

第四章

マルコーニの成功と松代松之助の登場

——明治二十八年～明治三十年——

四・一

イタリヤに生まれイギリスで 成功したマルコーニ

◎マルコーニの生い立ち

◇明治七年（一八七四年）

木村駿吉が八歳になるこの年の四月、無線電信の父と言われるマルコーニは、イタリヤのボローニヤで生まれた。二人兄弟の次男だった。

ボローニヤは長靴の付け根のあたりの、古い歴史のある産業都市である。

父親は実業家・地主で、母親はウイスキー醸造家の娘で経済的に恵まれたアイルランド人だったらしい。

音楽の勉強でボローニヤに来た時に夫と知り合つたとされる。

この両親の次男として生まれたマルコーニは、少年時代から技術的才能を発揮していたらしいし、また事業家的な才能も両親から受け継いだようである。

学校へはあまり行かず、家庭教師について勉強し、また母親が英語を教えた。

◇明治二十七年（一八九四年）

この年の一月、電波を発見したヘルツが没したが、第三章に記したように、ヘルツの偉業を讃える講演会が六月にイギリス王立協会でなされ、その席上イギリスのロッジがヘルツの装置より感度の鋭いコヒーラを用いた無電回路を実演した。

ロッジは八月にも実験して六〇メートルの無電通信に成功したとされる。

さて、イギリスのロンドンでは「エレクトリシアン」という電気雑誌が発行されており、それにこの講演会の様子が掲載されたらしい。

当時マルコーニは二十歳だったが、夏期の避暑中にこの雑誌を読んで、強く興味をひかれ、ただちに自分

でも試作実験を開始したと言われている。

ボローニャ大学は歴史の古さで知られているが、この物理学者のリーギがたまたまマルコーニ家の隣に住んでおり、無線に興味を持って装置を試作していた。

リーギの装置は放電球をワセリンに浸し、電鍵によってモールス符号が打てるようになっていたらしい。

◎イタリアでのマルコーニの実験

◇明治二十八年（一八九五年）

マルコーニは機敏で実行力があり、「エレクトロシアン」の記事やリーギの試作の良い点を取り入れ、さらに様々な工夫を加えて、実用を目指した無電機機試作に邁進した。

そしてこの年には、一キロを超える無電通信に成功したと言われる。二・四キロに達したとか、四キロに達したといった記事が見られるが、到達距離の定義がはっきりしないので明確なことは言えない。

ただ、マルコーニが実用に自信を持ったことは確かである。

・資金的には父親が理解して援助したらしい。また兄も手伝ったといわれる。

この時代のマルコーニの装置は、それまでのヘルツやブランリーやロッジやリーギの実験の報告から実用的だと考えられる装置を集めてつなぎ合わせ、それにアンテナについての独自の工夫を加えたものだったようである。

アンテナについては後に詳しく記すが、ヘルツのダイポール式に対してアース（接地）を利用したモノポール式だった。

実用目的の装置の中には、モールス符号を打てる電鍵や、受信結果の自動記録器なども有った。

アンテナ以外の送信機の全体像はヘルツに酷似しているが、電鍵の採用はリーギにヒントを得たものらしい。また放電球を油に浸すのも、リーギの工夫だったようである。

受信機はブランリーのコヒーラを実用したロッジを模範にしている。コヒーラの金属粉はニッケル九六パ

ーセント、銀四パーセントだったとされる。

自動記録器は有線電信のもので、送信に電鍵を使用する以上、当然のことである。

パラボラ式のアンテナも試みたが、これも先に言及した人がいたらしい。

こうして見ると、イタリア時代のマルコーニの実験用無電機の構成において圧倒的に新規性が認められるのは、アンテナである。

しかし、技術というものは、新規性だけが取り柄で

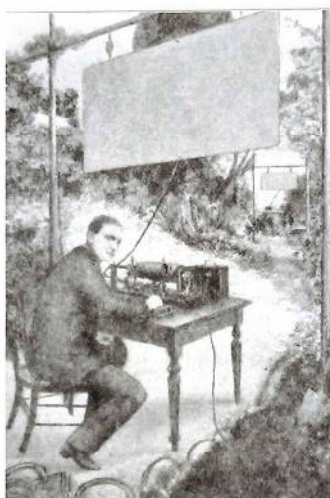


図4・1 イタリアで実験するマルコーニ

はない。何が実用的かを鋭い嗅覚で判別して、取り入れてまとめ上げるのもまた、新技術である。

マルコーニは技術者の資質と事業家的資質とを持ち合わせた希有な発明家であったと言えよう。

さて、わずか一年か二年の実験だったが、イタリアでは理解者が少ないと見たマルコーニは、イギリスに渡って活動する決意をした。

母親の意見も有ったであろう。



図4・2 コヒーラを
活用した
ブラー

図4・1はイタリア時代のマルコーニの実験光景で、大きな板が空中の比較的低い場所に吊り下げられてい

る。ヘルツ式のアンテナの片側だけを大きくしてぶら下げているのだ。

図4・2は、受信機の感度をヘルツ式よりはるかに良くしたコヒーラの生みの親とされるブランリーである。

四・二

イギリスに渡った
マルコーニの名声高まる

◎素早く特許を出願したマルコーニ

◇明治二十九年六月（一八九六年）

マルコーニが自分の無電装置を宣伝するためにイギリスに渡ったのは、明治二十九年（一八九六年）のことで、たぶん五月ごろだったであろう。

二十二歳になったばかりだった。

母親と一緒にだったと言われる。

ヘルツやロツジの実験を知ったのが明治二十七年の夏だから、大変な早業である。

イギリスでの実験光景を図4・3に示す。



図4・3 イギリスに渡って
売り出したマルコーニ

マルコーニは、おそらくイタリアにいた時にすでに
出願準備をしていたであろう特許を、この年の六月二
日付でイギリス特許局に出願した。

（その直前にイタリアでも出願したらしい）

この出願特許は、翌明治三十年の七月二日に登録さ
れ、



Date of Application, 2nd June, 1895
 Complete Specification Left, 2nd Mar., 1897—Accepted, 22nd July, 1897

PROVISIONAL SPECIFICATION.

Improvements in Transmitting Electrical Impulses and Signals, and in Apparatus therefor.

I, GUZMAMO MARCOON, of 71 Hereford Road, Baywater, in the County of Middlesex, do hereby declare the nature of this invention to be as follows:—

Ascertaining in this invention electrical actions or manifestations are transmitted through the air, earth or water by means of electric oscillations of high frequency. At the transmitting station I employ a Ruhmkorff coil having in its primary circuit a Morse key, or other appliance for starting or interrupting the current, and its pole appliances (such as insulated balls separated by small air spaces or high vacuum spaces, or compressed air or gas or ionizing liquids kept in place by a suitable insulating material, or tubes separated by similar spaces, and carrying sliding discs) for producing the desired oscillations.

I find that a Ruhmkorff coil, or other similar apparatus, which switch better if one of its vibrating contacts or breaks, on the primary circuit, is caused to vibrate which causes the secondary discharge to be more powerful and more regular, and keeps the platinum contacts of the vibrator cleaner and preserves them in good working order for an incomparably longer time than if they were not so vibrated. I cause them to vibrate by means of a small electric motor actuated by the current which works the coil, or by another current, or in some cases I employ a mechanical (non electrical) motor.

The coil may however be replaced by any other source of high tension electricity. At the receiving instrument there is a local battery circuit containing an ordinary receiving telegraphic or signaling instrument, or other apparatus which may be necessary to work from a distance and an appliance for closing the circuit, the latter being actuated by the oscillations from the transmitting instrument.

The appliance I employ consists of a tube containing conductive powder, or grains, or conductors in imperfect contact each end of the column of powder or the terminals of the imperfect contact or conductor being connected to a metallic plate, preferably of suitable length so as to cause the system to resonate electrically in unison with the electrical oscillations transmitted to it. In some cases I give these plates or conductors the shape of an ordinary Hertz resonator consisting of two semi-circular conductors, but with the difference that at the space gap I place one of my sensitive tubes, whilst the other ends of the conductors are connected to small condensers.

I have found that the best rules for making the sensitive tubes are as follows:—

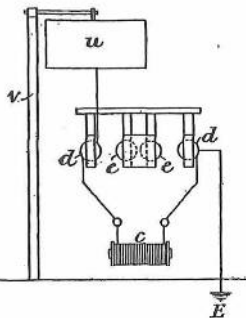
1st. The column of powder ought not to be long; the effects being better in sensitiveness, and regularly with tubes containing columns of powder or grains not exceeding two thirds of an inch in length.

2nd. The tube containing the powder ought to be sealed.

3rd. Each wire which passes through the tube, in order to establish electrical communication, ought to terminate with pieces of metal or small loops of a comparatively large surface, or preferably with pieces of thicker wire, of a diameter equal to the internal diameter of the tube so as to oblige the powder or grains to be kept in between.

[Price 8d.]

FIG. 10.



Marcou's Improvements in Transmitting Electrical Impulses, Signals, &c.

4th. It is necessary to employ a local battery of higher E.M.F. than that with which an ordinary prepared tube will work, the column of powder in the longer and divided into several sections by metallic divisions, the amount of powder or grains in each section being practically in the same containing a single section. When the oscillations are sent from the transmitting instrument the powder or imperfect contact does not conduct the current, and the local battery circuit is broken, but when the powder or imperfect contact is influenced by the electrical oscillations it conducts and closes the circuit.

I find however that once started the powder or contact continues to conduct even when the oscillations at the transmitting station have ceased, but if it be slackened or lagged the circuit is broken.

I do this tapping automatically employing the current which the sensitive tube or contact had allowed to begin to flow under the influence of the electric oscillations from the transmitting instrument to work a trembler (similar to that of an electric bell) which lifts the tube or imperfect contact, and it stops the current and consequently its own movement which had been generated by the said current which by this means instantaneously and almost instantaneously interrupts itself until another oscillation from the transmitting instrument repeats the process. Whilst for certain purposes I prefer working the trembler and the instruments on the same circuit which contains the sensitive tube or contact for other purposes I prefer working the trembler and the instruments on another circuit which is made to work in accordance with the first by means of a relay. It is by means of actions from the current which the sensitive tube or contact allows to pass when the oscillations influence it that I prefer actuating the apparatus that had to interrupt automatically the same current.

In order to prevent the action of the self-induction of the local circuit on the sensitive tube or contact, and also to destroy the disturbing effect of the small spark which occurs at the breaking of the circuit inside the tube or imperfect contact and also at the vibrating contact of the trembler or at the movable contact of the relay I put in derivation across these parts when the circuit is periodically broken a condenser or surplus capacity, or a coil of suitable resistance and self-induction to take the self-induction may neutralize the self-induction of the said circuit, or preferably I employ in derivation on different parts of the circuit conductors or so called semi-conductors of high resistance and small self-induction such as best of sheeted or preferably tubes containing water or other suitable liquid, in electrical communication with those conductors of the local circuit which are liable in cases of self-induction to assume such differences of potential as to touch such points or such as would influence the sensitive tube or contact so as to prevent its working with regularity.

In some cases however I find it suitable to employ an independent trembler moved by the current from another battery. This trembler is provided from generating spring or vibrating current by means of the appliance which I have described. This trembler is best going all the time during which one expects oscillations to be transmitted and is already described the powder or imperfect contact closes the circuit of a local battery, in which are included the instruments which one desires to work, for the time during which the electrical oscillations are transmitted, breaking the circuit in case of the mechanical vibrations as soon as the oscillations from the transmitting station cease. When transmitting through the air, and it is desired that the signal or electrical action should only be sent in one direction, or when it is necessary to transmit electrical effects to the greatest possible distance without wires I place the sensitive tube at the form or focal line of a reflector directed to the receiving station and I place the tube or imperfect contact at the receiving instrument in a similar reflector directed towards the transmitting instrument.

When transmitting through the earth or water I connect one end of the tube or contact to earth and the other ends to conductors or plates, preferably similar to each other, if the air had insulated from earth.

I find it also better to connect the tube or imperfect contact to the local circuit by

FIG. 11.

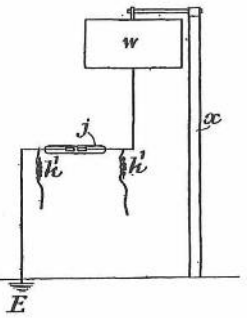


図 4・4 マルコーニの最初のイギリス特許 (1896年6月2日出願/GB189612039)

——という番号がつけられた。

当時のイギリス特許番号は、その年の番号と出願された年とによって構成されており、西暦数字が無いと特定はできない。

(マルコーニの多数のイギリス特許は、付録13にリストしてある)

特許の内容は、イタリアでの実験の全てを包含したもので、多くの図面(一四種類)と長文(一二頁)の説明から成っている。

これが、マルコーニの名を有名にした、イギリスにおける最初の——実質上世界初の実用的な——無線電信機の特許である。

その一部を図4・4に示した。

図面の多くは略すが、とくに重要と考えられる、アンテナを含んだ基本構成を示す FIG. 10, 11 を掲示した。

左は送信機で、トランスにつながる四個の放電球が見える。その中の二個はリーギ式らしく油に浸されている。他端は接地されている。

右は受信機で、アンテナにコヒーラがつながり、他端が接地されている。

この構成の特許としての重要性は、図4・6の説明個所に記す。

◇明治二十九年七月(一八九六年)

マルコーニはイギリスに渡った直後にロンドンの公園で実験し、七月にイギリス郵政省の電気専門の技師長プリースに紹介された。

そして役員や軍人の前で実験してみた。実験は三回なされ、最初は百メートル以下だったが、三回目はソールズベリー平野でなされ、ほぼ三キロを記録したと言われる。これらの実験での大きな収穫は、ビルや壁の向こうにまで通信できたということだった。

平野の実験では銅製のパラボラ式アンテナを用いたらしい。

プリースは前述のとおり電波を用いない誘導式の無電の大規模な実験をしていたが、このマルコーニのデモンストレーションを見て、ヘルツ式の無電に大きな将来性の有ることを認め、マルコーニの活動を支援するようになった。

なおこのころ三十歳になった木村駿吉は、アメリカで博士学位を取得して日本に戻ってきた。

◇明治三十年三月〜七月（一八九七年）

イギリスに渡った翌年の三月から七月にかけて、マルコーニは精力的に実験をおこなって宣伝にもつとめた。

実験はイギリスのほかイタリアでもおこない、大きな気球を板の代わりにして揚げたり、凧を使ってアンテナを高くしたりした。

その結果、到達距離は一〇キロ以上となった。

◇明治三十年七月（一八九七年）

この月の二日に、出願していた特許が登録になった。

事業家としての資質を持つ野心家のマルコーニは、一〇万ポンドの資金でロンドンに「無線電信及び信号会社」——後の「マルコーニ無線電信会社」——を設立し、得られた特許をこの会社を買収する形式にした。

資金については、母親の実家が援助したとされる。プリースのいる郵政省は次第に競争相手になつたらしく、この段階で関係を絶つたらしい。

そのかわり後にはロンドン大学の電気学科主任のフレミングを顧問にした。フレミングの右手則や左手則や真空管の発明で知られる著名な学者である。

◇明治三十年九月（一八九七年）

マルコーニがイギリスで最初に出した特許の内容は、公報によっても見ることができたが、有名になったのは前述の雑誌「エレクトロシアン」に出たためである。

特許が審査を通つて登録された直後、「エレクトロシアン」九月十七日号に、特許と全く同じ図面を使った分かりやすい解説が掲載されたのである。おそらくはマルコーニ自身が掲載に尽力したのであろう。

この雑誌は週刊で、日本にも届いていて、通信技術に関係の深い人達は閲覧していた。

閲覧者の中には、無電機開発者の木村駿吉や松代松之助もいたことは確かで、本人が「エレクトロシアン」で勉強したと後に語っている。

なお松代の技術発表を見ると、雑誌記事だけではなく特許そのものも見た可能性がある。

当時のイギリス特許公報は日本の特許局にも届いていた筈である。

◇明治三十年十一月（一八九七年）

会社を設立したマルコーニは、事業の最初として、有線では絶対に不可能な陸地と船の間の通信を考え、ワイト島の海岸ニードルスに三六メートルのアンテナ柱を建て、一隻の船に一八メートルのアンテナ用マストを作って、移動する船との間の無電実験を始めた。同じころソールズベリー平原の実験では二〇キロで成功し、会社の総会で「近く三二キロで成功するだろう」と演説した。

これらのマルコーニの活躍に刺激された人達が、同じような実用化試験を始めた。

ドイツの大学教授スラビー博士は、マルコーニの実験を見学して刺激を受けて無電機を発表した。これは有名なアルコ技師のいるA E Gが製品化して、スラビー・アルコ式と呼ばれた。アルコはのち長くテレフンケンの技術部長をとめた人物である。したがってスラビーはテレフンケン式無電機の開発者でもある。

日本海海戦時にロシア艦隊が積載した無電機は、この流れを汲むテレフンケン方式であった。

イギリスの実用無電の先駆者の一人であるロッジは、無電回路の誘導結合や送受で同一波長に調整する同調方式の有用性を認識し、同調回路についての特許を出願したが、これは後にマルコーニとの間で係争となった。

◎ヘルツとマルコーニの違い

ここで、電波そのものを発見したヘルツの装置と、実用を目指したマルコーニの装置の最大の相違点を説明しておこう。

図4・5をご覧いただきたい。

この時代の無電機は、無線周波数の発振回路とアンテナとが分離できない構造になっているが、その発振器兼アンテナの構造は、ヘルツの場合、図の右端のようであった。

放電球に対称的に板がつけられて、これと結線が発

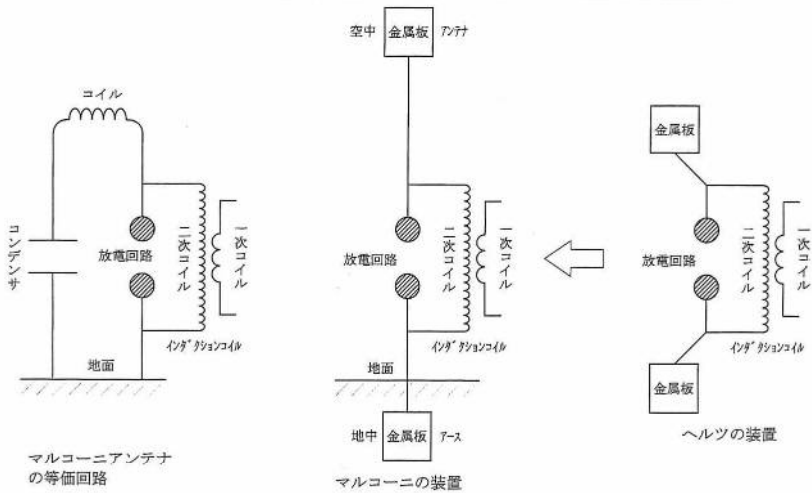


図 4・5 ヘルツ式からマルコーニ式へ送信機(アンテナ)の変化と等価回路

振周波数を決めると同時にアンテナにもなっていた。ダイポール型とも言われる。

マルコーニは様々な実験を繰り返した結果、この二つの板の片側を無くしてそのかわり接地(アース)し、残った片側を柱を使って高い場所まで掲げるようにすると、通信距離が大幅に伸びることを見出した。

理論的には、接地によって、空中に伸ばした片側と同じものが下の方にも有ると考えてよく、実際には片側だけなのに両方に有ると同じ効果が上がるのである。これが接地のメリットである。

また、高く掲げるほどアンテナ効率が良いのは、大正以後に発達したアンテナ理論によって、証明されたことである。

図 4・5 の中央が、ヘルツ式からマルコーニ式への改良図である。

この改良の効果は絶大であり、これによって、電波は無線電信として実用できるようになったのである。

また電波の発振という観点からは、このアンテナを含む電気回路は、左端のように表現することができる。

マルコーニはさらに多くの実験を重ねて、アンテナの高さを高くすれば、板は小さくても、また全く無くしても、遠方まで電波が届くことを明らかにした。

これは現在では当然のことと考えられているが、最初にそれを実行したマルコーニは確かに先駆者である。

特許の構成上は、板が無くとも、図4・4に示した

FIG. 10. 11 の二つの図の範囲に入る。

したがって、一方端を接地して空中に高く導線を揚げ、後には当然となった——線条アンテナは、みなマルコーニの特許に含まれてしまうのである。

空中に垂直に導線を伸ばすアンテナを明治の日本では「垂直線」と呼んでいたが、このもつとも単純で基本的に効果の大きな「垂直線」がマルコーニの特許に含まれることは、日本の研究者にとっても大きなショックだったであろう。

図4・6は、このアンテナを含む、マルコーニ式無線電信機の基本構成である。

個々の部品については、第六章において詳細に説明するが、右の送信機には電源とインダクションコイル

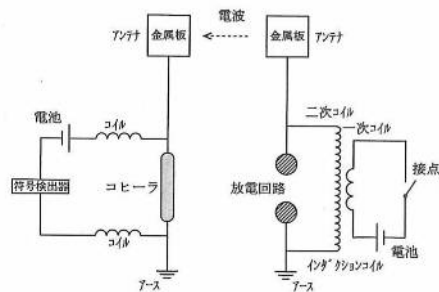


図4・6 マルコーニ式の送受信機基本回路

と放電球があり、アンテナとアースが有る。インダクションコイルの右側で振動を起こし、それを高圧にして左側に送って放電させて無線電波を発振させるのである。

左の受信機にはアンテナとアースの間にコヒーラがあり、そこに電池と電流符号の検知器が繋がっている。電波が来るとコヒーラの抵抗が減って直流電流が流れるので、電波信号の検出ができるのである。

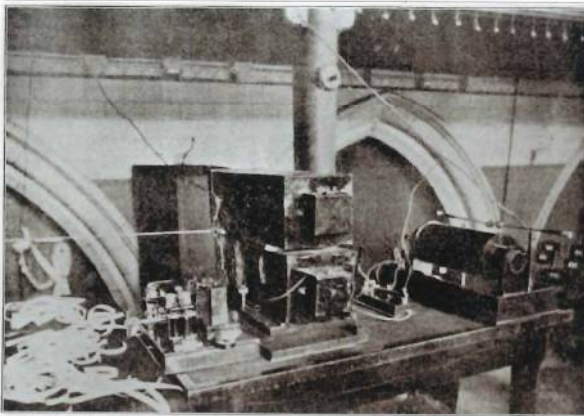


図4・8 マルコーニの実験送受信機の例
(英国サウスフォアランド実験室)



図4・7 初期にマルコーニを助けたプリース

図4・7に、このような無電機を携えてイギリスに渡ったマルコーニを初期の段階で助けたプリースの肖像を示した。

また、マルコーニの実験装置の写真の例を図4・8に示した。

◎明治三十一年から三十三年にかけてのマルコーニ

以下は箇条書きに近い形で略述しておく。

◇明治三十一年一月(一八九八年)

会社を設立したマルコーニは、会社としての無電所の建設を始めた。

ワイト島と船との実験では、予言どおり三〇キロの無電に成功した。

◇明治三十一年七月(一八九八年)

アイルランドのヨットレースの結果を無電で新聞社

に送り、即日報道された。電文の数は七〇〇通に及んだ。これは世界初の無電の商業利用だった。

ワイト島の王室離宮と皇太子のヨットとの間で無電ができるように設備し、一六日間に一五〇通の無電を打った。アンテナは陸上が三〇メートル、船が二五メートルだった。

アンテナを高くすればするほど良好な通信ができることに気付き、少しでも高くしようと努力していたことが分かる。

◇明治三十一年十二月（一八九八年）

この月の二十四日から、燈台と燈台船の間二〇キロの無電を開始した。

この年、ブラウン管で知られるドイツのブラウンが、トランスを用いた誘導結合や送受で周波数を同じにする同調の重要性に気付き、ブラウン式の無電機を開発し、ジーメンスで製造を始めた。

◇明治三十二年一月（一八九九年）

燈台船が悪天候で破損した事故が、積み重ねていた無電機で海岸局に通報され、救助された。これは史上初

の無電による海難救助とされている。

◇明治三十二年三月（一八九九年）

この月の初め、汽船の衝突によって燈台船が沈没しかけたとき、無電で燈台に知らせたため、救助された。

この月末、イギリスの燈台とフランスの間での無電が開始された。

海陸間の無電の有用性が、次第に明らかになっていった。

◇明治三十二年七月（一八九九年）

イギリスの軍艦三隻が演習時にマルコーニの無電機を積み、マルコーニも同乗して実験し、一〇〇キロ近い通信に成功した。

マルコーニのアイデアとされる受信機内トランスは、このころから試用されたらしい。

また陸上に高さ六〇メートルのアンテナを建てて、五〇キロの通信に成功した。

◇明治三十二年九月十月（一八九九年）

海上で一〇〇キロ以上の無電に成功した。

英国学術協会年会において、旗柱を四五メートルにまで延長してアンテナを建てたところ、フランスのウイムローとの無電ができ、祝辞を交換した。

マルコーニを理論面で助けていたフレミング教授は、ウイムローからの無電が一三六キロ離れた場所まで届いたと発表した。

またこの月マルコーニは、アメリカに渡り、アメリカ海軍の要請で軍艦二隻に無電機を積んで約六〇キロで実験した。また設置した無電局を使って国際ヨットレースの結果を送った。これは受信後無線で多くの新聞社に送られ、無電報道の有用性を証明した。

これらのデモンストレーションを、アメリカ滞在中の秋山眞之が見学し、無電の有用性を認識したことが知られている。

◇明治三十二年十一月（一八九九年）

アメリカからの帰路の汽船の中でマルコーニは無電で南アフリカの戦況を知り、臨時に船内新聞を作って乗組員に配った。

この年の後半、英仏海峡横断の無電に成功したが、これはフランス政府の要望だったらしい。双方に四五

メートルの高いアンテナを建てた。また受信機にトランスを使用したらしい。

さらにこの年「米國マルコーニ無線電信会社」を設立し、さらにいくつかの企業を立ち上げた。

このころアメリカの研究者も奮起し、フェッセンデンがこの月に独自の無電方式を発表した。

◇明治三十三年三月（一九〇〇年）

ドイツでもマルコーニの無電機を採用する船や燈台が出てきた。

◇明治三十三年四月（一九〇〇年）

この月、「マルコーニ国際海上通信会社」が設立された。実業家としてのマルコーニの才能が存分に発揮されるようになった。

この月の二十六日にマルコーニは、同調法の特許をイギリス特許局に出願した。

コイルとコンデンサを用いて一定の周波数を出し、その周波数のみを受信する回路で、要するにラジオの周波数を放送局に合わせるのと同じことであるが、電気回路理論の未発達だった当時としては新しい発明だ

と考えられた。

日本ではシントニーなども言われていた。

それは翌年の四月十三日に登録され、番号は、

〔No7, 777—A. D. 1900〕

——とされた。

しかし三年ほど前に、競争相手になっていたロツジが同調の基本特許を出していたことが分かり、係争になった。

マルコーニは苦しんだが、どうにもならず、結局はロツジに相当な金額を払って彼の特許を使用する権利を得て解決した。

これは当時としては有名な特許係争であった。

◇明治三十三年十一月（一九〇〇年）

ドーバー海峡の連絡船の無電を開始した。

またこの年、イギリス海軍は三六隻の軍艦にマルコーニの無電機を装備した。

マルコーニの仕事は佳境に入り、この年のマルコーニは、各施設の充実や大西洋横断無電の準備に追われていた。

◎マルコーニのアンテナ施設と

同調回路の特許

明治時代のマルコーニが他の研究者を引き離れた最大の理由は、アンテナの性能についての知見と特許を保持していたことであるが、多数の施設を建設する過程で、アンテナ構造によって電波の到達距離が大きく異なることがますます明白になってきた。

そこでマルコーニは、多くの種類のアンテナ施設を建造して、その性能を試し、実用化を図った。

以下に、いくつかのアンテナ施設の図面を示す。いずれも近代的なアンテナ理論が確立する前の設計である。

図4・9は、巨大な四本の塔を利用して、ピラミッドを逆にしたような形に無数の電線を張ったアンテナである。アンテナの線条は多ければ多いほど多くの電波が出ると考えられた時代の産物で、当時としては無

電を宣伝する格好の建造物であった。

図4・10は、海岸に高い柱を建ててアンテナを張るもので、もつとも基本的な形状だが、柱が倒れないようにするための支線が、電波の邪魔になってであろうと想像できる。なおこの図は木村駿吉が描いたらしい。駿吉は兄の浩吉とともに、絵の腕は専門家並だったらしい。

図4・11は、大形の鉄塔の間に四条線を張ったもの

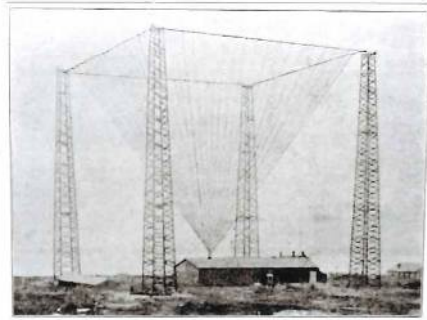


図4・9 加・ケープブルトンの大形アンテナ

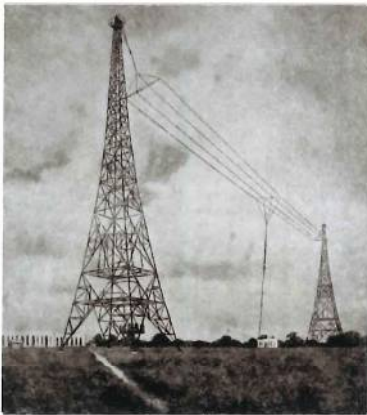


図4・11 英ブルツクマンスパークの大形アンテナ
(四条線が見える)

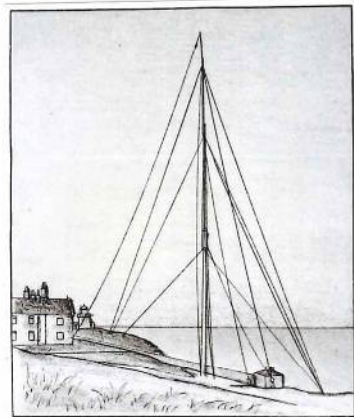


図4・10 英サウスフォアランドの大形アンテナ図
(木村駿吉・画)

で、四本の電線を束にする方法は、木村駿吉の意見によって日露戦役時の日本海軍も採用した。

図4・12は、イギリス・カナダ間の大西洋横断無電の初期実験において試みられた、凧を利用したアンテナである。

高い塔を建てるのは費用が大変なので、凧や気球を利用してしようとするのは当然のアイデアであるが、不安定なので実用は困難だったらしい。
凧の利用は軍艦でもなされ、日本でもなされていた。



図4・12 凧による英・カナダ間大西洋横断無電実験 (明治34年だが結果に異論)

N° 7777 A.D. 1900

Date of Application, 28th Apr., 1900
Complete Specification Issued, 28th Feb., 1901—Accepted, 19th Apr., 1901.

PROVISIONAL SPECIFICATION.

"Improvements in Apparatus for Wireless Telegraphy."
We, GUGLIEMMO MARCONI, Electrician, and MESSERS THE MARCONI TRANSMISSION COMPANY, Limited, both of 28 Mark Lane, in the City of London, do hereby declare the nature of the invention to be as follows:—

- The object of this invention is not only to increase the efficiency of the apparatus hitherto employed, but also to so control the action as to cause intelligible communication to be established with one or more stations only out of a group of several receiving stations.
- In the Specification of a former Patent, No. 12509 of 1895, a transmitter is described which consists of an induction coil, one terminal of the secondary circuit being connected to a metal sphere connected to earth and the other to a similar sphere connected to an insulated conductor which generally takes the form of a mast or has vertical wires which may or may not terminate or have attached to it a metal body of extended surface, giving it increased electrical capacity.
- According to the present invention, the vertical wire is connected to earth through the secondary winding of a transformer of a kind suitable for the transmission of very rapidly alternating electrical currents and the primary of this transformer is connected to the sphere at terminals of the sparking appliance. A condenser of suitable capacity is introduced in series with the primary of each coil of the primary may be connected to one of the plates of two condensers of suitable capacity, the other plates of which are connected to the sparking appliance.
- This device enables much more energy to be inducted in the radiator than hitherto, the approximately closed circuit of the primary being a good conductor and the open circuit of the secondary a good radiator of wave energy.
- The arrangement works as follows:—
- On pressing the key and actuating the induction coil (in order to produce a signal) the secondary in circuit with the transformer is charged and subsequently discharges through the spark gap. If the capacity, the inductance, and the resistance of the circuit are of suitable values, the discharge is oscillatory, with the result that alternating currents of high frequency pass through the primary of the transformer, and induce similar oscillations in the secondary these oscillations being communicated to the elevated conductor.
- The result of the elevated conductor should preferably be suitably shaped for this purpose.
- The effect of these oscillations in the elevated conductor is to inductively affect similar distant conductors if the self-induction and capacity of the said conductance is of a suitable value or values.
- At the receiving end a receiver is employed capable of being actuated by electrical oscillations of high frequency such as those described in the Specifications Nos. 12510 of 1895, and 1018 of 1900.
- The transformer which has been used at the transmitting station preferably consists of two windings of a few turns of insulated wire. The length of the wire and dimensions of the transformer may vary between wide limits, but an satisfactory results have been obtained when winding with vertical wires 100 feet long, with coils consisting of 10, 20, 30, and 40 turns of sayge wire 7/8" millimeter in diameter, insulated with gutta serena or other suitable insulating material, each turn being about 4 inches in diameter, the primary and secondary being of the same thickness of wire and approximately of same length.
- [Draw 84.]

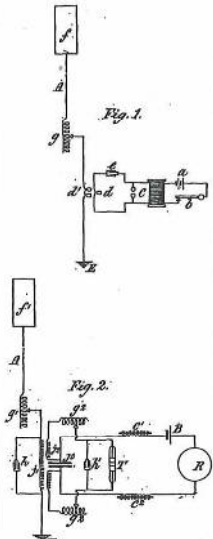


図4・13 マルコーニを助けた学者フレミング

図4・14 トラブルを起こしたマルコーニの同調回路特許

マルコーニは初期においては英郵政省のプリースの支援を受けたが、じきに袂を分かち、理論面においてはフレミングの助けを求めたことは既述したが、図4・13はその肖像である。

図4・14は、前述したようにロッジとの間で係争が起こつた、マルコーニの同調に関する特許である。

今の知識で見ると、電気回路理論の基礎にすぎないのだが、当時はコイルとコンデンサを用いた電気回路の共振とか同調とかいつた概念そのものが（一般には）未知であつたため、特許係争が発生したのである。

空中に電線を伸ばすだけの単純なアンテナが特許になる時代であつた。

四・三

技術の天才 松代松之助の登場

◎松代松之助の略歴

海外の様子を外観したところで、ほぼ同じ時代の日本の先駆者の業績を追ってみよう。

第一に挙げられるのは、日本の電気通信技術の揺籃期において大活躍した、天才的技術者・松代松之助である。

有線電信、海底ケーブル、電話交換など多くの分野で活躍したが、日本で最初に無線通信を成功させたのも、この松代であった。

松代松之助は、木村駿吉誕生の翌年の慶應三年九月二十四日、京都の西本願寺寺侍の子として生まれ、青雲の志を抱いて東京に出て、できたばかりの東京電信学校に入り、第一期生として卒業した。直後の明治二十一年四月に通信省工務局第二課試験係に採用された。

第二課というのは電信や電話の技術を担当する部署で、その下に試験場があった。

当時の工務局長は明治の理工系最高の天才と言われ、英国留学中にケルビン卿を感心させた志田林三郎であり、その下に和文モールス符号を創案した吉田正秀（第一課）や大井才太郎（第二課）がおり、試験係長は電信技術の発明で知られる西方七郎だった。

松代松之助はこの試験場（といってもごくごく小規模な場所）で西方の下で働き始めたのだが、この電気に関する試験場の発端は、電線を電柱に強度と絶縁を保って固定するのに必要な碍子の性能を調べることであり、碍子試験所という名前の記録もある。

このあと、明治二十四年八月に官制改正があり、逓

信省内に「電気試験所」が創設された。

これは戦後の組織整備によって、NTTの研究所、KDDIの研究などいくつもの研究所や検定機関に分かれ、本体は現在「独立行政法人産業技術総合研究所」となっているが、日本の電気や通信や電子技術の数多くの研究所群の共通の先祖である。

電気試験所は志田林三郎の強い意向ででき、初代の所長は志田の後輩にあたる有名な浅野應輔であった。

試験場で働いていた松代松之助は自然にこの電気試験所の所属となったのだが、当時松代の周辺には、人数は少ないものの、後に多くの方面で活躍する人材が揃っていた。

カラクリ儀右衛門こと田中久重の愛弟子川口市太郎もその一人だった。

その中でも松代は、学歴こそ低いものの、卓越した技術開発の能力で、一目置かれる存在であった。

いま振り返ってみると、その能力は、日本で最高の人材を集めた東大の理工系教授たちよりも上だったと言えるだろう。

松代の仕事で有名なのはマルコーニの実用無電成功の直後にこれを成し遂げたことだが、専門はむしろ交換機など無電以外の分野であり、また日露戦役に備える知将兒玉源太郎の構想で、九州と台湾間の海底ケーブルを日本独自に敷設することとなり、その実現に浅野應輔が尽力したとき、それを手伝って海底ケーブル用の電信機を短期間で作り上げたのも松代松之助だったと言われている。

図4・15に、電気試験所初代所長の浅野應輔の肖像を示す。



図4・15 電気試験所長
浅野應輔
(明治39年外遊中)



図4・16 海軍囑託時の
松代松之助
(明治33年2月)

また図4・16に、明治三十二年ごろの松代松之助の肖像を示す。

◎海軍に協力する前の無電機開発

松代松之助は抜群の記憶力を持っており、電気試験所の所史の創成期の記述のほとんどは松代の記憶に頼って書かれたらしい。

だから無電機開発時の思出談も、かなり信用できる

のだが、さすがに昭和に入ると記憶も薄れたとみえて、晩年に書いたエッセイには首をひねる個所もある。

そこでここでは、なるべく古くかつ無電機の初期の事柄を述べた文献(明治三十九年六月の講演記録)、『本邦無線電信の來歴並に實用として無線電信の價值』

電信協會會誌(明治三十九年八月號)

——を中心にし、さらにその直前のいくつかの資料を参考にして、海軍が開発に乗り出すまでの初期の事柄を記すことにする。

すべて松代自身の事柄である。

◇明治三十年以前(一八九七年)

松代松之助はヘルツの電波の発見については、長岡半太郎が講演会で紹介したのを聞いて、知っていた。

松代が無電の研究を始めたのは明治二十九年という資料もあるが、松代自身は明治三十年から、と述べている。

イギリス郵政省のブリースがマルコーニの成果を宣伝し始めたのは明治二十九年十二月ごろとされているので、松代の研究は明治三十年開始が正しいであろう。

◇明治三十年七月（一八九七年）

マルコーニの無電成功のニュースはこの年の一月ごろから世界各国で報道されるようになった。

この年の七月四日に、プリースが英国科学知識普及会で「無線電信——電線を使わないで空間を通して信号を送る方法」と題する講演をして、マルコーニを支援した。

この講演はニュースとして日本にも伝わった。「エレクトリシアン誌」にも出たであろう。

◇明治三十年夏ごろ（一八九七年）

管船局の石橋絢彦が、マルコーニの無線成功の話をプリースが紹介した内容を雑誌で読んだとして、浅野電気試験所長の所に来て、燈台の通信に使えないかと、相談を持ちかけた。

明治初頭に燈台局という役所ができたが、これがやがて通信省の所管となって、組織が何度か変わって「通信省航路標識管理所」となり、明治二十五年八月から翌年十一月まで石橋が所長であり、燈台には詳しくかつた。

この話が起こつたころの石橋は、佐藤秀顕管船局長の下にいたらしい。

燈台は人里離れた場所にあるため、明治時代においては、連絡が大きな課題となっていた。

イギリスにおいても、マルコーニの無電機の初期の活用は、燈台や燈台に連絡する燈台船への設置だった。

松代は、浅野所長から石橋の話が伝えられたので調べてみると、六月にイギリスから届いた五月発行の「エレクトリシアン」のある号に、プリースがマルコーニの実験を紹介する講演をしたことが載っていた。

しかしヘルツ波を使うという曖昧な内容だった。

（たぶん七月四日のプリースの講演も同誌で読んだであろう）

浅野所長の「やってみろ」という命令によって、その年の暑中休暇（正規の仕事は午前中まで）の午後を利用して研究を始めた。

まずはコヒーラを試作した。

小笠原守之吉が助手となり機械工作では中村仙之助が手伝ってくれた。

最初は室内実験だった。

◇明治三十年九月（一八九七年）

前に記したが、この月の十七日付けの「エレクトロシアン」に、マルコーニの最初の英国特許についての解説記事が出た。

この記事は図4・4の特許とまったく同じ図面を掲載して詳しく説明したもので、これによって松代松之助はマルコーニの無電機の実際の構造を知ったのであろう。

この雑誌の記事の写真は図5・23に示してある。

◇明治三十年十一月（一八九七年）

東京湾の月島海岸に送信機を置き、近くの品川沖第五台場に受信機を置いて、試験をしたが、思うような成果は得られなかった。燈火信号の方がよく届くというレベルだったらしい。

この時のアンテナは反射鏡式で、パラボラアンテナの元祖のような形だった。松代が撮影したその写真を図4・17に示しておく。この形状のアンテナは「エレクトロシアン」九月十七日の号に出ていたものである。



図4・17 松代松之助製作の
反射鏡付送信機
(明治30年の実験)

受信用コヒーラは、ニッケルと銀粉を入れた長さ三寸ほどのものだったらしい。

このころから二〇人ほどの部下に交代で仕事を頼んで取り組むようになった。

部下も臨時だったが、松代自身も研究開発の本務は有線技術にあり、無電の研究はあくまでも本務の合間の臨時のものであった。

したがって研究費もほとんど無く、工務課長の大井博士の好意で百円ほどを分けてもらい、半分を船の借

用に残りを消耗品に使った。

機械類はなるべく流用し、無いものは職工の中村仙之助に作ってもらった。

◇明治三十年十一月三十日（一八九七年）

のちに通信技術の学会雑誌となった「電信協會會誌」という電気試験所関係の雑誌のこの号と翌月の号に、松代は無電の解説を掲載した。

これは直前に講演した講演録だった。

ここには松代松之助自身の研究結果は無く、ヘルツからマルコーニまでの電波技術の要領の良い概説である。

「エレクトリシアン」の記事、とくにマルコーニの特許の解説を参考にしたらしいが、文献だけでよくここまで理解したものと感心する内容である。

アンテナを高くする必要性にも触れている。

聴衆の値段の質問に対して、

「送信機が高額で、一千円くらいだろう。主要部分のインダクションコイルは、六インチの外国製で五百円、日本製なら三百円くらいだろう」

——と返答している。

現在の価格に直すには、数千倍から一万倍する必要があるだろう。

◇明治三十年十二月（一八九七年）

月島海岸と、そこから一海里（二キロ弱）ほど先の芝金杉沖に浮かぶ小さな船との間で無電実験をおこなったが、これも曖昧なものだったらしい。

十一月から十二月にかけての実験を報じた記事が「電信協會會誌」十二月号にあり、電文が伝わったと記されているが、場所や距離は書かれておらず、明確な成果は出ていなかったと判断される。

（日本における最初の無線通信を明治三十年末とし、台場を発祥の地とする説があるが、松代松之助自身は否定的である）

◇明治三十一年五月（一八九八年）

このころから、通信省内にアンテナ用の柱を建てて、実験を本格化した。

このアンテナによって、不十分ながらも無電が通じようになり、松代松之助は宣伝を始めた。

◇明治三十一年七月（一八九八年）

電気学会で無電についての講演をし、その会場に送信機と受信機を持ち込んで実演してみせた。

その講演内容は「電気学会雑誌」の七月号と八月号に掲載された。

実演に使われた送受信機の写真を、図4・18と19に示した。

アンテナはヘルツ式であり、交流発生もヘルツと同

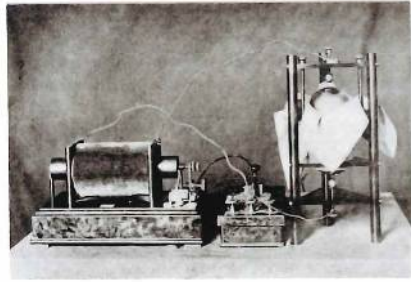


図4・18 松代松之助製作送信機
(明治30年実験/
31年7月電気学会で実演)

様に金属接点を用いていた。放電回路はマルコーニ式でワセリン油を使っていた。受信機には継電器を介して印字機をつないでいた。

前年、明治三十年末の実験についての質問に対しては、

「遠くに届いたような気がした」

——と答えるにとどめている。

この講演会場での実演に用いた装置の写真は、明治

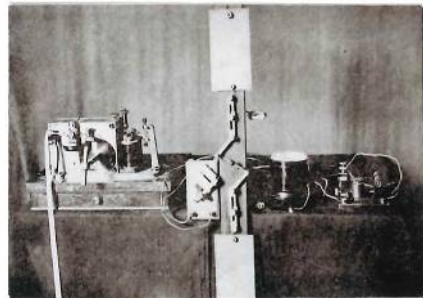


図4・19 松代松之助製作受信機
(明治31年7月電気学会で実演)

三十八年に刊行された松代の著書『現時ノ無線電信』に掲載されている。

◇明治三十一年十一月（一八九八年）

このころになって、さらに松代の無電機の性能が向上し、利用してもらおうと努力するようになった。

◇明治三十一年十二月（一八九八年）

この月の二十五日、自信を持った松代松之助は、月島海岸と品川沖第五台場との間で、公開無電実験を試み、成功した。距離は数海里だったらしい。

呼んだのは、陸海軍人、大学教授、新聞記者たちであり、この公開実験によって海軍は無電の重要性を認識したようである。

松代の記憶では、後の海軍中將で造兵専門の楠瀬熊治が来ていたらしい。

松代松之助はカメラ好きであり、この時月島に設置した送受信機の写真図4・20が残されている。

この写真も、松代の著書に掲載されている。

この公開実験の見学者の名簿は残されていない。

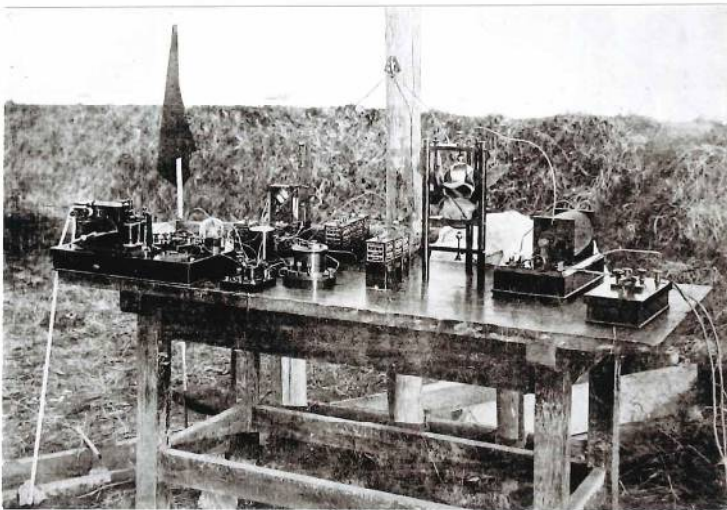


図4・20 松代松之助製作の送受信機
(明治31年東京月島に設置して実験)

海軍の外波内藏吉も見学したかも知れないが、外波が松代の研究を知ったのは学会での松代の講演を聴いたからだとの資料もある。

◇明治三十二年（一八九九年）

この年になっても外国の無電機は輸入されず、幼稚なドイツのものは有ったが、真似するほどのものではなかった。

（このドイツ製については、後に記すように、木村駿吉も語っている）

この年の三月発行の「エレクトリシアン」に、マルコーニ無電機の最新情報が載ったらしい。

さて、この年の十月ごろ、海軍の外波内藏吉中佐が松代松之助の所に相談に来た。

これが海軍と逓信省電気試験所の話し合いの始まりであり、松代松之助の運命を変える出来事であったが、同時に日本全体の運命をも変える歴史的な相談であった。

この件については、第五章で詳しく記す。

四・四

火花式送信機の電波形状と アンテナの性質

◎火花式送信機の発振波形

マルコーニたちによって明治時代に使用された火花式送信機の発振波形は、大正以後の無線やラジオの電波とはまったく異なっていたので、ここで簡単に説明しておく。

電気回路図としては、図3・10のヘルツの実験用や、図4・6のマルコーニの基本図を見ていただきたい。

図4・21は、モールス符号を無線電波に乗せる様子

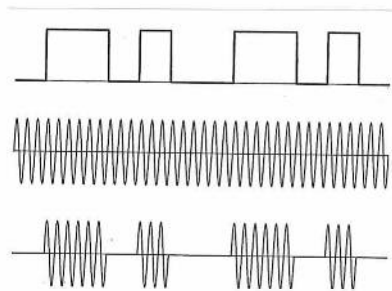


図4・21 電波による電信波形

を示す略図である。

図の上のようなモールス符号で、中のような無線電波を切り取ると、下のような電波となり、これが空中を伝わって先方の受信機に入り、そこで上のモールス符号に直して記録したり読んだりするのである。

このようなモールス符号の電波を出すためには、図3・10の場合には、図に描かれた電鍵をオンオフすればよいし、また図4・6では、新たに電鍵をつける回路を作ればよい。

さて、そのあとはちよつと複雑になる。

インダクションコイルと言われるトランスの手前側では、前に説明したようなコイルとコンデンサの原理で、交流電気が発生するが、この周波数は無線電波よりははずつと低いものである。

ただ電圧はかなり高く、それをさらにインダクションコイルで高くするので、数万から数十万ボルトもの高圧交流が、インダクションコイルの先にできることになる。

この高圧はアンテナの根本についている放電回路にかかるため、激しい火花放電が発生する。

放電すると非常に小さなコイルとコンデンサが接続された回路ができ、そこに電気エネルギーが蓄えられた形になるので、第三章で説明したように、非常に高い周波数の振動が起こる。

これがアンテナから放射されると無線電波になるのである。

こうやって作られた無線電波は、放射と熱損失によって急速に減衰するので、出るのは瞬間的であり、一

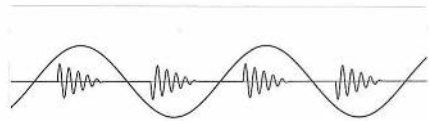


図 4・22 火花放電による電波

種の衝撃波である。

その様子を図 4・22 に示した。

図に描かれたゆつたりとした波は、インダクションコイルの手前で発生した振動を高圧に直したものである。

電圧はプラスでもマイナスでも放電するので、この高圧振動の山の部分や谷の部分で火花放電を起こし、コイルとコンデンサの回路が一時的にできて、無線電波の周波数が衝撃的に発生する。

図の山と谷の部分に描いた細かな減衰波形がそれぞれある。

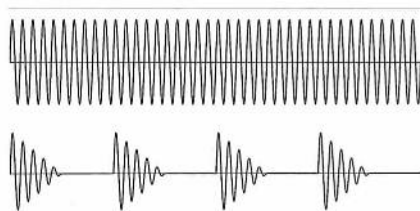


図 4・23 理想的電波と
火花放電による電波

したがってこのような構成の送信機で発生する電波は、図 4・23 言えば、上のようではなく下のようになる。

そのため、これをモールス符号にすると、図 4・24 に描いたような、衝撃的な電波の連なりを切ったり出したりする形になるのである。

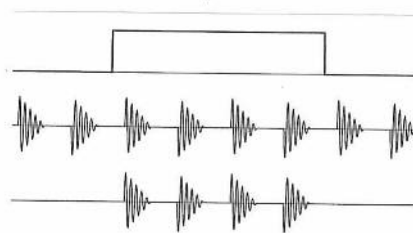


図 4・24 火花放電による
電信波形

図の上が元のモールス符号、中が火花放電式の電波、下がその電波をモールス符号の通りに切り取った波形である。

現在の理論で言うと、これはとても効率の悪い電波であるが、当時の技術レベルでは、このような方法がもつとも確実で、早期に実現できたのである。

その後の研究によって、図 4・23 の上のような連続波に近い波も出せるようになったが、それは明治末か

ら大正時代のことである。

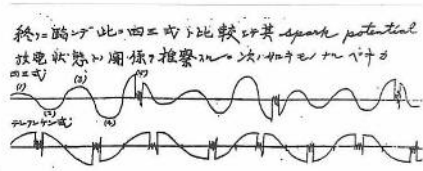


図 4・25 実際の火花放電波の波形推理

図 4・25 は、佐世保鎮守府の安藤謚次郎という海軍大尉が、木村駿吉らが日露戦役後に開発した四三式無線機と輸入したテレフンケン式とを比較した文書の中にある図面で、放電といっても、図 4・22 のようなきちんとした衝撃波が出るとは限らず、日本製はこの図の上側のように出たり出なかつたりしているのではないかと指摘している。

測定器の無い時代なので、この指摘がどこまで正しいかは分からないが、いずれにせよ、簡単にはいかなかったであろう。

松代松之助や木村駿吉らの苦心がしのばれる。

◎ 線條アンテナの基本知識

マルコーニが提唱し、日本でも実験がなされたアンテナの中心は、電線を直線的に空中に張った線條アンテナだった。

それ以外にも、後にマイクロ波で用いられるようになったパラボラアンテナの先祖である、金属板を放物線的に曲げた反射鏡も用いられたが、周波数の関係で実用にはならなかった。

パラボラ式は日本でももつとも初期に松代松之助が実験したが、効果は得られなかったらしい。電波の波長が金属板よりずっと長いので、効果が無かったのは当然のことである。

したがって経験的に、直線状の電線——線條アンテナ

ナ——が最善だということになった。

これにも多くの種類や考案があるが、後の木村駿吉らの苦心の技術的側面を知っていただくために、その原理や性能や種類について、簡単に解説しておくこととする。

▽線条アンテナの基本形

当時のアンテナでもっとも効果的で、かつ、現在の知識で見ても合理的な構造は、導線——を空中に高く垂直に掲げるものであった。

高さは数十メートルは必要だった。

導線は自立する力は無いので、それを支える柱（塔）が無ければならない。

概念図を図4・26に示した。

問題はこの柱で、明治期の技術力で安価に高い柱を建てるのは困難だった。

鉄塔は大変な費用がかかるため、木材の柱が多かったようだが、倒れないように支線を張る必要があり、



図4・26 垂直線（線条アンテナ）

それが鋼鉄線の場合、電波に妨害を与えて、送受信が不可能になる恐れがある。

初期においては木村駿吉もこの支線問題で失敗をしている。

海上の艦船においては、当然ながらマストの利用だが、マスト自体が金属だし、それに多くのワイヤーが付されているので、相当な苦勞が有ったらしい。

軍艦には太い竹棒が多く積まれており、それをマストの頂上に斜めに取り付けて、その先に碍子を介して

導線を張ったようである。

軍艦の場合にはマストの直下に煙突はじめ多くの構造物が有るので、マスト頂上の竹棒から斜めに艦首や艦尾に向けて張っていた。

大形の軍艦のように、マストが前後に二本ある場合には、その二本の間に張る方法も考えられた。

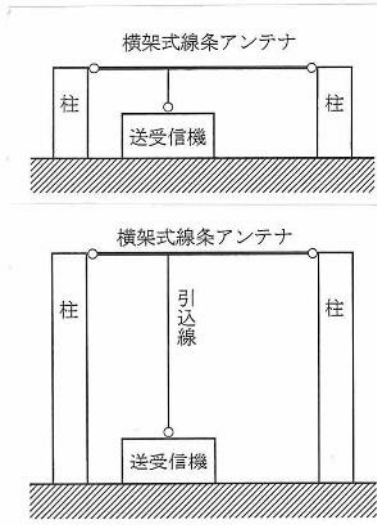


図4・27 横架式垂直線(低高)

図4・26のようなアンテナを「垂直線」と呼んでいたが、これに対して水平に張る「横架式」または「横架式垂直線」というアンテナも考えられた。

図4・27に示したように、横に張った導線の間から下の無電機まで引込線を下ろして、接続するのである。

横架部分が低いと図の上のようになり、高いと下のようになる。

軍艦の上でこのような「横架式」を試みて成功したのは、後に元帥になり首相候補にまでなった海軍士官の山本英輔で、あくまでも「垂直線」を主張した木村駿吉との間で議論になり、日露戦後になって山本英輔の正しさが証明された。

アンテナ理論が未熟だった——というよりも理論など無かった——時代には、引込線の部分は余計なもので、マストの内部を通して無電室につないでも良いと考えられていた。

しかし、後述するように、この引込線の部分も電波放射に影響するので重要であった。

松代松之助も木村駿吉も山本英輔も、このことには気付いていなかった。

▽ヘルツ式から接地線条アンテナへ、
そして逆L型への進展

ヘルツが電波を発見した時の実験無電機のアンテナは、図4・28の右端のような、送信機から左右対称に線を出してその先に金属板を取り付けるものだった。

このような対称形をダイポールアンテナと言うが、金属板は無くともよい。

マルコーニは小型だったヘルツの板を大きくして実験していた(図4・1参照)が、次第に、板を無くしても導線を高く揚げれば効果的であることに気付いた。

さらにマルコーニは、導線の片端を接地すると、大きな効果が得られることに気付いた。

それが図4・28の中央である。

板を除いて導線を空中に高く掲げ、片端を接地する方法を実験的に案出したのは、マルコーニの大きな業績だった。

中央の形式をモノポールアンテナと呼ぶが、このようなアンテナが接地されると、図の左端のように、大きなダイポールアンテナとほぼ同様な効果が有ると

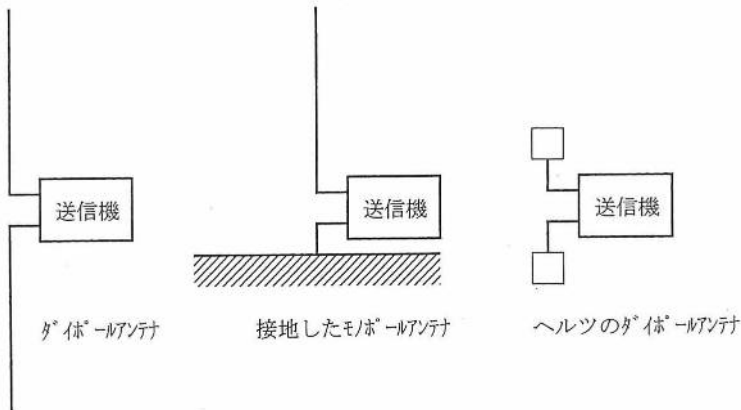


図4・28 ヘルツのダイポールアンテナからマルコーニの接地アンテナ(実質モノポールアンテナ)への進歩

分かってきた。

明治時代においては、電磁気学の専門家である木村駿吉にも、線条アンテナの電流分布や電波の放射の原理が分かっていなかったようであるが、大正に入ると研究が進んで、現在に近い知識が得られるようになり、「横架式」がなぜ良好な性能を示すのかも分かってきた。

本書は技術の解説書ではないが、日露海戦時の木村と山本のアンテナ問答を理解するために、そのことを簡単に記しておく。

図4・29は、線条アンテナの電流分布である。この電流から電波が出てゆく。

線条アンテナの先端部は切れているから、その地点では電流は常にゼロである。

根元から供給される電流が直流または非常な長波長の場合には、先端に達した電流とそこから反射した電流とが打ち消し合うため、アンテナのどの部分でも電流はゼロになる。

しかし、高い周波数の無線電波の場合には、供給さ

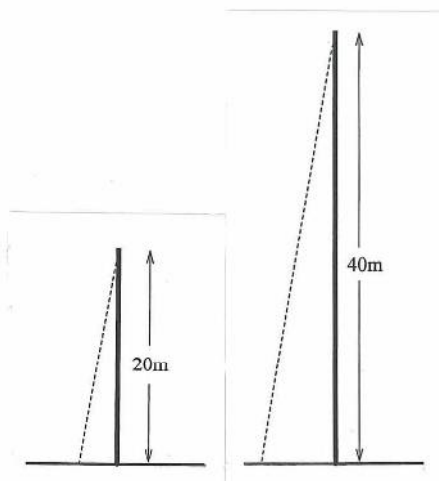


図4・29 線条アンテナ電流分布

れる電流波の波長が短いため、先端から少し離れたところでは、上に向かう波と下に向かう波との山や谷がずれて、完全には打ち消しあわず、波の波長の四分の一のところまで最大になる。

一般に当時の無線電波の波長は、測定器は無かったものの、後の実験から推定して八〇〇メートルくらいだったと考えられる。

したがって、線条アンテナの長さが二〇〇メートルとすると、根元の部分で電流は最大となる。

この場合には、アンテナの長さが二〇〇メートルに近づくほど、電流は増え、それより短いと減ることになる。

軍艦や通常の無電所で一〇〇メートルを超えるようなアンテナを建てることは不可能であり、戦艦や巡洋艦など大型の軍艦または軍用の望楼でも、せいぜい数十メートルである。

したがって、そのような数十メートルの範囲では、線条の長さを長くすればするほど、電流は増え、電波はたくさん放射されることになる。

その様子を、図4・29の左右に示した。高さ二〇メートルより四〇メートルの方がずっと電流は増え、したがって電波も多く放射される。

だから、二〇〇メートル以下の範囲では、高ければ高いほど電波はたくさん出る。

しかし軍艦の甲板上にそんなに高いアンテナを建てるわけにはいかない。

そこで後に考えられたのが、図4・30にあるような

「逆し型」と言われる構造である。

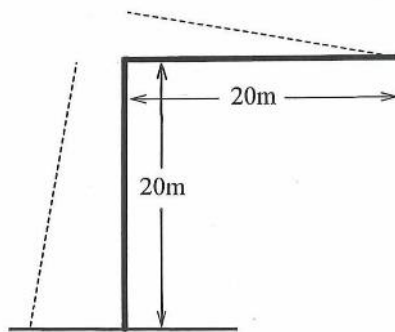


図4・30 逆し型線条アンテナの電流分布

仮に四〇メートルのアンテナがほしいとして、マストが二〇メートルしか無かった場合、二〇メートルの所で折り曲げて、別のマストにまで横に張ると、合計の長さは四〇メートルとなるので、目的を達する。

アンテナの理論は略すが、山本英輔が手を加えた以外のほとんどの軍艦ではやや斜めの垂直線——すなわ

ちほぼ垂直偏波——が使われていた。

これは後の理論で考えても、効率の良い方法であった。

この観点で図4・30を見ると、垂直部分の二〇メートルが電波の放射に特に寄与すると分かる。

そしてここには、図4・29の左側の二〇メートルよりは多くの電流が流れている。全長が四〇メートルだからである。

このように、線條の先端を曲げて、垂直部分の電流を増やして効率を上げるのが「逆し型」の特色である。

図4・27の形式は、山本英輔らは横架部分から有効な電波が出ると思っていたが、じつは、垂直な引込線から有効電波が出ており、横架部分（水平な部分）は、引込線に流れる垂直電流を増やす役割を果たしていたのである。

日露戦役の時代においては、開発者の木村駿吉らも使用者の山本英輔らも、アンテナの基本パラメータである「電流分布」「指向性」「垂直偏波と水平偏波の違い」「インピーダンス」などについては理解していなか

ったことが、文献から判明するが、その事情は海外でも同じであり、無理からぬことであった。

木村駿吉は著書の中で、なぜ先端の切れた垂直線から電波が出るのか理解できなかった——と正直に記している。

超遠距離の無電通信を目指していたマルコーニは、線條の数を増やせば電波が多く出ると考え、図4・31のような多線條のアンテナを次々に建設して実験していた。

その後のアンテナ理論から言うと、効果があるとは限らないのだが、当時としては線條を増やすとそれだけ電波がたくさん出ると考えたのである。

この考えは木村駿吉らも持っていて、実際に日露戦役に使われた軍艦や望楼のアンテナは、四条線であった。軍艦ではこれを左右対称に二組張っていた。具体的な形状については後述する。

なお図4・31は、マルコーニの図4・9〜11などを木村駿吉が整理したものと考えられる。

木村駿吉は欧米を視察した結果を多数のカラーのイラストに描いて海軍に提出している。

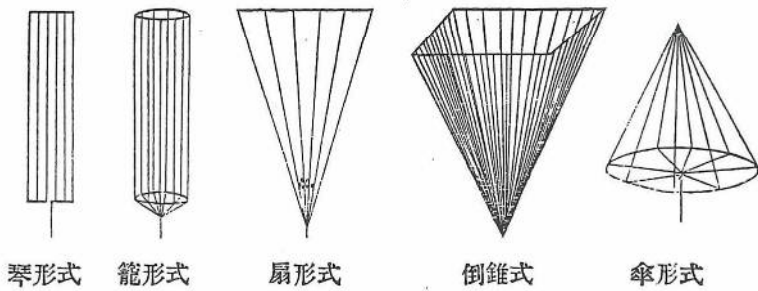


図 4・31 多線条アンテナ

次の第五章では、マルコーニの成功に刺激を受けた日本海軍が、無電機開発に取り組みはじめた経緯について、記すことにする。

