

カラーテレビの現況 (解説)

大阪中央放送局・営業部* 菅 錬 一**

1. はじめに

わが国のカラーテレビ本放送は、白黒テレビの本放送に7年7ヶ月遅れ、35年9月NTSC方式(後述)によって開始されたが、その普及状況は、アメリカにおける当初のカラーテレビ発達と同様の経過を経て来た。

今日すでにアメリカでは、カラーブームに入ったと伝えられているが、日本でも東京オリンピックにおいて世界的に高く評価されたカラー放送の成功を契機にカラーの価値が世の人々に新しく見直され、カラー放送番組の大巾な時間増と送受機器の改善、奄美大島の名瀬を除く全NHKテレビ局のカラー化完成(41年3月)等とあいまって、普及はとみに進み、最近の状況では国内のカラー受信機も約15万台に達したと推測され、受信機の性能も向上して、今や放送内容の質量ともに格段に充実してきた。

2. カラーテレビの原理

現在のカラーテレビは、技術的に白黒テレビとコンパチブル(両立性)の条件のもとに開発されたものであるから、一口にカラーテレビ技術と言えば、白黒テレビの明るさに加えて、同一周波数帯域内に色あい(色相hue)と色の鮮かさ(彩度 Saturation)の要素を如何にうまく収め込み、両現するかの技術である。

(1) 色について

色は次の三要素(色の三属性)であらわすことができる。

a. 色相 (hue)

黄色とか赤緑というような色あい。

b. 彩度 (Saturation)

飽和度とも呼びあざやかさ、例えば同じ色相の赤でも原色に近い赤と、白色(無彩色)に近い赤もある。

c. 明るさ

同じ色紙でも照明が増せば色相彩度はそのまま、明るさのみが変化する。この度合。

このうち色相と彩度を合わせて色度と呼び、明るさを量的にあらわすのに輝度を用いる。

これらすべての色は、3種類の色を混合することにより作ることができる色の「三原色説」と、これについての「Grassmanの法則」がある。

- すべての色は、三つの互に独立な色の混合によって得られる。
- 三色の混合比が同じであれば色相と飽和度は同一になる。
- 二つの色を混ぜてできる色は、その各々を組成する三原色をそれぞれ混ぜてできるものと同じである。
- 混合色の明度は、もとの色の明度の和である。

このような色の条件から、実際のカラーテレビ信号も撮像管で被写体の赤、緑、青の光に比例したR.G.B.の三原色信号をとり出して作っている。

カラーテレビの場合の色のあらわし方は、普通これら三原色の相対値であらわし、RGBの光を混合する量を適当に選ぶと白色ができるが、この白色を作る三原色の量を、 $R=1.0$, $G=1.0$, $B=1.0$ であらわす。

このあらわし方によれば代表的な色を作るに必要な三原色の量は表1のとうりである。

表1 色と三原色の量

	赤原色	緑原色	青原色		赤原色	緑原色	青原色
白	1	1	1	青	0	0	1
灰	0.5	0.5	0.5	マゼンタ (赤紫)	1	0	1
黒	0	0	0	黄	1	1	0
赤	1	0	0	シアン (青緑)	0	1	1
緑	0	1	0	任意の色	R	G	B

しかし3原色に対して眼が明るさを感じる比はGの光に対して最も高く、Bが最も低い。

カラーテレビにおいてRGBの各色に対して感じる割合は、カラー受像管の蛍光体の色度との関連もあり輝度信号(明るさの信号)は、カメラで得た三原色信号RG Bから

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

として作る。

* 東区馬場町6の4

** 受信サービス課長

(2) NTSC 方式カラーテレビ

カラーテレビでは、RGB の三原色信号を伝送する必要から、白黒テレビの3倍の帯域巾を必要とするように思われるが、NTSC 方式は画面上の細かい部分の色差に対する視力は、明るさの差異に対する視力よりはるかに低く、物体の大きさが次第に小さくなり、視角が非常に狭くなると、色の差異は識別不能となり、明るさの差異しか識別できない特性を利用し、画面上で比較大きな部分は、RGB の三原色分を送り非常に細かい部分に対

しては、明るさの信号だけを伝送する方法によって、カラーの画質をそこなうことなく、白黒テレビと同じ帯域内(6MC)で、カラー信号を送り、かつ白黒テレビと両立性あるカラーテレビ方式である。

図1はこの方式のカラーテレビを作る送像装置である。

カラーテレビカメラは、普通3本の撮像管があり、これらの各光電面には、ダイクロイックミラーで分離した被写体の赤、緑、青色光像が別個に結像される。

この状態で撮像管を動作させ三原色信号 RGB をとり出す。

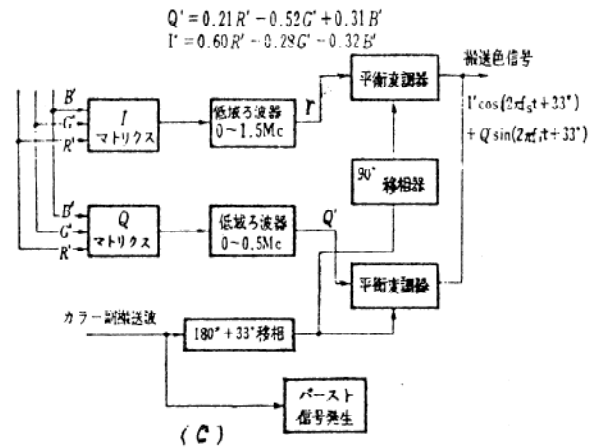
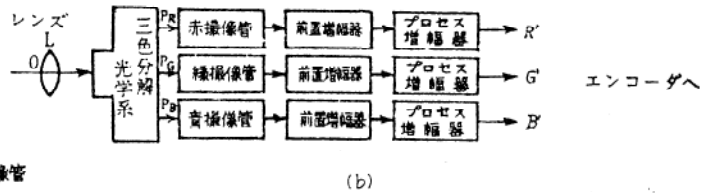
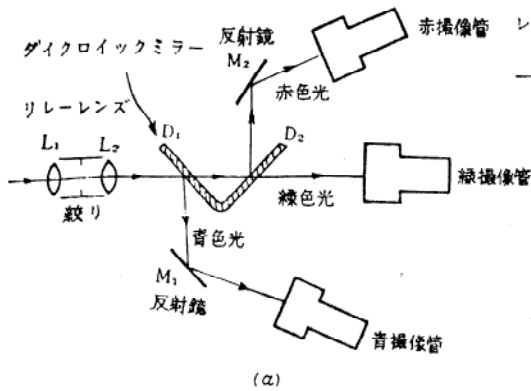


図1 (a) カラーカメラの光学系
(b) カメラプロセス増幅器系統図
(c) I, Q 色信号を用いたエンコーダ回路系統図

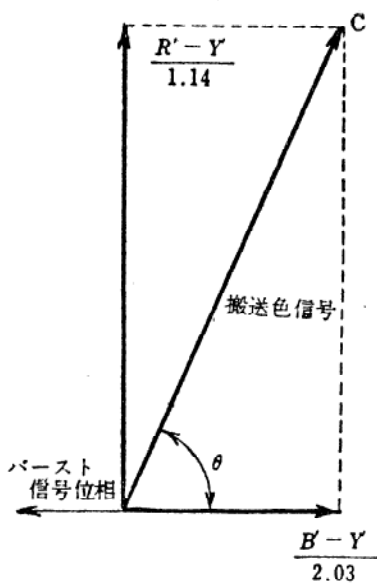


図2 搬送色信号の副搬送波ベクトル

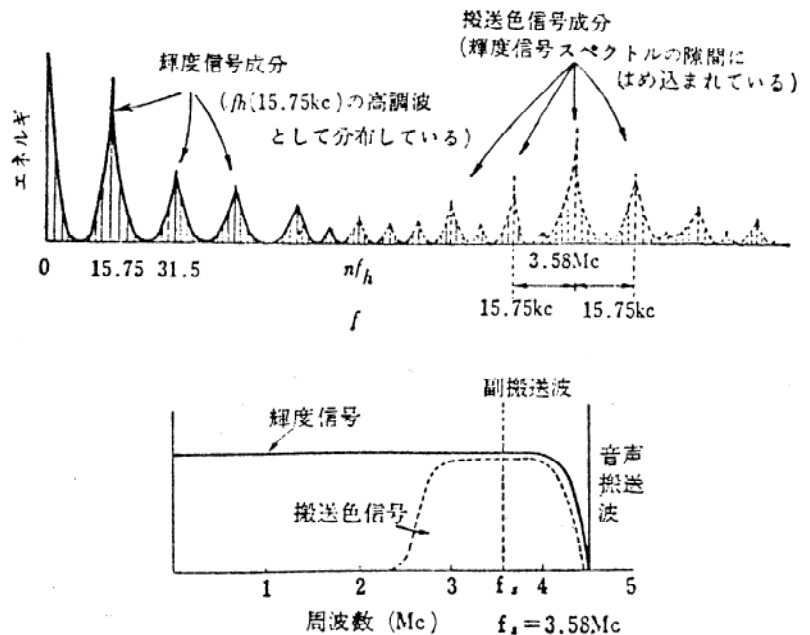


図3 (a) カラー映像信号のスペクトル分布
(b) NTSC カラーテレビ信号の映像周波数分布

これらの信号はプロセス増幅器で増幅し、さらにカラー受像管の非直線をあらかじめ補うために、ガンマ補正回路に加えて補正を行い、カラーコーダーに加える。

ここで三原色信号からマトリックス回路により、

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

の輝度信号と二つの色差信号 $R-Y$, $B-Y$ をつくり色差信号は更に低域ろ波器 (L, P, F) に加えて、 $R-Y/1.14$, $B-Y/2.03$ とし、帯域を制限して直角2相変調により水平走査周波数 f_h の $1/2$ 奇数倍の $f_s = f_h(2n+1)/2 = f_h \times 455/2 = 3.57595c/s = 3.58MC$ の副搬送 $\cos 2\pi f_s t$ の振巾が図2のベクトル図に示すとおり、 $R-Y/1.14$ に比例するよう変調した $S-Y/1.14, \cos 2\pi f_s t$ と、これより 90° 位相のおくれた副搬送波 $\sin 2\pi f_s t$ の振巾が $B-Y/2.03$ に比例するよう変調した $B-Y/2.03, \sin 2\pi f_s t$ をつくり、両者の合成信号 $R-Y/1.14, \cos 2\pi f_s t + B-Y/2.03, \sin 2\pi f_s t \dots (1)$ 式

の搬送色信号を得たうえで、輝度信号に多重して複合カラーテレビ信号をつくる。

この信号の周波数分布は図3のようになっており三原色およびこれの補色で構成されている標準カラーバー信号

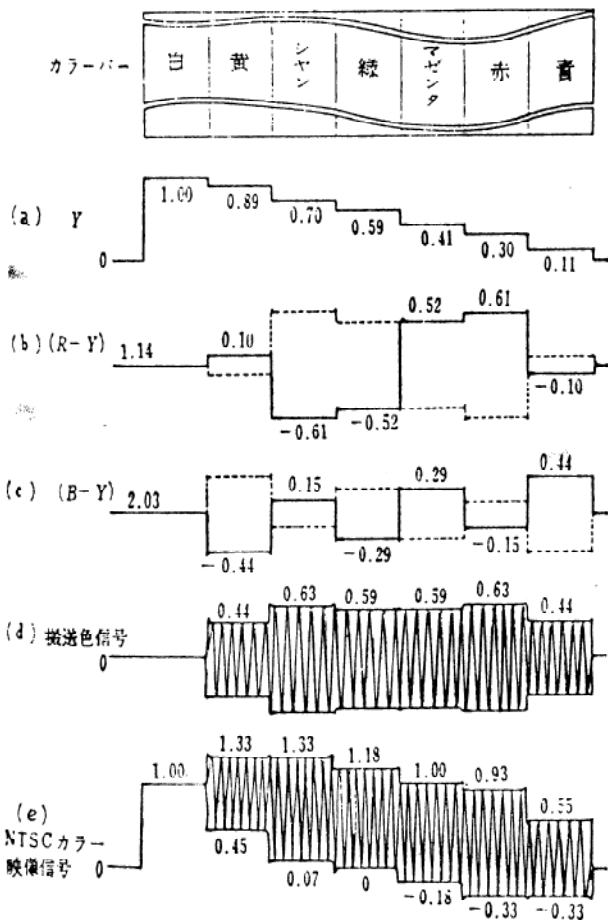


図4 カラーバー信号によるカラー映像信号の構成波形

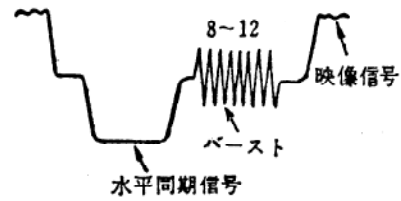


図5 カラー・パースト信号波形

号によるカラー映像信号機の構成波形は図4のとおりである。

以上のようにして成形多重したカラーテレビ映像信号に走査用の同期信号を加えれば、テレビ信号となるが複合カラーテレビ信号には今一つ図5のように水平同期信号の後、緑に約10サイクルの色副搬送波をパースト状に付加する。(パースト信号、または色同期信号と呼ぶ。)

これは受信機で(1)式の二つの独立した色差信号で直角変調した搬送色信号から、 $R-Y$, $B-Y$ を独立に復調再生するため送像側の色副搬送波と、周波数、位相の全く同じ基準信号をつくり搬送色信号を同期検波するためである。

かくして得た複合カラーテレビ信号は、白黒テレビと同じ6MCのチャンネルで放送される。

受信機では送像側でおこなった信号変換過程と全く逆なものであればよいわけで、図6は映像検出したカラー映像信号から三原色を再生するカラー受信機の原理的な回路系統である。

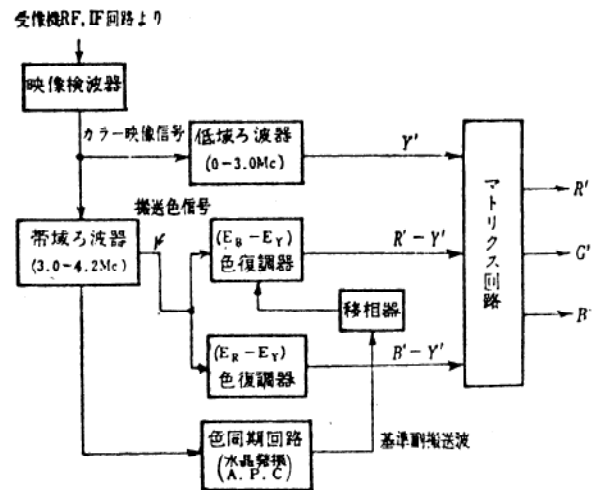


図6 カラー受信機の原理的な系統図

(3) その他のカラーテレビ方式

NTSC方式はコンパチブルカラーテレビ方式の代表的なものであるが、その他にSECAM方式とPAL方式がある。

これらの方式も輝度信号と、この輝度信号帯域内に色副搬送波を用い、色差信号を多重伝送する点は同じであ

るが、その多重の方法がおのおの異なっている。

a. SECAM 方式

NTSC 方式は二つの色差信号で色副搬送波を直角二相変調して搬送波を作ったのに対し、SECAM 方式は、色副搬送波を FM した二つの色差信号を線順次で送り、受信機側で 1 ライン遅延線を用いて、同時信号に変換して再生する方法である。

b. PAL 方式

NTSC 方式の二つの色差成分の中の一つの ($R'-Y'$) 信号を歩査線ごと位相反転して伝送し、受信側では検波用基準副搬送波の位相をラインごとに切り替えて常に正しい極性の ($R'-Y'$) 信号を復調するので伝送系で生じた搬送色信号の位相ひずみが 2 査間で相殺され位相ひずみによるカラー画質の劣化は少なく、色信号間の相互干渉も少ない。

以上 NTSC 方式を含めた三方式はいずれも色好な送受条件下では、解像度、演色性など満足なカラー画像を得ることができるが、この条件を得る総合特性の許容偏差は各方式によって異なる。

第 2 表は各項目について 3 方式を比較したものである。

3. 世界のカラーテレビ事情

(1) 日 本

NHK が現在行なっているカラー放送時間は、1 日平均 3^h16' で日本テレビ、読売テレビも大体 1 日 3 時間以上のカラー番組を放送しており、その他各キーステーション局もカラー番組の増設を進めている。

受信機は、38年・1万8千台、39年・4万9千台、40年には10万台が普及し、41年・15万、42年・30万、43年・60万の新規需要を見込まれ、43年末には100万台を越える段階に入り、カラーブームが来るものと予測されている。

なお受信機の生産は41年・30万、42年・60万、43年・100万の生産を予測し、うち、 $\frac{1}{2}$ はアメリカへの輸出としている。

現在市販されているカラーテレビ受信機は表 3 の通りである。

表 2 NTSC, SECAM, PAL 方式の比較

		NTSC	SECAM	PAL	備 考
1	両立性 ドットパターン 輝度ノイズ	0	-1~-1.5 ドットのノイズ となりやすい	-0.5~-1.5	ただし、0:同じ、-3:非常に悪い、 -2:悪い、-1:やや悪い、1:や や良い、2:良い、3:非常に良い
2	水平解像度	標準 I, L では差なし、Gでは PALd が他より+3			
3	垂直 "	0	-1*	0	*12.5c/s フリッカが水平エッジに出 ることあり
4	受像機コスト	1	+0.7~3.9%	+4~6.3%	
5	" 操作	色相、彩度調整	なし	彩度調整*	new PAL なら不要
6	クロマ/Y 変動の 影響		特に差なし	同左	
7	DG の 影 響	30%*	70%*	25%*	*「やや良好」な画質に対する値
8	副搬送波の位相シ フトに対し	$\pm 12^\circ$ *	問題なし	$\pm 40^\circ$ *	*上に同じ
9	DP の 影 響	$\pm 12^\circ$ *	上に同じ	$\pm 40^\circ$ *	*上に同じ
10	クロマチャネル の上側波減衰の影 響	0	+3*	+3	*ノイズのない時の値、ノイズがあ れば SECAM は NTSC より劣る (数字は項目と同じ)
11	エコー {長い(>1 μ s) 短い(<1 μ s)}	0 0	+1 0	+1 +0.5	数字は項目 1 と同じ
12	ノイズ (平坦)	0*	-2	0	*やや邪魔になる状態で
13	カメラ切替	簡単	面倒*	簡単	*3チャンネル (RGB) で切替必要
14	V T R	パンディングDP	白黒VTRでよし	NTSC より良	
15	方式変換 (NTSC との)		難	易	
16	マイクロ回線	劣	優	優	

表3 現在市販されているカラーテレビ受信機の種類

方式	内 容	備 考
シャドーマスク	従来から市販されている受信機の方式で、ブラウン管ガラス面に赤・青・緑の蛍光物が点状に塗っており、その後シャドーマスクがあり、電子銃が3個のブラウン管を使ったカラー受信機である。	各社市販
トリネスコープ	赤・青・緑にそれぞれ発光する3本のブラウン管を使用し、反射板を使って光学的に画像を重ね合わせるようにしたもの。画像は明るくなるが画面を大きくしにくい欠点がある。	三菱電機 6型
クロマトロン	ブラウン管蛍光面に赤・青・緑の発光する蛍光物がそれぞれ縦に線条(すだれ状)に塗っており、蛍光面のすぐ後に色の切換をするグリットがあってカラーの画像が出るようになっている。 電子銃は1~3個のものがある。色ずれの少ないのが特徴である。	ソニー 19型
カラーネットロン	原理的には、クロマトロンを応用したもので、縦すだれ状に蛍光物質が塗ってあるガラス板が管内に封入されており、蛍光面直後に、色の切換グリットおよび加束集束グリットがあってカラー画像ができるようになっている。 電子銃は1個である。	八電電機 9型

(2) 海外のカラーテレビ事情

日本とアメリカが正式にカラーテレビ放送を行なっているが、先進地域のヨーロッパでもカラーテレビとなると、どの国も正式放送を実施していない。

ヨーロッパは地域的に各国が互いに接近しており、またテレビ番組の交換と、カラー受信機の輸出を容易にするため、統一した共通のカラーテレビ方式の採用が特に望ましいわけで、このためたびたび協議しているが、各国の意見が対立し、いまだに決定を見ないでいる。

1965年のCCIR(国際無線通信諮問委員会)の会議でこの問題を取りあげられたが、各グループの意見が対立し、現在オスローで開かれている66年の総会でもこの問題が改めてとり上げられているが、この会議でも統一方式の決定は困難と見られている。

むしろヨーロッパでも2つの方式が併存する可能性が濃厚である。

a. アメリカ

世異最初のカラー放送実施国で、最もカラーテレビが普及している国である。

放送開始は1954年であるが当初の5年は機器の調整が困難であり、性能が不安定である等の技術的な問題と放送時間が短かったことなどから一時普及は停滞していた。

その後、技術面の進歩改善が進み、受信機についても性能の向上と安定化が図られ、選局受信の調整が容易になったこと、放送時間が大巾に延長されたことなどから急速に普及し始めた。

受信機の生産は61年から毎年倍加し65年には274万台に達し、テレビ普及台数は600万以上と推定されている。

しかも、カラーブラウン管などの供給不足から販売は現在も売手市場であるため、本格的なカラー需要が続くものと見込まれ、1970年には普及台数は2500万台、アメリカ全世帯の過半数が、カラーテレビを所有すると予測されている。

カラーテレビセットの生産と普及見込は第4表のとおりである。また、伝えられるところによると、放送番組もABC, CBS, NBCの三大放送網は、本年秋までにテレビ番組のほとんどをカラー化する予定であるとのことである。

表4 カラーテレビ受信機の生産と普及見込 ('65・8・23テレビジョンダイジェスト) (単位:千台)

年月	カラーテレビ受信機普及台数(A)	白黒・カラーテレビ受信機総普及台数(B)	(A/B)
'65 12	5,000	53,500	9.3%
'66 12	7,950	54,300	14.6
'67 12	11,700	55,200	21.2
'68 12	16,000	56,200	28.5
'69 12	20,650	57,300	36.1
'70 12	25,760	58,300	44.2

b. イギリス

カラーの正式放送がはじまるのは1967年とみられている。

1965年のCCIRではNTSC方式を提案したが、その後PAL方式について実験を重ね、同国のテレビジョン諮問委員会は、郵政大臣にイギリスの標準方式としてPAL方式を答申したので、今後はPAL方式で進めるものとみられる。

c. 西ドイツ

西ドイツ政府は、1965年7月同国で開発されたPAL

方式によるカラー放送を、1967年に開始するための準備を、早急にはじめることに決定した。

したがって、ヨーロッパ共通方式の決定を待たずに、放送開始の準備を進める模様である。

d. フランス・ソ連

両国は仏ソ、カラーテレビ協定を65年3月に結び、SECAM方式を基礎にカラーテレビの分野で協力している。

フランスの正式放送は早くて1967年、ソ連での放送開始目標は1967年10月革命50周年記念日だと伝えられている。

ソ連では、SECAM方式に基づくソ連独自の方式も開発されており、この方式は、1965年5月ソ連通信衛星モルニヤ衛星によるカラーテレビ中継実験の際、NTSC方式とともにテストされた。

1965年11月には、モルニヤ衛星を使ってもモスクワからパリへフランスのSECAM方式によるカラーテレビの中継実験が行なわれたが、映像も音声もきわめて鮮明で安定していて、大成功をおさめたので、近い将来ソ連とフランスはソ連の通信衛星を使ってテレビ番組の常時交換を計画している。

e. イタリア

三方式についてテストを行なっているが、1965年CCIRではPAL方式を支持した。

f. カナダ

政府は1967年に同国のモントリオールで開かれる世界博覧会を記念にカラー放送を導入する方針を決めている。

アメリカとの国境地帯では、アメリカのカラーテレビが受信できるため、カナダ国内にはすでに約1万台程度の受信機があるものとみられる。

g. その他

1966年CCIR会議において、三方式についての支持国は次のとおりである。

(SECAM 22カ国)

アルジェリヤ、アルゼンチン、白ロシア、ブルガリヤ、カメルーン、スペイン、フランス、ガボン、ギリシャ、アッパーボルタ、ハンガリー、ルクセンブルグ、マリ、モロッコ、モナコ、ニジェール、ポーランド、ウクライナ、ルーマニア、チェコ、チュニジア、ソ連。

(NTSC 6カ国)

ブラジル、カナダ、アメリカ、日本、オランダ、イギリス。

(PAL 11カ国)

オーストリア、デンマーク、フィンランド、アイルランド、アイスランド、イタリア、ノールウエー、ニュー

ジランド、西ドイツ、スウェーデン、スイス。

伝えられるところによると、現在オスローで開催中の1966年CCIR会議においても、SECAM方式の支持が最も多く、つづいてPAL方式、日本、アメリカ、オランダ等がNTSC方式を支持しているとのことである。

4. カラーテレビ技術の進歩

カラー放送番組の増加とカラーテレビ放送網の拡充が進むとともに、カラーテレビの技術面についてもカラー画質の向上と安定化、更にカラーテレビを白黒で見ただけの場合の白黒画質の改善などの研究が進み、カラーカメラについては二撮像管式分離輝度カラーカメラ、およびマルチアルカリ光電面をもつ高感度イメージオルシコンとこれを用いたカラーカメラなどが開発され、カラーVTRでは、色むらの原因が明らかになるとともに画質が改善され、その他カラー伝送系全般について特性と安定度の改善向上が図られてきた。

特に受信機については当初、

- a. 画面の色彩と鮮明度。
- b. 据付位置の移動に伴う色ずれ、色むら。
- c. 電源電圧変動、温度変化による白黒受信時の色ずれ、色むら。
- d. 電波入力の変動に対する、カラーの安定度。
- e. 故障、調整等。

について問題があったが、各種特性と安定度の改善向上のほか、受像管の輝度、コントラスト、再現色、忠実度等について解析と使用上の条件の研究が進み、発光体の開発もあって、性能も一段と向上し、画面が明るくなるとともに、各種自動調整回路の特性向上とシヤドマスク方式受像のシヤドマスクの帯磁による色ずれに対して、画期的な自動消磁回路の開発により厄介な色の調整も子供でもできる程になった。

また、すでにラジオ受信機が真空管からトランジスターにおき変わったと同様に、カラーテレビ受信機にもこの傾向が進みつつあって、すでに一部に真空管を使用しているが、大巾にトランジスターをとり入れたカラーテレビ受信機も発表されている。

更に進んでIC(集積回路)のカラーテレビへの利用も具体的な研究段階にあり、一部メーカーでは1972年にICのブームが来ると予測している。

トランジスター化、IC化の利点は、信頼性、寸法消費電力のほか、オートメーションによる製作と、これによる人件費の軽減が期待されることである。