

講座

歴史絵巻

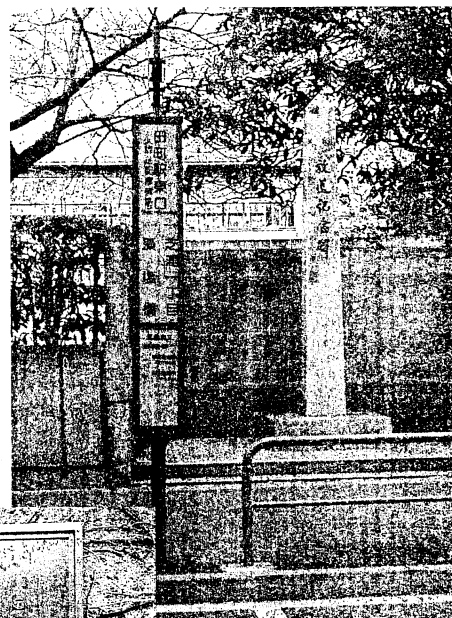
ラジオ

先輩技術者の苦闘から、 未来へのヒントを学べ 20世紀エレクトロニクスの歩み(1)

相良 岩男

KOA
常務取締役・研究開発担当

マルチメディア時代に向けて、いま転換期にいるエレクトロニクス産業——
こういふときこそ、先人たちの知恵から学ばなければならないことは多い。
ラジオ、テレビ、電話、回路、半導体、コンピュータといったテーマで、
新しい技術が誕生する過程を半導体応用技術者だった相良岩男氏がまとめた。
苦闘の末に技術の壁を乗り越えた技術者たちの生きざまから、なにかが
見えてくるかもしれない。今回はその1回目。エレクトロニクス産業の
始まりともいえる無線技術、つまりラジオの発展をまとめた。 (本誌)



日本で最初に放送電波が発せられた場所に立てられた石碑 東京都港区芝浦のJR 田町駅の近くにある。

相良 岩男(さがら いわお) 氏

1932年 東京生まれ。1956年 東京理科大学理学部 物理学科卒業。同年沖電気工業入社。研究所に配属。半導体応用技術者として、オーディオ機器、ゲーム機、信号機などに向けた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。

20世紀後半の社会が豊かな生活をおう歌できるようになったのは、エレクトロニクスの発展に負うところが大きい。

ラジオ放送、テレビ放送、電話、コンピュータといったエレクトロニクスの発展は主として、19世紀前半から20世紀後半にかけて開発を進めてきた多くの科学者たちのえい知と努力、そしてロマンと涙に基づく発明や発見の基礎のうえに成り立っている。実は、エレクトロニクス開花への道はきわめて長かったのだ。

科学者たちは、初めから今日のエレクトロニクスを目標としていたわけではない。

人類誕生以来、科学者と呼ばれる人々は、自然界で生じる現象に対し、「不思議だな」という好奇心と、「なぜそうなるのだろうか」という追求心、「少しでも便利なものに应用できないだろうか」という研究心をもって眺めてきた。

さらに彼らは、人一倍「解決したい、理解したい」という情熱をもち、「奇人」とも呼ばれた天才的な人物だった。多くの科学者によってコツコツと研究され開発を進められてきた基礎技術となる小さな発明・発見が一つひとつの成果となって積み重なり、やがてそのうえに革新的な発明が加わって今日の素晴らしい、数々の想像を絶する応用技術としてのエレクトロニクス産業が誕生していったのだ。

基礎技術に携わった科学者たちは、歴代にわたって、常識派といわれる人たちから常に「奇人たちは役に立たないことに熱中している」と冷やかな目で見られていた。

有線から無線、そしてコンピュータ

エレクトロニクス発展の歴史のなかでまず初めに開花したのは有線技術、そして無線技術だ。やがて電磁波の存在が確認されるや否や、これがラジオ放送へと発展することになる。

同じころ、遠く離れたところの風景を見たいという願望から、テレビ放送を実現するための映像技術が登場してきた。すでにそのころ、蒸気機関車の運行情報や外敵を知る必要から電信が実用化しており、やがて有線技術は電話へと進化した。それぞれのメディアへと発展した。その後、国勢調査や弾道計算の必要性からコンピュータ技術も芽生えている。

このようなメディア発展の基礎を支えてきたのが、能動素子と呼ばれる真空管技術や半導体技術だった。能動素子の登場によってメディアはやっと実用化にメドが立ったものの、能動素子の性能にメディア側は常に満足しなかった。不満を原動力として能動素子の性能が改善され、それによってメディアの性能が向上していく。これが繰り返されながら、たゆみない発展が、そこにあった。

ラジオ、テレビ、電話、コンピュータの技術の発展過程をみると、きっかけは基礎技術と同様に、それぞれの分野で驚異的な能力をもつ少数の天才的な「達人」による独創的な発明からスタートしている場合が多い。さらに興味深いことは、まったく同じような発明がほぼ同時期に競合して登場することが多く、しばしば深刻な特許論争を引き起こしていることである。

また、戦争という切迫した状況の下で必死に考案された数々の新しい

技術が、その後のエレクトロニクスの進展にきわめて大きな影響を及ぼしている。だが天才たちだけで今日のエレクトロニクスの繁栄が築かれたわけではない。

発明者、応用技術者、経営者

実に多くのなんの役に立つのかわからない発明や発見のなかから注目すべき内容を的確に選び出し、そこから展開していく力をもつ巧みな科学者たちの存在も忘れてはならない。むしろ、こういった平凡な科学者が成した応用技術こそが、今日のエレクトロニクスを支えているといってもよいだろう。

時代の先端ともいえる未踏の技術を実業化するときには、必ずといってよいほど、洞察力の鋭い天才的な経営者が存在し、新しく登場してきた技術を実用化していった。科学の天才と経営の天才が両輪となって、後世に残るエレクトロニクス製品が登場した、ということを歴史が示唆している。

転換期にいまこそ、歴史を学べ

このようにして20世紀の人類は、素晴らしいエレクトロニクス技術を手に入れたのである。だがエレクトロニクスはこれが終着点ではない。21世紀に向けて、これまで築いてきたメディア、すなわちラジオ放送、テレビ放送、電話、コンピュータといったメディアを下地に、「マルチメディア」という言葉で表現される、新しいエレクトロニクスが誕生するだろう。これを支えるのは、これから出現するだろう新たな天才たちなのではないだろうか。

ラジオにみる無線技術の発展

ラジオはエレクトロニクスの原点である。エレクトロニクス発展の糸口を創ったラジオを含む無線技術はどのように発展していったのか、その歴史をひも解いてみることにしよう。

無線、つまり線のない通信手段のかなめとなる電磁波は、だれが発見したのだろうか。

1864年、偉大な理論家 J.C. マクスウェルは、M. ファラデーの「力」と「場」の考えを基に、電磁波の存在を理論的に予言し、電磁場理論を考えた。ここから無線技術は始まる。実際に電磁波が確認されたのは、なんと24年後の1888年である。H. R.

ヘルツが実験で確認した。

このとき J.C. マクスウェルは電磁波の応用については付言しておらず、かつ H. R. ヘルツですら電磁波は実用化にならない無意味なものと考えていた(図1)。

ここで、「パルスで切断する」とか、「変調する」といった概念を考えていたならば、H. R. ヘルツはさらに注目されていただろう。電磁波は物理的興味の対象となっただけで、なんら社会に貢献するものではないと思われていた。応用展開はともかく、不思議な性質をもち、しかも得体の知れない電磁波に科学者の興味は次第に駆り立てられていく。彼らは好

奇心探求のために、高能率検波器の開発を始めている。

やがてこの電磁波はラジオへと応用されていくことになる。ラジオの発展は大きく3世代に分けられる。

第1世代、無線電信の出現

ラジオ発展の第1世代は、電磁波を応用し、線を用いない無線電信が出現した時代である。ここでまず問題となったのが、電磁波の存在を検出する検波器をどのようにして開発するか、ということだった。

原子学者で有名な E. ラザフォードも一時期、電磁波について興味をもち検波器の開発に携わっている。

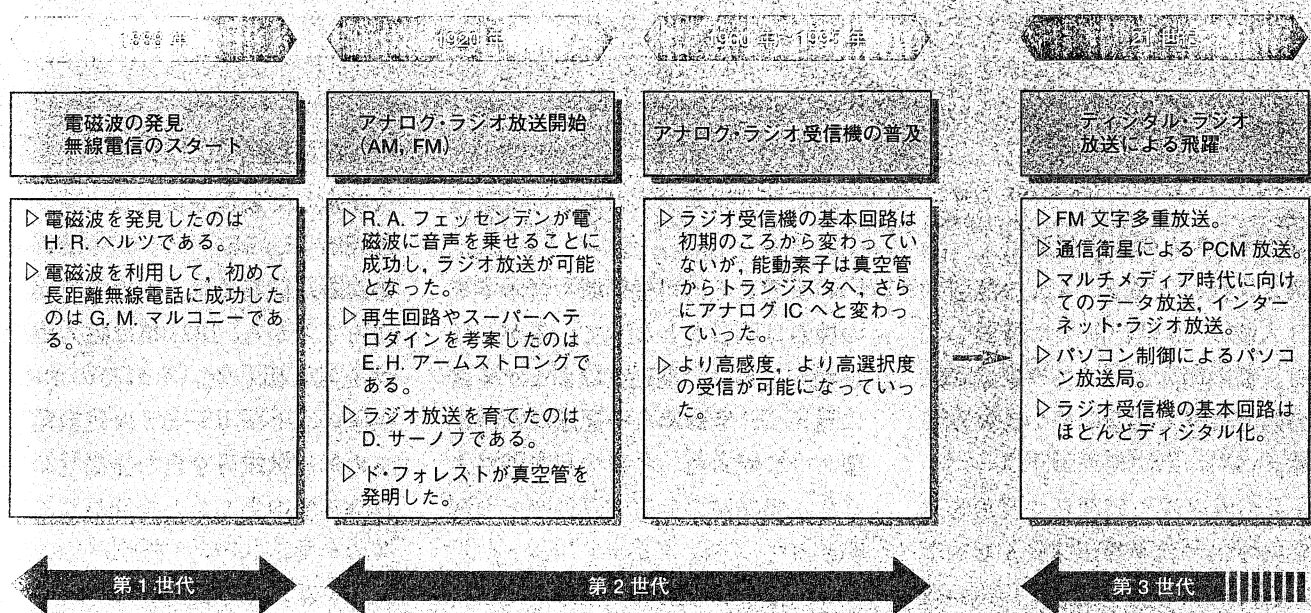


図1 ラジオ放送の歴史 H. R. ヘルツが1888年に電磁波を発見した。これが無線電信、つまりラジオ放送の始まりといえよう。ラジオの発展という観点で見ると、これ以降が第1世代である。アナログ・ラジオ放送が始まった1920年ころから現在までを第2世代とすると、ラジオがデジタル化することによって飛躍するのが第3世代である。

このことからみても、電磁波が当時の科学者にとって最大の関心事だったことがわかる。

このなかでまず、E. ブランリーは1889年に画期的なコヒーラ検波器を考え出した。やがて1894年になるとO. J. ロッジが、このコヒーラ検波器を用いて、電磁波を受信できる無線受信機を考案している。電磁波の応用は、電磁波発見から6年後のことだった。

検波器の研究中、1904年にJ. A. フレミングが真空管を、1906年にはG. W. ピッカードがSi 鉱石検波器を発明している。このようにみると、電磁波の発見と検波器の研究が、今日隆盛をきわめているエレクトロニクス技術発展の原点だったといえるのではないだろうか。

そして1899年にG. M. マルコーニが英国とフランスの海峡横断通信に成功したことから、電磁波は船舶無線や軍用無線として応用されていた。いわゆるラジオの基礎となる技術が、ようやく芽生えつつあった時期である。

第2世代、4人の天才が登場

第2世代に入ると、4人の注目すべき人物が20世紀前半に登場している。彼らの力によってラジオが庶民の娯楽として定着していく時期である。

1人が電磁波を変調して音声を送ることを考えたR. A. フェッセンデン。彼のラジオ放送は人々を驚かせた。もう1人は、天才的技術能力をもち、AM(振幅変調)やFM(周波数変調)のみならず、再生回路、スーパーヘテロダイン回路といった基本と

なる回路をことごとく発明したE. H. アームストロングである。優れた才能をもつ彼は、これらをすべて特許化した。が、あまりにも重要な特許だったため、一生、特許問題が彼を悩まし続けた。

3人目は、米国でラジオ放送事業を提案し、ラジオという言葉を生み出し、かつラジオ量産工場をもつ米RCA社を創立したD. サーノフである。彼は野心的企業人だった。やがてラジオは爆発的に普及していった。これが、「エレクトロニクス産業の誕生」といえるだろう。ラジオはエレクトロニクスの原点なのである。

最後の1人が、ラジオに必要な「増幅」や「検波」という働きをする3極真空管を発明したド・フォレストではないだろうか。もちろん、この「増幅」に関するヒントを与えたJ. A. フレミングも忘れてはならない。

第1世代、 H. R. ヘルツが電磁波を発見し、検波器の開発へ

エレクトロニクスの原点は電磁波である。

いまでこそ、可視領域も含めてその性質は明らかとなっているが、19世紀末ころは、電磁波はまったく目に見えず、きわめて不思議な物理現象の一つだった。多くの科学者によって、電磁波の性質が一つひとつ解明されている。

この解明に重要な役割を果たしたのが検波器(被変調信号の復調回路)である。当時、いかに良い検波器を開発するかが多くの科学者の大きな目標だった。

やがて20世紀前半は、2度にわたる世界大戦に巻き込まれた。当時、ラジオは唯一の情報源だった。第一次世界大戦後には、娯楽として普及したが、第二次世界大戦後には、ラジオはテレビへと代わっていく。このころのラジオはすべてアナログ技術を使っていた。

第3世代、ディジタル時代へ

第3世代は、1980年ころから始まったPCM(pulse code modulation)、つまりディジタル・ラジオの時代以降がこれに当てはまる。衛星テレビ放送の音声のPCM化に続き、単独のPCMラジオ放送も始まった。

未来に向けてラジオはどのように変ぼうするのだろうか。

おそらくマルチメディアの一部として、一方通行(放送局から視聴者へ)だったラジオは、大きく姿を変えていくだろう。

火花放電で通信を実現

1831年、M. ファラデーはコイルのなかで磁石を動かすと電気が発生することから、1837年に磁力線概念を考え出した。その後の1840年、英国のJ. ヘンリーは、火花放電が多くの周波数成分を含む振動性のある物理現象であることを発見している。

ついで1888年、ドイツ人のH. R. ヘルツは、インダクション・コイル(1次側に直流電圧源をつなぎ、電流を切断して2次側にパルス状の高電圧を発生させる装置)の2次側に生じる高電圧によって火花放電を発生

させ、この現象が数 m 離れたところで検出できることを見いだした。

電磁波が空間を伝播することを初めて確認したのである。この電磁波については、すでに1864年、英国人の J. C. マクスウェルが理論面から電磁場理論を発表しており、電磁波存在の確認実験が待たれていたのだった(図2)。H. R. ヘルツの実験によって、この理論の正しさが24年を経過して初めて実証されたことになる。

さて H. R. ヘルツの作った電磁波検出器は、実に簡単なもので、針金を曲げて狭い間隔(すき間)を作り、これを火花放電源に近づけると、このすき間に火花放電が生じたのである。これは重要な発明だった。

この検出器によって H. R. ヘルツは、電磁波の波長と電磁波の横波性を証明すると同時に、電磁波は電界波とこれに直交する磁力波から成り立つことを観察している。このときの波長は24 cm だったという(図3)。

この実験を通して H. R. ヘルツは、空間的な隔たりのある二つの同調回路間で電磁波エネルギーが移動することを確認したことになる。この実験が無線通信の始まりとなる画期的な出来事となった。

だが、この当時、火花放電による電磁波の伝送をすでに実用化していた有線通信の代わりに使用しようという発想はなかった。その理由は、すでに当時使用されていたモールス信号のオンまたはオフの時間をそのまま直接周波数に置き換えると、実に長い波長となり、それを受信するアンテナは、これまた巨大なものになると考えられていたからである。

$$\oint E dS = -\frac{1}{c} \int (\partial \vec{B} / \partial t) d\vec{S}, \quad \text{rot } \vec{E} = -\frac{1}{c} \cdot \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

電磁誘導の法則

$$\oint H dS = \frac{4\pi}{c} \int i_n dS.$$

$$\text{rot } \vec{H} = (4\pi/c) \vec{i}$$

アンペールの法則

図2 J. C. マクスウェルの電磁波理論と電磁波の予言 電磁波理論を考え出した J. C. マクスウェルはエレクトロニクスの生みの親である。図中の式は電磁方程式。弾性体中を弾性波が伝わるように、電気や磁気の媒体となる空間中を、電磁波が光と同じ速度で、変位電流の変化が磁界変化を起こしつつ、伝播することを理論的に予言した。

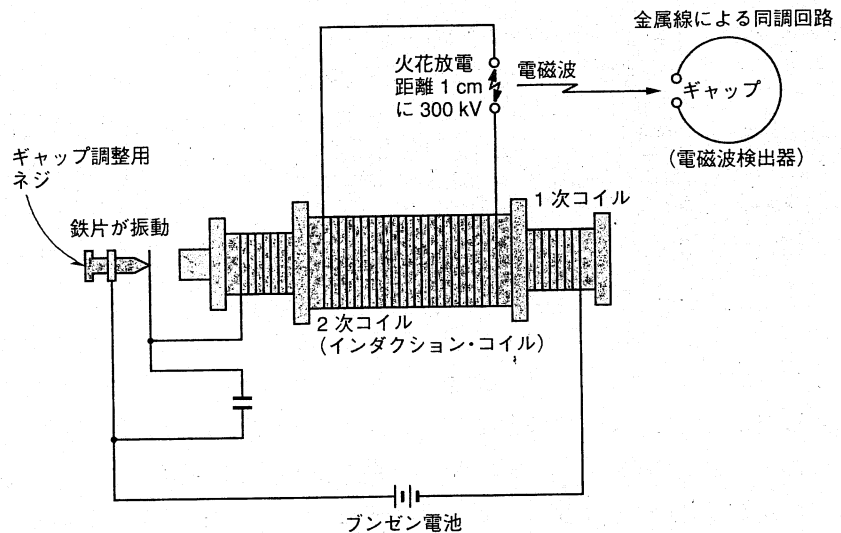


図3 H. R. ヘルツによる電磁波の確認実験 これは H. R. ヘルツの実験を模式的に示した図である。インダクション・コイルで高電圧を発生させる。この電圧によって火花放電が発生する。このとき発生した電磁波が空間を飛び、2 m くらい離れたところに置かれた電磁波検出器のわずかなギャップ間で火花放電が生じる。

実験に用いた波長24 cmの電磁波を切断してパルス化したり、変調して利用するという、技術のブレークスルーが登場するまでには、もうしばらく時間を必要とした。

電磁波に興味をもつ科学者は、次第に増えてきた。彼らの目標は火花放電の発生源からさらに距離を伸ばしたところで電磁波を検出しようということだった。ところが H. R. ヘルツの発明した電磁波検出器では感度が悪く、検出できない。

ここで電磁波検出器に代わる新しいタイプの検波器が求められるようになってきた。電磁波検出器は電磁波の有無を知るのみで、検波器のように連続的な電磁波に含まれている変調された波から信号を明瞭に取り出すことはできなかったからである。本格的な検波器が登場するまでには

まだ時間が必要だった。この間、科学者たちの開発競争があった。

ラジオ誕生への糸口は検波器から

「素晴らしい発見は常にもうひと押しの努力を必要とする」というのがコヒーラ検波器(実際は検出器)誕生の背景である。

実は1879年、英国のD. E. ヒューズは面白い現象を発見している。D. E. ヒューズは二つの炭素の塊の上に軽く炭素棒を乗せると音圧によって抵抗値に変化が生じることから、ガラス管内に金属粉末を入れた実験を行ないコヒーラ現象を発見している。

ガラス管の中に、Ni粉末を入れ電圧を加えてみた。このままの状態では抵抗値が高く、電流は流れない。ところが、これに音波を与えると抵抗値が低くなり、電流がわずかに流れるようになる。さらに、火花放電による振動を当てても同じ結果が得られた。つまり振動を受けるとNi粉末が凝集し、抵抗値が減少するの

である。

D. E. ヒューズはきわめて重要な発見のすぐ近くまでたどり着いていたのだが、火花放電についてこれ以上の興味を示さなかった。これは火花放電用コヒーラ検波器発明へのチャンスだったのだ。残念なことに研究の視点が異なっており、これ以上の展開はなく、ただ現象の発見のみにとどまってしまったのである。だがこの事象は多くの技術者に知られたこととなった。D. E. ヒューズは「炭素マイクロイオン」の発明家としても知られている。

1888年、H. R. ヘルツによって、電磁波の存在が実証されると同時に、電磁波の研究が活発化し始めている。

1889年になると、D. E. ヒューズが発見したガラス管内のNi粉末は、音や火花放電の振動のみならず、電磁波の影響を受けても抵抗値が変化するのではないかとフランスのE. B. ブランリーは考えた。実験の結果、この着想は見事に的中し、電磁波によってもNi粉末が凝集すると

いう現象を確認した。当時の技術者は羨望の眼差しを彼に送った。

その後、E. B. ブランリーはさらにこれを発展させてガラス管と電池とを組み合わせ、一つの電磁波検波器を完成させている。

つまり、D. E. ヒューズの現象を視点を变えて電磁波へと応用して、一つの検波器を完成させたE. B. ブランリーが最初のコヒーラ検波器の発明者となった(図4)。

これは当時における大発明となったことはいくまでもない。ここでやっと電磁波(以後、電波と表現)を検波できるようになり、H. R. ヘルツの数mという実験距離を飛躍的に伸ばすことが可能となったのである。

コヒーラ検波器の改良相次ぐ

E. B. ブランリーの実験結果を知って1894年、英国のO. J. ロッジは、E. B. ブランリーの方法を改良し、より高感度の検波器を作り上げている。英語では、互いに粒子が凝集するという現象を「コヒーラ(cohera)」ということからNi粉末粒子を用いたこの検波器を「コヒーラ検波器」とO. J. ロッジは名付けている。

このコヒーラ検波器は一つの大きな欠点をもっていた。いったん電波を受信して導通させると、導通状態がずっと保持されるという性質をもっていた。このため前の電波が終わるころを見計らってコヒーラ検波器をたたき、凝集を元の状態に復帰させる必要があった。

この問題に対しロシアのA. S. ポポフはリレーで連続的に検波器をたたくという「デ・コヒーラ検波器」を1895年に考案した。1986年にはモ

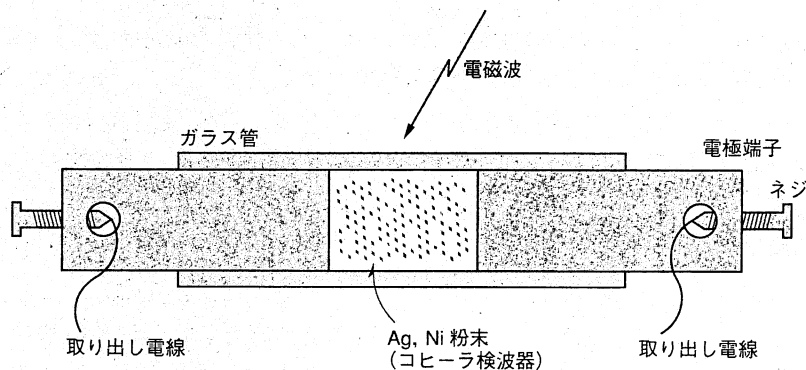


図4 ようやく実用的なコヒーラ検波器が登場した ガラス管の内部に挿入したAgとNi粉末は電磁波の到来によって凝集し、抵抗値が減少するのである。凝集を元の状態に復帰させるため、電磁リレーでたたいた。現在は、半導体素子によって簡単に検波できるようになったが、当時、この検波器は大発明だった。

ールス・ラジオを考案している。

1896年3月24日、旧ソ連のA.S. ポポフはペテルスブルク大学の校内で「Henri Herz」というモールス符号を送信し、250 m離れたところで受信した。旧ソ連ではA.S. ポポフがラジオの発明者となっている。

同じ年の1894年、O.J. ロッジもこの新しいコヒーラ検波器を用いて初めて無線受信方式を作り上げ、一般に公開した。この回路は火花放電で発生した電波を取り出す、いわゆる同調回路と、これを検出する高感度コヒーラ検波器、たたき戻すリレーの三つを用い、モールス信号による符号通信を100 m飛ばすという快挙を成し遂げている。

H. R. ヘルツは、モールス信号を直接、周波数に置き換えようとしたが、O. J. ロッジは電波の切断を利用したのだった。ここには有能なH. R. ヘルツですら考えつかなかった発想の転換があった。H. R. ヘルツが電波の空間伝播に成功してから電波を応用するまで、なんと7年の歳月が必要だったことになる。

さらに1895年になると、イタリアのG. M. マルコーニは、自身でコヒーラ検波器とアンテナを工夫し、90 m～3 kmの距離での電波受信に成功している。

G. M. マルコーニは1899年になると、火花放電によって100 km離れた英国とフランスとの海峡横断通信に成功した。1901年には、なんと3000 km離れた英国とカナダとの太平洋横断モールス信号通信に成功するまでになった(図5)。

だが火花放電とコヒーラ検波器でこれ以上の発展を期待することは無

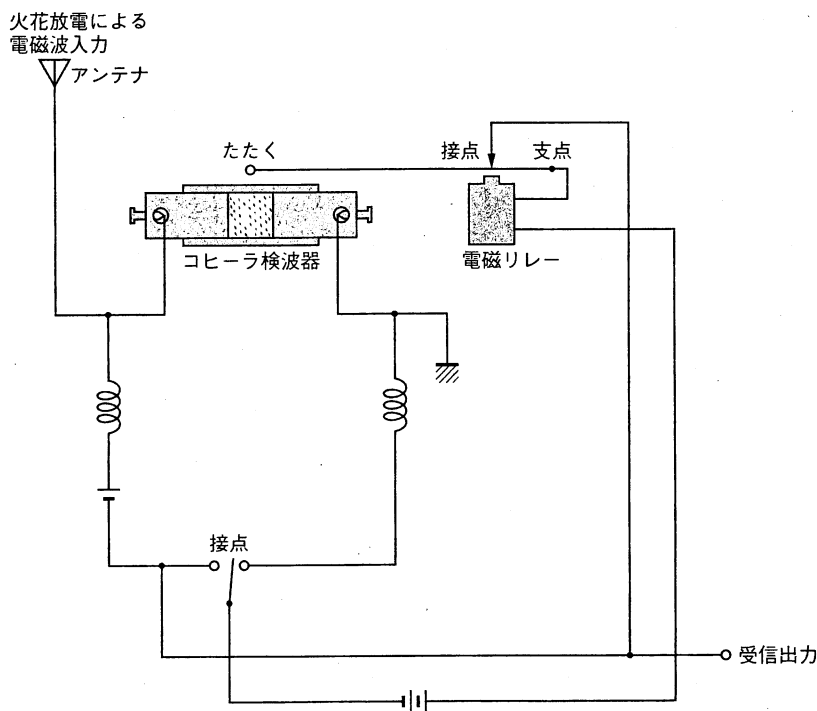


図5 G. M. マルコーニの受信装置の模式図 電磁波がアンテナから入力されると、コヒーラ検波器が導通し検波する。と同時に電磁リレーが動作して、コヒーラ検波器を復帰させる。

理だった。コヒーラ検波器は、雷の影響を受けやすいため、遠距離通信には向かないからである。このため新しい検波器の開発を、多くの研究者がテーマとして取り上げたものの、その研究方向は組織的・系統的でなくバラバラであり、まったく模索の連続だった。

マルコーニの磁気検波器

コヒーラ検波器をしのぐ検波器開発を目標に科学者は研究を進めていた。このなかから、やがて続々と新しい検波器の提案が出てきたのである。

G. M. マルコーニは、1900年に同調による送信方式の特許を、1901年に磁石検波器の特許を取得している。この磁石検波器は、まず磁化された

ループ状の軟鉄線を1次側としてコイル状に巻き付けておき、一端をアンテナに接続しておく。

次に2次側にも同様に線をコイル状に巻き付けておく。ここにアンテナからの電流が到達すると軟鉄線の磁気が打ち消され磁気変化を起こす。この磁気変化を2次側のコイルで検出するという方式だった。

実は、原子模型で有名なE. ラザフォードがすでに1895年、この磁気検波器の原理を考案していたのだ。だがG. M. マルコーニと異なり、E. ラザフォードは電波によって生じる磁気の変化で、磁石の付いた鏡を動かそうとしたのだった。だがこれ以上に発展させようとはしなかった。E. ラザフォードが原子の神秘への

追求と同様に、検波器の魅力にとりつかれていたとは驚きだ。

常に天才的な科学者はあらゆる分野について広く興味をもっており、やがて一つのことに集中し、成果を上げる場合が多い。E. ラザフォードはこのような物理学者だった。これに対し G. M. マルコーニが考えた磁気検波器は、より実用的で、のちに船舶無線に広く用いられている。

ブラウンの針検波器

同じく 1901 年、ブラウン管の基本構造を発明したことでもありにも有名な K. F. ブラウンも検波器開発に力を注いでいた。硬マンガン鉱石 (Psilomelane: $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) に、金属でできたウィスカ (whisker, ひげ状) の針を立て電波を当てると、出力に唸り現象が生じることを発見した。

これはマンガン鉱石との間に生じる電流と電圧の非直線特性によるものである。唸りこそ電波応用で重要な「変調」技術への手がかりだったはずだが、このときは残念ながら気づけなかった。やがて、非直線特性を利用すれば正弦波の整流が可能となることもわかってきた。

つまり正弦波が整流できるならば、検波器へも応用できるのではないか。これはコヒーラ検波器とはまったく異なる原理であり、現在用いられている検波器の基本を成す重要な発見だったのである。これこそ検出器から検波器への真の転換期だった。

その 4 年後の 1905 年、K. F. ブラウンは硬マンガン鉱石による検波器を完成させたが、あまり感度の高いものではなかった。

米国の H. C. ダンウッドは 1906

年、ウィスカではなく、2 枚のしんちゅう電極間に SiC (カーボランダム) を挟んだ鉱石検波器を考えている。同じ年に同じ米国の G. W. ピッカーが材料として初めて Si 鉱石を用い、この上に金属針を接触させた初めての Si 鉱石検波器を開発している。

フレミングが 2 極管検波器を発明

J. A. フレミングは、G. M. マルコーニによって 1897 年に英国で設立された燈台船舶用の火花放電による無線電信信号会社の顧問であり、ロンドン大学の教授でもあった。

学者の J. A. フレミングは、そのころ二つのことに大きな関心をもっていた。一つがコヒーラ検波器に代わる、より安定した検波器の開発であり、もう一つがエジソン効果の研究だった。両者は一見してなんの関係もないようにみえた。

エジソン効果とはなんだろうか。実は、米国の T. A. エジソンは 1879 年、ガラス内部を真空にし、このなかに炭素フィラメントを挿入した白熱電球を発明している。このとき、直流点灯で使用していると、白熱電球のガラス内壁面が、炭素微粒子の放射によって次第に黒ずんできるのである。ところが+側のフィラメント側は汚れずに残っている。こういう不思議な現象を見いだした。

1883 年、この原因を追求していた彼は炭素微粒子が電荷をもっているためではないかとの考えに到達した。これを確認するため、電球内に Pt 板を入れ、この Pt 板を電源の+側に接続するとわずかな電流が流れるが、-側に接続すると電流が流れないことを発見した。これが「エジ

ソン効果」である。

これは 2 極真空管による整流作用である。このような重要な発見だったにもかかわらず、有名な発明王 T. A. エジソンは、これを価値ある発明とは思わず、積極的に応用しようとは考えなかったのである。

さて話は戻って J. A. フレミングは、ふと、このエジソン効果を検波器に用いようと発想した。一方向のみしか電流が流れないという性質に興味をもったからである。

研究の末、1904 年、ついにモールス符号を受信することのできる 2 極真空管の開発に成功している。その後、2 極真空管はド・フォレストによって、増幅能力をもつ 3 極真空管へと発展していく。J. A. フレミングは、残念ながら検波器のみで、増幅能力をもつ 3 極真空管の開発には至らなかった。

このように、コヒーラ検波器に端を発した新しい検波器の開発競争によって真空管がついに発明された。真空管は、T. A. エジソンから J. A. フレミングへ、さらにド・フォレストによって一歩ずつ前進し、ついに開花したのである。

今から振り返ると、T. A. エジソンや J. A. フレミングがもう少し思考を巡らしたならば、歴史は変わっていたかもしれないと思えるが、当時の状況からみて、仕方のないことだった。その時点で、何が技術的に問題になっているのかをよく理解しているうえに、常に不思議な新しい現象に興味津々な眼差しを向け、さまざまな現象をうまく組み合わせることのできた天才、つまりド・フォレストが成功を収めたのだった。

フェッセンデンが電解検波器を発明

電解検波器は、Ag メッキした細い Pt 線を希硫酸溶液に浸して Ag メッキを剥離したのち、Pt 線を引き上げ、ここに生じる毛細管現象を利用して作った検波器である。R. A. フェッセンデンが発明した。

これを使用するときは、まず電流を流して端部に泡を発生させておく。次に、電波を受信すると、この泡が瞬間に破壊され、回路にパルスが発生するのである。液体であるため取り扱いが不便だったが、感度が良いという特徴があった。このため、しばらくの間、米国の海軍で用いられていた。

検波器の変遷について

コヒーラ検波器は 1890 年ころから 1905 年ころまで用いられていたが、感度が悪いこと、たたいて戻すリレーを必要とすることなど不便だった。このため、欧州における船舶通信では磁気検波器を、米国を中心とした海軍では電解検波器を用いていた。

やがて 1905 年ころから、感度の高い鉱石検波器と 2 極真空管検波器が登場してきたのである。だが鉱石検波器は、なぜ検波できるのか理論的裏付けがなく、かつ特性が不安定だった。このため 1914 年の第一次世界大戦以降は、検波器にはもっぱら 2 極真空管が用いられていた。

1939 年に第二次世界大戦が勃発したことで、レーダが重要な戦略機器となった。レーダはマイクロ波を使っている。レーダ用検波器は初めのころ真空管で構成していたが、マイクロ波での特性が良くなかった。

このため鉱石検波器が注目され、用いられるようになったのである。

やがてここから本格的な半導体検波器が誕生することになる。2 極真

空管もしくは 3 極真空管による検波器は、1955 年にソニーがトランジスタ・ラジオに半導体検波器を採用するまで、40 年以上も用いられていた。

第2世代の無線技術、 電信から電話へ

19 世紀後半、H. R. ヘルツの電磁波（以下、電波とする）の発見、そして O. J. ロッジのコヒーラ検波器の発明と続き、これを追試したり、改良するため多くの科学者がしのぎを削って研究を進めていた。しかし電波の応用展開については明確でなかった。

このようななかで G. M. マルコーニは、19 世紀も押し迫った 1899 年に英国とフランスとの海峡横断通信に初めて成功した。この情報は世界中にセンセーションを巻き起こし、電波応用への期待はいやがうえにも高まりつつあった。

だが電波そのものの性質は依然として不明だった。まさに応用が理論に先行したのである。

J. C. マクスウェルはさらに、「光は波長の短い電磁波である」と 1871 年に提唱している。これは、これまでまったく別の現象と考えられていた光学と電磁気学を結びつける大胆な提案で、かつ素晴らしい発想だったのである。

そのころ光は、I. ニュートンの粒子説よりも、L. オイラーの波動説のほうが有力だった。したがって光は横波であると考えられていた。このため、電波も光と同様に、空間に存在するとみられていた「エーテル」を媒体として伝播すると信じられて

いた。だがエーテルはついに発見されず、理論的解明は 20 世紀へと持ち越されたのである。

やがて新しい期待に満ちて 20 世紀が明けた。20 世紀に入るや否や、1900 年に M. K. プランクが量子論を、1905 年には A. アインシュタインが光量子仮説と特殊相対性理論を発表し、理論面で飛躍的な進展があった。これらの理論によって、ようやく光と電波の性質が明らかになったのである。

電波も光も、いずれも $h\nu$ なるエネルギーの塊を持つ波動(wave)であり、粒子(particle)なのである。理論的裏付けの取れた電波に世界の科学者の頭脳が集中した。

こうした気運のなか、電波を利用した無線技術の応用開発がせきを切ったように世界中で進められることになった。このきっかけを作った人が電解検波器を発明した発明家の R. A. フェッセンデンだ。

そのときまで電波の応用はすべて火花放電を利用したモールス信号だった。彼はこの方式とはまったく異なる方式を考案している。つまり、音声によって電波を変調し、音声信号を直接送信できるという夢を実現したのである。この素晴らしい発想が、ラジオ放送誕生の糸口となったことはいうまでもない。

1912年に米国のE. H. アームストロングは、すでに無線電話の受信機向けに発振回路と再生回路を考案しており、ラジオ受信機の基礎は固まりつつあった。やがて世界最初のラジオ放送局が1920年に米国のピッツバーグで開局している。F. コンラッドによるもので、KDKA局という。

日本では、紆余曲折の末、1925年から東京放送局が東京で開局し本放送を開始した。そして、ラジオは急速に普及していった。

強力な火花放電が唯一の発振源

H. R. ヘルツは1885年、離れた二つの同調回路間にエネルギーが移動するという驚くべき発見に続いて、この正体が電波であることを1888年に発見している。

このとき実験に用いられたのがインダクション・コイルとライデン瓶だった。このことに刺激され、G. M. マルコーニは1895年に火花放電による電波発射に成功したのである。

火花放電による通信とは、どのような構造になっていたのだろうか。

まず火花放電を発生させるため高電圧が必要となる。この火花放電は、1863年にドイツのO. ゲーリックが発明した摩擦起電機を使って初めて観察された。その後、ドイツのE. クライストとオランダのP. ミュッセンブルークによるライデン瓶を用いて、火花放電はさまざまな角度から研究されるようになった。

1752年には米国のB. フランクリンは嵐による実験で、雷が火花放電であることを確認している。やがてこの火花放電を利用し、電波の存在

が確認されるのである。火花放電とは大気中で約1 cm離れた金属間に約30 kVの電圧を印加すると、火花が飛ぶという現象である。

やがてフランスのH. コリーンコルフは高圧電源を考案した。これを感応コイルまたはインダクション・コイルと呼んだ。1851年のことである。これはまず接点を伴った電磁リレーによって直流電圧をオン/オフする。次にこのパルスで1次コイルに印加すると、2次コイルに高圧のパルス状電圧が発生するトランスである。

特徴は、巻線比が大きく、1次コイルと2次コイルとの絶縁に工夫が施されていることである。この感応コイルは無線の実験に用いられるようになり、改善されていった。これをルフコフ・コイルと呼んでいる。

ルフコフ・コイルは15 cm〜30 cmの火花を飛ばす能力をもっていた。次にライデン瓶とはガラスなど絶縁物で作られた瓶の内外に薄い金属箔を張り、瓶の口から鎖を垂らしたもので、高電圧を貯えることのできる一種のコンデンサだった。この火花放電は低周波から超高周波まで幅広い周波数成分を持つと同時に高い出力が得られる。

真空管やトランジスタなどの増幅器が存在しない時代に、この火花放電は唯一の強力な発振源となった。

火花放電による無線電信の登場

火花放電を無線電信に用いる場合、送信は火花放電の出力をそのままアンテナから発射するのではなく、コンデンサとコイルとによる同調回路を通して、所望の周波数のみを選択

できるように工夫されている。

火花放電の出力がいくら大きくともその一部しか利用できないし、残りの周波数成分は雑音となってしまう。この方式はなんとも能率の良くないものだった。だがこの火花放電による発振源は当時の無線電信に不可欠なものとなった。

受信するときは、同調回路と検波器を通して低周波成分を取り出し、レシーバで聞いたのである。受信機には電池はなく、受信機の動作はすべてアンテナで受けた電波のエネルギーでまかなわれていた。とにかく腕力のある火花放電のエネルギーが、受信機までも動かしていたとは驚きだ。

欠点として、火花放電は持続電波を出しにくいので、基本的に音声を送ることができないことである。交信は有線電信と同じくキーを利用したモールス信号を送っていた。火花による無線は、周波数帯域が広く、雑音も大きいため、混信と雑音に悩まされることになる。なにしろ火花放電の音は「ガァー・ガァー」と聞きずらかった。

やがて火花放電の電極をモータで断続するというモジュレータが考案されている。これを通すと音が「ガァー・ガァー」から「ビー・ビー」へと変わっていくぶん聞きやすくなった。この音を米国では「ディット・ディット・ダー・ダー」と表していた。米国人にはモールス符号の「トン」が「ディット(DIT)」、「ツー」が「ダー(DA)」と聞こえていたらしい。

単一周波数の高周波発電機が登場

やがて火花放電に代わる長波の電波を作る高周波発電機が登場してき

た。この原理は電灯交流発電機を高速回転させることによって高周波の電波を得ようというものである。

火花放電と比較して、単一周波数が得られるうえに雑音がないという画期的な製品だった。だが 100 kHz の周波数を得るのにロータの回転速度は 2 万回転/秒を必要とし、その大きさは巨大なトレーラ自動車くらいだった。200 kW の出力が得られている。

この装置を、中心となって開発したのは R. フェッセンデンと、E. アレクサンダーソン、A. シュタインメッツの 3 人で、米 GE 社 (General Electric Co.) によって製造された。

まもなく高周波発電機は、火花放電に代わって多くの国で採用されたという。まさかこんな装置が存在していたとは、今ではほとんどの人が知らないだろう。その後、E. アレクサンダーソンは機械方式テレビの走査方式を考案している。

現在、大出力発振源は、水晶振動子と能動素子から成るフィードバック回路で発振させて電力増幅すれば簡単に得られるが、その当時はまだ、このような方式は存在していなかった。このため R. A. フェッセンデンは大型のモータによる高周波発電機を考案したのだった。

R. A. フェッセンデンは米 GE 社によって作られた周波数 80 kHz の高周波発電機を用いて 1906 年に世界初の音声によるラジオ実験放送を米国のマサチューセッツの海岸で行なっている。小型でいとも簡単に得られる半導体(一部真空管式もある)の発振回路と比較して雲泥の差があり、現代の技術者にはなんと不思議

に見えるかもしれない。

このような過程をたどりながら、無線に関する技術は確実に一步一步前進してきたのである。

無線機に情熱を傾けたマルコーニ

イタリアの G. M. マルコーニは、自宅に図書館があるほど富裕な家に生まれた。子どものころから本を読みあさり、科学に興味をもっていた。さらに伊ポローニャ大学の A. リーギから、J. C. マクスウェルの電磁気学や H. R. ヘルツの実験について個人指導を受け、電磁気に関心をもつようになった。

彼が 20 歳になった 1894 年、36 歳と若くして死んだ H. R. ヘルツの電波(電磁波)に関する詳細な研究論文を偶然読み、この電波を通信に応用できないかと考えついたという。

まず G. M. マルコーニは 3 階の研究室から、電線を用いず電波を利用してワイヤレスで地下室のベルを鳴らす装置を作っている。続いて 1 年後の 1895 年には、1.8 m のアンテナを使って火花発振機からの電波を 90 m 離れたところまで飛ばすことに成功するという快挙を成し遂げた。このとき、アンテナの一端を高い木の頂上に張ると同時に、一端は地下に埋設させ、今日の送信アンテナと基本的に変わりない構成にして放射効率を著しく改善した。受信側も同じようにした。

これは、一つの非常に優れたアイデアであり、電波が飛ぶ距離は飛躍的に伸びた。やがて 1896 年には、送信距離が、平地で 1.7 km に達している。彼は、このアンテナに関する特許を取得している。

だが、イタリア政府は無線に興味を示さなかった。このため G. M. マルコーニは英国へとわたって行った。ここで、英国郵政庁に勤めていた 23 歳の W. プリースと巡り会い、さらに高性能な無線機が生まれている。

G. M. マルコーニは英国で 1897 年に、The Wireless Telegraph and Signal Company, Ltd. という名称による世界で最初の無線会社を設立している。社名は 1900 年に「British Marconi Company」と改称したが、やがて会社の名声は世界中に知れわたった。

この会社の主な仕事は英国の海岸線にある灯台に無線を取り付けることだった。事業は拡大に次ぐ拡大を続けた。G. M. マルコーニは、火花放電の開発のみならず、無線電信事業を成功させた企業人としても名を残したのである。

そのころ、ロシアの A. S. ポポフも長距離通信を成功させているが、彼は埋もれてしまった。G. M. マルコーニと異なり良き協力者が得られなかったことがその理由だといわれている。事業展開するには、常に良き協力者を作ることが何事につけても必要なのである。自分一人ではなにもできないという教訓でもあろう。

G. M. マルコーニは 1899 年に火花放電による無線通信によって、英国とフランスの間の海峡横断という長距離通信に成功したあと、1901 年には大西洋横断通信にも成功した。このとき、英国の電信技師によって英国から打電された最初の情報がモールス符号の「S」だった。これを受信したのがニューファンドランドで上げた風に付けたアンテナだった

という。

その後、この長距離通信が可能な無線通信機は遭難救助用として多くの船舶に搭載された。最初の受信情報となった「S」をとって、遭難信号は「SOS」になったという。SOSは1912年に開催されたITU（国際電気通信連合）で制定された。モールス符号で save our soul の略。

この British Marconi 社には、2 極真空管検波器を1904年に発明した J. A. フレミングのほかに、のちの米 RCA（Radio Corporation of America）社を設立した D. サーノフが技師として働いていた^{注1)}。G. M. マルコーニと K. F. ブラウンは無線通信への貢献によって、1909年にノーベル賞を受賞している。

音声の変調を考案、そしてラジオへ

米国の R. A. フェッセンデンは、まず送信用電波として、従来の火花放電よりも高い周波数を選び、これに音声信号を振幅変調して連続波として空中に発射し、受信時にはこの電波を復調するという無線通信方式を発明している。これは画期的なことで、1900年、20世紀の幕開けを飾る記念すべき発明となった。

注1) D. サーノフは、タイタニック号の遭難信号を受信した。豪華客船タイタニック号は処女航海中に冰山に激突し沈没した。1912年4月14日午後11時45分のことである。場所はニューファンドランド島の沖だった。この客船は大西洋を最短時間で横断しブルー・リボン賞を取ろうとして、わざわざ危険の高い流水のある航路を進んだという。絶対に沈まないという自信過剰が過ちを犯したのである。この悲劇のSOSを受信した人がD. サーノフだった。D. サーノフはその後、RCA社を設立し、ラジオ放送やテレビ放送の発展に貢献した。

H. R. ヘルツは電波を発見したが、彼は音声を電波として送ることは不可能と考えた。これに対し O. J. ロッジは、モールス符号によって電波を切断して無線通信できる方式を考案し、電波が一躍脚光を浴びるようになった。だが一般の人々が手軽に利用できるというものではなかった。

R. A. フェッセンデンはついに音声を電波に乗せる方式を考案し、無線電信に代わる無線電話や庶民の楽しめるラジオ放送という新しい電波応用への道がようやく開かれたのだ。

電波の応用展開をみると、すべてのエレクトロニクス応用技術は一つひとつの小さな技術蓄積によって初めて成果となることを示唆している。事実、テレビや電話の開発の歴史を見ても同じような道をたどっているのである。R. A. フェッセンデンはこの実験のために火花放電に代わるような、単一周波数で出力の大きい発振源の開発を進めることになった。これが高周波発電機だった。こうしてラジオが誕生する手がかりをつかんだのである。

米国のラジオ放送、驚きの実験から

世界で最初のラジオ実験放送は1906年12月8日に始まった。これは米ハーバード大学の R. A. フェッセンデン教授が、マサチューセッツにあるブラントロックの自宅の実験室から行なった。その放送内容は「クリスマス番組」というタイトルのものとで、クリスマスにふさわしい朗読と音楽によって始まった、と伝えられている。

彼は、モータを使った高周波交流発電機から得た周波数 50 kHz、電

力 1 kW の出力にマイクロホンを直列につないで変調し、アンテナへと導いたのである。この音声と音楽の放送を北大西洋を航行していた船舶の無線技師がレシーバで突然聞いて非常に驚いた。なにしろ無線電信では「トン・ツー」以外の音は存在しないはずである。「なぜ人間の声が聞こえるのだろうか」と無線技師は自分の耳を疑ったのではないだろうか。

検波器がその使命を果たしたのだ。現在、当然のように多くの人が使っているレシーバで直接音を聞くというアイデアは、自然に生まれたのではなく、G. M. マルコーニによって考案されたものである。1902年のことだった。

ここで言葉の定義をしておこう。無線電信は、1カ所から電波を発射し、たった1人に情報を伝える方式である。これに対しラジオ放送は、1カ所から電波を発射し、多数の人に情報（ニュースや音楽）を広く伝えることである。広く伝えるということを英語で broadcast という。

両者は、同じ電波を使いながらも、まったく異なった応用なのである。このラジオ放送（ラジオ・ブロードキャスト）という言葉はマルコーニ社に勤め、のちに RCA 社を創立した D. サーノフによって言い出されたものらしい。ちなみに、ラジオとは電波の放射 (radiation) に語源をもつ（右掲の『放送』という日本語の語源は）参照。

1915年になると、米国の J. カーリンは無線において送信電力と帯域幅を節約できる単側波帯変調を考案している。このころから変調方式が議論されるようになってきた。

しのぎを削る日本の無線技術

日本のエレクトロニクスがなぜ強くなったのか——その発端は欧州に差をつけられた日本の無線技術の遅れから始まったのではないだろうか。

ここで注目したいのは、このときの日本は、「追いつき、追い越せ」という模倣に立脚した改良型の技術からスタートしている。単にまねするのではなく、改良に伴う創意工夫は日本の得意技だったのである。残念ながら当時は独創性のある画期的な技術を目指したものではなかった。

日本が無線電信の調査研究に乗り出したのは1896年で、逓信省電気試験所と軍部だった。G.M. マルコーニが電波を90 m 飛ばした翌年のことである。電気試験所は1897年

12月24日、クリスマスイブの日に東京の月島海岸で火花式無線（スパーク・トランスミッタともいう）実験に初めて成功した。

その後、海軍はこの無線電信に注目し、1903年ころから各艦艇に安中電機製作所（現在のアンリツ）が開発した無線機を装備し始めている。同年には長崎と台湾の間で長距離無線通信にも成功した。

このころはまだ、日本にはエレクトロニクスに関する独創的な発明や発見をする人たちはいなかった。とはいえ、きわめてスピーディに研究が進められていたことになる。

1905年5月27日、日本の無線電信の歴史に残ることが発生している。このころの日本は1904年からロシ

アに対し宣戦を布告していた。この日の未明、海軍の哨戒艇信濃丸は、対馬海峡に姿を現したロシアのバルチック艦隊を発見し、「敵艦見ゆ」の無線電信を発信、これを厳島艦が中継し、約200 km 離れた韓国の鎮海湾上の戦艦三笠で受信した。海軍連合艦隊の東郷平八郎司令長官は直ちに出勤、「本日天気晴朗なれど波高し」と打電したのだ^{注2)}。当時、最新鋭の無線機は火花式で30 cm もス

注2) 信濃丸からの「敵艦見ゆ」という火花無線を受信し、東郷司令長官が乗船する旗艦「三笠」の率いる日本艦隊はロジェスト・ウエンスヤ中将の率いるバルチック艦隊を打ち破った。ときは1905年5月27日午後2時、対馬海峡でのことだった。このとき日本で初めて、無線電信の威力が発揮されたのである。

「放送」という日本語の語源は

「エ!! 放送という言葉に語源があるだなんて」——だれもいまだき、その語源について考える人はいないだろう。これには二つの話がある。

一つは第一次世界大戦の最中のことである。1917年1月にインド洋を就航していた三島丸の無線電信局長だった葛原顕は「ドイツ仮装巡洋艦が出没している。警戒せよ」との送信情報を受け取った。だが送信相手がわからず受信証が出せなかった。

当時は無線を受信すると、受信証を必ず出すことが義務づけられていた。このため逓信省に提出する通信日記にどう記載すべきか迷

った末に、送りっ放しのこの情報を逆に組み合わせ「放送を受信した」と表示したというのである。英語の「ブロードキャスト」を「放送」と訳した人も彼である。たぶん彼はこの言葉が適切だと考えたのだろう。

その後の1919年に逓信省は、一つひとつの送信にいちいち受信証を発行していたのを改め、気象情報など共通の情報は一斉に送信することにして「これを放送す」と公文書に初めて記載している。これを記載した人は逓信省通信局電信課の小林三郎だった。

もう一つの話がある。箕原勉博士が1960年3月1日付『朝日新

聞』の「声の欄」で「放送のはじまり」という文章を書いている。これによると1922年、早稲田大学出版部から発刊された『無線電話』という書籍のなかで安藤博が「放送」という文字を初めて用いたということになっている。彼は早稲田大学で学び、当時、無線の天才といわれた人である。この本のなかで安藤は電波科学がマスコミの立て役者になることを予言している。

ついでだが、ラジオは初め「ラヂオ」とか「レディオ」とも書かれていた。ドイツでは1920年、ドイツ放送の創立者ハンス・ブレードが「ラジオ」とは呼ばず“Rundfunk”と呼ぶようにしたという。

パークが飛ぶ強力なインダクション・コイルを用いていた。

海軍に戦果をもたらした無線電信の威力に日本中が驚いていたのもつかの間、トン・ツーという音の断続信号ではなく、R. A. フェッセンデンが無線電話に成功したとの報が日本に伝わってきた。世界の技術はまたしても一歩、日本の先へ行ってしまった。この新しい技術を重視した逓信省電気試験所は、1907年に無線電話の研究を開始し、やがて何人かの無線電話に関する有能な技術者が育つのである。

育ち始めた日本の独創的な技術者

まず最初に挙げる技術者は、逓信省電気試験所の鳥潟右一だ。当時、G. M. マルコーニは無線技術を秘密にしており、Scientific American 誌に掲載されたわずかな情報をもとに、

鳥潟はまず1904年に松代松之助や木村駿吉と一緒に「逓信省式」という無線機を作り上げた。

1908年にはコヒーラ検波器に代わる鉱石検波器を独自に開発し、1912年には横山英太郎や北村政治郎と共同でスパーク・ギャップに工夫を凝らし、火花放電によって音声を送ることのできるTYK式無線電話機を発表した(図6)。

これは世界的に有名になった。このTYKは、開発者3人のイニシャルからとった。さらに多重電話も発明している。続いて1920年、青森-函館間の無線電話実験に、日本で初めて成功を収めた。

次の技術者は八木秀次である。宇田新太郎と2人で1925年、波長の短い極超短波無線電信における電波の指向性を鋭くするためダイポールに反射器と導波器とを取り付けた

「八木アンテナ」を発明、1928年に米国のIRE(無線技術学会)で発表し反響を呼んだ(図7)。

現在は、テレビ・アンテナ用としてごく一般的に用いられているが、当時の日本ではまったく見向きもされなかった。第二次世界大戦中の1942年、ジンガポール郊外のオランダ村で、当時はまだ破竹の勢いだった日本が捕獲した英国高射砲陣地にあった索敵用電波探知機にこの八木アンテナが使われていたのだ。あらためて日本人は、その性能を評価したといわれている。

すでに特許は切れていたが、英国の態度は立派だった。敵国であるにもかかわらず、発明者の名誉を称え、この捕獲したアンテナには「YAGI ARRAY」と書かれていた。そのとき捕虜となっていた若きニューマン伍長がこの言葉を知らない日本軍人に「YAGI、それをあなたは知らないのか。YAGIとはそれを発明した日本人の名前ではないか」と叫んだという。日本人の先進工業国偏重主義を物語っている。

その後、八木秀次は独創的な考え方を進めると同時に、波乱の生涯を送る。「電子産業」という言葉を創出したことでも有名である。ここには日本の技術者として考えさせられる多くの教訓が秘められている。

さらに続くのは、早稲田大学で無線の研究に没頭し、5極真空管を発明した安藤博、浜松高等工業で無線電話やテレビジョン開発に力を注いだ高柳健次郎などである。

その後、中間子の湯川秀樹、トンネル・ダイオードの江崎玲於奈、pinダイオードの西沢潤一など独創的な

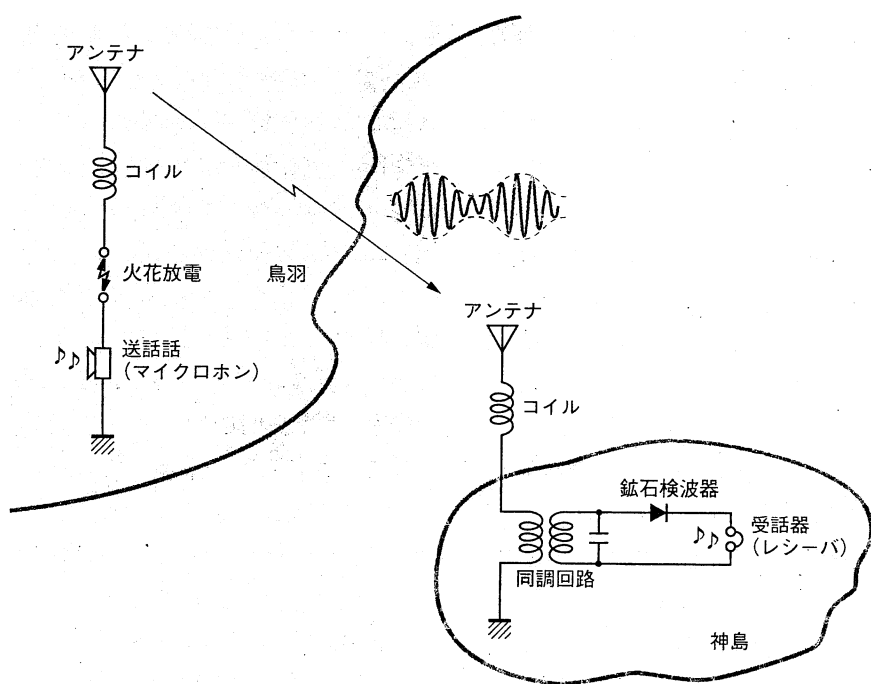


図6 1914年には三重県の鳥羽と神島の間で伊勢湾の出入船舶の通過に伴う情報交換と公衆電話を実用化 火花放電は直流放電を行なった。周波数は20 kHz~50 kHzだった。

理論家が育つような環境が整ってきた。

本格的なラジオ放送、商魂から誕生

1906年、R. A. フェッセンデンのラジオ放送実験の成功以来、多くの人々は漠然とした気持ちでラジオ放送に期待をもち始めていた。ただ何をラジオ放送に求めるか、つまりソフトが明確でなかったのである。

1912年になると米国では早々とラジオの免許に関する無線法が成立したり、英国のロンドンでは世界放送展が開催されるなど華やいだ雰囲気であった。

1916年には、米ウェスチングハウス (Westinghouse) 社のフランク・コンラッドは商務省の許可のもと 8 XK 局のコール・サインでレコードによる実験ラジオ放送を行ない好評を博した。しかし、そのころ一部のアマチュア無線家のみしかラジオ受信機は持っておらず、庶民的なものではなかった。

そこで彼は、もし常に電波を出し続けるラジオ放送局を開局すれば一般庶民に娯楽として受け入れるだろう。その結果、ラジオ受信機が売れ会社の業績が伸びるのではないかということを思いついたという。なかなか素晴らしい発想だった。このアイデアがなければラジオ放送は存在しなかったのである。だがこの夢は無惨にも砕かれ、社会の状況は激変してしまった。

1914年オーストリア皇太子がセルビア人によって暗殺されたことから勃発した第一次世界大戦は、全欧州のみならず、1917年から米国をも巻き込んでいった。このため米国は

一時的に営業用やアマチュア用の無線機を封印し、これらを海軍に徴用したのである。ラジオ放送創設期に当たって、米国社会は戦争によって振り回されていたといえるだろう。

1918年、欧州を破壊した戦争はやっと終わった。フランク・コンラッドは、早速、再び開局を申請し、ウェスチングハウス社による AM ラジオ局、すなわち KDKA 局を米ピッツバーグに誕生させている。このラジオ放送局の送信出力は約 3 kW (波長 300 m~500 m) で、サービス・エリアは約 40 km だった。

ラジオ放送による第一声は 1920 年 11 月 2 日午後 6 時のことで、米国大統領選挙の開票を速報することから始まった。ときの大統領候補者バーデングとコックスの戦いの模様がスピーカから流れ出したとき、外はあいにくの豪雨だった。このときラジオ受信機を持ったわずか 500 人~1000 人の人たちはハーディング当選の報を外に立って冷たい雨に濡れながら号外を待つことなく、いち早く、しかも暖かい家のなかで聞くことができたのである。

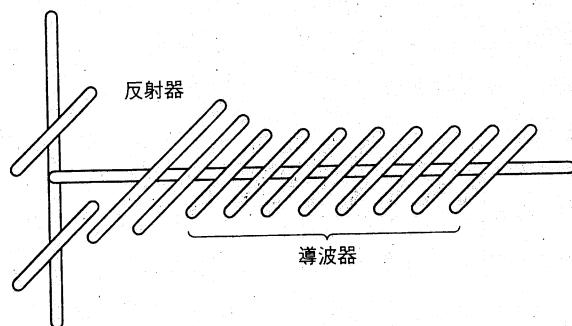


図7 日本で発明され外国で使われ始めた八木アンテナ テレビ受像機に一般的に用いられているこのアンテナは、八木秀次が発明した。この「八木アンテナ」は日本では注目されなかったが、英国の海軍では第二次世界大戦中に使用していた。捕獲品には「YAGI ARRAY」と書かれていた。

この出来事によってラジオ放送の大きな目的は、娯楽と同時に多くの人たちの共通の関心事を知らせること、つまりニュース報道の役割もあることが明確になったのである。1924年ころには 500 局以上のラジオ放送局が開局しラジオ放送するようになっていた。

バブル崩壊、米国の暗い木曜日

このころ企業は、ラジオ放送をラジオ受信機を売るための手段と考え、CM (コマーシャル) で利益を上げようという考えはまったくなかった。時代によって考え方が変化するという一つの例である。

CM は 1922 年 8 月 28 日、米国の WEAF 局がアパートの売り出しを 10 分間放送したのが始まりである。これが成功したことから考え方が大きく変わった。つまり CM によってラジオ放送局も利益を得ようと考えられるようになったといわれている。

その後、ラジオ放送による CM は急成長した。1920 年代の米国人の平均年間所得が 1500 米ドル (1 ドル = 100 円換算で約 15 万円) の時代に、

ラジオ受信機1台の価格は125米ドル(約1万2500円)だったという。

高価ではあったが、わずか10年後の1930年には、ラジオ受信機の出荷が累積1000万台を突破し、ラジオ生産によって新しく「エレクトロニクス産業」という産業が誕生したのである。

そのころ第一次世界大戦で大きな利益を得た米国は、自動車の需要が飛躍的に伸び、自動車産業を発展させ、「永遠の繁栄」といわれる経済成長を続けていた。こういった状況下であって、エレクトロニクス産業は次第に頭角を現し始めていた。

株価は暴騰し続けていた。銀行は企業や農業へばく大なカネを貸し付け生産や収穫を増やそうとしたが、計画は思うように進まず、やがて破滅に陥り、1929年10月24日、ニューヨークの株式は大暴落した。暗い木曜日を迎えたのである。経済は破綻した。

ラジオ受信機はまったく売れなくなり、過剰生産となってしまった。このあおりを食い、270社あったラジオ・メーカのうち大半は倒産し、1年後にはわずか45社に淘汰されてしまった。ただ、おもしろいことにド・フォレストは「ラジオが売れない原因は、いやな広告放送のせいだ」と言っていたことである。当時、米国では自動車も売れなくなり、町に失業者があふれたという。

これは日本で1990年1月2日から始まったバブル崩壊という恐慌とあまりにも酷似している。同年1月には、ニューヨーク外国為替市場で円相場が1米ドル当たり146円と急落し、東証1部日経平均株価が1989

年12月29日から続落し、1990年1月10日には3万8915円と2000円も下がった。銀行の過剰融資にからむ地価高騰で沸いた38カ月に及ぶ拡大局面が終わったのだ。

日本も、このバブル崩壊によって、増大したエレクトロニクス産業と自動車産業が大きな痛手を受けた。世の古今を問わず常に経済が上昇し続けることなどあり得ない。しかしこれをどう回避するかという具体的な方法はなかなか見つからないものである。消費の拡大と破滅が経済の慣例なのか、と考えさせられてしまう。

そのころCMのほかにはいくつかの出来事がラジオ放送で起こっている。その一つが1929年11月、米国の軍人であるリチャード・ハード海軍少佐が南極上空を飛び、生中継でラジオ放送し、人々から喝采を浴びることである。

もう一つが1938年にラジオ放送されたオーソン・ウェルズによる「火星人の襲来」というドラマである。このラジオ放送を聞いた人々は、現実のニュースと勘違いして、米国内がパニックとなり、大混乱に陥ったのだ。ラジオ放送の重要性和影響力の大きさが、あらためて認識された事件だった。

やがてラジオ放送はニュース放送のみではなく、娯楽放送としても確固たる基盤を築いていく。

ようやく日本でもラジオ放送開始

日本における正式の許可を得たラジオ放送は米国に遅れること2年目の1922年3月1日、浜地常康(東京発明研究所)が最初である。彼は呼び出し名称「東京1番」で電波長

200m~230m電波と、呼び出し名称「東京2番」で電波長1500m~1600mの2波で、ラジオ放送を行なっている。

この年、丸の内の商工奨励館で「有線無線展覧会」が開催されたが、ここでウェスチングハウス社の出力電力5Wの送信機を使って実験的にラジオ放送を行なった。このころ、東京市(現在の東京都)は市として放送局を開局しようと考えていた。

一方で政府は初め、民営化による本格的なラジオ放送を計画していたが、1923年9月1日に起こった関東大地震による流言飛語から大混乱となった教訓から、ニュースの重要性が叫ばれ急きょラジオ放送開局を早め、かつ民営化を保留し、社団法人を作るようになった。

そこでこの年、NHK(日本放送協会)の前身である(社)東京放送局が設立され、「^{ほんじつ}今日は晴天なり」という言葉を週2回くらい流していた。社団法人に決まったため、東京市は開局を断念した。

東京放送局は、1925年2月26日から本格的な試験電波を発射し、3月1日に仮放送を開始する予定だった。しかし設備の不備から通信省の許可が下りず、当日は試験放送というハプニングが起こったのである。このとき海軍軍楽隊のマーチと桐元アナウンサーによる天気予報やイタリア歌劇団員の独唱が放送されている。

ようやく仮放送の許可が下り、1925年3月22日の日曜日朝9時30分、東京・芝浦にある東京高等工芸学校図書室内の仮スタジオに総裁となった後藤新平を迎え、京田武男アナウンサーが「アー、アー、アー、JOAK、

JOAK, JOAK, こちらは東京放送であります…」と第一声を発している(冒頭 p.157 の写真)。この放送設備は GE 社製で空中線入力電力 220 W, 波長 375 m (800 kHz) だった。

当日、聴取契約していた人は公式には 3500 人だが、未届けを含めると 8000 人の人がこの放送を聞いたらしい。聴取料は仮放送時で 1 円/月だったという。1925 年 7 月 12 日午前 10 時から、この仮スタジオは愛宕山に移り、君が代演奏のあと、後藤新平のあいさつで本放送が始まっている。放送設備はウェスタン・エレクトリック (Western Electric) 社製だった。

一番になりたかった東京

東京・愛宕山のラジオ放送局完成を待たずに、急きょ 7 月に芝浦でラジオ放送を始めた理由は、大地震に備えるという大義名分と同時に大阪や名古屋に先を越されることを憂いたからである。

実は予定していた東京放送局の GE 社製送信機が先に大阪放送局に持って行かれてしまった。このため東京市電気研究所が持っていた送信機を借りてともかく放送開始一番乗りを果たすため芝浦で放送を始めたのである。東京市電気研究所の所長は鯨井恒太郎で東京放送局の設立に参画している。

その後、東京ではたった 7 カ月で 10 万人が契約するという盛況ぶりを示している。そして多くの日本メーカは、米国からラジオ受信機を輸入したり、あるいは生産を手がけるようになった。

まもなく日本のラジオ受信機は生

産過剰ぎみとなって、価格競争が始まり、米国と同様に多くのメーカが姿を消している。大阪は 6 月 1 日に仮放送 JOBK を、名古屋は 6 月 23 日から試験放送 JOCK を始めた。

ここで驚くことは、第 4 番目の放送局がなんと京城 (現在の韓国ソウル) で JODK のコール・サインのもと開局していたことである。もちろん現在はない。1926 年 8 月、東京、大阪、名古屋のそれぞれ独立経営だった法人が解散し、新しく日本放送協会という統合組織体としての法人が発足した。東京放送局は東京中央放送局と呼ばれるようになった。

このころのラジオの電波は鋭いピ

ークを示さなかったため混信がひどく、放送中に SOS の救助信号が飛び込み放送を中断したこともあったという。やがて水晶振動子が登場し解決した。

1931 年になると満州事変が勃発し、日本のエレクトロニクス産業は、ラジオ受信機などの民生産業から、軍用無線機などを作る軍事産業へと変わっていった。

ついに 1941 年 12 月 8 日午前 7 時、日本のラジオ放送は「大本営陸海軍発表。12 月 8 日午前 6 時、帝国陸海軍は今 8 日未明、太平洋において米英と戦闘状態に入れり」と放送し、第二次世界大戦に突入したのである。

ラジオ受信機はどのように発達していったのだろうか

ラジオ受信機の発達には真空管の発達と相携えながら発展していったといってもよいだろう。この発展のなかで、ラジオ受信機の回路技術に関して大きな役割を果たした人は、まずラジオ受信機の基本的な回路をことごとく考案した E. W. アームストロングだろう。彼はラジオ受信機の回路技術に関して驚くべき輝かしい業績を残している。

E. W. アームストロングは、性能の良くない真空管を使いこなそうとしたところから、驚異的な再生検波やスーパーヘテロダインといった回路技術のみならず、AM (振幅変調) より雑音に強く忠実度の高い革命的な FM (周波数変調) によるラジオ放送システムも開発した。

特に FM は、J. カーソンが数学的解析によって実用的でないと結論づ

けていたことに挑戦し、これを覆したのだった。能力のある人は人に惑わされることなく、信念をもってことの解決にあたるべきであることを示唆している。

次の人は、増幅能力をもつアクティブ (能動) 素子である 3 極真空管を発明したド・フォレストだろう。彼は J. A. フレミングの 2 極真空管に一つのグリッドを挿入するというアイデアで増幅能力をもった 3 極真空管を発明したのだ。ちょっとした考えが、まったく未知の現象、つまり検波器から増幅器を引き出したという一つの成功例である。

こういった成功は好奇心旺盛で応用展開力があり、基礎となる技術力を伴った人に微笑の神が褒美を与えたのだろう。その後、ラジオ受信機の能動素子は、真空管からトランジ

スタへ、さらにはアナログ回路を集積した IC へと代わっていったが、その基本回路は同じである。

素晴らしい着想となった発振技術

E. W. アームストロングは 1912 年、発振に関していくつかの重要な発明をしている。そのきっかけは軍用無線に向けた高感度受信に必要な 3 極真空管による多段増幅器を実験していたときだった。

この多段増幅器は発振しやすく、受信が妨害されやすかった、その原因はプレートとグリッド間の容量に関係していることを彼は見つけている。このため 3 極真空管のプレートとグリッドの間に、1 枚のスクリーン・グリッドを挿入して、これを高周波的に接地し、発振を防いだ。ここで彼は重要なことに気づいたのだった。

当時、軍用無線に使用する送信用の高出力を作る発振器は、大型の回転体による高周波発電機から得ていた。そこでこの発振という厄介ものを逆にうまく利用すれば、あの大型

の装置をいっぺんに何千分の 1 に小型化できるのではないかと発想したのだ。短所を長所に置き換えるという E. H. アームストロングの洞察力は大変なものだった。

彼はそこでプレート信号の一部をグリッドに戻すことにしたが、その戻し方を大きくすると発振が起こる。この発振回路を真空管で電力増幅すれば、高出力電波が電池から簡単に得られた。発振にこんな発見物語があったとは驚きである。現代の技術者がさり気なく使っている一つひとつの回路がそれぞれ先人の科学者や応用技術者たちによって、やっかいな現象を克服するために発明されたものであることをわれわれは知るべきだろう。

これによって 1912 年 9 月 22 日、初めて軍用無線に使用できる連続波が真空管で発振している。真空管による発振によって、信じられないほど発振器が小型となり軍用無線機が飛躍的に発展している。さらに彼は 1911 年に発振による再生受信方式、

1923 年には超再生受信方式も発明している。

問題解決によって新たな問題が発生

まだこのころ水晶発振子は存在していなかったため、無線機が普及するにつれて、新しい問題が発生してきた。つまり、発電機に代えて真空管から得た電波は安定せず、かつ鋭いピークがなかったのである。このため隣接する電波が重なり合い、混信が起こりやすかった。電波の混信を避けるためには周波数間隔を広く取る必要があり、周波数がたちどころに不足した。このため電波の奪い合いが激しく行なわれたという。

一つの問題点を解決するために新しい技術が開発されると、その問題は解決する。しかし、それによって常に新しい問題が発生する。つまり技術は常に追いつ追われつ、永久に終着点はない。この電波安定の問題は水晶発振子が開発されるまで続いている。

この問題を解決するために登場し

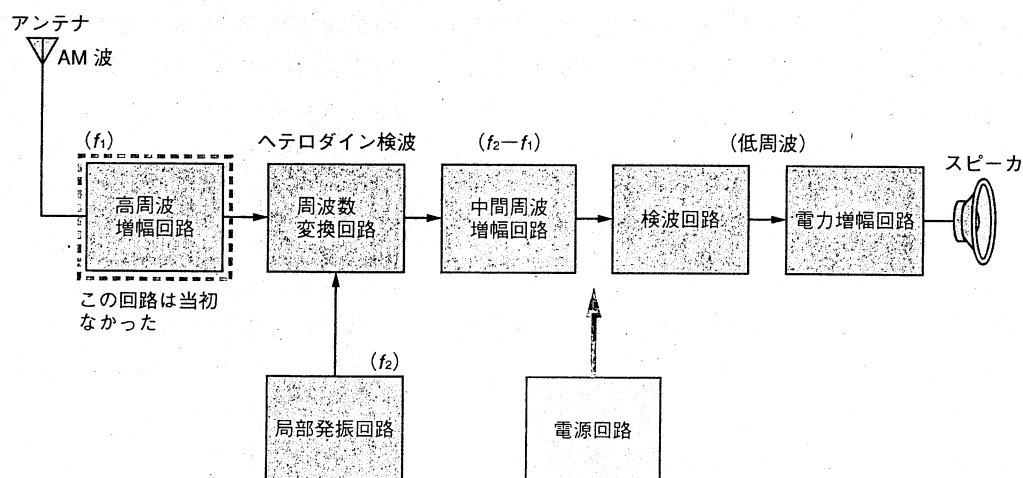


図 8 E. H. アームストロングが発明したスーパーヘテロダイン受信機 当初、高い周波数を受信するために必要な、高周波増幅できる真空管がなかったため、苦肉の策として E. H. アームストロングがスーパーヘテロダイン方式を考案した。つまりいったん IF (中間周波) に変換してから復調する方式である。ところが、この受信機は優れた選択度を持ち、混信がきわめて小さいため、その後、すべてのラジオ受信機に採用された。

たのが、まず音叉発振子だった。この精度は 10^{-5} と高かったが、最高周波数が 1 kHz と低く、無線には向かなかった。次に W. ケイディが精度 10^{-7} の水晶振動子を用いた真空管発振回路を 1928 年に開発している。これを用いた精度の高い水晶時計が 1930 年に完成した。この技術が無線用にも使われるようになった。

瓢箪から駒のスーパーヘテロダイン

E. H. アームストロングは、第一次世界大戦の始まった 1914 年から 1918 年まで陸軍少佐としてフランスのシグナル社に主任として滞在していた。ここで 1918 年にスーパーヘテロダイン方式を発明している(図 8)。

そもそもこの方式を発明する糸口となったのは、真空管の性能が良くないことに起因している。電波の周波数が高すぎると増幅が困難となり、うまく受信できなかった。この問題をなんとか解決したいというのが開発の動機だった。このため局部発振器を使って、高い周波数をいったん低い周波数、つまり IF(中間周波)に変換してから、安定に増幅する方法を考え出し、これを「スーパーヘテロダイン方式」と命名した。

真空管の欠点を補うということから生まれたスーパーヘテロダイン方式は、実際に応用してみると大変に優れた選択性と雑音特性とを兼ね備えていることが判明したのである。まさに瓢箪から駒となった。この発明は E. H. アームストロングの最大の業績となった。

その後、選択性があまりにも優れていたため、軍用無線機やレーダの

みならず、ラジオ受信機やテレビ受像機にも応用されるようになったのである。スーパーヘテロダイン方式の米国特許は 1920 年 6 月 8 日に登録されている。

FM 局の開局もアームストロング

米 AT & T 社の J. カーソンは、数学的解析のなかから単側波帯 SSB (single sideband) 変調を考案した人である。彼は 1928 年に、数学的解析から、FM は音を歪ませ役に立たない、という結論を出した。

E. H. アームストロングはこの結論を信用せず、FM システム開発に没頭し、ついに 1935 年に開発に成功したのである。J. カーソンの計算が間違っていたわけではない。J. カーソンが計算したのは狭帯域 FM (変調したあとの帯域幅が両側波帯程度)であり、E. H. アームストロングが実用化したのは広帯域 FM (変調後の帯域幅が両側波帯よりも十分広い)だった。

広帯域 FM を用いると、受信の雑音電力が下がり、ラジオ放送のサービス地域が 3 倍~4 倍も広がるのである。E. H. アームストロングは 1920 年に FM に関する特許を 4 件申請している。

この有効性を実証するため、1935 年 4 月、FM 放送システムをニューヨークのエンパイア・ステート・ビルに設置し、AM 放送システムとの比較実験を行なった。この放送をニュージャージー州のハツドン・フィールドで受信したところ、AM は雑音で聞こえなかったにもかかわらず、FM は良好に聞こえ、この優位性を見事に立証した。

これに基づき 1939 年 11 月、VHF 帯での本格的な FM 放送局を作るために米 FCC (連邦通信委員会) の許可を求めている。やがて許可が下り、1940 年 5 月 29 日から FM 放送を開始し、続いて 5 局開局した。1941 年には FM 放送網としてヤンキ・ネットワークを完成している。

このように、E. H. アームストロングはラジオ技術の基本技術をとことく発明し、ラジオ技術開発の頂点に立ったのである。

ラジオ放送の発展を牽引した真空管

真空管という増幅器が開発されて初めて、ラジオ放送は発展への道を登り始めたのである。火花放電式は、周波数が不安定で変調など不可能だった。エレクトロニクス発展の歴史のなかで、増幅作用をもつデバイスの発明は、電波の発見と同等の重大な意味をもっていた。

真空管の発明によってラジオ放送が可能となったが、ラジオ放送の普及とともに、より雑音が小さく、発振が起りにくく、高周波増幅能力が高い真空管の開発が大きな目標となっていた。

真空管は高周波化とともに小型化に向けての開発も進められていた。当初、茄子型と呼ばれていた大きなタイプが主流だったが、その後 ST 管、GT 管、ミニチュア (MT) 管、サブミニチュア管へと超小型化に向けて開発が進んでいった(図 9)。現在の IC の技術的な発展と大変よく似ている。

この真空管も、1948 年に W. ショックレーによって発明されたトランジスタが普及したため、1960 年こ

ろから急速に衰退していった。とはいっても、真空管によるエレクトロニクス発展への貢献度は非常に大きかった。エレクトロニクス産業発展の原動力となった。

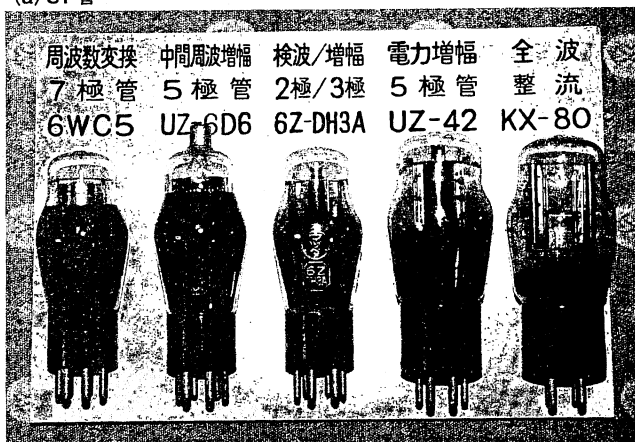
特許戦争から誕生した RCA 社

ラジオ放送開始前、米国は特許問題で大揺れに揺れていた。無線電信時代、マルコーニ社は英国で火花無線通信の送受信用共振回路について

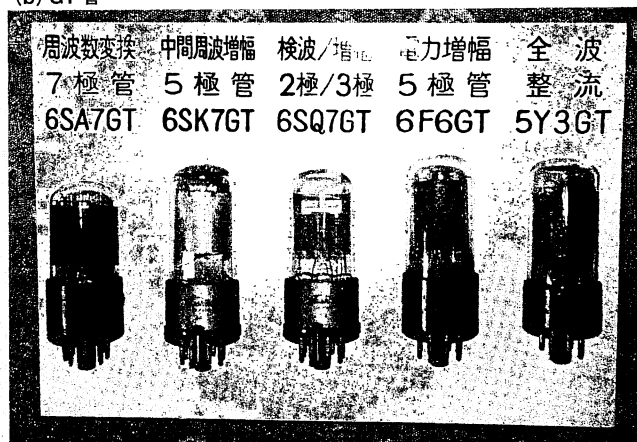
「同調に関する特許」を取得しており、この特許によって対抗する他社を駆逐していた。

だが 1898 年、オリバー・ロジがより優れた同調回路の特許を出願し

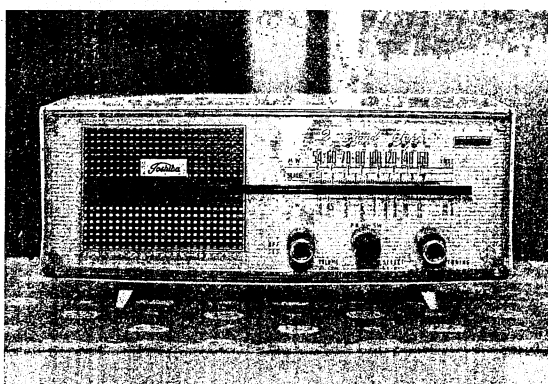
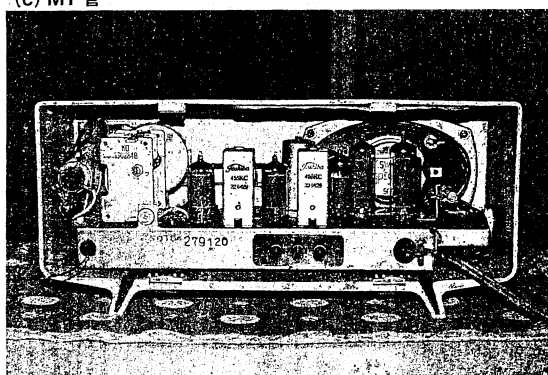
(a) ST 管



(b) GT 管



(c) MT 管



(d) 真空管の構造図

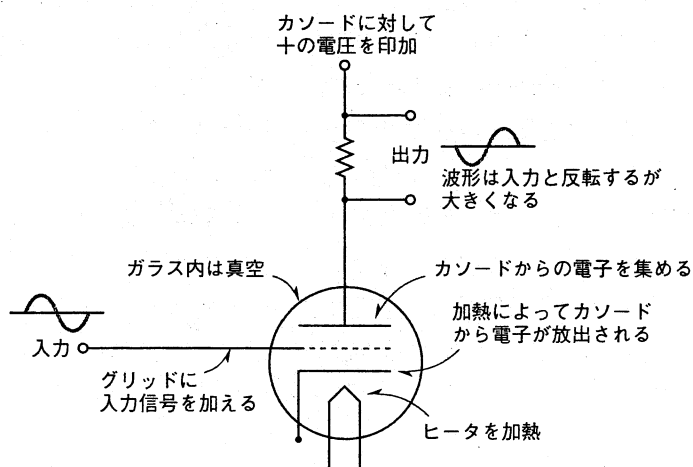


図9 真空管の発展 真空管は当初のST管からGT管へ、そしてMT(ミニチュア)管へと小型化した。(c)は東芝が1963年4月に製品化した中波/短波の2バンド・ラジオ「5YC606」。MT管を使っている。撮影協力：東芝科学館(神奈川県川崎市)。

たため、G. M. マルコーニはこの特許と、さらに J. A. フレミングの2極真空管に関する特許も買い取ったのである(図 10)。

こうしてマルコーニ社は権力の維持に努め、無線通信分野で世界を制覇していた。この強い特許は1918年に有効期限が切れた。このころ GE 社は火花無線通信に代わって、電力 200 W、周波数 100 kHz の電波を出力できる高周波発電機を開発し、さらにド・フォレストが3極真空管を発明している。

しかしド・フォレストは経営で失敗したため、この特許は AT & T 社の所有となっていた。この二つの重要な米国の特許が再びマルコーニ社1社に独り占めされるのを恐れた米国政府は後押しをしてマルコーニ社、GE 社、AT & T 社の持つ特許を所有する RCA 社を1920年に設立することにした。社長にマルコーニ社の技師だった D. サーノフが就任している。ここでの主な仕事は特許対策と無線機の組み立てだったという。

だが、なかなか世の中はうまくいかないものである。米国内において、RCA 社の競争相手ウエスチングハウス社は、R. A. フェッセンデンのラジオ放送に必要な連続波による送信方法とヘテロダイン検波(2波を一緒に加えて、そのうなりを検出)の特許、および E. H. アームストロングのスーパーヘテロダイン特許を買い取ってしまったのだ。そこで再び折衝があり、RCA 社はウエスチングハウス社と業務提携をして特許を相互に利用できるようにしたのである。この結果、RCA 社はこれらの特許料によって飛躍的に発展していった。

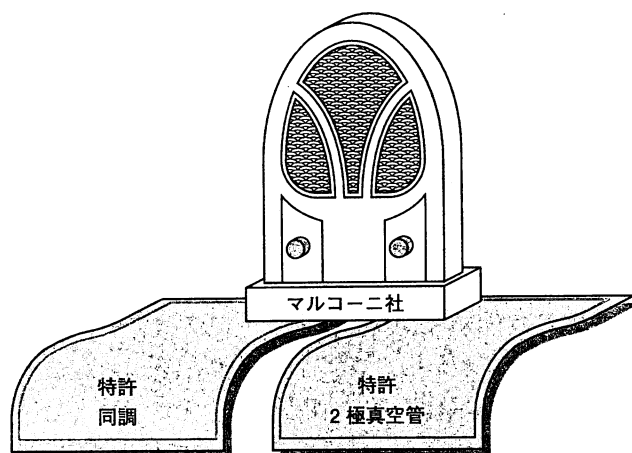


図 10 特許で世界を制覇したマルコーニ社 マルコーニ社は自社の特許のほかに、無線に関する特許を買いまくった。しかも同社は、無線に関する技術も含めて、特許をいっさい公開しなかった。

偉大な発明家の不幸な結末

エレクトロニクス分野で大きな特許問題はラジオ関係から始まっている。常に特許を取り巻くドロドロとした人間関係がそこにはある。特許でその分野を制覇しようという人もいれば、さらに無理矢理に買い取って有利に企業展開しようという人もいる。

天才だった E. H. アームストロングはラジオに関する特許を生涯で42件取得している。このなかで特に、再生受信方式と、超再生受信方式、スーパーヘテロダイン方式、FM 放送の4大特許は画期的な発明だった。

まず1911年、米コロンビア大学の学生だったころに、感度が悪くてわずか数 km しか聞けなかったラジオを再生受信方式によって飛躍的に伸ばし、これを1914年に特許出願した。やがてこの再生受信方式は特許訴訟を引き起こすことになるが、学生時代ノートに記載されたメモの回路図が彼の特許の有効性を証明することになった^(注3)。

次に第一次世界大戦中、信号隊の隊長となった E. H. アームストロングは1919年、ドイツ軍の通信を傍受するためスーパーヘテロダイン受信方式を考案し、これを特許とした。その後戦争が終わってから、雷や静電気による雑音を避けるため1933年に FM 放送を考え出している。

彼は多くの賞を受け、ばく大な特許料収入を得てコロンビア大学の教授となり、一見してなんの不自由もなく人生をすごすかにみえた。ところが真空管を発明したド・フォレストと再生受信方式についての特許論争が始まり、地方裁判所のみならず最高裁判所でも E. H. アームストロングは負けてしまった。だが放送関係機関はこの判定に不服だったよう

注3) 米国は先発主義をとっている。同じアイデアの出願が複数あったとき、早く発明したほうに特許権を与えること。先発明の証明には実験ノートなどの証拠が必要になる。これに対し日本は先願主義を採用。先に出願したほうに特許権を与える。世界的には先願主義がほとんどである。

である。

FM 放送問題が発生している GE 社、ウェスチングハウス社などはラジオ受信機ごとに特許料を E. H. アームストロングに支払ったが、RCA 社などはこの特許を認めなかったのである。このゴタゴタのなかで 1940 年、RCA 社の社長であり友人でもあった D. サーノフは妥協案を出したが、彼は認めず、ここから訴訟が始まっている。

E. H. アームストロングはこの紛争に巻き込まれ精神的苦痛のためノイローゼとなり、ついに 1954 年、自らこの世に別れを告げてしまった。悲劇的な結末だった。皮肉なことに、13 年後の 1967 年、この訴訟は学生時代のノートが証拠として認められ解決した。ようやく彼の名誉は回復したのだった。

偉大な企業人 D. サーノフ

RCA 社の社長となった D. サーノフは、同社の研究部門として「デビッド・サーノフ研究所 (David Sarnoff Research Center)」を設立し、常に次世代のエレクトロニクス技術の開発にあたり、世界のラジオやテレビの技術を先導すると同時に、RCA 社は真空管を生産する世界屈指の企業となった。

そしてラジオ放送を米国全土に展開させていくことを提案した。それまでバラバラだったラジオ放送局をラジオ放送網で結ぼうというのである。この結果、1930 年には米 NBC 社のネットワークが誕生している。これに対抗してすぐに米 CBS 社のネットワークが、さらに 1945 年には米 ABC 社のネットワークができ、

3 大ネットワークが出そろった。D. サーノフは民生用のラジオやテレビに関する事業の基礎を築いた偉大な企業人だったといえよう。

やがて RCA 社は、ラジオやテレビからコンピュータ分野へ遅れて参入することになる。そして 1964 年、D. サーノフは息子の R. サーノフに社長の座を譲った。このころから RCA 社の元気がなくなってきている。ラジオ受信機やレコードを作っていた名門の音響部門は、1968 年に廃止となってしまった。

1980 年になると、レンタカー・ビジネスにも参入するなど再建を目指していたが、経営的に行き詰まり、GE 社が RCA 社を 1985 年 11 月に買収したのである。さらに 1993 年以降は仏 Thomson 社の傘下にある。かつて世界の無線電信事業を制覇したマルコーニの会社と同様に、かつて民生用のラジオやテレビの業界で一世を風びした RCA 社が衰退したことに寂しさを感じる。

なにがその原因だったのだろうか。巨大化した企業全体を把握し未来技術の動向を洞察し、そこから新しく展開すべき方向に向けて行動できる D. サーノフに続く指導者がいなかったためだと思う。

ニュートロダイスが登場

米国ではラジオ放送開始前から、ラジオ受信機がわずかだが生産されていた。無線電話用受信機としてである。これを購入し若干の人々が趣味として楽しんでいた。

こういったラジオ受信機の回路は、高周波から低周波まで周波数変換などはいっさいしないで一直線に真空

管で増幅していくストレート方式という単純な回路だった。

当時よく用いられていた 3 極真空管はグリッドとプレート間の寄生容量によって出力信号が一部入力に戻るため簡単に発振してしまうため、聞きづらかった。加えて、受信感度が良くなかったため、ラジオ放送局からわずか数 km しかラジオの電波が届かなかったのである。

発振を防ぎ受信感度を上げるため米国の L. A. ハゼンチンは 1919 年、隣り同士のコイルが電磁的に干渉しないようにし、かつ高周波増幅回路で不要な寄生容量による静電結合について、出力信号を逆相にしてコンデンサで入力に戻して干渉をキャンセルするニュートロダイス (ニュートライジングは打ち消しという意味) を発明したのである。特許取得は 1923 年だった。

ところがニュートロダイスは、日本の安藤博がすでに 1922 年に発明して特許権を持っていた。米国特許は果たして有効なのだろうか。これについて当時、大論争となったという。

この方式のラジオ受信機を米国の中小企業が争って製造し始めた。1924 年には、スーパーヘテロダイス受信機が RCA 社によって発売されている。このときすでに米国のラジオ放送局は、500 局にも達していたため、混信の少ない高感度スーパーヘテロダイス受信機の人気が次第に高まっていった。

このころのスーパーヘテロダイスは混信を防ぎ選択性に優れていたが IF 周波数が低すぎたため、局部発振の高調波によって妨害が発生したり、

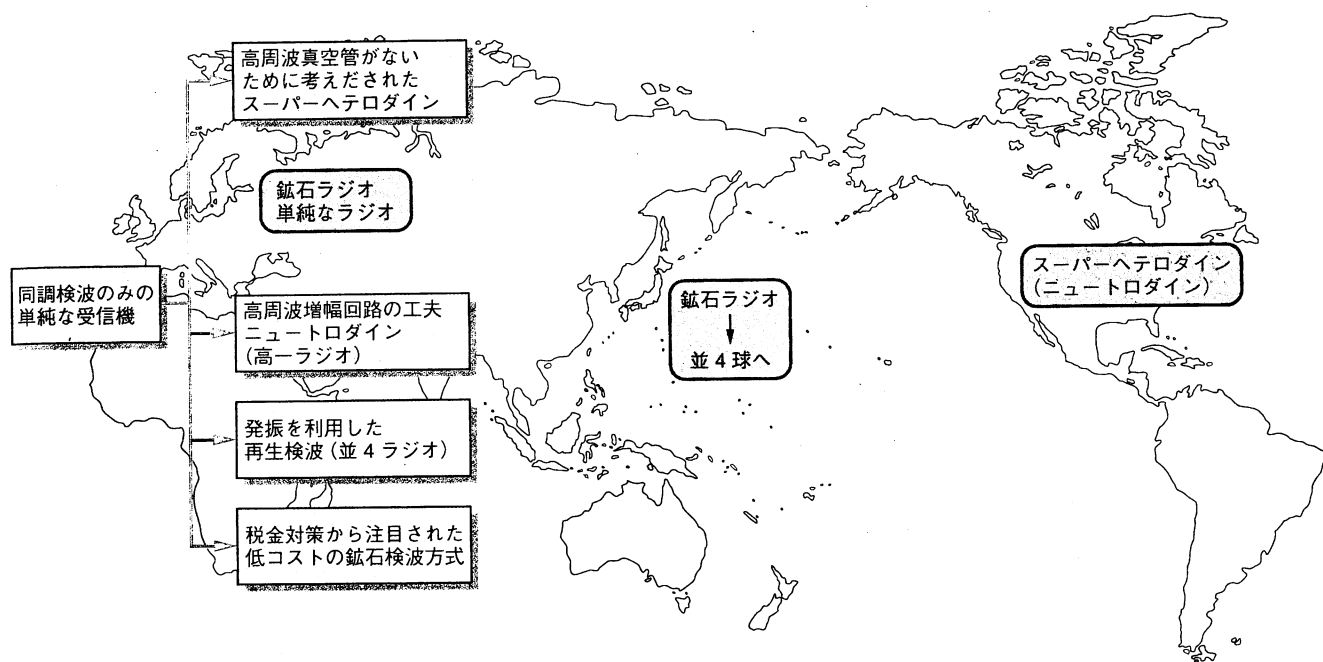


図 11 発売初期のラジオ受信機の回路方式の分布

周波数帯域が狭いため、あまり音質も良くなかった。これに対しニュートロダインは、こういった特性のみならず、より高感度で勝れていたため、両方式はしのぎを削る販売競争になったという。やがてスーパーヘテロダインは、これらの欠点を克服し不動の地位を築いていった。

欧州でも米国に遅れること1年目の1921年、フランス郵政省によってエッフェル塔から最初のラジオ放送が始まった。第一次世界大戦で財政の苦しかった欧州は、真空管を使用したラジオ受信機に税金をかけたという。このため一般には、真空管を使用しない鉱石ラジオが普及していったのである。

ラジオ技術のめざましい発展

ラジオ受信機が普及するにつれ、1930年ころから技術的な問題点が次々にクローズアップしてきた。一

つは雑音が多いこと、もう一つは音質が良くないことである。

まず雑音については、雑音の小さい真空管の開発と、FM放送を開始することで解決を図った。音質については、歪みの多い2乗検波増幅から、歪みの少ない直線検波にすること。そしてスピーカも改良することにした。

そもそもスピーカの原理は1877年、米国ではC. カトリースとJ. レデングが、ドイツではE. W. ジーメンズがそれぞれ考案している。スピーカを作り上げたのは米マグナボックス社で、1921年には振動板とその上にホーンをつけたホーン・スピーカを、1925年にはC. W. ライスとE. W. ケログが振動板に直接ホーンをつけた可動線輪型コーン・スピーカを開発している。コーンとは、振動板が円錐状になっている形状のことである。この可動線輪型スピー

カがラジオ受信機へ本格的に採用され始めた。

さらに音質を良くするため、単純なマグネチック・タイプからダイナミック・タイプへと改良されている。ラジオは、普及するにつれて、大衆の娯楽となり、ますます良い音質が求められるようになっていった。

車載用ラジオへの進出

家庭用ラジオ受信機を自動車に取り付けられないだろうか。つまり車載用ラジオは1930年ころに提案されている。しかし重要な問題として運転者の注意が散漫になるのではないか、自動車用のバッテリーをすぐに消費してしまうのではないかと、いう二つの問題点が指摘された。

前者はまったく逆で、眠気防止に役立つことがわかった。後者はイグニッション雑音も含めて解決にしばらく時間がかかっている。

米国では1932年から車載用ラジオが普及し始めているが、当時は真空管を使っていたためトラブルが多かった。本格的に普及し始めたのはトランジスタの車載用ラジオが生産されてからということができよう。日本の輸出はこの分野でも成功を収めている。

日本のラジオ受信機は鉱石式から

1925年、日本におけるラジオ放送が始まった。日本では真空管が入手困難だったため、当初はラジオ受信機に鉱石検波器を用いていた(図11)。

鉱石ラジオ受信機はラジオ放送局からの電波のエネルギーのみを利用するため、電源(電池)が必要ない。こういう意味では、理想的なラジオ受信機だったといえるかもしれない。ただし感度が悪く、不安定でレシーバで聞かざるを得なかった。

その代わり、価格はわずか10円(1926年の平均世帯収入は114円)と安価で庶民向きだった。ラジオ放送開始後1年目の1926年には、ラ

ジオ受信機の普及台数はなんと22万台(東京の人口は約540万人)にも達していた^{注4)}。

もっと感度の高いラジオ受信機が欲しい。そして登場したのが真空管を一つ使った単球再生方式のラジオ受信機である。だがそのころの真空管は直熱管だったため、ヒータを加熱するための電源には電池を使っていた。

ヒータを交流で動かすと交流雑音が発生するため、直流で動かしていたのである。まだこのころ、交流を直流に変換するための電力用デバイスがなく、かつ真空管は大きな電力を必要としたため、電池の消耗は激しく、わずかな時間しか聞くことができなかったという。

当時、電池にはフィラメント用として+6Vの蓄電池、プレート用として+67.5Vまたは+90Vの乾電池、さらにグリッド用の+4.5Vの乾電池を使っていた。やがて真空管が傍熱管となり交流でも使えるようになったのである。

そして、やっかいな電池が必要なくなり、つまり商用交流電源を用いるエリミネータ(電池を取り除くという意味)受信機がようやく登場してきている。このタイプのラジオはシャープ・ペンシルで成功した早川金属工業研究所(現シャープ)から1930年、「シャープ・ダイン富士号」という名称で発売されている。ここで初めてラッパ(スピーカ)が箱の中に入ったのである。同じ年、ラジオ放送局の区切り(チャンネル)の表示が、波長から周波数に変わった。すなわちラジオ放送の範囲は「波長545m~200m」から、「周波数550kc~

1500kc」と呼ぶようになった。

なお「c(cycle)」が「Hz」に代わったのは1972年5月12日、電波法および放送法の表示改正後のことである。

超ロングセラー並4ラジオが登場

1932年ころになると「ミゼット」と呼ばれる商用交流電源による標準タイプの並4ラジオ受信機がお目見えしている。検波にUY-24B、オーディオ増幅にUY-227、出力にUX112A、整流にKX-112Bという真空管を使った普及型のラジオ受信機が各社から売り出された。

このラジオ受信機は、小型で感度が良く、多くの人たちに「並4(ナミヨン)」と呼ばれ親しまれた(図12)。1936年11月に満州事変が勃発したこともあり、政府は外国のニュースが聞けるオールウェーブ・ラジオ受信機を禁止している。このため、高感度なスーパーヘテロダイン受信機の必要性がなかったのである。

その後、日本は1941年から1945年まで第二次世界大戦に巻き込まれることになる。

この間、日本のラジオ放送に携わっていた技術者は、ことごとく軍用の無線電信や無線電話に向けられ、ラジオ受信機に関する技術向上は停滞していた。このため並4ラジオ受信機がなんと発売以来18年間も、つまり1950年ころまで使われていたのである。

やがて戦争は終わった。当時は、並4ラジオ受信機一つ購入するにも大変苦労している。そのころ、米国では戦時中に軍用に開発した高性能で超小型な低消費電力のサブミニチ

注4) ラジオのスポーツ実況放送は1927年8月13日、甲子園からの「第13回全国中等野球大会」に始まる。1928年11月1日、御大礼記念事業として陸軍戸山学校の江木理一が「ラジオ体操」を始めた。「ラジオは叫ぶ1, 2, 3...」。第二次世界大戦で中断したが、1951年5月6日に再開されている。1946年1月19日には「素人のど自慢」が始まった。

物理学者の長岡半太郎は「もしラジオ放送が1923年9月1日の関東大震災に間に合っていたら、パニックは起こらなかっただろう」と語っている。1995年1月17日の阪神・淡路大震災では、市民の冷静な行動が賞賛されたが、これにはラジオやテレビを通じて情報が提供された効果が大きかったのだろう。

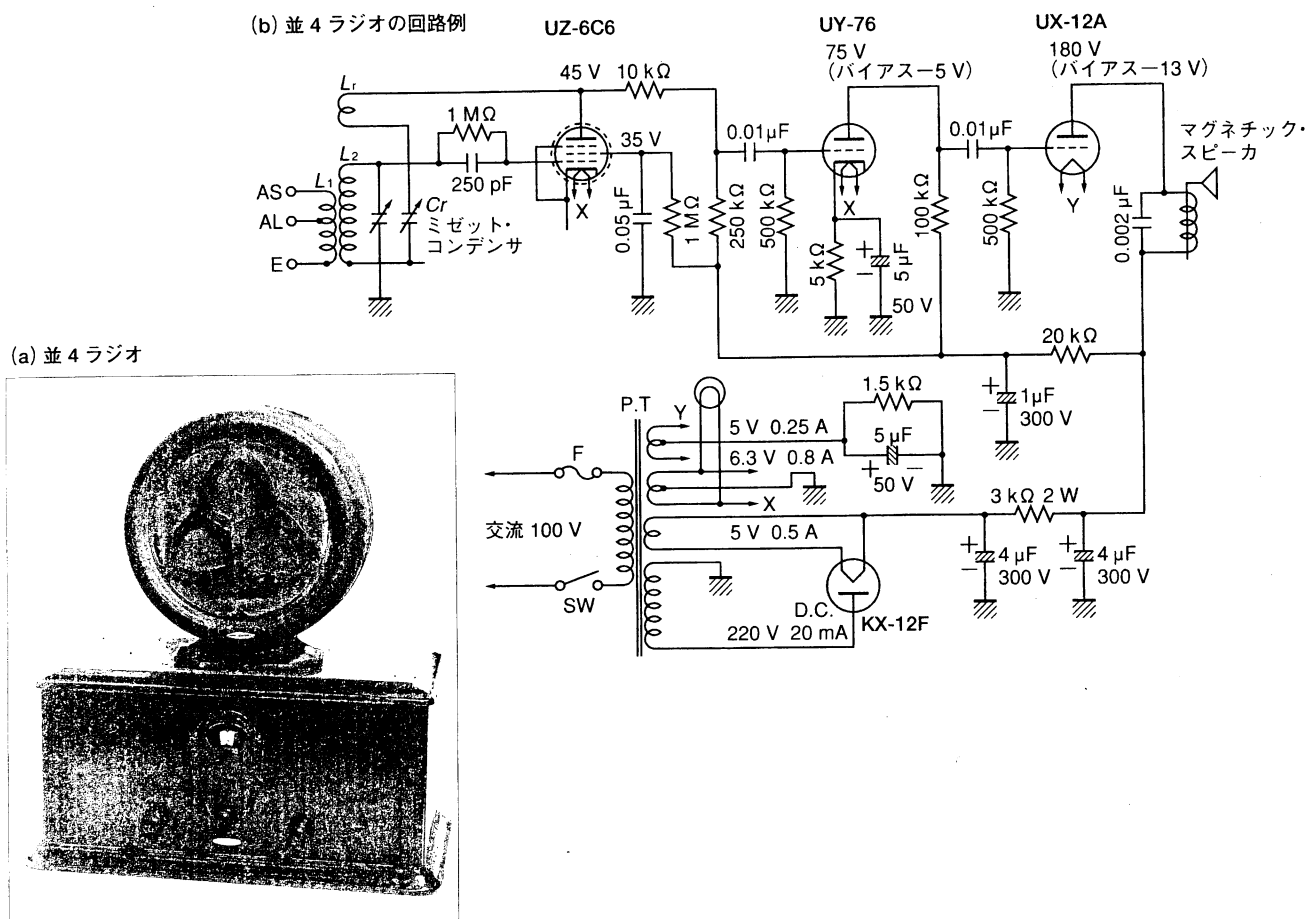


図 12 日本の代表的な並 4 球ラジオ受信機とその回路図 並 4 ラジオは再生検波方式を採用し、低コストの割には高感度だった。欠点は、ピービーと騒がしい騒音をまき散らすことだった。音量調整ツマミはミゼット・コンデンサで代替えた。1932 年ころから 1975 年ころまで用いられており、製品寿命の長い受信機である。(a)と(b)は同一の機器ではない。写真提供：NHK。

ュー真空管が民生用として出回り、これを用いたスーパーヘテロダイン方式のポータブル・ラジオが出現したのである。従来からあった ST 真空管と比較して、消費電力は 1/100 以下と低かった。

このポータブル・ラジオは早速、日本に持ち込まれ、進駐軍として日本に駐留していた GI (government issue: 米国兵) が音楽を高らかに鳴らしながら、自慢げに東京・銀座を闊歩していた。これを多くの日本人がうらやましく眺めている。ラジオ受

信機は家で聞くものとばかり思っていたが、こんな使い方があるのかと日本の企業人は目を見張っていたらしい。日本のエレクトロニクスを発展させた原動力が、こういうところから芽生えつつあったのかもしれない。

やがて世の中が落ち着くにつれ、やっと日本でも、並 4 ラジオがスーパーヘテロダイン受信機へと代わるとともに、真空管式ポータブル・ラジオが日本でも発売されるようになった。電源となる電池は、一般には

+22.5 V と +1.5 V を使用し、各メーカーは特徴のあるラジオ受信機を製作している。1952 年 8 月 8 日時点で、日本のラジオ受信機契約数は 1000 万(普及率 78%) に達していた。

並 4 受信機、音量調整ツマミがない

1930 年～1950 年ころ、多くの人たちに愛用された並 4 球再生方式ラジオ受信機は、現在の常識から考えると大変不思議なラジオだった (図 13)。

実に、音量調整ツマミがないので

ある。一体どのようにして音量を調整するのかと、だれもが疑問をもつだろう。このラジオ受信機は「再生方式」という名前の回路を用いている。この再生方式が音量調整も兼ねていたのである。受信周波数は 535

kc~1605 kc だった。

この再生方式の最大の魅力が「低価格」にあったことはいうまでもない。最小の部品構成にもかかわらず、それなりに十分な受信感度と、それなりの音量と、加えてスピーカで聞

くことができた。つまり「中級品」として位置づけられていたといつてよいだろう。

再生方式の原理は以下のようになる。まず受信周波数を検波する。音声信号に元の受信周波数と相似の高周波成分が含まれているため、この一部を入力に戻して元の受信周波数に加え、より大きい音声信号出力を得ようというのである。つまり再生方式は正帰還回路ということになる。

一般の受信方式では周波数を選択するコイルの構造は出力側に共振回路を作り、入力側と電磁的に結合させた単一同調回路となっている。これに対し再生方式では、従来のコイル構造に再生コイルを付け加えた構造のコイルにし、これを真空管のプレートにつないで電磁的に高周波成分を戻す複合同調回路となっている。

この戻す量はミゼット・コンデンサで加減するのである。これによって見掛け上の Q 値は高くなるが、信号の通過帯域幅が狭くなり、音質が歪んでしまう。あまり戻しすぎると回路が発振し、スピーカからピーピーとやかましい騒音が出てくる。さらに具合の悪いことに、この発振信号が妨害電波となって、近所のラジオ受信機からもいっせいにピーピー鳴り出すこともあった。

さて音量調整ツマミの話に戻ろう。ミゼット・コンデンサで戻す信号の量を変えたり、同調回路のバリコン(可変コンデンサ)で若干同調をズラしたりすることによって、音量の調整を実現できたのである。これが現在の音量調整ツマミ、つまりボリュームに相当していた。スピーカにはマグネチック・スピーカを用いていた。

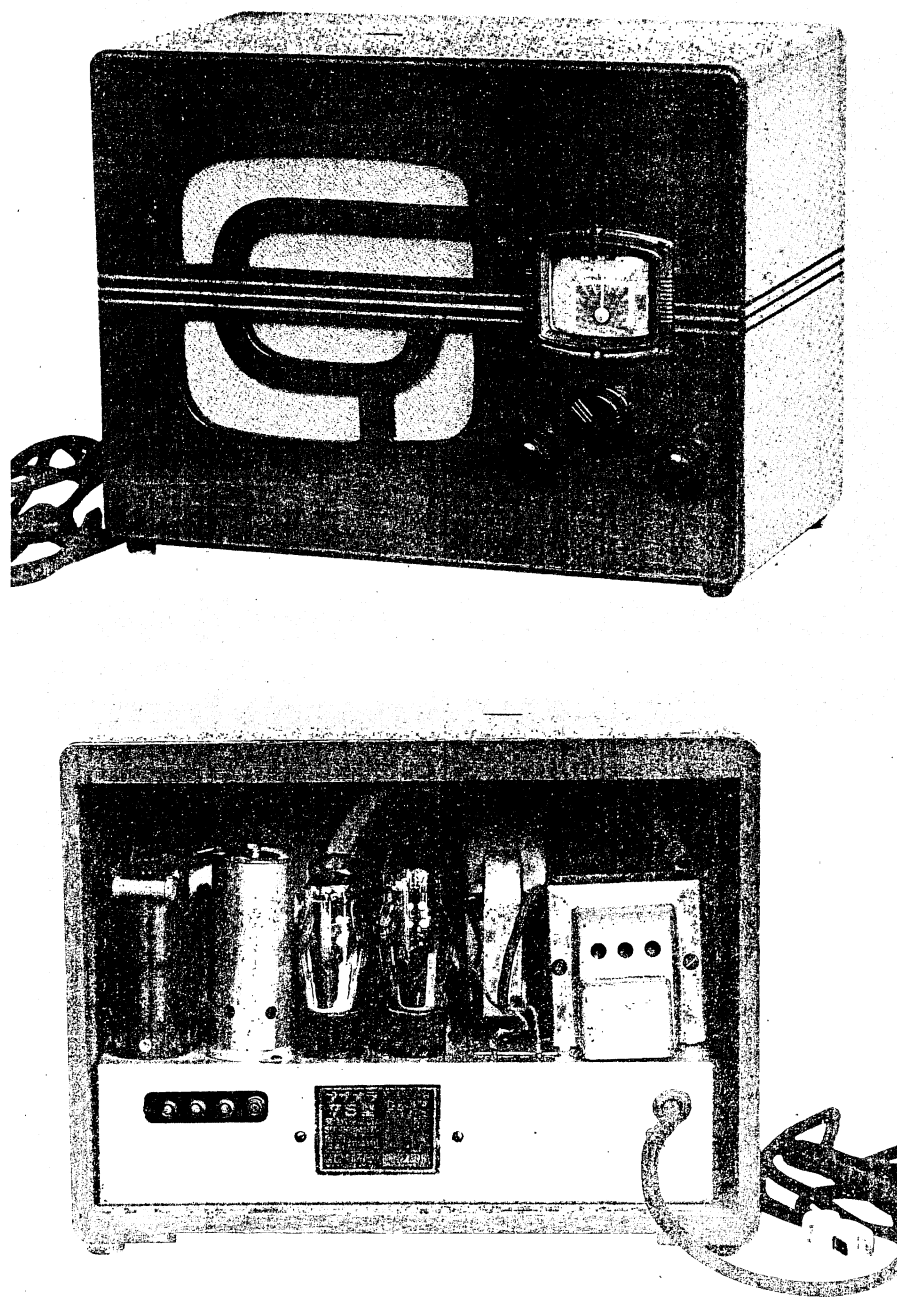


図 13 並 4 ラジオ ナナオラ製の 75 型。上図は前面、下図は背面。

高一からスーパーヘテロダインへ

放送局の開局が増えるにつれ、並4球再生方式は選択度や、安定度、忠実度の点で不十分となってきた。この壁を打ち破るためにより高性能な「高一方式」が登場する。高周波増幅のできる5極真空管が実用化されたため可能となった。

この5極真空管はガラス玉の頭部からグリッドを取り出しており、ST管と呼ばれていた(p.176の図9参照)。この高一方式の基本回路構成は、まずアンテナからの高周波信号を、同調回路を内蔵した1段の高周波増幅回路に入力して増幅する。この回路は傍熱型5極管6D6で構成する。この増幅した信号を同じ型の6C6で再生する。つまりグリッド検波(ストレート受信)して低周波(音声)信号に変換したのち、6ZP1によって電力増幅を行ないダイナミック・スピーカを鳴らすという方式だった。

キンキン響き耳障りなマグネチック・スピーカと比較して、低音も出るダイナミック・スピーカは魅力的だった。整流管には直熱型の12Fを用いている。一般に選択度を上げれば忠実度は悪くなっていく。このなかで高一方式は、並4球再生方式より優れた選択度をもつと同時にほとんどの忠実度があつた。このため、局の混信はほとんどなく、音質は自然に近かった。

やがてより優れた選択度と忠実度とをもつスーパーヘテロダイン方式が注目され、次第に高一方式から置き換わっていった。このようにしてラジオ受信機は性能を向上すると同時に普及し、1958年11月30日には

受信契約者数は1481万(普及率82.5%)に達している。

「エヌ・エイチ・ケー」と呼ぶ

1945年8月15日、日本は連合国に降伏し、第二次世界大戦は終わった。このとき、日本では重大ラジオ放送があるとの予告ののち、円盤レコードに録音された昭和天皇の戦争終結を宣言するラジオ放送が行なわれている。

その後、ラジオ放送はどうなったのだろうか。占領軍先遣部隊が神奈川県厚木に降り立った8月28日の次の日にサイパンの放送妨害電波が止まり、日本放送協会のラジオ放送はやっと正常に聞こえるようになったのである。

日本放送協会は、戦時中の電波管制が解除され、9月1日には送信出力が10kWとようやく戦前の状態に戻り、広範囲の人々が受信できるようになった。

9月2日9時、東京湾に浮かぶ戦艦ミズーリ号の甲板上で米国からはダグラス・マッカーサー、日本からは重光登によって降伏文章調印式が行なわれていたため、その日の日本放送協会のラジオ放送は沈黙していたという。無言のラジオ放送に多くの人々は不安だったに違いない。

連合国最高司令官総司令部 GHQ. SCAP (General Headquarters of the Supreme Commander for the Allied Powers)は、日本の「非軍事化」と「民主化」のためにラジオ放送を活用しようとしていた。GHQに民間情報教育局 CIE (Civil International & Education Section)を作り、この長に K. R. ダイク大佐が

就任している。

まず CIE は、放送会館^{注5)}を没収した。ここでは民間検閲部 CCD (Civil Censorship Detachment) によって放送内容がすべてチェックされていた。この CCD のチェックは随分と厳しかったようである。

9月23日から進駐軍向けに英語による AFRS (Armed Forces Radio Service)が始まっている。このコール・サインは WVTR である。多くの日本人はあまりにも良く聞こえるこの放送を心地良く思わなかった。

そのころの印象として強力に残っているのが、1945年12月10日東京・芝の田村町にある飛行会館で日本放送協会によって開催された「希望音楽会」だった。並木路子が出演し、松竹映画「そよ風」の主題歌「りんごの唄」を歌い初放送したのである。この歌はその後、大ヒットし、すさんだ人々の心にやすらぎと希望を与えてくれた。並木路子は現在も活躍中である。

「エヌ・エイチ・ケー(NHK)」という呼称が初めてアナウンスされたのは、1946年3月のことで、それ以降、日本放送協会は人々から NHK と呼ばれるようになった。

同年12月には「話の泉」というクイズ番組が日本で初めて登場している。その後、クイズ番組が氾らんすることになるが、その先鞭となったこの番組はきわめて高尚な内容だったのである。

注5) NHK は1939年5月13日、東京・愛宕山から、東京都千代田区内幸町の放送会館に移動した。放送会館は、のちに取り壊された。NHK は、1965年10月1日から渋谷区の放送センターへと移動している。

戦後日本に民間放送局が誕生

戦後5年が経過し、世の中がようやく落ち着いてきた(下掲の「秋葉原はエレクトロニクスの故郷」参照)。このころ、もっとラジオ放送に娯楽性という気運が高まってきたのである。このためには民間の活用ということで、1950年5月に「電波三法」が公布され、電波監視委員会が設立されている。

そして新しく民間ラジオ放送問題が取り上げられた。紆余曲折はあったが、東京では1951年4月21日、「ラジオ東京」と「日本文化放送協会」に、名古屋では「中部日本放送」に、大阪では「新日本放送」と「朝日

放送」にそれぞれ免許が与えられたのである。日本のラジオ放送発展にとって新しい時代の到来だった。

この結果、中部日本放送は1951年9月1日、愛知県鳴海町にある伝治山のアンテナから「JOAR…」という、宇井昇アナウンサの声に続いて、朝の調べと、小鳥の鳴くハワイが紹介され民間放送の第一声が発せられた。続いて名古屋市内にある毛織物卸の五金洋品がプログラム提供を行ない、初めて「服飾講座」が放送されたのである。

新日本放送では服部時計店提供の正午の時報に続いて坂本登志子アナウンサの声による「JOOR…」のコ

ール・サインののち、毎日新聞ニュースとスモカ歯磨提供による初めてのスポット60秒のCMが流れた。

こうして、歴史的な民間放送が始動し「広告」という言葉に変わって「ピー・アール (PR: public relations)」という言葉が流行した。このほか、新しい技術的な試みとして1952年12月4日にNHKは、第1と第2のラジオ放送を使ってステレオ放送を行ない話題を呼んでいる。

ベンチャー企業、東通工の誕生

トランジスタ・ラジオを日本で最初に作ったメーカーは東通工(東京通信工業、現在のソニー)である。東

秋葉原はエレクトロニクスの故郷

第二次世界大戦後の日本のエレクトロニクス技術者は経済的にも技術的にも飢えていた。当時、神保町から小川町(いずれも東京都千代田区)にかけて、道路沿いにラジオ部品を売る100軒くらいの露天商が1946年ころから自然発生的に店を構え始めたのである。

だが通行の妨げになるとの理由から、東京・秋葉原の店舗に移動することとなった。1950年ころのことである。そのスタートがラジオ・デパートだった。やがて秋葉原は新しい部品のみならず、ジャンク部品(米軍の中古部品)も売る場所としても全国に名をはせるようになった。

ジャンク屋の店頭には日本を代表するメーカーのエレクトロニクス

技術者たちが群がった。そこには米軍の陸海空の進駐軍(現在の在日米軍)によって廃棄された軍用無線機と部品が並んでいたのである。東京を爆撃したあのB-29爆撃機に搭載されていた無線機も、バーナで一部焼かれてはいたものの、そこにあった。

ここでメタル・チューブや、ミニチュア管、エーコン管、小型水晶などを発見し、当時の技術者は目を見張ったものだ。やがてこれらを分解し解析し、それ以上のものを作ろうと日本の技術者は開発に一路まん進したのである。

このジャンク屋として当時、名を成した1社にアスカ無線がある。社長の宮入正道は毎日のように、東京の立川や横浜の追分などのベ

ース・キャンプをスクラップを探し求めて回っていた。その背後には必ず監視役のMP(憲兵)が小銃を持って立っていたのである。彼もまた、日本のエレクトロニクスを支えた影の功労者だったのだ。

秋葉原地区は、1869年の大火で焼け野原となたったとき、2度と大火とならないように火の神様「秋葉大権現神社」が建てられたことから秋葉原と呼ばれるようになったという。秋葉原はその後、世界の秋葉原となったが、1995年ころからは、部品や家電製品などのハードウェアの町から、ソフトウェアの町として姿を変えつつある。とはいっても、日本のエレクトロニクスの「ふるさと」であることには変わりはない。

通工は、1946年5月7日、真空管電圧計などを作るために設立された。前身は1945年9月、東京・日本橋にあった白木屋(現在の東急百貨店)の一角に誕生していた東京通信研究所で、会社組織になると、名称を変更している。

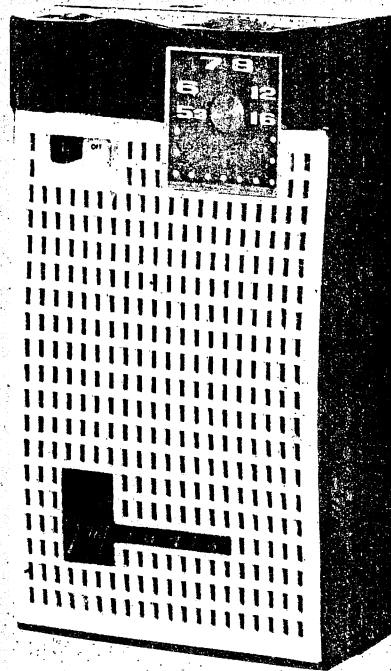
この会社の特徴は、技術者集団ということだった。測定器以外は実用化に至らなかったが、電気炊飯器など、なんにでも興味を示し、開発を進めていた。社長は前田多門、専務は井深大、取締役は盛田昭夫、やがてNHK向けのラジオ放送用音声調整卓、続いてテープ・レコーダを独自の技術で生産するようになった。

このテープ・レコーダに用いるテープを「ソニ・テープ」と名付けている。ソニは「SONIC:音」を略してSONIと書き、いまのSONYとは字が異なっている。

ようやくテープ・レコーダで名前が売れ始めた東通工の井深大は、テープ・レコーダの市場調査のため1952年3月に米国にわたる。このとき、ニューヨークでウエスタン・エレクトリック社がトランジスタ特許のライセンスを公開するかもしれないという情報を得た。その後、トランジスタの将来性に注目した東通工は、折衝の末にウエスタン・エレクトリック社との契約を1953年8月に結んだのである。直ちに東通工は、トランジスタ・ラジオを開発目標として、トランジスタの研究に着手した。

これに対し米国は、トランジスタは補聴器くらいにしか使えないと思っていたようである。そのころ日本でも「トランジスタは物理科学者の

図14 東通工が発表したトランジスタ・ラジオ1号機 型番は「TR-52」。世界初のトランジスタ・ラジオは、米リージェンシー社が開発したため、東通工は2番目ということになる。写真提供:ソニー。



研究テーマにはなるが、ビジネスにはならない」と考えられており、真空管の製造メーカーは脅威とは感じていなかった。ましてウエスタン・エレクトリック社と契約してまで開発しようという考えは毛頭もなかったのである。

なぜ米国の代表的な大きな企業であるウエスタン・エレクトリック社が小さな企業である東通工の契約に応じたのだろうか。日本の大手企業が無関心だったという理由のほかに、東通工がテープ・レコーダを独自の技術で開発したことを高く評価し、新しいことにチャレンジする力をもっていそうだと判断したからだといわれている。契約後、東通工の技術者は、トランジスタの製法についてまったく暗中模索のなかを手作りで作りはじめている。

同じころ神戸工業(1966年に富士通に吸収)でも点接触トランジス

タの研究を始め、1952年に試作に成功している。他のメーカーも追試のみは細々と研究していたようである。

東通工がトランジスタ・ラジオ開発

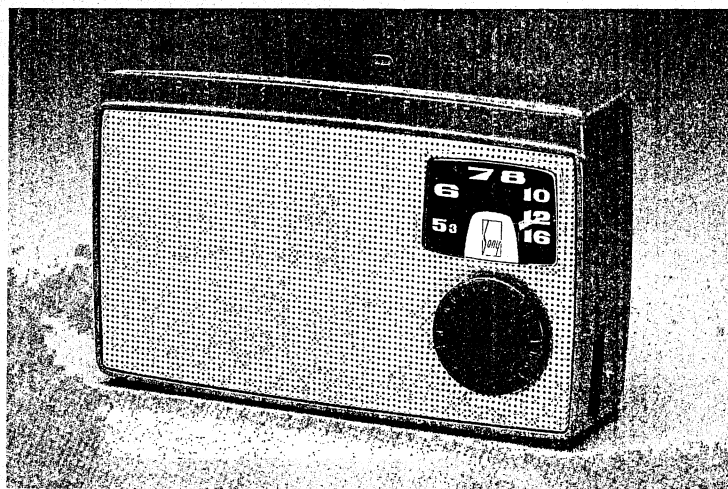
やがて1954年6月に東通工は、点接触型トランジスタと接合型トランジスタとを用いたトランジスタ・ラジオの試作に成功した。いよいよ実用化に向けて動き出したのである。だが同じ年の12月、米国のリージェンシー社が東通工に先駆けて、世界初のトランジスタ4石のトランジスタ・ラジオ「TR-1」を発表してしまった。このラジオは、出力10mWのスーパーヘテロダイン方式である。

1番乗りとはいかなかったが、東通工はこれに遅れることわずか1か月後の1955年1月にトランジスタ・ラジオ「TR-52」を発表している(図14)。これは米兵が戦後、日本

そして「SONIC：音」と「SON-
NY：坊や」とを合わせて「SONY」

その後、7カ月ほどたった1955年8月、新しいポータブル型のトランジスタ・ラジオ「TR-55」を発売した(図15)。会社員の月給が7000円～8000円のころ、このラジオの価格がなんと1万8900円もしていた。

東通工は、松下電器産業、三洋電



品質の優れた日本製トランジスタ・ラジオは世界市場を制覇し、日本におけるエレクトロニクス産業の基盤を築いたのである。そのきっかけとなったのが、東通工のトランジスタ・ラジオ「TR-55」である(左図)。上図は TR-610 の回路図。TR-55 の名前は、同社が 1988 年に発売して大ヒットしたカメラ一体型 8 ミリビデオ「CCD-TR55」に引き継がれた。この製品も小型・軽量という特徴で、ユーザの評価を得た。

機、早川電機(現在のシャープ)の社長にこのトランジスタ・ラジオを披露し、みんなでトランジスタ・ラジオを生産することによって、早急に普及させてはどうかということを要請している。

これに対し各社の対応はあまり積極的ではなかったようである。1956年になると東通工は、TR-55よりも感度の高いトランジスタ・ラジオTR-65を発売した。これを東通工は、ポータブルより小さいので「ポケットブル・ラジオ」と和製英語で呼んだ。その後TR-63を開発し、39.65米ドルで本格的に米国へ輸出し始めたのである。

当初、真空管によるラジオ受信機はトランジスタに脅かされるはずはないと多くのメーカは考えていた。2年ほど経過したが、ようやく松下電器産業も1957年からトランジスタ・ラジオの生産を開始している。やがてトランジスタ・ラジオは、爆発的な人気を呼び、次々に大手家電メーカが参入し日本のエレクトロニクス産業の基盤を築いていった。

1949年4月25日からGHQは、1米ドル当たり360円という為替レートを設定しており、これが日本のトランジスタ・ラジオの輸出においてに貢献したといえるだろう。

東通工は1957年、社名を「ソニー株式会社」と変更し、今日のような大企業へと発展している。

ステレオ・テープ・レコーダの魅力

ラジオ受信機の普及が一段落すると、音質を良くしたいという受信者の要望が日増しに高まってきた。このようななかでFMラジオ放送の

人気が急上昇している。さらにFM放送をより発展させるいくつかの出来事があったのである。

まず、ステレオ・テープ・レコーダが登場した。1950年ころから米国では立体録音・再生の研究が始まっていた。

いち早くこの情報を知った東通工は試行錯誤のうえステレオ・テープ・レコーダを完成させ、1951年12月の第1回オーディオ・フェアに展示している。その立体音は聞く人を音のとりこにしたものの、聞くことのできた人はわずかだった。

そしてテープ・レコーダはどのように開発されたのだろうか。この基本原理となる磁気記録は、1898年にデンマークのポールセンがワイヤ式磁石録音機を発明したことから始まっている。

1932年になると独AEG社がプラスチックに磁性材料を塗布したテープを使うテープ・レコーダを開発しているが、音質はやっと聞き取れる程度だった。

1938年には日本の安立電気(現アンリツ)が、東北大学の永井建三の発明した交流バイアス法(同年、ドイツのヴィーベルも考案)によって音質の良いステンレス・ワイヤに磁気を塗ったワイヤ磁気録音機を完成させている。

このワイヤ磁気録音機そのものの開発はドイツが最も早く、1934年には日本にも輸入されていたらしい。そのころは「録話機」と呼んでいたらしい。

1945年ころには米ウェブスタ社、1948年には米ワイヤ・レコーディング社がそれぞれワイヤ・レコーダ

を作っていた。その後、ウェブスタ社によってテープを用いた「マグネコード」が開発されている。

1947年には米3M社が、ベースに紙を使ったN0100磁気テープを、翌年にはプラスチック・ベースの「スコッチN0111」磁気テープを売り出している。1953年よりリース・サウンドクラフト社がポリエステル・フィルムによる磁気テープを開発したが、現在もこれが主流となっている。

日本では東通工が、テープ材を何にするかで試行錯誤のうえ、紙テープによるテープ・レコーダを1949年9月に試作した。

なお東通工は録音機を「テープコーダー」という商標で登録している。現在、磁気材として用いられているフェライトは、フランスの物理学者フェリマグネールによって1946年に考え出されたものでオランダ・フィリップス社(Philips Electronics N.V.)の商品名である。

やがてステレオによるテープ・レコーダが爆発的に普及するにつれ、1955年ころからハイファイ(高忠実度、HiFi: high fidelity)という言葉が流行し始めている。この言葉は1935年、米国でラジオ受信機と生演奏とで、同じ臨場感が得られるようにできないかという研究が進められていたときに生まれた。

このころから多くのマニアはステレオ放送に期待をもち始めた。そして1962年、オランダのフィリップス社がカセット・テープ・レコーダ(いわゆるCカセット)を考案し、発売した。これが世界に普及していったのである。

ステレオ実現へのさまざまな試み

テープ・レコーダのステレオ化に次いで、ステレオ化の動きの2番目は、二つのAM波によるステレオ・ラジオ放送である。NHKでは、AMの第1放送と第2放送とを同時に使ったステレオ放送を1952年12月5日早朝に初めて放送した。

非常に評判が高かったため12月20日から本放送を開始し、1953年6月には「これがステレオだ」という番組となり、1954年11月より「立体音楽堂」として定時番組となっている。反響は大きかったが、高価なラジオを2台も必要とすることから本格的普及へ、というわけにはいかなかった。ここからFMステレオ放送がにわかに脚光を浴びてきたのである。

3番目として、FMステレオ放送の実用化に拍車をかけたのが「これがシネラマだ」という映画だったこ

とである。ステレオ音響による「これがシネラマだ」という米国映画の公開は、1955年1月5日、東京の帝国劇場と大阪のOS劇場で公開された。

この映画のストーリーは当時、日本人のほとんどが知らなかったローラー・コースタ（現在のジェット・コースタ）同乗やグランド・キャニオン遊覧飛行といったたわいのない内容だったが、その映画の技術はまったく斬新なもので、3台の映写機と6本のマイクロホンによる度肝を抜く大スクリーンと初めて聞くステレオ大音響だった。

この臨場感のあるステレオ音楽に観客はすっかり驚嘆してしまっている。なんと2年にわたるロング・ランとなったのである。もしこのステレオを家庭で聞くことができたならばと多くの人たちは思いを巡らしたという。FMステレオ放送の開始を多くの人たちが夢見た。

LPレコードをステレオ化

ステレオ化の動きの最後は、夢のレコードといわれたステレオLPレコードが、1956年に米CBS社（米コロムビア社）によって開発されたことである。これは「45-45方式ステレオLP（long play）レコード」と呼ばれ、英デッカ社と米ウエスタン・エレクトリック社から同時にそれぞれ発売されている（図16）。このとき初めて録音されたステレオ音楽は、チャイコフスキーの「ピアノ協奏曲第1番」だったという。

さて、音楽を記録し再生したいという考えは、9世紀ころから考えられている。このころすでに「自動小鳥の囀り器」が出現し、1381年になるとベルギーの聖ニコラス教会にカリヨン自動演奏付き鐘楼が完成し、話題を呼んだと伝えられている。

やがて18世紀になるとシリンダ・オルゴールやストリート・オルガンが全盛を迎えている。1885年にはスイスでディスク交換によるオルゴールが考案され、人々は数種類の音楽を楽しめるようになった。カリヨンとは鐘を組み合わせた自動演奏器であり、オルゴールとはオランダ語で自動演奏によるオルゲルが日本語的になったものである。

やがて自動的に動く機械による機構の組み合わせで楽器を演奏する方式と異なり、音を直接録音し再生できるという画期的な方式が1877年に発明された。この人こそが、米国のトーマス・エジソンである。T.エジソンは、溝を刻んだ金属の円筒に薄いSn箔を巻いた蓄音器を発明し、ここには「メリーさんの小羊…」という微かな音が録音されていた。

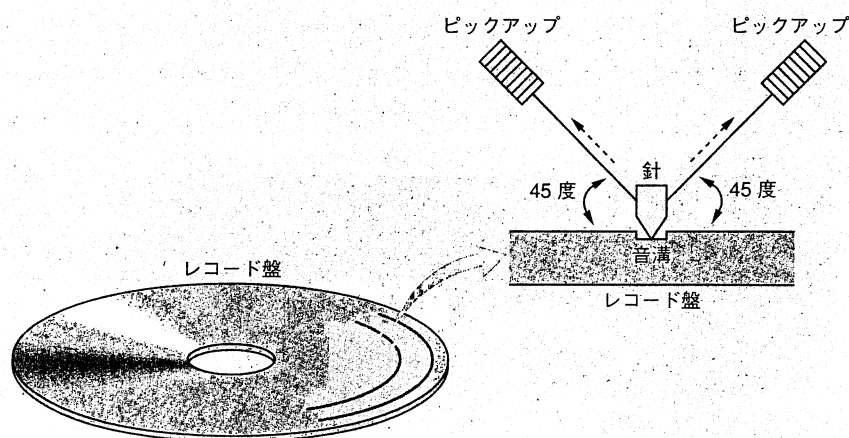


図16 45-45方式のステレオ・レコード ステレオ・レコードの基本原理は、英EMI社のA.ブルームラインが1931年に発明している。方式は、45-45方式とV-L方式の2通りがあった。45-45方式は、図のように1本の音溝で左側と右側、それぞれの壁からのそれぞれ異なる駆動力を受けることができる構造となっている。1957年9月、米国のロサンゼルスで開催されたオーディオ・フェアにおいて、米ウエスタン・エレクトリック社の45-45方式と、英デッカ社によるV-L方式が展示された。やがて45-45方式が主流となる。

ここからレコードは始まっている。

これをT. エジソンは「フォノグラフ」と呼んだ。初めは自動電信装置を改良しているとき、モールス符号が記録されている円盤に針をあて高速で回転させるとリズムカルな音がしたことから、これを日本では「蘇言機」と呼んでいた。やがて蓄音機というようになった。

1887年、エミール・ベルリーナが平盤式蓄音器（グラモフォン）SP (standard player) を発明し円筒が平面板となった。T. エジソンはこれに対抗しようとしたが、敗北した。

この平面板はZn版でその上に蠟が塗ってあった。同年、コロムビア社が円盤レコード蓄音機を、1926年には米ブランズウィック社が最初の電気蓄音機を開発している。

エミール・グルリーナは、グラモフォン社を設立した。同社は1926年に電気蓄音機を発売している。この電気蓄音機は1分間に78回転または80回転で、レコード盤の直径は25cmまたは30cmだった。録音時間は約5分間。やがて蠟は溝式へと変わっていく。

その後、グラモフォン社は、米ビクター・トーキングマシン社となり、1927年には日本ビクターが設立されている。米国のビクター社は1927年にRCA社に経営権が移りRCAビクター社となった。

1948年6月になるとCBS社（コロムビア社）が直径30cmで1分間に33 1/3回転、30分録音可能なモノラルLPを開発している。1949年2月にはRCAビクター社が直径17cm、45回転のドーナツ盤をCBS社に対抗して発売した。

日本では日本ビクターが1953年に「スペイン交響曲」というモノラルLPを販売した。その後、米ウエストレックス社によって開発された45-45方式によるステレオ・レコードが米国電子工業会(EIA)で採択されたため、RCAビクター社も45-45方式のステレオ・レコードを発売している。日本では日本ビクターが1958年にステレオLPを発売した。ステレオ音楽が広く浸透するにつれ、音質の良いFMラジオ放送の登場が待たれるようになってきた。

米国では1961年12月から「GE-Zenith方式」でFMステレオ放送が

始まった。

日本におけるFM放送は、1963年11月1日からNHK東京においてFMモノラル放送を、1964年12月16日からFMステレオ放送を実験的に行なっている。本格的なFMラジオ放送は周波数割当計画に基づいて、NHKはNHK東京が1969年3月1日から周波数82.5 Mc、出力10 kWで、民間は愛知県音楽エフエム放送が1978年10月から周波数80.7 Mc、出力10 kWで放送を開始している。FMラジオ放送の目的は、ニュース番組と、ステレオによる音楽番組の提供だった。

第3世代、 デジタル・ラジオ放送の時代へ

革新的な技術的アイデアが考案されたとしても、それを実現できる支援技術が存在しなければ、その技術は埋もれてしまう。だがもし支援技術が開発されたなら、再び脚光を浴びよみえることは当然だろう。

科学発展史のなかでこのような例はいくつかあるが、その代表的なものとして1937年、通信用に発明されたPCM (pulse code modulation) がある。このPCMは、トランジスタやICという画期的半導体電子部品の支援を受けながら、発明の17年後に初めて実用化したのだ。

PCMの概念は、従来のアナログ信号による伝送ではなく、デジタル信号で伝送することである。伝送には、情報を距離的に移動させることと、時間的に移動させることという目的がある。前者が有線や無線（ラジオなど）であり、後者が記憶（レコ

ードなど）である。

アナログ伝送で問題となっていた点が、デジタル伝送では解決できるのである。つまりPCMは、きわめて雑音が小さく、伝送品質が桁違いに改善でき、多重化やコピーが容易で劣化がほとんどないという驚くべき特徴がある。

まずこのPCMに注目したのが電話網の搬送装置だった。やがてオーディオ機器でも採用された。PCM録音（磁気テープ）の開発に、そして従来のアナログ信号によるLPレコードに代わって、デジタル信号によるCD（コンパクト・ディスク）が誕生するなど、エレクトロニクスは大きな技術転換を迎えたのである。

さらにPCMは、テレビ放送のアナログ音声信号にも波及し、BS（放送衛星）テレビ放送の音声へ採用されるようになっていく。そして高品

質の音楽を送る PCM ラジオの衛星放送局も誕生した。PCM 録音が登場して 10 年という短い期間にオーディオのデジタル化は急速に広まっていった。

だが本格的 PCM ラジオの普及はこれからである。21 世紀のマルチメディア時代——ラジオ放送は、地上波や衛星波のみならず、光ファイバ・ケーブルなどを使う情報スーパーハイウエーなどを利用し、任意の時刻に好きな音楽や情報を取り出すことができるといった夢のような応用展開が実現されていくことだろう。

PCM は電話中継器に、そして CD

グラハム・ベルが 1876 年にアナログ電話機を発明して 10 年経過したころ、電話は急速に普及していった。回線数が多くなると線の扱いが複雑になるため、中継局間では 1 本の電話線に多数の通信を乗せるアナログ多重伝送技術が研究されるようになってきた。

だがアナログ多重ではフィルタの設計が難しく、漏話が多くなり、開発は困難をきわめていた。このためアナログ多重に代わってデジタルによる多重伝送技術を研究しようということになった。

この研究のため英国の R. H. リーブスは、フランス ITT (International Telephone & Telegraph) のパリ研究所で働くことになったのである。種々検討の結果、送るべき入力信号の振幅をパルス幅に変化させる PTM (pulse time modulation) が、続いて振幅をサンプリングして量子化しこれを符号化する PCM が R. H. リーブスによって考案された。

1937 年のことだった。

この着想は素晴らしかったが、当時これを実現できる電子部品（主としてトランジスタと IC）がまだ存在していなかったし、理論的な考察もまったくなされていなかった。

ところが 9 年後の 1946 年、ベル研究所は、暗号通信の研究をしていた C. E. シャノンの助言を得て PCM は雑音に強いということになり、米国防軍向けの PCM による多チャンネル通信システムを真空管で作った。その結果、予想通り雑音に強いという性能が確認されたのだ。1948 年になると、PCM を実用化させるうえで重要な支援技術が二つ発表されている。

一つは W. ショックレーによる接合型トランジスタの発明である。必要とする電子部品の実現にメドが立った。もう一つは C. E. シャノンの情報理論である。2 進数で伝送すると、雑音に強く能率の高い情報伝送ができることを理論的に証明した。

やがて PCM は脚光を浴びるようになり、1962 年には米国で 24 人の人が 1 本の線で同時に通話できる 24 チャンネル PCM 搬送装置を開発し、漏話が見事に解決した。これに遅れること 3 年目の 1965 年、同じ装置が日本にも登場している。だが、だれもまさか PCM がラジオ放送の音声分野にまで進出するとは予想だにできなかったに違いない。

夢のデジタル・オーディオへ

音楽をアナログ信号で録音するのではなく、デジタル信号で録音、つまり PCM 録音しようという試みは、米国ではなく、日本の NHK 技術研

究所 音響研究部の中島平太郎や林宏三らによって 1964 年ころから始まったのである。これに協力したのは沖電気工業と池上通信機だった。

ここで問題となったのが、アナログ信号をデジタル信号に変換する A-D 変換器と、デジタル信号をアナログ信号に変換する D-A 変換器、データを磁気テープから読み出すとき磁気テープのワウを補正するために必要となるデジタル・バッファ・メモリだった。

A-D 変換器と D-A 変換器は、米 TI 社 (Texas Instruments Inc.) が開発した 450 万円もする測定器用の製品を使い、デジタル・バッファは pMOS IC によるわずか 4 ビットのシフト・レジスタを多数並べて使ったのである。いまからみれば、なんとも不格好であり、装置はラックいっぱい収容されていた。

このときアナログのオーディオ信号を量子化 13 ビット、サンプリング周波数 30 kHz のデジタル・データに変換したのち、幅 1 インチ (2.54 cm) のテープ上に、回転ヘッドの VTR を用いて、ステレオではなくモノラルで録音した。この試作装置は、1965 年 5 月に完成し、NHK 技術研究所で一般に公開された。見学者は素晴らしい音質にすっかり魅了されてしまった。「キレイすぎて少し冷たいな」という意見もあった。

ところが、このときの開発費があまりにもかかりすぎたため、実用化は不可能ではないかといわれた。その後、1969 年には PCM ステレオ録音機が完成したのである。

その 10 年後、ソニーは PCM 録音機の開発を進め、1977 年 9 月、VTR

を用いた家庭用 PCM オーディオ「PCM-1」を音楽マニア向けに売り出している。1979 年 12 月、NHK は、固定ヘッド方式による PCM 録音機を完成させ、全国中継に使った。これは、その後開発された DAT（デジタル・オーディオ・テープレコーダ）の原型ということができるだろう。このようにして PCM が民生用オーディオ機器へも応用され始めたのである。

フィリップス社、光ディスク開発へ

フィリップス社は、1975 年ころから磁気テープの代わりに直径 11.5 cm、厚さ 1.1 mm のポリ塩化ビニール円盤上に薄い金属層を張り、その上にピット（小穴）を形成し、このピットをレーザー光で読み出す DAD（デジタル・オーディオ・ディスク）を開発していた。これを「CD（コンパクト・ディスク）」とも呼び、1979 年 3 月 19 日、試作品がソニーに持ち込まれたという（図 17）。

やがて、フィリップス社のレーザー技術とソニーの IC 技術とが融合し、商品としての CD プレーヤーが完成した。当時は「夢のオーディオ機器」と呼ばれた。この規格書「レッドブック」は有料で公開されている。

このような状況下で、デジタル・オーディオの将来動向に注目していたオーディオ機器メーカーは、業界の集まりである DAD 懇談会を 1978 年 9 月 26 日から発足させている。DAD 懇談会では、デジタル・オーディオの基本的な仕様が検討された。まもなく規格書と仕様が決まり、1982 年 10 月 1 日、CD プレーヤーがソニー、日立製作所、日本コロムビ

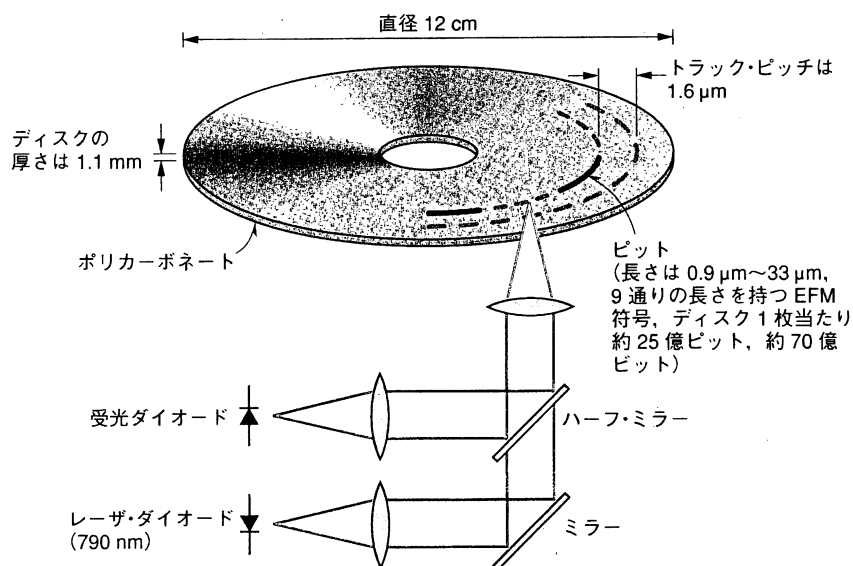


図 17 CD (コンパクト・ディスク) の誕生 CD の仕様は、サンプリング周波数 44.1 kHz、量子化 16 ビット、最長録音時間 74 分 42 秒である。CD は、オランダ・フィリップス社とソニーが共同開発したデジタル・オーディオ・ディスクによる最初の機器である。

アからいっせいに発売されたのである。

仕様は、量子化 16 ビット、サンプリング周波数 44.1 kHz、ディスクの直径は 12.0 cm となった。直径が 0.5 cm 増えた理由は、ベートーベンの第 9 交響曲（74 分 42 秒）を完全に収録するようにしたいという当時ソニーの社長だった大賀典雄の発想だったという。だが価格は 20 万円前後と高く、普及ははかばかしくなかった。

この壁を打ち破る事件が起こったのが 1984 年秋の「エレクトロニクスショー」である。ソニーが 4 万 9800 円という驚異的な低価格品「ディスクマン」を発表したのだ。これによって CD 市場は爆発的な成長を成し遂げ、いつしか LP レコードは姿を消し、LP レコード業界やレコード針メーカーは、深刻な打撃を受けた。

一つの技術が隆盛を誇れば、一つの技術が壊滅的な打撃を受ける。企業は常に技術動向に注目していなければならないとの教訓だ。最近、LP レコードが再び復古する兆しもあるが主流ではない。

デジタル化、CD からテープへ

PCM を使って録音・再生できるカセット・テープを実現しようということで、1981 年ころから DAT（デジタル・オーディオ・テープレコーダ）の開発も始まっている。

コピーしても音質の劣化がほとんどないことから、CD 盤が売れなくなると日本音楽著作権協会（JAS-RAC）が猛烈に反対し、10 年以上にもわたり、もめた。

著作権問題を棚上げしたまま、1986 年に DAT の規格が決まり、1992 年に SCMS（serial copy management system：1 回のみディジタ

ル・データでコピーが可能)方式を導入することにして、本格的に発売した。たった1回しか録音/再生できない、価格が高い、ソフト業界の了解を得られないためオーディオ・ソフトも十分にそろわない、ということもあってあまり人気はないようである。

ウォークマンから、DCC や MD へ

ソニーは、ヘッドホンで聴くアナログの音楽再生専用超小型テープ・レコーダ「ウォークマン(TPS-LS)」を1979年に発売し、世界のヤング層から圧倒的な人気を博した。

PCMを用いてデジタル化し、もっと小型にして実用化したいという要求が強まってきた。こうしたヤング層の要求にこたえるため、DAT懇談会が1983年5月24日に設立された。ここには国内外54社が参加している。この検討のなかで、著作権保護をどのようにして実現するかが大きな問題となった。まもなく

日本では、機器やテープの価格に著作権料を上乗せする補償金制度を導入することで解決した。

DATの市場が立ち上がらないうちに、データ圧縮(高能率符号化)技術が進歩し、この技術が使えるようになってきた。データ圧縮技術を駆使すれば、新しい小型のオーディオ機器が開発できるのではないかと、いう気運が高まってきた。

このなかでフィリップス社と松下電器産業は共同でテープ・カセットを用いた「DCC(デジタル・コンパクト・カセット)」を、ソニーは小型の専用カートリッジに収納されたディスクを用いた「ミニディスク(MD)」をいずれも1992年に発表している。仕様は一本化できず、2方式並立の状態での発売となったのである。

DCCとMDは、録音媒体は異なるが、いずれも音のデータ圧縮技術を採用することで小型化し、次世代のウォークマンをターゲットとした商品である。データ圧縮技術には、

DCCはPASC(Precision Adaptive Subband Coding)方式によってCDの1/4の情報量に、MDはATRAC(Adaptive Transform Acoustic Coding)方式によってCDの1/5の情報量に減らしている。

21世紀は単にハイファイ音を楽しむだけでなく、音と美しい映像とを両方求める時代になろう。このために登場したのがDVD(デジタル・ビデオ・ディスク)である。

DVDも当初は二つの方式が提案された。一つは、東芝や松下電器産業などが提案した「SD規格」。もう一つは、ソニーとフィリップス社が共同で提案した「MMCD(マルチメディアCD)規格」である。1995年12月8日、両グループが歩み寄り、二つあった方式が統一規格になった。

次は固体録音機ということになるのだろうか。半導体技術の進歩によって、大容量DRAMやフラッシュ・メモリなどによって実現できる可能性もみえてきた。21世紀に向けて期待したい。実は、固体録音機の試作機を1987年のエレクトロニクス・ショーに沖電気工業が展示している。ここには容量1MビットのROMカードに約30秒の音楽が録音されていた。

衛星テレビ放送の音声もPCMに

1957年10月4日、旧ソ連によって人類初の人工衛星「スプートニク1号」が打ち上げられてから21年後の1978年4月、実験用放送衛星BS(broadcasting satellite)を、そして1984年1月23日には「ゆり2号」によって放送衛星BS-2aが打ち上げられている。3本の中継機(トラン

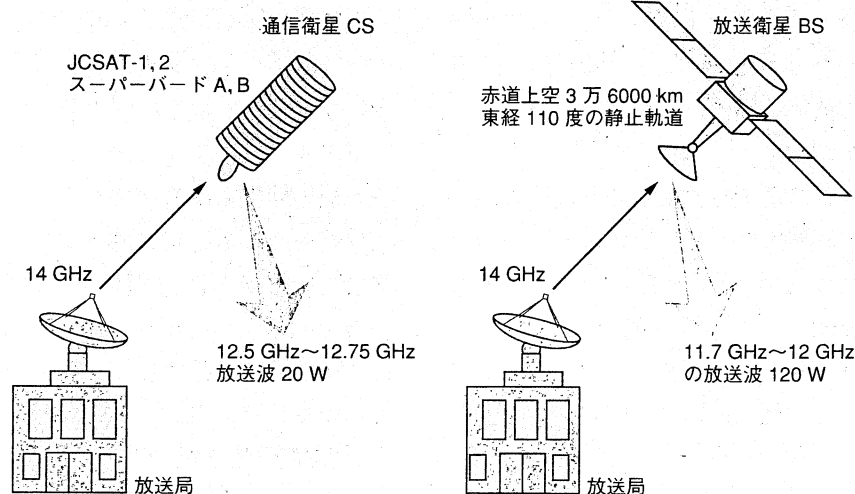


図18 ラジオ放送もデジタル化が始まる 衛星テレビ放送の音声には初めからPCMも採用された。通信衛星を使ったPCMラジオ放送が1992年からスタートしている。

スポンダ)のうち2本が故障したものの、ここからNHKによる衛星テレビ放送の実験が始まった。

1992年には、BS-3aとBS-3bが打ち上げられて、BS利用の本格的なテレビ放送が始まった。BSによるテレビの音声は、PCM音声が採用された。一般用のAモードと高音質のBモードとがある。いよいよテレビ放送の音声もアナログからデジタルへと代わり、PCM化が始まった。

さらに1989年～1992年、通信衛星CS(communication satellite)でテレビやラジオの「放送」ができるようになった。JCSAT1とJCSAT2、並びにスーパーバードAとスーパーバードBといったCS衛星が地球を回っている(図18)。

さてこのようななかで、BS衛星波を利用したJSB(日本衛星放送、愛称WOWOW)がテレビ放送を始めたが、このテレビ放送波の一部を音声独立チャンネルとして利用したPCMラジオ放送局セント・ギガ(St.GIGA)が1992年からスタートしている。さらにCSを利用したPCM ZIPANGを含む4社によるユニークな内容をもつCS-PCMラジオ放送局もスタートしている。

いまのところPCMラジオ受信機の価格が高く本格的には及していない。これに対し地上波を利用し、PCMラジオ放送を行なおうという計画もある。

緊急警報、AMステレオ、FM文多

デジタルの導入によりPCMラジオが登場してきたが、このほかに従来のラジオ受信機を多機能化しよ

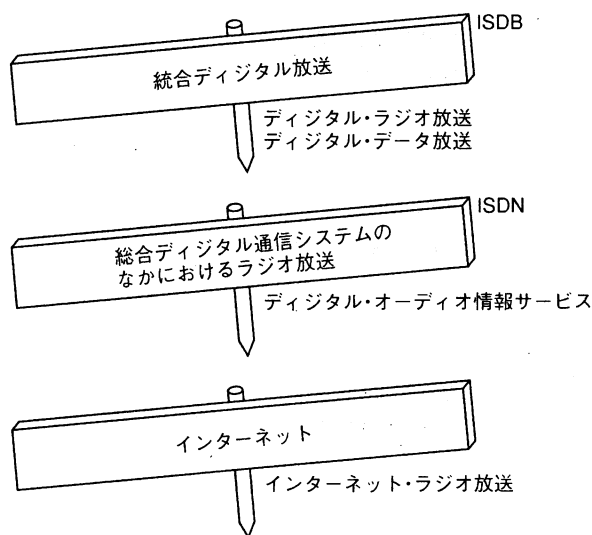


図19 21世紀に向けてラジオ放送も変わる ISDB(統合デジタル放送)や、ISDN(総合デジタル通信網)、インターネットといったネットワークにラジオ放送が乗るとき、その姿はいまのラジオ放送とは異なったかたちになる。たとえば、片方向ではなく、双方向になるといったことが起こる。

うという動きも活発化している。たとえば、以下三つがある。

① 緊急警報ラジオ放送。ラジオ受信機のスイッチを切っていた場合でも、もし津波などの非常災害が発生したり、または発生する恐れのあるとき自動的にスイッチが入ってラジオ放送を受信できる緊急警報ラジオ放送がNHKで1985年9月1日からスタートしている。

② 1波のAMステレオ放送。AM放送が誕生して67年目の1992年3月15日、FMステレオ放送と並んでAMステレオ放送が東京と大阪の民放で始まった。NHKは参加していない。すでに始めている米国では5方式ほどあったが、日本ではその内の一つであるC-QUAM方式(モトローラ方式)を採用している。

③ FMデータ多重ラジオ放送。従来のラジオ放送は聞き放しだった。そこで文字や図形などのデジタル

情報を周波数多重するFMデータ多重放送が民放で1994年からスタートした。

これを使うと自動車など移動体でも交通情報などを15文字×2行または8行の液晶等の画面に表示できる。「見えるラジオ」というキャッチ・フレーズで、カシオ計算機が1995年4月から販売し、大反響を呼んだ。1995年1月17日の阪神大震災でもラジオ放送は重要な情報源だったように、今後もラジオ放送は大切なメディアであり続けるだろう。

21世紀に向けてのラジオ放送

ラジオ放送は20世紀の頭初からスタートし、大きく発展してきた。21世紀に向けてどのように発展していくのだろうか。

まずラジオ放送の基本となるハードウェアは、従来の地上波による放送から衛星(放送衛星BS-4)によ

て2010年ころから始まる統合デジタル放送 ISDB (integrated services digital broadcasting) や光ファイバ・ケーブルによる総合デジタル通信網 ISDN (integrated services digital network) へと大きく変化していこうとしている(図19)。ラジオは、送り放しの片方型メディアから、会話のできる双方型メディアの一部へと変身するだろう。

ここで注目したいのが ISDB のなかで考えられているデジタル・データ放送である。これは番組案内や演奏などの情報をデジタル・データとして送ろうというものである。さらにラジオ放送番組送出のために必要な自動放送装置や、調整卓、編集装置などは、これまで専用に作られていたが、いまやそのほとんどがパソコンのソフトウェアで処理できるようになってきた。

すでに米ロサンゼルスの上オレンジ・カウンティ・ニュース・チャンネルはこの実験局としてスタートしている。これらをベースにラジオ放送はさらにデジタル化が加速し、応用を広げ、大きく姿を変えていくことになるだろう。

さらに米ボーカルテック社によってインターネットを利用したラジオ局用ソフトウェアが開発された。これを使えば視聴者とタレントが直接会話できるという。1996年、ニューヨークでは24時間のインターネット・ラジオ放送「スード・オンライン・ラジオ」がスタートした。

欧州では DAB (digital audio broadcasting) の規格を開発し、これに基づいて1995年9月からデジタル・ラジオ放送を英国の放送局

BBC とスウェーデンの放送局がスタートさせている。果たして DAB は、世界規格となるのだろうか。21世紀に向けて、デジタル化という大きな波がラジオ放送に訪れている。

本誌注) この内容に関して、ご意見のある方や「実はこうだった」といったことをご存じの方は本誌までご連絡ください。

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。