Internal Commands		Utilities	
VERIFY	Supplements - V in copy	MASM	Macro assembler for 8086 microprocessors
VOL	Prints volume identification number	CREF	Cross reference facility
		DEBUG	Debugger
		EDLIN	Text editor
		FC	File comparison program
		LINK	Linker
		LIB	Library manager
		RDCPM	Reads a file from a disk that has been formatted with a CP/M compatible system and copies that file to a different drive assumed to be formatted with MS-DOS™.
		RDIBM	Reads a file from a disk that has been formatted with a IBM-PC™ compatible format and copies that file to a different drive assumed to be formatted with MS-DOS™ 2.0
		DISKCOMP	Compare Disk
		MODE	Set Printer Mode
		GRAPHICS	Graphics printer
External Commands			
CHKDSK	Scans the directory of the default or designated drive and checks for consistency		

12 図 MS-DOS™ コマンド一覧表

ABORT	EQU	0 ;	0	0	SET-CTRL-C-TRAPPING	EQU	51 ;	51	33
STD-CON-INPUT	EQU	1 ;	1	1	GET-INDOS-FLAG	EQU	52 ;	52	34
STD-CON-OUTPUT	EQU	2 ;	2	2	GET-INTERRUPT-VECTOR	EQU	53 ;	53	35
STD-AUX-INPUT	EQU	3 ;	3	3	GET-DRIVE-FREESPACE	EQU	54 ;	54	36
STD-AUX-OUTPUT	EQU	4 ;	4	4	CHAR-OPER	EQU	55 ;	55	37
STD-PRINTER-OUTPUT	EQU	5 ;	5	5	INTERNATIONAL	EQU	56 ;	56	38
RAW-CON-IO	EQU	6 ;	6	6	; XENIX CALLS				
RAW-CON-INPUT	EQU	7 ;	7	7	; Directory Group				
STD-CON-INPUT-NO-ECHO	EQU	8 ;	8	8	MKDIR	EQU	57 ;	57	39
STD-CON-STRING-OUTPUT	EQU	9 ;	9	9	RMDIR	EQU	58 ;	58	3A
STD-CON-STRING-INPUT	EQU	10 ;	10	A	CHDIR	EQU	59 ;	59	3B
SID-CON-INPUT-STATUS	EQU	11 ;	11	B	; File Group				
STD-CON-INPUT-FLUSH	EQU	12 ;	12	C	CREAT	EQU	60 ;	60	3C
DISK-RESET	EQU	13 ;	13	D	OPEN	EQU	61 ;	61	3D
SEI-DEFAULT-DRIVE	EQU	14 ;	14	E	CLOSE	EQU	62 ;	62	3E
FCB-OPEN	EQU	15 ;	15	F	READ	EQU	63 ;	63	3F
FCB-CLOSE	EQU	16 ;	16	10	WRITE	EQU	64 ;	64	40
DIR-SEARCH-FIRST	EQU	17 ;	17	11	UNLINK	EQU	65 ;	65	41
DIR-SEARCH-NEXT	EQU	18 ;	18	12	LSEEK	EQU	66 ;	66	42
FCB-DELETE	EQU	19 ;	19	13	CHMOD	EQU	67 ;	67	43
FCB-SEQ-READ	EQU	20 ;	20	14	IOCTL	EQU	68 ;	68	44
FCB-SEQ-WRITE	EQU	21 ;	21	15	XDUP	EQU	69 ;	69	45
FCB-CREATE	EQU	22 ;	22	16	XDUP2	EQU	70 ;	70	46
FCB-RENAME	EQU	23 ;	23	17	CURRENT-DIR	EQU	71 ;	71	47
GET-DEFAULT-DRIVE	EQU	25 ;	25	19	; Memory Group				
SET-DMA	EQU	26 ;	26	1A	ALLOC	EQU	72 ;	72	48
CAVEAT PROGRAMMER					DEALLOC	EQU	73 ;	73	49
GET-DEFAULT-DPB	EQU	31 ;	31	1F	SETBLOCK	EQU	74 ;	74	4A
CAVEAT PROGRAMMER					; Process Group				
FCB-RANDOM-READ	EQU	33 ;	33	21	EXEC	EQU	75 ;	75	4B
FCB-RANDOM-WRITE	EQU	34 ;	34	22	EXIT	EQU	76 ;	76	4C
GET-FCB-FILE-LENGTH	EQU	35 ;	35	23	WAIT	EQU	77 ;	77	4D
GET-FCB-POSITION	EQU	36 ;	36	24	FIND-FIRST	EQU	78 ;	78	4E
SET-INTERRUPT-VECTOR	EQU	37 ;	37	25	; Special Group				
CREATE-PROCESS-DATA-BLOCK	EQU	38 ;	38	26	FIND-NEXT	EQU	79 ;	79	4F
FCB-RANDOM-READ-BLOCK	EQU	39 ;	39	27	; SPECIAL SYSTEM GROUP				
FCB-RANDOM-WRITE-BLOCK	EQU	40 ;	40	28	CAVEAT PROGRAMMER				
PARSE-FILE-DESCRIPTOR	EQU	41 ;	41	29	SET-CURRENT-PUB	EQU	80 ;	80	50
GET-DATE	EQU	42 ;	42	2A	GET-CURRENT-PDB	EQU	81 ;	81	51
SET-DATE	EQU	43 ;	43	2B	GET-IN-VARS	EQU	82 ;	82	52
GET-TIME	EQU	44 ;	44	2C	SETDPB	EQU	83 ;	83	53
SET-TIME	EQU	45 ;	45	2D	CAVEAT PROGRAMMER				
SET-VERIFY-ON-WRITE	EQU	46 ;	46	2E	GET-VERIFY-ON-WRITE	EQU	84 ;	84	54
; Extended functionality group					CAVEAT PROGRAMMER				
GET-DMA	EQU	47 ;	47	2F	DUP-PDB	EQU	85 ;	85	55
GET-VERSION	EQU	48 ;	48	30	CAVEAT PROGRAMMER				
KEEP-PROCESS	EQU	49 ;	49	31	RENAME	EQU	86 ;	86	56
CAVEAT PROGRAMMER					FILE-TIMES	EQU	87 ;	87	57
GET-DPB	EQU	50 ;	50	32					
CAVEAT PROGRAMMER									

図 13 MS-DOS™ BDOS ファンクションコール一覧表

ハードディスクドライブや OMNINET™ が装備されている場合には図 14 のフローチャート順にローディングの対象をチェックする。

② システムのインシャライズ機能

次の各部のインシャライズを行う。

- DMA コントローラ
- アドレスデコーダ
- CRT コントローラ
- メインメモリクリア
- NMI 割込みベクタ設定
- 割込みコントローラ
- wait コントローラ
- ビデオ RAM クリア
- FDD コントローラ

③ 自己診断機能

次の各部の自己診断を行う。

- メインメモリテスト及び実装領域の確認

- ビデオ RAM
- CPU
- BOOT ROM サムチェック
- ④ キャラクタジェネレータ

- 字種 128 種
- キャラクタあたりバイト数 16 バイト
- キャラクタフォント 7×9 ドット

3-2-4 BIOS

BIOS には MS-DOS™ 用と CP/M™ 用があり、OS とハードウェアとの間のインターフェースを扱っている。

① MS-DOS™ V2.0 BIOS

MS-DOS™ V2.0 の BIOS はそれ以前のバージョンのものとは完全に別物である。V2.0 BIOS は、ユーザ

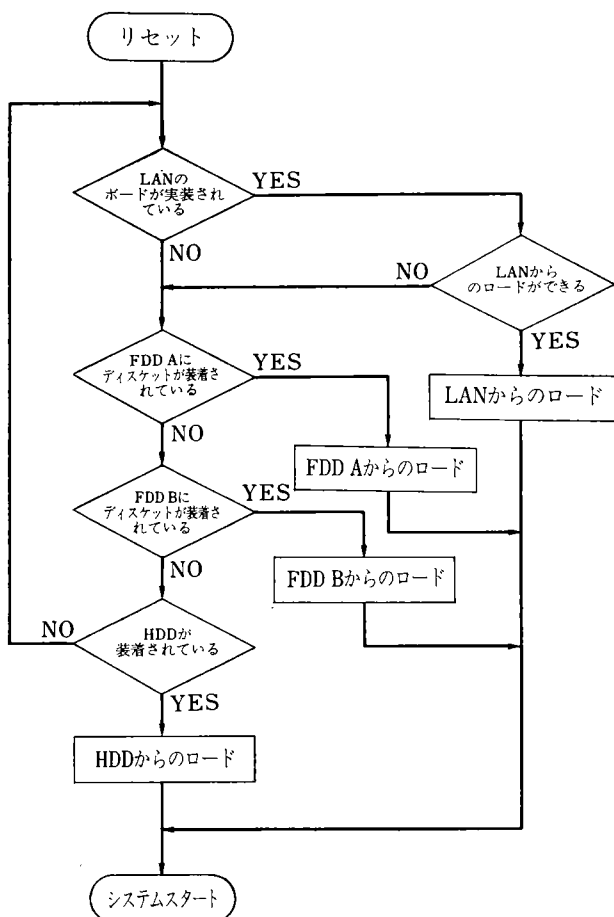


図 14 システムローディングデバイス チェックフロー

が追加したハードウェアのドライバを自分でインストールできるようにジャンプテーブルが固定でなく、チェインによって互いにリンクしている。新しいドライバをブートストラップ時にダイナミックインストールするのは、SYSINIT モジュールが CONFIG. SYS のファイルを実行することによって行われる。

Configuration ファイル (CONFIG. SYS) は、ユーザが簡単にシステムを構成することができる——ユーザ独自のドライバをインストールする——ためのもので、ブートストラップの処理に対するいくつかのコマンドを持った ASCII ファイルである。ブートストラップ時の処理手順は次のようになる。

- DOS とイニシャル BIOS をリードするためのブートストラップセクタをリードする。
- DOS とイニシャル BIOS をリードする。
- BIOSINIT ルーチンにジャンプして BIOS イニシャライズを行う。
- SYSINIT ルーチンにジャンプして DOS のイニシャライズを行う。
- CONFIG. SYS ファイルをリードし、ドライバのインストールとその他ユーザ指定事項を行う。
- コマンドインタプリタに移行し、ブートストラップ

表 7 CONFIG SYS コマンド

コマンド	意味
BUFFERS =(number)	システムリストに含まれる セクタバッファの数の指定
FILES =(number)	XENIX™ のシステムコールで オープンするファイルの数の指定
DEVICE =(filename)	(filename) のデバイスドライバを システムリストにインストールする
BREAK =(ON or OFF)	ON時にはコンソール入力時に“C”を チェックしてシステムを呼出す。
SWITCHAR =(char)	スイッチキャラクタの指定
SHELL =(filename)	(filename)のファイルをロードし実行する

* XENIX は Micro Soft 社の登録商標です。

プの処理を終了する。

表 7 は Configuration ファイルのコマンドである。

標準的な Configuration ファイルは次の様なものである。

```

BUFFERS=10
FILES=10
DEVICE=/bin/network
BREAK=ON
SWITCHAR=-
SHELL=a:/bin/command. com a:/bin-p
  
```

② CP/M-86™ V2.2 BIOS

CP/M-86™ の BIOS は OS の最上位アドレスに位置し、図 15 の様な形態をとっている。

BIOS へのエントリーは OS のベースアドレスからの相対値で 2500 H のところにあるジャンプベクタによって行われる。ジャンプベクタは図 16 の様に 21 個の 3 バイトのジャンプ命令のテーブルである。エントリー時の情報は CX 及び DX レジスタ、リターン時の情報はバイトの場合 AL レジスタ、ワードの場合は BX レジスタを用いる。

論理デバイスと物理デバイスとの対応をユーザが指定するために IOBYTE がある。図 17 は IOBYTE の構造を示している。

CS, DS, ES, SS :

CS+2500H :

CS+253FH :

BIOS :

Console Command Processor and Basic Disk Operating System
BIOS Jump Vector
BIOS Entry Points
Disk Parameter Tables
Uninitialized Scratch RAM

図 15 General CP/M-86™ Organization

⑧ CP/M-80™ V2.2 BIOS

CP/M-80™ の BIOS は図 18 の様な 17個のジャンプ命令よりなるジャンプテーブルを持っている。これらのファンクションは実際には 80186 より CP/M-86™ 下で実行される。

CP/M-80™ の BIOS コールが生じると、CP/M-80™ の BIOS は CP/M-86™ の BDOS ファンクションコール 50 を用いたダイレクト BIOS コールを要求する。CP/M-80™ の BIOS は BC と DE のレジスタペアのデータを共通パラメータ領域に格納し、80186 に制御を切替える。80186 はそのデータを用いて BDOS ファンクションコール 50 を行う。リターン情報は逆の経路によってバイト情報は A レジスタ、ワード情報は HL レジスタペアにセットされる。CP/M-86™ の BDOS ファンクションコール 50 は 5 バイトのパラメータを持ち、DX レジスタがこのパラメータの格納されている先頭アドレスを示す。図 19 はこのパラメータと共通パラメータ領域の構造を示している。

BIOS' Jump Vector

Offset from Beginning of BIOS	Suggested Instruction	BIOS F #	Description
2500H	JMP INIT	0	Arrive Here from Cold Boot
2503H	JMP WBOOT	1	Arrive Here for Warm Start
2508H	JMP CONST	2	Check for Console Char Ready
2509H	JMP CONIN	3	Read Console Character In
250CH	JMP CONOUT	4	Write Console Character Out
250FH	JMP LIST	5	Write Listing Character Out
2512H	JMP PUNCH	6	Write Char to Punch Device
2515H	JMP READER	7	Read Reader Device
2518H	JMP HOME	8	Move to Track 00
251BH	JMP SELDSK	9	Select Disk Drive
251EH	JMP SETTRK	10	Set Track Number
2521H	JMP SETSEC	11	Set Sector Number
2524H	JMP SETDMA	12	Set DMA Offset Address
2527H	JMP READ	13	Read Selected Sector
252AH	JMP WRITE	14	Write Selected Sector
252DH	JMP LISTST	15	Return List Status
2530H	JMP SECTTRAN	16	Sector Translate
2533H	JMP SETDMAB	17	Set DMA Segment Address
2536H	JMP GETSEGB	18	Get MEM DESC Table Offset
2539H	JMP GETIOB	19	Get I/O Mapping Byte
253CH	JMP SETIOB	20	Set I/O Mapping Byte

There are three major divisions in the BIOS jump table: system (re) initialization subroutines, simple character I/O subroutines, and disk I/O subroutines.

図 16 CP/M-86™ BIOS Jump Table

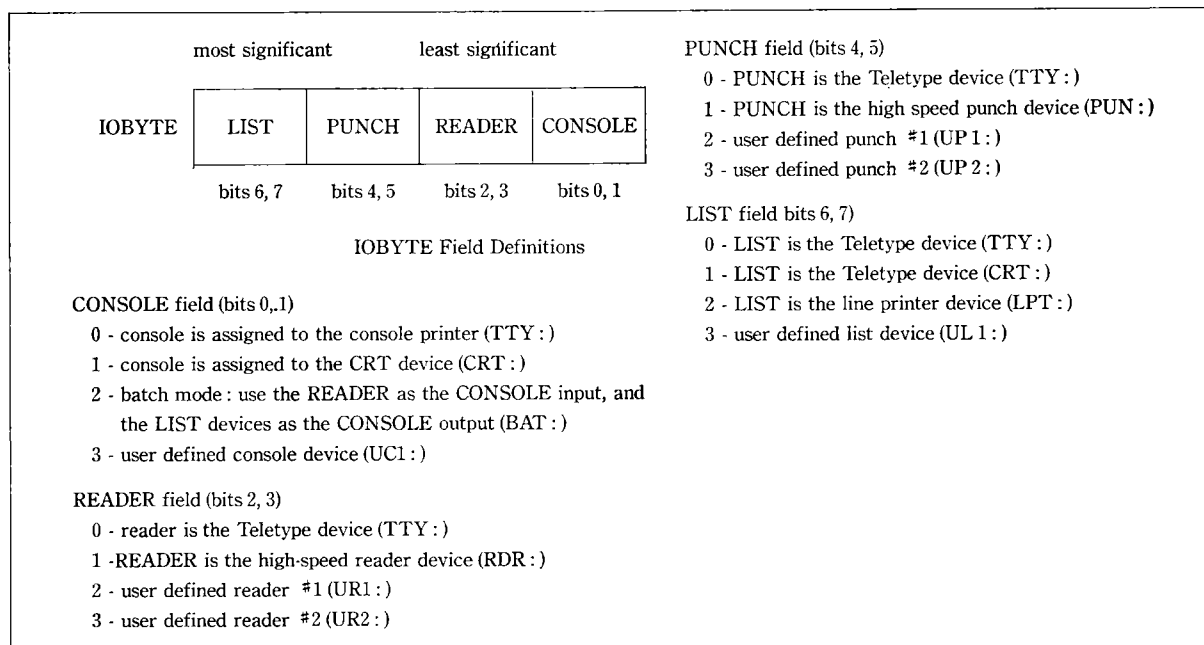


図 17 I/O BYTE 構造図

JMP BOOT	: ARRIVE HERE FROM COLD START LOAD
JMP CONST	: CHECK FOR CONSOLE CHAR READY
JMP CONIN	: READ CONSOLE CHARACTER IN
JMP CONOUT	: WITE CONSOLE CHARACTER OUT
JMP LIST	: WRITE LISTING CHARACTER OUT
JMP PUNCH	: WRITE CHARACTER TO PUNCH DEVICE
JMP READER	: READ READER DEVICE
JMP HOME	: MOVE TO TRACK 00 ON SELECTED DISK
JMP SELDSK	: SELECT DISK DRIVE
JMP SETTRK	: SET TRACK NUMBER
JMP SETSEC	: SET SECTOR NUMBER
JMP SETDMA	: SET DMA ADDRESS
JMP READ	: READ SELECTED SECTOR
JMP WRITE	: WRITE SELECTED SECTOR
JMP LISTST	: RETURN LIST STATUS
JMP SECTRAN	: SECTOR TRANSLATE SUBROUTINE
JMP WBOOT	: ARRIVE HERE FOR WARM START

図 18 CP/M-80™ Jump Table

Func 0-16	Content of BC	Content of DE
--------------	------------------	------------------

BDOSファンクションコール50パラメータ

1FFFEH	(not used)
1FFF8H	Content of DE
1FFF6	Content of BC
1FFF5	Func
1FFF3H	Return Value
1FFF1H	0FFF5
1FFF0H	50

"50" BIOS CALLのファンクション番号

"Func" 17個のBIOS Jump Vector の1つ

共通パラメータ領域

図 19 ファンクションコール50のパラメータと
パラメータ共通領域

4 ベンチマークテスト

性能確認のために某社参考機（以下 R. M. と略す）と比較したベンチマークテストを行った。テストは①数値計算、②グラフィック、③スクロール、④ファイルアクセス、及び⑤プリントの5項目について行なった。

① 数値計算

表 8 数値計算テスト結果

項 目	SBC-16	R. M.	R. M./SBC-16
四 則 演 算(秒)	254	929	3.66
平 方 根(秒)	76	415	5.26
対 数(秒)	62	207	3.34
マトリクス(秒)	72	250	3.25

② グラフィック

次の4つの GWBASIC のグラフィックステートメントの処理時間を測定した。

- PUT ○ LINE ○ CIRCLE
- PAINT

9 表 グラフィックテスト結果

項 目	スクリーン モ ー ド	SBC-16	R. M.	R. M./ SBC-16
PUT (秒)	320×200	83	100	1.20
	640×200	57	—	—
	640×400	51	—	—
LINE (秒)	320×200	34	90	2.65
	640×200	29	—	—
	640×400	26	—	—
CIRCLE (秒)	320×200	72	195	2.71
	640×200	71	—	—
	640×400	67	—	—
PAINT (秒)	320×200	82	111	1.35
	640×200	57	—	—
	640×400	30	—	—

③ スクロール

キャラクタ表示とスクロールの時間を測定するために GWBASIC の PRINT ステートメントを用いて次のテストを行った。

- 1文字表示改行
- 39文字表示改行
- 79文字表示改行

表 10 スクロールテスト結果

項 目	スクリーンモード	SBC-16	R. M.	R. M./ SBC-16
1文字表示 (秒)	テキスト 80×25	41	87	2.12
	テキスト 40×25	41	166	4.05
	グラフィック 320×200	912	522	0.57
	グラフィック 640×200	909	512	0.56
	グラフィック 640×400	909	—	—
	グラフィック 640×400	909	—	—
39文字表示 (秒)	テキスト 40×25	146	445	3.05
	グラフィック 320×200	1183	1155	0.98
79文字表示 (秒)	テキスト 80×25	255	917	3.60
	グラフィック 640×200	1128	1129	0.92
	グラフィック 640×400	1228	—	—

注) グラフィックモードの場合 SBC-16 の処理するドット数は 640×200 モード時で R. M. の2倍、320×200 モード時では4倍となる。

④ ファイルアクセス

フロッピーディスクへのアクセス速度を測定するためにレコード長を100バイトとし次のテストを行なった。

○シーケンシャルファイル・シーケンシャルアクセス
レコード数 2000

○ランダムファイル・シーケンシャルアクセス
レコード数 2000

○ランダムファイル・ランダムアクセス

レコード数 1000

⑤ プリント

プリンタの印字時間を測定するために次のテストを行った。

- 1文字印字改行
- 79文字印字改行

表 12 プリントテスト結果

項 目	期 間	SBC-16	R. M.	R. M./ SBC-16
1 字印字改行 (秒)	処理終了	76	35	1.84
	印字終了	77	35	1.00
79文字印字改行 (秒)	処理終了	113	116	1.01
	印字終了	116	116	1.00

11 表 ファイルアクセステスト結果

項 目	リード/ ライト	SBC -16	R. M.	R. M./ SBC-16
シーケンシャルファイル・ シーケンシャルアクセス (秒)	リード	76	172	3.26
	ライト	77	235	3.05
ランダムファイル・ シーケンシャルアクセス (秒)	リード	481	571	1.87
	ライト	938	983	1.05
ランダムファイル・ ランダムアクセス (秒)	リード	211	231	1.09
	ライト	428	447	1.04

図 20 はベンチマークテストプログラムである。

<p>1)数値計算 四則演算 10 TIME\$="00:00:00" 20 DIM A(50,50),B(50,50),C(50,50)D(50,50) 30 FOR K=1 TO 10 40 FOR I=1 TO 50 50 FOR J=1 TO 50 60 B(I,J)=I/J 70 C(I,J)=I*J 80 D(I,J)=I*J 90 NEXT J 100 NEXT I 110 FOR I=1 TO 50 120 FOR J=1 TO 50 130 A(I,J)=B(I,J)*C(I,J)/D(I,J) 140 NEXT J 150 NEXT I 160 NEXT K 170 PRINT TIME\$</p> <p>平方根 100 TIME\$="00:00:00" 110 FOR I=1 TO 10000 120 A=I^2/SQR(I)/SQR(I) 130 B=I^3/(SQR(I)^3) 140 NEXT I 150 PRINT TIME\$</p> <p>対数 100 TIME\$="00:00:00" 110 FOR I=1 TO 8000 120 A=LOG(123) 130 B=LOG(1234567.89#) 140 C=EXP(8) 150 NEXT I 160 PRINT TIME\$</p> <p>マトリックス 100 TIME\$="00:00:00" 110 DIM IARRAY1(100),IARRAY2(100) 120 FOR I=1 TO 200 130 FOR J=0 TO 200 140 IARRAY1(J)=IARRAY2(J) 150 IARRAY2(J)=IARRAY1(J) 160 NEXT J 170 NEXT I 180 PRINT TIME\$</p> <p>2)グラフィックテスト PUTステートメント 10 DIM A(1000) 20 CLS 25 LINE (0,0)-(30,30),BF</p>	<p>30 GET (0,0)-(30,30),A 40 TIME\$="00:00:00" 50 FOR I=1 TO 5000 60 PUT (30,30),A 70 NEXT I 80 PRINT TIME\$</p> <p>■■■ステートメント 20 CLS 40 TIME\$="00:00:00" 50 FOR I=1 TO 5000 60 LINE (0,0)-(30,30),BF 70 NEXT I 80 PRINT TIME\$</p> <p>CIRCLEステートメント 20 CLS 40 TIME\$="00:00:00" 50 FOR I=1 TO 1000 60 CIRCLE (120,100),80 70 NEXT I 80 PRINT TIME\$</p> <p>PAINTステートメント 20 CLS 30 LINE (0,0)-(50,50),BF 40 TIME\$="00:00:00" 50 FOR I=1 TO 500 60 LINE (I,1)-(49,49),0,BF 65 PAINT (10,10),7,7 70 NEXT I 80 PRINT TIME\$</p> <p>3)画面スクロールテスト 1文字スクロール 5 CLS 10 TIME\$="00:00:00" 20 FOR I=1 TO 5000 30 PRINT "I" 40 NEXT I 50 PRINT TIME\$</p> <p>39文字スクロール 5 CLS 10 TIME\$="00:00:00" 20 FOR I=1 TO 5000 30 PRINT "1234567890123456789" 40 NEXT I 50 PRINT TIME\$</p> <p>5 CLS</p>	<p>10 TIME\$ "00:00:00" 20 FOR I=1 TO 5000 30 PRINT "12345678901234567890 12345678901234567890 12345678901234567890 1234567890123456789" 40 NEXT I 50 PRINT TIME\$</p> <p>4)ファイルアクセステスト シーケンシャルファイル シーケンシャルアクセス 10 CLS 20 A\$="12345678901234567890 12345678901234567890" 30 B\$="ABCDEFGHIJKLMNQRSTU VWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz" 40 TIME\$="00:00:00" 50 OPEN "TEST.DAT" AS #1 AS #1 60 FOR I=1 TO 2000 70 WRITE #1,A\$;B\$ 80 NEXT I 90 CLOSE #1 100 PRINT TIME\$ 110 TIME\$="00:00:00" 120 OPEN "TEST.DAT" AS #1 AS #1 130 IF EOF(1) GOTO 160 140 INPUT #1,A\$.B\$ 150 GOTO 130 160 CLOSE #1 170 PRINT TIME\$ 180 KILL "TEST.DAT"</p> <p>ランダムファイル シーケンシャルアクセス 10 CLS 20 A\$="12345678901234567890 12345678901234567890" 30 B\$="ABCDEFGHIJKLMNQRSTU VWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz" 40 TIME\$="00:00:00" 50 OPEN "TEST.DAT" AS #1 EN=100 60 FIELD #1.40 AS C\$.40 AS D\$ 70 SET C\$=A\$:SET D\$=B\$ 80 FOR I=1 TO 1000 90 J=2000-I:PUT #1,I:PUT #1,J 100 NEXT I 105 CLOSE #1:PRINT TIME\$ 110 TIME\$="00:00:00" 120 OPEN "TEST.DAT" AS #1 EN=100 130 FOR I=1 TO 1000</p>	<p>140 J=2000-I:GET #1,I:GET #1,J 150 NEXT I 160 CLOSE #1 170 PRINT TIME\$ 180 KILL "TEST.DAT" ランダムファイルランダムアクセス 10 CLS 20 A\$="12345678901234567890 12345678901234567890" 30 B\$="ABCDEFGHIJKLMNQRSTU VWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz" 40 TIME\$="00:00:00" 50 OPFN "TEST.DAT" AS #1 EN=100 60 FIELD #1.40 AS C\$.40 AS D\$ 70 SET C\$=A\$:LIST D\$=B\$ 80 FOR I=1 TO 1000 90 J%=RND(1)*1000:IF J%=0 THEN J%=1 95 PUE #1,J% 100 NEXT I 105 CLOSE #1:PRINT TIME\$ 110 TIME\$="00:00:00" 120 OPEN "TEST.DAT" AS #1 LEN=100 130 FOR I=1 TO 1000 140 J%=RND(1)*1000:IF J%=0 THEN J%=1 145 GET #1,J% 150 NEXT I 160 CLOSE #1 170 PRINT TIME\$ 180 KILL "TEST.DAT"</p> <p>5)プリントテスト プリントテスト 1 5 CLS 10 TIME\$="00:00:00" 20 FOR I=1 TO 100 30 LPRINT "I" 40 NEXT I 50 PRINT TIME\$</p> <p>プリントテスト 2 5 CLS 10 TIME\$="00:00:00" 20 FOR I=1 TO 100 30 LPRINT "12345678901234567890 12345678901234567890 12345678901234567890 1234567890123456789" 40 NEXT I 50 PRINT TIME\$</p>
---	---	---	---

図 20 ベンチマークテストプログラム

5 今後の展望

5-1 日本語化

以上海外OEM向スモールビジネスコンピュータ SBC-16の仕様について述べてきたが、現在日本語化計画も進行中で、その概略仕様は表13に示す通りである。

日本語化の特徴はモノクロームディスプレイがさらに高分解能になったことと、ハードディスクを用いた高速のカナ漢字変換である。

表 13 日本語 SBC-16 概略仕様

項 目	仕 様
メインユニット:	
CPU	80186 8 MHz
RAM	基本 256KB 増設 768KB まで
ROM	16 KB
キーボード I/F カレンダー スピーカー RS232C	海外向仕様に同じ
プリンタ I/F	セントロニクスパラレル I/F 沖プリンタ IF80141 コマンドインターフェース
補助メモリ	基本 720KB FDD 2台 または 720KB FDD 1台+10MB HDD 1台 増設 5.25 インチ 720KB FDD 3台まで 5.25 インチ 1.2MB FDD 2台まで 8 インチ 250KB/960KB FDD 2台まで 5.25 インチ 10MB HDD 2台まで
CRT コントローラ	モノクローム テキスト 1 ページ グラフィック 1 ページ ○テキストとグラフィックのページの重ねあわせも可能 ○JIS第1水準キャラクタジェネレータ内蔵 ○外字用 RAM 24KB 内蔵
	カラー テキスト 1 ページ x2 2 グラフィック 1 ページ x2 8 色 x 4 パレット
拡張スロット	4
電 源 キーボード	100V ±15% 47.5~63 Hz JIS 配列 (WP 用) その他海外向仕様に同じ
ディスプレイ	
モノクローム	15 インチ イエローグリーン色 テキスト 半角 (12×24ドット) 82字×25行 全角 (24×24ドット) 41字×25行 グラフィック 1024×768 ドット
カラー	海外向仕様に同じ (640×400 ドット)
オプション	マウス OMNINET™ インターフェース GPIB IDカードリーダー バーコードリーダー 外部拡張ボックス RS232C ボード イメージ・スキャナ (IS-20) 光ディスク装置
ソフトウェア:	
O S	MS-DOS™ V2.11 日本語

言 語	日本語 BASIC COBOL FORTRAN PASCAL C ASSEMBLER
通信ソフト ウェア	IBM 3270™ エミュレータ IBM 3741™ エミュレータ IBM 3770™ エミュレータ IBM 3780™ エミュレータ DECVT 100™ エミュレータ
アプリケー ション	日本語ワードプロセッサ 日本語マルチプラン 日本語データベース (dBASE-II™) 英文ワードプロセッサ (MS-Word™) 他

* dBASE-II™ は Ashton-Tate 社の登録商標である。

* MS-Word™ は Micro Soft 社の登録商標である。

5-2 68000 オプションボードと UNIX

SBC-16 の拡張スロットにモトローラ社 CPU 68010 と MMU 付メモリ 512 KB を実装し、OS として、UNIX を搭載する研究も進められている。68010 の BUS インターフェースは 16 ビットであるが、内部は 32 ビットの CPU で仮想メモリへの対応もでき、32 ビット BUS インターフェースの CPU 68020 への移行もソフトウェアに互換性があり容易に行なえる。このような試みを、今後の UNIX を搭載した 32 ビット機への橋渡しとしての商品化の布石としたい。

6 お わ り に

スモールビジネスコンピュータの市場は、高級機化と低価格化の2方向に向けて急速に変化している。本年後半から来年にかけては、各メーカー共小型低価格機と32ビット機にしのぎを削り、OS も UNIX System V や UNIX V4.2 BSD など高級 OS を指向すると予想される。また、市場ニーズも多様化しており、LAN に対応したネットワーク処理や画面の有効利用のためのマルチウィンドウや画面分割、アプリケーションプログラム間でデータを共有する統合ソフトウェア、データベースシステムなどその展開は多方面に渡る。今後はこれらの多様なニーズに対応するだけでなく、加えて独創性のある商品の製品化を進めていきたい。

おわりに本機の開発にあたり、社内外の多くの方の御協力、御指導をいただいたことに深く感謝します。



静電複写機 Uシリーズ

Electrophotographic Copier U-series

小島賢次*
Kenji Kojima

望月 学*
Manabu Mochizuki

要 旨

静電複写機Uシリーズは海外専用機であり、幅広いコピー用紙に対して高画質・高信頼性をもつ卓上型高速複写機として、次の様な特徴を有している。

1. 粗大トナー粒子の分散とトナーの熱延展性により、高濃度で鮮明な画質の実現。
2. 新給紙方式の採用により、高い搬送信頼性の達成。
3. 新現像バイアスシステムの採用により、地汚れのない安定性の高いコピーを提供。

ABSTRACT

The U-series copier was developed especially for overseas market. A wide variety of papers can be used for copying with high quality and high reliability.

The U-series have the following features:

1. Adopting a new type of toner containing rather larger particles helps make high density and sharp image copies.
2. A new paper feed system makes paper transportation more reliable than previous models.
3. A new biasing system for the development maintains a consistently cleaner background and high copy quality over the long period of heavy operation.

1 はじめに

複写情報処理量の増加は目ざましく、複写機にも種々の要求が出てきている。高濃度で鮮明な画質、処理スピードの高速化、変倍などの多機能化、さらにソータ、ADF などによるシステムアップ等々である。そして重要なことは、これらの機能が安定して維持される高い信頼性にあるということである。

普通紙複写機（PPC）は大きく湿式と乾式に分けられる。湿式 PPC の特徴は、地汚れなどの異常画像が無く鮮明な画質をもち、特に写真の再現性や鉛筆書きのよう

な低コントラスト原稿のコピー写りが良いことにある。さらに、これらの性能に経時的な変化が少なく安定性にも優れている特徴も持っている。

本機は、湿式 PPC としてこれらの特徴を生かし、さらに高濃度で安定性が高く、幅広いコピー用紙の対応を可能にし、かつ高い信頼性をもたせると同時に、操作性についても種々の工夫を行い使い易い卓上型の高速複写機としている。

2 機械の概要

本機の概略図を図1に示す。また主な仕様を表1に示す。

オプション仕様として10ピン、20ピンのソータ、1,000枚トレイ、ADFが有り、オフィスにおける生産性向上の為に本機のシステムアップが考えられている。

* 第一複写機事業部 U-PG
U-Project Group, First Reprographic Products Division

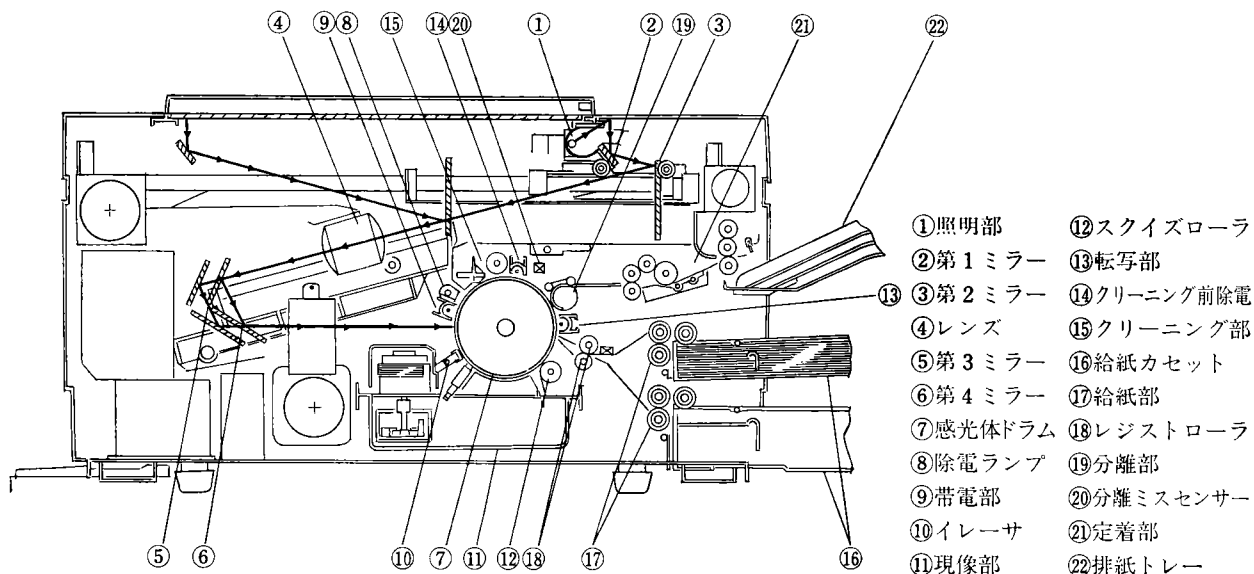


図1 機械概略図

表1 基本仕様

項 目	仕 様
型 式	卓上型
複 写 方 式	湿式静電転写方式
原 稿 台	固定式
原 稿 種 類	ブック、シート、立体物
原 稿 サ イ ズ	最大 A 3、ダブルレター
複 写 サ イ ズ	最大 A 3、ダブルレター 最小 B 6、ハーフレター
複写倍率	北米向 1:1.271, 1:1, 1:0.919, 1:0.739, 1:0.641 欧州向 1:1.271, 1:1, 1:0.919, 1:0.788, 1:0.670
複 写 速 度	42CPM (A 4, レター以下)、27CPM (B 4、 リーガル)、19CPM (A 3、ダブルレター)
ファーストコピー	4.5秒/A 4, レター (等倍)
連続複写	1~99 (10キー方式)
ウォームアップタイム	1分30秒
S A D F	有
割込機能	有 (キーイン)
コピー濃度調整	有 (キーイン)
オートクリア	コピー終了後60秒
オートシャットオフ	コピー終了後30分, 60分, 120分 (切換可)
給紙容量	2段カセット 250枚+500枚
コピートレ容量	250枚/A 4, レター
現像液濃度調整	有
現像バイアス	オートバイアス+セミフロートバイアス方式
トナー補充	カートリッジ式
現像液補充	カートリッジ式
給紙自動選択	有
原稿忘れ表示	有
自己診断	有
電源	115 V 60 Hz, 220/240 V 50 Hz
最大消費電力	1.4kW
大きさ	幅 812mm×高 460mm×奥行 634mm (本体)
重量	105kg (本体)
保証期間	5年間又は120万枚

以下に本機の特徴であるコピー品質、信頼性の向上手段について述べる。

3 コピー品質の向上

3-1 トナー・プロセス面の改良

本機は、既存湿式複写機を幅広いコピー用紙に高濃度のコピーが得られるようにトナー・プロセス面での改良を実施した。

湿式複写方式は、表面の凹凸の激しい平滑性の劣るコピー用紙を使うと、均一な転写画像が得られなかった。この改良方法として、トナー付着量を増大させると効果的であるが、トナー像が軟いために逆に平滑度の良いコピー用紙に対しては、画像つぶれが発生し実使用に耐えなかった。

本機に使用する現像剤には、いわゆるトナー粒子に比べはるかに大きい粒径を有した画像つぶれ防止部材と呼ばれる粗大トナー粒子が分散されている。

粗大トナー粒子は現像時に画像顕現用トナー粒子と一緒に現像され、転写時の画像つぶれを防止する機能を果たす。この機能を模式的に表現すると図2の様に粗大トナー粒子がコピー用紙を支え、トナー像のつぶれを防止している。実際のコピー画像上での効果の様子を図3に示す。また、粗大トナー粒子の効果によるシャープネス向上の様子をコピー用紙の平滑度との関係で示したのが図4である。平滑度の劣るコピー用紙では、粗大トナー粒子なしの場合でも比較的良好なシャープネスを示している。これは、コピー用紙表面の凹凸がトナー層のつぶれを吸収しているためと考えられる。反面粗大トナー粒子によるシャープネスの向上効果は顕著でない。

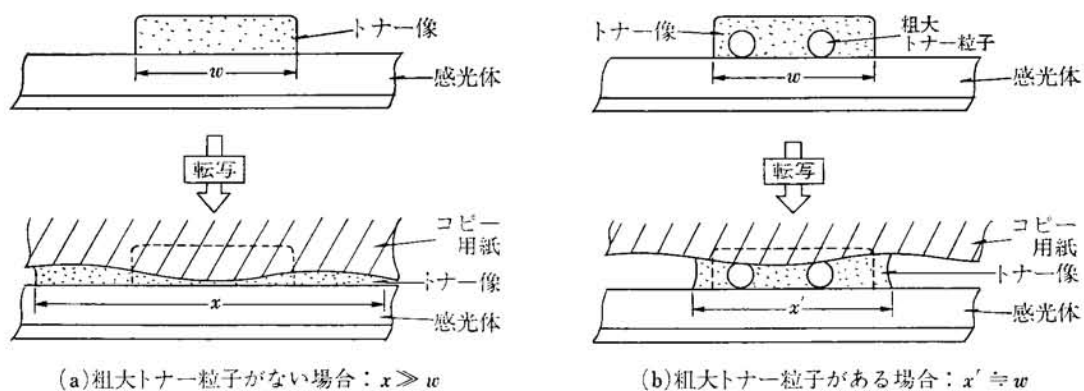


図 2 粒大トナー粒子の機能を示す模式図



図 3 粗大トナーの効果

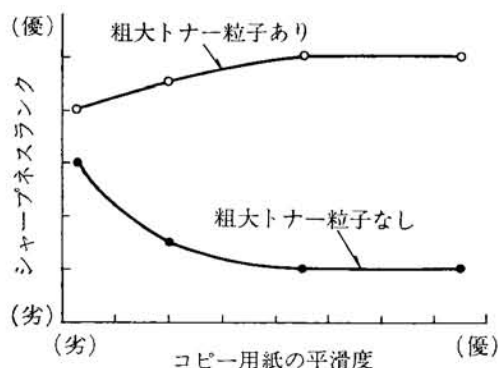


図 4 粗大トナー粒子によるシャープネスの向上

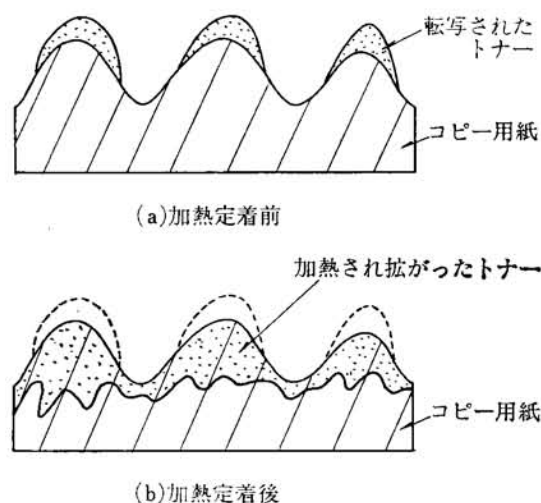


図 5 トナーの熱延展性を示す模式図

また、湿式トナーの転写機構は電気泳動により行われているために、コピー用紙とトナー像が接して始めてトナーの転写が行われる。表面の凹凸状態により転写性は左右されることになる。つまり、平滑性の劣るコピー用紙の場合では、トナー像の転写はコピー用紙の凸部のみで、凹部には転写されずきわめてベタ均一性の悪いコピーになってしまう。このように、粗大トナー粒子を入れトナー付着量を増大してもなお満足されない部分をトナーに熱延展性をもたせることで解決した。

トナーの熱延展性によるベタ均一性の向上の様子を模式的に表現すると図5のようになる。この現象は、トナーが加熱熔融され、トナー像に含まれる担体液と共にコピー用紙の繊維にそってしみ込むために起きると考えられ

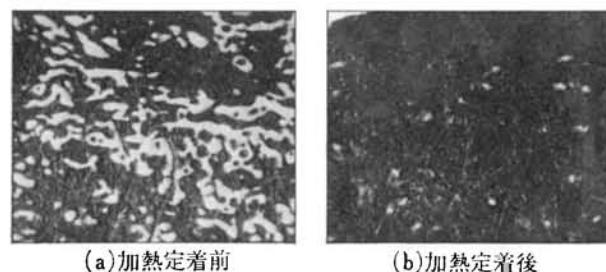


図 6 トナーの熱延展性効果

ている。

図6は、実際のコピー用紙上でのベタ均一性の変化を加熱定着前・後で比較したものであるが、熱延展性の効果が顕著にあらわれている。

このトナーの性質による画像濃度の向上効果を、コピー用紙の平滑性との関係で示したものが図7である。平滑度の劣るコピー用紙で著しい効果を示している。

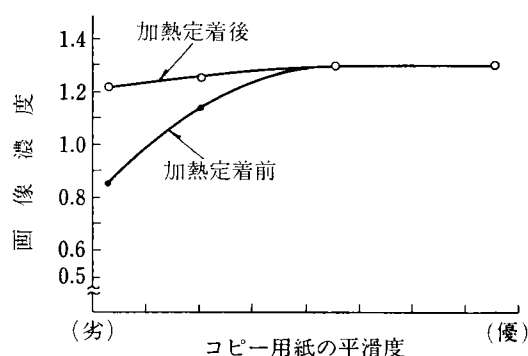


図7 トナーの熱延展による画像濃度の向上

3-2 現像装置

図8にUシリーズの現像装置を示す。粗大トナー粒子の効果を発揮させるために、トナーカートリッジ、現像液タンク内で粗大トナー粒子を均一に分散させる攪拌性能を向上させた現像ユニットを採用している。

湿式方式では、トナーは溶剤中に浮遊しており粗大トナー粒子は他のトナー粒子に比べ比重が大きいので時間とともに沈降が進む。使用する時は短時間でコピー前に十分攪拌して分散させなければならない。このためにトナーカートリッジは形状を扁平とし単位面積当りの沈降量を減らしさらに補給口を支点として揺動を行い、現像液タンクは底部全面にアジテータを設け往復動を行っている。これらはギアの面カムから駆動を受けるシンプルな方式で粗大トナー粒子を速やかに均一分散させ、その効果を常に安定して発揮させている。

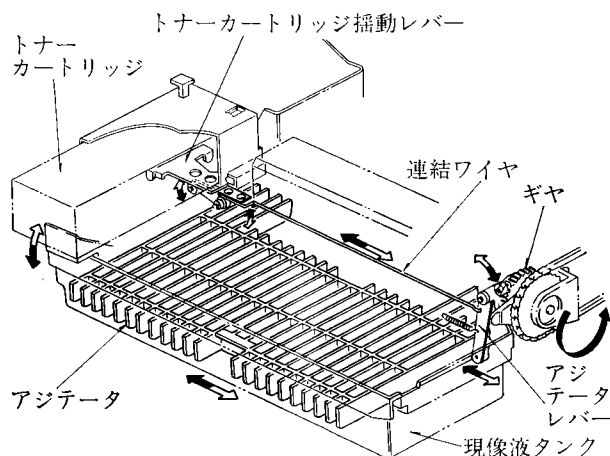


図8 現像装置

3-3 定着装置

図9にUシリーズの定着装置を示す。トナーの熱延展性効果を発揮させるために、定着性能を向上させた定着ユニットを採用している。

湿式方式ではトナーの加熱溶融とあわせてトナーが含有している溶剤を乾燥させるため、乾式方式で一般化しているヒートロール方式のような瞬間加熱タイプでは乾燥性が不十分なので、乾燥時間を長くさせたヒートプレート方式を用いている。ヒートプレートからコピー用紙への熱伝達率を向上させるために、エアーでコピー用紙を吸引しヒートプレートとコピー用紙の密着性を高めるとともに、吸引したホットエアーをコピー用紙に吹付けて乾燥性の向上を図っている。またヒートプレート上の搬送はコピー用紙が湿っているため加圧して確実に送る方法がとれない。このため図9に示す様に、進入してくるコピー用紙の腰の強さを利用して、湾曲形状をしたヒートプレートとすき間をもったガイドローラの組み合わせにより構成されている。コピー用紙は腰の強さでガイドローラへの接触圧が発生し適度の搬送力を受けて送られる。

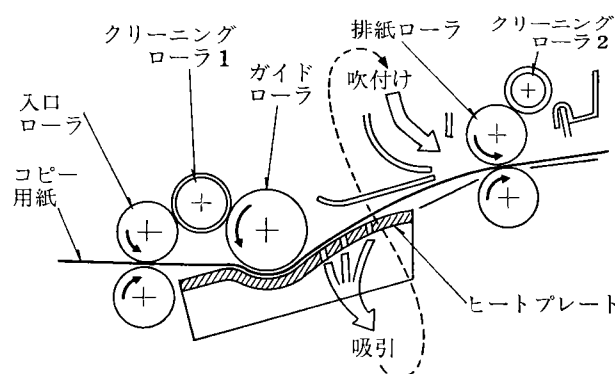


図9 定着装置

4 信頼性の向上

本機の信頼性向上には多くの工夫が反映されているが特に紙づまりの少ない PPC とする為に FRR (Feed + Reverse Roller) 給紙方式の採用と、いつも安定して地汚れ(かぶり)の少ないコピーを提供する為に AE 方式を採用している。以下この2点について説明する。

4-1 FRR 給紙方式

コピー用紙の搬送信頼性は給紙部で1枚を確実に送り出すことであり、不送りしない条件と重送しない条件を両立させることである。多種多様な紙を用いてもこれらの条件が成立する様に工夫された給紙方式として FRR 給紙方式を採用している。(図10)

積載されたコピー用紙からプレフィードローラにより送り出され、フィード、リパースローラ部で1枚のコピー用紙を送る場合(送り出し機能)にリパースローラが

受ける負荷トルクと、2枚以上のコピー用紙が進入する場合にリバースローラが受ける負荷トルクとに差があることに着目し、リバースローラにかかる負荷トルクの差を識別して、リバースローラを一定トルクのスリップクラッチを介して戻し方向に回転させ多数枚のコピー用紙を後退させ（分離機能）、さらにスリップクラッチのスリップで1枚を確実に送り出す機構としている。

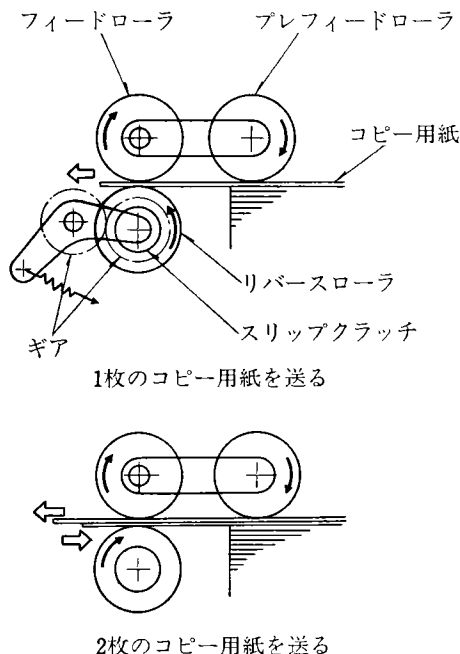


図10 FRR 給紙方式

この結果、狙いの多種多様なコピー用紙について確実に1枚を送り出すことができ、高い信頼性を発揮している。従来使用していたコーナセパレータ給紙方式と1万枚当りの不送り、重送の発生回数を比較した表2の結果からも明らかである。

表2 給紙方式による性能比較（1万枚当りの発生回数）

コピー用紙	方式	不良項目	コーナセパレータ給紙方式	FRR給紙方式
推奨紙	不送り	重送	1.2	0.3
		重送	1.5	0.3
特殊紙	不送り	重送	12.0	1.6
		重送	19.9	1.8

4-2 AE 方式

静電式リコピーには、1976年発売の海外向けDTシリーズよりAE方式を採用してきた。この方式は、感光体の潜像電位を検出し、その検出レベルに応じて得られるコピーにかぶりがないように、現像バイアスを自動制御（セルフコントロール）している。この方式により、(1) (イ)カラーペーパー原稿、(ロ)新聞紙・ジヤゾ原稿、(ハ)黄ばんだ原稿等の地肌部の反射率が異なる原稿を使用する場合、(2)レンズ・ミラーが汚れ露光量が低下してきた場

合のいずれの場合にも、オペレータは、露光量調整せずにプリントスイッチを押すだけで、常にかぶりのないコピーを作成することができる。

本機では更に、フロートバイアス方式を加え原稿圧板を開放した状態でコピーした時、感光体ドラム上にできる原稿周辺の黒ベタ画像を、バイアス電位により画像濃度を低くおさえるように制御している。この方式により、トナーの浪費をおさえ、クリーニング負荷を軽くしている。

以上の2点を満足させるために本機に採用している現像バイアスシステムは、図11に示される構成と動作特性をもっており、オートバイアス領域と、それにフロートバイアス領域を重ねた2つのモードで構成している。

このモード

の切り換えは操作パネル上にあるキー操作により行うように設計されている。通常は、自動的にフロートバイアスモードが選択され、使用条件に応じオートバイアス領域+フロートバイアス領域で現像バイアスは制御される。キー操作によりオートバイアスモードを選択した場合には、

オートバイアス領域でのみ現像バイアスは制御される。

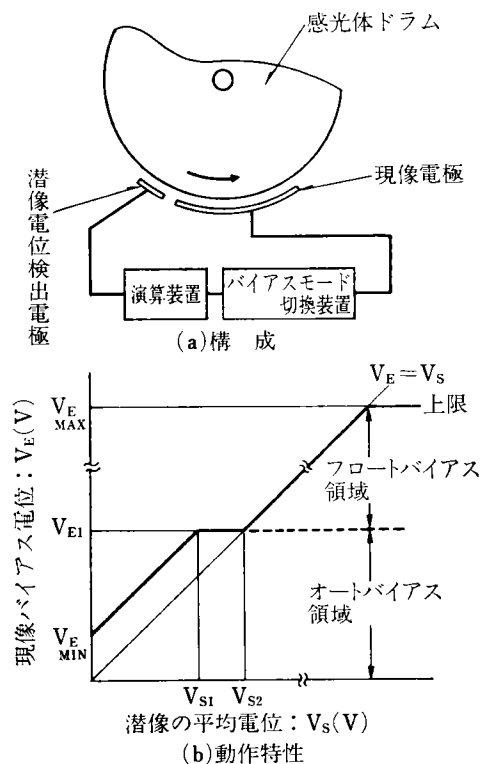


図11 現像バイアスシステム

5 おわりに

以上本機のコピー品質、信頼性の向上手段について解説した。本開発の目的であった湿式PPCの特徴である安定性に加えて、高濃度で鮮明画質、幅広いコピー用紙への対応、の要望に対して高い信頼性を維持して一応の目標値を達成できた。今後も本機の経験を生かし、顧客の要求に適合した、さらに高性能、高信頼性の複写機の開発を進めて行きたい。

最後に、本複写機の開発に当たって多くの方々に御指導、御協力をいただいたことに深く感謝します。



マルチプログラムAE一眼レフカメラ リコーXR-P

Multi-programmed AE Single Lens Reflex Camera
RICOH XR-P

荒木邦彦*
Kunihiko Araki

小林幹夫*
Mikio Kobayashi

北島友也*
Tomoya Kitajima

要 旨

リコー XR-P はマルチプログラム AE, 情報集中ファインダー等の機能を内蔵した多機能一眼レフカメラとして開発された。特長は以下の通りである。

- 1) 新開発・R-K マウントによるプログラム AE
- 2) 3つのプログラム (P_D, P, P_A) を選択できるマルチプログラム AE
- 3) 日中シンクロ可能なプログラムストロボ AE
- 4) マルチプログラム AE, プログラムストロボ AE, シャッターバイアス AE, テレビモード等の豊富な撮影モードを持つマルチモード AE システム
- 5) AE の状態が一目でわかる LCD による情報集中ファインダー
- 6) インターバル撮影, 左手レリーズ, 2ポジション多重撮影, レリーズグリップ装着等が可能な多機能カメラ

ABSTRACT

The RICOH XR-P has been developed as a multi-function SLR (Single Lens Reflex) camera including multi-programmed AE (Automatic Exposure control), full information finder etc.

It's main features include ;

1. Programmed AE with RICOH new system R-K mount.
2. Multi-programmed AE, 3 programs can be chosen, Depth program P_D for larger depth of field, Normal program P for general shooting and Action program P_A for fast moving subjects.
3. Programmed flash AE including simple daylight flash.
4. Multi-mode AE system including multi-programmed AE, programmed flash AE, shutter bias program AE, TV mode, etc.
5. LCD full information finder for total AE control.
6. Multi-function camera with interval photography, left hand shutter release, two position multiple exposure, detachable release grip.

1 はじめに

近年、カメラの自動化が急速に進み、35ミリレンズシャッターカメラにおいてはほぼ完全自動化が達成され、シャッターボタンを押すだけで誰にでも失敗のない写真が撮れるようになってきた。一眼レフカメラにおいても、今後の方向として35ミリレンズシャッターと同様な完全

自動化が進むものと考えられる。

反面、撮影者の意図に忠実な写真が撮れるカメラ、持って楽しいカメラという、本来カメラが有していたはずの機能が損なわれてきていることも否定できない。

露出においては、適正露出になるシャッター秒時とレンズの絞りの組み合わせは数多くある。これらの組み合わせは、ある場合は背景をぼかしたい、ある場合はできるだけ奥までピントを合わせたい、又ある場合は動く被写体を止めたい、という撮影者の意図に従い自由に選択され、その意図が写真に反映できることが望ましく、カメラに

* 光学事業部 光学設計部
Design Department, Photo Products Division

よって制限されるべきではないと考える。

リコー XR-P はこの点を考慮し、自動露出 (AE) を中心とした各機能の多様化をはかり、カメラを使う人の意図を自由に写真に反映できるカメラとして開発された。

しかも、多機能にすると操作が面倒になりがちであるが、使用者のレベルに応じた露出組合わせの分類、及びストロボ制御の完全自動化等により、上級者にはもちろんのこと、初心者にも容易に使いこなせるようにした。

2 仕様および特長

2-1 仕様

表-1 に、本機の仕様を示す。

2-2 特長

本機の主な特長は次の通りである。

- (1) 従来の K マウントレンズとの互換性を保ちつつ、プログラム AE (自動露出) を達成するための、新開発の R-K マウント。
- (2) プログラムセクターによりワンタッチで選べる、

3 つのプログラム AE (マルチプログラム AE)

(3) マルチプログラム AE 以外にも、豊富な撮影モードを選べる、マルチモード AE システム

(4) 日中シンクロも可能な、新開発ストロボ (リコースピードライト 300 P) と TTL ダイレクト調光制御

(5) 撮影領域を拡大する $\frac{1}{2000}$ 秒の高速シャッター

(6) 明るく、正確なピント合わせが容易な新開発のファインダースクリーン (アキュブライツマット)

(7) AE の状態が一目でわかる、LCD による情報集中ファインダー。照明装置付。

(8) インターバルタイマー内蔵

(9) セルフタイマーを 0 に合わせると、セルフボタンがリリースボタンになる左手リリース

(10) ME レバーの 1 段クリック位置では 1 回だけの多重撮影、2 段クリック位置では連続の多重撮影

(11) 低消費電流回路、60 秒間の節電タイマー、ストロボとも連動している電源 ON システム等の節電設計

表 1 XR-P 基本仕様

No.	項目	仕様	備考
1	型式	35 mm 1 眼レフカメラ	
2	マウント	新開発 R-K マウント	従来の K マウントも使用可
3	撮影モード	マルチプログラム AE (P, Pd, PA), プログラムストロボ AE シャッターバイアスプログラム AE, シャッターバイアスストロボ AE 絞り優先 AE, テレビモード, マニュアル	
4	露出制御	中央重点 TTL 開放測光および再測光 EV 0 ~ EV 18 (0.13988 cd/m ² ~ 36668 cd/m ²) ISO (ASA) 12 ~ 3200, 露出補正 + 2 ~ - 2 EV, $\frac{1}{3}$ EV ステップ AE ロック可能	ISO 100, F1.4
5	ストロボ連動	TTL ダイレクト調光, 日中シンクロ	スピードライト 300 P 使用時
6	シャッター	金属幕縦走りフォーカルブレン電子シャッター	幕速 5.5 m/sec
7	速度目盛系列	Auto: $\frac{1}{2000}$ ~ 16, マニュアル: $\frac{1}{2000}$ ~ 4, B, TV	
8	セルフタイマー	10 秒, 0 秒 (左手リリース)	作動音の OFF 可
9	インターバルタイマー	2 秒, 15 秒, 60 秒	LED および電子音による作動表示
10	ファインダー	アキュブライツマットスクリーン, 銀蒸着ペンタプリズム	スクリーン交換可 (サービスセンター)
11	ピント合せ	スプリット, マイクロプリズム併用 (標準スクリーン)	
12	視野率, 倍率	縦横 93%, 0.88 倍 (50 mm レンズ)	
13	ファインダー表示	露出補正, AE ロック, マニュアル, プログラムモード, テレビモード, 露出オーバーマーク, シャッター秒時インジケータ, 露出アンダーマ ーク, バルブ (B), 電池ニアエンド, プログラム F 値 ストロボ充電完了及び O.K. シグナル レンズ絞りリング情報	照明ランプ付 LCD 表示 赤色 LED 光学的読取り
14	像視度, アイポイント	0.75 Dp, 15 mm	
15	レリーズ	電磁レリーズ, 電源スイッチ OFF によるレリーズロック可	
16	巻上げ	予備角 35°, 巻上角 135°, レバー巻上げ, 多重露出可能 (2 ポジション)	
17	フィルムカウンター	順算式	
18	電源	CR-N (リチウム電池) × 2, または LR 44 (アルカリ電池) × 4, SR 44 (酸化銀電池) × 4	
19	大きさ	136 mm (幅) × 87.5 mm (高さ) × 53 mm (奥行; レンズなし)	
20	重量	505 g (ボディのみ)	
21	その他	グリップ交換式 (ワンタッチ, レリーズグリップ交換可), 裏蓋交換可 (インテリジェントデータバック対応), モータドライブ対応 60 秒節電タイマー内蔵, カウンタが "1" までは $\frac{1}{125}$ 秒で切れる空写 しモード (シャッターダイヤル Auto 時)	裏蓋はメモホルダー付

3 外観および操作性

透明ポリカーボネートに多色スクリーン印刷を施した銘板類、操作性を重視した各操作部材、黒色塗装仕上げのカバー類等、表示が見やすく、操作性の優れた、高級感のあるデザインにまとめた。

シャッターレリーズが自然な指の位置でできるように大型のレリーズボタンをできるだけ前に配置するようにし、ホールディング向上のために、カメラ前面にはグリップを設けた。さらには、レリーズボタンのついた大型グリップを、ワンタッチで装着できるようにした。

XR-Pは、多機能でありながら、初心者にも充分に使えるように配慮している。たとえば、シャッターダイヤル (A)、プログラムセクター (P)、レンズの絞りリング (P)、ストロボの AM 切り換えスイッチ (A) の表示色をグリーンに統一して、最初にグリーンに合わせれば、あとはレリーズボタンを押すだけで標準的な写真がとれるようにした。

また、裏蓋のメモホルダー部には、マルチプログラム AE 線図を示す大きな銘板を配し、プログラムの選択が一目でわかるようにした。

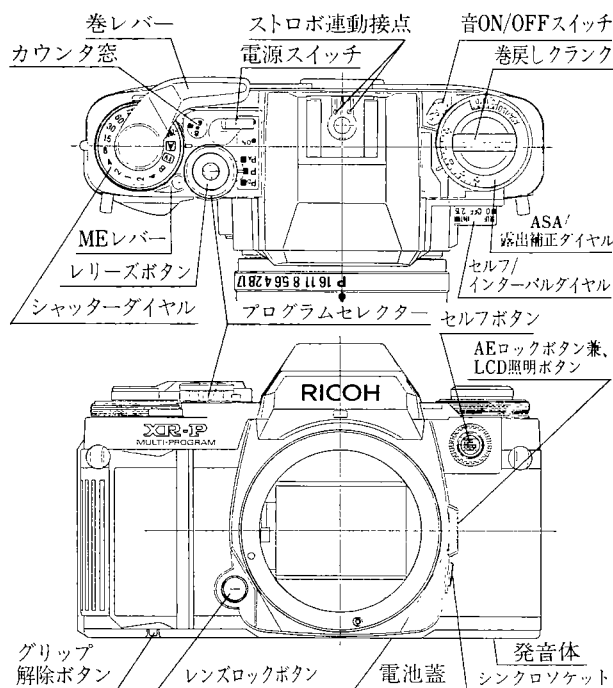


図1 外観、操作部材

4 マルチモード AE システム

各 AE モード時のプログラム線図を、図-2 に示す。プログラムセクターを P に合わせた時は実線 (—), P_D に合わせた時は破線 (---), P_A に合わせた時は一点鎖線 (—・—) で示す。

4-1 マルチプログラム AE (図-2-①)

基本となるプログラム AE モードである。プログラムセクターにより、3つのプログラム (P_D, P, P_A) を選択できる。

P_D は小絞り優先的なプログラム AE になっており、風景あるいは近接撮影等被写界深度を深くしたい時に選択する。

P は平均的なプログラム AE になっており、一般撮影の時に選択する。

P_A は高速シャッター秒時優先的なプログラム AE になっており、スポーツ、カーレース等動きの速い被写体の時に選択する。一方、絞りは開放絞り側優先的なプログラム AE になっているので、ポートレート等背景をぼかしたい時にも選択する。

4-2 プログラムストロボ AE (図-2-②)

XR-P の専用ストロボ、リコースピードライト 300P を使用する場合は AE モードである。P_D, P, P_A の選択により、それぞれ、絞りは F11, F5.6, F2.8 より開放絞り側にはならないようになっている。P_D は近接撮影時、P は一般撮影時、P_A は、できるだけ遠くまでフラッシュ光を到達させたい時に選択する。

ストロボの充電が完了すると、マルチプログラム AE より自動的に、プログラムストロボ AE に切り替わる。

逆光による影のはいった被写体を撮影する時に有効な日中シンクロができるようになっており、日中シンクロ領域 (例えば、プログラムセクターが P の場合、シャッター秒時 1/125 秒、絞り F5.6 の組み合わせより外光が明るい場合 (図-2-② の実線の範囲) では、外光とストロボ光の比率が 1:0.5 になるように制御される。

4-3 シャッターバイアスプログラム AE (図-2-③)

プログラム AE (4-1) と、シャッター秒時優先 AE を組み合わせた AE モードである。セットしたシャッター秒時より低速側にはできるだけならないようになっている。カメラブレ防止の為にシャッター秒時制限の選択あるいは、プログラム AE の P_A よりさらに高速シャッター秒時での撮影が可能になる。レンズの絞りが開放になってもまだセットしたシャッター秒時では露出アンダーになる場合は、適正露出になるようにシャッター秒時が低速側にシフトする。そのときファインダー内の LCD の秒時表示が点滅してシフトしたことを知らせる。

4-4 シャッターバイアスストロボ AE (図-2-④)

プログラムストロボ AE (4-2) の日中シンクロ領域を拡大した AE モードである。外光をできるだけとり込み、ストロボにより主被写体のみが浮かび上ることを防止して、自然に近い写真の撮影を可能にした。

4-5 TV モード (図-2-⑤)

テレビ画面を撮影する時に使用する。

従来の一眼レフカメラにおいては、テレビ画面の撮影

◇設定条件

- (i) 絞りリング
- (ii) シャッターダイヤル
- (iii) プログラムセクター
- (iv) ストロボ

{ P : —
 P_D : - - -
 P_A : - - -

※**[F]**, **[T]**において、◇で囲ったものは撮影者が選択したもの、○はカメラが決定したものである。外光をLVで示した。

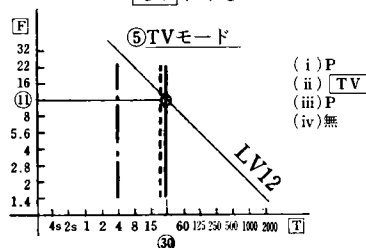
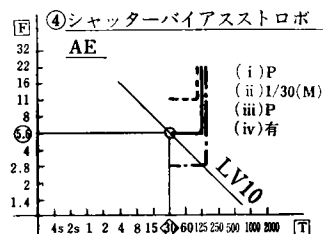
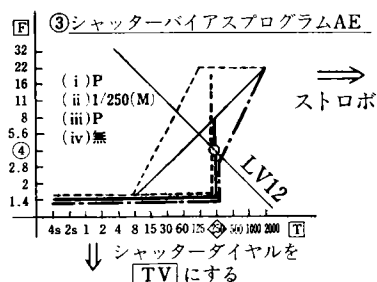
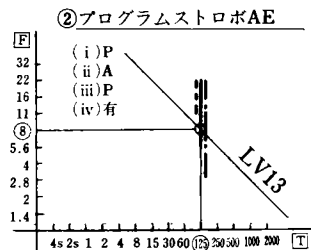
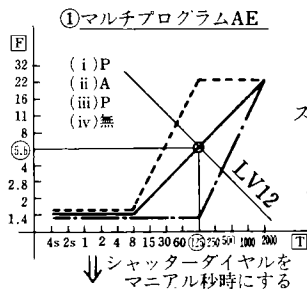
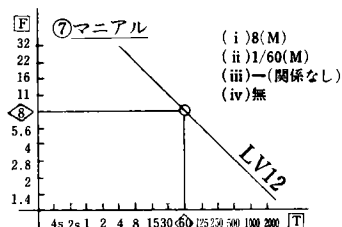
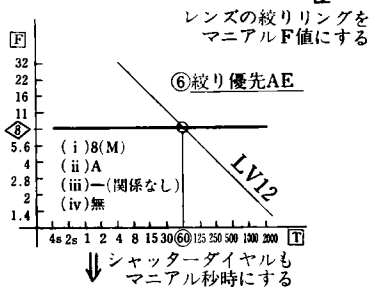


図2 プログラム線図

は、写真に幅の大きい横縞が出て、不適当だとされていた。それは、テレビ画面の1フレーム分のフィールド走査時間とシャッター秒時の差によるもので、XR-Pにおいては、TVモード時のシャッター秒時を、テレビの1フレーム分のフィールド走査時間に正確に合わせることで、横縞の発生を極小化した。

プログラムセクターを、Pに合わせるとNTSC方式(日本および米国)のテレビ、P_Dに合わせるとSECAM、PAL方式(ヨーロッパ)のテレビ、P_Aに合わせるとパソコンのCRT画面が撮影できる。

4-6 絞り優先 AE (図-2-⑥)

XR-7等、従来のカメラと同一のAEモードである。従来のKマウントレンズを使用する場合には、このモードのみがAE撮影可能となる。

4-7 マニュアル (図-2-⑦)

露出調節は、ファインダー内LCD表示による、追針合わせにより行うことができる。

5 ファインダー表示

5-1 ファインダー表示

各AEモードに対応するファインダー表示を、図-3(86p)に示す。図からわかるように、ファインダー表示を見るだけで、4項で説明した各AEモードの状態がわかるようになっている。

表-2(86p)にファインダー表示の種類を示した。これだけ多くの表示機能を満足させ、かつ低消費電力にするにはLCDが最適であり、従来機種XR-7においても好評だったLCDによるファインダー表示を採用した。

5-2 ファインダー表示光学系

XR-7では撮影レンズ透過光によるLCD採光を採用していたが、被写体が黒い場合等はまわりが明るくてもLCD表示部が暗くなり、使いづらい面があった。XR-Pにおいては、図-4に示すように、外光によるLCD採光を採用し、被写体に左右されない明るいLCD表示を実現した。また、暗い所で使用する場合にはLCD照明ボタン(AEロックボタンと兼用)を押すと、LCD照明ランプによりLCDが照明される。

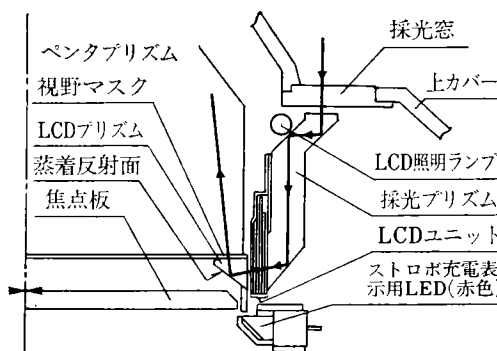


図4 ファインダー表示光学系

5-3 LCD ユニット

LCD 表示は図-3 で示したように、表示文字・数字は白抜けになっている部分と、青く抜けている(図-3 では灰色)部分からなる。電源 OFF の場合は全て青く抜けている。電源 ON により、各モード AE に対応した表示のみが白く抜けて表示される。

LCD ユニットの構造は図-5 のようになっている。偏光軸の方向を一致させた偏光板を LCD の両側に貼り、LCD のパターンに合わせて LCD マスクを重ね合わせることで、上記表示を実現している。

5-4 LCD 驅動方式

XR-P の LCD 駆動方式は、XR-7 とは異なった方式

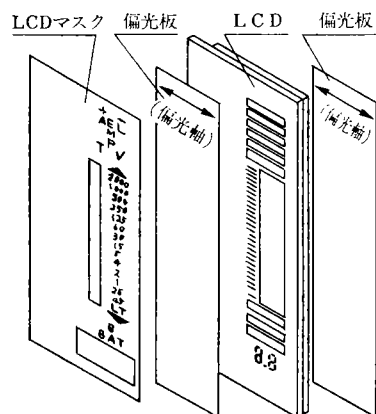


図 5 LCD ユニット

を採用している。

XR-7 では $\frac{1}{2}$ duty, $\frac{1}{3}$ bias という駆動方式を採用していた。この方式は LCD に印加される実効電圧が電源電圧に比べて高くでき、LCD の応答速度を速くできるという長所がある反面、配線本数が多くなるという短所を有する。

XR-P では、表示の種類が XR-7 に比べると約 2 倍と多くなっていること、LCD 自体の応答速度が改良されたこと、電源電圧が高いこと、マニュアル時の追針による露出合わせを実現したかったことなどの理由により、LCD に印加される実効電圧は低いが配線本数は少なくできる、 $\frac{1}{3}$ duty, $\frac{1}{3}$ bias 方式を採用した。この結果、LCD の配線本数は、XR-7 では 17 本であるのに対し、XR-P では 23 本となり、わずかな増加に押さえることができた。

6 電子回路

6-1 構 成

XR-P の電子回路は、IC-1 を中心としたアナログ部と、IC-2 を中心としたデジタル部に分けられ、図-6 のような構成となっている。

IC-1 は当社の電子デバイス事業部が開発した、測光回路、ストロボ光積分回路、AD 変換器を内蔵する Bi-CMOS のカスタム LSI である。IC-2 は LCD 駆動回路を内蔵する CMOS の 4 bit シングルチップマイクロ

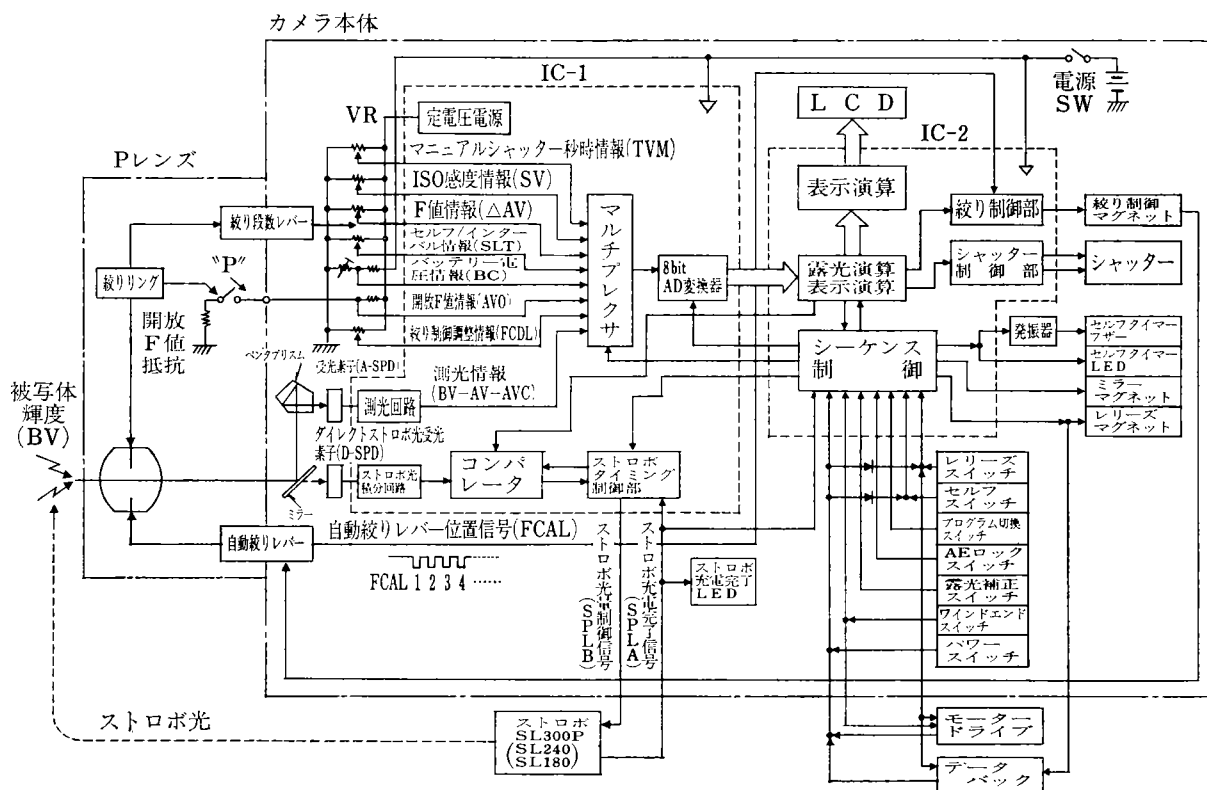


図 6 電子回路ブロック図

コンピュータである。

図-7に電子回路全体の写真を示す。図中の中央上にあるLSIがIC-1であり、IC-2は他の部品の下になって少々見にくい、IC-1の下側にあるLSIである。

アナログ部とデジタル部の機能分担は表-3のようになり、カメラ全体の制御はデジタル部が行い、アナログ部はカメラに設定されたアナログ情報の収集を行う。

表 3 アナログ部とデジタル部の機能分担

アナログ部	デジタル部
①被写体輝度検出(測光回路) ②アナログ情報検出 ③アナログ情報AD変換 ④バッテリーエンド検出 ⑤ストロボ発光量制御	①露光条件(F値, シャッター秒時)演算 ②LCD表示演算 ③LCD駆動 ④デジタル入力信号(レリーズ, セルフ等)検出 ⑤ストロボ情報検出 ⑥F値制御 ⑦ストロボ発光量演算 ⑧シャッター秒時制御 ⑨その他全シーケンス制御

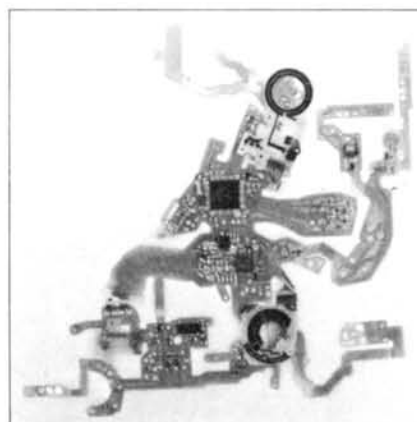


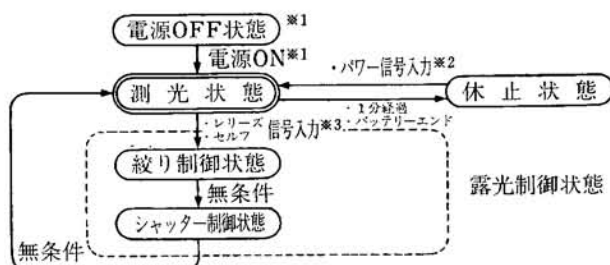
図 7 電子回路ユニット

表 4 作動状態の種類

状態名	電子回路の作動
電源 OFF 状態	電源スイッチ OFF 又は電池を抜き取ることにより、他のどの状態で作動していてもこの状態となり、すべての作動は停止する。
測光状態	電源 ON と同時にこの状態となる。この状態では、カメラに設定されたアナログ情報を IC-1 で AD 変換し、8 bit のデジタルデータとして IC-2 に転送し、IC-2 は露光条件 (F 値, シャッター秒時), 及びファインダー内の LCD 表示の演算を 8 step/ EV の分解能で行う。それと同時に LCD 駆動, レリーズ, セルフ信号の受け付けを行う。
絞り制御状態	測光状態でレリーズ信号が入力されるか、又はセルフ信号が入力され、セルフ/インターバルダイヤルに設定した時間が経過するとこの状態となる。 この状態ではレンズの絞りが制御され、その後無条件でシャッター制御状態となる。
シャッター制御状態	この状態では電子回路はシャッターの制御と、カメラにストロボが装着されている場合は、ストロボの発光量制御 (ダイレクト測光) を行い、フィルムが露光される。 この状態の次は、無条件で測光状態となる。
休止状態	測光状態で、パワー信号が入力されずに 1 分間経過するか、電源電圧が 4.3V 以下となるとこの状態となり、電源 OFF 状態と同様すべての作動は停止する。 但し電源は ON のままなので、パワー信号入力 (レリーズボタン半押し, 又はセルフ信号入力) によって測光状態にもどる。

6-2 作動状態

電子回路には表-4に示すように5種類の作動状態があり、各状態間の遷移条件は図-8のようになっている。



- ※1. 電源 ON とは、カメラに電池を装着し電源スイッチを ON とすることである。
又電源 OFF とすることにより、電子回路は他のどの状態であっても電源 OFF 状態となる。
- ※2. パワー信号は、レリーズボタンを半押しすることにより入力される。
又セルフボタンを押すことによっても入力される。
- ※3. セルフ信号入力後は、セルフ/インターバルダイヤルに設定された時間が経過した後、絞り制御状態となる。

図 8 各状態間の遷移

6-3 絞り制御

6-3-1 レンズ開放F値検出方法

今回新たに開発した R-K マウントは、図-9(a)で示すように、XR-7 以前の K マウントにプログラム AE 用信号端子を追加してレンズの開放 F 値を検出し、プログラム線図が、使用するレンズの開放 F 値によって変化しない仕様になっている。

レンズをカメラに取付け、図-9(b)のように絞りリングの P マークを指標に合わせると、レンズ内の開放 F 値抵

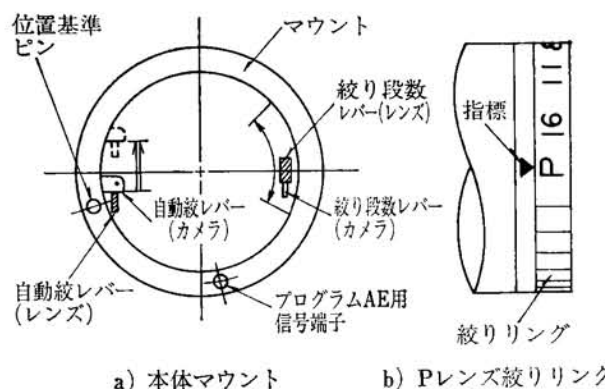


図 9 R-K マウント

抗がプログラム AE 用信号端子を通じて、カメラ本体内の開放情報端子に接続される。これにより電子回路はレンズが P に設定されたことを認識し、開放 F 値情報を読み取り、露光モードをプログラムモード、又はシャッターバイアスプログラム AE モードとする。

絞りリングの P マークを指標よりはらずと、レンズ内の開放 F 値抵抗と開放 F 値情報端子の接続が断たれ、電子回路はレンズが P 以外の F 値に設定されたことを認識し、露光モードを絞り優先 AE、又はマニュアルにする。

6-3-2 絞り制御の問題点とその解決法

XR-P の絞り制御機構には、当初下記のような問題点があった。

- ① レンズの開放 F 値信号は、厳密にはフィルム面の F 値と受光素子 (A-SPD) 面の F 値の 2 つの信号が必要であるが、スペース上の制約及び信頼性の点からマウント面の信号端子は極力一本としたい。
- ② レンズの自動絞りレバーの位置と F 値の関係は、本来直線であるが、開放 F 値付近のレンズの自動絞りレバーの作動力量が大きくなり、カメラ側から駆動できなくなる。
- ③ メカ的なレンズの絞り制御精度が完全ではないため、絞り制御後再測光を行って F 値誤差を検出し、シャッター秒時を補正して EE 精度を保つ必要があるが、フィルム面の F 値と受光素子面の F 値が比例関係にないため、受光素子面の F 値から単純にシャッター秒時を補正すると、かえって EE 精度が悪くなる。
- ④ 絞り制御の実行時、自動絞りレバーの位置に対して自動絞りレバー位置信号 (FCAL) が、スペース上の制約から 2 ステップ/EV の分解能しかなく、精度の高い絞り制御ができない。
- ⑤ カメラ本体の自動絞りレバーの位置と、自動絞りレバー位置信号の位置関係のバラツキが大きく調整が

表 5 絞り制御問題点の対策

問題 No.	対 策
①	マウント面の信号端子は 1 本とし、フィル面の開放値を伝達することとし、受光素子面の F 値は、IC-2 内の E 変換テーブル (表 6 参照) を使用して算出する。
②	レンズの自動絞りレバーと F 値の関係を直線から折れ線に変更し、レンズの自動絞りレバーの作動力量を軽くし、これによる誤差は IC-2 内の F 変換テーブル (表 6) 参照で補正する。
③	再測光時のフィルム面の F 値と受光素子面の F 値の違いによる誤差は、E ⁻¹ 変換 (E 変換テーブルを逆に使用する) で補正する。
④	IC-2 内では 8 STEP/EV で演算しているので、FCAL 信号と FCAL 信号の間は、自動絞りレバーの走行速度が設計中心値であると仮定して IC-2 内で補間演算を行い、絞り制御をする。(6-3-3 項参照)
⑤	自動絞りレバー位置信号を実際の自動絞りレバー位置より早めに出し、自動絞りレバーが停止するまでの時間を IC-2 内の FCAL 情報により調整し、メカ的なバラツキを吸収する。(6-3-3 項参照)

必要であるが、メカ的な調整は作業工程上むずかしい。

XR-P では IC-2 をマイクロコンピュータとした利点を活用し、これらのハード上の問題点を表-5 に示すような方法で解決し、絞り制御機構を安定なものとした。

このために必要な情報変換テーブルを表-6 に示し、情報処理のフローを図-10 (90 p) に示す。

表 6 IC-2 内の情報変換テーブル

名称	役 割	グラフの形状
E 変換	XR-P の測光光学系は、フィルム面の明るさと、受光素子面 (ASPD) の明るさは比例関係になく、レンズの F 値に対し右の図に示す曲線となる。この面線で、レンズの F 値から受光素子の感ずる F 値を得るのが E 変換であり、XR-P ではこの変換を利用して LV を演算している。	<p>上図は 1 例として、AVO = 2 とした場合の AVO と AVC の関係を示す。</p>
E ⁻¹ 変換	E 変換とは逆に受光素子の感ずる F 値より、フィルム面 F 値を得るのが E ⁻¹ 変換であり、この変換を利用して絞り制御後の再測光の値より、シャッター作動前の F 値を演算している。	
F 変換	IC-2 内で演算した絞り目標値より自動絞りレバー位置信号 (FCAL) に換算した自動絞りレバー位置を得るのが F 変換である。F 変換は本来直線であるが、メカ上の都合によりレンズの開放より 1EV の所を境として折れ曲がった変則等間隔となっている。	
B 変換	フィルム感度 SV を日中シンクロ演算で補正して得られたストロボ光量目標値 SVS を IC-1 に転送するため逆対数変換しているのが B 変換である。	

6-3-3 絞り制御の実行

絞り制御のメカニズムを図-11 に、タイミングチャートを図-12 に示す。(90 p)

カメラのリリースボタンが押されると、リリースマグネットが作動し本体側自動絞りレバーが走行を始め、レンズが絞り込みを開始する。同時に本体側ガバナーユニットの F ラチェットも回転を始め、自動絞りレバー位置エンコーダーからは自動絞り位置信号 (FCAL) が出力され、IC-2 に入力される。IC-2 は FCAL をカウントし、あらかじめ演算されている値に一致した時、絞り制御マグネットを作動させて F ラチェットを F ラチェット爪で停止させ、自動絞りレバー～絞りの順に停止させる。

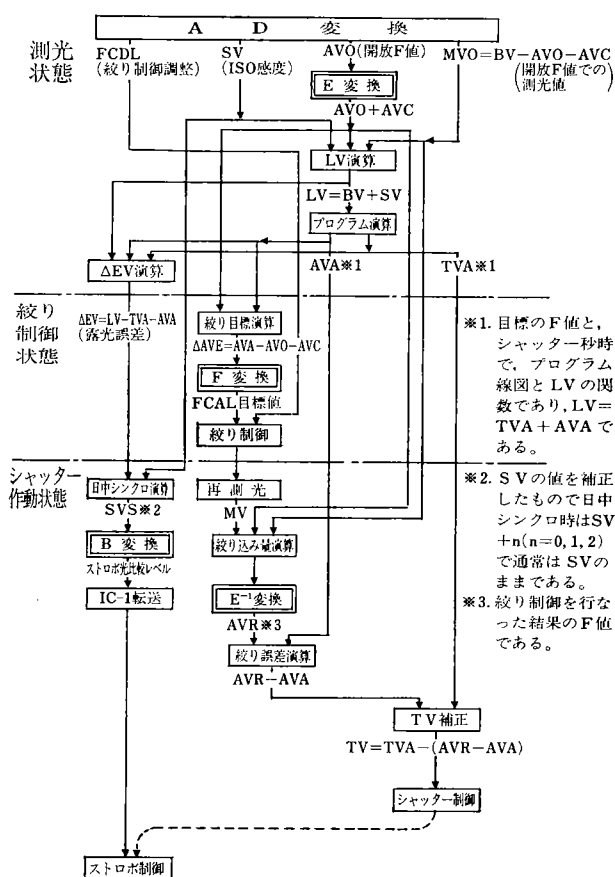


図 10 絞り制御及びシャッター制御時の情報処理フロー

実際の FCAL は 2 ステップ/EV であり、IC-2 内の絞り演算の 8 ステップ/EV に対して分解能が低いので、

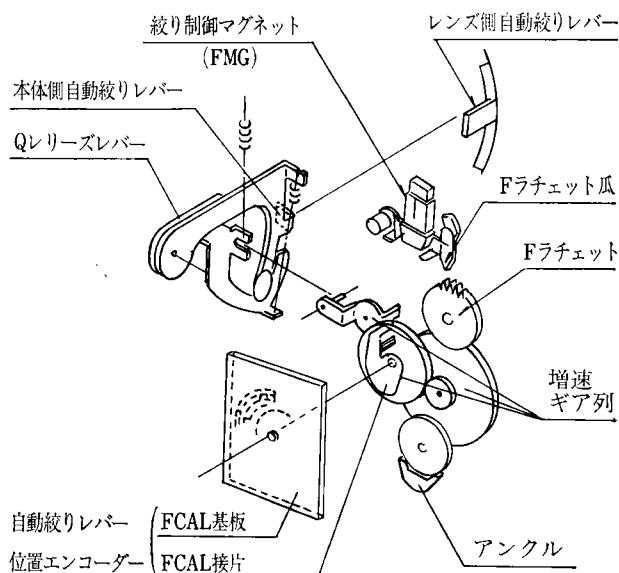


図 11 絞り制御メカニズム

FCAL と FCAL の中間は補間演算を行い絞りを制御する。

この時の自動絞りレバーの走行時間に対する FCAL の補間誤差を図-13 に示す。

又自動絞りレバー位置と FCAL 位置間のバラツキは、FCAL を自動絞りレバー位置より早めに出すようにし、IC-2 内で FCAL のカウントにより絞り制御マグネットを駆動する状態となっても直ちに実行することはせず、駆動までの時間を FCAL 情報によって可変とし、バラツキを調整している。

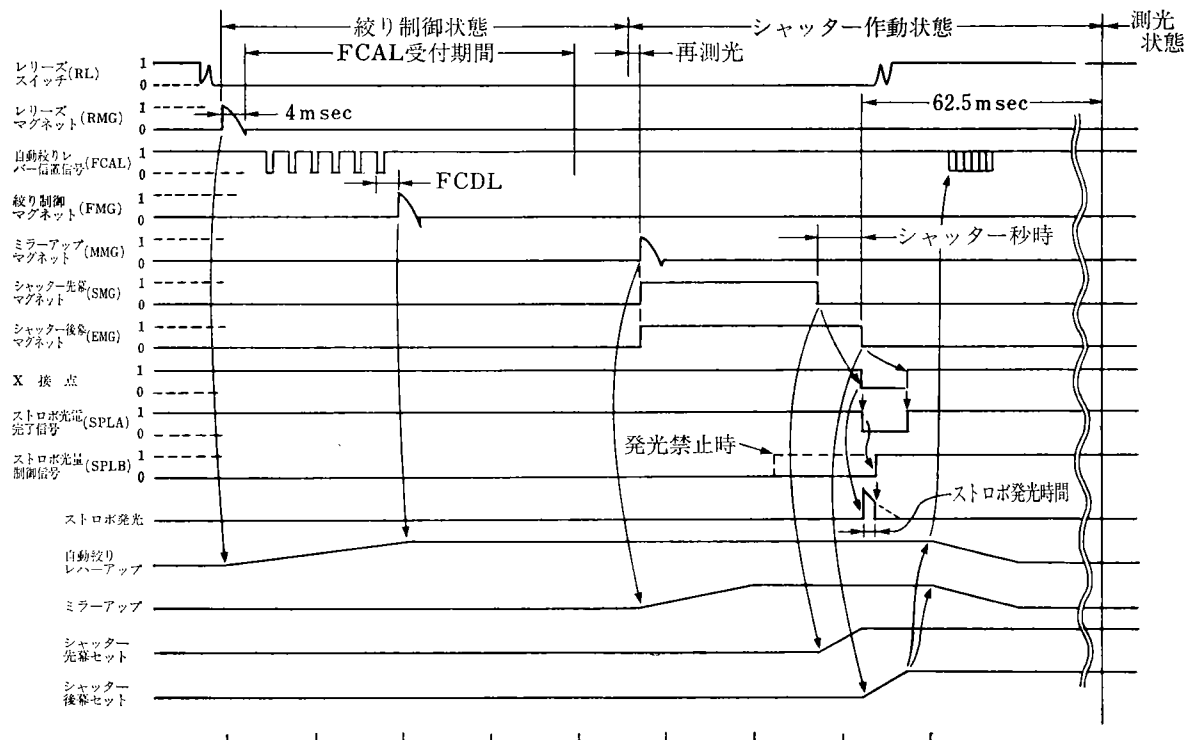


図 12 絞り制御及びシャッター制御タイミングチャート

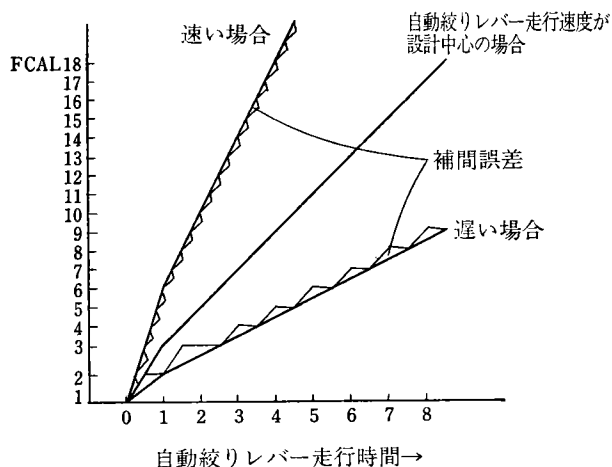


図 13 FCAL 補間誤差

6-4 ストロボ制御

6-4-1 ストロボ情報の検出

電子回路は測光状態の時ストロボ情報をストロボ充電完了信号 SPLA によって検出し、露光条件の演算を行う。(図-6 参照)

検出するストロボ情報は、ストロボ充電の完了/未完了、新ストロボ(リコースピードライト 300P)と従来ストロボの区別、日中シンクロ時の外光対ストロボ光の比率の3種類である。

カメラはストロボの充電が完了していない時は、通常の撮影モードで作動する。充電が完了している時は、新ストロボと従来ストロボを判別し、新ストロボの場合には TTL ダイレクトストロボに、従来ストロボの場合にはオートストロボに合った露光条件の演算を行う。

さらに新ストロボの場合には、カメラはストロボからの情報により日中シンクロ時の外光対ストロボ光の比率を決定する。XR-P ではこの比率は 1:1, 1:0.5, 1:0.25 の3種類があるが、リコースピードライト 300P の場合この値が 1:0.5 に固定されている。

6-4-2 ストロボ制御の実行

ストロボをカメラに装着した状態でリリースボタンを押すと、カメラは絞り制御状態となり、続いてシャッター制御状態となってミラーが上昇する。

使用するストロボがリコースピードライト 300P の場合は、IC-2 はこの時点からシャッターの作動するまでの間に、測光状態で得られた露光情報及びストロボ情報により、ストロボ発光量の目標値を演算して IC-1 に転送し、ストロボ制御機能も IC-1 へ移す。

次にシャッターが作動して X 接点が ON すると、ストロボは発光を開始し、同時に SPLA を 1→0 とする。IC-1 は SPLA の 1→0 の変化により、ストロボダイレクト受光素子 D-SPD で検出したストロボ光の積分を開始し、積分値が先に IC-2 より転送された目標値に達した瞬間、ストロボ光量制御信号の SPLB を 0→1 とし

ストロボの発光を停止させる。最後にシャッターが閉じて 1 回の露光が終了する。

使用するストロボが従来ストロボの場合は、ミラーアップ後の電子回路とストロボの間の一連の信号の授受は行われず、ストロボ光量制御とシャッター作動は、ストロボ側と本体側でそれぞれ単独に行われる。

7 ストロボ

今回の XR-P の開発と同時に専用ストロボのリコースピードライト 300P を開発した。

一部 6 項でも説明したが、このストロボの特長を以下に示す。

- ①XR-P と組合わせて TTL ダイレクト調光が可能。
- ②XR-P と組合わせて日中シンクロが可能。
- ③XR-P と組合わせて電源 ON がカメラの電源 ON と同時に自動的に行われる。
- ④XR-P と組合わせてファインダー内の LED で調光が確認できる。(OK シグナル)
- ⑤XR-P か、XR-7 以前のカメラかの判別を自動的に行い、後者に対しては通常のオートストロボとして作動する。
- ⑥電源タイマー(4 分間)内蔵。
- ⑦モータードライブ使用時にそなえ発光量を 1/16 とし、連続発光(4 コマ/秒で 4 回)が可能。
- ⑧オートストロボ、TTL ダイレクトストロボのどちらの場合でも、調光が適正の場合は発振音が出て調光が確認できる。

このほか XR-P には、リコースピードライト 240, 180 の従来のストロボが使用可能であり、この時プログラムモードに設定しておけば、撮影時の F 値は使用フィルムの ISO 感度に合わせ自動的に適正な値に制御される。

8 おわりに

以上、リコー XR-P のマルチプログラム AE 機能と、その機能を実現するための絞り制御機構、電子回路、及びファインダー内表示を中心に説明した。

従来カメラの操作性の改善のために、本来カメラの持っている機能を制限することが一般的に行われて来た。

これに対し、カメラの操作性を損なうことなく高度な撮影テクニックを利用可能とすることが本機の開発の目標であり、この目標はほぼ達成できたと考えている。今後本機を突破口として一眼レフのマルチプログラム AE 化が進むと考えられるが、より高度、かつより操作しやすい一眼レフカメラの開発を進めて行きたいと考えている。

最後に、本カメラを開発するにあたり、社内外の多くの方々に御指導、御協力いただいたことを報告し、謝意を表します。

リコー工業所有権紹介

1 特許 (昭和58年7月～58年12月登録分)

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
1154801	機械的接点の開閉回数読取装置	曾根 清, 吉原 一郎	昭57-051160
1155149	情報検索方式	小林 清彦, 関川 啓二	昭57-041009
1155225	トナー粉末	島田 征人	昭57-051669
1155242	静電荷像現像剤	榎木 繁和	昭57-051670
1155628	複写機の圧力定着装置	大野 幸博	昭57-051105
1156904	電子写真像の定着用弾性体	並木 良一, 辰巳 進	昭57-048068
1156908	剰余現像液除去装置	日比 邦雄, 福島 一郎, 林 俊夫, 後藤 一雄, 春山 修	昭57-048788
1156911	現像電極の汚れ防止方法	望月 学	昭57-048784
1156916	結像素子位置決め装置	加藤 和行, 森 隆博	昭57-048786
1156918	複写機における送風装置	柳川 信之	昭57-046549
1156933	エア式シート給送装置	藤本 栄	昭57-046768
1156944	画像走査記録ヘッドのクリーニング装置	藤本 栄	昭57-046991
1156946	直接記録装置用ドナードラム	石川 忠二	昭57-046792
1157244	新規カルバゾール誘導体の製造法	太田 正文	昭57-049545
1157271	感光体供給装置	柳川 信之	昭57-046552
1157324	電子写真圧力定着用転写紙	今井 清	昭57-024917
1157989	データ伝送方式	斉藤 一仁	昭57-051781
1158057	カラー電子写真装置	鈴木 茂, 笠原 伸夫, 片桐 暢之	昭57-035460
1160313	反転現像を行なう湿式電子写真の現像装置	黒川 純二, 曾我 節夫, 広瀬 浩	昭57-037870
1160323	2成分型ジアゾ感光材料	松田 勉, 田村 宏	昭57-053936
1160609	非水系熱可塑性樹脂ラテックスの製造法	津布子一男, 城門 吉彦, 田中 義久	昭57-056940
1161180	フライングプリンター	村吉 靖司	昭57-057279
1161219	湿式電子複写機における現像装置	渡辺 利雄	昭57-056073
1161269	原稿自動送り装置	春原 出, 生駒 公, 菅野 忠明	昭57-053581
1161299	複写機のコピー用紙切断長さ規制装置	工藤 邦夫	昭57-053593
1162359	電子写真現像装置	宮川 誠一, 緑川 晃, 有山 賢三, 辰巳 進	昭57-052578
1162660	データ通信の異常対処装置	橋本 健美	昭57-051308
1163398	感熱記録材料	久保 敬司	昭57-041350
1163627	現像間隙形成装置	穂刈 三郎, 渡部 達矢	昭57-037869
1164527	熱現像型ジアゾ複写材料	斉藤 忠司, 滝田 清暉, 山室 哲, 太田富美子, 風見 武夫	昭57-059542
1165261	画像品質制御装置	宮川 誠一, 江田 忠弘	昭57-054786
1165263	表面電位検出装置	江田 忠弘	昭57-057703
1165267	スコロトロン帯電装置	折出 秋儀, 安倍 通治, 時田 忠幸, 岩沢 寛	昭57-052577
1165272	カメラ等の合焦方法	古川 雅通	昭57-053922
1165284	変倍式電子写真複写機	持丸 英明	昭57-057699

登録番号	発明の名称	発 明 者	公 告 番 号
1165286	スリット照明方式におけるフィルター装置	池末 真澄, 加藤 和行	昭57-057692
1165322	複写装置に於ける現像装置	吉野 正広	昭57-056075
1165800	トナー濃度自動制御方法	里見 豊和	昭57-059549
1165816	インク噴射装置	深沢 孝男, 伊佐山拓郎, 岩崎久八郎, 駒井 博道	昭57-057275
1166586	入力信号制御装置	中島 芳規	昭57-052613
1169117	クランプ回路	神本 芳明	昭58-000689
1169192	電子写真湿式現像方法	宮川 誠一, 岡本 豊雄, 緑川 晃, 大田 栄	昭57-059551
1169221	シート給送装置	藤本 栄	昭57-061663
1169553	パルス発受信方式	阿部 剛	昭58-003279
1170732	多色感熱記録材料	久保 敬司	昭57-014320
1170742	圧力定着方法及びその装置	荻原 正人	昭58-001774
1171202	斜向原紙を用いた印刷機の給紙調整装置	鈴木 稔	昭56-032108
1171006	ラスタスキャン式ドットキャラクタディスプレイ装置	横山 昭道	昭58-001434
1171455	放電記録材料	鈴木 明, 久保 敬司, 国武 英, 伊藤 謙二	昭57-058313
1171463	インクジェット記録方式	鈴木 明, 久保 敬司	昭57-054315
1171468	電子写真用感光体	梅原 正彬, 友光 健司	昭58-003541
1171598	インクジェット記録装置のインクジェットヘッド	林 大川, 掛布 定雄, 駒井 博道, 山崎 博史	昭57-058300
1172312	レンチキュラスクリーン方式立体写真作成方法	中岡 英雄	昭58-006934
1172415	電子写真複写機における液流出防止装置	谷 達雄, 有山 賢三	昭58-000021
1172429	自動複写式露光調整装置	小島 賢次, 岡本 豊雄	昭57-057701
1173006	キーボード	江尻 公一	昭58-003248
1173531	ベンゾ〔C〕 シンノリゾー 5 (または 6) -オキサライドの ニトロ誘導体の製法	太田 正文	昭58-004024
1173547	圧力定着性トナー粉末	島田 征人, 小林 克臣	昭58-005425
1174192	潜像保持体の構造	林 俊夫, 谷 達雄, 池田須那夫, 綱 伸兒, 岡 立朗, 春山 修, 有山 賢三	昭57-046551
1174194	液体現像電子写真複写機における液汚れ防止装置	安田 裕次, 菅野 忠明, 三田 茂, 小島 賢次	昭58-003546
1174209	エア式シート給送装置	藤本 栄	昭58-002893
1174215	歯車の解放装置	金田 徳蔵	昭58-004224
1174216	マトリクス駆動回路	井口 進	昭58-003420
1174303	ドットプリンタの印字ヘッド	塚田 敏次	昭58-007467
1174331	印字装置用自動給紙装置	松寿 鋼, 竹沢 護	昭58-004634
1174877	印刷機におけるマスタクランプの制御装置	水野 克己, 村井 和夫, 福島 潔, 鈴木 澄夫	昭58-004628
1174886	電子写真用液体現像剤	木村 太郎, 黒島 恒夫, 橋本準一郎, 津布子一男	昭58-005427
1175595	インクジェット記録装置	陣内孝一郎, 堀家 正紀, 岩崎久八郎, 小玉 豊	昭58-008352
1175720	マルチ CPU のリセット方式	中村ハルカ, 目黒 常雄	昭58-009459
1176815	キー入力情報表示装置	三浦 真治	昭58-009966
1176893	大口径比写真レンズ	河津 元昭	昭57-055126
1177147	表示方式	長谷川恵司, 多々良賢邦	昭58-005433

登録番号	発明の名称	発 明 者	公 告 番 号
1177500	静電像現像用乾式トナー	井上 哲, 野島 一男, 松井 秋雄	昭58-009451
1178085	エレクトロクロミック表示素子	加藤 昭七, 瀬川 秀夫, 梅原 正彬, 徳田 和平	昭58-008491
1178114	インクジェット噴射ヘッド	駒井 博道, 掛布 定雄, 林 大川, 山崎 博史	昭58-005784
1178191	給紙装置	藤本 栄	昭58-007581
1179655	現像装置の制御装置	岩本 穰, 赤松 啓行	昭58-009943
1179656	湿式現像装置	黒石 昇治, 望月 学	昭58-008507
1179657	現像方法	江田 忠弘, 宮川 誠一	昭58-010745
1179661	自動反転及び停止機構	加藤 三郎, 竹本 武	昭58-008060
1179662	電子写真現像装置	宮川 誠一, 岡本 豊雄	昭58-010746
1179663	現像槽	安田 裕次, 小島 賢次	昭58-007992
1179665	インク噴射装置	岩崎久八郎	昭55-017709
1179671	電子複写機における光源ランプ位置調整方法	生駒 公, 真野 弘司	昭58-008506
1179687	筐体の開放位置ロック装置における盲動防止機構	藤本 栄	昭58-009227
1179700	現像間隙形成装置	穂苅 三郎, 渡部 達矢	昭58-010749
1180808	シート給出終了の段階的検出装置	藤本 栄	昭58-012176
1180811	未使用有機電子写真感光体の活性化法	安達 司, 林 文昭	昭57-057706
1180813	ファクシミリ装置	三沢 利彦	昭57-057902
1180994	感熱記録材料	久保 敬司	昭57-019034
1181238	ソレノイド型プランジャハンマ	石井 清次, 菅野 哲夫	昭58-013356
1181402	位置制御装置	小出 博	昭58-011645
1184139	データ端末装置	小笠原文廣, 近藤 清	昭58-016378
1184293	インクジェット印字装置におけるインクフィルター	山崎 博史	昭58-013354

2 実用新案 (昭和58年6月～58年12月登録分)

登録番号	考案の名称	考 案 者	公 告 番 号
1496016	スイッチング回路	馬庭 芳夫	昭57-049262
1496185	ローラー着脱装置	小見 恭治, 谷 達雄, 鈴木 茂	昭57-022183
1498898	搬送ローラー交換機構	魚住 修	昭56-001632
1499137	位相整合装置	近藤 清	昭57-037555
1499168	現像剤回収装置	伊藤 隆茂, 池末 真澄	昭57-055623
1499187	シート抑え爪	藤本 栄	昭57-054362
1500325	シート状移動体位置ずれ矯正装置	小泉 豊	昭57-039396
1500335	走査ヘッド	三沢 利彦, 河本 孝央, 近藤 清	昭57-040615
1501378	複写機の給紙装置	後潟 義昭	昭57-057074
1501421	複写機等における給紙装置	石井 泰明	昭57-055240
1501599	インクジェット記録装置	岩崎久八郎, 小玉 豊, 陣内孝一郎, 堀家 正紀	昭57-057970
1502407	電子写真複写機におけるベルト状感光体の取付け装置	笠原 伸夫	昭57-051394
1502425	電子複写機用の原稿押え板	神山 信一, 広瀬 明	昭57-055622
1502434	微小送り装置	川久保俊夫	昭57-047860

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1503565	電子写真乾式現像装置	出水 広己, 望月 延雄, 大沼 照行, 小山 一	昭57-057381
1503591	ピンフィールドプラテンの回転制動部材	山中 秀康	昭57-056868
1503752	連続用紙送り装置	相沢 正博	昭57-057380
1505038	現像装置退避装置	柳川 信久, 山上 勉, 田川 和明	昭57-057385
1505410	電子写真複写機の感光体帯電装置	長谷部光雄	昭57-057379
1505455	電子写真感光体	江間 英昭, 乙村 哲史	昭58-000175
1505555	電子写真複写機における現像液のドクター装置	田中 光男, 谷 達雄, 木村 嗣男	昭55-050687
1506319	自動給紙装置	竹沢 護, 松寿 鋼	昭58-002615
1506409	平板印刷機におけるマスタ後端の傷防止装置	岩永 芳春	昭58-002598
1506415	印刷機の給紙停止回路	村井 和夫	昭58-002599
1507910	電子複写用コロナ放電装置	神田 悦男	昭57-057377
1507913	電子写真複写機のオゾン分解装置	古屋 洋司	昭57-057378
1507919	現像装置	加藤 俊文	昭58-000179
1507923	逆転表示機構付積算記憶装置	加藤 正好	昭58-006040
1508270	複写機の紙送り停止装置	馬橋 実, 吉原 久雄, 金田 徳蔵	昭58-004095
1508293	乾式電子写真複写装置	鈴木 弘治, 望月 学, 小山 一, 福島 一郎, 辰己 進	昭57-055621
1508690	印刷機の試し刷り制御装置	村井 和夫	昭58-004674
1509646	複写機の露光装置	横田 隆	昭58-004177
1511774	複写機のシート搬送装置	池田須那夫, 園田 徹明, 石塚 隆, 金田 徳蔵	昭58-000093
1511834	ジアゾ複写機における乾式現像装置	神田 聡	昭58-007386
1511848	液体現像器	安部 大典, 加藤 良治, 神津 真	昭58-004101
1511862	湿式カラー電子複写機に於ける転写シートのブリュエット装置	本多素之助	昭58-007387
1512078	複写機におけるクリーニング装置	田極 泉, 小夫 真, 安達 司	昭58-007391
1514073	紙片案内板機構	大野 幸博, 相沢 正博	昭58-006824
1514566	一眼レフカメラのミラー角度調整装置	堀米 博文	昭57-051376
1514617	電子写真複写機の感光体ドラム	坂本 康治, 今井 力	昭58-009229
1515448	カメラにおける露出警告指示装置	沖 祐之	昭57-054079
1516316	紙搬送装置	赤松 啓行	昭58-003798
1516333	複写機の現像装置	小椋 行夫	昭58-004097
1516342	ジアゾ複写機の現像装置	金田 徳蔵, 池田須那夫	昭58-004098
1516807	ロール紙の巻取軸装置	岩田 征一	昭57-055262
1517255	原稿読取装置に於ける固体センサー位置調整装置可動鉄心複写装置	横田 隆	昭58-011092
1517842	可動鉄心	上石 幸拓	昭58-012418
1517852	複写装置	長谷部光雄	昭58-012174
1517934	マグネットキャッチ	鈴木 宏一	昭58-012407
1518356	複写装置	大野 幸博	昭58-012173
1518655	リニアモータ	吉村 武裕	昭58-009510
1519755	複写機用遮光マスク	清水 弘雄	昭58-012176
1519760	湿式電子写真装置	加藤 俊文, 平田 俊敏, 川久保俊夫, 海老 豊	昭58-014357
1522756	カセットテープ着脱装置	加藤 三郎	昭58-014448

●著者紹介

(技術論文)

藤本潤一郎 (ふじもと じゅんいちろう)

技術本部 情報システム研究部

昭和48年東京理科大学理工学部物理学科卒 工学博士

昭和57年㈱リコー入社 音声認識のアルゴ開発に従事

中谷 幸文 (なかに ともふみ)

技術本部 情報システム研究部

昭和43年静岡大学工学部電気工学科卒

昭和57年㈱リコー入社 音声認識に関する研究開発に従事

米山 正秀 (よねやま まさひで)

技術本部 情報システム研究部

昭和57年慶応大学工学部電気工学科卒 工学博士

昭和57年㈱リコー入社 音声認識に関する研究開発に従事

江尻 公一 (えじり こういち)

技術本部 情報システム研究部

昭和48年東京大学大学院理学系博士課程修了 理学博士

昭和48年㈱リコー入社 情報検索装置の開発を経て、現在画像処理の研究開発に従事

小林 清彦 (こばやし きよひこ)

技術本部 情報システム研究部

昭和43年京都大学工学部電気工学科卒

昭和43年㈱リコー入社 情報検索装置等の開発に従事

前田 護 (まえだ まもる)

技術本部 情報システム研究部

昭和49年名古屋大学工学部電子工学科卒

昭和49年㈱リコー入社 画像処理の研究開発に従事

桜井 彰 (さくらい あきら)

技術本部 情報システム研究部

昭和53年千葉大学工学部機械工学科卒

昭和53年㈱リコー入社 画像処理の研究開発に従事

中村 昌弘 (なかむら まさひろ)

技術本部 情報システム研究部

昭和54年九州大学工学部情報工学科卒

昭和54年㈱リコー入社 ノンインパクトプリンタの研究開発を経て、文字認識の研究開発に従事

佐藤 元 (さとう げん)

技術本部 情報システム研究部

昭和55年東京大学大学院理学系博士課程修了 理学博士

昭和57年㈱リコー入社 文字認識の研究開発に従事

林 大川 (はやし たいせん)

技術本部 情報システム研究部

昭和46年電気通信大学電気通信学部通信材料工学科卒

昭和46年㈱リコー入社 機器の各種要素の開発を経て、現在自然言語処理の研究開発に従事

舟部 敏行 (ふなべ としゆき)

技術本部 情報システム開発部

昭和56年電気通信大学電気通信学部材料科学科卒

昭和56年㈱リコー入社 自然言語処理の研究開発に従事

山内 佐敏 (やまうち さとし)

技術本部 情報システム開発部

昭和41年中央大学理工学部電気工学科卒

昭和56年㈱リコー入社 計量器、教育機器の開発を経て、現在自然言語処理の研究開発に従事

立川 道義 (たちかわ みちよし)

技術本部 情報システム研究部

昭和57年早稲田大学理工学部応用物理学科卒

昭和57年㈱リコー入社 画像処理に従事

谷 克彦 (たに かつひこ)

技術本部 材料デバイス研究部

昭和51年東京大学大学院理学系博士課程修了 理学博士

昭和57年㈱リコー入社 a-Si デバイスの開発に従事

平倉 浩治 (ひらくら こうじ)

第一複写機事業部 複写技術研究所 第一研究開発部

昭和45年佐賀大学理工学部物理学科卒

昭和45年㈱リコー入社 新複写プロセスの研究を経て、現在複写像システムの開発設計に従事

小暮 雅明 (こくれ まさあき)

第一複写機事業部 複写技術研究所 第一研究開発部

昭和55年千葉大学大学院修士課程修了 (写真工学)

昭和55年㈱リコー入社 複写機像システムの開発設計に従事

今井 力 (いまい ちから)

第一複写機事業部 設計部

昭和50年千葉大学大学院修士課程修了 (写真工学)

昭和50年㈱リコー入社 複写機像システムの開発設計に従事

長谷部光雄 (はせべ みつお)

第一複写機事業部 複写技術研究所

昭和47年名古屋大学理学部物理学科卒

昭和47年㈱リコー入社 複写機像システムの開発設計に従事

辰巳 進 (たつみ すずむ)

技術本部 材料デバイス研究部

昭和47年東京学芸大学大学院修士課程修了 (化学)

昭和47年㈱リコー入社 複写機像システムの開発設計に従事

(製品技術解説)

佐藤洋治郎 (さとう ようじろう)

技術本部 情報システム研究部

昭和41年東北大学工学部電気工学科卒

昭和49年㈱リコー入社 カラー画像処理及び情報処理システムの研究開発に従事

神谷 賢治 (かみや けんじ)

リコー時計株式会社 電子機器事業部

昭和52年大阪大学大学院修士課程修了 (物理学)

昭和52年リコー時計㈱入社 イメージスキャナの開発設計に従事

三井 啓 (みつゐ けい)

電子技術事業部 設計部

昭和46年京都工芸繊維大学電気工学科卒

昭和52年㈱リコー入社 タイパーの設計、生産設備の設計を経て現在スモールビジネスコンピュータの開発設計に従事

小島 賢次 (こじま けんじ)

第一複写機事業部 U-PG

昭和54年東京都立工業高専機械工学科卒

昭和54年㈱リコー入社 マイクロ機器、複写機の開発に従事

望月 学 (もちづき まなぶ)

第一複写機事業部 U-PG

昭和47年芝浦工業大学工学部電子工学科卒

昭和47年㈱リコー入社 複写機の開発に従事

荒木 邦彦 (あらき くにひこ)

光学事業部 光学設計部

昭和45年大阪府立大学工学部機械科卒

昭和45年㈱リコー入社 一眼レフカメラの開発設計に従事

小林 幹夫 (こばやし みきお)

光学事業部 光学設計部

昭和45年山梨大学工学部電子工学科卒

昭和45年㈱リコー入社 一眼レフカメラの開発設計に従事

北島 友也 (きたじま ともや)

光学事業部 光学設計部

昭和54年早稲田大学理工学部機械工学科卒

昭和54年㈱リコー入社 一眼レフカメラの開発設計に従事

RICOH TECHNICAL REPORT NO.11

昭和59年5月25日発行(年2回発行)

編集責任者／大久保利美 発行責任者／縄手隆夫
事務局／TEL03(777)8111(内線)2525担当矢口

発行所／株式会社リコー技術本部
印刷所／株式会社細川活版所 東京都中央区銀座6-4-1

© 株式会社リコー 技術本部

〒143 東京都大田区中馬込1-3-6 TEL03(777)8111(大代表)

RICOH COMPANY, LTD.

3-6, Nakamagome 1-chome, Ohta-ku, Tokyo, 143 Japan

Printed in Japan