

528  
53

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 80 1 2 3 4

始





224

大正十三年版

電氣大要

東京市電氣局



# 電氣大要

## 第一編 目次

第一章 電氣の性質	一
一、電氣とは何ぞ	一
二、電氣エネルギー	三
三、電氣の存在	四
四、陽電氣と陰電氣	四
五、導體と不導體	四
六、交流と直流	七

大正  
13.7.26  
内交



七、電氣の通路……………九

八、太い電線と細い電線……………二〇

九、電圧とは何?……………二二

一〇、電流によつて起る諸現象……………二三

一一、電氣抵抗……………二四

一二、絶縁すると云ふこと……………二五

第二章 電氣の發生……………二六

一、摩擦によつて起電する……………二六

二、熱の作用によつても起る……………二八

三、化學作用による發電……………二八

四、大規模の發電……………三三

第三章 簡単な電氣の諸計算……………三三



一、電氣の單位……………三三

二、オームの法則……………三四

三、直列と並列……………三七

四、電源のセーリス、パラレル……………三三

五、電壓の降下……………三四

六、電力……………三六

七、電燈……………三七

八、電力と機械力との關係……………四〇

第四章 電路に起る障得……………四三

一、地氣……………四三

二、短絡……………四四



### 第一編 磁氣

第一章 磁氣の性質 ..... 五〇

一、磁氣の發見 ..... 五〇

二、磁石（或は磁鐵） ..... 五一

三、磁氣吸引及排却作用 ..... 五二

四、磁力線 ..... 五三

五、磁氣に感ずるもの ..... 五五

第二章 電磁作用 ..... 五五

一、電流によつて磁氣が起る ..... 五五

二、コイル ..... 五七

三、電磁石 ..... 五九

四、磁氣の飽和 ..... 五九

五、残留磁氣 ..... 六〇

### 第三編 發電機

第一章 電磁誘導作用 ..... 六二

一、磁界に在る電線が運動すれば ..... 六二

其の電線には電氣が起る ..... 六二

二、簡単な發電機の原理 ..... 六三

三、交流を直流になすこと ..... 六四

第二章 發電機 ..... 六六

一、發電機の構造 ..... 六六

二、直流發電機の種類 ..... 七二



### 第四編 電動機

第一章 電動機の理論 ..... 七五

一、磁界に在る電線に電流が流れる時は其の電流は運動する ..... 七五

二、簡單なる電動機 ..... 七七

第二章 電動機の種類 ..... 七九

一、直流電動機と交流電動機 ..... 七九

第三章 電車用電動機 ..... 七九

一、電車運轉には如何なる電動機を可とするか ..... 七九

二、直流直捲電動機の性質 ..... 八一

三、電動機の速さは如何にして加減するか ..... 八二

四、整流子に起る火花 ..... 八三

五、電動機の反起電力 ..... 八四

### 第五編 電車内の電氣装置

第一章 制御器 ..... 八五

一、電車の速度を變ずること ..... 八五

二、制御器の主要部分 ..... 八九

三、制御器の種類 ..... 九一

四、制御器の取扱方 ..... 九一

五、抵抗器 ..... 九四

第二章 自動遮斷器 ..... 九五

第三章 避雷器 ..... 九六

第四章 制動機 (ブレーキ) ..... 九八



528-53

# 電氣大要

## 第一編

### 第一章 電氣の性質

一、電氣とは何ぞ

電氣は皆さんも御存じの通り目にも見えぬものであります、<sup>そ</sup>うして此の電氣は一體何であるかと云ふ事は可成り古い時代から有名な學者によつて研究されて來ましたが今日に至るまで「電氣は何々である」と斷定を下した人はないのであります。

備、地球上には随分種々な物がありますが大體次の三通りに區別されて仕舞うのであります、即ち

電氣大要

一

目次

八

一、ブレーキの目的	九
二、手捲ブレーキ	九
三、空氣ブレーキ	一〇三
四、電氣ブレーキ	一〇七
第五章 車 臺	一〇九
第六章 電燈及電鈴	一一一

(終)



一、固 體

一、液 體

一、氣 體

電氣は此の内の何れに屬して居るだらうかと申しまするに形のないものですから勿論固體ではない、では液體かと申しまするに液體でもありませんね液體なれば水や油のやうに一定の形はなくとも重みがなければなりませんね、電氣には重量がないのであります。

例令ば電氣の通つてない針金の目方を前に量つて置いてそれから電氣を通じながら其の針金の目方を量つて見ても重量は増しても居なければ減しても居りません又氣體ならば空氣や瓦斯のやうに自由に擴散して至る所に瀰漫せねばなりません、然るに電氣は傳はる針金がなければ通じません、若し途中で針金が切れればもう電氣の流れは停りそれが電車の場合なら動いて居た電車は止るし、電燈は消

えて眞暗になつて仕舞ひます、即電氣は通り路がなければならぬのであります。「電氣の本態は何んであるか」と云ふ質問に對して「何々である」と答へた人はありませぬが電氣の性質に就いては數多の學者によつて研究され其の性質を利用して電燈を點けたり電車を動かしたり電信、電話等數多い文明の利器が發明されました。

以下述べる所も電氣の本態の何んであるかと云ふ様な難しい研究問題は避けて其の性質に就いて話して見ませう。

二、電氣エネルギー

電氣は前に述べた通り實に譯の判らぬ不思議なものです。此の電氣によつて澤山の電燈をつけたり彼の重い電車を動かしたりする所を見ますと何か非常に強い勢力を持つて居るものと思はねばなりません、其の威大な勢力を電氣エネルギーと云つて居ります。



## 三、電氣の存在

電氣の存否を知るには通常電氣の爲す仕事を吾々は見て電氣の存在を知るより外に方法がないのであります、即磁針を電線に近づけて磁針の振れにより電氣の存在を知るか、開閉器スイッチの開閉により電燈の點滅を知る等總て電氣の仕事によつて其の有無を知るのであります。

## 四、陽電氣と陰電氣

電氣には陽電氣と陰電氣とあります。

陽電氣を+プラスと云ひ、陰電氣を-マイナスと云つて居ります。

電氣で仕事をモーターする時は必ず陽電氣と陰電氣との間に電動機や電燈を針金で接いで電動機を廻したり電燈をつけたりして居ます。此時は電氣エネルギーの消費を伴ひ電動機や電燈には電氣の流れ(電流)が生ずるのであります

## 五、導體と不導體

地球上の總ての物質を電氣的(電氣的とは電氣を通じて見てと云ふ意味)に區別して導體と不導體の二つに別つ事が出来ます。

導體とは電氣をよく傳導する物質で不導體(或は絶縁物とも云ふ)とは電氣を比較的導き難い物質を申します、日常我々が取扱ふ物質の中で導體及不導體を擧げて見れば次の様な物質であります。

## 導體

銀、銅、金、アルミニウム、海水、亜鉛、白金、鐵、ニッケル、錫、鉛、其の他一般金屬、硫酸、炭素、不純なる水、濕地、人體及一般動物等

## 不導體

乾燥せる空氣、水晶、硝子、雲母、バラフィン、エポナイト、シエラツク、ガタペルシヤ、松脂、ゴム、絹、羊毛、陶磁器、油、紙、大理石、乾燥せる木材、木綿等

以上の様に導體、不導體と區別しましたが導體はどれも同じ様に電氣を導き不



導體も同様に何れも同じ割合で電氣を導かぬものかと申しまするに皆其の程度を異にして居るのであります。

導體の中でも一番先の銀と終りの人體等とは大層電氣の流れ方が違つて居て銀は導體の中で最も良く電氣を導くもので次に位するのが銅であります、次が金、それから「アルミニウム」海水、亞鉛……と云ふ順序で人體等に至れば傳導の割合が大層少くなつて參ります。

次に不導體の方でも乾燥せる空氣、水晶等は乾燥せる木材、木綿等より遙に高い絶縁性（絶縁性とは電氣を導かぬ性質と云ふこと）を有つて居ります。要するに導體は良く電氣を導くものから、不導體は電氣を導かぬ性質のものから順次書き並べたのであります。故に不導體だからと云ふて迂闊に材木や木綿類で強い電氣の針金をいぢると危険で思はぬ災難を惹起した例が往々あるのであります。

ですから導體、不導體と云ふても絶對的のものではなく電氣の強さによつて導體ともなれば不導體ともなるので茲に區別した導體、不導體は低壓の電氣（我市電にて電車を運轉する位の強さの電氣）を標準にして定めたものであります。

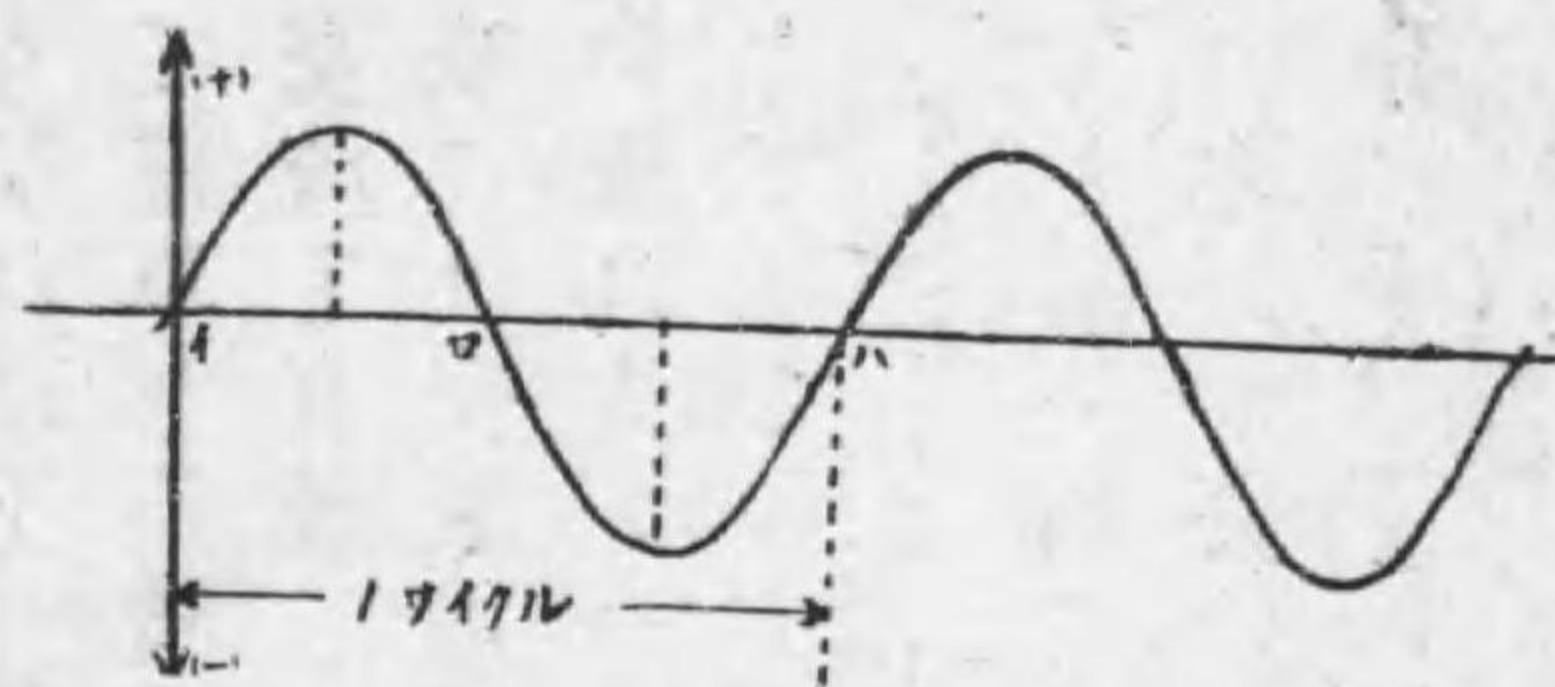
## 六、交流と直流

電氣には交流電氣と云ふのと直流電氣と云ふのと二通りあります、交流の電氣は其の流れ方が一定せぬ電氣で一本の針金の中に十が流れたり一が流れたり常に變化して居るので而かも其の變化の度數は一秒間に數十回繰返するのであります。「オツシログラフ」と云ふ器械で交流の流れる有様を「フィルム」に取つて見ますと第一圖に示す様な波形になつて現はれます。

此の波が中央の横線と一致したところは恰度十と一との變り目で、横線より上の部分は十、下の部分は一であります、即ち、ロの間の波は十でロ、ハの間は一であります、イからハまでを一「サイクル」と云ひまして一秒間に一「サイクル」



第一圖



を二十五回繰返す電氣は二十五「サイクル」の交流と云ひ、五十回繰返せば五十「サイクル」の交流と云ひます、東京市電氣局が鬼怒川水力電氣株式會社から買入れて居る電氣は二十五「サイクル」の交流電氣であります。

次に直流電氣はどういふ風に流れる電氣かと申しまするに是は常に一定の方向に流れる電氣として電源（電氣を起す處、發電機、電池等を指す）では（+）の電氣の方は（+）ばかり（-）の電氣の方は常に（-）の電氣ばかりを流して居るのであります、ですから（+）と（-）の方との線は何時でも整然と區別がついて居ります。

交流の電氣と直流の電氣とは同じ様に使はれて居りますが遠隔の地から電氣を輸送したり極く高壓の電氣を必要とする様な場合には交流の

方が便利で電氣化學工業や電車の運轉などには直流を用ひて居ります。

電燈の點火はどちらでもよいのですが現在は電氣輸送や分配の關係上主に交流の電氣を用ひて居ります。

東京市電氣局の電車運轉用電氣は二十五「サイクル」の交流電氣を各所の變電所（有樂町、春日町、濱松町、忍町等）で機械により直流の電氣に直して電車線（トロリーワイヤ）に送つて居るのであります。

### 七、電氣の通路

電氣を遠方へ輸送したり或は電氣で仕事をしたりするには其の電氣の通路がなければなりません、その通路として専ら使はれて居るのは銅で作つた電線で稀には「アルミニウム」や鐵で作つた電線も用ひられて居ますが銅線が主であります、電線には

#### 一、被覆電線



## 一、裸電線

とありまして被覆電線は心線（銅）の周圍にゴムや木綿を捲き其の上に絶縁性の塗料を施したもので低壓の電氣では直接人が觸れても危険のないやうに造つてあります、裸電線は心線其の儘の者で電車線などは裸電線であります。

## 八、太い電線と細い電線

電氣を送るのに通り路となるべき電線の必要な事を前に述べましたが其の電線に太いのや細いのや幾通りもあるのです。是れは恰度水道管や瓦斯管と同じやうに澤山電氣を使ふ所には太い電線を用ひ電氣の使ひ方の少ない場所には細い電線でもよいと云ふ事になつて居ります、それは何故かと云ふに一般に電氣が導體を流れるときは其の導體は熱せらるゝものであります、而して熱せられる量は細い針金に多量の電氣を流した時ほど大であつて極端な場合には熱のために針金が焼切れる様なことさへあります。

「タングステン」と云ふ金屬を線に引伸して空氣を排除した硝子球（所謂タングステン電球）の中へ封入しこの「タングステン」線に電氣を通ずる時發する光は電氣の熱が嵩じて光に變つたのであります、彼の時の「タングステン」の溫度は凡そ攝氏三千度にも達して居ると云はれて居ります。

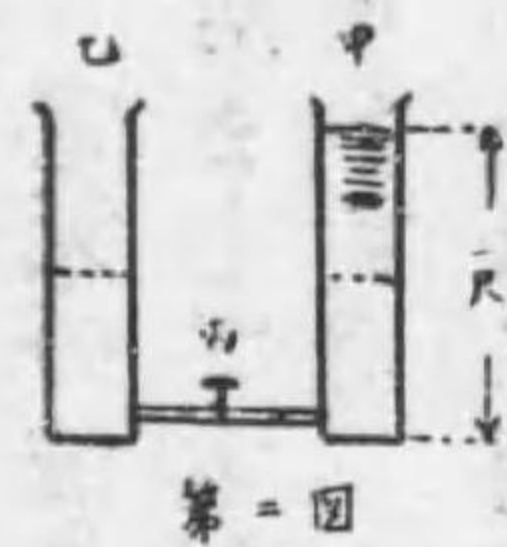
電線の太さに應じて之れに通じても差支のない電氣の量は遞信省電氣工作物規程によつて定められて居ります。

## 九、電壓とは何？

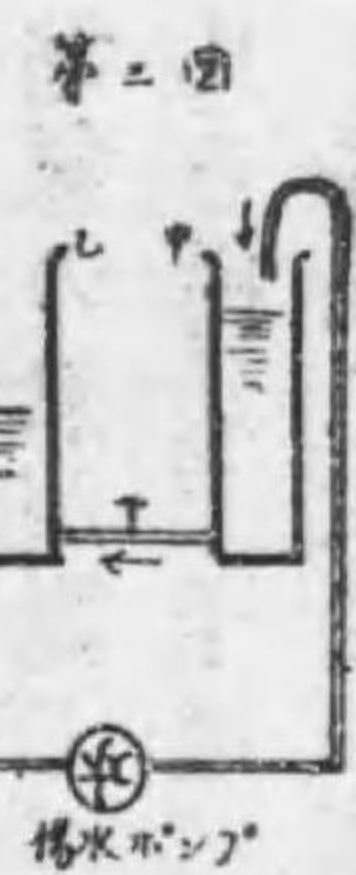
電氣の流れる有様を説明しますに其の流れる状態は水の流れる有様とよく似て居まして電壓と云ふ事をお話するには水の例でお話した方が一番判り易いのであります。

今第二圖の甲乙で示したやうな二本の硝子管を立てて其の間を丙なる細い硝子管で連絡し丙管には水栓を附けて置きます、先づ水栓を閉ちて置いて甲なる管に





高さ一尺位まで水を入れ、ばこの水は將來活動すべき或る力を有つのでありまして即ち水は自己の重みに相當する水壓を有つたのであります、次に丙管の水栓を開けば水は丙管の中を流れて乙管に這入つて行きます、水栓を開くことによつて丙管には水の流れ(水流)が生じたのであります、この水流は甲に入れた水の壓力によつて生じたもので若この場合兩方の水面の高さ(水位)が點線で示したやうに同じ高さとなれば甲乙の水壓は平均して水流は止まつて仕舞ひます、間斷なく丙管に水流を流



さうとする場合には次の第三圖の様に揚水ポンプによつて乙から甲へ水を循環させれば丙管にはいつも水流を生じて居ます。

以上は平易な水の運動を述べたのであります、が電氣の流れる有様も之れとよく似て居るのであります。

壓力の高い(+)電氣と壓力の低い(-)電氣とを針金で接続すれば其の針金の中には電流が流れます、是は(+)と(-)の間には電位の差(電壓)がある爲電流を生ずるのでして間斷なく電流を流す爲には揚水ポンプに相當する發電機を絶えず運轉するか或は電池が必要なのであります、第二圖の場合で甲と乙との水位が同じになつたときは丙管にはもう水流が出来ぬのと同じやうに同じ電位を有つ(+)と(+)はいくら針金でつないでも電位の差がない爲電流は流れません。

#### 一〇、電流によつて起る諸現象

電流が導體を流れるときは通常次の現象を呈するものであります。

- 一、其の導體は熱せられる
- 二、電氣分解作用を起す
- 三、其の導體の周圍に磁氣を發生する

以上の三つが主なるもので發熱作用と磁氣を發生する事は直流も交流も同じ事で



すが電氣分解作用は殆んど直流にのみ起る現象で交流電氣では電氣分解作用は起らないのであります。

一一、電氣抵抗（單に抵抗とも云ふ）

今太さ長さ共に同一の各種金屬線に強さの一定なる（十）と（一）間に接続しますると各種の金屬線には電流が流れますが皆電流の量が違ふのであります、即銀の針金には一番電氣は多量に流れ、銅は之に次ぎ夫れから金「アルミニウム」と云ふ様な順序で流れる割合が減つて來ます。（五項導體と不導體参照）

此の場合銀は銅よりも銅は又金よりも電氣抵抗が少ないと云つて居ります。

又同種の導體でも太さと長さによりて抵抗の價は變つて來るものでして一般に太さが太くなれば抵抗は小となり長さが長くなれば抵抗は大となるのであります。導體に電流が流れるときは其の導體が熱せられると云ふ事を前に述べましたが是れは如何なる導體でも電氣抵抗があるからでありまして其の發熱の量は抵抗の

大きい針金に多量に電氣を流したとき程發熱量が大きいのであります。

一二、絶縁すると云ふ事

（十）と（一）の間或は（十）と地球又は（一）と地球との間に不導體を挟んで無駄な電氣を流さないやうにする事を絶縁すると云つて居ります。即必要な所にだけ電氣を流し不必要な所には電氣を流さぬと云ふのが絶縁する目的で若電氣の通路や其他の電氣装置に絶縁がしてなかつたならば電氣は自由に擴散し電氣を起すことさへ出來なくなるのであります。

前に述べた通り低壓電氣の通ずる被覆電線に人が觸れても感電せぬのや、電車の制御器の「ハンドル」等を平氣で扱へるのは電氣の通路より以外の場所には電氣が流れぬやう絶縁してあるからであります、電氣の種々の装置は前述の導體と不導體とを適當に組合せて作られたものでして導體ばかりでもいかぬし不導體のみでもいかぬのは判りきつた話で、即導體としては成るべく電氣をよく導くもの



(電氣抵抗の少なるもの)を用ひ、不導體としては成るべく電氣を導かぬもの(絶縁性大なるもの)を選ぶ事が必要であります。

漏電、短絡(後章に述ぶ)等は主に絶縁不良になつたときの障害でして殊に高い電壓送電の場合等にはこの絶縁と云ふ事は重大な問題なのであります。

### 第二章 電氣の發生

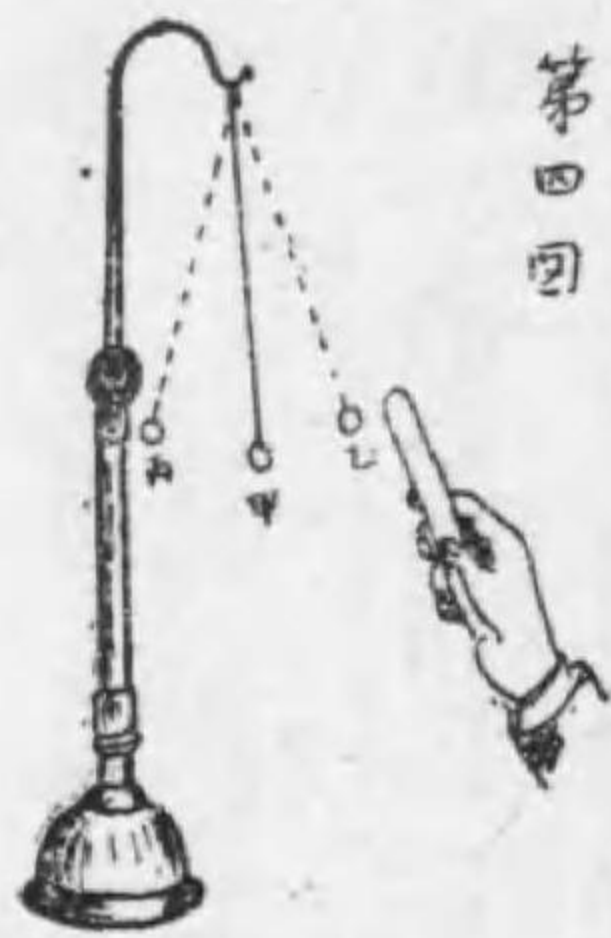
一、摩擦によつて起電する

能く乾燥して居る「フランネル」で封蠟棒を數回摩擦しますと、封蠟棒は小さな紙片、羽毛、塵埃等軽い物體を吸引するもので此際封蠟棒には電氣が發生したと稱して居ります。

第四圖の甲は絹糸で吊した小さな木球で今之に乾いた「フランネル」で摩擦した封蠟棒と近附けますると乙のやうに封蠟棒に吸付けられます、之を電氣吸引作用と云つて居ります。

然るに此球が一旦封蠟棒の面に觸れるや否や、また丙の如く今度は退けられるものでして之を電氣排斥作用と云つて居ります。

第四圖



是等の現象は全く封蠟棒の電氣に因るものでして一般に二つの異なる物質を摩擦する場合には其の二つの物質は必ず電氣を發生するものであります、而して其の片方の物質は(十)他方は(一)の電氣を帯び(二)物質の電氣の量は等しいのであります、次に舉げた第一表の物質中任意の二つを選んでお互に摩擦しますと表の前位の物質には(十)、表の後位の物質には(一)の電氣が發生します。

#### 第一表

猫皮、羊皮、象牙、羽毛、水晶、硝子、絹布、麻布、人手、木材、金屬、松脂、ゴム、エポナイト、セルロイド

例ば象牙を猫皮で摩擦すれば猫皮には(十)、象牙には(一)が起りますが「ゴム」等で



象牙を摩擦すれば象牙に(十)「ゴム」は(一)電氣を發生する事になります。

斯くの如く摩擦によりて起した電氣を一般に靜電氣と云ひ、電車を運轉したり電燈を點火する電氣の様に電流は澤山得られないので唯電氣を發生する一つの方法として擧げたのに過ぎぬのであります。

二、熱の作用によつても起る

第五圖のやうに安質母尼アンチモニーと蒼鉛ビスマスとを接合して其の接合點を熱しますと電流を生じ冷却しますと反對に電流を生ずるのであります、これは「シーベック」と云ふ人の發見したものの故「シーベック」作用と云つて居ります。

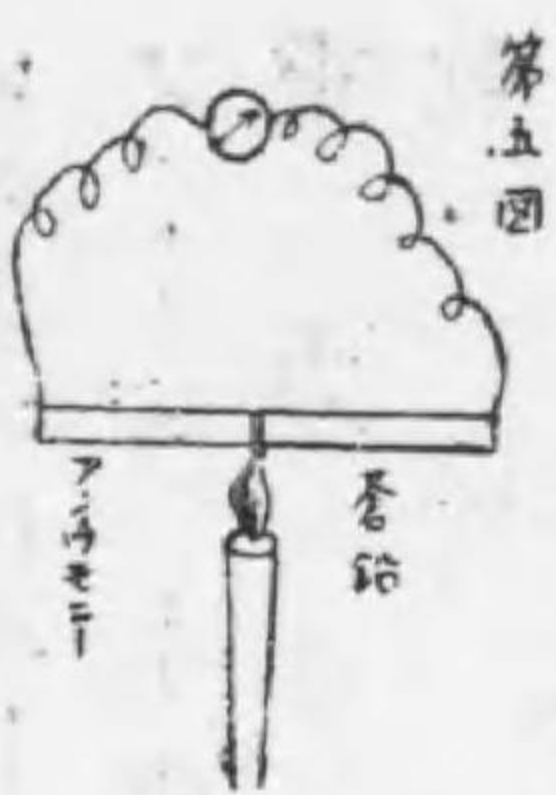
此の熱の作用(即熱したり冷却したりすること)で起す、電氣も實用上用ひられて居りません、唯高溫度を測定する焦度計パイロメーターに應用されて居る位であります。

三、化學作用による發電



これは皆さんも御承知の電鈴や、電信、電話等に頻繁に用ひられて居る電池であります。

ヴォルタ氏が最初に作つた電池は次のやうな構造で即硝子瓶の中に銅板と亞鉛板を立て稀硫酸を硝子瓶に入れ兩板に銅線を結び付けて之を接せば外部では銅板より電流は出で亞鉛板の方に流れて行きます。瓶の内部では亞鉛板より銅板に電流は向ふのであります。電池使用中は亞鉛板からは水素と云ふ氣體を發生して亞鉛板は逐次消耗するものであります、銅板を陽極(十)、亞鉛板を陰極(一)と稱し稀硫酸を勵液と申します。斯くの如く外部より何等の力をも加へず金屬と藥品との力によつて簡單に電流を得る装置を一次電池と稱します。



一次電池としては第二表に示すやうに數種ありますが(一)極としては一般に亞鉛



が用ひられ亞鉛の消耗と同時に効力は漸時減退するものであります。

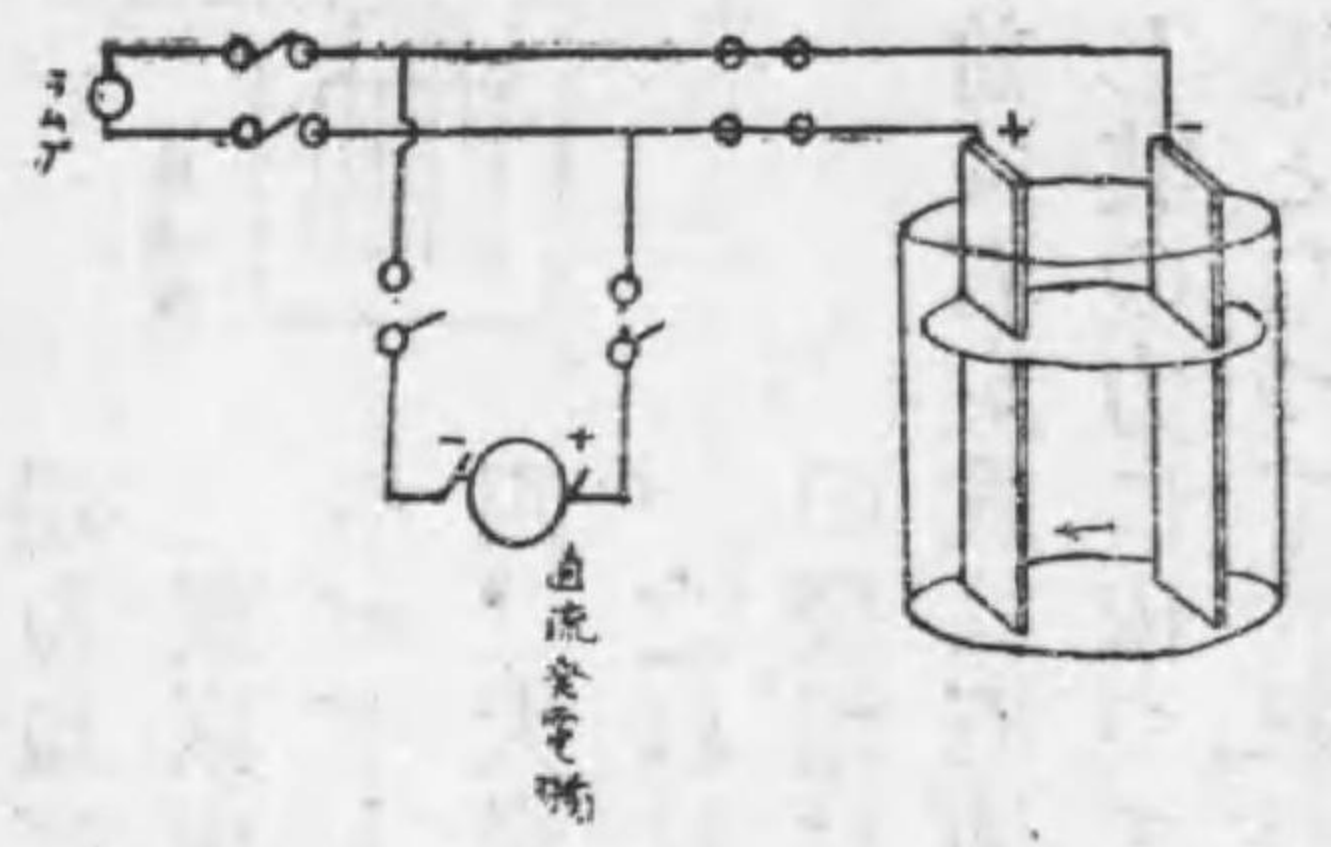
第貳表

電池名	陰極	陽極	勵液
ル克蘭シエー電池	亞鉛	炭素	鹽化アンモニウム
フーラー電池	〃	〃	稀硫酸と重クロム酸加里
重カ電池	〃	銅板	硫酸銅液と硫酸亞鉛液
乾電池	〃	炭素	糊狀鹽化アンチモウム

電池にはまた蓄電池と云ふものがあります。

是れは外部より始め直流の電氣を送り込んで其れを電池の中に貯へて置き必要に應じて送り出すと云ふ装置で簡単な蓄電池の構造は第七圖の如く硝子瓶に稀硫酸を入れ二枚の鉛板を對立させ、之れに電氣を送れば發電機の一に接続した方は黒褐色(過酸化鉛)となり(十)の方は青い純粹の鉛の色を呈して來ます、併し際限

第七圖



なく電氣を送り込むことは出來ないので電壓計と云ふ器械で計り二、五「ヴォルト」位になれば發電機からの電氣を遮斷して仕舞ひもう蓄電池には充分電氣が貯へられた(充電したと云ふ)のであります。

此の場合黒褐色を呈した方は蓄電池の(十)、純粹の鉛色をした方は(一)であります。

次に必要に應じて蓄電池から電燈又は電動機などへ電線で結べば前に貯へられた電氣は此時取り出され(放電すると云ふ)電燈を點火したり電動機を廻したりします蓄へた電氣が缺乏して來ればまた外部から充電すればよいので可成り長い年月を繰返し使用することが出来るのであります、實際使はれて居る蓄電池は鉛板二枚ばかりでなく第八圖の如く數枚を交互に組合して作られて居ります。



普通電動機を廻したり澤山の電燈をつけたりする様な場合は數十個の蓄電池を用ゐねばなりません。

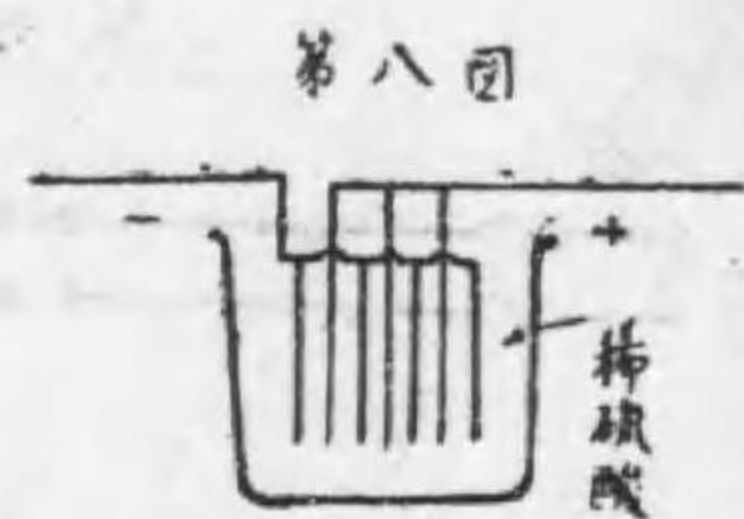
東京市電氣局の電車には皆蓄電池を備付けてあります。即豫備燈やボギー車連結車等に使用する電鈴の電源はこの蓄電池であります

#### 四、大規模の發電

これは發電機（第三編参照）を運轉して電氣を起す方法で大規模の發電は皆この方法によるのであります。

以前は石炭或は石油を燃やして蒸汽を發生し原動機（蒸汽機關や蒸汽旋車<sup>タービン</sup>）を動かして其の力に依つて發電機を廻轉させ電氣を起したものです。が現在は殆んど水が力發電となつて仕舞ひました。値段の高い石炭などを使ふよりも天然の水を利用した方が遙かに經濟だからであります。

これは高い所から水を發電所の中へ導き入れ水車を廻はし其の水車の廻轉力に



より發電機を運轉する方法で我市電に電氣を供給する鬼怒川水電の如きは壹萬馬力以上の水車を五臺も運轉し強大な電氣を起して居るのであります。

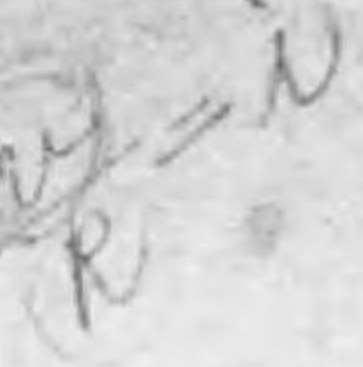
#### 第參章 簡単な電氣の諸計算

##### 一、電氣の單位

總べて物を量る場合には單位と云ふものを基準にして量るのであります。即長さの單位としては日本は尺、間、町、里、英米では吋、呎、獨佛では米突を用ふるやうに此の單位がなければ云ひ表はす事が出来ぬのであります。同様に重量の方にも匁、貫とか或は封度、グラムと云ふ様に單位がついて居ます。

電氣の方にも各國共通の單位がありまして電氣の強さ即電壓の單位としては「ヴォルト」と云ふ單位を附け電流の量をはかる單位としては「アムペア」と云ふ單位を用ひ、電氣抵抗を表はすには「オーム」と云ふ單位を用ひて居ります。これ等の單位はどういふものかと申しまするに





- 一「オーム」の抵抗とは長さ一〇六、三<sup>センチ</sup>重量一四、四五二一「グラム」で太さ一様な水銀柱の攝氏零度の時の電氣抵抗を云ひ
  - 一「アムペア」の電流とは硝酸銀の溶液の中に電流を通じたとき一秒間に〇、〇〇一一八瓦の銀を分離する不変電流を云ひ
  - 一「ヴォルト」の電圧とは一「オーム」の抵抗を有つ導體に一「アムペア」の電流を通ずる電氣壓力を云ふのであります
- 次に電力に就ては「ワット」と云ふ單位があります。
- 一「ワット」とは一「ヴォルト」の電圧で一「アムペア」の電流を流した場合の電力を申します。
- この「ワット」の千倍を「キロワット」と云ひ發電機などの能力を表はす場合等には必ず用ひられて居ります。
- 二、「オーム」の法則

電氣の計算問題はこの「オーム」の法則が基礎となつて居るのであります。

$$\text{電流} = \frac{\text{電圧}}{\text{抵抗}} \dots \dots \dots \text{公式(1)}$$

公式(1)はある導體に或電圧を加へた場合に流れる電流の量を計算する公式でありまして之れを見まするに電圧が大となれば電流は澤山流れると云ふ事が分ります例へば

抵抗五「オーム」の導體を百「ヴォルト」の(十一)間に接続すれば幾「アムペア」の電流が流れるか又二百「ヴォルト」の(十一)間に接続した場合は幾何

以上の場合に就いて計算して見ますと公式(1)により百「ヴォルト」の場合

$$\text{電流} = \frac{\text{電圧}}{\text{抵抗}} = \frac{100}{5} = 20 \text{ アムペア}$$

同様にして電圧二百「ヴォルト」の場合には

$$\text{電流} = \frac{200}{5} = 40 \text{ アムペア}$$

即同じ導體に加へた電圧が二倍になれば流れる電流も又二倍になるのであります



す、換言すれば

電流は電壓に正比例し抵抗に反比例す。

と云ひ得るのであります、次に

$$\text{電壓} = \text{電流} \times \text{抵抗} \dots\dots\dots \text{公式(2)}$$

之は流れる電流にその抵抗の値を掛け合はしたものが其の抵抗に於ての電氣壓力となる事を表はしたもので例へば

抵抗十「オーム」の針金に電流五「アムペア」を流さうとするには幾「ヴォルト」の電壓を要するか

と云ふ様な問に對して公式(2)を應用すれば直に出来るのであります。

公式(2)により

$$\text{電壓} = 5 \times 10 = 50 \text{ ヴォルト}$$

五十「ヴォルト」の電壓があればよいと云ふ事になります、次に

$$\text{抵抗} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} \dots\dots\dots \text{公式(3)}$$

公式(3)は電壓と電流とが判つて居る場合に其の電流の流れる導體の抵抗を見出す公式でありまして例を以て説明すれば

或る導體に百「ヴォルト」の電壓を加へたるに電流五「アムペア」流れたりと云ふ其の導體の抵抗幾「オーム」なるか

矢張り前例と同様に公式(3)により

$$\text{抵抗} = \frac{100}{5} = 20 \text{ オーム}$$

二十「オーム」と云ふ事が判ります

以上三つの公式は「オーム」の法則を説明するものでありまして電壓と電流と抵抗との間の相互關係を表はしたものであります。

三、直列と並列

「セーリス」に「パラレル」と云ふ言葉は我市電で電車の運轉をして居る運轉手

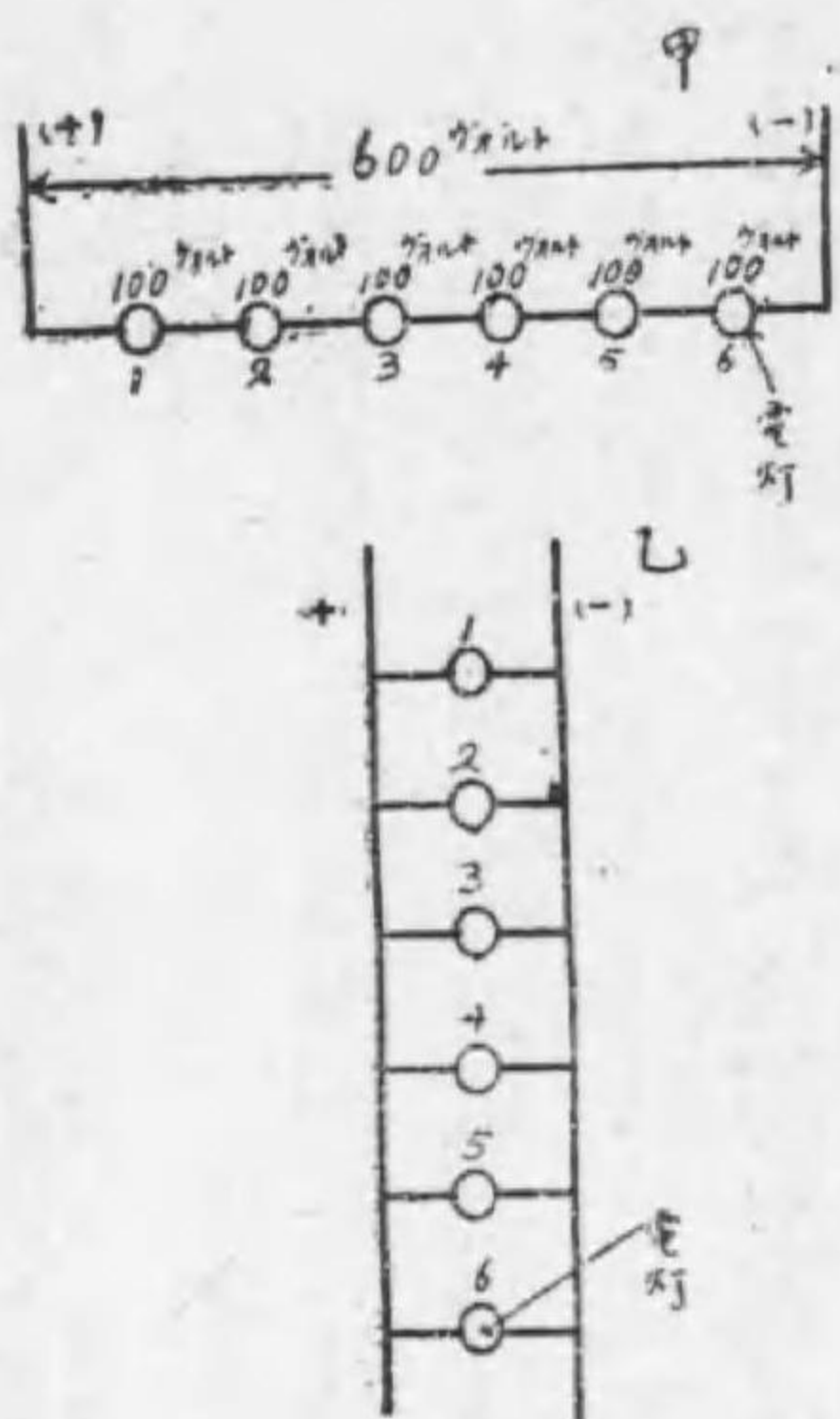


諸君は常に口にして居る所であります、然しこの「セーリス」と「バラレル」とは何を云ふかと云ふに「セーリス」は速力の遅いもので「バラレル」は速力の速いものと云ふだけでは答は不完全であります、成る程電車の場合では直列運轉と並列運轉とあつて直列の場合には速力遅く並列の時には速力が速うございますがこれは電車に附いて居る二個の電動機へ加はる電圧が「セーリス」の時には弱く「バラレル」の時には強く加はる爲速力に遅速が現はれるので「セーリス」と「バラレル」と云ふ言葉の意味は速力だけを云ふのではないのであります。

それでは「セーリス」と「バラレル」とは何かと申しまするに「セーリス」とは二つ以上の電氣装置が順次(十一)間或は其等と大地間に一列に接続され其の列に流れる電流の値は皆同じで電圧は電氣装置に分配さるゝもの「バラレル」とは二つ以上の電氣装置は(十一)間或は其等と大地間に幾列かに配列され各電氣装置に加はる電圧は同じにして電流は各列に分流するもの

「セーリス」と「バラレル」は以上のやうに電圧及電流に違ひが生じて來るので其の結果電車の場合には速力が速くなつたり遅くなつたりするのであります、第

第九回



九圖甲は電燈を六個「セーリス」に接いだ略圖で同圖乙は電燈を六個「バラレル」に接いだ略圖であります。

甲圖の方は(十)と(一)との間の電壓を六百「ヴォルト」あるとしますと電燈數は六個ですから

$$600 \div 6 = 100 \text{ ヴォルト}$$

一個の電燈は百「ヴォルト」の電壓を受けて居る事になります(但同燭力、同種類のものでなければなりません)而して假りに電流を一「アムペア」流れるものとし、一「アムペア」の電流は一から六までの電燈には皆順次流れるのであります、我市電の電車内の電燈は百「ヴォルト」



の二十四燭光（或は三十二燭光）の電燈を六個「セーリス」に接続したものであります。「セーリス」に接続した場合に適當な設備がないと一つの電燈が切れたりしたとき電流は其の列には流れなくなり後の五個も點火しなくなるものであります、ですから夜間運轉中電球一つ切れて残りの五個點火しなくなる例は往々あります。

第九圖乙は「パラレル」に接続された電燈の例であります。市電の電燈課や電燈會社などは皆この方式で點火して居ります、同圖は（十）と（一）間に六列に六個の電燈が接がれた場合でありまして電流は六列に流れるのであります、兩線間（十と一との間との意）の電壓を百「ヴォルト」あるものとすればIから6迄どの列も皆百「ヴォルト」の電壓を受けるので電流は分流して居りますから例令一燈の電球線が切れても他の電球には影響を與へないのが並列の特徴であります。併、電車の直列、並列運轉を簡単に述べますと第十圖甲と同圖乙の様な風に電

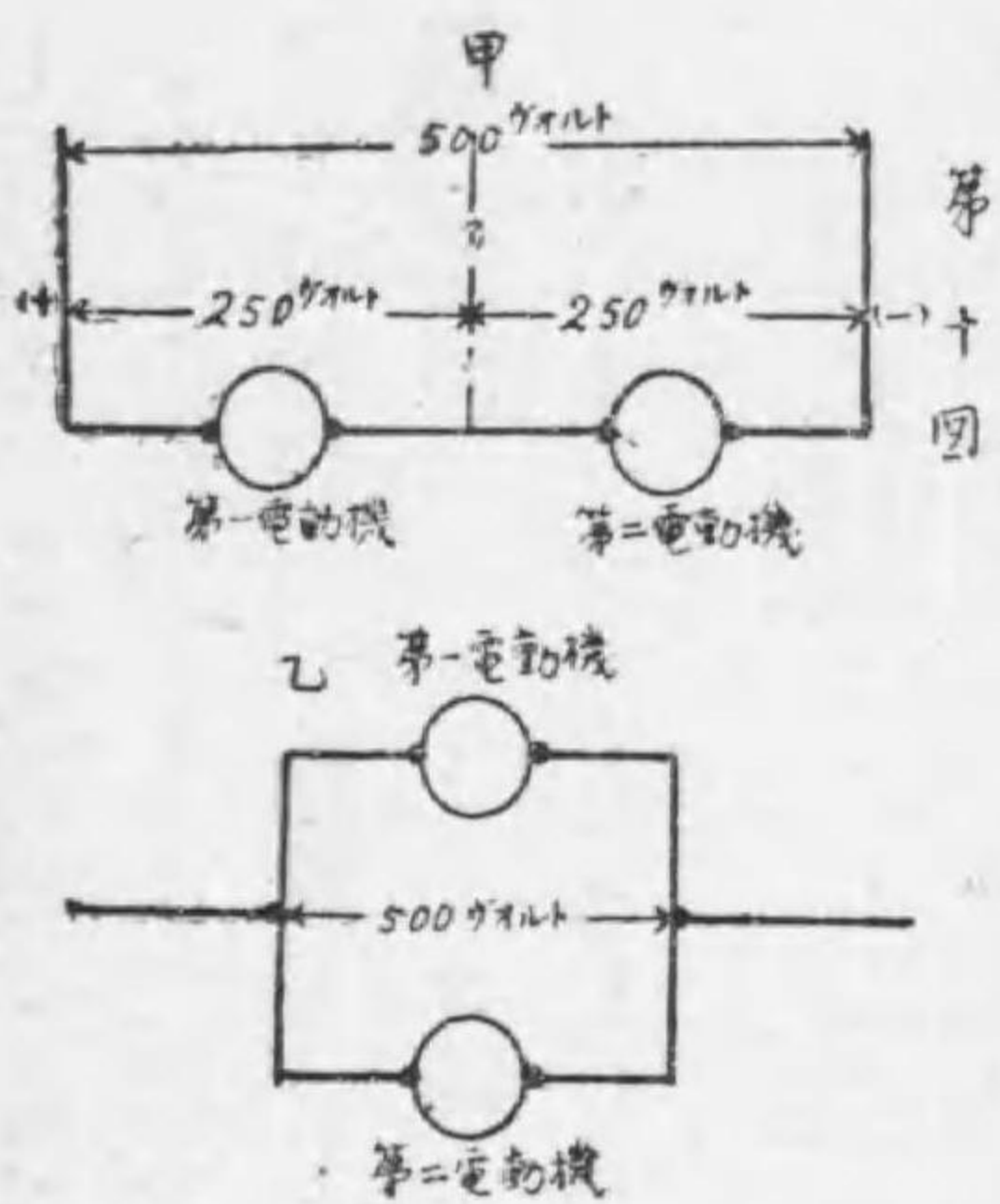
動機は接続されるのであります。

今電車線の電壓を五百「ヴォルト」としてお話しませう

「セーリス」運轉の場合には第十圖甲のやうに電動機は接続され一つの電動機は電車線の電壓の半分の強さ即二百五十「ヴォルト」の電壓で廻轉して居ります。

次に「パラレル」運轉の場合（第十圖乙）には各電動機は電車線の電壓其の儘即五百「ヴォルト」を受けて廻轉して居るのであります。

所がこの電動機の廻轉する速さと云ふものは電壓に殆んど正比例するものでありまして電動機へ掛かる電壓が半分ならば廻轉數も半分で電壓が倍になれば廻轉數も又倍になると云ふやうな譯で第十圖甲を見ますと一つの電動機は電車線の電壓の半分を負擔



電氣大要



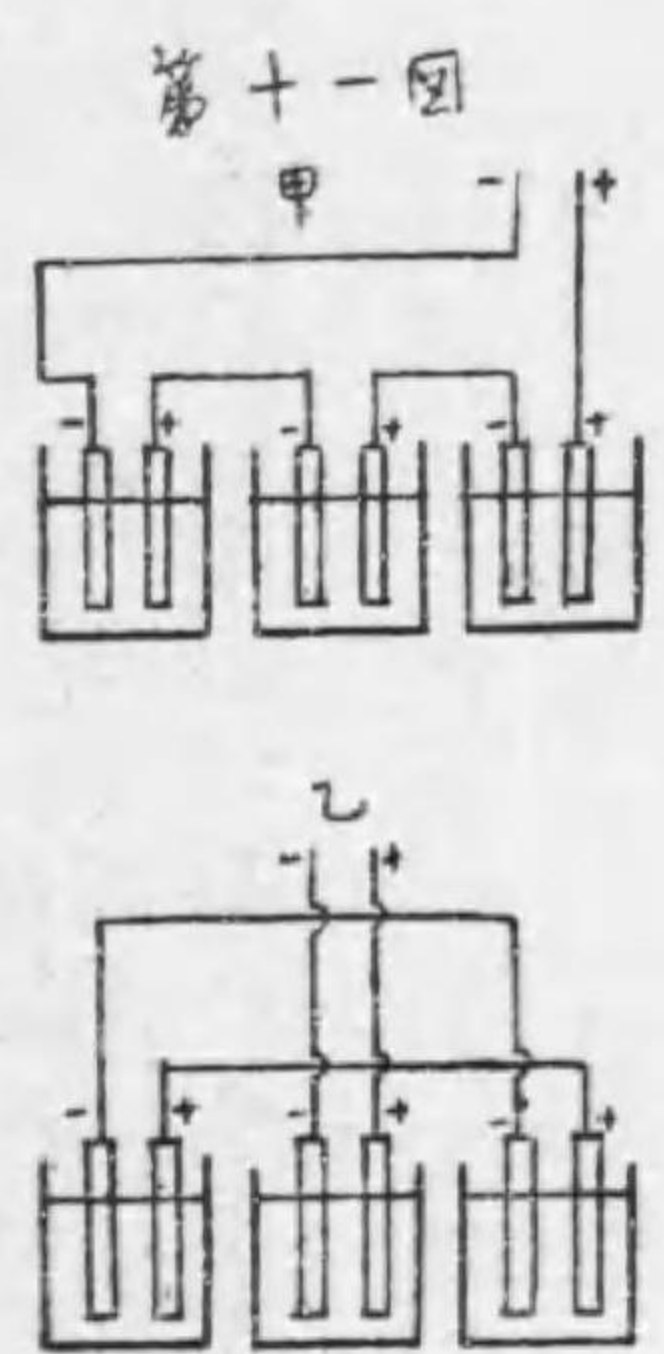
して居るので電動機の廻轉は規定廻轉數の半分となり電車の速度も全速力の半分となるのは判りきつた話であります、「パラレル」に接続された場合は電壓は倍となり電動機の廻轉數も倍となつて電車も全速力となるのであります。

四、電源の「セーリス」パラレル」

前にも一寸申しましたが電源と云ふのは此處では發電機或は電池を云ふので之れをまた「セーリス」或は「パラレル」に接続する事が出来るのであります。

第十一圖甲は電池を「セーリス」に接続した圖で此の場合には電壓が増加して來ます。

例へば一個の電池の發生する電壓が二「ヴォルト」あるものとしますと圖甲の如く三個用ふるとしますと。



2ヴォルト×3=6ヴォルト

即「セーリス」の場合には各電池の電壓は其の電池の數だけ加はるのであります、ですから二「ヴォルト」の電池を五十個も「セーリス」に接続すれば百「ヴォルト」の電壓にもなります、而して其の接ぎ方は順次(十と一)と接続して行けばよいのであります。

第十一圖

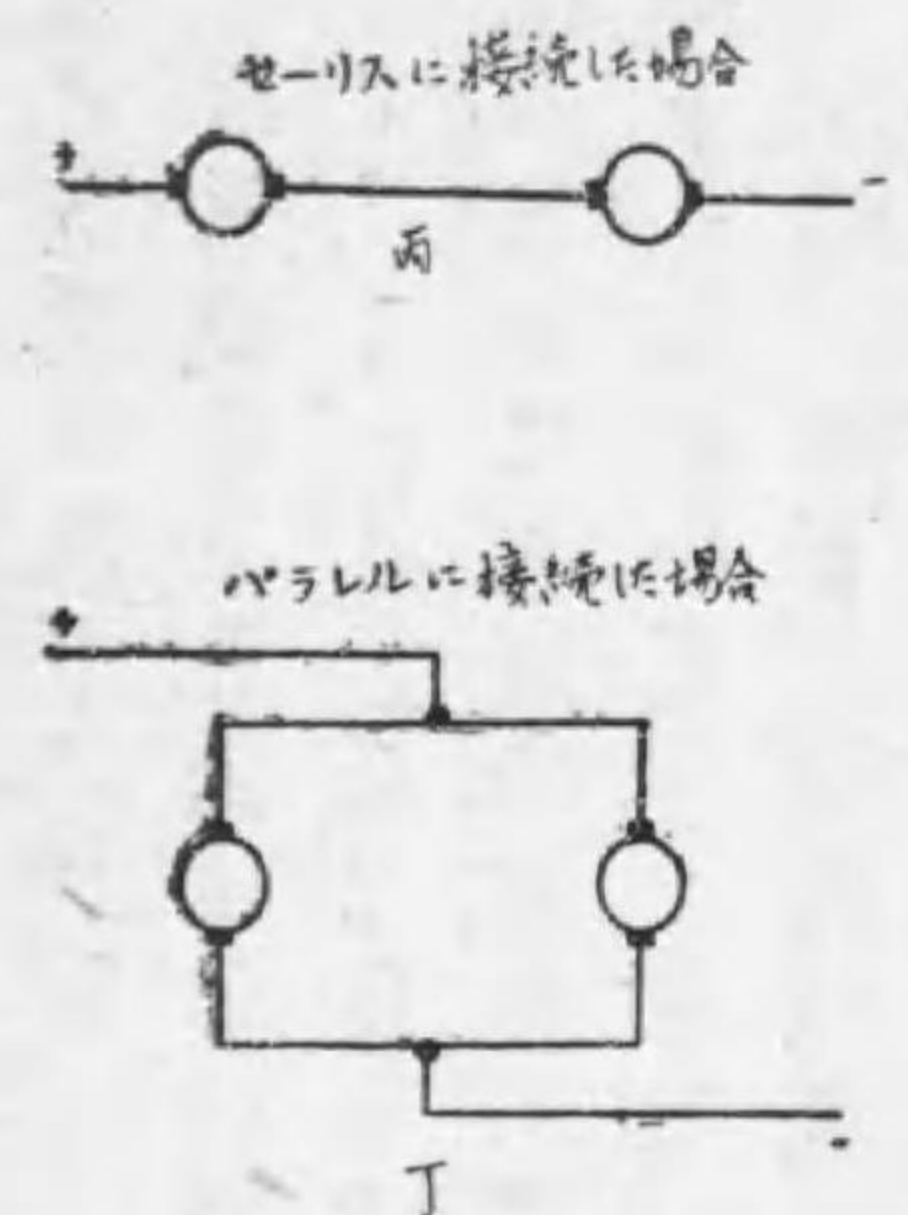
次に第十一圖乙は電池を「パラレル」に接続した形で此際は電壓は増加しません、電流は電池の數だけ増加します。其の接ぎ方は(十と一)と(一と一)とを結べばよいので即

「セーリス」の場合には其の數だけ電壓は強くなり電流は殖えない

「パラレル」の場合には其の數だけ電流は増加し電壓は強くない

發電機の場合も之れと同じであります

(第十一圖丙、丁参照)



電氣大要

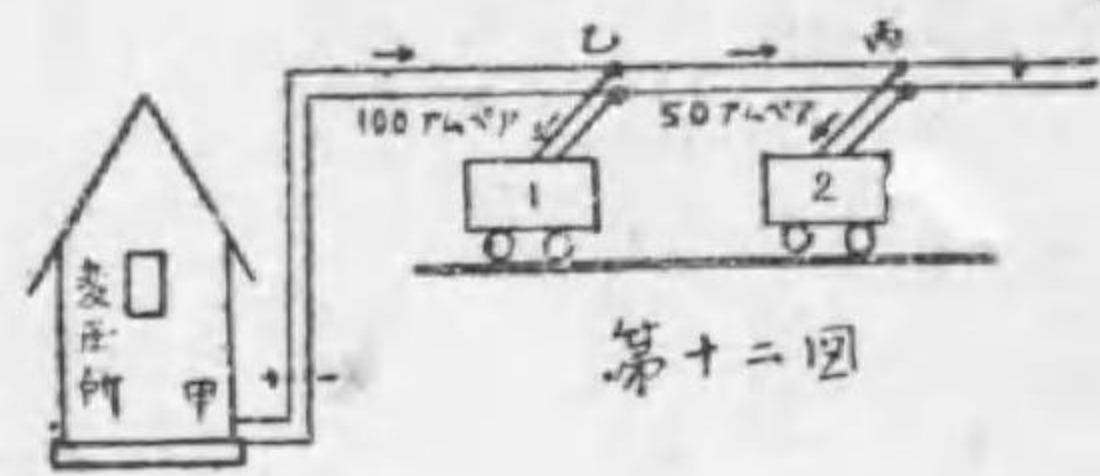


### 五、電壓の降下

電壓の降下と云ふのは電氣を送る際に線路で電壓が減少する事を云ふのであります、これはどんな良い導體でも電氣が流れるときに電氣抵抗があるので其の抵抗のために電氣の流れが阻止される傾のあるのは當然な話で其の結果が電壓の降下（電壓の耗り）となつて現はれるのであります。

電壓の降下は線路の抵抗と其の線路へ流れる電流を掛合はしたもので表されます、即長い線路に澤山の電流を流すやうな場合には電壓降下は大となるのであります。

今第十二圖のやうに二臺の電車を運轉して居るものと假定いたしましたして一臺の電車には五十「アムペア」の電流が流れて居るものとします、然るときは變壓所で送り出す電流は結局この場合百「アムペア」であります、即甲から乙までの線路には百「アムペア」の電流が流れ初めの電車に五十「アムペア」を供給し残り



第十二圖

の五十「アムペア」は乙丙間に流れ後の電車に送り込むものと考へられます。

次に變壓所で電氣壓力を六百「ヴォルト」とし甲から乙までの間の線路の抵抗を〇、一「オーム」、乙と丙までの線路の抵抗を〇、〇五「オーム」としますれば電壓降下は次の如くなります。

甲乙間に於ての電壓降下

甲乙間に流れる電流×甲乙間の抵抗

$$100 \times 0,1 = 10 \text{ ヴォルト}$$

十「ヴォルト」の電壓降下となり一號電車の「トロリーポール」の處は

$$600 - 10 = 590 \text{ ヴォルト}$$

一號電車は五百九十「ヴォルト」で動かされる事となります。次に乙丙間の電壓降下



乙丙間に流れる電流×乙丙間の抵抗

$$50 \times 0,05 = 2,5 \text{ ヴォルト} \quad \text{即} \quad 590 - 2,5 = 587,5 \text{ ヴォルト}$$

五八七、五「ヴォルト」で二號電車は動かされる事となるのであります、ですから電壓の降下は線路の抵抗と其れに流れる電流の相乗積に比例す、よく電車線の電氣は何「ヴォルト」ですかと云ふ質問があります、が之は正確に答へることが出来ません、前に述べた電壓の降下が一定でなく場所や其の時の運轉状態に依つて種々に變化するからであります。

六、電力

電氣で爲した仕事の量は電力で表はします。

電力は前にも述べた通り電壓に電流を掛けたもので表はされる、即次の様になる譯であります。

$$\text{ヴォルト} \times \text{アムペア} = \text{ワット} \dots\dots\dots \text{公式(4)}$$

また電流の自乗に抵抗を乗じてても同じ結果を得るのであります、例へば

抵抗五「オーム」の針金に五「アムペア」の電流を通ずるときの電力は幾「ワット」なるか

此の場合針金の電壓を計算すれば

$$\text{電壓} = 5 \times 5 = 25 \text{ ヴォルト}$$

となります、故に電力は次の如くなります。

$$25 \times 5 = 125 \text{ ワット} \quad \text{又} \quad \text{電流の自乗} \times \text{抵抗即} \quad 5 \times 5 \times 5 = 125 \text{ ワット}$$

矢張り百二十五「ワット」となつて同じ事となります。

是等の電力は其の針金の中に熱となつて失はれます、電力が熱に變りますときに可成りの高温度になるもので電氣爐はこの電熱を應用したものであります。

七、電燈

電燈は電氣の熱を利用して光の「エネルギー」を發生させたものであります、



電燈として現在用ひられて居るものは随分數多くありますが大別すると次の二通りとなります。

一、白熱電燈

二、弧光燈

白熱電燈と云ふのは一般吾々の家や電車の中で點火して居る電燈で空氣を排除した硝子球の中に細い炭素線や「タングステン」線を封入し其等の線に電氣を通じたものであります。

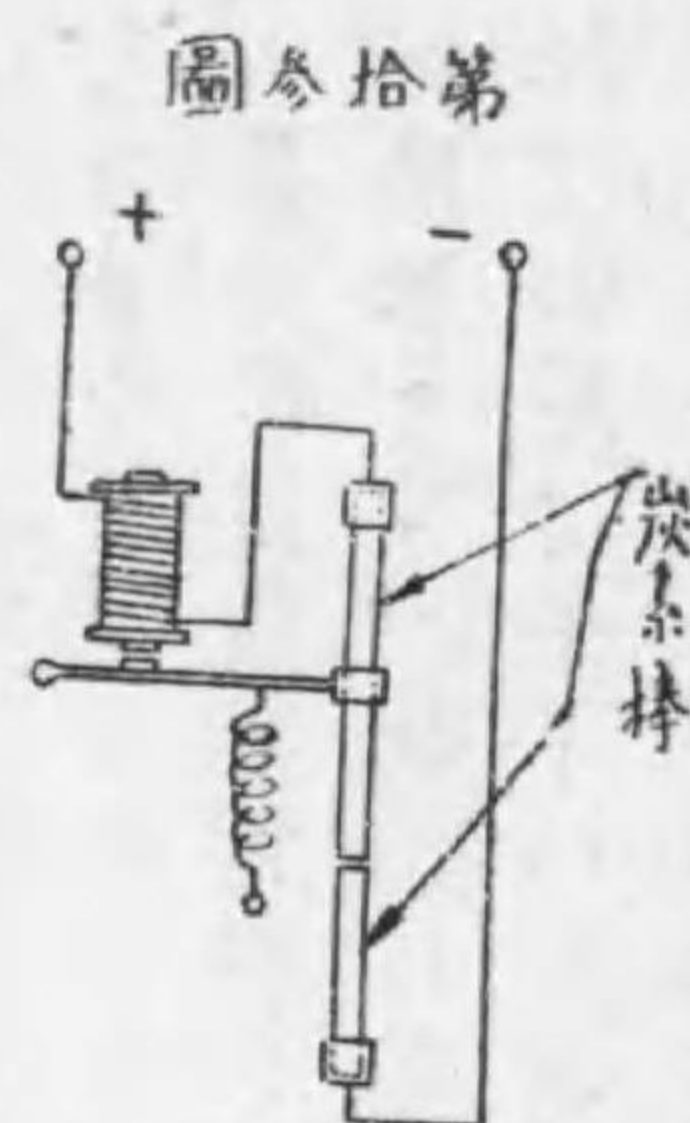
電氣の熱を何とかしたら光を發する様になるであらうと云ふ事は八九十年前から研究されて居ましたが恰度明治十一年頃に「エヂソン」氏（活動寫眞、蓄音機などを發明した人）が實用に適する白熱電燈（炭素纖維）を發明するに至つたのであります、而して此の白熱燈は一燭光の光を出すのに三、五「ワット」から四「ワット」位の電力を要するものであります、其れから大した變化もなく三十年の日

月を經過して來ましたが今を距ること十五六年前二三の學者によつて「タングステン」だとか「オスラム」などと云ふ金屬の纖維を用ふるやうになつたのであります、此等の金屬纖維は炭素に比較して一燭光を出すのに必要な電力は一「ワット」から一、五「ワット」位なもので白熱電燈界に非常な進歩を與へました。

然るにまた八九年前硝子球の中に窒素或は「アルゴン」と云ふ、瓦斯を充填する瓦斯入電球と云ふものも出來其の光は太陽の光とだん／＼接近して來て消費する電力も一燭光當り〇、五「ワット」と云ふやうな能率の良いものが出來るやうになりました。

弧光燈アークラムは白熱電燈の様に空氣を排除する必要なく空氣中で自由に點火することが出来ます、構造は第十三圖の如く上下に炭素棒を向ひ合せ最初炭素棒を接觸すれば電流は上下の炭素棒に流れます、其の時或る装置（電磁石）により炭素棒を離しますと其の炭素棒が離れる際に生ずる火花は炭素を蒸發して強力な光が出るの





であります、普通千燭光以上で室内用としてよりも街路などに用ひられて居ります、然しこれは炭素棒が始終蒸發して居ますから時々新しいのと取換へねばならぬと云ふ不便がありましたして現在は追々と白熱電燈に勢力を殺がれつゝある傾向がありますが活動寫眞の映寫、探海燈などには殆んど弧光燈を用ひて居ります、千燭光を出すには凡三百「ワット」位の電力を必要とします。

八、電力と機械力との關係

電動機は外部から電氣力を受けて機械力を出す装置で發電機は水力や蒸汽力即ち機械力によりて電力を出す機械で電動機と發電機とは全然別な仕事をして居ります然して發電機は「ワット」或は「キロワット」で能力を表はし電動機は馬力で表はすのが普通であります。

故に電動機は外部から「ワット」(或は「キロワット」)の電力を供給されこれが何馬力かに變化するのですから此二つの間はどういふ關係にあるかと云ふことを知つて置くのも必要な事でありまして測定の結果一馬力と云ふ機械力は電力に換算すれば七百四十六「ワット」に相當する事が確められました。

$$15 \times 746 = 11,190 \text{ワット}$$

$$= 11.19 \text{キロワット}$$

即ち十一、一九「キロワット」となります。

水車や蒸汽機關の大きさ(容量)を表はす場合に馬力を以て表はしますが之に七百四十六を掛ければ電力に換算した「ワット」數が出まして其等の水車や蒸汽機關で凡そ何れ位の電氣を起す事が出来るかと云ふ事の見當もつくのであります。次に機械力の一馬力とはどういふものかと申しますと



一分間に三萬三千呎封度の仕事をなすことを云ふので、三萬三千呎封度の仕事とは三萬三千封度のものを一呎持ち運ぶ仕事に等しい、即四千貫の目方のものを一尺持ち運ぶ仕事であつて四千貫尺の仕事に等しいのであります、併し強ち四千貫の物でなくとも宜しい、又二千貫のものなれば二尺、一千貫のものなれば四尺、五百貫なれば八尺と云ふ様に目方と距離とを相乗じたものが四千と云ふ數になるやうな仕事なれば之を一馬力と云ふのであります、(この場合重量と距離の單位を四千と云ふ數の後につけて四千貫尺と云ふ)同様に英米法の三三〇〇〇呎封度も重量(封度)と距離(呎)を相乗じた數が三萬三千呎封度になるものを一馬力と云ひます、但し之等の仕事は一分間に爲されねばなりません、ですから以上の仕事が若し一時間になされたならばそれは六十分の一馬力の仕事になる譯であります。

#### 第四章 電路に起る障礙

電氣は故障もなく無事に使用して居るときはこれ程調法なものはありませんが一度故障が起ると可成り厄介なものであります。

##### 一、地氣(アース)

茲に述べる地氣と云ふのも故障の一つで漏電とも云ひますが電氣が大地(地球)へ流れる事を云ふのであります、地氣の起つたときは天候や其の他の状態によつて電氣の流れ方に大層違ひがありますが大地が濕つて居るやうな時は可成り澤山の電流が流れるものであります、其の他地氣を起す原因としては電線が切れて大地に接觸したとき或は電路の絶縁不良が主なるものであります、最初は極めて少しの地氣が漸時擴大されて大きな故障となる場合が往々あるから我市電でも又其他の電氣を取扱ふ會社でも時々電線路を「メガー」と云ふ機械で調べて居りま

す、又漏電して居ても大地へ達せず機械器具の外覆に電氣が來て居ることが



あります、この時うつかり手などを觸れると電氣は人體を通過して大地に流れま  
して此時人は感電した譯であります、また漏電を氣付かずに居て可燃性（燃え易  
きもの）のものが接近した爲火災の原因になつた例も少くありません。

斯くの如く地氣は大地に對して無益な電流を流すばかりでなく種々な危険を醸  
すものですから充分之に對する豫防方法を講じなければなりません、運轉手諸君  
の直接取扱ふ「コントローラー」等は絶縁を完全にすると同時に若し漏電しても  
人體には電氣が流れぬやうに地氣線と云ふ電線を「コントローラー」の箱に接い  
であります、即「コントローラー」に漏電が起つても電氣は直にこの地氣線に流  
れて人體には少しも電氣が感せぬと云ふ構造になつて居ります。

## 二、短絡（ショート、サーキット）

前章で「オーム」の法則と云ふ事を述べましたが其の内に次のやうな式があり  
ました。

### 電流 = 電壓 ÷ 抵抗

是れによつて見ますと電壓が一定でも抵抗が少くなれば電流が殖える事が判  
ります、今抵抗を極めて小さな値にしたと考へますと電流の値は極めて大とな  
るのであります、「ショートサーキット」（單に「ショート」とも云ふ）は要す  
るに（十）と（一）との間を抵抗の極めて小さな導體で接いだのと同じことで非常に大き  
な電流が其の導體を通じて流れ其の線路にある機械器具は随分損傷を蒙ります、  
勿論短絡に對しては自動遮斷器（サーキットブレーカー）や可熔片（フューズ）な  
ど、云ふ保安装置があつて短絡が起れば自動的に電路を遮斷して機械や器具の燒  
損を防ぐ設備があります、若し是等の機械が働かなかつたならば其の電路に電氣  
を供給して居る發電機其の他の電源が燒切れて仕舞ふまで電流は繼續して流れる  
のであります、よく終點などで「ポール」の附替への際など誤つて短絡させた  
きにバリバリと云ふ恐しい音がすると同時に火花の出るのを見る事があるでせ



う、其の時は大概其附近だけ一寸停電する場合があります、即ち其の處に電氣を供給して居る變壓所の「サーキットブレーカー」が過電流の爲に働いたのであります。

これが發電所の發電機の近くなどで短絡の起つた時などはズドンと大砲でも打つたやうな音がして發電機を滅茶々に壊はして仕舞ふやうな事さへあるのであります、即ち

短絡とは極く抵抗の少ない導體で(十)と(一)との間を接いだ場合で非常に大きな電流が流れ機械器具を傷める事大である。

「オーム」の法則を應用して短絡を説明しますと次の様な大きな電流が流れるのが判ります。

今假りに電車線の電壓を五百「ヴォルト」あるものとし、而して恰度第十四圖の位置で短絡し其の短絡した導體の抵抗を〇、〇二「オーム」としますと其の

時の電流（短絡電流と云ふ）は理論上

$$\text{電流} = \frac{500}{0,01} = 50000 \text{ アンペア}$$

即ち五萬「アンペア」流れる事となります。

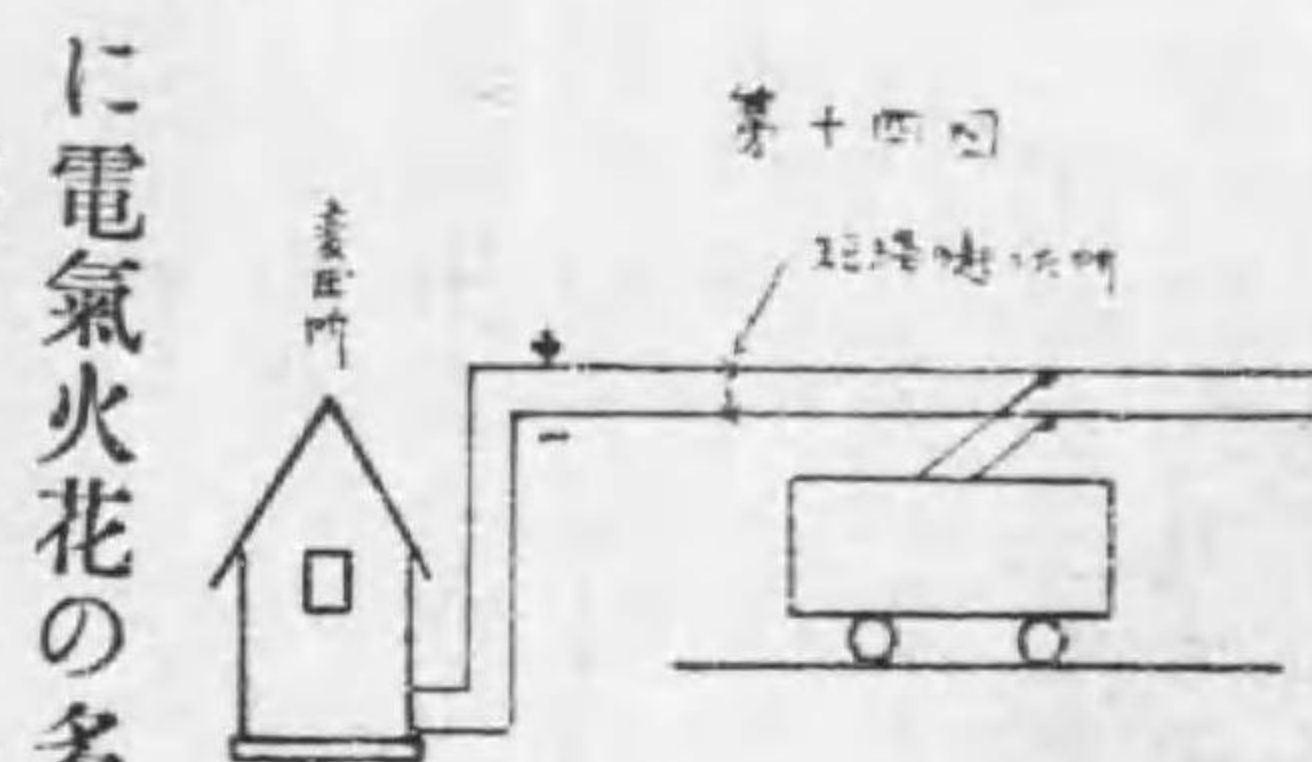
電車線の一部にこんな澤山の電流が流れては堪まりません、また變壓所の機械類も五萬「アンペア」からの電流が流れては焼けて仕舞ひます（短絡の保護装置がないものとすれば）そうして電車の方には殆んど電流は流れなくなるのであります。

### 三、電氣の火花（スパーク）

電氣火花は障害と云ふ程の事ではなく屢々見る所のもので一般に電氣回線の接離の際起るものでありますが取扱の如何によりて火花は多くもなり、また少くもさせる事も出来るのであります、短絡によつて起る火花は尤も多く大きな音響と



共に起ります、電氣の火花は非常な高熱で其の附近の導體も絶縁物も皆熱の影響を受け導體は火花の爲熔され絶縁物は品物によつては焼け切れて仕舞ひます。



運轉手諸君の取扱ふ「コントローラー」は始終電氣回線を切つたり接いたりして居るので常に火花は出て居ります。そうして其の電氣火花を吹消す装置が附いて居る爲無事に運轉が出来るので若し火花を消す装置がないならば忽ちの中に「コントローラー」は焼けて運轉不能となつて仕舞ふのであります、一般

に電氣火花の多少は其の回線に流れる電流の多少に比例す

即ち電流の澤山流れて居る線路を開閉するときは多くの火花が出ると云ふことになり

又電路の開閉の遅速にも可成り影響がありますから電路を開く(「スイッチ」を切ること即ち「コントローラー」ならば「オフ」にする場合)ときは成るべく速く取扱ふ方がよいのであります。(運轉手心得第八章第一節四項参照)



## 第二編

磁マグネ氣チズム

### 第一章 磁氣の性質

#### 一、磁氣の發見

電氣と同じやうに磁氣も可成り古くから知られて居りました、一説によれば五千年前から知られて居たと云はれて居ます、電氣と密接の關係を有つもので發電所などで起す電氣は此の磁氣が基となつて居るのであります、この磁氣は電氣によつてもまた生じます。

太古に發見された磁氣は所謂天然磁石（地球も一つの大きな天然磁石である）と云ふものであります、之れは磁鐵礦と稱する礦物で此の礦物が鐵を吸付けたのが磁氣の存在を認めた始めであります、またマグネチズムと云ふ名も小亞細亞

のマグネシヤから最初出たので此名が起つたとも稱して居ます。

また磁氣を帯びた物質の中央を糸などで吊すと地球の南北を指示するのであります、昔時の支那の戦争などには是れを用ひたと云はれて居ります、即ち磁氣は電氣よりも長い歴史を有つて居ります。

#### 二、磁石（或は磁鐵）

一般に磁氣を帯びた物質を磁石（或は磁鐵）と稱して居ます、そして電氣に陽電氣（ $+$ ）と陰電氣（ $-$ ）とがある如く磁氣にも北極（N）と南極（S）とがあります、（Nを $+$ 、Sを $-$ と書くこともある）

磁石には

イ 天然磁石

ロ 人工磁石（人工耐久磁石  
一時磁石（或は電磁石）

とあります。



天然磁石は前にも述べた一種の酸化鐵（磁鐵礦）で天然に發掘されるので此名稱を附したのであります。此の天然磁石に鋼鐵片を摩擦させますと其の鋼鐵片はまた天然磁石と同じ性質を有つに至ります。是れ即人工耐久磁石であります。此の場合其の鋼鐵は磁化されたと稱して居ります。

一般に磁石が鐵を吸引する性質は磁石の兩端が一番強いのでありまして此の部分を磁極と申します。即磁石には北極（N極）と南極（S極）とがあるわけでありませぬ。

天然磁石も鋼鐵で作つた磁石も比較的永く磁氣性を失はぬ爲是れを耐久磁石と云ひます。第十五圖に示したものは廣く市場に販賣される馬蹄形磁石であります。通例磁石の兩端にNSを刻むか赤或は紫色ペンキを塗つて容易に其の極の種類を明にしてあります。

### 三、磁氣吸引及排却作用

第十六圖

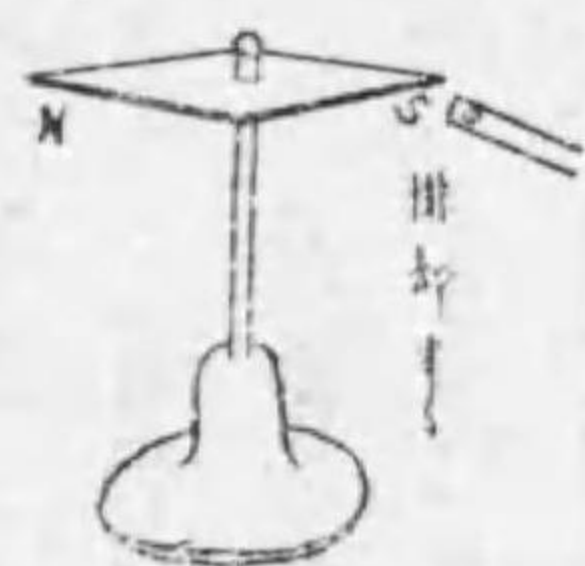


第十六圖甲は小なる磁針の重心を針のやうな尖端で支へたもので磁針を水平にしますと磁針は地球の南北を指示して靜止します。

第十六圖 甲



第十六圖 乙



今磁針のS極に近く棒狀の人工磁石のN極を近づけますと磁針は棒狀磁石に吸付けられます。次に同圖乙の如く磁針のS極に棒狀磁石のS極を近づけますと今度は反對に兩者は反撥し合ふのが判ります。

そこで次のやうな事が云へます。

磁石の異極は互に吸引し同極は排却する。

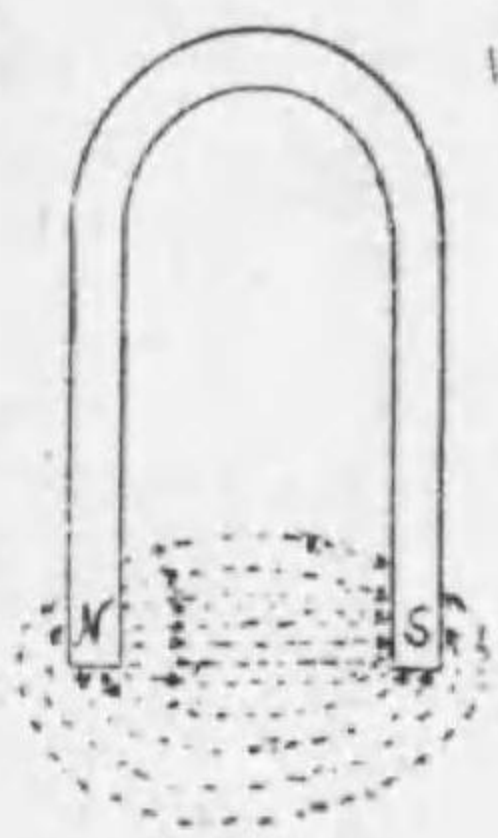
### 四、磁力線

磁石の北極と南極との間には目に見えない磁力線と云ふ一種の力を持つた線が



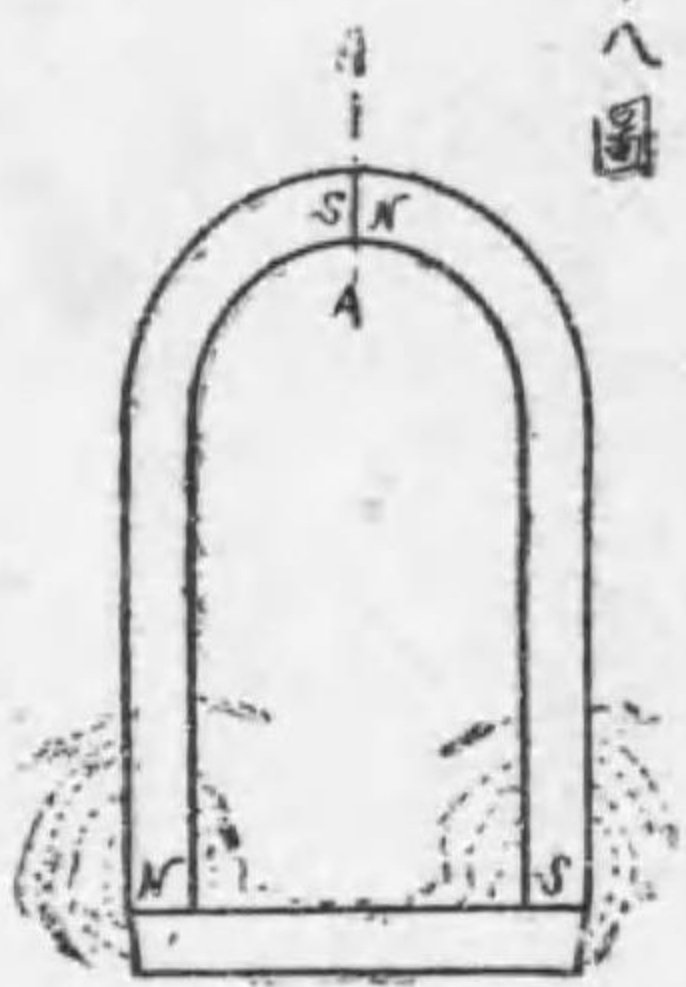
通つて居るものと想像して居ります、即磁力線がある爲に鐵は吸付けられたりするので其の磁力線は磁石に近づくに従つて密となり、遠ざかる程粗となつて居ります鐵を吸付けたりする力は磁力線の多寡に比例しますから磁石に近い程其の力は強く遠ざかる程弱くなります此の磁力線の存在して居る空間の範圍を磁場と云ひます次に磁力線の方向はN極より出てS極に向ふものと定められて居ります。

第十七圖



第十七圖は馬蹄形の磁石に磁力線の分布した模様を表はしたものでNからSに空間を通つて通じて居ります故にこの磁力線の存在して居る空間が磁場であります、又磁石の内部(鐵の中)ではSからNに向ふものと考へられます若しNSの兩端を第十八圖のやうに鐵片を吸付けますと磁力線の大部分は此鐵の中を通るやうになり極めて僅かの磁力線が空間を通ずるやうになります、また磁石の中央の部分は更に磁氣現象を表は

第十八圖



しません、第十八圖のAAの部分には鐵片を持つて往つても吸引せず恰度只の鋼鐵と變つたところはありませんが、然し此處から切放して磁石を二つにして仕舞ひますと今迄鐵を吸付けなかつたNの方のAAにはSが出來、Sの方のAAにはN極が出來て一つの磁石を切放した事により二つの磁石が出來るのであります、又更に中央から切ればまた二つの磁石が出來るのであります、然しこの場合には一個の磁石の力は分けられた數を分母にしただけ弱くなるのであります。

## 五、磁氣に感ずるもの

宇宙間の物質を電氣的に導體と不導體とに區別したやうに磁氣も同様に磁性物と非磁性物とに別ける事が出來ます。



磁性物とは磁氣を感じる物質で、非磁性物は磁氣を感じない物質であります、鐵ニツケル、コバルト、マンガニース等は磁性物で後は殆んど非磁性物であります

第二章 電磁作用

一、電流によつて磁氣が起る

第一編第一章十項で一寸述べましたが電線に電流が流れると其の電線の周圍に磁氣が起るのであります、そうして其の電流の方向によつて磁力線の方向が又種々に變るのであります、今電流の方向と發生する磁力線の方向とを圖示して見ますると第十九圖のやうになります。

第十九圖



⊗ (電流の方向)

⊙ (電流の方向)

皆さんの方から紙面に向つて流れる

紙面の方から皆さんに向つて流れる

これは捻子廻はしで捻子を揉み込むときの有様で説明すれば判り易くなりま  
す、即捻子を揉み込むには捻子を右へ廻せば捻子は進んで行きます、其の進む方向  
を電流の方向とすれば捻子を廻はす方向が磁力線の方向となるわけであり、又捻  
子を抜き出すときには左へ捻子廻はしを廻せば捻子は捻  
子廻しの方へ進んで來ます、其の捻子の進む方向を電流  
の方向とすれば捻子を廻す方向が磁力線の方向とな  
るのであります。

第二十圖

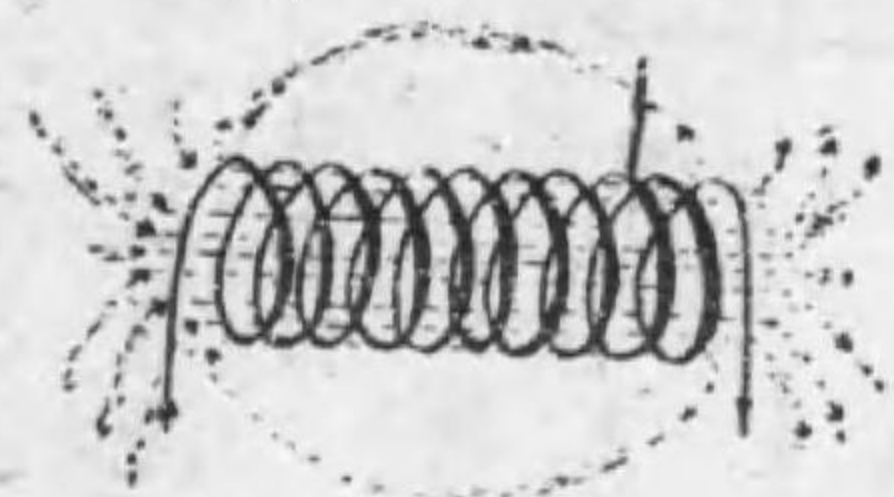


二、コイル

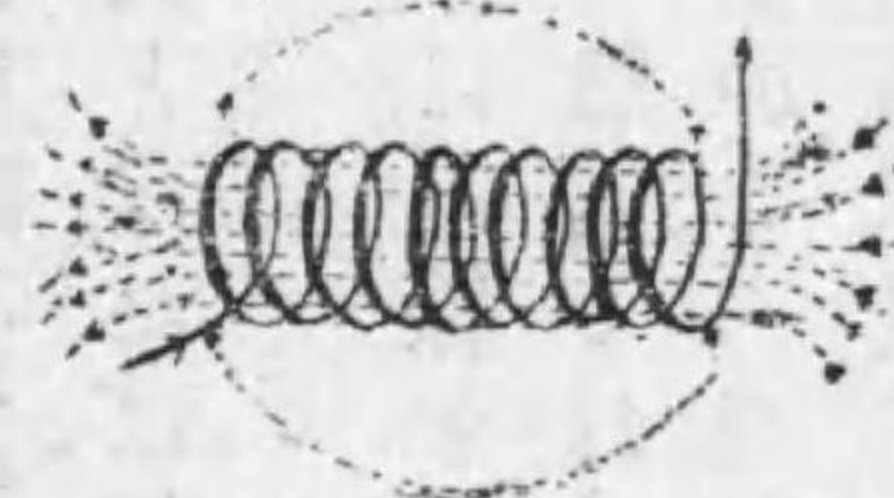
電線を環狀に數回捲いたものを線輪(コイル)と云ひます、コイルに電流を流しますと澤山の磁力線が發生します。

第二十一圖のやうに捲いた時と第二十二圖のやう

第二十一圖



第二十二圖





捲いたときは磁力線の方向は反対となりまた捲数が多くなればなる程、コイルに通ずる電流が大となればなる程磁力線の数は増すのであります。

### 三、電磁石



第三十一圖

軟鐵片に電線を捲き之れに電流を通ずると所謂電磁石となるのであります、然しこれは電線に電氣の流れて居る間だけで電流を切れれば磁氣を失ふから一時磁石とも云つて居ります、工業上用途の廣いもので電氣の機械器具には大概利用されて居ります。

磁力の強さは電磁石のコイルに流れる電流を加減することによつて種々に變へる事が出來ます、また電流は同じでも電線の捲数を加減すれば電磁石の磁力は増減します。

第二十三圖は簡單な電磁石で右へ捲くか左へ捲くか或は電流の方向を反対にするかによつて其の極を變ずることが出來ます、磁力の強さは電流の強さと捲線の

數に比例して増減しますから捲數も大となり電流も増加すれば磁力は益々強くなります、この電流と捲線數を掛け合せたものをアムペアターンと申します、故に電磁石の強さはアムペアターンに比例して増減すると云ふ事になります。

電車に利用されて居る電磁石は電動機の「フィールド」を初めとしてコントローラー内の電火吹消し用及電燈の繼電器、自動遮斷器、電鈴等はこの電磁石は電車にはなくてはならぬものであります。

磁氣が鐵を吸引すると云ふ性質を利用して強力なる電磁石を作り鐵材の運搬などに用ひて居る工場などもありまして彼此八噸（約二千二百貫位）まで運搬するものも出來てをります。

### 四、磁氣の飽和

電磁石はアンペアターンに比例して増減しますが磁力を強める場合にアンペア



ターソンを或限度以上増しても最早磁力の殖えない點に到達する極限があります、その極限に達すれば幾何電流を殖やしても捲數を増しても最早磁力は増加せず唯徒に鐵を熱するのみでありますして此の状態に達したとき鐵は磁氣によつて飽和したと稱するのであります、第二十四圖はこの關係を圖示したものでA點邊までは

第二十四圖



アンペアターソンの増加は磁力の強さを増しますがA點に達すればアンペアターソンは増しても最早磁力は殖えなくなり、第二十四圖を鐵の磁氣飽和曲線と云ひます。

### 五、残留磁氣

電磁石は軟鐵を心として用ひて居る爲に周圍の電線に電流の通じて居る間は磁石となつて居りますが電流を遮斷しますと磁氣性を失ひ元の軟鐵片となつて仕舞ひます。

然し電流を遮斷したときに絶対に磁氣を失ふものでなく極く僅かの磁氣は残る

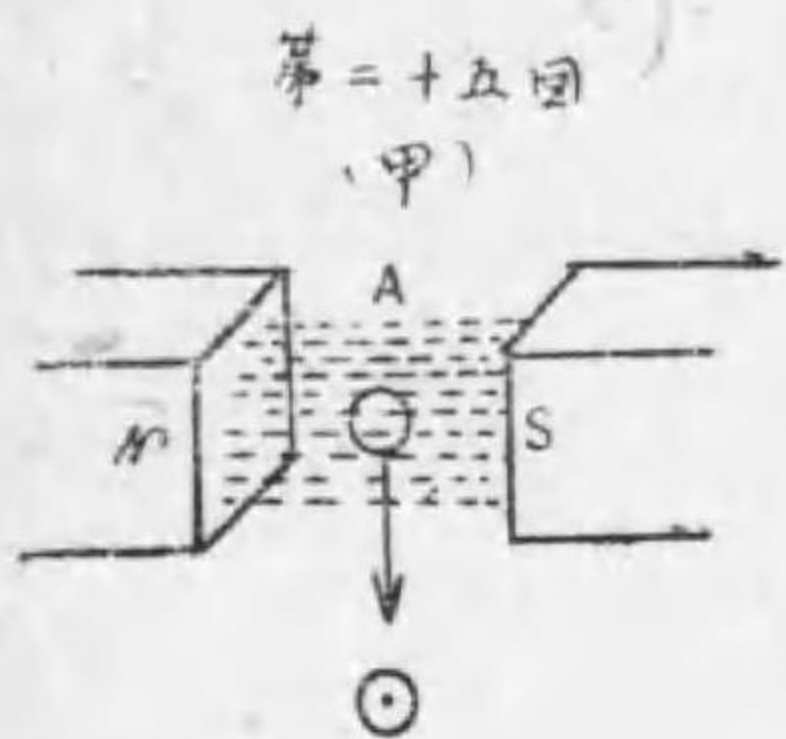
ものであります、これを残留磁氣と云ひまして直流電氣を發電機で起す際や電車非常停車のとき用ふる電氣ブレーキなどには必要缺くべからざるものであります。



### 第三編 發電機

#### 第一章 電磁誘導作用

一、磁界に在る電線が運動すれば其の電線には電氣が起る  
今第二十五圖甲の如く大きな磁石NS間に電線Aが運動しつゝあるものとしま

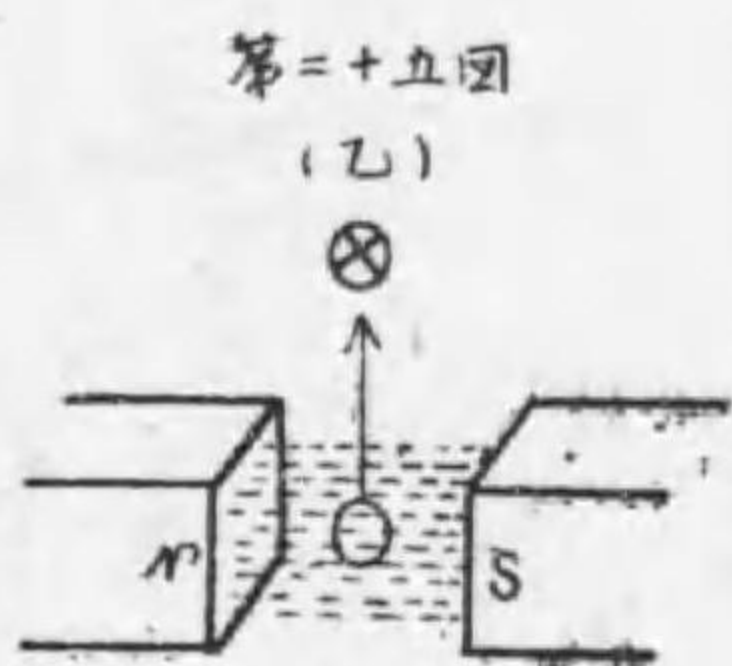


起る電流の方向も反對となるのであります。

導體Aが矢の方向に動くものとし、其の動いたときには電氣が起るのであります、但し動く方向は磁力線と直角に動かねばなりません、(即磁力線を切る方向)

Aが圖で示した處まで動いたときに此Aには電氣が起るのであります次に導體の動かし方を反對にしますと(第二十五圖乙)

以上の現象は發電機が電氣を發生する原理を説明するものでありまして所謂電磁誘導作用であります。



第二十六回

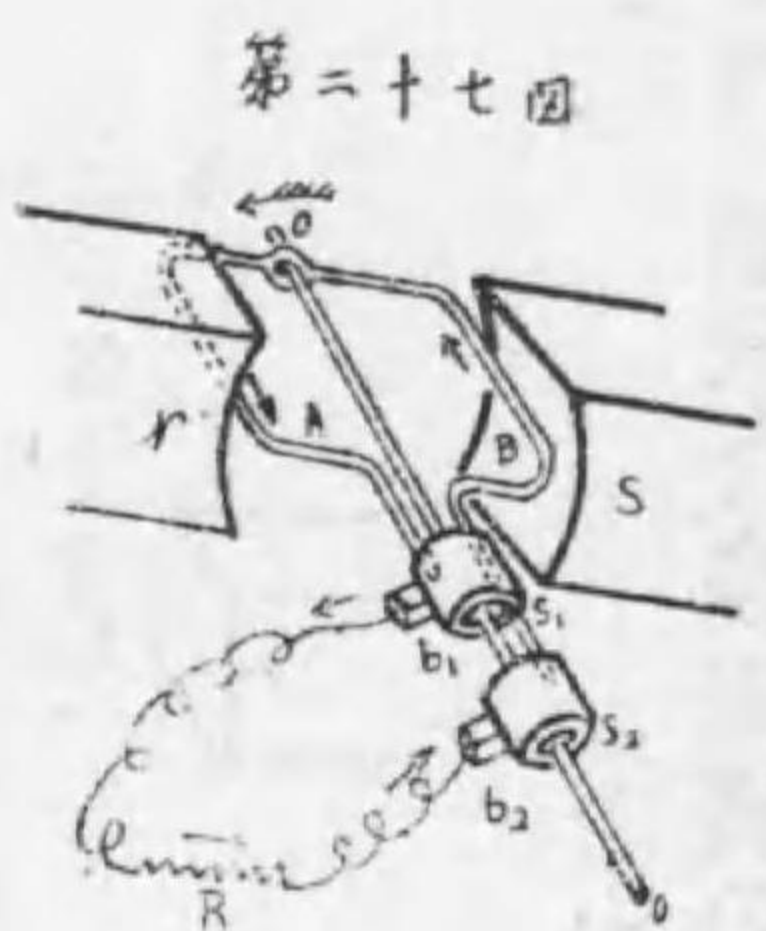
この關係を説明するのに右手の法則と云ふのがあります、即ち右手の拇指、食指、中指を第二十六圖の如く互に直角をなすやうに開き、食指を磁力線の方向に向け、中指を導體の運動の方向に向ければ、中指は其の時發生する電流の方向となるのであります。

#### 二、簡単な發電機の原理

第二十七圖は最も簡単な發電機でA、Bは00を中心としてN、Sの間を矢の



方向に廻轉する導體とします、そうすればA側には手前の方に電流が流れるやうな電氣が起り、B側には反対方向に流れるやうな電氣が起ります。



即此の場合の電流の通路は  
 $A - b_1 - R - b_2 - B - A$ と云ふ様に環状を作ります。  
 次にこの導體が半廻轉してAとBとが反対になつたとき流れる電流の道は

$B - b_2 - R - b_1 - A - B$ となり前と反対に流れるのであります。

(第二十八圖参照)

$S_1 S_2$ を集電環<sup>スツツリング</sup> $b_1 b_2$ を電刷子<sup>ブラシ</sup>と云ひまして發電機の場合には外部に電流を送り出す重要なものであります。

圖によつて見ましても明かなやうにAとBとは互に反対に動くと共にABに起る

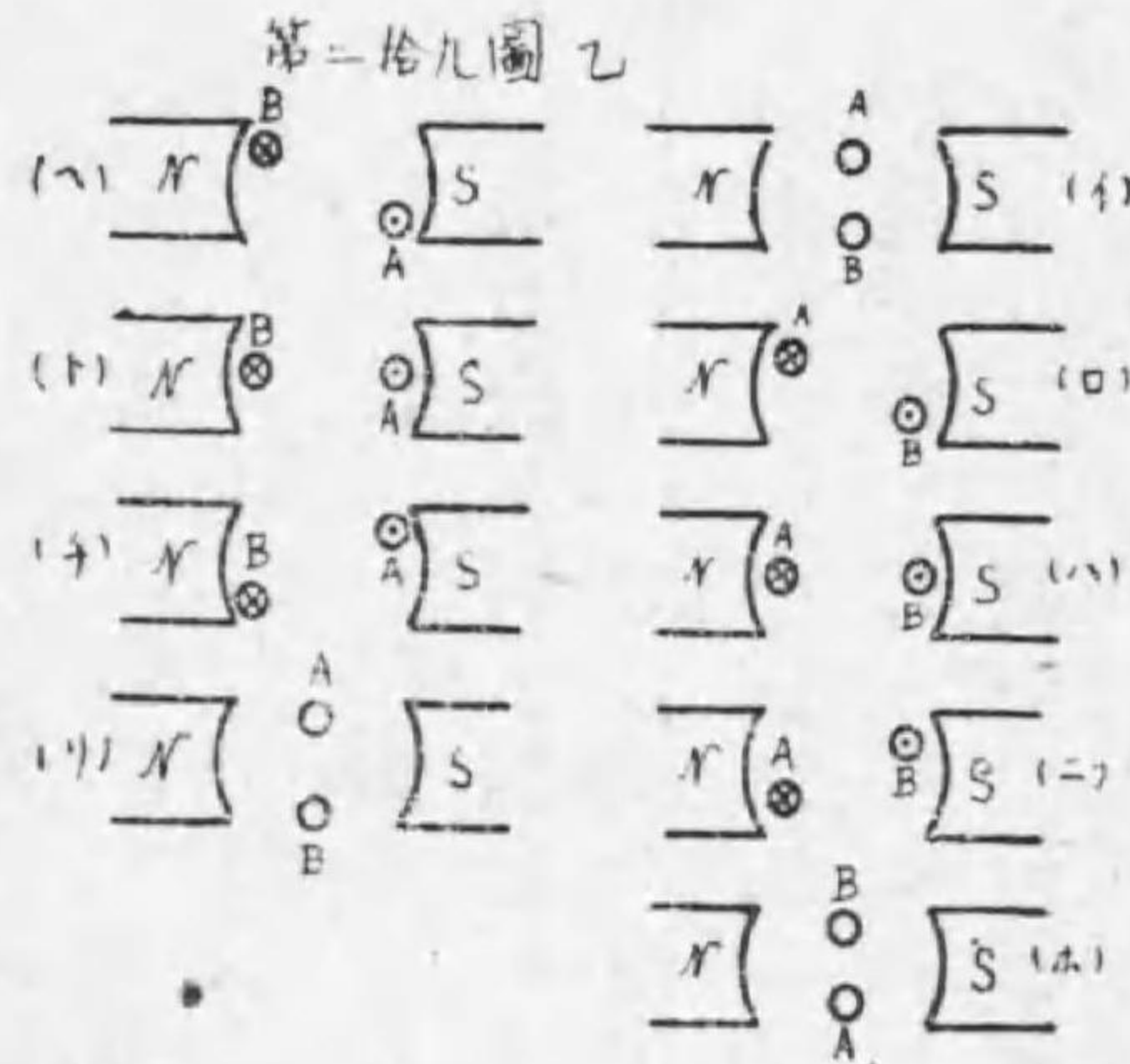
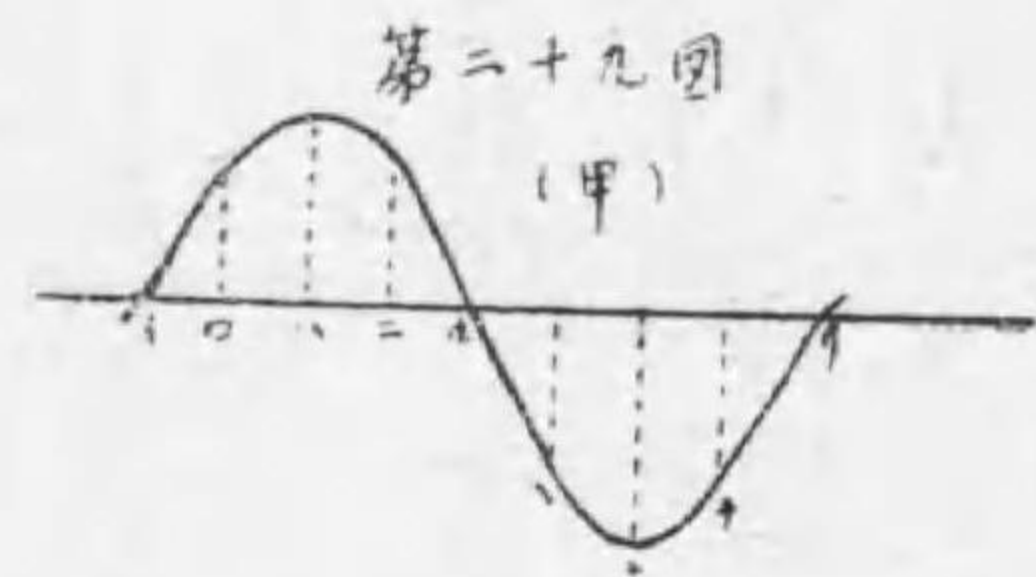


た電氣は互に加はるやうに流れますので $b_1 b_2$ に於ける電氣壓力はAとBとに起つた電壓の和であります。

今一廻轉の間に起る變化の有様を曲線に描いて見ますと次の(第二十九圖甲)様な一つの交流となるのであります

第二十九圖乙は交流の變化の有様について電線の位置を表はした圖で、イの位置では導體は磁力線を切らぬ爲に電氣は發生せず追々に磁力線を切る割合が多くなり磁界の中央(ハの位置)まで來た時に最大の電壓となり夫れから漸々減少してホの位置ではまた電氣は零となります、ホの位置を通過すると今度は方向の變つた電氣が流れましてトの位置でまた最大となりリ(リ)の位置で零となり順次斯くの如くして繰返すのであります、以上は其のA、B導體のAのみに就いての變化でありましてBの方はAと反対の變化を常に繰返して居るのであります、即ちAの方に⊗印の電流が流れて居るときはB



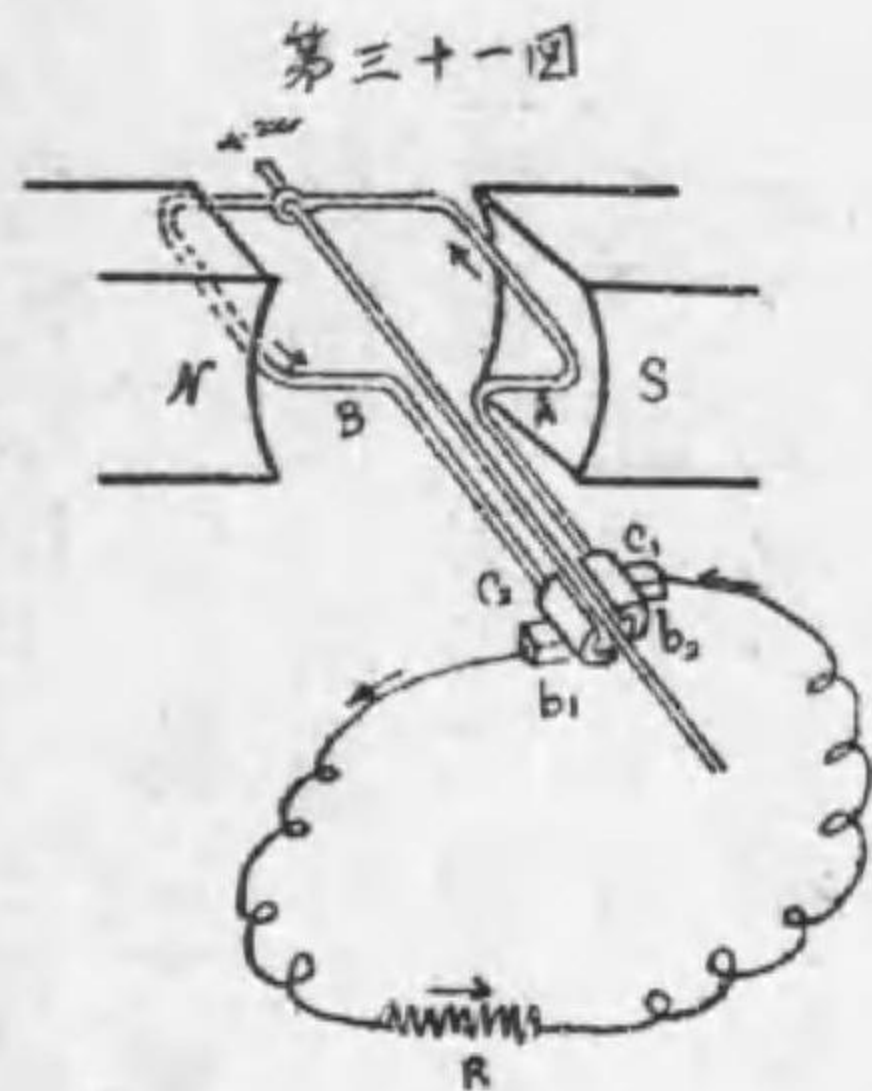
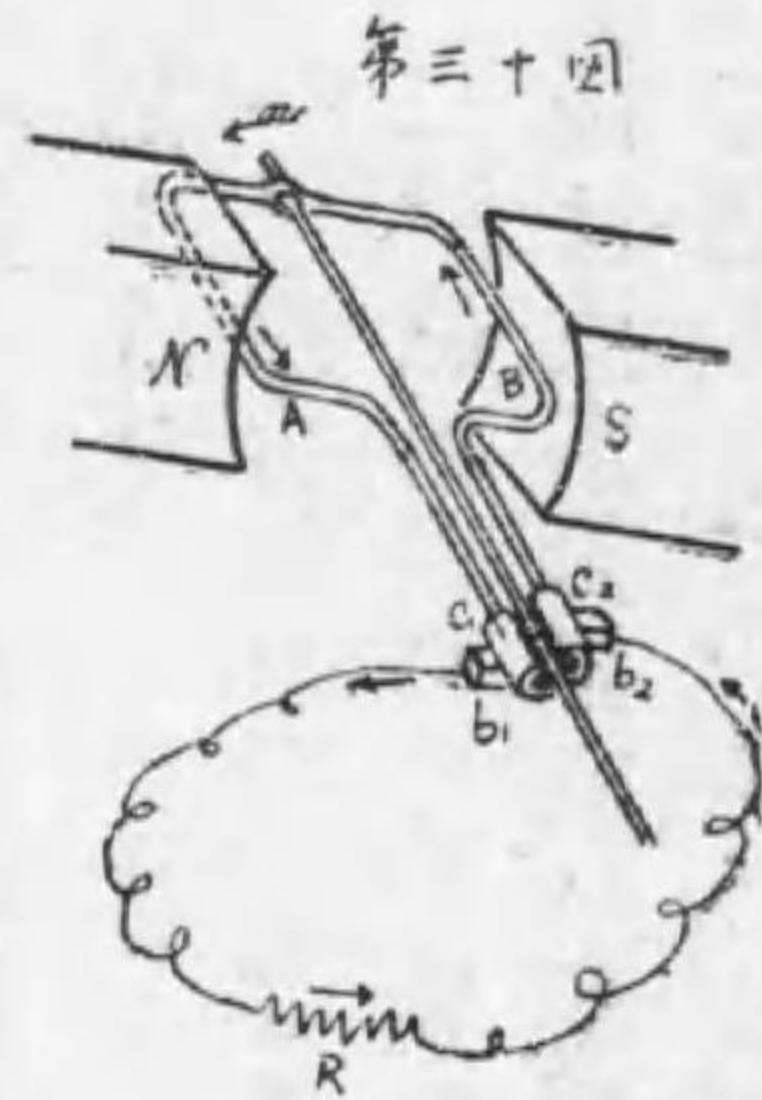


第三十圖のC<sub>1</sub>C<sub>2</sub>は半圓形の銅環でb<sub>1</sub>とb<sub>2</sub>は前と同じく電刷子であります。C<sub>1</sub>の方はA側にC<sub>2</sub>の方はBの方に接続されて居ります。

の方は●印の電流が流れて居ります、言ひ換へればAの方に(+)が流れたときにはBは(-)Bが(+)のときはAが(-)となるのであります、斯くの如くして起つた電氣は一本の導體が一廻轉する間に(+)と(-)が流れますから純然たる交流電氣であります

三、交流を直流に爲すこと

以上の様にして起つた電氣は交流で集電環に換ふるに整流流子を附ければ直流電氣とすることが出来るのであります。



そしてC<sub>1</sub>とC<sub>2</sub>とは軸にお互に絶縁して取付られて居ります、圖の位置で電流は  
A—C<sub>1</sub>—b<sub>1</sub>—R—b<sub>2</sub>—C<sub>2</sub>—B—Aの通路をなして居ますが是れが半回轉したときは次の第三十一圖のやうになります

此の場合Bには矢の方向に流れますが外部回路の電流方向は同じであります、S<sub>1</sub>S<sub>2</sub>のついて居た時はRに流れる電流は常にA、Bの廻轉に連れて右から流れたり左から流れたりしましたがC<sub>1</sub>及C<sub>2</sub>の半圓形の環を付けますと電流の方向はいつもb<sub>1</sub>から流れるやうになるのでこのC<sub>1</sub>C<sub>2</sub>が所謂整流流子であります。

以上は簡単な發電機の原理を述べたのであります



際の發電機はもつと電線の數も澤山あり且つ總てが複雑になつて居ります。

### 第二章 發電機

#### 一、發電機の構造

發電機に次の二種類があります。

イ、直流發電機

ロ、交流發電機

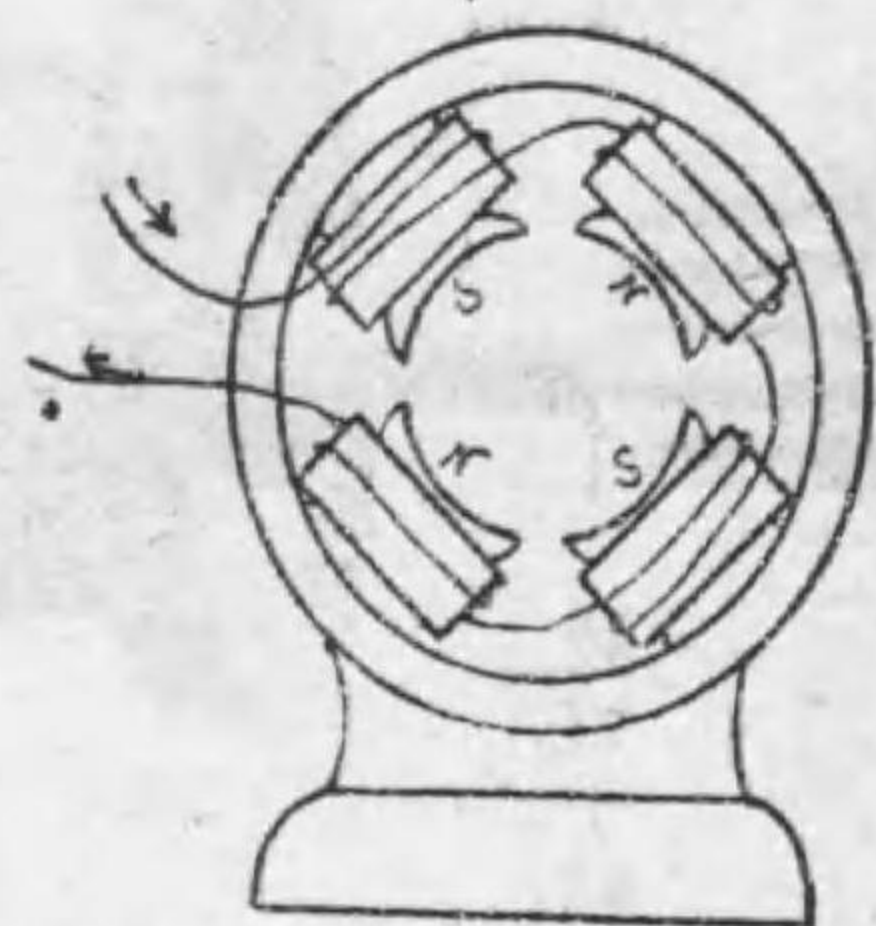
直流發電機は直流を起す發電機で整流子が附いて居り大體次の部分から出來上つて居ります。

一、磁力線を發生する磁極

二、磁場内にて廻轉する發電子

磁極は通常鑄鋼或は薄鋼板で作られまして發電機枠に「ポールト」等で取付けられて居ります、そうして此の磁極の周圍には磁極捲線を捲いてあります。

第三十四圖



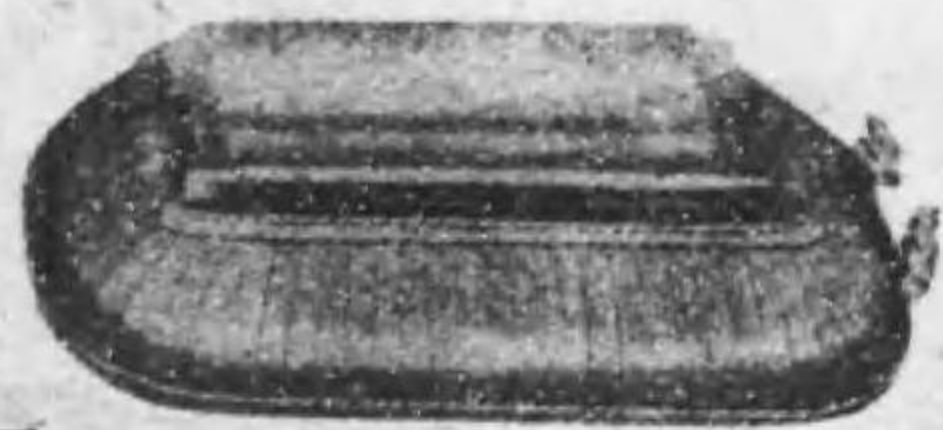
第三十二圖は磁極捲線で四角な捲框に電線を數十回或は數百回捲付けたものであります、夫れを磁極に箆め込み「ポールピース」で抑へます。

第三十三圖は磁極捲線を磁極鐵心に取付けた處の切斷面圖で第三十四圖は一つの發電機へ四個の磁極捲線を取付けた圖であります。

次に磁界内を廻轉して電氣を發生する發電子は第三十五圖の如きものであります。

發電子鐵心は薄い軟鋼板を重ね合して作ったもので第三十六圖の如き切抜板で外側の溝には發電子捲線を箆入して「バンド」を掛け發電子廻轉の際遠心力で飛出すのを防ぎます。

第三十二圖



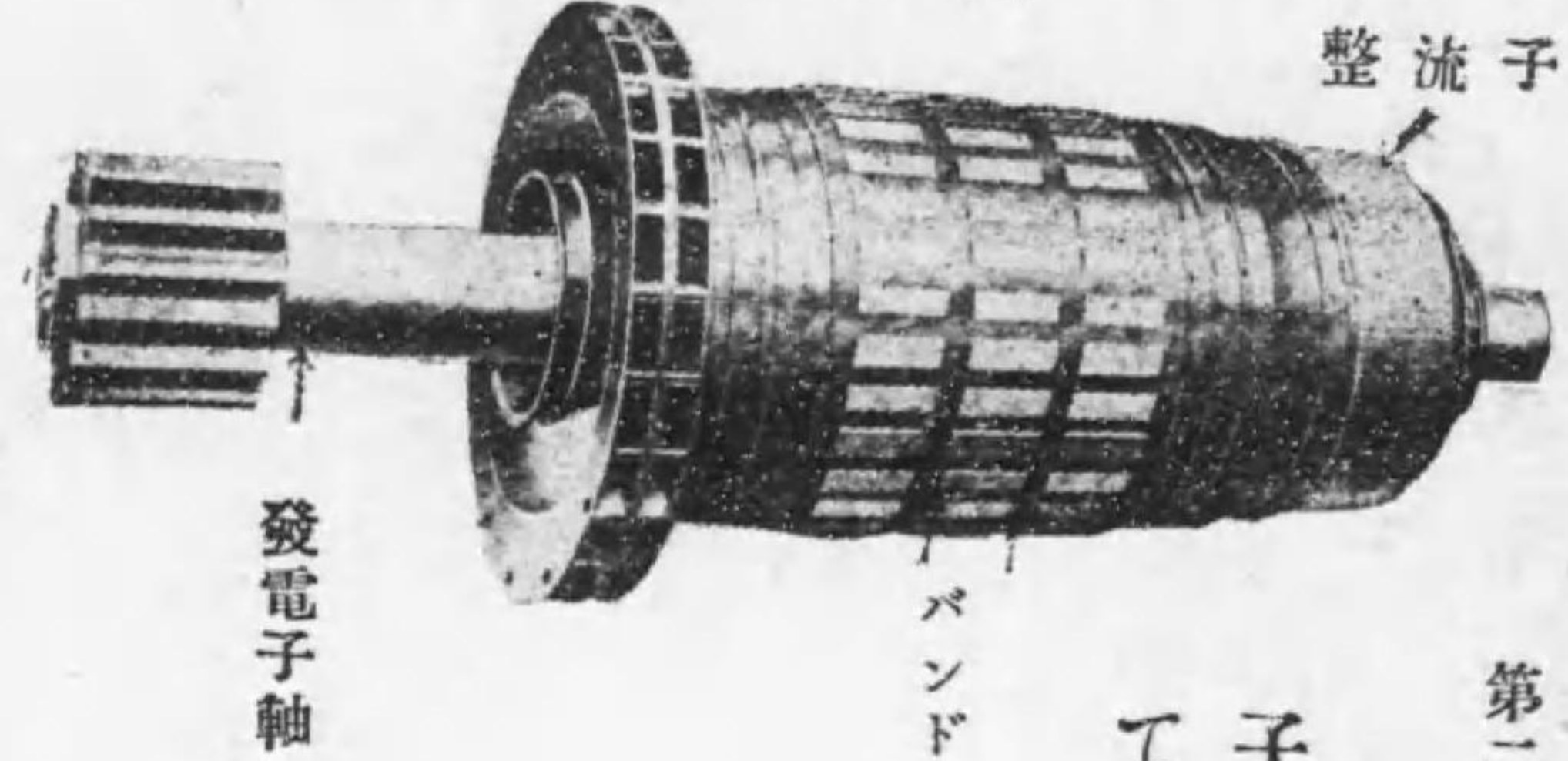
第三十三圖



電氣大要



第三十五圖



發電子捲線の一端は整流子の一片に他端も幾つ目かの整流子片に接続されて居ります整流子は數拾枚の銅片を組み合して作り各片の間には雲母マイカを入れて絶縁して居ります。

この圖に示した發電子は直流發電機の發電子で交流發電機の發電子は整流電子コンミューターのかはりに集電環スリップリングがあります。發電子内で起つた電氣は整流子（交流ならば集電環）より電刷子を通じて外部に送り出されます。

然して電刷子は刷子支持器ブラッシュホルダーにより支へられ又刷子支持器は發電機枠に絶縁して取付けられています。

第三十七圖は二極發電機の略圖で電刷子はNとSとの磁極の反對側に置か

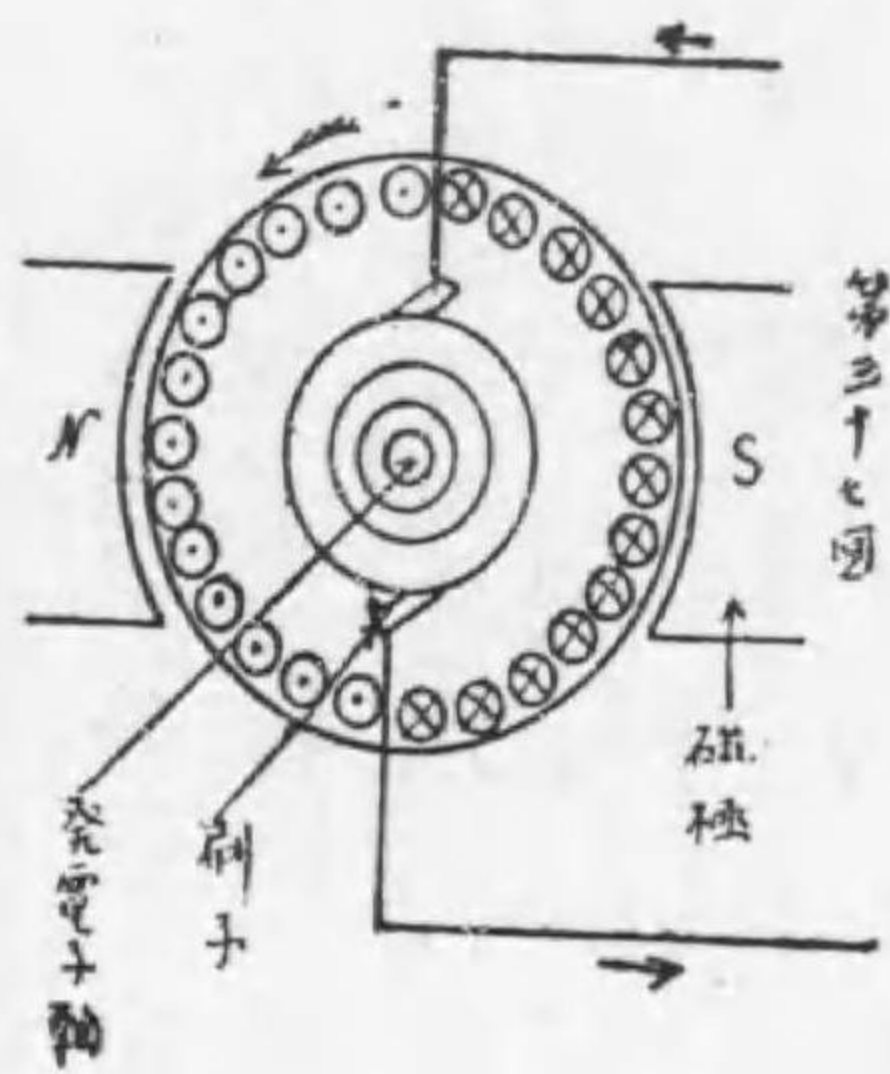


れてありまして發電子に發生する起電力は此の電刷子によつて集められるのであります。

この發電子の軸は蒸汽機械や水力タービン（水車）等に連結されまして機械力の供給を受けN、Sの間を廻轉するのであります。

然し誘發する電氣の量は發電子の廻轉數及磁極の數發電子捲線の數等に關係があつて是等が大となれば大なる程誘發起電力も増加するのであります。

交流發電機の發電子は「コンミューター」のかはりに「スリップリング」といふものがあるだけで他に何等かはつた所はありません、また交流發電機は磁極捲線には別に直流を送り込んでやらねばなりません、また交流發電機は他から電氣を送らなくとも自由に發電し得るのであります（残留磁氣のみで）





二、直流發電機の種類

磁極捲線と發電子との接続法の如何によつて次の如く區別されます。

イ、直流直捲發電機

ロ、同分捲發電機

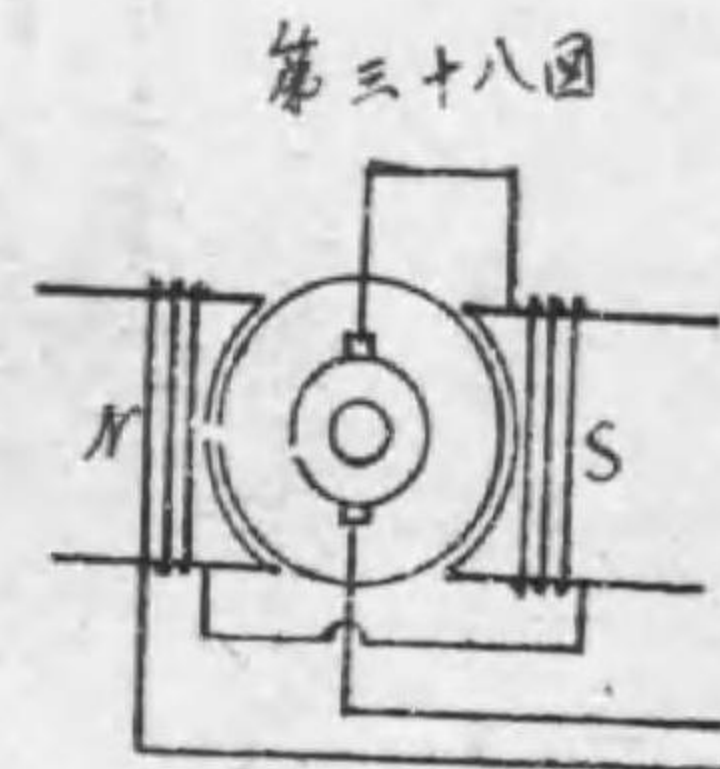
ハ、同複捲發電機

直流直捲發電機は磁極捲線と發電子捲線とが「セーリス」に接続されたもので

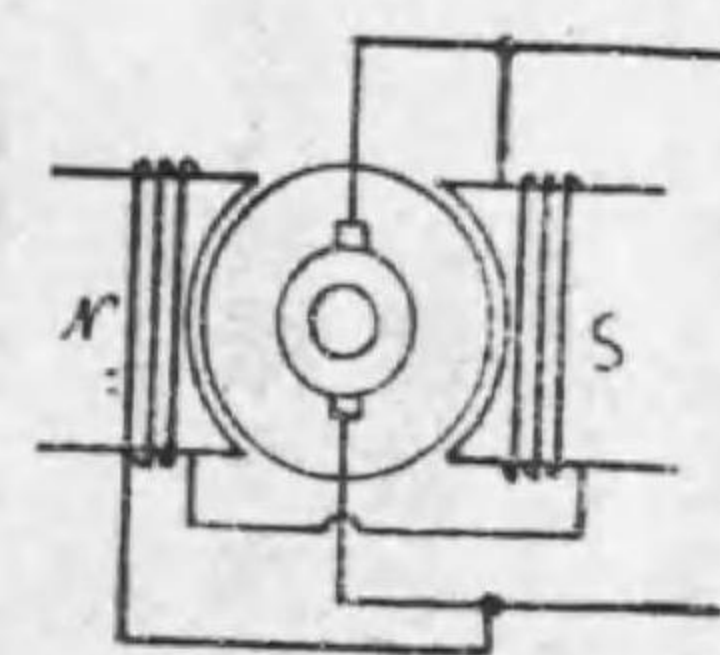
第三十八圖の如きものであります。

直流分捲發電機は第三十九圖の如く磁極と發電子の捲線は平行に接続されたものであります。

直流複捲發電機は直捲コイルと分捲コイルとを一所に捲いたものであります。



第三十八圖



第三十九圖

併、是等直捲發電機の性質の大體を述べますと、直捲發電機は其の構造上負荷（負荷とは電動機や電燈等を云ふ）に接続されてなければ電氣は殆んど發生しません、唯残留磁氣による僅少の電氣を起すのみでありますが負荷に接続してあれば残留磁氣による起電は電流を電路に通ずることゝなります

からこの電流は發電機の磁極に流れまして磁力線を増加し電流はこれにつれて増加し益磁力線の増加を促し遂に負荷に相當する電流を流すまで發電するのであります、分捲發電機の誘發する電壓は負荷には殆んど關係なく發電子の廻轉數が一定ならば誘發電壓は一定と見て差支ありません、それは磁極

捲線は平行に接続されて居る關係上負荷の増減には無關係だからであります。

複捲發電機は「セーリス」及「シャント」の捲線がある關係上兩方の性質を具



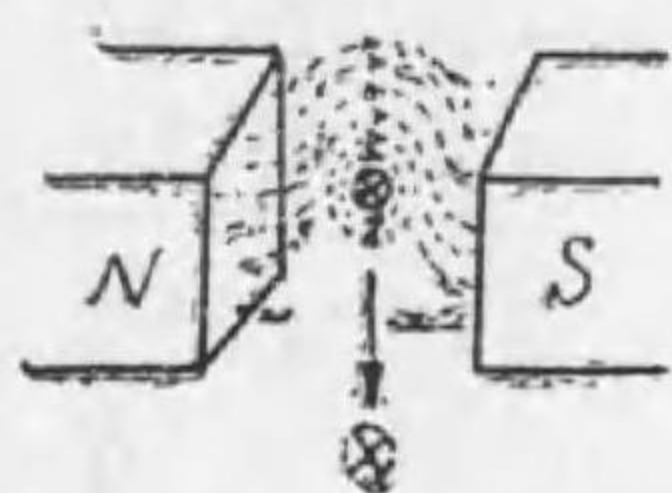
備して居ります「シヤント、コイル」は或る程度まで電壓を一定に保ち負荷の増加は「セーリス、コイル」を勵磁（勵磁とは電流により磁力を増さしむることを云ふ）して飽迄負荷の電壓を一定にしやうと云ふ性質を持つのであります、發電機としては分捲、複捲のものが用ひられ直捲發電機は殆んど用ひられて居ません。

## 第四編 電動機

### 第一章 電動機の理論

一、磁界に在る導體に電流が流れる時は其の導體は運動する

第四十一圖はN、Sの磁石の間に導體のAがあるときに圖に示すやうな方向の電流を通じますと其の導體は矢で示した方向に運動します、これは導體の周圍に發生した磁力線とNSの發生した磁力線との作用に依るもので導體の上部に兩方の磁力線は集まり其の下部は是等の磁力線は互に打消す様に働いて上方から下部に導體を押す力が働くから運動するのであります。



第四拾陸圖

次に第四十二圖の如く電流の流れ方を反對にすれば導體の運動は前とは反對になつて上方に向つて運動します。



またNとSとを反対にしますと第四十三圖及第四十四圖のやうになります。

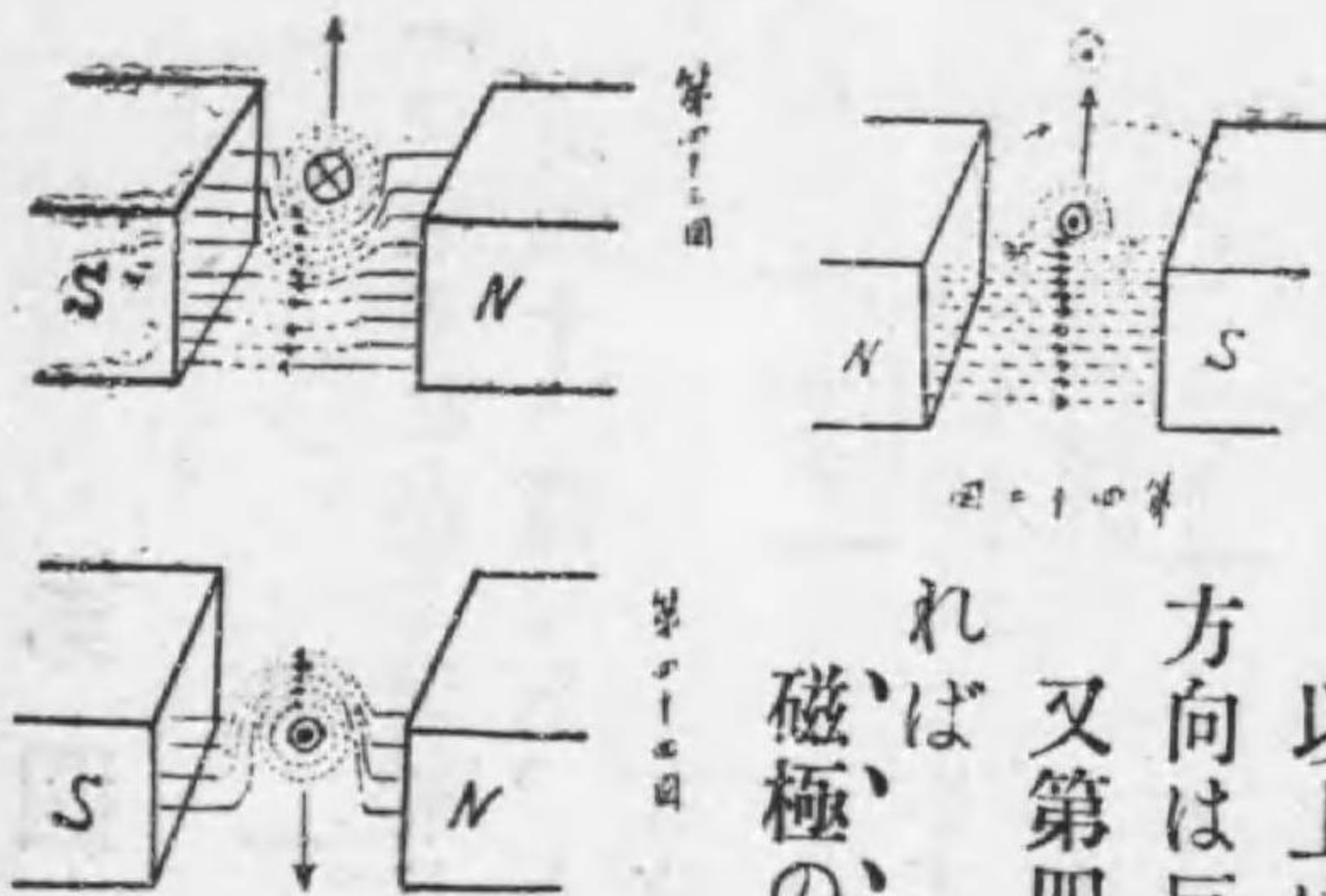
以上は電動機の動く理論で導體に流れる電流が反対となれば運動方向は反対となるのであります。

又第四十一圖と第四十四圖竝に第四十二圖と第四十三圖を比較すれば

磁極のN、Sと同時に導體に流れる電流を反対にすれば運動の方向は同じであると云ふ事になります。

發電機の場合と同じ様に電流、磁力線と導體運動との三つの間に次に示すやうな左手の法則があります。

即ち左手の拇指、食指、中指をお互に直角に開けば食指は磁力線の方向を示し中指は導體に流す電流の方向で拇指は導體の運動する方向となるのであります。



第四十五圖

### 二、簡單なる電動機

電動機と發電機は其の構造全く同じであります、然し働きは全然反対で發電機は機械力を以て發電子を廻し其の發電子に電氣が発生するのであります。が電動機は他所で起した電氣を電動子(發電子と同じもの)へ供給すれば電動子は廻つて外部に機械力を出すのであります、

故に

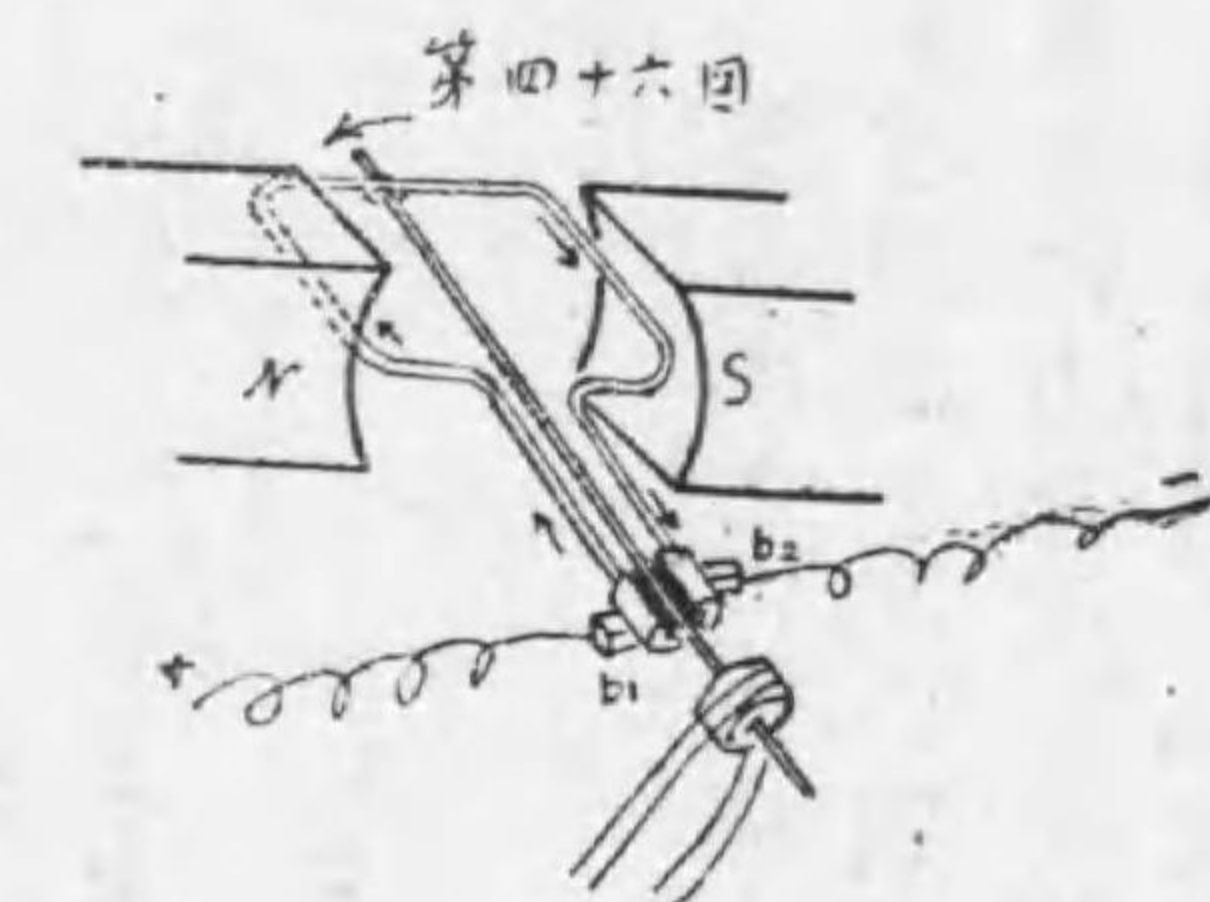
發電機と電動機とは構造全く同じにして其の働きは反対である、電動子が廻轉する理由を次の圖(第四十六圖)で説明すれば(十)から電流は流れますからAは矢の方向の力を受けて下方へ運動せんとしBは反対に上方へ運動する力を受けます。軸は導體ABに取付けられてありますから導體ABに働く力は遂に軸を廻轉せしむる力となるのであります、この場合外部からの電流を反対にすれば軸の廻



轉は反對となるのは前の理によつて明であります。

第四十七圖は二極電動機の略圖でN側とS側には各反對の電流が流れる爲反對の力が働きまして電動子は廻轉を始めるのであります、電動子にはピニオン（小さな齒車）や調帶の装置がありまして他の諸機械に機械力を與ふるやうになつて居ります。

第二章 電動機の種類



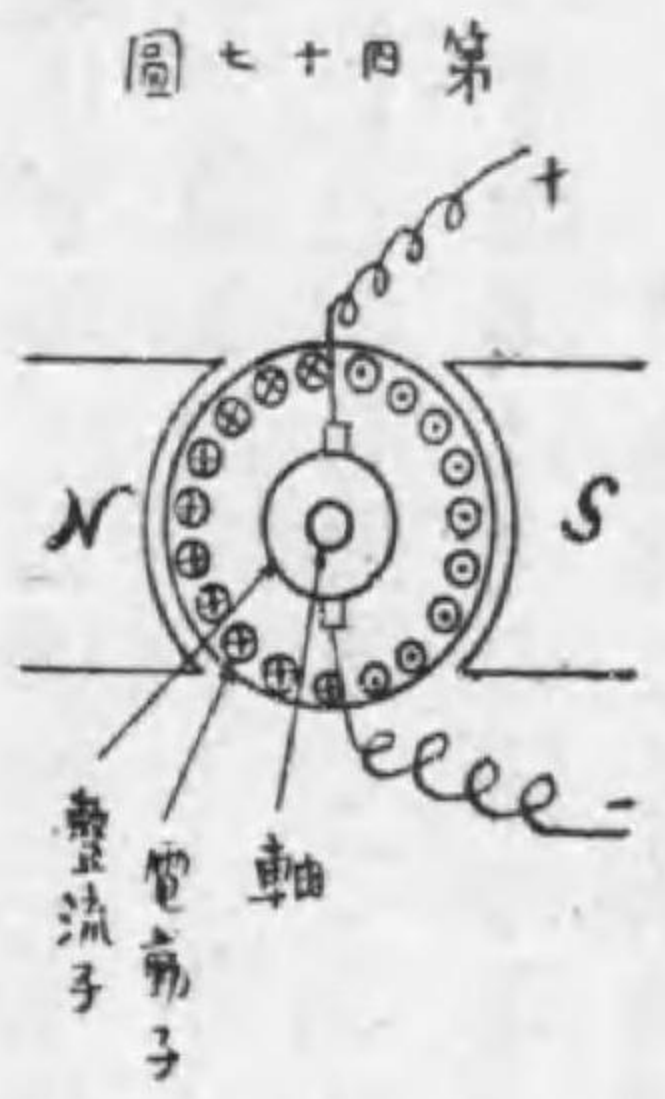
- 一、直流電動機と交流電動機
- 電動機には發電機と同じ様に
- 直流電動機
- 交流電動機

の二種あります、兩方共に各々其の特徴によつて夫々用ひられて居ります。

直流電動機はまた次の三通りに區別されます。

- イ、直流直捲電動機
- ロ、同 分捲電動機
- ハ、同 複捲電動機

以上の各電動機は發電機の各種類と同じもので直捲電動機は磁極捲線と電動子捲線とが直列に接続されたもので、分捲電動機は磁極捲線と電動子捲線とがシヤント（パラレル）に接続されたもので複捲電動機は直捲及分捲の兩方のコイルを備へて居ります以上の直流電動機の三種類は皆同じ様に用ひられて居ります。



第三章 電車用電動機

一、電車運轉には如何なる電動機を可とするか



諸君も御承知の通り電車は上の電車線から電流を電動機に流し込んで其の電流により電動機は廻り出し同時に電車は動き出すと云ふ寸法でありますがこの電動機が廻轉し始めるときは靜に廻り出さぬと電車は急に動き出して乗客に不快の感じを與へ又反動で電車を痛めることは明であります、又停車して居るものが始めて動き出すときは非常な力（起動廻轉力と云ふ）を必要とするのであります、ですから電動機もそれに應ずるだけの力を出さねばなりません、故に電車運轉用の電動機は次の條件を具備して居なければなりません。

- イ、始動は可及的圓滑なること
- ロ、速度を自由に變じ得ること
- ハ、大なる起動廻轉力に應じ得ること
- ニ、電動機の重量や大きさは可成少なること
- ホ、相當な過負荷に耐へ得ること

以上の條件を一番多く備へて居る電動機は直流直捲電動機であります、特別の場合を除いては電車の電動機として専ら直流直捲電動機を用ひて居ります。

## 二、直流直捲電動機の性質

直流直捲電動機は磁極捲線と電動子捲線とが直列に接続されて居る關係上磁極捲線と電動子には同じ電流が流れます。

次に電動機の廻轉力と云ふものは如何なるもので表されるかと申しまするに廻轉力は磁力線の數と電流の相乗積に比例するのであります、直流電動機は磁極捲線と電動子捲線が「セーリス」に接続されて居るために荷重の増加は電流の増加を促しまして磁界の磁力線を増す事となります、何故ならば磁極は一つの電磁石だからであります。

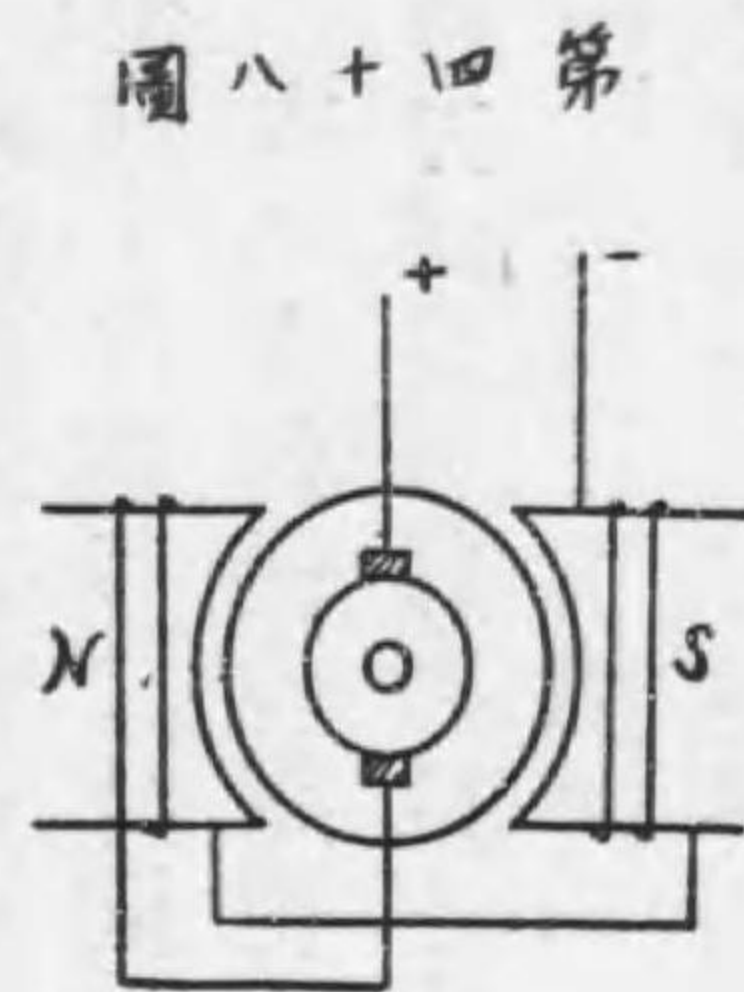
故に直流電動機は荷重が殖えれば回轉力が之れに伴つて増加し荷重が減少すれば回轉力も減少すると云ふ結果になるのであります、然るに電動機は速度は一般



に電圧に比例して磁力線數に反比例するものでありますから回轉力の大きなときには速度が遅いのであります、即ち停止して居る電車を動かすときは大なる回轉力を要すると同時に速度の遅いことが必要でありまして恰度直流直捲電動機は以上の特性を持つて居る爲に電車用電動機として一番適當なのであります。

三、電動機の速さは如何にして加減するか

我が市電の電車には單車に二十五馬力が二個、ボギー車には五十馬力が二個設備してありまして電車の速度を加減するには是等電動機を速度を加減すればよいのであります。普通抵抗器（後章に述べ）を電車内電路に接続して電圧を降下せしめ或は二個の電動機を「セーリッス」にしたり「バラレル」にしたりして電圧を調整し電車を種々の速度に加減して居ります。



四、整流子に起る火花

電流を電動子に流す場合に  $b_1 b_2$  (第四十六圖参照) の電刷子から電流は流れるのであります。整流子は電動子と共に回轉し電刷子は之れに接觸して電流を供給する爲に際し整流子と電刷子の間に若干の火花を生ずるのは免れぬことで整流子と電刷子が接觸がよければ火花も少いけれど接觸が悪ければ比較的此の火花も多く出るのであります。第四十九圖は電刷子の圖で炭素で作られ電刷子支持器により整流子に接觸して居りまして一枚の物と二枚を一組にして用ふるものとあります。



整流子に出る火花は此の接觸の良否からばかりでなく電動子が回轉を始めると電動子反作用と云ふ電氣的問題からも火花は生じて來ます、電動子反作用による火花を減ずるために第五十圖に示す様な補助磁極を用ひます、補助磁極にも電線を捲きまして電動子と直列に接続されて居り補助磁極の N、S は電動機の回轉

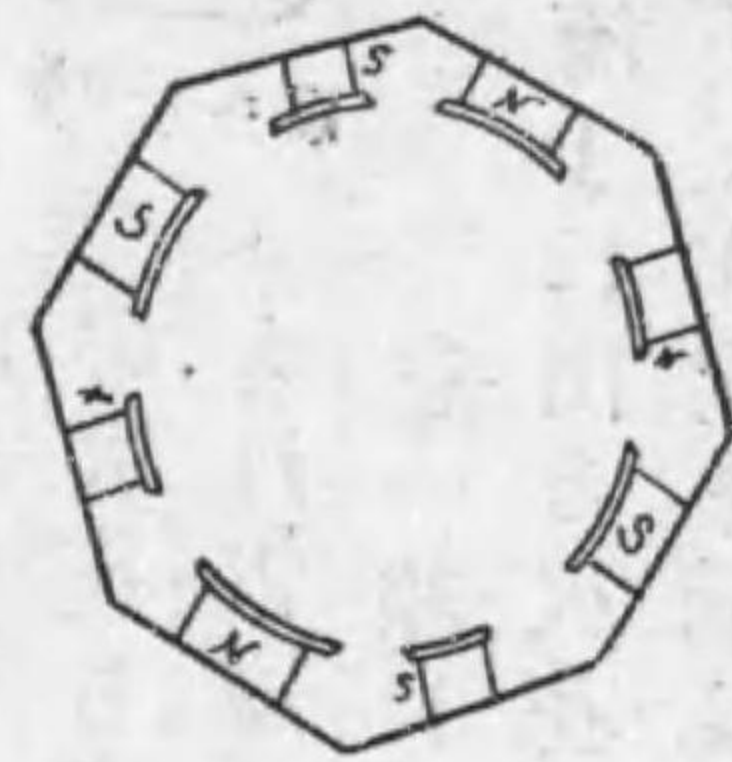


方向に従つて常に變化して之れが整流子に於ける火花の輕減の作用をして居ります。

### 五、電動機の反起電力

電動機が外部から電力を受けて回轉する場合電動子の捲線は運動すると同時に磁極の磁力線を切るために電動子自身は又發電の働きもなすのであります、而して其の發電する電壓の方向は外部より其の電動機に供給する電壓とは全く反對の方向ですから是れを反起電力と稱しまして車輪が廻つて居るときは何時でも起つて居るのであります、電車の速いとき（即電動機の回轉の速いとき）は比較的高い反起電力が起ります、是れ電車非常停止の際に用ふる電氣ブレーキの電源になるものであります。

第五十圖



## 第五編 電車内の電氣裝置

### 第一章 制御器

#### 一、電車の速度を變ずること

電車の速度を加減すると云ふ事はなか／＼重要なことでありまして普通これは運轉臺の制御器の把手を操作することによつて爲されて居ります。

第五拾壹圖



制御器には二個の把手を備へて居ります其の一個を制御把手と稱へ今一つを進退把手と稱へて居ります、進退把手は電車の前進及後進を掌る把手で運轉手臺を離れるときは必ず取外して携帶することが出来る様になつて居ります。

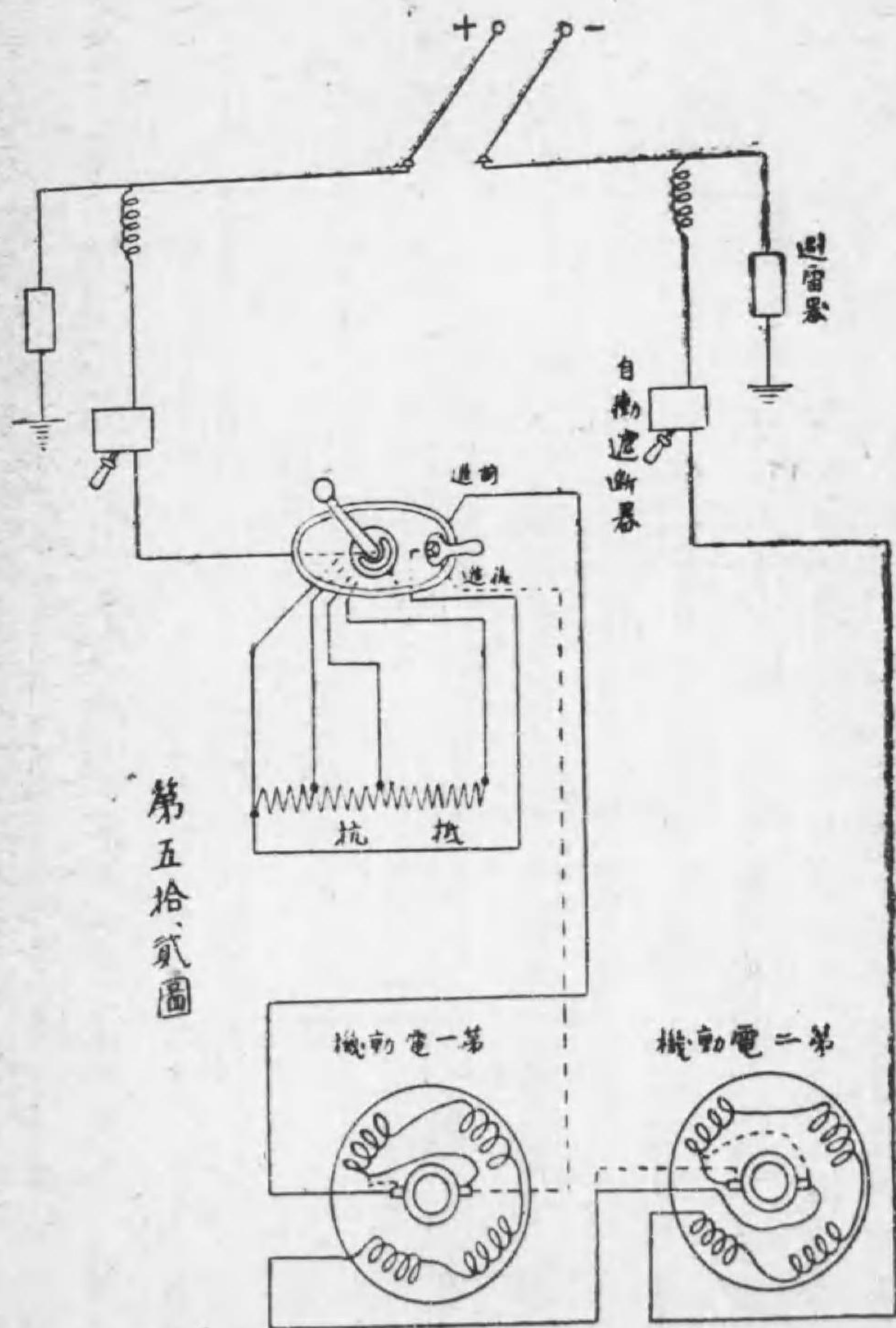
普通此の把手を動かすに三つの位置がありまして第五十一圖で見るとやうに前進



後進、オフ點であります、此の把手を抜差しするには「オフ點」でこれを爲し前進後進の位置では「把手」の取外しが出来ません、制御把手は制御器に取付け切りで矢張り「オフ點」と云ふのがありまして「オフ點」より左右どちらへも動かすことが出来ませんが進退把手と制御把手との間には次の様な機械的關係があるのであります。

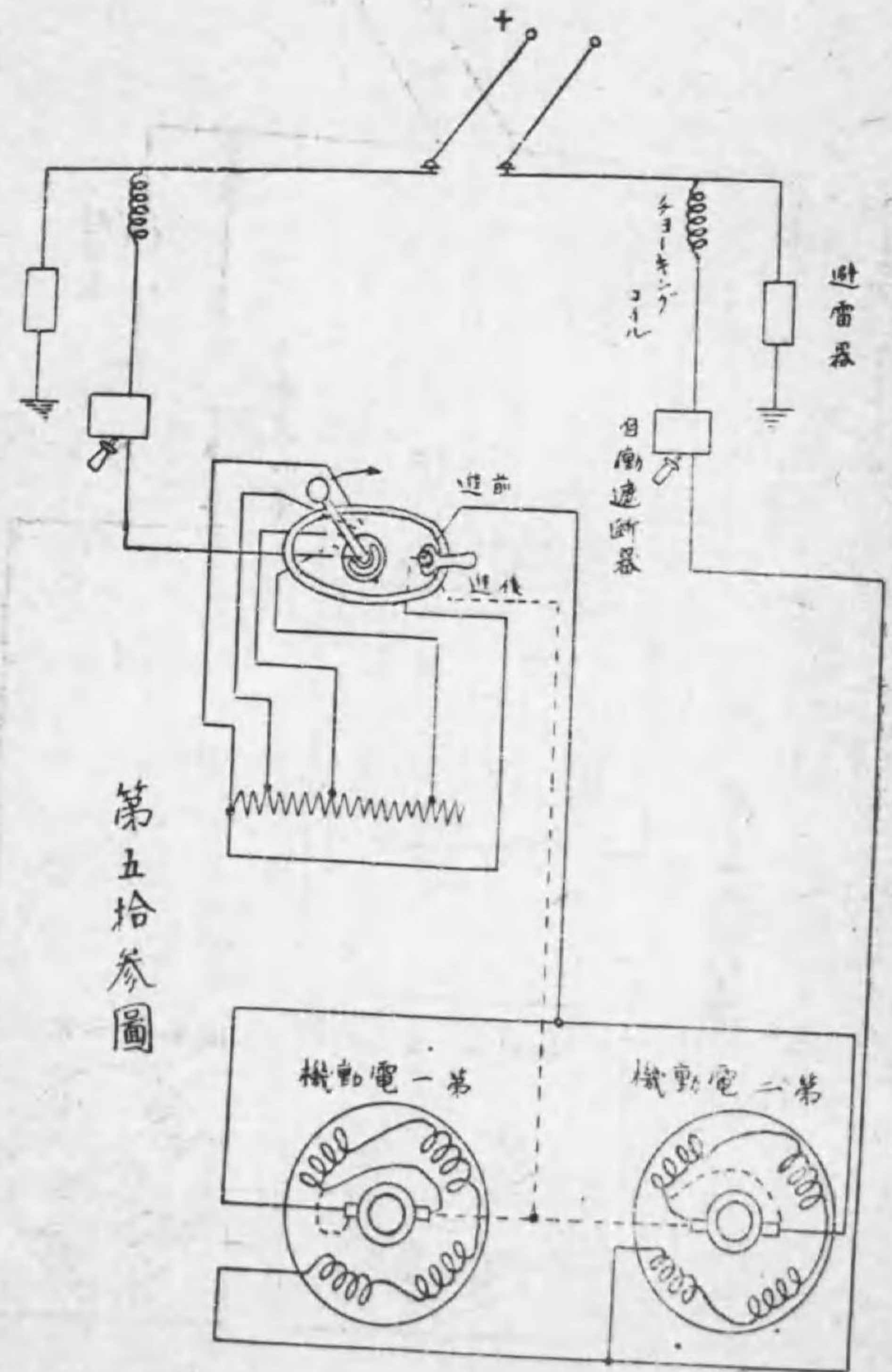
進退把手が前進或は後進の位置にあるときだけ制御把手は動かすことが出来、が制御把手が「オフ點」以外の場所にある時は進退把手は動かすことが出来な

次に第五十二圖は制御器により直列に接続した電車内電路の略圖で第一、第二の電動機は直列に接続された圖であります圖に於て(1)の位置へ標針を置いた時は電車内の回線へは抵抗が全部這入つた形となり電壓は大部分こゝで降下し電車は靜に動き出します、次に(2)の位置に進めた時は抵抗の一部分は除去されて(1)の位



置よりも電壓降下は少なくなり少し速度を速め(3)まで標針が進んだときは抵抗の大部分は除去され電車の速度は(2)よりも速くなり(4)まで標針を進ました時は回線の抵抗は全部取去られ一個の電動機は電車線の半分の電壓を受けて回轉すること





第五拾参圖

八八

ゝなります、以上の(1)(2)(3)(4)の各位置を「セーリス、ノッチ」と云ひまして何れの位置に於きましても電動機は二個「セーリス」であります。第五十三圖は「セーリス、ノッチ」を通過して「バラレル、ノッチ」に這入つた形であります、電動

機は二個「バラレル」に連結され一個の電動機に加はる電圧は「セーリス」の場合よりも増加するため電動機の速力も従つて増して來ます。

(5)(6)(7)の位置では「セーリス」の(1)(2)(3)と同じ様に電動機の回線と直列に抵抗器は再び接続されまして電圧を調整する事になります、(8)まで「ノッチ」を進めたときは最早制御把手は左へ動かず、回線の抵抗は全部取去られて各個の電動機は夫々電車線の電圧を其儘受けまして其の場合電車は最大速力となるのであります

二、制御器の主要部分  
制御器は次の部分から成立つて居ります (電車機械器具圖解第卅圖参照)

イ、進退部  
ロ、運轉部

ハ、電動機切換部  
ニ、電氣ブレーキ働作部

電氣大要



## ホ、電火吹消磁石部

進退部は電動機の電動子に流れる電流の方向を變化して電車の前進後進を掌る所であります。

運轉部は頻繁に動される部分で起動の際電動機の回路に抵抗を挿入したり或は電動機をセーリス運轉にしたりバラレル運轉にしたりする所であります、進退部も共に動く圓筒と之れに接觸する接觸子フィンガーとから成立つて居ります。

電動機切換部の働きは二個電動機で運轉中其うちの何れかの電動機に故障が起つたとき不良電動機を回路から切離して一個電動機となす装置であります。

電氣ブレーキ働作部は手捲ブレーキハンド或は空氣ブレーキエアが効果なくなつたとき又は急停車の際に働作する部分であります。

電火吹消磁石部は制御圓筒とフィンガーが接離の際發する火花を電磁石の力により吹消す部分であります。

## 三、制御器の種類

我局で用ふる制御器には大體次の種類があります。(電機圖解第卅二圖乃至第四十圖参照)

米國ゼネラル會社製

K 9 型、B 18 型、B 54 A 型

英國デツカー會社製

D 型、K 14 型、K 7 型

芝浦製作所製

B 118 A 型、119 A 型、120 A 型、

三菱電機部製

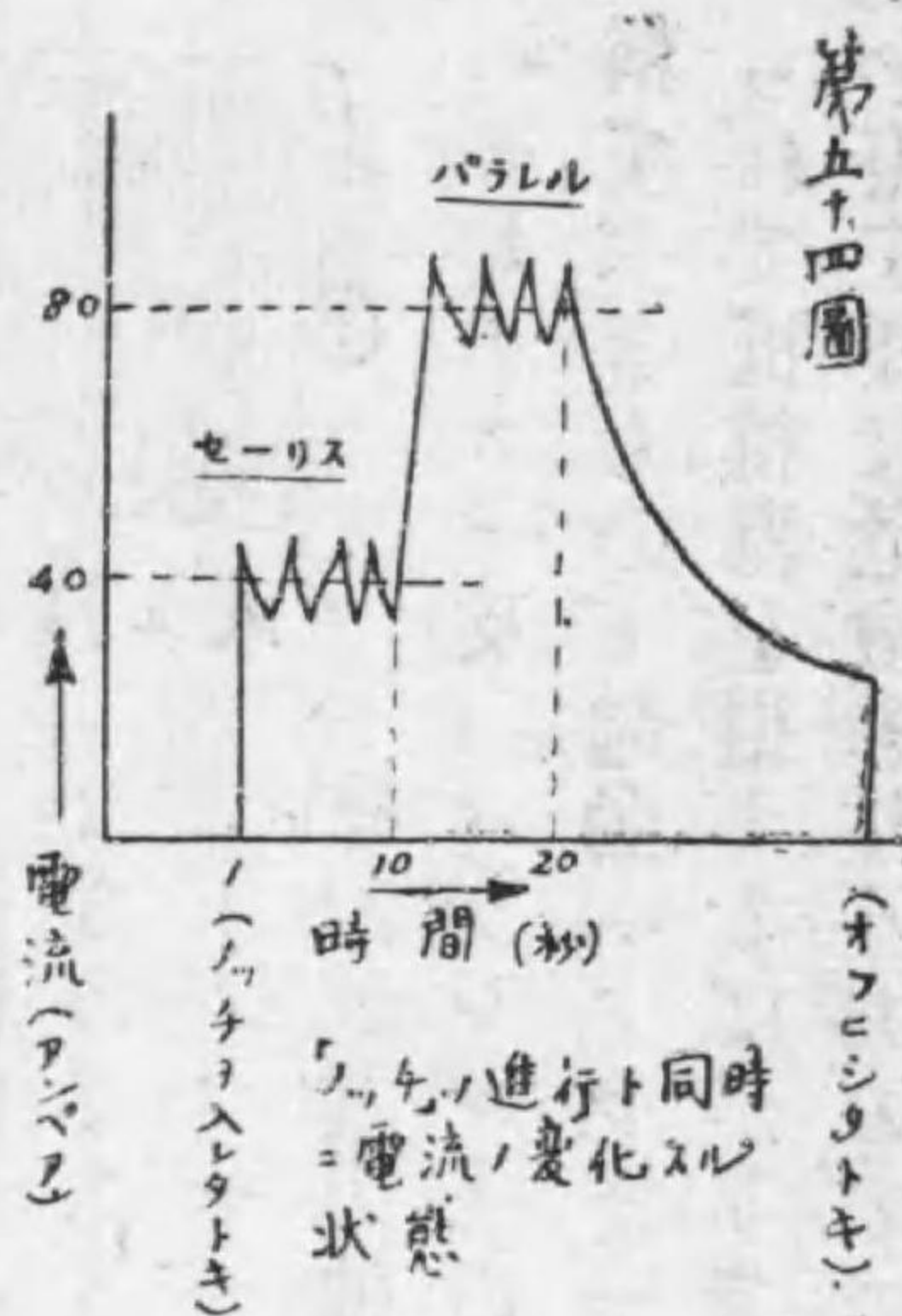
RES P 型、KR 7 型、KR 8 型、

## 四、制御器の取扱方



電車運轉上速力の調整は甚だ必要な事で運轉の巧拙は一に運轉手諸君の制御器の取扱方及制動機使用の適否に依るのであります、電車運轉の順序をお話すれば始動に先だちまして「ブレーキ」を解放し制御器の進退把手を前進點に移します、然る後に制御把手を「セーリス」の一「ノッチ」に置き電車が始動したならば次の二「ノッチ」に置き順次斯くの如くして追々と「ノッチ」を進めて行くのであります、此の際「ノッチ」の進め方が早過ぎますと電車は急に加速しやうとして激動を起して乗客に不快の感じを抱かせたり時によるとそれが爲め怪我をさせたりするやうな事もあるのですから「ノッチ」の進め方には充分注意することが肝要であります。

第五十四圖は電車内の電氣回線に流れる電流の有様を示したもので縦軸の方に電流の値を取り横軸には時間の経過を表はしてあります、圖に依れば最初「ノッチ」の時に電流は四十「アムペア」を突破しますが電動機が廻り出せば反起電



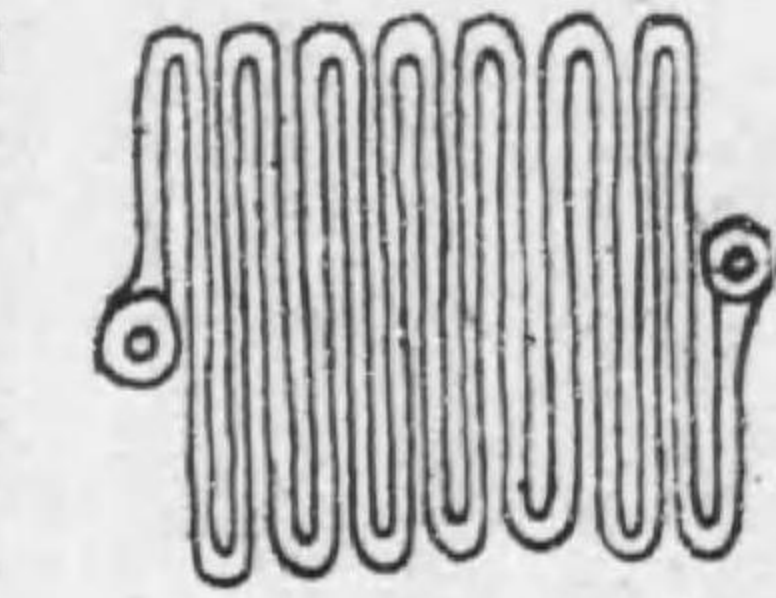
第五十四圖

力に依つて電流は漸時減少の形になります、二、三秒の後二「ノッチ」が這入ると回路の抵抗が減少しますから又電流は少し殖えます、即ち四「ノッチ」迄は電流は非常に動揺します、「パラレル、ノッチ」に進んで來ますと電流は激増して「セーリス、ノッチ」の時の約二倍迄昇りまして同じく「ノッチ」の度毎に電流の變化を起して居ります、パラレルの最終「ノッチ」で運轉を續けて行く時に電動機の反起電力に依つて電流は漸時減少して行きまします、若し「ノッチ」に戻せば電流は再び零になり電車は惰力運轉となる譯ではありません、若し「ノッチ」を急激に進める時は電流の波動は一層大となり急に加速せんとする結果電車に激動を與ふる事になります。



## 五、抵抗器

制御器に附屬したもので電車の床下に取付られてありまして第五十五圖の様な鐵鑄物（アイアン、グリット）數十枚から出來て居ります。



第五十五圖

此の抵抗器は電車の起動が主なる目的でありますから熱容量も比較的小さい爲め長く是れに電流を通ずる時は非常に高熱となるのであります、運轉中「セーリスノッチ」最終點及「バラレルノッチ」の最終點では此の抵抗器には電流は流れて居りませんが其の他のノッチでは皆此の抵抗器を電流は通ります。

「セーリス」及「バラレル」の最終點を運轉「ノッチ」他は起動「ノッチ」とも稱すべきもので起動「ノッチ」で長く運轉すれば電流の爲め抵抗器は甚しく熱せられて抵抗器を損ずるばかりでなく抵抗器で無駄な電力を費し取付けてある床板を焦す様な危険も往々あるのであります。

## 第二章

## 自動遮断器

オートマツクサーキットブレーカー

電路の抵抗が少ないときは電壓に變化はなくとも電流は餘計流れまして前編にも述べた通り短絡などが起れば殆んど際限のない位電流は流れるのであります。

電車内の回線に故障（短絡や漏電を指す）が起るか或は過負荷の爲め規定以上の電流が流れましたときに電路を遮断して機械器具を保護する装置がなかつたならば電動機や制御器などは忽ち焼損して運轉を不可能ならしめて仕舞ふのであります、自動遮断器は實に此の目的のために置かれたもので前後部の運轉臺にありまして電車内電路の開閉器の任務も兼ねて居ります（電機圖解第二十一圖參照）

第五十六圖甲乙は自動遮断器の内部を示した略圖であります、同圖甲は電路が作られて居る時で同圖乙は電路が遮断されて居る圖であります、電磁石が鐵を吸引する性質を利用したもので普通の状態では「ノツカー」の鐵片を吸引するだけの力が起りませぬが規定以上の電流が流れて來ますと電磁石は強くなりまして遂

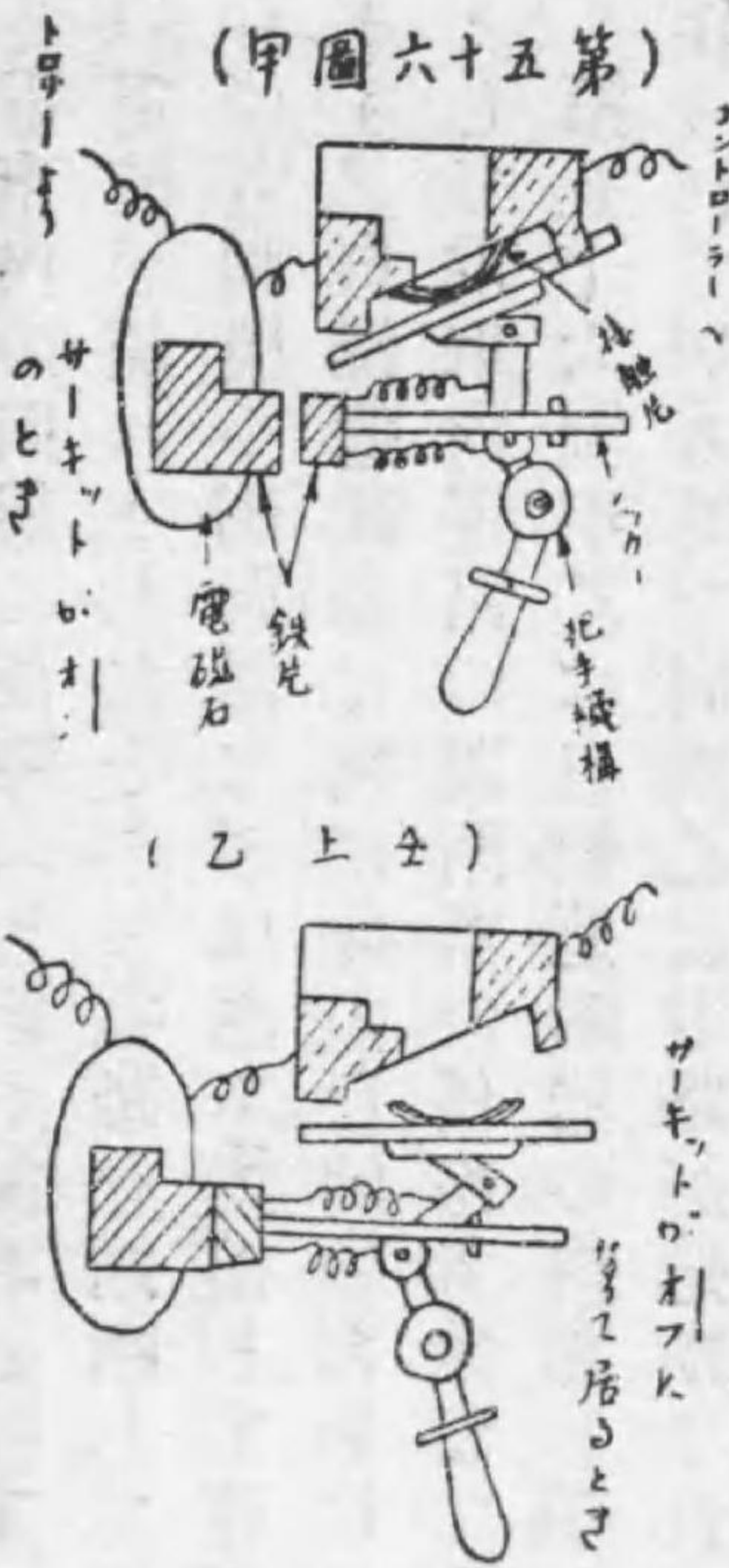


に鐵片は電磁石に引付けられ「ノツカー」は把手機構に働いて接觸片は同圖乙の様に離れて「トロリー」からの電流を遮断します凡そ何の位電流が流れたなら自

働遮断器は働くかと申しまするに普通單車では百「アンペア」から二百「アンペア」位ボギー車では百五十「アンペア」から三百「アンペア」位まで、あります。

第三章 避雷器

夏季によく起る空中電氣（即ち雷）は屢々地球上の建物や樹木或は電線路などに落雷して吾々を脅かして居ます、さて、この雷はなんであるかと申しまするにこれは強大なる陽電氣と陰電氣との中和で一度中和して仕舞へば最早電氣の現象は消失して仕舞ふものと考へら



れます、而して此の落雷も今は巧に防ぐ事が出来まして落雷による被害を殆んど完全に除ける様になりました。

我市電の電車線より高い導體は澤山ありますから電車線に落雷する様な事は至つて稀なことなのです。が萬一落雷した場合には電車内に流れ込むやうな事がなきにしもあらずですから電車の中にも避雷器を付けなければなりません。

（電車機械器具圖解第十一十二圖参照）

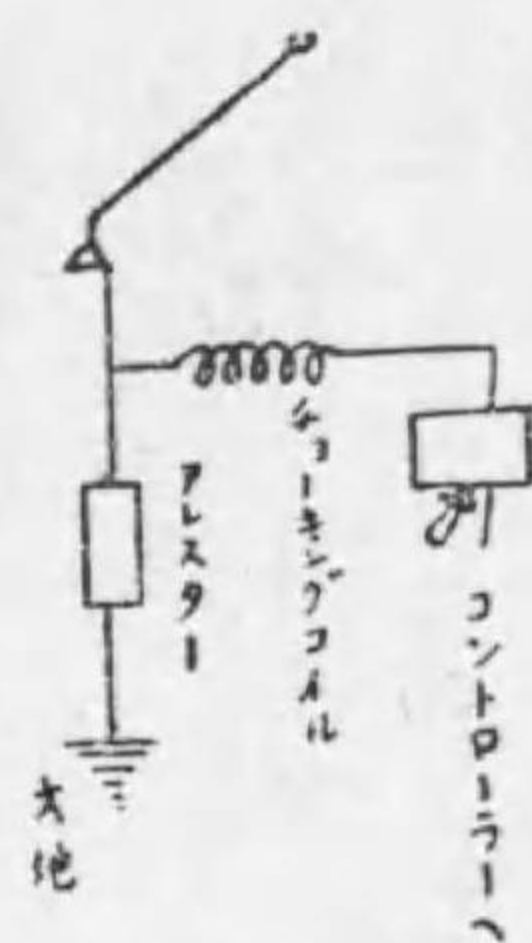
避雷器は「チヨーキング、コイル」と「アレスター」との二つの部分から出来て居ります。

今假りに電車線に落雷した場合を考へると電車の電桿から電車内に雷の電氣が流入したとするならば「チヨーキング、コイル」で非常に流れを妨げられるのであります、それは雷の電氣は非常な「サイクル」（交流の周波數）の多い交流電氣であるために「チヨーキング、コイル」を通過するに其の自己誘導作用は大とな



り（非常に大きな抵抗と同じこと）通過困難となりまして「アレスター」の方へ導

第五十七圖



かれて往きます。「アレスター」は僅かの間隙を置いて大地に通ずる様になつて居りますので雷の電気は其の間隙を飛び越えて大地に逃れて仕舞ひます、平素電車運轉の電気は此の「アレスター」の間隙を通過することが出来ませんが前に申しました通り何百萬、何千萬「ヴォルト」と云ふやうな極めて高い電圧を有つた雷の電気は譯もなく飛び越えまして車臺から車輪、軌道と云ふ順序で大地へ通じて仕舞ふのであります。

第四章 制動機（ブレーキ）

一、ブレーキの目的

總て運動して居る物體を止めやうとするにはこれと反對の或る力を其の物體の重心に（重量の中心點）加へねばならぬ事は明らかであります、そこで電車の

運動を停めるには重心より遙に下の回轉する車輪に「ブレーキシユウ」と云ふ鐵鑄物を壓しつけて車輪の回轉を止めるのであります、其止め方が悪いと車輪の回轉は止め得ても電車の運動は繼續して（所謂滑走）事故の原因となる事も随分多いのであります、即ち車輪の回轉を止めても電車の進行が停らなければ「ブレーキ」の目的を達したと云ふ譯には爲らぬのであります、一般に電車の滑走は坂路などで多く起りわけて雨や雪の降つたときに著しいのであります。

二、手捲ブレーキ

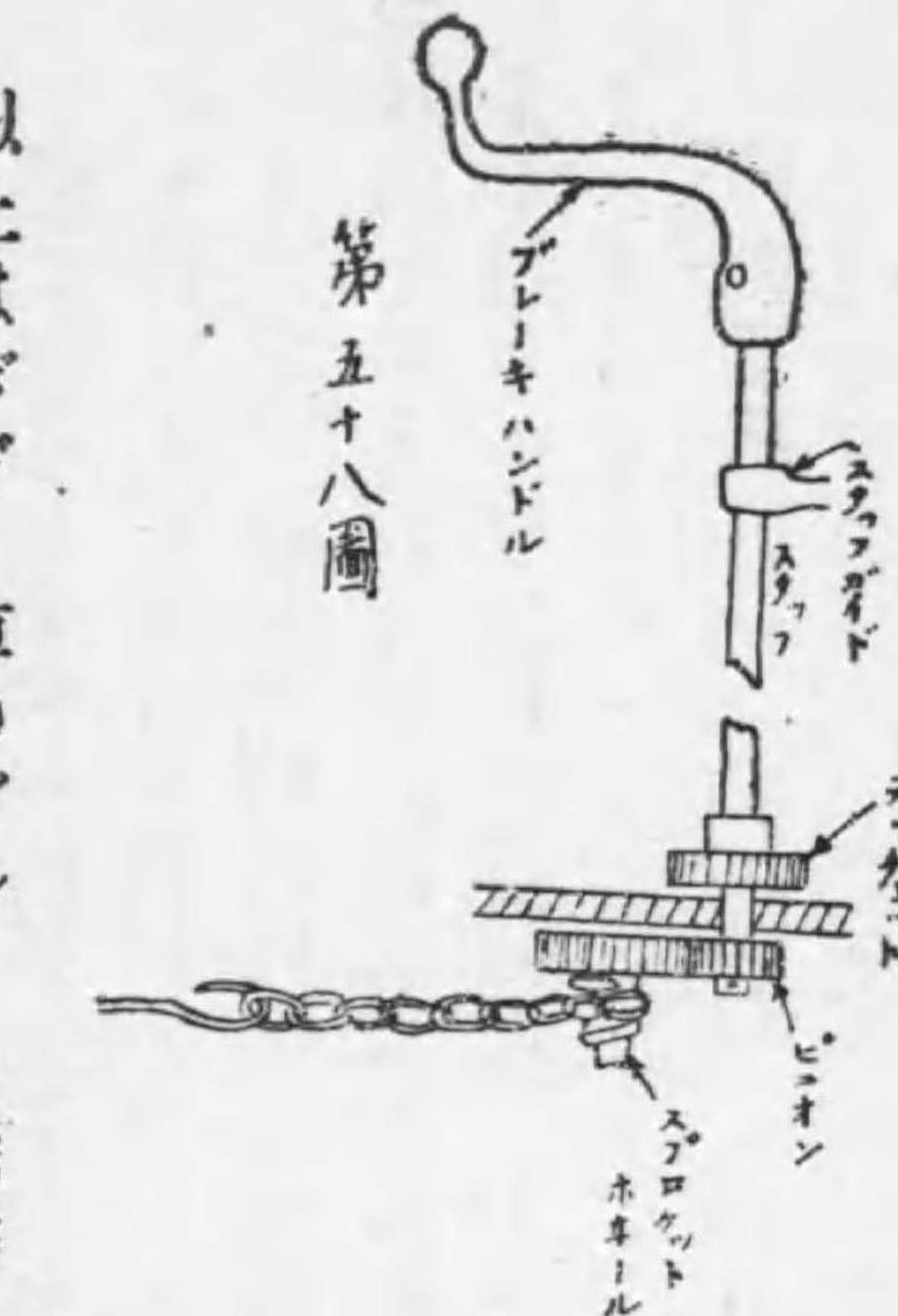
手捲制動機は「ハンドル」に與へられた人力を擴大して制動力となすものであります、ですから「ハンドル」に加へられた力の大小は制動力の大小となつて表はれます。

運轉臺の「ブレーキハンドル」を右に捲けば第五十七圖に示す「ピニオン」は右へ廻り其れに嚙合ふ「スプロケットホイール」を反對に廻はしまして「スプロ



ケット」に鎖を捲き付けます。

鎖が「スプロケット」に捲き付けば「フックロッド」を矢の方向に引きま  
す。「フックロッド」の運動は「エコーライザー」を動かします。（第五十八圖参照）



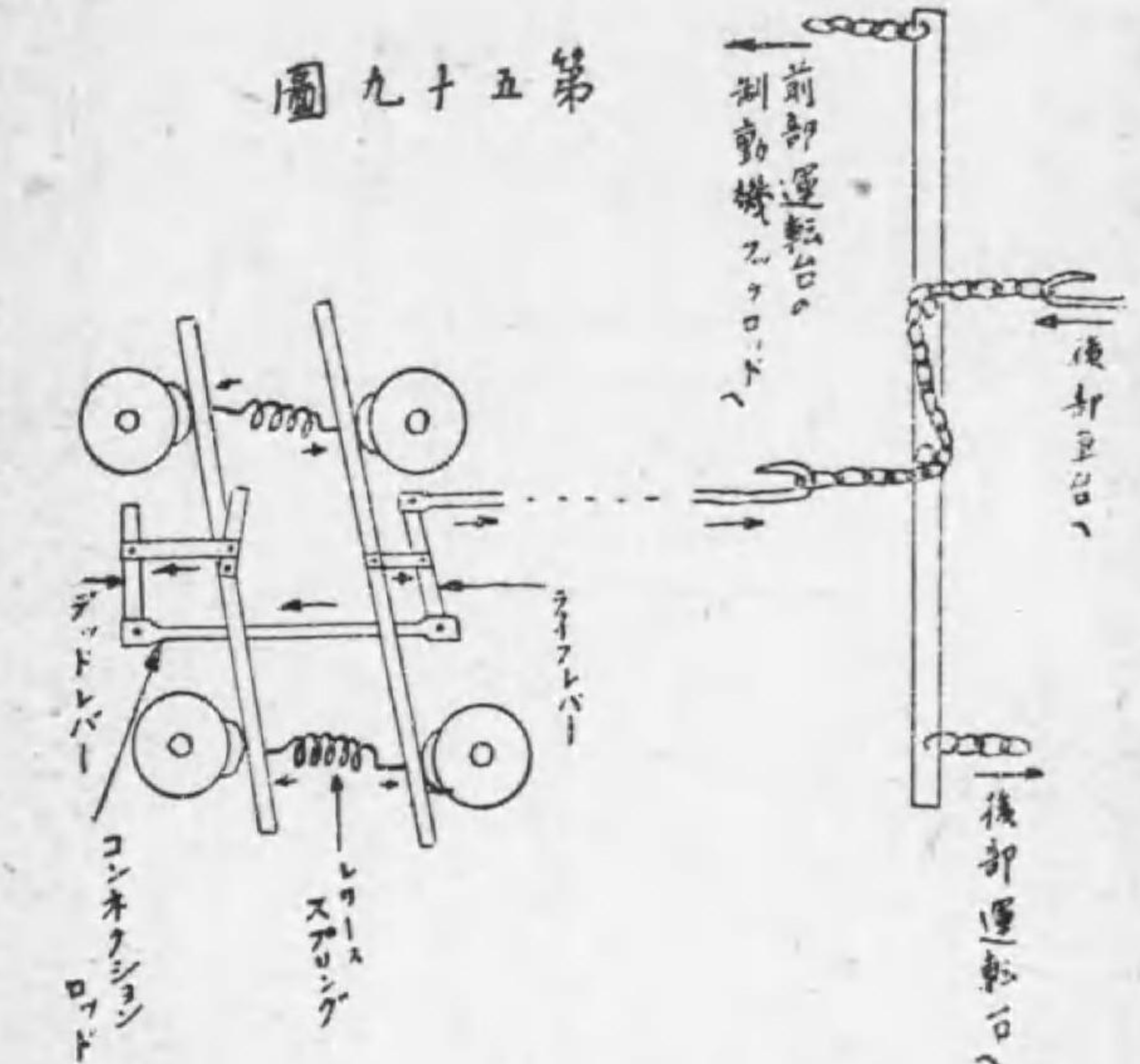
第五十八圖

「エコーライザー」には反対に運動する鎖が捲き付けてありまして第五十八圖は運轉臺で「ブレーキハンドル」を捲いたときに動く各部の機構を矢印で示したものであります、然して圖は前部車臺に就いて書いたのであります、すが後部車臺にも「エコーライザー」の中央の鎖から別れて同時に「ブレーキ」が掛かる様に出来て居ります。

以上はボギー車のブレーキ機構を述べたのであります、が單車に於きましては次

第五十九圖

電氣大要



に示す様な關係となつて居ります。

運轉臺の「ブレーキハンドル」を捲きますとフックロッド（第六十圖参照）は矢の方向に引かれまして是れが「メインレバー」の運動となり「メインレバー」の二つの「ジャー」を互に反対に動かします、一つは直接「ブレーキイブナー」に働いて前車輪に「ブレーキ」を掛け一つは「ブレーキロッド」を矢の方向に引き後部車輪に「ブレーキ」を掛けます。

「ブレーキロッド」の中間に在る「ターンバックル」は「ブレーキシユウ」が車輪に對す

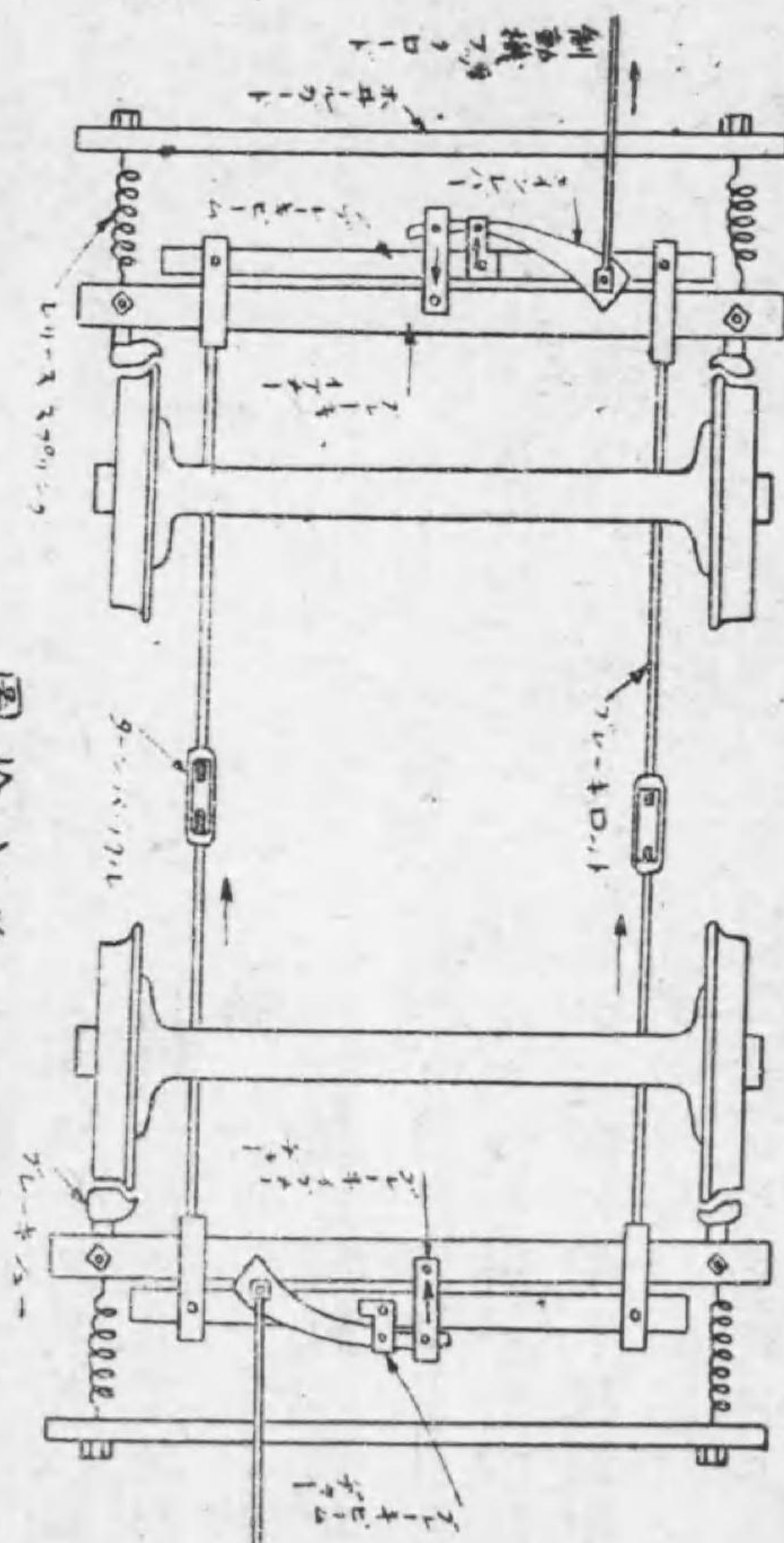


る間隔を調整する爲め「リリース、スプリング」の働きは「ブレーキ」を解放

する際「ブレーキシユウ」を車輪から放す力となるのであります。

三、空気ブレーキ（電車機械器具圖解自第四十五圖至第五十三圖参照）

人力の代りに壓縮空気の力を應用したものであります。モーターマシンス（或は制動機）が



備へ付けてありまして、**瓣把手（ヴァルブハンドル）**を挿入して運轉手瓣を操作し

「ブレーキ」を掛けたり解放したりするものであります。

運轉手瓣の傍（中出式では其上部）に**プレシユアゲージ**（壓力計）がありまして常に制動用空氣の壓力を指示する様になつて居ります。

普通空氣の壓力五十封度以上七十封度迄で五十封度以下では制動作用が完全に行はれませぬ。

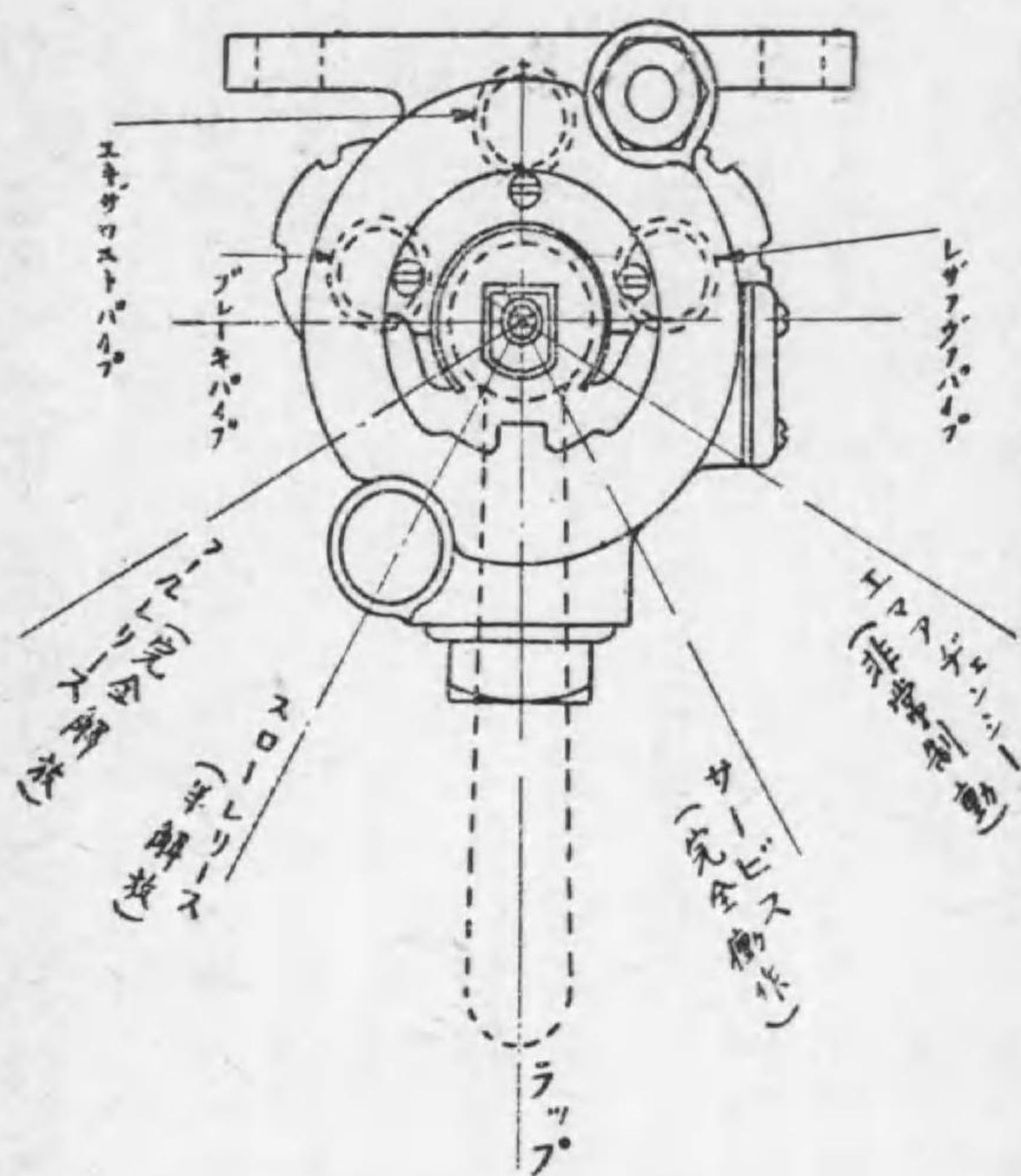
壓縮空氣は車臺の下に取付けられた**エアコンプレッサー**（空氣壓縮機）に據て作られます、空氣壓縮機はそれに直結された約三馬力（五馬力のものもあり）の電動機によつて運轉され、空氣壓縮機で送入された空氣は**エアレシーヴァー**（空氣溜）の中へ貯へられつゝ、漸時壓力を高めて行き六十五封度から七十封度位の間で自動的に壓縮機の電動機は停止しまして空氣の送入を断ちます、然るに停車などの爲に壓縮空氣を消費して壓力計の指示が五拾封度前後になりますと空氣壓縮機は又働作し始めまして空氣の補充をなします、是等空氣壓縮機の働作は**プレシユア調整器**（壓力調整器）によつて爲されます、壓力調整器は



パイプによつて空氣溜に接続されて居りますから常に空氣溜の空氣の壓力を受け居りまして壓力が或る程度（約六十五封度位）に達しますると其の壓力のため縮機用電動機の中の活塞は押し出され壓縮機用電動機の電路は遮斷されまして壓出されて居た活塞は彈條の力で後へ戻りまして電路を再び作り電動機は動き出すと云ふ操作をなすものであります。

空氣溜の傍に安全瓣と云ふものがあります、是れは壓力調整器に故障が起るか若くは他の原因の爲めに壓力の非常上昇がありましたときに安全瓣は開口して壓縮空氣を噴出させ空氣溜や其の他の危険を防止する装置であります。

次に運轉手弁の取扱に就いて述べて見ませう、第六十一圖は運轉手弁の略圖で「ヴァルブ、ハンドル」は制御器の進退把手の如く中央の位置のみで抜き挿しが出来るやうになつて居ります。



第六拾壹圖

運轉手弁には壓力、制動、排氣の三本の「パイプ」が集合して居まして「ヴァルブハンドル」が中央の位置に置かれてある時は各「パイプ」は皆接続を斷たれて居りますが「ハンドル」を中央より右方の働作の方に動かしますと壓力管と制動管とが連なりまして空氣溜内の壓縮空氣は運轉手弁を介して制動管に這入つて來ます制動管には制動氣筒が接続してありまして壓縮空氣は此の制動氣



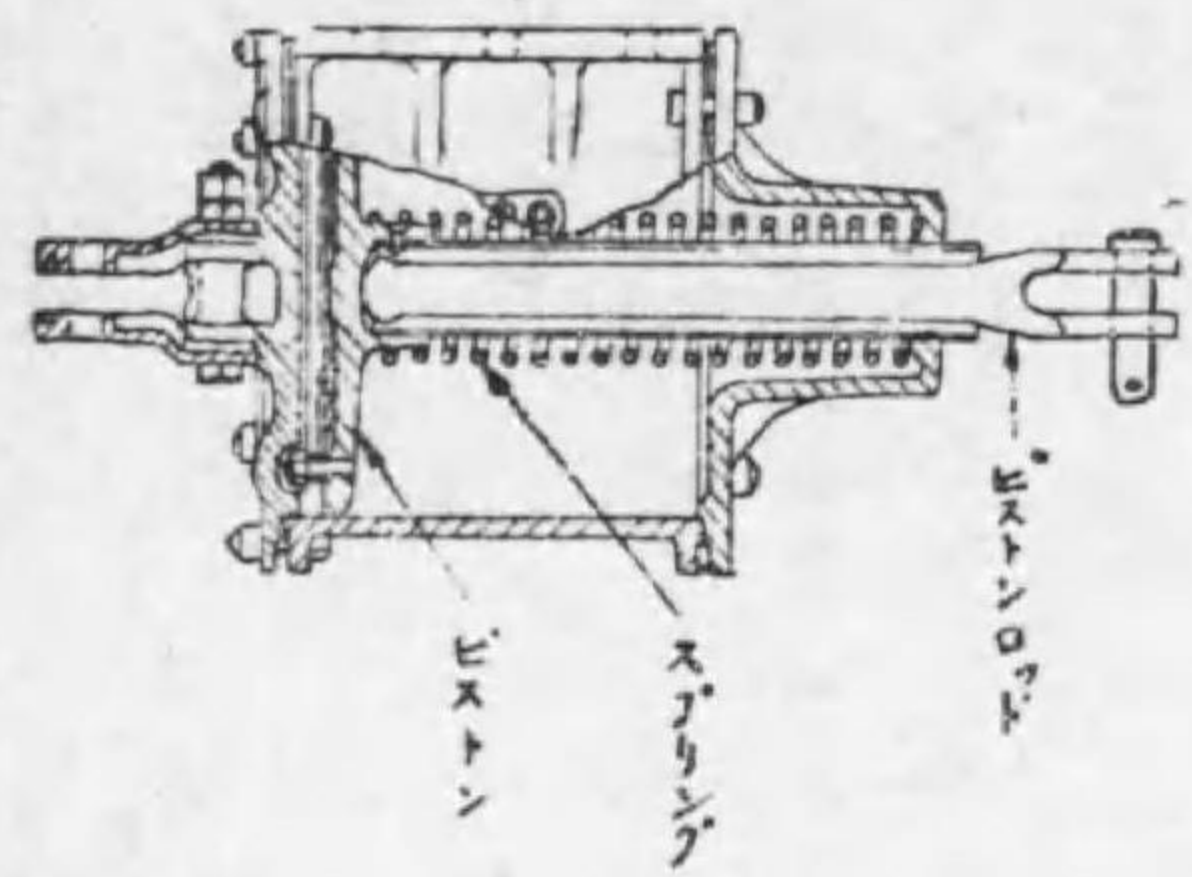
管に這入り制動氣管の「ピストン」に働いて「ピストンロッド」を外方に押し出します。

「ピストンロッド」には「ブレーキ」機構が接続してありますから「ピストンロッド」の運動は是等の機構を経て「ブレーキ」の力となるのであります。

次に運轉手辨把手を左方開放の方に置きますと制動氣管に這入つて居た壓縮空氣は運轉手辨を通じて排氣管に連なりまして運轉臺下の「マフラー」から外へ吐出されます同時に制動氣管内の「スプリング」と「ブレーキシユウ」に附けられてある「リリース、スプリング」とが「ブレーキ」を解放する力となるのであります。

結局運轉手辨の働きは壓縮空氣を制動管に通じたり或は制動管の壓縮空氣を排

第六拾貳圖



氣したりする媒介を爲す所でありまして非常制動の位置に辨把手を廻せば制動管に多量の壓縮空氣が一時に送入される關係上制動力も大となつて急に停車する働きを起すのであります。

四、電氣ブレーキ

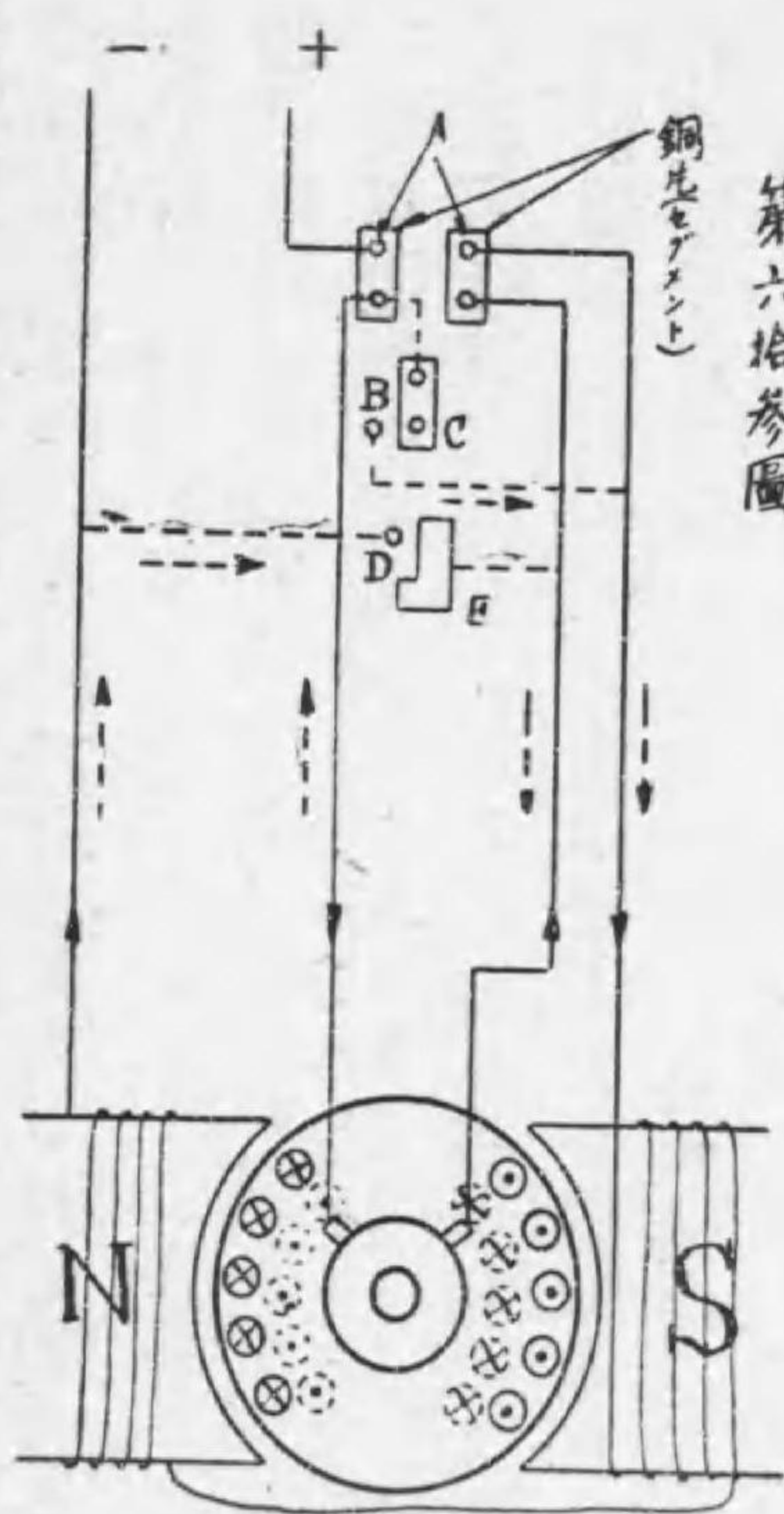
電車運轉中電動機は車輪が滑走して居ぬ限りは何時も回轉して居ります、然して電動機が回轉して居るときは自分自身も發電すること (即ち反起電力を起す) は前編でも説明しておきました。電氣ブレーキは實に此の電動機の反起電力を利用したものであります。一般に電動機の反起電力は電動子が回轉して居るときは電流を外部から送入されて居るや否やに關はず常に起るものであります、即ち電車に就いて考へますと車輪が回轉して居る間は電動子は回轉して居りますから反起電力は發生して居るのであります、故に電車では「電力運轉」のときも惰力運轉のときも車輪さへ廻つて居れば反起電力は起つて居るものである」と云つて差支



ありませぬ。

次に反起電力を如何に利用するかを述べますと制御器の制御把手の標針を「オ  
フ」點より右に移せば制御器を通じて電動機の反起電力は短絡される事となりま

第六拾参圖



流れなくなり、第六十二圖は電氣ブレーキの時の回線を説明するもので今制

御把手を電氣ブレーキの方へ入れますとオフ點でトロリーの電氣は遮断されAな  
る端子は銅片から離れてBはCにDはEに接觸して點線の矢で示したやうに循環  
電流は流れます。

此の循環電流を今迄流れた電流と比較しますと電動子に流れる電流だけが反對  
になりますから反回轉力が生ずるのであります（尙運轉上の注意に就いては電車  
從業員心得第三編第八章參照すること）

第五章 車 臺（トラック）

電車は次の部分から成立つて居ります。

- イ、車 體（カーボデー）
- ロ、車 臺（トラック）

車體は電車の床より上の部分で乗客や貨物を搭載する場所で木材或は鐵骨を以  
て作られて居ります。



車體より下を車臺と云ひ電車の運動を掌る重要な部分で全部が鐵材を以て作られて居ります、單車臺に於きましては上部の「トツプコード」に車體は「ボールト」で取付けられておりますが「ボギー」車臺は前後二つに別れて居りまして各車臺は一本の「キングピン」によつて車體と車臺の「センタープレート」を貫通して居るばかりで車體は單に「トラック」の上に乗つて居るのであります。

電動機の取付けは一方は働車軸に一方は「モーター、サスペンションバー」によつて支持されて居ります。(電車機械器具圖解車體圖參照)

電動子軸にはピニオン(小さな齒車)が働車軸ドライブシャフトに取付けられたギア(大きな齒車)に噛合つて電動子の回轉を車軸に傳へて居ります、是等の齒車は平均電動子の回轉が五回する間に車軸は一回轉する様な割合で装置され各齒車は「ギアケース」の中に納められて居ります。

「ロツクフエンダー」と稱へる第二救助網は車臺に附けてありまして一番先端に

は「ストライカー」が下つてをります其の働きは障礙物が「ストライカー」に衝突いたしますと「ロツクフエンダー」は軌道上に落下しまして障礙物が車輪の方に進むのを防ぐのであります。

## 第六章 電燈及電鈴

夜間電車を運轉する時は必ず電燈を點火せねばなりません此の電燈はトロリー線から電流を流して點火するので晝間は「ラムプスイッチ」を「オフ」にして置きますが適當な時期に「ラムプスイッチ」を「オン」にさへすれば電燈を點する事が出來ます。

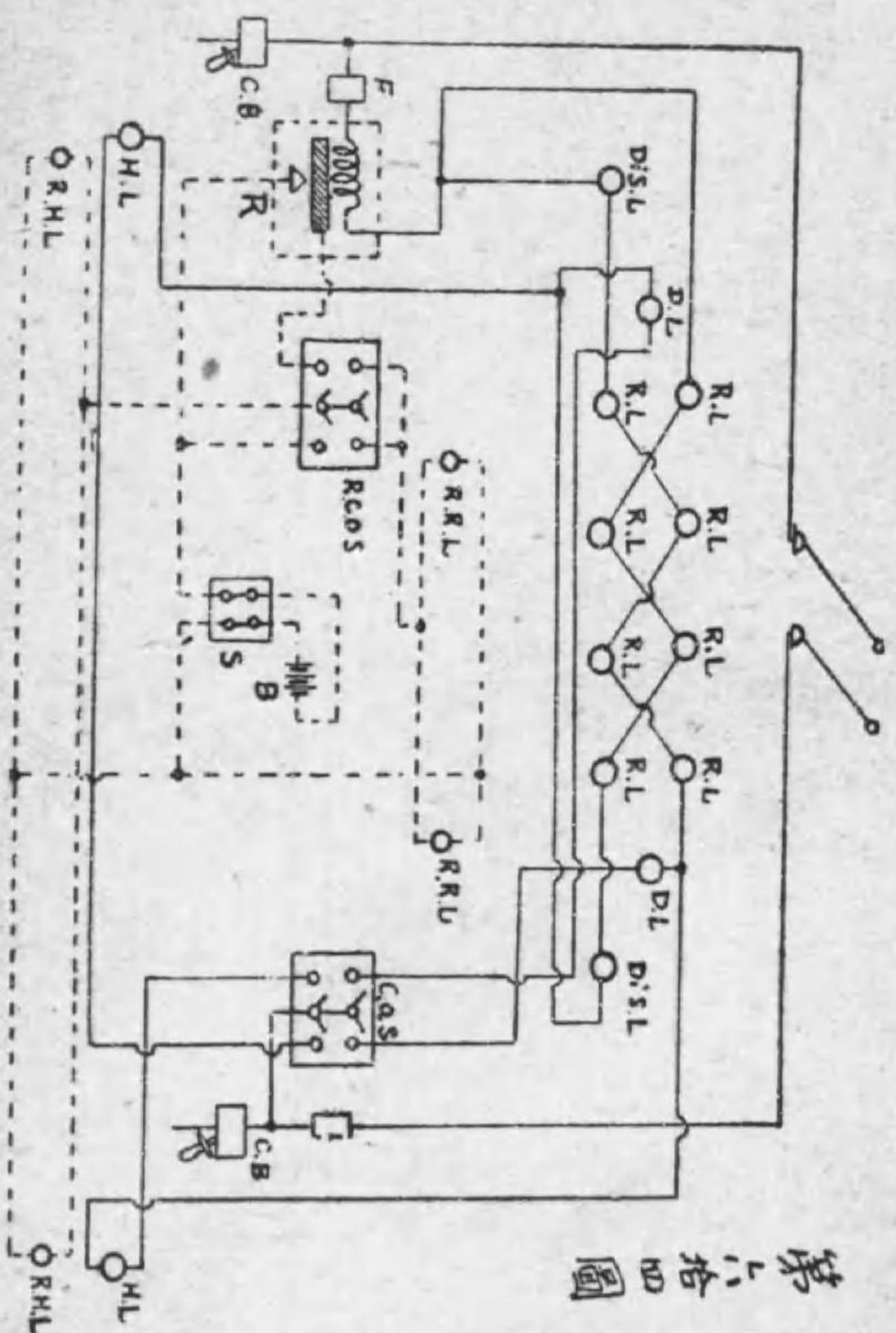
當局で使用する電車の電燈は百ゾオルト二十四燭光(或は三十二燭光)タンクス  
テン電球を六個「セーリス」のもの二組或は三組「バラレル」に接続して居ります、然して電燈は室内燈、デツキ燈、方向燈及頭燈とに區別されて居りまして點火中は室内燈と方向燈は常に點火し頭燈とデツキ燈は切換開閉器によつて電車方



向の變る毎に切換へて居ります、運轉臺のデツキ燈を消して頭燈を點じ車掌臺の方はデツキ燈を點じて頭燈を消すのが通常であります、次に停電或は其の他の原因の爲めに電燈回線に電流が流れなくなりますと電燈回線中の繼電器が働いて豫備燈の回路を作り豫備燈を點火します。

繼電器は電磁石を應用して豫備燈回路の開閉を掌るもので電燈が點火中は繼電器の捲線に電流が流れて居りますから磁力線を發生して豫備燈回路の鐵片を吸付けて居ります、爲めに豫備燈の回路は開かれて居りますが電流がこの捲線に流れなくなりますと鐵片は彈條の力により元に戻り豫備燈の回路を作ります、この豫備燈は蓄電池から電流の供給を受け六ゾオルトの二燭光タンクス電球を室内に二燈（或は四燈）豫備頭燈が前後部に一個宛設備してあります。（第六十三圖参照）

次に車内信號として電鈴を用ひて居ります、電鈴の回路は押釦に依て開かれて



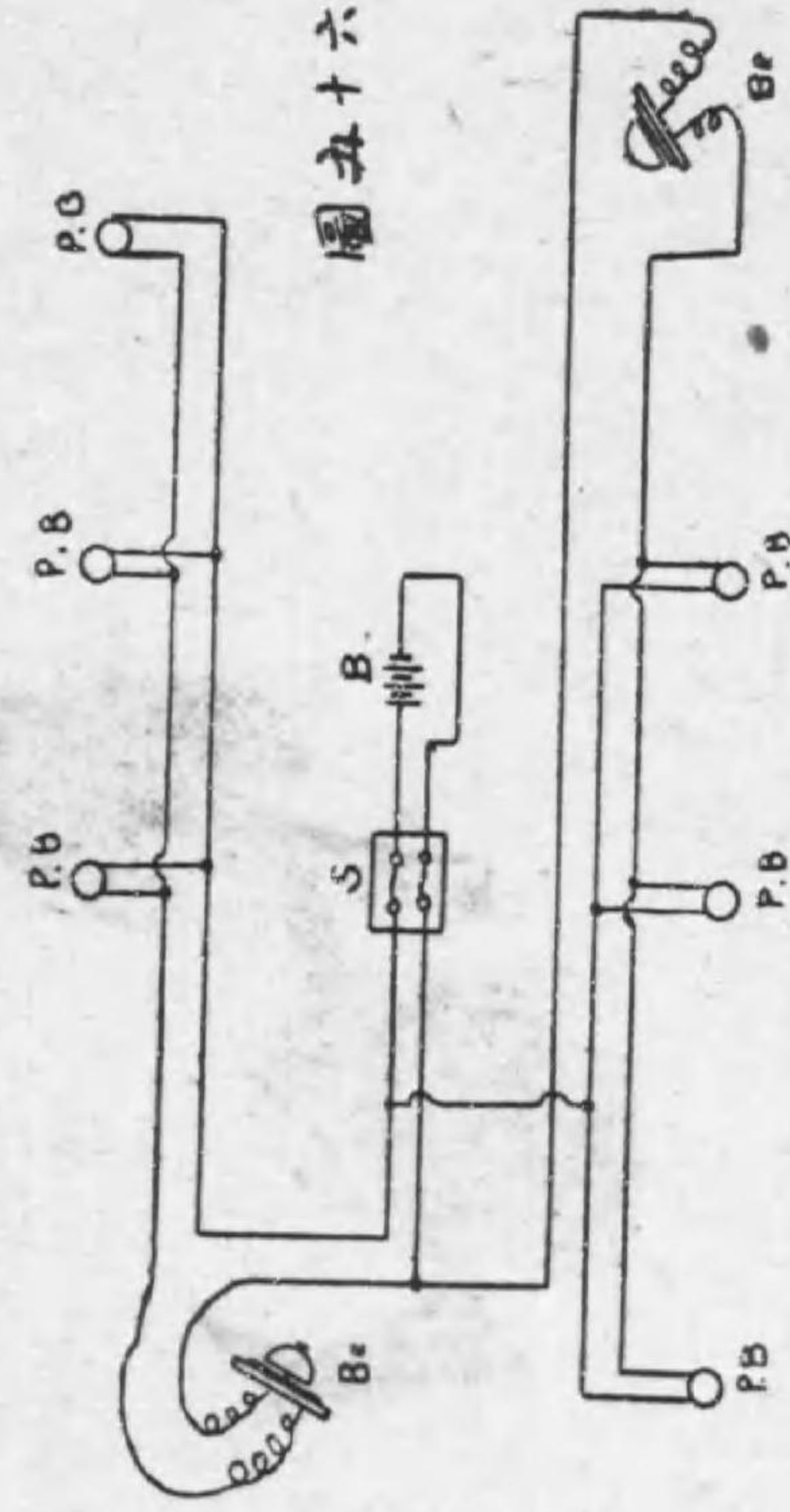
第六十三圖

- R.L. --- 室内灯
- D.L. --- デッキ灯
- DIS.L. --- 方向灯
- H.L. --- 頭灯
- R.R.L. --- 室内標燈
- R.H.L. --- 手標燈
- C.O.S. --- 手標灯、手標灯
- R.O.S. --- 標燈の標灯、手標灯
- R. --- 继电器
- F. --- 7.5-A. 10.7
- B. --- 蓄電池
- S. --- 安全器
- C.B. --- 電路自動遮断器

居りますが釦を押せば回路は作られ電鈴の捲線に電流は流れて電磁力を起し鐵片の吸引は鈴を打ち音響を發します、電源は豫備燈と同じ蓄電池からであります。（第六十四圖参照）



(をはり)



第六十九圖

B---蓄電池  
Be---電鈴  
S---安全器  
P.B.---押鈕



528  
53



終