高品位テレビジョンの研究はどこまで進んでいるか

NHK 放送科学基礎研究所 日下 秀夫*

NHK 総合技術研究所 河本 太郎・西沢 台次

将来の放送を目的とした高解像度ワイドスクリーンによる高品位テレビの研究が、NHK 総合技研で行われている。本文は、現在までの研究状況をかいつまんで解説した。

1. ま え が き

テレビ放送は白黒からカラーへ、そして衛星による世界同時中継の今日姿へと大きく進展し、わが国のカラーテレビの普及台数は2,200万台を越えた。

しかし、現在のテレビ放送に、たとえばもっと迫力や臨場感が出ないか、あるいはもっと細部まで明瞭に再現できないかなどの“物足りなさ”を感じることも多く、クローズアップなどの演出手法で補ってはいるが、決して充分ではない。

テレビ放送の将来への発展の姿として、現行の標準方式に拘束されない新しい方式で、“居ながらにして現実と直面しているような印象を与えることのできるテレビ——高品位テレビ——”が考えられる。この中には立体テレビの概念も含まれるが、映画においてスクリーンの大型化はなされたが立体化は必ずしも定着していないことから、大型ワイドスクリーンで高精細なテレビ画面が提供できれば十分な意義をもつと考えられる。

大画面、高精細化すれば、一般に“全体と部分の把握において、見る側の自由意志で選択できる範囲が広がる”ことが大きな特長といえる。また、たとえば受信側で好きな部分をクローズアップして見ることもできよう。

高品位テレビの迫力と臨場感はスポーツや劇場中継などをいっそう楽しいものにするであろうし、高精細な画像は教育番組などをいっそう効果的なものにするだろう。

2. 高品位テレビの画面方式と画質

高品位テレビ方式の検討にあたり、まず最初にどのような画像を再現すれば満足できるか、またそれを実現するための物理条件は何かを明らかにする必要がある。このための検討法として、大別すると次の2通りの順序が考えられる。

そのひとつは、これまでの経験などから既知となっている画像の物理パラメーターを変化させて、主観的な画質の好ましさがどのように変わるかを調べる方法であり、他のひとつは、画像を見るときの主観を構成している心理要因をまず解明し、その心理要因に影響する物理パラメーターを決定して行く方法であり、論理的には重要なパラメーターを見落とす心配がない。

後者の手法は近年普及してきたもので、要因分析や多次元尺度構成法などの手法を用いるものである。高品位テレビの研究においても、SD法(Semantic Differential法)を用いて画質の主要な心理因子の抽出を行い、物理パラメーターとの関係を求めた¹⁾が、なお今後の研究に待つべき点が多い。

本文では、主として前者の手法による検討結果を紹介する。

2.1 画面サイズと画面形状

まず、長方形で平坦な画面について、その大きさと縦横比の心理的に好ましい条件を評価試験で求めた。その結果、図1のように画面の縦横比は現在のテレビ画面よりやや横長の3:5ないし3:6が好まれ、画像内容や大きさには無関係であることがわかった¹⁾。また、画面の面積は8,000 cm²以上あることが望ましいといえる。なお、この試験では、家庭での標準的な部屋の大きさや

“Present State of the Research on High Definition Television”
by Hideo Kusaka, Taro Komoto and Taiji Nishizawa (NHK
Technical Research Laboratories, Tokyo)

* 総合技術研究所在籍当時の研究である。

図1 画面の縦横比の好ましさに関する評価結果

実際の家庭における観視状況³⁷⁾を考慮して視距離を 2.5 m とした。

以上は大型スライドフィルムの投射による静止画像の場合であるが、動画像についてはカラーレーザーディスプレイを用いて現行放送番組を拡大投射した試験¹⁷⁾と、70 mm 映画フィルムを投射して評価したもの⁵⁾とがあり、ほぼ同様の結果が得られている。図2は後者の結果であり、静止画像の場合に比べて、大画面効果は大きい、やや小さい画面が好まれる。これは、あまり画面が大きくなると、被写体の速い動きに対して“めまぐるしさ”を感じるためと考えられる。

つぎに、画面の形状として、凹状に彎曲させたものも検討した¹⁾。画面を凹状に彎曲させると遠近感が増加し、いっそう自然さを増すので好まれる。この遠近感は、画

図2 70 mm 映画没写画像の画面サイズに対する好ましき

図3 画素数と画質の評価結果

面の彎曲自体に起因し、周辺の解像度などには関係しないが、最適彎曲度は画像内容によって異なるという結果が得られた。

一方、視野の広さと臨場感、奥行感などを視覚心理学的な面からも研究しており¹⁶⁾、これらの結果も含めて画面の形状と大きさを決定することが望ましい。

さらに、実際の撮像および表示装置の実現性も考慮する必要がある。

2.2 解像度

大画面の高品位テレビとして、どの程度の解像度を必要とするかは基本的な検討事項である。これまでに、印刷の網点の細かさを変化させた画像による画質試験²⁾、レンチキュラーレンズによって画素に分解したスライドフィルムによる評価試験²⁾を行ってきたが、その後いっそう精度高く画像を分解、処理および再生ができるシミュレーション装置を開発した¹³⁾。この装置で作成した画像によって評価した結果を図3に示す。

この画像はテレビと同様の走査線で構成されており、画面の大きさと画素数(走査線数および分解アパーチャーの大きさ)を変えた画像について総合的な画像の好ましさを主観評価した。画面の縦横比は 3:5、視距離は 2.5 m である。結果は、

- (1) 画素数が少ないときは大画面効果はほとんどない。
- (2) 画面が大きいくほど画素数の増加とともに画質が向上する程度が大きい、やがて飽和する。飽和した領域では、画面面積が2倍になると7段階評価尺度で1ランク画質が向上する。
- (3) 現在のテレビ画質にほぼ相当する 2,000 cm² (26 形相当)、541 本の画像にくらべ、たとえば 16,000 cm² (98 cm × 163 cm)、

図4 高品位テレビジョンシミュレーション装置系統図

1, 650本の画像は7段階評価で約3.5ランク良い。

(4) これらの評価結果は画像内容にはあまり関係しない。

などであり、高品位テレビとしては走査線は千数百本以上が望ましいといえる。

評価試験用画像を作成したシミュレーション装置は、いわば非常に精度が高いカラーファクシミリ装置と電子計算機を結合させたシステムであり(図4)、フィルム上で23本/mmまでの走査線に分解、再生ができ、8インチ×10インチのフィルムで最高走査線数4,400本相当の画像が作成できる性能を持っている。

この装置は、画素数のほかに各種の物理パラメータの変化や、信号処理の結果のシミュレーションにも使えるので、高品位テレビ方式の研究に有力な手段である。

2.3 画面輝度とコントラスト

画面の輝度(最高輝度 B_{max} 、最低輝度 B_{min})は、昼間でも観視に耐えるよう充分コントラスト (B_{max}/B_{min})を保つよう設定されることが望ましいといえる。しかし、好ましい画面輝度は観視環境によるので、最適値を

図5 画面輝度と画質の評価結果

一義的に設定しにくい面がある。

図5はシミュレーション画像を用いて走査線数と B_{max} を変えて画質評価をした結果である¹³⁾。この実験は暗室での評価であることなど実状に沿わない点もあるが、輝度を2倍にすると画質は7段階評価尺度で0.5ランク向上しており、画面輝度が重要なことを示している。この点から、大画面高精細度で、かつ高輝度のディスプレイの開発が望まれる。

2.4 走査方式と画質

走査によって新たに画質を左右する要因が加わる。たとえば、走査線妨害、フリッカーおよび動きの再現性などである。また、走査方式によって信号帯域が基本的に決まるので、画質確保と信号帯域幅の節減との両面から検討する必要がある。

走査方式として、まず着目するのはインターレース効果である。

ラインインターレースについては、これまでの試験で次のことが明らかになった¹¹⁾。

- (1) 3:1, 5:1のような多重インターレースは走査線妨害が目立つので不適当であり、総合的にみて2:1インターレースが適している。またフィールド周波数を60Hz以上に増しても走査線妨害の改善はあまりない。
- (2) 2:1インターレースの走査線妨害の許容限は走査線数を60%に減らした順次走査のそれとほぼ等しい。

このほか、画素についてインターレースするドットインターレースについても検討している。

また、擬似ランダムドットインターレースを使ったGE社のサンプルドット³⁴⁾のように、狭帯域で比較的高解像度を得ている例もある。このように圧縮率が非常に高

いインターレースでは、走査線または画素ごとの発光のちらつきや動画像の劣化などを生じ、システムの用途によってその許容レベルが異なる。高品位テレビでは、この種の劣化はできるだけ避けたいので、大幅な期待はできないと考えられるが、今後 CRT 以外のメモリー機能をもった表示装置なども含めて、その効果を再検討する価値があろう。

つぎに、フレーム周波数の見直しがあげられる。フレーム周波数はフリッカーと動きの滑らかさから決まる。フリッカーについては、絵素の発光を次のフレーム近くまで保持できれば、CFF が下がることがわかり²³⁾、フレーム周波数低減の手がかりを得た。

一方、動きの滑らかさからは、毎秒 60 フィールドの情報は必要ではないと思われる¹⁴⁾。

これらの両側面からの検討ではフレーム周波数低減の可能性はあるが、表示装置の機能、インターレースなどにも関係するので慎重な検討が必要である。

なお、“動き”の検討の中で次のことが明らかになった。現在のテレビ方式でも、動画像では撮像管の蓄積効果や残像のために解像度が劣化しているが、撮像管への光照射時間を短くして解像度低下を防ぐと、動画像のぼけはかなり改善され、特にゆっくりパンニングしているシーンやスローモーション再生などに有効である。高品位テレビにおいても、この点に注目する必要がある。

走査方式に関連して、最後に、画面周辺の解像度を帯域節減のために犠牲にするような方法の可能性の検討にふれる。画素を中央部に密に、周辺部に粗に割当て、情報の伝送速度が一定になるように走査して信号帯域を節減できる可能性がある。実際の画像で評価するに至っていないが、検討の価値があると考えられる。

3. 送 受 像 装 置

高品位テレビ用機器に關する研究は、機器の開発を促進することと、それを用いて高品位テレビ方式の研究を行うことの2つの目的をもっている。

このための実験装置の走査仕様はカラーシステムについては暫定的に走査線数 1,125 本、2:1 インターレース、フィールド数 60 を基本とし、白黒システムは任意の走査仕様で動作するようにした。

3.1 カメラ

実験室で用いる高精細度信号源として、カメラ以降の系の特性にくらべて、良好な SN 比のもとで充分な解像力が得られることが第一に要求される。この条件にかなう撮像管として、当所で開発した 2 インチ径の RBS 管 (Return Beam SATICON) がある²³⁾。

RBS 管は、図 6 に示すような構造で、戻りビームの

図 6 RBS 管とコイルアセンブリの構造

電子増倍により大きな信号電流が得られ、広帯域でも高 SN 比が得られる。また、管径の大型化と細いビームを高磁界中で集束することにより高い解像度が得られる。

最高 2,000 本までの任意の走査線数で偏向可能な白黒カメラ⁷⁾に RBS 管を用いた場合、27 形白黒モニター (3.2 節参照) の上で限界解像度 1,600 TV 本以上、SN 比 36 dB (30 MHz) が得られていて、このカメラとモニターは、同期盤との連動切替により任意の走査方式の白黒画像が得られるもので、走査線数の増加とともに、画質がどのように改善されて行くかを、きわめて短時間の間に求めることができる。

一方、カラー画像の信号源として、RBS 管 3 本を用いたカメラがある⁸⁾。RBS 管の構造上、3 色分解プリズムは大型となるため、レンズは長いバックフォーカスが必要とする。また、プリズムでの色シェーディングの発生をさけるためレトロフォーカス・テレセントリック形撮影レンズを使用している¹⁹⁾。本機により 30 MHz で SN 比 36 dB、限界解像度 1,500 TV 本が得られた (図 7)。これはリアルタイムのカラーカメラとしては他に例を見ない。今後は、残像やカメラの運用性なども含め

(注) ブランピコンのみカタログ値、他はいずれも実測値である。カメラはななめ解像度パターンによる矩形波レスポンス (光学系を含む)、受像管は正弦波レスポンス。

図 7 各撮像管と試作レンズのレスポンス特性

表 1 3RBS カメラ, 3V カメラ性能比較

	3RBS カメラ	3V カメラ
水平解像度	1,500 本以上(中心) 1,000 本以上(周辺)	1,100 本(中心) 750 本(周辺)
垂直解像度 (イメージサイズ)	1,000 本 (1"×3/4")	700 本 (4/5"×3/5")
感 度	2,000 lx $F: 5.6$ $I_s=0.5 \mu A$ $V_T=60 V$	9,500 lx $F: 5.6$ $I_s=0.35 \mu A$ $V_T=35 V$
SN 比	36 dB (フラットノイズ 30 MHz)	30 dB (パージナル 3 角ノ イズ 30 MHz)
レジストレーシ ョン	80%円内 1 本未満 その他 1~2 本	同 左 2~4 本
残 像 (3 フィールド後) の値	R: 21.5% G: 37% B: 30.5% (800 lx, $f: 11$) ($r: off$)	R: 34% G: 40% B: 63% (800 lx, $f: 4$) ($r: on$)

た総合性能の良いシステムの開発が必要である。

また、テレシネ系としては 70 mm フィルム映写機と 3V (8480×3) カメラ¹⁸⁾を組合せた装置を用いている。現在、映写機の 2—3 プルダウンが困難なので、フィルム速度 25 コマ/sec、フィールド数 50 Hz で運用しており、70 mm 映画による動画像の画質評価に利用している⁵⁾。2つのカメラの性能諸元を表1に示した。

輪郭補償器の高精細化には、1ライン遅延線の広帯域化が必要であるが、すでに、ニオブ酸リチウム (LiNbO₃) のトランスデューサーと零温度係数のガラスによる伝送帯域 30 MHz の 1 ライン (=29.6 μs) 遅延線を用いて広帯域輪郭補償器を構成し、運用している⁴⁾。

3.2 ディスプレイ

高精細度大画面ディスプレイを実現するには、現時点ではブラウン管 (CRT) を高精細度大型化して、直視形ディスプレイを構成する方式が、いろいろな面で有利である。CRT の高精細化は、シャドウマスク管についていえば、(i)マスクピッチを細かくする。(ii)細い電子ビームを得る電子銃を開発する、の2点に絞られる。

当初開発した 22 形 CRT では、(i)直接露光法によるブラックマトリックス方式を採用して、マスクピッチを細かくしてもマスク板厚が実現可能な厚さに収まるようにしたこと、(ii)電子銃に含浸形カソードを採用してビームを高密度化し、グリッド穴径を小さく (0.4 mm ϕ) したことにより、マスクピッチ 310 μm 、絵素数で現行 CRT の 4 倍以上のきめの細かいものが得られた²²⁾。図 8 に本 CRT を使用したディスプレイのレスポンス特性を示す³⁾。

また最近、縦横比が 3:5 の 30 形シャドウマスク

図 8 310 μm シャドウマスクによる空間サンプリングと受像管レスポンスの比較

CRT ディスプレイが完成した。これは 1 本の CRT で可能な限り大きな画面を得る目的で開発したもので、市販の 20 形 CRT の約 2 倍の画面面積をもっている。マスクピッチは、モアレの発生のないよう 340 μm に選び、22 形同様 1,000 TV 本以上の解像度を得ている。この管を用いたディスプレイ装置は、画面の任意の部分を拡大できるズーム機構を備えており²¹⁾、現時点では、家庭に入り得る可能性をもった唯一の高精細度ディスプレイといえる。

さらに画面サイズの大形化をはかった装置が、1,125 本方式ワイドスクリーンディスプレイである²⁴⁾。これは、26 形高精細度 CRT 3 本をそれぞれの受像面が縦長になるように配置し、この 3 つの管をハーフミラーで光学的に合成して縦 50 cm、横 1 m のスクリーンにカラー画像を表示する。隣り合う CRT 間のつなぎ目は、この前後で重なるように走査を行い、ソフトスイッチして両方の信号が少しずつ加わるようにし、視覚的に目立たなくしている。

この装置では、水平視野角が 30° にも達し、番組によっては、すばらしい迫力感をかもし出している。CRT を縦位置で使うのでモアレを生じやすいが、インターレース比を 4:1 にして目立ちにくくしている。また、ハーフミラーの透過率と反射率特性とがよく合っていることが、カラーバランスの点で望ましい。

一方、白黒のディスプレイでは、任意走査線数のカメラと組合せて用いる 27 形の高精細度モニターがある。この CRT は、以前当所で開発したキネレコ用管の電子銃を改良して用い、管面スポットサイズ 0.3 mm ϕ (50 % 値) を得ている (電磁集束)。新しく開発したトロイダルヨークによる偏向により、最大走査線数 2,125 本、限界解像度 2,000 TV 本を得ている²⁰⁾。

表 2 試作ディスプレイの種類と性能

ディスプレイ 性 能		525 本ワイドディ スプレイ	高精細度ワイドデ イスプレイ	22形高精細度 ディスプレイ	30形ワイドスクリ ーンディスプレイ	27 形 白 黒 ディスプレイ
走 査 線 数 (本)		525	1,125 1,349	1,125	1,125 1,349	2,125 max
毎 秒 像 数 (枚)		30	30 25	30	30 25	30~530
イ ン タ ー レ ース 比		2:1	2:1	2:1	2:1	1:1~9:1
画面サイズ(縦cm×横cm)		50×100	50×100	34×44	33×63	45×60
画 面 面 積 (cm ²)		5,000	5,000	1,400	2,250	2,700
縦 横 比		1:2	1:2	3:4	3:5	3:4
使 用 CRT	形 名	26形(現行管)×3	23形×3	22形	30形	27形
	シャドウマスキ ングピッチ (μm)	660	440	310	340	—
	偏 向 角	90°	90°	90°	90°	90°
映 像 帯 域 幅 (MHz)		10	30	30	30	120
限 界 解 像 度	水 平 (TV 本)	540	1,000	1,000	1,000	2,000
	垂 直 (TV 本)	350	760	760	760	1,500
信 号 源 カ メ ラ		3P	3RBS, 3V	3RBS, 3V	3RBS, 3V	1RBS
コントラスト比 (暗室)		100:1	100:1以上	100:1	100:1以上	100:1
白 ピ ーク 輝 度 (nit)		50	70	50	100	150
ズ ー ミ ン グ 動 作		無	無	無	有	無

この装置で特に注意を要する点は、垂直偏向のジッターであり、変動を走査線間隔の 10% におさえようとすると、垂直偏向回路の SN 比は走査線数 2,000 本の場合 86dB 必要である。本装置ではカメラ、ディスプレイともにこの変動が認められない。

表 2 に CRT ディスプレイの諸元を示した。

将来のディスプレイとして最も期待されているのは、壁掛け式の平面形受像機である。当所でも、ガス放電形平面ディスプレイの研究を進めており、単色では、画面サイズ 8 インチ相当で奥行 7 mm のものが試作されている。一昨年および今年の技研公開では、バロウズ形パネルをもとに、真空紫外線励起用の新しい蛍光体の開発や、蛍光体の塗付法に新技術を採用するなどでカラーパネルを試作し、カラー受像実験を行った³⁰⁾。

最近では、画面に平行な陽光柱を利用した放電セルを多数配列した形式の直流放電形のカラー表示ミニパネルが試作されている³⁵⁾。これによると、陽光柱から出る紫外線を効率良く利用できる、パネルの高輝度化が期待できよう。

レーザーディスプレイは R、G、B 3 色のレーザービームを光変調器で変調した後合成し、高速回転多面鏡などによって偏向し、スクリーンへ投射するもので、昭和 48 年の NHK 技研公開で展示した。このときの主な性能は、走査線数 1,125 本方式で、水平解像度 800 本、コントラスト比 30:1、出力光束 100 lm が得られた²⁸⁾。

レーザーディスプレイの問題点は、装置が全体にやや大がかりになること、スクリーン上の空間に拡散された

レーザー光線相互の干渉による微細な光の妨害 (スペクル) が生じ、画像に不自然感を与えることなどである。

4. 高品位カラーテレビの信号形態と伝送方式

4.1 1,125 本方式カラーテレビ信号

将来の高品位テレビの信号形態や伝送方式を定めるために、まず、暫定仕様である 1,125 本方式の所要ベースバンド幅を調べた。

1,125 本システムで信号帯域幅を制限した時の画像を主観評価した結果、必要な帯域幅は表 3 のように、22 形では 15 MHz 以上¹⁸⁾、ワイドディスプレイ (26 形×3) では 20~25 MHz である²⁶⁾。

ここで得た帯域幅は、走査方式で決まる最高周波数に $K=0.5$ (K : ケル係数) を乗じた値に近く、Jesty の報告³¹⁾に見られるような値を示している点で興味深い。現在、1,125 本方式、縦横比 3:5、輝度信号帯域幅 20 MHz として検討をすすめている。

一方、坂田、磯野によれば、視覚の色度空間周波数特性は、赤—緑 (主波長で 625~492 nm) の方向で広帯域となり、黄—青 (565~440 nm) の方向で狭帯域となる¹²⁾。このような視覚特性にマッチした色信号は、

$$\left. \begin{aligned} C_W' &= 0.63R - 0.54G - 0.098B \\ C_N' &= -0.03R - 0.40G + 0.43B \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ただし、 C_W' 、 C_N' はそれぞれ広帯域、狭帯域信号
原色は NTSC 3 原色
基準白色は標準の光 “C”

表 3 1,125 本カラーテレビ系における所要帯域幅

カ メ ラ	ディスプレイ	画面サイズ	アスペクト比	視距離(水平視野角)	所 要 帯 域 幅*
3V カメラ	22形高精細度 CRT	34×44 cm	4:3	3H (24°)	15 MHz 以上
3RBS カメラ	ワイドディスプレイ	0.5×1 m	2:1	4H (28°)	20~25 MHz

* 高品位7段階評価で“かなりよい”以上の評価値を得る値

となる³³⁾。

色信号の所要帯域幅を輝度信号と同様に1,125本テレビ系について求めると、縦横比3:4、輝度信号帯域幅15 MHz の場合は、広帯域信号5 MHz、狭帯域信号3.5 MHz、同様に、3:5、20 MHz の場合は7 MHz、5 MHz である¹⁵⁾。ただし、この実験では、 C_w' 、 C_N' の代わりに、これらに近い $R-Y$ 、 $B-Y$ 信号を用いた。

なお、人物のアップ像などでは大画面においても輝度信号、色信号ともに広い帯域は不要の傾向があること、鮮鋭度をあげるためには単に帯域を拡げることだけでなく、輪郭補償などによる小面積コントラストの改善が有効であることなどが確認されている。

4.2 カラー信号の多重化

輝度信号に色信号を多重して1つの複合信号を得る際、高品位テレビにおいては信号帯域が広くなりがちなので、できるだけ周波数利用率の良い方式であることが必要である。

図9はこの目標に沿って提案された複合信号の一例で、PAL方式に見られるように、 C_N' 軸に対して C_w' 軸をラインごと180°反転して変調し、 C_w' 、 C_N' 信号に対応する搬送色信号は互いに織り込まれるようなスペクトルとする。そして、 C_w' の高域成分と輝度信号 Y とは1/2 オフセット、 C_N' は Y 信号の高域スペクトルが充分減衰した位置でスペクトル共用多重となるように副搬送波周波数を選ぶ。これによって、DG、DP に対して安定で、しかも YC 分離特性の良い複合信号が得られる⁹⁾。

現在、図10のように、副搬送波周波数を24 MHz と

図9 C_w' 、 C_N' 信号の多重

図10 複合信号の周波数帯域幅

した複合信号により、高品位テレビの伝送実験を行っている。

4.3 複合信号伝送と YC 分離伝送⁹⁾

高品位テレビ信号の無線伝送における変調方式は、用途に応じた使い分けが必要である。たとえば、地上放送のように比較的大電力が得やすい場合には、複合信号による AM または VSB-AM を用いて、占有帯域幅をできるだけ少なくすべきである。一方、衛星中継などを考えると、現状では送信電力を小さくすることが必須の条件である。この場合には FM が有利である。しかし複合信号を用いたのでは、広帯域のためにいわゆる三角雑音の搬送色信号付近の成分が多く、色信号の SN 比が劣化する。そこで、輝度信号と色信号をそれぞれ別々に FM で伝送する方式を検討している。この方式を YC 分離伝送方式と呼んでいる。この場合、輝度信号には非直線エンファシスを用いて、わずかなひずみとの振替で SN 比を改善する方式を採り、色信号は線順次伝送する。

表4に12 GHz 帯使用時の複合信号伝送と YC 分離伝送を比較した。試算に用いたパラメーターはさらに検討すべき点があり、幾分の誤差はあると思われるが、Y

表 4 YC 分離 FM 伝送方式設計例

項 目	信号方式 複 信 号	Y C 分 離	
		Y	C
信 号 帯 域 (MHz)	25※	15	5
伝 送 RF 帯 域 (MHz)	75	50	20
評 価 SN 比 (dB) (S/N_w)	50	50	
		53	53
信 号 の SN 比 (dB)	45.7	40.6	44.7
P-P 周波数偏移 (MHz) (低周波)	25.0	12.5	5.0
エンファシス改善度 (dB)	2.0	10.6	7.8
送 信 電 力 (W)	11.5	2.0	1.1
		3.1

送信機 アンテナ利得: 15 dB
伝送路 距離: 35 km, Rain Margin など 8 dB
受信機 アンテナ利得: 38 dB, 雑音温度: 1,000°K

C分離伝送は数分の1の電力で良いことがわかる。

4.4 光ファイバーによる短距離伝送

局舎内やカメラケーブルなど、比較的短距離の複合信号あるいは原色信号の伝送においても、従来の同軸ケーブルでは高域のケーブル損失が無視できない。したがって、ケーブルを張るごとにケーブル補償が必要となり、その補償量が多いためにSN比低下の原因となるし、また番組制作設備などの複雑な系統のケーブル補償は厄介である。

最近、ファイバーケーブルによる光通信の進歩が著しく、高品位テレビ信号にも利用でき、上記問題を解決できる見通しを得た。当面、LEDを用いたアナログAM方式の簡単なファイバー伝送を検討中である。

5. む す び

1972年のCCIR(国際無線通信諮問委員会)中間会議でのわが国の提案によって、高品位テレビが新しい研究課題に採択された²⁷⁾。また、1974年に米国のFCC(連邦通信委員会)が、今後10年間のテレビ技術の展望を行った報告書“Technological Boundaries of Television”には、居間で大画面の壁かけテレビを見てだらんしている想定写真が掲げられている²⁹⁾。この2つのことは、各国とも高品位テレビの出現を否定してはいないことを示唆しているといえよう。

NHK技研の一般公開では、70mm映画の雄大なシーンに多チャンネルの立体音響が加わって雰囲気がいっそう盛りあげ、現在のテレビでは見られない高精細度ワイドテレビの魅力を印象づけた。このように、耳からの刺激も同時に加わると臨場感や迫力がいっそう強調されて知覚されるのは筆者ばかりではなからう。

ここで用いている1,125本方式は、画質試験を行うために便宜上定めたものであり、もとより高品位テレビの走査仕様ではない。さらに鮮明で実用的なシステムの出現が期待される。本文ではふれなかったが、高品位テレビの運用上不可欠のものに記録装置がある。これにはフィルム記録が比較的実現容易であろうが、実用面からは現在の磁気記録方式を上まわる、より高密度記録が可能な録画方式の開発が望ましい。

実用までには、カメラから家庭の受像機に至るまでの数多くのデバイスやシステムが高品位化されなくてはならず、エレクトロニクスをはじめとする各技術分野で幅広い研究開発が並行して進められなければならない。

また、標準方式の数倍もの帯域幅を必要とする現状では、使用可能な電波の周波数帯は必然的にSHFやEHF帯にならざるを得ないが、このような新しい周波数帯も技術の発展とともに需要が増えると考えられるので、

電波の確保と同時に新しい帯域圧縮技術の研究が必要である。

他方、放送を行ううえで重要なことは、家庭用受像機のコストと両立性の問題であろう。高品位テレビの受像機で標準方式のテレビを見ることができ、また従来の受像機でも、それなりに高品位テレビが受信できれば、普及に役立つし、受信者にも喜ばれるであろう。

将来、放送としてどのような形態をとるべきかについては、無線および有線を含めた伝送形態、番組内容、さらに事業としての形態などを含めた総合的な検討をすすめる必要があろう。

終りに、カラーCRTおよびディスプレイの開発に協力された松下電子工業および松下電器中研の方々、RBS管の開発を担当された当所映像管班の方々に感謝します。

なお、本文は新テレビ方式班の研究を筆者らが紹介したものであり、発表の機会を与えられた林 宏三次長、御指導いただいた藤尾、佐藤、種田、石田各主任研究員をはじめ同班の方々、本文とりまとめの労をとられた斎藤主管に感謝します。

(昭和51年9月27日受付)

〔参 考 文 献〕

NHK 技研月報

- 1) 大谷、久保：高品位テレビ方式における画面形状の検討，14, 5 (1971)
- 2) 浜崎、藤尾、大谷：高品位テレビ用シミュレーション画像と画質評価試験，16, 10 (1973)
- 3) 河本、久保：高精細度カラー受像管によるディスプレイ，16, 10 (1973)
- 4) 三橋：広帯域輪郭補償器，16, 10 (1973)
- 5) 種田、石田：70mm映画と高品位フィルム送像，18, 11 (1975)
- 6) 藤尾、西沢：高品位テレビのフィルムシミュレーションと画質試験，18, 11 (1975)
- 7) 斎藤：高精細度可変走査方式白黒カメラ，18, 11 (1975)
- 8) 日下、斎藤：高精細度3RBSカラーカメラ，18, 11 (1975)
- 9) 藤尾：高品位テレビ信号とその伝送，18, 11 (1975)
- 10) 大谷、三橋：画像品質の評価と心理的要因，18, 12 (1975)

テレビ学会視覚情報研究会資料

- 11) 西沢：インターレースの視覚効果 (1961.9)
- 12) 坂田、磯野：視覚の色度空間周波数特性 (1973)
- 13) 西沢、湯山：テレビジョン画像のシミュレーションと高品位テレビジョンの画面方式，15-10 (1976.1)
- 14) 宮原、藤尾：動画像の品質とテレビジョン信号方式 (1976.1)
- 15) 石田：1,125本高品位テレビジョン色信号の所要帯域 (1976.6)
- 16) 畑田、坂田：視野の大きさによる方向誘導効果 (1976.10)

テレビ学会方式・回路研究会資料

- 17) 大谷、三橋：高精細度テレビジョンの画質 (1973.10)
- 18) 日下、西沢：1,125本方式3Vカラーカメラ (1973.10)
- 19) 高野、池森：高品位テレビ用レンズの特長と問題点 (1975.7)
- 20) 三橋：高精細度CRTディスプレイ (1975.7)
- 21) 森田、満田、竹田、久保：カラーテレビ受像機における

画面拡大方式 (1976.9)

テレビ学会電子装置研究会資料

- 22) 細越, 吉田: 高精細度カラーブラウン管 (1974.2)
- 23) 磯崎, 渡辺, 斎藤, 小泉, 奥出, 山下: 2 インチリターンビームサチコン (1974.9)

テレビ学会画像表示研究会資料

- 24) 久保, 佐藤, 竹田: 高精細度カラーワイドディスプレイ (1975.10)

テレビ学会全国大会

- 25) 河本, 藤尾: 絵素の発光時間率とフリッカーについて, 1-4 (1976)
- 26) 日下, 久保: ワイドテレビにおける帯域制限時の画質, 11-1 (1976)

テレビ学会誌

- 27) 林: 高精細度テレビジョン, 28, 9 (1974)

- 28) 種田, 竜岡, 愛甲, 益子: 1,125 本方式レーザーカラーディスプレイ [I], 29, 2 (1975)
- 29) 斎藤: テレビジョン技術の境界領域, 30, 3 (1976)
- 30) 大石: 表示技術, 30, 7 (1976)

その他

- 31) L.C. Jesty; The Relation between Picture Size, Viewing Distance and Picture Quality, PIEE, 105B (1958.2)
- 32) NHK 営業技術部: カラーテレビ観視状況の調査結果 (1968.2)
- 33) 藤尾: 高品位テレビ信号の伝送と伝送原色, 信学会通信方式研資, CS75-79 (1975.9)
- 34) R.F. Stone; A Practical Narrow-Band Television System: Sampledot, IEEE Trans., BC-22, 2 (1976.6)
- 35) 日経エレクトロニクス (1976.8.9) p. 47

技術メモ

MTBF (mean time between failures, 平均故障間隔)

修理しながら使用する系, 機器, 部品などの相隣る故障間の動作時間の平均値を MTBF と呼んでいる。部品などの修理を考えないものを対象とする場合には, それを MTTF (mean time to failure, 故障までの平均時間) と呼んで区別する。

故障間隔が指数分布に従う場合には, どの期間をとっても故障率は一定であり, MTBF は, 観測期間内の総動作時間をその期間内の総故障回数で割った値として求められ, 故障率の逆数に等しくなる。しかし, 故障間隔が指数分布以外の分布の場合には, 故障率は一定ではなく, 時間の関数となり, 一方, MTBF は故障間隔の密度関数の 1 次のモーメントであって, 時間の関数ではなく一定値である。故障間隔が指数分布以外の分布の場合にも, 分布の形が完全にわかっているならば, MTBF は求められるが, 実際のフィールド・データから MTBF を求めるときには, 一般に観測期間の両端で観測打ち切りとなるデータも含まれてくるので, 分布を仮定して MTBF を推定することになる。

通常 MTBF というとき, 初めから指数分布を想定していることが多い。いわゆる直列モデルをもとにして故障率を製品やシステムの構成要素の故障率から合成して求める場合に, 装置として, ある一定の値 λ に対して, 故障率 λ (1/時間), $MTBF=1/\lambda$ (時間) と表

現するのは, 指数分布の仮定が正しいときに限り正当である。

このときの MTBF は, 信頼度が約 37% に低下する時間であり, 少なくともそのあたりまで指数分布が成立すると考えるのである。

修理系では, MTBF が長くても, MTTR (mean time to repair, 平均修復時間) が長いと, ある特定の瞬間に系が機能を維持している確率, すなわちアベイラビリティ(注)はよくなるから, 系の信頼性要求に関しては, MTBF のみを要求するのは不十分で MTTR も要求しなければならないことと同時に, その系の有効寿命 (有効使用期限, または耐用寿命) の間で, その MTBF の値を, ある水準で保証してもらうことも必要となる。

(注) アベイラビリティは, 動作可能時間と動作不可能時間の和で, 動作可能時間を割ることによって求める場合が多い。ただし, 動作可能時間(アップタイム)は, 系, 機器, 部品などが規定の機能を果しうる状態にある時間をいい, 動作不可能時間(ダウンタイム)は, 系, 機器, 部品などが規定の機能を果し得る状態にない時間(保全時間, 補給待ち時間, 管理時間からなる)をいう。

山内慎二 (NHK 総合技研)