

印刷の精緻さ



■ (第1回) ミクロの世界を作る印刷技術

電気部品やマイクロエレクトロニクス分野の「ミクロの世界」では、印刷技術が利用されています。ブラウン管と電気かみそり刃を例にご紹介します。

■ (第2回) 美術館で力を発揮しはじめたハイビジョン

美術館では所蔵する絵画や美術品を、館内でハイビジョンにより紹介しています。このハイビジョンも印刷と大きく関わっています。

■ (第3回) 壁掛けテレビに生きる印刷技術

人間と機械の接点であるディスプレイ。印刷技術が関与する液晶パネルを中心にその仕組みをご紹介します。

■ (第4回) 豆本の世界とマイクロ技術(前編)

日本をはじめ世界中が豆本の小ささとその技術を競い合いました。日本も1981年世界最小の本を完成させギネスブックに掲載されました。

■ (第5回) 豆本の世界とマイクロ技術(後編)

前編で紹介したマイクロブックの製造方法から偽造防止技術、精密電子部品への応用までをご紹介します。

■ (第6回) ワープロ文字はどうやってできたか(前編)

ごく一般的になったワープロ入力。これらの文字を表示するためデジタル化して記憶媒体に記録したものをフォントと呼んでいます。

■ (第7回) ワープロ文字はどうやってできたか(後編)

ビットマップフォントの欠点を補うため、アウトラインフォントができました。デジタルフォントの普及によってワープロが普及しましたが、まだ課題があります。

印刷の精緻さ



■第1回：「ミクロの世界を作る印刷技術」

さまざまな分野に利用されてる「ミクロの世界」で印刷は重要な役割を果たしています。ここでは電気部品やマイクロエレクトロニクスでの例をご紹介します。

―― Chapter Index ―――

1. プロローグ
2. 虫眼鏡でわかる印刷のマイクロ技術
3. テレビ製造には欠かせない「フォトエッチング」技術
4. 電気かみそりの刃は「エレクトロ・フォーミング」で作る

1. プロローグ

印刷の果たす役割は、綺麗な色の印刷物を再現することだけではありません。印刷技術は、多くの人びとの知らないところで、身の回りのさまざまな分野に利用されています。ここでは「ミクロの世界」で印刷がどのような役割を果たしているのかをご紹介します。

印刷技術には、写真など非常に細かなものを再現する技術があります。この技術は、主として電気部品やマイクロエレクトロニクスの分野に広く応用され、その代表的なものが、カラーテレビに使われているシャドウマスクと呼ばれるものです。さらに身近なものでは、電気かみそりの刃や、ジューサーのフィルター、カメラの精密部品などがあります。

その他、最近の技術の進歩に大きく貢献しているコンピュータのICやLSIなどの記憶素子をはじめ、マイクロエレクトロニクスの分野においても、非常に多くの印刷技術が利用され、応用されています。

ここでは、印刷技術がこうした分野で、どのようにして活用されてきたのかについて、説明していきましょう。

2. 虫眼鏡でわかる印刷のマイクロ技術

印刷物を、虫眼鏡で拡大して見たことがありますか？ もし見たことがなかったら、手もとにある新聞の写真の部分をよく見てください。小さな点がたくさん並んでいるのがわかるはずです。これを印刷の用語で「網点(あみてん)」といいます。

この網点の最小直径は、新聞の写真で0.42ミリ、週刊誌の表紙の写真で0.17ミリ程度です。しかし写真の濃度が薄い部分と濃い部分では、点の大きさが違い、濃くなると形も違っているのがわかるでしょう。

印刷物ではこのように、モノクロ写真の明暗の階調やカラー写真の色調などを表現するために、点の集まりを使っています。もちろん、点があまりに大きいと点そのものが目立ってしまいますから、きわめて小さな点を正確に配置することが必要になります。この点を作るために使われているのが、写真製版技術なのです。

この「写真製版技術(フォトメカニカル)」は、金属やプラスチック、ガラスなどの素材に化学的に穴をあけたり、ミゾを切ったりする精密加工技術がもとになっており、加工しようとする素材の表面に写真的な方法で腐食膜をつけ、部分的に腐食していく技術などが含まれています。

また、印刷には、「電着」という金属加工技術も用いられています。大量に印刷を行う場合、使用する版はかなり丈夫でなければなりません。そこで印刷版の表面を強くするためにメッキが行われます。この際使われるのが電着技術です。この電着技術を応用すれば、希望する形状の金属の薄板を作ることができます。

それではまず、マイクロ技術の発展のきっかけとなったテレビのシャドウマスクを中心に、これに使用されるフォトエッチング技術について説明しましょう。

3. テレビ製造には欠かせない「フォトエッチング」技術

テレビブラウン管の表面近くにあるシャドウマスクは、電子銃から射出される電子ビームを、その外側にある蛍光体の上に正確に導く重要な役割を果たしています。そのため、0.10～0.25ミリの薄い鉄板に、数十万個の微細な孔を精密にあける必要があり、さらに開孔部には、すり鉢状の角度をつけて、中央部から周辺部に向けて次第に孔の寸法を小さくしていく必要があるなど、必要とされる条件も非常に厳しいものとなっています。寸法精度も数ミクロンの単位が要求されていますので、印刷で鍛えられた微細加工技術がものをいいます。

では、シャドウマスクの製造に使われるフォトエッチングの技術を、工程を追って簡単に紹介しましょう。

1. まず、加工しようとする金属板を前処理して、表面に付着している油やごみを取り除きます。
2. 次に金属板の両面に、「フォトレジスト」と呼ばれる感光性樹脂を塗布します。この樹脂は光が当たると固く(または逆の場合もある)なったり、水や各種の溶剤に溶けにくくなったりする性質をもっています。
3. その後の露光という工程で、「マスク」と呼ばれるパターンを金属板の両面にセットして両方向より光を当てます。マスクは、加工したい形どおりに正確にパターンを描いた、いわば型紙のようなもの。露光の際、光はマスクのパターンどおりにフォトレジストを硬化させます。

4. 現像工程では硬化していない部分、つまり光の当たらなかったところのフォトレジストを洗い流してしまいます。
5. 次のエッチングという工程で、金属板にその金属を腐食する液体を振りかけてやります。そうするとフォトレジストが残った部分は腐食せず、露光の際光が当たらなかった、フォトレジストが洗い流されてしまった部分の金属だけが溶かされて、穴が開きます。最後に金属板上に残っている硬化したフォトレジストを剥離させ、エッチング製品ができあがります。

ここで、注目してもらいたいのは、マスクに使うパターンと同じ形の物が金属板上にできることです。つまりこのエッチングという工程では、非常に微細に描かれたパターンを、そのままの精度で金属板に加工することが可能となることです。

フォトエッチング法は孔を開けるという用途の他に、ミゾ加工や彫刻加工にも応用され、集積回路(IC、LSI)用フォトマスクなどのエレクトロニクス製品のみならず、精密製品全般に広く応用されています。

フォトマスクとは、ICやLSIなどを作るために必要な原版のことです。これは、微細で複雑なパターンを、ガラス基板上に精密に作成したもので、その精度は1ミクロン以下という高度な技術が要求されています。

4. 電気かみそりの刃は「エレクトロ・フォーミング」で作る

印刷で使用される電着技術も、多くの精密製品の製造に応用されています。この技術を使えば、電気かみそりの刃などの微細で複雑な形の金属の薄板を、精密に簡単に作りあげることが可能です。

1. この工程では、まず、フォトエッチングと同じように基材を前処理してごみや油膜を取り除きます。
2. 次に基材板の表面にフォトレジストを塗布し、その後、マスクパターンをセットして露光を行います。
3. そして未露光部分のフォトレジストを除去します。
4. 続くメッキ工程で、レジストが無い部分だけにメッキが施されることとなります。そして、そのメッキされた部分だけを剥がせば、エレクトロフォーミング製品ができあがるわけです。

この電着技術は、基板の上に写真的方法により、必要な形の絶縁材料を形成させるだけで、自由に複雑な形状を金属の薄板に作成することができ、量産時の複製手法も容易で、高価な金型や治工具は不要です。

また、寸法精度が良く短時間で加工が可能です。さらに、機械的なエネルギーを使わないので加工ひずみや加工変質がなく、加工したフチもきれいになるなど、さまざまな利点があります。

この技術で作られる製品には、超微細加工部品が多く、たとえば、カメラの絞り板、ライフルスコープ用レチクル、電子顕微鏡用メッシュ、エンドレスメッシュベルト、ドーム状カミソリ刃などのほか、自動車の電装部品、オーディオの部品、コンピュータ用端末配線、医療部品などがあります。

印刷の精緻さ



■第2回：「美術館で力を発揮しはじめたハイビジョン」

ハイビジョンの高精細・高画質を生かして、美術館では所蔵する絵画や美術品などの作品を、館内で紹介しています。実はハイビジョンも印刷と大きく関わっています。

―― Chapter Index ―――

1. 現行テレビの数倍におよぶハイビジョンの表現力
2. ハイビジョンを支える印刷技術
3. ハイビジョンと電子出版
4. ハイビジョンの未来

1. プロローグ

平成6年11月25日、ハイビジョンの実験放送が開始されました。このNHKと民間放送6局による実用化試験放送で、「次世代テレビの本命」と言われてきたハイビジョンも、いよいよ本放送の一手手前まで来た感があります。ハイビジョンテレビは、映し出せる情報量が現行テレビの5倍。その特性を生かした、さまざまな使い方が期待されています。

2. 現行テレビの数倍におよぶハイビジョンの表現力

ここでハイビジョンの技術的なことについて、少し説明しておきましょう。もし、一度でもハイビジョンの映像を見た方なら、たぶん、そこに映し出されている画面の美しさを覚えているはずです。きめが細かく、鮮明な画像は、まるで写真なみ。映画なども、映画館で見るのと同じくらいの画質で映し出すことができるのです。

これは、現行の放送方式であるNTSCの普通のテレビの走査線が、画面の上から下までの間に「525」本しかないのに対して、ハイビジョンの走査線は「1,125」本と、普通のテレビの2倍以上もあることによります。また、アスペクト比と呼ばれているテレビ画面の縦と横の比は、従来の「3:4」から「9:16」と横長になっているため、画面が横に大きくなり、ワ

イド感が出て迫力も増しています。最近、現行の放送方式でワイド化されたテレビも発売されていますが、あのワイドテレビ画面がきめ細かくなっただと思えばいいかもしれません。

カラー映像の鮮明さは画素の細かさに左右され、画素密度はシャドウマスクの孔数によって決まります。20インチのテレビの孔数は現行テレビが「約26万個」に比べ、ハイビジョンでは「約140万個」にもなるのです。

サッカーや大相撲、野球、バスケットなどのスポーツ番組の中継や、動物の生態、自然の風物詩などを紹介するドキュメンタリー番組などでは、この鮮明さでより生き生きした画面が見られると期待が寄せられています。しかし、この方式の最大の特徴である高精細・高画質が、もっとも威力を発揮するのは大画面テレビ。美術品や工芸品などを、大きな画面で紹介するには最適です。

すでにいくつかの美術館では、所蔵する絵画や美術品などの作品をハイビジョンに収録し、館内で紹介するという方式を採用。一度に展示しきれない作品をハイビジョン画面を通して観賞したり、肉眼では確認できない細部を拡大して鮮明に見せるなど、さまざまな利用方法が考えだされています。自治省などの後援もあって、現在では100館以上の美術館がハイビジョンディスプレイを持ち、今後さらに増加する傾向にあります。

ただ、ハイビジョンソフトの製作本数は平成6年で約500本と非常に少なく、放送関係を除き、そのほとんどが地方自治体や美術館関連のものに限られているのが実情です。

3. ハイビジョンを支える印刷技術

では、ハイビジョンと印刷とは、どこで関係しているのでしょうか。その1つは、テレビ受像機に使われているシャドウマスクという部品であり、もう1つは放送で使われるハイビジョンソフトの制作工程です。従来のテレビ画面は、放送局から送られてくる映像の1画面を525本の走査線に分けて電子ビームを振り、対応する微細な穴を通してブラウン管の蛍光面にあるRGB3色の蛍光体を光らせて画像を描いています。一方ハイビジョンは、さらに細かい1,125本の走査線に分けられるため、それに対応するより微細な穴をあける必要があります。その加工技術はまさに、印刷に使用される印刷版を作る技術の応用にほかなりません。

一方、最近の印刷会社では、情報産業の一端につらなるものとして、最近話題となっている“マルチメディア”への取り組みも進めています。とくに力を入れているのが「ワンソース・マルチメディア」です。

情報のデジタル化は急速に進み、印刷の版を作る工程では、印刷すべき情報をコンピュータに電子化して蓄積し、各種の画像処理等がなされています。昔はフィルムなどで保存

されていた印刷のための情報は、現在ではフロッピーやCDに記憶させているのです。当然、これらに収納された情報は、他の各種のメディアでの利用や展開が可能となります。これが「ワンソース・マルチメディア」、つまり、印刷のために構成された文字、画像情報という、単独の情報源(ワンソース)を、CD-ROMなどさまざまな媒体(マルチメディア)へと展開していこうという戦略です。

4. ハイビジョンと電子出版

印刷のために入力されたデータをCD-ROM、CD-I、DVIなどの電子メディアへと利用する、この「電子出版」への展開は今後の出版界のひとつの方向を示すもので、その延長上に「ハイビジョン・グラフィックス」があります。

放送用に作られたハイビジョンを印刷分野に応用しようというのがそれで、印刷が持つ画像処理技術とハイビジョンの持つ綺麗な画像とを結び付けて、画像と印刷物の両方からその良さを紹介していこうとするものです。

これは、ハイビジョンの持つ高精細なデータを、印刷用の製版データとして用いることから始まります。具体的には、光の3原色で再現するハイビジョンデータを、色の3原色で再現する印刷データに変換するというもので、さまざまな実験が行われた結果、現在では商品化され出版されるまでに育っています。

一方逆に、印刷データをハイビジョンデータに変換し、電子出版番組として展開してゆく方向もあります。ただ、多くの実験を経て、文字を含めたディスプレイ出版を作る技術は完成したものの、当初興味を示す部門はなかなかありませんでした。その有効性が認められるようになったのは、先に紹介した美術館への応用からです。

現状では、静止画のバックにナレーションが入る表現形態が中心ですが、ハイビジョンのもつワイドな表現能力と、NTSCの映像素材、文字、図形などの異なった情報を一緒にすることにより、さらに多くのことができるようになるものと期待されています。

現在、ハイビジョン・グラフィックスの有効性をシステムとして具現化したものに、岐阜県立美術館や町田市立国際版画美術館の「ハイビジョン・ギャラリー」があります。110インチのリアプロジェクターによるシアタータイプのギャラリーでは、利用者が自由にデータベースを検索し、番組にアクセスすることが可能となっています。利用者の反響も「美術観賞が楽しくなった」「実際の作品と映像を交互に見ることにより、作品をさらに詳しく理解することができた」と、ほぼ満足すべきものでした。

ただ、このようなハイビジョンテレビも泣き所はあります。

まず第1は、テレビ受像機の普及が全国でも2万8,000台と低迷していること。この原因は、価格が50万円前後と高いことに加えて、ソフトが十分でないことにあります。さらに、郵政省が将来の放送形態としてデジタル化志向を依然として持っているために、アナログ形式を採用している日本のハイビジョン方式に対して、機器メーカーが及び腰の対応となっている点も影響しているでしょう。2007年には放送衛星によるデジタル放送が始まる計画もあり、欧米でもデジタル伝送の採用が主流となってきています。

その一方で、追い風としては、実用化放送が進むにつれて生番組が増え、放送ソフトの内容が広まり、面白いソフトが増える可能性が高いことであります。実際、次期放送衛星(BS4)が打ち上げられる1997年には、本放送に移行する計画が決まっています。

5. ハイビジョンの未来

ハイビジョン放送の今後については、アナログ/デジタルの方式論議や、通信衛星(CS)テレビ、ケーブルテレビ(CATV)の本放送開始予定等も含め、まだまだ不透明な部分が数多くあります。しかし、ハイビジョンが素晴らしい映像を与えてくれることは確かですから、少なくとも非放送系の産業・公共施設分野では、今後も、それに見合った技術展開が進められていくことでしょう。その最も良い例が、美術館での利用です。

前に紹介した岐阜県立美術館や町田市立国際版画美術館のほかに、高知県立美術館や秋田県立近代美術館でも、大型のディスプレイで世界の有名な美術品を映し出す展示手法を採用しています。これはハイビジョンが、色や質感を肉眼で見るより忠実に再現できることから、美術品の観賞には最適な方法だと考えられているからです。

こうしてハイビジョンは、学校の完全週休2日制への移行など、余暇を重視する傾向がますます強まる中で、生涯教育の観点からも大幅な普及が見込まれています。このような観点から、各電気メーカーでも遅れているソフトの面を補強するために、ソフト製作システムの整備に力を入れてきており、今後ハイビジョンの素晴らしい映像を生かすソフトがぞくぞく登場することが期待されています。

(注意)この記事は、平成7年3月に書かれたものです。

印刷の精緻さ



■第3回:「壁掛けテレビに生きる印刷技術」

「オングストローム(1ミクロンの1万分の1)」の世界に生きる印刷技術。ディスプレイ技術は印刷技術とともに進歩しているといえます。

―― Chapter Index ―――

1. マルチメディアを支えるディスプレイ技術
2. 低消費電力で薄型も可能なLCD(液晶表示装置)
3. カラーフィルターのさまざまな製法
4. 壁掛けテレビの本命、PDP(プラズマディスプレイ)
3. ミクロンからサブミクロンの世界へ

1. マルチメディアを支えるディスプレイ技術

現在、情報化社会における「マルチメディア」の活用論議が活発化していますが、このマルチメディアを支えるものにディスプレイ技術があります。

マイクロエレクトロニクスの進歩にともなって、電子機器が高性能化し、取り扱う情報量は急増。その結果として、人間と機械とのマンマシン・インタフェースの重要性が急速に高まり、ディスプレイにもさらに進んだ表現力が求められるようになってきたのです。

マルチメディアにおけるディスプレイ技術は、その特徴によりいくつかのものが使い分けられています。

現在実用化されているディスプレイ技術は、CRT(陰極管)、LED(発光ダイオード)、VFD(蛍光表示管)、LCD(液晶パネル)、PDP(プラズマディスプレイ)、EL(エレクトロルミネッセンス)などです。

これらは表示品位、解像度、カラー、表示容量、大画面化や薄型軽量化への対応性、駆動電圧、コストなどさまざまな面で比較検討され、その特徴を最も生かしたかたちで、それぞれの電子機器に採用されています。

ここではこのうち、印刷技術の関与が最も深いいくつかのディスプレイ技術について説明することにして、まず、「壁掛けテレビ」をキーワードに考えてみましょう。

家庭のリビングルームの壁面に置かれた、絵画サイズの壁掛けテレビは、かつてはSFコミックや映画など、21世紀の家庭の未来図の必須アイテムでした。現在では、それが実現の一手手前まで来ています。

日本の居間の広さでは、現在のテレビよりやや大きい対角40～55インチの画面を持ち、テレビの厚みは数センチでももちろんフルカラー。このような条件を考えると、現在ではPDP(プラズマディスプレイ)技術が最も適しています。

一般に現在の技術的可能性を加味して、表示画面のサイズとの関係を棲み分けしてみると、20インチ以下のサイズではLCD、30インチ前後でCRT、40～55インチの大画面ではPDP技術が優れているとされています。

つまり、家庭用の壁掛けテレビではPDPがもっとも適していますが、机の上のパソコンやワードプロセッサの表示板としては、薄形、軽量、低消費電力という特徴から、LCD(液晶パネル)がより優れているというわけです。

もっとも、現在家庭用テレビの主役はCRT(陰極管)です。この方式は、大きな真空管の後方にある電子銃から電子(陰極線)を発射し、管の前面にあるシャドウマスクの小さな穴を通過させて、CRTの前面にある蛍光体を光らせて画像を得ています。

ただこのCRT方式では、画面サイズを大きくすると奥行きも大きくなるなど、全体が非常に大きく重くなり、(最近“フラットCRT”の開発が進められていますが)現在では40インチ前後が限度と見られています。

2. 低消費電力で薄型も可能なLCD(液晶表示装置)

LCD(液晶表示装置)はふつう、CRTにくらべてより小さな表示装置によく使われます。これは、表示パネル作成の技術的な制約によるものです。

代表的な製品としては、デジタル時計や電卓の表示板があり、最近ではパソコンやワープロの表示板や液晶テレビ等も開発されています。かつては白黒で小型のものしかできなかったLCDも、最近ではフルカラーでしかも次第に大型な製品ができるようになってきました。

ここで、液晶を使った画像表示の原理を簡単に説明しましょう。

「液晶」とは、固体と液体の中間的な状態のことです。この状態においては、固体(結晶)のように分子がある特定の配列をし、かつ液体のように流動性を備えています。これが「液状結晶」すなわち液晶です。

液晶に外部電界などのある外部条件を与えると、比較的容易に分子配列を可逆的に変化させることができます。また、電界を切るだけで、簡単にもとの状態へ戻る性質を持っています。このような液晶の、電気のON・OFFで簡単に分子配列が変わることにより、その透明度や色などの光学特性が変化する性質を利用したものが液晶ディスプレイです。

LCDの場合、具体的には、2枚の平面ガラス基板の間に、単結晶となるようにネマチック相液晶を封入(液晶セル)し、その上下を偏光フィルターではさみます。

偏光フィルターとは、特定方向の光だけを通す性質を持っているもので、2枚の偏光フィルターを平行に重ねた場合は光を通しますが、それぞれを 90 度にねじると光は遮断されます。

さて、90 度にねじって配置された偏光フィルターの中に、液晶セルをはさんでみましょう。ネマティック液晶は、電界がないとき、分子方向が直角にねじれた構造になっています。そのため、この液晶セルを通った光も、直角 90 度にねじれるわけです。つまり、直交させた偏光フィルターに液晶セルをはさんだものは、電界がないとき、偏光フィルターのねじれを液晶のねじれが相殺することで光を透過させます。

ここに電界を与えると、こんどは液晶の分子配列のねじれが失われ、光をそのまま通過させるようになるため、偏光フィルターに阻まれて光は通過できなくなるのです。

液晶は、自らは発光しないため低消費電力で低電圧駆動のスイッチの使用が可能という優れた表示装置です。

現在、この液晶パネルに求められている技術要素は、フルカラー化、大画面化、高精細化などの高機能化です。

このうちフルカラー化は、液晶、薄形トランジスタ、駆動回路とカラーフィルターのミックスされた技術開発が必要です。とくにカラーフィルターは単に“色を付ける”ものと簡単に考えがちですが、実際には、コントラストや表面反射に大きな影響を与え、画像そのものの品質を左右する大きな要素となっています。

3. カラーフィルターのさまざまな製法

液晶パネルの上でフルカラー表示をするためには、各画素ごとに、それぞれ赤、緑、青(RGB)の各色を再現させる必要があります。そのために必要なのが、RGBの各色をパターンニングしたカラーフィルター。

これは各画素電極について、1対1で対応した各色のパターンを配置して、表示光を色変換するものです。ここで使われるカラーフィルターが液晶カラーパネルの生命であり、このフィルターをつくる技術はまさに印刷技術の応用なのです。

カラーフィルターをつくる方法には、レリーフ染色法、顔料分散法、電着法、印刷法などさまざまな種類があります。

「レリーフ染色法」は、感光性レジストを使って所定の形状にパターンニングした後、染料液に浸漬して着色する工程を3回行ってRGB3色の着色パターンを得る方法です。感光性レジストは、フォトレジストとも呼ばれ、光が当たると固くなったりする性質を持ったものです。

「顔料分散法」は、感光性レジストに顔料を分散させておき、それを基板上に塗布、露光、現像する工程を3回繰り返してRGB3色の着色パターンを作り出します。また、顔料を分散した非感光性ポリマー材料を基板上に塗布した後、レジスト層を別途形成して、露光、現像する方法もあります。

「電着法」は、透明電極を所定の形状にパターンニングしておき、この上に電着を3回繰り返して所定の着色パターンを作成。その後、各RGBの色の間に、ブラックマトリックスという黒の格子模様を形成させることでできあがります。この方式は、耐熱性、耐薬品性、平坦性、パターン精度等が高いのが特徴となっています。

最後の「印刷法」は、顔料が分散されたインキをオフセット印刷方式によって基板に3回印刷する方法です。この方法は低コストでできますが平坦性が悪く、パターン位置精度も感光性レジストなどを使用した写真的な方法より1桁低下。この精度は機械的な限界でもあり、大型ディスプレイ化と高精度化には苦戦を強いられる技術となっています。

以上の他に新しいカラーフィルターの着色方法も提案されてきていますが、いずれの方法をとるにしても、液晶ディスプレイを得る最大の課題であるカラーフィルターの製作には印刷技術が最大限に活躍しているのがおわかりでしょう。

4. 壁掛けテレビの本命、PDP (プラズマディスプレイ)

LCDの説明が少々長くなりましたが、次にPDPと印刷との関係を説明しましょう。

壁掛けテレビの本命とされるPDPの特徴は、パネルの大型化、低コスト化、高速応答化、広視野角化などが図れることにあります。

この方式はすでに、モノクロームのディスプレイとしては一部実用化が進んでおり、カラーディスプレイについても寿命が大幅に改善され、発光効率も向上しています。残された問題点は、駆動電圧が高く、解像度もあまり高くないことにあります。

プラズマディスプレイの原理は、2つの電極の間に特種ガスを封入して一定の電圧を付加。発生したプラズマから出た紫外線が、側壁にある蛍光材を刺激して発光する現象を利用するものです。

その製造方法は、まずガラス板に一方の電極となる金ペーストをストライプ状に印刷します。その上にガラスペーストを塗布し、さらにその上にサンドブラスト(微粉を使ったやすり)に耐える層を、先の金ペーストの印刷とは重ならないように印刷します。

その後、アルミナ(酸化アルミニウム)の微粉末を用いてサンドブラストにより、金ペースト上のガラスペーストを除去すると、先に印刷した金ペーストが露出してきます。

さらに、サンドブラスト耐層を焼却するとともに、残ったガラスペーストを焼成して一方の電極(背面板)が完成します。この背面板のストライプ状の溝の壁面に、RGBに対応した蛍光体ペーストを塗布し、焼成します。

次に、(詳細は省略しますが)別のガラス基盤上にストライプ状に透明電極が設けられた前面板を、先の背面板とは直交する形で配置し、その間にHe(ヘリウム) - Xe(キセノン)の混合ガスを封入することにより、AC-PDPができあがります。

ここにおける技術のポイントは、電極と側壁を印刷技術を用いて高精細にパターン化することにあります。

5. ミクロンからサブミクロンの世界へ

人と人とのコミュニケーションが多くなればなるほど、情報交換が多くなり、取り扱う情報量が増加します。その結果、使われる機器にはより高密度化が求められ、ミクロンの世界からサブミクロンの世界へと高精細化が求められていくのです。

印刷技術とディスプレイの技術は、相互に影響を与え、技術力を向上させながら、ついに、今では「オングストローム(1ミクロンの1万分の1)」の世界へと足を踏み入れています。

印刷の精緻さ



■第4回:「豆本の世界とマイクロ技術」(前編)

世界最小の本を作る日本の印刷技術。豆本はそもそも聖書から始まった歴史の古いもの。現在ではマイクロ技術の結集として位置づけられています。

―― Chapter Index ―――

1. 古今東西の豆本
2. 豆本の歴史は古い
3. 世界最小の豆本
4. 日本の世界最小への挑戦
5. マイクロブックからウルトラマイクロブックへ
6. ギネスブックにも掲載

1. 古今東西の豆本

みなさんは「豆本」、あるいは「マイクロブック」というものをご存じでしょうか。

ある日本の印刷会社が、ギネスブックに挑戦するために制作した豆本は、縦横 1.4 ミリ角。指先におくとそよ風で吹き飛んでしまいそうです（これを豆本よりさらに小さい本という意味で、マイクロブックと呼んでいます）。

でも、小さいとはいえ立派な本。装丁も凝っていて、表紙に羊皮紙を使っています。もちろん、中には文字が印刷してあるのですが、肉眼では読むことができません。ルーペ（虫メガネ）を使って拡大して、ようやく読めるほどの文字が並んでいます。ページをめくる場合も、指先ではめくれず、ピンセットを使ってめくるのですが、扱い方を誤るとページが破れてしまいそうなほど。

このような古今東西の豆本を集めた博物館が、静岡県藤枝市にあります。この博物館は「現代豆本館」といい、昭和 42 年に初代館長が私費を投じて建設。日本国内はもとより、世界各国から集めた豆本が約 6,000 冊保有され、その内約 1,000 冊が展示されています。

館内には『ケネディ大統領就任記念豆本』や『王貞治伝記豆本』、ミノムシの皮で表紙が飾られた『ミノムシ豆本』などが展示されており、また、一冊の値段が数十万円から数百万円するものや、世界で一冊しかなく値段がつけられないものなどそのコレクションは貴重なものばかりです。

2. 豆本の歴史は古い

豆本の歴史は古く、近代印刷術が生まれる 16 世紀の中ごろには、英国やフランス、イタリアなどヨーロッパで、すでに手書き、手作りのものが発達していました。

そもそも豆本は、宗教改革が盛んだった 16 世紀初めのヨーロッパで、持ち運びに便利なおことから作られた、聖書を抜粋した小型の本が始まりだといわれています（かのナポレオンは戦場に豆本を運ばせたという史実もあります）。その後、米国や日本でも制作されるようになり、数多くの種類が現存しています。

日本での始まりは江戸時代。今でいう文庫本ぐらいの大きさで、主に女性や子ども向けに作られたそうです。明治以降も、かぎられた豆本愛好家が細々と制作・出版を行っていました。

戦後の昭和 20 年代後半には、出版界が活況を呈してきましたが、売れ行き第一主義の時代では、大量生産に適さない豆本はあまり注目されることがありませんでした。

そのようななか、昭和 28 年に札幌の豆本愛好家が作った『ふぞ・まめほん』が戦後の豆本ブームのきっかけとなりました。

この豆本は縦9センチ、横7センチの大きさで、年4回発行され、営利を目的とせず、会員制で配布していました。一般の出版社が扱わない地方の文化などがテーマとして取り上げられ、この豆本をきっかけに全国の豆本愛好家が次々と郷土色豊かな豆本を制作・発行していきます。

3. 世界最小の豆本

通常、豆本といわれているものは、18 世紀までは、縦4インチ(約 10 センチ)以下をいい、19 世紀以降は、約3インチ(約 75 ミリ)以下、最近では、もっと小さく2インチ(約 50 ミリ)以下を指している場合が多いようです。

1965 年までは、西ドイツ・マインツ市のグーテンベルク博物館で発行していた豆本が、世界で最小といわれていました。この本は博物館の改修資金を集める目的で販売され、聖書でおなじみの「主の祈り」を、オランダ語、英語、フランス語、アメリカ語、ドイツ語、スペイン語、スウェーデン語の7か国語で印刷したものです。

大きさは縦、横ともに 5.5 ミリ角、文字の大きさ縦約 0.17 ミリ、1ページに約 70 文字程度印刷され、当然肉眼ではとても見えず、ルーペを使用してかろうじて読めるようなものでした。

しかし、この豆本は技術的にたいへん優れたものです。ベントン彫刻機を用いて、金属板にダイヤモンド針で直接彫刻して1ページごとの版を作り、凸版印刷方式(活版)を採用することで、0.17 ミリの文字の印刷を実現しています。したがって、可読性(印刷文字の読みやすさ)がよく、しっかりとした作りで高い評価を得ていました。

4. 日本の世界最小への挑戦

当時、日本の印刷会社は世界最小とされていたこの豆本より小さい本の制作を目標とし、0.12 ミリの文字の印刷にチャレンジしました。しかしながら、0.17 ミリ、すなわち 170 ミクロンより小さい 0.12 ミリの文字を印刷するのは、活版方式では不可能だと考えられていました(当時、活版印刷では 0.15 ミリ、150 ミクロンが限界といわれていました)。

そこで活版の代わりに、カメラを用いた写真製版技術を使用する方式を採用。1965年に日本の印刷会社は縦横 3.5 ミリ角の大きさで、ひらがなの『小倉百人一首』と杜甫の漢詩『飲中八仙歌』、英文ではリンカーン大統領の『ゲッティスバーグ宣言』と、聖書から『創世記第一章』の4種類を製作し、発表しています。

これらは、ページ数が最大で 24 ページ、一文字の大きさが縦 0.12 ミリ(漢字の場合は 0.35 ミリ)、文字の線の太さが 0.02 ミリというもので、グーデンベルグ博物館の本よりも縦横とも2ミリ小さく、文字も世界最小の仕上がりになっています。

もちろんその時点で世界最小の本の誕生となったことはいうまでもありません(印刷会社ではこれらの本を、豆本よりもさらに小さい本という意味でマイクロブックと名付けました)。

1960年代半ばごろは、アメリカをはじめ世界でマイクロ出版への要望が高まりを見せていた時期でした。大きな幅のある百科事典などの出版物、場所を取ってかさばる会社の資料や電話帳、病院などのカルテなどをマイクロカード化しようというものです。

そうした時代のニーズに応え、日本の印刷会社は世界最小の本を作った技術で西暦1965年から2000年までの35年間使用できる名刺大サイズのカレンダーを製作したり、非常に膨大な量のお経をお守りにおさめるなど、数々のマイクロ出版を手掛けていきました。

(余談ですが、マルチメディアが取りざたされる今日、百科事典や辞書、コンピュータのマニュアルなどをCD-ROMやCD-Iなどの電子出版でコンパクトにする傾向が活発になっています。)

5. マイクロブックからウルトラマイクロブックへ

1978年にスコットランドの出版社グレニファープレス社から、本体の寸法が約 2.1 ミリ角で、厚さ約 0.8 ミリ、15 ページの活版印刷片面刷りの本が発表され、ギネスブックに掲載されました。

タイトルは『THREE BLIND MICE』といい、45冊が製作されています。ただしこの本は寸法こそ最小のものでしたが、文字の大きさは天地約 0.2 ミリで、1ページ内の文字数も約 15 文字程度のものでした。

このグレニファープレス社に対抗して日本の印刷会社では、さらに小さいマイクロブック、従来の基準をはるかに超越した“ウルトラマイクロブック”と呼ぶべきものを手掛け、ギネスブックに挑戦しています。

この試みは、商業的な価値よりも、むしろ技術的な極限を目指した、限界への挑戦というおもむきが強いものでした。しかし、本や文字のサイズの小ささだけでなく、印刷品質の面やセットされた時の外観から内容まで、本が持つすべての条件を兼ね備えており、十分に商品として通用するように配慮されたものでした。

6. ギネスブックにも掲載

まず、1979年9月に開催された“印刷の歩み展”のため、東京・上野の科学博物館から依頼され、縦横とも2ミリの誕生石の本『BIRTHSTONE』を完成させています。

この本は、スコットランドの本と比べて縦横とも0.1ミリ小さいだけでなく、文字の大きさも0.08ミリと半分以下の寸法を実現しています。1ページの文字数もスコットランドのものが約15文字なのに対し、この本は50文字～100文字と格段に多いでき上がりとなりました。

すぐ後を追って、2種類のウルトラマイクロブック、花言葉の本『LANGUAGE OF FLOWERS』と西洋占いの本『THE ZODIACAL SIGNS AND THEIR SYMBOLS』を製作し、前述の本と合わせてウルトラマイクロブック3部作として市場に発表しています。

この時点でウルトラマイクロブックに関する印刷技術では、日本の印刷会社が群を抜いていたといえるでしょう。しかし、この3部作の本はギネスブックに申請されませんでした。

1981年について縦横それぞれ1.4ミリのウルトラマイクロブックの完成にこぎつけています。この本に印刷されている文字の大きさは、1文字が0.07ミリで、1ページに約50文字が印刷されており、当然虫めがねを使わないと文字が読めません。体裁は10ページで、聖書の『主の祈り<LORD'S PRAYER>』が印刷されており、表紙には豪華な羊皮紙を使用しています。

このウルトラマイクロブックは、世界最小の本としてギネスブックにも掲載され、日本の印刷会社の世界最小の本への挑戦はここで、一応の終止符が打たれました。

(後の1985年に先ほどのスコットランドのグレニファープレス社から、童話『OLD KING COLE!』を収録した1ミリ角の本が製作・出版され、世界最小の記録が塗りかえられました。)

印刷の精緻さ



■第5回:「豆本の世界とマイクロ技術」(後編)

ここでは前編でご紹介したマイクロブックの製造方法の簡単な説明と、マイクロ技術という印刷画像の微細化技術が私たちの生活に生かされている例をご紹介します。

―― Chapter Index ―――

1. マイクロブックの製造方法
2. 主な製造プロセス
3. 有価証券の偽造防止技術への展開
4. 精密電子部品製造技術への展開

1. マイクロブックの製造方法

マイクロブックの製造方法を簡単に説明しましょう。まずサイズの40倍の大きさの原稿を作成し、これを何段階にも分けて縮小撮影を繰り返して印刷の版を作ります。これを株券など証券印刷に使われる特殊な方式で印刷していくのです。

この工程では、株券にほどこされているあの唐草模様などの地紋を精巧に彫っていく、熟練工の技術を駆使して印刷の原版を完成させていきます。同時に印刷産業の持つ、IC(集積回路)などのエレクトロニクス部品を製造する電子工学技術もその作業のなかで活用しており、いわば熟練の腕と最前線の科学技術をフルに生かすことで、あの0.07ミリの文字が実現できたといえます。

用紙は、丈夫できれいなバイブルペーパーを使用します。しかし、そのまま印刷にかけると、0.07ミリの文字は紙の表面の小さなケバだちにまぎれてしまい、じゃまされ、汚れてしまいます。それを防ぐために、表面をより平らにする“空どおし”をほどこしました。これは、インキを使わないで印刷機に紙を通し、紙の表面にプレスをすることです。インキについても、既製のインキでは使いものになりません。その本ごとに、インキメーカーにマイクロブック用のインキを注文しています。

製本は、熟練工の手作業で仕上げます。製本は糸が使えませんが、ジグザグに折って綴じる経本折りを採用しています。ベテランの職人が折り、のりづけし、専用のカッターで裁断していきますが、1日に1人5冊が限界といわれています。

先ほども述べたように、ウルトラマイクロブックは、印刷産業が開発したIC(集積回路)チップやLSI(大規模集積回路)の製造方法の応用など、長年培ってきた電子工学的な技術の結集であると同時に、熟練工による手作りの工芸品的な面を持ちあわせています。また、大量生産が困難なため、市場に出回っている数が少なく、マイクロブックマニアには貴重な商品となっています。

しかしながら現在、熟練工の減少により、再びウルトラマイクロブックに挑戦することはなかなか困難な状況になってきました。ウルトラマイクロブックという商品とともに、それに関わる熟練工の技術をいかに後世に伝え、残していくかが今後の印刷産業の課題といえるでしょう。

2. 主な製造プロセス

1. 原稿: 写真植字または活版の清刷りにより最終仕上がりの40倍の版下を作成
2. 製版: 普通の製版カメラを使用して、2分の1の縮尺撮影
その後、精密部品などの撮影に使用する特殊カメラにより、最終寸法に縮尺撮影(この場合、感材はハイリゾリューション(高解像力)乾板を、レンズも超解像力レンズを使用)
3. 刷版: 特殊な金属版材に焼き付けて、印刷用刷版を作成
4. 印刷: バイブルペーパーを使用し、枚葉機で印刷
5. 製本: ジグザグ折り加工後、羊皮の表紙を張り合わせ完成

3. 有価証券の偽造防止技術への展開

ウルトラマイクロブックの製作は、採算性を無視した一種のチャレンジ精神から生まれたものでした。つまり、マイクロブックの技術は印刷会社が印刷品質を向上させるために、長年取り組んできた印刷画像の微細化技術の研究の成果だといえます。今日、微細化技術はわたしたちの生活のさまざまなところで活かされています。

有価証券は、財産としての権利を持つことを証明する機能や金銭取引の機能を備え、社会的にも重要な役割を担っており、その製造や発行には細心の注意が払われています。

一般に、証券といわれるものには紙幣・株券・受託証券・小切手・手形・各種領収書などがありますが、この他にギフト券や商品券類など金券といわれるものも厳格な管理を必要とし、印刷会社では証券と同等の扱いで生産されています。

有価証券が備えていなければならない条件として、

1. 偽造・贋造が絶対できないこと
2. 表示する価値に応じた品位と権威を示していること
3. 使用する年月に応じた耐久性を持っていること
4. 品質のバラツキがないこと

5. 用途に応じた事務適性を備えていること

などがあります。

これらの諸条件を満足させるために、証券印刷の分野では製版方法や印刷方法に通常では使用されない特殊な技術や設備を用いています。この中に微細化技術の一部が応用され偽造防止などに役立っています。

近年、カラーコピー技術の進歩により偽造品の精度が高くなっており、そのための偽造防止技術も高度になりました。

たとえば、マイクロ地

紋という手法は、極めて微細な文字や模様からなる地紋のことで、これは肉眼では判読困難なばかりか、コピー機で複写しても鮮明に再現できません。そのほか地紋などに“COPY”や“ニセモノ”などの文字を、肉眼ではわからないように点の構成で組み込んでおき、コピーした場合にその文字が現れるようにすることも可能です。

また、地紋の模様も、世界に数台しかない細紋彫刻機で精密かつ繊細な線による複雑なパターンを作ったり、永年の熟練による個性的な手彫り彫刻などを組み合わせます。これを印刷用原版として使用することにより偽造防止効果が高められています。現在、日本の有価証券類は世界に誇る品質を持っているといえます。

4. 精密電子部品製造技術への展開

現代社会を支えるエレクトロニクス産業は、近年、高度情報化社会の到来、グローバル化の進展にともない、大きな変革期を迎えています。それら精密電子部品は技術的にますます微細化、高集積化の傾向が強くなっていますが、ここに印刷産業の技術が役立っていることはあまり知られていません。

印刷会社は早くからエレクトロニクス分野に関わり、本来、印刷技術を基礎として発展してきた写真製版技術の長年にわたる研究の結果、機械加工では不可能な1ミクロン以下という極めて精緻なパターン(回路設計)を作り出すことに成功しています。この精緻な技術が各種のエレクトロニクス製品の部品を生み出し、エレクトロニクス技術の発展に大いに役立っていると同時に、今では大手印刷会社の事業の重要な柱になっています。

たとえば、フォトマスクはIC、LSIの中の精密な回路の原版、ネガの役割を果たす、厚さ2ミリ、1辺が15センチ程度のガラス板です。印刷会社では、表面にいくつもの集積回路の超微細パターンが規則的に描かれたフォトマスクを生産しています。このフォトマスクを電子部品のメーカーで、印刷工程でいうところの製版のようにシリコンウエハー(単結晶のシリ

コンのかたまりを薄く切り取った板)に焼き付けることにより、集積回路の大量生産が可能になっています。

フォトマスクの製造工程は、まさにマイクロブックの製作と同様に、まず精密なパターンの設計図を、原寸の約200倍から400倍の大きさに拡大して作り上げます。それを写真製版の技術で縮小していくというものです。超LSIは、集積度が従来のLSIよりはるかに高く、パターンも極端に微細化されており、現在では印刷会社の持つ最新鋭の電子ビーム露光技術を利用したフォトマスクの製造方法が開発されています。

そのほか、印刷産業は半導体関連のリードフレーム、多層プリント配線板、ビデオカメラやパソコンのディスプレイに使用されている、液晶カラーフィルター、テレビのブラウン管用高精度シャドウマスクなどさまざまな精密電子部品を手掛けています。これらの製品にはあらゆるところに印刷産業のマイクロ化技術が活かされており、厳しい基準をクリアした極めてクリーンな環境の工場が開発、製造されています。

印刷の精緻さ



■第6回:「ワープロ文字はどうやってできたか」(前編)

今や社会的認知を受けたワープロ文書。しかしその文字についてはあまり知られていないようです。ここではデジタルフォントのお話をします。

―― Chapter Index ―――

1. ワープロと印刷
2. 印刷会社の入力
3. さまざまなフォント
4. 日本語の特殊性

1. ワープロと印刷

皆さんの中でも、ワープロ(ワードプロセッサ)やパソコン(パーソナル・コンピュータ)をなんらかのかたちで触ったことのある人が大勢いるはず。なかには、もはやワープロでなければ文書を書けないといった方も、いらっしゃるかもしれません。

以前は評判の悪かったワープロで作成された文書も、今では社会的認知を受け、最近では逆に、会社の中でも公式文書はワープロで作成と決められていて、手書き文書では受け付けないといったところも少なくないようです。

ここではワープロ、パソコンのとくに文字に関して、印刷会社との関係を説明することにします。

じつは、ワープロと印刷会社には意外なほど深い関係があるのです。書籍や雑誌などを作る場合、文字原稿が必要となりますが、出版社などから印刷会社に入ってくる文字原稿は、以前は原稿用紙などに手書きで記されているものばかりでした。

筆者が書いた文字ですから、達筆過ぎたり、くせ字のものがあつたりして判読するのに苦労することも珍しくありません。しかし、最近ではワープロで入力された原稿がFD（フロッピーディスク）で届けられることが増えています。

ワープロ自体も、以前はメーカーごとにフォーマットがバラバラで、印刷会社は自社の電算写植機にかけられるようにするため、フォーマット変換作業に大変苦労していましたが、最近はそのワープロもMS-DOSという標準的なフォーマットでFDに書き込めるようになったため、印刷会社も素早く対応できるようになってきました。

2. 印刷会社の入力

また印刷会社自身も、電算写植を始めたころから、文字の入力方法として専用入力機と共にワープロ、パソコンのワープロソフトによる入力が検討されはじめ、現在ではこちらの方が主流となっているぐらいです。

その理由は、専用入力機は入力する方法が大変難しく、習得すれば比較的早く作業ができるのですが、習得するまでに時間がかかり、オペレータを育てるのに苦労することがあります。ワープロなどなら、カナ漢字変換方式で誰でも比較的簡単に入力することができるからです。

ワープロが普及しはじめたころは、印字した文字がギザギザになる、全角文字しか使えない、文字と文字の間隔が不自然、文書作成上での規則（句読点は行の頭につかない等）がデタラメなどと批判も多かったようですが、最近はそのような組版ルールも組み込まれるようになってきて、かなりレベルの高いものになっています。

また、DTP（デスクトップパブリッシング）といって文書作成にとどまらず、イラスト、写真も入ったページ作成まで可能なワープロ、パソコンが登場してきていますから、自分の年賀状などの作成に重宝している人も多いのではないのでしょうか。

こうしたDTP機能を持つワープロやパソコンは、一部は生産機として、印刷関係の会社やデザイン会社においても使われるようになっていきます。

3. さまざまなフォント

文書作成には当然のことですが文字が必要です。

文字にもいろいろな種類があります。本、雑誌、チラシなどをよく注意して見ると、いろいろな形の文字が使われているのがわかるはずです。細い文字、太い文字、角張った文字、丸まった文字、縦横の太さの違う文字など実にさまざまです。

このように、あるデザインでまとまった文字群のことを「書体」と呼びます。たとえば「明朝(ミンチョウ)」、「ゴシック」などといった言葉は、ワープロやパソコンを使っている方なら、何度か耳にしたことがあるかもしれませんね。いくらきれいな写真や文章でも、文字が良くないと読みにくいものです。書体をうまく組み合わせることで、きれいな書面ができて上がるわけです。

ではここで、ワープロ、パソコンで使われる文字はどのようなものなのか調べてみることにしましょう。

ある書体を、コンピュータで具体的な記録や表示、印刷に利用するために、デジタル化して記憶媒体に記録したものを「フォント」と呼んでいます。一つの書体をフォント化するためには、文章を作るために必要なすべての文字をデジタル化しなければなりません。

4. 日本語の特殊性

英語なら、アルファベット 26 文字の大文字と小文字、それと記号類しかありませんから、デザインしたり、デジタルデータとするのも比較的簡単です。そのため、英文用には数千種類のフォントが流通しています。

しかし、日本語となると平仮名だけでも 50 文字以上あり、片仮名もあります。まして漢字となると1万字をはるかに越えてしまうのです。そのため日本語のフォントを作る作業は非効率的で、なかなか種類が増えず、明朝系1書体とゴシック系1書体の2種類しかない時期がしばらく続きました。

また、文字のデザイン等の権利の問題もあって、使いたい文字がデジタル化されないなど不便な状況がずっと続いてきました。しかし最近、フォントもかなり増えてきてだいぶ環境が整ってきたといってよい状況がやってきました。

フォントは文字情報をデジタルデータで持っていることにはなりますが、そのデジタルデータの持ち方にも幾つかの種類があります。その代表的なものは、「ドットフォント」「アウトラインフォント」「ストロークフォント」などです。

印刷の精緻さ



■第7回：「ワープロ文字はどうやってできたか」(後編)

ビットマップフォントからアウトラインフォントへ、デジタルフォントも進歩してきています。しかし日本語という特殊性から外字などの課題も残されています。

―― Chapter Index ―――

1. 点の集合のドットフォント
2. ビットマップフォントの欠点
3. 主流になったアウトラインフォント
4. 文字環境の変化
5. デジタルフォントの課題

1. 点の集合のドットフォント

ドットフォントのドットとは、点という意味で、別名「ビットマップフォント」とも呼ばれています。これは要するに、2値画素(「0」または「1」=点が「ない」か「ある」かの情報、つまりある点が白か黒かの情報)の細かな点の集まりで文字の形を表す方式です。

これは、細かなマス目の方眼紙を、一マス一マスていねいに埋めて絵を作ると、近くから見ただけでは単なる白と黒の正方形の連続にしか見えませんが、遠くに離して見ると絵柄がハッキリ見えるのと同じ原理を使っています。

ワープロなどでは、1文字を24×24ドットや32×32ドットで表すのが普通です。もちろん数多くの点で表現した方が精度の良い、読みやすい文字となります。この文字が、ワープロやパソコンの画面表示やプリント出力に使われることになるわけです。

ただ、このフォントを使用した場合、点の集合で文字を作るわけですから拡大してみるとギザギザが見えてしまいます。ワープロを持っている人は、画面に表示されている文字を拡大鏡、ルーペなどでのぞいて見て下さい。点が見えるはずですよ。

プリンターで出した文字は、出力機の種類、出力の解像度(どのくらい細かな点で表すかの単位でdpi=ドット・パー・インチ、つまり横1インチに何個の点が並んでいるかで計る)によって見えたり、見えなかったりします。

2. ビットマップフォントの欠点

しかし、このビットマップフォントには欠点もあります。その欠点が問題になるのは、たとえば見出しのように文字を拡大したり、注記のように小さく使ったりと、大きさを変えて使う場合です。

1文字当たりのドット数を変えずに文字サイズ(級数、ポイント)を大きくすると、当然1つ1つのドットが大きくなるので、そのぶん文字のガタツキが目立ちやすくなるわけです。

逆に、小さくするとごみごみして文字がつぶれたようになり、読みづらくなってしまいます。つまりビットマップフォントは常にきれいな文字を表現しようとする、使われるサイズの数だけサイズ別ビットマップフォントを用意する必要がでてくるのです。しかしこれは事実上不可能なことです。

実際には、出力装置の解像度によっても適正なドット数があり、3段階くらいに分けて、それぞれの大きさに適したビットマップフォントを準備しているのが普通です。しかし、そのぶん多くのメモリーを必要とすることになるため、極力、必要なメモリーが少なくて済むように、データ量を減らすことが重要になってきました。

そこで考えだされたのが、「ランレングス」というデータ圧縮技術。ランレングスというのは、個々の画素1つずつを0または1と追っていくのではなく、0または1がいくつ続くかを記憶させておく方法です。

こうした文字の拡大縮小への対応だけでなく、縦長にしたり、逆に横長にしたり、あるいは斜めにした斜体で使ったりと、文字を変形して使用する場合もこのビットマップフォントは、あまり融通がききません。

また、ある決められたドットの数で文字を表現しようとするわけですから、当然制限があつて、画数が多い文字は表現しきれない場合がでてきます。その場合、少なくとも画面上では、画数が間引かれた状態で表現されることになります。

3. 主流になったアウトラインフォント

そこで注目をあびてきたのが、「アウトラインフォント」です。アウトラインフォントは、文字イメージの輪郭線(アウトライン)を直線や曲線で近似させてベクトル表現したものです。プリンタ出力時には、文字イメージのアウトライン情報を呼び出し、その輪郭線間を細かな点で塗りつぶすことによって文字のイメージを表現します。

アウトラインを描く方法は何種類もあり、それぞれ特徴をもっています。直線の集合で表現するライン方式、直線と円弧の組み合わせで近似させる方法、ベジェ曲線で表現する方法などです。

このアウトライン方式は文字の形状を数式的に持っているだけで、文字のサイズとは無関係なため、ひとつの字母から拡大・縮小や斜体等の変形処理が自由に行えるといったメリットがあります。また、フォントの格納も比較的少ないメモリーで済むなどの利点もあります。

そのため現在、デジタルフォントの主流の座は、アウトラインフォントとなっています。

また、このほかのデジタルフォントとしては、文字イメージの骨格線を一本の線で表す「ストロークフォント」があります。設計の際の製図で使われる、CADシステムの出力装置であるペンプロッタなどはこの方式が主流です。骨格の線で表現するため、複雑なデザイン的要素の再現は得意としません。

4. 文字環境の変化

印刷現場ではかつて、1文字1文字の活字を手で組んで1ページを作り上げていました。しかし、この活版方式は段々と減ってきて、次に出てきたのが今でも使われている手動写植機方式です。これは文字盤に並んだ文字の中から必要な文字を見つけ出して、光学的に印画紙に感光させる方法です。

これらはともに、実際に活字なり、文字盤をもたない限り利用できないわけで、技術的なことも含めてパーソナルな使い方はできません。やはり、専門の印刷会社なり写植会社なりに依頼するしかありませんでした。しかし現在は、文字そのものの原形を物理的に持つのではなく、デジタルデータで取り扱い、出力時に初めて文字になるという方法に変わっています。こうすることにより、文字のもとになるフォントデータが数枚のフロッピィに収められ、個人レベルで自由に使えるようになってきたわけです。

デジタルフォントが普及したおかげでワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ、プリンタにフォントを入れれば誰でも自由に文字が取り扱える環境となり、価格も下がったこともあって、一般家庭にも急速に普及してきたわけです。

5. デジタルフォントの課題

しかし、デジタルフォントにもいくつかの課題があります。

コンピュータ内部で取り扱う文字は、実際には文字そのものではなく、個々の数字や記号に対応した番号として処理をし、出力の時に文字の形にしています。このため、その数字や記号(文字コード)の番号を、1文字1文字あてはめていかなければなりません。

もちろん、各個人やメーカーが勝手に番号を決めたのでは收拾がつかなくなってしまうから、この番号(コード)を管理して互換性を保つことになり、日本では日本工業規格が「JISコード」として取り決めを行いました。

JISで決められているのは、情報交換用漢字符号系として第一水準、第二水準で漢字 6、355 文字、非漢字 524 文字、補助漢字集合として漢字 5、801 文字、非漢字 266 文字です。その他パソコンメーカーの多くが使っている「SHIFT-JIS」、文字のトップメーカーである写研が使っている「SKコード」などがあります。

ただし、通常ワープロ、パソコンで使うことができる文字の範囲は第一水準、第二水準までであり、使用上制限があります。たとえば「渡邊」の“邊”は普通は“辺”で表現して「渡辺」となってしまいます。どうしても“邊”を使う時は外字という扱いとなり、文字を作成して登録後、初めて使用できるようになります。

前にも説明したように、文字はコードで管理されていますから、外字を作った場合もその文字にコードを振り当てなければなりません、ここで問題が発生します。

コードを勝手に付けてしまうと、自分1人で作業するぶんには問題ありませんが、この文章をFDで他人に渡してもその人はプリントアウトどころか、表示すらできない状況になってしまうのです。そこで、外字フォントの登録や新しいデザインの書体の登録方法を考慮する必要がでてきています。

コンピュータで文字を取り扱う上では、フォントは一定の範囲内で使用する制限がでてくるのは仕方のないことで、運用的に妥協が要求されてしまうことになります。

— 完 —