

誰でも大都市の中を通行する時に澤山の時計が何れも申し合せた如く互に寸分も異はぬ時間を示さない事を氣付くものであるが時によると其時間の差が非常に大きい、尙又ホテルやビルディングの中にある時計ですら多少の相違を示すものである、此の様なことは私共文化生活を営むものに取つて不愉快なものである、ドノ時計が最も正確であるかを知るのに苦行からである。

大きな時計は熟練した職工の手で作られるにも不拘其等は高級の星學家の用ゆる時計のやうに正確なものではない、故に此等の多數の時計を完全に合せる方法は一つの親時計の動作で制禦することである。

ソノ方法は電氣の力で正確に行はれる。

親時計と澤山の子時計とが電氣的に接続されるから電流が親時計から子時計に送られるやうになる。各子時計は其指針面の頂上にある十二時の背後に電磁鐵を持つて居る、親時計が其時間達する瞬間に回線が自動的に閉ぢられ電流が此等の磁鐵に力付けるのである。

此時子時計の分針が磁鐵の作用によつて動かされるから正確に時間を示すことになる、其分

針が引ツバラれる動作は親時計の動作に一致して居る、此方法で凡ての此回線にある子時計は各時間に正確に合はされることになる。

これと同じ作用で凡ての子時計を合せるので一時間中に數秒の差を求めるとは別に六ツかしい事ではない、其場合には時間前約二分の一分時位の時に回線が閉ぢられる、各子時計が時間になると其電磁鐵は動作を始める、而して指針を支へるから進むことが出来ないのである。此時親時計が時間になると回線が切られて磁鐵が其作用を止めるから凡ての子時計は互に進むのである。

子時計の振子が親時計の振子と同じつり方をするやうに加減することは不可能ではない、けれども極めて小數の時計が此方法で動作するもので其等は精巧な製作のものでなければならぬ。

サテ今述べた方法では子時計は其自身完全して居つて各々獨立しても動くことが出来るやうになつて居る。

ホテル、學校、又は他の大建築物内で各々異つた室に時計を備へる場合には簡單なる装置が

採用される。此場合に一個の完全なる時計が使はれるが其が即ち親時計で、電氣的にも又鍵でも捲かれるやうになつて居る、子時計は各々啞者て其指針と指針面を持つて居るのみである、其指針を動かす爲に指針面の背後に電磁鐵装置がある、子時計は親時計と電氣的に接續されて其時計の仕掛ケが各半分毎に自動的に回線を閉ぢることになつて居る。

此回線を閉ぢる度に各子時計の磁鐵が指針を半分づゝ前に進めるから其方法で啞時計が互に同じ步調で半分づゝ正確に動くのである、即ち親時計と寸分も異はぬ動作をするのであるが東京の市電では近く市中の停留場に此式を採用して交通上の便利を市民に與へることになつて居る。

## 第十六節 電信の話

サテ私共は電信について研究することになつたのであるが其は十九世紀時代の發明に基くものであることを知らねばならぬ。

昔から人類は甲乙の遠いところで互に迅速に通信をしたいといふ切實な要求を持つて居つたのである。最初の信號方法としては山の頂上に烽火を打ち揚げたのであつたが戦争の場合に敵の接近を味方に知らせることに使はれたのである、此簡單なる方法から段々と發達して來て或は旗を揚げたり、笛や喇叭を吹いたりして互に通信することになつたのである。

けれども此等の方法では實用上の役目を果すことは出来ないことを體めたのである、ツマリ其通信の速度が餘り遅い爲て又霧の深い日などは旗通信などは行はれないことが判つたのであつた。

私共は今日電信局に行つて頼信紙を貰ひ三十錢の料金を支拂つて相手に發信する便宜を持つて居るにも不拘電信の大切なることを氣付かずに居ることが間々ある、今若し全世界に一週

間又は二週間の間此文明の利器である電信といふものがないとすれば私共の生活は不便此上もないことになるのである。

最も古い電信の發明は實に電流の發見時代よりも古いのであるが西洋曆一七二七年に已に放電作用は電線又は濕氣を含んだ糸のやうな電氣の導體を通じて遠いところに傳達することが出来るといふ事を知られて居つたのである、ソノ事實から電氣信號の可能性を認めて居つたのである、一七五三年のスコット雜誌に一記者が書を寄せて。

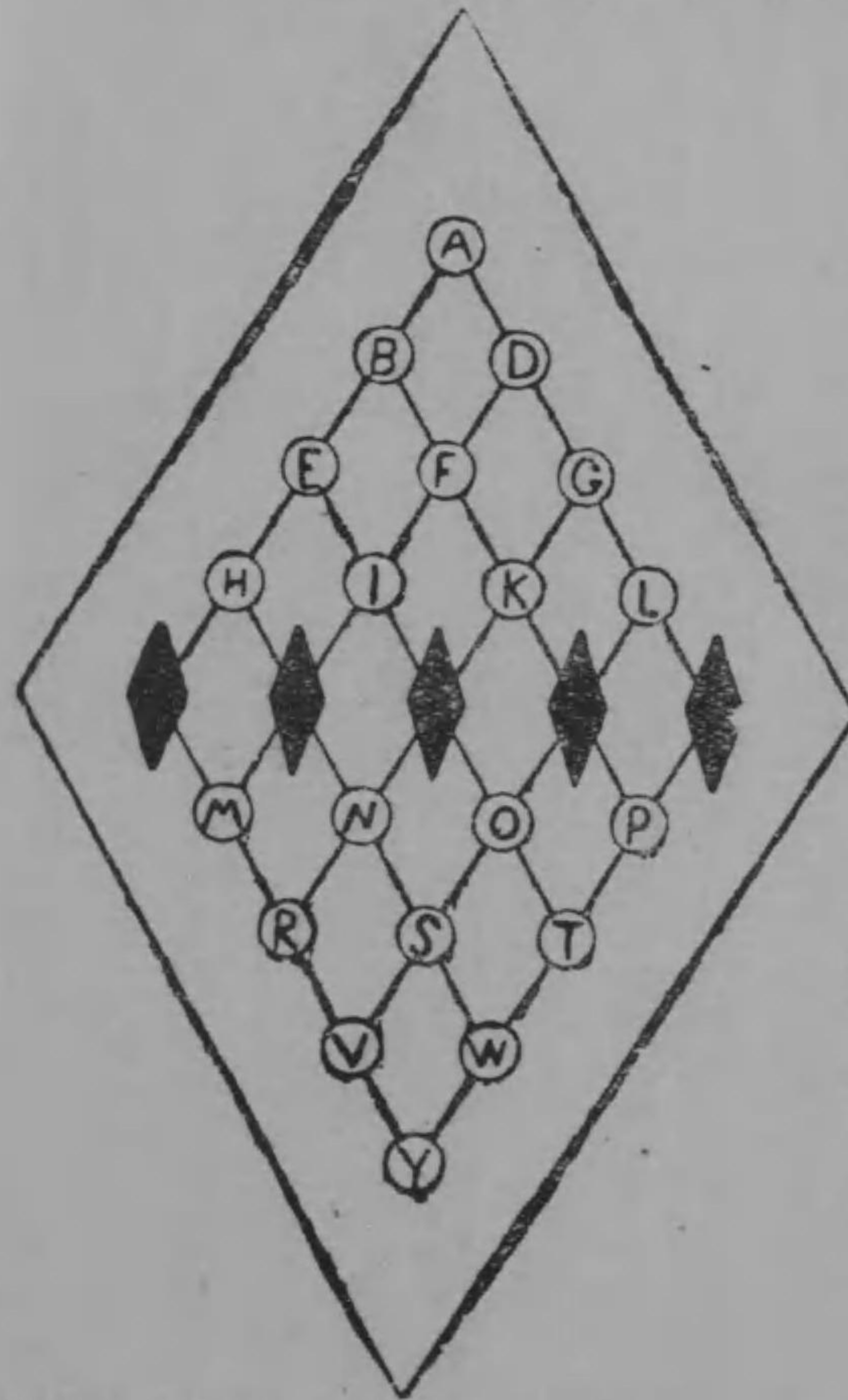
『帶電體と軽い物體間の吸引作用に基く先見の明ある説明』

をして居る、彼の電信は發電機によつて動作したのであるが二十六本の別々の并列電線を用意して各電線は其末端に金屬球を吊り下げてあつた。其球に接近してアルファベットの文字を書いた小紙片があつた、其何れかの電線に充電すると其末端にある紙の文字は金屬球の方に向つて引き付けられる、此方法で文字や文章が綴り出された、此と多小の異ひを持つ他の方式が次の五十年間に試みられたが其中の或方式は實驗用として大成功をした、けれども商業上の通信用としては不適當のものであつた。

ヴォルタ電池の發明につれて斯の方面の發明家の考案が新らしくなつた。一八一二年に水を分析する電流の力に基いて獨逸のゾンメルリングといふ人が電信術を考へた、彼は其頃多數の電線を使つたが各線は酸味のある水を盛つたガラス瓶の中の下の方から凸起して居る金のピンに接続されたのであつた、凡てに於いて其電線数は三十五本であつたが其は文字と數字に對するもので、此等の線の何れかに沿ふて電流が送られるとガスの泡が電線の末端にあるピンの上に集つた、故に其方法で文字や數字を示すのである、此は先見的の電信術であるが其以前の各式と同じやうに實用的にならなかつたのである。

一八二九年デンマークのオルステッドが電氣によつて磁氣が発生するといふ發明をしてから最初の實用向きの電信が考へられた、けれども一八三六年のダニエル電池の發明迄は餘り進歩をしなかつたのである、ヴォルタ電池の舊式なのは其から一定した電流を得ることが不可能でスグ成極作用をしてしまふけれども非成極式のダニエル電池は此不便を忽ち除くやうになつた、一八三七年に三種の電信が發明された、其發明者は米國のモールス、英國のホキートストーン及びクルーク、ミュニツヒのスタインハイル等である。

信電面指つ持を針指の本五 圖六十二第



ホキートストーン及びクルークの最初の電信機は直立の指針面の上に軸付けした五本の磁針で作られた。英語のABC文字を指針面の上に記し磁針は電鍵によつて送られる電流の爲に傾くことになるから一本の指針が所要の文字の方に向つて動くのである。

第二十六圖は此装置の略圖を示すのである、此電信はロンドン北西鐵道に採用され長サ一哩半の電信線上で成功的に通信された、其

後ホキートストーンとクルークは一本の指針電信機を發明したが其は針が左右に動いて文字を示すので其動く方向は電線の輪の中に送られる電流の方向に従ふものである。

ソレから引續いてホキートストーンは紙上に文字を印刷する装置を作つた。

米國ではモールスといふ人が一八三二年に電信の計劃をしたが一八三七年になつて實地に其器械を使つたのである。モールスは美術學校の教授で資金に缺乏して居つた爲に長い間彼の考案を應用することが出来なかつたのである、非常の努力をして漸く六千弗の國債を得てバルチモア市とワシントン間の電信線を作ることになつたが其電信線の上に交換された最初の電報は一八四四年に取扱はれた。其翌年から此線路が一般公衆電報を取扱ふことになつたのである、此電信の特長とするところは電磁鐵によつて動作する鉛筆で廻轉紙リボンの上に電報の文字を書く受信機であるが其印字機が非常に長距離に使はれる時に抵抗を受ける爲に電流を加減する繼電器といふものがある。又モールスは今日實用されて居る電信符號を作り上げた。

○モールス符號

a... b... c... d... e... f... g... h... i...

j. . . . . k . . . . . l . . . . . m . . . . . n . . . . . o . . . . . p . . . . . q . . . . .  
 r . . . . . s . . . . . t . . . . . u . . . . . v . . . . . w . . . . . x . . . . . y . . . . .  
 1 . . . . . 2 . . . . . 3 . . . . . 4 . . . . . 5 . . . . . 6 . . . . .  
 7 . . . . . 8 . . . . . 9 . . . . . 0 . . . . .

此等の符號の長い點を長點と云ひ、短い點を短點といふので長い方は短い方の三倍の長さである、日本でも遞信省でイロハに相當する電信符號を制定して居るが其は次の如くである。

1 . . . . . 2 . . . . . 3 . . . . . 4 . . . . . 5 . . . . . 6 . . . . .  
 7 . . . . . 8 . . . . . 9 . . . . . 0 . . . . .  
 a . . . . . b . . . . . c . . . . . d . . . . . e . . . . . f . . . . .  
 g . . . . . h . . . . . i . . . . . j . . . . . k . . . . . l . . . . .  
 m . . . . . n . . . . . o . . . . . p . . . . . q . . . . . r . . . . .  
 s . . . . . t . . . . . u . . . . . v . . . . . w . . . . . x . . . . .  
 y . . . . . z . . . . .

(123の數字は外國と同じ)

サテ獨乙のスタインハイルの大發見といふのは電流に對する歸路である第二の電線(複線)が必要でなく地中は此複線として用ゆることが出来るといふ發見をしたのである。

大發見の昔の歴史を見るに私共は人によつて色々の考へをする、英國では電信が實用されたのは米國よりも以前の時代であつたとは云へ公衆用の通信は米國に遅れて行はれたのである、面白い事には昔は電信の料金が其土地土地によつて異つて居つた、今日でも對外國の場合には左様であるが、例へばロンドンとスローとの間とロンドンとケンブリッジの間は料金が同じでない、又米國でもバルチモヤとワシントン市間の料金と其他の土地との間の料金が一定して居らなかつた。

サテ最も簡單なる電信法は單針電信機である。

ソレは軸が通り貫けてある直立盤の背後に軸と共に磁針を取付ける、此と同じ原理で只其盤の前方に磁針と共に動作する指面針が取付けられる、電線の線輪が其磁針の周圍に捲かれて電流の方向を逆にする整流器に接続される、把手を左に廻すと電流が線輪を通過して磁針が一方に動くが其把手が右に廻されると電流が線輪を通過して反對の方向に磁針が動くことになる、

其把手の代りに二個の電鍵を使つても宜い。

上手な電信手は此器械によつて一分間に約二十語(英文)の割で通信を送ることが出来る、モ  
ルス符號は前掲の如く長點と短點とて成立して居るが今の指面針が左に動くと短點を意味し  
右に動くと長點を意味す  
るのである。上の第二十  
七圖に單針電信機の符號  
を示すのであるが此等に  
よつて私共は此電信機  
の作用の大部分が理解され  
る筈である。

號符の機信電針單 圖七十二第

A	./	J	././	S	///
B	///	B	./	T	/
C	././	C	///	U	///
D	./	A	//	V	///
E	.	N	./	W	///
F	///	O	///	X	///
G	///	P	///	Y	./
H	///	Q	././	Z	///
I	///	R	./		

これを圖解すればAの  
字はンて日本のイロハの  
イも矢張り同じ理屈で示

される(前掲モールス符號對照)。

此の磁針電信機は鐵道の信號等に廣く使はれるが現今では主として英國の田舎の停車場など  
で應用するのみである、けれども一般公衆用の電報にはモールス音響機といふ器械を使つて居  
る、ソレは私共が電信局に行くとカチ／＼といふ音を發して通信手が電報を送つたり受けた  
りして居るのを實見するが即ちモールス音響機なのである。此音響機には電磁鐵があつて其内  
部を電流が通過する場合に軸付された横杆の一端に取付けた小鐵片を引き付けるのである。

此横杆の他の一端は二ツの止め金具の間に動作するものであるが發信局の通信手は彼の電鍵  
を押へて電池回線を閉ぢる場合に受信局の音響機の電磁鐵が今の鐵片を引ツバるから横杆はカ  
チ／＼といふ音を立て、甲の止め具から乙の止め具の間を跳ねるので、回線が切られると同時に  
に再び之に戻る、此際音が起ると共に短點が送られ其三倍の長さの押し方(發信局の通信手が  
電鍵を押す時間)をすると長點が送られることになる。

非常に長距離の線路に電流を送る場合には電線の抵抗の爲に其強さが非常に弱くなるもので  
ある、若し甲乙の電信局が互に遠距離にある場合には電流の勢力は如斯減するから何か其に

對する装置をしなければならぬ、其装置こそ前に述べた繼電器といふ便利な器械である、其繼電器は軽い棒鐵を引き付ける非常に小さな電磁鐵を有して居るが其棒（又は舌とも云ふ）の動作によつて受信局にある他の電池回線を閉ぢるのである、弱い電流でも此繼電器を働かせるから通信線路の電流が音響機的作用を行はせるのである。

電信といふ言葉の語原はギリシヤ語の遠方に送るといふ事と記すといふ言葉から起つたものであるが指針電信機或は今の音響通信機は遠方にて自動的に通信を記さないものである音響機の横杆の遊離端に小サイ車を付け其側にインキ壺が用意されると其横杆が普通の位置にある時に車輪が壺の中に浸されるやうになる。

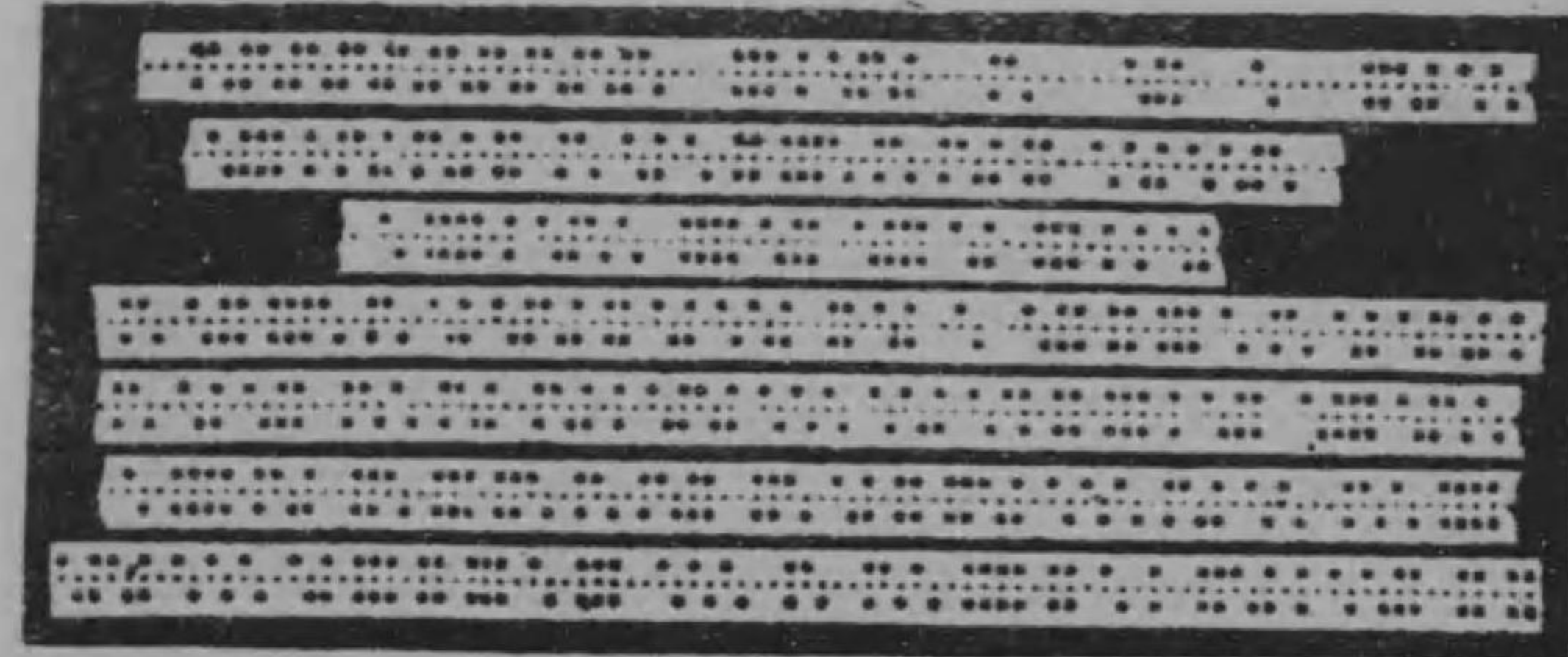
回線が閉ぢられると横杆が恰も普通の音響機の場合の如く動作するが止め金具を打つ音を出す代りに其インキ車を紙（現字紙といふ）の上に押し付ける、其現字紙はゼンマイ仕掛ケによつて遅い速度で廻つて居る、此方法によつて回線が閉ぢられてある間現字紙に沿ふて間斷なく線を記すから發信用電鍵が短點又は長點を押出す時間によつて符號が現はれるのである。此現字紙を廻轉させる時計仕掛ケは自動的に電流によつて動作するが通信が了る迄連續して作用す

る、熟練したモールス電信機の通信手は一分間約三十語（歐文）を送ることが出来るけれども新聞電報のやうな特別の長文の通信を送る場合には其ダケの速度では遅過ぎるのである、故に其場合にはホキートストーン自動通信機が採用されるのである。

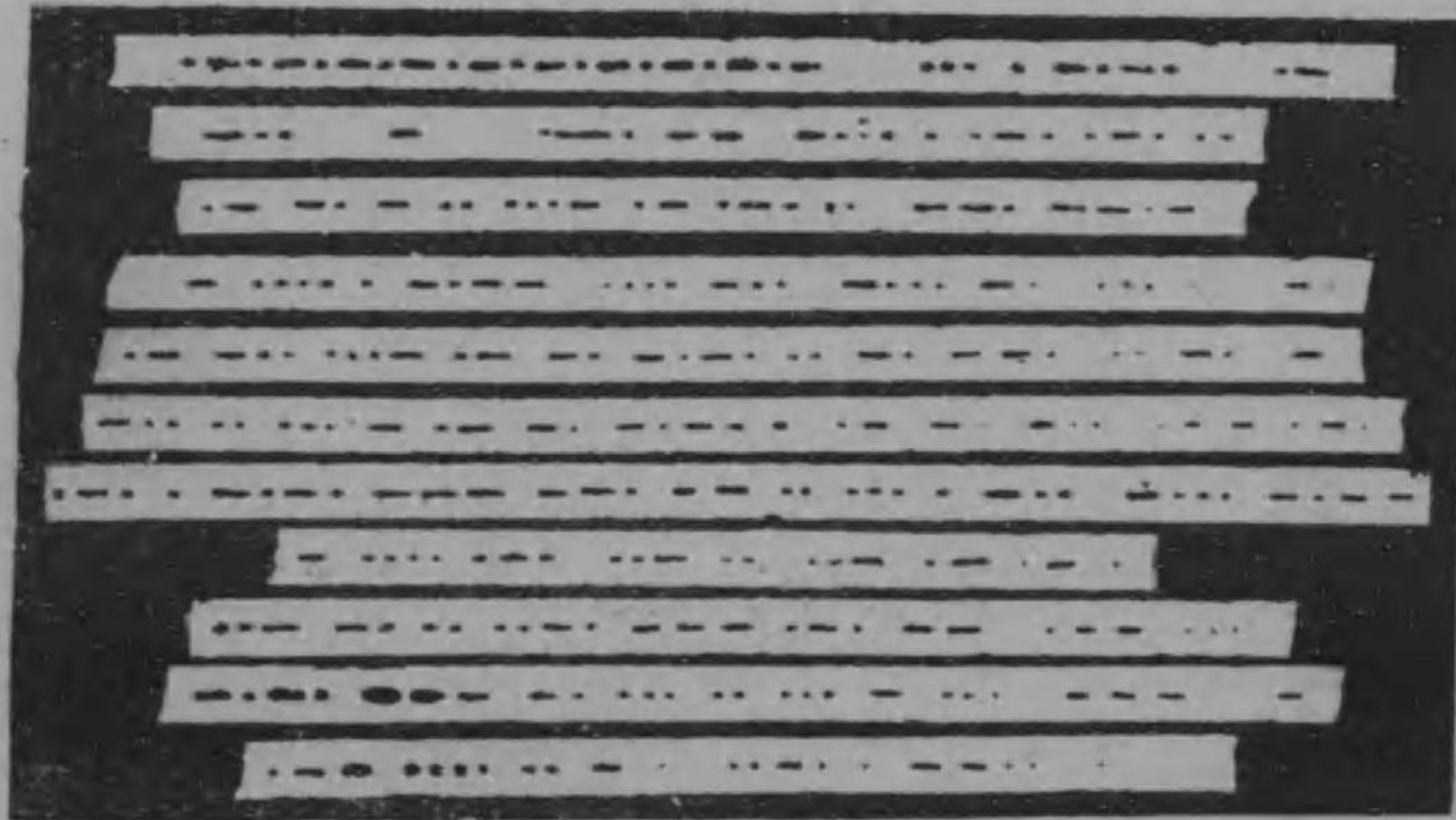
ソレは先づ電報の文句が紙リボンの上に鑽孔機といふ電鍵で穿たれる、ソレには三ツの電鍵（甲は短點、乙は長點、丙は文字の間隔用）を有する鑽孔機のことであつてゼンマイ仕掛ケで右から左に紙リボンを通らせる、若し左手の電鍵が押し下げられると他と反對の二ツの孔が穿たれるが其は短點である、若し右手の電鍵が押し下されると二ツのハスになつた孔が穿たれて長點を示すのである。

第二十九圖は今述べた方法で鑽孔した紙リボンを示すので孔の第三線は短點と長點を示す外側の孔の中間に現はれて居る、此等の孔の目的は發信機の中を紙リボンが迅速に通る貫けるやうにする爲である、次に孔を穿たれたリボンはホキートストーン送信機を通つてゼンマイ仕掛ケでグル／＼捲き戻される、此機械には電池の一極に接續した二個の震動針が回轉リボンの下に位置して居る。

紙たし刷印はB紙孔鑽はA信通スルーモ 圖九十二第



A



B

孔が通過する度に其等の針は電池の他極に接觸されてある金屬片と接觸するからモールス電鍵の速度より非常に迅速に回線を開閉するのである。電信局ではモールス印字機によつて通信が印刷される、恰も手で送つた短點と長點と同じこととなるのである。尙多數の線路に通信を送る場合に同じ鑽孔紙を使用ふことが出来る。

『圖解短點と長點の交番列が通信の開始を示すのである。』  
 ホキートストーン自動發信機は一分間二百五十乃至四百語(英語)を送ることが出来る。  
 此ホキートストーン式電信機の缺點はモールス符號を用ひて其を普通文字に翻譯することである。

最近になつて電文其儘を印刷する通信が流行して居るソレはタイプライターと同じく電報文を印刷するヒューズ式印刷電信法である、其機械の構造を茲に述べることは餘りに複雑過ぎると思ふから大略を述べるが其はタイプライターの様な鍵盤を有して其によつて電流が廻轉印刷車(各種の文字を記してある)に對して適當の時に紙が押し付けられるのである。  
 此電信法は其後改良されて今は完全なるものとなつたが歐洲や米國では盛に使つて居る、然し本邦の如くイロハの字數の多い場合には其實用にするには未だ大都市の電信局以外では困難である。

サテ寫眞紙の上に光線を利用する電信法がある、其は通信手がタイプライターに似て居る鑽孔機によつて巾約一寸位の紙リボンの上に穴を明けて幾ツも穴の列を作るのであるが其リボン



は電刷子接觸によつて送信される機械を通過するのである、受信機は受け入れる電流によつて其動作を司られる二つの震動板に接續した非常に小さい鏡を持つて居るが其震動板の甲は鏡を垂直に乙は水平に動作せしむるのである。其鏡は巾約三吋の回轉帶の姿で寫眞臺紙に光線を反射するから二つの甲乙震動板の共同作用によつて光線が普通のABC文字と同じ通信文を作るやうになる。

ソノ鏡が光りによつて動作したのち紙は自動的に顯像されて乾燥ローラーの中に入れられるのである、此方法では通信文字が不鮮明ではあるが多くの通信に應用することが出来るのである、只數字のやうに3、5、8などは互に混同し易い爲に屢々面倒が起ることがある、此方法で一時間に四萬語(英語)以上を送ることが出来るのである。

現今最も驚異に値する電信機はクリード式高速度自動印刷電信機である。ソレは普通の手働式電信機を驅逐するダケの速度で通信することが出来るが正確といふことから考へても遙に優秀なものである。

此方法では鑽孔紙が発信局にある鍵盤式鑽孔機で取扱はれる。此鑽孔紙は普通のホキートス

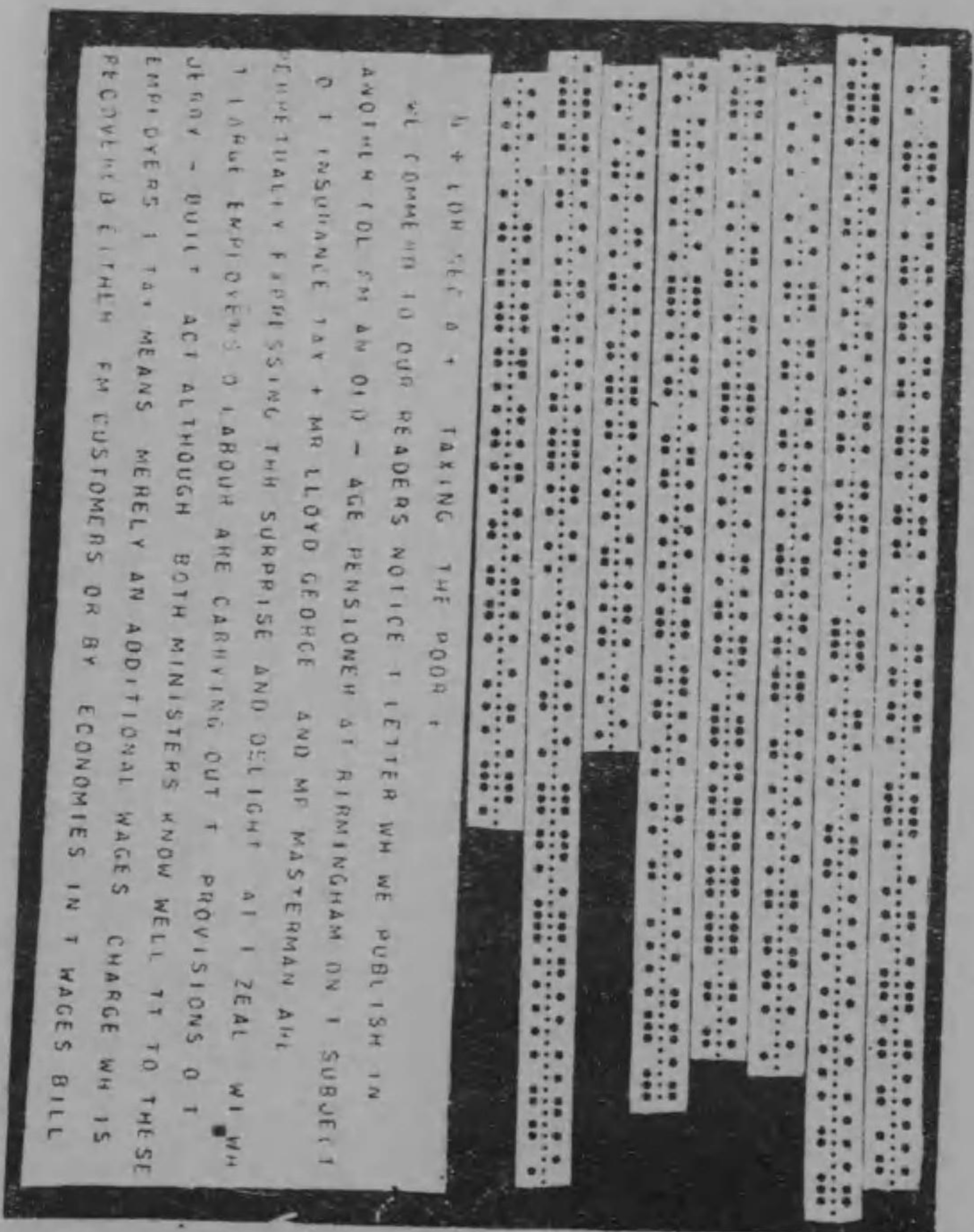
トーン鑽孔紙と同じであるが其鑽孔作用によつてモールス符號を送るのである、先に説明した三電鍵式鑽孔機よりも此が優れて居る點は其取扱の容易なものと其速度の早いことである。

其鍵盤にはモールス符號に對する別々の電鍵があつて其電鍵を押すと必要の文字を表す鑽孔が出来るのである、此鑽孔器は普通のタイプライターを取扱ふことが出来る人に取扱ふことが出来るので熟練した通信手の手で一分間約六十語を送り得るのである、若し必要であれば同時に多數の鑽孔紙を作ることも出来る。

此方法で用意された鑽孔紙はホキートストーン送信機の中を通過し鑽孔の作用によつて長短の電流が電信線に沿ふて送られるのである。

受信局では夫等の信號が受信用鑽孔機を働かすが其機械は発信局の発信機と寸分異はない鑽孔紙を作るのでツマリ通信の寫しを取るようになるのである、かくて一分間百五十乃至二百語の受信が出来るのである、此受信用鑽孔機には二種類があつて甲は全然電氣で動作し乙は壓搾空氣と電氣の共同作用で行はれるが何れも同じ目的を達するものである。

此複寫紙テープは次に電報紙の上に大きなローマ字を印刷する自動印刷機の上にカケられ



る、其印刷作用は一分間八十語から百語の速度で出来る、而して印刷された紙は半自働方法で普通の電信紙の上に貼り付けられ配達する手順となるのである。

寫真版(十一)は此受信鑽孔機から取つた見本であるが其翻譯が印刷機

によつて寫真に見える如く出来るのである。

此は英國のデリー、メールといふ有名な新聞の重要な記事を取つたのである。クリード式電信機の驚くべき能力については毎夜ロンドンから重要な新聞の記事がパリやマンチエスターに送られて翌朝の發行に間に合ふと云ふ事實に考へても理解される。

今日の電信について最も著しい出来事は一本の通信線で二通又は三通以上の通信が容易に送受されることである、二重通信又は四重通信といふのは即ち其一條の電線を使つて同時に二通、又は四通の電信が發受されてるのである、昔は二重通信といふことは不可能のやうに考へられた、ツマリ若し一條の電線の兩端にある甲地と乙地の二電信局を持つとすれば双方の局に發信機と受信機があるから各發信機は其電線の一端にある受信機を邪魔するばかりでなく受信機其自身も又感應作用を起すことと思はれた。然し其は普通の通信の場合で特殊の装置によつて此等の混線は防ぐことが出来るのである。

サテ私共は磁針は其周圍に位置する電線の線輪の中に来る電流の爲に傾斜すること及び其磁針の傾く方向は其線輪中の電流の方向によつて決定されることを研究した筈である。ソコで

今假りに針の周圍に二ツの線輪を位置せしめると想定して其線輪の捲き方が甲乙互に反對の方向に電流を流動せしめるやうに用意されてあるとする、然る時は若し私共が同じ二ツの電流を通過せしめるとするに其甲乙電流は互に中和することになるから磁針は全く傾斜作用をしないことになるのである、

二重通信方では此等の線輪の一方の一端が地中に接続され(地中板といふ銅板のことを云ふ)他の線輪の一端が線路に接続される、此等の残りの二端は發信用電鍵に接続された一條の電線から分れた分岐線として用意される。

線輪と指針の全装置は通信線路の他の端でも同じやうに施される、若し今甲の局にある發信用電鍵が押下げられると回線が閉ぢられて電流が一條の電線を通じて流れるが其が分岐線のところに来ると二ツに分れて其二分の一は甲線輪の道を辿り他の二分の一は乙線輪の道を辿ることになる、同じ電流が如斯して反對に捲かれた線輪を通過し甲局にある指針Aが傾斜することになる。

此等の同じ電流が線輪を去ると地中に通過するが同時に他の同じ電流は通信線路を辿つて流

れて居るし

今乙の爲に其が到着する指針の周圍にある兩線輪の一方ダケを通過するから指針が傾いて信號が與へられるのである。

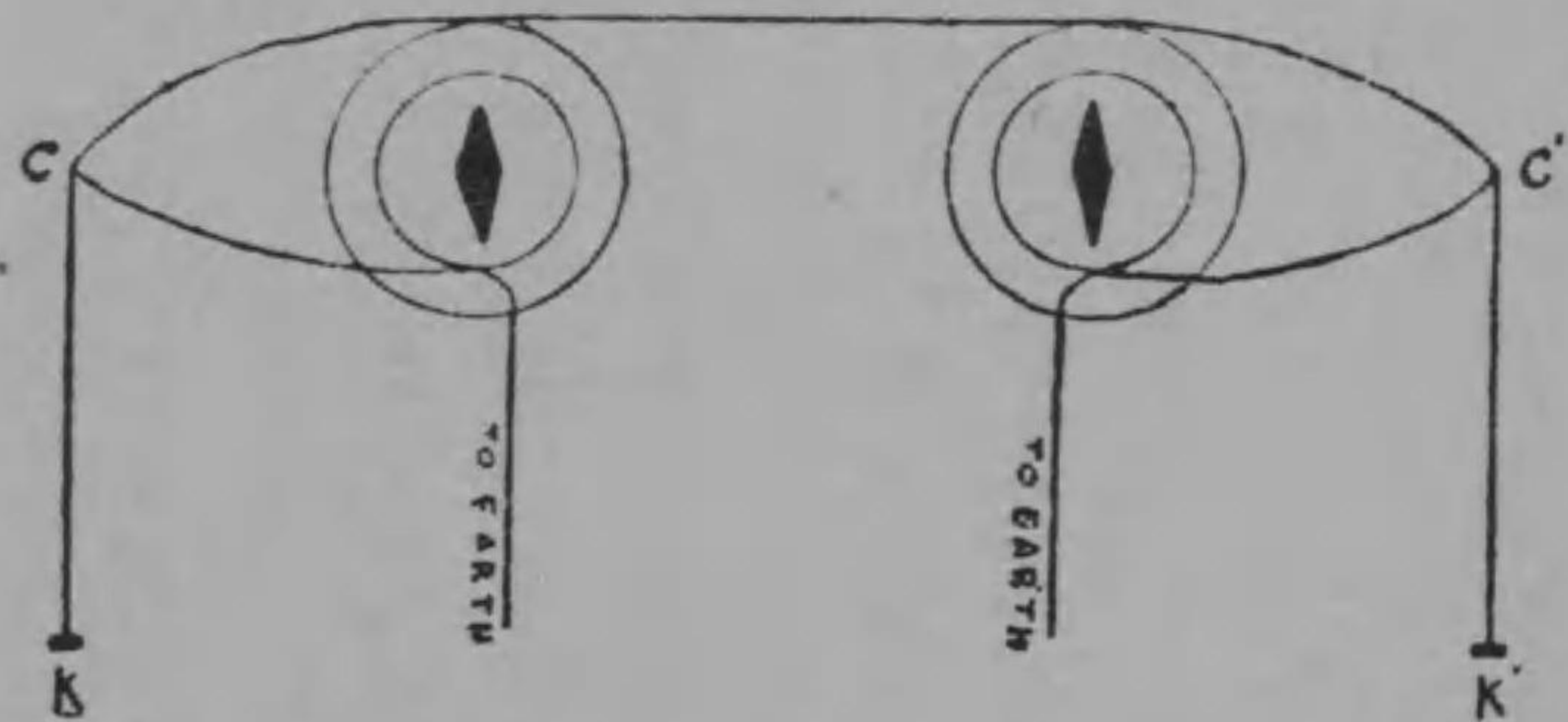
此方法で甲局の發信手は彼の受信機に何等の妨害を加へずして乙局の受信手に信號することが出来、同時に乙局の通信手も甲局の通信手に對して同じことをするのである。

かくの如く發信機が同じ時又は異つた時に動作しても混線にならない、ツマリ各發信機は通信線路の反對の端にある受信機にのみ感應信號するからである、第三十圖に示す電線接続圖は此點についての一般の原理を教へるものであるが今圖解して見るにKとK'は回線を閉ぢる發信用電鍵でC B C'は電流が二ツに分れる點である。

此等の線輪と指針の代用として音響機を働かせる電磁鐵を使ふことが出来るが其種の磁鐵は二ツに區別された互に反對の捲き方を持つ線輪を持つもので今の指針の周圍に動作する線輪と同じ作用をするのである。

今迄述べた説明は勿論此方法の大體を示すに過ぎない、實際の場合にはモット複雑して居る

理原の信通重二 圖十三第



例へば抵抗器や其他を要するのである。  
 この外に線路を二重にする異つた方法があるが不幸にして其を記す餘白がない、二重通信法は線路の各端に各々二人の通信手を要するが其中の一人は発信をし一人は受信をするのである。

凡そ二重通信といふことは同じ時に一條の電線を使つて二重の電信を同じ方向で送るので其目的に對して二ツの異つた発信用電鍵が必要で其一方は電流の方向を、又一方は電流の強さを變へる爲である。

受信機は一方が強い電流に感應し一方が特殊の方向にある電流に感應するやうに装置される、又一條の電線線路を四重にすることも出来るから一時に二通づゝの通信を交換することが可能である、其場合には甲乙兩局共四人宛の通信手が居つ

て二人は受信をするのである。

多重通信法は多數の通信を一本の通信線路で送受する様に考案したものでボーダット多重通信機が此方面で成功して居る。

電信用の電線は地上又は地下の何れにも架することが出来る、架空線は私共が日常實見するやうに電柱の上に架して陶器又は他の不導體の碍子を取付ける、其電線は裸の儘で宜いが銅線が一番宜い最も普通なのは亜鉛引の鐵線である。

地下線の場合には昔はベルチャヤゴムで絶縁してあつたが今日では紙絶縁が普通に使用される、ソレは乾燥した紙で各々ユルク包んで數本の電線が束ねられて強い鉛管の中に收容されるのである、其紙包はユルク包装するから乾いた空氣で絶縁層が電線の周圍に出来るのである、一本の管の中に百二十本からの電線を入れることもある、電信線を安全に保つ爲に屢々試験する必要があるが遞信省では毎週一回以上午前中の七時頃通信の閑散な時分に試験を行ふやうになつて居る。

地中は普通回歸線(又は複線)として電信用に使はれるが此複線の兩端は地中に埋めた地中銅

板又は水道鐵管などに接続されるのである。

普通小規模の通信にはダニエル電池から電流を得ることになつて居るが大きな電信局では電流を蓄電池からとる習慣になつて居る。

夏になると雷が出て電信機に妨害をするが此種の危険は避雷器によつて防ぐことが出来るのである、避雷器には數種の型があるが茲には只其中の一種ダケを述べることにする。

其主なる構造部分は互に僅少の間隔を持つ二金屬板で其中間に小サイ空隙が保たれるのである、甲の金屬板は線路に乙の金屬板は地中に接続される、殆んど凡ての雷鳴は震動性の放電でツマリ雲と大地の間を何千回となく前後に通過するものである、此種の迅速なる交番放電は電信線路に沿ふて自分の通路を探すのに困難であるから容易な場所を撰ぶのである、此空隙の抵抗は非常に高いけれども雷の放電は電信線に達する瞬間に空隙を通過する力を持つものである。

此の方法で雷の閃光が線路の上を感じる時に放電が避雷器の甲乙の金屬板間の空隙に飛び込み害を與へずに地中に逃げるから電信局内に入らずに済むのである。

第三節に於いて説明した如く磁嵐の作用は時々電信線路に妨害を與へて通信を不能にするが而も全く危険性を帯びて居ない、此の様な場合には金屬回線を採用すれば安全で往復兩線とも地中を利用しないで電線を用ゆるのである。

## 第十七節 海底電信の話

海底電信の話は不思議な記録に満ちて居る。其始まりからの由來を記さないでは興味が少いから、私共は先づ英國海峡でドヴァーからカレーに沈設した一八五〇年當時の電信沈設の事について研究したいと思ふ。

其當時は半時の太サを持つ一條の銅線を使つて其にゴムで被覆したのであるが各百ヤード宛の間隔を置いて鉛の錘りを付けて海中に投じたのである。此線路は見事に布設することが出来たのであるが僅に一日ダケの通信をしたのみで切れて了つた而して無理解な漁夫達が彼のトロール網と共に其ケーブルを引き上げて了つた。此線路によつて英國と佛國間の電氣通信が出来るといふ事を立證したが其計劃は餘り歓迎されなかつた。其當時の人々は其ケーブルが舊式の家庭用ベルの様に效能をするもので只ケーブルを引ければ宜いといふ淺い考を持つて居つた。

其翌年クランプトンといふ有名な鐵道技師が總費用一萬五千ポンドの半分の費用を自ら支出

して同じやうな計劃をした、彼の用ひたケーブルは四本の銅線で作られ各々ゴムで二層ダケ包んだ後四本全體を其周囲の十本の亞鉛引鐵線で特殊の螺旋狀に捲くのであつた。此線は耐久的に成功したが此種のケーブルは今も多少の改良を加へて使はれて居る。

一八五二年に英國と愛蘭土を連絡する三ツの企てがあつたが最初の二計畫に採用したケーブルの耐力が強い潮流に向かない爲に失敗に歸し、第三回目の計劃が多少成功したが其も大成功とは云へないのであつた。其翌年一層太いケーブルを試みに使つたが其が最後の成功であつた。此等の二本のケーブルの成功によつて同じ位の距離にケーブルを布設する計劃が歐羅巴に行はれたが今私共は其よりも遙に大きい計劃であつた大西洋のケーブル布設工事について研究しなければならぬ。

一八五六年に大西洋電信會社が創立して英國のアイランド及びニューファウンドランド間の通信をする目的で三人の發起人が寄り合つた、英國と米國の政府は此計劃に賛成して通信線路の沈設を許可したが其條件として政府の電信は他の通信よりも優先的に發受されることを附加された。

當時約二千五百海里の距離が此の凡ての計劃に適中して居ると見積られケーブル製作の工事は一八五七年の二月から開始され其年の六月に竣工した。導體の製作用として長い銅線が使はれたが其長さは實に二萬五百哩で其外部に鎧裝をさせる鐵線は三十六萬七千五百哩の長さに達し其全長は地球を十三回捲くダケの十分な長さであつた。

かくて最後に製作された電線を英米兩國の二軍艦に載せて各錨を解いて目的地に向つたのである、けれどもケーブルの布設について眞の困難が起り始めた、ヴァレンチャ灣に其ケーブルの一端を持つて來ると同時に僅に五マイル丈の布設が出来たのみで切れて了つた、其の切れた端を拾ひ上げて再び海中に修繕した後投じた、二三日間何事もなく其工事が進行したが三百八十マイルを布設した後に再びケーブルが切れて了つた、而して二千尋の水深中に落して了つた。かくてケーブルが缺乏した爲に軍艦はブリマウス軍港に歸つたのである。

一八五八年(即ち翌年)に他の計劃が立てられて新しい布設機械と三千マイル分のケーブルを用意した、此時に双方の船は大西洋の中央で出遇す約束をして反對の方向からケーブルを布設しつ、進むことにした。

其航海中に大暴風が起つて一週間も吹き續いた爲に英國の軍艦は止むなくケーブルを持つた儘引き揚げにかつた、其ケーブルの一部分を船の上に引き寄せたが甲板の上にあるケーブルを如何にすべきかを心配し始めた、再びブリマウスを出てから十六日後に待合點に達した、而してケーブルを接ぎ合せて軍艦は引き揚げた。英國の軍艦が四十マイルを布設した後ケーブルは軍艦からの或距離で切れて居ることが判つた、かくて双方の軍艦は再び近ふことになつて又々電線を接ぎ合せることになつたのである、此時はケーブルが百哩より小しく餘分に布設された後に切れたので遂に此工事を廢止することになつたのである。

此第二回の工事が失敗に了つたのは非常に遺憾で當時の人々は此の様な計劃を全く廢止せよと不安な發議をしたのであつた。

會社の重役達は此不結果の工事を取り換へす爲にはケーブルの殘部を賣却せよと云ひ出した、而して其利益を各株主に分配することを主張したが數名の非常な努力によつて尙一回此工事を繼續しやうと云ふ事になつた。

ソレから間もなく一八五五年の七月十七日に船は再びクインスタウンから解錨した、前と同

じく太西洋の中央でケーブルを接ぎ合わせる事になつたが今度は成功して八月に太西洋の兩岸に陸揚げすることになつた。

太西洋のケーブルは如斯くして布設を了して人々の心を安堵せしめた、最初の電信はヅキクトリヤ女王と米國の大統領との間に交換されたが其よりも重要な通信がカナダにある英國の二箇聯隊をインドに出動せしめることを廢止せしめた時に交換されたのであつた、尙インドでは此等の聯隊の出動の必要がなかつた、此通信に要した費用は約五萬ポンド(五十萬圓)であつた、故に電信會社の見込は盛なものであつたが其から短時日の後に信號が段々と微弱につて最後に約五百通の通信が送られた後ケーブルは全く役に立たなくなつて了つた。

此は其當時の人々にとつて非常に不安な念を抱かしたたが此故障の原因を探り出す目的で専門家に相談をシカケた、其時一致した意見が出て何れも餘り強い電流を使ふ爲にケーブルが破損したといふことに結論するのであつた。他の企てが起る前に或年月を経過して了つたが其當時何等の改善方法が行はれず了つた。

發起人の中で一番精力家であるフィールドといふ人はケーブル布設工事は必ず成功するもの

だといふ自信を曲げずに居たから彼の野心を達成することに心を痛めて居た、彼の目的を達する爲に彼は實に六十四回も太西洋を横断して自分の研究をしたと云はれて居る。

一八六五年に新しく資本金が出来て他の冒險的の工事の用意が整つた、今度はケーブルを布設するのに只一隻の船を使ふことに決定したがグレート、イースタン號が其目的に撰ばれたのである。

此船は十年間も航海をしないで休んで居つたが貨物船としての能力を缺いて居つた爲である、けれども其船體の大キサと容積が十分である爲に全體のケーブルを載せることが出来たのである、一八六五年の七月にグレート、イースタン號は二隻の英國軍艦に護られながら出港した。八十四マイル分だけ布設が了ると又々故障が起つたが約十哩半だけを引揚げて検査して見ると鐵線がケーブルの鎧装を切つて居ることが判つた、かくて其故障を慥めた後に七百マイル以上の布設が済むと又も他の故障が現れた、再び故障のある點を船上で検査する迄ケーブルを引き揚げたが他の鐵片が全くケーブルを切り貫いて居ることが判つた。

此のやうな二ツの鐵片は偶然に其故障點に出るものでなく其等は或無頼の徒によつて故意に



挿し入れたものであることは疑ふ餘地がない、ツマリ會社の株を下げるといふ一種の悪意を抱く人の仕業である。

かくて尙一回航海を續け乍ら工事を進めたが全距離の三分の二に達する迄無事に済んだ、然るに又もやケーブルが切れたのである。

六十萬ポンド(六百萬圓)といふ巨費を海中の藻屑としたに不拘精力主義の發起人等は新に他の資金を集め一八六六年に再びグレート、イースターン號を解纜せしめたのである。

此の不屈不撓の精神は實に英國魂(ジョン、ブル)として英人が誇るところで私共が大和魂を持つと同じである、丁度昔小野々道風といふ歌人であり學者である人が蛙の柳の木に飛び上る努力を感じて大に自分の精神修養にしたといふのと同じである。

かくて此努力の爲に成功の月桂冠を得て一八六六年の七月二十八日にケーブルは愈々兩岸に陸揚げされたので其當時の陸揚げの光景についてダニエル、グークといふ技師の日記があるが次に其を摘記して見る。

「僕等の長い線が陸に揚げられる時僕は非常に愉快に思つた、古いケーブルの手は恰も其端が

海水の怒濤の爲に喰ひ嚙まれるやうに見えて居る、怒濤の中でダンスを始め其怒聲を揚げながら嬉んで居るやうに見える。」

此時ケーブルは安定的に其生涯を始めたが一八六五年の後半期には古い世界と新しい世界の區別が出来るやうになつたのである。

此不成功當時の費用を合算すれば殆んど二百五十萬ポンド(二千五百萬圓)に上つて居る。

一八六六年からケーブルに布設工事が急速に進行して現今では文明國間の凡ての通信が海底線で行はれて居る。

最近の統計表によると北太平洋には十七本の海底線があり全世界の海底線数は實に二千九百三十七本で其長サ二十九萬一千三百三十七海里であるが年々増加する一方である。

サテ海底電線について其動作を説明する前に布設工事について數例を述べることとは興味あることである、布設船が出港する前に他の船を其航路に進出せしめて調査をするのである、亞鉛鍍金したビヤノ鋼線が此海底深度の検査に用ひられるが其を砲金製の捲太鼓の上に三、四海里の長サで捲き付ける、其太鼓は汽機で廻轉するもので平均速度は浸水の場合一分百尋で、引き揚

げの場合に七十尋である、大西洋で深度を計つた記録によると三千二百三十三尋又は約三哩半が記してある、浸水器は浸水の場合に三十三分五十秒を引き揚げの場合に四十五分を要した、此場合に重い重りを線と共に入れないが此計深器は海底にある物體と水の見本を引き揚げる装置になつて居る、而して何れかの深サにある温度が自働寒暖計で記されるのである。

此計深調査が済むと布設船が出港する順序になるがケーブルは船上にあるタンクの中に捲かれて間断なく水中で保たれる、ツマリ餘り熱を與へ過ぎてゴムの絶縁を損じない爲である。

各部分がタンクの中に入れられるから其兩端は試験函の中に導かれて一々符調を付けることになつて居る。被覆した電線が試験函から試験室にある計器に持つて行かれるから全體のケーブルの電氣状態が何時でも検査し得るのである。

ケーブルが布設される全時間中其絶縁を間断なく試験するが五分間毎の信號を陸から船に與へて故障を瞬間に見ることが出来る。

ケーブルは其タンクの中で多數の人々に取扱はれてケーブル太鼓には制動機が用意されるから水中に入れるのに容易である。

或故障の爲にケーブルを捲き戻す必要があれば半マイル又は四分の一マイル毎に其を切つて其故障が船上で修復される迄各切斷部分を試験するのである、ケーブルの船外にある部分が随て切斷され、ば浮標を其破損點の上に向け其ケーブルを掴むのである。

これは晴天の日に一日又は二日を要するが天候不良の場合には一週間も遅れる、ツマリ攔み上げが不可能となるからである。

海底電線の實用上の動作は多くの點で陸線とは異つて居る、海底電信に用ゆる電流は非常に微弱で私共の考とは反對である、絶縁したケーブルが恰もレーデン瓶の如く電氣を聚めるといふ仕事をするから陸線の裸線がなすやうに電氣と分れない。

非常に長い距離のケーブルの場合例へば太平洋の如き長距離ケーブルの時には電池が接續を止めた後も或時間電流がケーブルから流動して居る、電氣が分離する迄第二の信號を送ることが出来るが若し強電流を使へば不結果となつて信號の速度が遅くなる、尙又強電流の他の缺點はケーブルの絶縁物中に何かの邪魔物が存在する時は其強電流は外部に流出して遂には線路を

切斷する原因となることである。

海底電信の電流の微弱な程度では普通の陸上電信機の受信機には適用されない、故に鏡照受信機として知られて居る一層鋭敏な器械を用ひるのである、其は非常に細い電線の線輪を有し其中心に小サイ磁針が紡がない絹糸で吊り下げられる、電流が流動しない場合に其磁針を一點に保つやうに磁鐵を置いてある、其磁針のフレが非常に微弱である爲に其を何かの方法で擴大する必要が起つて來るが其は磁針に非常に小サイ鏡を付けて行はれる、其鏡の上には電燈から光線が落ちる仕掛ケになつて居る。

鏡は其光線を目盛りを持つ白紙の上に反射するが鏡が磁針に沿ふて動作すると光りの尖端が紙の上に動き非常に小サイ磁針の運動でも光りを或方法に擴大するのである。

此時受信手は暗室内に居つて光りを看守して居る、光りは電流の方向によつて左右に動くこととなる。

此場合に使ふ信號は單針電信機と同じである、即ち左の方に運動するのが短點で右の方が長點である。多くの器械に於いては磁鐵と鏡の合計重量は非常に少いもので其鋭敏な働きは實に

驚くべきものである、例へば數滴の酸味水と細い亞鉛棒と婦人の銀製ユビヌキでも作られるゾオルタの電池から電流をとつても太平洋上を横ぎつて通信することが出来るのである。

鏡照受信機は其通信文を書く譯にはゆかぬから記録の目的に對してはケルビンといふ學者が發見した現波機といふものを使用するのである。

此器械では電線の輪が電磁鐵の兩極間に吊り下げられるが其に精密なガラス管又は吸上げ管が絹糸で接續される、其管の一端がインキ壺の中に浸されて毛狀吸引作用によつて管にインキを充すのである、管の他の端は其下にある回轉紙リボン(現字紙)に殆んど接觸して居る。

インキと紙は反對に荷電されて其異種荷電間の吸引作用の爲にインキが管の外に流れて紙の上へ落ちる、其量は極めて僅である。

電流が通過しない間は管は固定して居るが電流が線輪を出てケーブルから入ると管は一方又は他方に動作する其方向は電流の方向に従ふのは勿論である。

故に一直線てなくインキの小滴によつて紙リボンの中央に沿ふて波狀の線が中心の各側にウネリを打つて畫かれるのである。

此現波機は時々天候の險惡な日例へば濕氣のある日などにインキと紙の反對の荷電を失ふ爲に適當の動作をしないことがある。けれども最近になつて有名な發明家カットリスといふ人が電磁鐵によつて管を一定に震動させることを考へて此缺點を除いたのである。普通の單針電信機の符號を現波機に使つて居る。

尙海底電信については話したいことが澤山にあるが未だ海底電話が發達しない時代を考へるに其には色々の理由がある、然し電話の章に述べるやうに電信とは作用が異つて居る爲に海底電話の發達を來さないことダケを附記して本章を閉ぢたいと思ふ。

## 第十八節 電話の話

私共の子供時代に多くの友達などと玩具の電話を使つて楽しんだことが思はれるが其電話は兩端にボール紙の箱を取付けた長い紐を持つたものであつた。

若し絲がシツカリと此玩具の電話に張られると大聲が二三十ヤードの距離に通ずるのである、恰も此玩具のやうに簡單であるけれども慥らしいものが世の中には澤山にある。多くの人々は若し俄に如何にして音といふものは甲の函から乙の函に紐に沿ふて移動するかと尋ねられると其説明に苦むに異ひない。

若し其玩具が其よりも複雑な機構を持つものとしたならば誰でも其が如何に動作するを知りたがるものである、けれども全體の事柄が別に深い考を使はないでも判り切つたことである。若し私共が音叉を打ち其を耳の側に接近せしめると私共は忽ち音を聴くのであるが同時に手に感ずる微かな感覺で其音叉が震動して居ることを知るのである。之を平易に云へば茲に五十錢銀貨があつて其を指てハサミ烈しく吹いて後に耳の口に當て、見ると同じことである。

音叉が震動すると其周囲にある空氣の微分子を動亂せしめるから震動を起すので此等の震動は甲分子から乙分子に向つて傳るのである、かくて私共が音を耳にするのである。空氣の動搖が音叉の震動によつて起るといふのは波の列即ち私共が音波と呼ぶ姿で傳播されることである。

音は流動體の中よりも空氣中の方を容易に通過するもので尙固體を通過するよりも一層容易である、これは何故私共の言語が空氣を介して能く聽えるかを示すものであるが紐電話を使つて百呎位の相對距離で完全に聽えるのもこの爲である、音は空氣中を通過すると同じやうに紐に沿ふて私共に達する、ツマリ分子から分子に微弱な衝動が與へられるからである。

此紐電話よりも完全な装置は非常にシツカリと張つた電線で二ツの薄い金屬板を接續するのである、甲の金屬板に接近して話す言葉は他の相手の耳に相當遠いところてこの金屬板から傳へられる、此器械が使用される時に如何なることが起るかを見て見たい。

話をすると空氣中に震動が起り其の反響で金屬板に震動が始る、次に此震動が電線に傳へられ他の相手の耳に當て、ある金屬板に移り最後に此の金屬板の震動が甲乙兩者間に正しい震動

を傳へ音が耳に達するのである。

此簡單なる實驗によつて金屬板は人聲によつて其に傳へる凡ての震動を再發するといふ著しい事實を示すのであるが其事實から判斷して、若し私共の音聲で金屬板に與へる震動を百哩の遠距離にある他の金屬板に傳へることが出来れば私共は尙遠いところに居る人にも音聲を傳へることが出来るのである。

張り架けた紐又は電線は或距離に完全に震動を傳達するが其距離よりも遠いところには震動が弱くなつて音が達しないことになる。

けれども電氣の力を借りて私共は非常に遠距離に震動を送ることが出来るもので其距離の割合は使用する器械及び装置によつて伸縮するのである。

電話の構造に對する最古の計劃は一八六〇年に獨逸の一教授であつたフイリップ、ライスといふ人が試みたのである。

彼の送話器はシツカリ張りツメた薄膜で包んだ孔を箱の中に作つて其薄膜に白金の小片が取付けてあつた、其箱に接近して發した音によつて其薄膜が震動すると白金片は電池の回線を開

ちる金屬臺に對して彼方此方に動いたのである。

薄膜の震動は非常な速度で回線を閉鎖し磁針の急速な磁化作用の爲に薄膜の震動を起すのと同じ音調を出すのである。此器械は音樂的の音を傳達したが只言葉を傳へるには如何なるものであるかといふ問題が起つた。

トムソン教授は此ライス電話について言葉を傳達し得たと明言して居るが他の専門家は反對して居る。

私共は今此電話は言葉を傳達したけれども其は不完全な程度であつたと結論したい、何れの場合にも此器械の受話器は今日の受話器と同じ原理に基いて居らないことだけは慥である。其から後にボストン大學の教授グラハム、ベルといふ人は電氣の力で人聲を傳へることに注意を拂つて彼の教場て啞者を教へる時の實驗に應用したのである、一八七六年にヒラデルヒヤ博覽會に彼の器械が出品されたが一ツの管があつて其一端に言葉をを入れるやうになつて居り、他の端は固く薄膜が張つてある、其に非常に軽い銅製棒磁鐵が取付けてあるが音聲によつて薄膜を震動せしめると小磁鐵が電池回線中に挿入してある電磁鐵の兩極の前で彼方此方と動作す

るから磁鐵の線輪中に電流を誘導するのである。

此方法で發生した電流は其方面と強サとを薄膜の震動作用によつて換へるのであるが其を電線に沿ふて送ると受話器中の他の電磁鐵中にある電流に同じ震動を發生するのである。

此方法によつて電話器中に發生する電流は磁極の前にある金屬隔膜に震動を起すから送話器の中に入れた言葉が再發されることになる。

一八七六年後電話は長足の進歩をしたが今其を詳述することは反つて讀者の爲に興味を失する嫌があると思ふから其を中止したい。

サテ此意味から現今使つて居る電話の原理について研究したい、最初の一般用電話は矢張り今のグラハム、ベルの發明に基いたもので其が段々と改善されて來たのである。

エボナイトの管又は函が電話器の把手となるが其中に管の送話口に最も近い一端に絶縁した小線輪を持つ銅製棒磁鐵がある、其線輪の兩端は管に沿ふて電話線に接続されるのである。

磁鐵の線輪端に接近して又其送話口との中間に薄い鐵膜がある、全體の器械は電線で接続して此等の二ツの装置を有するので電池の必要がないのである。

音聲によつて生じた空氣震動は其隔膜を震動させるから其が前後に動くのである、此の動作は到底肉眼では見えないほど小さいが其によつて磁鐵の力線が迅速な交流を起して種々の變化電流を線輪の中に發生し次に電線に沿ふて送り出すのである。  
受話器に達すると此等の電流は線輪内を通過して磁鐵の力にて急激な震動を生ずるから鐵隔膜に均等の吸引を生ずる代りに磁鐵は間斷なく變化した力にて其を吸引して居る、かくて其が震動することになるのである。

次に隔膜の前にある空氣は震動を始めるから受話者は送話器に入れた言葉の再發を耳にすることになる。

電流の變動が第二の隔膜(又は震動板)を震動せしめる方法は第一の震動板に従ふものがあるが受話者の實際の音聲を聞くことが出来ないても其の完全なる再發を耳に入れることが出来るといふことを知るのは大切な點である。事實第二震動板は物を云ふのである。  
讀者は磁氣電話器の送話器や受話器が小さい發電機と電動機を兼て居るといふことを聞いて意外に思ふであらう。

私共は機械的の運動を發電機に與へると其が電流を發生するが其電流をモーターに送ると私共は再び機械的の運動を取り戻すことが出来るのである。

今述べた電話の送話器では機械的の運動が金屬震動板の震動の姿で表はれる、而して磁鐵の圍りにある線輪中に電流を起すから送話器は音聲で廻轉する小發電機となるのである。

受話器は送話器から來る電流を得るが其電流を震動板中の機械的の運動として替へるから受話器は小電動機となるのである。

今述べた送話器は近距離の間に動作するが其から發生される電流は長距離用として餘りに弱過ぎる、此關係から此等を微音器の原理に基いた送話器に替へることになる。

微音器といふのは非常に小さい音を判然と聞き取ることが出来るやうにする器械である。此原理に基いて彼の東京市長の使つた演説用の高聲電話が出来るのであるが今微音器の大體について説明したいと思ふのである。

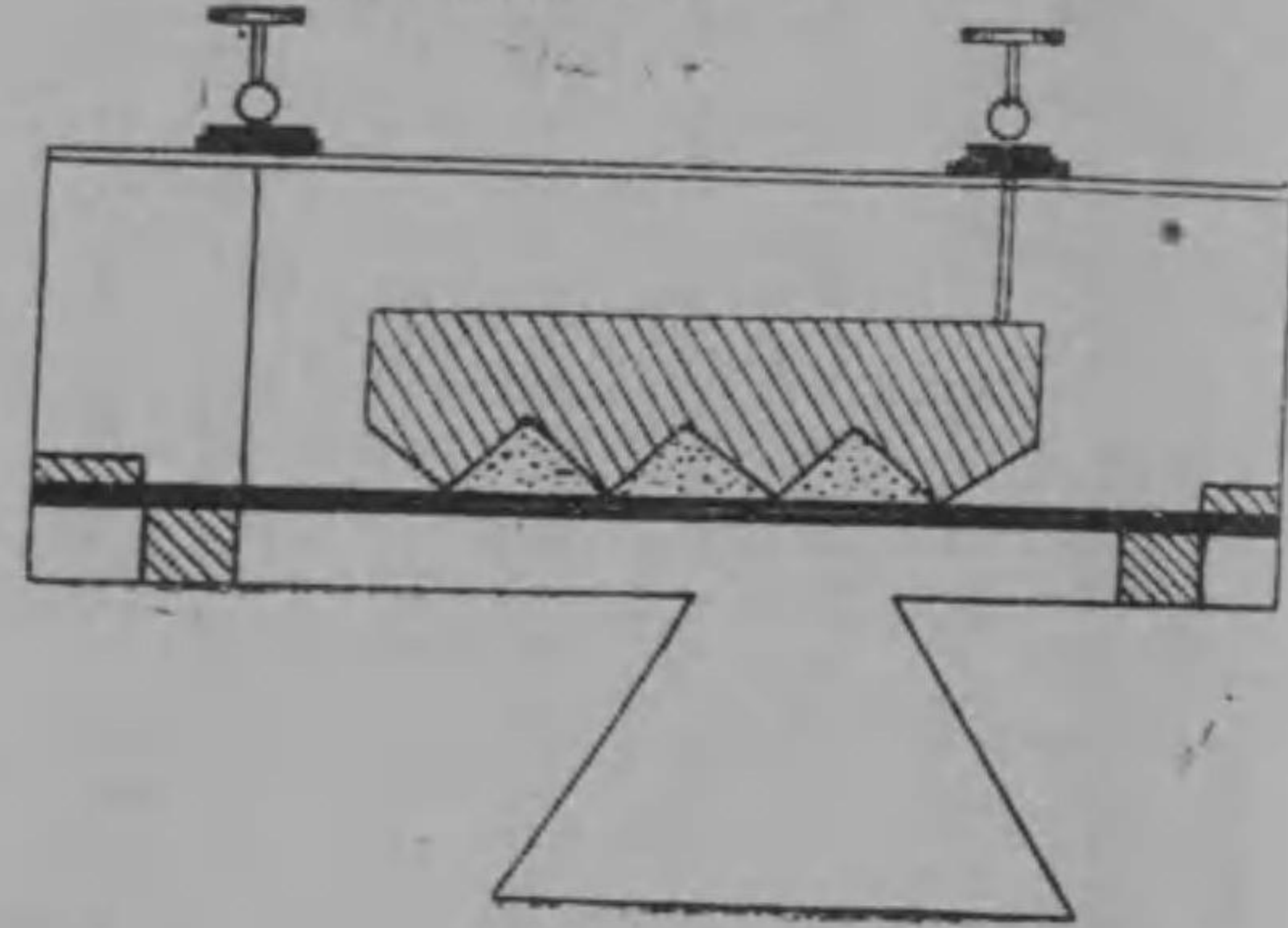
今若し粒になつてユルク分れ／＼になつて居る炭素粒を有する箱の中に電流が通過する場合に其炭素粒が壓縮されると其導電力は非常に擴大するものである、例へば其函を震動せしめて

発生する僅少な壓力の相違でも其炭素を通過する電流の量を増すものである若し此電流が普通の電話の受話器に電線と導かれると其器械装置は簡單なる微音器となるのである、函の震動は炭素の抵抗を加減するが其に従つて電流の震動が起つて受話器内に震動を發生せしめる、けれども其は擴大した姿で行はれる、最も少ナイ音の震動でも炭素の抵抗を替へるが此等の震動が受話器内で擴大されるから再發する音が矢張り擴大されるのである。彼の蠅の脚音でも完全な微音器で判然と聞き取ることが出来るが時計のカチ／＼といふ音が恰も斧の槌の如く聽えるのである。

此震動を擴大せしめる力を利用して普通のベル式送話器が使ひ得ない非常に遠距離に微音器式送話器を使用することが出来る。

第三十一圖に示すのは此式の送話器の震動板であるが其中に三角状に見えるのが炭素函で互に僅少の隔てを持つ炭素粒が入つて居る、此等は前方に送話口を持つエボナイト製の函の中に入れる其背後に甲乙の二つの端子を持つが甲端子は炭素受と乙端子は震動板と接続される。此等の二端子から電線が電池やベル式受話器に導かれる。

第三十一圖 微音器の原理に基いて送話器の略圖



かくて電流は炭素粒を通過し震動板の運動が音聲の震動によつて起る場合に炭素粒の上に壓力を與へるから此方法で電流の震動を起すのである、炭素粉は又炭素粒の代用をするが其様な場合には炭素粉送話器と呼んで居る。

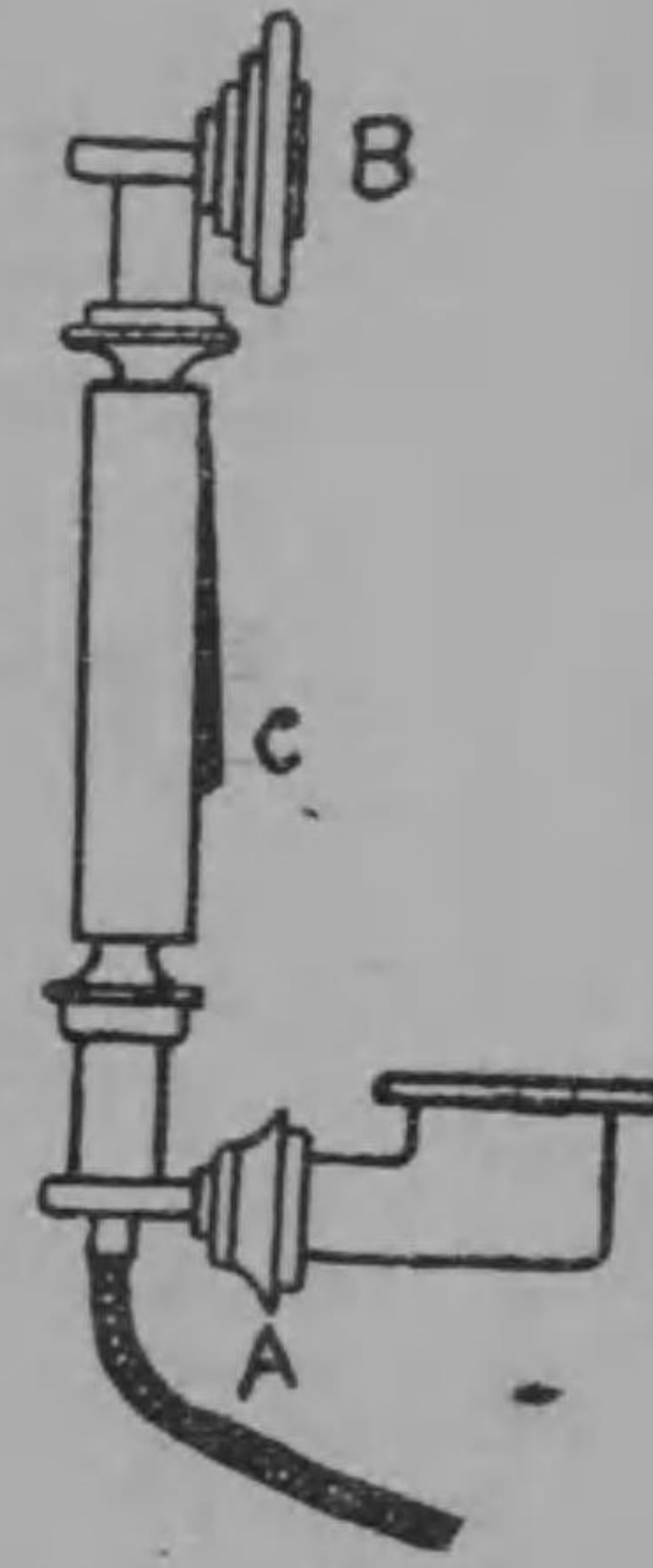
普通使用の便利の爲に送話器と受話器とを一個の把手の上に持つことが流行して居る。

第三十二圖は此式の略圖であつて使用者が受話器を彼の耳に當る時に送話器の送話口を口の邊に當ることが出来るやうになつて居る。

炭素粉を持つた微音器は送話口のすぐ下にあるAの點に位置し受話器Bは線輪及び小磁鐵と前面に震動板を持つて居るからツマリ前述したベル式受話器である、此は送話器を手で押すとき回線中に入れる一種のスキツチである。



第三十二圖 受話器と送話器の合成



て行はれたのであつたが其當時は幼稚なものであつた。

甲加入者が乙加入者と通話を試みんとする場合に交換手と呼んで自分の欲する通話条件を話すと交換手は其を聴き了つてから加入者に取継ぎをするのであつたから各加入者には直接に通話が出来なかつたのである。

其後加入者の数が増加すると一つの中央交換局の必要が起つて各交換手と呼んで遅滞なく所要の加入者と直接の通話をする事になつたのである、今日の交換制度は殆んど完全に此等の要求を充して居るが今から約四十年ばかり前から段々と改良されて来た結果である。

サテ加入者が通話をしたいと思ふ場合には彼は先づ交換局の交換手と呼び出さねばならぬ、比較的最近迄は電話器の側にあるハンドルを廻して呼び出す式が流行して居つたが今日では共電式といふのが流行するやうになつた。舊式の此ハンドルは小發電機を廻せしめ其によつて發生した電流は交換局にある表示札を落すので丁度電鈴の表示器と同じ作用をするものである、故に交換手は何の電話が呼んで居るかを知るのである。

交換手が其呼び出しに應へると表示札は自動的に元の位置に戻される、此と同じ方法で接續を切る信號が行はれるが表示札は先キの札と異つた色のものゝツマリ呼び出し信號との區別をする爲である、此等の手働電話器は今日も尙使用されて居つて東京で云はゞ、番町局區内は其一例である、けれども最近では先に述べた共電式を採用する傾向が流行して凡ての加入者は只彼の受話器を靜止して居る状態から揚げれば宜いので此場合受話器が懸かると交換局では表示燈といふ豆ランプが點せられ、加入者が通話を了へると單に受話器を尤の位置に戻せば宜いので交換機の豆ランプが白熱的に輝くことになる。

サテ呼び出しを受けた場合に如何なることが交換局に起るか調べなければならぬ。

サテ私共は電話の方式や動作について研究する順序となつたのである。

電話が實用上に用ひられるやうになつてから交換と云ふことが必要になつたので電話交換局といふ制度が作り上げられた、最も古い交換制度は一八七七年に米國のボストン市

各々の交換手は各自に栓に分岐して居る多数の可撓性のコードを一々取扱ふやうになつて居るが其を取扱ふには其各對の加入者線に對して二本のコードが電氣的に接続されて居る。プラグ(栓)は交換手の前にある臺の上止まつてコードは臺を通り貫けて其下に吊り下げられる、若し栓が揚げられるとコードは臺の上上がつて來るがプラグ(栓)が使はれないときには車サによつて再び元の位置に戻される、各對のコードに對して二個のランプが用意されるが其中の一ツは各コードに接近して取付けられる。加入者の電話から來る二條の電線はジャックと呼ぶ細い管狀の金物に接続してある。

加入者が受話器を取り上げるとランプが點ぜられるから交換手は一對の中一方の栓をジャックの中に入れて挿入するがランプが自動的に消えるのである、次に交換手は呼び出し加入者に向つて「何番」であるかを尋ねるが其番號が判ると交換手は他の栓を取つて呼び出すべき番號に屬するジャックの中に挿入するのである。

かくて簡單なる作用で交換手は呼び出される加入者のベルを鳴らし彼の電話と今の通話せんとする加入者の電話と接続するのである。

サテ茲に二個のランプがコードと接続されることについて説明する、加入者の電話が休んで居る間は此等のランプは點燈されて居るが電話が取り外されるとランプが消える、呼び出し加入者の電話は勿論休んで居るから第一のコードに接続するランプは點じられないが加入者が呼び出しに應答する爲に其電話を掲げると第二のコードのランプは點燈する、かくて其番號のジャックの中に栓が挿入される時に第一のランプが點燈される。

第二ランプが消えると交換手は呼び出しが済んだことを知り二人の通話が互に行はれて居ることも知るのである。

彼等の通話を済ませると双方の加入者は又元の位置に受話器を戻すと同時に双方のランプが點燈されて交換手は栓を抜いて線路の接続を切つても差支ないことを知るのである。

サテ交換局に集る凡ての加入者の呼び出しに一人の交換手が應答することは不可能のことである故に多数の交換手が採用される譯て各々一定数の加入者の呼び出しに應ずるやうになつて居る。

同時に各交換手が其受持ちの加入者の一人を全交換式にある何番の加入者にも接続すること

サテ茲に二個のランプがコードと接続されることについて説明する、加入者の電話が休んで居る間は此等のランプは點燈されて居るが電話が取り外されるとランプが消える、呼び出し加入者の電話は勿論休んで居るから第一のコードに接続するランプは點じられないが加入者が呼び出しに應答する爲に其電話を掲げると第二のコードのランプは點燈する、かくて其番號のジャックの中に栓が挿入される時に第一のランプが點燈される。

第二ランプが消えると交換手は呼び出しが済んだことを知り二人の通話が互に行はれて居ることも知るのである。

彼等の通話を済ませると双方の加入者は又元の位置に受話器を戻すと同時に双方のランプが點燈されて交換手は栓を抜いて線路の接続を切つても差支ないことを知るのである。

サテ交換局に集る凡ての加入者の呼び出しに一人の交換手が應答することは不可能のことである故に多数の交換手が採用される譯て各々一定数の加入者の呼び出しに應ずるやうになつて居る。

同時に各交換手が其受持ちの加入者の一人を全交換式にある何番の加入者にも接続すること

とが出来ねばならない、これをする爲に交換手が區劃されて各區劃には交換局を持つ線數と同じジャック數がある、故に此點で全部の區劃が互に複式になつて居る。此を複式交換機と呼ぶので其に要するジャックを矢張り複式と呼ぶのである。

次に複式にする必要のない他のジャックがある。私共は加入者が交換局を呼ぶとランプが點燈されることを習つたが其時に交換手はランプの外にあるジャックの中に栓を挿し込むので其は呼び出しに應じて何番が用事であるかを憶める爲である。此等を應答ジャックと呼ぶのでランプは信號の爲である、普通三人の交換手を各區劃の交換機に負擔せしめ各交換手は多數の加入者に通ずる多數の應答ジャックを受持つのである、同時に此交換手は全體の交換機に自由に接続することが出来るやうになつて居る。

呼び出し番號が與へられると交換手は直ちに其線が通話中であるか否かを呼び出し加入者に告げる責任がある、彼女の受持つジャックは明いて居ても凡ての複式ジャックが其呼び出し番號に通つて居るか(話が出来るか)否かを知らねばならぬ、ツマリ他の交換機に居る交換手が彼女の受持ちの加入者と或加入者が已に通話中であるか否かを知らねばならないのである。

此を迅速に憶める爲に電氣試験が用意されて居る。今二線が接続され、ば其名々に屬する複式ジャックは充電される、而して若し何れかの交換機に居る交換手が栓を以て此等のジャックの一本に接觸すれば彼女の受話器を通ずる電流がカチ／＼といふ音を發生する、此音を聞いて彼女は通話中であることを知るのである。

此試験(話中)は非常に瞬く間に行はれるから其によつて「御話中」といふ返事を忽ち加入者が受けるのである。

交換手が其栓を取扱ふのに便利にする爲に彼女の受話器は頭の上に掛ケられてある、而して送話器は交換機の彼女の肩の邊から吊り下げられて口の前に接近して居る。

私共は交換局の内部の圖を時々見ても夫が理解されるのである。電信の場合には回線の複線に地中を使ふことが普通であるが電話の場合には餘り其式を採用しない。

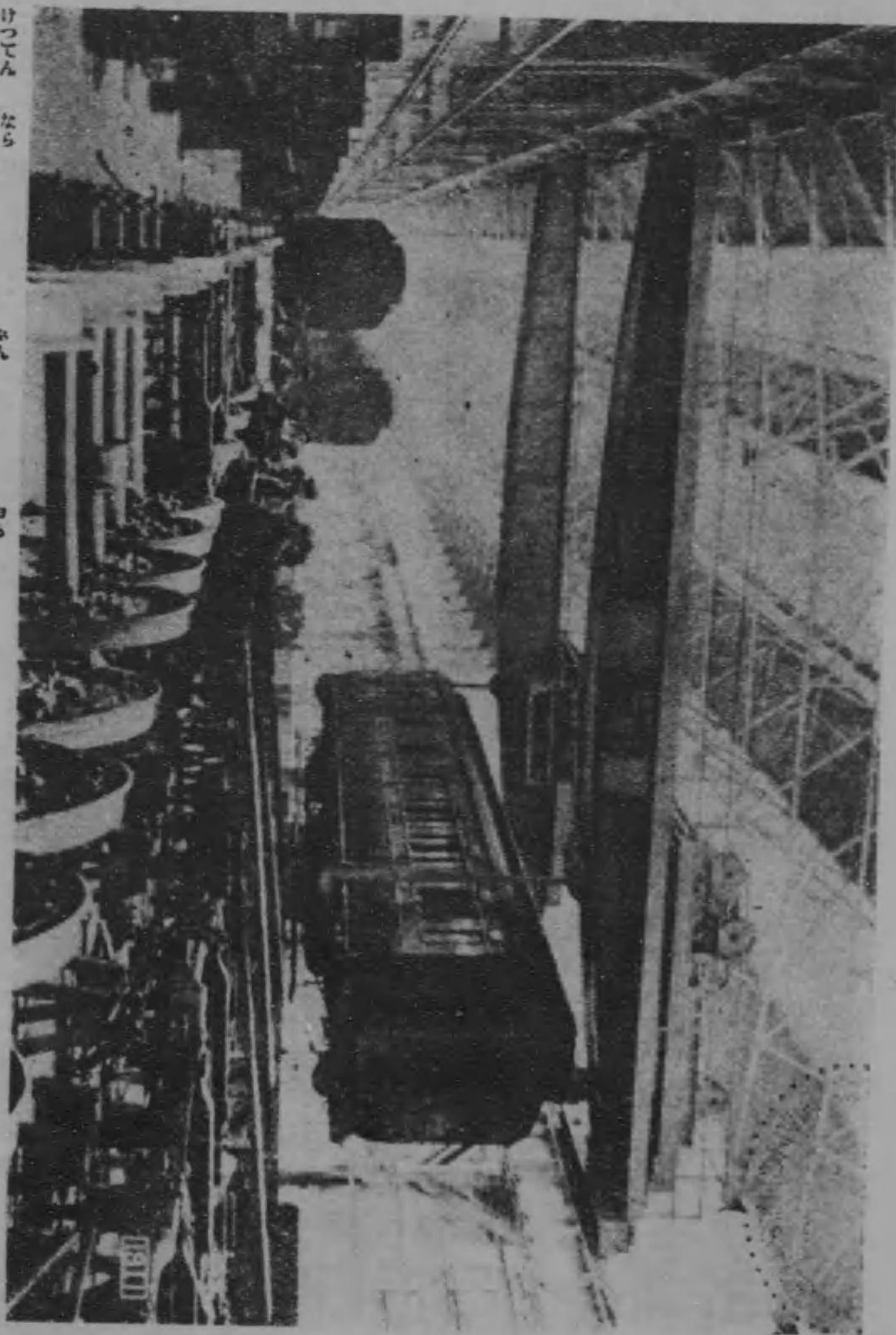
電話は電信よりも非常に鋭敏な器械であるから地中の複線を持つ電話は非常に矢張り音を受話器内に感じて通話の妨害をするものである、例へば電車や汽車其他の雜音が誘導作用によつて受話器内に導かれて來るものである。

此の音は天然の大気動揺又は電信線等の電流によつて起されるものである、此關係上電話線は完全に二條の金屬線を使ふのである。電信の場合の如く雷鳴から受ける妨害を防ぐ装置が必要で矢張り避雷器を採用する。

電話交換局が使ふ電流は發電機又は蓄電池から供給される、此を中央電池式又は共電式といふのは前に述べた通りである。今日の相互電話制度は非常な能力を持つて居るが或缺點を持つものである。

例へば交換手が面白がつて加入者の通話中盗み聞きをすることが出来るから秘密の漏洩をするものである、事實交換手にとつては夜間などに此種の徒らをする事が出来る時間がある。

或時のことである、著者は非常に朝早く友人に電話をかけたが其時に友人が今は「何時ですか」と余に尋ねた、余が夫に答へんとして別室にある時計を見に行こうとする間に優しい聲が受話器の中に聞えて「三時半です」と云ふ、これによつて考へて見ると誰も自由に勝手なことを語り合ふことは禁物であることを感ずるものである、次に交換手は呼び出しの番號を聞き違へて間違つた番號に接續することが間々ある、此外に澤山の缺點があるがこれだけ相互交換式



寫真版(第十一)鐵道車輛工場の大電氣起重機

の缺點を列べるのに十分であると思ふ。

長い間發明家達は如斯缺點を除くやうに苦心して居つたが夫は自動交換をする方が宜いといふ説に一致したのである、米國のシカゴ市にある自動電氣會社（自動交換法を採用する會社は最近數年間に完全なる交換制度を世人に紹介した、此制度は今日米國で盛に使つて居るが我國では一二の私設があるのみで過日逓信省の電氣試驗所で行つたのが其一例である。不幸にして此式の機構は非常に複雑を極めて居るが爲に此初步の書籍中で説明することは不可能である、けれども其作用の大體を餘り専門に入らずに述べて見る。

各交換せんとする加入者の電話器には指面盤が取付けてあつて其中心は軸で廻轉するやうになつて居る。此指面盤には其周圍に沿つて幾列かの孔があつて1から9及び0迄の數字が書かれてある、今假りに一人の加入者が其友人の二五八三といふ電話と話したいと思ふと想像する、彼は掛ケ金から彼の受話器を取り外し彼の指先を2と記した孔に持つて來て其指が停止點に來る迄時計の指針の方向で指面盤を廻すのである、次に其指を揚げると指面盤が自動的にその位置に戻る、今度は5と記した孔に指を置き再び停止點まで其指面盤を廻し普通の位置に歸ると又指で8と3の孔を扱つて之を繰り返すのである。

サテ如斯して彼は受話器を彼の耳に當てると自動的の機構によつて交換局では必要な接續が出来上る、而して二五八三番のベルを鳴らすのである。

通話が済むと双方の加入者は其受話器を掛ケ金の上に戻して交換局の機構が元の位置に歸るのである。指先で指面盤を廻すとバネを捲くことになるが此バネは速度制禦器に沿つて動作し指先が取り外されると同時に一定の速度で指面盤が元の位置に歸るのである、此逆戻りの運動中にスキッチが自動的に或衝動數を線路の中に送るのであるが其衝動數は指が當てられる孔によつて定るのである。

今想定した場合では258及び3の衝動が各々別々に送り出されて各數の間に間隔が保れて居るのである。

サテ今度は交換局ではドンナ事になるかを知りたいものである、加入者の器械は線路スキッチと呼ぶ機械的の装置に接續されて居る、此スキッチは受話器が掛ケ金から取り外されると作用を始めて自動的に加入者線を第一接續スキッチに接續する。

二ツの衝動の集りが指面盤の第一回の廻轉で送り出されて此第一接續子を二段に上げる、次

に二〇〇〇區劃に通ずる中繼盤に接続されて接觸列に沿ふて通過する。此中繼盤を通過して居る間に不用のものに追ふと第二接續手に線路が接続される、此第二接續手は第二回の衝動群によつて動作するが其は5の數である、五段ダケ上ると其が第一接續手の如く動作する、而して二五〇〇區劃に導かれる中繼盤を探すのである。

これによつて呼び出し加入者の線路を接手と呼ぶ他のスキツチに接続せしめるが此スキツチは残りの8と3の衝動群によつて作用し今のやうな自動的動作をしながら所要の接続をするのである、若し此二五八三番が話中でなければ接手スキツチは此器械に中央電池から電流を送つてベルを鳴らし又通話中に通話用電流を送るのである、尙此交換機は通話が済んで加入者の受話器が掛ケ金に戻されると再び元の位置に戻すのである。

若し接手が此番號は「話中」であることを知れば呼び出し人に向つて通話中であることを知らしめる爲に繼續的に「ゴーク」といふ音を送るのである、丁度私共が日常通話中である時に交換局から送られる音のやうなものである。

此等を説明するには非常に複雑になつて且つ長時間を要するが而も實際の場合には非常に早

く交換作用をするもので此一段一段の仕事は一秒間の端數で行はれるのである、尤も此方面に通曉した知識がなければ其取扱が迅速に行はれない。

普通呼び出しには自動交換式は全く交換手の必要がない、けれども使用の便利の爲に交換局には二人の書記が勤務して居て其中の一人は加入者の要求することに對して應答し他の一人は故障の起つたときに記録を作るものである。中繼(市外通話)の場合には加入者はりとしりした孔の中に指を入れて指面盤を一回轉させる、此によつて中繼交換機に居る交換手に接続される、かくて普通の方法で相手を呼び出すのである。

自動交換の複雑なる機構は却つて面倒のやうに思はれるが非常に圓滑に行はれるのである、各自働交換機は看守者として熟練した技術家を有して看守ランプ又は他の信號によつて故障を間斷なく看守して居る、此等の信號がなくとも技手は忽ち斷線等の故障を知るので平素の熟練の結果異常な音響が受話器に入ると直に其故障の種類をなし得るのである。

けれども検査の後其故障は忽ち修復される、而して加入者が氣の付く以前に已に故障の場所を修復して居ることが間々あるのである。

自働交換は非常な速度と正確と秘密を守ること且つ接續、切斷が容易に行はれる事等の特長を有するから現今では一番評判が良いのである、其は東京のやうな大市街では最も歡迎される筈であるが未だ實現されないのは遺憾である。

其には色々の原因がある、即ち遞信省の經費の關係、又加入者が電話や電氣についての取扱ひ上の智識の幼稚な關係も含まれて居る。

米國は世界中一番電話の發達した國であるが其交換局の中で或局に行つて見ると單に通話を送るのみでなく色々の仕事をして居る、例へばシカゴでは加入者が特別の回線を有して自動的に蓄音器で午前八時と午後十時の兩度に正確な時間を通知されて居る。

けれども紐育は此よりも發達して居つて新聞の配布が電話で行はれる、電氣といふ雜誌を見るに毎日の行事は次のやうになつて居る。

午前八時は氣象時間、八時から九時迄天氣豫報とロンドン株式相場、特別の新聞、九時から九時三十分迄は實業新聞、九時四十五分から十時迄市中の出來事、十時から十時三十分迄紐育株式相場及び市場通信、十一時半から正午迄地方通信、雜報、正午標準時、最近の電報、軍事

及び國會新聞、午後二時から二時十五分迄歐洲電報、一時十五分から二時三十分迄ワシントン新聞、二時三十分から二時四十五分迄日々新聞、婦人新聞、二時四十五分から三時十五分迄劇場及び寄席新聞、三時十五分から三時半迄ウォール街からの締切り新聞、三時半から五時迄音樂、五時から六時迄文學、美術、八時から十時三十分迄夕の出來事の新聞等である、此種の出來事や新聞を電話で聞くと誰も加入料金が非常に高いやうに考へるのであるが事實一ヶ月僅に三圓ダケの附加料金である。

サテ電話は鑛山用としても又野戰用としても大成功を收めて居る、地上と地下の通話を完全にする爲に不時の厄に返はないやうに坑夫等を保護するのである、これは携帶用の電話器を多く用ひるのであるが戰爭などで地下にある兵士等が時々酸素ヘルメットを載くので普通の電話送話口は役に立たない、此を防ぐ爲に送話器を咽喉の圍りに取付ける、發聲用コードの震動が咽喉の壁を通過して送話器の作用をする。

受話器は適當な頭掛け式で一方の耳の上に取り付けられ接續電線は前進する爲に持ち運ばれる、約百呎ばかりの電線を入れる函を上着の圍りに取付けると此線は其を負つて居る人にしよつ

て自働的に布かれるのである。

陸上の非常に遠距離間に通信が出来るやうになつた時に大西洋海底電線が已に其通信作業をして居つた、當時一方の大陸から他の大陸に其ケーブルを使つて通話をしやうといふ計画をしたのであるが成功しないのであつた。

第十七節の海底電信を研究した時に私共はケーブルはレーデン瓶の如くに作用することを調べたのである、この關係上約二十哩以上のケーブルでは電話を行ふことが不可能となるので大洋を介して海底電話をすることは問題にならない。

此方面に多少の改善をしたものがないでもないが其はケーブルの中に或間隔を置いて多數の線輪を挿入すれば宜いといふ説に歸着したのである。

此等の線輪は負荷線輪として知られて居るが此等を有するケーブルを負荷ケーブルといふのである。

此種のケーブルが狭い海峡に布設された、英國と佛蘭西、英蘭土と愛蘭土等は其例であるが今日でも電話通信を行つて居る、大洋中の電話通信は今も尙未解決の問題である、此方面で普

通の絶縁したケーブルでなく裸鐵線を用ひて實驗したが、米國のシヤトルとアイルランドのヴァシオン間約十一哩の距離で通話することが出来た、此によつて見ると絶縁しないケーブルは海底電話用として重要な部分を占めて居ることが判るのである。

けれども今日では後章に説く無線電信電話が普及されて來て此方面に餘り興味を持たないやうになつたのである。



### 第十九節 電信と電話の發明品について

モールス印字機は電報を受けるばかりでなくソレを記すことが出来るのであるが普通の電話では通話を記す機械的方法がない。

これは私共が相手の通話を受ける人が電話口に出る時のみ通話が出来るが若し電話口に出て来ない場合には私共は相手と通信する方法がないといふことを意味するのである。

此を防ぐ數種の發明が出来て自働的に記録する機械を考へたが其中で成功して居るのは蓄音電話器ダケである。

この器械は無線電信でも有名なポールガンが發明したのでこの人の無線機については後章で述べることになる。

此蓄音電話器(テレグラフフォン)は同じ時に電話としても又蓄音器としても作用をするのである。普通蓄音器ではレコードが圓い蠟の表面に刻み目又は押し目に作られる、此刻み目は發聲によつて震動板に起す震動の爲に作られる蓄音電話器(テレグラフフォン)でも電磁鐵の作用に

よつて同じ結果が得られるのである。

蓄音器の圓盤は鋼線又は鋼鐵條で代用され又電磁鐵でレコード板を代用することが出来る、此鋼鐵條は常に定速度で回轉する二つの圓筒又は車に沿ふて移動するやうになつて居つて此等の圓筒の中間に小形の電磁鐵が取付けられるから條は其上に接近しつゝ通過するのである、此電磁鐵は電話線に接続される爲に其磁氣が線路の電流の變化によつて變動するのである。

私共は鋼鐵は其に與へた磁氣を保留することを研究したのである、鋼鐵條が此電磁鐵の上を通過すると間斷なく異つた程度で磁化されるが其割合は通話をする人の音聲で變る線路の電流の變化と同じである。通話者が通話を了ると電話線が切られる、而して條は其が最初動き初めた點に戻される、かくて其器械を電話器に接続する、此時條は再び前の方に廻り通話者の音聲のやうに其が發音するので、其磁氣的の記録の變化する強サは磁鐵の強サに同じやうに變化を起すので、ツマリ受話器の震動板の普通の方法で音を再發することになる。

此方法で行ふ磁氣の力とする記録は耐久性であるが若し必要ならばソレを何回も繰り返して再發することが出来るのである、けれども多くの場合耐久レコードの必要がない、故に此等を

新しいレコード製に使ふので磁氣押壓を取り除くのである、ソレは其條に沿ふて耐久磁鐵を通過すれば出来るのであるが自働抹殺装置を使ふ方が便利である、ソノ自働抹殺装置はレコード製の磁鐵に接近して取付けた他の電磁鐵を有するから條がレコード用磁鐵に達する前に其上を通過するやうになつて居る。

抹殺用磁鐵は電池に接続され其一定の磁氣は先にとつたレコードを凡て破して了ふ、かくて條は新しい試験を受ける爲にレコード用磁鐵の方に通過するのである。

電話を記録するには蓄音電話器が電話器に取付けられる、而して自動的に動くスイッチによつて遠く離れた通話者で其が動作するのである。

其持主の居らない時に受けた凡ての電話を記録するが持主が歸つて来て彼の受話器にソレを接続するから彼自身の通話した事柄が判然と受話器に出て来るのである。外出する前に此器械に通話して置いて

「何時何分に歸宅する」

といふ豫定時間を告げて置く、其留守中に誰でも此ベルを鳴らせば主人の歸宅時間が判るので

ある、最も最近の蓄音電話器は一時間以上の通話を記録することが出来るが其音聲は普通の蓄音器と同じく判然と出て来る、事實蓄音器よりも完全である。

此外にも言葉を蓄へる器械がある。

これは寫眞電話器といふ長々しい名を持つて居るが獨逸のエルンスト、リュマーの發明である、其動作は電弧の光りの強サは音の震動によつて變化し得るといふ事實に基いたもので、各震動は光りの量に變化を與へるといふのである。

寫眞電話器(ホトグラホホン)では電弧燈の光りが活動寫眞のフィルムの上に光りを焦き付けるレンズを通過するやうになつて居る。

通話又は信號をする場合に其光りが色々の光りを發するが其と同じ割合の作用が臭素銀フィルムに表はれる、このフィルムを顯像すると光りの強サの變化の耐久記録が得られるが其は黒線を引いた色々の蔭を有して居る。

此フィルムを十分に強力なランプの前に持つて来て前の方で一端から一端に動かすと光りがフィルムを通過してセレニウムで作つた板の一種に落ちる。このセレニウムは非金屬であつて

其上に落下する光りの量に従つて電流に對する其抵抗を換へる特性を持つて居るから光りが多量であればあるほど餘分の電流がセレニウムを通過する。

セレニウム板は電池と電話の受話器に接続される今のフィルムが移動すると其陰がセレニウムの上に光りを通過せしめるがセレニウムは其抵抗を換へるのである、其結果電流の變化を生じて人の音聲を受話器に再發するのである。

サテ十數年前にコルンといふ一獨逸教授は寫眞の電送方法を發明して世に紹介したので、今日寫眞の電送といふことが流行するやうになつたのである、此發明は實に不出世とも云ふべきであるが今の寫眞電話器の如くコルンの寫眞電送機は抵抗を換へる爲にセレニウムの力を利用するので、只光りを其に達せしめないのである。

寫眞術といふ陽畫と陰畫といふ言葉は世間で知られて居る術語であるが、陽畫といふのは正確なる位置に光りと陰とを持つて整製した印刷紙である、陰畫といふのは印刷が作られるガラス板で此には光りと陰が反對に出るのである。

これと同じくセルロイドの上にも陽畫が作られる、セルロイドは透明で曲げることが出来る

けれども恰も印刷紙の上のやうに陽畫が作られるのである、コルン式の寫眞電送をする第一の順序は電送すべき寫眞から此種の透明で且つ曲げ得られる陽畫を得るのである。

これはガラス圓筒の圍りに曲げられて取付けるから容易に動かないやうになる、此圓筒は二倍の運動を與へられる、ソレは電動機で廻轉し同時に其長サの方向に向つて徐々に移動するやうになつて居る。事實其運動は螺子の作用のやうである、ツマリグル／＼廻り乍ら同時に前方に進むのである。強い光線が此陽畫の上に聚注される、此光線は靜止して居るが圓筒の二重の運動の爲に陽畫の何れの部分をも通過しながら螺旋狀の通路を辿るのである。

此と寸分異はぬ作用が圓筒を保つたり又其圍りに光線を螺旋狀に投げると得られるが此装置は取扱に困難である。

前方に圓筒が進む動作は非常に微弱であるから螺旋が出来るダケ細く出來て近接した線にフレないことになる。

陽畫から圓筒内に光りが通過するがセレニウム電池の方に向つて反射する、而して陽畫は殆んど無限の光りと陰の度合を持つから電池に達する光りの量は間斷なく變化する。

故にセレンニウムは其抵抗を換へる爲に其中を電流が間断なく變化して通過する、かくて送電線にも同じやうに傳達されるのである。

電信局の側では同じ廻轉をしながら前進する他の圓筒があつて其周圍に鋭敏な寫眞用フィルムがある、此フィルムは小サイロ孔を持つ膜で保護されるから光りが其孔を通るより外に道がないことになる、入中する電流は膜の孔の上に光線を落すやうに制限されるが光りの分量は電流の量によつて定まるのである。

此方法で發信側と同じやうに光線がフィルムの一端から一端にカケて螺旋狀に寫るのでフィルムを顯像すると元の寫眞が再製されるのである、かくの如く電送された寫眞は互に接近して居る多數の線に仕上げられるが此等は肉眼では見ることが出来ない位に互に接近して居る。

此方法の成功は二箇の圓筒の絶對均齊運動を保つことによつて得られるのでソレは便利な方法で行はれる。

彼の親時計の制限の下に多數の子時計が均しく動作するといふことは子時計を親時計よりも少しく早く進めて置くやうに加減する爲である。此は私共が已に習つた事である、次に子時

計が時間に達すると親時計が時間に達する迄電磁鐵の動作によつて戻されるのである、かくて全體が互に歩調を同じくして進むことになる。

此と同じ方法が今の圓筒にも行はれる、圓筒は何れも電動機で廻轉されるが受信側に於ける電動機は發信側の電動機より非常に少い割合の高速で廻轉するやうに調整される、其結果受信側の圓筒は發信圓筒よりも一秒の何分の一ダケの時間で一回轉する、而して發信圓筒が其一回轉をする迄自動的に戻される、かくて次の回轉を互に同一速度で行ふのである、受信圓筒によつて作つた休みは非常に短時間であるがフィルムの上に光が寫した螺旋の遮断がないやうにする爲にフィルムを兩端が互に集る點で此休息をするのである、實際の場合には此動作を保證する爲に他の詳細な調整装置が要されるが主なる調整方は上述の如くである。

今述べた寫眞電送方法は非常に其動作が完全ではあるが此と全く異つた種類の他の方法で代用されて居る。非常に細い平行線の多數で包んだガラス膜を通して原寫眞を寫すと半寫眞が出來る。

ソレは變化した幅員を持つ光りと黒線の非常に多數で作られるがソレを鉛箔の上に不導性イ

ンキ中に入れて印刷するから黒線は裸の儘の箔で光りの線はインキで包まれることになる。此半色寫眞を先に述べた方法に同じ動作をする金屬圓筒の圍りに位置せしめると金屬尖端が今の箔繪の上に軽く止る、かくて其上を一方から他方に向つて移動するのである。

この場合に金屬尖端が箔中に接觸すると電流が送電線に沿ふて送り出されるやうに電氣回路を用意する、故に此電流は斷續流で不導性インキで包んだ半色寫眞の一部分の上を金屬尖端が通過する度毎に斷流するのである。

此斷續電流は受信側の圓筒及び金屬尖端の同じ装置内に行つて動作するが此圓筒は其圍りに化學作用で包んだ紙を持つて居る。其被覆物は全部白いが其中を電流が通過する時に黒色となる、最後に此斷續電流が元の寫眞の白及び黒の再發をするのであるコルン教授は無線電信によつて興味ある而も成功せる寫眞電送の實驗をしたが今日未だ無線電信が此方面で有線電信の如くに成功しないのである。

讀者の多くは恐らく本章に記した記事が興味有物では有が少しく初歩の科學としては難解の點が有様に考へる事と思ふから此以上詳細の説明をして讀者を煩はす事を中止する事にする。

## 第二十節 無線電信及び電話の話

(其原理と機械)

恐らく無線電信は最も著しい同時に最も興味ある電氣の應用であると思ふ。

電氣が日常生活に應用されることについては割合に理解し易いが無線電信の特殊の點については其理解が困難である、けれども順を逐ふて之を研究する時は決して困難ではないのである。

普通の人は私共が電氣を取扱ふ時に其に對する僅の知識ダケを持つて居ることを氣付かずに居る、其人は電流といふ言葉や其動作について知つて居つて「電流には導線又は電線といふものが要求される」ことについて考へるのである。

電氣は發電機又は電池から出て電線に沿ふて送られ最後に必要な機械を廻轉したり電燈を點じたりする、此ダケは極めて簡單明白である。

然るに電線を取り外した場合は此と全く異つた理解をしなければならぬ、無線電信に於いて

ても矢張り電氣は普通の方法と同じやうに發生されるが其電氣は瞬間に私共の感覺に知れないところに通過して下ふ。

然るにも不拘百マイル又は何千哩といふ遠距離に電氣の感應が現はれるのである。

此の事については或暗示的の傳心があつて茲に無線電信の不思議が存在するのである。然し讀者よ、接續電線がなくなつて通信をせやうとする考は最早古い頃に起つたのである。

約一八四二年に電信學の大家であるモールスは接續電線なくして河と運河を横ぎつて電氣信號を送ることに成功したのである。當時彼の方法は河の兩岸に沿ふて其河幅の三倍に等しい長さの電線を架するのであつた、此等の電線の一方が電池と送信機に接續され、他の線が受信機に接續されて、双方の電線が水中に沈めた銅板に分岐されて居た、此場合に水が導電線の代用とし導體として動作したのである。

ソレから數年後に他の實驗者リンドセーと呼ぶスコットランドの人がテー河を横斷して電信を送ることに成功したが其場所は一マイル半よりも幅の廣い河で矢張り同じ方法であつた。

リンドセーは大西洋を横斷して通信することは可能であることを先覺した第一人者であるが

其一八四五年の當時に於いては其考が餘り無暴であると見做された、リンドセーの實驗に續いた人々の中で最も熱心に研究したのはブリースであつたが一八八二年迄は彼自身の考通りで實驗をして居た。其年の三月にソーレント海峡を横ぎるケーブルが切れたのでブリースは接續電線を用ひないで通信しやうとしたのである。此時彼は二條の架空線を使つて甲乙何れも海中に沈めた大きな銅板に分岐接續した、其中の一線を英國のサウザンプトからサウスシー埠頭に、又他の一線をライド埠頭からスコンス岬に架線して相對せしめた、此實驗は成功して兩岸に聴き取り得るモールス信號が受信されたのである、此等のモールスやリンドセーの實驗の如く水が導體として動作したのである、けれども一二年の後ブリースは誘導作用によつて無線通信をすることに腐心するやうになつた。

此方法は一方の電線中に電流を起動させりた又止めたりすると其一線に並行する第二線中に他の電流が誘導されるといふ事實に基いて居る、此等の二線が例へ相當離れて居つても如斯く作用をするものである。

此誘導電信法の多數の成功せる實驗が行はれたが其中で最も有名なのは一八九五年に英國の

ムル島と本島との間に行はれたのである。

當時本島と内海との間にあるケーブルが切断されたので誘導作用によつて完全なる通信が其ケーブルの修復期間中行はれたのであつた。此無線電信方法は短距離に對しては十分成功をするが距離が増加すると實用的に行はれない、ツマリ二並行電線の各々の長さが略ぼ同じでなければならぬのである。此ブリースの實驗は非常に興味があるが私共は今日の無線電信と小關係を持つ此實驗を知らねばならない、然し現今の無線電信は全く異つた方法を持つて居る。今日の實用無線通信方法は電波の發生と送達に基いて居る、約一八三七年にレーデン瓶の放電は只僅に一流れの奔流電氣でないことを發見して其が幾列かの振動電氣であることを知り始めたのであつた。

此發見は其後の實驗によつて認められ私共に電波といふ知識を與へるやうになつたのである。此對て多くの讀者は恐らく

「電波とは如何なるものか」といふ質問をすることと思はれる、(拙著無線電信及び無線電話參照)この質問を十分に説明することは不可能である。私共は此電波について研究する迄に

尙幾多の問題を持つて居る、故に私共の先覺者である大科學者が非常なる苦心と幾多の實驗をした後に此結論を持つたのであると今考へれば宜い。

宇宙にある凡ての空間を充すものはエーテルといふ目に見えない味もない一種の媒質であると思はれて居る、同時に此エーテルといふ媒質は物體の中をも通つて行くことが出来ると言はれて居る、私共はエーテルの實體が何であるかを知らない、けれどもエーテル波といふ姿で震動を受けたり送つたりする重要な事實を知らねばならない、エーテル波には色々の種類があつて其等は全然異つた作用をする。

其或ものは光りといふ作用を起し其を光波と云つて居る、他のものは熱を發生するがソレを熱波と呼び、尙他のものは電氣を發生するがソレを電波と呼ぶのである。

此等の波は一秒間十八萬六千哩といふ驚くべき快速度でエーテル内を移動する故に此を今大西洋の場合に云へば實に八十分の一秒で通過するのである、光りも又此速度で走行するといふ事實から此等の二組の波の間には或關係がなければならぬといふ提案が出る、而して色々の實驗の結果光りの波と電氣の波は共に同じであつて只異つて居るのは其波長であるといふこと

を立證するに至つたのである。  
 此章の最後になると此波長といふことについて説明する機會が現はれて來るが今は此波長といふ術語はドンナ風に理解して宜いかを考へたい。波長といふのは甲の波の頂上から乙の波の頂上迄の距離を云ふのである、此によつて波長が長ければ長いほど波と波が遠く離れて居ることが理解される、尙又若し茲に同じ速度ではあるが互に異つた波長を有する二組の波があるとすれば一秒間にドコかの點に達する波の数は短い方の波の場合に多いのでツマリ互に接近して居ることが理解される筈である。

震動する音叉は周圍の空氣を動搖させるから私共の耳の鼓膜を打つ音を起すので、ツマリ其は空氣が空波といふものを生ずるのである。これと同じ方法でレーデン瓶の放電は周圍のエーテルを動搖させて電氣的エーテル波を起すものである、然し乍ら此等の波は目や耳、又は感覺に對して私共に何等の作用を與へない、けれども電氣の目、又は耳の一種として働く非常に簡單なる装置の一ツである、而して私共に代つて電波を探し出すのである。

其檢波器といふのはガラス管の中に金屬粉を有し兩端にコルクを取付けてある、此各々のコ

ルクから電線が出て居るが管の中に突出るやうになつて居る、けれども兩線の各の端が互に接觸しないやうになつて居る、此等の線の外部の兩端は一個又は二個の電池に接続され電池のやうな電氣で動作する装置にも接続される。管の中の金屬粉が全くグタク／＼になつて居る時は非常に高い抵抗を起して電流を通過せしめない、若し今電波がレーデン瓶の放電によつて發生すれば此等の波は管の上に落下して金屬粉の抵抗を非常に少くするものである。

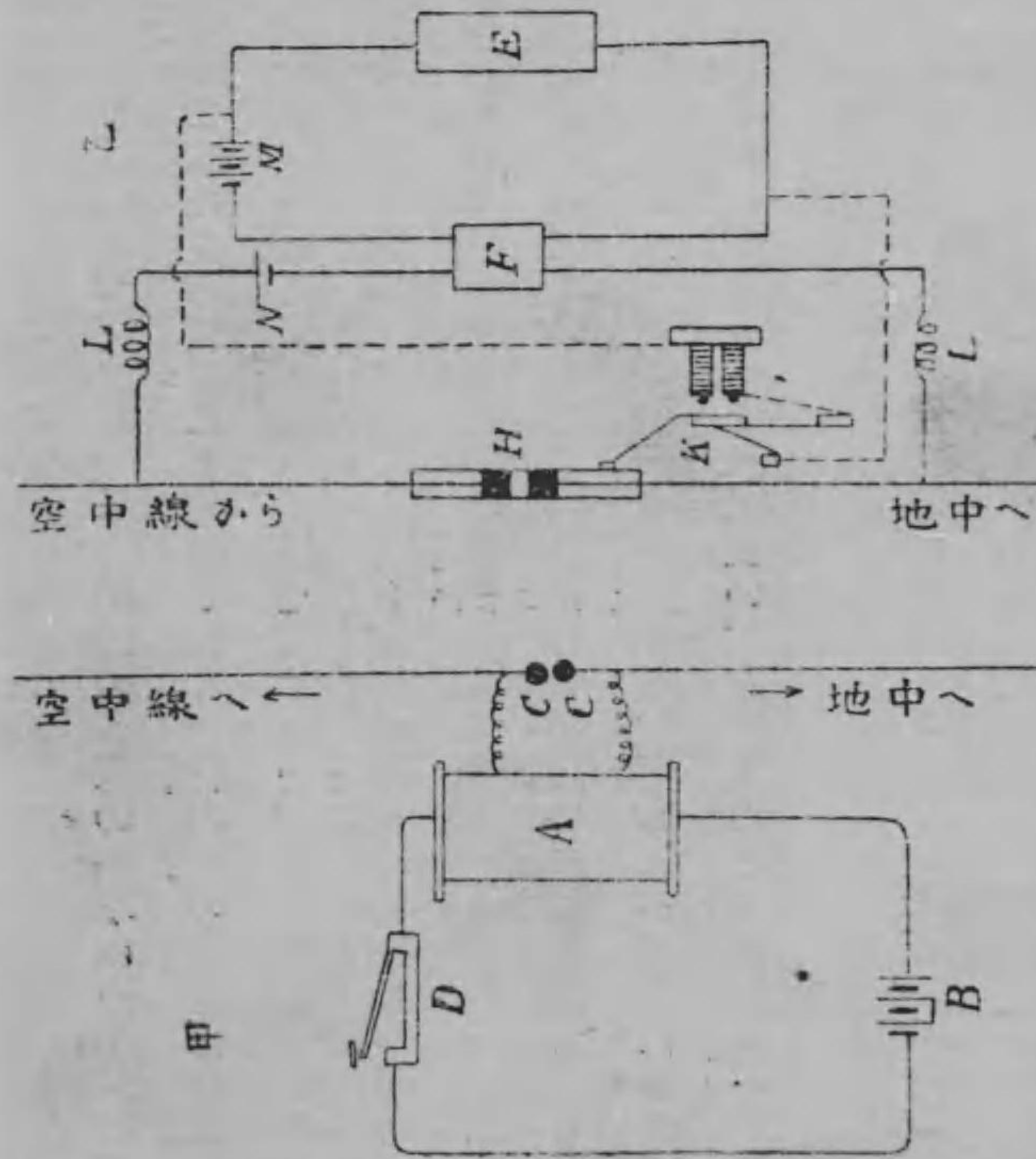
此際金屬粉は電流が通過する導電路となるからベルが鳴る、若し引き続き放電が與へられなければ電波が止んで了ふが金屬粉は再び元の高い抵抗状態に戻らないのである、只其導電性を保つのみであるから電流が引き続き通過する、而してベルが矢張り鳴るのである。此ベルを止めるには其管を靜に叩きさへすれば宜い、左様すると金屬粉が忽ち元の状態に返つて電流が通過し得ないことになる。

サテ此金屬粉管のことを無線電信用語でコヒーラーと呼ぶのであるが實際の無線電信にドンナ具合に使はれるかを知る必要がある。

左に掲げる第三十三圖の甲は此目的に對する簡單なる装置を示すので、Aは誘導線輪てBは



第三十三圖 無線發信機と受信機 簡便な單筒



電流を供給する電池列である、線輪はヨク研いだ眞鍮球Cの間にある火花空間を取付けてある

が此等の一方の球は電柱で支へられた直立の電線に接続され、他の球は地中に接続される。  
Dは電流を開閉するモールス電鍵である、此電鍵が押下られると電流が電池から線輪に通過し、其線輪を通過する場合には第八節に述べた如く非常に高い電圧に上昇するのである。此高電流は

空中線に送られ忽ちに其最大率に充電される、けれど尚引き續いて他の電流が来ると電気が空中線に集るから最早高電圧を保つことが出来ない、故に逃路を求めて最後に眞鍮球にある空隙を非常な力で爆裂するのである。

次に大波の電氣震動が空中線に發生し、エーテルが強烈に動揺する、而して電波が運動を開始するのである。

これは此装置の發信部分である。

サテ若し石を池の中に投ずれば小サイ波が動き始めるが此等の小波はダンク擴がつて大きな環を畫くものである、電波も矢張り擴大する環で外部に傳播するものである、けれども只一方面に走るばかりでなく水の波の如く何れの方向にも行くのである。

此等の受信用空中線に到着すると其中に丁度電波を發生したのと同じ電氣震動を起すのである。第三十三圖のこは此の例で、今假りに此空中線に電波が到着したと假定する、Hコヒーラーの抵抗が直に低くなるから電池Nから電流が出て電池の回線を閉ぢる繼電器Tを動作せしめる。此電池は二重の目的と働キをする、ソレは音響機Eを働かしめ點線で示す如くデコヒーラ

IKの電磁鐵に加勢する。

此デコヒーラーといふのは單に鳴鐘のない電鈴であるが打手がコヒーラー管を打つやうに装置してある、其目的は自動的に管を叩く爲て手でするよりも非常に迅速に行はれるのである。

故に音響機は音を出し、デコヒーラーは管を打つて金屬粉の抵抗を回復する、次に電池Nの回線が遮断されるから繼電器は電池の回線を切るのである、若し引き続き電波が到着すれば再び打手が管を叩くのである。

此空中線に電波が落ちる間は回線を開閉する交番作用が非常な速度で繼續される、而して音響機が動作するのであるが電波が止むとデコヒーラーの打手は最後の通信となる而して双方の電池の回線が切られた儘になる、電波を適當の範圍に制限する爲に塞流線輪といふ二ツの線輪ILを圖の如く挿入するのである。

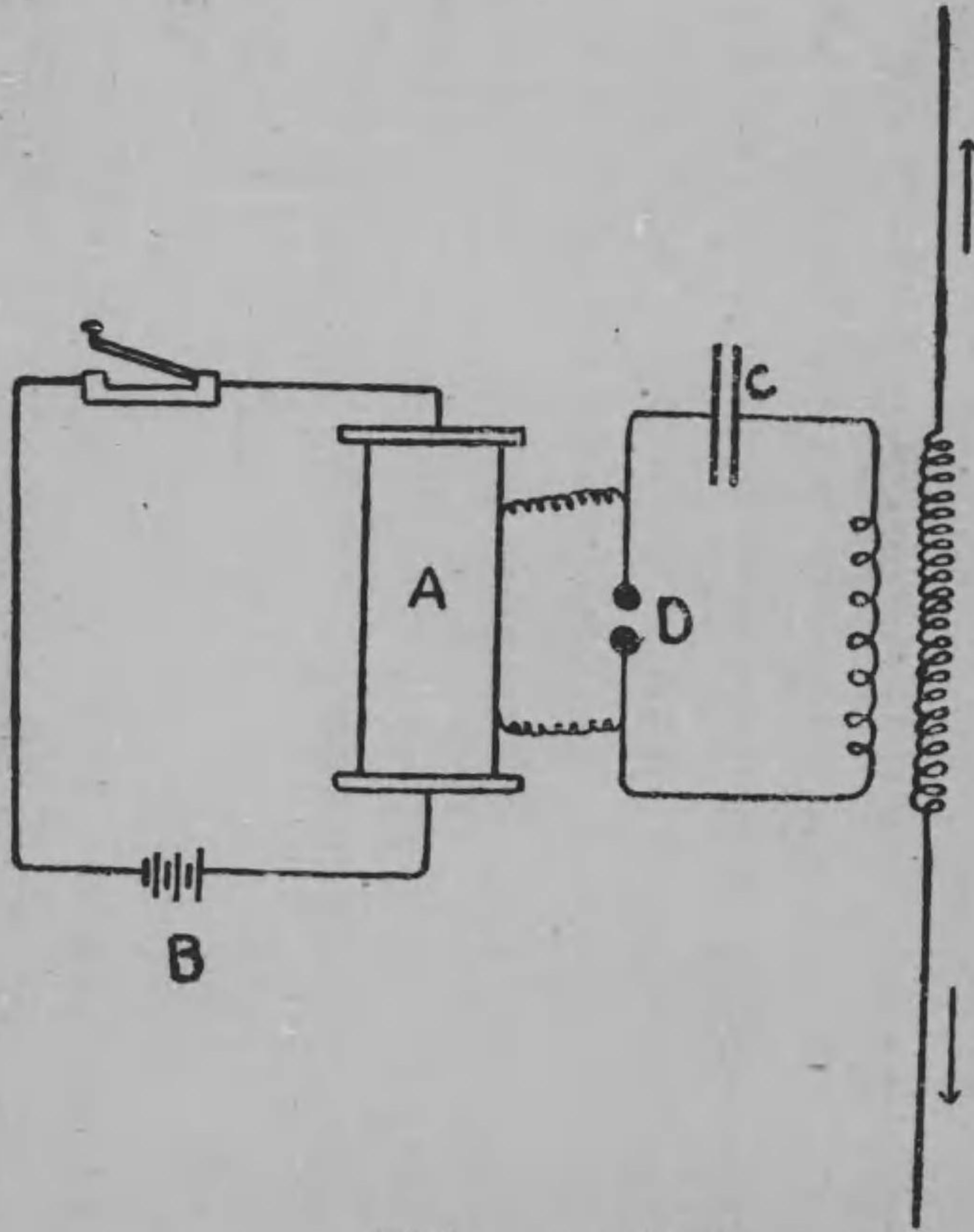
此簡單なる装置に於いて私共は短距離用の無線電信機の重なる部分を知つたのである。

けれども長距離の場合には色々の装置が必要である、然るに原理は少しも異はない、陸上無線電信局では一線の直立空中線が高い塔の上から澤山の數で吊り下げられる。

局信電線無ニコルマるけ於に灣スーレグ



信號が送られたり受け入れられたりする距離は或程度迄架空線の高サによつて決定される、故に陸上の局は高サ百尺から數百尺の塔、又はマストを有して居るが其は其通信能力によつて高



第三十四圖 無線電信用聯合機種の各圖

いがソレには種  
 種の種類があ  
 る、然し何れの  
 場合に於いても  
 不導電層で區別  
 された二ツの導  
 電層を持たねば  
 ならぬ、此不導  
 電層といふのは  
 ガラスや空気の  
 やうに電気を導  
 かないもので専  
 問語で誘電體、

サを決めるのである。  
 普通受信及び送信用に同じ空中線が使用されるが或局では此各々の目的に對して分立した空中線を有するのである。

長距離通信の實用空中線の概念は右に掲げるグレース灣に於けるマルコニ無線局の塔で得られると思ふ、又實物を見んと欲する人は海軍省の前、若しくは船橋、原ノ町等に行けば何時でも見ることが出来るのである、右に掲げるマルコニ會社の無線局は世界で有名なるものであつて英國のアイランドのクリフデンのマルコニ無線局と絶へず通信をするのである。

最初の無線局では平面架空線式送信機を使つたがソレは殆んど第三十三圖の甲の装置と同じである、只勿論其は大規模であつたのである。

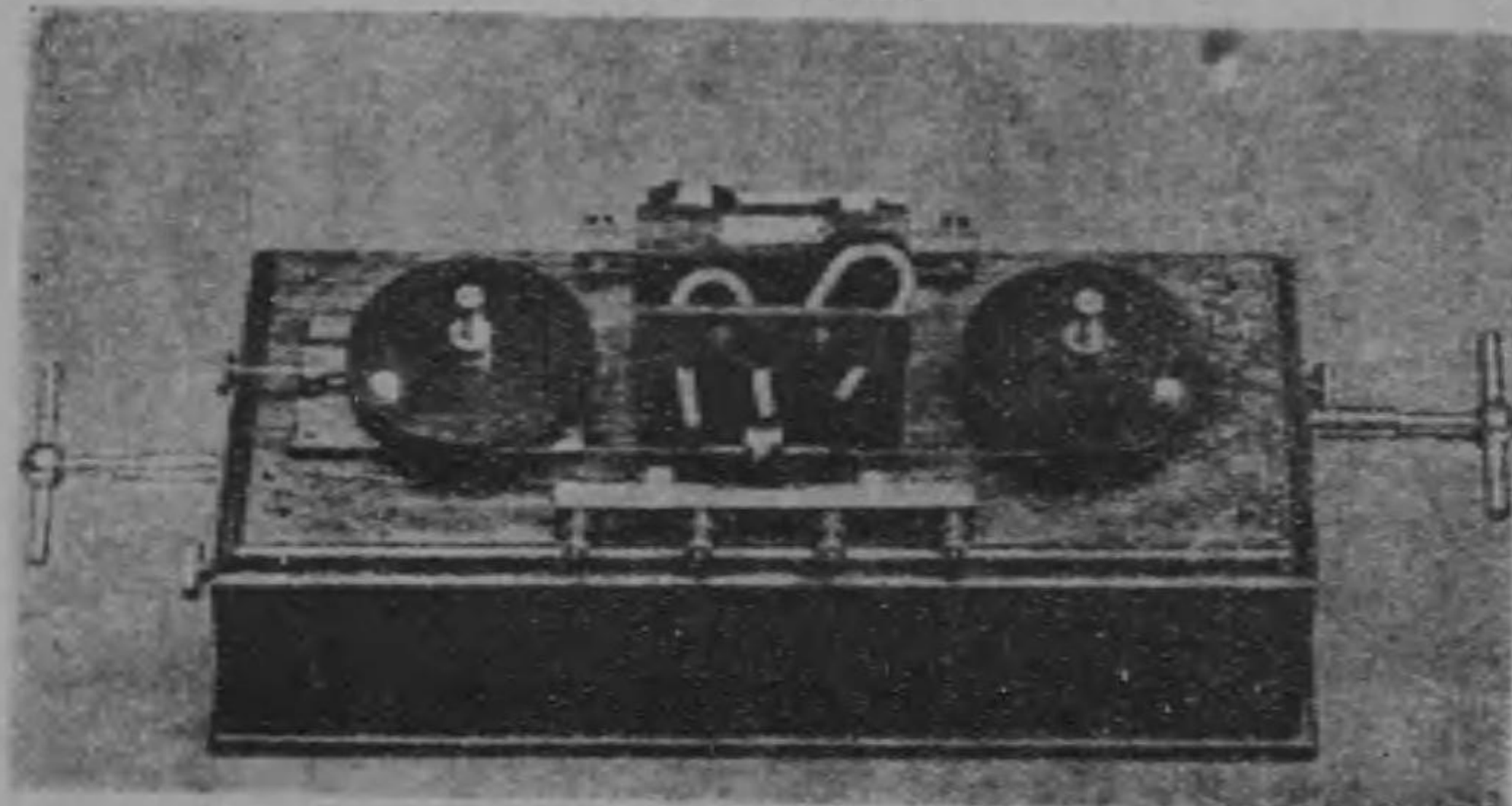
此装置は色々の缺點があつて非常に制限された通信圈に限られたので第三十四圖に略圖を示すやうな聯合送信機を代用するやうになつたのである。

此送信機には二ツの分離した回線があつて同じ割合の震動をするのである、Aは誘導線輪で電池Bから電流を受けるがCは蓄電器である。此蓄電器は電氣の充電を蓄へる装置に外ならぬ

(一) 圖るあいつけ受を信通線無 (三十) 版真寫



(二) 器波檢氣磁式ニコルマ



何れの場合でも元の電流は其電壓を直接使ふには餘り低く過ぎるが其を變壓器内に通過せしめると所要の高壓に昇るのである、發電機と變壓器の中間に挿入する送電電鍵は通信手が不時の電撃に觸れないやうに特殊の構造を有して居る而して火花空隙を制音函のやうなものの中に密閉して放電の響を外部に

又は透電體ともいふ、何故不導電層を誘電體といふかといふとは後に判明するのである。

レーデン瓶は一種の蓄電器である、ツマリガラスの誘電體と錫箔の導電層を持つのである、然し乍ら無線電信用に使ふ蓄電器は普通マイカ又は空氣若しくはガラスで區分された多數の並列金屬板を持つのである。

誘導線輪は高壓電氣で充電されるが其程度は其電壓が非常に高くなつて充電が火花空隙Dの眞鍮球に火花の姿で表はれる迄である、次に蓄電器に於ける蓄積した電氣の勢力は強烈に前後に大波を打つ而して誘導作用によつて其に共通する大波が空中回線に發生す、此誘導された大波がエーテル内に電波を起すのである。

今説明を簡單にする爲に私共は誘導線輪を使ふことにしたが各無線局では大小を問はず此線輪は昇壓變壓器で代用される。而して電流は附近の發電所又は自局の發電所から供給されるのである、普通交流が使はれるが若し電流が直流であれば其を交流に變流するのである。これは直流で電動機を廻して其によつて交流を發生する發電機を廻せば宜いのである、ツマリ電動發電機のことである。

發生せしめないやうに工風してある。

右にマルコニ會社の一通信手が受信をしつゝある状況とマルコニ會社の磁氣檢波器とを示す信號が送達される間スパークが互に前後して迅速に火花空隙の中に入つて来る、一秒間に一千のスパーク(火花)は決して珍らしくない。

此等の強烈な放電の作用は空隙の眞鍮球に高い熱を與へる、其結果スパークを不安定にして受信局での信號が不完全で受入れられることなる、此故障を防ぐ爲にマルコニといふ有名なる無線電信の權威者が回轉火花ギャップ(空隙)を紹介したのである。ソレは突出して居る鍍金が尖端を持って居つて電流を供給する發電機(車軸)の上に位置するから其車が迅速に回轉するのである、此に對して二個の靜止した車が取付けられて其中間を車が廻るやうになりスパーク(火花)は此等の固定した鍍金と車の鍍金との間に發する事となる、かくて二重のスパーク空隙が出来上がつて空氣の氣流によつて過度の加熱を防ぐことになる、而して火花の作用が何時も正則である、已に説明した受信機では金屬粉コヒーラーをエーテル波を檢出する爲に使つて居つたが電池によつて其等のエーテル波を音響機と共に聴き取り得る信號に直す爲に、又はモールス印字

機によつて印刷する信號(現字紙に符號を印刷する意味)を使用したのである。

けれども此コヒーラーは實際の通信には不適當である、ソレは十分に鋭敏でないから只割合に短距離用のみ使用することが出来るが其動作は非常に遅く信號の最高速度は僅に約一分間十七語(英語)又は十八語以上を受信することが出来ないのである。

ソレよりも高速度でモット鋭敏な檢波器(コヒーラー)が考案された。此等の中で一番信頼し得るものは前に掲げた寫眞版十三に示すマルコニ式磁氣檢波器である、尤も此は一番鋭敏なものとは云へないが磁氣を利用して受信をすることになつて居る。ソノ構造は數條の軟鐵線を互に撚り合せて作つた回轉帶を持つのであるがソレを二個の馬蹄磁鐵の兩極の間に接近して回轉せしめるやうになつて居る。

此帶が甲の磁鐵の感應を受けてこの磁極にも感應するから其磁氣が逆になる、けれども鐵は或保磁力を持つといふ事實の爲に此變化が一定の時間内に行はれる、かくて甲の磁鐵の作用が乙の磁鐵の作用を逆にしやうとするのに反對して少しく抵抗を起すことになる、回轉帶は甲乙の小線輪内を通過するが甲の線輪は空中線に、乙の線輪は特に鋭敏な電話受器に接續されて居

る。發信局から来る電波が受信局の空中線の上に落ちて来る場合には甲線輪を迅速な震動電流が通過し、其結果帯の磁氣を瞬間に逆にするのである、此急激な磁力線の回轉は乙線輪中に電流を誘導して電話の中に音響を發することになる。

電波が繼續する間此音響は甲乙丙と云ふ順序で互に續いて來るが夫等を發信局側がモールス電鍵を取扱つてモールス符號に基いて短點長點に直すのである。此回轉帶を廻轉させる時計仕掛ケを時々捲くといふ手數を除いて此檢波器は少しも面倒がないから何時でも通信用に使へるのである。

他の式の檢波器は或結晶體の持つ特性を使つて空中線から受ける震動電流を整調せしめるのでツマリ直流に整流せしめる作用をするのである。發信局にある蓄電器の各放電は多數の電波を作るのであるが其を電波列と呼んで居る、此電波の各列から結晶檢波器が同一方向に流れる脈動電氣を起してソレが受信局の受話器の中に音を與へる若し此等の脈流が互に正則に且つ迅速に前後して來れば音樂的の音が受話器内に聞える。

結晶の種々な混合又は結晶と金屬尖端を此の仕事に使ふが其結晶物は眞鍮又は銅のコツブ

の中に支へられ其コツブは螺子で加減し得るやうになつて居る。

結晶檢波器は非常に鋭敏であるが非常に正確な手加減を要するから一寸急に震動しても其作用が不完全になるのである。

又電解檢波器といふのがあるが其は今の方法とは異つた方法で震動電流を整流する、其の或式は鉛製の瓶の中に細い白金線を入れ其鉛瓶の中には稀硫酸を盛つてある、電池の二端子を其線と瓶に別々に接続する、空中線から震動電流が來る間電流は此瓶と線の間を流動するところが出來ない、けれども其震動電流が檢波器に達すると電流は忽ち通過して電話器に感ずるのである。此檢波器の作用は完全に理解されないが白金線が電流の通過を妨げる方法はツマリ空中線から震動電流が來る迄であることだけは理解される。

サテ最後に述べる最近の檢波器はフレミング辨受信機である。

ソレは白熱電球(タングステン、又はカーボン)を有し其球の中に白金片を封じ込んで居るが其白金片は球の外の端子に接続されて居る。

目下米國で盛行して居るのが此式であるが、茲に讀者が余に問はんとするものがあると

思ふ、ソレは今迄何回も端子といふ言葉を用ひたが其についての説明を求めること、思ふのである。端子といふのは一例を云へば電池には二つの端子がある、彼の乾電池の頭の上にある二つの真鍮製の螺子頭があつて其を捻ぢる線を接続するのである、此螺子状のものが即ち端子で此によつて他の端子が理解されることと思ふのである。

サテ、フレミングの今の白金片とランプの中の鐵條とは互に接觸しないがランプが點じられる時に電流は其白金片から鐵條に通過することが出来る、(けれども鐵條から白金片に通過するのではない)。

此受信機は結晶檢波器と同じ方法で動作するが矢張り震動電流を同一方向に整流せしめるのである、此は前に掲げた挿繪にあるグレース灣クリフデンのマルコニ無線電信局と太平洋を航する汽船との間に無線通信をする場合に廣く應用されて成功して居る。

無線局の發信機によつて作用する電波は凡ての方向に向つてエーテルを通り貫けて外の方に擴がつて行くから特に指定して通信せんとする一定の局にばかり達せず通信能力の範圍にある凡ての無線局に感ずるものである。

只一局だけが通信を送るならば此障害がないのであるが多數の局が同時に通信する場合には其等の通信は其通信圈内にある各局にも受信されるのである、かくて此様な妨害を受けて混線を生ずることになるが幸ひにして夫を防ぐ方法がある、ソレは整調といふ方法である。

無線電信の整調といふのは受信局の空中線に於ける電流を調整すること、つまり發信局の震動電流と同じ割合の震動電流を受けるやうに加減するのである。

此の意味について簡單なる説明をするには判り易い實驗を例としたい。若し私共が音叉を打つて其音を出さしめ其が強音を出す時に其側に同じ調子の他の音叉と異つた調子の他の音叉とを持つて來ると同じ調子の音叉は微に聞えて居るが強調子の音叉は黙して居る、此は第一第二の二音叉は同じ震動率を持つが第三の音叉は異つた率で震動する爲である。

第一の音叉が打たれると或割合で震動して或長サの空波の運動を起す、此等の波は双方の音叉に達するが第二第三の場合に其作用が異つて居る、同調子の音叉に達すると第一の波は其を震動させるが音を發せしめるダケ十分でない、けれども此波に續いて他の波が來る、波を起した調音叉と同じ割合の震動数を調音叉が持つから各波は正しい時に先に來た波に付加して其の

衝動を合致せしめる、故に其作用が一緒になつて音が出るのである。

異つた調子を持つ第三の調音又の場合には第一の波は矢張り其を震動せしめる、けれども此調音又は波を発生した音又と同じ割合で震動が出来ないから不規則に波が来ることになるのである、つまり一緒にならないで其等の衝動が互に衝突し合ひ音が出なくなる。

此と同じことを一ツの振子の場合に説明することが出来る。若し振子を取つて其自然のユレ方に同じ具合に静に押し見ると其結果ユレ方が強くなつて来る。

若し此を長かつたり短かつたりする時の間隔を置いて押し見ると振子の自然のユレ方と同じにならない、或押し方は振子を止め或押し方はユラしめたりする、最後に振子は静止するやうになるから正則に且つ烈しくユレないことになつて了ふ。

これと同じ原理が無線電信にも應用されて居る。

凡ての同じ割合の震動電流を持つ空中線は甲の空中線と感應し合ふ、つまり何れの場合にも波長が同じであるからである、(波が同じ時間の間隔で互に繼續する意味)。

之を一面から考れば空中線は他の異つた震動率を持つ空中線から来る電波に容易に感應し

ない、つまり此等の震動電流は互に適當な間隔を置いて繼續し合はないからである。

若し各局が或同じ空中線を持つ無線局からタケ信號を受けることが出来るならば其效能は非常に限られて居る、故に凡ての局は其等の空中線の震動数の割合を變へることの出来る装置を留意して居る。

此の整調作用をする實際の整調装置は非常に複雑して居るから説明する必要がないが大體の説明をしたと思ふ。

交換手のやうに頭の上に電話の受話器を掛けた通信手は色々の器械がある卓の前に腰掛けて居る、彼は非常に遠い相手の局から来る極めて自局とは異つて居る波長の信號に對して整調器を加減するが同時に通信信號に對して一々頭を使ふのである。

この場合は自局の局名を呼び出し信號を聞き取るので或局が自分を呼んで通信しやうとするのだと氣付くのである。此局から来る電波は彼の空中線が完全に感應する迄彼の整調器の加減をしたのちは決して他から来る電波に對して整調しない、かくて他から来る信號を遮断して其通信を開始するのである。



けれども未だ無線電信の整調方法は或缺點を以て居る。例へば若し甲乙兩局が同じ波長で同じ時に通信を發して居る場合に受信局の通信手は波長の調整によつて一方のみの通信を遮るることが不可能である。然るに此の様な場合に周波数が同じでも波列又は電波列が同じでないから通例受信器内には異つた音調が聞えるものである、而して熟練した通信手は自分に對する通信を完全に區別することが出来るのである。

判然と中音調を出す無線局から一番容易に受信することが出来るが多くの場合に特殊の音調によつて直に區別通信することが出来るものである。

整調は又空中電氣の妨害の爲に面倒が起つて来る。

雷鳴 特に熱帯地方に於けるは通信の受信を非常に妨害するもので雷の放電が強烈になると不規則な電波が電話の中に高い音響を發生するものである。尙又空中には無音の電氣動搖があるが此も又稍々低い音響を受話器の中に起すことがある、空中放電は眞の波長を持たない非常不規則なものであるから通信手は整調方法で其を遮ることが出来ないものである。

然るに 空中電氣の不規則な作用は電話の中に不規則な音の發生するから無

線局の判然とした迅速な音と全く異つて居る、故に空中電氣が異常に強い音を出さない限りは信號を聴くことが出来るのである。

雷の放電の作用は非常に強烈で夫を完全に防ぐことは六ツかしいが夫を出来るだけ低音に受信器内に入れることをするのである、かくて通信手は不時に通信の妨害を受けないやうになる。

無線局の附近に強烈な嵐が現れた場合に空中線を直接地中に接続する習慣になつて居るから雷の閃光の爲に器械が打たれるやうな心配はない、ツマリ電氣が害を與へずに地中に逃げた

ふ。マルコニ無線局は何時も避雷器を取付けてある。今述べた方法と装置はマルコニ式であるが實際の場合にはこれよりも複雑な且つ精密な器械や装置を使つて居る。

マルコニといふ人は無線電信の原理の發見者ではないが最も早く實用的な通信方式を世の中に紹介したのは彼である。一八九六年にマルコニは伊太利から英國に渡つて彼の器械を持つて行つた、當時幾多の成功せる實驗をしたのち彼の方式は完全であることを同國の學者や専門家が賞唱するのであつた。先づ最初約百ヤード位の距離から始めてマルコニは急に彼の通信距離を延長せしめた、一八九七年の末頃にワイト島のアルム灣から十八哩の沖にある汽船に通信す

ることが出来た。

一八九九年には英國軍艦と八十五哩の距離で通信が交換され一九〇一年にはニューファウンドランドのセントジョンズでコルウナルのボルドからの通信を受けたが實に其通信距離は一八〇〇哩であつた、此はマルコニが月桂冠を受ける記念通信ともいへるのである。

一九〇七年にクリフデンとグレース灣に於けるマルコニ無線局が公衆通信用に開かれたが其翌年から大西洋の無線通信が流行して來たのである。

大西洋を横断して送られる無線信號は著明なる成功であつたが一九一〇年に比べると同日の論ではない、一九一〇年にマルコニはビュノス、エイリスに向つて航海してクリフデンとの通信を試みたが日中は四千マイル、夜間は六千七百三十五マイルの通信距離で通信が出来たのである。マルコニ式は幾多の改良が行はれて居るが今日でも尙世界中で最も評判の宜い方式である。私は他の實用通信方式の説明をしたい、けれどもマルコニ式と異つて居る主なる點について少しく説明をしたいと思ふ。

私共は先に短い隙間を持つ二個の金屬球の間にある普通のスパーク、ギャップ(火花空隙)

は迅速な放電の爲に過度の熱を與へられること及び其結果スパークが不正確になることを研究したのであるが其はこの強烈な放電の爲に金屬の小分子が粉碎されて蒸發されるからである。

この強烈に熱された蒸發作用は電流が通過し得る通路を作り上げるもので恰もアーク燈の場合の如く電弧が發生するのである。此電弧は各放電毎に作られ次から次へと續くものである。

マルコニ式では此缺點を回轉スパーク空隙で免れるやうになつて居るが獨逸のテルフンケン式では静止した複式スパーク空隙が同じ目的に使用されて居る。ソレは互に百分の一吋位離れた金屬圓盤の列を有するがスパークは此微小な空隙な前後して通過するのである。其圓盤は直徑約三吋であるが其効果は放電の熱を速に導きたる爲である。

此方法で電弧が出来上らないから各放電の作用が忽ち止む其時にスパークが消滅するといふのである。短い放電は空中線からエーテルに一層餘分に勢力を放つものであるからスパークの高い率が得られる、其結果高調子の音樂的の音が發生するのである。

又レベル式といふのも此防火花式を採用して居るが空隙は互にカスガイ付した二つの金屬圓盤を紙で其中間を區別して作つて居る。其紙は其中心に孔を持つて其孔から放電が起る、又圓

盤は常に循環して居る水によつて冷却されて居る、此場合の放電はマルコニヤテルフンケン式よりも非常に低い音を出す音が音楽的の音調が簡單に手加減をすれば發するやうに鋭敏に起るけれども其音は受信局の受話器に判然と聞えるのである。

今述べた三ツの方式ではスパーク放電を以て空中線の震動電流を起すことに使つて居るが其がエーテルに波動を生ぜしめることになる。各放電は電波列を作るやうに或数の波を運動せしめる、此放電は互に前後して迅速に續くが而も其甲乙の波の間には小サイ間隔があつて電波列の間にも共通した間隔が出来るものである。ゴールドユシット式では此のやうに電波が一團となつて送り出されない、只一ツの長い速つた流れになつて出て行くのである、エーテル波を發生する震動電流は非常に高速度で前後に流れる交流であるが普通の發電所で發生した交流は無線電信には使用出来ない、ツマリ其前後に流れる量(専門語では周波数といふ)が餘り少イからである。けれども此高い周波数の交流を出す特殊の發電機を作ることが出来るか此種の發電機を今のゴールドユシット式で使つて居る、其發電機は直接に空中線に接續されるから空中線の震動電流は連續作用をしてエーテル波も矢張り連續的に流れるのである。

パウルゼン式といふのは電弧を利用してこれと全く異つた方法で連續波を發生する、其電弧は固定した銅の電極と廻轉する炭素電極の間に發生するもので、水素又は石炭ガス、及びメチール酒精蒸氣を充した函の中に密閉する。強力な電磁鐵を此電弧に接近せしめるから電弧が強い磁田で周りを圍まれることになる。電弧の端子間に蓄電池と線輪で作つた回線が接續される、かくて電弧は此回線中に震動電流を起して空中線に傳はるのである、此等の電流は連續流で矢張り其結果エーテル波も連續的になる。此等の二ツの連續電波式に用ゆる信號方はマルコニ式及び他の式とは全く異つて居る。

交流發電機や電弧を起動させたり停止せしめたりして長點、短點を間隔的に信號することは全く不可能である、或場合には全負荷から無負荷の間にある急激な放電が發電機を速度を變へるやうになるから電波長が不規則になる、のみならず發電機は俄の歪曲の爲に故障を起すことになる、他の場合には必要の時毎に電弧を迅速に起すことは非常に困難である、此關係から發電機と電弧は通信が送られる間連續して保つやうになつて居り信號は波長を變へて與へられるのである。

之を他の言葉で云は、發信用空中線は所要の時間の間隔を(長、短何れにも)以て交番に整調する、受信用空中線は只「整調時」の時だけ感應するのである。

已に述べた種々の受信用検波器は非連続電波即ち電波列から別々に電流衝動を發する電波を使用して作用するのである、然るに連続波の式では勿論此分離した電波團がない、其理由から今迄述べた検波器は使ふことが出来ない、かくて異つた装置が要求されることになる。

空中線に起る震動電流は蓄電器を充電するやうになつて居るが此蓄電器は自動的に空中線から切られて約千分の一秒の正確なる間隔を置いて通信手の電話に接続される、蓄電器が電話に接続される度毎に放電するから音が受話器に發するのである。此等の音響は電波が空中線を打つ間だけ繼續するが發信局の通信手が長く又は短く間隔を置いて電波を切るから此音が其に伴つた群をなして、區別されるのである。

連続波は非連続波よりも特長があるが特に鋭敏な整調をする場合に一層適して居る、けれども其特長も發信装置の缺點によつて利用することが出来なかつたり又減じられたりする。ゴールドシュミット式の高周波電流を發生する發電機は其製作費が非常に高いのみならず其

を維持するのに面倒である、同時にパウレン式では電弧を長時間保つことが困難である。マルコニ無線局では凡て非連続電波のみを採用して居るがマルコニ氏は今も尙連続波の實驗を行つて居る。

無線電信については尙十分に説明すべき多くの事柄がある、私共の電氣エーテル波についての知識が限られて居る、此等の波が甲點から乙點に如何に移るか又其移動中にドンナ事が起るかといふ正確な判斷が出来ない、此理由によつて私共は不思議な事實例へば日中よりも夜間の方が長距離に信號し得るといふやうなことを十分に説明することが出来ないのである。尙不思議なことは北と南に向つて信號することは東と西に向つてするよりも容易であるといふ事實である、尙又或時によると信號の強さが著しく變化する、特に日出と日没時である。ドノ局でも普通の通信率に餘り變らない通常の通信能力を持つて居るが時々夫が變化することもある。此等の問題は近い將來に必ず解決される筈である。

サテ無線電信は已に完成の域に達して居るが尙若い科學である、近い將來に現在の通信能力以上の技術が出来て何れのところへも任意に通信を發受し得るやうにならねばならぬ。

無線電話は無線電信の如く電波の運動を利用してエーテル内に傳送するのである。

何れの場合でも装置は全く異ならないが只一二點ダケが相違して居る、無線電信の場合には連続又は非連続の双方の電波が使用し得ると共に非連続波の場合にはスパーク周波数は毎秒二十五でも宜いのである。サテ無線電話は連続又は若し非連続であれば一秒間二萬サイクルよりも多いスパーク周波数を持つ電波を要求するのである、之を他の言葉で云へば電波列の周波数は私共の聴感率よりも多くなければならぬ、一秒二萬から四萬又は其以上の高周波数の非連続波を使ふ事が出来るけれども無線電話には絶対に連続した電波を用ゆる方が便利であることが判つたのである、此はマルコニ式圓盤發電機、ゴールドシユミット交流發電機又はパウルゼン式電弧發生機等によつて發生することが出来る、一番最後の分が最も廣く採用されて居る。

無線電信では電波列は發信用電鍵で信號の一群を作る爲に分裂される、けれども無線電話の場合には電波は全く切られない、只單に音聲の爲に其強さが變るのである、凡ての無線電話、又は有線電話は電流の強サの變化に基いて居るもので此等の變化は通話中に起る空氣變化によつて發生する、有線電話の場合には電流の變化は送話器の微音器によつて起る、而して無線電

話も又同じ原理を採用する。

サテ茲に言語を無線で送る困難がある。普通の電話に用ゆる電流は極めて微弱である、然るに微音器は其電流の爲に完全に作用する、けれども無線電話の場合には非常に強い電流を利用しなければならぬから此等の電流を有効に使ひ得るやうに微音器の装置をするのである。従來數へ限れない装置を發明して此微音器の作用を助けた。其中で先づ問題になつた

のは炭素粒に過度の熱を與へるから互にネバリ付いて鋭敏な作用をしないといふのであつた。此を防ぐ爲に其炭素粒を色々の方法で冷却せしめた、例へば水、空氣、油などで冷却せしめたが微音器は矢張り完全に動作しないのであつた。

けれども此微音器の動作の缺點は其後改善されて今日では完全に通話し得るやうになつて居る、只之を無線電信に比較すれば未だ同口の論ではない、送話及び受話用空中線は無線電信と同じである、同じやうに整調して同周波数を得るのである、電話装置も又普通の無線電信の型と同じである。

今日では歐米各國では短距離の無線電話が流行して殊に米國では家庭用として二百萬臺に近

い民間電話が発達して居る、其は放送話といふ制度で音楽を聴いたり天気豫報を聞いたりするのであるが我國でも政府から民間に特許して近々此放送話を開始することになつて居る。

獨逸の鑛山地方では盛に無線電話を利用して居る、マルコニ會社では先年ボルネマウスとチエルムスフォルド間約百哩の距離で完全に通話を開始したが略同時代にベルギーの強い音楽が二百二十五マイルを離れた巴里の有名なるエツフェル塔上で聴くことが出来たのである。獨逸のテルフンケン會社では無線電話によつて伯林とウインナ間三百七十五マイルの距離を隔てて通話をして居る、尙又伊太利のローマからトリポリ市迄六百マイル以上の距離で通話が出来るやうになつて居る。

本邦では神戸港や鳥羽港で試験をした結果汽船との通話が完全に行はれて居るが然し未だ無線電信の如く遠距離とは通話が出来ないのは遺憾である、若し微音器の問題が解決され、十分に發達するのである。

サテ無線電話について尙詳しく述べたいのであるが他に後章各篇に澤山研究すべき事があつて到底此册子中に餘白がないので乍遺憾此で擱筆する、若し此以上の詳細のことを知らんとす

るならば他の専門書に頼るが宜い、勝手乍ら拙著「最近無線電話と其原理」(小西書店發行)を勸めて置くが然し其は比較的専門書であるから此書の程度の讀者には如何と思ふ點もある。

### 第二十一節 無線電信と實際の應用

無線電信の原理及び器械についての智識は先章に於いて述べた諸點によつて與へられるが其實際の應用については未だ説明が足りないから茲に其を補ふことにする。若し無線電信局を區別するならば陸上に於ける固定局と洋上に於ける移動局とに二大別される、勿論飛行船、飛行機、鐵道列車中の無線局も後者に屬するものである、移動無線局に對しては無線電信は其自身の獨占的の位置を有するが固定局の場合には普通の電信線を有する電信と判然と區別しなければならぬ。陸上の比較的短距離、例へば東京横濱間の如き場合には無線電信は其價值が普通電信に劣るのである、此意味から陸上線や海底線を全廢することが出来ない。

長距離の場合には陸上無線電信は非常に大きい特長を持つて居る、ツマリ凡ての装置を只甲乙の兩點に設ければ宜いから有線電信の如く中繼局其他の附屬装置の必要がないのである。有線電信線が寒村や荒地を通過して雨や雪、嵐などの色々の天候に露出し何時も間斷なく修復や手當看守などを要するが斷線の場合には長距離の電信線では其修理に時間が費されるから

通信の遲滯を來すものである、サテ無線電信の場合には故障が起つても発信局や受信局の内部ダケの修理であるから別に時間を多く費さない、今日の場合には陸上通信を行ふ場合に有線電信も無線電信も共に大した相違がないが大洋や海を横斷して通信する場合には非常な相違がある。

已に澤山の海底電信會社が創立されて居るが無線電信の發達につれて彼等の營業が妨害される事になりはしないかと心配をして居るものもある、近い將來に無線電信の技術が完全になれば如何なる方面にも通信が出来るから海底電線の必要がなくなるからである。

今世界の陸上無線電信局が如何に多いか其數を調べるのは困難である、今日は六百であつても明日は六百十になるといふ具合に日々其數が増加するからである、一九一五年の無線電信局は總計七百であつたが昨年は實に二千六百の多數に達して居る、此數の中には私設又は學校の研究用の無線局を含んで居らない、又海軍や陸軍の無線局も含んで居らないので、全く一般公衆の無線通信を取扱ふ局ダケの數である。

此二千六百局といふ多數の局の中で約二千は政府の直營するもので其他は民間の會社の經營

するものである。又約二百はマルコニ會社が經營するもので其他は鐵道會社、汽船會社の經營するものである。日本では未だ民營の無線電信局が出来て居らない、遞信省で凡て經營して居るのであるが近く東京に民營の大會社が出来る豫定になつて已に昨年末其創立の會議をしたのである。

世界で最も有名なる無線電信局はクリフデンとグレース灣に於ける太平洋斷通通信局である。此二局は共に同じ装置を有してマルコニ會社の經營に係るものであるが發信及び受信用に別別の空中線を有して居る。此等の局では普通の式と異ひ直流を使つて蓄電器を充電して居る、第四節に於いて高壓の電流が直列に電池を接続して得られることを研究した筈であるが此等の局では必要な高い電壓が同じ原理に基いて強力な發電機を幾臺もく直列に接続して居る。此等の發電機列に沿ふて蓄電池の列が続いて居るが約八百の電池があつて電流の貯蓄用に使はれる。此等の局は約四千マイルよりも遠い局に對して通信するやうになつて居る。

サテ其後此クリフデン對グレース灣通信線路の外に米國のニュージャージーとカーナーヴオンとの無線通信が行はれて居る、他の大無線局はコーンウチールのボルグにあるが其について

は後に説明する、獨この伯林に近いナウエン、又巴里のエツフェル塔の無線局等も世界で有名なものであるが此ナウエン局は亞非利加のウインドホークとの通信に成功して實に約六千マイルの遠距離に無線通信を行つたのである。又伊太利にはコロタノに非常に大きい無線局がある、フランスは西部アフリカに三大無線局があるが夜間通信能力は千六百マイルである、伊太利も同じ通信能力を持つソマリランド局がある、支那には廣東、福州、吳州等に無線局があるが夜間一千三百哩、晝間六百五十マイルの通信能力を持つて居る。青島にあつた獨この無線局は夜間千三百マイルの通信が出来た、日本も今日では各方面に無線局があるが有名なのは銚子の犬吠岬、北海道の落石、原の町、船橋、其他である。スエズの港に近い紅海のマツサワには二千マイルの能力の無線局があり、ニュージールランドには二大無線局があつて晝間一千二百マイル、夜間二千五百マイルの能力を持つて居る、オーストラリアには澤山の局があつて千マイル位の通信能力の局ダケでも五ヶ所以上ある、米國には實に澤山の局がある、ヴァージニア洲のアーリングトン局は二千マイル、セーヴィル局は六百マイルから二千三百マイルの能力を有して居る、其外南アメリカでは餘り高能力の局がないがウルグエーのクリット局は約千マイルの能力があ



る。

此等を數へ來れば其枚舉に遑がない、長距離無線電話が實用的に完全に發達する迄は無線電信は汽船と汽船、又は陸上と汽船間に於いて唯一の通信機關となるのである。

未だ無線電信が世に知られなかつた時代には航海者は陸地を離れると全く通信機關がなく只航路の安全を期するには羅針盤に頼るより外に方法がなかつたのである。

船の中に無線局があつても汽船の船長は今日でも尙昔のやうに不安な考を抱くことがある、昔のやうに凡ての汽船が不安と危険を感じた時代には船長は不時の遭難について屢々救助を求めんとしたのであつた。

船の正確なる位置を定める爲に航海者は世界の標準時である英國のグリーニッチ天文臺の時間を知りたいと思ふのである、彼は此時間を経線儀といふ器械によつて知るのである。

其器械は驚くべき鋭敏な作用をするものであるが時々正確を失ふことがある。此時間の差を防ぐ爲に無線電信によつて時間信號が或有力なる無線局から大洋中の航行汽船に報じられるから此通信範圍にある各汽船は自己の經線儀の時間の差を訂正することが出来るのである。

此等の無線局の中でフランスのエツフェル塔、獨逸のノールドイッチエ局は夜間の十二時及び日中の正午に無線信號を送つて居る、此等の時間信號は陸上に於いても又貴重なものゝ氣象臺や其他の時間を正確に知らんとするところには特に有用なものである。此時間信號の外に海の中にある船に對して他にも貴重な報知が無線電信で與へられる、船が冰山、暗礁等に登つた時に他の汽船に報知したり又は陸岸にある無線局にも通知する、此報知を聞いて同じ航路にある汽船は必要な救助を與へる爲に其速力を早めて現場に來る、かくて救助作業をすることは讀者の已に何回も聞いた事である、又天氣豫報が各陸上無線局から與へられるが世界の地方々々によつて色々の天候の様を知らせるから其を集めて氣象臺の天候觀測の参考にしたり、又航行中の船が豫め明日の天候を知ることが出来るのである。

歐羅巴では天氣豫報が毎日エツフェル塔、ノールドイッチエ等の局から發せられ米國では十數局から此天氣豫報を日々發して居る。

他の無線電信の有用なことは燈臺に使はれることで燈臺の光りが濃霧や其他の天候不良の爲に肉眼でも又望遠鏡でも見えない場合に航海者に取つて唯一の案内役となるのである。

此方面では餘り從來汽船にとつて無線信號が與へられないがフランス政府はハーヴ及びブレ  
 スト港の外にある島の上に無線燈臺を作つて居る。此局では自働發信器を使つて毎數秒毎に信  
 號を送り出し約三十時間位は看守者の手を借らずに作用することになつて居る。  
 無線電信によつて太平洋中の航海が益々安全となつたことは何人も否定することが出来ない。  
 陸地から離れた汽船が洋中に行つて孤獨の淋しさを感じる時代は已に昔の夢となつた。今日て  
 は乗客を載せる如何なる汽船も規則によつて無線電信機を据付けることになつて居る。尤も内  
 海を航行する小汽船、貨物船等は別である、海でも陸上でも多數の無線局が出来て不自由のな  
 い航海が出来るのである。

北太平洋は世界中で尤も無線電信を利用するところである。今英國を去つて二百五十マイル  
 位の洋中に船が出ると無線通信線路が陸上と何本もある、此から遠方の洋中に出ればボルツ局  
 が通信をして大西洋の中間迄は通信を交換するのである、此ボルツ局の通信能力の外に出ると  
 今度は米國のマサチューセツツ州の、コツド岬にあるマルコニ無線局、及びニューファンドラン  
 ドのレース岬にあるマルコニ無線局と通信をするから航海中絶対に通信の連絡を絶たれる心配

がない、又此を太平洋で考へても矢張り同じである、横濱を出た汽船は太平洋の怒濤と戦ひ乍  
 らハワイの方向に向ふ、洋上で先づ犬吠岬の無線局と通信したり落石の無線局と通信するが其  
 後はハワイの米國無線局と通信する、かくて桑港、近くになれば桑港、シャートル近くな  
 ればシャートルといふ具合に太平洋と同じく通信の連絡を断たれる憂がない、又洋上で甲汽船  
 と乙汽船とが互に通信することが出来るのである。

サテ汽船の乗客の間に各汽船は無線電信を利用して毎日陸上に起る色々の出来事を小新聞に  
 よつて乗客に知らせることになつて居る、例へば外交問題や實業界の事などを汽船の船室内に  
 居り乍ら知ることが出来るのである。今ヨーロッパの例で云へば此新聞は夜間ボルツとニュー  
 アウンドランドの兩局から送られる。

船舶無線局の發信能力は非常に變化するが平均太平洋汽船の通信能力は三百五十マイルであ  
 る。小汽船は五十マイル位のもある、又特別の大型汽船は夜間通信能力千五百マイルから三千  
 マイル位のが普通である、遠洋航海の汽船は出港後何時も陸上の大無線局の通信圈内にあると  
 は云へ或一局ダケの通信を繼續することが出来なくなる、これは船と船との中繼通信法といふ

事によつて連絡を保つことが出来るのである。今甲の汽船が陸上の局と通信を交換したいとしても通信能力がない爲にこの汽船を仲介することになる、乙の汽船は甲の汽船が要求する陸上の局に近いから其通信を取次ぐのである、恰も私共が一條の繩を持つて三人列んで中央に石などを送り中央が左右の人より送られる石を取次ぐのと同じである。

凡ての航海汽船の無線電信が如何に今迄有用に使はれたかといふことは耳新らしい事實ではない。

今巨大な汽船が多数の乗客を満載して出港すると假定する、洋中に出て偶然に大氷山に出遇したとすれば其時の乗客の心配は尋常ではない。

汽船の無線局の通信手は先づ電鍵を押して救助を他の汽船に求める、此時の救助を求める萬國共通の信號はS、O、Sといふモールス符號であるが此を聞いた他の遠方の汽船は同じやうに無線局を有して居る筈である、其局の通信手は日常の通信で多忙を極めて居る。

然るに突如として遭難汽船からの呼出しを受けるから凡ての通信を捨て、其に應答するのである、ドンナ通信が他から來やうが其は相手にして居られない、今遭難中の大汽船が危機に瀕

して居る、忽ち呼び出しに應答する、遭難船の位置が判明すると夫を船長に報告する、かくて機關長に命令か下つて船は全速力を出して遭難地點に航走することになる、一二時間の中に其救助船が遭難船の舷側に来てボート(救助艇)が下ろされる、かくて乗客や船員が其生命を救はれるのである。此の様な光景は今迄何回となく世界の洋中で繰返して起つて居る。

或場合に無線電信機を有する船が沈没するといふことはあり得るが船の上にある多数の生命が救助される筈である、若し無線電信の装置がなければ此等の生命は失はれることになる。今迄世界各方面から集つた統計について考へるに約二萬人といふ人々の生命が救助され其中で多く大西洋上で救助されて居るのである。大西洋は世界中で一番頻りに汽船が航行するから自然遭難する機會が多いことになる。

サテ船舶の空中線は出来るだけ高く甲のマストから乙のマストに架線する、發信及び受信用の装置は陸上の局の装置に非常に似て居るから茲に説明をする必要はない、尙多数の汽船は大きな誘導線輪と適當の電池を餘分に持つて居るから普通の器械が電流の供給をすることが出来ない爲に通信不可能となつても非常信號が出来るのである、無線通信の方式は色々採用される

が多くマルコニ式又はテルファンケン式装置を使ふのである。  
 船舶たると陸上たるとに論なく各無線電信局は自局ダケの局名があつて其によつて呼出しの  
 信號を與へられるのである、例へばクリフデン局はMTT、ボルヅ局はMPQ、ノールドイッ  
 チエ局はKAV、汽船ルシタニヤ號はMTA、エツフェル塔はTLなどである、日本でも東京  
 局はCOと云ふ具合に夫々呼出し局名が附してある、此符號を使つて相手の局を呼び出し通信  
 を始めることになつて居るが陸線の場合にも矢張り同じである。  
 混線を防ぐ爲に國によつて専用の符號や暗號表が出来て居るが其を自國の陸上又は船舶局に  
 分配して互に通信することになる。例へば英國はBG及びMて其文字を始めフランスは凡て自  
 國の頭文字Fで始める、米國はNとWから凡ての文字を始める、又一國一國で特別に信號を作  
 つて居る英國は

日本は ———、て表すことになつて居る。  
 無線電信は將來鐵道方面に有望である。

現今の鐵道信號が完全に行はれるに不拘不時に起る故障を防ぐことが出来ない、其等の偶然  
 の出來事の中で全く未然に防ぐことが出来ないものがある、例へば列車の機構が突然に破壊さ  
 れる場合などである。けれども多くの場合此突發的の事件は信號手又は機關手の怠慢から起る  
 もので、職務上の怠慢に原因するもの多のである。私共は凡て此等の突然の珍事について  
 注意をし合ふが時々衝突其他の事故が起るもので殊に日本の列車の事故の多いことは世界でも  
 有名な話になつて居る。鐵道關係者は全力を盡して此不幸なる出來事の起らないやうに常に注  
 意して居るけれども未だ完全に行はれない、普通の鐵道の場合の一大缺點は其列車の機關手が  
 信號する良い装置のないことで只信號のみによつて行はれるダケである、故に列車が或信號所  
 を通過した場合に次の信號所に到着する迄は全く通信の途がない、米國では此缺點に鑑みて先  
 年ラツカワナ鐵道に無線電信を採用して以來各方面に其を實行するやうになつて來た、鐵道  
 沿線の或無線局と運轉列車中の移動無線局との通信は米國に於いて始めて試みられて良成績を  
 あげて居るが本邦でも行々は東海道線の如き主要線には是非共之を利用して頻々と起る事故を  
 防ぐことにならねばならない、鐵道の電化といふことは只蒸汽列車が電氣列車に代るダケの意

味ではない。

此外に飛行機、飛行船内にも無線電信機があつて航空中下界の無線電信機と互に通信を交換することは本邦でも最近流行して居る、一例を云へば此頃追濱から八丈ヶ島に飛行した飛行艇と横須賀の海軍無線局とが通信をしたのである。

サテ無線局の普通の装置については已に述べてあるが今の鐵道列車の場合には異つて居らねばならないから茲に大體を述べらる。列車や機關車が通過するトンネル、鐵橋等の爲に空中線を高くしてはならないといふ條件が何よりも先に起る、此空中線は各車の屋根の上に十八インチの高サで直角の電線を取付けるのである、此等の分れ／＼になつた空中線は互にマルコニ式無線機を据付けてある電信室に通ずる電線に接続される、地中との接続はレールを利用し電流は列車内の電燈に電流を與へる發電機から得るのである、此のやうな装置で一時間七十マイルの速力て走つて居る列車と固定無線局とが互に無線通信を交換したが其通信距離は百二十五マイル迄可能であつた。故に此列車と絶へず通信するには鐵道沿線に甲乙丙と幾ツも無線局が適當の間隔を置いて設置され、ば宜いので例へば東京を發した下關行の列車に對して無線通信をする

場合には中途の大阪、廣島に夫々無線局があれば其列車は絶へず通信を交換することが出来るのである。強烈な暴風雪の爲に有線電線や電話が斷線する場合に此無線通信を利用すれば少しも心配なく列車が運轉し得るのである。

又若し信號が何かの間違ひの爲に誤つて與へられやうとする場合にも其信號區域を通過する列車は其通過以前に無線電信によつて豫め危険を免れることが出来るのである。

尙又雪の爲、或は他の原因の爲に列車が不時に停車して立往生をしたりする時最寄りの停車場に無線通信をすることが出来るから感々人を雪中に走らして其を通知する必要がなくなる、此様に無線電信から受ける便利は殆んど限りがないから近い將來に移動無線局が列車の中に完成されて旅客の便利を圖るやうになる筈である。

## 第二十二節 電気鍍金と電気版の話

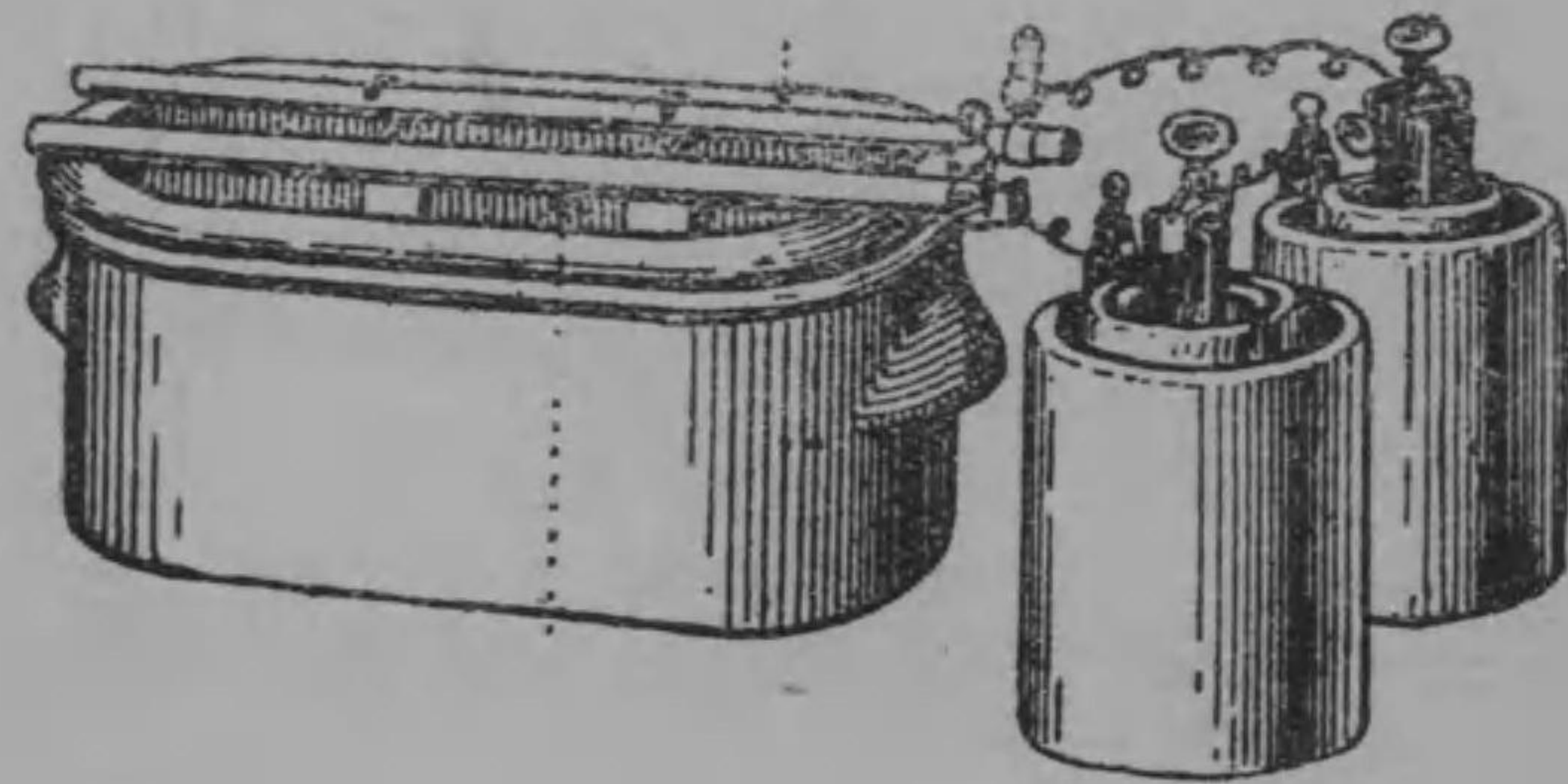
蓄電池の章のところて電流は或液体を分解する力を持つ、即ち其液体の合成組織を分けることが出来るといふことを研究したのであるが此力は電気鍍金や電気版を作る作業に重要なものである。電気鍍金といふのは普通の金属の上に金銀、又はニッケルなどを被せる方法である。電気版といふのは鑄物、活版其他の同じやうなものを複製する術である、金属は電流によつて溶解液の分解物を集めるといふ事實はヴォルタ電池の發明時代に知られて居たが誰も其に對して深い注意をしなかつたのである。

伊太利の或化学者は一八〇五年の古い昔に金を以て二個の銀メタルに鍍金することが出来たと云ひ、ソレから三十年ばかり後にベツセニーといふ人は鉛に銅を被せたのであるが實用電気鍍金は一八四〇年になる迄完全に行はれなかつた、其年英國のエルキングトンといふ人が此方法の特許権を得たのである、其から今日に及んで電気鍍金と電気版の作業方法がダンクと進歩して今では普通の小細工店に行つても行はれるやうになつて居る。

サテ小規模の電気鍍金は非常に簡單である。被せようとする金属の溶液を適當の容器の中に盛るが此容器の頂上に沿ふて二本の金属棒が横に置かれる、其一方から溶液中の金属と同じ金属板を吊り下げるが他の一方からは被せようとする物を下げる、ボルタ電池の陽極端子は金属板を支へる棒に接続され陰極端子は被せようとする物を持つ棒に接続されるのである。電流が金属板から被覆せんとする物に通過すると溶解が被せられ、かくてメッキが出来ることになる。電流が通過する、溶液及び分解物を電解液又は電解物と云ひ電流が入つて行き又は出て行く端子の兩端を電極と専門の言葉で唱へる。電流が電解液に入る電極をアノード(陽極)と云ひ其が出て行くところ(電極)をカソード(陰極)といふのである。

若今假りに古い家庭用のサジの上に銅メッキをしたいと思ふならば丹礬溶液を用意して其をガラス瓶の中に入れる、小サイ二本の眞鍮、銅又は他の電気の良導體金属を其瓶の上に横へる、電線で作つた釣り線て銅板を一方の棒から又サジを一方の棒から吊り下げる、次にダニエル電池の陽極端子を銅板を支へて居るアノード(陽極)棒に接続しサジを支へるカソード棒(陰極)に電池の陰極端子を接続する、かくて電流は其流動を始めて丹礬溶液を純粹な銅と硫酸に分解す

棒(極陽)ドーノア 棒(極陰)ドーソカ 氣電用工細小 器具キツメ 圖五十三第



といふことになる。第三十五圖は簡單ではあるが素人の小細工用として完全なる装置を圖示したものである。

大仕掛けの電気鍍金は勿論此よりも有効ではあるが同じ原理に基くのである。

第三十六圖はメッキ工場の装置である。

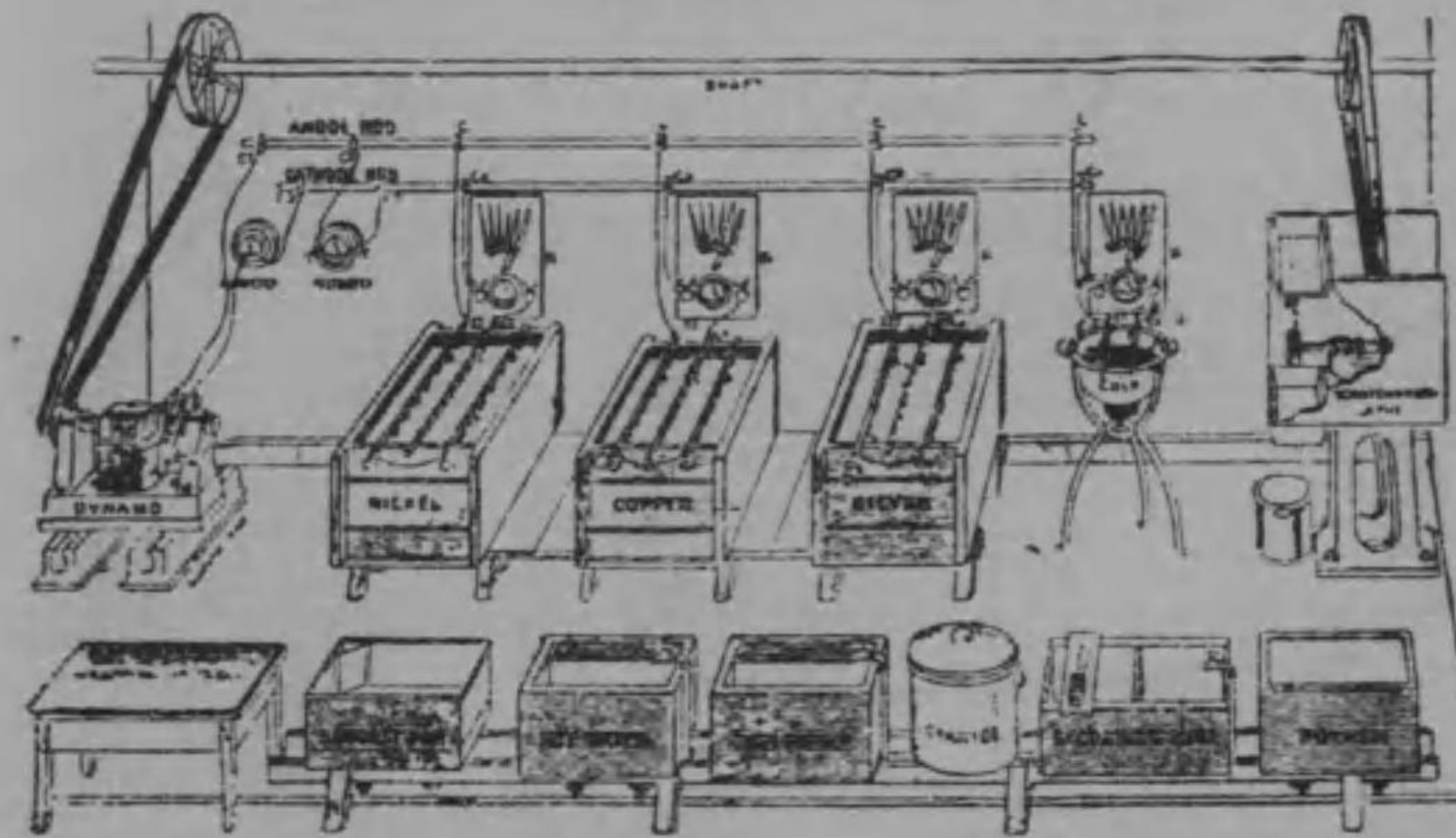
金屬メッキをしやうとする金屬の上に集るメッキは耐久性でなければならぬ、ハゲたりするのは即ち其メッキ方が不完全であるか又薄い爲である、金屬の上に被せをシツかり保つ爲に其メッキせんとする金屬をメッキする前に完全に清淨しなければならぬ。例へば銀指輪の上に金メッキをしたいと思ふならば先づ其銀指輪を出来るだけ清めて不純なものが其内外にないこ

るがサジの上に其銅が附着されるのである。銅は迅速に恰もブラッシ状の銅のやうに被せられる、其メッキは電流が流動する時間が長ければ長いほど厚くなるのである、若し陽極(アノード)となる銅板がなければ此作業は出来ない例へあつても其銅板がメッキ中に消費されれば此細工は止むのである、其は電解液中の銅が使ひ果されたのである、けれども其は電解液から分離された硫酸であるから銅板から銅をとつて其と合同し引き續き丹礬を作るのである。此方法で溶液の強さが失はれる。而して銅陽極(アノード)はサジのメッキが厚くなるに従つて段々小さくなつて行く。

陽極(アノード)が絶対に純良な銅でなければならぬといふ條件はない、若し不純分子がある場合には瓶の底の方に沈んだり又は溶液と混合したりするからサジの上に全く純良な銅メッキが出来るのである。

同時に若し銅アノードが非常に不純であれば電解液は忽ち不潔になるから新しい溶解液と代へなければならぬ。サジをニッケル鍍金する爲に私共は陽極(アノード)に對してニッケル板を要し同時にニッケル溶液を用ゆる。銀メッキする場合には銀アノードと銀溶液を用ゆる

置装の場工金鍍電 圖六十三第



とを髓めた上に細工をするのである。  
 けれども普通の完全だと思ふ家庭での清浄法では駄目である、化学的に清めなければ其功がない、此點についての智識は次のやうにして得られる。  
 若し清めた表面がメッキをする前に手でフレられ、ば其接觸した部分にメッキが付かない、故に其指輪ならば指輪の表面内外を機械の力で研いて次にアルカリのやうな酸の中に入れるのである。  
 又此清浄方法について興味ある電気清浄法がある。  
 メッキせんとする金屬に陽極棒と陰極棒を取付けて桶の中に入れるが其桶は普通のメッキ用桶でも差支ない、其中に水酸化ボタツシユとシアン化ボツタシユムの溶液を盛る、陽極は炭素板で作り陰極棒からメッキ

せんとする金屬(指輪など)を吊り下げる、次に十分な電流を溶液中に通過せしめ陰極に迅速にガスが出るやうにする、此ガスは表面に表はれてメッキせんとする金屬から塵や油を取り除き清浄する。暫くして其メッキせんとする金屬は酸化作用を受けて色が失せる、此時に電流が反對に流れるやうにメッキせんとする金屬を反對に陽極にし炭素板を陰極にする。かくすると電流はメッキせんとする金屬の表面から酸素を取り除いて非常に光澤のある清潔なものとする。此のやうにして全く清浄すると其金屬はメッキ瓶又は桶の中に入れる順序になるのである。此等の桶は普通化学作用で純良にした鉛又は鐵の帯を持つ木で作られる。  
 眞鍮で作る陽極及び陰極棒は桶に沿ふて位置し此等から各種の金屬の陽極とメッキせんとする金屬がニッケル又は眞鍮製の釣り金で吊り下げられるのである。桶の寸法によつて棒の多少とか数が變るが其長さはメッキせんとする金屬が各側に陽極を持ち得るやうにして加減すれば宜い。  
 若し三本の棒を使ふ時はメッキせんとする金屬は其中央の棒から吊り下げられる、而して二陽極が双方の棒で出来上るのである。



若し多数の小サイ金属を互にメッキしやうとする場合には其を屢々孔のある金属支へ物から支へ下ろすやうになる、又小サイ金属を液の中で廻轉する木とセルロイド製の孔のある樽の中に入れてメッキすることもある、金属がメッキされて居る間樽の廻轉の爲に甲と乙とが互に摩擦し合ふから非常に光澤が出て来るものである。自轉車の鎖、スポーク、犬の鎖、ボタンのフック、等は此廻轉式の樽の中でメッキされるものである。

種々のメッキに要する電流の強さは非常に異ふもので、若し上等のメッキ細工をしやうとする場合には電流を注意して其特殊の細工に適合するか否かを調べねばならない、電流を正しく加減するには各桶に對して洋銀線を使い其加減し得る抵抗を用ゆるのであるが電流は溶液に達する前に此抵抗に逢ふのである、電流の分量と壓力は電流計と電壓計で測られるが此等の計器は抵抗器に取付けてある。若し電流の密度が餘り多ければメッキせんとする金属は燃焼し易いもので其場合にはメッキの色が黒ツぽくなつて不用のものとなる。

若し特別に不規則な表面をメッキせんとする場合には特別の姿をして居る陽極を使はねばならないが其は電極間の距離を出来る丈均しくしたい爲である。左様でないとアノード(陽極)に

最も接近した部分は電流の分け前よりも多量のメッキをして他の部分よりも厚いメッキが出来上る。色分けメッキといふ面白いメッキ細工があるが其は一つの金属の上に色々な色彩をした金属をメッキするのである。

例へば銀製の花瓶の上に金の草花をメッキしたいときにメッキしない部分を不導體のワニスで塗り上げる、此ワニスが全く乾き切つたときに花瓶をメッキ桶の中に入れる、而して普通の方法のやうに電流を通過せしめるのである、かくすると金は只ワニスで包まれない部分にだけメッキされる、かくてメッキを了へた後ワニスはテレピン油で柔めて取り去ることが出来る、而してブラッシュで擦るのである、これと同じ方法で尙一層美しい色々な色彩をメッキすることが出来る。

巻煙草入れ、菓子皿、盆、其他の器具は其中ダケをメッキする場合が多い、此等は金箔などが取つた金の溶液の中に入れて陰極(カソード)に接続する、キヤラコで捲き包んだ金片が陽極棒に取付けられソレをメッキ金属の中の溶液中に吊り下げる、かくて所要の厚サのメッキが出来ると迄迅速に動かすのである。

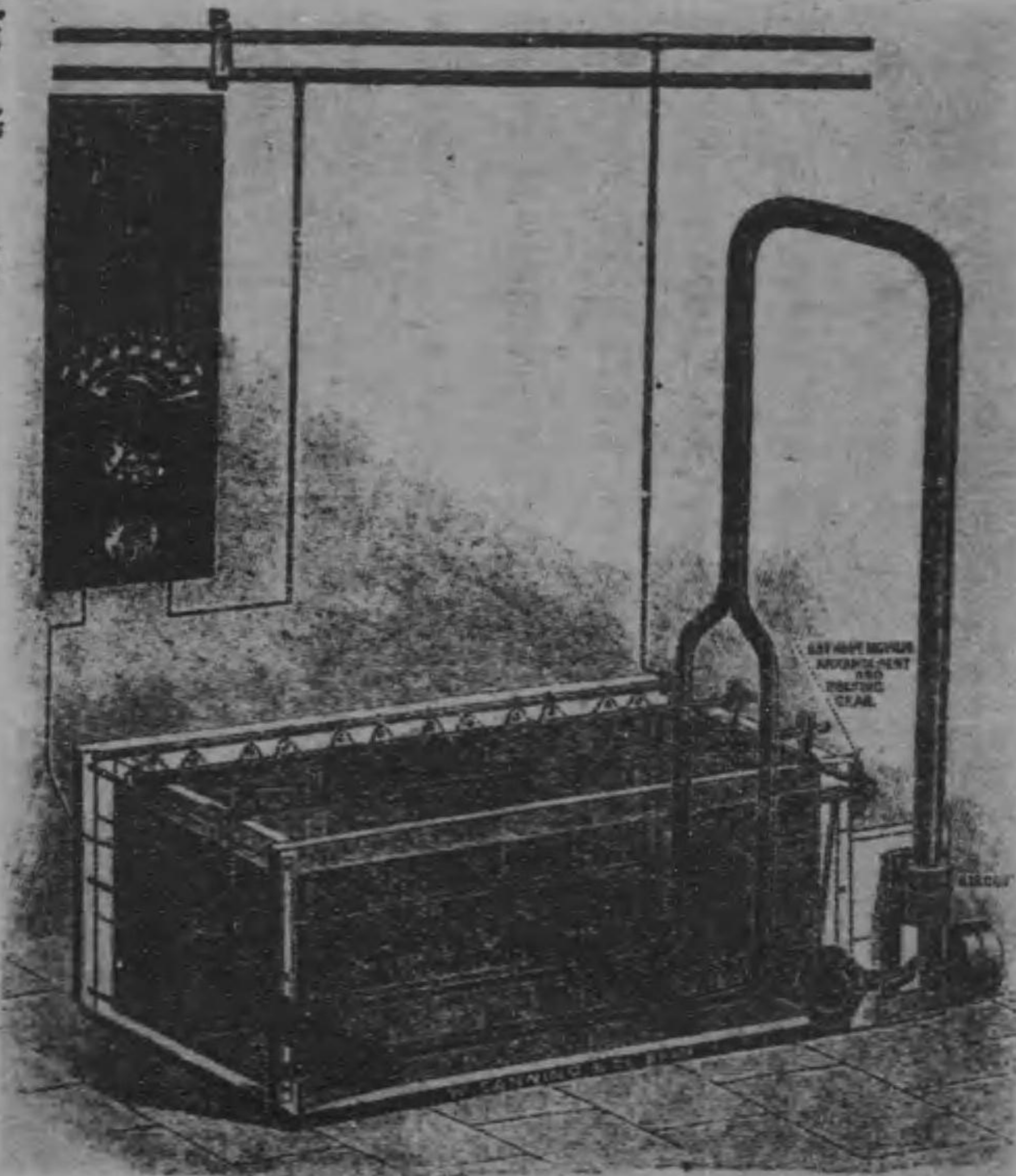
メツキすべき時間は溶液を掻き廻して節約することが出来る。ソレは液体の循環作用を良くし絶えず新しい溶液が陰極(カソード)に運ばれる爲である、同時に電流に對する抵抗が滅じられ餘分の電池が使はれるのである。

第三十七圖は此目的に對しての配列を示すのである、溶液は壓搾空氣で掻き廻され同時にカソード棒が前後に動く、又メツキ用溶液はメツキの率を早める爲に時々加熱されることがある。メツキ細工が済むとメツキされた金屬を桶から取り上げて夫を靜に水の中で冷したのち乾燥させる、かくて今度は研いて光澤を出すのであるが其は丁度鑄物の場合に汚れた砂などを削り落すのと同じことである。

此仕上げの細工の中にメツキ金屬の美觀が一層美しくなる、此方法で汚ないと思つた表面が生れ替つたやうに美しくなる、時々メツキして研いた金屬が其彼方此方に斑點があることがある。

此の様な場合には全部のメツキ細工を再び繰り返す必要がない、ツマリ「改飾」といふ方法で完全に此汚點を直すことが出来るのである。

法方す廻き振を液溶の桶キツメ 圖七十三第



メツキをした金屬と同じ金屬片を二片の木の間にに入れて其の一端に電線を取付ける、他の一端にフランネルを數回捲き付けシツカリと締め付ける、此小サイ陽極となる金屬條はメツキ桶の陽極棒に接続されメツキされた金屬を陰極(カソード)棒に接続する、フランネルはメツキ用溶液と飽和

し金屬條を靜かに斑點のある部分を摩擦して他の美しいところと同じ光澤にするのである。此方法が注意深く行はれ、ば改飾法は他の美しい點と少しも區別することが出来ないのである。

電氣鍍金は船の鐵板に銅メッキをして色々の汚物がへバリ付かないやうにするのである。この仕事は船の一部分一部分でするので鍍金用の桶を一つ其部分に運ぶのである。今迄述べた電氣鍍金は只金屬のメッキの場合だけである、若し私共が石膏像などに銅を鍍金しやうとするならば恰も先きのサジの如くに細工をすることは出来ない、石膏は不導體であるからである。

けれども若し其像の上に黒鉛を撒布して導體表面とすれば容易に鍍金が出来るのである。殆んど凡ての物質は鍍金することが出来るが若し夫等が不導體であれば今述べた方法で其鍍金しやうとする表面を導體としなければならぬのである。花や蟲も鍍金することが出来るが其には先づ銅鍍金をして次に金メッキをする、かくて非常に美しいメッキが出来るのである。

近頃又メタリコンといふ木でも石でも何物にも金屬鍍金が出来る方法が特許になつて天賞堂で其作業を行つて居る、此メタリコンについては本章と全く關係がないから余は説明しないことにする。

サテ電氣版(又は電氣製版術)は今の電氣鍍金と全く同じであるが只異るところはメッキが集

る金物から取除かれることである、この方法は印刷工場などで製版をする場合に広く採用されて居る。

先づメッキすべき金屬版をテレピン油の中で非常に稀薄な蜜蠟の溶液で摩擦するが其は其に附着せんとする附着物を防ぐ爲で、次に銅メッキ桶の中に入れ完全に厚いメッキを加へる、かくて銅被せを剥がして此方法で反對の版の複製が出来るのである。此を判り易く云へば彼の近頃市中の小店で巴燒キといふ菓子とも饅頭とも付かぬものを焼いて居るが或型があつて其によつて反對の模様の巴燒が出来上るのである、其と此と大差はない。

此複製版を桶の中に入れ其上に銅メッキをさせるので此メッキを剥がす時に始めて原型の版と同じものが出来るので俗に電氣版といふのが此である。

彫刻板は又石膏の粘土を使つて複製することが出来る、此土の表面は黒鉛を撒布して導體とし能く刷毛で擦つて其に銅メッキをする、粘土は原版の複製であるから其上に出来上つたメッキは勿論寸分も異はぬ寫してある。

若し此複製を迅速に得たいと思ふならば粘土を桶の中に入れる前に豫備的に化學作用で銅メ

ツキを行ふ、此は粘土の上に丹礬溶液を注いで其表面に鐵粉を撒布すれば宜い、次に鐵粉は綺麗な刷子で粘土の面に擦り付けられてから化學作用の爲に反應が起り溶液から銅を沈下せしめることになる、此等の鐵粉を洗ひ去つた後粘土は桶の中に入れられて銅のメッキが迅速に出来るのである。彫刻板は屢々銅、ニッケル又は鋼メッキをするが其は其木彫表面を硬くする爲で此結果印刷者は何度も何度も印刷することが出来るのである、此と同じ理由でステロ板（ステロ活字）をニッケルで鍍金するのである、發電機が凡ての電氣鍍金及び電氣製版用に使はれる前にはヴォルタの電池から電流をとつて居つたが今日では大小の細工に發電機を専ら使つて居る、尤も時々小細工のメッキ用に今も尙色々の都合上ヴォルタ電池又はダニエル電池を採用して居る、忽ちに成極する電池は鍍金用に役に立たないから十分な電流を不變に供給する電池が要求されるのである。

ダニエル電池は第四節に述べた如く使はれるが又ブンゼン電池も使はれる、ブンゼン電池といふのは強度の硝酸を入れた素焼の瓶と炭素棒を持つて居つて其周圍に稀薄な硫酸亜鉛板を持つ外瓶を併せて作り上げる、此電池の缺點は不愉快な煙りをするのである。

鍍金用に使ふ發電機は非常に低い電圧で多量の電流を發生する様に特別に製作される。

此場合直流のみ使はれて交流は使用しない、其理由は交流電氣は已に述べて置いた通り一秒間に何十回何百回と交番に其流動方向を變へるからメッキせんとする金屬を交番に陽極（アノード）及び陰極（カソード）にして了ふ爲である。

### 第二十三節 電解工業とは何か

粗銅（又は銅の原質）から得る銅は種々の不純物を含んで居る。多くの用途に對して此等の不純物は銅の價値を損じて了ふから此金屬が販賣品となる迄には或方法で此缺點を除かねばならない。

先章に於いて古いサジに銅鍍金をする方法を述べたのであるが私共は陽極（アノード）純粋銅を作る必要がないといふ事及び如何なる場合にも純粋なる金屬がサジの上に集るといふことを研究したのである。

此の事實から電氣精銅といふ工業が起つて居る。此方法は普通の銅鍍金法と少しも異はない、只陰極（カソード）が絶對に純粋な銅でなければならぬといふ相違がある。これは薄い紙よりも厚くない銅板で普通出来て居る、時々場合によつて多數の吊り下げた電線（銅線）を用ゐる。此溶液を電流が通過すると其結果銅がアノードから取除かれ陰極（カソード）に運ばれる。

かくて不純分子は桶の底部に沈んで粘着物のやうに集るのである。此方法で厚い純良な銅板が出来上がつて溶解したり棒状の銅になつたりする作業を受けることになる。

厚銅の不純の程度は其を取つた厚質石によつて變るか時々金や銀が其中に見られる、此等の金屬を銅が含んで居る事が判明する場合には精練用の桶の底部にある附着物は注意して集め取り其から金や銀の多量を得るのである。毎年世界の銅の精練されるのは約八十萬噸であると見積られて居る、此純粹の銅の多量は主として電氣用に用ひられるが其は電線やケーブル（電線）を作る爲に又凡ての發電機、電動機其他電氣用の機械器具を製作するのである、事實世界の銅産額の二分の一よりも多く此方法に使はれて居ると云はれて居る。

此と同じ方法によつて貴重な金屬が純粹の状態を得られるが其が普通金、銀、銅又は鉛の如き金屬が混合して居る貨幣地金といふ金屬から得るのである、恰も精練銅の如く粗金屬をアノード（陽極）として使用し、所要の金屬に從つて純良な金又は銀をカソード（陰極）として使用するのである。若し銀が必要であれば銀溶液を使い、金が必要であれば金溶液を用ゆるのである。アルミニウム金屬は非常な勢で忽ち私共の家庭に迄入り込んで來た、鍋、釜、サジ等は

多く此アルミニウムで作つて居る、アルミニウムは天然的にアルミナ又は酸化アルミニウムの姿で多量に存在するが長い間實驗者は純粹なアルミニウムを世上に販賣品として紹介することに腐心したのである。

多くの金属の酸化物は之を減少することが出来る、ツマリ其を炭素によつて加熱すれば酸化物が除かれるのであるが酸化アルミニウムは非常な力で其酸化性を保持して居るから絶対に此方法では其を分離せしめることが出来ないのである、甲の方法乙の方法と相次いで實驗されたが成功しなかつた、故に一八八七年の頃迄は安價なアルミニウムが製造されずに居つた、此年に米國人のホールとフランス人のホルトが此問題の完全なる解決をしたのであつた。

此等の化學者は漸く學校を卒業したばかりの頃に互に獨立して研究して居つたが其發見の方法が共に同じであることを後に知つたので世間は驚異の眼を注いだのであつた。

此方法は電解物と電熱作用の面白い混合作用である、鐵の坩堝にアルミナ金属と螢石及び氷晶石との混合物を入れて加熱される、最後に記した二礦石が忽ち溶解してアルミナが其溶解液の中で分解される、此等の混合物が流動状態になると炭素で作つた電極を其中に浸すのであ

る、而して電流を通過せしめると酸素(又は酸化物)がアノード(陽極)で除かれアルミニウム金属が溶解した儘カソード(陰極)に表はれるのである。此溶解した金属は今の液體よりも重い爲に底部に落ちるのである。

此のところから時間を置いて投げ出され更に新しいアルミナを追加して入れる、かくて此作業が引き續き行はれることになる。

第一回到混合物が溶解したのち引き續いて加熱する必要がない、其理由は電流の通過によつて與へられる熱は此金属を流動状態に置く爲には十分であるからである。此方法で非常に多量のアルミニウムが米國のナイヤガラと英國のスコットランド及びスキツツルで作られて居る。

私共は苛性曹達といふ物質について見たり聞いたりして居る。此に對する化學的の名は水酸化ソヂウムであるが其を製造する電解方法は興味あるものである。普通の鹽はソヂウム金属と綠色の臭い臭のする鹽素ガスの合成物であるが其適當の名はソヂウムナトリウムといふのである。

此の水に此溶液が入れられて更に其を桶又は瓶の中に入れる、而して其に電流を通過せしめ

る、かくして其溶液は陽極（アノード）で鹽素に又陰極でソヂウムを作るのである、ソヂウムは水と同じ性質を帯び居るから直に連絡をし、尙、ソヂウムを鹽素と離して自由にさせると溶液の水と合併するから新しい水化ソヂウムの溶液が出来上る。此の中の水は次に取り除かれて硬い苛性曹達が残るのである。

苛性曹達が使はれる多くの目的の中で酸素と水素の用意をする仕事は著しいことである。少量の硫酸を加へた水は電流の爲に酸素と水素に分離される（第五節参照）

此方法で此等の二氣體（水素及び酸素）を實用に使ふ爲に製造するが其よりも苛性曹達の溶液を電解物として使ふことが多いのである。

若し酸素と水素が共に發生したところでは使はれない時は此等は鋼製の圓筒の中に非常な壓力で送り込まれる、此圓筒は石灰光を點するガスを供給するものであるが例令此等の圓筒が特別に堅固に作られて試験をされても其を繩の網で包むのである、故に何かの動機で破裂するやうな時には金屬の破片が繩の網で飛ばないやうに制限されるやうになるから室内に散つたり人命を損じたりする憂がない、多量の水素を此方法で作つて輕氣球や軍用飛行船に用ゆるのである。

## 第二十四節 レントゲン線(X光線)の話

空中電氣についての説明をした章で私共は空氣は普通の壓力の場合に不良導體であるが其壓力が低くなると忽ち導體となることを調べたのである。大ザツバに云へば、若し普通の空氣中で一インチの空隙を横ぎつてスパーク(火花)を得たいと思へば私共は約五萬ボルトの電壓を用意しなければならぬ。此の様な状態の下に起る放電は非常に強烈で此を壞烈放電と呼ぶのである。けれども若し空氣の壓力が徐々に低下されて來ると放電が其強烈な性質を失ひ先の白熱状態のスパークが柔かい發光をするやうになる。

放電の性質の變化について研究したいと思ふならば「電氣卵」といふ装置によれば宜い、ソレは空氣ポンプに其臺を接続した卵形のガラス球で作られる。二本の眞鍮棒が其ガラス球の中に突き出て居つて兩端から入つて居るが下部の棒は固定して上部の棒は内外に滑るやうに仕掛してあるから兩球間の距離は色々に加減されるのである。

此等の棒の外部兩端はウイムシヤースト發電機又は誘導線輪に接続される、若し兩球間の距

離が半インチ位であつて普通の壓力の空氣中でスパークを出さうとすれば空氣ポンプによつて少しく其壓力を低くして見るとスパークは兩球間の間を約一インチ以上離しても通過するものである。電氣スパークの白熱は空氣の抵抗によつて生ずるもので壓力が減れば抵抗も少くなるから發光する程度が弱くなるのである。

若し引續き此壓力を減ずれば放電の色が赤くなつて最後にスパークが出なくなる。

最初此光りは球の全體に満ちるやうに考へられるが高い眞空にすると其光りが判然とした形になつて光りと黒い蔭との層が出来るやうに縮んで了ふ、最後に壓力が大氣壓の約百萬分の一になると發光作用が陰極棒(又はカソード)の周圍に起り其より遠い方に當つて黒い部分が出来て球を満すのである。

かくて球の陰極棒と陽極棒との間になる壁は燐光を發するやうになる。

此の燐光は陰極から来て暗黒の空間に行く光線によつて發生するが此等の光線に對してカソード光線(陰極光線)といふ名を附したのである。

此等の光線によつて色々の興味ある實驗を行ふ日は適當の割合で永久に空氣を取去つた管を

使ふ(眞空管のとしてある)、燐光を發する光線の力は臺の上に水平に取付けてある管を使つても有意義に實驗されるが其管の中には光線の通路に位置したアルミニウム交叉光を持つて居るこのアルミニウムは臺に螺番ひされて其が眞直に立つたり又は管を急に打てば下の方に投げられたりするやうになる。陰極(カソード)から流れて来る光線の或部分が此交叉點で妨げられるが或部分は其を通過する、かくて管の他端に達することになる。此結果交叉點の黒い蔭はガラスの上に投げられるが管の各部分に集る光線と全く反對の作用をする、かくて燐光状態を呈することになる。

稍々暫くすると此發光が止んで了ふが其はガラスが疲れる爲に燐光を發生する力を失ふからである。

若し此交叉點が下の方に向つて打たれると光線は管の一部に達する、此ガラスが再び新らしくなつて判然と燐光を發するのである。今度は黒い交叉點が忽ち白熱状態に明るなる代りに疲れたガラスは暗黒状態を呈して居る。尙此よりも興味ある實驗を行ふには恰もガラスの軌道の上に取付けた豆水車の如きマイカで作つたネライ板を持つ小車を持つ水平管を使ふのである。此管



の中に放電が送られると陰極光線がネライ板を打ち小車が陽極の方向に向つて前方に廻るのである。他の實驗によると陰極光線は強い加力を持つて居ること、及び其等の光線は管に接近して支へられる磁鐵の爲に傾くことが理解される。

長い間此の陰極光線の性質が判明しなかつた。獨逸の科學者及び物理學者は此等の光線は普通の光線と同じであるといふ説を固守して居つて英國の科學者達は此等の光線は特殊の姿で物體の非常に小さい分子が流れる爲に起るのであると云つて居た。之を言葉を換へて云へば物體は其原始状態から考へると液體でも固體でも又氣體でもない、只超氣體である、クルークといふ英國の科學者は此の様な考から此に放射物體といふ名を附したのである。

私共は物體の最小分子のことを原子といふ名で云ひ表して居る、然るに今日の進歩した學説によると其原子も又小さく區別することが出来るのである。

原子といふものは私共が形容したり數へたりすることの出来ない速度で何時も休みなく廻轉したり運動したりして居る原子より小さい電子といふものから組織されて居る。

オリヴァー、ロッチといふ人の説によれば、若し今水素の一原子の大キサを假りに普通の教

會堂の大キサ位に考へると原子を組織する電子は約七百粒の沙位の大キサである、其中の三百五十粒は陽性に帯電され三百五十粒は陰性に帯電されて居る。

けれども此等の微小電子が帶電體であるか又は電氣の實際の原子であるかといふことは判然と決定されて居らない、今日では多數の科學者が陰極光線は一秒間百二十四マイルの速度で陰極から反撥される陰電子の流れであり、若しくは光りの速力の千分の一の速度で反撥されるのであると信念を持つて居る。

一八九五年の十一月獨逸の物理學者レントゲン教授は判然と見ることが出来ない光線を發見したのであるが其光線は同時に陰極光線として發生し普通の光りには全く不透過の物體の中にも容易に透り得る光線である。

レントゲン教授は真空管を使つて實驗したが或光線が其管から出ることを知つたのである。此等は陰極光線ではない、其理由はガラス中を通過し得るから磁鐵によつて屈折しないか

らである、此不思議な光線に對して彼はX光線(未知の光線といふ意義)といふ名を附したが今日X光線と普通に云ふのが此である。

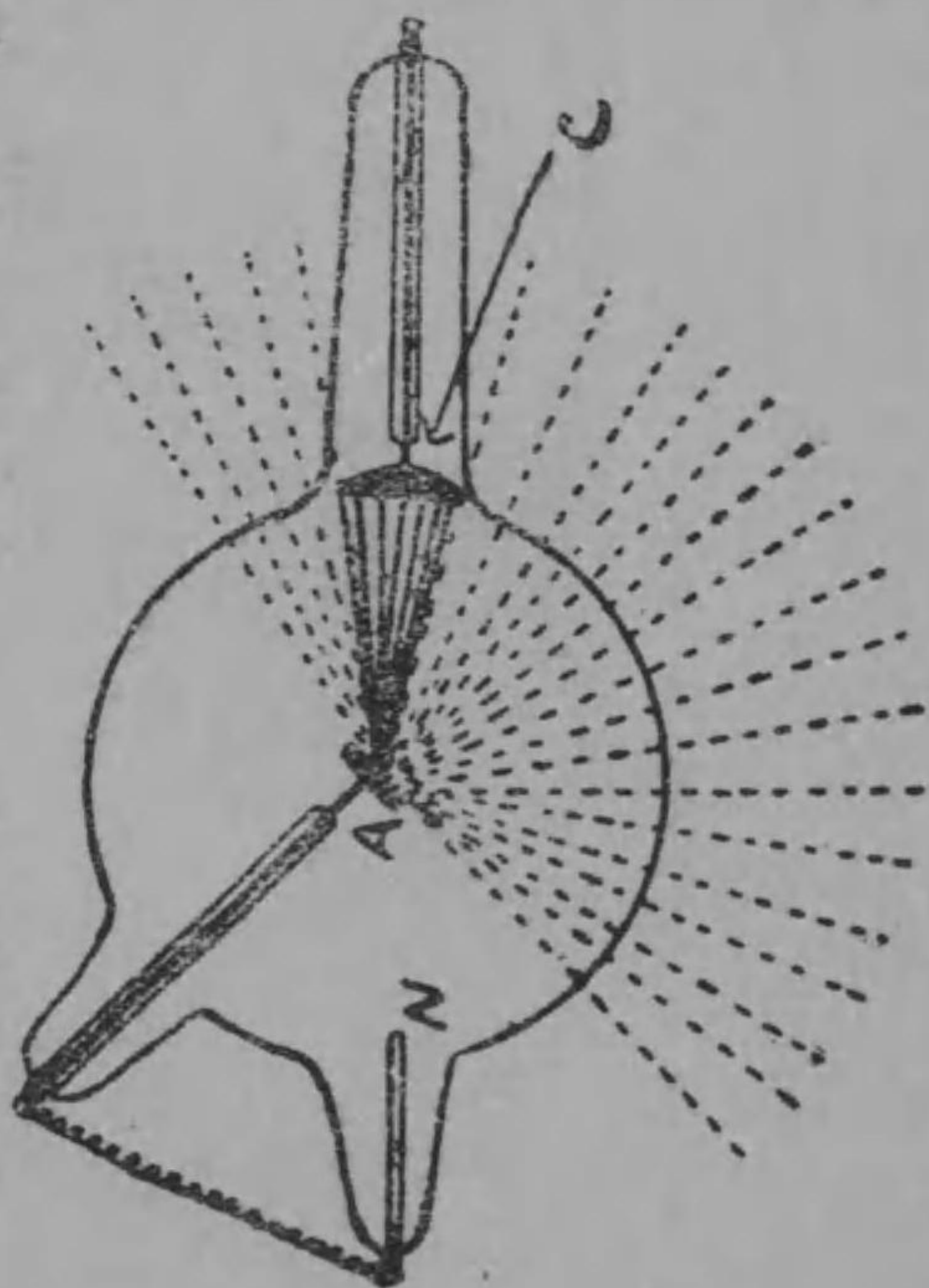
然し多くの學者は今も尙発見者たるレントゲンの名を附してレントゲン光線と云つて居る。其から間もなく此レントゲン線は、凡ての普通の光りを除く黒色紙で包んだ通常の寫真原版にも感應することが判明したが動物の肉を透視することが出来るといふ事も判つたのである。けれども未だ骨を透視することは出来ないのである。此事實によつて肉を通して骨格の寫真を撮ることが出来るので其醫學上の價値は忽ちにして世人に認められたのである。

又此光線は或化學的の組織から発見させる作用をすることが判明した。此等の化學組織の一要素で包んでボール紙製の膜は普通の光りでは全く透視することが出来ないがレントゲン線で試験して見ると非常にヨク透視することが出来る、此光線と膜との間に手を置けば手の骨を容易に見ることが出来る。

レントゲン線はカソード光線(陰極光線)が落ちる時に發生するが或種の障害物を爆撃するのである。

カソード光線を發する殆んど凡ての管は又レントゲン線を發射するが特別に作つた管を使つてレントゲン線を得るのである。

第三十八圖は簡單なるX光線管を示すのである。



これは他の光線を得る管の如く只カソード光線ダケを得る目的に使ふ管よりも高い真空状態にした管である、カソード(陰極)Cはアルミニウムで作られ

の點に正しく來ても其點に與へられるが熱作用の爲に孔が出来て忽ち燒かれることになる。非カソードの表面(又は標的)は白金、タンゲステン等の如く非常に高い融解點を持つ金屬で

恰もソース入れのやうな姿をして居るが其曲り方はカソード線が非カソードAの上に着るやうに加減されて居る、普通此場合の焦點は非常に正確に出来ない、假へ完全なる放射線寫真を使つてカソード線が非カソード

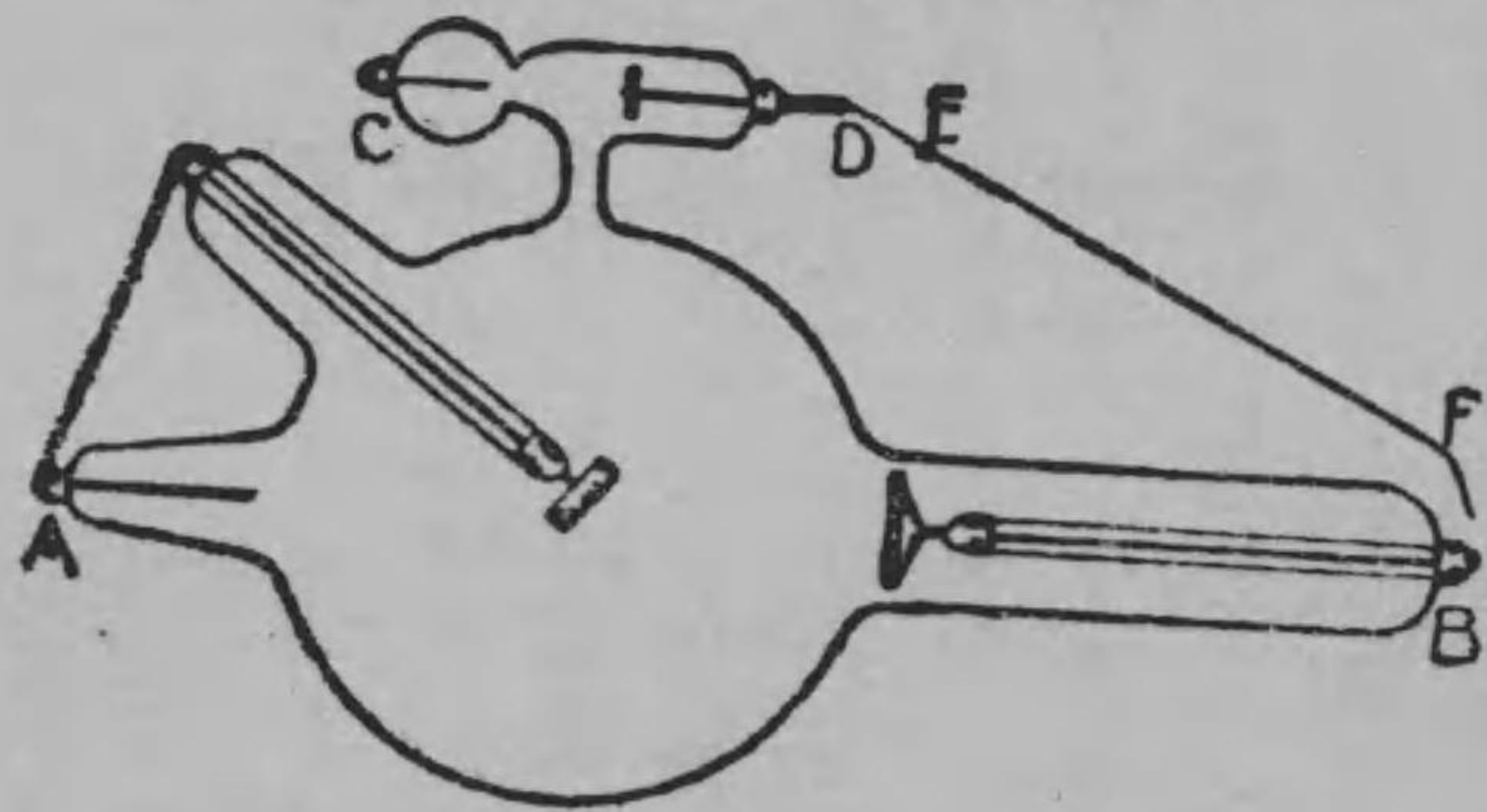
作られる。ソレは約四十五度の角度で傾斜して居る平な表面を持つから其から出る光線は圖中にある點線で示した方向に向つて進むことになる、連続した線はカソード線の方向を示したものである、陽極(アノード)はアルミニウムで作るが圖中のNが其である。

別々になつた陽極を持つ必要はない、非カソードを其陽極(アノード)として使へば宜いのである。三十八圖に示した管の中では陽極(アノード)と非カソードは双方がアノードとして動作するやうに絶縁した電線で接続される、此管はソーダ硝子で作られる、X光線は全く鉛ガラスを貫通しないからである。

X光線が透過する力は管の真空の程度で變るもので、低い真空は微弱な透徹力を有する光線を起し、高い真空は強い透徹力を持つ光線を發するのである。

此等の管は真空の度によつて硬い又は柔い管と呼ばれて居るが即ち硬い管は高い真空を柔い管は低い真空を持つのである。X光線管の真空に名付けた高い低いといふ用語は只關係的名であつて、X光線の發生を助けるには非常に高い真空を用ゆることは勿論である、管を使用すると真空が高くなるが暫くすると管が全く使へないやうに餘りに真空が高くなり過ぎ

器整調空眞の管線光X 圖九十三第



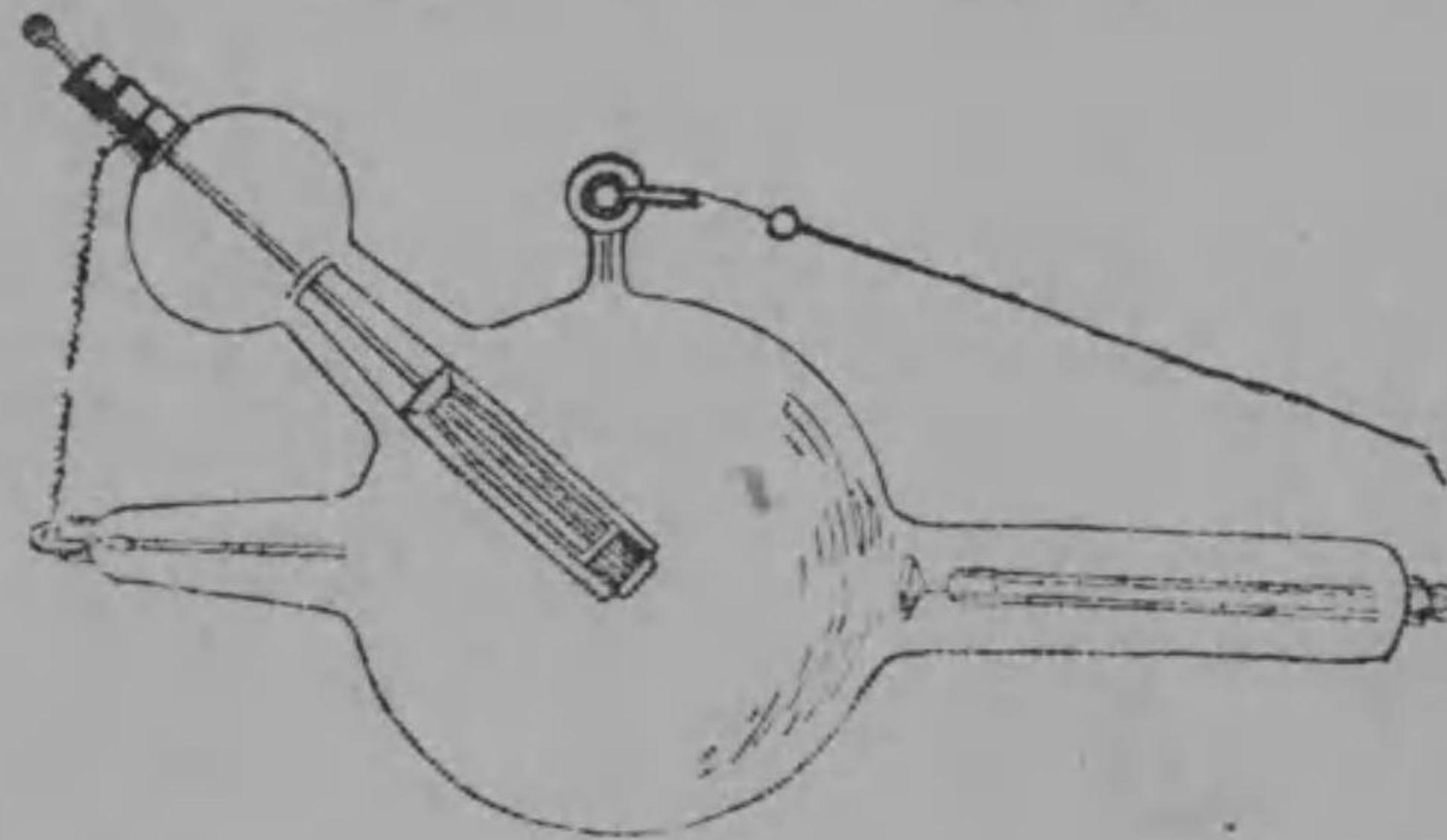
る、其理由は光線の透徹力が其場合に二ツの異つた物質間に起る鋭敏な對照(例へば骨と肉の

やうな對照)を得ることが出来ない、其結果放射線寫眞が貧弱に出来上るといふのにある。硬い管の真空は管を靜に熱して一時的に低くすることが出来るが其は完全なる又便利なる方法ではない、必要の場合に真空を低下せしめる時別の装置をして管を採用することになる。世上に數種の真空調整器があるが第三十九圖は有名なるミユラーX光線管に多く使用する標準マイカ調整器の圖解である。

此はマイカ片の列を持つ電極が入つて居る小サイ附加された球で作る。

B F電線が蝶番ひかれた帽子に取付けられる、真空は放電管内を通過する間低下されることになる。電線B Fはカソード端子Bの方に向つて動くが其處で數秒間保たれ

管線光X却冷水式—ラユミ圖十四第



普通の場合に誘導線輪を使って高圧電氣を供給するのであるが其はレントゲン線を発生せしめる爲である。

素人又は實驗用には連續的に四インチ又は三インチ位のスパークを出す線輪間に合ふが實際の場合例へば非常に短時間で放射線寫眞をとらんとする醫術上の作業に對しては十インチ、十二インチ又は其以上の長サのスパークを出す必要がある、此場合にはウイムシャーの發電機のやうな誘導發電機を使って誘導線輪の代用をする。米國の或ところは電動機で廻轉し數對の大キナ直徑銅板(發電用)を持つ強力な發電機を使って此光線を得るのである、ウイムシャーの發電機は素人用として特に適當して居る、若し肉を通して骨を見る爲に膜を使ふやうな場合には十分に大型の發電機が必要である、けれ

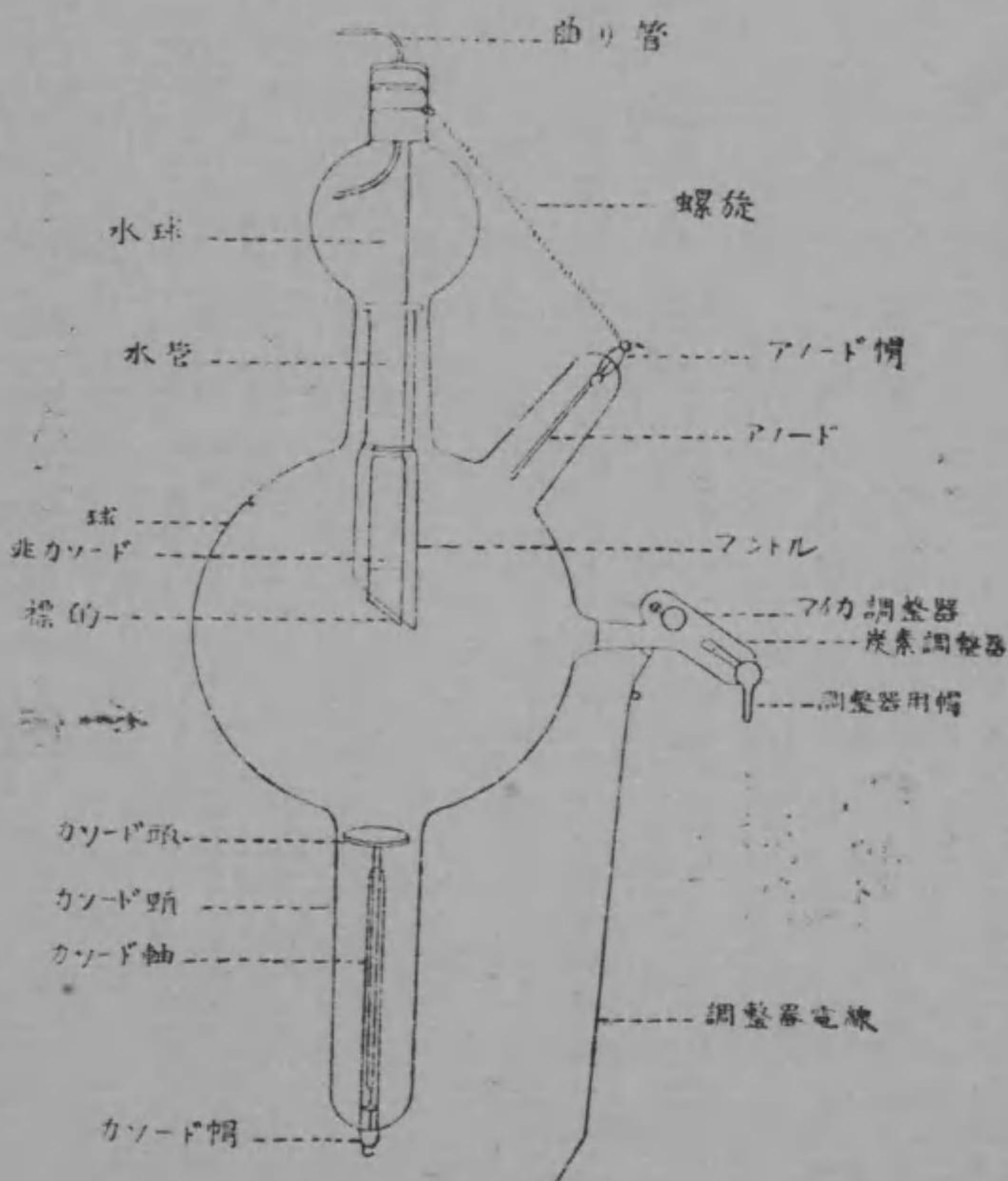
る、スパークがとF Bの間を通過する、而して電氣が調整室にある電極を通過する結果マイカを熱することになるから少量のガスを起して本管に通過せしめ、かくて眞空を低下せしめるのである。電線はBF次にBから全く離れ數時間の後に管が元のやうな眞空状態になつて更に次の用途に使はれるのである。

私共は已にカソード線の爆撃によつて起る非カソード線の加熱といふことを知つた筈である、例へ此等の光線が十分に焦き付けられないでも普通の管の非カソードは長時間使用する間に危険な状態になつて了ふ、故に病院又は他の醫術用の場合には水冷却式の非カソードを持つた特別の管を使ふのである。

此等の管は非カソード頸に吹き込んだ小サイ球を持つて居るが其球の中に水を入れて非カソードの標的の後に管に行くことになる、かくて水で冷却して危険を防ぐのである。故に標的の温度は華氏二百十二度(沸騰點)よりも少しく上つて居るのみで非カソードに對しては全く安全である。或管は此温度の上昇が水の代りに破碎した氷を用ゆるものもある。

第四十圖はミユラー式水冷却管で第四十一圖はX光線管の各部分を示すのである。

解圖の分部各の管線光X圖一十四第



ども函の中にある  
銀貨や銅貨を透視  
しやうとするやう  
な場合には二イン  
チ位の長さのスパ  
ークを非常に迅速  
に発生する機械を  
使へば宜い。  
勿論此のやうな小  
型の發電機で放射  
線寫眞を撮る場合  
には其時間が長く  
かる。

素人用X光線作業には其装置が簡單である。管を容易に加減し得る方法で臺の上に取付けた木螺子で位置せしめる、次に線輪又はウイムシャースト發電機の端子から管に絶縁線で接続する、陽極電線をアノードに陰極電線をカソードに接続するのである。

小型のウイムシャースト發電機の場合には細い眞鍮線を使つて電線の代用とするが其等は其取扱が便利であるといふ特徴がある。

醫術用に對しては其装置が複雑であつて普通特別の室を離れて作つてX光線作業をするものである。

若し此等の接続が正しく出来れば次に線輪又は發電機を起動させて管に光りが表はれて来る。球は判然と二つの部分に分けられたやうに見える、非カソードの前にある球は黄色い光りを出して美しく輝くが非カソードの背後にある部分は暗黒である、只アノードに對して別の状態が表はれる。かくてレントゲン線が発生したが其照明作用は普通の電球のやうてはない、其はチラノ、する光りが何列も續くのである、若し今の接続が不完全であれば(陰極電線がカソードに行かずに陽極(アノード)に行つたりすれば)此の様な具合に球が二等分にならないで

殆んど全體にカケて光りの補照作用が行はれる、此の様な光が表はれると同時に器械を止めなければならぬ、而して接續を改良して管を安全に保つやうにしなければならぬ。

X 光線を起して、今手の骨を試験すると假定する、其目的には螢光色の膜を用ゆるが其はシアン化白金バリウム結晶で普通包んだボール紙で作り上げる。

光線のみの光りを室内に入れて他の凡ての光線を遮る爲に此ボール紙をピラミッド(三角塔)のやうな形をした函の一端に入れる。此三角塔を X 光線管に近けて其縮まつた端を自分の兩眼前に持つ来る、此場合手はボール紙の外側に當て、居る、手の外形が寫つて其よりも黒い色をした骨が判然と目に映るのである、此透視膜の作業は室内を全體暗黒にする必要がある、ソレは膜の照明力が弱い爲である。若し此手の骨の放射線寫真が欲しい場合には非常に敏性の寫真原版が必要であるが普通の特別早取り寫真原版で十分である、然し完全な早取り寫真版の中にも此目的に適しないものがあつて X 光線用として特に製作したものが一番良結果を與へるのである。

普通の寫真原版のコロチオン液は其一部分ダケが光線に對して不透明であるから光線の或部

分が遮られても或部分が一直線に通過することになる。此コロチオン液中の臭化銀は遮斷される光線のみに感應するからコロチオンを通過する光線の勢力は消失する。

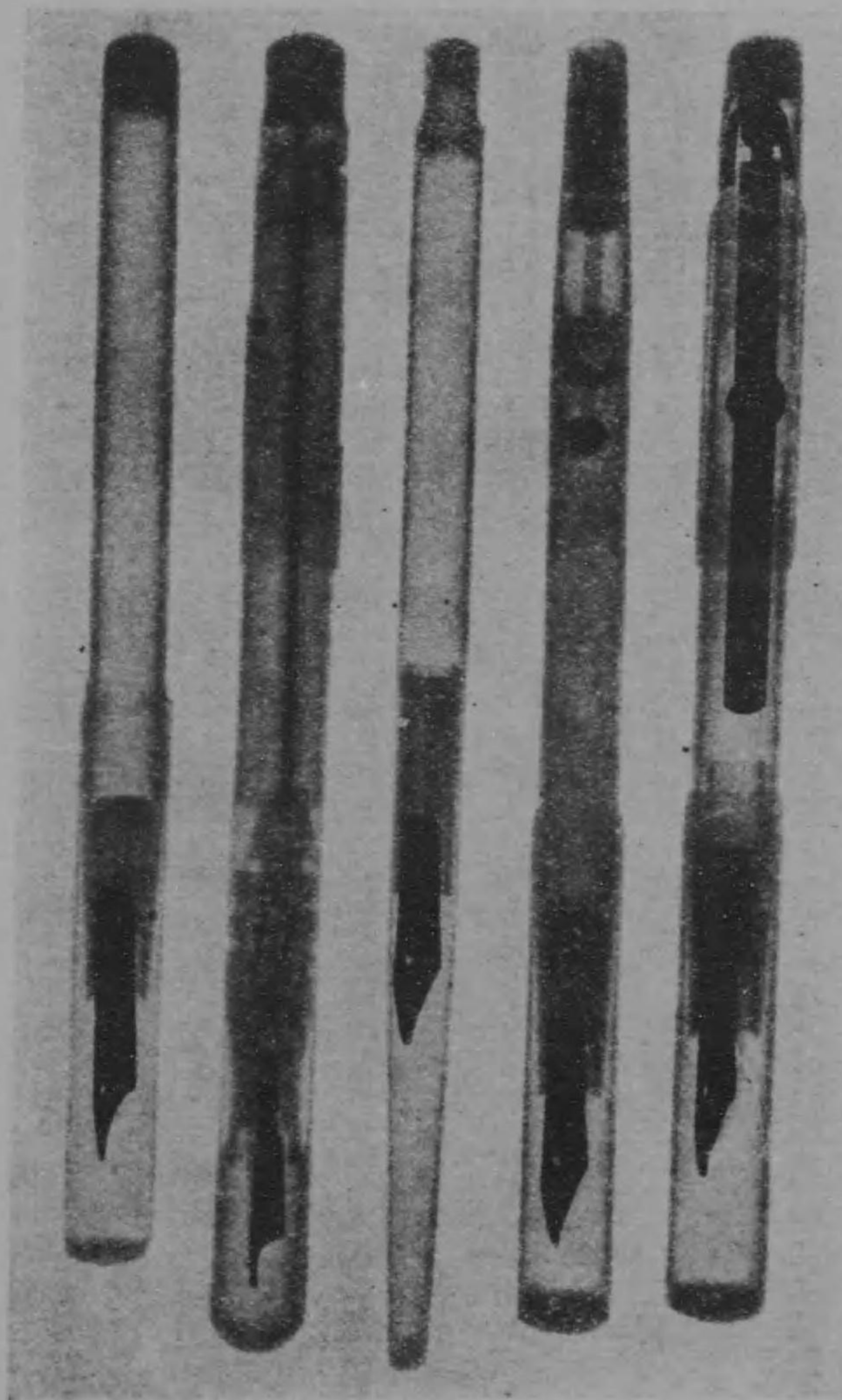
若し此原版が非常に薄い膜で包まれてあれば光線の大部分が遮ぎられる、多くの X 光線用原版は只コロチオンの附着程度によつて普通の寫真原版と異なるのである。

けれども厚い膜は不適當である、ツマリ顯像をしたのちに洗つたり乾燥する爲に非常に延長するからである、ラッテン式 X 光線原版は其コロチオン液が精巧な方法で光線に透徹しないやうになつて居る、或金屬の鹽素は X 光線を遮る力を持つて居るが此の種の金屬鹽素を利用する場合も又多いのである。此方法で作つたフィルムは普通のフィルムより大部分の光線を遮斷するから光線に對して其原版が鋭敏である、故に短時間で撮影が出来るのである。

X 光線用寫真原版は普通黒色の包み紙で光線の中に入れて感ぜないやうに嚴封して賣つて居る、若し此のやうな包み紙を使用しない時には其原版が光りに感應する憂がある、普通の寫真用二重包み紙は其中が黄色で外が黒色であるが此目的に對して便利である。此封皮の中にある原版をテーデルの上に横へてフィルムを上方に取り上げるから X 光線管が水平にカスガイ付けされ

封紙の上に手を平に横へて發電機又は誘導線輪を起動させる、此時に撮影時間は機械又は線輪の大きサによつて異なるので管と寫真版との距離、管の状態、撮影すべき物體の種類によつて一定の時間を云ふことが出来ない、此は實驗によつて判断されるのである。手は身體の他の部分よりも短時間で撮影が出来る、若し今手に對して一の割合で撮影時間を定める時は身體の他の部分に對する撮影時間は、例へば足に對して三、肩に對して八、頭に對して十二といふやうな時間の割合で撮影するのである。函の中にある銅貨の如き物體を撮影したり又はX光線で透視する時は今の手より非常に短い時間で宜い、此撮影がすむと原版を顯像したり洗つたりすることは普通の寫真術と同じである。寫真版(第十四)は萬年筆の種々の型の寫真をX光線で撮つたものである。

等年萬たし影撮て線光X(四十)版真寫



るので、其結果非カソードは原版の上に向つて位置することになる。

## 第二十五節 電氣と醫學の關係

電氣について私共が一番感心することは其の應用の方法が澤山あることである。

私共は已に電氣は電車を走らせ列車を牽き、電燈を點じ、電熱器を家庭や學校に提供し、海や陸の上に何千マイルも隔て、通信を送り私共の日常生活に非常な便利を與へて居ることを研究したのである。サテ今から異つた方面に電氣が應用されることを研究したのであるが本章では其醫學上(又は生理上)の應用を調べることにする。

多くの人々の心の中では醫學電氣は當にならないものやうに考へて居る。多數の新聞雜誌には毎日ノ電鈴、電球其他の廣告が無數に載せてあるが未だ醫學の方面についての電氣器械の廣告が割合に少イ、近來紫光線、ラヂオレーヤー、又は電氣治療器、マツサージ器といふやうなものが大分廣告されて居るが中には一時的の流行に驅られて作つた粗惡なものがある。

先章に於いて私共は身體の種々の骨格を調べる爲にレントゲン線を應用することを調査した。螢光色膜によつて骨の曲りや接ぎ目などを透視することは極めて容易である、金屬はX光

線に對して不透明であるから膜は肉の中に入つた針や彈丸などを判然と寫すものである、少年などが不圖したことから銅貨又は他の小サイ金屬片を嚥下するがX光線は其不時の過失に對して非常に有效なものである、特に眼の中に入つた小サイ妨害物を探し出して其位置を發見することはX光線の得意とするところで普通の方法では夫が出来ないことがある、彼の鍛冶工場などで職工が眼に金屬の破片を入れた場合に如何にしても其の位置が判明せず苦しんで居る。其苦痛を療す爲にX光線を使つて破片の位置を定め、強い電磁鐵を以て其鐵又は鋼の破片を吸ひ付けることにする、此場合に其金屬が大キければ弱い電磁鐵を、又小サければ強い電磁鐵を用するのである、若し胸部をX光線で實寫して見ると肺がハツキリと表はれる肋骨の間に見えるので、又充血して居る負傷部分(又は打撲傷)の斑點が黒く見えるものである。此方法で肺病の初期が回復されるから肺炎其他の同じやうな病氣を此手術によつて豫防される例が少くない、又廣く胃腸病のやうな消化器病にも應用されて居る、X光線は普通の食物を容易に通過するところが出来るが無害である鹽酸化ビスミットを食物と混合すると其食物はX光線に對して不透明になる、故に其が透視膜に寫るのである。



食物の普通の運動は能く知られて居るが偶然に其運動が停止するのは或妨害の爲である、X光線は此妨害物の在り家を探す爲に醫師に便利を與へて居る。醫師はX光線によつて其患部を調べ診断意見を作ることになる。

無線電信の章でレーデン瓶の放電は多數の前後に運動する震動作用をすることを説明した筈である、此等の震動は一秒間五十回以上も行はれるが高周波變成器といふ器械を使ふと此震動回数が一秒間に一百万回以上にも増されるのである。此種の迅速な震動電氣を高周波電流として取扱つて居るが高周波電流は醫師の手術や手當に對して非常に貴重なものである。或場合には此電氣を利用すれば高價な效能のある藥品よりも有効である。不眠症又は他の病氣に對して特に有効であるが神經炎(腦膜炎)神經痛等の疾病に對しても效能がある。又心臟病に對しても貴重なものであるが高周波電流の強サを増して身體の組織を破損し狼蒼、及び瘡の如き固疾を手術するものである。

電流によつて起る熱を灼燒作用に使ふ、其點火器は白金線の環であるが弱い赤熱状態で使用する、長い支持器に取付けた非常に小さい白熱電球を咽喉や其他の灼燒用に用ゆるのである。

フインゼン燈の手術の場合には此電球の熱と異つた立場で使ふ。白い光りの分光は赤、蜜柑色、黄色、綠色、青、藍色、董色等て出来る、此分光の董色のスグ向ふに超董色がある、超董色は眼に映ずる短い光波であるがデンマークの物理學者フインゼンは此光りは細菌の幼芽を打ち殺すことが出来るといふ發見をした、超董色光線を醫學上に應用する場合に人工の光りを日光よりも優先的に採用する、日光は超董色が帯びて居るが其大部分が空氣中を通過する間に吸収されてゐるからである。此外に太陽は多量の放射熱を送り出すが光りが使へる前に瀉さなければならぬ、普通此場合に使ふ光りの源は電弧であるが普通の炭素棒間に起る電弧よりも鐵の電極間に起る電弧は非常に多量の超董色を有して居る。此光りは超董色の外に青、藍、及び分光の董色部分を持つものであるが望遠鏡のやうな管の中を通過する、かくて二重レンズ(二つの分れた石英で作る)によつて焦點されるのである。此レンズを作る兩板間に間斷なく水が流れるから其によつて不用の熱光線を濾すことになる。

フインゼン式ランプの或ものは電弧の代りにスパークを使つて光りの源とする、フインゼン燈の一番大切な應用は狼蒼と呼ぶ非常に悪い病氣を治療することである。此は讀者も知る如く

一種の皮膚病であつて、フィンゼン燈の發明迄は不治の病氣であると見做されて居た。此外にフィンゼン燈の行ふ種々の手術方があるが數回も又は十回以上も此フィンゼン燈を應用する必要がある、其時間は毎日三十分、又は一時間以上に涉ることもあるが其多數時に涉つた手術の後に患部が全癒して普通の柔い皮膚となるのである。光線の正確なる作用は其集中點に行はれる。

フィンゼン自身は超靚色光線は微生物を襲ひ其を打ち破ることが出来ると思つた、然し其後彼の理論が變つて光線は組織を刺戟して其組織微生物を回復するに必要であるといふことになつた、一八九九年フィンゼンは已に三百五十人の狼蒼患者に手術をしたが其中の僅に五名だけが不成功に了つたのである。

超靚色光線は私共の齒に對して非常に有效なる作用をするものであるといはれて居る。一人の實驗家が巴里で光りの源として水銀蒸氣燈を用ひたことがあるが其當時無色の齒は白くなり此等の光線によつて眞珠の如き光澤を出し同時に殺菌作用をするから容易に齒の病に罹るやうなことはないといふことになつた。

今迄述べた狼蒼病及び特に腫瘍、癌等にレントゲン線を應用するがフィンゼン燈から出る光線は其透徹力が缺けて居る爲に使はれない、此等の二種の光線の作用は同じやうにも見えるがX光線は此等の中で最も有效なものである。

電氣は又水中にある身體に對して屢々應用される、電氣浴といふのは其一例で麻痺病などに多く使はれる、最近神経病、神經衰弱等の患者が都會に増加するので此人工的の温浴をとる人が多くなつた。又電氣を使つて人體の組織中に薬を入れることがある、其は或特に撰んだ人體の一點に其薬を集めやうとする場合に行はれる手術で此によつて化學藥品を人體組織中に移して人體改造を行ふ例が少くない。

醫學と電氣について有名なるナヂルミユミット博士は電氣によつて重量を減ずることを提言した。普通の方法では飢餓等の爲に餘分の肉が失くなるが多くの場合に非常に丈夫な人は心臟の弱ることを恐れて居る、肥大なる人は一見丈夫に見えても其心臟が弱いものである、然るに此を手術する方法は電氣を應用することが最も迅速に行はれるので喘息其他に應用されてゐる。この電氣と身體の重量を減ずるといふことについては専門の醫師で電氣學の知識のある人に相

談して適當手術を受ければ能く判明する筈である、余は自身醫師でないから此程度で本章を擱筆する。

## 第二十六節 オゾンとは何

嵐の前と後の空氣中の状態が非常に異つて居ることは、誰も知る通りである。嵐の前に空氣は不愉快に且つ靜である。其空氣を私共の肺臟の中に呼吸して見ると不愉快なものであるが深く呼吸すると何か空氣中にないものがあるやうに感じられる。

嵐がすむと空氣が新鮮になつて各呼吸毎に愉快に感じる、此著しい變化は雷の放電によつて發するオゾンといふもので私共に與へられる。オゾンは邦語で云へば「變形酸素」といふことになる。又變態酸素ともいふことが出来る。一七八五年の古い時代に酸素は其中にスバークが通過する場合に變化し特殊の臭を得るものであることを發見した。

けれども約一八四〇年の獨逸の有名なる化學者スコーンバインが此に特別に注意を拂ふ迄は世人は氣にも留めなかつた、彼は此不思議な臭のある物體にオゾンといふ名を付し「オゾンの發生」と題する一書を公にした、スコーンバインは其オゾンは種々の方法（電氣的にも化學的にも）で發生することが出来るといふ説を示した。例へば若し一片の燐が少量の水と空氣を有

する瓶の中に吊り下げられ、ば（其一部分が水に一部分が水から出て居るやうに）其空氣はオゾンの特殊の香を得るが其化學作用から得る強度の酸化作用は益々増加されることが判明した。

長い間オゾンの正確なる化學的性質を定めることが出来なかつた、其理由は實驗用に使ふ十分の量の物質を得ることが出来なかつた、けれども其結果人々の研究心を刺戟したのである。而して實驗家達はオゾンといふものは一元素、又は二元素の合成體であるか否かを疑ふやうになつたのであるが最後に「オゾンは一種の緊縮された酸素、又は一點に聚注された酸素状態である」といふことが解つた。明かにオゾンは酸素の縮小によつて出来るものであるから此等の酸素の量から二量のオゾンが発生されるのである。他の言葉で云へばオゾンは酸素の密度の一倍半を有するのである。

オゾンは酸素自身よりも遙に強い酸化力を持つて居る。事實凡ての酸化物の中で最も強いものであるが茲に其特長が存することになる。ソレは自然が私共に與へる消毒及び消化劑であつて有害な有機體を打ち破つて空氣を純清にして呉れる大切のものである。

バクテリアは最もハツキリした致命害物である、オゾンは夫に對して殺菌力を持つて居つて私共に不潔な害物を空氣中から與へないやうにして居るのである。

オゾンは田舎のやうに開放した大氣中に普通存在するものである、特に海濱に行くと一層オゾンの密度が濃い、然し雷の放電、又は空中放電、水の蒸發（特に鹽分を含んだ水）日光の作用、又空氣中に發する植物の作用等によつて發生するものである。空氣中に於けるオゾンの量は常に少イ、例へ田舎、又は海濱の純良な空氣でも空氣の約七萬とオゾン一との比量である。大都會の空氣中にはオゾンが探してもない、田舎、海濱の空氣の愉快な氣分と市街地の空氣の不愉快な氣分は或範圍まで此オゾンの豊富又は缺乏に原因するのである。私共の普通の滋養物の大部分は直接間接に私共が生活する周圍にある不純な空氣によつて發生する毒物で邪魔をされる。互に多數の人々が一室に居ることは空氣を不純にするが炭酸ガスの發生から起るので此事實は多くの人々が理解して居る。

然し其を一方から考へると間違つて居る、無味無臭であるのみならず炭酸ガスは全く無害である、只其室内にある量が過度になると室の通氣（又は換氣）法が不十分になるのである。有害

になる空気の眞の素は、私共の皮膚や肺から排出される動物の物體であつて此有害になる作用は空気の運動の缺乏によつて一層強くなるのである。例へ多數の群集が居る室でも若し空気を完全に運動(流通)せしめれば決して心配はない、故に私共が何時も適當の空気を戶外に求めやうとするには時々空気が静止して同時に其中にある動物の物體を出来る丈多く破壊して呉れ、ば宜いのである。此方法は恐ろしくオゾンの力によつて最も科學的に且つ最も面白く行はれることになると思ふ。

オゾネーヤー(酸素吸入器)といふ器械ではオゾンが高壓電流によつて發生される。  
低壓電流を電燈線又は蓄電池からとつて昇壓用の變壓器を用ひ電壓を高くする、此變壓器の

二次側の端子は特殊の蓄電池に接続されるが其蓄電池はマイカナイトといふ絶縁體で區別された薄い金屬格子を持つて居る、此等の格子の間に起る高電壓は無音の放電をするが此蓄電池板の上の空気を扇風機によつて掻き入れる、かくて酸素の或割合がオゾンとなり室内に向つて其器械の他の側から出て行くことになる。

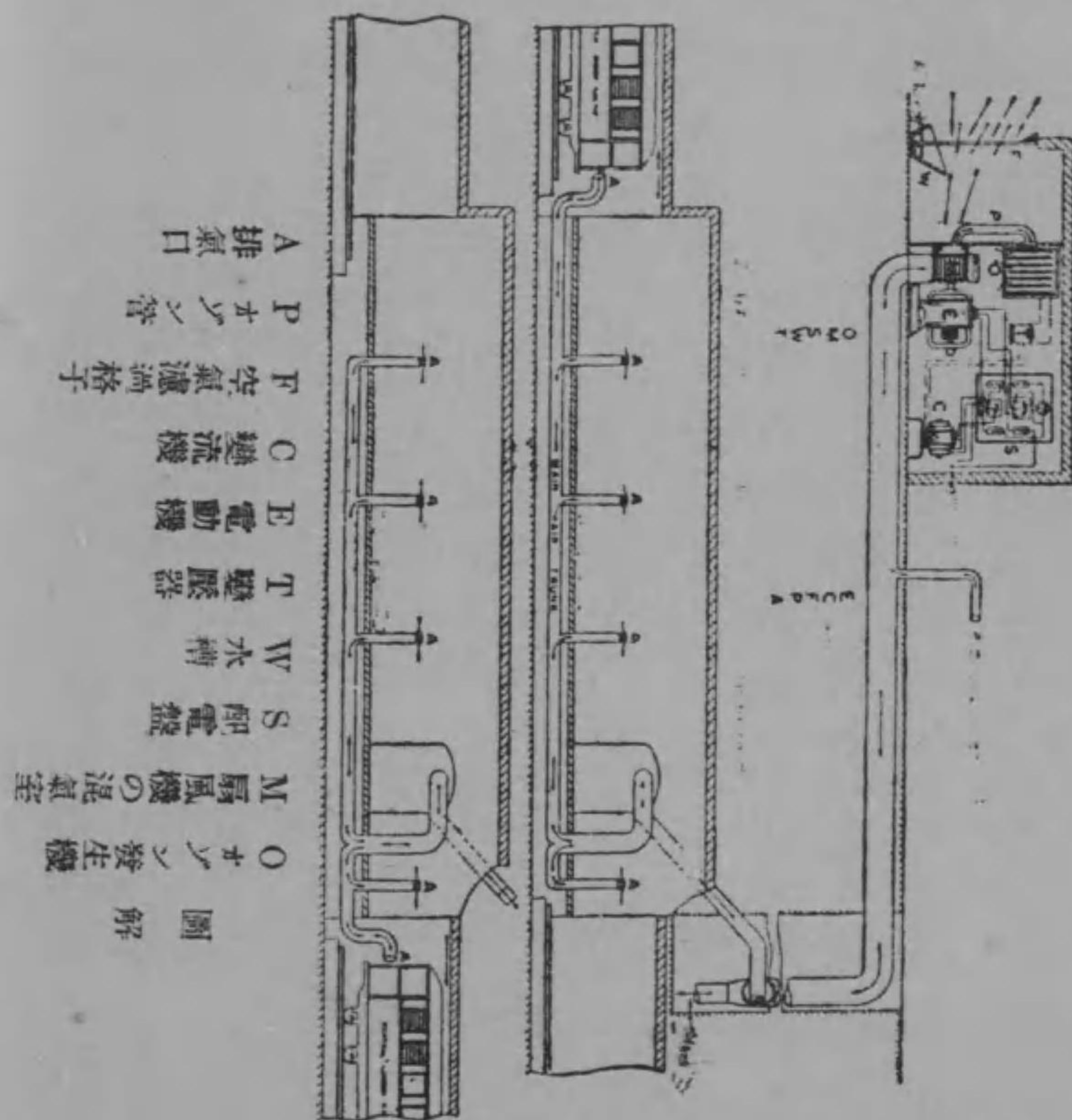
發生したオゾンの量及び蓄電池の上に排出される空気の量は共に適當に加減されてオゾン化

された空気は空気の百萬量の中のオゾンの一量よりも小さいやうにしなければならぬ、此割合は呼吸に適當して居ると實驗の結果發表されて居る、此程度に稀薄になつたオゾンは少しく臭ひを持つて居るが非常に氣分が宜いものである。

サテ此等は家庭用の小型オゾン發生器について説明したのであるが次に大仕掛ケのオゾン發生器について説明したいと思ふ。今英國のロンドン市にある中央地下電氣鐵道のオゾン發生装置の一例を述べて見る。

この装置は各停車場にある各々分れて居るオゾン發生装置を總稱するので、只地下鐵道のトンネルの一端(出口)であるセファード、ブツシュといふところには此装置がない、第四十二圖は此等の装置の一ツを線圖にして示したもので此によつて空気がドンナ風に純化されオゾン化され、トンネルの中に送られるかを理解されと思ふ。

オゾン發生装置は圖の頂上の左手側の角に見える、空気は矢の方向によつて入つて來るが濾過用膜Fを通過する爲に塵埃や石炭粉末など、又は市中の空氣中にある有害なる氣體などから分離して清淨になる、此濾過膜(又は格子)は其上にある噴水によつて間斷なく水を供給さ



第十四圖 オゾン発生装置の圖

れるから濕氣を帶びる  
事になるが其廢物にな  
る水はOの點に落下す  
る。

發電所から送られる  
約五百ボルトの直流を  
約三百八十ボルトの交  
流に變へる廻轉變流機  
の中に通過せしめる、  
此變流機によつて交流  
となつた電流は其電壓  
が五千ボルトに上らう  
とする爲に變壓器Tに

行つてオゾン発生機に供給される。此發生機から強くオゾン化された空氣がオゾン管Pの道  
を辿つて大型扇風機Mの混和室に入つて行き其處で主體氣流と混和されて次に主體空氣槽の方  
に向つて吹き送られる。此槽から各方面にある導管に分布され排氣口Aで送られる、凡ての装  
置を合算すると色々のポンプや其他の装置があつて毎日オゾン化された空氣が地下鐵道のトン  
ネルの中に多量送られてゐる。

多くの工場等に於いては純粹な空氣が非常に大切である、特に或作業に痛切に其必要を感ず  
るものである。

ビールの製造、氷の貯蓄、食物の製造及び保存、罐詰作業等には特に必要で此等の工業では  
オゾンを使つて空氣を純化せしめ良結果を得て居る。他の諸工業では工場の周圍内外に居る職  
工や徒弟に對して不快である臭氣等を發生せしめるが此場合にオゾンを利用すれば非常に良い  
成績があがるので職工の衛生状態の改善を口に唱へる人々は是非此オゾンから出る特殊の恩  
寵を利用せねばならない。

### 第二十七節 電氣の點火といふ事

今日世界中到處にて自動車や廻轉走行せしめて居るガソリン原動機は内燃機關の主なるものである。(内燃機關といふのは字の示す如く内部で燃料が燃える機關をいふのである) 又燃焼作用といふのは石油、ガソリン、石炭、木等の燃料が燃焼する作用をいふので、内燃機關の場合には原動力が強度の爆發性ガスの混和から燃焼作用を起して得られるのである。普通の石油原動機(又は發動機)の場合には此混和物は石油と空氣であるがカーブレターといふ装置で混和せしめるのである、吸入作用の爲に多量の石油が非常に細い水嘴から噴出して送り込まれるから細い水煙りの状態となつて中に入る。

空氣の或部分が中に入るやうになつて居つて此混和物が汽筒(シリンダー)の中に通過するのである、此のところにて混和物がピストン(唧子)を揚げる爲に壓縮される結果一層高い熱を與へられ其正確なる加熱點で引火(又は着火)することになる。燃焼作用は爆發作用と同じ速さで起り此方法で發生する勢力がピストンを前の方に追つてクランク、シャフト(發動機の曲柄車軸)

を廻し次に廻轉車輪が廻ることになるのである。

此方法で車が廻轉するが電氣のする仕事は今述べた石油と空氣の壓縮作用に對して點火をする範圍に限られる、此は二ツの方法で行はれる、即ち蓄電池又は小型誘導線輪によるか若しくは汽機によつて廻轉する發電機によつて點火するのである。

昔は第一の方法が専ら採用されたが今日では只車體の内部にある原動機を起動させるダケに使つて第二の磁氣方法(磁石發電機の方法)を原動機が起動した時に採用して居る。

蓄電池で點火の場合には蓄電池から低壓の電流が出て誘導線輪内に通過するから高壓電流となるのである。此電流は汽筒の頭部にある點火栓(スパーク、プラグ)に通過するがスパーク、プラグは約三十分の一インチから五十分の一インチ位の空隙で互に隔てられる二ツの金屬を持つて居る、此の空隙は高壓電流に對する唯一の通路となるのであるから其電流はスパークの姿をして其に沿ふて飛び跳ねるのである。

此スパークは原動機のピストンが其衝程の頂上にある時に送る、つまり爆發混和物(石油と空氣)が其最高壓縮にあつた時、スパークの熱が此混和物に引火するから其結果ピストンを

下の方に押し込むのである。實際の場合には普通スパークをピストンが其衝程の極端に達する少し前に通過せしめるやうになつて居る、其理由は此引火で充電を爆發される方法が非常に短い時間で行はれる爲である。磁氣點火の場合には電流は小型の磁氣發電機から供給されるがソレは交流電氣を發生し自働車の機關によつて廻轉されるのである、最初電流は低壓であるがソレを高壓電流に變へるのである、即ちスパークを起すには高壓電流を必要とする爲である、此變壓をする二つの方法がある、甲の方法は發電機の發電子を廻轉せしめるが恰も誘導線輪のやうに一次捲線及び二次捲線の二捲線を持つて居るから發電機は直接に高壓電流を發生するのである、乙の方法は低壓の電流を一組又は二組以上の變壓線輪中に送るので恰も先に述べた蓄電池の點火方法に似て居るのである。蓄電池は或限られた時間中ダケ電流を與へることが出来るから不便な場所又は時間に自働車が差しかゝると役に立たなくなることもある。又其を使用しない時でも漏電をする缺點がある、磁氣點火方は此等の缺點を持たない、其上優れた點が他にもあるから今日では廣く採用するやうになつて居る。石切場、種々の鑛山及び大工業等では爆發作業が絶へず行はれる、凡ての状態から考へても此爆發作業は危険なる仕事であるから從來

多數の工夫や職工を犠牲にして居る。此等の災難は其仕事を不注意に取扱ふ爲に起るのであるが其の外にも又色々の原因がある。或時豫期の時間よりも早く爆發が起つた爲に其附近に居る人々は安全地帯に逃げ去る餘裕がなかつたのである。凡ての爆發装置を濟して人々は危険區域を去るが其様にして爆發を待つて居る、此は豫期の時間に爆發しないから人々は其引火方法が過つて居るといふ考へを持つ、而して再び元の爆發装置(岩石の如きものをダイナマイトで爆裂させる)の場所に行くのである。然るに此時爆發が起り忽ちにして人々は即死したり重傷を負ふたりするのである。此種の危険を全く免れることは不可能であるが其危険を最小限度に電氣爆發によつて制限することが出来る。電氣發射點火といふ作業が種々の方法で行はれて居る、其は電流が發電機又は電池によつて送られ、充電物が爆發すべき地點から離れて居る安全地帯に配電盤を置いて其によつて制御するのである。此場合の接続は絶縁電線で行はれるから危険がない。



## 第二十八節 電氣と栽培の話

今から約三十五年ほど前にスエーデンの科學者でレムストラムといふ教授が極地（北極に近い地帯）を廣く旅行したが當時極地にある植物の成育について非常に驚いたのであつた。極地には豊かな土壤・熱及び光りが缺少して居るにも不拘此等の植物は温帯のやうに適當なる氣候を持つ土地にある植物よりも早く成長して居ること、及び花の色が非常に美しく其香氣が特別に良いことなどを氣付いたのであつた。此は私共には不思議に感じられることとしてレムストラムは此等の地帯には特殊の電氣状態が存在して居つて極光のやうな不思議な作用が自然に起るから此植物の生育は間斷なく空中と大地との間を前後して流動する小電流によつて行はれることを知つたのである。彼が再び文化の自國に歸ると忽ち色々の實驗をして「植物の生育と電氣の作用」について研究した、其結果普通の栽培方法よりも電氣の感應を受けてする栽培方法が植物を一層見事に成育せしめるといふ事實を立證するやうになつたのである。レムストラムの實驗は他の研究家によつても續いて試験されたが良好成績を擧げて居る。

地球を圍繞する空氣は何時も電氣を帶電して居るが晴天の日は普通陽性で濕氣（雨天）の日は陰性に帶電されるのである。此電氣は常に多小速かに地中に洩れるが其通路中に植物の組織（纖維）中を通るのである。故に非常に遅い而も一定の状態にある充電が凡ての植物の纖維中を通過して居るのである。實驗者は生育する植物の上部を陰性と下部を陽性として居るが兎に角植物の葉が陰電氣を放つことは慥である、天候が不良の場合には此放電は最小限度であるが日光が輝く晴天の日には充電が最大能力を出す、若し此放電が植物に如何なる影響を與へるかといふ事が正確に知れなければ（けれども）明に或方法で其發育を補助して居る）放電が最小限度であるときに樹脂の流れが最も活潑であるといふ事て疑ひが解けるのである。慥に電氣は植物の生命に對して補養をして居る。

又一面から考へるに植物は毎日間斷なく日光を受けたいとして居るが其は其發育を完全にしたい爲である、或國に行くとなり易い氣候の爲に晴天の日が毎日續かずに、又時によると日光を殆んど見ない日が續く、サテ若し此等の暗黒な日ばかりの時に日光の仕事の一部を私共の手ですることが出来るとしたならば又植物の纖維に小電流を送ることが出来るとすれば此植

物の發育は加速力を與へられるのである。電氣の感應の下に植物は只に其成熟前に早く達するばかりでなく其動作が活潑であらねばならぬレムストラムは彼の電氣栽培の實驗用として電氣を得る爲に大きな感應發電機を使った。如斯機械は小規模の實驗用としては非常に適當して居るがブライストリ―教授其他の人々によつて色々の仕事を行つたのである。けれども其機械の運轉に當て失敗したのであつた、空中が乾燥して居る間は完全に作業が出来たが濕氣のある日に屢々不規律になつた、此理由から考へると連續した作業には誘導線輪が適當するのである。電氣栽培用に最も完全して居る装置はロッヂ、ニウマン方法であるが其はオリヴァー、ロッヂと彼の子息が考案したものである、其装置には大きな誘導線輪があつて小型の原動機で廻轉する發電機から電流を供給するのである。此線輪はスパーク空隙を有し高壓電流が四個又は五個の眞空弁球を通過する、ロッヂの發明によると電流を一方方向にのみ通過せしめることになつて居る。其は私供が第八節で研究せる如く二つの反對の電流が線輪の二次捲線中に誘導され其の中の甲電流は一回線を開ち乙電流は其を開く必要があるからである。

レムストラムは地上から高サ十八インチのところ電線を架したが非常に成績が良かった、

ロッヂ、ニウマン方法では主幹電線(本線)を高サ約十五呎の電柱の頂上に取付けた大きな瀬戸燒キの碍子に張つた、丁度今日の電信線のやうに架線したのである。電柱は畑の周圍に設けられ約一エーカー(四段二十四歩)毎に一本を樹て此等から本線をとつて畑の周圍に架線したのである、此等の電線は約三十呎位づ、其間隔があるから畑の全體が電線の網で包れるやうになる。此線に對して約十萬ボルトの電壓で電氣を送つたが其が間斷なく植物や農作物の上の空氣中に放電を起すのである。かくて作物や植物の中を通過して地中に入るのであるが此方法を温室の中にある植物にも利用した、けれども一室の制限された区域内にあつて加熱導管や植物を吊り下げる金屬線などがある爲に十分に放電を起すことが出来なかつたのである。ニウマンがグルーチエスター地方で此方法を試みた結果非常に良成績を擧げて麥が二割から四割以上の増收を得たばかりでなく此のやうに電氣の力で得た麥は其同じ地方に育つ普通の麥に比べると其質が非常に優れて居ることが判明した。或場合には此帶電した麥は帶電しない麥に比べると八インチばかり高く育つて居る、多くの場合に此帶電作用は農作物の生育に對して非常に有效である、例へば大豆の實驗をして見ても判ることて先年英國で實驗した結果約十日程以前に摘み取

ることが出来たといふことである。

サテ普通の農夫と異り市中に來る庭園の草花を賣る人々は甲の花を賣ればこの花を用意することに成る。故に十分な日光を得ることが出来ない場合にモヤシといふ方法をとつたり、又は土穴を作つて其中で草花を早熟させるけれども不候にして此方法は時々其生育した草花が早熟の爲に品質が劣等になることが多い、一八八〇年にウイリヤム、シーメンは電弧の光りの合成分は太陽の光りと同じであることに気が付いて大きな温室内で弧光燈を使つて實驗をするのであつた。

當時彼の考へでは日光の作用の外に夜間になるとアーク燈で草花に熱を與へるといふのであつたが其最初の計劃は失敗に歸した、其て其失敗の原因は餘り強過ぎる光線を植物に與へる爲であることに気が付いた、かくて今度は一層強い光線を遮すガラス窓を通して光線を送つて見たが此装置は非常に良結果を得た、而して植物は此人工光線によつて具合よく生育するのであつた。

これよりも一層科學的に成功せる栽培實驗が一九〇七年にロンドンの王室附屬植物園内で

行はれたが其當時毎夜約五時間アーク燈を用ひて普通に生育する植物と此實驗に用ゆる植物の生育状態を研究した結果其アーク燈の爲に成育する植物は一ヶ月位先に其成熟期を持つことが判明した。又米國でもアーク燈と普通の白熱電燈を使つて同じ結果を得た。

一九一〇年にダツヂオンといふ婦人は水銀蒸氣電燈を使つて何回も實驗を行つた。

其時に二箇所の温室を選んで其一方に此電燈を用意した、各種の植物種子を小サイ壺の中に蒔き散らし其壺を各々此等の二温室の中に入れて置いた。

甲乙の兩温室の温度を出来る丈同じやうに保つて實驗温室の中には電燈を點じて毎夜約五時間續いて點じて居つた、實驗温室内の種子は他の温室の種子よりも數日前に芽を出して其發芽した植物は非常に活潑に生長することが判つたのである。

サテ此等の實驗から考へて見るにアーク燈、又は水銀蒸氣電燈は市中にある庭園の草花を生育せしめるものであることが判明する、アーク燈と水銀蒸氣電燈を比べると後者は前者よりも少量の電流を使ひ且つ其取扱に手数がかゝらない、普通の穴藏又は「モヤシ」の方法で熱を與へるのとは異つて水銀蒸氣電燈の作用によつて生育した植物は非常に健康である、故に之を野

采などの場合に應用すれば其味が一層良いことになる。

此水銀蒸氣電燈の不思議な作用は熱の爲ではない、ツマリ此ランプは餘り深山の光線を出さないものである。此の原因は植物が長時間光線に觸れる爲であるが其だけでは綠色素を集めること及び纖維の早い發達を説明することにならない、私共の多くは此電氣栽培術について最早此以上の例證を聞かないでも電氣が植物の生育に大關係のあることを知るのである。

試みに此の栽培法を小庭園、温室、又は大仕掛ケの耕作地に實行して見ると其結果が明かに判る筈であるが家庭の場合には小サイレーデン瓶を使つて放電を起し其放電の附近に草花を近づけて毎日一定の時間中繼續して見れば大體の成績を知ることが出来る、又誘導線輪を使つて一層強い放電を行ふのも一興であらう、田舎の荒地整理などには十萬ボルト位の電流を地中に通じて耕作すれば必ず優等に得られる筈である。

私共は此の耕作、栽培といふ問題についても電氣が應用せられることを忘れてはならない。

## 第二十九節 最近の電氣の應用

私共のやうに都會生活をする人々にとつて幸福な事は豊富なガスと水道があつて日々の川に供せられる事である。此等の必要な生活の要素は地下に埋設してある鐵管によつて送られるが大都市には何マイルといふ長い鐵管があつて凡ての方向に延長して居る、東京とか大阪の様に人家の稠密した市街の地下には複雑なる鐵管が網のやうに分岐して居ることは讀者が已に知る通りである。ガス會社及び水道局では此等のパイプの記録を持つて居るが其は必要の場合にドノ鐵管が如何なる状態にあるかを知る爲である、然るに其様な記録があつても鐵管が時々紛失することがある。特にパイプが布設された後隣接した箇所の變更を起す場合に此の様な故障が起る。掘鑿作用で此紛失パイプを探し出すことは非常に面倒なことで、又手にパイプが觸れる位接近した點にあつても其位置が南に面するか或は北の方に頭が向いて居るかといふことを知ることは困難である。私共が想像し得る如く此の仕事は經費が非常にかゝる、故に古いパイプを探し出す作業をするよりも新しいパイプを布設する方が宜いといふ事が間々必要にな

る。此パイプの位置を探し出す方法に電氣の取扱方があつて比較的簡易に行はれる、若し特別に深い地中に埋設して居らない場合には夫が一層効果を持つ、此電氣鐵管パイプ發見装置は(又は鐵管検査器)左程複雑して居らない、只電池と誘導線輪を持つのみで其外に多數の細い銅線の捲線を持つ線輪に電話の受話器を接続するのである。若し鐵管の或部分が紛失すれば誘導線輪を動作せしめ其二次端子をパイプの取付金物に接続する、若し第二の取付金物がパイプに接続され、ば此等の二點間にあるパイプの全長が高周波電流で縦斷されることになる。

頭掛ケ受話器(電話交換手用の如き)を掛けて居る検査手は其肩から線輪を地中に吊り下げて土地の上を彼方此方に散歩する、其地中にはパイプが埋設されて居るがパイプに接近する場合にパイプ内を通過する電流によつて吊り下げて居る線輪と同じ電流が誘導されるから其結果電話受話器の中にブー／＼といふ音が聴えるのである。パイプに彼が近寄れば近寄るほど大きな音が受話器の中に入るのてパイプのステ上に立つ時に其最高音が出て來ることになる。

此方法によつて全長のパイプの位置が掘り立てなくても判るので其パイプが例へ十五尺又は二十呎位地下にあつても其試験が出来るのである。

受話器内に音響が起らないのは第二の取付金物が所要のパイプ線中にならぬ爲で此場合には他の取付金物を用意して此パイプ線を發見するのである。

○電氣冰山検査装置

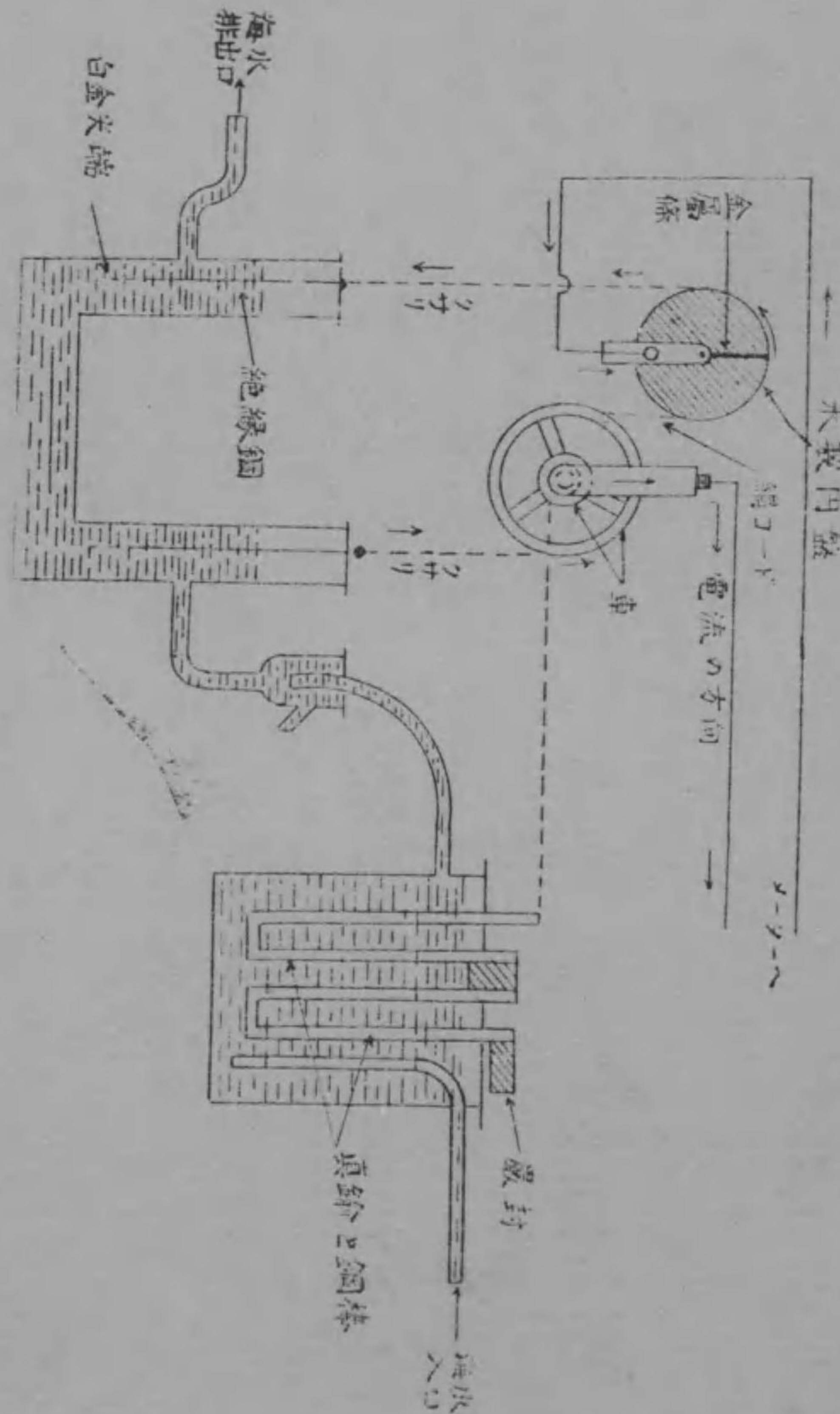
太平洋や太平洋の北氷洋近い航路を辿る汽船に對して一番危険なことは冰山に近づて衝突することである。

此冰山は北氷洋の方から流れて來る大きな氷の塊りて南の方に向つて徐々と運動するが段々温帯の海中に出るにつれて其姿が小さくなるのである。

冰山は前以て其流動することを知らせるものでなく音もなければ又霧深い日には其が何處にあるか、判明しないから船の舷側に近付かなければ其存在が知れないのである。

此危険を免れんとする色々の試みが行はれて冰山の接近に海水の温度の變化を探し出す方法なども試みられた、私共は普通洋上に出ると冰山に接近した場合に海水の温度が低くなるやうに思ふのであるが其は實際にも左様である。又一面から考へるに多くの場合冰山に近い温度は非常に高い、時によると太平洋の平均温度よりも高いことがある、此理由から此温度の差の試

驗ダケは信頼することが出来ないのである。  
 それよりも安全な試験方は海水の鹽素、又は鹽分試験である。冰山は清水から出來上るが南方に向つて移動する間に徐々に其姿が小さくなるのは海氣中に其が溶けるからである。故に氷山の周圍の水は公海の水よりも其鹽分が少いのである、水の鹽分は其比重を試験したり又は種々の化學作用で検査することが出来る、けれども實驗室で普通此等の試験を行ひ得るやうに容易に洋上では行はれない。例へ船中で出來ても正確に行はれないのである。然るに何時でも正確に試験が行はれる電氣試験法がある、水の導電力は其水中にある鹽分の割合によつて非常に變化する、普通の太平洋の海水が導電率一〇〇〇を持つとしたならば隅田川の水の導電率は八である、又蒸溜水の導電率は二十二分の一である（此は假定説）故に此計算によれば冰山附近にある水と普通の海水が持つ導電率の間には非常に相違があることが判る。  
 此水の導電性（導電率ともいふ）を測つて鹽分の濃、又は薄を検査する装置を「檢鹽器」といひ、其中で最も有名なものはコプランズ博士の發明に係る電氣檢鹽器である。第四十二圖は此興味なる器械の略圖であるが非常に精巧に出來て居る。



第四十二圖 電氣檢鹽器

白金點を持つ二つの絶縁された銅の電極が間断なく海水を通過せしめるU字形管の中に吊り支

へられる、(四十三圖参照)、此等の二白金尖端間の水柱を通過する迅速な電流によつて水柱の導電性を非常に正確なる器械を用ひ測るのである。  
導電性の變化は水の鹽分の變化に比例するが此の様に迅速に検査される、然し此等の測算をする前に計器の動作を或溫度によつて補正しなければならぬ、其理由は水の導電性が溫度の上昇と共に増加し降下と共に減ずるからである。

この補整作用は圖の右手にある瓶の中に示した鋼と眞鍮棒の合成作用で行はれる、此等の棒は電極が吊り支へられる圓盤と車に接續されて居る水の溫度が上昇する場合には此棒が縮み車と圓盤を引つるるので、かく電極はU字管の中に少しく上るのである。此結果兩白金點の間にある水柱の長さを増し同時に抵抗を増すから導電率を低くするのである、此割合は溫度の上昇に正比例することになつて居る。此方法で水の導電率が溫度によつて一定の率で保たれるが水の鹽分と共に變化するのである、普通の状態では水の含める鹽分の非常な減少は船の附近にある水の存在を知るのであるが船の地理から考へた位置も考慮しなければならぬ。  
天龍川のやうな川は大洋中に非常に多量の清水を注ぎ込むが其結果河口の附近にある海水が

鹽分を少くするのである。

○飛行車

非常に興味ある模型鐵道が最近に出來て居る、ソレはバックレットといふ人の發明で米國で實驗をしたのち英國のロンドンに持つて行つた、此鐵道の主なる理由は面白いものである。

一八八四年の頃有名なる米國の科學者トンブソン教授は銅板は電磁鐵の爲に引き付けられたり又は反撥されたりすることを發見した、此作用は磁氣が突然に電流を開閉するとき起るもので銅板は電流を通じたときに反撥され、電流を除いた時に引き付けられる。銅は磁化されない物體であつて此吸引及び反撥作用は普通の磁氣の作用でない、磁氣を生じたり又消したりする瞬間に電流が銅板に誘導されるからである。此銅板は誘導された電流が磁鐵線輪に對して反對、又は同じ方向に流れる作用によつて吸引されたり反撥されたりするのである、眞鍮とアルミニウム板は此銅板と同じ作用をするが交流を用ひ其流動方向を變へたりして磁鐵を勵磁すると吸引され又は反撥される。

此等の二ツの作用の中で反撥作用の方が強烈である、特に磁氣の變化が急激に行はれる時に

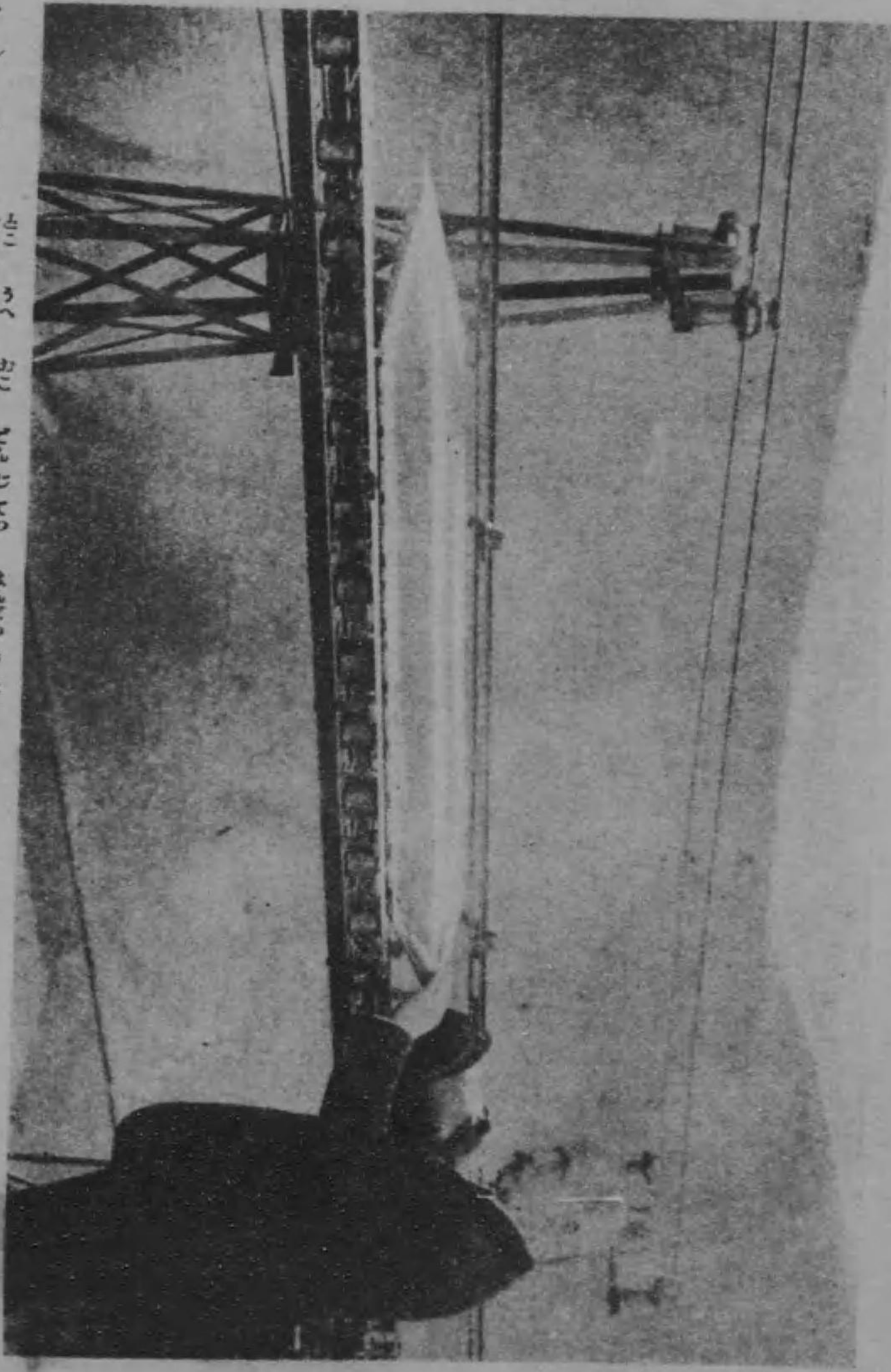
左様であるが若し強力な速流(交流)を使へば磁鐵の上の中央の空氣帯に止る位に強い作用を受けて此板が支へられる。

私共が自轉車の廻轉を遅くすると車が倒れるが急速度にすれば走ることが出来るのと同じことになる。ツマリ磁鐵の上に停つたやうな姿となるのである。

此反撥作用を今のバレット式に使ふので寫眞版(十五)に其が掲げてある。

此寫眞を普通の見方からするとレールがなく軌道に當るところは電磁鐵の列で出来て居る葉巻き煙草のやうな姿をして居る車體はアルミニウム製の床を持ち且つ鐵の圓筒を有するが此等の磁鐵の上に走るのである。

軌道の双方の側に沿ふて案内役をするレールがあつて車體の下の方の側に此案内レールの中に走る二つの刷子と導車とを持つて居る車體の上には第三のレールがあり、又車體の頂上は二つの刷子と導車が取付けて甲乙各兩端にあるが此架空レールの上を走るやうになつて居る。此等のレールは車體を其位置に保たしめ同時に電流に對して導體として作用をするのである。



寫眞版(十五) 飛行車

アルミニウム床の上に起る電磁鐵の反撥作用によつて車體をレールの上にシツカリ揚げ其を



吊り支へることになる、其車體が此中間の空間にある時に運轉して、又直流を支へられる強力な線輪筒によつて後方に引かれるのである。已に此線輪筒については研究が済んだ筈で其筒の中に鐵心を引き入れることを知つて居る、此車體が線輪筒の中に入ると線輪筒は車體の中にある鐵圓筒に向つて牽引作用を起すから車體が前方に向つて進み始めるのである。

この結果次の線輪筒に沿つて車體を進行させることになり次から次といふ具合に他の牽引作用が起つて来る。

此模型は約三十尺ばかりの短い軌道を持つので、兩端に一個の線輪筒があるばかりであるが此車體を牽引して運轉せしめるに十分である。始終此等の電磁鐵の全體を勵磁する手数を省く爲に其一部分一部分だけを勵磁するやうになつて居る。ソレは軌道の上に動作する下部の刷子によつて此等の電磁鐵の一區域に交流を供給するので、車體が接近する時に電流を與へ車體が去つた時に電流を遮るのである、上部架空線に動作する刷子は車體が入つて来る時に各線輪に直流を供給するが車體が去ると共に其を遮るのである。此模型車が走る速度は非常に早いが発明者の云ふところによれば實際の場合に一時三百マイルを走ることが出来るといふ事である。

### 第三十節 歐洲大戰に現れた電氣の作用

現今の海上で私共が受ける科學の因籠の中で最も著しいのは無線通信が出来るといふ事實であらう。

今日では各汽船が無線電信機を装置して居る、私共の軍艦、巡洋艦、戰艦、驅逐艦などは何れも海軍省や所屬鎮守府の命令を受ける爲に何時も此無線電信を利用しつゝ、あるのである。又太平洋、太平洋でも航海中に互に通信を交換して不時の場合に備へて居る。

獨逸と英國とが宣戰の布告をする前から已に無線電信が利用されて居つたが一九一四年の七月に英國の艦隊は定期演習を了へて夫々其所屬軍港に戻らん爲にボートランドを解錨したのであつた、然るに當時此等の大艦隊に對して突如として無線電信が送られて「各艦の結束を嚴にし解散する事勿れ」といふ命令が傳へられた。當時戰爭状態が何處にも見えなかつたので其は一種の準備行動であつた、然るに忽ち其解散の停止が有効になつたのである、大戰の布告が宣言されて間もなく英國は北海に艦隊を集中し獨逸の戰艦を港外に出ぬ様に封じたのである。

當時獨乙の方では太平洋及び太平洋に多數の巡洋艦を持つて居つた、英國軍艦の嚴重なる看守の爲に此等の艦船は獨乙本國の艦隊と連絡をとることが出来なかつた、故に彼等は非常手段をとらねばならなかつた。

此時獨乙の方では英國の商船を日ガケて盛に戦闘をしたのであるが其には無線電信を巧に使用して此等の商船の位置を慥めたのである。此等の悪辣なる軍艦の中で彼のエムデン號は最も有名なものである、此エムデンが何何にして英國の商船の航海について知ることが出来たかは今も猶世人の心を驚かして居る。

今から當時を考へるに英國の商船は無線電信を利用して、

『汝は獨乙の巡洋艦でなきや』

と尋ねたのである、此時エムデンは故意に

『否、余は英國商船なり』

と答へるのであつた。

かくて英國商船がエムデンに近くと共に不時の攻撃を受けて無慘の最後を遂げたのである。

これは無線電信を悪用した一例であるが、此外に英國軍艦が獨乙の潜航艇の攻撃を免れた例がある。

英國の海事雜誌に次のやうな記事が載せてある。其記者は曰く

『余は太平洋汽船の一貨物船によつて南米から航海して家に歸つた。余等がモントヴァイドを去る頃に獨乙とフランスは開戦をして居るといふ事を聞いた、同時に英國も獨乙に對して最後の通牒を送らんとして居るといふ事も耳にするのであつた。余等が同港を去つたのちに數隻の汽船に洋上で出會したが不幸にして夫等の汽船の多くは無線電信機の用意がない爲に通信を交換する機會がなく洋中でスレ違ひになるばかりであつた。

リオから東の方に約二百マイル航行した時に余等の船の無線通信手は獨乙の軍艦と商船との無線通信を盗み聞きするのであつた。當時獨乙の商船は特別の暗號を用意せず判然と獨乙文の通信を交換して居つたので余等の通信手は恰も數ヶ國語に通じて居る關係上其通信を苦もなく翻譯するのであつた。

「今英國と獨乙は開戦最中である」

といふことが判明した、獨乙の軍艦からリオにある獨乙の商船に對して尋ねる無線通信によると「今迄何隻の英國汽船がリオ港を出てしや」などの質問であつた。又余等は獨乙が白耳義で勝利を得たことを盗み聞きすることが出来た。云々と」

然し此外にエムデン號について色々珍らしい事がある、一九一四年十一月九日にエムデン號はインド洋の群島であるココス、キーリングを出港したが當時三人の士官と四十人の水兵を陸に残しケーブル(海底電線)及び無線電信局を破壊させた、然し此等の獨乙軍人が無線局に達する前に無線電信が送られて敵の軍艦の出没を英國側で知つたのである、シドニー、メルボルン號の兩オースタリー軍艦が五十マイルを離れて日本の巡洋艦と共に共同作戦をして居つた、シドニー號は忽ち全速力を出港してエムデン號を南獲し直ちに沈没せしめたのである。

エムデン號が英國軍艦の爲に沈没の厄に遭つたので陸上に残された獨乙軍人は孤立の身となつて了つた。

又之を陸上の無線電信の場合について考へるに同じ特長を有して居る、フランスに出征した

英國の參謀總長は只に附近のフランス市街とばかりでなく巴里やロンドンとの通信の連絡をとらなければならなかつた。

又東洋方面でも左様である。青島の封塞を試みた我帝國の軍艦は本國の參謀、又は海軍軍令部と無線通信の連絡を有しなければならなかつた。

歐洲大戰の際英國の軍司令部から戦線の各方面に陸線が布設されて居つた、當時のロンドン、タイムスの記事を見ると如何に電氣が戦争に對して有効な作用をするか、窺はれるのである。

「戦闘が激烈になるに従ひ軍司令部は間断なく各軍團との接觸を保つので各地に動くことになる、此應急の動作は電信によつて又は電話によつて行はれるが各命令の發信は電信線布設隊の手によつて架せられる電線に頼るのである。

此等の各電線布設隊は各々二臺の電線運搬貨車を有し其一方が布設中に其一方は背後から前進しつ、架線を検査するのである。此電線の一端を永久線に接続し、又布設隊が村や道路、谷間に沿ふて布設しつ、前進する、此貨車の背後に馬の馭者が居つてケーブルを看守しながら歩いて行く、他の馭者は馬の前に居つて布設線の前後を看守しつ、行くのである。貨車の箱の中

車くるまが止とどつて線路せんろを延長えんじやうすべきや否いなやを決定けつていするのである。  
 又また無線電むせんでんは陸戰りくせんにも特長とくぢやうを持つて居る、普通ふつうの有線電いうせんは時々通信線路つうしんせんろの切斷等せつだんとうの爲ために不ふ時じに通信不能つうしんふのうとなることがある、けれども無線電むせんでんの場合ばあひには其様そのやうな憂うれひがない、マルコニ式しき携帶用無線電機けいたいようむせんでんきは軍用ぐんようとして其輕快そのけいさくで而も完全ぜんぜんであるところから盛さかんに歡迎ごんげいされて居る。  
 サテ此外このほかに戰爭せんそうと電氣でんきの利用りようについて例話れいわを掲かげ一々いっさ詳細しゆじゆに述のべる事が無數むすうにあるが餘あまり興味かみ一方いっぽうに傾かたいて電氣學でんきがくの基本智識きほんちしきを過ちるやうではならないと思おもひ茲こゝに省略しょうりやくすることにした。明治三十七八年めいしの大戦たいせん、日露大战にちろ、歐洲大战おしや、何れも電信でんしん、電話でんわを利用して迅速な軍の行動しんそくぐんかうどうをとつたのである。

兵騎ぶ運な機信電線無 甲 (六十) 版眞寫



機行飛たけ付取な機信電線無 乙



には電手でんしんが乗のつて居ゐつて間斷かんだんなく參謀部さんぼうぶの電信部でんしんぶと通信つうしんをして居る、命令めいれいが一下いっかすると其貨そのくわ