

解説

大画面ディスプレイ†



倉橋 浩一郎††

1. ま え が き

ここ数年、大画面ディスプレイに対する関心が高まっているが、これは大画面ディスプレイが持っている新しい情報媒体としての魅力からきているといえるであろう。一般に、情報システムは、人がすべての情報をディスプレイの画面を通して得るようにすることを目標としているように見受けられるが、大画面ディスプレイはその究極の姿をイメージさせるものである。すなわち、大画面ディスプレイを端末とするシステムは、人の視空間を画面で埋め尽くすことで一つの情報環境を実現し得るものである。また、複数の観視者に共通のメッセージを観視者相互の直接的コンタクトの中で提供して共感を与え得る媒体としても魅力的なものである。

大画面ディスプレイに対する具体的な期待は、大きくは次のようなものである。

(1) 家庭で楽しむテレビジョン映像において、臨場感や迫力などの新しい次元を持ち込んだ映像演出をしようとするもの。映画は古くからこのような映像空間を創ってきており、筑波の科学技術博での巨大スクリーンや全天周スクリーンによる高精細度映画や立体映画はこの成功例であった。

(2) 屋内外の広場、競技場や街頭などで、多数の観衆に文字や映像による情報メッセージを提供するための新しい媒体を実現しようとするもの。カラー映像の大画面ディスプレイが一つの新しい媒体となった。

(3) 教育や情報／制御システムにおいて、複数人に対して共通・同時に情報提示のでき、かつ提示情報量の多いインタフェースを得ようとするもの。最近ではビデオ会議がその典型的な場面である。

ここでは、大画面ディスプレイのうち、電子的ディスプレイについて用途と技術現状について解説する。

2. 大画面ディスプレイの用途と課題

ここでは、大画面ディスプレイとして画面の対角線長が約 1m 以上で、画像信号の入力・表示が実時間で可能な電子的ディスプレイを考える。その主要な用途を、要求される画面寸法と解像度とに注目して示すと図-1 のようになる。それぞれの用途でのねらいと、これまでの発展経過は、次のようなものである。すなわち、

(1) 家庭用、教育用や劇場用の大画面テレビ

画角を大として臨場感・迫力を高めるようにした映像ディスプレイである。教室や劇場などでは、視距離の大きいところでも画面が適切な画角を持ち、画像の細部が知覚できるように大画面にする。

(2) 産業用・防衛用の大画面ディスプレイ

制御・管制システムなどの監視盤ディスプレイで、数字表示器の集合体から、文字・グラフィクス主体の高精細度ディスプレイに変遷している。各種のシミュレータでも大画面の映像ディスプレイが用いられる。また、ビデオ会議での情報表示としての関心も高い。複数人で共通の画面を見るためと、表示情報量を大きくするために大画面が必要となる。

(3) 広場メディアとしてのディスプレイ

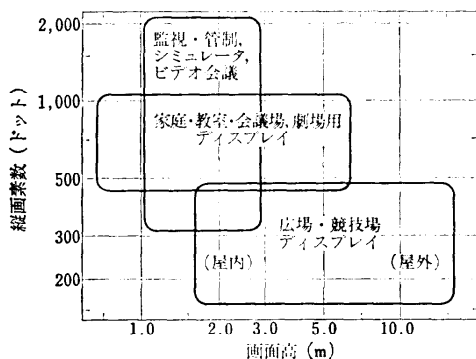


図-1 大画面ディスプレイの用途

† Large Screen Display by Koichiro KURAHASHI (Central Research Lab., Mitsubishi Electric Corp.).

†† 三菱電機(株)中央研究所

家庭や劇場など投写空間がとれ、かつ照明条件が管理可能な閉空間での用途に適している。

直視型は、表示素子の表示面上の画像を直接観視するもので、周囲条件によらない明るくコントラストのよい表示を得やすく、広場などの開空間でも使用できる。また、設置スペースや画面寸法の融通性からはモジュール構造の平板形ディスプレイが有利である。

4. 投写型ディスプレイ

4.1 CRT 投写型

CRT の蛍光面上の画像を、スクリーン上に光学的に拡大投写するもので、アメリカを中心に家庭向市場が形成され、これを背景に大きく技術進展した。基本的な構成として図-4(a)の反射型(前面投写)と図-4(b)の透過型(背面投写)とがある。シャドウマスク方式のカラー CRT ではシャドウマスクでビーム電流が制限され輝度を大きくできず、これを投写する方式では光束が不足する。そこで、単色の投写管を赤、緑、青の3管用いて3原色の画像をスクリーン上で合成する。スクリーンは、反射型、透過型に共垂直方向の半値角を水平方向の半値角に較べて狭くして利得 G を大きくする。指向性が垂直 $\pm 7^\circ$ 、水平 $\pm 30^\circ$ 前後で、利得 4-8 のものが用いられている。

投写系としては凹面鏡を用いた反射式のものと、屈

折レンズ式のものとがある。反射式は、凹面鏡と補正レンズを内蔵した投写管^{1),2)}を用いる。屈折レンズ式は、 F 値 1 前後の大口径レンズと 5-9 インチの直視型投写管とを組み合わせる。これらの方式で、150-300 lm の出力光束が得られており、40-100 インチのスクリーンで $100-600 \text{ cd/m}^2$ の輝度が実現されている。レンズは倍率 10 前後の固定倍率のものが普通で、標準方式のテレビジョン画像に見合った解像度を持っている。

家庭用のテレビ受信機は背面投写型で、光路をミラーで折り曲げてセットの奥行きを浅くしたものが主流になっている。その他の応用に対しては、投写ユニットと前面投写のスクリーンとを分離した2体型が用いられる。

最近では管制や OA 用途への展開や高精細度テレビへの適用を目標に高解像度化が進められている。

投写管は、多段収束電子銃など電子銃の改良や電磁フォーカス方式の採用など高電流域でのフォーカス特性の改善があり、水平解像度 1,000 本が実現されている。高精細度テレビの開発例として、54 インチで利得 5.7 のスクリーンで 340 cd/m^2 の輝度のものがある³⁾。このクラスでは投写レンズとしてガラスレンズが用いられる。また、画質改善の方向として、鮮鋭度・コントラストを改善するために光学的フレアを減らすべく CRT フェースプレートにも無反射コートする⁴⁾などが試みられている。

スクリーン径が 100 インチを超えると光束が不足するので3管組を複数組用いる。各組の画像を全面面で重ねたものの例として、凹面鏡内蔵型の 10 インチ CRT 12 管 (3色×4組) の像を $4.8\text{m} \times 8\text{m}$ のスクリーン上で重ねたものが筑波万博に設置された。利得 4 のスクリーンで輝度 50 cd/m^2 (光束 1,500 lm) が得られている⁵⁾。また、マルチスクリーンとした例として、133 インチの投写型ディスプレイ (これ自身も 6 管式) を 3×9 面用いた $6 \times 24 \text{ m}^2$ のものが設置されている⁶⁾。マルチスクリーンとすると、スクリーンの継ぎ目で輝度や色が変わるという難点がある。一方、全画面重ね式は各管の画面をレジストレーションよく重ねるための装置が大がかりになるという問題が残る。なお、CRT 投写型は、機能的には通常の CRT ディスプレイと同様であるから、応用システムとのインタフェースは容易である。

4.2 ライトバルブ投写型

ライトバルブ方式は油膜や液晶など透過型あるいは

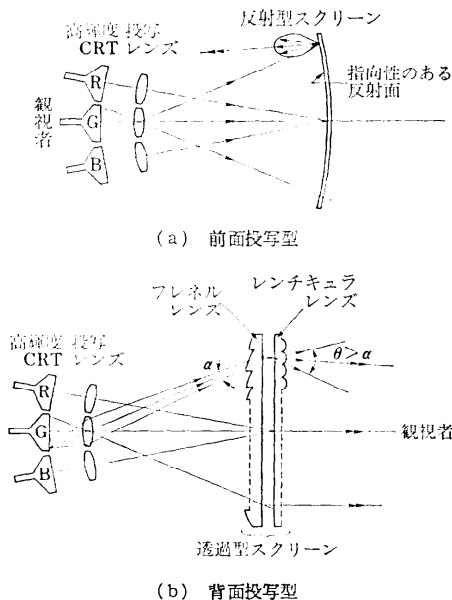


図-4 CRT 投写型ディスプレイの概念図

反射型の表示素子の上に形成された画像を別の光源で投写するものである。光源と画像形成の機能とを分離できるので、大きい光束と高い解像度が得られる。

油膜ライトバルブ方式は、油膜の上に電子ビームで電荷像を形成し、この静電力による凹凸像をシュリーレン光学系を通して濃淡像としてスクリーン上に投影するもので、アイトホール⁷⁾として古くから実用化されている。2.5kWのXeランプを光源として出力光束4,000lmの製品がある。カラー化は赤、緑、青の3組をスクリーン上で合成して実現され、7,000lm(4.2kW Xeランプ)の光束が得られている。

この油膜方式で、単管で赤、緑、青の3色の同時投写が可能な構成の投写管が実用化されている。赤、緑、青の画像信号をそれぞれ搬送波にのせて一つの油膜の上に重ねて画像形成する。この搬送波が油膜上で回折格子として働き、各色光の回折光強度を独立に制御できることを利用しており^{8),9)}、光束1,200lm、解像度800本が得られている。

これら油膜ライトバルブ方式は、大光束の必要な大会議場、劇場などにおける映像ディスプレイや、シミュレータの模擬視界として利用されている。

OAや管制用の高解像度の静止画ディスプレイと

して、液晶ライトバルブが注目されている。液晶セルへの画像の書き込み方式として、熱、光、および電気信号によるものがある。その代表的なものが、スメクティック液晶の分子配向の相変化を利用した熱書き込みのもので^{10)~15)}、その動作を図-5に模式的に示す。液晶分子は基準状態ではスメクティックA相で一様配向状態にあり透過率が高い。レーザービームなどで局所的に加熱急冷すると、配向乱れが生じて光を散乱することを利用する。25mm角の液晶セルで2,048×2,048ドットの解像度のものから100mm角で8,000×8,000ドットのものが実現されている。

この方式のディスプレイの構成例を図-6に示す¹⁵⁾。

熱書き込み方式のものは画像の書き込みに時間がかかり画素当たり1-10 μ sec程度である。しかし、書き込まれた画像は安定に記憶されるので、高解像度の静止画の表示に適している。

投写型の他の形式として、レーザービームで直接スクリーンを走査する方式がある。これは高解像度にできるが、光源でもあるレーザーが低効率であるので明るい画面を得るのに大電力を必要とし、一般的でない。

5. 直視型ディスプレイ

5.1 直視型—単一素子によるもの

これは表示素子自身の表示面を大面積とするもので、素子の機械的な強度や製造上の問題が寸法上限を決めている。CRTでは、40インチのカラー管が高精度テレビ用に開発されている。0.46mmピッチのシャドウマスクを用いた90°偏向のもので、ピーク輝度150cd/m²、中心解像度1,000本が実現されている¹⁶⁾。標準方式のテレビ用ではピッチ0.93ミリのシャドウマスクで110°偏向の37インチCRTが実用化されており、解像度560本が実現されている¹⁷⁾。

平板型の素子では、PDP(Plasma Display)を中心に大画面化が進められている。PDPは他の素子に比べて大画面化しやすい。モノクロでは600×800mm²で、1,200×1,600ドットのPDPが発売されている¹⁸⁾。また、フルカラーを目標として、メモリ型の直流PDP¹⁹⁾や放電初期の励起原子の紫外線放出を利用して発光効率の向上をはかったPDP²⁰⁾、PDP/CRTのハイブリッド構造のパネル(モノクロで34インチ)²¹⁾などの開発が進められている。

5.2 多画素の表示モジュールを配列する方式

一文字、あるいは数桁の文字・数字の表示器をモジュールとし、これを必要個数配列して全体として大

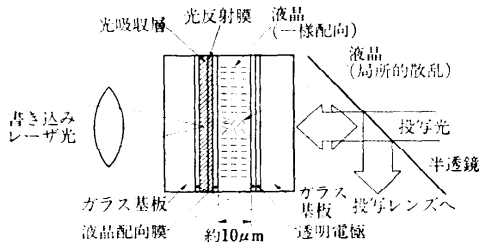


図-5 レーザ熱書き込み方式の液晶ライトバルブ

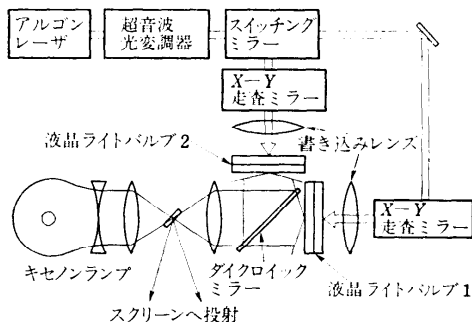


図-6 液晶ライトバルブ式ディスプレイ(図-5)の光学系¹⁵⁾

画面にしたディスプレイが、監視盤やメッセージボードなどによく利用される。この方式は、モジュール内での画素ピッチや文字寸法を比較的自由に選べるので、文字・数字の表示に限れば、ほとんどの平板型ディスプレイが使える。たとえば、薄膜 EL で、 $55 \times 45 \text{ mm}^2$ の 1 文字分 (11×8 画素) のパネルを持つモジュールを 16 行×47 文字分配列した $1.6 \times 2.6 \text{ m}^2$ の表示板が空港でのフライト情報表示に用いられている²²⁾。

この方式で、モジュールを配列したときのモジュールの継ぎ目 (目地) をなくして画像表示を可能としたディスプレイの実用化も始まっている。

発光ダイオード (LED) のチップを配列してモジュールとしたものはモジュール周端部のアッドスペースを小さくできるので継ぎ目が小さく、モジュール間とモジュール内とで画素ピッチを揃えられる。この型式のモジュールが各社から市販されている。大画面のものでは、16×16 チップを持つ 100 mm 角のモジュールを並べた表示面 $1 \times 1.2 \text{ m}^2$ の屋外用のメッセージボード²³⁾が開発されている。また、カラー化した例としては、赤、緑の 2 色のチップを 32×32 組、ピッチ 2.54 mm で配列したモジュールを用いて最大 $2.6 \times 2.6 \text{ m}^2$ の表示面を可能とした開発例²⁴⁾がある。

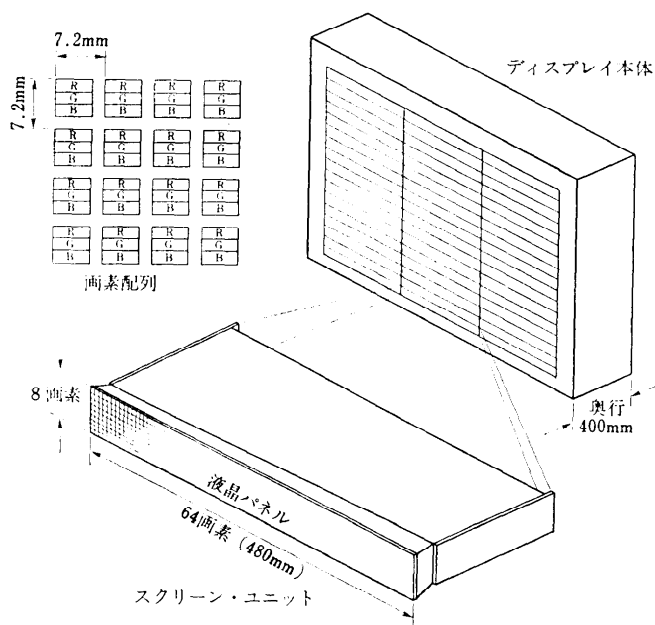


図-7 液晶のモジュールを配列した大画面ディスプレイ²⁴⁾



図-8 液晶大画面ディスプレイ (図-7) の表示画面例

しかし、青発光ダイオードの効率が低く、またチップ間の輝度差があるので、今のところフルカラー映像の表示には向かない。

フルカラーの映像ディスプレイとして、液晶ディスプレイ (LCD) のモジュールを配列するものが製品化されている²⁵⁾。これは 64×8 画素 (ピッチ 7.2 mm) の LCD パネルをモジュールとするもので、各画素は色フィルタを用いた赤、緑、青の 3 ドットで構成され、テレビ相当の色再生ができる。モジュール内部には制御・駆動回路と 3 波長蛍光灯のバックライトを組み込んでいる。図-7 のようにモジュールを並べて大画面化し、 $1.4 \times 0.9 \text{ m}^2$ から $2.9 \times 4.6 \text{ m}^2$ までの画面

が実現できる。画素ピッチをモジュール間とモジュール内とで同じに保っているため、画面上での継ぎ目はほとんど気にならない (図-8)。これらのモジュール方式のディスプレイも、図-9 のように、フレームメモリを媒介してモジュール内のメモリへ信号を転送する構成とすることで、各応用システムに容易にインタフェースできる。また、文字メッセージと映像とのコンパチビリティも保つことができる。

このようなディスプレイは屋内広場での映像メッセージのシステムとして有用である。

5.3 単画素の表示素子を配列する方式

画面幅が数 m を超える巨大画面のディスプレイは、外径 20-40 mm 程度の素子を配列し、個々の素子それぞれを一つの画素として利用する方式が有効である。この場合も、文字に限れば

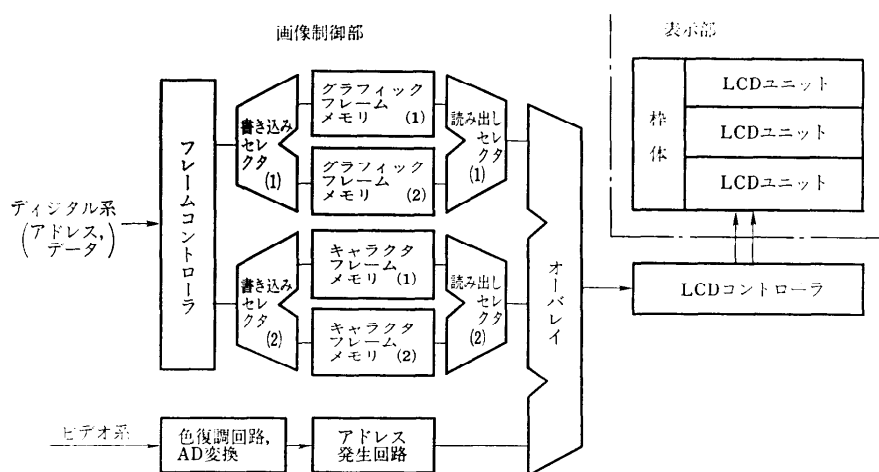


図-9 液晶大画面ディスプレイ（図-7）の画像制御部

各種の素子利用できる。屋外使用可能なフルカラーの映像ディスプレイでは単画素の CRT を用いるものが、その先鞭をつけた。これは、電子ビームを過収束して形成した一様な電子流で蛍光面を励起する型式の単色（各赤、緑、青）、単画素の高輝度 CRT（光源管）を配列するものである^{26), 27)}。光源管は外径 35 mm, 28 mm, 20 mm の 3 種があり、緑発光管の管面で約 10,000 cd/m² の輝度がある。この方式は CRT 本来の特長が生かせ、高い輝度と優れた色再現性、階調再生、高速応答性を持ち、また長寿命である。また、各画素の輝度階調はデジタル的に、フレーム内でのオン時間幅で制御される²⁸⁾。

この方式の、画面寸法 6×8 m²～10×20 m²、画素数 3万～7万個のフルカラーの映像ディスプレイが、競

技場などに多数設置されている²⁹⁾。

また、同種のものとして、44×82 mm² の角型のエンベロープに R, G, B の 3 原色発光部を収めた CRT が開発され、これを用いた 25×40 m² のディスプレイが筑波万博に設置された³⁰⁾。

また、発光管として U 字型に折り曲げた蛍光放電管を外径 34 mm のバルブに収め、これを配列するものも開発されている。単管単色のもので、それぞれ原色の蛍光体を水銀蒸気の放電による紫外線で励起発光させ、テレビと同等の色再現を実現している³¹⁾。

6. あとがき

大画面ディスプレイはこの数年間に大きく進歩し、はじめに述べたような各用途に利用されるようになっていく。

家庭、教室、会議場、劇場などでの映像ディスプレイは CRT 投写型や油膜ライトバルブ方式が実用レベルにある。管制用や OA 用などの高解像度のディスプレイも、油膜ライトバルブ方式のほか、CRT 投写型や液晶ライトバルブ方式の利用が始まっており、装置の小型化や取り扱いの容易化など実用面での改良が進められよう。

広場メディアとしてのディスプレイのうち、屋内外競技場などの巨大画面映像ディスプレイは高輝度の単画素 CRT を配列する方式が実用されている。屋内用の比較的小型のものは、LCD パネルを配列するもので実用化が始まった。解像度の向上など今後の展開が期待されている。LED や EL に対する期待も大きい。

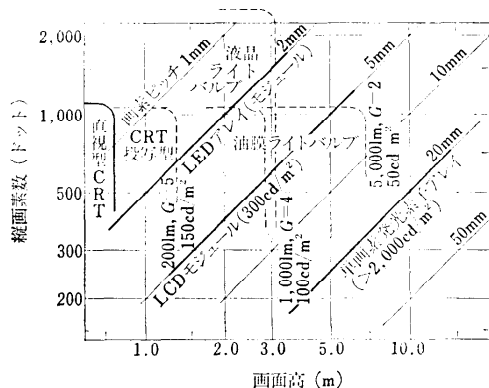


図-10 各方式による大画面ディスプレイの実現域（カラー画像）

家庭用も管制用も平板型が理想であるので、今後メートルサイズでフルカラーの<壁掛け>ディスプレイの実現に向けての研究開発が期待される。この用途では PDP に対する期待が大きい。

近い将来の可能性を含めて、各方式の実現範囲を図示すると図-10 のようになる。解像度・輝度だけでは決められない因子もあるが、この図と最初の図-1とを重ねて見ていただくことを期待してまとめたい。

参 考 文 献

- 1) Chiusans: Three Little Tubes Make a Big Pictures, Design News, OEM 6-4-73, p. 42 (1973).
- 2) 河村 他: 三菱カラービデオプロジェクタ, テレビ学会技報, IPD 28-2 (Aug. 1977).
- 3) Ando, K. et al.: A 54-in (5:3) High-Contrast and Brightness Rear Projection Display for High-Definition TV, SID Int'l Symp. Digest, pp. 274-276 (1985).
- 4) Kubo, T. et al.: 65-Inch Refractive Lens Type Color Projection Display for HD-TV, Proc. of Japan Display '83, pp. 434-437 (Oct. 1983).
- 5) 渡辺幸雄他: コズミックホールの高品位テレビシステム, テレビ学会技報, IPD 94-1 (Feb. 1985).
- 6) 反町義興他: C & C シアタの電子映像システムについて, テレビ学会技報, IPD 94-2 (Feb. 1985).
- 7) Labin, E.: The Eidophor Method for Theater Television, Jour. of SMPTE, Vol. 54, pp. 393-406 (Apr. 1950).
- 8) Good, W.E.: A New Approach to Color Television Display and Color Selection Using a Sealed Light Valve, IEEE Trans., Vol. BTR-15, No. 1, pp. 21-24 (1969).
- 9) True, T.: Recent Advances in High Color Light Valve Projectors, 1979 SID Int'l Symp. Digest, pp. 20-21 (May 1979).
- 10) Melchior, H. et al.: Thermally Addressed Electrically Erased High Resolution Liquid Crystal Light Valves, Appl. Phys. Letters, Vol. 21, pp. 392-394 (Oct. 1972).
- 11) Sasaki, A. et al.: Thermally Addressed Electrically Liquid Crystal Display for Dynamic Figures, IEEE Trans., Vol. ED-22, pp. 805-806 (Sep. 1975).
- 12) Hong, B.S. et al.: Application of Liquid Crystal Light Valve to a Large Screen Graphic Display, 1979 SID Int'l Symp., Digest, pp. 22-23 (May 1979).
- 13) Dewey, A.G. et al.: A 64 M-pel Liquid Crystal Projection Display, 1983 SID Int'l Symp., Digest, pp. 36-37 (May 1983).
- 14) Tsai, R.C.: High Data Density Four Color Liquid Crystal Display, Optical Engineering, Vol. 21, No. 3 (May/June 1982).
- 15) Kubota, K. et al.: High Resolution Large Screen Display System for Teleconferencing, Proc. of Japan Display '83, pp. 160-163 (Oct. 1983).
- 16) 杉本孝之他: 40 型高品位カラーディスプレイ装置, テレビ学会技報, IPD 91-8 (Nov. 1984).
- 17) 利安雅之他: 超大形 37 型カラーテレビジョン受像機の開発, テレビ学会技報, ED-913, IPD 101-16 (Nov. 1985).
- 18) Willis, D.R. et al.: Large Area Displays, Proc. of EuroDisplay '81, pp. 191-194 (Sep. 1981).
- 19) 村上 宏他: 平面構成パルスメモリー放電パネル, 1984 テレビ学会全大, pp. 103-104 (July 1984).
- 20) Mikoshiba, S. et al.: A Common-Anode Configuration of a Townsend-Discharge Memory Panel for Color-TV Displays, 1986 SID Int'l Symp., Digest, pp. 387-390 (May 1986).
- 21) DeJule, M. et al.: A Four-Square-Foot Monochrome Flatscreen Display, 1986 SID Int'l Symp., Digest, pp. 410-413 (May 1986).
- 22) Dunker, J.: A Large Information Board Using TFEL Devices, 1983 SID Int'l Symp., Digest, pp. 42-43 (May 1983).
- 23) 小山 稔: LED の原理と大型ディスプレイへの応用, 照明学会, 光の発生・関連システム研究会, LS-85-2 (Feb. 1985).
- 24) LED 大画面表示装置, 三菱電機資料 (Oct. 1983).
- 25) Myodo, O. et al.: A Large Screen Color Display Using an Array of LCD Modules, Proc. of Japan Display '83, pp. 430-432 (Oct. 1983).
- 26) 倉橋浩一郎他: オーロラビジョンー巨大画面カラーディスプレイシステム, テレビ学会技報, IPD 49-3 (Mar. 1980).
- 27) Kobayashi, H. and Awazu, K.: Light Emitting Tube for Giant Color Display, Journ. of Light and Visual Environment, Vol. 5, No. 1, pp. 22-24 (1981).
- 28) Kurahashi, K. et al.: Plasma Display with Gray Scale, 1973 SID Int'l Symp., Digest, pp. 72-73 (May 1973).
- 29) 吉岡加寿夫他: 映像表示システム (オーロラビジョン), 三菱電機技報, Vol. 57, No. 6, pp. 419-422 (June 1983).
- 30) 大越明男他: 高輝度発光素子, テレビ学会技報, IPD 94-6 (Feb. 1985).
- 31) 神谷文夫他: CHD 管使用による大型カラー表示装置 (スーパーカラービジョン), テレビ学会技報, IPD76-2 (Mar. 1983).

(昭和 60 年 7 月 8 日受付)