

る研究であつたから、ひたすら一途に思いつめた私に対する校長先生の理解と支援は、まさに天佑というほしかつた。

私はこの初代校長、関口壮吉先生には、どんなに感謝してもしきれない想いをそれ以来抱きつづけている。

関口先生は、浜松高等工業の開校に当つて、「自由啓発」という主義を貫こうとされた。生徒に対しても、いったん入学試験にパスすれば、その後は試験はやらない、自発的に勉強し学問をするべきだ、という教育方針であった。そればかりか、学生に大いに運動を奨励して、運動でも有名校になれと励まされた。

また、教授・助教授に対しても、創造的な研究を奨励され、そこでも自由に才能を伸ばすという気風を大切にされた。そしてそうした雰囲氣にも支えられて、先生方は皆親切であった。私の研究についても、電気科はもちろん機械科など各分野の先生方が、テレビジョン研究に必要な実験装置の機械的組立・加工、物理の方での真空装置の使用、度盛機械やブラウン管、化学の方での螢光物質の合成やセレンイウム金属の精錬などについて、指導・援助を惜しみなく与えて下さった。

これがもし母校東京工業大学であつても、私のような若年の者では序列や機構の枠組みが厳しく、とてもこうはいかなかつたに違いない。また民間会社の研究所などで

は、とうていこういう夢を追うような研究が持続的にできるはずもなかつたろう。私は、浜松高工という良い校風のところを得て、本当にラッキーであった。

こうして研究を始めたことになったが、当時はまだ外国の文献的情報もなかなか入つてこなかつたので、自分の頭だけで考えていかなくてはならなかつた。

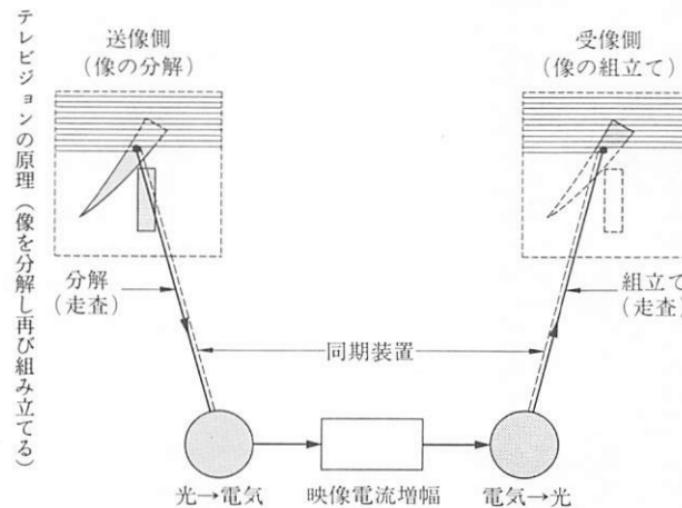
◆ 「スキャンニング」に挑戦——鏡の利用

さて、テレビジョンは技術的にみていくつかの局面に分けられるが、中でも重要な四段階がある。

第一は、実際の光景をカメラなどに映し出し、その映像（光）を電気に転換すること。

第二に、その電気を再び光に転換させて画像として目にみえるようすること。

第三に、転換された、あるいは転換すべき電気を強くする、すなわち増幅すること。



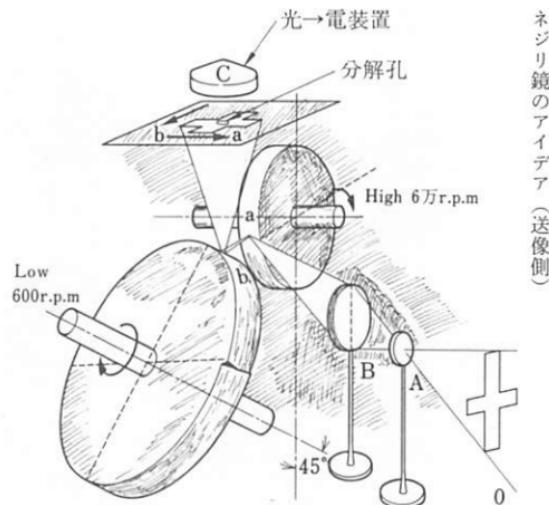
第四に、第一の撮像と第二の受像に共通して、あるいはそれらをつなぐものとしての、画の分解と再組立て走査（スキャンニング）と同期。

そして、この第四の局面こそが、テレビ独自のものであり、最大の問題だったのである。

先にも述べたが、テレビジョンに比較的類似した技術の写真電送の場合は、このスキャンニングが比較的単純である。写真をドラムに巻きつけて回転させ、光をレコードの針のような感じで一ヵ所に当てれば、光が縦なり横なりの筋となって写真をひとまわりする。それを少しずつズラしてやれば、何本かの筋に写真を切ったように分解できる。これを送る方と受ける方で同じようにやればよい。

ところがテレビは、外の景色をレンズで写した平らな光景そのまま分解しなければならない。しかも非常な高速で分解しなくてはならない。

私はそのとき、まず、鏡を利用するすることを考えた。すなわち、

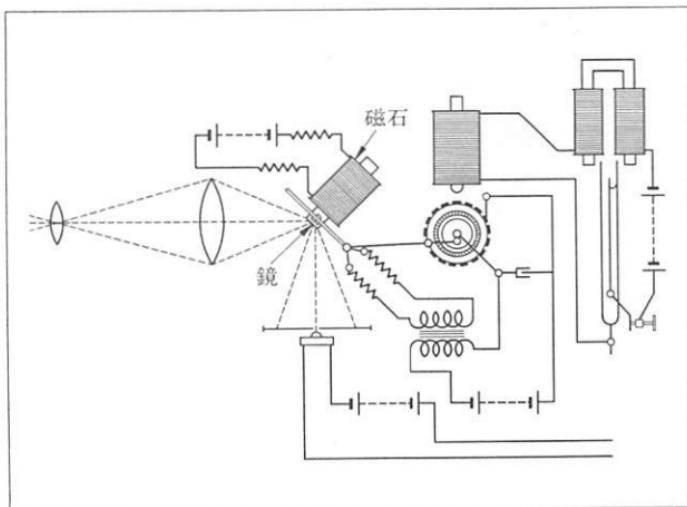


レンズから入ってきた光が映像を結ぶまでの間に鏡を入れる、鏡を振ってその光をスリットの小さい穴を通して受ければ、鏡が揺れるとその小さなスリット状の像も揺れる、これを縦横に揺らせばよいと思つたのである。

そして、その鏡は多面的でないといけないが、そのつなぎめが困るからというので、ネジリ鏡というものを考案し、それを二つ組み合わせて、一つはゆっくり、もう一つは早く回して像を分解してはどうかなどと、とにかくその時なりに色々と工夫したのである。

鏡を利用する方法は、実は機械式テレビジョンのうちの一方の有力な方法であり、その後も発達していくのである。私はそれ以後から知る。すなわち、新しくオープンした浜松高工の図書館に、ドイツ留学中の田中先生から沢山のドイツ語の書籍や雑誌が届いた。そしてその中に、オーストリイのエル・ミハリーという人の『ダス・テレホール』という著書があった。それは、テレビジョンの実験をし、それをまとめた本なのである。驚いてよく読

ミハリーの装置（送像側）



むと、その仕組みは次のようにあった。

それは、まず送・受両方とも同じ方式である。すなわち送像側と逆のルートを受像側は辿ることになる。そして、私のアイデアと同じく鏡を使用する。それは数ミリ角の非常に小さな鏡で、その縦方向と横方向に導線を引いて電流を通すようになつてゐる。片方に早い交流電流を流すと、磁石があつて、電流の行きと帰りで違つた向きに力が働く、すなわちフレミングの法則に従つて鏡が電流に応じて揺れる。そうすれば、一方向から長い焦点距離のレンズを使って光のスポットを送ると、そのスポットが鏡で反射して壁のところに筋を描く。左右に振動して次に上下に動けば、筋を集め面を作り、像を描くことができる。

ミハリーは、このようにスキャンナー（走査機）として振動鏡を用いることを研究し、一番簡単な像ということで十字架の像の送受に成功したのである。それが、大正一三年の七月ごろにドイツから届いた本にあつたわけである。実験はその一年ほど前だつたのだから、私は、オーストリーはずいぶん早く進んだな、と感心した。

◆ ベアードの発明とニポーの円板

また、同じ年の八月ごろだと思うが、イギリスから来ている『ワイヤレス・ウォー

P・ニブコー



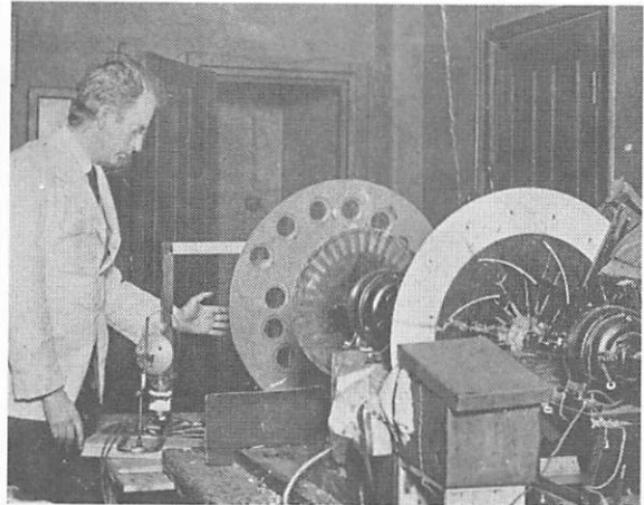
ルド』という雑誌に、J・L・ベアードという発明家がテレビジョンの実験に成功したという記事があつて、また驚かされた。

この人は、これ以後機械式のテレビで名をなす人である。彼の実験も最初は十字架を映し出したのだが、スキヤンナーには回転円板が用いられていた。それはニプロコ（ニボー）の円板と呼ばれるもので、円板の周りに小さな穴を渦巻き型に配列してあけてある。送受両方に同じ穴のあいた円板を用意し、送る方ではその円板の穴を通った光を利用してそれを光電装置を用いて電気に変え、受ける方はそれに応じた光を明滅させ、それを小さな三センチ四方くらいの画面に映し出し、のぞいてながめる。

円板はモーターで一秒間に一二回ほどのスピードで回す。穴の数は、等分するのに便利な三〇個とした。

また受ける方の光は、全体が明滅するネオン管（グロー・ディスチャージ）を用いた。すなわち、画面大の板の中にネオンガスを入れて、平行に並べたアルミニウムの電極二枚に電圧をかけると全面が明るくなる。これを明滅させ、円板の穴を通して画面に

ベアードの初期のテレビジョン

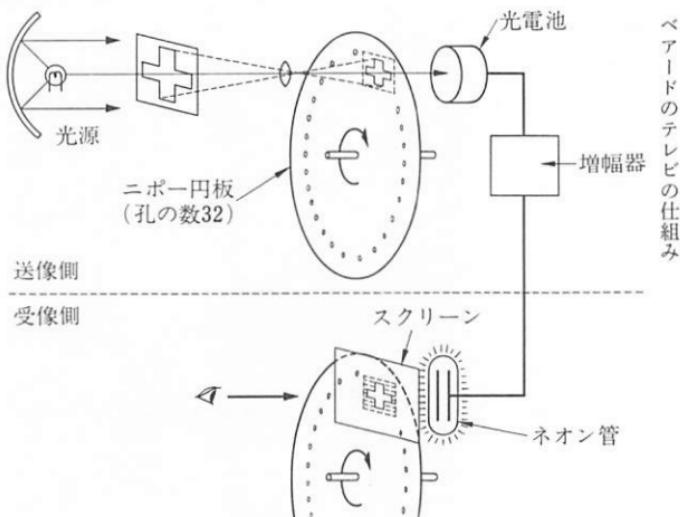


映し出すと、刻みこみができる、濃淡で描く画像が描き出せるのである。

ベアードさんは、こうして白十字を映すのに成功するが、最初は、前ページの写真のように送る方の円板と受ける方の円板とを同じ棒の軸で結んで回転を等しくしようとするなど、本当にブリミティブなものであった。これをベアードさんは色々と改良していくのだが、とにかくこの実験の成功は、当時大センセーションを巻き起こしたのである。

私が考えていたものは、ミハリーさんと同じく鏡を使うものだつたが、このベアードさんの円板方式は非常に面白いと思った。そしてこの方式を熱心に研究するようになった。

なお、私は当時この円板がベアードさんの発明によるものと思っていたが、実はそうではなく、ニプコー（ニボー）というベルリン大学の物理学専攻の学生が一八八四（明治一七）年に既に考案したものであることが後にわかった。ニプコーは、アメリカでベルが電話を発明したとの報道に刺激されて、テレビジョンの

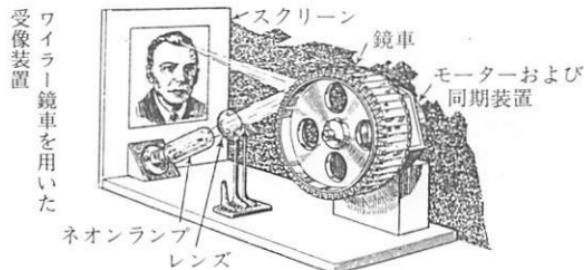


研究をし、その原理を考え出したのである。これが、機械式ではあるが、テレビジョンの装置としては最初の具体的考案であった。

しかしニプコーの時代にはまだ光と電気とを相互に変換するよい装置や電気を増幅する方法がなかった。従つてニプコーは、送る方ではセレンウム金属が光に応答するという性格の利用を想像し、受ける方ではファラデー効果という現象を利用するというような装置を考えたけれども、それを実験することはできなかつた。そして、パテントだけは出願して、残つたのである。

◆ さまざまなアイデア

鏡を使う方法も古くからあつた。それはドイツのワイラーという人が一八八九（明治二二）年に発明したものであり、ワイラー鏡車と呼ばれるものである。これは、ドラムの上に沢山の鏡をリング状にはりつけ、光を一方から送り出して鏡に反射させて壁に映すと、鏡を回してやれば光の点は弧を描く。鏡を少しづつねじってはりつければ、弧の位置を上下へ順に少しづつズラしていくことができる。一枚の画を送るのにドラムを一回転させればよい。これは非常に簡単な理屈だが面白い。沢山の光を利用して一点に集めるには良い方法である。ただ、大きなドラムを使わないと、鏡の描く



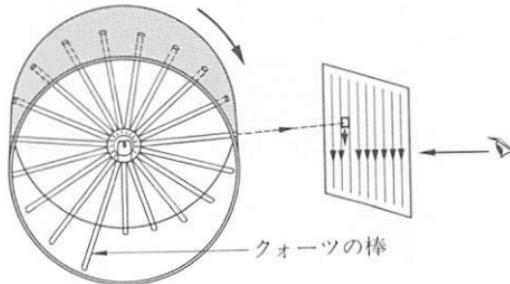
弧が小さくて具合が悪かった。

こうして、ベルによる電話の発明が刺激となつて、色々なテレビのアイデアが出てきて、実行はできなかつたが、パテントとしては成立していたのである。日本人は、そういう方法に気がつきさえせず、西洋から電信とか電話とかを輸入することに汲々としていたのだから、彼我の違いはきわめて大きかつたと言える。

しかし、西欧の人といえども、考えつきはしたものの、光電装置もなければ（先に挙げた第一の局面）、弱い電流を増幅し強くするアンプリファイアもない（第三の局面）ということで、実験ができないまま研究は放棄され、埋もれてしまつて、普通の人は忘れてしまつていた。しかし西欧の研究者間では、そのアイデアは生きつづけ、真空管など実現に必要な道具が生まれると研究はまた世に姿を表わしたのである。

こうした実験の例をもう一つ紹介しておこう。それはアメリカの有名な発明家ジェンキンスさんのものである。それはドラム・スキャンナーというもので、ニップコーの円盤とは異なり、ドラムの上に斜めに沢山の穴を開いたベルト鋼を巻きつけ、それを回転させるものである。ジェンキンスさんは光の効率を高めるために、ドラムの中心のランプの所から外側の穴のところまで、クオーツの棒を穴の数だけ植えこんで光を誘導するという、今の光ファイバー・テクニックをほうふつとさせるものなど、優れ

ジェンキンス氏
のドラム・スキャンナー

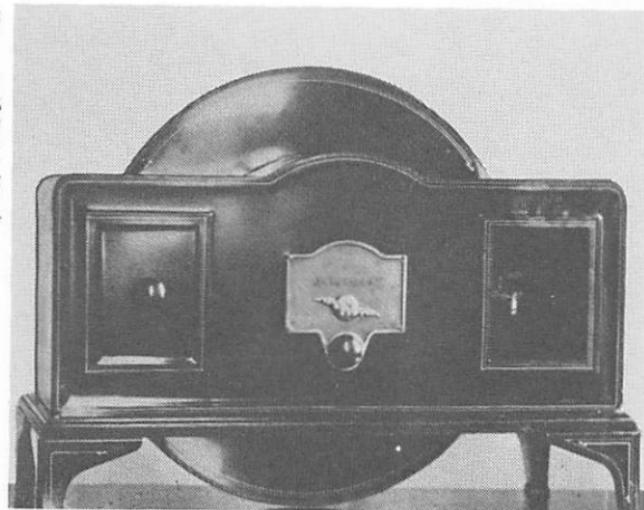


たアイデア・工夫を加えている。しかし、ジエンキンスさんは、構造が複雑でひどく凝ったものであり、結局実用的なものとしては成功しなかった。

一方、ペアードさんは、ネオン・ランプの板を光らせ、その光を小さな穴から拾って画をつくるということで、たいへん沢山のエネルギー（電力）を使うのに画像が暗いなどの弱点はあったが、装置が簡単で、比較的容易に映像が写し出せた。そしてのちに色々と改良して、商品としてテレビバイザーというものを作った。それは、三〇本の筋で、大写しなら顔がなんとか見えるところまで発達していく。

しかもペアードさんは、のちに一九二九（昭和四）年には、B.C.（英國放送協会）を説得して、ラジオの電波を一つもらい、それで画像をロンドン市中に送り、テレビバイザーによる実験放送を行なうまでになる。その放送は一九三五年に電子式の放送が始まるまで続けられることになるが、その間、ペアード社製のテレビバイザーは英國の中でもかなり売れ、米国にも輸出された。日本

ペアード氏のテレビバイザー



でも買った方がいる。ベアードさんは、少しごらい画が不十分でもかまわないという感じで、このプリミティブではあるが、メカニカルなものとしては進んだ方式を、どんどん推しすすめていったのである。

◆ 電子式テレビへの転換

さて、話を大正一三年の私に戻そう。こうしたさまざまな実験の報告にふれて、今まで自分がテレビジョンの研究をしていると思っていた私は、非常に驚いた。しかし、それらの研究報告を読んだり、自分自身も、ネジリ鏡というふうなスキンナーを考察したりしていたのだが、どうしてもメカニカルな方式には限界があるよう思えた。幼稚なうちはどういう方法でもできるが、複雑な映像を出そうとすれば、どうしても壁にぶつかってしまうようになってしまったのである。

私は当時エジソンを発明王として大いに尊敬、いや崇拜し、その肖像写真を壁にかけてしまって眺めていたが、その印刷された写真是ドットによって作られていく。そのドットを勘定してみると百万粒ほどもある。いくらラフな写真にしても三〇万から四〇万個のドットがある。これだけの数の点を一つ一つ順に送つて目の中の残像がありフリッカー（ちらつき）を感じないように写すには、大変なスピードがい

る。これをメカニカルなものでなしうるのか。

たとえばニボーの円板で考えてみると、走査線三〇本くらいなら、直径六〇センチほどの円板ですんだとしても、それを一〇〇本にしたとすると、穴と穴との距離が三分の一になるから画の大きさも三分の一になり、三〇〇本なら一〇分の一ほどとなってしまう。つまり、画を詳しくすればするほど逆に画が小さくなってしまう。では円板を大きくするかというと、そうもいかない。それで円板の穴のあけ方を改良して、二回転で一つの絵を送るようにすると、同じ鮮明度なら二倍大きい画ができるといつた改良をした人もいる（アメリカのサノブリヤーさん、日本の曾根有さん）。しかしそれは、円板を回すスピードを二倍に増やさねばならない。すると材料が引きちぎれたり、搖すられたりする。まして、受像の方で回転鏡を使つたりすると、まるで水車のような大きなドラムでやらなくてはならない。

私は、これらを考えあわせて、機械的な方式はどうみても無理だと結論づけた。そして、その方式を見限り、全く別の考え方によるテレビジョンの実現へとはつきりと方向を見定めた。その方式は、機械式に比べて画は精密で美しく、騒音もなく、電力消費も少なく、……あらゆる意味で優れているはずであった。

さて、メカニカルな方式に見切りをつけた私は、真空の中を走る電子＝陰極線こそ

が、自分の要求を満たすものなのではないかと考えるようになつた。この電子線ならば、外からマグネットや電圧をかけてやれば、上下左右、しかも瞬間的に、自由自在に動かすことが原理的には可能だと思えたのである。

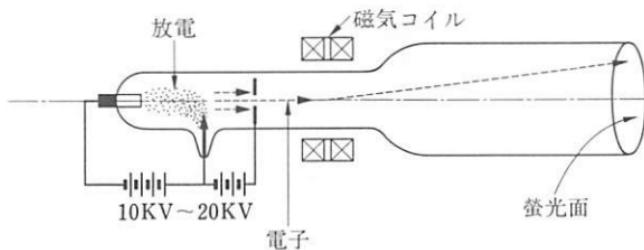
◆ ブラウン管に注目

しかし、そのような電子線をうまく発生させるものが作りうるのだろうか。実はここに重要な手がかりを与えてくれるものがあった。それは、以前から物理実験で測定機器として使われていたブラウン管と呼ばれる真空管であつた。

このブラウン管は、ドイツのK・F・ブラウンという人が一八九七（明治三〇）年に物理の測定装置として発明したものである。すなわち、真空の中で電子を走らせ、その途中に磁石をおいたり電圧をかけたりすると電子の走る方向が変わるという性質を用い、その変わる感度を測つて、電磁量と質量との比を調べようという実験機械である。

すなわち、空気を抜いた管の中に金属の板を二枚並べ、その間に高い電圧をかけると放電が起きる。そのとき管の中の真空度が低くガスが残っていると、放電で起きたあたりのガスが電離されて電子が飛び出る。電子はマイナスだから、陽極の方へ走つ

ブラウンの発明した
ブラウン管

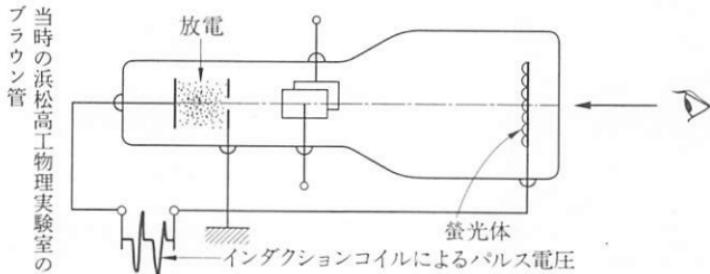


ていく——陰極線が発生する。陽極に穴を開けておくと電子はそれを通りぬけて、前面にあるガラス板に当り、それに塗られた螢光物質を光らせる。そしてその電子が走っていく途上に磁石をおくと、陰極線が曲がって、光の位置も変わるわけである。

私は、浜松高工の実験室にあつた物理の測定用のブラウン管を使って自分の考えを試した。真空ポンプで空気を抜きながら電圧をかけ放電させて螢光板を光らせてみた。陽極の穴が大きいから、まんじゅうみたいな光点が出るのだが、これにマグネットを近づけると光のまんじゅう!! 電子が移動するのがはっきりとわかるのである。

もちろん、そんな大きな光点で画を描くことはできない。これを極く小さなワンポイントに集中させなければならない。また、光の強さ弱さを自由にコントロールできなくてはならない。こうした難問を解決する方法はもとより皆目見当もつかなかつたが、とにかく、陰極線を磁力で振りまわしてスキャンニングするという可能性だけは確認できたのである。

私はこうして、電子的なスキャンニングを用いれば、送像も受像も、大きな機械を回転させたりする必要はなく、いや全く動かない真空管の中で音もなく始末することができる、光のポイントもあの小さな「電子」の作用を使う以上、必ず極小なものにできるはずであり、将来はどんな詳しい映像でも送受できるようになる、と信じるよ



うになつた。そして大正一三年の暮以後、実験を重ねることになる。

なお、当時、私の決心を支えてくれる二つのできごとがあつた。

一つは、電気科の教授の山田次郎さんがドイツから輸入した「カソードレイ・オスロスコープ」という機械を見たことである。これはドイツのジーメンスが作った雷の研究のための機械で、高圧の電流をかけてパチンと放電させた時の電気の流れ方を写真に撮つて、グラフのように示そそうというものである。金属でできたブラウン管であり、その底の部分に写真のフィルムを置き、陰極線を当てて感光させるのだが、その陰極線の途中に偏向板をおいて雷の信号を捉えて加えるのである。パッと高圧の放電が起きたと、陰極線が揺れて、感光面にグラフを書くのだと思えばよい。

この機械を見て、私はドイツの技術が進んでいることに感心したものである。すなわち、写真の乾板（フィルム）を装着するのに、ブラウン管の底を金属の網の目で作り、その外側にセロハンのようなものをはりつけ、その外側に乾板を密着させるようになっている。ブラウン管の空気を真空ポンプで抜くと、セロハンは金属の網の目に支えられて密着して平面となり、乾板も楽に装着できるというわけである。そして、放電して生じた電子は網の目を抜け、セロハンを抜けて感光面に当たるのだが、そのとき、今までの普通のブラウン管と違つて電子は一点に収斂し、きれいなスポットを

描くのである。

私はこれから大きなヒントを得た。私は、送像の方では乾板のかわりに光電物質をおいて信号をとり出す工夫をし、受像の方では螢光物質をおいて画を描かせればよいと考え、さらに考えを具体化していくのである。

もう一つ私を刺激してくれたのは、キャンベル・スウイントンというイギリス人が一九一一年（明治四四）年に書いた論文のリプリントを『ワイヤレス・ワールド』というアマチュア雑誌で読んだことである。それまで私は、全電子式テレビというのを私だけの考え方だと思っていたのだが、スウイントンさんは一〇年以上も前に全電子式という同じ発想を、まったくプリミティブで空想の域を出るものではないとはいって、発表していたわけである。私はこの論文を読んで自分の方向の正しさに確信をもつようになり、大いに意を強くしたことであった。

なお私は当時知らなかつたが、スウェイントンさんと同じ一九一一年に、ロシアのレンジングラードでロージングという教授がやはり同じような部分（受像にだけ）電子方式のテレビジョンを提案している。このロージングさんは、後で詳しく紹介するツヴァルイキン博士が指導を受けた方であり、ツヴァルイキンさんの全電子方式への志はここに始まっていたわけである。ツヴァルイキンさんがテレビの研究を開始したの

C・スウェイントン



は一九二三年で、私とほぼ同時であるが、それぞれに示唆や励ましを与えた先行する二つの研究もまた同じ年に発表されているのは、全く因縁深いことに思える。

こうして私は、送受とも陰極線を使うという全電子方式のテレビジョンの開発を始めたが、文字どおり何から何まで自分で考えなくてはならなかつた。スウェイントンさんの研究は全く具体的には参考にならないし、このころツヴァルキキンさんがアメリカで同じ研究をしているとは、お互いに知るよしもなかつた。

◆ セレンウム・セルの不効率

私はテレビ用ブラウン管について来る日も来る日もひたすら考えた。当時、安間の自宅から浜松高工まで東海道沿いの軽便鉄道で通っていたが、終電車での帰りに考えに耽りこんでしまつて終点駅（仲野町）まで乗りすごし、何キロも歩いて戻るということが度々あつた。

送受両方とも困難を極めたが、とりわけ送像側は、出発の手がかりにさえ乏しかつた。送像側で考えるべきことは、いかにしてカメラから入ってきた光の情報を電気の情報に変換するか、すなわち撮像用ブラウン管を作りだすかである。

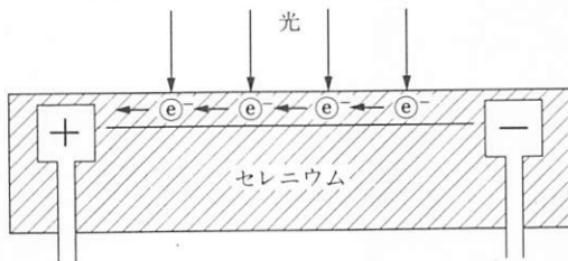
この当時発見されていた光電効果としては、セレンウム・セルという金属に光が当ると抵

抗が下がって電気が通りやすくなる——導電性が高まる——という性質を利用したものが（セレンウム・セル）と、エジソンの発明になるもので、金属の表面に光が当るとそこから光電子が放出されるという現象（外部光電効果）という二つがあつたが、後者の外部光電効果の方はまだあまり知られていなかつた。そこで私は、セレンウム・セルを使おうと考えた。ところが、セレンウム・セルの欠点は、感度がひどく低く、光が当つてから抵抗が下がって導電性が高まるまでに時間がかかる——逆に暗くなつてもすぐには電流が切れない——ということであつた。

すなわち、セレンウム・セルでは、セレンウムに光が当ると、光の微粒子がいくつかの原子層の中に浸透していく、それからセレンウム金属が電子を放出する。その電子がまた色々な原子層に出てきて、そこに貯まり、両端についている電極の間を移動しやすくなる、ということが起きるのだが、それには時間がかかり、また光を消しても残留電子があつてしばらくは電子が流れ、光を感じるのにも数十分の一秒くらいかかるし、光を消してからも數十分の一、二秒もの残光性があるのである。だから、一秒間に一万回も変化する光が当つたときは、その変化に対応できるはずもない。そしてテレビこそが、そういう激しい変化を要求するものなのである。

私は将来この弱点をうまく逆利用して積分法による撮像管を考案するのだが、当初

セレンウム・セルの原理



はこの問題の解決が最大の難関だった。

◆ 新撮像管のアイデア

私は、撮像用ブラウン管の研究を具体的に始めるに当って、このセレンイウムについて色々と研究した。そして化学科へ行つて色々と調べてもらい、日本にはなかつたので、ドイツから化学の先生にピン入りのセレンイウムを二つか四つ取り寄せてもらつた。これを徹底的に調べてわかつたことは次のようなことであつた。

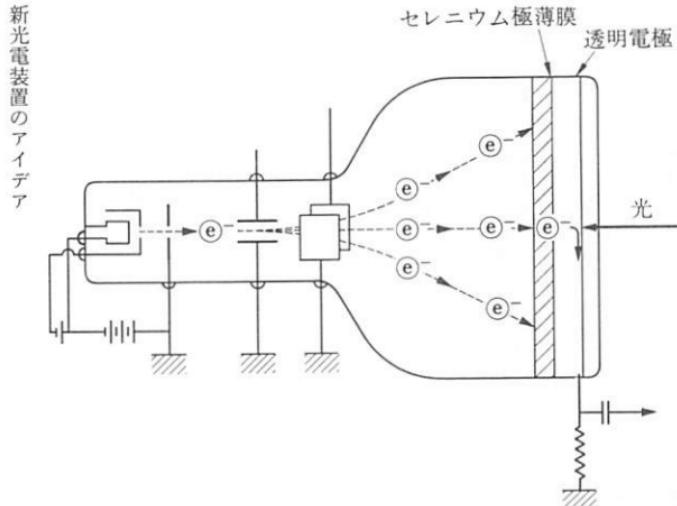
セレンイウムを高温でねつとりさせて固め、その中に電極を埋めて低温でセレンイウムをなますと結晶し、光を当てるとき導電性が増える。しかしその時にセレンイウムが鈍くしか応答しないのは、光に当たつた時に変化するところというのが、セレンイウムの固まりのうちのほんのうすい表面——なんと数十原子層——だけでしかないからだとわかつた。ところが、それまでのセレンイウム・セルは、厚いセレンイウムの固まりの表面のみを利用してゐるのに、その表面を横にするから距離が遠くて、抵抗の変化を直接的に敏感に利用できなかつたのである。

そこで私は、その表面の層だけとり出し、四〇~五〇の原子層で〇・〇五ミクロンぐらいの、ほとんど透明なものとして、それをサンドイッチのように、二つの電極で

はさめばよいと考えた。ところがそのうちの一つ（被写体側）は、セレンiumに光を当てるのを妨げないようなものでなくてはならない。私はそれを、網の目状の電極か透明金属でできた電極にすればよいと考えたのである。そしてもう一方の電極に当るものにスキャニングの仕事をさせなくてはならない。それを私は、真空管の中を走る電子線にさせようとしたのである。

真空管の中で発生した陰極線がセレンiumの薄層にぶつかった時に、ちょうどその場所のセレンiumが光を受けて導電性を高めていれば、電子はセレンiumの膜を通過してレンズ側の極に達し、電流が流れる。光が当っていないところは、絶縁になつて、いくら電子線をぶつけても電流は通らない。

私はこういうアイデアを固めあげて、図に示したような撮像用ブラウン管を発明したのである。これは今から思うと、まさに大発明というべきものであった。結果としてはこの原理はこの時点では実用化にいたらなかつたが、その時に解決しえなかつた技術問題を解決することによつて、戦後、撮像管の最も優れた方式の



一つであるビジコン管として復活したのである。すなわち、いちばん最初に考えたものが、最も現在に近いものだったのである。

◆ 挫折

この原理を発明したあと私はいよいよその試作に入ろうと実験をつづけた。まずドイツから取り寄せたセレニウムを蒸発させて、金属の板の表面にくっつけて薄い膜とし、効率よい光電装置を作ろうとした。しかしそれは本当にむずかしかった。セレニウムのガスが有毒であって注意が必要なことも手伝い、作業は遅々として進まなかつた。

また、真空ポンプを買ってもらつたが、当時私は真空技術の知識に乏しく、まずガラス管内を真空にすること自体が難しかつたのである。当時の真空ポンプはロータリー・ポンプといって、約一〇〇〇ミリバールという大気圧から始まって一〇のマイナス四乗・五乗ミリバールというレベルへ持つてゆきたいのだが、マイナス二乗くらいが限度であった。真空が漏れたり、器のガラスの中のガスが出てきたりして、いくらポンプをまわしても空気が抜けず、高真空中での諸現象を確かめるということは難しかつた。ポンプ技術も悪く、すべての実験が中途半端に終わつたのである。

こうした状況が半年ほども続いたが、全くうまくいかず困ってしまった。そればかりでなく、主任教授などからは、「こんな実験をやってもものになりそうにない。やめてしまえ」といわれて、研究室を取り上げられてしまった。実験もできず、研究費も中断してしまったのである。

実は、この時すでに、私が浜松高工に奉職して以来大変にバックアップして下さった関口校長は病気で亡くなってしまっておられた。そして主任教授は、ドイツへの留学経験もお持ちの気鋭の方であった。彼は私の研究の状況を冷徹に見て厳しい判断を下したのである。

こうして電子式撮像管の試作は、ここで大きな挫折を味わうことになったのである。

◆ 受像用ブラウン管の原理

しかし、幸いなことに、受像管の研究の方は順調に進んだ。ジーメンスのカソードレイ・オシロスコープを手がかりに、受像用ブラウン管を創り出そうとしたのである。

まず電子を発生させる方法であるが、ジーメンスのオシロスコープはコールド・エ

ミッショングといつて、反応コイルにより一瞬の間に非常に高い電圧をかけて、いわゆるガス放電で電子を発生させるから、雷のような瞬間の現像を見るにはよいが、電圧が変動するため、テレビのような繊細な画を描くことはとてもできない。テレビでは、長い時間にわたってずっと電圧を一定にしておかないと画がふらついたり濃淡ができるりしてしまうのである。従って反応コイルは不適当であり、一定の電圧でしかも直流で電圧をかけなくてはならない。

ということで、電子を発生させるのは、コールド・エミッショングではなくてホット・エミッショングを使うことにした。すなわち、普通の受信真空管のようにフィラメントを熱して電子を飛び出させるのである。しかし、この方法では、タングステンを強く輝かせて電子を放出させようとするから、普通の電灯のランプと同じように明るく光っている。だから、ブラウン管の螢光面にせっかく絵が出ても、陰極の光で隠されてしまつて見えはしない。これでは使えない。

そこで私はまた良い方法を探さねばならなかつた。そしてちょうどそのころアメリカのベル研究所が発明した電子を放出させる方法に注目し、それを応用することにした。それは、陰極にタンゲステンのかわりにニッケル・リボンを使い、それを酸化物質で薄くコーティングして、ほの明るい程度に熱すると電子がとび出るというもので

あつた。これならば、ホット・エミッショնではあるが、低温なので、光の問題が生じないのである。

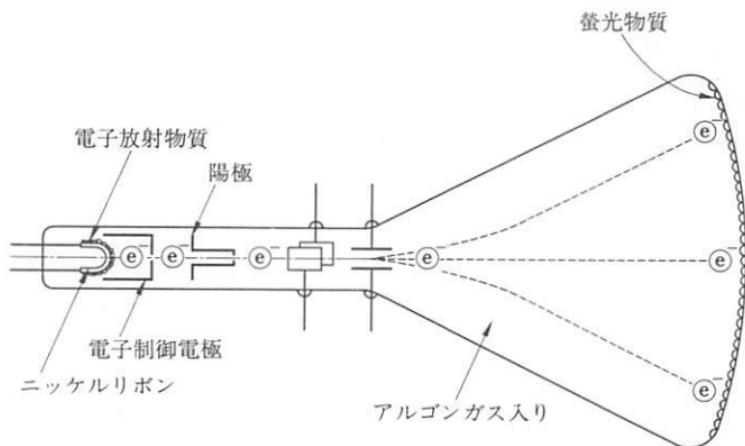
次の問題は、螢光面で光をいかに小さなスポットにするかである。これは、ブラウン管の中を完全な真空中ではなく少しガスが入っている状態にした方がよいことがわかつて解決した。

第三は制御の方法である。これもよく考えて、陰極と陽極の間に電子制御電極を入れて、陰極で発生した電子のうち陽極に向かうものの量をここでコントロールすることにした。これで明るさ・暗さを変化させたわけである。

こうして、大正一三年半ばに私が撮像管のアイデアとともに発明考案したテレビ受像用ブラウン管の原理は、既に現在のものの原型であった。

◆ 受像用ブラウン管試作第一号

私は早速これを試作しようとした。しかし、当時の私は徒手空拳に近かった。まず、優れた螢光物質入手し、それをブラウン管の



テレビジョン用ブラウン管の原理 68

内側に均一に塗るということがとても無理だし、エミッションの電極部分は非常に秘密にされていて、自分では作れない。どうしても専門の方にお願いした方がよいということで、大正一三年の末に、当時の芝浦電気株式会社（今の東芝）の総合研究所の所長だった宗正治さんという方を訪ねて、試作を依頼した。大変に厄介なお願いをしたのだが、承諾していただいて、本当に嬉しく思ったものである。

実際に担当して下さったのは、浅尾莊一郎さんという技師であつた。浅尾博士とはこの後、緊密な協力関係がつづき、重要な発明もしていただくことになる。

そして、大正一四年一〇月、ブラウン管試作第一号ができ上がる。撮像管の方は試作に失敗していく研究をさしとめられ落胆していた私は、この受像管ができるて大変に喜んだ。そして何はさておき早速にそれを暗室へもちこんで実験した。スイッチを入れると、螢光膜の上にスポットがパッと浮かび上がる。そして陽極のところに偏向板をおいて電圧をかけると、自由自在・縦横にスポットが動く。またこの螢光の光は、グリッドに電圧をかけると、真空管で四～五ボルトマイナスをかけると同じように消えてしまい、自由に明滅ができる。受像管についての私の考案は正しかつた。成功したのである！

◆ 結 婚

なおテレビジョン技術の内容から少し離れるが、ちょうどこのころ私は結婚している。そこでぜひ、糟糠の妻さくについてふれておきたいと思う。さくとの出会いは私の研究生活にとっても大切なできごとであった。妻が、貧しい家計をやりくりし、子どもたちを立派に教育しててくれたからこそ、私は後顧のうれいなく研究に没頭することができたのである。

大正一四年一月、掛塚小学校の教頭の安達先生から、「弟や妹の面倒をよく見る良い娘がいるがどうか」という話があり、その小学校の作法室で見合いをした。額が広く耳たぶが大きいわゆる福相が気にいったうえ、気さくではつきりものをいう積極性があり、私の方はいっぺんでその気になってしまった。彼女は磐田郡掛塚町江口の地主長谷川万太郎の三女であり、浜松市立高等女学校を卒業していた。私のような「やせた田舎のやぼな」貧乏教師に嫁ぐこともなかつたが、父親に日頃から「身代のあるバカ息子のところへ行くより、スカンパンでも将来何ごとかをなしとげる人間のところへ行つた方が幸せだ」と説かれていたこともあって、思いきつて私のところへくることを承知してくれた。

昭和の初めに妻さくと



こうして私たちは、私が二六歳、妻が二〇歳の大正一四年四月に挙式した。新婚旅行もしない慎ましい結婚式であった。私たちはその後三人の子をもうけた。長女たづ子（大正一五年生れ）、長男俊（昭和三年生れ）、次男暁（昭和六年生れ）である。

◆ 機械式送像方式への一時的転換

さて、これだけの立派な受像管ができたとなると、当然のことながら実際に絵を出したくてしょうがない。そこでまた研究を再開した。

ところが、送像装置がなければ試すことはできないのに、これは失敗していく研究を差しとめられさえしている。しかしへこたれるわけにはいかなかつた。私は、いつたん半歩下がつて、送像側を機械式で進めることにした。すなわち、ベアードさんが実験したのと同じ考え方——ニポーの円盤——を使うことにしたのである。

とはいっても、その時すでに、前にもらつた研究費五〇〇円は使いつくしてしまつていたし、学校の援助も期待できなくなつてゐる。装置を組み立てて実験しようとしても、真空管一本が二〇円もするということで、困りはててしまつた。

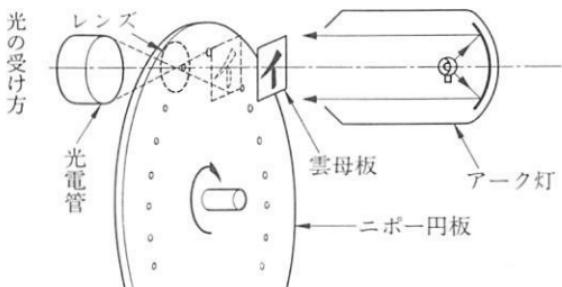
そこです、結婚してまもない妻にたのみこみ、持参金三〇〇円を使わせてもらうことにして、それで真空管を買つこんだ。ほかの装置にもお金はかけられないのでも、

抵抗やコンデンサーなどはできるだけ自分で作り、装置の箱はまた隣の大工さんに色々とたのみこんだりしてまにあわせた。そして肝腎かなめの円盤は、金原明善翁の創立した天龍製鋸という製材用のこぎりを作る会社にたのみこんで、丸鋸の材料をもらってきた。それに四〇個の穴をあけてニポーの円盤を作り、実験に使ったわけである。

大正一四年の末から装置を組み立て始め、一五年の始めから実験を始めたのだが、なかなか絵は出ない。その理由は何よりも光電管の感度にあった。これもやはり先の東芝の浅尾さんに作つてもらつたものを使つたのだが、実験してみると、カンカン照りの太陽光に当てもほんのわずかの電流が流れるだけというわけで、通常の光ではとても応答がわからないのである。

どうしても、思いきり強い光を送つてやらねばならない、というわけで、まず雲母板の上に文字を書いて、それをアーク灯で強く照らして、燃えるくらい強い光を当て、それを通過した文字の影を光電管に送つてやろうと考えたのである。これくらい光を強くすれば、弱い光電管でも何とか応答したのである。

これでうまくいくはずだというので、初めてのテレビの実験にそれではどういう絵を送ろうかと考えた。西洋のミハリーさんやベアードさんは白十字を送つたが、私は



キリスト教徒ではないから他のものを出したいと思った。そして、いちばん初めにやるのだから「いろは」の「い」だということにした。ただ平かなの「い」は図柄として悪いので、片カナの「イ」を選んで雲母板に書いた。

そしてこれをアーク灯とニボーの円板の間ににおいて光を通し、円板の四〇個のうずまき状の穴で分解しようとしたのである。

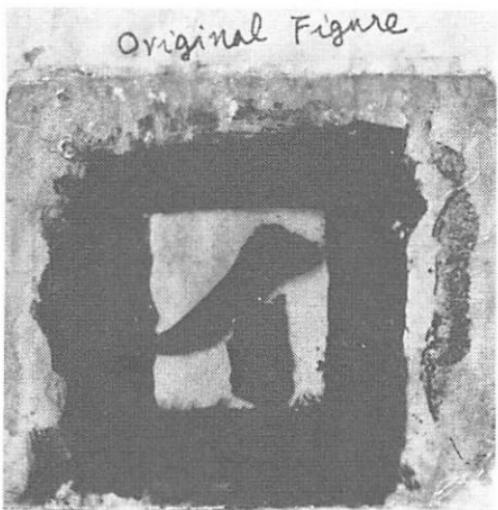
◆ 同期方式のアイデア

さて、それでもなかなかうまく画は出なかった。光電管の感度について光源を強めることでひとまず解決したあとに登場した難問は、「偏向同期」ということであった。

私はまず、円板を一秒当り一二回ほど回転させ、受像の方でもそれに対応してスポットを揺するようにしようとして、実験を始めた。

円板として鋸を使つたのだが、四〇個の穴と四〇個の鋸の歯が付いていた。そこへ光を当てると、鋸の歯が通るとき歯の高いと

雲母板上に墨で書いたイの字（実物大）



ころは少なく低いところは多くなり、回転するとここを通る光の量が変わる。これを光電管で受けてやると、円板が回転する度に電圧は鋸歯状の波を描くから、手でもつて円板を回すと、それに応じて偏向板にかかる電圧が変わり、これに従つてスポットは、だんだん上から下へおりて行つて、また上へ行く。手で回している分にはちゃんと正方形のラスターが出る、そこへ濃淡を入れれば文字や画が写るはずである。ところが、目に残像として残るためにスピードをあげなければいけない。スピードを上げるとたちまち画面が潰れてしまつて四角には写らない。これには困つてしまつた。こんなやり方ではもうテレビジョンは成功しない。なにか根本的に悪い点があるに違いない。そう思つて、何故だ何故だと反復・実験して考えた。

送るほうから受けるほうへ長い電線で持つて行つて偏向板に電圧を加えているわけだが、偏向用の光電管出力回路に非常に高い抵抗を用いていてそれに静電容量が強くかかっているから、高い周波数になるとみんな短絡されてしまつて出力電圧がなくなってしまうということが想像できた。ゆつくりのうちは鋸歯状を描いているが、早くなると縮んでしまつてだめになつてしまふわけである。

私は、こうしたやり方で送像側と受像側を同期させるのはまちがいで、全然別のことを考えなくてはならないと思った。そして、受像機の方では、自動的に高・低の周

送像側(ニボー円板)

光電管

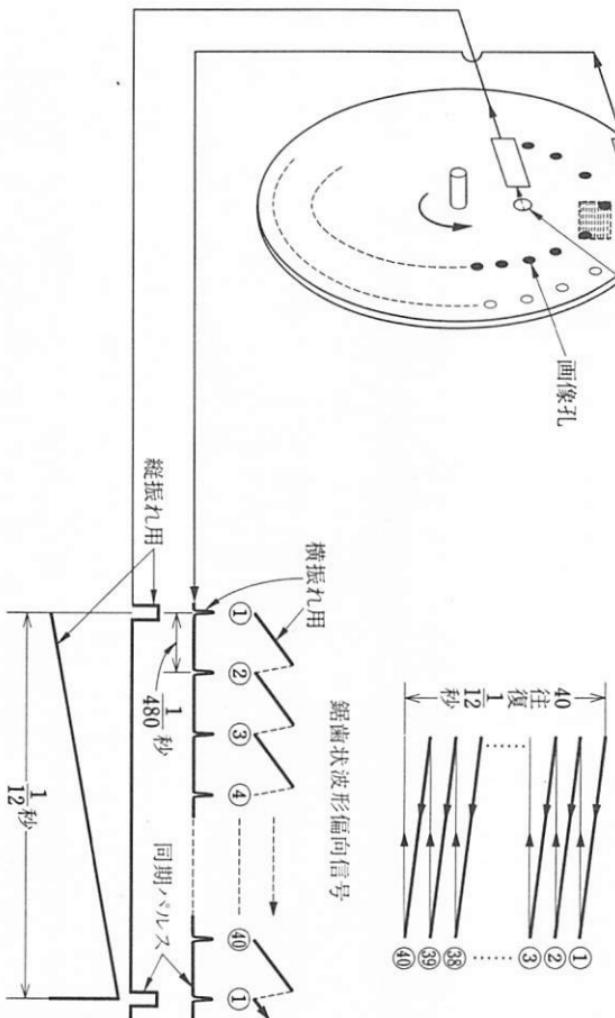
光源

同期孔

画像孔

受像プラウン管

同期方法の発明



波数の鋸歯状波形の偏向電圧を発生して、電子線が螢光面上を一回四〇本の線で一秒間に一二回すなわち四八〇サイクルで動いて四角形のラスターを描きだすようにしておくことにした。そして、送像側で一つの穴が画面のところに来るとパルス信号が出て、受像側で電子線が横へ振れはじめ行きついて、次の穴が画面のところにきてまたパルス信号を出すと、電子線はクイック・リターンして同期する……という風にした。そしてもう一種類、二二分の一秒間に一回一番下へ来た電子線を上へ戻すパルス信号を送るということを考え、この二種のパルスによって同期させることにしたのである。そしてこれはうまくいった。

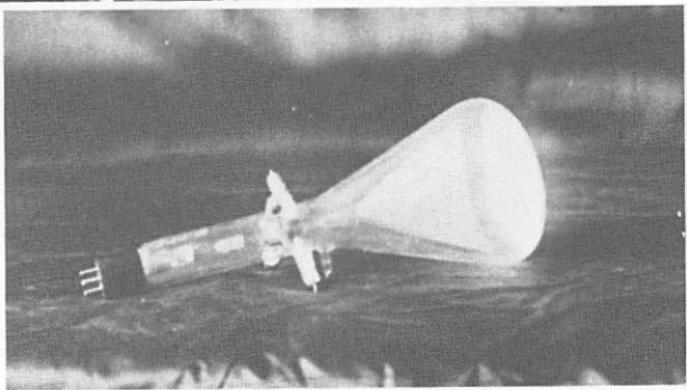
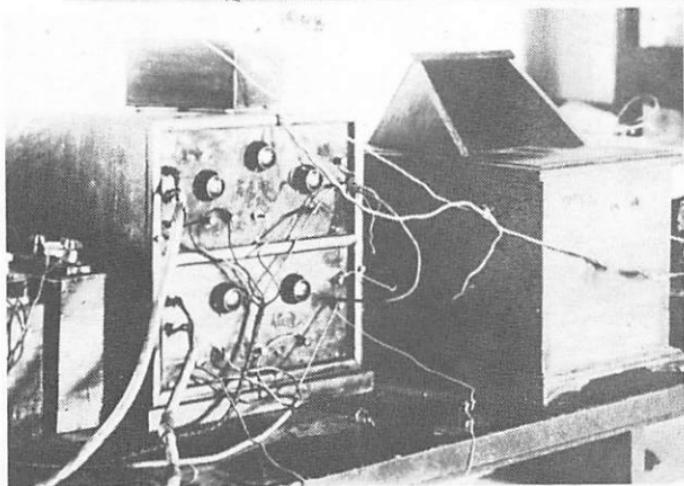
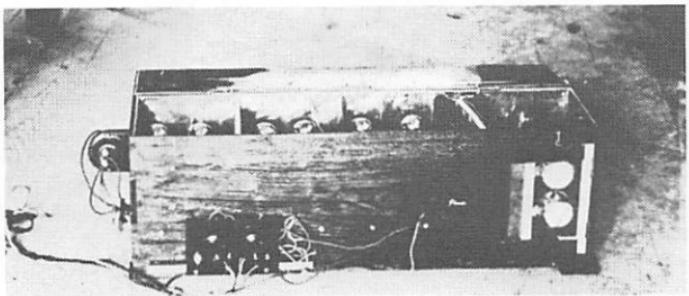
この同期方式と片方向の直線の走査線で画面を作るのが——ブラウン管用偏向同期方式——、現在のテレビの方式となっているものである。それまでは、ブラウン管の上に画を描く場合も、光スポットは往復運動をするものと考えられていた。これを、私が考えだしたように一方通行ってクイック・リターンさせ、このリターンの間は画面に画が出ないようにすると、画が二重になることがなく、きれいに映るのである。

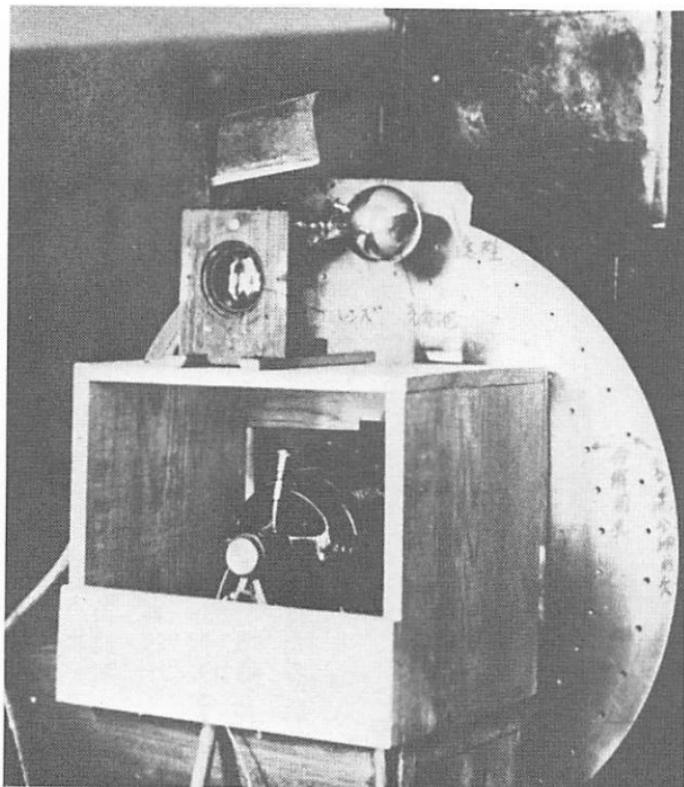
◆ 大正天皇崩御の日

こうした工夫を加え、装置を改良して実験したところ、今度はいっぺんに、安定した受像に成功した。それは大正一五年の末に近い一二月二五日のことであった。忘れもしないその日、暗箱のような受像装置をのぞきこむと、イの字がブラウン管の画面上にちゃんと崩れることなく映っているではないか。私は暗室をとびだし、助手や先生方を大声で呼んで、見てもらつた。初めてテレビの画が出たこと大喜びに喜んだのだつた。

もつとも、普通の人から見れば、小さな「イ」の字が止まってただ映つているだけで、面白くもなんともないものだつたかもしれない。しかし、これは私にとって生涯最大の感激の瞬間であつた。ここに世界最初の電子式テレビが誕生したのである。もちろん、日本のテレビ技術がこの時点では、この浜松の研究室から出発したのでもある。

私と助手は、夜遅く実験を終えて学校を出た。凍てつく戸外ではちょうど号外の呼び声が、大正天皇のご崩御を伝えていた。これから、昭和の時代が始まり、私にとても新しいステップ、新しい時代が待つていた。





↑ニポーの円板。外周の同心円上の穴が同期信号用（40個）、その内側に渦巻状に並んでいる穴が画像分解孔（40個）。ただしこれは、イの字をだした鋸歯製の円板の直後に作ったもの。

映像増幅器（6段の真空管式増幅器）

受像側。右側の暗箱の中にブラウン管を置き、のぞき窓から螢光面に現われたイの字を観察した。
→

イの字を映した、テレビ用に作られた世界最初のブラウン管。ホット・エミッションを用いたこと、電子の量を映像信号で制御して明暗をつけたことに特徴がある。アルゴン・ガスを入れて電子ビームを収束させるもので、偏向は静電偏向形を用いている。

◆ 特許申請とにがい教訓

私は実験の成功を外部に発表しなかった。特許申請前にテレビ実験を公開すると特許が取れなくなると思ったのである。そして、実験後一年たった昭和二年の秋に、偏向・同期の方式を二つの特許にして申請した。一年間もかかったのは、費用がかからぬよう申請書類など何から何まで試行錯誤で自分で準備したからである。特許法を調べ、明細書や図面の書き方も勉強した。清書は妻にたのんだ。書類にはった十円印紙のことが、妙に印象に残っている。

さて私は当時、特許についてとても厳重に考えて、どんなに優れた原理に基づく考案であっても、単にアイデアや概念の段階であつては申請できず、実験して理論通りの効果が表われてからでなくてはならないと思っていた。それで私は大正一三年に最初に発明したテレビ撮像管と受像管は特許に申請しなかった。そして「イ」の字の受像に成功して始めて偏向方式および同期方式の発明を特許に出願して、特許を得たわけである。

ところが米国などでは、当時から、試作や実験などやらずに、アイデアが生まれるとすぐに出願して特許を取得したようであった。現にRCA社のツヴォルキン博士

も、大正一二（一九二三）年にテレビの撮像管と受像管のアイデアを発明するとただちに出願し、特許をとっている。

私は、この後、自分の考えがあまりにも狭かつたと悟り、昭和五年ごろからは、アイデアがまとまるとすぐに特許を出願するようにした。

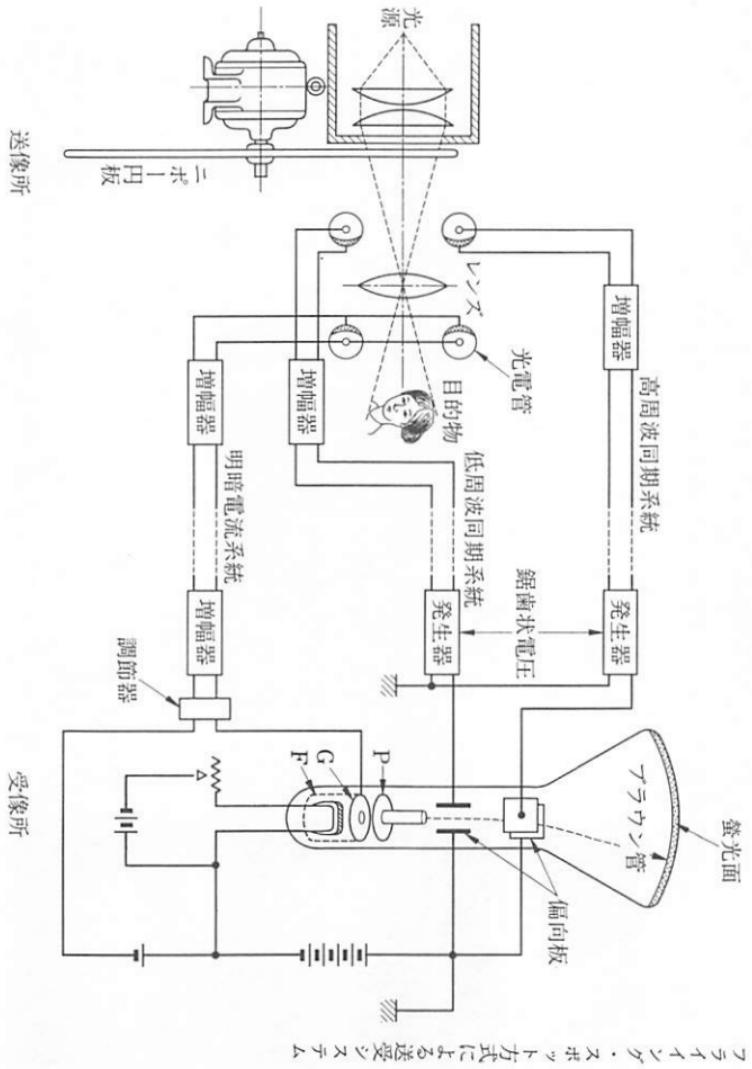
また、この他にも国際特許については、いくつもの苦い経験を味わった。例えば、米国人が日本に特許出願したときの請求範囲がきわめて広く、常識にすぎないようなことにまで及ぶことが多いことを知ったのもこのころである。こういうものに対してもは、公知例を捜して異議申立てをしなければならないのである。

さらに、米国特許の優先権主張にも私は何度も泣かされた。つまり、私たちがせつなく日本で発明し、出願し、ようやく特許を得たところへ、あとから米国特許が日本に出され、その場合、二年も遡って米国出願日が日本出願日となる権利を得て、楽々と特許として許可されたのである。もちろん、そのとき私たちも同様に米国に早く出願すれば優先権主張ができた。しかし、当時私たちは貧乏で、日本特許を出願するのがやっとで、外国に出願することができなかつた。そのため、初期の重要な特許が外国に対し失われてしまったのである。

◆ 人の像を映し出す

こうして私は、世界で最初にブラウン管に像を映し出すことができたのだが、しかし考えてみると、テレビジョンというのは、実際の物が動く光景を映し出すべきものであって、雲母板の上に書いた「イ」の字を写真電送のように再現するだけというのでは、目的の半ばも達していない。これでは残念だ、何とかしてこの装置をはやすく改良して、実際の人間の顔とか手とか姿を出せるようにしたいと思つた私は、送像方式の改良を急いだ。

私は、そのころ外国でエクシュトロームという人が考案したという飛点方式（フライイング・スポット方式）を採用しようと考へた。それは、写真電送で用いられた原理なのだが、被写体の上に光の点を走らせて反射光線を作り、それを光電管で受けようというものである。というのは、雲母板の上の文字を映すのと違つて、人の顔などをアーク灯で強く照らしてテレビカメラで映し出すのは、皮膚が熱に耐えられず、とても無理だが、この飛点方式であれば、相當に強い光を当てても、それがどんどん移動するため、熱くならないからである。というわけで、私は、暗室の中に入れておいて、その人間の上に光の点を走らせるというように装置を改良した。そしてそ

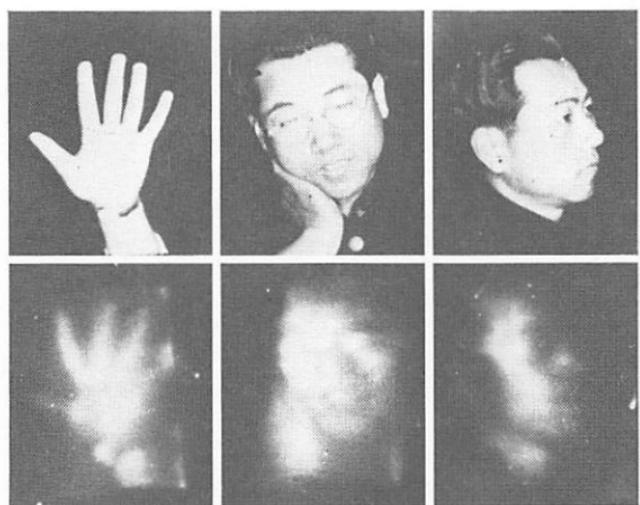


のために必要な大きな光電管も東芝の浅尾さんにお願いして作つていただいた。

しかし、やつてみるとなかなかうまくはいかなかつた。私は毎日毎日実験助手に送像機の前に立つてもらい、自分は一生懸命に機械を調整して暗箱のような受像機をのぞいた。しかし、いくらやつても人の顔はよく出ない。助手も、四六時中暗室の中でジッと点光に照らされているという毎日にたまりかねたのだろう、ついに実験室によりつかなくなってしまった。助手とはいっても、学校の実験・実習の世話をさせるための助手であつて、私の研究費で雇つた人ではないから、文句を言ることはできない。全く困つてしまい、やむをえず私は、模造紙に描いた猫のポンチ絵を映して実験をつづけたりもした。

しかし、こうした笑うに笑えないような苦労が報いられ、「イ」の字の成功から二年余りたつた昭和三年春に、ようやく人間の顔がブラウン管の上に出た。それまでの実験では、何かが映つてもユラユラ揺れてしまつたのだが、その時は画がパッと止

画面に映つた人物の顔と手（下。上は实物写真）



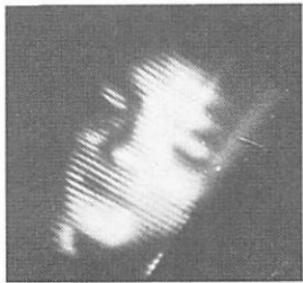
まつて映つたのである。もちろん、顔が笑えば笑つたように映り、横を向けば横を向き、顔の代わりに手を出せば手の指がちゃんと映つてみえるというわけで、まだ心靈写真を見るような具合ではあつたものの、とにかく「これがテレビジョンでござい」と口上をきくことができるようなものになつたのである。

そこで私は、今度はこれを正式に発表したいと思い——それまでは全く発表していなかつたのである——、電気学会へ「テレビジョンの実験」という報告を書いて提出した。電気学会では、非常に珍しい報告だということで、学会誌に掲載する前にぜひ東京での電気学会関東支部で講演し実験して会員に見せて欲しいと依頼してきた。そして昭和三年五月に、デモンストレーションを、今の東京電気大学の物理の階段教室でおこなつた。

当日、会場では、浜松高工の校長先生に電気学会員たちといっしょに見ていただいたほか、文部省の役人をはじめ各界の方々がたくさんこられて、テレビジョンについて認識を改めてもらつた。夢物語ではなく、こんなチャチな機械でもとにかく人物の顔が映るのだ、というわけである。これは、私にとって非常にありがたいことであつた。

そして、帰ろうとするところへ、電気学会の関東支部長であつた早稲田大学の黒川

電気学会で公開したおりの
画像



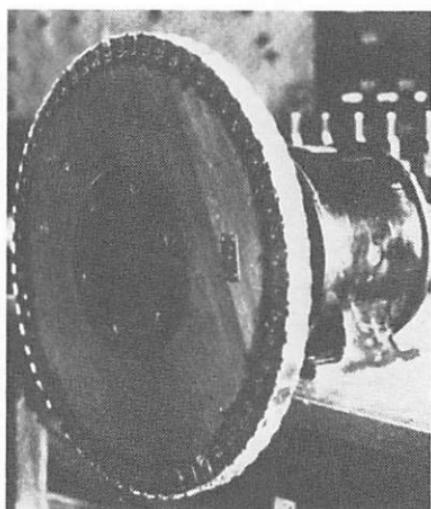
兼三郎教授から、大学へ装置をもつてきて学生などに見せてくれないかという要望があった。私は黒川先生のお宅に一週間以上も寝泊りして装置を整え、早大でもデモンストレーション実験を行った。

◆ 早稲田式テレビの登場と機械式テレビの発達

そのとき、早稲田大学で早くからテレビの研究を共同で行なつておられた山本忠興先生と河原田政太郎先生が私の実験をごらんになつた。両先生は、テレビの研究を一時中断しておられたのだが、私のものを見て、こんなに簡単で粗野なものもある程度うまくいくのなら、自分たちも研究を再開すれば、もう少し良いものができるだろうと考えられるようになつた。そして二年後、昭和五年に、機械式テレビで、タテ一メートル、ヨコ一・五メートルくらいの、当時世界一の大きな映像を出すことに成功され、画期的なものとして朝日新聞社で公開されて評判になつた。

早稲田式テレビジョンと呼ばれたこの両先生のものは、送像側

早稲田式テレビの鏡車（受像側）



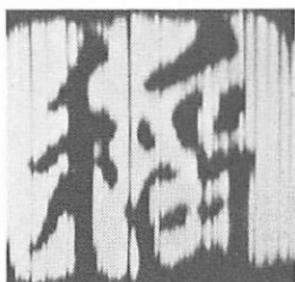
にはニボーの円板、受像側にはワイラーフレーム車を使うという方式であり、ケルセルというユニークな光の弁——ニトロベンゾール液の中に電極を入れて電圧をかけると光が通りやすくなるという性質を利用する——の利用に特徴があった。

この時期になると、日本でも色々な方がテレビジョンの研究を始められた。早稲田大学の両先生は御自分で考案されたのだが、その他にも、外国からニボーの円板とかネオンランプなどを輸入して、機械式のもので研究する人がかなりあった。東京大学の赤門前に輸入商がいて、そうしたマニアのために海外からの材料を取り寄せて紹介し、相当賑わつたりもしたのである。

つまり、私が電子式のものを発表した時は、機械式の研究が、本格的に画もよくなり、どんどん発達しようとする時期に当っていたのである。

○本と少なく、画の明るさも、暗幕を引いたうえでのぞきこんで見ると、という具合であつたから、ブラウン管式テレビがそんなに優れているとは、だれにも理解できなかつたのであろう。それにひきかえ機械式のものは、はつきり画が見え、明るかつた。色はネオンランプで赤く見えるのでまずかったが、その後、早稲田式では、その点も白黒となつたのだから、映された画像だけをみると、電子式はとても太刀打ちで

初期の早稲田式テレビの画像



きないという感じであった。

さらに世界に目を転じても、イギリスではペアードさんがその機械式テレビに次々と改良を重ねて、昭和三（一九二八）年にはカラーテレビさえ成功させ、四年からはBBCと協力してロンドンで実験放送、七年には本放送へと進んでいた。

アメリカも同様で、昭和二年、すでにワシントン＝ニューヨーク間で、送受とも二ポーレン板を用いた実験をベル研究所が行なって話題を呼び、昭和五年には同じくベル研究所がカラーテレビの実験さえ公開し、同年NBCが走査線六〇本の白黒テレビの実験局を設ける、といった具合であった。

◆ 電子式テレビ研究への確信

だから、私の研究を助けることになった中島教授が、「いつたいこのブラウン管方式を推し進めて研究をやっているのが正しいのかどうか。お前はいちばんにそう思つめているが、反省してみなくてはいけないのでないのではないか。大学の諸先生の意見をよく聞いてみるべきだ」と忠告して下さったのも、もっともだという状況であった。

私はお勧めに従つて、東京工業大学の中村幸之助先生と山本勇先生をはじめ、東京帝国大学、京都帝国大学、東北帝国大学の先生方のところを訪れた。そして、「私

は、将来電子方式でテレビジョンができると考え研究しています。今後これを更に進めていきたいと思うのですが、御意見はいかがでしようか」とお尋ねした。皆さんの御返事は、母校の先生方は賛成、東京帝大、京都帝大的先生も、それほど一生けんめいやるのなら何事かできるかもしれない、よいではないか、ということであった。

ただ、東北帝大に行つて、当ときわめて著名であったある先生にご意見をうかがうと、先生は率直に、「まず第一に、今どきテレビジョンの研究を夢中でやっているなどというのは時機尚早ではないのか。また、機械式のものは画が非常に明瞭で次々と成果があがっているが、電子方式はその成功の可能性がまことに少ない。方針を改め、もつと世の中に確実になることをやつた方がよい」と忠告を下さった。

こうしたご意見はこのうえなく貴重であった。私は率直に自らを顧みてよくよく考えた。しかしその熟考の結果、自分の方向は間違いないと、いつそうの確信を抱くようになつたのである。

私は浜松に帰つてきて中島先生に、先生方のおっしゃるのはもつともであるが、やはり電子方式をつづけたいと申し上げた。

「たしかに電子方式は現在は技術も未熟で、信用がないのもあたりますが、努力すれば必ず良くなつて将来性があります。そういう素質があるという確信は揺

らぎません。メカニカルな方は今はたいへん結構で、現在のように低レベルで幼稚なテレビジョンの段階では非常に良い成績を表わしますが、これは理論的に考えてすぐに行きづまってしまいます。これはけつしてひいきめとかではありません。走査線の数ひとつをとっても、画をくわしいものにするために走査線の数を増せば、その三乗か四乗に比例するという感じで技術的困難が増します。走査線がある水準にまで達すると機械式では研究はそこで行きづまり、それから先は絶対に進めません。具合が良いのは、今のテレビの水準が低いからにすぎません。実用化はできないでしょう。電子式だけが成功の条件を揃えているのです。」

「たとえば、人間と猿との赤ん坊を比較してみると、猿の子どもは機械式テレビジョンと同じで、生まれてすぐに這いまわって、一ヶ月間もすると親と同じようにそこらじゅうをかけまわり、木にも登ったりさえします。ところが、人間の赤ん坊は、生まれて一、二ヶ月は寝たまま手足を振るだけでギヤアギヤア言っている。みじめで何もできません。歩くのはようやく一年たつてからです。しかし、人間は成長すると、比較にならない立派な働きをするようになります。猿は、すぐに良くなるがそのまま発達はとまってしまう。機械式テレビは猿と同じものです。写真電送などスピードの遅いものには機械式で十分ですが、テレビジョンのように複雑な

操作とスピードの必要なものについては、それは不適当なのです。……

実際に人々のニーズに応えうる技術であるための条件は何か。それを満たしうる方
式は何か。この原点に立つて考えれば、結論は明快であった。私はこうして自分の方
向を再確認して、研究をつづけた。幸い、電気学会での発表の結果、文部省より五〇
〇円の研究費がいただけることになり、私を励ましてくれた。そのころの高等工業学
校の教授は、法令上は学生を指導するのが本務で、科学技術上の研究は許されてい
ず、もちろん研究予算も認められていなかつた。研究費がもらえることになつたの
は、まさに特別な厚意と言えるものだつたのである。

とはいものの、現にその時点での電子式テレビはあまりに幼稚であった。画面は
五センチ角ぐらいで、「よく見て下さい」と言わなければならぬものだつたし、
部屋を暗くしなければまったく見えず、電灯を点けるとその明るさでブラウン管の画
はすっかり消えてしまつた。この改善が、当面最大の課題となつた。

この改善のためには、まずブラウン管の改良が必要であり、もう一つ増幅器の改良
も不可欠であった。もちろんこれらの受像機側の改良のほかに送像側の問題があるの
だが、この時点では、私はまず先の二点に絞つて研究を進めた。

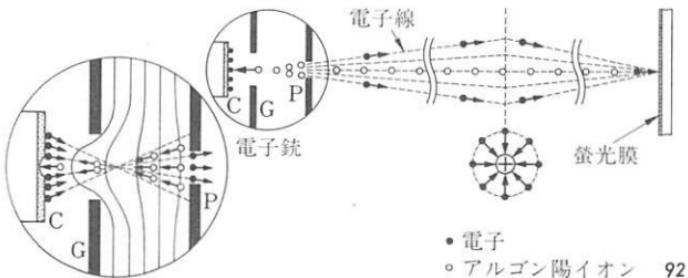
◆ ブラウン管の改良——高真空化

まずブラウン管について、どうすれば画面を明るくできるか、いろいろ実験してみると、ブラウン管の電圧を上げるとその二乗半ぐらいに比例して画が明るくなることがわかった。つまり、電圧を二倍にすると五、六倍にも明るさが増したのである。私の最初の実験では、ブラウン管の電圧は二四〇ボルトであった——あとでふれるが、この電圧を得るために一・五ボルトの乾電池を二〇〇個近く直列でつないだ——。この電圧を一〇倍に上げれば画は二〇〇～三〇〇倍明るくなるし、一〇〇倍に上げれば明るさは一〇万倍にもなり、昼間でも画面がはっきり見えるようになるのである。

しかし、そのとき使っていたブラウン管は、もともと物理測定用のものに改良を施したものにすぎず、三〇〇ボルトぐらいにもするとすぐにフィラメントが断線してしまう。そしてこのときの二四〇ボルトという電圧自体が、当時の受信真空管一般と比較すると破格の高電圧であり、ブラウン管は、かろうじて切れずに保っているという状態だったのである。これをどうするか、私はまたまた考えに考えぬいた。

まず、なぜ電圧を上げるとフィラメントが切れるのか。その原因はブラウン管の原理そのものにあるといつてよかつた。

フィラメントが切れる原因



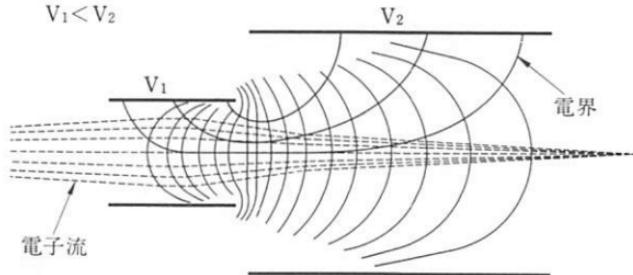
覚えておられるだろうか、ブラウン管の画面に像を映すには、陰極線が螢光面に当る範囲をできるだけ小さく、点状になるまでフォーカシングしなくてはならない。ところが、普通の物理実験で使うブラウン管では、そのスポットが一センチくらいにならなかった。

これを一ミリくらいに縮めるために、ブラウン管の中にアルゴン・ガスを入れたのであった。陽極を通りぬけて走ってきた電子がアルゴンの原子に当るとそれから電子が放出され、そこに陽イオンが残る。次に来た電子は、広がっていこうとしても、陽イオンがあるからそこに引きつけられて拡散できず、集中する。こういう原理を利用して小さなスポットを作ったのである。ところが、逆にアルゴン・ガスが入っているためにフィラメントが切れてしまう。つまり、アルゴン原子に電子が当るのは、フィラメント（陰極）と陽極の間でも同じであり、ここでできたアルゴンの陽イオンが陰極に吸い寄せられて衝突しフィラメントを掘つてしまい、加熱し、切れてしまう。こういうわけである。

そこで結論として、まずブラウン管を高真空中にして、高電圧でもフィラメントが切れないようにし、そのかわりアルゴン・ガスを使わずに焦点を絞れるように、フォーカシングの方式を変更することとしたのである。

しかし、当時までの日本の真空技術では、私の期待するような高真空を得るのは容

静電フォーカシングの原理



易ではなかつたが、ちょうどそのころゲッターとかその他の真空技術が開発されたので、私は東芝研究所の浅尾博士にお願いし、その最新技術を使って高真空ブラウン管を作つてもらうようにして実現したのである。そしてフォーカシングの方式は、電子が飛び出していく途中に静電レンズとか磁気レンズを置いて電子の拡散を絞りこむと、いうものに変えた——最初は磁気レンズを使い、後に簡便だということで静電フォーカシングを採用した——。こうして、高真空ブラウン管の考え方は確立した。

◆ 現在の受像管の原理の完成

ここで私は、もう一つの考案をブラウン管に加えなければならなかつた。それは、従来の三極——陰極と陽極、その他に制御用電極——という電子銃の構造を変更することであつた。

それまでのやり方では、陽極の電圧を上げると制御電圧も高くしなくてはならなかつた。つまり、画面に像を描くために、制御電極に電圧をかけて、電子の量を止めたり引き出したりして操作するのだが、それには陽極電圧の約一〇〇分の一の電圧が必要であつた。今まででは陽極電圧が二四〇ボルトだったから制御電圧も一・四ボルトぐらいでよかつたが、陽極電圧を二〇〇〇ボルト、将来は二万ボルトへ高めると、制