

## 特集 1

## 平面ディスプレイ技術の研究開発動向



情報通信ユニット 小松 裕司

## 1. はじめに

## 1 - 1

## 最も身近な情報端末

人の五感が有する情報収集能力の中で、視覚の占める割合は最も多く、全体の8割を超えるとされている<sup>1)</sup>。情報の大半を人は目から得ている事になる。パソコンや携帯電話等の電子機器を操作する場合、何らかの表示装置を見ながら行うことが多い。グラフィカル・ユーザ・インターフェース (GUI) に代表される視覚認識をベースとしたヒューマン・インターフェースは、より多機能化する電子機器を操作する上で、今後ますます重要になるであろう。この視覚をベースとしたインターフェースにおいて、最も重要な役割を果たしているのが表示装置 (ディスプレイ) である。

1950年代に登場した白黒テレビは、洗濯機や冷蔵庫と共に、かつて家電製品の三種の神器の一つと言われた。1960年代の「いざなぎ景気」では、カラーテレビ、クーラー (エアコン)、カー (乗用車) それぞれの頭文字をとった「3C」が、そして近年では、消費を支えているデジタル家電製品の薄型テレビ、デジタルカメラ、DVD (デジタル多用途ディスク) が、新三種の神器と言われている (図表 1)。これら何れにもテレビが登場している。テレビは登場以来、

常に民生品の主要な位置にあり続けてきた。

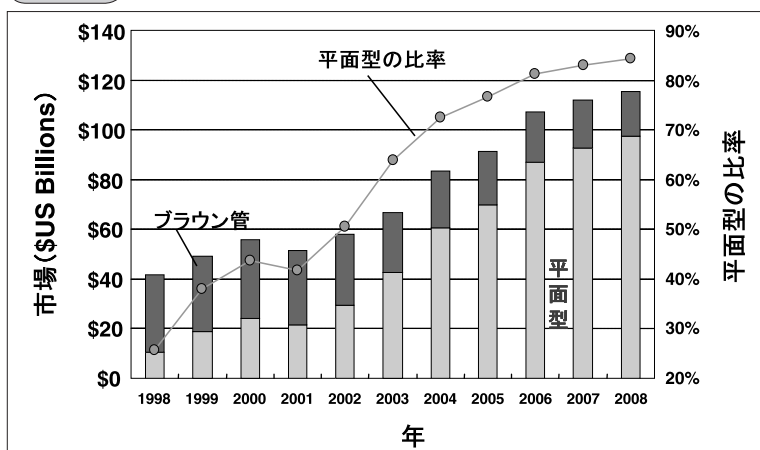
このテレビは、ディスプレイ技術の進展によって、近年その姿を変えつつある。テレビ放送信号のデジタル化により、家庭に送られてくる映像の解像度等の品質が向上する。これに伴いテレビのディスプレイには、映像を高精細なまま表示する性能が求められている。高精細な映像は同時に、大画面化に対する要求をも喚起する事になる。従来のブラウン管方式のテレビでは、奥行きサイズや重量の増大等からこれらの要求に十分に対応する事が出来ず、代わって液晶やプラズマ方式等のディスプレイが次世代の薄型テレビを支えるキーデバイスとして注目されている。

図表 1 三大民生製品の推移

三種の神器	3 C	新三種の神器
白黒テレビ	カラーテレビ	薄型テレビ
洗濯機	クーラー	デジタルカメラ
冷蔵庫	乗用車	DVD

科学技術動向研究センターにて作成

図表 2 タイプ別ディスプレイ市場規模



ディスプレイサーチ社の資料より

## 1 - 2

## 期待される市場

2003年時点の世界のディスプレイ市場は約7兆円であり、これが5年後の2008年には、約12兆円にまで拡大すると予測されている (図表 2)。全ディスプレイに対す

る平面型の比率は、2002 年に金額で 50% を越え、ブラウン管を上回った。そしてその後も増加し、2006 年には 80% を越えると予測されている。

2003 年以降の薄型ディスプレイ市場の急激な拡大の背景には、地上波デジタル放送のサービスエ

リア拡大に伴う大型テレビを中心とする買い替え需要がある。この市場の拡大予測を前にして、企業が新規に薄型テレビ市場へ参入する動きもある。例えば昨年 11 月に社名をデルコンピュータ (Dell Computer Corp.) から変えたデル (Dell Inc.) は、今年の初めに米国

で行われた展示会で薄型テレビ市場への参入をアナウンスした。

本特集では、高精細化とともに大型化するテレビを支える平面ディスプレイ技術の研究開発動向について述べ、その課題を探る。

## 2. 平面ディスプレイについて

### 2 - 1

#### 原理と特徴

本報告では、各種ディスプレイの方式の中でも薄型でかつテレビとして既に商品化されているもしくは、商品化がアナウンスされている方式を中心に従来のブラウン管方式のディスプレイと比較しながら記載する。図表 3 は、対象となるディスプレイの原理と特徴をまとめたものである。また、図表 4 に各タイプのディスプレイが得意とする領域を画面サイズと解像度の関係からプロットした。図表 3 では、それぞれの方式のディスプレイで、光源とディスプレイ表面の明るさ（輝度）を調整する 2 点について記している。ブラウン管方式は、蛍光材料を電子線励起によりエネルギーの高い状態に引き上げ、それがエネルギーの低い基底状態に戻る時に生じる発光現象を利用している。液晶方式は、バックライトと呼ばれる一般に蛍光灯による光源を背面に有し、そ

の前面に配置された液晶膜の配向性を電氣的に変化させる事により、輝度を調整する。プラズマ方式は、一つ一つの画素を構成する部分に小さな放電管を多数並べたものであり、プラズマ放電により発生する紫外線により、蛍光材料を励起して発光させる。発光原理は、一般に使用されている蛍光灯と同じであるが、混合希ガスとしては、キセノン (Xe) を用いていて、共鳴線の波長は 147nm である。液晶方式で用いられる蛍光灯には、水銀 (Hg) の共鳴線である 254nm の波長の紫外線が用いられる。よって両者では、使用される蛍光材料も一般には異なる。有機 EL 方式では、有機材料よりなる発光ダイオードに注入された電子が再結合する時に発生する光を光源に用いる。液晶方式は、光源が外部に存在する為、非自発光型ディスプレイと呼ばれる。

プラズマ方式では、画素を構成する放電管の発光効率から、画素サイズつまり画面サイズが大きい程、製造し易い。一方、液晶方式

では、各種光学フィルムの均一性確保や液晶注入の製造工程等の制約から、大画面化はコスト的に難しいとされて来た。よって、以前は、おおよそ 30 インチを境にこれより小さいサイズは液晶、大きなサイズはプラズマと棲み分けがなされるものと考えられていた。しかし、近年第 6 世代と呼ばれる液晶パネルの生産ラインが稼動し、40 インチを超えるサイズの液晶方式のディスプレイも発売され始めている。また、有機 EL 方式でも、大画面テレビを目指した技術開発の発表もされ始め、ディスプレイのサイズのみで各種の方式を論じるのは、成り立たなくなっているのが現状である。

### 2 - 2

#### 技術発展の歴史

図表 5 にディスプレイの技術開発の主な出来事として、表示に関わる原理等の発見、応用の為の基本技術の開発、最初の製品の発売、最初のカラーテレビ製品の発売等

図表 3 各種ディスプレイの原理と特徴

方式	略記	光源	輝度調整	薄膜化	大型化	量産化	消費電力		
液晶	LCD (Liquid Crystal Display)	バックライト (蛍光灯;非自発光)	液晶の配向変化	○	△	○	○	◎	非常に優れる
プラズマ	PDP (Plasma Display Panel)	紫外線励起による 蛍光体からの発光	プラズマ発光量	○	◎	△	△	○	優れる
有機 EL	OLED (Organic Light-Emitting Diode)	励起電子が再結合 する時の発光	注入電子による 発光量	◎	×	×	○	△	普通
ブラウン管	CRT (Cathode Ray Tube)	電子線励起による 蛍光体からの発光	電子線量	×	△	◎	○	×	課題有り

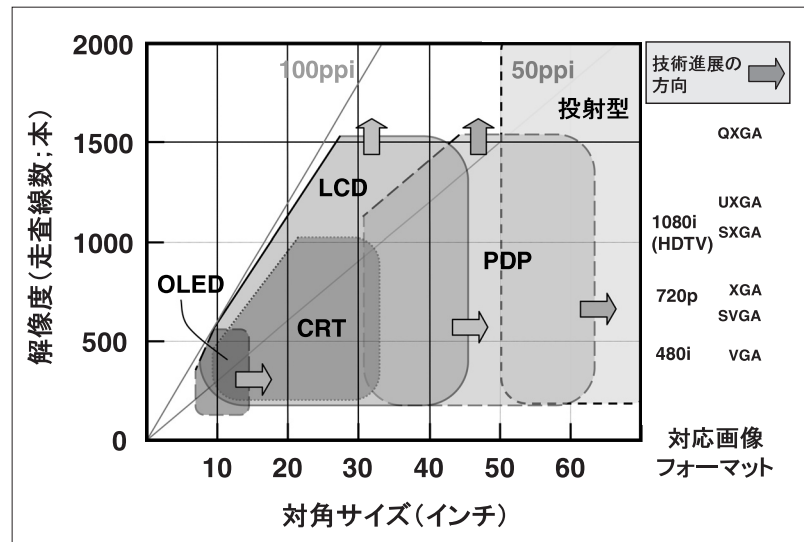
科学技術動向研究センターにて作成

を中心に記した。

図表 5 に示す通りディスプレイの基礎原理の発見やエレクトロニクス応用の為の基本技術の開発等は、必ずしも日本人が関与してきた訳では無い。基本技術の開発が行われた直後の特性は、各方式ともテレビ应用には全く不十分であった。例えば、液晶が最初に表示デバイスとして応用された時計や電卓は、最初はセグメントと呼ばれる画素にて数字や文字を表し、外気温によっては応答速度が1秒近くにもなった。プラズマ・ディスプレイも発売当初は、一定輝度に対する消費電力が非常に大きく、フラット・パネル・ヒータと言われた程であった。これらを、時間をかけて改善し、商品として市場に投入してきたのは何れも日本企業である。

現在、有機 EL 方式は、一部の携帯電話等で既に実用化されているが、大画面化や耐久性等では課題がある。また寿命に関しても、1,000～2,000 時間とされており、

図表 4 ディスプレイの種類と実用的な領域



※対応画像フォーマットの詳細については、文末の参考資料に記した  
科学技術動向研究センターにて作成

テレビ应用には十分な特性とは言えない。これに対しても、2004 年 5 月、セイコーエプソンは、2007 年に 40 インチ級の有機 EL 方式による大型テレビを発売するとアナウンスし、寿命についてもそれまでには、改善が見込めるとしている。

古くは高柳健次郎により、1926

年に世界で始めて電子式の受像機（テレビジョン・システム）の実験に成功して以来、液晶、プラズマともに日本人が、いずれも世界に先駆けて最終的にはテレビ应用を目指して特性を改善し、商品化して来た。さらに次の有力候補である有機 EL 方式についても携帯電話应用等の商品化で日本の企業

図表 5 ディスプレイ技術発展の歴史

年代	年	液晶	年	プラズマ	年	有機 EL
1880	88	液晶の発見 (F.Reinitzer ; オーストリア)				
1910			10	ネオン管の発明 (G.Claude ; 仏)		
1950					53	有機色素含有高分子薄膜への電界印加による発光現象の発見 (A. Bernanose ; 仏)
1960	62	液晶の電気光学特性の発見 (R.Williams ; 米 RCA)	64	AC 面放電型 PDP の開発 (Bitzer, Slottow ; 米イリノイ大)	63	アントラセンなどの単結晶を用いた電荷注入型 EL の研究が始まる
	68	最初の液晶ディスプレイ (米 RCA)			67	導電性高分子膜の合成 (白川 他)
1970	73	時計用表示装置で商品化 (セイコー)	79	面放電型電極構造による蛍光体劣化抑制 (富士通)		
		電卓用表示装置で商品化 (シャープ)				
1980	87	3 型カラーテレビ発売 (シャープ)	83	3 電極面放電型のセル構造 (富士通)	87	積層膜による高効率・安定発光素子 (C.W.Tang ; 米国イーストマン・コダック)
1990			92	21 型カラーテレビ発売 (富士通)	90	共役系高分子のポリフェニレンビニレンの単層膜により、電荷注入型 EL の観測 (D.D.C.Bradley 他 ; ケンブリッジ大)
			96	42 型カラーテレビ発売 (富士通)	97	車載用緑色モノクロディスプレイを商品化 (東北パイオニア)
2000					99	3 色エリアカラー携帯電話用ディスプレイを商品化 (東北パイオニア)

科学技術動向研究センターにて作成



がリードし、テレビ応用を目指して開発が進められている。

この様に、商品化の為の新規ディスプレイ技術の研究開発では、日本はこれまで何れ的方式においても成功してきたと言える。

## 2 - 3

### 近年の技術発展状況

#### (1)低消費電力化

ディスプレイの消費電力は、光源の発光効率やディスプレイ表面の輝度が同じであれば、基本的にはその画面の面積に比例して増大する。高精細化に伴ってディスプレイの大画面化が進めば、次には必然的に低消費電力化の要求が高まる。図表 6 は、現在のテレビに適用する事を前提として、この低消費電力化を含めたディスプレイ技術に関するロードマップを示している。

図表 6 では、それぞれの方式での消費電力の目標値が示されている。ディスプレイの低消費電力化の為には、光源の発光効率の改善が必要である。上記ロードマップでは、この発光効率の目標値として、各方式による差はあるものの、2000 年時点の 1 ~ 2 (lm/W) <sup>①</sup> (現状の実力値) を 2010 年までに、4 ~ 14 (lm/W) に向上させる目標値が示されている。

発光効率を改善する為のアプローチは、ディスプレイの方式によって異なる。例えば、液晶方式の場合は、現在バックライトに用いられている複数の冷陰極管

図表 6 ディスプレイ技術に関するロードマップ

実現年		2000	2005	2010
画面サイズ・対角 (インチ)		32	50	50
精細度 (ppi)		15 ~ 40	40 ~ 50	50 ~ 100
発光効率 (lm/W)	液晶	2	3	4
	プラズマ	1.2	5	10
	有機 EL	1 ~ 2	7	14
	ブラウン管	2	2	2
消費電力 (W)	液晶	140	120	100
	プラズマ	300	200	120
	有機 EL	—	60	30
	ブラウン管	200	230	230

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) のディスプレイ技術に関するロードマップ<sup>2)</sup> より一部抜粋

(CCFL) を一つの平面型ランプに変更し、光源の高効率化をはかる方法や、複数の発光ダイオード (LED) を光源にする試み等が行われている。

プラズマ方式の場合は、放電による紫外線の発生、紫外線照射による蛍光材料からの可視光の発生、可視光の取り出しそれぞれの段階で効率の向上が検討されている。例えば、放電セルや電極構造の改善、プラズマ駆動の電圧印加シーケンスの工夫、キセノン分圧等の最適化もしくは 3 原色それぞれの蛍光材料の特性最適化等である。

有機 EL 方式の場合は、従来、蛍光材料を中心に検討が行われてきた。この蛍光材料では、電子と正孔が再結合する時に生じるエネルギーが高い励起状態の内、励起 1 重項状態と呼ばれる状態にある物質しか発光に寄与しない。これに代えて、発光効率を向上させる為に燐光材料の検討が行われてい

る。燐光材料では、励起 3 重項状態と呼ばれる状態にある物質も発光に寄与し、この状態の密度は理論的に励起 1 重項状態の 3 倍である為、合わせて 4 倍の光が発生する事になる。

#### (2)広色域化

NTSC<sup>②</sup>方式のカラーテレビの規格が 1953 年に米国で制定された。その後、1970 年頃から NHK が次世代のワイド・大画面・高精細のテレビの暫定規格としてハイビジョン (高精細度テレビジョン放送; HDTV) を開発した。ところが、このような高精細化の動きとは逆に初期の期待を込めた規格よりも後退してしまった属性がある。それは、ディスプレイを含めた画像システム全体が取り扱う事が出来る色の再現範囲 (ギャマット; Gamut) である<sup>3)</sup>。色の再現範囲は、HDTV 規格は NTSC 規格よりも狭く、実現の可能性を考慮して決められている。しかしながら、近年、印刷業界における DTP (DeskTop Publishing) 作業や映画、電子商取引、遠隔医療等で実物の正確な色を再現する事が強く望まれている。従来のディスプレイでは、高級デジタルカメラの標準的な色空間である Adobe RGB<sup>③</sup>に対して、xy 色度図上 7 割程度の色空間しか表現出来ない。

### 用語説明

#### ① lm/W

光源効率の単位。光の量 (単位はルーメン; lm) を光源の消費電力 (単位はワット; W) で割った値から求まる。

#### ② NTSC

National Television Standards Committee の略で、地上波アナログカラーテレビ放送の方式を策定するアメリカの標準化委員会の名称、また、この委員会が策定した規格の名称。水平方向の走査線数は、525 本 (有効 480 本) で毎秒 30 フレームの奇・偶数線交互走査方式。

これらの用途では、コンピュータ上でのデザインやデジタル画像をその都度印刷して、入力データの色合いを確認し、作業を進める事が多く、ディスプレイ上でこの色合い確認作業が行える事が望まれている。

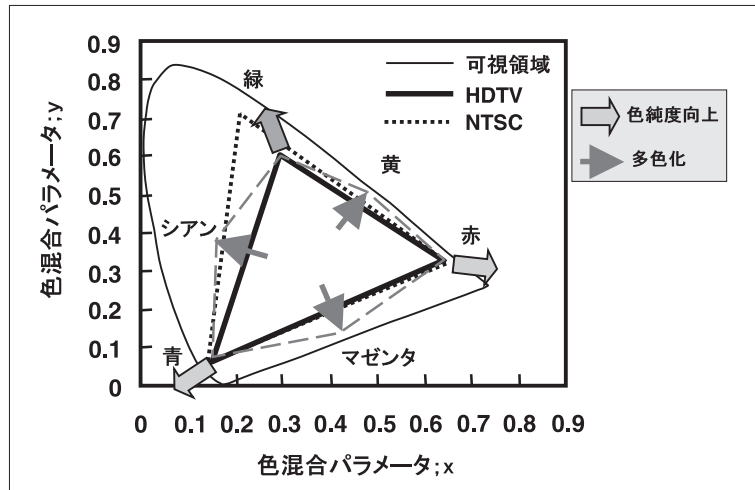
この要求に対して、ディスプレイ側の色再現範囲拡大の為に2つの方向で検討が行われている。一つは、光の3原色RGBそれぞれの色純度を高める方法である。例えば、液晶方式の場合、光源となるバックライトの色純度を高める為に従来の冷陰極蛍光管に換えて、RGB 3原色の高輝度LEDを配列したLEDアレイを光源とすることにより、対象物本来の色合いを表現する検討が行われている<sup>4)</sup>。

また、もう一つはRGB 3色のみでは無く、他の色を基準の色として加える事により、より色再現範囲を広げようとするものである。例えば、韓国サムスン電子は、SID<sup>④</sup>2004にて、RGBにC(シアン)、M(マゼンタ)、Y(黄色)を加え6色<sup>⑤</sup>としたカラー・フィルターを用いた液晶パネルを展示した。色再現空間が、NTSC比で98%まで改善される事を示している<sup>5)</sup>。

### (3) 将来のディスプレイに期待されるもの

2002年NHKは、走査線4000本級のカメラとディスプレイの試

図表7 色域拡大の2つの手法



※このグラフ(CIE-xy色度図)の詳細については、文末の参考資料に記した科学技術動向研究センターにて作成

作品をスーパーハイビジョン<sup>⑥</sup>と称して展示した。また、ソニーは、垂直解像度2160本(横4096画素、縦2160画素、885万画素)のプロジェクション型液晶ディスプレイを今年商品化している<sup>6)</sup>。

新たな画像フォーマットを実現する為には、多色化による色再現範囲の拡大と同様にカメラ、撮像素子、映像の信号処理、ディスプレイ等の映像に関わる全ての技術を新たに見直す必要がある。また、ディスプレイは古くから各種の方式によるデバイスが検討され特性も改善されてきたが、全ての要求項目を満たす方式は現時点では無い。より実物に近い質感の映像表現を目指して、今後も継続的に技術的な発展が望まれる。究極の映像表現を目指した高画質化の研究開発は、今後も中心的なテーマで

あり続けるであろう。

ディスプレイの欠点の一つに“ふち”の存在が挙げられる。これは、表示された映像を人工的に映し出されたものとして人が意識する一つの原因にもなる。これに対して、パノラマ・ビジョンの様に少なくとも人の視角の範囲内には、ディスプレイのふちが現れ無い様にする技術が、将来的なディスプレイ技術の発展の方向として語られている<sup>7)</sup>。また、大画面ディスプレイは、必ずしもテレビ用途では無く、生活環境の一部を創造する環境空間型として発展するとも言われている。例えば、紙の様に薄い大画面のディスプレイが可能となれば、部屋の壁を飾る事も可能となる。窓の無い部屋の壁や都会のマンションの窓ガラス面等に大自然のパノラマ映像を映

## 用語説明

### ③ Adobe RGB

米 Adobe Systems Inc. の画像編集ソフト「Photoshop」で用いられている色再現範囲の規格。sRGB規格(下記)よりも広い範囲をサポートする。印刷や出版といった業務用途でデファクト・スタンダードとして認知されている。

### \* sRGB (standard RGB) 規格

IEC (International Electrotechnical Commission; 国際電気標準会議) が定める色空間の国際規格。デジタルカメラやプリンタ、モニタなど多くのPC用周辺機器では、このsRGBに則った色調整を行うことで、入力と出力時

の色の差異を極力少なくしている。

### ④ SID

Society for Information Display の略でディスプレイ関連最大の米国の学会

### ⑤ 6色化

マゼンタは、単色光(純色)では無いが、この様に多色化は純色以外の色を用いて行なわれる事もある。

### ⑥ スーパーハイビジョン

7680 × 4320画素(ハイビジョンの16倍)、フレームレート60Hzの順次走査フォーマット。

し出し、同時に太陽高度とともに自然光の様に明るさを変化させれば、インテリジェントな照明機器として利用する事も出来る。情報

端末としての入出力機能を有しながらバックグラウンド映像を映す事により、ディスプレイが人の居住空間の環境の一部を作り、人がこ

れで気分転換が図れるようになれば、本当の意味で進化したヒューマン・インターフェースと言えよう。

### 3. 平面ディスプレイ産業について

#### 3 - 1

#### 市場シェアの推移

図表 8 は、プラズマ・ディスプレイ・パネル (PDP) の日本国内および海外それぞれの市場とこれら両者における日本企業のシェアをそれぞれ示したものである。

現時点で、PDP パネルを生産しているのは、日本企業以外では韓国企業のみであり、この韓国企業の中でサムスン SDI と LG 電子のシェアが大半を占めている。

2001 年は、プラズマテレビ元年と言われ、ハイビジョン仕様のプラズマテレビが複数機種発売された年である。この年以降、年率 100% を越える速度で市場が急拡大している。しかしながら、この様にして市場が拡大するとともに、韓国企業が本格的にこの市場に参入し、その結果、日本の企業が急速にシェアを失いつつある。これは、液晶ディスプレイ・パネルの時も同じであった。さらに製品が成熟すると最終的には、台湾と韓国の企業に世界市場のシェアが収斂<sup>(注1)</sup>していく事になる。なお、今年、日本企業から相次いでプラズマ・パネル工場の投資計画が発表され<sup>8)</sup>、PDP のシェアは簡単には韓国企業に抜かれないと主張する意見もある。しかし、長期的に見た場合、低コスト化戦略を武器に品質的にも大きな差が無

(注1) 成熟商品の市場シェア  
ブラウン管や 19 インチ以下の液晶パネルは、概ね 6 割が台湾製、3 割が韓国製となっている。

い製品を投入してくる韓国や台湾企業に対して、やがて日本企業が苦戦を強いられるのは避けられないであろう。

#### 3 - 2

#### 業界再編状況

図表 9 は、液晶方式およびプラズマ方式の各パネル業界の近年の主な提携・再編状況を示したものである。液晶パネルの場合、業界再編が進み韓国企業以外にも台湾、中国の企業が参入している。一方、プラズマ・パネル業界は、市場が立ち上がり始めたばかりであり、台湾や中国企業の参入はこれからである。各国の企業の特徴として、韓国企業は技術開発も行い主に自国内の市場をターゲットにしている。一方、台湾企業は、一般的には技術開発は行わず、パネル製造専門メーカーとして、成熟化製品で世界市場の大半のシェア占有を目指している。

液晶のパネル製造ビジネスでかつて日本企業は、韓国・台湾企業の低価格戦略の前にこれらの企業

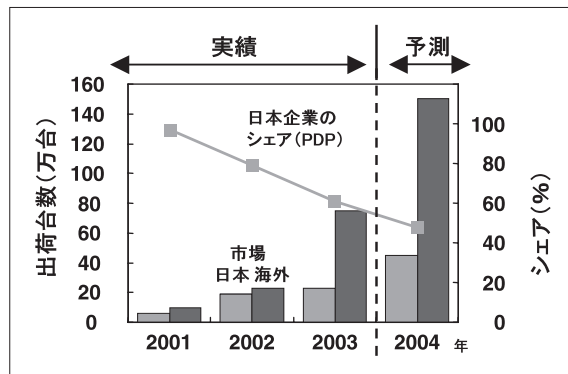
からの資本を受け入れざるを得ない状況に遭遇した。これに対して、日本からの「技術の流出」を如何に防止するか議論もある。しかし、経済原理に基づいて、企業の再編が進み、日本発の技術がやがて台湾企業で使用され、品質のみで無く価格の面からも優れた製品が供給されるようになるのは、一般消費者からみた場合、歓迎すべき事である。プラズマ・パネルに関しても市場の立ち上がり・成熟に伴い、国を越えた企業間の技術供与、出資、提携は今後も行われていくであろう。

#### 3 - 3

#### 半導体産業との対比

かつて競争力を誇った日本の DRAM<sup>⑦</sup>を中心とする半導体製造業は、1990 年代の後半、急速に競争力を失い再編・統合を余儀なくされた。日本に代わって台頭してきたのは、この時も韓国や台湾の企業であった。液晶パネル産業で日本が急速に市場シェアを失った事に対しても、この DRAM 産

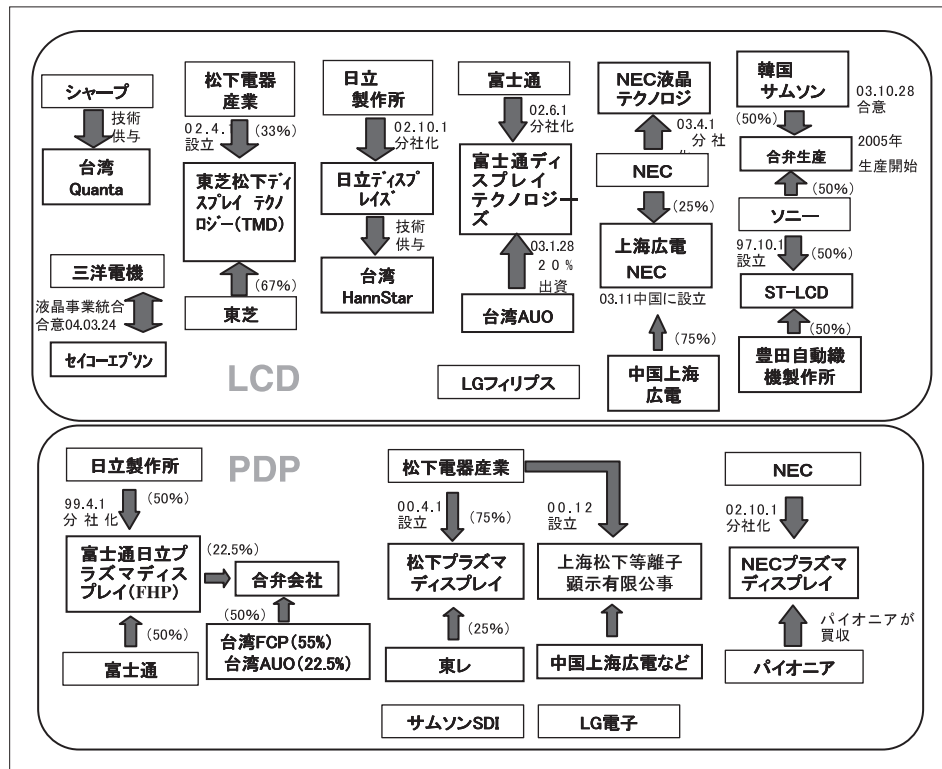
図表 8 PDP パネルの生産台数と日本企業のシェア推移



(社)電子情報技術産業協会 (JEITA) およびディスプレイサッチ社発表資料より、科学技術動向研究センターにて作成



図表 9 企業間の提携等の状況

日本政策投資銀行の発表資料<sup>9)</sup>に一部追加

業とのアナロジーで議論される場合が多い。確かにディスプレイ・パネルは単独では、半導体産業のCPU<sup>®</sup>よりもDRAMに近い商品と言える。LSI技術には、アーキテクチュア、回路設計、製造、テストと各種の技術の階層が存在する。CPUは、これらそれぞれの技術の階層を切り離して流通させる事は出来ないが、DRAMはそれぞれの階層の技術が専業のベンダーにより一般に供給されている。また、DRAMには幾つかの規格が存在するが、それぞれは明確にCPUメーカーによって認定され、製品を性能で差異化する事は出来ない。

ディスプレイ・パネルは、インターフェースは規格で決まってしまうが、アナログ製品なので性能は全く同じにはならない。しかしながらディスプレイ製造の場合、基本的な材料や装置はそれぞれの専業ベンダーから供給され、出来上がりのパネルに大きな性能の差は生じ難い。

ディスプレイの技術開発で日本

### 用語説明

⑦ **DRAM**  
Dynamic Random Access Memory の略。半導体記憶素子の一つ。読み書きが自由に行なえ、集積度も比較的高く出来る為、主にコンピュータの主記憶素子に用いられる。

⑧ **CPU**  
Central Processing Unit の略。コンピュータの中で、メモリに記憶されたプログラムを実行する装置。入力装置や記憶装置からデータを受け取り、演算・加工した上で、出力装置や記憶装置に出力する。

は世界をリードした為、特許ポジションでは技術的に追いかける立場であったDRAMの場合とは異なる。また、ディスプレイの市場規模の変化の方向も、'95年以降は金額的に頭打ちであったDRAM産業とは状況が異なる。しかし、性能で差異化出来なければ、やがて製品は価格競争になるであろう。製品が価格競争となった場合、日本企業が韓国や台湾企業の前に苦戦を強いられるのは、避けられないであろう。これは市場規模の増減や技術ポジションに大きくは依存せず、技術開発が成功した後で、日本企業が産業としてリターンを得ていく時の共通課題でもある。

なお、最近、特許権を巡って日本企業が韓国や台湾の企業と係争になる場合が多くなっている。昨年改正された関税定率法<sup>10)</sup>により、以前よりは早期に輸入差し止め等の措置が取られるようになってきたのが功を奏していると言える。この様に主張すべき権利は正しく主張すべきであるが、たとえ特許係争で勝利しても、日本企業が今後もパネル製造ビジネスで苦戦する事は変わらないであろう。水平分業的要素の強いパネル製造のみで企業が勝負する場合、DRAM産業の様に短期に覇者が入れ替わり続ける可能性が高いと言える。

## 4. 研究開発の状況

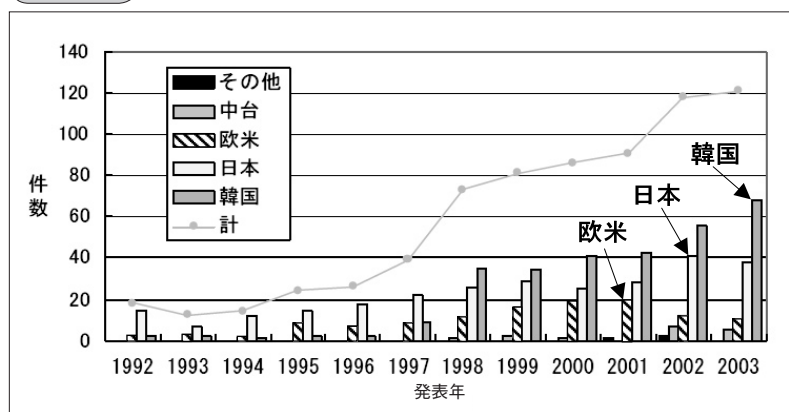
### 4 - 1

#### 学会発表件数

図表 10 は、プラズマパネル技術に関して、SID 学会における近年の国・地域別発表件数の推移を示したものである。富士通を中心にプラズマ方式のテレビ製品が発売、大画面化していく 1990 年代前半は、発表件数は日本からが最も多く、他の国・地域からの発表に目立った動きは見られなかった。しかし、1996 年から 1998 年にかけて韓国からの発表件数が急増し、1998 年に日本の発表件数を上回って以降は、韓国からの発表件数が最多のまま推移している。

参考文献<sup>11)</sup>では、さらにその機関別の発表数の分析結果として、韓国からは大学からの発表が多く、企業からの発表は限られているとしている(注 2)。また、企業からの総発表件数に占める大学との共同発表の件数の比率が、韓国の LG 電子 83%、サムスン SDI 42%に対して、日本からの発表は、発表数上位企業の平均で 24%と低い状況にあるとも分析している。

図表 10 PDP に関する SID 学会での国・地域別発表件数推移



特許庁「特許出願技術動向調査報告書」<sup>11)</sup>より抜粋

#### (注 2) 機関別発表数

発表件数が上位の機関の数として、日本は企業 4、大学 3、公的研究機関 1 であるのに対して、韓国では企業 1、大学 7 と圧倒的に大学が開発をリードしているとしている。

### 4 - 2

#### 日本の国家プロジェクト

図表 11 は、現在、日本で行われているディスプレイ関連の主な国家プロジェクトを示している。プロジェクトの開発項目としては、ディスプレイ・デバイスの低

消費電力化やその製造工程の省エネルギー化等となっている。図表 11 に示したプロジェクトは、一部の、共同研究の為の施設整備事業を除けば、何れも年間予算額が 10 億円以下の小規模なプロジェクトとなっている。また、何れのプロジェクトも最近になって発足したものばかりであり、これより以前

図表 11 次世代ディスプレイ技術開発の主な国家プロジェクト

年	プロジェクト	予算(億円)	主な開発項目	特記
'03～05	省エネ型次世代 PDP	7.7	高効率発光機構、発光効率を高める為の蛍光体材料、製造工程の省エネ	
'02～06	高効率有機デバイス	7.8	高効率発光素子・材料、大面積形成技術、有機トランジスタ等の要素技術	
'03～05	高分子有機 EL 発光材料	4.7	新規共役系高分子有機 EL 発光材料の合成技術、精製技術および量産化技術	
'03～05	ディスプレイ用高強度ナノガラス	2.3	異質相をガラス中の配列させ、基板強度を強化する技術、大面積基板の短時間処理技術	
'03～05	カーボンナノチューブ (CNT) FED	7.4	CNT の均質成膜技術および微細エミッタ作製技術等	
'03～05	低消費電力次世代ディスプレイ製造技術共同研究施設整備事業	153/3 年	低価格、消費電力大型液晶パネル製造技術	平成 13 年度補正予算
'01～04	エネルギー使用合理化液晶デバイスプロセス	5.1	低温ポリシリコン TFT の製造工程の消費電力を現行の半分にする	研究開発助成事業

※特記無き予算額は、平成 15 年単年度分

科学技術動向研究センターにて作成



には、日本におけるディスプレイ関連の国家プロジェクトはなかった。よって、プロジェクトの成果もこれから期待されるものであろう。

なお、ディスプレイ・パネルの技術開発は、現時点でも最終的にどの方式が本命となるかは絞られてはいなく、今後の展開も予測が難しい。加えて、一般には成熟したと思われがちな液晶技術に関しても光源の高効率化、視野角の拡大、応答特性のさらなる高速化等の特性改善に加えて、製造技術の面からも含め現在でも開発項目は多い。このようなディスプレイの技術開発の特性からすれば、半導体の技術開発で行われているような比較的規模の大きい集中的なプロジェクトよりも、分散的なプロジェクトの方が相応しいとも言える。いずれにしても、ディスプレイの国家プロジェクトでは、リスクが高く、ボトムアップ型で研究者から提案されるものを広くかつ長期に渡り支援すべきである。現状は短期に結果を求めすぎる点が懸念されるが、これを除けばそれに近い形になっている。

#### 4 - 3

### 米国の状況

かつて、RCA 社やゼニス社に代表される米国企業がシャドウ・マスクと呼ばれるカラーテレビ用のブラウン管で市場を占有してい

た。ところが1970年代以降、品質・価格ともに優れた日本製のブラウン管製造業は、急速に市場での競争力を失った。今日に至るまで米国内では、ディスプレイに関する目立った産業は育っていない。ただ、施策として米国がこれまで何も行わなかったかと言う事では無い。例えば、米国は、日本を中心とする薄型ディスプレイ技術の進展に危機感を抱き1993年に官民のコンソーシアムである USDC (The United States Display Consortium)<sup>12)</sup> を発足させている。この USDC では、100社以上の民間企業が参加し、軍用や医療向けの次世代ディスプレイとして、当時有力候補であった液晶や FED<sup>⑨</sup>方式のディスプレイ技術の開発に注力した。ところが、液晶方式のディスプレイの技術開発では日本企業が圧倒的にリードし、FED 方式では現在でも実用化の目処が立っておらず、結

果的にこのコンソーシアムは目立った成果を挙げていない。最近では、米国陸軍を中心にセマテック (SEMATECH<sup>⑩</sup>) をモデルとするコンソーシアムが計画されているとも報告<sup>13)</sup> されている。また打開策として、ディスプレイの応用に特化した学会<sup>14)</sup> を発足させ、新規技術開発領域を探る動きもある。しかしながら、自国に目立った産業が無い状況で、技術をリードする大企業が不在であり、かつ技術開発に最低5年間は必要と考えられている新規ディスプレイ技術に産業界が積極的に投資する理由は見出し難い。

このディスプレイの分野に関しては、米国は全く存在感が無い。むしろ、国が将来の主要産業と位置づけ、産業界は多数の人材の採用と大型投資を行い、大学でもこの分野に対して人材供給も含め研究活動が活発で、産官学がうまく連携している韓国が世界的に存在感を高めつつある。

### 用語説明

#### ⑨ FED

Field Emission Display の略。平面状に多数配置した電子放出源から真空中に電子を放ち、蛍光材料にぶつけて発光させる表示装置。発光原理はブラウン管と同じであるが、電子を偏向させる必要が無く、薄型化が可能。

#### ⑩ SEMATECH

SEmiconductor MAnufacturing TECHnology の略。米国の国防総省と民間半導体メーカ4社が共同出資した半導体の製造技術に関する研究開発のためのコンソーシアム。1980年代中頃に凋落しかかった米国半導体産業の競争力回復を目標とした。

## 5. 技術競争力の維持の為に

ディスプレイ・パネル製造の技術開発では、現在日本で行われている国家プロジェクトは、比較的この分野の技術開発の特性に合致したものになっていると前章で述べた。ところが特に韓国は国策として、早い時期からこの領域の研究開発を強化している。この様な状況で日本としては、パネル製造

技術とは別の領域の技術も開発すべきである。

DRAMの製造技術で日本に追い上げられた時、米国企業が採ったケースの様により付加価値の高い技術開発に軸足を移すのも選択肢の一つであろう。米国企業は、DRAMの製造技術で日本に追い上げられ、CPUやDSP<sup>⑪</sup>の開発に

特化し、現在の様に技術的に参入障壁が高い市場を支配している。

これまでリードしてきた技術の蓄積が日本に存在する間は、これを利用してより高度なディスプレイのシステム化技術へ軸足を移す事も可能であろう。ところが、例えば多色化による色域拡大は、ディスプレイ・デバイスの性能向上

のみでは実現できない。現在のカラー化技術が RGB 3 色合成という基盤の上に築かれたものであるからである。3 色よりも多くの色を扱う為には、ディスプレイ・デバイス以外にもカメラ、撮像デバイス、カラー映像の信号処理と映像信号の入力から出力まで全ての技術の見直しが必要になる。この色再現性の拡大は、さらに高精細の要求をも喚起する可能性があり、ひいては次の時代の映像フォーマットの提案につながる可能性もある。これらは、開発項目が広範に渡り、一企業が単独で開発するにはリスクが高すぎる。国はこの様な領域にこそ投資すべきであると思われる。開発項目が多岐に渡り多数の企業の参加が必要なこの様な開発に対して、国はこれら企業間で開発内容を調整し、また、研究開発費の助成も行うべきである。

## 6. まとめ

地上波デジタル放送の開始に伴い、ブラウン管方式のテレビは、より高精細・大画面のテレビに置き換えられようとしている。これに対して“平面”型だけでも、液晶 (LCD)、プラズマ (PDP)、有機 EL (OLED) 等の各方式の次世代ディスプレイ技術が進展し、市場に導入され始めている。

これらの技術は当初、民生テレビ用途には、難しいとも言われたがそれぞれの技術課題を日本の企業が時間をかけて克服してきたものである。液晶やプラズマ方式は現在では、大画面テレビの市場を分けるに至っている。この様にディスプレイ・パネルの技術開発では、日本は世界をリードして来た。

ところが、ディスプレイ・パネルのビジネスでは、液晶、プラズマともに市場が立ち上がると日本企業は韓国や台湾企業に激しく追い上げられている。技術開発では

近年の学会発表数からするとディスプレイ・パネルの製造技術では、プラズマ方式でも韓国に追い抜かれる可能性が十分考えられる。これに対して、次に日本がとるべきは、これまでの技術ポジションを生かし、より付加価値の高い技術の開発を行う事であろう。それは、例えば次世代の高性能映像システムや、ハイビジョンの次の放送フォーマットである。

さらに、将来のディスプレイ技術として、2 章の最後に述べた様に、環境空間創造型ディスプレイへの応用を目指して、それに必要なシステムの技術開発を長期的に行う事も考えられる。ディスプレイは今後より成熟化する社会を支えるインフラの一つになっていくであろう。それは、国や地域、場合によっては個人の嗜好をも反映したよりインテリジェントなシステムとして発展する事が期待され

成功を収めているが、ビジネスでは必ずしも有利に展開出来ていない。近年は、韓国の大学を中心に研究開発においても日本の地位を脅かす動きが見られる。

現在のディスプレイ産業は、水平分業的な要素が強く、パネル製造では製造工程のみの価格競争になりつつある。日本は、このパネル製造のみで韓国や台湾と競争するのでは無く、より付加価値の高い次の世代の高性能ディスプレイ技術やこれを用いた応用システムの開発も行うべきである。

ディスプレイは、今後もより実物に近い質感の表現を目指して、発展する事が期待される。例えば、現在課題として指摘され始めている色再現範囲の拡大は、ディスプレイ・デバイス以外にもカメラ、撮像デバイス、カラー映像の信号処理と映像信号の入力から出力まで全ての技術の見直しが必要にな

## 用語説明

### ⑪ DSP

Digital Signal Processor の略。音声や画像などの特定の信号処理に特化したプロセッサ。モデムなどの装置に組み込まれたり、パソコンに搭載されて CPU の処理を一部肩代わりしたりする。

る。米国等では一般にテレビは比較的暗い部屋で鑑賞する 경우가多いが、日本では比較的明るい部屋で鑑賞する 경우가多く、ディスプレイにも鮮やかな画像表現が好まれる。この様に消費者の画像に対する厳しい評価力と日本が時間をかけて培ってきた裾野を含めたディスプレイや映像システムの総合力を生かして、次の世代に向けた付加価値の高い技術を開発すべきである。

る可能性が高い。色再現性が拡大すれば、映像表現に対して、さらに高精細の性能要求をも喚起する可能性もある。これらは、開発項目が広範に渡り、一企業が単独で開発するのは難しい。開発項目が多岐に渡り多数の企業の参加が必要なこの様な開発に対して、国はこれら企業間で開発内容を調整し、また、研究開発費の助成も行うべきである。

これまで日本企業が時間をかけて積み上げてきた周辺技術を含むディスプレイ技術や映像システムの総合力と消費者の画像に対する厳しい評価力を生かして、日本は次の世代に向けた付加価値の高い技術を開発すべきである。

## 謝 辞

本稿をまとめるにあたり、静岡大学 電気・電子工学科 下平美文教授、電気通信大学 電子工

学科 御子柴茂生教授、佐賀大学  
電気電子工学科 内池平樹教授、  
東北大学大学院 工学研究科 内  
田龍男教授、東レ株式会社 PDP  
技術部 出口雄吉部長のご意見を  
参考にさせて頂きました。文末に  
はありますが、ここに深甚な感謝  
の意を表します。

## 参考文献

- 例えば、長谷川 伸著、電子情報通信学会大学シリーズ「画像工学」コロナ社
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のウェブサイトのディスプレイ技術に関するロードマップより：  
<http://www.nedo.go.jp/nanoshitsu/project/loadmap.pdf>
- SID Japan Chapter Newsletter No.23 (2003. 5. 17)：  
<http://www.sidchapters.org/japan/letter/SID-NL23.pdf>
- 例えば、三菱電機のプレスリリース：  
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2004/0322-a.htm>  
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news-data/2004/pdf/0322-a.pdf>
- 日経の配信記事より：  
<http://ne.nikkeibp.co.jp/members/NEWS/20040526/103584/>
- ソニーのプレスリリース：  
<http://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/200406/04-0604/>
- EDF2004 ディスプレイ・チュートリアル講演集
- 例えば、松下電器産業㈱のプレスリリース：  
<http://www.matsushita.co.jp/corp/news/official.data/data.dir/jn040518-2/jn040518-2.html>
- 日本政策投資銀行のウェブサイト：  
[http://www.dbj.go.jp/beginners/why\\_dbj/about/files/](http://www.dbj.go.jp/beginners/why_dbj/about/files/)
- <http://www.mof.go.jp/jouhou/kanzei/ka160415a.htm>
- 特許庁「特許出願技術動向調査報告書」：  
<http://www.jpo.go.jp/shiryou/index.htm>
- USDC のウェブサイト：  
<http://www.usdc.org/index.html#>
- 社電子情報技術産業協会の研究調査報告  
「米国における IT / デジタル化情報政策の動向と展開、およびインターネット / 電子取引（E - コマース）のルール整備の実態と政策課題：2003 年 Update」：  
<http://it.jeita.or.jp/infosys/report/2003-04usreport/chapter3.pdf>
- SID のウェブサイト：  
<http://www.sid.org/conf/adeac04/adeac04.html>

## 《参考資料》

### ①画像フォーマットについて

文中で使用した主な画像フォーマットの規格を図表 12 に示した。

図表 12 主な画像フォーマット

用途	呼称	解像度		画素数 (万)	画面の縦横比
		横	縦		
パソコン	VGA (Video Graphics Array) ; 基本	640	480	31	4 : 3
	SVGA (Super-VGA)	800	600	48	4 : 3
	XGA (eXtended-VGA)	1024	768	79	4 : 3
	SXGA (Super-XGA)	1280	1024	131	5 : 4
	SXGA+ (SXGA の縦横比を 4 : 3 に)	1400	1050	147	4 : 3
	UXGA (Ultra-XGA)	1600	1200	192	4 : 3
	QXGA (Quadruplet-XGA ; XGA の 4 倍)	2048	1536	315	4 : 3
	QSXGA (Quadruplet-SXGA ; DXGA の 4 倍)	2560	2048	524	5 : 4
	QUXGA (Quadruplet-UXGA ; UXGA の 4 倍)	3200	2400	768	4 : 3
テレビ	480i (インタレース) / 480p (プログレッシブ)	720	480	35	3 : 2
	720p	1280	720	92	16 : 9
	1080i (ハイビジョン)	1920	1080	207	16 : 9
	1080p	1920	1080	207	16 : 9



## ②色域の表現グラフ（CIE - xy 色度図）について

色に関する基準を国際的に管理しているのが国際照明委員会（Commission Internationale de l'Eclairage ; CIE）である。CIE は 1931 年に表色系に関する規格を定めた。まず 3 原色として、赤には人間の眼が光を色として感じる事が出来る波長の上限である 700nm（R；赤）、緑と青には水銀ランプの輝線波長 546.1nm（G；緑）と 435.8nm（B；青）を定義し、この 3 者の配合比で色を座標表示することとした。

この方法で色度を規定するのが CIE 1931 RGB 表色系である。これによりすべての色は 3 次元空間上の一点として表わせる。この RGB 3 次元空間を全ての色域表現において、パラメータが負にならない様に扱いやすい座標軸（XYZ 軸）に変換し、さらに正規化して二次元平面に投影したのが、CIE - xy 色度図である。

CIE - xy 色度図は、現在最も一般的で厳密な色表現系に用いられている。この色度図では、グラフ（可視領域）の外周がスペクトル上の単色光、内側が単色光を組み合わせることができる混合色に相当し、内側に進む程、鮮やかさ（彩度）が低下する。加色混合により色を表現する場合、複数の基準色が CIE - xy 色度図で示される点が形成する多角形で囲まれた部分の色のみが再現出来る。一般に各波長の単色光は、加色混合では表現出来ない場合が多い。CIE - xy 色度図からは、特に RGB 3 原色の加色混合では、鮮やかな緑や 3 原色の補色であるシアン、マゼンタ、黄色が表現出来ない事が分かる。

図表 13 CIE-xy 色度図

