

第三章

無線技術の前史をたどる

— 明治十九年〜明治二十七年 —

電波を用いない無線電信

◎電波を用いない無線電信とは？

電話が普及するまでは、電気による通信は電線に電流を流して電信符号を送る「有線電信」のみであった。

これに対して、電線を用いないで電信を送る方法は無いかと、多くの人が考えた。これを「無線電信」略して「無電」と呼んだ。

電話が普及して無線でも電話が可能となると、「無線電話」という言葉も使われるようになった。

いまでは「無線」というと電波を用いた通信を意味しているが、木村駿吉の誕生前後までは、電波の存在が分かっていたいなかったため、電波を利用しない「無線

電信」について、野心的な人達が実験研究をおこなっていた。

電波を用いなくとも、ごく短距離であれば、電線を張らない電気通信ができる。

その原理を簡単な図にして図3・1に示した。

図のaは導電法と呼ばれる。この電気回路図では電線をつなぐように見えるが、電線の代わりに川や海の水を利用するのである。

原始的だが、とにかく理屈としては可能である。

図のbは電磁誘導法と呼ばれる。

ファラデーが天保二年（一八三一年）に発見した原理を用いるもので、基本的にはトランスと同じである。

電線をぐるぐる巻いたコイルに交流電流を流し、その近くにもう一つのコイルを置くと、そのコイルに電圧が発生し電流が流れ、電気エネルギーの移動が起こる。

これは電流によって発生する磁場の変化を利用したもので、二つのコイルを密着させて効率を良くしたも

のをトランスという。

トランスはほとんど同じ場所に二つのコイルを巻いているが、それを離しておいても、原理としては同じ現象が起こる。

エネルギーの効率はとても悪くなるが、空間を介してエネルギーが移動することには変わりはないので、無電が可能である。

図のcは変位法と呼ばれる。

マクスウエルの主張する変位電流によるものである。二枚の金属を離して置いたコンデンサは、金属によつては繋がっていないが、その片側に交流電圧をかけると、その間隙に一種の交流電流が流れてエネルギーが他方に移行する。

このような電流を変位電流と呼んでいる。

ふつうのコンデンサでは二枚の金属の間隔は一ミリ以下などごく僅かだが、原理的にはこの間隔を大きく広げても変位電流は流れる。電流の量が減るだけである。

そこで、これを利用して無線電信を実現しようというアイディアがある。

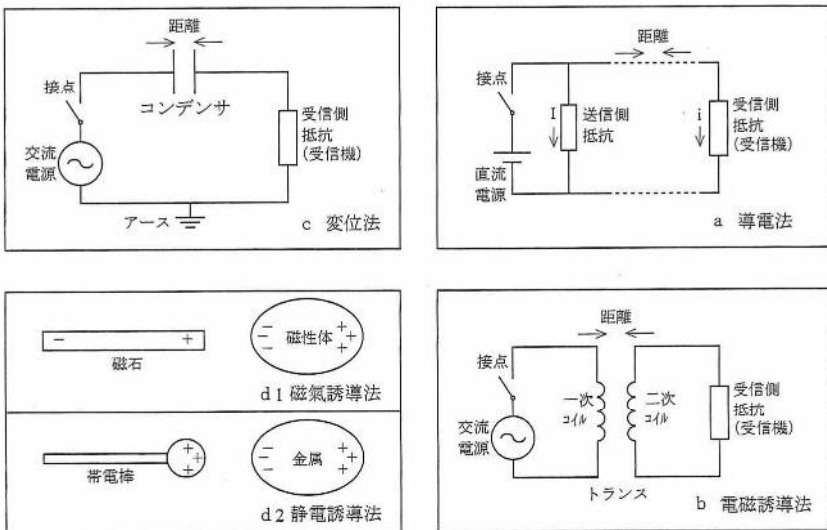


図3・1 電波を使わない無線電信の原理図

図のdは、もっと原始的な方法である。磁石を鉄片に近づけると、鉄は動く。これはd1のように磁極と
いうものができて引き合うからである。

これを利用して、ごく短距離ならば無線電信が可能である。

また、電気粒子を使っても、d2のように似たことが
ができる。

以下、これらの電磁応用によって無線電信を試みた
歴史を概観してみよう。

◎駿吉誕生までの非電波無電研究

◇寛延三年（一七五〇年）

アメリカのフランクリンが導電法で無線信号を送つ
たと言われるが、はつきりしない。

◇文政十年（一八二七年）

ビオ・サパールの法則で知られるフランスのサパー

ルとビオが、コンデンサからの放電火花のそばに磁場
が発生することを発見した。これは電波を使わない無
線の第一歩と言えた。

◇天保九年（一八三八年）

ドイツのスタインハイルが導電法で無線通信のテス
トをした。スタインハイルはアースを使って電線一本
で電信を送る方法を実現した人物として知られる。

◇天保十三年（一八四二年）

モールズ電信機を發明したアメリカのモールズが、
電磁誘導法によって、幅二十四メートルほどの堀を越
えて、無線電信に成功した。

またモールズはその二年後には、幅一・六キロのサ
スケハンナ河を横切る無電に成功した。これは導電法
だったとされている。

河水による導電法の略図を図3・2に示す。水を導
線代わりにする簡単な方法である。

◇弘化二年（一八四五年）

イギリスのウイルクンスがこの年無線の研究を開始

し、その四年後に「英仏両国間に無線電信を開通させよ」との意見を公開した。

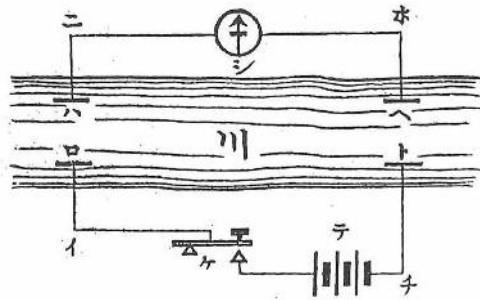


図3・2 電波を使わない導電法による無線電信原理図

◇嘉永六年（一八五三年）

イギリスのリンドセーが、無線電信機を発案して、無電が可能であると論じ、翌年水を隔てた実験をした。

同じ年、デリングという人物がイギリスで無電の特許を得た。

◇安政六年（一八五九年）

先のリンドセーが幅一・六キロの河を横切って無線通信を成功させ、大西洋を越えて英米間で無電をなすことを提唱した。これが導電法だったのかどうか、はつきりしない。

◇慶應二年（一八六六年）

アメリカのルーミスが帆を利用して二十二キロ離れた山頂間で信号の送受に成功したとされる。空電を利用して空間に信号を通したとされるが、実態は不明である。当時は理論も実験も初歩的な時代であり、単なる雑音を信号と間違えた可能性もある。

この時代は空間や大地の電氣的性質も未知であり、地面に穴を掘った通信など、後の知識ではあり得ない発想や特許が出されている。

◎駿吉誕生後の非電波無電研究

◇明治三年（一八七〇年／四歳、以下駿吉の年齢）

イギリスのハイトンが大西洋横断無線電信を提案した。またその翌年フランスのブルブースが無線の実験をしたと言われる。

◇明治五年（一八七二年／六歳）

ルーミスがアメリカ初の無線の特許を得た。

◇明治八年（一八七五年／九歳）

アメリカのトムスン教授が、高校でコイルの実験をしていたとき、偶然、三〇メートル離れた場所に火花が飛ぶのを観測した。しかし電波との関連は考えなかつたらしい。

◇明治十四年（一八八一年／十五歳）

ブラウンが走行中の汽車から地表に通信する方法を工夫した。

◇明治十五年（一八八二年／十六歳）

ハーバード大のドルベア教授が、コンデンサを利用した方法で二十一キロで無電に成功し、アメリカ特許を得たとされるが信憑性は薄い。また電磁誘導による無電の特許も得た。

同じころ、イギリスのブリースが電波を使わない無線電信の研究を開始した。

◎駿吉東大入学以後の非電波無電研究

◇明治十七年（一八八四年／十八歳）

ドルベアが明治十七年に無電機を博覧会に出品した。アメリカのツロウブリッジが大西洋横断の無電が実現可能だと論じた。

◇明治十八年（一八八五年／十九歳）

エジソンとギルリランドが走行中の列車から地表に通信する方法の特許を得た。これは図3・1dの静電誘導の利用だつたらしい。

エンジン は明治二十四年にも、電磁誘導式無線の特許を得ている。

◇明治十九年（一八八六年／二十歳）

明治十八年か十九年ごろ、日本の志田林三郎が隅田川や品川の海で、図3・2のような導電法による無線電信の実験をして成功したと言われる。これは松代松之助が証言している。

このころ、木村駿吉は東大理学部で物理学の勉強に邁進していたが、無線電信に関する情報はまだ入っていなかったように思える。

◇明治二十年（一八八七年／二十一歳）

この頃からヘルツの研究などによって電波の存在が認識されるようになり、無電の研究が盛んになったが、まだ実用性については疑問視する人が多く、イギリス郵政省の技師長だったプリースは、明治二十年ごろから、誘導式無線電信の実用化研究に取り組み始めた。プリースは明治二十五年に大規模な実験をおこなった。

川岸に長さ一キロ以上の電線を張り、川の中の島に

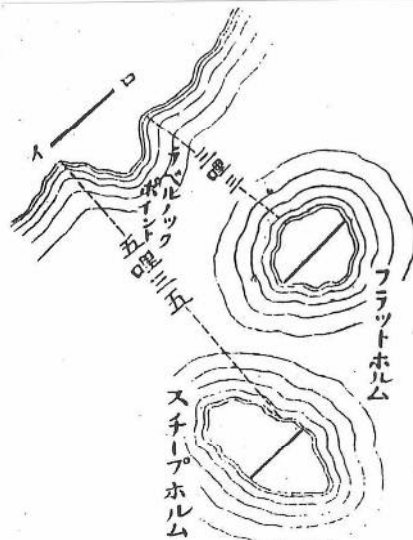


図3・3 プリースらによる電磁誘導法無電実験

五五〇メートルの電線を張った。そして送信には交流発電機を用い、受信には電話機を用いた。

結果は、四・八キロ離れた島までは通信でき、八キロ離れた島では明瞭ではなかった。

この実験の様子を図3・3に示した。

（このとき駿吉は二十六歳であり、一大決心のもとにアメリカに渡ってハーバードで研究を始めていたので、

ニュースとしては知っていたであろう)

プリースはまた、明治二十六年と二十七年にも、海峡を使って電磁誘導式の実験をなした。

その後プリースは、電波を用いた無線電信の有望性を認識するようになり、電磁誘導式の研究は中止し、マルコーニの理解者になったとされる。

なお、この時代までの電波を用いない無電実験の信憑性であるが、導電法はかなり信用できそうである。

しかしコンデンサやコイルを使う方法については、疑問も多い。

技術資料に乏しいので詳しい検討は不可能だが、実際には空電を誤認した可能性もあり、プリースの大規模な電磁誘導法にしても、実際には弱い電波が出ていたのではないかと考えられないこともない。

電気振動の発見と電波の予言

◎ライデン瓶による電気振動の発見

有線時代の電信は、直流電気のみで可能だった。しかし無線になると、交流電気しかも高速で振動する高周波交流が不可欠である。

この高周波交流の発生は、ライデン瓶の放電によって確認されたと伝えられている。

ライデン瓶とはガラス瓶の内外に金属の箔を張って、そこに電荷を溜める装置で、原理的にはコンデンサと同じである。

一七四六年(延享三年)にオランダのライデン大学で発案されたのでライデン瓶と呼ばれている。

昔は電荷を溜めるのによく使われ、日本の平賀源内が作ったエレキテルという装置にも用いられていたらしい。

形状は図3・4の右側のとおりで、発電機で起こした電圧をAにかけると、ガラスの内外の金属箔の間に電荷が蓄積する。

昔は電気が蓄積される原理が明確では無かったので、瓶に水が溜まると同様に考えて瓶を採用したのである。

さて、この瓶の内外の金属箔を導通させると、蓄積されていた電荷が放電して無くなる。

図の電線の一端Dを外側の箔Cにつなぎ、他端Bを内側の箔に接触しているAにつなぐことによって、それは実現する。

AとBの間に人間の身体などが入ると身体内を電荷が流れて感電することになる。

◇天保十三年(一八四二年)

このようなライデン瓶の放電は、興味深い現象であり、多くの学者が実験し、その実態を知ろうとした。

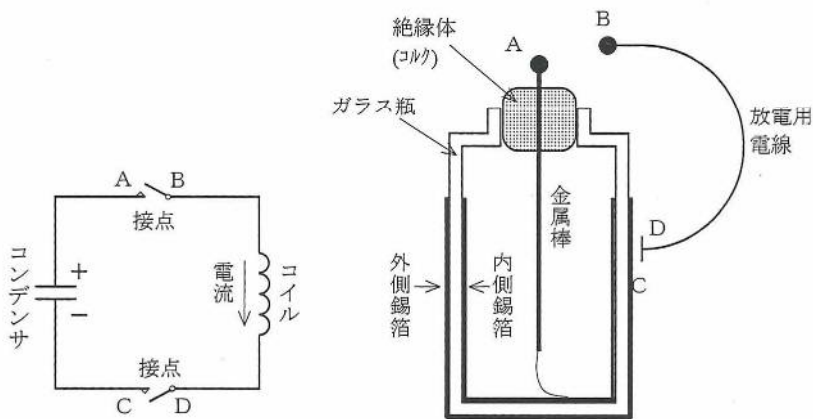


図3・4 ライデン瓶とそこから放電現象
(右がライデン瓶、左がその放電を示す電気回路図)

そして、その放電が振動的であることが見出された。最初に見つけたのは、有名なアメリカのジョセフ・ヘンリーであるとされている。

発見したのは一九四二年と言われているが、もっとずっと前だという資料もある。

振動的というのは、図のAからBへ一方的に電荷が流れる(つまり直流電流が流れる)のではなく、AからBに流れたりBからAに流れたり交代に流れながら放電し、次第にエネルギーがA B間の抵抗物に吸収されて、最後は電荷が無くなるということである。

◇嘉永六年(一八五三年)

ライデン瓶からの放電が振動的となる現象は電気回路理論の発展とともに明らかになってきて、一八四七年にはドイツの有名な学者ヘルムホルツが、理論的にそのような仮説を立てた。

そして一八五三年になってイギリスの著名な学者ケルヴィン卿が、理論的に証明したと言われている。

ライデン瓶の放電が振動的であることを研究した人達はいずれも世界的な学者だった。

ヘンリーはスミソニアン協会の初代会長で、イギリスのファラデーとほぼ同時にコイルの原理である自己誘導を発見したことで知られ、コイルの大きさを示す単位にヘンリーという名がつけられた。継電器の発明でも知られている。

ヘルムホルツは広範囲な研究を成し遂げた学者で、とくに熱力学の法則の発見で知られている。

ケルヴィン卿は、絶対温度のケルヴィンに名を残す有名な天才学者で、熱力学・電磁気学・流体力学など無数の発明発見を成した。日本からの留学生の面倒を見たことでも知られている。

このような学者たちによって、ライデン瓶の放電が振動的であることが実験的にも理論的にも明らかになり、それは交流電気回路理論の発展にもつながった。

では、ライデン瓶からの放電が振動的である現象は、電気回路理論ではどう扱われるのだろうか。

それを図3・4の左側の回路図で説明する。

左側にあるコンデンサは、ライデン瓶を電気回路として描いたものである。瓶というと大げさだが、電気

的には、二枚の金属板を向き合わせておいたものと変わらない。

これに電圧をかけると、プラスとマイナスの電荷(電気の粒)が金属板に溜まる。

これを放電させるということは、接点のA BとC Dを閉じるということである。

単なる放電では、ライデン瓶の電線B Dのように、接点のBとDをいきなり接続するのだが、実際にはこれは、小さなコイルを接続したのと同じになる。

電線をつなぐということは、そこにとっても小さなコイルが有るのと、電氣的には同じになるのである。また同時に、とても小さな電気抵抗があることにもなる。いま電気抵抗を無視すると、ライデン瓶の放電は、左の図のように、コンデンサとコイルがつながった電気回路と同じことになる。

電気の粒というものは、流れる道さえ有れば、一時もじつとはしていられない性質があり、コンデンサの電荷は電線を伝ってコイルを流れて、またコンデンサに行き着くので、十と一が逆になる。そしてそれを無

限に繰り返す。

これが、ライデン瓶の放電が振動的となる現象の、電気回路的な説明である。

実際には、どんな電線にもわずかな抵抗があるので、電流がそこを流れるために熱を生じ、次第に電気エネルギーが減って、最後には何も無くなる。

では、具体的にどのような早さの振動になるのか——であるが、それは、この電気回路の性質を微分方程式で表現して解くことによって、求められる。

ケルヴィン卿らがおこなったのは、そのような理論計算であつた。

数式で示せばそれは、

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

——となる。

f は振動の周波数である。

C はコンデンサが大きいほど大きくなる数値であり、L はコイルが大きくなるほど大きくなる数値である。

逆数になつているので、C や L は小さいほど、振動の周波数 f は大きくなる。

単なるライデン瓶の放電では、電線をつなぐだけなので、L はとても小さい。したがって振動の周波数はとても大きくなり、電波の周波数ほどにもなるのである。

ライデン瓶に溜まつた電気を放電させる時の、このような原理と性質は、無線の研究が進むにつれて、電波の発振に無くてはならないものであることが分かつてきた。

そこで、もう少し詳しく、この基本電気回路図を描いておこう。図3・5 a b c がそれである。

a は図3・4の左と同じことであるが、このようにコイルとコンデンサが接続されていると、電気エネルギーは前の式のような周期でコイルとコンデンサの間を往來し、激しい振動が起こる。

これが発振器の原理であるが、そのためにはまず、電気エネルギーをコイルまたはコンデンサに加えなければならぬ。

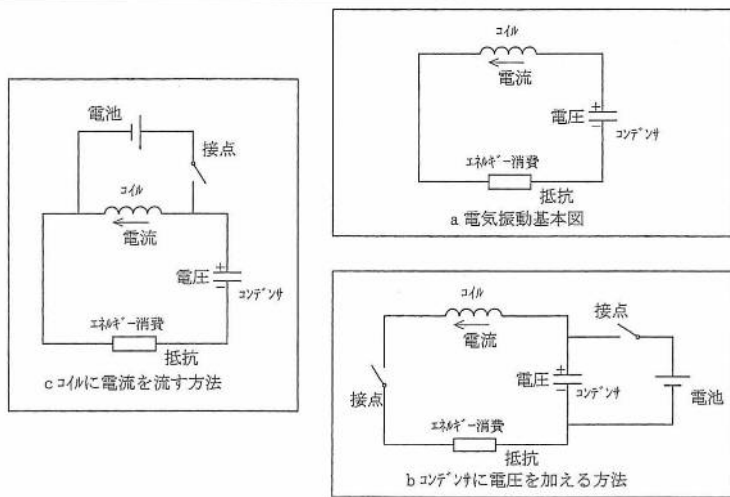


図 3・5 コイルとコンデンサによる電気振動説明図

b は電池によってコンデンサに直流の電圧を与えることによつて、エネルギーを加えている。

接点をひらいて電池を切り離し、コイルの先の接点を閉じると、激しい電気振動が起こる。

c は電池によつてコイルに直流の電流を与えてエネルギーを加える方法で、流したあとで電池を切り離すと、b と同様に激しい電気振動が起こる。

高周波の電気振動を発生させる方法は様々であるが、そのほとんどは、煎じ詰めれば、この図 3・5 のような電気回路によつてゐる。

きちんとした形のコイルやコンデンサが無い場合でも、実質的には同様な作用をする電気装置になつてゐるのである。

◎電波の予言

◇元治元年（一八六四年）

電波（電磁波）の存在を理論的に最初に証明したの

はイギリスのクラーク・マクスウエル（図3・6）だと言われている。



図3・6 電波理論の祖
マクスウエル

電場や磁場やその相互作用についての研究はファラデーらによって進められていたので、想像はできたかもしれないが、電磁理論を確立してきちんと証明したのはマクスウエルで、元治元年にロンドン王立協会で公表したと言われている。

マクスウエルは、絶縁された二つのコイルの間に交流電流が流れるファラデーによる電磁誘導の他に、同じく絶縁された二つの金属板の間にも交流電流が流れ

る変位電流という考え方を導入し、さらにそれまでの電磁気学の知見を加えて基本電磁方程式をつくった。そしてそこから電磁的な波動が存在することを理論的に証明した。

◇明治六年（一八七三年／七歳）

マクスウエルはその理論をこの年、『電気及び磁気論』という書物（図3・7）に纏めて出版した。無線の父と言われるマルコーニが生まれる前年であり、木村駿吉七歳の時だった。

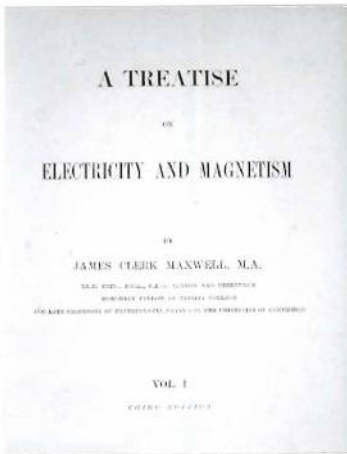


図3・7 マクスウエルの
有名な『電磁理論』
（初版1873年、三版1891年）

マクスウエルのこの電磁理論は、それ以後の物理学を飛躍的に進歩させた。

ニュートンの力学はアインシュタインの相対論によって修正されたが、マクスウエルの電磁理論は修正されなかった。・・・というよりもアインシュタインは、マクスウエルの理論に基づいて相対論を構築したのである。

マクスウエルの時代はベクトル解析法が未発達だったため、その方程式は煩雑な表現になっているが、書物はかなり早い時期に日本にも輸入され、明治初期の俊才たちが必死で勉強した。

木村駿吉は大学卒業して数年後からしばらくの間、四元法というベクトル計算の理論に熱中していたが、その四元法はマクスウエルも電磁理論の構築に応用していた。

駿吉が四元法に熱中したのも当然のことであった。

(マクスウエルの電磁方程式をベクトル解析法を用いて簡明な形で表現し、分かりやすくしたのは、実用の天才ヘビサイドだと言われている。ヘビサイドは微分

方程式を使わない便利な交流電気回路理論の生みの親でもある)

電波放射の発見と 受信素子コヒーラの発明

◎ヘルツより前の電波発見者

◇明治十二年（一八七九年／十三歳）

電氣的な波動の周波数の単位はヘルツであるが、これは電波の発見者とされるヘルツの名から来ている。

しかしヘルツの前にも、電波を用いて無線通信の試験をしたとされる人物がいる。

それはD・E・ヒューズである。

ヒューズはイギリスのロンドンで生まれ、アメリカの大学教授になった学者である。

明治十二年ごろ彼は、ライデン瓶やコンデンサの放電は近くの金属粉を集める作用があることを発見した。そして、約四五〇メートルの距離で、この現象を確認しようとし、成功したらしい。

この実験は、電波の発生とともに、受信素子のコヒーラの機能を暗示している。

成功した実験は明治十三年の二月二十日になされたという記録もある。

しかしヒューズは、電波ではなく電磁誘導によるものだとの意見を聞いて、詳細は発表せず、ヘルツが電波の発見を公表した後の明治二十二年になってやっと発表した。

当時は、電気回路技術はきわめて未熟で検証もできず、資料も乏しくて判定もできないが、放電が電磁誘導だけではなく電波の発生に寄与することはあり得るし、また電波エネルギーによって金属粉に動きが生じること事実なので、否定はできない。

ただ、現在の知識から見て「確実」と考えられる実験をなした最初の人物がヘルツだったことは、間違いない。

(なおヒューズは印刷電信機やマイクロフオンの研究でも知られていて、電気回路技術の工夫が得意だったらしい)

◎ヘルツによる電波の発見

この時代までは、電波を用いない無線と言われていても、実際には電波が出ていたのではないかと想像される実験も有ったし、またヒューズのように後の無線装置に近い実験を偶然なした人物もいた。



図3・8 電波の存在を綿密に実験で検証したヘルツ



図3・9 無線電信の生みの親マルコーニ

しかし、後の検証に耐える装置と方法で電波の送受を確認した最初の人は、ドイツのハインリッヒ・ヘルツだったし、それを実用にまで高めたのがイタリアからイギリスに渡って活躍したグリエルモ・マルコーニであったことは、万人が認めている。

図3・8と図3・9に、ヘルツとマルコーニの肖像を示す。

◇明治十九年（一八八六年）二十歳

この年の十二月五日、ヘルツは、師にあたる有名な学者ヘルムホルツ教授に宛てた手紙の中で、電波の発生と検波に成功したことを記した。

学者への手紙に書くことによってプライオリティを確保するのは、当時の習慣であった。

(このころ木村駿吉は二十歳であり、帝国大学理科大学の高学年であったが、まだこのニュースは知らなかったであろう)

ヘルツはマクスウェルの理論をかなりの程度まで理解していたらしいが、実験によって物理現象の真相を突きとめる卓越した手腕を持っており、電波の発見にその手腕が存分に発揮されたようである。

ライデン瓶と原始的なコイルをつないだ実験の途中で、たまたま、別のコイルに火花が飛ぶことを見つけ、それが電波の作用であることを推理した。またその周波数の推定をなした。数百メガだったらしい。

ヘルムホルツ教授に手紙を書いた翌年の七月には、それまでの電波実験の結果を公表した。

◇明治二十一年(一八八八年/二十二歳)

木村駿吉が二十二歳になって大学院に入学し第一高等中学校の教職に就く運動をしていたころ、ヘルツは詳しい実験をおこなってその成果を発表した。

図3・10に、改良されたあとのヘルツの装置の概念図を示した。

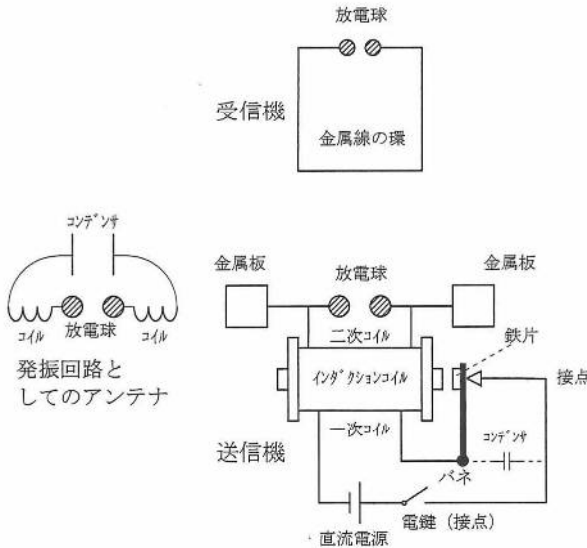


図3・10 ヘルツの電波検証装置

▽ヘルツの装置の解説 1

(リユームコルフ型高圧交流発生回路)

改良されたヘルツの実験装置は、後のマルコーニの無電機や木村駿吉の無電機の回路構成の元になつていたので、ここで少し詳しく解説しておく。

図3・10の下部の図は、直流の電池とインダクションコイルというトランスの一種を、磁場で動く接点を介してつなげた装置で、これによって電池の直流エネルギーが高圧交流のエネルギーに変化する。

電池は蓄電池で、当時すでにかなり生産されていた。インダクションコイルは、感應コイルとか感應縮線などとも言われるが、一次と二次の巻数が極端に異なり、高圧に耐えるトランスである。

二つのコイルを密接して巻くトランスは、一次側と二次側のコイルの巻数の比によって電圧が変化するが、インダクションコイルにおいては、その巻数を大幅に変えるのである。

たとえば、一次側のコイルの巻数を数回程にし、二次側を数千回も巻くのである。

これによって、一次側の低い交流電圧を非常に高圧交流にして二次側から出すことができる。

では、一次側にある電池の直流をどうやって交流に変化させるか、であるが、それが図の接点との組合せで、この回路(装置)は、嘉永四年(一八五一年)にフランスのリユームコルフが発案したもので、リユームコルフ型とも呼ばれている。

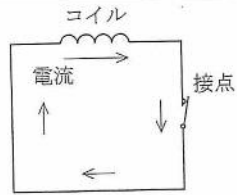
図3・10の接点は、最初は閉じていて電池から直流電流がコイルに流れるが、その電流によって磁場が生じると、接点が動いて離れる。

すると電流は流れなくなるので、磁場は失われて、再び接点は閉じる。

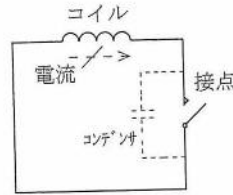
閉じるとまた直流電流が流れて、上の動作が繰り返される。

この繰り返しの動作において、接点が離れた瞬間に、交流が発生する。

その現象を説明したのが、図3・11である。



a 接点を閉じた時



b 接点を開いた時

図 3・11 高圧交流発生原理

接点が閉じている時は、この図の a のようにインダクションコイルのコイルに電流が流れており、磁場的なエネルギーが存在する。

b のように接点が切れると、電流が流れなくなるので磁場のエネルギーは行き場を失い、接点の周辺にあるコンデンサの電圧に移る。コンデンサは自然に生じてしまうこともあるし、人為的に付加することもある。

コンデンサが小さいと、電圧は高くなる。

直流電気回路の計算によって、電流 i が流れているときに、 L なる大きさのコイルの磁場によって溜まる

エネルギーは、

$$E = (1/2) L i^2$$

C なる大きさのコンデンサの電場によって溜まるエネルギーは、

$$E = (1/2) C v^2$$

——となる。

したがって、前者が後者に移った場合、 L が大きくて C が小さいと電圧はとも大きくなる。一般に C は小さいので、かなり高圧の交流が生じることになる。

この時の回路状態は、ライデン瓶の所で説明した図 3・4 左や図 3・5 a と同じコイルとコンデンサをつないだ回路なので、エネルギーはコイルとコンデンサの間を前の式のような周波数で往来し、電気振動が発生するのである。

その電気振動は抵抗などによって次第に弱まるので、図 3・12 のような形となる。接点が開閉するたびにこ

のような交流が発生し、それがインダクションコイルの一次側に加わるのである。

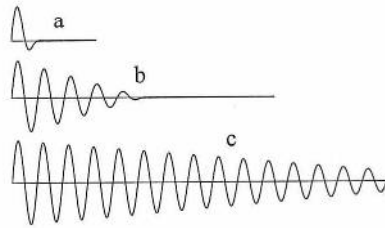


図 3・12 前図の接点开閉によって発生する高圧交流の波形

これが、図 3・10 の下部にあるリユームコルフ型の回路による交流の発生原理であるが、インダクションコイルは極端な巻数比なので、もともとかなり高圧だった交流は、さらに非常に高圧交流として二次側に現れる。

実際に、数十ボルト程度の蓄電池の直流電圧が、こ

のリユームコルフ型の装置によって、二次側では数万ボルトもの超高压交流に変貌することも珍しくない。木村駿吉が日露戦役に開発した無電機では、そのくらいの超高压を出していたのである。

▽ヘルツの装置の解説 2

(放電球を用いた無線電波の発生)

さて、図 3・10 に戻っていただいて、インダクションコイルの二次コイルに、放電球と金属板がつながっているが、これが、二次側に出た超高压交流を無線電波に変換する装置である。

この部分だけを取り出して分かりやすく描いたのが図の左側である。

二枚の金属板は、左右に分かれているが、C の値の非常に小さなコンデンサを形成している。また結線は L の値の非常に小さなコイルを形成している。これを回路素子として描き直したのが左図である。

二次コイルの側に超高压が出るということは、左図のコンデンサに超高压がかかっているということであり、同時にそれは、二つの放電球の間に超高压がかかっているということである。

二つの金属があると、その間の電圧が一ミリあたり三千ボルト程度になると、火花放電をする。すなわち火花が飛んでショートする。

そうすると、左図の回路の二つの放電球が電氣的にはつながった状態になるので、これは超高压の電気エネルギーが蓄えられたコンデンサとコイルとが接続されたことになり、基本的には図3・4左や図3・5aと同様な、電気振動が生じる回路となる。

この回路はインダクシオンコイルの一次側の回路と同様な形だが、ただLやCの値がずっと小さく、したがって発生する電気振動の周波数はずっと大きくなり、無線電波の周波数となる。

この火花放電は、一次側で発生した図3・12の波形のいくつかの山や谷ごとに起こるから、接点開閉の一回に、多数回の無線電波の発生が見られることになる。

後に図で説明するが、図3・12の波の山や谷の一つが、これを桁外れに細かくした波形に変わるので

ある。

電波の放射にはアンテナが必要だが、ヘルツのこの装置では、インダクシオンコイルの二次側につながった金属板が、無線電波の発信機になってると同時にアンテナにもなっていて、そこから電波が放射されたのである。

アンテナと無線電波発振器とが分離されていないこのようなメカニズムは、マルコーニや木村駿吉の初期の無電機でも同様であり、回路の工夫によって次第に改善はされたが、アンテナが発振器と完全に分離されたのは、大正時代になって真空管増幅器が実用されるようになってからのことであつた。

▽ヘルツの装置の解説3

(金属線の輪を用いた受信装置)

ヘルツが用いた電波の受信装置はとても簡単なもので、図3・10の上部に描いたような、金属の線を一周

させた端部に金属球をつけたものであった。

電波がこれに当たると、金属球の間に電圧が発生し、間隙を小さくしておけば火花が飛ぶので、目視によって電波の検出が可能なのである。

この方法は実用性には乏しいが、ごく簡単な回路なので基礎実験には向いている。

ヘルツはこの簡単な回路の大きさをや向きや位置をいろいろと変化させて、電波の性質を調べたらしい。

以上がヘルツの電波の実験的検出の概要であるが、ヘルツが実験を公表するのとはほぼ同時に、何人かの学者が無線の研究に乗り出している。

明治二十一年にはイギリスのオリバー・ロτζジが電波の実験的研究を開始したし、明治二十二年には英領インドのメルヒウシュが無線電信の実験を成功させたと言われている。

このあとの研究開発競争は、検出装置であるコヒーラの実用化と関係が深いので、コヒーラの技術史の解説に移る。

◎電波を検出するコヒーラの発明

コヒーラとは、金属粉をガラス管につめたもので、普段はかなりの電気抵抗を持っているが、これに電波信号が入ると抵抗が減少し、外から叩くと元に戻って抵抗が増大する——という現象を利用する装置である。この発明者についてはいろいろな意見が有るので、編年的に記してみる。

◇明治十二年（一八七九年／十三歳）

前述したように、D・E・ヒューズ教授がこの年、放電の近くで金属粉が集まる現象を観察した。

◇明治二十三年（一八九〇年／二十四歳）

パリのカトリック大学物理学教授のエドワール・ブランリーが、鉄粉を詰めた長さ数センチのガラス管の近くで電気火花を飛ばすと、鉄粉の電気抵抗が激減する現象を発見した。

これはコヒーラの始まりだったが、ブランリー自身は無線通信への応用は考えなかったらしい。

◇明治二十五年（一八九二年／二十六歳）

イギリスのオリヴァー・ロτζジが、ブランリーの素子を無線電波の受信に応用して成功した。

なおこの年の木村駿吉は、内村鑑三の不敬事件のありを受けて一高を非職になり、いくつかの学校で教えながら渡米を計画していた。

◇明治二十七年（一八九四年／二十八歳）

この年の一月、ヘルツは三十七歳という若さで没した。

そのヘルツを讃えるロτζジ教授による講演会が、イギリス王立協会で開催され、その席上でロτζジはブランリー式のコヒーラを用いた無電装置を実演した。この装置には、コヒーラを叩いて抵抗を元に戻すためのデコヒーラもつけられていたとされる。

この種の実験によって、受信機としてコヒーラを用いると、ヘルツの実験よりはるかに遠方まで通信できることが実証されるようになり、電波を用いた無線通信の実用性が認識されるようになった。

当時の実力は数十メートルだったらしい。

前年渡米した木村駿吉は、この年に留学先をハーバート大からエール大に変更した。

◇明治二十八年（一八九五年／二十九歳）

ロシアのポポフが、ロτζジと同じような装置を作つて無電に成功したと発表したが、空電を検出したただけだという批判もあり、確かだという証明は無い。

またこの年、放射線や原子核の発見で知られるノーベル賞受賞のラザフォードがカレッジの卒業研究に無線受信機をテーマにしたらしい（山崎昶教授）。

この頃の木村駿吉は活発な学術活動を展開し、この翌年、エール大で博士学位を取得した。

▽コヒーラの構造と原理

ここで、コヒーラの図や写真をいくつか示しておく。

図3・13は、鳥潟右一の『無線電信電話』に掲載されている外観で、aがブランリー、bがロτζジ、cがマルコーニの製造である。

図3・14は日本で明治〜大正時代に使われたコヒーラの写真で、伊藤庸二『日本無線電信史』による。

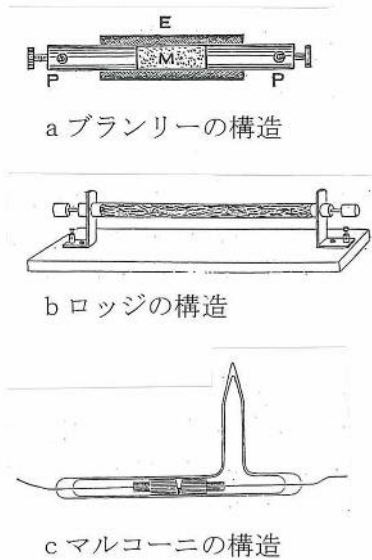


図3・13 コヒーラの歴史と形状

図3・15は、日本で最初に無電機を製造した松代松之助が自作したと伝えられるコヒーラで、日本放送博物館蔵の写真である。

さらに図3・16は、最近になって日本アマチュア無線連盟が製造したコヒーラの入った受信機で、テレビの前にかざすだけで機能する。

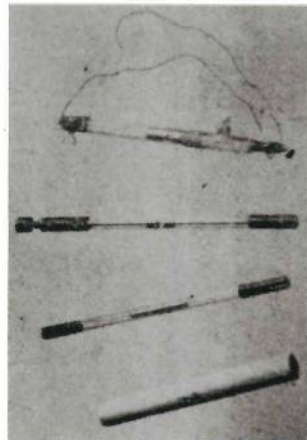


図3・14 コヒーラ各種



図3・15 松代松之助製作のコヒーラ

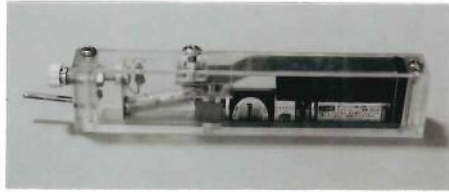


図 3・16 アマチュア無線連盟
によるコヒーラ検電機
(浅野彬氏組立)

コヒーラはこれらのように、長さ数センチから十センチくらいのほぼ真空の管の中に金属粉を封入し両端に導線を出したものである。

これに電池をつないで電波信号を加えると金属粉の電気抵抗が激減して、つながれた電池によって電流が流れるようになる現象が見られるのだが、その物理的な説明は、長く不明なままであった。

明治期から大正期までの多くの無電解説書には、理由の説明は省かれているか、または「不明」とされている。これについて、筆者にとつて分かりやすい説明は、長田好弘氏によるもので、氏は概略次のように説いている。

- ①コヒーラ管中には気体が残留しているので、到来電磁波によつてイオンができ、金属粉を帯電させる。
- ②帯電した金属粉は電池の作用で移動し密パックとなり酸化被膜が敗れて電気抵抗が減り電流が流れる。
- ③電流が流れるとそれまでの帯電の過程状態は解消し新たに形成された電流路だけが残る。
- ④そこに機械的打撃が与えられると、形成された電流路は壊れて元の状態に戻る。

おそらく、この説明と同じではないにしても、これに似た現象が管中で起こっているのであろう。

さて、ロジヤやポポフが実験的な装置を試作していたこの明治二十八年から、いよいよマルコーニが無線

の実用化に向けて動き出した。

次の第四章では、マルコーニの活動を追うとともに、
いちはやく日本における実験に取り組んだ天才技師・
松代松之助の活躍を見ることにしよう。

