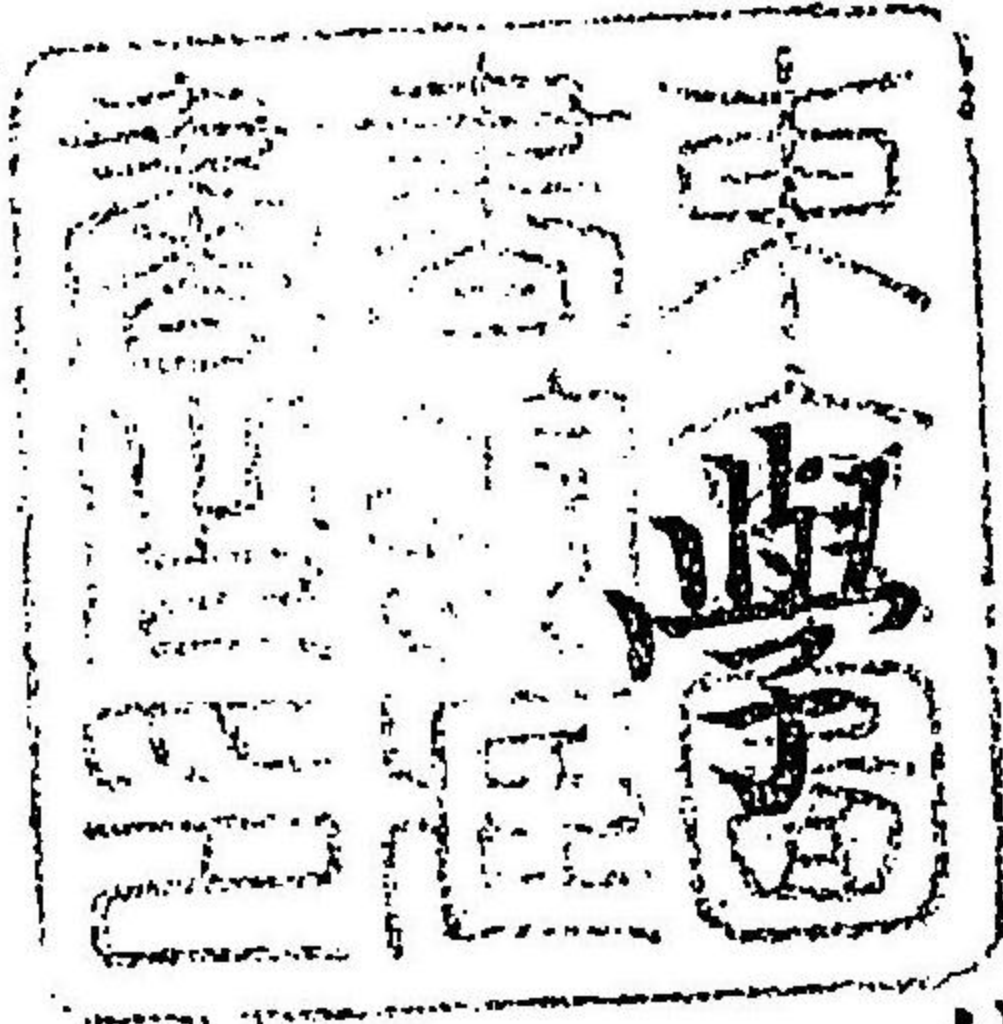


物理學

中篇



特24

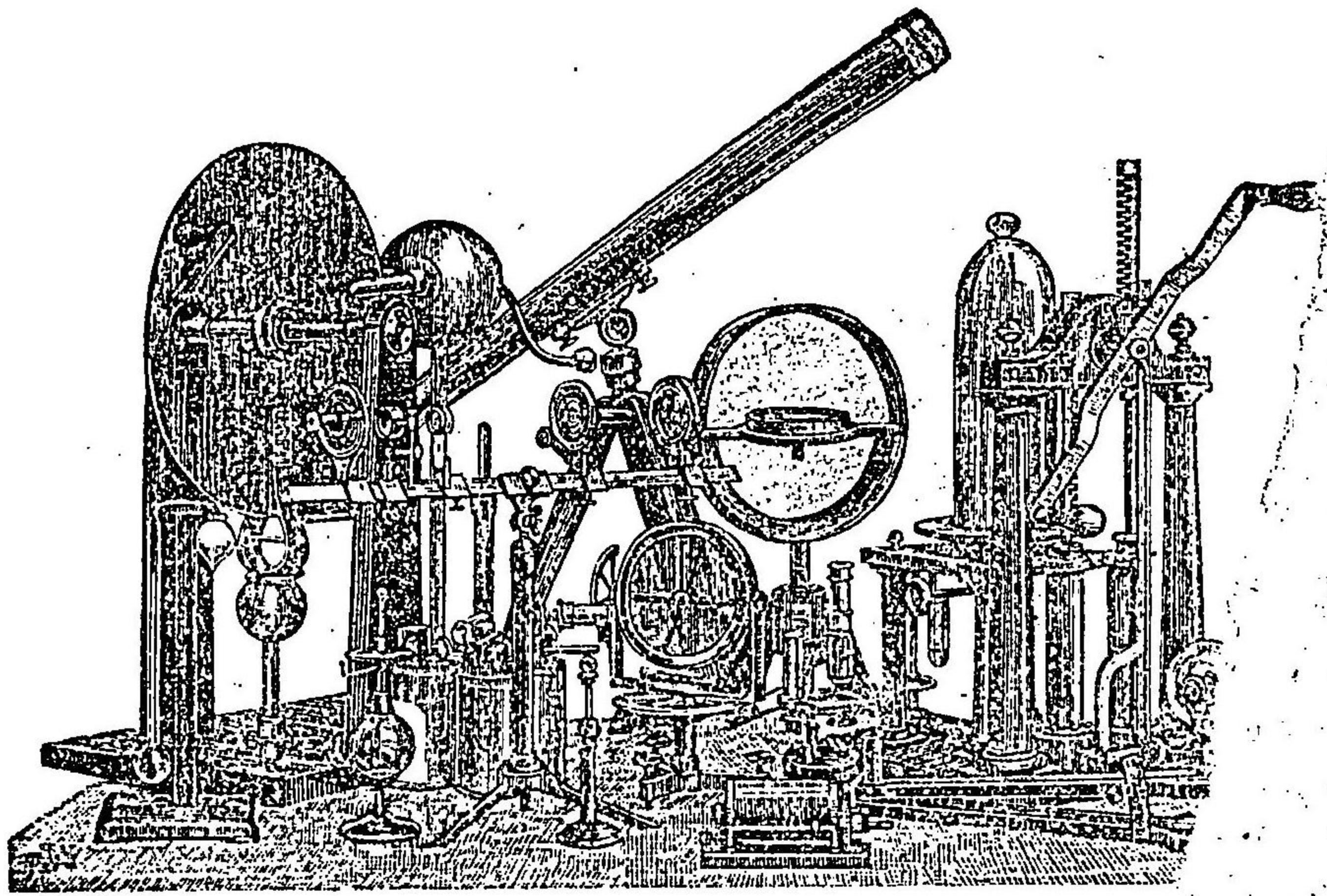
596

# 物理

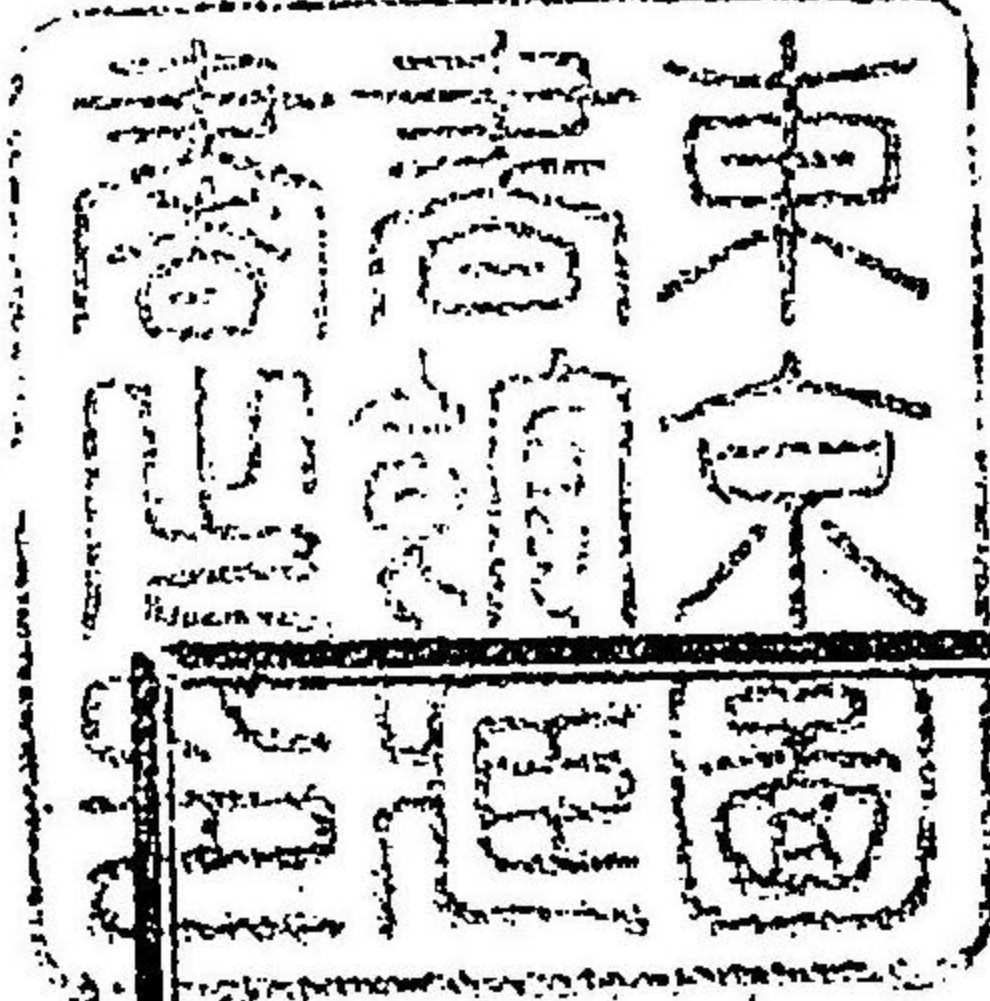
篇

中

第二版



波動  
音響  
光論  
熱論



物理學中編

目次

波動總論

繩索ノ波動

第一章

音響

音響ノ波動 波動ノ全徑即チ長サハ振動期ノ大小ニ關ス 音  
 響ノ速力 音ノ反射並ニ反響 語管及ヒ聽管 音線屈折 音  
 ノ振動數並ニ波動ノ長徑ヲ知ルノ法 一處ニ定在スル所ノ大  
 氣ノ波動 兩端共ニ開放セル管 風琴管 音響ノ對稱○樂音  
 緊張シタル弦線 線ノ長サニ沿テ所ノ振動 レゾナンツ  
 調音器 又 音叉 衝突音 音色 蝨聲機管 聽官

第二編

光

第一章

光總論

光ノ本性 光体及ヒ暗体 透明体及ヒ不透明体

第二章

光ノ發射

光線及ヒ陰影 光ノ速度 暗体ノ光ヲ受ケテ照輝セラル、ノ  
強弱ハ光源ノ距離ニ關ス

第三章

光ノ反射

反射ノ定則 正反射 不正反射 反射角ト入射角トハ均一ナ

ルベキ理由即チ反射ノ説明

第四章

光ノ屈折

全反射 大氣ノ照映 不透明ノ原因 雰圍氣中光線ノ屈折  
「プリスマ」〔即チ三稜柱〕体ヲ成ス所ノ玻璃中ニ於ケル光ノ屈折  
「レンズ」 暗箱 日光顯微鏡 屈折ノ理由

第五章

色光

白光ノ分解 各色光線ノ不同等ナル屈折 色光束聚シテ白光  
ヲ爲ス 合成色 「フ라운ホッフエル」氏線 「スペクトル」中  
各種光線ノ屈折係數 「アツクロマチスムス」〔沒色〕 物体ノ天  
然色 光ノ射出及ヒ散光分拆 光ノ迸出ト吸収トノ關係 螢

石光

### 第六章

#### 視覺器官即チ眼目

東聚「レンズ」ヲ具有セル單一ノ眼目 適視機能 近視眼及ヒ  
 遠視眼 眼ノ感覺ト外物トノ關係 兩眼ヲ以テスル視覺 「ス  
 テレオスコープ」 視認ノ界限 「イルラヂアチオン」即チ照輝ノ  
 誤迷 有色ノ殘像 對比色

### 第七章

#### 視學器械

「ル」即單子顯微鏡 複顯微鏡 曲光的ノ望遠管 望遠鏡

### 第八章

#### 交錯現象

光ノ本性ニ關スル臆想 振動說ノ基由 光線ノ交錯 光ノ在  
 撓 光波ノ長徑 薄片ノ色彩 光ノ分極 重屈折 現色分極  
 廻環分極

### 第九章

#### 光ノ化學的作用

化學的ノ結合及ヒ分解ニ關スル光ノ作用 攝影術 寫真

### 第三編

#### 熱

### 第一章

#### 膨脹

溫ノ作用 驗溫器 容積膨脹 液体ノ膨脹 氣體

### 第二章

### 三態變化

熔融 結温又潜温 凝結 蒸氣ノ發生 蒸氣張力  
飽和蒸氣ノ張力ハ熱ニ關ス 水蒸氣ノ張力 水蒸氣  
蒸氣ノ張力 蒸籠 蒸機 機關車 蒸機ノ作業量ヲ算測スル  
法 沸騰點ハ氣壓ニ關ス 大氣ヲ充盈セシメ局處ニ於ケル蒸氣  
蒸氣ノ潜温

### 第三章

#### 物体ノ比熱

比熱ノ理解 比熱試驗ノ成績 氣體ノ比熱

### 第四章

#### 熱ノ傳達

熱ノ透射 物体ノ熱線透射力 熱線ノ吸收 熱線ノ反射及ヒ

漏散 物体熱線ヲ透過スルノ性 日光スペクトルムニ於ケル  
熱ノ關係 傳導ニ由ル所ノ熱ノ擴布 液体及ヒ氣體ノ導熱  
性

### 第五章

#### 熱源

化學的ノ抱合ニ基因セル熱ノ發生 動物熱 器械的作用ニ由  
ル所ノ熱ノ發生 機械的温熱ノ論理

# 物理學 中篇

東京大學醫學部助教

飯盛挺造 纂譯

東京大學醫學部助教

丹波敬三

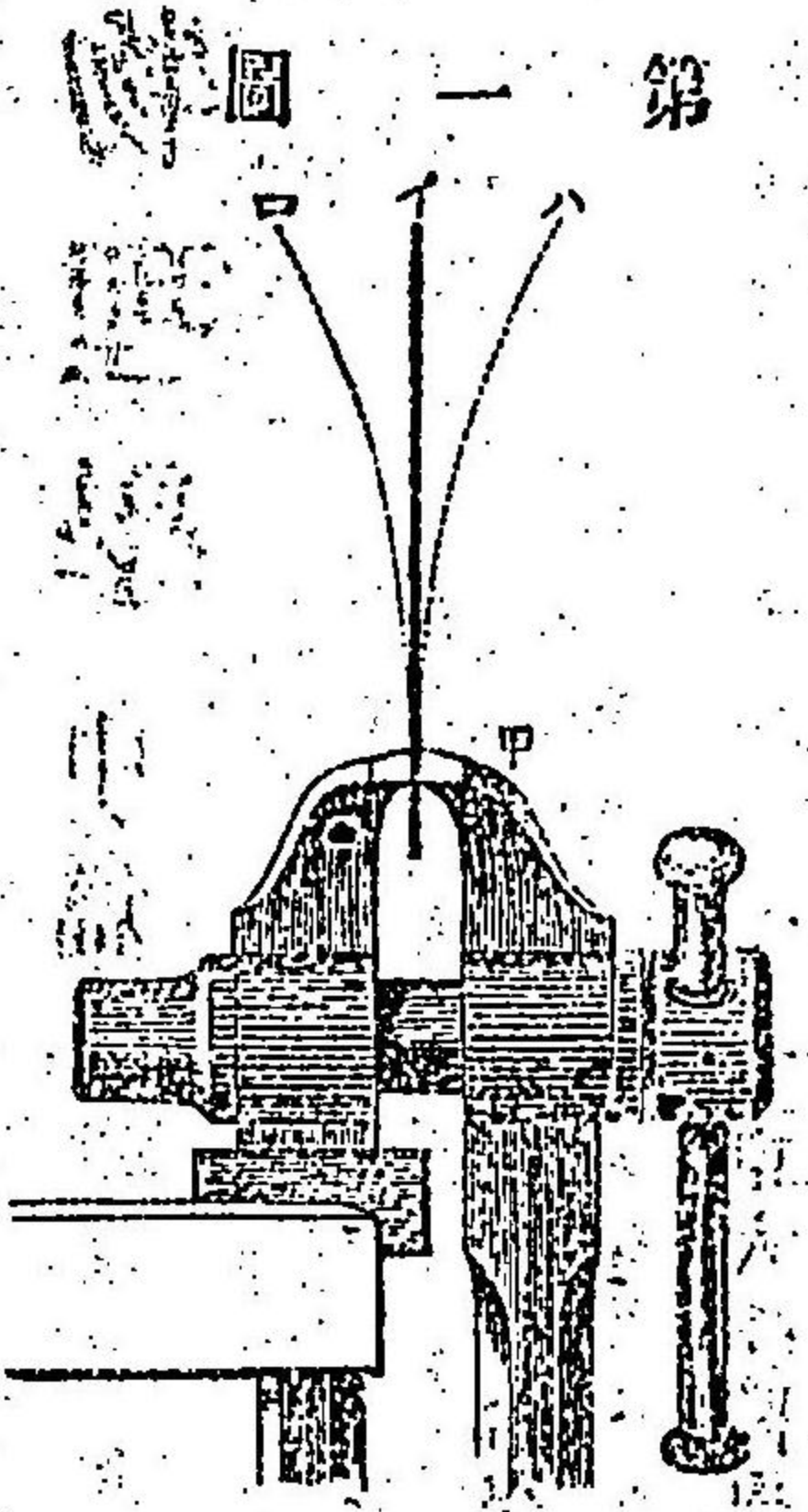
校補

柴田承桂

## 波動總論

凡シ波動狀ノ運動ヲ區別シテ二ト爲ス曰ク一處ニ定在スル所ノ波動  
 曰ク進行スル所ノ波動是ナリ或ル彈力体ノ各小部分若シ其平均ノ位  
 置ヨリ攪搖セラレ、トハ忽チ故トノ平均點ニ復セント欲スル所ノ力  
 アリテ發起ス此力ノ作用ニ由リ其各小部分ハ一定ノ區域内ニ在テ反

復振動スルニ而シテ此各小部分ノ平均點ニ到達スルヤ力ハ己ニ其作用  
 失フニ雖モ其際却テ一定ノ速力ヲ得之ガ爲メ平均點ヲ超過シテ進  
 行シ反復振動スルニ恰モ振子ノ運動ニ似タリ斯ノ如ク或ル彈力体各  
 小部分ノ振動ヲ始ムルヤ其運動ハ其一小部分ニ限ルニアラズシテ之  
 ニ隣接スル他ノ小部分ニモ波及スベシ今若シ物体ノ全部細小ニシテ  
 或ル一定ノ部ニ於テ發起セラレタル振動一瞬間ニ全体上ニ遍布ス  
 ルト看做ストキハ其物体ノ各小部分悉ク同時ニ平均點ヲ超過シ且ツ  
 同時ニ其振動區域上文ヲ見ニノ界限ニ到達スル所ノ振動アリテ發ス  
 べシ此類ノ運動ハ即チ一處ニ定在ス  
 ル所ノ波動是レナリ今第一圖ニ示ス  
 所ノ運動ニ就テ其一例ヲ見ルベシ即  
 チ一片ノ銅板イテ取り其一端ヲ〔甲〕ニ  
 緊着シテ之ヲ振動セシムレハ一定ノ區



域内例之ニハノ間ニ振動スルヲ見ルベシ  
 上文ニ謂ヘルモノニ反シ彈力体ノ全部甚々巨大ニシテ其内ノ或一部分  
 京發起タル振動ヲ遠隔シテ傳達スルニ若シ時ヲ費スモノハ之ヲ  
 進行スル所ノ波動ト名ク已上兩種ノ波動ノ互ニ相異ナル所以ハ其全  
 部同時ニ振動スルニ非ズ在リトス此漸進波動ニ屬スル者ハ水  
 ノ波動〔水ノ彈力ニ由ルニアラズシテ水ノ重ニ由テ運動スルモノ〕緊張  
 弦タル彈力線ノ一部ニ打擊ヲ與ヘタルニ由リテ生ズル運動及ヒ音響  
 ノ進動等是レ也  
 凡ソ一處ニ定在タル波動ノ景態ニ於ケル振動ノ時間ハ大ニ大小ノ別  
 別者ナリ若シ一秒時内ニ唯少數ノ振動ヲ成ズカ如ク其時間長大ニ  
 成ルニ能ク各振動ヲ視定タルヲ得ベシ之レニ反シ振動ノ時間甚々細  
 小ニシテ一秒時内ニ成ズ所ノ振動數甚々夥多ナルハ己ニ各個ノ振  
 動ヲ區視スルニ能ハサルニ至ル然レ同此際其振動ハ己ノ作用ヲ集合



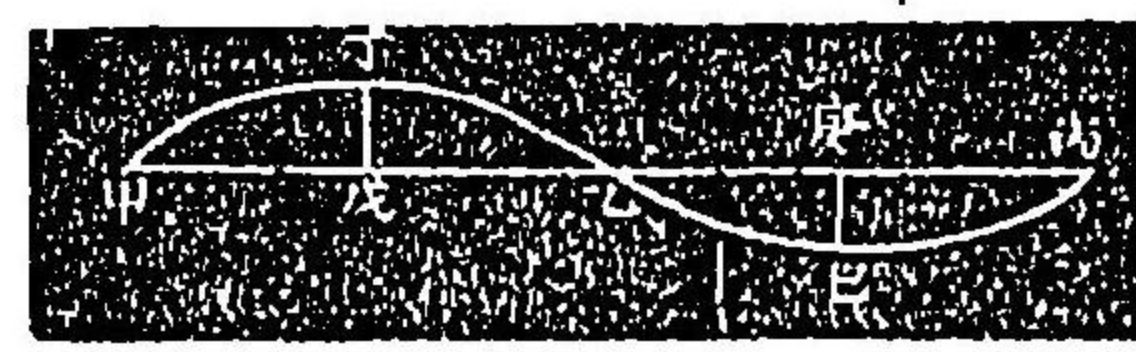
セシメ一種ノ感覺ヲ生ス即チ物体ヲ包围スル所ノ「メヂウム」見ユ中ニ波動ヲ發起シ特別ノ造構ヲ有スル人ノ五官ニ傳達シテ各箇特別ノ知覺ヲ起サシムル者之レナリ是故ニ或ル彈力体振動シテ其數一定ノ區域内次文ニ明ニ在ルキハ大氣中或ハ他ノ彈性メヂウム中ニ於テ交互ノ稀稠ヲ爲ス所ノ波動ヲ發起シ遂ニ耳ニ達シ音響ノ感覺ヲ起ス者トシ又物体部分ノ振動甚ク疾速ニシテ前者ニ比較スルコト能ハザルベキ度ニ在ルキハ「エーラル」既ニ前篇中ニ詳ナリニ波動ヲ發起シ遂ニ我眼目ニ傳達シテ光ノ感覺ヲサシムルモノトス

上文説述スル如ク音響并ニ光等ハ凡テ波動ニ依リテ傳達セラレ、モノナレハ茲ニ先ツ一般ノ振動ニ關スル重要ノ定則ヲ解明センガ爲メ水ノ波動ニ憑據シテ之レヲ説クベシ蓋シ水ノ波動ヲ以テスレハ其定則ヲ領會スルコト容易ナルベケレバナリ

〔水ノ波動〕 夫レ水ノ波濤トハ其表面ニ於テ交互高低ヲ異ニスル

位置ヲ生シ振動ノ狀ヲ爲スチ云フ若シニ物体アリテ水上ニ落來ルカ或ハ水面ノ一部ニ風ヲ受クレハ水ノ一部分其位置ヨリ壓開セラレテ低處ヲ生ス而シテ此低處ノ生スルヤ其不平均ヲ補償セントシ他ノ部分ニモ波動ヲ及ボシ遂ニ高低ノ位置ヲ生スルナリ而シテ其高低ノ位置ハ共ニ圓線ノ狀ヲ爲スモノニシテ逐次ニ周方ニ傳達ス其高處ヲ名ケテ波動ノ山第二圖ト云ヒ其低處ヲ名ケテ波動ノ谷第二圖ト云フ此一山甲乙丁一谷ヲ合シテ一ノ全波動ヲ成シ山ノ高サ丁戊ト谷ノ深サ庚己トノ總加ハ波動ノ高サナリトス凡ソ波動ノ狀ハ水ノ進行ヲナスガ如キ外觀アリト雖モ其實決シテ然ラズ水ハ終始同一處ニ位シ只其波動ヲ傳送スルノミナリ茲ニ之レヲ確証スルヲ得ベキ一例ヲ舉シレハ即チ毫モ流動セサル水中ニ浮フルニ一小木片ヲ以テシ其水ニ波動ヲ起サシムルニ彼小木片ハ始終同一處ニ浮沉シ決シテ波ニ從テ他方ニ進行スル

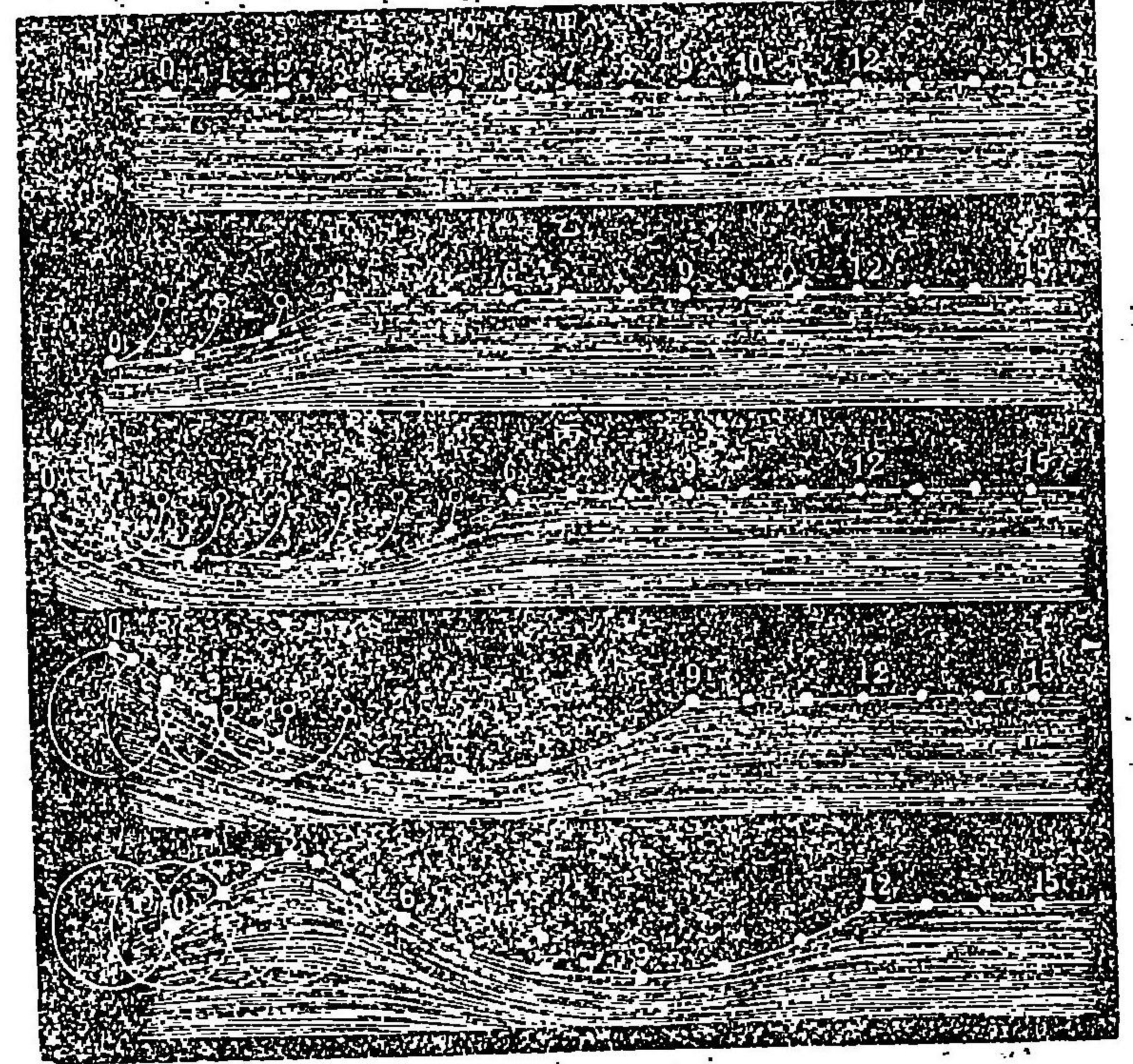
第二圖



彼小木片ハ始終同一處ニ浮沉シ決シテ波ニ從テ他方ニ進行スル

一ナカレベシ又己ニ稻穂ノ稔熟セントスルノ俟田舎ニ道途シ風力ニ  
 因テ稻穂ノ運動スルヲ注目スルニ其運動能ク水ノ波動ニ類似シ是レ  
 風ノ方向ニ當リル若干ノ穂莖ハ先ツ風力ノ度ニ應シテ屈伏シ波動ノ  
 谷ヲ生シ風ノ經過シ去ルヤ自己ノ彈力ニ因テ故トノ景態ニ復シ波動  
 ノ山ヲ生ス此一瞬間ニ在リテ次ノ若干穂ハ更ニ屈伏スベシ此ノ如ク  
 繼續シテ己マズ殆ント水ノ波動ノ狀ヲ爲スモノナリ  
 凡ソ水ノ波動ヲ傳達スルノ原因ハ即チ重力ニ外ナラズ如何トナレハ  
 或ル力ノ作用ト由リテ水平面ニ高低ヲ生スレバ水ノ各部分ノ重力ハ  
 忽チ之ヲ故トノ景態ニ回復セシトシテ甲部分ヨリ乙部分ニ傳ヘ漸  
 次波動ノ狀ヲ爲セバナリ  
 一トクハ均整ノ運動ヲ生成スルニ當リテ水ノ各部分ハ其波動ヲ進  
 行セシムルノ側ニ弧線ニ從フテ廻轉運動ヲ爲ス而シテ其動最モ均正ナ  
 ルトキハ其畫出スル所ニ線ハ則チ眞圓ナリトス已下水ノ各部分ノ運

第三圖

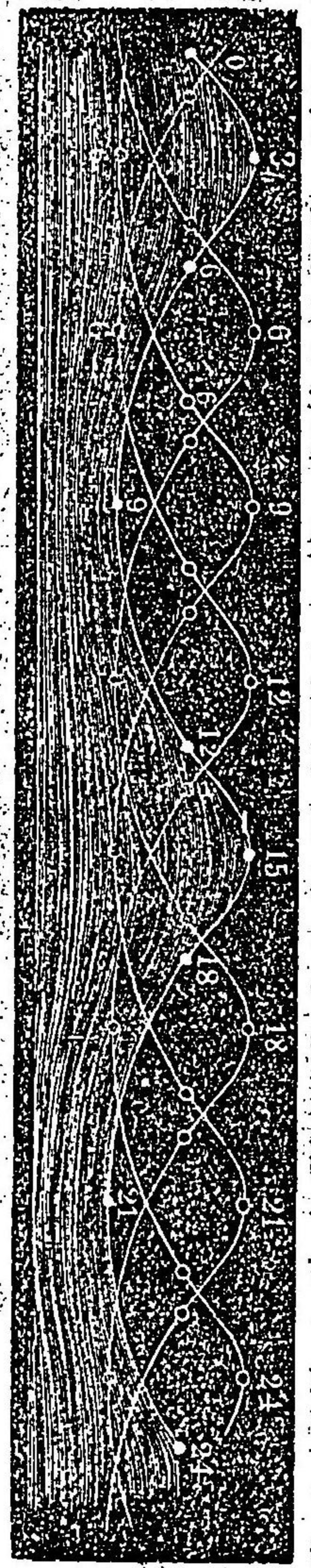


動ト波動ノ進行ト  
 間ニ生スル關係ハ如  
 何ヲ論述セシト夫即  
 チ第三圖ニ示メスガ  
 如ク均整ノ波動發起  
 シ左方ヨリ右方ニ進  
 行シ已ニ零點甲ノ位  
 置ニ在ル分子ニ到達  
 シ分子ヲシテ圓狀ノ  
 弧線ヲ畫セシメント  
 ス若シ零點ノ分子己  
 ニ斯ノ如キ圓狀ノ一  
 線路ヲ廻轉シ了スル

トキニハ波動亦己ニ一定ノ距離ニ傳進セシナルベシ十二ヲ以テ標記  
 レタル水ノ分子ハ零點ノ分子一回圓狀ノ運動ヲ遂クルノ際零點分子  
 ヨリ波動ノ傳達シ來レル所ノ點ナリトス是故ニ第十二點ノ分子初メ  
 テ廻轉ヲ爲サントスルノ瞬間ハ零點ノ分子己ニ第二回ノ轉動ヲ始メ  
 ントスルノ時ナリ今零點分子ノ畫出セル圓線及ヒ零點分子ト第十二  
 點分子トノ間ニ存スル距離ヲ同等ニ十二分シタリト假想スレハ零點  
 分子ガ其圓線ノ十二分一ヲ經過スルノ際波動ハ零點ヨリ第十二點ノ  
 方向ニ於テ此兩點ノ距離十二分ノ一ニ進行スベシ是故ニ零點ノ分子  
 始メテ圓線十二分ノ一ヲ經過シタルキハ波動ハ第一點ノ分子ニ迄到  
 達シ又零點分子己ニ圓線ノ四分一ヲ經過シタルキハ波動ハ己ニ第三  
 點ノ分子ニ到達スベシ本圖ノ乙ハ零點分子ガ圓線ノ四分一即チ十二  
 分ノ三ヲ經過シタル最盛ヲ現ハスモノニシテ此瞬間ニ於テ第一點ノ  
 分子ハ十二分ノ二第二點ノ分子ハ漸ク十二分ノ一ヲ經過シ第三點ノ

分子ハ未タ全ク平均ノ位置ヨリ攪搖セラレサルノ景況ニ在リトス又  
 本圖ノ丙ハ零點分子己ニ其圓線ノ半ハチ過キ第一點ノ分子ハ十二分ノ  
 五第二點ノ分子ハ十二分ノ四第三點ノ分子ハ十二分ノ三ヲ經過シ第  
 四第五ノ分子ハ乙圖ニ於ケル第一第二ノ分子ト同一ナル位置ニ居リ  
 第六ノ分子ハ未タ全ク平均位置ヲ離レスシテ今廻轉ヲ始メントスル  
 ノ瞬間ニ在ルヲ示ス茲ニ於テ第三ノ分子ハ最モ深キ位置即チ波動谷  
 ノ中央ニ達シタリトスヘシ今一分子更ニ其廻轉時間ノ十二分一ヲ經  
 過シタリトスレハ第三點ノ分子ハ現ニ第二點分子ノ位スル處ニ來ル  
 ナルベシ然ルキハ第四點ノ分子ハ己ニ圓線四分ノ一ヲ經過シテ最モ  
 深キ位置ニ達セリ此際即チ波動ノ谷ハ第三點ノ分子ヨリ第四點ニ傳  
 達シタリトス又本圖ノ丁ハ零點ノ分子己ニ其廻轉路四分ノ三ヲ過キ  
 テ其線路中ノ最高點ニ達シ波動ノ山頂ヲ成スノ現狀ヲ示スモノトス  
 茲ニ於テ第一點ノ分子ハ其線路ノ十二分ノ八第二點ハ十二分ノ七第

三點六十三分六秒經過之第四第五第六第七及第八點ノ分子ハ前  
 圖(即)於第六點第二第三第四及第五點ノ分子ト同一ノ位ニ居  
 而シテ波動ノ谷ニ已ニ第六點分子ノ位置ニ進達シタリ今零點ノ分子  
 更ニ其廻轉路十二分六秒即チ最後ノ四分ニテ經過シタリト云レハ波  
 動ノ山ハ已ニ零點ノ分子ヨリ第三點ニ到リ谷モ亦第六ヨリ第九ニ進  
 行セリ所ノ瞬間ニ於テ零點ノ分子全ク第一廻動ヲ遂ケテ更ニ第二  
 廻動ヲ始メ第十三點ノ分子第一廻動ヲ始メテ下ノ期ニ本圖(戊)  
 ハ其現狀ヲ示スモノト云フ可ク今若シ波動ニ障礙ヲ受ク  
 第四圖(零點ノ分子已ニ第三廻動ヲ遂ケ第十三點ノ分子ハ第一廻動



ヲ終ルテ波動全ク第二十四ノ分子ニ到達シ第一ノ山ハ第三點ノ分子  
 在リ第二ノ山ハ第十五點ニ在リ第一ノ谷ハ第九點ニ在リ第二ノ谷ハ  
 第三十二點ニ在リノ瞬間ヲ現ハスモノナリ今若シ波動ニ障礙ヲ受ク  
 ルトナクシテ持續スルトキハ各箇ノ水分子悉皆其圓狀ノ行路ヲ盡シ  
 且ツ逐次ニ交代シテ其線路ノ最高點ト最低點トニ達シ波動ノ山谷ハ  
 整正ニ左方ヨリ右方ニ進行スルナルベシ是故ニ波動ノ山谷ノ進行スル  
 途次ニ水ノ全部分ニ同様ノ廻轉運動ヲ賦與セザルニ由ルモノナ  
 リヤ明カナリ今若シ波動ニ障礙ヲ受クルニ至ルニ至ルニ至ルニ至ル  
 或ルニ個々水分子之レニ次々位シ且ツ之レト同一ナル振動ノ景態  
 ニ在ル水分子ノ間ニ存スル距離(即チ零點ノ分子ヨリ第十二點ニ至ル  
 途或ハ第十二點ヨリ第二十四點ニ至ル途ノ距離等ノ如シ)ヲ名ケテ波  
 動ノ全徑(長)ト云フ斯ク如キ波動ノ全徑ヲ隔テ、位スル水ノ部分  
 同時ニ其振動ヲ始メ且チ其最高點及ヒ最低點ニ達スルモ同一ノ瞬

時ニ於テスルモノホリ是故ヨリ波山ノ頂點ト次ノ波山ノ頂點トノ距離(即チ第四圖ニ示ス所ニ第三ヨリ第十五ニ至ルノ距離)或ハ一ノ波谷ノ中央ヨリ次ノ波谷ノ中央ニ至ル距離(即チ第四圖ノ第九點ヨリ第二十一點ニ至ルノ距離)ハ亦一ノ波動ノ全徑即チ長サナリトス之ニ反シテ互ニ波動ノ全徑ノ半ハチ相距ル所ノ水分(即チ零點ノ分子ト第六點第三點ト第九點或ハ第九點ト第十五點トノ如シ)ハ始終相反對セル動振ノ景態ニ在リ例之ハ今第九點ノ分子ハ谷ノ最深處ニ位スルニ第三點及ヒ第十五點ハ却テ山頂ニ位セリ而シテ零點ノ分子及ヒ第六ノ分子ノ如キハ共ニ故トシ平均位置ニ在リ然レモ零點分子ノ運動ハ下方ニ向ヒ第六ノ分子ハ上方ニ向フヲ以テ是レ亦反對運動ノ景態ニ在リト謂ハザル可ラス

以上說述スル如ク一ノ水分已ニ一廻動ヲ完了セル正キハ波動ハ一全徑ヲ進行スベシ

凡ソ波動ヲ論述スルニ就キテ最モ緊要ナル定則ヲ擧示スルコト左ノ如シ

第一 或ル衝突ニ由テ水面ニ發起セシ波動ニ毫モ障礙ヲ受クルコトナクハ逐次遠處ニ傳進シ且ツ其圓圈ノ形狀ヲ變換スルコトナク而シテ傳達愈々遠ケレバ波ノ山谷ノ高低マ々々減却シ終ニ全ク消失ス

第二 水面上同時ニ二箇ノ波動ヲ發起スルニ甲波ハ乙波ノ運動ヲ妨グルコトナク互ニ相交ヌ是故ニ若シ兩波ノ山互ニ相逢フトキハ山ノ高サ増シ兩波ノ谷互ニ相逢スルモ亦谷ノ深サ増ス而シテ一山一谷ト撞着スルハ互ニ高低ヲ中和シ(即チ減却シ)或ハ全ク消失ス

第三 波動若シ直線ノ方向ニ進行シ固壁ニ抵衝スルキハ直線ニ反對ノ方向ニ進行スル所ノ波動ヲ發起スベシ若シ斜ニ

射突スル其入射角ト同等ノ角度ニ反射スル  
 第四 楕圓形ヲ有スル器中ノ二燒點ニ於テ波動ヲ起サシムレハ側  
 面ニ抵リテ反射シタルモノ一度悉ク他ノ一燒點ニ輻輳シ再ヒ此  
 點ヨリ廣延スル所ノ第二波動ヲ生ズ  
 今波動ノ速時間及ヒ其全徑(即チ長サ)ノ關係ヲ示スニ時間ハ上文  
 己ニ説述シタル如ク一個ノ分子ニ回ノ運動ヲ遂クル分爲以テ費ヤシ  
 タル時ニシテ之ヲ示スニ[ $T$ ]ヲ以テス此時間中波動ハ一定ノ長サ[ $\lambda$ ]ヲ  
 進行ス故ニ今[ $\lambda$ ]ヲ以テ波動ノ進行速ヲ示セバ左ノ數式ヲ得ベシ  
 後章中屢ニ彈性體ノ波動ヲ論述スルニ當リ其運動ノ時間甚タ渺少ニ  
 シテ一秒時ノ一小部分ナリ其際ニ於テ其振動時間ニ代ユルニ  
 振動數(即チ一秒時間ニ完了スル處ノ振動ノ數)ヲ以テスルヲ簡便ナリ  
 トス而シテ今其振動數ヲ示スニ[ $n$ ]ヲ以テスルトハ左ノ數式ヲ得ベシ

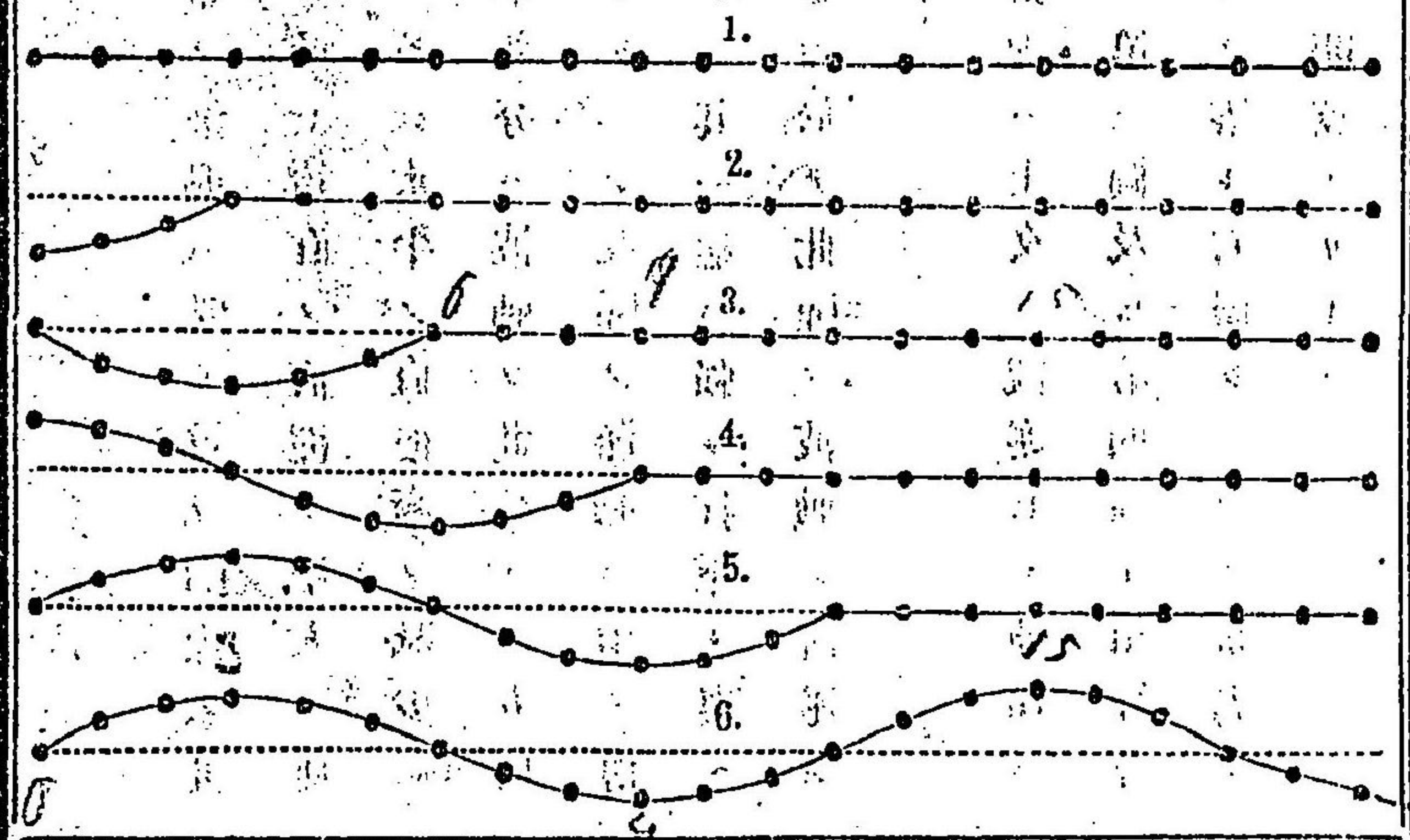
〔繩索ノ波動〕 前章ニ説述セシ如ク水ノ波動ハ常ニ眞ノ圓線ヲ畫  
 スルモノニアラズ或ハ水平ノ直徑増大シ或ハ鉛直ノ直徑ヲ増大シ屢  
 ヲ其圓狀ヲ變シテ楕圓形ヲ爲スコトアリ若シ水平ノ直徑漸ク減少シ  
 テ已ニ零ニ等シト看做ストキハ水ノ各小部分ハ波動ノ進行スル方向  
 ニ直角ヲ爲シテ只上下ニ運動スルノミナルベシ此種ノ運動ニ由テ傳  
 達スル所ノ波動ハ甚タ長キ繩索ヲ緊張シテ其一端ニ強ク打擊ヲ與ヘ  
 テ發起スルモノ即チ是レナリ又後章光論ニ於テ此種ノ波動ヲ説述ス  
 ベシ  
 第五圖ニ掲グル所ノ一ヨリ六ニ至ルノ弧線ハ上文ニ説述セル種類ニ  
 屬スル波動ノ傳達ヲ明示スルモノニシテ第三圖及ヒ第四圖ト相符合  
 ス故ニ前章三圖ニ於ケル水平ノ運動部分ヲ零ト看做シテ之ヲ推考ス  
 以テ此圖ノ傳達作用ハ多辯ヲ俟タスシテ明瞭ナリトス

繩索之波動若シ一端ヨリ起リ他ノ一端ニ傳達スルトキハ更ニ之レヨリ反射シ故位ニ復ヘリ再三反射スルモ恰モ水波ノ反射ニ異ナラズトス

### 第一篇

## 音響

凡ソ一處ニ定在スル振動ノ景態ニ在ル各体ハ其周圍ヲ被包セル弾力性ノメヂウムニ波動ヲ發起セシメ此波動若シ吾人ノ耳官ニ傳達シ來

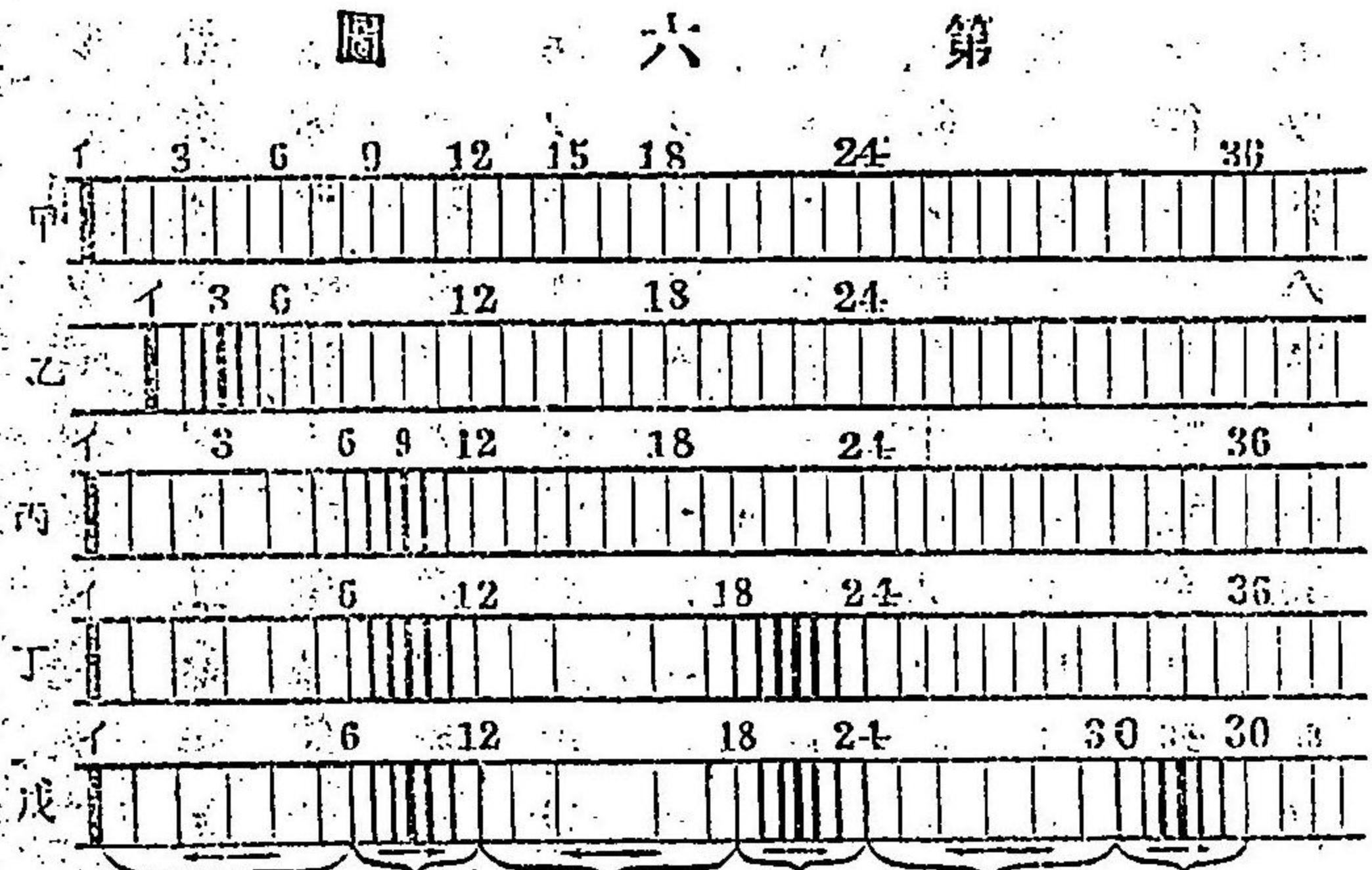


レハ即チ音響ノ感覺ヲ生スルモノトシテ通常音響ヲ傳達スルノ媒介タルモノハ大氣ニシテ其他弾力チ有スル物体ヲ始メ各種ノ固体液体モ亦總テ多少ノ傳音チ爲ス而シテ音響ハ通常弾力体ノ一處ニ定在スル振動ニ因リテ生シ弾力性メヂウムノ波動ニ由リテ傳達セラルモノナリ且ツ音響ヲ傳達スルコハ實質チ有スルメヂウム(エーテル)性ノメヂウムニ反對スルノ稱ハ決シテ欠クヘカラサルモノニシテ真空内ニハ傳音チナス能ハス其証例ハ下文ニ説述スルカ如シ即チ上篇排氣鐘ノ條第十号ノ試験ノ如シ自鳴鐘ヲ鐘下ニ置キ大氣ヲ排去スルコト從テ鐘音漸々ニ微弱ト爲ルハ是レ波動ヲ傳フヘキ大氣充分ナラサルノ徴ニシテ大氣全ク排除セラルレハ鳴鐘全ク止ム更ニ漸々鐘内ニ大氣ヲ送入スレハ再ヒ鳴鐘ヲ聞クヘシ是ニ由テ之ヲ觀レハ真空内ニハ傳音チナス能ハサルヤ明瞭ナリ

### 音響ノ波動

凡ソ音響ノ大氣中ニ傳達スル景態ノ如何ヲ認視セ

ノトスルニハ一端ハ開キ一端ニ有柄栓ヲ插入セル管中ニ包有スル所  
ノ大氣此栓ノ運動ニヨリテ振動セシキ、ノ景態ヲ考察スルヲ要ス即

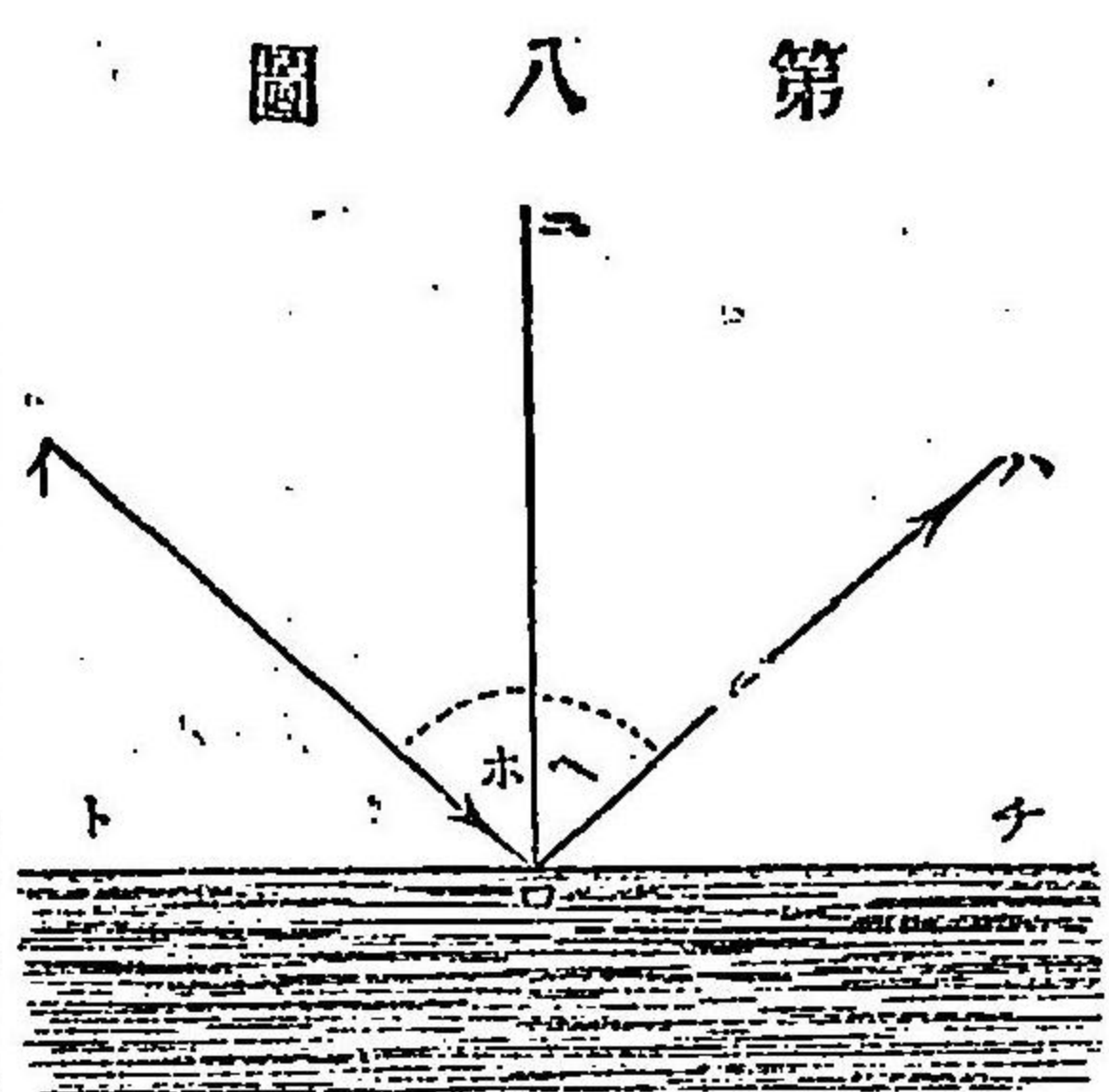


チ第六圖ハ此種ノ管條ヲ前スモノヨシテ  
其甲号ニ於テ均一ノ距離ヲ有スル各線ハ  
管中何處ヲ選バズ同等ノ稠度ヲ有スル大  
氣ノ各層ヲ現ハスモノヨシテ「不」ハ其管ノ  
有柄栓ナリトス今此栓甲号ノ位置ヨリ乙  
号ノ位置ニ移リ後再ヒ故位ニ返リ更ニ復  
シ變位シテ左右ニ運動スルヲ急速ナルト  
キハ其運動ヲ以テ逐次ニ各氣層ニ傳へ之  
以テモ亦左右反復ノ運動ヲ發起スヘシ只  
其各氣層有柄栓ヲ距ルルニ愈々大ナルノ度  
ニ隨フテ振動ヲ始ムルヲ愈々遅クナルヘ

キノニ有柄栓其元位ヨリ右方ニ運動スルノ際大氣若シ無彈力ノ物体  
ナルトキハ其一部ハ有柄栓ノ運動スルト同時ニ管ヨリ壓出セラルヘ  
キノ理ナレトモ大氣ハ彈性ナルカ故ニ一瞬間ニ其運動ヲ傳達スルモノ  
ニアラス先ツ有柄栓ノ前ニ當リテ濃厚ナル局部ヲ生ス茲ニ有柄栓ハ  
最モ右方ノ位置ニ達シタルノ時期ニシテ乙号ニ見ル所ノ如シ然レトモ  
第六ノ氣層ハ猶ホ元位ニ止マリ只第六ノ氣層ト有柄栓ノ間ニ付スル  
モノ、ニ右方ニ壓逐セラル而シテ此際第六ノ氣層ト有柄栓ノ間ニ位ス  
ル氣層ニ有柄栓ノ爲メニ壓縮セラル、ヲ以テ其右ニ位スル氣層ニ衝  
突ヲ爲シ逐次ニ第六第七第八第九等ノ氣層ヲ右方ニ壓逐シ之レカ爲  
メ濃厚ノ局部ハ各氣層ヲ經テ漸次右方ニ進ム今乙号ニ就テ見ルニ有  
柄栓ト第六ノ氣層トノ間ニ於ケル濃厚ノ極度ハ中央(即チ第三ノ氣層)  
ニアリ然ルニ濃厚ノ局部ハ尙ホ右方ニ進ムノ際有柄栓已ニ元位ニ復  
スレハ此回歸的ノ運動モ亦順次第一第二第三第四等ノ氣層ニ傳達ス



是故ニ濃厚ノ部ハ第六第七第八第九等ノ氣層ヲ經テ右方ニ進ミ第一、第二第三ノ部分却テ再ヒ左方ニ還動ス之レ即チ有柄栓ノ故位ニ復スル運動ニ由リテ濃厚波動ニ次ク所ノ稀薄波動ヲ生シ同シク右方ニ進行スルモノナリ丙号ハ有柄栓既ニ一トタヒ左右ノ運動ヲ完了セル所ノ瞬間ヲ示スモノニシテ運動ハ已ニ第十二ノ氣層ニ達シ第九ノ氣層ニ濃厚ノ極度ヲ見第三ノ氣層ニ稀薄ノ極度ヲ見ル而シテ有柄栓逐次ノ移動ニ由リテ再ヒ濃厚及ヒ稀薄ノ波動ヲ發起シ第一ノ波動ニ次クコト數回ニ及フキハ其數增多スヘシ此ノ如クシテ發起スル所ノ全波動ハ一ノ濃厚部ト一ノ稀薄部ヨリ成ルモノニシテ濃厚部ハ即チ波動ノ山ヲ爲シ稀薄部ハ即チ波動谷ニ一致ス丁号ハ有柄栓二回左右ニ移動シタル後二個ノ全波動ヲ成生シタル瞬間ヲ示シ戊号ハ三個ノ波動逐次ニ有柄栓ヨリ進行スルノ狀ヲ示ス凡ソ濃厚部ニ在テハ氣層ハ有柄栓ノ方向ニ隨フテ前進シ稀薄部ニ在テハ有柄栓ニ對向シテ運動スル

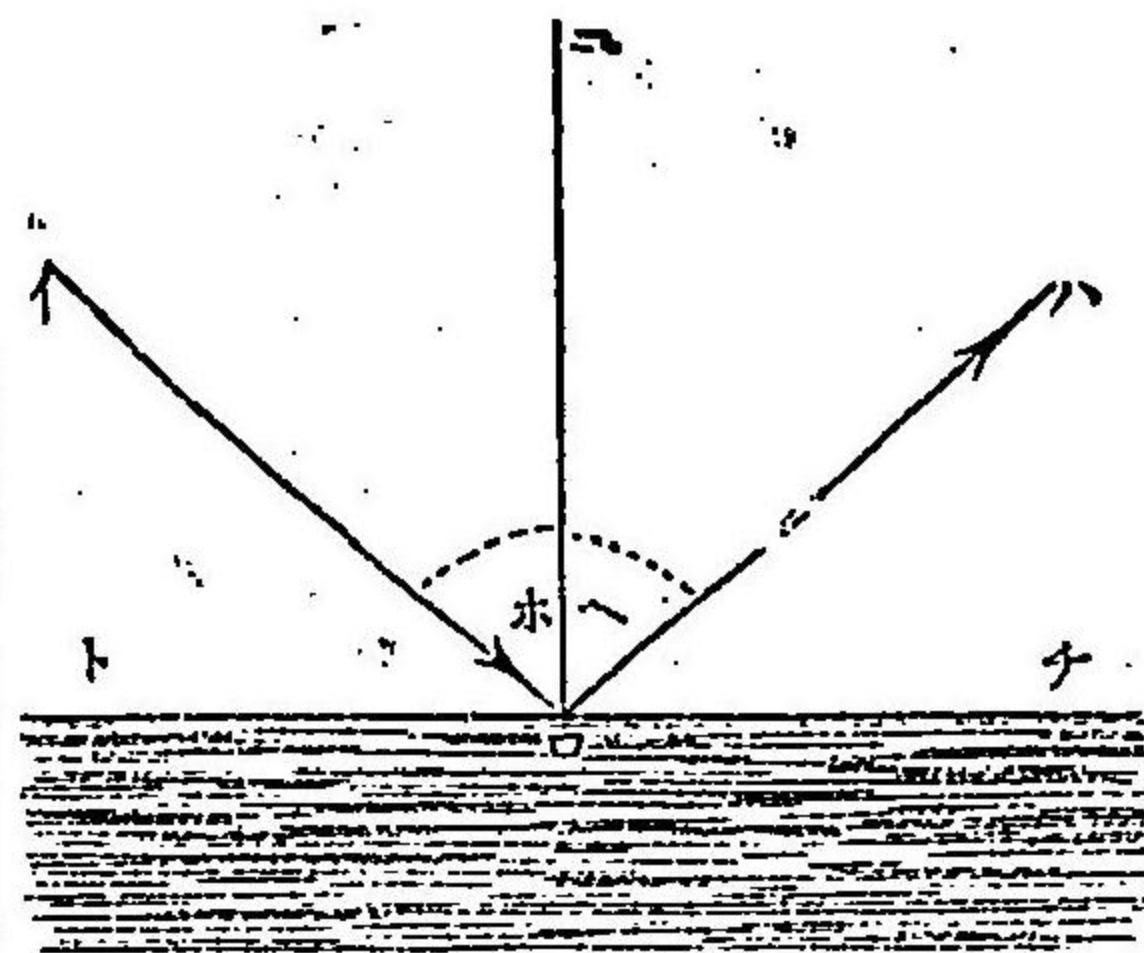


五銅ハ十一、一黄金ハ六、三鉛ハ四、三錫ハ七、五銀ハ八、一白金ハ八、五亞鉛ハ九、七鋼鉄ハ十五、○硝子ハ種類ノ異ナルニ從フテ十二乃至十七ナリ(音ノ反射並ニ反響) 凡ソ音ノ波動ニ一ノ物体ヨリ他ノ物体ニ移進スレハ必ス多少ノ反射ヲ爲シ殊ニ固体ニ抵レハ殆ント全ク反射スルモノトス而シテ其反射スルニ際シ一分若クハ全体ニ論ナク反射角ハ常ニ必ス入射角ニ均一ナリ即チ第八圖ニ示スガ如ク「トチ」ハ兩体(例之ハ大氣及ヒ水)ノ互ニ接着セル境界面ニシテ音線若シ「イロ」ノ方向ニ進ミ水面ニ抵レハ其一部分ハ水中ニ進移ス然レモ他ノ一部分ハ「ロ」ノ方向傳進ス而シテ此「ロ」ナル線ガ鉛直線「ニロ」ト共ニ構成スル所ノ角ハ入射線「イロ」ガ鉛直線ト共ニ構成スル所ノ角ト同等ナルモノニシテ即チ反射角「ハロ」ハ入射線「イロ」ニ均一ナリ

是故濃厚ノ部ハ第六第七第八第九等ノ氣層ヲ經テ右方ニ進ミ第一、第二、第三ノ部分却テ再ヒ左方ニ還動ス之レ即チ有柄栓ノ故位ニ復スル運動ニ由リテ濃厚波動ニ次ク所ノ稀薄波動ヲ生シ同シク右方ニ進行スルモノナリ丙号ハ有柄栓既ニ一トタヒ左右ノ運動ヲ完了セル所ノ瞬間ヲ示スモノニシテ運動ハ已ニ第十二ノ氣層ニ達シ第九ノ氣層ニ濃厚ノ極度ヲ見第三ノ氣層ニ稀薄ノ極度ヲ見ル而シテ有柄栓逐次ノ移動ニ由リテ再ヒ濃厚及ヒ稀薄ノ波動ヲ發起シ第一ノ波動ニ次クコト數回ニ及フキハ其數增多スヘシ此ノ如クシテ發起スル所ノ全波動ハ一ノ濃厚部ト一ノ稀薄部ヨリ成ルモノニシテ濃厚部ハ即チ波動ノ山ヲ爲シ稀薄部ハ即チ波動谷ニ一致ス丁号ハ有柄栓二回左右ニ移動シタル後二個ノ全波動ヲ成生シタル瞬間ヲ示シ戊号ハ三個ノ波動逐次ニ有柄栓ヨリ進行スルノ狀ヲ示ス凡ソ濃厚部ニ在テハ氣層ハ有柄栓ノ方向ニ隨フテ前進シ稀薄部ニ在テハ有柄栓ニ對向シテ運動スル

Handwritten signature or name at the top of the page.

第八圖

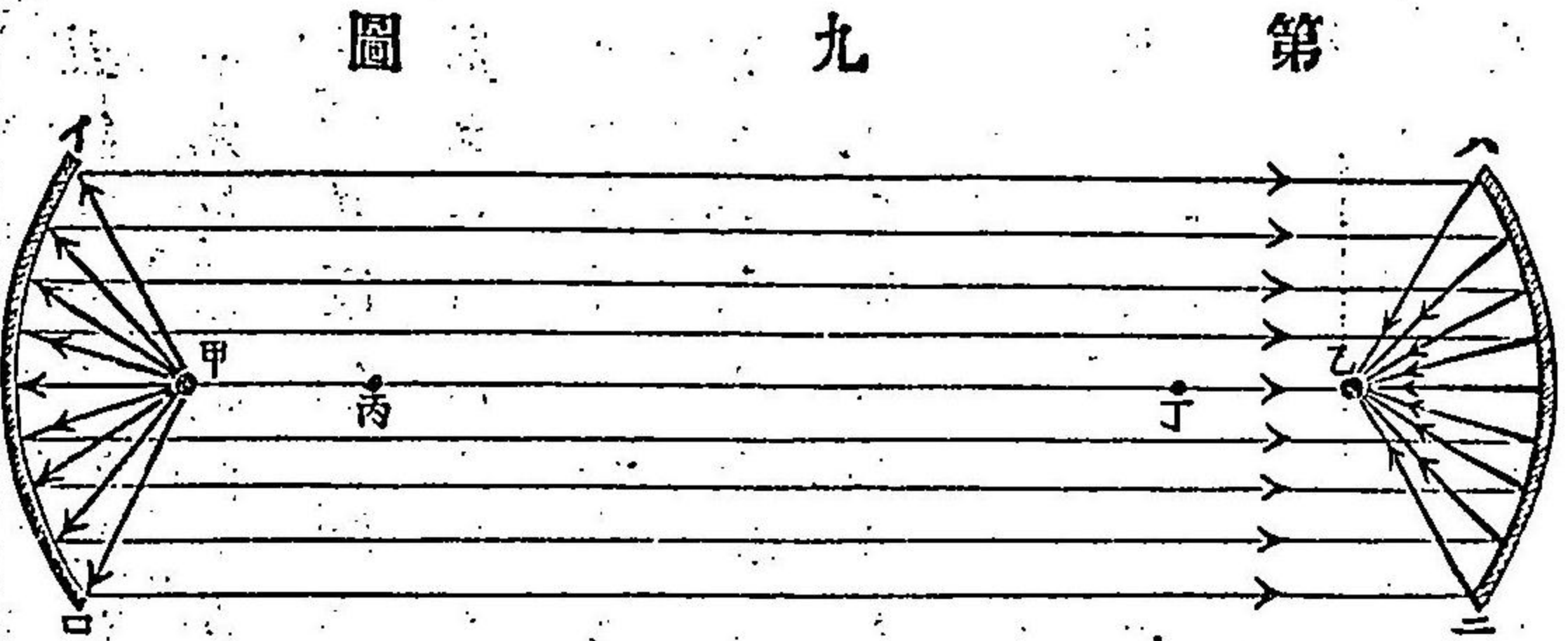


五銅ハ十一、一黄金ハ六、三鉛ハ四、三錫ハ七、五銀ハ八、一白金ハ八、五亞鉛ハ九、七鋼鉄ハ十五、○硝子ハ種類ノ異ナルニ從フテ十二乃至十七ナリ

〔音ノ反射並ニ反響〕凡ソ音ノ波動一ノ物体ヨリ他ノ物体ニ移進スレハ必ス多少ノ反射ヲ爲シ殊ニ固体ニ抵レハ殆ント全ク反射スルモノトス而シテ其反射スルニ際シ一分若クハ全体ニ論ナク反射角ハ常ニ必ス入射角ニ均一ナリ即チ第八圖ニ示スガ如ク「トチ」ハ兩体(例之ハ大氣及ヒ水)ノ互ニ接着セル境界面ニシテ音線若シ「イロ」ノ方向ニ進ミ水面ニ抵レハ其一部分ハ水中ニ進移ス然レモ他ノ一部分ハ「ロ」ノ方向傳進ス而シテ此「ロ」ナル線ガ鉛直線ニ「ロ」ト共ニ構成スル所ノ角ハ入射線「イロ」ガ鉛直線ト共ニ構成スル所ノ角ト同等ナルモノニシテ即チ反射角「ハロ」ハ入射線「イロ」ニ均一ナリ

$\frac{341}{2 \times 2} = 19$   
 $\frac{1}{4} = 6 : 6675$

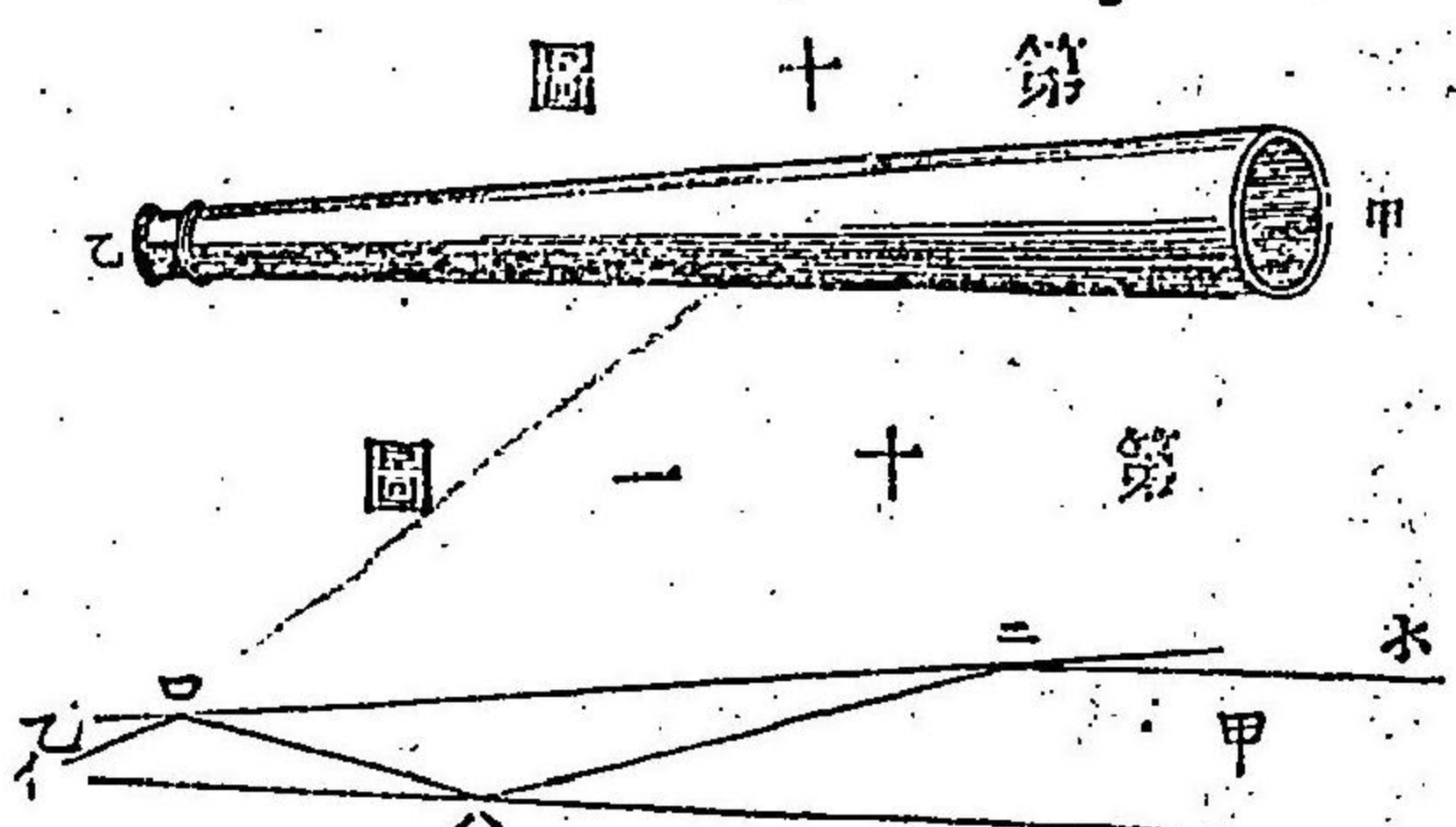
凡ソ音線ノ進行スル後章ニ詳論スベキ光線ノ反射スル定則ニ從



フモノトス今試験ニ由リ其果シテ確實ナルヲ証ス  
 ベシ即チ第九圖ニ示ス所ノ「イロ」及ヒ「ハニ」ハ各凹面  
 鏡ニシテ互ニ五乃至六メートルヲ隔ツルノ位置ニ  
 在リテ且ツ兩鏡ノ軸ハ共ニ同一直線中ニ存スル様  
 ニ設置シタルモノナリ今若シ「イロ」鏡ノ燒點「甲」ニ於  
 テ一箇ノ袖珍時辰儀ヲ置キ「ハニ」鏡ノ燒點「乙」ニ耳ヲ  
 置ケバ其音ヲ聞ク最モ著シ蓋シ「甲」點ヨリ發出シ  
 テ「イロ」ナル鏡ノ面ニ抵ル所ノ各音線ハ其軸ト並行  
 ニ反射シ再ヒ「ハニ」ナル鏡面ニ抵リ反射シテ燒點「乙」  
 ニ東聚スレバナリ然レモ耳ヲ「乙」點ヨリ遠クレハ假  
 令ヒ却テ「甲」點ニ近クモ鳴音ヲ聞クコトナシ是レ音  
 線ヲ東聚スルノ點ニアラズシテ只僅微ノ音線ノミ

ナ耳中ニ受クレバナリ  
 上文論述スル如ク一點ヨリ發スル所ノ音響反射シテ再ヒ聽覺ニ入ル  
 モノ通常之ヲ名ケテ反響ト云フ凡ソ反響ハ眞ニ音響ヲ發スル物ヨリ  
 隔チタル一定ノ距離ニアラザレハ之レヲ聽取スルコト能ハス蓋シ人耳  
 ハ一秒時間ニ只九種ノ音ノミヲ分聽スルコト得ルガ故ニ近キニ過ジ  
 レハ原反ノ兩響却テ重複シ原響返響ノ別ヲ爲スコト能ハザレバナリ是  
 故ニ人若シ反響ヲ聞カント欲セハ反響ヲ起スベキ物体ヲ距ルコト最モ  
 近キモ其原響ヲ發シテ後九分ノ一秒時間ヲ經テ後反響ノ歸來スベキ  
 位置ニ居ルヲ要ス此レ即チ大凡ソ十九メートルノ距離ナリ抑モ音響  
 ハ前章ニ説述セシカ如ク通常氣中ニ在テ大凡ソ三百四十二メートル  
 ノ速ヲ有スルヲ以テ音響カ三百四十二メートルノ九分一ナル距離ヲ  
 經過スルニハ一秒時ノ九分一ヲ費スノ理ナルニ因リ大凡ソ十九メー  
 トルノ距離ニ在ルトキハ音響ノ往復間ニハ九分ノ一秒時ヲ要スレハ

ナリ  
 凡ソ反響ヲ起スハ壁牆岩石山林水面雲霧等ニシテ反響ハ原響ニ比ス  
 レハ多少微弱ナルヤ必セリ然レドモ其反響ヲ起ス所ノ物体ニ由テ更  
 ニ其差異ナキヲ得ス如何トナレハ上文ニ論述セシ如ク音響ハ或ル物  
 体上ニ抵テ反射スルノ際其物体中ニモ進入スルヲ以テナリ是故ニ一  
 ノ音響數度反射スレハ竟ニ其反響ヲ聽識スルヲ能ハサルニ至ルハ固  
 トヨリナリ  
 凡ソ反響ヲ聞クニ或ハ原響ヲ起スノ點ニ於テシ或ハ却テ其他ノ諸點  
 ニ於テスルノアルハ入射角ト反射角ト均一ナルノ理ヲ了解セハ特別  
 ノ説明ヲ俟スシテ明瞭ナルヘシ  
 〔語管及ヒ聽管〕 此兩管ノ造構ハ音響反射ノ理ニ基クモノニシテ  
 語管ハ第十圖ニ示スガ如ク甲ノ一端ハ廣ク乙端ハ狭ク今狭口〔乙〕チ人  
 口ニ接シ聲ヲ發スレハ音線側面ヨリ反射シ諸方ニ散布スルコト能ハ



スシテ終ニ並行シ廣口〔甲〕ヨリ出ツルヲ以テ微聲ト  
 雖モ能ク遠處ニ輸達セラレ著大ナル距離ニ在ルノ  
 人ト雖モ談話スルヲ得ルモノナリ今第十一圖ニ  
 由テ反射ノ景狀ヲ示サントス即チ狭口〔乙〕ヨリ入り  
 來ル所ノ音線ハ斜メニ〔イロ〕ノ方向ニ射入シ側面ニ  
 抵レハ若シ側面ナキトキハ〔イロ〕同角ヲ爲シテ〔ロハ〕  
 ノ方向ニ反射シ茲ニ於テモ亦同シク〔ハニ〕ノ方向ヲ  
 取り更ニ反射シテ〔ニホ〕ノ方向ニ進ム此方向ハ己ニ  
 管ノ軸ト並行ナルヲ以テ廣口〔甲〕ヨリ射出スベシ其  
 他ノ線モ亦斯ノ如ク終ニ〔ニホ〕ト並行スルニ由リ其方向ニ位スル人耳  
 ハ數多ノ線ヲ受クルヤ固ヨリ多辯ヲ要セスシテ明ラカナリ

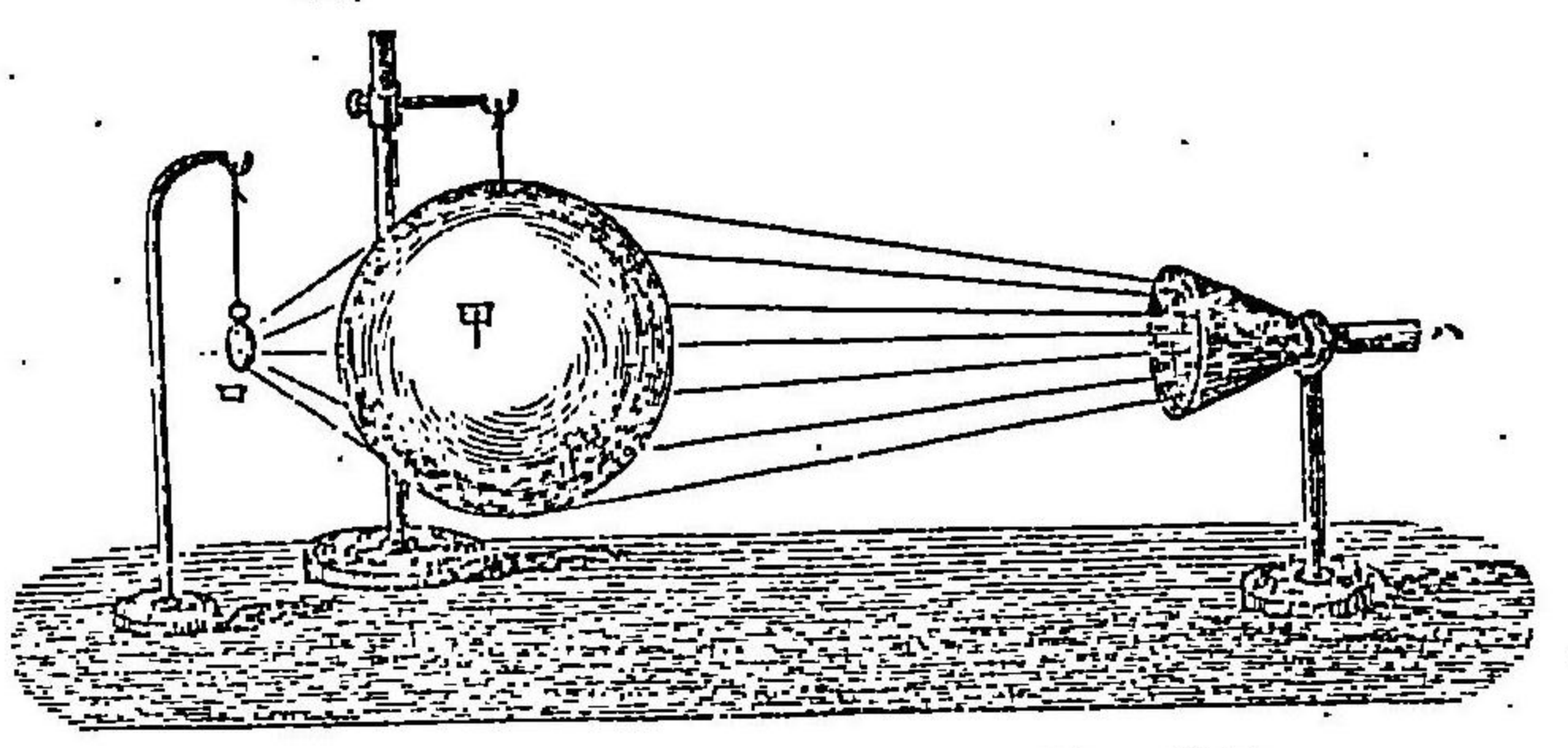
聽管ハ語管ニ相反對セルモノナリ即チ第十圖ニ示ス所ノ語管ヲ以テ  
 直チニ聽管トシテ使用スルヲ得ベシトス即チ狭口〔乙〕チ耳ニ接シ廣口

〔甲〕音ノ來ル方向ニ對スレハ低聲ト雖ヒ能ク聽取スルコトヲ得其理  
 モ亦第十一圖ニ就テ之ヲ視ルベシ即チ〔ホ〕線ノ如ク管ノ軸ト並行  
 ニ射入シ來ル所ノ諸線若シ管ノ廣口ニ於テ攝取セラル、コナキトキ  
 ハ只耳孔ニ因テ攝取セラルヘキモノノミ儘ニ耳中ニ來ルベシト雖ヒ  
 今廣口ニ入ル所ノ數多ノ音線ハ一ヲモ殘サス東聚シテ耳中ニ輸致ス  
 ルヲ以テ弱音ト雖ヒ能ク聽取スルヲ得ルニ至ルモノトス

〔音線屈折〕凡ソ音響一体ヨリ他体ニ進移シ而シテ其体中ノ音速ニ差  
 アルトキハ光論ニ於テ更ニ詳述スベキ定則ニ從ヒ必ス多少其進路ヲ  
 變易ス之ヲ音線ノ屈折ト云フ今其一例ヲ舉ケ之レヲ証明セシトス即  
 チ第十二圖ニ示スカ如ク炭酸瓦私ヲ充テタル護謨球〔甲〕ヲ懸ケ之レニ  
 接近シテ一ノ袖珍時辰儀〔ロ〕ヲ懸置シ球ノ他方ニ聽管ヲ置キ〔ハ〕ナル狹  
 口ニ耳ヲ接シテ聞クトキハ時辰儀ノ鳴音近隣ノ各處ニ於ケルヨリモ  
 甚々著シ是レ時儀ヨリ周方ニ發スル音線此球子ヲ透過スルノ際屈折

7

第二十圖



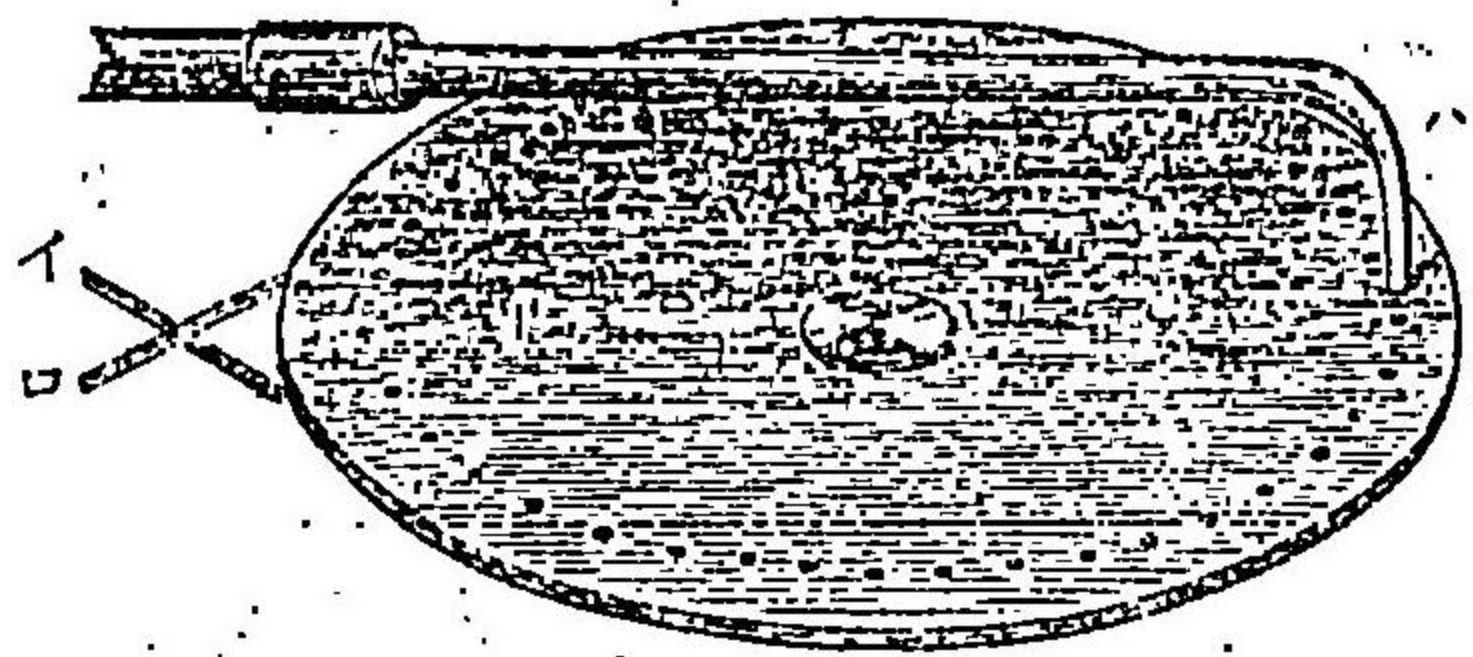
シテ聽管ノ廣口〔イ〕ニ入り〔ハ〕ニ東聚スルヲ以テナ

〔音ノ振動數並ニ波動ノ長徑ヲ知ルノ法〕

試驗ニ由テ音ノ振動數並ニ波動ノ長サヲ知ラン  
 ト欲セハ上篇ニ説述シタル遠心力驗器ヲ用ユヘ  
 シ此器ハ即チ大輪ノ廻轉ニ由リ小輪ヲシテ非常  
 ニ速ニ廻轉セシムルヲ得ルモノナリ今若シ其邊  
 緣ニ小齒ヲ具有スル所ノ圓板ヲ以テ小輪ノ軸ニ  
 固着シ之ヲ廻轉セシメ一葉ノ骨牌片〔或ハ佗ノ厚  
 キ紙片〕ヲ取り其齒ニ接スレハ鋭敏ナル一種ノ音  
 響ヲ發ス而シテ廻轉スルコト愈々急速ナレハ發スル所  
 ノ音亦愈々高シ是レ即チ齒ニ由テ生スル振動ノ爲メニ大氣中ニ波動  
 シ生シ耳ニ傳達スルヲ以テナリ凡ソ音響ノ振動數ハ夫ノ齒輪ノ齒數

ト其廻轉速トニ由テ算測スルヲ得ベキ者ニ齒輪ノ齒數ヲ三十二個  
 トシ一秒時中ニ廻轉スルヲ八回ナリトスレハ其音ノ振動數ハ一秒時  
 間ニ二百五十六ナリ蓋シ紙片ノ齒ニ觸ル、毎ニ一度ノ振動ヲ爲スヲ  
 以テ齒輪一廻轉スレハ三十二回振動シ八廻轉スレハ其八倍即チ二百  
 五十六回ノ振動ヲ爲セバナリ若シ又下文ニ説述スル所ノ裝置即チ「シ

第三十圖

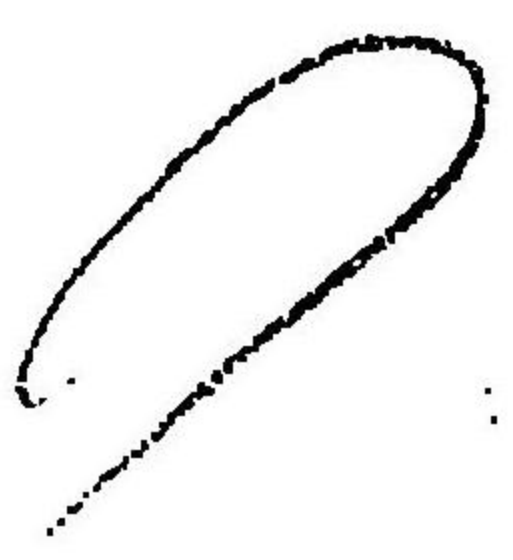


レ「子」ト名クル器ヲ以テスレハ更ニ清爽ナル音響ヲ  
 發ス即チ第十三圖ニ示スガ如ク此器ニ於テハ齒輪  
 ニ代ユルニ厚紙製ノ圓板「甲乙」ヲ以テシ而シ其邊緣  
 ニハ同一ノ距離ニ位スル多數ノ小圓孔ヲ有シ其孔  
 上ニ「ハ」ナル管ノ口端來リ接ス今「ハ」管ヲ通シテ斷ヘ  
 ズ大氣ヲ吹送シ一ノ飛輪「圖中ニ見ヘズ」ヨリ來ル「イ  
 ロ」ナル索繼ノ作用ニ由テ速ニ圓板「甲乙」ヲ廻轉セシ  
 ムレハ「ハ」管ヨリスル大氣ノ流通ハ衝突狀ニ間斷ヲ

爲シ之ニ由テ發起シタル振動即チ音響ヲ生ス而シ圓板ノ廻轉速ヲ増  
 減スルニ隨ヒ其音響亦高低隨意ノ音ヲ發スルヲ得ベシ  
 以上説述スル如ク「シレ」ト「子」ヲ使用スレハ音樂上ニ要スル所ノ各音ヲ  
 發生スルヲ得ベキガ故ニ音響ノ振動數並ニ波動ノ長サヲ算定スルニ  
 「シレ」ト「子」ヲ用ユルヲ以テ簡便ノ法ナリトス即チ先ツ或ル樂器例之ハ  
 「モノコールド」<sup>後ニ詳ナリ</sup>ノ弦ヲ打テ隨意ノ音ヲ發セシメ而シ適宜ノ廻轉ニ  
 由リテ「シレ」ト「子」ニ均一ノ音ヲ起サシム今例之ハ一分時間ニ「シレ」ト「子」  
 ノ廻轉スル數ヲ千四百四十ナリトシ而シ其穿孔ノ數ヲ十六ナリト假  
 定スレハ一分時間ニ大氣ノ振動スルヲ二萬三千〇四十(即チ 16.1440  
 || 23040)ナリ然ラハ則チ「モノコールド」ノ弦亦一分時間ニ振動スル  
 ヲ二万三千〇四十ナルヲ明チカナリ是故ニ六〇ヲ以テ二三〇四〇ヲ  
 除スレハ一秒時間ノ振動數即チ三百八十四ヲ得ベシ  
 上文ノ方法ヲ以テ種々ノ高低ヲ有スル音ノ振動數ヲ測定スルニ最モ低

振動の速さ  
 振動の長さ

音ニシテ尙ホ人耳ニ聴覺ヲ感起シ得ヘキモノハ一秒時間ニ八振ヲ爲  
 ヲ甚々高クシテ尙ホ聴聞ニ堪ユベキモノハ一秒時間ニ三万六千ノ振  
 動ヲ爲スト云フ然レニ音樂ニ要スル音即チ人耳ニ爽快ヲ覺フルノ音  
 響ハ四十振乃至四千振ナリトス  
 以上ノ方法ニ由テ或ル音響ノ振動數ヲ知ルコ容易ナルカ故ニ波動ノ  
 長徑ヲ知了スルモ亦難事ニアラサルヘシ如何トナレハ音ノ速力モ亦  
 己ニ上文ニ於テ明瞭ナルヲ以テ波動總論ニ於テ舉示セシ數式「 $v = \lambda f$ 」ニ  
 由レハ此式中未知ノモノハ只「 $\lambda$ 」ノミニシテ能ク及ヒ「 $v$ 」ノ之レヲ  
 轉算シ出クヌヲ得ヘケレハナリ即チ振動數「 $f$ 」ヲ以テ速「 $v$ 」ヲ除スレハ  
 其波動ノ長サ「 $\lambda$ 」ヲ得ベシ前文ニ舉示セシ振動數ハ三百八十四ナルガ  
 故ニ通常氣中ノ音速三百四十二ヲ除スルニ三百八十四ヲ以テスレハ  
 其波動ノ長サ即チ大凡ソ〇・八八メートルヲ得ルベシ  
 〔一處ニ定在スル所ノ大氣ノ波動〕 通常ノ調音器一個ヲ取り



其柄ヲ握リ之レヲ打ツニ發音スルコ甚々弱クシテ其鳴音ヲ聴識セン  
 トスルニハ之ヲ耳ノ直前ニ保持スルニ非サレバ能ハサルノ際第十四  
 圖ニ示スガ如ク一乃至一・五ツオルノ  
 第十四圖  
 廣サチ有スル一個ノ硝子圓筒ヲ置キ  
 一定ノ高サニ至ルマテ水ヲ注ギ其上  
 ニ調音器ヲ來タストキハ乍ラ其音ヲ高クシ著シク之レヲ聴取スルヲ  
 得ルニ至ル然レニ圓筒ニ水ヲ注グト過不及アレバ其氣柱ハ不適當ト  
 爲リ音響ヲ強クスルコナカルベシ又第十五圖ニ示ス如クスレバ其現  
 象尙ホ著明ナリトス即チ〔甲乙〕ハ五  
 第十五圖  
 象尙ホ著明ナリトス即チ〔甲乙〕ハ五  
 乃至六ツオルノ廣サチ有スル厚紙  
 製圓筒ノ下端閉塞シタル管ニシテ  
 其長サヲ隨意ニ増減スルガ爲メ〔乙〕部ハ〔甲〕部ヲ被ヒ互ニ相固着セルモ  
 ノナリ今〔丙〕ナル小鐘ヲ取り之ヲ鳴ラシテ管上ニ保持シ〔乙〕ヲ上下ニ進



退シテ氣柱ノ長ヲ適應ノ度ニ至レハ鐘ノ鳴音最モ著明ナリ此ノ如ク音響ノ強盛ト爲ルノ原因ハ即チ管中ノ氣柱自ラ一處ニ定在スル所ノ振動ヲ起シ之レガ爲メニ自鳴ヲ爲セハナリ今其理由ヲ説述スベシ即チ音響ノ波動若シ其一端ハ閉チ其另一端ハ開放セル管ノ開口ニ射入シ來リ管中ニ進行スレハ乍チ底面ヨリ反射ス然レモ此反射スル所ノ波動ハ更ニ進入スルモノニ撞着スルガ故ニ管ノ長サ若シ射入スル音響ノ波動長徑四分ノ一或ハ四分ノ三或ハ四分ノ五ナルキハ兩波動ノ集合作用イソフエレンツ即チ交叉ニ由リテ一處ニ定在スル所ヲ大氣波動ヲ生成ス今第十六圖ニ示セル管即チ(甲)ノ長サヲ以テ射入シ來ル所ノ波動長徑ノ四分一ト假定スレハ管口ヨリ下底ニ至リ而シテ復タ下底ヨリ口端ニ至ルノ行路ヲ共ニシテ全ク波動長徑ノ半ハチ爲ス故ニ管ノ口端ニ於テ會合スル所ノ射入波動ト反射波動ト其進路ニ差ヲ生シ其差波動長徑ノ二分一ニ當リ茲ニ射入波動ノ濃厚極度ト反射波動ノ稀薄極度ト共

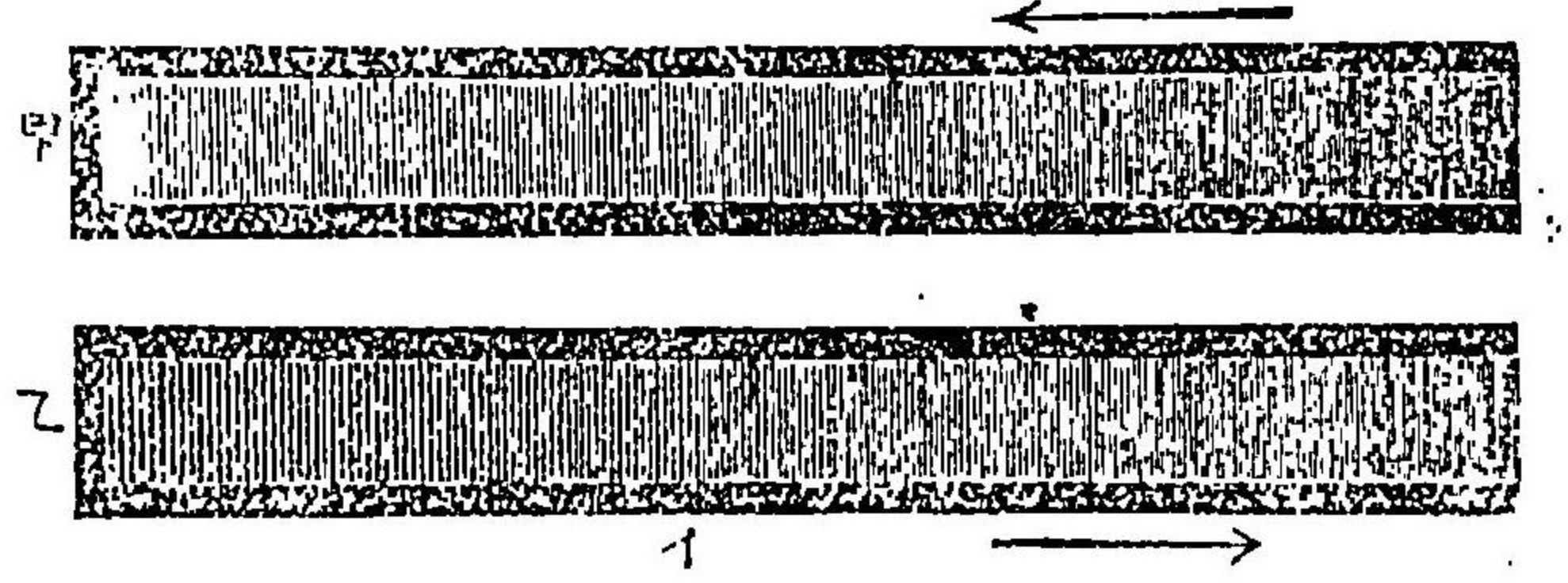
第 十 六 圖

ニ相會合ス是故ニ管ノ口端ニ於テハ決メ濃厚ヲ生スルコトナシ今更ニ各氣層運動ノ景態ニ注目スベシ即チ濃厚極度ハ管口ニ進入スルノ瞬間ニ於テ稀薄極度ハ之レヨリ進出ス此際管ノ下底ニハ稀稠ヲ生スルコトナク氣層ハ悉皆平均ノ景態ニアリ然レモ各部分ハ進入スル濃厚波動ノ爲メニ下底ニ向テ壓逐セラル而シテ反射スル所ノ稀薄波動ニ由リ更ニ運動シテ舊路ヲ還ルコト本圖ノ(丙)ニ示スガ如ク是レ既ニ前章ニ於テ説述シタル如ク凡ソ振動スル所ノ氣層ハ濃厚部分ニ於テハ音線ノ進行スル方向ニ運動シ稀薄部分ニ於テハ音線ノ進行スル方向ニ反對シテ運動スレハナリ是ニ由テ之ヲ觀レハ管中ニ於ケル各氣層ハ悉皆同時ニ

平均位置ヨリ下底ニ向テ運動シ而シテ各半振動ノ後再ヒ平均位置ヲ經過シテ同時ニ下底ヨリ遠サカル是故ニ管中ニ於ケル各氣層若シ同時ニ下底ニ向テ進行スルキハ本圖ノ甲ニ示ス如ク下底ニ於テ濃厚部ヲ生ス之ニ反シテ下底ヨリ遠サカルトキハ本圖ノ丙ニ示ス如ク下底ニ稀薄ヲ生ス(實際ニ於テハ各氣層例之ハ乙ノ(イロハニ)ノ景態甲圖ニ在テハ(イロハニ)丙圖ニ在テハ(イロハニ)ニ本圖ニ示ス所ノ現狀ヲ如ク著明ニ運動セサルヤ必セリ只左右ニ僅微ノ運動ヲ爲スノミナラシ然レモ若シ振動ノ景態ヲ以テ斯ノ如ク著大ナルモノト看做セサレハ圖上ニ於テ濃厚稀薄ノ區別ヲ明瞭ナラシムルコト能ハサザリ以テナリ

以上説述スル諸項ニ就テ之ヲ觀レハ管中ニ於テハ射入波動ト反射波動ノ交叉ニ由テ一處ニ定在スル所ノ大氣波動ノ發起シタルヤ明ラカナリ蓋シ管中ニ於ケル各氣層同時ニ下底ニ向ヒ或ハ同時ニ下底ヲ遠サカレバナリ第十七圖ハ上文ノ如ク一處ニ定在スル所ノ大氣波動ニ

第十 七 圖

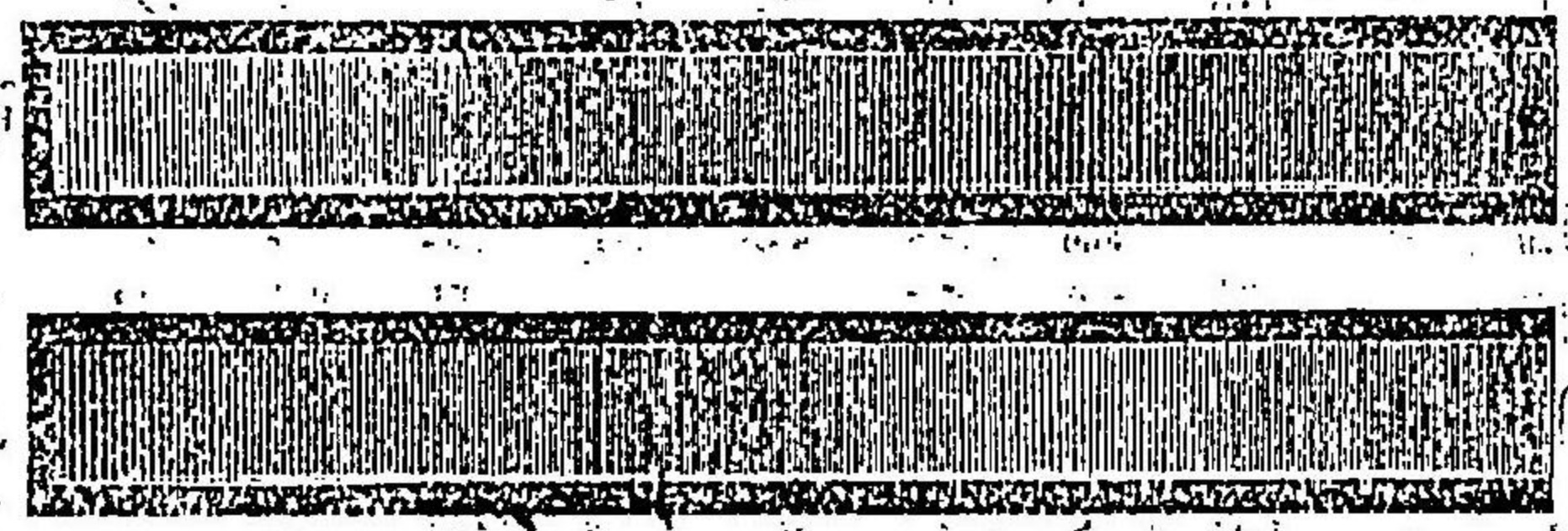


由テ生スル交互ノ稀薄濃厚ヲ了解スルノ爲メニ設ケタルモノナリ即チ大氣ノ各部分ハ其振動中管ノ下底ニ向テ運動シ進路ノ極點ニ到達シタルキハ乙圖ノ如ク其位置ニ濃厚ヲ生ス而シテ各氣層ガ下底ヨリ反歸シ半振動ノ後甲圖ニ示ス如キ位置ニ於テ稀薄ヲ生シ管ノ口端ニ在テハ終始著シキ濃厚或ハ稀薄ヲ見ルコトナシ然レモ茲ニ於テハ氣層ノ反復運動スルノ區域最モ廣シトス甲圖並ニ乙圖ニ於ケル箭ハ下底ニ稀薄濃厚ノ極度ヲ生スルノ際大氣ノ各部分何處ナル方向ニ運動スルヤヲ指示スルモノトス今若シ管ノ一點(例之ハ乙圖ノイ)ニ於テ孔ヲ穿テハ之ノガ爲メ一處ニ定在スル所ノ波動ヲシテ全ク休止セシムルコトナシト雖モ必ズ其生成ニ障礙ヲ受ク蓋シ氣層濃厚ヲ爲スノ際大氣其

7  
b

孔ヨリ遊出シ稀薄ヲ爲スノ際却テ大氣ノ流入スルコトナキヲ得ザレバ  
 ナリ然レモ其穿孔ノ位置愈々口端ニ近ツケハ障礙ヲナスコト亦愈々減  
 少ス蓋シ茲ニ於テハ稀薄濃厚ノ度甚々小ナレバナリ此ノ如ク一小孔  
 ナ穿ツト雖モ波動ニ障礙ヲ爲スガ故ニ若シ穿孔スベキ點ニ於テ全ク  
 管ヲ截斷スレハ障礙ヲ爲スコト尙ホ劇甚ナルベキハ固ヨリ論ヲ俟ザル  
 所ナリ是ニ由テ之ヲ觀レハ管中ニ於テ一處ニ定在スル所ノ大氣波動  
 ノ發起スルハ管ノ長サト射入シ來ル音響ノ波動長徑トノ間ニ一定ノ  
 關係ヲ有スルヤ明ラカナリ  
 上文ニ於テ論述セシ如ク凡ソ管ノ長サハ射入音響ノ波動長徑ニ比シ  
 テ其四分一ナルヲ要シタリキ然レモ管ト波動長徑トノ間ニ存スル比  
 例ヲ異ニスルモ亦其管中ニ於テ一處ニ定在スル所ノ大氣波動ヲ發起  
 スルヲ得ベシ凡ソ管中ニ於テ一處ニ定在スル所ノ波動ヲ發起セシメ  
 シニハ管ノ下底ニ近接スル氣層ノ振動ハ最小ニシテ交互ニ稀薄濃厚

第十八圖



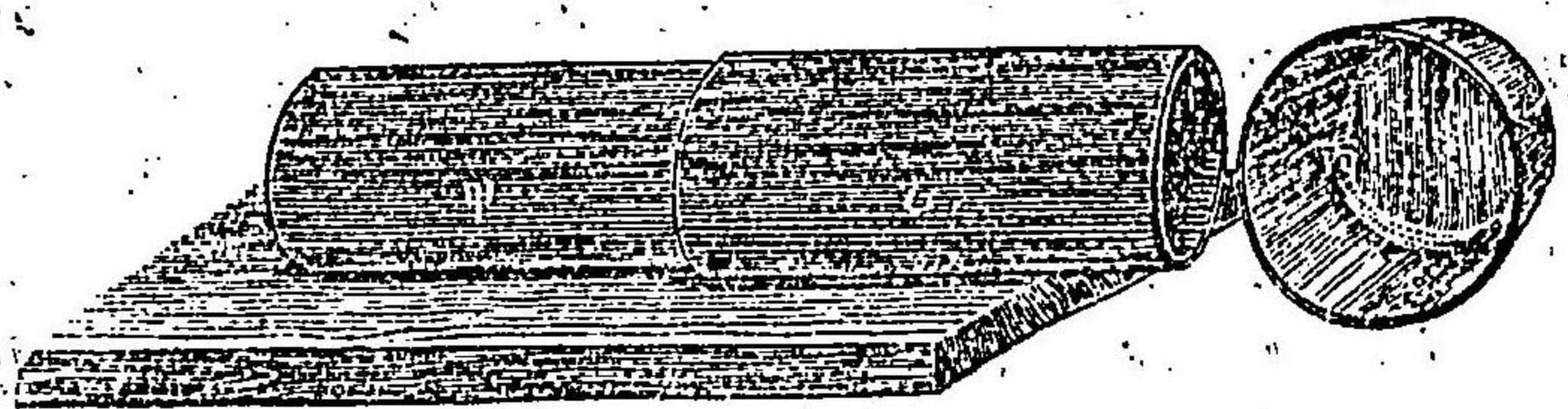
トナルヲ欠クヘカラス又管口ニ於テハ著シク濃厚稀薄ノ別ヲ生ス  
 へカラス是故ニ管ノ口端ニ在テハ反射波動ノ濃厚部ハ常ニ射入波動  
 ノ稀薄部ト會合シ或ハ之レニ反スヘシ此景況ヲ得ン  
 トスルニハ既ニ上文説述セシ如ク管ノ口端ヨリ下底  
 ニ至ル距離ハ波動長徑四分ノ一ニ奇數ヲ乘シタル者  
 イナルヘキヲ要ス即チ管ノ長サハ波動長徑ノ四分一四  
 分三四分五等ナルヲ緊要ト爲ス是レナリ第十八圖ハ  
 射入波動長徑四分ノ三ノ長サヲ有スル管中ニ於ケル  
 一處ニ定在スル波動ノ發起ヲ示スモノニシテ甲圖ニ  
 在テハ濃厚ノ極度イ點ヨリ稀薄ノ極度ハ管ノ下底  
 ニナリイ點ノ左方ニ位スル所ノ氣層ハ總テ同時ニ自  
 己ノ運動ヲ左方ニ始ルノ際イ點ノ右ニ位スル氣層ハ  
 總テ右方ニ運動ヲ始ム而シテ四分一ノ振動ノ後管中ニ

於ケル大氣ノ各層ハ全ク同一ノ稠度ヲ有シ更ニ四分一ノ振動ヲ爲セ  
 ハ乙圖ノ現狀ヲ得ベシ今下底ニハ稠厚ノ極度アリテ〔イ〕點ニ稀薄ノ極  
 度アリ此瞬間ニ於テ各氣層ハ再ヒ兩方ヨリ〔イ〕點ニ向テ運動ヲ始メ二  
 分一ノ振動ノ後復タ甲圖ノ景況ニ變ス即チ〔イ〕點ノ左右ニ位スル處ノ  
 氣層ハ或ハ同時ニ〔イ〕ヲ離レ或ハ同時ニ〔イ〕點ニ向テ進ム者ナリ然レモ  
 〔イ〕點ハ絶テ運動スルコトナシ即チ〔イ〕點ニ於ケル氣層ハ所謂振動ノ結節  
 ナ爲ス又氣層ノ振動スルコト最モ著シクシテ稀濃ヲ生セサル位置即チ  
 管ノ口端或ハ〔イ〕點ト管底ノ中央ヲ名ケテ振動ノ腹部ト爲ス

〔兩端共ニ放開セル管〕

前章所述セル處ハ一端閉塞シタル管中

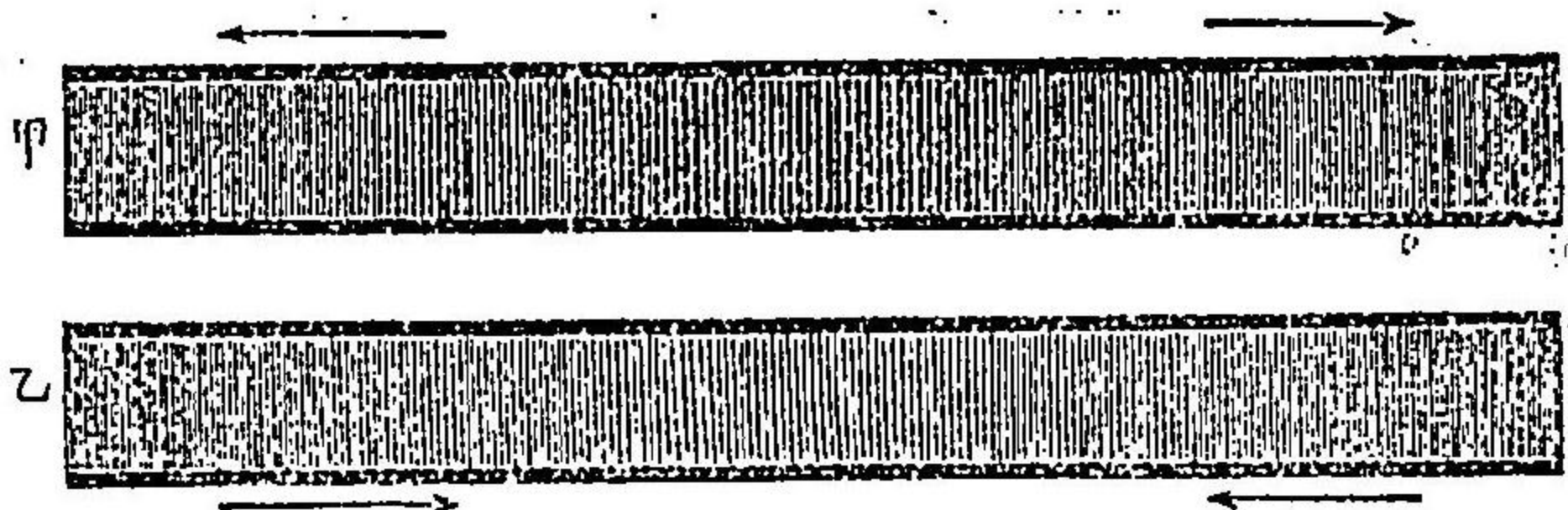
ニ於ケル一處ニ定在スル所ノ大氣波動ノ發起スル理由ノミナリシト  
 雖モ兩端開口シタル管中ニ於ケル大氣モ亦一處ニ定在スル所ノ振動  
 ナ發起スルコトヲ得ベシ然レモ今第十九圖ニ示スカ如ク隨意ニ進退スベキ  
 厚紙製ノ〔甲〕〔乙〕二管ニシテ既ニ第十五圖ニ示シタル者ト同一ノ直徑及



ヒ二倍ノ長徑ヲ有スルモノヲ取リ之レヲ机上ニ横タ  
 〔丙〕ナル鐘此亦第十五圖ヲ以テ示シタル試驗ノ用  
 ニ供セシモノヲ以テ其管前ニ保持シ胡弓ヲテ之ヲ磨  
 擦スレハ乍チ著ルシク鳴音ヲ發ス今若シ〔丙〕ナル鐘  
 ノ最低音ニ一致スル閉塞管ノ長サヲ示ス〔乙〕ヲ以テ  
 スルトキハ開口管中ニ存在スル大氣ヲ同一ノ音ヲ  
 以テ共鳴セシメシメバ其管ノ長サハ〔乙〕即チ二倍ノ長サ  
 サルヘカラス然ラハ則チ兩端開口シタル管ニ一致ス  
 ル所ノ最低音ノ波動長徑ハ管ノ長サニ倍ス今兩端開  
 口シタル管中ニ一處ニ定在スル所ノ波動ノ發生スル  
 理由ヲ下文ニ説述スベシ即チ或ル波動ノ濃厚部若シ  
 管ノ全徑ヲ通過シタル後佗ノ口端ニ進ミ來ルトキハ  
 壓縮セラレタル大氣ノ部分容易ク諸方ニ進出シ之レニ由テ稀薄ヲ生

其稀薄部ハ再ヒ管ノ進出口ニ進入シテ元來射入シタル音響波動ニ  
 反對スルノ方向ヲ取リテ管中ヲ經過ス此方法ニ據リ管ヨリ進出スル  
 所ノ稀薄音響ハ側邊ヨリ大氣ヲ來リ加ハルモノアルヲ以テ乍チ變形  
 シテ後方ニ運動スル濃厚波動ト爲ル但シ後方ニ反歸スル波動ハ元來  
 射入シタルモノ、如ク強大ナラズ然レモ斯ノ如ク後方ニ反歸スル所  
 ノ波動ハ更ニ進入シ來ル所ノ波動ト撞着シテ互ニ交叉チナスヘシ然  
 ルトキハ前章ニ詳説セシ理由ニ據リ管中ニ於ケル氣柱ハ一所ニ定在  
 スル所ノ大氣波動ヲ發起ス凡ソ其管ニ適當スル最低音ノ波動長徑ハ  
 必ス管ノ長徑ノ倍ナリ此ノ如クナレハ第二十圖ニ示ス如ク一個ノ振  
 動結節其管ノ中央ニ位シ其兩端ニ於テ各一個ノ腹部ヲ生ス甲圖ハ管  
 ノ中央ニ當リテ濃厚ノ極度ヲ爲シタル瞬間ヲ示スモノニシテ箭ヲ以  
 テ指示スル如ク管ノ中央ニ於ケル氣層ハ靜止ノ狀ヲ有スルノ際大氣  
 ハ中央ヨリ兩方ニ遠距スルノ運動ヲ始メ而シテ四分一ノ振動ヲ遂グル

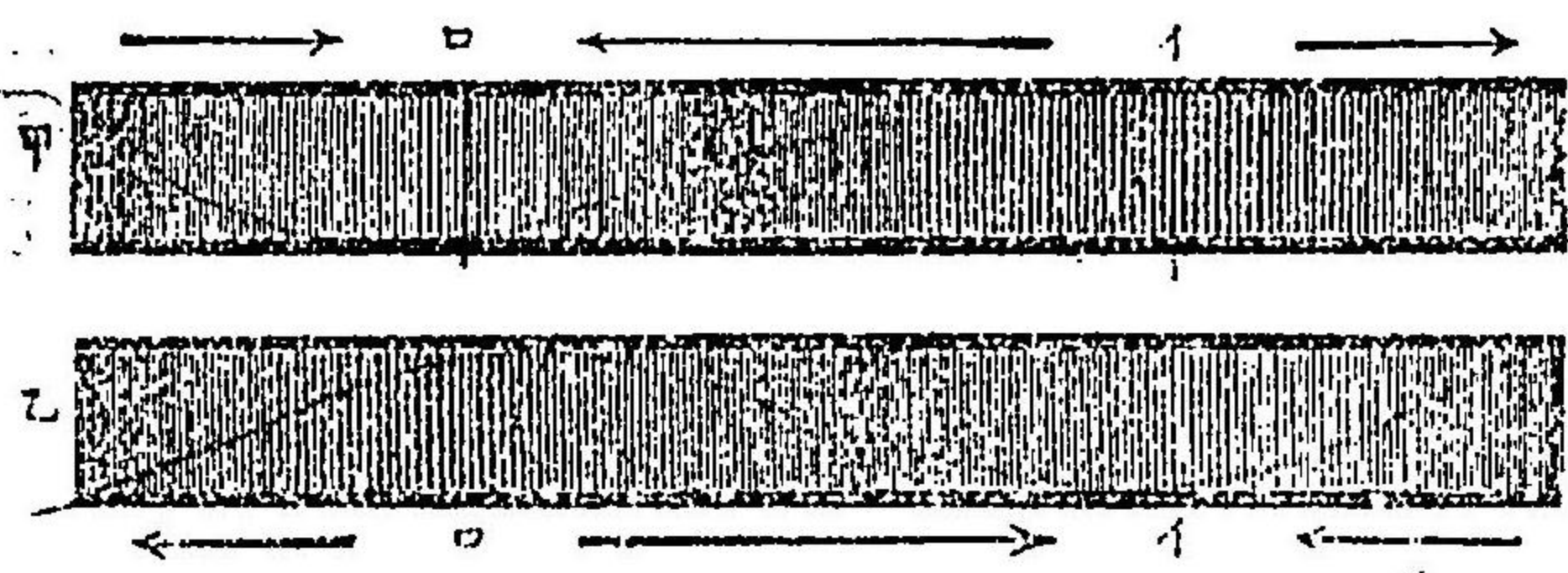
第二 十 圖



ニ在リ甲圖ニ示ス如クイ點ニ於テ濃厚ノ極度ニ達シタリトスレハ  
 乙點ニ於テ稀薄ノ部ヲ生シ之ニ反スレハ乙圖ニ示ス所ノ景態ニ變移

ノ後氣層ハ總テ其平均ノ景態ニ來ル即チ此瞬間ニ  
 於テ管中大氣ノ稠度ハ盡ト均一ナリトス此景態  
 ヨリ更ニ四分一ノ振動ヲ完了スレハ乙圖ニ示スカ  
 如ク管ノ中央ニ於テ稀薄ノ極度ニ達ス茲ニ各氣層  
 ハ再ヒ兩方ヨリ中央ニ向テ運動ヲ始メ更ニ間斷ナ  
 シ其波動ヲ及復スヘシ又兩端開口シタル管中ニ於  
 ケル氣柱ヲシテ一處ニ定在スル所ノ振動ノ景態ニ  
 來ラシメ尙ホ一層ノ高音ヲ發スル者ニ在テハ第二  
 十一圖ニ示ス如ク中央ニ一個ノ腹部ヲ生シイ及ヒ  
 乙點ニ於テ結節ヲ爲ス而シテ此二個ノ結節ハ兩ツナ  
 カラ管ノ兩端ヨリ隔クル其管ノ長徑四分一ノ距

第二十二圖



鳴發音スル所以ハ口端ヨリ流入スル所ノ大氣管ノ一定部ニ於テ屈折スルニ因リ其衝突ノ爲メニ波動ヲ成生シ其波動ノ管底ニ到達スルヤ

ス此ノ如キ音響ノ波動長徑ハ管ノ長サニ等シ而シテ此音響ノ振動時間ハ管ノ第一音[最低音]ノ時間ニ半ハスルモノトス

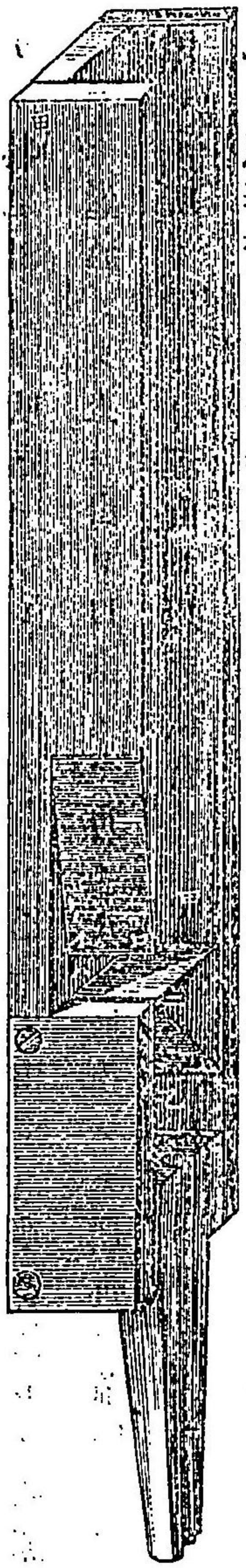
〔琴風管〕

或ル管中ニ包有セラレタル大氣ヲシテ一處ニ定在スル所ノ振動ヲ發起セシメント欲スルニハ(即チ大氣ヲ自鳴セシムルヲ云フ)必シモ發音体ヲ管前ニ近クルヲ要セズ蓋シ大氣ハ十全ナル彈性体ニシテ音響ハ即チ彈力体ノ振動ナルヲ以テナリ今風琴管即チ大氣ノ自鳴シテ發音スルモノニ就テ其一例ヲ見ルヘシ此風琴管ハ第二十二圖及ヒ第二十三圖ニ示ス所ノ形狀ヲ有スルモノニシテ其自

第二十三圖



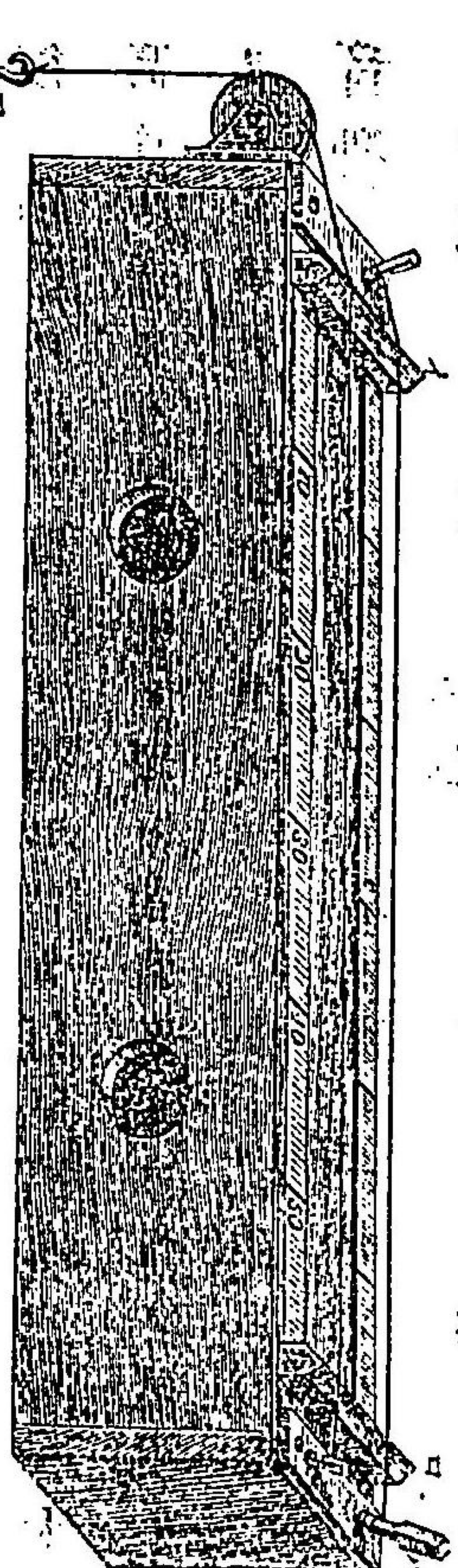
第二十四圖



在テ反射以テ更ニ進入シ來ル所以波動キ交叉シ一處ニ定在スル所ノ正整ナル振動ヲ爲スニ在リトス通常風琴管ノ部分ヲ大別シテ三トス曰ク足部曰ク口部曰ク管部是ナリ管部ハ或ハ開放セルア第二十二圖ハ即チ錫製之風琴管ヲ示スモノニシテ[甲]ハ管部[乙]ハ足部ナリ管部ハ其下端ノ前面ニ於テ所謂口部即チ孔穴[イ]ヲ具有ス而シテ管部ト足

部トハ薄キ錫版ニ由テ分隔セラル然レモ其板即チ管部ノ底面ヲ成ス  
 モノノ前角ト足部ノ前面トノ間ニ狹少ナル間隙ヲ存ス足部ニ於テ吹  
 送セラレタル大氣此間隙ヨリ流出シ口部ノ上角ニ衝抵シテ屈折シ甲  
 甲ナル管中ニ於ケル氣柱ヲシテ一所ニ定在スル所ノ振動ヲ爲サシム  
 第二十三圖ハ木製風琴管ノ造構ヲ示スモノニシテ即チ該器ノ縱截面  
 ナリ其足部ヨリ吹送セラレタル大氣ハ乙ナル室中ニ來リ狹少ノ間隙  
 ハニテ通過シテ上ニ出テ口部ノ上角イロニ抵衝シテ屈折シ前圖ニ説  
 述セル所ト同一ノ理由ヲ以テ發音スル者ナリ  
 凡ソ風琴管ハ同一ノ器ニシテ高低種々ノ音ヲ發スルモノナリ一ノ風琴  
 管ヨリ發スル所ノ最低音ヲ名ケテ其第一音（原音）ト云ヒ大氣ヲ送入ス  
 ルノ強盛ナルニ由テ發スル所ノ高音ヲ名ケテ上音ト云フ今若シ閉塞  
 セル管ノ長サヲ示スニ乙ヲ以テスルトキハ其管ヨリ發スル原音ノ波  
 動長徑ハ即チ四乙ナル其理既ニ其高音ノ波動長徑ハ三分ノ四乙五分

乙四乙七分ノ四乙等即チ原音ノ波動長徑ヨリ短キヨ三倍五倍七倍ナリ  
 又開放セル管ノ長サヲ示スニ乙ヲ以テスルトキハ其原音ノ波動長徑  
 ハ二乙ニシテ即チ開管ノ高音ノ波動長徑ハ二分ノ三乙三分ノ二乙四分ノ  
 三乙等ニシテ即チ開管ノ高音ノ波動長徑ハ其原音ノ波動長徑ヨリ短  
 キ一乙倍三倍四倍ナリ  
 其長徑ニ比シテ其口徑ノ廣濶ナル管ハ只強ク狹管中ニ大氣ヲ送入ル  
 際ニ於テノ順序次ノ高音ニ變移スヘキ原音ヲ發ス又通常之ニテ實際  
 ニ見ル可カラサル如キ甚ク狹管ニシテ且ツ長キ管ハ決シテ其管ノ長  
 徑ニ應ズル所ノ原音ヲ發セス大氣ヲ送入スルハ太ク弱少ナルモ己ニ  
 高音ヲ發スヘシ此等ノ理ハ前章及ヒ本章ノ諸項ヲ熟解セム更ニ多言  
 ヲ費サスシテ明瞭ナラン  
 〔音響ノ對稱〕○樂音前章説述スルカ如ク凡ソ音響ハ之レヲ發ス  
 ル物体ノ長短ニ從テ前章ニ於テ長短高低ノ差ヲ生ス今其理ニ據リ音響ノ



對稱即チ樂音交  
互ノ關係ヲ論述  
セント欲ス此目  
的ニ供スル諸件  
中最モ單簡ニシ

テ了解シ易キモ以テ緊張シタル弦線ヲ用ユル法ナリトス例  
之ハ第三十四圖ニ示ス所ノ「モノヨルド」ノ義  
其ノ線或ルニ定以度ニ緊張シ其全長徑ヲ振動セシメテ發スル所ノ  
音ヲ第一音〔原音〕ト爲ス今琴柱ヲ以テ弦ノ正中ヲ支エ更ニ其弦ヲ振動  
セシメテ發スル所以音ヲ第八音<sup>オクターブ</sup>ト名メテ而シテ此音ハ前章ニ記述スル  
所ノ理由ニ基ツキ第三音ニ此倍數ニ倍數ニ振動ヲ成ス此兩音ノ間ニ  
ハ尙ホ順次ニ序列スル所ノ六音アリテ皆十人耳ニ爽快ヲ覺フルノ音  
〔即チ樂音〕ナリトス今第一音ヲ發スル時弦ノ長徑ヲ一位トシテ各々記

号ヲ以テ其長短ヲ比較スルコト左ノ如シ

$C_1 / D_{3/2} / E_{4/3} / F_{3/2} / G_{3/2} / A_{4/3} / H_{3/2} / C_2$

(時辰)

而ノ其振動數ハ弦ノ長サニ倒比ス即チ

$C_1, D_{3/2}, E_{4/3}, F_{3/2}, G_{3/2}, A_{4/3}, H_{3/2}, C_2$

又第一音ノ振動數ヲ以テ二十四ト定メテトキハ即チ左ノ對稱ヲ得

$C, D, E, F, G, A, H, C$

凡ソ樂音ハ各個獨自ニ特發シテ入耳ニ爽快ヲ感スルモノニアラス

二音同一時ニ發シテ爽快ヲ覺ラモツア亦名ケテ和音ト云フ例之ハ第一

音ト第三音ト同時ニ響クカ如シ又二音同時ニ發シ却テ不快ヲ感スル

爲スモノアリ名ケテ乖音ト云フ例之ハ第二音ト第七音ノ如シ又三音

共鳴シテ快音ヲ發スルモノアリ名ケテ協律ト云フ例之ハ第一第三第



其... 五音同時ニ發スルモノ、如シ...

第... [緊張シタル弦線]之レヲ打撃シ或ハ胡弓ヲ以テ之...

第... 以テ摩擦スル等ニ因テ緊張セル弦線ヲシテ其平均ノ景...

第... 態ヲ失フシルルキハ一處ニ定在タル振動ノ景態ニ變移...

第... 其最モ單ニナルハ即チ第三十五圖ニ於テ示スカ如キ...

第... ノ位置ヲ示シ「イニハ、ホロ」及「ヒニハ、ホロ」ハ振動ノ際平均點...

第... 其距離極度ノ位置ナリ振動ノ際ニ在リテハ弦線ノ各小...

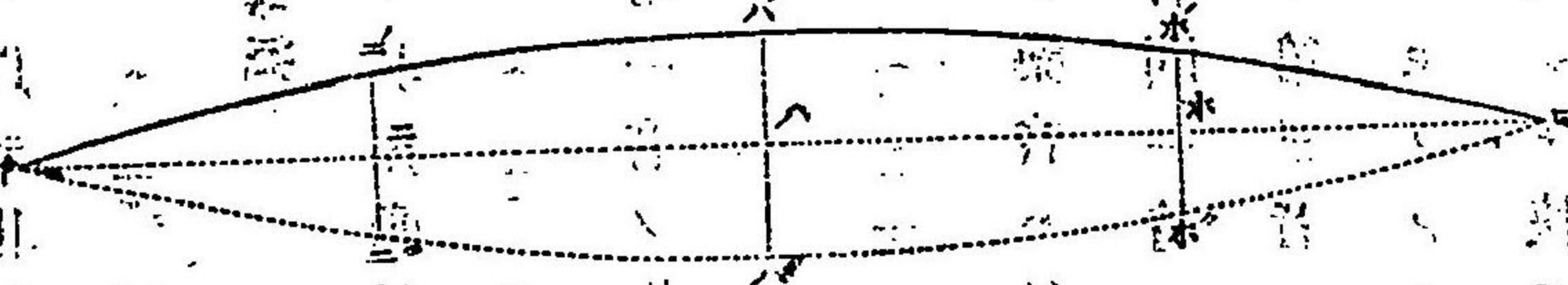
第... 部分ハ同時ニ或ル一方ニ到リ而シテ復々平均點ニ歸リ更...

第... 他ノ一方ニ赴キ反復其期ヲ差フコトナシ凡ソ一處ニ定在...

第... スル振動ノ景態ニアル所ノ緊張セル弦線ノ各部分ハ必ス...

第... 同時ニ其振動ヲ遂クル者ナリト雖モ其部分ノ異ナルニ從テ...

第... 平均點ヲ違ハルコト甚ク不同アリトス上文ニ説述セル場合...



第... 於テ弦ノ正中「ハ」ハ其間ニ在テ最モ大ナル斯ノ如ク...

第... 振動ノ景態ニアル所ニ弦線中其平均點ヲ違ハルカ...

第... 其最大ナル部分ハ即チ腹部ノナリトシ又弦線ハ全長徑總長同...

第... ナル振動ノ景態ニ在リテ許多ク部分各...

第... 其景態ヲ異ニスル所ノ振動ヲ爲スモ亦之ニ例之ハ...

第... 第二十六圖ニ示スガ如ク琴柱ヲ以テ弦線ニ「支點」支ニ兩...

第... 部分ノ長徑ヲシテ「二」ノ對稱ニ在ラズ以テ其短ナル部分...

第... 全徑ノ三分一其長キ部分ハ三分ノ二ヲ領セシメ胡弓ヲ...

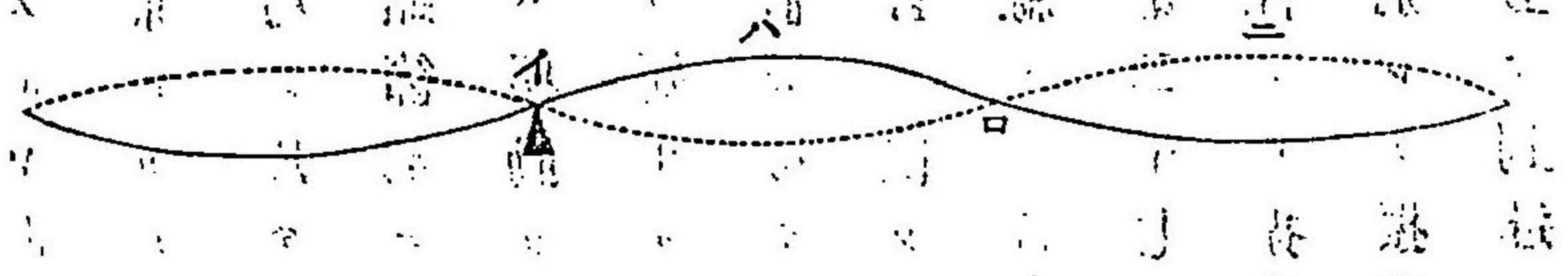
第... 以テ短部分ヲ摩擦スルハ其振動ノ景態本圖ニ示ス所ノ現狀...

第... 爲シ「イ」ナリ支點ノ位尚ホ「支點」ニ於テ振動セサル部分即...

第... 生シ而シテ摩擦セシタル部分ニ生シタル腹部ハ他...

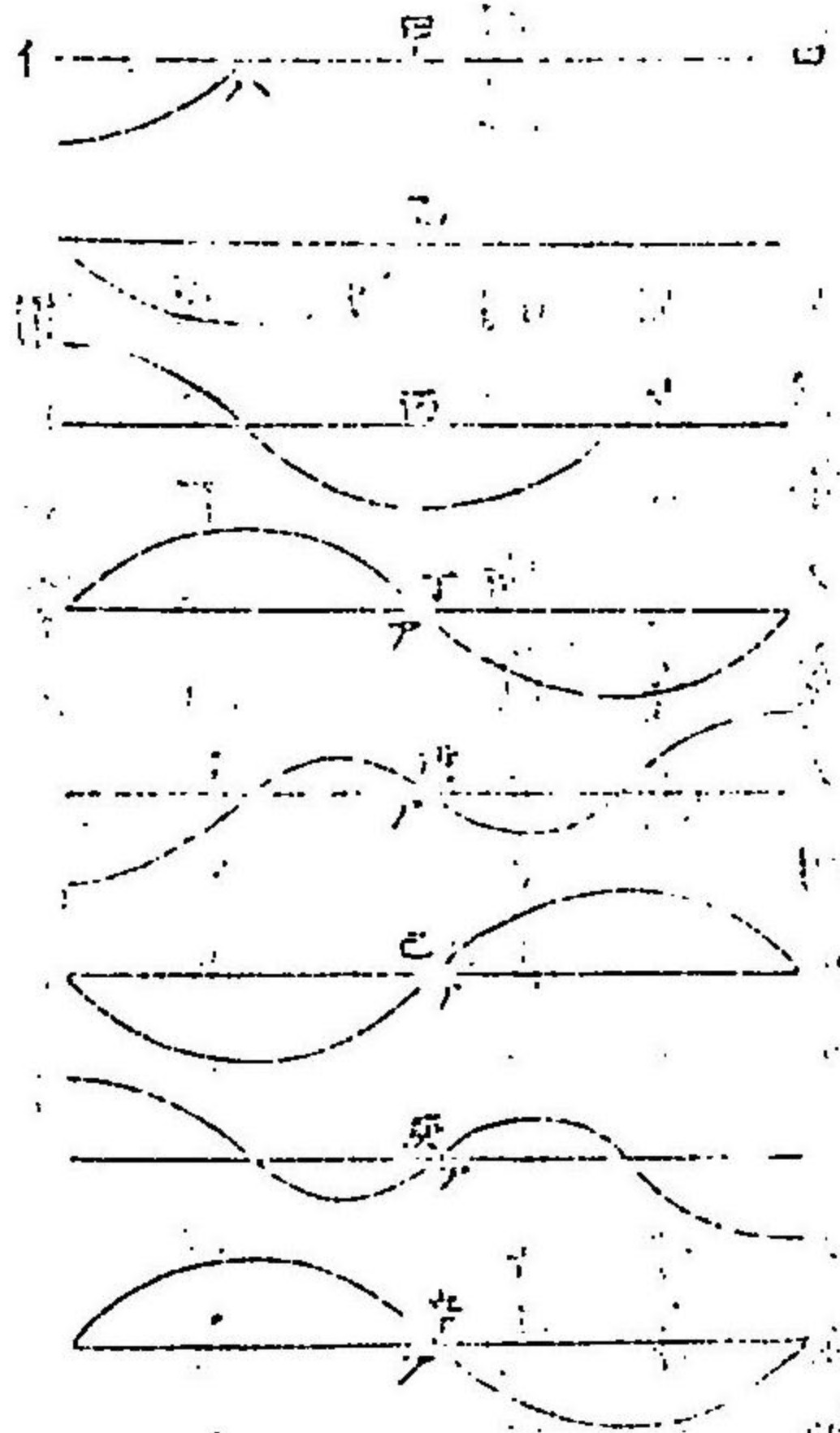
第... 點及「支點」ニ於テ更ニ二個ノ腹部アリ右ノ如ク各部分...

第... 振動ヲ爲シ腹部及「支點」等ノ明較ナル區別ヲ...



有スルヤ否ヤヲ試驗的ニ確證セント欲セハ紙片ヲ以テ上篇第百九圖  
 ニ示シタル形狀ノ小鉤子ヲ造リ其ノ結節部及ヒ腹部ニ跨ルセシメ  
 胡弓ヲ以テ弦線ヲ振動セシムルハ腹部上ノ紙片ハ悉皆躍上シテ墜落  
 シ結節部ニアルモノハ依然下ノ弦上ニ存留スルヲ見ル然ラハ則チ腹  
 部ハ振動スルヲ著シクノ結節部ハ振動スルコトナキヲ明ラカナリ又弦  
 線ノ短ナル部分ヲシテ全徑ノ四分一五分一等ナラシムルハ其琴柱ノ  
 位置ニ從テ同様ナラス而シテ其結節部ト腹部トノ數亦同ニナラサルヤ  
 贅言ヲ俟タス右ニ記スル如ク數個ノ部分ニ別レタル振動ヲ爲ス所ノ  
 弦線ハ其部分ノ多少ニ從ヒ各其音ニ高低アルヤ是レ亦多辯ヲ要セス  
 今第二十七圖ニ由テ數個ノ部分ニ別レテ振動スル所ノ弦線ガ一處ニ  
 定在スル振動ヲ爲スノ理由ヲ說明セントス即チ弦線ノ全徑ハ二部分  
 ニ別レテ振動スルモノナリト假想スレバ一端甲圖ヲヨリ他端乙圖ニ  
 振動ノ到達スルニキ四分一時間ニシテ其振動ハ弦線全徑ノ四分一ヲ經

第二十七圖



過シ即チイヨリハニ到ル更ニ  
 四分一時間ヲ費ヤセハ乙圖ニ  
 示ス如ク全徑ノ半ハニ達シ此  
 ノ如クシテ一定時間内ニ一端  
 ヨリ他端ニ到レハ丁圖ノ狀ヲ  
 現ハシ而シテ次ノ一定時間ハ四

分一時間ヲ經ルハ戊圖ノ現狀ニ變シ更ニ四分一時間ヲ費ヤセハ己圖ノ狀  
 ニ變ス此ノ如ク次ヲ逐フテ其一定時間ヲ過レハ全ク辛圖ノ狀ヲ現ハ  
 スヘシ是ニ由テ之ヲ觀レハ部分ニ別レタル振動ヲ爲ス所ノ弦線ガ一  
 處ニ定在スル振動ヲ爲スハ一端ヨリ他ノ一端ニ進達シタル振動ノ反  
 射スルモノト更ニ進行スルモノトイ交叉スルヲ以テナリ而シテ本圖ニ於  
 テハア點ニ一個ノ結節ヲ有スルノミ此理ヲ領會セハ數個ノ結節ヲ生  
 スルノ理由ヲ推明スルモ亦容易ナルヘシ

凡ソ緊張シタル弦線ノ振動ニ就テ緊要ナル三條ノ定則アリ即チ之レヲ左ニ舉示ス

第一 弦線ノ振動數ハ其長サニ倒比ス(例之ハ一弦琴ノ弦線ヲ緊張スルノ度ハ同様ニシテ之レヲ全徑ノ二分一、三分一或ハ四分一ノ長サニ變シ振動セシムレハ同時間ニ二倍三倍或ハ四倍ノ振動ヲ遂クルナルヘシ)

第二 弦線ノ振動數ハ緊張ヲ起ス所ノ物體重ノ平方根ニ正比ス(即チ弦線ノ長サハ同一ニシテ之レヲ緊張スル重量四倍九倍或ハ十六倍ナルトキハ弦線ノ振動數ハ二倍三倍或ハ四倍ナリ)

第三 同一ノ物質ヨリ成レル各弦線ノ振動數ハ其太サニ倒比ス(例之ハ其直徑一ト二ノ對稱ヲ有スル同長徑ノ鉄線二條ヲ取り緊張ノ度ヲ同シテ之ヲ振動セシムレハ一ノ直徑大有スル

モノハ二ノ直徑ヲ有スルモノニ比スレハ同時間ニ於テ倍數ノ振動ヲ爲ス)

今一秒時間ニ完了スル所ノ弦線ノ振動數ヲ示スニ(α)ヲ以テシ(β)ヲ以テ弦線ノ長サヲ示シ其直徑ヲ(d)ト爲シ緊張ノ度ヲ(S)ト爲シ(A)ヲ以テ其物質ニ屬スル一定ノ係數ヲ標スルキハ左ノ數式ヲ得ル

$$\alpha = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{A \cdot \beta}}$$

但シ(A)ナル係數ハ物質ニ關シテ變化スベシ、然レモ此ノ數式ニ於テ緊張シタル弦線ノ振動ニ就キ其緊要ナル定則ヲ試驗的ニ確證セント欲セハ已ニ第二十四圖ニ示シタル所ノ(モノコルド)ヲ使用スルニ此器ハ(イ)或ハ(ロ)ナル琴柱ヲ以テ隨意ニ其長短ヲ増減シ(ハ)ナル金屬ノ螺旋ニ由テ緊張ノ度ヲ變セシムルヲ得ルモノナリ此器ヲ使用スルノ際其緊張ノ度ヲ知ルニ手ヲ以テ弦線ヲ卷纏スルノ緩急ニ由テ推察スルハ誤認ナキヲ免レヌ是故ニ緊張ノ度ヲ確定スルニハ他ノ方法ヲ要ス即

其弦線ハ一端ノミ緊着シ他ノ一端ハ放下シ其末端ニ重物〔甲〕ヲ懸垂  
シ其重量ヲ増減スルノ法ヲ佳トスヘシ

響圖

凡ソ金屬ノ如キハ之レヨリ製出セル線  
條ヲ緊張シテ振動セシムルニ由テ發音スルノミナラ

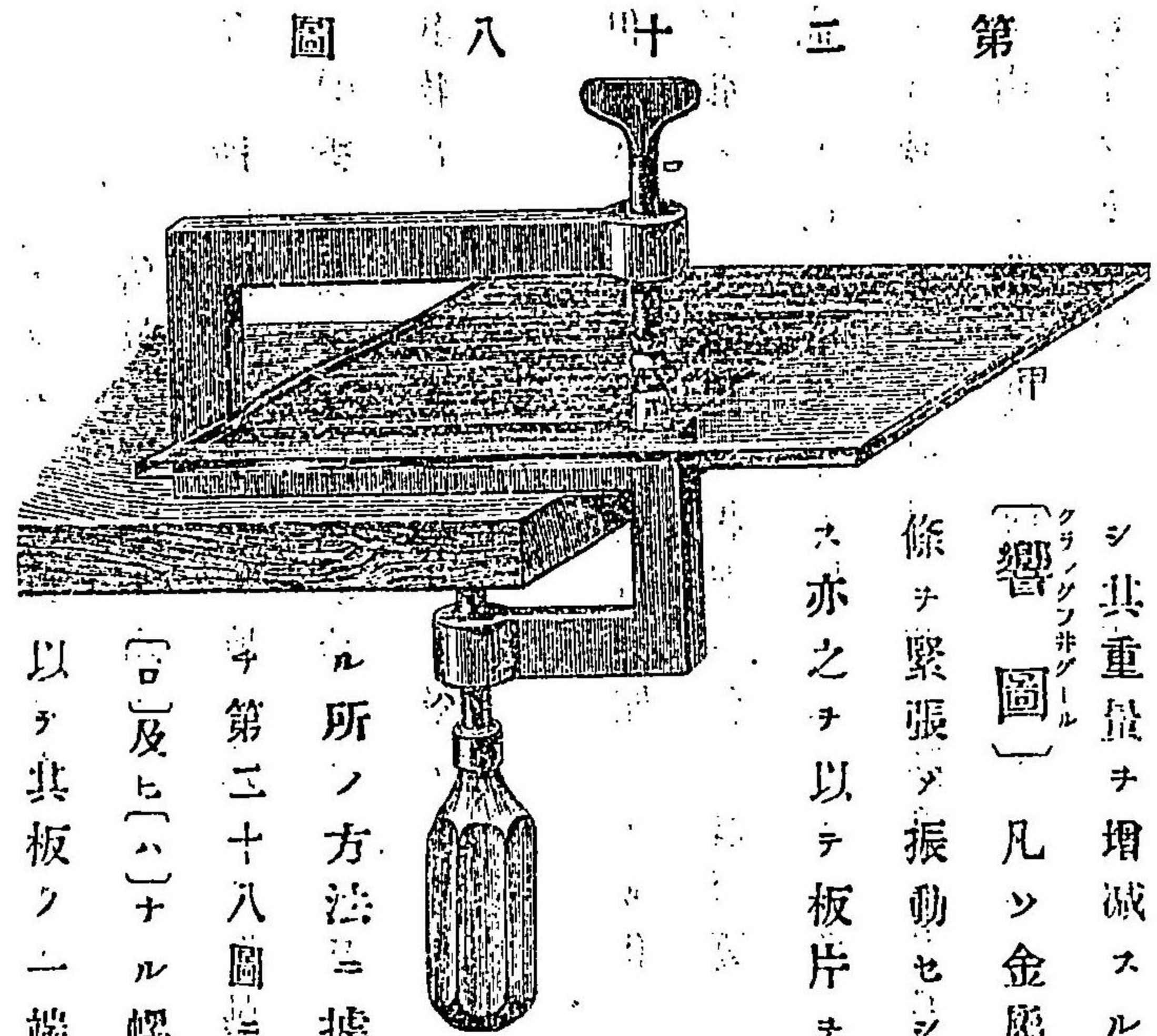
ス亦之ヲ以テ板片ヲ製シテ振動セシムルモ能ク一様  
ニ音響ヲ發シ結節部等ヲ生ス

ルノ景況モ亦線條ト差異アル  
ヲナシ此ノ如キ板片ヲ振動セ

シトシト欲セハ下文ニ説述ス  
ル所ノ方法ニ據ルヲ以テ最モ簡便ナリトス即

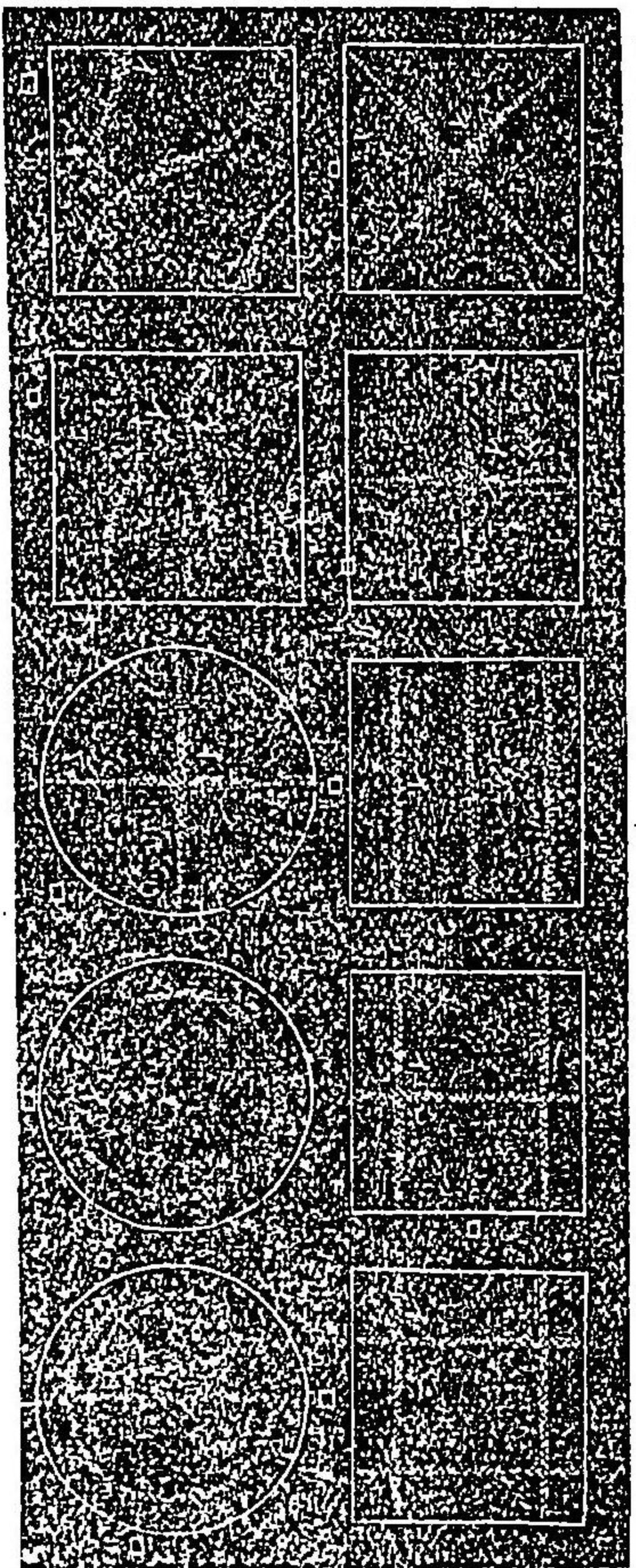
チ第二十八圖ニ示スカ如ク〔甲〕ナル板片ヲ取り  
〔乙〕及ヒ〔ハ〕ナル螺旋ニ由テ〔イ〕點ニ固定シ胡弓ヲ

以テ其板ク一端ヲ摩擦スレバ振動ヲ起シ發音



第十圖

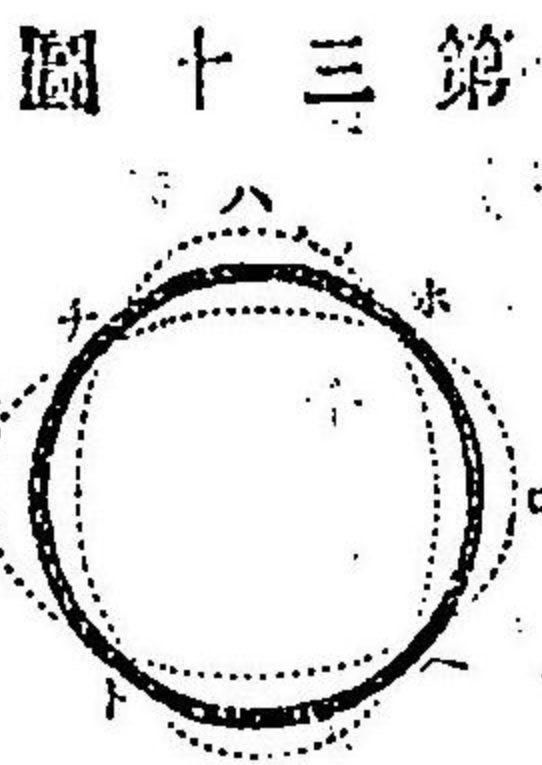
スルコト恰モ引張シタル線ニ於ケルカ如シ此方法ヲ以テ振動セシムル  
ハ木板硝子板金屬板ヲ論セス其板片ノ形狀ハ三角四角圓形楕圓等ナ  
ルニ關セス總テ能ク發音スルモノナリ而シテ振動スル所ノ板片ハ弦  
線ニ等シク其音或ハ高ク或ハ低シ而シテ此板片ハ所謂結節線ニ由テ各  
部ニ分ル其振動スル所ノ部分ノ大サ即チ廣袤ハ其音愈々高クシテ愈  
々減少シ結節線ハ愈々其數ヲ増加ス今實驗上ニ此結節線ノ有無ヲ徵  
證セント欲セハ板片ノ上面ニ乾燥セル極微ノ砂粒ヲ撒布シ板片ヲシ  
テ振動セシムルハ砂粒飛躍シ終ニ線條ヲ成シテ集積スルヲ第二十九  
圖ニ示スカ如ク此線條ハ即チ結節線ニシテ其形狀ハ胡弓ヲ以テ摩擦ス  
ルノ方法ヲ異ニスルニ隨ヒ各々一様ナラズトス即チ本圖ニ於テ示ス  
所ノ拾個ハ各々其狀ヲ同フセスト雖モ〔イ〕點ニ指頭ヲ觸レ〔ロ〕點ヲ摩擦  
スレバ容易ニ之レヲ得ヘキモノナリ斯ノ如クシテ得タル所ノ圖形ハ  
其發明者ノ名ニ依リラドニ一氏ノ圖紋ト云フ



凡ソ各種ノ鐘  
ハ上文ニ説述  
シタル板片ノ  
變形セルモノ  
〔即チ屈曲セル  
モノ〕ト看做シ  
得ヘグシテ其

一點ヲ衝突スルカ或ハ胡弓ヲ以テ其邊縁ヲ一點ヲ摩擦スルハ能ク發音スルハ人ノ常ニ通知スルカ如シ抑モ鐘ノ發音スルヤ其際全体ノ各部分振動スルコトヲナスシテ必ズ振動セサル部即チ結節線アリテ存ス此結節線ハ通常四條ニシテ其各條ハ鐘ヲ懸垂スルノ點ニ在テ互ニ相交又ス今實驗的ニ鐘ノ結節線ヲ証明セン下欲スレバ硝子製或ハ金屬製ノ小鐘ヲ取リ適度ニ水ヲ盛リテ其鐘ヲ發音セシムレバ水面ノ水部分飛

躍スト雖モ必ズ一消滴モ飛動スルコトナキノ部四個アルヲ見ルハ此部ハ即チ鐘ノ結節線ナリ今振動ノ景態ニアル所ノ鐘ハ什麼ナル變況ヲ爲スニ據リ四個ノ結節線ヲ有スルヤノ理由ヲ下文ニ説述セントス即チ第三十圖ニ示ス所ノ圈線ハ鐘ノ圓周ニ大サトシ一度之ヲ衝突シテ振動セシムレバ始メ楕圓形〔イロ〕ニ變シ次ニ又原形ノ圈狀ニ移リ再ヒ楕圓形〔ハヨ〕ニ變ス斯ノ如クシテ其振動ヲ反復スト雖モ〔ホトトチ〕ノ點ニ決シテ動シヨナカルヘシ是ニ由テ之レテ觀レハ凡ソ鳴鐘ノ振動スルニ當テ四個ノ結節線ヲ生ヌルノ理果々明ヲカナリ又人工ヲ以テスレハ數多ノ結節線ヲ生成セシムルヲ容易ナルベシ即チ適宜ノ距離ニ於テ指ヲ以テ微ニ鐘ノ二局部ヲ壓シ胡弓ヲ以テ此三局部ノ中央ヲ摩擦スルカ如キ是レナリ



〔線ノ長軸ニ沿フ所ノ振動〕 前ノ諸章ニ於テ説述セシ弦線等ノ振

動ハ其軸ニ直角ノ方向ヲ爲スモノ、ミコ止マリト雖凡ソ線ノ振動ハ獨リ其軸ニ直角ヲ爲スノミニアラズ其長徑ニ沿テ振動スルヲ得ヘキ、恰モ管中ニ存在スル大氣ノ振動ノ如シ斯ノ如キ振動ヲ起サシメント欲セハ緊張シタル弦線ヲ非常ノ銳角ニ於テ胡弓ニテ摩擦シ之レテ振動セシムルカ或ハ濕手ヲ以テ硝子管等ヲ摩擦スル等ニ因ルヘシ

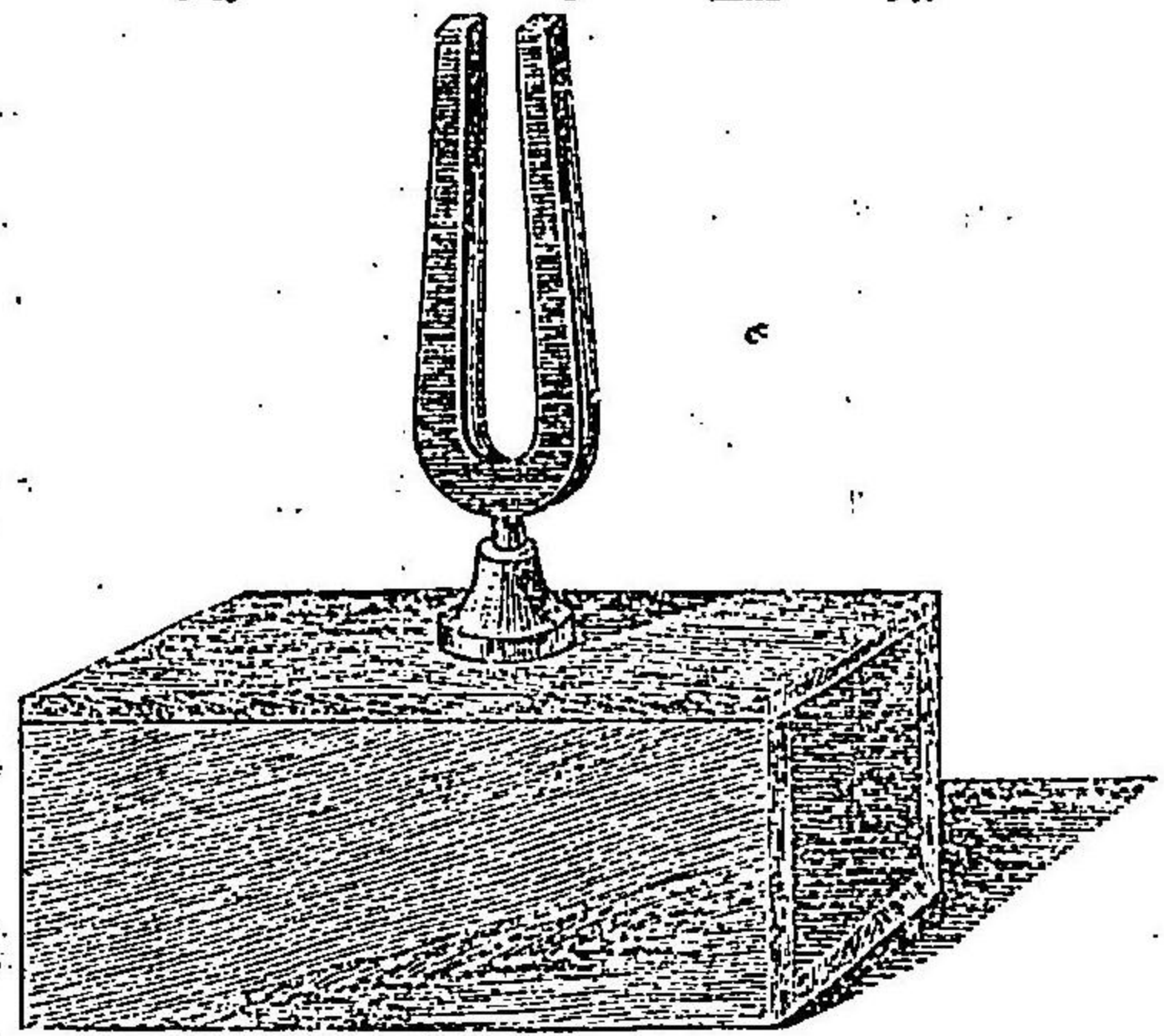
〔レヅナンツ 共鳴ニ因テ音ヲ〕<sup>スチムガール</sup>調音器<sup>後章</sup>ヲ取り之ヲ打撃シ或ハ胡弓ヲ以テ之ヲ摩擦スルニ只微弱ナル音ヲ發シテ殆ント之レヲ聽取スルヲ能ハス今之レヲ机上ニ豎立スレハ大ニ其音ヲ強大ナラシメ容易ニ聽取スルヲ得ヘキニ至ル是レ即チ調音器ノ振動ハ机ノ木質ニ傳達シ共ニ振動スルヲ以テナリ斯ノ如クシテ音響ノ強大ト爲ルヲ名ケテレヅナンツト云フ凡ソ共鳴ニ由テ調音器等ノ音ヲ尙ホ強大ナラシメント欲スルニハ適度ノ大サヲ有シテ<sup>適度ノ大サトハ音波ノ長徑能ク筐中ノ氣柱ニ適スルノ度ヲ</sup>

云或ル一方ニ開口シタル小筐ヲ取り之レニ調音器ヲ豎立セシメテ之レヲ振動スレハ其音ノ強大ナルヤ机上ニ豎立セシ時ニ比スレハ遙カニ勝レリ是レ調音器ノ振動管ニ木質ニ傳達スルノミナラス亦筐中ニ存在スル所ノ氣柱ニモ波及シ共ニ一處ニ定在スル振動ヲ爲スヲ以テナリ凡ソ琴箏等ノ如キ樂器ニ木製ノ支臺ヲ設クルハ此共鳴ノ理ニ基ツク者ナリ既ニ第二拾四圖ニ示セシ所ノモノコルド<sup>ト</sup>ニ木製筐臺ヲ設ケタルハ即チ其一例ナリ

〔調音器又音叉〕<sup>スチムガール</sup>調音器ハ其全形第三十二圖ニ示スカ如シ此器ハ

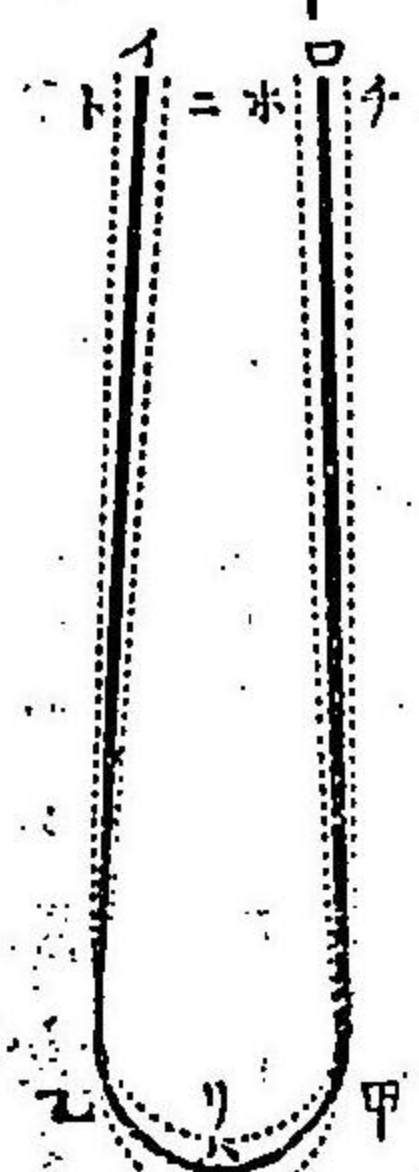
U字狀ニ屈曲シタル鋼鉄製ノ方杆ヨリ成リ其屈曲部ニ於テ更ニ一杆〔柄〕ヲ固着シ之レニ由テ筐上ニ樹立螺定シタルモノナリ此調音器ノ振動シテ發音スルノ景況ハ下文ニ説述スルカ如シ即チ第三十二圖ニ示ス所ノ曲線イロハハ兩脚ノ常態ヲ示スモノナリ而シテ其一脚ヲ内方ニ振動セシムレハ兩脚共ニ内ニ向ヒ屈曲部ハ低下シ其景況ニホヘテ以

第三十圖



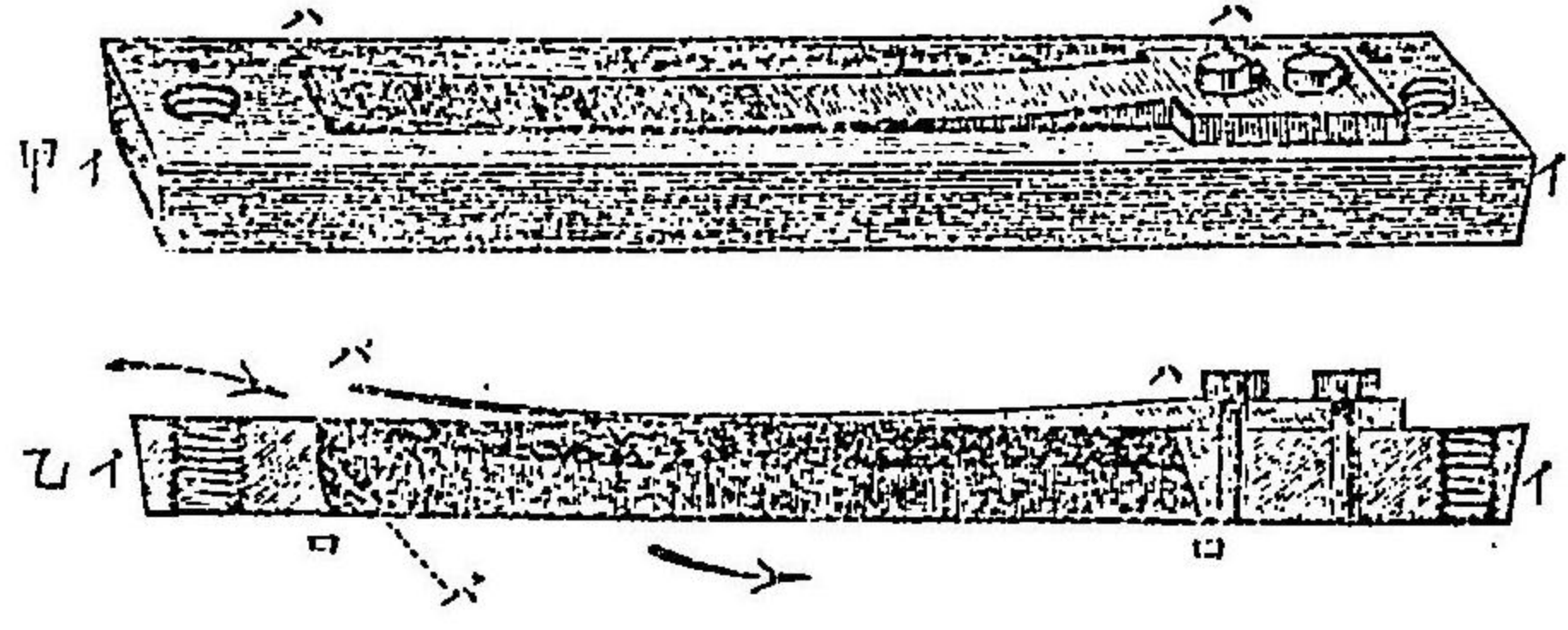
テ示スカ如ク其原位ニ復シタル後更ニ  
 外方ニ振動スレハ「トリチ」ノ現狀ヲ爲ス  
 ヘシ是故ニ之ヲ振動セシムルノ際ニハ  
 「甲乙」ノ二點ニ於テ結節ヲ生シ屈曲部ニ  
 ハ上下「即チリ」及「ヒ」ニ運動スルニ因リ  
 此運動ハ直チニ筐臺上ニ樹立スル所ノ  
 柄杆ニ傳達シ之レヲシテ其長徑ニ沿フ  
 所ノ振動ヲ爲サシムルヲ以テ筐ノ木質  
 及ビ筐中ノ氣柱ニ波及シ共鳴ヲ發起ス

第三十一圖



ヨリ流出スル大氣ノ流通ハ其適度ニ中レハ完充且ツ清爽ナル音ヲ發  
 均正ナル刻期内ニ開閉チナスヘキ一口  
 「舌」  
 均正ナル刻期内ニ開閉チナスヘキ一口

第三十三圖

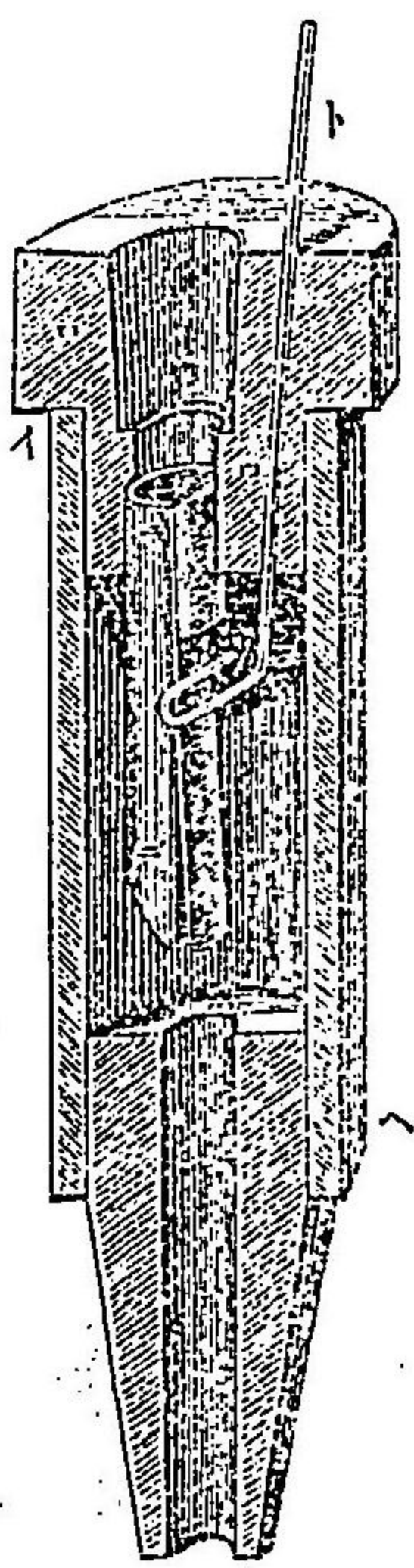


スルモノナリ即チ其口ヲ開ク毎トニ波動ノ濃厚部ヲ生成スヘキ大氣  
 ノ衝突ヲ發起ス凡ソ此原理ニ據テ構造セル所ノ機器ヲ名ケテ舌機ト  
 云フ舌機ノ最モ單一ナル形狀ハ即チ第三十三圖ニ由テ説明スルモノ  
 是レナリ本圖ノ甲ハ其全形ヲ示スモ「ニ」シテ乙圖  
 ハ其縱截ノ形狀ヲ現ハス金屬板「イ」ノ中央ニ於テ  
 彈性金屬ノ薄板「ハ」乙圖ニ在「ハ」ノ爲メニ閉鎖セラル  
 ヘキ「ロ」ナル口孔ヲ有ス而シテ此薄板安止スルカ又  
 ハ「ハ」ノ景態ニアルノ際口孔ハ舌ニ由テ閉塞セラ  
 レ之レニ反シテ舌若シ「ハ」ノ景態ニアルトハ開口  
 ス  
 今「イ」ナル金屬板若シ吹入ニ由テ大氣ノ濃稠ト爲  
 ルヘキ所ノ閉鎖セル局部ノ下底ヲ成スモノトスレ  
 ハ其濃稠氣ハ舌上ニ壓ヲ施シ之ニ由テ舌ノ振動ヲ

發起ス然レハ振動スル所ノ舌(ハハ)ノ景態ニ移ル毎トニ大氣ノ衝突ハ其口孔ヲ通過シ箭ヲ以テ指示スル所ノ方向ニ流避シ舌ノ振動數ノ多少ニ關シテ其高低ヲ異ニスル所ノ音ヲ發ス

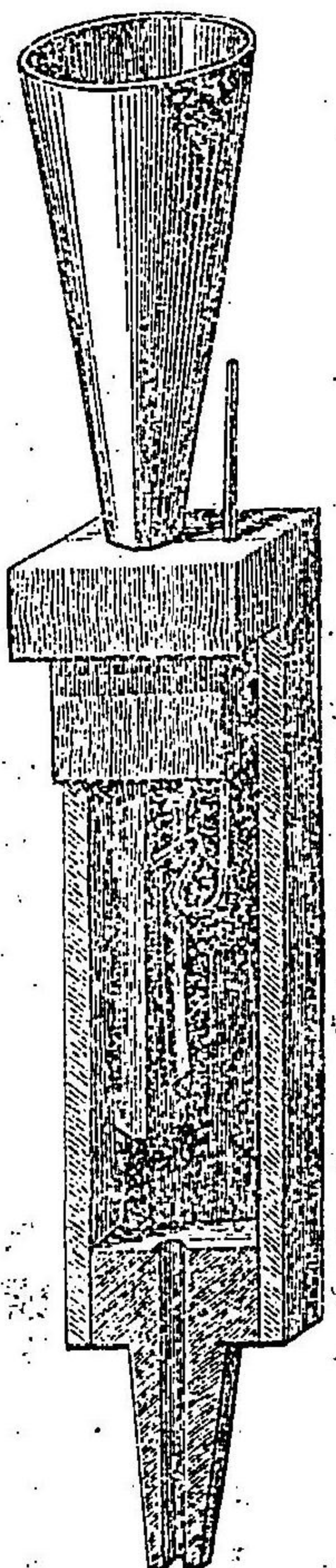
上文説述スル所ノ舌機ノ他更ニ一種ノ舌機ヲ左ニ舉示ス其構造ハ第三十四圖及ヒ第三十五圖ニ現ハスカ如シ即チ鑿削シタル木製圓柱(ロロ)ノ下ニ具鑄製ノ小管(ニニ)ヲ固着ス此小管ヲ横截スレハ其形殆ソト

第三十四圖



大凡ソ半圓規ヲ爲シ其上端ハ開キ下口ハ全ク閉

第三十五圖



塞シ側面ノ長キ口孔ハ彈力性ノ板ニ由テ蓋被セラハ此板若シ振動スレハ(ニニ)ナル小管ノ縁端ニ進向シテ充分ニ長キ口孔ヲ閉チ其板更ニ反振シ氣流ヲシテ小管中ニ進入セシム而シテ小管(ニニ)及ヒ舌ヲ保有スル所ノ圓柱(ロロ)ハ共ニ短管(イイ)中ニ受容セラル今若シ下方ヨリ其短管中ニ大氣ヲ送入スレハ濃稠氣ノ爲メニ舌ノ振動ヲ起ス即チ舌ニ因テ一定ノ刻期内ニ大氣ヲ短管中ヨリシテ小管及ヒ(ハ)ナル空室中ニ輸入シ而シテ其大氣ノ流入ハ一定ノ刻期中更ニ復々休止シ此ノ如ク衝突狀ニ流出スル所ノ氣流ニ因テ音ヲ發スルモノナリ又其音ヲ強大ナラシメノカ爲メ第三十五圖ニ示スカ如キ圓錐形ノ管(即チ音響蓋)ヲ插立ス凡ソ第三十三圖及ヒ第三十五圖ニ示スカ如ク其口孔ヨリモ稍々小ナル所ノ者即チ口孔ノ邊縁ニ觸ルキナキ所ノモノハ之ヲ名ケテ撥入<sup>〇</sup>舌ト云フ之レニ反シテ第三十四圖ニ示スカ如ク振動ノ際口孔ノ邊縁ニ觸擊スル所ノ舌ヲ名ケテ上擊<sup>〇</sup>舌ト云フ



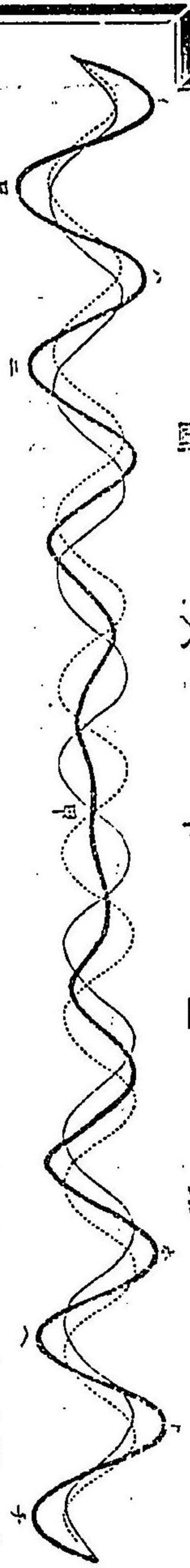
第三十四圖ニ示ス所ノ下ノ小杆ハ之ヲ上下スレハ下端ノ水平形ニ屈曲シタル部分ニ由テ舌ヲ小管ニ壓着スルノ度ヲ異ニシ其振動部分ノ長短ヲ隨意ニ加減スルカ爲メ音ノ高低ヲ變化スルノ用ヲ爲スモノナリ

舌機上全ク音響蓋ヲ嵌挿セラルカ或ハ短管ヲ挿立スルトキハ舌ノ振動速即チ其舌ノ振動ニ由テ發生スル所ノ音ハ只舌ノ彈力及ヒ其面積ニ關スルノミ然レモ若シ長管ヲ挿立スルトキハ之ニ因テ著シク其音ヲ變スヘシ

〔衝突音〕 全ク同一ナラスレテ交互ニ相近似スル二種ノ音同時ニ吾人ノ耳ニ傳達スルトキハ一定時期内ニ強キ音響ト音響ノ減弱ト互ニ交代スルヲ聽ク之レ通常音響ノ昇沈ト名クルモノニシテ「シヤイラレ」氏ハ此現象ニ衝突音ナル名稱ヲ與ヒタリ若シ此衝突音ヲ聽カント欲セバ一秒時中ニ二、三、四個ノ振動數ノ差ヲ生スヘキニ個ノ風琴管或

ハ二個ノ調音器ヲ取り同時ニ振動發音セシムルニ因ルヘシ此現象ノ原因ハ容易ニ領會スルヲ得ヘキ者ニシ己ニ波動總論ノ定則ニ説述シタル理ニ基ツケリ即チ或ル一黒ヨリ發スル音響系統一列ノ音響ヲ云フノ濃厚部佗ノ一黒ノ濃厚部ニ會合スルキハ其音ヲ強大ニシ甲ノ濃厚部乙ノ稀薄部ニ會合スレハ互ニ中和シ其音ヲ遏止スルヲ以テナリ其理ハ第三十六圖ニ示ス所ノ線條ヲ見レハ更ニ明晰ナルヲ得ヘシ即

圖 三 十 三



チ圖中ノ細小ナル曲線及ヒ點線ハ同様ナラサル二個ノ音響系統ヲ示シ其波動ノ山ハ濃厚部ニ其波動ノ谷ハ稀薄部ニ符合スルモノナリ今兩線ノ縱線高サヲ波動ノチ總加スレハ各瞬間ニ於ケル兩系統ノ波動ニ就キ其濃厚ノ度ト稀薄ノ度トノ全況ヲ見ルヲ得ヘシ圖中ノ太トキ線

條ハ即チ此法ニ因テ得タル波動ノ總加チ示ス者ナリ「イロハニホヘト  
 ナ」ノ部ニ在テハ兩波動同時ノ作用ニ由テ著大ナル濃厚部ト稀薄部ト  
 生ス即チ此際亦音響ヲシテ強盛ナラシム然レモ「甲」ノ近傍ニ於テハ二  
 個ノ波動系統殆ント相中和スルノ位置ニシテ其曲線ハ殆ント水平ノ  
 狀ヲ呈シ茲ニハ其音響ノ邊止ヲ覺フルナリ

〔音色〕種々ノ樂器例之ハ鼓、琴、三弦等ノ如キ各々同高ノ音ヲ發スル  
 ト雖モ吾人ノ聽機ニ觸レ同一ノ感覺ヲ發起スルモノニアラス之レ一

種固有ノ原因即チ音色ナルモノアリテ然ラシムルニ由ル音色ハ副音  
 ノ高低強弱及ビ振動數ニ關係スルニ種ノ性質ナリトス其副音トハ或  
 ル一音ノ發起スル際同時ニ發音シテ本音ト混スルモノナリ

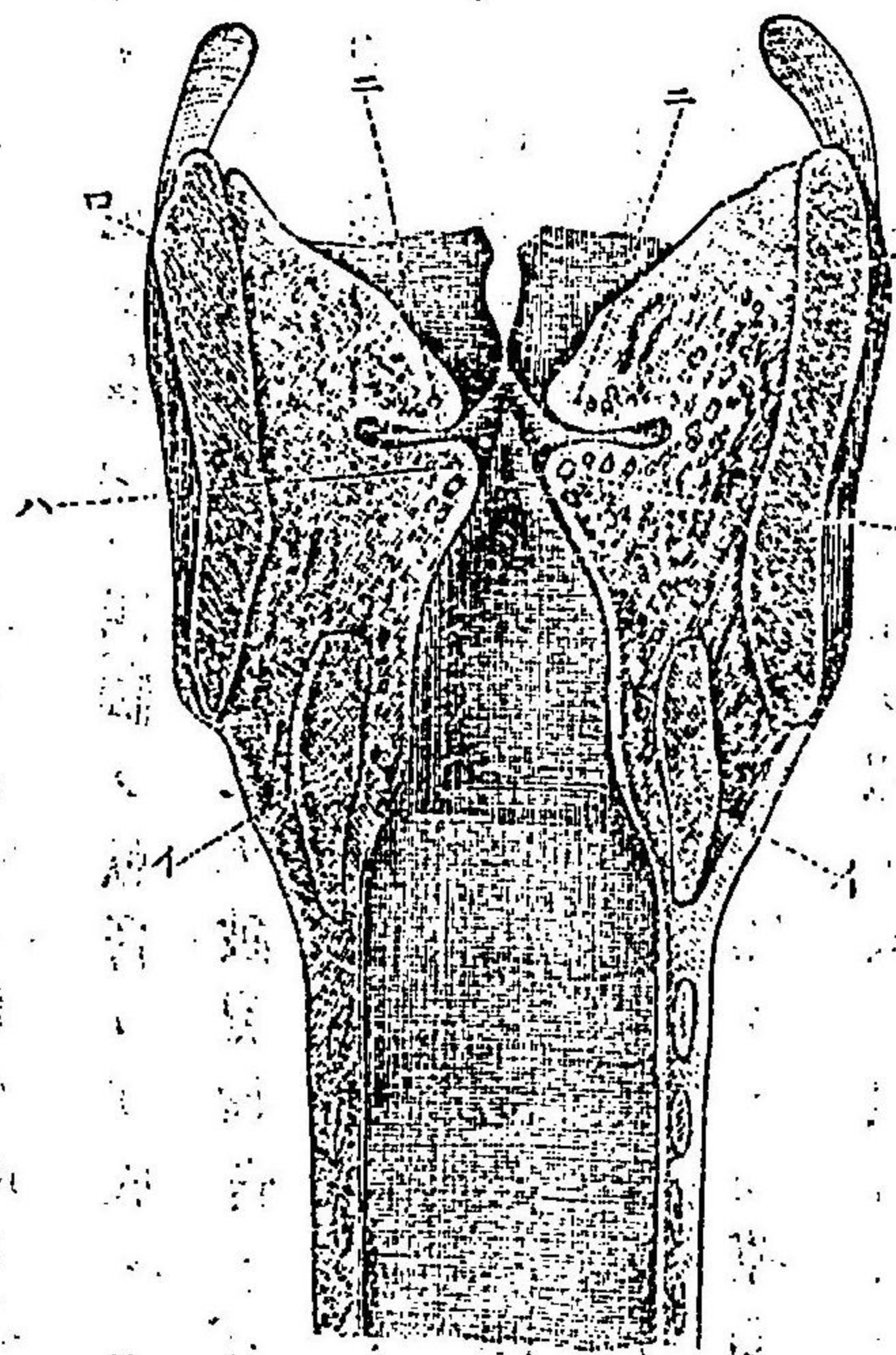
〔發聲機官〕夫レ氣管ハ上ハ喉頭ニ起リ下ハ肺臟ニ終ル所ノ管條ニ  
 シテ吸入シタル大氣ヲ肺ニ輸入シ已ニ其用ヲ了リタルモノヲ再ヒ呼

出スルノ徑路ヲ成ス氣管ハ下端ニ於テ二支管ニ分レ此二支肺中ニ入

リ茲ニ周方ニ枝分ス而シテ氣管ノ上端即チ喉頭ハ發聲機官ヲ構成スル  
 ノ部ナリ凡ソ喉頭ハ四個ノ軟膏ヨリ成ルモノニシテ一チ環狀軟膏ト  
 云ヒ二チ甲狀軟膏ト云ヒ三チ破裂軟膏ト云フ而シテ破裂軟膏ニ二個ア  
 ルヲ以テ總計四個ヲ爲ス此四個ノ軟膏タルヤ互ニ相連續シテ氣管ノ  
 上環ニ連繫シ且ツ種々ノ筋ニ由テ隨意ニ運動シ得ルモノトス喉頭ノ  
 内壁ハ上方ニ至テ狹窄ト爲リタル氣管ノ上梢ヨリ成レリ而シテ其狹窄  
 部ハ只前方ヨリ後方ニ向フテ開ケル間隙即チ聲門ヲ殘スノミナリ此  
 聲門ノ邊縁ハ所謂聲帶ヲ以テ成ル其聲帶ハ前方ニ於テハ甲狀軟膏ヨ  
 リ起始シ其底止スル所ヲ見レハ一個ノ聲帶ハ一個ノ破裂軟膏ニ他ノ  
 一個ハ他ノ破裂軟膏ニ接着ス是故ニ彼ノ軟膏已レニ屬スル所ノ筋ニ  
 由ツテ互ニ隔離シ或ハ接近スルニ從ヒ聲帶ヲ張ルコト或ハ緊ニ或ハ  
 緩ニ聲門ヲ開クコト或ハ狭ク或ハ廣キヲ得ヘシ凡ソ聲帶ノ實體ハ甚  
 ク強キ彈力ヲ有スル所ノ組織ヨリ成リ聲門ノ唇上ニハ二個ノ囊狀ナ

ル空室ヲ存ス一個ハ右方ニ他ノ一個ハ左方ニアリ即チ「セルガクス」氏ノ室是レナリ其上端ハ會厭軟骨ニ由テ閉蓋セラルヘキ第二ノ廣キ間隙ヲ成ス此會厭軟骨ハ其一邊ニ於テ前方ニ向テ挺出ス而シテ此軟骨若シ聲門ヲ閉蓋スルキハ人ノ嚥下スル所ノ飲食ヲ其軟骨上ヲ越エ

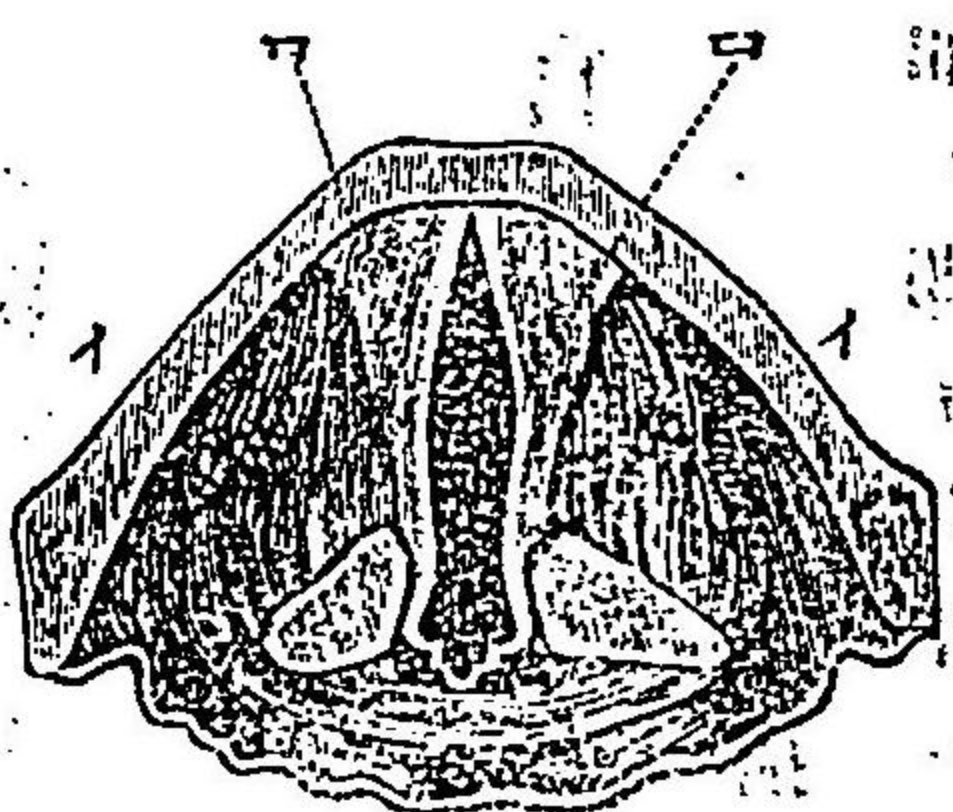
第三十七圖



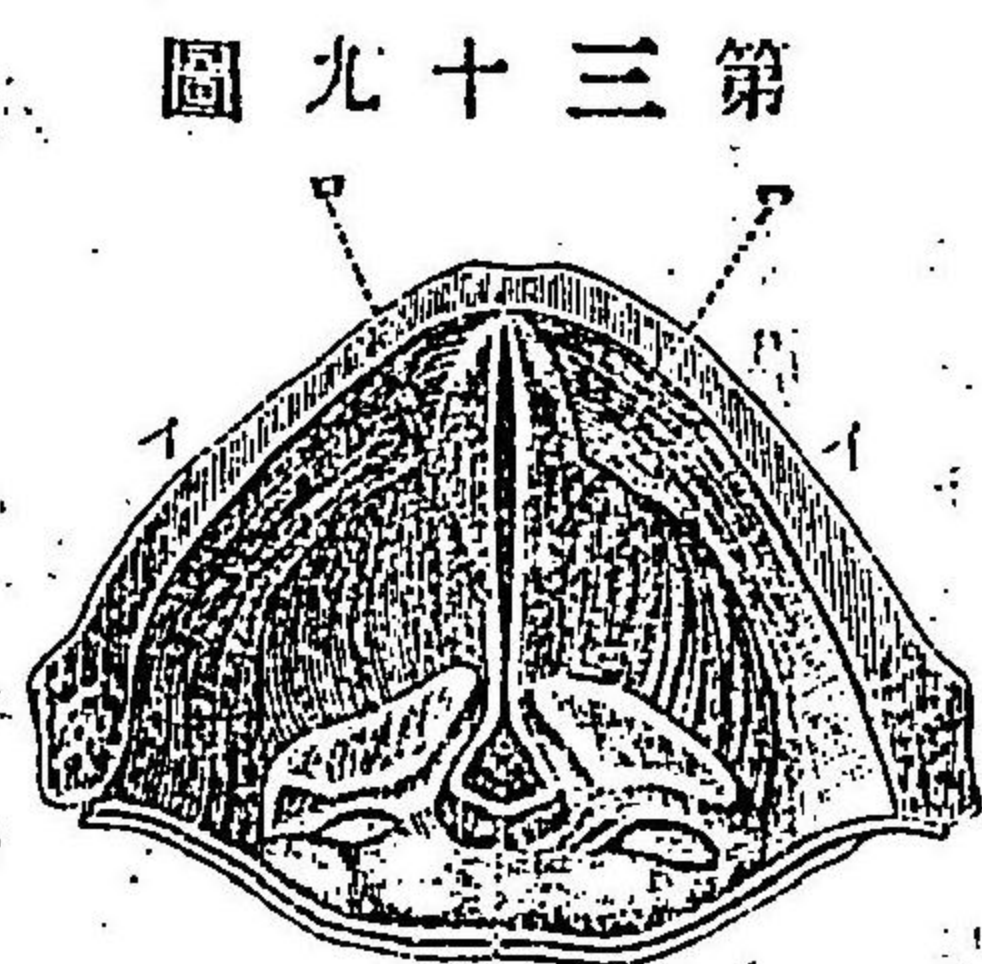
テ食道ニ入ラシメ誤テ氣管中ニ陷ルヲ防ク者ナリ喉頭ノ造構ハ第三十七圖及ヒ第三十八圖ニ示ス所ノ概形ヲ以テ明ラカナリ第三十七圖ハ縱截セル喉頭ノ前半分ヲ示ス者ニシテ後方ヨリ見ル所ノ景態ナリ即チ「セルガクス」氏ノ室ニ

「一」環狀軟骨ヲ截斷セル者ニ由テ「セルガクス」氏ノ室ハ「二」甲狀軟骨ヲ截斷セル者ニ由テ「セルガクス」氏ノ室ハ「三」上聲帶ヲ截斷セル者ニ由テ「セルガクス」氏ノ室ハ

第三十八圖



「四」中「セルガクス」氏ノ室ハ上下聲帶ノ間ニ於テ著シク之レヲ認ムル且ツ氣管ハ下聲帶ノ方ニ向テ如何ノ景態ニ狹窄スルヤハ本圖ヲ視テ瞭然ナリ第三十八圖及ヒ第三十九圖ハ下聲帶ヲ上方ヨリ視タル景況ヲ現ハス「但シ發聲セサル上聲帶ヲ除却シタルモノ」第三十八圖ハ引張セサル景態ニアリテ聲門「ロロ」廣ク開キ爲メニ發聲セサル所ノ聲帶ノ狀態ヲ示シ第三十九圖ハ其緊張「ロロ」ヲ見セル際ニ於テ聲帶ノ景況ヲ示スモノナリ今音聲ヲ發セントスルヤ肺中ヨリ出ツル所ノ氣ハ兩聲帶ニ觸レ氣流ヲシテ衝



突狀ヲ爲サシムルヲ以テ振動發音シ口内ニ來リ  
 テ唇舌等ノ爲メニ其度ヲ節制シ且ツ其中ノ大氣  
 共鳴スルヲ以テナリ而シテ音聲ノ高低ハ聲門開  
 閉シ其振動スル度ノ多少ニ關スルノニ又其強弱  
 ノ如キモ已ニ前文ニ説述シタル音響一般ノ理由  
 ニ同一ナルヲ以テ更ニ茲ニ贅セズ

第三十九圖

〔聽官〕

聽覺ノ器官ハ即チ耳ナリ耳ハ外耳、中耳、内耳ノ三部ヨリ成ル  
 モノニシテ其造構極メテ特異ナリ其大略ヲ舉グレハ第四十圖ニ示ス  
 カ如シ即チ外耳ハ耳輪〔イ〕及ヒ聽道〔イ〕ノ二部ヨリ成リ先ツ諸方ヨリ  
 發シ來ル所ノ音響ヲ耳輪ノ内方ニ受ケテ茲ニ束聚セシメ而シテ後之レ  
 チ聽道中ニ送ル聽道ノ終端ニハ鼓膜〔リ〕アリテ外耳ト中耳ノ境界ヲナ  
 ス中耳ハ其内面ニ於テ薄膜ヲ以テ被フタル小空洞ニシテ茲ニ大氣ヲ  
 充ツ而シテオイスタクキウス〔ロ〕ニ由テ口内ニ通シ此空洞内ノ氣ハ常ニ



外氣ト平均チナス中耳内ニ  
 ハ四個ノ小聽骨アリテ互ニ  
 相連繫ス即チ錘骨〔ニ〕砧骨〔ハ〕  
 馬鐙骨〔圖中其形狀ニ及ヒ環  
 骨即チ砧骨ト馬鐙骨ト接着  
 セントスル間ニ位スル所ノ  
 細小ナル骨是ゾナリ而シテ  
 錘骨ノ柄部ハ鼓膜ノ内部ヨ  
 リ起始セリ内耳ハ内耳腔〔神  
 經先ツ茲ニ三半規管〔トト〕及  
 ニ來ル  
 ヒ蝸牛殼〔チ〕ノ三部ヨリ成ル  
 モノニテ〔ル〕ナル神經ノ未稍  
 茲ニ蔓延シ加之液体ヲ以テ

之レニ充ツ内耳ニハ卵圓窗[ホ]及ヒ圓窗[ス]ト名クル所ノ二孔ヲ具ユ圓窓ニハ彈力性ノ膜ヲ以テ之ニ張ル而シテ卵圓窗ハ馬蹄骨ノ碁子狀部ニ由テ閉鎖セラレ内耳中ノ液体ヲシテ他ニ漏洩スルコトナカラシム凡ソ音響ノ聽道ニ進入スルヤ先ツ之ヲ鼓膜ニ受テ鼓膜之レカ爲メニ振動シ其振動ハ内方ニ向ツテ鼓膜ニ連接スル所ノ四小骨ニ波及シ之レニ由テ内耳中ノ液体ヲ壓迫ス然レニ其液ハ壓縮シ難ク加之他ニ避路ナキヲ以テ圓窗ノ彈性膜ヲ壓ス今鼓膜ヲ壓スル力故ニ復スレハ諸部亦故ノ景態ヲ復シ鼓膜ノ振動スル毎ニ液体ヲ運動セシムルヲ以テ液中ニ浸在スル所ノ神經未稍之ニ由テ刺衝セラレ終ニ其刺衝ヲ腦ニ傳達スルヲ以テ能ク聽覺ヲ發起スルモノナリ



## 第二編

### 光

#### 第一章

##### 光總論

光ノ德タルヤ廣大ニシテ窮己止ラ六合ニ瀰漫シ人生ニ切要ナリ宇宙若シ光ヲ缺クトキハ萬物辨視スル能ハス妻子朋友ノ愛茲ニ至タカラス禽獸ノ生殖草木ノ繁蔚茲ニ休止スベシ萬類ノ存育人生ヲ保續及ヒ快樂ハ尽トク光ニ由ラサル者ナシ以テ其德シ大ナルヲ知ルベシ

〔光ノ本性〕 光ノ本性ニ關シテハ三個ノ臆想アリ其一ハ流出説ト唱ヘ光素ナル者アリテ光体ヨリ衝放セラレテ四方ニ流出シ其質ハ一般惰性ノ定則ニ從フ然レニ其質至輕至微ニシテ重力ノ則ニ合ハズ其衝放セラレノ際ニ得タル不可測ノ速力ヲ以テ周方ニ散布スト云フ

此説ハ所謂ニユウトス氏ノ學説ト稱スルモノニシテ即チ舊説ニ屬ス  
 其二ハ「ワイゲンス」氏ノ首唱スル所ニシテ光体小分子ノ振動ニ由テ光ヲ  
 發スルモノトシ精微ノ氣「エーテル」ト名クルモノアリテ宇宙間ニ瀰滿  
 シ十分透明ナルヲ以テ人目ニ觸レサルニ彈力甚ク強大ナルガ故ニ能  
 ク其振動ヲ受ケ之レヲ傳達シテ眼ニ入り視覺ヲ挑起スルコト恰モ彈体  
 ノ振動ヲ大氣ニ傳ヘ耳ニ輸シテ聽覺ヲ起コスカ如シト此學説ヲ名ケ  
 テ振動説ト云フ「ワイゲンス」氏ノ此學説ヲ創立セシハ既ニ千六百九十  
 年ノ頃ナリシニ衆學士此説ヲ擯斥シ專ラ「ユウトス」氏ノ説ヲ尊重セ  
 シガ故ニ其説全ク中止シテ之レヲ繼述スルモノナカリシト雖モ千八  
 百年代ノ始メニ至テ諸大家殊ニ「ヨング」「フレステル」「ラウンホーフェ  
 ル」ノ三氏試驗上ニ之ヲ擴充シテ其理ヲ確證セシヨリ近年遂ニ流出説  
 ナ廢止シ振動説ニ傾向スルニ至レリ

〔光体及ヒ暗体〕凡ソ物体中不斷「エーテル」ヲ振動セシムルノ性質

ヲ具ラルモノニ種々アリ即チ太陽、恒星、紅熾セル物体、燐光ヲ發スル物  
 体、燃燒スル所ノ物体等是レナリ此ノ如ク自カラ光ヲ發スル所ノ物体  
 ナ總稱シテ發光体ト云ヒ或ハ單ニ光体ト稱ス之レニ反シテ光体ヨリ  
 發射シ來ル所ノ光ヲ受ケ之ヲ反射スルニ由テ始メテ其象ヲ現ハシ若  
 シ光ノ之レニ來射スルコトナケレハ顯ワル、コトナキモノ之レヲ暗体  
 ト名ク即チ遊星之レニ屬スル衛星、別名ナリ、彗星等是レナリ故ニ我  
 地球遊星ノ一及ビ太陰衛星ノ一ノ如キハ暗体ニシテ太陽ノ光ヲ受ケ  
 テ始メテ已レノ光輝ヲ生スルモノトス

凡ソ光体ヨリ發射シ來ル所ノ光ニ就キ最大貴重ト稱スヘキハ日光ニ  
 シテ之ニ次ク者ハ化學的ノ光即チ火光ナリ而シテ光ニハ著ルシキ強弱  
 ノ差異アリテ其最モ強烈ナルモノモ亦日光ナリトス其他電光、爆鳴、瓦  
 私ヲ燃燒スル火焰中ニ發スル所ノ加爾基光所謂「ドルモン」ト「酸素瓦私  
 中ノ燐光、麻屈涅叟母光」ノ如キ都テ強光ニ屬ス極メテ微弱ナル光ハ暗

處ニ在ラザレハ吾人ノ目ニ感受スルヲ能ハサルモノニシテ燐光ヲ發スル物体ヨリ生スル所ノ光ノ如キ即チ是ナリ燐光ヲ發スル物体或ハ單ニ燐光体ト稱ストハ即チ燐螢夜光木等ノ如キモノニシテ光ヲ負荷スル物体ヲ指スノ名ナリ其他又適宜ニ之レヲ温メ或ハ暫時日光ニ曝シ更ニ暗處ニ移メ之ヲ視レハ自ラ發光スルノ物体即チ燐光体トナルモノアリ金剛石其他大理石石膏卵殼等ノ如キ加爾基ヲ含有スル物質是レホリ今振動說ニ隨ヒ暗体他ヨリ光ヲ受ケテ自ラ光体ト爲ルノ理ヲ論スレハ光体ニ振動ハ「エーテル」ヲ經由シテ光無キ物体即チ暗体ニ傳達シ其細小分子ヲ振動セシムルヲ以テナリ」既ニ音響篇ニ於テ説キタルノゾナンツト同一理ナリ茲ニ說述スル所ノ燐光体ノ如ク暗處ニ在ラザレハ視ルコト能ハザルノ所以ヲ推考スルニ仍ホ吾人ノ視力及ハザル所ニ光ヲ發スルノ物体無クト斷言スル能ハズ常ニ暗体ト呼ブモノモ恐テクハ亦一定ノ強度ヲ有スル光ヲ發スルナラン之レヲ因テ推ストキハ光体ト暗体トハ

全ク殊異ナルモノニアラズシテ明較ノ區別ヲ爲スコト能ハザルニシ只光ノ強弱ニ關シテ之レガ比較的ノ差等ヲ立ツルノミナリ

**〔透明体及ヒ不透明体〕**凡ソ光体ヨリ發射シ來ル所ノ光ヲ受ツルノ際ニ之ヲ透過セシムル性質ヲ有スル物体ト否ラザル物体トノ別アリ即チ玻璃水晶氷水大氣等ノ如キハ皆光ヲ透過セシムルモノニシテ之ヲ透明体ト名ケ金屬等ノ如ク光ヲ透過セシメザルモノヲ名ケテ不透明体ト云フ然レモ前文ニ光体ト暗体トノ區別ヲ明設スルヲ能ハザルト同一ノ理ニ因リ真正ノ區別アルモノニアラスシテ亦只比較的ノ差等ヲ設クルノミ蓋シ黃金ノ如キハ人常ニ不透明体ト稱スレドモ至薄ノ金箔トナシ硝子板ノ間ニ挾ミ之ヲ視スレハ光ヲ透過セシムルヲ見ル人或ハ疑ハシク黃金ヲ以テ至薄ナル箔葉ト爲セハ之ニ小孔ヲルベシト是レ決シテ然ラス光若シ實質ヲ透過セシムルヲ得ルナハトキハ無色ノ光ヲ得ベキニ一種ノ色光即チ綠光ヲ得ルヲ以テ觀レテ實質ヲ透過スルニヤ確實ナリ之レニ反シテ河水深ケレハ水底ヲ見ス

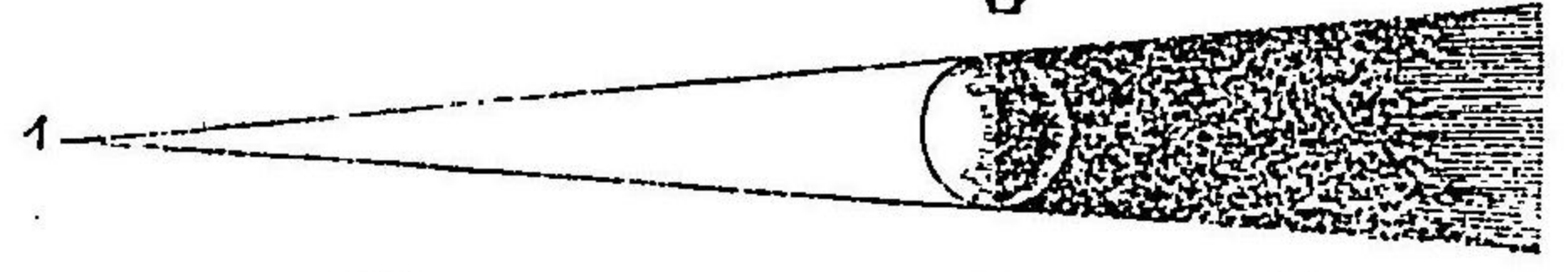
大氣モ亦タ其層ヲ疊積スルニ從テ多少透明ノ度ヲ減スルヲ以テナリ  
 故ニ朝夕ハ大陽ノ光氣層ノ厚大ナル疊積ヲ經過シ來ルヲ以テ口中ヨ  
 リ少シク暗曇ナルヲ覺フ然ラハ則チ透明体ト不透明体ノ區別ハ只物  
 体厚薄ノ度ニ關シ之ヲ立ツルノミナリ但シ透明体ノ如ク充分ニ透見  
 スルヲ能ハス又不透明体ノ如ク全ク光ノ透過ヲ許サズルニアラス其  
 中間ニ位スル所ノ種々ノ物体アリ例之ハ紙類粗磨セル硝子等ノ如キ  
 モノ之レナリ別ニ之レヲ名ケテ透映体<sup>〇</sup>半透<sup>〇</sup>明体ト云フ

### 第二章

### 光ノ發射

〔光線及ヒ陰影〕 凡ソ光体ヨリ發射シタル光ノ傳達シ來ル所ノ線  
 路ヲ名ケテ光線ト云フ振動說ニ從ヘハ光線ナル語ハ適當ナラスト雖  
 ノ光線ナル語ヲ假<sup>〇</sup>而シテ之レヲ傳達スル透明体ヲ名ケテ光ノ(中間体)  
 用セシモノナリト云フ光線ノ到ル處同一質ノメヂウムニシテ且ツ其稀稠ナ  
 〔メヂウム〕ト云フ光線ノ到ル處同一質ノメヂウムニシテ且ツ其稀稠ナ

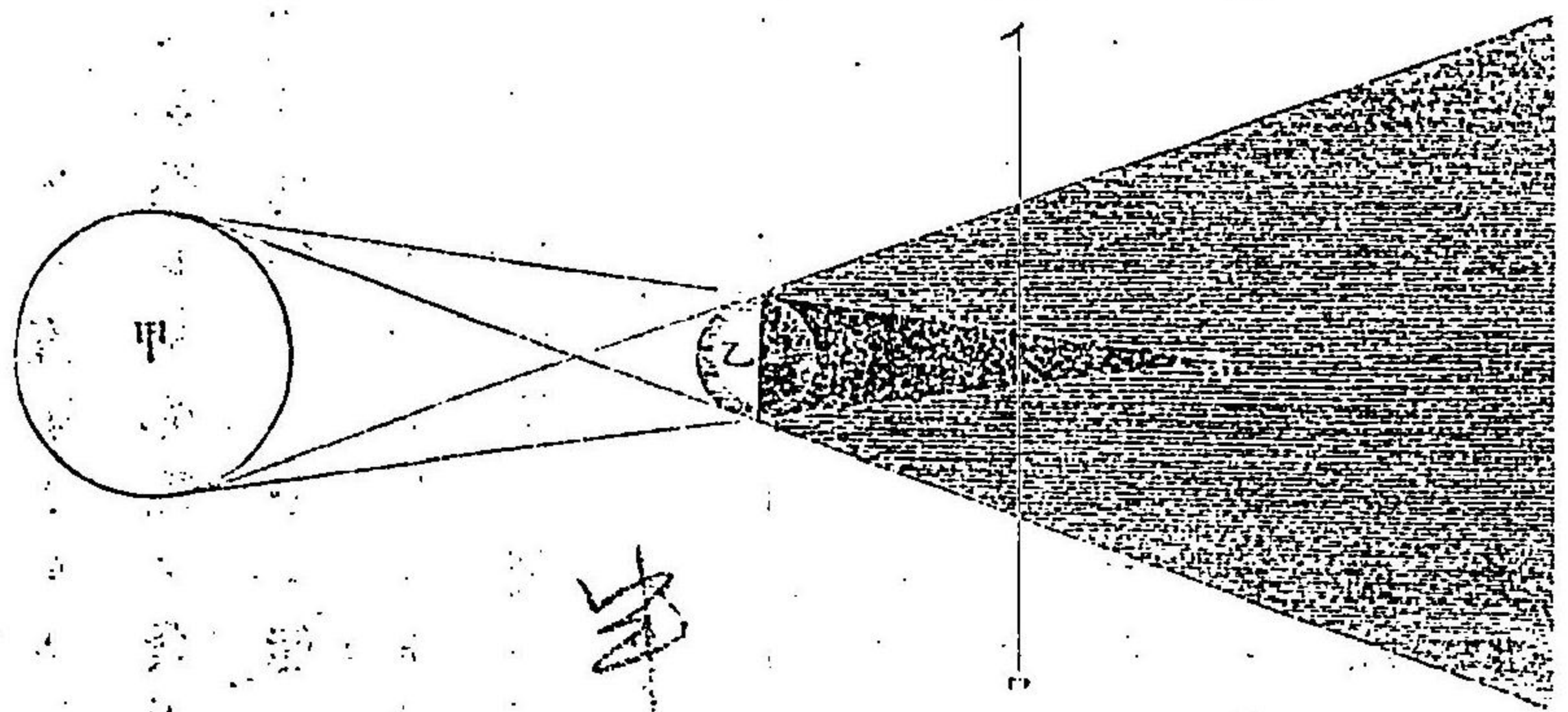
第十四圖



ケレハ光ハ直射スルヲ常トスルカ故ニ諸方ヨリ其光體ヲ瞰視スルヲ  
 得ヘシ然レモ光線ノ發射シ來ル途ニ不透明體アリテ之ヲ遮ルトキハ  
 光能ク其後位ニ至ル能ハズ其光ノ達セザル部分ヲ名ケテ物体ノ陰影  
 ト云フ凡ソ光体ノ大小ニ從テ陰影ヲ生スル一様ナラス即チ  
 第四拾一圖ニ示スカ如ク光ヲ發射スルノ點ハ只一小點〔イ〕ニ  
 シテ之ヲ受クル体〔ロ〕大ナルトキハ其後位ニ陰影ヲ生シ其形  
 狀恰モ圓錐体ヲ中斷シタルモノ、如ク之ヲ光點〔イ〕ニ延長シ  
 テ始メテ圓錐形ヲ得ヘシ是ニ反シテ第四十二圖ニ示スカ如  
 ク光体〔甲〕ハ巨大ニシテ此光ヲ受クヘキ物体〔乙〕ハ細小ナルト  
 ハ本圖ニ示スカ如キ陰影ヲ生ス即チ前圖ニ就テ説述セシ陰  
 影ニ相反シテ眞ノ圓錐形ヲ形成スルニ至リ其錐尖ハ〔丙〕點ニ  
 於テ終ル此際ニ在テハ眞ノ陰影部ノ外ニ所謂半陰影ナルモ  
 ノヲ生ス此半陰影ハ圖中見ル如ク一小部分ノ光ヲ受クルコ

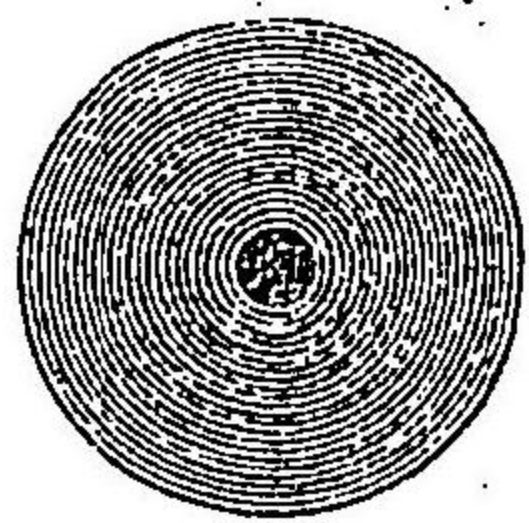


第四十二圖



因テ得ルモノナリ斯ノ如ク半陰影ヲ生スル  
ノ時ニ當テハ眞ノ陰影ヲ名ケテ陰影核ト云  
フ今陰影核及ヒ半陰影ヲ併セ其一點(例之ハ  
「イロ」ニ於テ中斷スレハ第四十三圖ニ示スカ  
如キ形狀ヲ得ヘシ

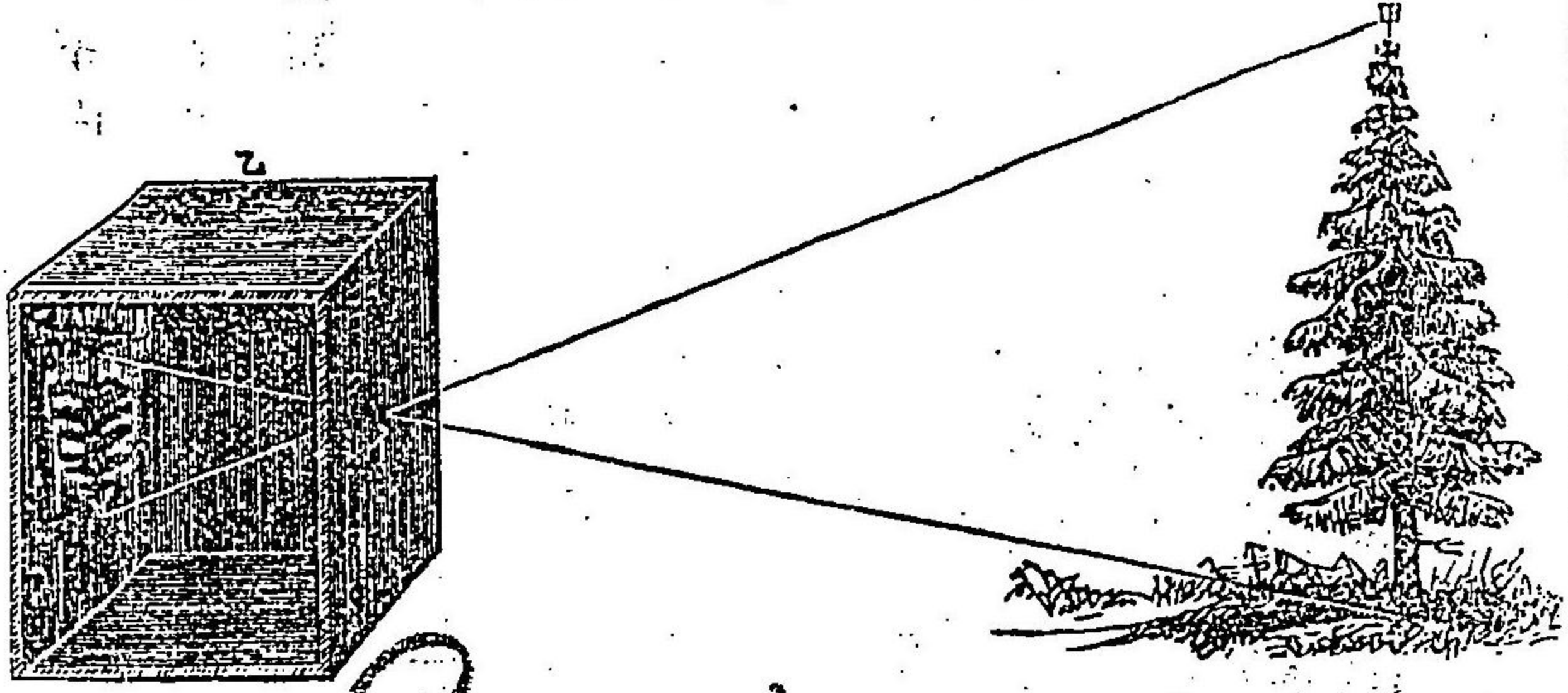
第四十三圖



以上説述セシ所ノ陰  
影ノ理ヨ由リ日蝕月  
蝕ノ生スル所以ヲ説

明スルコト容易ナリ即チ第四十二圖ニ就テ  
示セル所ノ光體「甲」ヲ太陽トシ「乙」ヲ地球ト假  
定スルノ際太陽若シ地球ノ爲メニ生シタル  
陰影中ニ巡行シ來ルトキハ所謂月蝕ヲ成ス  
之ニ反シテ「乙」ヲ太陽ト看做シ地球其陰影中

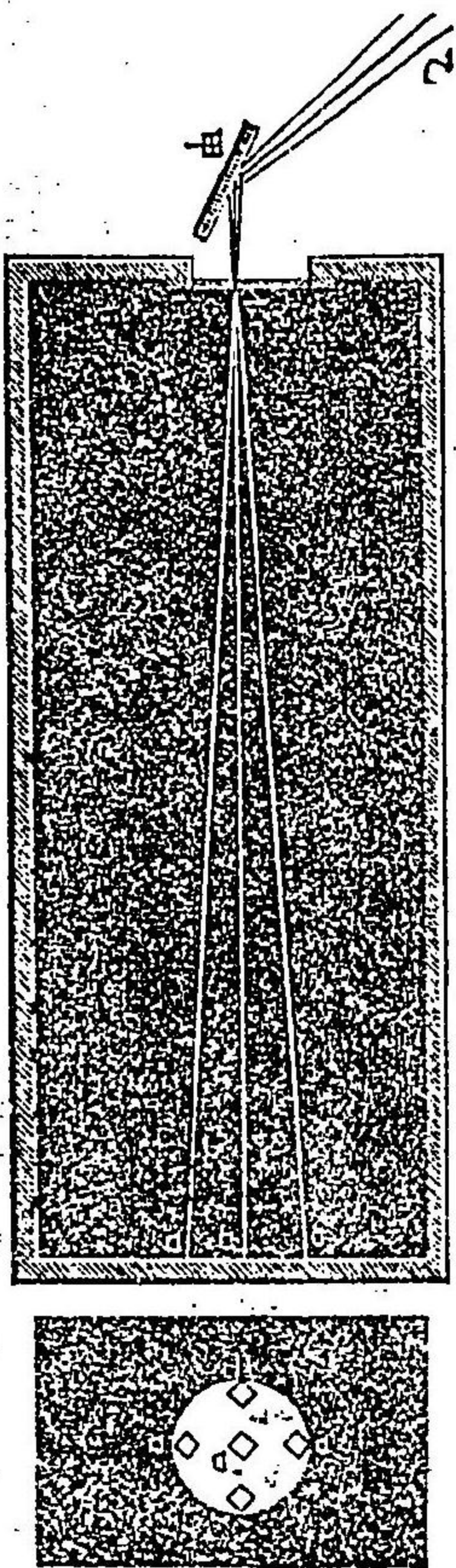
第四十四圖



ニ循環シ來ルトスレハ之レガ爲メニ日蝕ヲ  
生スベシ  
凡ソ光ハ稠度ヲ異ニスルコトナキ同一種ノメ  
ヂウムヲ經過スレハ射路ヲ變移スルコトナ  
ク一直線ニ傳進スルモノト定ム今此原理ニ  
歸スベキ現象數多アリ茲ニ其一ニ例ヲ舉示  
セントス即チ第四十四圖ニ示スガ如ク小孔  
「イ」ヨリ暗室「乙」内ニ光線ヲ射入セシムレハ  
此小孔ニ相對セル所ノ壁上ニ外景(即チ室外  
ノ光景)ノ倒像ヲ生ス是レ光線小孔ニ集會ス  
雖屈折スルコトナク直射スルカ故ニ外物  
「甲」ノ下端ヨリ發シテ室内ニ射入シ來ル所ノ  
光ハ其上方ニ到達シ外物ノ上端ヨリ發射シ

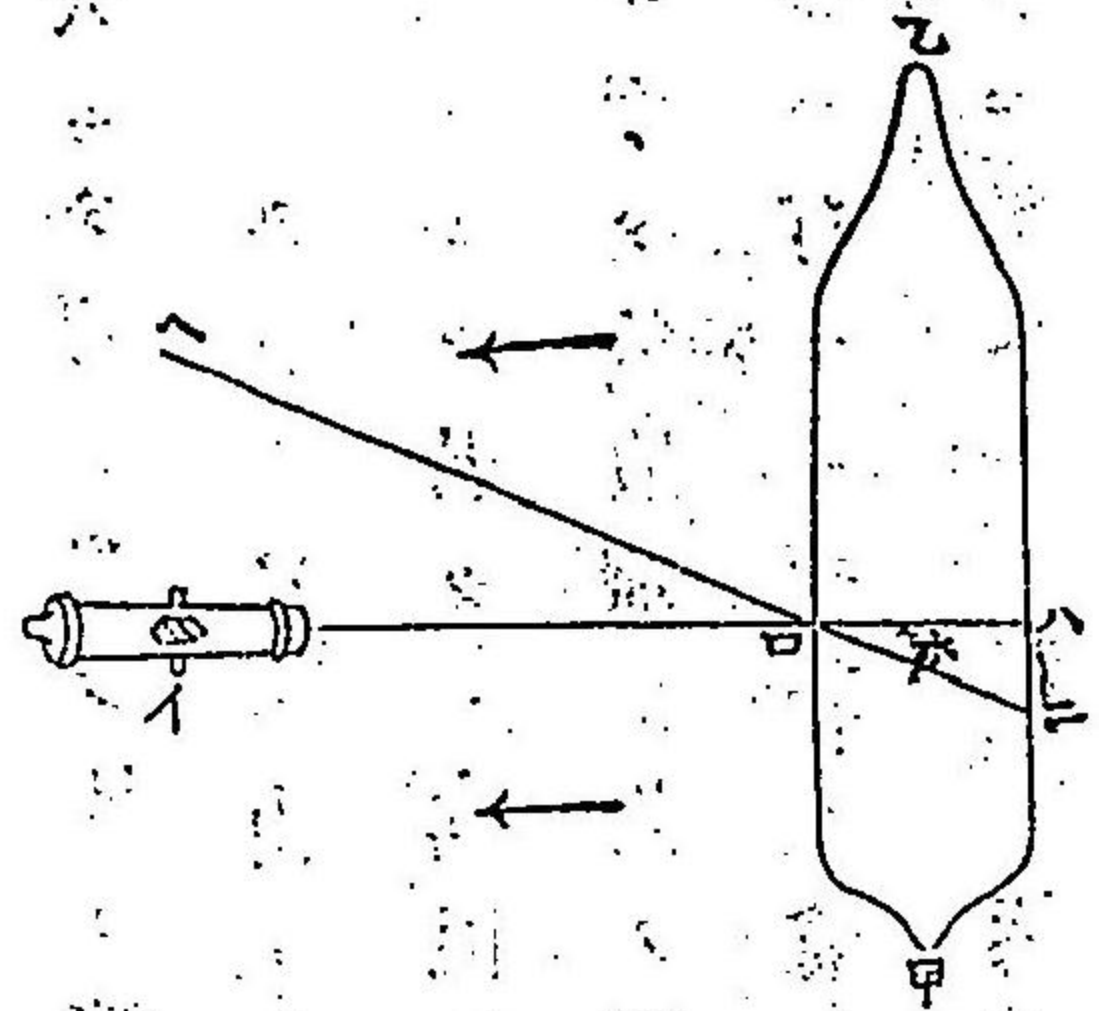
テ室内ニ入ルモノハ其下方ニ到リ各自ニ其點ノ影像ヲ成セバナリ穿  
 孔若シ大ナル孔ハ物体ノ各點ヨリ射入シ來ル所ノ光線各相符合スル  
 一點ニノミ聚束セズシテ彼此紊亂シ共ニ相疊重スルヲ以テ著シキ影  
 像ヲ作クルコトナシ是故ニ通常ノ窗間ヨリ射入スル所ノ光ニ由リテ  
 ハ上文ノ如キ現象ヲ見ルコトナシ

又第四十五圖ニ示スカ如ク暗室ノ外ニ平面鏡〔甲〕ヲ裝置シ之レニ由テ  
 太陽ヨリ射來スル所ノ光線〔乙〕ヲシテ水平ノ方向ニ反射セシメ小孔ヲ  
 通過シ室内  
 に入ラシム  
 レハ孔ノ形  
 狀例之ハ三  
 角或ハ四角



或ハ正圓ニ關スルコトナク常ニ圓キ光像ヲ得ルナリ今其理由ヲ說述

第四十七圖



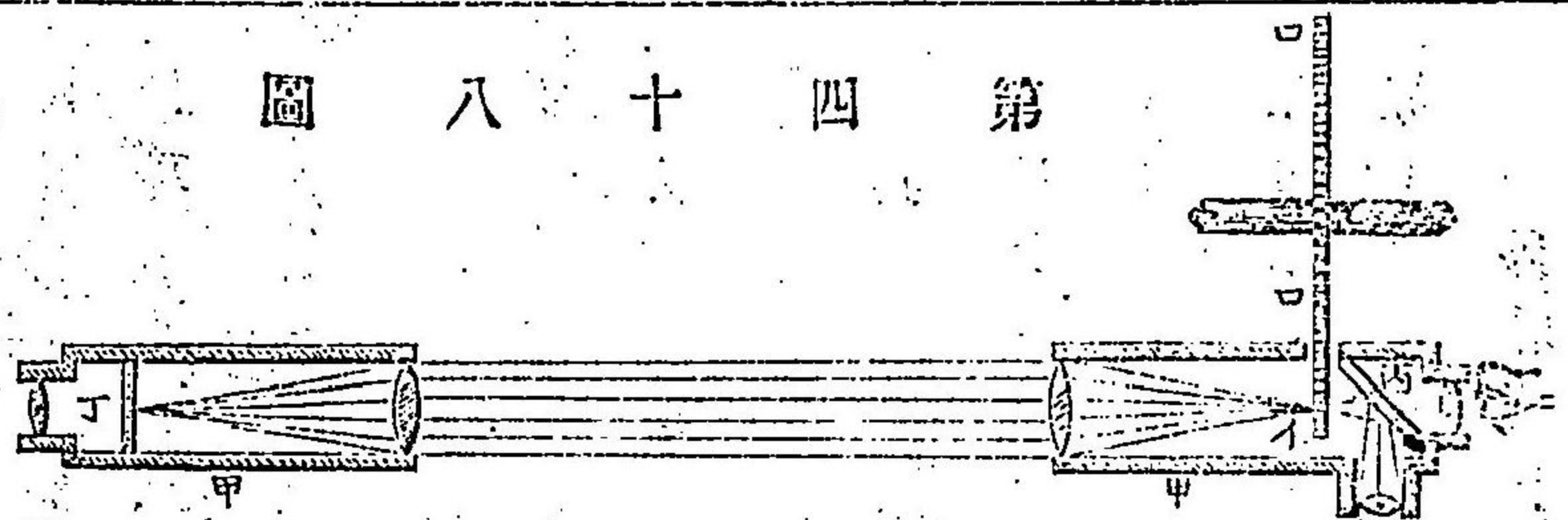
乙ヲ以テ一個ノ舟ト看做シイヲ以テ其舟ニ向テ裝備セル大砲ト定ム舟若シ靜止スルトキハ  
 於テ穿孔シ舟ヲ通過スベシ故ニ此穿孔ヲ透シ  
 大砲ヲ見ルヲ得ベキヤ固ヨリ言フテ埃ヲ大  
 令ヒ其舟運動シテ箭ノ方向ヲ以テ示ス如ク大  
 砲ニ向テ進行スルカ或ハ正ニ之レト反對ノ方向ヲ取リテ大砲ヨリ隔  
 離スルモ其成績ハ上文ニ同一ナリトス然レモ舟若シ運動シテ甲ヨリ  
 乙ノ方向ヲ取リテ進ミ而シテ大砲ヨリ發射セラレタル所ノ砲丸ノ舟  
 腹即チハロソ距離ヲ飛過スルノ同ニ瞬間ニ於テ舟ハ(イ)ノ距離ヲ經  
 過スルト看做ストキハ第二ノ穿孔即チ(ハ)孔ハ(ニ)點ニ生シズシテ(三)點  
 ニ來ルヤ必セリ是故ニ(ニ)點ヲ線ノ方向ハ砲丸ノ方向ト同一ナラザ  
 ルコト明瞭ナリ然リト雖モ今舟中ニ在ルノ人若シ舟ノ進行スルヲ覺知

セサルキハ〔ニ〕ナル線ノ方向ハ直ニ砲丸ノ方向及ヒ大砲ノ所在ヲ指  
 示スルモノト信スルナラン茲ニ〔三〕及ヒ〔ハ〕ナル線ノ間ニ生スル所  
 ノ角ヲ名ケテアベラチヨシワヤシケル迷行角ト云フ而シテ舟ノ進行スル速度愈々大ナルカ又ハ  
 砲丸ノ速愈々小ナルキハ其迷行モ亦愈々大ナリトス是故ニ此角ト舟  
 ノ速トニ由テ砲丸ノ速ヲ算出シ得ベシ今大砲ニ代ユルニ一個ノ恒星  
 子以テシ砲丸進行ノ速ニ代ユルニ光ノ速ヲ以テシ舟ノ進行速度ニ代ユ  
 ルニ我地球ノ速ヲ以テスルキハ己ニ明知セシ所ノ地球速及ヒ迷行角  
 ノ大サヲ以テ光ノ速ヲ算測シ得ベキヤ必セリ而シテ夫ノ迷行角ハ下ニ説  
 述スル所ノ方法ニ由リテ測知スルヲ得ベシ即チ地球ノ一恒星ニ向テ  
 運動スルカ若クハ其恒星ヲ遠サカリテ運動スルノ際先ツ其眞位ヲ視  
 定シ而シテ後地球ガ前ノ方向ニ直角ヲナス所ノ方向ヲ取リテ運動スル  
 ノ時ニ有スル位置ト前者ト比較スルヲ以テ之レヲ行フストルウエ氏  
 ノ説ニ隨ヘハ〔ホ〕ナル迷行角ハ二〇、四四五一秒一度ヲ六十分シ其一十分分ト云ヒ其一分ヲ六十

分シタルノ一秒ト云フ而シテ秒ノ標記トシテ數字ノ左上ニシテ而シテ  
 方ニ〔リ〕ヲ附ス例之ハ〔二十秒〕<sup>20s</sup>是レナリ以下之レニ倣ヘニシテ而シテ  
 地球ノ速ハ三九七〇〇ナリ今其速ヲ示スニ〔ハ〕ナル線ヲ以テシ三角  
 法ニ從ヒテ光ノ速即チ〔ロ〕ナル線ノ長サヲ舉クレハ左ノ數式ノ如シ  

$$v = \text{cot } \theta = 3,9700 \cdot \text{cot } 20,4451'' = 40130$$

是ニ由テ之ヲ觀レハ光速ハ四萬零百三十里ニシテ全ク前法ト殊別ナ  
 ル方法ニ依ルト雖モ其成績ハ大概相一致スルヲ明ラカナリ  
 「フイッー」氏ハ星學ニ根由スルコトナク器械的ノ裝置ヲ以テ光速ヲ測定セ  
 リ其方法ノ原理ハ下文ニ於テ説述スルカ如シ即チ均正ノ齒ヲ具有ス  
 ル所ノ一個ノ齒輪ヲ取リ之レニ非常ノ速ヲ與ヘテ均整ニ廻轉セシム  
 ルトキハ其一個ノ齒部若クハ甲齒ト乙齒トノ間ニ存スル一個ノ空隙  
 ガ或ル一定點ノ前ヲ經過スルニ費ヤス所ノ時間ハ非常ニ短小ナルヤ  
 疑ヒナシ而シテ今一定ノ裝置ヲ設クレハ其短小ノ時間ハ大凡ソ一萬分  
 ノ一秒時ニ當ル如ク齒輪ヲ廻轉セシムルモ亦難事ニアラサルベシ然



第四十八圖

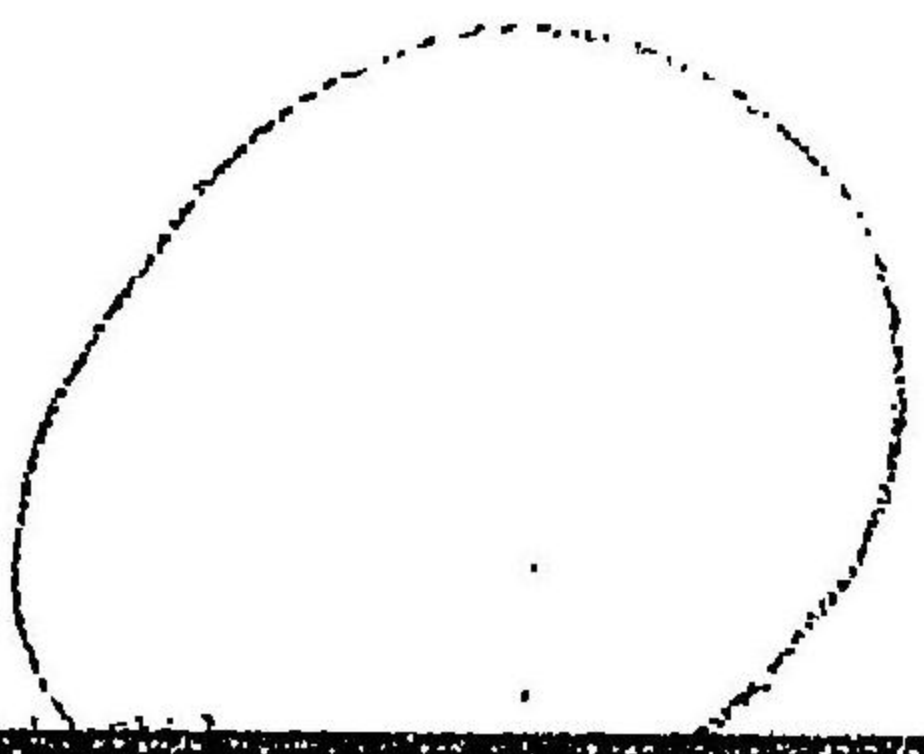
而ノ光ノ速ハ太ク巨大ナルモ此ノ如キ短小  
 時中ニハ著大ナル距離ヲ經過スルモノニアラ  
 ス大凡ソ地理里程ノ四里ヲ過クルノミ故ニ今  
 齒輪ヲ距ルコト若干ノ位置ニ在ル所ノ鏡面ニ射落シ來  
 ル所ノ光ヲシテ同一ノ方向ニ反射スベク裝置シ夫ノ齒  
 輪ノ齒間ヲ通過セシムレハ其齒輪上ニ反射シ來ルノ際  
 其廻轉ノ緩急ニ隨ヒ初メ光線ノ通過セシ齒間ノ位置へ  
 ハ更ニ齒若クハ他ノ齒間ノ廻達シ來タルモノアルヘシ  
 是故ニ茲ニ反射シ來ル所ノ光ハ或ハ齒ノ爲メニ遮ラン  
 或ハ他ノ齒間ヲ通過スベキノ理ナリ第四拾八圖ニ示ス  
 所ハ「ライヴ」氏上文ノ理ニ原キテ光速ヲ測定セシ裝置  
 ノ概形ヲ示スモノナリ即チ「甲」方右及「乙」方左  
 望遠鏡後ニ詳ニ互ニ相距ルコト八六三三メートルノ位

置ニ在リ而ソ一ノ望遠鏡ヨリ他ノ望遠鏡ヲ瞰フモ又彼ヨリ此ヲ望ム  
 モ著シク對物レンズヲ透視スルヲ得ベク即チ兩鏡ノ軸同一直線ヲ爲ス  
 ベク設置シタルモノトス「甲」方右ナル望遠鏡中ニハ其側邊ニ置ケル  
 ヨリ發射シ來ル所ノ強キ光ヲ對物レンズニ向テ反射セシメンカ爲メ  
 接眼レンズト對物レンズノ燒點トノ間ニ望遠鏡ノ軸ト四十五度ノ角  
 度ヲ爲サシメテ透明ナル硝子鏡ヲ設置ス而シテ望遠鏡ノ側面ニ附着  
 シタル管中ニハ一個ノ凸面レンズヲ嵌挿ス此レンズニ由テ「乙」ナル光  
 源ヨリ發シタル光ヲ「丙」鏡ニ受ケテ反射セシメ而シテ其光線ヲシテ「甲」  
 方右ナル望遠鏡ノ對物レンズヨリ一束ノ並行線トナラシメ之レニ因テ  
 再ヒ「甲」方左ナル望遠鏡ノ對物レンズノ燒點ニ束聚セシム然レモ茲ニハ  
 通常ノ平面鏡「丁」ヲシテ「甲」方左ノ軸ニ斜角ヲナサズシテ位置セシムルヲ  
 以テ光線ハ之レヨリ反射シテ前ニ進行セシト同一ノ路ヲ經テ再ヒ「甲」  
 方右ニ來リ其對物レンズノ燒點「イ」ニ束聚ス今「甲」方右ノ接眼レンズニ由リ

〔丙〕鏡ヲ透シテ〔乙〕ナル光源ノ肖像ヲ明視スルヲ得ベシ〔甲〕右ナル望遠鏡ノ他ノ側邊ニハ更ニ一個ノ穿孔ヲ有シ茲ニ〔ロロ〕ナル齒輪ノ邊端ヲ來ラシム而シテ此齒輪ノ空面ハ正シク對物〔レンズ〕ノ燒點ヲ通過ス今齒輪ニ連リ且ツ廻轉速ヲ均正ニ測知シ得ルガ爲メニ裝置シタル器此器ノ中ニ見ユ由テ〔ロロ〕ナル齒輪ヲ廻轉セシムルニ其速ノ大小ニ從テ或ハ光源ノ明ラカナルヲ覺ヘ或ハ其暗キヲ覺フ即チ其廻轉速若シ一秒時中ニ一・二・六ノ大サニ至レハ始テ暗キヲ覺フ而シテ其速若シ二倍スルトキハ光明ヲ覺エ三倍スレハ再ヒ不明ヲ生ス然リ而シテ齒輪ハ七二〇個ノ齒ヲ有シ且ツ各齒及ヒ各齒間ノ廣サハ輪周ノ一四四〇分ノ一ナルガ故ニ齒輪一秒時中ニ廻轉スルハ一・二・六度ナルキハ一個ノ齒間ガ

〔イ〕ナル燒點ヲ經過スルニ一・八二四四分ノ一秒時  $\frac{1}{1.8244} = 140.126$  18144) 秒時中ニ初齒間ヲ通過シタ

チ費スベシ然レモ齒間己ニ廻過シ之レニ次キタル齒部正シク燒點ニ廻轉シ來ルノ際即チ一・八二四四分ノ一秒時中ニ最初齒間ヲ通過シタ



ル所ノ光ハ茲ニ反歸ス然ラズ即チ光ハ一・八二四四分ノ一秒時中ニ八六三三ノ一倍ノ距離即チ一・七二六六〔メートル〕(28633 = 17266)ヲ經過セシヤ明ラカナリ是故ニ光ノ速ハ即チ三・一三二七四三〇四 (17266.18144 = 313274304)〔メートル〕ニシテ地理里程ノ四二二二二〇  $\frac{313274304}{7420} = 42220$  里ナリ

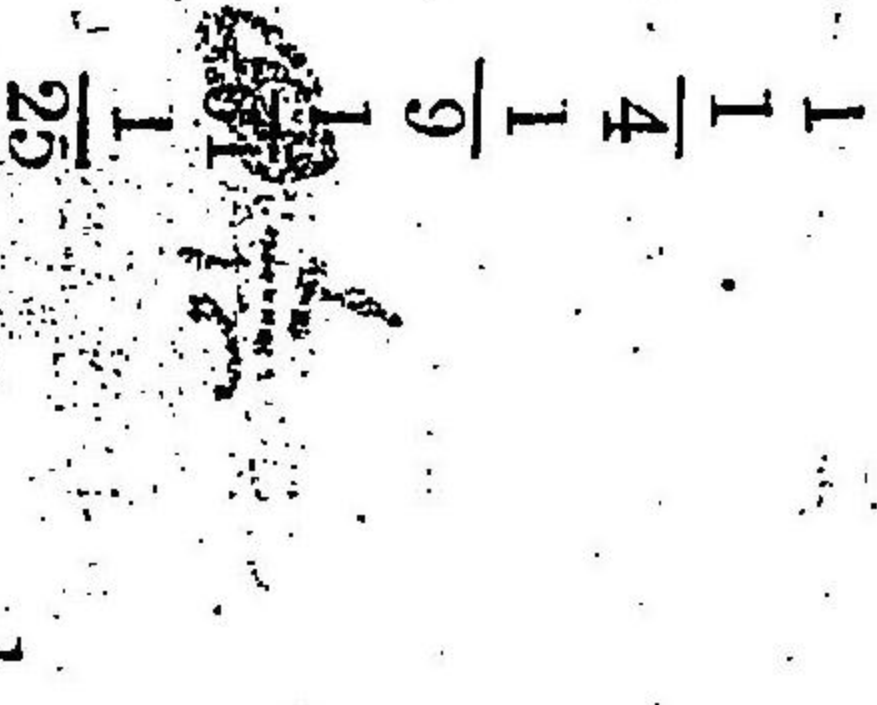
以上説述スルカ如ク光速ヲ測定スルノ方法ハ種々アリト雖モ其成績ニ至テハ皆ナ大凡ソ四方有餘里ナルニ就テ觀ルトキハ光ハ實ニ一秒時中ニ此浩大ナル距離ヲ經過スルモノナルヤ殆ント疑ヒナシ是故ニ各般ノ試験ニ由テ得タル所ノ成績ヨリ其中等數ヲ取リテ光ノ速ハ大凡ソ四方二千里ナリト定ムルモストス

〔暗体ノ光ヲ受ケテ照輝セラル、ノ強弱ハ光源ノ距離ニ關ス〕凡ソ暗体ガ光体ヨリ發シ來ル所ノ光ヲ受テテ照輝セラレハ強弱ノ度ハ其光ノ強弱ニ由ルハ圓トヨリナリト雖モ之レヲ受ケル



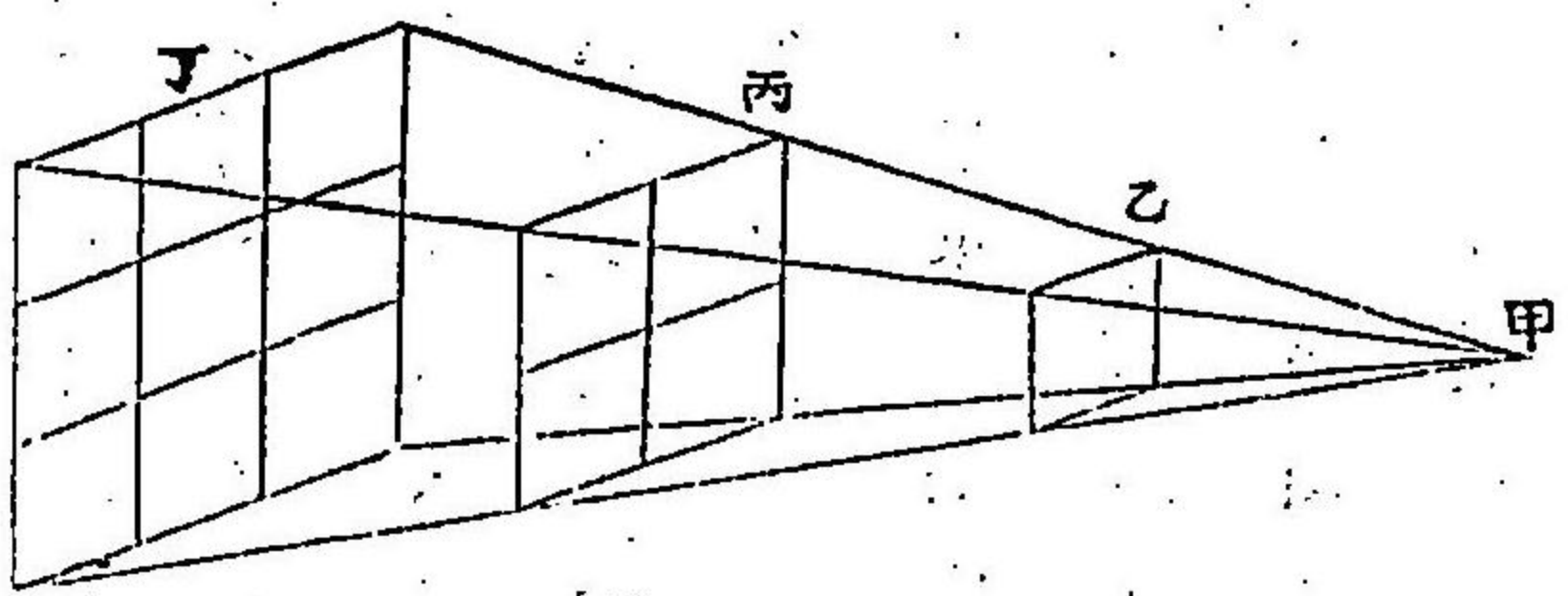
面ノ光點ヲ距ルノ大小ト其面ト落射シ來ル光線トノ間ニ生フル角度  
 ニ關ス今物体若シ光點ヲ距ル一、二、三ノ對稱ヲナストキハ一ノ距離  
 ニ在ルモノハ一定ノ強度ヲ以テ照輝セラレ二ノ距離ニ在ルモノハ其  
 四分一、三ノ距離ニ在ルモノハ其九分一ノ光ヲ以テ照輝セラレ、ナリ  
 即チ光ノ物体ヲ照輝スル強度ハ光体ヨリ發スル光ノ強弱ニ正比シ且  
 ヲ其距離ニ倒比ス其度左ニ表示スルカ如シ

- 一ノ距離ニ在リテハ
- 二ノ距離ニ在リテハ
- 三ノ距離ニ在リテハ
- 四ノ距離ニ在リテハ
- 五ノ距離ニ在リテハ



今光ノ強度ハ何故ニ此ノ如ク距離ノ自乗ニ倒比スルヤノ理由ヲ説

第四十九圖

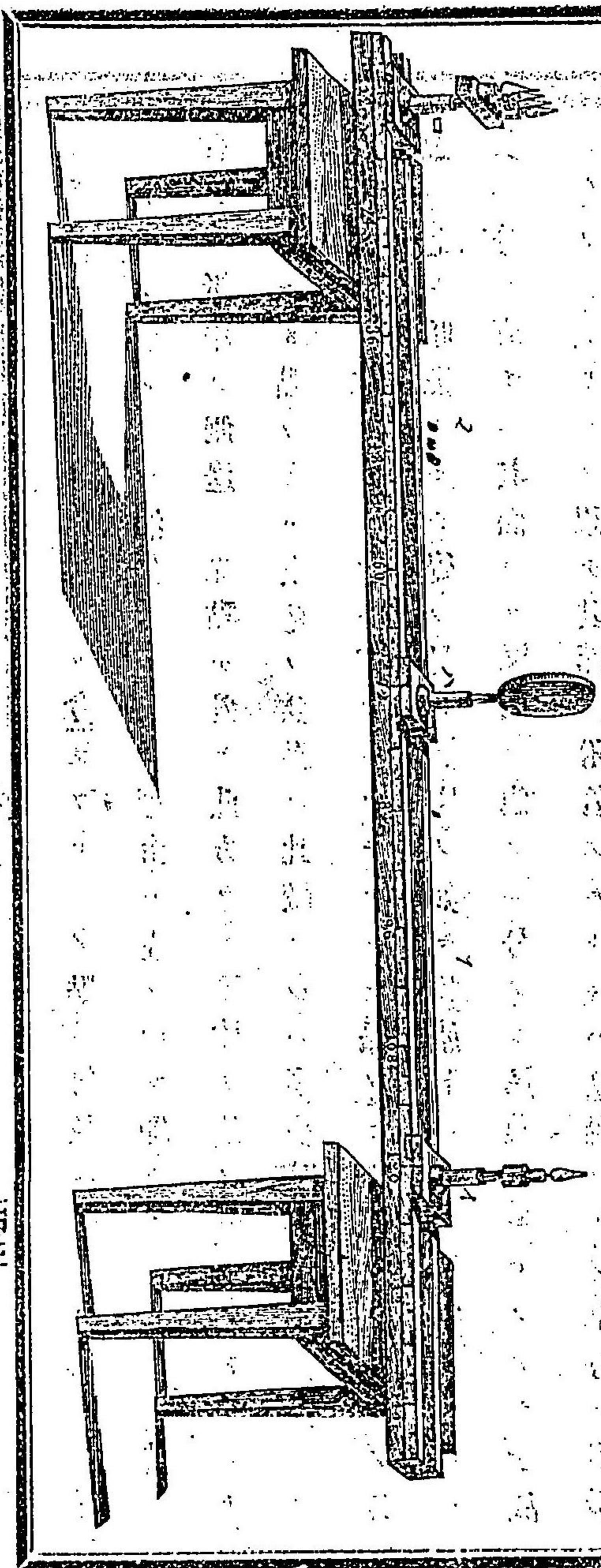


述セントス即チ茲ニ一個ノ空球アリ其中點ニ光點ヲ置キタリト假想  
 スレバ其表面ノ各點ハ悉ク中點ヨリ發射シ來ル所ノ光ヲ受クルナル  
 ベシ其光點若シ二倍或ハ三倍ノ半徑ヲ有スル空球ノ中點ニ在リトス  
 ルモ亦此各點ノ光ヲ受クルハ前球ノ狀ニ同シカルベシ然レトモ二倍  
 三倍ノ半徑ヲ有スル球面ノ各點ハ一ノ半徑ヲ有スル  
 球面ノ各點ヨリモ光ヲ受クルヲ四分一或ハ九分一ニ  
 止マルモノトス蓋シ幾何學ノ定理ニ從テ圓球ノ面積  
 ナ論スレバ其半徑 $r$ ニ對稱ニテ面積ハ $4\pi r^2$   
 ノ對稱ヲナスヲ以テ一定ノ強度ヲ有スル光ヲシテ四  
 倍或ハ九倍ノ面ヲ照輝セシムレバ其各點ニ就テハ四  
 分一或ハ九分一ノ強サニ減却スルヤ疑ヒナシ今更ニ  
 第四十九圖ニ就テ光強ノ距離ノ自乗ニ倒比スルノ景  
 況ヲ示スベシ即チ(甲)ニ於テ光點アリ此レヨリ直射ス

ル所ノ四條ノ光線アリテ一ノ距離ニ位シ且ツ一定ノ大サヲ有スル面  
 [乙]ヲ照スモノト不然ニ此同一ノ光線已ニ二ノ距離ニ至レハ其面ニ  
 並立シテ其大サ四倍スル所ノ面[丙]ヲ照ラシ三ノ距離ニ至レハ始メニ  
 九倍スル所ノ面[丁]ヲ照ラサザル可カラサルヤ本圖ノ景狀ヲ觀レハ自  
 分カラ明ラカナリ也然ラハ則チ上文ニ説述セシ如ク光ノ強弱ハ距  
 離ノ自乗ニ倒比スルヤ必セリ  
 今第五十圖ニ示ス所ノ裝置ニ據リテ光ノ強度ハ必ス距離ノ自乗ニ倒  
 比スルノ事由ヲ試験的ニ確證セントス即チ本圖ニ示ス所ノ現狀ノ如  
 シ凹溝ヲ設ケタル木杆ニ尺度ヲ割シタルモノヲ机上ニ安シ[ハ]ナル支  
 臺[イ]ノ溝中ニ進退スルモノニ紙片ヲ貼付シタル圓輪ヲ插立シ其中  
 尖コトテカハシヲ附着シ小點ヲ成ス而シテ[イ]ノ支臺ニ一燭ヲ插シ[ロ]  
 ノ支臺ニハ其燭火ノ同様ナルモノ四個ヲ樹テ其燭ニ點火スルモステ  
 其點ハ依然トシ現ル今[ハ]ニ定ノ處ニ置キ[イ]或ハ[ロ]ノ一個モ

亦[ハ]チ距離ノ一定ノ位置ニ在ラシメ其燭ヲ進退スレハ遂ニ[イ]スチアリシ  
 點ハ全ク消失シ視ル可カラザルニ至ル此際[ハ]ヨリ[イ]及ヒ[ロ]ノ距離  
 ナ測ルニ一ト一トニ於ケルガ如シ今ヤ一ノ距離ニ在ル所ノ一燭ト二ノ距  
 離ニ在ル所ノ四燭トステアリシ點ヲ照ス同一強ナルノ微ニシテ光強ハ距離

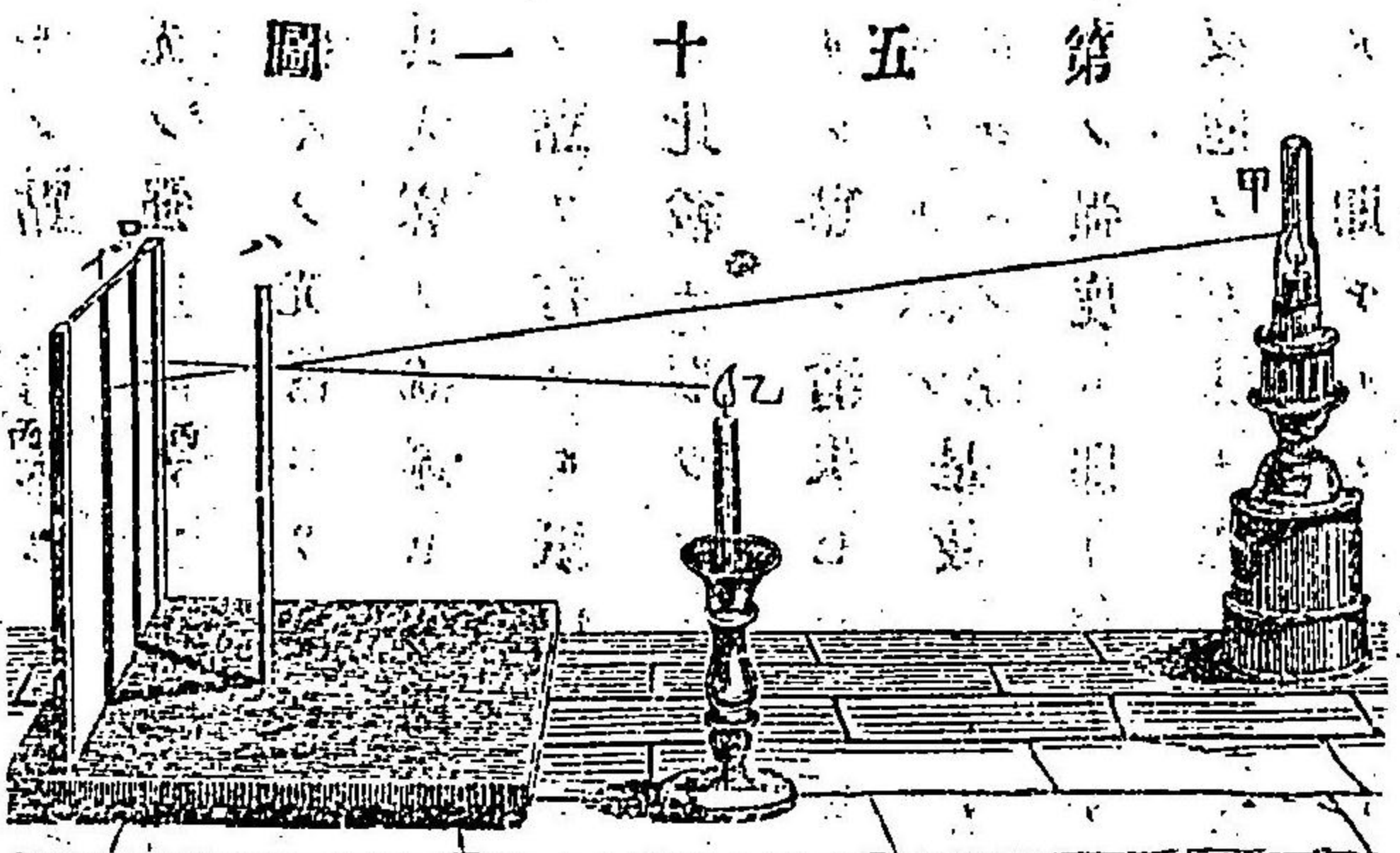
四  
十  
五  
三





ノ自乗ニ例比スルノ證ナリ今ステアリン點ハ何故ニ同一ノ強度ヲ有  
 スル光ヲ受クレバ消失スルヤノ理由ハ左ノ如シ即チステアリン點ヲ  
 有スル紙片ノ側邊ニ光點ヲ置キ此方ヨリ紙片ヲ望メハステアリン點  
 附着シタル點ノミハ其他ノ諸點ニ比較スレハ多少暗黒ナルヲ覺フ之  
 レヨ反シテ他方ヨリ之ヲ望メハステアリン點ノミ鮮明コソ其他ノ各  
 點ハ悉ク暗黒ナルヲ覺フ是レ紙片ノ如キ物体上ニ光ノ落射スルキハ  
 其一分ハ直チニ其面ヨリ反射シ他ノ一分ノミ透過スルモノナルガ故  
 ニ今ステアリン點ヲ以テ其面ニ附着スルトキハ透過スルノ部分ハ多少  
 増加ス此レヲ以テ光點ノ存在スル方ヨリ之ヲ望メハステアリン點ヨ  
 リ反射スルノ光ハ少ナキヲ以テ其點ノミ暗黒ナルヲ覺ヘ又他方ヨリ  
 瞰フトキハステアリン點ノ部ヨリ多少ノ反射シ來ルヲ以テ他部ヨリ鮮  
 明ナルヲ覺フルナリ是故ニ若シ兩方ニ光源ヲ置キ強度同等ナリニ至  
 レハ一方ヨリ他方ニ透過スルノ量ヲ補加スルニ他方ヨリ來ルモノヲ

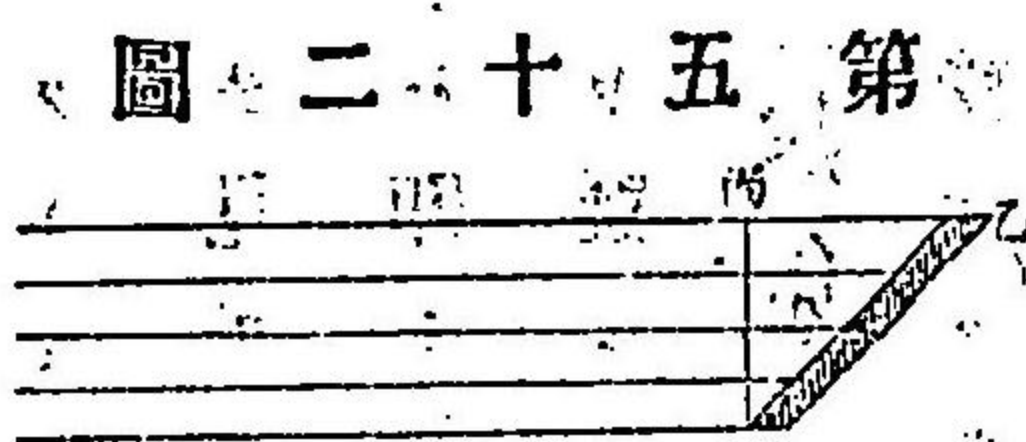
以テスルニ由リ光ノ強度同一ナレハステアリン點ハ消失シタルカ如  
 ク毫モ發現スルコトナシ然ラハ則チ第五十圖ニ就テ示セシ所ノステア  
 リン點ノ消失セシハ一ノ距離ニ在ル一燭ト二ノ距離ニ在ル四燭ト其  
 光ノ強度同等ナリシヤ果シテ明ラカナリトフンセン氏ハ上文ノ理ニ原シキ  
 種々ノ光源ヨリ來レル光ノ強度ヲ比較シ其裝置ヲ測光器ト名ケタリ  
 其大畧ヲ說述セハ即チ通常ノ蠟燭六本ノモノトス夫ヲ以テステアリン  
 點ヲ有スル紙片ノ一方ニ於ケル一定ノ距離ニ定置シ其他方ニハ今  
 其比較ヲ取ラント欲スル所ノ光源ヲ來タスベシ今之レニ由テステア  
 リン點ヲ消失セシムルニハ(17)ナル距離ニ定メザルベカラズ蠟燭ノ距  
 シタルノ際ニ是故ニ若シ通常蠟燭ノ光ヲ一位ト爲ストキハ其比較シタル  
 光ノ強度ハ即チ(17)ナリ  
 又他ノ方法ヲ以テ種々ノ光源ヨリ來ル所ノ光ノ強度ヲ比較スルコト  
 アリ即チルムフォールド氏ノ測光器ノ如キ是レナリ其器ハ第五十一圖



示スカ如シ即チ丙丙ハ白壁ニ其前面ニ  
 近クシテハナル一小杆ヲ樹立セシム今乙ニ  
 蠟光ヲ置キ甲ニ他光ヲ置クトキハ壁上ニハ  
 杆ノ陰影二個イ及ヒロヲ生スルナルヘシ而  
 シ此二個ノ陰影ヲ生セサル部ハ甲及ヒ乙ナ  
 シ此二光ノ爲メニ照輝セラルハヤ言ヲ埃タス  
 然レモ陰影ハ各々一光ノ爲メニ照ラサルハ  
 以テ光源若シ兩ツナカラ同強ノ光ヲ發ス  
 ルキハ兩光ノ其壁面ヲ遠サカルフ同一ノ距  
 離ニ於テ其兩陰影ハ共ニ同度ノ暗黒ヲ呈ス  
 シ然リト雖モ一光若シ強大ナリト當リテ  
 ハ此兩陰影ヲシテ同度ニ至ラシメシカ爲メニ其強光ヲシテ壁面ヨリ  
 遠サカラシメザルヘカラス今乙及ヒ丙ヲ以テ光ノ強度共前シ壁面ヨリ

第三光ノ距離ヲ標スルニ乙及ヒ丙ヲ以テスレハ二光ノ對稱ハ左ノ數  
 式如シ  

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{L_3}{L_4}$$
 或ル面上ニ落射シ來ル所ノ光線若シ面ト直角ヲ爲サスシテ斜角ヲ爲  
 スキハ其斜度ノ大小ニ從テ照輝セラルモ其差度アリトス例  
 之ハ第五拾三圖ニ示ス所ノ甲乙ナル面ハ射落シ來ル光線ト  
 斜角ヲ爲シ甲丙ノ直角ヲ爲ストスレハ乙甲乙面ハ甲丙  
 ヨリ廣シト雖モ其兩面ハ同數ノ光線ヲ受クベシ然ラハ則チ  
 甲乙面ハ甲丙面ヨリモ照輝セラルコト弱シ面ノ甲乙面愈々  
 傾斜スルキハ其照輝セラルノ度モ亦愈々弱カルベシトス



第三章

光ノ反射

既ニ前章ニ於テ説述セシ如ク凡ソ暗体ハ光体ヨリ發射シ來ル所ノ光

ヲ受テ之シテ反射スルニ因テ現ハレモ、**〔入〕**ノ視覺ニ感スルモノナリ。今一例ヲ舉ゲ其現象ヲ証明セントス。即チ暗室ノ一壁ニ小孔ヲ穿テ日光ヲ射入セシムレハ、内壁ノ一部ニ太陽ノ光像ヲ生ス。今茲ニ鏡ヲ置クトキハ、其位置ノ如何ニ關シテ室内ニ定メ處ニ於テ更ニ一箇ノ光像ヲ見ルベシ。第一ノ光像ハ日光ヲ射入ニ由テ生スルト雖モ、第二ノ光像ハ即チ彼ノ鏡面ニ爲シテ反射セラレタル光ニ由テ生シタルモノナルヤ疑ヒナシ。是レ即チ光ノ反射スル明徴ナリ。

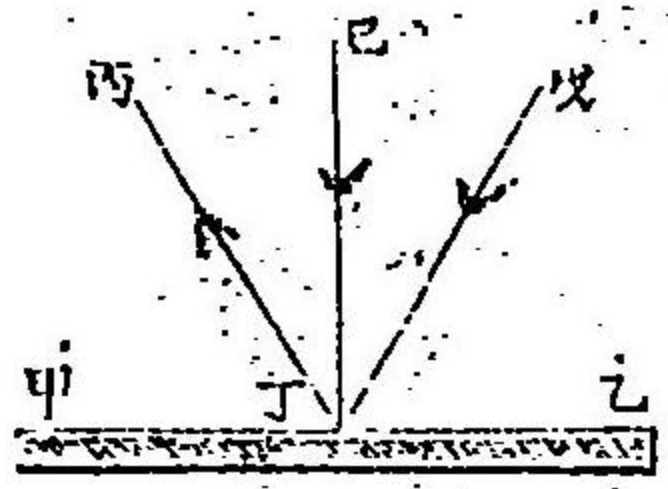
**〔反射ノ定則〕** 各種ノ物体ヨリ反射スル光線ノ多少ハ初メ之レニ受ケタルモノニ同數ヲラズテ必ズ其二分ハ吸収セラレ、モノトス而シテ其物体若シ透明体ナルトキハ其一部分ハ透過シ去ル。固下ヨリ論チ俟タス凡シ反射スル光ノ多少ハ之レヲ受クル面ト其射線トノ間ニ成ル所ノ角度ニ關ス。其面若シ射線ト直角ヲナストキハ反射スルコト甚ク少ク、其角若シ傾斜セバハ反射スルコト多ク、而シテ角愈々斜ナレ

ハ反射愈々強シ例之ニ硝子ノ如キ物質ハ鉛直ニ落射シ來ル所ノ光線ヲ反射スルコト僅カニ百分ノ四ニ過キスト雖モ只五度ノ斜角ヲナシテ落射シ來ルモノハ百分中六十六分ヲ反射スルニシテ此ノ如ク角度ニ關シテ反射ノ多少アリト雖モ反射スル所ノ光線ハ悉皆一定ノ規則ニ隨ハサルナシ之レヲ名ケテ**反射ノ定則**ト云フ。即チ左ニ舉示スルカ如シ

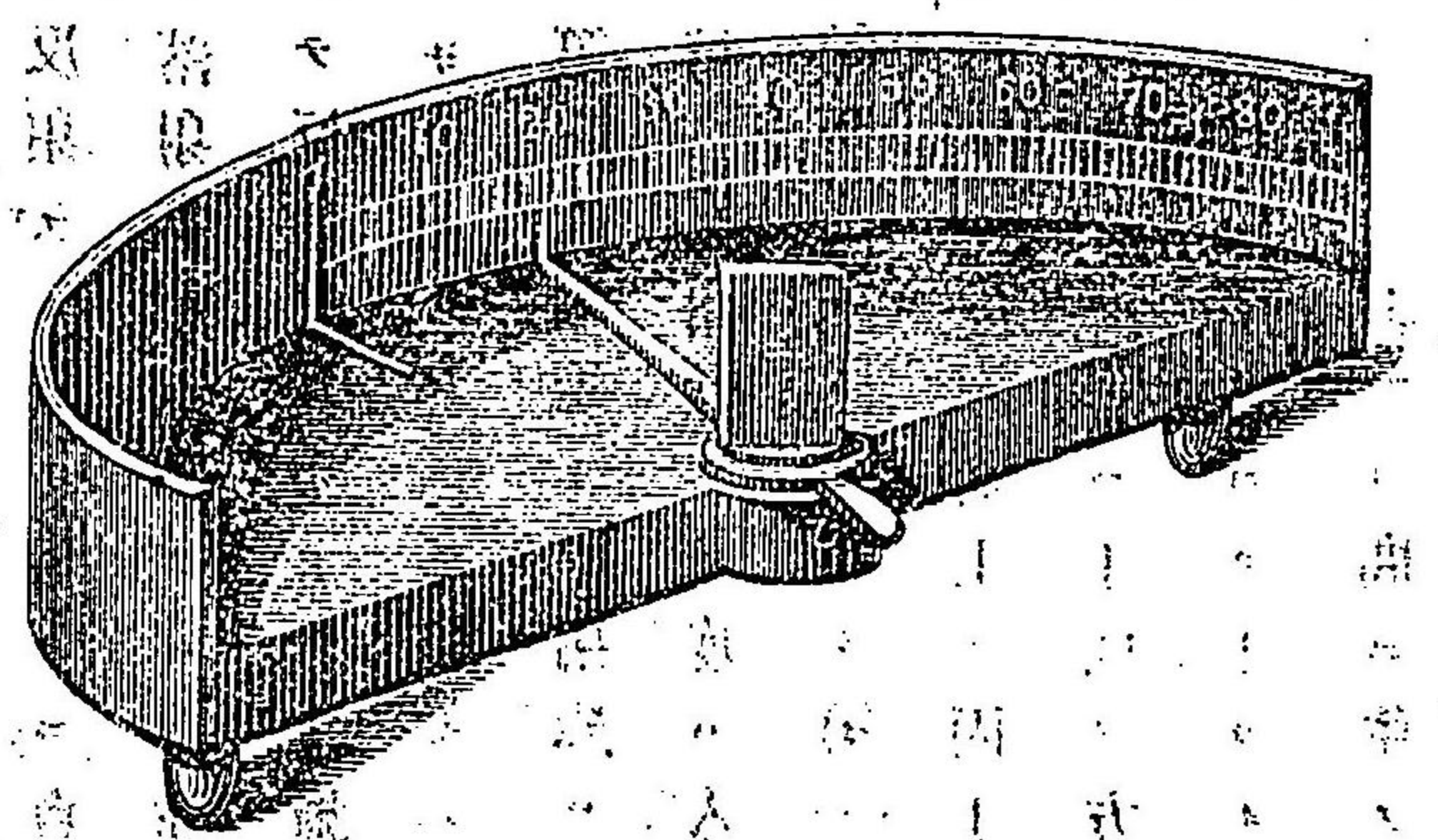
第一入射線ト反射線ハ鉛直線ト同一ノ空面ニアリ

第二反射線ノ角度ハ入射線ノ角度ニ均一ナリ

今第五十三圖ニ就テ第一及第三ノ定則ヲ説明ス。即チ**〔甲乙〕**ナル面上ニ**〔丙丁〕**ノ方向ヲ取リテ**〔丁〕**點ニ落射シ來ル所ノ光線ハ**〔丁戊〕**ノ方向ヲ取リテ反射ス。而シテ此面ニ向テ直チニ**〔己〕**ヨリ下タル所ノ線ハ所謂鉛直線ニシテ其線ト**〔丙丁〕**線トノ間ニ生スル角ヲ入射角ト云ヒ其線ト**〔戊丁〕**線トノ間ニ生スル角ヲ反射角ト名ク。已上兩角ノ度数ハ共ニ均一ニシテ且ツ共ニ



鉛直線同一ノ空面ニ在ルヤ本圖ノ現狀ノ如シ此貴重ナル定則ハ第



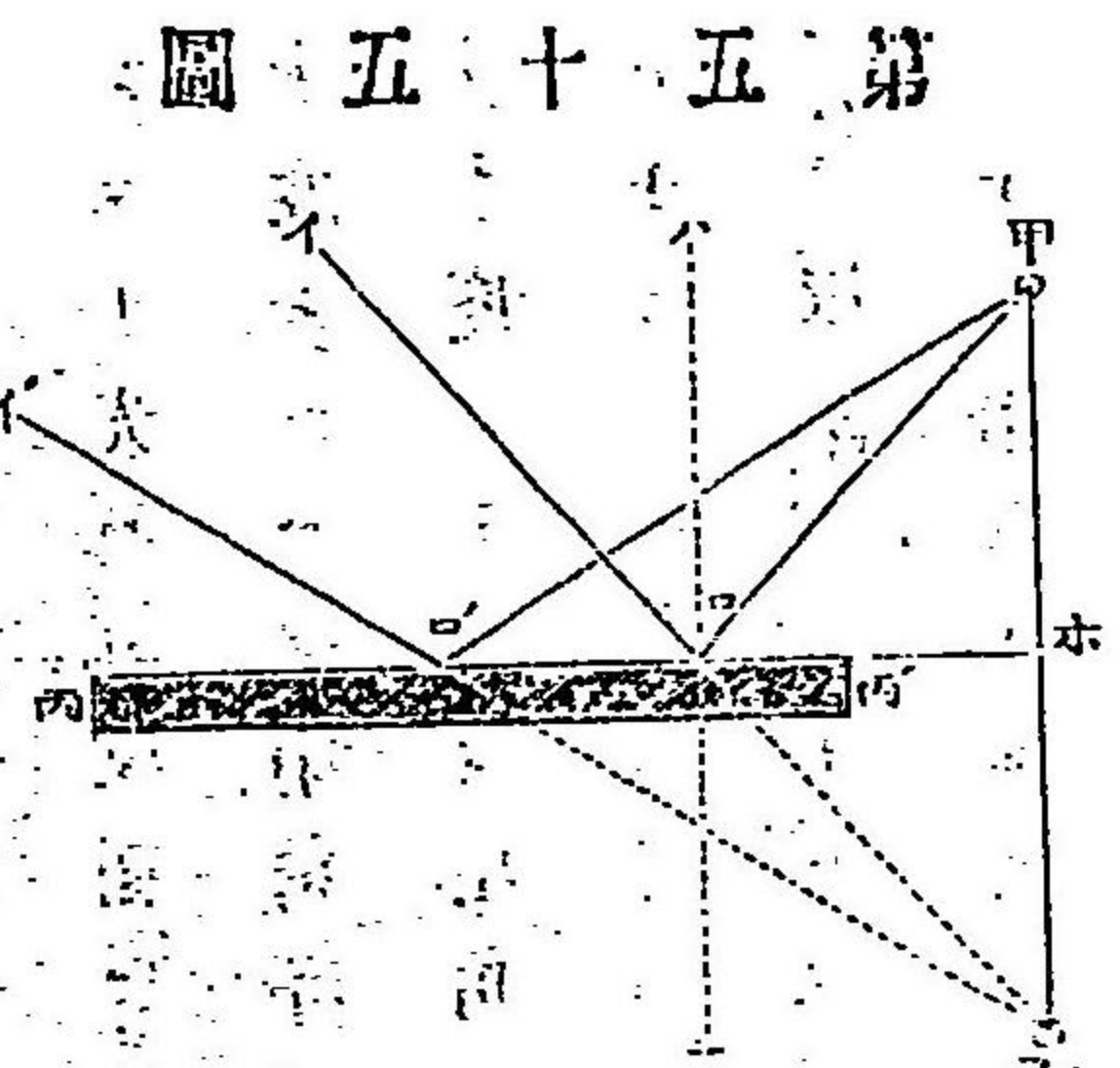
第十四圖  
 劃定ヨリ今鏡ニ過テ旋轉シ小杆(イ)ヲシテ十度二十度或ハ三十度ヲ指  
 示セザルコト至リ半規圖ノ外方ニ或ル光源ヲ置キ(イ)ヨリシテ其光ヲ  
 射入セザルコトキハ必ズ二十度四十度或ハ六十度ノ位置ニ於テ反射  
 光ノ來ル見ルニ是レ則チ鉛直線(ロ)ハ下十度ノ角度ヲ爲シテ射入  
 シタル光ハ其反射スルノ際ニ爲所ノ角モ亦十度ニ在リテ入射角二  
 十度ナレハ反射角亦二十度ヲ爲シ入射角三十度ナルトキハ反射角亦  
 三十度ヲナシ反射角ハ常ニ入射角ト均一ノ度夫有テ鏡ノ理果ト明ラ  
 カナリ

示セザルコト至リ半規圖ノ外方ニ或ル光源ヲ置キ(イ)ヨリシテ其光ヲ  
 射入セザルコトキハ必ズ二十度四十度或ハ六十度ノ位置ニ於テ反射  
 光ノ來ル見ルニ是レ則チ鉛直線(ロ)ハ下十度ノ角度ヲ爲シテ射入  
 シタル光ハ其反射スルノ際ニ爲所ノ角モ亦十度ニ在リテ入射角二  
 十度ナレハ反射角亦二十度ヲ爲シ入射角三十度ナルトキハ反射角亦  
 三十度ヲナシ反射角ハ常ニ入射角ト均一ノ度夫有テ鏡ノ理果ト明ラ  
 カナリ

**〔正反射〕** 凡ソ反射ヲ分ツテ二ト爲ス曰ク正反射曰ク不正反射是  
 レナリ滑澤ナル面ハ常ニ正反射ヲ起シテ光ノ由來スル所ノ物体ハ肖  
 像ヲ生ズ之レニ反シテ不正ニ反射スル光所謂離散光ハ其反射ヲ起  
 ス所ノ物体ヲ現ハス。物体ノ著明ナル肖像ヲ現ハス所ノ滑澤ナル面ハ  
 總テ之ヲ名ケテ鏡ト云フ凡ソ鏡ニハ平面鏡。彎曲鏡。二種アリ平面鏡  
 ハ通常吾人ノ使用スル粧鏡ニ如キ即チ是レナリ



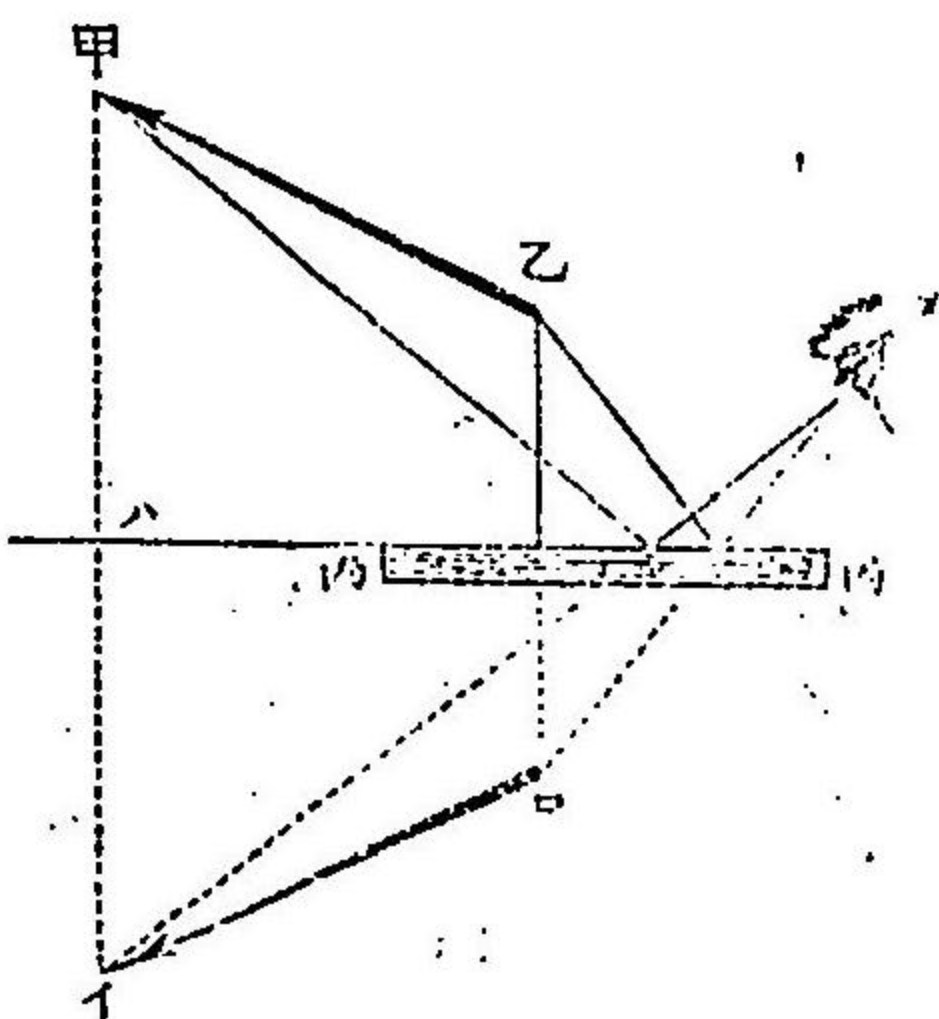
凡ソ平面鏡ニ由テ反射シタル光ヲ以テ其光ノ由來スル物体ノ肖像ヲ  
 視ルノ際其肖像ガ鏡ヲ距ルノ遠近ハ正ニ鏡前ニ位スル所ノ其物体ト  
 均シクシテ其大小モ亦同一ナルガ如ク現出スベシ今下文ニ於テ其理  
 由ノ如何ヲ説述スベシ即チ第五十五圖ニ示ス所ノ(丙丙)チ一個ノ平面



鏡トシ(甲)ハ鏡前ニ位スル一ノ光點ニシテ鏡上  
 ニ向テ(甲)ナル光線ヲ落射スルモノトス今此  
 光線ハ反射ノ定則ニ從ヒ(丙)ナル方向ヲ取り  
 テ反射スル此線若シ人ノ眼目ニ感受セラル  
 トキハ其眼中ニ於テ爲ス所ノ作用ハ恰ガモ  
 鏡後ノ一光點ヨリ來ルシモノ、如クナルベシ  
 夫レ光點(甲)ヨリ發シ鏡面ニ一光點(丙)ニ達シタル線ハ(丙)ノ方向ニ反射  
 ス若シ茲ニ(甲)及(乙)ナル線ヲ鏡後ニ延長スレバ(乙)點ニ於テ會合ス  
 ベシ斯ノ如ク(甲)ヨリ發射シ來ル所ノ總光線ハ(丙丙)ナル鏡ノ爲メニ反

射セラレタルノ後恰ガモ彼ノ(乙)點ヨリ分散シ來ルノ觀ヲ做ス之レ  
 チ概言スレバ(乙)ハ即チ(甲)ノ肖像ナリ今(丙)甲ナル三角ハ(丙)乙ニ等  
 シ幾何學上容易ニ之ヲ 故ニ(丙)甲亦タ(丙)乙ニ同等ナリ然ルトキハ(丙)甲  
 ホナル三角ト(丙)乙ホナル三角モ亦タ互ニ同等ナリトス是故ニ(甲)ホナ  
 ル線ハ(丙丙)ニ直角ヲ爲スノ方向ニ在リテ其長サハ(丙)乙ニ等シ此ニ於  
 テヤ鏡前ニ置キタル物体ト鏡後ニ現ハル、所ノ其肖像トハ鏡ノ前後  
 ニ在リテ鏡面ヲ距ルノ同等ナルヤ明ラカナリ以上説述セル所ノ理ニ  
 由リテ平面鏡ニ生スベキ肖像ノ位置ヲ搜索スルハ容易ナリ則チ光點  
 ヨリ鏡面或ハ鏡面ヲ延長シタル線上ニ鉛直線ヲ下シ之レヲ鏡後ニ延  
 長シ其度ハ鏡面ト鏡面前ノ光點ト相距ルノ度ト同一ナラシム(例之ハ  
 光點鏡面ヲ距ルノ半)メートルナルトキハ肖像ノ鏡面ヲ距ルモ亦半メ  
 ートルニ在リ此ノ如ク一點ヨリ發シタル光ノ反射線ハ必ス鏡後ノ一  
 點ニ相會スルト同一理ニ據リ其諸點ヨリ發シ來ルモノハ各其一致ス

第五十六圖



ヘキ點ニ於テ聚會スル例之ハ第五拾六圖ニ示スカ如ク〔丙丙〕ナル平  
 而鏡ノ前ニ一技ノ箭〔甲乙〕アリテ其頭部〔甲〕ノ  
 肖像ヲ求メント欲セハ〔甲〕ヨリシテ鏡ノ延長  
 線上ニ鉛線〔甲ハ〕ヲ下シ尙ホ之レヲ延長シテ  
 〔甲ハ〕ト同長ノ線〔ハイ〕ヲ得レハ〔イ〕點ハ即チ箭  
 頭ノ肖像點ニシ〔甲〕ヨリ射出スル所ノ光線ハ恰  
 カモ此處ヨリ來ルカ如ク反射シ〔乙〕點ノ肖像點モ亦此法ヲ以テ搜索シ  
 〔ロ〕ヲ得ヘシ是ニ由テ之ヲ觀レハ〔甲乙〕ノ間ニ在ル各點ヨリ發スル光ノ  
 肖像點ハ皆〔イ〕ト〔ロ〕トノ間ニ於テ各之レニ一致スルノ點ニ來ルヤ必セ  
 リ故ニ〔甲乙〕ナル箭ノ〔丙丙〕ニ寫映スルトキハ覽者ノ眼〔メ〕ニ現ワル、  
 本圖ノ現狀ノ如シ  
 上文説述スル如ク鏡前ニ在ル物体ノ各部分中其鏡面ニ近キモノハ肖  
 像モ亦近キニ現ハル、ヲ以テ一個ノ平面鏡ヲ取り之レヲ水平ニ横タ

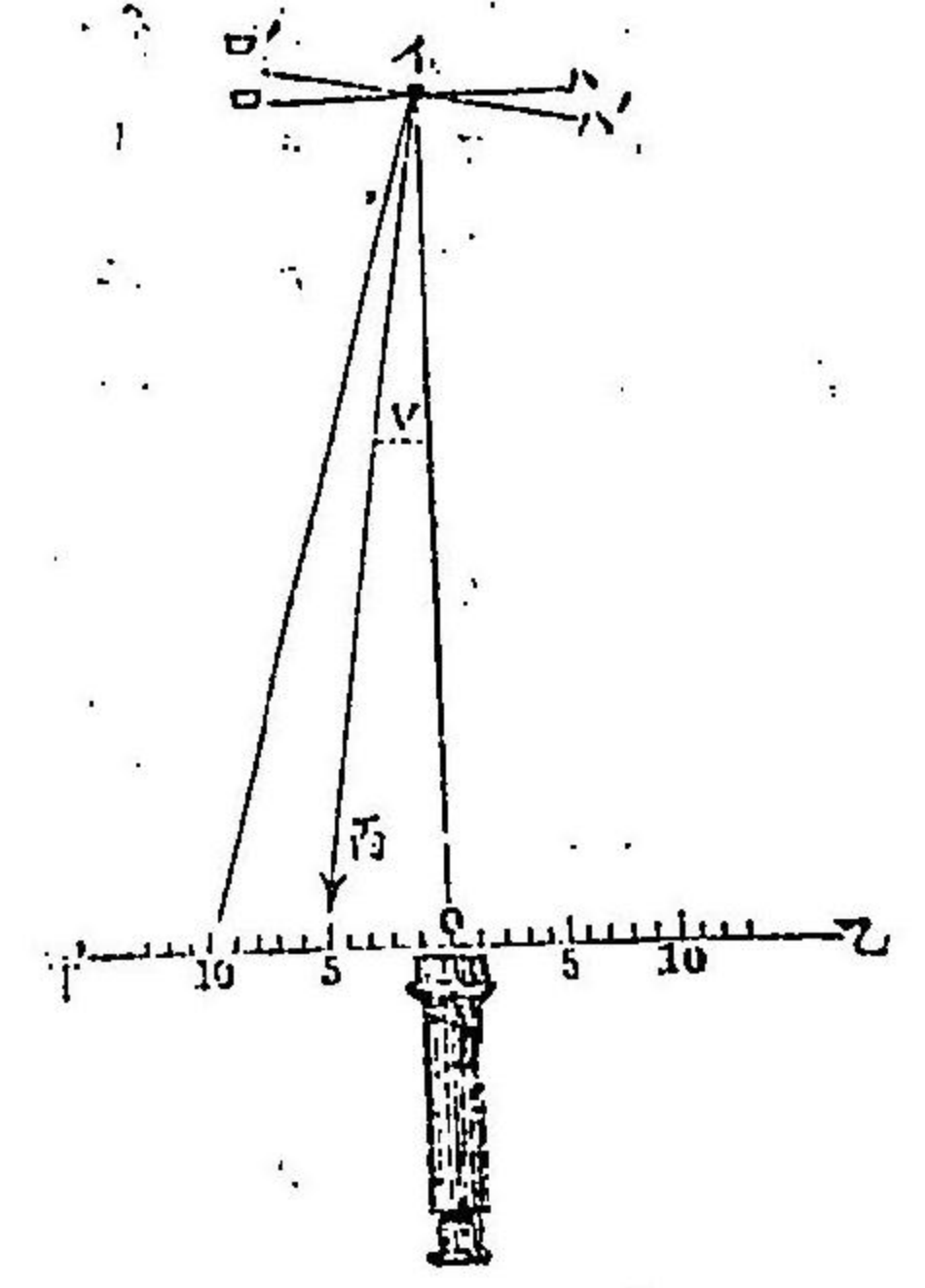
ヘ鏡上ニ一物ヲ樹立セシムレハ鏡中ニ於テハ必ス其肖像ノ倒立スル  
 チ看ルベシ人家樹木等ノ水上ニ倒映スルモ之レト同一理ナリ苦シ平  
 面鏡ヲ四十五度ノ角度ニ横タヘ一ノ物体ヲ取りテ鉛直形ニ其前頭ニ  
 置クトキハ其肖像ハ却テ水平狀ニ現ハレ又物体ヲ水平狀ニ置クトキ  
 ハ之レニ反シテ鉛直ニ現ハル、等ノ理前ノ諸項ヲ了解セハ自ツカラ  
 明晰ナルベシ

第五十七圖ニ示スガ如ク二個ノ平面鏡〔甲〕及ヒ〔乙〕ヲ取  
 リ互ニ相對シテ並行ニ直立セシメ其中間ニ一ノ物体  
 例之ハ箭〔イ〕ヲ置ケハ兩鏡ニ映寫シテ無數ノ肖像ヲ爲  
 スベシ是レ一タビ〔甲〕ナル鏡ニ映シテ〔ハ〕ヲナシタルモ  
 ノ〔乙〕鏡ニ映シテ〔ハ〕ヲ現ハシ最初〔乙〕鏡ニ映シテ〔ロ〕ヲ生  
 シタルモノ〔甲〕鏡ニ映シテ〔ロ〕ヲ現ハシ逐次互映シテ遂  
 ニ無限ノ數ニ至ルヲ以テナリ然レモ其肖像ハ漸々光

度ヲ減ス蓋シートタビ反射セラル、毎トニ必ス多少ノ光ヲ吸収セラ  
 ル、ヲ以テナリ  
 凡ソ平面鏡ハ粧飾等ノ用ニ供スルヲ常トスレドモ亦物理學上ノ裝置  
 トシテ應用ズベキ要器ナリトス右ニ平面鏡ノ種類ニ就テ一二ノ例ヲ  
 掲ク

第一ヘリオスタトトナリ此器ハ一個ノ平面鏡ニシテ暗室ノ壁頭ニ  
 裝定シ是ニ由テ日光ヲ室内ニ反射セシムルノ要具ナリ即チ前ノ第  
 四十四圖ニ示シタル所ノ〔甲〕是レナリ

第五十八圖

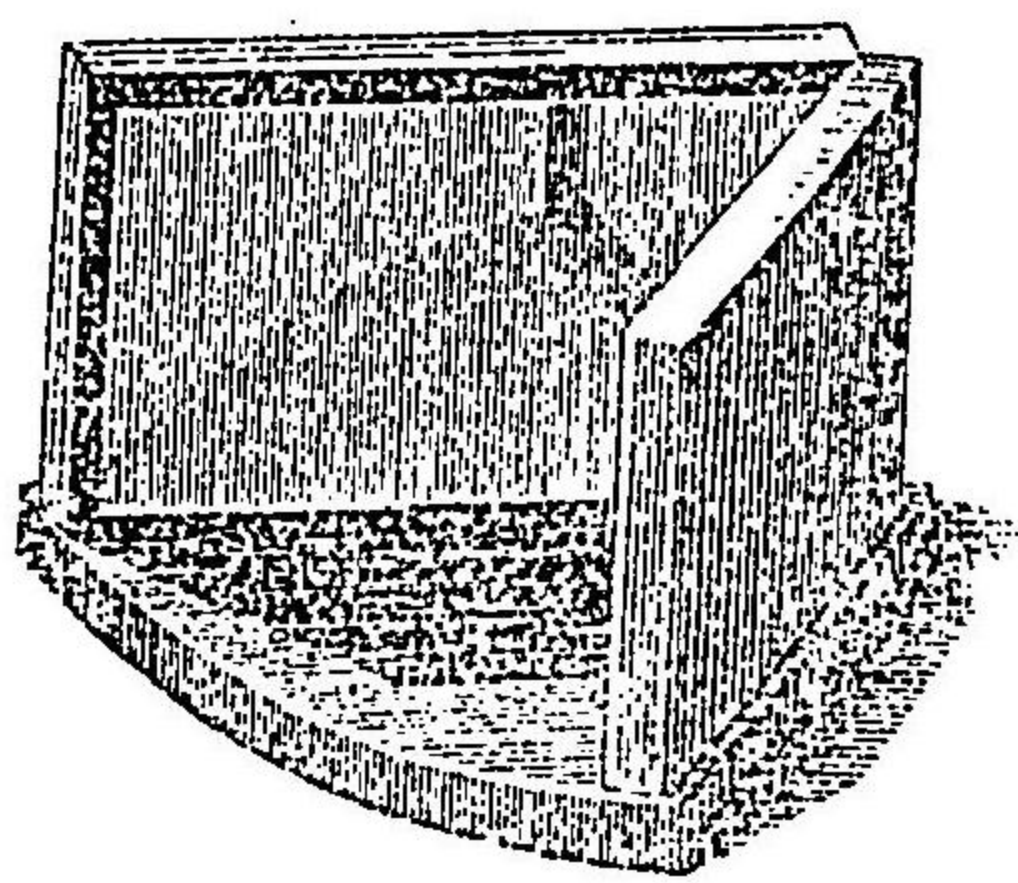


第二ボツゲンドルフ氏ノ鏡裝置ナリ此  
 裝置ハ甚ク微小ナル廻轉ヲ精測スルニ  
 使用スルモノニシテ第五十八圖ニ示セ  
 ル〔イ〕ハ其中點ニ沿ヒ甚ク微小ナル角度  
 ニ於テ左右ニ廻轉スベキ所ノ或ル物体

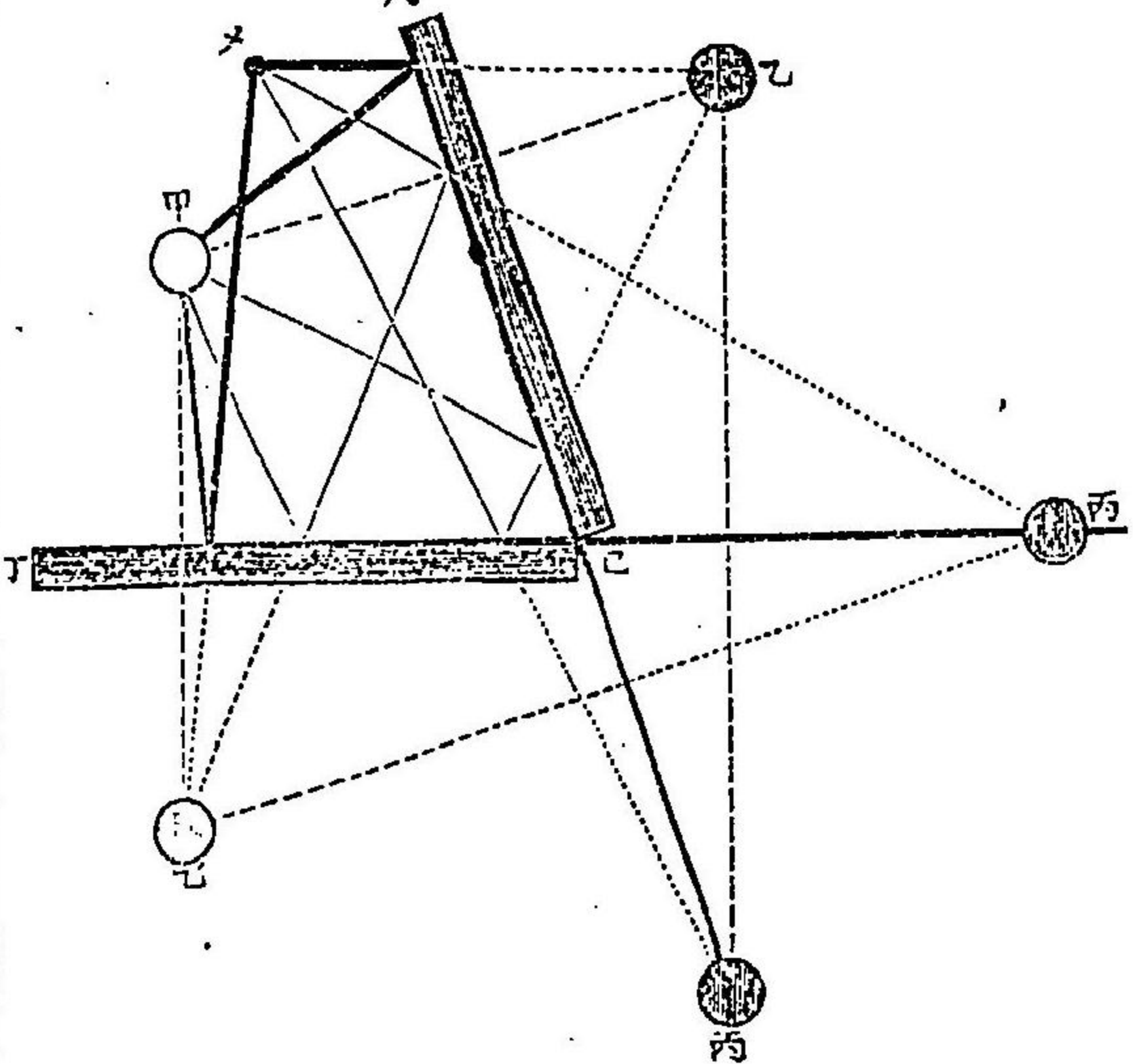
ノ廻轉軸ナリ而シテ此軸ニハ其廻轉ヲ共ニシ且ツ決シテ之レニ對  
 スルノ位置ヲ變スルヲナキ一個ノ平面鏡〔ロハ〕ヲ附着セシム又此鏡  
 ノ中央ニ對向シテ一個ノ望遠鏡ヲ裝定ス而シテ右ノ望遠鏡ニ光ノ射  
 入スルヲ妨ケサル位置ヲ取リ少ク其下方ニ當リテ〔ロハ〕ト並行ス  
 ル所ノ尺度〔甲乙〕ヲ具フ但シ其度標ノ影像ハ望遠鏡ニ由テ鏡中ニ映  
 視スルヲ得ベキ様設置シタルモノトス今平面鏡ノ廻轉軸〔イ〕ニ由テ  
 旋轉セラル、ヤ否ヤ望遠鏡ノ十字形絲線フレンチンクワイツ望遠鏡中往々極メテ微小  
 張り其會合點ヲシテ望遠鏡視學的ノ前ニハ尺度ノ他點ヲ來タスガ  
 故ニ些少ノ廻轉モ著明ナルニ至ル茲ニ設ケタル尺度ノ標目ハ鏡ガ  
 其中位〔ロハ〕ニ在ルノ際望遠鏡ノ十字形絲線ニ當ルノ點ヲ零トシ之  
 レヨリ左右ニ數ヘテ何度或ハ何十何度ト爲ス鏡若シ廻轉セラレテ  
 〔ロハ〕ナル位置ヲ取ルト假定スレハ望遠鏡ノ十字形絲線ノ處ニ度目  
 ノ他點即チ零ヨリ算シテ〔ニ〕度ヲ現ハスベシ然ルトキニハ鏡面ノ鉛

直線(イ丙)ハ(ロ)ノ半バチ指スヤ反射ノ定則ニ從テ明ラカナリ故ニ廻  
 轉度ノ大サハ(ロ)ノ半バチリト知ルベシ  
 第三角<sup>○</sup>度鏡ナリ、二個ノ平面鏡ヲ取り互ニ或ル角度ヲ爲シテ駢立セ  
 ヲメ<sup>○</sup>第五十九<sup>○</sup>其間ニ物体ヲ置クトキハ角度ニ從テ一定數ノ肖像ヲ  
 現ハス今第  
 六十圖ニ就  
 テ其理ヲ説  
 明スベシ即  
 チ(戊巳)及ヒ  
 (己丁)ハ七十  
 二度即チ三  
 分ノ一ノ角  
 度ヲナシ(己)

圖九十五第



圖十六第



現ハス今第  
 六十圖ニ就  
 テ其理ヲ説  
 明スベシ即  
 チ(戊巳)及ヒ  
 (己丁)ハ七十  
 二度即チ三  
 分ノ一ノ角  
 度ヲナシ(己)

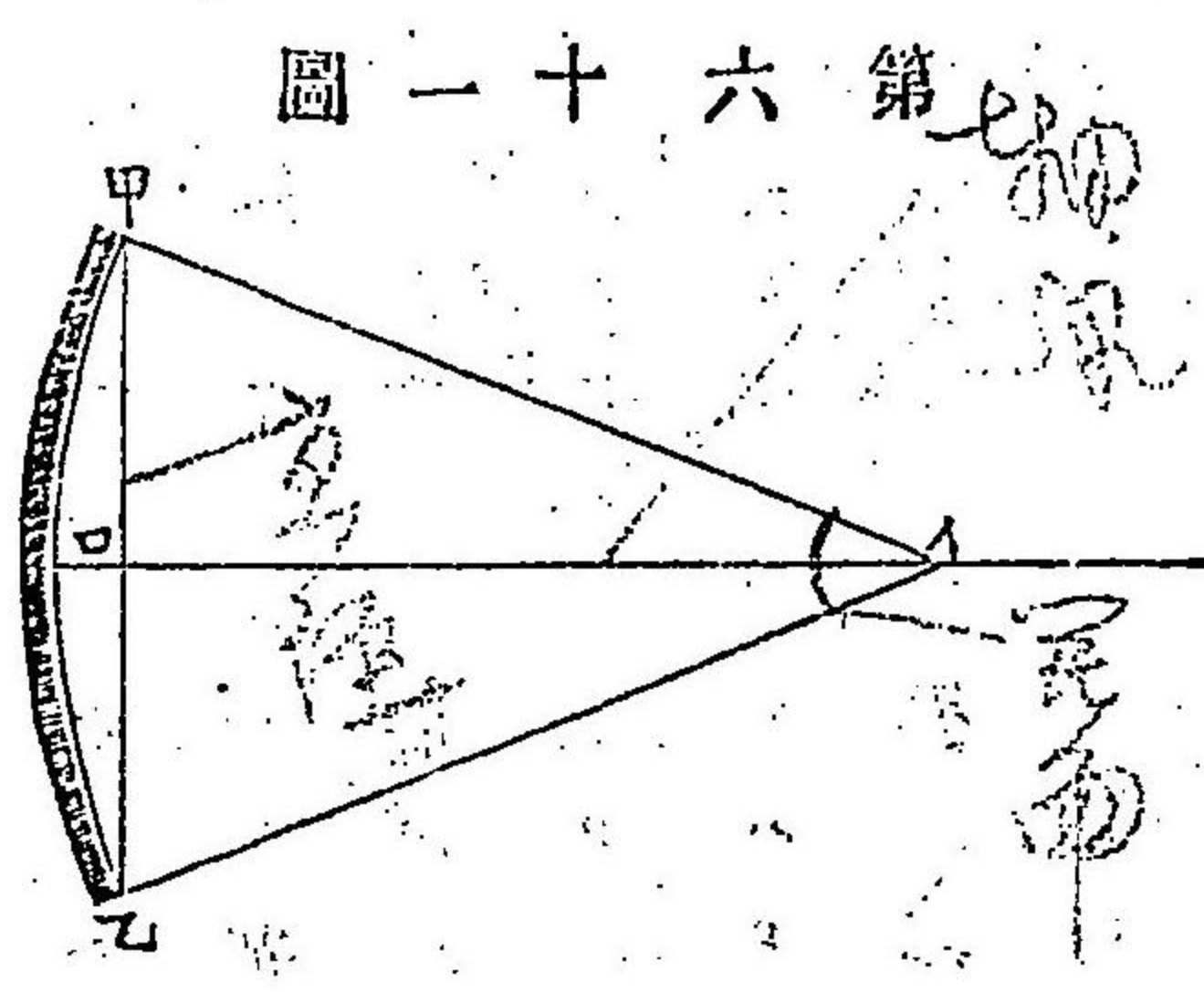
點ニ於テ互ニ相會合セル二個ノ平面鏡トス(甲)ハ兩鏡ノ間ニ置キタ  
 ル光點ニシテ之ヨリ發射スル所ノ光ハ此兩鏡ノ爲メニ反射スルニ  
 因リ先ツ(乙)及ヒ(乙)ナル肖像ヲ現ハス今ヤ肖像(乙)ハ即チ(丁己)ナル鏡  
 ニ向テハ一個ノ光點ト看做スベクシテ(丙)下方ノナル肖像ヲ生セシ  
 ム之レト同一ノ理ニ於テ(乙)ハ(丙)上方ノナル肖像ヲ現ハスナリ爰ニハ  
 即チ總計四個ノ肖像ヲ得ベシ此ノ如ク四個ノ肖像ヲ現ハス所ノ光  
 線ノ方向ハ前ニ説述シタル平面鏡ニ生スル肖像ノ條ヲ參考シ本圖  
 ノ現狀ヲ觀ルトキハ別ニ説明ヲ要セサルモ明瞭ナリ但シ三百六十  
 度ヲ除スル所ノ數(其角愈々銳ナレバ其數マスタ多シ)ト物体ノ位置  
 トニ從テ肖像ノ數ニ多少アリ其餘スル所ノ數ヲ(ロ)トシ(ロ)若シ偶數  
 ナルトキハ光點ノ位置如何ニ關セス此(ロ)ヨリ一ヲ減シタル數ノ肖  
 像ヲ生ス例之ハ(ロ)四ナルトキハ三個ノ肖像ヲ生シ六ナルトキハ五  
 個ヲ生ス(ロ)若シ奇數ナルニ當リテハ其光點ヲシテ二鏡中ノ或ル一



鏡ニ近ク定置スルノ際、 $n$ 數ノ肖像ヲ爲ス然レモ之レニ近接セサル  
 トキハ偶數ニ於ケルト同ク $n$ ヨリ一チ減ケタル數ノ肖像ヲ得ル  
 即チ $n$ 若シ五ナルニ當リテハ其近接シタルトキニ五個ノ肖像ヲ現  
 ハシ其遠隔セタルトキニ四個ヲ生ス角度鏡ヲ實用スルハ所謂照畫  
 鏡ニ於テ見ル所ナリ此器ハ第五拾九圖ニ示ス如ク六十度ノ角ヲ爲  
 スモノニシテ或ル圖畫ヲ其間ニ置キ徐々ニ廻轉スレバ其映寫ノ景  
 況ニ因リ一個ノ圖畫ナルモ種々ノ形態ヲ現出スルノ裝置ナリ  
 通常多クハ硝子製ノ鏡ヲ應用スト雖モ却テ金屬製ノ品ヲ佳トス蓋シ  
 硝子製ノ鏡ハ硝子板ノ後面ニ錫ノ「アマルガム」ヲ塗附シ之ニ由テ光ヲ  
 反射セシムルノ目的ナレドモ凡ソ硝子ノ面ニ受ケタル光ハ一分ハ直  
 チニ硝子面ヨリ反射シ又硝子ヲ透過シテ「アマルガム」ニ達シタルモノ  
 ハ始メテ之レヨリ反射スルニ因リ真正ノ肖像ヲ爲スヲ難ケレバナリ  
 故ニ善ク金屬ヲ研磨セタルモノヲ用テ鏡ト爲ストキハ其患ヲ免ル、

テ得

凡ソ彎曲鏡ハ球體ノ一部分ト看做スベキモノニシテ二種ノ別アリ其  
 一ハ凹面鏡其二ハ凸面鏡是レナリ爰ニ先ツ其第一種即チ凹面鏡ヲ説  
 述スベシ第六十一圖ニ掲ケル所ハ所謂凹面鏡ニ

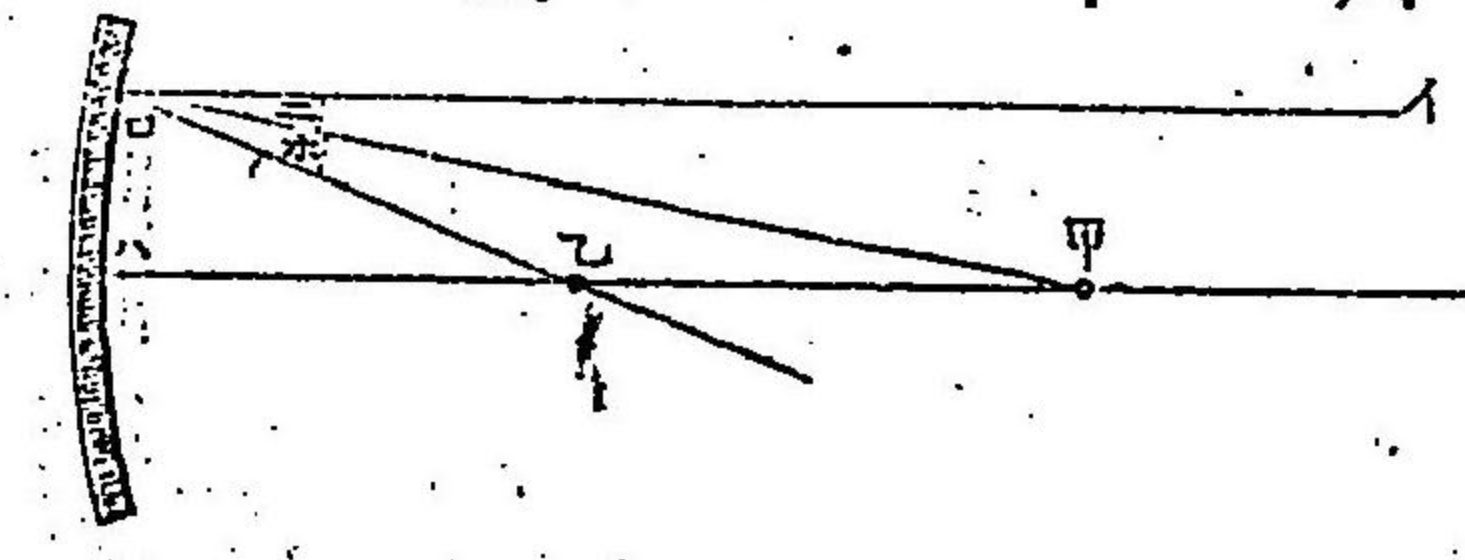


第六十一圖

シテ「甲乙」ヲ以テ示ス如ク一邊ヨリ直チニ他ノ一  
 邊ニ達スルノ線ヲ名ケテ凹面鏡ノ直徑ト云フ球  
 形ノ中點ヲ貫キ直チニ凹面鏡ノ中點ニ達スル所  
 ノ線ヲ名ケテ軸線ト云ヒ「甲」及ヒ「乙」ナル二線  
 ノ間ニ生スル角ヲ名ケテ凹面鏡ノ開角ト云フ今  
 非常ニ凹面鏡ヲ距ル遠隔ノ位置ニ在リテ且ツ其  
 鏡面ニ向テ光ヲ發射スル光體アリトスルトキハ縱令ヒ光體ハ軸線上  
 ニアルモ鏡面ニ射來スル光ノ分離ノ度ハ實ニ微少ニシテ此軸線ト並  
 行スルモノト看做スモ亦タ可ナリ第六十二圖ニ示ス所「イロ」ハ即チ

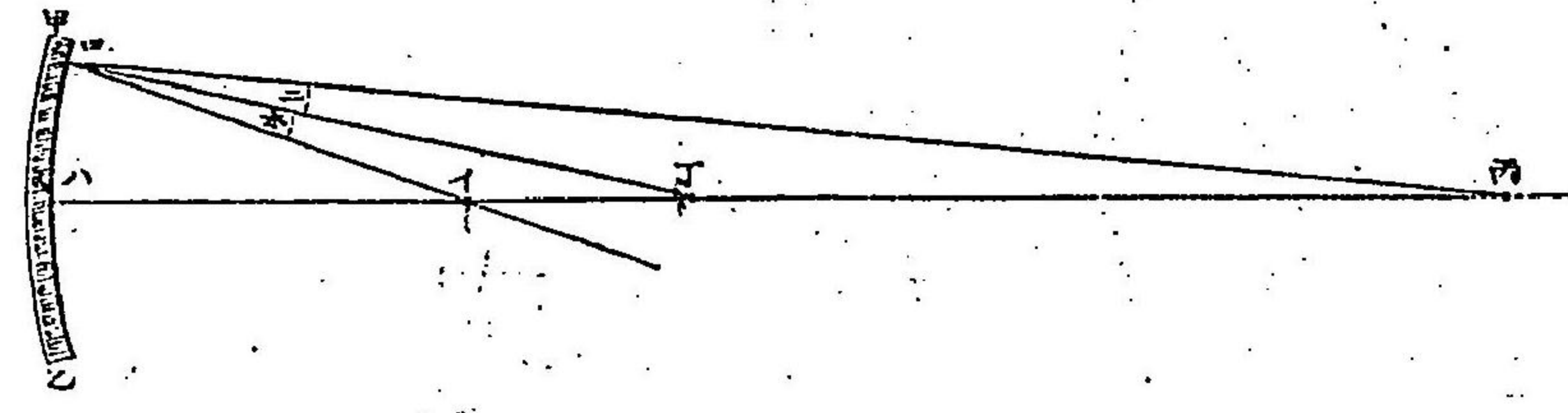
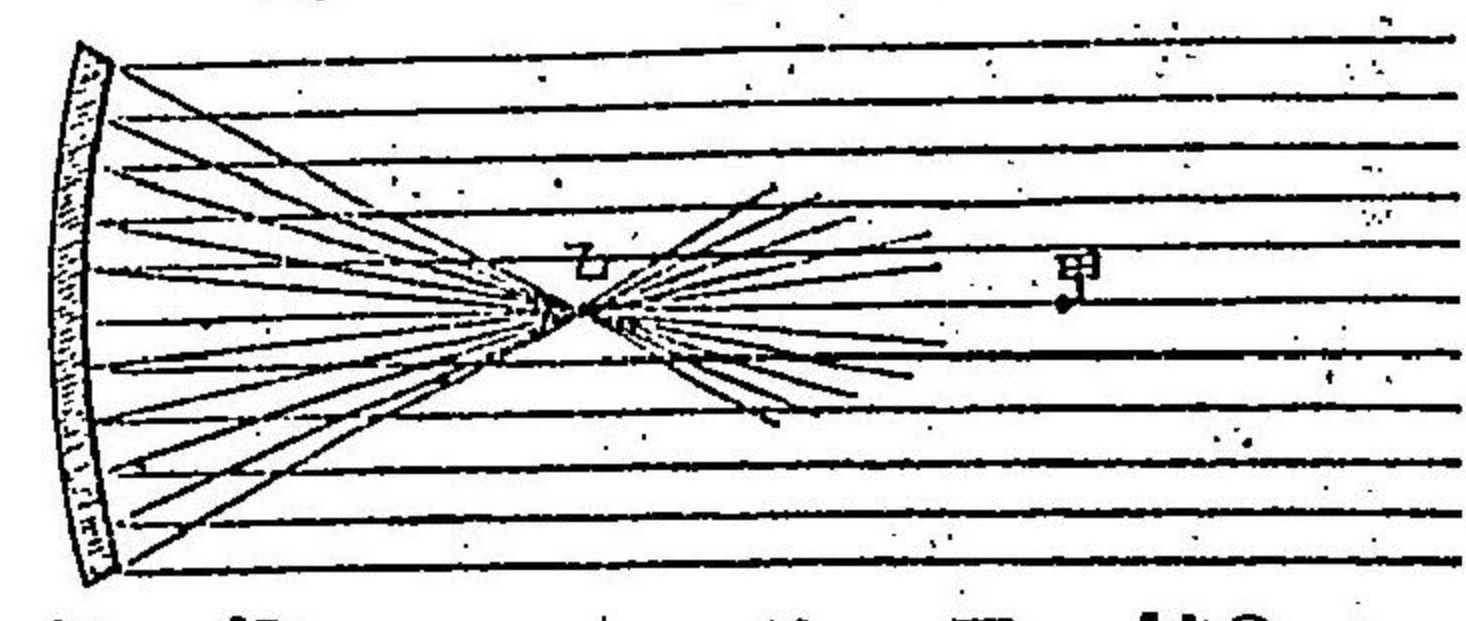
第六十二圖

凹面鏡ノ軸ト並行ニ射來シ其〔ロ〕點ニ遠スルモノトス今  
 鏡ノ球形中點ヨリ〔ロ〕點ニ向テ半徑線ヲ描クトキハ此線  
 ハ即チ射線〔イロ〕ノ鉛直線ト爲レリ此線ト〔イロ〕トノ間ニ  
 生スル角〔ニ〕ハ即チ入射角ニシテ反射線ハ同等ノ角〔ホ〕チ  
 ナシ軸線上〔乙〕點ニ於テ相會合ス而シテ〔甲乙ロ〕ナル三角ハ  
 同脚三角ナルヲ以テ〔甲乙〕線ト〔乙ロ〕線トハ同長ナリ今若  
 シ〔ロハ〕ナル弧線ヲ以テ極ノテ短小ナルモノナリト看做  
 セハ〔ロ乙〕ニ〔乙甲〕チ加ヘタル線ノ長サヲ以テ〔甲ロ〕ナル半  
 徑ニ比スルモ著レシク大ナラズ故ニ〔乙甲〕モ亦〔ハ甲〕ノ半  
 バニシテ即チ亦〔ロ甲〕ノ半バナリ是ニ由リテ之レチ推セ  
 バ反射光ノ軸線上ニ來ルベキ點〔乙〕ハ球形ノ中點ト鏡面  
 ノ中點ヨリヤ必セリ今此理ニ據リ〔ハ〕點チ距ルル甚ク大ナラザル各  
 點ニ射來スル所ノ光線ハ悉皆〔乙〕點ニ東聚スルコト第六十三圖ニ示ス



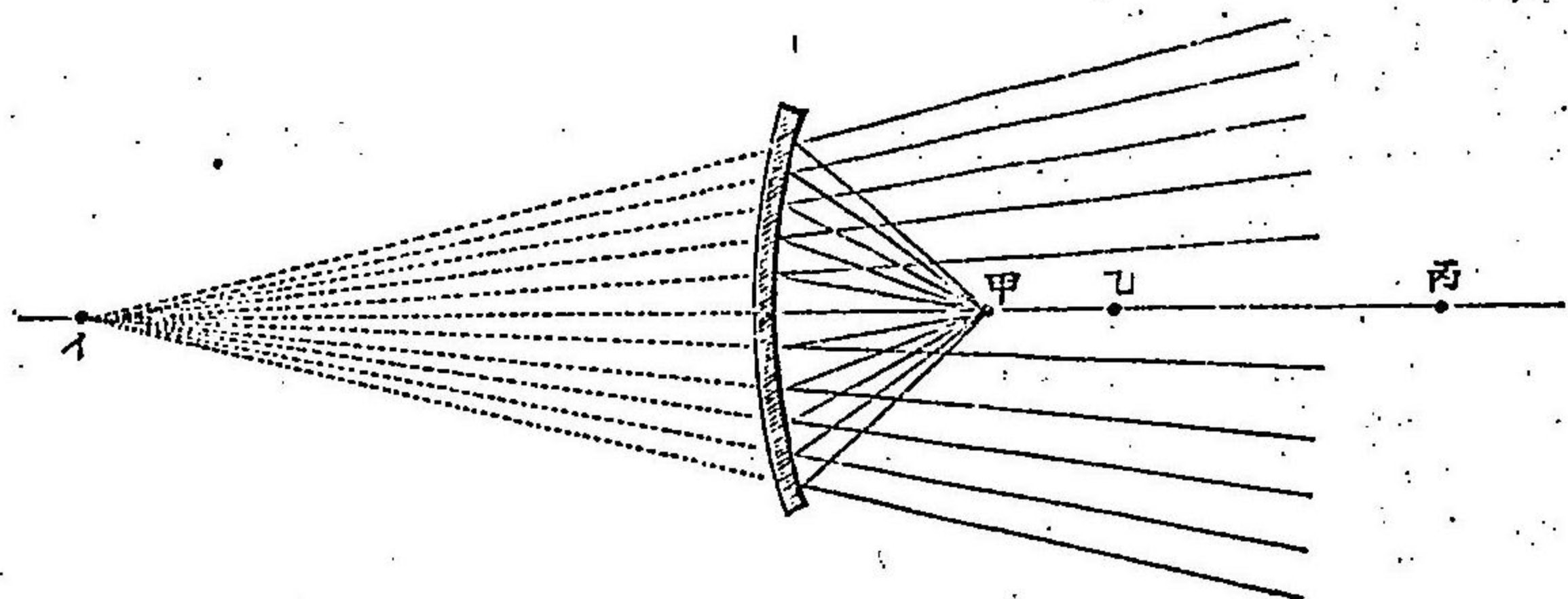
第六十三圖

カ如シ是故ニ右ノ〔乙〕點チ名ケテ凹面鏡ノ  
 燒點ト云フ又光點若シ非常ニ遠隔セル位  
 置ニ在ラズシテ鏡面ニ射來スル光ノ  
 分離ノ度己ニ之レチ並行ト看做シ能  
 ハザルトキハ其及射光ノ東聚スル點  
 モ亦從テ變位セサルチ得ス光點愈々  
 鏡面ニ近ツクニ隨フテ東聚點ハ愈々  
 鏡面チ遠カルベシ其理ハ第六十四圖  
 ニ就テ考フレバ自ツカラ明瞭ナリ即チ〔甲乙〕ヲ凹面  
 鏡ト爲シ其軸線上〔丙〕點ニアル所ノ光點ヨリ發シテ  
 〔ロ〕點ニ射來セル光線ハ入射角〔ニ〕ト同等ノ角〔ホ〕チ爲  
 シテ反射シ軸線上〔イ〕ニ會合ス此點ハ〔丙〕ヨリ發シタル光  
 ノ總テ東聚スベキ點ナリト雖モ前圖ノ如ク〔丁〕即チ球形  
 中點



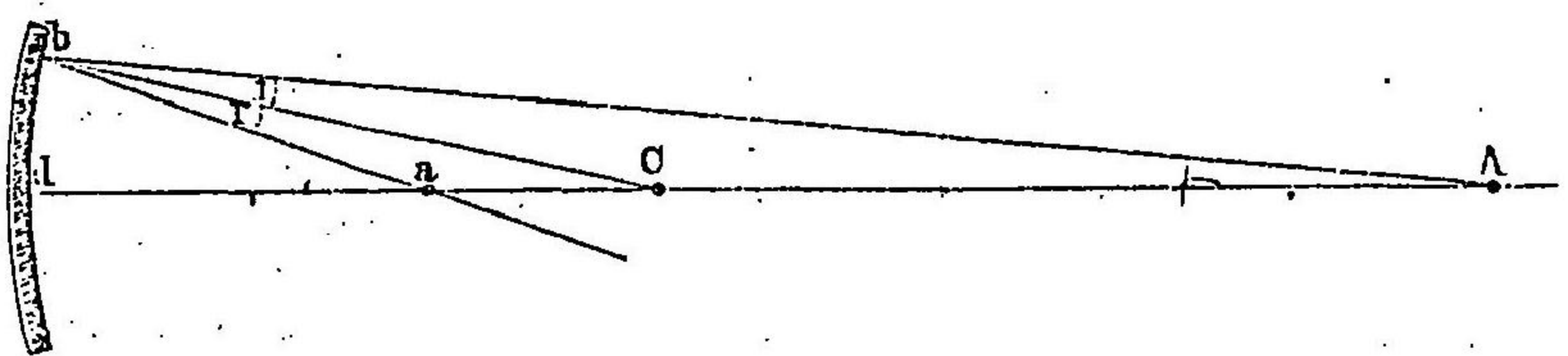
トハトノ中央ニアラスシテ多少丁ニ近シ是レ入射角ト丁トノ間ニ  
 生スル角前圖ニ於ケルヨリモ小ナルヲ以テナリ故ニ光點愈々鏡面ニ  
 近ツケハニ角愈々減少スルヲ以テ反射光ノ東聚スル點ハ愈々鏡面ヲ  
 遠カルモノトス光體若シ漸々鏡面ニ近ツキ遂ニ中點丁ニ達スルキハ  
 射入スル光線ノ方向ハ皆半徑ノ方向ナルコト因リ反射光モ亦丁點ニ東  
 聚スベシ更ニ光點ヲ移シテ之レヨリモ尙ホ鏡面ニ近ツカシメ中點内  
 ノ一點例之ハイ點ニ來レリト看做ストキハ反射光ノ東聚點ハ丙點ナ  
 ルコト固ヨリ論ヲ俟タズ而シテ尙ホ接近シテ燒點ニ到達スレハ反射線ハ  
 盡トシ軸線ト並行スルニ至ルベキヤ上文ノ理ニ由テ知ルベシ  
 第六十四圖ニ示セシガ如ク一點丙點ハヨリ發シタル光線ハ都テ必ス  
 一定點ハイナリニ東聚シ又イヨリ射出シタリト看做セハ必ス丙點ニ  
 東聚スベシ此ノ如ク互ニ一致スル所ノ點ヲ名ケテ對應點ト云フ  
 光點若シ凹面鏡ニ近ツキ燒點ト鏡面ノ間ニ來ルキハ反射スル所ノ光線

第六十五圖



ハ悉皆分離線ト爲リ決シテ鏡前ニ於テ東聚スル  
 コトナシ即チ第六十五圖ニ示ス所ノ乙ハ鏡ノ燒  
 點ニシテ甲ニ在ル所ノ光點ヨリ發スル光ノ反  
 射スルヤ本圖ノ現狀ノ如シ故ニ何ノ處ニ至ル  
 マテ之ヲ延長スルモ鏡前ニ東聚セザルヤ必セ  
 リ而シテ總反射線ノ反射ノ方向ヲ熟視スルニ其  
 狀恰モ鏡後ノ一點此ニ於テハヨリ發シテ互ニ  
 分離シ來ルモノ、如シ是ニ由テ之ヲ觀レハ凹  
 面鏡ノ燒點ト鏡面トノ中間ニ光點アリテ發ス  
 ル光ノ反射線ハ鏡前ニ東聚セザルコト明ラカナ  
 リ  
 今二個ノ對應點ヨリシテ互ニ鏡面ニ至ルベキ  
 距離ノ大小對稱ヲ搜索スルノ法ヲ説述スベシ

第六十六圖



即チ六十六圖ニ據レハ凹面鏡ノ軸上總テ符標ハ數式ニ  
 ナ用[A]ニ光點アリ之レヨリ發シタル光[b]點ニ落射シ之  
 レヨリ反射シテ[a]點ニ來ル而シテ[a b A]ナル三角中ノ  
 [b]ナル角ハ[b C]ニ由リテ截半セラル故ニ幾何學ニ從テ  
 之レヲ論スレハ左ノ對稱ヲ得ヘシ

$$A O : O a = A b : a b$$

今若シ[b A d]ナル角甚々小ナルトキハ[A b]ハ大凡ソ[A  
 d]ニ等シク而シテ[a d]モ亦[a b]ニ等シト看做シ左式ヲ  
 以テ前式ニ代ユルヲ得ヘシ

$$A O : O a = A d : a d$$

然ルニA O = A d - r 即チ鏡ノ半徑ニシテO a = r -  
 a d ナリ因テ再ヒ左式ノ如ク變化スルヲ得ヘシ

$$A d - r : r - a d = A d : a d$$

是故ニ又左式ト爲ル

$$(A d - r) a d = (r - a d) A d$$

今若シ[E]及ヒ[e]ヲ以テ[A d]及ヒ[e a d]ニ代ユルトギハ左式ヲ得ヘシ

$$E e - r e = r E - e E$$

即チ

$$r E = 2 E e - r e$$

今[r e E]ヲ以テ此式ヲ除スレハ左式ト爲ル

$$\frac{1}{e} + \frac{1}{E} = \frac{1}{r}$$

即チ

$$\frac{1}{e} + \frac{1}{E} = \frac{1}{r}$$

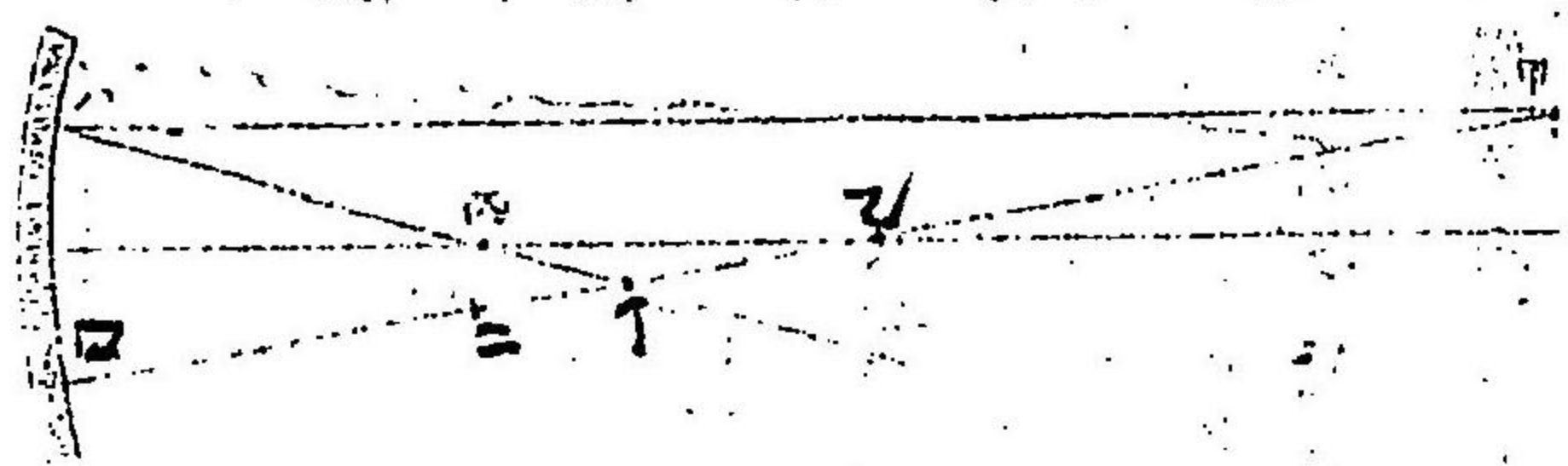
是ノ即チ二個ノ對應點ヨリ鏡面ニ至ル距離ノ對稱ナリ

茲ニ上式ノ能ク實際ニ適當スルノ例ヲ示スベシ

〔第二〕光點非常ノ遠處ニ在リ即チ鏡面ニ射來スル所ノ光鏡軸ト並

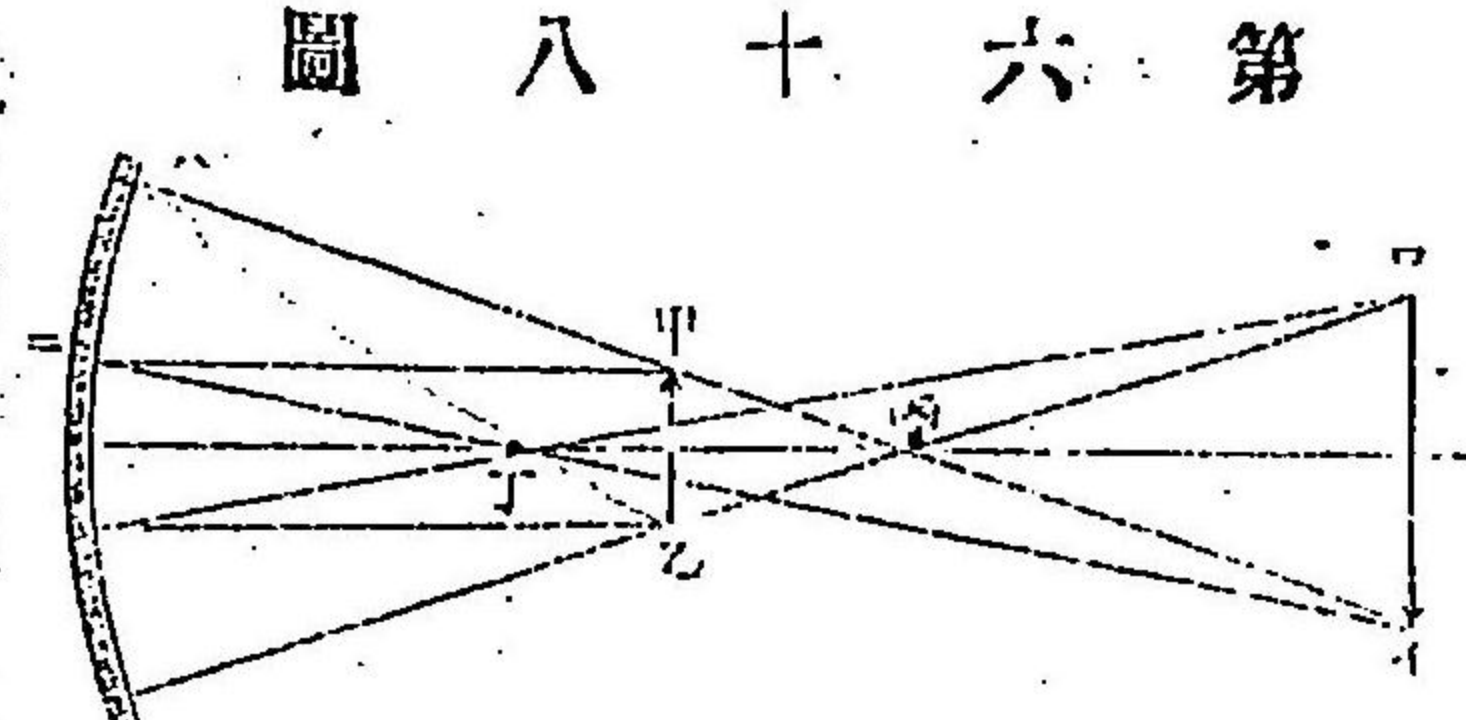
行スルノ際ニ於テハ  $\text{O}$  ナリ故ニ  $\text{O}$  ト爲リ  $\text{O}$  ト爲ルナ  
 リ爰ニ光ノ輻聚點ハ球形中點ト面トノ中央ニアリ  
 〔第二〕 $[E]$  若シ  $[r]$  ヨリ大ナルノ時即チ光點  $[C]$  ナル中點ヨリモ遠處ニ  
 在ルトキハ  $[e]$  ハ  $[r]$  ヨリ小ニシテ  $[r/2]$  ヨリ大ナリ爰ニ光ノ輻聚點ハ  
 球形中點ト燒點ノ間ニアリ  
 〔第三〕 $[E]$  若シ  $[r] = \text{等}$  シキ際即チ光點鏡ノ球形中點ニ在ルトキハ  $[e]$   
 ハ  $[r] = \text{等}$  シ故ニ  $[e]$  ハ中點ニアリ  
 〔第四〕 $[E]$  若シ  $[r]$  ヨリ小ニシテ  $[r/2]$  ヨリ大ナルトキハ  $[e]$  ハ  $[r]$  ヨリ大  
 ナリ爰ニ光ノ輻聚點ハ球形中點ノ外ニアリ  
 〔第五〕 $[E]$  若シ  $[r/2]$  ヨリ小ナル際即チ光點燒點ト鏡面トノ間ニアル  
 トキハ  $[e]$  ハ負數ナリ爰ニ反射光ノ延長線ハ鏡後ニ輻聚ス  
 以上説述セシ所ハ鏡軸ノ一點ニ在ルノ光點ニノミ就テ之ヲ論スル  
 者ナリシト雖モ亦軸外ニ在ルノ光點ニ適當ス第六十七圖ニ示ス所ノ

第六十七圖



〔甲〕 $[A]$  即チ軸外ニアル光點ナリ今  $[A]$  ヨリ中點  $[B]$  ヲ過キ鏡  
 上ニ一線ヲ引クトキハ即チ  $[A]$  ヨリ鏡上ニ射來スル光線  
 ノ軸ト爲ルナリ是故ニ  $[A]$  ヨリ發射シタル光線ハ反射ノ  
 後總テ此軸上ニ輻聚スベシ此全光線若シ  $[A]$  乙  $[B]$  ト並行  
 シテ鏡上ニ射來タルトキハ反射ノ後  $[B]$  ト  $[C]$  ノ中間ニ在  
 ル所ノ一點  $[D]$  ニ於テ輻聚スルナラシ然レモ  $[A]$  ヨリ發出  
 スル所ノ光線ハ分離スルヲ以テ光ノ輻聚スル點ハ鏡面  
 ヲ距ルコト  $[D]$  點ヨリ尙ホ遠キニ在リ眞ニ輻聚スルノ點  
 ナラズ求セント欲セバ  $[A]$  ヨリ鏡軸ト並行シテ  $[A]$  ヨリ一  
 線ヲ引クベシ此方向ヲ取リテ鏡面ニ射來スル光ハ前ノ  
 諸項ニ説述シタル定則ニ從ヒ燒點ニ向テ反射ス故ニ  $[D]$  點ヨリ  $[C]$  ヲ過  
 キ一直線ヲ引クトキハ此線  $[A]$  乙  $[B]$  ナル線ノ一點ニ會合ス  $[D]$  即チ此  
 會合點ニシテ  $[A]$  ヨリ發射スル光ハ悉皆茲ニ輻聚スベシ是故ニ此點ニ光

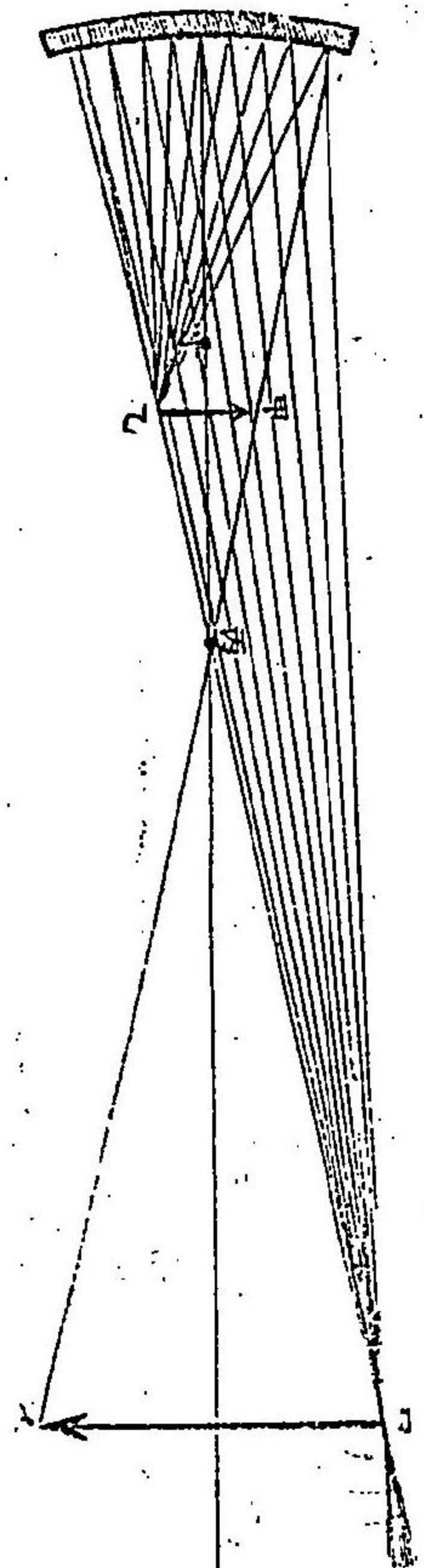
体アリトスレハ其線ノ〔甲〕點ニ於テ稜聚スルヤ必セリ  
上文説述セシ所ノ諸項ハ總テ一點ノ光ニ限レル者ナレハ己下物体ヲ  
鏡前ニ置キ其肖像ノ如何ニ就テ考察スベシ即チ第六十八圖ニ示スカ



如ク凹面鏡ノ中點ト燒點ノ間ニ一個ノ物体〔甲乙〕アリ  
〔甲〕ヨリ〔甲ハ〕ノ方向ヲ取リテ射來スル光線ハ中點〔丙〕ヨ  
リ發セシモノト同一ノ方向ナルガ故ニ鉛直線ノ方向  
ヲ取ルモノトシ中點〔丙〕ヲ通過シ〔ハ〕ノ方向ヲ取リテ  
反射ス之ニ反シテ鏡軸ト並行シ〔甲ニ〕ノ方向ニ射行シ  
タル光線ハ燒點ヲ經過シ〔イ〕ノ方向ニ反射スベシ此  
ノ如ク〔甲〕ヨリ發スル光線ハ悉皆反射シテ〔イ〕點ニ稜聚  
シ茲ニ物体上端〔甲〕ノ肖像ヲ生ス物体ノ下端〔乙〕ヨリ發  
スル所ノ光モ亦上端ヨリ發セシモノト同一理ニ據リ〔ロ〕ニ稜聚シテ其  
肖像ヲ生ス上端ト下端ノ間ノ各點ヨリ發スル光線ハ各皆其適應ノ點

第六十八圖

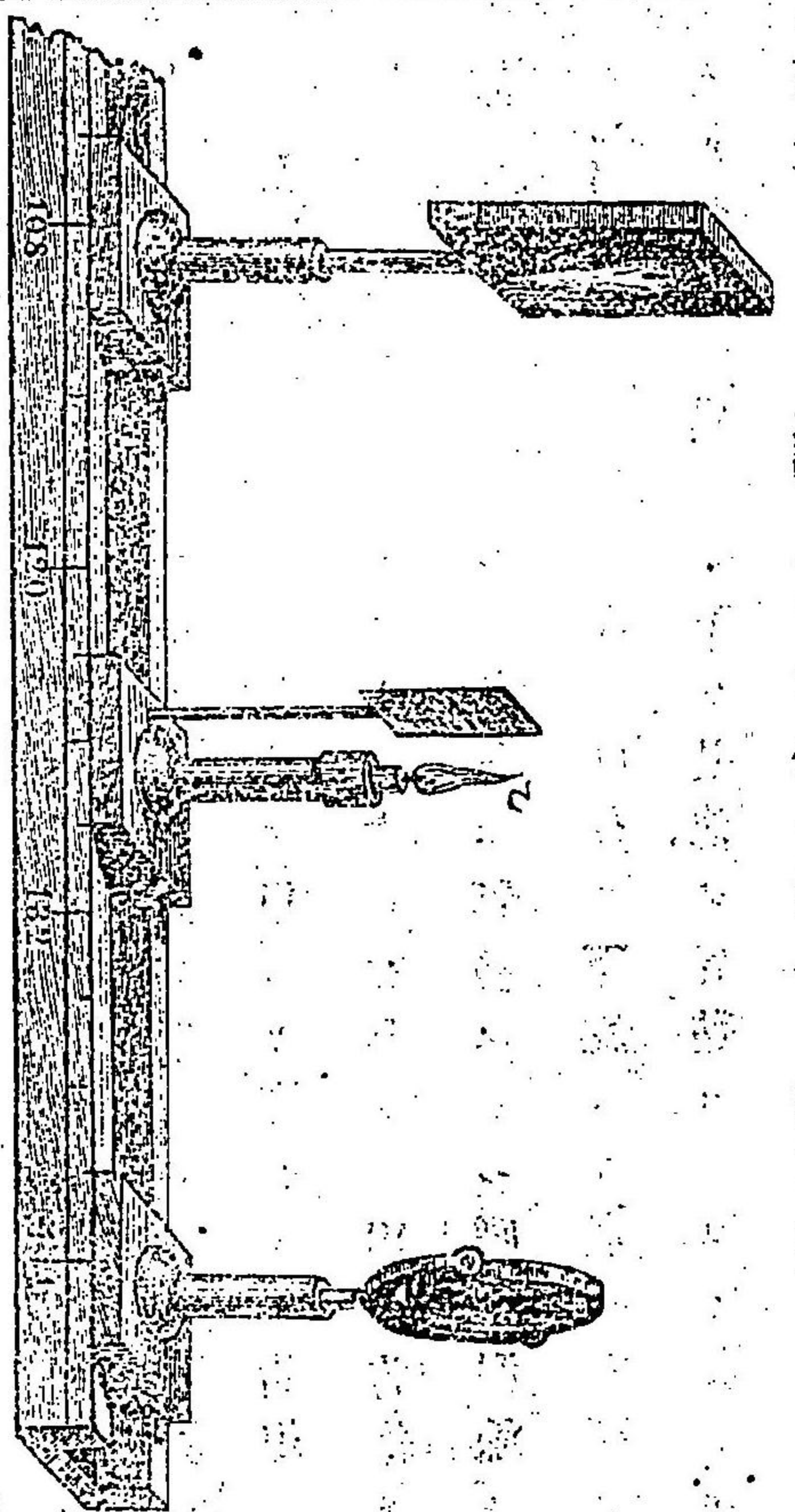
ニ稜聚スベキ多弁ヲ俟スシテ明瞭ナリ是故ニ爰ニハ細小ナル物体ノ  
肖像ヲシテ巨大ニ且ツ顛倒シテ現出セシムルモノナリ今若シ〔イロ〕ヲ  
物体トスレハ上文ニ反シテ〔甲乙〕ナル倒形ノ肖像ヲ生スベシ而シテ中  
點外ニ在ル所ノ物体愈々中點ヲ遠サカレハ中點ト燒點ノ間ニ生スル  
肖像ハ愈々燒點ニ近クシテ愈々小ナリ故ニ中點ト燒點ノ間ニ在ル物  
体愈々燒點ニ近クシテハ中點外ニ生スル肖像ハ中點ヲ遠サカルコト愈々  
大ナリ此等ノ理由ハ射光ノ角度ニ關スルノミコソ前ノ諸項ヲ參考セ  
ハ容易ニ解明スルヲ得ベシトス前圖ニ就テ論述セシ所ハ物体ノ各點



第九十一圖

ヨリ發スル一二ノ  
光線ノミヨ止マリ  
シト雖モ今第六十  
九圖ヲ以テ示セル  
景狀ヲ見レハ各點

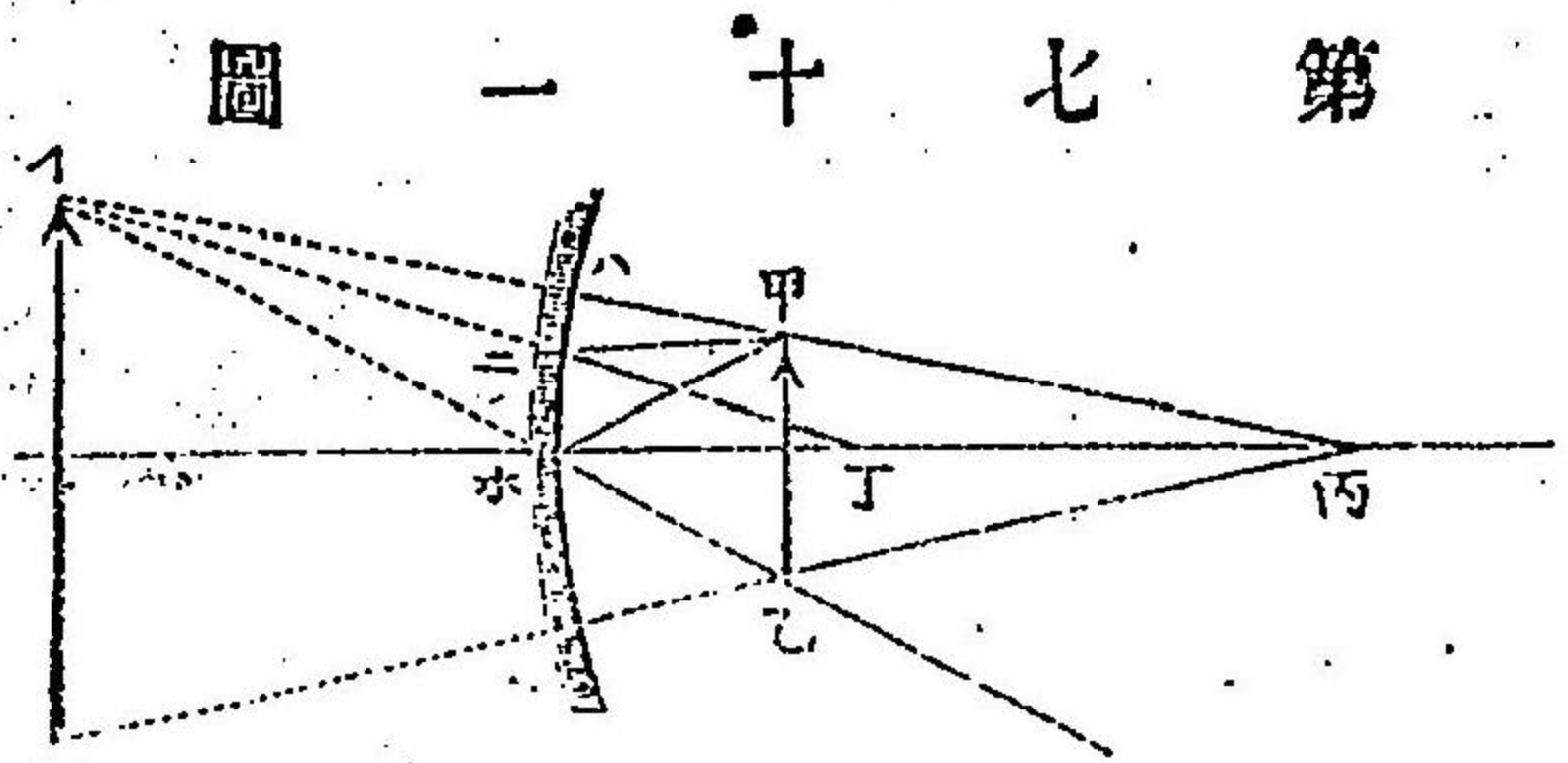
ヨリ發スル光線ハ悉トク之レニ適合スルノ點ニ聚聚スルモノナルヤ  
 疑ヲ容レヌ即チ中點ト燒點ノ間ニ一小物体〔甲乙〕アリ其下端〔乙〕ヨリ發  
 スル光線反射スレハ悉皆〔ロ〕點ニ聚リ茲ニ物体下端ノ肖像ヲ生ス此ノ  
 如クモテ物体ノ上端及ヒ其他ノ各點ヨリ發スルモノモ各一定ノ位置  
 ニ聚聚スルヲ以テ〔イロ〕ナル全肖像ヲ現ハスナリ但シ其物体ノ下端ニ  
 於テ〔乙〕點ノ佗ヨリ發スル光線ヲ圖中ニ省零セテハ多線混亂シテ其  
 方向ノ不分明ナルヲ恐ルレバナリ物体若シ〔ロイ〕ニアルトキハ〔甲乙〕ナ  
 ル肖像ヲ現ハスモ亦之レト同一理ナリ且ツ物体ヲ中點ニ置クトキハ  
 肖像亦中點ニ來リ其大ナル真物ニ等シクシテ顛倒セバ以上論述ヒシ如  
 ク凹面鏡前ニ置キタル物体ヨリ發スル所ノ光線ハ鏡面ノ爲メニ反射  
 シ一定ノ位置ニ聚聚シテ茲ニ其肖像ヲ生スルモノニシテ是レ所謂理  
 學的ノ肖像ナリ〔即チ眞ノ肖像〕凡ソ眞ノ肖像ヲ得ルヤ否ヤヲ試驗上ニ  
 確證セント欲セハ第七十圖ニ示ス所ノ裝置ヲ以テスベシ即チ凹面鏡



圖七十 凹面鏡ノ實驗

〔甲〕燭光〔乙〕及ヒ肖像  
 ヲ受クベキ有扁板  
 ナ並列シ燭光ヲ進  
 退ノ適度ニ至レバ  
 其方扁板上ニ本圖  
 示スカ如キ巨大  
 明較ナル倒像ヲ呈  
 ス若シ又肖像ヲ受  
 クベキ板ヲ除却シ遠隔ノ位置ヨリ鏡面ヲ望メハ空中ニ倒像ノ浮遊ス  
 ルヲ見ルベシ  
 光點若シ凹面鏡ノ面ト燒點トノ間ニ在ルトキハ其反射光ハ鏡前ニ聚  
 聚スレトナキヤ既ニ前文ニ説述セルカ如シ今此理ニ據リ假令ヒ一  
 個ノ完全ナル物体ナルモ之レヲ鏡面ト燒點トノ間ニ置クトキハ之レ

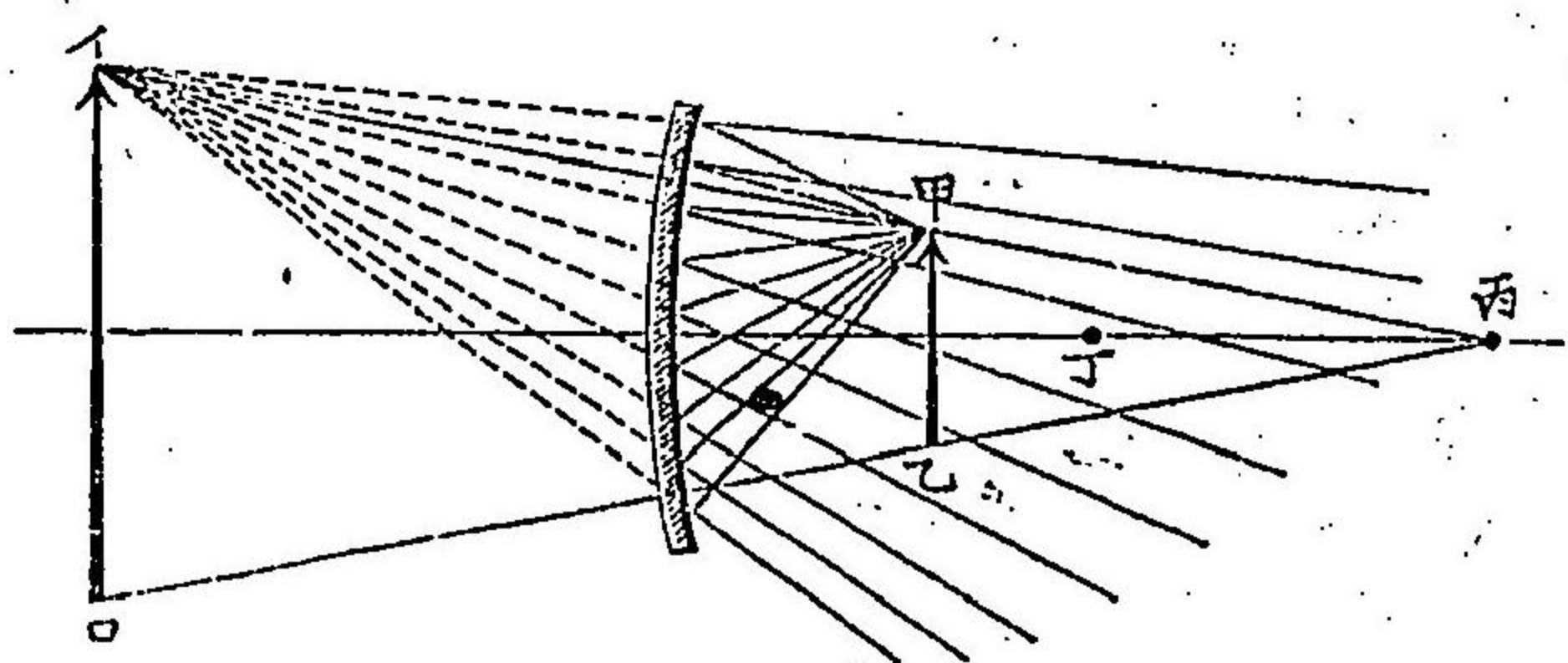
第七十一圖ヲ以テ其光線ノ彙聚シテ肖像ヲ現ハスノ點ヲ明示スベシ  
 ヨリ發スル所ノ光線ハ都テ鏡前ニ於テ彙聚スルノ理ナカルヘシ茲コ  
 即チ燒點「丁」ノ内ニ物体「甲乙」アリ其上端「甲」ヨリ「甲ハ」ノ  
 方向ヲ取リテ發射シタル光線ハ直チニ其方向ニ反射  
 ス是レ蓋シ球形ノ半徑ノ方向ナレハナリ彙聚ト並行  
 シテ「甲ニ」ノ方向ニ發射シタル線ハ燒點ノ方向ニ反射  
 シ「甲ホ」ノ方向ヲ取レルモノハ「乙ホ」ノ方向ヲ取リテ反  
 射ス是故ニ「甲」ヨリ發シタル諸線ハ鏡前ニ於テ彙聚ス  
 ル「ナリ」之レガ爲メニ「甲」ノ肖像ヲ現ハサズト雖モ之  
 レナ鏡後ニ延長スレハ圖中假線ヲ以テ示ス如ク「イ」點  
 ニ於テ彙聚ス下端ヨリ發スル所ノ光モ亦々上端ニ於  
 ケル如ク「ロ」點ニ彙聚シ其他ノ各點ヨリスルモノモ各其適當ノ位置ニ  
 束聚スルヲ以テ鏡後ニ於テ巨大ナル肖像「イロ」ヲ見ルベシ此肖像ハ上



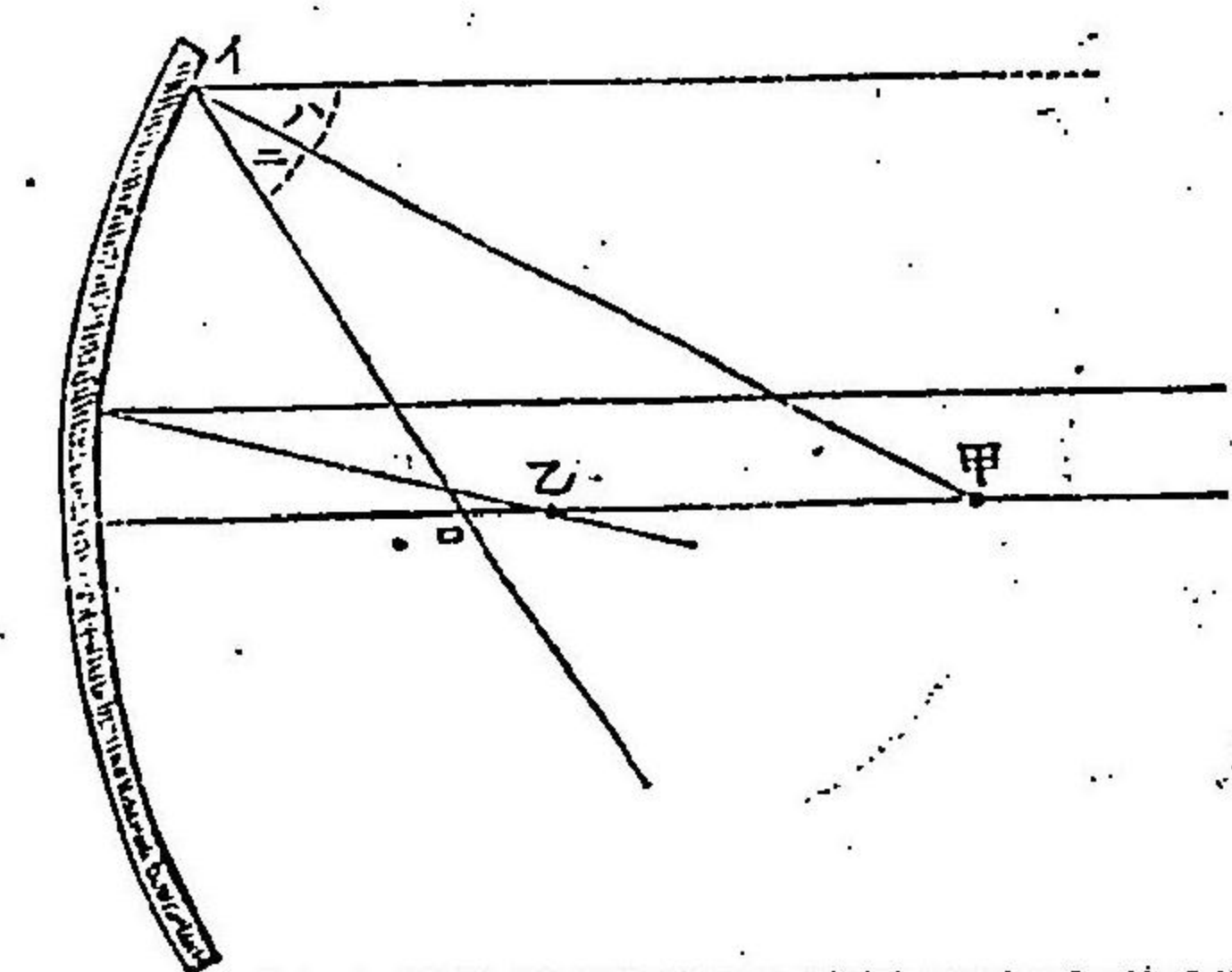
第七十一圖

第七十二圖

文ノ如ク眞ニ光ノ彙聚スルニ非ラズシテ只延長シ  
 タル線ニ由テ見得ベキモノナルヲ以テ名ケテ幾何  
 學的ノ肖像又假像ト云フ此肖像ノ現出スル際ニ於  
 テモ物体ノ各點ヨリ發射シタル光線ハ悉皆其適位  
 ノ一點ニ彙聚スルヤ第七十二圖ニ示ス所ノ現狀ノ  
 如シ  
 上文說述スル所ニ就テ之  
 レヲ觀レハ凹面鏡ニ由テ  
 反射スル光線ノ彙聚スベ  
 キ點ハ一定ナルガ如シト

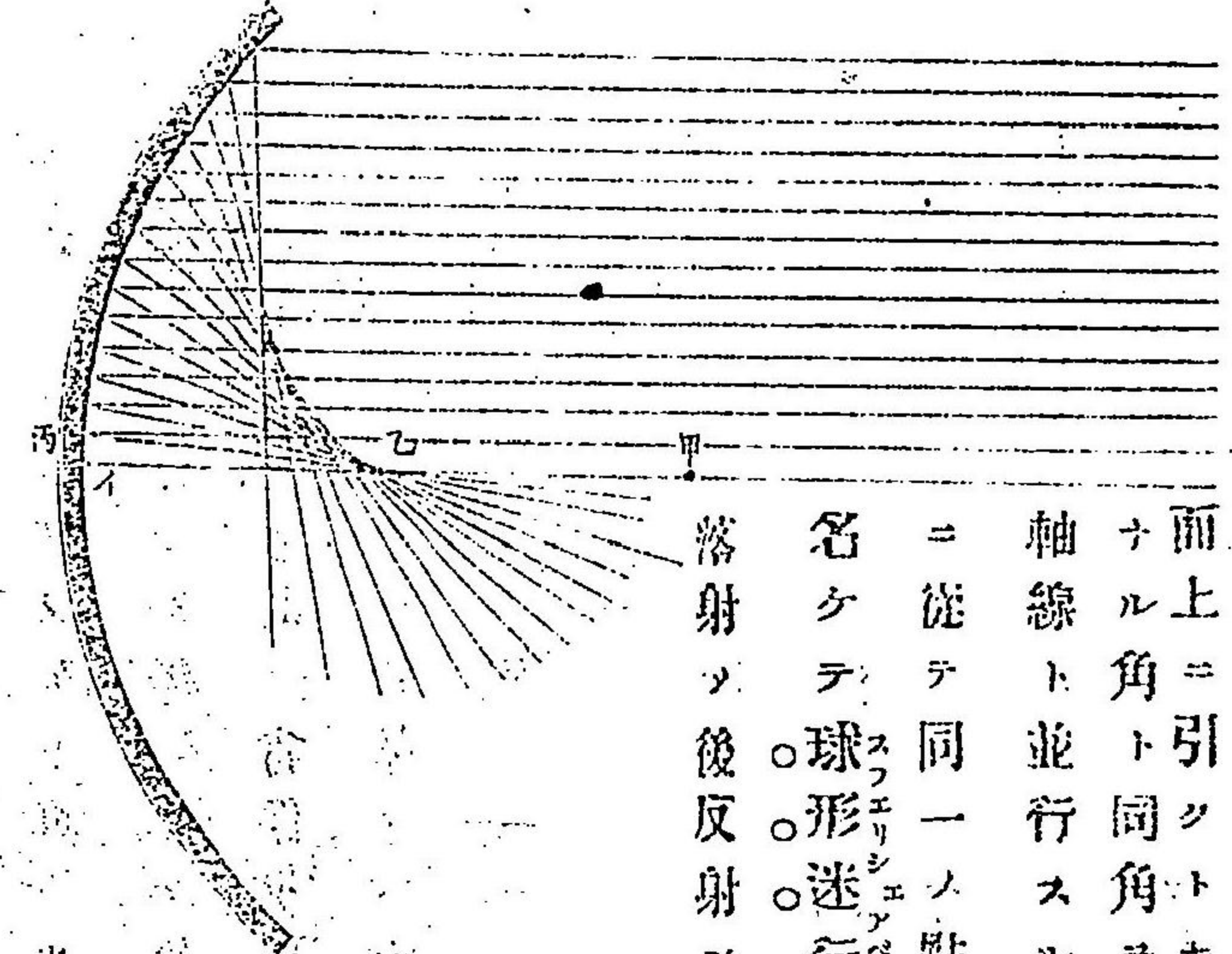


第七十三圖



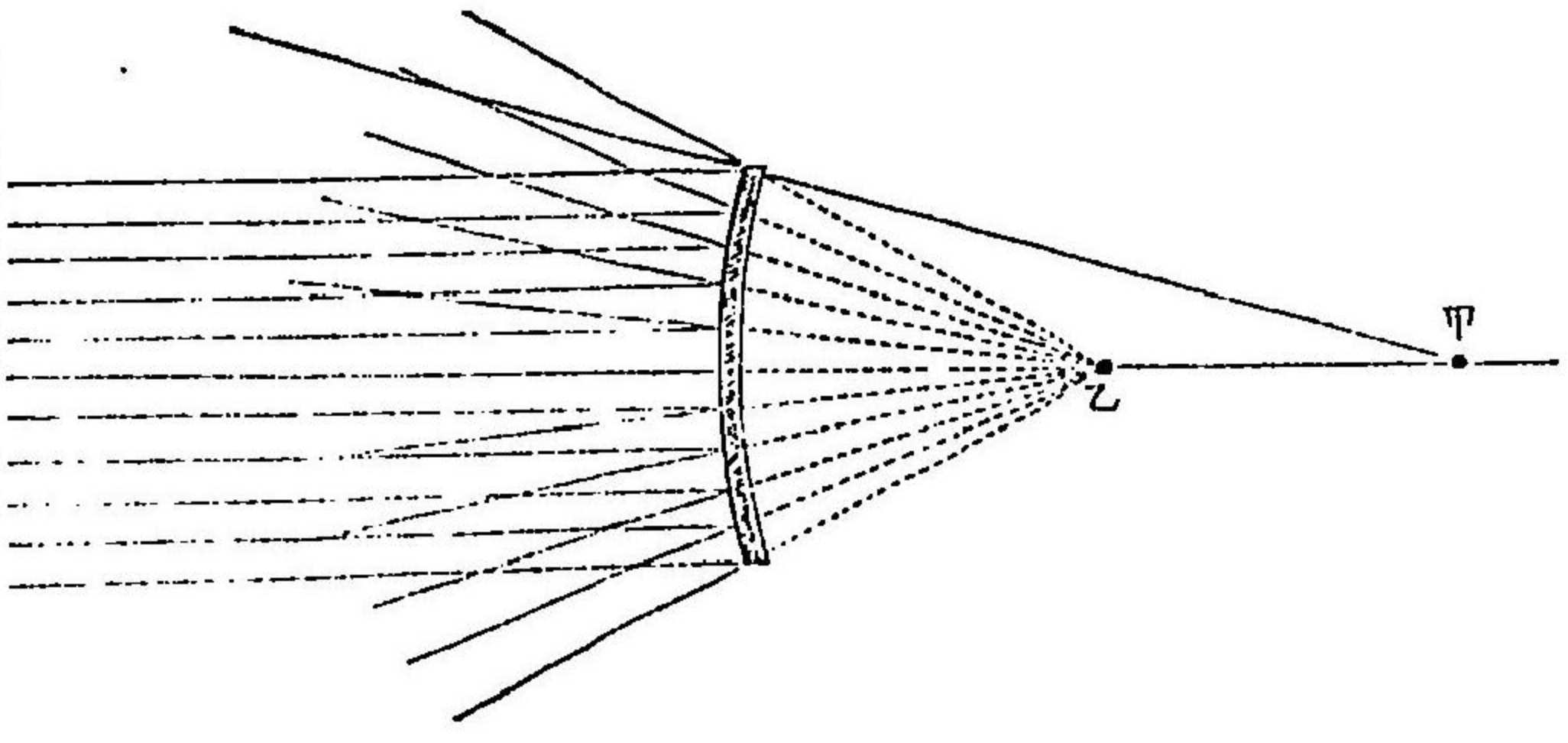


第七十四圖



ニ射來スルモノハ反射シテ乙此點ハ即チ前ニ達シ軸線ニ遠キ位置  
 ニ射來スル他ノ一線ハ反射シテ丙ニ到ル是レ即チ前ニモ説述シタル如  
 面上ニ引クトキハ丁ナル角ト三然ラハ則チ假令ヒ  
 ナル角ト同角ヲナスヲ以テテリ  
 軸線ト並行スル所ノ光線ナルモ軸線ヲ距ルノ遠近  
 ニ從テ同一ノ點ニ輳聚スルヲ能ハサルナリ之レヲ  
 名ケテ球形迷行ト云フ此二線ノ間ニアリテ鏡面ニ  
 落射シ後反射シタルモノハ各乙點ト丙點トノ間ニ  
 來ルヤ固ヨリ論ヲ俟タサルガ故ニ  
 茲ニハ一ノ燒點ヲ成サズシテ所謂  
 燒線即チ數多ノ燒點連續シテナル  
 線條ノ形ヲ成シタルモノナル  
 モノヲ生ス其球形迷行ノ著大ナル  
 ハ第七十四圖ヲ見テ明ラカナリ此  
 迷行ヲ避ケント欲セハ第七十四圖

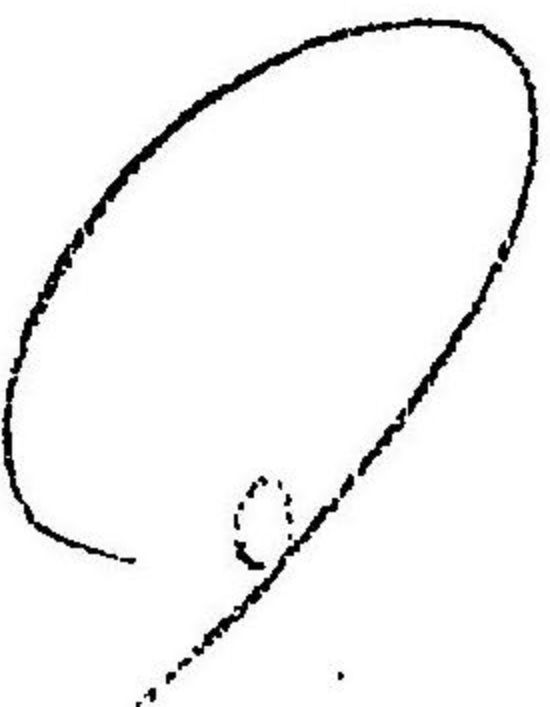
第七十五圖



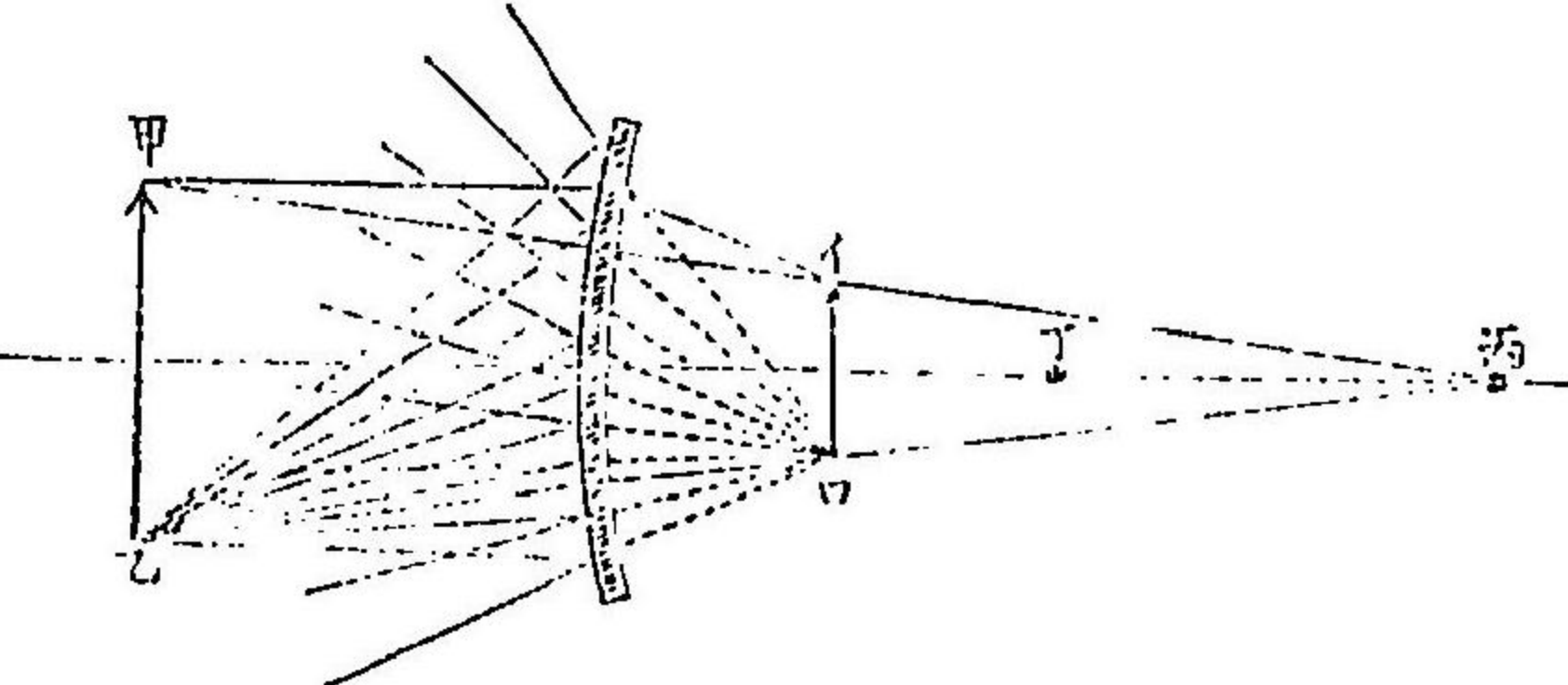
ニ示スカ如キ凹面鏡ヲ用ユベカラス即チ開口角ノ小ナル鏡縱令ヒ大  
 乃至八度内ヲ用ユベシ又燈臺等ノ如キ實用ニ供スルモノハハラ一ベ  
 ニ在ルモノ  
 ル形ノ凹面鏡ヲ用ユルチ佳トス此形狀ヲ有ス  
 ルモノハ能ク光線ヲシテ一點ニ輳聚セシムル  
 チ得ヘキチ以テナリ  
 凸面鏡ニ於ケル光線反射ノ景況如何ハ已ニ凹  
 面鏡ノ理ヲ了解セハ自カラ明瞭ナラチ得ベシ  
 第七十五圖ニ示ス如ク一個ノ凸面鏡アリ其面  
 ニ反セル位置ニ於テ球形中點甲ヲ經過シテ鏡  
 面ノ中央ヨリ一線ヲ引キ之レヲ延長シタル線  
 チ名ケテ凸面鏡ノ軸線ト云フ此軸線ト並行シ  
 テ射來スル光線ノ反射スルヤ悉皆分離シテ恰  
 モ鏡後ノ乙點ヨリ發射シ來ルモノ、如シ是故

此乙點ヲ名ケテ凸面鏡ノ分散點ト云フ而ノ其點ハ中點甲ト鏡面トノ中央ニ在ルモノナリ凡ソ凸面鏡ノ前ニ位スル物体ノ肖像ハ凸面鏡ニ於ケルガ如ク其位置ニ關シテ著シキ變化ヲ起ス  
 一テシ今肖像ヲ現ハスノ一例ヲ舉グレハ第七十六圖ニ示ス如ク凸面鏡前ニ一圓ノ物体甲乙アリテ其上端甲ヨリ甲丙ノ方向ヲ取リテ發射スル光線ハ直  
 チニ反射シ軸線ト並行ニ發射セルモノハ丁ヨリ發射シタル線ノ如キ方向ヲ取リテ反射シ之ヲ鏡後ヨ  
 延長スレハイニ彙聚ス面シテ其下端乙ヨリ發射スルモノハ反射ノ後之ヲ鏡後ニ延長スレハ悉クリニ彙聚スルヲ以テ茲ニ小ナル肖像イリヲ現ハス此ノ

如ク凸面鏡ハ只細小ナル假像ヲ生スルノミナリ  
 不正反射 凡ソ平面上ニ射來スル所ノ光線ハ入射ノ角度ト同等



第七十六圖



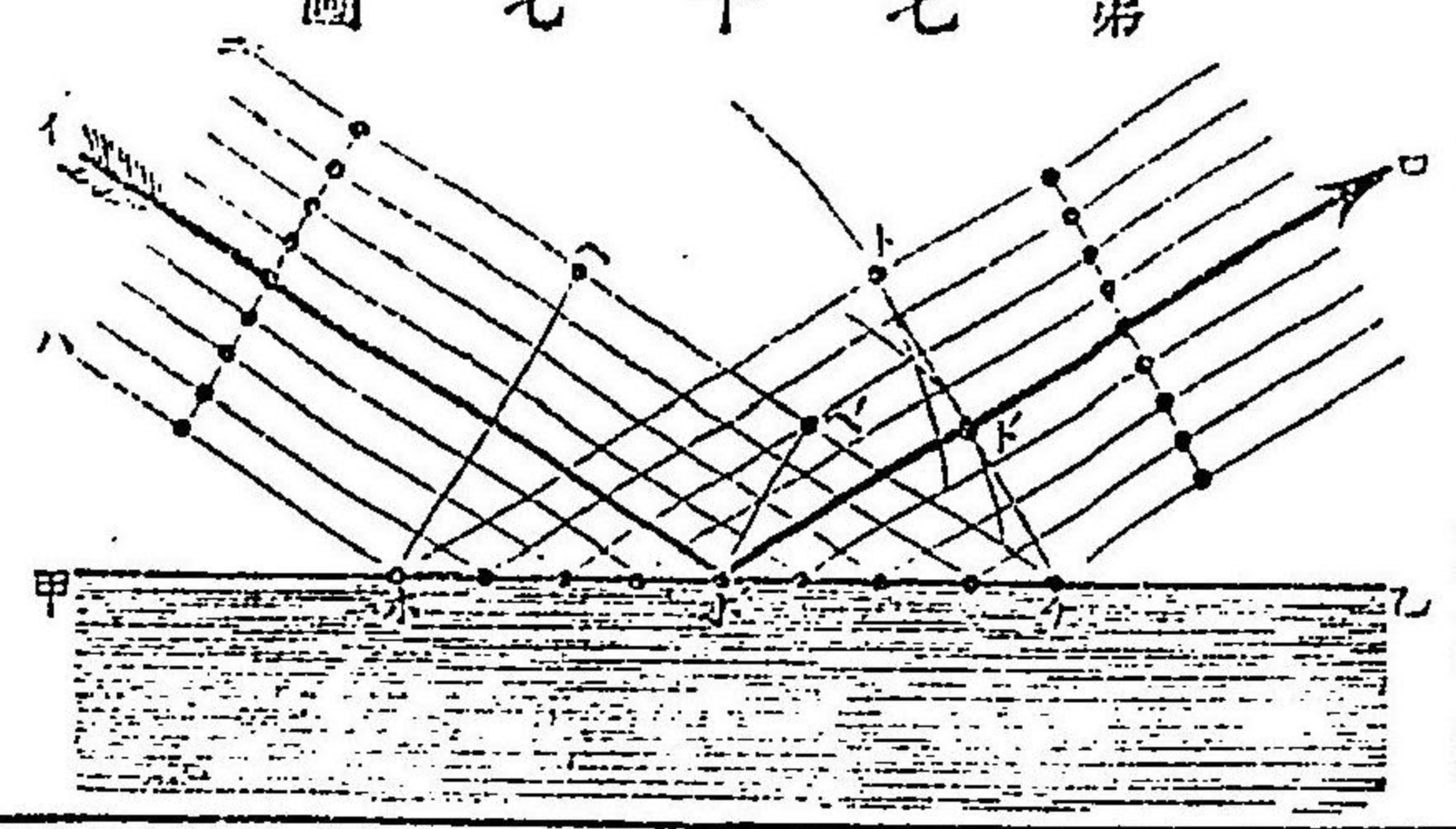
ナル角度ヲ爲シテ反射スルモノナルヤ反射ノ定則ニ據テ考フレバ自カラ明瞭ナリ是故ニ一物ヲ視ント欲スルニハ一定ノ方向ニ在テ之ヲ望マザレハ能ハサルノ理ナルニ孰レノ方向ヨリ之レヲ瞰フモ一樣ニ視認スルヲ得ベキハ何ノ理ニ由レルヤ是レ即チ各種物体ノ面ハ凹凸ヲ有スルカ故ニ爰ニ不正ノ反射ヲ爲シ諸方ニ散布スルニ由ルモノトス但シ不正反射ヲ爲シタル光線ト雖モ決シテ反射ノ定則ニ反展スルモノニアラズ亦各其定則ニ從テ反射ス然レモ其面凹凸ナルヲ以テ一定ノ方向ニ到達スルコト能ハズ又物体ノ諸方ヨリ之レヲ望テ一樣ニ人目ニ入ル所以ハ啻ニ表面ノ不正反射ニ由ルノミニアラス凡ソ光線ハ物体中一定ノ深サニ摺入リ表面下ニ位スル所ノ分子ノ爲メニ諸方ニ反射セラル、ヲ以テナリ萬物若シ此不正反射ヲ起スヲナキハ人生上頗ル不便ヲ覺フルナルベシ蓋シ口中ニ於テモ或ル室内ニ日光ノ射入スルヲナケレバ其室内ニ在ル所ノ物体ヲ認ムル能ハス又假令ヒ光

線ヲ受クルモ一定ノ方向ニ在ラサレハ之ヲ認視シ得サル可ケレハナ  
 リ又曉暮ニ太陽ヲ視ルコトナキモ尙ホ朦朧タル薄光ヲ感スルハ不正反  
 射ニ由ル即チ太陽ノ地平下ニ在テ發スル光線ハ地球ノ爲メニ遮ラレ  
 直チニ我輩ノ眼目ニ達スルコト能ハサルモ其上際ニ浮游シタル水蒸氣  
 ノ之ヲ受ケテ不正反射ヲ起セバナリ

〔反射角ト入射角トハ均一ナルベキ理  
 由即チ反射ノ説明〕 第七十七圖ニ示ス所ノ

〔甲乙〕チ以テ二種ノ殊異ナル所ノメヂウムノ境  
 界面トシ〔ハホ〕〔ハ〕ニ到達シタル一條ノ光線ナリ  
 トス今ヤ〔ホ〕點ニ於ケル〔エーテル〕ハ此光線ノ爲メ  
 ニ震盪セラル、ヤ明ラカナリ而シテ此作用ニ由  
 テ發起シタル波動ハ周方ニ擴進シテ恰モ〔ホ〕點チ  
 シテ自ツカラ一個ノ光點ヲラシム然ラバ則チ〔ホ〕

第七十七圖



點ヨリ周方ニ光線ノ擴散スベキハ疑ヲ容ルベカラズト雖トモ單一ナ  
 ル光線ハ決シテ獨自ニ光ノ固有ナル作用ヲ逞フスル能ハス凡ソ光線  
 ト名ケテ其本分ノ作用ヲ逞フスベキモノハ其一定數ヲ集合シ交互ニ  
 振動ヲ扶助スベキ同一ノ振動景態ニ在ル並行線ノ一列ヨリ成レルモ  
 ノニ限レリ今、イ、ホ、及ヒ、ニ、チ、ハ同一ノ光源ヨリ發シ來ル第二第三ノ光  
 線ナリ此光源若シ甚々遠隔ナル距離ニ在リトスレハ〔ハホ〕〔イホ〕及ヒ〔コ  
 チ〕ハ互ニ並行ナリト看做シ〔ホ〕間ノ波動表面ヲ均平ナリト看做スチ  
 得ヘシ斯ノ如ク均平ナル所ノ波動ハ最初ニハ〔ホ〕點ニ次ニハ〔ホ〕點ニ最  
 後ニハ〔チ〕點ニ到達ス今均平ナル波動〔へ〕ヨリ進ンテ〔チ〕ニ達スルノ時間  
 内ニ己ニ〔ホ〕點ニ達シタルモノヨリシテ球形ノ波動ヲ擴布ス而シ其半  
 徑ハ〔ホト〕ノ長サニシテ〔へチ〕ナル距離ニ等シ更ニ〔ホ〕ト並行シテ〔ホ〕  
 ナル線ヲ引キタリト假想スレハ上部ニ位スル光線ハ〔へ〕ヨリ〔チ〕ニ進達  
 スルノ際ニ〔へチ〕ナル線ノ長サニ等シキ半徑〔ホト〕チ有スル球形波動ハ

正ニ〔ホ〕點ヨリ擴布スベシ斯ノ如クシテ〔ホ〕ト〔チ〕トノ間ニ位スル所ノ總點ヨリシテ各々球形ノ波動ヲ發出ス而シテ此各球形ノ波動ガ同時ニ觸ル、所ノ面ハ即チ反射シタル波動ナリトス今幾何學ニ從テ之ヲ論スレハ〔ホ〕トノ〔ホ〕トニ於ケルハ〔ホ〕チノ〔ホ〕チニ於ケルカ如シ然ラハ則チ總球形面ノ觸ル、面〔チ〕トハ均平ナルヤ論ヲ竣タス今ヤ此反射シタル波動ハ獨自並行ニ進行シ且ツ其光線ノ方向ハ〔チ〕トニ直角チナスガ故ニ反射シタル光線ノ一束ハ〔ホ〕ホチ及ヒ其面ヨリ反射シ〔チ〕トニ直角チ爲ス所ノ光線ニシテ交互ニ相扶助シテ其作用ヲ爲スモノナリ蓋シ本圖中點ヲ以テ示セル如ク互ニ相一致シタルエーテル部分ハ終始同一ノ振動景態ニ在レハナリ〔ホ〕ヘチナル三角ハ〔ホ〕トチナルモノニ等シ如何トナレハ〔ホ〕チハ兩個ノ三角ニ通有スル所ノ邊線ニシテ〔ヘ〕チハ〔ホ〕トニ等シク〔ト〕ニアル角ハ直角ニシテ〔ヘ〕ニアル角ニ同等ナレハナリ是故ニ〔ヘ〕チホナル角ハトホチナル角ニ等シ即チ入射シタル線モ反射シタル

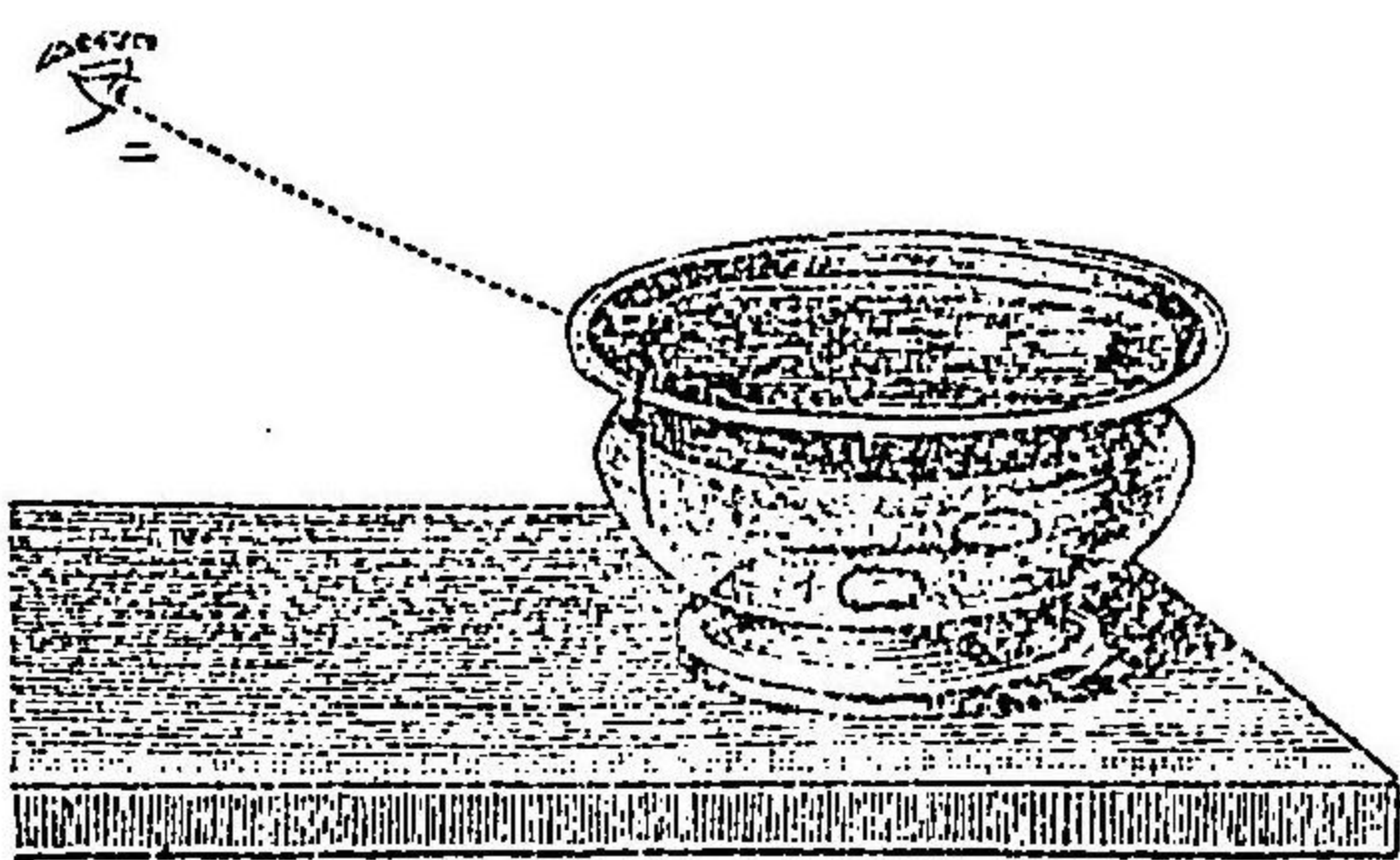
線モ共ニ反射チ起ス所ノ面ト共ニ構成スル所ノ角度ハ同等ナルガ故ニ反射線ト入射線トハ同等ノ角度ナルコ果シテ明ラカナリ

### 第四章

#### 光ノ屈折

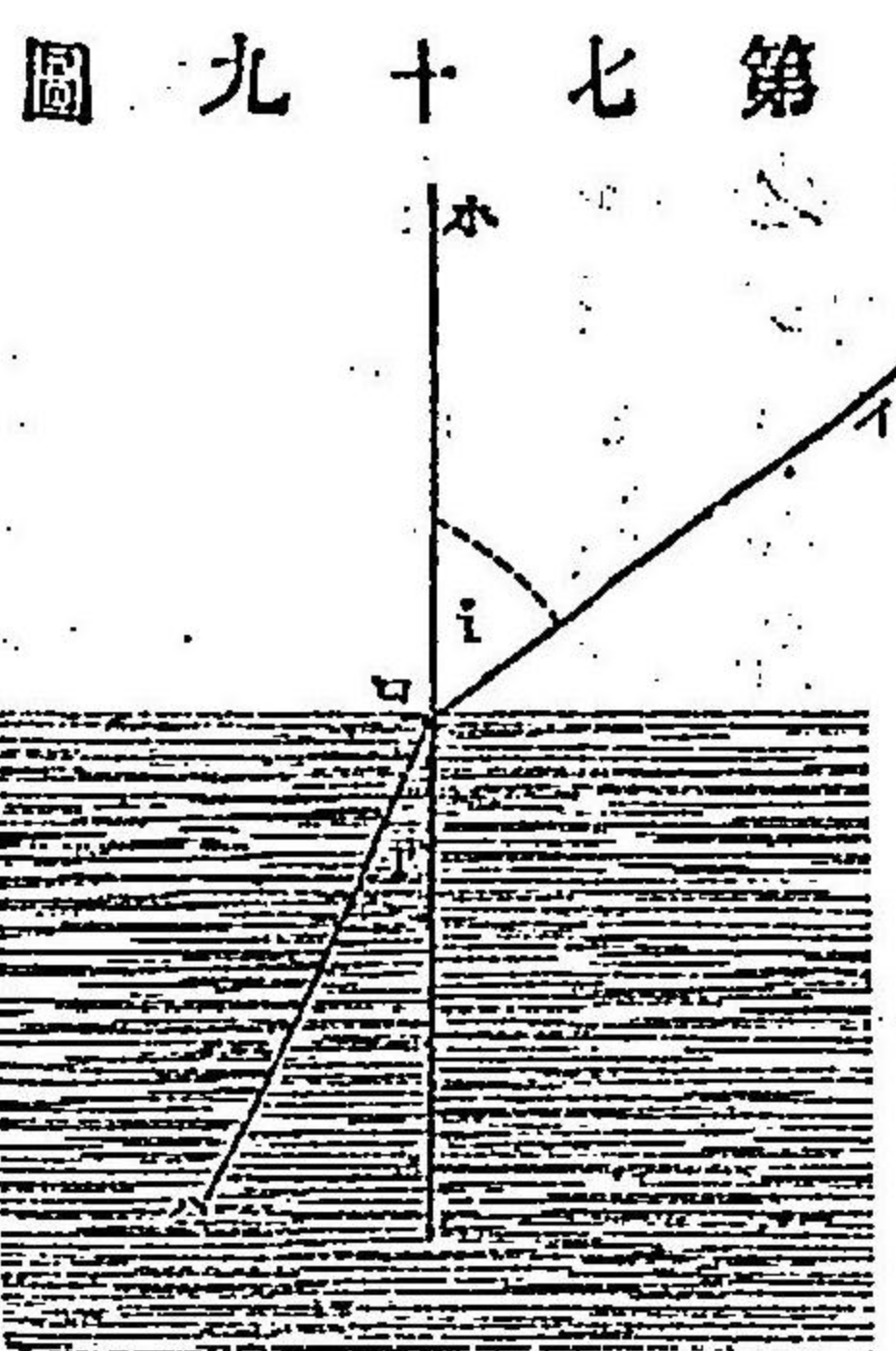
夫レ光ノ光体ヨリ發射シテ周方ニ擴進スルヤ直行シテ偏倚スルコトナシ其徑路ニ横ハル所ノ物体アリテ之ヲ遮斷スルノ際或ハ反射ヲ爲シ或ハ之レヲ透過スルハ其物質ノ如何ニ關ス今其進路ヲ遮キル所ノ物体ハ透明体ニシテ光之レヲ透過シ更ニ他ノ透明体ニ移出スルヤ否ヤ乍チ直行ノ方向ヲ變ス然レモ物体本質ノ疎密ニ準シテ其變路ノ方法ニ差異アリ即チ稀薄ナル物体ヲ出デ、濃稠ナル物体ニ移レハ折レテ鉛直線ニ向ヒ濃体ヲ出デ、稀体ニ入レハ鉛直線ヨリ遠サカル是レ光ノ特性ニシテ名ケテ光ノ屈折ト云フ茲ニ屈折ヲ証明スル試驗ノ一例ヲ舉クヘシ即チ第七拾八圖ノ如ク空皿内ニ一個ノ貨幣〔イ〕ヲ置キ眼〔ニ〕

第七十八圖



大氣ノ境界面ニ於テ鉛直線ヲ遠サカリテ屈折スルガ故ニ今始メテ眼中ニ入ルヲ得テ〔ハ〕ニ在ルヲ覺フルナリ是ニ由テ之ヲ觀レハ凡ソ光ハ濃厚ヲ異ニスル甲ノ透明体ヨリ乙ノ透明体ニ移ルノ際必ス屈折スルモノナルヲ疑ヒナシ又一ノ直杆ヲ水中ニ挿入シテ之レヲ視レハ水面以下ニアル部分ハ折レテ上方ニ向フガ如ク見ユ又其底面ヲ透見シ得ベキ河

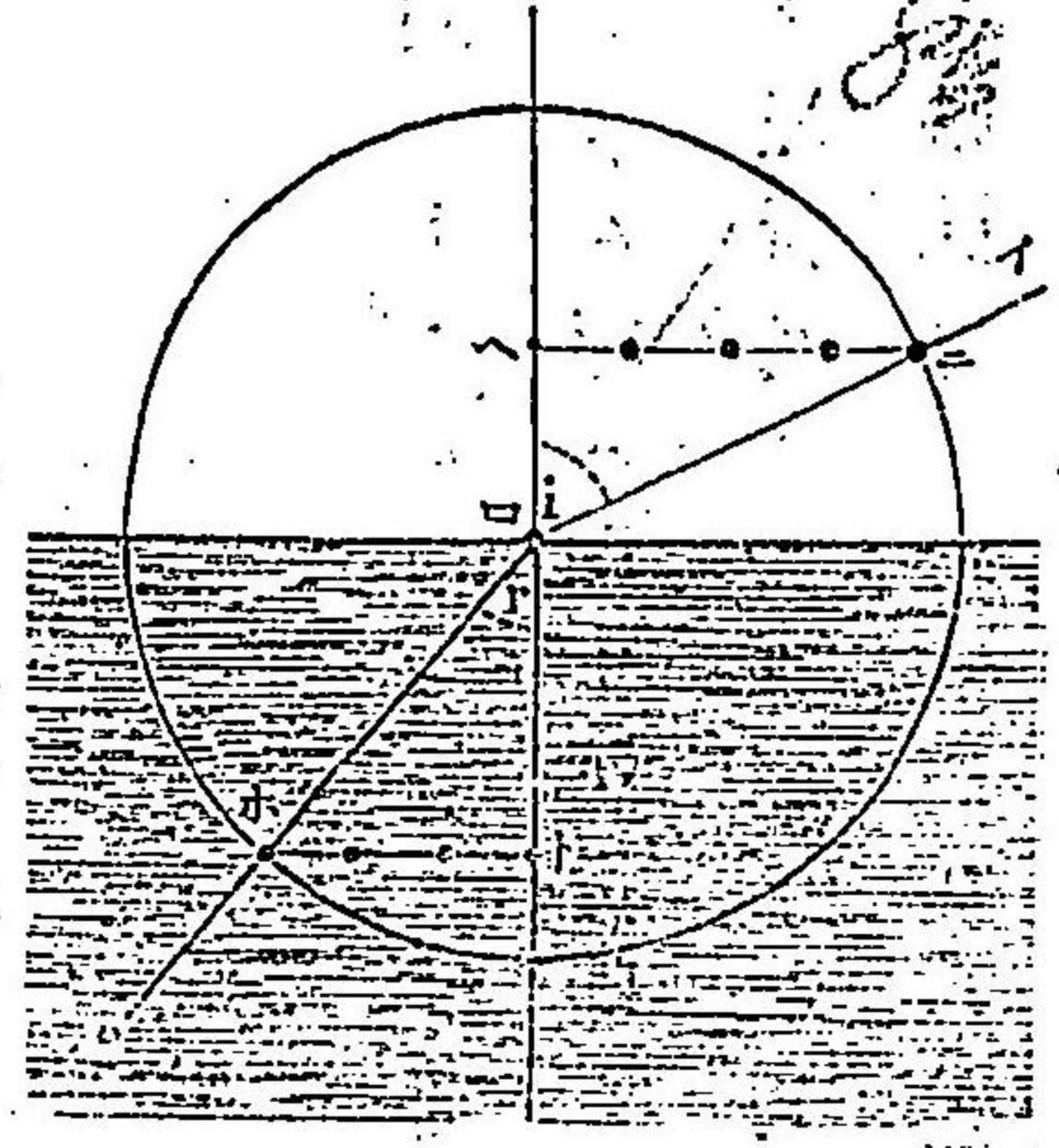
ヲ退ケテ器縁ノ貨幣ヲ遮蔽シテ之レヲ視ル可カラサルニ至リ更ニ皿内ニ水ヲ注入スレハ管ニ其貨幣ヲ認メ得ルニ至ルノミナラス水量ノ増加スルニ從テ恰モ貨幣ノ浮出シテ〔ハ〕ニ在ルヲ覺フベシ是レ〔イ〕ヨリ發射スル光線最初ハ器縁ノ爲メニ遮キラレ眼中ニ入ルコト能ハサリシト雖モ水ヲ注入スルニ當リ其光線ハ濃厚ナル物体即チ水ヨリシテ稀薄ナル物体即チ大氣ニ移ルノ際〔ロ〕點即チ



川ハ實際ヨリモ淺キガ如ク又深キ水中ニ游泳スル魚モ水面ニ近キカ如ク見ユル等皆上文説述セシ理由ニ基ツクモノナリ茲ニ射落シ來ル所ノ光線ト屈折ヲ受ケタル所ノ光線トノ間ニ存スル關係如何ヲ詳細ニ説明セントス即チ第七拾九圖ニ示ス所ノ〔イロ〕ハ水面ノ〔ロ〕ナル點ニ射來シタル光線即チ入射線ト爲シ〔ロ〕點ヲ經過シテ〔ホニ〕ナル鉛直線ヲ引キ此線ト入射線〔イロ〕トノ間ニ生スル所ノ角ヲ入射角ト爲ス凡ソ光線ノ大氣中ヨリ水中ニ移ルヤ必ス入射線及ヒ鉛直線

ト同一ナル空面ニ在リテ進行スレドモ其方向ハ變シテ〔ロハ〕トナル此〔ロハ〕ナル線ハ即チ屈折線ニシテ此線ト鉛直線トノ間ニ生スル角ヲ名ケテ屈折角ト云フ面ソ此角ハ必ス入射角ヨリモ小ナリトス今ヤ入射角ト屈折角ノ間ニ於テ一定ノ關係ヲ生スルコト第八十圖ヲ以テ示ス

第八十圖

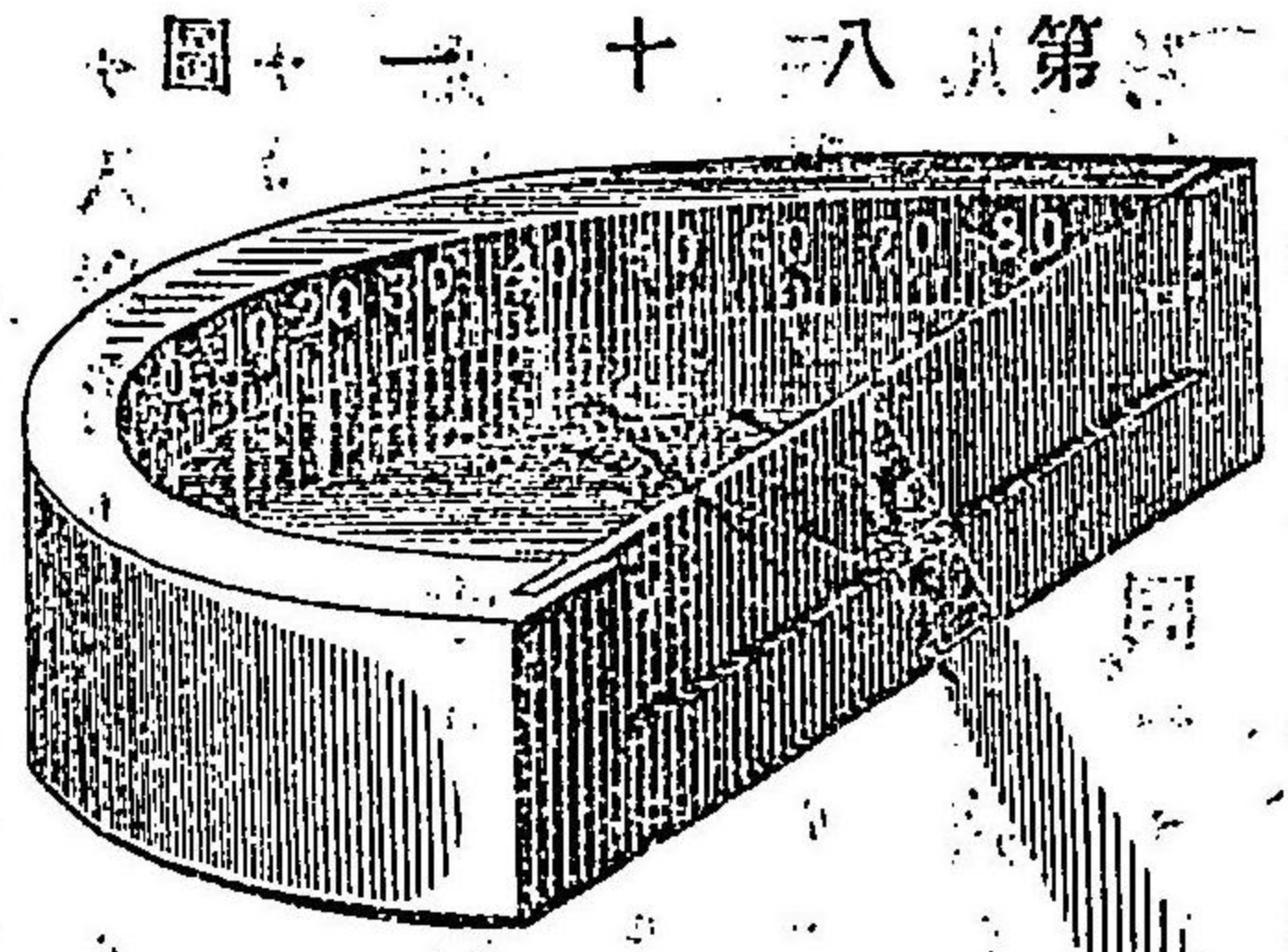


カ如シ即チ「イロ」ハ水面止シ「ロ」點ニ射來  
 ル光線ニシテ「ロハ」ハ其光ノ屈折線ナリ若  
 シ「ロ」ヲ中點トシテ本圖ノ現狀ノ如ク圈線  
 ナ畫シタリト假定スレハ其圈線「ロ」點ニ  
 當リテ入射線ト會シ「ホ」點ニ當リテ屈折線  
 ニ會ス今「ニ」ヨリシテ鉛直線トシ「三」直線「三」ト  
 ナ引キ且ツ「ホ」ヨリ「ト」ニ向ケ直線ヲ引クトキ「ホ」ト「ニ」ハ「ト」ニ四分三  
 ナルベシ茲ニ圈線ノ半徑ヲ「ト」定ムルトキ「ホ」右ノ三條ノ直線ヲ以テ  
 各之レニ一致スル角ノ正弦ト爲スベシ即チ「ニ」ハ「ト」ナ入射角ノ正  
 弦ニシテ「ホ」ト「ト」ナル屈折角ノ正弦ナリ是故ニ單簡ナル語辭ヲ以テ  
 光線ノ大氣ヨリ水中ニ移入スルノ際ニ生ズル屈折ノ關係ヲ述レハ即  
 チ入射角ノ正弦ハ常ニ必ス其角ニ適應スル屈折角ノ三分ノ四之レヲ  
 精細ニ云ヘハ「一」三三四」ナリ之レヲ其數式ヲ爲セハ左ノ如クニ

$$\sin i = 1.334 \sin r$$

但シ「Sin」ハ正弦ノ記號ナルコト已ニ上篇ニ記スル如シ以下之レニ倣

上文論述セル入射線ト屈折線ト之間ニ存スル正弦ノ對稱ヲ實証スル



ニハ第八拾一圖ニ示ス所ノ器具ニ依ルニ  
 其中央ヨリ右方ヲ九十度ニ分割シタルモ  
 ノヲ取リ前面ハ黑色ノ圓壁「五」ヲ以テ閉  
 鎖シ其中央ニ長形ノ隙孔ヲ穿テ之レヲ閉  
 ツハニ透明ナリ硝子ヲ以テス今此器ノ半  
 徑ニハ夫填テスニ水ヲ以テシ黒壁前ニ光ヲ置  
 キ隙孔ヨリシテ光ヲ黒内ニ射入セシムレハ上半ノ光  
 即チ水中ヲ經テ必ス屈折ス即チ大氣中ヲ過ル  
 ハ直線ニ進メ下半ノ光  
 過ルモ

モノハ器ノ六十度ノ處ニ至リ水中ヲ通過スルモノハ四十度ノ處ニ至ルベシ而シテ其正弦ノ對稱ヲ論スレハ四ト三トノ如クナリ然ラハ則チ入射角ト屈折角トハ常ニ一定ノ對稱ナルヤ實驗上ニ於テモ亦明瞭ナリ

光若シ大氣中ヨリ硝子中ニ移入スルトキハ大氣中ヨリ水中ニ移入スルヨリモ其屈折スルコト強シトス此際屈折角ノ正弦ハ大凡ソ入射角ノ正弦ノ三分二ナリトス

凡ソ屈折角ノ正弦ヲ以テ入射角ノ正弦ヲ除ク得ル所ノ商數ハ各種ノ

物体ニ於テ同一ナラズ之レヲ名ケテ屈折ノ係數ト云フ今大氣ヨリ移

入スルノ際ニ於ケル一二物体ノ屈折係數ノ實價ヲ示スコト左ノ如ク

- 水 一、三三四
- 亞兒箇保兒 一、三七二
- ベンツォール 一、五〇〇
- クロロソ「硝子」 一、五三三
- フリント「硝子」 一、六六四
- 硫化炭素 一、六八〇

- アニス「油」 一、八一
- 金剛石 二、四七〇

右ノ表ニ就テ之レヲ觀ンハ光ノ大氣中ヨリ金剛石中ニ移入スルノ際ニ於ケル入射角ノ正弦ハ屈折角ノ正弦ヨリ大ナルコト大凡ソ二倍半ニシテ金剛石中ニハ光ノ屈折スルコト甚ク強シ是故ニ金剛石ハ甚ク光ヲ屈折スルノ性ヲ有スル物質ナリト謂フヲ得ベシ  
「n」ヲ以テ一般ニ屈折係數ヲ示シ光線屈折ノ定則ト爲スベキ數式ヲ設クンバ即チ左ノ如ク

$$\sin i = n \cdot \sin r$$

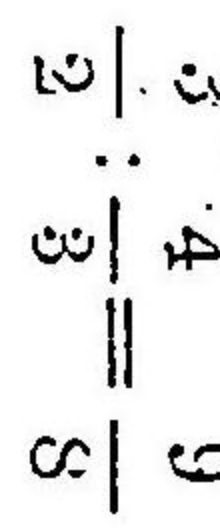
或ハ

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

是レナリ

光ノ大氣中ヨリ甲体中例之ハ「A」ニ移ルノ際ニ於ケル屈折係數ヲ「n」トシ又大氣中ヨリ乙体中例之ハ「B」ニ移入スルノ際ニ於ケル屈折係數ヲ

「甲」下ヲ移入スル「A」ヨリ「B」ニ移入スル屈折係數ハ即チ「 $\frac{1}{3}$ 」ナリ例之ハ大氣ヨリ水中ニ移入スルノ屈折係數ハ三分ノ四ナリ而シテ大氣ヨリ硝子ニ移入ルノ屈折係數ハ二分ノ三ナルガ故ニ水ヨリ硝子ニ移ルノ屈折係數ハ即チ左ノ如クナルベシ



上文説述スル所ノ諸項ヲ單簡ノ文辭ト爲シテ之ヲ示セハ左ノ五要目ヲ過キズ所謂光線屈折ノ定則之レナリ

- 第一 或ル透明体ノ表面ニ鉛直ニ射來スル所ノ光線ハ屈折スルガ
- 第二 入射線ト屈折線ト鉛直線ト同一平面ニ在リ
- 第三 同一質ノ透明体ニシテ稀濃アルトモ稀ヨリ濃ニ移ルニ必ズ屈折シテ鉛直線ニ向ヒ濃ヨリ稀ニ移ルニハ之レニ反ス
- 第一 或ル透明体ノ表面ニ鉛直ニ射來スル所ノ光線ハ屈折スルガ
- 第二 入射線ト屈折線ト鉛直線ト同一平面ニ在リ
- 第三 同一質ノ透明体ニシテ稀濃アルトモ稀ヨリ濃ニ移ルニ必ズ屈折シテ鉛直線ニ向ヒ濃ヨリ稀ニ移ルニハ之レニ反ス

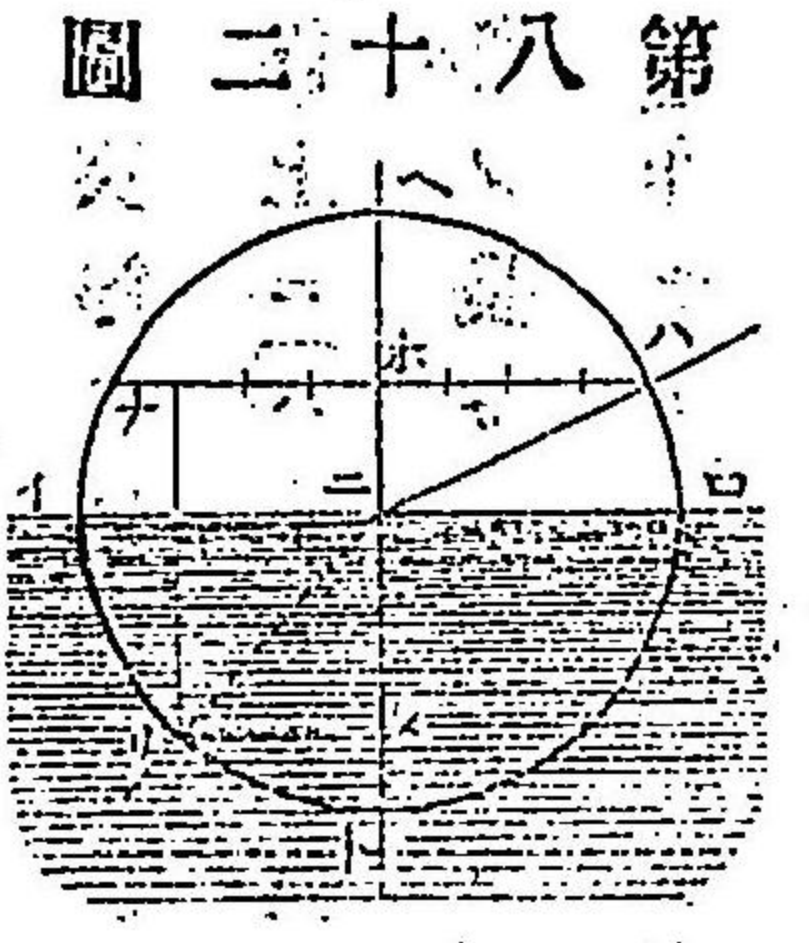


第四 同一質ナラサレ透明体アリテ其甲ヨリ乙ニ移ルガ多クハ第三則ニ如クナリト雖モ三質同度ノ稀濃ヲ有スルガ或ハ少シクハ稀濃ノ度ヲ異ニスルモ燃燒スベキ体ハ光ヲ屈折セシムル力強シ

例之ハ上ニ掲ケタル屈折係數ノ表ヲ見テ知ルベキガ如ク水ハ亞兒箇保兒ヨリ濃ナリト雖モ亞兒箇保兒ノ屈折係數ハ水ニ比スレバ大ナリ

第五 二異質ノ間ニ存スル正弦ノ對稱ハ常ニ變ズルナシ例之ハ大氣ト水トハ大氣ト硝子トハ同ナルカ如シ

凡ソ正弦ノ對稱己ニ知ラセテ後屈折線ノ到ルベキ位置ヲ求メシトスルニハ下文ノ法ニ由ルベシ例之ハ大氣ヨリ水中ニ移ルノ際ニ於テ第八拾三圖ニ示スガ如シ即チ「イ」ヲ以テ氣水二体ノ境界面ヲ爲シ「 $\theta$ 」ニ射來スル光線ノ屈折シテ到ルベキ點ヲ知ラントスルニハ



第八拾三圖

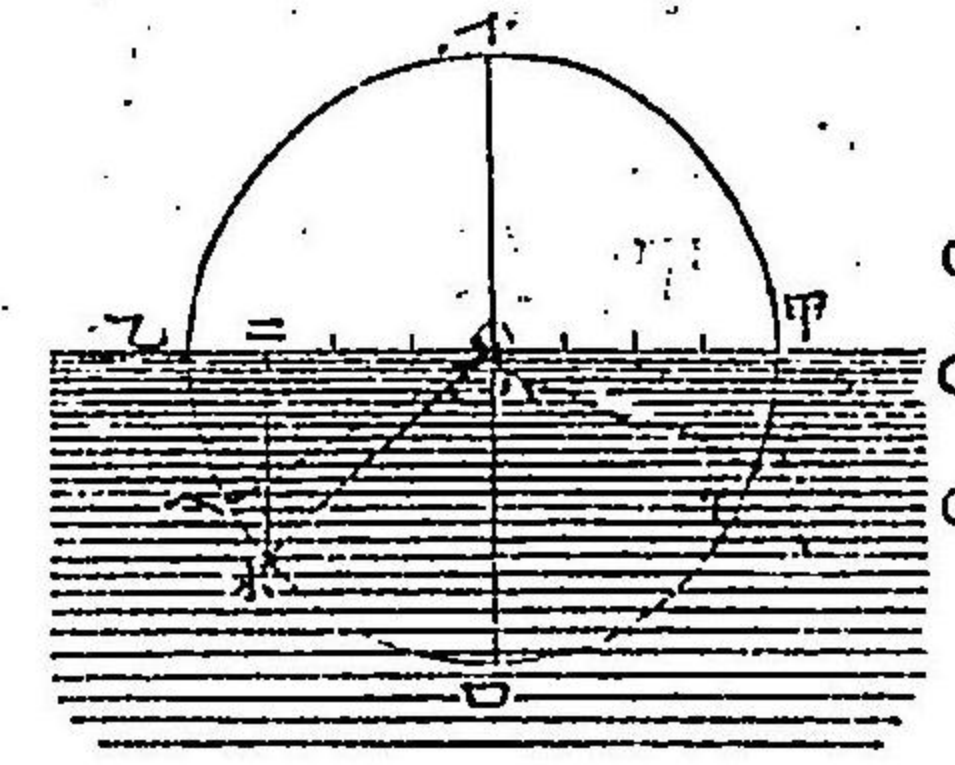




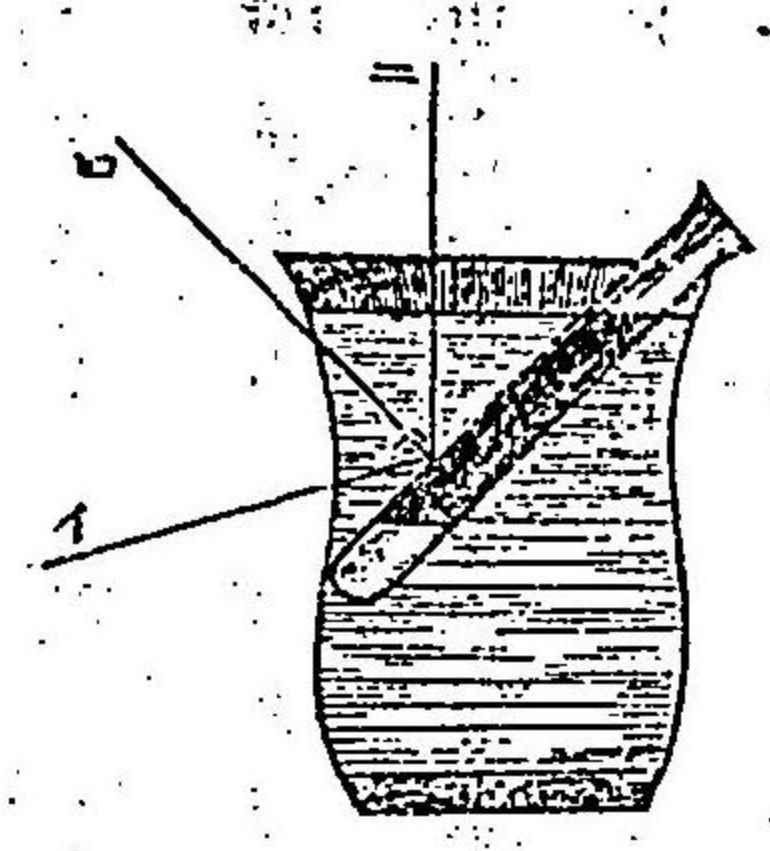
手記  
 $\sin 48^\circ = \frac{14}{13} \sin 30^\circ$   
 $\sin 48^\circ = 24$

名ケテ全反射ト云フ今第八十三圖ニ就テ全反射ノ境界角ヲ搜索スル

圖三十八第

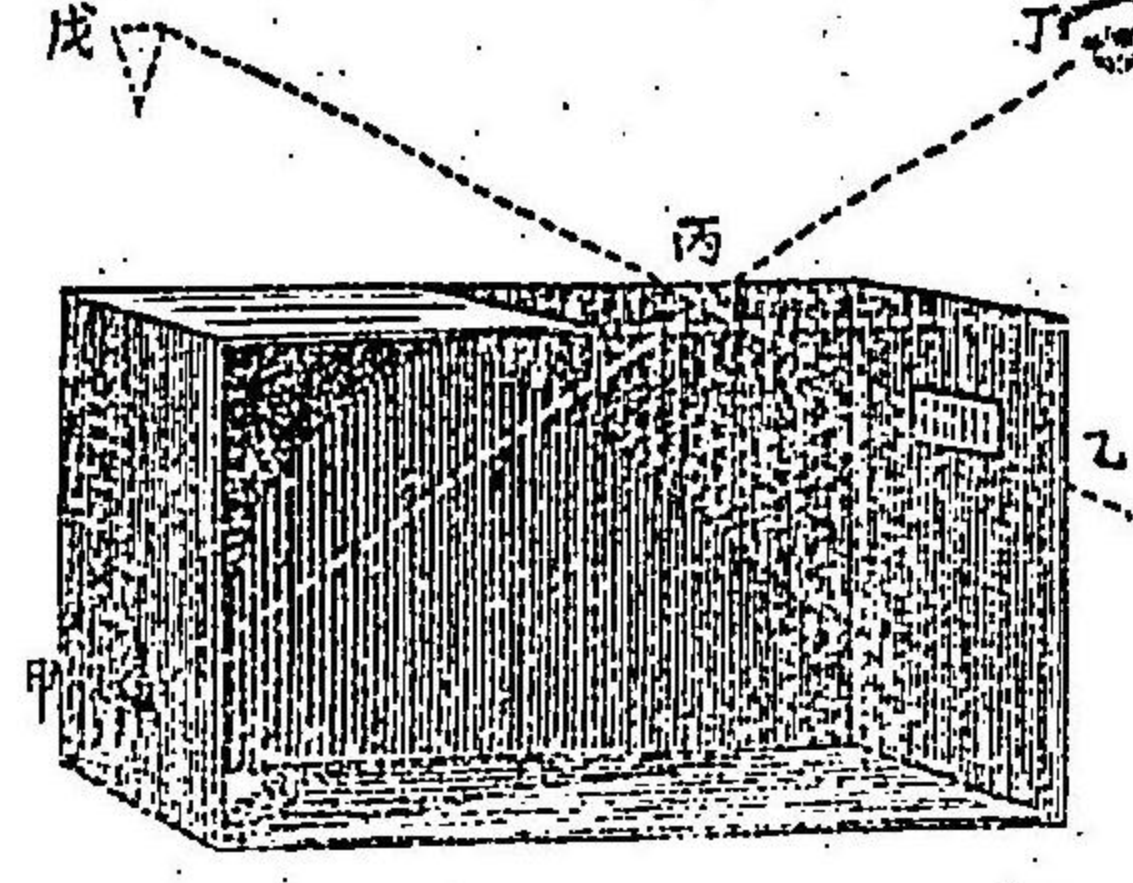


圖四十八第



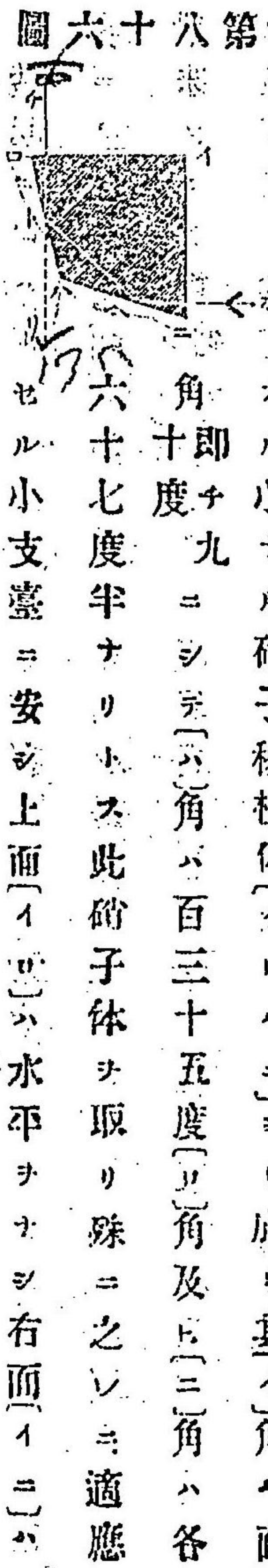
ノ法ヲ示スベシ即チ[甲乙]ヲ氣水ノ境界面トシ[イロ]ヲ鉛直線トシ[ハ]ヲ中點トシテ圖線ヲ描キ[甲ハ]ヲ四分スレハ即チ大氣中ノ正弦ヲ得更ニ[ハ乙]ヲ四分シ其三分ノ點[ニ]ヨリ直線ヲ下シ其線ノ圓線ニ觸ル、點[ホ]ヨリ[ハ]ニ向テ直線ヲ引ケハ其線ト鉛線トノ間ニ生スル所ノ角ハ即チ境界角ニシテ四十八度三十五分ナリ故ニ例之ハ[ハ]點ヨリ發射シテ大氣中ニ移入セントスルモ能ハス反射シテ[ト]點ニ到ルベキヤ明ラカナリ又水ニ代ユルニ硝子ヲ以テスレハ其境界角ハ四十一度金剛石ヲ以テスレハ二十四度ナリ今全反射ニ基因スル現象ニ就キ其一ニ例ヲ舉ゲテ實證ヲ舉示セントス即チ第八拾四圖ニ示ス如ク一個ノ硝子器ニ水ヲ盛り又一ノ試験管ニ少許

圖五十八第

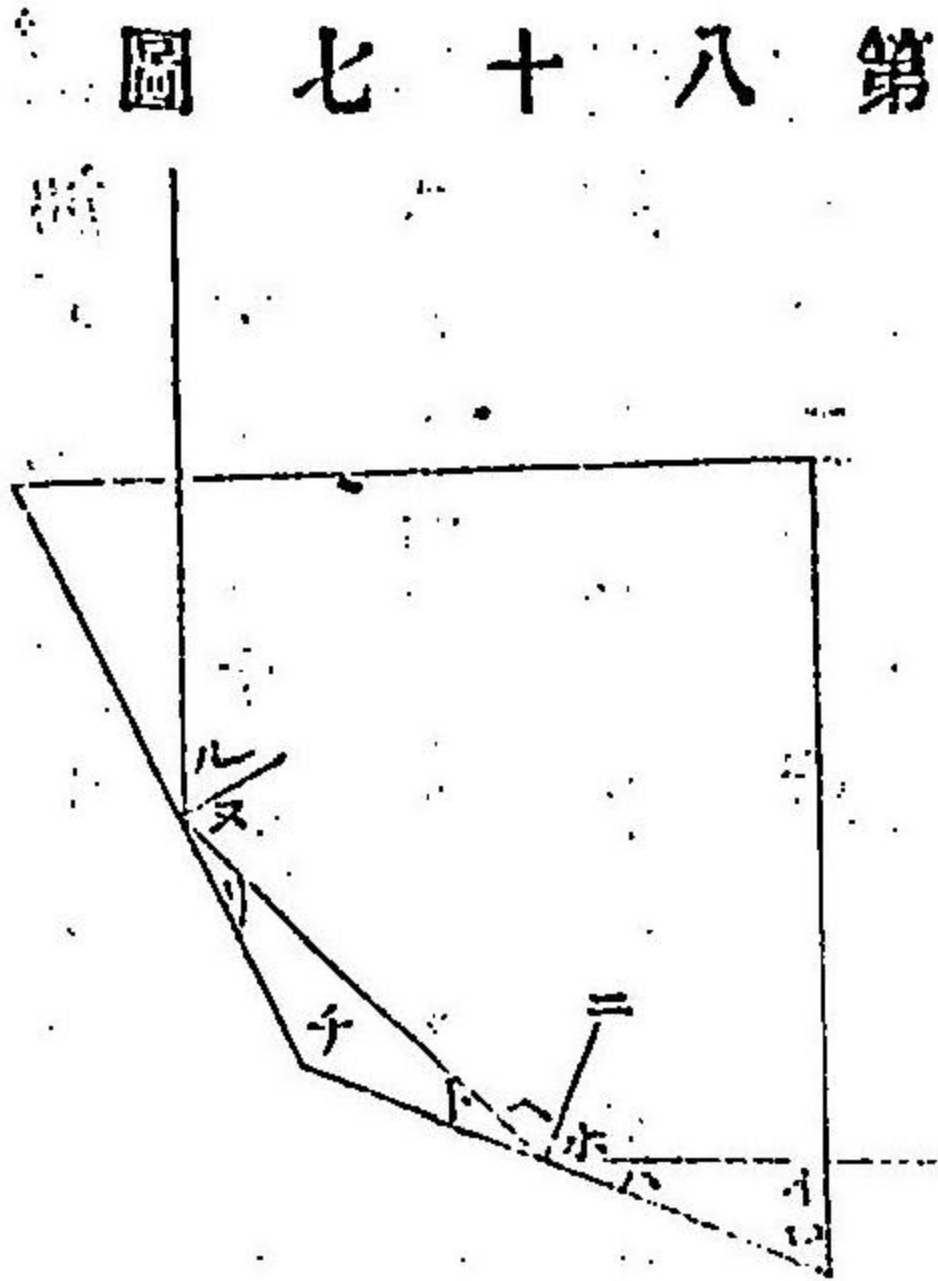


ノ水ヲ注入シ之ヲ本圖ノ現状ニ於ケル如ク斜メニ硝子器ノ水中ニ挿入シ上ヨリ之レヲ下視スレハ試験管ノ下端即チ水ヲ包有スルノ部分ハ透明ニ現ハル、ト雖モ水ヲ包有セズノ水中ニ沈ミタル部分ハ不透明ニシ且ツ鏡面ノ如ク現ハルベシ是レ[イハ]ノ方向ヲ取リテ試験管ニ射來スル光線[ロ]鉛直己ニ境界角ヲ越ヘ管中ノ大氣ニ移入スル能ハス入射角ト同等ノ角度ヲ爲シ[ハニ]ノ方向ヲ取リテ反射スルヲ以テナリ又第八拾五圖ニ示ス如ク内部ヲ黒ク塗りタル長方形小箱ノ半ハ蓋覆セラレ其左方ノ一壁ニ三角形ノ小孔[甲]ヲ穿テ右壁ニハ四角形ノ小孔[乙]ヲ穿ツモノヲ取リ之レニ水ヲ注入セズシテ[丁丙甲]ノ方向ヨリ望メ[ハ甲]ナル三角孔ヲ認メ得ベシト雖モ箱中ニ水ヲ注入スレハ同一ノ方向ニ之レヲ望ムモ其孔ヲ視シ能ハス然ルニ[乙丙戊]ノ方向ヨリ之レヲ瞰ヘバ[戊]ニ

於テ三角孔ノ倒像ヲ見ルベシ是レ[甲]ヨリ來ル光線若シ水ナキニ逢ヘ  
 ハ諸方ニ擴進シ得ベシト雖モ水ヲ注入スレハ[甲丁]ノ方向ニ射來スル  
 光ノ限界角ヲ越ヘテ直チニ大氣中ニ移入スル能ハス全反射ヲ爲シテ[丙]  
 乙]ノ方向ニ却射スレハナリ  
 「ウオルラストン」氏ノ發明セル[カメラ]ハ室ルチダハ明  
 ハ全反射ノ理ニ基キテ構造セシモノニシテ物体ノ形狀ヲ摸寫スルニ  
 使用ス今其概略ヲ舉示スルニ第八拾六圖ニ示ス加ク特異ノ形狀ヲ有  
 第 八 圖 角 十 度 即 十 九 度 角 百 三 十 五 度 角 及 乙 角 各  
 六十 八 圖 六十 七 度 半 角 此 硝 子 体 取 殊 之 適 應  
 圖 六十 八 圖 六十 七 度 半 角 此 硝 子 体 取 殊 之 適 應  
 鉛直ニ豎立スル様ニ之ヲ定置スレハ或ル物体[ホ]ヨリ發シテ水平ニ  
 射來スル所ノ光線鉛直線ト同一ノ方向ヲ以テ[イ]ニ射ル而シテ落射シ爲



メニ屈折スルコトナリ硝子中ニ移入テ其線逐ニ[ヘ]點ニ到達シ大氣  
 中ニ移ラントスルモ已ニ六十 七 度 半 角 度 ヲ 爲 ス 以 テ 全 反 射 ヲ 爲  
 シテ[ト]ニ到ル茲ニ於テモ亦[ヘ]ニ於ケルト同シク全反射ヲ爲シテ[チ]ニ  
 在ル所ノ眼中ニ入ル是故ニ[ホ]ニ在ル所ノ物体ヲ[リ]ニ於テ視ルヲ得ベ  
 シ故ニ茲ニ紙片ヲ置キテ摸寫スルトキハ眞物ニ近キ圖象ヲ作ルヲ得  
 ベキナリ[ヘ]點及ヒ[ト]點ニ射來スル光ハ何故ニ六十 七 度 半 角 度 ヲ 爲  
 スヤハ第八拾七圖ニ就テ之ヲ證明スベ  
 シ即チ已ニ前圖ニ依リテ知了スベキガ如  
 ク[イ]角ハ九十度[ロ]角ハ六十 七 度 半 角 然  
 故ニ[ハ]角ハ二十二度半ナリトス蓋シ上篇  
 定形性ノ條ニ揭示セシ如ク凡ソ三角ノ角  
 ヲ總加スレハ百八十度ヲナス茲ニ九十度  
 六十 七 度 半 及 ヒ 二 十 二 度 半 ヲ 總 加 ス レ ハ 百 八 十 度 (90° + 67.5° + 22.5°)

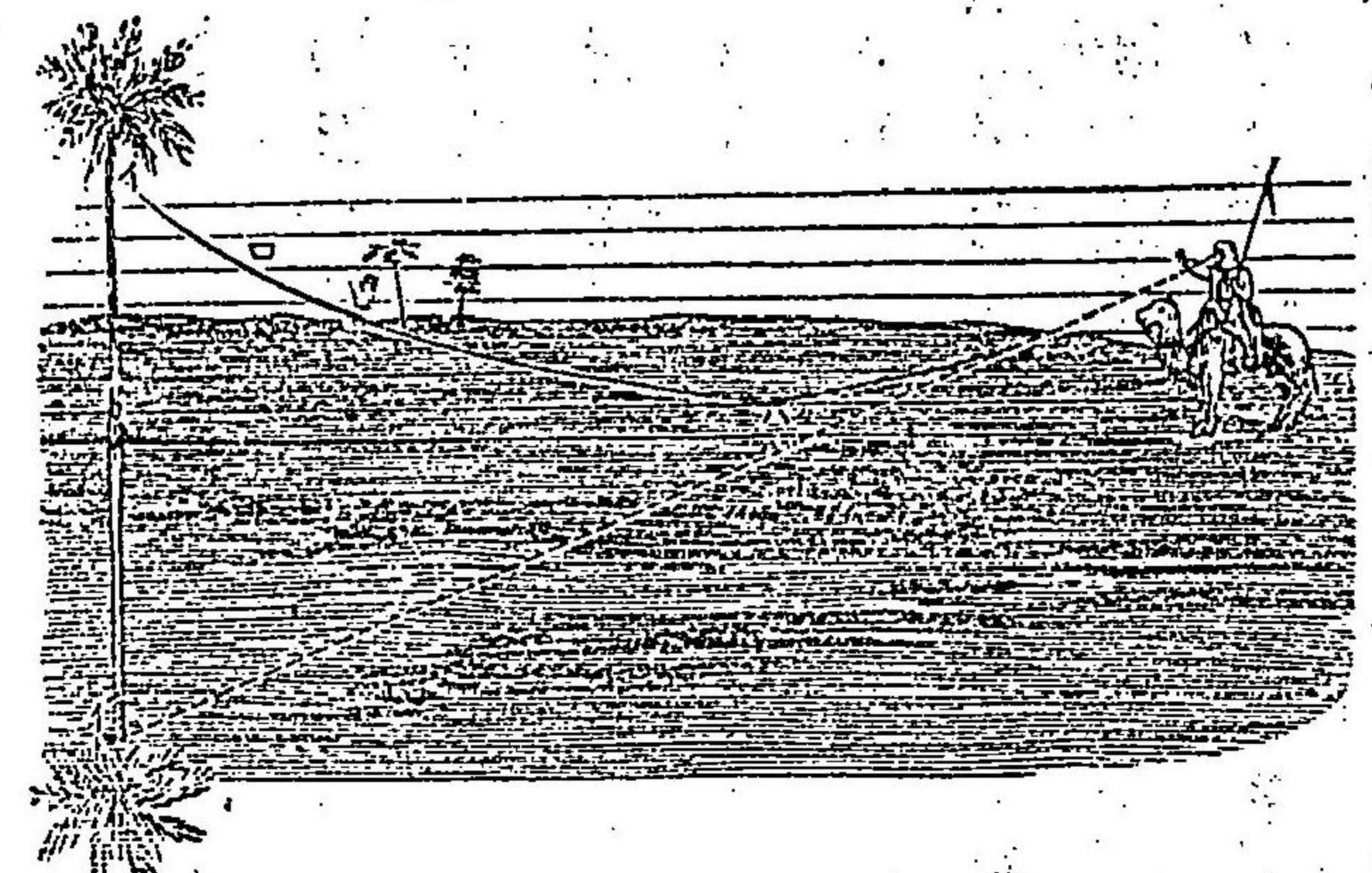


第七十八 圖  
 六十 七 度 半 及 ヒ 二 十 二 度 半 ヲ 總 加 ス レ ハ 百 八 十 度 (90° + 67.5° + 22.5°)

Outward  
C

$\parallel 180^\circ$ ) ナ得レハナリ今面上ニ鉛直線(ニ)ヲ垂ルレハ(ハ)角ト(ホ)角トノ  
 總加ハ九十度ナリ然レモ(ハ)角ノ二十二度半ナルハ已ニ知了セラレタ  
 ルヲ以テ九十度ヨリ二十二度半ヲ減スレハ(ホ)角ノ大サハ自ツカラ推  
 知スルヲ得ベクシテ即チ六十七度半( $90^\circ - 22,5^\circ \parallel 67,5^\circ$ )ナリ而シテ  
 反射ノ定則ニ隨ヒ(ヘ)角モ亦六十七度半ナリ然ラハ則チ(ト)角ハ(ハ)角ニ  
 同シク二十二度半ニシテ(チ)角ハ百三十五度ナルヲ以テ(リ)角二十二度  
 半ナリ此理ニ因テ推ストキハ(ル)角亦六十七度半ニシテ反射シ上面ニ  
 到レハ直角ヲナスヲ以テ屈折スルヲナシ氣中ニ出ルヲ得ベシ  
**〔天氣ノ照映〕**熱帶地方ノ砂漠ニ於テ人家樹木等ノ水面ニ映スルカ  
 如キヲ見ルコトアレドモ其地固トヨリ水アルニ非ズ其理蓋シ強熱ノ爲  
 メニ砂石ノ烘熱セラル、ヤ一定ノ上層界圍氣ヨリ強クシテ地面ニ近接  
 スル所ノ大氣大ニ稀薄ト爲ルガ故ニ家屋樹木等ヨリ發シ下方ニ向テ  
 進擴スルノ光線一定ノ處ニ至リ至反射ヲ爲スニ在リトス第八十八圖

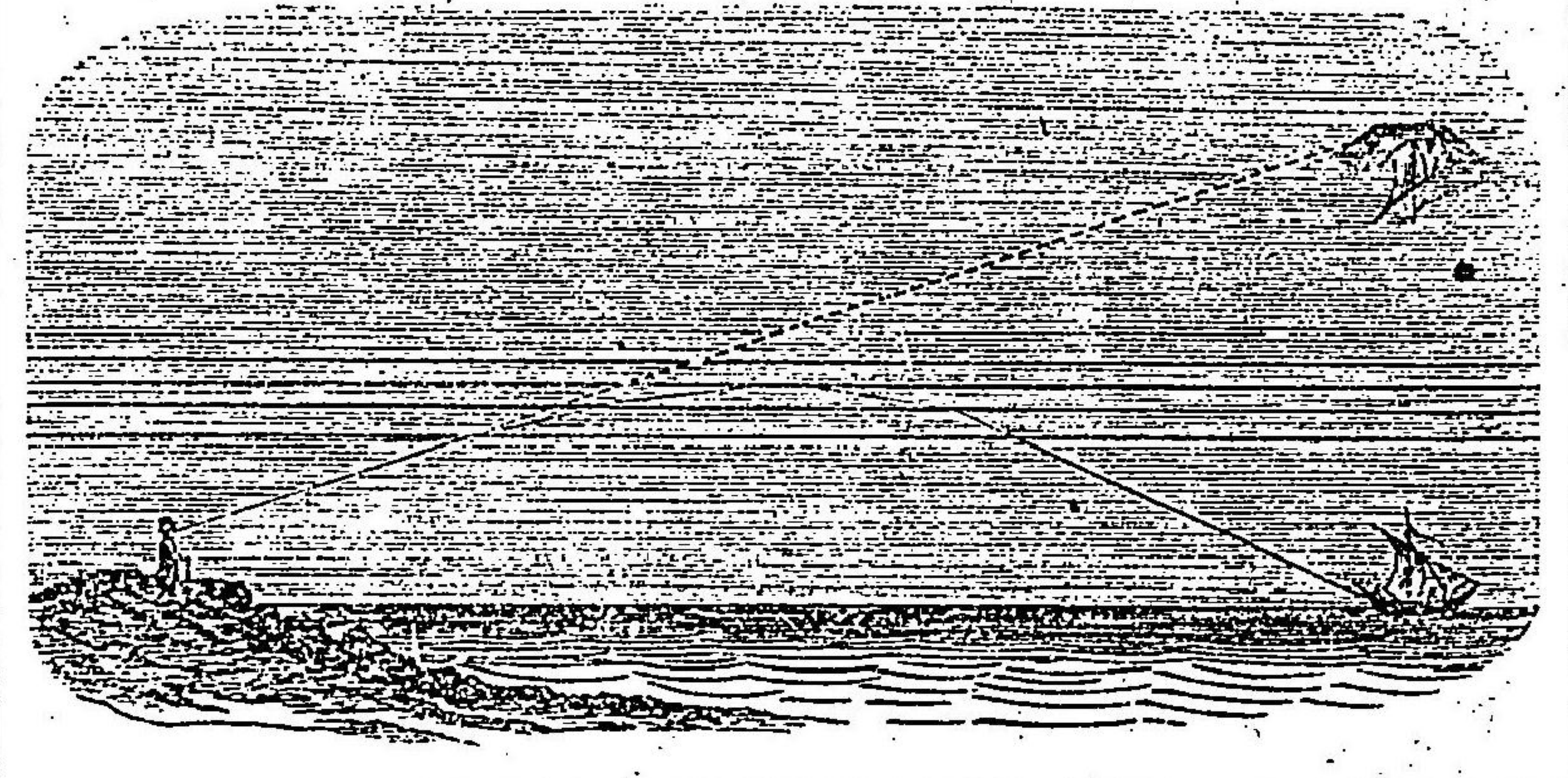
第 八 十 八 圖



就テ其理ヲ明ラカニスベシ即チ樹木ノ  
 上部ヨリ發スル光(イ)ノ方向ヲ取リテ射  
 來シ(ロ)點ニ於テ第一層ノ稀薄ナル溫氣中

鉛線ヲ遠サ  
 カリテ移入シ  
 漸々次ヲ逐フ  
 テ稀層ニ移リ  
 (ハ)點ニ來着ス  
 レバ已ニ下層  
 ニ移入スル能  
 ハス全反射シ  
 テ人目ニ入ル  
 因テ(イ)點ヲ(イ)

第 八 十 九 圖



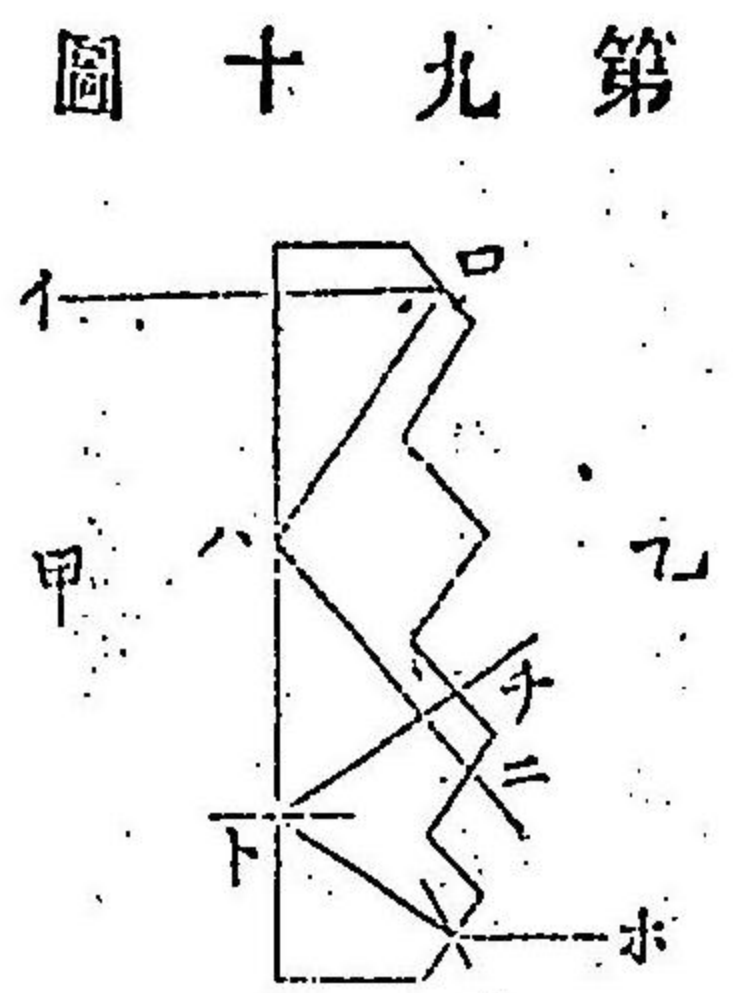
點ニ見ルナリ

又之ニ反シ海上ニ於テ大氣靜穩ニシテ且ツ冷涼ナルノ候空中ニ船舶ノ倒影ヲ見ルコトアリ是レ海面ノ氣層甚タ濃厚ニシテ其上層ノ氣ト大ニ稀濃ヲ異ニシ船ヨリ斜メニ發射スル光線漸次ニ鉛線ヲ遠サカリテ屈折シ限界角ノ度ニ至リ已ニ上層ノ氣ニ移入スル能ハス全反射ヲ爲シテ人目ニ射來シ此船舶ノ倒影ヲ視ルナリ而シテ其位置ハ其線ヲ直ニ延長セシ處ニアリ

第八十九圖

〔不透明ノ原因〕凡ソ光線ノ或ル透明体中ヲ透過スルヤ常ニ必ス二様ノ損失ヲ受ク即チ一ハ表面ヨリ直チニ反射セラル、在リ一ハ其体中ニ吸収セラル、ニ在リ又前章已ニ論述セシ如ク強ク光線ヲ屈折セシムルノ性アル物体中ヨリ之レヲ屈折セシムルノ性微弱ナル佗ノ物体中ニ移入スルノ際其角度若シ一定ノ度ヲ超越スルトキハ之レニ移入スルコト能ハス却テ全反射ヲ爲スベシ是レ故ニ一体ヨリ他体ニ

移入スルコト頻々ナレハ愈々其光線ノ強度ヲ減ス之レ透明体モ亦不透明ト爲ルノ原由ナリ今一二ノ例ヲ舉示スベシ即チ琢磨シタル硝子ハ透明ナレドモ其表面ヲ粗糙ナラシムレハ不透明トナリ冰モ亦常ニ硝子ノ如ク透明ナレトモ之レヲ破碎シテ其碎片ヲ併セ視レハ不透明ト爲ル硝子ヲ破碎スルモ亦然リ斯ノ如ク不透明ト爲ルノ理由ヲ細説スレハ即チ第九十圖ニ示ス如ク一面〔甲〕ハ琢磨シテ平滑ニ一面〔乙〕ハ



粗糙ナル所ノ硝子片アリ最モ實際ニ於テハ〔乙〕面ノ凹凸本圖ノ如ク著シカラスト雖モ其説明ヲ容易ナラシメシメカ爲メ之レヲ著大ナラシメタルモノナリ夫レ〔イロ〕ノ方向ヲ取りテ硝子ニ射入スル所ノ光線〔甲〕面ト直角ヲ爲スヲ以テ變化ナクシテ進行スルヲ得ベキノ理ナルニ〔乙〕面ノ〔ロ〕點ニ至リ大氣中ニ出シトスルノ際角度已ニ超越シテ移出スル能ハス茲ニ全反射ヲ起シ〔ロハ〕ノ方向ヲ取りテ〔甲〕面ノ〔ハ〕

點ニ射來シ茲ニモ亦大氣中ニ移出スルヲ得ス再ヒ全反射シテ〔乙〕面ノ  
 〔三〕點ニ至ル此ノ如ク屈折スルノ數回ニ及ブトキハ光ハ愈々其強度ヲ  
 減シ假令モ遂ニ移出スルヲ得ルモ其微弱ナルヲ以テ不透明ノ觀ヲ爲  
 スヘシ又〔乙〕面ニ〔ホヘ〕ナル方向ニ取リテ〔ハ〕點ニ射來セル光ハ硝子中ニ  
 移入スルノ際屈折シテ〔ヘト〕ノ方向ニ進ミ〔ト〕點ニ至ル然レモ茲ニハ角  
 度已ニ超越シテ移出スルヲ能ハス〔トナ〕ノ方向ニ全反射ヲ爲ス此ノ如  
 ク容易ニ移出スルヲ得ズシテ硝子中ニ傍徨スルガ爲メ其強度ヲ減シ  
 テ不透明ノ原因ト爲ルヲ猶ホ〔甲〕面ヨリ射入スルモノニ同シ是ニ由テ  
 之レヲ觀レハ凡ク透明体ノ不透明ニ變ズルコトアルハ一ノ透明体ヨ  
 リ他ノ透明体ニ移ルノ際ニ損失ヲ受クルト全反射ヲ爲スニ由レ  
 ルヲ果シテ明ヲカサリ若シ粗磨セル硝子等ニ水或ハ的列並油ヲ塗ルト  
 キハ透明トナレ是レ凹面ヲ填メテ平面トナシ而シテ硝子ヨリ水若クハ  
 的列並油中ニ入ルハ硝子ヨリ大氣中ニ入ルヨリモ屈折少クシテ其

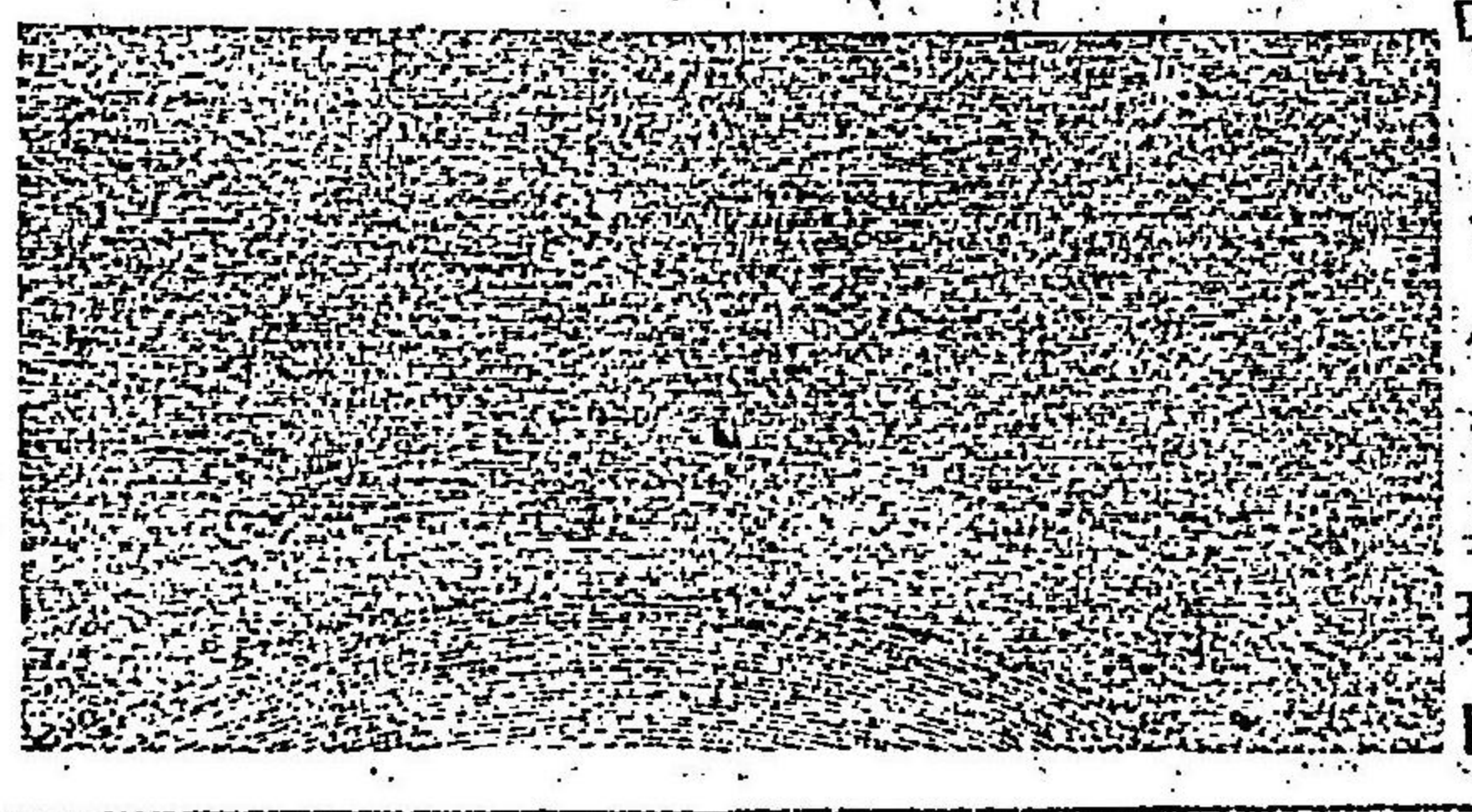
移入容易ナルヲ以テナリ蓋シ硝子ノ水若クハ的列並油稠度ノ差ハ硝  
 子ト大氣ノ差ノ如ク著大ナラザレバナリ以上說述スル所ノ理ヲ明ラ  
 カニセハ雪或ハ破碎シタル氷ノ不透明ナルモ石鹼水等ノ表面ニ生ス  
 ル氣泡ノ不透明ナルモ紙ニ水若クハ油ヲ塗リテ透明トナルモ其理由  
 ハ一々多辯ヲ要セスシテ了解シ得シ

〔霧圍氣中光線ノ屈折〕

吾地球ヲ圍繞ス

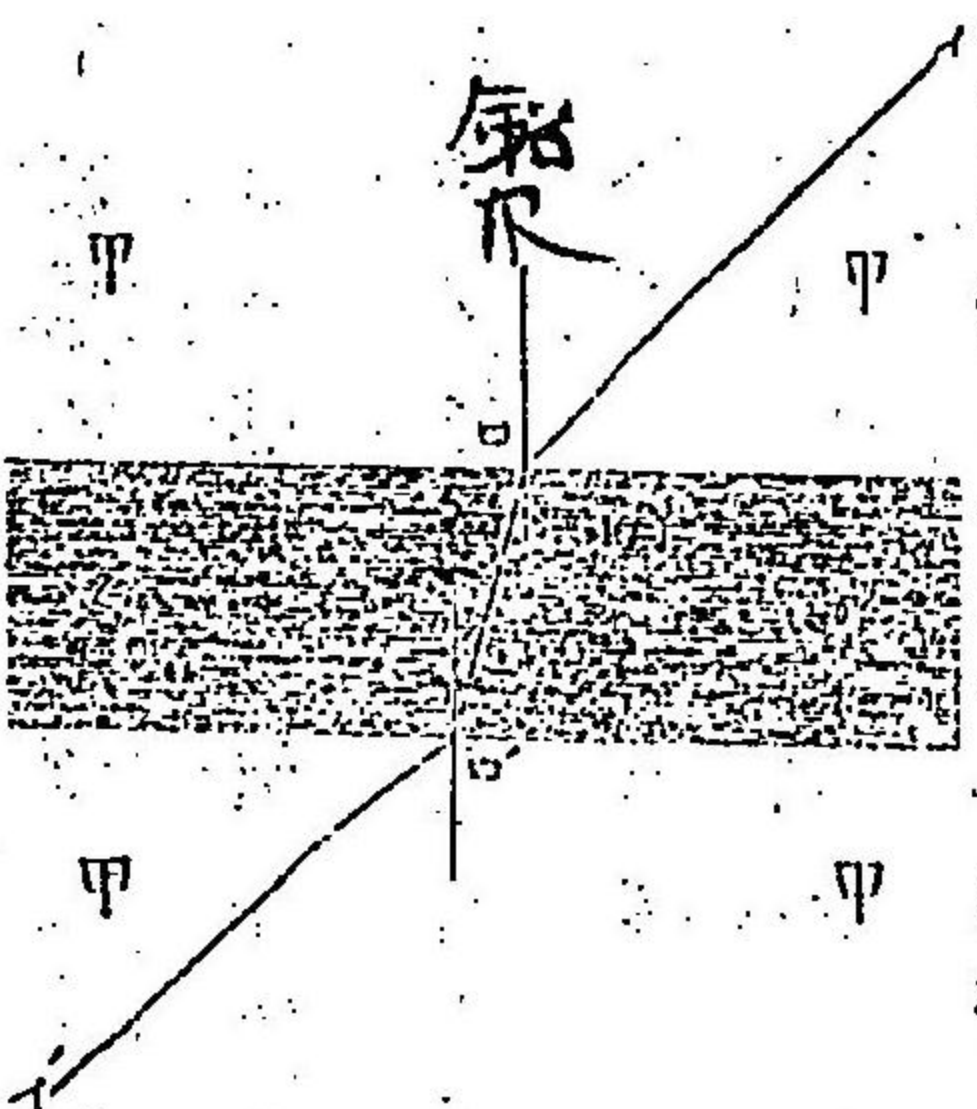
第

ル所ノ大氣ハ其位置ノ上下高低ニ隨ヒ各層大  
 ニ稀濃ノ差アリ故ニ前文ニ掲ケタル第三則ニ  
 從ヒ上際ヨリ來ル所ノ光線ハ直行シテ地面上ニ十  
 ニ達スルモノト看做スベカラス是故ニ諸天体  
 ハ常ニ其眞位ヲ見ルヲナク必ス眞位ヨリ高キ  
 ニ在リキ覺フ之レ蓋シ大氣ノ上際ニ射來スル  
 所ノ諸天体ノ光線ハ鉛線ニ向テ屈折シ漸次下



層ノ濃稠ナル大氣ニ移入スルヤ其鉛線ノ方向傾キテ屈折スルコト愈々甚クシケレハナリ例之ハ第九十一圖ニ示ス所ノ「イ」ナル星ヲ視ルニ「イ」ニ在ルヲ覺フガ如シ是故ニ太陽太陰ノ尙ホ地平下ニ在リテ其光線ハ直チニ吾眼目ニ達スルコト能ハサルモ屈折ニ由テ之ヲ視ルヲ得ベシ「プリスマ」即チ稜柱体ヲ成ス所ノ玻璃中ニ於ケル光ノ屈折」光線若シ甲体ヨリ乙体ニ入り而シテ乙体ヨリ甲体ニ移ルノ際乙体ノ面互ニ並行スルトキハ其入射線ト再ヒ甲体ニ出テタル線トハ亦互ニ並行スベシ例之ハ第九十二圖ニ示ス如ク「イロ」ノ方向ヲ取リテ射來シタル光線ノ乙体中ニ入ルヤ鉛線ニ向テ屈折シ其再ヒ「ロ」點ヨリ甲体中ニ出ツルヤ鉛線ヲ遠サカリテ屈折シ「ロイ」ノ方向ヲ取ル故ニ「イロ」ナル光線ト「ロイ」トハ並行スベシ乙体厚大ナラザレハ其線ノ方向ヲ變スル

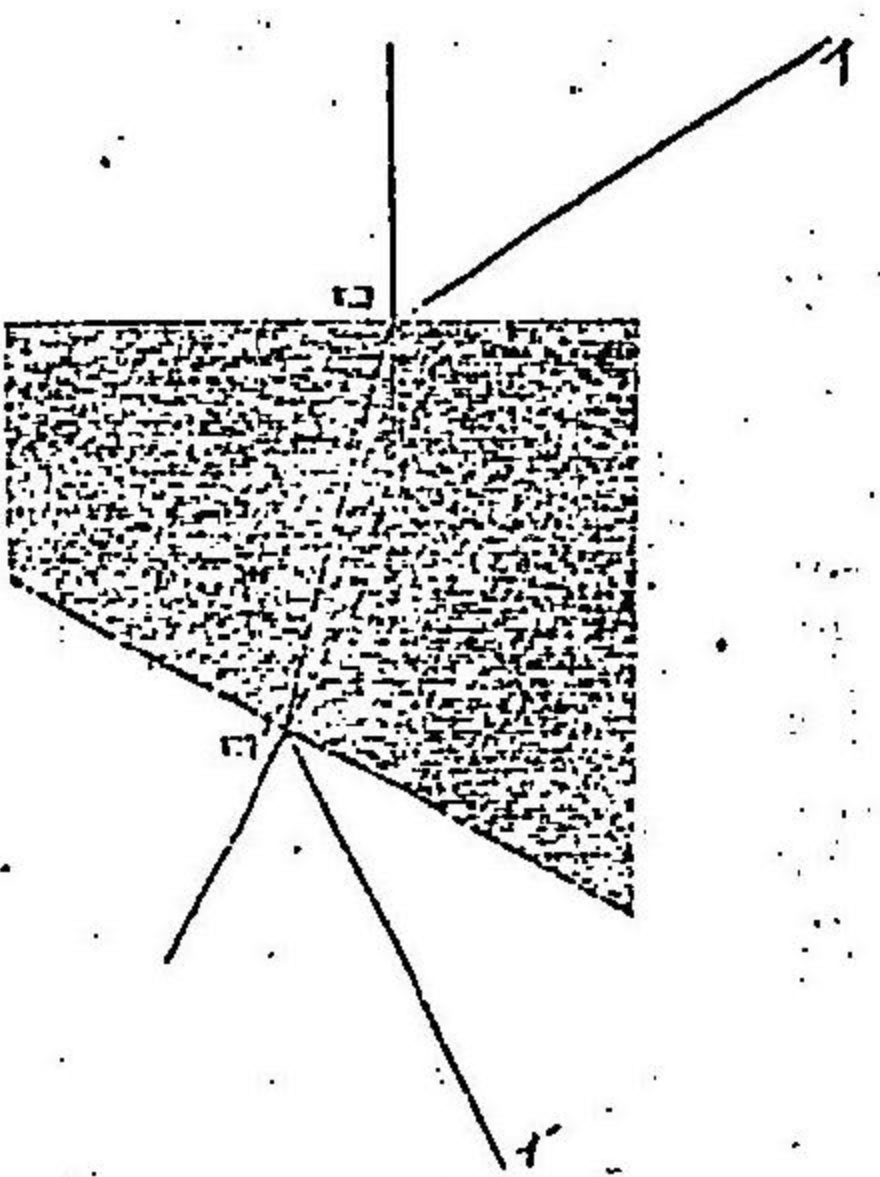
圖二十九第



光線ト「ロイ」トハ並行スベシ乙体厚大ナラザレハ其線ノ方向ヲ變スル

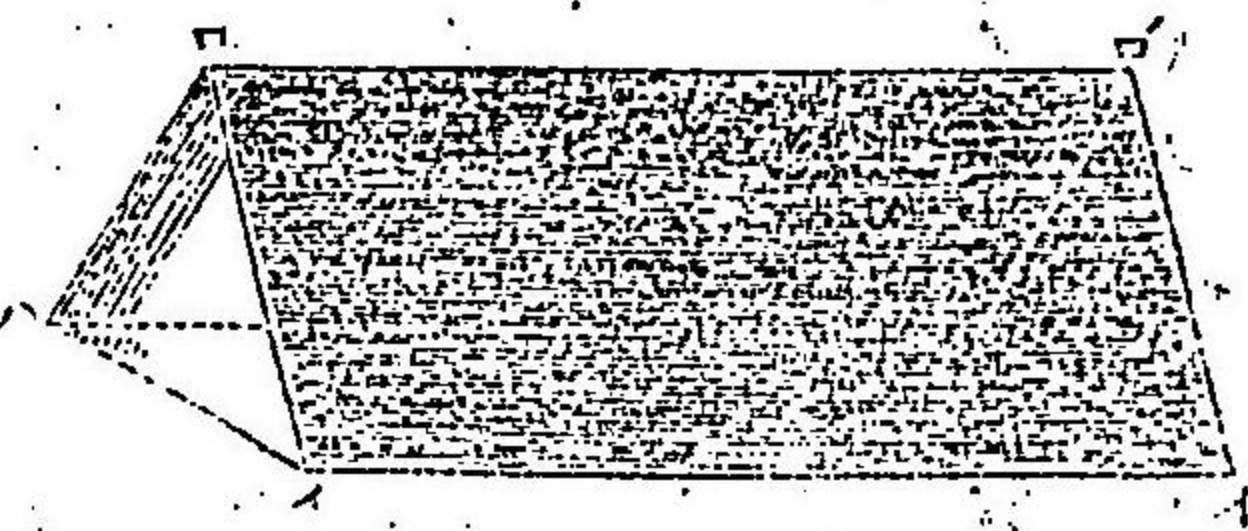
コト愈々少ナカルベシ人常ニ玻璃窓ヨリ物体ヲ望ムニ其位置ヲ誤視スルコトナキヲ以テ知ルベシ然レモ乙体ツ面若ク互ニ並行セザルトキハ決シテ然ラス光學上使用スル所ノ稜柱形ノ玻璃ニ於ケル即チ其一例ニシテ第九十三圖ニ示スカ如シ是レ通常「プリスマ」ト名クルモノニシテ傾斜シタル兩面ヲ以テ境界ヲ爲シタル透明体ナリトス凡ツ「プリスマ」ニハ學者ノ注目スベキ四個ノ部分アリ曰ク角曰ク基底曰ク屈折角曰ク首要截面是レナリ抑モ「プリスマ」ノ角トハ兩境界面ノ相會スルノ線或ハ假令ヒ未ダ相會セサルモ若シ延長スルトキハ互ニ相會スベキノ線ナリ「プリスマ」ノ基底トハ屈折角ニ相對スル所ノ或ル一面ナリ此基底ハ或ハ實際ニ存スルアリ或ハ只臆想上ニ於テノミ存スルアリ屈折角トハ「プリスマ」ノ屈折面互ニ相會シテ生スル所ノ角ナリ首

圖三十九第



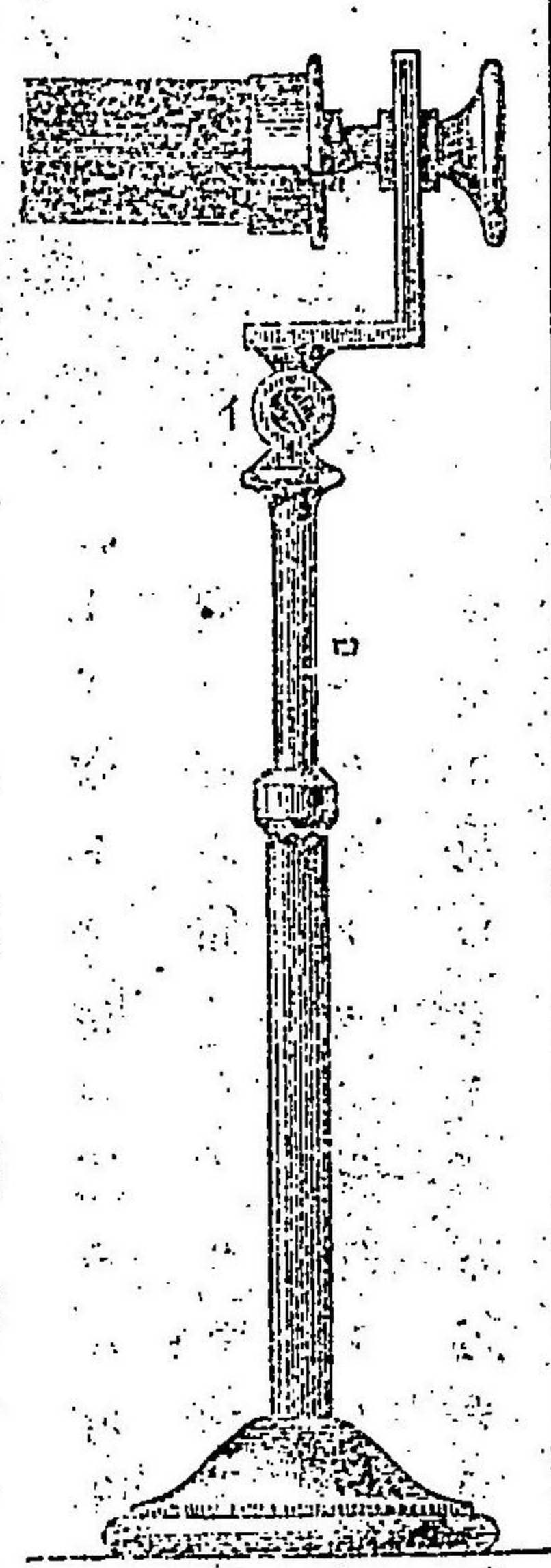
要截面トハ「プリスマ」ノ角ニ直角ヲ爲スノ狀ニ於テ截下シタル面ナ  
 リ通常使用スル「プリスマ」ハ第九十四圖ニ示ス如ク「イロイロ」「ロハロハ」  
 及ヒ「ハイハ」ナル長方ノ三面ヲ以テ境界ト爲セルモノ  
 ニシテ光若シ「イロ」及ヒ「イハ」ナル面ヲ透過スルトキハ「イ  
 イ」ハ其屈折角ニシテ「ロハ」ハ其基底ナリ光變若シ「ロイ」及  
 ヒ「ロハ」ナル面ヲ透過スルトキハ「ロロ」ハ屈折角ナルヲ明  
 ラカナリ此ノ如キ「プリスマ」ノ首要截面ハ必ク一個ノ三  
 角ニシテ其三角ノ直角ナルカ同脚三角ナルカ或ハ  
 等邊三角ナルカニ從ヒ「プリスマ」モ亦此形狀ニ基因スル  
 所ノ名稱ヲ得ベシ通常人ノ使用スル「プリスマ」ハ第九十五圖ニ示ス如  
 シ其鑄製ノ支臺上ニ固着ス而シテ「ロ」ナル小杆ヲ支臺ノ管中ニ挿入シ  
 容易ニ上下スルヲ得ルニ因リ「プリスマ」ヲシテ高低自在ノ位置ヲ得  
 セル且ツ又「イ」ニ於ケル關節ニ因テ正偏隨意ノ位置ヲ與フヲ得ル

第九十四圖

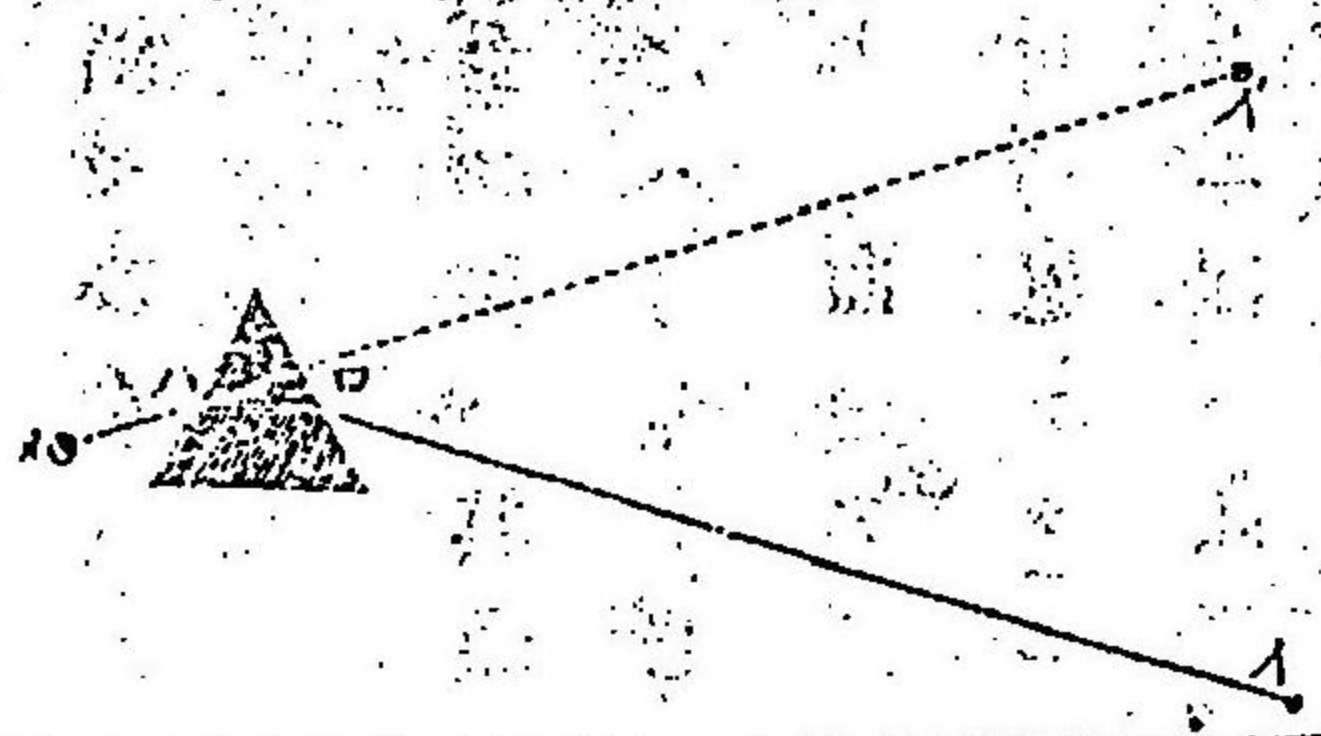


第九十五圖ニ示ス如ク茲ニ一個ノ「プリスマ」ヲ  
 透シテ「イ」ニ存在スル光點ヲ「メ」ヨリ望メハ其光點「イ」  
 ニ於テ現ハル是レ蓋シ「イロ」ノ方向ヲ取リテ射來シ  
 タル光線鉛線ニ向テ屈折シ「ロハ」ノ方向ヲ以テ「プリスマ」中ヲ進過  
 シ「ハ」點ニ於テ更ニ鉛線ヲ遠カリテ屈折シ「ハメ」ノ方向ニ進來シテ「メ」  
 中ニ入ルヲ以テナリ即チ所謂屈折角ノ方ニ傾斜シテ現ハル、モノナ  
 リ  
 凡シ「プリスマ」ニ由テ傾斜スル光線ノ傾斜度即チ「プリスマ」中ニ射入ス  
 ル線ト射出スル線トヲ以テ爲ス所ノ角度ハ其光線が射入面ト射出面

第九十五圖



第九十六圖

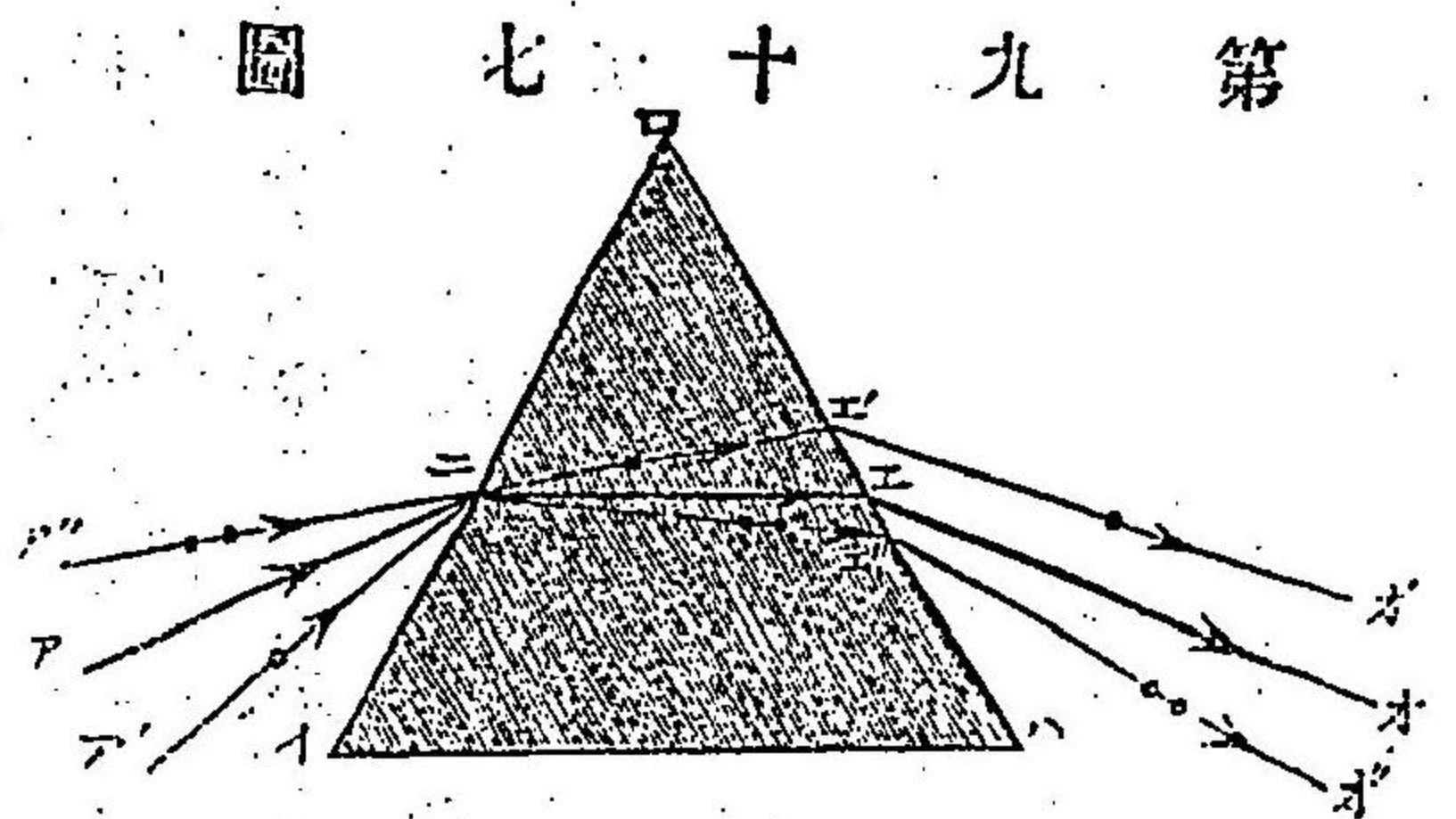


第九十六圖ニ示ス如ク茲ニ一個ノ「プリスマ」ヲ  
 透シテ「イ」ニ存在スル光點ヲ「メ」ヨリ望メハ其光點「イ」  
 ニ於テ現ハル是レ蓋シ「イロ」ノ方向ヲ取リテ射來シ  
 タル光線鉛線ニ向テ屈折シ「ロハ」ノ方向ヲ以テ「プリスマ」中ヲ進過  
 シ「ハ」點ニ於テ更ニ鉛線ヲ遠カリテ屈折シ「ハメ」ノ方向ニ進來シテ「メ」  
 中ニ入ルヲ以テナリ即チ所謂屈折角ノ方ニ傾斜シテ現ハル、モノナ  
 リ  
 凡シ「プリスマ」ニ由テ傾斜スル光線ノ傾斜度即チ「プリスマ」中ニ射入ス  
 ル線ト射出スル線トヲ以テ爲ス所ノ角度ハ其光線が射入面ト射出面



ニ於テ受シル所ノ傾斜度ノ總加ニ等シ今射入面ニ於ケル傾斜度ヲ示スニ[D]ヲ以テシ射出面ニ於ケルモノヲ示スニ[D']ヲ以テシ[D]ヲ以テ全傾斜度ヲ標スルトキハ左ノ數式ノ如シ

$$D = d + d'$$



第九十七圖ニ示ス如クイロハナル三角ノイロナル面コ[ア]ニ[ア]ニ及ヒ[ア]ニノ三線アリテ射來シ屈折透過シテ[エ]オ[エ]オ及ヒ[エ]オノ方向ヲ取リテ進ム此三線中傾斜  
同一ノプリスマ中ヲ透過スル光線ノ全傾斜ハ其面  
ト光線トノ間ニ生スル角度ニ關ス例之ハ第九十七  
ナリトス  
ヤ亦著ルシ即チ其角愈々大ナレハ傾斜モ亦愈々大  
ヤ固トヨリ論ヲ俟スト雖屈折角ノ大小ニ關スル  
凡ソ[D]ノ價ハプリスマヲ製造シタル物質ニ關スル  
ヲ示スニ[D]ヲ以テシ[D']ヲ以テ全傾斜度ヲ標スルトキハ左ノ數式ノ如シ

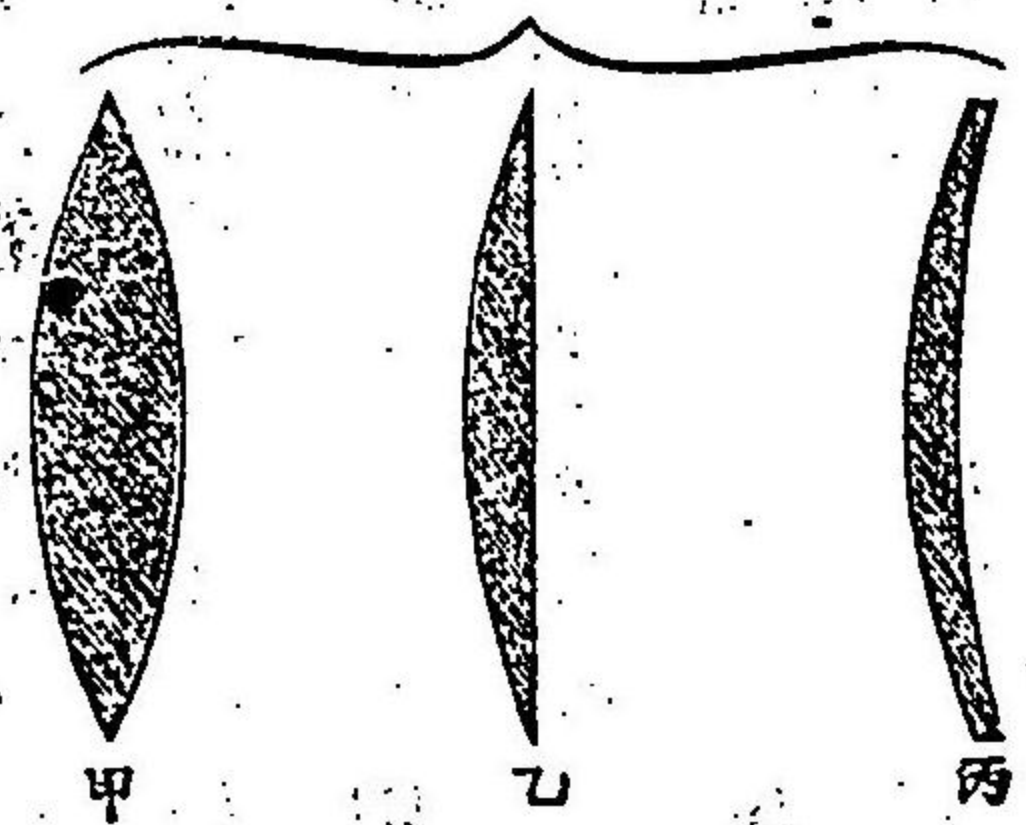
第九十八圖ニ示ス如クイロハナル三角ノイロナル面コ[ア]ニ[ア]ニ及ヒ[ア]ニノ三線アリテ射來シ屈折透過シテ[エ]オ[エ]オ及ヒ[エ]オノ方向ヲ取リテ進ム此三線中傾斜  
度ノ最モ小ナリモノ[ア]ニニシテ其他ノモノハ多少之レヨリモ大ナ  
リトス即チ兩屈折面ニ於テ同等ノ角度ヲ爲スノ景況ニ於テ射來スル  
光線ハ他ノ位置ニ於ケルモノヨリモ傾斜スルノ少ナキハ其極度ニ在  
リトス今第九十八圖ニ就テ必ス然ルベキノ理  
ヲ確證スベシ即チ[ア]ニ[ア]ニ及ヒ[ア]ニノ三線アリテ射來シ屈折透過シテ[エ]オ[エ]オ及ヒ[エ]オノ方向ヲ取リテ進ム此三線中傾斜  
第九十八圖ニ示ス如クイロハナル三角ノイロナル面コ[ア]ニ[ア]ニ及ヒ[ア]ニノ三線アリテ射來シ屈折透過シテ[エ]オ[エ]オ及ヒ[エ]オノ方向ヲ取リテ進ム此三線中傾斜  
十ニ示ス如クイロハナル三角ノイロナル面コ[ア]ニ[ア]ニ及ヒ[ア]ニノ三線アリテ射來シ屈折透過シテ[エ]オ[エ]オ及ヒ[エ]オノ方向ヲ取リテ進ム此三線中傾斜  
八ニ示ス如クイロハナル三角ノイロナル面コ[ア]ニ[ア]ニ及ヒ[ア]ニノ三線アリテ射來シ屈折透過シテ[エ]オ[エ]オ及ヒ[エ]オノ方向ヲ取リテ進ム此三線中傾斜  
圖ニ示ス如クイロハナル三角ノイロナル面コ[ア]ニ[ア]ニ及ヒ[ア]ニノ三線アリテ射來シ屈折透過シテ[エ]オ[エ]オ及ヒ[エ]オノ方向ヲ取リテ進ム此三線中傾斜  
故ニ全傾斜即チ入射線[三]ト射出線[ホ]トニ由テ成ス所ノ角度ハ左  
ノ如ク示ルベシ  
第九十八圖ニ示ス如クイロハナル三角ノイロナル面コ[ア]ニ[ア]ニ及ヒ[ア]ニノ三線アリテ射來シ屈折透過シテ[エ]オ[エ]オ及ヒ[エ]オノ方向ヲ取リテ進ム此三線中傾斜

今若入射線ノ方向變換シ例之ハ〔ニホ〕ナル方向ヲ取リテ射來スルト  
 キハ其屈折シタル光線ハ〔ホチ〕ノ方向ヲ取ルナルベシ故コ〔ヘホチ〕ナル  
 屈折角ハ前ニ示シタル〔X〕即チ〔ヘホホ〕ヨリ小ナルベシ然レ〔ホチ〕ナル  
 線ト〔チ〕ニ下シタル鉛線トノ間ニ成ル所ノ角ハ〔X〕ヨリ大ナリ然ラハ則  
 チ〔ホ〕ニ於ケル傾斜ハ前者ヨリモ減少シテ〔チ〕ニ於ケルノ傾斜ハ却テ増  
 加シタルヤ必セリ今〔ホ〕ニ於ケル傾斜ノ減少シタル度ヲ示スニ〔E〕ヲ以  
 テスレハ即チ其大サ〔E〕ニナリ凡ソ屈折ニ由テ生シタル傾斜ノ大サ  
 ハ即チ入射角ヨリ屈折角ヲ減シタル大サナルヲ以テ〔チ〕ニ於ケル傾斜  
 ハ〔E〕ヨリ多ク増加セザルヲ得ス是故コ〔チ〕ニ於ケル傾斜ハ〔E〕トナリ  
 以テ示スヲ得ベシ因テ全傾斜〔D〕ハ即チ左ノ如シ  

$$D = d - a + d + a + b$$

$$D = 2d + b$$
 是ニ由テ之ヲ觀レハ〔D〕ハ〔D〕ヨリ大ナル傾斜ナルヤ明ヲカナリ入射線

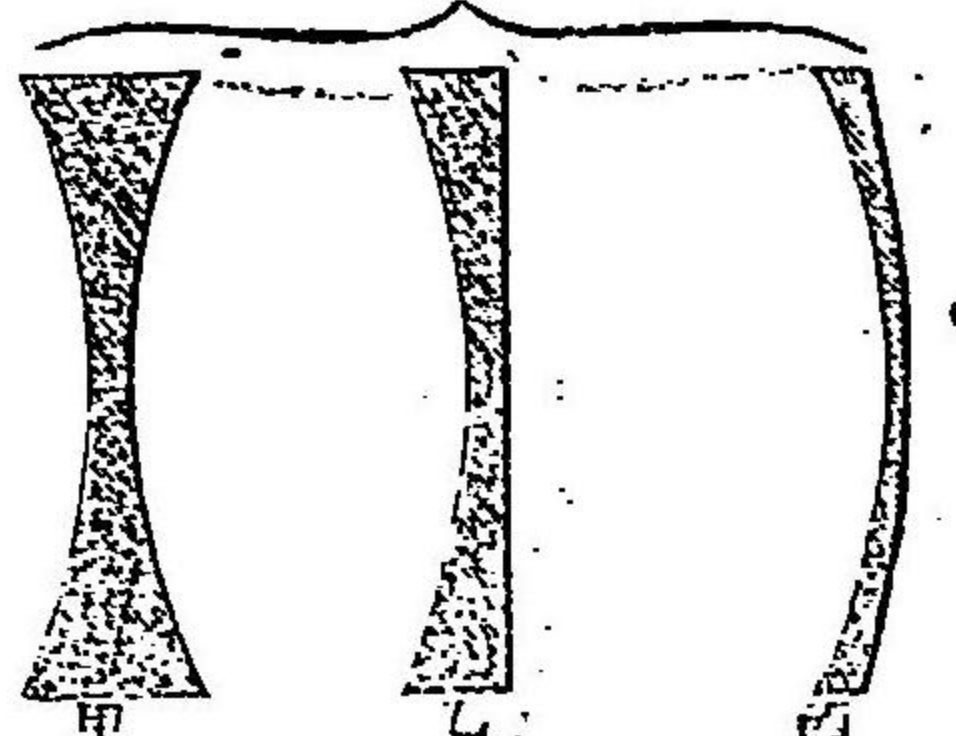
第九十九圖



若シ〔ニホ〕ナル方向ヲ取リテ來ルルキハ第一面ニ於テハ其傾斜〔d〕ヨリ大  
 ニシテ第二面ニ於テハ〔d〕ヨリ小ナルベシ然レ〔E〕第一面ニ於ケル傾斜  
 ノ増加ハ第二面ノ減少ヨリモ遙カニ大ナリ是故コ此際ニ於ケル全傾  
 斜モ亦〔D〕ヨリ大ナルナリ  
 〔レンズ 照子又 透光鏡〕 夫レ〔レンズ〕ハ或ル透明体ノ兩面或ハ一面凹凸形  
 ニシテ球体表面ノ一部分ヲ成シ能ク光線ヲシテ屈折セシメ或ハ束聚  
 セシメ或ハ擴散セシムルノ力アルモノナリ其形狀ノ異ナルコト從ヒ凡ソ  
 〔レンズ〕ヲ大別シテ二ト爲ス其一ハ凸面〔レンズ〕ト  
 名クルモノニシテ能ク光線ヲ束聚セシムルノ力  
 アリ故ニ之ヲ總稱シテ聚光〔レンズ〕ト云フ而ソ  
 本類中更ニ三種ノ別アリテ其形狀ハ第九十九圖  
 ニ示ス如ク〔甲〕ハ兩面共ニ凸〔乙〕ハ一面凸ニシテ一面  
 ハ平〔丙〕ハ一面凸ニシテ一面凹ナリ其二ハ凹面レ

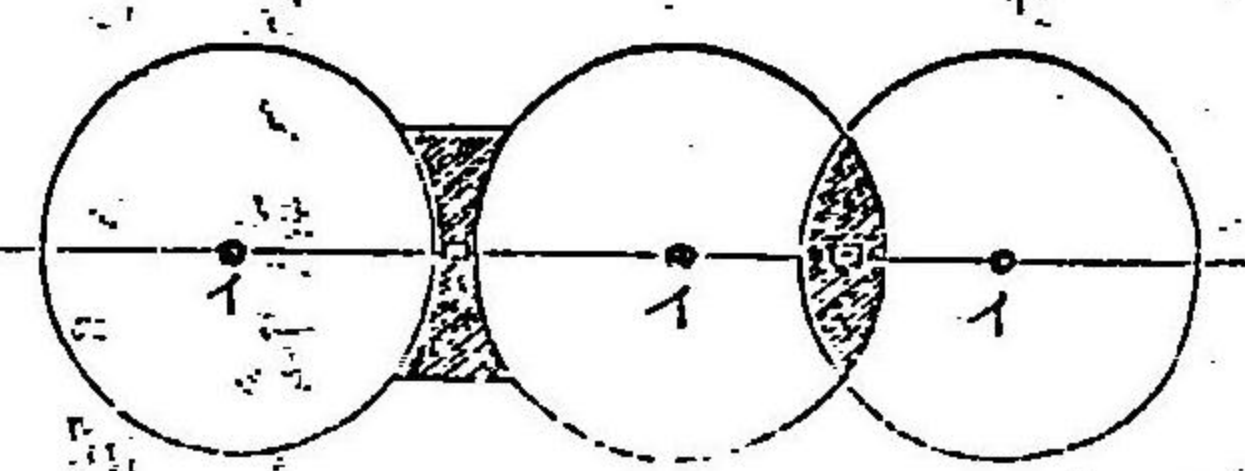
Handwritten notes at the top of the page, including the name "M. W. Smith" and some illegible characters.

第百圖



ノ名ヲモノニシテ能ク光線ヲ擴散セシムルノ力アリ故ニ之ヲ  
 總稱シテ散光ノレンズト云フ而シテ之ニモ亦三種ノ  
 別アリテ其形狀ハ第百圖ニ示スカ如シ甲ハ兩面共  
 ニ凹乙ハ一面凹一面平丙ハ一面凸一面凹ナリ斯ノ  
 如ク聚光ノレンズニモ一凹一凸ノ面アリ散光ノレンズ  
 亦一凹一凸ノ面アリテ之レヲ區視スルコト能ハ  
 サル如シト雖モ聚光ノレンズハ凡テ中央厚ク兩縁薄ク散光ノレンズハ之  
 レニ反シテ中央ハ薄ク兩縁厚ク且ツ光線ヲ屈折スルコト互ニ相反スル  
 ナリ以テ之レヲ明別スルヲ得ベシ  
 凡ソノレンズハ其形狀ノ如何ニ關スルコトナク凡テ球体ノ一部分ヲ以テ  
 其面ヲ構成スルモノト看做スベク即チ第百一圖ニ示スカ如シ而  
 シ此ノレンズヲ構成スル兩球体ノ中點「イ」「エ」ヲ互ニ連續セシムル所  
 ノ線ヲ名セテ「軸」ト云ヒ又「中點」ニシテ此軸中ニ位置ス

第百一圖



ル所ノ一點ヲ視學的中點「イ」ト名ク  
 凡ソノレンズノ作用ニ關スル最モ貴重ノ定則ヲ導致シ得  
 ルガ爲メ先ツ其單簡ニテ領會シ易キヲ主トシ一凸一  
 平ノ凸面ノレンズニ就テ考察スベシ即チ第百二圖ニ示ス  
 如ク茲ニ一個ノ「レンズ」アリテ其平坦ナル面「甲乙」ニ軸ト  
 並行スル所ノ方向「イロ」ヲ取リテ射來スル光線アルトキ  
 ハ鉛線ト同一ナルヲ以テ「毫」モ屈折スルコトナク硝子体中  
 へ進入シテ而シテ其「中點」ヨリ射出スル際ハ「ロ」ノ方  
 向ヲ取リテ屈折スベシ合其  
 射出線ト軸ト  
 互ニ相會合ス  
 ルノ點「丁」ニ至

ルノ距離[即チC丁]ナル長サヲ檢出セントス若シ[丙]點ノ中點[即チ球形ヨリ] [ロ] 點ニ向テ其半徑線[丙ロ]ヲ引クトキハ[X]ハ光線未ダ屈折セサルノ前ニ於テ此半徑線ト共ニ構成スル所ノ角ニシテ[Y]ハ其已ニ屈折シタル後ニ構成スル所ノ角ナリトス然ルニ[ロ]ヲ以テレンズヲ成ス所ノ實質ノ屈折係數ヲ示スキハ  $\text{Sin } \gamma \parallel \text{msin } \alpha$  ト爲ルナリ而シテ[X]ナル角ノ小ナル間ハ  $\gamma \parallel \alpha$  ナリトス又射出スル光線[ロ丁]軸トノ間ニ生成スル角[V]ハ實ニ  $\gamma - \alpha$  ニ同シ今若シ硝子ノ屈折係數[n]ヲ二分ノ三ナリトスレハ即チ左ノ數式ヲ得ベシ

$$Y = \frac{3}{2} X$$

又

$$V = Y - X = \frac{3}{2} X - X = \frac{1}{2} X$$

且ツ

$$\text{tg } \frac{V}{2} = \frac{p \cdot o}{T \cdot o} \quad \text{tg } \alpha = \frac{p \cdot o}{c \cdot \text{丙}}$$

但シ  $\text{tg } \alpha$  即チ  $\text{tangent}$  [正切]ノ略標ナリ

然レモ角度甚タ少ナルニ當リテハ左式ノ如クスルモ太過ナカルベシ即チ

$$\frac{X}{2} = \frac{p \cdot o}{T \cdot o} \quad \text{[第一]}$$

而シテ

$$X = \frac{p \cdot o}{c \cdot \text{丙}} \quad \text{[第二]}$$

是故ニ第一ノ式ヲ以テ第二ノ式ヲ除スレハ左式ヲ得ベシ

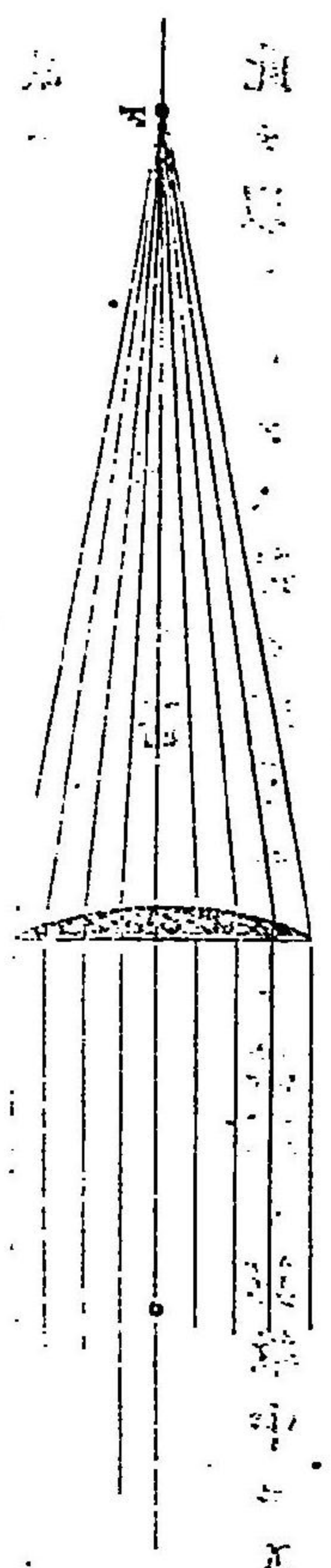
$$2 = \frac{T \cdot o}{c \cdot \text{丙}}$$

故ニ

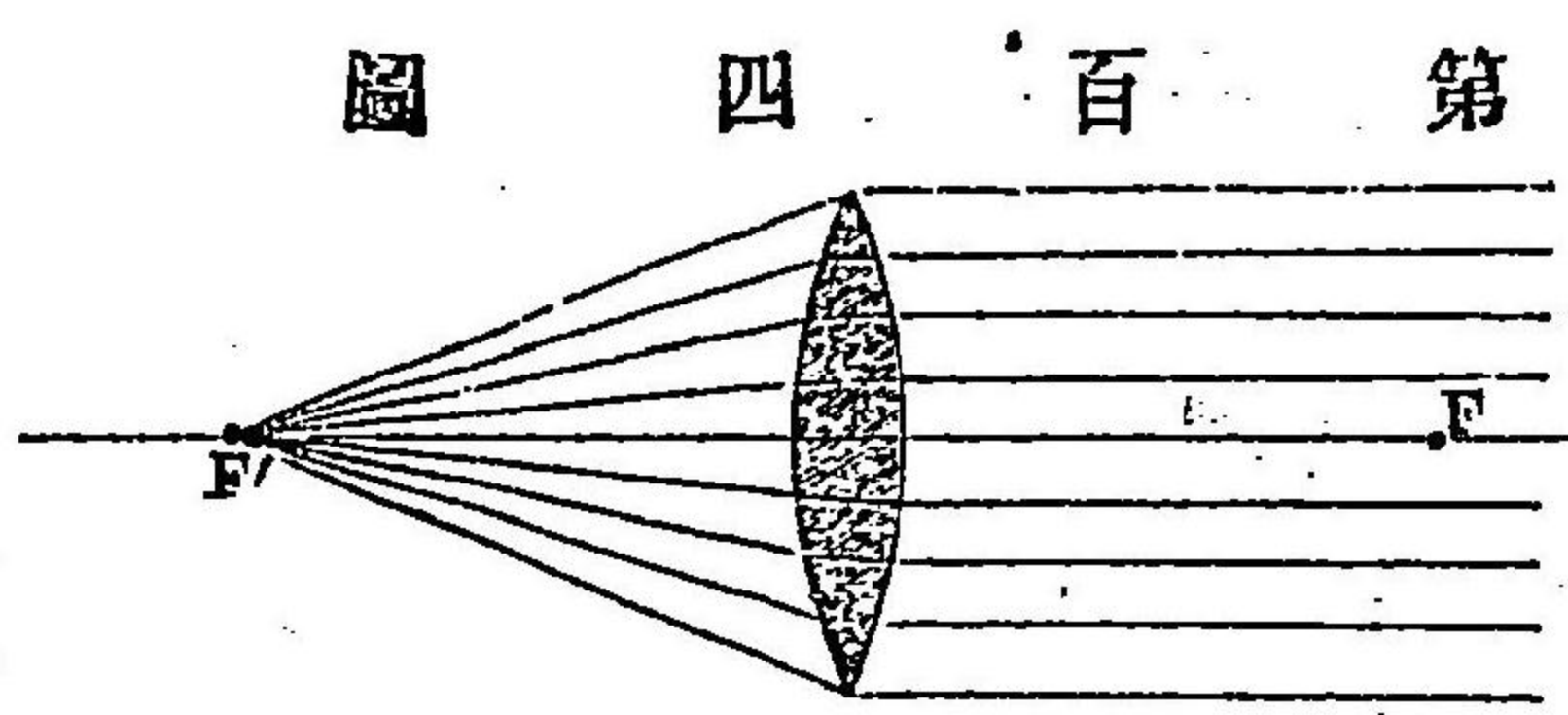
$$T \cdot o = 2 \cdot c \cdot \text{丙}$$

此ヲ以テレンズ甚タ纖薄コシテ其厚サ算數中ニ入ラザルトキハ右ノ成績ヲ言譯スルコト下文ノ如クナルヲ得ベシ曰ク[丁]ナル點ノ[レンズ]ヲ距離ヤ[丙]ナル球形中點ノ[レンズ]ヲ距離ニ倍セリ但シ[ロ]ト假今此量價ヲ導キ來レルヤ[X]ニハ一モ特種ノ數量ヲ以テ其基礎ト爲シ

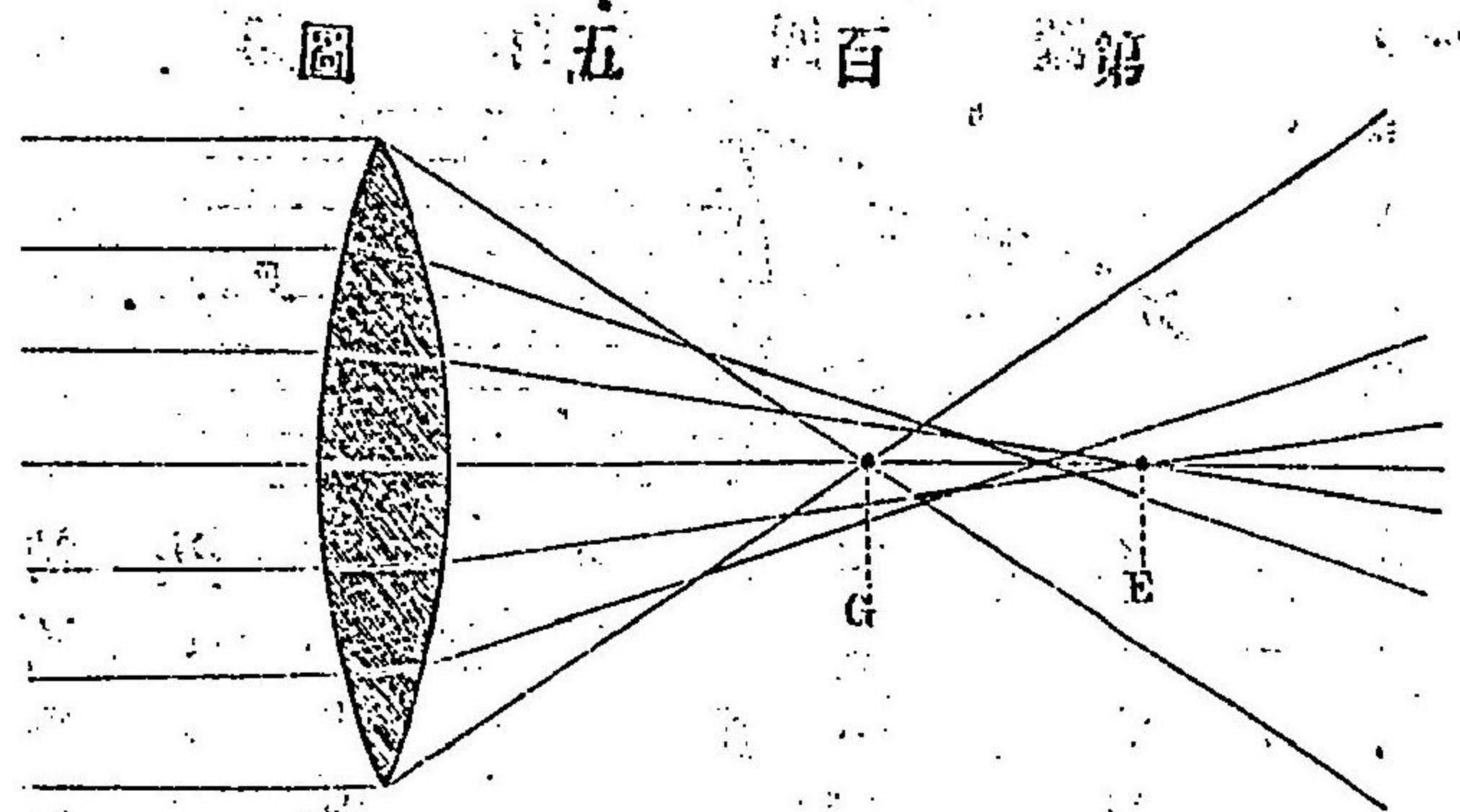
其正弦ニ代ユルニ其所屬ノ弧線ヲ以  
 テスルモ著シキ過誤ヲ來サ、ルベキ度内ニアリテ變スルモ亦「丁」ナ  
 其成績ヲ示スニ他  
 ノ語法ヲ以テスレ  
 ハ下文ノ如シ曰ク第百三圖ニ示ス如ク若シ一平一凸ノ硝子「レ」ノ上  
 三〇東ノ光線軸ト並行ニ射來スルトキハ必ズ凸面ノ半徑ニ倍スル距  
 離ニ位ス「F」點ニ於テ束聚ス  
 凡ソ雙凸「レ」ノスハ二個ノ一平一凸「レ」ノスヲ以テ其平面ニ於テ互ニ相  
 固着シタルモノト看做スヲ得ベシ是故ニ其兩面共ニ「r」ナル半徑ヲ有  
 スル一個ノ雙凸「レ」ノスハ一平一凸ニシテ其凸面均一ナル「r」ノ半徑ヲ  
 有スルモノニ比スルハ光線ヲ屈折スルノ強度之レニ倍セリ此ヲ以テ



第百四圖ニ示ス如ク兩面共ニ凸起ノ度ヲ均一ニスル雙  
 凸「レ」ノスノ軸ニ並行スル一束ノ光線アリテ射來スルト  
 キハ「F」點即チ球形中點ニ束聚スベシ而シテ此點ハ前圖  
 ニ於ケルモノニ比スレハ「レ」ノス「r」ヲ距ルコト正ニ其半徑  
 「r」在ルモノトス此「F」ナル點ヲ名ケテ「レ」ノス「r」ノ燒點ト爲  
 シ其距離ヲ名ケテ燒距ト云フ上文説述スル所ノ燒距ノ  
 定規ハ只二分ノ三即チ一五ナル係數ヲ有スル物質ヨリ  
 成ル所ノ「レ」ノス「r」ニ適スベシ然ルニ尋常硝子ノ各種  
 類ハ大抵其係數之レヨリモ少シク巨大ニシテ一五二乃  
 至一六六ナリ因テ硝子「レ」ノス「r」ノ燒距モ亦上文記スルモ  
 ノヨリハ多少小ナラザルヲ得サルナリ凡ソ水製「レ」ノス「r」ノ燒距ハ同形  
 ノ硝子「レ」ノス「r」ヨリハ大ニシテ金剛石「レ」ノス「r」ニ在テハ却テ硝子「レ」ノス「r」  
 ニ於ケルヨリモ小ナリ

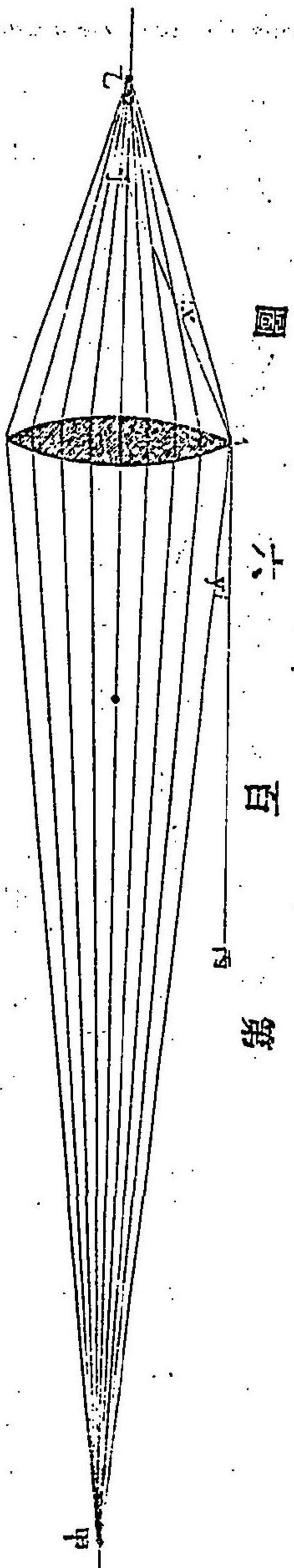


凡シ「レンズ」ノ軸ニ並行シテ射來スル光線、一點ニ束聚スルノ定則ハ第百二圖ニ示ス如ク假令「レンズ」ノ縁端ニ射來スル光線モ其角度「 $\alpha$ 」實ニ微小ニシテ其正弦ニ代ユルニ其所屬ノ弧線ヲ以テスルヲ得ルモノト假定シテ之レヲ導致セリト雖モ「レンズ」凸起ノ度甚クシテ己ニ此則ニ適セサルニ至ルトキハ縁端ニ近キ部分ニ射來スル光線ハ眞ノ燒點ヨリモ「レンズ」ニ近キ軸上ノ一點ニ於テ聚合スルヲ第百五圖ニ示スカ如シ斯ノ如ク「レンズ」ノ縁端ヲ通過スル光線ノ燒點ハ中央ヲ通過スルモノ、燒點ト同一點ニ來ラサルヲ變テ名ケテ「球形迷行」云フ凡ソ球形迷行ハ甚ク微小ナルモノニシテ之レヲ絶無ト看做スモ大過ナキカ如ク凸起ノ度弱キ



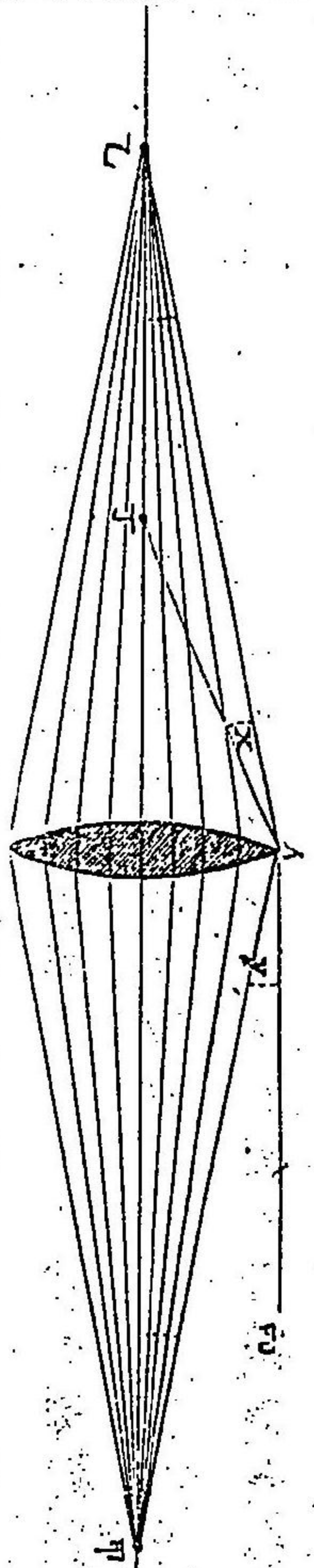
第百五圖

「レンズ」ノ正シキ肖像ヲ呈ス而シテ此種「レンズ」ハ能ク視學的ノ器械ニ使用セラレ又凸起ノ度甚ク強大ナル「レンズ」ニ由テ燒線ノ生スルコトハ「已」前文ニ説述シタル凹面鏡ニ於ケルト同一ナリ或ル「レンズ」ノ燒點已ニ一トタビ知了セラレタル上ハ或ル光點ヨリ發シテ「レンズ」上ニ射來スル光線「レンズ」ヲ通過シタル後其再ビ束聚スベキ點ヲ搜索スルヲ容易ナルモシ茲ニ於テ先ツ只「レンズ」ノ軸上ニ位置スル光點ニシテ「レンズ」ニ注目スベシ凡ソ軸ト並行シテ「レンズ」上ニ射來スル光線ハ軸上ニ於ケル非常ノ遠處ニ位置スル光點ヨリ發シ來ルモノト看做スヲ得ベシ今此光點ヲシテ「レンズ」ニ近キ位置ニ轉移セシメ即チ第百六圖ニ示ス所ノ「甲」點ニ在リトスレバ「甲」ナル縁端ヲ通過スル光線ノ「レンズ」ヲ通過スルノ後軸ト相會合スル所ノ「乙」ナル點ヲ搜索スレバ「甲」ヨリ發シテ「レンズ」ニ射來スル光線ノ束聚點ヲ得ベシ然リ而シテ「レンズ」ノ爲メニ屈折シテ傾斜スルノ度ハ「若シ屈折角十分微小ナルトキハ」



茲ニ射來スル光線ノ方向ニ隨テ一々變化スルコトナカレベシ然ラハ則チ  
 [甲イ]ナル光線[レンス]ノ縁端ノ爲メニ屈折シテ傾斜スル度ハ軸ト並行シ  
 テ射來スル[丙イ]ナル光線ニ於ケルガ如シ然レモ其[丙イ]ハ[丁]ナル燒點ニ  
 向テ屈折ス故ニ入射線ト出射線トノ間ニハ[丙イ]丁ナル角ヲ爲ス而シテ[甲  
 イ乙]ナル角モ亦之レニ同度ナルベシ是故ニ若シ[乙]即チ丙イ甲ナル角ト  
 其度ヲ等フスル[乙]ナル角ヲシテ[イ]丁ナル線ノ上方ニ生成セシムルトキハ  
 射出スル所ノ[イ乙]ナル光線ノ方向ヲ知ルベシ此圖解ニ由テ之ヲ觀シハ  
 [甲]ナル光點若シ[レンス]ノ軸上ニ在リテ愈々[レンス]ニ近ツケハ[乙]ナル東  
 聚點ハ愈々[レンス]ヲ遠カラサルヲ得ス故ニ光點漸々ニ接近スレハ一ト

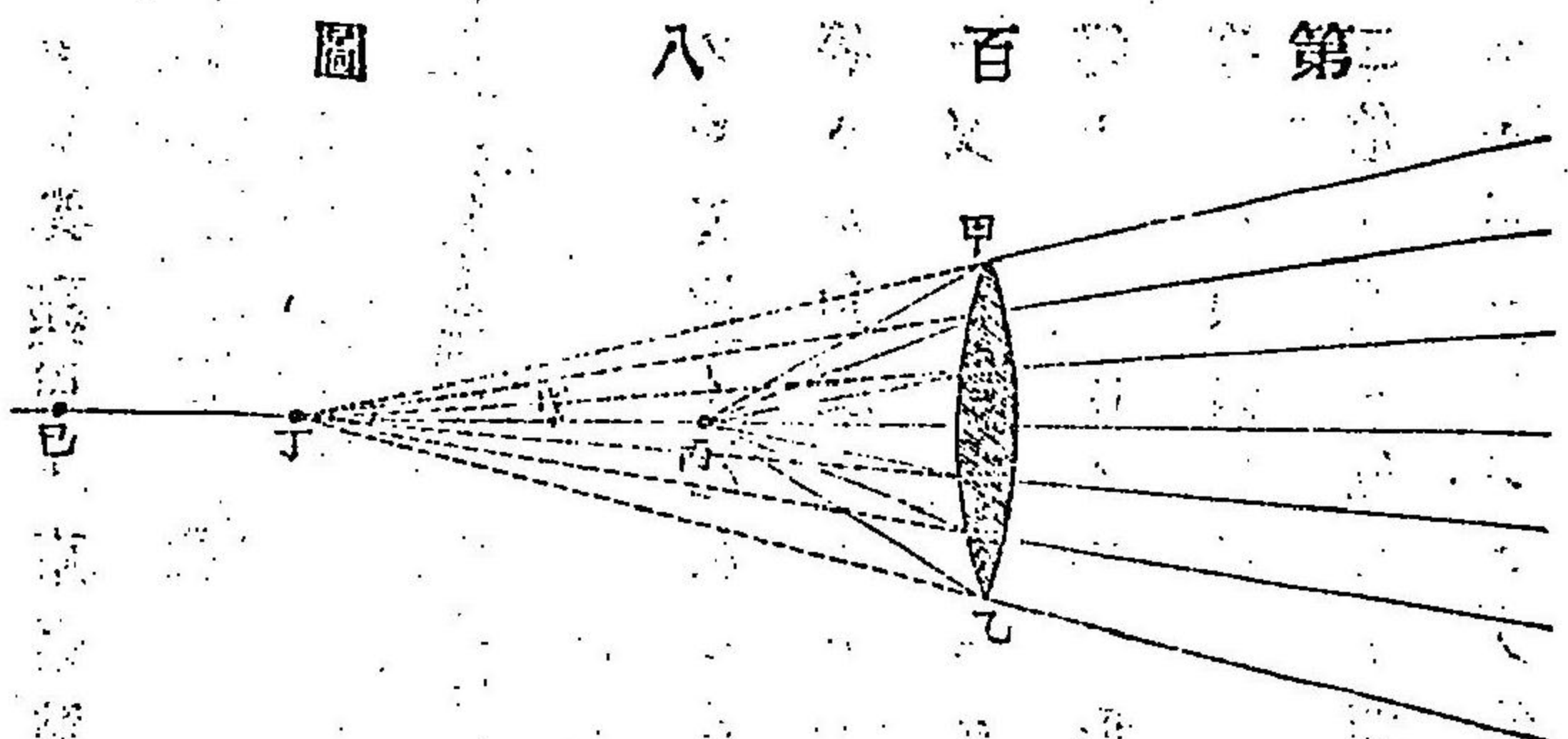
圖 七 四



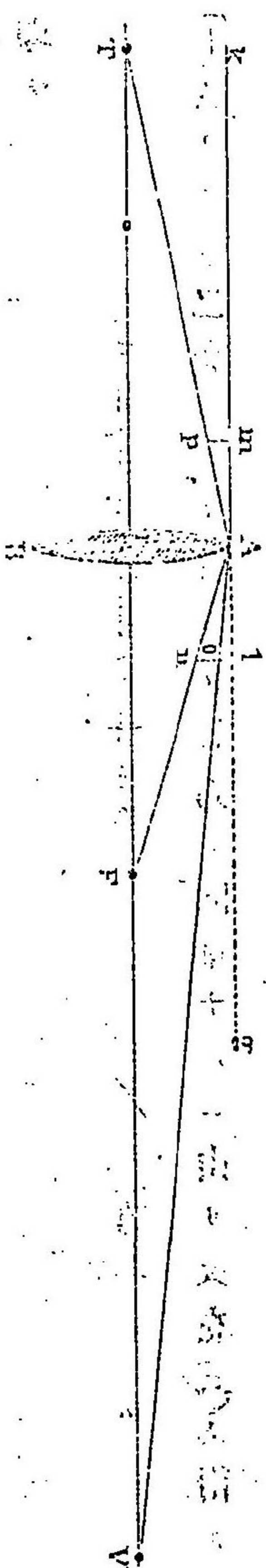
クヒ光點[甲]ト東聚點[乙]ト[レンス]ヲ距ルコト同一ノ度ニ至ル即チ第百七  
 圖ニ示ス  
 カ如シ此  
 際ニ在リ  
 テハ射出  
 スル光線[イ乙]及ヒ入射スル光線[甲イ]ハ共ニ之レト軸トノ間ニ於テ同  
 等ナル角度ヲナサ、ル可カラズ即チ[甲乙イ]ナル角ハ[乙甲イ]ニ等シ今  
 ヤ又[乙]ニ[甲]ニシテ且ツ[乙]ニ[甲]ナルヲ以テ[乙]ハ[甲乙イ]ナル角ニ同  
 等ナルニ由リ三角形[乙イ丁]ハ同脚ナリトス然ラハ則チ[乙]丁ハ[丁イ]ニ  
 等シク東聚點[乙]ハ並行線ノ東聚スル點[丁]ニ比スレハ[レンス]ヲ距ルコト  
 二倍ノ處ニ位セリ即チ光點ヨリ[レンス]ニ至ルノ距離若シ燒距ニ二倍  
 スルキハ[レンス]ノ他方ニ於テ東聚スル點ハ[レンス]ヲ距ルト均一ノ點  
 ニ來リ光點尙ホ[レンス]ニ近ツケハ其東聚點ハ却テ[レンス]ヲ遠サカル

第百八圖

ヘシ例之ハ已ニ第百六圖ニ示セシ所ノ乙ヲ以テ一個ノ光點ト爲スト  
 キハ之レニ一致セル東聚點ハ即チ甲ナラザルテ  
 得ス光點更ニ進ンテ正ニレンズノ燒點中ニ來ル  
 トキハ東聚點ハ無限ノ遠處ニ在リ即チ軸ト並行  
 シテ射出スルモノナリ 第百三圖ヲ見然レモ光點  
 若シ第百八圖ニ示ス如ク在リ甚クレンズニ接近  
 シ燒距ノ内部ニ來ルトキハ之レヨリ發スル所ノ  
 光線ハ分離線ヲナシテレンズ上ヨリ射來スルヲ以  
 テレンズヲ經由スルモ己ニ稜線ヲナス能ハズ加  
 之ナラス軸ト並行スルニ至ルコトナシ然レモレ  
 ノスヲ透過シタル後ハ其前ヨリモ分離ノ度ヲ減  
 ス此故ニ其光線ハ恰モ光點ノ眞位ヨリモ遠キニ  
 位スル點丁ヨリ發シ來ルモノト如ク擴張ス以上說



述セシ如クレンズノ軸上ニ位スル光點ヨリ發スル光ハ此處ヨリ出ツ  
 ンハ彼處ニ東聚シ彼處ヨリ出ツレハ此處ニ東聚スルニ必ス一定ナル  
 モノナリ故ニ彼此互ニ相關係スルノ點ヲ名ケテ對應點ト云フ己下數  
 學以根理ニ因テ此點ヲ搜索スベシ即チ第百九圖ニ示ス如ク一個ノレ  
 ンスABアリ而シ其燒點ハE點ニ位シ其軸ト並行シ射來スル所ノ光  
 線KAハEニ向テ屈折ス又TハE點發射スル光線TAヲ屈折方向E



AVナル角ヲシテFAKナル角ニ等ガラシムルトキニ於テ容易ク之  
 ヲ得ニ茲ニAA=BA=AA=AAトシTEハ即チレンズノ視學的中點丁  
 ニ於テ丁ORナル鉛直線ヲ下シMニ於テMPナル鉛直線ヲ下ストキ



△(m p)ハ殆ント(0 n)ニ等シカルベシ蓋シ(T A K)ナル角ト(F A V)ナル角トハ同度コレテ(g A V)ナル角ハ頗ル微小ニシテ恰カモ(0 n)ガ(A V)上ニ立ツヤ殆ント直角ナルガ如キヲ以テナリ之レニ因テ左式ヲ得ル即チ

$$z_n = z_o + o_n = z_o + m p \quad \text{〔第一〕}$$

〔F A r〕ナル三角ト(A l n)ナル三角ノ同形ナルニ由リ又左式ヲ得ル

$$F r : A r = A l : z_n$$

若シ(r F)ナル焼距ヲ示スニ(f)ヲ以テシ且ツ(レンス)ノ半径(r A)ハ即チ〔A l〕ニ等シクシテ之レヲ一ト定ムレハ右ノ數式ヲ變シテ左式ト爲スヲ得ヘシ

$$f : 1 = 1 : z_n$$

故ニ

$$z_n = \frac{1}{f}$$

△(V A r)ナル三角ト(A l o)ナル三角ノ同形ナルニ由リ

$$V r : A r = A l : l_o$$

$$a : 1 = 1 : l_o$$

若シ(V r)ナル距離(即チ東聚點)ヲ示スニ(a)ヲ以テスルトキハ即チ

$$l_o = \frac{1}{a}$$

右ト同一ノ方法ニシテ(A m p)ナル三角ト(A T r)ナル三角ト同形ナルニ由リ若シ(r T)ナル距離(即チ光點ト)レンストノ距離ヲ示スニ(b)ヲ以テスルトキハ左式ヲ得ル

$$m p = \frac{1}{b}$$

茲ニ算出シタ(1/n)及ヒ(m p)ノ價ヲ以テ第一式中ニ換置スレハ左ノ如シ

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad \text{〔第二〕}$$

故ニ

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$$

〔第三〕

此式ニ從フトキハ「レンズ」ヲ距ル「 $u$ 」ニシテ或ル一點「 $T$ 」ヨリ發スル光線ガ屈折シテ東聚スル所ノ一點「 $V$ 」ノ距離「 $v$ 」ハ幾何ノ大サヲ有スルヤヲ算出シ得ルナリ例之ハ或ル「レンズ」ノ燒距「 $f$ 」即チ「 $f$ 」ヲ「 $u$ 」トシ光點ノ距離「 $v$ 」ト定ムレハ東聚點ノ距離「 $v$ 」即チ「 $v$ 」ノ價「 $v$ 」ヲ算出スルニ左式ヲ得ル

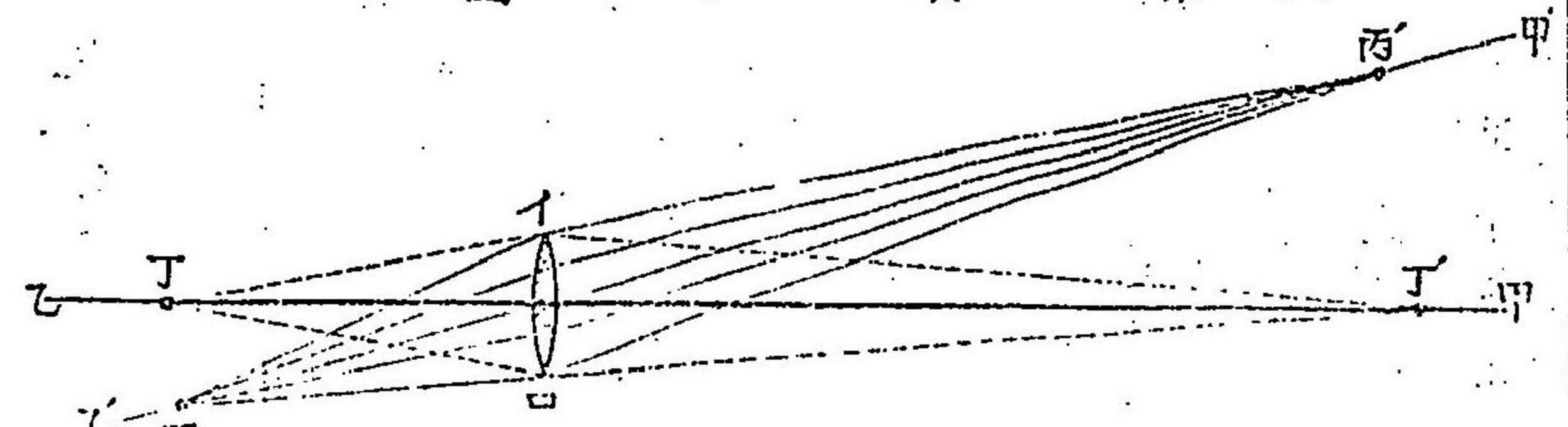
$$\frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$$

故ニ

$$v = \frac{uf}{u-f}$$

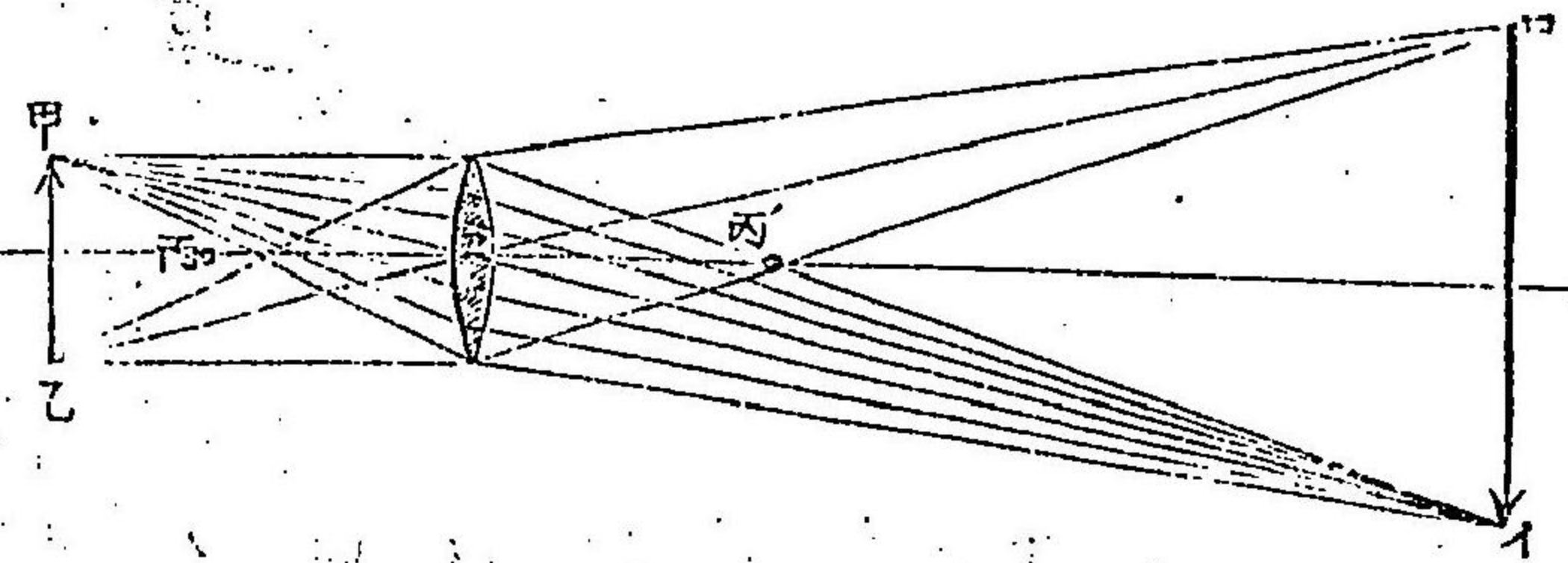
以上説述セシ所ハ只「レンズ」ノ軸上ニ位スル光點ヨリ發射スル光線ノ東聚如何ニノ關係ハモノナリト雖トモ其理解ハ凡テ軸上ニ在ラザル他ノ諸點ニ位スル光ニモ適應スルモノトス而シテ其際副軸ハ本軸ト微小ナル角ヲ爲スト假定スルヲ要ス副軸トハ何ゾ即チ本軸上ニ位

第百十圖



セラル或ル點ヨリ「レンズ」ノ中點ヲ過キテ引キタルモノト想定セル所ノ線ナリ第百十圖ニ示ス如ク茲ニ一箇ノ「レンズ」「 $ABC$ 」ハ本軸上「 $O$ 」ニシテ單一ノ燒距ト二倍ノ燒距トノ間ニ存在スル所ノ光點ナリ之レヨリ發スル光線ハ總テ「 $C$ 」ナレ一點ニ於テ東聚ス而シテ「 $C$ 」點ハ「 $A$ 」「 $B$ 」ナル副軸上ニ位シ之レヨリ「レンズ」ニ至ルノ距離ハ本軸上ニ位スル「 $D$ 」點ヨリ出ツル光線ノ東聚スル點「 $E$ 」即チ之レヨリ「レンズ」ニ至ルノ距離ハ「 $C$ 」點ヨリ「レンズ」ニ至ルノ距離ニ等シキモノ「 $E$ 」ヨリ「レンズ」ニ至ルニ均一ナリトス之レキ證明スルヲ太々容易ニシテ下文ニ示ス如ク即チ中央線「 $AC$ 」ハ屈折スル「 $ABC$ 」ノ中點ヲ通過ス此ノ如ク「レンズ」ノ中心即チ視率的中點ヲモ屈折セザル光線ハ全ク屈折セザルニハ非レト線ト出射線ノ互ニ相並行スルヲ以テナリ而シテ「 $C$ 」ハ

第百一十圖



大凡<sup>レ</sup>丁イ<sup>ニ</sup>同等ニシテ且ツイ丁甲ナル角ハイ丙甲角ニ同等ナリ然  
 リ而<sup>レ</sup>丁イナル光線ハイニ於テ丙イノ如ク同度ニ  
 傾斜セラル、ナ以テ丙イ丙ナル角ハ丁イ丁ニ等シ  
 是故ニ三角丙イ丙ハ三角丁イ丁及ヒ丁丁線ハ丙丙  
 線ニ同等ナリ故ニ丙ハレンスヲ距離ル<sup>レ</sup>大概丁ト同  
 シ又丁ロ丁及ヒ丙ロ丙ナル三角ヲ比較スルモ同一  
 ノ理ナリ  
 以上説述スル所ハ只一點ノ光ニ限レリ己下物体ノ  
 各點ヨリ發射スル光線ニ由テ生スル肖像ノ理ヲ説  
 明スベシ第百十一圖ニ示ス如ク甲乙ハレンスノ一  
 方ニ於テ丙ナル燒點外ニ位スル一個ノ物体ナリ其  
 上端甲ヨリ發射シタル光線ハ悉皆甲ヨリレンスノ  
 中點アヲ過キテ引キタル副軸上ノ一點イニ於テ束

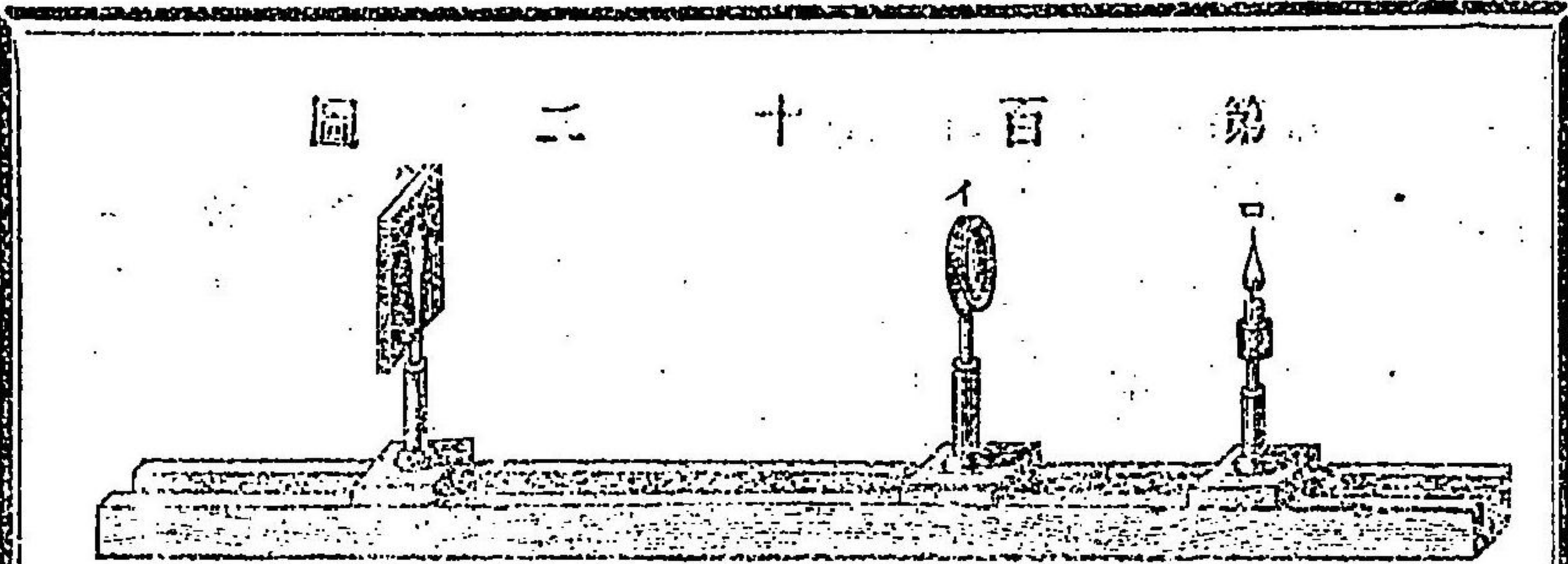
聚ス故ニイハ甲ノ肖像ナリ此理ニ同シクロ亦乙ノ肖像ナリ然ラハ則  
 チイロハ甲乙ナル物体ノ肖像ナル<sup>レ</sup>明ラカニシテ此際其肖像ハ傾倒  
 シテ且ツ眞正ニ束聚セル肖像ナリトス若シレンスノ中點ヨリ斯ノ如  
 キ肖像ヲ望メハ肖像ト物体ハ同等ノ角度ニ現ハル蓋シロアイナル角  
 ト乙ア甲ナル角トハ冠角ナルヲ以テ互ニ均一ナレバナリ是故ニ肖像  
 大ナルカ物体大ナルカハ肖像或ハ物体ヨリレンスニ至ルノ距離孰カ  
 大ナルヤニ關ス今物体ノレンスヲ距離ル<sup>レ</sup>二倍ノ燒距ニアリト假想ス  
 レハ肖像ハ他方ニ於テ均一ノ距離ニ在リ故ニ此際ニ於テハ肖像ト物  
 体ト其大サヲ同フスベシ物体若シレンスニ近ツクトキハ肖像ハ却テ  
 遠サカリ而<sup>レ</sup>其肖像ハ物体ヨリ大ナリ是故ニ單一ノ燒距ヨリハ大ニ  
 シテ二倍ノ燒距ヨリハ小ナル距離ニ位スル所ノ物体ノ肖像ハ必ス大  
 ニシテ且ツ顛倒セルモノナリトス即チ本圖ノイロナル肖像ハ甲乙ナ  
 ル物体ヨリ大ナルヤ明ラカナリ之レニ反シ物体若シレンスノ二倍ノ

燒距ヨリモ遠處ニ來ルトキハ肖像ハ却テ「レンズ」ニ近ツキ來ル即チ遠處ニ在ル物体ニ就テハ顛倒ニシテ且ツ細小ナル肖像ヲ得ル故ニ第百十圖ニ示セシ「イ」若シ物体ナルトキハ細小ナル肖像「甲乙」ヲ得ルナルベシ今物体ノ大サヲ示スニ「g」ヲ以テシ肖像ノ大サヲ示スニ「g'」ヲ以テシ而シ物体ノ距離ヲ「o」トシ「b」ヲ肖像ノ距離トスレハ其肖像ト物体トノ對稱ニ「レンズ」ノ距離ニ於ケルガ如シ即チ

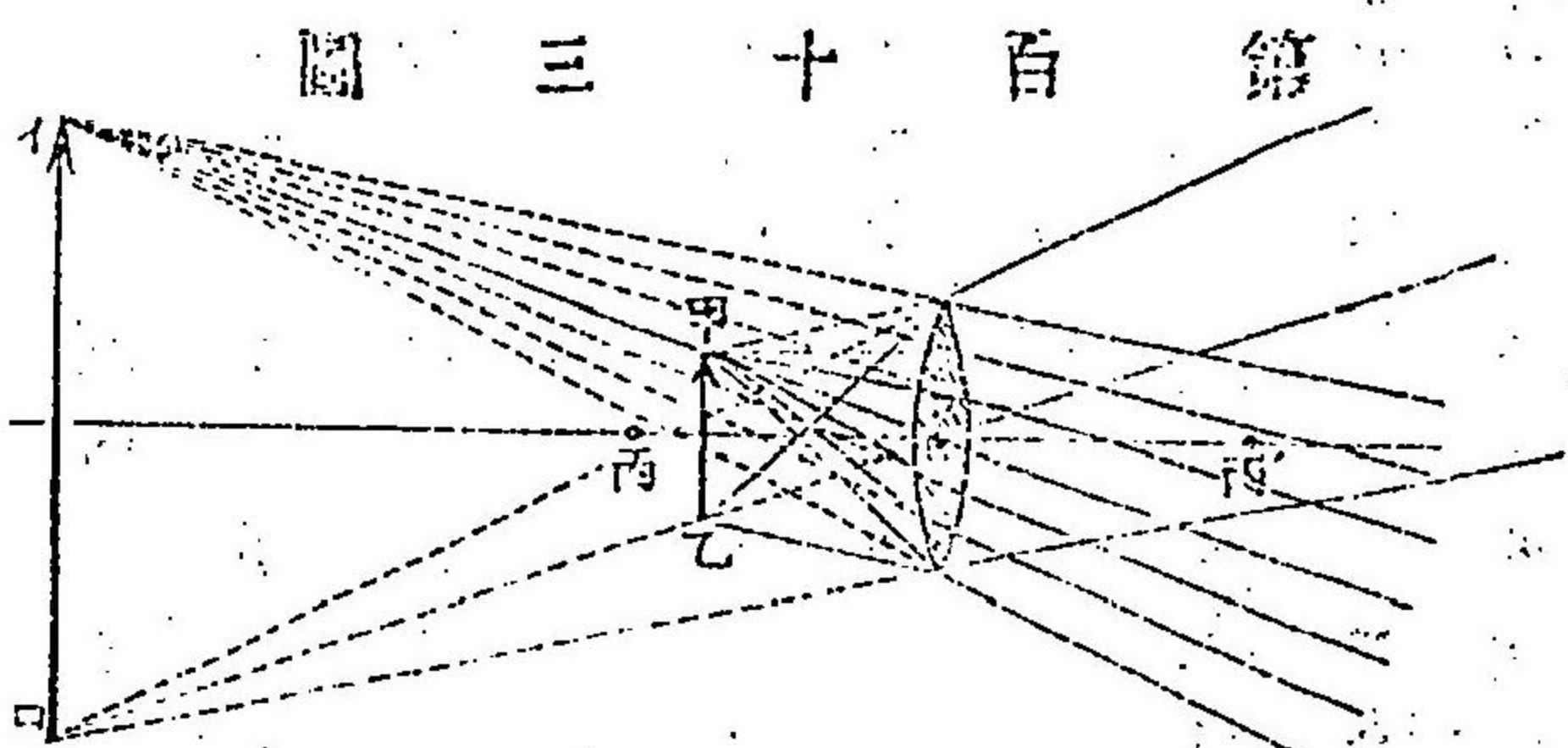
$$og' = ob$$

凡ソ短ナル燒距ヲ有スル「レンズ」ニ於テハ大ナル燒距ヲ有スル「レンズ」ニ於ケルヨリハ遠處ニ位スル物体ノ肖像ヲ視ル近キコアリトス故ニ「レンズ」ノ燒距愈々短ナレハ其物体ノ肖像ハ愈々小ナリ然ラハ則チ「レンズ」ノ接近セル小物体ノ大肖像ヲ得ルコトハ短ナル燒距ヲ有スルモノニ於テ最モ著シ

第百十二圖ニ示スモノハ上文ニ説述セシ所ノ定則ヲ試驗上ニ確證ス



第百十圖



第百十三圖

ルノ用ニ供スルモノナリ即チ「イ」ハ「レンズ」ニシテ其近傍ニ一個ノ燭光アリ之レヨリ發シタル光線ノ爲メニ生シタル肖像「ハ」ニ受ク故ニ「ハ」點若シ光ナルトキハ「ロ」ニ於テ肖像ヲ生スベシ  
 物体若シ「レンズ」ノ燒距内ニ在ルトキハ決テ其束聚像ヲ生スルコト能ハス如何トナレハ「レンズ」ノ燒距ヨリモ近キコアル光點ヨリ發射スル所ノ光線ハ假令「レンズ」ヲ透過スルモ尙ホ分離線ノ景態ヲ取ルヲ以テナリ第百十三圖ニ示ス所ノ「甲乙」ハ燒距内ニ位スル一個ノ物体ナリ而シ其「甲」點ヨリ發射スル所ノ光線