

解説

ノンインパクトプリンタ*

高橋 英男**

1. まえがき

最近ノンインパクトプリンタに関する話題が盛んになって来た^{1),2),3)}。一つには毎分1万行(6行/インチ)の超高速プリンタがHIS社(静電式)やIBM社(レーザ式)によって実用に供されるようになったためである。また一つにはオフィスコンピュータやインテリジェントターミナルなどの普及が進んできたからであろう。人と人の会話を中心である事務室ではインクジェットプリンタやサーマルプリンタのような静かなプリンタが必要である。

C. P. Lecht 氏⁴⁾によればIBMの重要開発テーマの第1位が周辺装置(ディスクファイル, レーザプリンタ, MSSなど), 第2位がソフトウェア, 以下最後が第7位の純研究と続く。この例にみるまでもなく優れたノンインパクトプリンタの開発は情報産業を進展させる重要な武器であり, これを有機的に組入れたEDPシステムの提供こそが重大な戦略であると考えらる。

1977年リヒテンベルグ教授によって発見された静電気像がノンインパクトプリンティングの最初である。その後奇人変人も加え世界中の多数のアイデアマンがこのノンインパクトプリンタの研究開発競争に参加した。しかし今や珍奇なアイデアで勝負するアマチュアの時代は過ぎ去り, たゆまない技術の積重ねに裏打ちされた深い洞察力と幅広い技術の総合力とが問われるプロの時代となっている。現在では提案された各種の記録方式も多くは自然淘汰の方向にある。こうした中でリヒテンベルグを祖とする静電気応用の新しい記録技術が花を咲かせようとしている点は大いに注目し値しよう。

ノンインパクトプリンタに課せられた要望の主なものの上げると,

- (1) 高速印刷
- (2) 低騒音運転
- (3) 高品位印刷(濃度, 画素密度)
- (4) 新機能(図形出力, 多色出力)

となろう。これに経済性, 操作性, 保守信頼性などの要求が加わる。これらの要望の全てを同時に満たす記録方式は存在せず, 使用目的に合わせて正しく選択する必要がある。ここでは高速性を指向するラインプリンタと経済性を最重視するシリアルプリンタとに分けて代表機種例を2,3あげて技術動向を述べる。

2. ラインプリンタ

ラインプリンタは高速印刷と高品位印刷とが最大の眼目であり, 用紙も普通紙が指向されている。

2.1 光プリンタ

現在の最も代表的超高速ノンインパクトプリンタは光と電子写真技術(Electrophotography)との組合せによる光プリンタである。光像をどのようにして作るかによって大きく3つに分かれる。まずXerox 1200に代表される文字ドラムを回転して所要の文字が来たらフラッシュランプを点灯する方式で, インパクトプリンタの活字ドラムとの置換えと考えられ, 文字は母形文字(アナログ形)である。次はFACOM 6504⁵⁾に代表されるOFT(Optical Fiber Tube)を用いる方式で, OFTへの文字パターン情報はドットやベクトルの外, モノスコープの出力などのようなビデオ信号でもよく(アナログ形, デジタル形両用)それを1文字毎にOFT面にラスタ走査する。このため印刷機として重要な機能である文字の拡大縮小が容易であるなど融通性に富む。こうした融通性を十分活用しようとするとなればそれなりの苦心がある。例えば字並びを30cmの紙幅上で ± 0.3 mm以下にそろえるには電圧の直線性安定性などを0.1%以下にする必要があり, 各社腕のみせどころといえる。OFTを用いる方式にはこの外に三菱, 東レのものがある。

第3番目にはレーザ光を光変調器と回転鏡とを組合

* Non-impact Printer and its Future by Hideo TAKAHASHI (Peripheral Devices Laboratory, Fujitsu Laboratories Ltd.).

** (株)富士通研究所固体装置研究部

せる方式で、Zenith 社が COM 用に提案し、IBM-3800⁶⁾、ND-2⁷⁾、Xerox 9700⁸⁾ が発表され当所からの試作発表⁹⁾もある。その他毎分 8 千行にも満たないものもある。主なレーザプリンタについて表-1 にあげる。また当所のレーザプリンタ光学系を図-1 に、IBM-3800 印刷サブシステムの基本構成を図-2 に示す。当所の光学系はレーザ光の直線走査系における走査歪み補正を放物面鏡を用いて単純にしかも高精度で安価に達成し、画素密度 10 ドット/mm と速度毎分 1 万行を同時に実現したことに特徴がある。IBM 3800 は普通紙を用い毎分 1 万行の超高速ノンインパクトプ

リンタを初めて世に出し、光学式フォームオーバーレイによる用紙の在庫の合理化を提供し、更にわれわれに刺激を与えた点に大きな功績がある。

レーザ光で文字パターンを感光体表面に作成する手順は回転鏡で光を直線走査させその光の感光体上の位置に同期して変調器を駆動させて光を ON, OFF させ、その間感光体は光走査と直角方向に微小距離移動する方法で、ファクシミリにおける主走査、副走査とまったく同じ手順である。従って文字はドットに分解され(デジタル形)で入力される。文字の拡大縮小はアナログ的には処理できず、従って各文字サイズ毎にあらかじめドットパターンを用意する必要がある。また超高速プリンタの場合紙の起動停止を同一速度内で処理することは困難であり、起動停止はページ単位となり、プリンタ内には文字 2 行分のドットパターンバッファメモリ、2 ページ分以上の文字コードバッファメモリを持ち、制御上はページプリンタの性格を持っている。

感光体上の光像は電子写真技術によって可視化されるが、超高速レーザプリンタで適用されている電子写真技術はその構成の単純さのゆえにすべてカールソン法に反転現像法を組入れたものである。このレーザプリンタでの大きな問題は高感度長寿命の感光体の実現にある。長寿命化を実効的に達成する方法としては長尺フィルムをドラムに内蔵しドラムの一部にフィルムの出し入れ口を設け、寿命に達した感光フィルムを巻込んで新しい面を使用する方法がある(図-2 など)。この方法ではフィルムの更新のたびにドラム各部をクリーニングするなどオペレータの手をわずらわす。またフィルム出し入れ口があるため印刷用紙上各ページの上下に半インチ印刷のできない領域ができる。

画素密度では、IBM 3800 が 5 ドット×7 ドット/mm² である。シーメンス社の ND-2 も同程度であるが、Xerox 9700 では 12 ドット/mm と高密度になっている。また感光体の構造はシーメンス ND-2 がドラム、Xerox 9700 がベルトであり、それぞれ単独で長寿命化を計っている。

2.2 静電プリンタ

超高速ノンインパクトプリンタの最初は 1972 年に米国 EPI 社の技術導入による沖エレクトロプリンタ¹⁰⁾(速度毎分 8 千行)によって幕が切って落された。続いて 1974 年春米国 HIS 社より PPS¹¹⁾として静電記録紙を用いて速度毎分 1 万行のものが発表になり翌 1975 年春にはレーザプリンタ IBM-3800 の

表-1 レーザプリンタ各社比較

	印刷速度*	紙送り速度	画素密度	用紙	備考
IBM 3800	10,020 行/分	707 mm/秒	5.7×7.1 ドット/mm ²	折畳普通紙 幅 165~378 mm	
キヤノン LBP-2000 D	1,500	132	8.4×8.4	カット普通紙 210×297	
シーメンス ND-2	10,500	741	5.7×7.1	折畳普通紙 幅 165~400	
沖レーザビームプリンタ	2,700	191	9.4×9.4	折畳指定普通紙 幅 203~356	湿式現像
Xerox 9700	6,000	2 頁/秒	11.8×11.8	カット普通紙 216×279	
富士通研究所	10,000	706 mm/秒	9.4×9.4	折畳普通紙 幅 178~381	

* 印刷速度は比較のため 6 行/インチの行密度に換算した。

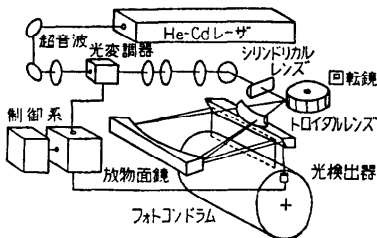


図-1 レーザプリンタ光学系(富士通研)

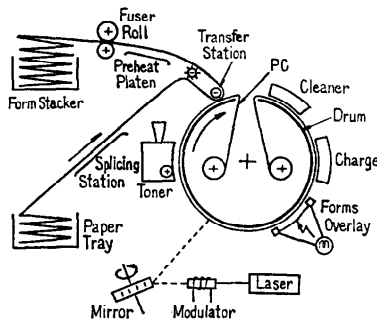


図-2 IBM 3800 基本構成

発表へと続くわけである。HIS社のPPS(Page Printing System)は印刷品位、性能に優れ、また記録用紙として静電紙を使っているため装置価格も安い。しかし、静電プリンタに使用される静電紙は一般に価格が高く、筆記捺印性も現状ではまだ十分でない。

最近普通紙を用いる静電プリンタの発表が当所よりなされた¹²⁾。これはまさにプリンタ開発者の久しく望んでいたものであり、われわれの先輩が一度はひそかに試みてあえなく失敗した方式である。こうした失敗の原因は紙ヘトナーを転写し、残留トナーをクリーニングした後で初期条件であった誘電体上の不要電荷をいかにして除電するか的手段にあった(誘電体が感光体なら露光によって除電できるが)。これに対しわれわれは発想の転換を計り、逆に一様帯電を初期条件に選り、ピン電極によってレーザプリンタと同様な電荷除去による潜像形成法を採用した。このためピン駆動電圧は250Vと従来の静電プリンタに比べて半分以下にすることができた。また10本/mmの高密度単列ピン電極が可能となり、ピン駆動回路の低コスト化も実現した。静電潜像形成後の現像転写クリーニング定着プロセスは当所のレーザプリンタとまったく同一である。この静電プリンタの基本構成を図-3に示す。

静電プリンタの代表例を表-2に示す。

静電プリンタ¹³⁾に対する1つの問いかけに「レーザプリンタにおける光学的フォームオーバーレイにどう対処するか」がある。これに対して電子フォームオー

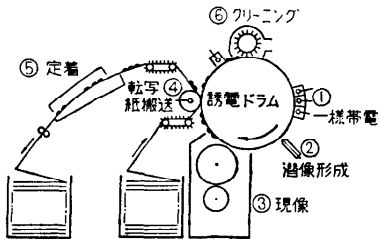


図-3 静電プリンタ基本構成(富士通研)

表-2 静電プリンタ各社比較

	印刷方式	印刷速度*	紙送り速度	画素密度	用紙	備考
沖エレクトロプリンタ	インクミスト	8,000行/分	564mm/秒	3.8×3.9ドット/mm	折畳普通紙 幅~381mm	色:青紫
ハネウェル PPS	静電	10,800	762	7.9×7.9	ロール静電記録紙 幅127~279	
富士通研究所	静電転写	11,500	810	9.4×9.4	折畳普通紙 幅178~381	

* 印刷速度は比較のため6行/インチの行密度に換算した。

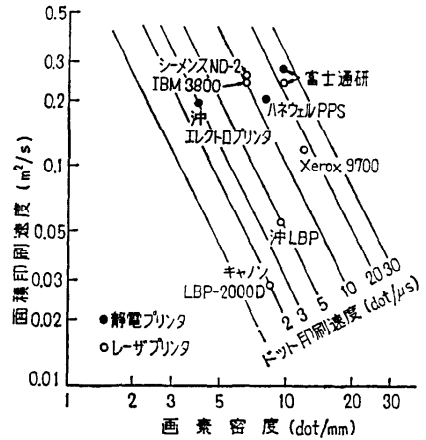


図-4 高速ラインプリンタ比較

バーレイを提案する。最近の Xerox 9700 にみられるように10ドット/mm以上の画素密度を有する場合には光学式の必要がない。電子式であるとフォームがソフト上で指定でき、オペレータの介入なしにMTなどから自動的にフォームのパターンが送出でき、更に必要とあれば複数種類のフォームを同時に自由に扱うことができる。例えば宛名を含んだ表紙のフォームと2枚目以降のフォームなど光学式では仕事を分けてオペレータがフォームオーバーレイを取替えて実行することになるが、電子式では自由であり、後の紙処理(スタッキングやページ合わせ)の上でも合理的である。ICメモリのコストが必ずしも安くない今までの状況においては光学式の方法も有力な手段であったとは思いますが、16k~64k RAMが話題になっている現在、メモリ容量をそれ程神経質に考える時代は過ぎ去ろうとしている。

図-4は主な高速ラインプリンタの性能比較図で、横軸に画素密度、縦軸に面積印刷速度を共に対数目盛で記入してある。IBM-3800のように画素密度が縦横で異なる場合はその幾何平均で表わした。斜線はドット印刷速度〔ドット/μs〕を示す。

3. シリアルプリンタ

シリアルプリンタの最重点項目は経済性と小型と操作の容易性とである。経済性の考え方によっては運用費用（用紙代など）より装置価格を重視して特殊紙を採用するプリンタもあるなど各種¹⁴⁾の方式が試みられる余地があり、正しく方式を選択しようとするならユーザはまず要求を明確にする必要がある。

3.1 サーマルプリンタ

最近電電公社のホームファックスでサーマル記録方式が注目を集めているが、特殊紙プリンタの代表はサーマルプリンタである。特殊紙といっても大量消費のユーザがつけばコストは普通紙に近づき、品質や印刷品位、保存性なども改善されよう。サーマルヘッドの発熱体は半導体、厚膜、薄膜とがあるが熱効率や熱時定数の優れた薄膜が選ばれている。当社のヘッド¹⁵⁾は発熱体の真上に金属の均熱層を設けることによって低電力で鮮明な印刷品位を得ている。

サーマルヘッドの熱効率と寿命とは相反する要因で、この面の改善には困難が伴うが、サーマルプリン

タの最大の特徴は一次発色で現像や定着も不要で構造が単純であるばかりでなく、インクなどのような消耗品がないために取扱いが容易である。そうした意味で事務所や家庭で手軽に使う印刷手段として根強い需要が今後も期待される。表-3は市販されているサーマルプリンタの一例である。

3.2 インクジェットプリンタ

インクジェットプリンタ¹⁶⁾は、(a)記録紙は普通紙、(b)ヘッドにより直接印刷される一次発色、(c)構成が簡単であり低コスト化が期待できる、などの特徴を持ち各方面から注目され、各種方式が提案され検討されて来た。しかしながらプリンタとして商品化されたものは意外に少ない(表-4参照)。インク粒子化の安定性に今一つ欠いていたためである。しかし、最近荷電制御方式を中心に著しい改善がなされてきた。例えば昭和51年6月発表されたIBM 46/40 Document Printerは画素密度約10ドット/mmで印刷速度77字/秒を実現している。また、インクの色は国産の靑紫色と異なり、深みのある黒色で高級タイプライタと同等以上の印刷品位が得られている。

印刷速度では1文字5×7ドット構成でシャープのJet Pointが500字/秒を得ている。性能のパフォーマンスは実効的な粒子化速度で決まる。IBM 46/40は粒子化速度117kHzであり、荷電制御方式によるためインク粒子は一つ間隔で使用しており実効粒子化速度58kHzとなり最高の性能である(図-5(次頁参照))。さらに高速化を実現したものとしてMead社の開発したマルチノズルによる8万行/分のModel 2700プリンタがある。これは荷電制御方式によるためインク回収系が大がかりとなり、印刷工場にある大形印刷機のイメージであり事務機器とはかけはなれた感じである。荷電制御方式は連続インク粒子を噴射するため

表-3 サーマルプリンタ各社比較

	装置名	印刷速度	その他
富士通 FACOM 1512	サーマルキーボードプリンタ	30字/秒	128字種
沖	サーマルプリンタ-200 -800	30 80	128字種
三洋 STT-600シリーズ	サーマルタイプ 601A 601K 601R	60,80	
日本NCR NCR 260-21	サーマルプリンタ	30	96字種
ドッドウェル EXECUPORT-320	ポータブルリモートターミナル	10,15,30	96字種
T.I. Silent 700	データターミナル	30	

表-4 インクジェットプリンタ各社比較

製品名	方式	粒子周波数	ドットマトリックス	印刷速度
A. B. Dick Video Jet 9600	荷電制御式 (加振粒子化法)	66 kHz (実効値 33 kHz)	9×11	250字/秒
カシオ Typuter	電界制御式 (電位差粒子化法)	3 kHz	9×13 or ストローク	50 or 33.3
シャープ Jet Point	荷電制御式 (加振粒子化法)	50 kHz (実効値 25 kHz)	5×7 5×7 と 4×6 複合マトリックス	500 300
IBM 46/40 Document Printer	荷電制御式 (加振粒子化法)	117 kHz (実効値 58.5 kHz)	24×40	77 (10ピッチ) 92 (12ピッチ)
東レ Toray 8576	インクオンデマンド式	20 kHz	22×24	60相当
シーメンス PT-80	インクオンデマンド式 (マルチノズル 12本)	2.5 kHz (×12ノズル) (実効値 30 kHz)	9×12	90 (Max. 300)

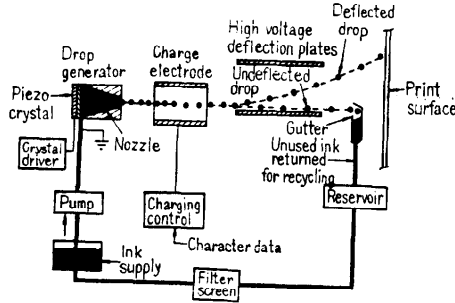


図-5 IBM 46/40 のインクジェットプリンタ構成

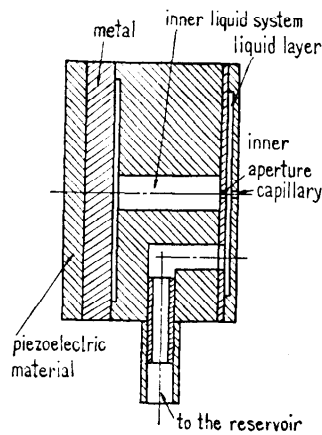


図-6 Stemme 形インクジェットヘッド構成

比較的安定な粒子化が実現でき現在の実用機の主流をなしているが 90% 以上のインク粒子は印刷には用いられず回収再使用する必要がある。上記の Mead 社の例のように回収系が実用化の大きなネックとなる。

印刷のみにインクを噴出するインクオンデマンド方式は回収系が不要であり印刷機能はヘッドにのみ集約されるため魅力ある方式である。基本構成は Stemme, Gould (図-6 参照) より提案されており本方式を用いた製品も出されている。

今後は、低コスト化、高速化、高品位化の方向へさらに粒子化の安定性を高めながら進んで行くと思われる。低コスト化方向としては現在一歩遅れを取っているインクオンデマンド方式が主流となって来よう。又高速化は現在の粒子化速度より格段の向上は期待できず、むしろマルチノズル化によって実効的に高速化を計る方向に進むであろう。これを実現するにはさらに粒子化の安定性と目づまり等の信頼性を高める必要がある。また印刷品位の要となるインク濃度の向上と純普通紙の使用は特に国内においては重要な課題である。

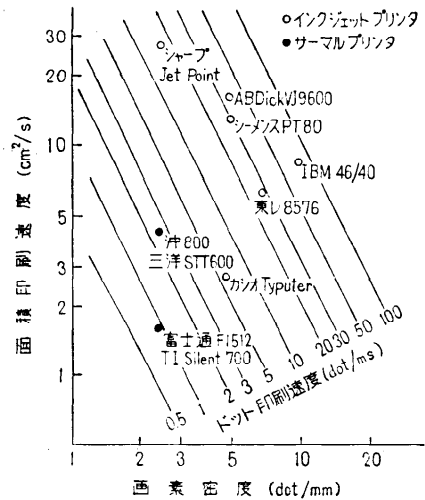


図-7 シリアルプリンタ比較

インクジェットプリンタは使えるプリンタとしての緒に着いた所といえる。先に挙げた利点をふまえ各社で精力的に開発が進められている。将来、中低速シリアルプリンタ、さらには中高速ラインプリンタで確固たる位置を占めると予想される。

図-7はシリアルプリンタの性能を図-4と同様な手法で比較したものである。この図より IBM の技術水準の高さがうかがえる。

4. 今後の技術動向

4.1 印刷速度

一部の科学計算を別にすれば EDP 等の事務用においては計算時間も少なく、出力処理が時間的に大きな部分を占めている。特に月末や期末には予算決算細卸など EDP に負荷が集中し、EDP 要員の徹夜作業となる。また保守診断の際 (定期保守であれ故障修復であれ) メモリの内容をダンプアウトするとプリンタの速度リミットで 20~30 分間も待つ必要がある。この時間は急いでいる時は保守員の神経をさかなでし、高価な計算組織では完全なデッドタイムである。こうした諸々の要望がコストパフォーマンスの優れた超高速プリンタの出現を強く求めている。

超高速ノンインパクトプリンタは現在毎分 1 万行のレベルにあるが、これは機械式ラインプリンタと比べると、(a)同時複写が行えず、必要枚数だけ繰返し印刷する。一般に複写 1 枚増える毎にその需要量は半減するといわれ、従って平均して 2 枚印刷で速度を評価するのが妥当である。更に (b)印刷の全行等速度で行

われるのに対し、従来のラインプリンタは印刷しない行は高速送りを行う。一般にページの1/2~1/3が高速送りと考えられる。以上の点を考慮に入れると毎分1万行の速度は一般には機械式ラインプリンタの3千行ないし4千行に相当することになる。用途によっては1万行にも、場合によっては1千行の実質速度となることもある。最新のIBM-3800の仕様では毎分2万行も含まれるが、それは12行/インチの縮小字体の場合で印刷技術上は何ら変わっていない。

現在の毎分1万行のノンインパクトプリンタは従って機械式ラインプリンタ2千行のたかだか1.5倍から2倍の実効速度を有するに過ぎず、今後毎分2万行以上(縮小字体では4万行以上)の出現が期待される。これに対しレーザプリンタでは変調器が限界で速度か画素密度かを犠牲にすることとなる。その点、静電式はレーザ式の変調器に関連する潜像形成速度には十分な余裕があり、感光体にあたる誘電体には感度増感や寿命の問題もなく最もゴールに近い位置にあるといえよう。更にレーザ式に比べ光源、変調器、高速回転多面鏡などの高価な光学部品を必要とせず、開発戦略製品としての資質十分である。しかし同時にこうした超高速プリンタの開発にあわせて紙の後処理が極めて重要であり、その開発を含めた総合力が鍵となろう。

4.2 画素密度

現状では8ドット/mm、10ドット/mmが実用の域にきている。Xerox 9700の12ドット/mmは縮小字体を高品位で達成し、紙資源とファイル空間の節約を計るもので今後の一つの方向であろう。しかしながらプリンタ文字は拡大鏡なしに直接人間が読める必要があり、従来の機械式ラインプリンタ活字が新聞活字程度に縮小されれば、それが限界となろう。

また価格最優先のシリアルプリンタでは5×7ドット表示(英数字)または7×9ドット表示(カタカナを含む)が標準化され、低コストのIC ROMになって容易に入手可能になっている。これらの画素密度は2~5ドット/mmとなっている。

チュウケン ミミ ニ サカウ。

A good medicine tastes bitter.

Unpleasant advice is a good medicine.

(a) 静電式6行/インチ

ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM
ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM
ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM
ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM	ノンインパクト プリンタ FY-10A 25000LPM

(b) 静電式12行/インチ

LASER PRINTER with Parabolic Mirror
LASER PRINTER with Parabolic Mirror
FUJITSU LAB Printing Speed: 10,000 LPM
FUJITSU LAB Printing Speed: 10,000 LPM

(c) レーザ式6行/インチ

図-8 印刷サンプル(富士通研)〈原寸大〉

図-8は当所超高速ラインプリンタの印刷サンプルであり、共に10ドット/mmを得ている。同図(a)は静電式の毎分11,500行(6行/インチ)のもの¹²⁾であり、同(b)は毎分23,000行(12行/インチ)のサンプル¹²⁾である。同(c)はレーザプリンタの毎分10,000行(6行/インチ)のサンプル⁹⁾で、いずれも通常のラインプリンタ用紙を用いている。この図-8(b)を見てわかるように英数字カタカナの範囲では10ドット/mmあれば縮小字体でも十分実用に耐え、経済性を考慮に入れると8ドット/mmが適当と思われる。

5. む す び

ノンインパクトプリンタは今後の超高速プリンタの標準品になろうとしている。技術は静電(レーザ式を含め)プリンタが中心で、保守信頼性や経済性と更に高速性が今後追求すべきテーマとなろう。

中低速領域はサーマル式、インクジェット式が主流となるが今後更に各種の方式が精力的に提案されよう。しかし最も関心をもたれているのは中高速領域がどの技術で速度、印刷品位、価格のバランスをとり得るかであろう。現在プリンタ価格の半分以上を占める制御部が将来マイクロプロセッサを含めLSI化の恩恵により価格的に縮小し印刷部そのものの価格が問われるようになれば、印刷性能に見合った価格設計が融通性をもって達成できるものと期待している。

日米間の技術格差に関しハードウェアは米国に追いついたとする風説があるが、それは実感として一部の半導体ICにのみ限定されるべき現象であろう。ノン

インパクトプリンタなどのI/O技術のみならず、こうした技術を正しく評価し育成する技術風土の点では大きな格差が感じられる。日本人の心理として自国の技術を誇るより卑下する心情が強く、海外で認められてからあわてて国内で認めるという明治以来の風土は日本が真に創造力を必要とするなら改めるべき時期に来ていると思う。

今後ノンインパクトプリンティング技術は用紙の後処理を含めた使いやすさの向上、図形などのノンコーディドデータ処理、更には多色印刷化の方向に進むであろう。このためユーザ、メーカ、研究者が一体となって共にノンインパクトプリンタの夢を大切に育ててゆきたい。

参 考 文 献

- 1) 電通学会編：ノンインパクトプリント技術小特集，信学誌，Vol. 56, No. 2, pp. 161~194 (1973).
- 2) I. L. Wieselmann: Hard-Copy Computer Output and its Future, NCC, pp. 363~370 (1977).
- 3) 中野：入出力機器の技術動向，電気四学会連合大会，No. 216 (1977).
- 4) C. P. Lecht: The Waves of Change, Computer World, pp. 19~21 (May 23, 1977).
- 5) 石井，ほか：FACOM 6504 A 漢字ラインプリンタ，FUJITSU, Vol. 27, No. 3, pp. 81~98 (1976).
- 6) IBM: Concepts of the IBM 3800 Printing Subsystem, GC 20-1775, New York (1975).
- 7) H. Kuchenbecker, H. Unger: Der neue Laserdrucker von Siemens, data report, Vol. 11, No. 6, pp. 8~13 (1976).
- 8) Xerox: Xerox 9700 Electronic Printing System, Calif. U. S. A. (1977).
- 9) T. Matsuda, et al.: Laser Printer Scanning System with a Parabolic Mirror, IE³ QE-13, No. 9, p. 14 D (1977).
- 10) 渡辺，田野島：オキ エレクトロ プリンタ，沖電気時報，Vol. 39, No. 4, pp. 10~13 (1973).
- 11) R. F. Borelli, et al.: A Nonimpact Page Printing System, Computer, Vol. 8, No. 9, pp. 49~57 (1975).
- 12) M. Horie, H. Takahashi: High Speed Non-impact Printer Using Dielectric Drum, IE³ IAS '77 Annual pp. 448~451 (1977).
- 13) U. Rothgordt: Electrostatic Printing, Philips Tech. Rev., Vol. 36, No. 3, pp. 57~70 (1976).
- 14) 小門：電子写真における非伝統的方法，画像電子学会誌，第5巻，第4号，pp. 175~184 (1976).
- 15) 寺島，山崎：高印字品質サーマルヘッド，電通学会電子部品材料研究会 CPM-76-2 (1976).
- 16) R. D. Carnahan, S. L. Hou: Ink Jet Technology, IE³ Trans. Vol. IA-13, No. 1, pp. 95~105 (1977).

(昭和52年11月29日受付)

(昭和53年1月31日再受付)