

特許を取れなかった技術，取らなかった技術

寺本 巖*

1. はじめに

長年懇意にさせてもらっている赤崎勇教授たちがノーベル賞を受賞されたおかげで「発光ダイオードLED」という言葉を知らない日本人はいなくなりました。

ガリウムと砒素との化合物「砒化ガリウム GaAs」の pn 接合からの発光が観測され，発光ダイオードとしての初めての特許が出願されたのは1962年のことです。

ところで，人間の目は，「赤，橙，黄，緑，青，藍，紫」という虹の7色の範囲の色しか見えません。波長で言えば約700 nmの赤から，約400 nmの紫色までが可視光範囲です。（第1図視感度曲線）

一方，LEDの発光色は，材料の物理的性質，バンドギャップエネルギー（ E_g ）によってほぼ決まっています。GaAsの場合，その E_g は室温で約1.43 eVで，そのまま光の波長に換算すると，867 nmとなり，発光色は見えない赤外光です。

LED開発の歴史は，このGaAsの赤外光の発光から，可視光の赤色，緑色，そして青色と，短い波長の方へ進んできました。光のエネルギーで

言うと，低いほうから高いほうへということです。つまり， E_g の小さい材料から大きい材料へと開発が進んできたのです。

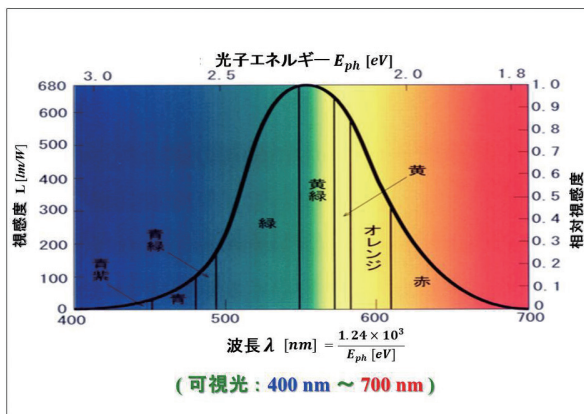
そして，明るい青色のLEDが開発されて可視光全域がカバーされるまでおよそ30年かかりました。

2. 赤外線リモコン誕生記

2.1 赤外発光ダイオード

1970年代のはじめ頃，私たち松下電子工業㈱研究所でも発光ダイオードの研究開発をしていました。もちろんディスプレイに使える可視光のLEDを目指しておりました。当時，可視光の走りは赤色発光材料として，「砒化ガリウム GaAs」と「燐化ガリウム GaP」という二つの化合物半導体を混ぜ合わせた結晶（混晶）が最も有望視されていました。バンドギャップエネルギー（ E_g ）が小さく赤外光しか出ないGaAsに， E_g の大きいGaPを混ぜて E_g を拡大し，赤色発光を得ようとするものです。

ところがこの混晶結晶の製法がアメリカのモンサント社の特許で抑えられており，同社は他社にはライセンスを公開しませんでした。やむなく各半導体メーカーはモンサント社が独占生産販売する結晶を高価でも購入せざるを得ませんでした。直径1インチのウエファ（結晶の板）一枚が当時のお金で20万円位したような記憶があります。貧乏研究所では，そんな高価な材料で実験を続けるわけにはいきません。それに，いかに明るく光る発光ダイオードが開発できたところで，真珠のような値段では普及するわけではないという気もありました。



第1図 視感度曲線

*立命館大学 OIC 総合研究機構上席研究員 岡山県立大学名誉教授

そこで、混晶でない「砒化ガリウム GaAs」を使うことにしました。この材料、生来よく光る性質を持っており、発光の「研究」をするのには遜色がないどころか、むしろ優れています。ところが、悲しいかな本質的に可視光が出ません。つまり、効率よく発光はしても、その光は人間の目には見えない赤外光なのです。

私たちにとって決定的な不幸は、泣く子も黙るワンマン M 社長の存在でした。

我が松下電子工業(株)の主力製品は古い順に、「照明灯」、「ブラウン管」そして「半導体」の3本柱です。松下幸之助さんの愛弟子の M 社長にしてみれば、「光を出す製品」とは、電球や蛍光灯などのことであり、ご自分ではこれらの生産量を世界一に育て上げた揺るぎない自信をお持ちであります。「見えない光しか出ない、豆ランプの代わりにもならないものを開発して何になるんだ」と、LED の研究開発に全くご理解がありません。この分らず屋の社長を説得するにはどうすべきなのか？

そこで、一計を案じました。それは、見えない光を発する赤外発光ダイオードの応用・用途をみんなで考えることでした。やがて、実にさまざまなアイデアが集まりました。その中の一つに、テレビのリモコンがあったのです。

アイデアを口で説明してわかってくれるような社長ではありません。模型を作ってデモすることにしました。発光素子には高出力の赤外発光ダイオードを、テレビセット側の受光素子には高感度のシリコンフォトトランジスタを用いました。

その頃のテレビチャンネルの切替は、ロータリー式のつまみをガチャガチャと回す方式でした。その軸にステップモータを取り付け、受光素子が光信号を受けると1ステップずつ回すようにしました。このリモコン模型では、操作できるのはこれだけです。作ってはみたものの、こんな玩具みたいなもので、あの頑固社長が発光ダイオードの研究続行を認めてくれるとはとても自信がありませんでした。

ところがです。このオモチャを見た社長の目が光りました。「これについては一切他言は無用である」と、まず箝口令が出ました。次に、「テレビ事業部長に電話して置くから、今すぐこれを持って行ってデモしてこい」と言われたのです。あとでわかったことですが、このとき世界初の「赤外線リモコンつきテレビ」の商品化が決まったのです。

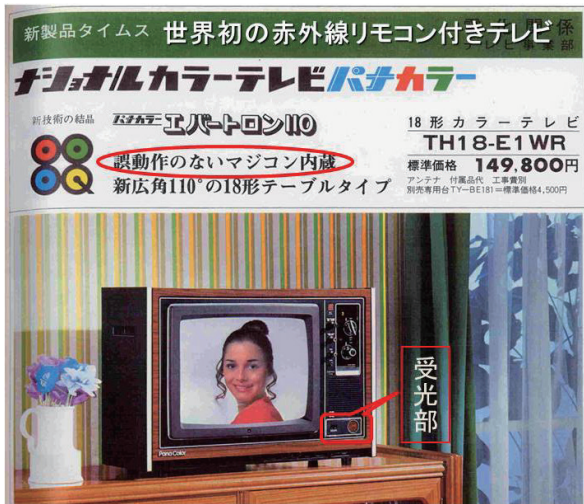
実は、M 社長やテレビ事業部長がこれほどまで「赤外線リモコン」に飛びついたのには深いわけがありました。

当時テレビのリモコンがなかったわけではありませぬ。それどころか、関西の S 社が「超音波リモコン」でひとり気を吐いていました。しかし、超音波方式には致命的な欠点が指摘されていたのです。周囲の雑音による誤動作です。カーテンを引いたときのレールの音や、鍵束を揺らしたときに出る音など日常のいろいろな発生音の「高調波」の超音波が、誤動作を誘発するのです。留守中に鳴る電話のベルの音の「高調波」でテレビのスイッチが入ってしまうなど、危険であるとの指摘があり、問題になっていました。S 社はいろいろと対策を講じましたが、完全に誤動作をなくすることが出来ませんでした。同業各社が、「超音波」に替わるリモコンの方式を模索していた時期だったのです。

そこへ、世事に疎い技術屋たちが「発光ダイオードの研究」を続けたいため、ただそれだけのために考えた「赤外線リモコン」を提案したことになるのです。

2.2 赤外線リモコン付きテレビ

さすがは AV・家電の松下です。話が決まれば早かった。わずか半年後の昭和 48 年初頭には、電子の光で正しく動作する世界初のテレビ遠隔操作機構「マジコン」付きのテレビが発売されました。発売時の宣伝資料（第 2 図、赤外発光ダイオードのリモコン付きテレビの宣伝チラシ。第 3 図、赤外発光ダイオードのリモコン付きテレビ



第2図 最初の赤外光LEDリモコン付きテレビの販売チラシ

世界初 パナカラーだけの画期的新機構〈マジコン〉

居ながらにしてテレビをつけたり消したりでき、チャンネル切替え・音量調節も思いのまま。

●マジコンの特徴

- ①離れた所から電源のON-OFF・音量3段階調節・チャンネル切替え(VHF)が可能。
- ②2重変調された特殊光波の使用で誤動作を解消。
- ③チャンネル切替えごとに発信器のボタンをいちいち押さえる必要がなく、押さえたままで連続切替えOK。
- ④不要チャンネル(放送のないチャンネル)を飛び越すクイック装置付き。
- ⑤発信器は単2乾電池×2個で約半年間の使用が可能。

●誤動作が起こらない理由

マジコンには赤外線に近い特殊光を採用しています。この光は、電源のON-OFF・音量調節で38.5kHz、チャンネル切替えで41.5kHzを発振し、さらに1秒間700回点滅を繰り返します。つまり、2重変調された光波が発信器から発射されることになり、このような特殊な人工的に作り出した波長の光は、現在、自然界に類似したものがありません。ですから、発信器以外でセットが作動することがないのです。

左…発光ダイオード・右…フォトトランジスタ
※マジコンは、松下の電子技術が開発した特殊素子発光ダイオードとフォトトランジスタの採用により、可能となりました。

第3図 赤外光LEDリモコンの販売宣伝文

の宣伝資料)には、確かに「世界初」とは書いてありますが、はなはだ迫力に欠けています。

当時の新製品宣伝資料によりますと、

『パナカラーだけの画期的新技術(マジコン)は、超音波を利用したりリモートコントロール式とは異なり、目に見えない2重変調された特殊光波(自然界にはないつくられた光)で操作するため、誤動作の心配がありません。これは、発光ダイオードの採用により、世界で初めて可能となったものです』

と言い切って憚りません。今の時代だったら、「世界初」をはじめ、他社製品の「欠点」、誤動作の「皆無」など、誇大広告と公取からおしかりを受けるような宣伝です。

リモコン操作できるのは、電源のON・OFF、VHFチャンネル切替、音量3段階調節の3項目だ

けでしたが、何よりも誤動作のないことが売り物だったのです。

さて、「マジコン」付きのテレビは、飛ぶように売れました。直後の石油ショックで『居ながらにしてつけたり消したりでき、チャンネル切替え・音量調節も思いのまま』というのが「過剰品質」とされて一時は下火になったものの、今日ではテレビだけでなくあらゆる機器・器具のリモコン方式として多方面に広く世界中に普及しました。しかも、最近のリモコン発振器には実に多くボタンがついており、1個のLEDで、多種類の非常に複雑な操作がリモートでできるようになっています。これは光源のLEDが持つ高速応答性によるものにほかなりません。このGaAs LEDの発光は赤外光のため人間の目には見えませんが、通常のデジカメでは観察することができます(第4図、デジカメで撮ったGaAs LEDの発光)。それは搭載されているイメージセンサーの母体材料がシリコンであり、870nmの波長の光にも十分な感度を持っているからです。

みなさん方のご家庭で、Microsoftの製品をお持ちでないお家はあっても、赤外線リモコンの二つや三つ転がっていないお家はないでしょう。これも、元とは言えば、頑固社長の「見えない光を発する半導体の研究」に対する無理解な一喝に端



第4図 デジカメで撮ったGaAs LEDの発光

を発しているのです。

一つだけ、悔しくてならないことがあります。

光リモコン開発の途上、ソフト・ハード両面で特許・実用新案など数多くの出願をしました。

しかしそれらのほとんどは、他社からのクレームによって潰されてしまいました。残念の原因は、一つには、開発を急ぐ余り特許出願業務に時間がとれず、そのタクティクスに欠けるところがあつたと思います。それにもまして、開発者自身、この光リモコンがこんなに世の中を席卷するとは思ってもいなかったのも災いしました。当時の新製品宣伝資料のように、新型テレビの3大最新技術の一つに過ぎず、5大セールスポイントのうちの一つにしか過ぎない感覚です。光リモコン以外のこれらの新技術類は、ブラウン管が液晶に代わると同時に消えてしまいました。

考えてみれば、高く売れそうな発明ほどクレームがつくのは当然なのです。特許取得にもう少し熱心で、いくつかの基本的な権利を得ていたら、ビル・ゲイツとまでは言わないにしても、担当技術者も松下電器も大もうけできただろうにと、今日、意外なところで使われている光リモコンを発見するたびに、残念至極の思いがしてなりません。

これが、「特許をとれなかった技術」であります。

3. ノイマン型コンピューター

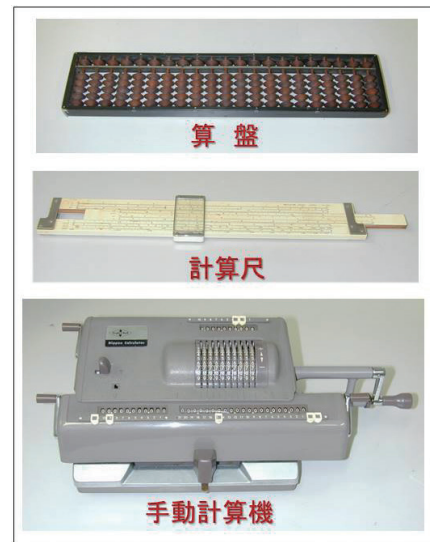
3.1 情報工学部

1992年4月、新設の岡山県立大学へ転職しました。会社研究所では半導体デバイスの研究開発に携わってきましたが、大学ではその半導体に密接な関連のある情報工学部です。

情報化時代と言われますが、大量の情報をビット単位で取り扱い処理する道具がコンピュータです。その歴史は半導体集積回路の発展に裏打ちされています。

半導体集積回路以前の計算機には、例えば第5図に示すような道具があります。

このうち、ソロバンと手回し計算機は十進のデジタル方式で、加減算が基本原理です。計算尺は

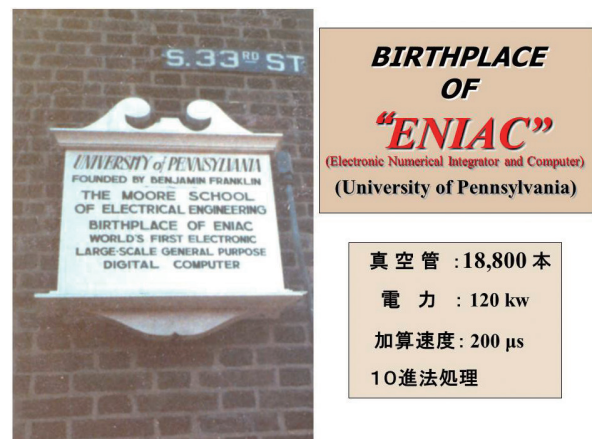


第5図 手動の計算機

アナログの乗除算計算ができます。いずれも計算速度は使い手の熟練度によります。ただ、これらに共通で、現在のパソコンには見られない特徴があります。それは、それぞれが、「計算」、「記憶」そして「表示」の3機能を兼ね備えたハードウェアだということです。

3.2 “ENIAC”

電子式のコンピューターの最初は、ペンシルバニア大学のJ.P. EckertとJ.W. Mauchlyによって開発されたENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer, 1945)です。彼らは、アメリカ陸軍の委嘱で在来の計算機を使って弾道計算の仕事をしていましたが、その計算機的能力から、仕事は行き詰まり状態に入っていたの



第6図 最初の電子式コンピューター “ENIAC”

です。第6図の写真は私が、ペンシルバニア大学のキャンパス内をぶらぶら散歩していたとき、たまたま見つけた看板です。【世界最初の電子式大規模汎用デジタルコンピュータがここで生まれた】と誇らしげに書いてあります。

トランジスタが発明される前ですから真空管方式です。18,800本の真空管を用いて、演算の本質的なところでは、リレーや歯車のような動く部分を排除したため、当時のリレー式の計算機に比べると驚異的な演算速度を実現できました。しかし、真空管には熱陰極の劣化による寿命の問題が避けられません。真空管の平均寿命を5,000時間としますと、 $(1/5,000 \text{ 時間}) \times 20,000 \text{ 本} = 1 \text{ 本} / 15 \text{ 分}$ で、15分ごとに修理しなければならない勘定になります。

それよりも厄介なことは、計算の手順を示すプログラムを「配線」によって構築するいわゆる外部プログラム方式でした。そのため、新しい作業に取り掛かるたびに多数の配線をつなぎ替え、新プログラム用の回路を作らねばなりませんでした。

3.3 プログラム内蔵方式

そこで登場するのが、デジタルコンピュータの父と言われるフォン・ノイマンが提案したプログラム内蔵方式です。「プログラム内蔵方式」とは、計算の手順をコンピュータにあらかじめ覚えさせておくやり方です。今のパソコンなら、新しいソ

フトもすぐにセットして使えます。

ENIACまでは、十進法だったのを、電流のオン・オフだけで数を表現できる二進法を採り入れたのもノイマン型コンピュータの大きな特徴です。そのほかにも、「逐次処理」とか、「プロセッサからのメモリの分離」など、第7図に示すように今日のコンピュータでは普通に使われている色々なアイデアが盛り込まれました。フォン・ノイマンが「デジタルコンピュータの父」と称される所以です。

フォン・ノイマンは、1940年代後半にたくさんの論文を発表していますが、「誰にでも利用できるように」と、特許を全く出願しませんでした。そのため、1950年代に入ると、世界各地で、次々と「ノイマン型コンピュータ」が生まれ始めて急速に開発が進んだのです。「特許をとらなかった」ことが、コンピュータの急速な進展に寄与したと言えるでしょう。

3.4 フォン・ノイマン

フォン・ノイマンが、大規模高速コンピュータとかかわった背景には、アメリカでの核兵器の開発がありました。第二次大戦中は、アメリカの核開発の拠点、ロスアラモス研究所で原爆の開発に参加しました。最大の破壊力を生むには、どう核爆発を起こせばよいか？ 原爆を開発し、その破壊力を推定するために、科学者たちは膨大な計算をしなければならなかったのです。そのためには、大規模高速コンピュータの実現が、焦眉の急でした。

1945年5月10日、日本への原爆投下の候補地をしぼる「標的委員会」が開かれました。出席した重要メンバーの一人であるフォン・ノイマン自筆のメモが残されています。

「a Kyoto + ps」をはじめ、6ヶ所の候補地が提案されています。ここで、「+」は「標的として有効」の意味で、「ps」は「心理的效果が期待できる」、「mi」は「軍事的効果が期待できる」を意味します。あまりうまくない字で書かれた候



第7図 フォン・ノイマンの功績

ノイマン・メモ	
原爆投下の候補地をしぼる「標的委員会(1945/05/10)」での フォン・ノイマンのメモより	
a 京都 …	+ (標的として有効) ps (心理的効果が期待できる)
b 広島 …	+ (標的として有効) mi (軍事的効果が期待できる)
c 横浜 …	
d 皇居 …	ps (心理的効果が期待できる)
e 小倉 …	+ (標的として有効) mi (軍事的効果が期待できる)
f 新潟 …	

第8図 原爆投下標的委員会でのフォン・ノイマンのメモより

補地の中には、「Nagasaki」は見つかりません。第8図は主な項目を和訳した「ノイマン・メモ」です。

京都や皇居には、「ps」つまり心理的効果が期待できるとありますが、最終的には「文化的破壊」や「天皇攻撃」など過度の国民感情刺激に対する強い反対意見が出て除外されたようです。原メモには、いろいろな注釈書きや、書き消した跡が見られ、決断前の迷いや苦悩がうかがえます。

悲しいことですが、コンピュータと核兵器は、ともに第二次大戦の産物であり、いっしょに成長してきたのです。

フォン・ノイマンは、1957年ガンのため53歳で死去しました。実はこのとき、アメリカ国防省

は彼の病室に9人もの軍人を派遣し、不寝の番をさせたと言います。この一見「手厚い看取り・看病」は、ほかでもない、うわごとで機密を口走ることを警戒したためだったのです。

4. おわりに

本稿は、京都化学者クラブ例会（平成29年3月4日）での同題の講演内容を文書化したものです。その講演趣旨も「卓話」ということで、学術性は当初から考慮しませんでした。口頭でのプレゼンテーションでは、動画やアニメーションを取り入れたPowerPointの助けを借りることができましたが、文章ではそうも参りません。また、版權に触れそうな写真や図などの引用は本稿では差し控えました。口頭のプレゼンテーション時には取り上げた、論旨から少し離れた挿話や作り話のいくつかも本稿には入れませんでした。

特許を取りたかったけど取れなかった「LEDリモコン」、あえて特許を取らなかった「ノイマン型コンピューター」、その結果、いずれも世界中に普及しました。特許を取り損ねたと愚痴をこぼしたわが「LEDリモコン」も、コンピューター以上に世界中に普及したのですから、もって瞑すべきというべきでしょうか？