

385
280

0^m 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10¹⁸
50^m 1 2 3 4 5

始



385-280

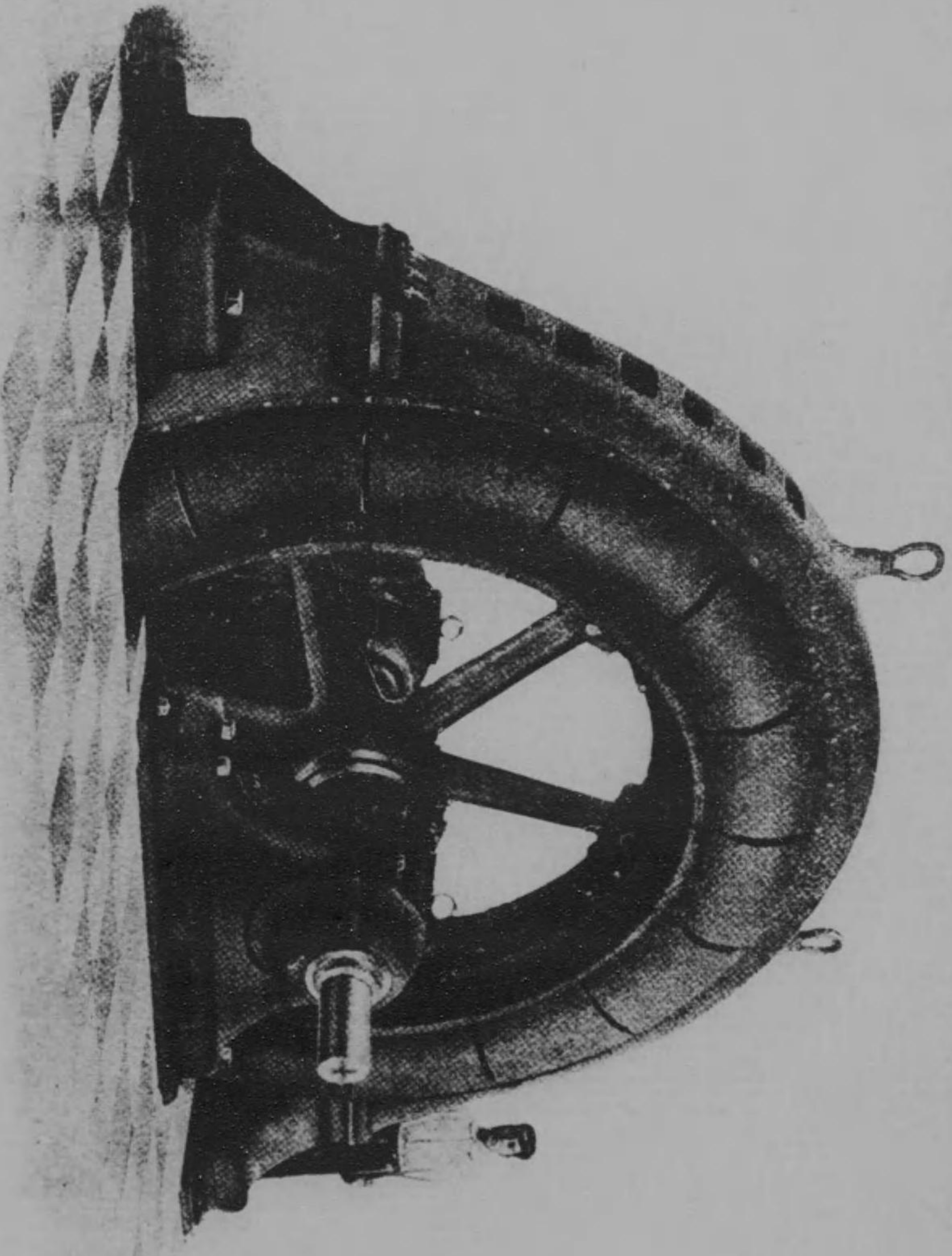
文 化 生 活
電 氣 的 知 識

英 國 工 學 士

關 口 定 伸 著

早 稻 田 大 學 出 版 部 發 行

大 正
12.7.13
內 交



電燈の電流を生ずる大きな電機機

序言

此書は初めて『電氣』について其成因や動作の原理などを研究せんと志す人々の爲に書いたのです。ですから出来るだけ平易に碎いて説明した積りですが、電氣其物は我々の肉眼で見ることが出来ないものですから如何に碎いて説明しましても機械の様に其動作が判然と理解されるものとは其研究法が異つて居るのです。外國では「アンペヤ」とか「ボルト」とか云ふ電氣學の専門の言葉が一般の人々の頭の中に入つて居りますから、書籍の上で講義をする場合に著者も讀者も左程の苦心を要しません。けれども本邦では最近に電氣といふことについて一般の人々が注意を拂ふやうになつたので、今云ふ「アンペヤ」「ボルト」といふや

うな言葉の意味が解つて居らない人が多いのです。

又之を他の例で申しますと、工業學校に入學したばかりの生徒に電氣學を講義する場合に、其等の生徒達は工業で立身しようとする位ですから、勿論多少に不拘科學に就ての準備知識がありまして、教師の云ふ事が割合に理解され易いのですが、初めて本の上で研究しようとする人々は、左様いふやうに理解し易くないやうに思はれるのです。然し斯く云へばとて、電氣學なるものは初歩の人々が考へる程難解のものではありません。

只順序を逐うて研究すれば、成程電氣とは如斯ものかといふ考が出来て、段々と興味が深くなつて行きます。

著者は其意味から先づ電氣についての初めての理解を讀者に求め、次に電燈、電車、發電所、其他の重要なことについて説明したい

と思つて、此書を書いたのです。

終りに讀者に希望するのは、本書の内容について、ありませうが、凡そ第一章から順を逐うて、反復研究しないで、飛びくに讀過する様では、何等の効果もないこととあります。ですから、小説や講談書のやうに、餘り興味にばかり走つて讀過することを禁物とする次第です。

希ねがはくは著者の微意のあるところを諒として載きたい。

一九二三年

東京にて

著者述

偶感寸言

最近余の電気科學書の一部を文部省に納本の際、偶々國定教科書中に特に「電気」に就ての一課目を挿し入れるといふ内議あるを聽いて、今や時代の文化につれ一般社會が如何に電気と密接なる關係を持つ様になつたかを窺はれて、心私かに欣んだのである。余の從來脱稿せる十數種の斯學書の中、一二碎いたものを出したいと思つて居つたが、餘りに碎いて童話の様になれば興味タツブリになつて、肝心な科學の要點を脱して了ふ嫌があり、又餘りに中庸を得ようとして努力すれば、筆が進まなくなるといふ苦い經驗をして來た。

余は此意味で本書の起稿に従事したのであるが、執筆中に妻女

や女學校二年生の娘などを呼んで、如斯書いては如何、如斯述べては如何と尋ね、疑問の起らぬやう出来るだけ平易に書き上げた積りである。

著者誌す

文化生活電氣の知識目次

第一章 電氣とは何か……………

第二章 動電氣とは何か……………110
直流と交流の區別——簡單なるヴォルタの電池——ヴォルタ電池の列——起電力とは何か——抵抗といふのは何か——電流の強さ——オームの法則

第三章 磁氣及磁鐵の話……………111
磁鐵を作る方法

第四章 電流を測る事の話……………116
分電路

第五章 誘導線輪とは何か……………117

第六章 電燈の話……………118
白熱電燈——金屬纖維電球——窒素電球——ネルンスト電球——何故電燈

が點じるか——電弧とは何か——アーク燈の話——探照燈の話——可鎔片
(フューズ)——電燈用コード——電燈の傘——漏電といふことは何か——
避雷器の話——晝を欺く電弧の光り

第七章 發電機と電動機の話

九

直流發電機の話——田磁鐵の勵磁作用とは何か——定壓發電機とは何か
定流發電機とは何か——電動機の話——電動機と發電機の比較——現今の
電動機——起動抵抗器とは何か——電動機の廻轉の速度と勵磁作用——交
流——高周波數電流——交流發電機

第八章 發電所の話(水力と火力)

二五

長距離の送電の話——高壓と特別高壓とは何か——水力發電所の説明——
火力發電所の話——饋電線とは何か——配電所とは何か——廻轉變流機と
は何か——變壓器の概念——交流變壓器——變壓器の構造——タービン發
電機とは何か——世界で有名な火力發電所

第九章 電車の話

二六

電車の電流を得る方法——コントローラーの作用——電氣鐵道の説明——
——交流を採用せる電氣鐵道——電氣自動車の話——蓄電池の原理

第十章 有線及無線電信、電話

一九

電信と電信機——モールス印字機とは何か——開電路と閉電路の説明——
繼電器の話——電信線の故障——二重及四重通信法とは何か——双信電信
法——四重通信法——通信手の仕事——海底電信の説明——海底電信の通
信速度——海底電信用受信機——多重電信機——電鈴の話——電話の説明
——エゾソンの送話器——微音器——電話交換——自動電話の話——無線
電信の説明——電氣の震動と電波の話——無線電信用發信機の話——發信
用回線の用意——無線電信の受信部の話——檢波器とは何か——無線電話
の話

第十一章 X光線の話

二五八

半真空中の放電について

第十二章 電熱の話

二七〇

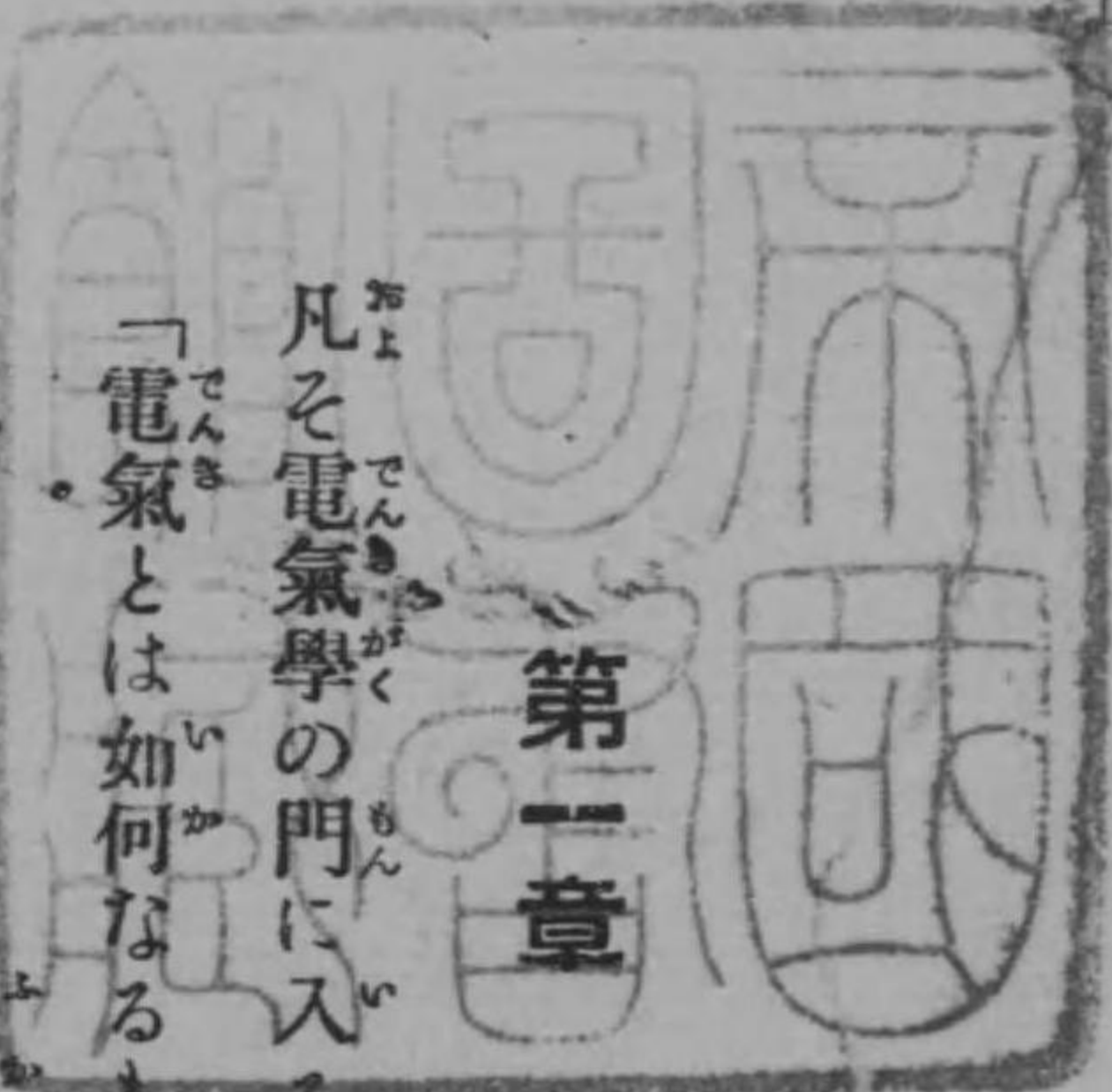
(電熱器とは何カ)

熱と抵抗の説明——電氣爐とは何カ——電氣鍍接とは何カ——電氣料理の
話

文化 電氣の知識 目次終
生活

文化 電氣の知識
生活

工英 學士 關 口 定 伸 著



第一章

電氣とは何カ

凡そ電氣學の門に入る前に何人も戸迷ひする問題は

「電氣とは如何なるものか」

といふことであるが不幸にして此問題を一言葉で明に答へることが出来ないの
である。斯道に涉はる學者、技術家の凡てが種々此問題に關して考へても未だ
今日に至るまで、誰にも解り易く、電氣とは如斯ものであるといふ判然とした
答へをすることが出来た経験がない。彼の世界中で有名なフレミングといふ大

學者でさへ、此問題について判然と説明し兼て居るが、恰も我々が此世の中に生存する理由は何か、其を一言で明答することが出来ないのと同じである。

此については是迄色々の學說や理論が唱へられて居るけれども何れも長々しい説明を加へたもので「電氣とは如斯ものである」と簡單にして要領を得た答をして居らない。

此が初學の人々に對して兎角斯學を難解視させる第一の原因であるが、次に電氣其者は我々の肉眼では視ることが出来ない爲に、其成因や動作を容易く理解することが困難であるのも又初學の人々に對して難解の念を抱かせる原因である。

電氣は我々が手に觸れて始めて其存在が理解されるもので彼の機械學を學ぶ時に其機械が運轉して判然と動作が理解されるのは非常に其趣が異つて居る。

此等の原因の爲に初學の人々が往々電氣學といふものは六ツかしいものである。

るといふ考を抱いて最初の門に入るに當つて種々疑問を起すのであるが、夫は大層間違つた考である。電氣學なるものは初學の人々が左様に六ツかしく考へるほど不可解の學問ではない、只其を研究するに際して徒らに興味にのみ走つたり又は相當の研究を續けない間に早呑み込みに大體の理解だけでも得ようとする結果餘り大薩張過ぎて遂に要點を摘むことが出来なくなるのである。

余は此意味から夫等の人々に對して出来る丈平凡に碎いて斯學を講ずる積りであるが、といつて今云ふ様に第一章の概念だけ、又は俗にいふ緒論だけを讀過して次章から現れて来る肝心の事柄を注意せぬ様では折角の講話も反つて初心の人々に有害になる嫌があると思はれる。特に夫等の人々に對して此點を注意して左に序を逐うて筆を進めることにする。

サテ、電氣學の第一ページに記されることは太古時代にギリシヤ人が不圖した動機に琥珀の一塊を摩つて見て其に軽い物が引き付けられるといふ事を發見

した嘶である。此は殆んど世界中の著者の手になつた電氣學の書籍の中に挿し入れられる「電氣學の發端」についての記事である。

其當時未開の頃にギリシヤ人は世界の文化に骨を折つた割合に開けた民族であつたことは讀者が是迄屢々習つたことと思ふ。彼のギリシヤの神話といふ昔噺が今日でも各文明國の學者によつて研究されて居る位に、古く／＼時代の先覺民族ともいふべきギリシヤ人は、最も夙く此世の中に現れたものである。

其頃夫等のギリシヤ人の間には頸飾り又は珠數の一端に此琥珀を使つて居つたので、彼等は其不思議な性質即ち摩擦すると軽い物體を吸ひ付けるといふことを發見する迄は單に一個の寶物であるといふ考を抱いて居つた。尙其發見が出来てからも、人智の未開な時代であつたから、今日の様に其が電氣の存在を證明するものであるといふ様な纏つた考を持たなかつた。只不思議に思つたり又珍らしがつて居つたばかりで別段進んで其特別の性質を研究しようとする意

志もなかつたのである。今日我々は其琥珀といふものは單に化石した樹脂で黄色を帯びて居る考へれば宜い、太古の事を今日から追想すると誠に愚なことやうに思はれる。殊に、始めて何かを發見したことについての昔噺には面白い事が澤山ある。例へば此もギリシヤ人の發見であるが、或時裸體の儘の一人の土人が焼け焦す盛夏の陽光を浴び乍ら或海岸に出た。其海岸には沖の方から大波小波が毎日訪れて海の中の浮木を陸に打ち揚げたが、打ち揚げられて何年も何年も海岸に放たれ、日光で乾かさされた其等の木は、今から考へると恰も火打ち木のやうに乾き切つて觸らば火を出さんばかりであつた。

其土人は何氣なく其等の乾木の中から己れの欲する二本を取り上げて其を適宜の寸法に折り、尙小さくしようとして、互に擦り合せて居つた。すると摩つて居る間に何時しか二切れの木から煙が立ち昇つた。土人は不思議に思ひ乍ら今度は前よりも急ぎ早やに摩つて見ると急に火花が出た、次に火焰が立ち上つ

た。土人は始めて火焰といふものを見たので吃驚仰天して彼の家に走り歸り、家人に向つて早口に

「新らしい悪魔が來た!!」

と告げ、家人を促して再び元の海濱に出て、矢張り以前のやうに浮木を摩つて見ると最初は煙、次に火花、最後に火焰といふ順序で火が出るのであつた。

此は此の世の中に火といふものを發見した最初の昔噺であるが、之を今日から考へると愚昧のやうに思はれるのである。我々が今日マツチを擽つて發火するのとは大變な相違がある。けれども火の發見といふことについては記憶すべきことである。其時代に火を拜する宗教が盛であつたことは神話の中に誌されて残つて居る。

此の外に澤山此の種の昔噺があるが、今は夫等を省略して本題の研究に進みたい。

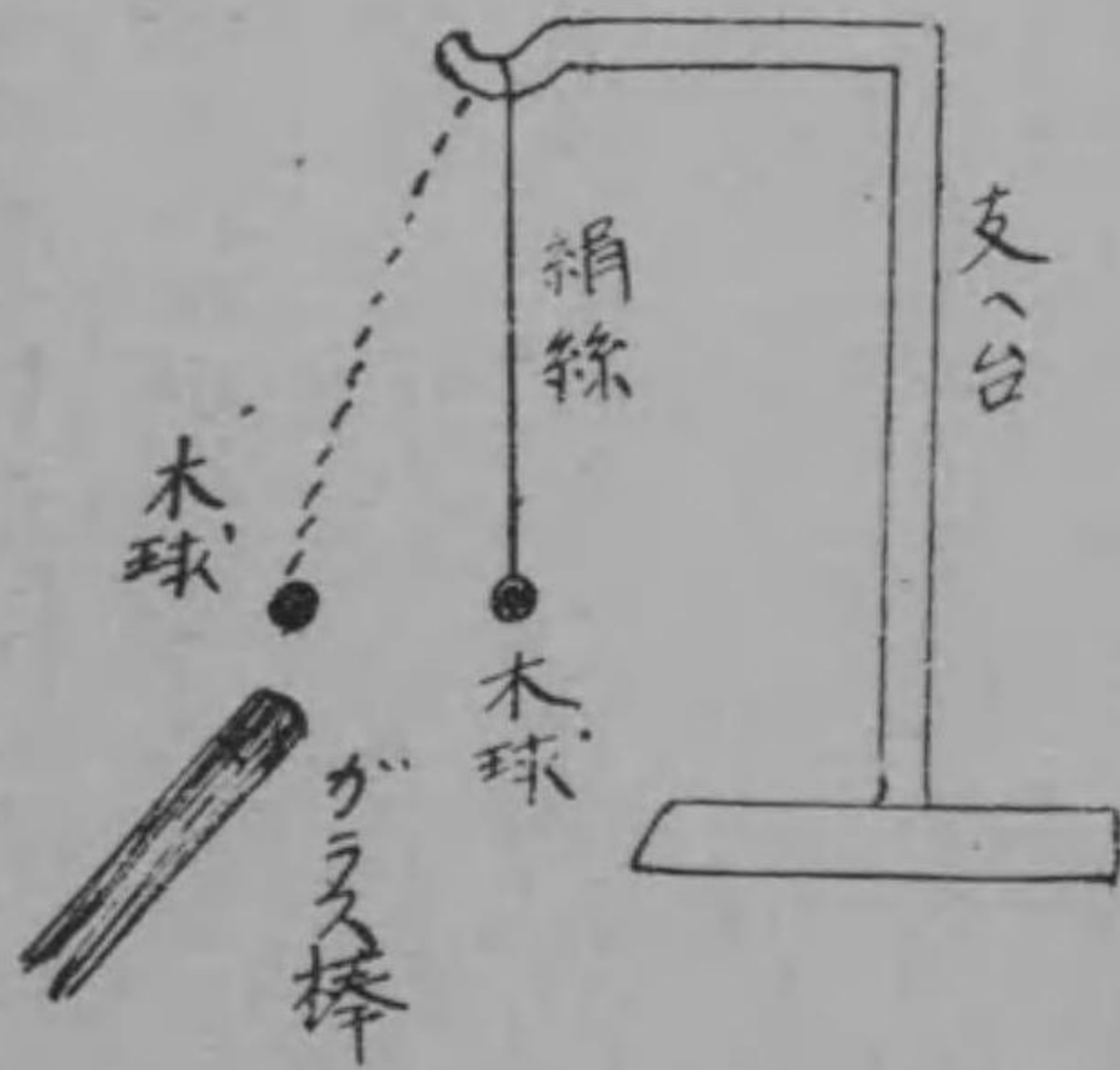
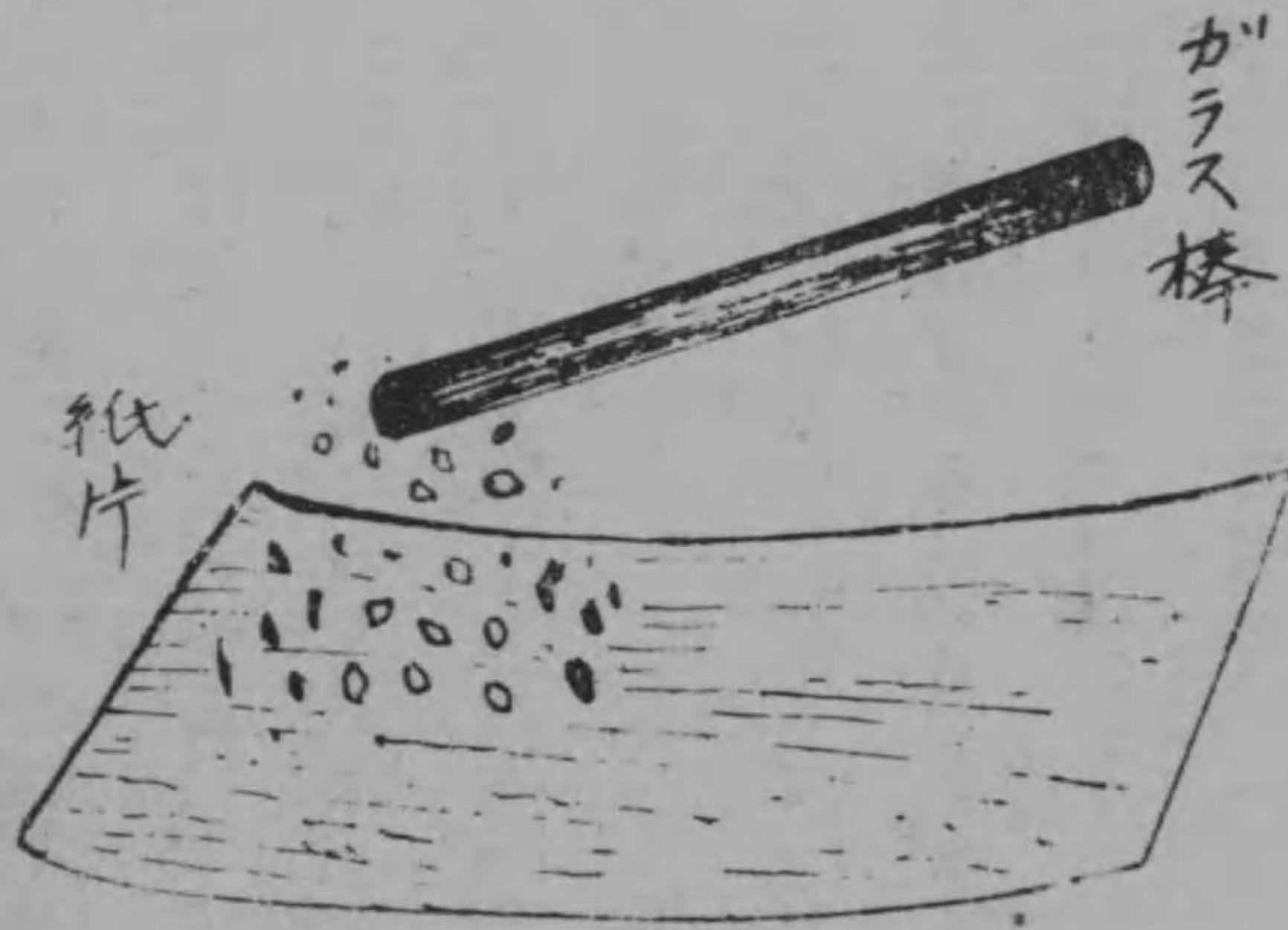
却説先きの琥珀の摩擦といふとについて、ギリシヤ人は夫が電氣に關係のあるものであることなどは勿論知らなかつたのである。夫から時代が變つて二千年も経た後のことを考へるに、英國のギルバートといふ博士が其琥珀について始めて電氣といふものと關係を結び付けたのであつた。

此ギルバート博士は嘗に琥珀ばかりでなく其外のガラス、封蠟、硫黄、ダイヤモンド、樹脂なども又同じ性質を持つて居ることを發見したが、其等に對して起電物といふ名を付けたのである。

サテ琥珀は何時でも手に入れるといふとが出来ないから、普通のガラス棒と封蠟棒について説明しよう。

今若し諸子が其封蠟又はガラス棒を取つて能く乾いた絹又はフランネルの布の上に擦つて見ると、塵とか紙切れ等の軽い物體を吸ひ付けることになる、此不思議な性質(又は力)は先に述べた琥珀にもあるが其作用を電氣學で吸引作用

といふのである。ツマリ摩擦する爲に電氣が起るので、一口に摩擦電氣と呼ぶのが此である。



輕い物體の吸引作用の圖

ギルバート博士は此やうな作用に對して始めて電氣といふ名を付けたのであるが、此試験よりも良

い結果を得るには此圖の様に仕掛けをする。

此の圖について考へるに、支へ臺から絹糸で吊下げられた木球に向つて摩擦したガラス棒を近付けると、其木球は圖の點線で示した様にガラス棒の方に引き付けられるのである。此によつて電氣といふ肉眼に見えない不思議な力が起つて居ることが解る筈であるが、此の様に摩擦の爲に電氣が起る物體に對して帶電體といふ専門の言葉を使つて居る。

此の試験によつて讀者は

(一) 物體は摩擦の爲に帶電される

(二) 帶電體は他の輕い物體を引き付ける

といふことが理解されたが、此が今から段々と奥深く研究しようとする電氣學の始りであることを忘れてはならない。

この摩擦によつて起る電氣を靜電氣と一口に云ふのであるが、凡そ電氣を分けて

静電氣、動電氣

とし、又動電氣は、直流、交流、斷續流、脈流等に區別し、尙又グル／＼循環作用をする電氣に對して電流といふ名を付けて居る。我々が電燈や電車に使つて居る電氣は動電氣の方であるが、此等については後の章で再び説明する筈である。

サテ静電氣は物體の摩擦の間に起ることは已に試験によつて解つたが、更に進んで簡単に誰にも出来る試験をして見る。

今硬いゴムを羅紗で擦り、之を巻煙草の灰のやうな軽い粉の上に持つて行くと、其灰は灰落しから飛び上つて忽ちゴムに附着するが、此試験を上手に行へば、一旦附着した灰は再び元の灰落しの上に落ち、又飛び上る、かくして灰は灰落しとゴムの間を飛び上り飛び降りたりして何度も繰返すことになる。

又若し或金屬(鐵、銅の如き)を羅紗で擦れば前のやうに巻煙草の灰を引き寄

せるやうなことはない、けれども之を擦る前に其金屬にガラス、又はゴムの柄を付けて試験して見ると灰は再び引き付けられる。

之によつて金屬は電氣を導くが速に逃して了ひ、ガラス、ゴム等は電氣を逃がさないことが知れる、ソコで電氣學の言葉でゴム、ガラスの如き、電氣を逃がさない(又は導かない)物體を不導體と云ひ、金屬の如き、電氣を導いたり、逃がしたりする物體を導體と唱へるのである。

却説今迄述べたのは電氣の吸引作用であるが、之と反對の反撥作用といふのがある。

今假りに摩擦したガラス棒と切れ／＼になつた紙片を、テーブルの上で試験して見るに、最初其紙片は棒に引き付けられて飛び上るが、其棒に飛び付いた後、忽ちハネ返されてテーブルの上に落ちて来る。

此をも少し分り易く試験するには鳥の羽根を絹絲で支へて、支木から吊り下

げ、其に帯電した棒（ツマリ摩擦したガラス棒）を近づけて見る。スルと羽は忽ち棒の方に向つてユレるが、瞬く間に視えない力の爲にハネ返される。

此によつて考へるに羽は最初摩擦されなくても棒の間に電氣を譲り受けることが判るが、此等の二ツの物體の一部分は此のやうにして互に異つた種類の電氣を持つことになる、其一方の電氣を指して陽電氣と云ひ、他方の電氣を陰電氣と呼ぶのである。

陽電氣と陽電氣、ツマリ同じ種類の電氣は互に反撥し合ふ性質を持つて居り陽電氣と陰電氣、ツマリ異つた種類の電氣は互に吸引（又は相引き合ふ）する性質を帯びて居る。

今ガラスの柄を付けた甲乙二ツの眞鍮球を取り、其中の一ツを摩擦して帯電せしめ、他の一球をガラス柄を握りつゝ、其に近づけ、更に木球を取つて、第二眞鍮球が第一眞鍮球に面せる反對の方向に近づけて見ると木球は第二眞鍮球の間に

吸引されるが眞鍮球に觸れた後にハネ返されることになる。

更に第一の眞鍮球に木球を近づけて見れば矢張りハネ返される。

これだけでは未だ十分に理解し難いからモウ一步進んで説明しよう。

(一) 第二の眞鍮球のガラスの柄を握つて第一の眞鍮球から遠ざければ第二の眞鍮球は電氣を失つて了ふ。

(二) 若し第二の眞鍮球を手で握つて遠ざけると帯電されて居ないことが判る。此の場合には凡ての電氣が我々の手から身體に通じて地中に逃げ去るのである。

(三) 第二の眞鍮球が尙帯電體に近いて居る時に、手にて此球を握つた後、更にガラスの柄を持つて帯電體から遠ざけると、第二の球は帯電されて居ることが知れる、けれども此場合に第一の球を持つて居る電氣と全く反對の種類の電氣を第二の球が持つて居る。

以上述べた第一から第三迄の試験は大分複み入つて居る様であるが、之を解り易く言へば、帯電體に非帯電體を近けると其非帯電體の表面に電氣が移る、猫の皮で摩擦した、第一球の表面には陽電氣が起り、ソレが第二球に感じて陰電氣を出来るダケ近くにオビキ寄せ、陽電氣を出来るダケ遠方に斥けるのである、我々が今ガラスの柄を握つて第二球を遠ざけると、陽電氣と陰電氣は再び吸引し合つて普通の状態になる。

我々が若し手で球其者を握つて遠ざけると先づ陽電氣が身體を通じて地中に逃げ去り、次に残りの陰電氣を中性(電氣に無關係の性質を云ふ)にする爲に地中の方へ逃がす。此の場合電氣は地中に逃げて終ふけれども先づ最初に手を球に觸れて陽電氣を地中に逃がし次にガラス柄を握つて遠ざけると球は陰電氣を持つことになる、此の試験によつて次のやうな大切な事を知ることになる。

(一) 絶縁した物體(電氣を逃がさない様に或絶縁物又は不導體といふもので

導體を包むこと)に對して帯電體の持つ電氣と反對の性質の電氣を授けるとが出来る。これを感應によつて帯電せしめるといふ。

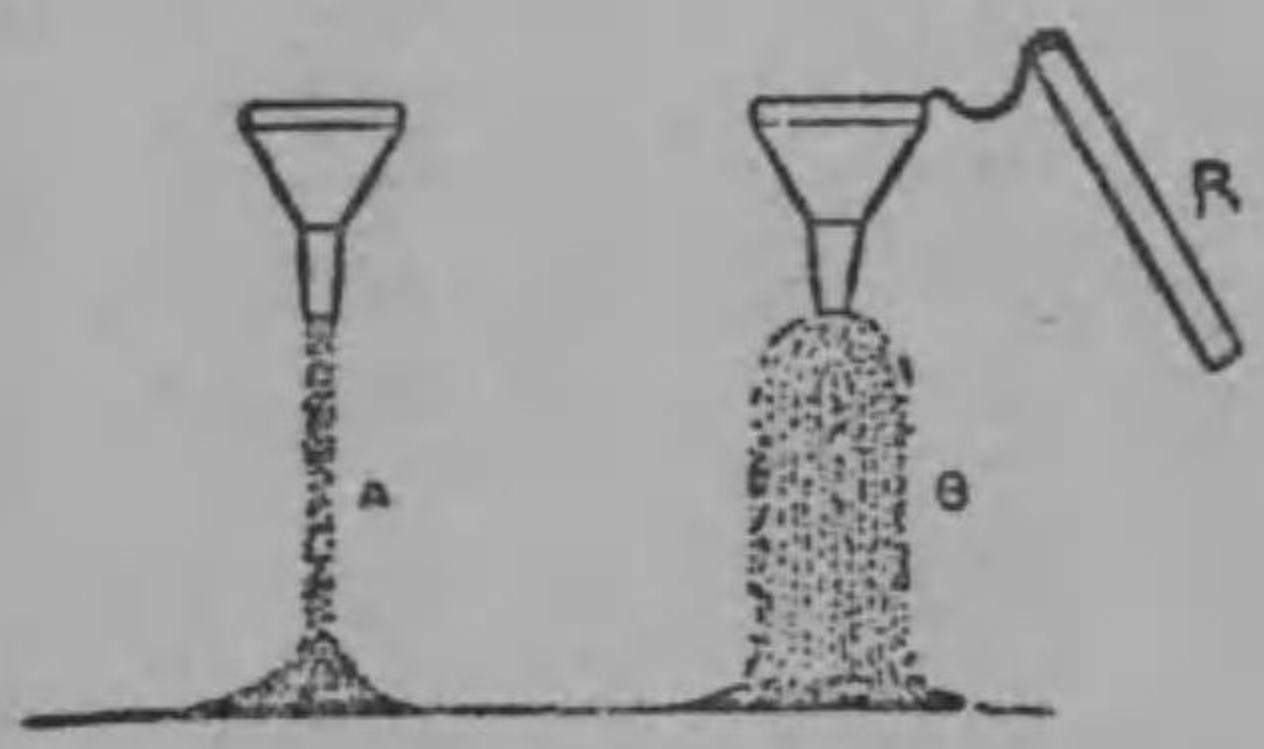
(二) 帯電せる物體が中性の様に見えて居る物體を吸引するとき其帯電作用が中性體に分與される。

今同じ種類の電氣を帯びて居る物體が互に相斥けることを證明するには、チ

ンダルといふ學者が行つた面白い實驗がある。

チンダルは最初に漏斗に砂を盛り、其砂が漏斗から落下する様を見受けて次に其漏斗に帯電した棒を接ぐ爲に電線を圖の如く継ぎ合すと、砂は恰も蝙蝠傘のやうに開くのであつた。

此等の砂は帯電した棒から電氣を受けて互に同じ性質の帯電體となる爲に圖の如く相斥け乍ら開くので「同じ



種類の電氣を帯びて居る物體が互に「ハネ返し合ふ」といふ原理が此によつて理解されるのである。

讀者は今迄の記事を見て電氣の吸引及び反撥作用を略了解したと思はれるが、陽電氣でも又陰電氣でも各々一方だけが獨立して發生することは出来な
いことを知らねばならない、何時でも此等の兩種の電氣が同じ割合で發生する
もので、例へば摩擦された物體の上に一方の電氣が起ると同時に摩擦するゴム、
ガラスの如き物體にも、又他の電氣が起るのである。

此等の兩種の電氣の割合は同じであることを證明するには次のやうに考へれば
宜いのである。

今摩擦體(ガラスの如き)の電氣と摩擦を受ける物體の電氣が若し第三の物に
譲られるとすれば、其第三の物體は少しも帯電されないことになる、此等の二ツ
の同じ割合の電氣は互に中和し合ふからで外部に逃げない爲である、これにつ

いて簡單なる試験を行ふには、封蠟で作つた圓盤とフランネルで包んだ木の圓
盤を作つて、其等の双方の圓盤にガラスの柄を付け互に摩擦し合ふのである。
此等を摩擦したのちに何れかの圓盤を金箔檢電器の壺の中に挿し入れて見る
と金箔片が互に左圖のやうに開くやうになる。

金箔檢電器の金箔片が開いた圖と開かない圖



けれども同じ時に
双方の圓盤を挿し
入れて見ると金箔
片が開かない、か
くて其圓盤にある

兩種の電氣は同じ割合で正反對の種類のものであることが分るのである。

次の表について考へるに此等の物體の先順に記されるものが摩擦の爲に陽電
氣を帯び、次位に記されるものが矢張り摩擦の爲に陰電氣を帯びるのである。

毛皮、羊毛、象牙、ガラス、絹、金屬、硫黃、インドゴム、ベルチャヤゴム、コロヂオン、セルロイド

サテ、此等の帯電作用を文字の上で表す爲に十(陽性帯電)と一(陰性帯電)といふ記號を用ふるのが普通になつて居る。プラス電氣といふのは陽電氣のこととでマイナス電氣といふのは陰電氣のことを云ふのである。

今迄述べた摩擦によつて起される電氣は、已に諸子が知る通り、靜電氣といふもので、動電氣のやうに運動をしないで靜止して居るものである。

けれども茲に注意すべきことは此摩擦電氣は其がゴムやガラスの如き不導體の爲にトリコとなつて餘處に逃げる事が出来ないから靜止して居るといふことである。

若し我々がガラス棒をコスツて靜電氣を起すと其電氣は出来るだけ早く逃げようとするが其逃路には只二ツの道があるのみで、空氣と棒に沿うて逃げ失せ

ようとするのである。然るに空氣もガラスも共に不導體である爲に其電氣は逃げる事が出来ないから餘儀なくガラス棒の摩擦部分に止まることになる。

此と反對に金屬(鐵、銅の如き)で作つた棒を摩擦して電氣を起して見ると其電氣は忽ち逃げ失せる、つまり金屬は良導體であるからである。

靜電氣といふものは我々の實用にはならない、モーターを廻したり、ベルを鳴らしたりすることは出来ない、只學校で實驗をする時にのみ應用される電氣である。

けれども電氣についての入門に際しては是非心得て置かなければならないものである。

次章には動電氣について説明することになつて居るが讀者は「電氣とは如何なるものか」といふ問題を此等の記事によつて大體だけでも了解されたと思ふ。然し未だ此外に磁氣といふ電氣學の重要部分を占める分科があることを忘れて

はならない、第三章に磁氣について述べ、次に電氣、回線、其他の事柄を説明して行く筈である。

本章は電氣其者は肉眼では見えないが如斯動作をするものであるといふ考を讀者に持たせる爲に記述したに過ぎない。

第二章 動電氣とは何か

凡そ電氣は此を水に例へて説明すれば其動作が理解し易い。例へば水は高い處より低い處に向つて流れるが其流れる作用をするには鐵管のやうなパイプ、樋、溝、小川、河などを辿るのであるが、電氣も矢張り高い電位から起つて低い電位の方に向つて流れ平均しようとする、其流れる通路は水に對するパイプ

のやうなもので、電氣の流れに對する導體といふものである。

水がパイプを通流するのと電氣が導體、(電線の如き)を通過するのは共に同じ様なものであつて、若し導體に電氣が逃げない様な仕掛けをすれば電氣は其中を休みなく通過するものである、恰も水道の鐵管が要所々々で接ぎ合はされて水が洩れないやうになつて居るのと同じく、電氣の通路である電線には絶縁物といふものを被せて完全に電氣が通過し得るやうに工夫してある。

此と同じく此種の動電氣は電線の甲端と乙端が異つた電位で保たれてあれば何時も其通過を停止しない。(電位といふのは水の場合で云へば水壓といふのと同じである。已に諸子の知る如く水壓といふのは高い山から水が落下して來る時に持つ力である。電位も矢張り陽電氣といふ高い電氣から低い陰電氣に向つて流通するときの電氣の壓力のことである。)

サテ此動電氣のことを一口に電流と呼ぶのである。

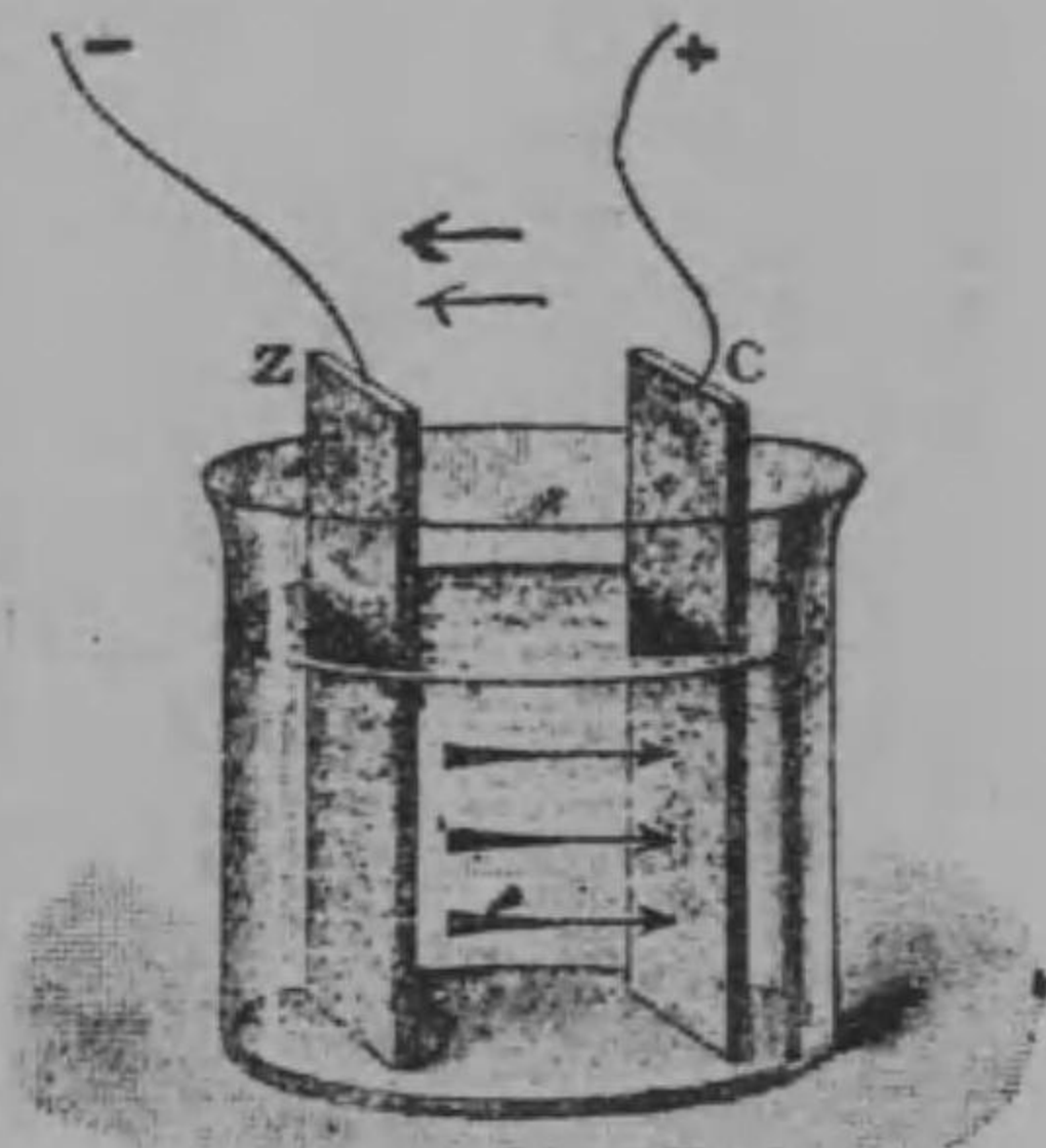
更にモ少し解り易く云へば次の如くなる。茲に一本の鐵管を持ち來り、其中に約三分の二ほどの水を通じ、パイプの兩端を塞いで了ふ。次に其パイプの一端を起して一端を次のやうに低くする。



かくすればパイプの中の水は甲端から乙端に向つて急に流れるが更に之を反對にして、下圖の



如くにする時は、水は乙端から甲端に向つて流れるのである。此を何邊も何邊も繰り返すときは水の流れは止むものではない。此を電氣の場合について考へれば次のやうになる。



是は誰にも出来る簡單なる液體電池であるが、圓筒形のガラス瓶の中に稀硫酸を盛り其中に圖の如く、間隔を置いて銅板(C)と亞鉛板(Z)を挿入れ更に適當の寸法の電線を取付ける。すると亞鉛板から電氣が起つて銅板の方に傳はり瓶の方に再び戻る爲に電線を傳は

つて亞鉛板に歸る、かくて此作用をぐるぐる繰り返すのである。若し此電線を圖のやうに切り離して置けば電氣が起らない、又同性の金屬、例へば銅と銅、亞鉛と亞鉛を瓶の中に入れても電氣が発生しない、其は水が高い所から低い所に移るのと同じく高い電位から低い電位に向つて常に平均しようとする電氣の特性の爲に起る結果である。亞鉛板の電位が銅板の電位よりも高い爲に左様なるので、先きのパイプを横にして水平に保つと水は其流動作用を停止する。

故に電氣の電位といふのは高い陽性から低い陰性に向つて絶えず平均にならうと力める電氣の作用を意味することが理解されることと思ふ。

此の様に於て電流といふものが起ることになる。

モウ一ツ例を云はゞ、茲に長い金屬棒を持つとして、其兩端に各々異つた温度を保たしめると熱の流れといふ現象が表はれる、其熱は棒の一端の高い温度の方から一端の低い温度の方に向つて流れるものである。

如斯電氣は陽性から陰性に向つて流れると考へるのが便利である。

凡そ電流が持つ自然の方向は高い電位から低い電位に向ふもので、つまり其電位を平均させようとする傾きを持つものである。

此間斷なき電流を得ようとするには先きの水道の鐵管の様な通路を與へなければならぬ、此通路を電氣學上で回線と呼ぶのである。此電流によつて運ばれる電氣の分量は其電流と其が流れる時間によつて決るもので電流の實用上の

單位はアンペヤと呼ぶのである。

一秒間に一アンペヤの電流で運ぶ電氣の量は之を一アンペヤ秒と呼んで居るが又一クロムと呼ぶ事もある。故に一アンペヤ時は丁度三千六百クロムとなるのである。

○直流と交流の區別

同じ方向に向つて停ることなく流れる電流を直流と呼んで居るが若し一定の時間（一秒）を置いて其流動方向を變る時には、之を交番電流、又は單に交流と呼ぶのである。つまり回線を圍つて先づ甲の方向に流れ次に乙の方向に流れるので此作用を一秒毎に交番に變へるのである。

直流は先に示した液體電池、又は動力によつて廻る發電機から發生する。

交流は交流發電機といふ特別の機械から發生するが其については後章に述べらる筈である。サテ電流といふものが始めて發見されたのは西曆一七八六年頃の

ことであるが伊太利のボログナといふ土地の醫者でガルヴァニといふ人が蛙の脚に電氣を通じて痙攣を起さしめたことから始つて居る。其頃ガルヴァニは別に發電機を使つて蛙の痙攣を見る必要はない、只鐵と銅のやうな二種の金屬を使つて其一方を神經に又一方を筋肉にフレると同じ様な作用が起ると考へた。彼は此作用は蛙自ら起す電氣の爲であると思つたが、其頃パピヤ大學のヴォルタといふ教授は其に反對して電氣は決して筋肉や神經から起るものではない其等の二種の金屬から起るものと主張した。此等の二種の金屬が空氣中で互にフレると一方は陽性となり一方は陰性となる。只其帶電作用は極めて微弱なもので、我々には感じないだけであるといふ説を起して、次のやうに實際に其を證明するのであつた。

ヴォルタといふ教授はガルヴァニの考へを訂正して多數の異種の金屬を幾つも並べて互に接觸せしめると電氣を起す作用が一層強くなるといふことを

主唱してヴォルタ電推として有名なる左圖のやうな仕掛けを工夫した。



これは銅の圓盤の次に亜鉛の圓盤、其次に銅の圓盤又其次に亜鉛の圓盤といふ順序で積み重ねたもので各一對づつの間には鹽水で濕したフランネル又は吸取紙を置いて互に接觸せしめるのである

かくて頂上の圓盤から電線を取り出下部の圓盤からも電線を取り出して其の手で觸つて見るとピリ／＼と電氣が感じるといふのである。勿論其場合に一番頂上は銅で一番下部は亜鉛でなければならぬ、又フレる手先には濕氣がなければならぬ。

此等の一對だけの金屬(銅と亜鉛)が接觸するときはその一方は僅かの力ではあるが陽性に帶電され、他の一方は陰性に帶電されるのである。つまり其等の金屬の間には第一章に述べた電位の差が起るのである。

けれどもヴォオルク電推のやうに多数の異種の金屬が直列に位置するときには第一の銅圓盤と最下部の亞鉛圓盤との間にある電位の差は非常に大きくなるものでつまり、對の數に比例して増加するものである。

○簡單なるヴォオルタの電池

これは丁度第二十三ページに挿し入れた圖の如く少量の硫酸を含んだ水をガラス瓶の中に盛り銅板と亞鉛板を適當の間隔を置いて其中に位置せしめる、此電池は此等の兩金屬片を接合せる電線を使へば直流電氣を起すのである。

電流が流れ始めると最後に亞鉛板は小さくなつて消耗されて了ふが其消耗の爲に電流が電線と電池の内部を通過することになるのである。故に此種の電池を化學作用の電池ともいふので此を一ツの爐に譬へると爐の中の燃料は今の亞鉛板であつて其燃料が燃える爲に電流といふ熱(假定)を起すことになる。

亞鉛は燃料で、瓶中の硫酸は滋養劑、銅板は電池の中から電流を取り出す器

である。

此のやうに考へると、水と電氣の作用が能く似て居ることも判ると思はれる。

先づ高い電位を持つ亞鉛板から電氣が起つて低い電位の銅板に行く、其間に亞鉛は消耗されて小さくなつて行くのである。

如く斯亞鉛は溶ける爲に電流を銅の方に送るが銅は亞鉛よりも微弱な力で鎔けて他の方向(電線)に向つて電流を送り出す。

今亞鉛の電位を其周圍にある酸化物に比べると約一、八三ボルト高いが銅は僅に〇、八〇ボルトだけしか高くない、故に酸化する傾きが弱いことが解る。

次に亞鉛と銅を比べると双方の間に約一、〇三ボルトの潛んで居る電位の差がある、けれども先に述べた如く電線を接ぎ合はさなければ電流が起らない。

此等の兩金屬片が電線で接續されると忽ちにして亞鉛から銅に向つて電流が

發生する、亞鉛の一小部分は此のやうにして消耗されるが亞鉛を組織する分子は酸水と化合するから次第々に亞鉛の姿が小さくなるのである。

此作用の爲に電流が發生して酸水中を通り銅板に達して次に電線といふ金屬回線を辿つて再び亞鉛に戻るのである。(二十三ページの圖を参照)

電池の此作用を理解する場合に注意すべきことがある。其は初學の人々が兎角間違ひ易いことであるが、今述べた電流を發生する亞鉛を陽極と考へ易いからで、事實は亞鉛から電流が發生しても電流が始めて瓶の外の外部回線(電線を云ふ)に向つて出發するところは銅板の方であるから此の銅板を陽極と呼び、亞鉛板を陰極と云ふのである。

サテ電池の作用については此外に水素ガスが銅板の上に乗ることなどがあるが、餘り深く研究することは本書の目的でないから、茲には只電流は如何にして發生するかを知る爲に此電池作用を述べるに過ぎない。

サテ電流其自身は電線の回線を通れる有様が肉眼で見ることが出来ないから我々は電流が發生する作用について特別の知識を得なければならぬ。

(一) 細い電線を傳はる電流は其電線に熱を與へる。

(二) 磁鐵の針(又は磁氣を與へた針)の近くに電流が流れると針が傾く、又は鐵棒の圍りにある線輪の中をグルグル電流が循環すると、其線輪を磁化して磁氣を帯びしめる。

(三) 電流が水又は他の液體の中を通流すると其等を溶解する。

(四) 最後に生物の身體を電流が通過すると或感覺(ピリリといふ如き)を與へる。

此等は電流の作用の主なるものであるが、(一)熱電作用、(二)電磁作用、(三)化學作用、(四)生理作用等であつて別々に後章で説明する筈になつて居る。

○ヴォルタ電池の列

今述べたヴォルタ電池が多数に列をなして直列（つまり甲の電池の亜鉛板は次の乙の電池の銅板に接続されることを云ふ、かくて丙丁戊といふ順に亜鉛對銅、銅對亞鉛といふ風に接続することを直列接続といふ）に接続されると、其直列の一端にある銅板と他の一端にある亜鉛板との間には電位の差が大きくなる。

此意味から一個の電池の場合よりも此等の多数の電池の兩極を電線で接ぎ合せると非常に強い電流が発生するものである。

此のやうな電池の列をヴォルタ式電池列と呼ぶのであるが電池を一行にする方法には色々あるけれども、今茲には二ツだけの接続法を述べることにする。

若し上圖の如く數個の電池が一行に接がれる場合には之を直列接続法と呼ぶのである。



(池電の列直)

電氣學の方では此のやうに太く短い記號と細く長い記號を使つて電池を圖に示すのであるが、太く短い方は亞鉛、細く長い方は銅を示すのである。

右に掲げた圖は四個の電池を直列に接ぎ合せたところである、此のやうに接ぎ合せると一個の電池が発生する電流よりも多くの電流を発生しない、けれども四倍の電壓（又は起電力といふ力でつまり電氣を起す力である）を持つ電流を発生するのである。他の接続法は上圖のやうに凡ての亞鉛は亞鉛に、銅は銅に接続するので其を並列接続と呼ぶのである。

此のやうに接続すると一個の電池が起す起電力よりも強い起電力を起すことが出来ない、亞鉛は恰も大きな亞鉛、銅は恰も大きな銅のやうに作用する、けれども一個の電池よりも多くの電流（アンペヤ）を発生することが出来るのである。上圖は四個の電池を並列に集めたところである。此のやうにし



池電の列並

て一個の電池が單獨で發生する電流(アンペヤ)の四倍の電流を發生することが出来るのである。

○起電力とは何か

起電力といふ電氣學の言葉は甲の點から乙の點に電氣を移すところの電壓のことをいふのであるが、初學の人は此起電力のことを電氣力で電氣を動かすものだと考へないやうにしなければならぬ。ニュートンといふ物理學者は物體を動かす傾向を持つ力を指して力といふ言葉を用ひたが今物體が磁鐵によつて動く時に其を磁力によつて動いたと云ひ、電氣が物體を動かす場合には電氣力で動かすものであるといふ、けれども起電力は全く異つて居るもので力ではない、其は電氣の上に働いて回線をグルグル電氣が動くやうに仕向けるものである。恰も水道のパイプの場合に異つた水準が壓力(水壓)を起すやうに異つた電位は起電力を起すものである、かくて回線を電氣が流通し得るやうに支度が出

來上れば忽ち起電力が生ずるのである。

故に起電力といふものは之を便宜上電位の差として説明することが出来るが讀者は此等の明な區別を知らなければならぬ。

起電力が計算される單位をボルトと呼ぶのであるが電壓といふのは時々此電位の差又は起電力に對して使はれる言葉である。

○抵抗といふのは何か

又電氣學上で抵抗といふ言葉を能く使ふがそれについて簡単に説明する、夫は動電氣の作用に大關係があるからである。

同じ起電力は同じ強さの電流を何時でも發生するものではない、其電流の量は回線の圍りにある電氣を動かさうとする起電力ばかりでなく又電流に對して打ち勝たうとする抵抗によつても決まるものである。

若し電池の一部が砂で塞がれるか又は回線を作る電線が非常に細く、且つ長

ければ電流の作用が一部分停ることになる、かくて起電力は變らないでも電流が弱くなるのである。

此の場合に再び水との比べ方をする方が便利である。

パイプの中の水を押し進む水圧は水が流れ落ちる水槽と流れ出す水源の間の異つた水準によつて増減されるがパイプの中を通過する水の量は只に其水圧ばかりでなく又パイプの中で返ふ抵抗によつて決められるのである。例へば若し其パイプが非常に細いとか又は砂や塵埃の爲に塞がれると非常に僅の水がパイプの中を通るのである。

サテ金屬は普通電氣を導き易いもので其抵抗は僅である、細いほど又長いほど抵抗を起すもので長く細い電線が一番抵抗を持つことになる。故に其様な電線で回線を作るときには少量の電流が通過することになる。

電池の中の液體は金屬のやうに十分に電氣を導かないが、異つた色々の液體

は色々の抵抗力を持つのである。

混り氣のない水は電氣を導く力が弱い、鹽、サルアンモニヤ等が水の中で溶かされると其水は良導體となる、又稀薄な酸類は良導體であるが強度の硫酸は不良導體である。若し必要な場合には電池の中に大きな異種の金屬板を入れて互に接近して位置せしめるが、かうすると液體の抵抗を弱めることが出来る。

氣體は不導體であるから電池の作用中に銅板の上に集る水素ガスの泡は電池の内側の抵抗を増すことになる。

此によつて讀者は抵抗といふことについて大體の理解が出来たことと思はれる。尙此液體電池には種々の種類がある、ダニエル電池、ブンゼン電池、レ克蘭シエ電池、重クロム酸電池、重力電池等であるが、今は單にヴォルタの電池について述べて電流の發生する譯、回線とは何、抵抗とは何、起電力とは何かといふ動電氣についての必要の研究に止めて置く。

サテ

電流の強さ

といふ言葉は最早今日では古い時代の言葉として考へられて居る、それは流動するアンペヤ数のことである、例へば一秒間に回線の何れかの點を通過する電氣の量を指すので、今假りに十秒時の終りに二十五クロムの電氣が回線を通過するとせば此十秒間に流れる平均の電流は一秒毎に二クロム半又は二アンペヤ半である。

讀者は電池が発生する電流の強さは其電池の内部抵抗と回線と起電力とに大關係のあることを忘れてはならない。電池の起電力は其寸法に無關係で電池に用ふる材料に大關係がある。又抵抗は電池の寸法と液體の電氣を導く性質、電流が横ざる液體の濃度に大關係がある。

○オームの法則

次に讀者が電流の動作を知るに當つて大切な規則がある。それは回線中にある電流の強さを測るのに必要な規則でオームといふ博士が創めて設けたものであるが次のやうに定められる。

電流は起電力に正比例し、回線の抵抗に反比例して變る

之を解り易く云へば電池の起電力を強くする時には電流の強さが増し、回線の外部電線の抵抗又は電池自らの内部抵抗を増せば電流の強さが減じられるといふことになる。

此を我々は左の式で示すことにする。

$$C = \frac{E}{R}$$

(C=電流の強さ、即ちアンペヤ數)

(E=起電力又は起電度合をボルト數に示すもの)

(R=電流の通路に起る抵抗、オームといふ單位で示す)

今之を數字で示すには左の如くなる。

電壓の差=2

抵抗の差=4

然らば電流(アンペア數は幾何)

$$C = \frac{E}{R}$$

故に

$$C = \frac{2}{4}$$

$$\text{即ち} = \frac{1}{2} \text{ アンペア}$$

となる。

尙讀者の爲にボルトといふことについて附加へたい。

「ボルト」は「オーム」(抵抗の單位)と「アンペヤ」電流の強さの單位とを以て云

ひ表すのが最も適當である、即ち「オーム」の抵抗を持つ導體を「アンペヤ」の電流が通過する時の電壓を「ボルト」といふのである。

サテ如上電流の作用について述べて來たが、次に電氣學の一部分である磁氣に關して説明することにする。

第三章 磁氣及び磁鐵の話

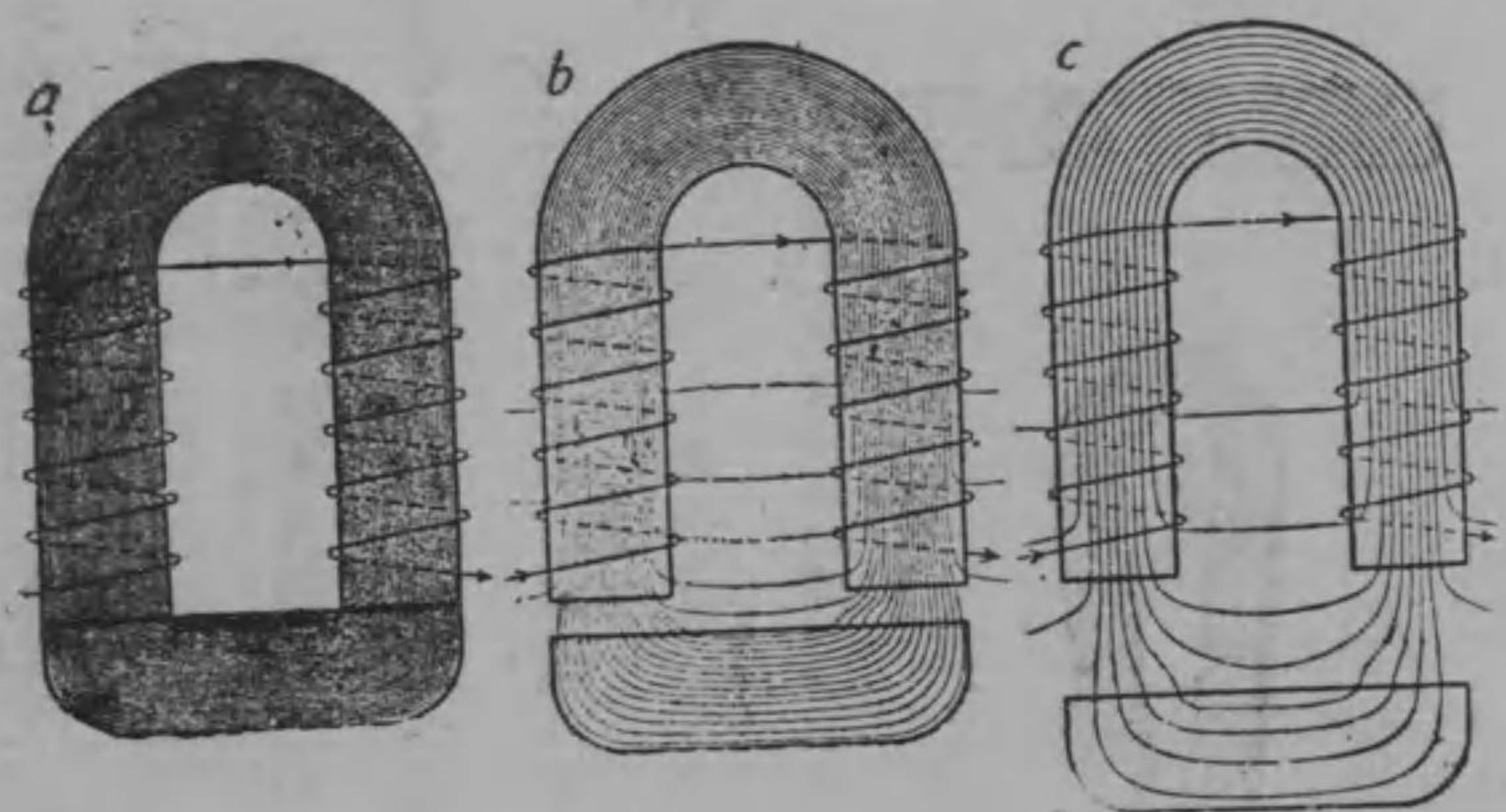
凡そ此電氣科學の一分課目である磁氣(又は磁氣力)といふことについて研究するに當つて先づ最初に考へなければならぬのは磁鐵(又は磁石と通例唱へて居る)が此世界始つて以來始めて世の中に發見された頃の昔噺である。

恰もギリシヤ人が太古時代に何の心なく琥珀を摩つて軽い物體を吸引すると

いふことを知つたやうに、磁鐵についても同じやうな昔噺が残されて居る。今から二千年よりも古い昔のこと小亞細亞のマグネシヤといふ土地で一人の羊飼が羊の一群を追ひ乍ら山路に差しかゝると、路傍に黒い色を帯びた鑛石が落ちて居つた。其羊飼は勿論其が磁石といふ不思議な石であることを氣付かず羊を追ふ鞭で突いて見ると、不思議にも其鞭の先に付いて居る鐵片に其黒い石がクツ付いて離れない。

彼は忽ち異様な氣持になつて先のギリシヤ土人が火打ち木を摩つて火焰を出さしめたのと同じやうに吃驚したのである。此不思議な鐵片を吸引する力を持つ鑛石こそ我々が天然磁石といふものであるが、マグネシヤ地方ばかりでなく古くから支那の山奥、アフリカの鑛山地方でも發見されるやうになつた。

此等が磁石についての昔噺である。サテ磁石又は磁鐵には色々な種類があるが中にも



馬蹄磁鐵(電磁鐵)と保磁子の圖

今の天然磁石を始めとして人工の磁鐵を主として我々が磁石とか磁鐵とか唱へて居るのである。

天然磁鐵は勿論永久に其帯びて居る磁氣を失はないが、人工磁鐵は種類によつて磁氣を失ふものである。此關係から

耐久磁鐵、一時だけの磁鐵

といふ區別が起るので、又此外に磁鐵の格好によつて

馬蹄磁鐵、棒磁鐵、線輪磁鐵

などの區別がある。昔支那で戦争の時に指南車といふ武器を使つたが、其車の前には

天然磁石が取付けてあつて、軍の前進、退却を便にする爲に方角を知るのであつた。

サテ本章では天然磁石についての説明を略し、専ら電氣機械や器具に使つて居る人工磁鐵について述べることにする。

馬蹄磁鐵といふのは讀んで字の如く恰も馬蹄の形をして居るもので電話機の中に赤く塗つて入つて居るのを讀者は屢々實見したことと思はれる。右に掲げ

棒磁鐵と馬蹄磁鐵の圖



たのは其馬蹄磁鐵の周圍に電線を捲いたもので、その電線に電流を送る時に磁鐵となるものである。又下部にあるのは保磁子といふ鐵片で磁氣を保つ爲に仕掛けしたものである。

此等の棒磁鐵と馬蹄磁鐵は最も普通に使

はれる形である。英語のSと記した一端は磁鐵の南極であるがNと記した一端は北極である。諸子は已に磁鐵が恰も先に述べた琥珀が摩擦される時に軽い物體(鐵粉類)を引き付ける不思議な力を持つやうに、同じく軽い物體を吸引したり又は反撥したりすることを知つて居ると思ふ。

磁鐵には南と北との二つの極があつて此等の異極は電氣の陽性、陰性が互に吸引し合ふやうに吸引し合ふけれども、同じ極、例へば南極と南極、北極と北極とは互に反撥し合ふものである。陽電氣と陽電氣、又は陰電氣と陰電氣が互に反撥し合ふのと同じ作用をする。

之を電氣學の言葉で

「同極は互に相斥け、異極は互に吸引するといふのである。

今北極を陽性とすれば南極は陰性でなければならぬ。天然磁石を以つて鋼鐵片を擦れば鋼鐵片は天然磁石と同じ性質を持つことになる。つまり南北の兩

磁極を其兩端に持つことになるので、此方法によつて多數の磁鐵を得ることが出来るのである。此が即ち人工磁鐵の見本である。

サテ鐵は鋼鐵よりも容易に磁氣を與へることが出来るが忽ち其磁氣を失ふ、鋼鐵は一旦磁氣を與へられると其を保つもので、硬い鋼鐵は軟かい鋼鐵よりも能く磁氣を保つものである。此意味から人工で作る磁鐵は硬い鋼鐵で作るのである。

此章では主として鋼鐵で作つた人工磁鐵について説明するが、若しも我々が先に圖示した棒磁鐵の周圍に鐵粉を打ちふると、其等の鐵粉は棒磁鐵の兩極の方に附着するもので、中央のところには鐵粉が附着しないことになる。此等の兩極は鐵粉を吸引する性質を持つのであるが、丁度摩擦した琥珀が鐵粉を吸引するのと同じやうに作用する。之を磁氣吸引と呼ぶのである。けれども此場合にガラス、紙、眞鍮のやうな物體を棒磁鐵の側に近けて見る

と其磁氣吸引が起らない、又甲乙の二ツの棒磁鐵を以つて甲の北極と乙の北極とを差し向ひにすると互にハネ返さうとすることが判る、此が磁氣反撥といふ作用である。

けれども其と反對に南極と北極とを近付けて見ると互に吸引し合はうとするのである。

このやうに磁氣といふものは如何なる場合に於いても同極は相斥け異極は相引き合ふ性質を持つて居るから電氣の機械、器具等に此を使つて色々の作用を行はしめて居る。

サテ磁鐵の周圍には我々の肉眼で見ることの出来ない線があつて其線には今の吸引及び反撥作用をする力がある。此を専門の言葉で「磁力線」といふのである。

其磁力線を眼で見たいと思ふならば先づ馬蹄磁鐵を取つて其周圍に今の棒磁

極異と極同の鐵磁棒



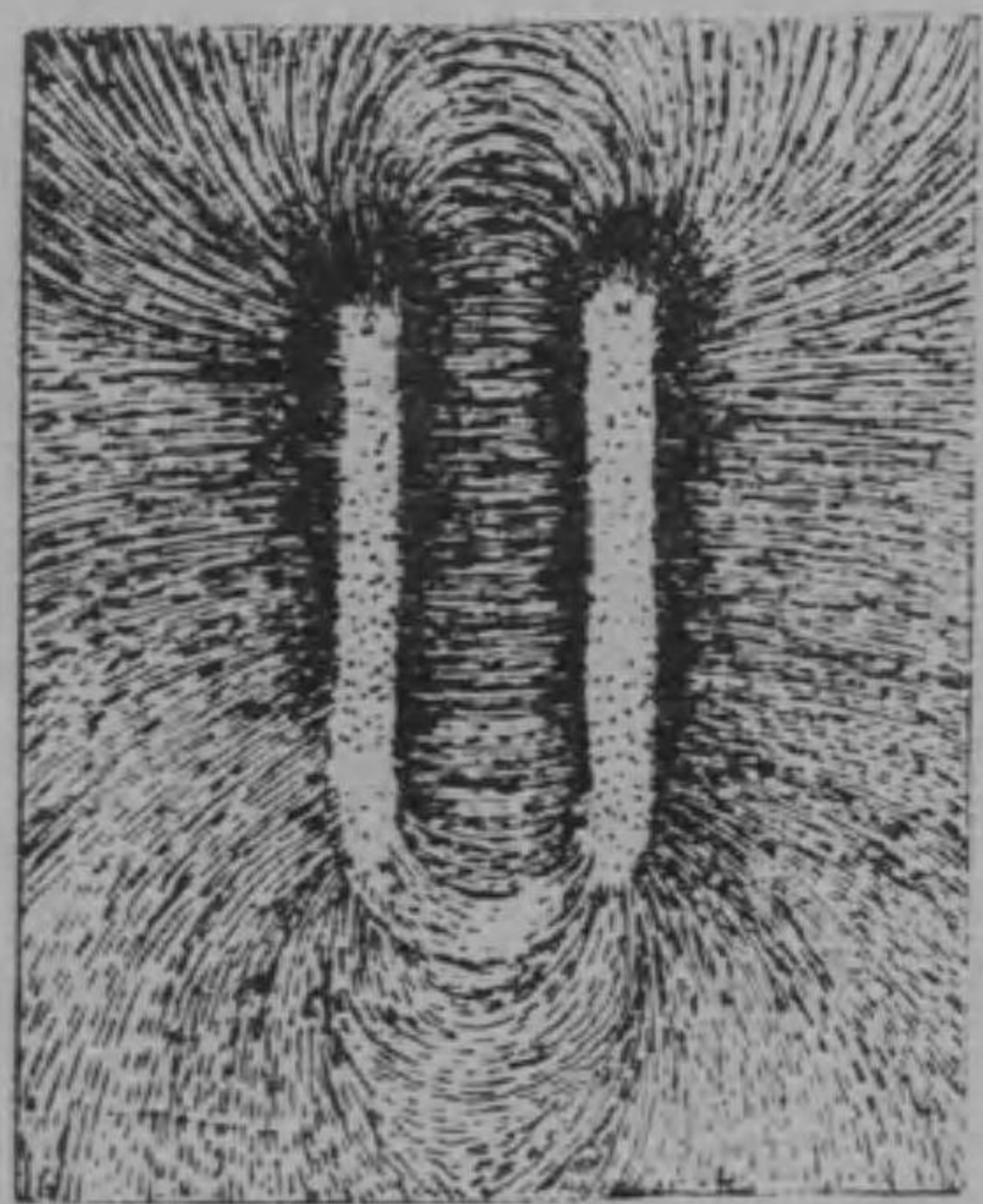
引吸氣磁

撥反氣磁

鐵の場合のやうに細かい鐵粉をふつて見る。

かくすれば鐵粉は其兩極の方に向つて吸引され、兩極から遠ざかるほど吸引される力が弱くなるのである。

又此磁力線を圖で示すと次のやうになる。



馬蹄鐵の周圍に磁る力線

此は肉眼でも又顯微鏡でも見ることは出来ないが、事實此様な線が磁鐵の周圍に現はれて居るのである。

この理をモーターや發電機の構造に利用して居ることは後章各科目のところで見明する、此馬蹄鐵を此儘圖の如く何等の保護も加へないで放つて置くと長い月日の中に其磁氣を段々失つて了ふ、故に其を防ぐ爲に保磁子といふ仕掛けをするので、其保磁子といふのは軟い

鐵片で作つた第四十三ページの圖に示す如き磁鐵の下部の方にあるのである。

次に讀者が注意すべきことは磁鐵といふものは我儘なもので高いところから落したり又は石や鐵などで強く叩くと其磁氣の大部分を失ふことである、故に靜に磁鐵を取扱はねばならないのである。

讀者は地球に北極と南極とがあることを地理の科目で研究したことと思ふが第一章に述べた英國のギルバート博士は地球は一つの大きな磁鐵であることを發見したのである。

これを證明するには今我々の住む日本は地球の北極に近く南極に遠いことを例とする。北極の方に近いから今一本の磁氣を與へられた針(又は磁針)を取つて自由に天井から糸で吊り下げ、見ると其針は北の方に向つて傾き其頭を下げることになる。

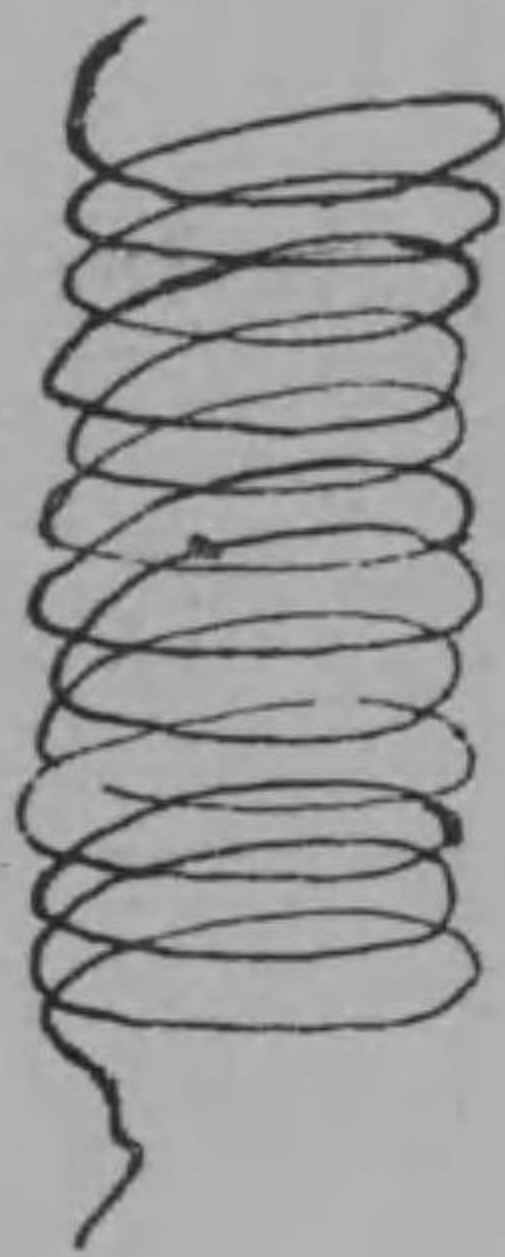
これが南洋の土地に行くと反對になつて南極の方に向つて其頭を下げることに

になる。

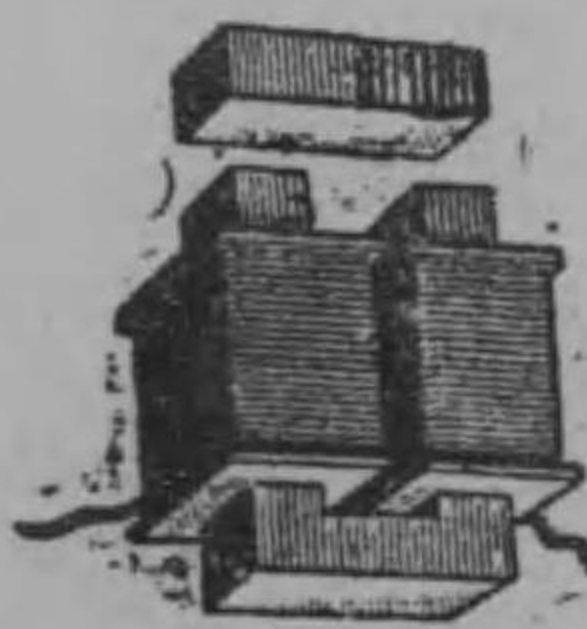
此簡單なる試験によつて地球は大なる磁鐵であることが理解されることと思ふ。

次に線輪筒磁鐵(又は單に線輪筒と略す)といふのは上に掲げた圖の如く磁鐵

電線の線輪筒



電磁鐵

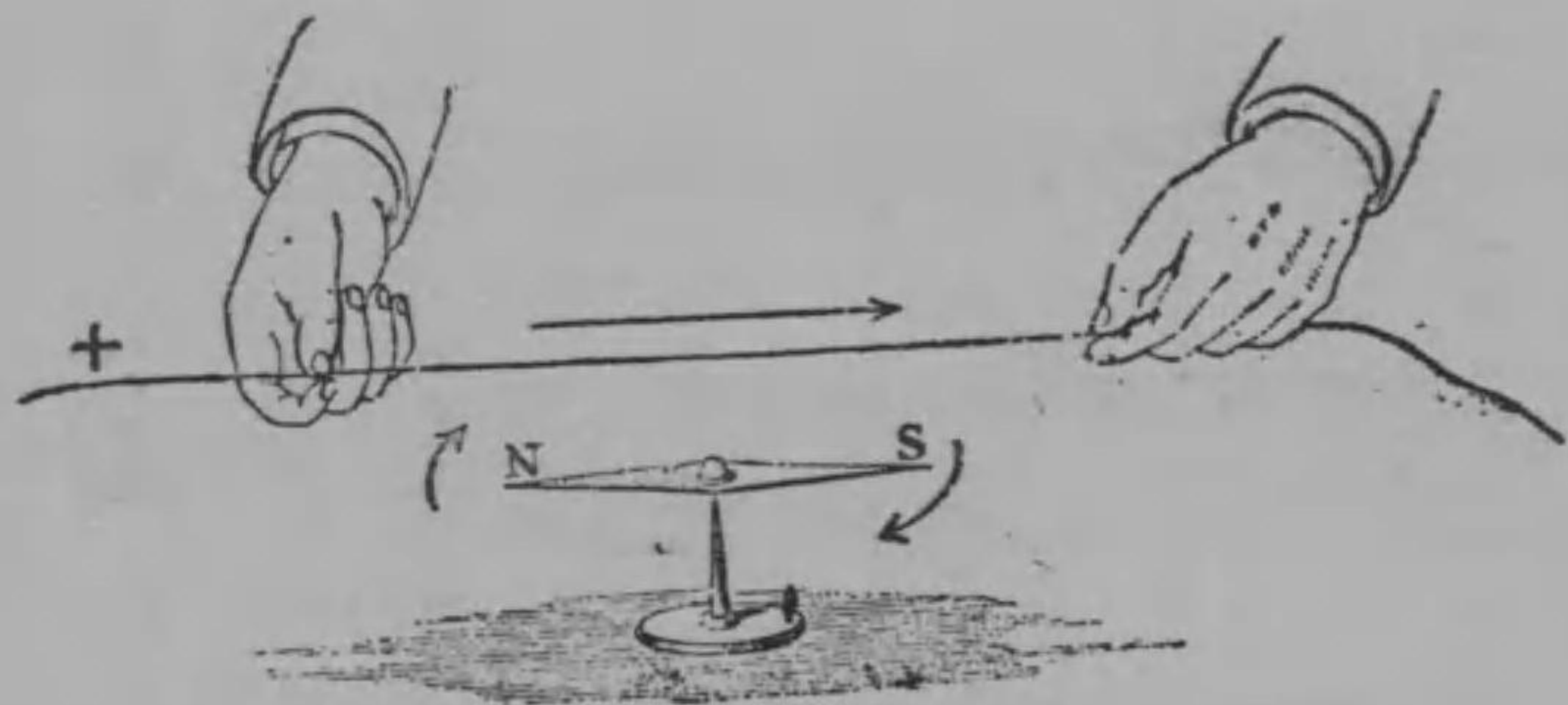


となるべき鐵を要しない
で電線を捲いて其電線に
電流を送るのであるが此
を更に圖で示せば上のや

うになる。

中央には鐵心が無い、電線をぐるぐる捲くのである。これは電流が通過する時ばかり磁鐵となるもので、右の圖の如き電磁鐵の原理と同じではない。

この電磁鐵は普通鐵心が馬蹄形に曲げられて其周圍に電線が捲かれる、かく



すると兩極が一個の發電子(下部にある鐵片)に應用されることになる。此電磁鐵を考案した最初の人にはウキリヤム、スタージョンといふ人で其發明以後電氣界に大革命が起したのである。

電信、電話、電鈴等に此電磁鐵を多く使つて居るが其理由は其磁氣が電流の爲に支配されること
が出来る爲である。電流の回線が出来るときに
磁鐵となり、回線が切られる時に磁鐵の役目を怠
ることになる。

線輪筒といふ磁鐵は中心に鐵心又は鋼鐵心を持たない螺旋狀に電線を捲いて其に電流を送る時に磁鐵となるものであるが電磁鐵のやうに鐵心がな

い爲に其磁氣力が強くない。

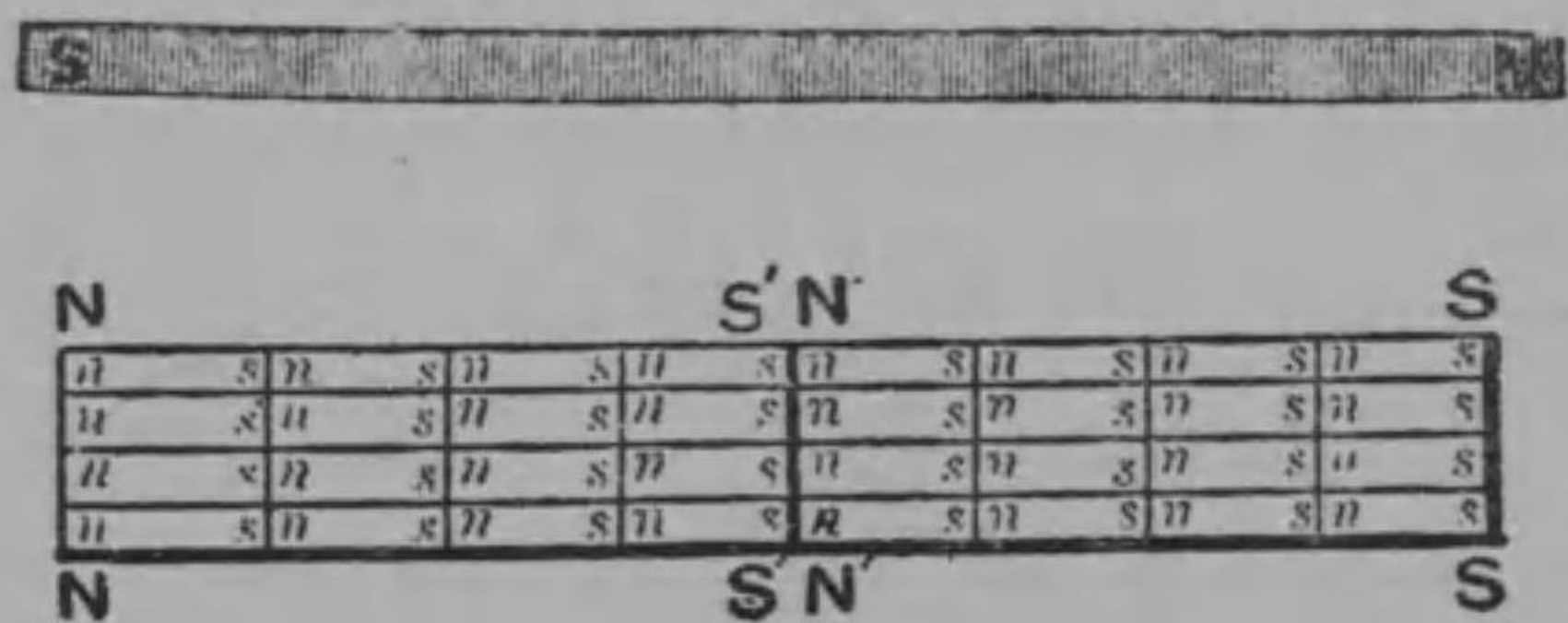
電磁鐵が廣く使はれる理由は、今述べた如く電流の爲に支配される爲で其大
さいのになると何百噸といふ汽船を引き揚げたり、又鋼鐵所のレールを自由に

船から引き揚げて工場に運んだりする。

次に再び棒磁鐵の説明をする。

今硬い鋼鐵の細長いのを取つて磁氣を與へ其一
端が圖の如く北(N)、他の一端が南(S)となるや
うにし、次に下圖の如く之を幾切れにも切つて見
ると、其切られた幾つかの各切れ目には矢張り元
の一本の棒磁鐵と同じやうな南北兩極が出来るも
のである。

次に此等を再び繼ぎ合せて見ると、個々の南北



圖たつ切にれ切れ切を鐵磁棒

兩極が無くなつて元の如く細長い一本の棒磁鐵となり、兩端にだけ南北兩
極が出来るものである。

此によつて考へるに我々は棒磁鐵を如何に細かく切り分けても其切られた各
片は母體と同じやうに磁氣を得るといふことが解るのである。

サテ次に逆磁氣といふことについて知らねばならない、

蒼鉛、アンチモニー、銅等は磁鐵の兩極からハッキリと斥けられるが此等

の物體を逆磁氣體と呼ぶのであつて磁鐵を作る場合に参考になるのである。

次に磁氣の誘導作用といふことについても知らねばならない。

今一片の鐵に磁氣を與へるに當つて特に其に磁鐵を接觸させないでも宜い
のである。例へば若し磁化されて居らない短く細い棒鐵を取つて或鐵粉の近くに
置き、其棒鐵の近くに磁鐵を持つて行くと鐵粉が棒鐵に向つて吸引されること
になる。此は磁鐵を特に此棒鐵に接觸させないでも磁氣が與へられる證據であ

るが此作用を磁氣誘導と唱へるのである。

之を電流の作用に比べても同じである、ツマリ電流は矢張り誘導作用によつて非帯電體に帯電せしめるのである。

此のやうにして磁氣誘導の間に磁化された棒鐵は兩極を持つので、磁氣を與へた元の磁鐵の極に近いところの極は反對のものである、例へば元の磁鐵（磁氣を與へた磁鐵）の極が北極であれば棒鐵の極は南極である、又元の磁鐵の極に一番遠いところにある棒鐵の極は北極となる。

先に述べた肉眼で見ることの出来ない「磁力線」は此場合に鐵のやうに磁氣を受け易い物體及び空氣、ガラス、眞空、其他の磁氣を受けない物體を通つて居る。

次にガラス、木、紙等の遮る物體を磁鐵と鐵片又は鋼鐵片の間に挿入すると丁度其遮斷物體がないときのやうに動作して磁鐵が鐵片又は鋼鐵片を吸引する

ものである。

ガラスの管の中に封じ込んだ磁鐵は矢張り其磁氣を有して管の外にある鐵粉などを吸引する。

サテ凡ての磁氣を享ける物體は永久に磁氣を保つところの耐久磁鐵とはならない、天然磁石、硬い鋼鐵、ニッケル等は其等に譲り受けた磁氣の大部分を永久に保つものである、軟い鐵片、又は鋼鐵片は一時的に磁氣を受け易いが磁氣を與へる力が取り除かれると忽ち磁氣を失つて了ふ。

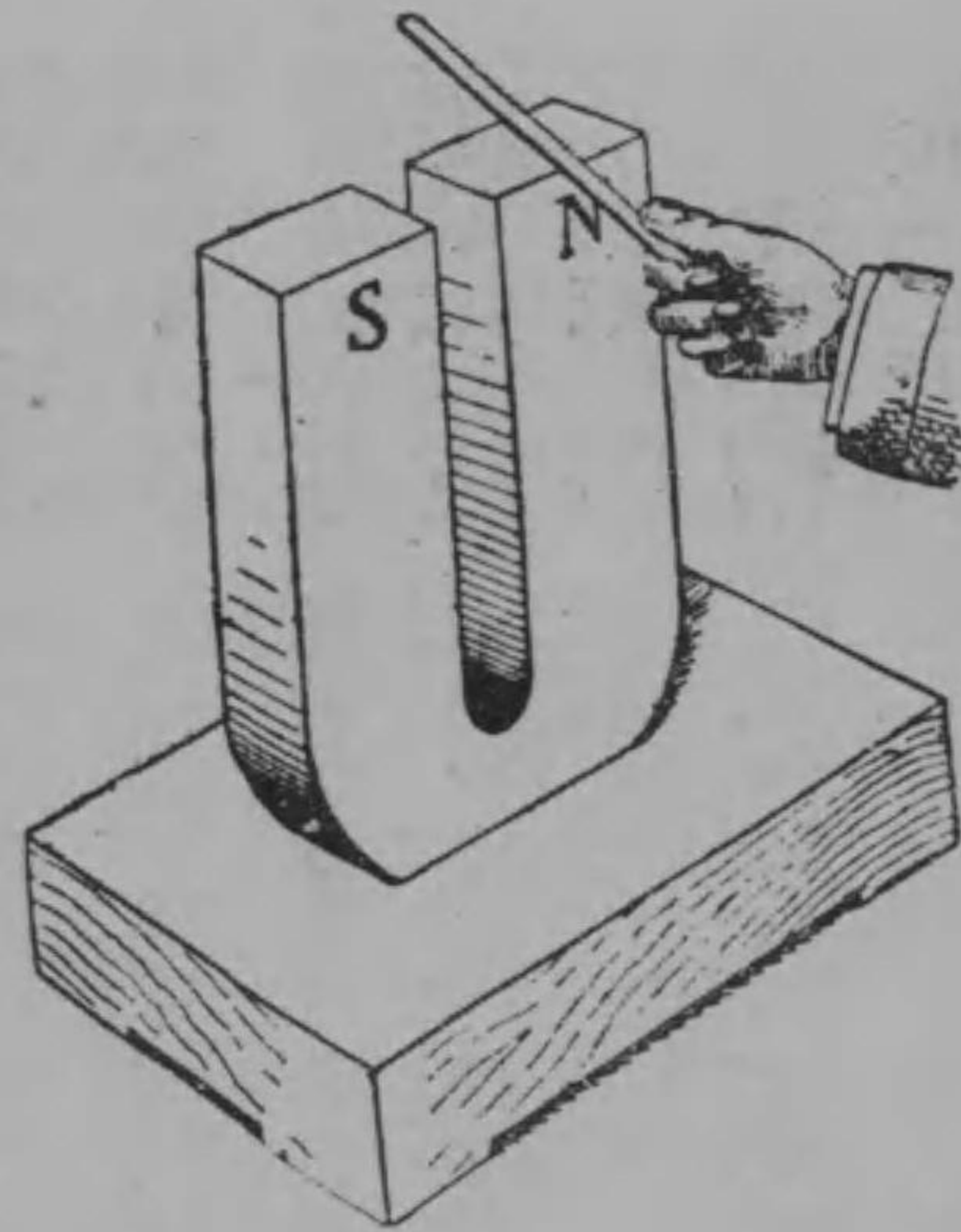
鑄鐵や其他の粗鐵のやうな不純な鐵分は磁氣を不完全に保つものである。

○磁鐵を作る方法

若し鋼鐵の棒又は針を取つて耐久磁鐵とか天然磁石とかの一極から一極にかけて叩いて見ると磁化されるものである。

左圖のやうに、鋼鐵棒の中心から端にかけて、強い磁鐵の一極の上にフレな

から動かして見ると、何時の間にか磁氣を受けて、一種の棒磁鐵となるのである。



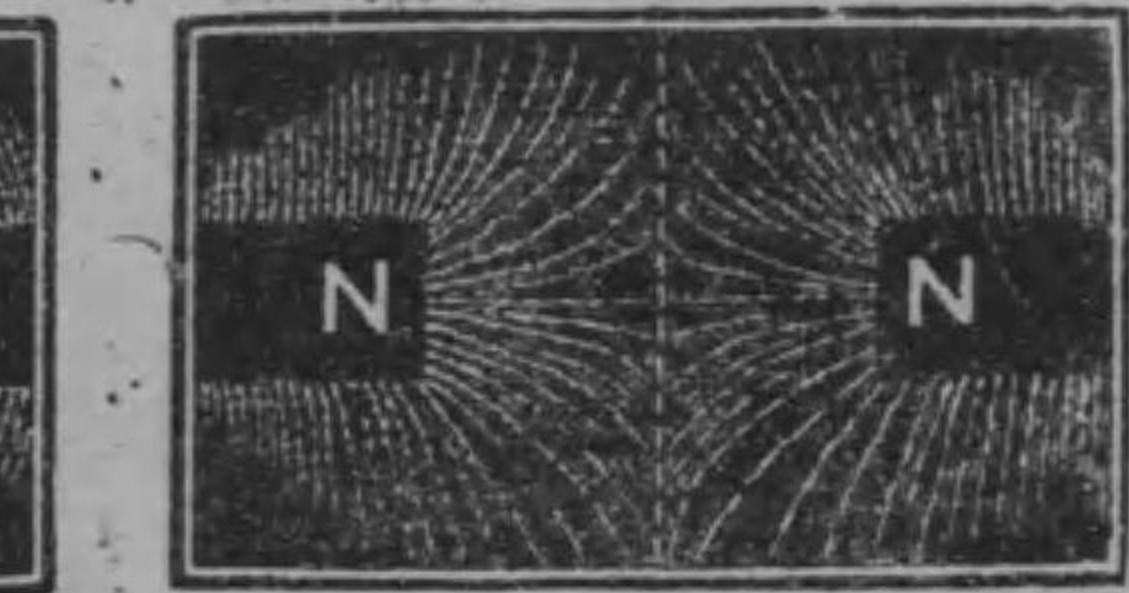
これは我々が一個の強い磁鐵を有すれば何時でも出来る磁鐵の製法である。

次に磁界(又は磁田、磁場)といふことを知らねばならない。

磁界といふのは左圖のやうに磁鐵の周圍にある磁力線で取圍む境界のことをいふので、肉眼では見ることが出来ない。

この磁界は磁極に一番近いところが一番強い力を持ち、一番遠いところが一番弱い力を持つことになる。

この磁界の理を能く覚えて置かないと後章で述べる電動機や發電機の構造が理解しにくい、電氣機械の主なるものは何れも此磁界の理を應用して居るものである。



磁界の圖

この磁界を目で見ようとするには一個の強い磁鐵を取つて其周圍に鐵粉を撒いて見れば容易に見られるのである、撒かれた鐵粉は其磁鐵の極に近いところに多く吸引され、遠いところには少く吸引されるものである。

尙此外磁鐵についての説明をする筈であるが後章の特別の場合に再び電磁鐵の作用、電流と磁氣の關係などを述べるから茲には此位の程度で説明を略することにする。

第四章 電流を測る事の話

凡そ電流の計算といふことについて最初に知つて置かなければならぬことは、先の第二章に述べたオームの規則(又は法則)である。何れの導體でも又何れの回線でも其中を通過しようとする電流に對して或抵抗を起すものである。

今回線に起電力が起ると其爲に其回線に電流を通過せしめるが、其電流の強さは起電力ばかりでなく回線の抵抗によつて決るものである。オームの法則といふのは

回線を通過する電流のアンペア數(強さの單位)は抵抗のオーム數(抵抗の單位)で起電力のヴォルト數(起電力の單位)を除した數に等しいのである。

る。

といふことになつて居るが即ち之を算術の式で示せば

$$I = \frac{E}{R} \text{ アンペア數} = \frac{\text{ヴォルト數}}{\text{オーム數}}$$

となる。

今假りに百ボルトの起電力を四オームの抵抗を持つ回線に應用するとすれば電流の強さ即ちアンペア數

$$100 \div 4 \text{ 即ち } 25 \text{ アンペア}$$

となるのである。

この式を換へて次のやうにして見る。

$$\text{起電力} = \text{アンペア數} \times \text{オーム數}$$

今九オームの抵抗を持つ回線に十二アンペアの電流を送らんとするには何ヴォルトの起電力が必要であらうか?

$E = IR$
 $I = \frac{E}{R}$
 $E = IR$
 $12 = I \times 9$
 $I = \frac{12}{9}$
 $I = \frac{4}{3}$

答

$$12 \times 9 = 108 \text{ ヴォルト}$$

更に

若し今白熱電球に〇・五アンペヤの電流を百ボルトの起電力が送るとすれば其電球の抵抗は幾何であるか？

答

$$100 \div 0.5 = 200 \text{ オーム}$$

となる。

次に抵抗といふ事については已に第二章に述べたのであるが、更に一步を進めて研究して見たい。

抵抗といふのは電流が回線中を通過する場合に其に妨害を與へる作用をいふので、電球の中にある細いタングステンといふ金屬線を電流が通過すると抵抗

の爲に熱を起してランプが輝くのであるが此場合には電流の勢力が抵抗の爲に熱の姿に變はるのである。

何れの導體、電線又は回線の抵抗も其端子に與へたヴォルト數とアンペヤ數との間の割合で計へられるのである。

今若し金屬の電線を變らない溫度に保つとすれば、其電線の抵抗は多量の電流、少量の電流の何れが電線中に通過しても同じである。

例へば抵抗を持つ電線が其兩端に若し十ボルトの電位の差を與へられるときに二アンペヤの電流が其を通過するのである（五オームの抵抗を電線が持つとする）若し一ボルトの電位の差が與へられるときには〇・二アンペヤの電流が通過する、此のやうに溫度が同じやうに保たれればヴォルト數（起電力）とアンペヤ數（電流の強さ）の割合は前の如く五である。

抵抗の單位はオームであるが此は或導體と比べる他の導體の抵抗を一定の數

$C = 0.5$
 $R = 100$
 $E = 100$
 $R = \frac{E}{C}$
 $R = \frac{100}{0.5}$
 $R = 200 \text{ ohms}$

で計へる爲に用ゆる標準である。

今解り易くする爲に百ヤードの長さの普通の電信線(鐵線)が凡そ一オームの抵抗を持つとする、又は、太さ一千分の一インチ、長さ一インチの細い銅線は攝氏六十五度の温度で約一オームの抵抗を持つとする。

オーム数が非常に多い抵抗のことを高い抵抗、又僅に數オームだけを持つ抵抗を低い抵抗といふ、百萬オームのことをメガオームといひ、百萬分の一オームの抵抗をマイクロオームと呼ぶのである。

回線中の抵抗は之を二ツに區別する。

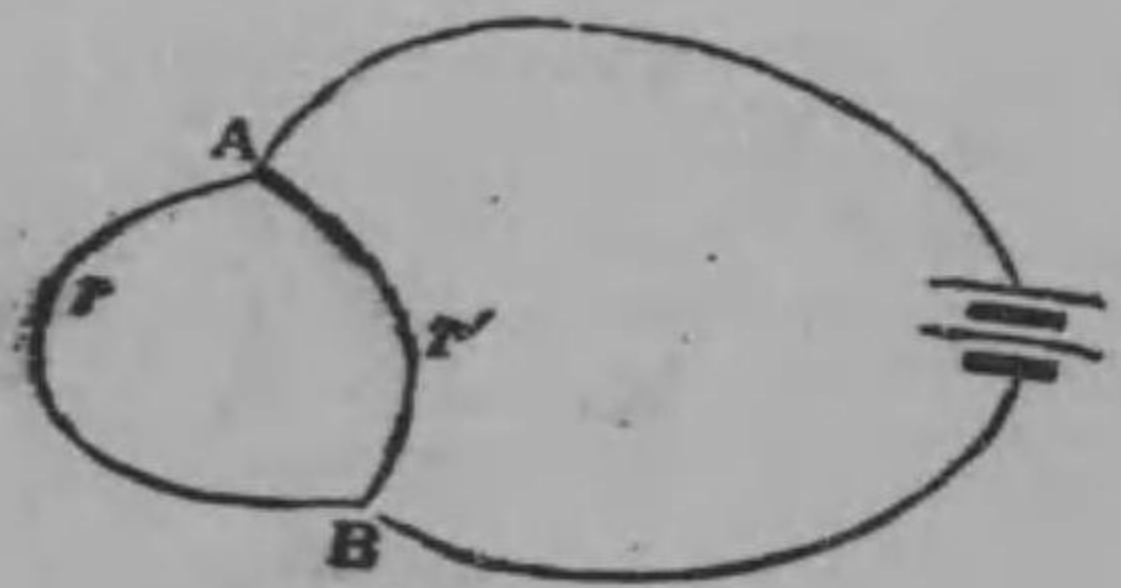
先づ金屬、合金、流動體等の如き電氣の導體の抵抗を甲とし、次に其等の物體の一端で不完全な接觸をする爲に起る抵抗を乙とするのである。次に

○分電路

といふのは左圖に示す如くAのところに分れてBのところに来ると一所にな

る回線のことを云ふので、此場合電流は矢張り回線のやうに分れ分れになつて流れる。

このやうに一方から一方に分れる路を分電路と、電氣學の言葉で呼ぶのである。



分電路の圖

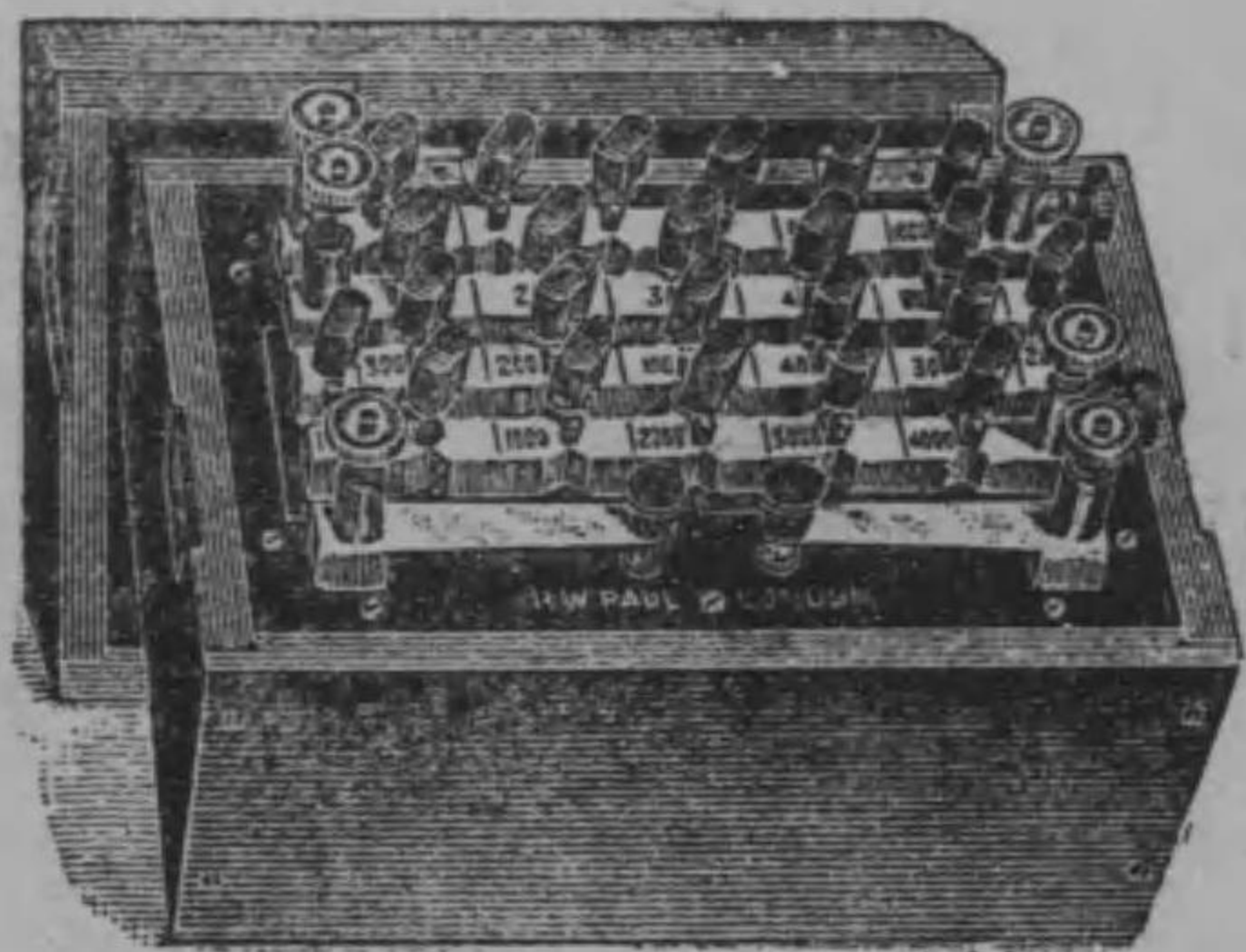
今若しRが二オームの抵抗でR'が三オームの抵抗であるとすればRの電流はR'に對する電流となるから二對三となるのである。

故に全體の電流の五分の三だけがRを通過し、全體の電流の五分の二がR'を通過するのである。

さて抵抗を測るには一定の標準によるのであるが其には普通ホイートストーン電橋といふ計器を使つて居る。

これは左圖のやうに幾つもの栓(ペグ)を持つ抵抗器箱を取付けてあるが其構造

を委しく述べることは専門になるから省略する。



次に起電力を測ることは中々容易でない、一定の標準電池(ウエストーン電池の如き)の起電力と比べて見て測るのである。

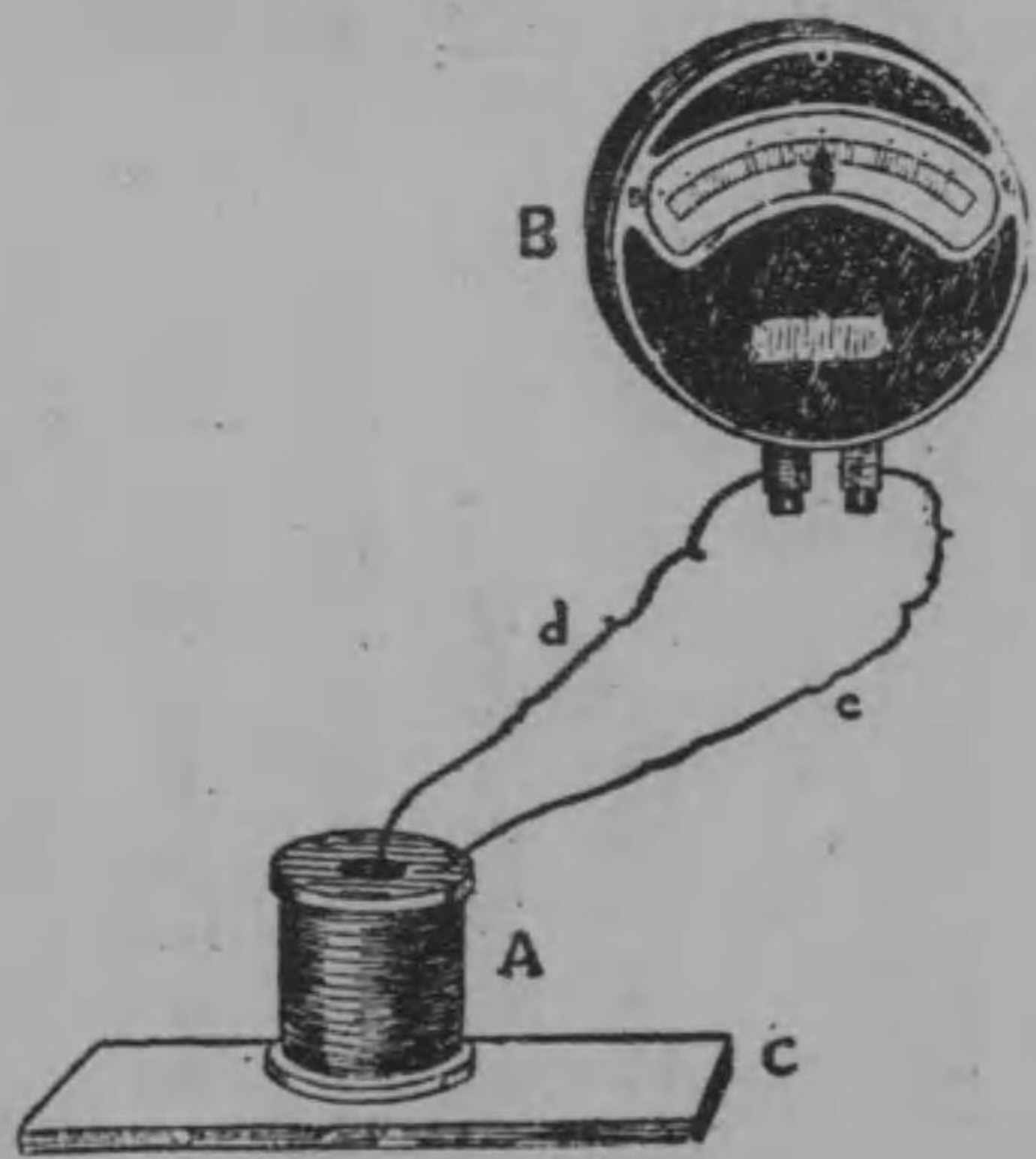
次に電氣學の言葉に「容量」といふものがあるが、夫は電線等の導體が持つ力である。又モーターの馬力は何馬力であるかといふ場合に其モーターの容量は幾何であるといふのである。

サテ電流を計る器具は電流計といふのであるが、此は圓盤の上に色々の度を盛つた恰も時計の指針面を半分にしたやうな目盛りを持つて居るが、其中に先に述べた電磁鐵の針がある。

此の圖について考へるに左圖のやうな作用をすることになる。

上の方にある圓形の器具Bが電流計で下の方にあるAは電線を捲いた線輪である。

電流計の動作



今此の電線の一端を切つて電池に接ぎ合はして見ると忽ち電流が起つて電流計の針(上圖の中央に示される)は其電流の方向に従つて彼

方此方にフレる、其フレ方が強かつたり弱かつたりする爲に電流計の目盛りに示した數字を針が色々示すのである。

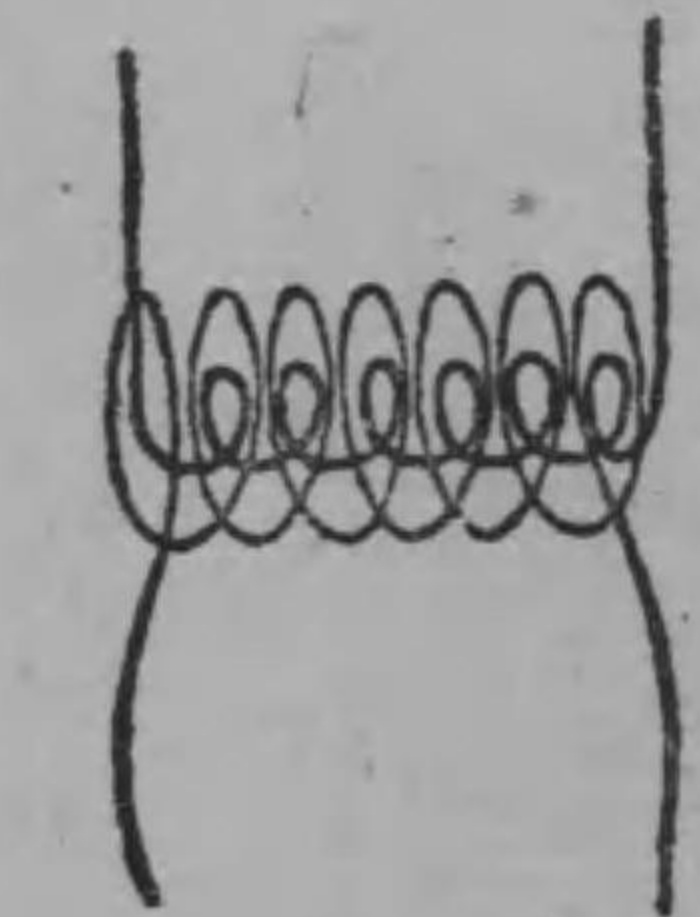
是によつて何アンペヤの電流が通過して居るか解ることになる。

下の方にあるA線輪はテーブルの上に置かれてあるが、此に磁鐵を近付けて見ると電流が磁氣の爲に起つて先の電池がなくとも電流計の針を彼方此方にふれしめることになる。dとeは電線であるが、此のやうに切れ目がなく接ぎ合はされて居ることを、回線の完成といふのである。

次に電圧を計る電圧計といふものがあるが、其構造は略電流計に似て居つて先章に述べた電磁鐵の原理を利用してある。

サテ電流の測り方については大體の知識が得られたと思ふから次章に移る。

第五章 誘導線輪とは何か



凡そ電流が電線内を通過する場合に其電線の近くに他の電線(電流を通じない)を持つて來ると、誘導作用の爲に其第二の電線に電流が起るものである。

今右に掲げた太い電線と細い電線で作つた線輪について考へよう。

此場合に下の方に示す太い方の捲き方の少ない線輪のことを専門の言葉で一次線輪といひ、細い方の捲き方の多い線輪を二次線輪と呼ぶのである。更に判然と判るやうに左に其等の一次線輪と二次線輪とを示して見る。

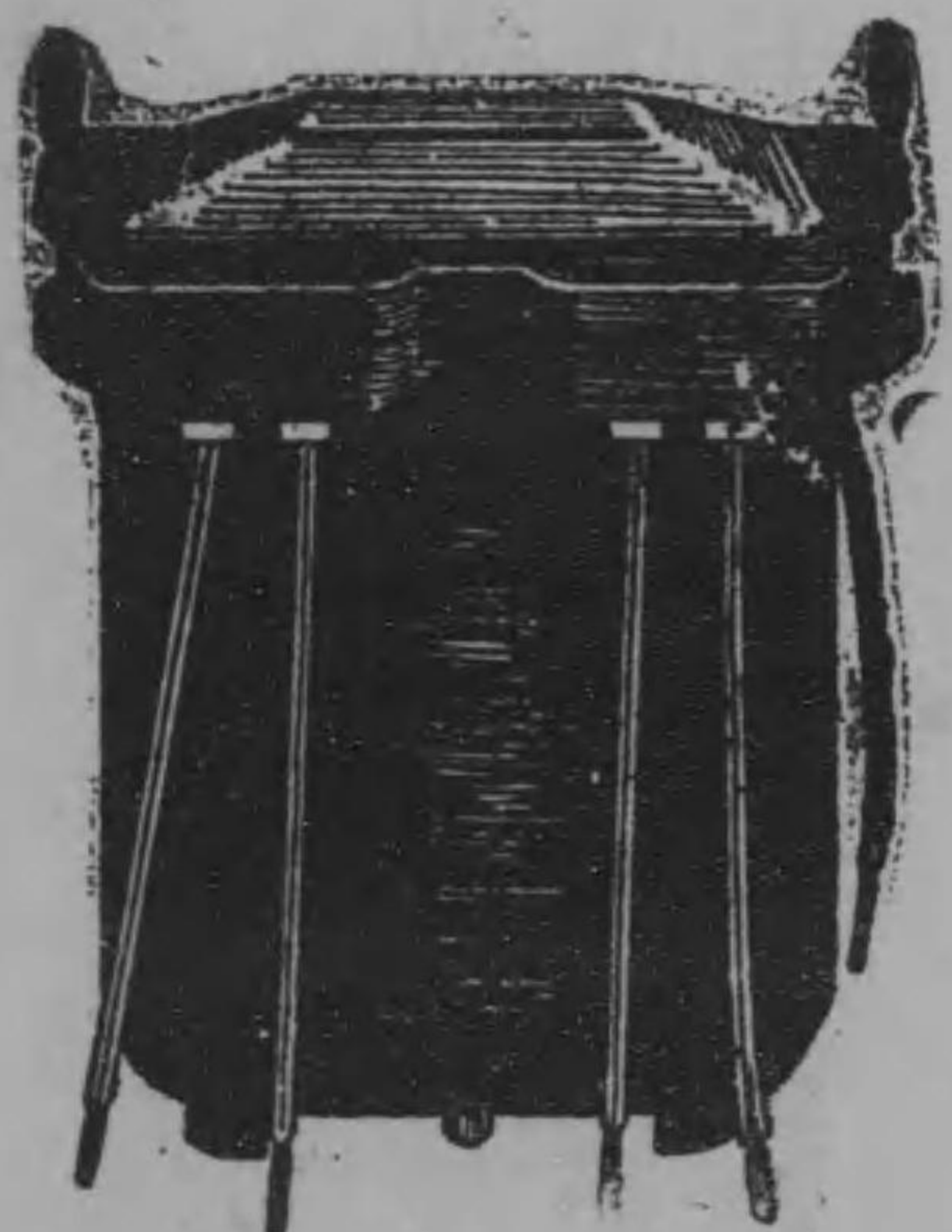


圖の輪線次二と輪線次一

上の方にあるのは二十回捲いた細い二次線輪で下の方にあるのは十回捲いた太い一次線輪である。今下の方の一次線輪に對して電流を通ずれば、誘導作用の爲に上の方の二次線輪に電流が起る。此が誘導

線輪の原理で變壓器又は(電壓を増したり、又は降下したりする器械)、無線電信、電話等に廣く使はれる。

先に述べたヴォルタの電池からは低い電壓の電流を得るが我々は多くの場合に非常に高い電壓の電流を欲するものである。



器 壓 變

此の場合に使ふのが即ち本章で述べる誘導線輪と云ふ仕掛けである。

第一章で述べた如く、帶電體は其附近にある物體に誘導作用によつて帶電せしめるのと同じやうに甲の電流は乙の電流を誘ひ起すものである。

誘導線輪といふのは極めて簡單なもので、先に圖で示した甲乙の二線輪から出來て居る。

今誘導線輪について研究する前に、其本元の原理である電流の誘導といふことについて知らねばならない。

茲に一個の線輪又は電線で環を作り、其側に其線輪と並んでぶら下げられた磁針を置くことにする。

次に今の線輪を切り離して其兩端を電池の銅板、亞鉛板に接続する、かくすると電流が電線の環を通過し、磁針は其電線に向つてフレ始め、次に今度は電線の端から銅板と亞鉛板とを取り外したり接続したりする。此場合に電流は

通じたり止められたりするが其爲に磁針の指す位置が變るのである。

今磁氣を持つ針を電線の側に持つて來て其を手で廻して見ると、電流は其電線に現はれる。これは磁氣の爲に電流が誘導されるのである。サテ電流の分量又は流動する時間は電線の太さによつて決るもので、磁針の動く位置が同じであれば同じ電氣の分量が回線を通過することになる。

若し磁鐵が甲に甲の方向から乙の方向に動くとするれば電線中の電流は止つて了ふが、彼方此方に交番に動けば交流電氣を起して電流の動作が休まない。

此等は電流の誘導といふ作用であるが、時によると此を感應作用とも云ふのである。

サテ誘導線輪について考へんに、茲に甲乙の二本の電線があつて其を互に接近して位置せしめるとする、其甲の電線に電池を接続し、電流を急に起したり停めたりするスイッチを其電線に取付ける。

乙の電線には電流計を取付ける。

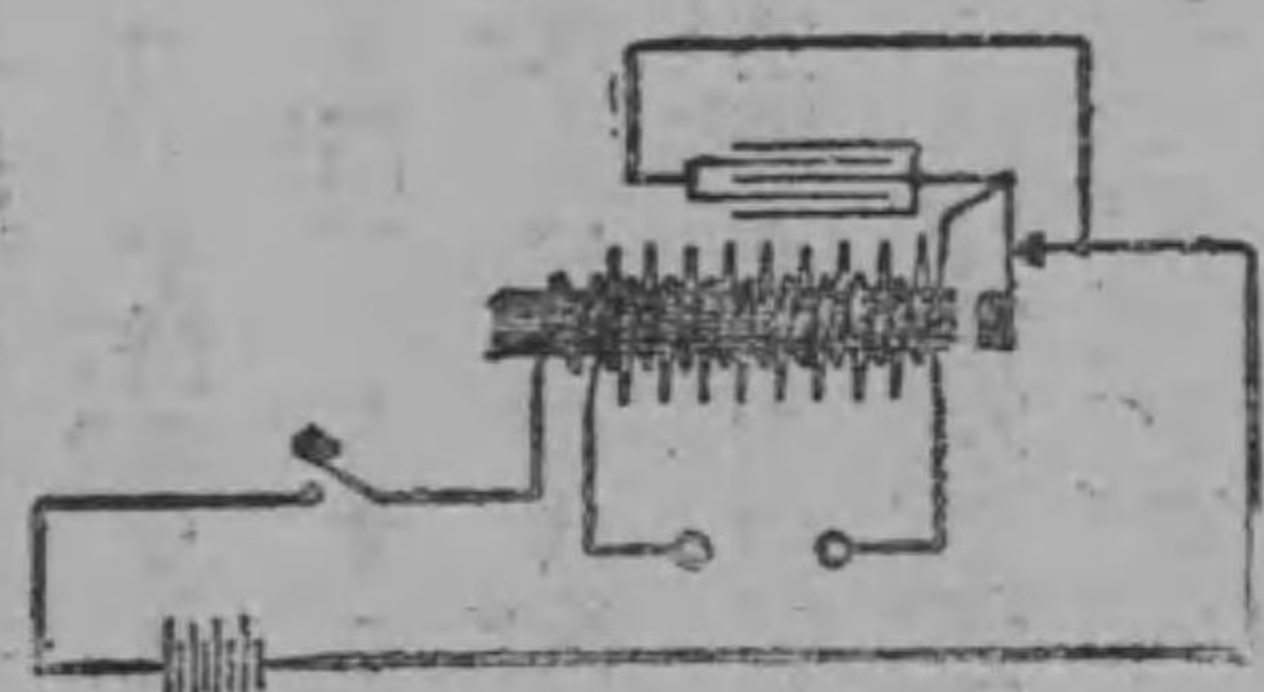
甲の電線に電流が通過すると忽ち乙の電線に取付けてある電流計の指針がふる、これによつて乙の電線には電池を接続しないでも、電流が通することが知れるのである。

然るに其電流計の針は忽ち元の位置に戻るから、此乙の電線に發生した電流

はホンの瞬く間だけ動作するものであることが判る。

此の試験の結果甲の電線に電流が起つたり、又は通過中の電流が停つたりする瞬間だけ乙の電線に電流が起ることが慥められる、それをするには先きのスイッチを開いたり、閉ぢたりすれば宜いのである。

これは誘導線輪の簡單なる装置であるが、下の方にある電池から電流が出て一次線輪に入り、其側にある



誘導線輪の圖

二次線輪内に二次電流といふ第二の電流が誘導されるのである。

ソレを誘導するには圖の如く電鍵の回線中に取付けて回線(一次)を速に開いたり閉ぢりするのである。かくすると電氣火花が火花球の間に表はれる。火花球といふのは圖の中央にある二つの眞鍮製の球であるが、此等の球の間を火花空隙と呼ぶのである。

これは後章無線電信の章に述べる發信用に使はれる原理である。

次に我々が市街に出ると電柱の上に變壓器といふ箱のやゝな器械を見るが、其の姿は六十八ページに示したやうなものである。

これは電流の誘導作用を應用するもので、今第一の線輪の捲き方よりも第二の線輪の捲方を多くすれば第一の線輪に起る電流よりもアンペヤ數(電流の量)は少いが電壓(ヴォルト數)は遙に多くなるのである。又反對に第一の線輪の捲き方よりも第二の線輪の捲き方を少くすれば、第二の線輪に誘導される電流

はアンペヤ數が多く電壓が少くなるのである。

例へば一次線輪を十回捲き二次線輪を二十回捲けば次のやうな結果となる。

若し十ボルト二アンペヤの電流が一次線輪内に通過すれば二次線輪内に二倍の電壓即ち二十ボルトの電流が誘導されるがアンペヤ數は一となる。之と反對に一次線輪を二十回捲き二次線輪を十回捲けば次のやうになる。

若し二十ボルト一アンペヤの電流が一次線輪内を通過すれば二次線輪内に十ボルト一アンペヤの電流が誘導されるのである。

この二つの理を變壓器に應用して居るが、發電所の發電機に起る電流は何千ボルトといふ高い電壓を有し、我々の電燈の様に百ボルト位の電壓と相違するから今の電壓を降す變壓器を使ふのである。此は電燈の章で再び説明することになるが讀者は此等の誘導電流の原理を記憶して置かなければならない。

サテ誘導線輪の能力は一次線輪内に蓄電池を挿入すると一層増加される、其

蓄電池はバラフィン紙と錫箔片とを交互に重ねたものである。
 又電池の電流を開閉する爲にスイッチを用意するが、此場合に電流の方向を
 換へる爲に變流器といふものを使ふのである。
 此等の仕掛けの全體が一臺の臺の上に取付けられて取扱に便利になつて居
 る。

大仕掛けの誘導線輪を使へば普通の電池の電流の何百倍も多い電壓を得るこ
 とが出来ることが非常に細く長い電線を用ふる爲にアンペヤ数が少なくなるのであ
 る。

誘導線輪はX光線にも採用されるが、主として醫師の手術用に用ふることが
 多い。

讀者は已に一次線輪二次線輪等の原理を理解したことと思はれる、尙此誘導
 線輪の原理を應用することは非常に多く後章で更に説明する筈である。

第六章 電燈の話

電燈が晝も夜も電流が送られる場合に明るく輝やくのは次のやうに動作する電
 氣の熱の爲である。

○白熱電燈

電燈のことを一口に白熱電球と呼んで居るが其は其光りが白く輝く爲で、若
 し白熱でなく赤色の光りであれば赤熱電燈とも云ふことになる。

サテ白熱電燈又は白熱電球は諸子の知る如くガラス球の中に細い金屬線又は
 炭素で作つた線を入れて其に電流を通するのであるが其電流が此等の細い線を
 通過すると白熱になつて熱せられる爲に光りが出るのである。

今之を他の例で云へば茲にストーヴか又は爐の中に細長い鐵の棒を入れて熱を與へて見ると、其棒は石炭の熱の爲に最初は赤く次に徐々に白熱状態に熱せられることになる。其白熱になつた鐵棒を暗い部屋に持つて行くと光りが出て周圍が明るくなる。この意味から熱と光りとは常に離れることが出来ないもので、例へば我々の住んで居る地球の上に光りを投げる太陽から熱が降つて來る。今電球を長い時間點じて其に手を觸れて見ると熱くなつて居る。このやうに熱の起るところには光りがあり、光りの起るところには必ず熱がある。

然るに世の中には熱がないにも不拘光りが發する物體がある。

其は何でらうか？

其中の主なるものは彼の夏の夕べ涼みがてら小川の岸などに散歩する時我々の頭上を飛ぶ螢である。螢は之を手に乗へて見るに青白い光りを發しても熱がでない。電氣學者は此のことについて今日の電球の改良を考へて居る、ツマリ

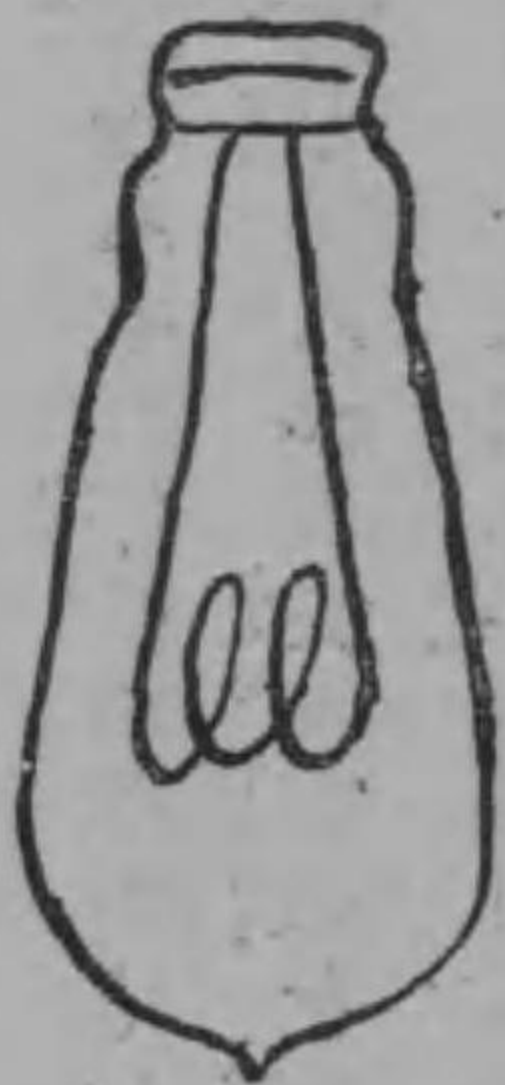
光りを出しても熱の出ないやうに工夫して居るので、未だ完全に出來て居るものはない。

サテ電球、電燈について考へる場合に思ひ出されるのは、一八七八年に有名な米國の發明家エヂソンが細い白金の線を使つて試験を始めた話である。其時エヂソンは白金線又はイリヂウムといふ金屬線は電流の爲に熱を與へられても熔けないものだと思へた。

けれども其時に試験の結果が失敗して更に其白金線を螺旋形に捲き、其にスイッチを取付けて電流が餘り多くの熱を與へる時に加減するやうにしたのである。

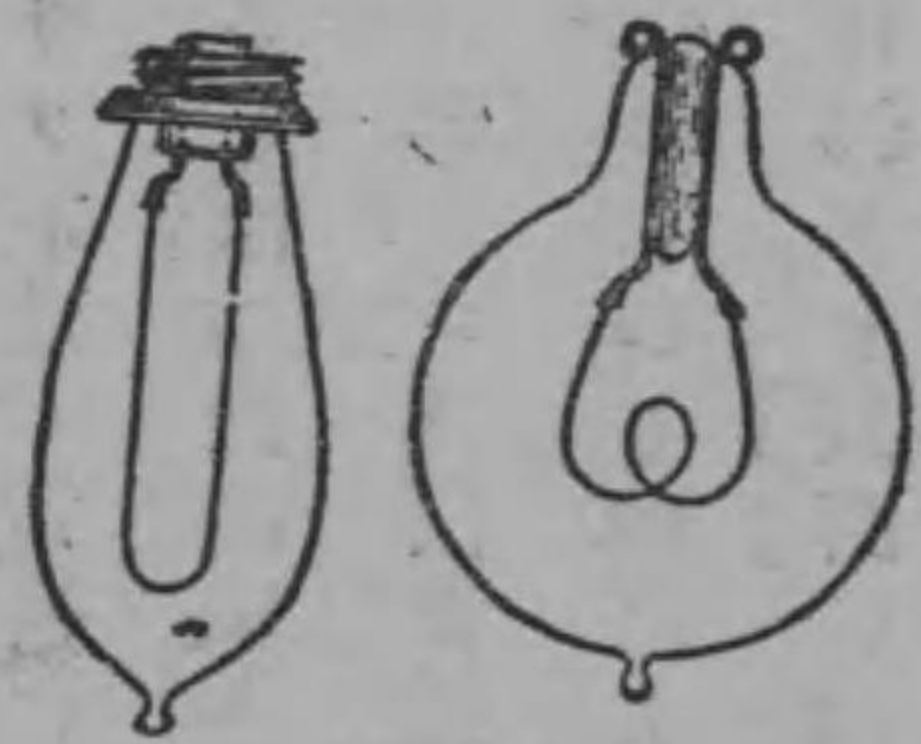
又一八七九年にスワンといふ人がガラス球の中の空氣を取り去つた眞空中に炭素線を入れて炭素電球を作つた。

次に一八七九年の十月にエヂソンは螺旋形の次のやうなランプを考案した。



グステン電球が最も多く使はれて居る。

一八八〇年の一月になつてスワンは更に彼のランプを改良した。其頃約二十年といふものは炭素電球が獨り獨り臺で世間に流行して居つた。然し今日ではタン



炭素電球の圖

炭素電球は細い炭素線を持つて居るが、其はセルロース（細胞）のやうに細い植物の纖維から絲を取つて次に炭素で固めるのである、

これを真空の中に入れると電流が通ずる場合に非常に良い具合になるから、何れのランプの中も空氣

ポンプで空氣を取り出してある。

右に掲げたのは舊式の炭素電球で、此は英國のスワン、米國のエジソンが最

初に考へた形であつた。

此やうなランプの抵抗は纖維條の長さ太さによつて増えたり減じたりする。

今百ボルトの電流の回線に對して十六燭光の炭素電球を使へば約〇・六アンペヤをとることになる。つまりランプが熱しられる時の抵抗は、約一六六オームで、冷たい時には二百オーム以上である、此から考へると炭素といふものは冷たい時よりも熱せられる時の方が低い抵抗を起すことが解る、然るに金屬の場合には其が反對になる。此ランプは約六十ワットを吸収するから、毎燭光四ワットより少い割合である。

このやうにして平均一千時間の間燃焼すると其壽命が失くなる。

此種の六十ワット電球十二個を點するには、七百二十ワットを要するから一馬力の電力を使ふことになる。

ワットといふのは力の單位で、彼の有名なる蒸氣力の發見者ワットの名を記

念する爲に付けたもので、一ボルトの電位の差を持つ甲乙の二點の間を一アンペヤの電流が通過する時にする仕事を指し、ワットといふ單位は餘り小さいから之を一千倍にしたキロワットといふ單位を用ひて電氣機械の力を計るのである、彼の時々一キロワットの動力は何程の料金であるとかいふのは此一千倍のワットのことである。七百四十六ワットは一馬力の力に均しいことを忘れてはならない。

炭素といふ物質は高い温度の爲に溶けないでも、餘り多くの電流を炭素電球に送つてはならない。

普通此種のランプは百ボルト百十ボルト又は二百ボルト二百十ボルトの回線に取付けられる。

○金屬纖維電球

多くの金屬を溶かす温度は白熱となる迄の温度である。

其中で一番高温度は白金の攝氏一千七百五十五度、チタニウム攝氏一千九百度、イリヂニウムの攝氏二千三百度、オスミウム攝氏二千七百度、タンタラムの攝氏二千八百五十度、タングステンの攝氏三千度である。

此等の金屬は曲げ難いものであるけれども非常に硬いから其を電線のやうに細く引き伸ばすには中々困難である。オスミウム、タンタラム、タングステンは此等の引き伸ばし作業に成功して居るがオスミウムといふ金屬は其價格が非常に高いから一般に使ひ難い。タングステンは、今日の進歩した引き伸ばし作業によつて容易に細くなるので一番多く白熱電球用として使はれて居る。

金屬纖維電球の圖



けれどもタングステンを白熱にすると忽ち酸素と化合する、故にタングステン電球の場合には其ガラス球の中の空氣を完全に取り除く必要がある。其眞空になつたガラス球の中に細いタ

ングステン電線を圖のやうに引き伸ばすのである。
 タングステン金屬は高い抵抗と非常に高い温度に耐へるといふ事實から高燭光の場合にも應用することが出来る。

次の表は百ボルト六十ワットのタングステン電球を色々な電圧に使う時の必要な専門の數字である。

ワット	ヤアンペ	燭光	毎燭光のツト數	ランプの壽命(時間)
90	0,565	51	31	840
95	0,58	55	38	3250
100	0,60	60	48	1200
105	0,62	65	55	540
110	0,635	70	70	280

○窒素電球

窒素電球といふのは電球のガラス球の中に窒素ガスを空気がボンブの力で入れるのである。
 かくするとタングステン電球は今述べた普通の電球よりも一層高い温度に耐へて每一ワットにつき二燭光迄の光りを出すことが出来る。
 これを現今では半ワット電球と呼んで居るが

舊式のアーク燈の代りに此窒素の電球を使つて、一千燭光位のランプを使ふのであるが、約五百ワットの電力を消耗すれば宜いのである。

○ネルンスト電球

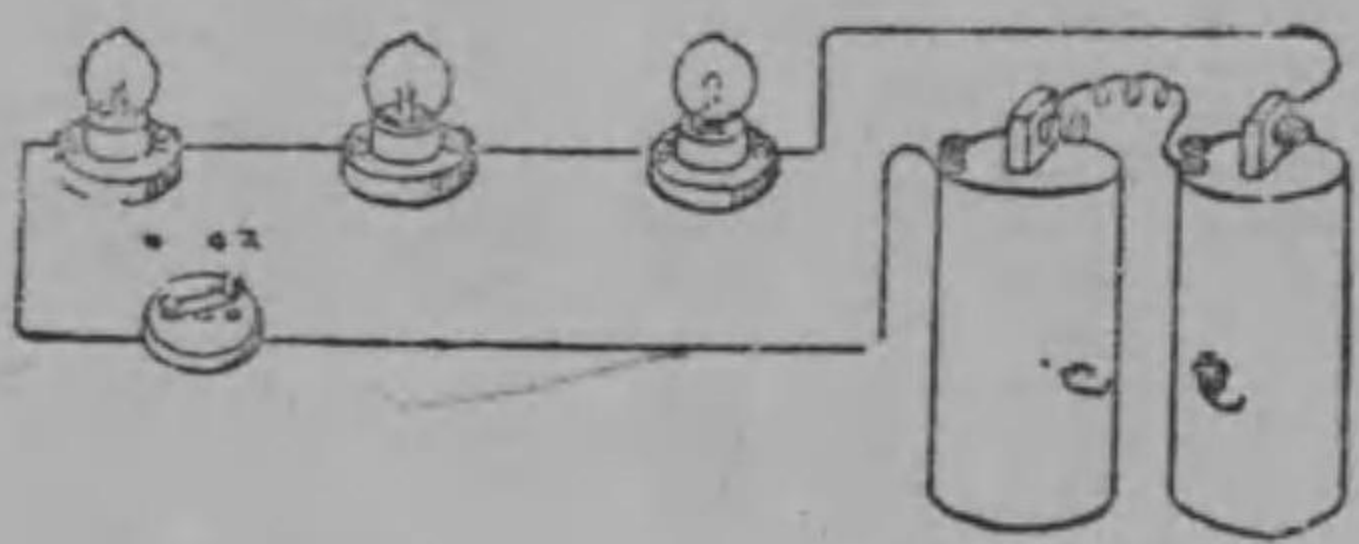
此外にネルンスト電球といふのが有るが、其は酸化した諸金屬の細い線を球の内部に入れてある、例へばソリウム金屬、ザコリウム金屬と少量のセリウム金屬を混ぜて短い線を作り、其が光を發するのである。

○何故電燈が點するか

サテ何故電燈が點するかといふことについて、解り易いやうに述べて見る。

今茲に上圖のやうに仕掛けをして見る。

先づスキツチを閉ぢると此電池から電流が出て、三個の電球の中にある細い



電線内に達するが、其場合電流の通過しようとする通路(電線)が狭い爲に先に述べた如き抵抗といふものに返ふ。

抵抗に返ふと電流が其に打ち勝つて通過しようとする、又抵抗の方でも電流に打ち勝たうとする。此場合に電流が熱といふ姿に變つて電線を熱するから熱せられる電線は白熱状態となるので、此を我々の家の中の電球に比べれば其輝く理由が解る筈である。

今の電池は發電所と同じである。發電所の發電機から起る電流が送電線といふ長距離の電線を辿つて、我々の家の中の電燈回線に來る迄には色々な装置を経て來るが、其等は後章に述べることにして電流が室内に入つて來ると電球の直ぐ上にあるスキツチのところに達する。此處でスキツチを開いた儘にして置けば電流の通路が切られて居るから電燈が點かないが、若し其スキツチを捻ぢて通路を作ると、忽ち電流が電球の中のタンダステン金屬線に入つて來る。

此非常に細いタンダステン金屬は先に述べた如く高い温度に返つても熔けない、且つ高い抵抗に耐へるから電流が其を通過する場合に熱を起して、始めて「電氣の光り」といふものが起るのである。

この場合に普通の人々は光りと云ふけれども、事實は熱であることを忘れてはならない。

これが何故電燈が點じられるかといふ簡單なる説明である。

サテ電熱といふことについては、第十二章に特に説明する筈であるが、次に電弧といふことについて述べて見よう。

○電弧とは何か

サテ電燈の話の中にアーク燈のことを述べるのは順序である。

若し今強い力を持つ電池、又は電流を起す發電機の兩端子間に二つの炭素片を電線で接ぎ合せて見る。次に其炭素片を一瞬間互に離して見ると「電弧」と

呼ぶ電氣の火焰が其炭素片の先端から發生するのである。

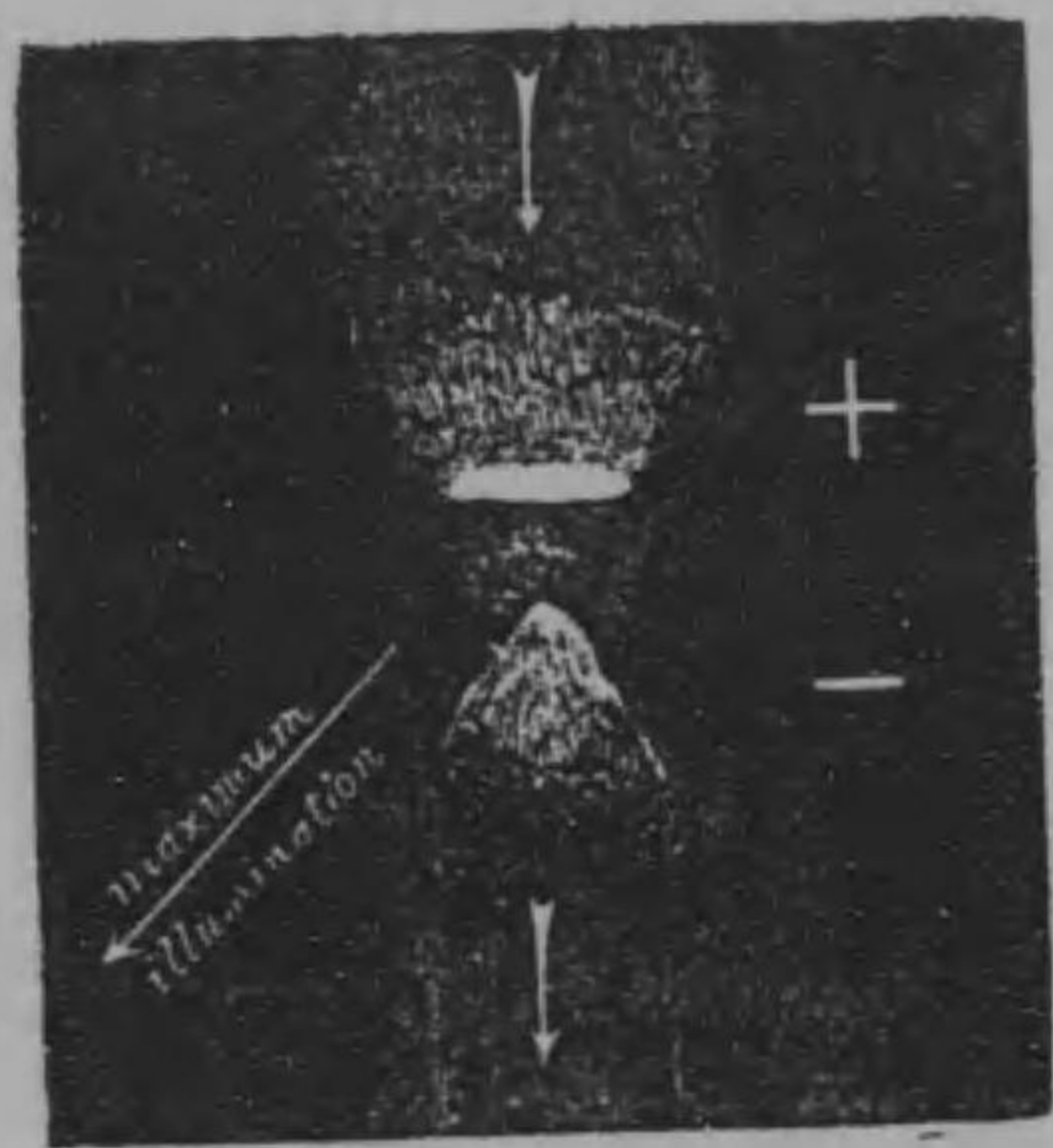
この作用を利用するのが俗に云ふアーク燈である。

讀者は此アーク燈といふものが已に舊式のものであつて今では市街に行くとき先に述べた窒素電球の爲に其姿を消して居ることを氣付くに異ひない、けれども此電弧といふものは獨りランプのみでなく廣く使はれる電氣の一現象であるから、電氣學を研究する順序上勢ひアーク燈についても知つて置かなければならないのである。

サテ今の炭素片の先端を互に隔てると其隔つた空間に火花が起つて炭素蒸氣といふものが現はれる。

此炭素蒸氣は電氣に對して半導體であるが、電流を休みなく甲乙双方の炭素片間の空間に送るのである。けれども此等の甲乙兩炭素片の間が餘り遠く離れ過ぎては其が起らない。炭素蒸氣は非常に高い抵抗を持つから電流が通過する

場合に烈しく熱を享ける。



電弧

(圖解、+とあるのは陽極炭素棒、-とあるは陰極炭素棒である。電流は矢の方向に向つて通過する)

+ (陽極炭素棒) と - (陰極炭素棒) との間にある空間を電氣學で空隙と呼んで居る。この空隙に火花 (スパーク) が起るから又

之を火花空隙とも呼ぶのである。

電弧の温度は約攝氏三千五百度といふ驚くべき高温度に達する、故に電弧を使つてダイヤモンドのやうな世界中で最も硬い物質を鎔かすのであるが、金や白金等は此の高い熱の爲に容易に鎔かされる。

今空氣中で電弧が發生すると炭素は酸化作用によつて段々と燃え失せる。

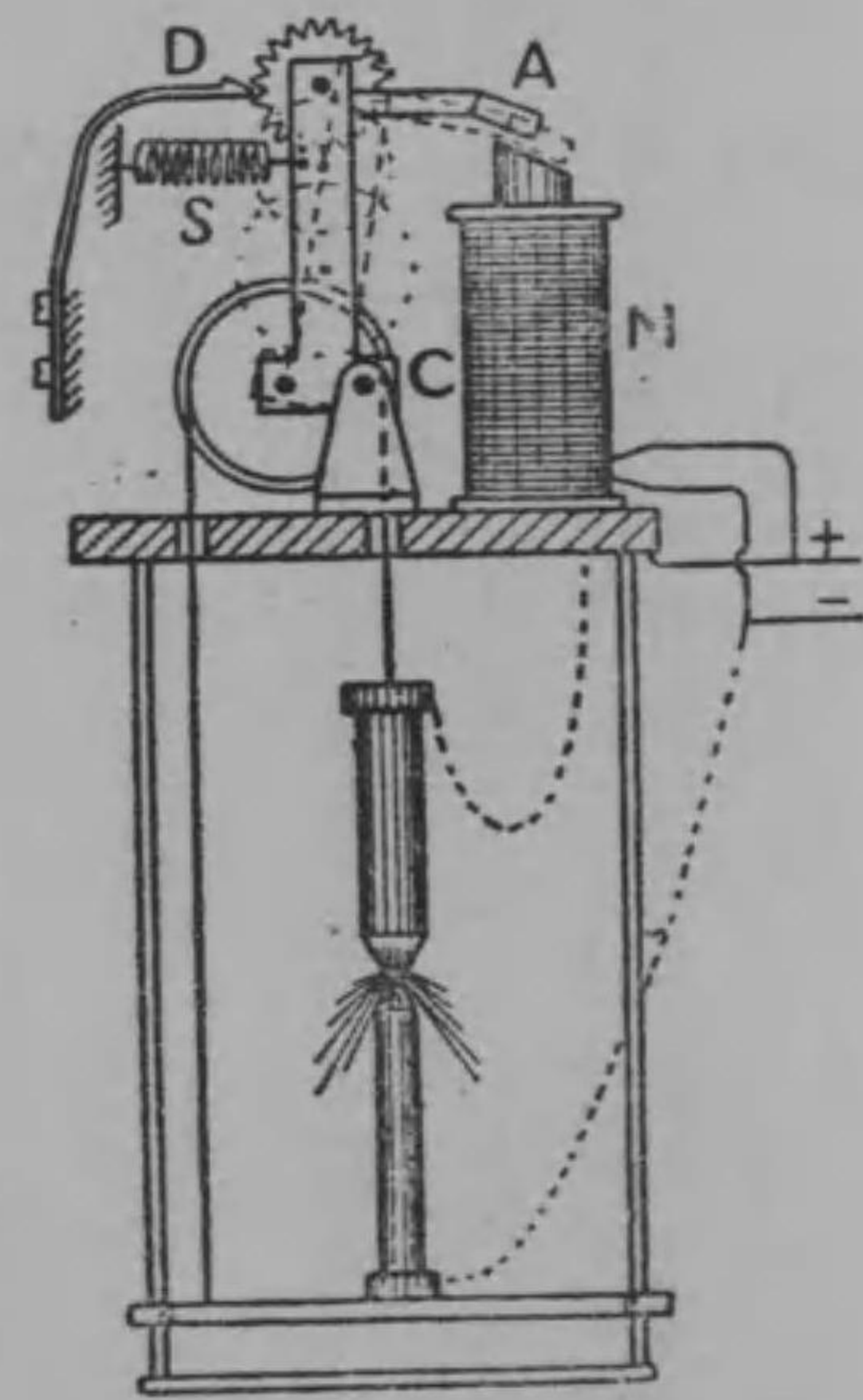
○アーク燈の話

英國の電氣學者ダビーといふ人は最も早く此アーク燈について考へた人である。ダビーはアーク燈を得る爲に其電極用に木炭を使つた、次にフリーコーといふ人が其の缺點を知つて硬い炭素を使つたが、其が今日のアーク燈の始まりである。

今日のアーク燈には人工で作つた炭素を使つて居るが其は規則正しく消耗するが、其消耗の速度が割合に遅いから經濟である。

サテ電弧を發する陽極炭素片と陰極炭素片とを互に接觸せしめたり又離したりする装置が必要であるが、其は左圖のやうに時計仕掛けで行ふことになつて居るから一人の手を借りないでも自ら適當の作業をするのである。

下の方にあるのが陽極と陰極の炭素片で其間に電弧が表はれて居る。Mと記したのは電磁鐵であるが、其中を電流が通過するとA(發電子)を引張



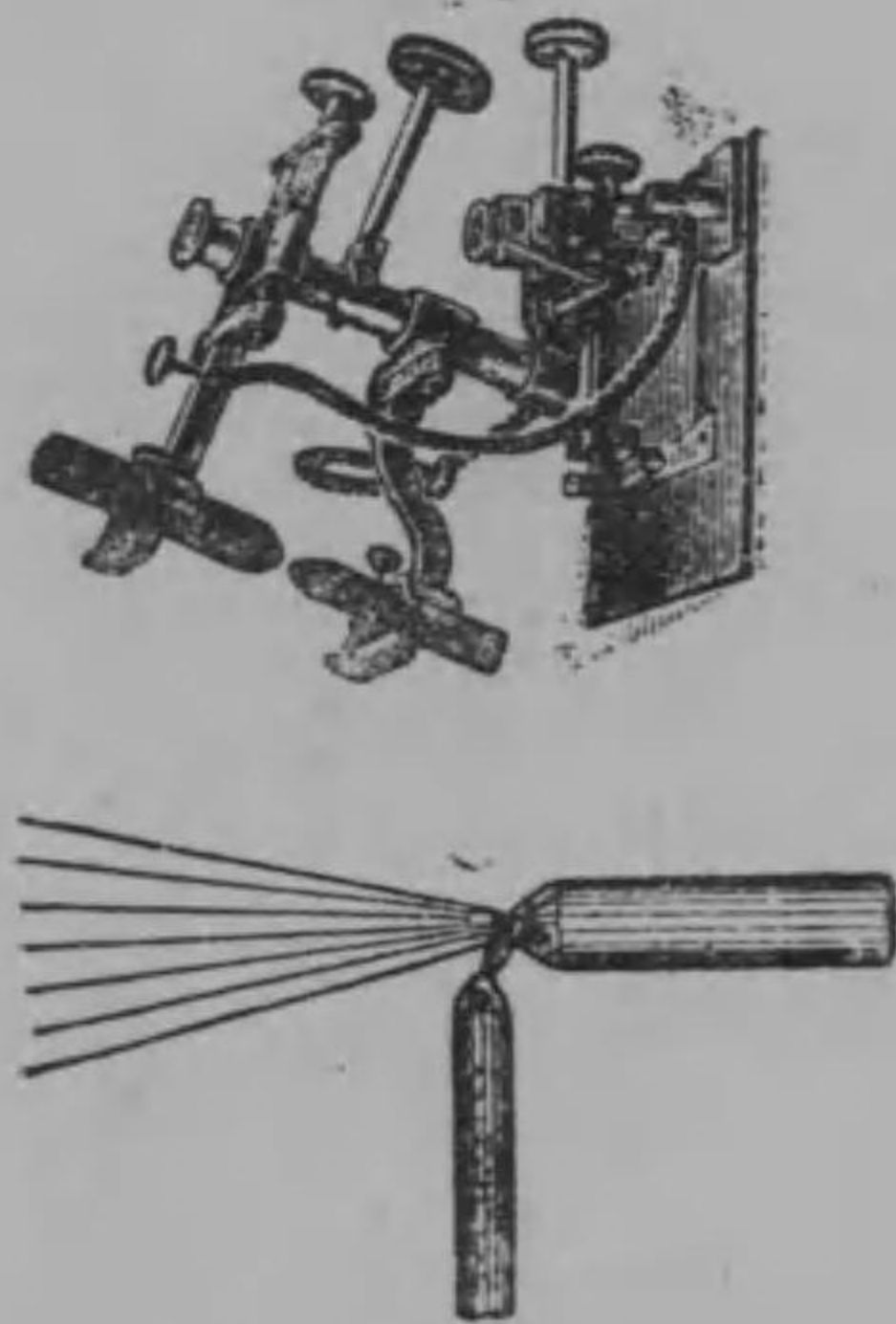
アーク燈の時計仕掛け

るから時計仕掛けが動き始めるから下の方の炭素片が互に接觸したり離れたりするるのである。

○探照燈の話

軍艦などに使ふ探照燈には

特別の式のアーク燈を使つて居る、其は一方に集めた光線を應用するもので炭素棒を上二圖のやうに支へて置く。上圖は互に向き合せたところ、下圖は甲の炭素棒に對して乙の炭素棒を直角に支へるので、斯の如くすると光りの大部分を前



方に投げる事が出来る。

光線の集注といふことが此場合に必要であるが、其目的に對して反射鏡又はレンズを用ふるのである。

此外に水銀蒸氣電球といふものがあるが、其は眞空になつて居るガラス管の中に水銀蒸氣を入れるので其中を電流が通過する場合に強い緑色の光りを發する。

サテ電燈といふことについて知らねばならぬことは次の事柄である。

○可熔片(フューズ)

我々の家の天井裏に俗に云ふ安全器(フューズ)といふ仕掛けがしてあるが此は或温度で熔け易い金屬で作つたので之を専門語で可熔片といふのである。

このフューズの目的は、今若し臨時に何かの原因から普通の力以上の過度の電流が我々の室内にある電燈線内に入つて來ると忽ちにしてランプの中の線を

切つて了ふが、此フューズを電燈回線の中に挿し入れて置けば其電流が通過する瞬間に熔けて了ふから其過度の電流がランプの線に達しないと云ふ役目をするるのである。

かくてフューズの爲に電球の中の細いタンダステン纖維が安全に保たれるのである。

時々電燈が消え、電燈會社に掛け合ふと工夫が來て其を見る、先づ何よ、も先に天井裏のフューズを儘めて次にスキツチなどを検査するのである。

○電燈用コード

コードといふものは撓げることが出来る電線で非常に細い銅線を何本も何本も組み合せて其の組み合せの上にゴム、テープ等の絶縁物を着せ次に木綿で包んである。此を専門の言葉で可撓性電線と呼んで居る。

勿論此は室内の彼方此方に電球を持ち運んだり又は其位置を變へる爲に便す

るものである。

○電燈の傘

これは普通瀬戸焼きで下方が白色のものである、光りの反射用として使ふのであるが瀬戸は絶縁體であるから此場合に用ふるのも萬一漏電等の場合に危険のないやうにするのである。

○漏電といふことは何か

凡そ電燈の場合ばかりでなく、凡て電流の通過する回線には何時も此漏電といふ作用を起さないやうに電氣を制へて置く絶縁といふ仕掛けが必要である。漏電といふのは讀んで字の如く電氣が洩れることを云ふのであるが、電氣といふものは何時も一番近い道を辿つて逃げたがる性質を持つもので、之を圖で示せば左圖のやうになる。

左の圖に示す丸い回線を電流がグル／＼廻る場合に若しも中央にあるやうな



(點線)近道があるとすれば電流は中途から其近い道を通つて了ふ。

此を電氣學の言葉で短絡回線と呼ぶのである。此と同じやうな理由で、今若し我々の天井裏の電燈線が長い年月を経過して其を被覆した木綿、テープ、ゴムなどの絶縁物が古くなつて偶々鼠賊等の爲に噛み切られたとすれば、其噛み切られたところから電流が洩れて側にある電氣の導體(鐵其他)に感じ、忽ち近道を辿つて餘處に逃げる。故に電燈迄態々來ないでも其近道から他處に去るのである。

此場合に導體が十分にあつて雨や其他の濕氣を帯びて居ると一層電氣を導き易く、又金屬類などに感じて遂には火を引いて火災の様な怖ろしい原因となる。故に平素此點に注意して電線の絶縁といふことを心掛けて置くべきである。

恰も井戸や水道のパイプの一點に小さい孔が明いて其から水が洩れるのと同じである。けれども電流は水流のやうな遅い漏れ方をしない。其逃げ路が完全であれば一瞬時の間に何萬哩といふ風に逃げるのである。

○避雷器の話

次に電燈に關係のある雷の話をしたと思ふ。

雷は空中電氣の一種であつて空氣中の電氣現象から起るものである。

夏の蒸し暑い日になると午後から夕方にかけて起り易い。

彼の高く懸つた密雲の中に一種の帯電作用が起ると見る間に地上に向つて其

が落下して来る。地球は一つの大きな磁鐵であることは已にギルバート博士の

地球磁氣といふところで述べて置いた筈である。事實地球の内部には磁氣があ

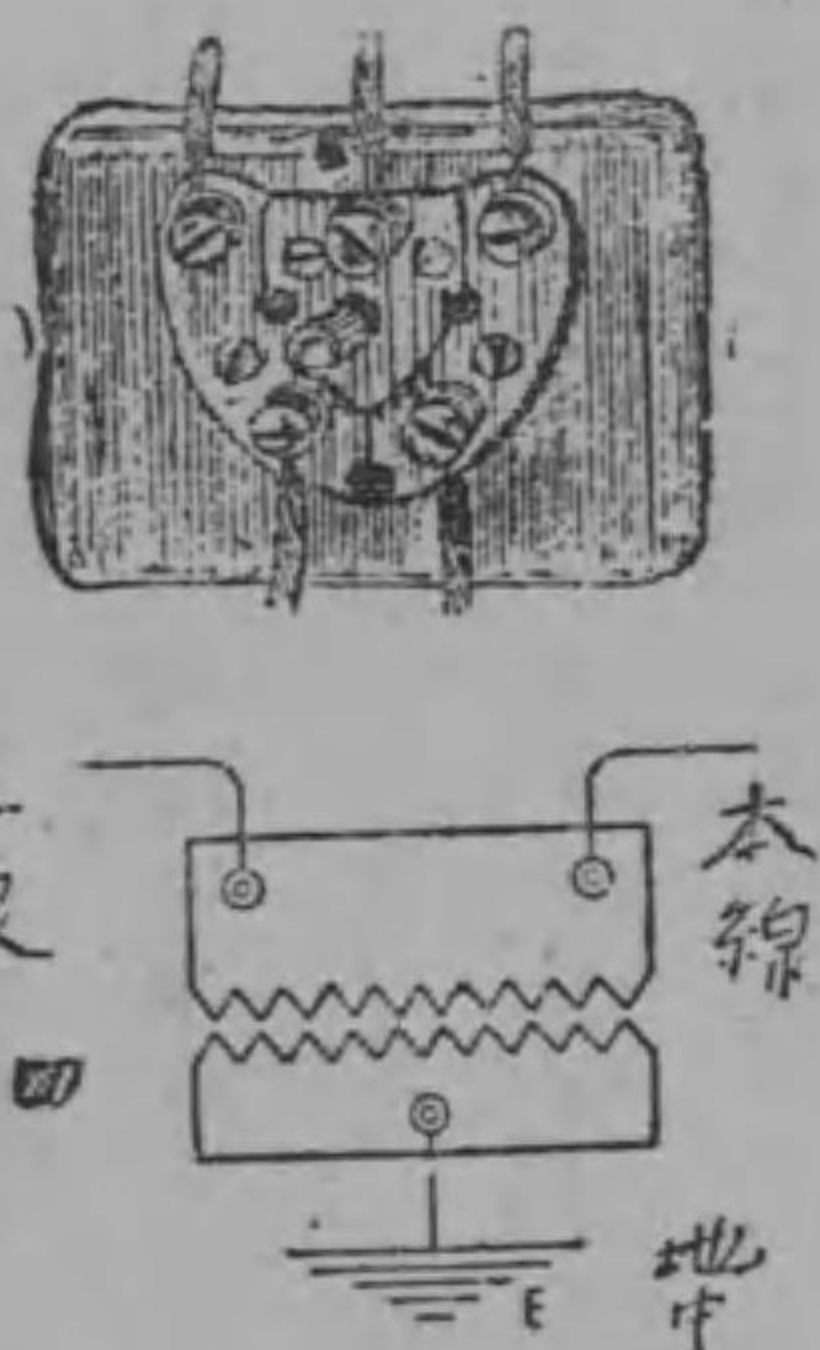
つて何時も肉眼では見ることの出来ない帯電作用をして居る。

大氣中の帯電作用が此地上に向つて突進して降りて来る時の有様を雷といふ

のである。其上層大氣と地上との間にある空氣は其帯電作用に對する絶縁體であるから強い抵抗を兩者の間に起す。かくて空氣といふ層（又は誘電體ともいふ）を通り貫ける爲に先きの電弧が炭素片間の空隙を通過する時のやうに電氣火花が起る。其が雷鳴から来る電光である。

此の電光は殆んど一秒時間の何千分の一といふ短い時間で地中に通過する。此場合に其に對する安全な通路を作るのが即ち避雷器の役目である。

避雷器は上圖のやうに簡單に出來て居



これは真中に真鍮のやうな金屬片があつて、雷が此に達すると其金屬片の間にある空隙から餘處に逃げるやうになつて

居る。然し此は電信機の保護等に使ふものである。

高い屋根の上に白金を先端に鍍金した避雷針といふものがあるが其針の下部から電線が地上に吊り下げられてある。

雷が高い其針の尖端に來ると忽ち地中に逃げて了ふから其家屋は安全に雷を避けることが出来るのである。これも避雷方法の一つである、即ち雷を導いて其を逃がす方法であるが、電柱の上、又は他の電氣を取扱ふ機械器具には鋭敏な避雷装置を施さねばならない。

先に述べたフューズは時々雷の爲に溶かされて電燈回線が切れるのである。其は雷といふ一種の強烈な電流の爲に高い熱を起し、其によつて可熔片（フューズ）が溶けるといふ意味である。

此の作用の爲に彼のモートル（電動機）や發電機の内部にある細い捲線が保護されるので、若しも此フューズが回線中に挿入されて居ない場合には過度の雷のやうな電流が其捲線部分に通過して、遂には熱の爲に其を燃焼せしめること

になる。

斯の如く電氣の諸機械、器具、装置等は極めて鋭敏な感電性を持つもので、避雷器、フューズの外にも十分に絶縁物を以つて電流の逃路を防いで居る。

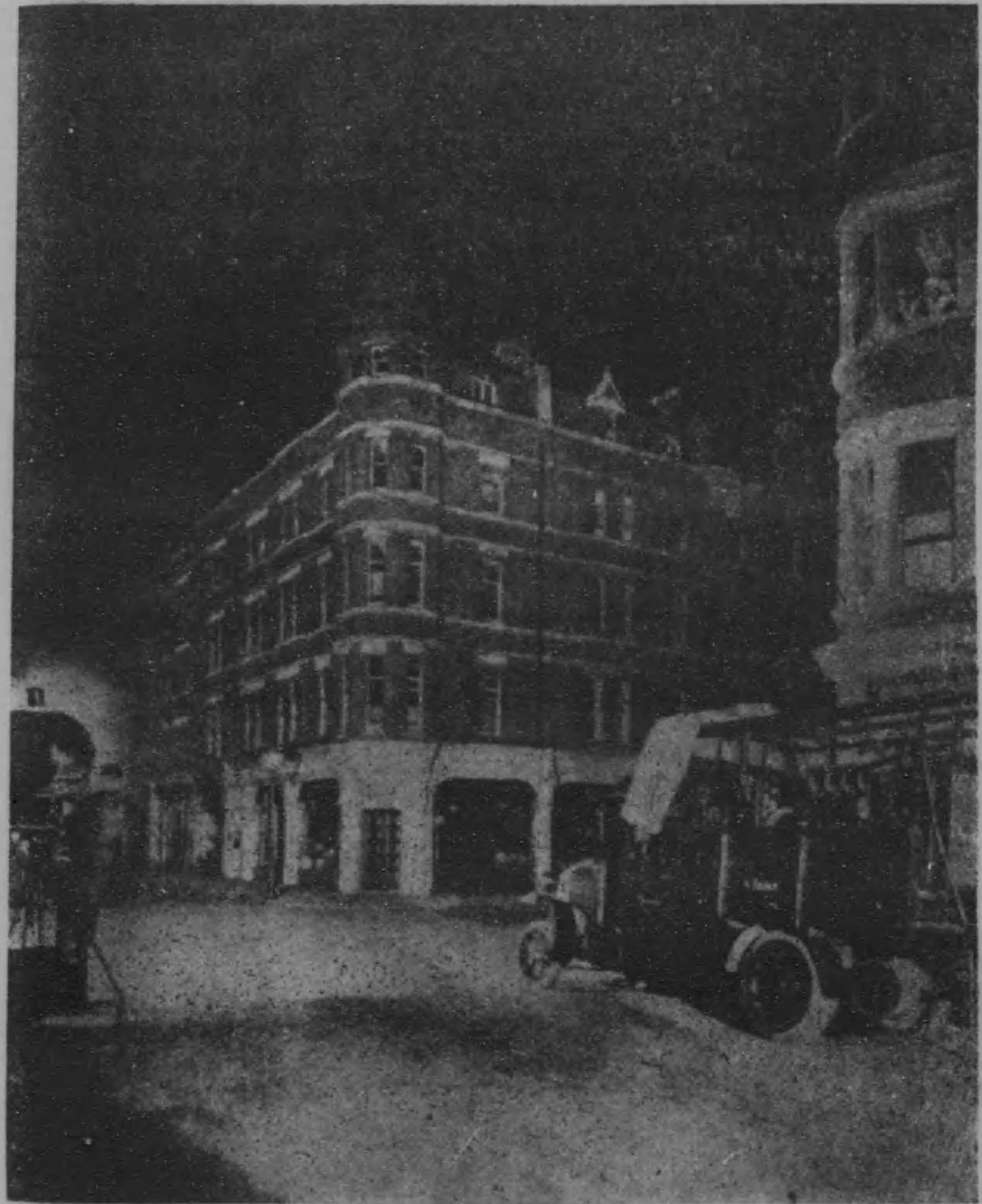
○晝を欺く電弧の光り

先に述べた電弧が如何に強い光りを放つかといふ例について、左にロンドンのチャリング・クロスといふ繁華な町の角で夜間撮影した寫眞を掲げる。

これは彼の活動寫眞用の弧光燈であるが、斯の如く大形のアーク燈を使つて夜間市中や他の場所を照し、其を寫眞機で撮影して見ると晝間に撮つたものと同じやうに寫る。此は二個の太陽型といふアーク燈で輝して居る。

右手の高い窓から二人の女中が顔を突き出して居るのが見える。

電燈といふことについては此程度で説明を止め、次に電燈に電流を送る發電機の原理、構造について述べることにする。又電動機（モートル）の知識も得た



リ光の燈クーア

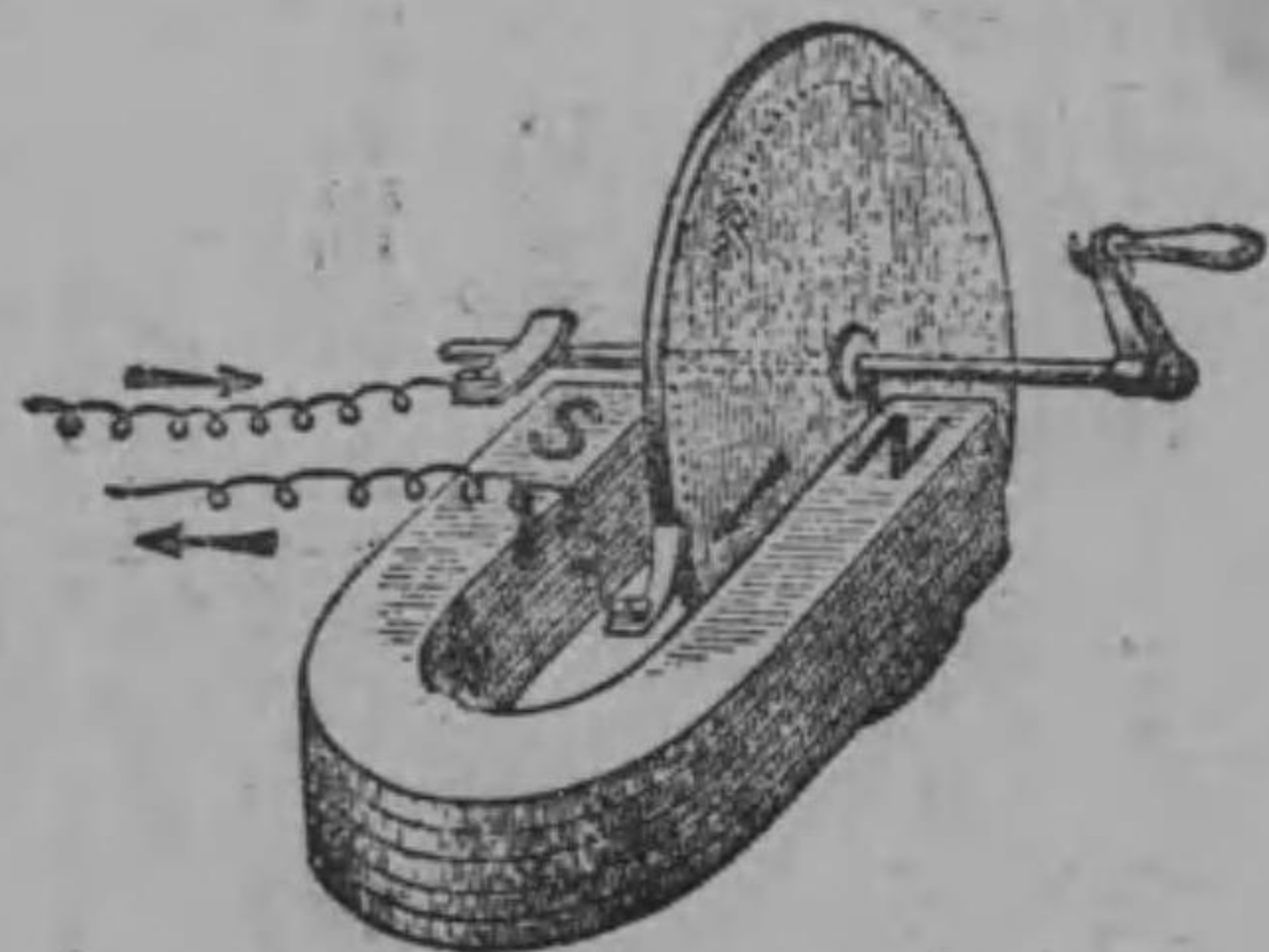
いと思ふから併せて其を説明しよう。

第七章 発電機と電動機の話

凡そ電流に交流と直流の二種があるやうに、発電機にも又電動機にも同じやうに、交流発電機、直流発電機、乃至交流電動機、直流電動機がある。

此発電機と電動機の構造を説明する前に、一應簡単な磁気発電機といふものについて述べたい。其の知識が頭に入つた後に本章の説明に取りかゝりたいのである。

サテ、有名なファラデーといふ科學者は、磁田の中に沿うて電線を廻すと電流が誘導されることに氣付いて、ヴォルタ電池の代りに磁気発電機を作つた。



機電發石磁るな單筒の一テラアブ

其は強い磁氣を持つ鋼磁鐵の磁極の前で迅速に廻る車軸に絶縁した電線を捲き付けた線捲きを取付けたので、其車軸が磁極と磁極の間で廻ると電流が誘導されるからである。

次に一八五六年になるとシーメンスといふ人が此を改良して一段の進歩を起した。

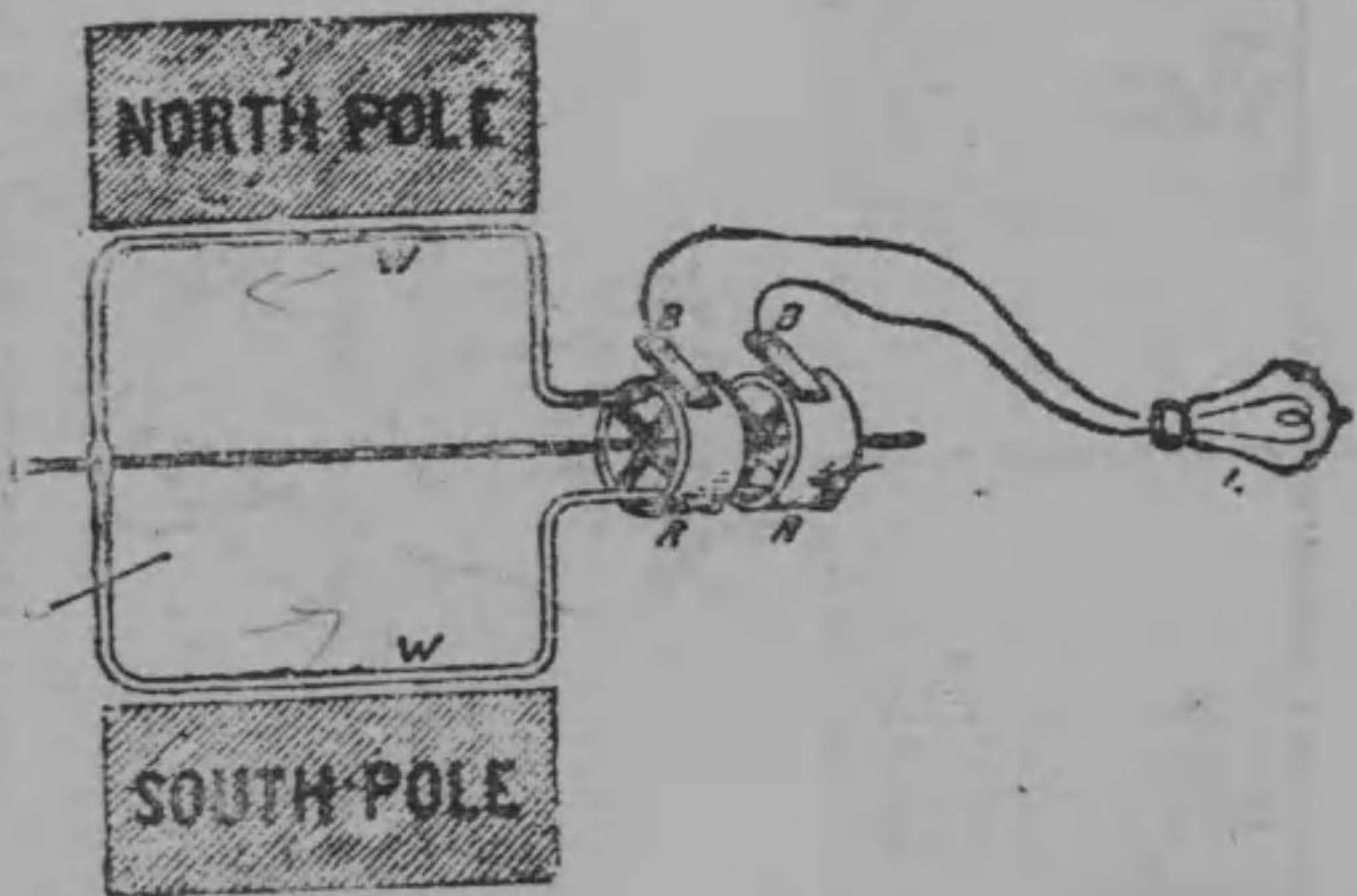
今日でも電氣の玩具商店を訪れると此磁氣發

電機を賣つて居るが、其構造は

(一)田磁鐵(磁田を作る磁鐵)と呼ぶ固定した磁鐵と(二)誘導作用によつて起電力が機械的に起される發電子と呼ぶ回轉する線輪を持つて居る。

此發電子の線輪の兩端が若しも二ツの滑り環に左圖の様に接されると、外の回線と滑りながら接觸をするから、交流電氣を起すことになり、事實交流發電機

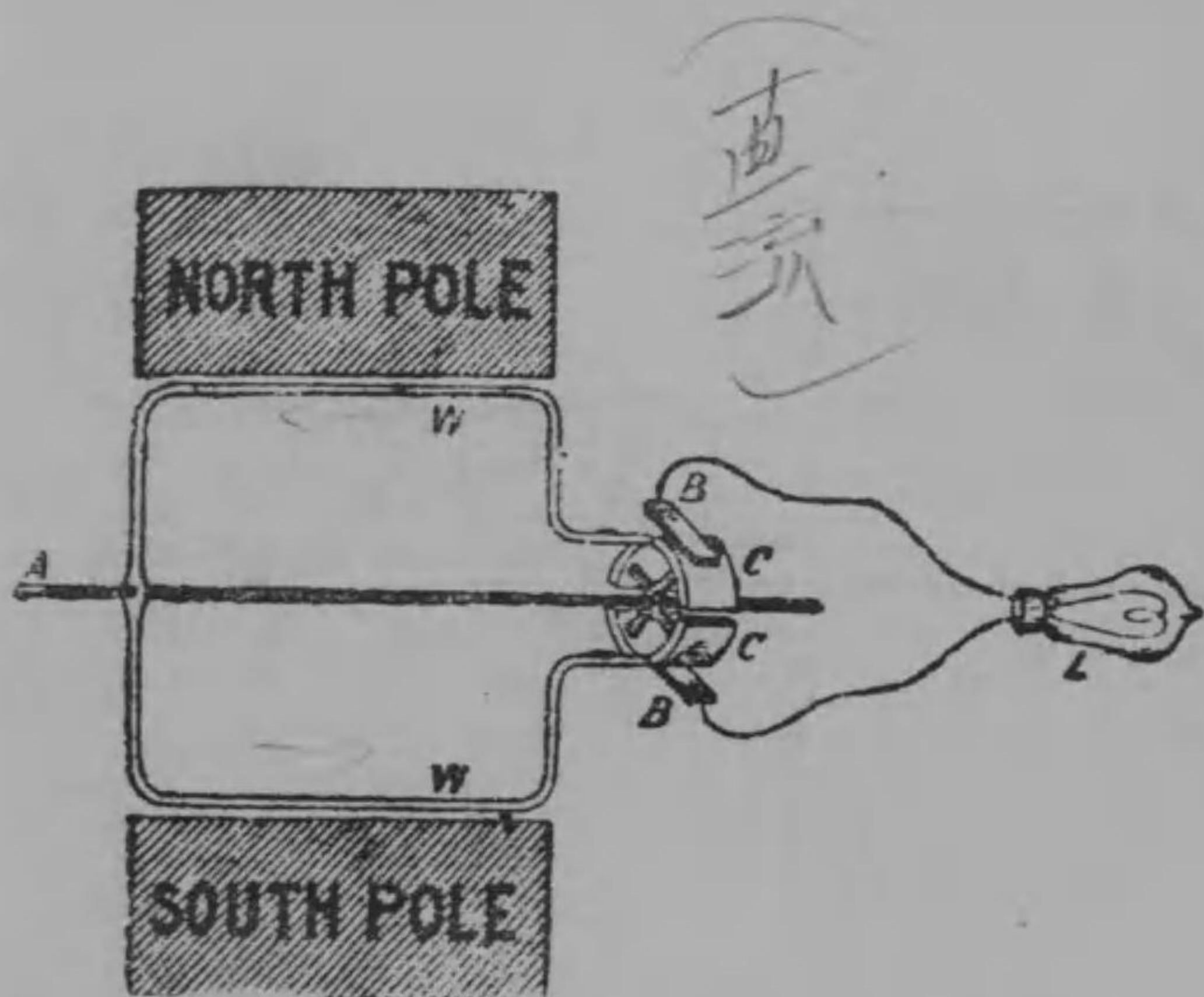
となるのである。



圖の説明、これは交流電氣を起す交流發電機の原理である、英語で記した大きい文字(上と下) (NORTH POLE, SOUTH POLE)といふのは磁鐵の北極と南極である、此等の兩極の間にある眼に見えない空間が先に述べた磁場である。

W Wといふ文字のあるところの四角な格好をして居るのは線輪即ち發電子であり、Aは其發電子を廻す車軸で、此が廻ると線輪の中に電流が誘導される。此電流の方向は車軸の各半回轉毎に甲方向、乙方向と變

るので、其が交流電氣である。



R R は二ツの滑り環(金屬で作る)で、其中の一方は發電子線輪の各端に取付られる。B B は滑り環を押し付けるブラツシユ(電刷子といふ)で、其役目は廻轉する線輪(發電子)と外部の回線との接觸をせしめるものである。L は外部回線中の電球である。このやうに發電子が廻轉すると其二分の一の回轉毎に交流電氣が起るから、自然外部の回線中に交流電氣を送るのである。次に直流を起す直流發電機の構造を圖で示すと、恰も此と同じ様に見えるが事實は

左様でない。

此の圖について考へるに、先きの交流電氣を起す交流發電機の原理と同じやうに見えるが、事實異つて居る點を述べよう。

上下にあるのは矢張り磁鐵の北極、南極であり、又 W W は其兩極の間の磁場中に廻る發電子である。此發電子が廻轉すると其半廻り毎に電流の方向が變るから交流電氣を出すのである。けれども先きの圖と異つた點がある。其は C C (二ツの金屬接子)と B B (廻轉する C C 接子を押しつけるブラツシユ)とがあつて、其ブラツシユは外部回線と接觸されて居る。此のやうにして電流が發電機を出ると常に同じ方向に向つて送られることになる。

つまり電流を何時も同じ方向に向つて送る爲に、車軸の上の滑り環にブラツシユを付けるのである。

此方法で直流發電機となるのである。此ブラツシユのことを専門語で整流子

と呼ぶのであるが、つまり交流電氣を直流に直す役目を持つのである。サテ俗にダイナモ(發電機)といふ機械は機械力を電氣力に變へるもので、磁鐵と電線の間で起る誘導電流の運動から其作用をするのである。

直流の發電機の場合には、普通田磁鐵と呼ばれる磁鐵として動作する部分は固定して居つて、發電子が其兩極の間に廻るのである。

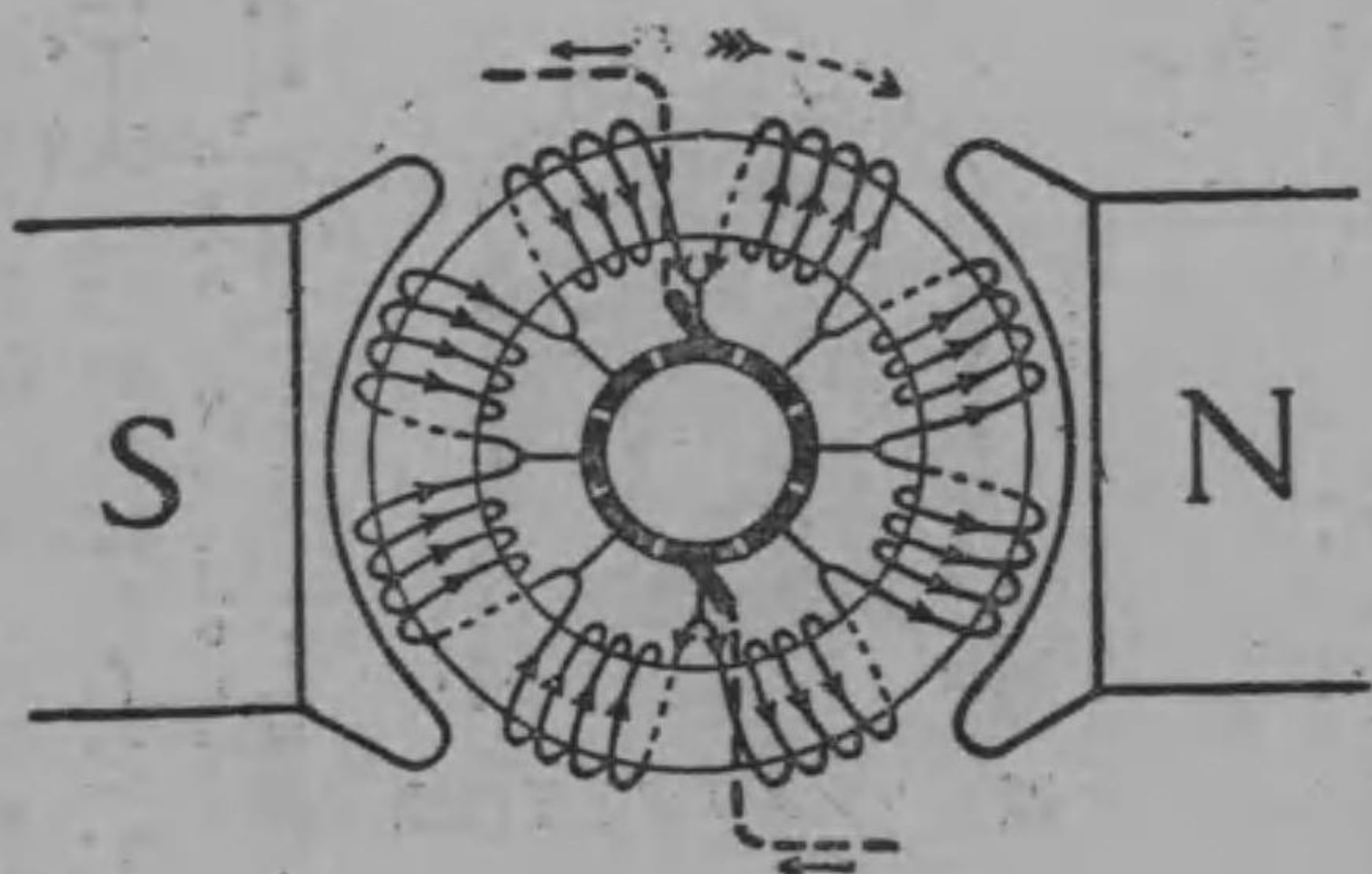
交流發電機の場合には其田磁鐵は固定した發電子の中で廻る。此田磁鐵の主な役目は、小さい勵磁機と呼ぶ磁氣發電機によりて發する十分な電流を起す爲である。

○直流發電機の話

今日我々が各所で見る發電機の發電子は其構造が非常に雜み入つて居る。先に圖で示した簡單な線輪と二分にされた整流子だけでは迅速に電流を起すことが出来ない、つまり實際の場合には此様な簡單なる装置では間に合はないのである。

のである。

多くの發電機の中にある發電子の線輪の捲き方は閉輪式といふので、電線を鐵心の上に捲くのである。

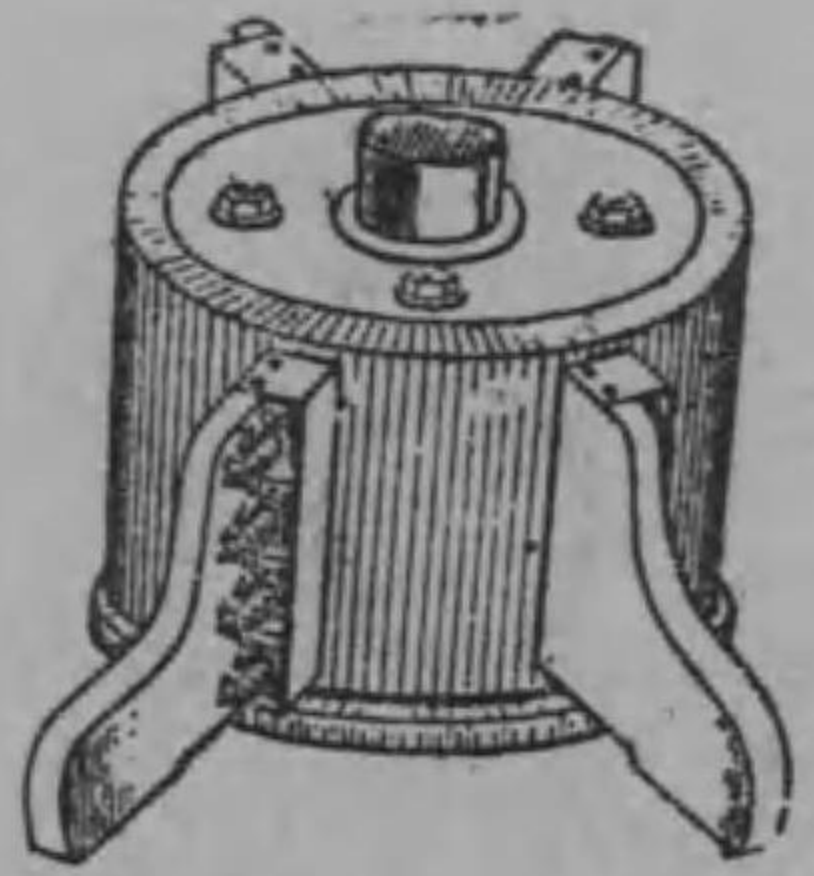


環狀發電子の圖

此環のやうな捲き方は其線輪がグル／＼と限りなく捲かれるのであるが、此線輪がS N (田磁鐵)の兩極の間に廻ると、起電力が誘導されて此等の部分に電流を送らうとするから其の廻轉する線輪から電流を外に送り出す役目をするブラツシユを適當の位置に取付けなければならぬ。

けれども其ブラツシユは線輪と接觸してはイケない。左圖に示す整流子と接し合ふやう

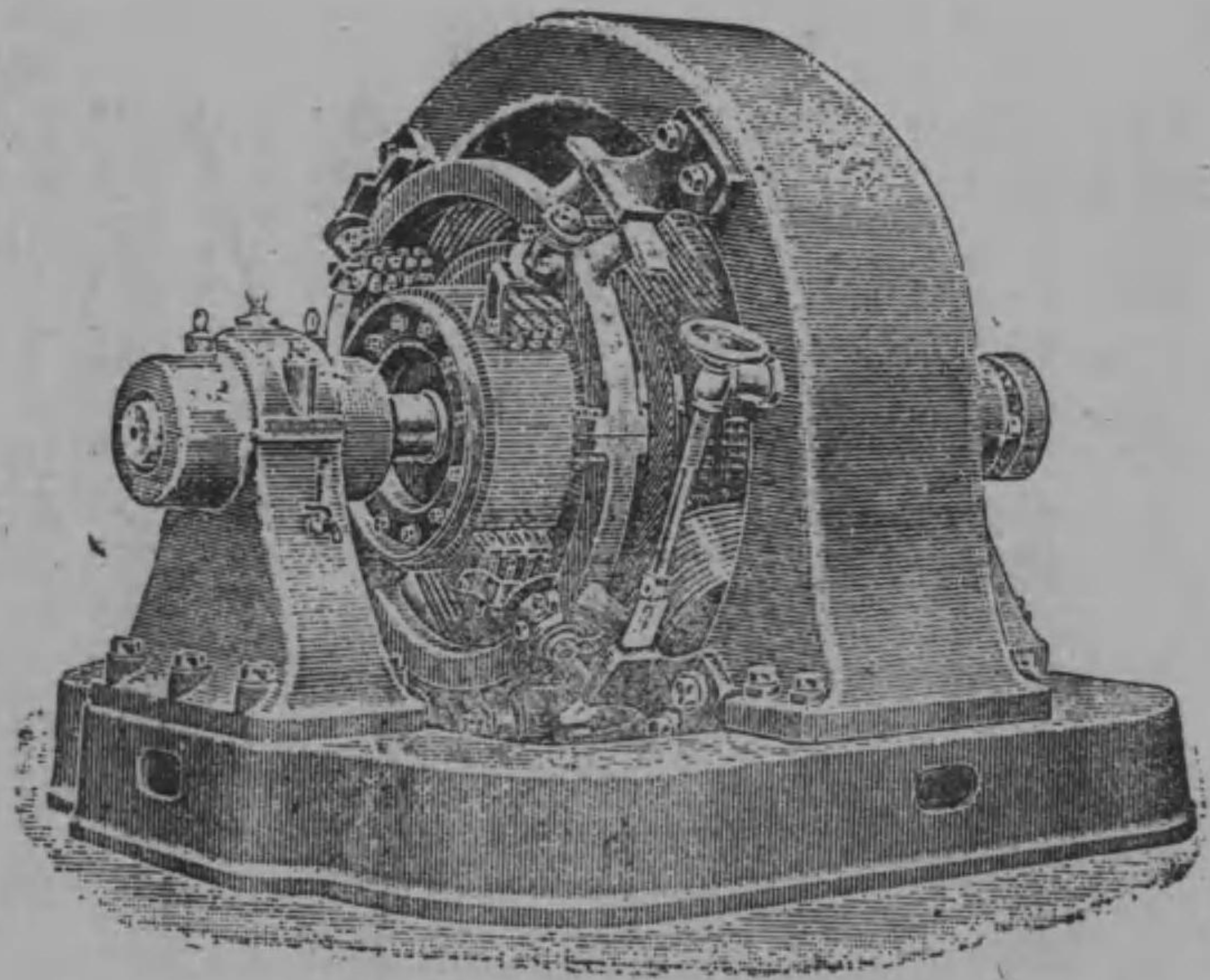
に工夫しなければならぬ。此整流子といふのは圖に見る如く多くの銅片を取り付け、各片の間を互に絶縁して發電子の線輪と適當の間隔を置いて接ぎ合せる。此のやうに接ぎ合せると、發電子の捲線の各回轉毎に、電流が其方向を同じくして直流電氣を發するのである。



圖のユシツラブと子流整

ある。

今日我々が大型の發電機を見る時に何れも此多極發電機であると思はねばならない、例へば四極、六極、八極又は其以上の多くの磁極を持つのである。先の兩極發電機は小さい發電機の場合に採用する方式である。これは四極發電機の外観であるが、出力(又は發電能力)二百五十キロワット



圖の機電發極四

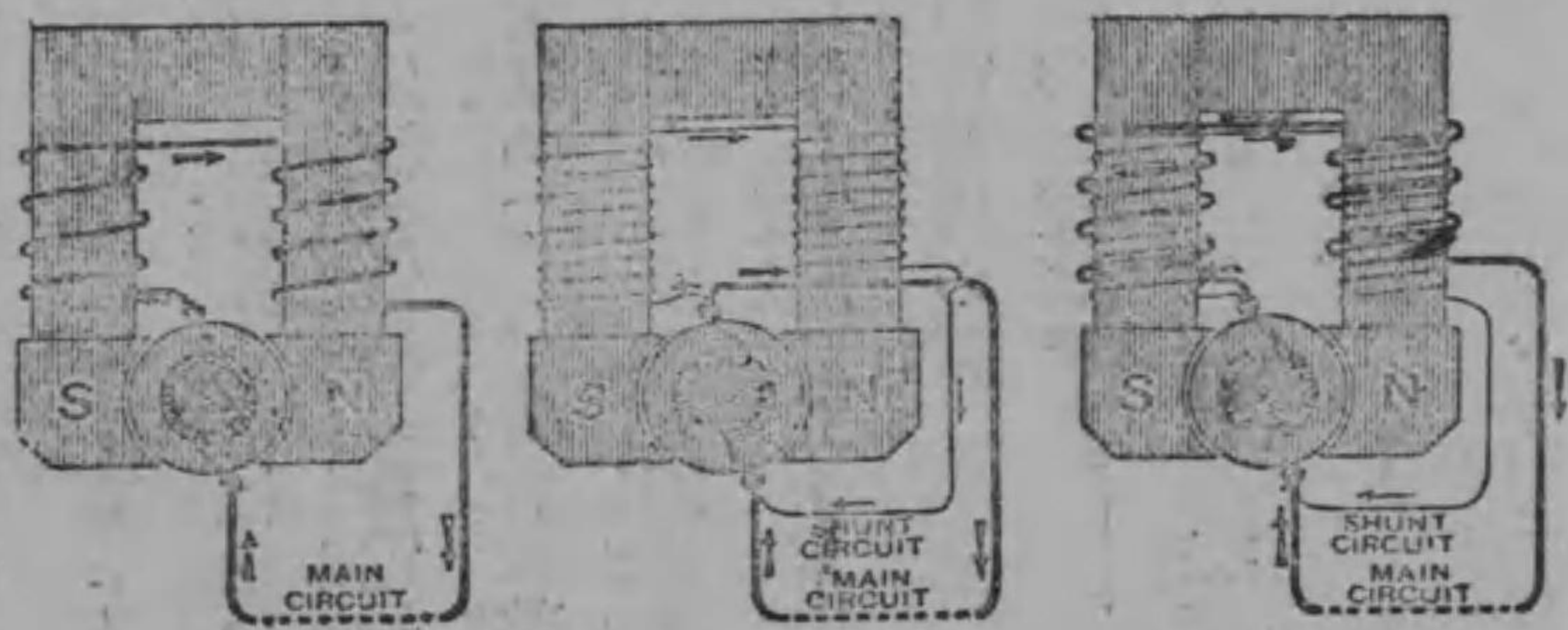
トで一分間三百七十五回轉をなし、五百ボルトの電壓で五百アンペヤを發生するのである。此發電機の發電子の捲線は磁極片を殆んど平均に廻り乍ら過ぎる様になつて居るが、北極を一方の捲線が通る時に南極を他の捲線が通過するやうになる。○田磁鐵の勵磁作用とは何か。發電機の田磁鐵を勵磁するといふことは大變必要なことであるとは已に述べた通りである。

この勵磁作用をする田磁鐵の仕掛けに數種の方法がある。

- (一) 耐久鋼磁鐵を持つ磁氣發電機
- (二) 別に取付ける勵磁機といふ機械によつて田磁鐵を勵磁するもの
- (三) 發電子の上に特別に捲いた線輪で勵磁用の電流を得る方法
- (四) 田磁鐵の線輪が發電子の線輪と外部回線とに直列に位置する直捲發電機
(左圖の一)にある如く太い數回の捲線を用ふ
- (五) 田磁鐵の線輪が本回線に對して分電路を作るやうになる分捲發電機。(左圖の二)にある如く細い多數の捲線を用ひ全電流の小分量が其中に流れ込むことになる。
- (六) 電流の一部分が分捲線輪で勵磁され、一部分が直捲線輪で勵磁される複捲發電機(左圖の三)

此等の中で四、五、六の發電機は専ら世間に使はれて居るもので、其使ひ道に

三種の發電機捲線の圖



直捲發電機

分捲發電機

複捲發電機

よつて色々なの特長がある。

○定壓發電機とは何か

白熱電球を點する爲に一定の電壓を保つ發電機を要する。發電機から出る電流は電球の數の割合に應じて自ら加減されるやうになるが、此目的に對しては一定の速度で廻る分捲發電機も又直捲發電機も満足ではない。

此場合に複捲發電機(太い數回捲いた線輪を本線と直列取付け)て負荷(電流を使ふ割合)に比例して勵磁作用をする一方に、分捲(線輪を捲いて無負荷の時に適當の電壓を與へるやうにする)を使へば電壓が著しく一定に保たれる。

○定流發電機とは何か

電球を直列に點することアーキ燈を點する場合に時々必要な電流を一定に保つ爲には弧光發電機といふ特別の發電機を用ゆるのである。

この定流發電機の發電子は開輪式の線輪を取付けてあるが、其は閉電路内に線輪を集めないで特別の整流子と出力を加減する自働装置がある。

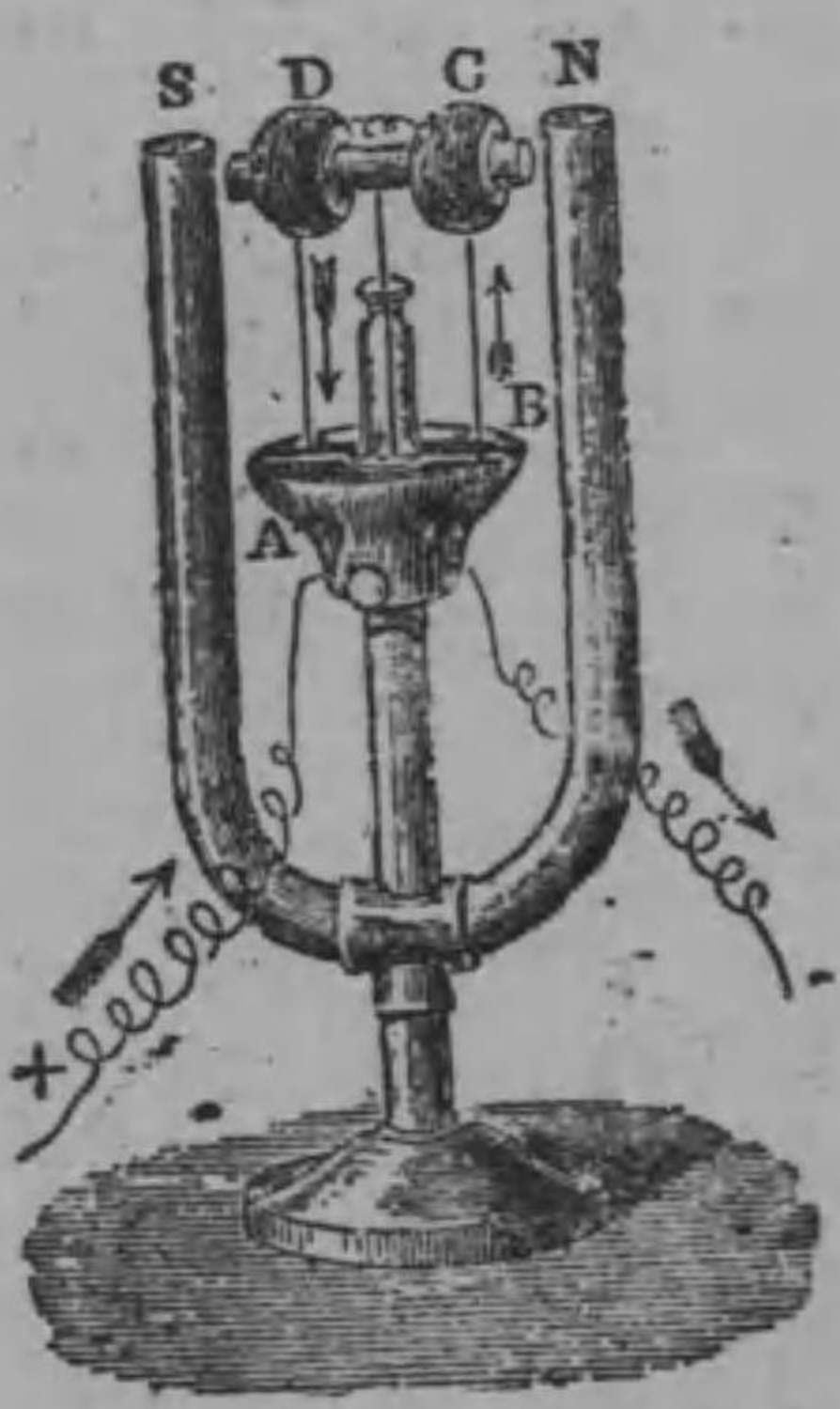
此のやうにすると回線中にある電燈の數に従つて例へば十アンペヤの電流を一定に保ち電壓は五十ボルトから二千ボルト位に變ることになる。

○電動機の話

サテ次に電動機(モートル)について説明する。電動機といふ機械は電磁氣を應用したもので電流を其中に送り込むと廻轉して力を發する仕掛である。

發電機は原動力によつて廻り其結果電流を發生し、電動機は其電流の爲に廻るのである。つまり電動機は機械力を電氣力に變へるのである。

この電動機の本元の力になる電磁氣の作用について左に一例を述べる。



圖の機動電るな單簡

これは電磁氣作用の爲に廻轉する小形の電動機の模型である。DとCは電磁鐵であるがS N (固定した磁鐵の兩極)の間の車軸に取付けられる。適當な電池を持つて來て其から電流を起し電線によつてA Bの二

個の水銀コップに傳へる、其コップの中に廻轉電磁鐵D Cの線輪の兩端を挿し込むことになる。

今C D兩線輪の中に電流が通ずるとS Nの兩極の間にある線の中に其線輪が廻るやうになる、けれども其が廻る爲に水銀コップの中に挿し込んだ電線は一方のコップから他方のコップに移るからCがSに接近する瞬間にC Dにある

電流が逆に流れる、かくてCはSから反撥されNに吸引される。此のやうにしてC Dを通過する電流は各半廻轉毎に逆に流れるのである。

此の原理から電動機の構造を考へれば別に六つかしいものではない。

○電動機と發電機の比較

電動機的作用は發電機のなす作用の反對であるといふことは次の説明によつて判断される。

電燈に用ふるやうな發電機は之を電動機としても使ふことが出来るもので、或る發電所から電流を送つて其を廻轉せしめると電動機となつて機械力を出すのである。

今假りに四百五十ボルトの電壓で六十アンペヤの電流を出すやうに設計した發電機（即ち二七キロワット發電機）があると假定し、其出力が抵抗其他の爲に一割（即ち二キロワット七）だけ減じられるとする。

若し此を發電機として使ふ場合には其を廻轉させる原動機は二九キロワット七又は三九馬力八の動力を持たねばならない。けれども其を電動機として使ふ場合には電流の源から二七キロワット丈の動力を供給すれば宜い、かくて其出力は二四キロワット三（又は三十二馬力六）となる。

○現今の電動機

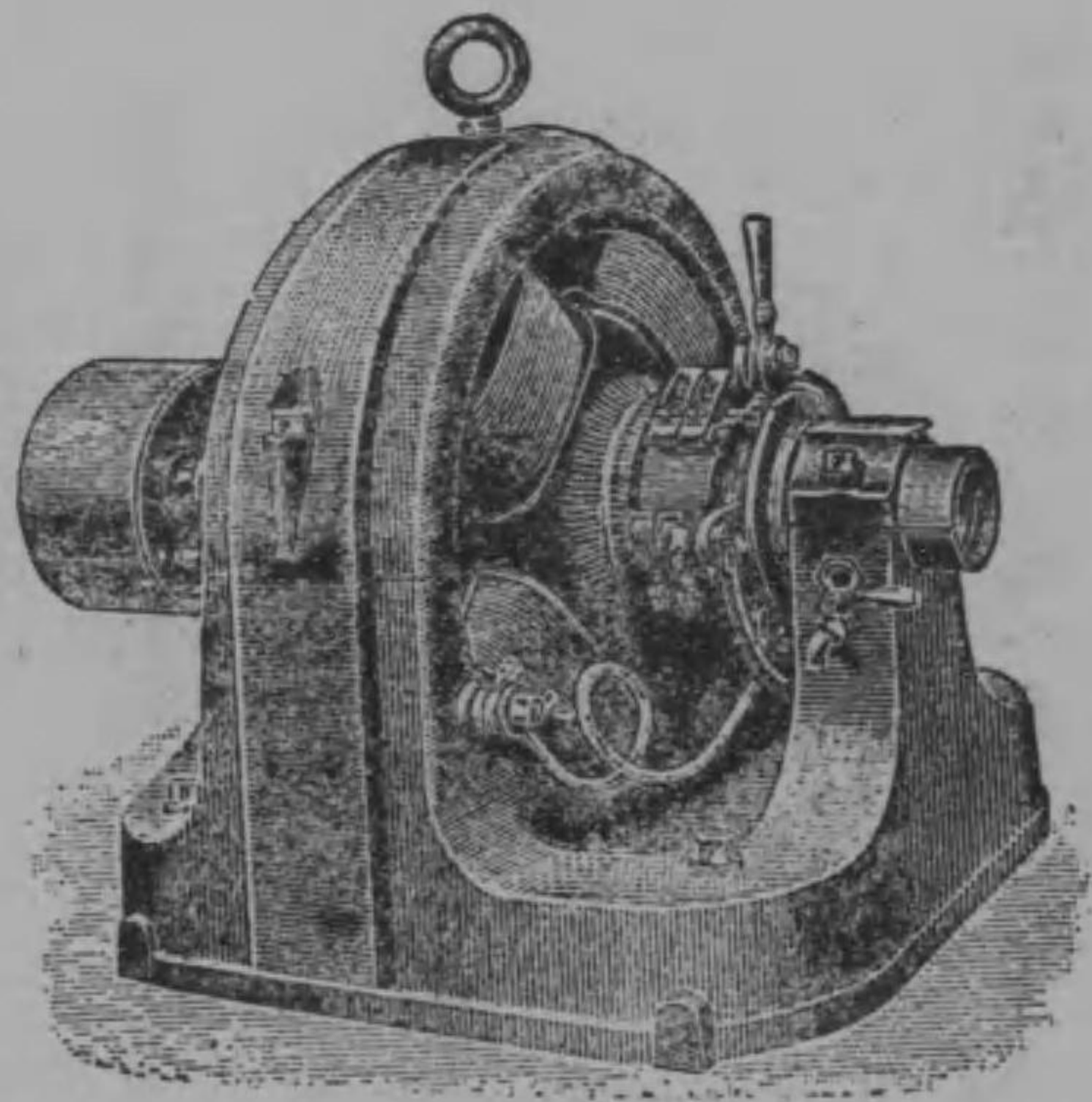
現今電動機には二種類がある。

(一) 直流を用ふる電動機

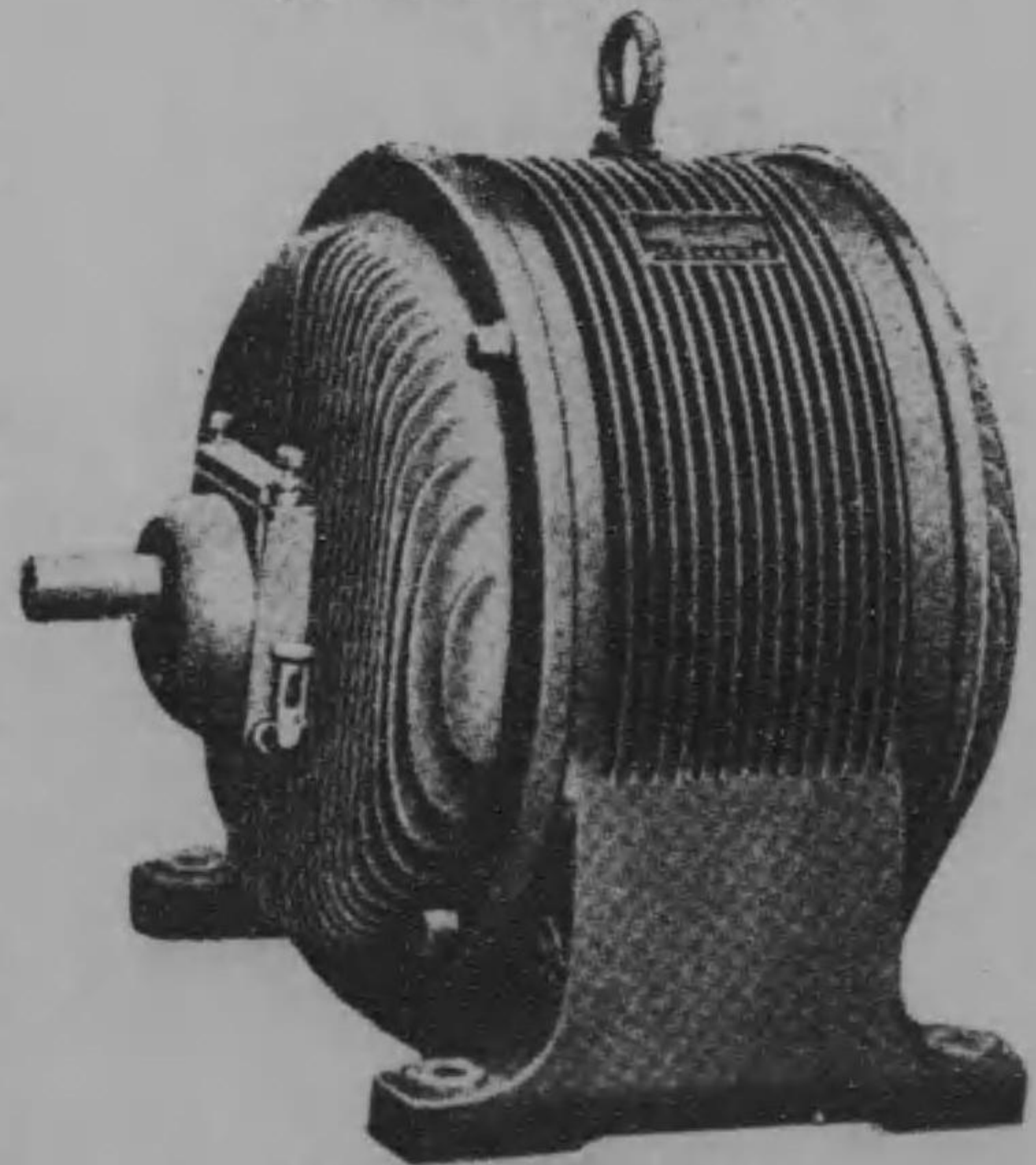
(二) 交流を用ふる電動機

(一)の直流電動機は先に述べた直流發電機のやうに、固定した電磁鐵と廻轉する發電子を持つが双方とも同じ構造である。

(二)の交流電動機は後に述べる説明によつて理解される筈で、今は専ら直流電動機について述べることにする。



圖の機動電流直型放開



圖の機動電型閉密全

この電動機は開放型といふのであるが塵埃などを防ぐ爲に多くの場合密閉型を採用して居る。鑛山の地下室、坑内等ではガスを防ぐ爲に全密閉型を多く使ふのである。

○起動抵抗器とは何か

凡そ電動機が廻轉を始める時に起電力が微弱であれば電流が過度になる。此場合に過度の電流が奔流すると發電子に過分の熱を與へて遂に其を破壊するやうになる。つまり發電子の線輪を熱の爲に焼き盡すことになる。

此の關係から起動器といふ装置を用ゆるので、其は多數の加減し得る抵抗線輪を取付けてある。

其起動抵抗器の圖を左に示す。



圖の器抗抵動起

此起動抵抗器の上の方にある把手を廻すと發電子の回線に多量の抵抗が挿入されるから電動機が廻轉を始める時に電流の奔流を防ぐことになる。

かくて電動機が廻轉すると此抵抗を徐々に

取り除くことになる。

○電動機の廻轉の速度と勵磁作用

電動機の電磁鐵は發電機のやうに勵磁することが出来る。(勵磁といふことは電磁鐵の磁氣を強める意味である)

小型の電動機の場合には耐久磁鐵を使つても宜い、けれども大型の電動機の場合には電磁鐵を用ゆるのである。

電動機が廻轉する速度は

- (一) 電動機に與へる電壓 (ヴォルト數) を變へて
- (二) 分流電流を弱める爲に分捲回線中に抵抗器を入れることによつて
- (三) 發電子に行く電流の通路に抵抗を入れて加減することが出来るが、此等は少しく専門的になるから省略したい。

○交流

今磁場中で一個の線輪を廻轉すると起電力を生じて其線輪の各半回轉毎に電

流の方向が變はるといふことは已に研究した筈で、此が交流電氣といふものである。

其が一と廻りする間に最も高い起電力と最も低い起電力が起つて、忽ち反對の起電力が最も低く最も高く續いて來る。

此の作用の一回をサイクルといふので、一サイクルに使はれる時間のことを専門語で周期と呼ぶのである。

一秒間に完結される周期の數を交流の周波數と呼ぶが、一口に五十サイクルとか六十サイクルとかいふ電流は即ち此一秒間に五十乃至六十回のサイクルを持つ意味なのである。

○高周波電流

我々が平常用ひて居る電燈用の電流の周波數は一秒間五十サイクルが最も多い、けれども一秒間に一千サイクル以上の周波數を持つ電流があつて無線電信

等なに利用りされる。

此この高周波電流こうしゅうはでんりゅうについては無線電信むせんでんしんの章しょうで再び説明せつめいする筈はずである。

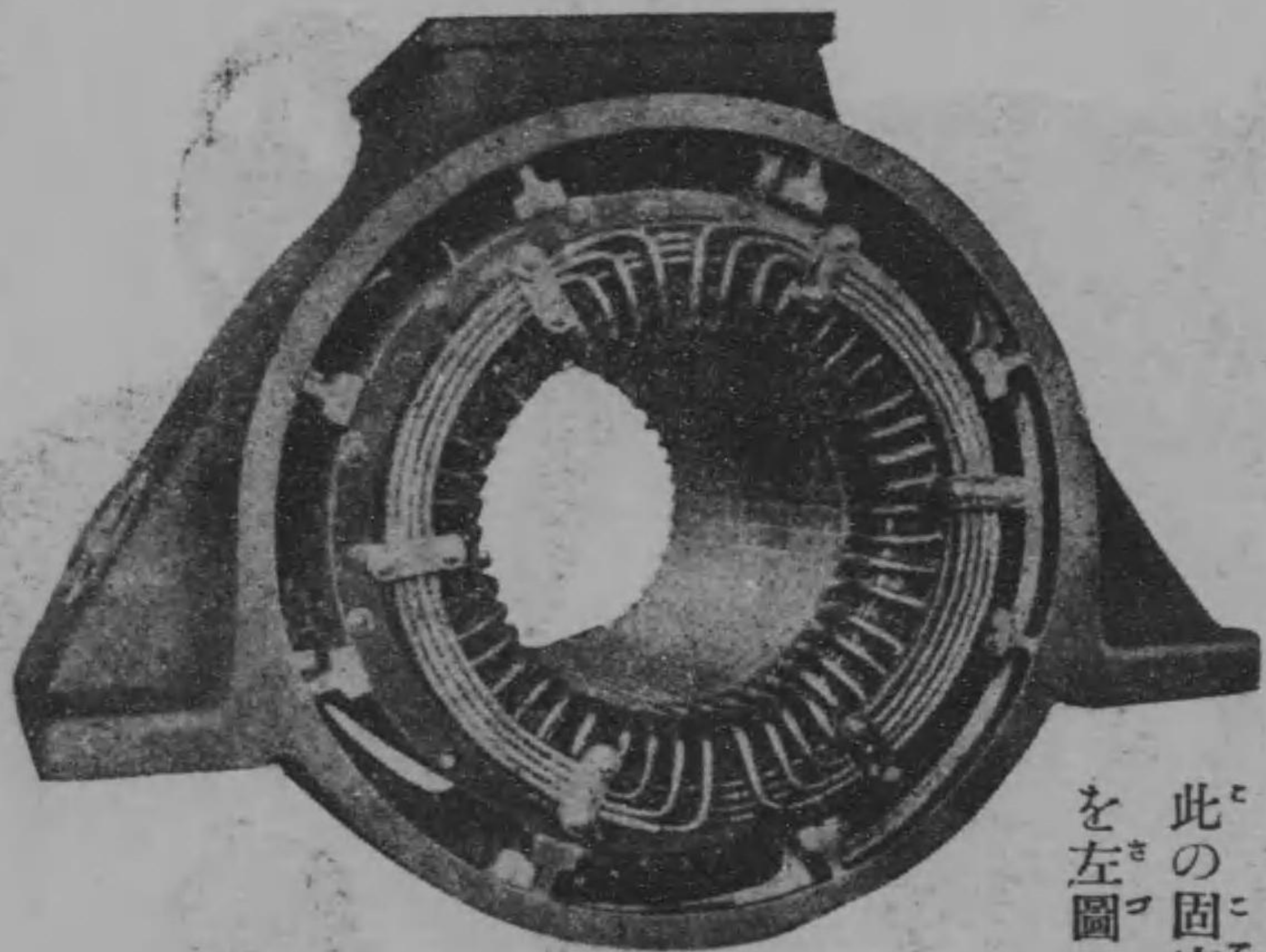
○交流發電機かうりゅうはつでんき

先さきに第九十五ページだいじゅうごに示しめした簡略かんりやくな交流發電機かうりゅうはつでんきは唯讀者たぎとくしゃの參考さんかうに供きょうしたもので、此これは電流でんりゅうを外部ぐわいぶに送おくる爲ために二つの滑り環すべくわんを持つのみである。けれども實際じつさいの場合ばあいには一秒間べうかん十五乃至五十サイクルないうしの周波數しゅうはすうと一千乃至一萬ボルトせんの電壓でんあつで電流でんりゅうを發生はつせいする機械きかいを要まうするのである、電燈用でんとうようには四十サイクルい以下の低ひくい周波數しゅうはすうを使つかふことは感心かんしんしないが動力どうりきを遠方えんぱうに送おくつたり又はモーターまたを運轉うんてんせしめる場合ばあいには歡迎くわんかいされる。

交流電氣かうりゅうでんきの場合ばあいには高たかい何千何萬ボルトなんなんといふ電壓でんあつを用もちゆるが其それは送電線そうでんせんの經濟けいさいを圖はかる爲ためである。

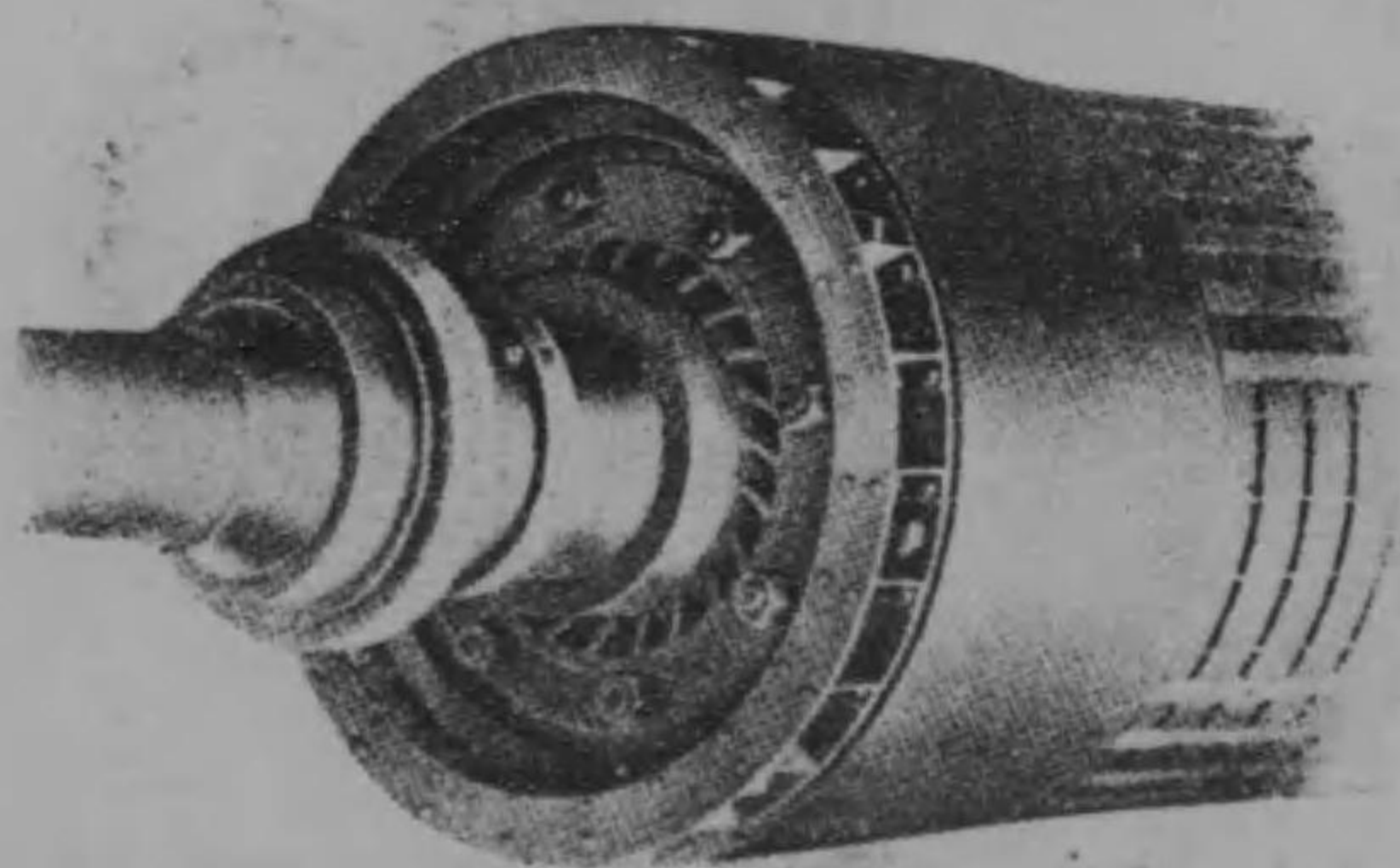
サテ此この交流發電機かうりゅうはつでんきには固定子こていしと廻轉子くわいてんしといふ二つに分わかれた部分ぶぶんがある。

圖の子定固の機電發流交



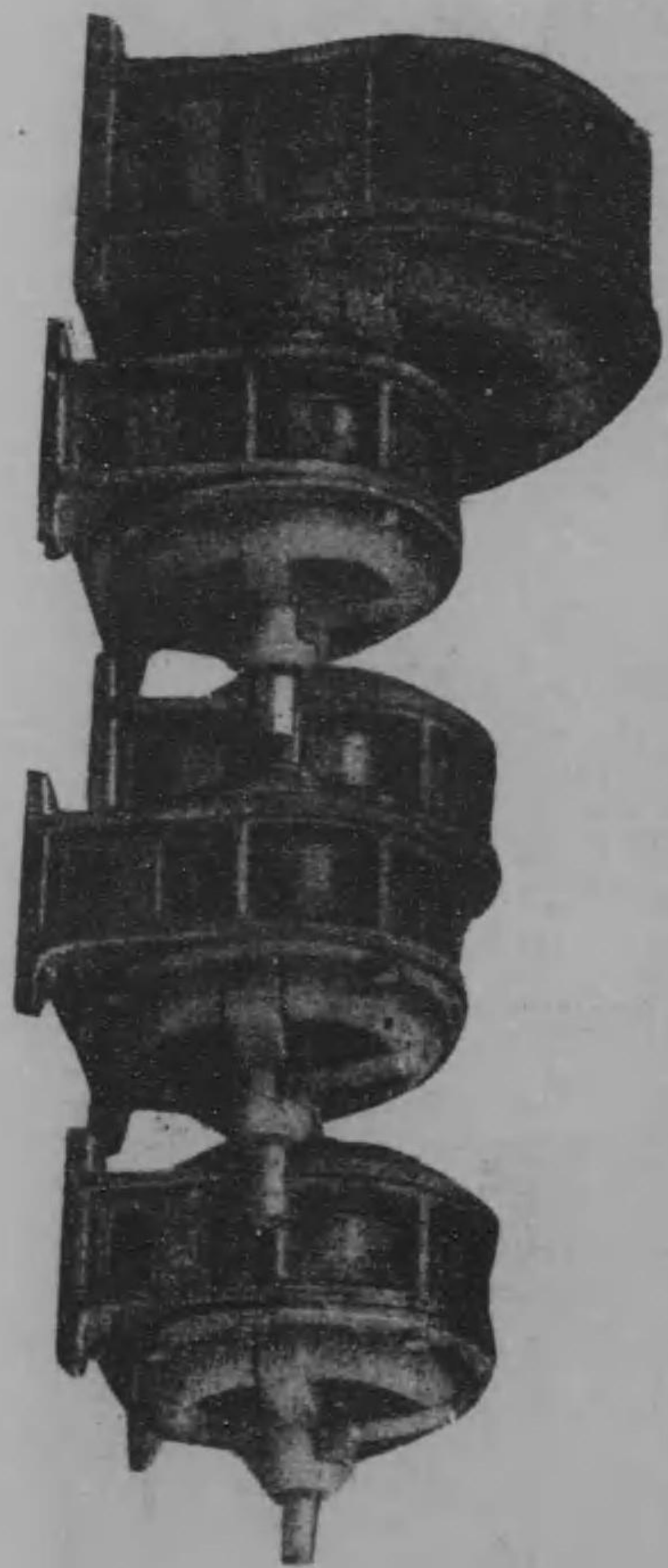
此この固定子こていしの中なかに入はいつて廻轉くわいてんするのを左圖さきづの如ごとく廻轉子くわいてんしといふ。

圖の子轉回の機電發流交





電動機を別々に分けた圖と組み立てた圖



右圖の1は一臺の小型電動機(モートル)を別々に區別したところ、2は五臺の電動機を組み立てた圖である。

今右圖の一に就いて説明すれば先きの發電機の固定子に似た一番大きい姿をしたのが中央にある、其右側に車軸と共に表はれて居るのが電動子又は廻轉子と呼ぶ電動機の重要な部分である。(發電機の場合には發電子と呼ぶ、然しタービン發電機の場合には先のやうに廻轉子といふ)

電動子のスグ下にあるのはベルト(調帶)を掛ける滑車である、其右手にある丸い蓋は電動機のカバーであるが圖の左端にも同じやうなカバーがあつて此二つのカバーを螺子で合せ取付けると下圖のやうになる。

又圖の中に長方形の臺があるが此は電動機の基礎臺といふ脚場のやうなもので、其上に電動機の本體がボルトで取付けられるのである。

圖の右方下にあるのは名稱板といふ眞鍮製の板で其に何馬力、何ボルト何ア

ンペヤといふやうな必要の文字が記入されて使用者の便に供するのである。

サテ此発電機と電動機といふ重要な章では未だ澤山に説明したいことがあるが餘り専門になることを恐れるので此程度で止めたい。例へば三相とは何か單相とは何か、相差、遅角、進角、電流の分力等についても述べたいのであるが其には豫備知識を要するから茲には述べ難い。

讀者は先づ発電機、電動機が何れも「電磁鐵」と「電流の誘導」といふ作用によつて運轉するものであると理解すれば宜い。

つまり

磁場中に線輪を廻すか、又は反對に廻轉する磁場中に線輪を固定させるかすれば其線輪内に電流が誘導されて磁極と反撥、吸引の兩作用を起すから、発電機や電動機が廻轉するのである。

と考へれば宜い。

尙此等の発電機電動機については後章に特別の型や種類の説明をする、

第八章 發電所の話

(水力と火力)

我々の家の中にある電燈に電流を送つて來る源は云ふまでもなく發電所の發電機であるが、其發電所には石炭を燃料として發電する火力發電所と、瀑布のやうな水力を利用して發電する水力發電所の二大別がある。

ガス機關、石油發動機等で小規模に發電機を運轉する發電所もあるが、今日では多く此等の二大別になつた發電所によつて電流を遠方に送つて居る。

故に本章では主として此等の二種の發電所について説明することになる。凡そ動力といふ力を電氣力に變へて甲の地點にある發電所の發電機から、乙

の地點にある遠方の電動機に傳へることは六ツかしいことではない。

高い山から落下する水流が流れ／＼て平地に來ると急流となるが、此の急流を利用して水力發電所の水門を作る。其水門から落下する瀑布のやうな水力が直流發電機や交流發電機を廻す水車(タービン)を廻轉せしめるので、此等の發電機から電流が出て、其を送電線といふ非常に長距離の電線で遠方に送るのである。

このやうにして機械の力が電氣の力に變る。此電氣力を大規模に遠方に送ることは今から約三十年も前に獨乙のフランクフルトといふ處で行はれたが、其當時百十七マイル離れて居るローフエンのネツカア瀑布から百四十馬力の動力が三條の送電線で送られたのである、其等の電線は太さが非常に細かつたが送電中の途中で抵抗や其他の損失を合計算出しても正味七割四分の送電力を持つのであつた。

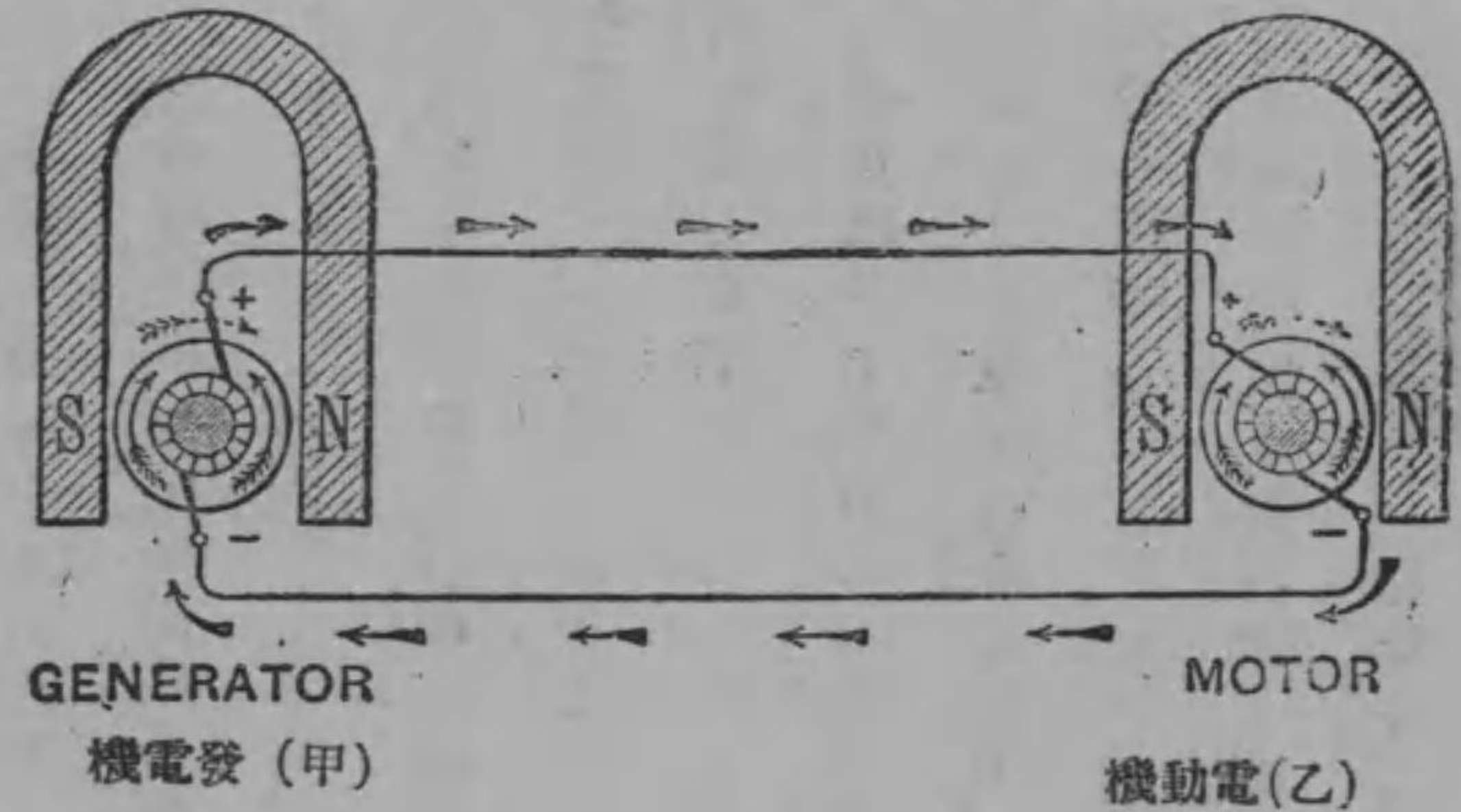
この結果、米國のナイヤガラ瀑布に最初の大發電所が建てられることになつた。

かくて其時代から世界の到る處に發電所が出來て、特に水利に便なるスキツツル、ノールウエー、スエーデン、北米合衆國、及び加奈太地方に陸續と水力發電所が出來たのである。此等の諸國には大きな瀑布があつて、水力を得る便宜があるからで、我國でも最近になつて諸處の急流や豊富な河流を利用し、水力發電所を建てるやうになつたのである。

このやうにして水力から得る動力を電氣力に替へて、非常に澤山の工場の動力を供給したり電燈を點じたり、電氣鍍金や電解工業の電源を與へるやうになつたのである。

左圖は直流を使ふ發電機と電動機の間になる簡單なる送電方法を示すのである。

電力の輸送(送電)の簡単な図解



甲の機械では起電力が電流を起し、乙の機械では起電力が電流に反抗する、甲の機械は発電機として又乙の機械は電動機として動作する。

これは已に発電機と電動機の章に述べて置いた筈である。

サテ此送電といふことについて知らねばならぬことは、送電線路其他に起る電力の損失といふことである。

これは送電線路の電流に對する抵抗が主なる原因であつて、其損失の割合は送電線の太今高い電圧で電流を送るには細い電線を使つ

て少量の電流(少ないアンペア數)を送ることになる。

此細い電線を使ふことは經濟上大關係があるもので、主に送電線には銅線を使ふから餘り太い銅線を使へば非常に遠距離の送電の場合には其の經費が増すばかりである。

故に出来るだけ細い銅線を使って送電線とするのである、此のやうな關係で普通何萬何千ボルトといふ高い電壓を電氣の輸送に使つて、遠方の動力や電燈用に用ゆるるのである。

○長距離送電の話

何十里といふ遠い山奥の發電所から大都會に送電をする場合に送電線といふ長い電線を用ゆることは已に讀者が實際に見て居る筈である。此の様な場合には交流電氣を採用するので、其は交流發電機から起す電流の電壓が例へば三百ボルト位であるのを變壓器といふ装置によつて何萬ボルトにも上げ、其の

高い電壓の電流を遠方に送り、途中で變電所や配電所を通過する時に再び低い電壓に下げられる便利がある爲である。

かくすれば送電線に使ふ銅線を細くすることが出来るから自然經濟になる爲である。若し太い送電線を要する場合に何十里といふ遠い土地から架線して來ると非常に高い電線代を支拂ふことになる。

此關係で交流電氣を使つて送電することになる。今日我國では水力を利用して、到るところに此送電を行つて居るが未だ米國のやうに大仕掛けではない。

米國には有名な大瀑布ナイアガラを始めとし、各洲に水力の源が十分にあって水力發電をする便宜が豊富に得られるから自然と大仕掛けの發電所が出来て居る。

又伊太利やフランス、ノールウエー、カナダ、スイツツル等も水利國であるから盛に此水力發電所を作つて居る。殊にフランスは歐洲戰爭時代に莫大な借

金をした爲に其國債を償却する目的で、國內の到るところに潜在する水力の權利を政府で專賣にして民間の會社に賣り込んで居る。

サテ米國のナイアガラの發電所では二千二百五十ボルトの電流を起して其發電所から十六マイル離れて居るバッファローといふ市街に送つて居るが其送電の爲に電壓を一萬一千ボルトに上げて居る。

これは發電所の中にある變壓器の中で電壓を高く上げるので、已に誘導線輪の章で變壓器の大體の説明をした筈であるから何故斯の如く電壓が高くなるかは理解されて居ることと思はれる。

又カリフォルニア洲のロス・アンジェルズといふ市街に向けてピツク・クリークといふ土地の發電所から一萬五千ボルトの電壓で送電をして居るが其距離は實に二百四十哩である。此によつて十二萬キロワットの電力を送るのである。近頃世界の到るところで高い電壓の電流を送電用に使ふことが流行して日本

でも此程度の電壓は珍らしいものではない。

斯の如く遠距離への送電には電壓を高くも低くも出来る交流電氣を使ふことと、送電用の電線の太さが細くなれば經濟であることが理解される筈である。

○高壓と特別高壓とは何か

百ボルトから三百ボルト、迄の電壓を低壓と云ひ、三百ボルトから三千ボルト迄の電壓を高壓と呼び、三千ボルト以上の電壓を特別高壓と呼ぶのである。

我々が大都市の内外に散歩するとき送電線が架してある電柱の上に赤く塗つた腕木があることを氣付くものである。これは送電線中に特別高壓の電流が通じて居るから危険であるといふ注意を人々に示す目的なのであつて遞信省の規則によつて左様することになつて居る。

高壓の送電をする場合には普通交流を採用することは已に述べた通りであるが今一例を左に述べる。

茲に假りに秩父山中に一箇所の水力発電所があるとする。其發電所から東京市中にある各所の配電所に向けて一萬ボルトの電流を送る爲に特別高壓の送電線を用ゆる。

東京の配電所の内部には電動發電機（又は廻轉變流機）を取付けて其によつて今の一萬ボルト交流電氣を四百ボルトの直流電氣に變へるが其結果アンペヤ數が増加することになる。

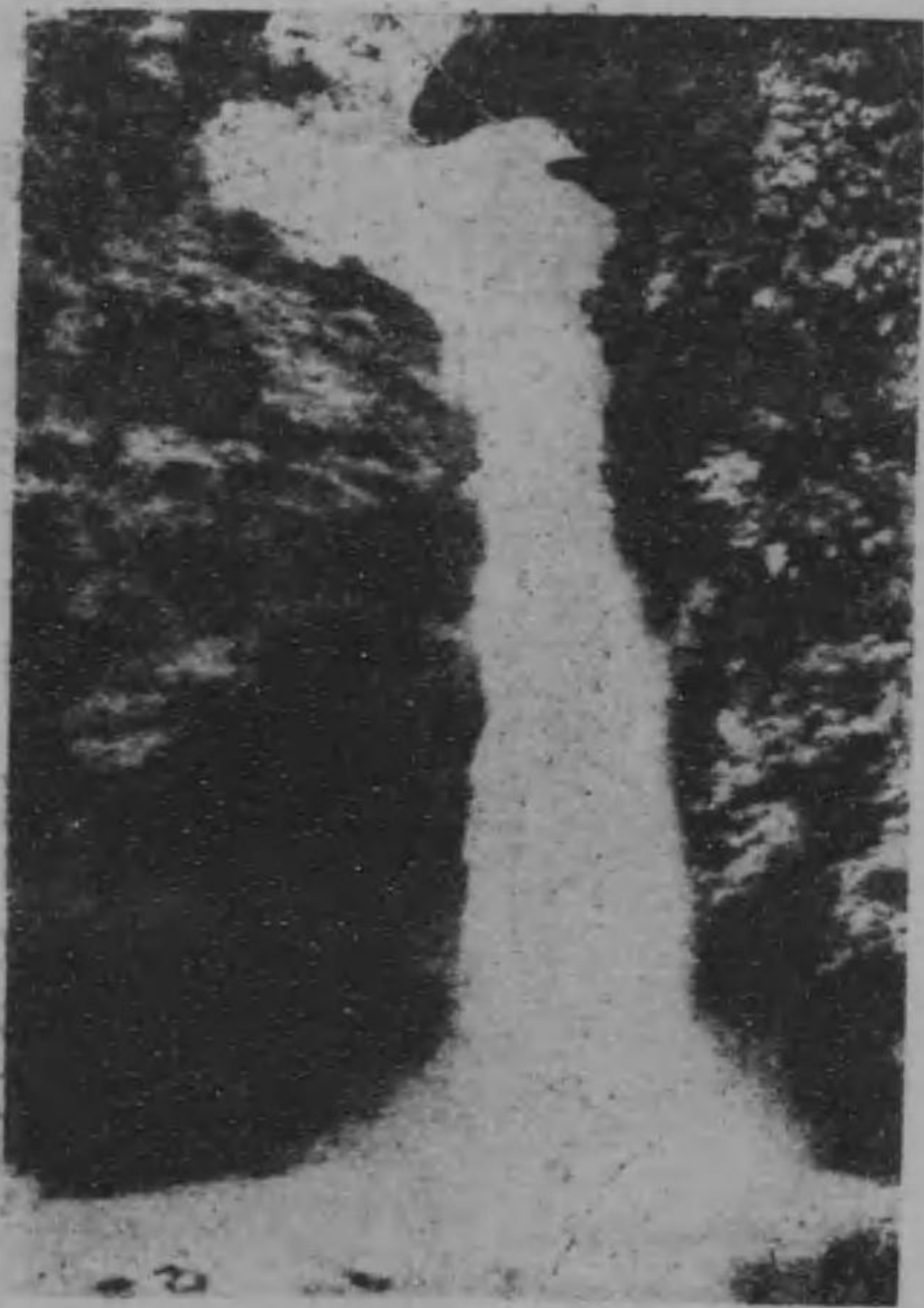
このやうにして四百ボルトの電氣を電車の電源としたり、又は二百ボルトの電氣を電燈用に送つたりするのであるが其電壓を變ることについては變壓器を使ふのは勿論である。

○水力発電所の説明

水力といふのは今更説明する迄もなく水の力を人工的に利用して一種の動力にすることである。

故に水車(水力発電所の發電機を廻す原動機)の目的は水の流れから得る勢力を人工で代へて有効な馬力にするといふ點にある。

水車は昔から世界到るところに使はれて、今日でも尙水田に行くに灌漑用に使つたり、農家に行くに麥を挽いたり精米をしたりするのである。けれども其は極めて小規模の水力を利用する仕事であつて今述べようとする發電所の水力



瀑布の圖

とは比べることが出来ない。世界中で毎年産出する石炭は今から五十年を出ない間に皆使はれて了つて、汽車、汽船の動力ばかりでなく、火力發電所のやうに澤山の石炭を使ふところでは如何にして動

力の根本になるものを得ようかと考へることになるのである。

汽船が燃料として重油を使つて居るのもあるが矢張り石炭を燃料とする習慣が未だとれない。若し其五十年後の無石炭時代の世界に我々が生存して居るものと假定すれば誠に心細いことになる。

けれども此場合に我々のやうに、水利の便を持つ國に生れたものは幸福である。

水力のことを西洋人は白炭といふ名を付けて居る。其理由は、石炭は黒い色をして居るが其黒い石炭に代るものが即ち此水力であつて、瀑布の上から白く落下する爲に「白炭」と名付けたのである。

白炭即ち水力は我々に取つて實に貴重なるものである。

現今電氣を起す力を求めるに

- (一) 蒸氣、
- (二) ガス、
- (三) 水力

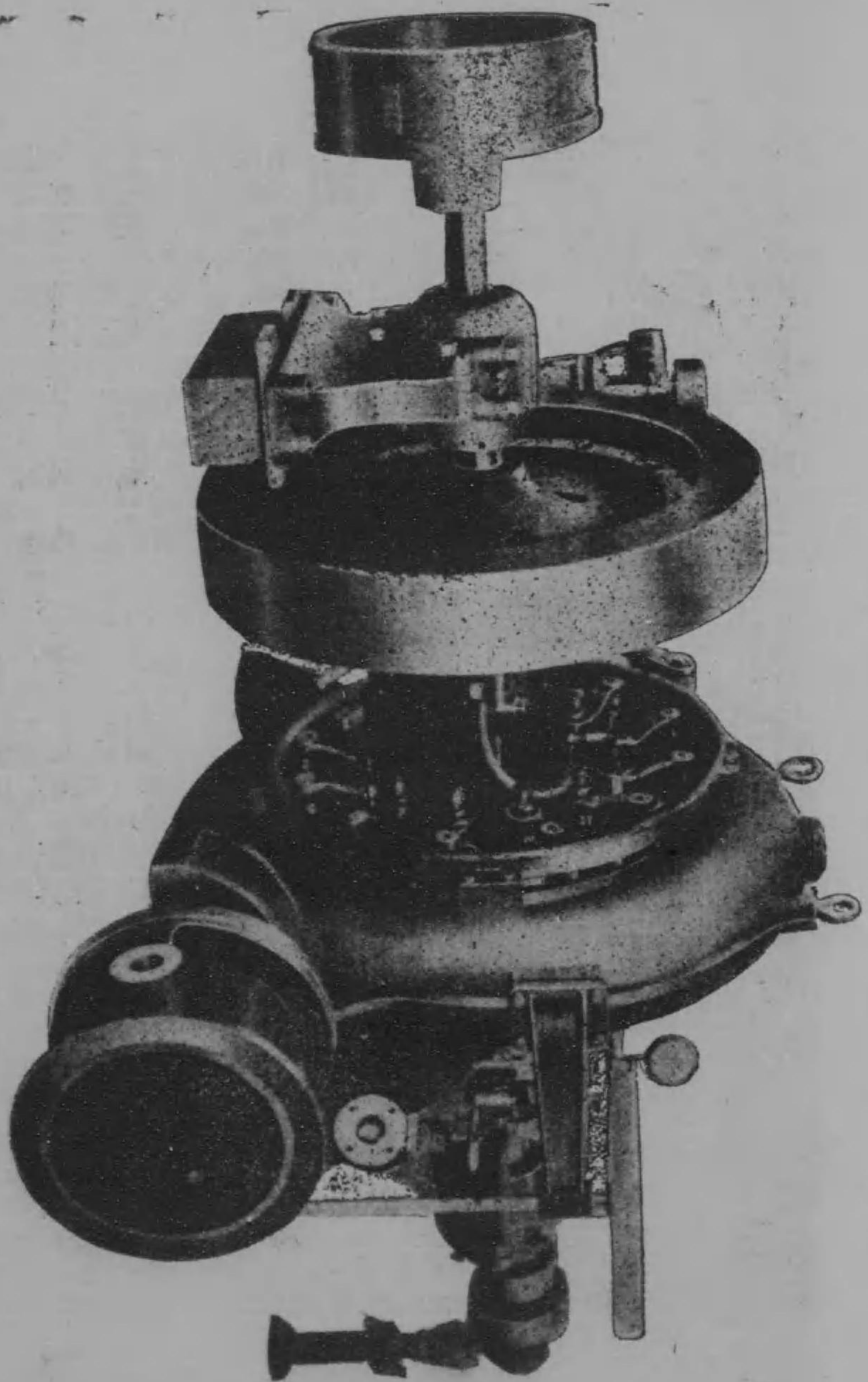
等であるが此等は夫々特長のあるものである。けれども石炭が非常に安價で得られる土地は別として此第三の水力による発電を最も經濟とするのである。

サテ水力発電所では水の落ちて来る「落差」といふことを研究して、先づ其落差が何百尺であるとか何十尺であるとかといふ具合に測り其によつて水車の構造を工夫する。

サテ現今の水力発電所に使ふ水車（ウヲター、タービン）には二種の型があつて、甲は水の反動作用を利用する反動水車、乙は水の衝動作用を利用する衝動水車である。

反動水車は低い水の落差の場合に使ふもので割合に早い速度で廻轉し、衝動水車は高い落差に使つて割合に遅い速度で廻轉するのである。

此は落差百九十尺に使ふ水車の寫眞版であるが、此水車の内部に水の勢力が入ると普通我々が田舎の水田で見受ける足踏みの水車のやうに、又小川にカケ



た水車のやうに車軸を中心にした水受け装置がある。

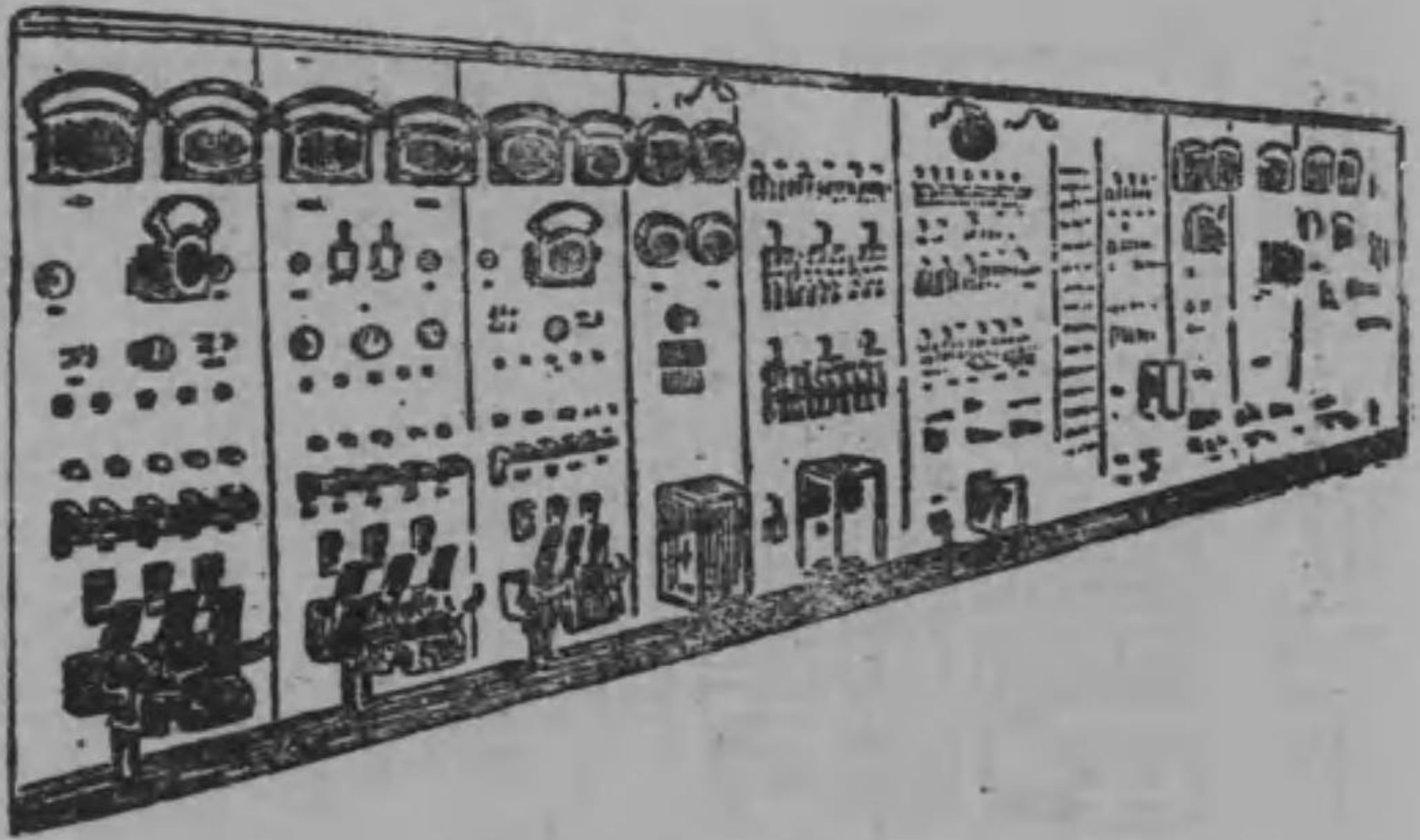
其水受け装置の中に水 勢力が移ると車軸が廻轉を始めるので其車軸の一端には (圖の左端) 節動輪といふ大きな車輪があつて車軸の廻轉を加減するやうになつて居る。

此水車内車軸に發電機を直接に聯結したり、又はベルトを掛けて發電機の車軸を廻したりするから、發電機は廻轉をする爲に電流を発生することになる。

これは極めて大體の説明であるが此外に水力發電所の内部には澤山の装置がある。又發電所の上流には高いところから急流を引く導水鐵管 水勢を加減する水門などがあつて我々が考へるよりは非常に複雑して居る。

先づ發電所の中に入ると此等の水車、發電機の外に配電盤といふ幾枚かの列をなした左圖のやうな装置がある。

これは電流を遠方に送つたり、又發電所内部に電燈を點したりする場合に

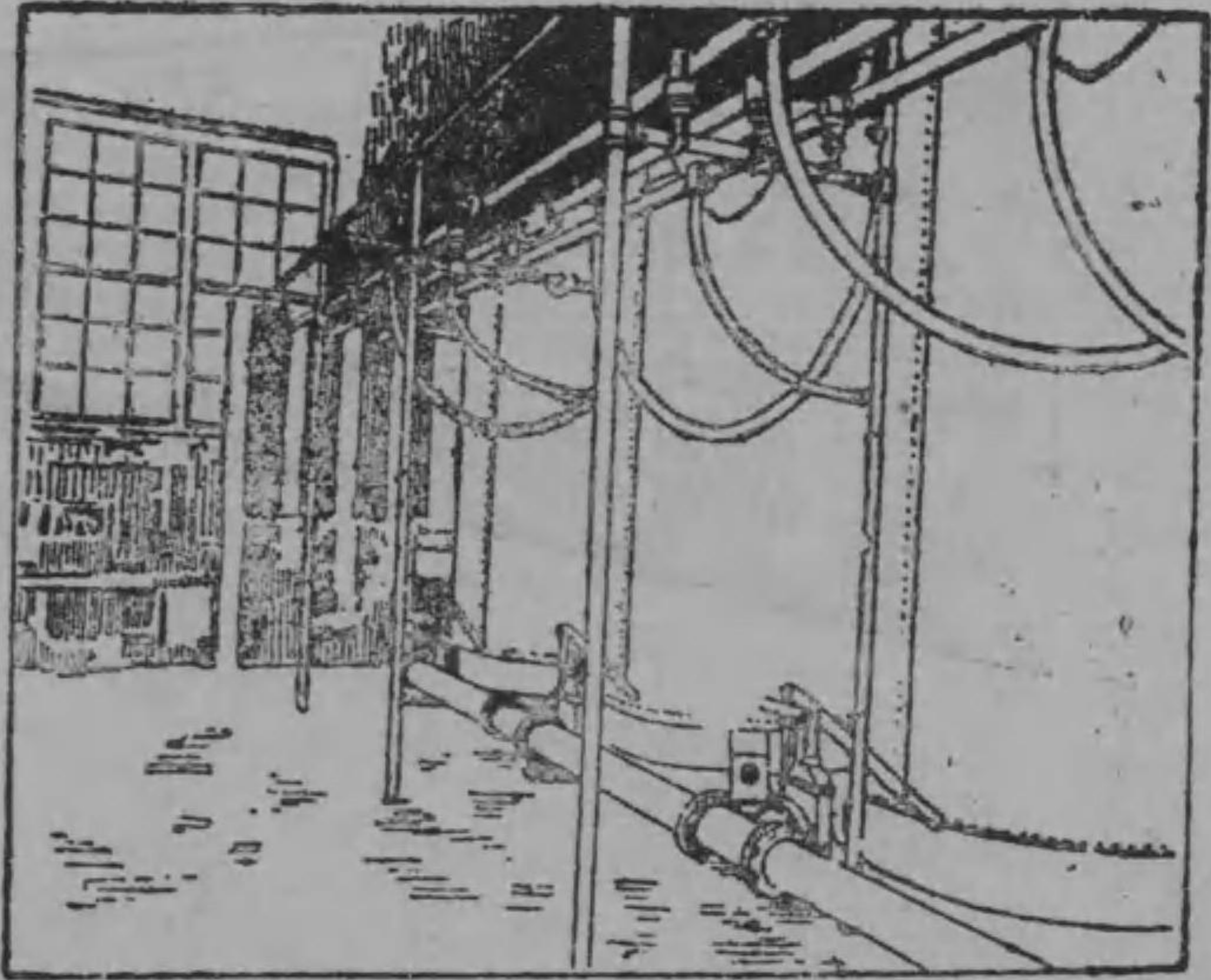


配電盤の圖

夫々適當の作用をするもので此列盤の背後には發電機、變壓器、其他の機械から電線が導かれてあるが前方にある把手で其接續を色々に代へることが出来る。

又發電機から出る三千三百ボルト (又は四千ボルト) の電壓を四千乃至十萬ボルトに高くする變壓器が左圖の様に列んで居る (この變壓器は唯電壓を高くせしめるばかりでなく又電壓を低くする役目を持つ、前者を昇壓變壓器、後者を降壓變壓器といふ)

サテ大體水力發電所といふものは斯の如きものであるといふことを理解したから今度は火力發電所について研究したい



此火力発電所は石炭の運搬が便利である土地に建てられるが、普通澤山の水量を得るところに置かれる、其は凝縮機関といふ装置に水を與へて冷却する爲である。

と思ふ。

○火力発電所の話

大仕掛けに発電しようとする場合には中央発電所（又は単に発電所）を設けて其建物の内部に原動機、蒸氣機関、蒸氣タービン、（又は今述べた水力タービンの）、瓦斯機関、等を据付ける、かくて其原動機の側に交流、又は直流発電機を用意して発電することになつて居る。

量を得るところに置かれる、其は凝縮機関といふ装置に水を與へて冷却する爲である。

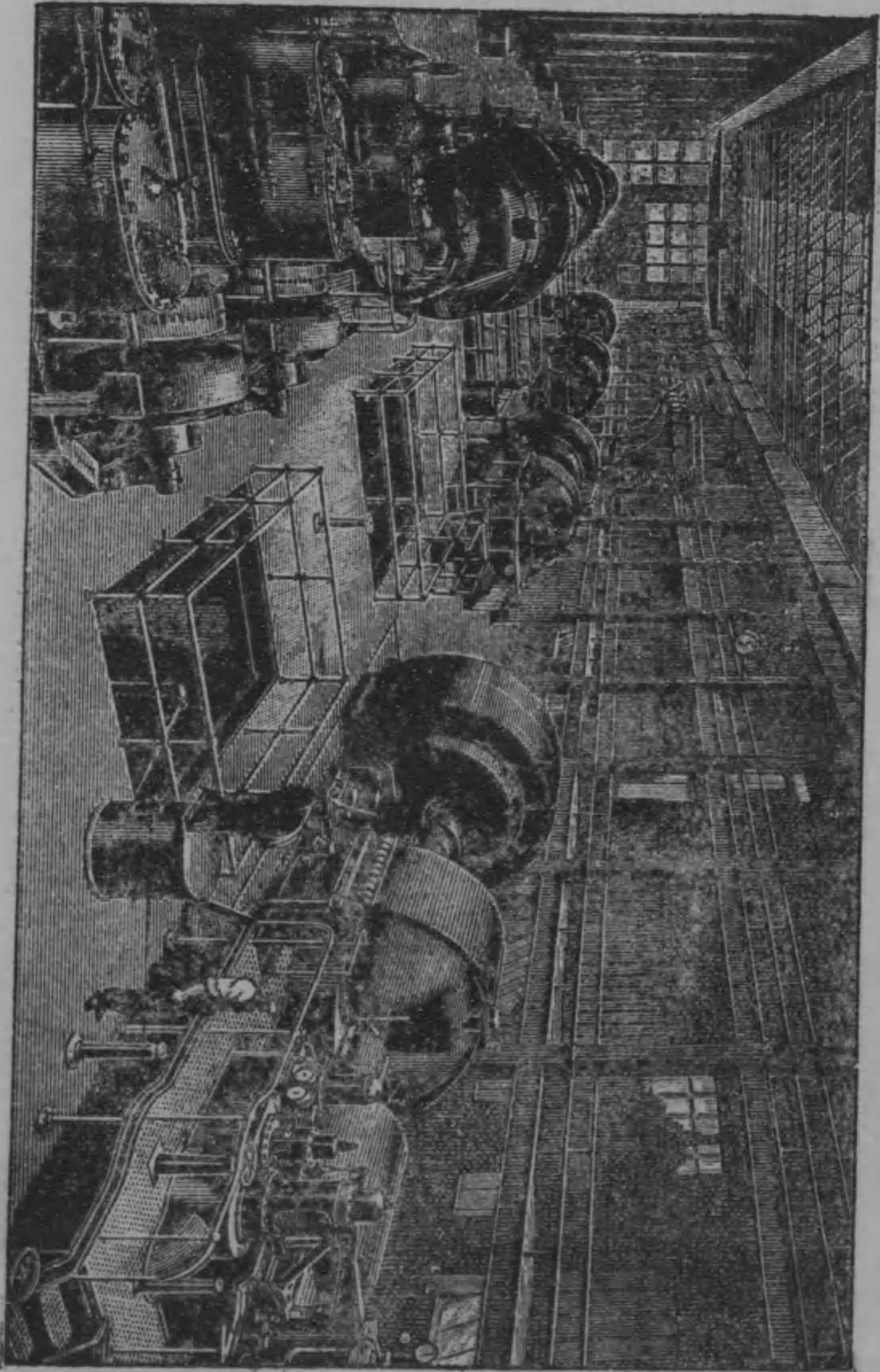
故に大都市の中央などには建てるものでない、サテ此発電所の発電機室内には数組に分れた発電装置が歓迎される。

例へば五千キロワットの発電をする発電機に對して原動機を特別に作り、更に又次の五千キロワットの発電機に對しても獨立した原動機を使つて夫々已に獨立して居るから甲の発電装置が役に立たなくなつた場合に乙、乙の発電装置が役に立たない場合に丙といふ具合に何時でも豫備役をすることになる。

此火力発電所内には水力の発電所と同じやうに配電盤、變壓器等がある、此等の配電盤は各獨立した発電機に對して別々に用意されるから一方の発電機に故障がある場合に忽ち獨立して作用をするやうになつて居る。

左圖は六千キロワット、タービン発電機が八組あるところの発電所の内部で

ある。



此等のタービン発電機が何れも毎日電流を発生して其役目を果すのであるが其出電量については配電盤に取付けてある自ら記録することが出来る計器によつて毎日夫々書き記されて発電所の技師の参考になるのである。

○饋電線とは何か

今発電所から出て配電所に行く電流に對しては饋電線と呼ぶ電線で送られることになつて居る。

其饋電線は最も多量の電流を送る場合にも過度の熱を起さないやうに十分な太サを持つのである。此は又送電線とも云ふが発電所と配電所との間に架設される。

○配電所とは何か

饋電線は普通我々のやうな電燈やモーターを要する人々が欲して居る電壓よりも高い電壓の電流を導くものである。故に配電所は此高い電壓を低い適當の

電壓に變へる装置がなければならぬ。

直流の電壓を變へるには電動發電機といふ機械、交流の電壓を代へるには變壓器を使ふのである。

又直流を交流に、或は交流を直流に變へるには廻轉變流機といふ機械を使ふ。一例を云へば東京市の電車は直流で運轉するのであるが其の電源である鬼怒川の發電機からは交流が送られる。其交流が配電所(又は變電所)に來ると廻轉變流機を通過して直流になり。かくて電車の運轉をするのである。

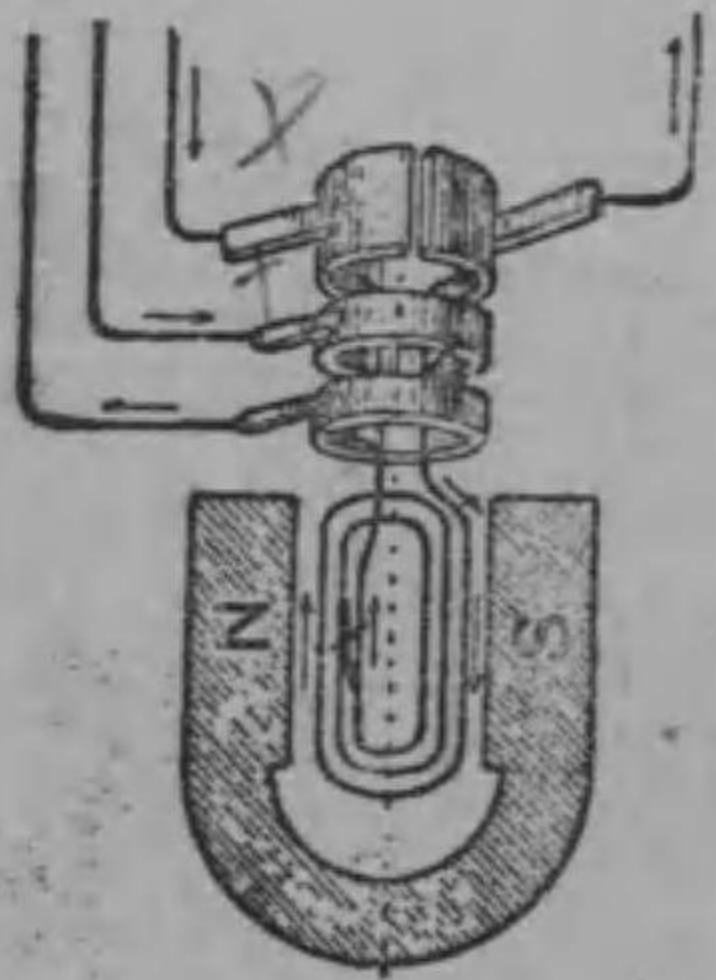
○廻轉變流機とは何か

廻轉變流機といふ機械は恰も直流發電機と交流電動機が共同して仕事をするやうなもので、此機械の役目は交流を直流に、又は直流を交流に代へるものである。

此場合に特に此等の二ツの機械を各々獨立させて運轉しないで一臺の基礎臺

の上は何れも取付けられるのが普通である。

左圖は簡單な廻轉變流機の原理を示すもので、直流を集める整流子と交流を集める一對の滑り環を持つて居る。



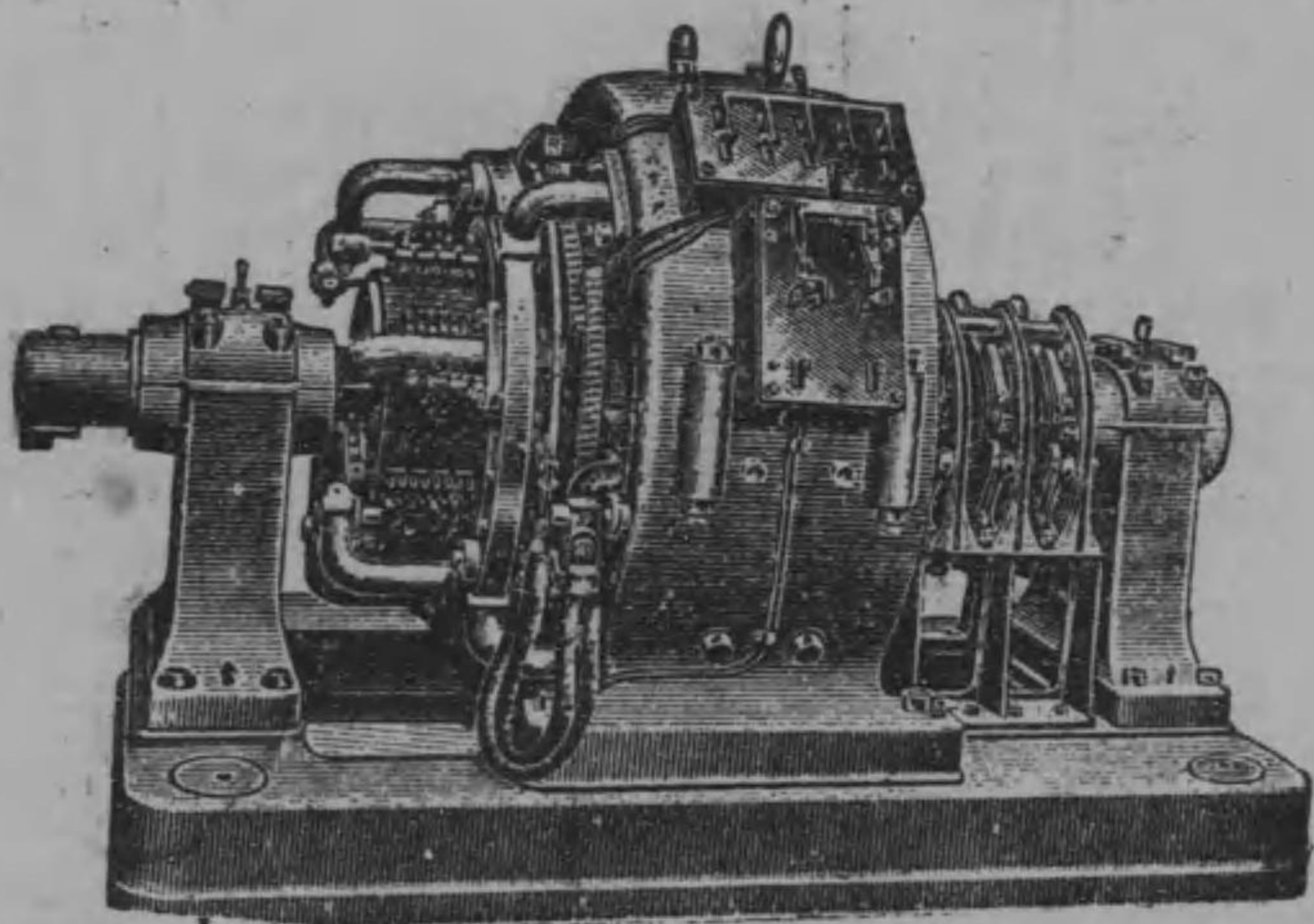
又左圖に示す機械は實際に使つて居る廻轉變流機であるが普通の直流發電機のやうな發電子を持つて居つて整流子も又捲線の仕方も同じである。けれども車軸の他的一端には三、四、六組又は其以上の滑り環があつて捲線の上に均一に接續され、

其機械が取扱ふ交流に適當するやうになつて居る。

若し今此等の滑り環を交流電氣が通過すれば直流を發して整流子の刷子から外に出て行くのである。

此のやうにして交流が此機械を通過するときに直流に變り、其が電車のやう

に直流を使ふ電源となるのである。



廻轉變流機圖

○變壓器の話

我々は今迄電壓を低くしたり、又は高くしたりする變壓器といふことについて何回も研究したのであるが左に大體に及んで此が構造を述べて見たい。

○交流變壓器

我々の家の中にある白熱電燈は五十、百、二百ボルトのやうな低い電壓を要求するから其電壓を得る爲に變壓器といふ装置を要するのである

先に述べた如く送電本線の太さが經濟に大關係がある爲に發電機は一千ボルト乃至五千ボルトのやうな高い電壓で發電するから是非其高壓を低くし我々の家の電燈を點することになる。

即ち此意味から變壓器といふものが生れたのである。

交流變壓器は誘導線輪のところ述べて如く簡単に云へば一種の誘導線輪であるが、完全に絶縁した鐵心(普通薄い軟鐵板を積み重ねる)を幾層にも重ね、而して磁氣閉電路を作るやうな格好となる。

此鐵心の上に交流を受け入れる一次線輪を捲き、次に交流を外部に送り出す二次線輪を捲くのである。

變壓器は多くの場合高い電壓を低い電壓に低下する爲に使はれるのであるから一次線輪を細い銅線で多數に何回も捲いて完全に絶縁し、高い電壓で少量の電流を受け入れるやうにする、二次線輪は高い銅線(又は銅の條)で數回だけ

捲いて作り、低い電圧で多量の電流を送り出すやうにするのである。
 今約二千ボルトの電圧を百ボルトに下げる爲に變壓比と云ふ割合を二〇對一とする。これが捲線の割合ともいふのである。

電圧の割合にかゝはらず電流は何時も反對になつて加減する、今二〇對一の捲線の割合を持つ此變壓器について考へるに

若し百ボルトの電圧で三百アンペヤの電流を二次線輪から取り出さうとすれば、一次線輪に少くとも二千ボルトで十五アンペヤの電流を送らなければならぬ。

極く淋しい田舎に行くとき小さい變壓器が各家々に用意され、電燈は低壓回線中に挿入される、都會に行くとき配電所があつて其内部に大形の變壓器がある。其變壓器から電燈を點する家々に向けて低壓の電流を送つて居る。

左圖は送電の場合に變壓器を使ふ原理を示すのであるが、此によつて如何に

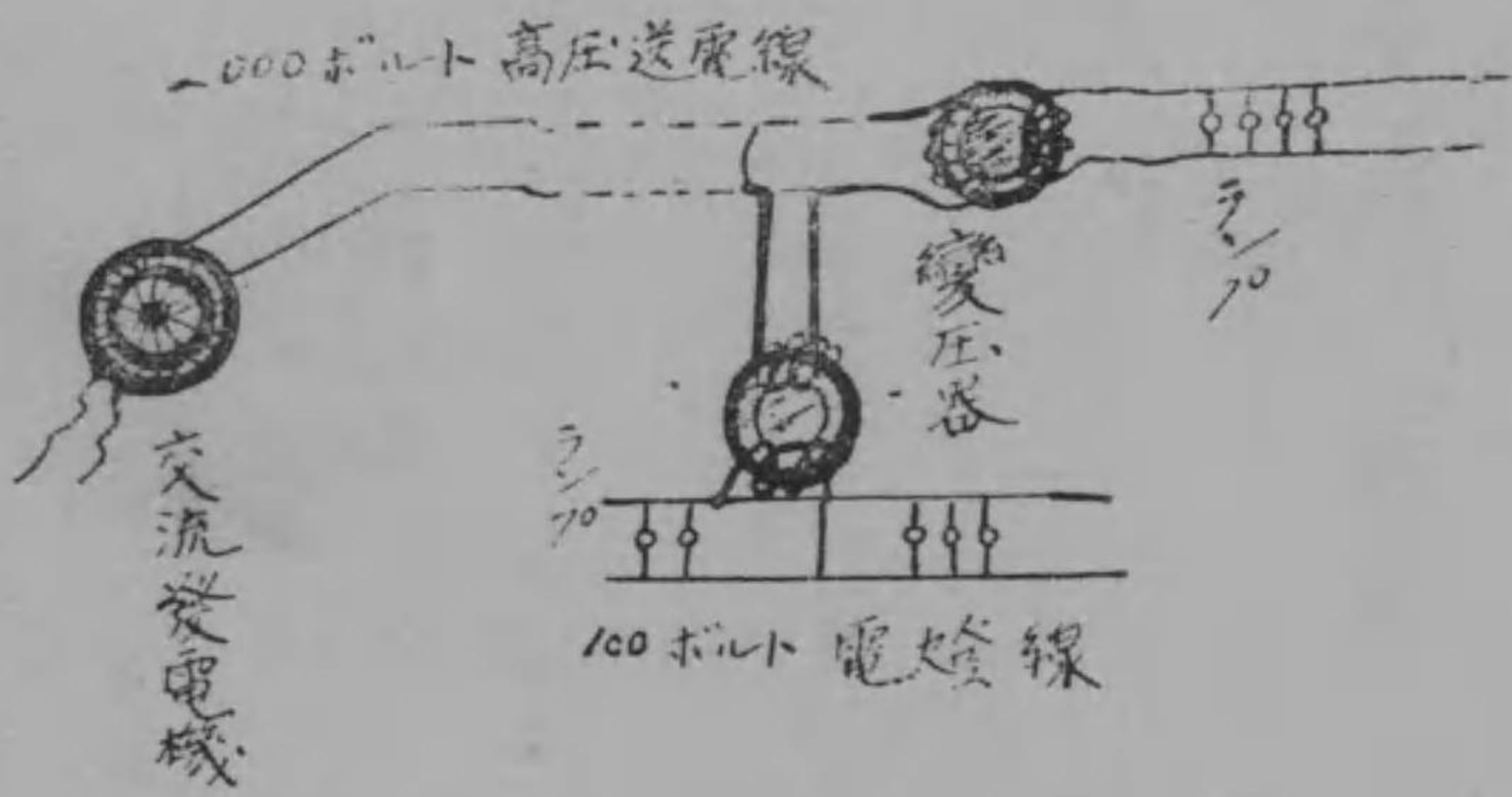
電圧が低くなるか知られる。

○變壓器の構造

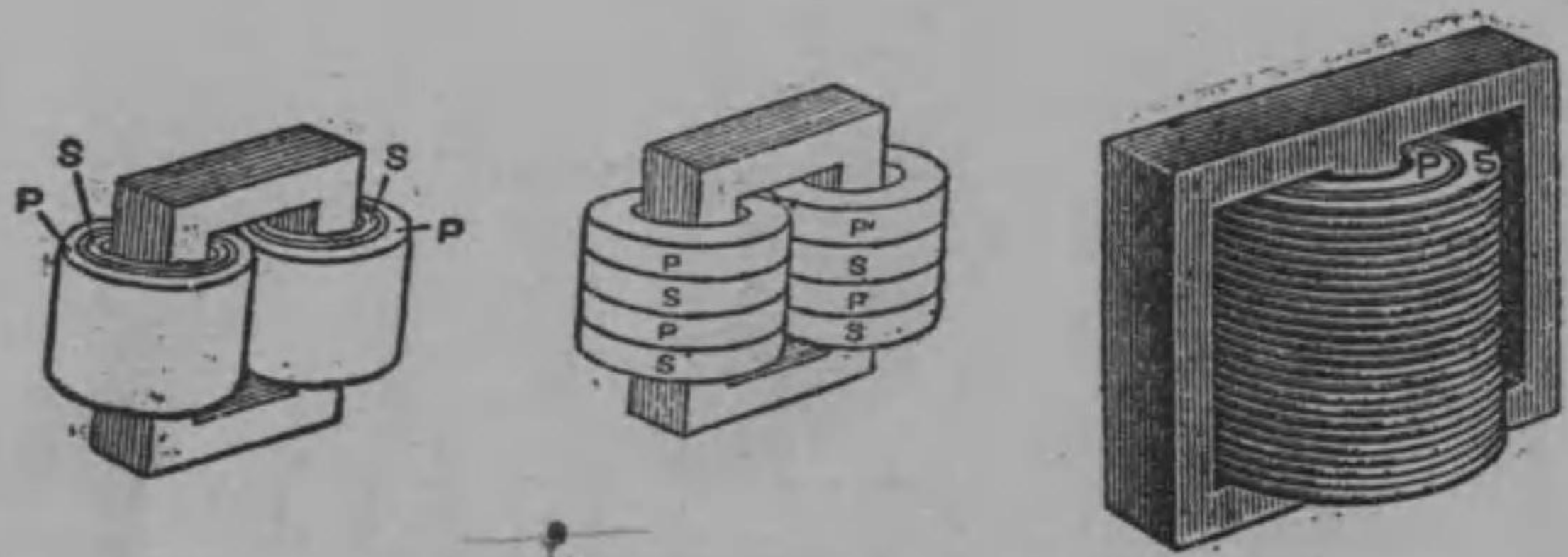
變壓器の鐵心は普通薄い軟鐵板を使つて左圖のやうに重ね合せるのである、(Sと記すのが二次線輪、Pと記すのは一次線輪である。) 此一次及び二次捲線の各一組づゝが線輪のやうに捲かれて圖のやうになるが、時々第三圖のやうに圓筒狀に捲かれることがある。

此等の何れの場合でも一次線輪を特に注意して互に鐵心から絶縁されるやうに捲くのである。

サテ左圖は油入變壓器の寫眞であるが、此



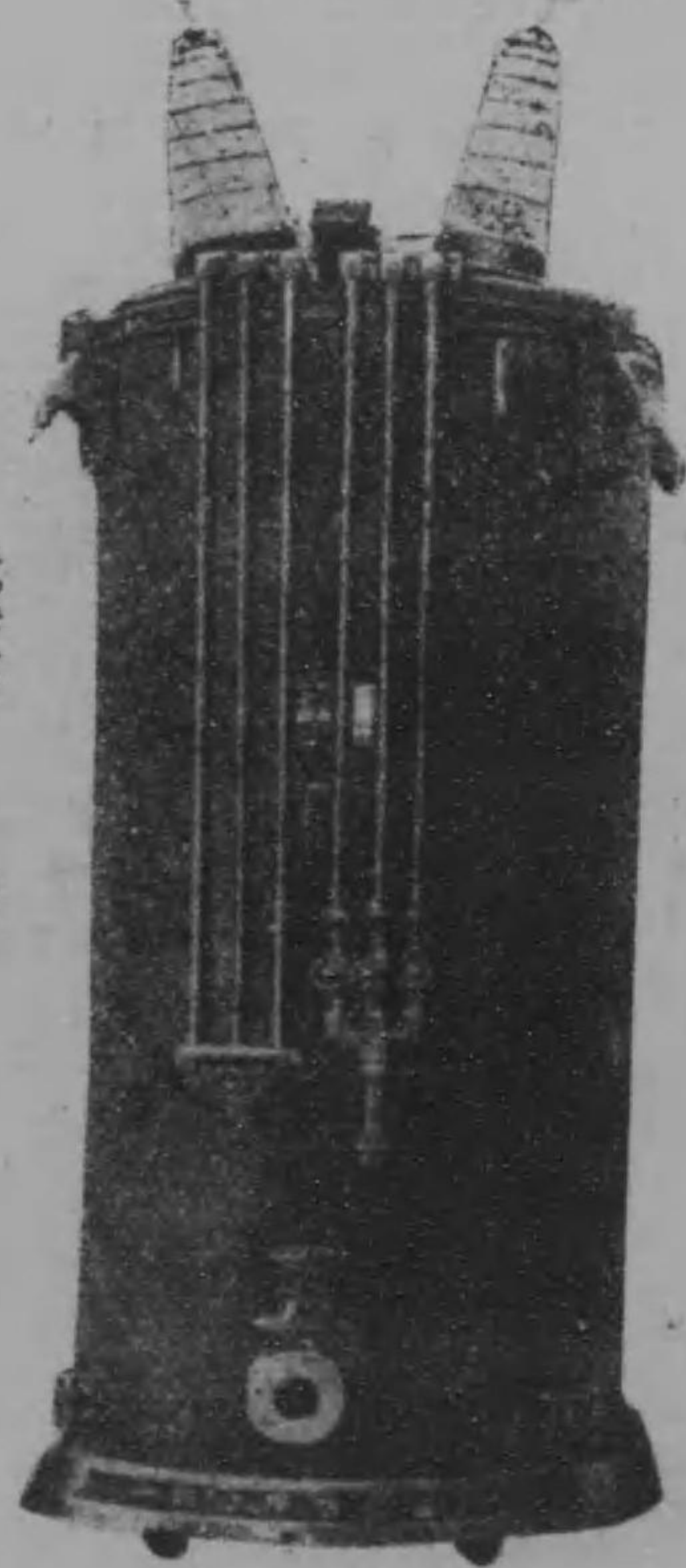
變壓器の作用の圖



變壓器の捲線圖

油を入れる理由は變壓器に熱を起さないやうに冷却することと絶縁を完全にすることを爲である。

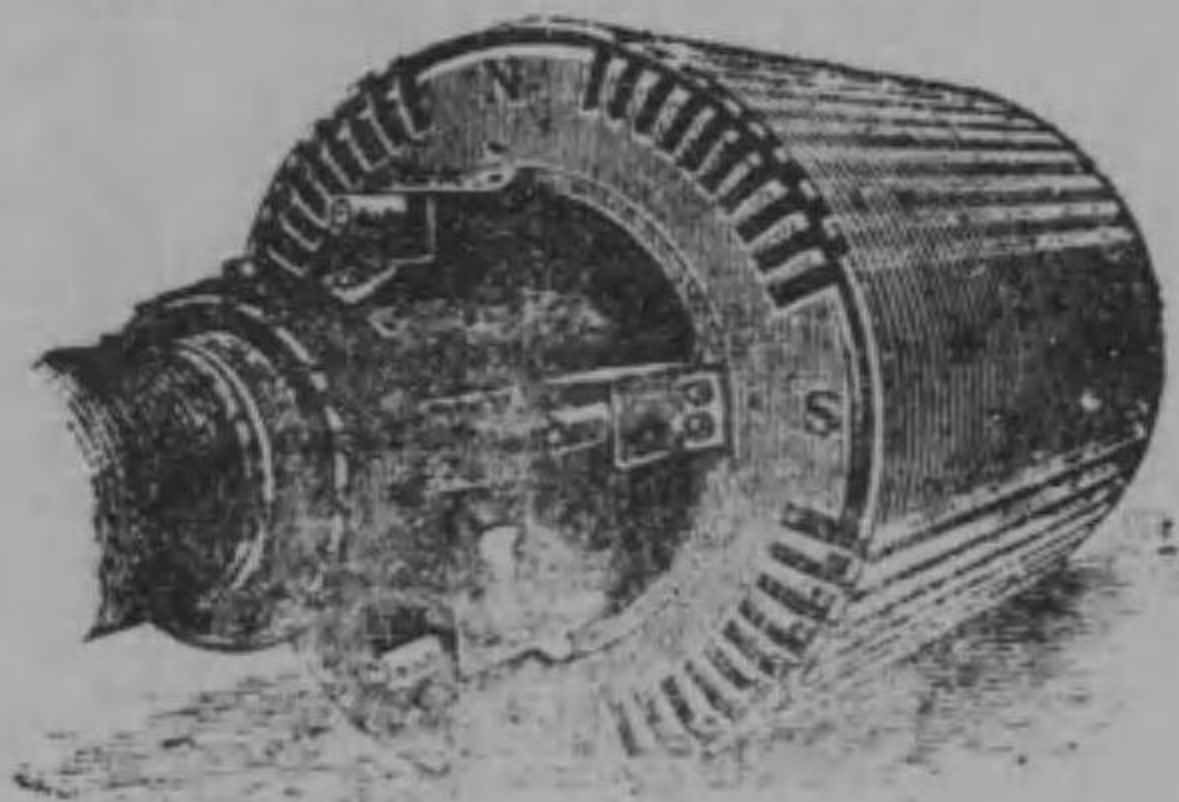
油入變壓器の圖



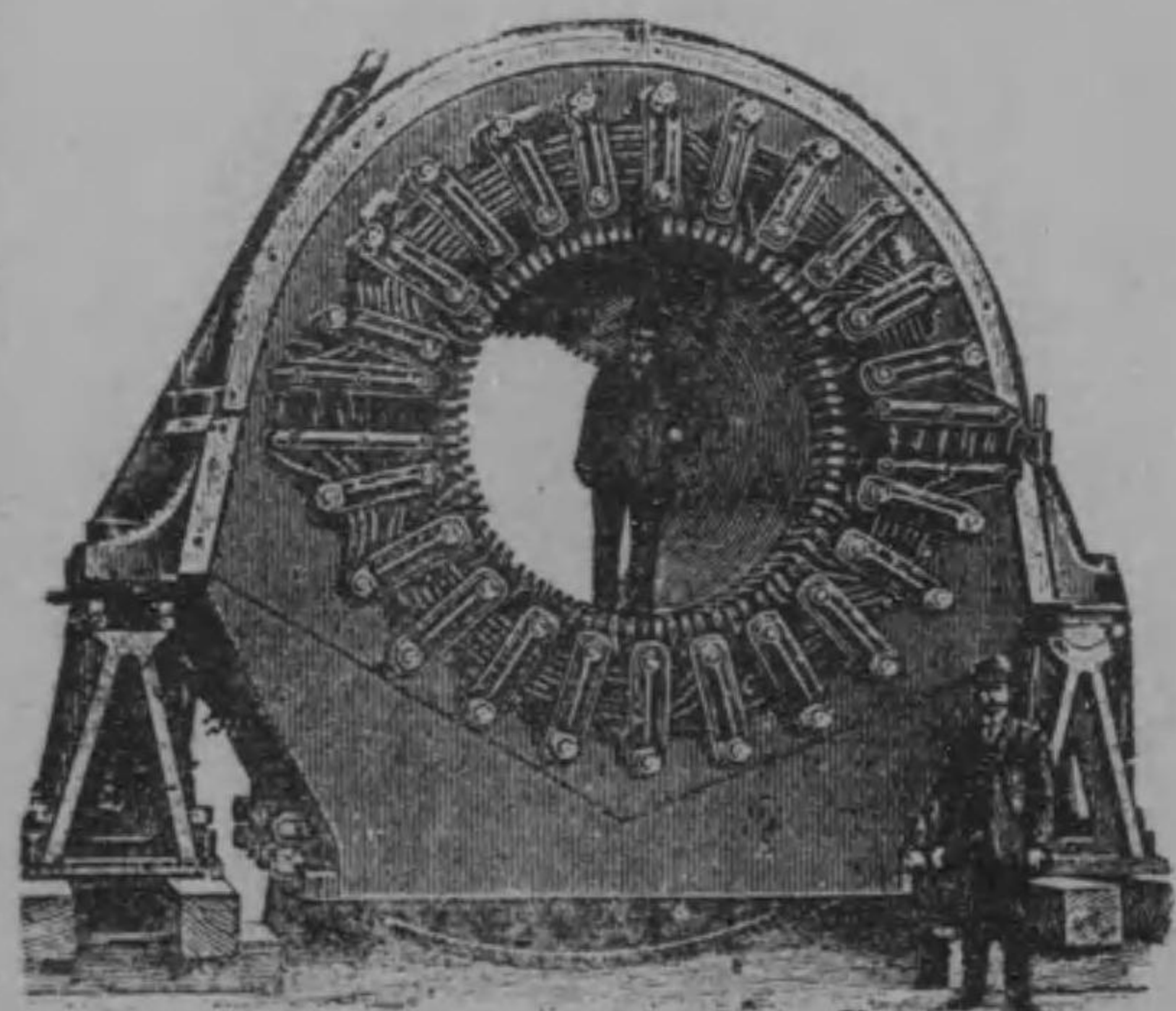
○タービン発電機とは何か
タービン発電機、(又は蒸汽タービン発電機)といふのは蒸氣力を用ふるタービンと共に運轉する特別の交流発電機である。

高速を出す爲に僅に數極ダケを必要とする、次に最も硬い且つ平均を得た構造を回轉子に與へねばならない。

二萬五千ワットの出力を有する二極式タービン発電機の回轉子



(S及びN極は極磁)



上圖に對する定子

これは二萬五千キロワットの発電能力を持つ大型蒸氣タービン発電機の回轉

子と固定子であるが其を運轉するには約三萬三千馬力の力が要せられる。此鐵心の直徑は七十四インチで長サ百三十一インチ四分の一である、又目方は約五十噸あつて圖の如く四極式である。

固定子は約百噸の目方を有するが此發電機は一分間七百五十回の回轉數を持ち、二十五サイクル、四千五百ボルト、三千二百アンペヤの交流電氣を發生する。

尙動力になる此タービンについても説明したいが、餘り専門になる嫌があるから茲に略する。

サテ火力發電所の近くに行くとき忽ち目に入るものは高い煙突である。

此高い煙突は石炭を燃やす爲に黒煙が出て空中に舞ひ上る爲に使ふのであるが、煙突が何時も靜に立つて居るから通風をよくする爲に出来る丈高い煙突を用ふるのである。

之を解り易く云へば、我々が今長火鉢の中で炭に火を點じて其を早くオコさうとするにはボール紙又はブリキ製の圓い筒を使ふのであるが、其筒が長いほど火がオコリ易い。即ち通風が完全に出来るから若し短い筒の場合には其通風が鈍いものである。

之を専門語で押し込み通氣と呼んで居る。發電所の石炭を入れる爐から出る熱がボイラー（汽罐）の中に入ると其罐の中の水が蒸氣となり、其蒸氣がタービン（又は蒸汽機關）の中に入る爲に鐵管を通過する、かくてタービンの中で動力を起すやうにシリンダー（汽筒）や其他空氣室などで作用する。

其の結果タービンが運轉するとタービンと車軸を同じくして居る發電機が同じ回轉速度で運轉し始めて電流を起すことになる。

此處まで來ると先きの水車と發電機との關係のやうになつて、發電機は機械力を電氣力に代へることになる。ツマリ廻轉する爲に電流を起すのである。

其起された電流を遠方の工場のモートル、電燈、電車等に送るのであるが此を送電、又は電流の輸送といふのである。

サテ茲に一言述べたいのはコンデンサー（凝縮機關）といふ機關についてである。

今蒸氣が蒸氣機關の中で其仕事を了へると此コンデンサーの中に通過して熱くなつた蒸氣が水のやうに冷却されるばかりでなく、油氣や其他の不潔な分子を取り去るのである、かくして其清い冷たい水は再び先きのボイラーに返つて再び三度蒸氣になる。

これは冷却用に使ふコンデンサーの使目である。

○世界で有名な火力発電所

世界で有名な火力発電所を考へる時に思ひ出されるのは著者が嘗て青年時代に親しく訪問した英國のチエルシー火力発電所である。

英國殊にイングランドはスコットランドのやうに水利の便がない代りに豊富な石炭を持つて居る、其關係上石炭を燃料とする火力発電所が各方面にある。此チエルシー発電所はロンドン市の電車の殆んど凡ての電源を起すもので、歐羅巴中で稀に見る大発電所である。

實に地上二百七十五尺といふ高い煙突が其當時四本本のやうに立つて聳えて居つた。

此チエルシー発電所に運ばれる石炭は、テームス河の中を往來する運送船で運ばれるが今其實況を述べて見る。

チエルシー発電所を出てテームス河畔に行くくと二組の大仕掛けな起重機があるが、其は石炭をテームス河畔にある運送船から積み上げて、自動的に発電所の爐の方に積み降ろすのである。

テームス河の水がドン／＼流れ込むトンネルの入口には細かい針金の網が張

つてあるが、其は水の中にある邪魔物、木の屑、汚物がトンネル内に流れ込まないやうにする爲で、電氣の力で働くブラッシュユが休みなく其針金網の表面を洗ひ清めて居る。

此水は先に述べたコンデンサーの方に水を引き入れる爲に使ふのである。

石炭がかうして爐に入る迄に人の手を借りること、即ち勞力が極めて要しない。凡て機械や電氣の力で此等の作業を行ふのである、

次に發電所の中にある電氣試験室に入つて見ると、色々澤山の試験器があつて夫々技術者の試験を待つて居る。

化學試験の試験器、青寫眞室、物理試験をする試験器其他の精密な器械が澤山にある。

今一例を述べれば石炭の加熱力を試験して其質の良不良を検する爲に炭素、水素の分量を知るのである、其試験をする爲に一塊の石炭を取つて試験臺に載

せ、電氣の力で其を粉にする。かくて其重量(グラム數)を計つて後酸化鉛と硝子粉及び鹽素の少量に混ぜると溶解をするから其溶解状態を保つた儘土焼きの埧塙に入れて赤く熱して見る。すると炭素原子は酸素を取り鉛と化合して居ることが判るのである。之を洗滌して乾かし、計つた數に四八三を乗ずれば一ポンドの石炭の熱量(カロリー)が知れるのである。

此試験室から發電所の方に戻ると中途に歪んだ鐵管があつて、其下を通るが其管には赤く燃えて居る石炭を入れた釣瓶が下がつて居る。

此は鐵管が氷結しないやうに保護する爲であるが勿論夏中には此のやうな装置はない、汽罐室に入ると爐と汽罐は二列に竝んで、一列には三十二基の爐とボイラー(汽罐)がある、然るに何處の汽罐室内でも能く我々が耳にする石炭を爐の中に入れるやうな音を發しない。

普通の場合には爐を開けてシヤベル(石炭を入れるもの)の音を立て乍ら石

炭を爐の中に入れるのであるが、此處では天井の方にある石炭貯藏箱から續いて居る太い管を石炭が通つて来て、各爐の上にある受炭装置の中に徐々に適當の分量で落ち込まれる。

此等の石炭が毎日消費される量は實に五百噸乃至五百二十噸である。

今假りに一噸につき一二、〇〇〇カロリーの熱量を有するとすれば五百噸では

$$(12,000 \times 2,240) (1 \text{ トン} = 2,240 \text{ ポンド})$$

此熱の勢力は馬力に直すと

$$\frac{12,000 \times 500 \times 2,240 \times 778}{33,000 \times 60} = 5,376,000 \text{ 馬力}$$

となる。

これによつて考へると、ロンドンの電車が一時間どの位の電力を使ふか判ると共に此發電所から出る電流の割合が略ぼ知れるのである。

けれども此計算から得る數字と實際に使ふ勢力とは餘程異つて居る。

先づ其理由はタービン内で石炭から出る勢力が浪費されて力の損失を招き、次に一口に馬力といふが其は沿革的に考へたもので必ずしも馬一頭の力とは云へない。

此のやうにして今の數字の如く、五百三十七萬六千馬力といふやうな大きな動力を得ることは出来ないことになる。

凡そ此發電所の石炭を燃やす爐は蒸汽機關の傳熱面積に關係があつて夫々其能力が變るもので、今述べて居る爐は八十五平方呎の面積を有して居るが其主なる部分は石炭が自分の重みの爲に爐の口に落ちて來ると爐格子に集つて燒かれ乍ら一廻りする、かくて全く灰になつて了ふと別に設けてある灰受けの中に落ち込んで了ふ。

爐の内部は扉の隙間から覗くことが出来るが、内部に燒け焦げつゝある石炭

の光りは餘り猛烈過ぎて青眼鏡をかけなくては見る事が出来ない、唯の肉眼で見るときには忽ち双眼を痛めて了ふのである。

爐の中を見ると眞紅な石炭の熱から出る光りの海で火焰が上の方に伸び上がつては、汽罐の管を舐めて居る、此汽罐は多管式（蒸氣の通る管が多い意味）で加熱面積五二二平方呎を持つて居るが、此中で出来た蒸氣は外の蒸氣管に導かれて乾かされ更に高い温度に熱せられる。此處では傳熱面積が六七二平方呎である。

ロンドンの地下にある電車に乗り込んで見ると、列車の車輛数が毎日變つて居ることを氣付くのであるが、此車輛の増減につれて其を運轉させる動力も勿論變らねばならないのである。此動力を増減させるには今の爐の數を増減させるか、又は爐の火焰の高サを増減させるのである、之を他の言葉で云へば石炭を燃やすことを加減することになる、恰も料理人が臺所で毎日時間によつて火

力を變へる爲に焰の高サを變へて色々の料理をするのと同じである。然し料理人の場合には僅に一平方呎位キリない爐格子の位置を上げ下げさせるのであるが八十五平方呎もあるチエルシーの發電所の爐とは勿論同じ様に考へられぬ。

チエルシー發電所の爐の扱ひ方は爐格子の位置をその儘にして唯石炭の深サ（又は蒿サ）を變へるのである。六インチ乃至二インチ位を限度として夫々適宜の深サに石炭を供給する。

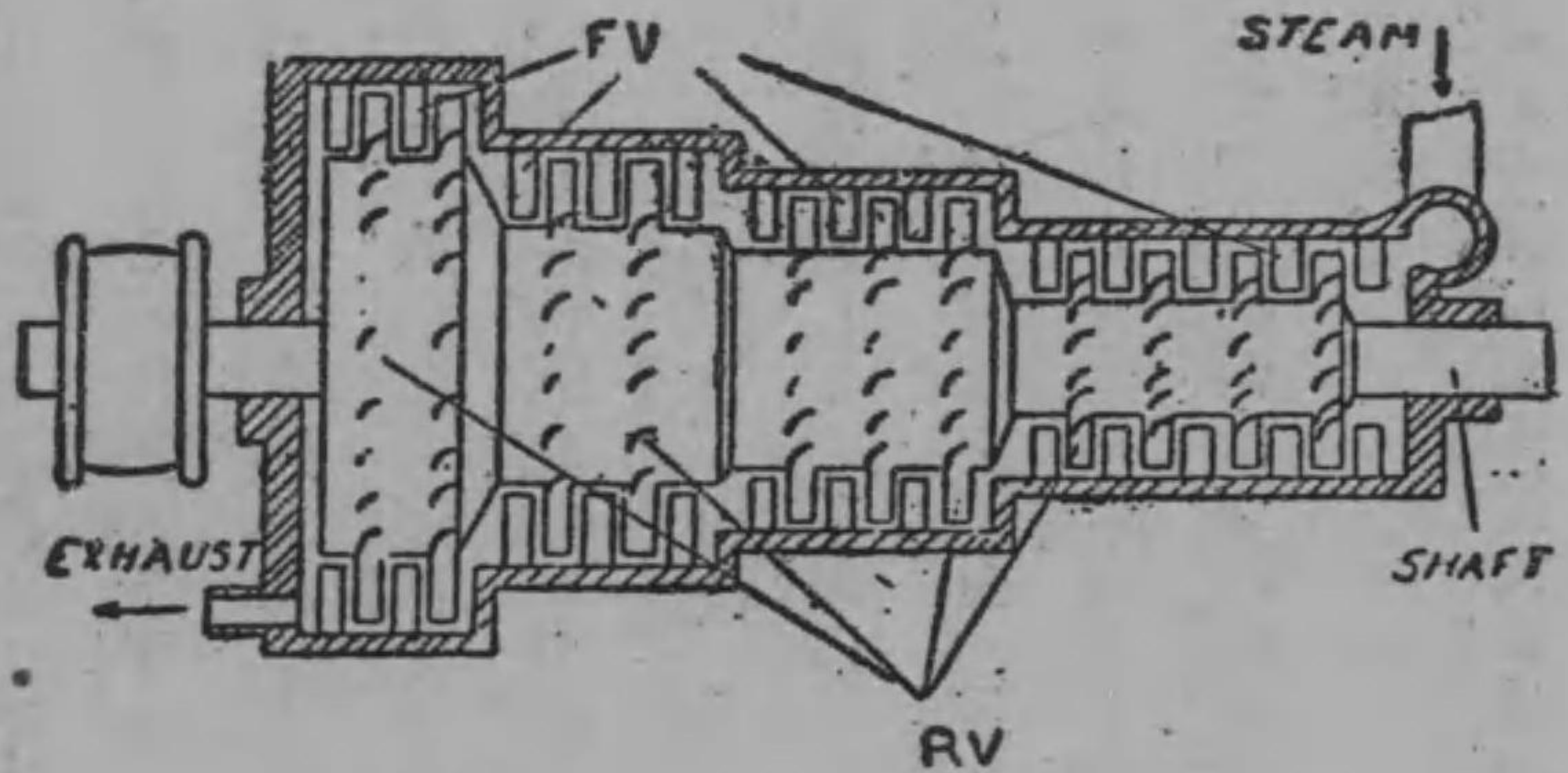
汽罐は凡て八組の列に分け、一組の列は八基の汽罐で出来て居る。此等の汽罐からは鐵管を出してヘッダーといふ大きな鐵管に落合ふやうになつて居る。けれども必要の時に此等の各汽罐は何時でも此ヘッダーから別々に獨立する事が出来るやうになつて居る。

次に隣室の機關室に行くときAからH迄ABC順になつて八臺の機關がある。（ターピンのことをいふ）。

今述べたヘツダーから蒸氣が出て来て此機關室に導かれる。何處の發電所でも經費といふことについて常に出来るだけ經濟になるやうに考へて居るが、チエルシー發電所でも又其を實行する爲に給水用の水の經濟を圖つて居る。

先に述べたコンデンサーの水はロンドン市の水道からとらないでテムス河からとる。其には塵埃や汚物を防ぐ爲に網が流入口に張つてあることは已に述べた如くである。次に經費の節約といふ一例が汽罐の背後で行はれて居る。今石炭を燃やして生ずるガスは澤山の熱を持つて居る。此を其儘煙突の中から空に逃して了ふのは熱の損失といふことになるから此ガスが煙突に行く途中にエコノマイザーといふ特別の装置があつて、今のガスを通過せしめることになつて居る。

此エコノマイザーといふ仕掛けの中には汽罐へ清水を送る管が稻妻のやうな



解圖のンビータ

形(シ)に通つて居つて此熱瓦斯に對して大きな傳熱作用をする。水管の中の水は此熱の爲に温められて遂に沸騰點に迄達するやうになり、蒸氣を作り上げて熱の利用をすることになる。

尤も此エコノマイザーといふ装置の中では稻妻形の管の冷たい部分に煤煙がタマル事がある。其を取り去る爲に煤落しの仕掛けが間斷なく働いて居る。

爐の下には又別に大きな部屋があつて全部で六十四組の爐から六十四本の漏斗の形に似た筧がズート垂れて其下に狭いレール

が二十本敷いてある所まで下りると、爐から落ちて来る石炭の燃え滓を受け入れて他のところに運んで了ふ。此燃え滓は市街の道路などに用ひて相當の代價で賣れるから、今述べたやうに經費の節約が出来るのである。

此時に一人の余を案内せる外人が突然右手に見える餘り大きくない建物を指して、「アレが洗濯屋サンで御座います」といふ。

行つて見ると一人の快活な人がセツセと仕事をして居る。其仕事は油の泌んだ襪を美しくして更にモウ一度使へるやうにするので同時に其油を捨てないで別に集めて居る。先づ圓形の大きな金網籠があつて襪は後へ後へと其中につめられる。一杯になると籠は頗る早く廻る特別の洗濯用絞り機械の中に入られて、其廻轉につれ油が飛んで別にある油受けの仕掛けの中に一滴一滴と落ちて来る。

勿論此の様にして得た油は上等のものではないから、精密な機械用の油とし

ては使へないのであるが、粗末な仕事に使ふ時には十分に役立つものである。

かうして油をとつし了まふと、襪は樽のやうな格好をした大きな機械の中に入り、其中で圓い筒が廻つて右に廻つたかと思ふと次に左に廻り、其下にある粗いアルカリ石鹼水の中でボロが揉れ乍ら洗はれるのである。一通り水で洗はれてあるから最後に乾燥室の乾燥仕掛けにかゝつて全く綺麗なボロになる。兎角此発電所のみでなく何處のボロ洗濯所でも、世の中にあるボロといふボロが集るもので、其中でも繊維のやうに強いものは、何回も何回も使はれて廢物利用といふことになる。けれど品質の悪いボロは、今述べた機械で扱ふ場合にすぐ駄目になつて了ふ。

サテ此次に汽罐室から次の機關室に行く間に扉を押して案内人を先に隣室に入る順序となる。

此機關室を想像するには我々の身長よりも高い大きなタービンが据付けてあ

ることを頭の中に描くのである。

其タービンの中央に一本の車軸があつて其に發電機が直結されて居る。

直結といふのは一本の車軸にタービンも又發電機も取付けてあることで、ター

ピンが七〇〇回転すれば發電機も矢張り七〇〇回転することになるのである。

サテ直結された發電機的一端に先に述べた勵磁機といふ小型の電氣機械が取付けてある。

此タービン發電機が合計八臺列んで運轉して居る。タービンが蒸氣を吸入する口から蒸氣が入つて來ると、タービンは騒然と音を立て、振動勢力を起し、一平方インチ毎に約一八五ポンドの壓力を持つことになる、此役目をしながら回転すると高い眞空が生じる。

頭の上を見上げると大きな電氣起重機が二組あつて靜に働いて居る。これは重い荷物を發電所の内部の一方から一方に運ぶ爲に使ふのである。今タービン

の大體の説明をする。一臺のタービンは十に分けた室を持つて居るが、一本の小サイ徑のパイプが十個の壓力計に導かれて居る。

最初蒸氣の入つて來る第一番の室からは今述べた一本づゝのパイプが出て、其先端が壓力計に導かれる。故に壓力計の指針は蒸氣の壓力の變り方と共に動くから、パイプの栓を半分開いて置けば、針の震動は餘り強過ぎず明に眼で見ることが出来る。

此のやうに十個ヅラリと列んだ壓力計を端から端に見て行く、と一八五ポンドから段々に下つてマイナス二八封度迄になつて居るが、此は何の意味かといふに、始め蒸氣は汽罐を出る時には一八五ポンドの壓力を持ち、其壓力で第一番の室に突入して來て、次にパイプの内部の抵抗の爲に又はタービンの中の無数のブレード(翼)の爲に次第に壓力が減るからであらう。

かくて蒸氣が働く力は最初一番室に突入した力であるが、次に次第々々に二

番三番といふ順序で次から次の室に来て容積が廣くなると壓力が減じて来る。
(タービンの圖解参照)

通例此第一から第五迄の室を高壓タービン、次の五から十迄の室を低壓タービンといふ。

高壓タービンの最後の室は壓力五ポンド、低壓タービンの最初の室は壓力マ
イナス二五ポンドとなるから、其間に壓力の差が非常にある。

然し今大氣の壓力を十五ポンドとして、其を一室の標準とするから、高壓タービンと低壓タービンの壓力が異つて来る。故に最後の十番室(低壓タービン)が空氣中に蒸氣を吐き出す時には、空氣は蒸氣よりも壓力強く、其儘にして置けば反つてタービンを逆に廻轉せしめる恐がある。(此壓力が何ポンドといふのは決して空氣の重さが何ポンドであるといふのでなく、水銀の時数を指したもので、天秤や發條秤で計つた數字でなくバロメーターの水銀柱を指すのである)

以上は小しくタービンについて専門に走つたかのやうに思はれるが順序上述べたのである。

此タービンの廻轉につれて車軸が廻ると其に取付けてある發電機も矢張り廻轉することになる。發電機の上の方にあるブラッシュから靜に火花が飛んで居る。此發電機を見て居ると恰も猛虎の憩へるやうである。けれども發電機は憩へる虎でなく眞に荒れ狂ふライオンである、其から出る電流は一秒間に幾十萬マイルの遠きに行つて再び戻つて来るのである。

今電流が荷を負ひ乍ら走り出す有様を想像するに、出發の時間は即ち到着の時間である。若し蒸氣が牡牛であるとすれば電流は駿馬であらねばならぬ。

此迄述べて來ると此發電所の内部にまだ色々の装置があることを述べる必要があるやうに思はれるが、後章の爲に餘白を残すことになるから、發電所といふ章は此で打切ることにする。

唯最後に一言したいのは、世界の水利國が段々と目醒めて、今日では火力發電所は或る石炭國又は石炭が非常に安價に手に入れることが出来る土地のみに建てられ、其他は何れも自然の恩寵である水力を利用する傾向になつたことである。

其水力發電所については更に他日稿を更めて委しく別の拙著で説明することにした。

第九章 電車の話

電車の説明をするに當つて東京市内を走る俗に云ふ單獨の電車と電氣機關車によつて列車を牽く電氣鐵道との二ツに分けて述べることにする。

電車の出来た原因は先に述べた電動機が發明された爲で、電動機を發明した人々の中にはダウエンポルト、ダビットソン、ロルフなどいふ發明家があつたが、此等の人々は電氣の力で車體を牽くことについて色々の考へを發表したけれども、其電源になる一次電池を作るのに費用が澤山要するので何れも成功しないのであつた。

然し乍ら發電機が出来たやうになつて、電流を自由に得ることになつてから、電氣の力で車體を牽くことが成功したのである。

最も古い電車はエヂソン、ステフエン、フィールドなどといふ人々によつて出来上つた。

日本で電車を採用するやうになる前に、外國では已に其が交通機關の一部分を占めて居つた。一八八八年にダフトといふ人は、今日のやうに架空電車線から電流を得ることを考へ付いて、其架空電車線の直ぐ下にトロリー車といふ丸

い車を付けた。

此が今日東京や大阪其他到るところの市内外の電車の屋根の上に廻つて居る車の始りである。其トロリー車は電車の屋根から突き出て居るボールの一端に取付けてあるとは、讀者が已に實見して居る筈である。此小さい車が電車の運轉につれて廻り乍ら、其と接觸して居る架空電車線から電流を取つてボールに導き、ボールから電車の車體の下（我々の腰掛けて居る床の下）にある電動機に電流が通過する。

サテ、ロンドンや巴里に行くと、地下に電車があるが、今日ではロンドンだけでも已に百五十マイル近い地下電車がある。

これは市街の往來が頻繁であるから交通上の危険がないやうに特別に地下に電車を運轉せしめるので、今日我々が新聞紙上で度々見受ける電車の衝突、自働車、馬車と電車の衝突等の事故がなくなるのである。

東京でも地下鐵道（電車を含む）を設計して近く工事にとりかゝる事に つて居るが、其が完成した曉には市街の路面にある色々の交通機關が整理されて今日のやうな厭な気分がなくなる筈である。

サテ電車が今日我々の日常生活にとつて大切であることは今更云ふまでもない。殊に東京、大阪其他の大都市に生活して居る人々にとつては是非共なくてはならない文明の利器である。

これを例へて云へば我々の家の中の電燈が偶々發電所の故障の爲に消えることがあるが、其消える時間が假令二三十分間であるにも不拘、何となく不愉快になる。蠟燭や舊式の石油ランプを出して一時の間に合せたり、又ガスのある家ではガス燈を點じたりするけれども、矢張り電燈のやうに明に室内を照すことが出来ないから不自由を感じるのである。

其と同じやうに電車が故障の爲に停電したり又は車掌や運轉手のストライキ

の爲に全線の電車が運轉を止めたりすると、我々は非常に不便を感ずるものである。

先年東京市で労働問題の爲に車掌や運轉手がストライキをした爲に一日間全く電車の運轉が全市に涉つて止つたことがあつた。其當時山の手の電車が幸に運轉して居つたので、市中の樞要なところに行く人々は辛うじて山の手線に乗り、迂回して往復したことがあつた。

其の様な場合に我々は平素左程に考へて居ない電車の便利といふことを痛切に感ずるものである。

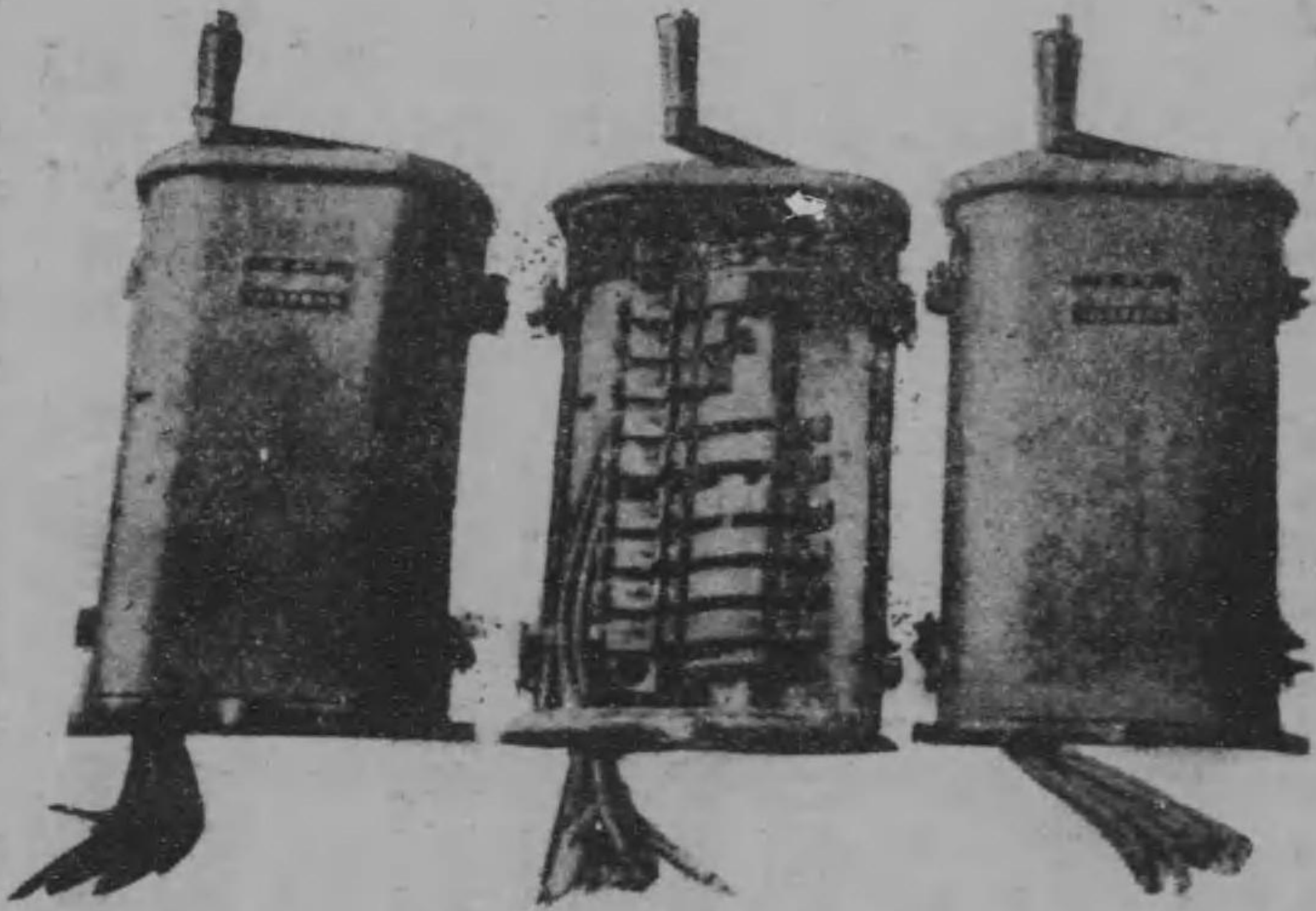
サテ電車の運轉に當つて三つの方式があるが、其第一は今述べた架空電車線式、第二は路面接觸式、第三は線渠式である。

此等の方式の中で架空電車線式が一番流行して居つて、世界至る處に應用されて居る。米國や歐羅巴大陸に行くと今日尙線渠式といふ運轉方式を採用して

居るが近い將來には架空電車線式によつて、其等が何れも驅逐される筈である。此架空線式は其を建設する費用が割合に要しないのみならず、運轉を行ふに當つて色々の特長を有するのである。

我々の見る架空電線は唯一本の長い電線ではない、約半哩ぐらゐ宛に分けられて各區劃を持つて居る。此各區劃毎に電流が送られるやうになるが、其等の區劃される點には電流を與へる装置がある。これは長方形の箱のやうに見えるもので饋電箱と専門語で云ふ。其箱の中にスイッチが入つて居るが、其スイッチによつて電流が色々の方向に送られる。

電車の車體の上(屋根の上)にはポールといふ腕があるが其先には今述べたトロリー車といふ小さい車が付いて居る。このトロリー車からポールに電流が移つて、ポールから運轉手の側にあるコントローラー(逆行したり、運轉を始めたり、止めたりする制御器といふ左圖のやうな箱)に行き次に電車の下にある



電車のコントローラ

モーターに通過する、電流がモーターを出ると電車の車輪に出で、其からレールに傳はつてレールの各所にある電線から發電所に返ることになる。

山の手の電車のレールの接ぎ目に注意する時に此發電所に電流を返す電線が捻ぢ付けられてあるのに氣が付く筈である。サテ、レールの上に出る電流は僅に數ボルトの電壓に過ぎないから我々が其上に乗つても危険がないやうになつて居る。

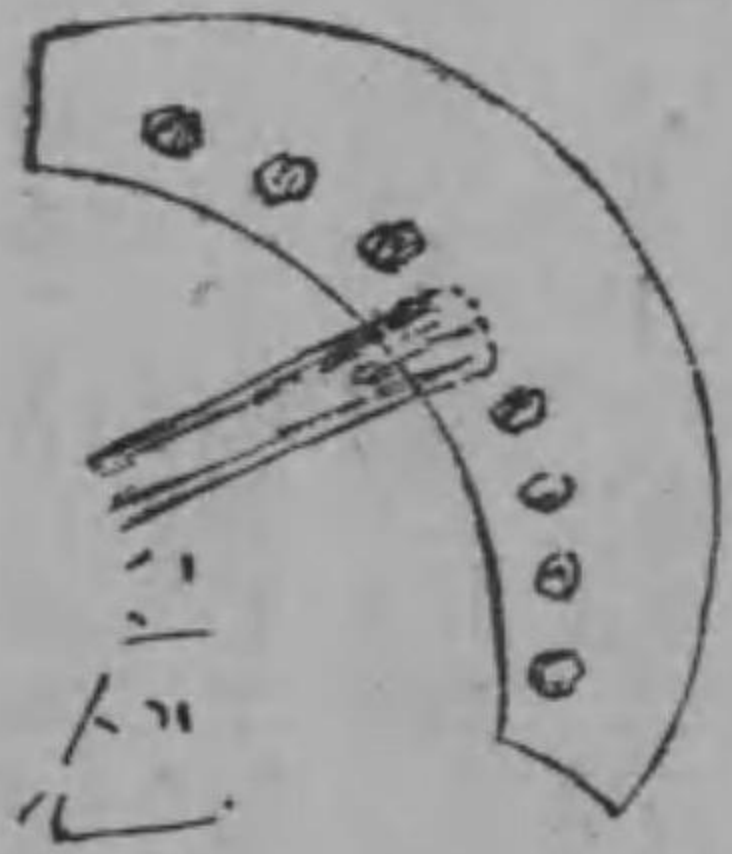
普通電車の下には二臺の電動機が取

付けてあるが其馬力は二十馬力位から二十五馬力位が普通である。

先に圖で示したコントローラは我々が電車に乗る場合に運轉手の右手の下に見受けるもので、此の箱の中には色々抵抗を變へて行く抵抗器が入つて居る。

(圖の中央参照)

今運轉手が電車を運轉しようとするれば、先づハンドルを握つて左圖にあるやうな度によつて前の方に廻す。



此のハンドルの先が前の方に廻るとコントローラの中の抵抗が段々と除かれるから電車の下のモーターが一步一步強い電流を受けることになる。かくて全速力になる迄これを續ける、又コントローラのハンドルを廻す作用によつて電動機の接續を變へるもので、今電車が運轉を始めるると電動機は直列に接續されるから各電動機の中を全部の電流が通過するが

電壓は各電動機に分配されるやうになるけれども、電車が能く運轉をして居る間にコントローラーはモーターを並列に接続して各電動機が電流の全部の電壓を受けることになる。線渠式と路面接觸式とは何れも今の架空線式に似た運轉をするが、唯異つて居る點は電流が車體に送られる方式である。線渠式では電流を導く二條の電線が地下のコンクリートで作つた線渠の中に入れられて、其のコンクリート線渠は丁度鐵管のやうに丸い孔が其中に設けてあるが、其孔の中に電線が入るのである。

此線渠の頂上には小さい溝を作つて電流が其中に入るやうになつて居る。此のやうにして電流を集めるので、電流は其一方の電線に沿うて發電所に返ることになるからレールの上に電流が通じない。

けれども此は三ツの方式の中で一番費用が要るから餘り歡迎されて居ない。路面接觸式といふのは地中に電線を設ける點が今の線渠式に似て居るが電線

と接觸するには、レールの諸處に間隔を置いて取付けてある鉤によつて行はれる。

サテ電車の速度と重サといふことから考へて先づ制動装置(ブレーキ)が大切であることに思ひ付く。

先づ機械的に車輪を押す普通のブレーキ、恰も自轉車の車輪を押し付けるブレーキのやうな装置を考へる。次に電車の車輪でなくレールを押へ付ける装置を要するが、其は電磁鐵を利用する齒止め又はブレーキである、此は強力な電磁鐵の力で動作し、其磁鐵を勵磁する電流は電車の下の方のモーターから得るやうになつて居る。

今電車が運轉して居つて非常の速度に達した場合に、其を停車せしめる前に勢力が餘處に逃げ去るものである。

普通の機械仕掛け又は電磁鐵のブレーキでは此勢力が無駄に使はれる。けれ

ども勢力を再發せしめる装置があれば、其勢力を電流に代へて回線中に送り戻すことになるから、勢力の消耗を免れることになる。

今モーターに機械力を與へると其がダイナモ(發電機)となるから、電流を使ふ代りに電流を發することになる。此勢力を再發する方式では電車が小山又は坂路を下りる場合に車輪を廻轉せしめるが、其車輪がモーターを廻轉せしめる。而してモーターが發電機となつて電流を發生し、發電所に戻すのである。

此方法で小山を登る爲に電車が要する臨時の電流が小山を下る時に取戻される。

さて本章の電車の話といふことには左の三つの事柄を含んで居る。

(一)電車(車體に別々にモーターが取付けられてあるもの、即ち一臺で單獨に運轉するもの)

(二)電氣鐵道(獨立した電氣機關車があつて、其牽引力で何輛かの列車を

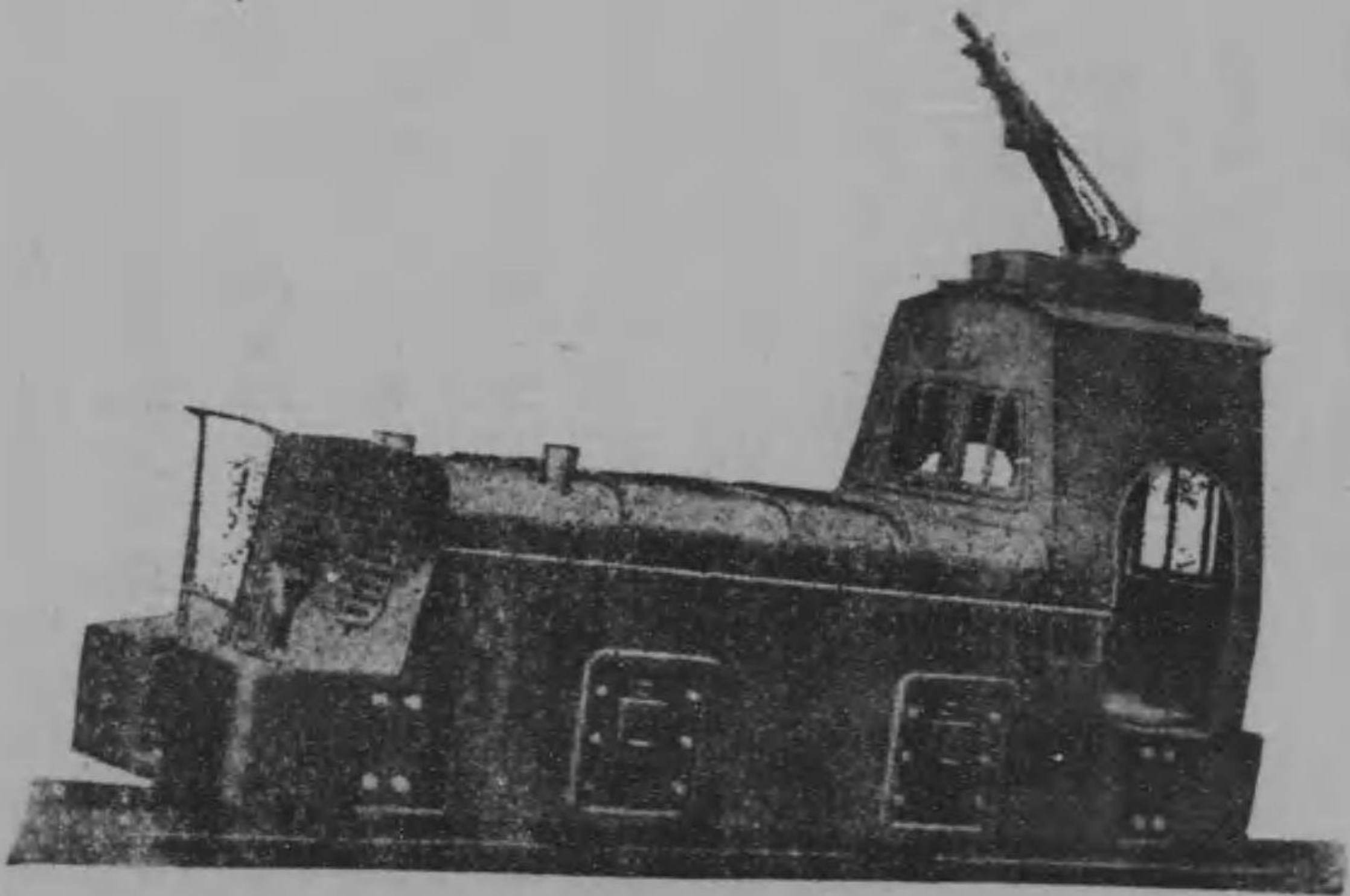
牽くもの)

(三)電氣自働車(これは電車といふ普通の考では本章中に入らないやうに思はれるが、車體を牽くといふ電氣の牽引作用から考へて本章中に入るべきものである)

今日では電車其者は敢て珍らしいものではなく、田舎に行つても小學校の生徒達ばかりでなく、凡ての兒童や老人の頭の中に電車といふことが入つて居るから、電車の姿を圖で示さないでも誰でも其を知つて居る。

左に掲げるのは鑛山のやうに低い天井を持つ坑内を往復する電氣機關車であるが、此機關車には運轉手だけが乗つて居つて、山の手、京濱又は大阪、京都、其他の都市にある電車のやうに列車の中に運轉臺があるのとは異つて居る。

此電氣機關車の後に何臺もトロツコや貨車が牽かれて運轉するが、此やうな機關車は鑛山地方に行くときに見ることが出来るのである。



日本では近頃鐵道の電化といふことが盛に唱へられて居るが、東海道の本線は近い將來に電車になるといふので、今日では電氣機關車を獨立させて急速力の運轉をする時代になつて居る。今の山の手や市中を走る電車のやうに運轉臺が列車の中にあるやうでは十分に運轉することが出来ない。

鐵道省から外國に注文してある電氣機關車が到着するのに近いことであるが、其を各地の電氣鐵道用とし

て使ふやうになれば、今日のやうに乘客に不便を與へるやうなことは無い筈である。歐米に行くとき強力的な電氣機關車を使つて蒸氣機關車よりも一層早い速度で列車を牽いて運轉して居る。スイツツルやアルプス山、又は米國の有名なロツキー山地方では此高速の電氣機關車が何十輛といふ列車を牽いて高地から低地、又は低地から高地に自由自在に運轉して居る。

蒸氣機關車に比べれば第一に乗心地が宜い、石炭の煤煙が窓際に飛んで來ない、震動が少ない、忽ちに運轉し忽ちに停車する事が出来るから、停車場以外の場所でも臨時に停車したり發車することが出来るのである。此外に電氣機關車が持つ特長は、列車の數を増減する場合に、自由に牽引力を加減することが出来ること、石炭の如き燃料を貯炭車に入れて運ぶ必要がないのみならず、シャヴェルで其を汽罐に投げ入れる手數などが要らないから、運轉手(又は機關手)は只の一人で十分である。

○電車の電流を得る方法

凡そ電車が電流を得る方法に數種ある。

(一)普通の場合に直流五〇〇ボルトの電流を採用するが、それは發電所又は配電所から架空線に送られて其架空線とトロリー車が接觸して先のやうに電流がコントローラーに導かれる。

(二)電流が地下にある線渠の中の電線から車體に移る。

尚電車の運轉には二臺の直捲電動機を使ふが、各車體の下に据付けられて車輪を廻轉させるが、齒車仕掛けになつて車輪と聯結されて居る。

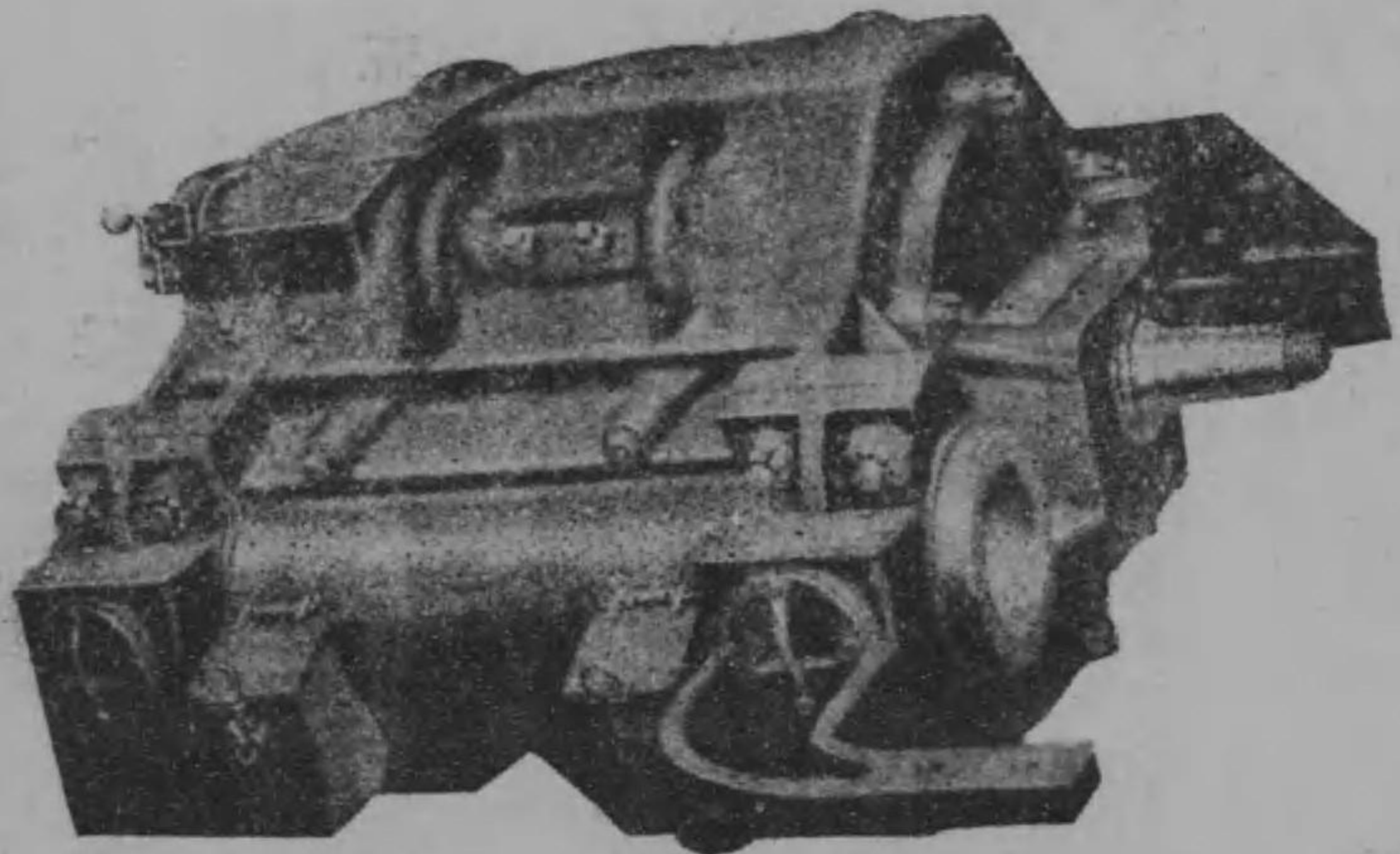
電車のモーターは塵埃や其他の芥が其中に入り込まないやうに全密閉型といふ式を採用して居る。左圖はモーターであるが、此圖のやうに何れにモーターがあるか、一見しただけでは判断が出来ない位である。

○コントローラーの作用

先に圖で示したコントローラーは運轉手の手加減で色々の作用をする。

(一)電車が運轉を始める時にコントローラーの把手を廻すと、電流を上の方のトロリーポールから導いて車體の下にある二臺のモーターに導き、其を直列に接続する。かくて回線中に餘分の抵抗を入れるから各モーターは起動の際に二分の一の電壓よりも少ない電壓を受ける。

(二)電車の速度が増すとコントロー



圖の - タ - モ の 車 電