

漢字の陰極線管表示方式*

中摩 雅年** 後藤 明也** 日高 滋**
吉本 悠久** 竹内 慶光**

Abstract

There is need for more efficient output devices of man-machine communication system that can display the Japanese sentences composed of several thousand of such complicated characters as the Chinese characters.

This paper presents the experimental results of a character generator which profits to plot the Chinese characters on the CRT. The character generator forms a character by moving the beam along the grid on a character matrix area which is divided into 16 by 16 addressable points. Being different from the well-known "stroke" types, this character generator has some features that the beam can select the start position for any line segment and that it does not stroke between the isolated two line segments.

According to the experiment, the character generator can display a conventional Chinese character in 36 μ s on an average and increase the beam availability to 83%.

1. まえがき

最近の情報科学の進歩にともない、電子計算機と人間との対話機能を増大させる有効な手段として、電子計算機で駆動される陰極線管表示装置が注目されるようになった。このような陰極線管表示装置については、諸外国、とくに米国、またわが国などでも、熱心な研究が行なわれており、すでに、いくつかの装置が開発されている^{1)~5)}。これらの表示装置では、表示文字として英字、数字、または必要に応じて、片仮名などの表示が可能であるが、東洋民族に多く用いられている象形文字、すなわち、漢字・平仮名中心の文章表示のできる有効な陰極線管表示装置については、まだ、その開発例が少ない。

本方式の技術的困難性は、表示すべき文字の種類が、従来の英字・数字などに必要な文字数 64~128 に比較してけた違いに大きく、和文表示の場合でも、2,000種類以上の文字数を必要とすることである。この他に

も漢字などの文字は、字形が複雑であることも、方式によっては、困難性を増す原因となっている。

最近の陰極線管表示装置では、高速度表示の要求から、コア・メモリなどによるリフレッシュ方式が多く用いられる傾向にあり、この面から表示速度の優位は、システム構成上重要な因子となっている。本報告では、上で述べた角度から有利とみられる、デジタル方式の文字発生器を用いた文字表示方式の実験と、その結果について報告する。

2. 文字表示方式

文字表示を行なった最初の陰極線管には、SAGE⁶⁾のコンソールに用いられた Stromberg-Carlson 社のキャラクトロン^{1),6),7)}、および Hughes Products 社のタイポトロン^{1),6),7)}がある。これらの陰極線管において、文字の記憶方法は、管内に封入された1枚の文字板に、63種類の文字を刻印し、また、文字の形成方法は、電子レンズによる幾何光学的な方式、すなわち、ビーム成形方式⁷⁾が用いられているため、本方式のまま表示文字数を飛躍的に増大することは、管の構造面から困難性があった。一方、表示文字数の増大をはかる一方策として、上で述べた1枚の文字板の文字パターンを、封入または焼き付けた、文字信号等発生用電子

* A Computer-Driven CRT-Display System for the Chinese Characters, by Masatoshi Nakama, Akiya Gotoh, Shigeru Hidaka, Haruhisa Yoshimoto and Yoshimitsu Takeuchi (The 1st Research Center of Technical Research and Development Institute, Japan Defense Agency)

** 防衛庁技術研究本部第1研究所

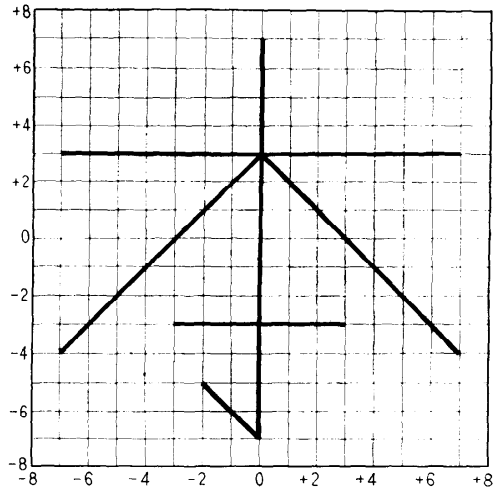
管^{8),9)}を、多数並列に接続した表示方式が考案された。このような方式による文字の形成は、字形を示す2次元情報を、一時に再現できるビーム成形方式が利用できないため、1次元情報のみで合成するラスタ・スキャン方式¹⁰⁾によっている。本方式は、陰極線管表示装置の外で、文字の記憶・選択・発生を行なうものであり、現在、電子光学的ライン・プリンタ¹¹⁾として実用化されている。本方式を陰極線管表示装置に採用するとしても、原理的には不可能ではないが、高速度表示の要求から、走査密度を大にして文字の品位を高めることと、表示速度を上げることとは、両立し得ない条件となっているため実現性に乏しい。また、陰極線管表示装置は、人間と機械の対話手段として用いられるものであるから多数の人間、すなわち、多数の陰極線管表示装置が1台の電子計算機に接続されるのが通例である。このため、文字の記憶・選択・発生などの装置を、陰極線管表示装置を持つ各コンソールで、時分割で共用する¹²⁾ことができれば、システムの価格を軽減することに役立つ。このためには、文字情報の読出し・転送・一時記憶に、便利な方式がよい。上で述べた角度から、表示方式に用いられる文字情報の種類は、アナログ量よりデジタル量の方が望ましい。以上の観点から、文字板を使った表示方式は、高速度表示を目的とする陰極線管表示装置の文字方式には、有効な方式ではないと推論された。

文字板によらない多数の文字記憶方法として、ドット方式¹³⁾とストローク方式^{14),15)}とがある。ドット方式はマトリクスのドット数を増大すれば、漢字などの複雑な文字表示が可能となり、現在、 8×10^5 ビットの記憶容量を有する 18×18 ドット方式が開発されている¹⁶⁾。ドット方式では、主として固定記憶方式が用いられているが、得られる文字の品位を高めようとして、分解能を細かくすればするほど、面状に分布される記憶素子の数は、急速に増大して記憶容量の増大を伴う。これに比例して、読出時間、表示時間の増大も避けられない。

ストローク方式は、一般にドット方式よりも少ない記憶容量で、文字記憶が可能である。本方式を使って、従来、発表されているものは、一筆書きによるストローク方式である。

0	3	4	7	8	10	11	14	15
符号	始点座標(x)	符号	始点座標(y)	方位	長さ	制御	ビット	

第1図 字画コードの構成



0	3	4	7	8	10	11	14	15
-7		+3		0		14		0
0		+7		6		14		0
0		-7		3		2		0
0		+3		5		7		0
0		+3		7		7		0
-3		-3		0		6		1

第2図 表示文字の構成例および字画コード

筆者らは、一筆書き方式においては避けられない、むだなストロークによる時間損失をなくし、かつ、簡単なベクトル発生回路と D-A 変換器の合成により、高速であり、しかも、直線性にすぐれた文字の形成を容易に行なえるマルチ・ステップ・ストローク方式の文字発生器を開発した。本方式は、上述の利点のほか、記憶文字の変更など、使用上の柔軟性に富む利点を持つ。以下、マルチ・ステップ・ストローク方式による文字発生器の実験結果について述べる。

なお、文字表示の方式として、リサーチ方式¹⁷⁾やフーリエ合成方式¹⁸⁾もあるが、漢字表示に適していないので、考察の対象外とした。

3. 文字発生器

3.1 文字および字画コードの構成方法

文字の構成方法を一般的に説明すると、次のとおりである。1文字表示に与えられる面を、縦横 n 等分する格子に分割し、かつ、この格子の交点座標を始点とする直線を、何本か組み合わせることによって、1文字を構成する。ここでは、上に述べた直線の1本を1字画と呼び、1字画を表わ

第1表 字画数分布表

文字種類 字画数	当用 漢字	平仮名 片仮名	英字 (大)	英字 (小)	数字	文字種 類の合 計	字画数 の合計
1	1					1	1
2	4	2	6	1	1	14	28
3	10	16	16	7	4	40	120
4	24	4	19	4	2	53	212
5	46	8	11	4	3	72	360
6	64	7	12	2	3	88	528
7	81	13	3	3	2	102	714
8	95	7	4	1	3	111	888
9	134	8		2	5	151	1,359
10	149	5		1	2	157	1,570
11	153	2		1	1	160	1,760
12	143	6				149	1,788
13	142	2				144	1,872
14	159	5				164	2,296
15	138	1			1	140	2,100
16	119	1				120	1,920
17	116					116	1,972
18	74					74	1,332
19	60					60	1,140
20	51					51	1,020
21	37					37	777
22	22					22	484
23	5					5	115
24	7					7	168
25	12					12	300
26	1					1	26
27	1					1	27
28	1					1	28
29	1					1	29
総計	1,850	71	71	26	26	10	2,054,24,936

(注) 1文字を構成する平均字画数=12.1

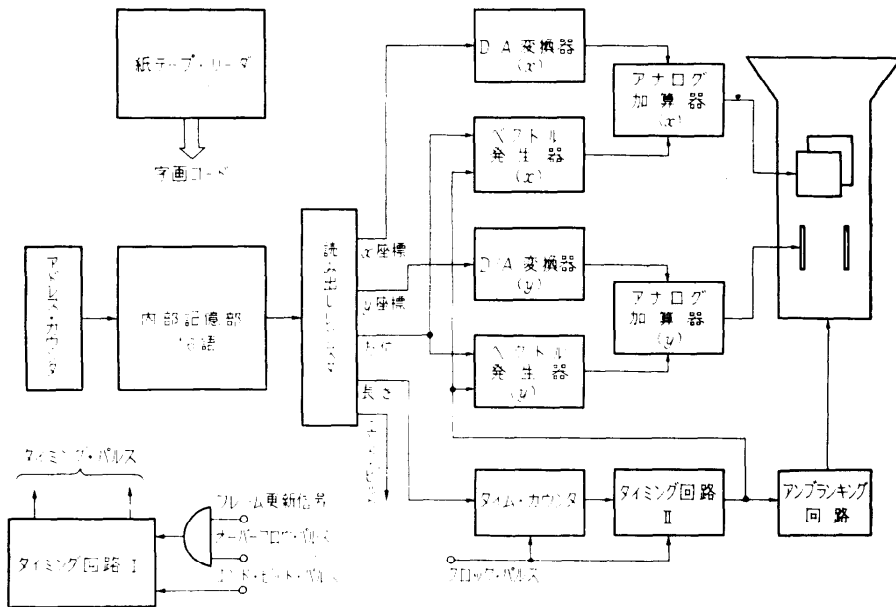
すのに必要な情報を、1語の字画コードと呼ぶことにし、数語の字画コードを使って、1文字を表示する。また、1語の字画コードは、直線の始点座標、方位、および長さを示す各コードで構成する。

上に述べた文字の構成方法では、分割数 n および方位の種類を増せば、より整った字体の文字を表示することが可能であるが、ここでは、表示される文字の読みやすさを考慮して、分割数 n を 16、方位を 8 方向に選定する。

1字画コードの構成は、第1図に示すように、字画の始点座標 (x, y) をそれぞれ 4 ビット、方位を 3 ビット、長さを 4 ビット、制御ビットを 1 ビットとし、合計 16 ビットとする。ここで、方位 3 ビットに与えられる各値は、 x 軸に関して $0^\circ, 45^\circ, \dots, 315^\circ$ の 8 種類の方向を表わし、また、長さを示す値は、輝点の通過する格子点間隔の個数を表わす。

次に、このような字画コードの組合せによって得られる文字の構成例、およびそのときの各字画コードを第2図に示す。ここで、1文字の占有表示面は、 16×16 格子面のうち、内側にある 14×14 格子面とし、周囲は文字間スペースとして残しておく。

本方式の字画コードを用いて、1,850 種類の当用漢字¹⁹⁾、平仮名、片仮名、英字、数字についての字画数分布を求めると、第1表のとおりである。



第3図 文字発生器のブロック図

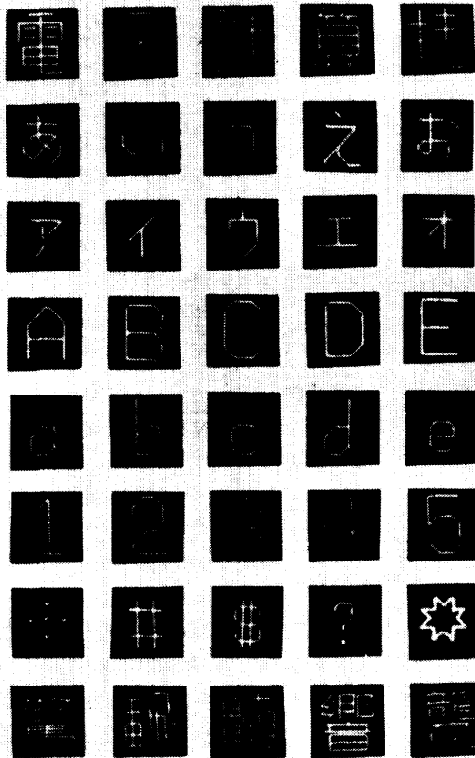
3.2 実験

実験に用いた文字発生器の概要を第3図に示す。この実験では、字画コードの始点座標の原点を1文字表示面の左下端に定め、方位3ビットには、それぞれ $+x$ 方向、 $+y$ 方向、 $-y$ 方向を割り当てた。制御ビットは1文字の最終字画コードの末尾に、エンド・ビットとして用いてある。また、この装置のクロック周波数は1MHz、文字発生器内の内部記憶部は、記憶容量16語(16ビット/語)、読出時間200ns、非破壊読出方式による薄膜記憶素子(MX-W32D 64-2GN)を用い、内部記憶部の入力情報としては、あらかじめ数語の字画コードをさん孔した紙テープを用いた。

第3図における動作の概要を書込周期、読出周期、表示周期に分けて述べると、次のとおりである。

(a) 書込周期

第2図に示すような字画コードの各語を、紙テープから文字発生器の内部記憶部へ順次書き込む。エンドビットのセットされた最終字画コードが書き込まれる



第4図 文字表示例

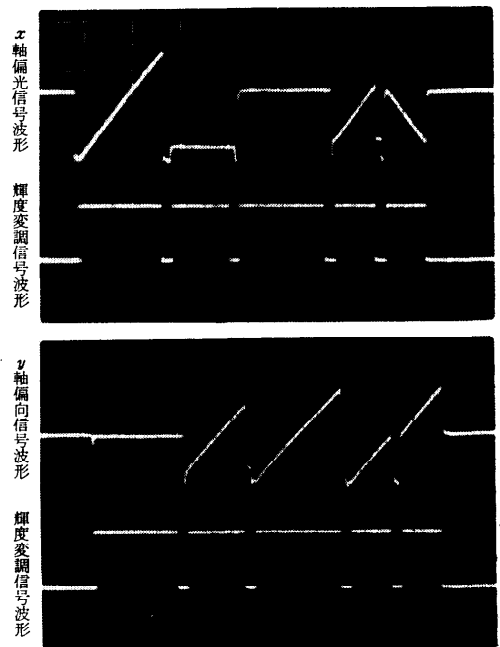
と、書込周期は完了する。

(b) 読出周期

内部記憶部に書き込まれている各字画コードが、アドレス・カウンタで指示された番地から順次読み出される。アドレス・カウンタは、3.2の(c)で述べるオーバフロー・パルスによってカウントされ、最終字画コードにあるエンド・ビットが検出されると、1文字1回の読出周期を完了する。次の読出動作は、アドレス・カウンタがリセットされるまで休止する。

(c) 表示周期

内部記憶部から読み出された字画の始点を示す x, y 座標各4ビットの値は、それぞれのD/A変換回路によりアナログ信号に変換される。同時に読み出された方位を示す3ビットの値は、それぞれのベクトル発生回路により、のこぎり波信号を発生する。これら2種類の出力信号をアナログ加算して、陰極線管の x, y 偏向電極に与えると、二つの偏向電圧の組合せによって、電子ビームは始点座標に相当する電圧を始点とし、かつ、 x 軸に関して $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, \dots, 315^\circ$ のいずれか決められた方向に、一定の速さでストロークを開始する。また、内部記憶部から読み出された長さを示す4ビットの値の補数をタイム・カウンタに入れ、さらに、1MHzのクロック・パルスを、タイム・カウン



水平=5 μ s/div, 垂直=5 V/div

第5図 文字例“木”の偏向信号波形

タがオーバフローするまで加えると、タイミング回路Ⅱからは、第1クロック・パルスおよびオーバフロー・パルスの二つの制御パルスを発生する。

さきに述べたのこぎり波信号の発生、および停止の二つの時刻は、これら二つの制御パルスで制御される。したがって、1字画を表示するためのストロークの長さは、制御パルス間の時間差によって与えることになる。これと同時に、アンブランキング回路から、上記二つの制御パルスで制御される輝度変調信号を加えると、陰極線管の管面上には、1字画の映像表示が得られる。

各字画コードに対して、上で述べた動作を順次繰り返し、エンド・ビットを持つ最終字画コードを表示し終わった時点で、1回の表示周期を完了する。

この実験によって表示した文字の一例を第4図に示す。ここで、上段の35字は16字画語以内で構成される例を、下段の5字は16字画語以上で構成される例を示す。後者は第1表に示した当用漢字のうちで、最も字画数の多い文字を選んで表示しており、これら16字画語以上を必要とする文字は、2回の表示周期によって表示させた。

また、第2図の文字“木”について、1回の表示周期で得られる偏向信号波形、ならびに輝度変調信号波形を第5図に示す。

4. 検討

上に述べた文字発生器の実験から、次のことが明らかになった。

(a) 16×16 格子面のうち、14×14 格子面を1文字の占有表示面とし、このような占有表示面上に縦、横、斜め45°の方向を持つ直線の組合せのみで表示した文字は、第4図の表示例に示したように、読みやすさをそこなうことなく、漢字、平仮名、片仮名、英字、数字、および一般に使用される記号などを表示できる。

(b) 文字表示に使用する直線のうち、斜線は45°方向のみに限定したことによって、のこぎり波発生回路の種類を1種類に簡単化できた。また、本方式は1字画の表示を終了したのち、次の字画コードの読出しのために、1クロック・パルスだけ表示を休止するが、この時間へのこぎり波のフライバックを完全に消去するとともに、回路の過渡現象に基づく不整波をも同時に除去したため、高品位の文字表示が可能となった。

(c) 本方式では、縦または横の直線と、斜め45°の直線とのストローク速度比は1:√2となり、文

第2表 文字表示例における字画数、表示時間、輝度利用率

表示文字例	字画数 s	表示時間 T (μs)	平均表示時間 (μs)	輝度利用率 A (%)	平均輝度利用率 (%)
電子計算機	15	96	69	85	85
	6	35		86	
	10	62		86	
	16	92		84	
	10	59		85	
あいいうえお	11	36	27	86	78
	5	18		78	
	6	20		70	
	5	24		83	
12	40	73			
アイウエオ	4	20	21	85	80
	2	14		93	
	5	22		86	
	3	24		92	
	3	23		91	
12345	3	23	32	91	82
	8	33		79	
	13	40		70	
	4	31		90	
	9	83		79	
A B C D E	5	36	39	89	86
	10	51		82	
	7	30		80	
	6	39		87	
	4	37		92	
a b c d e	8	26	28	73	76
	7	31		81	
	7	20		73	
	8	32		78	
	9	29		73	
※ # \$? ☆	6	33	43	85	80
	4	43		93	
	15	62		78	
	8	24		71	
	16	55		73	
驚 翻 飜 響 襲	25	136	139	82	81
	26	136		81	
	27	132		80	
	28	155		83	
	29	138		80	

(注) 上で示すすべての文字の平均表示時間は 36 μs、平均輝度利用率は 82% である。

字を構成する字画には輝度むらを生じるが、第4図の表示例に示したように、この程度の輝度むらが、文字の読みやすさに与える影響は、少ないものと思われる。

(d) 本方式による1文字の表示時間 T、および1文字表示における輝度利用率 A (Availability) は、それぞれ次のようになる。

T = アンブランキング時間 + ブランキング時間

$$-t \times \left\{ \sum_{i=1}^s l_i + (s-1) \right\} \quad (\mu\text{s}) \quad (1)$$

$$A = \frac{\text{アンブランキング時間}}{\text{表示時間}} \times 100$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^s l_i}{\sum_{i=1}^s l_i + (s-1)} \times 100(\%) \quad (2)$$

ここで、 t はクロック周期 (μs)、 l_i は i 番目の字画が占める 16×16 格子面内の格子点間隔の個数、 s はストローク回数、すなわち、字画数を示す。

各文字の表示時間および輝度利用率は、第5図に示した輝度変調信号の波形から、あるいは、上に述べた式(1)および式(2)から容易に求めることが可能であり、第4図の表示例について求めた、表示時間、輝度利用率、およびその平均値は第2表のとおりである。第2表から、実験を行なった文字発生器を用いて表示される各文字の平均表示時間は、 $36 \mu\text{s}$ であることがわかる。また、このような文字表示方式において、各種類の文字に対する輝度利用率の平均値は、漢字の場合に 85%、平仮名の場合に 78%、片仮名の場合に 89% であり、字体の複雑さによらず、ほぼ一定の値を示す。

本方式の1文字表示動作において、相互に離れた字画間における偏向信号の変化時間、すなわち、電子ビームのブランキング時間は、電子回路の過渡応答で決まるきわめて短い時間であり、また、電子ビームは字画を重複してストロークすることがない。したがって、従来の一筆書きによるストローク方式と比較すると、1文字表示に必要なストローク回数を少なくすることができるため、表示時間を短縮でき、しかも、高い輝度利用率を実現することができる。

(e) 第1表の字画数分布表で示したように、当用漢字における最も複雑な文字の字画数は 29 であり、このような字画数分布表から類推すると、当用漢字以外の文字でも、32 画以内で構成できるのではないかとと思われる。

また第1表から、陰極線管表示装置に必要な字画コード記憶装置の容量を算出することができる。

ここでは、主として、漢字を表示する陰極線管表示装置の文字発生器について述べたが、和文表示の可能な陰極線管表示装置の実用化にあたり、1フレームに表示する内容を記憶するリフレッシュ・メモリのデー

タ構成、管面上に表示する文字の位置決めを行なう周辺装置、文字あるいは表示画面の拡大、縮小、あるいは表示画面の輝度などの制御方法についても、詳細な検討を行なう必要がある。さらに、字画コード記憶装置の記憶容量は、第1表から明らかなように、 4.8×10^5 ビット (2,500 文字) を越え、価格的に、この記憶装置が表示装置に占める割合が高くなる。したがって、この方式では、字画コード記憶装置を多数の表示装置によって共用したマルチ・コンソール・システムを実現することによって、システムの経済性を向上させることが必要と思われる。

現在、筆者らは、ここに述べた文字発生方式と、表示速度の高速化をはかる目的から、電磁・静電2段偏向形陰極線管を用い、記憶装置から字画コードの読出し。あるいは転送を行なう際生じる表示動作のむだ時間を少なくする目的で、字画コードを、あらかじめ先取りできるよう、バッファメモリを、それぞれの表示装置に付加したマルチ・コンソール用の表示装置を実用化するために、検討を加えている。その結果については、稿を改めて報告したい。

5. まとめ

本論文では、漢字の陰極線管表示装置に用いる文字発生器の一方式の提案を行ない、その方式に関するモデル実験を行なった結果を述べた。本方式は、1文字表示における陰極線管の輝度利用率と、表示速度が高く、字体が直線によって組み立てられる漢字の表示方式として、すぐれた方式であることを明らかにした。また、本方式では、大容量の字画コード記憶装置を必要とするが、とくに、表示装置の実用化にあたって、字画コード記憶装置ならびにそのデータ構成、制御方式についての検討は、残された問題として、今後の研究に待ちたい。

謝 辞

本研究を行なうにあたり、終始ご指導・ごべんたつをいただいた安宅彦三郎所長、森精三部長、ならびに有益なご助言をいただいた情報計算研究室の方々に、深謝の意を表する。

参考文献

- 1) 大岡: “ディスプレイ装置”, 情報処理, 6, 6, pp. 323~328 (1965-11).
- 2) H.S. Corbin: “A Survey of CRT Display

- Console", Control Engineering, **12**, 12, pp. 77~83 (Dec. 1965).
- 3) L. C. Hobbs: "Display Applications and Technology", Proc. of IEEE, **54**, 12, pp. 1870~1884, (Dec. 1966).
 - 4) 大野, 壘月: "FACOM 6221 ディスプレイ装置", FUJITSU, **19**, 4, pp. 177~180 (1968).
 - 5) 渡辺, 村田: "オキ・ディスプレイ装置 GQ 2101", 沖電気時報, **34**, 1, pp. 80~82 (1967).
 - 6) R. R. Everett, et al.: "SAGE-A Data-Processing System for Air Defense", Proc. of EJCC, **12**, pp. 148 (Dec. 1957).
 - 7) H. H. Poole: "Fundamentals of Display System", pp. 25~44, Spartan Macmillan and Co. Ltd. (1966).
 - 8) 特許公報, 文字信号等発生用電子管, 昭 42-21962.
 - 9) 特許公報, 文字記号表示信号発生装置, 昭 42-18015.
 - 10) J. K. Moore: "Generating High-Quality Characters and Symbols", Electronics, **33**, 24, pp. 55~59 (Jun. 10, 1960).
 - 11) "高速プリンターの設計", 日本科学技術情報センター, 日本電子産業(株) (1943-04).
 - 12) 中摩, 後藤: "文字発生器を用いた文章表示および図形表示", 情報処理学会 CL 研究委資料, 68-4 (1968. 7. 20).
 - 13) M. H. Lewin: "An Introduction to Computer Graphic Terminal", Proc. of IEEE, **55**, 9, pp. 1544~1552 (Sep. 1967).
 - 14) IBM System/360 Computer Description: IBM 2250 Display Unit Model 3 (1967).
 - 15) J. E. Damman, E. J. Skiko and E. V. Weber: "A Data Display Subsystem", IBM Journal, pp. 325~333 (Oct. 1963).
 - 16) 斎藤, 永井, 大迫, 京谷: "ドット式漢字ディスプレイ装置", 昭 43 電気四学会連大予稿集.
 - 17) R. L. White: "Formating Handwritten-Like Digits on CRT Display", Electronics, **32**, 11, pp. 138~140 (Mar. 13, 1959).
 - 18) K. E. Perry and E. J. Aho: "Generating Characters for Cathode Ray Readout", Electronics, **31**, pp. 72~75 (Jan. 3, 1958).
 - 19) 当用漢字表, 内閣告示第 32 号, 昭和 21 年 1 月 16 日.
(昭和 43 年 5 月 9 日受付, 昭和 43 年 9 月 2 日再受付)