

OA用ディスプレイ

Displays for Office Automation Systems

OA機器の飛躍的な需要拡大に伴い、その表示装置としてのディスプレイに対する性能、品質要求も多様化し、更に長時間作業に関する配慮が重要になってきている。

これらに対応するディスプレイのうち、CRT及び液晶を使用したディスプレイについて、最新の技術状況をまとめて述べた。更に、OA機器用として開発中の、15形高精細カラーディスプレイ、及び400ドット×600ドット表示大形液晶ディスプレイを紹介する。

長時間作業に関する配慮については、ディスプレイに要求される画面色調、外光に対する配慮、及び見やすさのための調節機能について述べる。

丸山 武* Takeshi Maruyama
鈴木利雄** Toshio Suzuki
衣川清重*** Kiyoshige Kinugawa

1 緒 言

近年のOA(オフィスオートメーション)機器の生産増大に伴い、その情報表示装置としてのディスプレイは、急速な成長を示している。

ディスプレイは、その使用目的により、ゲームパーソナルコンピュータ用のような表示能力の小さいものから、CAD(Computer Aided Design)、CAM(Computer Aided Manufacturing)用に使われる高解像度のものまで各種必要となる。また、これらのディスプレイには、ブラウン管を使用したものが最も一般的であるが、近年は、液晶、プラズマを使用した平面ディスプレイも普及し始めている。

本論文では、ブラウン管を使用したCRTディスプレイと液晶ディスプレイについて、最新の技術及びOA機器用として開発した代表機種について、仕様、主要開発技術を述べる。

OA機器用ディスプレイは、長時間作業による眼精疲労の問題について十分な配慮が必要である。この「見やすさ」について人間工学的配慮に関する最近の研究事例を合わせて紹介する。

2 CRTディスプレイ

2.1 CRTディスプレイの概要^{1),2)}

CRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイは表示素子にCRTを使用したディスプレイで、表示性能、価格、取り扱いやすさなどの点から、パーソナルコンピュータ用のディスプレイからCAD、CAM用の高級端末ディスプレイに至るまで、現在最も広く採用されているものである。

CRTディスプレイは大別すると、モノクロームディスプレイとカラーディスプレイに分けられる。モノクロームとカラーの使用選択の別は、ディスプレイの用途によって分けられるが、普及タイプのパーソナルコンピュータ、ワードプロセッサなどのように、さほど高度な識別表示を必要としないものや、データファイルシステムなど超高密度表示が要求される機器にはモノクロームディスプレイが使用され、グラフィック機能など、文字表示以外の表示機能にも重要度をおくパーソナルコンピュータ、ワークステーション、CAD/CAMなどの機器のように表示内容の色別表示が機器の機能向上に大きく役立つものについては、カラーディスプレイが使用され

表1 ディスプレイに使用されるCRTの仕様例 CRTディスプレイには用途、目的に応じて、各種仕様のCRTが使用される。

項 目		モノクロームCRT	カラーCRT
蛍光体	発 光 色	グリーン, アンバー ホワイト, イエロー	R(レッド)・G(グリーン)・B(ブルー)
			R・G・LB(ライトブルー)
	残 光 性	短残光, 長残光	
	蛍 光 体 配 置	全面塗布	ドット
			ストライプ
			0.21mm(超高精細)
ドットピッチ	——	0.26～0.31mm(高精細)	
		0.43mm(中精細)	
電 子 銃 配 置	単電子銃	3電子銃 デルタ配置	
		3電子銃 インライン配置	
ガラス パネル	光 透 過 率	86%(クリアーガラス)	86%(クリアーガラス)
			73%(グレーガラス)
		46%(ダークティントガラス)	56%(ティントガラス)
			46%(ダークティントガラス)
	表 面 処 理	AR(Anti Reflection)パネル付き	
		ケミカルエッチング	
シリカコート			
ネ ッ ク 径		φ20, φ29, φ36	
偏 向 角		90°, 110°	90°
サ イ ズ		12形, 14形, 15形, 20形	

る傾向にある。

ディスプレイに使用されるCRTの主な仕様を表1に示す。モノクロームCRTは蛍光体発光色が、グリーン、アンバー、ホワイト、イエローのものがあり、カラーCRTはR(赤)・G(グリーン)・B(ブルー)及びR・G・LB(ライトブルー)のものがあって、各々の用途、目的に合った発光色のものが使用される。また、ディスプレイの垂直走査周波数が低いもの、インタレース走査をするものについては、表示画面のフリッカをなくすために長残光CRTが使用されている。表示画面の精細

* 日立製作所横浜工場 ** 日立製作所デザイン研究所 *** 日立製作所茂原工場

度を定めるものとしては、電子ビームのスポット径が挙げられるが、特にカラーCRTの場合は、蛍光体ドットピッチが重要な要素となる。14形クラスのCRTを例にとると、蛍光体ドットピッチは概略表1に示すような精細度に区分され、ディスプレイに要求される表示ドット数によって必要な精細度のものが選定されている。次にカラーCRTでの電子銃配置は、現在インライン配置のものが主流であり、サドル・トロイダル形偏向ヨークの採用とあいまってコンバーゼンスの簡易化を図ったものが大半を占める状況にある。CRTのガラスパネルの光透過率と表面処理は、表示画面の品質を左右する重要な要素であり、画面の精細度、表示形態、明るさ、コントラスト比、外光反射などの相互の関係から、エルゴノミクスの観点を踏まえて選定されている。

CRTディスプレイに要求される水平、垂直解像度と水平走査周波数、映像周波数帯域幅、ディスプレイの用途の関係を図1に示す。解像度と水平走査周波数、映像周波数帯域幅の間には密接な関係があり、同一垂直走査周波数で、水平、垂直解像度を共に2倍にするためには、水平走査周波数は2倍に、映像周波数帯域幅は4倍に、すなわち解像度の増加比率の2乗倍にする必要がある。これは垂直解像度を2倍にするためには、まず、走査線数を2倍にする必要があることから、水平走査周波数が2倍となり、この2倍となった水平走査周波数の一周に更に2倍の水平分解能の表示をする必要があることから映像周波数帯域幅は4倍必要となる、という理由によるものである。また、水平走査を行なうための水平偏向回路の損失も、走査周波数の2乗に比例して増加する性質がある。ディスプレイの解像度と用途の関係は図1に線で囲んで示したとおりで、パーソナルコンピュータ用のものは水平解像度が約640ドットで、水平走査周波数が15.75~24kHz、映像周波数帯域幅が16~20MHzのものが代表的であり、蛍光

体ドットピッチは0.43~0.31mmのものが多く使用されている。OA機器用のものは、機器の種類が多彩のため、水平解像度720ドット、水平走査周波数が約30kHz、映像周波数帯域幅が約30MHzのものを中心として、広い範囲にわたって種々の仕様のものが存在する。CAD、CAM用として使用されるディスプレイは、従来、水平解像度が720ドット程度のものが主流であったが、グラフィック表示の品質向上要求にこたえて、近年は1,280ドットのクラスのものが主流にとって代わろうとしている。また画面の大きさは、20形程度の大形画面のものが多くなっている。

2.2 OA用CRTディスプレイ

ディスプレイを必要とするOA機器は、多機能パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、ワークステーション、データファイルシステムなど多種にわたるが、いずれも細かい作図や漢字を含めた文書などの作成、表示が必要であり、また機器を使用する時間が長いという特徴がある。このためディスプレイの表示画面としては、細かい表示が可能で、見やすく、目が疲れにくいものが求められる。図2にディスプレイの見やすさ、疲れにくさ、これを実現するための改良技術との関係を示す。高解像度化は文字の形を正確に表わしたり、図形中の線を滑らかに表わして認識性を高め、見やすさ、疲れにくさを実現するうえで重要なものである。高解像度化を実現する手段としては、シャドウマスク、蛍光体のピッチを小さくした高精細CRT、フォーカスの劣化やミスコンバーゼンスの小さい偏向ヨーク、高帯域映像増幅回路、更には高速水平偏向回路などがある。一方、画面の見やすさを阻害する要因としては、外光の表面反射、フリッカなどがあるが、表面反射については、CRTのガラスパネルの表面をケミカルエッチングして光沢をなくすなどの手段が多くとられている。しかしこの方法は、表示画面の精細度を劣化させる性質があるため、より高品質の画面が必要な場合は、多層コーティングによって外光反射を低減するAR(Anti Reflection)パネルをCRT前面に付ける手段がとられている。また最近では、シリカの焼成膜をCRTパネルにコートする新技術も採用されている。画面のフリッカに関しては、垂直走査周波数の向上や、長残光CRTの使用などが見やすさ、疲れにくさを実現するための手段として有効である。OA用のディスプレイとして更に必要なことは、ディスプレイを使用するに当たっての人間工学的な配慮である³⁾。人が作業をするとき、長時間同じ姿勢を保つことは困難であり、自由な姿勢で仕事ができることが好ましい。このため、画面の方向が自由に変えられるように、チルト(上下方向の角度調節)、スイーベル(水平回転方向の角度調節)の機構などを採用した、小形・軽量のスタンドアロン形のディスプレイが多くなってきている。またディスプレイの前面枠の塗装色を中間調色としたり、操作つまみ類の露出を最小限にして、画面を見るうえでの支障とならないような配慮がなされてきている。

OA用ディスプレイの例として、ワークステーション用として開発したディスプレイの仕様を表2に示す。ワークステーションは、机上の紙と鉛筆による事務作業を画面上に置き換えようとするものであるため、表示内容は画面を紙に見立てたりバース表示が主体となっている。文字は明朝体の漢字を含むため、文字マトリクスは16ドット×16ドットから24ドット×24ドットの大きさが必要となっている。このため、解像度が720ドット×512ドットのもの、1,120ドット×750ドットの高精細、2仕様のものが一般に使用されている。このうち後者の仕様は、長残光CRTを使用したインタレース走査をす

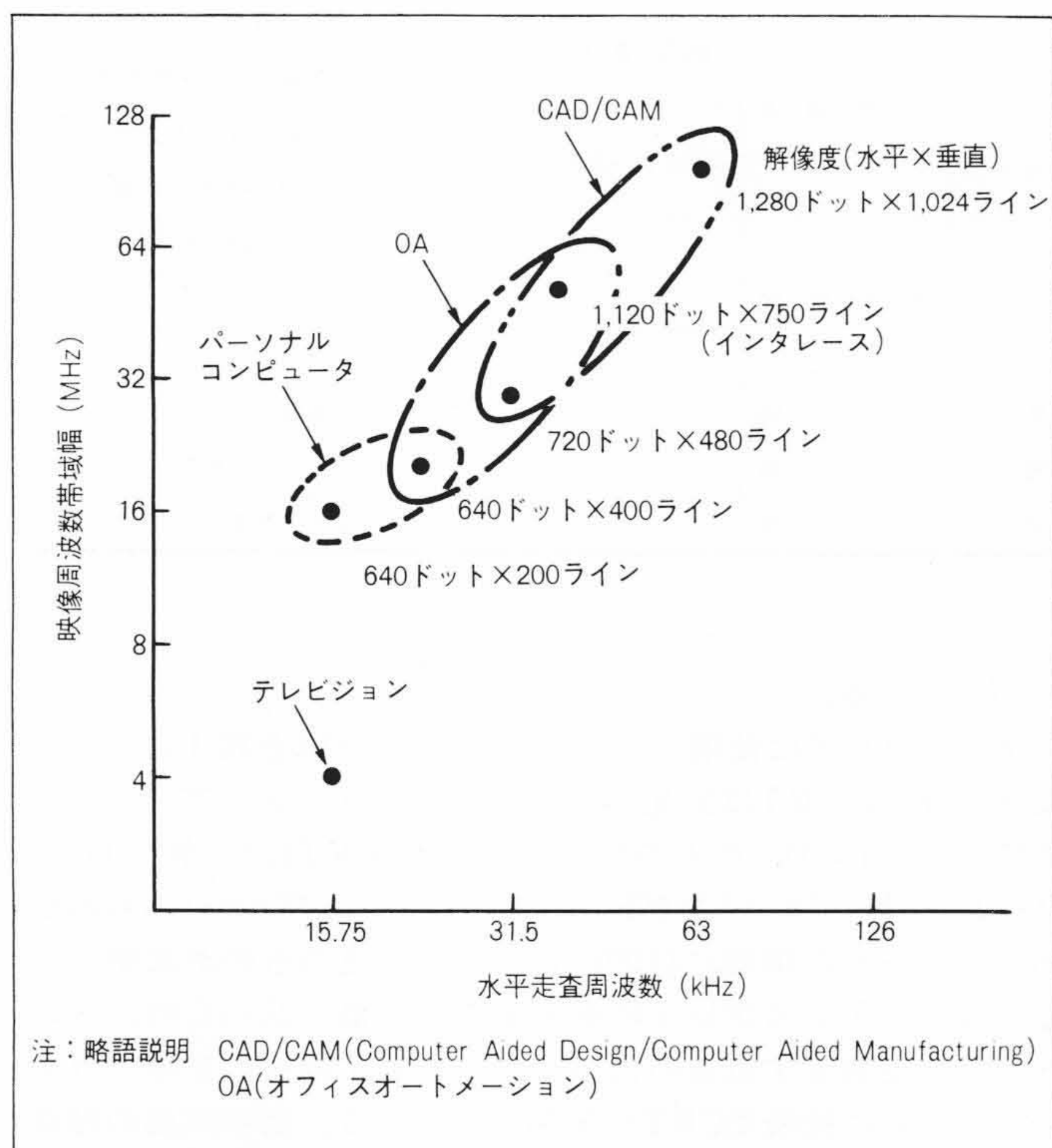


図1 解像度と水平走査周波数、映像周波数帯域幅の関係 CRT (Cathode Ray Tube)ディスプレイの解像度が増加するほど水平走査周波数を高くし、映像周波数帯域幅を広くすることが必要になる。

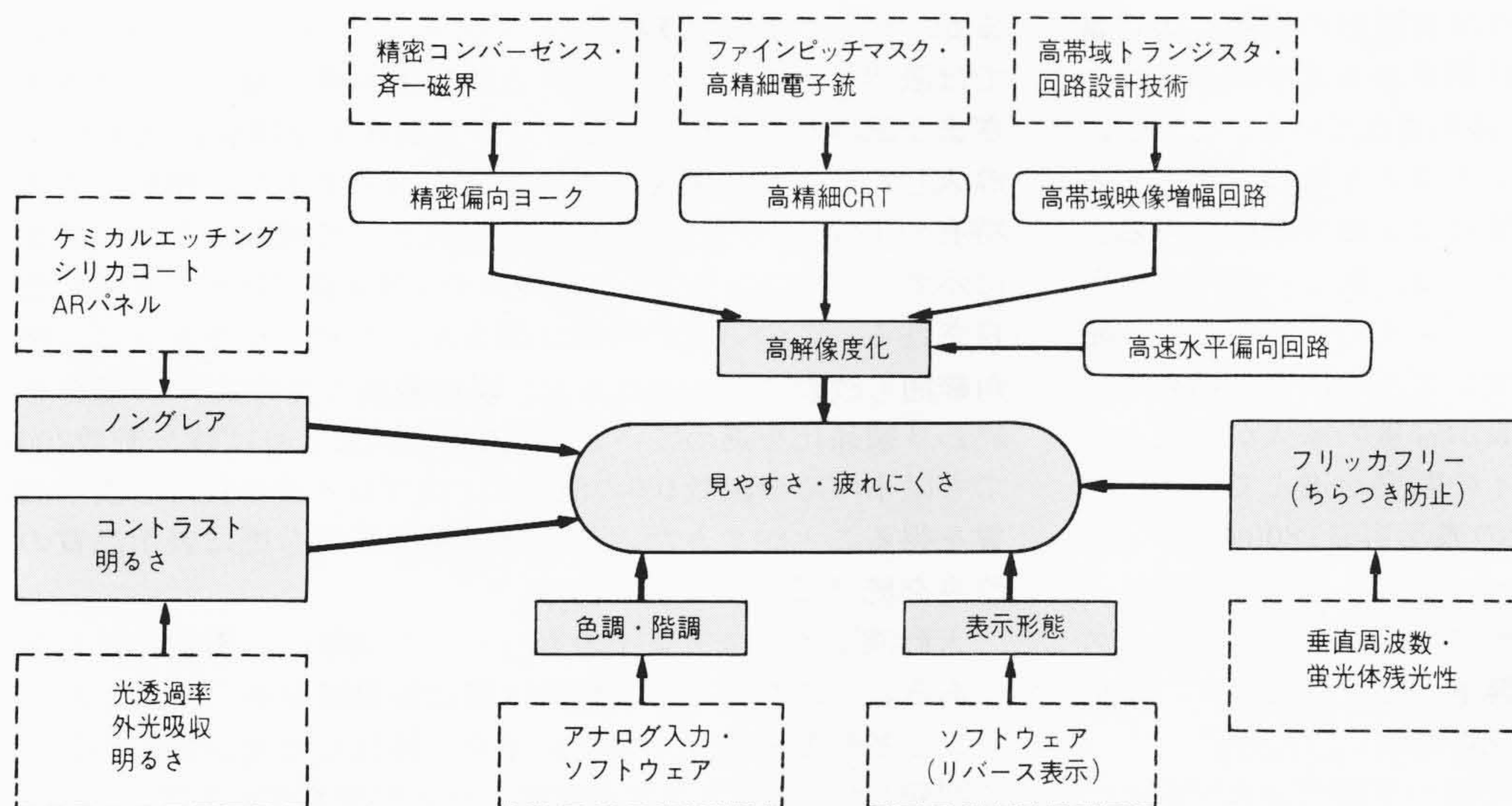


図2 ディスプレイの見やすさと改良技術の関係 ディスプレイの見やすさ、疲れにくさを実現するためには、高解像度化を柱としてノングレア、フリッカフリーなどの技術が必要である。

るものであり、前者の短残光、ノンインタレース仕様が映像周波数帯域幅が32MHzであるのに対して、50MHzの帯域幅となっている。使用CRTは15形、0.28mm蛍光体ドットピッチの高精細CRTで、短残光、長残光仕様のものを各々採用している。電子銃は断面が表円形状の高精細電子銃であり、同時に高速水平偏向によるミスコンバーゼンスの発生を抑えるように工夫を施してある。またガラスパネルの表面には、シリカの焼成膜をコーティングしたノングレア処理により画面の精細度の劣化を極力少なくするような配慮を施している。画

面の表示色及び輝度階調は任意の状態を選べるように、入力信号はアナログ信号となっている。ディスプレイの構造は、チルト・スイーベル機構付きであり、画面の方向が自由に設定できるようになっており、使いやすさに対する考慮を払った。

OA用ディスプレイに対する要求事項は、単にOA用だけでなく、他の用途のCRTディスプレイにも共通して言えることであり、今後、例に示したディスプレイのように、見やすさ、疲れにくさ、使いやすさに主眼をおいたディスプレイの開発が推進されていくものと考えられる。

3 平面ディスプレイ

3.1 平面ディスプレイの概要

平面ディスプレイとしては各種のものがあるが、OA用として実用に供せられているのは液晶ディスプレイ、PDP(プラズマディスプレイ)、EL(エレクトロルミネセンス)ディスプレイである。表3に現状のディスプレイの比較を示す。総合的な特性ではCRTに勝るものはない。しかし、消費電力、厚さ、重量では平面ディスプレイはCRTに圧倒的に勝っており、省スペース、可搬性をねらったOA機器のディスプレイとして徐々に普及し始めている。

液晶ディスプレイは、携帯形のパーソナルコンピュータ、タイプライタ、ワードプロセッサなどから、比較的小容量の

表2 OA用ディスプレイの仕様例 本ディスプレイはワークステーション用のもので、15形0.28mmドットピッチCRTを使用し、水平方向解像度720ドットと1,120ドットのものがあり、見やすさ、疲れにくさに重点を置いている。

項 目		短残光仕様	長残光仕様
CRT	サイズ, 偏向角, ネック径	15形 90度 φ29.1	
	電 子 銃	3電子銃インライン配置, 長円口径高精細電子銃	
	配 置	R・G・Bドット, インライン	
	ピッチ	0.28mm	
	残光性	短残光	長残光
光透過率・表面処理		56%, シリカコート処理	
表 示 サ イ ズ		H260×V185mm	H260×V174mm
解 像 度		H720ドット×V512ドット	H1,120ドット×V750ドット
走査周波数・走査モード		H33.75kHz V60Hz・ノンインタレース	H33.75kHz V70Hz・インタレース
映像周波数帯域幅		32MHz	50MHz
入力信号	映像信号	R・G・Bアナログ, 1.0V _{pp} (75Ω), 正極性	
	同期信号	H/Vセパレート, TTLレベル, 正極性	
消 費 電 力		80W	85W
外 形 寸 法, 重 量		幅380×奥行398×高さ366 17kg	
そ の 他	首振り機構	チルト・スイーベル台	
	操作つまみ	電源スイッチ, コントラストつまみ(プッシュロック式), 輝度つまみ(後面)	

注: 略語説明

TTL(Transistor Transistor Logic)

H(Horizontal)

V(Vertical)

表3 現状の各種ディスプレイの比較 総合性能ではCRTが勝るが、省スペース、可搬性をねらうならば平面ディスプレイも合わせて検討する必要がある。

各種ディスプレイ	表示品質	表示容量	表示面積	カラー	コスト	消費電力	厚さ
CRT	◎	◎	○	◎	◎	×	×
LCD (単純マトリックス)	○	○	○	△	○	◎	◎
PDP (プラズマ)	○	◎	◎	△	△	△	◎
EL(エレクトロルミネセンス)	◎	○	△	×	△	△	◎

注: ◎ 優 ○ 良 △ やや劣る。× 劣る。

ディスプレイが採用され始め、現在は可搬形の機器に大容量(640画素×200画素以上)のものが採用されるようになった。平面ディスプレイの中では最も多く採用されている。しかし、大容量ディスプレイについてはコントラストをはじめとする表示品質に対する不満が大きく、普及は足踏み状態である。このため各液晶ディスプレイメーカーは、新しい表示モードを用いた表示品質の高い液晶ディスプレイの開発を進め、昭和60年秋から表示品質を改良したサンプルの出荷を始めている。また、表示品質の改良により表示容量の拡大が可能となり、640画素×400画素ディスプレイの開発が進んでいる。

PDPは平面ディスプレイ中最大の表示容量(800画素×640画素など)をもち、可搬形コンピュータを中心に導入が始まっているが、消費電力が大きく携帯形には向かない。またコストが高いのが難点であるが、価格競争が始まっており、価格低下に伴って普及していくものと見られる。

ELディスプレイは表示品質の点で他の平面ディスプレイに勝っているが、駆動電圧が高く、またコストも高いため普及が遅れている。技術開発は盛んであるが、現実のディスプレイに適用しコストを下げるにはまだ時間がかかるものと見られる。

現状では平面ディスプレイはすべてモノクロームCRTコンパチブルをねらったものであるが、カラー化の研究も盛んであり数年以内には実用化されると推定される。

平面ディスプレイの中で最も普及しており、また省スペース、可搬形化ディスプレイとして期待されているのは液晶ディスプレイである。以下、日立製作所の液晶ディスプレイについて述べる。

3.2 液晶ディスプレイ

CRTに近い大形液晶ディスプレイを実現するためには、時分割数100以上の高時分割駆動が必要である。しかしよく知られているように、液晶ディスプレイは時分割数を上げていくとクロストークが発生し、コントラストを中心とする表示品質が低下する。液晶ディスプレイはプラズマディスプレイ、ELディスプレイに比べ低電圧駆動、低消費電力であり取扱いの容易さ、コストなどの面で優れているが、表示品質が不十分でありその改良が最大の課題となっている。表示品質の改良のためには、液晶のしきい値特性の急しゅん化が必要であ

るが、従来のTN形液晶(ツイステッドネマチック形液晶)では限界に近づいている。この限界を乗り越えるためさまざまな試みがなされているが、日立製作所は複屈折効果^{※1)}を導入した新方式の開発により改良を図ってきた。複屈折方式特有の干渉色(一般に黄色)が背景色として現われるが、図3に示すようにコントラストは従来のTN液晶に比べて大幅に改良される。この方式の特徴は図3からも明らかのように、視角範囲も改良できる点にある。現在最新のX方式^{※2)}の開発を終わり製品化を進めているが、この方式によれば時分割数200でも従来の時分割数100の液晶ディスプレイより良好な表示品質を得ることができた。日立製作所は今後も更に表示品質の改良を続けていく予定である。

大形液晶ディスプレイのもう一つの問題は、実装の難しさにある。このため日立製作所は周辺駆動回路を、搭載したプリント基板と液晶ディスプレイを一体化したモジュールとして開発した。上記X方式を採用した大形液晶ディスプレイモジュールの製品例を表4に示す。用途などにより、ドットサイズ、駆動システムの選択が可能である。現在開発中の最大のもは表4に示した横方向640ドット、縦方向400ドット表示可能な液晶ディスプレイである。図4にこれのブロック図を示す。画面は上下2分割されており、それぞれの画面が時分割数200で駆動される。駆動用LSIとしては100ピンのフラットパッケージLSI21個を用いている。これらの大形液晶ディスプレイはモノクロームCRT使用機器の省スペース化、可搬化に利用されることが期待される。

上記大形液晶ディスプレイの市場導入が、OA機器分野での平面ディスプレイ採用の動きを加速していくものとみられる。このため、日立製作所は次世代としてマルチカラー化、高精細化を目標に薄膜トランジスタ積層方式やメモリ性スメクチック液晶方式の研究を進めている。

4 「見やすさ」に関する人間工学的配慮

近年、VDT(Video Data Terminal)が多様な業務に使用されるようになって、人とシステムの調和に関する問題、特に目とディスプレイ装置との関係についての研究が重要な課題となっている。

ここでは、「見やすさ」に関する人間工学的な配慮をもとに

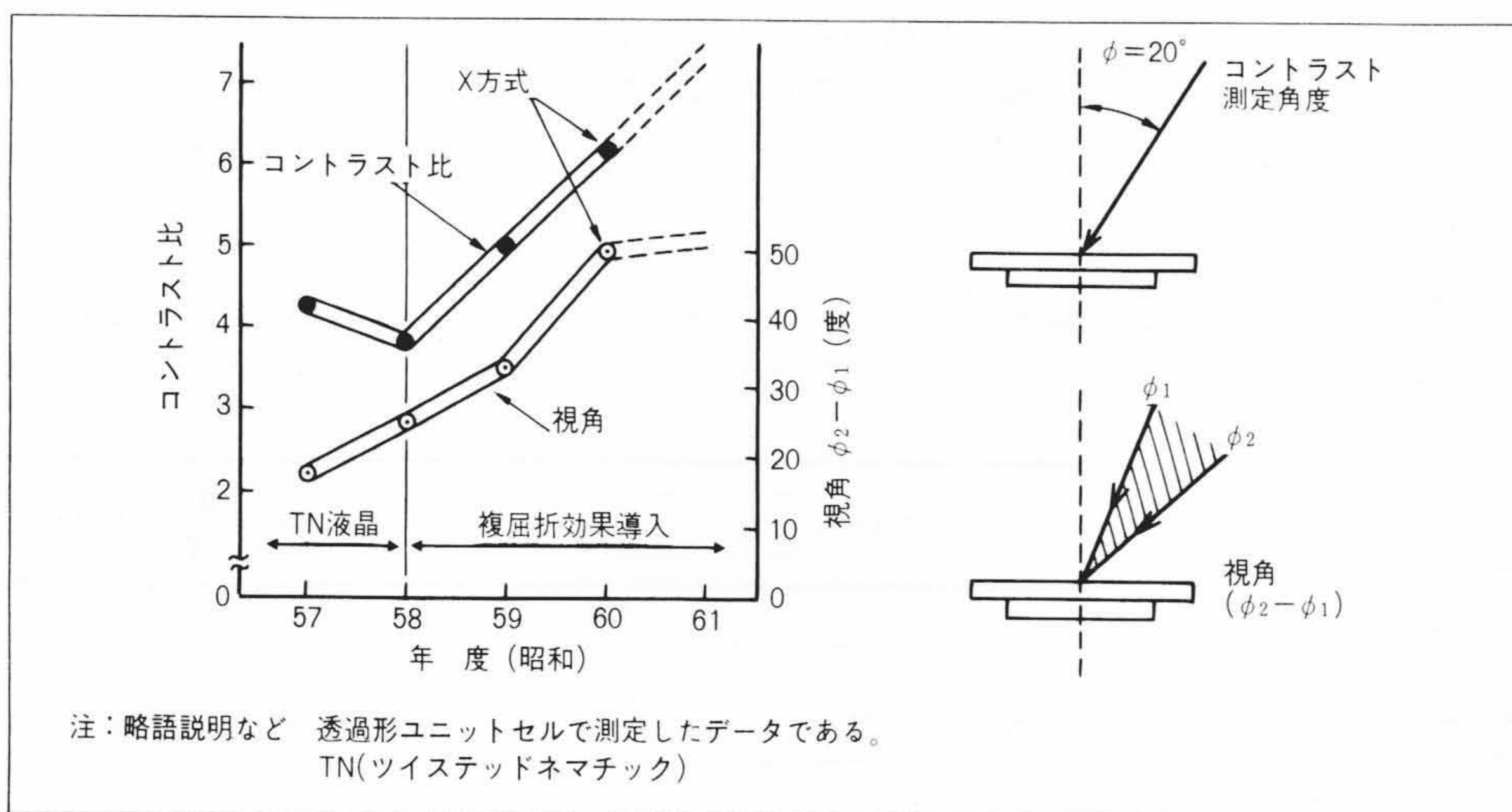


図3 $\frac{1}{100}$ Duty LCDの表示特性改良
TN方式に複屈折効果を導入することにより、コントラスト、視角を大幅に改良した。

※1) 複屈折効果：液晶の電氣的効果の一つであり、電界印加により液晶の複屈折を制御し、透過光強度を変化させる。複屈折による常光と異常光の干渉効果であるため色相が変化する。

※2) X方式：大きなねじれをもった液晶層の電界に対する変形の急しゅん性と、複屈折効果に基づく光学的感性を利用した、新方式の液晶ディスプレイである。

表 4 大形液晶ディスプレイモジュール モノクロームCRT相当大形液晶ディスプレイモジュールの製品例を示す。液晶と周辺駆動回路を一体化したモジュールとして開発した。

項 目	品 名	LM225X	LM236X	LM585X	LM250X	LM252X
表 示 ド ッ ト 数		幅640×高さ200	幅640×高さ200	幅640×高さ200	幅640×高さ200	幅640×高さ400
時 分 割 数		100	100	100	200	200
ド ッ ト ピ ッ チ (mm)		幅0.35×高さ0.49	幅0.35×高さ0.49	幅0.32×高さ0.77	幅0.35×高さ0.49	幅0.36×高さ0.36
モジュールサイズ (mm)		幅270×高さ150	幅270×高さ149	幅260×高さ195	幅270×高さ150	幅270×高さ198
デ ー タ 入 力		1ビット×4	4ビット×2	4ビット×2	4ビット×1	4ビット×2
画 面 分 割		上下2分割, 左右2分割	上下2分割	上下2分割	分割なし	上下2分割

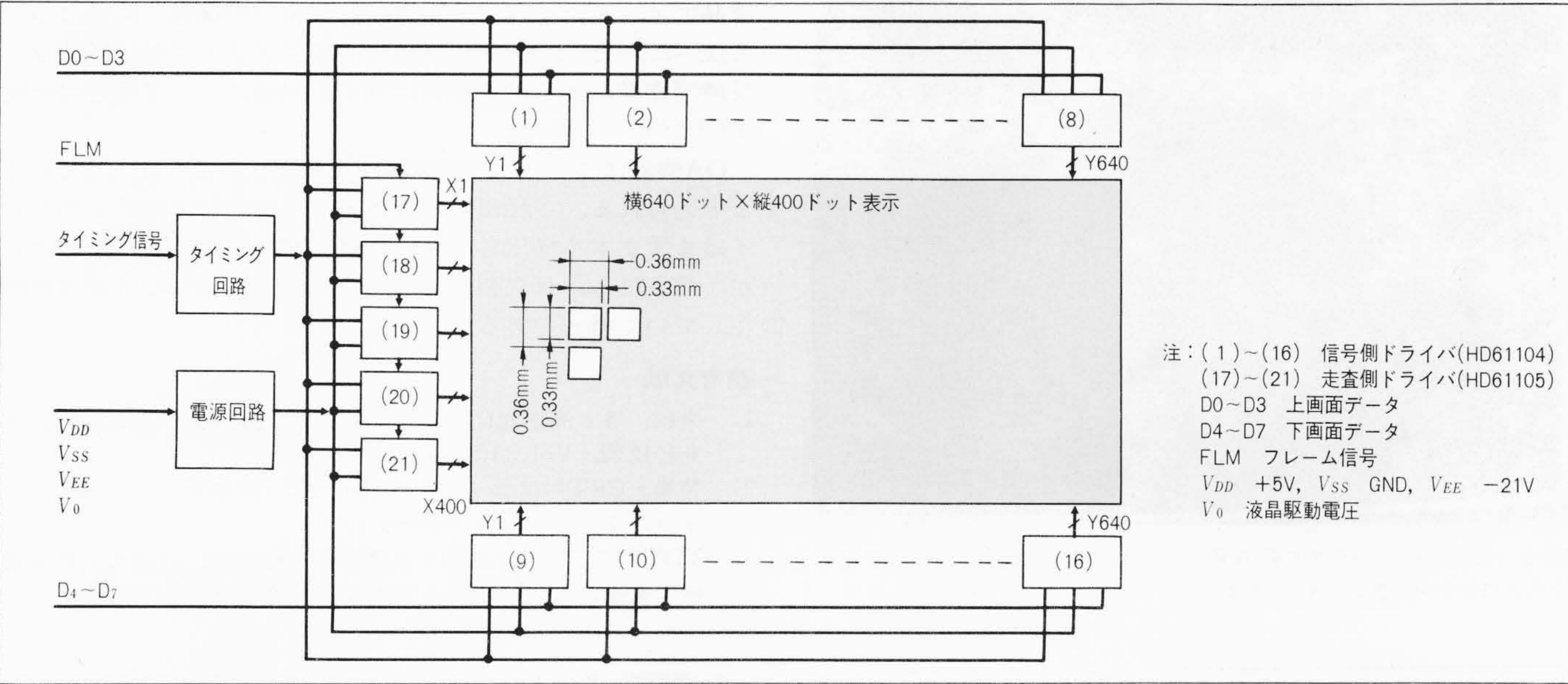


図 4 640ドット×400ドット表示大形液晶ディスプレイ 現時点で最大の表示容量をもつ液晶ディスプレイ(開発中)を示す。パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、端末などのポータブル化、省スペース化に利用されるものと期待されている。

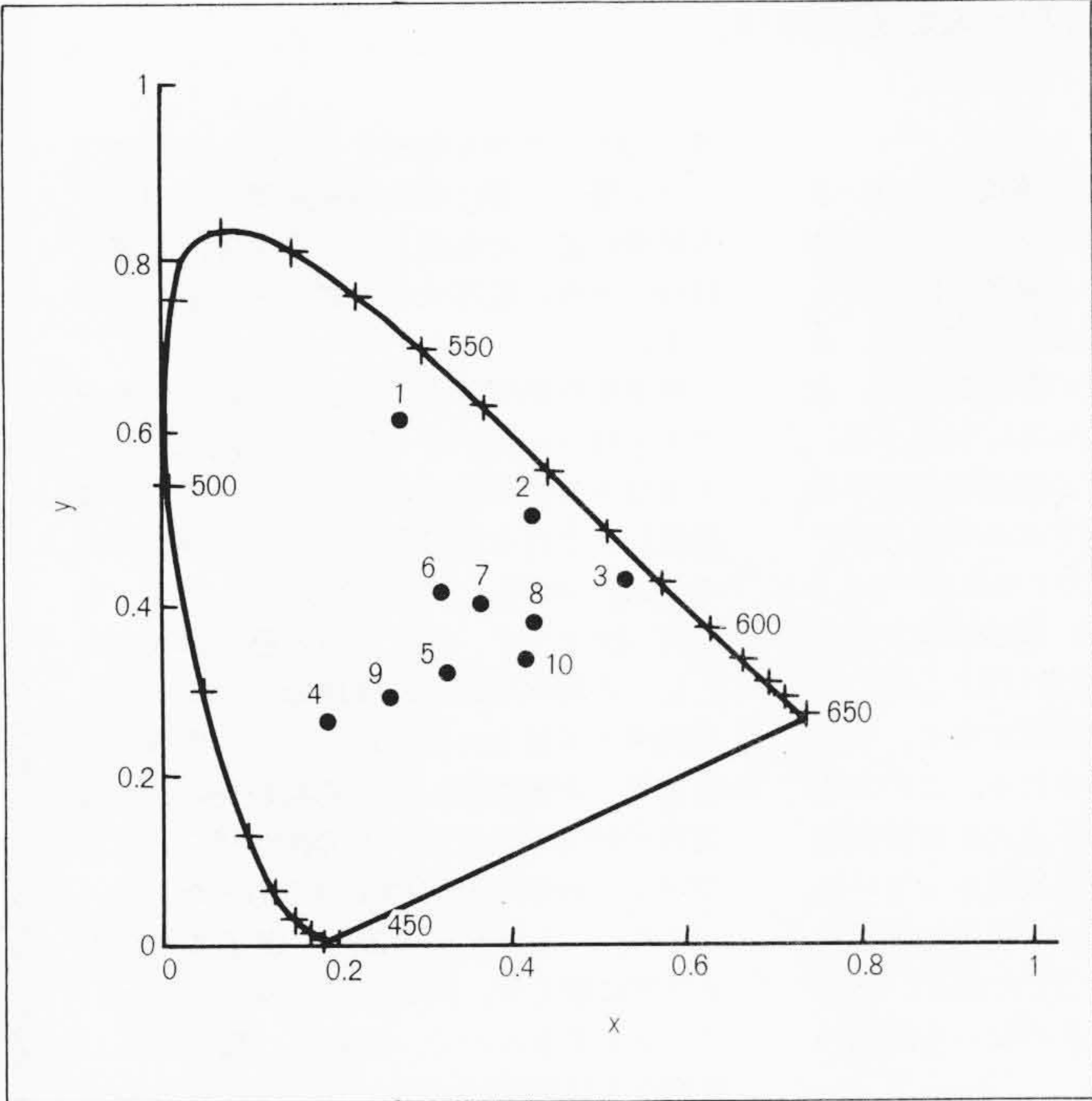


図 5 評価対象となった色調 文字色10種類のx・y座標位置を示したもの(1:グリーン, 2:イエロー, 3:オレンジ, 4:シアン, 5:ペーパーホワイト)である。

したディスプレイについての研究事例の一端を紹介する。

4.1 見やすい画面

「見やすさ」向上についての研究の一例を次に述べる。
モノクロームCRTの表示色について、図5の色度図上に示された各色調を対象に、以下の3点から評価を行なった。
(1) 作業パフォーマンス(達成した作業の量と誤りの数)
(2) 疲労への影響(近点調節機能の低下)
(3) 印象評価(色に対する好みの差)

分散分析などによる結果は、輝度を一定にするとグリーン、イエロー、オレンジ、ホワイト、シアンなどの色調範囲では、特に有意差は認められなかった。しかし、印象評価では明らかに飽和度の低いものが好まれる傾向があり、ディスプレイ注視作業が長時間となる場合には、心理的側面から影響が出ることが予測される。他の研究でも、発光スペクトルが広い範囲にわたるものが好ましいとの結果があり、刺激の少ない色調が望まれる方向にあると言える。

4.2 映り込み防止

天井照明に代表される背景からの強い光が、ディスプレイ上に映り込むと「見やすさ」が著しく損なわれる。それを防ぐために、CRT管面への処理やCRT前面に各種フィルタ類を取り付ける策が講じられることが多い。これらのノングレア法について現場での実用評価(図6)の結果から、蛍光灯自体の強い映り込みのほか、作業者の姿の映り込みも好ましくな

いことが知られている。幅広い環境条件に対応するため、表示品質を低下させない範囲での処理を施すほか、いっそう厳しい条件下では、周辺光を遮断するフードを採用する必要がある。

4.3 「見やすさ」のための調節機能

ディスプレイ表示のコントラストは6:1~10:1程度が良いとされている。しかしディスプレイ周辺の明るさは、時間、天候、照明条件などによって大きく変化し、非発光部の輝度も変わり、これに従ってコントラストも変化していく。



図6 CRT画面への映り込み例 CRT画面上に蛍光灯、作業者が映り込むと見やすさが著しく損なわれる。

常に適正なコントラストを保つには、周囲の変化に応じてディスプレイ発光部の輝度を調節する必要がある。また、人間の目には作業時間の経過に従ってコントラストの弱い画面が見やすくなる特性があり、このようなことから、輝度調節つまみをディスプレイ前面に設けて、操作を容易にしている。

人間は長時間同じ姿勢を持続することは困難で、姿勢の変化に合わせて、常に画面が見やすい角度を保てるように、チルトやスイーベルの機構が必要となる。また、これは作業者の体位差を吸収し、天井照明や外光の映り込み防止にも役立つ。

5 結 言

本論文では、OA機器用に使用されるCRTディスプレイ及び液晶ディスプレイの必要仕様、最新製品の構成、特長について述べた。更に、OA機器用ディスプレイとして特に重要な、長時間作業による眼精疲労に関する配慮について最近の研究事例について述べた。

OA機器については、今後更に高度化し需要も拡大していくと考えられる。これに伴い情報表示装置としてのディスプレイはますます多様化し、更に高精細度表示が必要になることが予想される。日立製作所は、これにこたえるため全力を傾注していく考えである。

参考文献

- 1) 丸山，外：高性能化するディスプレイCRTに見る新技術，テレビ技術，Vol.33(昭60-3)
- 2) 特集・CRT対フラット・パネル・ディスプレイ，日経エレクトロニクス，1984.1.2(昭59-1)
- 3) VDTガイドラインに関する調査研究報告書，社団法人日本機械工業連合会，社団法人日本電子工業振興協会(昭60-3)

論文抄録

電子スチルカメラ用ハードコピー感熱方式

日立製作所 半間謙太郎

テレビジョン学会誌 39—9, 777~782 (昭60-9)

電子スチルカメラ用ハードコピー装置として、感熱転写方式と銀塩写真方式が有望である。本稿では感熱転写方式について最近の開発動向を解説した。

電子スチルカメラ用ハードコピーには、プリント結果が必要最小限の情報を効率よくもっていけばよいとする情報の印刷記録効果よりも、むしろ画像としての審美性が必要とされるところに特徴がある。したがって、連続階調とみなせるだけの中間調の調子再現特性と、入力映像信号の解像度を損なわないだけの解像特性が求められる。

カラーインクとして、ワックスや顔料を主成分として用いるいわゆる溶融転写方式は、普通紙を使用できるという利点がある。この方式は、二値の濃度記録方式なので、中間調濃度表現をするには画像の一画素につき複数の印写ドットを割り当て、転写されるドット数の比率によりマクロ的な濃度表現を行なう必要がある。したがって、解像度と階調数、プリント画の滑らかさなどは印写ドットの密度と数、及びその配列方

法に大きく依存する。

カラーインクとして、昇華染料を用いる昇華染料熱転写方式は、感熱ヘッドに印加する電気エネルギーにより昇華・固定する染料インクの量を制御する方式である。連続とみなせるだけの濃度の階調制御を、安定かつ高信頼に行なうためには、インク紙、受像紙、感熱ヘッドなどの諸定数が印写濃度に与える影響を定量化する必要がある。例えば、感熱ヘッドの入力エネルギーを1.5 mJ/ドットに固定した場合、環境温度が30℃では濃度0.5、60℃では濃度1.0と、30℃の変化に対して2倍もの濃度差が生じ、なんらかの補償手段が必要とされる。この方式の最大の特徴は、溶融転写方式が面積変調というデジタル的な階調表現をしていたのに対し、いわば印写ドット単位にアナログ的な濃度表現が可能なこととあり、低密度な感熱ヘッドでざらつきのない多階調の印画をすることができる。

上記の2方式の外に、濃度の違う多数枚の溶融インクを用いて、感熱ヘッドの線密

度に対する負担を軽減する方式、上層にワックス層、下層に色素層を配置し、印加する熱量に応じた色素をワックス層に溶解・移行した後に転写する方式なども知られている。

昇華染料熱転写方式により、電子スチルカメラ用ハードコピー装置を試作してみた。入力信号をA-D変換してフレームメモリに記憶し、これを感熱ラインヘッド(線密度6本/mm, 480ライン)で印画した。カラー化は黄、マゼンタ、シアンの3色面順次方式とし、各色64階調の濃度制御を行なった。印画サイズは8×10cmで、モニタ画面にほぼ対応した解像感、階調再現が得られ、写真様の滑らかなプリント画像が得られた。プリント所要時間は約1分であった。

このハードコピー装置は、電子スチルカメラ用に限らず、映像信号を画質劣化なくプリントできるので、家庭用、教育用、工業用などに幅広い応用が考えられる。