

RICOH TECHNICAL REPORT

RICOH TECHNICAL REPORT

NO.6, 1981

●目次●

巻頭言	電子写真とデジタル画像形成.....R.M.シャファート	1
技術論文	日本文事務文書における字種の解析と応用.....村山 登	4
	仮名鍵盤を用いた日本文の直接入力方式.....山内 佐敏	13
	マルチスタイラスによる通電転写記録法.....川西 敏之・田端 幸夫	24
	実時間MTF補正回路による ボケ画像の修正.....江尻 公一・前田 護・関川 啓二	37
製品技術解説	日本語ワードプロセッサ リポート600.....八木 芳夫・肥田 和久	44
	リファクス新シリーズ6300・4300・3300.....橋本 健美	51
	静電複写機 リコピー FT-7500.....田中 光男・水摩 健一・菊野 充豊	65
工業所有権紹介.....		76
著者紹介.....		80

●CONTENTS●

PREFACE	Electrophotography and Digital Imaging.....R.M.Schaffert	1
TECHNICAL PAPERS	The Character Frequency Analysis for the Japanese Text-Input	Noboru Murayama 4
	Direct Input System of Japanese Text through Kana-Keybord	Satoshi Yamauchi 13
	Electric Ink Transfer Method with a Multistylus for Direct Recording	Toshiyuki Kawani-shi 24 Yukio Tabata
	Enhacement of Blurred Image by a Real Time MTF Reconstruction Circuit	Koichi Ejiri 37 Mamoru Maeda Keiji Sekigawa
PRODUCTS EXPLANATION	Japanese Text Word Processor RIPORE600	Yoshio Yagi 44 Kazuhiisa Hida
	New RIFAX Series RIFAX6300,RIFAX4300,RIFAX3300	Takemi Hashimoto 51
	Electrophotographic Copier RICOPY FT-7500	Mitsuo Tanaka 65 Kenichi Mizuma Mitsutoyo Kikuno
PATENTS		76
AUTHORS		80



Preface

Electrophotography and Digital Imaging

電子写真とデジタル画像形成

R.M. Schaffert

It is not surprising to find that Ricoh, an important and progressive firm in the copier field, is turning its attention in the direction of word processing and related fields.

Word processing brings together much of the technology previously developed for information handling and communications. Intelligent typewriters and copiers, facsimile, display processes, character recognition, character generation and the various forms of electronic imaging are some of the subjects that will be discussed when we talk about this field.

The combination of electronic imaging and electrophotography is destined to play an important role in word processing. With the development of electrophotographic printers utilizing laser scan exposure techniques we can now visualize printing machines for the future that will not only provide the hard copy requirements of the office, but will also make inroads into the fields of commercial printing and publishing.

Electronic images in digitized form can be obtained from documents or pictures by light-beam scanning onto a photosensor array, e.g. Also electronic images can be generated as digitized bits within a computer to form alpha-numeric characters or creative designs. Each digitized bit corresponds to a density element or picture element. In the laser-scan exposure system the laser beam is modulated to provide light intensities corresponding to the picture elements. This produces a latent image charge pattern of the picture on the photoconductor as the beam scans across its surface. In the case of text matter or line drawings the picture elements will be of only two kinds, black and white, whereas in the case of continuous-tone pictures the picture elements will encompass the various steps of a gray scale.

There are various other techniques through which electronic imaging can be used with electrophotography to provide prints. The one mentioned above appears to show the greatest promise at present.

Electrophotography is normally a high gamma process. It is ideally suited to the reproduction of text material and line copy, but is not so well suited to optical reproduction of pictures. Improved tone reproduction can be obtained by using a closely-spaced development electrode and by optical screening. However, high quality continuous-tone prints are not obtainable in present-day high speed copiers.

After the picture has been converted from optical to digital form it becomes possible to adjust the density elements electronically so that the gamma can be optimized. In the case of color pictures, color corrections can be made electronically while the picture is still in the electronic digitized form.

These high-technology developments which now appear so prominently on the horizon will require diligent and persistent research to bring them to the degree of perfection necessary for marketable products. Laboratory experiments must be wisely selected and efficiently organized to provide the basic information which the inventor uses to construct new ideas and new processes, and which the development engineer uses to find solutions to problems.

Competition begins in the research laboratory. Research leads to discovery and discovery leads to innovation.


R. M. Schaffert

●巻頭言

電子写真とデジタル画像形成

Electrophotography and Digital Imaging

R.M. シャファート

複写機業界での進歩的な有力会社リコーがワード・プロセッシングとその関連分野に注力し始めたのは、至極当然なことである。

ワード・プロセッシングには、情報処理や通信用に開発された既存の技術が多く利用出来る。この分野に言及する場合、インテリジェント・タイプライター、インテリジェント複写機、ファクシミリ、ディスプレイ方式、文字認識、文字発生、および、電子画像の各種方式などをその技術課題として取上げることができる。

電子画像形成と静電転写技術を組み合わせることが、ワード・プロセッサ分野では極めて大切である。レーザー光の走査露光技術を用いた静電式プリンターが開発されたので、事務用のコピーをとるだけでなく、商業印刷や出版用にも使える将来の印刷機械の出現が十分考えられる。

光ビームを感光体アレイ等に走査すれば、文書や画像からデジタル化した電子像が得られる。またコンピュータを使えば電子的画像をビットで作り、英数字や創作図形を表わすこともできる。一ビットが一つの密度要素すなわち画素に対応しているのである。レーザー走査露光方式では、画素に対応して光の明や暗を作り出すようにレーザー・ビームを変調する。これによってビームが感光体表面を走査する時に、その表面上に潜像の電荷を生ずる。文章や線図では、画素は白黒の二種だけであるが、連続階調の画像では画素は何段階ものグレイ・スケールになる。

プリント用として、電子的画像を静電、転写技術と組合わせて利用する技術は他にもいろいろある。上述したものは、現状で一番有望なものと思う。

静電転写は通常高ガンマのプロセスである。文章や線の複写には理想的であるが、写真や絵の複写にはそんなによくはない。高密度に密接した電極を使って光学的にスクリーンすると階調を改良することは可能ではある。しかし、今日の高速複写機では高品質の連続階調印刷はできない。

画像を光学的なものからデジタルの形に変換してしまうと、密度要素を電子的に調節して、ガンマを一番好ましい値にすることができる。カラー画像では、画像を電子的デジタルの状態にしたままで、色補正を電子的に行なうことができる。

非常にハッキリと地平線上に見えているこれら高度な技術を開発して市販品にできるよう完成させるためには熱心な絶えざる研究が必要である。研究段階での実験項目をよく選んで効率的にし、基礎的情報を提供して、それを発明者が新しい発想やプロセスを作り出すのに利用し、開発技術者が問題点の解決のために利用できるようにしなければならない。

競争は研究所の段階で始まる、研究が発明を産み出し発明が革新をもたらすのである。

Dr. Roland Michael Schaffert

1905年米国アイオワ生まれ、シンシナティ大学で物理学を専攻 1931年修士号、1933年博士号取得。

1934～36 デューケース大学 助教授

1936～41 メルゲンターラー リノタイプ会社勤務

1941～56 バッセルメモリアル インスティテュート勤務

この間に電子写真の発明者である Chester F. Carlson と共に電子写真の基礎研究に従事、カールソンと並び電子写真技術の創始者といわれている。

1956～70 IBM サノゼ研究所勤務

1971～ コンサルタント、カリフォルニア在住

技術論文

TECHNICAL PAPERS

日本文事務文書における字種の解析と応用

The Character Frequency Analysis for the Japanese Text-Input

村山 登*

Noboru Murayama

要 旨

日本文ワードプロセッサに必要な字種を決定するために、日本文事務文書における文字の出現頻度を解析、一般化し、次の結論を得た。

1. 延字数約 8 万の標本では、1,500 字種が使われ、3 % の字種で標本の 50 %、20 % で 90 %、36 % (560 字) で 98 % をカバーする。
2. 字種別頻度は、頻度順位を変数とするワイブル分布となり、また、字種数は標本の大きさの関数であらわせる。
3. 字種数は標本が大きくなると、いくらでも大きくなり、しかも一度しか使われない字種が最も多い。

これらの結果と仮名の 50 音別頻度を考慮して、50 音配列なのにもかかわらず毎分 200 字の日本文高速入力法を提案した。

ABSTRACT

The character frequency analysis in the Japanese text and the theoretical expansion showed following result ;

1. In the 80000-sample size, 1500 of different characters are used, and 3 % of characters covers 50%, 20 does 90%, and 36% (560 characters) does 98% of sample.
- 2 The frequency distribution by character meets the Weibull's distribution which is the function of the frequency order, and the total number of different character is the function of sample size.
3. The total number of different character increases by sample size, and the number of one time used character is the biggest number.

Considering above result and 50-phonetic frequency, of "KANJI", here also proposed The high speed input method by 50-phonetic layout for the Japanese text input speed being 200 characters per minute.

1 はじめに

6世紀頃漢字が輸入され、日本語は話し言葉から表記言語への第一変革期となる。この時に漢字の中国語読み(音)、漢字の日本語読み(訓)、50音図の発明、発音符の考案などの多くの創造性が発揮された。

しかし、その後1,000年の間に話し言葉と表記言語は遊離し、発音符は退化し、漢音、呉音、宋音等の中国の発音はなまってしまう、今日のように漢字と発音は対応

するが、発音と漢字は対応しなくなった。

また発音記号であった仮名も、当時の50音図、濁点、半濁点、音便などをほぼそのまま利用している状態で、論理的には退化している。漢字の読みが中国読み(音)と日本語読み(訓)の2通り以上あり、しかも、中国語読みの方は異音を同音にした結果、同音異字が最大50字にもなった。

この中国語読み(音)は、現在の中国で通じない発音であり、ジャパニーズ・チャイニーズである。日本語の最大問題は、このジャパニーズ・チャイニーズ(和製中国語)の扱い方である。しかも、漢字の日本語読み(訓)も並存しているので、単語を常に2カ国語の発音で並用

* 技術本部
Technical Division

表 1 記号, 数字, 英字の頻度

チョウサ			チョウサ			チョウサ		
リスト	トクシュモジ		リスト	スウジ		リスト	アルファベット	
HEX	ヒンド		HEX	ヒンド		HEX	ヒンド	
2121	(SP)	9,320	2331	1	627	2343	C	132
2123	.	1,328	2330	0	500	234F	O	81
2124	,	1,034	2332	2	454	2352	R	70
2122	=	923	2335	5	381	2353	S	67
213D	-	557	2333	3	265	2345	E	65
214B	)	398	2334	4	187	2354	T	65
214A	(	389	2336	6	176	2365	e	62
2125	.	222	2338	8	141	234D	M	60
2126	,	162	2337	7	131	2350	P	60
2143	|	160	2339	9	103	2341	A	59

表 2 ひらがな, カタカナの頻度

チョウサ			チョウサ		
リスト	ヒラガナ		リスト	カタカナ	
HEX	ヒンド		HEX	ヒンド	
244E	の	2,525	2573	ン	299
245E	ま	2,248	2539	ス	210
2437	し	2,051	2548	ト	158
2439	す	1,788	256B	ル	147
244B	に	1,687	2533	コ	137
2424	い	1,530	253F	タ	123
2446	て	1,225	2543	ツ	125
2448	と	1,153	252F	ク	122
242A	お	1,115	2546	テ	116
243F	た	1,100	2524	イ	107

表 3 漢字, 漢数字の頻度

チョウサ			チョウサ		
リスト	カンジ		リスト	カンスウジ	
HEX	ヒンド		HEX	ヒンド	
3E65	上	648	306C	一	281
3F3D	申	602	4B7C	万	30
3866	御	472	3B30	三	25
467C	日	390	4673	二	13
3271	会	382	4069	千	12
3C52	社	372	3D3D	十	10
323C	下	323	3B4D	四	8
346A	願	291	385E	五	4
306C	一	281	4F3B	六	4
376E	月	257	322F	億	2

する, 世界でもめずらしい複雑言語である。

そのうえ, 35年前から義務教育に英語が入り, カタカナのジャパニーズ・イングリッシュの比率が上昇中である。即ち日本語は, 和語と和製中国語と和製英語の混合物なのである。

このように雑多な文字を使用する日本語の入力のためには, まず各文字の出現頻度を調べる必要がある。

そして, 文字の出現頻度を解析し, その結果を反映した新しい日本語入力の一方法を示すことにする。〔2〕

調査対象文書としては, 当社発着信の事務文書 200 件, 延 76,100 文字である。

文字種は合計 1,562 種, そのうち漢字は 1,307 種である。

文字種の解析は, 記号, 数字, 英字, ひらがな, カタカナ, 漢字 (漢数字を含む) の各区分別, 及び文字全体で行なった。

2 文字区分別頻度

表 1~3 に, 文字区分別, 出現頻度順の出現頻度を, 表 4 に集計結果を示す。(ただしスペースは集計から除いた)。表 4 によると, ひらがなと漢字がそれぞれ 40%, 記号 8%, カタカナ 5%, 数字 4%, 英字 2% である。表 4 の H と $\max(H)$ は各区分内のエントロピーと最大エントロピーである。即ち区分 n , 順位 x の出現確率を $p_n(x)$ とすると,

$$p'_n(x) = \frac{p_n(x)}{\sum_{x=1}^{\max(x)} p_n(x)} ; (\sum p'_n(x) = 1)$$

$$H = \sum_{x=1}^{\max(x)} p'_n(x) \cdot \log_2 \frac{1}{p'_n(x)}$$

$$\max(H) = \log_2 \max(x)$$

日本語の中には, 記号, 数字, 英字, ひらがな, カタ

表 4 文字区分別頻度

区分	字種	頻度 (千)	比率 (%)	H	MAX(H)	H/MAX(H)
記号	51	6.3	8.3	3.5	5.7	.61
数字	10	3.0	3.9	3.1	3.3	.94
英字	50	1.5	2.0	5.2	5.7	.91
小計	111	10.8	14.2			
ひらがな	69	30.6	40.2	5.1	6.1	.84
カタカナ	75	3.7	4.9	5.6	6.3	.89
小計	144	34.3	45.2			
漢字 (漢数字)	1,307 (14)	31.0 (0.3)	40.7 (0.39)	8.8 (1.8)	10.4 (3.8)	.85 (.47)
計	1,562	76.1	100.0	7.9	10.6	.75

カナ、漢字、字数字などの種々の文字種が使用されるので、まず文字区分別の頻度と、文字全体の頻度を両方調べる必要がある。

$H/\max(H)$ は均等さを示すパラメータなので $H/\max(H)$ が小さい程、頻度差が大きい事を示している。頻度差がないと H と $\max(H)$ は等しくなり、それ以外の時は $H < \max(H)$ である。

$H/\max(H)$ は、全体でも、各文字区分内でも 1 より

小さく、頻度差があり、漢数字、記号、文字全体の順に頻度が小数の文字に集中していることがわかる。

また、文字全体としても、他分野と比較して、頻度が小数の文字、特にひらがなと漢字に集中していて、カタカナや英字の比率が小さいことがわかる。[1][3][5]

次に、頻度順位を変数としたときの文字頻度分布を調べることとする。

3 文字出現確率分布

図 1 に文字出現頻度順の頻度分布を示す。頻度順位 x と、出現確率 $p(x)$ は、両方共対数目盛でとってある。これを見ると、全体であっても各文字区分内であっても、出現確率には大きな差がある事がわかる。

どの文字種区分でも、最上位と最下位では $10 \sim 10^4$ もの比率である。

また、漢数字以外は分布の形が類似した曲線であるが、漢数字のみはほぼ直線となっている。

ただし、漢数字を含む漢字全体としては直線とはならないし、漢字以外のどの文字種も直線とはならない。

このことから次のような事が言える。

まず、漢数字の分布は指数分布、すなわち、

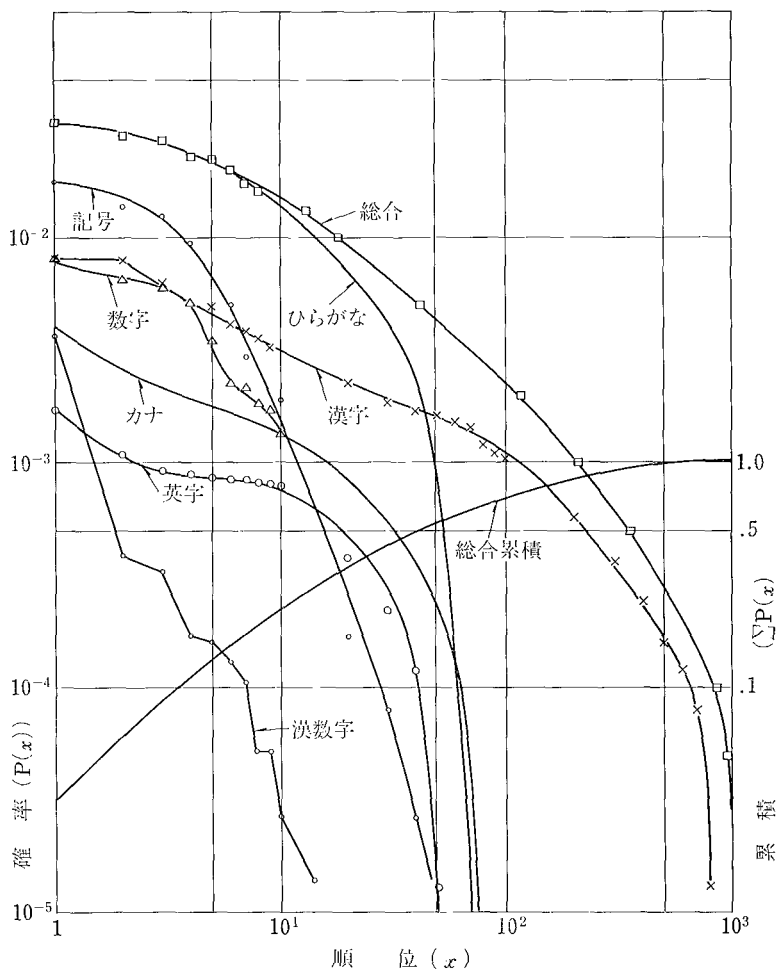


図 1 頻度順文字出現確率

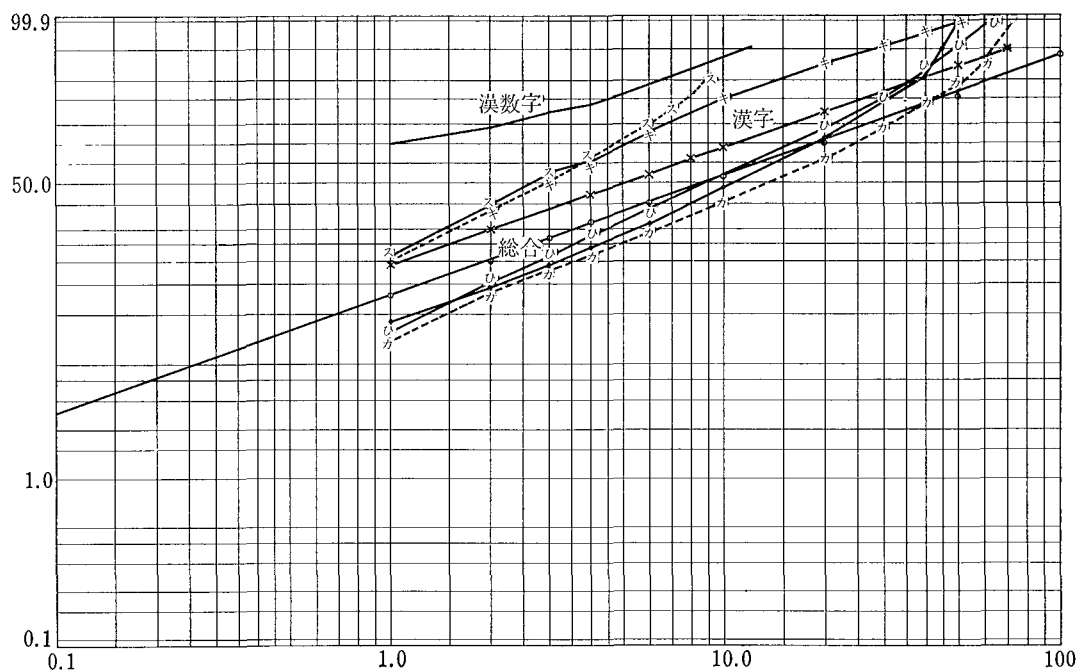


図2 ワイブル確率紙による累積頻度

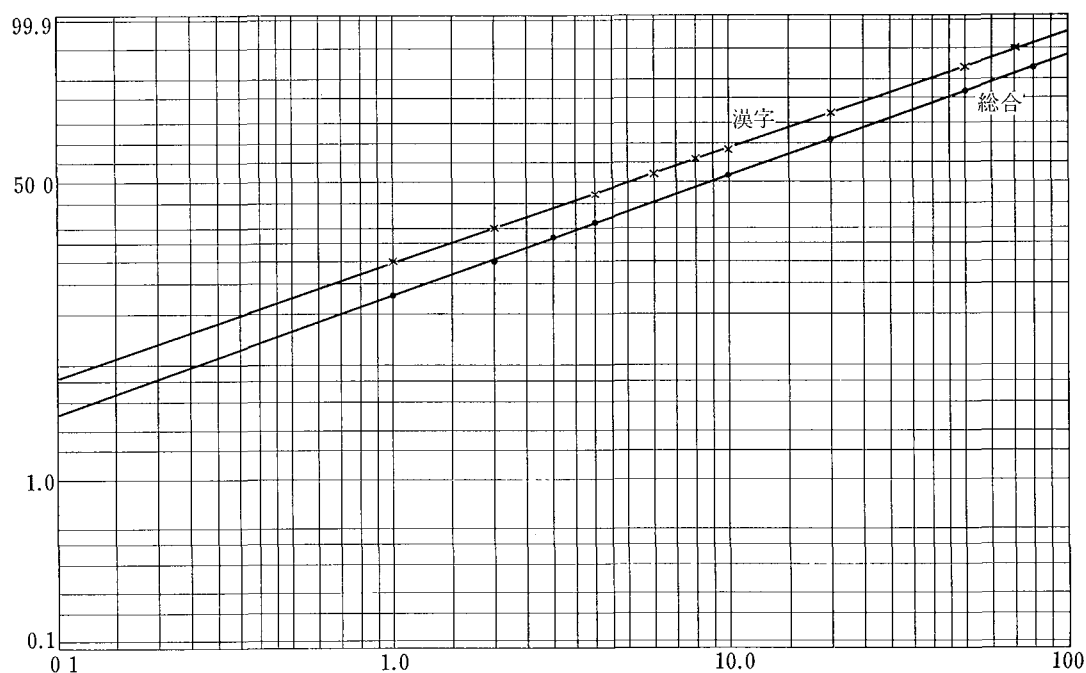


図3 漢字と総合の累積頻度

$P(x) = ax^{-b}$; a, b は定数の形で近似出来る事を示している。

漢数字の次に、数字と記号も直線に近い。つまり数字や記号類は指数分布が近似してもよいが、それ以外の文字、すなわちひらがな、カタカナ、英字、漢字などと、文字全体の分布は指数分布では近似出来ない事を示している。

4 文字累積分布

頻度分布と同じ様に重要なのは、文字の累積頻度分布を調べることである。すなわち、各文字毎の頻度分布のほかに、頻度順を変数とした時の累積頻度分布がわかると、分布の形や、何文字で何パーセントを占めるかなどがわかるからである。

出現頻度順累積分布を $S(x)$ とすると

$$S(x) = \sum_{x=1}^x p(x) \quad \text{である。}$$

$S(x)$ をワイブル確率紙にプロットしたのが図2～3である。なお、ワイブル分布の $S(x)$ と $p(x)$ は

$$S(x) = 1 - e^{-\alpha x^m}$$

$$P(x) = \alpha m x^{1-m} e^{-\alpha x^m}$$

である。

図2～3によると、どの文字区分も直線に近く、文字頻度分布は、どの文字区分でも、また文字全体としてもワイブル分布で近似出来る事がわかる。

図2～3によると、累積分布もワイブル分布で近似出来る事がわかる。

なお、指数分布の時の累積分布 $S(x)$ は、

$$P(x) = ax^{-b} \quad \text{なので}$$

$$S(x) = \frac{a}{1-b} x^{1-b}$$

となる。

また、特に漢字と文字全体の累積頻度は、ワイブル確率紙上でほとんど直線となる事がわかる。

5 分 布 式

このように、文字の頻度分布はワイブル分布で近似出来る事がわかった。

表5に、文字頻度分布をワイブル分布で近似した時の2つの分布パラメータ α と m を示す。

ただし、ワイブル分布はもともと連続分布であるが、

表5 ワイブル分布パラメータ

区 分	α	m
記 号	0.20	1.1
数 字	0.19	1.1
英 字	0.10	0.84
ひらがな	0.09	0.97
カタカナ	0.10	0.83
漢 字	0.03	0.70
総 合	0.05	0.70

順位 x は不連続なのでパラメータの算出法は若干異なる。

また、 $P(1) \ll 1$ 、 $\alpha \ll 1$ なので

$$P(1) = m\alpha e^{-\alpha} \doteq m\alpha(1 - \alpha) \doteq m\alpha$$

$$\alpha \doteq \frac{P(1)}{m} \quad \text{となる。}$$

表5によると、記号と数字、英字とカタカナ、漢字と文字全体の分布がそれぞれ類似のパラメータであり、使われ方が類似している事を示す。またひらがなのみは、他に類似の区分がなく、独自の使われ方をしていることがわかる。

表6に、漢字、表7に文字全体の頻度分布をワイブル分布式で求めた値を示す。

図4は表6、表7の累積分布をプロットしたものである。

漢字と文字全体の分布式、累積分布式を次にまとめて示す。

- ① 漢字の分布式 $P'_k(x)$; ($\sum P'_k(x) = 1$)

$$P'_k(x) = 0.0216 x^{-0.03} \cdot e^{-0.03x^{0.7}}$$

- ② 漢字の累積分布式 $S'_k(x)$; ($S'_k(x) = \sum_{x=1}^x P'_k(x)$)

$$S'_k(x) = 1 - 0.03 e^{-0.03x^{0.7}}$$

- ③ 漢字の部分分布式 $P_k(x)$; ($\sum P_k(x) < 1$)

$$P_k(x) = 0.0088 x^{-0.3} e^{-0.03x^{0.7}}$$

- ④ 漢字の部分累積分布式 $S_k(x)$; ($S_k(x) = \sum_{x=1}^x P_k(x)$)

$$S_k(x) = 0.41(1 - e^{-0.03x^{0.7}})$$

- ⑤ 文字全体の総合分布式 $P(x)$; ($\sum P(x) = 1$)

表6 ワイブル分布式の数値 (漢字)

KANJI
 $P(X) = 0.0216 * X^{-0.03} * \text{EXP}(-0.03 * X^{0.7})$
 $H(X) = P(X) * \text{LOG2}(1/P(X))$

X	P(X)	SIGMA P(X)	H(X)	SIGMA H(X)
1	2.09616E-02	2.09616E-02	.116884	.116884
2	1.67101E-02	3.76717E-02	9.86421E-02	.215526
3	1.45615E-02	5.22332E-02	8.88498E-02	.304376
4	.013166	6.53992E-02	8.22483E-02	.386624
5	1.21497E-02	7.75489E-02	7.73079E-02	.463932
6	.011359	8.89079E-02	7.33794E-02	.537312
7	1.07165E-02	9.96244E-02	.070129	.607441
8	1.01782E-02	.109803	6.73631E-02	.674804
9	9.71684E-03	.119519	6.49599E-02	.739764
10	9.3144E-03	.128834	6.28379E-02	.802602
20	6.88758E-03	.206955	4.94651E-02	1.34906
30	5.62891E-03	.268396	4.20644E-02	1.80029
40	4.80298E-03	.319901	3.69919E-02	2.19171
50	4.20054E-03	.364479	3.31641E-02	2.5398
60	3.7359E-03	.403827	3.01122E-02	2.85413
70	3.35709E-03	.43903	2.75905E-02	3.14102
80	3.04498E-03	.470839	2.54541E-02	3.4049
90	2.78086E-03	.499802	2.36102E-02	3.64909
100	2.55378E-03	.526334	2.19961E-02	3.87614
200	1.29567E-03	.707439	1.24282E-02	5.52086
300	7.67676E-04	.80723	7.94331E-03	6.51402
400	4.89967E-04	.86865	5.3872E-03	7.16857
500	3.27401E-04	.908767	3.79021E-03	7.62084
600	2.25882E-04	.936005	2.73591E-03	7.94318
700	1.59621E-04	.955022	2.01331E-03	8.1781
800	1.14945E-04	.968587	1.50426E-03	8.35229
900	8.40552E-05	.97843	1.13797E-03	8.48325
1000	6.22615E-05	.985673	8.69874E-04	8.58283
1100	4.66271E-05	.991068	6.70892E-04	8.65929
1200	3.52522E-05	.995127	5.21448E-04	8.71848
1300	2.6876E-05	.998208	4.08066E-04	8.76464

表 7 文字全体のワイブル分布値

ALL CHARACTERS
 $F(X)=0.0346 * X^{-0.3} * \exp(-0.048 * X^{0.7})$
 $H(X)=F(X) * \text{LOG}2(1/F(X))$

X	F(X)	SIGMA F(X)	H(X)	SIGMA H(X)
1	3.29784E-02	3.29784E-02	.162331	.162331
2	2.59958E-02	5.89742E-02	.136883	.299214
3	2.24368E-02	.081411	.122908	.422122
4	2.01115E-02	.101522	.113345	.535467
5	1.84107E-02	.119933	.106107	.641574
6	1.70829E-02	.137016	.100299	.741873
7	1.60012E-02	.153017	9.54579E-02	.837331
8	1.50931E-02	.16811	.091313	.928644
9	1.43137E-02	.182424	8.76925E-02	1.01634
10	1.36332E-02	.196057	8.44813E-02	1.10082
20	9.52888E-03	.306969	6.39719E-02	1.82033
30	7.42182E-03	.389785	.052502	2.39277
40	6.06371E-03	.456115	4.46628E-02	2.87259
50	5.09392E-03	.511177	3.88004E-02	3.28572
60	4.35933E-03	.557922	3.41845E-02	3.6475
70	3.78102E-03	.598228	3.04259E-02	3.96808
80	3.31315E-03	.633387	2.72923E-02	4.25465
90	2.92686E-03	.664336	2.46337E-02	4.51261
100	2.60282E-03	.691777	2.23471E-02	4.7461
200	9.95693E-04	.854126	9.92906E-03	6.24167
300	4.63572E-04	.922735	5.13402E-03	6.96032
400	2.38006E-04	.956248	2.86481E-03	7.34626
500	1.29985E-04	.973977	1.67802E-03	7.56681
560	9.2417E-05	.980558	1.23852E-03	7.65334
600	7.41699E-05	.983866	1.01752E-03	7.69819
700	4.37536E-05	.989599	6.33562E-04	7.77888
800	2.65029E-05	.993025	4.02936E-04	7.82964
900	1.64066E-05	.995121	2.60788E-04	7.8622
1000	1.03443E-05	.996431	1.7131E-04	7.88343
1100	6.62554E-06	.997263	1.13983E-04	7.89745
1200	4.3023E-06	.997799	7.66948E-05	7.90684
1300	2.82776E-06	.998149	5.2121E-05	7.91318
1400	1.87881E-06	.998381	3.57383E-05	7.91751
1500	1.26053E-06	.998535	2.47033E-05	7.92049
1600	8.5322E-07	.998639	1.72014E-05	7.92256

$$(P)x=0.0346 x^{-0.3} \cdot e^{-0.048x^{0.7}}$$

⑥ 文字全体の累積分布式 $S(x)$; $(S(x) = \sum_{x=1}^x P(x))$

$$(S)x=1 - e^{-0.048x^{0.7}}$$

6 標本サイズと文字種

本論文の標本サイズは 71,000 である。文献 [3] は漢字のみ 90 万，合計では 180 万である。この 2 例について，標本サイズと文字種の間係を見るために，標本中に使用された頻度 f と文字種数をプロットしたのが図 4 である。図によると頻度 1~10 においては，文字種数 $M(f)$ は両対数グラフではほぼ平行な直線となる。

また，大標本では， f が大きくても直線性がよく，頻度 f の字種数 M は次式であらわせる。

$$M(f) = \frac{A}{f^r} \quad (A, r \text{ は定数}) \dots \dots \dots (1)$$

したがって，大標本中の I 個が， $1/N$ 標本中で f 個になる期待値 $M(f, 1/N)$ は次式であらわせる。

$$M(f, 1/N) = A \cdot \sum_{f=1}^{fm} I^{-r} \cdot r C_f \cdot (1/N)^f \cdot (1 - 1/N)^{I-f} \dots \dots \dots (2)$$

また， $1/N$ 標本中の全文字種数 $T(1/N)$ は次式となる。

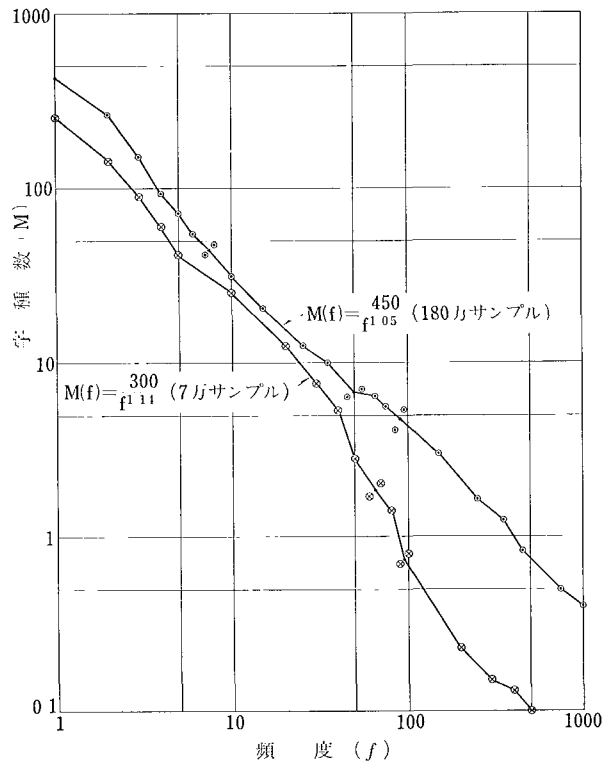


図 4 頻度と字種

$$T(1/N) = \sum_{f=1}^{f_m} M(f, 1/N) = A \sum_{f=1}^{f_m} \sum_{I=f}^{f_m} I^{-r} \cdot I C_f \cdot (1/N)^f \cdot (1-1/N)^{I-f} \dots (3)$$

(f_m : 最大頻度)

式(1), 式(2)で $A=1, r=1.05$ (大標本の値) とした時の $M(f, \frac{1}{N})$ と $T(1/N)$ を図5, 図6に示す。図5によると, 標本が小さくなると, f が大きい所では r が大きくなるが, f が小さい所では r は変化しない事を示

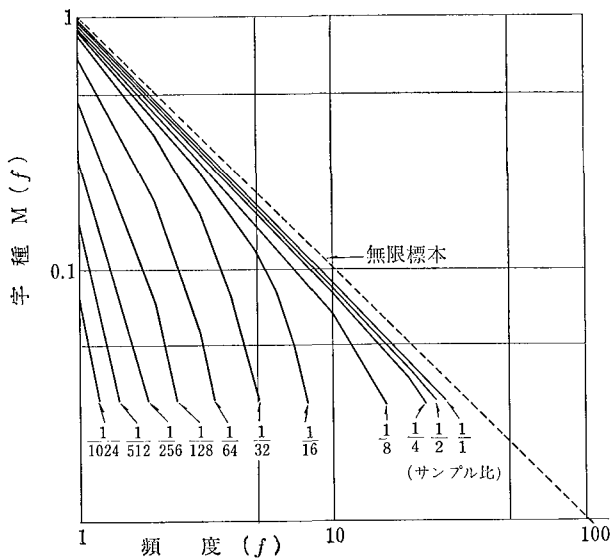


図5 サンプル比と頻度別字種

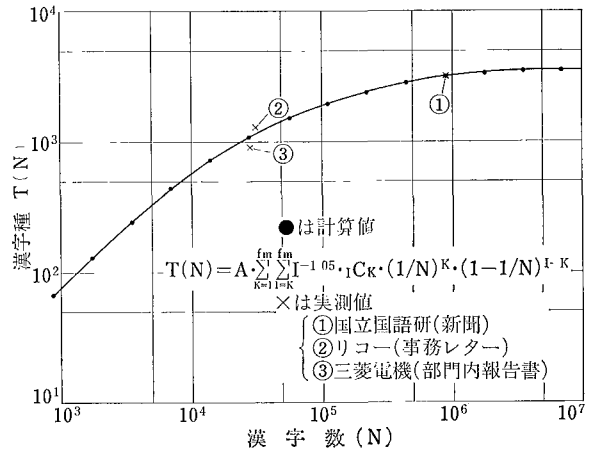


図6 標本の大きさと漢字種

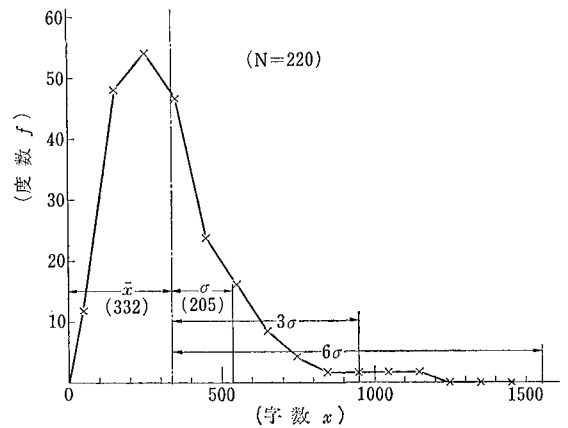


図7 字数分布(事務レター本文)

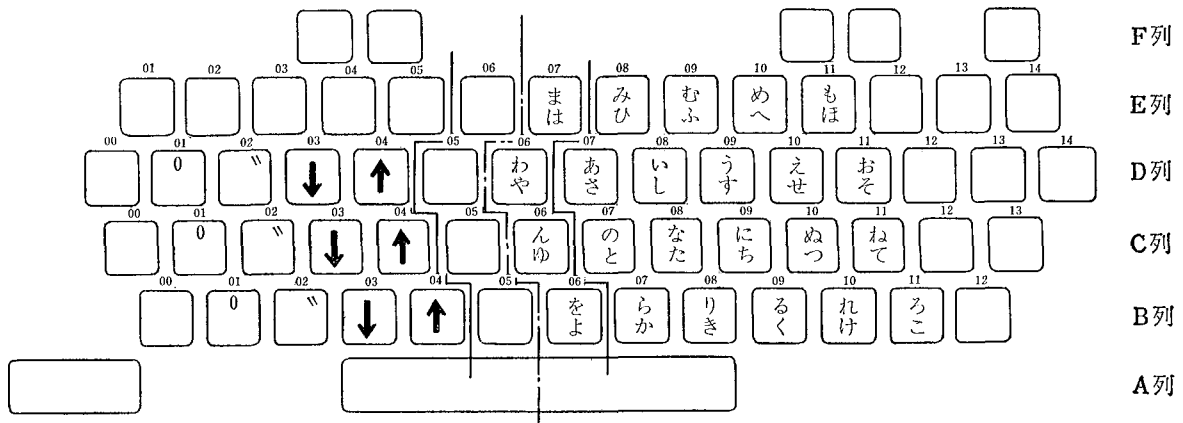


図8 100% 交互打KB

しているの、図4で示した2つの標本のグラフと同じ性質であり, 理論式が正しい事を示している。

図4の大標本と小標本の標本比は25, で文字種数比は $3200/1300=2.46$ なので, これも又実際とよく合致している事がわかる。

また, 大標本の時, $M=Af^{-r}$ とすると, 文字種数 T

$$T = \sum_{f=1}^{mf} M(f) = A \left[\frac{1}{1-r} f^{-1} \right]_1^{f_m} + A = \frac{A(r-f_m^{-(r-1)})}{r-1} \dots (4)$$

T は $r=1$ の時 ∞ となる。($T=\log f_m+c$) 従って無限標本(母集団)では $r=1$ と予測される。また小標本

では、 r が大きくなり、 $r=\infty$ の時、 $T=A$ となり、数文字の標本では、全文字が異なる事を示して、実際と合致する。

また図5によって、有限標本では、 f が大きい程 r が大きく、字種数は頻度（または確率）のワイブル関数となる事を示し、字種は頻度の小さい字に集中し、頻度は字種の小さい所に集中する事がわかる。

このようにして、標本サイズと総文字種数の関係がわかったので、前述の頻度順ワイブル分布式の場合は、文

字種数毎を R として

$$x = Rx'$$

とすると、変数 x' についての分布式が求まる。

また、事務文書の1件当り字数は平均332字のポアソン分布（図7）となるので1550文字で99.9%をカバーする。これは、漢字700文字の標本であり、漢字種は300程度、全字種でも560字種で足りる。

従って、これ以外の字種は外字として扱うのがよい。

表8 ひらがなの50音別頻度

あ	か	が	計	き	ぎ	計	た	だ		計	な	は	ば	ば	計	ま	ら	小	計	や	ゃ	わ		あ	計
375	277	552	848	553	124	682	1,100	191		1,291	533	839	53	1	893	2,248	333	7,204	28			194		7,426	
い	き	ぎ	16	し	じ	2,175	ち	ち		35	1,687	ひ	び	び	249	み	り	7,175						い	計
375	371	16	502	2,051	124	2,175	53					18	229	2	57	1,017								7,175	
う	く	く	6	す	ず	1,985	つ	づ	っ	492	ぬ	ぶ	ぶ	ぶ	16	む	る	3,833		ゆ	ゆ			う	計
311	476	6	671	1,988	97	1,885	346	14	132		5	9	7		11	611			8					3,841	
え	け	げ	1,454	せ	ぜ	201	て	で		2,024	ね	へ	べ	べ	47	め	れ	3,607						え	計
142	95	576		196	5	201	1,225	799			26	45	29		151	338								3,627	
お	こ	こ	(1,814)	そ	ぞ		と	ど		1,208	の	ほ	ぼ	ぼ	18	も	ろ	6,949		よ	よ	を		お	計
1(115)	535	919		113	15	128	1,153	55			2,525	16	2		382	911			475	8	1,082			8,514	
			(2,069)	4(706)		(4,506)	3,877			(3,877)	4,776	927			(927)	2,849	2,418	清計				ん	清合計		
1,115	1,814																	24,840	511			1,276	57	26,684	
		2,069			365	(365)		1,059		(1,059)			320					濁計						濁合計	
																		3,813						3,813	
																		半濁計						半濁合計	
																		3						3	
																		小字計						小字合計	
								132		(132)								132				8		140	
あ			か			さ				た	な				は	ま	ら		や	ゃ	わ			合	
1,473			3,883			5,071				5,068	4(776)				1,250	2,849	2,418		511	8	1,276	57		30,640	

表9 カタカナの50音別頻度

ア	ァ	計	カ	ガ	計	サ	ザ	計	タ	タ	計	ナ	ハ	バ	バ	計	マ	ラ	小	計	ヤ	ャ	ワ		ア	計
65	4	69	66	33	89	75	10	85	128	13	141	28	21	38	23	82	72	82	668	3	16	5		692		
イ	ィ	142	キ	ギ	38	105	40	145	チ	ヂ	32	ニ	ヒ	ビ	ビ	122	ミ	リ	636					イ	計	
107	35		33	5	38	105	40	145	31	1		24		54	68	42	42	91						636		
ウ	ゥ	13	ク	グ	190	210	14	224	ツ	ヅ	125	ス	フ	フ	73	159	83	147	949		ユ	ユ		ウ	計	
13			122	68	190	210	14	224	8		133		62	24	73	159	83	147		7	53			1,009		
エ	ェ	54	ケ	ゲ	58	51	17	68	テ	デ	147	ネ	ヘ	ベ	ベ	29	35	59	473					エ	計	
42	12		55	3	58	51	17	68	116	31		23	3	15	11	29	35	59						473		
オ	ォ	30	コ	ゴ	145	8	2	10	ト	ド	200	ノ	ホ	ボ	ボ	57	18	98	577		ヨ	ヨ	フ	オ	計	
30			137	8	145	8	2	10	153	42		19	12	16	29	57	18	98		3	19			599		
		(257)	413		(413)	449		(449)	441		(441)	94	98			(98)	204	477	計清				ン	清合計		
257																			2,499	13			5	299	2,816	
				107	(107)		83	(83)		87	(87)			147		(147)			計濁						濁合計	
																			424						424	
																			計半濁						半濁合計	
																			204						204	
																			小字計						小字合計	
	51		ア							125	(125)								176			88			264	
			ア			カ		サ		タ	ナ				ハ	マ	ラ		ヤ	ャ	ワ			合		
			308			520		532		653	94				449	270	477		13	88	5	299		3,708		

7 50音順頻度

日本語の入力のためには、1,000年来の音韻表である50音図の事も考慮する必要がある。もし、文字の出現頻度を重視し、且つ50音図表順に近いキーボードのレイアウトが出来れば、効率とわかり易さを両立出来る。

そのために、ひらがなとカタカナの50音図表による出現頻度を調べたのが表8と表9である。

ひらがなとカタカナでは、出現頻度の多い字が全く異なっていて、カタカナの方が平均的である。

しかし、全体の40%も占めるひらがなの50音図順出現頻度が最も重要なので表8からわかる事を列挙してお

く。

- ① 「あ、い、お」の各段は、「う、え」の各段の2倍もある。
- ② 「さ、た、な」列を各10とすると、「か」列は8、「あ」るいは7、「ま」列は6、「ら」列は5、「は、わ」列は3、「や」列は1である。
- ③ 段頻度は「お、あ、い、う、え」の順である。
- ④ 濁音は全体の12%を占めるが、小文字と半濁音は夫々0.5%、0.01%と極めて少ない。
- ⑤ 「か」列では濁音頻度の方が清音頻度より大きい。

8 日本文入力法の一例

文字出現頻度と50音配列の両方を考慮した日本文入力用キーボードの1例を図8に示す。

入力法の要点は次の通りである。

- ① 左手で清音、濁音、半濁音と小文字の指定をする。
すなわち、「↓、↑」は清音、「ㇿ」は濁音、「°」は半濁音か小文字を指定する、(↓は下段、↑は上段)
- ② 右手で文字をきめる。
- ③ 左手C列の指定キー「↓、↑、ㇿ、°」はひらがなを、B列の指定キーはカタカナを指定する。
- ④ ひらがな、カタカナ以外の文字は③の指定キー8個以外で指定する。
- ⑤ 漢字をカナ表現で指定したい場合、(カナ、漢字変換)漢字指定にD列の指定キーを用いてもよい。
- ⑥ 英字を2打指定する場合には、E列の指定キーを用いてもよい。

以上のようにこのキーボードは $20 \times 28 = 560$ 字の左右交互打キーボードであり、左手と右手を交互に使用するので、高速であり、ミスも少ない。前述の $S(x)$ によると、560字で98%をカバーするのでそれ以外は外字として入力することで実用上充分である。

外字は頻度の高い28字を登録可能とし、スペース、キーとの組合せの2ストロークとする。

このキーボードをカナ文字変換用として使用する場合は、左手D列の指定キーを使用するので、変換キーは不用であり、何文字でも完全交互打となる。

右手キーは、頻度を重視しているので一部「お、あ、い、う、え」の順になっているが、ほぼ50音2段配列方式である。従って効率がよくしかもわかり易い。

この入力方式によると毎分200文字以上の入力が可能であり、最も高速な入力方法の1つである。[7]

また、外字を含めて数多くの文字を強制的に入力する方法として、左手2打、右手1打の3ストロークで $20 \times 20 \times 28 = 11,200$ 文字の強制入力も可能である。

9 おわりに

本論文の主な結論は下記の通りである。

- ① 延文字数8万字の標本では1,500字種が使われ、字種の3%で標本の50%、20%で90%、36%(560字)で98%をカバーする。
- ② 字種の出現確率は、頻度順位を変数とするワイブル分布となる。
- ③ 漢字と全文字、カタカナと英字、記号と数字はそれぞれ類似の分布パラメータを持つ。
- ④ 頻度順位の上位小数の字種で、標本延文字数の大部分を占める。
- ⑤ 字種数は標本の大きさの関数であらわせる。
- ⑥ 字種数は標本が大きくなると大きくなり、しかも1度しか使われない字種がもっとも多い。
- ⑦ 無限標本では字種数も無限となる。
- ⑧ 文字出現頻度と仮名の50音別頻度を考慮すると、50音配列でも毎分200字の日本文高速入力が可能である。^{2),7)}

このような文字の性質は、日本文が漢字を含むから成立する事であり、欧文であれば、単語が漢字と同じ性質を持つものと考えられるし、日本語の単語でも同じである。⁸⁾

また、

日本のオフィスのネックである日本語文書作成のために、これらの成果が生かされれば、文書作成でも、欧米以上の効率に出来るのである。

今後の研究課題として、事務分野以外との比較、漢字をカナ表現した時のカナの頻度分布、文字の遷移確率などの研究が必要と思われる。

最後に本論文を書くに当り協力頂いた各氏に感謝します。

参考文献

- 1) 坂下他 業務別、個人別日本文入力装置に必要な文字種の調査；
日本文の入力方式シンポジウム予稿集；
情報処理学会；JUL. (1981)
- 2) 村山、山田2ストローク入力法
日本文の入力方式シンポジウム予稿集；
情報処理学会；JUL. (1981)
- 3) 国立国語研究所 現代新聞の漢字
国立国語研究所報告56；JUL. (1981)
- 4) 渡辺 情報処理における用字
電総研情報処理学会日本文入力研究委員会資料1980
- 5) 国立国語研究所 電子計算機による新聞の語彙調査(II)；
国立国語研究所報告38, (1970)
- 6) 及川他 学術論文に使用される漢字の個人差及びひんど統計
情報処理学会全国大会予稿集, (1979)
- 7) 山田 欧米のタイプライタの歴史と日本文入力の将来
日本文の入力方式シンポジウム予稿集；
情報処理学会；JUL. (1981)
- 8) 石川徹也 著者索引語の有意性と科学技術
図書館短大情報流通への有効利用について
第12回情報科学技術研究集会発表論文集；(1976)

仮名鍵盤を用いた日本語の直接入力方式

Direct Input System of Japanese Text through Kana-Keybord

山内佐敏*

Satoshi Yamauchi

要 旨

本稿は、高速入力を目的として設計試作した48鍵の仮名鍵盤を用いたブラインドタッチタイプの日本語直接入力方式について述べたものである。

3名のオペレータを用いて入力実験を行なった結果、仮名のみの場合40時間の練習で約55字/分、漢字・仮名混り文の場合は更に100時間の練習後65字/分の入力速度となることを確認した。

更に、熟練者となった時の入力速度は鍵盤上の位置の使用頻度と打鍵所要時間で決まるモデルにより167字/分となることを予測した。

ABSTRACT

This paper describes a newly developed blind-touch type direct input system in which a text written in Japanese is input. The system is specifically designed to achieve the high speed input.

It has been confirmed from experiments by three operators that the input speed of about 55 letters/min can be attained after 40 hours of training for Kanascript and after additional 100 hours training for the script of Kana mixed with Kanji a speed of about 65 letters/min can be attained.

It has been further estimated by a model that input speed of about 167 letters/min can be achieved by the skilled hands. This model has been designed so that the input speed is determined by following factors, usage frequency of the position on the keyboard and the time required for striking the keys.

1 はじめに

近年、マイクロコンピュータの発達に伴ない、日本語の文書作成機械が低価格化し、普及の途上にある。しかし欧文用と比べると、日本語は異なり文字種が多いことから従来のフルキーボードの方式では入力速度がなかなか向上しない。そのため文書作成効率の向上を考えると、さらに高速な入力方法を開発する必要がある。

原稿がすでにあり、文章を機械に入力する方法で基本的なのはキーを用いる方法である。英文系の入力装置は100年余も歴史のある英文タイプライタとほとんど同じキー配置が利用され普及しているのに比べて、日本語入力は約四半世紀前にマルチシフトキーイング（いわゆる

漢テレ）方式に始まり、取っつきやすさを考慮したタブレットを用いたペンタッチ式や、従来の和文タイプライタをそのまま利用したもの（全文字配置）、カナで入力し対応する漢字に変換する方式等が提案され実用化されている。一方入力速度向上を狙って、マルチストロークキーイング（代表的なものとしてストローク方式やコード入力方式がある）、ソクタイプ式等が提案され細かく分類していくと10指に余る。

このようなことから、筆者らは単に入力スピードというだけでなく、総合的な生産性を主眼に日本語ワード・プロセッサ用入力方式を選択した。生産性の代用特性項目として入力処理速度、誤字率、訓練期間、入力可能文字数、オペレータの疲労をとりあげ評価した結果ブラインドタッチが可能な2ストローク入力法が最良という結論を得た。

本稿は上記の観点から企画され、設計された入力方式

★ 技術本部 応用機器開発部

Application Products Department, Technical Division

につき実際にオペレータに使用させて得た結果について述べる。

2 基本思想

専任者用の文書入力装置として必要なことは、高速入力が可能で、しかも長時間の作業に就いても疲労しにくいことである。このことからブラインドタッチが可能な方式とし、欧文タイプ型の機械的配置に近い鍵盤を用いる。

その場合、高速入力と低疲労の代用特性は大きく分けて鍵段使用率、指の負担率（手を含む）、打鍵リズム⁽¹⁾の3項目であり、これらを考慮して設計を行なう。

2-1 鍵数の検討

数千の異なり文字を持つ日本語を最短時間で入力するための鍵数と打鍵数を検討する。

一般に使われる文字を情報の最小単位である2進符号にすれば、異なり文字数がどれだけ多くとも打鍵数を増すことにより2つの鍵のオンかオフかで全て表現できる（ただし、モール信号のように時間の長短表現を利用すれば単一鍵でも表現できる）。また、鍵数を増せば打鍵数が減じられ、異なり文字数と同じだけ鍵数を用意すれば一打で良い。すなわち、鍵数 K と一字当りの平均打鍵数 S との関係は取扱う異なり文字数を N とすれば

$$N = K^S \dots \dots \dots (1)$$

$$S = \log N / \log K \dots \dots \dots (1')$$

のように対数反比例する（図2a）。

一文字当りの平均入力所要時間 T_c は、一打鍵当りの平均所要時間を T_s とすれば

$$T_c = S \cdot T_s \dots \dots \dots (2)$$

となる。

一般人の手や腕がある自由動作をするとき、一つの移動動作の距離と時間の関係について、いろいろな実験⁽³⁾で次の関係式が成り立つことが確かめられている。

$$t_1 = t_2 \times \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \dots \dots \dots (3)$$

そこで、鍵を2次元平面上に任意に配置し、最短の2鍵間の距離を単位距離1、その鍵間の移動所要時間を単位時間1とすると単純に、

$$l(l) = l^{1/2} \dots \dots \dots (3')$$

となり、任意の2鍵間の移動確率を P とすると、一打鍵当りの平均所要時間 T_s は

$$T_s = E(T) = \sum_{i=0}^n P_i \cdot t(l_i) \dots \dots \dots (4)$$

のように、移動動作の相対距離の関数として表わせる。

実数計算を単純にするため図1のように直交する等間隔な格子に鍵を配置した鍵盤モデルを設定する。

鍵の位置を原点からのベクトル \vec{r} で表わすと任意の2点 $a(x, y)$ 、 $b(x, y)$ 間の距離は

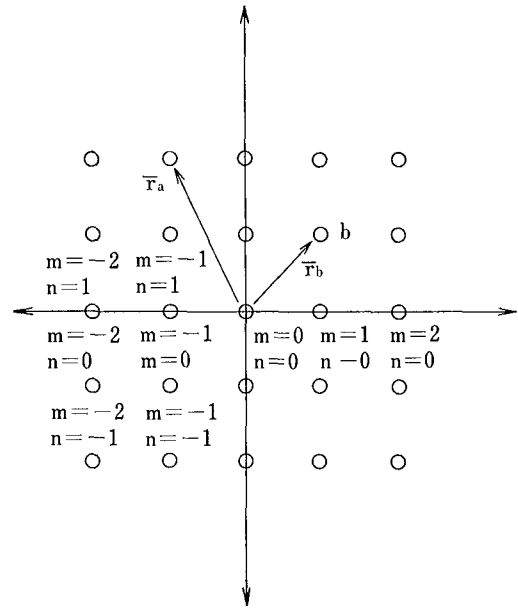


図 1

$$l(a, b) = |\vec{r}_a - \vec{r}_b| = \sqrt{(r_{ax} - r_{bx})^2 + (r_{ay} - r_{by})^2} \dots \dots \dots (5)$$

となる。

モデル I ……各鍵は等確率に打鍵されるとし、直前に打鍵された鍵から直線的に次に打鍵される鍵に移動していく場合（ただし図1中 $m > 0$ 、 $n > 0$ の範囲で考え $m = n$ とする）。鍵の総数は $K = m \times n$ で2鍵間の移動確率は、全て同じ $P = 1/K^2$ となるから一打鍵に必要な平均移動時間 T_{s1} は式(4)から

$$T_{s1} = \frac{1}{K^2} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K t_1 \{l(a_i, b_j)\} \dots \dots \dots (6)$$

が得られ、一文字当りの平均入力所要時間 T_{c1} はさらに式(1')(2)(6)から

$$T_{c1} = \frac{1}{K^2} \cdot \frac{\log N}{\log K} \cdot \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K t_1 \{l(a_i, b_j)\} \dots \dots \dots (7)$$

が得られる。

モデル II ……各鍵は等確率に打鍵されるとし、打鍵されたら必ず鍵盤の中央に戻るとした場合（ただし $m = n$ とする）鍵の総数は $K = 4m \times n + 2(m+n) + 1$ で移動確率は $P = 1/K$ となるから一打鍵に必要な平均移動時間 T_{s2} は式(4)から

$$T_{s2} = \frac{2}{K} \sum_{i=1}^K t_2 \{l(a_i, 0)\} \dots \dots \dots (8)$$

が得られ、一文字当りの平均入力所要時間 T_{c2} はさらに式(1')(2)(8)から

$$T_{c2} = \frac{2}{K} \cdot \frac{\log N}{\log K} \cdot \sum_{i=1}^K t_2 \{l(a_i, 0)\} \dots \dots \dots (9)$$

が得られる。

表 1 鍵の数と打鍵速度 (モデル I)

n	K	t ₀ =0		t ₀ =1		t ₀ =√0.5		
		T _{s1}	T _{c1} (N=2 ¹²)	T _{s1}	T _{c1} (N=2 ¹²)	T _{s1}	T _{c1} (N=2 ¹²)	T _{c1} (N=2 ¹⁰)
1	1	0	—	1.0	—	0.70711	—	—
(√2)	(2)	0.50000	6.00000	1.00000	12.00000	0.85355	10.24264	8.53553
2	4	0.79730	4.78381	1.04730	6.28381	0.97408	5.84447	4.87039
3	9	1.11914	4.23661	1.23025	4.65723	1.19771	4.53403	3.77836
4	16	1.34283	4.02848	1.40533	4.21598	1.38702	4.16106	3.46755
5	25	1.52524	3.94313	1.56524	4.04467	1.55352	4.01440	3.34533
6	36	1.68412	3.90903	1.71189	3.97351	1.70376	3.95462	3.29552
7	49	1.82727	*3.90531	1.84767	*3.94892	1.84170	3.93615	*3.28013
8	64	1.95888	3.91776	1.97451	3.94901	1.96993	3.93986	3.28321
9	81	2.08153	3.92989	2.09372	3.96326	2.09026	3.95641	3.29701
10	100	2.19691	3.96802	2.20691	3.98608	2.20398	3.98079	3.31732
16	256	2.78746	4.18118	2.79136	4.18704	2.79022	4.18533	3.48777
32	1,024	3.94716	4.73659	3.94813	4.73776	3.94785	4.73742	3.94785

モデル I で実数計算する場合、同一鍵を 2 回続けて打つ場合が鍵の総数 K 分だけ含まれ、その状態での所要時間 t₀ を単位時間の何割とするかで結果が変わってくる (モデル II の場合は鍵数 K が増減しても常に 1 回のみであり結果への影響は無いに等しい)。t₀ を無視した場合 (t₀=0)、最悪状態の単位時間かかるとした場合 (t₀=1)、その中間 (t₀=√0.5) の 3 とおりに算出した結果を表 1 に示す。しかしいずれの場合も一文字当りの平均打鍵時間 T_{c1} は 49 鍵で最小となることがわかる。t₀=√0.5 の場合を図 2 b に示す。

モデル II の場合も t₀=0~1 の間で変化なく T_{c2} は 49 鍵で最小となる。やはり t₀=√0.5 の場合を図 2 c に示す。

2-2 打鍵速度の検討

機械的な配置を JIS 鍵盤にした場合の打鍵速度を算出する。

この場合も平均打鍵所要時間 T(s) は各鍵の打鍵確率 p_i とその鍵の打鍵所要時間 t_i を用いて

$$T(s) = \sum_{i=1}^K p_i t_i \dots \dots \dots (10)$$

で表現できる。

図 3 のように各指のホームポジションをきめたとき両手を使うことによる左右手交互打率の打鍵速度への影響度 φ は次のように定義できる。

$$\phi = 2(m - 0.5)(\eta - 1) + 1 \dots \dots \dots (11)$$

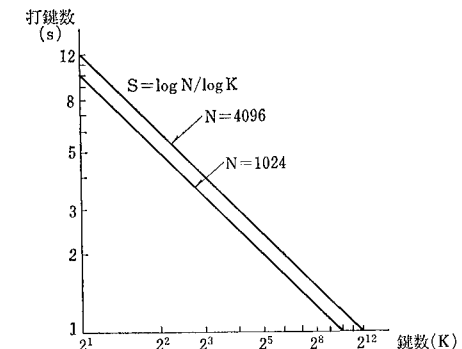
ただし m ; 左右手の交互打率

η ; 交互打による速度向上比

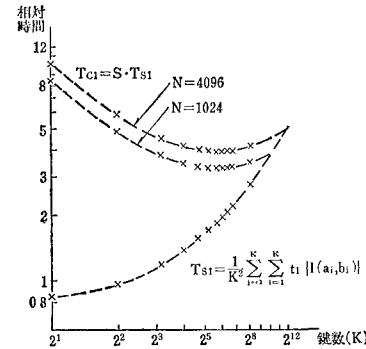
$$\{v(m=1)/v(m=0.5)\}$$

この式(10)と(11)から打鍵速度 V(s) は次のように書ける。

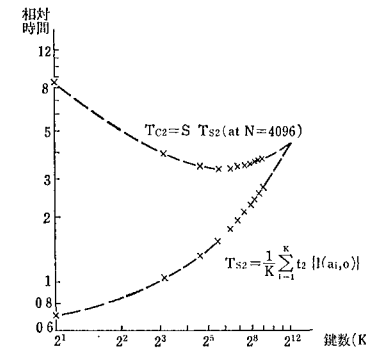
$$V(s) = 60 \phi / T(s) = 60 \{2(m - 0.5)(\eta - 1) + 1\} / \sum p_i t_i \text{ (打/分)} \dots \dots \dots (12)$$



(a) 鍵数と一文字当り打鍵数



(b) モデル I



(c) モデル II

図 2 鍵盤サイズと打鍵時間

式中の各パラメータの実数を実験と過去の実績から次のような手順で求める。

ホームポジションの打鍵所要時間 t_k は 18 名のオペレータを使用して実測した⁽⁴⁾。これはホームポジション上において、2本の指で15秒間に打鍵できる回数 x_{ij} を測定したものから、各指の他の指との組み合わせによる平均的な打鍵能力 X_i (打/15秒) を算出している。

$$X_i = \frac{1}{90} (19 \sum x_{i,j} - \sum \sum x_{i,j}) \dots\dots\dots (13)$$

これから各指のホームポジション上での打鍵時間 t_{ki} (秒) を求める。

$$t_{ki} = 15 / X_i \dots\dots\dots (14)$$

ここで同時に人差し指を基準にした利き指度 $\rho_i = X_i / X_7$

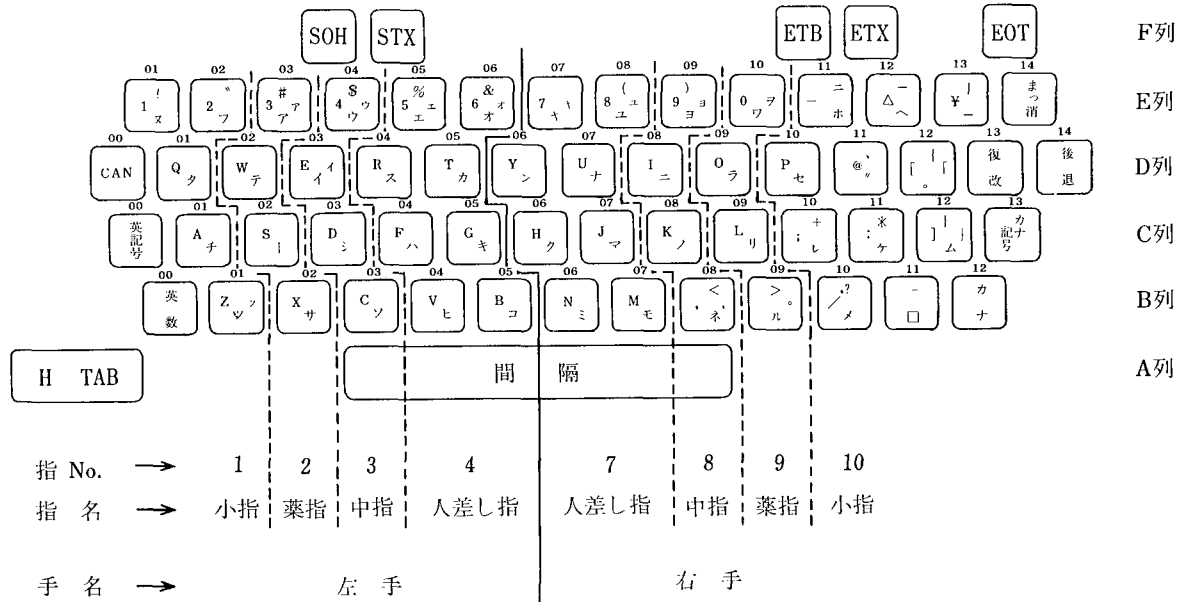


図 3 JIS 鍵盤上での指の守備範囲

表 2 2本の指で15秒間打鍵できる回数 (ホーム・ポジション上)

手名	指名	指 No.	左 手					右 手				
			小 指	薬 指	中 指	人差し指	拇 指	拇 指	人差し指	中 指	薬 指	小 指
左 手	小 指	1	83.6	66.1	71.0	82.4	89.6	112.3	106.0	104.9	108.5	101.9
	薬 指	2	66.1	86.9	81.2	92.2	93.9	107.4	109.4	116.7	107.5	104.8
	中 指	3	71.0	81.2	88.4	102.5	95.2	110.1	107.8	119.6	114.2	103.4
	人差し指	4	82.4	92.2	102.5	92.3	90.9	118.4	130.2	111.5	111.5	106.5
	拇 指	5	89.6	93.9	95.2	90.9	89.1	111.1	119.2	109.8	111.7	114.0
右 手	拇 指	6	112.3	107.4	110.1	118.4	111.1	100.2	95.9	93.8	95.8	92.1
	人差し指	7	106.0	109.4	107.8	130.2	119.2	95.9	101.4	103.2	95.1	85.2
	中 指	8	104.9	116.7	119.6	111.5	109.8	93.8	103.2	100.6	88.9	73.6
	薬 指	9	108.5	107.5	114.2	111.5	111.7	95.8	95.1	88.9	99.8	65.6
	小 指	10	101.9	104.8	103.4	106.5	114.0	92.1	85.2	73.6	65.6	93.9
$\sum x_{i,j}$			926.3	966.1	993.4	1038.4	1024.5	1037.1	1053.4	1022.6	998.6	941.0
$X_i = \frac{1}{90} (19 \sum x_{i,j} - \sum \sum x_{i,j})$			84.4	92.8	98.5	108.0	105.3	107.8	111.2	104.8	99.8	87.5
$\rho_i = X_i / X_7$			759	.835	.885	.971	.947	.969	(1.00)	.942	.897	.787

$$\eta_5 = 2 \sum_{i=1}^5 x_{i,11-i} / \sum_{i=1}^{10} X_i = 1.14$$

$$\eta_4 = 2 \sum_{i=1}^4 x_{i,11-i} / (\sum_{i=1}^4 X_i + \sum_{i=7}^{10} X_i) = 1.17$$

$$\sum \sum x_{i,j} = 10001.4$$

拇指を除いた交互打による速度向上率 $\eta_4 = 2 \frac{\sum_{i=1}^4 x_{i,11-i}}{(\sum_{i=1}^4 x_i + \sum_{i=7}^{10} X_i)}$ が求まる。これらを表2に示す。

ホームポジション以外の鍵の打鍵速度はホームポジションからの距離と関数関係にあることは明らかである。指の始点から終点までの移動距離とその所要時間の関係は多くの実験研究から次式のようになることがつきとめられている⁽⁵⁾。

$$T = \sqrt{\frac{L}{862,584}} \dots \dots \dots (15)$$

ただし、 L ; 移動距離 (cm)
 T ; 移動時間 (分)

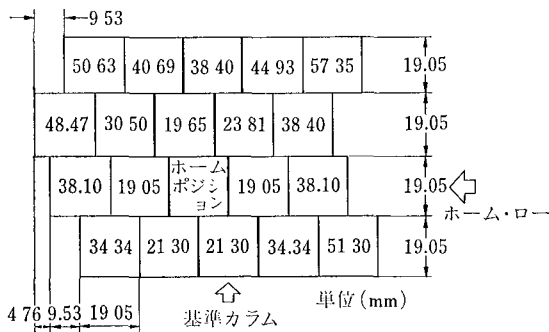


図4 JIS 鍵盤の機械的配置とホームポジションからの距離

この式と利き指数 ρ_i 、ホームポジションからの距離 l (cm) から、ホームポジション外の打鍵所要時間 t_k (秒) を求める (ただし、一打毎に指はホームポジションに戻るとする)。

$$t_k = \frac{1}{\rho_i} \sqrt{\frac{600}{35,941} \cdot l} \dots \dots \dots (16)$$

式(14)と(16)を使って機械的配置を図4のようにした場合の各鍵毎の打鍵所要時間を算出すると表3のようになる。

これから JIS 鍵盤を等確率で打鍵した場合の平均打鍵所要時間を算出すると 0.2322 秒となり平均打鍵速度は 257 打/分となる。

表3 JIS 鍵盤の機械的配置による打鍵時間

単位 (秒)

左 手							
小 指		薬 指	中 指	人 差 し 指			
1"	1'	1	2	3	4	4'	4"
0.3830	0.3434	0.3336	0.3032	0.2861	0.2607	0.2821	0.3187
0.3748	0.2973	0.2386	0.2169	0.2047	0.1865	0.2050	0.2607
0.3323	0.2350	0.1777	0.1616	0.1523	0.1389	0.1837	0.2597
0.3155	0.2484	0.2484	0.2258	0.2131	0.1942	0.2466	0.3014

右 手							
人 差 し 指			中 指	薬 指	小 指		
7"	7'	7	8	9	10	10'	10"
0.2907	0.2606	0.2532	0.2688	0.2823	0.3217	0.3480	0.3932
0.2844	0.2256	0.1811	0.1923	0.2019	0.2301	0.2533	0.3217
0.2522	0.1783	0.1349	0.1431	0.1503	0.1714	0.2266	0.3205
0.2394	0.1886	0.1886	0.2002	0.2102	0.2396	0.3042	0.3718

2-3 指の疲労度の調査

18名のオペレータにより各指毎で5分間連続打鍵をさせた場合の指の疲労度合を測定した結果、定量的なデータは得られなかったがアンケート調査による疲労感訴え度が得られた⁽⁴⁾。

この結果から左右ともに、薬指と小指は負担率を落した方が良いことがわかった。

また表2と比較すると利き指数合の順位と疲労感訴えの順位に相反するところはないので、入力速度向上を狙って設計することにより、指の負荷バランスを悪くすることは無いといえる。

2-4 入力文字種の検討

日本文の文字種の構成は、新聞社の調べ⁽⁶⁾では表4のようになっており、当社で行なったビジネスレター(企業間でやりとりするレター)200件を分析してみても、

概略漢字41%、仮名(平仮名)45%、その他14%の割合であるから、仮名と漢字について検討することにより、大体の方向を決定できる。

表4 日本文の文字種構成

字 種	調査機関	
	朝日新聞社 [1950]	毎日新聞社 [1953]
当 用 漢 字	51.1%	39.1%
当用漢字外漢字	1.5	1.1
数 字	5.4	4.6
ひ ら が な	33.2	36.8
カ タ カ ナ	4.7	6.4
約 物	3.1	6.3
そ の 他	1.0	5.7

また、仮名と漢字の構成は仮名46字（清音のみ）に対し、漢字は当用漢字のみに限っても1850字と一字当りの比重は圧倒的に仮名の方が大きい。

漢字の扱い数であるが、外字率があまり多いと入力速度に影響する。外字処理は初校の誤字訂正と同時に行なうのが速いので、一応の目安として、邦文タイプや写植機の誤字率（一般に1～3%程度であるといわれている）以下に設定する。前述の日本語の文字種構成比から仮名と漢字の出現比を半々とし外字率を1%に設定すると、

表5 新聞と雑誌の使用度数分布の比較

		新聞	雑誌
上位の	10字	10.6%	8.8%
	50	27.7	25.5
	100	40.2	37.1
	200	56.1	52.0
	500	79.4	74.5
	1,000	93.9	90.0
	1,500	98.4	96.0
	2,000	99.6	98.6
	2,500	99.9	99.6
	3,000	99.9	99.9

		新聞	雑誌	
全体の	80%	512字	638字	
	85	633	777	
	90	800	992	
	95	1,081	1,358	
	96	1,168	1,479	
	97	1,277	1,617	
	98	1,426	1,832	
	99	1,659	2,157	
		100	3,213	3,328

漢字のカバー率は98%を確保する必要がある。

漢字の使用度数分布⁽⁸⁾は、表5のようになっていることから、新聞では1500字程度、雑誌では、丁度当用漢字1850字に近い字数が必要であることがわかる。

2-5 方式の検討

2ストローク方式は、一文字を二打ちで入力するので、習熟過程では二打ちを表現するシンボル（以後ニーモニックと称する）が重要となる。そのために筆者らは2ストローク方式にふさわしい種々の鍵盤を検討した。英文、ローマ字、平仮名、片仮名等のそれぞれ専門の鍵盤のうち結局、漢字を入力する時のニーモニックの表現力から片仮名鍵盤を基本にすることにした。すなわち、個々のキーの定義を基本的にカナ一つとし、仮名は仮名として入力し、漢字はその仮名を利用したニーモニックにすれば仮名の入力訓練から漢字の入力訓練への移行がスムーズとなり基本訓練時間の短縮が期待できるからである。

仮名や記号は仮名タイプライターのような一打ちとし、漢字のところは文字切替キーを打ってからニーモニックを打つというような方法も考えられるが文字によって打数が異なることは打鍵リズムを乱し速度があまり上らない⁽⁹⁾、また文字種切替キーやシフトキーを文字キーの外に配置すると小指の負担を増すばかりでなくホームポジションからの距離が遠くなるので速度を落す原因となることが予測できる。そこで文字種切替キーは用いず、全文字種を二打ちにすることにした。

すなわち考え方としてJIS4モードの鍵盤配置を用い（仮名文字配置は別で後述する）シフトキーをマルチストローク化することによってシフトキーと文字キーの二打ちとすることができる。しかしこのままでは小指の負担が大きくなるのでマルチストローク化したシフトキーを文字キーと二重に定義し、文字種毎に用いる指を分担させることにより指の使用率を平均化する（以後このキーをカテゴリーキーと呼称する）。このカテゴリーキーの配置は、交互打率向上のため、左右手の守備範囲を定め、それに対応させ同一カテゴリーキーを左右に分離し同じ指に与えたり、文字種の出現頻度と指の利き順位及び鍵段の打ち易さを考慮し決定した結果は表6のようになる。

カナ配置はJISカナキーボードの配置を流用しても良

表6 カテゴリー指定キーの定義位置

手種 指種	左 手				右 手				備 考
	第4指 小指	第3指 薬指	第2指 中指	第1指 人差し指	第1指 人差し指	第2指 中指	第3指 薬指	第4指 小指	
3段	—	片仮名濁音	平仮名濁音	—	—	—	—	—	
2段	英数字 大文字	片仮名清音	平仮名清音	—	—	平仮名清音	片仮名清音	英数字 大文字	ホーム ポジション
1段	英数字 小文字	片仮名半濁音	平仮名半濁音	—	—	—	—	英数字 小文字	英字の小文字はシフトキー(X, Y)

注) 促音音拗は半濁音と共用させる。

表7 文字種別の決定内容

字種		2ストローク	3ストローク	JIS 収容	備 考
漢 字 以 外	平 仮 名	74	9	83	※3ストロークは第一打に長音キー（ー）を用い 以後の二打は、2ストロークと同様。 ●3ストロークの内容 清音 む, ゑ, 濁音 ぢ 添字 ・あ, い, う, え, お, わ
	清 音	(46)	(2)	(48)	
	濁 音	(19)	(1)	(20)	
	半濁音	(5)	(ー)	(5)	
	添 字	(4)	(6)	(10)	
	片 仮 名	79	7	86	●3ストロークの内容 清音・ ・キ, エ, 濁音・ ・ヂ, ヅ 添字・ ・ワ, カ, ケ
	清 音	(46)	(2)	48	
	濁 音	(19)	(2)	21	
	半濁音	(5)	(ー)	5	
	添 字	(9)	(3)	12	
アラビア数字	10	—	10	●アラビア数字との対応をとる。	
ローマ数字	—	20	—		
英 文 字	52	—	52		
ギリシャ文字	—	48	48		
ロシア文字	—	66	66	●英文字との対応をとる。	
約物, 記号	52	56	108		
小 計	267	206	453		
漢字	JIS 第一水準	1,990	975	2,965	●JIS 第二水準の文字で、2ストロークに入った 文字・ 瑕, 疵
	JIS 第二水準	2	979	3,384	
ユーザー指定可能数		45	144	—	●第二打に☆キーを与える (例外5種)
総 入 力 数		2,304	2,304	6,802	

表8 文字入力例

1. 平 仮 名	タア	タイ	タウ	タエ	タオ	ニカ	ニキ	ニク	ニケ	ニコ	← ニーモニック
	あ	い	う	え	お	か	き	く	け	こ	← 入力文字
	オカ	オキ	オク	オケ	オコ	ルハ	ルヒ	ルフ	ルヘ	ルホ	
	が	ぎ	ぐ	げ	ご	ば	び	ぶ	べ	ぼ	
2. 片 仮 名	ツア	ツイ	ツウ	ツエ	ツオ	ナカ	ナキ	ナク	ナケ	ナコ	
	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	
	ウカ	ウキ	ウク	ウケ	ウコ	ラハ	ラヒ	ラフ	ラヘ	ラホ	
	ガ	ギ	グ	ゲ	ゴ	パ	ピ	プ	ペ	ポ	
3. 英文字, アラビア数字, 記号	ハモ	ハレ	ハル	モテ	モタ	⓪モ	⓪レ	⓪ル	ⓧテ	ⓧタ	
	A	B	C	K	L	a	b	c	k	l	
	ハヌ	ハネ	ハム	モヒ	モフ	⓪ヌ	⓪ネ	⓪ム	ⓧヒ	ⓧホ	
	1	2	3	9	0	!	"	#)	=	
4. 漢 字	アモ	メナ	ワル	ロイ	イイ	ラト	ウチ	アメ	ウン	エイ	
	亜	阿	悪	罍	委	右	宇	雨	運	營	
	メリ	ケク	クコ	アキ	ムメ	トー	スフ	ウメ	ミネ	リー	
	刈	駆	鋳	秋	曾	島	杯	梅	峰	竜	
5. 3ストロークによる文字入力	一メリ	一ケク	一クコ	一アキ	一ムメ	一トー	一ヌフ	一ウメ	一ミネ	一リー	
	刈	駮	礦	種	曾	嶋	盃	樑	峯	龍	
	一ハモ	一ルレ	一ハル	一モタ	一モタ	一⓪モ	一⓪レ	一⓪ル	一ⓧテ	一ⓧタ	
	A	B	θ	K	Λ	α	β	θ	κ	λ	
	一ハヌ	一ハネ	一ハム	一モヒ	一モフ						
	I	II	III	IX	X						

いが鍵盤使用率、指の使用率の分布が良くない等の不都合がある。そこでこれらの項目を考慮し、更に素人でも文字キーの位置が探し易くなるように50音図での行単位で鍵盤に割振ってある平仮名標準配列鍵盤⁽⁶⁾の思想を入れて独自の配置をとることにした⁽⁹⁾。順位はビジネスレターの統計による。

英数字は文字種構成比が小さいので、頻度順は考慮する必要は無しとし、JIS配置に従った。

漢字に関しては、人差し指を主体に前記各項目及び左右手の使用率を考慮しながらニーモニックを決定していく。また、ニーモニックの記憶のしやすさも前記各項目の許容範囲の中で考慮する。

この鍵盤では、2ストロークで入力できる字数は48²=2304であるが拡張性を考慮し、鍵盤内に3ストローク用のキー（片カナの長音）を用意した。第一ストロークはこのキーを打ち、後は前述の2ストロークと同様の打ち方をすれば良い。たとえば、ギリシャ文字やロシア文

字を3ストローク側にもっていくと、後の2ストロークの打ち方を英文字に対応させておくことにより、オペレータの負担を増すことなく入力文字数を増加させられる。その他ローマ数字とアラビア数字の対応、漢字では旧字と新字の対応等同様に扱える。

このキーを設けることにより、入力可能字数は4608まで拡張できる。

このようにして決定した文字種内容を表7に具体的な入力例を表8に示す。

3 代用特性の算出

各鍵毎の使用頻度を総文字数約75千字のビジネスレターを使用して計数したものを表9に示す。

また、使い易さの代用特性とされている鍵使用率、指の負担率を算出したものを同表に並記する。打鍵リズムは表10のようになった。

表9 本方式鍵盤によるビジネスレター入力時打鍵分布表（2ストローク分のみ）

項目	手名 全体 使用率	指名 指 No. 段 使用率	左 手							右 手							段 使用率
			小 指		薬指	中指	人 差 し 指		人 差 し 指			中指	薬指	小 指			
			1'	1	2	3	4	4'	4''	7''	7'	7	8	9	10	10'	
4 段	(9.8%) 13269	(4.7%) 7140	㊸ス 1551	㊹ネ 879	㊺ム 1161	㊻ミ 1003	㊼メ 1249	㊽ン 1297		㊾ヤ 734	㊿へ 1080	㊽ヒ 1475	㊾フ 1274	㊿ホ 370	㊽チ 611	㊾☆ 585	(4.1%) 6129
3 段	(23.0%) 34705	(12.9%) 19402		㊿エ 1237	㊽ウ 1798	㊾オ 6000	㊿イ 5884	㊽ア 2692	㊾ワ 1791		㊿サ 2796	㊽シ 5197	㊾ス 3256	㊿セ 2784	㊽ソ 727	㊾ユ 543	(10.1%) 15303
(ホ ポジション) 2 段	(49.1%) 74106	(24.1%) 36373		㊿モ 4232	㊽ナ 3904	㊾ニ 14395	㊿ノ 6702	㊽マ 4549	㊾ヲ 2591		㊿ト 3930	㊽テ 5518	㊾タ 17501	㊿ツ 4878	㊽ハ 5286	㊾一 620	(25.0%) 37733
1 段	(19.0%) 28724	(7.5%) 11367	㊿㊸ 1025	㊽㊹ 961	㊾㊺ 3880	㊿㊻ 2175	㊽㊼ 2037	㊾㊽ 1289		㊿㊾ 1923	㊽㊿ 2344	㊾㊽ 4569	㊿㊾ 4230	㊽㊿ 2254	㊾㊽ 1690	㊿㊾ 347	(11.5%) 17357
小 計			2576	7309			15872	9827	4382		2657	10150	16759			8314	2095
指別合計			(6.6%) 9885	(7.1%) 10743	(15.6%) 23573		(19.9%) 30081			(19.6%) 29566	(17.4%) 26261	(6.3%) 10286			6.94% 10409		
手別合計			74282 (49.2%)							76522 (50.8%)							
全体合計			150804 (100%)														

○内は頻度順位、()内は使用率

表10 打 鍵 リ ズ ム

項目	モード	左右交互打	異指ホーム・ポジション	異指ハードル・リーチ	同 指 打
ニーモニック内		89.2%	3.6%	3.9%	3.3%
全 体		70.5%	6.0%	15.7%	7.8%

4 入 力 実 験

4-1 教育ツール

1) 訓練機（キー・ツアー・ディスプレイ）

ディスプレイはニーモニック表示のみ

2) 教則本

2ストローク方式の特徴を分析し、ブラインドタッチ打法ができるようになるまでの練習手順を検討し^{(10)・(11)}、

表 11 使用キーボードのキー押圧力

手名 指No 指名	左 手					右 手					平 均 (但し、スペース・ バー(5.6)を除く)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	小指	薬指	中指	人差し指	拇指	拇指	人差し指	中指	薬指	小指	
押 圧 力 (g)	65	65	65	64	80	78	60	67	58	67	64

(12)、モード1；「鍵盤文字配置の記憶練習」、モード2；「仮名、英数字、記号の入力練習」、モード3；「漢字対ニーモニック表からの索字練習」、モード4；「漢字、ニーモニックの記憶練習」、モード5；「一般和文の入力練習」の5つの練習モードを設定したものを作成し使用した。

4-2 データ・ロガー (訓練機+紙テープパンチ)

1) キーボード特性

キーボードの機械的な特性は打鍵速度に影響を与える。キー押圧感にはスナップアクション (ヒステリシス) がある型でキー押圧力のホームポジションでの実測を表11に示す。キートップはスカルプチャータイプである。

2) 出力データの内容

- キーコード 1バイト (JIS コード)
- 打鍵間隔 2バイト (最小単位10 m sec)

4-3 オペレータ

女性3名でAは年齢23歳で英文タイプの実力がある。Bは年齢23歳でタイプ関係の実力は皆無である。Cは年齢20歳でタイプ経験は学生時代さわった程度である。

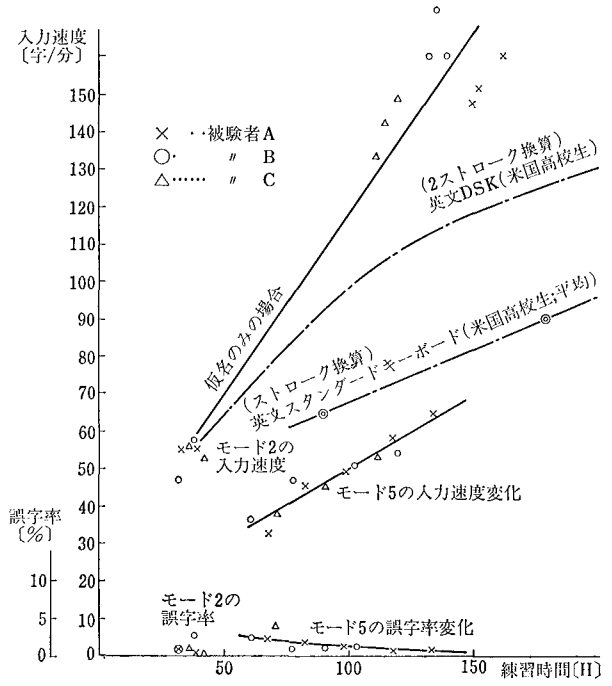


図 5 習熟速度

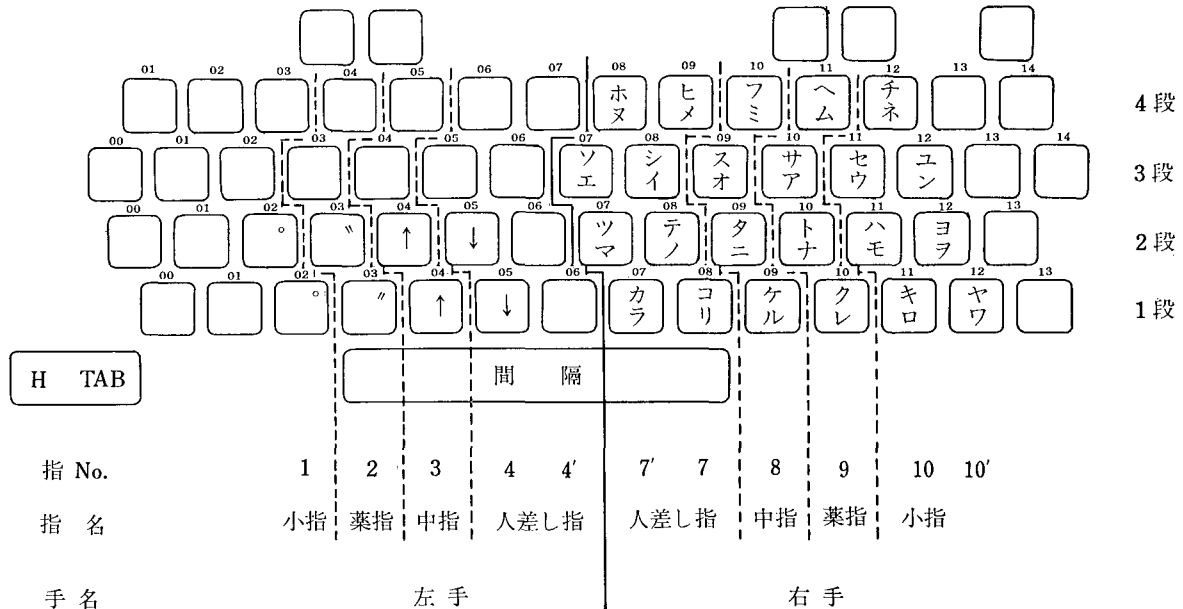


図 7 高速入力に徹した本方式のカナレイアウト

5 実験結果

5-1 習熟速度

結果を図5に示す。

直線回帰をとってみると
 $v = 0.389t + 11.06$ (17)
 の線上にのる。
 但し区間は $60 < t < 140$

練習時間 60 時間での入力速度

$$v(60) = 34.4 \text{ [c/min]}$$

練習時間 140 時間での入力速度

$$v(140) = 65.5 \text{ [c/min]}$$

5-2 誤字率

誤字低減曲線を指数曲線のモデルにあてはめると

$$E = 6.35 e^{-0.0156t} \dots \dots \dots (18)$$

の線上にのる。

0.3% の誤字率になる時間

$$t(0.3) = 196(H)$$

練習モード 5 での誤字内容を図 6 に示す。誤字内容の分類は次のように定義している。

- 置換；本来キーの上下左右いずれかにずれたもの
- ニーモニック記憶ミス；同じミスが複数回生じた場合。
- 脱落誤入；原稿文字の脱落と原稿外の文字挿入
- 誤読；原稿又はニーモニック表の読み誤り
- 指定ミス；カテゴリーキーの選択ミス
- 逆転；ニーモニック内での第一打、第二打の逆転
- 対称；左右同指によるミラー効果的入替り

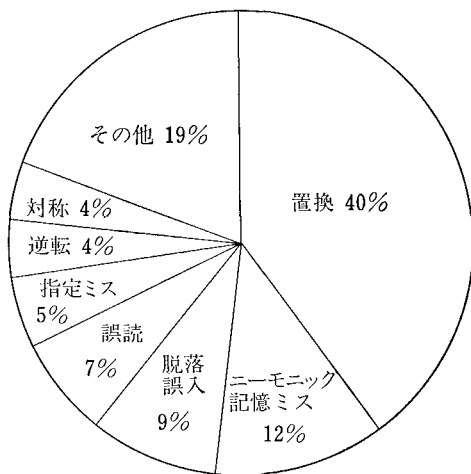


図 6 誤字の内容

5-3 その他の特性

1) カナの入力処理速度

直線回帰すると

$$v_K = 0.955 t + 21.9 \dots \dots \dots (19)$$

となる。

但し、区間は $40 < x < 140$

練習時間 40 時間での入力速度は

$$v_K(40) = 60.1 \text{ [c/min]}$$

練習時間 140 時間での入力速度は

$$v_K(140) = 155.6 \text{ [字/分]}$$

6 考 察

6-1 代用特性に関して

鍵段使用率ではほぼ半分をホームポジションの段で打

鍵でき一番打難い 4 段目は 1 割弱と少なくほぼ狙いどおりの分布となっている。

指の負担率では 70% 以上を利き指である人差し指と中指で打鍵でき、疲れ易い薬指と小指は各々 7% 程度で他の指に比して半分以下の負担である。これを表 3 の内容と比較してみても問題は無い。

これらの特性は英文標準鍵盤及び JIS 鍵盤⁽⁹⁾に対してかなり改善されている。

6-2 入力速度の算出

オペレータが十分熟練した時の入力速度 $v(c)$ (字/分) は式(2)の確率 p を出現頻度 f で置き換え、一字当りの打鍵盤数 $S=2$ (打/字) を追加すると次式を得る。

$$v(c) = 30 \{ 2(m-0.5)(\eta_4-1) + 1 \} \sum f_K / \sum f_K t_K \dots \dots \dots (20)$$

ただし、 η_4 ；拇指を除いた交互打による速度向上比式(20)から本方式の入力速度は、 $m=0.7$ 、 $\eta_4=1.17$ だから、表 9 の f_K から算出すると 167 字/分を得る。

仮名のみでの入力速度は同様に $(m=0.75)$ 算出すると 189 字/分となる。

式(20)の各パラメータで η_4 と t_K はオペレータの特性により決定されるが、 m と f_K は入力装置側のレイアウトにより改善できる。

本方式は外見上のこだわりのため若干速度を犠牲にしているが、速度向上のみを追求すると図 7 のようなレイアウトになる。主旨は交互打率向上のため右手のカテゴリーキーは全部左手側に移し、文字キーを右手側に集めたもので、仮名のみを入力すると交互打率は 100% となる。また、鍵使用率を打鍵速度の速い鍵になるようカテゴリーの割付けを指別から鍵段別に変更し、ホームポジション段 (2 段) に平仮名、その下段 (1 段) に片仮名を当てる。3 段は上位出現頻度の漢字に当てる。

この改善により仮名のみでの入力速度は 208 字/分となり約 10% 向上する。

6-3 習熟速度について

漢字仮名混り文入力での習熟速度について図 5 でみる (モード 5) と、米国の高校生による英文標準鍵盤の勾配より急であるがこれは練習モード 3 と 4 が手を鍵盤から隔てた状態で頭を使って教本のニーモニックを記憶するようになっていることから運指の訓練が止まってしまう、一時的に入力速度が低下したためと思われる。ここでは強制的に漢字熟語にニーモニックのふりがなを記入し、それを見て打鍵させるような教育方法にすれば運指訓練を止めることなく入力練習をさせることができ一時的な入力速度低下の度合いを少なくできると考えている。

誤字の低減率で(18)式導出に一番影響を与えているのは被験者 A であって、被験者 A のみのモデルは

$$E_A = 5.42 e^{-0.0140t} \dots \dots \dots (21)$$

の線上にのる。

誤字率が0.3%まで低減するのに $t(0.3)=207(H)$ 時間必要である。

誤字の内容(図6)を見ると本方式固有の誤字モードは指定ミス, 逆転, 対称, ニーモニック記憶ミスの4モードである。英文タイプに比べ複雑な本方式の方が誤字が多いのはやむをえない。原因のわからない, 「その他」の項を除いてその比をみると英文タイプに比べ5割増程度と考えると良い。英文タイプの実務上での誤字は0.1~0.3%程度といわれている⁽⁶⁾ので本方式のそれは0.2~0.5%程度となろう。しかし従来の邦文タイプの1~3%に比べると6倍程改善されている。

7 おわりに

本稿は48鍵のカナ鍵盤を用いて2ストローク入力法の設計思想と, その特性について述べた。

また, 実験と過去の実績によりJIS鍵盤の機械的配置による鍵毎の打鍵所要時間基礎表と入力速度算式を得た。これにより本方式の入力速度は167字/分となることを予測した。

今後の研究課題としては, 習熟速度を向上させるための訓練方法の探索, 疲労特性の定量的な把握, 更には, 機械式タイプの構造上から決定されている現在の鍵配置にこだわらない, オペレータ側の特性に合わせた, 機械的配置の最適化等があげられる。

最後に本方式の調査にあたり基礎資料を提供していただいた東京大学教授の山田尚勇先生, 及び文字調査に協

力していただいた図書館情報大学の石川徹也先生, 社内においては, 色々な形で御支援いただいた電子機器事業部, 技術本部の諸氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Robert Parkinson; The Dvorak Simplified Keyboard Forty Years of Frustration, COMPUTERS and AUTOMATION, 1972, Nov.
- 2) 川上晃, 川上義; タッチ打法による漢字入力, 情報処理 15 11, 863~867 (1978)
- 3) Hoover; Analysis Variation of Human Energy Consumption with Length of of Movement under Equal Paise, M. S. thesis, Purdue University, (1950)
- 4) 村山, 山内; 指と打鍵速度の関係, 情報処理学会, 日本文入力法委員会, 資料, (1979)
- 5) J. P. Layarus; Predetermined Human Performance Time, Ph. D thesis, Purdue University, (1952)
- 6) 山田, 田中; タッチ打法による日本文入力法の研究, 修士論文, 東京大学 (1977)
- 7) 村山登; 日本文事務文書における字種の解析と応用, Ricoh Technical Report No. 6.
- 8) 国立国語研究所; 現代新聞の漢字, 国立国語研究所報告 56. 昭51. 6. 10.
- 9) 八木, 山田; 和文ワード・プロセッサリコー TX620, Ricoh Technical Report No. 2. 43~48, (1979)
- 10) 黒沢; TYPE WRITER 教則本 (基本技術の研究と合理化された練習法), 愛育出版 昭52. 3. 25.
- 11) 細木, 北村; 和文タイプ教科書, I 索字編, II 文書編, III 作表編, 富士タイピスト学校 (1978)
- 12) 日本商工会議所; 和文タイピスト技術検定試験問題集 (3級編), 日本商工出版(株) (1978)

マルチスタイラスによる通電転写記録法

Electric Ink Transfer Method with a Multistylus for Direct Recording

川西敏之* 田端幸夫*
Toshiyuki Kawanishi Yukio Tabata

要 旨

新しい普通紙直接記録法として、マルチスタイラスで駆動し均一分散系インクリボンを用いた通電転写記録方式を考案し、インクリボンを中心に研究を進めた結果、記録密度 16 ドット/mm, 記録時間 0.2 ms で 1 ドット当り 0.5 mJ のエネルギーで記録できることが見出された。この記録方式を 32 ドット同時に記録する方法で、日本語ワードプロセッサに適用すれば、32×32ドットの高密度印字で、100 字/秒 の高速記録ができる。

ABSTRACT

Direct plain paper recording, which has several advantages such as high resolution, compactness and low cost, has been achieved by the electric ink transfer method. In this method, a part of ink ribbon containing carbon black uniformly dispersed in a polymer matrix is melted and transferred to paper by Joule's heat, which is generated by electric current from a multistylus.

It is found that this method has a resolution as high as 16 dot/mm, a response of 0.2 ms/dot and allows recording with as little energy as 0.5 mJ/dot.

By using this method to print Japanese characters, a word processor will be able to record at a rate of 100 characters per second with the density of a 32×32 dot matrix.

1 はじめに

従来、低コストでコンパクトなノンインパクト普通紙直接記録方式としては、インクジェット方式および感熱ヘッドを用いた熱転写の2方式が提案され、商品として完成しつつある。しかしながら、それぞれ改良すべき課題ないし欠点を有している。インクジェットにおいては、インクの日詰り、インクの物性変動による記録ムラなどの信頼性に欠け、ドット濃度が低く、記録紙の紙質による記録品質のバラツキが大きく、かつ高密度記録も 12 ドット/mm 位が限界と思われる^{(1),(2)}。熱転写においては、感熱ヘッドの立下りに時間が必要なため、現行では 2~3 ms/ドット、2~3 年後でも 0.5 ms/ドットが限界に近いとみられる。また、高密度記録も現行 8 ドット/mm までであり、12 ドット/mm 以上は実現性が乏しいと推定される^{(3),(4)}。一方、通電熱転写方式として、

抵抗層に通電する方式^{(5),(6),(7)}が、従来検討されているが、未だ広く実用化されていない。その理由は、単針駆動であるため記録速度が遅く、また、インクシートの構成が、抵抗層・導電層・インク層の3層からなり、複雑であるためである。また、通電転写方式として報告されているものに、S社の方式⁽⁸⁾があるが、これも単針駆動であり、かつ特殊なヒゲ状銅粉をポリマー中に不均一に分散したベース層を使用しているため、解像力が悪く、かつ高価である。

我々は、上記各方式の欠点を改良し、シンプルで安価かつドット品質のよい新たな普通紙直接記録方式として、マルチスタイラスで駆動し均一分散系インクリボンを用いた通電転写方式を考案し、研究を進めてきた。その結果を以下に報告する。

2 通電転写記録の原理と記録メカニズム

基本的には、次の4ステップからなると考えられる。

- 1 st step : 通電によるジュール熱発生
- 2 nd step : 熱伝導による温度上昇

* 第1複写機事業部 第1開発部
First Development Department, First Reprographic
Products Division

- 3 rd step : インク層が軟化・溶融
- 4 th step : 溶融インクの紙への転移・浸透

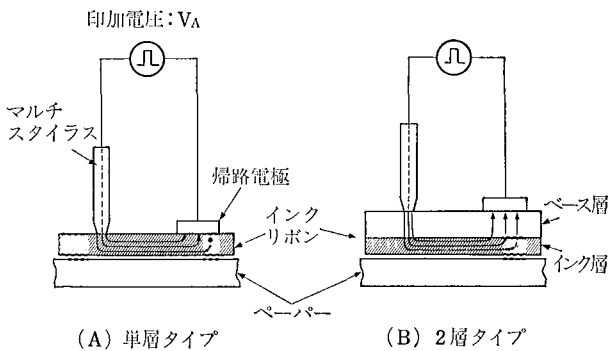


図 1 通電転写記録の概念図

(図 1—A) に示すように、ペーパーとインクリボンとを合せ、リボンの表面にマルチスタイラス電極と帰路電極を接触させ、パルス状電圧を印加すると、両電極間にパルス状電流が流れる。スタイラス電極の面積は、帰路電極の面積に比較して非常に小さいため、抵抗もスタイラス下の方が圧倒的に大きい。一方、電流は、スタイラス下も帰路電極下も同じであるため、系を通じて流れる電流により発生するジュール熱の大部分は、スタイラス下で発生する。従って、全発熱量 Q は、スタイラス下で発生する熱量 Q_s にほぼ等しい。

$$Q = \frac{1}{4.2} \cdot I^2 \cdot R_{ef} \cdot t \doteq \frac{1}{4.2} \cdot I^2 \cdot R_s \cdot t = Q_s \dots \dots (1)$$

- I : 系を流れる電流
- t : パルス電圧印加時間
- R_{ef} : 系の実効的な抵抗 ($= V_A/I$)
- R_s : スタイラス下部のみの抵抗

この発熱量 Q で、スタイラス下のインクリボンが溶融され、紙に転移する。紙表面とスタイラス底面とを比較すると、紙表面の方が圧倒的に凸凹が多く、微細な毛細管によるインクの浸透性も大きいため、溶融されたインクは紙上に転移され、さらには定着されると考えられる。この時のスタイラス下の転移したインクの重量を M とすると、

$$C_p \cdot M(T_m - T_r) = k \cdot Q \dots \dots (2)$$

- C_p : インクの比熱
- T_m : インクの融点
- T_r : 室温
- k : 熱効率 (熱の伝達・離散により 10% 程度になる)

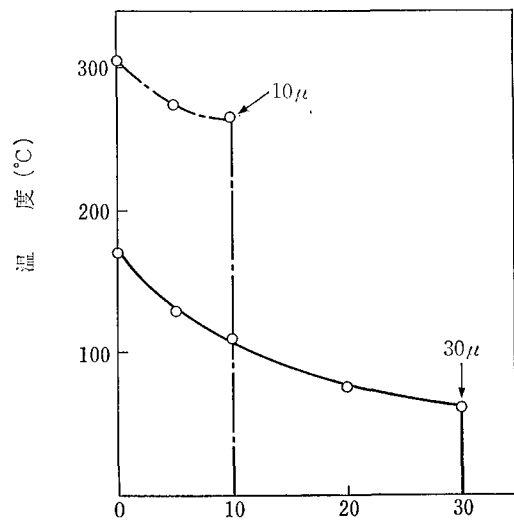
が成立していると考えられる。

以上は、1 層からなるインクリボンの場合であるが、2 層からなるインクリボンでもほぼ同様である。ベース層が絶縁性であると、電流が流れないため記録出来ない

が、ある程度まで抵抗を下げると、(図 1—B) に示すように、単層と同じ効果が得られる。これは、後で詳述するように、インク層の抵抗より 1~2 桁高い程度まで下げると、ベース層の層方向の抵抗が無視出来、スタイラス下が電極とみなせるようになり、実質上の垂直異方導電性が得られるためである。

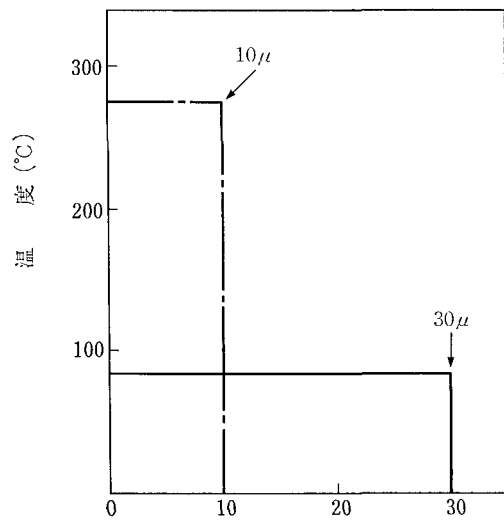
次に、発熱量 Q が一定の場合には、インクリボンの厚さ l によって、ペーパー界面のインクリボンの温度が異なってくることから、厚さ l も重要な因子である。すなわち、(図 2) に示すように、入力一定 (10 mcal/mm^2 、

(A) スタイラスとリボンの界面で熱発生し、ペーパー界面へ熱伝達するケース



(スタイラスとの界面) インクリボン厚さ (μ)

(B) 層全体で発熱し、全体が均一な温度になるケース



インクリボン厚さ (μ)

図 2 発熱量一定系でのペーパー界面温度

$k=0.1$ の時、

(A) スタイラスとリボンの界面で熱が発生し、ペーパー界面へ熱伝導するケース

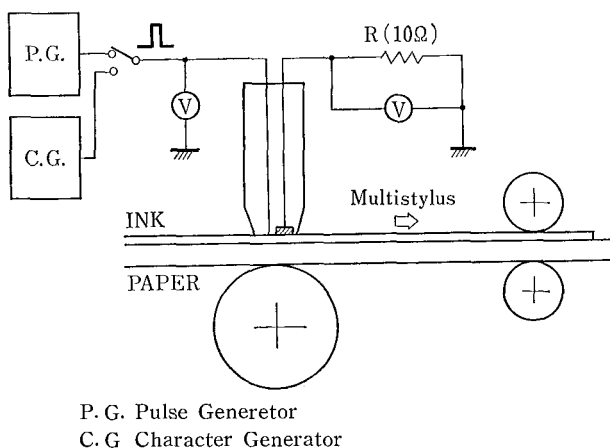
(B) 層全体で発熱し全体が均一の温度になるケース

共に、インクリボンの厚さが薄いほど、ペーパー界面のインクの温度は高くなり有利である。

3 実 験

3-1 実験方法

(図3)の装置で、1st step は、8本/mmのスタイラスを用い、パルス発生器PGから1msの信号電圧を20~250V印加し、ドット記録を行なった。記録時の電圧および電流波形は(図3)の測定回路を用いオシロスコープで観測した。実験に用いたインクリボンは、記録特性の概要をつかむ1st stepでは、ベース層なしの単層タイプを用い、2nd stepでは、16本/mmスタイラスで、単層およびベース層とインク層からなる2層タイプを併せて検討した。



P. G. Pulse Generator
C. G. Character Generator
電流をRで電圧に変換し、上記両電圧をオシロで観測

図3 測定および記録装置

記録時間を1msから0.05msまで変化させて、印加電圧(V_A)~記録電流(I)特性、および記録エネルギー(E)~ドット濃度(D)特性を測定した。

インクリボンの抵抗(R_{ef})は、 V_A/I でもとめた。

インクリボンは、ポリマーとカーボンブラックを適当な溶媒と合せて、ボールミル中で分散し、ガラス基板またはポリエチレンシート上に、ブレード塗布して乾燥後、剝離して試作した。

3-2 材料の選定

単層ないし、2層のベース用ポリマーとしては、先ず次の必要条件

- (1) フィルム形成能があること
- (2) カーボンブラックを均一に分散できること
- (3) 適当な溶媒に溶解し、溶剤塗布可能なこと

を満たすものとして、ポリマーA、B、Cを選定し、1st stepの実験では、試作時、ガラス基板からの剝離性が良い点も加味して、主にポリマーA(融点230°C)を使用した。

2層リボンのインク層用バインダー材料としては、

- (1) 少ないエネルギーで熔融、転移する融点の低い材料
- (2) ドット記録されたインクの定着性がよく、リボン搬送時などの感圧地汚れを生じない材料

という相反する要件を満たす必要があった。まず、(1)の要件を満たす材料として低融点ポリマー系とワックス系を検討したが、ワックス系は(2)の要件を満たさないため、低融点ポリマー系を選定し、主にポリマーD(融点70°C)を用いた。

カーボンブラックとしては、

- (1) 出来るだけ細かに均一分散されるもの
- (2) 出来るだけ少ない量で所定の抵抗レベルまでになるもの

を基準に選定した。(1)については、分散させるポリマーにもよるが、ポリマーAに関しては、チャンネル型よりフェネス型カーボンの方が分散性がよかった。(2)については、まず、カーボンブラックの物性(表面積、吸油量、粒径、pH)のうち、インクリボンの抵抗値と最も相関のあるものを選び出し、その物性を基準に選定した。

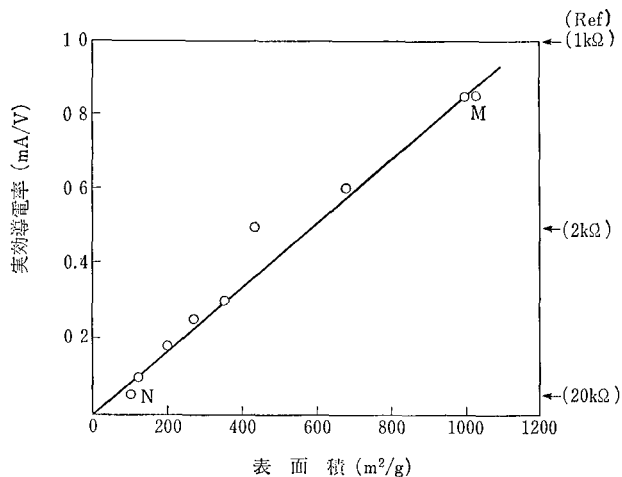


図4 カーボンブラックの表面積とリボンの導電率

その結果、(図4)に示す表面積が最も相関性が高かった。表面積の最も大きいカーボンブラックとして、カーボンMを選定し、カーボン含有量とインクリボン抵抗の関係をとったのが(図5)であり、含有量に対して敏感に抵抗が変化している。参考としてとりあげたカーボンNでは、含有量25%でもなお高抵抗であり、そのリボン強度は著しく低下し実用性がなかった。

カーボンMを用いて、カーボン量を5~20%まで変化

させることにより、インクリボンの抵抗を任意にコントロールして実験を行なった。

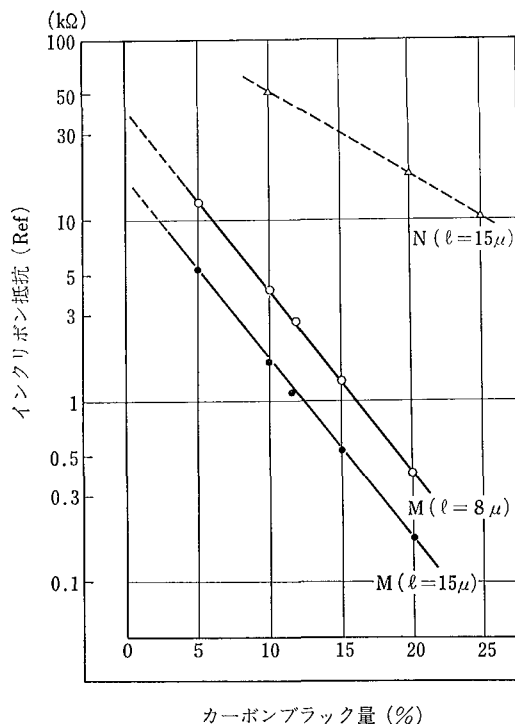


図5 カーボン含有量とリボン抵抗

3-3 実験結果および考察

3-3-1 記録エネルギー

記録電流が小さい程、同時に記録するドット数が多くとれ、熱損失が少なくかつ素子回りの耐熱性が低くてよいこと、印加電圧が低い程、電装がコンパクトでかつ安価なこと、記録時間が短い程、高速記録が可能であることから、それらの積である記録エネルギーを低下させることが、最も大きな技術課題であると考え、最初にこれを検討した。

単層タイプインクリボン系

A系ポリマーにカーボンブラックを12%および15%加え、厚さ(l)を8~18 μ に変えて、インクリボンを調製し、(図6)のような $V-I$ 特性をとった。厚さが8 μ 以下では、フィルム強度が弱く、18 μ 以上では記録電圧が200Vを超えるため、厚みを上記範囲にした。図中、斜線で示した領域が記録可能領域であり、この臨界のエネルギー(E_{th})をとると、カーボン量(抵抗)によらず一定で、 l に応じて変化しており、(1)式および(2)式から予想された通り、厚さ l が一定であれば、カーボン量(抵抗)によらず一定のエネルギーで記録されていることがわかる。

また、(図7)に示すように、厚さ l に比例して記録エネルギー E_{th} は増加しており、これは、(2)式でインク転移量 M が l に比例しているためである。

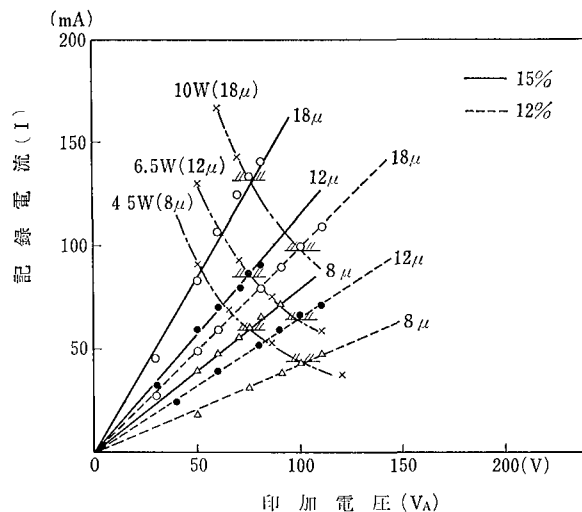


図6 A系単層リボンの $V \sim I$ 特性

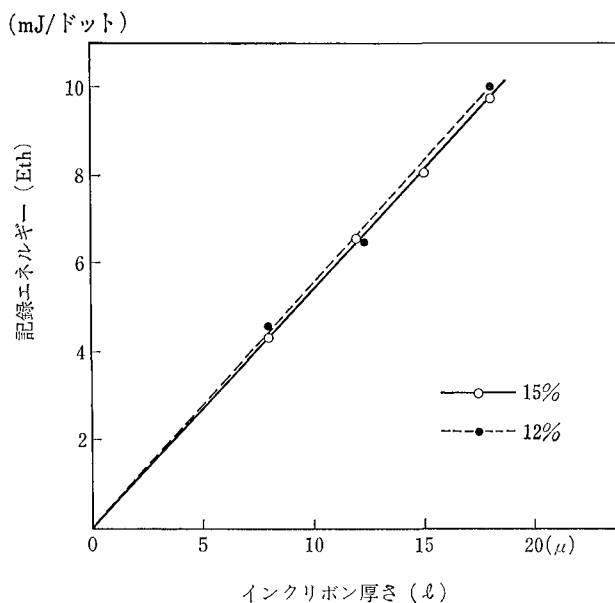


図7 A系単層リボンの $l \sim E$ 特性

表1 単層インクリボンの特性比較
($t = 1 \text{ ms}$, $l = 12 \mu$)

特性 ライン タイプ	カーボン 含有量 %	(抵抗) R_{ef} k Ω	(電圧-電流) $V_A - I$ (V) (mA)	(記 録) エネルギー E_{th} (mJ/ドット)
A	12	1.5	100-65	6.5
B	20	2.5	100-40	4.0
C	10	1.7	100-60	6.0

A系単層リボンの特性をB、C系と合せて(表1)に示す。

B系が最も記録エネルギーが小さいけれども、同じ抵抗 R_{ef} を得るためには、カーボンの含有量が多く必要で、そのためフィルム強度が弱い。C系リボンは、A系

よりは記録エネルギーが若干小さいが、フィルム形成能がやや劣る。

次に、さらに記録エネルギーを低下する検討を行った。高感度化の条件は、(2)式を書きかえると、

$$Q = \frac{1}{k} \cdot C_p \cdot (\rho \cdot S \cdot l) \cdot (T_m - T_r) \dots \dots \dots (2')$$

において、熱効率 k 、比熱 C_p 、比重 ρ 、スタイラス断面面積 S および室温 T_r は、ほぼ一定値とみなすと、

- (1) 厚さ l を小さくする
- (2) 融点 T_m を小さくする

の2点が考えられるが、(1)の厚さ l は、フィルム強度を維持する必要もあり、 $10 \sim 15 \mu$ が限界に近く、(2)の融点 T_m にしても、単層では、フィルム形成能を併せ持つためには、 150°C 位が限度である。

そこで、更に高感度にするために、フィルム形成能はベース層で、高感度化はインク層を低融点物質を用い、厚さ l をうすく形成するタイプの機能分離型インクリボンを設計し検討した。

この2層タイプでの実験は、研究の最終目標値である16本/mm スタイラスを用い、0.5 ms の記録時間で行なった。8本/mm-1 ms と16本/mm-0.5 ms の記録エネルギーの比較を、A系単層リボンのデータで、(表2)に示しておいた。

表2 記録条件差による記録エネルギー (A系単層) (mJ/ドット)

印加時間 \ 記録密度	1.0 ms	0.5 ms
8本/mm	6.5	3.5
16本/mm	3.1	1.5

8本/mm から16本/mm になると、(2)式からは、必要エネルギーは、 $\frac{1}{4}$ になるべきであるが、約 $\frac{1}{2}$ になっている。これは、後述のようにスタイラス面での電流分布が、スタイラス周辺部に集中しているためと考えられる。また、記録時間が10 ms から、0.5 ms になっても、必要エネルギーは変らないはずであるが、約 $\frac{1}{2}$ になっている。これは、(3-3-3)で後述するように、実際の記録が、0.5 ms より短い時間で行なわれているためであると考えられる。

2層タイプインクリボン系

2層タイプインクリボンを設計するにあたり、ベース層の必要条件として、①通電可能であること、②隣の電極と同等位にならないことが必要で、これを同時に満足するには垂直異方導電性でなければならない。これを達成する方法として、メタルをポリマー中に分散ないし配向させたベースが、従来用いられているが、このものは、導電材料が特殊なメタル粉末であるため高価であり、

かつ製造しにくく、不均一分散⁽⁸⁾ないし配向分布^{(9),(10)}させているため、ドット品質も悪く解像力が低いという欠点があった。

そこで我々は、垂直異方性の条件を満たす別の方法として、安価なカーボンブラックをポリマー中に、均一に分散させた均一系でも可能ではないかと考えた。すなわち、(図8)に示すように、均一な層構成でも、ベース層の厚さ (l_B) が、スタイラスの径 (d) や、スタイラスと帰路電極との距離 (D) に較べて小さい値に設計すると、実効抵抗 R は一般に、 $R = \rho_V \cdot L/S$ 、 L : 電極間距離、 S : 電極断面面積 で表わせるので、垂直方向の抵抗 (R_{\downarrow}) と、水平方向の抵抗 (\vec{R}) は、

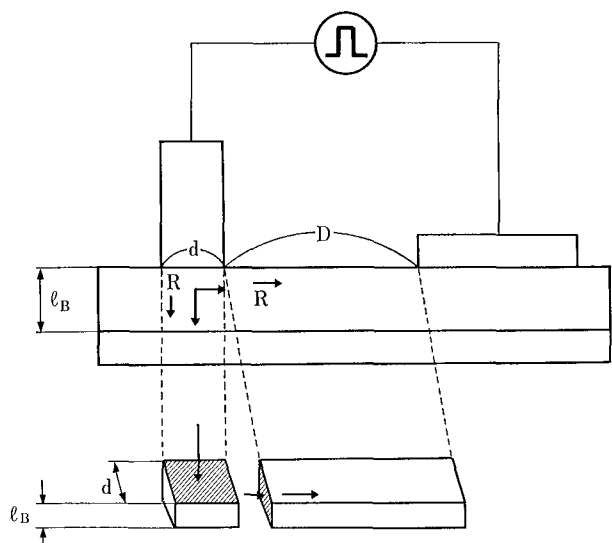
$$R_{\downarrow} = \rho_V \cdot \frac{l_B}{d^2}, \quad \vec{R} = \rho_V \cdot \frac{D}{d \cdot l_B} \dots \dots \dots (3)$$

で与えられ、垂直方向と水平方向との抵抗比(垂直異方定数) K_E は、

$$K_E = \vec{R}/R_{\downarrow} = \frac{d \cdot D}{l_B^2} \dots \dots \dots (4)$$

で与えられ、 K_E は通常、100~1000 の値になるので、均一系ベースでも十分、垂直異方性が生じていることが予想される。この際、通電は、あくまでインク層で行なうように、ベース層の固有抵抗 $\rho_V(B)$ は、通電可能な範囲でインク層の固有抵抗 $\rho_V(I)$ より高く設定した。この構成では、電流は主にインク層を流れるため、(3)式のベース層における水平方向成分 \vec{R} は極めて大きくなり、垂直異方性の効果が得られる。

この不均一分散ベースの垂直異方性モデルは、有限要素法による電界分布計算によって得られた電流分布が、(図9-A)のように、スタイラス直下では、垂直成分が水平成分より非常に大きくなっていることから確かめ



$$R_{\downarrow} = \rho_V \cdot \frac{l_B}{d^2}, \quad \vec{R} = \rho_V \cdot \frac{D}{d \cdot l_B}$$

図8 ベースの垂直異方性モデル

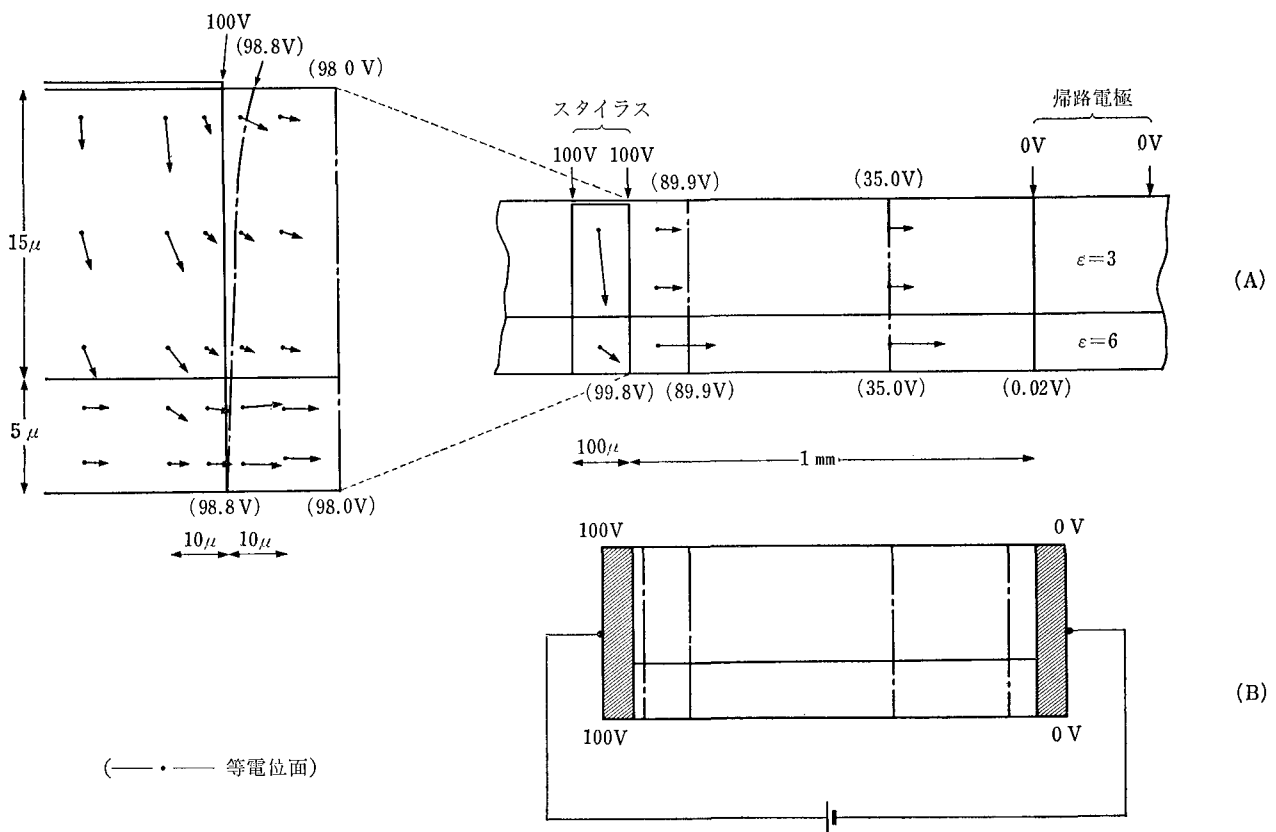


図9 ベースの垂直方向電流分布

られる。また、等電位面の解析から、(図9-B)のように、スタイラス直下部が、あたかも電極の如くなっていることから、垂直方向に重点的に電流が流れることが解かる。これは、実験的には後述の(図11)でインク層の厚さ(l_f)を変化させた時に、単層同様、 $V-I$ 特性の電流値が、厚さに比例していることにより確認される。

(図10)には、インク層内の水平方向の電流密度分布を示す。スタイラス周辺部で最も高い電流密度になっており、(図9)と合せて考えると、スタイラス直下およびその極く周辺部で発熱の大部分が生じていることがうかがわれる。

上記、垂直異方性を実験的に確かめるために、(表3)のような2層タイプインクリボンを試作し、(図9-B)のように垂直異方性が生じていて、ベース層とインク層と並列的に電圧が印加されているかどうかを確かめてみた。その結果、層全体の電流の計算値と実測値が一致しており、ベースの垂直異方性が実験的にも確かめられる。さらに、ベース層の厚さを3水準とり、各層毎に、インク層の厚さ(l_f)を変化させた時の電流値は、(図11)のようになり、 $l_f=0$ の値(ベース単独の値)から同じ傾きで、 l_f とともに記録電流が増加している。このことは、

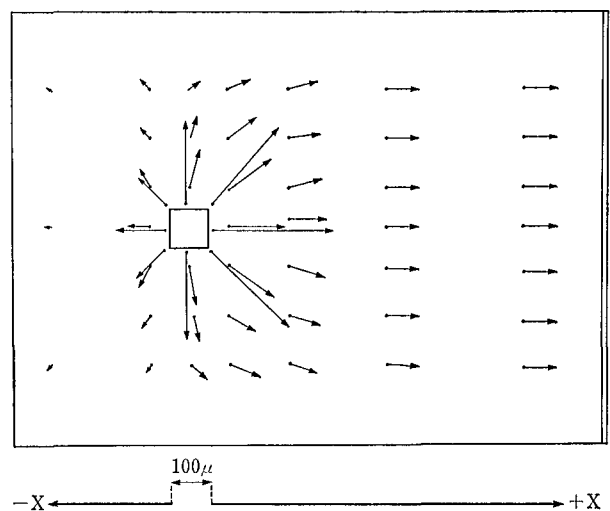


図10 インク層内水平方向の電流密度分布

やはり(図9-B)の垂直異方性が成立していることを裏づけている。

ここで、以上の均一分散系と、従来の不均一系ベースとの電気的特性の比較をすると、銅粉をポリマー中に分散させた不均一系のインクリボンでは、(図12-A)のように50~55Vまでは、ベースは絶縁状態で全く通電さ

表 3 2層インクリボンの層構成と抵抗

層構成	ベース		7 μ		14 μ		
	7 μ	3 μ	7 μ	6 μ	14 μ	3 μ	
	I	R	I	R	I	R	
ベース層	mA 2	k Ω 38	mA 2	k Ω 38	mA 4	k Ω 19	
インク層	4	19	8	9.4	4	19	
全体	計算値	6	12.5	10	7.5	8	9.4
	実測値	6	12.5	11	6.8	9	8.3

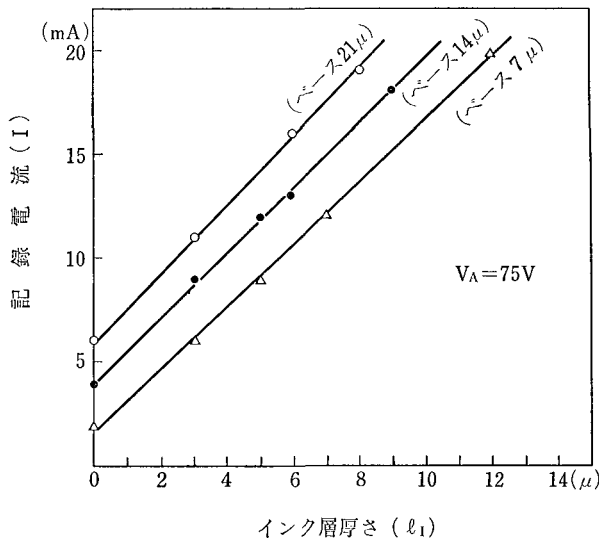


図 11 2層インクリボンの $l_1 \sim I$ 特性

れないが、その後は極めて低抵抗化して直線的に上昇する。これは、ヒゲ状銅粉が不均一分散されており、銅粉間の距離の長い部分が存在し、この部分が導通化するに要する電圧が 50V 内外であると考えられる。一方、カーボンブラックをポリマー中に分散させた系では、(図 12-B) のように、低印加電圧から直線的に電流が増加しており、単一組成物質のオーミック型抵抗体と同様の挙動を示すことから、均一分散系とみなせる。

この均一分散系ベースを有する 2層タイプのインクリボンの $V \sim I$ 特性を(図 13)に示す。インク層の抵抗を、カーボンブラックの添加量を、6%、10%、14%と変化させても、記録開始電力は斜線のように変わらず、インク層の厚さ 5 μ で 0.42W、9 μ で 0.60W とほぼ一定であった。これをインク層厚さ (l_1) と記録エネルギー (E_{in}) に関してプロットすると、(図 14-A) のようになり、ベース層に消費されるエネルギーを補正すると、(図 14-B) のように、1本の直線になる。これによると、インク層 1 μ 当り約 0.02 mJ を必要としており、A

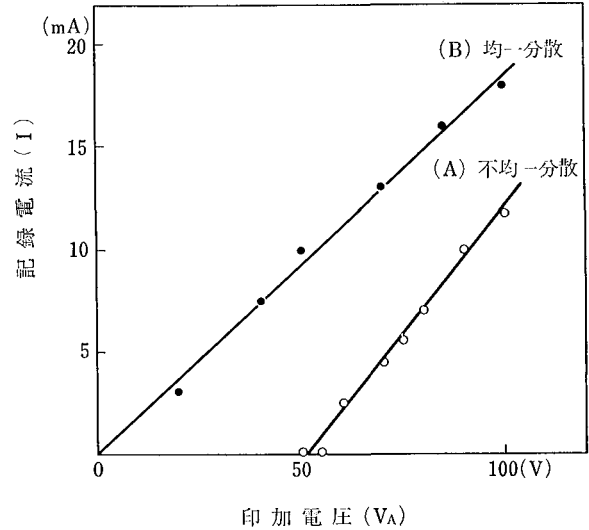


図 12 ベースの均一性と $V \sim I$ 特性

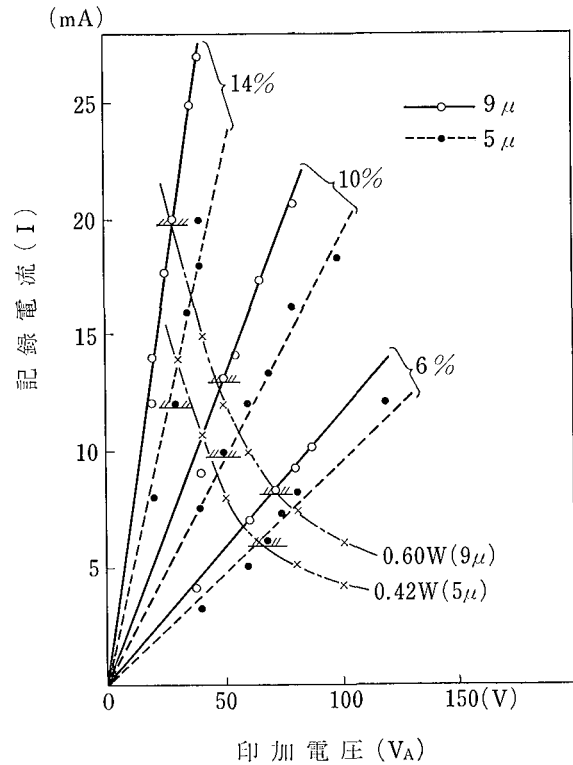


図 13 2層インクリボンの $V \sim I$ 特性

系単層リボンの場合の約 5 分の 1 の値である。これは、インク層の融点が約 70°C と、A系ポリマーの融点 230°C よりかなり小さいことに主に起因している。

3-3-2 解像力

8本/mm および 16本/mm の 2種のマルチスタイルラスを用いて、ドット記録を行なった結果を(図 15)に示す。

異方導電性ベースを用いたS社製インクシートでは、

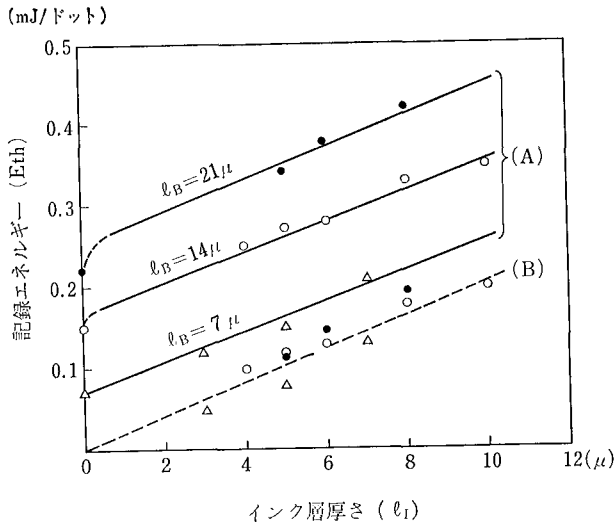


図 14 2層インクリボンの $l_i \sim E$ 特性

8本/mmでもすでにドットとしての形状が悪いが、後述の文字パターン記録(以下、文字パターンは図25参照)においては、一応判読できるレベルの記録ができた。しかし、16本/mmにおいては、ドット記録も極めて不明瞭で、文字パターンも全く判読できなくなる。これは、ベースが不均一分散系であるためである。

B系インクは、8本/mmでは、ほぼ明瞭なドットと

なり、文字パターンも判読可能であるが、16本/mmになるとドットは不定形が目立ち、文字パターン記録では、不明瞭となる。C系インクは、B系より記録エネルギーは大きいけどドット形状が良好で、16本/mmでも十分解像しており、文字パターンも、ほぼ完全に解像されている。これは、C系は、B系に比べ、インク層のカーボンブラックがより均一に分散されているためである。

3-3-3 記録時間

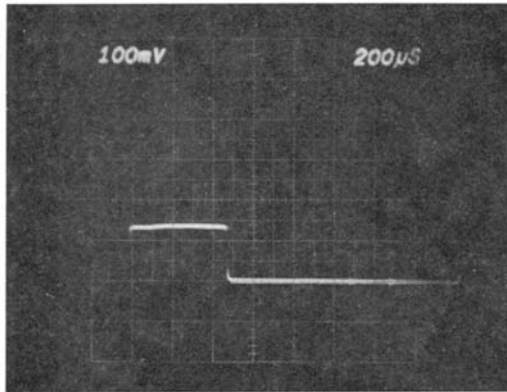
研究当初の目標値として、記録時間を0.5msと設定し以上の実験を行ってきたが、記録時の電流波形が(図16)のように、記録が行なわれないレベルの印加電圧では、(A)の如く矩形波電流であるが、ドット記録ができるレベルの印加電圧になると、(B)の如く、0.05~0.1ms以降急激に電流が低下した波形になることが単層タイプで観測された。この事実から、実際、記録に必要な時間は、0.05~0.1msで十分なのではないかと考え、以下の短時間での実験を行なった。

実験は、16本/mmスタイラスを用い、C系単層タイプおよび2層タイプリボンについて、印加電圧、印加時間(t)を変化した時のドット濃度(D)を測定した。

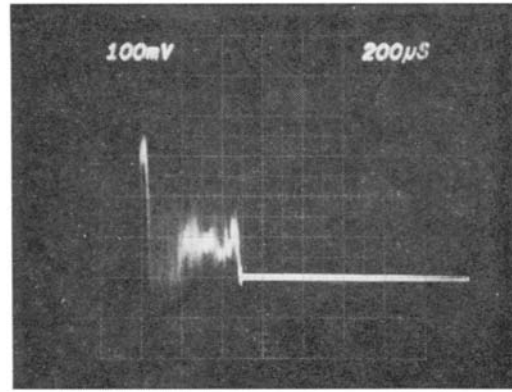
(図-17)に、C系単層タイプの $t \sim D$ 特性を示す。印加電圧200Vでは、まだ濃度の時間依存性があるが、250V印加時には、0.1msで $D=1.2$ 、0.2msで $D=$

リボン 密度	単層 - B系	単層 - C系	S 社 製	2層タイプ
8ドット/mm				
16ドット/mm				

図 15 ドットサンプル



(A) インク非転移時



←→ t_{net}
←→ t_{ap}
(B) インク転移時

図 16 記録時の電流波形

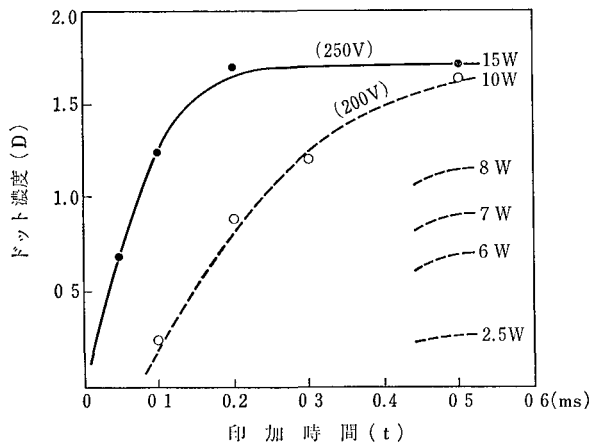


図 17 C系単層リボンの $t \sim D$ 特性

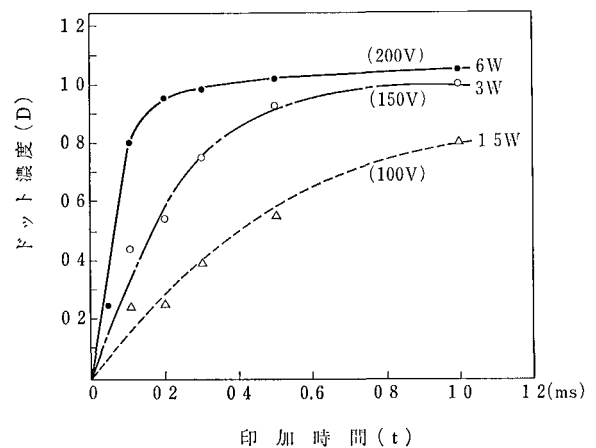


図 18 2層インクリボンの $t \sim D$ 特性

1.7 とほぼ飽和に達しており、それ以上の時間は実際のインク転移には不要であることがわかる。

同様に、2層タイプの $t \sim D$ 特性を(図-18)に示す。単層タイプと同様の傾向で、150 V 印加時には時間依存性があるが、200 V 印加時には 0.2 ms でほぼ飽和濃度に達する。飽和濃度が単層に比べて低いのは、単層ではスタイラス下の層全体が転移するのに比べ、2層タイプでは、インク層の部分転写が生じていること、および、ドットのエッジによる拡散が生じていることのためと考えられる。

(図-17)、(図-18)から、一定濃度(飽和濃度の $1/2$)を得るための必要な各印加時間での記録エネルギー($E_{1/2}$)をプロットすると(図-19)のようになる。単層で 0.1 ms 以上の領域で記録エネルギーが大きく出ているのは(図 16)の正味の記録時間(t_{net})に対して、見掛けの印加時間(t_{ap})を用いているためである。一方、2層においても同様の傾向があるが、単層に比べると、その程度は小さい。すなわち、 t_{net} と t_{ap} の差は小さい。これは、

単層では、 t_{net} でスタイラス下のインクの全層が転移するため導電路が断たれるのに対して、2層では、インクが転移した後でも、ベース層が存在していること、インクの転移も部分転写していることに関係していると考えられる。

3-3-4 階調性

一般に、ドット記録においては、階調性を表現することが容易でないといわれているが、本記録方式での階調再現の可能性を知るために、印加電圧(V_A)～ドット濃度(D)特性を調べてみた。

その結果、単層タイプでは、(図-20)のように立上りが急で、電圧レベルを変化させても、中間濃度を表現できないが、2層タイプでは、(図-21)のように、カーボン量 6% の系では、単層同様立上りが急だが、カーボン量 10% の系では、印加電圧とともに濃度が徐々に変化しており、中間調再現も可能であることが推定される。

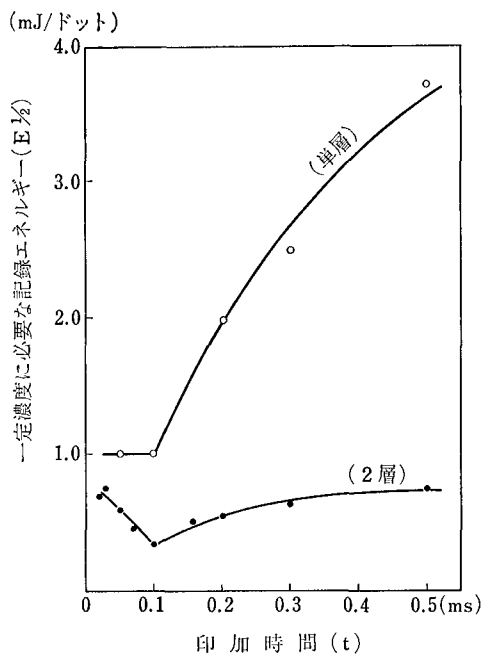


図 19 各印加時間毎の記録エネルギー

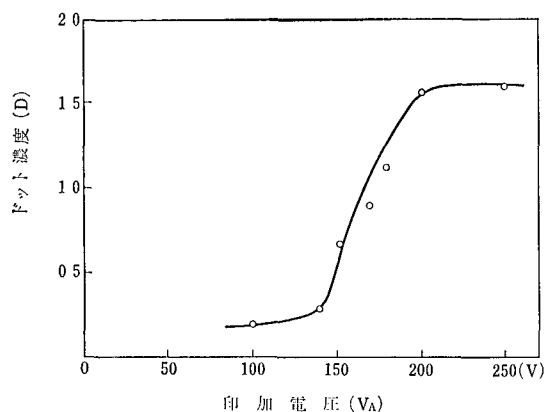


図 20 C系単層リボンの $V_A \sim D$ 特性

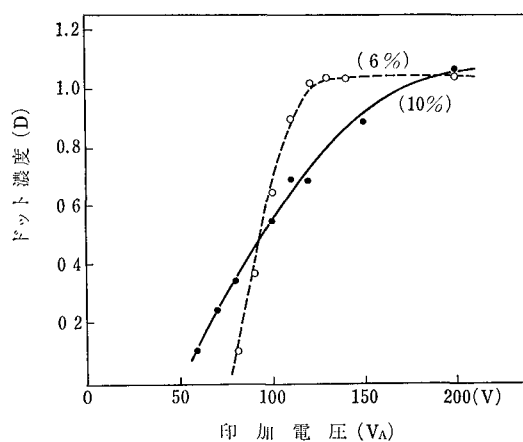


図 21 2層インクリボンの $V_A \sim D$ 特性

4 文字パターン記録

以上は、ドット記録での基本特性把握実験であったが、次に、応用時の品質、問題点を見出すため、文字パターンを記録させてみた。

4-1 記録装置

(図 3) の測定機兼記録装置を用いた。

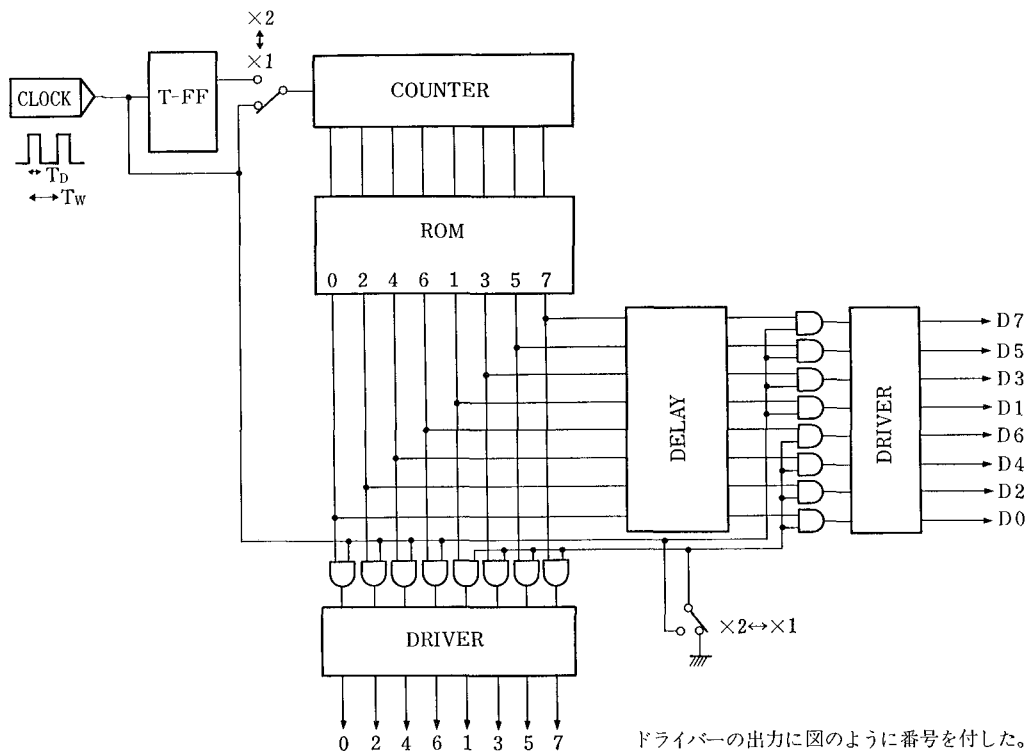


図 22 Character generator ブロック図

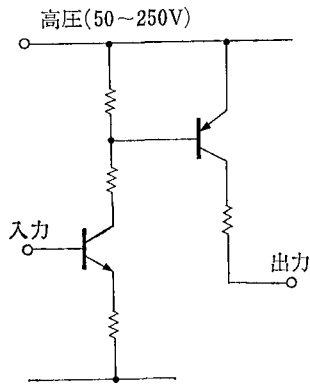


図 23 ドライバー回路

4-2 記録方法

(図 3) の記録装置を使い、これに Character Generator (CG) からの信号電圧を印加し、文字記録を行なった。CGの基本構成を(図-22)に示す。

Character の構成は、7×9ドットマトリックスである。また、マルチスタイラスは、8本/mm、16本/mmの両方を使用した。

ドライバーとしては、(図-23)に示すようなドライバーを考案し、これを用いた。出力側の抵抗は、保護用およびインクリボンの抵抗のバラツキを抑えるために入っている。

本試験では、16本/mmの高密度記録をするので、7×9ドットの文字を書かせると、約0.5mm角の文字となり評価しにくいものとなる。そこで、針と信号を1:1に加えるのではなく(図24-C、D)に示すように、1つの信号を2本1組の針に加え、2回ずつ繰り返して加えることにした。このモードを(×2)モードと呼び、針と信号を1:1に加えるモードを(×1)モードと呼ぶ。(×2)モードは(図24-C、D、E)に示すように、1ドットを4ドットで表現し文字を倍に引き伸ばしたものとなる。

4-3 使用リボン

使用リボンとしては、ドット品質のよい単層インクを主に用い、これまで検討してきたものの中から、B系、C系を使用し、参考として、2層インクリボンの記録も試みた。また、比較として、S社製インクシートでの記録も行なった。

4-4 記録サンプル

上記装置と、上記リボンを用いて記録した結果のサンプルを(図25)に示す。

本サンプルの中では、C系が最も再現性良く、16本/mmで(×1)モードでも、よく再現している。B系は、8本/mmでは文字品質はよいが、16本/mmになると、不鮮明な文字となる。S社製インクシートでは、8本/mmで一応文字判読出来るレベルだが、16本/mm

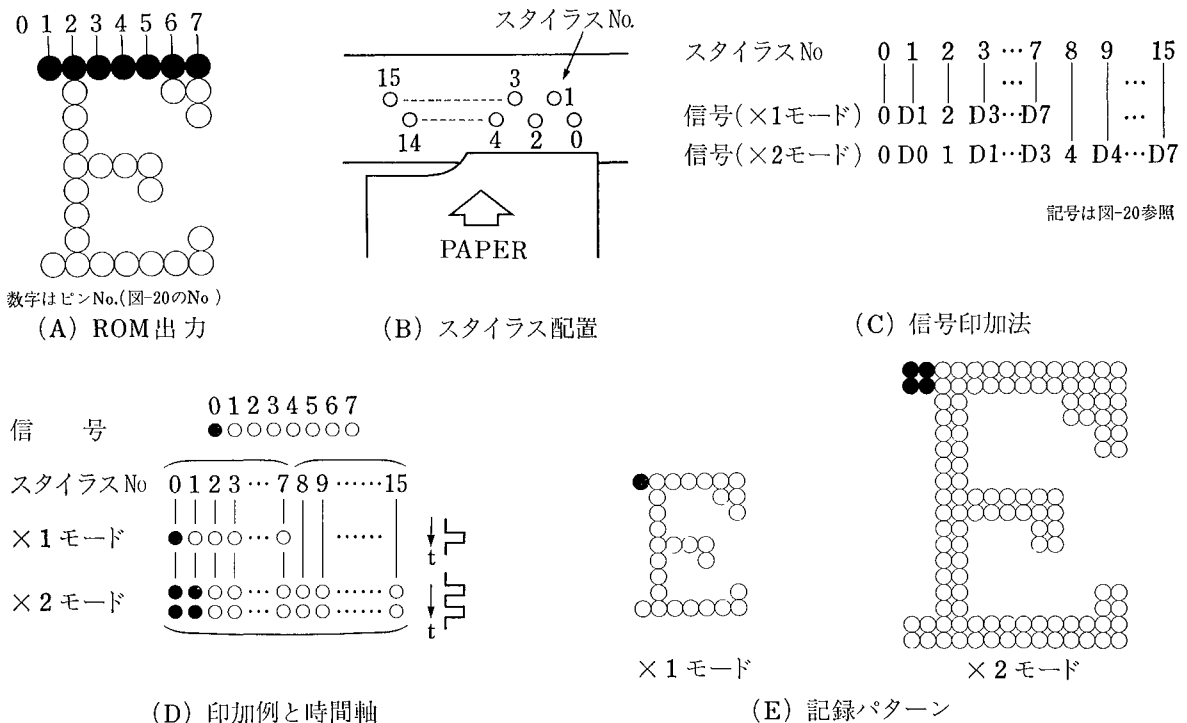
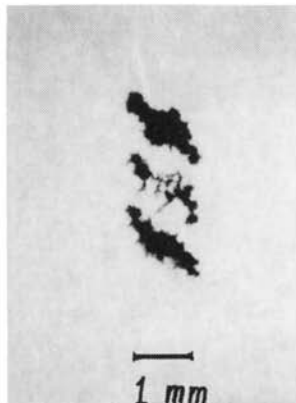
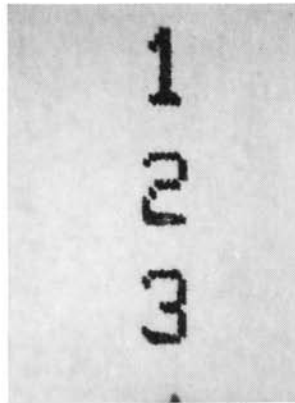


図 24 ×1, ×2モード



単層-B系 (8ドット/mm)

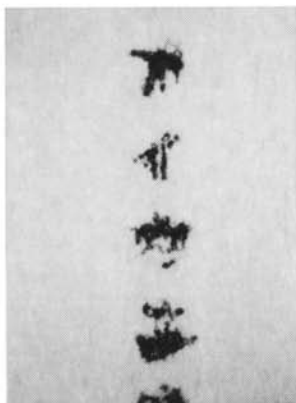


単層-C系 (19ドット/mm)

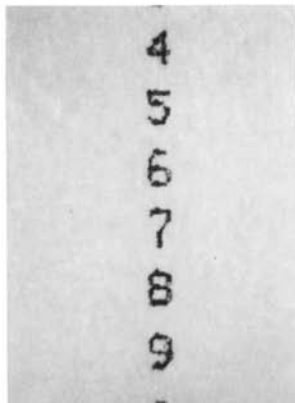


S社製 (8ドット/mm)

(注)
記録モードの記入のないものは、×2モードで記録。



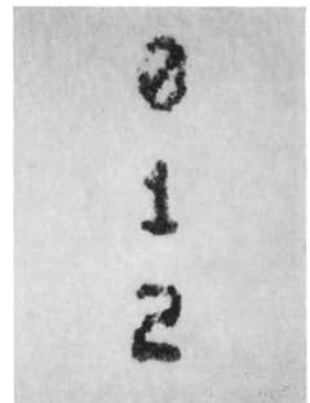
単層-B系 (16ドット/mm)



単層-C系
(16ドット/mm×1モード)



S社製 (16ドット/mm)



2層タイプ (16ドット/mm)

図 25 文字 サンプル

mm では全く判読できない。2層インクリボンでは、16本/mmで、一応判読できるが、やや不鮮明な文字パターンになっている。単層に比べ、2層リボンのドット品質が劣るのは、ニジミがあることに起因していると考えられるが、その他に、ベースという介在物があるための熱拡散も関係している可能性もある。上記、ニジミは、インク層に極めて低い融点をもつ物質を使っているためと推定され、もう少し高い融点をもつ物質に置き換えることにより、ニジミを少なくでき、単層に近いドット品質が実現できると考える。

5 応 用

本方式の普通紙直接記録以外の長所は、高解像・高速・高信頼性・コンパクト・安価などであるが、弱点は、広幅での使用が困難であることである。これは、広幅での均一接触および搬送が、機械的に困難になるためである。これらの長所・欠点を考慮すると、応用として最も適切な機器は、日本語ワードプロセッサであり、次いで、高速タイプの英数文字簡易プリンターである。これだと、幅が10mm程度のリボンを搬送すればよく、接触・搬送共に容易である。しかし、広幅での使用の可能

性もない訳ではなく、成功すればファクシミリへの応用、さらには、低辺層コピーへの応用も可能となろう。

従って、この通電転写記録方式の適用可能な商品機種として、

- ① 日本語ワードプロセッサ (100字/秒)
- ② 簡易プリンター (200文字/秒以上)
- ③ ファクシミリ (10~20秒機)

表 4 各記録方式の性能比較

項目	方式	インク ジェット	熱転写	本方式
ド ット 特 性	(mJ/ドット) 記録エネルギー	—	0.9	0.5
	(ms/ドット) 記録時間	0.03	26	0.2
	ドット品質	●シャープでない ●濃度低い	●濃度ムラ	●濃度ムラ
日 本 語 W P 仕 様	文字パターン	ドット 24×24	ドット 24×24	ドット 32×32
	印字速度 (字/秒)	70	15	100
	解像力 (ドット/mm)	約6	約8	16

④ 低ボリュームコピー (10 cpm 程度)

などが挙げられる。

本方式の基本性能をインクジェット・熱転写方式と比較して (表4) に示す。参考として、日本語ワードプロセッサに適用した時に可能な仕様を併せて示した。他の方式に較べて、印字速度が速く、また高密度記録ができる。

6 おわりに

均一分散系ペースを用いたインクリボンで、マルチスタイラスで駆動する通電転写記録方式によって、16ドット/mm の高密度で、0.2 ms の高速記録ができた。その時の記録エネルギーは、0.3~0.6 mJ/ドットであった。この方式を、日本語ワードプロセッサに適用すれば、32×32ドットで、100字/秒の高速記録の可能性がある。

今後は、2層タイプリボンでのドット品質を向上させること、実際に32×32ドットでの漢字パターンの記録を行ない、記録の均一性を改良すること、および、ドット

品質劣化・スタイラス劣化など信頼性に関する把握を行なうことが、技術課題である。

以上の研究は、16本/mmスタイラスの試作提供をして戴いた生産技術センター、CG回路の図面を提供して戴いた電子技術事業部開発室その他、関連部門の方々の協力の下に、なされたことを付記し、ここに感謝します。

参考文献

- 1) 野田, 印刷雑誌 59 2, (1976)
- 2) T. Yamada et al., 1st International Congress on Advances in Non-Impact Printing Technologies, IV. A6 (1981)
- 3) 徳永他, 電子通信学会, 研究会資料 EMC 75-41 (1976)
- 4) F. Knirsch, 1st International Congress on Advances in Non-Impact Printing Technologies, III. 9 (1981)
- 5) USP 2,713,822
- 6) USP 3,744,611
- 7) 特開昭 56-93585
- 8) 中野他, 画像電子学会第7回全国大会, 予稿-19 (1979)
- 9) フランス特許 2,069,525
- 10) 特公昭 55-12893

実時間MTF補正回路によるボケ画像の修正

Enhancement of Blurred Image by a Real Time MTF Reconstruction Circuit

江尻公一* 前田 護* 関川啓二**
Koichi Ejiri Mamoru Maeda Keiji Sekigawa

要 旨

ファクシミリ等の画像入力装置（スキャナ）によって読取られる画像は、通常空間周波数特性が劣化している。この劣化画像を修復させる（MTF 補正）手段として、コンボリューションフィルタによる信号補正法がある。筆者等は、このフィルタの数値を、誤差最小法によって直接求め、実時間補正回路を製作した。これは注目画素に隣接する4個の画素の濃度信号を用いるデジタルフィルタであり、これを用いることによって顕著な画質補正効果のあるボケ修正画像を得ることができた。

ABSTRACT

An image signal, taken by a facsimile scanner, is often blurred. To restore a sharp image from a blurred one, a convolution filter method is known. We calculated the coefficients of the filter using a minimum error method. The real time filter, which was designed to use four neighbouring pixels around a current pixel, produced a high-quality restored images.

1 はじめに

信号の伝達系の評価に用いられている MTF (Modulation Transfer Function) は、点広がり関数 (Point Spread Function) をフーリエ変換し、その絶対値をとったものとして定義されている⁽¹⁾。MTF 補正とは、伝達系によって劣化した空間周波数特性を復元する操作であり、更に換言すればボケ画像の修復である。

図1は画像信号の流れを模式的に示したものであり、原稿上の画像は光学系、イメージセンサー、によって電気信号に変換され A-D 変換器、コンボリューションフィルタを経て MTF 値が補正された画像信号となる。

MTF 補正の方法は、ここで扱うコンボリューション法の外にも種々の方法が知られているが⁽²⁾、最も一般的には、後述の(2)、(3)式によってフーリエ変換および逆変換を行なう方法がある。この方法は、代数的な変形が自在であり、汎用性に富む反面、ここで扱う 3×3 個のフィルタ演算には 54 回の積と和が必要であり (FFT)⁽⁶⁾、

* 技術本部 応用機器開発部
Application Products Department, Technical Division
** 販売本部 本部長室
Staff Office, Marketing Division

実時間処理するには繁雑過ぎる。このため、筆者等は、(3)式のコンボリューションを利用することにし (演算回数、9回の積・和)、実時間回路によってボケ画像の修復を行なったので報告する。

2 デジタルフィルタの設計

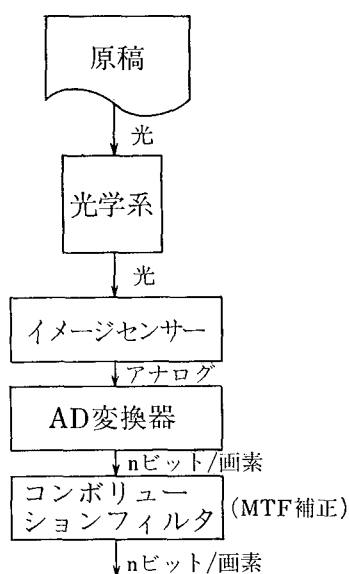


図1 MTF 補正に至るまでの信号の流れ

ファクシミリ等の画素分解型スキャナの MTF 補正は、図1のような処理手順から成る。アナログ濃度信号は A-D 変換器によってビットのデジタル濃度信号 $S(i, j)$ に変換された後、続くコンボリューションフィルタによって MTF の補正された信号 $S'(i, j)$ に作り換えられる。フィルタは以下のような係数 $c(m, n)$ を持つマトリックスで、次の演算を実行する。

$$S(i, j) = S(i-1, j-1) \cdot c(1, 1) + S(i-1, j) \cdot c(1, 2) + \dots + S(i+1, j+1) \cdot c(3, 3)$$

MTF 補正回路を設計するためには、A-D 変換のビット数 n 、フィルタのサイズ M およびフィルタの係数 $c(m, n)$ を求めなければならない。

以下にその手続きを示す。

(1) A-D 変換のビット数

濃度レベルをデジタル表現する場合、そのビット数が、大きい程、微小な濃度変化を表現できる。しかし後段のフィルタのためには、ビット数が小さい程安価で高速の処理が可能となる。

画像の心理評価実験によれば、一般の文書画像（写真含む）の階調は 16 値程度で十分であるという結果が得られている⁷⁾。また、ファクシミリスキャナの濃度を 8 ビットで出力して見ると、均一な濃度と見なされる原稿の白地の部分（図 2 の枠内）でも濃度レベルの不規則な凹凸が見られる。この部分の濃度レベルの標準偏差 σ を画像の濃度振幅 D で正規化すると $\sigma/D \approx 0.04$ である。この値は 16 値（4 ビット）で A-D 変換したときの平均量子化誤差 0.045 とほぼ等しい。以上 2 つの理由から、A-D 変換は 4 ビットが適当であることがわかる。

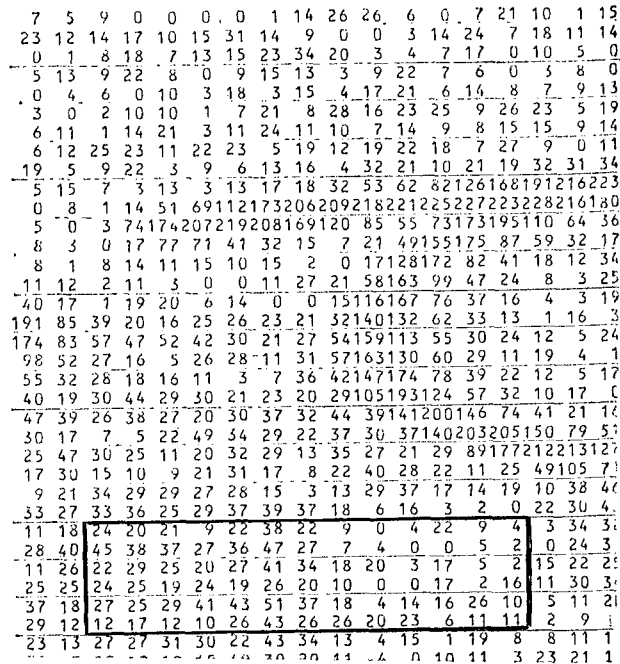


図 2 文書画像の濃度分布（8 ビット/画素）
濃度 80 以上は画像部であり、枠内は地肌濃度分を表わす。

(2) 点広がり関数の測定とフィルタ係数の算出

原画像を $f(i, j)$ 、スキャナの点広がり関数を $h(k, l)$ とおくと、読取られた画像信号 $g(i, j)$ は

$$g(i, j) = \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N h(k, l) \cdot f\left(i - \frac{M}{2} + k, j - \frac{N}{2} + l\right) \dots \dots \dots (1)$$

と表わせる。ここで M, N は点広がり関数の広がり大きさである。一般のスキャナのように、 $h(k, l)$ がほぼ対称である場合、(1)式の両辺をフーリエ変換すると

$$G(m, n) = H(m, n) \cdot F(m, n) \dots \dots \dots (2)$$

であり、従って

$$f(i, j) = F^{-1}\left(\frac{1}{H(m, n)} \cdot G(m, n)\right) = F^{-1}\left(\frac{1}{H}\right) * F^{-1}(G) = c(k, l) * g(i, j) \dots \dots \dots (3)$$

と表わせる。(2)式で G, H, F はそれぞれ関数 g, h, f のフーリエ変換した関数であり、 F^{-1} はフーリエ逆変換演算子、 $*$ はコンボリューション演算子である。すなわち、原信号 f は劣化信号 g にフィルタ $c(k, l)$ をコンボリューション演算すればよい。

点広がり関数 $h(k, l)$ は、1 画素分の黒画像を読取らせることで、直接測定することができる。図 3 (a) は、この方法を複数回適用して平均化し、求めた点広がり関数である。

次に、補正フィルタの係数 $c(k, l)$ を求める。 $c(k, l)$ のフィルタサイズ ((1)式の M, N) は、理論上、無限大であるが、現実には以下のようにして、適当な値を決めることができる。

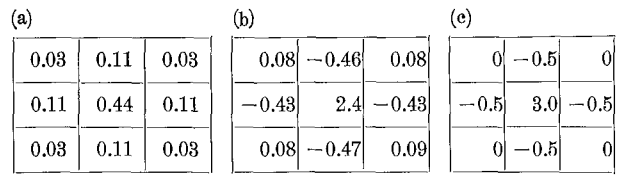


図 3 (a) 点伝達関数 (PSF) の測定値 (画周波数における MTF=0.29)
(b) 誤差最小法による MTF 補正フィルタ (" MTF=1.0)
(c) 形変された MTF 補正フィルタ

補正フィルタ c のフーリエ変換を C 、復元画像のそれ \hat{F} をとおけば、ここで扱うようなノイズの少ない対称的な点広がり関数では

$$\hat{F} = G \cdot C \dots \dots \dots (4)$$

と表わせる⁽⁵⁾。復元誤差 $e_r = (\hat{F} - F)^2$ は、(2), (4)式より、

$$e_r = (\hat{F} - F)^2 = (G \cdot C - F)^2 = F^2 (H \cdot C - 1)^2 \dots \dots \dots (5)$$

となる。 H および F^2 の代表例 (実測値) を図 4 に示す。ところで、 $H \cdot C$ の理想値 (完全復元) は、 3×3 フィルタの場合、図 4 の破線まで補正できるはずであるから、このときの誤差はグラフ (図 4) の斜線部の面積の 2 乗に F^2 を乗じたものになる⁽⁵⁾。図 4 の斜線の占める割合より、本スキャナの補正は、 3×3 フィルタでも、誤差

は十分小さいことがわかる (図4では0.1%以下)。

以上の理由から、補正フィルタのサイズを3×3とし、以下の方法でその係数を算出した。

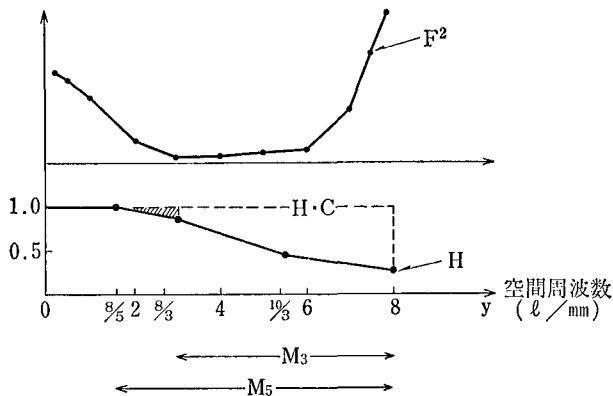


図4 文書画像の空間周波数分布とその補正関係

補正信号を $f(i, j)$ 、フィルタサイズを M, N とおくと

$$\hat{f}(i, j) = \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N c(k, l) \cdot g\left(i - \frac{M}{2} + k, j - \frac{N}{2} + l\right) \quad \dots\dots\dots(6)$$

と表わせる。原信号 $\hat{f}(i, j)$ と補正信号 $f(i, j)$ の誤差が最小であるとき、誤差最小フィルタ $c(k, l)$ が求まる。そのためには

$$e \equiv E[(\hat{f} - f)^2] \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\frac{\partial e}{\partial c(m, n)} = 0 \quad \dots\dots\dots(8)$$

が満たされればよい。ここで $E[\cdot]$ は期待値を表わす。(8)式に(7)、(6)を代入すると

$$\begin{aligned} & \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N c(k, l) E\left[g\left(i - \frac{M}{2} + m, j - \frac{N}{2} + n\right) \right. \\ & \quad \left. \cdot g\left(i - \frac{M}{2} + k, j - \frac{N}{2} + l\right) \right] \\ & = E\left[f(i, j) \cdot g\left(i - \frac{M}{2} + m, j - \frac{N}{2} + n\right) \right] \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(9)$$

が得られる。(9)、(1)式を、任意の画像データ $f(i, j)$ について解けば $c(k, l)$ が求まる。点広がり関数図3(a)に対する補正フィルタ $c(k, l)$ は図3(b)に示す。

(3) フィルタの評価と変形

フィルタの係数の評価として、原画像 $f(i, j)$ と、復元画像 $\hat{f}(i, j) = f(i, j) * h(k, l) * c(m, n)$ の平均誤差 $E[|\hat{f} - f|]$ を測定した。

図5はその結果を示しており、平均復元誤差は1.0%であった。このフィルタによって、画素周期 (8l/mm) における MTF は0.29から1.0に向上している。

ところで、現実の文書画像 (印刷原稿, PPC コピー) は、細い線ほど濃度が低い (図6)。MTF 補正フィル

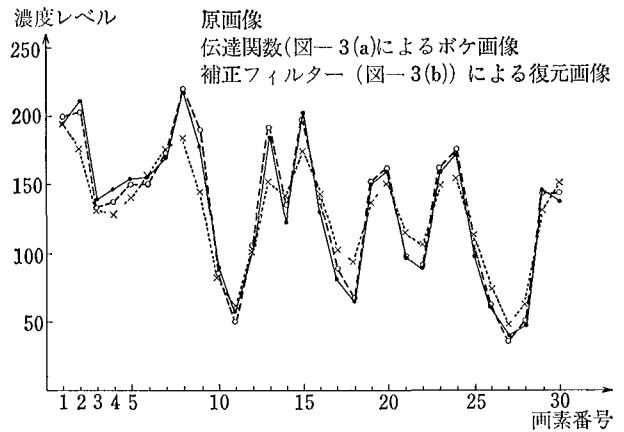


図5 3×3 フィルタによる復元信号と原信号の比較

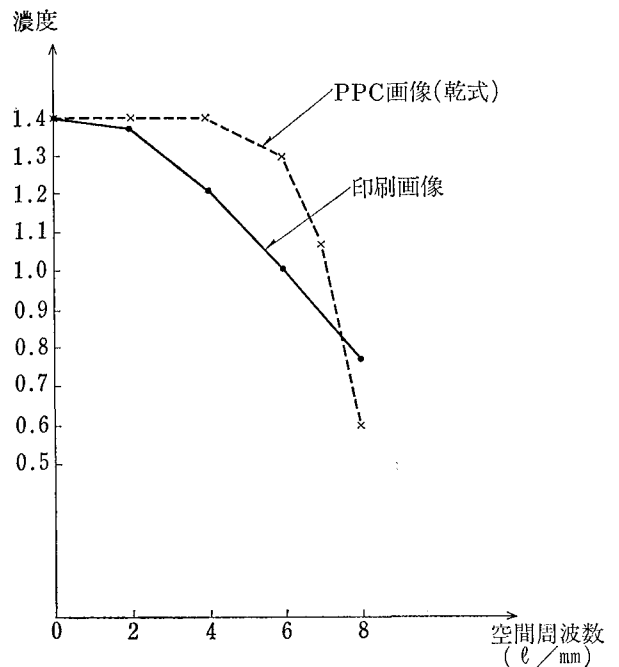


図6 印画画像, PPC 画像の空間周波数特性

タを実装化するに当たっては、図6のような高周波数部分の濃度低下も同時に補正できれば更に望ましい。図7は印刷画像 (明朝体漢字) を3種の補正フィルタで処理した結果を心理評価によって評価したものである。図7より、フィルタ(3)と(4)の差はほとんどないことがわかる。

以上2つの理由から、図3(b)の係数は(c)に変形し、実装化することにした。図3(c)はフィルタに対称性を付加するとともに、斜め方向の小さい係数を無視する事で、演算回路の製作を容易にしている。

表 1 MTF 補正回路の目標仕様

仕様項目	内 容
処理時間	500 ns/画素
MTF 補正計算	3 × 3 マトリクス演算
画素数/ライン	2048 画素
階調	16 値 (φ~15 の整数) 4 bit 白レベルを φ 黒レベルを 15
演算誤差 (ε)	ε < 0.034
ライン同期	ラインシンク信号
フィルター係数	0 -0.5 0
	-0.5 3 -0.5
	0 -0.5 0

3 実時間補正回路の設計

(6)式のコンポリューションを事務機に組込まれたハードウェアで実時間処理することは、従来ほとんど行なわれなかったが、高画像品質のニーズの高まりとともに、最近 3 × 7 のフィルタの製作に関する報告がなされた⁽³⁾。筆者等は、複写機への応用も考慮し、以下の方針で設計した。

- ① 高い信頼性を有し、保守不要であること。
- ② 1画素当りの処理時間を 500 ns 以下とする。
- ③ 汎用の IC を利用する。
- ④ 演算誤差は画質に影響を与えぬこと (地肌の凹凸程度)

(1) 演算処理回路の構成

コンポリューションの演算回路を上記方針で製作するには、効率の良い回路構成が要求される。すなわち、①高い信頼性を保つため、デジタル演算回路とし、②演算回路の高速化のためには、汎用 IC によって演算の並列化、パイプライン化⁽⁴⁾、テーブル化を計り、その結果

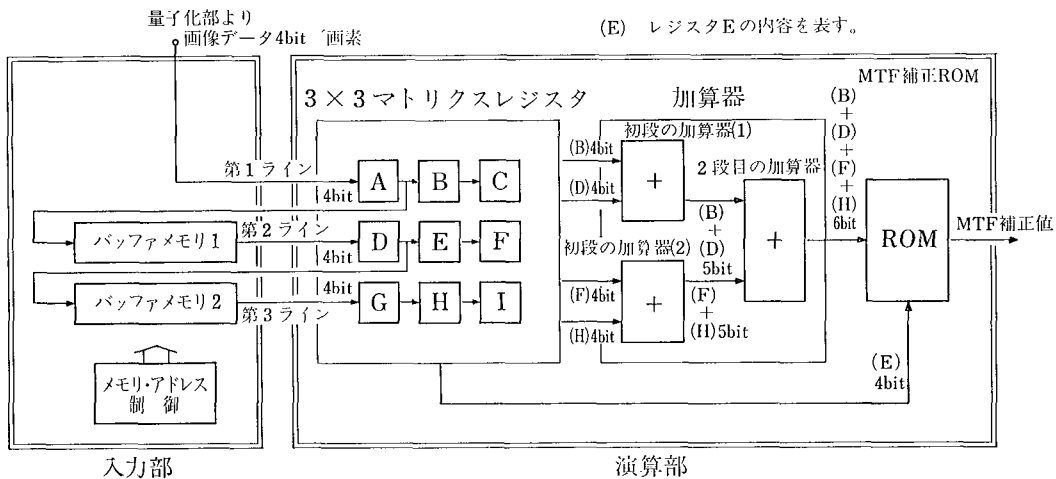


図 8 MTF 補正回路構成

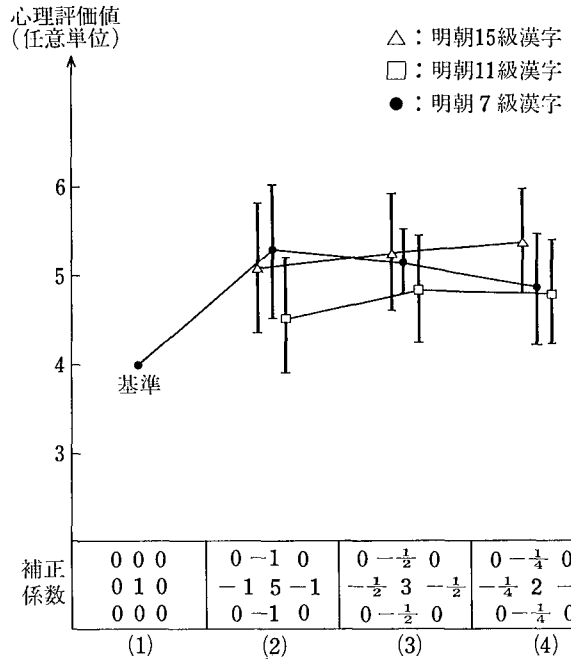


図 7 MTF フィルタの種類と心理評価

として、③演算誤差を一定量 (4%以下……2(1)参照) 以下にする必要がある。

高速演算のために最も有利な方法は、3 × 3 個の参照画素データの入力によるテーブル回路方式であるが、そのためには、4ビット × 5 = 20 ビットの入力と 4 ビットの出力を有する 4 Mビットのテーブルメモリ (ROM) が必要である⁽⁴⁾。これは、現在のところ、ハードウェア化するには容量が大き過ぎるため、次のような簡易化を行なった。

(6)式の $c(m, n)$ が高い対称性を有していることを利用すると

$$f(i, j) = -(g(i-1, j) + g(i, j-1) + g(i, j+1) + g(i+1, j))/2 + 3 \cdot g(i, j) \dots\dots\dots(10)$$

と変形される。この式より、 f を求めるには 4 回の加/

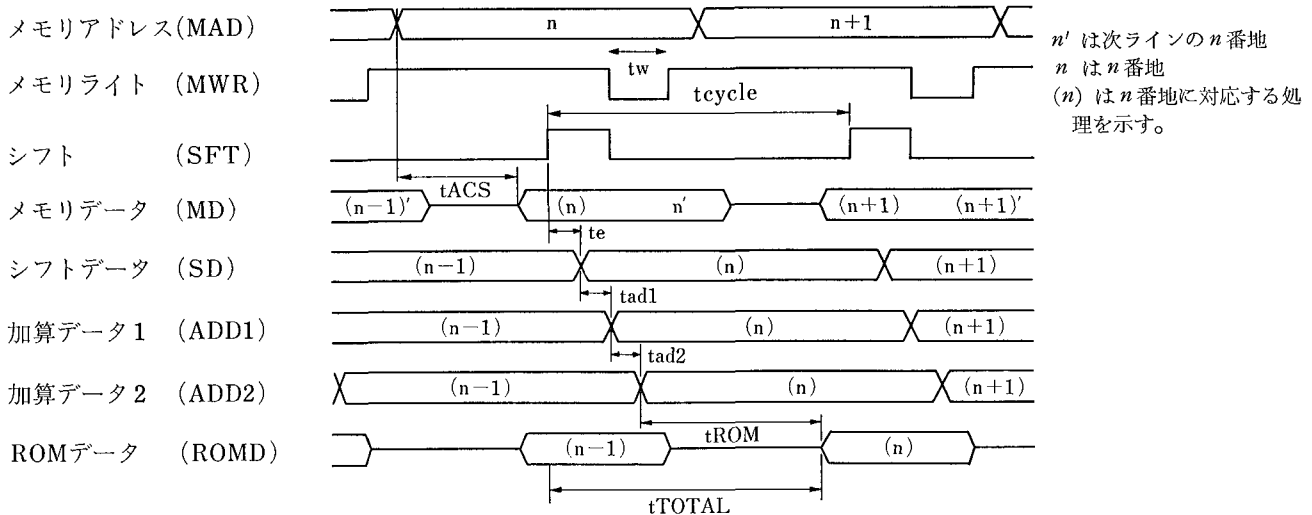


図9 タイムチャート

減算と2回の乗/除算でよい事がわかる。

この内の初めの3回の加減算を加算器で実行し、残りの乗/除算及び加算をテーブル回路 (ROM) で代行させることにして、図8の回路構成を採用した。この回路は、4段階の演算処理ステップの他に、2ライン分の画素のデータをバッファメモリ1~2から取り込むステップより成っている。

図9は各ステップのタイムチャートであり、ADD1, ADD2, ROMD, および SFT はそれぞれ、初段の2つの加算器、2段目の1つの加算器、テーブル回路 ROM 参照、3×3マトリックスレジスタの1サイクルの動作に対応する (図8)。

(2) 演算時間

演算時間演算時間は実装化する素子に支配される。以下にその遅延時間を示す。

マトリックスレジスタ1段分 (t_{cs}) : 17 ns(74 S 374)

4ビット加算器 (t_{add}) : 18 ns(74 S 283)

ROM アクセスタイム (t_{ROM}) : 350 ns(2716-1)

従って、マトリックスレジスタデータを入力してからROMによる変換出力が安定するまでの時間を全遅延時間 (t_{total}) とすると

$$t_{total} = t_e + t_{add} \times 2 + t_{ROM} = 403 \text{ ns} \dots \dots \dots (11)$$

が得られる。

次に上記時間 (t_{total}) 内に、メモリの読出し・書込みをする必要がある。メモリのリード・ライトサイクルに必要な時間: t_M は、日立製 HM6116 P-2 を使用した場合

リード時のアクセスタイム (t_{acs}) : 120 ns

ハイインピーダンスになるまでの時間 (t_{ohz}) : 40 ns

ライトパルス幅 (t_w) : 70 ns

ライト時のデータホールド時間 (t_h) : 5 ns
であるから、全処理時間 t_M は

$$t_M = t_{acs} + t_{ohz} + t_w + t_h = 237 \text{ ns} \dots \dots \dots (12)$$

である。演算時間内に余裕を持って、データの読込みが可能なる事がわかる。すなわち、演算処理時間は計算上403 ns まで短縮可能である。

(3) 演算誤差

図8の回路図に見られるように、4ビットの入力データは、3つの加算器を経た後は、6ビットの信号に変換される。ここまでの演算は誤差を全く含まない。

ところで、MTF 補正後の出力は4ビット (0~15) でよいから、この範囲を越える演算結果の下位 2bit は切捨てることのできる。

$$f_{eff}(i, j) = \begin{cases} 15 & : f(i, j) > 15 \\ f(i, j) & : 15 \geq f(i, j) \geq 0 \\ 0 & : f(i, j) < 0 \end{cases}$$

ここで f(i, j) は切捨てる前の値であり、f(i, j)_{eff} は切捨てる後の値である。この切捨てるによる誤差は

$$-\frac{l}{2} < \epsilon < \frac{l}{2} \dots \dots \dots (13)$$

で表わせる⁽⁴⁾。ただし、l は最下位ビットの値である。誤差 ε を MTF 補正実効値 f_{eff}(i, j) の最大値に対する割合で表わせれば、最大誤差 ε₀ は

$$\begin{aligned} \epsilon_0 &= (l/2) / f_{eff}(i, j) \\ &= \frac{1/2}{15} \\ &= 0.033 \end{aligned}$$

すなわち、最大演算誤差は0.033である。

及喚羊識滿坊路旅揚網懸幕埋豆覆馬桃部坂督米飛乳
 吉官憂問每崩列立余免膜沒撲塗封腦當符伐堂平比內
 偽轄有毛盆梓肋欄猶霧堀暴質郎普認都付漢踏紛搬屆
 棋類棄迷牧錄輪來論廓影防房恋扶尼放品賠塔復伴特
 飢覺妄眠傍露僚諺頰又某褒飽零貧毒慕俠敗唐侮免朋
 忌概盟慢妨劣虞掃目麻縫胞泡累評勤勉微破冬浮薄統
 跟壞矛妹訪戾律營面本俸浪朗零匹膽別被納徒夫媒陶
 館悔漫僕灣隣吏裕娘謀和慶連累原痘並否妊宝描配倒
 感鐵枚帽論頰雷輪密冒廊齡靈糧彼討墳範難募水波怒
 堪歌墨忘老慮躍厄末亡練類翌良藩投舞板德弁美熾斗
 冠華棒報烈略預默摩傲麗綠力留班波富拔童壁疲尿邦
 株花防腕例利遊綿奔話令涼料痢閱法布縛糖兵皮南鋪
 掛屋豐勞臨賴癒名北棲林粒竟酪箱幕派白棟零煩屯漏
 較凹泣裂寮抑役脈剖鍊氣履裏翌拍步浜廐島福判得弊
 垣圍久鈴了陽門抹乏曆隆那乱樣壳片票霸灯武髮動丙
 懷悅菊淚柳幼茂磨峰礼覽窳踊洋柄柄鼻能途婦麥稻粉
 海宮宜療里雄命翻附厘裸容要融農投悲忍抱父買塔輻
 介字期兩絡唯妙木漏陵養与幽勇寧渡批二慕猫排凍譜
 箇印起流浴約万紡炉硫庸悠由躍武法繁曇便表派刀赴
 菓慰希理溶紋魔忙歷陸子油耗盲独暮版驚癩備惱吐不
 佳威岩落用模凡砲冷濫郵猛鳴銘銅步罰道併秘任率病
 億安還欲誘明朴惑倫羅愉減無務關片伯頭噴妃軟母百
 央急幹腰友民望六量墟夜夢味未透憤蠶湯腹頰脈編尾

(a) 未処理画像

及喚羊識滿坊路旅揚網懸幕埋豆覆馬桃部坂督米飛乳
 吉官憂問每崩列立余免膜沒撲塗封腦當符伐堂平比內
 偽轄有毛盆梓肋欄猶霧堀暴質郎普認都付漢踏紛搬屆
 棋類棄迷牧錄輪來論廓影防房恋扶尼放品賠塔復伴特
 飢覺妄眠傍露僚諺頰又某褒飽零貧毒慕俠敗唐侮免朋
 忌概盟慢妨劣虞掃目麻縫胞泡累評勤勉微破冬浮薄統
 跟壞矛妹訪戾律營面本俸浪朗零匹膽別被納徒夫媒陶
 館悔漫僕灣隣吏裕娘謀和慶連累原痘並否妊宝描配倒
 感鐵枚帽論頰雷輪密冒廊齡靈糧彼討墳範難募水波怒
 堪歌墨忘老慮躍厄末亡練類翌良藩投舞板德弁美熾斗
 冠華棒報烈略預默摩傲麗綠力留班波富拔童壁疲尿邦
 株花防腕例利遊綿奔話令涼料痢閱法布縛糖兵皮南鋪
 掛屋豐勞臨賴癒名北棲林粒竟酪箱幕派白棟零煩屯漏
 較凹泣裂寮抑役脈剖鍊氣履裏翌拍步浜廐島福判得弊
 垣圍久鈴了陽門抹乏曆隆那乱樣壳片票霸灯武髮動丙
 懷悅菊淚柳幼茂磨峰礼覽窳踊洋柄柄鼻能途婦麥稻粉
 海宮宜療里雄命翻附厘裸容要融農投悲忍抱父買塔輻
 介字期兩絡唯妙木漏陵養与幽勇寧渡批二慕猫排凍譜
 箇印起流浴約万紡炉硫庸悠由躍武法繁曇便表派刀赴
 菓慰希理溶紋魔忙歷陸子油耗盲独暮版驚癩備惱吐不
 佳威岩落用模凡砲冷濫郵猛鳴銘銅步罰道併秘任率病
 億安還欲誘明朴惑倫羅愉減無務關片伯頭噴妃軟母百
 央急幹腰友民望六量墟夜夢味未透憤蠶湯腹頰脈編尾

(b) 処理画像

図 10 漢字パターン

5 おわりに

スキャナの MTF を向上させ、高品質の画像を得るためには、ファクシミリのスキャナ程度では 3×3 のコンボリューションフィルタで十分実用的である。特に文書画像が対象の場合、低周波数成分は、主として地肌信号があるため実用上重要性は少ない。従って、文書画像を処理する場合には、ここで試作したフィルタは広い応用が可能である。また、フィルタの係数は、(9)式によって安定に算出されることが経験的にわかった。

次に処理回数の素子の変更により演算を更に高速化する事は容易に実施可能である。ROM を EPROM, PROM で置換し、バッファメモリを高速応答化することで 100 ns/画素を達成できることがわかった。

また、本回路はデジタル化してあるため、通常の事務所の環境での誤動作は観察されなかった。

図 10 (a)(b) はそれぞれ、本処理装置による未処理画像と処理画像の拡大写真であり、処理画像(b)は明らかなボケ修復効果が認められる。これは図 7 の心理評価実験によって、裏付けられている。本処理装置による種々の画像の処理結果によると、文字画像だけでなく、写真画像にも顕著な画質改善効果を示すことが確認された。

なお、MTF 補正フィルターは、高周波数部を強調するため、事前に十分な地肌除去を行なう事が必要である事は言うまでもない。

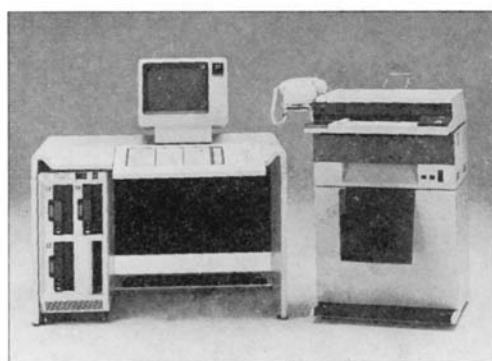
謝辞 本研究の遂行に当り、画像の作成等の実験を支援して下さった、旧電子技術部の皆様に感謝致します。

参考文献

- 1) A. Rosenfeld, A. C. Kak., "Digital Picture Processing" Academic Press (1976)
- 2) T. S. Huang, "Picture Processing and Digital Fitting Topics in Applied Physics" Springer-Verlag (New York) (1975)
- 3) 佐藤洋一, 渡辺考次郎, 富田靖治, "画像処理の二方法", 画像電子学会全国大会 (1981)
- 4) Kai, Hwang "コンピュータの高速演算方式" 近代科学社 (1980)
- 5) 加藤綱一 (早大) Private Communications (1981)
- 6) 宮川洋, 他, "デジタル信号処理" 電子通信学会 (昭 53)
- 7) 上野裕, 他 "ディザ法を用いた中間調ファクシミリの高効率符号化法" 画像電子学会予稿 80-03-7, 49 (1980)

製品技術解説

PRODUCTS EXPLANATION



日本語ワードプロセッサ リポート600

Japanese Text Word Processor RИPORT 600

八木芳夫* 肥田和久*
Yoshio Yagi Kazuhisa Hida

要 旨

リポート 600 は、多くの特長を備えた日本文ワードプロセッサの高級機である。その主な特長は次の通りである。

- ① 日立・リコー統一入力方式である高速 2 ストローク入力と全文字配列タブレット入力の併用。
- ② 完全な G 3 ファクシミリ機能。
- ③ 明朝体、ゴシック体 2 書体の 32×32 フォント。
- ④ CRT によるメニュー選択式のオペレーション・ガイダンスの採用であり、オフィス・コンピュータと同じコンポ構成のハードウェア方式。

ABSTRACT

RICOH RИPORT 600 is the high performance Japanese word processor which provides following useful capabilities.

- ① High speed 2-stroke or convenient full character tablet input method, agreed upon as a standard by Hitachi and Ricoh.
- ② Complete G3 facsimile compatibility.
- ③ Fine 32×32 font, of both Ming and Gothic style.
- ④ Easy operation with the interactive guidance on CRT.

1 はじめに

日本語ワードプロセッサは数万にも及ぶ文字種の入出力の難しさのため、欧米のそれに比べ立遅れていた。しかしながら、半導体とりわけメモリーの目まぐるしい進歩により、近年各社より多数の商品が出され、オフィスオートメーションの中核として脚光を浴びるようになった。

日本語ワードプロセッサの市場は昭和 55 年度で 50 億円程度と小さいが、今後 5 年間で 10 倍の伸びが見込まれておりこれによせる期待は大きい。

リコーでは 2 年前に日本語ワードプロセッサ TX-620 を開発し、2 ストローク入力法による高速入力を実証し、

またファクシミリをプリンタとして使用した。

600 はこうした TX-620 の特長を生かし、さらに発展させたものである。入力については、専任者向の 2 ストローク入力方式と誰でも使用可能なタブレット方式の両方を用意した。入力方式については各社まちまちで、ユーザから統一化の要望が強かった。この点を考慮し、RИPORT 600 では(株)日立製作所と 2 ストロークのニーモニックコード、文字種、外字入力方式、KEY 配列及び盤面文字配列を統一し、ユーザの要求に応えた。出力については、ファクシミリと結合し、プリンタ機能の他にメッセージ通信機能を具備した。

2 システムの特徴

本機は市場要求の多様化に対処する事を目的として製品化したものであり、その特徴は以下の通りである。

* 電子技術事業部 データシステム部
Data System Department, Electronics Technology Division

2-1 入力装置

専任、非専任オペレータいずれに対しても対応できる様に、2種類の入力装置を用意した。

(1) A/N (アルファニューメリック) キーボード

当社で開発された2ストローク方式をJIS標準キーボードに適用して製品化したものであり、専任オペレータによる高速入力(和文タイプの約4倍)が可能である。

(2) 全文字配列(タブレット)キーボード

盤面上に配列された基本文字(2,558文字)をペンタッチで入力するものであり、非専任オペレータによる簡単な操作が可能であり、高頻度の文字が手前に配列してあるのが特徴である。

2-2 出力装置

文書印刷の用途に応じて、2種類の出力装置が接続できる。

(1) 静電式ノンインパクトプリンタ(FPR)

当社ファクシミリで使用されている静電式ノンインパクトプリンタを採用しており、高速印字(30秒/A4)、高印字品質(32×32ドット)が可能である。

パターンは、明朝体、ゴシック体の2種類を標準で用意している。又、後述するファクシミリ機能も搭載している。

(2) ドットインパクトプリンタ(DPR)

当社RICOMシリーズで使用されている漢字プリンタを採用しており、普通紙への印字(24×24ドット)が可能である。

2-3 複合機能

FPRは、ワードプロセッサ用プリンタと同時に、ファクシミリとしても使用できる。

(1) 単独ファクシミリ機能

FPR単独でファクシミリとして使用可能である。操作、仕様は当社ファクシミリ(4300シリーズ)と同じである。

(2) 連動ファクシミリ機能

ワードプロセッサと連動して、文書を高印字品質のまま、直接遠隔地へ送信することが可能である。

2-4 メニュー操作

専任、非専任いずれのオペレータに対しても操作を容易にするため、操作はすべてメニュー方式を採用した。オペレータが要求する機能は、メニュー形式で表示される。(表1参照)

表1 編集メニュー例

1. 編集終了	2. 頁呼出し
---------	---------

3 システム構成

本システムでは入出力デバイスの多様性を考慮し、各

デバイスはコンポーネント化され、リコーシリアルインターフェイスにより結合される。同軸コネクタ1本の脱着によりユーザレベルで簡単に入出力に関して以下の4種類の組合せが可能である。

標準部: CPU/FDD+漢字CRT

組合せ部: (1) A/N KEY+ファクスプリンタ

(2) A/N KEY+ドットプリンタ

(3) タブレット+ファクスプリンタ

(4) タブレット+ドットプリンタ

各コンポーネントの主仕様は以下の通りである。

3-1 CPU/FDD コンポ

内部記憶容量: RAM=160KB, ROM=2KB

両面倍密度フロッピーディスク×3台

1台: OS及び外字パターンファイル

2台: テキストファイル及びユーティリティファイル

3-2 漢字 CRT コンポ

14"

漢字40桁×24行

24×24ドット, 明朝体

文字2,048文字 RAM内蔵

3-3 A/N KEY コンポ

2ストローク方式

JIS・カナ標準キーボード配列

3種類の入力モード ① タイプライタモード

② 2ストロークモード

③ JIS区点入力モード

3-4 タブレットコンポ

全文字配列方式

盤面内文字: 2,558文字

ファンクションキー: 45キー

外字入力エリア: 100字(専用エリア)

104字(文字キー併用)

JIS区点入力

3-5 ファクシミリプリンタ

3種類のモード: ① プリンタモード

② メッセージ通信モード

③ オフライン(ファクシミリモード)

静電ノンインパクトプリンタ方式

32×32ドット, 文字寸法4mm×4mm

明朝体及びゴシック体

3-6 ドットインパクトプリンタ

24×24ドット, 明朝体

文字寸法: 3.88×3.53mm

35字/秒

4 機能

4-1 画面及び印刷レイアウト

画面及び印刷レイアウトを図1に示す。

(1) ステータス行 (画面)

実行作業名、文書名、用紙サイズ、全角/半角モード、頁番号、カーソル位置の行番号/1ページの総行数、カーソル位置の行間隔 (改行ピッチ) が表示される。

(2) スケール行 (画面)

カーソルのある行の、左右マージン (←→)、タブセット (▼), 文字位置スケール (・) が表示される。

(3) メッセージ行 (画面)

エラー及び警告メッセージが高輝度で表示される。

(4) メニュー行 (画面)

編集に必要な各種メニュー、ガイダンスが表示される。

(5) 頭書き行 (印刷)

各ページに設定された頭書き (ヘッダー) が印刷される。行中の印字位置も自由に指定できる。

(6) 脚書き行 (印刷)

各ページに設定された脚書き (フッター) が印刷される。行中の印字位置も自由に指定できる。

(7) 頁番号行 (印刷)

各ページの頁番号が印刷される。

(8) 文書行 (画面, 印刷)

作成された文書が表示, 印刷される。

画面では垂直スクロールにより、ページ内の20行が部分表示される。

4-2 画面編集機能

画面上で編集される機能を表2に示す。機能によりファンクションキーで指定されるものとメニューキーにより指定されるものに分かれる。

表2 画面編集機能一覧

(1)	用紙サイズ指定
(2)	全角/半角指定
(3)	訂正, 挿入, 削除
(4)	インデント (行頭ぞろえ)
(5)	両端ぞろえ
(6)	右寄せ (右端ぞろえ)
(7)	中央ぞろえ (センタリング)
(8)	デシマルタブ
(9)	罫線指定 (縦罫線, 横罫線)
(10)	マージン, タブセット指定
(11)	行間隔指定 (改行ピッチ)
(12)	頁番号指定
(13)	頭書き, 脚書き指定
(14)	禁則処理
(15)	改頁, 章替え指定
(16)	ワードサーチ (文字列サーチ)
(17)	グローバルリプレース (文字列置き換え)
(18)	文字列移動, 転写
(19)	指定頁呼出し
(20)	定型句呼出し

4-3 印刷編集機能

印刷時の編集機能を表3に示す。ただし、縦書印刷の場合、頁番号の印刷はない。

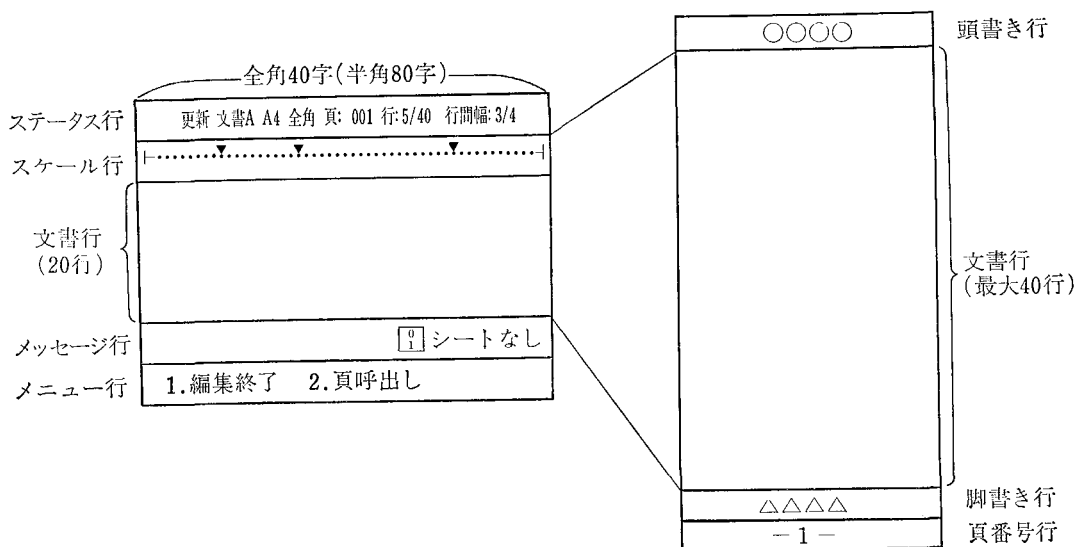


図1 画面及び印刷レイアウト

表 3 印刷編集機能一覧

(1) 横書き印刷
(2) 縦書き印刷
(3) 袋とじ印刷 (DPRのみ)
(4) FAX送信 (FPRのみ)

4-4 ファイル編集機能

ファイル単位での編集機能を表 4 に示す。
主として文書単位の合成処理を行なう。

表 4 ファイル編集機能一覧

(1) 主文書と副文書の差込み(スイッチインスタレーション)
(2) 主文書と副文書の合成 (オートサーチ)
(3) 文書分割
(4) 文書マージ
(5) 文書抽出

4-5 その他補助機能

その他の補助機能を表 5 に示す。
主として、ユーザで作成されたファイルの保守を行なう。

表 5 補助機能一覧

(1) 文書登録台帳保守 (台帳閲覧, 印刷, 削除, 更新)
(2) 定型句登録保守 (登録, 更新, 削除, 印刷)
(3) ユーザ外字登録保守 (登録, 更新, 削除, 閲覧, 印刷)
(4) 文書ファイルコピー
(5) 文書ファイル初期化

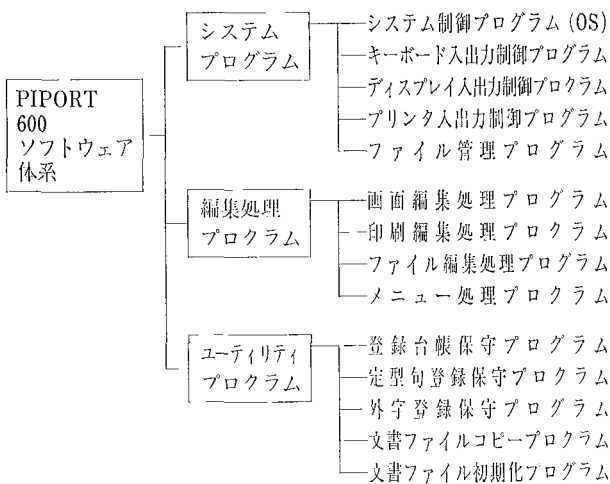


図 2 ソフトウェア体系

5 ソフトウェア構成

5-1 ソフトウェア体系

本システムのソフトウェア体系を図 2 に示す。

(1) システムプログラム

システムの核となる部分であり、OS (オペレーティングシステム), 及び各入出力装置の論理的な制御を行なう。

(2) 編集処理プログラム

各入出力制御からの編集情報を解釈し、画面・印刷・ファイルの編集処理及び操作に対応した各種メニューの制御を行なう。

(3) コーティリティプログラム

基本編集処理以外の機能をサポートするものであり、各ユーザで登録された文書、定型句、外字の保守及び文書ファイルのコピー、イニシャライズを行なう。

5-2 タスク構成

本システムでは図 3 で示される機能的に独立した 3 つのタスクを構成し、機能分散をはかった。

(1) MAIN タスク

キーボード、ディスプレイの入出力制御、画面編集、ファイル編集及びメニュー処理を行なう。

(2) FILE 管理タスク

文書ファイル、外字ファイル、定型句ファイル等、システムで処理する全ファイルの管理を行なう。

(3) PRINT タスク

印刷編集及びプリンタの入出力制御を行なう。

各タスク間での要求、応答は、システムコマンドを受け渡すことで制御される。

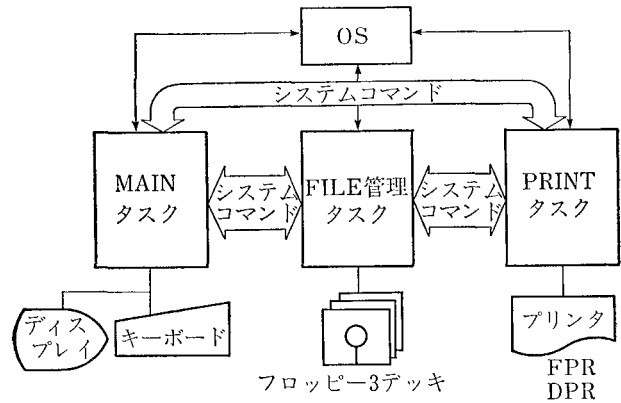


図 3 タスク構成

5-3 内字・外字処理

本システムは、24×24 (72 バイト), 32×32 (128 バイト) の両パターンを装備するため、その容量は極めて大きい。従って、処理効率とファイル容量を考慮して、システム内字 (IPL 時にロードメモリ上に常駐) 1,760 字とシステム外字 (必要な都度、ファイルより転送) 3,250 字の計 5,010 字を標準装備とした。

5,010 文字は、JIS 第 2 水準内で使用頻度の高い上位文字を抽出した。

又、ユーザ独自の特殊文字・マーク等の要求に対しては、ユーザ外字として204文字分を確保し、コーティリティによる自由なパターンの登録を可能とした。

システム及びユーザ外字ファイルのレコード形式を図4に示す。

5-4 文書ファイル処理

文書ファイルは、図5で示される構成である。各ファイルはポインタで連結されており、ページ単位でのアクセスを基本としている。

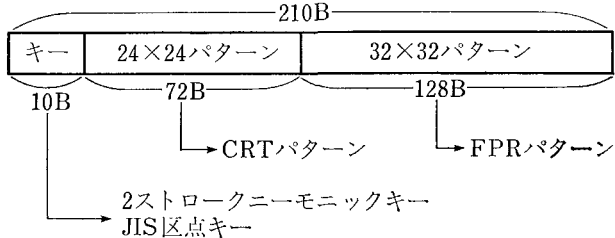


図4 外字ファイルレコード形式

(1) 登録台帳ファイル

ユーザで作成、登録された文書情報が格納されており、最大255文書まで登録可能である。

(2) PAGE インデックスファイル

PAGE インデックスは最大448ページまで登録でき、台帳ファイルとTEXTファイルを連結している。

本ファイルを独立させ、ページの一括管理を行なうことにより、各文書ファイルのページ単位の呼出し、ページの挿入・削除を可能とした。又、文書データをページ管理より分離させることで、処理の簡素化をはかった。

(3) TEXT ファイル

TEXT ファイルは512バイト単位のブロックで構成されており、論理的な1ページがポインタで連結されている。

1ページはブロック単位で可変であり、挿入、削除によるページ容量の増減に従いブロックの獲得、解放を行なう。メディアは両面倍密度を使用し、A4(1,000文字換算)で400ページ相当まで登録可能である。

図6で示す様に、文書データはページに従属するレイアウト情報(罫線、タブマージン、頁番号、頭書き・脚書き情報等)とページとは独立な文書情報(文字データ、アンダーライン情報等)とを分離し、各情報を独立にアクセスできることとした。

以上の構成により、ページ単位のアクセス、ページ間でのデータの流れ込み、ページの挿入、削除等に対処した。

6 ハードウェア構成

構成を図7に示したが、RICOH 2000シリーズと同じ構成である。ここでは、ハードウェアの特長であるファ

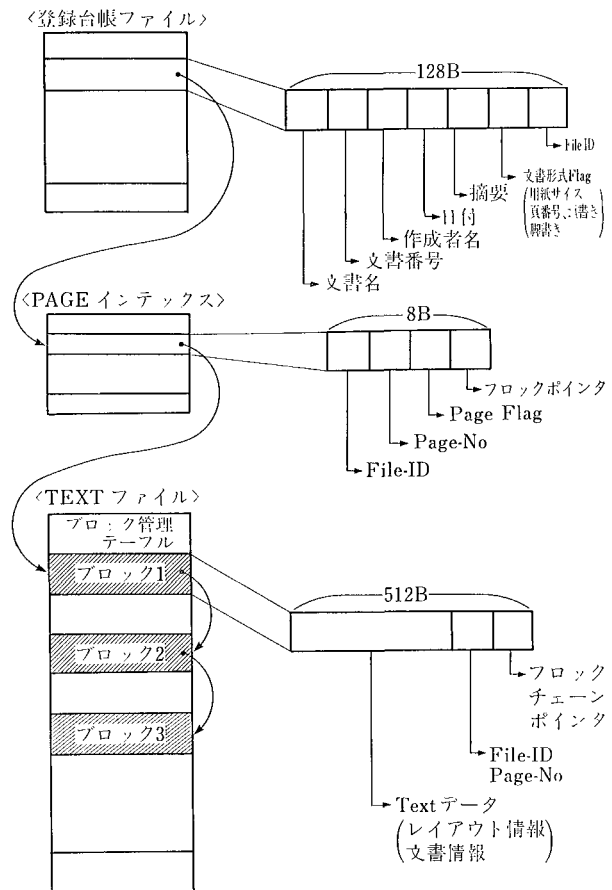


図5 文書ファイル構成

クシミリインタフェースについてのみ説明し、その他は省略するので文献[1],[2]を参照されたい。

6-1 構成及び機能

RIPORT 600 本体部と高速ファクシミリ・リファックス4300シリーズとをそれぞれインタフェースを介して結合される(図8)。

ファクシミリインタフェースでは本体部より1頁分のデータを受信すると、A4判にデータを編集し、画像信号に変換しファクシミリに出力する。ファクシミリ側ではこの画像データをラインバッファ(1728ドットのダブルバッファ)に交互にストアする。印刷の場合はここから32ライン分のR/Wバッファに転送し、32ラインデータが揃ったところで印刷を実行する。また送信の場合はラインバッファよりデータコンプレッションを実行した後、変復調回路を介して送信を行なう。

ファクシミリには次の3つの機能がある。

(1) プリンタモード

ビデオ形式でファクシミリにデータを転送し、印刷を行う。

(2) メッセージ通信モード

ビデオ形式でファクシミリにデータを転送し、通信(送信のみ)を行う。

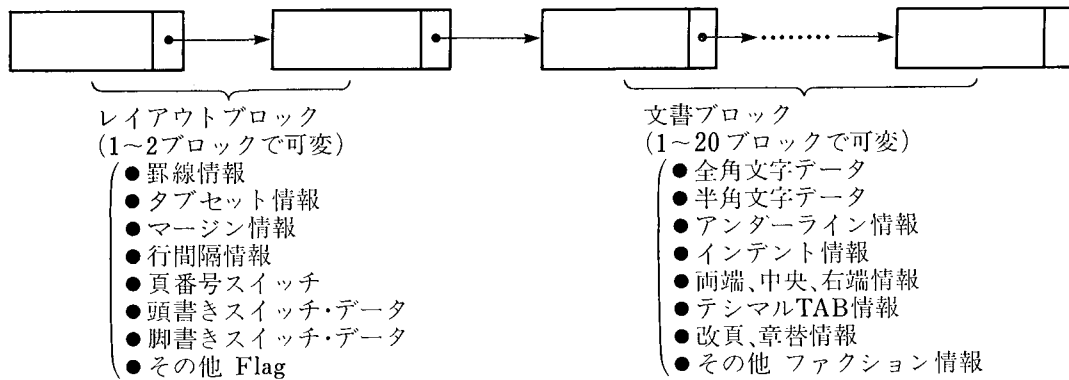


図 6 文書データ構成

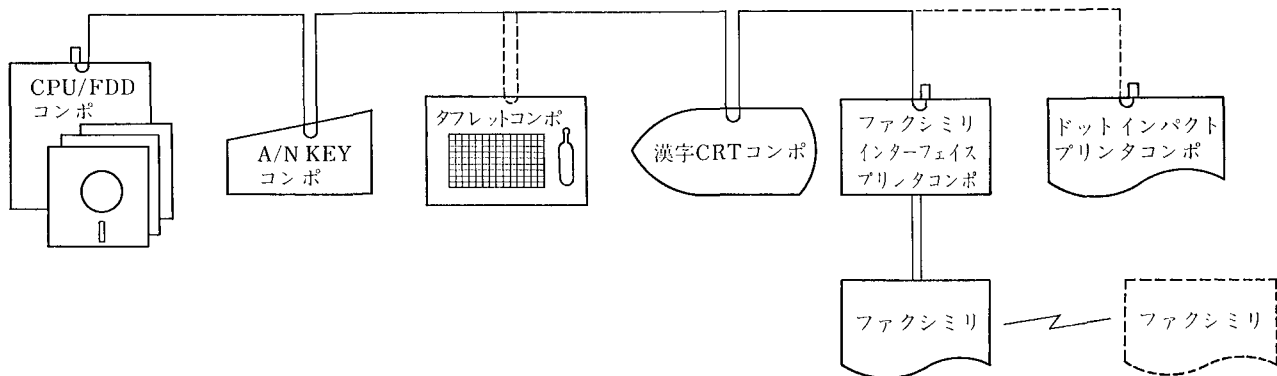


図 7 システムブロック図

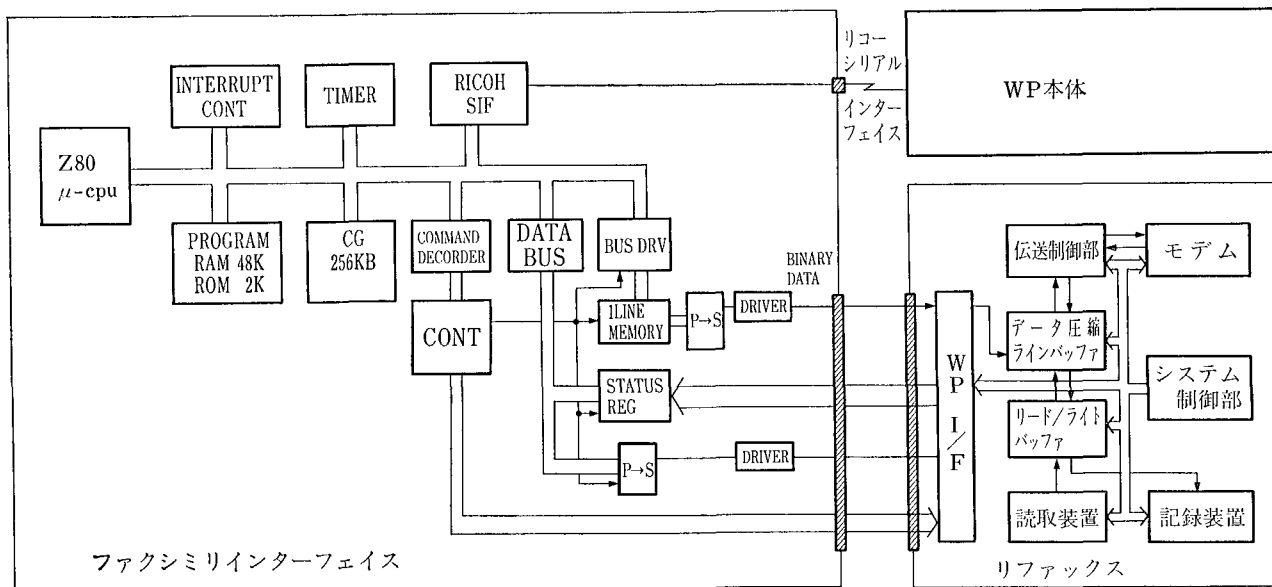


図 8 ファクシミリインターフェイスブロック図

(3) オフライン (ファクシミリモード)

(1), (2)を実行していないときで、通常のファクシミリの機能として動作する。

6-2 ファクシミリインターフェイス仕様

(1) インターフェイス信号

データ信号として画像データとキャラクタデータの2種類がある。モード指定やライフワード量、ページエンド、ファイルエンド信号等はキャラクタデータ信号により制御している。

他に、ファクシミリの電源オン・オフをワードプロセ

本体部インターフェイス側

ファクシミリ側

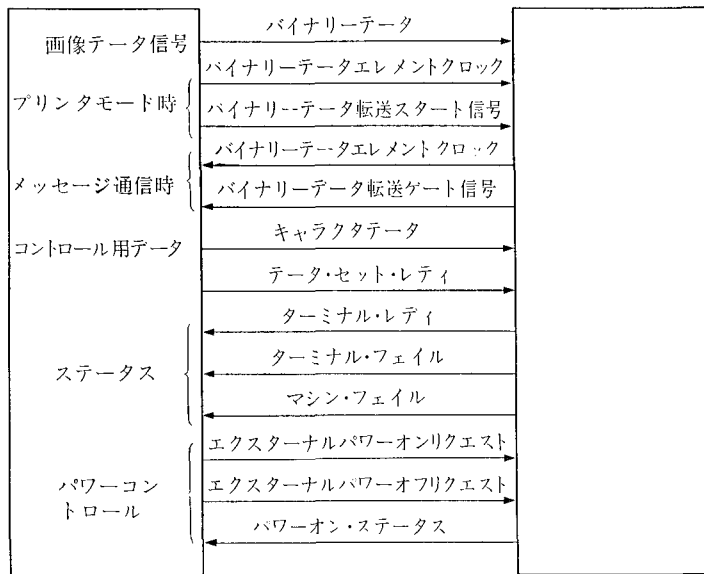


図 9

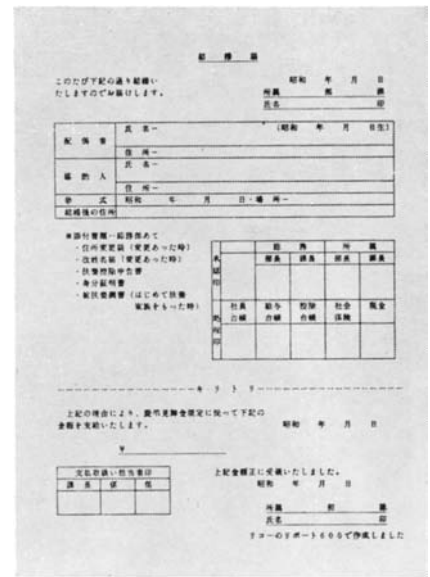


図 10 出力サンプル

ッサ本体部より制御するパワーコントロール信号や、ファクシミリステータス信号等がある。(図9)

情報があるときはラインフィードコマンドの代りに画像データ信号を出力する。画像データ信号は印刷を考慮して32本単位で出力する。1頁分のデータの区切りでファイルエンドまたはページエンドコマンドを出力し、ファイルエンドであれば次に電源オフ信号を出力し、ファクシミリと接続を切り離す。

(図10)に出力サンプルを示す。

7 おわりに

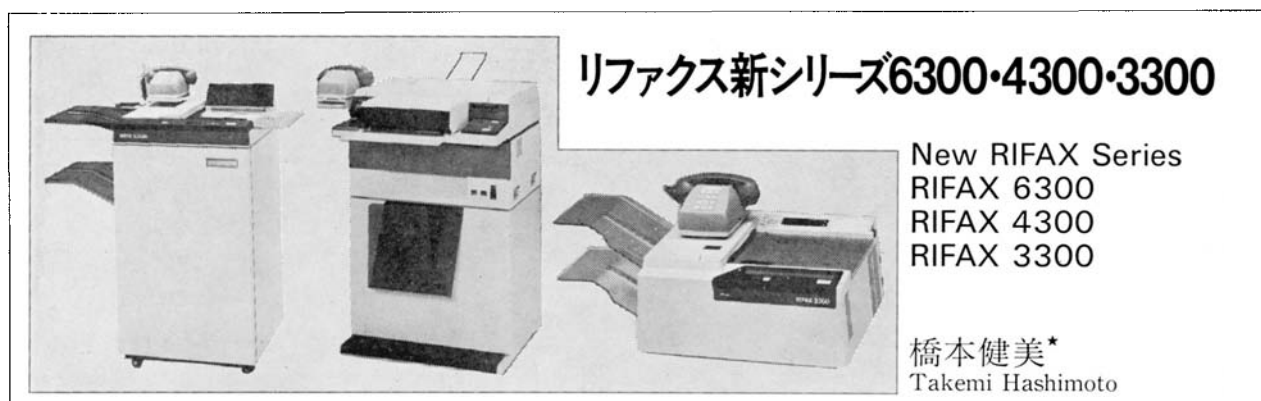
以上 RIPORT 600 システムの概略について紹介した。日本語ワードプロセッサはさらに低価格、コンパクト

になるものとオフィスオートメーションの中核としてシステム化された使われ方をするものに2極分化するものと思われる。そういう状況下で、ファクシミリと結合し、今後どのような使われ方をするか、さらに要求される機能は何かを探り、より良いシステムを開発していきたいと考えている。

最後に、多方面に亘って社内外の多数の方に多大の御援助を戴いたことを報告し謝意を表します。

参考文献

- 1) 八木, 山田. 和文ワードプロセッサ リコー TX620, RICOH TECHNICAL REDRT 2, (1979)
- 2) 金井, 中村. オフィスコンピュータ RICOH 2,000 シリーズ, RICOH TECHNICAL REPORT 3, (1980)



要 旨

使う人の立場から、マンマシン・インターフェイスを徹底して追求したリファクス新シリーズは、最新の半導体技術を駆使して高い機能性・操作性・経済性を実現し、ファクシミリ・通信システムの構築を一段と便利にした。いずれも G II/G III コンパチモードが準備されている。

① RIFAX 3300 は 1 個のマイクロコンピュータですべてのファクシミリ機能を制御するデスクトップ型感熱記録 40 秒ファクシミリ装置である。

② RIFAX 4300 は入出力制御を 310×470 mm の大型 PCB で実現したシャトル式乾式静電記録 30 秒ファクシミリ装置である。

③ RIFAX 6300 は A 3 版まで送信できる多用途に適合するマルチスタイラス乾式静電記録 20 秒ファクシミリ装置である。

特に、RIFAX 3300 は制御部にワンチップのマイクロ CPU を用い、その使用効率を 75% 以上とし、記録部にベタ黒・間引き回路を採用することにより感熱高速記録を可能として中小規模ファクシミリ通信システムに適合する小型・低価格を実現した。

ABSTRACT

New RIFAX-Series facsimile developed through a intensive search of the operator-oriented "man-machine interface" has achieved the enhanced performance, ease of operation and economy by utilizing the state-of-the-art semiconductor technology and also has brought about a greater convenience to the construction of facsimile network systems. Each of the facsimile is provided with the CCITT G3 compatibility and, in case of "Hybrid" model, CCITT G2 compatibility as well. New RIFAX-Series include three following models.

① RIFAX 3300 is a 40-sec, desk-top, thermal-plot version with all of facsimile functions controlled by a single microprocessor.

② RIFAX 4300 is a 30-sec, shuttle-type-scan, dry-type-electro-static-recording, with its I/O controls implemented in one big PC board (310 mm×470 mm) in contrast to eight small PC boards previously used for this model.

③ RIFAX 6300 is a 20-sec, multistylus-plot, drytypeelectrostatic-recording capable of transmitting documents of up to A3 size and suitable for a wide variety of applications.

RIFAX 3300, in particular has reduced its size and cost which makes it possible to apply this machine to small-and medium-scale facsimile networks, by using one microprocessor for its system control, reducing UCPU idle rate to less than 25% and equipped with a high-speed thermal plotter and a thermal head protection circuit.

1 はじめに

RIFAX 新シリーズ, ファクシミリは, CCITT G III

★ ファクシミリ事業部 設計 1 課
Design Section, Facsimile Division

規格に適合した新しい時代のオフィスコミュニケーションに貢献するファクシミリシリーズである。

これらの新シリーズはファクシミリネットワークシステムを企業の用途に応じて効率よく組めるよう開発された機種であり、いずれも G II 機との交信が可能である

(H-タイプ)。

RIFAX 3300 シリーズ

小型・低価格をねらいとして開発されたデスクトップ型・感熱ファクシミリ装置である。

A 4 版原稿を 40 秒で電送する中小規模ネットワークシステム用ファクシミリ装置であり、「使いやすさ」を追求した世界一小さい G III 機である。

RIFAX 4300 シリーズ

昭和 54 年に発売した RIFAX 1000 シリーズの機能をグレードアップした機種で、B 4 幅原稿を 30 秒で電送できる高速・高画質を誇る、中規模ネットワークシステム用ファクシミリ装置である。

RIFAX 6300 シリーズ

RIFAX シリーズの最上位機として位置する、大量情報高速電送の幹線用ファクシミリとして開発されたもので、RIFAX 3300, RIFAX 4300 システムの中でのセンター機能を果たす機種である。

本稿では、昭和 56 年 5 月発売された RIFAX 3300 シリーズを重点に解説し、RIFAX 4300, RIFAX 6300 については概要に留める。

2 RIFAX 3300 シリーズ

2-1 開発のねらい

- ① 高性能 G III 機を G II 並みの低価格で提供すること。
- ② 幅広いユーザー層に普及するよう小型化・操作の簡易化・装置の高信頼化を図ること。
- ③ 量産性の高い設計であること。部品点数の削減、機能の複合化、一体成型品の採用を図ること。
- ④ エレクトロニクス技術の採用。重要部分の LSI 化により回路の簡素化を図ること。

2-2 システム構成および動作

RIFAX 3300 の基本仕様を表 1 に示す。

2-2-1 外観構成

図 1 に本装置の外観構成を示す。

本体カバーの一体成型化、制御部のカスタム LSI によるワンボード化、ソフトウェア処理によるファクシミリ制御機能の実現、コンパクトなスイッチング電源、高速感熱記録装置、薄型スキャナの採用により、当初の設計目標を達成した。

① 平面操作

ファクシミリの操作の使いやすさを追求し、操作はすべて平面で行えるよう配慮した設計とした。

原稿、受信コピーとも平面走査を行ない、原稿、コピーの順序性が維持される構成を採っている。

読取部には最大 30 枚まで原稿セットが可能な自動原稿送り装置が組込まれており、原稿繰り出しが下面送りであるため、原稿の追加補充も容易である。

② オペレーション・フローディスプレイ

表 1 RIFAX 3300 基本仕様

	3300H	3300
形 式	トランシーバ	同 左
接 続 回 線	加入電話回線	同 左
結 合 方 式	ダイレクトカプル	同 左
線 密 度	主走査 8 本/mm 副走査 7.7 本/mm 3.85 本/mm	同 左
送 信 時 間	約 40 秒 A 4 判標準原稿を〔普通〕モードで、送信した場合	同 左
走 査 方 式	平面走査	同 左
符 合 化 方 式	M・H方式	同 左
変 調 方 式	位相変調(PhM)	同 左
記 録 方 式	感熱記録方式	同 左
原 稿 サ イ ズ	(幅)110~216 mm (長)105~550 mm	同 左
有 効 画 面 幅	210 mm	同 左
記 録 紙 サ イ ズ	(幅)216 mm (長)105~550 mm	同 左
原 稿 給 紙	自動給紙	同 左
記 嚙 給 紙	自動ロール給紙	同 左
通 信 速 度	4800 bps/2400 bps 自動シフトダウン	同 左
相 互 通 信	●G-III機 ●G-II機	●G-III機
ポ ー リ ン グ	あり	同 左
縮 小	あり	同 左
ハ ー フ ト ー ン	なし	同 左
部 分 送 信	なし	同 左
オ ー ー レ ー シ ョ ン フ ロ ー ディ ス プ レ イ	あり	同 左
発 信 元 記 録	あり	同 左
相 手 先 確 認	あり	同 左
管 理 レ ポ ー ト	あり	同 左
濃 度 調 整	なし	同 左
コ ピ ー 機 能	あり	同 左
会 話 予 約	あり	同 左
リ コ ー モ ー ド	なし	同 左
消 費 電 力		送 132 W コピー 180 W 受 150 W 待 機 36 W
大 き さ		490 mm(W)×405 mm (D)×230 mm(H)
重 さ		27 kg

図 2 はオペレーションフローディスプレイである。ファクシミリとしては、初めて大型の 2 色カラー液晶

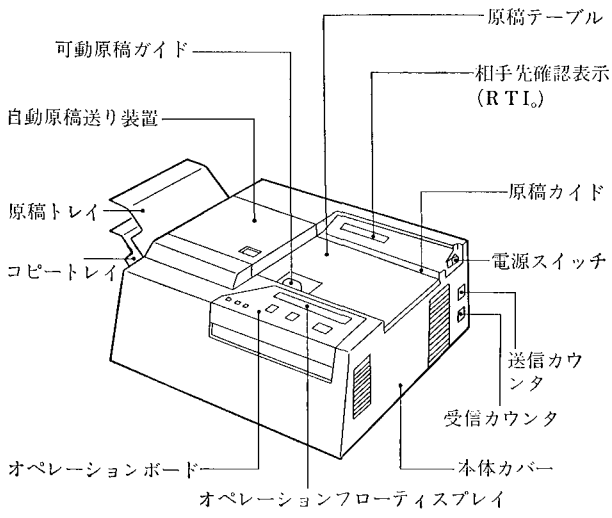


図 1 RIFAX 3300 外観図

表示装置を採用し、この 1 枚の表示器の中に操作者に必要なガイダンスである絵文字を収容した。

本ディスプレイにより初めての操作者でも手軽に送受信操作が行なえるように工夫している。

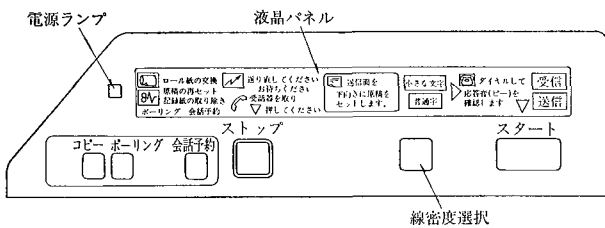


図 2 RIFAX 3300 オペレーションフローディスプレイ

2-2-2 機構部構成

図 3 に RIFAX 3300 の機構配置を示す。

スキャナユニットと記録ユニットが上下 2 段構成になっている。上段がスキャナユニットであり、下段が記録ユニットの配置としている。

紙搬送系の信頼性向上を図るため、紙の走行は直線上で行なえるようにし、機構の簡易化および操作性、保守点検の容易性を改善している。

記録ユニットは引出し式で横方向へ取出せる構造としている。

2-2-3 システム構成

図 4 にシステムブロックダイアグラムを示す。

本装置の小型化実現の 1 つの要素は、システム制御部 (以下 SCU と略す) がワンボード化されたことにある。

1) システム制御部 (SCU)

SCU はマイクロプロセッサ制御により、ファクシミリのですべての I/O メカ制御、シーケンス制御、プロトコル制御、MH方式のデータ圧縮および再生機能、データの記憶制御、オペポート制御、スキャナユニット制御、モデム制御、感熱ヘッドドライブ制御、電源シーケンス制御を行うマスターコントロールである。図 4 の点線内が SCU である。

SCU のハードウェア構成は、CPU i8085 A, ROM 12K バイト, RAM 1K バイト, I/O ポート, カスタム LSI(1), カスタム LSI(2), その他のディスクリート部より成っている。

PCB の大きさは、180×155 mm である。

2) カスタム LSI(1)

図 5 にカスタム LSI(1) の機能構成を示す。

LSI(1) は、当社製カスタム LSI で、ファクシミリ専用の LSI である。

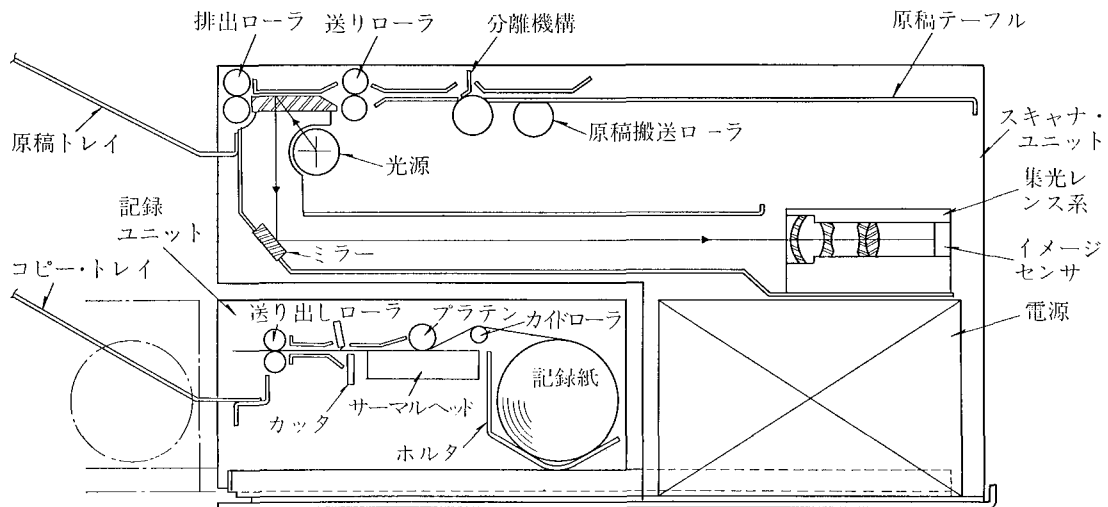


図 3 RIFAX 3300 構成図

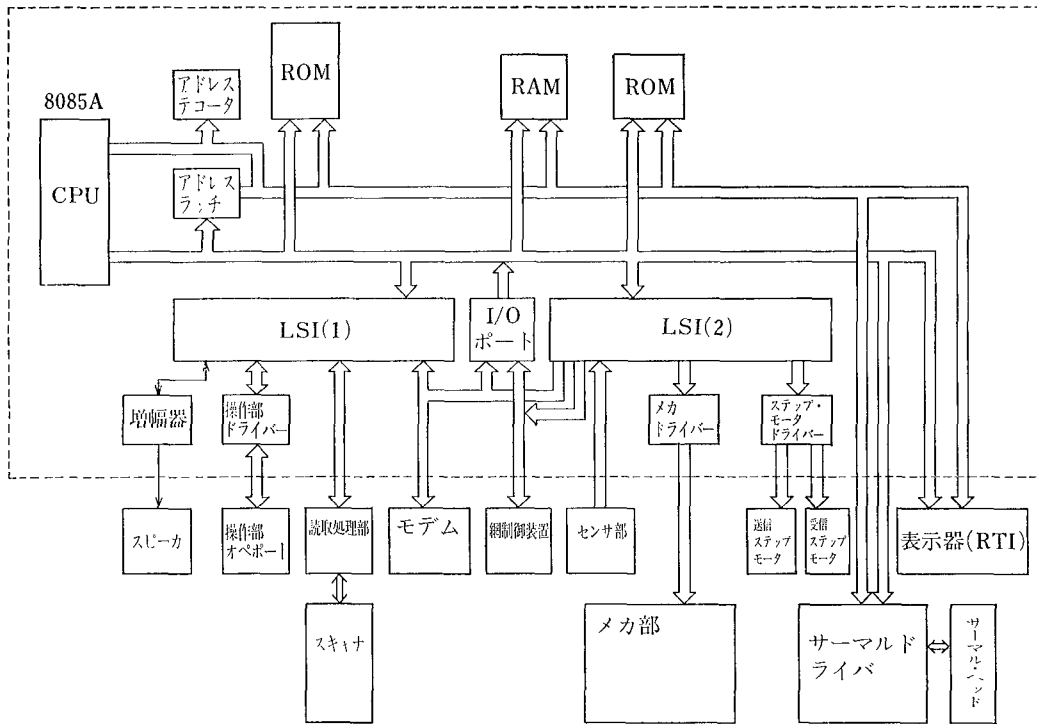


図 4 RIFAX 3300 システム構成

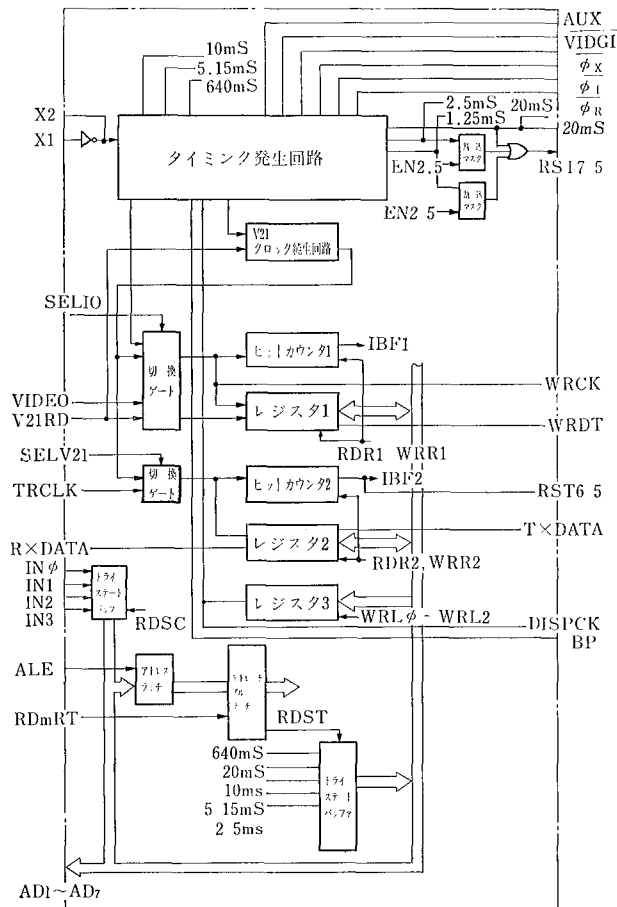


図 5 SCU(1) 構成

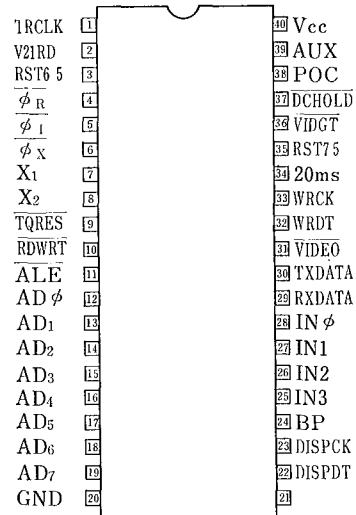


図 6 SCU(1) ピン配置

プロセスはN-チャネルを利用している。

図 6 はピン配置を示す。

LSI(1)は、読取データのタイミング制御、受信データのタイミング制御、V21 モデムクロック制御などを行っている。

タイミング発生回路はファクシミリ制御に必要な基本タイミングを発生する回路である。3 MHz のクロックで動作する。読取処理ユニット (VPU) に必要な信号も発生する。

レジスタはモデムのシリアル/パラレル変換用のバッファとして作用している。

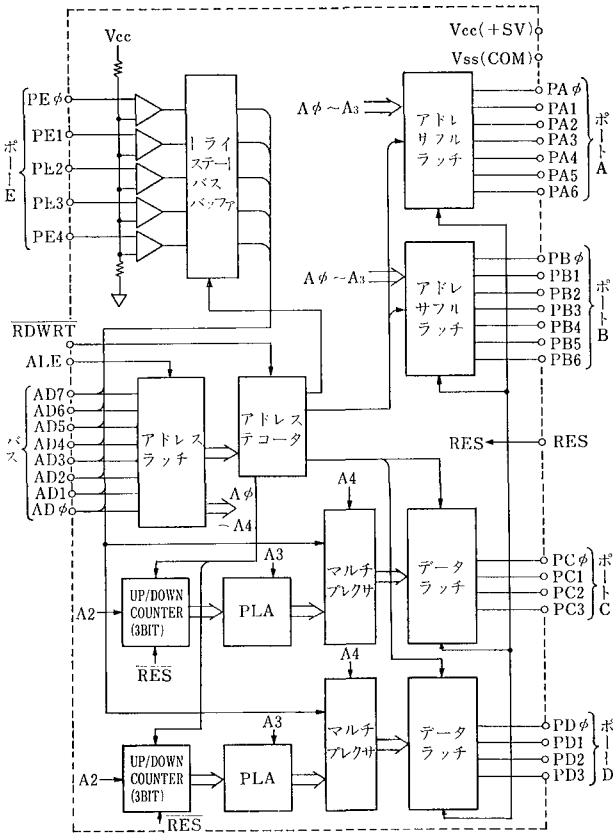


図 7 SCU(2)構成

3) カスタム LSI(2)

図 7 にカスタム LSI(2) の機能構成を示す。

図 8 はピン配置である。

LSI(2) は、I/O ポート制御用の準汎用 LSI である。ここでは、ファクシミリ I/O ポート制御用として使用している。ポート A はモデム制御用、ポート B はその

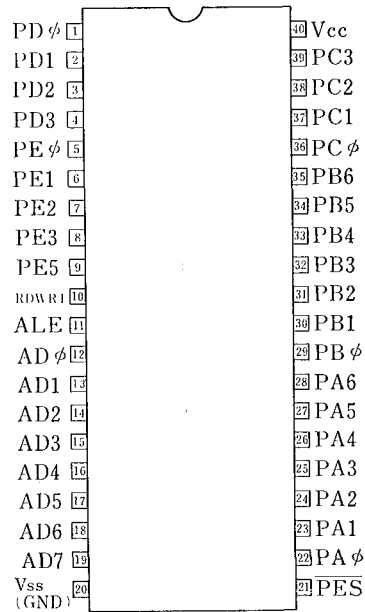


図 8 SCU(2)ピン配置

他の制御用、ポート C は送信ステップモータ制御用、ポート D は受信ステップモータ制御用である。ポート E はセンサー入力用でコンパレータ入力となっている。

2-3 ソフトウェア構成

図 9, 図 10 にソフトウェア構成を示す。

システムプログラムは、モニタープログラムと割り込み制御プログラムにより構成されている。

モニタープログラムはメインプログラムと管理プログラムより構成される。モニターは画信号の送受信、プロトコルの送受信、回線接続開放、コピーなどのプログラムを管理している。

一方割り込みプログラムは入出力装置のデータの読取、記録を制御するプログラムである。

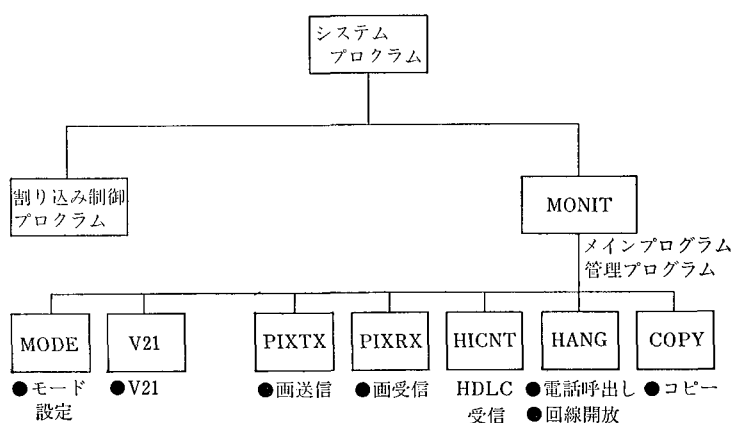


図 9 RIFAX 3300 ソフトウェア構成 (システムプログラム)

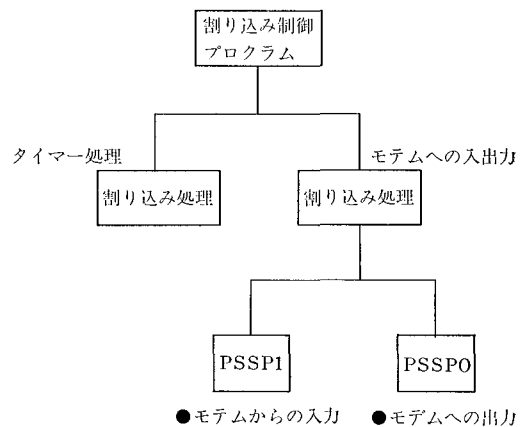


図 10 RIFAX 3300 ソフトウェア構成 (割り込み制御)

1) 処理速度

本装置の I/O 速度は、20 m sec/line で動作するが、読取スキャナの処理速度は 5 m sec/line で行っている。15 m sec の間にデータ転送、データ圧縮機能などの処理を完了するようにしている。

受信データ処理は、1 ライン最小 20 m sec 以内ですべての処理が終わるようにしている。

2) 割込み処理

本装置ではソフトウェアの利用効率を 75% 以上と大幅に向上させている。CPU の主業務をデータ圧縮および再生機能に使用しており、割込要求の発生により、スキャナデータの読込み、モデムへのデータの転送、モデムからのデータの受信、オペポートの監視などを行なっている。

マイクロコンピュータ自体に処理速度の限界があり、例えば、ファクシミリ装置のデータ圧縮、再生、プロトコル生成、誤り検出などを 1 個のマイクロコンピュータで行うことは困難であった。従来は符号化器、復号化器、プロトコル制御器、モデム制御器、I/O 制御器などの個別装置とマイクロコンピュータとの間に、インターフェイスユニットを介して制御を実現しており、ハードウェア中心であった。

各インターフェイスを介して、ハードウェアのシーケンス制御を実行するのがマイクロコンピュータの主な仕事であった。このため、マイクロコンピュータの使用効率は、高くても 50% 程度であった。符号化器、復号化器に注目してみると、符号化時、ランレングスを計数するためのカウンタ、ランの切れ目を検出するための変化点検出フリップフロップ論理、排他的論理和回路、ランレングスに応じ符号化コードを選択するためのテーブル用リードオンリーメモリー、リードオンリーメモリーからの出力を一時的に貯蔵し、電話回線信号送出速度との速度変換を行う FIFO バッファ、符号化コードを FIFO バッファに転送するためのカウンタ、圧縮率が高い場合の最小伝送時間補正用の FILL ビット発生カウンタ、タイミングを制御するタイミング制御回路などが必要であった。一方復号時には、通信制御装置から入力する受信画情報の速度変換 FIFO バッファ、受信画データから EOL コード、FILL ビットを取除くための検出回路、符号化コードを取出すためのソフトレジスタやビットカウンタ、符号化コードに応じたランレングスバイナリ・データを選択するためのリードオンリーメモリー、ランレングスカウンタ、1 ライン分のビット数を計数して誤り検出を行なう累計カウンタ、タイミング制御回路などが必要であった。

本装置の場合、以下の部分をファームウェア化することでソフトウェアの効率を高めている。

送信画情報の符号化処理、受信画情報の復号化処理、

ファクシミリのシーケンス制御を含めて 1 個のマイクロコンピュータで実現する。

このための具体的方法として、

① 読取装置による画情報の読取後ランレングスの計数から符号化、データの伝送フォーマット生成までをファームウェアで行なう。

② 受信画データをバスを介してマイクロコンピュータに転送し、その後の受信画データの復号、画データへの変換、記録装置へのデータの転送までをファームウェアで行なう。

③ 読取装置における原稿照明用光源の点滅、原稿走査機構の駆動・停止、モデムの送受信制御、網制御装置の制御までをマイクロコンピュータで行う。

④ 相手受信端末装置との呼接続、プロトコル確立、自機のモード設定をマイクロコンピュータで行なう。

⑤ 受信画データの誤り検出、誤り発生ラインの画情報の誤り処理をマイクロコンピュータで行なう。

以上の各ジョブを約 15 m sec で処理し、ソフトウェア使用効率 75% を実現している。

3) 伝送制御手順

図 11 に基本の伝送制御手順を示す。

CCITT T-30 に準拠している。

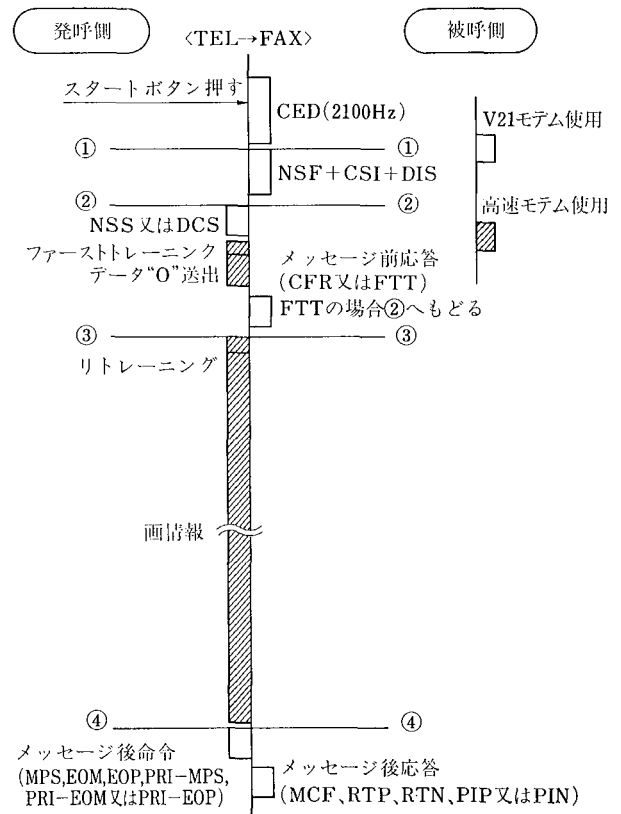


図 11 RIFAX 3300 伝送制御手順

FLAG	F1AG	アドレスフィールド	コントロールフィールド	ファクシミリコントロールフィールド	ファクシミリインフォメーションフィールド	フレームチェックフィールド	FLAG
8ビット	8ビット	8ビット	8ビット	8ビット	8ビットの倍数	16ビット	8ビット

図 12 RIFAX 3300 プロトコルフレーム構成

表 2 RIFAX 3300 フレーム構成

フィールド	コード	説明
FLAG	01111110	
アドレスフィールド (AF)	11111111	
コントロールフィールド (CF)	1100×000	
ファクシミリコントロールフィールド (FCF)		
ファクシミリインフォメーションフィールド (FIF)		このフィールドは、NSF, CSI, DIS などを用いたときに使用する。
フレームチェックフィールド	CRC チェックコード	

図 12 にプロトコルフレーム構成を示す。

表 2 にフレームの説明を示す。

2-4 読取ユニット

本装置では、原稿のドロップアウトカラーとして緑色系を選んでいる。その理由としては通常使用されるファクシミリの原稿において、赤色は印肉、青色はボールペンなどで広く利用されているので読取る必要がある。ところが緑色、黄色系は一般文書では使用頻度が少ないのでこの系統の色を読取らなくても実用上支障が少ないとの判断に基づいている。図 13 に電磁波のスペクトルを示し、黄緑色系では、550 nm 近辺であることが判る。

図 14 は分光感度と MTF (Motion Transfer Function) の特性であり、600 nm 以下の波長が MTF が高いことが判る。一方、リニアイメージセンサの分光感度特性は図 15 の通りである。図 16 は蛍光管の劣化特性であり、D は昼光色、G はグリーン、G-51 はグリーンのタイプ 51、G-54 はグリーンのタイプ 54 を示している。これによると G-54 の特性がすぐれている。

本ユニットでは、緑色蛍光管 (G-54 タイプ) を使用し、MTF 特性、寿命特性などの実用性能の高い読取ユニットを実現した。

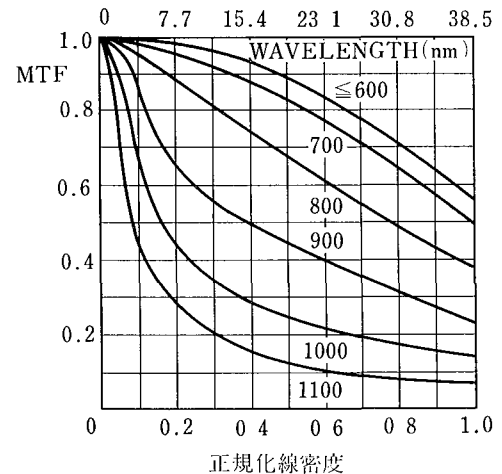


図 14 分光感度と MTF の関係

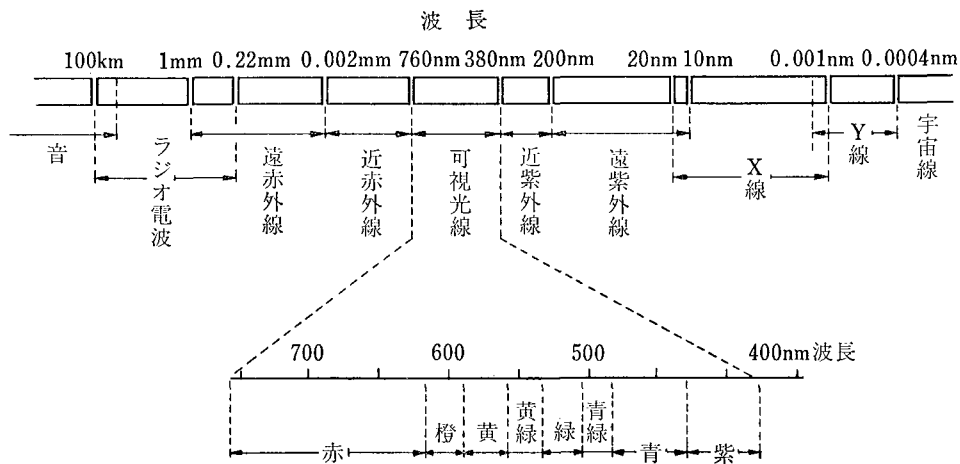
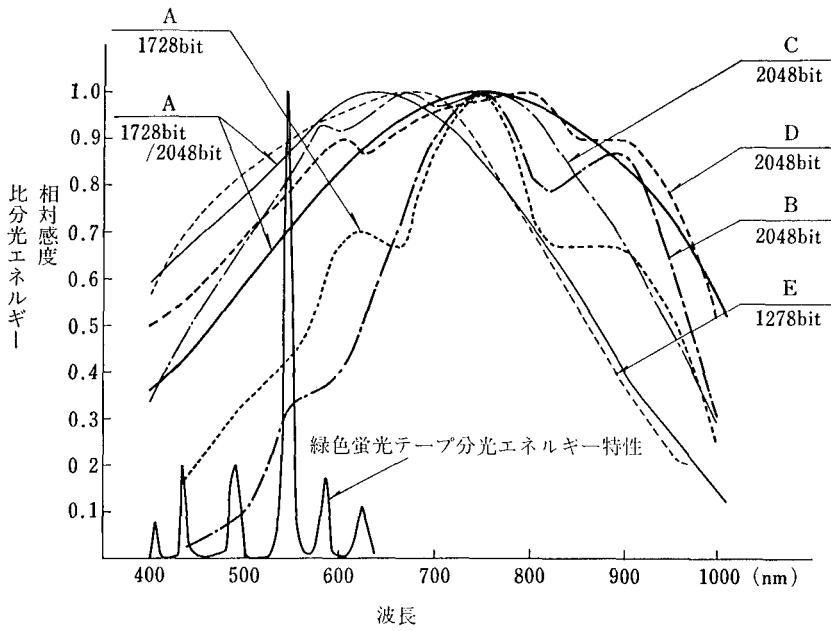


図 13 電磁波のスペクトル



各社のカタログより抜粋
 A社(1976年11月発行) (1979年4月発行)
 B社(1978年11月発行)
 C社(1979年5月発行)
 D社(1979年10月発行)
 E社(1978年9月発行)

図 15 リニアイメージセンサーの分光感度特性

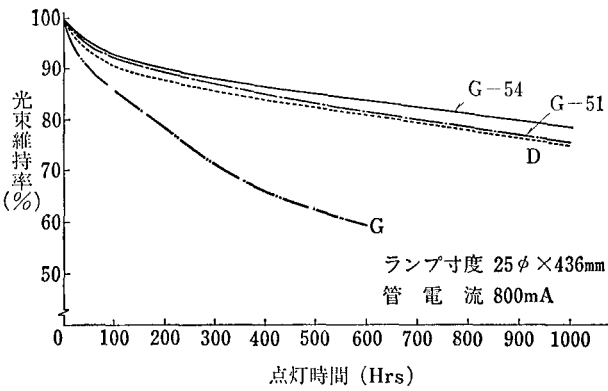


図 16 蛍光管の劣化特性

2-5 記録ユニット

図 17 に記録ユニットを示す。

ロール記録紙はホルダーに収納されており、一端が引出されてガイドローラーを介してプラテンローラーに達する。

プラテンローラーの下方には、感熱記録ヘッドが配置されている。プラテン押圧力 4~5 kg により、記録ヘッドで画情報が印字される。

送信の終了に応じて受信記録が終了すると、記録紙はカッターで裁断され、送り出しローラーにより排紙され、コピートレイ上にストックされる。

記録紙のセットを容易にするため、セットプレートを上方に持上げると、感熱記録ヘッドが下方に約 2 mm 逃

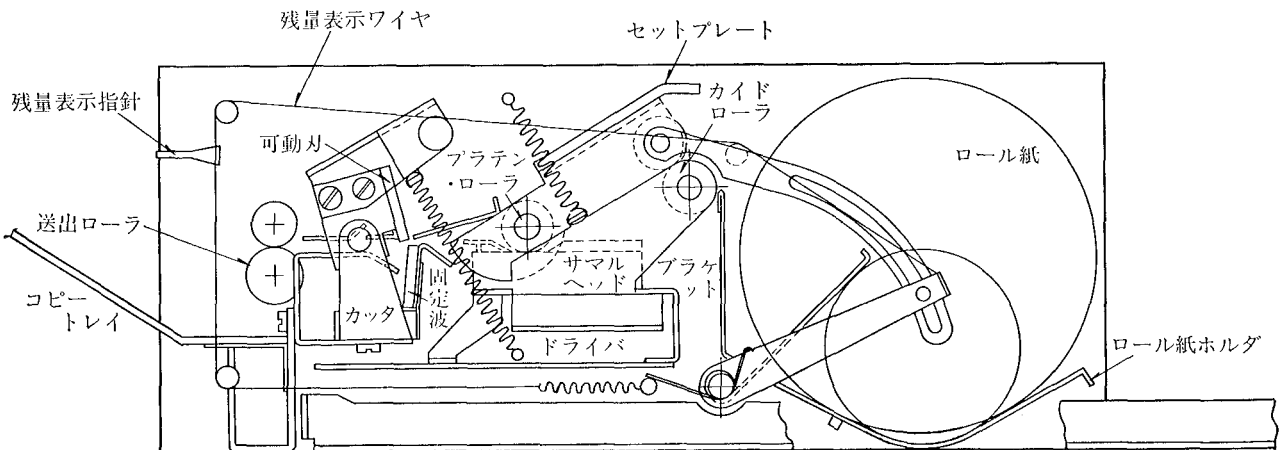


図 17 RIFAX 3300 記録ユニット機構図

げる構造としている。

ヘッド取付ブラケットの反対側には、ヘッドドライバーが搭載されており、記録ユニットの小型化を図っている。

本ユニットのもう一つの特徴は、記録終了後の受信コピー紙の先端余白を軽減するため、記録紙逆転機構を装備していることである。

図 18 に逆転機構構成図を示す。その動作はボス①内に、一方向クラッチを内蔵しており、時計方向回転時には駆動側動力が伝わらない。したがって通常給紙時はカム②は回転せず駆動源が逆転したときに反時計方向に回転する。記録終了時には記録終り位置は印字プラテンの直下であり、記録終了信号により記録紙はカット位置まで正方向に送られる。続けて約 20 mm 余分に送り、ここで駆動源を逆転させるとカム②が反時計方向に回転し、前記 20 mm を逆転してカム先端③の位置がカッターコロの落込み位置に到達する。カムがそのまま回転を続けるとカッターレバー⑨がバネにより回転し記録紙を裁断する。カムはそのまま回転を続けカッターレバーはカム曲線にしたがってカム②の切欠き④に達し、カム②と連動したスイッチ⑤によってオンしていた状態検出スイッチ⑥がオフとなりステップモータ駆動源を停止させる。以上の動作により記録終了位置からカッターまでの先端余白をなくすことができた。動作状態図を図 19 に示す。

2-6 感熱記録ヘッド

簡単な記録プロセス、維持費の安い感熱記録紙などの特徴を持った感熱記録方式を採用した。

表 3 に感熱ヘッドの基本仕様を示す。

本装置では、マトリクス構成の高速感熱記録ヘッドを採用している。

高速感熱記録の技術課題としては、

- ① 高速印字に伴う蓄熱と放熱対策
- ② 印字濃度を均一に保つこと
- ③ 耐パルス性の確保

などを考えなければいけない。

本装置では、1 ドット当たり 2.4 m sec の印加電圧を加え規定の発色濃度が得られるよう制御し、1 ライン 20 m sec 内に記録データ出力制御、印字制御が完了するようにしている。印加電力が 0.5 W になるようヘッド電圧の調整を行い、印字濃度の均一化を図っている。

感熱記録ヘッドにおいて、データの受信状態により発色を行なう際、黒印字が連続すると放熱時間が短くなり、感熱ヘッドの基板温度が上昇し、出力印字濃度が徐々に増加していき、受信コピーにとり好ましくない状態となる(図 21)。

従来は、ヘッドの温度上昇を検出してパルス幅を減少させる方法や、電力を減少させる方法が提案されている。ただし、この方法にも限度があり、例えば、パルス幅ま

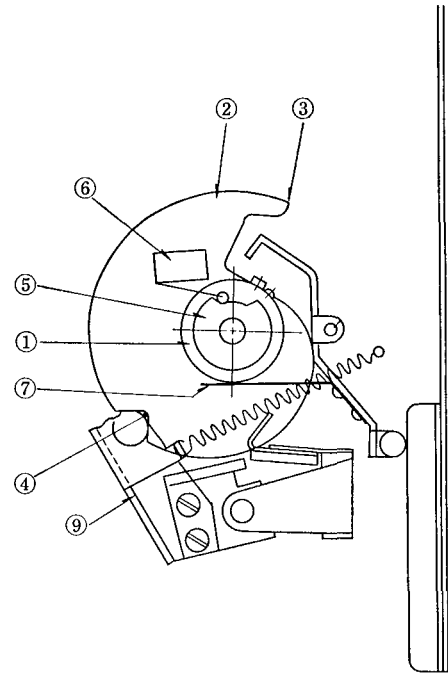


図 18 逆転機構図

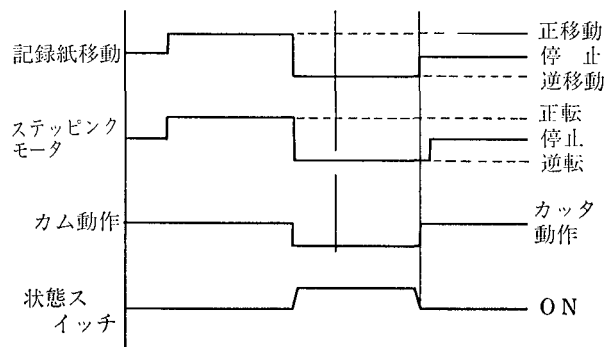


図 19 逆転動作図

表 3 感熱ヘッド基本仕様

項目	定格(性能)
有効記録幅	216±0,1 mm
有効発熱体総数	1728 dots (8 dots/mm)
印加パルス幅	2.4 m sec
耐パルス性	2 × 10 ⁷ 回以上
耐摩耗性	3 × 10 ⁴ m 以上

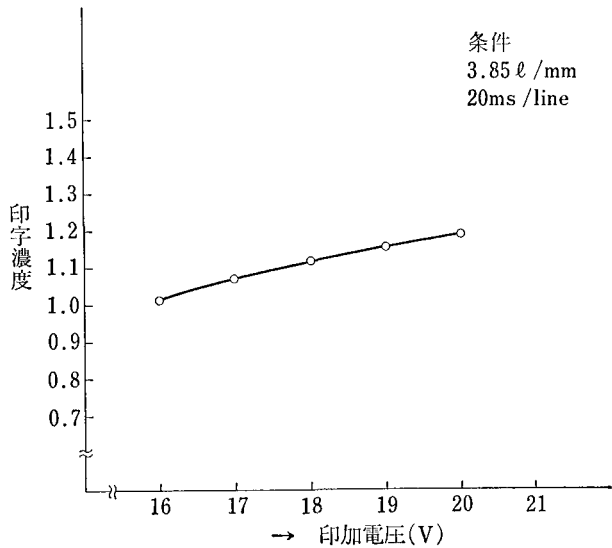


図 20 印加電圧/印字濃度関係図

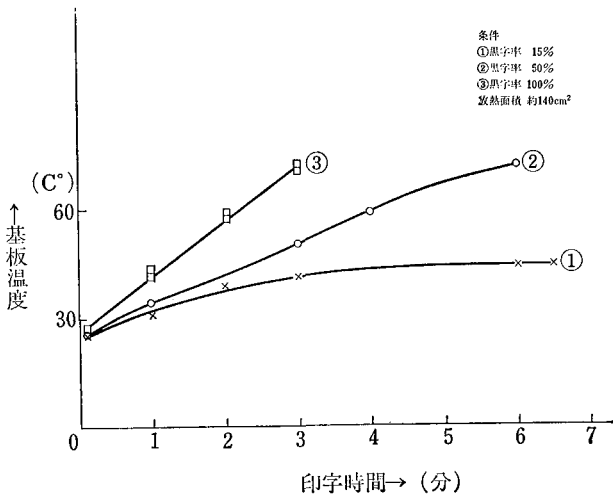


図 21 蓄熱現象 (強制放熱なし, 連続印字の場合)

たは電力を $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{6}$ に減少させると、実用的な印字濃度 ($D \geq 0.7$) が得られなくなるという欠点があった。

本装置では、黒印字が連続し、ヘッド基板の温度上昇が 60°C 以上になった場合には、副走査方向のデータを間引くことで黒データの連続発生を防止し、温度上昇を抑える効果を持たせている。図 22 に記録部回路構成図を示し、図 23 に温度制御の構成を示す。

動作原理は、次の通りである。

ヘッドの基板温度が基準温度 ($T=60^{\circ}\text{C}$) 以上になると、温度検出信号 S_8 が“LOW”になる。このとき制御部 1 より紙送り命令 S_4 が発生し、計数回路 3 は紙送り命令を計数する。所定の回数が計数され、記録同期信号 S_5 が発生すると、書込有効信号 S_6 が発生し、かつ制御部 1 から書込命令 S_2 により、記録信号 S_3 が発生すると印字される。計数回路 3 が紙送り命令 S_4 を所定の回数だけ計数すると、記録同期信号 S_5 が発生するまでの

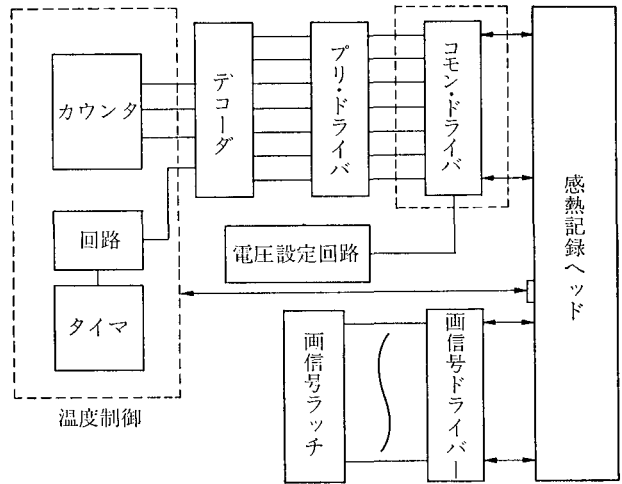
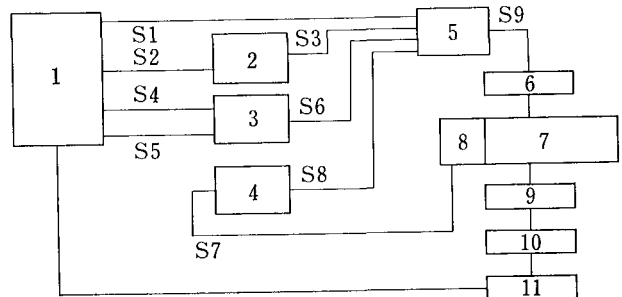


図 22 RIFAX 3300 記録部回路構成図



- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 制御回路 | 7. ヘッド |
| 2. 印加時間設定回路 | 8. 温度検出素子 |
| 3. 計数回路 | 9. 画信号ドライバ |
| 4. 温度検出回路 | 10. シフトレジスタ |
| 5. ゲート回路 | 11. メモリー |
| 6. ブロックドライバ | |

図 23 RIFAX 3300 温度制御構成図

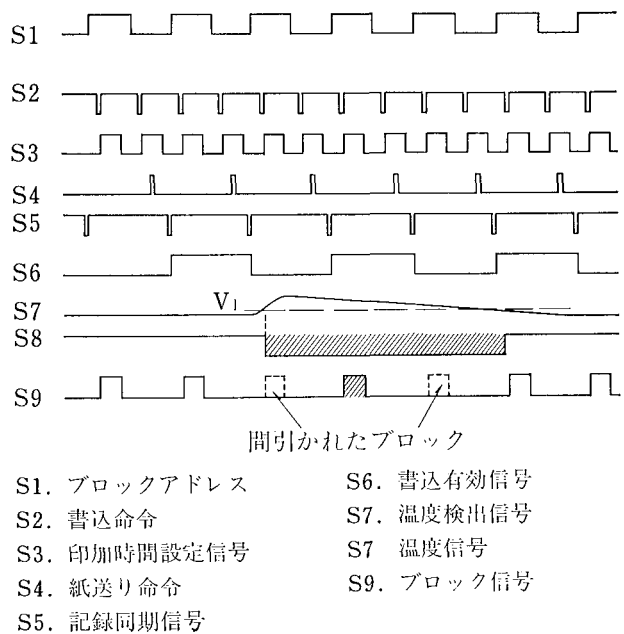


図 24 間引き動作タイムチャート

期間、印字を停止する。書込有効信号 S₆ は、一度発生すると次の記録同期信号 S₅ が発生するまで保持される。

図 24 の場合には、S₅ の動作期間が 3 ブロックに相当しており、実印字ブロックは 1 ブロックであるので、1/3 に間引かれたことになる。なお、S₇ の温度検出が 60°C 以下に戻れば正規の印字動作を続けることになることを示している。

間引きの動作状態を図 25 に示す。

上記の間引き動作が実際の黒ベタ原稿でどのように発生するかを容積 45 000 cm³、放熱ファン最大風量 1.7 m³/min の場合について測定すると、「普通字」モード、A 4 原稿で 12 枚目から、「小さな字」モードで 6 枚目からであった。なお通常の前稿は、黒字率 6~7% 程度であり、この間引き動作は発生しない。したがって実用上の

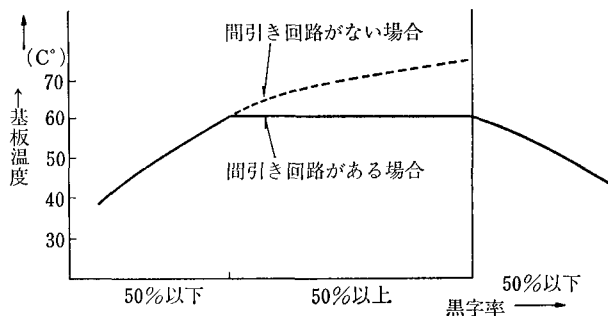


図 25 間引き動作状態図

了解度、画像品質特性には影響を与えない。

3 RIFAX 4300・6300 の概要

表 4 に RIFAX 4300, RIFAX 6300 の基本仕様を示す。

表 4 RIFAX 4300, RIFAX 6300

	RIFAX 4300	RIFAX 4350	RIFAX 4350H	RIFAX 6300	RIFAX 6350	RIFAX 6350H
形 式	トランシーバー	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
系 統 回 線	加入電話回線	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
結 合 方 式	ダイレクトカプル	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
濃 密 度	主走査 8本/mm 副走査 7.7本/mm 3.85本/mm	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
送 信 時 間	約 28 秒 A 4 判標準原稿を〔普通〕 モードで、送信した場合	同 左	同 左	約 20 秒 同 左	同 左	同 左
走 査 方 式	シャトル平面走査	同 左	同 左	平面走査	同 左	同 左
符 合 化 方 式	MH/MR 方式	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
変 調 方 式	位相変調 (PhM)	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
記 録 方 式	静電記録方式	同 左	同 左	静電記録方式	同 左	同 左
原 稿 サ イ ズ	(幅) 115~257 mm (長) 129~1200 mm	同 左	同 左	(幅) 126~301 mm (長) 120~1500 mm	同 左	同 左
有 効 画 面 幅	210 mm	同 左	同 左	216 mm	256 mm	同 左
記 録 紙 サ イ ズ	(幅) 216 mm	(幅) 257 mm (長) 100 mm ロール紙	同 左	(幅) 217 mm (長) 148~1500 mm	(幅) 257 mm (長) 148~1500 mm	同 左
原 稿 給 紙	自動給紙	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
記 録 給 紙	自動ロール給紙	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
通 信 速 度	9600/7200/4800/2400 bps 自動ソフトダウン	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
相 互 通 信	●G-Ⅲ機 ●G-Ⅱ機	同 左	●G-Ⅲ機 ●G-Ⅱ機	●G-Ⅲ機	同 左	●G-Ⅲ機 ●G-Ⅱ機
ボ ー リ ン グ	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
縮 小	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
ハ ー フ ト ー ン	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
部 分 送 信	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
オ ー ー ン シ ョ ン プ ロ ー ディ ス プ レ イ	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
発 信 元 記 録	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
相 手 先 確 認	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
管 理 レ ポ ー ト	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
濃 度 調 整	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
コ ピ ー 機 能	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
会 話 予 約	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
リ コ ー モ ー ド	あり	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
消 費 電 力	送 240 W コピー 450 W 受 435 W 待機 22 W	同 左	252 W 462 W 447 W 22 W	送 550 W コピー 950 W 受 850 W 待機 60 W	同 左	同 左
大 き さ	620(W)×708(D)×978 (H)	同 左	同 左	510(W)×500(D)×1000 (H)	同 左	同 左
重 さ	本体 72 kg, 専用台 36 kg	同 左	同 左	130 kg	同 左	同 左

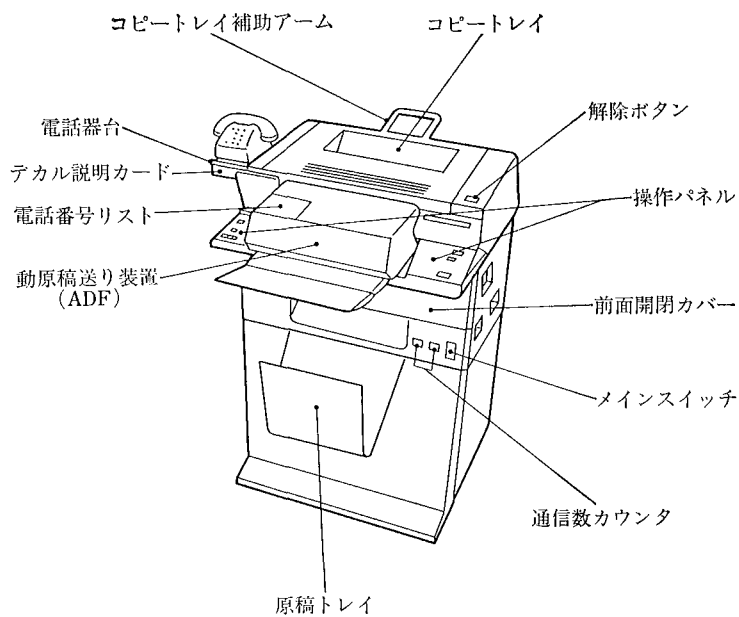


図 26 RIFAX 4300 外観図

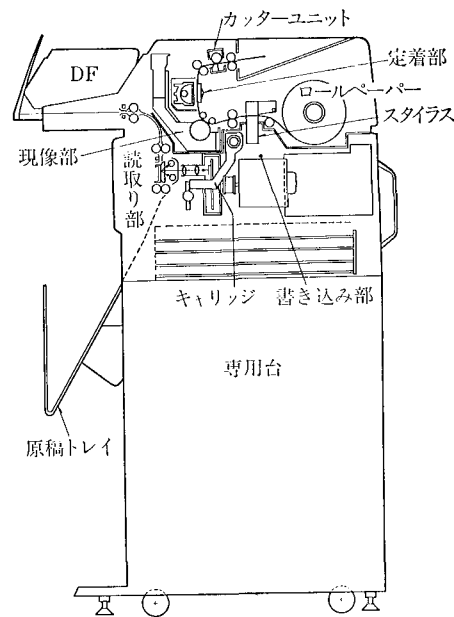


図 27 RIFAX 4300 構造図

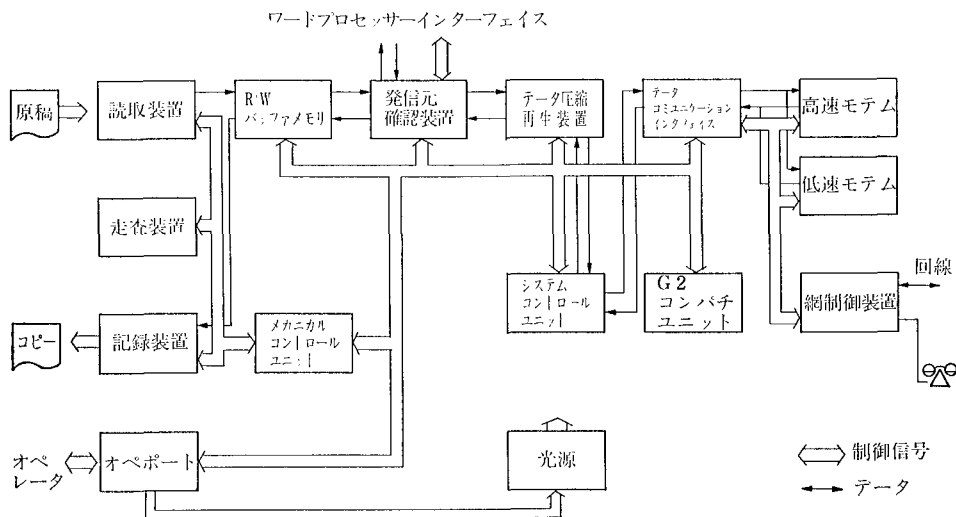


図 28 RIFAX 4300 システム構成

3-1 RIFAX 4300

- ① CCITT G III 準拠機であり、当社従来機との自動コンパチ機能を持っている。
- ② 9600 bps, I/O 速度 20 m sec/line で 20 秒台の電送時間を達成している。
- ③ RIFAX 1000 で実績のあるシャトル読取・記録方式を採用し、高い信頼性を確保している。
- ④ ポーリング, RTI, ハーフトーン伝送, 管理レポート, G II 機との自動交信などの豊富な付加機能を有している。
- ⑤ 和文ワードプロセッサの端末として、和文プリンター, ワードプロセッサ, データのファクシミリモードでの伝送などの機能を持っている。

3-1-1 構成

図 26 に外観, 図 27 に構造を示す。

図 28 にシステム構成を示す。

読取装置・記録装置は、32 ライン分のデータを一括処理する構成となっており、R/W バッファがライン単位のデータ処理との変換を行っている。

スタンバイ電源で働くオペポートとメカニカルコントロールユニットは、1 チップマイクロ CPU で構成され、マスタ CPU 8085 のスレーブユニットとして動作する。

3-2 RIFAX 6300

- ① G III 機として要求される最高品質をねらいとしている。
- ② RIFAX シリーズのセンター機の機能を持ち、シ

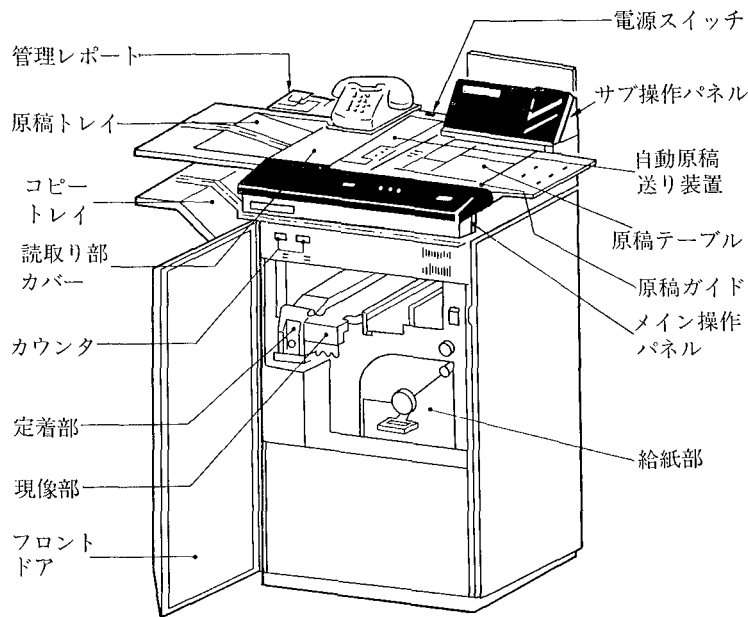


図 29 RIFAX 6300 外観図

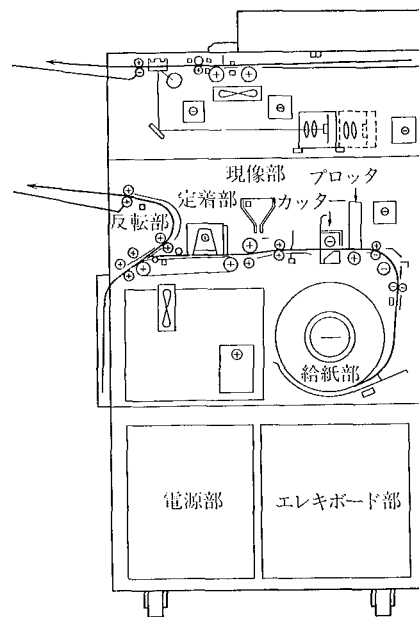


図 30 RIFAX 6300 構造図

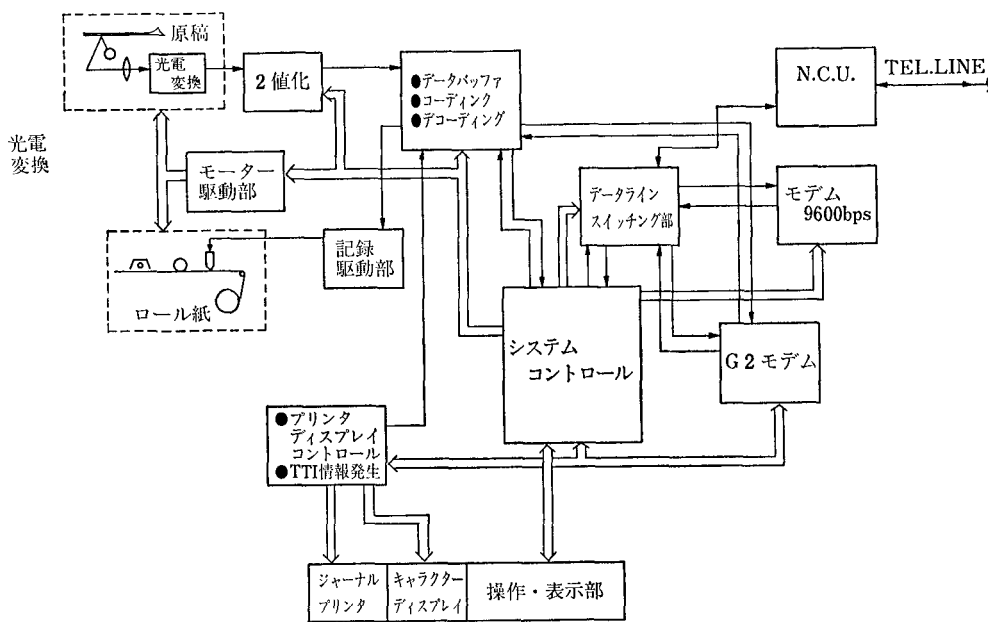


図 31 RIFAX 6300 システム構成

システム拡張性を容易とした。

③ CCITT G III 準拠で 2 次元コーディング (MR 方式) を採用した。

④ TTI, RTL, 管理レポート, ハーフトーン, 縮小, ポーリング, 会話予約, コピー濃度選択, ARQ など豊富な付加機能を採用した。

⑤ オペレーション誘導を表示式で行ない, 使いやすい機械とした。

3-2-1 構成

図 29 に外観, 図 30 に構造を示す。

図 31 に RIFAX 6300 のシステム構成を示す。

スキャナにより読取られた画情報はライン単位で, データバッファに蓄積される。

データバッファは 4 ライン分の容量を持ち, 画像処理の後, コーディングされ, SCU, DSU 部を経てモデムへ出力される。

DSU 部は, 9600 bps モデム, G 2 モデムおよび T-30 プロトコルのための 300 bps モデムのデータクロックの変換を行なうためのユニットである。

CPU には 8085 を使用している。

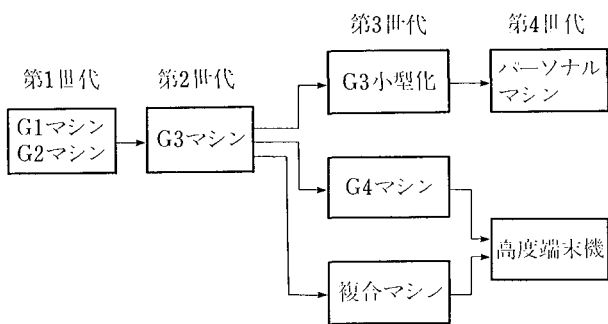


図 32 将来展望

4 終わりに

デジタル高速機分野で開発を進めてきた新シリーズ RIFAX も 3 シリーズの完成で初期の目標を達成できた。しかし、オフィスを取り巻く環境の変化は目まぐるしく、オフィスオートメーション構築の手段として、ファクシミリはますます重要性を増し、小型化・高機能化・低価格に対するユーザーの要求も、一段と厳しくなっている。

今後とも豊富な付加機能を持ったインテリジェント装置、手軽に使える装置、より高画質の装置を目指して、開発を進めて行きたい。

最後に、本シリーズの開発に当たって、御協力いただいた社内外の多くの方々に深く謝意を表します。



静電複写機 リコピーFT-7500

Electrophotographic Copier RICOPY FT-7500

田中光男* 水摩健一* 菊野充豊*
Mitsuo Tanaka Kenichi Mizuma Mitsutoyo Kikuno

要 旨

リコピーFT 7500は大量コピーユーザ層に対応すべく企画・開発された高速・普通紙複写機で次の様な特徴を有している。

1. 照明用揺動ミラーおよびレンズの駆動源として複写機としては世界で初めてのリニアモーターを採用。
2. 転写紙の分離に世界で初めての導体ベルト電圧印加分離方式を採用。
3. ブロアーを有しないファーブラシクリーニングの採用。

ABSTRACT

The RICOPY FT-7500 has been designed as a high speed, compact, easy to operate, and versatile plain paper copier (PPC) offering extra convenience to large copy volume users.

This model includes the following newly adopted features.

1. Linear motor driving mechanism for lens and swinging-mirrors for the first time for PPC's.
2. Paper separation by utilizing voltage applied on the conductive belt, also for the first time.
3. Fur-brush cleaning without blowers.

1 はじめに

近年複写機の普及は目ざましく、普通紙複写機の需要は急激に増加しつつある。その複写機はより高速化、低価格化、多機能化へと幅広く進んでいる。特に高速化については印刷機分野に相当する高速複写にまで登場するようになってきた。リコピーFT 7500はこれらの幅広いユーザー層のニーズに応えようと開発された高速・多機能普通紙複写機である。

2 仕様および特長

2-1 仕様

2-2 特長

本機の主な特長は以下のとおりである。

- ★ 第1複写機事業部 第2開発部
Second Development Department, First Reprographic
Products Division

- (1) 毎分60枚(各サイズ共)のハイコピースピード。
- (2) 三段トレイ自動給紙方式を採用、給紙量は最大2,500枚。
- (3) 自動綴代付二段階縮小の採用
- (4) 簡単な操作で自動両面コピーが可能。
- (5) 基本性能をささえる各種の表示・検知機能(自己診断機能)を装備。
- (6) 鮮明なコピー上がり。
- (7) オプションのソーターとの連動により丁合い・仕分け作業の自動化が可能。

3 機械の構成および動作

本稿では本機の主要ユニットの構成・動作について、とくに本機の主たる新技術の転写分離系、クリーニング系、排紙両面搬送系に重点をおいて説明する。

図1はのFT 7500構成図である。

以下複写プロセスに従って、主要ユニットの構成および

表 1 FT 7500 基本仕様

項目	仕様	備考
名称	RICOPY FT 7500	
型式	コンソール	
複写方式	乾式静電転写方式	
原稿種類	シート、ブック	
原稿サイズ	最大A3判	
複写サイズ	B4, A4, B5	
複写速度	60枚/分	各サイズ共
ウォームアップ	6分	
ファーストコピー	5.5秒	A4判
連続複写	1~999 (10キー方式) カウントアップ方式	LED 7セグメント表示
給紙方式	シート3段自動給紙方式	第1トレイ 500枚 第2トレイ 1,000枚 第3トレイ 1,000枚 両面トレイ 100枚
帯電方式	スコロトロン方式	
露光方式	レンズスキヤンスリット露光方式	揺動ミラー方式 (原稿台固定)
照明光源	ハロゲンランプ 160V, 700W	2本
レンズ	スルーレンズ F4.5, f250 mm	
複写倍率	1:1, 1:0.778, 1:0.669	0.778と0.669は自動綴代付
感光体	OPC 12セグメント	ドラム一周2セグメント
現像方式	磁気ブラシ方式	順方向2本マグローラー
トナー補充方式	専用カートリッジ式	350g/ボルト×2回(約26,250枚)
トナー濃度制御方式	自動検知制御	
画像濃度調整方式	バイアス方式	9ステップ
クリーニング方式	プロアーレスファーブラシ方式	
定着方式	ヒートロール方式	オイル塗布方式
転写方式	コロトロン方式	シングルコロナ
分離方式	導体ベルト電圧印加分離方式	
除電方式	コロナチャージ, 光除電方式	
制御方式	マイクロコンピュータ制御方式	
両面複写	自動両面複写 (100枚)	
オートクリア	コピー終了後 60秒, 3分, ∞	選択式 (サービスマン)
自己診断	12箇所の故障検知と2箇所のセット確認表示および OPC エンド表示	LED 表示
電源	200V, 30A, 50/60 Hz	
最大消費電力	4.4 KW	
大きさ	巾 1190×奥行 780×高さ 1126 mm	本体のみで高さは表示部まで
重量	410 Kg	

び動作について説明する。

3-1 感光体

感光体はシート状 (12セグメント, 約6m) の高感度有機半導体 (OPC) を採用している。この感光体の分光感度は図2に示すように光波長に関して広い感度分布特性を持っており, 図3に示した光学系フィルターの分光透過率と適合させ画像の感色性アップを計っている。

3-2 ドラム系

ドラムは感光体 (OPC) の利点を最大にいかし長尺シートにしてドラム巻込み (内蔵) タイプを採用しており, 感光体の巻込み方法は直接巻上げ方式とし巻上げ時に必要なドラム回転数と既巻上げ回数に対応するデータは不揮発性メモリーユニットによって制御されている。ドラム系は図4に示すような構成になっておりドラムの外周には2セグメントが巻かれている。又最適コピー解像力を得るためドラム内にバランスロッドが設けられてい

る。

3-3 帯電系

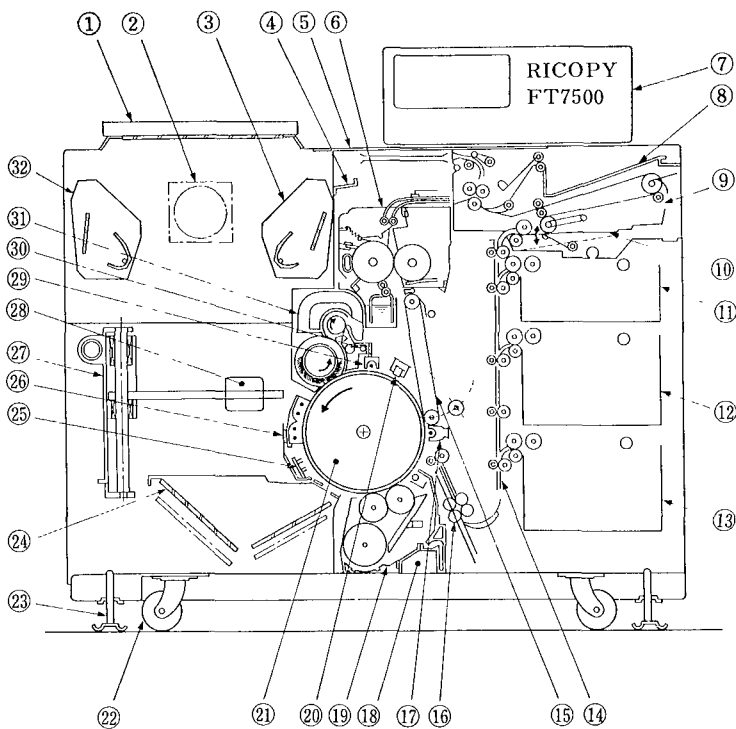
帯電器は図5に示すように異常コロナ放電による感光体へのダメージをなくすためおよび感光体表面へ約900Vの均一電荷を与えるためスコロトロン方式を採用している。

3-4 照明・光学系

照明・光学系全体として従来最も普及しているミラースキヤンタイプではなく図6に示す通り左右の照明用ミラーを揺動させながらスリット露光しレンズをドラム線速の1/2 (等倍時) で移動するレンズスキヤンタイプを採用している。

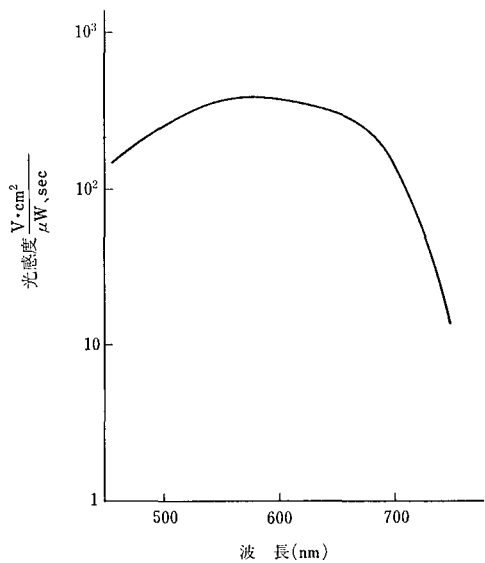
3-4-1 照明系

照明用光源を固定し左右のミラーを揺動させてスリット露光を行なっている。これらの駆動は感光体ドラムと独立にリニアモーターで行なわれている。(揺動ミラー



- ① 圧板
- ② 排風ファン
- ③ 照明ユニット(右)
- ④ 異物落下防止部材
- ⑤ 定着上カバー(両面時ガイド板)
- ⑥ 定着ユニット
- ⑦ 表示部(モニター部)
- ⑧ コピー受け
- ⑨ 排紙・両面部
- ⑩ 両面時中間コピー受け(100枚)
- ⑪ 上段給紙トレイ(500枚)
- ⑫ 中段給紙トレイ(1000枚)
- ⑬ 下段給紙トレイ(1000枚)
- ⑭ 垂直搬送路給紙部
- ⑮ 分離ユニット
- ⑯ バッファレジスト部
- ⑰ 転写チャージャー
- ⑱ 現像剤回収容器
- ⑲ 現像ユニット
- ⑳ 分離検知(ドラム上巻付検知)
- ㉑ ドラム(感光体12セグメント内蔵)
- ㉒ キャスタ
- ㉓ スタンド
- ㉔ ミラー(駆動)ユニット
- ㉕ イレースユニット
- ㉖ 帯電チャージャー
- ㉗ 光学系(駆動ユニット)
- ㉘ レンズ
- ㉙ 除電チャージャー
- ㉚ 除電ランプ
- ㉛ クリーニングユニット
- ㉜ 照明ユニット(左)

図1 FT7500構成図



2 図 OPC分光感度

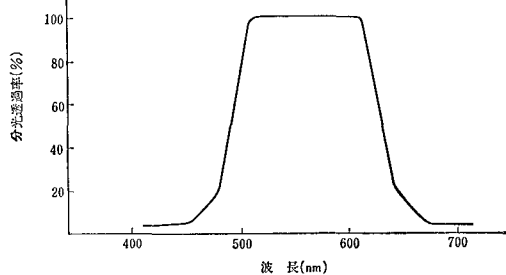


図3 光学系フィルター分光透過率

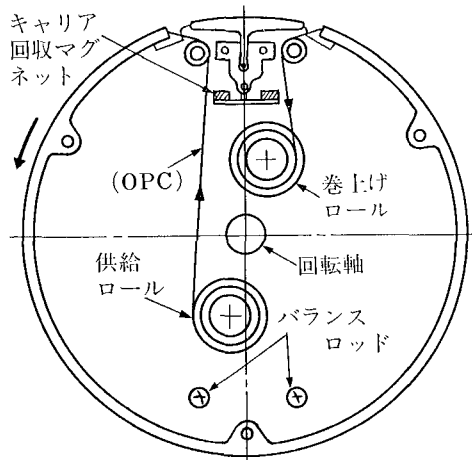


図4 ドラム系

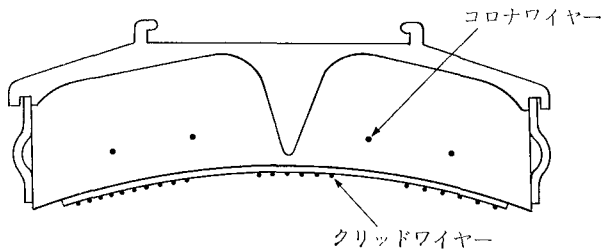


図5 帯電系

駆動は図7参照)

揺動ミラーの制御はドラムの回転速度と同期させる様にコントロールされる。ドラムの回転によって発生する

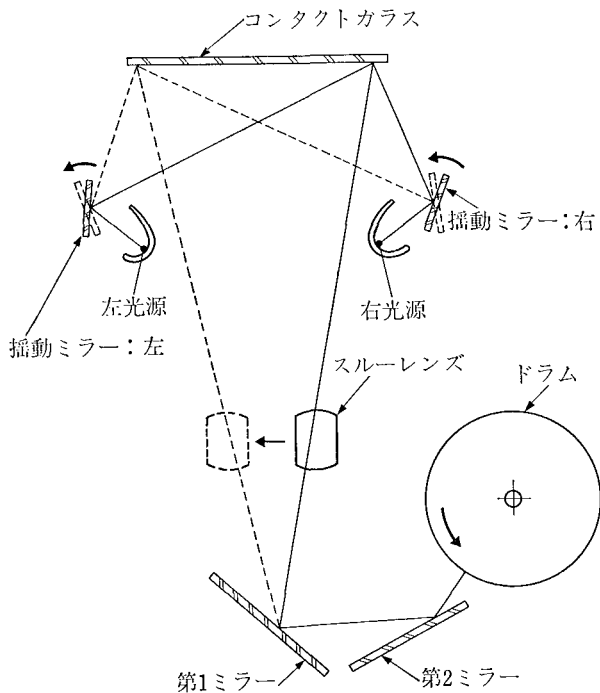


図 6 照明・光学系

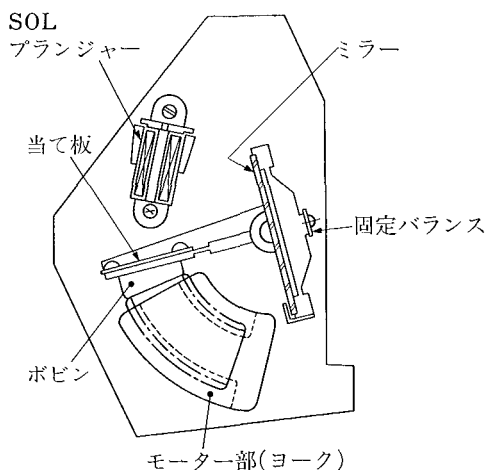


図 7 揺動ミラー駆動部

ドラムクロックは1/2クロック毎に位置基準ROMをアクセスしデジタル的な位置データを送出する。揺動系からはミラーの角度が位置センサによって検出されD/A変換されて前記位置データと位相比較され、進み遅れ量に応じた電流に変換される。アクチュエータはボイスコイル型円弧モータであり、制御電流によってトルク変換し、照明ミラーの回転軸を必要角速度に制御している。固定光源からの光束を反射ミラーで原稿面に等速に走査させるためには反射ミラーを非等角速度で回転させる必要があるが上記の様にドラム速度と位置に同期した照明ミラー角速度を得る事によって等速スリット露光を可能にしている。

3-4-2 光学系

レンズ駆動の方式はカム、ギヤ等々を使った純メカニカルな方式に替えて、高速への立ち上がり早い、定速安全性がよい、リターンショックが少ない、可変速制御が容易なサーボ制御と往復運動を直接駆動するリニアモータを採用した。図8は全体の機構である。レンズはレンズホルダに固定されスキャンガイドロッドによって原稿面に対し平行に走査されるようにガイドされている。スキャンガイドロッドはスキャナブラケットに固定され、スキャナブラケットはガイドロッドによりキャリアブラケット内を上下移動可能に保持される。キャリアブラケットは光学系側板に固定されたガイドロッドによって走査方向に直角に保持される。以上のように倍率変更時にはスキャナブラケットがガイドロッドを上下すると同時にキャリアブラケットがスライドカムによって走査方向に直角に移動し結像位置の補正が行なわれる。このため走査するものはレンズ及びレンズホルダ、モータコイル等の最小限のものとなり少ない力で走査することができ、走査効率を高める事が可能になった。

本機のレンズ走査にはショートコイル型リニアモータを採用しているが、その駆動系を図9に示す。上下のヨーク間に磁石をはさんで磁路を形成し駆動コイルが下側ヨークをとりまき磁界を横切るように構成されている。

駆動コイルはレンズホルダとドライブブラケットで連結されコイルに電流を流すことによって生ずる推力でレンズホルダを駆動する。ロータリーエンコーダはプリーを介したワイヤによってドライブブラケットに固定されレンズの走査にともない回転し信号を発生する。制御回路は、上記信号とドラムクロックとをF/V変換器を通した後電圧比較し、レンズスキャン速度がドラム回転に対し、各倍率に応じた所定の速度になるように出力電流を制御する。上記のように可変倍に対してシンプルで高精度な光学走査を実現している。

縮小変倍時のコピーはパンチ穴・ファイル等でコピー

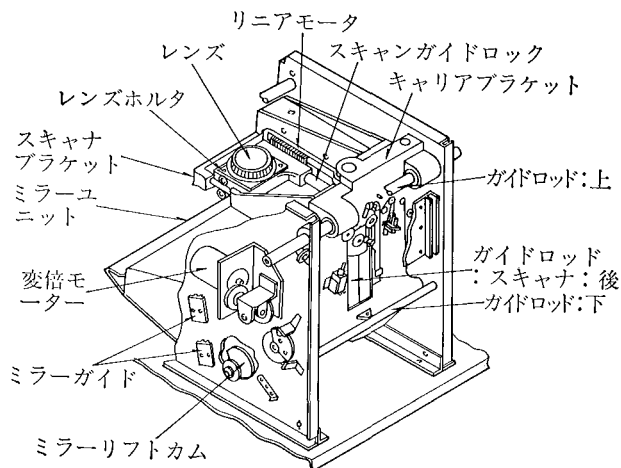


図 8 光学系全体構成図

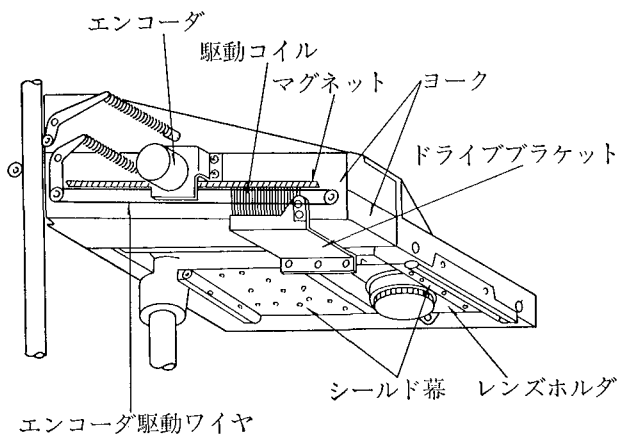


図9 レンズ駆動部

部が読めなくなることを防止するため通常の縮小率よりも少し小さめに設定されている。又両面コピーを取る場合、両面に書かれている原稿から両面コピーを取る場合と片面原稿から両面コピーを取る場合では綴り方向が逆になるのを防止するため簡単なキー操作で自動的に綴りがとれる様に制御されている。

3-5 イレース系

原稿影やレジストズレによる画像端部の黒スジを防ぐため像間イレースを採用している。図10はその断面略図を示す。サイドイレースはランプで像間イレースはドラムと同方向の機械式シャッターで行い画像切れをシャープにしている。

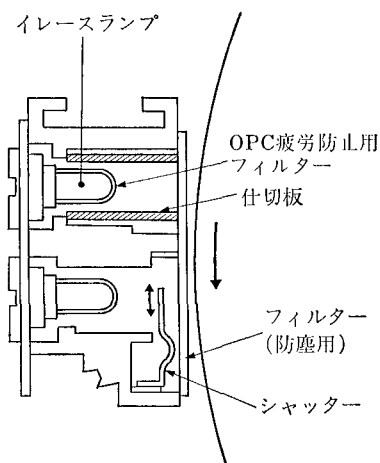


図10 イレース系

3-6 現像系

現像装置はコンパクト化およびベタ画像の再現性等を良くするという観点から磁気ブラシ現像方式を採用している。図11にその略図を示す。3極のマグネットを保持したマグネットホルダーは固定されており内1極は溝型マグネットを使用して感光体ギャップの余裕度をアップさせている。高速複写機の画像品質の画像濃度（高濃

度で一定）や現像ムラをなくすため、現像スリーブ2本、攪拌スリーブ2本は回転可能に構成されている。又、キャリア回収スリーブにより現像剤中の鉄粉が現像装置外へ出るのを防いでいる。

現像剤は樹脂コートされた鉄粉と粉体トナーから成り、両者の摩擦によりトナーは感光体と逆極性（本機では⊕）に帯電し、磁石の吸引力により汲上スリーブ上に吸着された現像剤はドクターブレードで最適厚みに整えられた後、第1スリーブ、第2スリーブにより感光体ドラム上の静電潜像を現像し、顕像化する。現像が終了トナー濃度が低下した現像剤はトナー補給パイプから補給されるトナーと2本の攪拌スクリューにより均一に攪拌され再び現像作用を行なう。補給されるトナー量は現像が終了し濃度が低下した現像剤の一部をトナーセンサー用ダクト内を通しトナー濃度センサー部で検知・制御する。なお本機ではトナー濃度制御方式は現像剤内の鉄粉の色調変化検知方式を採用している。すなわちトナー濃度の差により現像剤の反射率が異なる原理を応用している。

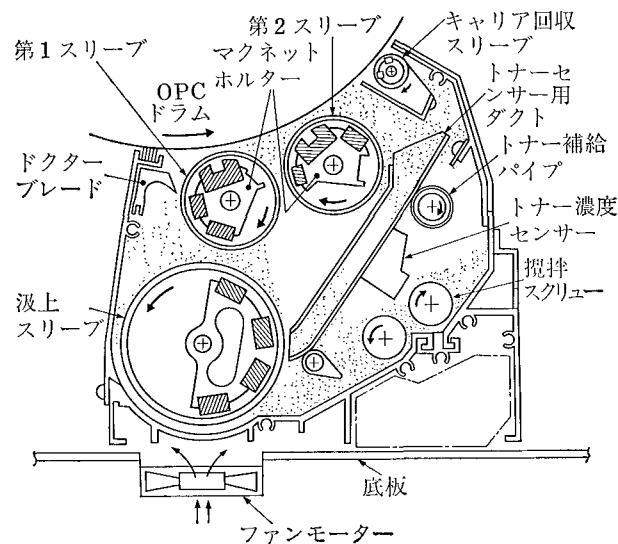


図11 現像系

3-7 転写分離系

転写分離系は、転写部・分離搬送部・トナー回収部より構成されている。本機の分離は、導電性ベルトに電圧を印加して、全面画像（転写紙の全面にコピーが可能）が得られるという特徴を持った導体ベルト電圧印加分離方式を採用している。

以下に、転写分離系の構造の概略と、分離の原理とを述べる。

3-7-1 転写分離系の構造

図12に、転写分離系の構造の概略図を示す。

3-7-2 転写部

転写は、シングルコロトロン方式を採用している。

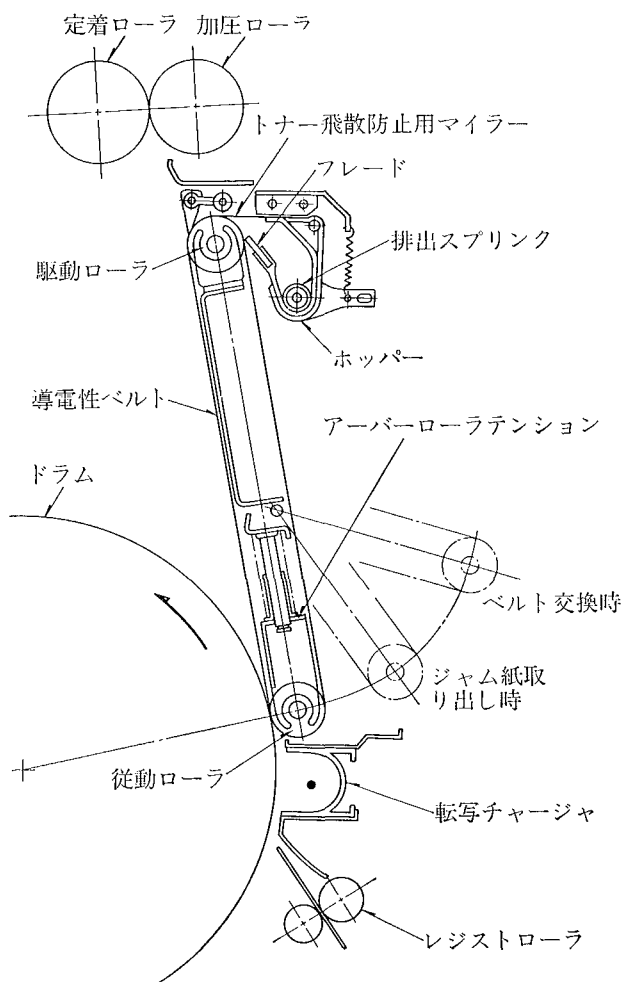


図 12 転写分離系

特に両面時、転写紙の抵抗が高くなり、転写紙の有無によって、転写チャージワイヤへの静電吸引力の変化が大きくなるとワイヤの振動が発生する。そこで、本機では、テンションスプリングの中に鋼球を入れることによって、振動を防止している。

3-7-3 分離搬送部

分離は、導体ベルト電圧印加分離方式を採用しており、全面画像が得られるという特徴がある。

分離と搬送を導電性ベルトのみで行っているため、機構が単純であり、かつ、特別な搬送手段を必要としない。

導電性ベルトの駆動は、ゴムローラ摩擦駆動であり、駆動ローラ・従動ローラとも、ベルトに電圧を印加するため、体積固有抵抗が $10^{12}\Omega$ 以上のゴムを使用している。

ベルトの寄り止めは、各ローラに寄り止め防止部材を突き当てて抑えている。また、アーバローラテンションに自由度を持たせてあり、ベルトの両端周長が、違った場合でも、ならうようになっている。

転写紙の分離不良時は、ジャム紙を容易に取り出せるようにするため、ベルト下部がドラムより解除できるように設計されている。ジャム紙取り出し後の、ユニット

セット忘れを防止するため、分離ユニットセット確認検知を設けられている。また、ベルト交換も容易にできるようになっているなど、メンテ・サービス性を考慮した設計になっている。

3-7-4 トナー回収部

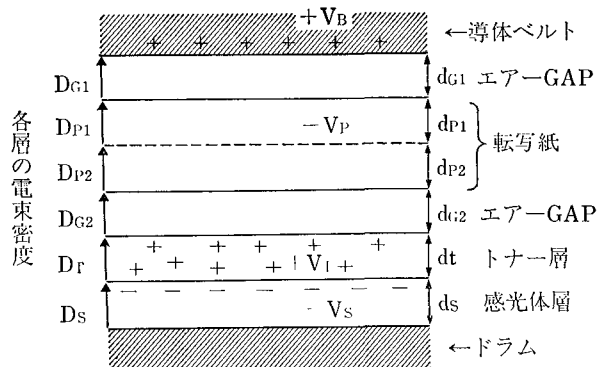
導電性ベルトに付着したトナーは、転写紙の裏汚れを防止するためブレードで回収しており、現像部での再使用は、極性の変化・紙粉・ゴミなどの混入のため、行っていない。ブレードでクリーニングされたトナーはホッパー内に落下し、排出スプリングで後部に運ばれ、回収ボトルに回収されている。回収ボトルには、重量検知機構があり、ボトルセット検知・オーバーフロー検知の2段検知を行っている。ホッパー内のトナー飛散防止は、トナー飛散防止マイラーによって行なっている。

3-7-6 分離の原理

導体ベルト電圧印加分離方式（以下導体ベルト分離方式の基本原理解は、転写チャージャによって転写紙に、印加注入された電荷（以下紙中電荷）と、ドラム上表面電荷、導体ベルト上表面電荷の各々による電界のトータルバランスにおいて、紙中電界の方向を導体ベルト側に発生させることにある。

分離条件を、分離の瞬間を図-13のようにモデル化することによって、求めると次のようになる。

まず各層中の電束密度間には、次式が成立する。ただし紙中電荷は、電荷がシート状に紙中に存在しているものと仮定する。



- ϵ_0 : 真空誘電率
- ϵ_p : 転写紙比誘電率
- ϵ_t : トナー層比誘電率
- ϵ_s : 感光体比誘電率
- σ_p : 紙中面積電荷密度
- σ_t : トナー層体積電荷密度
- σ_s : 感光体表面面積電荷密度
- σ_B : 導体ベルト表面面積電荷密度
- Z : 感光体表面からトナー層の任意深さまでの距離

図 13 導体ベルト分離モデル

$$0 - D_{G1} = \sigma_B \dots \dots (1)$$

$$D_{G1} - D_{P1} = 0 \dots \dots \dots (2)$$

$$D_{P1} - D_{P2} = -\sigma_P \dots \dots \dots (3)$$

$$D_{P2} - D_{G2} = 0 \dots \dots \dots (4)$$

$$D_{G2} - D_t(z) = \sigma_t \cdot (dt - z) \dots \dots \dots (5)$$

$$D_t(z) - D_s = \sigma_t \cdot z - \sigma_s \dots \dots \dots (6)$$

各層中の電界を E_{G1} , E_{P1} , E_{P2} , E_{G2} , E_t ($E_t = \int_0^{dt} E_t(z) dz$), E_s とすると導体ベルト電位 V_B との間に次式が成立する。

$$V_B = -(E_{G1} \cdot d_{G1} + E_{P1} \cdot d_{P1} + E_{P2} \cdot d_{P2} + E_{G2} \cdot d_{G2} + E_t + E_s \cdot d_s) \dots \dots \dots (7)$$

分離条件は、紙中電界が

$$E_{P1} + E_{P2} < 0 \dots \dots \dots (8)$$

を満足すればよい。

E_{P1} , E_{P2} を式 (1)~(6) によって求めると

$$E_{P1} + E_{P2} = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_P} (-2\sigma_B + \sigma_P) < 0$$

$$2\sigma_B - \sigma_P > 0 \dots \dots \dots (9)$$

式(7)の条件から σ_B を求め式(9)に代入すると分離条件は、

$$\frac{1}{\epsilon_0} \left\{ \sigma_P \left(-d_{G1} - \frac{d_{P1} - d_{P2}}{\epsilon_P} + d_{G2} + \frac{d_t}{\epsilon_t} + \frac{d_s}{\epsilon_s} \right) - 2\sigma_t \left(\frac{d_t^2}{2\epsilon_t} + \frac{d_t d_s}{\epsilon_s} \right) + 2\sigma_s \frac{d_s}{\epsilon_s} \right\} + 2V_B > 0 \dots \dots \dots (10)$$

となる。

以上が導体ベルト分離方式の基本原則であるが実際の導体ベルト分離方式は、 V_B の立ち上り特性の安定化の為に V_B を外部電源で印加しさらにその印加タイミングをコントロールしている。(図-14 参照) 概略回路図(図-15)においてリレー (RA) を制御することによ

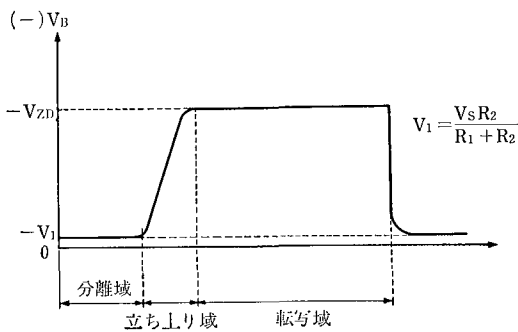


図 14 導体ベルト印加電圧

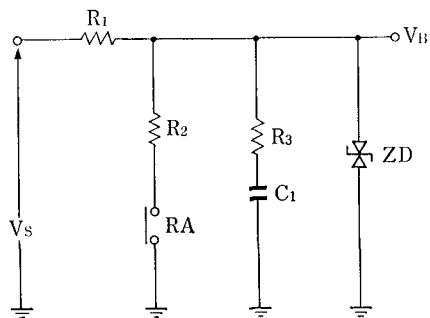


図 15 概略回路図

って分離域時間 (画像先端部に相当し転写効率が低下する域) を決定している。

又 R_3 , C_1 は立ち上り域の時定数を決定するものであり、これによって、立ち上り域に相当する画像上の濃度変化をなだらかにしている。

3-8 除電系

転写されずに感光体上に残ったトナーを効率的に回収、クリーニングするための前処理と感光体上の電荷を中和するため本機では除電コロナと除電ランプ併用方式を採用している。図 16 は除電装置の略図である。

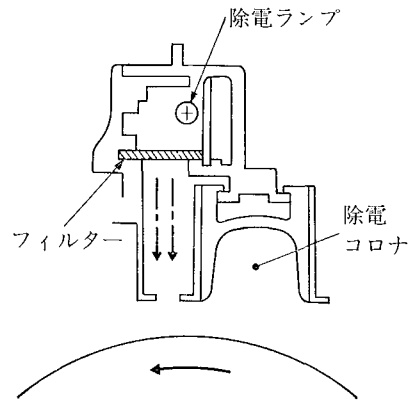


図 16 除電系

3-9 クリーニング系

本機ではクリーニング方式としてファーブラシを採用し、装置の小型化、軽量化の為にブロワーレスとしている。クリーニングユニットは図 17 に示す構成となっており、ドラム上に残留して来たトナーはクエンチングチャージャーでプラスに帯電され、又感光体は除電ランプにより感光体全面に光照射され特性を均一化される。残留トナーはドラムに対しカウンター方向に回転しているテフロンファーブラシにより掻き取られ、フリッカーでスカベンジャーローラー方向に叩き出される。ファーブラシの

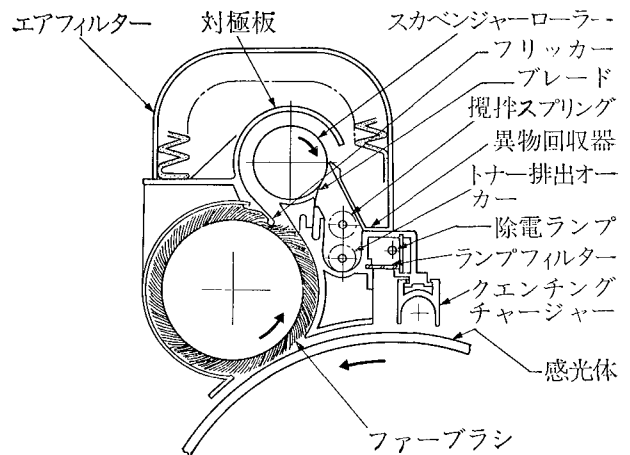


図 17 クリーニング系

中心とファーブラシケーシングの中心を若干ずらす事によりポンプ作用が促進されトナーを含む気体の流れをスカベンジャーローラーへと導き易くしている。その気流に乗ったトナーはマイナスに印加されたスカベンジャーローラーに吸着されブレードで掻き落とされ、排出オーガーで現像トナータンクへ戻され再使用される。排出オーガー上部には攪拌スプリングがついておりトナーの固着防止をしている。一方紙粉等の不紙物はクエンチングチャージャーによって帯電されないのスカベンジャーローラーに吸着されずエアフィルター又は異物回収器で捕獲される。本機ではエアフィルターの一部を異物回収器としておりメンテ時に交換をする。

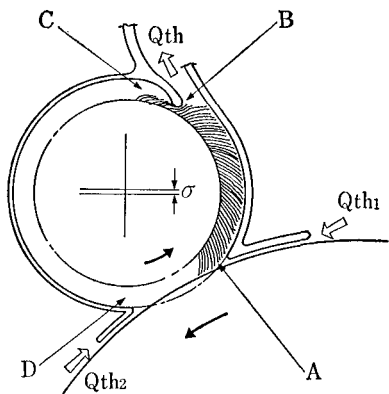


図 18 気流発生概略

3-9-1 気流発生の動作説明

本ユニットは以下に示す理論に基づき気流を形成しているので従来のような大型のサイクロン等のブロー装置を必要とせずコンパクトになっている。Aの部分にはドラムに当たったブラシが立上がる部分で負圧となり Q_{th1} の風が流入する。Bの部分はフリッカーによりブラシが圧縮されて空気が押し出され、この為 Q_{th} の風が流出する。Cの部分は圧縮されたブラシが立上がり負圧となるが流入する為の開口部がないので負圧を保ちながらDまで行く。従ってDの部分は Q_{th2} の風が流入する。ここで $Q_{th} = Q_{th1} + Q_{th2}$ である。

3-9-2 スカベンジャーローラーによる電気集塵

電界中を移動するトナーの移動速度と通過速度のベクトル和より捕集率は算出される。

$$\eta = (1 - e^{-vA/V}) \times 100$$

$$v = \frac{CNeE}{3\pi\mu D_p}$$

ここで v はクーロンカによる粒子の移動、 Ne はトナー帯電量、 E は電界強度、 μ はガス粘度、 D_p は粒子径、 A は集塵極面積、 V はガス量である。捕集率は v 及び A を大きく、 V を小さくする程アップする。

3-10 給紙、バッファー系

本機の給紙装置は3段トレイ方式でトレイの出し入れは簡単なキー操作で出来る自動出し入れ方式を採用している。従来の給紙機構部はコーナー爪分離方式が広く使用されていたが、本機では図20に示す様に転写紙の多数枚送り防止に最も効果のある摩擦分離コロ方式を採用している。

給紙部では転写紙の横レジストをあらかじめ一方(機械手前側)にずらして給紙しバッファー部に設けられた横レジストおよびスキュー矯正部で矯正・修正させる機構を採用している。この矯正部は転写紙の腰が最も強くなるR部(uターン部)を利用して行なっている。

図 19 電気集塵概略

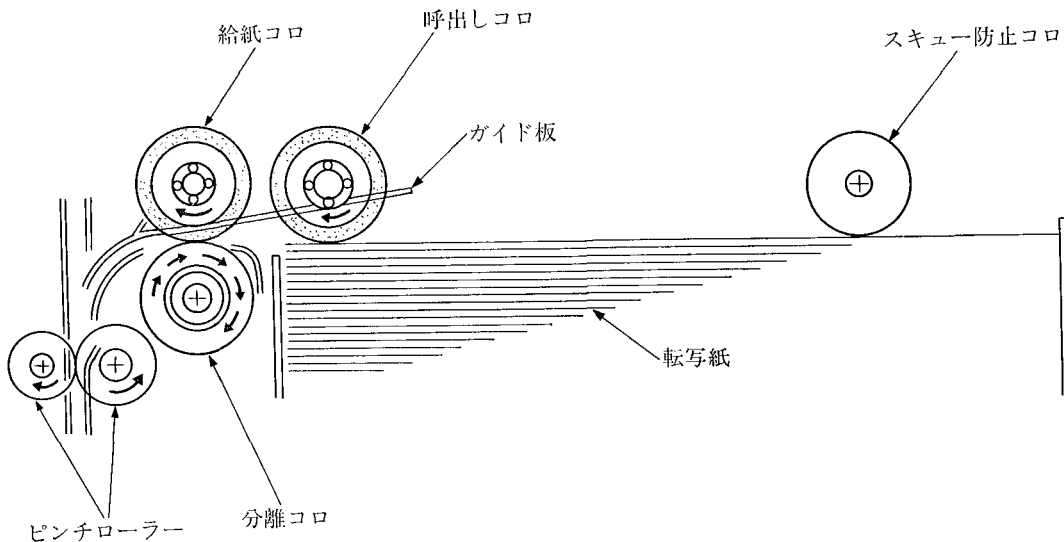
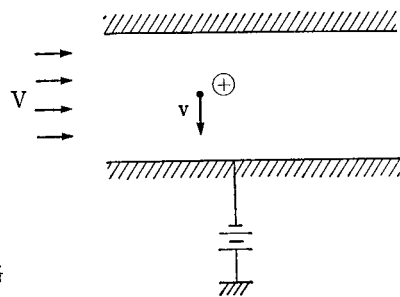


図 20 給紙機構部

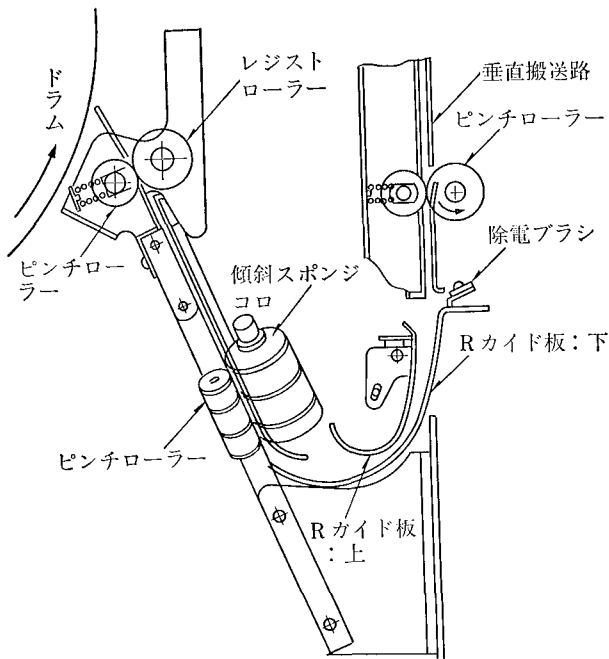


図 21 バッファー部

図 21 はバッファー部の略図である。

3-11 定着系

分離・搬送部をでた未定着の転写紙は定着可能な温度・圧力に保たれた図 22 に示す 2 本の ローラーの間を通過することにより完成された画像となり剥離爪およびガイド板に沿って搬送ロールに食われ込まれガイド部を通過して排紙部へ送られる。本機の定着機構は従来の FT シリーズとほぼ同じ機構を採用している。すなわち定着ローラーはテフロン、加圧ローラーはシリコンゴムを使用している。

温度制御は、サーミスタで行ない、温度過昇防止には温度ヒューズを使用している。

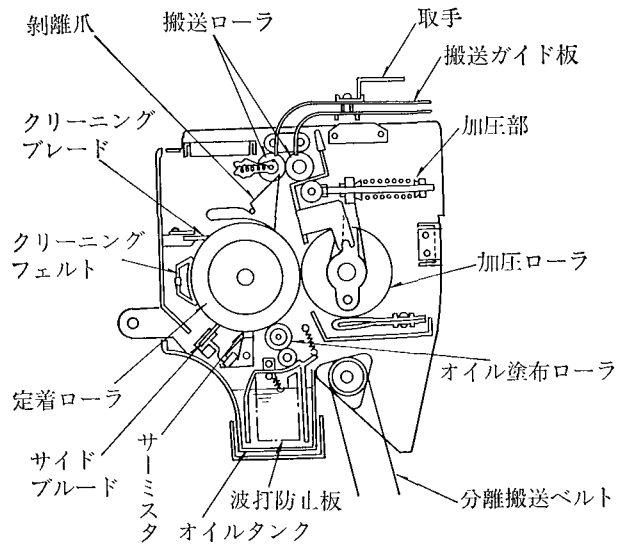


図 22 定着系

1-12 排紙両面搬送系

本機では転写紙を排紙トレイへスタックする通常の排紙モード、ソーターへ導き、丁合い・仕分けを行なうソーターモード、両面専用トレイへ導き自動的に両面コピーを取る両面モードが操作部の簡単なキー操作により自動的に切換えられる。

図 23 により定着後の転写紙搬送経路を簡単に説明する。

- (1) 排紙モード；定着後の転写紙は反転部を素通りし第 1 ゲートにより排紙トレイへ導かれる。
- (2) ソーターモード；反転部を通過した転写紙は第 1 ゲートによりベルト搬送部へ偏向されソーター部へ排出される。なお、両面コピーでソーターを使用する場合はページ順合せの為反転部で転写紙の表裏先後

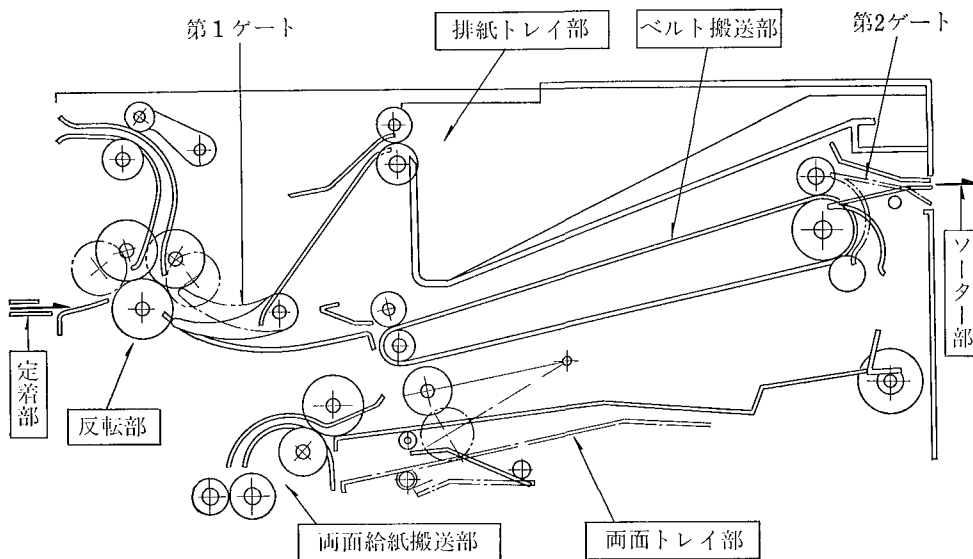


図 23 排紙両面搬送系

端を変換した後ソーター部へ導かれる。

- (3) 両面モード；反転部で表裏先後端を変換されベルト搬送部へ搬送された転写紙は第2ゲートにより両面トレイへ排出スタックされる。表面コピー終了後転写紙は再給紙され転写部へと搬送される。

ここで反転部の機構動作を図24、図25により説明する。反転部は主反転ローラと前後従動ローラにより構成され、両従動ローラはクラッチにより位置決めされる反転セットカムを介して異なる状態を保持する機構になっている。

図24に示す通常モード時は両従動ローラが一番接近した位置に保持され定着部より搬送されて来た転写紙は

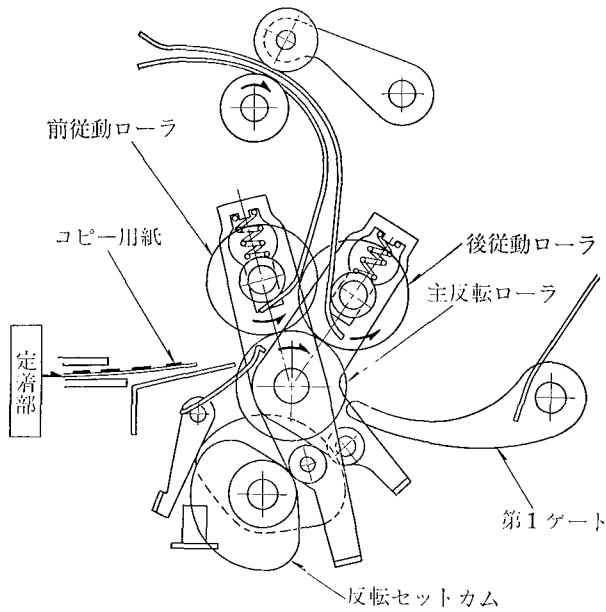


図24 反転部・通常モード時

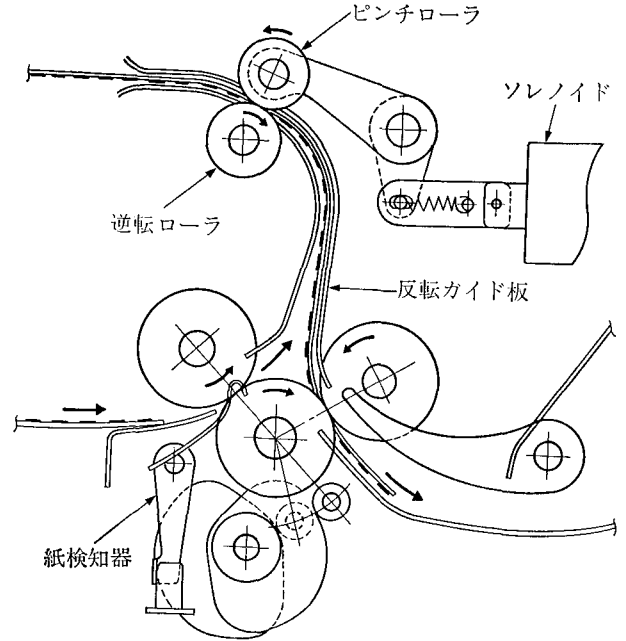


図25 反転部・反転モード時

両従動ローラを通過し次段の第1ゲートへと搬送される。

一方図25に示す反転モード時では両従動ローラが一番離れた位置に保持され紙検知器が作動状態になる。前従動ローラにより搬送される転写紙は反転ガイド板に沿って進み、紙検知信号により制御されるソレノイドを介して解放されたピンチローラと逆転ローラの間を通過する。転写紙後端が前従動ローラを通過し終ると紙無し信号によりソレノイドがONされピンチローラ逆転ローラの働きにより転写紙は後端から後従動ローラへ搬送され表裏先後端が変換された状態で第1ゲートへと搬送される。連続コピーの場合は転写紙間隔が短い為に反転部

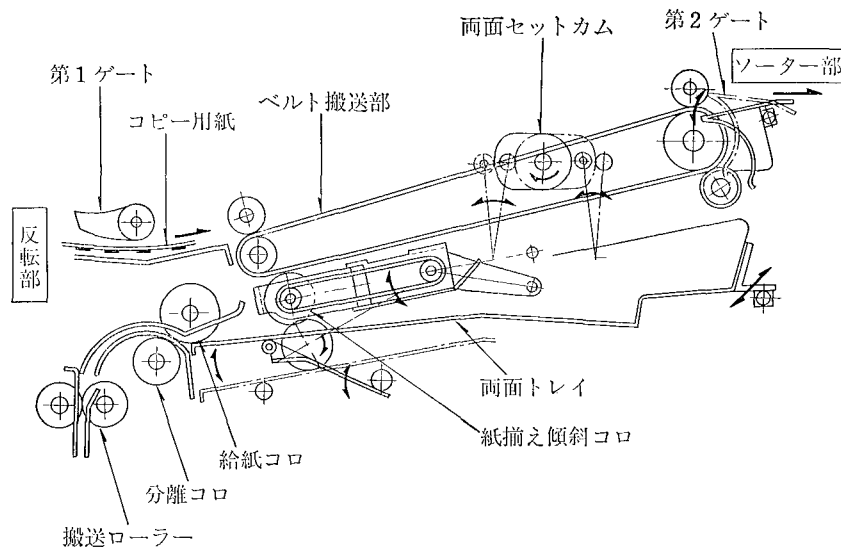


図26 両面トレイ部 (実線・通常時 一点鎖線・両面モードスタッキング時)

では先行用紙が反転ガイド板の役目をし連続反転が行なわれる。

次に両面トレイ部の動作を図 26 により説明する。

両面モードが選択されるとクラッチの働きにより両面セットカムが一点鎖線の位置に変位保持されカムフォロアリンク機構により以下の 5 動作が行なわれる。

- (1) 第 2 ゲートの偏向
- (2) 両面トレイ加圧解除
- (3) 両面トレイ横移動 (本機では転写前搬送路にスキュー矯正部が有る為給紙と排紙の基準位置が異なる)
- (4) 紙揃え傾斜コロの下降
- (5) 紙揃え傾斜コロの回転駆動

以上のスタッキング準備が完了した後反転部で表裏先後端を変換された転写紙は第 2 ゲートにより u ターンし両面トレイ内へ排出される。排出された用紙は紙揃え傾斜コロの働きにより両面トレイの基準壁に合わせて確実に整列スタックされる。表面コピーが終了すると両面セットカムが実線位置に復帰保持され前記 5 動作が逆に行なわれスタックされた転写紙を給紙コロに加圧する。両面給紙手段は給紙コロと多枚送りを防止する固定分離コロとで構成され裏面コピー時は所定のタイミングで駆動される給紙コロにより確実に一枚毎給紙搬送される。

又、両面コピーを取る場合、両面に書かれている原稿から両面コピーを取る場合と、片面原稿から両面コピーを取る場合では綴り方向が逆になる為、簡単なキー操作で転写紙のレジストタイミングを自動的にずらして綴りを修正するように制御されている。

以上本機の両面搬送系について説明したが機内に両面専用のトイレを有し完全自動処理を行なっている為、容

易に両面コピーを得る事が出来る様になった。

3-13 電装制御系

主コントロールはインテル社 μ CPU 8085 及び周辺 IC を用いて 8 ビット制御を行っている。

揺動ミラー、レンズスキャンコントロール等高精度な制御を必要とするユニットに対しては μ CPU からシーケンス信号、モード信号を出力し、ユニット側よりの状態信号をチェックして自己診断を行っている。ソーターとの情報はコピー枚数、ジャム時の補正、モードの指定等データコードのパラレル転送方式を採用している。

記憶装置としては CMOS 不揮発メモリーを用いて、セグメントの使用枚数、感光体巻上げ回数、自己診断内容等をバッテリーバックアップにより記憶する。

入力ノイズに対する余裕度アップの為入力系は 15V にして CMOS マルチプレクス回路を採用した。

4 おわりに

以上リコピー FT 7500 に採用した新技術を中心に紹介してきた。

本開発の目的であった操作性に優れたコンパクトな多機能・大量・高速普通紙複写機の開発という点においては、初期の目標を達成できた。今後とも本機の経験を生かしより一層市場の要求に適合した多機能・高速そして高信頼性の乾式静電複写機の開発を進めてゆきたい。

最後に本複写機の開発にあたって社内外の多くの方々の御指導・御協力いただいたことを記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 井伊谷鋼一, 集塵技術マニュアル日刊工業新聞社 65 (1973)
- 2) Ricoh Technical Report No. 5 (1981)

リコー工業所有権紹介

1 特許 (昭和56年1月～56年6月登録分)

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
1029098	ジアゾ乾式複写機用脱臭装置	神田 聡, 山本 要, 卷田 信広, 梅田 新	昭55-20132
1029108	湿式複写機に於ける乾燥装置	斉田 修	昭55-21338
1029110	ジアゾ乾式複写機用脱臭装置	神田 聡	昭55-20133
1029168	シート搬送装置	高橋 貞夫, 桜井 徹男, 斎藤 錦治, 工藤 邦夫, 野登口行男	昭55-19861
1029654	電子写真複写方法及びその装置	中村 功, 田端 泰広	昭55-18895
1029655	電子写真複写方法	中村 功, 田端 泰広	昭55-18896
1029656	電子写真用定着ロール	坂巻 資敏	昭55-18908
1029657	電子写真用定着ロールの製法	並木 良一	昭55-18909
1032187	液の濃度検出装置	綱沢 正見	昭55-22793
1032188	現像方法	黒石 昇治, 木村 嗣男, 江本 正実, 山本 史朗	昭55-20580
1032190	ドラムに対する用紙着脱装置	笠原 伸夫	昭55-21345
1033519	複写機における自動原図分離安全装置	池田須那夫, 高須 一彦	昭55-25650
1033532	逐次印字型プリンター用活字ホイール	鈴木 高美, 岩田 信夫	昭55-25064
1033588	ジアゾ複写機のローラ塗布式現像装置	小林祐五郎	昭55-25415
1034590	複写機における複写紙の搬送不良検知装置	鈴木 基之	昭53-40093
1035081	静電潜像の現像方法	木村 嗣男, 黒石 昇治	昭55-25664
1035113	ジアゾ型複写機の現像装置	新井 洋一, 松田 勉, 平林 猛男, 渡辺 信義	昭55-25413
1035114	ジアゾ型複写機の現像装置	新井 洋一, 松田 勉, 平林 猛男, 渡辺 信義	昭55-25414
1035570	電子写真用感光材料	西島 英世, 大平 誠, 高橋 道男, 遠藤 勝利	昭51- 4109
1036561	カラー電子写真方法	笠原 伸夫	昭55-26466
1036920	ROMを使用する二方向性のコード変換装置	山田 洋補	昭55-26496
1038233	自動検索装置付マイクロリーダー	柳川 信之	昭55-29411
1038236	磁性材料検知装置	阿部 剛	昭55-27314
1038284	花卉形印字ホイール	岩田 信夫, 鈴木 高美	昭55-30463
1038779	カラー電子写真の現像装置	渡辺 洋男	昭55-29429
1038781	マークカウント方法	阿部 剛, 荻野 博	昭55-25649
1038789	転写式電子写真複写機の感光ドラム支持装置	小見 恭治, 鈴木 茂, 西川 達雄	昭55-30237
1038819	多針型記録電極製造方法	松浦 忠史	昭55-28867
1039370	ニトロピレンホルマリン樹脂の製造方法	久保田富雄, 丸山 勝次, 井川 隆生	昭55-30007
1039376	放電記録材料	鈴木 明, 国武 英, 伊藤謙二	昭55-28873
1039635	マイクロリーダー又はマイクロリーダープリンターのフィッシュ投影装置	柳川 信之, 山田 寛	昭55-26451
1039806	ファクシミリの通信応答確認方式	ジェイムズ ギルバート, ティンウ, ユー ージーン ハーヴェイ ギャヴァンマン, ドナルド リチャード ウエーバー	昭55-32066

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
1040174	熱転写電子写真における記録体の搬送用ベルト	太田和二郎, 酒井かつ夫, 志賀 敢, 梅原 正彬	昭55-31468
1040181	学習方式	小泉 雅美, 山内 佐敏	昭55-31471
1040252	静電潜像現像法	川端 利保, 鈴木 弘治	昭55-34421
1042942	複写機の現像液自動供給装置	神田 聡	昭55-35697
1043051	感熱複写材料	風見 武夫, 酒井 清, 渡辺 秀夫, 佐々木正臣	昭55-35277
1043250	電子写真の現像方法	鈴木 弘治	昭54-40024
1043276	給紙装置	柳川 信之	昭54-42508
1043748	コーナーセパレーター上昇装置	鈴木 稔	昭55-34104
1043751	ジャム検知装置	吉田 良二, 飯島 健一	昭55-31467
1043759	作動部材の位置決め機構	広瀬 明	昭55-33496
1043787	製図用フィルムの製法	岩岡 武彦, 宮島 茂	昭52-13543
1044927	バイアス供給回路	井上 崇史	昭55-35765
1044956	現像電極制御方法	江田 忠弘, 木村 嗣男	昭55-36145
1044979	ジアゾ複写材料	利元 正則, 岩田 進, 西条 福二	昭55-37736
1046063	電磁式計数器の駆動回路	阿部 剛	昭55-43548
1046989	電子写真用感光材料	太田 正文	昭55-35707
1047066	定量計測装置	川久保俊夫, 掛布 定雄	昭55-37799
1047586	ホログラム用パターン記録素子	折出 秋儀, 徳田 和平	昭55-38646
1047597	オーディオ機器の雑音除去装置	山田 功	昭55-38722
1047603	データ端末装置	阿部 剛	昭55-43306
1047607	パターンの正規化装置	河 龍一	昭55-39025
1047996	トナー画像の定着装置	坂巻 資敏, 岡本 豊雄	昭55-36996
1048061	電子写真複写装置	坂本 康治	昭55-37755
1048330	波形観測用ブラウン管オシロスコープ等におけるトリガー方式	古川 雅通, 井口 進	昭55-39787
1048538	不回転検知装置	高橋 靖弘	昭55-36972
1048613	印字装置のキャリッジ送り機構	鈴木 高美, 洲崎 正幸, 森谷 知之	昭55-37433
1048621	電子複写機におけるクリーニング装置	池末 真澄	昭55-36153
1050405	電子写真液体現像剤	津布子一男	昭55-40865
1051307	印刷機の排紙装置	岩永 芳春	昭55-39515
1051308	渦巻式磁気録音再生機の磁気ヘッドの軌跡測定用検査シート	小泉 雅美	昭55-38725
1051309	シートの後端クランプ装置	村田 圭佑	昭55-40868
1051311	複写機における自動分離装置	金田 徳蔵	昭55-42734
1051360	カセット用紙の視認装置	斉藤 泰弘	昭55-49500
1051882	インドリノベンゾスピロピラン誘導体の製造法	風見 武夫, 酒井 清, 渡辺 秀夫, 佐々木正臣	昭55-43024
1051894	複写方法	ジャン ジュール アシール ロビラート	昭55-44935
1051901	画像形成方法	徳田 和平, 加藤 辰也	昭55-44934
1053074	データ端末装置の電池交換時期判別方法及びこれを実施する為のデータ端末装置	掛布 定雄, 阿部 剛	昭55-48352
1053113	ジアゾ複写材料用現像剤	松田 勉, 萩原 好夫, 新井 洋一, 平林 猛男	昭55-42745

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
1053119	2成分型ジアゾ複写材料用現像剤	松田 勉, 萩原 好夫, 新井 洋一, 平林 猛男	昭55-42746
1053187	ジアゾ式現像法	山口 至, 日下田 茂, 松田 勉	昭55-42747
1053177	インテノチオフェン誘導体の製法	橋本 充	昭55-45550

2 実用新案 (昭和56年1月～56年6月登録分)

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1363932	ケース挿入用支持体	相沢 秀雄, 中村 高	昭55-23892
1365081	印字ホイール取付装置	菊地 孝夫	昭55-23869
1366255	紙搬送装置	椎名 敏雄	昭55-27624
1366260	複写機のローラー装置	高橋 靖弘	昭55-24585
1366271	ジアゾ湿式複写機の微量塗布現像装置	池田須那夫, 金田 徳蔵	昭55-24586
1367047	データカプセル	宮川 文宏	昭55-24576
1367077	電動カメラ	宮川 文宏	昭55-26891
1368281	黒板兼用複写装置	出繩 弘行	昭55-27889
1369438	電子写真複写機の転写圧力調節装置	広瀬 浩, 矢野 英俊	昭55-24604
1372402	オーバーフロー機構をもつ現像剤補給装置	岡本 豊雄, 真野 弘司, 小島 賢次, 安田 裕次, 渡辺 利雄, 有山 賢三	昭55-26918
1372473	複写機における露光光束絞り装置	柳川 信之	昭55-27884
1372515	カラー電子写真複写機	鈴木 隆造	昭55-27882
1372600	複写感光紙と原稿の分離装置	池田須那夫, 金田 徳蔵	昭55-27869
1372632	電子複写機	柳川 信之, 田川 和明	昭55-27878
1372635	転写チャージャーのタイミング機構	柳川 信之	昭55-27879
1372892	原稿自動供給装置を具備する複写機	椎名 敏雄, 緑川 晃	昭55-31550
1372894	コロ取付装置	長谷川 脩	昭55-31296
1372897	複写機の自動原稿供給装置	椎名 敏雄, 八重島征夫	昭55-31551
1372901	電子複写機の自動原稿供給装置	椎名 敏雄	昭55-31553
1372924	給紙用カセット取付検知装置	渡辺 利雄, 吉原 久雄	昭55-30907
1372927	給紙装置	斉藤 正敏	昭55-30914
1372976	エンドレステープ用リール	安藤 昭	昭55-29895
1372983	電子写真機における感光ドラムの支持装置	池田須那夫	昭55-31565
1372989	クリーニング装置用ブレード	鈴木 茂, 西川 達雄, 小見 恭治	昭55-31563
1373003	液体現像装置	赤松 啓行	昭55-31561
1373008	湿式電子写真複写機における現像液液回り防止装置	梶原 紀夫, 中原 敏夫, 小川 悦郎, 青山 祐一, 菊地 章, 笠原 伸夫	昭55-33300
1373014	電子複写機の感光体クランプ装置	柳川 信之, 渡辺 努	昭55-33312
1375435	複写機のロール紙巾表示装置	菅野 忠明, 渡辺 利雄	昭55-31524
1375442	加熱体の温度制御装置	岩本 穰, 野口 浩一	昭55-32303
1375446	給出シート検出装置	鈴木 茂, 小見 恭治, 西川 達雄	昭54-21331
1375463	給紙装置	須江 隆次, 三沢 利彦	昭55-32197
1375547	電子写真における液体現像装置	斎藤 正敏, 並木 良一, 藤井 唯士, 赤松 啓行	昭55-27888

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1378746	ドットプリンタ	塚田 敏次	昭55-37386
1379209	マークカウント回路	阿部 剛, 福島 善夫	昭55-37957
1379312	給紙用カセット	柳川 信之	昭55-37194
1379352	湿式電子写真複写機のプロッターベルト駆動支持ローラ	中原 敏夫, 笠原 伸夫	昭55-36848
1379987	複写機等の表示装置	保坂 昌雄, 荻野 良孝	昭55-39397
1389646	送液管接続装置	鈴木 茂, 西川 達雄, 小見 恭治	昭55-39198
1381448	一眼レフカメラにおける開放F値自動設定装置	今井 忠幸	昭55-36815
1382079	マイクロリーダープリンター	柳川 信之	昭55-36824
1382472	情報処理装置	小川 俊也, 仁木 昭男, 内村 一男, 鶴岡 耕一	昭55-45428
1383467	自動給排水装置	岩佐 勝利	昭55-45102
1383478	キャリスタ駆動支持装置	三ツ木 巖	昭55-41560
1383506	複写機における原稿移動台ロック解除機構	上間 清徳, 丹沢 節	昭55-39400
1385682	映写機のフィルム送り機構	安藤 昭	昭55-43383

●著者紹介

村山 登 (むらやま のぼる)

技術本部付
昭和7年8月21日生
昭和32年東京大学工学部応用物理学科卒
昭和39年(株)リコー入社 電子機器、ファクシミリ等の開発に従事、現在に至る

山内 佐敏 (やまうち さとし)

技術本部 応用機器開発部
昭和18年3月28日生
昭和41年中央大学理工学部電気工学科卒
昭和36年(株)リコー入社 複写機、計量器、教育機器の開発を経て、現在日本語情報処理の研究開発に従事

川西 敏之 (かわにし としゆき)

第1複写機事業部 第1開発部
昭和15年3月2日生
昭和44年東京都立大学大学院修士課程修了(化学)
昭和44年(株)リコー入社 電子写真現像法、現像剤の研究開発を経て、現在に至る

田端 幸夫 (たばた ゆきお)

第1複写機事業部 第1開発部
昭和23年9月29日生
昭和49年金沢大学大学院修士課程修了(物理)
昭和49年(株)リコー入社 電子写真感光体、プロセスの研究開発を経て、現在に至る

江尻 公一 (えじり こういち)

技術本部 応用機器開発部
昭和20年7月6日生
昭和48年東京大学大学院博士課程修了(鉱物学)理学博士
昭和48年(株)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

前田 護 (まえだ まもる)

技術本部 応用機器開発部
昭和25年10月25日生
昭和49年名古屋大学工学部電子工学科卒
昭和49年(株)リコー入社 画像処理の研究開発に従事

関川 啓二 (せきがわ けいじ)

販売本部 本部長室
昭和23年3月14日生
昭和46年宮崎大学工学部応用物理学科卒
昭和46年(株)リコー入社 I R機器の開発を経て、現在、セールス情報管理システムの開発に従事

八木 芳夫 (やぎ よしお)

電子技術事業部 データシステム部
昭和21年6月10日生
昭和44年埼玉大学工学部電気工学科
昭和44年(株)リコー入社 電子機器関連業務に従事、現在に至る

肥田 和久 (ひだ かずひさ)

電子技術事業部 データシステム部
昭和24年3月27日生
昭和46年関西学院大学理学部物理学科卒
昭和46年(株)リコー入社 電子機器システム機器のベータソフト開発に従事

橋本 健美 (はしもと たけみ)

ファクシミリ事業部 設計1課
昭和16年11月8日生
昭和40年大阪電気通信大学工学部電子工学科卒
昭和43年(株)リコー入社 ファクシミリの開発・設計に従事

田中 光男 (たなか みつお)

第1複写機事業部 第2開発部
昭和19年3月18日生
昭和41年法政大学工学部機械工学科卒
昭和44年(株)リコー入社 複写機の開発・設計に従事

水摩 健一 (みずま けんいち)

第1複写機事業部 第2開発部
昭和23年2月1日生
昭和46年大阪大学基礎工学部機械工学科卒
昭和46年(株)リコー入社 印刷機、複写機の開発・設計に従事

菊野 充豊 (きくの みつとよ)

第1複写機事業部 第2開発部
昭和27年12月10日生
昭和50年鹿児島大学工学部電子工学科卒
昭和50年(株)リコー入社 複写機の開発・設計に従事

RICOH TECHNICAL REPORT NO. 6

昭和56年11月25日発行(年2回発行)

編集責任者 / 浅川俊文 発行責任者 / 縄手隆夫 | 発行所 / 株式会社リコー技術本部
事務局 / TEL 03(777)8111(内線)2532 担当矢口 | 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 TEL 03(777)8111(大代表)

RICOH COMPANY, LTD.

3-6, Nakamagome 1-chome, Ohta-ku, Tokyo, 143 Japan