

テレビの開発, 戦前の日本は 世界のトップを走っていた

20世紀エレクトロニクスの歩み(2)

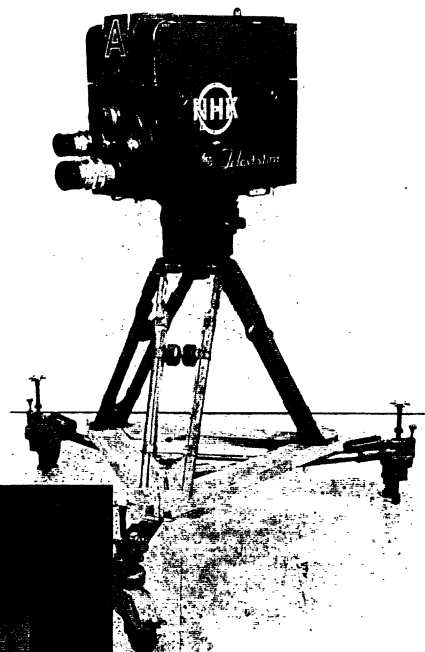
相良 岩男

KOA

常務取締役・研究開発担当

テレビ開発の歴史を2回に分けてたどる。まず撮像と受像をどう実現するかが鍵だった。19世紀後半、ニプコーの円盤を使った機械方式で研究が始まった。欧州が研究の中心だった。受像が電子方式(ブラウン管)になったのは1926年。高柳健次郎がニプコー円盤で撮像した「イ」の字をブラウン管に映し出した。当時、日本のテレビ研究は世界のトップクラスだったといえるだろう。撮像の電子方式(撮像管)は米RCA社のV.K. ツボルキンが成し遂げ、その後、米国が技術を引っ張ることになる。(本誌)

白黒テレビ放送開始当時のカメラ
(NHK 提供)



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。



高柳健次郎が試作したテレビの再現品(日本ビクター 中央研究所で展示)

人間は、狩猟時代から獲物を捕獲するため、奥深い森林のなかをなんとか透視して見えないものだろうかと考えていた。だが、しょせん望みをかなえることは不可能で、手っ取り早い解決手段は高い岩場の上に立って、望遠することだった。

時代は19世紀後半。そのころ、世の中ではようやくエレクトロニクスを応用した技術が注目されるようになってきた。その一つとして照明が出てきている。そしてガス灯から白熱電球へと代わり始めていた。

照明は当時の最先端技術であり、1878年、J. スワンやT. エジソンによる白熱電球は大発明となったのである。さらにT. エジソンによって1896年にはなんと蛍光灯も発明されている。

照明の登場によって、昼間のみならず夜間の活動も可能となった。そして、17世紀から始まった産業革命によって発展しつつあった社会を、近代文明の社会へとさらに押し進めていく原動力となったのである。

すでに1876年にはA. G. ベルが電話機を発明し、1888年になるとH. R. ヘルツが電磁波を発見するなど、今日のエレクトロニクスの芽が出てきた。まさにエレクトロニクス革命前夜といった雰囲気をかもし出していた。

このような時代のなかで、本格的にテレビを研究しようという動きが起り始めている。とはいってもテレビを実現する方法については、なんの手がかりもなかった。ラジオは電磁波という物理現象の発見から、応用開発へと発展していった。これに対しテレビは応用開発から始まったため、どのような物理現象を利用して実現するかが最大の課題だったのである。

研究を進めていくなかで、次の4項目が重要であることに気づき始めている。

① 画像をどのようにして電気信号に変換するか、

② 電気信号からどのようにして再び画像を作り出すか、

③ 撮像と受像の間でどのようにして同期をとるか、

④ 微弱な電気信号をどのようにして伝送するか、の四つである。

テレビはこれらすべてを同時に解決する方式を考えなければ「絵」にならないのである。だが真空管やトランジスタなどの増幅器のない時代のことであり、その解決策はまったく暗中模索の状態だった。

このためロマンに満ちた科学者たち——というよりも好奇心旺盛な発明家たちといったほうがふさわしいかもしれないが——は競って次から次へと新しい方式を提案し、試作しては失敗し、何度もチャレンジを繰り返している。当初は、撮像から受像までのほとんどが機械の組み合わせによって組み立てられていた。

この未知への挑戦は、実に驚くべきものだった。やがて真空管やトランジスタの登場によってアナログのテレビ方式が、そしてLSIの登場によってデジタルのテレビ方式が確立されていったのである。

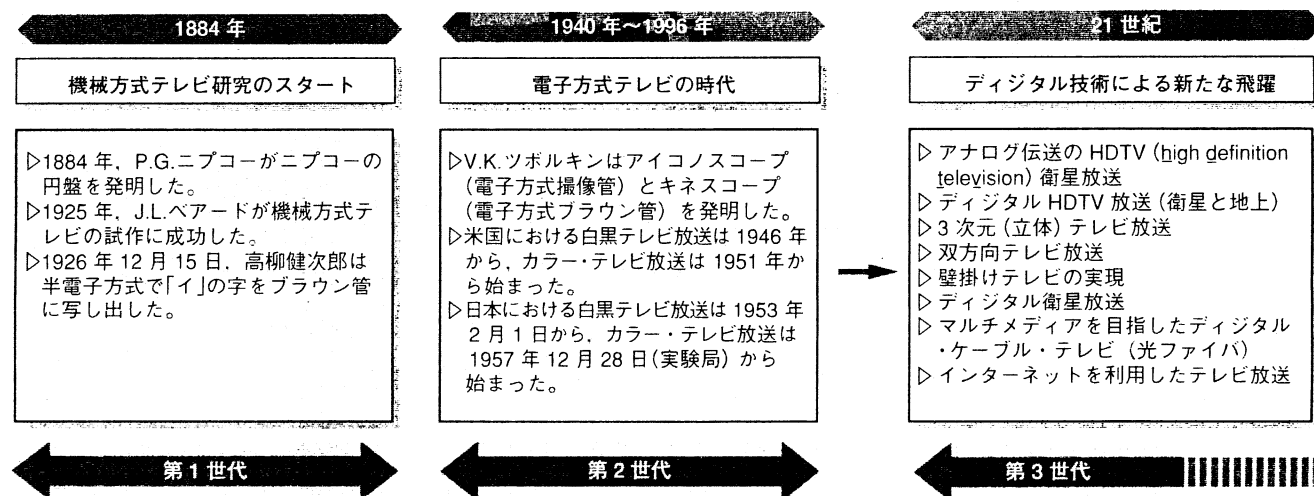


図 1 テレビの歴史 テレビの開発は三つに分けられる。第1世代は機械方式でなんとか「絵」を再生した時代。第2世代は電子方式で実現した時代。ただしアナログ技術を使っていた。第3世代はデジタル化の時代である。

電子化, デジタル化, 大衆化

では、どのような経過をたどりながら開発されてきたのか、今後どのように展開していくのだろうか。

テレビ発達の歴史は大別して3世代に分けて考えることができる(図1)。

第1世代：機械方式(メカニズム)によるテレビ幕開けの時代である。テレビ開発は19世紀後半から始まったが、真空管やトランジスタという能動素子がなかった時代のことであり、撮像から受像まで、すべて機械方式で処理せざるを得なかった。

ここで活躍した人がドイツのP. G. ニプコーと英国のJ. L. ベアードである。特にJ. L. ベアードは機械方式テレビで世界を驚かせている。

このころ、日本では安藤博と高柳健次郎がそれぞれテレビの研究に没頭していた。このなかで、高柳は次第に機械方式に技術的な限界を感じ、とりあえず受像用ブラウン管を開発し、機械方式であるニプコーの円盤と組み合わせて、世界に先駆け半電子方式(機械方式と電子方式の組み合わせ)によって、「イ」の字を写し出している。

第2世代：V. K. ツボルキンの発明した電子方式によるテレビの時代である。彼が考案したアイコノスコープ(撮像管)と、キネスコープ(ブラウン管)によって、白黒テレビ放送が可能な時代になった。このテレビを事業として米国でプロモートした人がD. L. サーフである。彼は「すべての家庭が劇場になる」と予想した。

一方、日本では高柳が1940年開

催予定の東京オリンピックでのデモンストレーションを目標にテレビの開発に没頭していた。そのころの日本のテレビ技術は世界の最高水準に達していたのである。

だが、残念なことにテレビの実用化は、米国も日本も第二次世界大戦によって、いったん中断せざるを得なかった。

1945年に戦争が終わると、米国は直ちに技術開発を再開し、白黒テレビ放送に踏み切ったが、日本は社会的、経済的痛手が大きく、技術開発は立ち遅れてしまった。日本での放送開始は3極真空管を発明したL. D・フォレストの後押しもあって、1952年から白黒テレビ放送がスタートしている。

やがて日本でのテレビ受像機が、1958年に100万台、1962年には1000万台を突破したのである。放送開始8年後にはカラー・テレビへと代わった。

やがてテレビに関連して、映像を録画/再生できるVTRや、再生専用のレーザーディスク、さらにCCD(charge coupled device)型固体撮像素子を用いたカメラ一体型VTRが登場してきた。

このなかでテレビ受像機の高性能化が進み、能動素子は真空管からトランジスタへと代わっている。

テレビ電波の周波数帯域も、VHF帯からUHF帯へ、さらにBS(放送衛星)を利用したSHF帯へと広がり、かつ多チャンネル化の時代となった。

テレビ映像の伝送に衛星を利用することによって、世界の情報が簡単に家庭のテレビ受像機で見られるよ

うになったのである。

新しい技術として、日本ではアナログ伝送のハイビジョン(日本方式のHDTV)実験放送が1991年11月25日から始まった。ディスプレイは、ブラウン管だけでなく、液晶ディスプレイやプラズマ・ディスプレイなどが出現した。

第3世代：デジタル技術を取り込んだ時代である。21世紀はまもなくやって来る。エレクトロニクスは、マルチメディアの時代になるという。これまでのように放送局から一方的に視聴者に情報を流すのではなく、双方向——つまりインタラクティブ(対話型)になる。

マルチメディア時代の核となるのがデジタル技術を駆使したHD-TV(high definition television)による衛星放送、DVD(デジタル・ビデオ・ディスク)というデジタル映像の新しい技術である。

高度なデジタル・データ圧縮(高能率符号化)技術や画像処理技術、高性能なLSIがこういった進歩を支えることになるだろう。

放送の伝送経路には衛星波、地上波、ケーブル・テレビがある。ここにきて電話網やインターネットなどもその可能性が出てきている。こういった伝送路は、いずれもデジタル化されるだろう。

いまテレビ放送、電話、データベースなどを統合化したマルチメディアの時代が到来しつつある。その走りとして、米国では個人がだれでも放送局になって映像を発信できるインターネット・テレビ放送が始まるという。まさに時代は変わりつつあるのだ。

第1世代

テレビは電気望遠鏡から始まった

19世紀後半、なんとか遠距離 (tele) の風景 (vision) を電気装置によって送ることはできないだろうか、と多くの発明家は考え始めた。英語の“vision”には幻覚というニュアンスがあり、画像を夢のように送れることを発明家たちは期待していたのである。

現代に生きるわれわれが「バーチャル・リアリティ」や「サイバースペース」に対してのもつ感覚と似たような感覚で、当時の人たちは、「テレビ」を夢見ていたのではないだろうか。

だが、画像をどのように加工して送ればよいのか、良い方法が思いつかなかった。1843年、A. ベーンは静止画を走査によって分解し伝送したのち、走査線を1本ずつ再生して一つの静止画を組み立てるという伝送写真の基本原則を考えついた。これは素晴らしいアイデアであり、大発明だったのである。

この方法は現在のテレビやファクシミリでも用いられている。残念ながら当時は技術が伴わず、このアイデアが無線によって実現したのは、なんと80年も経過した1923年のことだった。走査によって静止画を走査線(ライン)に分解し、伝送したのち、走査線を組み合わせて静止画を再生できることがわかったのである。つまり縦横の2次元映像をサンプリングして1次元の信号に変換したわけだ。

ただし、より複雑な動画を送るための方法は、なんら具体案が浮かば

なかった。

A. ベーンから41年も経過した1884年、ついにドイツのP. G. ニプコーが素晴らしい発想を思いついたのである。その発想とはまず動画像を、瞬間的に1枚の静止画としてとらえ、その1枚の静止画を細かく高速に走査することによって分解し、再び組み合わせて高速に静止画を再生し、この静止画を連続して送り、動画像を構成していく「スキャニング・アイデア」というものだった。

これは、「残像」を巧みに利用し、一つひとつの小さな画像点(画素、絵素)をつないで一つの静止画像にし、さらにこれをつなぎ合わせて動画像を再生するという画期的な考えだった。つまり空間的なサンプリングに加え、時間的にもサンプリングして、空間と時間の3次元映像を1次元に変換したということになる。

ここで彼は、この発想を実現するために画像を分解したり、再生したりする方法としてニプコーの円盤を考案している。この卓越した「スキャニング・アイデア」は、驚くべきもので、今日のテレビも原理的にはこの方式となんら変わらない。そして、ここにはデジタル・テレビの考え方の原点もあったのである。

現在のテレビと、ニプコーの円盤との違いは単に手段が変わっただけ、つまり画像を分解する手段と、組み合わせて画像を再生する手段が変わったのみである。

まさにP. G. ニプコーはテレビの基本原則の生み親といえるのではな

いだろうか。P. G. ニプコーは、これを「電気望遠鏡」と呼んだ。ただし自分では実験をしていない。このユニークな提案をきっかけ、テレビの開発は多くの発明家たちの開発意欲を刺激し始めたのだった。

まことに奇妙な現象の発見

物質は光と無関係であり、物質に光を照射しても電気抵抗は変化しないと、19世紀前半まで多くの学者は信じていた。ところが物質と光に関する二つの重要な現象が発見されたのである。

まず一つが、1873年に英国のW. R. スミスによってSeに光を照射すると電気抵抗が減少するという予期せぬ事実だった。これは内部光電効果と呼ばれた。

もう一つの発見は、1888年にドイツのW. ハルパックスによってなされたものである。Zn球に紫外線を当てると、球が「正」に帯電するのである。さらに同年、J. エルスタは、真空中の金属に光を照射すると、金属から電子が飛び出すことを発見している。これを外部光電効果という。

この二つの発見から、特定の物質と光とは深いかわりをもつことがわかった。ここで光と物質に関する研究は大きく二つの方向に動き出している。

一つは光による物理現象を用いた応用開発であり、もう一つは光と物性に関するアカデミックな理論的追求だった。そののち、前者はテレビ技術開発へ、後者は量子論へと進むことになる。そして、いずれも大きな発展を遂げた。

ニプコーの円盤による撮像と再生像

Seを用いると画像を電気信号に置き換えられるのではないだろうかという希望が発明家の間に芽生えてきた。とはいえ、いったいどのような手段で画像を電気信号に変換すればよいのだろうか。

このような状況のなかで、ベルリン大学で物理学を専攻していたP.G.ニプコーという学生が「ニプコーの円盤」によって動画像を瞬時にスキャニングするテレビ方式を提案したのである。1884年のことである。

彼は、A.ベルが音を送る電話機を発明したことにヒントを得て、画像を送るテレビ開発を思い立ったという。ニプコーの円盤は、盤状の周辺に沿って小さな穴を螺旋状（渦巻状）に開けたものである。つまり円盤にある小穴が円盤の回転によって少しずつズレていき、1回転で画像のすべての点を網羅（スキャン）するようにしたのである。

まず撮像のときは、この円盤上にレンズで画像を結像させ、円盤を回転させる。小穴を通過した光は画像の点ごとに明るさが異なり、これをSeで明るさに応じた強弱のある電気の画像信号に変換するのである。この電気信号が電線を通して遠隔地に送られる。

次に像を再生するときは、画像信号に応じて電気を光に変換する。この具体的な方法として彼はファラデー効果を考えていた。

ファラデー効果とは透明な物質に磁場をかけて、この磁場と同一方向に光を通過させると偏光面が回転し、磁場の大きさに応じて光の光量に変化するという現象である。これは英

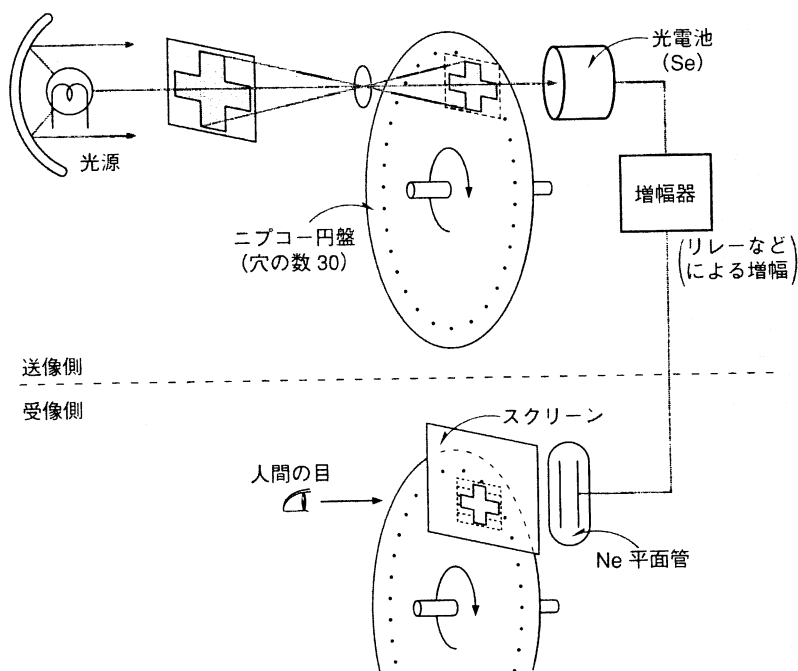


図2 ニプコーの円盤で画像の撮像と再生に成功 1925年10月2日、J.L.ベアードは世界で初めて「十」の画像を遠く離れて見る事ができた。増幅器のない時代に、J.L.ベアードは多くの工夫によって、画像をまがりなりにも送ることができたのである。これが最初の機械方式テレビである。

国のM.ファラデーが1845年に発見している。

このファラデー効果を利用して電気信号をまず磁気に変換したあと、磁気を光に変換し、その光をニプコーの円盤を通して見ようというものだった。

当時は、現在に比べて技術情報が伝わりにくかったはずだ。そういう時代に、彼はファラデー効果という最先端技術をよく把握していたものだと思う。

このほか1889年にはL.ワイヤが鏡車による機械方式を、ジェンキンスがドラムによる方式を考えるなどテレビ開発に対するさまざまなアイデアが、発明家から次々に出てきた。ただし、いずれも現実的ではなく、実現できなかった。

テレビを夢みたデュソー

1890年、マイクロホンの研究でA.ベルやD.ヒューズなどとともにデュソーの名前が技術者の間で知られていた。彼は、ニプコーの円盤の話を聞き、1898年にニプコー方式によるテレビを具体化しようとチャレンジしたのである。

画像の分解にはニプコーの円盤を用いた。真空管やトランジスタなど能動素子のなかった時代のことであり、画像信号の伝送には大変に創意工夫を凝らしている。まずSeからシリアルに得られた画像の電圧をコイルの1次側に入力し、巻数の多い2次コイル側から、より高い電圧を得て、この高電圧を電線を通して遠隔地へと伝送し、減衰を抑えようとしたのである。

次に、画像の再生にも新しい工夫が加えられていた。ファラデー効果と異なり、より明るいアーク灯を光源に用い、レンズによって平行光線とする。この平行光線を2枚の細いスリット板に当てる。このうちの1枚は固定し、他の1枚は画像情報をもった信号電圧の強弱によって移動させるようにした。

こうすると、平行光線はスリット板を通過することによって、伝送してきた画像信号に従って光の量に変化する。この通過光がニプコー円盤の小穴を通ったのち、レンズで拡大され、再生画像がスクリーンに大きく写し出されてくるはずだ——おもしろい発想だった。

このとき再生側の円盤は、画像を電気信号に変換するときに用いたニプコーの円盤と同期させる必要がある。この円盤は、1秒間に10回転させる予定だったという。だがアイデアのみで、実用化されなかった。

ベアードがニプコーの円盤を実現

多くの発明家がニプコーの円盤を実現しようと試みたが、成功しなかった。このなかで、英国のJ. L. ベアードは1925年10月2日、ニプコーの円盤を用いて世界で初めて画像の伝送に成功したのである(図2)。このとき最初に送った画像は「十字架」だった。

撮像用には小穴が30個あいたニプコーの円盤を用い、これを1秒間に12回転させて画像を分解し、これをSeで画像信号に変換したので伝送した。

受像用にはNe(ネオン)平面管を用いている。まずこのNe平面管は

受像画像と同じ寸法のガラス箱の中にAl板が挿入されており、このなかにNeガスを入れたのち封止した。このAl板に電圧を印加すると、全体が一様に明るく輝く。同時に印加電圧によって明るさが変化するのである。

そこでこの印加電圧を、送られてきた画像情報を含んだ弱い電圧信号と同期させて点灯させた。これは電圧から光への変換であると同時に、弱い電圧によって広い平面を一様に明るく光らせるという一種の増幅作用だった。

ただこれだけでは画像は再生できない。そこで、このNe平面管の前に30個の小穴のあいたニプコーの円盤(スキャニング・ディスクともいう)を設置し、撮像したときの回転数と同期させておく。このニプコー円盤を通して初めて画像が再生できるのである。まだ同期をとる技術が確立されていなかったため、この実験では、送信と受信を同じ棒の軸で結んで同期をとっていた。

この方式の走査線数は30本であり、1本の走査線がランダムに12点の画素を取り出すことになる。一つの画面はわずか360画素/秒という荒さだった。

このようにして、人間が初めてニプコーの円盤を通してNe平板上に点灯した画像を見たわけだが、そこには「十字架」が写し出されていた。これは残像現象によって、点の集合を人間が一つの画像として認識できるというP.G.ニプコーの予測を証明したことになった。この残像現象はその後のテレビ開発の基本となっている。

現在からみればJ. L. ベアードの実験は大変に原始的ではあったが、初めて画像を伝送できたということは画期的なことで、この情報は瞬く間に世界を駆け巡り、世界的なセンセーションを巻き起こした。夢だったテレビの実用化が、がぜん現実味を帯びてきたのである。

J. L. ベアードはその後いろいろと改良し、なんとか人間の顔が見えるようになった。発明家と同時に企業家でもあったJ. L. ベアードは、商品名を「テレバイザ」と命名し、このニプコー円盤テレビを売り出したのである。

彼はこれにとどまらず、テレビの新しい技術開発にも熱心で、1928年には電話線や無線による白黒テレビ放送やカラー・テレビ放送、立体テレビ放送の実験をしている。

1929年～1935年には、英国の放送局BBCと共同でロンドン市内に向けて、テレビの実験電波を発射している。

一方、米国のベル研究所でも英国に後れをとらないように開発が進められていた。1927年には、ワシントンD.C.とニューヨーク市の間でニプコー円盤によるテレビの実験放送を行なっている。しかし画像に鮮明さがなく人気はいま一つだった。

日本にもテレビを夢見る人がいた

日本にも、欧州や米国と同様にテレビ開発を夢みていた何人かの人たちがいた。その一人が高柳健次郎である。

当時、神奈川県立工業学校の先生だった24歳の新進気鋭の高柳は1923年7月、本屋の店頭飾ってあ

ったフランスの雑誌のなかに一つの挿絵を発見した。この挿絵は、なんとラジオの箱の上に1枚の平面ディスプレイが置かれており、このディスプレイのなかで1人の美女が声高らかに歌っているというものだった。

これを見て高柳はテレビ開発を自分の一生の仕事として選択することにしたという。自分の信念ともいえる確固たる目標をもてたことは、高柳にとってきわめて幸運だった。

その2ヵ月後の1923年9月1日、日本は関東大地震に襲われ、東京は地獄絵巻となった。ちょうどそのとき高柳は、神奈川県立工業学校から、浜松高等工業の助教授として赴任している。ここでテレビの本格的な開発が始まり、青春の夢と情熱を傾けていた。

開発のスタートと同時に、撮像をどのようにするかが問題となった。そのとき一つのアイデアを思いついたという。これはレンズから入ってきた画像をまず鏡を縦に振ってスリット状に分解し、次にこれを横に振って小穴から取り出すという鏡だった。しかし機構的に難しく実現できなかった。

そこで、すでに欧州で話題になっていたニプコーの円盤を中心に研究していくことにしたのである。ニプコーの円盤は小穴の数を増加させなければ、より鮮明な画像は作れない。だが小穴を多くすると小穴間隔が狭くなり、画像の大きさが反比例して小さくなってしまふ。もし鮮明な画像のまま画像を大きくしようとするにニプコー円盤を大きくしなければならず、回転するのが困難になるという重大な欠点があった。

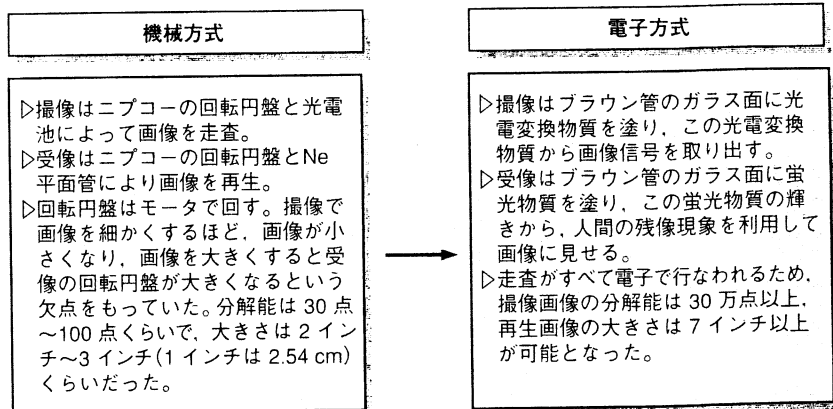


図3 テレビは機械方式から電子方式へ方式から電子方式へと移行した。

1932年〜1936年ころ、テレビ方式は、機械

このことから高柳は、研究を開始した当初から機械方式に限界を感じ始めており、これを打ち破るには電子方式という大きなブレークスルーが必要だと思うようになっていった。研究を開始して1年後の1924年暮ころから次第に機械方式に見切りをつけ始めている。

研究には常に決断が重要だ。理知的に考えて、その研究が困難ならば早めに方向転換することが成功への鍵となる。ただし、これが裏目に出てせっかくのチャンスを逃すこともある。

こういった場合の判断は「運」であるという人もいるだろう。しかし多くは運ではなく、その人が持つ技術的能力が正しい方向へと自然に導くのである。研究とは常にそのようなものだ。

テレビ開発についての高柳の判断は、その後のテレビの発展から考えれば、きわめて道理に合ったものだったといえよう。

もう一人の日本人は安藤博である。安藤が24歳に達した1926年、彼はニプコーの円盤によるテレビの実験

に日本で初めて成功している。J. L. ベアードが発表した時期とほぼ同じころである。安藤はテレビのことを「ラジオ映画」と呼んだ。

同年11月4日付の早稲田大学新聞によると「若き安藤君が驚異の大発明、各国を出し抜いてラジオ映画に成功」と報じている。さらに同月19日付で特許権が付与され、「20日に通信省のテレビの放送実験許可が出た」と書かれている。この許可に基づき、日本最初のテレビ試験放送が1929年2月1日から毎週2回(土曜と日曜)、いずれも1時間にわたって波長38m〜300mの電波を用いて行なわれた。

ニプコーの円盤は24個または48個の小穴が開いており、回転数は800rpm〜1300rpmだった。この年に安藤は、欧州におけるテレビ開発のパイオニアであるJ. L. ベアードと意見交換を行なっている。だが、安藤もその後、機械方式の行き詰まりを感じ、電子方式へと研究の方針を変換していった。このようにテレビ開発に関して、日本は当時すでに世界の最先端を走っていたことがわかる。

機械方式の終えん、電子方式へ

19世紀後半から20世紀前半にかけて、テレビ開発の研究者グループは大別して2通りあった。一つが熱狂的な発明家グループであり、もう一つが理屈好きな物理屋グループだった。

特にテレビ開発の初期には、機械方式ということもあって、理論よりも直感で開発を進めることができるため、多くの発明家たちが情熱を注ぎ込んでいたようである。

このような発明家たちは、あまり物理現象は考えず、思いつきを重視し一匹狼で仕事を進めていた。このころの記録を読んでいると、どうも物理屋グループは発明家グループを軽視していたように思えるフシがある。なぜなら、当時、両者の協力関係はまったくといってよいほど見当たらないからだ。

機械方式の場合、目で見て確認できる。しかもすべての仕事を1人で秘密裏に進めることができる。これに対し電子方式の場合、物理現象を理論的に解明したうえで、設計し実験によって確認する方法へと変わらざるを得なくなってきた。

そのうえ電子方式は機械方式とは異なり複雑化した電子回路を必要とするため、すべての仕事を1人で網羅することはできない。組織力が必要となってきた。ここにも機械方式の限界が生じてきたのである。

だが、機械方式の開発は決して無駄ではなかった。彼らのたゆみない努力によって、電子方式によるテレビ開発の際に解決しなければならぬ基本的な問題点が明白になったか

らである。これは彼らの努力のたまものである。問題点は、

① 撮像における画像の分解点は少なくとも30万点以上、

② 受像におけるディスプレイの大きさは少なくとも3インチ型以上、

③ 微弱で、かつ高周波成分を含む画像増幅技術の確立、

④ 撮像と受像における電子的な走査(スキャナ)技術と、撮像と受像を結ぶ電子同期技術の開発、
の4項目に集約できることがわかっ

た(図3)。

やがて機械方式では、画像をこれ以上鮮明にすることができず、ニブコーの円盤は大型になると、ますます実用化が困難となり、多くの研究者はあきらめの心境となりつつあった。

次は電子方式だといっても、機械方式に置き換わる電子方式の具体的な案は簡単に思いつかない。テレビ開発はこうにして一時的な空白期を迎えたのである。

第2世代 電子方式への模索始まる

機械方式から電子方式への移行に際し、先覚者たちはおおいに悩み、あらゆる技術的な可能性について検討が加えられている。このとき注目したのが、すでに解明されつつあった「電子」に関する物理現象だった。真空中の電子は磁力を受けて曲がったり、蛍光を発したりすることでもできるということである。

ここでやっと発明家と物理屋の両者の間に絆ができてきたといえるだろう。ここから「テレビ技術者」が誕生していった。

さてテレビ開発の最大のネックだった「撮像」と「受像」との走査技術について、機械方式から電子方式に変更できないだろうか、と技術者は模索し始めている。日本では高柳健次郎が、米国ではV.K. ツボルキンが新しいアイデアによる電子化走査技術を提案し、これを開発すべく研究していた。

2人とも注目したのが、1897年にK.F. ブラウンが発明した電気現象

測定用のブラウン管だった。やがてこのブラウン管を基本にして、高柳は受像管用ブラウン管を1924年に試作した。これに対しV.K. ツボルキンは受像管「キネスコープ」を1929年に開発し、撮像管「アイコノスコープ管」の特許を1923年に出願し、1932年に開発に成功している。

この2人はまったく面識もなく、まったく同じ時期にそれぞれ独自に開発を進めていたのだった(図4)。

現在ほど技術に関する情報交換が活発でない時代に、わずかな情報を基にお互いが受像管と撮像管とを別々に研究していたとは驚きである。

さらに注目すべきことは、2人のアイデアをベースに、ブラウン管は芝浦電気(現在の東芝)、アイコノスコープ管はRCA社の技術者集団を動員して初めて試作に成功したという点である。ほとんど1人で開発していた機械方式とここがまったく異なる点である。

最大の難関の一つだった増幅につ

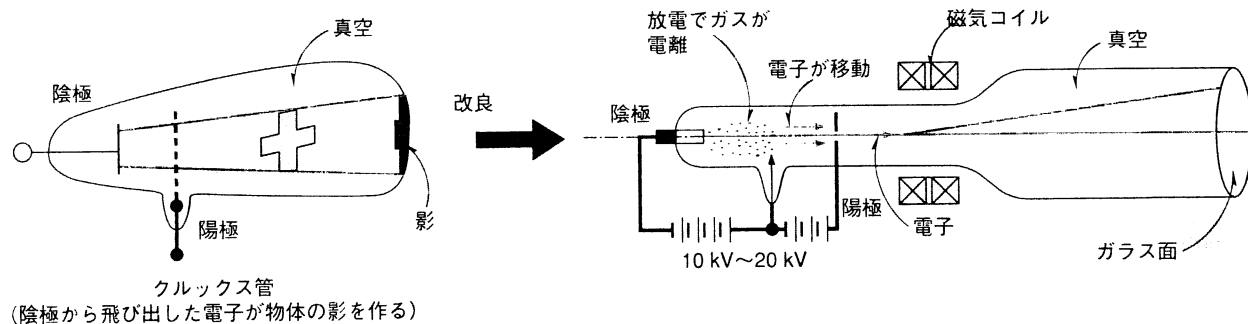


図4 K.F. ブラウンが考案したブラウン管 K.F. ブラウンは電気現象を観測する目的でクルックス管を改良し、ブラウン管を発明した。1897年のことである。初期のブラウン管は、ヒータのないコールド・エミッション、つまり放電で電子を作った。実用的なブラウン管は、ヒータによる加熱でカソードから電子を作るホット・エミッションとなっている。走査は水平のほか垂直が加わっている。日本の高柳と米国のV.K. ツボルキンはそれぞれ、1923年から1924年にかけて、このブラウン管を電子方式テレビに応用しようと考えている。

いては、すでに1906年ド・フォレストが3極真空管を発明しており、ようやくテレビ開発の環境が整い始めた。

1人の卓越した技術者のアイデアとこれを支える技術者グループとのチーム・プレーによってテレビの電子方式への道はまがりなりにも進み始めたかにみえた。

だが、それほど期待通りにことが運んだわけではない。全電子方式に先駆けて開発された半電子方式（ニプコー円盤とブラウン管）によって写し出された画像は、きわめて画質が悪かった。当時、最先端を走っていた最も新しい機械方式と比較して、さらに見劣りがしていたのだ。

電子方式の開発は時期尚早ではないかという意見も出てきた。つまり機械方式はその当時、最高レベルに達しており、電子方式はまだヨチヨチ歩きを始めたところだったのである。この両者の間に激しい技術論争がしばらく続いている。加えて、日本と米国の間で、撮像管と受像管の特許問題もクローズアップしてきている。

その後、受像管だけでなく撮像管の開発も進み、全電子方式へと飛躍的な技術的發展を成し遂げ、数年後、画像はより鮮明になり、機械方式をまったく寄せつけないレベルまで向上していった。真空管の発達で電子方式を支えたのである。

電子方式の糸口を作ったブラウン管

電子方式のテレビ開発にあたって、特に重要な要素技術となったのが、ドイツのK.F. ブラウンが発明したブラウン管だった。彼は初めから、現在われわれが使っているようなブラウン管を発明したわけではない。まずブラウン管開発までの道程についてひも解いてみよう。K.F. ブラウンはクルックス管に興味をもっていた。このクルックス管は1874年、英国のS.W. クルックスによって作られた二つの電極をもつ放電管である。

一つの電極に高電圧を印加すると、陽極付近の管壁が蛍光を発するのである。S.W. クルックスはこの蛍光に疑問をもち、さらに実験を進めた結果、陰極から陰極線が飛び出して

いることを突き止めた。この陰極線は、電磁波ではなく帯電粒子の流れであり、磁界の作用を受けると焦点を結ぶことをS.W. クルックスは2年後の1876年に確認したのである。偉大な発見だった。

しかし帯電粒子が何なのかは不明だった。彼はこれを「微粒子」と呼んでいた。この陰極線がすべての原子に共通な「電気のかたまり」であることを見いだしたのは、英国のJ.J. トムソンだった。1897年のことである。つまり、この微粒子は、今日という電子だったのである。

なお1874年、同じ英国のG.J. ストーニーは、電気のかたまりのもつ電気量は最小単位の整数倍で成り立っているとの仮説を提唱し、この最小単位を「エレクトロン(電子)」と命名している。電子の本質が次第に明らかになりつつあった。だが、これらの実験はすべて、物理学者の興味のために行なわれており、何に役立つのかわからなかった。

さてK.F. ブラウンは、このクルックス管を改良し、電気現象観測用に用いることのできる磁気偏向ブラ

ウン管装置を1897年に思いついている。つまりオシロスコープを発明したのである。一見して役立ちそうもない放電というS. W. クルックスの発見した物理現象から、このような応用へと発想を展開したK. F. ブラウンは天才的な科学者だった。

このブラウン管はまず真空中で電子を必要とする。この電子は、真空中にある電極の両端に+10 kV~+20 kVの電圧を印加して放電させると簡単に得られる。次に発生した電子を、遮蔽板に電圧を印加して取り出す。その途中に偏向コイルを置き、この偏向コイルで発生させた磁界によって、電子の走る方向が変化するようにした。

これを他端の一電極に塗布した蛍光面で受ける。つまり電子によって生じる輝点は磁界の強さによって蛍光面上を移動するようになる。これは1点のみの情報の表示だった。この移動する変化量によって電磁量と電子の関係を調べようと考えたのである。つまり、画像を再生するのが目的なのではなく、物理測定器を開発しようとしていたのである。

だが初期のブラウン管には、種々の欠点があった。まず真空度が低いため、ブラウン管の中に残った残留ガスを放電させ、ガスが電離したときに生じる電子を利用していたのである。いわゆるコールド・エミッションである。フィラメントによるホット・エミッションではなかった。このため能率は良くなかった。

加えて、焦点を小さくする必要がないので、非常に大きな焦点となり、かつ水平も垂直も走査はできなかった。とはいえ、すばらしい発想の実

験器具だったといえよう。

K. F. ブラウンがブラウン管を発明したころ、テレビはニプコーの円盤による機械方式で開発が進められていた。だが、電子方式実現に必要な基礎技術は別のところで着々と生まれつつあったのである。その後、多くの技術者によってこのブラウン管は宝石のごとく磨かれ、今日のブラウン管となっていった。

「電子方式が王道」とスウィントン

機械方式によるニプコーの円盤が話題になり始めたころ、早くもA. C. スウィントンは、1908年6月18日号の*Nature* 誌にテレビについての論文を寄稿している。

彼はこのなかで「テレビの王道は機械方式ではなく電子方式であり、電子方式はブラウン管を撮像と受像の両方に利用することである」と言い切ったのである。

ここで「電子方式の重要な点は、撮像時に得られた光の強弱による画像信号が、受像時に電子によって輝度の強弱に対応するようにすることである」と述べている。K. F. ブラウンがブラウン管を発明してから11年後のことだが、A. C. スウィントンはテレビの電子方式について先見の明を発揮していたことになる。鋭い洞察力だった。

ただし彼は具体的な行動は起こしていない。見方を変えれば技術的インフラがまだ完備しておらず、少し提案が早すぎたのである。

Nature 誌に発表した電子方式についての情報は、1911年発行の『ワイヤレス・ワールド誌』というアマチュア雑誌に紹介され、日本の高

柳は1921年ころに、これを読んだという。

同じころ、ロシアのセント・ペテルスブルク大学の教授をしていたB. ローシングは、A. C. スウィントンの全電子方式とは若干異なって、撮像にはニプコーの円盤を、受像にはブラウン管を使った半電子方式を考えていた。ところが1917年11月7日午前10時のソビエト政権樹立によって研究は中止せざるを得なくなった。彼の研究室に、のちのちテレビの父といわれるV. K. ツボルキンがいた。まだ学生だった。

このように20世紀の前半、テレビ開発は主として欧州を中心に展開していた。だが1914年には、欧州を中心とした第一次世界大戦が勃発しており、社会は大変に騒々しい雰囲気になっていった。

米国のテレビ推進役サーノフ

米国でラジオ受信機とこれに使う真空管を製造していたRCA社の副社長D. L. サーノフは1923年に、「ラジオは家庭でスタジオの様子を聞くことができるが、将来は家庭でスタジオの様子を見ることができる」とテレビ事業に対し並々ならぬ夢を語っている。

彼は優れた技術者であり、事業家だった。この当時、まだテレビの技術的課題は解決しておらず、実用化できるかどうかははっきりしていなかった。

1930年4月、米国の代表的な電子技術に関する総合雑誌*Electronics* 誌の創刊号のなかで、RCA社の社長となったD. L. サーノフは「米国には2600万の劇場になる場所があ

る。つまり家庭そのものが劇場になるのだ」と語っている。

そのころ米国は第一次世界大戦で勝利を収め大きな利益を得ていた。この利益を元に工業投資が行なわれていた。これによって経済は加熱し、株式は暴騰していた。だが実際には、製品は生産過剰になっており、売れていなかった。ついに1929年10月24日に株式が大暴落し、米国経済は破たんしたのだ。

人々は職を失い、不況のどん底に突き落とされた。多くの人たちは生活の場を打ち砕かれ意気消沈していたことはいうまでもない。このなかでD.L. サーノフの提唱した「テレビ」の夢は人々に生きる希望を与えた。新しい技術は発明家のみでは事業として発展しない。これを推進するD.L. サーノフのような有力な事業家が常に必要なのである。

その後、D.L. サーノフは「巨大な市場が予測されるテレビ事業を強力に推進する」というポリシを明確に打ち出し、RCA社の進むべき方向を示した。つまりテレビ受像機を米国で生産し、米国を世界一のエレクトロニクス産業国にしていこうと考え動き出したのだ。基本となるテレビ技術は組織力をもって開発することとし、同社のデビッド・サーノフ研究所で行なうことになった。

当時、多くの知識人の間では、テレビの研究について欧州のほうが技術的に先行しており、研究所の人材も豊富で、欧州が世界一のエレクトロニクス産業地域になるものと思われていたのである。このような状況下で、やがて米国が欧州をりょうがするとは想像しにくかった。一つ気

がかりなことは、欧州ではあまりにも研究が個人プレーすぎ、このままでは発展が期待できないのではないか、という懸念くらいだった。ここをD.L. サーノフは見抜き、組織力によって、米国を世界一のエレクトロニクス王国へと導いたのである。

D.L. サーノフは、テレビ以外の未来商品についても夢を語っている。彼は、20世紀後半の家庭にはVTRや電子レンジが登場すると予測しただけではなく、ユニークなものとしてお天気博士（ウエザー・ディテクタ）の出現など次々にアイデアを出していた。

1930年8月になると*Electronics*誌は未来のテレビについて「テレビの画質が良くないなら、人々はあまり興味を示さないだろう。少なくとも人の顔が写し出されたとき、まぶたの開閉が判別できるくらいは必要となる」と機械方式の将来に不安を訴えていた。このようなことが論じられた背景として、当時、実験が進められていた機械方式では十分な画質は期待できず、電子方式に期待したいという願望が暗に込められていたものと思われる。

こうしたなか機械方式によって、1927年にはベル研が白黒テレビの実験をし、1931年10月30日にはRCA社がカラー・テレビの実験放送波をエンパイア・ステート・ビルから発射している。実は、D.L. サーノフは電子方式に強い関心をもっていたのだが、現実には機械方式をはるかに引き離す電子方式はまだ開発されていなかった。今後、いずれの技術方向に進むべきか開発者の判断は、困難をきわめていた。

その後、テレビ方式を電子方式に一本に絞り、テレビ放送標準にすることを政府機関が決定するまで、英国で7年、米国で10年の期間がかかってしまった。この決定に重要な影響を与えたのがRCA社によって開発された電子方式である。電子方式のテレビ放送は、素晴らしく鮮明な画像を映し出した。これを推進した人がD.L. サーノフである。

ブラウン管開発に情熱、高柳健次郎

1924年、「電子方式以外にテレビ実現の解決手段はない」と確信をもった高柳健次郎は、ブラウン管に注目した。ドイツではすでにSiemens社から、雷の研究用にブラウン管を利用した「カソード・レイ・オシロスコープ」が市販され、ブラウン管の性能は向上しつつあった。つまり結像する光スポット径が、K.F. ブラウンによって発明された当時に比べて小さくなってきたということである。

このブラウン管をどのように撮像と受像に応用すべきか——高柳はおおいに悩んだという。まず撮像用のブラウン管向けには、ブラウン管の中に光に反応するCs(セシウム)を塗布した透明電極板を配置し、その裏面を電子線によってスキャンしようと思いついた。技術者は一つのアイデアをまとめるために、一見してなんの関係もないような技術にも注目し、これを積極的に取り入れようとする展開が必要である。高柳はこれを実行しようとした。

このアイデアは、素晴らしい発想だったが、実際にはアイデアのみで試作することはできなかった。薄いCs膜を作ることも、高真空を得る

ことも、当時の日本の技術力では無理だったからである。このアイデアは25年後、米国で撮像管「ビジコン」として実用化されることになる。いくら優れたアイデアがあっても、それを支えてくれる技術力が整備されていなければどうにもならない。

そこで高柳は、撮像用ブラウン管の開発をひとまず中止し、受像用ブラウン管の開発に専念することにした。市販のブラウン管を受像管向けに2点改良しなければ実用化できないと考えた。まずブラウン管の電子発生は、コールド・エミッションからホット・エミッションへと変更しようとした。蛍光面の輝度を出すためである。

だが、ここに一つの問題が発生するのである。W(タングステン)によるフィラメントを使用すると、フィラメントの輝きによって蛍光面が明るくなりすぎ、画像が見えにくくなってしまふのである。

これを防ぐ方法を検討した結果、AT & T社のベル研究所で開発したNiリボンによるフィラメントを用い、この上に酸化物をコーティングして電子発生効率を高め、あまりフィラメントを明るくしなくてもすむようにし、なんとか解決することができた。

次に、蛍光面に当たる光のスポット径を小さくするように、まずAr(アルゴン)ガスを微量入れて、電子ビームを収束させることにした。しかしArの陽イオンがフィラメントをすぐに切ってしまうことから、次に高真空とフォーカシングを工夫して、これを達成した。

加えて、陰極と陽極との間にコン

トロール電極を挿入し、画像の明るさを示す信号によってこの電極を制御して、水平走査と垂直走査を実現してはどうかと思いついたのである。このアイデアがまとまったのは1924年6月ごろのことだった。

この受像用ブラウン管は撮像用ブラウン管と異なって、実現性が高いため試作することとなった。これが現在の受像用ブラウン管の原形となったのである。

試作に際し、ここでも問題が生じている。それはどのようにしてブラウン管の内面に均一に蛍光物質を塗るか、ということだった。受像用ブラウン管開発に協力したのが、芝浦電気(現在の東芝)総合研究所長の宗正治や技師の浅野莊一郎だった。このブラウン管は1925年10月、期待通りの性質が得られ完成した。

欠点は、ブラウン管のガラスの厚さムラが大きく、ちょっとした振動で爆発しやすいことだった。なにしろ人間が口で息を勢よく吹いて、ブラウン管のガラスを膨らましながら作っていたのである。ガラス工芸品と同じように作っていたわけだ。

高柳が半電子方式で「イ」を写す

高柳は、受像用ブラウン管の試作によりやくこぎ着けたものの、撮像用ブラウン管については着想のみで実用化のメドがまったく立たなかった。そこでとりあえず実験は、撮像にニブコーの円盤と光電管を用い、受像にブラウン管を用いる半電子方式で実験を進めることとなった。この光電管は、芝浦電気で作ったものである。

ニブコーの円盤は、40個の歯をも

つ製材用ノコギリ円盤に40個の画像用の穴を開けたものを使用し、受像用ブラウン管と組み合わせて1925年暮れころから実験を開始した。ここで大きな技術的な問題に突き当たっている。

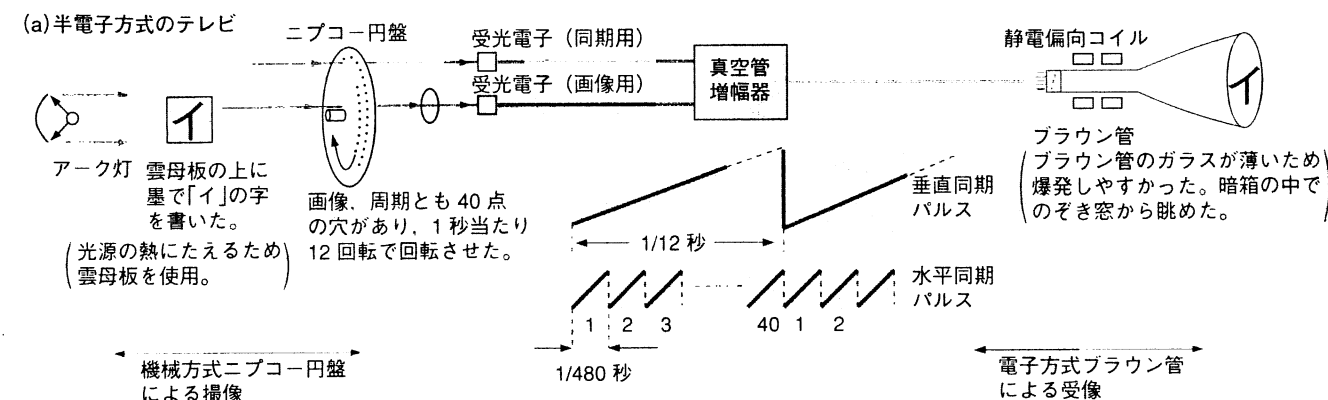
まず受像用光電管の感度がきわめて悪いこと。このために強力なアーク灯光源を使わざるを得ない。アーク灯光源があまり強力なため、被写体が燃え出しかねない。このため被写体に雲母板を用意し、この上に「イ」の字を書き、ここを通過した光を光電管が受けるような構造にした。

次が同期の問題だった。初め、画像用の穴40個とは別に、ノコギリの歯を40個も利用して、すべての歯ごとに光電管で検出し、この信号で直接ブラウン管の偏向板を制御し、一つの水平走査用となるように同期用として利用したのである。ノコギリの歯はそれぞれ三角形になっており、光電管からの出力がノコギリ歯状になり、都合が良かった。

さらに垂直走査用として1回転につき1個の同期用の穴を作った。このときニブコー円盤の回転数は12回転/秒だったので、一つのラスト・スキャンは $40 \times 12 = 480$ 点/秒ということになる。

この同期方式を「偏向同期」と高柳は名づけている。良いアイデアだったが、うまくいかなかった。手でゆっくりニブコー円盤を回転させていると、同期し、正方形のラストが写るが、回転が早くなると同期がとれなくなるのである。

その原因を追求しているうちに、配線の寄生容量によって高周波特性が劣化するためだという事実をつか



(b) 高柳が製作したテレビを再現

(c) 「イ」の字を出したブラウン管

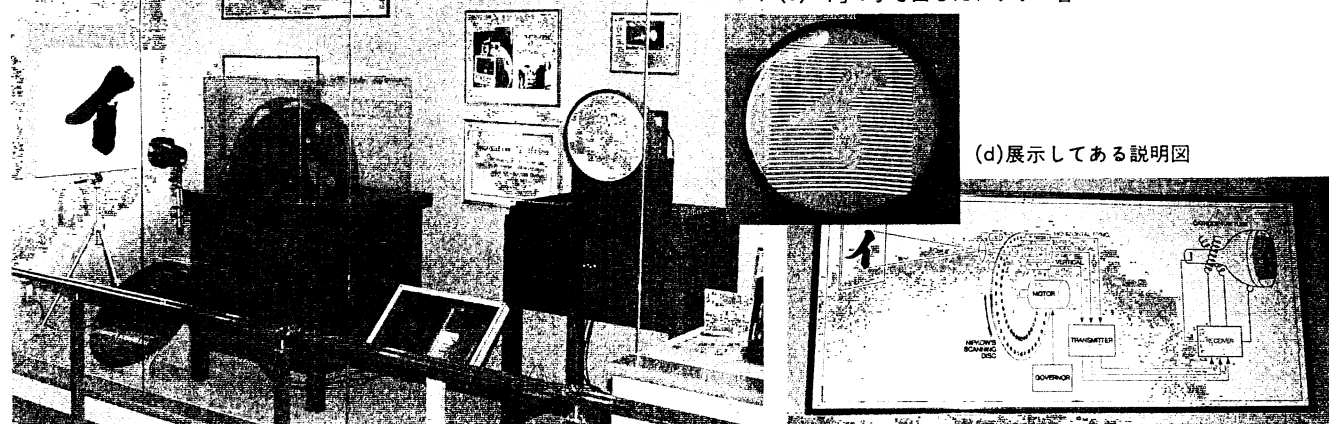


図5 半電子方式によるテレビの実現に成功 高柳健次郎は機械方式の撮像管と、電子方式の受像管を組み合わせた半電子方式のテレビを試作した(a)。1926年のことである。(b),(c),(d)は実験システムを再現した機器。日本ビクターの中央研究所(神奈川県横須賀市)に展示してある。

んでいる。そこでニブコー円盤が1回転ごとに、一つのトリガ・パルスが発生するように改良した。このトリガ・パルスによって、ブラウン管の近くに置かれた回路から垂直走査用に1/12秒のノコギリ波形を発生させた。

そして、一方向のみに光信号を走査して画像を出し、その帰りには画像を出さないようにするために走査線のクイック・リターンを行なった。同時に、水平走査用として1/480秒個のパルスを発生させる同期方式を考え出している。こうして初めて、従来の機械による同期から、電気に

よる同期に代わったのである。高柳の提案は画期的だった。

ようやく同期問題が解決し、安定した画像が得られるようになった。1926年12月25日、暗箱の中に置いた受像用ブラウン管上に「イ」の字を映し出すことに成功したのである(図5)。機械方式ではJ.L. ベアードは「十字架」を、電子方式では高柳が「イ」の字を送ったことになる。

世界のテレビ発展史のなかで、これは画期的なことだった。ちょうどこの日、大正天皇が崩御され、日本は激動の昭和元年を迎えている。

静止画像は映ったものの、このま

まの構造では動画は不可能だった。そこで被写体の上に光の点を走らせ、その反射光を光電管で受光するというフライング・スポット法で、ようやく1928年に人間の顔がブラウン管に何とか写ったのである。

とはいえ映像帯域で使える広帯域増幅器の実現が難しいといった問題もあり、実用にはほど遠かった。広帯域化が難しかったのは、真空管で構成した負荷回路のなかで、真空管と並列に生じる寄生容量の影響のためである。これを防ぐため、負荷抵抗の値を下げ、真空管の数を増やして利得を稼ぐようにした。

やがてブラウン管と広帯域増幅器の改良によって、画像は次第に鮮明で明るくなっていった。高柳はこの同期方式の特許を出願している。この過程で、日本と米国で、特許出願への考え方が違うことがわかる。つまり高柳は実験で確認してから特許を日本に出願した。これに対して米国の V.K. ツボルキンは、受像用ブラウン管と撮像用ブラウン管についてアイデアのみで、高柳よりも早く特許を米国に出願している。

しかし、受像用ブラウン管と撮像用ブラウン管の積分法に関する V.K. ツボルキンの特許は日本では認められなかった。高柳の日本での特許に抵触したからである。この当時すでに、最先端のテレビ技術を巡って、日本と米国の特許論争が起こっ

ていたのだった。

世界で初めてブラウン管に「イ」の字を映し出した高柳は、この業績を高く評価され、日本のテレビの父といわれている。

ツボルキンが電子方式の開発に成功

B. ローシング教授のもとでテレビの研究助手をしていた V.K. ツボルキンは、1917 年 11 月 7 日のロシア革命によって米国へと亡命し、ウエスチングハウス社の技師となった。

彼はテレビの研究に情熱をもっていたが、ウエスチングハウス社では、ラジオなどの研究が中心だったため、仕方なくテレビの開発は仕事の合間や自宅で細々と続けていた。このような環境のなかで、彼は撮像についてのアイデアを考案している。

彼は真空中で片面に Cs 膜を付けて、そこにモザイク状の Ag を塗布したマイカ板を置き、この上にレンズを通して画像を結像させるようにした。

こうすると初めの画像によって電荷がモザイクごとに蓄積され、これを電子ビームで走査するとモザイク電荷は中和していくはずである。中和したマイカ板は再び、次の画像によって新しく電荷が蓄積される。これを再び走査するということを繰り返せば動画情報が得られるという驚くべき方式を 1923 年に発明し、特許出願したのである。これを撮像管「アイコノスコープ」と名付けた。

続いて 1 年後には受像用ブラウン管キネスコープ(現在の CRT)を発明し、V.K. ツボルキンはこの両方について特許を出願している。この驚異的な発明によって、テレビ開発上の最大の問題となっていた撮像技術と受像技術が一応解決したのである。こののち、電子方式テレビの開発は加速度的に進んだ。

1929 年になると、ウエスチングハウス社にいた V.K. ツボルキンはキネスコープ撮像管を試作し、これを使ったテレビ受像機を発表している。これを見た RCA 社の社長 D.L. サーフは非常に感激し、V.K. ツボルキンを RCA 社に招へいたのである。

その後、彼はフィラデルフィアのキムデンにある RCA 社の研究所所長として本格的なテレビ開発に没頭することになった。ここで V.K. ツボルキンは、研究所の組織力をフルに活用し試作を重ね、実用的なアイコノスコープやキネスコープを次々

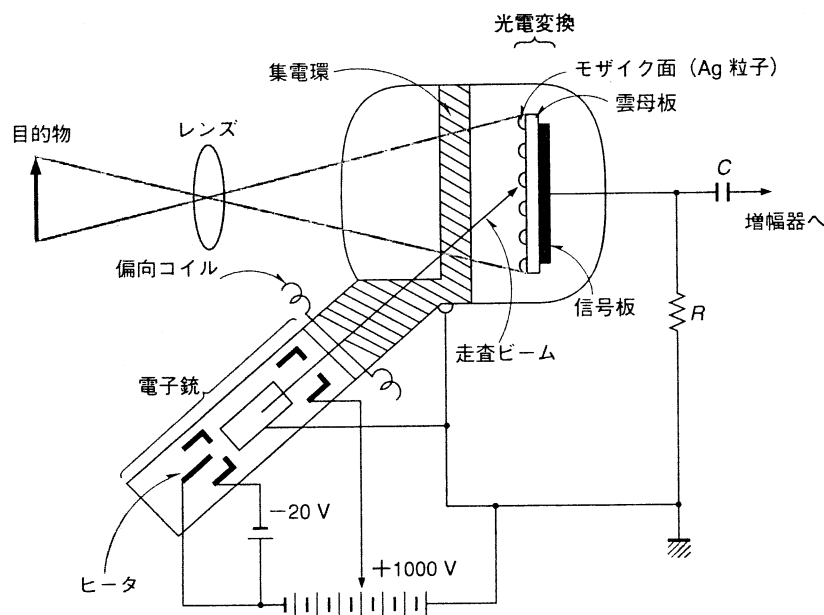


図6 アイコノスコープを考案 V.K. ツボルキンは電子方式の撮像管アイコノスコープを発明した。これは画像を走査するための電子ビームを発射する電子銃と、スポット画像光を電流に変換する光電変換より成り立っている。光電変換は雲母板の片面に Cs の膜を付け、 $1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ の Ag 粒子を並べている。Ag 粒子に光が当たると、電子を放出し Ag 粒子は正に帯電する。ここに負の電子ビームを当てると、正と中和して電流を外部に取り出すことができる。

に完成させていった(図6)。

だが、そのころ世の中ではラジオが全盛であり、高画質化の見込みがないと思われていたテレビには一部の物好きを除いて関心を示さなかった。だが開発は確実に成果を積み重ね、1933年になると、ついにRCA社は非常に鮮明な画像を映し出す電子方式によるテレビ実験に成功している。

この成功のニュースは直ちに*New York Times*紙に掲載され世界中を駆け巡った。

しかしこの年、最先端技術を誇るはずのサンフランシスコで開催された万国博覧会では、機械方式のテレビが相変わらず展示されていたというから、なんともちぐはぐだった。これは技術の転換期によくある現象だったといえよう。

このようななかで、なんとイタリアは1934年にアイコノスコープによるテレビ放送をとにかくも始めている。

テレビに関する四つの基本的な技術的課題、すなわち撮像技術、受像技術、増幅技術、同期技術が電子方式によって一応解決したため、RCA社の社長であるD.L.サーノフは、本格的なテレビ放送開始に先駆けて1937年にNBC(National Broadcasting Company)社というテレビ放送局を作って不定期放送を始めることにしたのである。フランスでは1938年に、走査線数455本のテレビ信号の電波をエッフェル塔から発射した。

1939年4月、米ニューヨーク市で開催された世界博において、RCA社のパビリオン開所式でD.L.サー

ノフがテレビ撮像管の前に立ち、いよいよテレビの実用化が真近であることを人々に印象づける話をしている。

さらに新しい試みとしてNBC社が同年8月26日ブルックリンのエベッツ・フィールド野球場からブルックリン・ドジャース対シンシナティ・レッズを中継した。同時に同年9月30日、NBC社のWNBТ局はニューヨーク市のエンパイア・ステート・ビルから定期的にテレビの実験電波を放送し始めている。

そのころ新車1台の価格が900米ドル。これに対しテレビ受像機は625米ドルもしたという。日本で1991年に発売された当初のハイビジョン受像機が400万円だったことを思い出してほしい。そのころの新車1台は100万円~300万円くらいだった。まさに同じような感覚だったのである。したがって、ラジオ放送開始のときのような爆発的普及とはいかなかった。

ドイツでは電子方式に見通しが立ってきたことから、A.ヒットラーが「1家に1台のテレビ受像機」を目標にドイツ国内の電子機器メーカーにテレビの開発を命じていたという。たぶん、軍事的な観点からテレビを注目したのだろう。

テレビの事業化は、テレビの父とも呼べるV.K.ツボルキンという研究者と、先見の明のあるD.L.サーノフという事業家とによって、ようやく軌道に乗り始めたのである。

日本もアイコノスコープの開発へ

高柳は、受像用ブラウン管の開発に見通しがついたため、平行して撮

像用ブラウン管の開発にも意欲を燃やしていた。そして人間の目の残像現象を撮像に利用することを思い立った。

つまり人間は光の信号を網膜に蓄積しているわけで、これと同じことを数多くの光電管とキャパシタで行わない、このキャパシタをブラシで走査しようという着想を1930年に出している。しかし試作はできなかった。

次にこのブラシを電子線に置き換え、薄いCs板上をスキャンしようとした。これも支援技術が追いつかず成功しなかった。電子線をスキャンするというアイデアは、基本的にV.K.ツボルキンと同じだった。日本ではアイデアのみにとどまったが、米国のRCA社では、このときすでにアイコノスコープの試作に入っていたのである。

その後、高柳は、米国から日本に送られてきた*New York Times*紙でV.K.ツボルキンのことを知り、1934年7月に米国に渡米してV.K.ツボルキンと技術交流を行なっている。

日本に帰国後、高柳はアイコノスコープの開発に全力を注ぎ、1935年11月に日本で最初の電子方式アイコノスコープが完成し、感動しながら動画像を見ることができたのである。そのときの走査線数は210本だったが、1937年になると走査線数は441本となり、画面数も30枚/秒と高精細化していった。

日本のテレビ技術は半電子方式では世界をリードした。全電子方式では後れをとっていたが、ようやく米国に追いついたのである。

第二次世界大戦前夜のテレビ技術

米国では1939年、ラジオ受信機を製造していた6社が早々とテレビ受像機の製造にも名乗りを上げています。まもなく受像機の価格は、625米ドルから125米ドルへと急落していった。

標準のブラウン管は、なんと3型、非常に小さかったが多くの人たちは大変に興味を示していた。

1939年4月にはすでに、NBC社と、1927年に創立したCBS社(Columbia Broadcasting System Inc.)の2局がテレビの定期放送を行なっている。このような状況下でテレビに関する特記すべきことが三つある。

まず1940年6月24日、すでにニューヨーク市とフィラデルフィアの間で同軸ケーブル中継が行なわれていたこと、次に8月27日にCBS社が電子方式によるカラー・テレビ放送の実験を行なったこと、さらに11月5日には大統領選の結果が放映されたことである。

米国における本格的な白黒テレビの本放送は人々の期待にこたえて1941年7月1日から始まった。

だが、ここで思わぬ国際問題が発生してきたのである。1939年から欧州でくすぶり続けてきた局地戦争に、1941年12月8日から日本と米国も加わったのである。世界を巻き込んだ第二次世界大戦が勃発したのだ。このため、娯楽性の強いテレビは次第に尻つぼみ状態となっていった。1942年3月、ついにニューヨーク市のテレビ放送は、娯楽番組に代わって空襲見張り員の訓練用として

しか用いられなくなった。同時にテレビ受像機の生産は中止となったのである。

さらにテレビ技術者は軍用レーダーや、ノクトビジョン(暗視カメラ)の開発に動員されていった。一見してテレビ開発は冬の時代を迎えたかにみえたが、この軍事兵器開発のなかで新しい技術開発が次々に誕生し、これがやがて始まるテレビ本放送に重要な役割を果たしたのである。

1940年9月、GE社のオーキンスは「ナチ・ドイツの恐るべき軍事破壊力は技術が作り出したものである。真理の探究を目的とした研究は魅力的だが、一時的にこれを放棄し、米国の軍備充実をはかるため、技術者は力を結集し、ナチ・ドイツ以上の技術を生み出そう」と訴えている。このテレビ放送が再び放送を開始したのは第二次世界大戦の勝利が確実となった1944年7月からである。

第二次世界大戦前夜の日本

「1940年9月に開催予定の第12回オリンピックは東京と決定した」と1936年7月31日の新聞は一斉に報道している。日本国中がこのオリンピック開催の報道に興奮した。日本は、軍事技術も含めて最先端の技術力があることを世界に誇示したいと願っていた。

そこでこのオリンピック開催に合わせて最先端技術の一つであるテレビ放送をスタートさせると同時に、東京-大阪間で画像を伝送するという画期的な計画を世界に向けて発表

したのである。まだ米国でもNTSC規格も決まっておらず、ようやく実験放送が始まったばかりであり、世界はこの計画に注目した。

ようやく撮像管アイコノスコープが完成した日本にとって、「万難を排し、いかにして3年以内にテレビ放送を行なう設備を用意するか」が問われることとなった。

このプロモートは日本放送協会によって行なわれることになったが、重要な技術開発部隊のトップには浜松高等工業の高柳に白羽の矢が立ったのである。

高柳は浜松高工にいた研究員20名を引きつれ東京の砧にある日本放送協会技術研究所^{注1)}へテレビ部長という肩書で、学校に籍を置いたまま出向することとなった。

その後、研究員は約190名と膨らみ、2年間で300万円というばく大な予算がつき、国の威信を懸けて待ったなしの開発がスタートしたのである。このときの規格は、走査線数441本で、画面数25枚/秒と決定した。これは1973年ころ、超LSI開発で米国に後れをとり危機感を募られた日本が開発期間4年、総予算700億円で政府とエレクトロニクス・メーカーとが一丸となって設立した超LSI共同研究所と似ている。

このオリンピック・テレビ計画は多くの困難を乗り越えながらも、順調に開発が進められていった。すでに、このとき日本初のテレビ・ドラ

注1) 1930年6月1日、日本放送協会の技術研究所が東京都豊多摩郡砧村で設立された。1946年ころからNHK技術研究所、1965年1月にNHK総合技術研究所、1984年7月からNHK放送技術研究所と改称した。

マ「夕餉前」が実験放送され愛宕山で受像した。テレビ・ソフトについてのチャレンジも始まっていたのである。

だが日本を取り巻く国際情勢は日ごとに緊迫し始めていた。満州事変は日中間の全面戦争まで拡大しており、日本は次第に国際的に孤立していった。日本は、ついに1938年7月、東京オリンピック開催を中止すると発表したのである。これに伴って、オリンピック・テレビ計画はぎ折してしまった。

ただし全面中止ではない。その後規模を縮小しながら開発が進められ1939年5月13日には、送信出力2kW、映像周波数45MHzのテレビ実験局が完成し、1939年5月13日に100mの鉄塔上に設置されたアンテナから電波を発射した。この電波は東京・内幸町に新しく完成した放送会館の会場で受信されている。

そのころ日本におけるテレビ技術のレベルは再び世界最高水準に達していた。1939年になると、東芝とNECは、それぞれテレビ受像機を完成させている。

1941年になると第二次世界大戦が勃発し、ついに米国と同様に日本でもテレビの開発は全面的に中止となった。テレビの権威者だった高柳は、海軍技術研究所で航空機搭載用小型テレビ・カメラの開発に徴用されたのである。

米FCCがNTSC規格を決定

1934年、米国では6局以上の実験局がテレビの実験放送を行っており、テレビ方式としてディスプレイには機械方式の放電管と電子方式

のブラウン管の二つがあった。1939年になると、機械方式が中止となった。電子方式において1秒間に送る画像（フレーム）の数は映画と同じ24枚だったが、走査線数は60本〜400本とまちまちだった。

このように乱立する実験局に対して、米国政府は受信者の混乱を避けるため、電子方式を中心とした放送の規格統一に乗り出したのである。テレビの規格を決めるに当たり、映像はチラつきを少なく、かつ美しくしたいという要求と、映像信号の周波数帯域幅は可能な限り狭くしたいという政府の立場とがお互いに矛盾しており困難をきわめた。

そこで業界団体である米国の無線工業会RMA(Radio Manufacturers Association)^{注3)}は、1931年にテレビ規格委員会TSC(Television Standard Committee)を結成し、審議している。

ここでもう一つ米国の電波を管理する重要なFCC(連邦通信委員会)について述べておこう。1934年ころ、米国では数多くのAMラジオ放送局が開局しており、局同士の電波干渉が深刻化していた。このため「ニュー・ディール政策法案」が米国議会で可決され、電波に関する調整機関としてFCCが誕生したのである。

このFCCが米国における通信、ラジオ放送、テレビ放送のすべての許認可権限をもつことになった。FCCはまず1934年から「電波浄化(cleaning up)」を行なっている。

さてTSCは1936年と1938年に

注2) 現在は、電子工業会EIA(Electronics Industries Association)。

テレビ放送規格の勧告案を発表し、業界とFCCの同意を得ようとした。しかし業界は賛成しかなかった。このためFCCによる認定は大幅に遅れ、1941年5月、ようやく白黒テレビの統一規格がFCCによって提示されている。

この規格はTSCによってまとめられたものではなく、IRE(無線技術者学会)^{注3)}に関連し、メーカーの代表によって設立されたNTSC(National Television System Committee)によって提案された。この標準方式は、NTSC規格と呼ばれ、1チャンネル当たりの帯域幅が6MHzで、走査線数525本、2対1の飛び越し(インタレース)走査、毎秒60枚、映像帯域幅4.24MHzという内容だった。規格決定後、NTSCは解散している。

映像信号をFM(周波数変調)で送信するとマルチパス(山やビルなどに反射したりして、さまざまな経路を通った電波)のある場合に歪みが生じるため、FCCは「映像はAM、音声はFM」ということを決定した。

この規格の提示によって米国における本格的なテレビ放送が1941年7月1日、ニューヨーク市でNBC社のWNBT局とWCBW局の両局によって始まっている。なお、初の商業用テレビ局の免許は1941年6月17日、本放送に先立って与えられている。

素晴らしい発想、飛び越し走査

テレビ信号は狭い帯域幅で膨大な

注3) 現在は、IEEE(The International of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)。

画像情報を送信しなければならないため、さまざまな工夫が施されている。このなかで、NTSC規格に盛り込まれた「飛び越し走査」は、きわめてユニークなアイデアだった。

この時代の技術と部品の開発状況からみて、毎秒60枚のフレーム(画面)を送ることは困難だった。とはいえ、当時の技術で実現可能な毎秒30フレームの信号にして、画像を送っていたのではフリッカ妨害(画面がバタバタとまたたいているように見える妨害)が大きく、見るにたえられない。

いったいどのようにしようかと悩んだ末、走査線1本ごとに飛び越して走査することにした。つまり、フィールド走査を2回繰り返して1枚のフレームを構成する。こうすれば1フィールドの情報を少なくでき、かつ毎秒60枚のフィールド映像を送ることができる方式となる。これによってフリッカ妨害を防ごうと考えた。これを飛び越し(インタレース)走査という。

これは人間の持つ視覚残像現象を巧みに利用したもので、見るうえで支障が少ないだけでなく、帯域幅を広げずに毎秒60フィールドの映像が送信できるというすばらしい解決策だった。

これに対し、順次走査はプログレッシブ(またはノンインタレース)走査と呼ばれている。飛び越し走査は、テレビ発達の段階できわめてユニークなアイデアだった。

1994年ころになると、コンピュータ画面にテレビ映像を再生したり、デジタルHDTV(high definition television)が開発されるなど、フ

リッカ妨害がより少なく、高精細画像が得られ、グラフィックス表示に優れた毎秒60枚のフレーム伝送による順次走査が再び注目を集めている。

これはテレビ信号に関する高速信号処理技術やIC技術が、当時と比較して飛躍的に向上したため可能となってきたのである。

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、1922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』、日経マグロウヒル社、1980年11月。
 - 26) 田中達也、『ウ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) Macclavrim, 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。