

# H-7833 プロセス・カラー・ディスプレイ

## H-7833 Process Color Display

大 沢 晃\* 林 幸 登\*  
Akira Ōsawa Yuditaka Hayashi  
保 田 勲\* 浜 田 長 晴\*\*  
Isao Yasuda Nagaharu Hamada

### 要 旨

新しいカラー・CRT (Cathode Ray Tube: ブラウン管) ディスプレイ装置を開発した。本装置は基本的にはラスタ・スキャン方式 (標準テレビジョン方式) のキャラクタ (文字) ・ディスプレイであるが、キャラクタ・ジェネレータ部に書込み可能な IC-RAM (Random Access Memory) を併用するとともに、新しいカラー制御方式、二重画面表示方式などを開発採用した。その結果、アルファベット、かな、漢字などの表示が自由に行なえるようになったほか、カラーで任意の絵が描けるようになった。また表示部には家庭用カラー・テレビを改造利用できるのも、機能の割には安価で使いやすい装置となり、プロセス・モニタ用として従来のグラフィック・パネルなどに代わる広範な用途が開けた。

### 1. 緒 言

計算制御の適用分野は年々拡大しつつあり、それに伴って計算機の取り扱う情報は加速度的に増大し、質的にも複雑、かつ高度化してきている。このような状況のもとに、マン・マシン・コミュニケーションの媒体として CRT ディスプレイの重要性がクローズ・アップされてきている。

計算制御分野における CRT ディスプレイは、その用途の面から、制御用端末装置としての端末ディスプレイと、プロセス全体の中央監視装置としてのプロセス・モニタ・ディスプレイに大別される。前者は計算機からの指示を末端作業者に与えたり、現場作業者の持つプロセス情報をキー・ボードを介して中央にフィード・バックしたりするもので、文字の表示や入力を主体とした簡単で安価なキャラクタ・ディスプレイが主である。これに対し後者はプロセス全体を管理・制御するグラフィック・パネルやコントロール・コンソールの機能を果たすもので、中央操作室に設置され、複雑なシステム状況を迅速、かつ適確にオペレータに知らせ判断をおおぐ高度のマン・マシン性が要求される。したがってそのためのディスプレイ装置には単なるキャラクタ (文字) 表示のみではなく、対象プラント構成の図形表示や、プロセスの状態のグラフ表示、あるいは図形による操作指示など、人間の直観力に訴える図形のカラー表示機能が要求される。後者に対しては最近精度が高く、任意の図形が表示できる、いわゆるグラフィック・ディスプレイ装置が用いられはじめた<sup>(1)(2)</sup>。しかしこれらは一般にコンピュータを内蔵し、きわめて融通性は高いが高価で、プログラミングも比較的複雑、かつカラー表示もできないため、その用途は大規模な特殊システムに限られ、安価で取り扱いの容易な簡易形グラフィック・ディスプレイ装置の開発が望まれていた。

今回開発した H-7833 プロセス・ディスプレイ装置シリーズは、前者すなわち端末用カラー・キャラクタ・ディスプレイと、後者すなわち中央監視用カラー図形表示プロセス・モニタ・ディスプレイとを統一した思想のもとに開発、シリーズ化したものである。このうち後者は方式、機能などに従来なかった特色を持っている。以下、後者に焦点を合わせて説明する。図 1 は後者の外観 (デスクを含む) である。

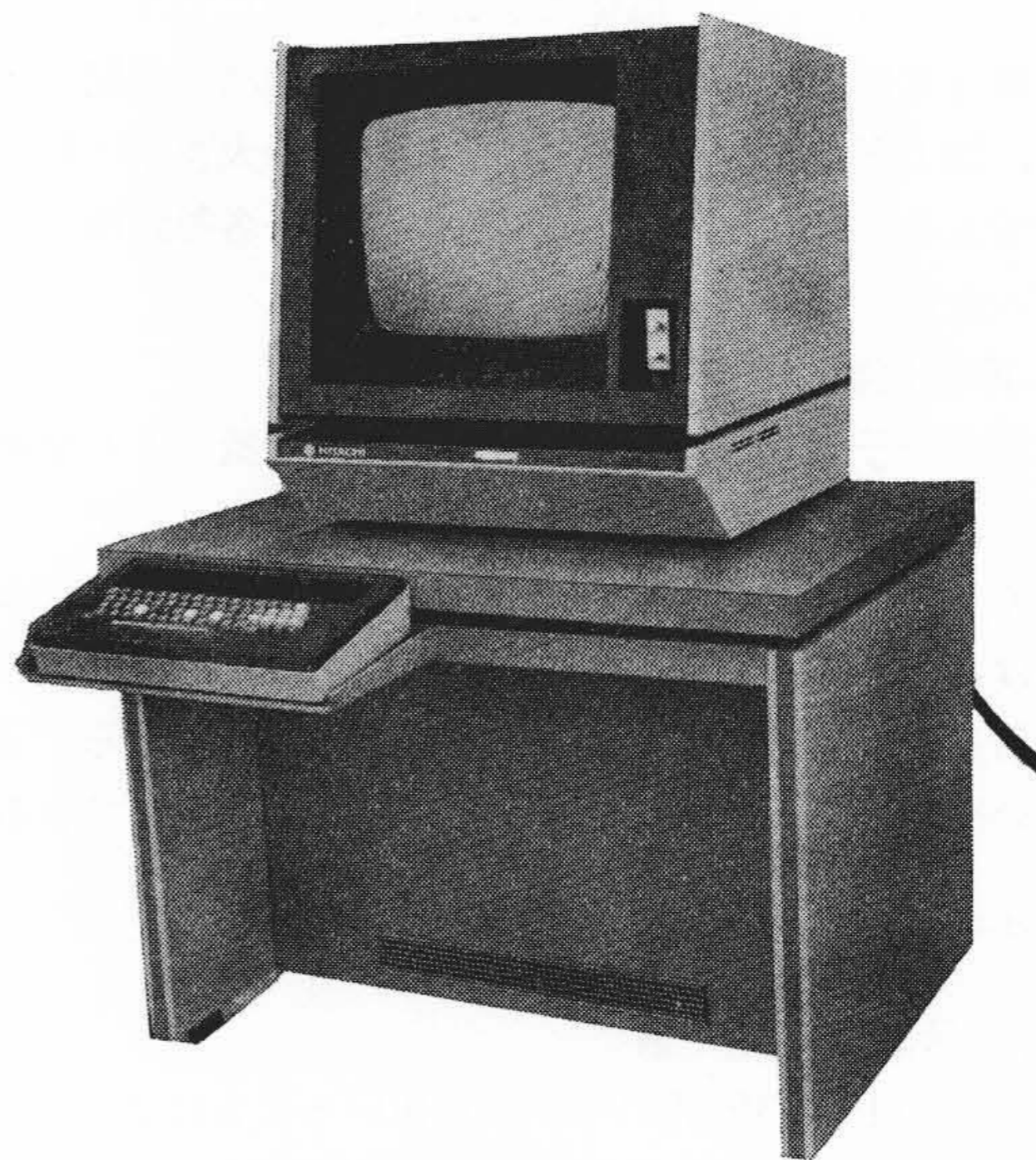


図 1 H-7833 外 観



図 2 各種文字表示

### 2. プロセス・モニタ・ディスプレイに要求される諸機能

#### (1) 文 字 表 示

アルファベットと同時に、かなや漢字、その他の特殊記号も表示したい (図 2 参照)。

\* 日立製作所大みか工場

\*\* 日立製作所日立研究所

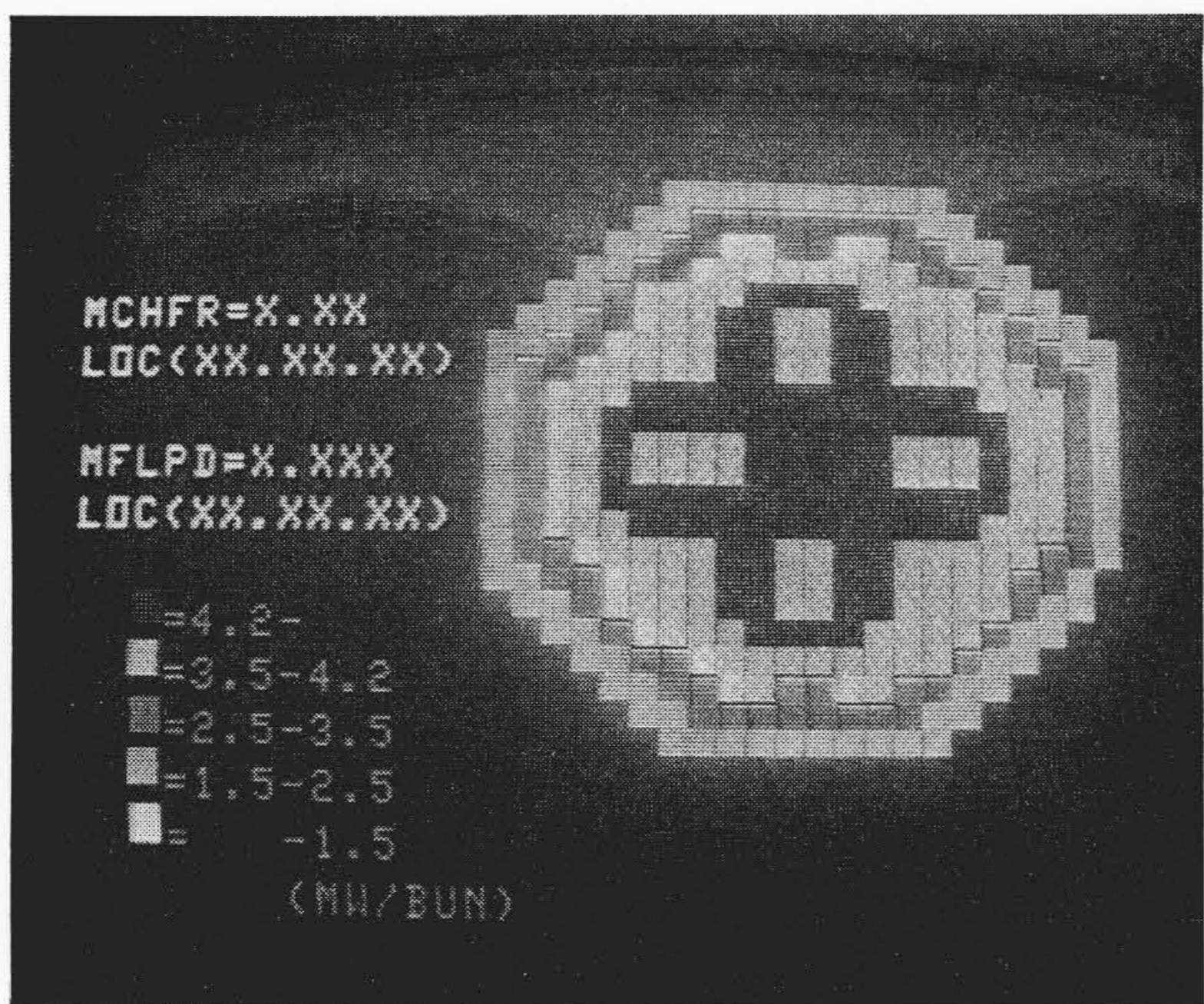


図3 燃料棒熱出力の炉心マップカラー表示

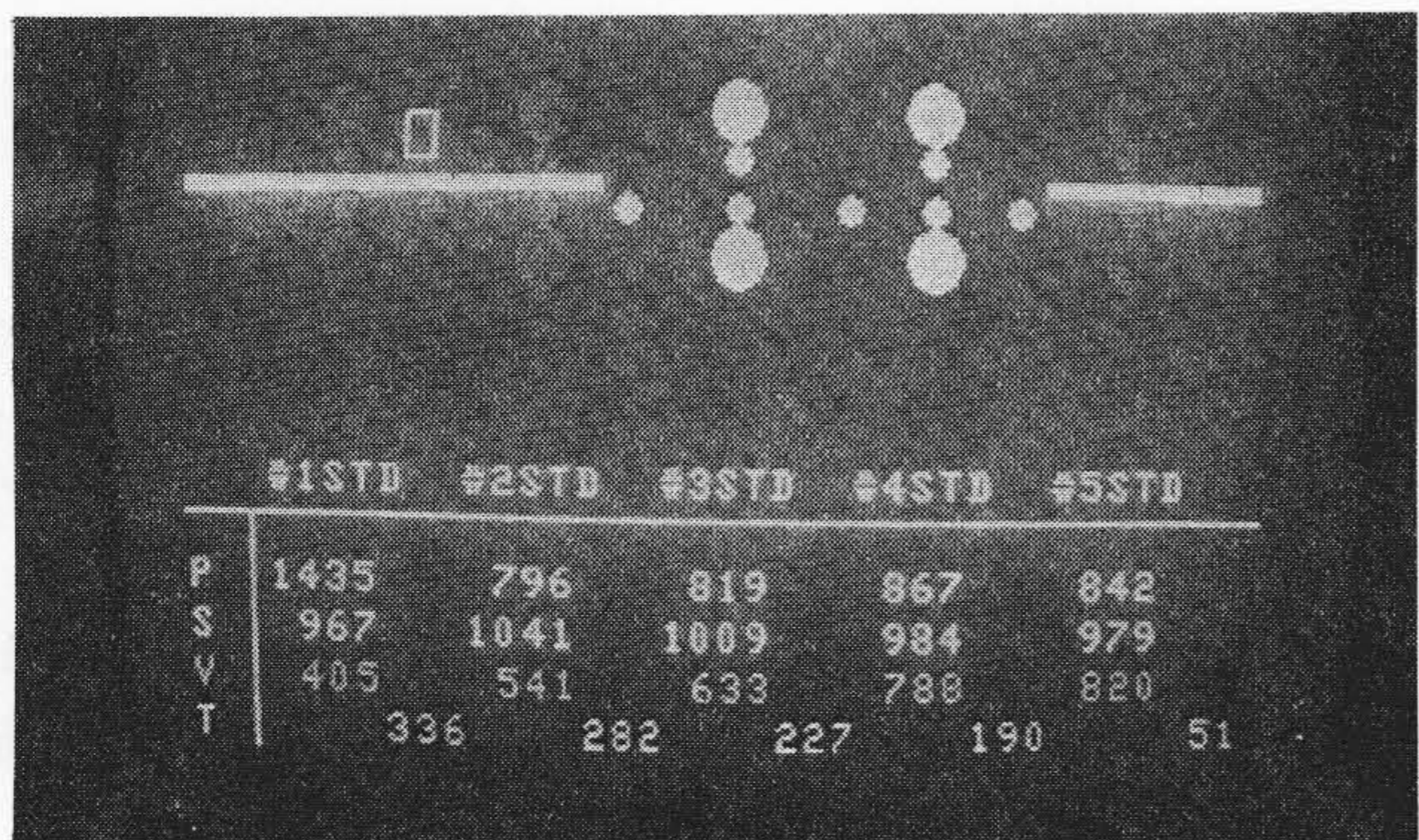


図4 タンデム圧延機のトラッキングのカラー表示

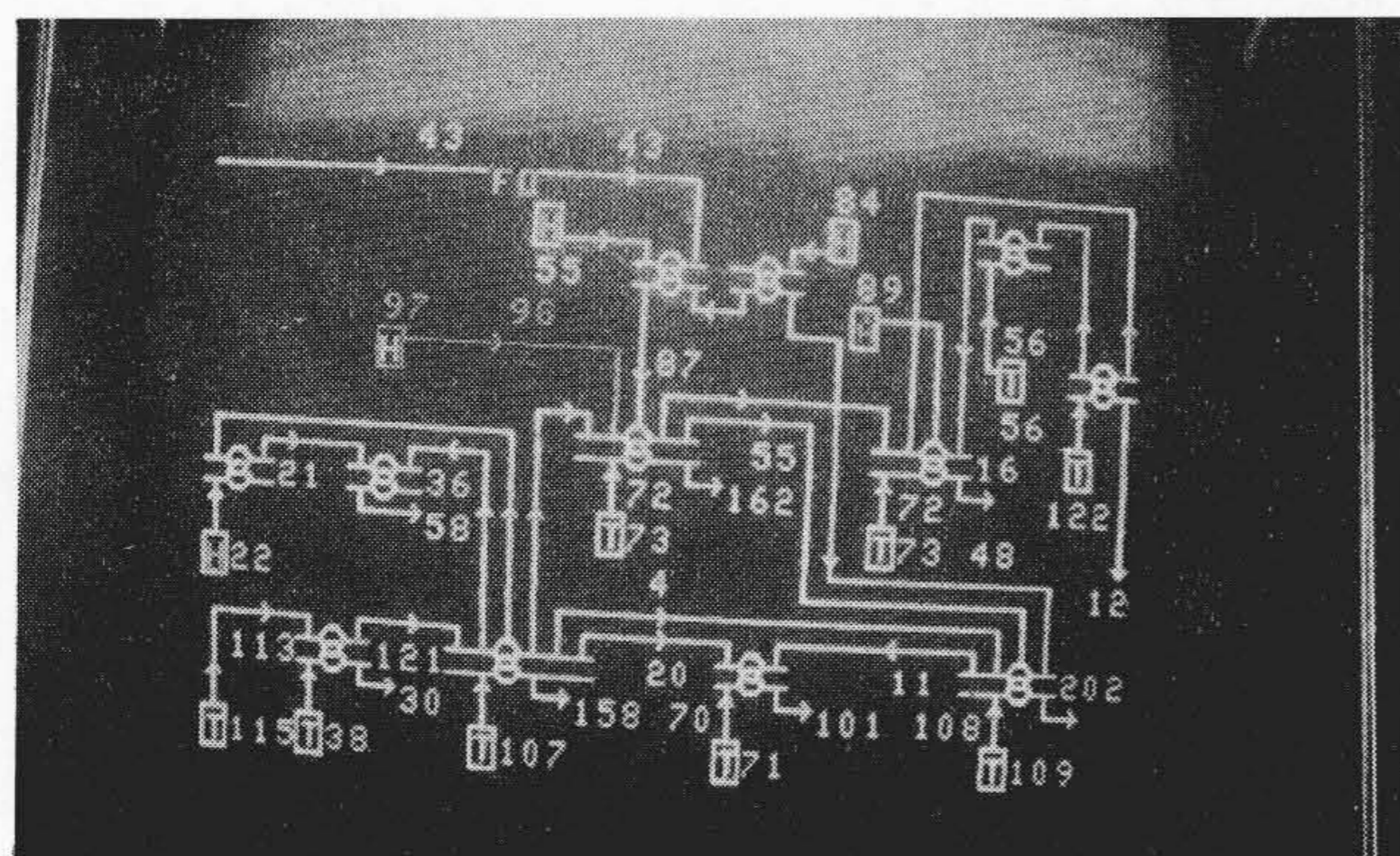


図5 電力系統図のカラー表示

(2) 絵を描く機能

画面の精度、分解能などはそれほど要求されないが、直観的な見やすさが要求される。したがって線の表示だけでなく、面の表示もできるのが望ましい(図3参照)。また、プロセスの状態、電力系統図など(図4, 5参照)の表示をするためには、何度も使われる特殊なシンボル(直線, 円, 矢印, トランスの記号など)はアルファベットなどと同じくディスプレイ装置内のメモリにたくわえ、CPUからの指定を簡単化したい。

表1 H-7833 の仕様

分類	項目	内容	備考
基本事項	ビ ュ ア	19 インチ日立トランジスタテレビ改造	ボ ン バ
	表示方式	標準TV, ラスタ・スキャン方式	60 画面/秒
	接続計算機	H100, H500, H7250, その他	O. E. M. 用インター・フェースあり
	転送速度	Max 600 字/秒	
	使用素子	T <sup>2</sup> L, MOS-LSI 等	
	電 源	200/220 V 3φ 50/60 Hz	
文字表示	周囲条件	0~40°C 10~90% RH	
	文字発生	MOS-ROM 5×7 ドット	
	文字数	ヨコ40字×タテ16行=640字	
	文字種類	64 英数字, 漢字, かな	漢字, かなは絵として処理
作画機能	文字指定	ASCII	8ビット, コード
	画素パターン	I C-RAM 8×12 ドット	計算機から書込み可
	画 素 数	Max. 64 or 128	
	画 素 指 定	8ビット・コード	ASCII 未使用部
	色指定方式	継ぎ目なし制御	ASCII
その他	二重表示	可 能	
	プリンク	可	0.5~1 秒 間 隔
	チャイム鳴動	可	
	カーソル・スキップ	可	
	ハード・コピー	(タイプライタ)	
	画面遠隔表示	Max 1 km, Max 8 台	

(3) カラー表示

迅速な直観的判断を助けるため、カラー表示は必須条件である。報告によれば<sup>(3)</sup>英数字を色別けた場合、計数精度は86%増し、計数速度は72%向上している。

(4) 編集機能(キー・ボードからの入力)

オペレータの指令をキー・ボードから文字の形で(タイプライタと同じように)入力できることは当然の機能であるが、その際、コンピュータの指令により、オペレータが次にキー・ボードから文字を入力すべき画面上の位置に自動的にカーソルを移動する。これによって、キー・ボードからの入力を速く、正確にすることができるようになる。

(5) 警報機能

予期せぬ事態や、予告なく変更される情報を、チャイムを鳴らしたり、画面の一部のプリンク表示(フリッカー)によって、オペレータに的確に通報する。この機能により、オペレータは必ずしも常時ディスプレイ画面を注視する必要はなく、オペレータを疲労から解放することができる。

(6) その他

ハード・コピー、ビデオ信号長距離伝送などのオプション機能。

3. 本装置の方式

前節で本装置に対する要求事項を列挙した。本装置はそれらの要求を満たすべく開発したものであり、最も特徴とするところは、カラーで字も絵も描けて、しかも安価なことである。表1は本装置の仕様を示したものである。

3.1 文字表示方式と基本構成

絵の描き方の前に文字の表示方法を説明する。本装置では絵は文字とほとんど同じ方法で描くようにしてある。それが本装置の特徴でもある。

図6は本装置で採用したラスタ・スキャン方式(標準テレビジョン方式)の表示原理を示したものである。これは普通のテレビと同

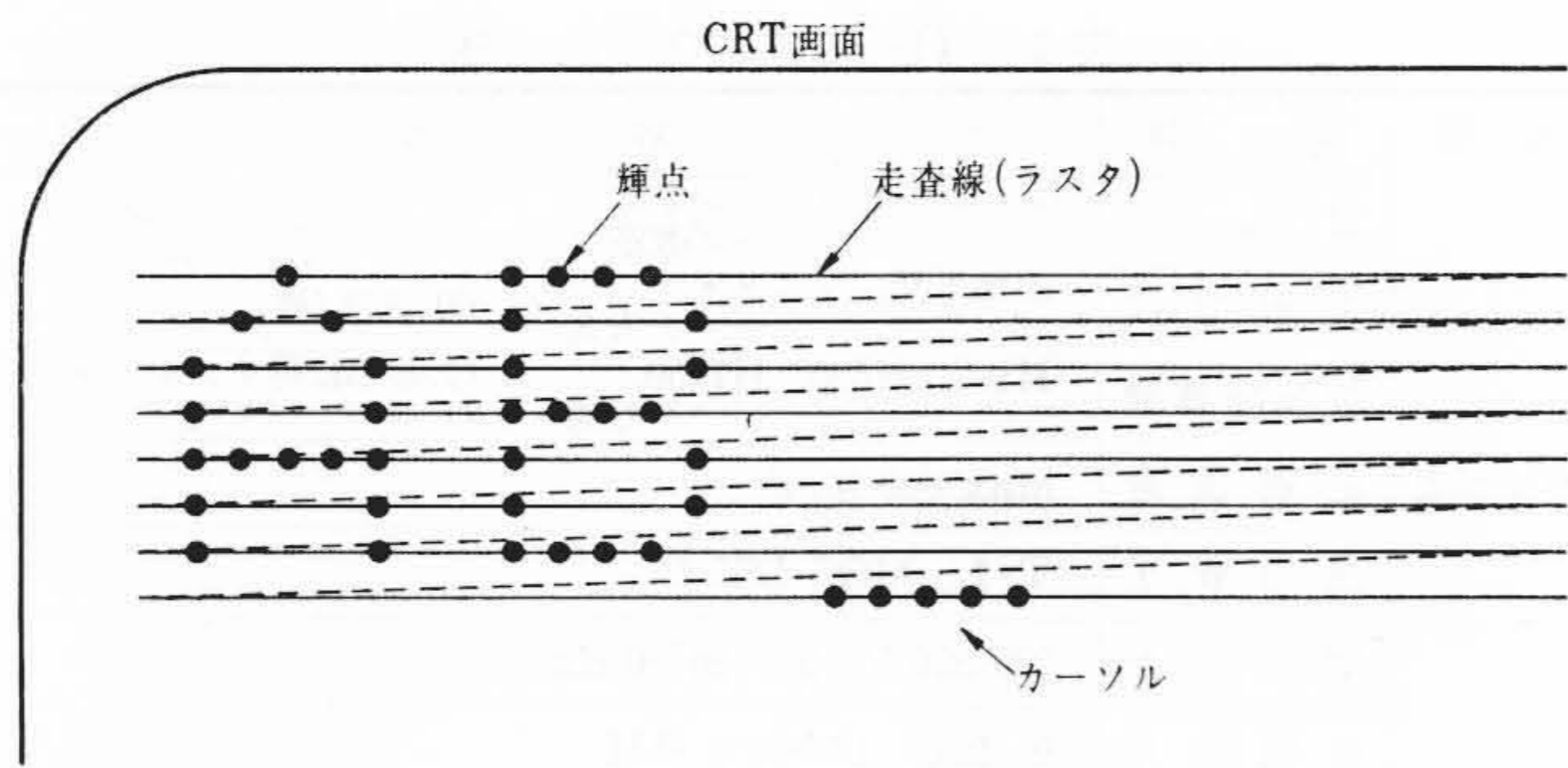
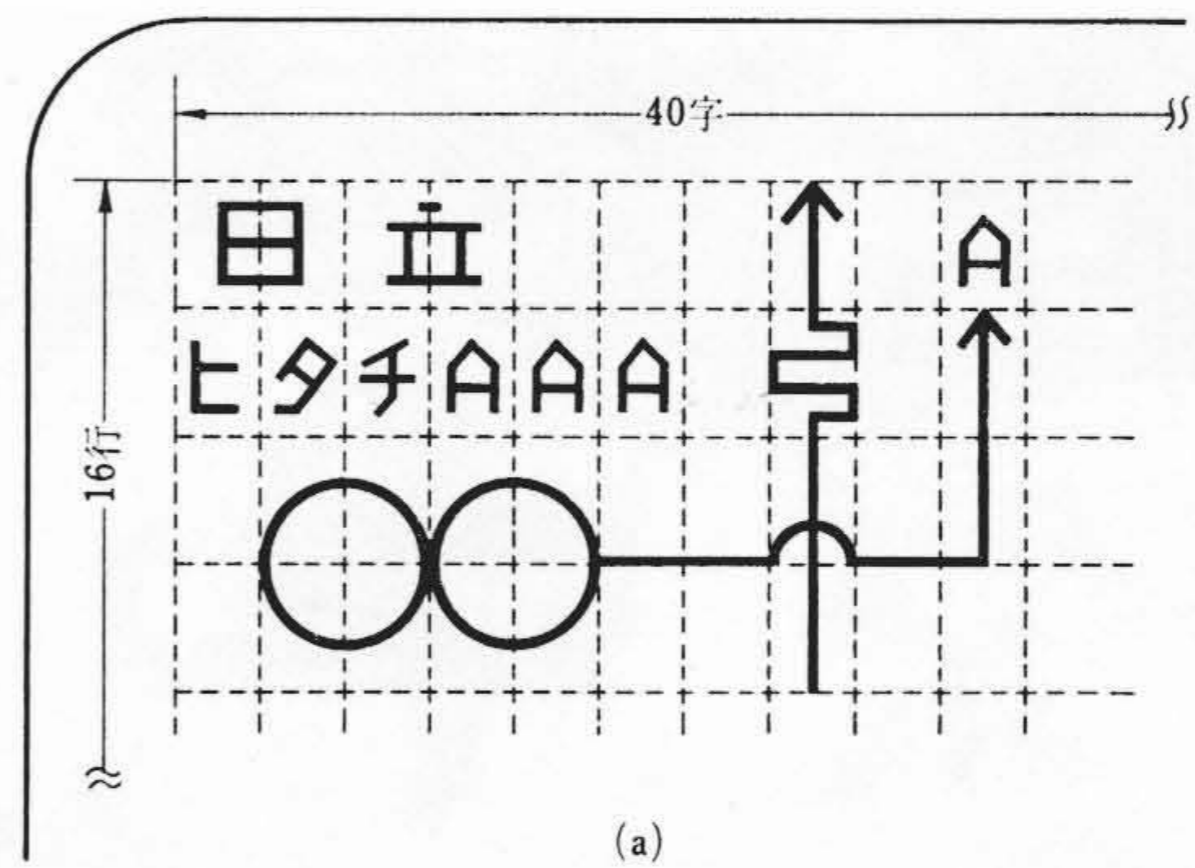


図6 ラスタ・スキャン方式による文字表示



(a)

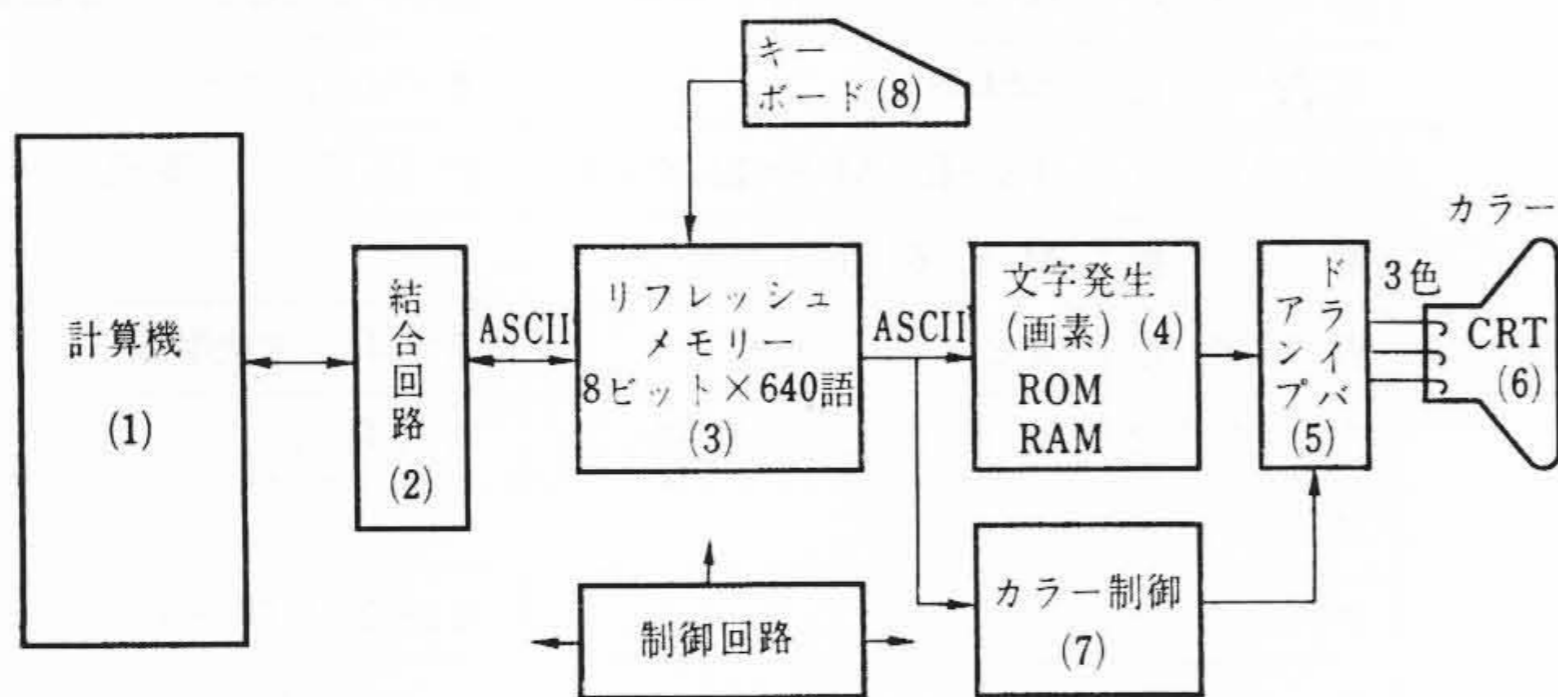
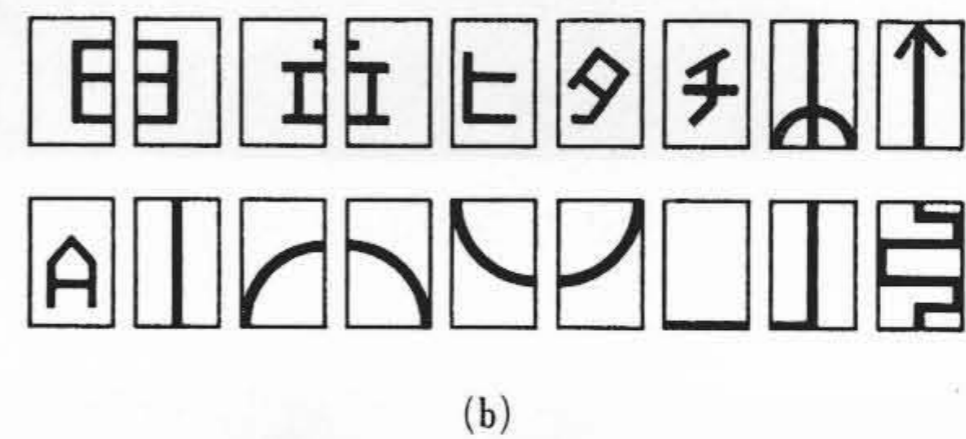
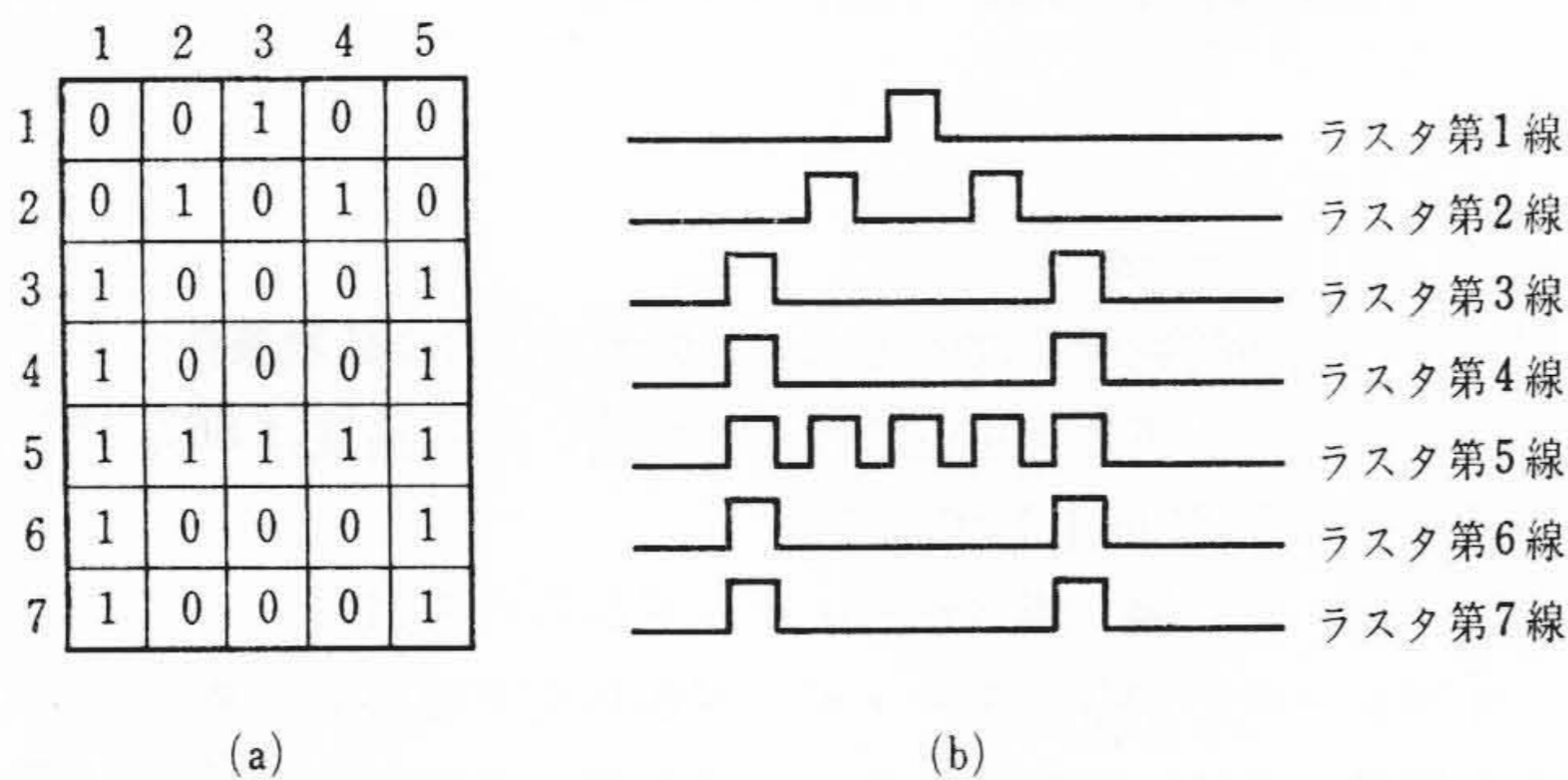


図7 H-7833 基本構成部のブロック構成



(b)

図9 CRT画面に描いた絵(a)と使用画素(b)



(a)

(b)

図8 文字Aに対するROM内容(a)の出力と出力波形(b)

じく、CRTの画面を電子ビームで水平垂直に毎秒60画面の割合で走査(走査線のことをラスタ Raster という)し、表示すべき文字の必要な点だけを輝度変調で光らせるものである。この方式は家庭用テレビ受像機を改造使用することができるので、安価を目的としたキャラクタ・ディスプレイ装置に広く採用されているすぐれた方式である。図7は一般的なアルファベット表示専用カラー・ディスプレイ装置の基本構成を示したものである。アルファベット表示の場合、計算機(1)から送られた8ビット、ASCIIコードによる文字情報は、結合回路(2)を通過してMOSシフト・レジスタによるリフレッシュメモリ(3)にいったんたくわえられ、ラスタの走査に同期して順々に読み出されて文字発生回路(4)(キャラクタ・ジェネレータ)へ送られ、画面表示が繰り返される。リフレッシュ・メモリの容量は1画面分(横40文字×縦16行=640文字、1文字は8ビット)であり、計算機からの情報は、画面変更のとき1回だけディスプレイ装置に送ればよく、自動的に表示が繰り返される。

文字発生回路(4)はMOS-ICによるROM(Read Only Memory)で構成され、リフレッシュ・メモリから読み出した8ビット・ASCIIコードによる文字情報と、CRT画面走査のタイミング信号を入力とし、図8に示すように、5×7ドットのアルファベットの表示に必要な点だけ画面の走査順にパルス出力を出すものである。

カラー制御回路(7)は、リフレッシュ・メモリにたくわえられた

カラー・コードにより、CRTの赤、青、緑の各ドライバへ信号を振り分けるものである。ドライバ(5)の出力はCRTの3本の電子銃を駆動し、赤、青、緑、3原色の組み合わせで7色の表示が行なわれる。

キー・ボード(8)から入力する場合、キー・ボードからの文字コードはいったんリフレッシュ・メモリにたくわえられ、画面に表示される。キー・ボードから次に入力される文字の画面上の位置は、図6に示すカーソルで表示され、1文字キー・インごとにカーソルは自動的に先に進む。オペレータが入力した内容を画面上で確かめてから、コントロール・キーを押すと、リフレッシュ・メモリの内容は計算機に送られ読み取られる。

以上に概説したラスタ・スキャン方式では、カラーCRT、電子ビームの偏向系、複雑なひずみ補正、コンバージェンス、高圧発生、電源部などとして安価な家庭用トランジスタ・カラー・テレビ(日立ポンパ)が使えることおよびキャラクタ・ジェネレータ用として専用のMOS-ROMを使用していることなどのために、安価で高性能のディスプレイ装置が構成できる。

### 3.2 絵や漢字を描く方法

絵や漢字はアルファベットと全く同じ方法で描くことができる。すなわち図7の文字発生回路(4)にアルファベット・パターンの代わりに図9(b)に示すような絵や漢字の一部分(これを画素という)を記憶しておき、適当な順序で画面上に並べて表示すれば結果として絵を描いたことになる(図9(a)参照)。画面上に画素を並べる順序は、計算機ソフト・ウェアの指示により文字の場合と同じく8ビットのコードとしてリフレッシュ・メモリの中にいったん記憶され、順々に読み出されて対応する画素メモリの内容表示を繰り返すのである。

この場合、画素パターンをアルファベットと同様にROMに記憶しておいたのでは任意の絵を描くことができないため、電氣的に書き込み、読み出し可能なRAM(Random Access Memory)を使用し、画素として新たなパターンを必要とするとき、そのつど計算機から書き込む方式としてある。この方式は、RAMの容量の制限で(H-7833ではMax. 128画素)1画面に描ける異なった画素の数に限度はあるにしても、一応任意の絵や漢字が描けることになる。もちろん図9を見てわかるように、一画面の中で同一画素を何度でも

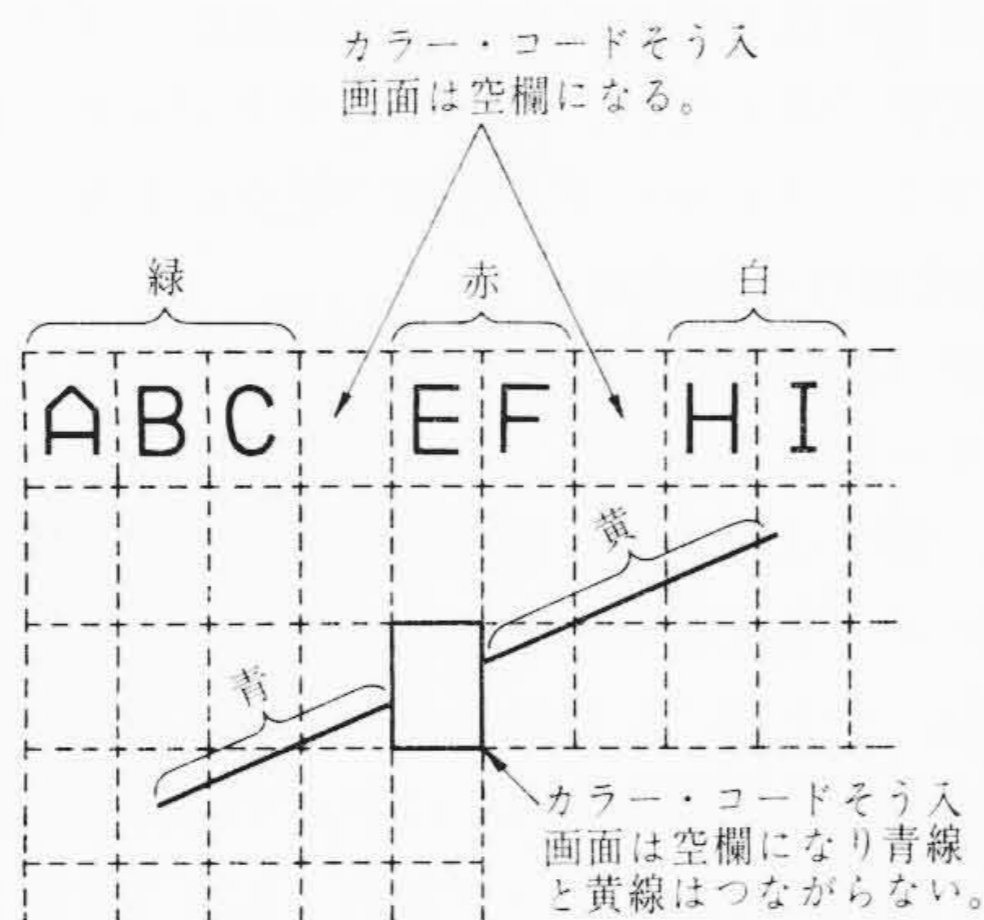


図10 色の継ぎ目の空欄

使用できるから複雑な画面でも比較的少ない画素で表示することができる。画素パターンは連続した表示が可能のように8×12マトリックスで表わされる。これに対し前述のように、アルファベットは5×7ドットである。それは文字の場合には上下左右隣の文字との間隔をあける必要があるからである。

何種類もの異なった画面を表示するのに画素パターンが多く必要でRAMの容量が足りないときには、計算機側の大容量記憶装置、たとえばドラム、ディスクなどに記憶しておいて、そのつどRAMを書き換えればよい。

RAMを使って表示のフレキシビリティを出したのが本機の最大の特徴である。

### 3.3 カラー制御

以上、簡単な絵の描き方を説明したが、実際にカラーで複雑な画面を表示するにはこれでは不じゅうぶんである。本節と次節では主要な問題点を取り上げてその解決法を説明する。

第1の問題は画面の中で色を変えるとき、図10に示すように色の継ぎ目で画面に空欄ができることである。3.1で説明した図8の一般的な構成では、カラー情報はASCIIコードによるアルファベットや画素パターンの指定と同じく、8ビットのカラー・コードとしてリフレッシュ・メモリの中にかくわえられ、ラスタの走査に同期して一定のスピードで順々に読み出されてくる。その場合カラー・コードは、アルファベットと間違わないようにASCIIの空きコードを使っている。リフレッシュ・メモリからの読出情報がカラー・コードであると、カラー制御回路のフリップ・フロップがセットされ、そこからあとに連続する文字の列の色を指定された色に変えるが、当然ながらカラー指定コードがあると、そこでは文字の指定はできないことになるので、画面上では色が変わる位置で1文字分の空欄ができることになる。この解決法として、カラー・コードが送られてきたら文字送りをせず、直ちに次のメモリ内容を読み出し、その文字(または画素)を表示する方法も考えられるが、リフレッシュメモリに使ったMOSシフト・レジスタの速度、語数の関係などを考慮した結果、本機ではリフレッシュ・メモリの中では文字コード8ビットにカラー・ビット3ビットを加えて、1語を11ビットで表わし、カラーの指定と文字(画素)の指定とを同時に並列に行なえるようにし、空欄の発生をなくする方法をとった。ただし、計算機からCRT(リフレッシュ・メモリ)へのカラー情報の書込みおよび逆にCRTから計算機への読み出しは、普通のカラー・キャラクタ・ディスプレイとの情報フォーマットとのコンパティビリティを考えて従来と同じく8ビットASCIIの無定義コードを使用するよう、ハードウェアによる変換を行なっている。この方式をわれわれはカラー継目なし制御と呼んでいる(特許出願中)。図11はその間の関係を示

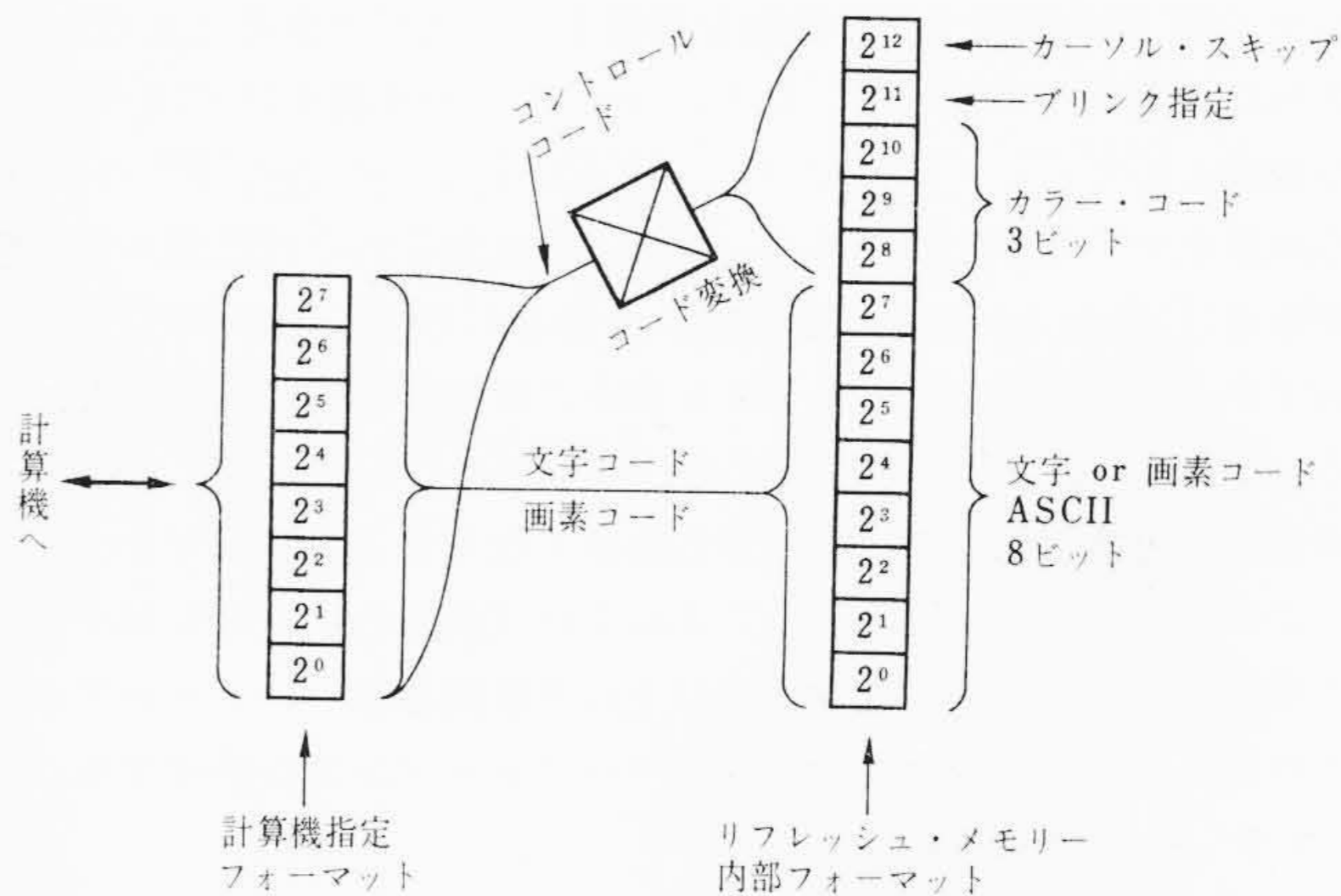
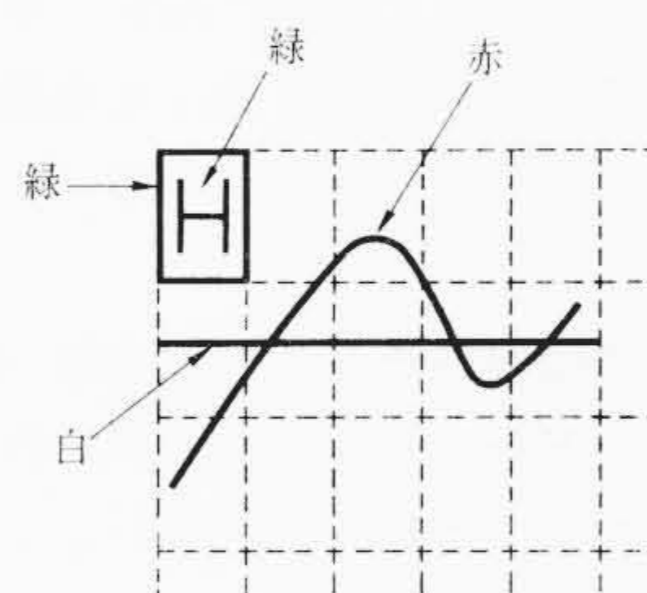
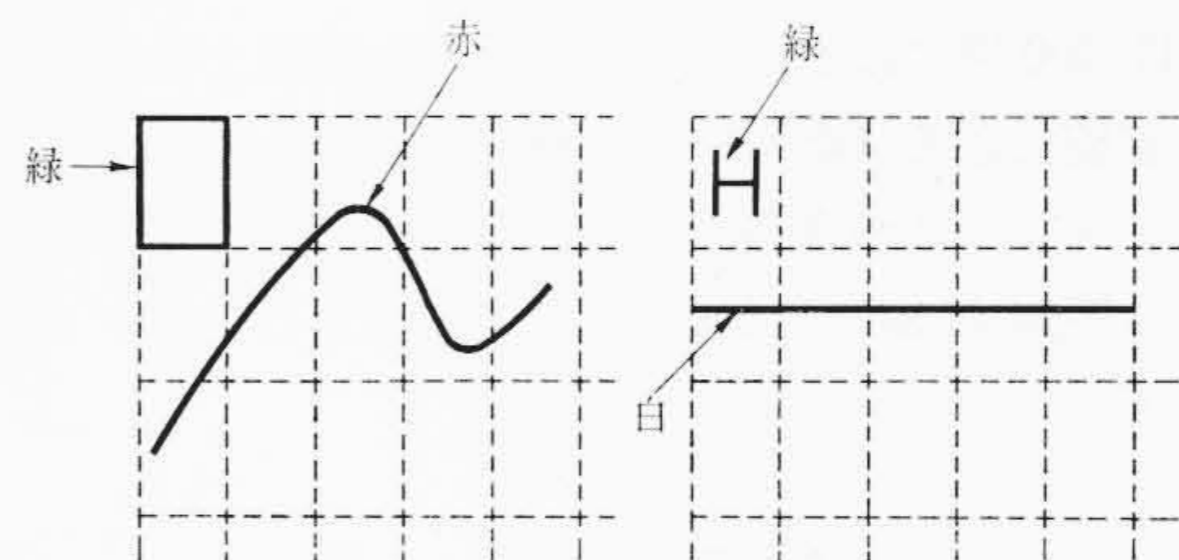


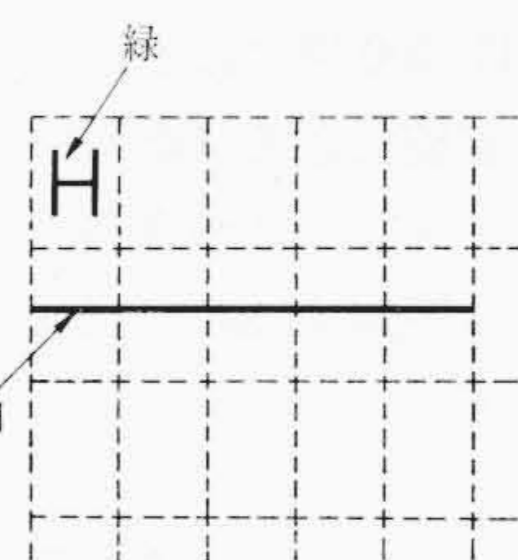
図11 リフレッシュ・メモリのコード構成



(a)



(b)



(c)

図12 複雑な画面(a)は(b)(c)の合成で表示する。

すものである。ただし同図ではカラーの指定のほかにも、後述のプリンク指定、カーソル・スキップ指定も同様の取り扱いをしていることを示してある。

### 3.4 二重画面表示(特許出願中)

第2の問題は異なる色の交点付近の表示に関するものである。図12(a)に示すような色違いの線の交点付近では、同一画素の中で異なった二色の表示を必要とするが、本機のように画素を組み合わせる方式ではカラー指定は画素単位にしか行なえないので、このような表示は従来の方法では不可能である。本装置では、これを解決するために、リフレッシュ・メモリを二組設置し、二つの画面信号をつくり、両者を重ね合わせて同一画面に表示する二重画面表示方式を開発採用している。この方式によればたとえば図12(a)の異なる色の線の交点を含む画面は同図(b)と(c)との重ね合わせで表示することができる。

またこの方式は別の利点も持っている。それは同じく図12に示したように□印とHとの二重表示でHを表示するような場合である。従来そのままなら普通のアルファベットA, B, … Zと[A], [B], …, [Z]を表示するためには、画素メモリ(文字も含む)を26×2=52個必要としたのに対し、二重表示を行なえばA, B, … Zと□と合

わせて27個の画素で同じ画面を構成することができることになる。さらに画素メモリとして□, ○, 一, |, の4種を持てば, それらの合成として□, ○, 一, |, +, ⊕, ⊖, ⊗, ⊙の10組の画面をつくることができる。また, これらそれぞれに別々の七色を指定し, 異なった色どうしの組み合わせが可能になるから, 合計でわずか4種の画素から実に322とおりの画面が構成できることになる。色の組み合わせを考えれば先のアルファベットと[A], [B], …の場合にも可能な画面の種類はさらに多くなることも理解できよう。

このように, 二重画面表示方式によれば画面のフレキシビリティは飛躍的に増大する。なお三重以上の多重表示はハードウェアの増大の割には効果が少なく, コント/パフォーマンスが悪化する。

### 3.5 その他の機能

画面の一部のプリンク指定, カーソル・スキップ指示(オペレータが次に入力すべき位置までカーソルが自動的に進んで止まる)についても, 従来方式ではASCIIの空(あ)きコードを使っているから図10のカラー・コードの場合と同様に画面に空欄が出る。本機ではこれらをもカラー・コードと同様に扱って空欄を無くしている。図11にはその場合のリフレッシュ・メモリのコード構成が同時に示してある。

そのほかの機能として警報用チャイムの鳴動, キャリッジ・リターン, ライン・フィードなどがあり, これらの指示も同じくASCIIの空きコードを使っているが, これらはリフレッシュ・メモリに記憶させる必要がないので空欄の問題はない。

また, 今回開発したH-7833では, キー・ボードにホール効果を使った無接点式を採用したほか, MOS-ICなどLSI, MSIを採用して高信頼化を図っている。また, 計算機との結合回路はH-7250, H-500, H-100用のほか, 顧客側で簡単な回路を準備すれば他の計算機にも接続できるOEM(Original Equipment Manufacturer)インター・フェースが準備されている。さらにビデオ信号を同軸ケーブルで長距離(1km)伝送して表示するなどのオプションも開発されている。

## 4. 応 用

H-7833プロセス・ディスプレイは, 電力, 原子力, 鉄鋼, 化学, 交通, その他一般産業の計算機制御において, プロセス・モニタなどの用途に広く用いられるが, 以下にその二, 三を紹介する。

### 4.1 電力における応用例

前掲の図5はH-7833をプロセス・モニタとして使用した例で, 電力系統の構成と潮流の状態を示すものである。潮流ネックにかかるとその部分の色を変えてフリッカさせるとともにチャイムを鳴動させることにより, 直ちにオペレータに通報する。また, 線路を系

統別, 電圧階級別に色を変えて表示できるほか, プログラムで簡単に系統構成を変更できるなど, 従来のグラフィック・パネルは, よりコンパクトでよりフレキシブルな形で完全におきかえられる。

### 4.2 原子力における応用例

複雑な原子炉の熱特性, 反応特性を直観的に把握(はあく)することのできるカラーの図形表示は, 原子力発電所の安全運転に特に威力を発揮する。図3は原子炉に格納されている燃料棒の熱出力表示例で, 左下部に示す5段階の区分で色分けされた熱出力の炉心マップである。また, 左上部には熱的に最もきびしい燃料棒(MCHFR)および最大出力の燃料棒(MFLPD)のデータや実装位置を示している。このほか, 燃焼度の炉心マップ表示, 制御棒位置表示, 原子炉運転許容限界曲線表示, 目標燃焼度表示など, 原子力関係における応用例は枚挙にいとまない。

### 4.3 鉄鋼における応用例

図4はH-7833を運転室の制御用端末装置として用いた例で, タンデム圧延材のトラッキング表示を示したものである。通板, 抜け時の圧延材料の位置, 各スタンドのロール開度変化, スタンド間張力確立などを, ダイナミックな位置変化, 色彩変化により表わし, 下部には圧延スケジュールとして, 圧延荷重, ロール開度, 速度, スタンド間張力を表示するとともに必要な指示を与えている。

## 5. 結 言

以上, H-7833ディスプレイのカラーで絵を描く機能を中心に概説した。本装置にはIC-RAMを使用し, 新しいカラー制御方式, 二重画面表示法などを採用したことにより, アルファベット, かな, 漢字のほか, 任意の絵を描くことができるようになってきている。特にこの装置は家庭用テレビを改造利用しているため安価であり, プロセスモニタ用として従来のグラフィック・パネルに代わるものとして注目され, 最近ではシステム全体の構成に大きく影響するまでになっている。今後はさらに使いやすく, より安価でより信頼度の高い装置とするよう改良を続けて行く所存である。

最後に本装置の開発にあたり, 種々ご指導, ご協力いただいた関係者各位に深く感謝の意を表す。

## 参 考 文 献

- (1) R.L. Aronson: CRT Terminals Make Versatile Control Computer Interface, Control Engineering, Apr. 1970
- (2) 浜岡, 林, 五十嵐: プロセス・ディスプレイ・システムとその応用, オートメーション, 1970年12月
- (3) David Meister: Guide to Human Engineering Design for Visual Displays, Engineering Psychology Branch of Naval Research p. 77
- (4) 浜田, 保田, 林: 日立評論 52, 675 (昭45-8)