

テレビジョン
無線

歴史絵巻

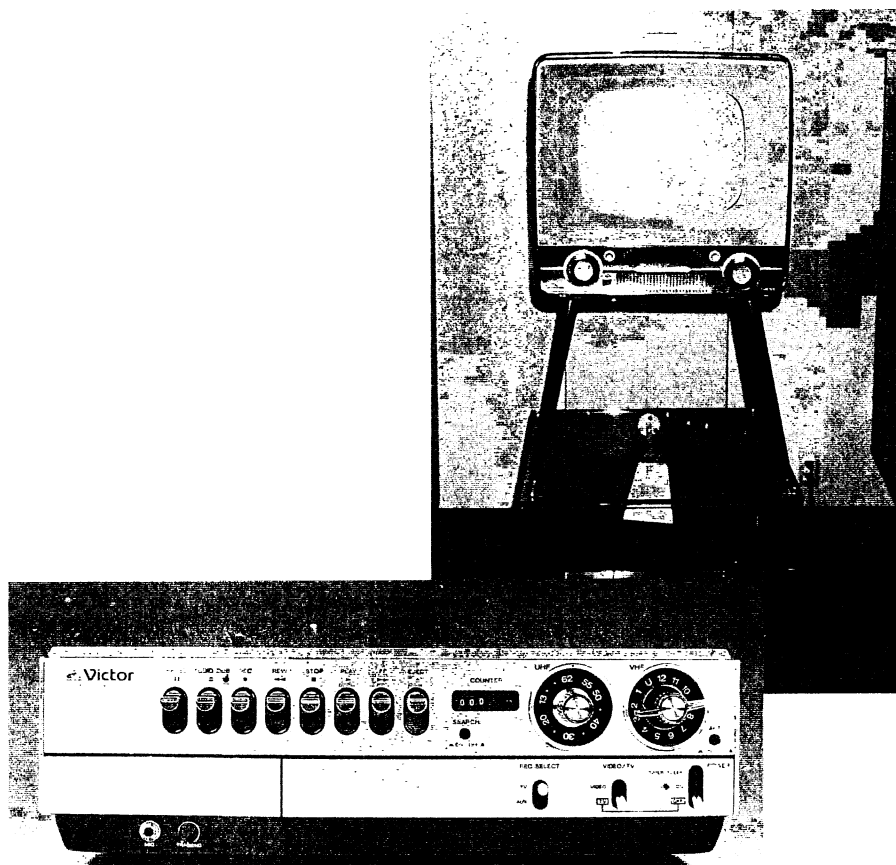
テレビ

電子化がテレビ普及の鍵だった デジタル化でさらに飛躍へ 20世紀エレクトロニクスの歩み(3)

相良 岩男

KOA
常務取締役・研究開発担当

1996年4月22日号に続きテレビの開発史をたどる。まず機械方式で実現したテレビは、その後、受像管や撮像管が発明され、完全な電子方式となった。テレビ開発の中心地も、欧州から米国へと移っていった。第二次世界大戦後、世界各地で白黒テレビ放送が始まる。そしてカラー化へ。こうした動きのなかで、テレビ受像機市場での躍進をベースに日本のエレクトロニクス産業は大きくなっていく。技術的にも、HDTVを世界に向けて提案するなど世界の頂点に立った。そしてデジタル化の波が…。 (本誌)



相良 岩男(さがら いわお)氏

1932年生まれ。1956年 東京理科大学理学部物理学科卒。同年沖電気工業入社。半導体応用技術者として、オーディオ機器、ゲーム機、ディスプレイなどに向けたICの開発設計に従事。1990年ED事業部・電子応用技術部技師長で退職し、同年KOA 常務取締役。

第二次世界大戦中、テレビ開発は冬の時代を迎えたかのようにみえたが、軍事兵器開発のなかで新しい技術が生まれており、やがて始まるテレビ本放送に役立ったのである。ここでは四つ上げてみよう(図1)。

まず一つが撮像管である。撮像管アイコンoscopeは、明るい日中には鮮明な画像が得られるが、薄暗い光のなかでは不鮮明な画像しか得られなかった。このため夜間の戦場で撮像できるような軍用を目的とし

たテレビ研究が RCA 社で進められていた。

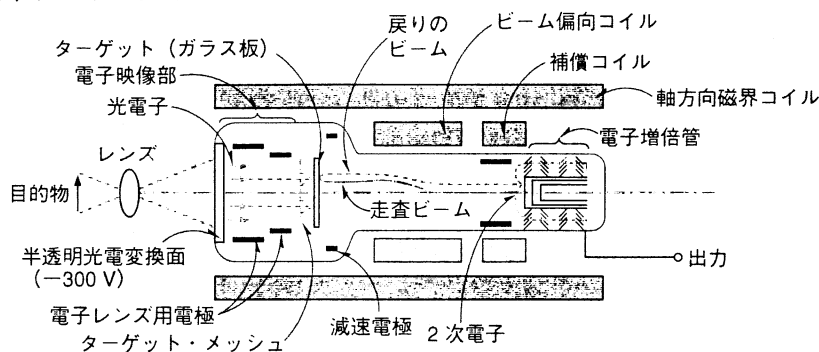
開発は困難をきわめたが、戦争も終わりに近づいた 1945 年、新しい撮像管イメージ・オルシコンが A. ローズ、P. ワイマー、H. ローの 3 人によって発明されたのである。これは本格的テレビ放送発展のうえで、おおいに役立ったことはいうまでもない。

もう一つがアンテナである。激烈な戦闘のなかにあつて、第二次世界大戦は銃火器技術の闘いであると同時に、電子技術の闘いでもあった。このなかでレーダ用アンテナとして、日本ではなく外国で活躍したのが「八木アンテナ」だった。八木アンテナはダイポールに導波管と反射器を取り付けることによって指向性を鋭くしたもので、今日ではテレビのアンテナとして広く普及している。日本で発明されながら日本では価値が認められず外国で認められた技術である。

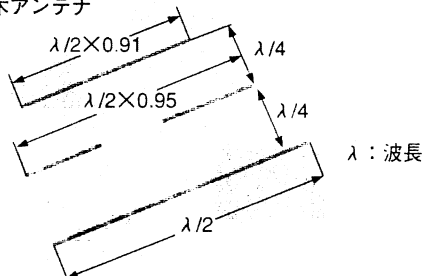
3 番目は真空管である。特にレーダや無線通信用に、VHF 帯での真空管開発が進んでいる。1942 年に米国では 2300 種類の真空管が開発されたという。1945 年にかけて真空管の仕様について標準化が行われたため、品種は 224 種と少なくなったが、性能の優れた真空管がテレビ受像機の設計を容易にさせた。

4 番目はブラウン管の技術開発である。このころブラウン管 CRT (cathode ray tube) は三つの用途が考えられていた。一つが過度現象を観測するためのオシロスコープ用、もう一つがレーダ用、最後の一つがテレビ用受像管だった。このなかで技術を発展させたのがオシロスコー

(a) イメージ・オルシコン



(b) 八木アンテナ



(c) メタルバック・ブラウン管

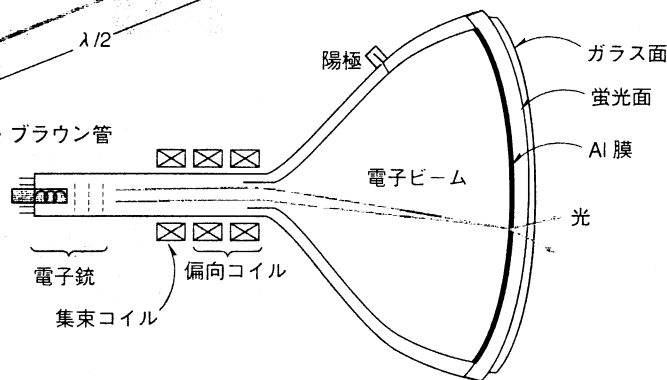


図1 テレビを発展させた技術 戦時中に開発され、その後のテレビ発展に大きく寄与した技術が四つある。一つは撮像管イメージ・オルシコン(a)。アイコンoscopeは感度がよくなかった。イメージ・オルシコンの登場によって感度は100倍以上向上した。ターゲットにはCs膜がついており、1個の光で数個の2次電子を放出する。ターゲットを中和した電子ビームの残りは反射されて戻り、電子増倍によって大きくして取り出す。もう一つは八木アンテナである(b)。テレビ受信用アンテナはマルチパス(電波がさまざまな経路をたどること)によるゴースト妨害を防ぐため指向性が必要になる。指向性特性を改善したのが八木アンテナである。3番目が真空管技術。高周波用の高性能真空管が次々と開発されている。そして4番目はメタルバック・ブラウン管である(c)。蛍光面の裏面を0.1μm~0.3μmのAl薄膜で覆うことをメタルバックという。これを陽極に接続する。蛍光面で発した光のうち、内部に向かう光をAlの鏡で前面に反射するので、輝度は従来のブラウン管と比較して2倍になる。

プ用とレーダ用だった。

CRTの研究に没頭した人がA.デュモントである。彼は当初L.ド・フォレストと一緒に仕事をしていたが、独立しテレビ関係の仕事をするかわらCRTの改良に1937年ころから取り組んでいる。特にアノード電圧の低電圧化、蛍光面の材料研究と高周波化に力を注いでいる。

やがてブラウン管の輝度を高めるため、1946年にRCA社によってメタルバック法が開発された。メタルバック法は、ブラウン管の発光面にある蛍光物質表面に薄いAl層を張りつけ、電子がこのAl層を通して蛍光面に当たるようにする。こうすると前方の光とAlで反射された後方の光が重なり、発光した光が効率よくブラウン管の前面に出てくるようになり、ブラウン管の画面は一段と明るさを増し、鮮やかになっていった。ちなみに、1969年6月、米ゼニス社(Zenith Electronics Corp.)はコントラスト比が2倍になるというブラック・マトリクス方式のブラウン管を発表している。特許は米ローランド社が取得しているという。

この四つの技術はその後のテレビ発展のうえできわめて有効だった。

1935年代の欧州、実験放送始まる

英国では、1929年から放送局のBBCがJ.A.ベアードと協力してロンドンでテレビ実験放送を行っていた。機械方式を採用し走査線数は30本だった。だが画像に迫力がなく、あまり普及していなかった。

やがて1936年11月2日からBBCはアレクサンドラ・パレスで、電子方式による走査線数405本と240

本の2方式でテレビ本放送を開始している。まもなく走査線数は405本に一本化され、画像は25枚/秒となった。この方式は、マルコーニEMI方式と呼ばれ、当時の英国の統一規格となった。

1937年5月12日にはジョージ6世の戴冠式の模様がテレビ中継放送されており、技術レベルは急速に向上している。

ドイツではテレフンケン社がアイコノスコープを開発し、これを用いて1936年8月1日～16日に開催された第11回ベルリン・オリンピックの模様が走査線数405本で放送されている。このテレビ放送をベルリン市内25カ所で受像し、多くの人々がオリンピック映像を楽しんだという。このテレビ放送に水泳の女子200mで金メダルを獲得した前田秀子も写ったことだろう。その後、1937年から走査線数は441本となった。

1939年になると、ロシア(旧ソ連)のモスクワでは走査線数343本、イタリアのローマでは走査線数441本、フランスでは走査線数441本(規格は819本に決定していたが、819本は1949年12月15日から採用となった)でテレビ実験放送を開始している。世界中でテレビ実験放送が始まったものの、テレビ規格は統一できずバラバラだった。

ようやくテレビ放送は実験放送までたどり着いたが、不運なことに欧州を中心に不況が始まり、さらに局地戦争へ、やがて第二次世界大戦へと戦火が広がっていく。このため1939年9月、英国、フランス、旧ソ連は、国防上の理由から娯楽中心のテレビ放送を中止している。

ただしドイツだけは別だった。テレビ放送をドイツ軍が管理していたのだ。ドイツは、1943年4月～8月の間パリを占領し、そこで走査線数441本のテレビ放送を行なっている。一方、11月26日にベルリンのテレビ局が空襲で破壊されたにもかかわらず、ケーブル・テレビ放送を続行している。これは、テレビを利用してA.ヒットラーが宣伝を行なうためだった。

やがて第二次世界大戦の終戦が近くなった1945年5月、旧ソ連ではテレビ放送を再開している。また、この年はラジオの父といわれるA.ポポフがラジオを発明して50年目という記念すべき年でもあった。

1945年8月15日、悲慘な第二次世界大戦は終わった。世の中に平和が戻り、世界各国でテレビ放送が本格的に始まった。フランスは1945年10月に走査線数441本で、英国は1946年6月に走査線数625本で、西ドイツは1946年9月から走査線数625本で放送を再開している。

国際無線通信諮問委員会CCIR(現ITU-R)が走査線数を625本で統一しようとしたが、まとまらなかった。ただし画像の枚数はいずれも25枚/秒だった。

GHQがテレビ研究中止命令

終戦の1945年、日本には小規模ながら、テレビの研究機関が二つ残存していた。一つは日本放送協会技術研究所であり、もう一つは電気試験所である。そして戦時中、軍のレーダ開発などに携わったテレビ技術者が安どの胸をなでおろしながら古巣に戻ってきた。彼らは「やっと戦

争が終わった。待ちわびたテレビの開発ができるぞ」と張り切っていた。

戦時中、海軍技研で航空用レーダーや小型テレビ・カメラの開発に携わっていた高柳も日本放送協会に帰ってきた。彼はこのとき海軍の研究所にいた優秀な電子関連の技術者を多く引き連れてきた。集まった技術者たちは、戦前すでに世界のトップ・レベルに達していたテレビ技術を1日も早く復活させて、テレビ放送を実現させたいと考えていたようだ。

だが技術者の思いとは裏腹に占領軍の統括機関 GHQ・SCAP (General Headquarters of the Supreme Commander for the Applied Powers: 連合国最高指令官総司令部) は、日本におけるテレビ研究の中止を決定したのだ。GHQ は、テレビ技術も含めて日本の最先端技術開発について極度に警戒していた。その真の理由は知る由もない。当時すでに GHQ によって戦後の軍用技術が徹底的に解体させられていた。そのうえ民生技術であるテレビ研究も日本の再軍備につながるかもしれないと判断されたようだ。

このため、まず日本放送協会技術研究所が1945年10月中旬、テレビ研究中止の勧告を受けている。スネーグル少佐からの口頭説明だったらしい。続いて同年12月24日、テレビ研究を行なっていたもう一つの機関、電気試験所に対しても、研究の禁止命令が発せられた。日本のテレビ研究は、またしても官民を含めて深い眠りにつくことになったのである。

加えて戦時中、軍関係に働いていた人は公共の仕事につけなくなった。やっとテレビ研究が再開できると思

われたが、またしても涙をのむことになる。このため高柳は、海軍出身の技術者も含めて日本放送協会を辞し、日本ビクターに入社することにした。聞くところによると、日本放送協会技術研究所ではテレビ研究に携わっていた優秀な技術者が空襲で壊されたラジオ放送機器の修理や電球を作ることに精を出していたといわれている。

日本、本放送開始までの道のり

第二次世界大戦前の1938年ころ、日本のテレビ開発は世界最高水準に達していた。しかし戦争によって徹底的に破壊され、戦争が終わった1945年ころのテレビ関連施設は皆無に等しかった。しかも技術開発が停滞していたため、テレビに関する基本技術は米国と比べて大きく水をあけられていたのである。

戦後の一時期、テレビの開発は占領軍の GHQ によって禁止されていたが、この難局を救ったのは2人の米国人だった。1人は MIT (マサチューセッツ工科大学) のコンプトンで、もう1人は3極真空管で世界的に有名となっていた L. ド・フォレストだった。

L. ド・フォレストは、日本でテレビ事業に乗り出したいと考えたのである。2人の提案による開発再開計画によって、やがて再開の許可が GHQ より下った。ようやくテレビ放送開始に向けての準備が始まったのである。

やがてテレビ放送に対する国民の期待はきわめて大きくなった。だが、ここで二つの大きな問題が発生した。一つは技術と政治とが絡んだテレビ

標準方式の問題であり、もう一つはテレビ放送免許の問題だった。いずれもが大荒れに荒れ歯切れの悪い結論となったのである。

とはいえ、日本放送協会(NHK)が1953年2月1日に、民間の日本テレビ放送網が1953年8月28日に開局し、テレビの本放送を始めている。

「電視」実現に向け委員会開催へ

世界的なテレビ開発競争の真っ只中であって、GHQ の開発中止勧告を受けた日本は完全に取り残されてしまった。

このような状況下、アンテナ開発で有名な八木秀次は逓信院にテレビ放送開始に関する電視放送実施準備委員会を1945年10月中旬に設立し、とにかくテレビ放送の可能性について調査を開始した。いまから振り返ると戦後2カ月後の混乱の最中、未来の動向を見通した先見性のある委員会が設立されたとは驚きだった。

そのころテレビは「電視(電気遠視法の略)」と中国語風に表現していた。大変にユーモラスである。日本ではテレビを1923年~1926年ころは「無線透視法」や「ラジオ映画」、1945年ころは「電視」と呼んでいたわけだ。

一方、米国におけるテレビ放送は戦争が終結した1945年から1946年にかけて、爆発的に普及し始めている。ラジオ放送すら満足に聞くことができない日本と比較して、米国ではテレビ放送を満喫し始めていたことになる。娯楽でも文化でも、さらに技術でも日米格差は広がる一方で、米国はエレクトロニクスの恩恵に酔いしれていた。

テレビ研究がようやく再開へ

技術者にとって待ちに待ったテレビ研究開発禁止の解除が終戦の日から約半年後、GHQ・SCAP から下りた。ただし無線ではなく有線のみ認めたのだった。GHQ が電波について異状なまで警戒していたことを物語っている。

GHQ はなぜ解禁したのか。この背景として1946年3月に米国文化使節団が日本を訪れたことが大きい。このなかにMITのコンプトンが参加しており、彼がGHQに「テレビ研究は軍と無関係だ」と助言したためらしい。

さっそく日本放送協会技術研究所は1946年6月15日、電気試験所は同年7月25日から新しくテレビ研究に着手し始めている。そのころ戦争の痛手から放心状態にあった人々の最大の関心は、1946年6月3日のラジオ放送第1回街頭録音「あなたはどのように食べていますか」に代表されるように、「食えること」が先決だった。このため、テレビ放送のことなどまったく眼中になかったし、研究が始まったことすら知らなかった。

当事者は当然喜んだが、開発再開といってもすべてを失っていた日本のテレビ研究は、資金、資材ともに欠乏しており困難をきわめた。まず、日本放送協会の技術研究所は戦前の装置を改修したり、最新の技術を調査したりしていた。やがて設備が徐々に整い、1947年になるとまがりなりにも受像管や撮像管の試作ができるまでに回復したのである。

とはいえ、そのころはまだ電波の使用が禁止されていた。試験用電波の許可が出たのは、再開3年後の

1949年になってからである。技術研究所に歩調を合わせて、戦前から研究していた日本ビクターや日本コロムビア、東芝などのメーカーも一斉にテレビの開発に踏み切っている。

各メーカーの台所は、まだラジオ受信機の生産すら順調に軌道に乗っておらず、経営は苦しく、テレビの開発どころではなかったはずである。にもかかわらずメーカーが開発を進めたのは、テレビの未来に限りない期待をもっていたからだろう。

有線テレビ実験を一般公開へ

1948年6月4日～5日にNHK技術研究所（このころから日本放送協会をNHKと表現し始めた）では、研究所の開所18周年を記念して有線による白黒テレビの実験を一般公開した。このときのテレビ放送方式は現在と異なっていた。走査線数441本で、25フレーム/秒だった。

戦後初めて公開された記念すべきテレビ放送は、研究所公開ということもあってわずかの人しか見られなかった。このとき見学した人から大きな歓声が挙がった。ただし見学した多くの人たちは、いつごろからテレビ放送が始まるのだろうかという期待をもつ半面、いまの社会状況からして、自分たちの生きている間にこの恩恵に浴することはないだろうとあきらめていたという。

しかし意外に早く、実用化への道は開かれた。1948年11月になると、GHQ Research Divisionのスタジオは開発に携わる官民代表を集め、「テレビ放送を早期にスタートさせるため現在の進展状況と今後の電波計画について提案してほしい」と

NHKに要望してきた。

すでに米国をはじめ欧州ではテレビ・ブームが始まっていた。あまりにも世界と日本との文化格差が生じつつあるため、ようやくGHQはテレビの実現に好意的になってきたのである。これをきっかけに、日本におけるテレビ放送開始に向けての開発が一段と加速された。

1948年12月になるとNHK技術研究所は走査方式を、従来の方式から米国の標準化委員会NTSC(National Television Systems Committee)によって提案された標準方式(走査線数525本、25フレーム/秒、のちに30フレーム/秒)へと変更している。より鮮明な映像を得るため、テレビ放送実績のある米国の技術を早く学び取りたいという考えからだった。これによって米国製の最先端機器が次々と輸入されている。

実は、このほかに日本におけるテレビ放送を早急に立ち上がらせて事業化していきたいという米国の事業家の思惑もあったのだ。

事業家とは、3極真空管を発明し、映画のトーキ・システム(映画の音声)の特許をもち、米国におけるラジオ放送やテレビ放送に貢献し、IRE(米国無線技術者協会)会長だったL・ド・フォレストで、日本でテレビ放送を事業化したいと考えていた。彼は1948年、人を介して、読売新聞社社長の座を公職追放令で追われ、行動の自由を束縛されていた正力松太郎に、皆川芳造を通してこの話を持ち込んでいる。

皆川は米国滞在中に、L・ド・フォレストから東洋におけるトーキ・システムの特許使用権を得ており、友

人だった。この彼がテレビの研究をしていた鮎川義介の紹介で正力を知ったのである。

同時に GHQ の連合軍最高指令官ダグラス・マッカーサ元帥に早期に日本のテレビ放送を開始するようにという信書を送っている(下掲の「ド・フォレストの驚くべき洞察力」参照)。ところが GHQ は L.ド・フォレストに対し「正力はまだ追放中の身なので許可できない。テレビ開発は米ドルの支出を伴わなければ許可する」と回答した。

このため正力は手を引かざるを得なくなった。また機器輸入のために必要な政府のもつ米ドルがあてにで

きなくなり、テレビの事業化はひとまず断念することになった。再び正力が活躍し、テレビの事業化が始まったのは3年後の1951年からである。

民間放送の誕生へ

年の瀬も押し迫った1950年12月5日、電波監理委員会の独立性確保のため、電波3法案が第7通常国会に提出され、審議のうえ可決された。

この3法案の主な内容を列記すると「電波法は電波を公平かつ能率的に一般公共福祉増進のために利用する技術的規律。放送法は公共性のある日本放送協会(NHK)と民間放送の在り方についての規律。電波監理

委員会設置法は電波のお目付け役である電波監理委員会の設置」に関するものだった。

特に注目されたのは、この3法案によって、従来のラジオ放送とこれから始まるテレビ放送の事業者は、NHK一つから、NHKと民間放送(民放)の2本立てになったことと、新しく電波監理委員会が設置されたことである。

この結果、日本最初の民間放送である商業ラジオ放送の事業者として1951年9月1日、中部日本放送(CBC)と新日本放送(NJB)が誕生した。だがテレビ放送は、NHKも民放も、1953年まで2年にわたる準備期間が必要だったのである。

ド・フォレストの驚くべき洞察力

L.ド・フォレストはマッカーサ元帥にあてた信書のなかで「送信出力5kWのテレビ放送機を用いると、東京に住んでいる1000万人の人々がきれいな画像のテレビ放送を十分に受信できる。この結果、視聴者の普及率はニューヨークやロンドンの普及率と同じになるだろう」と書いた。

さらに驚くべきことに「現在、日本人で価格の高い米国製テレビ受像機を買う余裕のある人は少ない。しかし価格が安くなればきっと普及するだろう。日本のエレクトロニクス・メカは製造技術に優れており、米国のテレビ受像機を手本にして、すぐに日本製テレビ受像機を製造できるようになるとともに、米国の半値以下で作る

ことができるだろう。このとき、もし米国が関税をかけなければ、日本の製品は米国の製品を脅かすようになる。さらにキネスコープ(受像用ブラウン管)という最先端技術ですらノウハウを教えれば作ることができるはずである」と書いている。

L.ド・フォレストは日本でテレビ事業を展開するためにこの信書を書いたが、日本におけるその後のエレクトロニクス産業の発展についても的確に示唆していたわけで、さすがだった。とはいえ、先見の明をもつL.ド・フォレストも、まさか日米貿易摩擦を引き起こすまで、日本のエレクトロニクス産業が成長するとは想像しなかったに違いない。

テレビ実験放送で人気急上昇

1949年、「ラジオ放送開始24周年記念展」や、「岡山産業文化博覧会」、「第2回 伸びゆく電波と電気通信展」で、有線によるテレビ放送実験が一般の人々に公開された。この年の3月24日には放送会館で昭和天皇・皇后両陛下はテレビをご覧になられている。ここにきて、ようやくテレビに関する人気が高まりつつあった。

1950年2月25日、NHK技術研究所ではテレビ・カメラや、出力10Wの送信機と500Wの送信機がそろい、さらにスタジオも完成し、ついに待ちに待ったテレビ実験局がオープンした。同年3月21日、ラジオ放送開始25周年を記念して戦後初のテレビ電波が東京の空を駆け巡ったのだ。

同時に、東京・日本橋の三越百貨店と、NHK技術研究所(東京都世田谷区砧)、東京・日比谷の放送会館を

結んでのマイクロ波による中継が行なわれた。続いて4月28日～9月1日、有線テレビ・システムを積んだ全国巡回ラジオ列車が全国15都市を周り、初めてテレビ映像を見た参観者はなんと延べ140万人にも達したという。

最初の訪問地、静岡の静岡新聞(1950年5月5日付)によると、「参観者はいずれも驚異の目を輝かせながらテレビジョンの音を聞き、かつ画像に見入っていた…」と書かれている。テレビへの関心が高まるにつれ、テレビ受像機を自作する「日本アマチュア・テレビ同好会 JAT」が誕生したのもこのころである。

1950年11月10日からは毎週1回、金曜日の午前10時30分～11時30分と午後2時00分～4時00分の合計3時間の定期実験放送が開始されるようになった。このときの送信周波数は102 MHz～108 MHz、出力は30 Wだった。当初の番組内容はテスト・パターンと同じ内容の映画フィルム「フープ体操」や、「骸骨の踊り」、「月の宮の王女様」などをすり切れるまで繰り返し使っていたという。

定期のテレビ実験放送が多くなるにつれ、映画に代わってスタジオからの生放送が増えてきた。しかし当時の撮像管アイコノスコープの感度はきわめて悪く、照明は2万 lx(ルクス)も必要とした。このためスタジオ内は焦熱地獄となり、楽器は調整してもすぐに調子が変わってしまい、放送関係者の苦労は並大抵のものではなかった。このような縁の下での努力のかいもあって一般の人々のテレビ放送に対する関心はますます

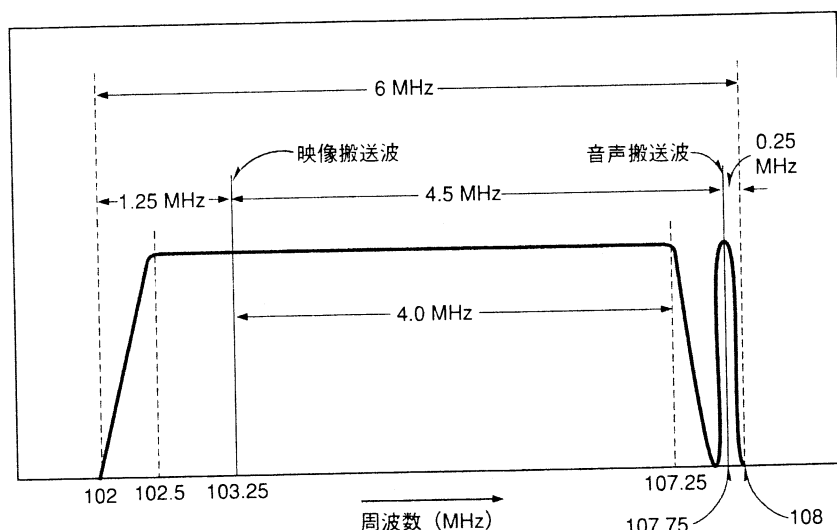


図2 映像周波数帯域幅は6 MHzに決定
7 MHzにするかで大論争が巻き起こった。

伝送帯域幅を決めるとき、6 MHzにするか、

高まっていったのである。

民放もテレビ放送開始に向けて動きが活発化し始めてきた。追放でテレビ放送事業化への活動を中断していた正力は、米国上院議員カール・ムントの「ビジョン・オブ・アメリカ」という論文に盛り込まれていた共産主義脅威に対抗する世界テレビ網に共感を覚えたという。

その後、正力は1951年に追放解除となり自由の身となるが、直ちにカール・ムントの提案に従って日本全国にマイクロ波によるテレビ網を設立することを目的に9月4日、日本テレビ放送網(NTV)構想を発表したのだった。正力はテレビに並々ならぬ情熱をもっており、「民放テレビの父」ともいえる人である。

さて、NHKは1951年1月に「テレビジョン審議委員会」を設けてテレビ放送に関する検討を始めていたが、9月4日、日本テレビに対抗して、テレビ番組の検討に入っている。日本では、官と民とのし烈な争いが

始まったのである。

ただし、正力の日本におけるマイクロ波テレビ網という大構想は夢と消え、テレビ網は官営で建設することとなってしまった。

映像帯域は6 MHzか7 MHzか

いよいよ本放送開始が間近となりつつあった1952年1月17日、テレビ放送の送信標準方式に関する聴聞会が開かれた。これが後世まで語り種となっている「メガ論争」だ。すでにNHK、日本テレビなどテレビ放送を予定していた各社は開局の先陣争いの準備を始めていたところである。

このなかで電波監理委員会原案の6 MHz方式に賛成する日本テレビと、7 MHz方式を押すNHKとが対立した。3日間にわたって白熱の審議が行なわれている。

6 MHz方式派の意見：映像周波数は4.0 MHzまでフラットにし、ここから4.5 MHzまでテーパをもたせ、その外側に音声周波数を置く。

1952年の時点で、テレビ放送用試験電波はVHF帯を用いているが、これは可視距離しか届かない。このため、サービス区域を広げようとすると、放送用空中線は必然的に高くする必要がある。だが伝達距離、つまりサービス区域が広がると多重経路伝送が増え、また周波数帯域が広がるほど障害も多くなる。

すでに米国ではUHF帯が用いられているが、日本も間もなくそうなるだろう。もしUHF帯が用いられると1局のサービス地域はさらに狭くなり、より障害が多くなってしまふ。この障害を防ぐには7MHzよりも6MHzのほうがよい。

7MHz派は映像品質の良さを主張していたが、これは帯域幅の拡張ではなく、他の方式で向上を計るべきである。さらに6MHz方式は世界的にいちばん普及しているし、米国の技術がそのまま導入できると主張した。VHF帯/UHF帯のアンテナを開発した八木は、6MHzを押している。

7MHz方式派の意見：映像周波数は5.0MHzまでフラットにして、ここから5.5MHzまでテーパを持たせ、あとは6MHzと同じとする。

この方式を推す理由は、7MHzと帯域幅を広くすることによって、天然色(当時は、カラーをこう表現していた)の場合、優良な映像が得られやすいからである。当然、白黒でも映像の品質が向上する。欧州とのプログラム交換に都合がよい。7MHzに関する技術は、日本で独自に開発していこうといったことを述べている。テレビの父である高柳はこの方式を押していた。

この対立に対し電波監理委員会は、1952年2月28日、「白黒式テレビジョン放送に関する送信の標準方式」という電波監理委員会規則を作成し公示した。このなかで周波数帯域幅は6MHzでNTSC方式と決定している(図2)。

ようやく大論争に終止符が打たれたが、この解決は技術的というよりも、政治的色彩の強いもので、歯切れが悪かった。

放送免許でも大荒れ、予想が覆る

1952年7月31日、電波監理委員会は「テレビ放送は独占事業であってはならない。局の設置は東京に2局または3局とする」——つまり官と民の共存を認めるという民主主義国家に相応しい方針を打ち出した。

だが、その具体的な内容は驚くべきもので、「日本テレビ放送網(NTV)に予備免許を与える。日本放送協会(NHK)とラジオ東京(TBS)は予備免許保留。全日本放送と日本テレビジョン放送協会には免許を与えない」という「テレビジョン放送実施に対する方針と措置規則」を7月31日に決議したのち、なぜか電波監理委員会はその日のうちに消滅した。

ところで、問題の電波監理委員会は午後1時から開催され、委員が審議途中で辞表を提出し、さらにこれを撤回するなど重苦しい空気のなかで午後11時40分、ついに採決を行っている。紆余曲折があったが、日本最初のテレビ局予備免許第1号はNHKよりも先に民放の日本テレビに交付することを決定したのだった。NHKは「事業計画が国会の承認を受けていない」というのが

表向きの理由である。NHKは、11月には予備免許を受けている。

多くの人たちは、NHKと民放に同時に予備免許が交付されるものと信じていただけに、意外だと思ったに違いない。この決定の前の年、1951年10月2日に、日本テレビは郵政省に対しテレビ放送免許申請を提出し、NHKは日本テレビより遅れたが、1951年10月27日に東京・大阪・名古屋と3カ所のテレビ放送免許を申請していた。

国営放送の性格を持ち、かつテレビ開発でも技術的に日本を指導してきたNHKが民放に先を越されたのである。その次の日から電波、放送に関する行政は、郵政大臣が管掌することとなった。

テレビ免許問題はこのようなまにみる政治問題となり、1952年6月~7月に放送界のみならず新聞、政治、経済なども巻き込んで激論が戦わされたのである。映像周波数帯域幅といい、テレビ放送免許といい、このようにもめたのは、それほど産業界がテレビ放送に強い関心を示していたためである。

その後の1953年1月26日にはNHK東京テレビジョン放送局に、8月27日には日本テレビに本免許が与えられた。そのころ、1952年4月28日、米国との対日平和条約が発効し、日本はようやく国際社会の一員となっている。

テレビの本放送がスタート

NHKは免許で日本テレビに遅れをとったが、本放送では先陣に立とうと努力した。テレビ放送設備は巨額の資金を必要とするため、NHK

も日本テレビも非常に苦労したようだ。

まずNHKは1952年11月15日、東京・日比谷の放送会館にテレビ専用のスタジオを完成させた。続いて1953年1月11日には、テレビ映像の伝送路として、東京-名古屋-大阪間のマイクロ波下り回線をまず開通させている。続いて上り回線は同年8月13日開通している。

やがて準備が整い1953年2月1日の日曜日には、NHK東京テレビジョン放送局は、国産の放送設備を使って「総合テレビ本放送」を開始した。午後2時00分「JOAK-TV、こちらはNHK東京テレビジョン

であります…」というアナウンスが流れた。上空にはNHKがチャータしたヘリコプタが開局のピラを散布していた。この様子は下りマイクロ波回線を通じて名古屋や大阪の実験局からも同時に放送されている。

関係者は「NHKは日本テレビよりも早く放送を開始し、かろうじてメンツを保つことができた」と騒いでいた。いまから振り返ると、このようなし烈な競争が日本のエレクトロニクス発展の基礎作りをしていたともいえよう。

NHK東京テレビジョン局の呼出し符号は「JOAK-TV」。映像の搬送波周波数は103.25 MHzで出力は

5 kW、音声の搬送波周波数は107.75 MHzで出力2.5 kWだった。第3チャンネルである。その後、NHK東京教育テレビジョン局が開局したとき「教育テレビ」が第3チャンネル、「総合テレビ」は第1チャンネルとなった。

民放テレビ第1号は日本テレビの「日本テレビ局」である（下掲の「力道山の空手チョップに興奮」参照）。1953年8月28日、RCA社の放送設備を導入し、本放送を開始した。放送開始は午前11時20分、呼び出し符号「JOAK-TV」、映像の搬送波周波数は171.25 MHzで出力10 kW、音声搬送波周波数は175.75 MHzで出力5 kWの第4チャンネルだった。

力道山の空手チョップに興奮

NHK開局時のテレビ放送時間は1日4時間、テレビの受信料は月額200円、受信契約数は866人だった。1953年2月1日は開局式典に引き続いて、初めて菊五郎劇団による舞台劇「道行初音旅」が白黒映像で放映されたのである。家庭にしながら「舞台劇が見られる」と受信者はおおいに感激したものだ。

当時、14型白黒テレビ受像機の価格は15万円もしていた。ちなみに米価は1kg当たり68円である。テレビは一般家庭にとって高嶺の花だった。多くの人たちは「ラジオ屋」の店頭で群がり、テレビ受像機のブラウン管に映し出される無料の映像を見て、一時の喜びをおう歌せざるを得なかった。

そのころ庶民にとって街の「ラジオ屋」は、新しいラジオの購入やラジオの修理等でなじみ深かったが、その後、メーカごとに系列化され、テレビ受像機のみならず洗濯機、冷蔵庫など3種の神器を置く「家電店」、さらには大量販売、低価格品を目玉とする「量販店」へと代わり、「ラジオ屋」は次第に姿が変わっていった。

この「ラジオ屋」の店頭テレビで特に人気のあったのがプロレスの王者、力道山の「空手チョップ」だった。力道山のプロレスはすさまじいブームを呼び、これがテレビ受像機の普及に拍車をかけたといってもよいだろう。

テレビ受像機の価格は高かったが、放映開始2年後には販売台数

5万台、6年後には「世紀のロマンス」と騒がれ、ミッチ・ブームに沸いた皇太子・美智子妃の結婚式のころには、なんと100万台を突破したのである。

やがてテレビ受像機の生産技術は飛躍的に向上し、日本は世界にテレビ受像機を輸出するようになった。そしてテレビ受像機は白黒からカラーへと進化した。ついに1962年、14型カラー・テレビ受像機の価格は2万円くらいまで下がってしまった。このとき、普通米の価格は1kg当たり約370円であり、日本のテレビ・メーカのコストダウンは驚異的といわざるを得ない。こうして日本のエレクトロニクス隆盛の基盤は築かれていった。

カラー・テレビの激しい戦い

白黒テレビは熱狂的な人気を呼び、RCA 社の D.L. サーフが予測した通り世界中の家庭を劇場にしていた。美しい画像を送ることのでき

る白黒テレビは大成功を収めたのである。

しかし人間の欲望は限りがない。白黒テレビのみに満足せず、次のス

テップとしてカラー・テレビの登場を強く熱望するようになる。だが、カラー・テレビを実用化するために乗り越えなければならない大きな壁がそこにはあった。

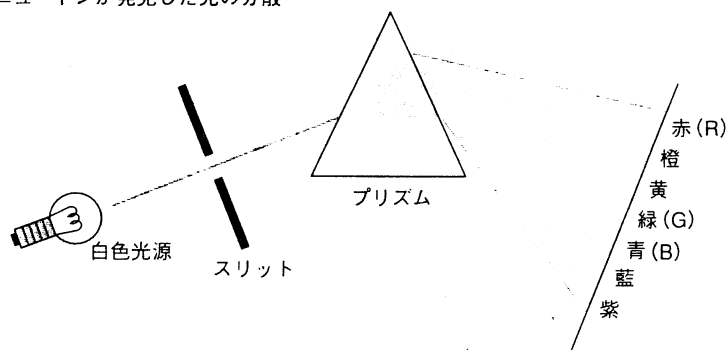
すなわち、CBS 社の機械方式によるフィールド順次法と、RCA 社の電子方式による点順次法との激しい戦いのドラマが展開された。その結果、まずカラー・テレビ放送は、フィールド順次法でスタートすることになったのである。

だが、テレビ発展のなかで偶然とっていいのかわからないが、朝鮮戦争という思わぬ出来事が突然発生し、いったんフィールド順次法でスタートしたカラー・テレビが放送を中止せざるを得なくなったのである。この間に、RCA 社は電子方式によって白黒テレビも受像できるカラー用ブラウン管を発明し点順次法の技術確立していたのである。これは撮像管につぐ大発明となった。

その後、FCC（連邦通信委員会）は、カラー・テレビの点順次法を基本する規格を決定し、この規格によって米国の NBC 社と CBS 社は、1954 年 1 月から本格的なカラー・テレビ放送を開始している。一度は FCC によって承認されたフィールド順次法が、ついに点順次法に覆されてしまった。この年の 3 月、RCA 社は 15 型カラー・テレビ受像機を 1000 米ドルで売り出し、飛躍の普及への糸口を作った。白黒テレビの放送が始まった 1941 年 7 月から、わずか 2 年半で実現したことになる。

ちなみに、日本における本放送は 1960 年 9 月 2 日からである。カラー

(a) ニュートンが発見した光の分散



(b) 3 原色による加法混色

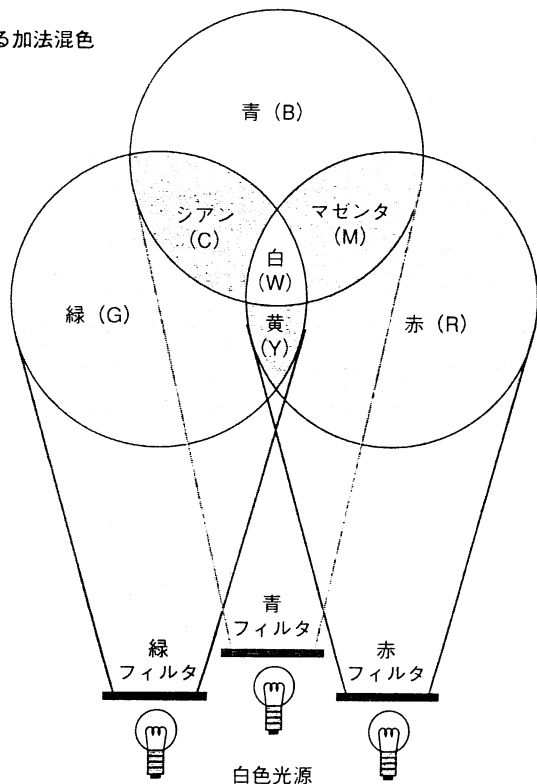


図 3 カラー・テレビの原理は S.I. ニュートンが発見したのかもしれない (a)のように白色光源はプリズムを通ると 7 色に分解する。(b)のように赤(R)、緑(G)、青(B)が 3 原色である。白色光源に赤、緑、青のフィルタを通して投影し、その比率を変えればほとんどの色を再現できる(加法混色)。この現象は S.I. ニュートンが 1666 年に発見した。

・テレビ放送に先立ち、NBC 社の D. W. サーンフ会長(RCA 社の前 D. L. サーンフ会長の息子)が 1959 年 9 月 1 日に来日している。この目的は日本におけるカラー・テレビ放送状況の視察ということだったが、実は RCA 社のカラー・テレビ受像機の売り込みだったらしい。

さて、カラー・テレビが普及するにつれ、テレビ画像を家庭で手軽に録画したいという要望が出てきた。これが VTR (ビデオ・テープ・レコーダ)を生む。VTR では、日本のエレクトロニクス・メーカー同士の激しい戦いがあった。ソニーのベータ方式と日本ビクターの VHS 方式である。やがてこの戦いは VHS 方式が勝利した。ソニーは新聞広告で、ベータ方式のほかに VHS 方式も生産すると発表したのである。

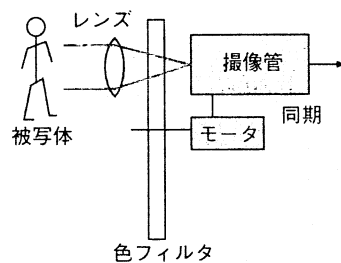
ソニーは世界統一規格の 8 ミリビデオ方式を使ってカメラ一体型 VTR を大型商品に育て、新しい VTR 市場を形成し、復活した。さらに技術は、デジタル記録の VTR へ、DVD (デジタル・ビデオ・ディスク) へと向かっている。

カラーの原理はニュートンが考案？

太陽光は白色光ともいい、プリズムに通すと赤、橙、黄、緑、青、藍、紫と 7 色の単色光に分散できる。この 7 色の光をプリズムに逆に通すと白色光となることを最初に見いだしたのは S. I. ニュートンである(図 3)。1666 年のことだった。

よく調べてみると、特定の単色光を同時に加法混合してもほとんどの色を再現できることがわかってきた。その基本は赤と緑と青で、これを色

(a) 撮像側



(b) 受像側

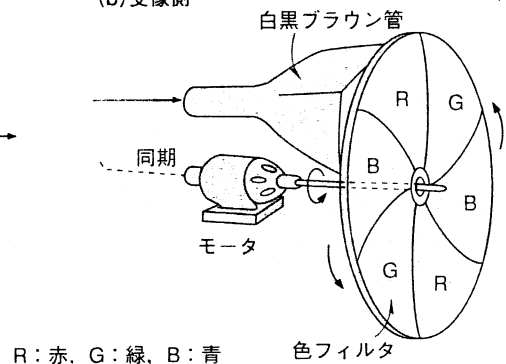


図 4 CBS 社が開発した機械方式のフィールド順次法によるカラー・テレビ 機械方式によるカラー・テレビ放送は機構的に単純であり、1950 年に FCC によって承認され、放送が始まった。ただし朝鮮戦争によって、放送は 1951 年 10 月に中止になった。

の 3 原色と呼んでいる。

その後、人間の目の感度から、赤を 30%、緑を 59%、青を 11% 混合すると、白色を再現できることがわかった。カラー・テレビはこの原理を使っている。こう考えると S. I. ニュートンがカラー・テレビの先覚者だといえなくもない。

この光の性質を利用し、カラーにするには分光したのち、3 台の白黒テレビ・カメラを使って情報を送り、色の付いたフィルタで合成すれば可能ではないかと、すぐに技術者は気がついた。ではどのようにして、画像の色を分解して伝送するのか、どのようにして受像で色を合成してカラー画像を再現するのかが技術者の知恵の見せ場となった。これに対して企業間のしのぎを削る研究が始まったのである。

カラー化はまず CBS 社が実現

今度こそカラー・テレビで NBC 社よりも優位に立ちたいと考えていた CBS 社は、開発にきわめて熱心だった。CBS 社はカラー・テレビの基本方式としてフィールド順次方式

を採用したのである。

フィールド順次方式とは、送り側でカラー画像を赤のフィールド、緑のフィールド、青のフィールドと順次送り、受け側で赤、緑、青と順次ディスプレイに表示して、人間の目の残像現象を利用して、一つのカラー画像に見せるという方式である(図 4)。この方式は、ニプコーの円盤と同様に機械方式だった。

つまり、撮像のとき撮像管の前に赤、緑、青の色フィルタの付いた円盤を回転させた。赤、緑、青それぞれが 1 フィールドとなる。このフィルタを通った画像を伝送し、次に受信側で赤、緑、青のフィルタの付いた円盤を、送信された信号に同期させて回転させ、一つの受像管で再生してそれぞれを 1 フィールドとし、3 フィールドを人間の目で 1 フレーム(1 コマ)のカラー画像として再現させるのである。

考え方はきわめて単純だった。これを考案したのは CBS 社の P. C. ゴールドマークで、1940 年 8 月 27 日、ニューヨーク市の CBS 社の放送局からの放送に成功している。こ

のときの走査線数は343本、フィールド数は120枚/秒、周波数帯域は10 MHz程度だった。

この機械方式の欠点は、色のチラつきを避けるためには、高速走査が必要であり、かつ広い周波数帯域幅が必要となってしまうことである。加えて、白黒テレビとの両立は実現できなかった。

この成功によってCBS社は1946年12月、白黒テレビとカラー・テレビを分離のうえ、放送することをFCCに申請したのである。

同じ1946年12月に開かれた米国の無線技術計画委員会カラー・テレビ部会では、カラー・テレビの規格は白黒テレビと同じく、走査線数525本、フレーム速度30枚/秒、周波数帯域幅を6 MHzになるようにすべきであるとの答申を出しており、FCCは1947年3月、CBS社の提案を受理しないことを決定した。

そのころテレビに関する国際的な動きがいくつかあった。これらは、その後のカラー・テレビ開発に大きなインパクトを与えている。

まずカラー・テレビ開発が進められていた1945年、FCCがテレビのチャンネルをVHF帯のほかにUHF帯まで広げることを決定したことである。次に白黒テレビの国際規格を確立するために1949年7月、スイスのチューリッヒに11カ国の代表が集まって、会議が開催されている。ここで、縦横比は4対3、水平走査は2対1飛び越し(インタレース)走査、垂直走査は電源周波数と独立させるということは決まったが走査線数は合意できなかった。

カラー・テレビの規格を決定しよ

うということでCCIR(国際無線通信諮問委員会)が1950年7月、英国のロンドンに22カ国の代表を集めて開かれたが、時期尚早とのことで結論に達しなかった。

カラー・テレビ方式決まる

白黒テレビの規格化の動きに対して、1950年当時は帯域圧縮技術が進んでいなかったため、周波数帯域幅を6 MHz以上と広くしないとカラー化は難しいという状況だった。このため、カラー・テレビは帯域幅を広くすることのできるUHF帯で検討を進めてみようという提案もあった。ところが、答申で1チャンネル当たりの帯域幅が6 MHzになってしまった。

そこでCBS社は、フィールド順次方式に改良を加えて開発を進めることにした。まず新しい提案は、UHF帯の2チャンネル分、つまり12 MHzの周波数帯域幅を使用し、走査線数は525本、フィールド速度は144枚/秒(カラー・フレーム48枚/秒)としたのである。1954年10月からCBS社は、クライスラー・ビルからUHF帯で実験している。だがFCCは再び1947年3月にCBS社の方式を却下した。

次にCBS社は、水平解像度を犠牲にして走査線数405本、フィールド速度を144枚/秒として、周波数帯域幅を6 MHzにする方式を再提案している。周波数帯域幅は6 MHzに収まったが、白黒テレビとの両立性はなかった。

ようやくこの方式を1950年10月に、FCCがカラー・テレビの規格として認めたため、1951年6月25

日からニューヨーク市でCBS方式のカラー・テレビ放送が始まっている。RCA社は、FCCの決定に不服申し立てをし最高裁判所に提訴したが、1951年5月却下されてしまった。

その1年前の1950年6月25日には、朝鮮民主主義人民共和国(北朝鮮)軍が38度線を乗り越え、国連軍との戦闘が勃発しており、戦況が厳しくなっていた。このため、米国におけるカラー・テレビ放送は1951年10月に一時中止となった。

そのころ日本では、NHK技術研究所が1951年8月からCBS社のフィールド順次方式の研究を始めている。1951年12月に回転色円盤を使用したカラー・テレビが完成し、1952年3月にはCBS方式のカラー・テレビの初公開が行なわれ、美しいカラー画像に驚嘆の声が上がった。しかし、ブラウン管の横にある大きな円盤が気になった。

ともかくカラー・テレビはCBS方式で決定かと思われていた。機械方式フィールド順次方式に対して人々は一抔の不安を拭いきれなかった。このような時期に、白黒テレビ規格を制定し解散していた委員会NTSCが再びRCA社やハゼルトイン社を中心に1950年1月、再び発足した。

この委員会のアド・ホック委員会は1951年4月にカラー・テレビ放送の規格をまとめ、NTSC規格として電子方式をFCCに提案した。1953年12月、FCCに認可されたのち解散している。電子方式が認められたからである。

その後、カラー・テレビ方式は電子方式で世界に普及していったが、41年もたった1993年、三菱電機は

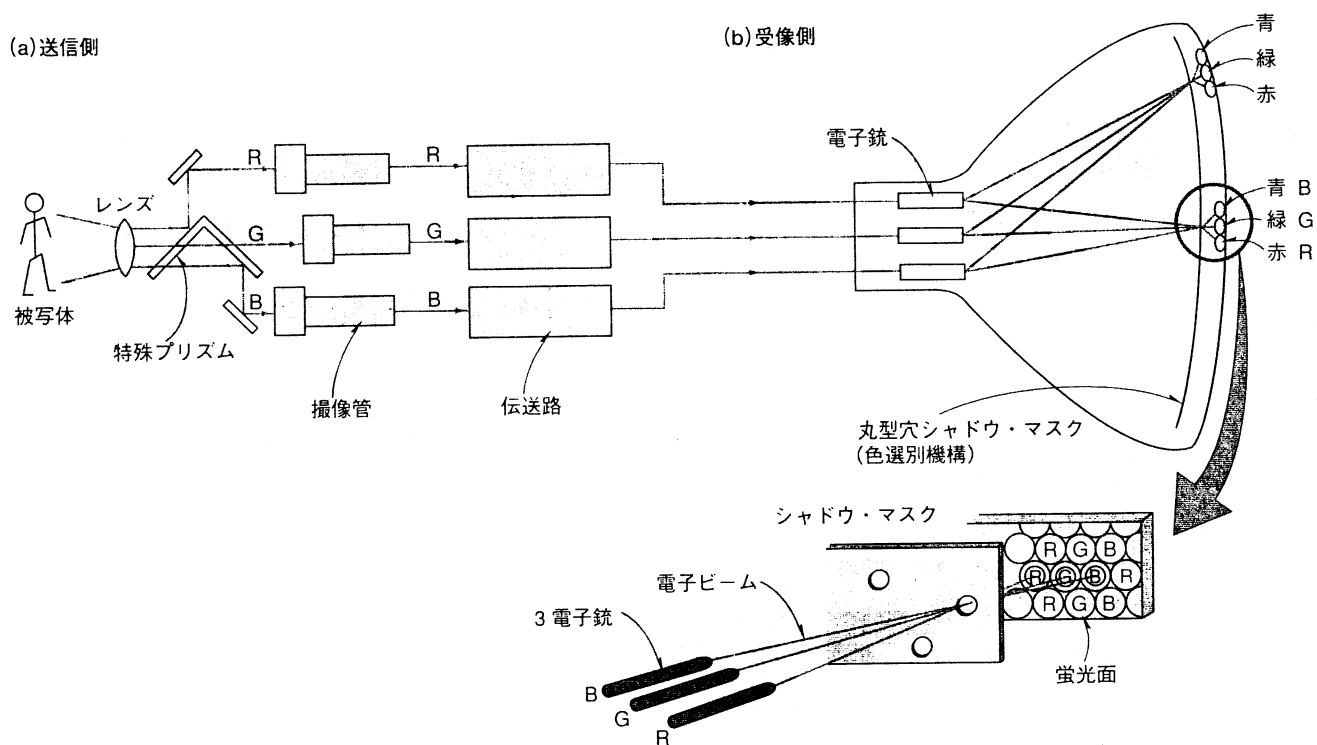


図5 RCA社が開発した電子方式の点順次法によるカラー・テレビ 画像の明暗を表す輝度信号と、色相や色の濃さを表す色差信号でカラー・テレビ信号を伝送するようにした。輝度信号のみを再生すれば、白黒テレビになる。このカラー・テレビのNTSC方式は1953年12月17日、FCCによって承認され、米国では1954年1月からNBC社とCBS社が、日本では同じ方式で1960年9月10日からNHKがカラー・テレビ放送を開始している。

カメラ一体型VTRのカラー・ビューファインダに、機械方式の円錐型回転カラー・フィルタ(ポリゴン・ミラー)を使ったフィールド順次方式を採用している。機械方式には根強い魅力がまだある。

RCA社、電子方式でカラー化へ

RCA社のカラー・テレビに関する基本方針は明確だった。白黒テレビのときと同様に、完全な電子方式を目標としていたのである。そこでRCA社は点順次方式を採用している。

点順次方式とは、まず撮像画像をなんらかのかたちでそれぞれ赤、緑、青のフィルタを付けた撮像管を通して分解したうえで、輝度と色との情

報をなんらかのかたちでそれぞれ伝送する。次に受信側では輝度と色との情報を基に、1画素をなんらかのかたちで赤、緑、青と三つ絵素によって構成し、多数の画素をもつ一つの受像管で再現させ、人間の目でカラー画像に見せようという構想だった。

この方式は理想的だが、複雑な画像信号となるため、白黒テレビよりも広い周波数帯域幅が必要となってしまう。ところが、白黒テレビと両立性のあるカラー・テレビ開発がFCCから強く打ち出されていた。この難問に真正面から挑戦したのがRCA社の技術者たちだった。だが初めから点順次方式を検討していたわけではない。

当初、RCA社は線順次方式と点順次方式との2方式を検討していた。いずれも電子方式が前提である。

実験してみると、線順次方式はブラウン管上に赤、緑、青の線ごとに走査されるため見にくかった。この結果からRCA社は、点順次方式を採用することを決定している。

やがてRCA社は1947年に電子方式のカラー・テレビ方式を発表するとともに、点順次方式用に画期的なブラウン管「トライ・カラー・チューブ」をハロルド・ロウが発明し、1950年3月25日に完成し、5月に展示した(図5)。このブラウン管には約11万7000個の穴のある金属の薄いシャドウ・マスクがあり、一つの穴に対して赤、緑、青の電子銃が対応

するようになっている。その結果、3 倍の 35 万 1000 個の蛍光体ドットが励起するのである。

電子銃は 3 本あり、3 電子銃カラー受像管と呼ばれ、1970 年代まで使われていた。その後、ブラウン管は大型化、高輝度化、高精細化に向けて研究開発が進められ、その性能は飛躍的に向上していった。ようやく電子方式に対する撮像と受像の方法が確立されたのである。あとは、この画像情報をいかに送るかを解決すればよかった。

白黒とカラーの互換性を維持できた

カラー・テレビの規格は、白黒テレビの規格を基本に、画像の明暗を表す 4.2 MHz 帯域の輝度信号と、色相や色の濃さを表す色差信号で周波数 3.58 MHz の搬送波を変調した信号との二つの信号を同時に伝送することにした。カラー・テレビ信号を白黒テレビ受像機で見る場合、輝度信号のみ再生すれば白黒テレビと互換性を保つことができる。

このように FCC の答申に対する技術的な見通しが立ったため、RCA 社は 1960 年 5 月、FCC に対して RCA 方式は、NTSC を満足するとして提案した。FCC は、この提案を 1953 年 12 月 17 日に承認し、こうして現在のカラー・テレビ規格が決定したのである。この結果、いったん FCC によって承認された CBS 社のフィールド順次方式は覆され、RCA 社の点順次方式が採用された。長かったカラー・テレビ論争によりようやく終止符が打たれたのである。

この結果、1954 年 1 月から米国の NBC 社と CBS 社は、それぞれ

NTSC 方式によるカラー・テレビ放送を開始した。世界的には CCIR の勧告を受けて、PAL 方式も SECAM 方式も基本的には NTSC 方式に準ずることになったのである。

その後、日本や南アフリカ共和国などは、NTSC 方式を採用した。走査線数 525 本、フレーム速度 30 枚/秒、周波数帯域幅 6 MHz である。英国やドイツなど西欧の主な国は PAL 方式を採用し、走査線数 625 本、フレーム速度 25 枚/秒、周波数帯域幅 7 MHz とした。フランスや旧ソ連などは、SECAM 方式を採用した。走査線数 625 本、フレーム速度 25 枚/秒、周波数帯域幅 8 MHz である。PAL 方式と SECAM 方式の大きな違いは色信号の多重方法にある。PAL 方式は NTSC 方式と同様に AM を採用し、SECAM 方式は FM を採用した。

ついに世界統一規格はできなかった。

日本も NTSC 方式を採用へ

さて日本では、NHK の技術研究所が 1951 年 12 月 17 日から NTSC 方式によるカラー・テレビの研究をスタートした。1956 年 3 月 22 日には技術研究所から放送会館まで送信し、一般に公開している。

日本での規格を決定するため、1957 年 6 月にカラー・テレビジョン調査会が発足し、1960 年 6 月 18 日、NTSC 方式を推奨している。この結果、1957 年 12 月 28 日から毎日、NHK(カラー・テレビ東京実験局を開局)と日本テレビが VHF 帯を使いそれぞれ実験放送を始めた。

カラー・テレビ実験放送が始まっ

て 1 周年目の 1958 年 12 月 23 日、東京にテレビ時代を象徴する東京タワーが竣工されている。高さは 333 m だった。建設した目的は、東京のテレビ 7 局がそれぞれ送信アンテナを立てるという乱立を回避し、一本化するためである。これを提案した人は関西テレビ放送の前田久吉だった。

カラー・テレビの本放送は 1960 年 9 月 2 日、郵政省は、NHK、日本テレビ、ラジオ東京、朝日放送、読売テレビにそれぞれ許可を与え、9 月 10 日に東京と大阪でテレビ放送が始まった。そのときのカラー・テレビ受像機は 17 型が 42 万円、21 型が 52 万円である。当時、大学卒の初任給は 1 万 4000 円だった。

受像機の低価格化で問題となったのが受像用ブラウン管と撮像管だった。ソニーは受像用ブラウン管に注目した。すでに RCA 社によって開発され、製品化されたシャドウ・マスクを使う 3 電子銃のカラー受像管は、価格が高いうえに画面が暗かった。そこでソニーは 1951 年、カリフォルニア大学の F.O. ローレンスによって発明された単一電子銃による画面の明るいクロマトロンについて研究を始め、1964 年 9 月にクロマトロンを試作したのである。

しかし蛍光面上に作るカラー・スイッチング・グリッドの絶縁問題が解決せず失敗してしまった。この失敗にもひるまず、薄い金属板に細かい縦穴を並べたアパーチャ・グリッド構造を考え出した。そして、この開発に成功し、新構造のブラウン管は、「トリニオン(トリニティとエレクトロンの合成語)」または「ワン・ガン・スリー・ビーム受像管」と呼ば

れた。1968年4月15日に一般に発表され、予想以上の反響を呼んだのだった。

トリニトロンは現在も、ソニーのカラー・テレビ受像機に採用されている。このほか、電気車両などを製造していた某メーカーがシャドウ・マスクのないカラー・ブラウン管を発明したと発表した。これはいわくつきのまがいものだった。これほどに、企業はカラー・テレビの開発に躍起になっていたのである。

その後の1962年5月、ソニーはトランジスタを使って、電話機サイズの超小型テレビ受像機を発表し、センセーションを巻き起こした。

撮像管は1965年、カラー用としてオランダ・フィリップス社 (Philips Electronics N. V.) がプランビコン・カメラを開発し、簡単なプリズムで3原色に分解する方式を実用化している。「3Pカラー・カメラ」と呼ばれていた。

VTRの登場、ベータとVHS

テレビが普及するにつれ、映像の磁気録画が検討されるようになってきた。米Ampex社や、RCA社、英国の放送局BBCなどが研究を始めている。

製品化はAmpex社が早かった。1956年に製品化し、1958年10月3日、旧西ドイツ放送協会のローカル放送用VTRとして納入している。まもなく日本にも輸入され始めた。Ampex社に対抗すべく、放送局用VTRの国産化を目標に東芝、ソニー、NEC、松下電器産業とNHKとが共同で研究会を開いている。

ここでの結論は、「非常に高い技

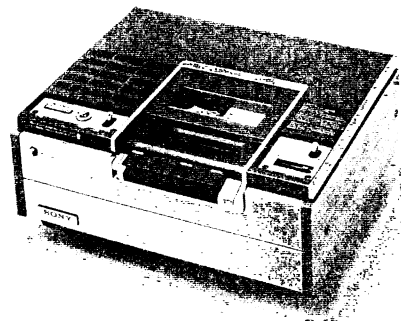
術を必要とする」ということだった。このなかでソニーとNHKは共同で、4ヘッドのAmpex方式放送局用VTRの試作に取りかかっている。ソニーは1959年5月に1号機を完成し、三越で開催された「少年電気科学展」に展示した。1961年には、ニューヨーク市のIREショーに世界最小のVTRとうたった「SV-201」を展示するまでになった。

ソニーはVTRを放送局用のみならず、家庭に入れるねらいで、1964年10月に世界で初めての家庭用VTR「CV-200」を発表している。日本ビクターも1969年6月11日に従来のオープンリールとは異なる家庭用VCR(ビデオ・カートリッジ・レコーダ)を開発した。

1969年8月になると、日本ビクター、ソニー、松下電器産業の3社は、3/4インチ幅のテープを使う業務用VTRの規格「統一U規格」を決定した。続いて1970年12月15日にはカセット・テープを使うカラーVTRの統一規格を発表した。各メーカーは、統一U規格に準じて、家庭用VTRを作りたいと考えていた。

だが、この話はまとまらず、まず1975年4月、ソニーは本格的な家庭用VTRとして、テープ幅1/2インチの「ベータマックス」を開発し、売り始めた。1976年9月には、日本ビクターも、1/2インチの家庭用VTR、つまり「VHS(ビデオ・ホーム・システム)方式」を発表している。1977年には、ソニーのベータ方式と日本ビクターのVHS方式がそれぞれ規格化され、世界のメーカーがどちらかの方式に系列化されていった(図6)。

(a)ベータ



(b)VHS

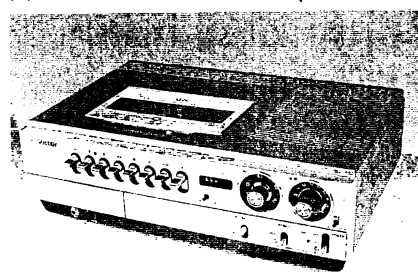


図6 家庭用VTRの主役の座を争ったベータ方式とVHS方式 この2方式はいずれも1/2インチ幅の磁気テープを使う。当初、ベータ方式はソニーのほか、三洋電機、東芝、アイワ、パイオニア、新日本電気(現NECホームエレクトロニクス)、米ゼニス社などが採用。VHS方式は日本ビクターのほか、松下電器産業、日立製作所、シャープ、三菱電機、赤井電機、米RCA社、米マグナボックス社などが採用した。

こうして1980年代、世界を巻き込んだ家庭用VTR戦争が始まったのである。その後、高解像度化をねらって周波数帯域幅を5.5MHzに広げたS-VHS方式を日本ビクターが1987年に発表している。この対抗で、ソニーもEDベータ方式を発表している。

やがてVHS方式が世界市場を制覇し、ベータ方式が敗北した。現在では、VHS方式が据置型VTRのデファクト・スタンダード(事実上の業界標準)となっている。

まもなく家庭用の据置型VTRとは違った動きが脚光を浴びてきた。それは従来の8mmフィルムを使

った映写機に代わるカメラ一体型 VTR である。より小型化をねらってソニー、日立製作所、松下電器産業がそれぞれ、いち早く技術検討を始めている。松下電器産業は、ソニーよりも早く 1980 年 4 月、テープ幅 8 mm の磁気テープを使ったカメラ一体型 VTR を開発した。

その後、規格統一を目指し、ソニー、日本ビクター、日立製作所、松下電器産業、オランダ・フィリップス社などが「8 ミリビデオ懇談会」を発足させた。1982 年 2 月から本格的な 8 mm 磁気テープのフォーマット作りが始まった。

この標準規格「8 ミリビデオ方式」に沿って、ソニーはカメラ一体型 VTR を 1985 年 1 月 25 日から発売し始めている。ここで、家庭用 VTR のベータ方式との互換性を絶つという決断をしたのである。ソニーは 1989 年 6 月に小型のカメラ一体型 VTR 「CCD-TR55(パスポート・サイズ)」で大ヒットを飛ばした。この製品には、先端の高密度実装技術が採用され、電子部品も特別に小型化が図られている。

ライバルの日本ビクターは 8 ミリビデオ方式を採用せず、カメラ一体型 VTR 用に VHS カセットをひと回り小さくし、VHS 方式 VTR と互換性をもたせた「VHS-C 方式」を開発し、1987 年 8 月に製品化した。

ここでもソニーと日本ビクターのカメラ一体型 VTR の激しい競争が始まったのである。

だが新製品の開発はそれほど単純な話ではない。小型化競争のなか、新しい方向がシャープによって示された。つまりカメラ一体型 VTR に

液晶ディスプレイを付けて見られるようにした「液晶ビューカム」の登場である。世の中が一つの方向に向かっていないなかで、違う方向性を示し、世の中がそれを支持するという事になったわけだ。柔軟な発想が新しい製品を生み出した。

来たるべきマルチメディア時代に対応できるように、デジタル記録する VTR 規格が早くも 1994 年 4 月 14 日に決まった。ソニー、松下電器産業、フィリップス社、仏 Thomson Consumer Electronics 社の 4 社が中心となってまとめた。この規格は、現行テレビ信号だけでなく、HDTV (high definition television) 信号にも対応している。

早速、1995 年 9 月にはソニーと松下電器産業がそれぞれ、デジタル記録のカメラ一体型 VTR を製品化している。ついで、シャープは液晶モニタを備えたデジタル機を、日本ビクターはポケットに入るくらいの小型の製品を相次いで発売した。

21 世紀に向けて、1996 年中には

DVD (ディジタル・ビデオ・ディスク) が登場する予定である。当初、二つの規格が提案された。東芝や松下電器産業などが提案する「SD (Super Density) 規格」がその一つである。もう一つはソニーとフィリップス社が提案する「MMCD (マルチメディア CD) 規格」である。1995 年 12 月 8 日、この二つの規格を統一することになった。

光ディスクは、CD と同じ直径の 12 cm、裏表再生できるように 2 枚張り合わせとし、その厚さは 1.2 mm と決まった。片面の記録容量は 4.7 G バイトで、録画時間は片面で 133 分。動画像の圧縮には国際標準方式の MPEG 2 (Moving Picture Experts Group Phase 2) を採用した。将来は、パソコン向けに普及した CD-ROM を置き換えるといわれている。

1997 年ころには、書き換え可能な光ディスクを使った DVD が登場するといわれている。21 世紀は、DVD の時代となろう。

人工衛星によって巻き起こったテレビ革命

テレビは、地上波のマイクロ波を使用して放送局まで中継し、受像できる範囲は放送局から VHF 帯や UHF 帯の電波が届く範囲にほぼ限られていた。

ところが人工衛星の登場によって、地上波とはまったく異なるテレビ革命が巻き起こった。人工衛星を利用すれば、米国や欧州の映像を瞬時に日本へ中継できるし、たった一つの衛星によって日本全国至るところで

ゴースト妨害なしの美しい画像が受像できるのである。

この目的のため、世界的なテレビ中継用としてインテルサット通信衛星が、さらに日本国内向けに放送衛星 BS と通信衛星 CS が登場しテレビの多チャンネル時代が到来したのである。

スプートニクが地球の軌道に乗る

1957 年 10 月 4 日、旧ソ連のモス

クワにあるラジオ放送局は、電撃的なタス通信の発表を放送している。放送内容は、「人類初の人工衛星スプートニク1号が地球の軌道に乗った」というものだった。

スプートニク1号は直径58cm、重量83.6kgで地球を96分12秒で1周していた。この人工衛星を利用すれば、米国はおろか世界中が核の脅威にさらされるとして大きな衝撃を受けたのである。

その後、1958年8月には2匹のライカ犬が、1959年1月2日には多段式月ロケット「ルーニク1号」が月から5000kmの至近距離を通過し、1959年10月4日には「ルーニク3号」が月の裏側の写真撮影に成功しており、世界は旧ソ連の技術力の高さに驚いた。

しかし人工衛星がわれわれの生活にどのように役立つのか、そのときは理解できなかった。ともかく米国は人工衛星に関して後塵を拝したのだった。

これに対抗するため米国は1958年1月31日、「エクスプロラー」というわずか8.2kgの人工衛星をやっと地球の軌道に打ち上げたが、その劣勢は明らかだった。だがエレクトロニクスに秀でていた米国は、小型の観測装置によってバン・アレン帯という放射線帯を発見している。ロケットの遅れをエレクトロニクスでばん回したのだ。ロケットの劣勢を回復するため、米国は宇宙開発プロジェクトとしてNASA(米国航空宇宙局)を1958年10月1日に発足させた。

1961年1月就任した第35代大統領のジョン・F・ケネディは、「1960

年代に人類の月着陸を実現する」というアポロ計画や、有人で再利用可能な宇宙船「スペースシャトル」計画を進めるという遠大な計画を発表した。その背景として、1961年4月12日に旧ソ連の有人宇宙船「ボストーク1号」がユーリー・ガガーリンを乗せて世界初の有人宇宙飛行に成功し「地球は青かった」という有名な言葉を残したことがきっかけだったのだろう。

その1カ月後、「旧ソ連に遅れをとるな」ということで米国は1961年5月5日、「マーキュリー」でアラン・シェパードが地球を回っていた。その規模は、旧ソ連よりも劣っていた。

並々なる努力の末に、米国が旧ソ連を追い越したのは1969年7月20日16時17分40秒のことだった。米国の威信を賭けた「アポロ11号」が月の「静かな海」に着陸したのである。アームストロングとオルドリンが乗っていた。アームストロングは「1人の人間にとって小さな1歩だが、人類にとって大きな飛躍である」、「驚が舞い降りた」と歴史的な第一声を発した。

さらにスペースシャトル「コロンビア」は20年後の1981年5月14日、飛行に成功している。このように人工衛星は、旧ソ連と米国との、国の存亡にかかわる戦いだったが、米国はようやく旧ソ連を技術的に追い越し、ジョン・F・ケネディの悲願を成し遂げたのである。

当初、国家防衛のためとされていた人工衛星に関する技術が、その後のテレビや通信に大きな影響をもたらすことになるのである。

人工衛星の打ち上げに続々成功

人工衛星を利用して通信を行なおうと考えた人は、英国のSF作家アーサー・クラークで、まだ人工衛星の飛んでいない1945年10月のことだったという。彼は『ワイヤレス・ワールド』誌のなかで、「まもなく赤道上に打ち上げた静止衛星を利用して国際通信ができるようになるだろう」と予言している。

1954年10月には、AT&T社ベル研究所のピアスが通信衛星システムについて論文を発表した。1958年8月になるとITU(国際電気通信連合)が宇宙通信の検討を開始している。まもなくNASAが計画を立案し、この計画に従って動き始めたのである。

まず実験用通信衛星として1958年12月18日、「スコア」衛星が打ち上げられた。この衛星には送受信機とテープ・レコーダが搭載され、地上からの指令で、地上へ電波を送り返すことができた。

次に1960年8月12日、ケープ・カナベラル(現在のケープ・ケネディ)基地から受動型通信衛星「エコー1号」が打ち上げられた。これは直径30.5cmの薄いプラスチックで作られた球で、電波を反射するように表面にAlが蒸着してあった。この衛星は地上からの電波を単に地上へ反射するという電話中継用の受動的な通信衛星である。ただし感度が良くなく、遠距離通信には向かなかった。

1960年10月10日には能動型通信衛星「クーリエ1B」が打ち上げられている。衛星の中に受信機と送信機を搭載しており、太陽電池の電力に

よって地上からの電波を受信のうえ、増幅したのち地上へ送り返すことができた。このような機能をトランスポンダ(電波中継器)と呼んでいる。

その後、技術が進み1962年7月10日にベル研はNASAの協力によって、重量77.5 kg、直径86.5 cm、受信周波数6 GHz、送信周波数4 GHzで出力電力2.2 Wのトランスポンダを搭載した能動型通信衛星「テルス

タ1号」を打ち上げ、7月11日に早くも米国と欧州の間でのテレビ中継に成功している。これは600回線の電話用としても用いることができた。

悲劇のスタート、日米衛星中継

それまで打ち上げられた衛星はすべて静止衛星ではなく、2~3時間の周期で地球を一周していたため、SF作家アーサー・クラークが提案し

た「常時通信を行なうことができる衛星」ではなかった。

米Hughes社は、衛星を赤道上方3万6000 kmの円軌道に打ち上げ、これを静止衛星とすればよいのではないかという提案をNASAに行なった。この提案に従いNASAは1963年2月14日、「シンコム1号」を静止軌道に乗せようとしたが失敗したため、再び7月26日に「シンコム2号」を打ち上げ、ようやく成功した。

1963年8月23日、静止衛星シンコム2号によって、ジョン・F・ケネディ大統領はナイジェリアに寄港していた米海軍に「神がつくり給いたもの」というメッセージを発している。この言葉はS. モールスが1845年1月に電信開通式に発したものと同一である。

その3カ月後の1963年11月13日、NASAによって打ち上げられていた重量78.0 kg、高さ83 cm、直径75.8 cmの八角柱の能動型通信衛星「リレー1号」によって、米国のアンダーバー地球局と日本のKDD(国際電信電話)茨城宇宙通信実験所との間で、初めての日米テレビ中継が行なわれた。受信周波数6 GHz、送信周波数1.7 GHz、出力電力10 Wだった。

このとき米国から送られてきた最初のテレビ画像は、ジョン・F・ケネディ大統領のメッセージではなく、11月22日にダラス市内をパレード中に暗殺された大統領の姿だった。

旧ソ連に対抗し人工衛星開発に執念ともいえる情熱を燃やしていたジョン・F・ケネディは銃弾に倒れ、その後の発展を知ることでもできず、さぞ残念だったろう。

その後「シンコム3号」によって

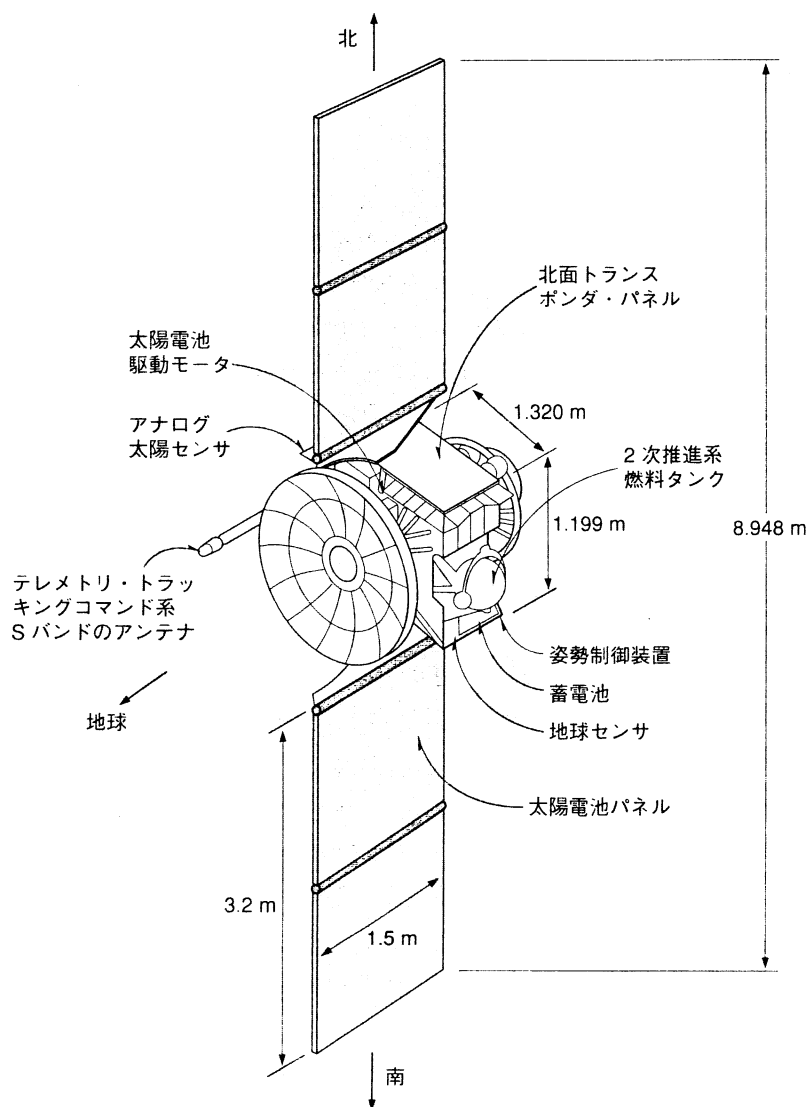


図7 日本の放送衛星BS-2b この衛星によって、NHK2チャンネル、民放1チャンネルの衛星放送が始まった。

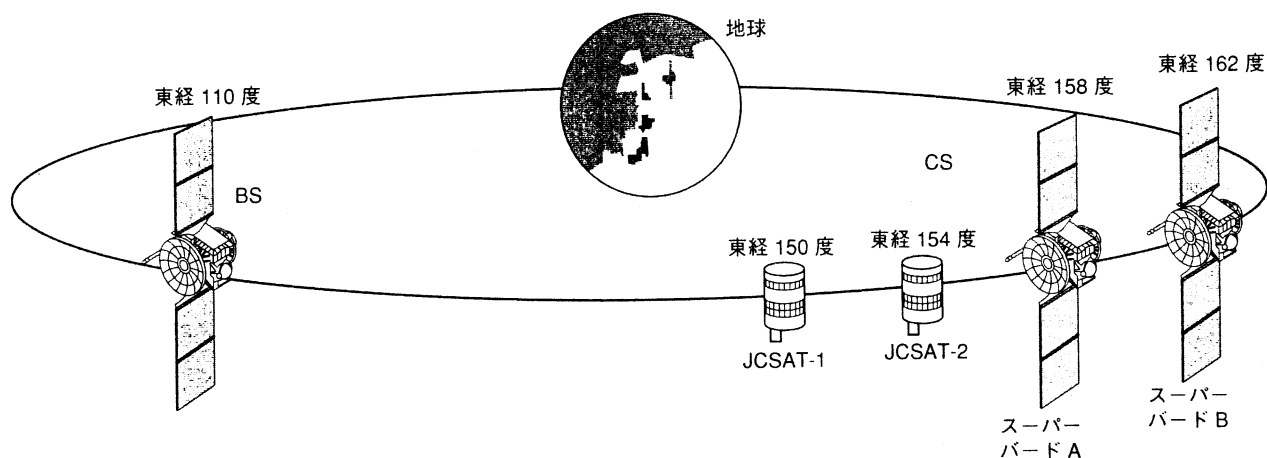


図8 放送に使っている日本の人工衛星
4基が回っている。

1996年現在、静止軌道には、BS (broadcasting satellite) 1基、CS (communication satellite)

1963年10月10日から始まった東京オリンピックのテレビ中継が日本の電波研究所鹿島地球局から米国のポイントマグー地球局に向けて送られた。ただし、音声は海底ケーブルを使って伝送している。

こうして通信衛星が、テレビの放送に深くかかわるようになっていった。このころ米国ではいくつもの会社がそれぞれ、衛星の打ち上げを計画していたため、政府は国内の衛星を通信用に共用するための組織、米COMSAT (Communications Satellite)社を設立した。さらに国際間の衛星による通信を取り扱うインテルサット^{注1)}も設立された。

インテルサットは1965年4月6日、初の静止衛星となる商業通信衛星「インテルサット1号」(アーリーバードとも呼ばれた)を打ち上げ、本格的なテレビの国際中継も含めて、

通信衛星の時代が始まった。

これによってテレビの国際中継が日常茶飯事となり、リアルタイムで世界のニュースが家庭に飛び込むようになってきたのである。当初は信じられないことだったが、いつしかこれが当たり前のこととなってしまった。

BSとCSのテレビ放送争奪戦

日本は世界に先駆け、1984年1月23日に「ゆり」によって放送衛星BS-2aを打ち上げた(図7)。ただし3本の中継器のうち2本が故障したため、難視聴解消のためのテレビ放送だけになってしまった。

後継機(BS-2b)は1986年2月12日、打ち上げに成功した。1987年12月25日からNHKは、第1テレビジョンと第2テレビジョンの2チャンネルの衛星放送を始めた。これを一般にBS (broadcasting satellite)放送と呼んでいる。民間の日本衛星放送(JSB)も放送している。愛称はワウワウ(WOWOW)である。

この目的は、画像の高画質化と難視聴解消だった。BS放送は基本的にNTSC方式だが、映像信号はFM(周波数変調)で伝送帯域幅は1チャンネル当たり27MHz、音声信号はPCMで副搬送波に4相DPSK (differential phase shift keying)を採用して映像信号と混合して送信することになった。

BSのほかに民間通信の中継やテレビ放送を目的として、通信衛星CS (communication satellite)を使うビジネスが2社によって進められることになった。

まず日本通信衛星(JCSAT)は、1989年1月にJC-SAT1号、1990年1月にJC-SAT2号を打ち上げた。同社は現在、日本サテライトシステムズ(JSAT)に社名変更している。宇宙通信(SCC)は打ち上げ失敗ののち、1992年2月にスーパーバードB、1992年12月にスーパーバードAを打ち上げ、1992年に6局が放送を始めた。1995年にはJCSAT-2で5局、スーパーバードBで6局が開

注1) インテルサット(国際商業衛星通信機構)は、International Telecommunication Satellite Consortium (INTELSAT)の略。

局した。

だがCSは、BSと比較していくつかの問題点がある。まずCS放送局はコマーシャルが禁止されているため、有料放送とせざるを得ないこと。このため契約者のみが視聴できるようにスクランブルをかけて放送している。契約者の受信機には、スクランブルを解く鍵を提供する。

CSの電力が微弱なため、BSより

も大きなパラボラ・アンテナが必要になるといった問題もある。しかもBSとCSの静止軌道が異なるため、パラボラ・アンテナを共用しにくい(図8)。このためCS放送の普及ははかばかしくない。

こういった問題を抱えてはいるものの、テレビは地上波放送に衛星放送が加わり、多チャンネル化時代が始まったのである。

テレビ関連の新しい技術

テレビ開発において重要な役割を担って、撮像技術と受像技術は新しい時代を迎えつつある。これを可能にしたのは、驚異的な半導体集積回路(IC)の発展によるものだ。しかも基本的な概念はアナログからディジタルへと変わってきている。

撮像技術は、機械方式によるニブコーの円盤から始まった。走査は回転体と受光素子によって情報を得る機械方式だった。次に登場したのが電子方式によるアイコノスコープである。走査は、真空中を移動する電子ビームを偏向コイルから発生する磁界で振らしながら光電変換面からの情報を読み出すというアナログ走査だった。新しく出現した固体撮像素子は、従来とはまったく異なるディジタルの走査である。とはいえ、出力信号はアナログである。次の課題は、直接ディジタル化することだろう。

受像技術もまず機械方式によるニブコーの円盤から始まった。円盤を通してNe管を見ていた。走査は回転機構で実現した。次に登場したの

が電子方式によるキネスコープ、つまりブラウン管である。走査は真空中を移動する電子ビームによって蛍光面を光らすというアナログ走査だった。そして、新しく出現したディスプレイは、これらとまったく異なるディジタル走査だったのである。

光起電力、光電効果、外部光電効果

固体撮像素子は、Si結晶中に集積した電子回路によって水平方向と垂直方向の交点にある光電変換素子(フォトダイオード)をアドレスで指定して、交点ごとに画像情報を取り出していく方法である。

固体撮像素子は、大別してMOS(metal oxide semiconductor:金属酸化物半導体)型とCCD(charge coupled device:電荷結合デバイス)型の2種がある。このなかで、特に注目されているのがCCD型固体撮像素子である(図9)。

まず、撮像技術の基本、つまり光を電気に変える光電変換現象からみてみよう。光電変換現象には三つある。一つ目は光起電力効果。1839年

にE. ベクトルが発見した。これは電解質溶液中の2枚の電極に光を照射すると起電力が発生する現象だった。

1887年にはアドムスとデイがSeで、1941年にオールがSiでも起電力が生じることを見いだしている。半導体という物質の一部に光を照射をすると、照射しないところとの間で電位差が生じる現象である。

二つ目が光電効果。1873年にW. スミスが発見した。これはSeに光を当てると電気抵抗が減少するという現象である。1949年にシェイブが点接触によるGeで、1951年にはピーテンポールがGeのフォトダイオード(pn接合の半導体)でこの現象を確認している。これがMOS型やCCD型などの固体撮像素子の原理となっている。この発見は、外部光電効果の発見よりも早かったが、実用化は遅れた。

三つ目が外部光電効果である。1888年にW. ハールウアッシュが発見した。金属物質の表面に光を照射すると、電子が放射される現象である。光電陰極には、表面を活性化処理したAlや、酸化セシウム、セシウム・アンチモンがある。こういった材料はイメージ・オルシコンなど真空を用いた撮像管に使われた。

斬新な発想から出た固体撮像素子

理想的ともいえる固体撮像素子はどのような経過をたどりながら開発されていったのだろうか。

初期の撮像は外部光電効果を用い、光電変換量を直接読み出す飛点走査管(フライング)によって1930年ころ開発されたが、光に対する感度が低かった。次に飛点走査管を改良し

て光電変換量を一時記憶する蓄積タイプのアイコノスコープを1934年にV. K. ツボルキンが発明した。これによって光感度は100倍になったのである。

ただし光と光電変換量が2次電子の影響によって直線的でないため、1939年にイーマスとローズがこれらを改良したオルシコンを、さらに1946年になるとローズ、ウェイマー、ローの3人が光電変換面とターゲットを分離し、電子増倍をも行なう高感度のイメージ・オルシコンを開発している。

その後、光電効果を利用した電子管構造によるビジコンが登場してきた。これはきわめて小型で軽量だったため、放送局のスタジオ用として使われている。ビジコンの光電変換面からの画像の読み出し走査は、従来と同じく真空中を電子ビームで走査することで実現していた。

さらに進んで、ビジコンと同じ光電効果を用いながら、電子ビーム走査と異なる水平-垂直走査を取り入れたユニークな固体撮像素子が1973年に発表されたのである。水平(x)方向と垂直(y)方向がいずれも64画素で総画素数は4096のMOS型固体撮像素子だった。ただし画素数が少なく、実用性に乏しかった。

このx-y走査方式を考案したのはウェカーで、1971年のことだった。このとき、画素を選択するときのスイッチにMOSトランジスタを用いている。やがてMOS型固体撮像素子の感度を高めるため、光電変換面と電極蓄積部を分離した構造へと変わった。

次第に性能が向上してきた固体撮

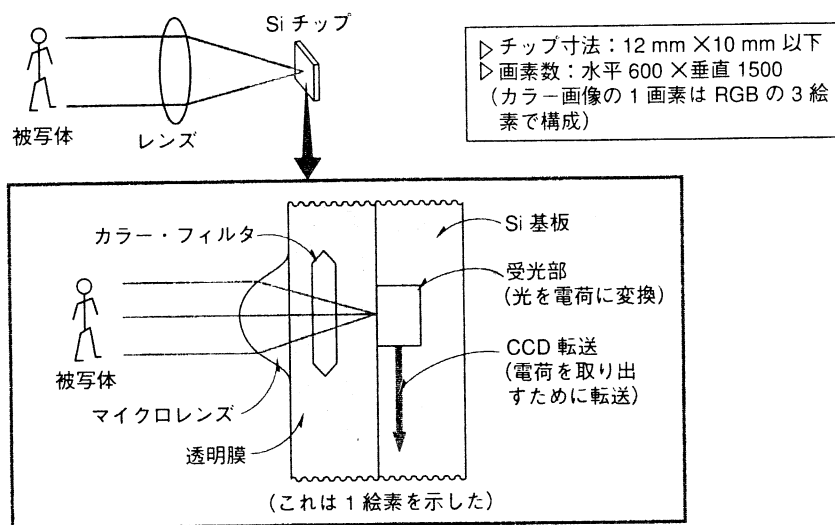


図9 固体撮像素子 CCD の誕生 固体撮像素子はSiのLSIである。被写体の画像をレンズで集光し、CCD型固体撮像素子に結像させる。CCD面上にはたくさんのセル(フォトダイオード)を並べておく。CCD画面上に結像された画像(光)を光電変換し、電子(電荷)を移動させることで、画像信号として取り出す。水平方向と垂直方向のアドレスを指定することで、所望の画素を選び、そこに蓄積した電荷(電子)を読み出す。

像素子は、テレビ業界に大きな夢を与えた。撮像管と比べて、撮像装置がきわめて小型になる、丈夫になる、高感度で高精細になる、などを実現できる可能性が大きいからである。MOS型固体撮像素子に若干遅れてCCD型固体撮像素子が発表されている。

CCDは、ベル研究所のW. S. ボイルが発明した。半導体表面に蓄積した電荷を、CCDの表面を通してアナログのまま転送するという斬新なデバイスだった。原理が明らかになった当時、CCDは、大容量メモリまたは撮像用としてきわめて技術的価値の高いデバイスだったため、企業のトップ・シークレット技術となっていた。

1974年になるとRCA社のR. L. ロジャースは、垂直512画素、水平320画素で総画素数が16万3840の白黒映像用CCD型固体撮像素子を

発表した。このCCDは受光部と転送部が分離されており、画素の情報を転送するためにCCDが用いられている。CCD型固体撮像素子は、MOS型固体撮像素子よりも画質がよいため、CCDが主流になっていった。画素数は20万、25万、40万、100万、200万と増え、ますます高解像度になっている。

カラー化に対しては、1画素ごとに赤、緑、青の原色フィルタ、あるいはシアンやマゼンタなど補色フィルタを使って実現している。現在の主流は補色フィルタである。カラーの固体撮像素子は1985年ころから売り出され、カメラ一体型VTRにも用いられている。

CCDでは受光素子がドット状に並んでいるため、画像にモアレ(縞模様)が生じやすい。これを防止するため水晶の複屈折を利用したサバール板による光フィルタをCCDの

前に置いた。開発にはキンセキがあたり、これによってカメラ一体型 VTR の性能は飛躍的に向上した。

CCD 型固体撮像素子は今後、放送局用やハイビジョン用だけでなく、テレビ電話やパソコンの画像入力装置などへと応用が広がっていくことだろう。

夢の液晶ディスプレイが登場へ

ブラウン管は多くの技術的改良によって高精細化、高輝度化され、テレビの発展におおいに貢献した。しかし大画面にすると重量が増加し、形状が大きくなり、画面も暗くなりやすい。このため高輝度、高解像度のブラウン管の開発が進められた。

このなかで特に注目されたのが

1995 年に東芝が開発したマイクロフィルタ・ブラウン管である。これはクリアガラスを採用し、赤、緑、青の蛍光体とガラスとの間に赤、緑、青のカラー・フィルタを入れた構造である。

ここにきて、さらに軽く、薄くをねらったディスプレイが登場してきた。その一つが、液晶ディスプレイである。

液晶ディスプレイは、水平方向と垂直方向の交点にある液晶面をアドレスで指定し、画像情報に基づいて交点ごとに液晶面の通過光を偏光板で透過させたり遮断させたりする構造である。これによって、裏面に付けた蛍光灯の透過光の光量を制御したり、表面から入射した光の反射光

量を制御したりして、画像を作る。

液晶には、スメクチック、ネマチック、コレスチックの 3 種がある。液晶ディスプレイ用には、電界効果型のネマチックが適している。

液晶は、特殊な分子構造をもつ物質で、温度を上げると固体から中間の状態を経て液体に変化していく。この中間の状態は固体、液体、気体のいずれにも属さない。固体と液体と両方の性質をもつ状態で、これを液晶(liquid crystal)という。液晶は 1888 年にオーストリアの F. ライニツアによって発見された。

その後 75 年もたった 1963 年、R. ウィリアムズはネマチック液晶に電圧を印加すると縞状パターンとなることを見いだしている。1968 年になると G. ヒルメールによってネマチック液晶が白濁する動的散乱効果(DS)とゲスト・ホスト効果を発表し、これが初めてディスプレイ用として使われた。

1971 年には M. シャットが電圧によってネマチック分子の配列を変え光を通過させたり、光を遮断したりするねじれネマチック(TN: *twisted nematic*) 効果を見つけた。

TN 液晶は、ネマチック液晶を透明電極および偏光板を着けた 2 枚のガラス板で挟み、一方のガラス板を 90 度回転させて液晶分子を 90 度ねじっておく構造となっている(図 10)。

TN 液晶は高い明暗比が取れ、マトリクス構造にできることからディスプレイ用としてにわかに注目を浴びるようになってきた。マトリクス構造において、水平(x)方向と垂直(y)方向のアドレスを指定すること

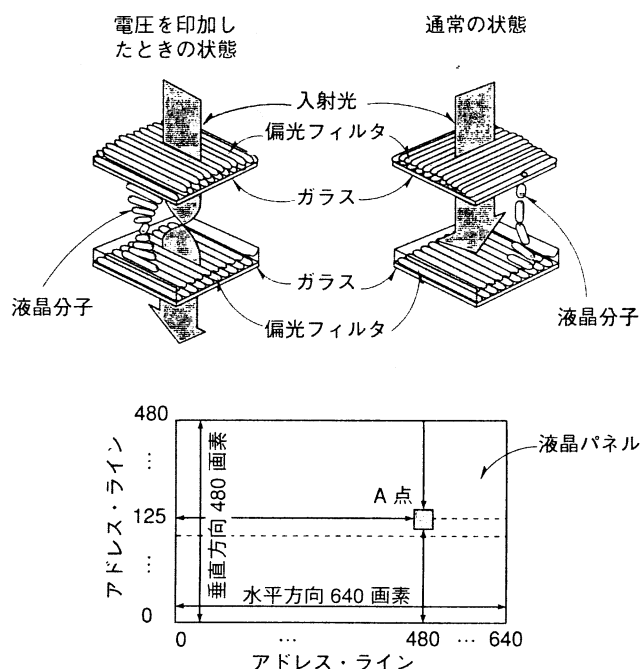


図 10 液晶をディスプレイに使う 水平 640 画素×垂直 480 画素の液晶ディスプレイ(LCD)の例である。ただし赤(R)の色フィルタを付けた絵素と、緑(G)の絵素、青(B)の絵素の 3 画素で、画像の 1 画素(ピクセル)となる。画素はマトリクスで選択する。たとえば A 点は、水平方向に 480 番目、垂直方向に 125 番目を指定して、この画素の濃淡を変えて画像を作る。

で交点を特定できる。

マトリクスを駆動する方法には、単純マトリクス駆動と TFT (薄膜トランジスタ) 駆動とがあるが、明暗比を高めるためには TFT 駆動が適している。カラー化に対しては、1 画素(ピクセル)当たり 3 絵素で構成し、それぞれの絵素に赤、緑、青の色フィルタを付けることで実現できる。

現在の問題点は、大型化が困難なことである。TFT 駆動は価格が高いという欠点があり、これを克服するための研究が進んでいる。

壁掛けテレビをねらうプラズマ

1995 年のエレクトロニクスショーではプラズマ・ディスプレイが目玉を集めた。液晶に比べて、大画面化しやすいという魅力がある。

プラズマ・ディスプレイは、真空中にある二つの電極に高圧を印加し、プラズマ放電を起こさせる。これをマトリクス状にして画面を構成する。1954 年、2 枚のガラスの間にスペーサを挟んで、間隔を作り、Ne ガスを封入し、x-y マトリクス状の電極をもったものが試作された。しかし発光はうまくいかなかった。

その後、1966 年にスペーサからセル穴によるパネル構造となり、かつ記憶機能をもつ AC(交流)による駆動方式を採用し、米イリノイ大学のビツァとストロウが開発した。

一方、1968 年にはオランダ・フリップ社のボーアは、DC(直流)方式を考案している。これを改良し米バローズ社は自己走査機能と補助放電機能をもつ数字表示管を 1969 年に発表した。いずれも色はオレンジ色

のみの一色だった。このプラズマをカラー化し、「壁掛けテレビ」を目標に NHK 放送技術研究所は 1990 年ころから開発を始めた。カラー表示の場合は、放電によって生じる紫外線によって赤、緑、青の蛍光体を励起するのである。

NHK は DC 方式で開発を進めている。この方式は、ダイナミック・レンジは広いが、高解像度化が難しいといわれている。松下電子工業は AC 方式とともに、この方式も採用している。

これに対し、富士通などは、AC 方式で開発している。このほかソニーはプラズマと液晶を組み合わせたディスプレイを開発中である。

このほか、Si マイクロマシン技術を応用した DMD (digital micro-mirror device) を米テキサス・インスツルメンツ社が開発し、ソニーやフィンランド・ノキア社とそれぞれ共同開発中である。DMD は、IC 上に 40 万個以上の鏡を形成し、そこに赤、緑、青のレーザ光を当てて、画面上に表示する。さらに FED (field emission display) など、多くの技術が検討されている。

第3世代

未来に向けての限りないテレビの夢

20 世紀、テレビ受像機は世界中の家庭に設置され、人々は放送される娯楽や世界のニュースを満喫してきた。いまやテレビは人類に完全に密着し生活必需品となった。技術的には、これまではアナログ技術に基づいていた。

人々は現在のテレビに満足してい

テレビのデジタル化始まる

従来のテレビは、送信波 (RF 信号) から所望のチャンネルを選択し、これを中間周波 (IF) 信号に変換して検波し、ベースバンドのテレビ信号を得る。この信号はアナログである。

ベースバンドのテレビ信号を直接デジタル化しようという動きが 1985 年ころから始まった。デジタル化することで、画質をより美しくしたり、一つの画像のなかに別の画像を挿入したり、テレビ受像機組み立てのときの無調整化を計ったりできる。テレビ放送のみならず、VTR をデジタル記録にすれば、ダビング (複製) 時の劣化を防げる。

デジタル化の潮流は IC 技術と密接な関係をもっている。すなわち IC 技術が複雑なテレビ信号のデジタル化を可能にしたのである。デジタル化が進展するにつれ、画像の高効率符号化(データ圧縮)方式の標準化も進んだ。CD-ROM など蓄積媒体向けの国際標準方式 MPEG 1 (Moving Picture Experts Group Phase 1) が 1993 年に、放送など高画質な用途向けに MPEG 2 が 1994 年に標準化された。

るわけではない。より高画質で大画面、そして新しい機能を期待しているのである。

一つの試みとして、すでに 1991 年 11 月 25 日から日本ではアナログ・ハイビジョンの実験放送が、1994 年 11 月 25 日からは試験放送が始まっている(まだ本放送ではない)。美

しい画像は魅力的だが、ハイビジョン受像機発売当初は300万円~500万円と価格が高く、高嶺の花だった。早く価格が下がらないかと期待していた。1995年には50万円を切ったのである。1996年になるとブームになる兆しが出てきている。米アトランタで開催されるオリンピックがきっかけになるかもしれない。

アナログ・ハイビジョンとは違う別の動きもある。それはデジタル化だ。この動きはまず米国で始まった。そして欧州や日本でも検討せざるを得なくなった。

米国では、FCCが次世代テレビATV (advanced television) 方式の開発を進めるなかで、米GI社(General Instrument Corp.)が全デジタル方式(デジタルのデータ圧縮とデジタル伝送の組み合わせ)を提案したのである。その後、デジタル化の波は世界に押し寄せた。

デジタル化によって、いまやテ

レビは一方的に送られてくる情報を選択して単に受信する時代から大きく変わろうとしている。

21世紀には、たとえば所望の映画をリクエストすればすぐに映画が伝送されてくる、いわゆるビデオ・オン・デマンド(VOD: video-on-demand)や、家庭にしながら参加できるような対戦型ゲームが実現する可能性が出てきた。

せっかくデジタル化するならば、コンピュータ・ソフトやコンピュータ用のデータなども統合して、マルチメディア化することができないだろうかという発想が生まれ、これを模索し始めたのである。デジタル技術の核となるIC技術は、どんどん集積密度が上がっている。このLSI技術のほかに、さらに四つの技術を開発することでマルチメディアはより現実にならばいい。すなわち、

① 新しいタイプのディスプレイ

技術、

② 狭い周波数帯域幅で情報を送るためのデジタル画像圧縮技術、

③ デジタル画像を記録するための大容量メモリの開発、

④ デジタル・テレビ信号を伝送するためのインフラ(ネットワーク)、が必要となる。

現在のテレビ放送は地上波中心だが、今後はインフラストラクチャ(社会基盤)として、CSやBSを使ったデジタル放送、情報スーパーハイウエー(インターネット)を使った映像伝送、デジタル・ケーブル・テレビなども登場してくることになる。このマルチメディア放送を制御するのがNHKの提唱するISDB(Integrated Services Digital Broadcasting: 統合デジタル放送)構想である。音声や、映像、データをデジタル化し、統合的に取り扱うことがねらいだ。

さらに人々は楽しい未来の夢を描いている。その一つが「立体テレビで野球を見たい」ということだろう。すでにNHK放送技術研究所やエレクトロニクス・メーカでは開発が進んでいる。三洋電機は、2次元画像を3次元画像に変換するというユニークな技術を使って立体ディスプレイを製品化している。テレビに対する人々の夢は無限だ。

最先端ハイビジョンへの道

日本の念願だった第18回オリンピック東京大会が1964年10月10日、94カ国が参加して東京・千駄ヶ谷の国立競技場で開幕している(図11)。この開会式の映像は人工衛星「シンコム3号」によって米国に中継

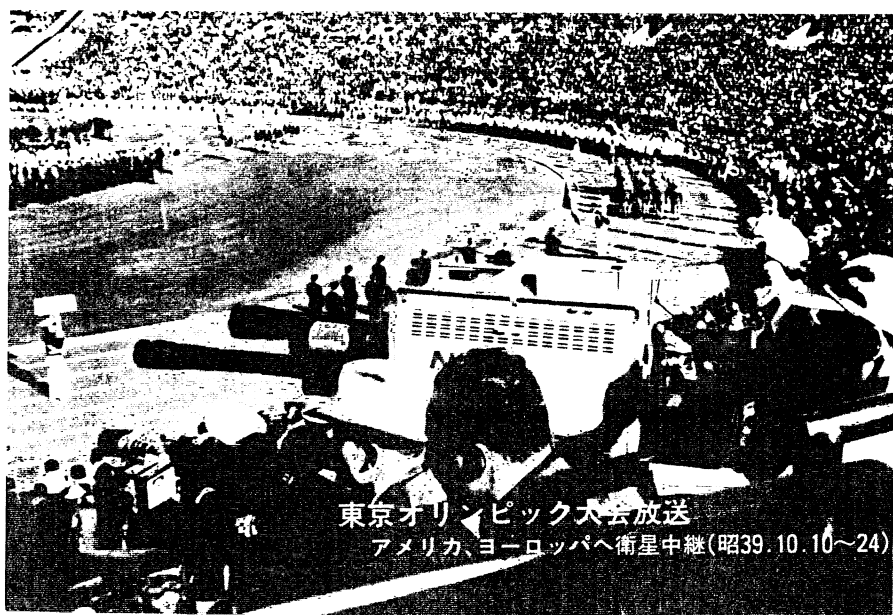


図11 東京オリンピックのテレビ中継 1964年(昭和39年)10月10日から開催された。写真提供: NHK。

され、日本と同時に米国は興奮のつばに浸った。

ちょうどこの年、NHK 放送技術研究所では次世代のテレビ、つまり HDTV (high definition television) の調査を開始し、1970 年に開発がスタートしたのである。当時は高精細度テレビと呼んでいた。その後、高品位テレビと言うこともあったが、いまはハイビジョンとなった。HDTV の技術的課題は高解像度で横長画面にするための撮像管、受像管、放送規格、そして画像圧縮技術だった。

まず撮像管は、1978 年に改良サチコン撮像管が、さらに 1988 年には高感度の HARP (high gain avalanche rushing amorphous photoconductor) 撮像管が登場した。

放送規格はどうするか。まず放送規格として臨場感や迫力の点から水平視野角を 30 度とし、アスペクト比 (画面の横と縦の長さの比) は 16 対 9、フレーム当たりの走査線数は 1125 本、フィールド速度は 60 枚/秒、インタレース比は 2 対 1 とした (図 12)。

走査線数の 1125 本は、NTSC 方式の 525 本の 11/5 倍、PAL 方式や SECAM 方式の 625 本の 9/5 倍となっており、各方式間の変換が容易な数にしている。

NTSC 方式の映像信号帯域は 4.2 MHz で AM (振幅変調)、音声信号帯域は約 20 kHz で FM (周波数変調) しており、搬送波の周波数帯域幅は 6 MHz である。地上波の VHF 帯または UHF 帯を使用している。

これに対し HDTV は初めからゴーストの少ない放送衛星を使うこととした。HDTV 信号の周波数帯域

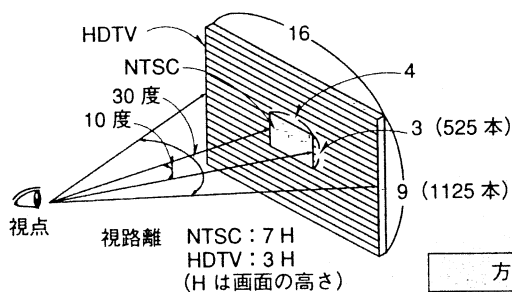


図 12 HDTV は臨場感がある HDTV は、臨場感を高めるために視野角を 30 度と広くした。表は画像圧縮の国際標準方式。

は 20 MHz 以上あり、これを雑音の少ない FM で送ることになった。ところが放送衛星 1 チャンルの周波数帯域幅は 27 MHz しかない。FM すると HDTV のベースバンド信号の帯域幅は 9 MHz 以下にせざるを得ない。

そこで画像圧縮技術が必要となってきたのである。ここで NHK は 1982 年に、MUSE (multiple sub-Nyquist sampling encoding) 方式を開発した。MUSE 方式は、デジタル信号処理によって画像圧縮をしているが、伝送はアナログである。こうした背景は、当時、まだデジタル IC の技術がそれほど進んでいなかったためである。

HDTV の実験放送は 1991 年 11 月 25 日から始まっている。実用化までになんと 25 年の歳月が必要だったことになる。ハイビジョン推進協議会によって 1 日当たり 10 時間の放送をしている。

そして本放送は BS-4a の打ち上がる 1997 年ころを予定している。だが、ここにきてアナログ伝送によ

方式	用途
JPEG	静止画
MPEG 1	蓄積媒体
MPEG 2	NTSC 方式
MPEG 3	HDTV 方式

統合

る HDTV は、大きな試練に立たされている。21 世紀に向けて HDTV を全デジタル方式にする方向で世界が検討しているからだ。日本のハイビジョンはどうすべきか課題である。

日本国内でもハイビジョンに対抗する動きがある。これは現在放送中の地上波テレビの画像を改善しようというもので、民放を中心に開発している。EDTV (extended definition television) という。2 世代に分けて市場へ導入した。

第 1 世代 (愛称はクリアビジョン) は主に画質の改善を、第 2 世代 (愛称はワイドクリアビジョン) は、主に HDTV と同じアスペクト比にすることをねらった。いずれもすでに放送に使われている。

さらに日本テレビ放送網は、インターネットとテレビ、つまりパソコン用モニタ (順次走査) とテレビ用モニタ (飛び越し走査) とで画像信号の受け渡しを楽にするために順次走査を前提としてデジタル伝送方式を研究している。

デジタル・テレビへの米国の挑戦

白黒からカラーまで、現在のテレビ方式を開発したのは RCA 社だった。このころは生産も米国が中心地だった。米国は 1962 年からベトナム戦争に軍事介入したことや、宇宙開発に力を注いだため、家電機器の開発が軽視され、テレビ受像機を日本からの輸入に頼るようになってしまった。

そして日本は、1980 年代に押しも押されもしない世界のテレビ受像機の生産国となった。ただし 1994 年以降、日本は輸入国に転じている。この間に米国のテレビ開発力は、力を失ってしまった。かつて世界をリードしていた米国の家電メーカは軒並み業績悪化に苦しみ、ついに名門 RCA 社も、仏 Thomson 社の傘下に入るという激動の時代を迎えたのである。

技術的にも経済的にも破竹の勢い

だった日本は、次世代テレビも日本から発信しようということで、1981 年にハイビジョンをデモンストレーションした。日本は、米国やカナダと共同でハイビジョンを世界の標準規格とすべくとりあえず放送局向けのスタジオ規格を 1987 年 6 月に CCIR (国際無線通信諮問委員会、現 ITU-R) に提出した。この案は世界中で採用されるかにみえた。しかし欧州は日本と違う HDTV 方式を発表した。

日本の方式も欧州の方式も、スタジオ規格は承認された。その後、米国も独自の HDTV 方式を開発した。結局、米国、欧州、日本がそれぞれ独自の HDTV 方式となり、カラー化のときと同じように世界統一規格はできなかった。米国も欧州も、エレクトロニクス産業で日本に支配されたくないという思惑から反対したようだ。

米国は HDTV、つまり ATV の方式選定作業を 1987 年から始めている。ここで、人工衛星を使用せず、周波数帯域幅 6MHz の VHF 帯/UHF 帯の地上波を使用し、地上波放送との同時放送(simulcast)を基本とすることにしたのである。

提案を募り、そのなかで全デジタル方式へと傾いていった。デジタルにすれば、画質の劣化が少なく、VTR などとのインタオペラビリティ(相互運用性)が確保しやすく、画像の加工や圧縮などの処理に適するといった理由からだった。米国はテレビとコンピュータとの関係を重視したのである。

結局、米国の開発機関が大同団結して、Grand Alliance と呼ぶ組織を発足させて規格の一本化を行ない、1995 年 11 月に FCC はこれを承認した。ついに米国の HDTV はデジタル方式に決定したのである。

欧州でも放送のデジタル化が活発に研究開発されている。変調方式として OFDM (orthogonal frequency division multiplex: 直交周波数分割多重) を採用することになった。

ところが米国は ATV とはまったく違った方向に動いている。HDTV の開発でデジタル伝送、デジタル圧縮技術が進歩したことを受けて、NTSC 放送を多チャンネル化しようというのである。デジタル化してデータ圧縮すれば、従来のアナログ放送 1 チャンネルで、4 チャンネル〜6 チャンネル送れるようになる。

その走りとして、米 DirecTv 社 (Hughes 社の子会社) は 1994 年 5 月からデジタル衛星放送を始めた。

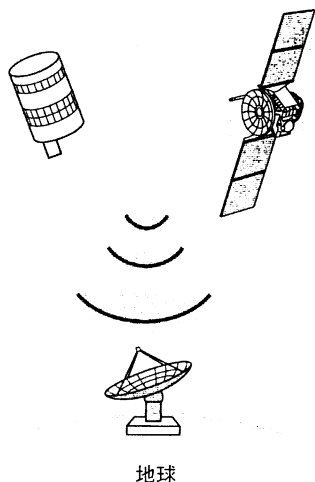


図 13 21 世紀の日本の衛星放送はデジタルへ まず、1996 年に CS (通信衛星) を使うデジタル放送が始まる。現在はアナログ放送の BS (放送衛星) も 21 世紀にはデジタルになる。

通信衛星	放送衛星
JC-SAT 3 (1996 年) デジタル	BS-4 (1997 年) 未定
N-STAR 1 (1995 年) デジタル	BS-5 (2008 年) デジタル
N-STAR 2 (1995 年) デジタル	

1996年1月までにチャンネル数は175にまで増やしている。1996年1月にはAT&T社も出資すると発表した。映像の圧縮にはMPEG2を使い、伝送時の変調方式にはQPSK (quadrature phase shift keying) を採用した。

ケーブル・テレビでもデジタル化が始まった。米TCI (Tele-Communications Inc.) は、デジタル化することで540チャンネルにしようと計画している。映像の圧縮にはMPEG2を使う。ただし変調方式は16値/32値QAM (quadrature amplitude modulation) か、2値/4値/16値VSB (vestigial sideband) 変調が考えられている。

日本もデジタル伝送のハイビジョン放送を検討している。2007年から21GHz帯の電波を使って衛星放送する予定。まずCS「JCSAT-3」を使ったNTSC方式のデジタル放送を日本デジタル放送サービス(DMC)が1996年9月から本放送を始める予定である(図13)。DirecTv社も衛星「スーパーバードC」で日本での放送開始を計画している。地上波放送には、MPEG2とOFDMの採用が検討されている。

デジタル化によって、多チャンネルとはひと味違う試みもある。1995年11月に開局したUHF局の「東京メトロポリタンテレビ」がそれだ。全面的にデジタル機器を導入することで、少人数・低コストで番組制作が可能となり、地域に密着した「小さなテレビ局」が実現した。ここに来てインターネットを使ったテレビ放送も検討されている。だれでもが放送局になれる。デジタル化は放

送に革命をもたらしつつある。

さらに1996年1月には米ウォルト・ディズニー社(Walt Disney Co.) がABC社を買収した。1995年6月にはCNNを持つ米TBS (Turner broadcasting System) 社を米Time Warner社が、同年8月にはCBS社を米ウエスチングハウス社が買収すると発表した。テレビ放送は、激動の時代に入っているのである。

参考文献

- 1) 国際電信電話編、『国際電信電話株式会社25年史』、国際電信電話、1979年2月。
- 2) 平山秀雄、『わが回想録(一)、(二)』、電波新聞社、1990年12月。
- 3) 沖電気工業編、『100年のあゆみ』、沖電気工業、1981年11月。
- 4) 日本電子機械工業会編、『電子工業20年史』、日本電子機械工業会、1968年9月。
- 5) 日本エレクトロニクスショー協会編、『エレクトロニクスショー20周年記念出版、電子の歩み』、日本エレクトロニクスショー協会、1981年11月。
- 6) 日本電信電話編、『NTTデータブック'91』、日本電信電話、1991年3月。
- 7) 松下電器産業編、『社史松下電器激動の10年』、松下電器産業、1978年5月。
- 8) NEC編、『最近10年史、創立80周年記念』、NEC、1980年2月。
- 9) NEC編、『70年史』、NEC、1972年7月。
- 10) 日本放送協会編、『日本放送史(上)、(下)』、日本放送協会、1965年12月。
- 11) 日本放送協会編、『放送50年史』、日本放送協会、1977年3月。
- 12) NHK放送技術研究所編、『研究史'80～'90』、NHK放送技術研究所、1991年9月。
- 13) 日本放送協会編、『50年史』、日本放送協会、1981年3月。
- 14) 東京芝浦電気編、『東芝100年史』、東京芝浦電気、1977年3月。
- 15) 日立製作所編、『日立製作所(1)、(2)、(3)、(4)』、日立製作所、1980年12月。
- 16) 城阪俊吉、『科学技術史』、日刊工業新聞社、1990年7月。
- 17) 日本放送協会編、『NHKラジオ技術教科書』、日本放送協会、1993年10月。
- 18) NHK放送技術研究所編、『技研公開講演・研究発表』、日本放送協会、1994年6月。
- 19) ソニー、『ソニー創立40周年記念誌』、ソニー、1986年5月。
- 20) 日本ビクター、『日本ビクターの60年史』、日本ビクター、1987年9月。
- 21) 松下電器産業、『松下電器50年の略史』、松下電器産業、1968年5月。
- 22) 日本放送協会編、『放送50年史、資料編』、日本放送協会、1977年3月。
- 23) 小松左京、堺屋太一、立花隆、『20世紀全記録』、講談社、1987年9月。
- 24) 松屋博志、『電子立国日本を育てた男』、文藝春秋、1992年11月。
- 25) 日経エレクトロニクス編、『エレクトロニクス50年史と21世紀への展望』、日経マグローヒル社、1980年11月。
- 26) 田中達也、『ヴィンテージラジオ物語』、誠文堂新光社、1993年6月。
- 27) エトウィンエッチ・アームストロング、『無線と実験』、誠文堂、1924年5月号、pp.408-417。
- 28) ヘイン、E. V. 著、伊左喬三 訳、『天才の炎』、東京図書、1978年1月。
- 29) MacLaurin, W. R., *Invention and Innovation in Radio Industry*, The Macmillan Co., 1949。
- 30) 外山三郎、『日本海軍史』、教育社、1989年9月。
- 31) 高柳健次郎、『テレビ事始め』、有斐閣、1986年1月。
- 32) 日本放送協会編、『ラジオ技術教科書(上)、(下)』、日本放送出版協会、1989年4月。
- 33) NHK放送技術研究所編、『デジタルテレビ技術』、日本放送出版協会、1990年12月。
- 34) 日本放送協会編、『NHKテレビ技術教科書』、日本放送出版協会、1989年4月。

このほか『朝日新聞』、『電波新聞』、『日本経済新聞』の各紙、および『電子技術』(日刊工業新聞社)、『日経エレクトロニクス』(日経BP社)、『ラジオ技術』(ラジオ技術社)の各誌を参考にした。