

福岡第一師範學校
(學校圖書)

卷 番	第	號
自然科學門		
物理學部		
總 記	次	項
目		
全	3	冊ノ内第 2 冊
分 番	第	號
420.0		

物理學

明治十三年五月

譯者 威版

丹波教三校補
紫田承桂

福岡縣師範學校

書門物理

部

番

一

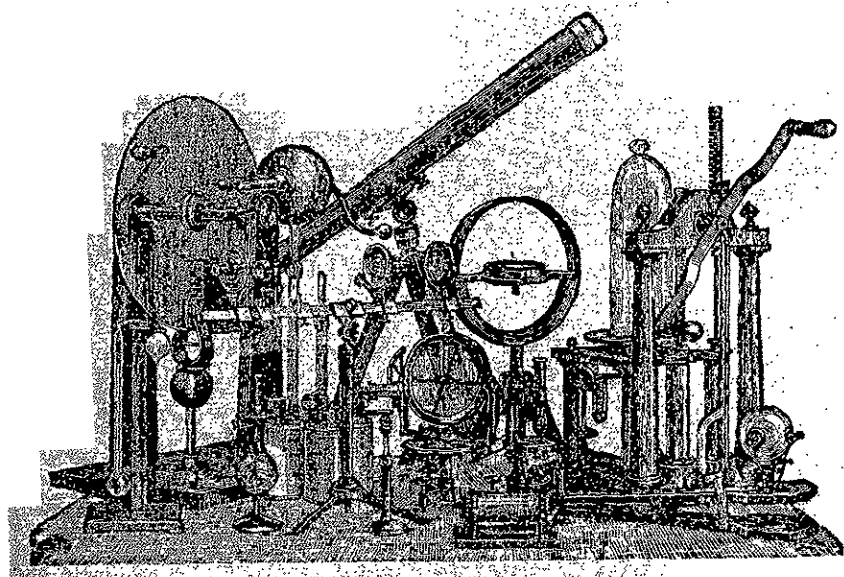
號

四

三 冊ノ内

物理學

中篇



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 線ノ長軸ニ沿フ所ノ振動 レゾナンス
音器 又 音叉 衝突音 音色 發聲機管 聽官

第二編

光

第一章

光總論

光ノ本性 光體及ヒ暗體 透明體及ヒ不透明體

第二章

光ノ發射

光線及ヒ陰影 光ノ速度 暗體ノ光ヲ受ケテ照輝セブルハ、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
百六四 プリスマ即チ三稜柱體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 フラウンホーフェル氏線 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 光ノ射出及ヒ燄光分解 光ノ进出ト吸収トノ關係 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 イルラザアチオン、即チ照輝ノ
誤迷 有色ノ殘像 對比色

第七章

視學器械

ルーペ即チ單顯微鏡 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 光ノ枉
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 氣體ノ膨脹

第二章

三態變化

熔融 結温又潜温 凝結 蒸氣ノ發生 蒸氣張力ノ極大度
 飽和蒸氣ノ張力ハ熱ニ關ス 水蒸氣ノ張力 水蒸氣ノ忙各種
 蒸氣ノ張力 濕鑑 濕機 機關車 濕機ノ作業量ヲ算測スル
 法沸騰點ハ氣壓ニ關ス 大氣ヲ充盈セル局處於ケル蒸氣 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

熱ノ進射 物体ノ熱線進射力 熱線ノ吸收 熱線ノ反射及ヒ

潮散 物体ノ熱線ヲ透過スルノ性 日光「スペクトラム」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

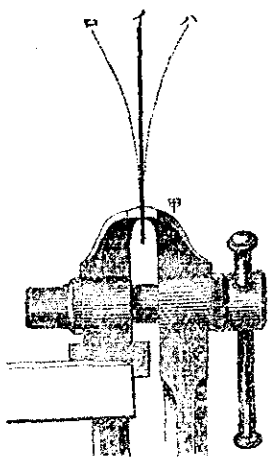
東京大學醫學部助教 丹波 敬三

柴田 承桂 校補

波動總論

凡ソ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
置ヨリ攪搖セラル、キ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

第一圖



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側ヲ見ルベシ則チ一片ノ鋼鍍(イ)ヲ取り其一端ヲ(甲)ニ緊着シ之ヲ振動セシムレハ一定ノ區

復振動スベシ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ヲ失フト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ハ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コアラシク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(上文ヲ見ヨ)ノ界限ニ到達スル所ノ振動アリテ發ス

域内側之ハ(ロハ)ノ間ニ振動スルヲ見ルベシ

彈力体ノ全部上文ニ謂ヘルモノニ反シ甚タ巨大ニシ其内ノ或一部分ニ發起シタル振動ヲ遠隔ノ部ニ傳達スルニ若于時ヲ費スモノハ之ヲ進行スル所ノ波動ト名ク己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トセザルトニ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コアラシクテ水ノ重ニ由テ運動スルモノ(緊張シタル彈力線ノ一部ニ打擊ヲ與ヘタルニ由リテ生スル運動及ヒ音響ノ運動等)是ナリ

凡ソ一處ニ定在スル波動ノ景態ニ於ケル振動ノ時間ハ大ニ大小ノ別アル者ナリ若シ一秒時内ニ唯少數ノミノ振動ヲ成スカ如ク其時間長大ナルハ各振動ヲ視定スルヲ得ベシ之レニ反シ振動ノ時間甚タ細小ニシテ一秒時内ニ成ス所ノ振動數甚タ夥多ナルハ己ニ各個ノ振動ヲ區視スルヲ能ハサルニ至ル然レモ此際其振動ハ已ノ作用ヲ集合セ

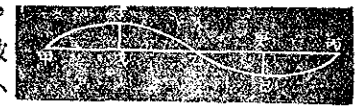
シテ一種ノ感覺ヲ生ス即チ物体ヲ圍包スル所ノメヂウム解上ニ中ニ
 波動ヲ發起シ特別ノ選擇ヲ有スル入ノ五官ニ傳達シテ各箇特別ノ知
 覺ヲ起サシムル者之レナリ是故ニ或ル彈力体振動ニテ其數一定ノ區
 域内解アリ明ニ在ルハ大氣中或ハ他ノ彈性ノナシム中ニ於テ交互
 ノ稀稠ヲ爲ス所ノ波動ヲ發起シ遂ニ耳ニ達シ音響ノ感覺ヲ起ス者ト
 シ又物体部分ノ振動ヲ疾速ニシ前者ニ比較スルニ能ハサルベキ度
 ニ在ルキハエトケルニ譯アリ中ニ波動ヲ發起シ遂ニ我眼口ニ傳達シ
 テ光ノ感覺ヲナサシムルモノトス

上文說運スル如ク音響并ニ光等ハ凡テ波動ニ依リテ傳達セラルハモ
 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シガ爲メ
 水ノ波動ニ憑據シテ之レヲ說カントス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〕 所謂水ノ波動ハ其表面ニ於テ交互ニ高低ヲ異ニスル

位置ヲ生シ振動ノ狀ヲ爲スヲ云フ若シ一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一谷
 ヲ合シテ全一ノ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
 チ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達スルノミナリトス今之レヲ
 確証スルヲ得ベキ一例ヲ舉ケ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而シテ波ニ波動ヲ起サシム
 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

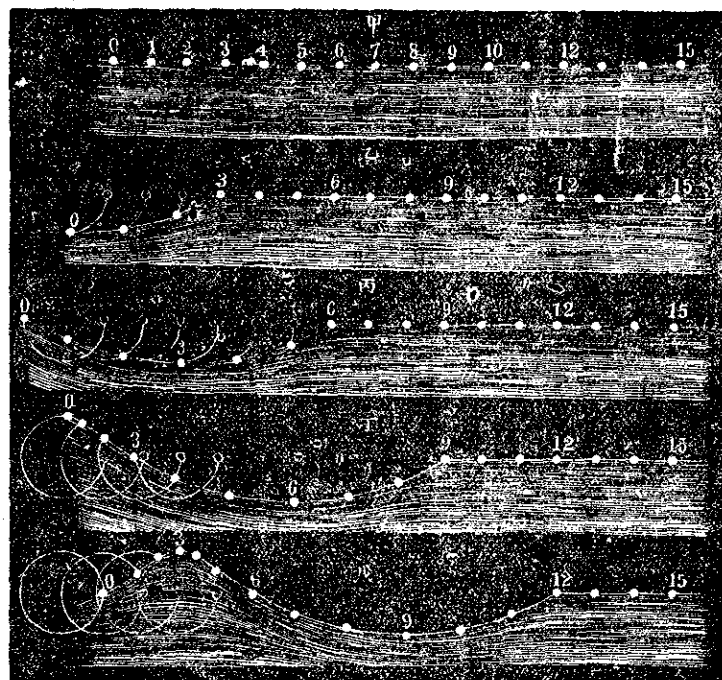


「ナカ」ルベシ又己ニ稻穂ノ稔熟セントスルノ俟田舎ニ逍遙シ風力ニ因テ稻穂ノ運動スルヲ注目スルニ其運動能ク水ノ波動ニ類似ス是レ風ノ方向ニ當レル若干ノ穂莖ハ先ツ風力ノ度ニ應テ屈伏シ波動ノ谷ヲ生シ風ノ經過シ去ルヤ自己ノ彈力ニ因テ故トノ景態ニ復シ波動ノ山ヲ生ス此一瞬間ニ在リテ次ノ若干穂ハ更ニ屈伏スベシ此ノ如ク繼續シテ已マズ殆ント水ノ波動ノ狀ヲ爲スモノナリ

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ニ由リテ水平面ニ高低ヲ生スルハ水ノ各部分ノ重力ハ忽チ之レヲ故トノ景態ニ復セントシテ甲部分ヨリ乙部分ニ傳ヘテ漸次波動ノ狀ヲ爲セバナリ

一トクニ均整ノ運動ヲ成形スルニ當リテヤ水ノ各部分ハ其波動ヲ進行シムルノ側ヲ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ノ線ハ則チ圓ナリトス己下水ノ各部分ノ運

圖 三 第



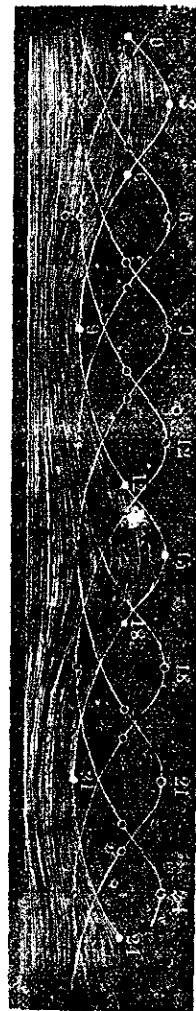
動ト波動ノ進行トノ間ニ生スル關係ノ如何ヲ論述セントス即チ第三圖ニ示メスガ如ク均整ノ波動發起シ左方ヨリ右方ニ進行シ己ニ零點圖甲ノ位置ニ在ル分子ニ到達シ分子ヲシテ圓狀ノ弧線ヲ畫セシメントス若シ零點ノ分子己ニ斯ノ如キ圓狀ノ一線路ヲ廻轉シ了スル

トキハ波動亦已コ一定ノ距離ニ傳進セザルベシ十二ヲ以テ標記シ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已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テ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トキハ波動ハ第一點ノ分子ニ迄到達シ又零點分子已ニ圓線ノ四分一ヲ經過シタルトキハ波動ハ已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態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

分子ハ未ダ全ク平均ノ位置ヨリ盪搖セラレサルノ景況ニ在リトス又本圖ノ〔丙〕ハ零點分子已ニ其圓線ノ半ヲ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ダ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深キ位置即チ波動谷ノ中央ニ達シタリトスベ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バ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ルハ第四點ノ分子ハ已ニ圓線四分ノ一ヲ經過シテ最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〕ハ零點ノ分子已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

三點ハ十二分ノ六ヲ經過シ第四第五第六第七及ヒ第八點ノ分子ハ前圖
即チヨ於ケル第一第二第三第四及ヒ第五點ノ分子ト同一ノ位ニ居リ
而シテ波動ノ谷ハ己ニ第六點分子ノ位置ニ進達セタリ今零點ノ分子更
ニ其廻轉路十二分ノ四即チ最後ノ四分一ヲ經過シタリトスレハ波動
ノ山ハ己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
セル所ノ瞬間ニ於テハ零點ノ分子全ク第一廻動ヲ遂ゲテ更ニ第二廻
動ヲ始メ第十二點ノ分子第一廻動ヲ始メントスルノ期ニ本圖(戊)ハ
其現狀ノ前スモノトス

第四圖ハ零點ノ分子己ニ第二廻動ヲ遂ケ第十二點ノ分子ハ第一廻動



ヲ終リ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
ニアリ第二ノ山ハ第十五點ニアリテ第一谷ハ第九點ニアリ第二谷ハ
第二十一點ニアルノ瞬間ヲ現ハスモノナリ今若シ波動ニ障礙ヲ受ク
ルヲナシテ持續スルトキハ各箇ノ水分子悉皆其圖狀ノ行路ヲ畫シ
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山谷ノ進行スル
ハ逐次ニ水ノ全部分ニ同様ノ廻轉運動ヲ賦與セラル、ニ由ルモノナ
ルヤ明ラカナリ

或ル一個ノ水分ト之レニ次ギテ位シ且ツ之レト同一ナル振動ノ最態
ニ在ル水分トノ間ニ存スル距離即チ零點ノ分子ヨリ第十二點ニ至ル
迄或ハ第十二點ヨリ第二十四點ニ至ル迄ノ距離等ノ如シヲ名ケテ波
動ノ全徑長サト云フ斯ノ如キ波動ノ一全徑ヲ隔テ、位スル水ノ部分ハ同
時ニ其振動ヲ始メ且ツ其最高點及ヒ最低點ニ達スルモ同一ノ瞬時ニ

於テスルモノナリ是故ニ一ノ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ノ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バチ相距ル所ノ水分(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)ハ始終相反對セル振動
 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シリ而シテ零點ノ分子及ヒ第六ノ分子ノ
 如キハ共ニ故トノ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
 以上説述スル如ク一ノ水分己ニ一廻動ヲ完了セルトキハ波動ハ一全
 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舉示スルコト左ノ
 如シ

第一 或ル衝突ニ由テ水面ニ發起セシ波動ハ毫モ障礙ヲ受クル
 ナクハ逐次遠處ニ傳進シ且ツ其圓圈ノ形狀ヲ變スルヲナシ而
 シテ傳達愈々遠クレハ波ノ山谷ノ高低マス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レハ甲波ハ乙波ノ運動ヲ
 妨クルヲナシ互ニ相交又ス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フモ亦谷ノ深サ増ス而シ
 テ一山一谷ト撞着スレ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ハ直線ニ反
 射ス即チ反對ノ方向ニ進行スル所ノ波動ヲ發起スベシ若シ斜ニ

射突スレハ其入射角ト同等ノ角度ニ反射スベシ。

第四 柱圓形ヲ有スル器中ノ一燒點ニ於テ波動ヲ起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ナル所ノ第二ノ波動ヲ生フ。

今波動ノ速時間及其全徑(即チ長サ)ノ關係ヲ示スベシ時間トハ上文已ニ記述シタル如ク一圓ノ分子一回ノ運動ヲ遂クルガ爲メニ費ヤシクル時ニシテ之ヲ市ニ「 T 」ヲ以テス此時間中波動ハ一定ノ長サ「 L 」ヲ進行ス故ニ今「 L 」ヲ以テ波動ノ進行速チ重セバ左ノ數式ヲ得ベシ

$$L = vT, \quad v = \frac{L}{T}, \quad T = \frac{L}{v}$$

後章中屢ハ彈性体ノ波動ヲ論述スルニ當リ其運動ノ時間甚ク渺少コシテ一秒時ノ一小部分ナルヲアリ其際ニ於テハ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市ニ「 n 」ヲ以テスルトキハ左ノ數式ヲ得ベシ

$$T = \frac{1}{n}, \quad n = \frac{1}{T}, \quad L = \frac{v}{n}, \quad n = \frac{v}{L}$$

〔繩索ノ波動〕

前章ニ記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ス或ハ水平ノ直徑増大シ或ハ鉛直ノ直徑ヲ増大シ屢々其圓狀ヲ變シテ橢圓形ト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ク長キ繩索ヲ緊張シテ其一端ニ強ク打撃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記述スベシ

第五圖ニ掲グル所ノ一ヨリ六ニ至ルノ弧線ハ上文ニ記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ノ二圖ニ於ケル水平ノ運動部分ヲ零ト看做シテ之ヲ推考スレバ此圖ノ傳達作用ハ多辨ヲ俟タスシテ明瞭ナリトス

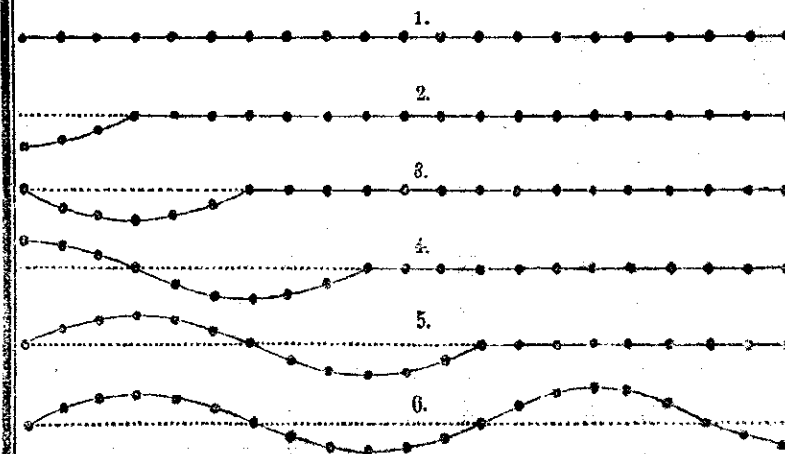
繩索ノ波動若シ一端ヨリ起リ他ノ一端ニ傳達スルトキハ更ニ之レヨリ反射シテ故ニ復ヘリ再三反射スルヲ恰モ水波ノ反射ニ異ナラズトス

第一篇

音響

凡ツ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振動若シ吾人ノ耳官ニ傳達シ來

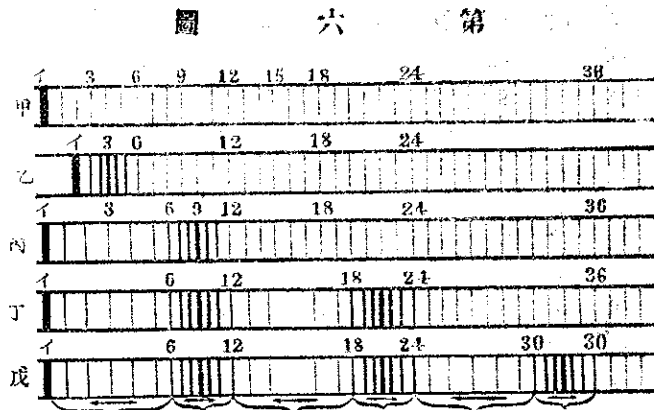
第五圖



レバ即チ音響ノ感覺ヲ生スルモノトス而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性有スル物体ヲ始メ各種ノ固体液体モ亦總テ多少ノ傳音ヲ爲ス而シテ音響ハ通常弾力性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ニハ實質ヲ有スルメヂウムニシテ其性質ノメヂウムニ反對スルノ稱ハ決シテ欠クヘカラザルモノニシテ真空内ニハ傳音ヲ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ノ條第十号ノ試験ノ如ク自鳴鐘ヲ鐘下ニ置キ大氣ヲ排去スルニ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徵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ハ傳音ヲ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

シトスルハ一端ハ同キ一端ニ有柄栓ヲ挿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ラル、ノ景態ヲ考察スルヲ要ス即



チ第六圖ハ此種ノ管條ヲ示スモノニシテ
其甲号ニ於テ均一ノ距離ヲ有スル各線ハ
管中何處ヲ選ハス同等ノ稠度ヲ有スル大
氣ノ各層ヲ現ハスモノニシテ(イ)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販リ更ニ復
タ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ハ各氣層ニ得ヘ之
レニ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ヲ愈々大ナルノ塵
ニ随フテ振動ヲ始ムルヲ愈々遅々ナルヘ

キノニ有柄栓其元位ヨリ右方ニ運動スルノ際大氣若シ彈力ヲ有セサ
ルノ休ナレハ其一部ハ有柄栓ノ運動スル同時ニ管ヨリ壓出セラルヘ
キノ理ナレバ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バ
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位スル
モノ、ミ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
ル氣層ハ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ニ(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右方ニ進
行スルモノナリ内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ナ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生成シタル瞬間ヲ重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シ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

一箭ヲ以テ示スカ如シ或ル濃厚極點ト次ノ濃厚極點トノ距離若クハ
或ル稀薄極點ト次ノ稀薄極點トノ距離ヲ以テ波動ノ全徑即チ長サト
云フ

以上論述スル所ハ其簡明ナランヲ欲スルカ爲メ管中ニ於ケル大氣波
動ノ傳達ノミヲ説キタリト雖モ眞實圖氣中ニ於ケルモ亦之レト同一ニ
シテ振動スル諸体ヨリ其周方ニ傳達スルヲ恰モ一石ノ水中ニ落テ其
點ヨリ圓狀ノ波動ヲ生起スルニ異ナラストス

〔音響感覺ノ差異〕一般ニ音響ト名クルモノモ各人ノ耳ニ到達ス

レハ實ニ千殊萬異ノ感覺ヲ生ス凡シ之レヲ大別シテ二ト爲ス曰ク雜
音○曰ク樂音○是レナリ雜音ハ物体振動ノ順次不整ナルニ基因スルモノ
ニシテ人耳ニ不快ヲ覺フ例之ハ細小ノ物体○砂石○ハ一器ニ入レ之レ
ヲ振盪シテ發スル騒響及ヒ爆鳴等○是レナリ樂音ハ物体ノ振動一定ノ
時間○例之ハ一其同數ヲ成シ人耳ニ快活ヲ覺フルモノニシテ各種ノ樂

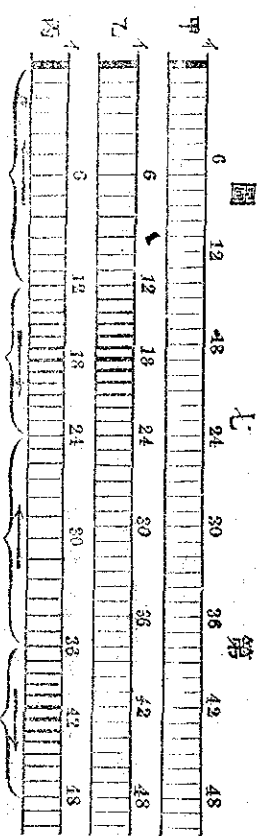
器ノ音響等皆是レナリ又樂音ト唱フルモノニモ百般ノ差異アリテ同
一ノ音響ヲ感スルコトナキハ左ノ三原因ニ係ル

第一 音ノ高低ナリ 音ノ高低ハ發音スル物体ノ振動期間即チ一
定時間内之ハ一秒時中ニ成ス所ノ振動數ニ關ス振動ノ數愈々大
ナレハ即チ振動期愈々小ナレハ音愈々高シ

第二 音ノ強弱ナリ 音ノ強弱ハ振動体振動ノ大小即チ其体ノ平
均點ヲ距リテ波動ノ波及スル遠近ニ關ス振動愈々大ナレハ音ハ
愈々強シ

第三 音色ナリ 音色トハ其高低同一ニシテ其強弱モ亦同一ナル
各種樂器ノ音ヲ區別スル所ノ一種ノ性質ヲ云フ例之ハ絃琵琶大
鼓其音同高同強ニシテ自ツカラ其感覺ヲ異ニスルカ如シ

〔波動ノ全徑即チ長サハ振動期ノ大小ニ關ス〕 凡ソ音響
波動ノ大氣中ニ傳達スル速ハ音ノ高低ニ關スルモノニアラス即チ音



響ノ波動ヲ論スル章ニ於テ掲ケタル第六圖ノ有柄栓(イ)ノ振動ニ關ス
ルコト今其有柄栓(イ)トシテ振動ヲ遂クルカ爲メニ第六圖ニ就
テ前スモノヨリモ二倍ノ時間ヲ費スト假想スレハ波動モ亦之レニ二
倍スル所ノ距離ヲ進行スヘシ然ルトキハ有柄栓(イ)トシテ左右ニ運
動スレハ波動ハ已ニ第二十四點ノ氣層ニ進達ス第七圖ノ而テ此瞬間
ニ於テ濃厚ノ極度ハ第十八點ノ氣層ニ在リテ稀薄ノ極度ハ第六點ノ
氣層ニ在リ復テ有柄栓(イ)ノ運動スルコト二回ニ及ブ此ハ丙圖ニ示ス現
狀ニ如ク波動ハ已ニ第四十八點ノ氣層ニ進メリ故ニ此圖ニ示ス所ノ

波動ノ全經ハ前圖ニ示シタルモノニ倍スルヤ明ラカナリ是ニ由テ之ヲ觀レハ凡ソ音響波動ノ長サハ音波ヲ發起スル物体ノ振動期ニ比例スルモノトス

〔音響ノ速力〕凡ソ音響ハ其高低強弱等ニ關スルコトク同等ノ速ヲ以テ大氣中ノ周方ニ擴播ス茲ニ今其音ノ高低ニ比シテ其進行ニ緩急アルハ一ノ奏樂ヲ聽取スル所ノ聽衆ハ各其奏樂處チ距ルコト一樣ナラサル位置ニ在ルニ因リ同一ノ音節及ヒ合調ヲ識別スルコト能ハサカ理ナルニ實際皆ナ同一ニ其調節ヲ聽別スルヲ得ルヲ以テ能ク音響ノ同速ヲ以テ四方ニ周播スルヲ知ユヘシ日常能ク人通知セル所ノ一二ノ例ヲ舉ケ音ノ進行スルニ若干時ヲ費スノ實証ヲ示サントス即チ遠ク伐木ヲ見テ後丁々ノ響ヲ聞キ遙ニ電光砲射ヲ見テ後雷鳴砲聲ヲ聞ク等はレナリ但シ光モ亦波動ニ由リテ傳達スルモノナレハ多少ノ時ヲ費スヘシト雖モ光ノ速ハ後ニ詳甚々巨大ナルヲ以テ音響ヲ超ヘ

テ前進シ遂ニ視聽ニ遲速ノ差アルニ至ルモノナリ
上文ノ如ク視聽ノ差アルニ據リ單一ナル方法ヲ以テ音響ノ速ヲ測定スルコトヲ得ヘシ即チ一定ノ距離ニ於テ大砲ヲ發射シ火光ヲ見ルト其爆鳴ヲ聞クノ間ニ幾許時間ノ經過スルヤヲ測定スルノミヲ以テ足レリトス千八百二十二年巴黎府ニ於テ諸大家ノ實試シタルモ亦右ノ方法ニシテ人ト大砲トノ距離一八六一、〇四八「メートル」ナリキ而シテ火光ノ發射スルヲ見テ後砲聲ヲ聞クニ已ニ五四、六秒時經過シタリト云フ然ラハ則チ通常氣中攝氏十五六度ノ溫度ニシテ過ニ於テ音ノ擴進スル速ハ即チ上文ノ距離一八六一、〇四八チ除スルニ五四、六ヲ以テシテ得タル所ノ數量ニシテ大凡ソ三四〇、八八「メートル」ナリトス又其小數ヲ除キ全數ノミヲ以テ算スレハ三四一「メートル」ト爲ル但シ斯ノ如キ試驗ハ夜中ニ於テ大氣穩靜ナル時ニ實施スルヲ緊要ナリトス

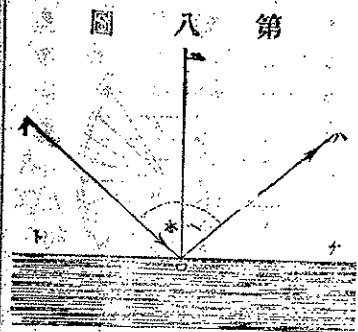
凡ソ音響ノ速力ハ通常氣中ニ於テハ上文ニ説述スル如ク三四一
メートル「ナリト雖トモ其温度及ヒ水蒸氣ノ増減ニ從テ亦大ニ
増減スルモノトス即チ大氣乾燥シテ且ツ穩靜其温度零點ニ在
トキニハ音響ノ速力ハ大凡ソ三三二メートル「ナリトス然ラハ
則チ音響ノ速ハ大氣愈々温熱ニシテ彈力マズク強ク且ツ水蒸氣
ヲ含有スルコト愈々夥多ナルニ從テ愈々増大スヘシ又音響ノ速
ハ大ニ風ノ順逆ニ關スルモノニシテ之レニ順ヘハ速ニ之レニ逆
ヘハ遅シ

音響ヲ傳フル獨リ大氣ノミニアラス其他諸般ノ氣類モ亦然リ但
シ其遲速ハ氣類ノ強力及ヒ疎密ニ關ス乃チ水素中ニハ千二百七
十「メートル」酸素中ニハ三百十七「メートル」炭酸中ニハ二百十
六「メートル」ナリ又固體液体ハ音響ヲ擴進スルコト甚ク疾速ニ
シテ大氣中ノ速チ一ト定ムレハ純水ハ四、五海水ハ四、七黃銅ハ十、

五銅ハ十二、一黃金ハ六、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、〇硝子ハ種類ノ異ナルニ從テ十二乃至十七ナリ

〔音ノ反射並ニ反響〕

凡ソ音ノ波動ニシテ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體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分ニ論ナク反射角ハ終
始必ス入射角ニ均一ナリ即チ第八圖ニ示スガ如ク「トチ」ハ兩體(例之ハ
大氣及ヒ水)ノ互ニ接シテ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「ロハ」ノ方向ニ傳進ス而シテ此「ロハ」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」ニハ入射線「イロ」ニ
均一ナリ



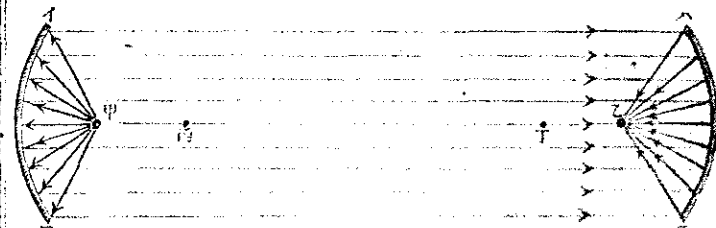
凡ソ音線ノ進行スハ後章ニ詳論スベキ光線ノ反射スル定期ニ從

ル方向ヲ指ス

第

九

圖



フモノトス今試験ニ由テ其果シテ確實ナルヲ証ス
 ベシ即チ第九圖市所ノ「イロ」及ヒ「ハニ」ハ各四面鏡
 ニシテ互ニ五六「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
 抽「ハニ」時長儀ヲ置キ「ハニ」鏡ノ燒點「乙」ニ耳ヲ置クハ其
 音ヲ聞クヲ最モ著シ蓋シ「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」點ニ近クモ鳴音聞クヲ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ヲ耳中ニ受

クレバナリ

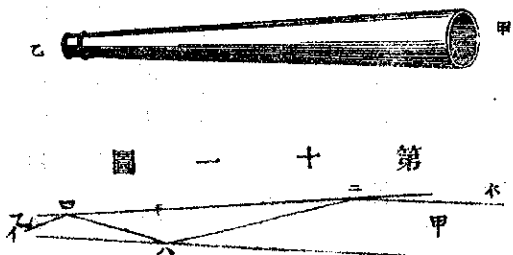
上文論述スル如ク一點ヨリ發スル所ノ音響反射シテ再ヒ聴覺ニ入ル
 モノ通常之ヲ名ケテ反響ト云フ凡ソ反響ハ眞ニ音響ヲ發スル物ヨリ
 隔タル一定ノ距離ニアラザレハ之ヲ聴取スルヲ能ハス蓋シ人耳ハ
 一秒時間ニ只九種ノ音ノミヲ區聽スルヲ得ルガ故ニ近キニ過グレ
 ハ原反ノ兩響却テ重複シ原響返響ノ別ヲ爲スコト能ハザレバナリ是
 故ニ人若シ反響ヲ聞カント欲セハ反響ヲ起スベキ物体ヲ距ルヲ最モ
 近キモ其原響ヲ發シテ後九分ノ一秒時間ヲ經テ後反響ノ歸來スベキ
 位置ニ居ルヲ要ス此レ即チ大凡ソ十九「メートル」ノ距離ナリ抑モ音響
 ハ前章ニ説述セシカ如ク通常氣中ニ在テ大凡ソ三百四十二「メートル」
 ノ速チ有スルヲ以テ音響カ三百四十二「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
凡ソ反響ヲ起スハ屏壁岩石山林水面雲霧等ヨシテ反響ハ原響ニ比ス
レハ多少微弱ナルヲ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畢ニ其反響ヲ認識スルヲ能ハザルニ至ルヤ必
セリ

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
ニ於テスルコ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一端ハ廣ク他ノ一端ハ狹シ今狹口ヲ人
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

第十圖

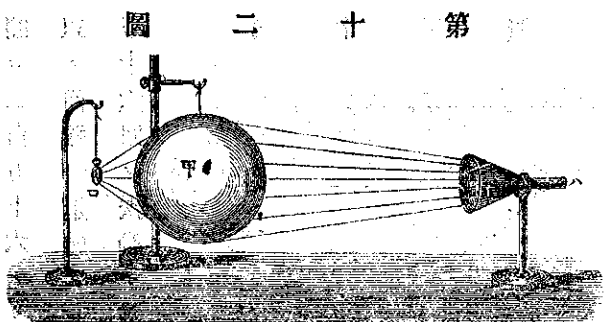


第十圖

スシテ終ニ並行シ廣口〔甲〕ヨリ出ツルヲ以テ微聲ト
雖ニ能ク遠處ニ傳達セラレ著大ナル距離ニ在ル
ノ人ト雖ニ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狹口〔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
ム此方向ハ已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ヲ固ヨリ多辨ヲ要セス
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狹口〔乙〕ヲ耳ニ接シ廣口

〔甲〕音ノ來ル方向ニ對スレハ低聲ト雖モ能ク聽取スルコトヲ得其理
モ亦第十一圖ニ就テ之レヲ視ルベシ即チ〔ホ〕線ノ如ク管ヲ轉ト並行
ニ射入シ來ル所ノ諸線若シ先ツ管ノ廣口ニ於テ之レヲ攝取スルコトナ
キトキハ只僅カ耳孔ニ因テ攝取セラルベキモノノミ耳中ニ來ルベシ
ト雖モ今廣口ニ入ル所ノ數多ノ音線ハ一チモ殘サズ東來シテ耳中ニ
輸致スルヲ以テ弱音ト雖モ能ク聽取スルヲ得ルコト至ルモノトス

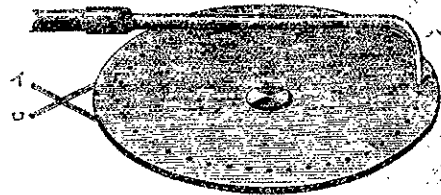
〔音線屈折〕 凡ソ音響ニ一体ヨリ他体ニ進移シ而シ其体中ノ音速ニ差
アルトキハ光論ニ於テ更ニ詳述スベキ定則ニ從ヒ必ス多少其進路ヲ
變易ス之ヲ音線ノ屈折ト云フ今其一例ヲ舉ク之レヲ証明セントス即
チ第十三圖ニ示スガ如ク炭酸瓦私チ充テタル護謨球〔甲〕チ懸ケ之レニ
接近シテ一ノ袖珍時辰儀〔ロ〕チ懸置シ球ノ他方ニ聽管ヲ置キ〔ハ〕ナル狹
口ニ耳ヲ接シテ聞クトキハ時辰儀ノ鳴音近隣ノ各處ニ於ケルヨリモ
甚ク著シ是レ時儀ヨリ周方ニ發スル音線夫ノ球ヲ透過スルノ際屈折



シテ聽管ノ廣口〔イ〕ニ入り〔ロ〕ニ東聚スルヲ以テナ
リ

〔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踰器ヲ用ユベ
シ此器ハ即チ大輪ニ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ヲ
固着シ之ヲ廻轉セシメ一葉ノ骨牌片〔或ハ他ノ厚
キ紙片〕ヲ取テ齒ニ接スルハ銳敏ナル一種ノ音
響ヲ發ス而シテ廻轉スルノ愈々急速ナシテ發スル所
ノ音亦愈々高シ是即チ齒片由テ生ズル振動又爲メ大氣中ニ波動
チ半ニ耳ニ傳達スルヲ以テナリ凡ソ音響ノ振動數ハ表テ齒輪ノ齒數

第三十圖

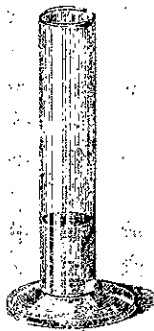


其廻轉速由計算得之。其齒輪ノ齒數三十二個トシ一秒時中ニ廻轉スルハ八回ナリトスレバ其音ノ振動數ハ一秒時間ニ二百五十六ナリ蓋シ紙片ノ齒ニ觸ル、毎ニ一度ノ振動數爲スル以テ齒輪一廻轉スレハ三十二回振動シ八廻轉スレハ其八倍即チ二百五十六回ノ振動數爲セバナリ若シ又下文ニ説述スル所ノ裝置即チ「レ」子ト名クル器ヲ以テスレハ更ニ清爽ナル音響ヲ發ス即チ第十三圖ニ示スガ如ク此器ニ於テハ齒輪ニ代テルニ厚紙製ノ圓板「甲乙」ヲ以テ、而シテ其邊緣ニハ同一ノ距離ニ位スル多數ノ小圓孔ヲ有シ其孔上ニ「ハ」ナル管ノ口端來リ接ス令「ハ」管ヲ通シテ斷ヘズ大氣ヲ吹送セシメ飛輪圖中ニ見ヘズ「ヨ」リ來ル「ロ」ナル索線ノ作用ニ由テ速ニ圓板「甲乙」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

爲シ其ニ由テ發起シタル振動即チ音響ヲ生ス而シテ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「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カ故ニ音響ノ振動數並ニ波動ノ長サヲ算定スルニ「シ」レ「子」ヲ用エルヲ以テ簡便ノ法ナリ「ス」即チ先ツ或ル樂器例之ハ「モノゴルド」ナリ「後」ニ詳ノ弦ヲ打テ隨意ノ音ヲ發セシメ而シテ適宜ノ廻轉ニ由リテ「シ」レ「子」ニ均一ノ音ヲ起サシム今例之ハ一分時間ニ「シ」レ「子」ノ廻轉スル數ヲ千四百四十ナリトシ而シテ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「二」萬三千〇四十（即チ 26,144.0 〃 230,400.0 ）ナリ然ラハ則チ「モノゴルド」ノ弦亦一分時間ニ振動スル「二」萬三千〇四十ナルヲ明ラガ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低

音ヲ示シ尙ホ人耳ノ聴覺ヲ感起シ得之キ爲メ一秒時間ニ八振ヲ爲
 基タ高クテ尙ホ聴聞ニ堪ヘキ天ノ音ノ一秒時間ニ三万六千ノ振
 動ヲ示ス云フ然レモ音樂ニ要スル音即チ人ノ能ク爽快ヲ覺ケル音
 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ヲ容易ナルカ故ニ波動ノ
 長徑ヲ知了スルモ亦難事ニアラザルヤ如何ナリハ音ノ速力モ亦
 己ニ上文ニ於テ明瞭ナルヲ以テ波動總論ニ於テ舉示セザル可キ式「 $V = \lambda f$ 」ニ
 由レハ此式中未知ノモノバ只「 λ 」ニ音ノ能ク及ビ速力ノ之ヲ
 轉算シ出タスヲ得ヘケレハナリ即チ振動數「 f 」ヲ以テ速力除テハ其
 波動ノ長「 λ 」ヲ得ベシ前文ニ舉示セザル振動數ハ三百八十四ナルヲ以
 テ通常氣中ノ音速三百四十一ヲ除スルコト三百八十四ヲ以テス其
 波動ノ長即チ大凡ソ〇・八八メートルナルヲ得ル
 「二處ニ定在スル所ノ大氣ノ波動」ニ通常ノ調音器一個ヲ取

其柄ヲ握リ之レヲ打ツニ發音スルヲ甚タ弱クシテ其鳴音ヲ聴識セシ
 トスルニハ之ヲ耳ノ直前ニ保持スルニ非ザレバ能ハサルノ際第十四
 圖ニ示スカ如ク一乃至一五「ツオル」ノ
 廣サヲ有スル一個ノ硝子圓筒ヲ置キ
 一定ノ高さニ至ルマデ水ヲ注ギ其上
 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
 得ルニ至ル然レモ圓筒ニ水ヲ注グニ過不及アレハ氣柱ニ不適當ヲ生
 シテ音響ヲ強クスルコトナカルベシ又第十五圖ニ示ス如クスレバ其現

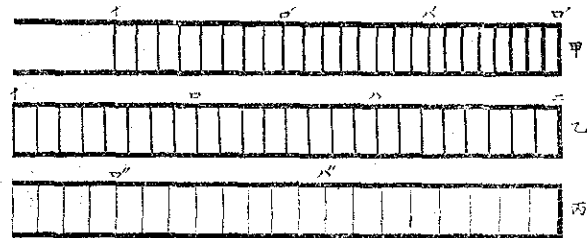


第十五圖
 象尙ホ著明ナリトス即チ「甲乙」ハ五
 厘至六「ツオル」ノ廣サヲ有スル厚紙
 製圓筒ノ下端閉塞シタル管ニシテ
 其長サヲ隨意ニ増減スルガ爲メ「乙」部ハ「甲」部ヲ被ヒ互ニ相固着セルヲ
 示ナリ今「丙」ナル小鐘ヲ取リ之ヲ鳴ラセテ管上ニ保持シ「乙」ヲ上下ニ進



退シテ氣柱ノ長サ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ナ底面ヨリ反射ス然レハ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トキハ兩波動ノ集
合作用(即チ交互^{インテラクション})ニ由リテ一處ニ定在スル所ノ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バ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ハ其進路ニ差ヲ生シ其差波動長徑
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ニ

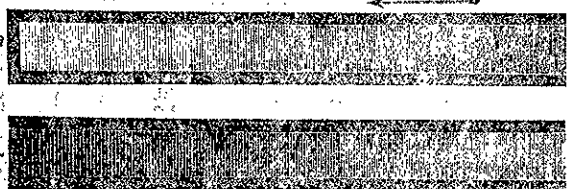
第十六圖



相會合ス是故ニ管ノ口端ニ於テハ決シテ濃厚ヲ
生スルヲ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
稀稠ヲ生スルヲナク氣層ハ悉皆平均ノ景態ニア
リ然レハ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反ルヲ本圖ノ(丙)ニ示
スガ如シ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バナリ是ニ由
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テ各半振動ノ後再平均位置ヲ經過シテ同時ニ下底ヨリ還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還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(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)本圖ニ示ス所ノ現狀ノ如ク著明ニ運動セザルヲ必セリ只左右ニ僅微ノ運動ヲ爲スノミナラン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ザレハ圖上ニ於テ濃厚稀薄ノ區別ヲ明瞭ナラシムルヲ能ハザルヲ以テナリ以上論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互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

第十圖

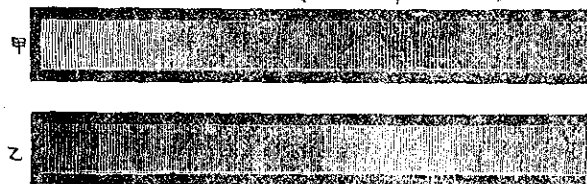


由テ生スル交互ノ稀薄濃厚ヲ見解スルノ爲メニ設ケタルモノナリ即チ大氣ノ各部分ハ其振動中管ノ下底ニ向テ運動シ進路ノ極點ニ到達シタルトキハ乙圖ノ如ク其位置ニ濃厚ヲ生ス而シテ各氣層ガ下底ヨリ反歸シ半振動ノ後甲圖ニ示ス如キ位置ニ於テ稀薄ヲ生シ管ノ口端ニ在テハ終始著シキ濃厚或ハ稀薄ヲ見ルコトナシ然レモ茲ニ於テハ氣層ノ反復運動スルノ區域最モ廣シトス甲圖並ニ乙圖ニ於ケル管ハ下底ニ稀薄濃厚ノ極度ヲ生スルノ際大氣ノ各部分什麼ナル方向ニ運動スルヤヲ指示スルモノトス今若シ管ノ一點(例之ハ乙圖ノイ)ニ於テ孔ヲ穿テハ之レガ爲メ該處ニ定在スル所ノ波動ヲ察テ全ク休止セシムルヲナシト雖モ必ズ其生成ニ障礙ヲ受ク蓋シ氣層濃厚ヲ爲ス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

孔より遊出シ稀薄ヲ爲スノ際却テ大氣ノ流入ニ由リ其得ザルナリ然レヒ其穿孔ノ位置愈々口端ニ近ツケハ障礙ヲナスノ亦愈々減少ス蓋シ茲ニ於テハ稀薄濃厚ノ度甚ク小ナレバナリ此ノ如ク一小孔ヲ穿ツト雖ヒ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ヲ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ヲ明ラカナリ

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然レヒ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ヘ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ソ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

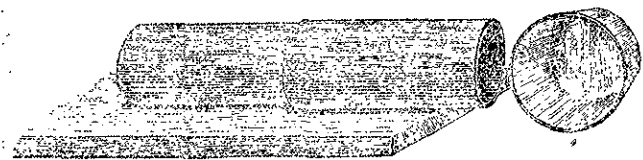
第十八圖



トナルヲ欠クヘカラス而ソ管ノ口端ニ於テハ著シク濃厚稀薄トナルヘカラス是故ニ管ノ口端ニ在テハ反射波動ノ濃厚部ハ終始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一ニ奇數ヲ乘シタル者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)點ニアリ稀薄ノ極度ハ管ノ下底ニアリ(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
ハ乙圖ノ現狀ヲ得今ヤ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」點ノ左右ニ位スル所ノ氣
層ハ或ハ同時ニ「イ」點ニ離レ或ハ同時ニ「イ」點ニ向テ進ムモノナリ然レ
「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
ヲ爲ス又氣層ノ振動スルコト最モ著シクシテ稀薄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

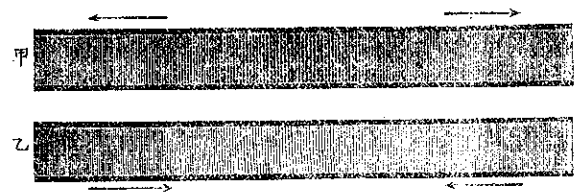
〔兩端共ニ開放セル管〕 前章説述セル所ハ一端閉塞シタル管中
ニ於ケル一處ニ定在スル所ノ大氣波動ノ發起スル理由ノミナリシト
雖モ兩端開口シタル管中ニ於ケル大氣モ亦一處ニ定在スル所ノ振動
ヲ發起スルヲ得ヘシトス今第十九圖ニ示スガ如ク隨意ニ進退スヘキ
厚紙製ノ〔甲〕及ヒ〔乙〕管ノ既ニ第十五圖ニ示シタル者ト同一ノ直徑ヲ有



シ且ツ二倍ノ長サヲ有スルモノヲ取り之ヲ机上ニ
横シ「丙」ナル鐘此亦第十五圖ヲ以テ示シタル試驗ノ
用ニ供ヒシモノヲ以テ其管前ニ保持シ胡弓ニテ之ヲ
磨擦スレハ乍ラ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「丁」ヲ以テス
ルトキハ開口管中ニ存在スル大氣ヲシテ同一ノ音ヲ
以テ共鳴セシメシモノハ其管ノ長サハ「乙」即チ二倍ノ長サ
ナ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ヘ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シ諸方ニ進出シ之レニ由テ稀薄ヲ生

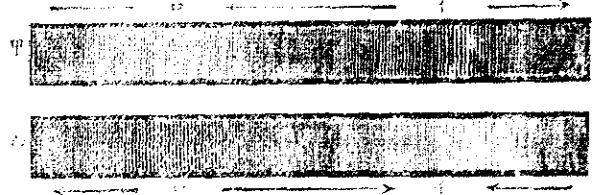
ス其稀薄部ハ再ヒ管ノ進出口ニ進入シテ元來射入シタル音響波動ニ反對スルノ方向ヲ取リテ管中ヲ經過ス此方法ニ據リ管ヨリ進出スル所ノ稀薄波動ハ側方ヨリ大氣ノ來リ加ハルモノアルヲ以テ乍ラ變形シテ後方ニ運動スル濃厚波動ト爲ル但シ後方ニ反歸スル波動ハ元來射入シタルモノ、如ク強大ナラス然レモ斯ノ如ク後方ニ反歸スル所ノ波動ハ更ニ進入シ來ル所ノ波動ト撞着シテ互ニ交叉チナスヘシ然ルトキハ前章ニ詳説セシ理由ニ據リ管中ニ於ケル氣柱ハ一所ニ定在スル所ノ大氣波動ヲ發起ス凡ソ其管ニ適當スル最低音ノ波動長徑ハ必ス管ノ長徑ノ倍ナリ此ノ如クナルハ第二十圖ニ示ス如ク一個ノ振動結節其管ノ中央ニ位シ其兩端ニ於テ各一個ノ腹部ヲ生ス甲圖ハ管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ム而シテ四分之一ノ振動ヲ遂クル

第二十二圖



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之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ク其波動ヲ反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[ロ]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タル其管ノ長徑四分之一ノ距離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[ロ]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

第二十圖



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生成シ其波動ノ管底ニ到達スルヤ

移ス此ノ如キ音響ノ波動長徑ハ管ノ長サニ等シ面
メ此音響ノ振動時間ハ管ノ第一音(最低音)ノ時間ヨ
リ半ハスルモノトス

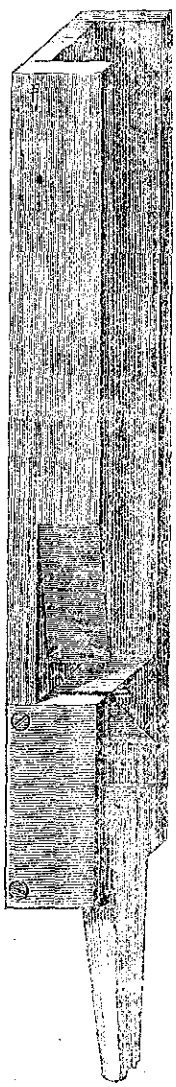
〔風琴管〕

或ル管中ニ包有シラレタル大氣ヲシ
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
体ヲ管前ニ近シルヲ要セス蓋シ大氣ハ十全ナル彈
性体ニシテ音響ハ即チ彈性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

第二十二圖



第二十三圖



乍チ反射シ更ニ進入シ來ル所ノ波動ト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
即チ錫製ノ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(イロ)ヲ具有ス而シテ管部ト足

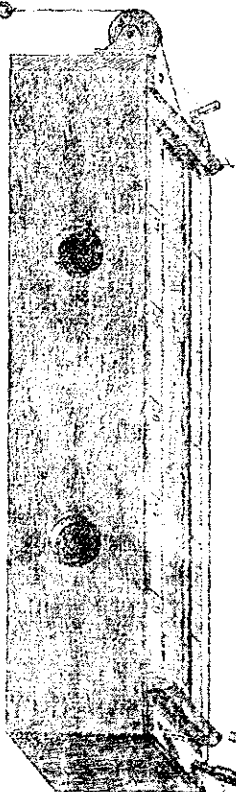
都トハ薄キ錫版ニ由テ分隔シラル然レモ其板(即チ管部ノ底面ヲ成ス
モノ)ノ前角ト足部ノ前面トノ間ニ狭少ナル間隙ヲ存ス足部ニ於テ吹
送セラレタル大氣此間隙ヨリ流出シ口部ノ上角ニ衝抵シテ屈折シ(甲
甲)ナル管中ニ於ケル氣柱ヲシテ一所ニ定在スル所ノ振動ヲ爲サシム
第二十三圖ハ木製風琴管ノ造構ヲ示スモノニレテ即チ該器ノ縦截面
ナリ其足部ヨリ吹送セラレタル大氣ハ(乙)ナル室中ニ來リ狭少ノ間隙
(ハニ)ヲ通過シテ上ニ出テ口部ノ上角(イロ)ニ抵衝シテ屈折シ前圖ニ説
述セル所ト同一ノ理由ヲ以テ發音スル者ナリ

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
セル管ハ長サヲ前スニ(7)ヲ以テスルトキハ其管ヨリ發スル原音ノ波
動長徑ハ即チ口(7)ナリ其理既ニ其高音ノ波動長徑ハ三分ノ四(7)五分

ノ四(7)七分ノ四(7)等即チ原音ノ波動長徑ヨリ短キヲ三倍五倍七倍ナリ
又開放セル管ノ長サヲ前スニ(7)ヲ以テスルトキハ其原音ノ波動長徑
ハ二(7)ナリ而シテ其高音ノ波動長徑ハ二分ノ二(7)三分ノ二(7)四分ノ
二(7)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
キヲ二倍三倍四倍ナリ

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ノ
際ニハ順次ノ高音ニ變移スヘキ所ノ原音ノミヲ發ス又通常之レヲ實
際ニ見ル可カラサル如キ甚タ狹窄ニシテ且ツ長キ管ハ決シテ其管ノ
長徑ニ應スル所ノ原音ヲ發セス大氣ヲ送入スルヲ太ク弱少ナルモ已
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ハ更ニ多
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ハ前章ニ於テハ管ノ長短高低ノ差ヲ生ス今其理ニ據リ音響ノ



テ了解シ易キモノハ緊張シタル弦線ヲ用ユルノ法ナリトス例
之ハ第二十四圖ニ示ス所ノ「モノコルド」ノ義琴之ナリ此器ノ弦
線或ハ一定ノ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ニ更ニ其弦ヲ振動
セシメテ發スル所ノ音ヲ第八音ト名ツク而シテ此音ハ前章ニ記述スル
所ノ理由ニ基ツキ第一音ニ比スレハ倍數ノ振動ヲ成ス此兩音ノ間ニ
ハ尙ハ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ヘキ弦ノ長徑ヲ一位トシテ各々記

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

号ヲ以テ其長短ヲ比較スルコト左ノ如シ

$C_1, D_{\frac{1}{2}}, E_{\frac{1}{4}}, F_{\frac{1}{8}}, G_{\frac{1}{16}}, A_{\frac{1}{32}}, H_{\frac{1}{64}}, C_2$

(音源)

(音入録)

而シテ其振動數ハ弦ノ長サニ倒比ス即チ

$C_1, D_{\frac{1}{2}}, E_{\frac{1}{4}}, F_{\frac{1}{8}}, G_{\frac{1}{16}}, A_{\frac{1}{32}}, H_{\frac{1}{64}}, C_2$

又第一音ノ振動數ヲ以テ二十四ト定ムルトキハ即チ左ノ對稱ヲ得ヘ

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

凡ソ樂音ハ各個獨自ニ特發シテノミ人耳ニ爽快ヲ感スルモノニアラスニ

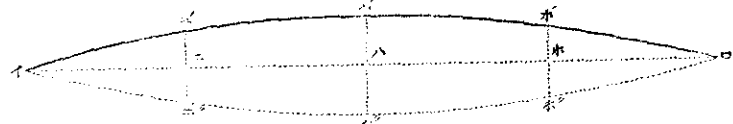
音同一時ニ發シテ爽快ヲ覺フモノアリ名ケテ和音ト云フ例之ハ第一

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ノ感覺ヲ

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

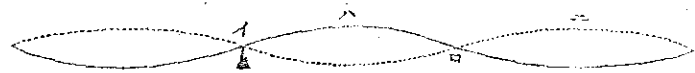
共鳴シテ快音ヲ發スルモノアリ名ケテ協律ト云フ例之ハ第一第三第

第二十五圖



五音同時ニ發スルモノ、如シ
 (緊張シタル弦線)之ヲ打撃シ或ハ胡弓ヲ以テ之
 レヲ摩擦スル等ニ因リ緊張セル弦線ヲシテ其平均ノ景態
 ヲ失ハシムルトキハ一處ニ定在スル振動ノ景態ニ變移ス
 其最モ單一ナルハ即チ第二十五圖ニ於テ示スカ如キモノ
 是ナリ(イロ)ハ弦線ノ全長徑ニシテ(イニハホロ)ハ其平均ノ
 位置ヲ示シ(イニハホロ)及ヒ(イニハホロ)ハ振動ノ際平均點
 ナ距ル極度ノ位置ナリ振動ノ際ニ在リテハ弦線ノ各小部
 分ハ同時ニ或ル一方ニ到リ而シテ復タ平均點ニ歸リ更ニ他
 ノ一方ニ赴キ反復其期ヲ差フナシ凡ソ一處ニ定在スル
 振動ノ景態ニアル所ノ緊張セル弦線ノ各部分ハ必ス同時
 ニ其振動ヲ遂クルモノナリト雖モ其部分ノ異ナルニ從テ
 平均點ヲ遠カルニ甚タ不同アリトス上文ニ説述セル場合

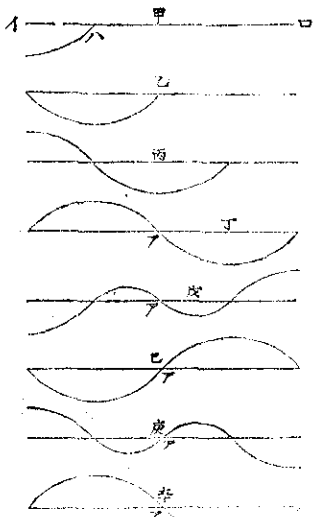
第二十六圖



ニ於テハ弦ノ正中(ハ)ハノ間ニ在テ最モ大ナリ斯ノ如ク
 振動ノ景態ニアル所ノ弦線中其平均點ヲ遠サカルヲ最モ
 大ナル部分ハ即チ腹部ナリトス又弦線ハ全長徑總テ同一
 ナル振動ノ景態ニアルモノニアラス許多ノ部分各其
 景態ヲ異ニスル所ノ振動ヲナスモノモ亦之レアリ例之ハ
 第二十六圖ニ示スカ如ク琴柱ヲ以テ弦線ヲ(イ)點ニ支エ兩
 部分ノ長徑ヲシテ一ト二ノ對稱ニ在ラシメ其短ナル部分
 ハ全徑ノ三分一其長キ部分ハ三分ノ二ヲ領セシメ胡弓ヲ
 以テ短部ヲ摩擦スレハ其振動ノ景態本圖ニ示ス所ノ現狀
 ナ成シ(イ)ナル支點ノ位尙ホ(ロ)點ニ於テ振動セサル部分即
 チ結節ヲ生シ而シテ摩擦セラレタル部ニ生シタル腹部ノ他
 (ハ)點及ヒ(ロ)點ニ於テ更ニ二個ノ腹部アリ右ノ如ク各部分
 ニ分レタル振動ヲ爲シ腹部及ヒ結節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クル形狀ノ小鈎子ヲ造リ其ナシテ結節部及ヒ腹部ヲ騷擾セシメ則チ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壓落シ結節部ニアルモノハ依然トシ弦上ニ存留スルヲ見ル然ラハ即チ腹部ハ振動スルヲ著シクシテ結節部ハ振動ノルヲナキヤ明ラカナリ又弦線ノ短ナル部分ナ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一様ナラス而シテ其結節部ト腹部トノ數亦同一ナラサルヲ贅言ナシ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辨ヲ要セス今第二十七圖ニ由リ數個ノ部分ニ別レテ振動スル所ノ弦線ガ一所ニ定在スル振動ヲ爲スノ理由ヲ説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ハ一端「イ」甲圖ヲヨリ他端「ロ」ニ振動ノ到達スヘ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ノ四分

分一時ヲ經レハ戊圖ノ現狀ニ變シ更ニ四分一時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定在スル振動ヲ爲スハ一端ヨリ他ノ一端ニ進達シクル振動ノ反射スルモノト更ニ進行スルモノト交叉スルヲ以テナリ而シテ本圖ニ於テ「ハ」點ニ一個ノ結節ヲ有スルノミ此理ヲ會得セハ數個ノ結節ヲ生スルノ理由亦之レヲ推明スルヲ容易ナルヘシ

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送クルナルヘシ〕

第二
弦線ノ振動數ハ緊張ヲ起ス所ノ物体重量ノ平方根ニ正比ス

即チ弦線ノ長サハ同一ニシテ之レチ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

第三
同一ハ物質ヨリ成レル各弦線ノ振動數ハ其太トサニ倒比ス
同之ハ其直徑一ト二ノ對稱チ有スル同長徑ノ鉄線二條チ取
リ緊張ノ度ヲ同シテ之チ振動セシムレハ一ノ直徑チ有スル

モ、ノハ二ノ直徑ヲ有スルモノニ比スレハ同一ノ時間ニ於テ
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フニ〔Z〕ヲ以テシ〔l〕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片ハ左ノ數式ヲ得ル

但シ、 Δ ニナル係數ハ物質ニ關シテ變ス

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己ニ第二十四圖ニ示シタル所ノモノコルドヲ使用スヘシ此器ハ「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

ナ弦線ハ其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

〔圖〕凡ソ金屬ノ如キハ之レヨリ製出セル線

條ヲ緊張シ振動セシムルニ由テ發音スルノミナラ

ズ亦之レヲ以テ板片ヲ製シ振動セシムルモ能ク一

樣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

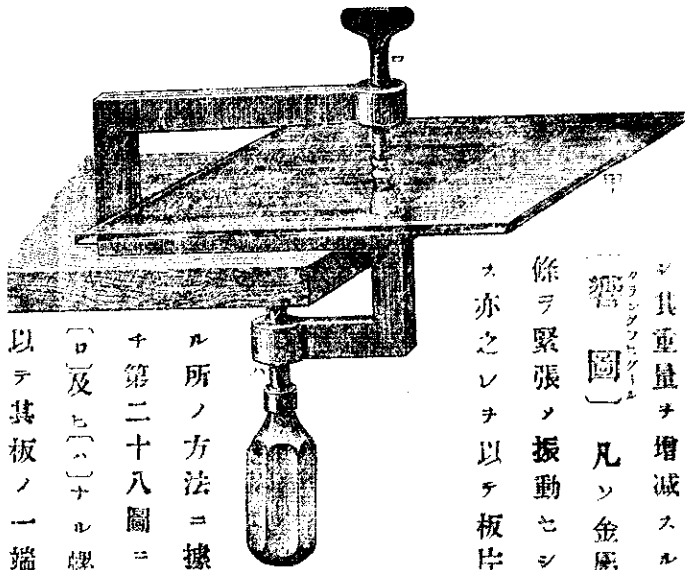
シタント欲セハ下文ニ説述ス

ル所ノ方法ニ據ルヲ以テ最モ簡便ナリトス即

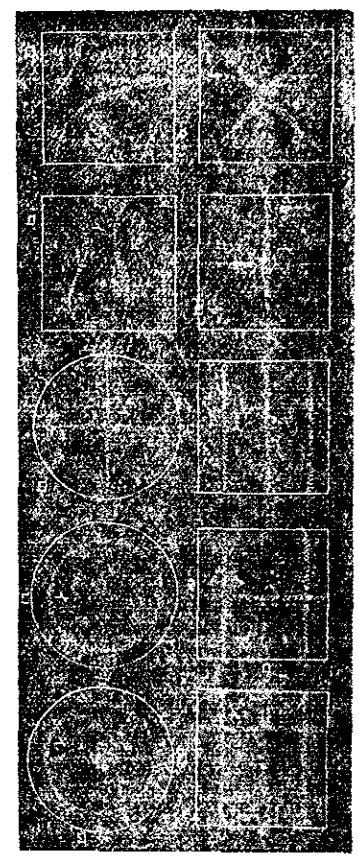
チ第二十八圖ニ示スカ如ク〔甲〕ナル板片ヲ取リ

〔ロ〕及ヒ〔ハ〕ナル螺旋ニ由テ〔イ〕點ニ固定シ胡弓ヲ

以テ其板ノ一端ヲ摩擦スレハ振動ヲ起シ發音

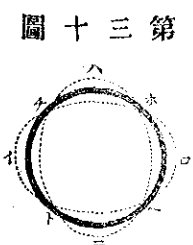


スルヲ恰モ引張シタル線ニ於ケルカ如シ此方法ヲ以テ振動セシムレ
ハ木板、硝子板、金屬板ヲ論セス其板片ノ形狀ハ三角、四角、圓形、橢圓等ナ
ルニ關セズ總テ能ク發音スルモノナリ而シテ振動スル所ノ板片ハ弦
線ニ等シク其音或ハ高ク或ハ低シ而シテ此板片ハ所謂結節線ニ由テ各
部ニ分ル其振動スル所ノ部分ノ大サ即チ廣袤ハ其音愈々高シシテ愈
々減少シ結節線ハ愈々其數ヲ増加ス今實驗上ニ此結節線ノ有無ヲ微
證セント欲セハ板片ノ上面ニ乾燥セル極微ノ砂粒ヲ撒布シ板片ヲシ
テ振動セシムレハ砂粒飛躍シ終ニ線條ヲ成シテ集積スルヲ第二十九
圖ニ示スカ如シ此線條ハ即チ結節線ナリ此線條ハ胡弓ヲ以テ摩擦ス
ルノ方法ヲ異ニスルニ隨ヒ各々一樣ナラストス即チ本圖ニ於テ示ス
所ノ拾個ハ各其形狀ヲ同フセスト雖モ〔イ〕點ニ指頭ヲ觸レ〔ロ〕點ヲ摩擦
スレハ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「クラドニー」氏ノ圖紋ト云フ



一點ヲ衝突スルカ或ハ鈍角ヲ以テ其後縁ノ一點ヲ摩擦スレ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ニ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個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計知セント欲スレハ筒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ルハ水面ノ水部分飛

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)ト看做シ得ヘクシテ其



躍スト雖モ必ズ一水滴モ飛動スルヲナキノ部四個アルヲ見ルヘシ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圓線ハ鐘ノ圓周ノ大サトシ一度之ヲ衝突シテ振動セシムルハ始メ橢圓形(イロ)ニ變シ次ニ又原形ノ圓狀ニ移リ再ヒ橢圓形(ハニ)ニ變ス斯ノ如クシテ其振動ヲ反復スト雖モ(ホヘトナ)ノ點ハ決シテ動クヲナカルヘシ是ニ由テ之レヲ觀レハ凡ソ鳴鐘ノ振動スルニ當テ四個ノ結節線ヲ生スルノ理果ノ明ラ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ヘ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二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、ミニ止マリシト雖モ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フテ振動スルヲ得ヘキヲ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セ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温手ヲ以テ硝子管等ヲ摩擦スル等ニ因ルヘシ

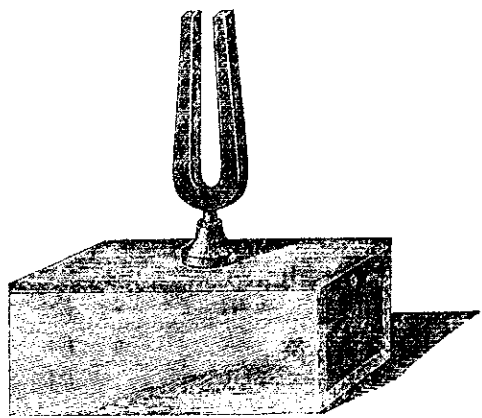
〔レゾナンス 共鳴ニ因テ音ヲ 調音器 詳ナリ〕 後章ニテ取リ之ヲ打撃シ或ハ胡弓ヲ以テ之ヲ摩擦スルニ只微弱ナル音ヲ發シテ殆ント之レヲ聽取スルヲ能ハス今之レヲ机上ニ豎立スレハ大ニ其音ヲ強大ナラシメ容易ニ聽取スルヲ得ヘキニ至ル是レ即チ調音器ノ振動ハ机ノ木質ニ傳達シ共ニ振動スルヲ以テナリ斯ノ如クシテ音響ノ強大ト爲ルヲ名ケテレゾナンスト云フ凡ソ共鳴ニ由テ調音器等ノ音ヲ尙ホ強大ナラシメント欲スルニハ適度ノ大サヲ有シテ 適度ノ大サトハ音波ノ長徑能

云或ル一方ニ開口シタル小筐ヲ取リ之レニ調音器ヲ豎立セシメテ之レテ振動セシムレハ其音ノ強キヲ机上ニ豎立セシ時ニ比スレハ遙カニ勝レリ之レ調音器ノ振動音ニ木質ニ傳達スルノミナラズ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」ニ木製筐臺ヲ設ケタルハ即チ其一例ナリ

〔調音器 又 音叉〕 調音器ハ其全形第三十一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

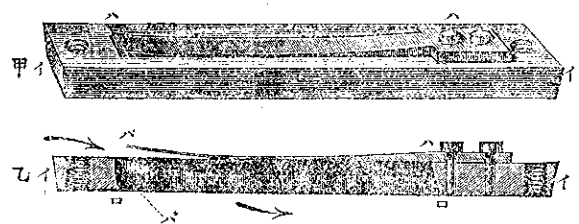


第三十一圖



テ示スカ如シ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〔ハ〕
ハ上下〔即チ〕及ヒ〔ヘ〕ニ運動スルコ因リ
此運動ハ直チニ筐臺上ニ樹立スル所ノ
柄杓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
及ヒ筐中ノ氣柱ニ傳及シ共鳴ヲ發起ス
ルモノナリ
〔舌 笛〕 或ル彈力体ノ振動ニ由リ
均正ナル刻期内ニ開閉ヲナスヘキ一口
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

第三十三圖

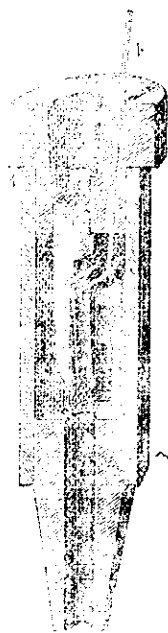


スルモノナリ即チ其口ヲ開ク毎トニ波動ノ濃厚部ヲ生成スヘキ大氣
ノ衝突ヲ發起ス凡ソ此原理ニ據テ構造セル所ノ機器ヲ名ケテ舌機ト
云フ舌機ノ最モ單一ナル形狀ハ即チ第三十三圖ニ由テ説明スルモノ
是レナリ本圖ノ甲ハ其全形ヲ示スモノニシテ乙圖
ハ其縱截ノ形狀ヲ現ハス金屬板〔イイ〕ノ中央ニ於テ
彈性金屬ノ薄板〔ハハ〕乙圖ニ在ノ爲メニ閉鎖セラル
ヘキ〔ロロ〕ナル口孔ヲ有ス而シテ此薄板安止スルカ又
ハ〔ハハ〕ノ景態ニアルノ際口孔ハ舌ニ由テ閉塞セラ
レ之レニ反シテ舌若シ〔ハハ〕ノ景態ニアルキハ開口
ス
今〔イイ〕ナル金屬板若シ吹入ニ由テ大氣ノ濃稠ト爲
ルヘキ所ノ閉鎖セル局部ノ下底ヲ成スモノトスレ
ハ其濃稠氣ハ舌上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

發起ス然レト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前スル所ノ方向ニ流遊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

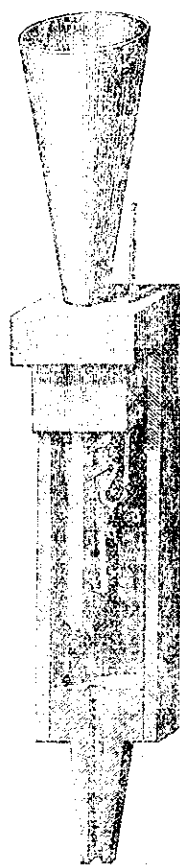
上文説述スル所ノ舌機ノ他更ニ一種ノ舌機ヲ左ニ舉前ス其構造ハ第三十四圖及ヒ第三十五圖ニ現ハスカ如シ即チ鑿開シタル木製圓柱(ロ)ノ下ニ黃銅製ノ小管(ニ)ヲ固着ス此小管ヲ橫截スレハ其形殆ント

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ル此板若シ振動スレハ(ニ)ナル小管ノ緣端ニ進向シテ充分ニ長キ口孔ヲ閉テ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)及ヒ舌ヲ保有スル所ノ圓柱(ロ)ハ共ニ短管イホ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タ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ンカ爲メ第三十五圖ニ示スカ如キ圓錐形ノ管(即チ音響蓋)ヲ挿立ス凡ソ第三十三圖及ヒ第三十四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緣ニ觸ルハコナキ所ノモノハ之ヲ名ケテ攪入舌ト云フ之レニ反シテ第三十五圖ニ示ス如ク振動ノ際口孔ノ邊緣ニ觸撃スル所ノ舌ヲ名ケテ上撃舌ト云フ

第三十四圖ニ示ス所ノ〔ト〕ナル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セシムルノ用ヲ爲スモ
ノナリ

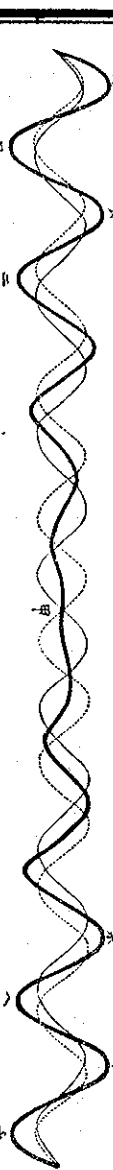
舌機上全ク音響蓋ヲ嵌挿セサルカ或ハ短管ヲ挿立スルトキハ舌ノ振
動速即チ其舌ノ振動ニ由テ發生スル所ノ音ハ只舌ノ彈力及ヒ其面積
ニ關スルノミ然レモ若シ長管ヲ挿立スルトキハ之ニ因テ著シク其音
ヲ變スヘシ

〔衝突音〕

全ク同一ナラスシテ交互ニ相近似スル二種ノ音同時ニ音
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コシテ〔シヤイブレ
ル〕氏ハ此現象ニ衝突音ナル稱名ヲ與エ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二個ノ風琴管或

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
原因ハ容易ニ會得スヘキモノニシテ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器ヨリ發スル音響系統〔一列ノ音響ヲ云フ〕
ノ濃厚部佗ノ一器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テ其音ヲ遏止ムルヲ以テナリ其
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チ

第三十六圖



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
線ノ縱線高サナリヲ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

ハ即チ此法ニ因テ聲ヲ振動ノ總加チ示ス者ナリ（イ）中ハホヘ建
部ニ在テハ兩波動同時ニ作用ニ由テ著大ナル濃厚部ト稀薄部ト生
ス即チ此際亦音響ナ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遏止ヲ覺フルナリ

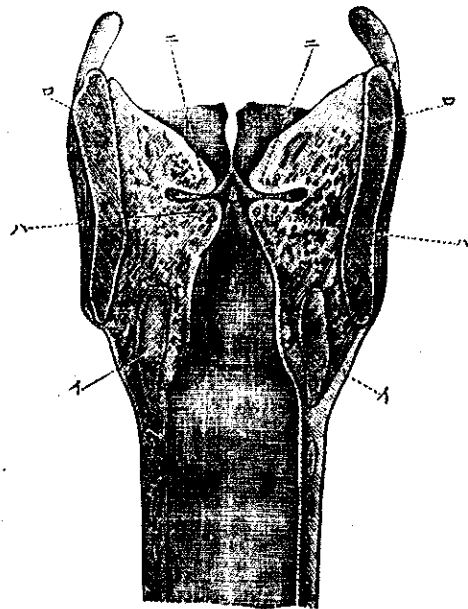
〔音色〕種々ノ樂器同之ハ鼓琴三弦等ノ如キ各々同高ノ音ヲ發スル
ト雖モ吾人ノ聽機ニ觸レ同一ノ感覺ヲ發起スルモノニアラス之レ一
種固有ノ原因即チ音色ナルモノアリ然ラシムルニ由ル音色ハ副音
ノ高低強弱及ヒ振動數ニ關係スル一種ノ性質ナリトス其副音トハ或
ルニ音ノ發起スル際同時ニ發音シテ本音ト混スルモノナリ

〔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己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管中ニ入

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骨ヨリ成ルモノニシテ一ナ環狀軟骨ト
云ヒ二ナ甲狀軟骨ト云ヒ三ナ破裂軟骨ト云フ而シテ破裂軟骨ニ二個ア
ルヲ以テ總計四個ヲ爲ス此四個ノ軟骨タルヤ互ニ相連續シテ氣管ノ
上環ニ連聲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
聲門ノ緣端ハ所謂聲帶ヲ以テ成ル此聲帶ハ前方ニ於テハ甲狀軟骨ニ
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骨ニ他ノ
一個ハ他ノ破裂軟骨ニ接著ス其故ニ彼ノ軟骨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狹ク或ハ廣キヲ得ベシ凡ソ聲帶ノ實體ハ甚
テ強キ彈力ヲ有スル所ノ組織ヨリ成リ聲門ノ唇上ニハ三個ノ囊狀ナ

ル空室ヲ存ス一個ハ右方ニ他ノ一個ハ左方ニアリ即チ「モルガタス」氏ノ室是レナリ其上端ハ會厭軟骨ニ由テ閉蓋セラレ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ハ人ノ嚥下スル所ノ飲食ヲシテ其軟骨上ヲ越エ

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ナリトス第三十七圖ハ縱截セル喉頭ノ前半分ヲ示スモノニシテ後方ヨリ見タル所ノ景態ナリ即チ

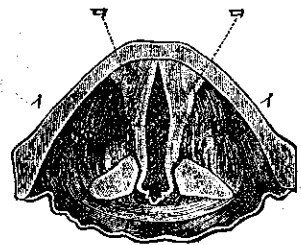
〔イ〕ハ環狀軟骨ヲ截斷セル者

〔ロ〕ハ甲狀軟骨ヲ截斷セル者

〔ハ〕ハ下聲帶ヲ截斷セル者

〔ニ〕ハ上聲帶ヲ截斷セル者

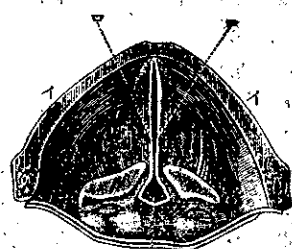
第三十八圖



圖中「モルガタス」氏ノ室ハ上下聲帶ノ間ニ於テ著シク之レヲ認ムヘシ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〕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〕ヲ見セル際ニ於ケル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

第三十九圖



突狀ヲ爲サシムルヲ以テ振動發音ノ區内ニ來ル
大唇舌等ノ爲メニ其度ヲ節制シ且其中心ニ本氣
共鳴スルヲ以テテリ而テ聲ノ高低ハ聲門開
閉シ其振動スル度ヲ變少シ關スルノミ又其強弱
ノ如キモ己ニ前文ニ說述タル音響一般ノ理由
ニ同一ナルヲ以テ更ニ茲ニ贅述ス

〔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ク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テ後之レ
ヲ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
充ツ而テオイスダキウス〔管ロ〕ニ由テ口内ニ通シ不斷此空洞内ノ氣ト

第四十圖



外氣トハ平均ヲナス中耳内
ニハ四個ノ小聽骨アリテ互
ニ相連ナル即チ錐骨〔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
着點トスル間ニ位スル所
ノ細小ナル骨是レナリ而シテ
錐骨ノ柄部ハ鼓膜ノ内部ニ
ヨリ起始セリ内耳ハ内耳腔神
經ニ先ツ三半規管〔ト〕ト及
ヒ蝸牛殼〔チ〕ノ三部ヨリ成ル
モノニシテ〔イ〕ナル神經ノ末梢
茲ニ蔓延シ加之液體ヲ圍フ

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ニ圓窗ハ彈力性ノ膜ヲ以テ之レニ張ル而シテ卵圓窗ハ馬鑢骨ノ基部狀ノ部ニ由テ閉鎖セラレ内耳中ノ液体ヲシテ他ニ泄洩スルコトナカラシム凡ソ音響ノ聽道ヲ進入スルヤ先ツ之ヲ鼓膜ニ受ケ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ノ力故ニ復スレハ諸部亦故ノ景態ニ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末梢之ニ由テ刺激セラレ終ニ其刺激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ナク六合ニ普瀾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泯ヒ禽獸ノ生殖草木ノ繁蔚茲ニ休ム萬類ノ存育人生ノ保持及ヒ快樂ハ尽トク光ニ由ラサル者ナシ以テ其德ノ大ナルヲ知ルベシ

〔光ノ本性〕 光ノ本性ニ關シテハ二個ノ臆想アリ其一ハ即チ流出說ト唱ヘ光素ナルモノアリテ光体ヨリ銜放セラレテ流出シ其質ハ一般情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銜放セラルハノ際ニ得タル不可測ノ速力ヲ以テ周方ニ散布スト云

フ此說ハ所謂「ユウトン」氏ノ學說ト名稱スルモノニシテ即チ舊說ニ屬ス其二ハ「ライゲンス」氏ノ首唱スル所ニシテ光體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モ彈力甚タ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識ヲ發起スルヲ恰モ彈體ノ振動ヲ大氣ニ傳ヘ耳ニ輸シテ聽識ヲ起コスカ如シト此學說ヲ名ケテ振動說ト云フ「ライゲンス」氏ノ此學說ヲ創立セシハ既ニ千六百九十年ノ頃ナリシニ衆學士此說ヲ擯斥シ專ラ「ユウトン」氏ノ說ヲ尊重セシガ故ニ其說全ク中止シテ之レヲ繼述スルノ者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」「ブラウンホーフエル」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說ヲ廢止シ振動說ニ傾向スルニ至レリ

〔光體及ヒ暗體〕凡ソ物體中不斷「エーテル」ヲ振動セシムルノ性質

ヲ具フルモノニ種々アリ即チ太陽、恒星、紅熾セル物體、燐光ヲ發スル物體、燃燒スル所ノ物體等是レナリ此ノ如ク自カラ光ヲ發スル所ノ物體ヲ總稱シテ發光體ト云ヒ或ハ單ニ光體ト稱ス之レニ反シテ光體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射來スルヲナケレハ顯ワル、コトナキモノ之レヲ暗體ト名ク即チ遊星、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)如キハ暗體ニシテ太陽ノ光ヲ受ケテ始メテ己レノ光輝ヲ生スルモノトス

凡ソ光體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著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、夏母光ノ如キ都テ強光ニ屬ス極メテ微弱ナル光ハ暗處

ニ在ザレハ吾人ノ目ニ感受スルコト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、夜光木等ノ知キモノニシテ光ヲ負荷スル物体ヲ指ス名ナリ其佗又適度ニ之レヲ温ノ或ハ暫時日光ニ曝シ更ニ暗處ニ移シテ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ナリ今振動ニ隨フテ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ノ振動ハ「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「レゾナンス」ト同一理ナリ茲ニ説述スル所ノ燐光体ノ如ク暗處ニ在ラサレバ視ルコト能ハザルノ所以ヲ推考スルニ仍ホ吾人ノ眼力ノ及ハザル所ニ光ヲ發スルノ物体無シト斷言スル能ハス常ニ暗体ト呼ブモノモ恐ラクハ亦一定ノ強度ヲ有スル光ヲ發スルナラン之レニ因テ推ストキハ光体ト暗体トハ

全く殊異ナルモノニアラズシテ明較ノ區別ヲ得スコト能ハザルベ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クルノ際ニ之ヲ透過セシムル性質ヲ有スル物体ト否ラサ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眞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挟ミ之ヲ瞰視スレハ光ヲ透過セシムルヲ見ル人或ハ疑ハシテ通過スルニ因テ他ノ一方ヲ透見スルヲ得ルナラベシト是レ決シテ然ラス光若シ質實ヲ透過セシメテ小孔ヲ通過スル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通過スルヤ確實ナリ之レニ反シテ川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
故ニ朝夕ハ太陽ノ光氣層ノ厚大ナル疊積ヲ經過シ來ルヲ以テ日中ヨ
リ少シク暗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
厚薄ノ度ニ關シテ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サルニアラス其
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半透ト云フ

第二章

光ノ發射

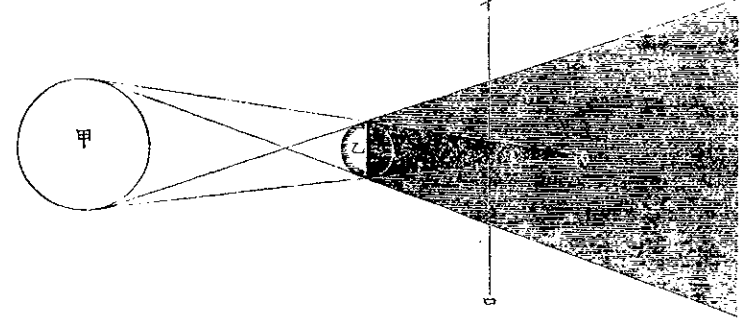
〔光線及ヒ陰影〕 凡ソ光体ヨリ發射シタル光ノ傳達シ來ル所ノ線
路ヲ名ケテ光線ト云フ 振動説ニ從ヘハ光線ナル語ハ適當ナラスト雖
ノ光線ナル語ヲ假而シテ之レヲ傳達スル透明体ヲ名ケテ光ノ中間体
メデウムト云フ光線ノ到處同一質ノメデウムニシテ且ツ其稀濃ナ

第四十圖



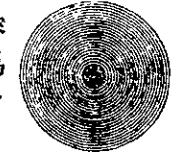
ケレハ光ハ直射スルヲ常トスルガ故ニ諸方ヨリ其光体ヲ瞰視スルヲ
得ベシ然レハ光線ノ發射シ來ル途ニ不透明体アリテ之ヲ遮ルトキハ
光能ク其後位ニ至ル能ハス其光ノ達セザル部分ヲ名ケテ物体ノ陰影
ト云フ凡ソ光体ノ大小ニ從テ陰影ヲ生スル一様ナラス即チ
第四拾一圖ニ示スカ如ク光ヲ發射スルノ點ハ只一小點〔イ〕ニ
シテ之ヲ受クル体〔ロ〕大ナルトキハ其後位ニ陰影ヲ生シ其形
狀恰モ圓錐体ヲ中斷シタルモノ、如ク之ヲ光點〔イ〕ニ延長シ
テ始メテ圓錐形ヲ得ベシ是ニ反シテ第四十二圖ニ示スカ如
ク光体〔甲〕ハ巨大ニシテ此光ヲ受クベキ物体〔乙〕ハ細小ナル
キハ本圖ニ示スカ如キ陰影ヲ生ス即チ前圖ニ就テ説述セシ
陰影ニ相反シテ眞ノ圓錐形ヲナシタル陰影ヲ生シ其錐尖〔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部ハ圖中見ル如ク一小部分ノ光ヲ受

圖 二 十 四 第



クルコ因テ得ルモノナリ斯々如ク半陰
生スルノ時ニ當テハ異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
前スガ如キ形狀ヲ得ベシ

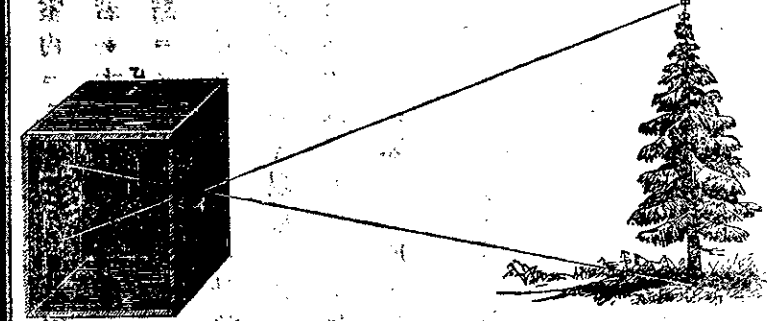
第四十三圖



明スルコト容易ナリ即チ第四十一圖ニ就テ
前セル所ノ光體(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

以上説述セシ所ノ陰
影ノ理ニ由リ日蝕月
蝕ノ生スル所以ヲ説

圖 十 四 第



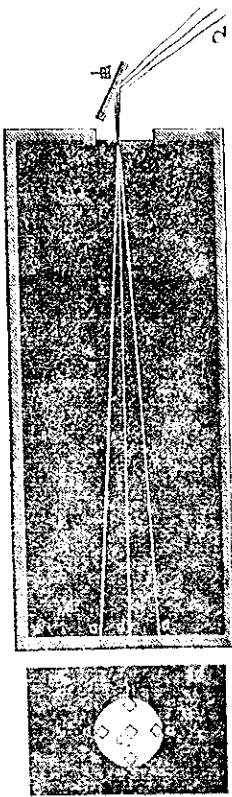
ニ巡廻シ來ルトスレハ之レガ爲メニ日蝕ヲ
生スベシトス

凡ソ光ハ稠度ヲ異ニスルコトナキ同一種ノ
ヤ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ヲ示スガ如ク小孔

(イ)ヨリシテ暗室(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)ノ倒像ヲ生シ是レ光線小孔ニ集會ス
ルニ由リ生ズルモノナリ直射スル光故ニ外物
ノ正像ヲ得ルモノナリ(即チ下端ノ光線ハ外物
ノ上端ヲ發シ天窓内ニ直射スルモノナリ所
ノ光ハ其上方ヨリ到達シ外物ノ上端ヨリ發射ス

ヲ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
 孔若シ大ナルモノ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シメ小孔ヲ通
 過シテ室内



ニ入ラシム
 レハ孔ノ形
 狀(例之ハ三
 角或ハ四角

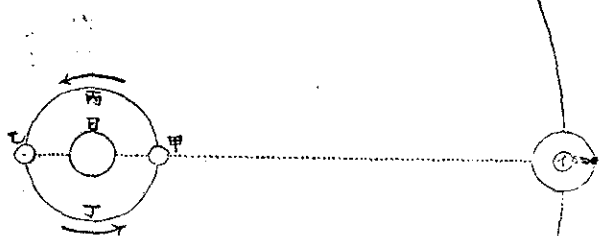
或ハ正圓)ニ關スルコトナリ常ニ圓キ光像ヲ得ルナリ今其理由ヲ説述

スベシ即チ太陽若シ一點ノ光体ナルハ孔穴ノ形狀ニ一致スル所ノ
 明像ヲ得ベキノ理ナルニ其光像ノ形狀穿孔ノ如何ニ關セザルハ太陽
 ノ圓形ナルヲ以テナリ即チ太陽ノ最高點ヨリ發射シ來ル所ノ光線ハ
 鏡ニ由テ反射シ(イロ)ノ方向ヲ取リテ壁上ニ達シ(ロ)點ニ於テ細小ナル
 正方形ノ光像ヲ爲ス方孔穴ノ形狀ヲ正而シ太陽ノ最下點ヨリ射來スル
 光線モ亦(ロ)點ニ於テ正方形ノ像ヲ爲シ又中點ヨリ發射シ來ルモノハ(ロ)
 ニ於テ正方形ノ像ヲ爲ス而シテ(ロ)ニ光像ヲ爲スモノハ太陽ノ右方最外點ヨ
 リ來ルモノニ由リ(ハ)ニ光像ヲ爲スハ左方最外點ヨリ來ルモノニ因ル
 其他ノ諸邊線及ヒ内部ノ各點ヨリ發射シ來ルモノモ之レニ同シ各
 之レニ一致スルノ點ニ於テ正方形像ヲ爲ス此ノ如クシテ生スル所ノ各
 個正方形ノ全數ハ終ニ圓圈ナル光點ヲ生成ス是ニ由テ之ヲ觀レハ凡ソ
 光ハ什麼ナル形狀ノ孔穴ヲ通過スルトモ必ス圓圈光明ノ點ヲ作クル
 事明ラカナリ然レニ光錐ノ軸若シ之レヲ受クル面ト直角ヲナサズシ

多少斜角ヲナスル其面上ニ圓圖ノ光點ヲ生じ却鏡楕圓形ノ光點ヲ成スベシ此理ハ茲ニ多言ヲ費ササルモ自ラ明瞭ナリトモ
〔光ノ速度〕夫レ光ノ速ハ極メテ疾迅ナルモノナリ速ク伐木ヲ見
テ後丁々ヲ聞キ遙ニ電光烽火ヲ見テ後雷鳴爆聲ヲ聞ク等以テ光速ヲ
大ナルチ知ルベシ太陽ノ如キハ我地球ヲ距ルニ甚タ大ナリト雖ニ太
陽ヨリ發スル所ノ光ハ大凡ソ八分時十三秒時中ニ我地球上ニ到達ス
ト云フ是レ一秒時ニ大凡ソ四万二千里ヲ經過スルノ速ト爲テ算出
シタルモノナリ此ノ如ク巨大ナル速度ハ縱令ヒ其大畧ナルモ什麼ナ
ル方法ヲ以テ算定シタモノナルヤ今其基因スル所ヲ明ラカスベシ
即チ其方法種々アリテ或ハ星學上ノ測算ニ因ルアリ或ハ適當ノ裝置
ヲ以テスルアリ然レ其成績ニ至テハ彼此相符合スルヲ以テ何レノ
方法ニ依ルモ妨ケナシ

〔ローメル氏ハ星學ノ算理ニ基キ光ノ速力ヲ測知セリ即チ木星ニハ數

第十四圖



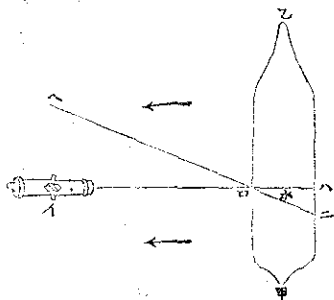
個ノ衛星アリテ時々木星ノ影中ニ巡入シ所謂月蝕(即チ木星ノ衛星蝕)
ヲナス而シテ其月蝕ハ均整ニシテ差變ナシト雖ニ地球ノ位置ニ從テ多
少時ノ差異ヲ生ス是レ光ノ速力ニ關
スルヲ以テナリ即チ第四拾六圖ニ示
スガ如ク〔日〕チ太陽トシ箭ヲ以テ示ス
所ノ圖〔甲乙丙丁〕チ地球ノ軌道トシ而シテ〔戊己〕チ木
星ノ軌道〔イ〕チ木星ト定ムレハ地球ノ〔甲〕點ニ位ス
ル際地球ト木星トノ距離ハ最モ小ナリ然ルニ地
球若シ〔乙〕點ニ位スルトキハ其距離最モ大ナリ而
シテ此兩距離ノ差ハ地球軌道ノ直徑ニシテ即チ地
理里程ノ四千万里ナリ今地球若シ〔甲〕ヨリ〔丙〕ヲ過
キ〔乙〕ニ向テ巡行スルノ際即チ地球木星ヲ遠カル
トキハ木星ニ附屬スル所ノ衛星ノ廻轉速ハ減却

スルガ如キノ外見アリ之ニ反シテ地球若シ〔乙〕ヨリ〔丁〕ヲ經過シ〔甲〕ニ向
 フテ木星ニ近クシノ際衛星ハ却テ加速スルヲ覺テ即チ地球ノ〔甲〕點ニ
 位スル時ニ當テ月蝕ヲ見ルニ大凡ツ八分時四分一前ニ現ハレ〔乙〕ニ在
 テ之ヲ望メハ更ニ八分時四分一後ニ現ハル然ラハ則チ〔甲〕點ニ於テ月
 蝕ヲ見ルト〔乙〕點ニ於テスルト十六分時半ノ差アリ今此差ヲ生スルハ
 光ノ地球軌道ノ直徑〔甲乙〕ノ距離即チ四千萬里ヲ經過スルニ右ノ時間
 ナ費ヤスヲ以テナリ故ニ其時間ヲ以テ此距離ヲ除スレハ光ノ速ヲ得
 ベシ今其算式ヲ設クレハ左ノ如シ

$$15,5 \text{ 分時} = 990 \text{ 秒時} \quad \frac{40,000,000}{990} = 40,404$$

是ニ由テ之ヲ觀レハ光ノ速ハ地理里程ノ四万里餘ナルヤ明ラカナリ
 上文説述セシ所ノ光速ハ「ブラドレー」氏光ノ迷行解アリニ由テ復タ之
 レヲ確證セリ今此現象ニ就テ其理ヲ了解シ易カラシメ且ツ其明晰ナ
 ルヲ欲スルガ爲メ先ツ第四拾七圖ニ示ス所ノ理ヲ考察スベシ即チ〔甲〕

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静止スルトキハ
 〔イ〕ヨリ發射セラレタル砲丸ハ〔ロ〕點及ヒ〔ハ〕點ニ於
 テ穿孔シ舟ヲ通過スベシ故ニ此穿孔ヲ透シテ
 大砲ヲ見ルヲ得ベキヤ固ヨリ言フチ誤タズ假
 令ヒ又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
 腹即チハロノ距離ヲ飛過スルノ同一瞬間ニ於テ舟ハ〔ハ〕點ノ距離ヲ經
 過スルト看做ストキハ第二ノ穿孔即チ〔ハ〕點〔ハ〕點ニ生セバシテ〔ロ〕點
 ニ來ルヤ必セリ是故ニ〔ロ〕ナル線ノ方向ハ砲丸ノ方向ト同一ナラザ
 ルヲ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ザ

ルトキハ〔ニコ〕ナル線ノ方向ハ直ニ砲丸ノ方向及ヒ大砲ノ處在ヲ指前
 スルモノト信スルナラン茲ニ〔ニコ〕及ヒ〔ハロ〕ナル線ノ間ニ生スル所ノ
 角ヲ名ケテ迷行角ト云フ而シテ進行之速度愈々大ナル歟又ハ砲
 丸ノ速愈々小ナル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ヲ
 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トキハ已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天ノ迷行角ハ下ニ説
 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
 分ト云ヒ其一分ヲ六十

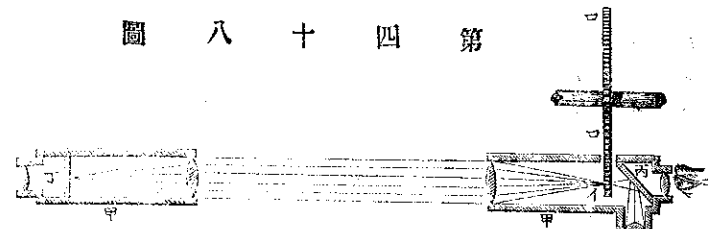
分シタルノ一ヲ秒ト云フ而シテ秒ノ標記トシテ數字ノ左上ニシテ而シ
 方ニ〔リ〕ヲ附ス例之ハ〔三十秒〕ニ〇是レナリ以下之レニ倣ヘ
 地球ノ速ハ三・九七〇〇ナリ今其速ヲ前スニ〔ハ〕ナル線ヲ以テシ三角
 法ニ從ヒテ光ノ速即チ〔ロ〕ナル線ノ長サヲ舉クレバ左ノ數式ノ如シ

$$\sin \cot \theta = 3,9700 \cdot \cot 20,4451'' = 40130$$

是ニ由テ之ヲ觀レハ光速ハ四〇一三〇里ニシテ前法ト全ク殊別ナル
 方法ニ依ルト雖モ其成績ハ大概相一致スルヲ明テカナリ

「ライヴ」氏ハ星學ニ根由スルヲ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ガ如シ即チ均正ノ齒ヲ具有ス
 ル所ノ一個ノ齒輪ヲ取り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ザルベシ然

圖 八 十 四 第



リ而ノ光ノ速ハ太タ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
ズ大凡ソ地理里程ノ四里ヲ過グルノミ故コ今
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ヘ
ハ更ニ齒若シハ他ノ齒間ノ廻達シ來タルモノアルベシ
是故ニ茲ニ反射シ來ル所ノ光ハ或ハ齒ノ爲メニ遮ラレ
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「フイグー」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「甲」方左ハ共ニ一箇ノ
望遠鏡ナリ「後」ニ詳ニ互ニ相距ルコト八六三三メートルノ位

置ニ在リ而ソノ望遠鏡ヨリ佗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」ヲ視透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洋燈
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ガ爲メ
接眼「レンズ」ト對物「レンズ」ノ焦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「甲」方左ナル望遠鏡ノ對物「レンズ」ノ焦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「甲」
方右ニ來リ其對物「レンズ」ノ焦點「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〔レンス〕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ニ由テ〔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メ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ヲ一六度ナルキハ一個ノ齒間ガ〔イ〕ナル燒點ヲ經過スルコトハ一八四四分ノ一秒時

1440	126	18144
------	-----	-------

ヲ費スベシ然レニ齒間已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ハ則チ光ハ一八四四分ノ一秒時中ニハ六三三ノ二倍ノ距離即チ一七二六メートル〔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四二二二〇

313274304	7420
-----------	------

42220) 里ナリ

以上説述スルガ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四万有餘里ナルコト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四万二千里ナリト定ムルモノトス

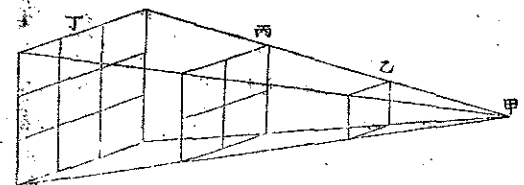
〔暗体ノ光ヲ受ケテ照輝セラル、ノ強弱ハ光源ノ距離ニ關ス〕凡ソ暗体ガ光体ヨリ發シ來ル所ノ光ヲ受ケテ照輝セラル、強弱ノ度ハ其光ノ強弱ニ由ルハ固トヨリナリト雖モ之レヲ受クル

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スル角度
ニ關ス今物体若シ光點ヲ距ル r 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サレ二ノ距離ニ在ルモノハ其
四分一又三ノ距離ニ在ルモノハ其九分一ノ光ノ以テ照輝セラルハナ
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
且ツ其距離ニ例比ス其度左ニ表前スルガ如シ

一ノ距離ニ在リテハ	1
二ノ距離ニ在リテハ	$\frac{1}{4}$
三ノ距離ニ在リテハ	$\frac{1}{9}$
四ノ距離ニ在リテハ	$\frac{1}{16}$
五ノ距離ニ在リテハ	$\frac{1}{25}$
一般ニ言フモノ	$\frac{1}{r^2}$

今光ノ強度ハ何ノ故ニ此ノ如ク距離ノ自乗ニ例比スルヤノ理由ヲ説

第十四圖



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
スレハ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 $\frac{1}{4}$ 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
ヲ論スレハ其半徑 $1:2:3$ ノ對稱ニシテ面積ハ $1:4:9$
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ザレハ其各點ニ就テハ四
分一或ハ九分一ノ強サニ減却スルヲ疑ヒナシ今更ニ
第四十九圖ニ就テ光強ノ距離ノ自乗ニ例比スルノ景
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]ヲ照スモノトス然ル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]ヲ照ラサマル可カラサルヤ本圖ノ景狀ヲ觀レハ自
 ツカラ明ラカナリトス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
 比スルノ事由ヲ試驗的ニ確證セントス即チ本圖ニ示ス所ノ現狀ノ如
 ク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[イロハ]ノ支臺三個ハ共ニ容ニ紙片ヲ貼付シタル圓輪ヲ插シ其中央
 ニステアリンヲ附着シテ一小點ヲ成ス而シテ[イ]ノ支臺ニ一燭ヲ插シ[ロ]
 ノ支臺ニハ其燭火ト同様ナルモノ四個ヲ樹テ其燭ニ點火スルモステ
 アリン點ハ依然トシ現ハル今[ハ]ハ一定ノ處ニ置キ[イ]或ハ[ロ]ノ一個モ

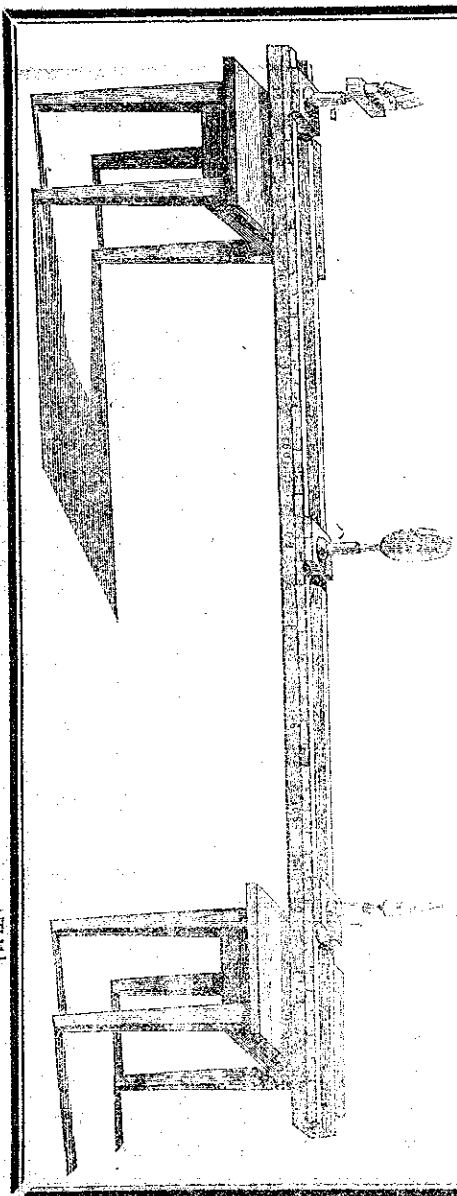
亦[ハ]ヲ距離[イ]一定ノ位置ニ在ラシメ其一燭ヲ進退スレハ遂ニステアリン點ハ
 全ク消失シ視ル可カラザルニ至ル此際[ハ]ヨリ[イ]及ヒ[ハ]ヨリ[ロ]ノ距離ヲ測
 ルニ一ト二トニ於ケルガ如シ今ヤ一ノ距離ニ在ル所ノ一燭ト二ノ距離ニ
 在ル所ノ四燭トステアリン點ヲ照ス一同様ナルノ微ニシテ光強ハ距離ノ

圖

十

五

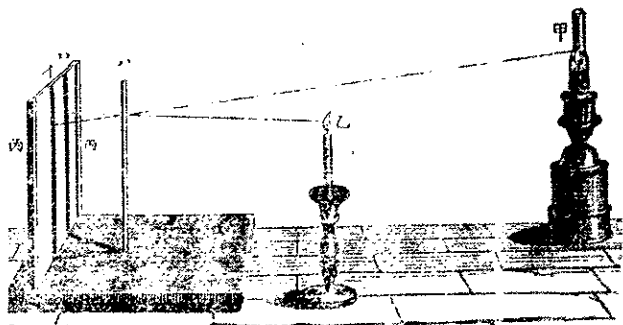
五



自乗ニ倒比スルノ證ナリ今「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」ヲ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ニ反シテ他方ヨリ之ヲ望メハ「ステアリン」點ノミ鮮明ニシテ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」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」點ノ部ヨリ多ク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ル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」點ハ消失シタルガ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ヤヲ果シテ明ラカナリ「ブンゼン」氏ハ上文ノ理ニ原キ種々ノ光源ヨリ來ル光ノ強度ヲ比較シ其裝置ヲ測光器ト名ケタリ其大略ヲ説述セハ即チ通常ノ蠟燭六本ノモノトス一磅ヲ以テ「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「 $\frac{1}{16}$ 」ナル距離ニ定メザルベカラス蠟燭ノ示スニ「 $\frac{1}{16}$ 」ヲ以テ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「 $\frac{1}{16}$ 」ナリ又他ノ方法ヲ以テ種々ノ光源ヨリ來ル所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ニ

第十五圖



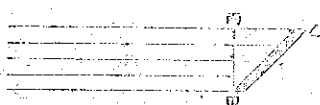
此兩陰影ヲシテ同度ニ至ラシメシカ爲メニ其強光ヲシテ壁面ヨリ遠
サカラシメザルベカラス今「イ」及「ヒ」ヲ以テ光ノ強度ヲ示シ壁面ヨリ遠

前スカ如シ即チ「丙」ハ白壁ニシテ其前面ニ
近クシテ「ハ」ナル一小杆ヲ樹立セシム今「乙」ニ
燭光ヲ置キ「甲」ニ他光ヲ置クトキハ壁上ニ「ハ」
杆ノ陰影二個「イ」及「ヒ」ヲ生スルナルヘシ面
ノ此二個ノ陰影ヲ生セサル部ハ「甲」及「乙」ナ
ルニ光ノ爲メニ照輝セラル、ヤ明ラカナリ然
レトモ陰影ハ各々一光ノ爲メニ照ラサル、
ヲ以テ光源若シ兩ナカラ同強ノ光ヲ發スル
キハ兩光ノ其壁面ヲ遠サカル、同一ノ距離
ニ於テ其兩陰影ハ其ニ同度ノ暗黒ヲ呈スヘ
シ然リト雖ヒ一光若シ強大ナルニ當リテハ

ニ光ノ距離ヲ標スルニ「イ」及「ヒ」ヲ以テスレハ二光ノ對稱ハ左ノ數式
ノ如シ

$$I : i :: I' : i'$$

第十五圖



或ル面上ニ落射シ來ル所ノ光線若シ面ト直角ヲナサシテ斜角ヲナ
スルハ其斜度ノ大小ニ從テ照輝セラル、ニ差度アリトス例
之ハ第五拾二圖ニ示ス所ノ「甲乙」ナル面ハ射落シ來ル光線ト
斜角ヲ爲シ「甲丙」ハ直角ヲ爲ストスレハ縱令「甲乙」面ハ「甲丙」
ヨリ廣シト雖ヒ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、ニ弱シ而シテ「甲乙」面愈々
傾斜スルキハ其照輝セラル、ノ度モ愈々弱カルベシトス

第三章

光ノ反射

既ニ前章ニ於テ說述セシ如ク凡ソ暗体ハ光体ヨリ發射シ來ル所

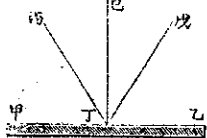
ノ光ヲ受ケ之レテ反射スルニ因テ現ハルモノ（人ノ視覺ニ感スルモノ）ナリ今一例ヲ舉ケ其現象ヲ証明セントス即チ暗室ノ一壁ニ小孔ヲ穿テ日光ヲ射入セシムレハ内壁ノ一部ニ太陽ノ光像ヲ生ス今茲ニ鏡ヲ置クトキハ其位置ノ如何ニ關シテ室内一定ノ處ニ於テ更ニ一箇ノ光像ヲ見ルベシ第二ノ光像ハ日光ノ射入ニ由テ生スルト雖モ第二ノ光像ハ即チ彼ノ鏡面ノ爲メニ反射セラレタル光ニ由テ生シタルモノナルヲ疑ヒナシ是レ即チ光ノ反射スル明徴ナリ

〔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ナラズ必ス其一分ハ吸収セラレ、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セ去ル固トモリ論ヲ俟ツス凡ソ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ヲ甚タ少シ其角若シ傾斜セルトキハ反射スルヲ多シ而シテ角愈々斜ナレ

ハ反射愈々強シ例之ハ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ベシ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

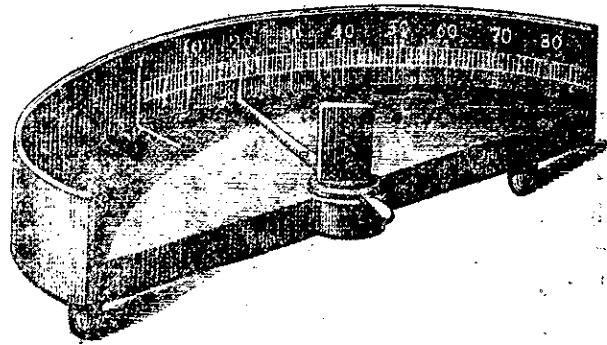
- 第一入射線ト反射線ハ鉛直線ト同一ノ空面ニアリ
- 第二反射線ノ角度ハ反射線ノ角度ニ均一ナリ

今第五十三圖ニ就テ第一及ヒ第二ノ定則ヲ説明スベシ即チ〔甲乙〕ナル面上ニ〔丙丁〕ノ方向ヲナシテ〔丁〕點ニ落射シ來ル所ノ光線ハ〔丁〕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シ已上兩角ノ度數ハ共ニ均一ニシテ且ツ共ニ



鉛直線以下同一空面ニ在ルヲ本圖ノ現狀ノ如シ此貴重ナル定則ハ

第五十四圖ニ示ス所ノ器即チ反射器ト名
 ツクルモノニ因テ容易ニ之レヲ確證スルヲ
 得ベシ即チ本圖ニ於テハ其後面ヲ示ス所ノ
 小サキ平面鏡(ニ)ハ水平ノ半圓狀板(甲甲)ノ中
 點ヲ貫ケル軸ニ沿テ旋廻ス又之レニ附スル
 ニ鉛直綿チ示ス所ノ黃銅製ノ小杆(ロハ)ヲ以
 テシ其終端ハ屈曲シテ鉛直ニ上方ニ向フ此
 小杆ハ鏡ト共ニ旋廻スルモノトス(甲甲)ナル
 半圓板ノ弧線ヲ爲シタル部ニ於テ黃銅製ノ
 半規圖ヲ附ス其半規圖ニハ中央(イ)ニ於テ
 狹窄ナル間隙ヲ有シ(イ)ヨリ右方ハ九十度ニ
 分割セリ今鏡(ニ)ヲ旋轉シ小杆(ロハ)ヲシテ十度、二十度或ハ三十度ヲ指



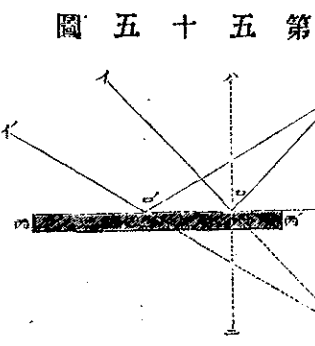
第五十四圖

分劃セリ今鏡(ニ)ヲ旋轉シ小杆(ロハ)ヲシテ十度、二十度或ハ三十度ヲ指

示セシムルニ至リ半規圖ノ外方ニ或ル光源ヲ置キ(イ)ヨリシテ其光ヲ
 射入セシムルトキハ必ス二十度、四十度或ハ六十度ノ位置ニ於テ反射
 光ノ來ルヲ見ルベシ是レ則チ鉛直線(ロハ)ト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ス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ヲ有スルノ理果ソ明ラ
 カナリ

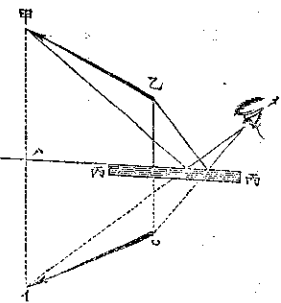
〔正反射〕凡ソ反射ヲ分ツテ二ト爲ス曰ク正反射曰ク不正反射是
 レナリ滑澤ナル面ハ常ニ正反射ヲ起シテ光ノ由來スル所ノ物体ノ肖
 像ヲ生ス之レニ反シテ不正ニ反射シタル光所謂離散光ハ其反射ヲ起
 ス所ノ物体ヲ現ハス物体ノ著明ナル肖像ヲ現ハス所ノ滑澤ナル面ハ
 總テ之ヲ名ケテ鏡ト云フ凡ソ鏡ニハ平面鏡彎曲鏡ノ二種アリ此平面
 鏡トハ通常吾人ノ使用スル粧鏡ノ如キ即チ是レナリ

凡ソ平面鏡ニ由テ反射セ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ニ距ルノ遠近ハ正ニ鏡前ニ位スル所ノ其物体ト
 均シクセ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〔甲ロ〕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〔ロイ〕ナル方向ヲ取り
 テ反射ス而シテ此線若シ人ノ眼目ニ感受セタル
 ハトキハ其眼中ニ於テ爲ス所ノ作用ハ恰カモ鏡
 後ノ一點ヨリ來リシモノ、如クナルベシ
 夫レ光點〔甲〕ヨリ發シテ鏡面ノ一點〔ロ〕ニ達シタル線ハ〔ロイ〕ノ方向ニ反射ス
 若シ茲ニ〔イロ〕及ヒ〔イロ〕ナル線ヲ鏡後ニ延長スレハ〔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カモ彼ノ〔乙〕點ヨリ分散シ來ルノ觀ヲ做ス今之レ
 チ概言スレバ〔乙〕ハ即チ〔甲〕ノ肖像ナリ今〔ロロ〕甲ナル三角ハ〔ロロ乙〕ニ等
 シ幾何學上容易ニ之ヲ 故ニ〔ロ甲〕亦タ〔ロ乙〕ニ同等ナリ然ルトキハ〔ロ甲
 ホ〕ナル三角ト〔ロ乙ホ〕ナル三角モ亦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〔ホ乙〕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ヲ明ラカナリ以上説述セル所ノ理
 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ニ同ナラシム〔例之ハ
 光點鏡面ヲ距ルノ半〕メーッ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メー
 點ニ相會スルト同一理ニ由リ其諸點ヨリ發シ來ルモノハ各其一致ス

第五十六圖

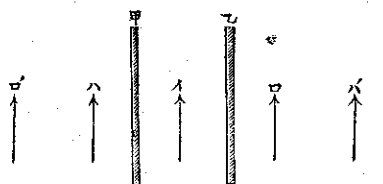


ヘキ點ニ於テ聚會スベシ例之ハ第五拾六圖ニ示スカ如ク〔丙丙〕ナル平面鏡ノ前ニ一柱ノ箭〔甲乙〕アリテ其頭部〔甲〕ノ肖像ヲ求メント欲セハ〔甲〕ヨリシテ鏡ノ延長線上ニ鉛線〔甲ハ〕ヲ下シ尙ホ之レヲ延長シテ〔甲ハ〕ト同長ノ線〔ハイ〕ヲ得レハ〔イ〕點ハ即チ箭頭ノ肖像點ニシテ〔甲〕ヨリ射スル所ノ光線ハ恰カモ此處ヨリ來ルガ如ク反射シ〔乙〕點ノ肖像點モ亦其法ヲ以テ搜索シ〔ロ〕ヲ得ベシ是ニ由テ之ヲ觀レハ〔甲乙〕ノ間ニ在ル各點ヨリ發スル光ノ肖像點ハ皆〔イ〕トノ間ニ於テ各之レニ一致スルノ點ニ來ルヤ必セリ故ニ〔甲乙〕ナル箭ノ〔丙丙〕ニ寫映スルトキハ覽者ノ眼ノニ現ワルハ一圖ノ現狀ノ如クナリ

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ズ其肖像ノ倒立スルヲ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若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

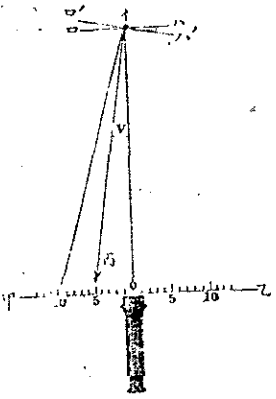


第五十七圖ニ示スガ如ク二個ノ平面鏡〔甲〕及〔乙〕ヲ取り互ニ相對シテ並行ニ直立セシメ其中間ニ一ノ物体例之ハ箭〔イ〕ヲ置ケハ兩鏡ニ映寫シテ無數ノ肖像ヲ爲スベシ是レ一タビ〔甲〕ナル鏡ニ映シテ〔ハ〕ヲナシタルモノ〔乙〕鏡ニ映シテ〔ハ〕ヲ現ハシ最初〔乙〕鏡ニ映シテ〔ロ〕ヲ生シタルモノ〔甲〕鏡ニ映シテ〔ロ〕ヲ現ハシ逐次互映シテ遂ニ無限ノ數ニ至ルヲ以テナリ然レニ其肖像ハ漸々光

度ヲ減ス蓋シートタビ反射セラル、毎ト必ス多少ノ光ヲ吸収セラ
ルハヲ以テナリ
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
トシテ應用スベキ要器ナリトス右ノ平面鏡ノ種類ニ就テ一二ノ例ヲ
掲ク

第一「ヘリオスタト」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

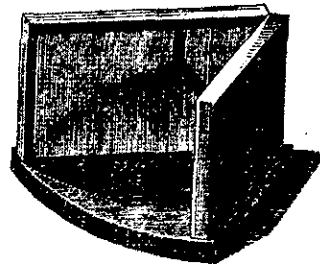


第二「ボツゲン」ナリ此
裝置ハ甚ダ微小ナル廻轉ヲ精測スルニ
使用スルモノニシテ第五十八圖ニ示
セル「イ」ハ其中點ニ沿ヒ甚ダ微小ナル角
度ニ於テ左右ニ廻轉スベキ所ノ或ル物

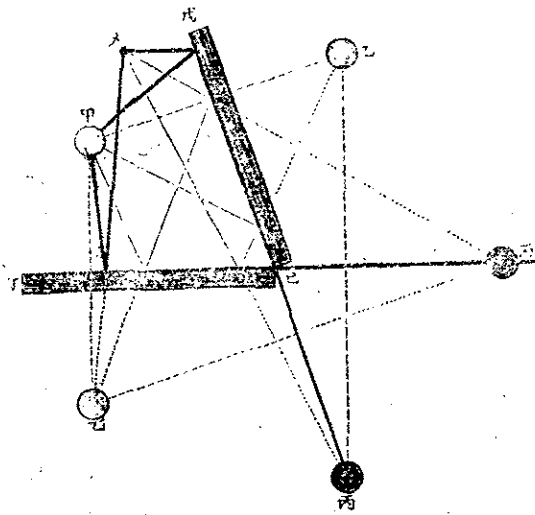
体ノ廻轉軸ナリ而シテ此軸ニハ其廻轉ヲ共ニシ且ツ決シテ之ニ對
スルノ位置ヲ變スルコトナキ一個ノ平面鏡「ロハ」ヲ附着セシム又此鏡
ノ中央ニ相對シテ一個ノ望遠鏡ヲ裝定ス而シテ右ノ望遠鏡ニ光ノ射
入スルヲ妨ケサル位置ヲ取り少シク其下方ニ當リテ「ロハ」ト並行ス
ル所ノ尺度「甲乙」ヲ具フ但シ其度標ノ影像ハ望遠鏡ニ由テ鏡中ニ映
視スルヲ得ベキ樣設置シタルモノトス今平面鏡ノ廻轉軸「イ」ニ由テ
旋轉セラル、ヤ否ヤ望遠鏡ノ十字形絲線「フ」望遠鏡中ニハ極メテ微小
張り其會合點ヲシテ望遠鏡視學的ノ前ニハ尺度ノ他點ヲ來タスガ
故ニ些少ノ廻轉モ著明ナルニ至ル玆ニ設ケタル尺度ノ標目ハ鏡ガ
其中位「ロハ」ニ在ルノ際望遠鏡ノ十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減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バ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「ロ」度ヲ現ハスベシ然ルトキニハ鏡面ノ鉛

直線〔イ丙〕〔ニ〕ノ半バチ指スヲ反射ノ定則ニ從テ明ラカナリ故ニ廻
 轉度ノ大サハ〔ニ〕ノ半バチリト知ル
 第三角鏡ナリ二個ノ平面鏡ヲ取り互ニ成ル角度ヲ爲セテ駢立セ
 シメ圖ヲ見ヨ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

圖九十五第



圖十六第



六十圖ニ就
 テ其理ヲ説
 明スベシ即
 チ〔戊己〕及
 〔己丁〕ハ七
 二度即チ三
 度ノ五ノ角
 分ナシ〔己〕
 度ナシ

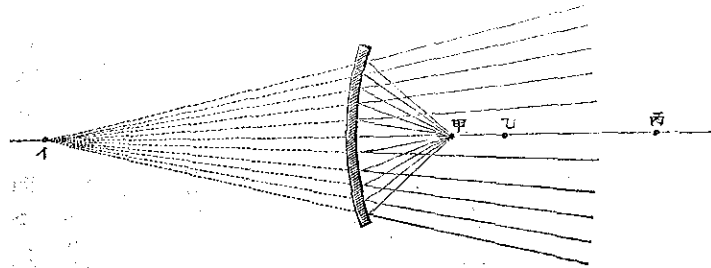
點ニ於テ互ニ相會合セル二個ノ平面鏡トス〔甲〕ハ兩鏡ノ間ニ置キタ
 ル光點ニシテ之ヨリ發射スル所ノ光ハ此兩鏡ノ爲メニ反射スルニ
 因リ先ツ〔乙〕及ヒ〔乙〕ナル肖像ヲ現ハス今ヤ肖像〔乙〕ハ即チ〔丁己〕ナル鏡
 ニ向テハ一個ノ光點ト看做スベクシテ〔丙〕下方ノナル肖像ヲ生セシ
 ム之レト同一ノ理ニ於テ〔乙〕ハ上方ノナル肖像ヲ現スナリ爰ニハ
 即チ總計四個ノ肖像ヲ得ベシ此ノ如ク四個ノ肖像ヲ現ハス所ノ光
 線ノ方向ハ前ニ説述シタル平面鏡ニ生スル肖像ノ條ヲ參考シ本圖
 ノ現狀ヲ觀ルトキハ別ニ説明ヲ要セサルモ明瞭ナリ但シ三百六十
 度ヲ除スル所ノ數角ヨリト説ナレバ其數ハ多シト物体ノ位置
 トニ從テ肖像ノ數ニ多少ナリ其除スル所ノ數ハ〔丁〕トシ〔己〕若シ偶數
 ナルトキハ光點ノ位置如何ニ關シス此〔己〕ヨリチ減シタル數ノ肖
 像ヲ生ス例之ハ〔己〕四ナレトキハ三個ノ肖像ヲ生シ六ナルトキハ五
 個ヲ生ス〔己〕若シ奇數ナルハ當道テハ其光點チシテ三鏡中ノ或ル一

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〔乙〕角愈々減少スルヲ以テ反射光ノ束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ニ因リ反射光モ亦〔丁〕點ニ束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束聚點ハ〔丙〕點ナルヲ固ヨリ論テ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ク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例之ハヨリ發シタル光線ハ都テ必ス一定點此ニ於テニ束聚シ又〔イ〕ヨリ射出シタリト看做セハ必ス〔丙〕點ニ束聚スベシ此ノ如ク互ニ相一致スル所ノ點ヲ名ケテ對應點ト云フ

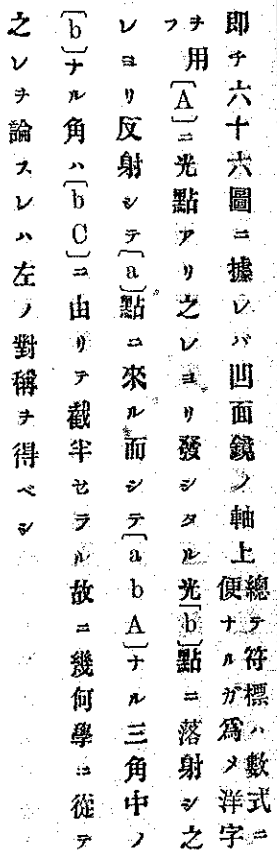
光點若シ凹面鏡ニ近キ燒點ト鏡面ノ間ニ來ルハハ反射スル所ノ光線

第六十五圖



ハ悉皆分離線ト爲リ決シテ鏡前ニ於テ輻聚スルヲ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ヲ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輻聚セザルヤ必セリ面ノ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輻聚セサルヲ明ラカナ

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



今若シ〔b A d〕ナル角甚タ小ナルトキハ〔A b〕ハ大凡ソA

テ前式ニ代ユルヲ得ベシ

$$\text{然ルニ } \Delta O \equiv \Delta p - r[r \text{ ハ即チ鏡ノ半徑}] \text{ニシテ } O p \equiv r -$$

22ナリ因テ再ヒ左式ノ如ク變化スルヲ得ベシ

$$\text{Ad} : \mathfrak{r} \rightarrow \text{ad} = \text{Ad} : \mathfrak{ad}$$

$$(\text{Ad}-r)\text{ad}=(r-\text{ad})\text{ad}$$

今若 $\begin{bmatrix} E \end{bmatrix}$ 及 $\begin{bmatrix} e \end{bmatrix}$ を以て $\begin{bmatrix} A & d \end{bmatrix}$ 及 $\begin{bmatrix} h & d \end{bmatrix}$ に代ふルキハ左式を得べし

Here-re==r Here-H

郎
子

$$rE = 2He - re$$

今 $\left[\begin{smallmatrix} r \\ e \\ e \end{smallmatrix} \right]$ を以て此式ヲ除スレハ左式ト爲ル

1	2	1
1	2	1
2	1	2
3	2	3
4	3	4
5	4	5
6	5	6
7	6	7
8	7	8
9	8	9
10	9	10
11	10	11
12	11	12
13	12	13
14	13	14
15	14	15
16	15	16
17	16	17
18	17	18
19	18	19
20	19	20
21	20	21
22	21	22
23	22	23
24	23	24
25	24	25
26	25	26
27	26	27
28	27	28
29	28	29
30	29	30
31	30	31
32	31	32
33	32	33
34	33	34
35	34	35
36	35	36
37	36	37
38	37	38
39	38	39
40	39	40
41	40	41
42	41	42
43	42	43
44	43	44
45	44	45
46	45	46
47	46	47
48	47	48
49	48	49
50	49	50
51	50	51
52	51	52
53	52	53
54	53	54
55	54	55
56	55	56
57	56	57
58	57	58
59	58	59
60	59	60
61	60	61
62	61	62
63	62	63
64	63	64
65	64	65
66	65	66
67	66	67
68	67	68
69	68	69
70	69	70
71	70	71
72	71	72
73	72	73
74	73	74
75	74	75
76	75	76
77	76	77
78	77	78
79	78	79
80	79	80
81	80	81
82	81	82
83	82	83
84	83	84
85	84	85
86	85	86
87	86	87
88	87	88
89	88	89
90	89	90
91	90	91
92	91	92
93	92	93
94	93	94
95	94	95
96	95	96
97	96	97
98	97	98
99	98	99
100	99	100

即

$$\frac{1}{1+e} + \frac{1}{1+e} = \frac{2}{1+e}$$

是レ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ナルノ例ヲ示スベシ

〔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 E ニ O ナリ故ニ E ニ O ト爲リ O ニ E ト爲ルナリ
 愛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 ニ e ヨリ大ナリ愛ニ光ノ輻聚點ハ球形中點ト燒點トノ間ニアリ

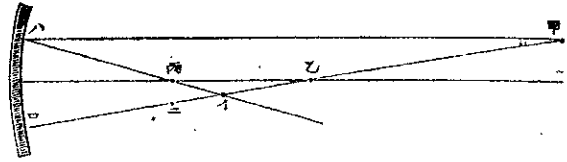
〔第三〕 E 若シ r ニ等シキ際即チ光點 C ノ球形中點ニ在ルトキハ e ハ r ニ等シ故ニ e ハ中點ニアリ

〔第四〕 E 若シ r ヨリ小ニシテ r ニ e ヨリ大ナルトキハ e ハ r ヨリ大ナリ愛ニ光ノ輻聚點ハ球形中點ノ外ニアリ

〔第五〕 E 若シ r ニ e ヨリ小ナル際即チ光點 C 燒點ト鏡面トノ間ニアルトキハ e ハ負數ナリ愛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レヲ論スルモノ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

第十六十七圖



〔甲〕ハ即チ軸外ニアル光點ナリ今〔甲〕ヨリ中點 C ヲ過キ鏡上ニ一線ヲ引クトキハ即チ〔甲〕ヨリ鏡上ニ射來スル光線ノ軸ト爲ルナリ是故ニ〔甲〕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〔甲〕乙ト並行シテ鏡上ニ射來スルトキハ反射ノ後〔乙〕トノ中間ニ在ル所ノ一點ニ於テ輻聚スルナラシ然レモ〔甲〕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 r ニ點ヨリ尙ホ遠キニ在リ其必ス輻聚スルノ點ヲ搜索セント欲セハ〔甲〕ヨリ鏡軸ト並行シテ〔甲〕ナル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〔甲〕點ヨリ〔丙〕ヲ過キ一直線ヲ引クトキハ此線甲乙 C ナル線ノ一點ニ會合ス〔イ〕ハ即チ此會合點ニシテ〔甲〕ヨリ發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〕點ニ於テ輻聚スルヤ必セリ

上文説述セシ所ノ諸項ハ總テ一點ノ光ニ限レルモノナレバ已テ物体
ヲ鏡前ニ置キ其肖像ノ如何ニ就テ考フベシ即チ第六十八圖ハ重スガ

如ク凹面鏡ノ中點ト焦點ハ間ニ一個ノ物体〔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〕ニ

リ發セシモノト同一ノ方向ナルガ故ニ鉛直線ノ方向

ヲ取ルモノトシテ中點〔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〕ノ方向ニ射行シ

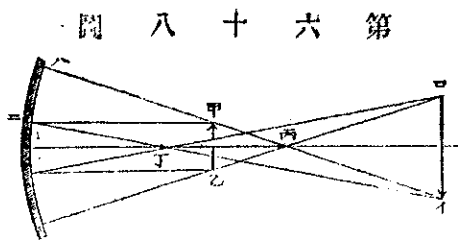
タル光線ハ焦點ヲ經過シ〔コ〕ノ方向ニ反射スベシ此

ノ如ク〔甲〕ヨリ發スル光線ハ悉皆反射シテ〔イ〕點ニ輻聚

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ノ理ニ據リ〔ロ〕ニ輻聚シテ其

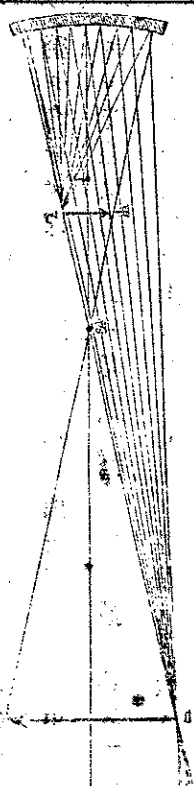
肖像ヲ生ス上端ト下端ノ間ノ各點ヨリ發スル光線ハ各皆其適應ノ點



第六十八圖

ニ輻聚スベキ多弁チ俟スレ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〔ガ〕ノ
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焦點ノ間ニ生スル
肖像ハ愈々焦點ニ近クシテ愈々小ナリ故ニ中點ト焦點ノ間ニ在ル物
体愈々焦點ニ近ケレハ中點外ニ生スル肖像ハ中點ヲ遠サカルニ愈々
大ナリ此等ノ理由ハ射光ノ角度ニ關スルノミニ前ノ諸項ヲ參考セ
ハ容易ニ解明スルヲ得ベシト茲前圖ニ就テ説述セシ所ハ物体ノ各點

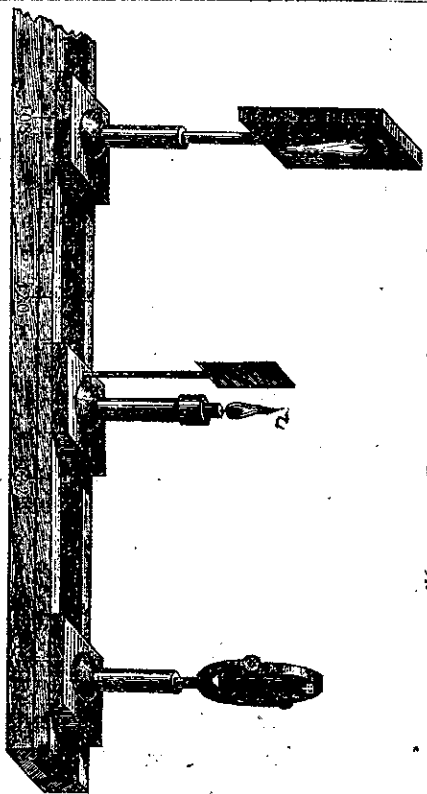
第九十圖



光線ノミニ止ルリ
シト雖モ令第六十
九圖ヲ以テ示セル
景狀ヲ見レバ各點

ヨリ發スル光線ハ悉ク之レニ適合スルノ點ニ輻聚スルモノナルヲ
疑テ容レズ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
如クシ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
ニ輻聚スルヲ以テ〔イロ〕ナル全肖像ヲ現ハスナリ但シ其物体ノ下端ニ
於ケル〔乙〕點ノ佗ヨリ發スル光線ヲ圖中ニ省略セルハ多線混亂シテ其
方向ノ不分明ナルヲ恐ルレハナリ物体若シ〔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サ眞物ニ等シクシテ顛倒セリ以上説述セシ如
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
シ一定ノ位置ニ輻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ト否トヲ試験上ニ
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 十 六



〔甲〕燭光〔乙〕及ヒ肖像

ヲ受クベキ方扁板
ヲ並列シ燭光ヲ進
退シテ適度ニ至レ
ハ方扁板上ニ本圖
ニ示スカ如キ巨大
明較ナル倒像ヲ呈
ス若シ又肖像ヲ受

クベキ板ヲ除切シ遠隔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輻
聚スルコトナキヤ既ニ前文ニ説述セルカ如シ今此理ヲ據リ假令ヒ一
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

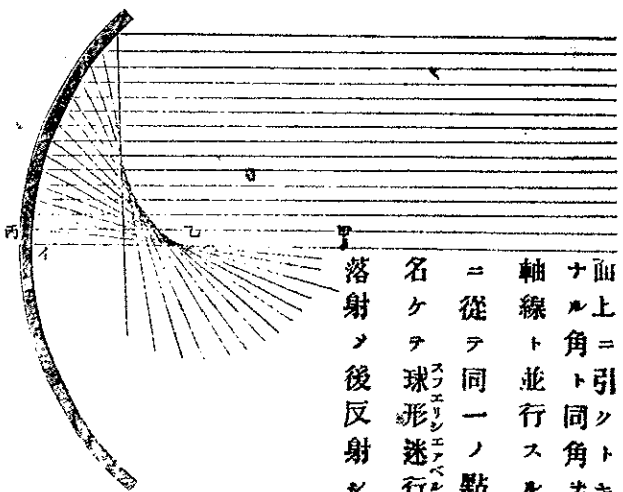
第七十一圖ヲ以テ其光線ノ輻聚シテ肖像ヲ現ハスル點ヲ明示スベシ
即チ燒點(丁)ノ内ニ物体(甲乙)アリ其上端(甲)ヨリ(甲)ノ
方向ヲ取りテ發射シタル光線ハ直チニ其方向ニ反射
ス是レ蓋シ球形ノ半徑ノ方向ナルハナリ軸線ト並行
シテ(甲)ノ方向ニ發射シタル線ハ燒點ノ方向ニ反射
シ(甲)ノ方向ヲ取レルモノハ(乙)ノ方向ヲ取りテ又
射ス是故ニ(甲)ヨリ發シタル總線ハ鏡前ニ於テ輻聚ス
ルヲナク之レガ爲メ(甲)ノ肖像ヲ現ハサズト雖モ之
レヲ鏡後ニ延長スレハ圖中假線ヲ以テ示ス如ク(イ)點
ニ於テ輻聚ス下端ヨリ發スル所ノ光モ亦タ上端ニ於
ケル如ク(ロ)點ニ輻聚シ其他ノ各點ヨリスルモノモ各其適當ノ位置ニ
東聚スルヲ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

文ノ如ク異ニ光ノ輻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
ノ一點ニ輻聚スルヤ第七十二圖ニ示ス所ノ現狀ヲ
見レハ明瞭ナリトス
上文説述スル所ニ就テ之、第
レヲ觀レハ凹面鏡ニ由テ
反射スル光線ノ輻聚スベ
キ點ハ一定ナルガ如シト
雖モ實際ニ於テハ決シテ然ラス今第七十三
圖ニ就テ之レヲ説明スベシ即チ軸線ト並行
ニ射來スル二條ノ光線アリ軸線ニ近キ位置

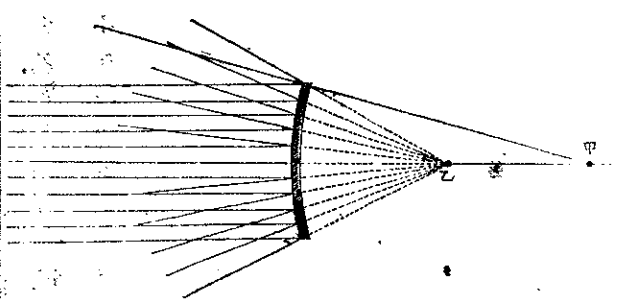
第七十二圖

第七十四圖



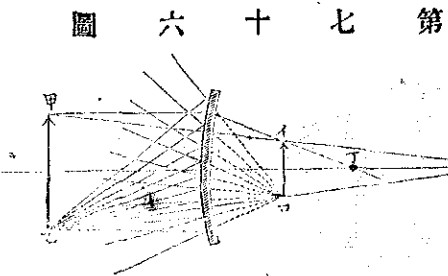
ニ射來スルモノハ反射セテ【乙】此點ハ即チ前ニ達セ軸線ニ遠キ位置
ニ射來スル他ノ一線ハ反射ノ【ロ】是レ即チ前ニモ說述セタル如
面上ニ引クトキハ【ハ】ナル角ト【ニ】然ラハ則チ假令ヒ
ナル角ト同角ヲナスヲ以テナリ
軸線ト並行スル所ノ光線ナルモ軸線ヲ距ルノ遠近
ニ從テ同一ノ點ニ輻聚スルヲ能ハサルナリ之レヲ
名ケテ球形迷行ト云フ此ニ線ノ間ニアリテ鏡面ニ
落射ノ後反射セタルモノハ各【乙】點ト【ロ】點トノ間ニ
來ルヤ固ヨリ論テ俟タサルガ故ニ
茲ニハ一ノ燒點ヲ成サズシテ所謂
燒線即チ數多ノ燒點連續シテナル
モノヲ生ス其球形迷行ノ著大ナル
ハ第七十四圖ヲ見テ明ラカナリ此
迷行ヲ避ケント欲セハ第七十四圖

第七十五圖



ニ前スカ如キ凹面鏡ヲ用ユベカラス即チ開口角ノ小ナル鏡ニ終令ヒ大
ニ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
ル形ノ凹面鏡ヲ用ユルヲ佳トス此形狀ヲ有ス
ルモノハ能ク光線ヲシテ一點ニ輻聚セシムル
ヲ得ヘキヲ以テナリ
凸面鏡ニ於ケル光線反射ノ景況如何ハ己ニ凹
面鏡ノ理ヲ了解セハ自カラ明瞭ナルヲ得ベシ
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
ヲ名ケテ凸面鏡ノ軸線ト云フ此軸線ト並行セ
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

此乙點名ケテ凸面鏡ノ分散點ト云フ而シ其點ハ中點甲ト鏡面ト
ノ中央ニ在ルモノナリ凡シ凸面鏡ノ前ニ位スル物体ノ肖像凹面鏡
ニ於ケルガ如シ其位置關シテ著シキ變化ヲ起ス
ヲナシ今肖像ヲ現ハスノ一例ヲ舉グレバ第七十六
圖ニ示ス如シ凸面鏡前ニ一個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ニ
延長スレハイニ輻聚ス而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セニ
輻聚スルヲ以テ茲ニ小ナル肖像イロヲ現ハス此ノ



不正反射

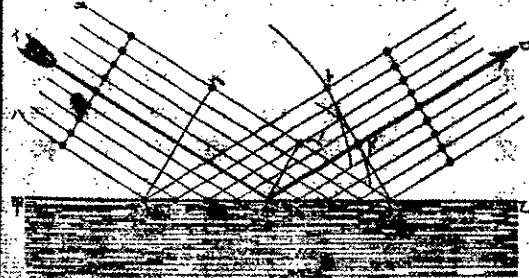
凡シ平面上ニ射來スル所ノ光線ハ入射ノ角度ト同等

ナル角度ヲ爲シテ反射スルモノナルコト既ニ反射ノ定則ニ據テ考テ
レバ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ヲ瞰フモ一樣ニ
視認スルヲ得ベキハ何ノ理ニ由ルヤ是レ即チ各種物体ノ面ハ凹凸
チ有スルガ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反射ノ定則ニ反戾スルモ
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ヲ望テ一樣ニ人目
ニ入ル所以ハ當ニ表面ノ不正反射ニ由ルノミニアラズ凡シ光線ハ物
体中一定ノ深サニ侵入シ表面下ニ位スル所ノ分子ヲ爲メニ諸方ニ反
射セラル、ヲ以テナリ萬物若シ此不正反射ヲ起スナキハ人生上
頗ル不便ヲ覺フルナルベシ蓋シ日中ニ於テモ或ル室内ニ日光ノ射入
スル下ナクシバ其室内ニ在ル所ノ物体ヲ認ムル能ハス假令ヒ光線

受タルモ一定ノ方向ニ在ラセシメ之レテ觀ルヲ能ハサレハナリ及曉
暮ニ太陽ヲ觀ルコトナキモ尙ホ朦朧ナル薄光ヲ感スルモ不正反射ニ由
ル即チ太陽ノ地平下ニ在テ發スル光線ハ地球ノ爲メニ達ラレ置テ
我輩ノ眼目ニ達スルヲ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〕ヲ以テ二種互ニ殊ニ異ナル所ノ「メヂウム」ノ
境界面トシ「ハ」ホ「ハ」ホニ到達シタル一條ノ光線ヲ十
リトス今ヤ「ホ」點ニ於ケル「エー」タル「ハ」此光線ノ爲
メニ震蕩セラル「丁」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
ヲシテ自ツカラ一個ノ光點ヲラシム然ラバ則チ



第七十七圖

〔ホ〕點ヨリ周方ニ光線ノ擴散スベキハ疑テ容ルベカラズト雖モ單一ナ
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「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」ニ「ハ」
ハ互ニ並行ナリト看做シ「ホ」ハ「ハ」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」點ニ次ニ「ハ」點ニ最
後ニ「ハ」點ニ到達ス今均平ナル波動「ハ」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「レ」テ球形ノ波動ヲ擴布ス而シテ其半
徑ハ「ホ」ト「レ」長サニシテ「ハ」チ「チ」距離ニ等シ更ニ「ホ」ト「レ」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「ハ」ヨリ「チ」ニ進達
スルノ際ニ「ハ」チ「チ」ナル線ノ長サニ等シキ半徑「ホ」ト「レ」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トノホトニ於ケルカ如シ然ラハ則チ總球形面ノ觸ル、面チトハ均平ナルヲ論チ歟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ケ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チ爲スモノナリ蓋シ本圖中點チ以テ重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トニアル角ハ直角ニシテヘチニアル角ニ同等ナレハ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

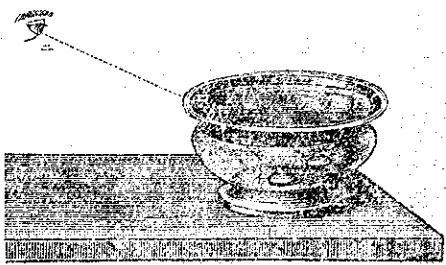
線モ其ニ反射チ起ス所ノ面ト其ニ構成スル所ノ角度ハ同等ナルガ故ニ反射線ト入射線トハ同等ノ角度ナルヲ果メ明ラカナリ

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ヲナシ其徑路ニ横ハル所ノ物体アリテ之ヲ遮斷スルトキ或ハ反射チ爲シ或ハ之レヲ透過スルヲ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チ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チ出デ、濃稠ナル物体ニ移レハ折レチ鉛直線ニ向ヒ濃体チ出デ、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フヘシ即チ第七拾八圖ノ如ク空皿内ニ一個ノ貨幣イニ置キ眼ニ

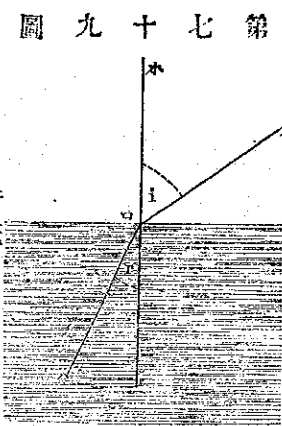
第七十八圖



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サ得テ「ハ」在ルヲ覺フルナリ是ニ由テ之ヲ觀レハ凡ソ光ハ濃薄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ヤ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ッガ如ク見ユ又其底面ヲ透見シ得ベキ河

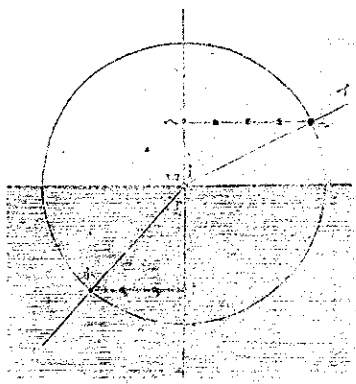
川ハ實際ヨリモ淺キガ如ク又深キ水中ニ游泳スル魚モ水面ニ近キカ如ク見ユル等皆上文説述セシ理由ニ據ルモノナリ

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」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」ナル此「ロ」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而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

第十八圖



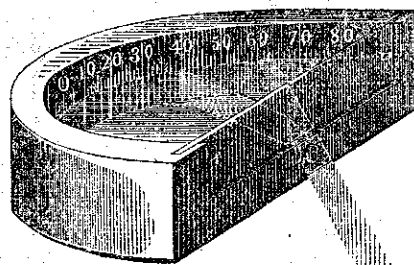
カ如シ即チ(イロ)ハ水面上ノ(ロ)點ニ射來スル光線ニシテ(ロハ)ハ其光ノ屈折線ナリ若シ(ロ)中點トシテ本圖ノ現狀ノ如ク圓線ヲ畫シテリト假定スレハ其圓線ハ(ロ)點ニ當リテ入射線ト會シ(ホ)點ニ當リテ屈折線ト會ス今(ニ)ヨリシテ鉛直線上ニ直線(ニヘ)ヲ引キ且ツ(ホ)ヨリ(ト)ニ向ケ直線ヲ引ケトキハ(ホト)ハ(ニヘ)ノ四分ノ三ナルヘシ茲ニ圓線ノ半徑ヲ一ト定ムルトキハ右ノ二條ノ直線ヲ以テ各之レニ一致スル角ノ正弦ト爲スベシ即チ(ニヘ)ハ(イ)ナル入射角ノ正弦ニシテ(ホト)ハ(イ)ナル屈折角ノ正弦ナリ是故ニ單簡ナル語辭ヲ以テ光線ノ大氣ヨリ水中ニ移入スル際ニ生スル屈折ノ關係ヲ述レハ即チ入射角ノ正弦ハ常に必ス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ト爲セハ左ノ如シ

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

但シ(イ)ハ正弦ノ記號ナルト已ニ上篇ニ説述スル如シ以下之レニ倣ヘ

上文論述セル入射線ト屈折線トノ間ニ存スル正弦ノ對稱ヲ實証スル

第十八圖



コハ第八拾一圖ニ示ス所ノ器具ニ依ルベシ即チ粗磨セル硝子製ノ半圓規器ニシテ其中央ヨリ右方チ九十度ニ分割シタルモ(イ)ヲ取リ前面ハ黑色ノ圓壁(イロ)ヲ以テ閉鎖シ其中央ニ長形ノ隙孔ヲ穿チ之レヲ閉ツルニ透明ナル硝子ヲ以テス今此器ノ半ハチ填タスニ水ヲ以テシ黑壁前ニ光ヲ置キ隙孔ヨリシテ光ヲ器内ニ射入セシムレハ上半ノ光即チ水ノ無キ處ハ直線ニ進ミ下半ノ光過チ水中ヲ經ハ必ス屈折ス即チ大氣中ヲ過ル

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テ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ン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左ノ如シ

○水	一、三三四	○アルコホル	一、三七二
○ペンツオール	一、五〇〇	○クローン硝子	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レ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ダ強シ是故ニ金剛石ハ甚ダシ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レハ即チ左ノ如シ

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

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

「m」トスレバ「A」ヨリ「B」ニ移入スル屈折係數ハ即チ「B」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

10 3 4 6

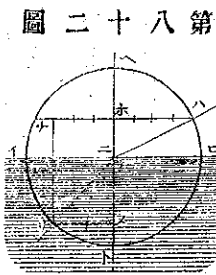
上文説述スル所ノ諸項ヲ單簡ノ文辭ト爲シテ之ヲ示シハ左ノ五要目ニ過キズ所謂光線屈折ノ定則之レナリ

- 第一 或ル透明体ノ表面ヘ鉛直ニ射來スル所ノ光線ハ屈折スルナクシテ直線ニ透過シテ入射ノ角度零ナルヲ以テ只其斜メニ射來スルモノハ屈折シ殊ニ傾斜ノ度大ナルハ屈折スルヲ亦タ強シ
- 第二 入射線ト屈折線トハ鉛直線ト同一ノ平面ニ在リ
- 第三 同一質ノ透明体ニシテ稀濃アルトモ稀濃ニ移ルハ必ス屈折シテ鉛直線ト向ヒ濃ヨリ稀ニ移ルハ之レニ反ス

第四 同一質ナラサル透明体アリテ其甲ヨリ乙ニ移ルハ多クハ第三則ノ如クナリト雖モ二質同度ノ稀濃ヲ有スルガ或ハ少シク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ヲ強シ
〔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アルコールヨリ濃ナリト雖モ「アルコール」ノ屈折係數ハ水ニ比スレハ大ナリ〕

第五 二異質ノ間ニ存スル正弦ノ對稱ハ常ニ變スルヲナシ例之ハ大氣ト水トハハ大氣ト硝子トハハ硝子ナルカ如シ

凡ソ正弦ノ對稱已ニ知了セラレテ後屈折線ノ到ルベキ位置ヲ求メン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ハ第八拾二圖ニ示スガ如シ即チ「イロ」ヲ以テ氣水二体ノ境界面ト爲シ「ハ」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



第十八圖

前文第八拾圖ニ於ケル如ク〔ハ〕ヲ中心トシテ圓線ヲ描キ〔ヘト〕ナル鉛直線上ニ〔ハホ〕ナル直線ヲ引キテ之レヲ四分セ更ニ此線ヲ延長シ其延長部ノ長サハ原トノ〔ハホ〕ニ同シカラセメ再ヒ之レヲ四分シ其三分ノ位置〔即チチ〕ヨリシテ〔リ〕ニ向テ直線ヲ引ク此點ハ即チ屈折線ノ來ルベキ位置ナリトス今〔ホチ〕即チ延長線ニ並行シテ〔リス〕ヲ引ケバ即チ屈折線ノ正弦ヲ得ルナリ

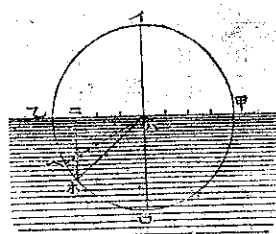
〔全反射〕^{トタルレフレンシヨン} 夫レ光ハ一ノ透明体ヨリシテ其質ヲ異ニスル他ノ透明体中ヨリ水中^{ダトヘバ}大氣ニ移ルノ際必ス屈折スルモノニシテ且ツ前文ニ記スル如ク其入射角ノ増大スルキニハ其屈折角モ亦増大スルモノト然ルニ其入射ノ角度ハ零度ヨリ九十度ニ至ルマテ隨意ニ増加シ得ベキト雖モ屈折角ノ増大スルニハ一定ノ度アリテ之レヲ超越スルコト能ハサルナリ其理即チ下文ニ説述スル如ク蓋シ九十度ノ正弦ハ一^{ハ一} (Sin 90°) ナリ故ニ屈折角ヲ示スニ^ト以テ其數式ヲ設ケレバ左ノ如ク

$$\sin r = \frac{1}{n}$$

式中〔n〕ハ前ニ説述シタル屈折係數ナリ而シテ此式中〔r〕ノ價ヲ名ケテ限界角^{リミット・アングル}之レヲ超越シテ増大スル能ハサル限界ヲ云フト云フ凡ソ大氣ト水トニ在テハ其屈折係數〔n〕ハ五分ノ四^トナルガ故ニ〔n〕分ノ二ハ四分ノ三即チ〇・七五^ト $\frac{1}{n} = \frac{3}{4} = 0.75$ ナルガ故ニ $\sin(48.35^\circ)$ ナリト然ラハ則チ大氣ト水ニ於ケル限界角ハ四十八度三十五分^ト (48.35°) ナルヤ明ラカナリ是ニ由テ之ヲ觀レハ光線ソ大氣ヨリ水中ニ移ルノ際其屈折角ハ決シテ四十八度三十五分ヨリ大キキナラズ之レハ原ノ光線若シ水中ニ於テ四十八度三十五分ノ角ヲ爲シ水面ニ射入リ大氣中ニ移レハ茲ニ九十度ノ角ヲ爲シ必ズ即チ全反射光線ニ境界面ト並行シテ大氣中ニ入ルベシ是故ニ水中ヨリ大氣中ニ移ルノ光線若シ四十八度三十五分ヨリモ大キナル角度ヲ爲シテ射入リ大氣中ニ移ルコト能ハズ必ズ水中ニ於テ全反射スベシ是故ニ之レヲ

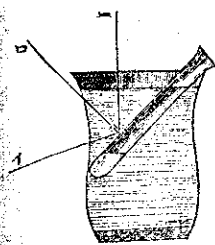
名ヲテ全反射ト云フ今第八十三圖ニ就テ全反射ノ境界角ヲ搜索スル

第三十八圖



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〔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〔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

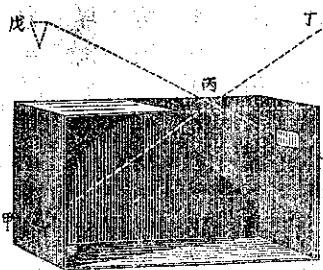
第四十八圖



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擧ケ
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

ノ水ヲ注入シ之ヲ本圖ノ現狀ニ於ケル如ク斜メニ硝子器ノ水中ニ挿
入シ上ヨリ之レヲ瞰メ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シテ水中ニ沈シタル部分ハ不透明
ニシテ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〔ロハ〕鉛直ニ已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

第五十八圖



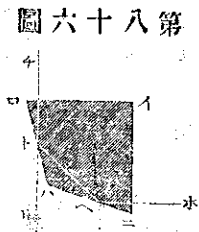
雖モ其孔ヲ視ル能ハス然ルニ〔乙丙戊〕ノ方向ヨリ之レヲ瞰ヘバ〔戊〕ニ於

ヲ三角孔ノ倒像ヲ見ル。是レ「甲」ヨリ來ル光線若シ水ナキニ達スル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線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」ルチダ「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模寫スルニ使用ス。今其概略ヲ舉示スルニ第八拾六圖ニ示ス如ク特異ノ形狀ヲ有

スル小ナル硝子稜柱體「イ」ロハ「ロ」ヨリ成リ其「イ」角ハ直
角即チ九ニシテ「ハ」角ハ百三十五度「ロ」角及ヒ「ニ」角ハ各
六十七度半ナリトス此硝子體ヲ取り殊ニ之レニ適應
セル小支臺ニ安シ上面「イ」ロハ水平ヲナシ右面「イ」ニハ

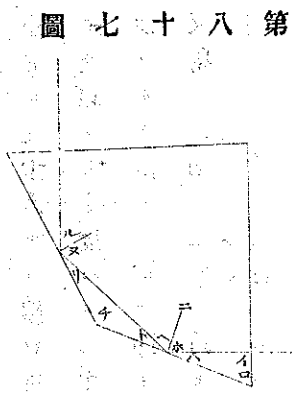
鉛直ニ豎立スル様ニ之レヲ定置スレハ或ル物体「ホ」ヨリ發シテ水平ニ
射來スル所ノ光線鉛直線ト同一ノ方向ヲ以テ「イ」ニナル面ニ落射シ爲



メニ屈折スル「ナ」ク硝子中ニ移入スベシ其線遂ニ「ヘ」點ニ到達シ大氣
中ニ移ラントスルモ已ニ六十七度半ノ角度ヲ爲スヲ以テ全反射ヲ爲
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模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ノ角度ヲ爲
スヤハ第八拾七圖ニ就テ之レヲ證明スベ

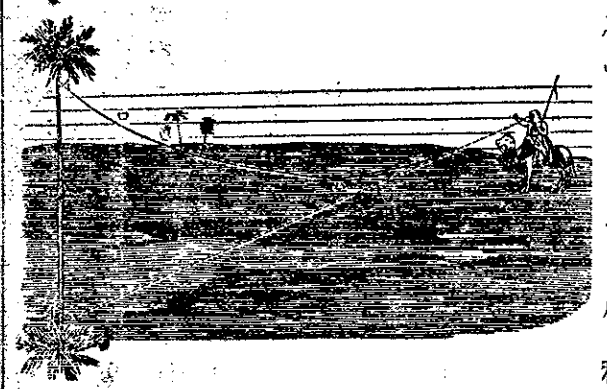
シ即チ己ニ前圖ニ依リテ知了スベキガ如
ク「イ」角ハ九十度「ロ」角ハ六十七度半ナルガ
故ニ「ハ」角ハ二十二度半ナリトス蓋シ上篇
定形性ノ條ニ揭示セシ如ク凡ソ三角ノ角
ニ總加スレハ百八十度ヲナス茲ニ九十度

六十七度半及ヒ二十二度半ヲ總加スレハ百八十度(90°+67°+22°)



180°)を得レハナリ今面上ニ鉛直線(ニ)ヲ垂ルレハ(ハ)角(ト)ノ
 總加ハ九十度ナリ然レモ(ハ)角ノ二十二度半ナル己ニ知テモ(ハ)角
 ルヲ以テ九十度ヨリ二十二度半ヲ減スレハ(ホ)角ノ六十七度半自ラ推
 知スルヲ得ベクシテ即チ六十七度半(90° - 22.5° = 67.5°)ナリ而
 反射ノ定則ニ隨ヒ(ヘ)角モ亦六十七度半ナリ然ラバ則チ(ト)角(ハ)角
 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コトナク氣中ニ出ルヲ得ベシ
 [大氣ノ照映] 熱帶地方ノ砂漠ニ於テ人家樹木等ノ水面ニ映スルガ
 如キヲ見ルコトアリ之レ全ク水面ニ映寫セル者ニアラズ強熱ノ爲メ
 ニ砂石ノ烘熱セラルハヤ一定ノ上層零圓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全反射ヲ爲ズチ以テナリ第八十八圖

第十八圖



ニ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)點ニ至ケ第一層ノ稀薄ナル溫氣中
 ニ鉛線ヲ違サ
 カリテ移入シ
 漸々次々逐々
 テ稀層ニ移リ
 (ハ)點ニ來着ス
 ルヤ已ニ下層
 ニ移入スル能
 ハスヲ反射シ
 テ人目ニ入ル
 因テ(イ)點(ロ)點
 第十八圖

第十八圖



點ニ見ルナリ

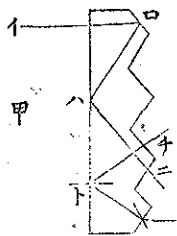
又之ニ反シ海上ニ於テ太氣靜穩ニシテ且ツ冷涼ナルノ候空中ニ船舶ノ倒影ヲ見ルコトアリ是レ海面ノ氣層甚ク濃厚ニシテ其上層ノ氣ト大ニ稀濃チ異ニシ船舶ヨリ斜メニ發射スル光線漸次ニ鉛線ヲ違サカリテ屈折シ限界角ノ度ニ至リ已ニ上層ノ氣ニ移入スル能ハス全反射ヲ爲シテ人目ニ射來シ此船舶ノ倒影ヲ視ルハ其線ヲ直チニ延長セシ位置ニアリトス第八十九圖

〔不透明ノ原因〕

凡ソ光線ノ或ル透明体中ヲ透過スルヤ毎子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、ニ在リ一ハ其体中ニ吸収セラル、ニ在リ又前章己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バ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說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

第九十圖
甲 乙
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ンガ爲メニ之レヲ著大ナラシメタルモノナリ夫レ〔イロ〕ノ方向ヲ取リ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



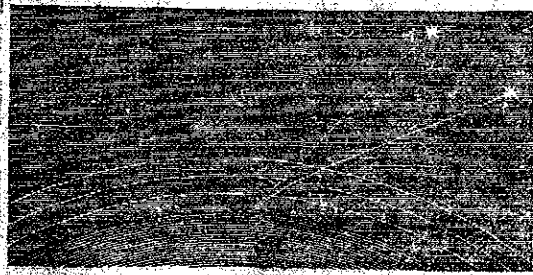
ノ理ナルニ〔乙〕面ノ〔ロ〕點ニ至リ大氣中ニ出ントスルノ際角度己ニ超越シテ移出スル能ハス玆ニ全反射ヲ起シ〔ロハ〕ノ方向ヲ取リテ〔甲〕面ノ〔ニ〕

點ニ射來シ茲ニモ亦大氣中ニ移出スルヲ得ヌ再ヒ全反射シ(乙)面ノ
〔二〕點ニ至ル此ノ如ク屈折スルヲ數回ニ及ブトキハ光ハ愈々其強度ヲ
減シ假令ヒ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
スベシ又〔乙〕面ニ(ホ)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
度己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
レヲ觀レハ凡ソ透明体ノ不透明ニ變スルコトアルハ一ノ透明体ニ
他ノ透明体ニ移ルノ際二様ノ損失ヲ受クルト全反射ヲ爲スニ由ル
一果ノ明ラカナリ若シ粗磨セル硝子等ニ水或ハ的列並油ヲ塗ルキ
ハ透明トナル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ニ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ト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説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
ハ一々多辯ヲ要セシテ了解シ得ヘキ者トス

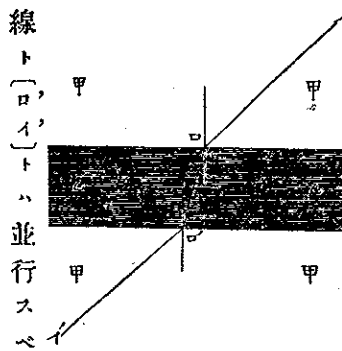
〔雲圍氣中光線ノ屈折〕 吾地球ヲ圍繞ス

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
ハ常ニ其眞位ヲ見ケルヲ必ズ眞位ヨリ高キ
ニ在ルヲ覺フ之レ蓋シ大氣ノ上際ニ射來スル
斯ノ諸天体ノ光線ハ鉛線ニ向テ屈折シ漸次下



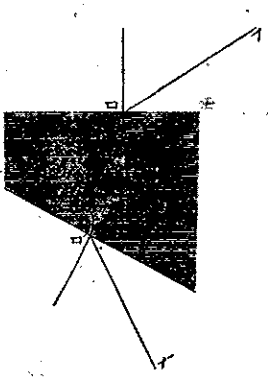
層ノ濃稠ナル大氣ニ移入スルヤ其鉛線ノ方向傾キヲ屈折スルコト愈々甚クシケレハナリ例之ハ第九十一圖ニ示ス所ノ「イ」ナル星ヲ觀ルニ「イ」ニ在ルヲ覺フガ如シ是故ニ太陽太陰ノ尙ホ地平下ニアリテ其光線ハ直チニ吾眼ニ達スルヲ能ハサルモ屈折ニ由テコレヲ觀ルヲ得ベシ「プリスマ」即チ三稜柱体ヲ成ス所ノ玻璃中ニ於ケル光ノ屈折」光線若シ甲体ヨリ乙体ニ入り而シテ乙体ヨリ甲体ニ移ルノ際乙体ノ面互ニ並行スルキハ其入射線ト再ヒ甲体ニ出テタル線トハ亦互ニ相並行スベシ例之ハ第九十二圖ニ示ス如ク「イロ」ノ方向ヲ取リテ射來シタル光線ノ乙体中ニ入ルヤ鉛線ニ向テ屈折シ其再ヒ「ロ」點ヨリ甲体中ニ出ツルヤ鉛線ヲ遠サカリテ屈折シ「ロイ」ノ方向ヲ取ル故ニ「イロ」ナル光線ト「ロイ」トハ並行スベシ乙体厚大ナラサレハ其線ノ方向ヲ變スル

圖二十九第



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ノ面若シ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ソ「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

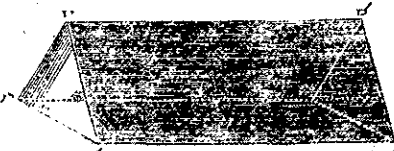
圖三十第



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

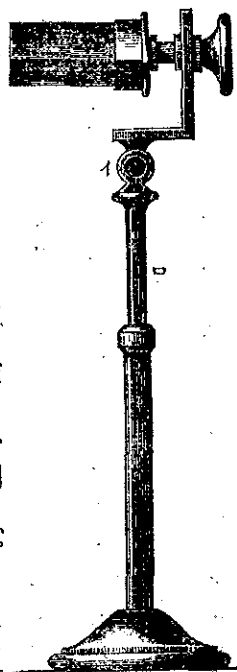
首要截面ハ「プリスマ」ノ角ニ直角ヲ爲スヲ狀ニ於テ截下シタル面ナリ
通常使用スル「プリスマ」ハ第九十四圖ニ示ス如ク「イロイロ」「ロハハ」

第九十四圖

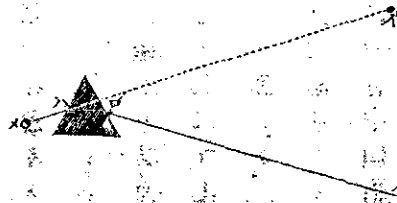


及ビ「ハハハ」「ハハハ」ナル長方ノ三面ヲ以テ境界ト爲セルモノ
ニシテ光若シ「イロ」及ビ「ハハ」ナル面ヲ透過スルトキハ「イ
イ」ハ其屈折角ニシテ「ロハ」ハ其基底ナリ光線若シ「ロイ」及
ビ「ロハ」ナル面ヲ透過スルトキハ「ハハ」ハ屈折角ナルヲ明
ラカナリ此ノ如キ「プリスマ」ノ首要截面ハ必ス「個」三
角ニシテ其三角ノ直角三角ナルガ同脚三角ナルヲ或ハ
等邊三角ナルカニ從テ「プリスマ」ハ亦各此形狀ニ基因ス
ル所ノ名稱ヲ得ル通常人ノ使用スル「プリスマ」ハ第九十五圖ニ示ス如
ク黃銅製ノ支臺上ニ固着ス而シテ「ロハハ」ナル小杆ヲ支臺ノ管中ニ挿入シ
容易ニ上下スルヲ得ルニ因リ「プリスマ」ヲシテ高低自在ノ位置ヲ得
セシム且ツ又「イ」ニ於ケル調節ニ因テ正偏隨意ニ位置ヲ與タルヲ得

第九十五圖



第九十六圖



シ今第九十六圖ニ示ス如ク玆ニ一個ノ「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」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「ハハ」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ハモノナ
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ヲ其光線が射入面ト射出面

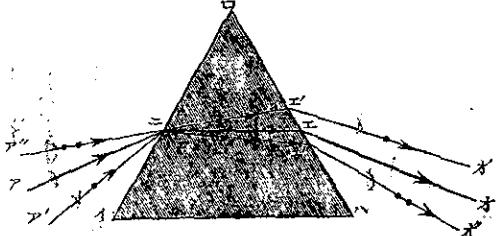
ニ於テ受クル所ノ傾斜度ノ總加ニ等シ今射入面ニ於ケル傾斜度ヲ前
 スニ〔d〕ヲ以テシ射出面ニ於ケルモノヲ前スニ〔d'〕ヲ以テシ〔D〕ヲ以テ全
 傾斜度ヲ標スルトキハ左ノ數式ノ如シ

$$D = d + d'$$

凡ソ〔D〕ノ價ハプリスマヲ製造セタル物質ニ關スル
 ヤ固トヨリ論ヲ俟スト雖屈折角ノ大小ニ關スル
 ヤ亦著明シ即チ其角愈々大ナレハ傾斜モ亦愈々大
 ナリトス

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
 圖ニ示ス如ク〔イロハ〕ナル三角ノ〔イロ〕ナル面ニ〔アニ〕
 〔アニ〕及ヒ〔アニ〕ノ三線アリテ射來シ屈折透過セテ〔エ
 オ〕〔エオ〕及ヒ〔エオ〕ノ方向ヲ取リテ進ム此三線中傾斜

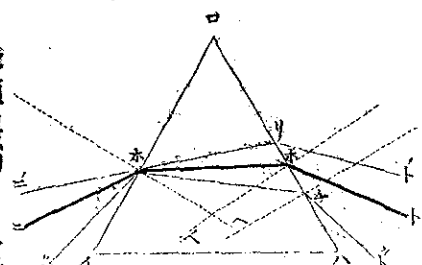
第九十七圖



度ノ最モ小ナルモノハ〔アニ〕ニシテ其他ノモノハ多少之ゾヨリモ大ナ
 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ヤ其極度ニ在

ルモノトス今第九十八圖ニ就テ其必ス然ル所以
 ナ確證スベシ即チ〔ニホ〕ナル光線ノ屈折スル景況
 ハ其屈折線〔ホホ〕ガ〔イロ〕及ヒ〔ロハ〕ナル面ト均一ノ
 角度ヲ爲スノ狀ニ在ルモノナリト假定スルハ其
 屈折角〔ニホホ〕ナル面ノ鉛線ナリモ亦〔ニホホ〕亦鉛
 線ナル角〔X〕ニ均一ナリ故ニ〔ニホ〕ニ於テ受クル所
 ノ光線ノ傾斜度ヤ〔ニホ〕ニ於テ受クルモノニ同シ是
 故ニ全傾斜〔即チ入射線〔ニホ〕ト射出線〔ホト〕ト〕由テ成ス所ノ角度ハ左

第九十八圖



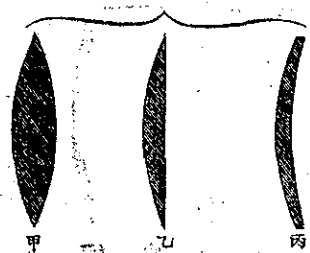
今若シ入射線ノ方向變換シ例之ハ〔ホ〕ナル方向ヲ取リテ射來スルト
 キハ其屈折シタル光線ハ〔ホナ〕ノ方向ヲ取ルナルベシ故ニ〔ホナ〕ナル
 屈折角ハ前ニ示シタル〔X〕即チハ〔ホナ〕ヨリ小ナルベシ然レバ〔ホナ〕ナル
 線ト〔チ〕ニ下シタル鉛線トノ間ニ成ル所ノ角ハ〔X〕ヨリ大ナリ然ラハ則
 チ〔ホ〕ニ於ケル傾斜ハ前者ヨリモ減少シテ〔チ〕ニ於ケルノ傾斜ハ却テ増
 加シタルヤ必セリ今〔ホ〕ニ於ケル傾斜ノ減少シタル度ヲ示スニ〔B〕ヲ以
 テスレハ即チ其大サニ一ニナリ凡ソ屈折ニ由テ生シタル傾斜ハ大サ
 ハ即チ入射角ヨリ屈折角ヲ減シタル大サナルヲ以テ〔チ〕ニ於ケル傾斜
 ハ〔B〕ヨリ多ク増加セザルヲ得ス是故ニ〔チ〕ニ於ケル傾斜ハ〔B〕十〔D〕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ラカナリ入射線

第九十九圖



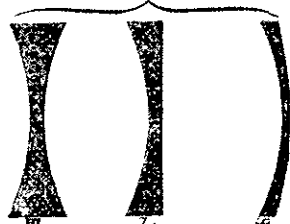
〔甲〕ハ平〔丙〕ハ一面凸一面凹大ニ其三面凹面
 類中更ニ三種ノ別アリテ其形狀ハ第九十九圖ニ
 示ス如シ〔甲〕ハ兩面共凸〔乙〕ハ一面凸一面
 名クルモノニシテ能ク光線ヲ束聚セム力大
 明故ニ之ヲ總稱シテ聚光レンズト云フ而シテ本
 〔丙〕ハ大別シテ二ト爲ス其一ハ凸面レンズト
 夫レレンズハ或ル透明体ノ兩面或ハ一面凹凸形
 ニシテ球体表面ノ一部分ヲ成シ能ク光線ヲ屈折セシメ或ハ束聚
 セシメ或ハ擴散セシムルノ力アルモノナリ其形狀ハ異ナルヲ從ヒ凡ソ

若シ〔ホ〕ナル方向ヲ取リテ來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バ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ニ此際ニ於ケル全傾
 斜モ亦〔D〕ヨリモ大ナルナリ

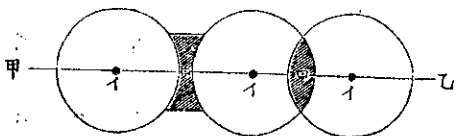
〔レ〕ニス 照子又 透光鏡 夫レレンズハ或ル透明体ノ兩面或ハ一面凹凸形

ンスト名クル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[レンズ]ト云フ而シテ之レハモ亦三種ノ
 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[レンズ]ニモ一凹一凸ノ面アリテ散光[レン
 ズ]ニモ亦一凹一凸ノ面アリテ之レヲ區視スルヲ能
 ハサル如シト雖モ聚光[レンズ]ハ凡テ中央厚ク兩緣薄ク散光[レンズ]ハ
 之レニ反シテ中央ハ薄ク兩緣厚ク且ツ光線ヲ屈折スルヲ互ニ相反ス
 ルヲ以テ之レヲ明別スルヲ得ベシ
 凡ソ[レンズ]ハ其形狀ノ如何ニ關スルヲ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シテ即チ第百一圖ニ示スガ如ク而
 シ此[レンズ]ヲ構成スル兩球体ノ中點[イイ]ヲシテ互ニ連續セシムル所
 ノ線ヲ名ケテ[レンズ]ノ軸ト云ヒ又[レンズ]ノ中點ニシテ此軸中ニ位ス

第百圖

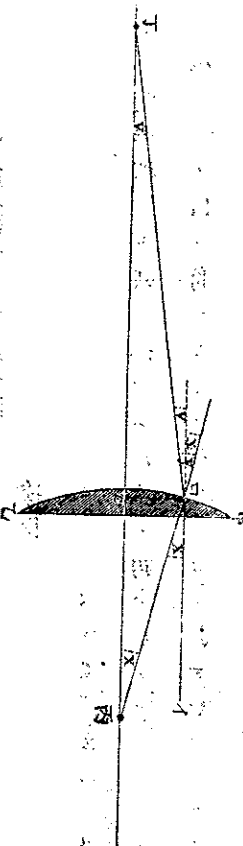


第百一圖



ル所ノ一チ點視學ノ中點[ロ]ト名シ
 凡ソ[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シテ領會シ易キチ主トシ一凹一
 平ノ凸面[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
 ニ進入ス面シテ其[ロ]點ヨリ射出スルノ際ニハ[ロ]點ノ方
 向ヲ取リテ屈
 折スベシ今其
 射出線ト軸ト
 互ニ相會合ス
 ルノ點[丁]ニ至

第百二圖



ルノ距離[即チ(c丁)ナル長サ]ヲ檢出セントス若シ(丙)點ノ中點形ヨリ(ロ)點ニ向テ其半徑線(丙)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)ハ其已ニ屈折セタル後ニ構成スル所ノ角ナリトス然ルニ(n)ヲ以テ(レンズ)ヲ成ス所ノ實數ノ屈折係數ヲ示スハ $\sin y = n \sin x$ ト爲ルナリ而シテ(x)ナル角ノ小ナル間ハ $y \approx nx$ 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 $y - x$ 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

$$\tan \frac{x}{2} = \frac{nc}{1c} \quad \tan \frac{x}{2} = \frac{nc}{1c} \quad \text{但シ } \tan \text{ハ即チ } \tan \text{gens}$$

(正切)ノ略標ナリ

然レニ角度甚タ少ナルニ當リテハ左式ノ如クスルモ太過ナルベシ即チ

$$\frac{x}{2} = \frac{nc}{1c} \quad \text{[第1]}$$

而シテ

$$x = \frac{nc}{1c} \quad \text{[第2]}$$

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

$$2 = \frac{1c}{nc}$$

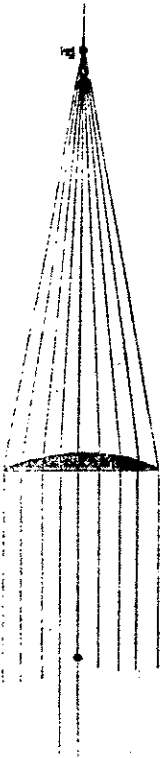
故ニ

$$1c = 2nc$$

此ヲ以テ(レンズ)甚タ纖薄ニシテ其厚サ算數中ニ入ラザルモ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)ノ距離ヤ(丙)ナル球形中點ノ(レンズ)ヲ距離ニ倍セリ但シ(丙)ノ際今此量價ヲ導キ來レバ(x)ニハ一モ特種ノ數量ヲ以テ其基礎ト爲

タルニハアラズ即チ假令ヒ(X)ハ其正弦ニ代ユルニ其所屬ノ弧線ヲ以
ナスルモ著ルシキ過誤ヲ來サ、ルベキ度内ニアリテ變スルモ亦(丁)ナ

圖 四 四



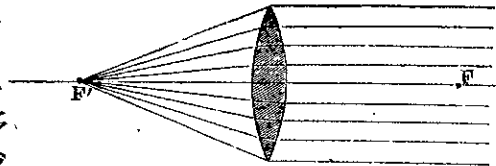
ハ下文ノ如シ曰ク第百三圖ニ示ス如ク若シ一平一凸ノ硝子(レンズ)上
ニ一束ノ光線軸ト並行ニ射來スルトキハ必ス凸面ノ半徑ニ倍スル距
離ニ位スル(F)點ニ於テ東聚ス

凡ソ雙凸(レンズ)ハ二個ノ一平一凸(レンズ)ヲ以テ其平面ニ於テ互ニ相
固着シタルモノト看做スチ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(レンズ)ハ一平一凸ニシテ其凸面均一ナル(r)ノ半徑ヲ
有スルモノニ比スレハ光線ヲ屈折スルノ強度之レニ倍セリ此ヲ以テ

トシテ變易セズ今
其成績ヲ重メニ他
ノ語法ヲ以テスレ

第 百 四

圖



ノ硝子(レンズ)ニヨリハ多少小ナラザルヲ得サルナリ凡ソ水製(レンズ)ノ燒距ハ同形
ケルヨリ却テ小ナリ

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(レンズ)ノ軸ニ並行スル一束ノ光線アリテ射來スルト

キハ(F)點即チ球形中點ニ東聚スベシ而シテ此點ハ前圖

ニ於ケルモノニ比スレバ(レンズ)ヲ距ルコト正ニ其半バ

ニ在ルモノトス此(F)ナル點ヲ名ケテ(レンズ)ノ燒點ト爲

シ其距離ヲ名ケテ燒距ト云フ上文說述スル所ノ燒距ノ

定規ハ只二分ノ三即チ五ナル係數ヲ有スル物質ヨリ

成ル所ノ(レンズ)ノミ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

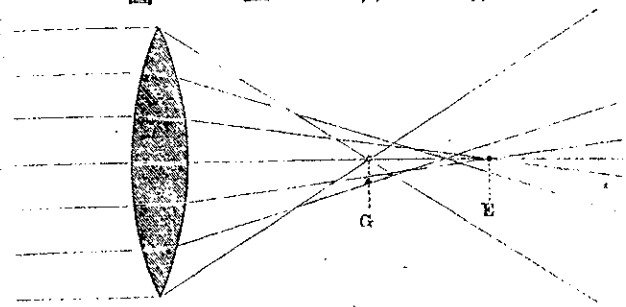
至一六六ナリ因テ硝子(レンズ)ノ燒距モ亦上文記スルモ

ノヨリハ多少小ナラザルヲ得サルナリ凡ソ水製(レンズ)ノ燒距ハ同形

ノ硝子(レンズ)ニヨリハ多少小ナラザルヲ得サルナリ凡ソ水製(レンズ)ノ燒距ハ同形

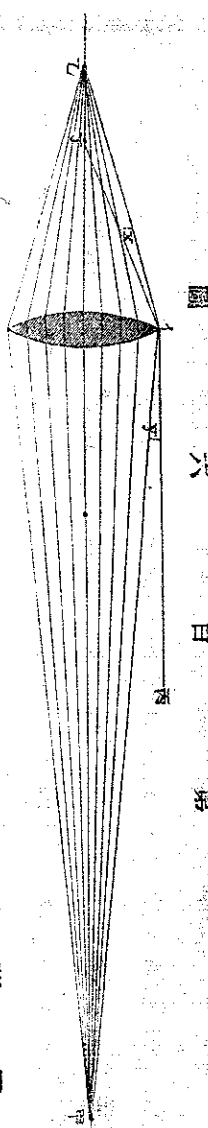
ケルヨリ却テ小ナリ

第百五圖



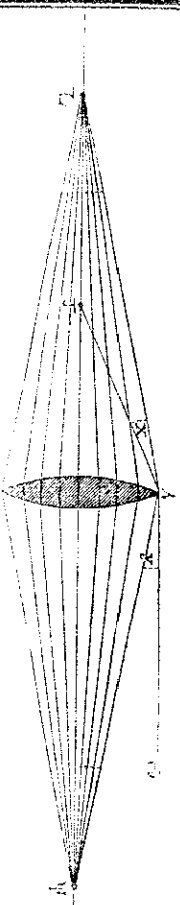
凡「レンズ」ノ軸ニ並行シテ射來スル光線ノ一點ニ束聚スルノ定則ハ
 第百二圖ニ示ス如ク假令「レンズ」ノ縁端ニ射來スル光線モ其角度「 α 」實
 ニ微小ニシテ其正弦ヲ代ユルニ其所屬ノ弧線
 ナリテスルヲ得ルモノト假定シテ之レヲ導致
 セリト雖モ「レンズ」凸起ノ度甚クシクシテ己ニ
 此則ニ適セサルニ至ルトキハ縁端ニ近キ部分
 ニ射來スル光線ハ眞ノ燒點ヨリモ「レンズ」ニ近
 キ軸上ノ一點ニ於テ聚合スルヲ第百五圖ニ示
 スカ如シ斯ノ如ク「レンズ」ノ縁端ヲ通過スル光
 線ノ燒點ハ中央ヲ通過スルモノ、燒點ト同一
 點ニ來ラザルノ變チ名ケテ球形迷行ト云フ凡
 ノ球形迷行ハ甚ク微小ナルモノニシテ之レヲ
 絶無ト看做スモ太過ナキガ如ク凸起ノ度弱キ

「レンズ」ノミ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
 ニ使用セラル又凸起ノ度甚ク強大ナル「レンズ」ニ由テ燒線ノ生ズルコ
 トハ己ニ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」ノ燒點已ニ一トタヒ知リシ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ハ束聚スベ
 キ點ヲ搜索スルヲ容易ナルベシ茲ニ於テハ先ツ只「レンズ」ノ軸上ニ位
 スル光點ニノミ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スル光點ヨリ發シ來ルモノト見做
 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」點ニ在リトスレハ「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」ナル點ヲ搜索スレハ「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
 ス」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

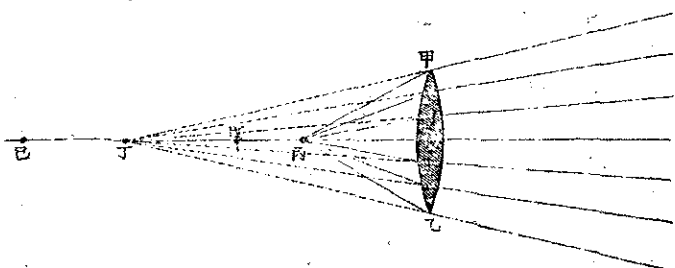


茲ニ射來スル光線ノ方向ニ隨テ一々變化スルヲナカルベシ然ラハ則チ
 [甲イ]ナル光線[レンズ]ノ縁端ノ爲メニ屈折シテ傾斜スル度ハ軸ト並行シ
 テ射來スル[丙イ]ナル光線ニ於ケルガ如シ然レバ其[丙イ]ハ[丁]ナル燒點ニ
 向テ屈折ス故ニ入射線ト出射線トノ間ニハ[丙イ丁]ナル角ヲ爲ス而シテ[甲
 イ乙]ナル角亦之レニ同度ナルベシ是故ニ若シ[丁]即チ丙イ甲ナル角ト其
 度ヲ等フスル[エ]ナル角ヲシテ[イ丁]ナル線ノ上方ニ生成セシムルトキハ
 射出スル所ノ[イ乙]ナル光線ノ方向ヲ知ルベシ此圖解ニ由テ之ヲ觀レハ
 [甲]ナル光點若シ[レンズ]ノ軸上ニ在リテ[レンズ]ニ愈々近ツケハ[乙]ナル東
 聚點ハ愈々[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

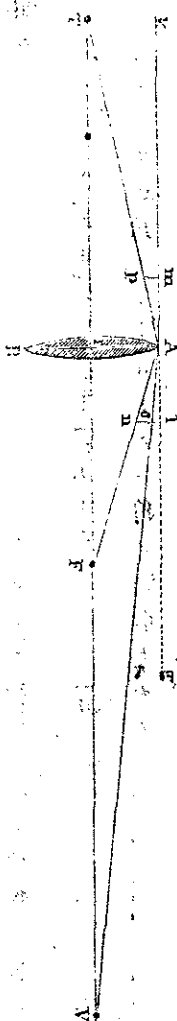
圖ニ示ス



クヒ光點[甲]ト東聚點[乙]ト[レンズ]ヲ距ル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]ハ其ニ之レト軸トノ間ニ於テ同
 等ナル角度ヲナサハル可カラズ即チ[甲乙イ]ナル角ハ[乙甲イ]ニ等シ今
 ヤ又[イ乙]ニ[甲イ]ニシテ且ツ[イ乙]ニナルヲ以テ[エ]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[レンズ]ヲ距ル同一
 二倍ノ處ニ位セリ即チ光點ヨリ[レンズ]ニ至ルノ距離若シ燒點ニ二倍
 スルトキハ[レンズ]ノ他方ニ於テ東聚スル點ハ[レンズ]ヲ距ルト均一ノ點
 ニ來リ光點尙ホ[レンズ]ニ近ツケハ其東聚點ハ却テ[レンズ]ヲ遠サカル



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ヲテザルヲ
得ス光點更ニ進ンデ正ニレンスノ燒點中ニ來ル
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ハ光點
若シ第百八圖ニ示ス如ク在リ甚タレンスニ接近
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ス上ニ射來スルヲ以
テレンスヲ經由スルモ己ニ輻線ヲナス能ハズ加
之ナラス軸ト並行スルニ至ルコトナシ然レハレン
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、如ク擴離ス以上說



述セシ如ク「 \angle 」ノ軸上ニ位スル光點ヨリ發スル光ハ此處ヨリ出ツ
 レハ彼處ニ束聚シ彼處ヨリ出ツレハ此處ニ束聚スルヲ必ス一定ナル
 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今數學
 ノ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「 \angle 」
 ス「 A 」アリ而シテ其燒點ハ「 E 」點ニ位シ其軸ト進行セテ射來スル所ニ光
 線「 K 」「 A 」ハ「 E 」ニ向テ屈折ス又「 T 」ヨリ發射スル光線「 T 」「 A 」ヲ屈折方向ニ「 E 」

A、V ナル角ヲセテ T、K ナル鏡ニ等カラシムルトキ同様に容易ク之
ヲ得ル茲ニ LA=CA、A=C、C=A 期テレンス（視座の中點）
ニ於テ I 點見ナル鉛直線ヲ下シ II 点於テ III 点ナル鉛直線ヲ下サシキ

ハ[m p]ハ殆ント[on]ニ等シカルベシ蓋シ[T A K]ナル角ト[F A V]ナル角トハ同度ニシテ[g A V]ナル角ハ頗ル微小ニシテ恰カモ[on]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

$$l_n \parallel l_o + o_n \parallel l_o + m_p \quad \text{〔第一〕}$$

[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

$$F r : A r \parallel A l : l_n$$

若シ[r F]ナル焼距ヲ弗スニ[f]ヲ以テシ且ツ[レンス]ノ半徑[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ル

$$f : l \parallel l : l_n$$

故ニ

$$l_n \parallel \frac{1}{f}$$

[V A r]ナル三角ト[A l o]ナル三角ノ同形ナルニ由リ

$$V r : A r \parallel A l : l_o$$

$$a : l \parallel l : l_o$$

若シ[V r]ナル距離[即チ東聚點]ヲ弗スニ[l]ヲ以テスルトキハ即チ

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

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

$$l_o \parallel \frac{1}{b}$$

今算出シタル[l n][l o]及ヒ[m p]ノ價ヲ以テ第一式中ニ換置スレハ左ノ如シ

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

〔第二〕

故ニ

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} \quad \text{第三}$$

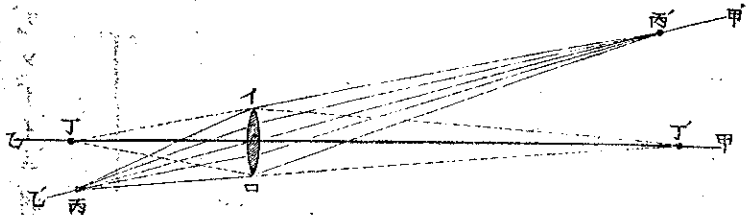
此式ニ從フトキハ「レンス」ヲ距ル「b」ニ於テ或ハ一點「T」ヨリ發スル光線ヲ屈折シテ東聚スル所ノ一點「V」ノ距離「b」ハ幾何ノ大キチ有スルヤ算出シ得ルナリ例之ハ或ル「レンス」ノ燒距「即チ上」ヲ二點「T」トシ光點ノ距離ヲ十「フース」ト定ムレハ東聚點ノ距離「即チb」ノ價「ヲ算出スルニ左式ヲ得ル

故ニ

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{f} - \frac{1}{10}$$

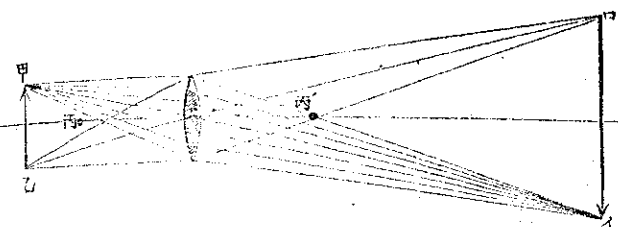
以上説述セシ所ニ照シ「レンス」ヲ軸上ニ位スル光點ヨリ發射スル光線ノ東聚如何ニノミ關スルモノナリシト雖モ其理解ハ凡テ軸上ニ在ラザル佗ノ諸點ニ位スル光ニモ適應スルモノトス而シテ其際副軸ハ本軸ニ微小ナル角ヲ爲スト假定スルヲ要ス副軸「b」何少即チ本軸上ニ位

第 百 十 圖



セサル或ル點ヨリ「レンス」ノ中點ヲ過キ引キテ光線ノト想定セル所ノ線ナリ第百十圖ニ示ス如ク茲ニ一個ノ「レンス」「イロ」アリ「甲」ハ本軸上ニアラスニ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「丙」ナル點ニ於テ東聚ス而シテ「丙」點ハ「甲」乙ナル副軸上ニ位シ之レヨリ「レンス」ニ至ルノ距離ハ本軸上ニ位スル「丙」點ヨリ出ツル光線ノ東聚スル點「丁」即チ之レヨリ「レンス」ニ至ルノ距離ハ「丙」點ヨリ「レンス」ニ至ルト等シキモノ「ヨリ」「レンス」ニ至ルト均ニナリト云之レハ證明セラル太ク容易ニシテ下交ニ示ス如ク即チ中央線「丙」甲「ハ」屈折スルヲナク「レンス」ヲ通過スル此ノ如ク「レンス」ノ中心即チ視學的ノ中點ヲ屈折セテ通過スル光線ハ全ク屈折セザルハ非レト線ト屈折セテ出線ト互ニ相並行スルヲ以テナリ而シ「丙」イハ

第百一十圖



大凡ソ「丁イ」ニ同等ニシテ且ツ「イ丁甲」ナル角ハ「イ丙甲」角ニ同等ナリ然
 リ而ソ「丁イ」ナル光線ハ「イ」ニ於テ「丙イ」ノ如ク同度ニ
 傾斜セラル、ヲ以テ「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「丙」ニテ距離「丁」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
 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「丙」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「丙」ノ
 中點「ア」ヲ過キテ引キタル副軸上ノ一點「イ」ニ於テ東

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コト明ラカニシテ此際其肖像ハ顛倒
 シテ且ツ眞正ニ束聚セル肖像ナリトス若シ「丙」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」ナル角トハ冠角タルコト因リテ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「丙」ニ至ルノ距離孰レカ
 大ナルヤニ關ス今物体ノ「丙」ニ距離「丁」ニ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「丙」ニ近ツクトキハ肖像ハ却テ
 遠サカリ而シテ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ズ大
 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「丙」ノ二倍ノ

燒距ヨリモ遠處ニ來ルトキハ肖像ハ却テ「レ」ニ近キ來ル即チ遠處ニ在ル物体ニ就テハ顛倒ニシテ且細小ナル肖像ヲ得ル故ニ第百十圖ニ示セル「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「G」ヲ以テシ肖像ノ大サヲ示ス「g」ヲ以テシ而シ物体ノ距離ヲ「O」トシ「o」ヲ肖像ノ距離トスレハ其肖像ト物体トノ對稱ハ「レ」ニ距離ニ於ケルガ如ク即チ

$$\frac{O}{o} = \frac{G}{g}$$

凡ソ短ナル燒距チ有スル「レ」ニ於テハ大ナル燒距チ有スル「レ」ニ於ケルヨリハ遠處ニ位スル物体ノ肖像ヲ視ル近キニアルトス故ニ「レ」ニ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「イ」ニ「レ」ノ接近セル小物体ノ大肖像ヲ得ルニハ短ナル燒距チ有スルモノニアリテ最モ著シ

第百十二圖ニ示セルハ上文ニ説述セル所ニ定則ヲ試驗上ニ確證ス

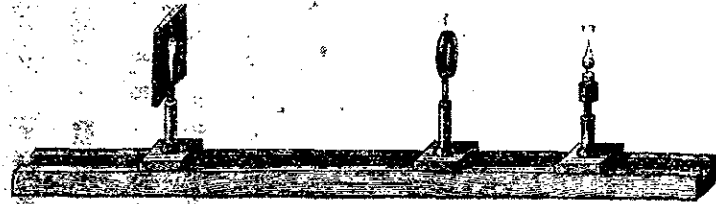
第

百

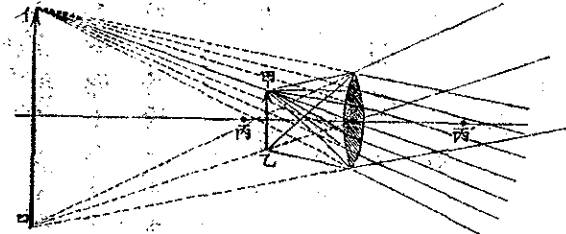
十

二

圖



第三十圖

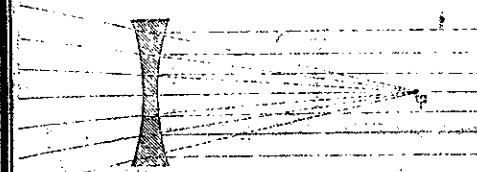


ルノ用ニ供スルモノナリ即チ「イ」ハ「レ」ニシテ其近傍ニ一個ノ燭光アリ之レヨリ發シタル光線ノ爲メニ生シタル肖像「ハ」ニ受ク故ニ「ハ」點若シ光ナルトキハ

「ロ」ニ於テ肖像ヲ生スベシ

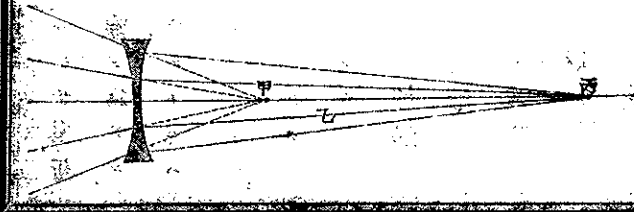
物体若シ「レ」ニ燒距内ニ在ルトキハ決シテ其束聚像ヲ生ズルヲ能ハス如何トナレハ「レ」ノ燒點ヨリモ近キニアル光點ヨリ發射スル所ノ光線ハ假令ヒ「レ」ヲ透過スルモ尙ホ分離線ノ景態ヲ取ルヲ以テナリ第百十三圖ニ示ス所ノ「甲乙」ハ燒距内ニ位スル一個ノ物体ナリ而シテ其「甲」點ヨリ發射スル所ノ光線

第百四十圖

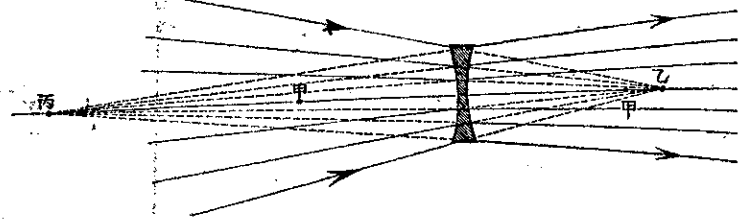


ハ「レンズ」ヲ透過シタル後恰モ「イ」點ヨリ發シ來リシモノノ如ク離散セシ光線ノ如ク離散ス是故ニ「イ」ハ即チ燒距ノ内ニ置キタル物体「甲乙」ノ肖像ニシテ直立シテ且ツ巨大ナルモノナリ而シテ此肖像ハ他ノ物体上ニ受クルヲ能ハザル所ノ空像ナリトス
凡ソ凹面「レンズ」ニ關スル理解モ亦凸面「レンズ」ニ類似ス即チ第百十四圖ニ示ス如ク玆ニ一個ノ凹面「レンズ」アリ若シ其軸ト並行シテ光線ノ射來スルトキハ之レヲ透過シタル後恰モ「甲」ナル一點ヨリ發射シ來ルモノノ如ク離散スベシ故ニ此點ヲ名デ皆要ノ離散

第百四十五圖

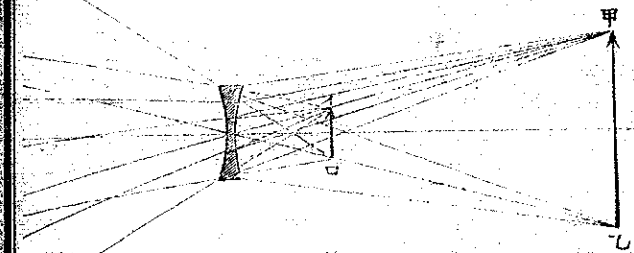


第百六十圖



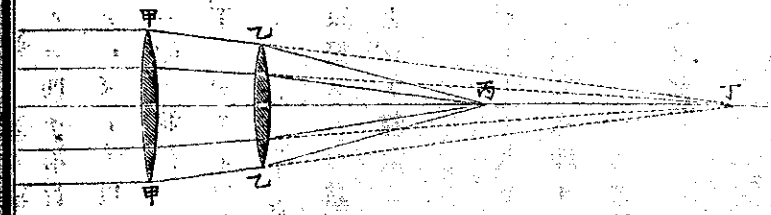
點ト云フ然レモ光點若シ第百五圖ニ示ス如ク「レンズ」ニ接近スル所ノ「丙」點ニ來ルモノハ發射スル光線ハ己ニ離散シ透過ノ後ハ其離散更ニ甚クシク其離散點ハ「甲」點ニアリ而シテ「乙」點ト並行線ノ離散點ナリ然ラバ則チ光點愈々「レンズ」ニ近ツクモノハ其擴散點亦愈々「レンズ」ニ接近スル所ノ位置ニ來ルヤ必然ナリ己下凹面「レンズ」上ニ射來スル所ノ光線若シ輻線ノ景態ニ在ルノ際其離散點ノ位置如何ヲ説述スベシ光線若シ首要ノ離散點ニ於テ輻聚スベキ方向ヲ取リテ「レンズ」上ニ射來スルモノハ其射出線ハ「レンズ」軸ト並行シタル一束ノ光線トナル
第百十三圖見
第百十四圖ニ示ス如ク「甲」點ニ於テ輻聚スルモノハ其方向ヲ取リテ射來スル光線ヲ透過シタル後「丙」點ニ於テ束聚スル

第百十七圖



ニ由テ之レヲ觀レハ光線若シ首要ノ離散點已内ニ於テ東聚スベキ方
向ヲ取ルトキハ其點外ノ遠處ニ於テ東聚スベシ若シ又第百十六圖
示ス如ク其東聚スベキ點(乙)若シ首要ノ離散點
リ(レンス)ヲ距ルヲ遠ケレハ透過ノ後光線ハ離散
シテ恰モ(丙)點ヨリ來ルガ如シ而シテ其(丙)點ハ首
要ノ離散點ノ外ニアリ此(乙)ナル東聚點愈々(レン
ス)ヲ遠サカレハ(丙)點ハ愈々(レンス)ニ近ツクモノ
ナリ
凡ソ凹面(レンス)ハ決シテ東聚像ヲ生スルモノニ
アラシテ只空像ノミヲ生ス加之凹面(レンス)ハ
一點ヨリ發射シ來ル光線ヲシテ尙ホ離散セシメ
テ(レンス)ニ近キ點ヨリ射來ルモノハ如キ方向
變セシムルヲ以テ小ナル肖像ヲナスベキヤ必セ

第百十八圖



第百十七圖ニ示ス如ク(甲)(乙)ハ(レンス)前ニ置キタル
一個ノ物体ナリ其上端(甲)ヨリ發スル光線ハ透過ノ後
恰モ(イ)ナル一點ヨリ發スルモノハ如ク離散シ其物体
ノ下端(乙)ヨリ發スルモノモ亦之レト同様ニシテ(ロ)ナ
ル一點ヨリ出ツルモノハ如ク離散スルヲ以テ(甲)(乙)ナ
ル物体ノ肖像ハ細小ニシテ且ツ直立セル所ノ(イ)(ロ)ナ
ルヲ明晰ナリ
以上(レンス)ヲ就テ説述セシ所ニ其凹凸トモ總テ一個
ノ(レンス)ヲ透過スル光線ノ聚散如何ニ限リテト雖モ
實際ニ於テハ多数ノ(レンス)ヲ並列シテ同一軸ニ居ラ
シメ以テ一個ノ(レンス)ヲ代用スルヲ屢々之レヲリ而
シテ其東聚點ハ已ニ前文ニ於テ導致スル數式ニ從
ヒ容易ニ算出スルヲ得ベキモ茲ニ其一例ヲ舉

クルニ即チ第百十八圖ニ示ス所ノ〔甲〕ナル〔レンス〕ノ燒距ヲ示スニ〔f〕ヲ以テシ又〔f〕ヲ以テ〔乙〕ナル〔レンス〕ノ燒距トシ〔五〕ヲ以テ其距離ヲ示ストキハ軸ト並行シテ射來スル光線ハ〔甲〕ナル〔レンス〕ヲ透過シタル後其燒點〔丁〕ニ於テ東聚スルヲ明ラカコシテ此點〔丁〕ハ第二ノ〔レンス〕〔乙〕ヨリ「コ」ノ距離ヲ遠サカルモノナリ是故ニ第二ノ〔レンス〕〔乙〕ニ由テ光線ノ東聚スベキ點丙ヨリ〔乙〕ナル〔レンス〕ニ至ルノ距離〔a〕ハ左ノ數式ニ由テ之レヲ算定シ得ベシ即チ

〔第一〕

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f}$$

今若シ〔f〕ヲ八センチメートル〔f〕ヲ五六トシ而シテ〔n〕ヲ一五トスレハ

〔a〕ハ二九八即チ大凡ソ三センチメートルナリ

二個ノ〔レンス〕若シ互ニ密接シタルトキハ〔即チニ〕其式ヲ變スルコト左ノ如シ

〔第二〕

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f}$$

〔f〕及ヒ〔f〕ナル燒距若シ均一コシテ二個互ニ直接シ而シテ其厚サヲ零トスルキハ並列〔レンス〕ノ燒距ハ各〔レンス〕ノ燒距ノ半バナリ

並列〔レンス〕三個ノ内第二ノ〔レンス〕若シ〔f〕ナル離散距離ヲ有スル凹面

〔レンス〕ナルトキハ上ノ第一ノ數式ヲ變スルコト左ノ如シ

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f}$$

而シテ其二個ノ〔レンス〕若シ互ニ直觸スルトキハ〔即チニ〕其式ヲ變スルコト左ノ如シ

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f}$$

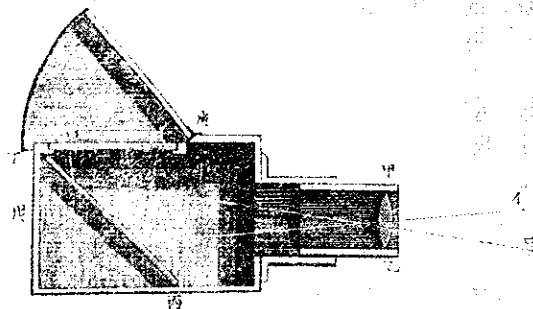
〔第三〕

凡ソ〔レンス〕ノ用ハ甚タ廣大ニシテ左ニ掲クル「カメラ、オブスクラ」即チ暗箱日光顯微鏡等即チ其例ナリ

カメラオブスクラ

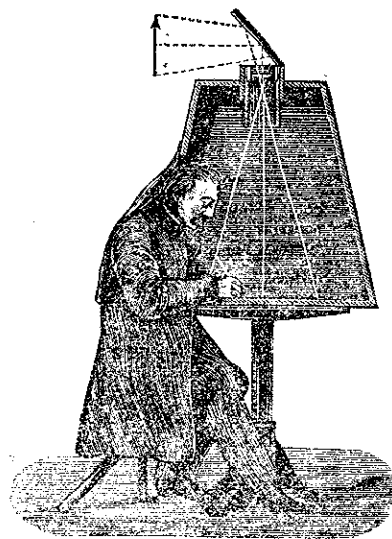
〔暗箱〕 此器タルヤ千六百五十年ニ於テ「チアーペル」人「ボルター」氏ノ發明スル所ニシテ東聚〔レンス〕ニ由リ遠處ニ位スル物体ノ肖像ヲシテ器中ニ現出セシムルモノナリ即チ第百十九圖ニ示ス如ク一箱ノ側

第百十九圖



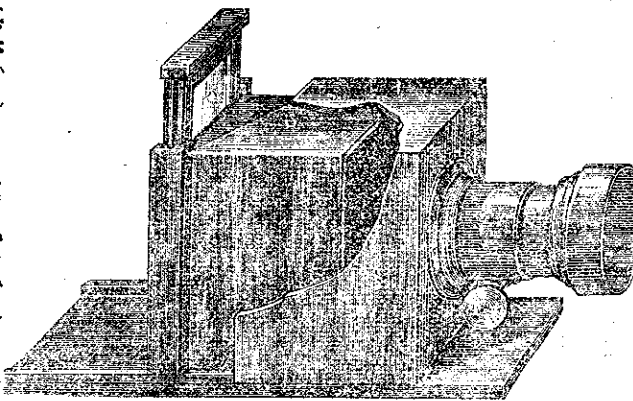
面ニ管口ヲ設ク此管口ハ容易ク進退伸縮セシ
ムルヲ得ルモノニシテ茲ニ東聚(甲)ニテ
嵌設ス今遠處ノ物体ヨリ發射シ來ル光線(乙)ヲ
若シ(丙)ニテ過キ(丁)ナル箱壁ニ於テ肖像ヲ生
スベキノ理ナルニ此箱壁ノ前ニ於テ四十五度
ノ角度ニ傾斜シタル鏡面(丙)アルヲ以テ直ニ
其入射ノ角度ヲ以テ反射シ箱ノ上面ニ置キタ
ル粗磨セル硝子板(丁)上ニ(イ)ナル肖像ヲ生
ス其美麗細緻ナル眞ニ野景ヲ見ルニ異ナラス
但シ此器ノ(庚)ニテ蓋板ハ他ヨリ可及的光ヲ
攝入セシメサル爲メニ設クルモノナリ古人ハ右ノ肖像ヲ書寫スル
ヲ勉メ其目的ニ使用セシ所ノ暗箱ハ第百二十圖ニ示スカ如シ後年
至テハ直ニ肖像ヲ書寫スルヲナシ光ノ化學的作用ニ由テ寫取スル

第百二十圖



ヲ得ルニ至レリ然レモ之レニ使用スル
暗箱ハ前者トハ殊別ナルモノナリ即チ
第百二十一圖ニ示ス如ク(イ)ナル箱ノ
前方ニ黃銅製ノ小管(ニ)ヲ固着セシメ更ニ
ニ其管ニ插嵌スルニ第二管(ホ)ヲ以テス而シテ其管(ホ)ハ回轉把柄(ヘ)ノ他
端能ハ中見ルニ設置シタル齒輪ニ由テ隨意ニ進退スルヲ得且ツ(ホ)管中

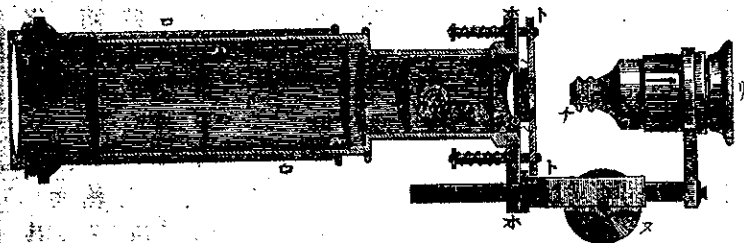
第百二十一圖



ニハ投色レンス後詳チ包有ス此レンスニ由リ外景ノ肖像ヲシテ之
レニ對立スル所ノ粗磨セル硝子板ハ上ニ生セム此ハナル硝子板ハ
「イイ」ナル箱中ニ適合シ其前方放開セル箱「ロロ」ノ前面ニ設立シタルモ
ノナリ故ニ物体愈々近接スルトキニ其肖像ヲ得ント欲スレバ「ロロ」ナ
ル箱ヲ以テ愈々「イイ」ナル箱中ヨリ抽出セザルヲ得ス然レニ僅微ノ進
退ハ己ニ上文ニ記セル把柄「ヘ」由テスベシ此器ヲ以テ肖像ヲ寫取ス
ルノ法即チ世ニ所謂寫眞ノ方法ハ即チ攝影術後章光ノ化學的作用ヲ
論スルノ條ニ詳述スベシ

〔日光顯微鏡〕 此器ハ前ノ暗箱ト相反シテ「レンス」ノ焦點ニ近ク存
在スル物体ノ肖像ヲシテ遠處ニ生セシムルモノトス第百二十二圖ニ
示ス所ハ日光顯微鏡ヲ縱截シタル形狀ニシテ「ロロ」ハ實銅製ノ管ヲ示
シ其顯微鏡ヲ實用スル爲メニ設ケタル暗室ノ一壁ニ穿開シ能ク之レ
ニ適合スル所ノ孔中ニ螺定セラル而シテ其孔前ニ於テ一個ノ平面鏡（即

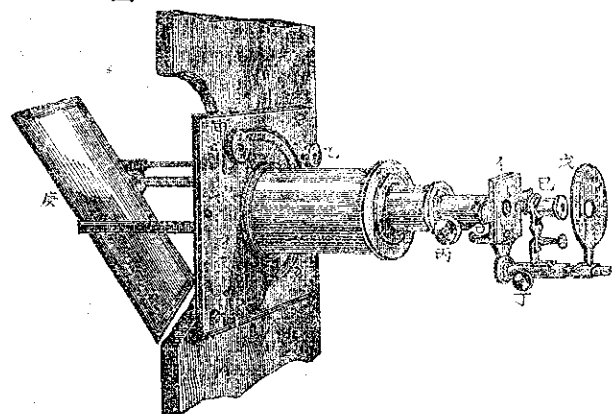
第百二十二圖



チ「ヘ」リオスタート」ヲ設置スルコト左ノ如シ即チ太
陽ヨリ射來スル光線ノ反射スルヤ「ロロ」ナル管ノ軸
ト同一ナル方向ヲ取リテ「イ」ナル「レンス」上ニ來リ此
「レンス」ニ由テ已ニ輻線ノ景態ヲ成シテ後更ニ第二
ノ「レンス」上ニ來リ此「レンス」ニ由テ再ヒ濃稠ト爲
リ二片ノ硝子板間ニ狹クテ「ヘ」ノ位置ニ挿置シタ
ル小物体ヲ照スヲ要ス斯ノ如クセテ強盛トナリタ
ル光線ノ爲メニ照輝セラレタル物体ヨリ發スル光
線「チ」ニ小「レンス」ヲ具有シ「リ」ニ開口セル管中ニ射入
スレハ其小「レンス」ノ爲メニ生セタル肖像ハ之レニ
相對スル壁上ニ於テ現ハル又光ノ物体ヲ照輝スル
ノ度ヲ節制セント欲セハ多少ハ「チ」ナル管ヲ進退セ
シタルヲ得ベシ加之「リ」ナル管モ亦一ノ小管内

ニ嵌藏セラレテ其管内ニハ齒ナ有スル杆條ヲ設施シタルニ由リ之レ
ニ適合スル齒輪ヲ以テ多少之レヲ左右スルヲ得ベシ齒ナ有スル杆條
ニ狀ハ本圖ヲ注視又〔へへ〕ノ位置即チ〔ホホ〕トトナル二板ノ間ニ挿置
スレバ明瞭ナリ
シタル硝子板ハ只挿入スルノミニテ支持セラルハモノトス蓋シト
トナル板ハ本圖ヲ視テ知ルベキガ如ク不斷〔ホホ〕ナル板ニ向テ壓スレ
バナリ今物体若シ此間ニ支持セラレ且ツ充分照輝セラルハトスレハ
肖像ヲ受クベキ面上ニ於テ其肖像ノ較然明現スルニ至ルマデ回轉把
柄〔ヌ〕ニ由テ〔ナ〕ナルレノスチ左右セシム但シ此把柄〔ヌ〕モ亦〔ニ〕ナルレノ
スチ附屬シタル齒杆及ヒ齒輪ト毫モ異ナルコナシ今物体ノ〔ナ〕ナルレ
ノスチ距離フル全ク一センナメートルナリトシ而シテ其肖像ヲ受クベキ
面ハ二メートルノ距離ニアリト假定スレハ其肖像ノ長徑ハ實ニ物体
ノ二百倍ナリ而シテ物体若シ一平方〔ミリメートル〕ノ面積ナルトキハ其
肖像ノ面積ハ四万平方〔ミリメートル〕ノ大サニ至ル蓋シ光線ハ距離ノ

第 百 二 十 三 圖



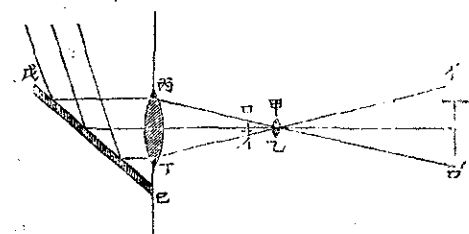
自乘ニ比シテ擴散スレバナリ是故ニ肖像ヲ受クル面愈々遠ケレハ其
大サ愈々増加ス但シ其肖像ヲ巨大ナラシムルニハ物体愈々レンスニ

接近セザレハ能ハストス

第百二十三圖ハ日光顯微鏡ヲ裝置シタル所ノ全形ヲ示スモノナリ即チ〔庚〕ハ日光ヲ受クテ之レヲ反射セシムル鏡面ニシテ管中ニ光線ノ射入スベキ傾斜度ハ〔乙〕ナル回轉把柄ノ終端鏡ノ側面ニ達シタル部ニ於テ無端螺旋ヲ裝置スルニ由リ隨意ニ節制スルヲ得ベシ而シテ鏡ヲシテ管ノ軸ニ沿ヒ其方向ヲ變セシムルニハ〔甲〕ナル把柄ノ廻轉ニ由リテ之レヲ爲ス其佗ノ部分ハ更ニ説明ヲ要セサルモ前圖

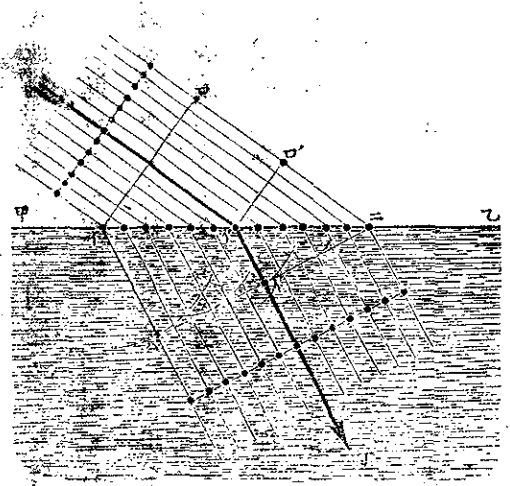
ノ解説ヲ參考シテ自ツカラ明晰ナルベシ
若シ日光ナキ時ニ當リテ日光顯微鏡ヲ使用セント欲セハ他ノ強光ヲ
代用シテ可ナリ例之ハ「ドルモンド」氏ノ加爾基光電氣ニ由テ發スル炭
光麻屈涅母光等是レナリ

第二十圖



以上説述スル所ニ就テ日光顯微鏡ノ造構及ヒ其作
用ハ明瞭ナリト雖モ玆ニ其内部ヲ通過スル光線ノ
徑路ヲ示スベシ即チ第二百二十四圖ニ示ス如ク「戊己」
ハ鏡面ニシテ玆ニ太陽ヨリ並行射來スル光線ヲ受
ケ同等ノ角度ヲナシテ反射シタル光線「丙丁」ナル「シ
ンス」上ニ來射シ之ニ由テ輻線ヲナシテ小物体「イロ」
ヲ照輝ス然レモ此物体ハ小「レンス」「甲乙」ノ焦點ニ近
ク存在スルヲ以テ他ノ一邊ニ於テ巨大ニシテ且ツ
顛倒セル肖像「イロ」ヲ生ス

第二百十五圖



〔屈折ノ理由〕凡ツ光ノ屈折スル理由ハ下文ニ説明スルガ如シ即
チ第二百二十五圖ニ示ス如ク「甲乙」ハ二種ノ透明体互ニ相接スル境界
面ナリ而シ「イロ」ハ或ル一定ノ瞬間ニ於テ射來スル所ノ平坦ナル波動
ノ位置ナリトス今平坦ナル波動ノ「ロ」點ニ到達スルト同一瞬間ニ於テ
「イ」點ハ亦他ノ物質中ニ擴進スル所
ノ球形波動系統ノ中點トナル然レ
モ此第二ノ物質中ニ於ケル「エ」チ
ルノ彈力ハ前キニ光ノ振動セシ第
一ノ物質ト其強度ヲ異ニスルヲ以
テ兩物質中ニ於ケル光波モ亦同一
ナラサル速ヲ以テ進横スベシ第二
ノ物質若シ第一ノ物質ヨリハ光ヲ
屈折スルト強キモノナルハ射シ

來ル波動〔ロ〕ヨリ〔ニ〕ニ到達スルノ時間中〔イ〕點ヨリ發出シテ第二ノ物質中ニ進行スル波動ハ〔ロニ〕ヨリ小ナル半徑〔イハ〕ヲ有スル球体ノ表面ニ到達ス而シテ茲ニ射來スル坦平ノ一波動ハ同時ニ〔イ〕點及ヒ〔ロ〕點ニ於テ到達スヘシ又其波動ノ〔ロ〕ヨリ〔ニ〕ニ到達スルノ間ニ〔イ〕ヨリ第二ノ物質中ニ擴進スル波動ハ其半徑〔イハ〕ノ〔イハ〕ニ於ケルヤ〔ロニ〕ノ〔ロニ〕ニ於ケルカ如キ對稱ヲ有スル球体ノ表面ニ來着スベシ此ノ如キ理由ナルニ因リ〔イ〕ト〔ニ〕トノ間ノ各點ニ射來スル同一ノ坦平波動ニ由テ發生シ且ツ此各點ヨリ起始スル所ノ球形波動ハ總テ〔ニハ〕ナル同一ノ平面ニ觸レ此空面ヲ變スルヲナシ並行ニ擴進スルモノトス是レ即チ屈折シクル光線ヲ標スルモノニシテ反射ノ理由ヲ説明セシ時ニ詳論セシ如ク始メテ光ノ機能ヲナスモノタリ

〔ロニ〕及ヒ〔イハ〕ノ長サハ兩物質中ニ於ケル光波ノ速ニ比例ス故ニ其對稱ハ常ニ均一ナリ然レモ今〔イニ〕ナル長サヲ其一位ト定ムレハ即チ左

ノ如シ

$$n = \sin \alpha / \sin \beta$$

而シ

$$n = \sin \alpha / \sin \beta$$

是ニ由テ之ヲ觀レハ〔ロイニ〕及ヒ〔イニハ〕ナル角ノ正弦即チ入射波動及ヒ屈折波動ト屈折ヲ起シタル面トノ間ニ生スル所ノ角ノ正弦ハ不斷一定ノ對稱ナリサルヲ得ス然レモ射來スル波動〔イロ〕ト屈折ヲ起シタル表面トノ間ニ生スル所ノ角ハ入射ノ角度ニ均一ニシテ而テ屈折シタル波動〔ロハ〕ト屈折面トノ間ニ生スル角ハ屈折角ニ均一ナリ是故ニ振動說ニ從ヘハ屈折角ノ正弦ハ入射角ノ正弦ニ於ケルト一定ノ對稱ナラザルヲ得ザルナリ

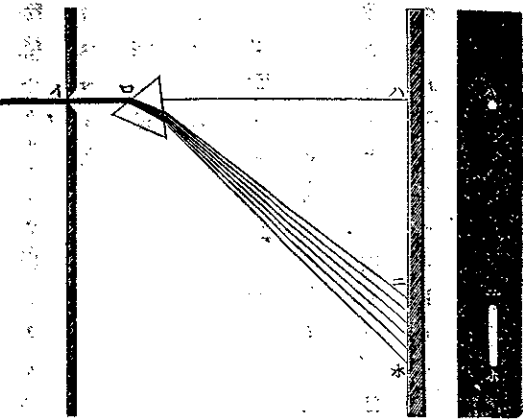
前ニ說述シタル反射ノ説明及ヒ此屈折ノ説明ハ「フイケンス」氏ノ創說セル所ニ係ル因テ之ヲ名ケテ「フイケンス」氏ノ原理ト爲ス

第五章 色光

前ノ諸章ハ只白色ノ光ヲ論スルモノニシテ色彩ノ區別ニハ全ク注目セザリシト雖此章於テハ吾人ノ眼目ニ白光ノ感覺ヲ發起スル所ノ尋常ノ光線ト一定ノ色彩ヲ現發スル光線トノ區別及ヒ各種有色光線ノ間ニ存スル交互ノ區別ヲ舉ケ殊ニ其物理學上ニ關スル要件ヲ詳論スベシ

〔白光ノ分解〕 第二百二十六圖ニ示ス如ク暗室ノ一壁ニ一ノ小孔イヲ穿テ太陽光線ノ一束〔イハ〕ヲシテ此室内ニ射入セシムルガ其小孔ニ對向シタル壁上ノ一點即チ〔ハ〕ニ於テ一個ノ圓キ光像ヲ得ベキヤ已ニ前ノ第四十四圖ニ就テ示セルカ如シ然レハ此光線ノ一束ヲシテ未ダ壁上ニ達セザルノ前ニ當リ一ノプリスマ〔ロ〕ヲ透過セシムルトキハ長形有色ノ光像〔ホ〕ヲ得ベシ而テプリスマノ屈折角若シ鉛直ニ豎立

第二百二十六圖



スルトキハ〔ホ〕ニ示ス如ク暗室ノ一壁ニ一ノ小孔イヲ穿テ太陽光線ノ一束〔イハ〕ヲシテ此室内ニ射入セシムルガ其小孔ニ對向シタル壁上ノ一點即チ〔ハ〕ニ於テ一個ノ圓キ光像ヲ得ベキヤ已ニ前ノ第四十四圖ニ就テ示セルカ如シ然レハ此光線ノ一束ヲシテ未ダ壁上ニ達セザルノ前ニ當リ一ノプリスマ〔ロ〕ヲ透過セシムルトキハ長形有色ノ光像〔ホ〕ヲ得ベシ而テプリスマノ屈折角若シ鉛直ニ豎立スルトキハ〔ホ〕ニ示ス如ク暗室ノ一壁ニ一ノ小孔イヲ穿テ太陽光線ノ一束〔イハ〕ヲシテ此室内ニ射入セシムルガ其小孔ニ對向シタル壁上ノ一點即チ〔ハ〕ニ於テ一個ノ圓キ光像ヲ得ベキヤ已ニ前ノ第四十四圖ニ就テ示セルカ如シ然レハ此光線ノ一束ヲシテ未ダ壁上ニ達セザルノ前ニ當リ一ノプリスマ〔ロ〕ヲ透過セシムルトキハ長形有色ノ光像〔ホ〕ヲ得ベシ而テプリスマノ屈折角若シ鉛直ニ豎立

特別ノ説明ヲ要セズ
本編中編ノ最後ニ附綴セル圖中其最上ノ位置ニ在ルモノハ即チ全キ
色、第二橙黃色、第三黃色、第四綠色、第五青色、第六深藍色、第七紫色、是レナ

リ以上七色ハ所謂虹彩色或ハ「プリズマ」色ト名クルモノニモテ通常又單色ト稱ス茲ニ吾人ノ眼目ハ只七種ノ本色ヲ區別スルニ止マルト雖モ「スペクトル」中ニハ尙ホ無數ニ夥多ナル殊色ヲ有スルナルベシ蓋シ甲種ノ色ハ乙種ノ色ニ推移シ此色ハ彼色ニ變遷シ其漸次ノ階級實ニ窮極ナカルベキヲ以テナリ「スペクトル」ノ紅色ナル終端ハ常ニ必ス「プリズマ」ナキノ時ニ當リテ現ハル、白色ノ日影」ハ^{第百二}十五圖ニ得ベキ方位ニ向フ是ニ由テ之ヲ觀レハ紅色ノ光線ハ最モ僅小ナル傾斜ヲ受クルモノトス

甚タ美麗ナル色彩ヲ有スル「スペクトル」ヲ得ント欲セハ「フリント」硝子ノ「プリズマ」或ハ六十度ノ屈折角ヲ有スル空洞「プリズマ」ニ硫化炭素ヲ填テタルモノヲ用井且ツ日光ヲ射入セシムルニハ小圓孔ヨリセズ「チ」一乃至二「ミリメートル」ノ廣サト三乃至四「センチメートル」ノ長サトヲ有シ「プリズマ」ノ屈折角ト並行スベキ孔隙ヨリスルヲ要シ「プリズマ」

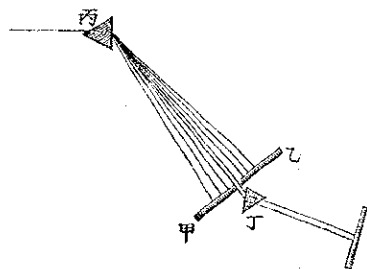
「マ」ヲ距ル「二乃至三」メートルノ位置ニ於テ白紙面上ニ「スペクトル」ヲ受クベシ

又「プリズマ」的ノ色像ヲ見ントスルニハ必シモ「プリズマ」ニ由テ白紙面上ニ日光「スペクトル」ヲ生セシムルヲ要セズ只「プリズマ」ヲ透シ狹隘ナル光体ヲ視ルヲ以テ可ナリトス例之ハ鉛直ニ保持シタル「プリズマ」ヲ透シテ一個ノ燭光ヲ視ルトキハ其燭光ハ著シク廣濶ト爲リ且ツ上文説述シタル如キ景況ニ於テ種々ノ色彩ヲ帶ヒテ現ワルベシ凡テ暗黒ノ處ニ置キタル所ノ狹隘ニシテ且ツ長形ナル白色ノ物体ニ就キ其物体ノ長徑ト已レノ屈折角トヲ並行ニ保持シタル「プリズマ」ヲ透シテ之レヲ視ルトキハ右ノ物体ハ帶色シテ現ワル、モノトス

〔各色光線ノ不同等ナル屈折〕 各其色ヲ異ニスル所ノ光線ハ其屈折度ヲモ異ニスルハ白色光ガ「プリズマ」ノ爲メニ殊色ノ光線ニ分解セラル、ヲ以テ已ニ之レヲ知ルベシ即チ各色ノ光線若シ其屈折度

ヲ異ニセザルハ縦令「プリスマ」中ヲ透過スルモ殊色ノ光像ヲ現ワス
 ヲナシ只白色光線ノ屈折スルノミヨ止マルベシ而シテ七種ノ色光各
 別ニ眼中ニ射入スレハ皆其固有ノ色ヲ感覺セシムベシト雖モ七種ノ
 色同時ニ一點ヲ刺衝スレハ只白色ヲ覺フルノ理由ナレバナリ凡ソ紅
 色ノ光線ト紫色ノ光線トハ「プリスマ」ヲ透過シタル後若干度ノ角ヲ爲
 ス即チ此二色ノ光線ハ分離線ノ景態ヲ爲スモノトス而シテ紫線ノ元
 來ノ方向ヨリ傾斜スルヤ紅線ニ比スレハ大ナリ且ツ紫色光線ハ總光
 線中屈折度ノ最モ著大ナルモノヨシテ紅線ハ之レニ反テ屈折ノ度最
 モ弱キモノナリ又綠色光線ハ紅色ニ比スレハ強ク紫線ニ比スレハ弱
 シトス蓋シ「スペクトル」中綠色ハ紅紫ノ中間ニ位スレバナリ之レヲ
 推セハ其他ノ色線即チ橙黃、青、深藍等各色光線ノ屈折度各相異ナル
 ヤ言チ俟タスシテ明ラカナリ凡ソ色彩ハ其屈折度ヲ異ニスル數種ノ
 光線ヨリ構成セラレザルトキハ（即チ「プリスマ」ニ由テ殊色ノ光線ニ分

第二百十七圖



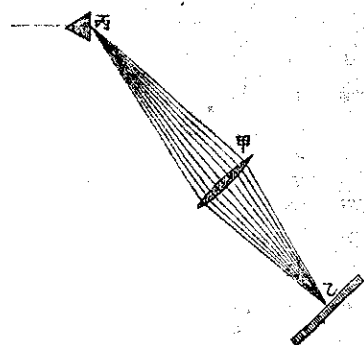
解スルヲ能ハザル者「常ニ各單一ナリトス今若シ
 第二百十七圖ニ示ス如ク「丙」ナル「プリスマ」ニ由テ
 生シタル「スペクトル」ヲ壁上「甲乙」ニ受ケ其一定
 ノ位置例之ハ青色光線ノ存スル處ニ於テ一個ノ
 孔隙ヲ爲ストキハ只其青色ノ光線ノミ孔隙ヲ通
 過シ其餘ノ色線ハ悉ク壁上ニ止ルベシ此孔隙ヲ
 通過シタル青線ハ假令第二ノ「プリスマ」「丁」ヲ透

過セシムルモ又他ノ方法ヲ以テスルモ更ニ分解スルコト能ハス即チ
 其色ヲ變スルヲナシ斯ノ如ク己ニ分解スルヲ能ハサル所ノ光線ハ即
 チ是レ單色ナリ

〔色〕光束聚シテ白光ヲ爲ス〕 第二百十八圖ニ示ス如ク若シ一

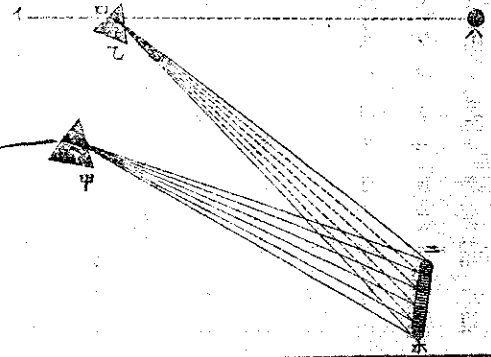
個ノ束聚「レンス」〔甲〕上ニ「スペクトル」ヲ受クレハ「プリスマ」面ノ一點〔丙〕
 ヨリ分離シテ射來スル殊色ノ光線ハ此「レンス」ニ由テ〔乙〕ナル一點ニ束

第二百十八圖



聚スベシ而シテ茲
ニ白紙ヲ置キ此束
線ヲ受クレハ紙面
ニ於テ輝々タル白
色ノ光像ヲ現ハス
然ラハ則チ「スベ
クトルム」ノ色光再
ヒ

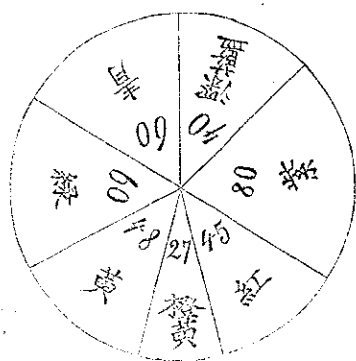
第二百十九圖



全ク束聚スレハ更ニ白光ヲ得ベキヤ明ラカ
ナリ又「プリスマ」的ノ色線「プリスマ」由テ分
テ光線ヲ束聚スレハ白色トナルノ狀ハ彼ノ長キ「プリスマ」的ノ色像ヲ
透見スルニ第二ノ「プリスマ」ヲ以テスレハ再ヒ充分白色ニ現ワル、ノ試
驗所謂「ニュートン」氏ノ試驗ニ就テ之ヲ認視スベシ即チ第二百二十九
圖ニ示ス所ノ「コホ」ハ「甲」ナル「プリスマ」ニ由テ生スル所ノ「スベクトルム」

チ或ル白壁上ニ受ケタル者ナリ今若シ太陽光線「イロ」ノ方向ヲ取リテ
其上ニ射來スルトキハ同一ノ「スベクトルム」ニ「コホ」ヲ同處ニ生スヘク第
二ノ「プリスマ」乙ヲ置クトキハ亦「コホ」ナル「スベクトルム」ヨリ出テ、此
「プリスマ」乙上ニ射シ來ル所ノ光線ハ悉皆「ロイ」ノ方向ヲ取リテ射出ス
ベシ是故ニ「イ」ニ於ケル眼目ハ「イロ」ノ方向ニ於テ有色「スベクトルム」

第三百十三圖

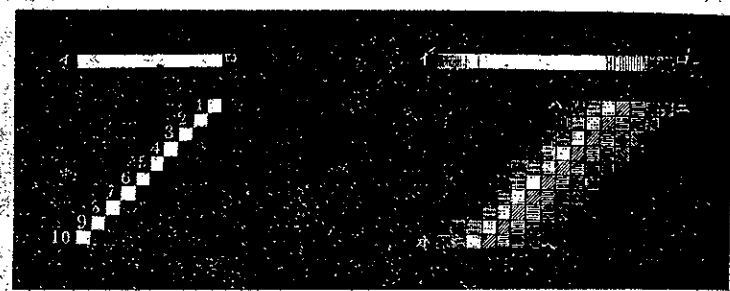


部分ヲ塗抹シ適當ノ裝置ヲ設ケテ迅速ニ之ヲ廻轉セシムレハ其圓体

ノ白色光像ヲ見サルヲ得ス又下文ニ説述
スル所ノ方法ニ據ルモ亦七色線ヲ束聚セ
シメテ白色トナスヲ得ベシ即チ一個ノ扁
圓体ヲ取リ之ヲ七分シテ其各部分ニ「スベ
クトルム」ヲ構成スル各色大小ノ對稱第三
圖ヲ賦與シ可及的「プリスマ」的ノ色光ニ
類似シタル色料ヲ以テ之レニ一致セル各

ハ已ニ其色彩ヲ失フテ白色狀ニ現ワルベシ夫ノ圓體ノ各色部分若
 眞ノ「プリズマ」的ノ色彩ヲ得且ツ其各部分廣狹ノ比例實ニ「スペクトル」
 ムノ各色部分ト精密ニ符合スルハ必ス眞正ノ白色ニ現ワル、ナル
 ベシ「ミユンホル」氏ハ眞ノ「プリズマ」的ノ色光ヲ以テ此理ヲ確證セシカ
 爲メ「プリズマ」ニ發條裝置時儀ヲ設ケ之レニ由テ迅疾ニ「プリズマ」ヲ振
 動セシメタリキ今此裝置ニ於ケル「プリズマ」ハ斷ヘズ急疾ノ振動ヲ受
 クルガ爲メニ佗ノ紙面又ハ壁面上ニ映寫セル其「スペクトル」モ亦「プ
 リズマ」ノ如ク振動セザルヲ得ス故ニ此「スペクトル」ハ色彩ヲ有セズ
 其端末バ尙ホ少シク帶色シテ現ハル、ト雖モ大抵白色ナル長形ノ光
 線ヲ爲セリ是レ即チ眼目ハ色光ノ各點ヨリ來ル所ノ色線ヲ感受スベ
 シト雖モ振動ノ急疾ナルヲ以テ各種ノ色線互ニ重層混糅シテ之レヲ
 刺衝スルニ由リ恰カモ白色ノ感覺ヲ爲セバナリ然レモ端末ニ於テ尙
 ホ色ヲ現ハスハ此位置ニ在リテハ各色全ク重層スルヲ能ハサルニ因

第百三十一圖



ルモノトス
 玆ニ一個ノ狹長ナル白色物体(即チ第百三十一圖
 ノ「イロ」ヲ取り其長徑ト「プリズマ」ノ屈折角トヲ並
 行セシメ其物体ヲ透見スルトキハ右ノ物体ハ充
 分ナル「スペクトル」トナリテ現ハルベシ然レモ
 此白色物体ノ長徑ト「プリズマ」ノ屈折角ト直角ヲ
 成シテ之ヲ透見スルトキハ其物体ハ少シク長徑
 ヲ増シ且ツ中央ニ於テハ完全ナル白色ニシテ只
 其端末ニ於テハ少シク帶色ヲ現ワル尤モ「イロ」ニ於
 テハ紅色「ロ」ニ於テハ青色ナリ其理由ハ容易ニ説
 明シ得キモ「ミユンホル」氏即チ下文ニ述フルカ如シ
 今本圖ノ現狀ノ如ク暗黒ナル處ニ白キ小平方面
 ノ數個ヲ一列ニ並置シタルト假想シ一個ノ「ア

スマ」ヲ以テ之ヲ透見スルトキハ夫ノ平方面ノ各個ハ完全ナル「スベクトルム」ヲ現ワスベシ今若シ小平方面ノ鉛直角ト「プリスマ」ノ屈折角ト並行ニ立ツトキハ最上部ニ位スル平方面ハ「ハニ」ニ於テ「スベクトルム」トナリテ現ワル而シテ漸次ニ下方ニ在ル所ノ各平方面モ亦最上部ノモト同様ニシテ之レニ比スレハ只少シシテ左方ニ偏倚スルノミズノ如クシテ最下部ノ白キ小平方面ハ「ホ」ナル「スベクトルム」ヲ生成ス今此多數ノ小平方面ヲ總テ鉛直ニ其位置ヲ高昇セシメ「イロ」ナル横帯ニ均一ナル水平狭長ノ一帯ヲ構成スルヲ以テ度トスルト考フレハ其「スベクトルム」モ亦各重層シテ高昇セザルヲ得サルナリ然ルトキハ第一ノ平方面ノ「スベクトルム」中ニ於ケル深藍線上ニハ第二ノ深藍線及ヒ第三ノ紫線來リテ之レヲ蓋ヒ第一ノ青線上ニハ第二ノ深藍線及ヒ第三ノ紫線來リ斯ノ如ク逐次重層スルヲ以テ中央ノ部分ニ於テハ終ニ各色總テ重層シテ白色ヲ現ハスベシ今ヤ即チ第一平方面ノ「スベクトルム」

ム「中ノ紅色上ニハ第二「スベクトルム」ノ橙黄、第三「スベクトルム」ノ黄第四第五第六及ヒ第七「スベクトルム」ノ綠、青、深藍及ヒ紫色來ルアリ是故ニ茲ニ於テモ各個ノ「スベクトルム」ヲ變位セシムルニ由テ生シタル長形面ノ中央ニ於ケル如ク白色ヲ現ハサ、ルヲ得サルナリ而シテ此白色部分ハ本圖ニ注目シテ容易ニ明瞭ナルヘキ如ク一端ハ黄ヲ經テ紅ニ移リ他ノ一端ハ青ヲ經テ紫ニ移ルヤ必セリ但シ其紫線ハ弱光ナルヲ以テ能ク注意セサレハ殆ント絶無ナルガ如キヲ覺フ以上只白色狭長ノ紙帶ニ就テ説述シタルモ此現象ハ只斯ノ如キ物体ノミニ限レルニアラス凡ソ白色物体ノ著シキ面積ヲ有スル者ヲ以テスルモ同一理ニシテ只其綠端ニ帶色シテ現ワル、ノ部分著大ナルノミ凡ソ白面上ニ廣キ黒色ノ一片ヲ置クトキハ上文説述シタル所ト全ク相反對スル現象ヲ見ルベシ即チ「プリスマ」的ノ肖像ハ最モ僅少ニ傾斜シタル端末ニ於テ紫色ト青色ヲ現ワシ他ノ端末ニ於テハ紅色ト黃色ヲ現ハス今此反對

現象ヲ説明スルニハ右ノ如ク色彩ヲ呈スルハ黒色ノ面ヨリスルコトヲステ之レテ境界スル所ノ白色ノ部分ヨリスルモノト思考スルヲ要スルノミ是故ニ右ノ黒色面甚タ狭少ナルトキハ「スベクトルム」中ノ

黒色ハ遂ニ全ク消滅スルニ至ルベシ

〔合成色補〕

總テ七種單色ノ正シキ對稱ヲ取リテ之ヲ東聚セ

シムレハ必ズ白色ヲ成スモノナルヤ己ニ前章ニ於テ説述セルカ如シ

今此理ヲ推スルハ白色ヨリシテ或ル色種ヲ得ントスルコトハ單色ノ一

或ハ數種ヲ除却シ若クハ只其對稱ヲ變スルノミニシテ成ルベシ今若

シ第百二十八圖ニ示ヒシ所ノ〔丙〕ヨリ〔甲〕ナル「レンス」上ニ射來スル「スベ

クトルム」ノ一部分側之ハ綠色ノ中央ヨリ紅色ノ端末ニ至ル總線ヲシ

テ其未タ「レンス」ニ達セサル前ニ當リ一葉ノ紙片上ニ留止セシムルハ

ハ前ニ白色ノ光像ヲ現ハセシ〔乙〕點ニ於テ青色ヲ呈スルナルベシ之レ

ニ反シテ若シ綠色ノ中央ヨリ紫色ノ端末ニ至ル光線ヲ紙面ニ受止ス

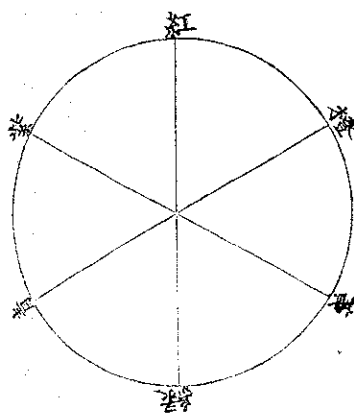
ルトキハ黃色ヲ呈スベシ是故ニ此黃キ色種ハ再ヒ白色ヲ生スルガ爲メニ尙ホ青キ色種ヲ加フベキ全部分ヲ含有セルモノナリ斯ノ如ク相合同シテ白色ヲ成スヘキ二種ノ色種ヲ名ケテ合成色又ハ補色ト云フ各種ノ色彩モ亦各其補色ヲ有スル者ナリ蓋シ各種ノ色白色ナラサル所以ハ其色中白色ヲ成スガ爲メニ要スル一定ノ光線欠乏セルヲ以テ此不足ノ線ヲ合同スルトキハ則チ其合成色ヲ爲セハナリ若シ又上文説述スル所ノ試験ヲ實際ニ行フノハ「スベクトルム」ノ中央部分即チ黃色ノ中央ヨリ青色ノ中央ニ至ル光線ヲ〔甲〕ナル「レンス」ニ達スルノ前ニ受止スルトキハ〔乙〕ニ於テ紫紅色ノ光像ヲ得ベシ然レハ茲ニ受止シタル光線ヲシテ「レンス」上ニ射來セシメ而シテ黃色ノ中央ヨリ紅色ノ端末ニ至リ及ヒ青色ノ中央ヨリ紫色ノ終端ニ至ルノ光線ヲ受止スルトキハ綠色トナルベシ

以上説述スル所ノ成績ニ由テ之ヲ觀レハ青キ色種ノ補色ハ黃ニシテ

緑ノ補色ハ紅ナリ青色愈々綠色ニ傾ケハ其補色ハ愈々黄ヨリ紅ニ移
ル

又七色線中紅ノミヲ留止シテ殘餘ノ光線ヲ東聚スレハ綠色ヲ得之レ
ニ反スレハ紅ヲ得ベシ又橙黃ヲ止メテ東聚スレハ青ヲ得青ヲ留止ス
レハ橙黃ヲ得黃ヲ受止シテ東聚セシムレハ紫ヲ得紫ヲ受止スレハ黃
ヲ得ベシ是故ニ紅ト綠橙黃ト青黃ト紫ハ交互ノ合成色ヲ爲スモノト

第百三十二圖



ス因テ第百三十二圖ニ示ス如クスレハ
一目ニシテ各色交互ノ補色ヲ知了スル
ヲ得ベシ即チ一個ノ圓圈ヲ描キ之レニ
三個ノ直徑ヲ引キ其一點ヨリ色線ノ第
一ヲ以テ始メ順次ニ之レヲ列置スルト
キハ左ヨリ右ヨリ又上ヨリ下ヨ
リスルニ關スルコトナク交互ノ補色ハ必

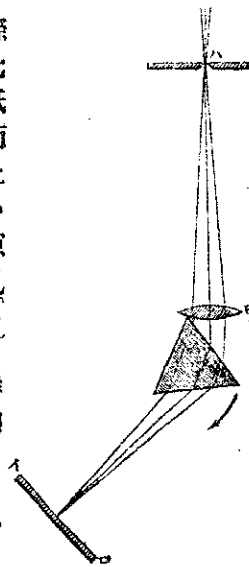
ス一直徑ノ兩端ニ立ツト知ルベシ但シ茲ニ深藍ヲ舉グルコト能ハスト
雖モ深藍ハ青ノ濃ナル者ト看做スベキガ故ニ別ニ其部ヲ設ケサルモ
青色ノミニシテ十分ナルベシ

「フラウンホーフェル氏線」美麗ナル「スペクトルム」ヲ得ント欲

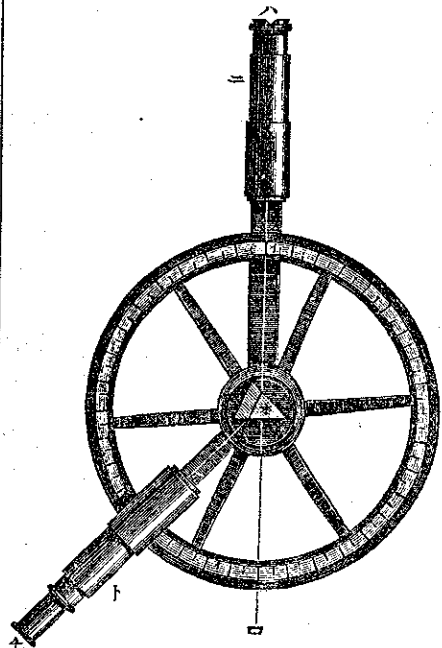
スルニハ下文ノ法ニ由ルベシ即チ此試驗ヲ行フベキ暗室ノ外ニ於テ
日光顯微鏡ノ條ニ説述セシ所ト同一ノ景況ヲ以テ一個ノ平面鏡ヲ裝
置シ太陽光線ヲシテ此鏡ヨリ反射シ水平ノ方向ヲ取り暗室ノ孔ヲ通
過シテ其室内ニ射入セシム而シテ光線ノ射入ニ要スル孔隙ハ二乃至
四「センチメートル」ノ長サト一乃至二「ミリメートル」ノ廣サヲ有スル鉛直
ノ豎形孔穴ナルヲ要ス此孔穴ヲ通過シテ射入シタル一束ノ光線ハ四
乃至六「メートル」ノ距離ニ於テ「フリント」硝子若クハ硫化炭素ヲ包有ス
ル空洞「プリスマ」ニ之レヲ受ケ之レニ由リテ傾斜シタル光線ハ其進路
上適宜ノ距離ニ於テ白紙面上ニ於テ再ヒ之レヲ受クベシ茲ニ生シタ

ル「スベクトルム」ハ未タ十分清淨ナルモノニアラズ蓋シ太陽ハ非常ニ
巨大ナル直徑ヲ有シ而シテ鏡面ニ由テ生シタル太陽ノ光像中ニ於ケ
ル鉛直形ノ各光帶ハ皆自己特別ノ「スベクトルム」ヲ生スルガ故ニ太陽
ノ各部分ニ一致シタル多數ノ「スベクトルム」ハ玆ニ生成セル「スベク
ルム」中ニ於テ交互ニ重層スルヲ以テナリ今可及的清淨ナル「スベク
ルム」ノ色ヲ得ントスルニハ第三百三十三圖ニ示ス如ク「プリスマ」乙ノ直
前或ハ直後ニ於テ○八乃至一二メートルノ燒距ヲ有スル一個ノ「レン
ズ」甲ヲ置キ「イロ」ナル紙障ヲ
設ケ此紙障ト「レンズ」トノ距
離ハ光線若シ充分單一ノモ
ノニシテ「プリスマ」ヲ透過ス
ルノ際此紙面上ニ隙孔ハノ鮮明ナル肖像ヲ生スベキノ度ニ於テスベ
シ今紙障ノ正シキ位置ヲ取レルコ當リテハ紙面上ニ鮮赫ナル「スベク

第三百三十三圖



第三百三十四圖



トルム」ヲ現リスヲ常トス此「スベクトルム」中ニハ卷末ニ掲クル色圖ニ
於テ見ルベキ如ク其長徑ニ直角ヲ爲シタル黒線ノ一列アリ斯ノ如ク
「スベクトルム」中ニ於ケル黒線ハ最初「ウオルラストン」氏ノ注目セシ所
ニシテ後「フラウンホーフェル」氏之ヲ細密ニ試験セリ是故ニ同氏ノ名
ヲ取リテ「フラウンホーフェル」氏ノ黒線ト名クルヲ常トス

「フラウンホーフェル」氏
ノ黒線ヲ檢視シタルハ
上文説述シタル方法ニ
由レルニアラス同氏ハ
望遠鏡ヲ以テ「プリスマ」
ヨリ射出スル所ノ光線
ヲ試験セシト云フ此望
遠鏡ニ由テ「フラウンホ

「フエル」氏線ヲ檢視スルノ目的ニ就キ現今需要スル裝置ノ概略ハ第百三十四圖ニ示スカ如キ原理ニ基キ造構シタルモノナリ此裝置ハ一個ノ適當ナル支臺ニ由テ支持セラレ而シテ水平ノ位置ヲ取リ且ツ割度ヲ有スル圓輪ノ中點ニ於テ「ロ」ナル「プリスマ」ヲ支持スル用ニ供スル小臺ヲ具フ但シ右ノ支臺ハ隨意ニ其軸ニ沿テ旋廻シ得ヘシ又此軸ニハ圓輪ノ下方ニ位シテ半徑線狀ノ方向ヲ取レル一管「ニ」但シ此管ハ後ノリヲ負荷スル眞鍮條アリテ旋廻シ圓輪ノ上方ニハ「ト」ナル望遠鏡ヲ固着シクル佗ノ眞鍮條ノ廻旋スルアリ口光ノ試験室ニ射入スル鉛直孔ヨリ充分ノ距離(最モ近クモ五メートル)ニ在ルトキハ「ニ」ナル管ハ無用ニ屬スルヲ以テ之レヲ廻旋シテ他方ニ除却スルヲ得ヘシ未タ「ロ」ナル「プリスマ」ヲ載置セサルノ前ニ當リ望遠鏡「ト」ノ軸ヲシテ孔穴ニ射入スル光線ノ方向「ハロ」ニ定置セシメ著明ニ孔穴ノ光像ヲ視得ヘカヲシム而シテ後「プリスマ」(「ロ」)ヲ載置シ且ツ中心ノ小臺ヲ旋廻シテ射來スル光線

大凡ソ傾斜ノ極度ニ達スルノ位置ニ至ルヲ以テ度トシ更ニ望遠鏡「ト」ノ方向ヲ轉セシメ「プリスマ」ヨリ射出スル光線望遠鏡ノ對物「レンズ」ノ肖像ト爲ルベキ度ニ至リ其接眼「レンズ」ヨリ之レヲ望ムトキハ「ワラウ」ン「ホー」フ「エル」氏線ノ一々現著セル「スペクトルム」ヲ視ルニ至ルベシ上文説述シタル方法ニ就キ望遠鏡廓大力ノ度強ク且ツ「プリスマ」ノ屈折角巨大ナルトキハ「スペクトルム」ノ全形ヲ一回ニ視盡ス「能ハス然レモ」「ワラウ」ン「ホー」ラ「エル」氏線ハ第百三十三圖ニ就テ示セシ方法ニ由リテ得タルモノヨリモ遙ニ其數ヲ増シ且ツ著明ニ現ワル、モノトス凡ソ「ワラウ」ン「ホー」フ「エル」氏線ノ「スペクトルム」上ニ散置スルヤ不整ニシテ均同ナラズ其線中一二ハ甚タ纖細ニシテ且ツ中斷シ漸ク之レヲ認視スベキ黒線トナリテ現ハル他ノ線條ハ之レニ反シ互ニ相接近シタル位置ヲ取リ特別ニ分立シタル線條ヨリモ寧ロ一陰影ノ觀ヲ爲ス其他尙ホ其廣サ著大ニシテ一定ノ線條ヲ爲シテ現ワル、モノアリ「ワラ

ウンホーラエル氏ハ右ノ諸線中ニ就キ其若干ニ一定點ヲ賦與スルガ爲メA, B, C, D, E, F, G, Hヲ以テ其記号トセル所ノ八線ヲ撰定セリ此記号ニハ二個ノ便益アリ一ニハ容易ニ其線ヲ認知スルヲ得、一ニハ其線ニ據テ定ムル「スペクトルム」中ノ區域ヲシテ太クシキ不同ナカラシム又卷尾ニ掲ケタル「スペクトルム」ノ圖中ニモ「フラウンホーフェル氏線」ハ[A]乃至[H]ノミヲ示セリ

又「フリント」硝子或ハ硫化炭素ヲ包有セル空洞「プリスマ」等ノ加キ巨大ナル屈折角ヲ有スルモノヲ以テスレハ強キ黒線ハ已ニ肉眼ヲ以テ見ルベシ

「スペクトルム」中各種光線ノ屈折係數

各種ノ單色光線ハ其屈折ノ度互ニ不同ナリ即チ異色ノ單光ハ同一ノ物質ニ對シテ殊別ナル屈折係數ヲ有スルモノナルガ故ニ己ニ屈折篇ノ始メニ於テ説述シタル屈折係數ハ只其大概ナルヤ固トヨリ言テ俟ス故ニ其詳細ヲ知ラ

ント欲セハ同一質ノ物体ニ對スル各種異色光線ノ屈折係數ヲ檢出セサル可カラス最モ此目的ニ適當セルハ「フラウンホーフェル」氏線之レナリ蓋シ此線ニ由ルトキハ「スペクトルム」一定ノ部位ヲ正確ニ舉示スルヲ得レハナリ今一定ノ「フラウンホーフェル」氏線ニ就テ其係數ヲ認定セントスルニハ前章「フラウンホーフェル」氏線ヲ説述スルニ當リ第百三十三圖ニ示セシ所ノ裝置ヲ以テ此用ニ適スルモノトス先ツ望遠鏡「ト」ノ軸ヲシテ「ハロ」ナル線ノ方向ニアラシメ其際十字形線ノ鉛直ナルモノ己ニ平面鏡ノハ正ニ隙孔光像ノ中央ニ來ルヲ要シ而シ其度目ヲ讀ムニ例之ハ百四十度九分ニ在ラン今「プリスマ」ヲ載置シ望遠鏡ノ鉛直線線ガ精密ニ「フラウンホーフェル」氏線ヲ蓋フノ度ニ至ルマテ中心ノ支臺ヲ旋廻シ且ツ「ト」ナル望遠鏡ヲ緊定ス但シ此「フラウンホーフェル」氏線ハ「プリスマ」ノ之レニ對シ傾斜ノ減極度最少度ニ定置セラレタルトキ玆ニ其係數ヲ確知センコトヲ望ム所ノモノトス此試驗ニ供

用スル「プリスマ」ハ例之ハ「フリント」硝子製ニシテ六十度ノ角ヲ有スルモノトシテ而シテ「D」線ニ向テ傾斜ノ減極度ヲ現ワシ望遠鏡ハ其鉛直線線正ニ「D」線ヲ蓋フノ位置ニ設定セラレタリトスレハ此際其度目ハ百八十八度四十五分ナリ故ニ「D」線ニ對スル傾斜ノ減極度ハ四十八度三十六分ニシテ即チ百八十八度四十五分ト百四十度九分ノ差ナリ是故ニ其「プリスマ」質ノ屈折係數ハ即チ一・六二四二ナリトス但シ其一・六二四二ナル數ヲ得タル所以ハ左ノ數式ニ從テ算出セルニ由レルモノニシテ其式即チ左ノ如シ

$$n = \frac{D + \epsilon}{\sin \frac{\phi}{2}}$$

此式中「D」ハ光線傾斜ノ減極度ヲ示シ「ε」ハ「プリスマ」ノ屈折角「n」ハ即チ屈折係數ヲ示ス茲ニ此式ノ由來スル所ヲ說示セント欲スルモ少シ

ク高尙ニ過クルノ恐アレハ姑ク之レヲ略ス

精細ノ計測ニ據テ「ブラウンホーフェル」氏線中其首要ナル者ノ屈折係數ヲ見レハ左表ノ如シ而シテ茲ニ掲クルモノハ只一二ノ貴重ナル物質ノミニ限レリ

	B	C	D	E	F	G	H	Z
氷	1,3309	1,3317	1,3336	1,3358	1,3378	1,3413	1,3442	0,0133
亞磷酸保兒[比重1,815]	1,3628	1,3633	1,3654	1,3675	1,3696	1,3733	1,3761	0,0133
クロール硝子	1,5258	1,5268	1,5296	1,5330	1,5360	1,5416	1,5466	0,0208
フロント硝子	1,6277	1,6297	1,6350	1,6420	1,6483	1,6603	1,6711	0,0434
フアラデス氏硝子	1,7050	1,7077	1,7148	1,7242	1,7325	1,7498	1,7651	0,0601
硫化炭素	1,6182	1,6219	1,6308	1,6439	1,6555	1,6799	1,7020	0,0838

茲ニ硝子種類ノ區別ニ就キ一二ノ注意ヲ記スベシ即チ「クロール」硝子ハ鉛ヲ含有セサル清淨ノ硝子ニシテ「フリント」硝子ハ多量ノ酸化鉛ヲ

含有スルモノナリ而シテ「フッラヂイ」氏硝子ハ百〇四分ノ酸化鉛二十四分ノ珪酸及ヒ二十五分ノ蓬酸ヨリ成ル但シ「クローン」硝子ノ各種并ニ「フリント」硝子ノ各種ハ其成分ニ多少ノ不同アルヲ以テ其屈折係數モ亦上表ノ數ト多少ノ差ヲ生セザルヲ得ザルナリ

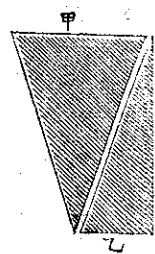
凡ソ屈折ニ由テ光線ノ殊色ニ分解セラル、ナ名ケテ光^{フルベリツエルトロイエン}ノ散色ト云フ或ル物質ニアリテ紅色光線ト紫色光線トノ間ニ生スル所ノ差愈々大ナレハ其散色ヲ生起スルモ亦愈々強シ是故ニ上ノ表中右方ノ「Z」下ニ舉ケタル如ク「H」線及ヒ「B」線ノ屈折係數ノ差ハ所謂物質散色ノ度量ト看做スベキモノナリ然ラハ則チ右表ノ物質中、水ハ散色力ノ最モ弱キモノ(0.0133)ニシテ硫化炭素ハ最モ強キモノタリ(0.0838)其佗「フリント」硝子モ亦上表中ニ示ス如ク「クローン」硝子ニ比スレハ散色スルコト強大ナリトス

又上表ニ就テ之ヲ觀レハ各種物質ノ散色力ハ中央光線ニ關スル屈折

係數ト全ク相比例セサルモノナルヤ明ラカナリ例之ハ「フリント」硝子ノ散色力ハ「クローン」硝子ノ散色力ニ比スレハ大凡二倍ナリト雖ヒ「フリント」硝子ニ於ケル「E」線ノ屈折係數ハ「クローン」硝子ニ於ケル屈折係數ニ比スレバ只一〇七倍ノ大サニ止マレリ又硫化炭素ニ於ケル散色力ハ上表中ニ舉ケタル「フリント」硝子ノ力ニハ殆ント二倍スレヒ「フリント」硝子ニ於ケル「E」線ノ屈折係數(1.6420)ハ硫化炭素ニ於ケル屈折係數(1.6439)ト稍々同一ナリ然ラハ則チ同一ノ屈折角ヲ有スル硫化炭素「プリスマ」ハ「フリント」硝子「プリスマ」ニ比スレハ其長徑二倍スル所ノ「スベクトルム」ヲ成スト雖ヒ綠色ノ光線ヲ傾斜セシムルハ兩ツナカラ殆ント同一ナルヤ知ルベシ

「アツクロマナスムス、沒色」第三百三十五圖ニ示ス如ク二個ノ「プリスマ」甲及ヒ乙ヲ取り互ニ其屈折角ヲ對向セシメテ之レヲ並列スルトキハ此合併「プリスマ」ノ作用ハ各「プリスマ」ノ成全スベキ作用ノ差

第三百五十五圖



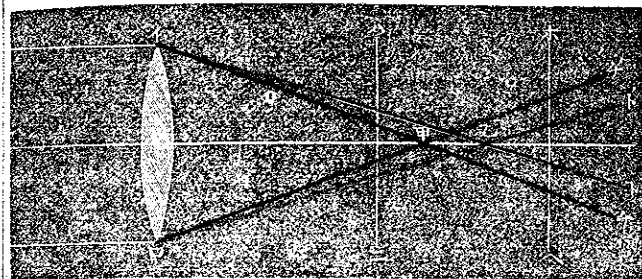
ニ均シカルベシ今此二個ノ「プリスマ」ハ各殊別ナル物質ヨリ成リ而シテ「甲」ナル「プリスマ」ノ屈折角已ニ知ラレタルニ際シテ「乙」ナル「プリスマ」ノ屈折角ヲ算出スルニ左ノ二様ノ景況ニ於テスルヲ得ベシ

第一「甲」ナル「プリスマ」ニ由テ受ケタル一定種ノ光線ノ傾斜ハ「乙」ナル「プリスマ」ニ由テ平均セラルハニ散色ハ尙ホ依然留存ス「傾斜」ヲ爲ササル並列「プリスマ」所謂不傾斜「プリスマ」之レナリ

第二「甲」ナル「プリスマ」ニ由テ生シタル散色ハ皆無ニ歸スルモ傾斜ハ尙ホ依然留存ス此並列「プリスマ」ハ「没色」^{アッロマチエ}「プリスマ」之レナリ

前ノ殊色光線屈折係數ノ終リニ於テ説述シタル理由ニ從ヒ若シ同等ノ屈折角ヲ有スル硫化炭素「プリスマ」ト「フリント」硝子「プリスマ」トヲ並列スルトキハ光線ノ傾斜ナクシテ只其散色ノミヲ留存スル者所謂不傾斜「プリスマ」ヲ得ベシ此「プリスマ」ハ綠色ノ光線ヲ屈折セシムルナ

シト雖モ「フリント」^{フリント}「プリスマ」一個ニシテ生スベキ「スベクトルム」ト大凡ソ同等ノ長徑ヲ有スル「スベクトルム」ヲ留存スル者ナリ傾斜ハ尙ホ留存スルモ散色ハ皆無ニ歸スヘキモノ即チ沒色「プリスマ」ヲ得ント欲セハ一個ノ「プリスマ」ノ傾斜度ハ他ノ一個ノ者ノ傾斜度ヨリ大ナルモ其長徑ヲ同フスル「スベクトルム」ヲ生成スル所ノ二個ノ「プリスマ」ヲ並列スルヲ要ス例之ハ「乙」ヲ硫化炭素「プリスマ」トシ「甲」ヲ「フリント」硝子「プリスマ」トシテ其二個共若シ同長徑ノ「スベクトルム」ヲ生成スルヲ要スルトキハ「乙」ノ屈折角ハ「甲」ノ屈折角ヨリ著シク小ナラサルヲ得ズ是故ニ「乙」ニ由テ傾斜セラレタル度ハ「甲」ノ爲メニ傾斜セラレタル度ヨリハ著シク小ナリ是故ニ「乙」ハ只「甲」ニ由テ生シタル傾斜ヲ微ニ減少スルノミナリ此方法ト同一理ニシテ「甲」ヲ「クロール」硝子「乙」ヲ「フリント」硝子トスレハ亦沒色「プリスマ」ヲ得ル但シ「乙」ノ屈折角ハ「甲」ノ屈折角ヨリ適宜ノ對稱ニ於テ小ナルヲ要ス



以上説述シタル所ハ「レンズ」ニ於テモ亦同様ナリ
凡ソ「レンズ」ハ什麼ナル物質ヨリ成ルモ各色ノ光
線ニ就キ一々特別ノ焦點ヲ有セサルヲ得ス蓋シ
各種色光ノ屈折係數皆同一ナラサルヲ以テナリ
即チ屈折度ノ巨大ナル青色光線ノ焦點ハ紅色光
線ノ焦點ヨリモ「レンズ」ニ接近セリ今第百三十六
圖ニ示ス如ク「イロ」ナル凸面「レンズ」上ニ其軸ト並
行ノ方向ヲ取りテ一東ノ白色光線アリテ射來ス
ルトキハ青色ノ光線ハ「甲」ニ於テハ紅色ノ光線ハ
「乙」ニ於テ東聚スベシ玆ニ「甲」ト「レンズ」トノ間側之
バ「ハニ」ニ於テ紙面上ニ「レンズ」ヨリ射出スル光線
ヲ受止スレハ光像ノ邊緣ニ於テ黃色及ヒ紅色ヲ
帶ヒタル圓輪ヲ見ル之レニ反シテ若シ「乙」點外側

之ハ「ホヘ」ニ其紙片ヲ置クトキハ青色ヲ帶ヒタル圓輪ヲ現ワス是レ即
チ「甲」前ニ於テハ紅線ト「乙」後ニ於テハ青色ヲ「乙」及ヒ紫色ガ
其全光東ノ最外線ヲ爲スコ因レリ斯ノ如ク殊色光線ニ就テ燒距ノ不
同ナルヲ名ケテ色線迷行ト云フ此迷行アルニ因リ凡ソ「レンズ」ノ光像
ハ多少不明ナルヲ覺フ即チ其光像多少色彩ヲ帶フルモノナリ其現象
ハ試驗上ニ於テ容易ク確證スルヲ得ルモノニシテ例之ハ凸起度ノ
著シキ「レンズ」ヲ取り書籍ノ文字ヲ視ルトキハ必ス色彩ヲ帶フルヲ認
メ又其「レンズ」ニ由リ遠處ニ位スル物体ノ肖像ヲ粗磨硝子板上ニ生セ
シムレハ又色彩アルヲ見ル等ヲ以テ例スベキガ如ク肖像物体ニ論ナ
ク總テ有色邊緣ヲ以テ包周セラル、ノ觀ヲ呈ス即チ此迷行ノ爲メニ
顯微鏡並ニ望遠鏡ニ於ケル肖像ノ不明ヲ來スコトアルナリ此ヲ以テ
斯ノ如キ器械ニハ所謂沒色「レンズ」ヲ用ユルヲ必要ノ事トス此目的ニ
要スル沒色「レンズ」ハ殊別ノ物質ヨリ成レル單「レンズ」ヲ併合シタルモ

或ル透明ナル物体若シ已レニ射來スル白光ヲ受

ケテ色ヲ現ワスハ茲ニ射來スル光中ニ含有スル光線ノ一部分ノミヲ透過セシメ自餘ノ光線ハ尽トク其物質中ニ吸収スルニ由ルモノナリ例之ハ紅色ノ硝子ハ只紅色ノ光ノミヲ透過セシメ恐クハ僅少ノ黃色光線ヲモ透過セシ

トルム第五号ハ格拔爾篇ニ由テ青色ト爲セル硝子板ノ「スベクトルム」ナリ第六号及ヒ第七号ハ二種ノ綠色液即チ鹽化銅ノ溶液及ヒ「コロ」フ「セル」植物葉莖ノ依的兒溶液ノ「スベクトルム」ナリ是ニ由テ之ヲ觀レハ以上掲クル物質ハ一モ單一ノ色光ノミヲ現ハスモノニアラザルヤ必セリ紅色ノ硝子ハ「フラウンホーフエル」氏線ノ「D」及ヒ「A」ノ間ニ位スル光線ヲ透過セシメ其硝子若シ黑色ニ傾キタル者ナルトキハ同線「C」ト「A」トノ間ニ位スル光線ヲ透過セシム（即チ其屈折度ノ甚タ殊異ナル者ヲ透過セシム）又硫酸銅安母尼亞溶液ヲ透過セタル青色光ハ「フラウンホーフエル」氏線ノ「H」ト「E」トノ間ニ位スル悉皆ノ光線ヨリ成ル藍靛溶液ノ「スベクトルム」ハ一種奇異ノ者ニシテ中斷セラレタル二部分即チ狹キ紅部分及ヒ青部分ヨリ成ル而シテ「コロ」ハ「フセル」及ヒ格拔爾篇硝子ノ溶液モ亦之レニ類似ス

又「スベクトルム」ニ由テ不透明体ノ色ヲ試驗セント欲スルニハ其物体

ヲ以テ已ニ第二十五圖ニ示シタル「ニコル」ノ點ニ置キテ之レヲ白紙ニ代用スベシ例之ハ其點ニ紅紙ノ一片ヲ保持スレハ只「スベクトルム」ノ紅端ヲ視得ルノミニシテ黃色、綠色、青色等諸線ノ射來スル各點ハ全ク暗黒ナリ若シ「ヨット」青ヲ以テ塗リタル紙ヲ以テ其點ニ置キ之レニ「スベクトルム」ヲ受クルトキハ青色ハ最モ著明ニシテ他色ハ多少暗黒ニ現ワル此ノ如ク色紙ニ由テ光ノ吸收セラル、景況ハ下文ニ説述スル所ノ方法ヲ以テ能ク之レヲ視別シ得ベシ即チ一葉ノ白紙上ニ狹キ直線ノ色紙ヲ糊貼シテ「スベクトルム」ノ上半ハ白紙上ニ下半ハ此色紙上ニ來射スベキ位置ニ之レヲ保持スベシ而シテ其色紙若シ紅色ナルトキハ卷尾ニ掲クル圖表第十號ノ如キ現象ヲ見ル即チ紫色、深藍色、青色、綠色ノ全部及ヒ黃色ノ大概ハ吸收セラレテ其紅紙ノ部分ニ現ハレスト雖モ白紙ノ部分ニハ全ク「スベクトルム」ヲ現ハスベシ是レ「スベクトルム」中ノ紅線ハ特トリ能ク白紙ヨリモ紅紙ヨリモ反射セラレ、ヲ以

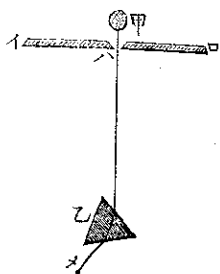
以上説述タル所ニ就テ之レヲ觀レハ凡ソ物体ノ殊色ヲ現呈スルハ己
 レニ固有ナル色光ヲ發シ或ハ反射セシメ或ハ透過セシムルニ是レ因
 レリ即チ白キ物体ニスベシトルム中ノ光線ヲセテ總テ一様ニ反射セシ
 ムルニ由テ白色ヲ現シ黒キ物体ハ之ニ反シ全ク各種ノ色光ヲ吸収
 スルモノトス其他物体種々ノ色ヲ現ハスハ其光ノミ反射セテ殘餘ハ
 吸収スルモノナルヤ上ニ述ルカ如シ例之ハ紅色ノ物体ハ紅線ノミヲ
 反射シテ自餘ハ吸収シ紫色ノ物体ハ紫線ノミヲ反射シ自餘ハ吸収ス
 ルカ如キ是レナリ是故ニ或ル一定ノ單色光中ニ在テハ諸物体ノ色彩
 ヲ視別スルヲ能ハス只右ノ色光ヲ反射スル者ノミ能ク之ヲ區視スル
 ヲ得ルナリ又一定ノ混色ヲ反射スレハ物体其色ヲ以テ現ハル例之ハ
 染戸ニ稱スル各種ノ間色即チ鉄納戸、鶯茶、葡萄鼠ト云フカ如キ皆之ナリ
 上文説述スルノ理ハ透明体ニ於ケルモ亦同一般ナリトス

〔光ノ射出及ニ燄光分析〕

地球上存在スル所ノ物体中只其一ニ
 ノミハ通常ノ氣温ニ於テ弱光ヲ發射スルモノナルヤ前ノ光体ノ條ニ
 於テ論述セルカ如シ然レモ其他ノ物体ハ之ヲシテ光体ト爲ラザル
 ニ高度ノ熱ヲ要スルモノトスドラベル氏亞米利加人ノ試驗ニ據レハ種々
 ノ物体(即チ白金、鉄、黃銅、鉛及ヒ炭)ハ同一ノ熱度ニ於テ紅色ヲ以テ燄灼
 ナ始ム而シテ熱度ノ増昇スルニ隨ヒ上ノ各体皆同一熱度ニ當リ漸次
 ニ強ク屈折スベキ光線ヲ發シ終ニ紫色ノ光線ヲ發スルニ至ル或ハ尙
 ナ越ニ其際即チ紅燄ニ至リ遂ニ白燄ニ進移スルモノトス斯ノ如キ燄
 灼シタル固体或ハ液体ヨリ發スル光ノスベシトルムハ「フラウンホー
 フエル氏」ノ黒線ヲ現ワスヲナシ故ニ此種ノ「スベシトルム」ヲ著クテ連
 續スベシトルムト云フ瓦私燈、燈油及ヒ蠟燭燄ノ光ニ於タルモ亦上ニ
 同シ蓋シ其光ハ其火焰中ニ燄灼スル炭ノ小部分ヨリ發射スル者ナレ
 ハナリ凡ソ各種物体ノ連續スベシトルムハ總テ同色ノ光ヲ含有スト

雖此只各色ノ占有スル位置ニ廣狹アルノミヲ異ナリトス即チ此ニ在
テハ紅部廣ク彼ニ在テハ紫部廣キカ如キ之レナリ
凡ソ太陽ヨリ光ヲ受クル諸天体ノ「スペクトル」ハ太陽ノ「スペクト
ル」ト毫モ異ナルヲナクシテ「フランホーフェル」氏ノ線ヲ具有スルナ
リ
熾灼セル瓦私体或ハ蒸氣体ノ「スペクトル」ハ上文説述スル所ニ異ナ
リ而シテ其「スペクトル」ハ暗黒ナル空間ニ由テ中隔セラレタル所ノ
鮮明ナル有色線ノ若干ヨリ成レリ其内稀レニハ單一ノ色線ヨリ成ル
者アリ例之ハ那篤留母蒸氣ノ「スペクトル」ハ「橙黄樣黃色」ノ一線「互
太」シク接近シ並列セル「フラウンホーフェル」氏ノ線「D」ト一致スル「橙
黄」黄ノ二線ヨリ成ル「ヨ」成ルカ如シ斯ノ如キ「スペクトル」ヲ生スベ
キ色鐵ノ「スペクトル」ヲ試驗スル方法ノ最モ單一ナルモノハ下文ニ
記スルガ如シ即チ第百三十七圖ニ示ス如ク「甲」ナル發燄体ヲ取リテ一

第百三十七圖



乃至一五「ミリメートル」ノ廣サヲ有スル鉛直形ノ
孔隙「ハ」ヲ穿テタル壁「イロ」後ニ置キ其孔隙ノ前大
凡ソ三十「センチメートル」ノ距離ニ於テ「フリント」
硝子或ハ硫化炭素「プリスマ」乙「ヲ保持シ其屈折角

ハ正ニ孔隙ニ並行シ「ハ」ヨリ此「プリスマ」上ニ射來スル所ノ光線ハ其内
ニ於テ傾斜ノ減極度「最少度」ヲ受クベキ位置ヲ取ラシム若シ「甲」ニ於テ
通常ノ蠟燭燄或ハ燈燄アルノ際「メ」ヨリ「プリスマ」ノ方向ニ對シテ之ヲ
見レハ十分ナル連續「スペクトル」ヲ認ムベシ然レモ「甲」ニ於テ「ナトリ
ウ」鹽類ヲ以テ黃色ヲ現ハサシメタル火焰ヲ置クトキハ其「スペクトル
ム」ハ卷尾ニ掲クル圖表ノ第十一号ニ示ス折ノ「Z」ニ於テ見ル如ク只
單一ナル明線ヲ現ハスノミ若シ又火焰中ニ「リチウム」鹽類ヲ撒スルト
キハ第十一号ノ「U」ニ於テ單一ノ紅線ヲ現ハシ「ヨルリウム」鹽類ヲ入
ルレバ第十一号ノ「E」ニ於テ單一ノ綠線ヲ現ワシ「インヂウム」鹽ヲ入

ルレハ第十一号ノ「H」ニ於テ綠線ヲ現ハスナリ然ラハ則チ「ナトリウ
ム」ニ由テ呈色セル燄ハ單一ナル黃色光ヲ發射シ「リチウム」ニ由テ呈色
セル燄ハ單一ナル紅光「タリウム」ニ由レル者ハ單一ナル綠色光ヲ發
射スルヤ明ラカナリ又「ストロベチウム」燄類ノ「スペクトルム」ハ圖表ノ
第十二号ニ示ス如ク上ノ燄類ノ「スペクトルム」トハ殊別ニシテ橙黃中
ニ於ケル一明線紅中ニ於ケル數線及ヒ青中ニ於ケル細小ノ一明線ヨ
リ成リ「カルシウム」燄類ノ「スペクトルム」ハ數多ノ弱線ノ傍ラ廣濶且鮮
明ナル二線ヲ有ス但シ其二線中一線ハ綠中ニ在リテ他ノ一線ハ橙黃
中ニ在リ

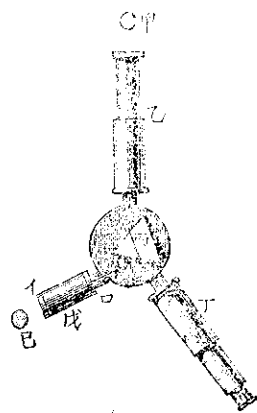
「ブンゼン」氏及ヒ「ギルヒホーフ」氏ハ化學的ニ試驗セント欲スル物質ニ
由テ呈色セル火燄ニ就テ所謂燄光分析法ヲ應用シ各物質ニ固有セル
明線ヲ標準トシテ上ニ舉ケタル金屬燄及ヒ其他諸燄類ノ極少量ヲ確
證スルニ供用シタリ是故ニ同氏ハ「プリスマ」ヲ以テ化學定性分析ノ目

的ニ應用セリト云フモ不可ナラス此燄光分析法ハ已ニ新金屬ヲ發明
スルノ効益ヲ奏スルニ至レリ即チ「ブンゼン」氏ハ或ル燄泉ノ母滴中ニ
於テ亞爾加里屬ニ伍セル二種ノ新元素即チ「ツエージウム」及ヒ「ルビヂウ
ム」是レナリ又硫鉄燄ヲ以テ硫酸ヲ製スル製造局ニ於テ其燄澤ヲ試驗
スルノ際未タ世ニ知ラレサル綠色ノ線「卷尾」ニ掲クル圖表ノ第十一号
中ノ綠色線「アル」ヲ發見シタルヨリ愈々之ヲ研究シテ終ニ鉛ニ類似ス
ル一種ノ新金屬即チ「タルリウム」ヲ發明セリ又此分析法ニ由リ更ニ一
種ノ新金屬即チ「硫亞鉛燄」中ニ存在スル銀白色ノ一元素「インヂウム」
ヲ發明シタリ其「スペクトルム」ハ圖表ノ第十一号ニ示ス所ノ青線之レ
ナリ

上文説述スル所ノ方法及ヒ第百三十七圖ニ示セル裝置ヲ以テスルモ
燄光「スペクトルム」ノ精細ナル試驗ヲ成全スルニ足ラズトス茲ニ於テ
ハ即チ第百三十四圖ニ就テ舉示セル原理ニ基ツキテ造構シタル裝置

ヲ必要トシ且シ第百三十四圖ノ孔隙ヲ有スル管條ニモ亦欠クヘカラ
サルノ要具ナリトス此管ノ造構タルヤ其外端ハ其中央ニ當リテ纖微
ナル鉛直ノ孔隙ハニテ具有スル一葉ノ金屬板ニ由テ閉鎖セラレ他ノ一
端ハハニテ於テ燒點ヲ有スル一個ノレンズヲ以テ閉鎖スハニテ通過シ分
離線ト爲リテ管中ニ射入スル光線ハ總テレンズニ由テ並行線トナリ
恰カモ遠處ノ孔隙ヨリ射來スルモノ、如クプリスマ上ニ落射ス今有
色ノ火燄ヲシテハナル孔隙ヲ距ルヲ僅少ノ位置ニ在ラシメ且ツナ
ル望遠鏡ニ由テ其スベクトルムヲ瞰フベシ又化學局ニ於テ通常使用

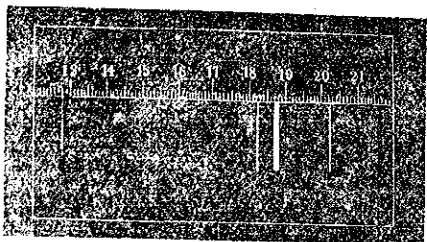
第百三十八圖



スル燄光分析ノ裝置ニ生リテハ第百三
十四圖ニ示セル劃度圖ハ全ク之ヲ除
去シ第百三十八圖ニ示ス如ク單筒ト爲
スヲ得ベシ而シテ乙ナル管トFナル望
遠鏡トハ之ヲ丙ナルプリスマヲ負荷

スル所ノ支臺ニ緊着シテ變位スル能ハザラシム然レモ丁ナル望遠鏡
ノ廓大力非常ニ強大ナルヲ許サズシテ丁或ハ乙ヲ變位セシムルヲナ
クシテ其燄光ノ全スベクトルムヲ一ニ通視スルヲ得ベキノ度ニ止
マラシムベシ今スベクトルム各線ノ位置ヲ精確ニ認定スルガ爲メ
ンゼン氏ハ一個ノ度目表ヲ以テ此裝置ニ附着セリ即チ戊ニ於テ一個
ノ黃銅管ヲ具ヘ其イナル端ニ於テ水平ナル中央線上ニミリソート
ル度目ノ小ナル寫眞陰畫ヲ有スル一枝ノ硝子板ヲ以テ之ヲ閉ツ但
シ其度表ハ明線ニシテ其板面ハ暗黒ナリ而シテ之ヲ照ラスニハ己
ニ置キタル燈光或ハ蠟燭光ヲ以テス而シテ其管戊ハロ端ニ一個ノレン
ズヲ有シ度目ヲシテ正ニ其燒點ニ當ラシム然ルモ戊ナル管ハ其軸ト
並行シロニ於テレンズヨリ射出スル光線ヲシテ丙ナルプリスマノ前
面ニ由テ望遠鏡丁ノ軸ト並行ニ反射セシムベキノ位置ヲ取ラサルベ
カラス斯ノ如ク裝置シタル後今望遠鏡丁中ヲ望メハ甲ニ於テ定置シ

第三百十九圖



タル光線ノ「スペクトル」上ニ度目表ノ肖像ヲ現出
スルヲ目撃スベシ第百三十九圖ニ於テハ種々ノ「ス
ペクトル」線ガ度目ノ各部ニ對シ什麼ナル位置ヲ
取リテ現ワルハカテ前ス者ナリ例之ハナトリウムノ
實線ハ十八、二五（或ハ一八、二五）云フモ同シノ位置
ニアリリナウムノ紅線ハ二〇、二四（或ハ二〇、二四）ト
云フモ同シノ位置ニ於テ現ハルハカ如シ

以上説述シタル「分光分析器」アリテハ「プリズマ」ヲ
透過スル光線ハ必ス其本然ノ方向ヨリ傾斜スル者トス然レモ若シ直
線ノ方向ヲ取リテ微光ヲ望見シ得ルトキハ「スペクトル」ノ試験ヲ實
行スルニ甚ク便宜ナルヲ屢バ之レアリ此目的ニ供スルモノハ所謂直
線「スペクトロスコープ」即チ之レナリ己ニ「没色」ノ條ニ於テ説述シタル
理由ニ基ツキ同一ノ屈折角ヲ有スル「硫化炭素」「プリズマ」ト「フリント」硝

第四百十四圖



子「プリズマ」トナリ並列スレハ所謂直線「スペクトロスコープ」ヲ
爲ス然レモ第百四十圖ニ示ス如ク散色力ノ強キ物質ヨリ成
レル「プリズマ」ノ兩面ニ於テ之レニ一致スル屈折角ヲ有スル
散色力ノ弱キ「プリズマ」ヲ附着セシムルトキハ更ニ佳ナリト
ス

「光ノ進出ト吸収トノ關係」

後章ノ熱論ニ於テ詳述スベキガ

如ク管ニ光體細小部分ノ振動シテ「エーテル」中ニ波動ヲ發起スルノミ
ニアラスシテ暗體ノ小部分モ亦能ク振動シテ「エーテル」中ニ波動ヲ發
起スルモノナリ而シテ此暗體ヨリスル波動モ亦彼ノ光體ヨリスルモ
ノ、如ク周方ニ擴進スベシ只此振動ト光ノ波動ト相異ナルハ其長サ
著大ナルト吾人ノ認識上ニ光ノ感覺ヲ起サザルトニ在リトス此波動ハ
即チ「溫線」「熱線」ニ外ナラズ凡ソ「溫熱」ノ波動タルヤ物体上ニ射來スレハ
恰カモ光線ニ於ケル如ク其一分ハ反射シ其一分ハ吸収セラレ或ル物

体ニアリテハ亦能ク之レヲ透過スベシ而ノ或ル物体一定ノ温度ヲ有
 スルノ際温度線ヲ發射スルヲ愈々夥多ナルモノハ他ノ物体ヨリ射來ス
 ル温度線ヲ吸收スルヲ亦愈々夥多ナルモノトス諸物体中其温度ノ同一ナ
 ル際温度線ヲ發射スルヲ最モ夥多ナルモノハ烟煤ニシテ他ヨリ射來ス
 ル温度線ヲ吸收スルノ力モ亦最モ巨大ナリ又研磨シタル金屬ハ光線ヲ
 反射スルコト最モ多キガ如ク温度線ノ反射スルコト亦夥多ニシテ只其一
 小部分ヲ吸收スルノミナリ而シテ斯ノ如ク研磨シタル滑面ハ自己ヨ
 リ温度線ヲ發射スルヲ亦頗僅少ナリ右ノ現象ニ基ツキキルヒホーフ氏
 ハ理論上ヨリ導致シ且ツ試驗ニ由リテ之ヲ確證シタル一定則ヲ設立
 セリ即チ曰ク
 各種ノ物体同一ノ温度ニ在ルハ其波動ノ長徑ヲ同フスル光ノ進
 出力ト吸收力トハ互ニ同一ノ對稱ニ在リ
 此定則ニ由テ之ヲ觀レハ或ル熾灼体ノ他ヨリ射來スル光線ヲ吸收ス

ルコト最モ多キハ自己ヨリ之レヲ進出即チ發射スルモ亦最モ夥多ニ
 シテ其波動ノ長徑互ニ一致スル者ニ在リ今例之ハ一個ノ硝子球ヲ取
 リ之ヲ白熾熱ニ至ラシムレハ各般ノ波動長徑ヲ有スル光ヲ進出スベ
 シ故ニ此光ハ他ノ光体ヨリ射來スル光ノ一小部分ダモ通過セシムル
 ナリ然ルニ熾灼シタル「ナトリウム」蒸氣ハ己ニ前文ニ所述シタル如
 ク「フ라우ンホーフェル」氏ノ「D」線ニ一致スル黃光ヲ進出スルノミ故ニ
 「ナトリウム」蒸氣ハ只此黃線ニ一致スベキ光線ノミヲ吸收シ其他ノ光
 線ハ悉皆通過セシム此理ニ由レバ前ノ「キリヒホーフ」氏ノ定則ヲ確證
 シ得ベシ即チ連續「スペクトル」ヲ生スベキ所ノ熾灼セル石灰ヨリ發
 スル光線ヲシテ其「プリズム」ニ達スル己前ニ於テ熾灼シタル「ナトリウ
 ム」蒸氣ヲ透過セシムルトキハ石灰光ノ「スペクトル」中「ナトリウム」蒸
 氣ノ黃線ヲ現ハスベキ位置ニ於テ黑線ヲ現ワスベシ是レ石灰光ノ中
 「ナトリウム」光ニ一致スベキ光ハ「ナトリウム」ニ吸收セラレテ「プリズマ

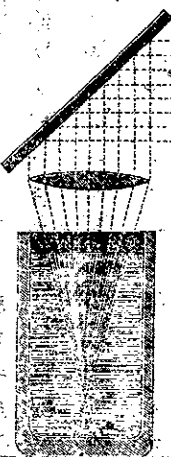
ニ達スルヲ能ハザレハナリ「キルヒホーフ」氏ハ此成績ニ由リテ日光「スベクトルム」中ニ存セル「フ라우ンホーフエール」氏ノ黒線ノ生成スル原因ヲ説明セルコト左ノ如シ

大陽自体ハ白熾熱ノ景況ニ在ル固体或ハ液体ヨリ成レリトスレハ直ニ其光線ヲ「プリスマ」ニ受クルノ際其「スペクトルム」中黒線ヲ現ワサマルベキヤ疑ヒナキノ理ナルニ大陽ノ外面ハ熾熱セラレタル蒸氣或ハ瓦私ヲ以テ圍繞セラル、ガ故ニ其零圍氣ノ質ニ從テ「スペクトルム」中一定ノ部分ニ於テ黒線ヲ現ワス者トス之レ即チ「フ라우ンホーフ、エール」氏ノ黒線ナリ

〔螢石光〕^{フルオレセシツ} 各般ノ物体中之レニ射來スル所ノ光中ニ含有スル或ル光線ノミチ反射スルモノチ多シトス例之ハ封蠟ノ一個ヲ取り之ヲ照スニ「ナトリウム」光ヲ以テスルカ或ハ日光「スペクトルム」ノ綠色部青色部等ニ之ヲ置クハ封蠟ノ赤色ハ消失スベシ然ルニ只封蠟上ニ射來

スル光線中ニ紅色光線ヲ含有スルモノハ美麗ノ紅色ヲ現ハスモノナリ今之レニ反シテ諸物体中ニハ一種特異ノ現象ヲ爲ス者アリ此現象チ名ケテ螢石光「フルオレスセンツ」ト爲ス即チ硫酸規尼涅ノ無色清澄ナル溶液ニ日光ヲ射落セシムレハ其表面ニ於テ美麗ナル天藍色ノ光輝ヲ現ハス但シ其色少シク而シテ第百四十一圖ニ示ス如ク東聚シ「ス」チ以テ日光ヲ濃稠ト爲スハ更ニ此光輝ヲ増スベシ其他「ヨロハ」チナル「ノ」溶液ハ綠色ナレドモ日光ヲ射入セシムレハ血紅色ヲ現ハシ黃色ナル石炭油ハ綠色ヲ現ハシ黃色ナル「ウラジ」硝子ハ綠色ヲ現ハシ或ル一定種ノ螢石「フルオール」スト「ハ」紫青色ヲ現ハスベシ螢石光チ此名稱ハ蓋シ此螢石「フルオール」石之「フルオール」取リ凡ハ螢石光ハ之ヲ發起スル物体ノ内部ニ不規則ニ擴散ス只表面ニ層ニ於テ螢石光ヲ起スベシ

第百四十一圖



射入セシムレハ血紅色ヲ現ハシ黃色ナル石炭油ハ綠色ヲ現ハシ黃色ナル「ウラジ」硝子ハ綠色ヲ現ハシ或ル一定種ノ螢石「フルオール」スト「ハ」紫青色ヲ現ハスベシ螢石光チ此名稱ハ蓋シ此螢石「フルオール」石之「フルオール」取リ凡ハ螢石光ハ之ヲ發起スル物体ノ内部ニ不規則ニ擴散ス只表面ニ層ニ於テ螢石光ヲ起スベシ

物質ノ一層ヲ經過シ一定ノ深サニ達セタル光線ハ己ニ其物質ノ第二層ニ至リテ螢石光ヲ起スベキ機能ヲ失フ是故ニ一定ノ深サニ至ルハ其色ヲ現ハスヤナシ但シ其光濃稠ナレハ内部ニ然ラハ則チ螢石光ヲ發起スル所ノ日光中ノ一定線ハ之ヲ發起スル物体ニ由テ吸収セラレタルナルベシ若シ螢石光ヲ發起スル物体例之ハ規尼涅溶液上ニ日光スベクトルム中ノ種々ナル光線ヲ射入セシムルハ各種ノ光線皆螢石光ヲ發起スルノ機能ニ於テ甚ダ其度ヲ異ニス而シテ之ヲ發起スル物体ヨリ發起セル光ハ螢石光ヲ發起セシムルノ光トハ其色ヲ異ニシ且ツ殊ニ屈折度ノ弱キ者トス然ラハ則チ規尼涅溶液ノ青色ナル螢石光ハ「スベクトルム」ノ紫色及ヒ暗黒ナル越紫線後ニ詳ニ由テ發起シタルモノナリ又「ウラジ」硝子上ニ「スベクトルム」ヲ射落セシムレハ紫色部ノ外ニ至リテ美綠色ノ螢石光ヲ發起ス又藏化拔留母白金ノ稀溶液ヲ以テ白紙上ニ書シ之ヲ白色光ニ曝スルハ漸ク之ヲ認視スルヲ得ベシ

雖ニ紫色硝子ノ下或ハ「スベクトルム」ノ越紫線部ニ於テハ綠色ヲ螢石光ヲ現ハスベシ

凡ソ電氣光ハ越紫線ノ夥多ヲ含有スルモノナルガ故ニ螢石光ヲ發起スルノ機能亦著大ナリトス是故ニ螢石光ヲ發起スル物体トハ「スベクトルム」中一定線ノ射來スルニ由リテ自カラ光体ト爲リ而シテ射來セタル光線トハ其色ヲ異ニシテ且ツ弱キ屈折度ノ光ヲ發スル性質ヲ有スル者ナリ

第六章

視覺器官即チ眼目

夫レ光及ヒ色ノ感覺ハ特種ノ神經即チ所謂視神經ヲ侵襲セラルルニ由リ生ス而シテ此神經ノ纖細ナル末梢ハ眼球ノ後壁ニ延擴シテ網膜及ハ神經膜ト名サレ一片ノ皮膜ヲ爲スモノナリ暗黒ヲ感覺即チ此神經膜ノ充分ニ安静休息外カラ然ルニ視神經ハ何處ニハ刺激ヲ逢フモ

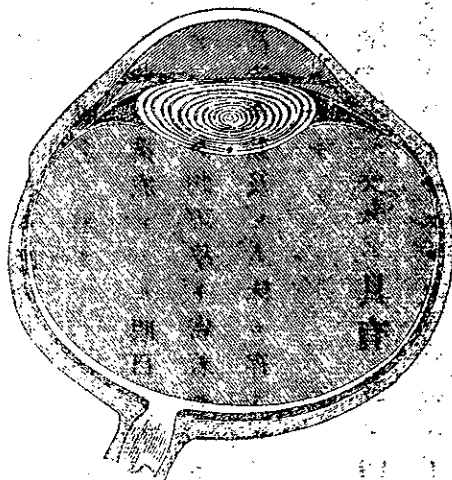
乍々光明ノ感覺ヲ發起スル者ニシテ殊ニ此刺戟點外ニ萬物ヨリ發射シ眼目ヲ通過シ網膜上ニ來着スル所ノ光線モ由テ發起セラレ然リト雖ヒ光及ヒ色ノ感覺ハ必シモ外部ノ物体上ヨリ發射スル光線ノ力ヲ借ルニ非ラスニ佗ノ原因ニ由テモ亦之レヲ得可シ例之ハ血液ノ壓迫眼ヲ閉ツルノ際ニ於ケル外部ヨリノ衝動電氣ノ迸發等ノ如キ之レナリ凡ソ視覺ニ由テ物体ヲ判別スルニハ只其物体ヨリ發射シ來ル光線ノ膜上ニ到達スルノミヲ以テ足レリトモ或ル光點ヨリ發射シタル光線ハ網膜ノ一定點ニ到達シ而シテ他ノ諸點ヨリ發射シ來レ置即チ光線限畫裝置ヲ以テ必要ナリトス斯ノ如キ作用ヲ成全スルノ部分ヲ具有スルニ由リ網膜各點ニハ各異ノ刺戟ヲ受クルガ故ニ能ク物体ヲ區視スルヲ得ルナリ是故ニ數多ノ下等動物ニ於ケル如ク此光線限畫裝置ヲ欠ク者ニ在テハ真正ノ視覺ヲ得ル能ハス口明及ヒ暗

晝夜ヲ區別ヲ爲シ得ベキノミ尤モ右ノ如キ不充分ナル光ノ感覺タリトモ亦特別ナル神經器官ヲ必要ナリトスルハ言テ俟タス抑モ真正ノ視覺ヲ有スル各般ノ動物ニ在リテハ其階級ノ高下ヲ問ハス其光線限畫裝置ハ總テ同一ノ方法ヲ以テ構成セラル故ニ眼目ヲ大別シテ二種類ト爲ス一ハ即チ摸細工狀ニ構成シタル眼目ニシテ無血虫及ヒ甲介類ノ眼是レニ屬ス他ノ一ハ束聚レンスヲ具有スルモノニシテ總テ脊椎動物ノ眼之ニ屬ス

摸細工狀ニ構成シタル眼目ヲ檢明スルハ生理學及ヒ比較解剖學ニ屬スル者ニシテ物理學ト密着セルモノニアラザレバ之ヲ論及セズ直チニ高等動物及ヒ人体ニ存スル所ノ束聚レンスヲ具有セル單一ノ眼目ヲ説クベシ

〔束聚〕レンスヲ具有セル單一ノ眼目ニ凡ソ眼目ハ其造構全クガメラ、オプス、カニ類似ス夫レ眼珠ニ只其前面ニ於テノミ透明

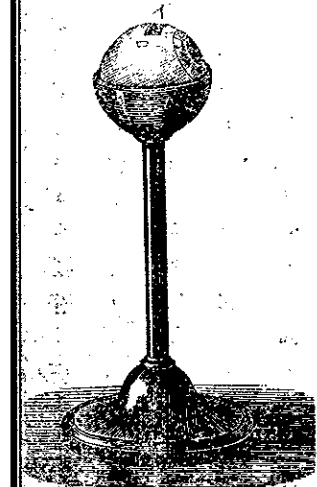
第四百二十二圖



ナ、鞏固ノ皮膜ヲ以テ被包セラル
此透明ナル部分ヲ名テ角膜 (Cornea) ト云ヒ白色不透明ノ部分ヲ名
ケテ硬膜 (Sclerotic) ト云フ第
百四十二圖ノ眼球縦截圖ニ就テ見
ルベキガ如ク透明ナル角膜ハ眼球
ノ他部分ヨリ凸起スルヲ著シ角膜
ノ後部ハ有色ノ虹彩膜 (Iris) イ
アリ此膜ハ平坦ニシテ正ニ角膜
ノ中央ヨリニ於テ眼前ヨリ之ヲ望
ムハ十分黒色ニ現ハル、所ノ瞳孔
ヲ有ス之レ即チ瞳孔 (Pupil) ナリ虹
彩膜及ヒ瞳孔ノ後ニハ結晶 (結晶) アリ此
結晶ハ透明ナル包被内ニ
存シ亦之レニ由テ眼ノ外壁ニ固着セラル

清澄ニシテ少シク摺氣ヲ帶ビタル水樣液 (Humor aqueus) ナリ以テ之レ
ニ盈ツ「レンズ」ノ後部ニ位スル全室ニハ透明ノ物質所謂硝子樣液
(Humor vitreus) ナリ以テ之レニ盈ツ而シテ結晶「レンズ」ハ其前面ニ於テハ
後面ニ於ケルヨリモ多少平坦ナリトス硬膜ノ内面ニハ脈絡膜 (Choroida) ト名クル皮膜アリテ擴布シ其内面ニハ視神經 (視神經) 未稍ノ擴延
スルヨリ成レル所ノ網膜 (Retina) アリ脈絡膜ハ全ク眼目ノ内空ヲ覆
被スル者ニシテ黒色ノ色素アリテ之レニ被レリ其黒色ヲ要スル所以
ハ蓋シ眼目ノ内部ニ於ケル光線ノ反射ニ由リテ肖像ノ著明ヲ障礙セ
ザラシムルガ爲メナリ凡ソ眼目上ニ射來スル所ノ光線或ハ硬膜
前部ニ於テ眼ノ白色部ニ到達シテ不規則ニ周方ニ反射シ或ハ角膜
通過シテ眼中ニ射入ス其光線ノ外端ニ位スルモノハ虹彩膜上ニ到達
シテ亦周方ニ反射シ之レガ爲メ虹彩膜固有ノ色ヲ現出スルモノトス
其中央ニ中レル光線ハ瞳孔ヲ透過シテ「レンズ」上ニ射來リ之レニ由テ屈

第四百四十四圖



口ニ於テ一個ノ
四角ナル孔ヲ穿
テ此孔穴ヲ通シ
テ網膜上ヲ瞰視
シ得ルニ至ル様

〔適視機能、近視眼及遠視眼〕

前文已說運動與靜止之物体若

上ニ物体ノ著明ナル肖像ヲ得ルノトキヲ著明ナル物体ヲ視定スル
事得ベキノ理ナルヲ以テ人或ハ信セザル凡ソ吾人ノ物体ヲ明視スルハ
一定ノ距離ニ於テノミナリト然レモ日常ノ經驗ニ從ヘテ全ク之レハ
反セリ通常ノ眼目ハ三十センチメートルニヨリ無限ノ距離ニ至ルノ間
ニ位スル物体ハ總テ明視スルヲ得ルモノナリ然ラハ則チ凡ソ眼目ハ
什麼ナル距離ニモ其視覺ヲ適應スベキ機能ヲ具ヘザルヲ得ザルナリ
「ラティメル」氏ハ眼ノ側傍ニ置キタル蠟燭光ノ肖像ヲ結晶「レンス」ノ前
面及ニ後面ニ生タルノ景況ヲ注視スルニ由リ近キヲ視ルニ當リテ結
晶「レンス」ノ平常ヨリモ凸起シ且少シク前方ニ向テ進移スルコトヲ
確證シタリ凡ソ眼目ニハ距離ノ極小點ナルモノアリテ若シ物体ヲ著
明ニ視定セシトスルニ此度ニ超越シテ其物体ヲ眼目ニ接近スルヲ許
サズ此距離ハ即チ明視ノ距離若シクハ視距ト稱スルモノ是レナリ今
肉眼ヲ以テ或ル細小ナル物体例之ニ細字ノ書キ視定スル際即チ的著

明ナルヲ欲シテ此物体ヲ保持スル所ニ距離ニ即チ視距ヲ定ム
外ナラズ通常ノ眼目ニ在リテハ其距離大凡ソ三十センチメートルナ
リトス其視距通常ヨリモ短小ナラサレバ著明ニ物体ヲ定視スルヲ能
ハザル所ノ眼目ヲ名ケテ近視眼ト云ヒ又之レニ反シテ其距離通常ヨ
リモ長大ナルトキハ之ヲ名ケテ遠視眼ト云フ凡ソ甚ダ眼目ニ接近セ
ル物体ヲ視ルニ著明ナラザルハ其物体ノ一點ヨリ發射シタル光線分
離線ヲナスヲ甚ダ著シシテ眼中ノ液類ハ己ニ其光線ヲシテ網膜上
ニ東聚スベキ幅線ノ狀ニ屈折セシムルヲ能ハズ凡ソ眼目ニ
距ルニ近キニ過クルノ位置ニ在ル所ニ一點ヨリ眼中ニ射入タル光錐
光錐トハ光線ノ圓錐形ニ擴進スルハ網膜ノ後ニ位スル一點ニ向テ輻
輳スベシ故ニ其光錐ハ網膜ニ爲メ圓圈狀ニ截斷セラル此圓圈ハ常
ニ擴散圓ト名ケテ之ヲ今一片ヲ厚紙ヲ取テ針ヲ以テ之レニ一個
ノ小孔ヲ穿テ而シテ其厚紙ヲ眼前ニ保持シ其孔ニ對シテ厚紙ニ接近セ

ル小物体(例之ハ蚤ノ顯微鏡^{ミクロスコープ}製品)ヲ視得ルト雖トモ此厚紙ヲ除去スルトキハ已ニ其小物体ヲ區視スルヲ能ハサルニ至ル其原因タル即チ近ク眼前ニ置キタル物体ノ一點ヨリ發スル光ノ小孔ヲ透過スルニ當リテハ只單一ノ方向ニシテ射入スルヲ得テ只網膜ノ一點ノミニ到達スルト雖此厚紙ヲ除去スルトキハ網膜上ニ於テ彼ノ擴散圈ヲ生成スルニ在リトス又厚紙ノ小孔ヲ通過シテハ近視眼ノ者モ亦能ク遠キ物体ヲ認視シ得ベシ其理由ハ上文ニ記スル所ヲ推セハ更ニ説明ヲ俟タスシテ明瞭ナリ下文ニ説述スル所ハ所謂「シャイテル氏」ノ試驗ナルモノ〔千六百五十二年〕ニシテ亦本節ノ論題中ニ屬ス即チ一片ノ厚紙ヲ取リ之レニ其交互ノ距離ハ瞳孔ノ直徑ヨリモ小ナル所ノ二小孔ヲ穿テ其孔穴ヲ眼前ニ接スルキハ其孔穴ノ前ニ當リテ視距ノ内部ニ支持セラル小物体(例之ハ針端)ヲ二個ニ視ルベシ是レ即チ小物体ヨリ發射スル光線中只其纖小ナル二個ノ光束ノミ兩孔ヲ過ギテ眼中ニ入ル網膜ノ

後ヘニ於ケル一點ニ向テ輻聚スルガ故ニ網膜上ニ於テハ二個ノ異點ニ到達スルモノナリ此二點ハ即チ總光線ヲ厚紙ニ由リテ防遮スルヲナキトキハ網膜上ニ生スベキ所ノ擴散圈ノ特異ノ點ヲ爲スベシ今若シ其小物体ヲシテ漸々孔穴ヨリ遠サカラシムルトキハ兩像愈々近ツキ物体遂ニ著明ノ視距ニ達スレハ已ニ全ク一個ニ現ハルベシ而シテ物体尙ホ其距離ヲ過ギテ遠サカルモ其距離非常ニ長大ニシテ眼目ハ已ニ其適視機能ヲ失ヒ能ハザルニ至ルマテ夫ノ肖像ハ一個ニ現ハルモノトス

凡ソ眼目ノ近視シ或ハ遠視スルヤ皆其充分ナル適視機能ヲ欠了スルニ基因セル者トス而シテ此缺損ハ殊ニ習慣ヨリ之レヲ將來スルガ故ニ近視ハ常ニ遠視スルヲ爲サザル由リ起リ又兒童ノ書籍ヲ讀ミ字ヲ書スル際常ニ眼ノ紙上ヲ距ルヲ近ギニ過ギルヲ以テ其眼目遂ニ近視トナルトアリ永ク顯微鏡ヲ瞰フトキハ一時近視トナリ數時間ヲ經ル

モ常態ニ復セザルヲ屢バ之レアリ斯ノ如キ異常ノ眼目ナリト雖モ眼鏡ヲ用ユレハ常眼ノ距離ニアル物体ヲ明視スルヲ得ルニ至ルベシ尤モ近視眼ニハ凹面硝子遠視眼ニハ凸面硝子ヲ要ス凡ソ近視ニ在テハ遠處ニ位スル物体ノ肖像網膜ノ前ニ生シ眼ハ已ニ其肖像ヲ網膜上ニ來タスベキ適視作用ヲ爲ス能ハス是故ニ眼前ニ置キタル凹面硝子ノ力ヲ借りテ眼ノ屈折力ヲ變シ強ク眼中ニ來射シタル光線ヲ分離シ之レニ由テ光線ヲ網膜上ニ束聚セシムルヲ得ベシ遠視眼ニアリテハ適視機能ナクシテ近キ物体ノ肖像ハ網膜ノ後ヘニ來ルガ故ニ凸面硝子ヲ用ヰテ眼中ニ來射シタル光線ヲシテ尙ホ輻線ノ景態ニ變セシメ以テ光線ヲ網膜上ニ束聚セシム凡ソ近視眼モ遠視眼モ各其度ニ著ルシキ多少ノ別アリ故ニ眼鏡ニ用ユル凹凸レンズ亦其度ニ應シテ各其凹凸ノ度ヲ異ニセサルヲ得ズ即チ通常ノ眼目ヨリモ視距ニ過不及アル者ナシテ此硝子ノ幫助ニ由テ通常眼目ノ視距ニ變成セシムルノ度ニ

適スル眼鏡ヲ撰用スベシ

凡ソ近視眼ハ中年ノ人ニ最も多ク遠視眼ハ之レニ反シテ老年ノ人多シ

〔眼ノ感覺ト外物トノ關係〕 夫レ視覺ハ網膜ノ侵襲實ニ説明

スベカラサル方法ヲ以テ吾人ノ知覺ニ入ルモノニ歸スベシ是故ニ吾人ハ只實際網膜ニ於ケル一定ノ景況(即チ網膜ガ或ル侵襲ヲ受クル)ヲ感覺スルニ止マル然レトモ此感覺ヲ体外ニ推移シ且ツ網膜上ノ肖像ヲシテ恰カモ外境ノ觀察ニ變換セシムルハ即チ直接判決力ノ關カ

吾人ハ一般ニ網膜上ノ感覺ヲ以テ全宇宙ノ觀想ヲ爲スガ故ニ亦網膜上ニ生スル各箇ノ肖像ニ代ユルニ一箇ノ物体ヲ以テ然レモ一定ノ網膜肖像ニ適應スル所ノ物体ヲ一定ノ方向ニ搜索スルハ猶ホ一般視覺ノ外方ニ働ク所ノ作用ニ於ケル如ク間斷ナク繼起スル經驗ノ成績タルヲ疑フ容レズ今若シ物体ト網膜肖像トノ間ニ一ノ直線ヲ引キテ之レヲ連結シタリト思想スルトキハ是レ即チ恰カモ吾人ガ網膜肖像ヲ外部ニ野出スル^{プロエクステレン}ノ方向ナリトス

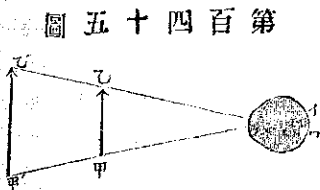
已ニ前文ニ説述スル如ク外物ニ由テ網膜上ニ生スル肖像ハ外物ヨリ小ニシテ且ツ顛倒セルモノトス然ルニ萬物顛倒シテ現ハレザルハ什麼ナル理由ニ據ルヤハ必ス茲ニ生起スベキ一問題ナリ但其問題ノ答辭ハ上文已ニ論述シタルモノヲ以テ充分ナリト信ス夫レ概シテ網膜肖像ノ現存スベキコト其肖像ハ網膜ノ上部或ハ下部ニ在ルベキコト又此肖像ハ網膜ノ左方或ハ右方ニ在ルベキヲハ只光學的及ヒ解剖

的ノ試驗ニ由テ始メテ經驗ヲ得ベキノミ而シテ網膜上ノ感覺ハ實ニ其儘ニシテ人ノ認知スルニハアラス^{ソロエクステレン}テ一定ノ方向ニ發テ不隨意ニ外部ニ野出セラル其一定ノ方向トハ即チ網膜上ノ肖像ヲ發起スル物体ノ存在スル方向之レナリ然ルニ吾人ガ他ノ感覺例之ハ觸覺ニ由テ物体ヲ搜索シ去ルモ亦右ト同一ノ方向ニ於テスベシ是故ニ一定ノ位置ヲ認定スルニ關シテハ各般ノ感覺共ニ充分ナル符合ヲ爲ス若シ此一致ナキトキハ吾人ハ物体ヲ倒視スルナラン

吾人ハ視覺ニ由テ占得セル外物ノ觀想ト其物体ノ大小及ヒ遠近ノ觀想トヲ連結セシムルヲ常トス凡ソ網膜上ノ小肖像ハ互ニ相並列シテ位置ベシ然ルニ吾人ハ其肖像ニ一致スル物体ヲ以テ左右ニ相並列スルニアラスシテ前後ニ相並列スルモノナリト看做ストキハ即チ平面的ノ感知ヲ以テ之レヲ空間深淺ノ觀想ニ變スルトキハ已ニ是レ感覺ノ區域ヲ超ヘテ了解ノ區域内ニ在ルモノトス例之ハ小兒ハ未ダ距離ノ

觀想ヲ有セザルヲ以テ其近傍ニ存スル物体ト同シテ非常ノ遠處ニ位
スル太陰ヲモ把握セントスルガ如キ之レナリ空間深淺ノ觀想ハ吾人
ノ始メテ空間中ニ運動シ此運動ニ因テ物体肖像ノ變化スルヲ見且ツ
吾人自体ノ變位ニ由テ物体距離ノ了解ヲ得ルノ後始メテ之レヲ占得
スルモノトス

凡ソ物体外見ノ大小ハ網膜上肖像ノ大小ニ關ス今若シ網膜上肖像ノ
兩端ヨリ之レニ一致スル物体ノ兩端ニ直線ヲ引キタリト假想スルト
キハ此兩線ハ必ス若干ノ大サヲ有スル角度ヲ成シテ互
ニ相會合スベシ此角ハ所謂視角ナリ而シテ此角ノ大小ハ
網膜肖像ノ大小ニ比例ス是故ニ物体外見ノ大小ハ視角
ノ大小ニ關スルト云フモ亦可ナリ第百四十五圖ニ示ス
如ク其大サヲ異ニスル二個ノ物体〔甲乙〕〔甲乙〕アリ若シ
其大小正ニ眼目ヨリノ距離ニ比例ズルトキハ其二個ノ



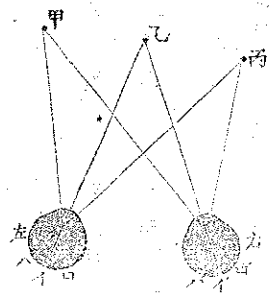
物体同一ノ大サヲ以テ現ハルベシ若シ數個ノ物体アリテ其大小一二
三ノ對稱ナルトキハ物体ハ同一ノ視角ニ於テ一二三ノ距離ニ於テ現
ハル本圖ノ現狀ニ於ケル如ク〔イ甲〕及ヒ〔ロ乙〕ナル線ノ眼中ニ於テ互ニ
相會合スルノ點ヲ名ケテ會合點ト云フ其點ハ即チ視角ノ角點即チ冠
點ナリ

物体ノ真正ノ大小及ヒ其距離ノ判決ハ吾人日常ノ經驗ニ由テ始メテ
之レヲ占得スルモノニシテ其熟練ニ由テ驚クベキ確實ノ度ニ達シ得
タリトス

〔兩眼ヲ以テスル視覺〕吾人若シ近傍ニ存スル物体〔例之ハ一〕ヲ
一スニテ隔テ顔前ニ保持シタル手指ヲ注視スルトキハ遠處ニ位スル物
体ハ總テ二個ニ現ハル之レニ反シテ一個ノ遠体ヲ注視スルトキハ顔
前ニ近ク保持シタル手指ハ二個ニ現ハルベシ凡ソ兩眼ヲ以テ物体ヲ
單一ニ視ルハ只右眼網膜上ノ各點ヲ刺衝スル光ハ正ニ左眼網膜上ニ

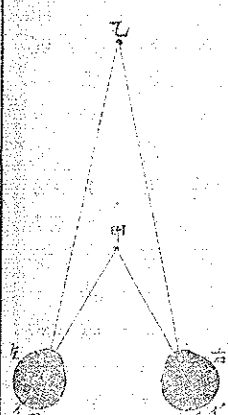
於ケル一致ノ各點ヲ刺衝スルモノト共ニ共同ノ感覺ヲ生起スルノ時
 ノミニ在リトス網膜上一致ノ各點トハ何ソ例之ハ第百四十六圖ニ示
 ス所ノ「イ」及ヒ「イ」是レナリ而シテ此二點ハ網膜ノ眼軸ニ正中セル位置
 ニ在リ此眼軸トハ即チ角膜ノ中央ト「レ」中點トヲ連續スル所ノ

第百四十六圖



線ナリ又他ノ一致點ハ「イ」及ヒ「イ」ヨリ大凡ソ同
 等ノ距離ニシテ其右方或ハ左方ニアリ例之ハ
 「ロ」及ヒ「ロ」及ヒ「ハ」ノ如キ之レナリ茲ニ「甲」乙及
 ヒ「丙」ナル三個ノ點ハ皆チ單一ニ現ハルハハ兩
 眼中ニ於ケル肖像網膜上ノ一致點ニ位シ即チ

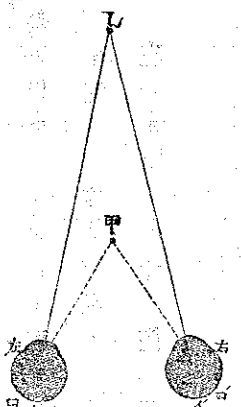
第百四十七圖



「甲」ノ肖像ハ「ロ」ト「ロ」ヲアリ「乙」ノ肖像ハ
 「イ」ト「イ」ニアリ「丙」ノ肖像ハ「ハ」ト「ハ」ニア
 ルチ以テナリ第百四十七圖ニ示ス如
 ク若シ兩眼ノ軸近位ニ在ル所ノ物体

上ニ向ヒ其肖像若シ一致點「イ」ト「イ」ノ上ニ逢フトキハ其物体ハ單一ニ
 現ハルベシ然ルニ此際遠處ニ位スル物体「乙」ハ却テ二個ニ現ハル其理
 如何トナレハ兩眼中ニ於ケル其肖像ハ網膜上ノ一致シタル點ニアラ
 ス即チ「イ」ノ右方ノ一點「ロ」及ヒ「イ」ノ左方ノ一點「ハ」ニアレハナリ此理ニ

第百四十八圖



同シク第百四十八圖ニ示ス如ク兩眼ノ
 軸若シ遠處ニ位スル一箇ノ物体「乙」上ニ
 向ヒタルキハ近處ニ位スル點「甲」ハ二個

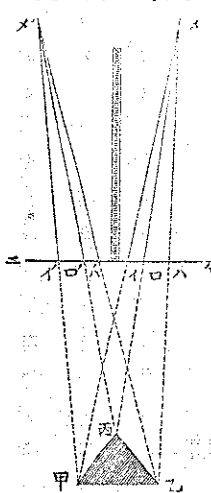
兩眼ヲ以テ視ルハ近處ニ位スル物体ノ距離ヲ正シク測定スルノ補助
 ヲ爲スモノナリ

「ステレオスコープ」實體

ニハ陰影ヲ光ヲ分賦セル景態ニ由ル而シテ近キ物体ニアリテハ兩眼
 中ニ於ケル其肖像ノ不同モ亦吾人ノ判決ヲ補助スルナリ即チ或ル實

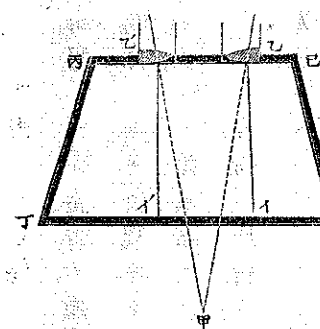
体ノ圖ヲ諸方ヨリ視ルトギハ不同ニ現ハル、如ク非常ニ遠隔チラサ
ル物体ノ圖モ亦〔甲〕ノ一眼ヲ以テ視ルカ或ハ乙ノ一眼ヲ以テ視ルニ隨
ヒ殊異ノ觀ヲ呈セザルヲ得ズ是故ニ兩眼中ノ網膜上ニ生シタル肖像
モ亦少シク殊異ナルベキノ理ナリ今例之ハ一個ノ圓錐ヲ取り其底面
ヲシテ兩眼中點ノ連續線ニ並行セシメ其頂尖ヲ鼻頭ニ向ケ右眼或ハ
左眼ヲ以テノミ之レヲ視ルニ右眼ヲ以テ視ルノ際ニハ夫ノ頂尖ハ底
面ノ中央ヨリ左方ニ現ハレ左眼ヲ以テスルノ際ニハ之レニ反シテ右
方ニ現ハル第百四十九圖ニ示ス如ク〔甲乙丙〕若シ〔ニホ〕ナル平面上ニ寫
畫スベキ物体ノ三點ナリトスルニ
〔イロハ〕ハ左眼〔メ〕ヲ以テ視ルノ際〔甲
乙丙〕ナル三點ノ平面〔ニホ〕上ニ來ル
ベキ畫像ニシテ〔イロハ〕ハ右眼〔メ〕ヲ
以テスルノ際ニ生スベキ其三點ノ畫像ナリ今若シ此兩畫像ト眼ノ間

第百四十九圖



ニ中隔ヲ置キ各眼ヲシテ只之レニ適應スル畫像ノミヲ視得ベカラシ
メ而シテ後左眼〔メ〕ヲ以テ畫像〔イロハ〕右眼〔メ〕ヲ以テ〔イロハ〕ヲ視ルトギハ
已ニ一直線中ニアル六點〔イロハ〕及〔ヒイロハ〕ヲ視ズシテ〔甲乙丙〕ノ位置
ニアル三點ノミヲ視ルベシ抑モ〔メ〕ヲレオスコイアノ現象ハ上文說述
スル所ノ理ニ原ツキ説明スベキ者ニシテ左眼ノミヲ以テ視タル物体ノ
畫像ト右眼ノミヲ以テ視タルモノトヲ製シ或ル中隔ノ左右ニ置キテ

第百五十圖



之ヲ視ルルハ其兩畫像全ク一個ノ物体トナ
リテ現ハル即チ第百五十圖ニ示ス如ク束聚
〔レンス〕ヲ半截シタル者二個ヲ取り〔丙丁戊己〕
ナル箱ノ上面ニ具ヘタル二個ノ管〔乙〕及〔ヒ乙〕
中ニ嵌入シ其本來ノ位置ニ反對セル方向ヲ
取テシム今箱ノ側壁ニ於テ光ヲ射入セシム
ベキ爲メニ設ケタル開口ヨリシテ左右ノ各

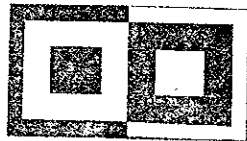
眼ヲ以テ視タル景態ノ畫像ヲ箱内ニ入レテ其底面ニ納メ〔乙〕及ヒ〔乙〕管ニ兩眼ヲ接シ箱中ヲ瞰フトキハ己ニ二葉ノ畫圖ナラズシテ全ク一箇ノ物体トナリテ現ハルハ、ヲ視ルベシ即チ〔イ〕及ヒ〔イ〕ハ兩畫像ノ二點ナリトスレハ此兩點ヨリ發射シタル光線ハ〔レ〕ンスヲ通過スルノ際其延長シタル方向ハ屈折シテ恰カモ〔甲〕ナル一點ニ於テ東聚スルナリ是故ニ光線ハ〔イ〕及ヒ〔イ〕ノ二點ヨリスルニアラスシテ恰カモ〔甲〕ナル會合點ヨリ發射シタル者ノ如キ感覺ヲ兩眼中ニ生スベシ其他ノ諸點モ亦之レト同一理ナルヲ以テ自ツカラ推知スルヲ得ヘシトス

〔視認ノ界限〕 物体尙ホ吾人ノ視覺ニ感スベキニハ其視角必ス一定ノ界限ヨリ小ナル可ラス尤モ物体ノ照輝セラル、強弱其色彩及ヒ眼ノ鏡鈍等ニ關シテ大ニ差異アリ通常ノ眼ニ在テハ中等ニ照輝セラレ、物体ヲ視ルヤ三十秒ノ視角ニシテ尙ホ足レリトス然レニ甚タシク明輝アル物体〔例之ハ光輝アル銀線〕ヲ暗黒ナル臺上ニ置テハ二秒ノ

視角ニ至ルモ能ク視覺ニ感スルモノトス

〔イルラヂアチオン、即チ照輝ノ誤迷〕 第五百十一圖ニ示ス如ク黒面上ニ置キタル一個ノ白キ平方面ハ白面上ニ置キタル黒キ平方面ト

第五百一十一圖



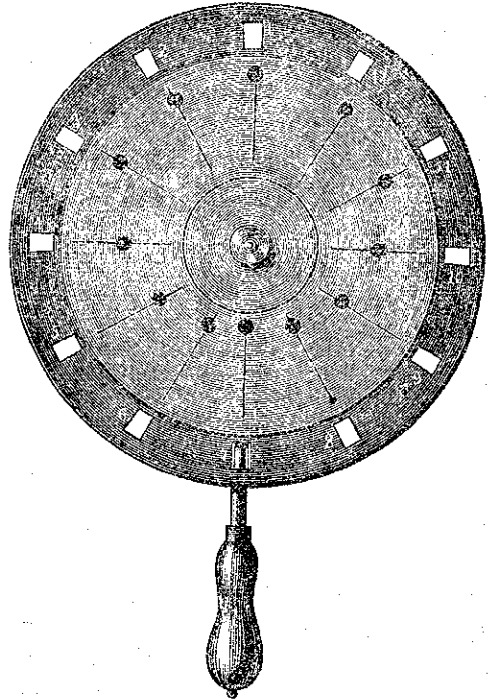
其大サ實ニ毫末ノ差ナシト雖モ之レテ同時ニ視ルキハ黑白ノ兩平方面ハ其大小ヲ異ニスルノ觀アリ即チ白平方面ハ稍大ニ黒平方面ハ稍小ナリ此現象ヲ名ケテ「イルラヂアチオン」ト云フ其原因タルヤ網膜上ノ一點ニ受クル所ノ光ノ刺衝若シ強劇ナルトキハ多少其邊傍ニ其感覺ヲ波及スルガ故ニ其刺衝強キ白色面ハ黒色面ニ比テ大ニ現ハル、モノナリ

〔光感ノ保續〕 紅熾セル一片ノ炭ヲ取リ急ニ之レヲ廻轉シテ圈線

ヲ畫スルトキハ己ニ一片ノ炭ナルコトヲ區視スル能タハズ却テ火輪ヲ視ル此現象ノ原因ハ即チ網膜ノ一點、光ニ由テ刺衝セラルレハ假令

ヒ刺衝ノ原因タル光ハ消失スルト雖モ一時尙ホ其刺衝ノ感覺ヲ失ハ
 ザレバナリ雨滴ノ降下スルヤ其各滴分斷セルハ固ヨリ論ヲ俟スト雖
 モ連續シタル線條ノ如ク現ワル、モ亦其理ニ由ル今之レヲ實證スベ
 キ裝置ノ一種ヲ舉グベシ此器ハ奇怪圓板ト名ケテ二十乃至二十五セ
 ソチメートルノ直徑ヲ有スル圓板ニシテ其水平ノ軸ニ沿テ急速ナル
 廻轉ヲナスノ裝置ヲ有シ其圓板ノ縁端ニ近キ部分ニ於テ互ニ均一ノ
 距離ヲ有スル多數ノ孔穴ヲ穿チタルモノトス第百五十二圖ニ示ス者
 ハ即チ十二孔ヲ有ス此十二孔ヨリ成レル輪片ノ内部ニハ小圓板ヲ貼
 付ス而シテ其圓板上ニハ同一ノ物体ヲ畫キテ逐次其位置ヲ異ニスル
 モノ十二箇ヲ列載シ各箇ノ孔穴正ニ其各位置ニ適合セシム茲ニ掲クル
 圖中ニハ單簡ナル畫圖ヲ撰出セリ即チ振子ノ定則ニ從テ左右ニ直線
 ノ方向ヲ取リテ運動スル球子之レナリ一ノ孔穴下ニアル球子ハ最外
 ノ位置即チ中點ヲ距ル最モ遠キニ至レルモノトシ第二孔ノ下ニアル

第百五十二圖



ニ達シ其他ノ孔穴下ニアル者ハ右ト同一ノ方法ニ於テ販路ヲ取ルノ
 狀ナリトス今此裝置ヲ圖畫シタル面ヲシテ一ノ平面鏡ニ對向セシメ
 テ其前ニ支持シ其一孔(例之ハ最上孔)ヲ透シテ鏡面ニ映スル畫圖ノ背
 像ヲ視得ベカラシメ而シテ其圓板ヲ廻轉セシムルトキハ一孔他孔ニ

者ハ已ニ少シク中
 點ニ向ヒ第三孔ノ
 下ニアル者ハ更ニ
 中點ニ近ツキ第四
 孔ノ下ニアル者ハ
 已ニ中點ニ到達シ
 タルモノニシテ第
 七孔ノ下ニアル者
 ハ最モ内部ノ位置

次キテ眼前ヲ通過ス然ルニ一孔ト佗孔トノ間ニ在ル部分ノ眼前ヲ通過スルノ際ニハ眼中ヘ光ノ刺衝ヲ受クルヲナシト雖モ一孔ノ眼前ヲ通過スルノ際ニ受ケタル光ノ刺衝ハ之レニ次キタル佗ノ一孔ノ眼前ニ到達スルマテ消失スルヲナキヲ以テ球子ハ恰カモ一ノ位置ヨリ次ノ位置ニ動移シタルノ觀ヲ呈ス斯ノ如クシテ逐次眼前ヲ通過スル球子ノ各位置ヨリスル光ノ刺衝ニ由リテ球子ハ實ニ直線ニ上下スルモノ、如キヲ覺フ此理ニ由リテ球子ニ代ユルニ人像或ハ獸類ノ圖畫等ヲ以テスルトキハ極メテ奇怪ノ觀ヲ爲スベシ

以上説述スル如ク網膜上ニ光ノ消失スル後尙ホ其刺衝ノ存留スルヤ其照輝愈々強ク且ツ其刺衝愈々永キノ後消失スル所ノ光ハ愈々強ク且ツ久シク保續スル者ナリ

凡ソ物体ノ眼目ニ感覺セラル、ニハ必ス一定ノ大サヲ有セサルベカラサルガ如ク光ノ網膜上ニ作用ヲ爲スニモ亦一定ノ時間ヲ持續セサルベ

カラス非常ニ速ニ運動スル物体例之ハ大砲丸ノ飛行スルヲ視ル能ハサルハ即チ此理ニ根由スルモノニシテ其肖像ハ網膜上ノ各點ニ於テ一モ感覺ヲ發起スルヲ能ハサルベキ巨大ノ速ヲ以テ進過スルニ由レリトス

〔有色ノ殘像^{オブリテイル}又生理的^{生理的}〕

色彩ト云フ

吾人ノ視覺ハ直接ニ外物ヨリスルニアラ

スシテ網膜上ニ受ケタル特異ノ刺衝ニ基因スル所ノ色彩ヲ感覺スルヲ屢々之レアリ之レヲ生理的ノ色彩又ハ殘像^{オブリテイル}ト名ク甚々著明ナル物体ノ殘像ハ常ニ多少色彩ヲ帶ヒ而シテ其殘像ヲ發起セシムル光ノ刺衝愈々強キハ其色愈々著明ナリ今例之ハ暫時燭光ヲ瞻視シテ後眼ヲ閉テ室ノ暗處ニ向クレハ燭光ハ尙ホ依然トシテ眼前ニ存留スルヲ覺フ然レモ其燭光ハ漸々其色ヲ變シ最初ハ全ク黃色トナリ次ニ橙黃ヲ過キテ紅ニ移リ紅ヨリ紫ヲ過キ帶綠青色ニ移ル而シテ此色漸々暗黒トナリ終ニ全ク消失ス若シ又有色ノ殘像猶ホ閉テタル眼中ニ存留スルノ

際眼ヲ開キテ白壁ヲ視ルハ其時眼中ニ存セル肖像ノ色ニ對スル補色前ニ見ユ^二ヲ感覺スベシ例之ハ閉眼中ノ肖像紅ナルトキハ眼ヲ開キテ白壁ヲ望ムノ際綠色ヲ視ル若シ又暫時白色ノ面上ニ置キタル有色點ヲ注視シ而シテ後眼ヲ白色ノ面上ニ轉スルトキハ其補色ナル有色ノ殘像ヲ視ル夫ノ有色點若シ青色ナリシハ其殘像ハ黃色ニシテ紅色ナリシハ綠色ナリ此現象ノ原因ハ即チ之レヲ注視スル物体ノ色ノ爲メニ網膜疲勞シ白色中其色分ノミハ之レヲ感受スルノ力ナク自餘ノ色光ノミヲ感覺スルニ在リトス

〔對比色〕 白面上ニ灰色ノ一點ヲ置ケハ只灰色ノ點ノミヲ視ルニ比スレハ濃暗ニ現ハレ之レヲ黒面上ニ置ケハ却テ淡色ニ現ワル又狹小ナル灰色ノ紙片ヲ取り綠色ノ紙上ニ置クトキハ其灰色ノ紙片ハ紅様ニ現ワル若シ更ニ此紙片ヲ青紙上ニ置クトキハ黃色ニ現ワル之レヲ概言スレハ右ノ紙片ハ即チ常ニ其下ニ置キタル紙ノ補色ヲ現ワスモノ

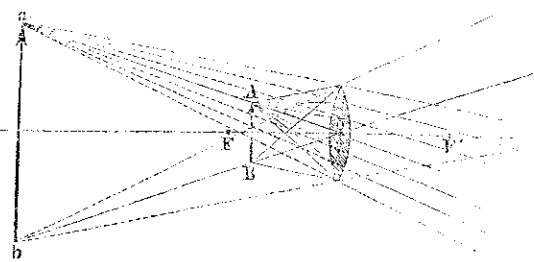
トス又下文ノ如キ試法ニ因レバ其現象ヲ視ルコ更ニ著シトス即チ大凡ソ一「ミリメートル」ノ廣サヲ有スル一片ノ白紙ヲ取り有色硝子板上ニ貼附シ而シテ後其硝子ヲ透シテ白面ヲ視ルハ夫ノ紙片ハ硝子ノ色ノ補色ヲ現ワスベシ即チ硝子綠色ナルハ紙片ハ紅色ヲ現ハシ硝子黃色ナルハ青色ニ現ワル、カ如シ之レヲ對比色ノ作用ト云フ此現象ノ原因タルヤ網膜ノ或ル一部分色光ニ由テ剌衝セラル、ノ際此直接ノ作用ハ網膜中之レニ隣接セル部分ニモ亦反應シテ補色ニ變ヒシムルナリ交互ニ其補色ヲ爲ス所ノ色ヲ併列スレバ眼目上美快ノ感覺ヲ生シ甲ハ乙ノ爲ニ乙ハ甲ノ爲メニ其色彩ヲ増加スルノ觀ヲ呈シ之レニ反シテ極メテ美麗ナル色モ亦不適當ノ色ト併列セラル、ハ却テ其美ヲ隱埋スルニ至ルベシ是レ日常實際上大ニ注意スベキ件ナリトス

第七章

視學器械

「ル」即チ單顯微鏡」前章已ニ説述セル如ク凡ソ物体外見ノ大小ハ吾人ノ視覺ニ入ルノ際ニ於ケル視角ノ大小ニ關ス而シテ物体若シ愈々眼目ニ近ケハ其視角ハ愈々大ナリ然レモ尙ホ著明ニ物体ヲ視別セント欲スルニ際シ之レヲ肉眼ニ接近セシムルモ一定ノ界限ヲ越ユル能ハズ此界限ハ即チ明視ノ距離見ユ之レナリ此ヲ以テ視角ニモ亦一定ノ限界ヲ作シ之レヲ超エテ大ナルコト能ハサシム凡ソ小ニシテ且ツ接近セル物体ノ視角ヲ大ニスルノ度肉眼ニ於ケルヨリモ優レル所ノ作用ヲ爲ス器械ハ之ヲ名ケテ顯微鏡ト云フ通常所謂單顯微鏡トハ即チ小ナル燒距ヲ有スル通常ノ凸面「レンス」ナリ斯ノ如ク一個ノ束聚「レンス」ヲ顯微鏡トノ使用スルノ理ヲ了解セントスルニハ只第百五十三圖ニ注目スルヲ要ス即チ「A B」ハ「レンス」ノ燒距内ニ存在スル所ノ一個ノ物体ナリ茲ニ其物体「A B」ノ或ル一點ヨリ發射スル光線ハ「レンス」ヲ透過シタル後「a b」ナル肖像ノ一致點ヨリ射來スルモノ

第百五十三圖



如ク分離スル「C」已ニ「レンス」ノ章ニ詳述ニセシガ如シ然レモ「a b」ナル肖像若シ明ラカニ視得ラルベキ距離ニ在ルトキハ「レンス」ノ後方ニ於ケル眼目ハ此「レンス」ヲ透シテ物体ヲ見ルヲ得ベシ今其物体ハ頗ル眼目ニ近接セルガ故ニ茲ニ「レンス」ナケレハ其物体ヲ明視スルヲ能ハザルベシ故ニ「レンス」ノ物体肖像ヲ大ナラシムルノ力ハ物体ヲシテ甚タシク眼目ニ接近スルヲ得セシメ之レニ因テ其視角ヲ大ナラシムルニ在ルベシ今「ル」ニ由テ生シタル廓大力ノ度ヲ確知セント欲セハ先ツ「a b」ナル肖像若シ明視ノ距離ニ在リテ眼目ニ現ワルノ際ニ於ケル視角ノ大サト物体若シ同一ノ距離ニ在リトスルノ際自ツカタ現ハルベキ視角ノ大サトヲ比較スルヲ要ス然ルニ

b]ナル肖像ノ現ワル、視角ハ若シ眼中ニ於テ光線ノ互ニ相交會スルノ點ヨリ「レンス」ニ至ルノ距離己ニ知了セラル、 b ニアリテノミ精細ニ確知スルヲ得ベキ者トス然レモ「レンス」ノ後面ニ眼ヲ密接シ且ツ其「レンス」ノ厚サハ甚タ纖薄ナルモノト假定スルハ眼中ニ於ケル光線ノ交會點ハ「レンス」ノ中點 o ト同一點ニアリト看做スモ大ナル過誤ナカルベシ今此假定法ニ據ルトキハ廓大 f ノ度ヲ算出スルヤ容易ナルベシ即チ o 點ヨリ之ヲ瞰視スレハ物体 AB ト肖像 $a b$ トハ均一ノ視角中ニ現ワル是故ニ今 AB ナル物体ノ吾人ノ眼ニ現ワル、所ノ視角ヲ以テ其物体ガ明視ノ距離ニ至ルマデ o ヨリ遠サケラレタルノ際(即チ其物体 AB ナル肖像ノ位置ニ變移セシメタルキ)ニ現ワルベキ所ノ視角ト比較スレバ能ク廓大 f ノ度ヲ檢出シ得ヘシ凡ソ物体外見ノ大小ハ眼ヨリノ距離ニ例比スルモノナルヤ己ニ前章ニ説述スルカ如シ然ラハ則チ AOB ナル視角ト物体ガ變位シテ $a b$ ニ來ルノ際ニ o ヨリ

望シテ現ワル、所ノ視角トハ o ヨリ物体 AB ニ至ルノ距離ト肖像 $a b$ ニ至ルノ距離トニ例比スベシ今 o ヨリ肖像 $a b$ ニ至ルノ距離ヲ示スニ d ヲ以テシ物体 AB ノ距離ヲ示スニ x ヲ以テスレハ廓大 f ノ度ハ即チ左式ノ如シ

$$\frac{d}{x} = \frac{f}{f}$$

但シ d ニ代ニルニ明視ノ距離ヲ以テスルヲ得ヘシ

今肖像ハ明視ノ距離ニアルハ物体ハ「レンス」ノ燒點ニアリト假定シ而シ「レンス」ノ燒距ヲ示スニ f ヲ以テスルトキハ廓大 f ノ度ハ左式ノ如クナルベシ

$$\frac{d}{f} = \frac{f}{f}$$

然レモ此數式ハ廓大 f ノ精密ナル數價ト爲ス能ハス只「 f 」ノ廓大 f ニ就テ大概ノ了解ヲ爲スニ足ル者ノミトス若シ肖像 $a b$ ヲシテ d ナル距離ニ於テ生セシムルヲ要スルトキハ物体ハ必ス燒距 f 内ニ在ラサルベカラス故ニ x ハ f ヨリ小ナルベシ此ヲ以テ廓大 f ノ實價ハ

「 p 」ヨリモ尙ホ大ナリトス今例之ハ明視ノ距離ヲ十「ツオル」トシ而
「 f 」ノ燒距チ一「ツオル」ナリトスレハ廓大ノ度ハ「 10 」ヨリ尙ホ大ナ
リ即チ五ヨリモ大ナリトス又「 f 」ノ價愈々小ナレハ「即チ」 f ノ燒距
愈々小ナレハ「 x 」ノ價亦愈々小ナリ而シテ「 x 」ノ價愈々大ナルハ其
廓大ノ度モ亦愈々強シ即チ短小ナル燒距ヲ有スル「 1 」ハ長大ナル
燒距ノ「 1 」ハ「 1 」ヨリハ廓大ノ度強シトス

「複顯微鏡」此種ノ顯微鏡ハ其廓大力ノ度之ヲ單顯微鏡ニ比スレハ
遙ニ勝レリ凡ソ複顯微鏡ハ其種類甚タ多クシテ其造構頗ル殊異ナリ
ト雖モ總テ其構成方法ノ基因スル所ハ下文ニ舉示スル二箇ノ條件ノ
外ニ出ツル者ナシ即チ

「第一」顯微鏡ヲ以テ窺視セント欲スル所ノ物体ハ第百五十四圖ニ
示ス如ク短小ナル燒距ヲ有スル「 1 」ナル東聚「 f 」ノ近位ニ在リ
テ燒點ノ外ニ置クベシ此「 f 」ハ單「 1 」ノ者ヲ供用スルアリ或ハ駢

列シタル者ヲ供用スル

ルアリ而シテ名ケ

テ顯微鏡ノ對物「 f 」

ス「 t 」爲ス物体ニ對ス

「第二」「 1 」ナル對物

「 f 」スニ由テ小ナル

物体「 h 」ノ肖像「 h' 」

乙「 f 」ノ定則ニ從ヒ此肖像ヲ得而シテ此肖像ハ接眼「 f 」ノ名

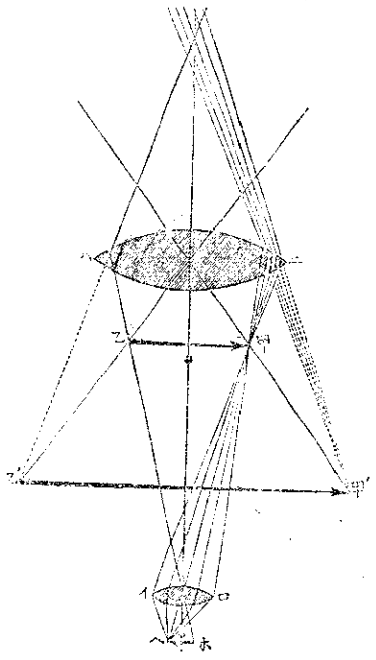
ル第二ノ「 f 」ハ「 f 」ヲ以テ視ラル此第二ノ「 f 」ハ「 f 」ノ名

ノ作用ヲ爲スヲ以テ窺視者ハ第一ノ肖像「 h' 」ヲ視得ルニアラス

テ第二ノ肖像「 h'' 」ヲ視ルナリ

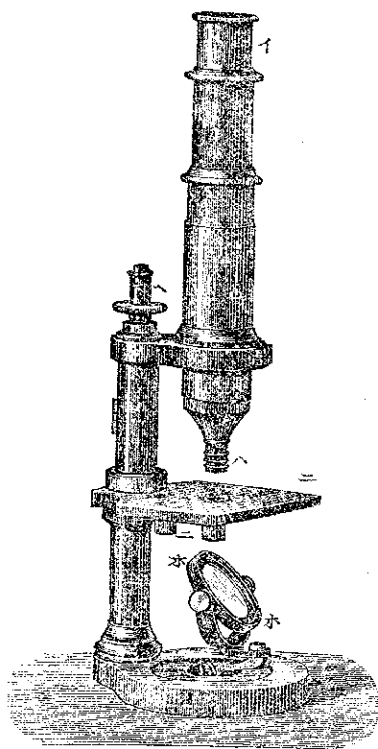
是ニ由テ之ヲ觀レハ物体ノ一端「 h 」ヨリ發射スル光線ハ此裝置ヲ透過

シタル後「 h' 」ヨリ來リシモノ、如ク分散シ而シ「 h 」ヨリ發射シタル者ハ



「乙」ヨリ發出スルモノ、如ク分散スベシ
 凡ソ曲光^{ゴキフツクワシエ}的顯微鏡ノ貴重ナル部分ハ上文ノ理由ニ據リ一個ノ對物^{ダイブツツ}「レ」
 「ス」ト一個ノ接眼^{ケツガン}「レ」ニ「ス」ヨリ成ル而シテ其顯微鏡ノ廓^{カク}大力ハ二「レ」ニ「ス」
 ノ各箇ニ有スル廓^{カク}大力ノ乘積ニ等シトス例之ハ對物^{ダイブツツ}「レ」ニ「ス」ハ物体ノ
 直徑ヲシテ五倍ノ大サニ至ラシメ接眼^{ケツガン}「レ」ニ「ス」ハ十倍ノ大サニ至ラシ
 ムルキハ其顯微鏡ノ廓^{カク}大力ハ物体ノ直徑ヲシテ五十倍トナラシム是
 故ニ其物体ノ面積ハ即チ二千五百倍ノ大サニ至ルベシ清淨ニシテ且
 ツ著明ナル顯微鏡肖像ヲ得ント欲スルトキハ其對物^{ダイブツツ}「レ」ニ「ス」ハ必ス沒
 色^{モクシキ}「レ」ニ「ス」ナラサルベカラス而シテ又強キ廓^{カク}大力ヲ欲スルトキハ其對物^{ダイブツツ}
 「レ」ニ「ス」ハ數多ナル弱キ沒色^{モクシキ}「レ」ニ「ス」ヲ駢列^{ヘンレツ}ヨリ成リテ單一ノ強キ「レ」
 「ス」ノ如ク作用ヲ爲シ且ツ球形迷行ノ過誤ナキモノナルヲ必要トス加
 之接眼^{ケツガン}「レ」ニ「ス」モ亦二個「レ」ニ「ス」ヲ駢列^{ヘンレツ}ニ由テ成ルヲ常トス
 第五百十五圖ハ顯微鏡ノ外形ヲ示ス者トス即チ對物^{ダイブツツ}「レ」ニ「ス」ハ「ハ」ハ黃

第五百十五圖



銅管ノ下端ニ螺
 着セラレ而シテ其
 管ニハ上端ニ於
 テ接眼^{ケツガン}「レ」ニ「ス」ヲ
 包有スル短管「イ」
 アリテ挿入セラ
 ル驗視スベキ物

体ハ「ロ」ニナル支臺上ニ置キ「ホ」ナル鏡ニ由テ下ヨリ照輝セラレ今「ハ」
 ナル對物^{ダイブツツ}「レ」ニ「ス」ガ物体ヲ距ルノ度ヲシテ正ニ物体ノ著明ナル肖像ヲ
 現ワスノ位置ニ來ラシメンカ爲メ更ニ「ロ」ナル黃銅製ノ鞘管中ニ於テ
 顯微鏡管ハ慢ヤカニ上下セラレベシ尤モ極メテ微小ナル上下ハ「ヘ」ニ
 於ケル螺旋^{シユウレン}頭^{コウ}ヲ以テ之レヲ行フ凡ソ顯微鏡ハ諸般ノ學術^{ガク}例之ハ組織^{シユウジキ}
 ニ缺クベカラサルノ要具ナルヤ固トヨリ言テ俟スシテ明カナリト雖

日常實際ノ生計上ニ對スルモ亦貴重ノ器具ナリトス例之ハ適當ノ方法ヲ以テ之ヲ使用スルトキハ飲食料ノ眞偽ヲ確證スルヲ得又毛布、綿等ノ纖維ヲモ視別スルヲ得ベシ

〔曲光的ノ望遠管〕望遠管ハ遠處ニ在ル物体ヲシテ巨大ニ現出セシムルノ用ヲ爲ス者ニシテ大ナル直徑及ヒ燒距ヲ有シ且ツ可及的沒色性ナル一個ノ對物〔レンズ〕ト一個ノ接眼〔レンズ〕トヨリ成ル凡ソ曲光的ノ望遠管ハ其種類甚ク多シト雖モ其區別ヲ爲ス所以ハ只接眼〔レンズ〕ノ構造殊異ナルニ在リトス即チガリレー氏ノ望遠管ニ在テハ其接眼〔レンズ〕ハ只一個ノ擴散〔レンズ〕ニシテ星學的望遠管ノ接眼〔レンズ〕ハ一個或ハ二個ノ東聚〔レンズ〕ナリ而シテ所謂地上望遠管ニ於テハ其數四個ナリ

第百五十六圖ハ和蘭望遠管即チガリレー氏望遠管ノ裝置ヲ示ス者ナリ〔丙丁〕ハ光線若シ先キヨ接眼〔レンズ〕ノ用ヲ爲ス所ノ擴散〔レンズ〕〔ハニ〕

圖 十 五 四



ニ達着スルヲナキハ〔イロ〕ニ於テ〔甲乙〕ナル物体ノ顛倒セル肖像ヲ生スベキ對物〔レンズ〕ヲ示ス然レモ今夫ノ接眼〔レンズ〕ヲ定置スルヤ之レヨリ肖像〔イロ〕ニ至ルノ距離チ其擴散距ヨリモ少ク大ナラシムルノ位置ニ在ルガ故コ凡ソ〔イロ〕ナル肖像ノ一點ニ向テ輻線ノ景況ヲ取レル光線ハ總テ擴散〔レンズ〕ヲ透過シタル後其前ニ於ケル一點ヨリ發射シ來リシモノ、如ク分離スルノ景況ニ於テ屈折スベシ其理ハ前ノ擴散〔レンズ〕ノ遠處ニ位スル物体ハ上端ノ一點〔甲〕ヨリ發射シ〔丙丁〕ナル對物〔レンズ〕ニ由リ〔イ〕點ニ於テ輻聚スルノ景況ヲ爲シテ進行シ而シテ遂ニ接眼〔レンズ〕ヲ透過シテ恰モ〔イ〕ヨリ發射シタリシモノ、如キ方向ヲ取リテ進行スル所ノ光束ノ徑路ハ本圖ニ

就テ容易ニ追視スルヲ得ベシ
 凡ソ此望遠管ヲ以テ得ル所ノ廓大カハ對物[レンス]ノ燒距ト接眼[レン
 ス]ノ分散距ヲ知了スルニ由テ容易ニ算出スルヲ得ベシ即チ望遠管ヲ
 キノ際ニ對物ノ現ハルベキ角度[甲ホ乙]ハ[ロホイ]ナル角度ニ均一ナリ
 今眼目ハ接眼[レンス]ノ中點[ヘ]ニ現在シタリト假想スルトキハ其望遠
 管ヲ透見セラレタル對物ハ[ロヘイ]ナル角ニ均一ナル[イヘロ]ノ角度ニ
 現ハルベシ然ラハ則チ望遠管ノ幾倍廓大ノ力ヲ有スルヤヲ確知スルニ
 ハ[ロヘイ]ナル角ハ[ロホイ]ナル角ヨリハ幾倍大ナルカヲ知ルニアリ物
 體甚タ遠處ニアリトスルハ對物[レンス]ヨリ肖像[イロ]ニ至ルノ距離ハ
 其燒距[イ]ニ等シ而シテ接眼[レンス]ヨリ肖像[イロ]ニ至ルノ距離ヲ其分散
 距[イ]ニ比スレバ僅カニ大ナリ是故ニ其距離ハ著ルシキ過誤ナクシテ
 [イ]ヲ以テ之レニ代ユルヲ得ベシ然レモ今[ヘホイ]ナル角ト[ロヘイ]ナル
 角ハ殆ント其距離ニ倒比ス故ニ其對稱ハ即チ左ノ如シ

或ハ

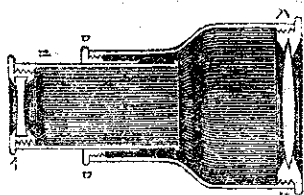
$$\frac{\text{ロホム}}{\text{ロシム}} = \frac{\text{イ}}{\text{イロ}}$$

今望遠管ナクシテ對物ノ現ワル、所ノ[ロホイ]ナル角ヲ一ト定ムレハ
 望遠管ヲ以テ現ハル、所ノ角ハ左式ノ如クナリトス

$$\frac{\text{ロシム}}{\text{ロホム}} = \frac{\text{イ}}{\text{イロ}}$$

之レヲ言譯スレハ則チ對物[レンス]ノ燒距ヲ除スルニ接眼[レンス]ノ分
 散距ヲ以テスレハ其廓大ノ度ヲ得ベシ然ラバ則チ對物[レンス]ノ燒距
 愈々大ニシテ接眼[レンス]ノ分散距愈々小ナルハ其廓大ノ度愈々著
 ルシ以上說述スル理由ナルヲ以テ兩[レンス]ノ距離ハ大凡ソ[ヘ]ナリ
 故ニ同一ノ對物[レンス]ヲ以テ殊別ノ接眼[レンス]トスルトキハ兩[レン
 ス]ノ距離ハ接眼[レンス]ノ分散距愈々短小ナルノ際即チ廓大ノ度愈々
 強キノ際愈々大ナラサルヲ得ザルナリ

第百五十七圖



凡ソ星學的望遠管ニ於テハ實ニ對物「レンス」ノ肖像ヲ生成スル者ニシテ而

圖八十五



ノ第百五十八圖ニ示ス如ク單一ナル「ルーペ」或ハ並列シタル「ルーペ」ヲ以テ
望觀ス「イロ」ハ即チ「丙丁」ナル對物「レンス」ニ由テ生シタル物体「甲乙」ノ倒像ニ

シテ「ハニ」ナル「ルーペ」ヲ透見スレハ「イロ」ニ於テ廓大セテ現ハル、
者ナリ本圖ノ現狀ハ物体ノ頂點ヨリ發射シ此望遠管ヲ透過シテ進行
スル所ノ光束ノ徑路ヲ示ス者トス

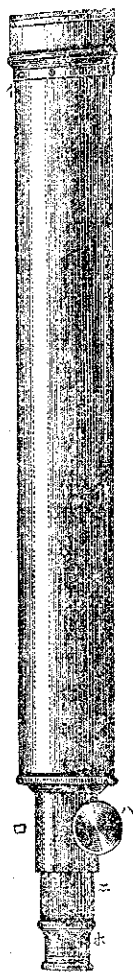
上文說述スルカ如キ望遠管ノ廓大度ハ對物「レンス」ノ燒距ト接眼「レン
ス」ノ燒距トヲ知了スルニ由テ容易ニ算出スルヲ得ベシ蓋シ其物体ガ
吾人ノ肉眼ニ現ワル、所ノ視角ハ「甲乙」ナル角ニ均一ナルガ故ニ「イ
ロ」ニモ亦均一ナリトス然レモ望遠管ニ由ルトキハ其物体ハ「イロ」
ナル角ニ均一ナル所ノ「イロ」ナル角ニ於テ現ワルベシ然ルニ「イロ」
ナル角ト「イロ」ナル角トノ對稱ハ對物「レンス」ヨリ肖像「イロ」ニ至ル
距離ト接眼「レンス」ヨリ對物「レンス」ニ至ル距離トニ倒比ス而シテ肖像
ノ對物「レンス」ヲ距ルヤ近ク其燒距「イ」ニアリ然レモ接眼「レンス」ヨリハ
「丁」ナル距離ヲ有ス但シ接眼「レンス」ノ燒距ヲ示スニ「イ」ヲ以テスルノ際
ナリ然ラハ則チ此望遠管ニ由テ生シタル廓大ノ度ハ左ノ數式ノ如ク

ナルベシ

望遠管ノ長徑ハ兩「レンズ」ノ燒距ノ總加ニ等シクシテ即チ「十」ナリ
凡ソ星學的望遠管ニ由テ望觀スル物体ノ顛倒シテ現ワル、ヤ固トモ
リ言テ俟スシテ明ナリ蓋シ先ツ對物「レンズ」ニ由テ遠處ニ位スル物体
ノ倒像ヲ生シ「ルーペ」ニ由テ此肖像ヲ透見スルノミナルヲ以テ更ニ再
ヒ顛倒シテ其本形ニ現ワル、ナケレハナリ

凡ソ星學的望遠管ノ測量ノ目的ニ供用セル者ハ十字形絲條ヲ具有ス
即チ其絲條ハ正ニ望觀セラルベキ物体肖像ガ對物「レンズ」ノ爲メニ生
スベキ位置ニ在リトス

第百五
十九圖



第百五十九圖ニ就テ示ス者ハ星學的望遠管ノ外形ナリ適宜ノ長徑ヲ
有スル管ノ前「端」ニハ對物「レンズ」ヲ螺嵌ス而シテ其後端ニハ狹キ管條
ヲ具有シ茲ニハ「ホ」ナル接眼「レンズ」ヲ包有スル所ノ別管「ニ」アリテ進退
ス但シ其進退ハ通常「ハ」ナル逐進機「ニ」由テ成ル者トス

凡ソ星學的ノ觀察及ヒ測量ニ就テハ正視スルモ倒視スルモ實際毫末
ノ差ナシト雖モ地上ニ於ケル物体ヲ觀察スルノ際總テ物体ヲ倒視ス
ルハ實ニ不快ナルベキヤ固トモリナリ故ニ廓大ノ度太ク強キモ尙ホ物
体ヲ正視セント欲セハ星學的望遠管ノ接眼「レンズ」ニ代ユルニ通常四
個ノ凸面「レンズ」ヲ包有スル所ノ一管ヲ以テスベシ是レ即チ地上望遠
管ナリ此接眼管中ニ於ケル四個「レンズ」ハ實ニ廓大度ノ強大ナラサ
ル複顯微鏡ヲ成スモノニ外ナラズ之レガ爲メ倒像ヲシテ再ヒ顛倒セ
シムルヲ以テ物体ハ其正態ニアルヲ覺フルナリ

第百六十圖ニ示ス所ハ地上望遠管ノ通常ナル形狀ニシテ「イロ」ハ即チ

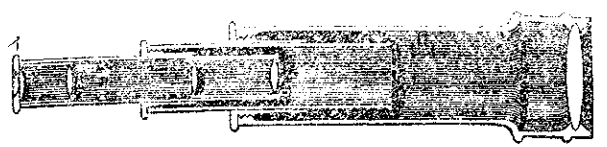
四個ノ「レンズ」ヲ具有スル接眼管ナリ凡ソ地上望遠管ハ屢々甲地ヨリ

乙地ニ又乙地ヨリ丙地ニ輸致シ且ツ旅行中ニ攜帶スル
ヲ常トスル者ナルニ因リ多クハ互ニ進退層合スヘキ數
個ノ管ヨリ成ル即チ此望遠管ヲ以テ物体ヲ觀察スルト
キハ適度ノ長サニ至ル様之レヲ抽出シ其用ヲ了レハ乍
チ層合シテ短縮セラルハノ造構ヲ有スル者ナリ

上文既ニ説述セシ如ク「ガルレイ」氏望遠管並ニ星學的望遠
管ノ廓大度ハ「レンズ」ノ燒距ヨリ容易ニ算出スルヲ得タリ
然レニ此燒距ハ先ツ試驗的ニ知了スルヲ要スルガ故ニ
直接ニ望遠管ノ廓大度ヲ試定スルノ法アレバ更ニ便宜
ナリ其法廓大度ノ非常ニ強大ナラサル望遠管ニ於テハ
甚タ單一ナルモノニシテ即チ下文ニ説述スルカ如ク度

表ヲ劃シタル一ノ杆條ヲ取り望遠管ヲ距ルニ適宜ノ位置ニ堅立セシ

圖 十 六 百 第



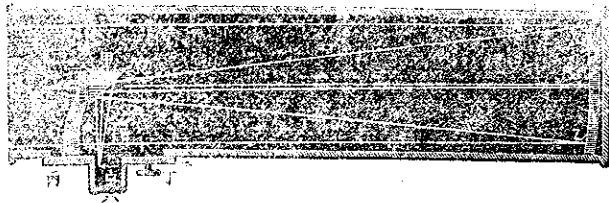
メ而ソ一眼ヲ以テハ直接ニ之レヲ視他ノ一眼ヲ以テハ望遠管ヲ透ソ
同時ニ之レヲ視ルベシ此方法ニ據リ望遠管ヲ以テ廓大シテ視タル度
表ノ幾何ガ望肉眼ニ由テ度表ニ超エルヤヲ數ツベシ然ルトキハ直接
ニ廓大力ノ量價ヲ得ルモノトス

〔望遠鏡製造〕凡ソ各簡單一ナル「レンズ」ノ燒點ハ各種ノ色線

ニ對シテ同一ナラサルニ由リ未ダ沒色對物「レンズ」ヲ造構シ能ハサル
ノ己前ニ於ケルヤ各色種ノ燒點ハ肖像ノ清淨ト著明トニ於テ甚タシ
キ損害ヲナシタリ是故ニ遠處ニ位スル物体ノ第一肖像ヲ得ルニ「レン
ズ」ニ由ラズシテ金屬製ノ凹面鏡ニ由テ生シメ以テ此損害ヲ免ルハ
ノ方法ヲ搜究シ遂ニ鏡製望遠管ヲ造構シタリキ

第百六十一圖ハ「ニュートン」氏ノ望遠鏡ヲ示ス「乙乙」ナル凹面鏡ハ即チ
遠處ニ位スル物体ノ肖像ヲ「イ」ニ於テ生シシムルノ理ナレト光線ハ茲
ニ到達スルノ前望遠管ノ軸ニ對シテ四十五度ニ傾斜シタル所ノ「甲」ナ

第百六十一圖



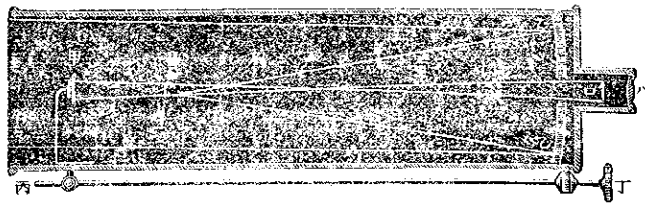
其肖像〔ロ〕遂ニ接眼レンズ〔ハ〕ニ由テ瞰視セラレ
没色對物レンズノ發明已來ハ此望遠鏡ヲ用ユルコト甚タ稀ナルニ

ル平面鏡ノ爲メニ側方ニ反射セラル、ガ故ニ却テ
〔ロ〕ニ於テ肖像ヲ生ス今接眼レンズ〔ハ〕ニ由テ此肖像
ヲ瞰視ス但シ先リ〔丙〕ナル部分ニ由テ其度ヲ適セ
ザル可ラス

〔グレゴリー〕氏ノ望遠鏡ニ在テハ第百六十二圖ニ示
ス如ク對物鏡〔乙〕ハ其中央ニ於テ穿孔ヲ有シ此孔
ノ後部ニ接眼レンズ〔ハ〕ヲ包有ス此望遠鏡中ニ射
來スル所ノ光線ハ反射セラレ遠處ニ位スル物体ノ
顛倒セル東聚像ヲ〔イ〕ニ生スルニ至ル今此肖像ハ小圓
面鏡〔甲〕ノ燒點ニ近ク存在スルヲ以テ接眼レンズ〔前〕ニ
倒像〔イ〕ノ直立肖像〔ロ〕ヲ生成スルヲ圖ノ現狀ノ如シ

但シ〔丙〕ニ由テ〔甲〕ナル
鏡ヲ適度ニ定ムベシ

第百六十二圖



至レリ只甚タ巨大ナル器械ニ於テハ没色レンズヲ
用ユルヨリモ凹面レンズヲ用弗ルヲ以テ大ニ益ア
リトス蓋シレンズニ於テハ一定ノ度ヲ超過シテ其
直徑ヲ大ナラシムルコト非常ノ難事ナルヲ以テナ
リ凡ソ近今ニ至ル迄製造シ得タル所ノ最大ナル没
色對物レンズハ其直徑十四ツオルナリシト雖モ〔ハ
ルシエル〕氏ノ構造セル四十ツリスノ長徑ヲ有スル
大望遠鏡ハ其作用ノ洪大ナルヤ曲光の望遠管ニ由テ
者ナノ鏡子ハ其直徑四ツリスナリキ其後〔ロ〕セ〔氏
ハ其長徑五十三ツリスノ望遠鏡ヲ構造セリ而シテ其
鏡子ノ直徑六ツリス餘ナリト云フ

第百六十三圖ハ上文説述セシ大望遠鏡ノ構造ヲ示
ス者ニシテ此器ニ於テハ第二ノ鏡子ヲ要スルコト

ナシ管軸ニ對シテハ少シ傾斜シテ位セル所ノ對物
鏡〔甲〕ニ由リテ生スル所ノ肖像ハ管ノ口〔イ〕ニ定置セ
ル接眼〔レンズ〕ヲ以テ直接ニ瞰視セラル此方法ヲ以第
テ望遠スルトキハ物体ト鏡面トノ間ニ望遠者ノ頭部
ヲ來タスト雖ニ鏡面ノ直徑甚タ巨大ナル徑ナルヲ以
テ其害アルヲナシ

凡ソ望遠鏡ニ於テモ亦望遠管ニ於ケルガ如ク單一ナ
ル接眼〔レンズ〕ヲ用ユルヲナシテ常ニ並列〔レンズ〕ヲ
俱用スルモノトス

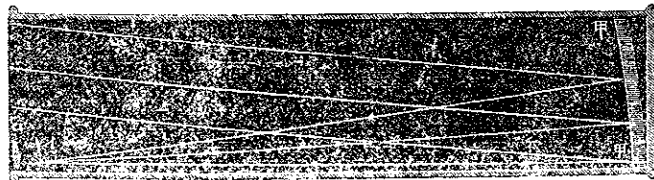
第八章

交錯現象

〔光ノ本性ニ關スル臆想〕 光ノ本性ニ就テハ已

ニ光論ノ最初ニ於テ説述セシ所アリシト雖トモ只其概畧ニ過キカリ

圖 三 十 六 百 第



シヲ以テ更ニ本章ニ於テ之ヲ詳論スベシ即チ光ノ現象ヲ説明スル
ニハ二個ノ殊別ナル臆想アリ曰ク流出説〔即チ迸出説〕曰ク振動説是レ
ナリ

流出説ニ從ヘバ光素ナル一種ノ物質アリトシ凡ソ光体ハ此光素ノ微
細ナル分子周方ニ迸出シ其速力非常ニ巨大ニシテ其度ハ八分時十三
秒中ニ太陽ノ光ノ能ク地上ニ達スルヲ以テ知ルベキカ如此光素ハ
固トハリ非常ニ微小ナルモノニシテ重力ノ作用ニ關スルコトナシ〔即
チ其重量ナシト想像スベキ者ナリ〕而シテ其色ノ殊別ナルハ速力ノ差異
ニ歸因シ其反射ハ彈力ヲ有スル物体ノ驕飛スルニ類似ス又本説ニ從
テ屈折ヲ説明スルニハ二條ノ想像ヲ要ス即チ第一ニハ凡ソ透明体中
ニハ光素ノ分子ヲ透過セシムルニ充分ナル巨大ノ間隙ヲ有スルモノ
トシ第二ニハ重力ヲ有スル物体ノ分子ハ光素ノ分子上ニ引力ノ作用
ヲ爲シ而シテ其引力ハ已ニ一トクビ光素分子ノ占有シ得タル速力ト

併合シテ其徑路ノ傾斜ヲ爲ス者ト看做セリ

振動説ニ從ヘバ光ハ秤量スベカラザル物質所謂「エーテル」ノ小部分ノ振動ニ由テ傳達スル者トス此説ニ由テ之ヲ觀レバ光ハ稍音響ニ類似セリ然レモ音響ハ秤量スベキ物質ノ振動ニ由リテ傳達シ光ハ之ニ反シテ「エーテル」ノ振動ニ由ル而シテ光ハ天宇ノ各處ヲ普照スルヲ以テ見レバ此「エーテル」ハ全宇宙ニ瀰漫スルモノナルベシ且ツ啻ニ其星宿ノ間ニ於ケル空處ニ於テ存スルノミナラズ亦萬物ニ攬入シテ秤量スベキ元子間ニ存スル空隙ヲ充盈スルモノナリ

「エーテル」ノ休止スル處ハ即チ全キ暗黒ヲ生シ或ル位置ニ於テ振盪セラルレハ周方ニ光波ヲ擴進シ恰モ弦絲ノ振動スルニ由リ休止セル大氣中ニ波動ヲ擴進スルニ異ナラズ是故ニ或ル運動ニ由テ始メテ生成スル所ノ光ト「エーテル」自己トヲ區別スベキヤ固トヨリ然ルベキノ理ニシテ恰モ音響ヲ爲ス所ノ振動ト其振動ヲ爲ス所ノ秤量シ得可キ物

質ノ部分トニ區別アルガ如シ

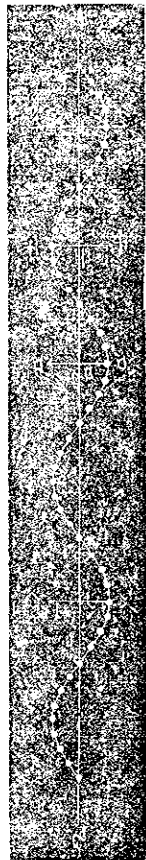
振動説ニ從テ光ノ屈折ヲ説明スルニハ下文ニ說述スル所ヲ想像スベシ即チ秤量スベキ物質ノ元子間ニ存スル空隙ハ稠密ナル「エーテル」ヲ以テ充盈セラレ而シテ光ノ波動ハ「エーテル」ノ稠度ニ倒比ス故ニ光ノ波動若シ「エーテル」稠度ノ大ナル或ル物体中ニ進移スルトキハ其波動ノ長徑ハ減縮スベシ甲体中ヨリ乙体中ニ進移スルノ際其屈折係數ハ乙体中ニ於ケル波動長徑ヲ以テ甲体中ニ於ケル波動長徑ヲ除シタル得數ニ等シトス光ノ波動長徑ニ就

以上ノ兩説ハ久シク物理學者ノ間ニ行レテ各其黨派アリ或ハ彼ヲ排駁シ或ハ此ヲ保護シテ其歸着スル所ナキノ狀ナリシト雖モ後章ニ說述スルガ如ク光ノ現象ノ眞理ヲ探究スルニ至テハ振動説其全勝ヲ得タリ蓋シ此現象ハ波動説ニ據ルトキハ甚ダ單一ニ之レヲ説明スルヲ得ベク流出説ニ從ヘハ全ク之レヲ解了スルヲ能ハザルヲ以テナリ

〔振動説ノ基由〕

光体ノ小部分ハ其狀恰モ發音体ニ於ケル如ク振動スル者ニシテ光ノ振動ハ音響ノ振動ニ比スレハ非常ニ速ニシテ亦秤量ヲ得ベキ物質ニ由ラズ所謂光「エーテル」ニ由リテ傳達スル者ナリ第百六十四圖ニ示ス如ク光線若シ「甲」ヨリ「乙」ノ方向ヲ取リテ擴進スル

圖 四 十 六 第



トキハ「甲乙」ナル直線上ニ於テ平均ノ景態ニ存スル「エー

テル」ハ總テ「甲乙」線ニ直角ヲ爲ス所ノ方向ヲ取リテ振動シ其狀恰モ緊張シタル弦線ノ一端ヲ打撃スルノ際其部分ノ振動スルニ異ナラズ本圖ノ弧線ハ振動中或ル一定ノ瞬間ニ於ケル振動分子ハ交互ノ位置ヲ示ス者トス

今下文ニ於テ更ニ「エーテル」分子ノ振動ニ就テ稍精細ノ考察ヲ下クス

ベシ即チ本圖ノ「イ」點ニ於テ其平均ノ位置ヲ有スル「エーテル」ノ小部分ハ「イ」點ヨリ「イ」點ニ振動シテ更ニ「イ」點ニ向ヒ爾後ハ終始「イ」ト「イ」トノ間ニ於テ一進一退ヲ以テ此振動ヲ保續ス「イ」點ニ於テハ其速力己ニ零ナリト雖モ愈々平均點ニ近ツケハ愈々之レヲ増加シ全ク平均點ヲ經過スルノ際其極度ニ達ス玆ニ其速ハ再ヒ漸ク減少シ遂ニ「イ」ニ到達シテ零トナル而シテ後更ニ反對ノ方向ヲ取リテ振動ヲ始ムルモノナリ縱令光ハ非常ノ速力ヲ以テ進擴スト雖モ此進擴ハ決シテ一瞬息ニ於テ成全スルモノニ非ス即チ「エーテル」分子ノ振動ハ一瞬息ニシテ光線ノ方向ニ存在スル逐次ノ「エーテル」分子ニ傳進スル者ニ非サルナリ今「甲乙」線ニ於ケル「エーテル」分子ハ悉皆休止ノ景態ニアリテ其際「イ」點ニ存在スル「エーテル」分子ハ一定ノ瞬時ニ於テ其振動ヲ始ムルナリト假想スルキハ「乙」ノ方向ニ順列スル分子ハ逐次ニ振動ヲ始ムルナルベシ而シテ愈々「イ」點ヲ遠カレハ愈々後ニ之レヲ始ムベキヤ固トヨリナリ「イ」

點ニ於ケル「エーテル」分子若シ一回振動ヲ遂クルノ間ニハ其振動「(ロ)」點ニ於ケル分子ニ迄到達ス而シテ其分子正ニ第一回ノ振動ヲ始メントスルノ瞬時ニ在テ「イ」點ニ於ケル分子ハ已ニ其第二回ノ振動ヲ始ム爾後「イ」及「ロ」ニ位スル「エーテル」分子ハ終始同様ノ振動景態ニアルベシ即チ其二個ノ分子同時ニ同一方ニ向テ平均點ヲ遠サカリ同時ニ平均點ヲ經過シテ同時ニ平均點ヲ距ルノ極度ニ到達スベシ

本圖ノ「イ」點及「ロ」點ニ於ケル「エーテル」分子ヲ以テ例スベキガ如キ同様ノ振動景態ニアル所ノ分子、交互ノ距離ヲ名ケテ波動ノ長徑ト云フ已ニ波動總論若シ「(ロ)」ノ距離ヲ以テ一ノ波動長徑ナリトスルハ「(ロ)」點ニ於ケル分子ハ其第二回「イ」點ニ於ケル者ハ其第三回ノ振動ヲ始ムルノ瞬間ニ於テ「ハ」ニ於ケル「エーテル」分子ハ第一回ノ振動ヲ始ムベシ爾後其分子ハ「ロ」及「イ」ニ於ケル者ト終始同様ノ振動景態ニ在ルベシ「(三)點若シ「イ」ト「ロ」トノ中央ニアルトキハ即チ「(三)」ノ「イ」ヲ距ルヤ波動長徑

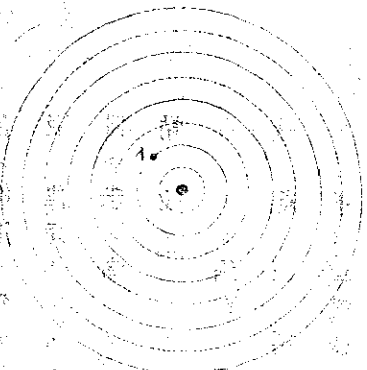
ノ半ハニ當ルトキハ「(三)」ニ於ケル分子ハ終始「イ」及「ロ」ニ於ケル分子ノ振動景態ニ相反セル振動ヲ爲シ又「イ」及「ロ」ニ於ケル分子「甲乙」線ノ上部ニ運動シテ其平均點ヲ距ルノ極度ニ達シタリトスレハ「(三)點」ニ於ケル者ハ反對ナル方向ノ極度ニ達スベシ此際「(三)」ニ於ケル分子ハ「イ」及「ロ」ニ於ケル者ト同時ニ其平均點ヲ經過ス然レドモ互ニ反對ノ方向ニ運動スルモノトス

一、光線ノ進路ニ當レル二個ノ「エーテル」分子互ニ相距ルノ度正ニ波動長徑ノ半ハニ在ルキハ其分子ハ常ニ同一ナル速ヲ有ス然レドモ其方向ハ反對ナリ又其交互ノ距離ハ波動長徑ノ二分三、二分五、二分七等ニ在ルモノモ之レニ均シトス

波動ノ長徑ハ色ノ異ナル隨テ同一ナラス紅線ハ其波動長徑最大ニシテ紫線ノ波動長徑ハ最も小ナリ波動長徑ノ同シカラサル如ク其振動時間ノ長短モ亦同一ナラス即チ紫線ノ振動ハ最も急速ニシテ紅

線ノ振動ハ最モ緩慢ナリ是ニ由テ之ヲ觀レハ光ニ於テ色ノ殊異アルハ恰モ音響ニ高低アルカ如シ
或ル光點ヨリシテ周方ニ光波ノ擴進スル景況ハ靜止シタル水面ニ一個ノ石ヲ投シ之レガ爲メニ生成シタル波動景況ヲ注視スレハ容易ニ了知シ得ベシ即チ一個ノ石ヲ取り水中ニ投シ其點ヨリシテ圓狀ノ波動ヲ周方ニ擴進ス其石片ノ水中ニ落チ來リシ位置ニ於ケル水ノ分子ハ交互ニ上下シ此上下運動ハ同等ノ速ヲ以テ周方ニ傳達ス故ニ中點ヲ距ル均一ナル水ノ分子ハ總テ亦同一ノ振動景況ニアルベシ(即チ其分子ハ同時ニ其最高點ニ到リ亦同時ニ最低點ニ達スベシ)然ラハ則チ共同ノ中點ヲ通有スル波動ノ山部ト谷部トナ生スルハ第百六十五圖ヲ以テ示ス所ノ現狀ノ如シ若シ或ル一瞬間ニ於テ線條ノ圓輪ハ波動ノ山部ヲ爲シテ點線ノ圓輪ハ波動ノ谷部ナリトスレハ其波動ハ少時ノ後點線ノ位置ニ於テ却テ山部ヲ生シ線條ノ位置ニ谷部ヲ生スベキ

第百六十五圖



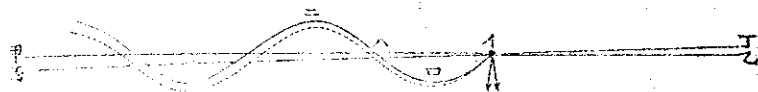
景況ヲ以テ外方ニ進擴スベシ
凡ソ中點ヲ通有スル水波ノ振動其中點ノ周圍ニ擴進スル如シ光波モ亦中點ヲ通有スル球形ノ層ヲナシテ光源ノ周圍ニ擴進ス即チ光波ノ表面ハ球形ヲ爲スナリ(尤モ「エーテ」ノ彈力四方總テ同等ナル際ニ限

第百六十六圖

光線ノ交錯

既ニ前ノ諸章ニ於テ說述スル如ク凡ソ波動ハ其作用ヲ併合スルノ景況如何ニ關シ或ハ其波動ヲ強盛ニシ或ハ之レヲ減弱シ或ハ全ク靜止スル者ニシテ光モ亦波動ノ一種ナレハ其作用ヲ併合スルノ狀ニ由テ其光ヲ強烈ナラシメ或ハ全ク暗黒トナルコアリ之レヲ光ノ交錯又交ト云フ其交錯スルノ所以ハ下文ニ說述スルガ如シ即チ第百六十六圖ヲ示ス所ノ「甲乙」及「丙丁」ナル線ハ一個ノ光源

第六百六十圖



ヨリ發射シ特異ノ徑路ヲ過キ「イ」點ニ到達シ茲ニ著ルシキ銳角ヲ爲シテ互ニ相會合スル所ノ二條ノ光線ナリト假定ス而シテ「丙」「丁」ナル光線ノ光源ヨリシテ「イ」點ニ至ル迄經過シタル徑路若シ同一ノ光源ヨリ「イ」點ニ至ル他ノ光線ノ長サニ同シク若クハ之レヨリ大ナルコト一、二、三、四等全波動長徑ノ比例ニ在ルトキハ右ノ兩光線ハ本圖ノ現狀ノ如ク「イ」點ニ於テ併合ノ作用ヲ爲スヘシ「ロ」ハ「イ」等ナル波動線ハ「甲」「乙」ノ方向ヲ取リ傳達スル「エ」ニテ「イ」分子ノ或ル一瞬間ニ於ケル對向ノ位置ヲ示ス者トス「ロ」ナル分子ハ今「甲」「乙」ノ下方ニ在リテ其最外點ニ達シ「イ」ナル分子ハ二小箭ノ一個ヲ以テ「エ」ニガ如キ方向ヲ取リテ平均點ヲ經過スルノ際ナリトス點線ヲ以テ示シタル波動線ハ同一瞬時ニ於ケル「丙」「丁」ナル光線ノ傳達スル「エ」ニテ「イ」分子ノ振動景態ナリ兩光線若シ光源ヨリ「イ」點ニ至ル迄同

等ノ徑路ヲ經過シタルトキハ「イ」ナル分子ハ兩光線ノ振動ニ由リ同時ニ同様ノ作用ヲ受クベシ本圖ニ示ス所ノ狀ニ於テハ「イ」ナル分子ハ第二ノ波動系統ニ由リテ亦下方ニ向テ逐進セラルハ故ニ其振動ノ強度ハ只一光線ノ振動ノミニ因ルトキニ二倍スベシ此ノ如キ理由ナルヲ以テ二個ノ光線若シ其徑路ニ於テ波動長徑ノ全數四、五、六等ヲ云フナニ均シキ差アルニ當リ或ル一點ニ於テ互ニ相會合スレハ其兩光線ノ振動ハ互ニ相幫助スル者トス

第百六十七圖ハ二條ノ光線ニ其一線ノ他ノ一線ニ超ヘテ進行スルヤ其波動長徑ノ半バ「二」分一若クハ其半バノ奇數分「二」分ノ三、二分ノ五ニ於ケルノ際ニ生スル併合作用ノ現狀ヲ示ス者トス其一光線ノ振動ニ「其一個ハ線條ヲ以テ示シ他ノ一個ハ點線ヲ以テ示シタル者ト看做シ」由リテ「イ」ナル分子ハ下方ニ向テ逐進セテ他ノ光線ハ其同一瞬時ニ於テ同一ノ力ヲ以テ之レヲシテ上方ニ運動セシメントス是故ニ互

丁ニ相反向セル兩力ハ茲ニ平均シテ「イ」ナル分子ハ休止ノ景態ニアルナリ

上文説述セシ所ハ互ニ交叉スル光線徑路ノ差其全波動長徑ノ倍数一、二、三等若クハ其半バノ奇數分二分ノ一、二分ノ三、二分ノ五等ナルキニ於ケル交错ノ景況ナリ然レモ光線徑路ノ差ハタトヒ其間ニ位スル數ナルモ亦兩光線ノ交叉ノ作用ヲ起スベシ但シ其作用モ亦上文説述セシ所ノ作用ノ中間ニ位スル者ニシテ交叉ニ由テ全ク振動ヲ靜止スルニモアラス亦振動ノ強度ヲ倍スルニモ非サルナリ此際眞ニ生成シタル振動ノ強度ハ其交叉景態ノ異ナルニ隨フテ或ハ此レニ偏シ或ハ彼レニ偏スルノ狀ハ本圖ノ「コ」ニ「ハ」及ヒ「ロ」ノ部ヲ注目スレハ自ラ明瞭ナリ

以上説述スル所ニ由レバ光線ノ交叉スルヤ或ハ光ノ強度

第百六十七圖

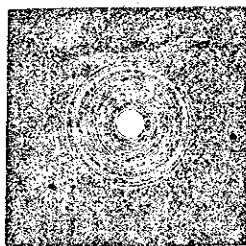
甲

ヲ増シ或ハ之レヲ減シ或ハ全キ暗黒ヲ生スベキノ理ヲ得ルコト容易ナルベシ

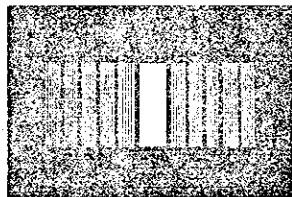
〔光ノ柱撓〕内部ヲ黑色ニ塗りタル時計硝子上或ハ研磨シタル金屬ノ扣鈕上或ハ露濕器ノ球子上ニ生シタル小ナル太陽ノ光像ヲ細小ナル圓孔厚紙ニ穿テタル孔ヲ透過シテ之レヲ瞰フトキハ第百六十

八圖ヲ以テ示ス如ク數多ノ有色輪ヲ以テ圍繞セラレタル鮮明ナル圓點ヲ視ルベシ

第百六十八圖



第百六十九圖



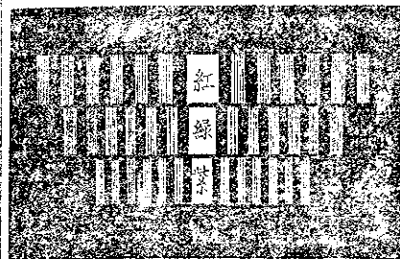
又厚紙ニ穿ツニ圓孔ヲ以テセズシテ纖細ナル直線狀ノ穿孔ヲ以テシ其孔ヲ透シテ内部ヲ黑色ニ塗り日光ニ直露シ其孔ト並行ニ置キタル硝子管ヲ瞰フトキハ第百六十

九圖ニ示ス如キ現像ヲ視ル其肖像ノ中央ニ於テ鮮明ナル線條ヲ現

ワシ兩側ニハ狹キ色線ニシテ中央ヲ距ルニ從テ愈々光強ヲ減スル者ヲ看ルベシ

右ニ説述スル所ノ圓孔愈々少ナルトキハ鮮明點愈々濶シ而シテ直線孔ノ愈々狹キキハ於テモ亦鮮明線愈々廣濶ナリ

又彼ノ厚紙ヲ以テ單色ノ硝子例之ハ紅色硝子ヲ瞰フキハ上文説述セシ所ノ現象更ニ單一ナリ即チ其中央ニ於テ鮮明ナル紅線ヲ現ワシ其



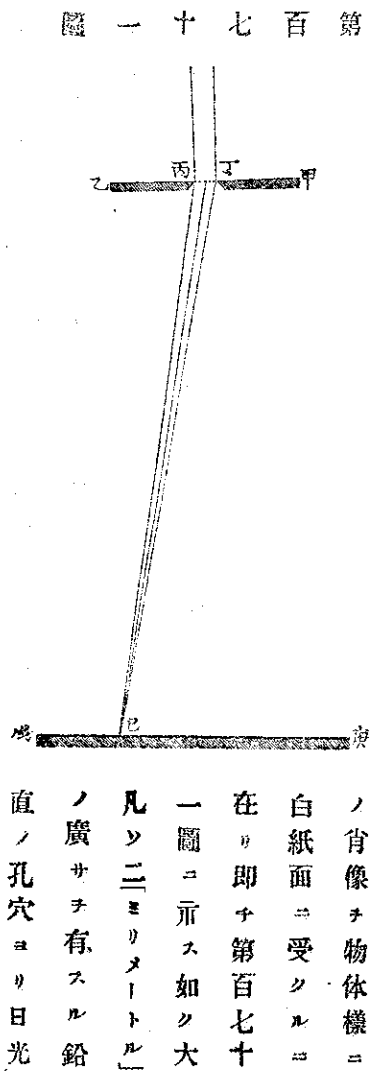
線ノ兩側ニ黒線アリテ之レヲ限界ス而シテ其兩邊ニハ逐次尙ホ夥多ノ紅像アリテ漸次ニ其光度ヲ減シ且ツ彼此互ニ黒線ニ由リテ分割セラル、ノ狀ハ恰モ第百七十圖ノ例ニ就テ示スカ如シ然レニ中央ニ於ケル鮮明ナル光帶並ニ兩邊ニ於ケル光像ハ共ニ黒線ニ由テ著明ナル境界ヲ爲スニ非ス漸次鮮明ノ部域ヨリ最モ暗黒ナル部分ニ推移

第百七十七圖

スルモノトス

若シ綠色硝子ヲ以テスルトキハ右ト同様ノ現象ヲ見ル只其ノ前者ト異ナルハ總テ線條ノ狹隘ナルニ在リトス若シ紫色ノ硝子ヲ以テスレハ此色線尙ホ狹隘ト爲ルヤ共ニ本圖ニ就テ觀ル所ノ如シ

光線枉撓ノ現象ヲ了解スルニ要スル所ノ更ニ便宜ナル視察法ハ枉撓



第百七十七圖

ノ一束ヲ水平ノ方向ヲ取リテ暗室内ニ射入セシメ八乃至十「フース」ノ

距離ニ於テ障屏〔甲乙〕上ニ其光束ヲ受ク此障屏上ニハ大凡ソ一「ミ」
メートルノ廣サヲ有シ且ツ第一孔ト並行セル穿孔〔丙丁〕ヲ有ス今〔乙甲〕
ナル障屏ノ後部ニ當リ之レヲ距ルコト六乃至八「フース」ノ位置ニ於テ白
紙ヲ以テ被覆シタル第二ノ障屏〔戊庚〕ヲ置キ之レニ光束ヲ受クレハ之
レニ枉撓ノ肖像ヲ見ル今下文ニ於テ其理由ヲ説述スベシ光若シ非常
ニ遠隔ナル一點ヨリシテ孔穴〔丙丁〕ヲ有スル所ノ障屏上〔甲乙〕ニ射
ニ射來スルトキハ其孔〔丙丁〕中ニ存在スル「エーテル」分子ハ總テ光源
ヲ距ルコト同一ナリト看做スヲ得ヘキ故ニ其「エーテル」分子ハ悉皆同
一ノ振動景態ニ在リテ各其振動ヲシテ障屏ノ佗ノ一方ニ於ケル周邊
ニ傳播シ其景況恰モ自ツカラ發光スルカ如シ〔甲乙〕ナル障屏ノ後ニ位
スル或ル一點例之ハ〔己〕點ニ於テ照輝セラルハノ強弱ハ〔丙丁〕ナル孔穴
ノ各點ヨリ發射シタル基原光線ノ〔己〕ニ於テ總合シ其交叉ニ由テ爲ス
所ノ作用ニ關ス〔丙丁〕ナル孔穴ヨリ之レニ直角ナル方向ヲ取リテ傳播

スル所ノ光線ハ常ニ相補助スルガ故ニ〔戊庚〕ナル障屏上ニ於ケル肖像
ノ中央ハ必ス鮮明ナリ然レニ其側傍ニ位スル點ニ至リテハ已ニ炫ニ
會合スル總光線ノ交互ニ補助セサルニ因リ逐次側邊ニ至ルニ隨テ其
光ノ強度ヲ減セサルヲ得ヌ即チ〔丙丁〕ヨリ會合スル所ノ總光線全ク平
均スルノ點ニ至ル迄漸次ニ光輝ヲ減少シ茲ニ黑線ヲ生ス中點ヲ距ル
コト更ニ遠ケレハ彼ノ〔丙丁〕ヨリ發シテ會合スル光波ノ充分ナル平均ヲ
爲ササルノ位置ヲ生シテ再ヒ光輝ヲ視ルベシ而シテ之レニ次ク又
暗黒ノ位置ヲ以テス是レ即チ光波ノ總テ交互ニ平均スル處ナリ此ノ
如クシテ明暗ノ位置逐次ニ連續スルモノトス
各種ノ色光ニ於ケル明線并ニ暗線ノ互ニ相會合セサルハ其波動長徑
ノ互ニ同一ナラサルニ之レ由レリ
右ニ説述シタル試驗ヲ爲スニ白光ヲ以テスルトキハ枉撓光像ノ中央
ニ於テ白線ヲ視ルベシ蓋シ茲ニハ各種色線光輝ノ極大度〔即チ最強度〕

相會合スルヲ以テナリ然レモ側傍ニ位スル光像ハ色ヲ帶ヒ何ノ處ニ於テモ決シテ全ク白色或ハ全ク黑色ナル線ヲ見ルヲナシ如何トナレハ或ル一種ノ色光ニ對シテ黑線ヲ生スベキ位置ハ他ノ色光ニ對シテ鮮明ナル線ヲ生スル處ナレハナリ

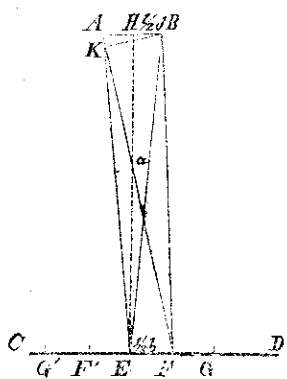
光線枉撓ノ現象ハ孔穴ノ形狀ニ關シ亦穿孔ノ數ニ從テ其景態ヲ變ス若シ光ヲ受クベキ障屏上甚タ相接近セル位置ニ於テ二個ノ細小ナル圓孔ヲ例之ハ一ノ狀ノ如ク穿テ之レヨリ一ノ光點ニ向テ透看スルトキハ第百六十八圖ニ示セル如キ輪圈ヲ視得ルヤ恰カモ只一個ノ穿孔アルノトキニ異ナラズ然レモ其輪圈ハ彼ノ兩孔ヲ連結セシムル線條ノ方向ニ直角ヲ爲ス所ノ黑キ直線ニ由テ畫過セラルベシ而シテ此黑線ハ中心ノ鮮明點ヲ越過了スルモノトス此試驗ノ成績ニ由レバ二個ノ光線ノ集合作用ハ暗黒ヲ生スルヲ(即チ他ノ語法ヲ以テスレハ一光線ノ作用ハ他ノ光線ノ作用ニ由テ平均即チ消却セラル、コト)ヲ明知

スベシ光線若シ只一個ノ孔穴ヲノミ通過シ來ルトキハ第百六十八圖ノ景況ヲ目撃スレドモ第二孔ヲ加フルトキハ其光像ノ鮮明部ニ於テ黑線ヲ現ワス然ラハ則チ一孔ヲ通過シテ射入スル光ノ作用ハ他ノ一孔ヲ通過シ來ル光ノ爲メニ消却セラル、モノナルヤ明ラカナリ鳥類ノ羽毛ニ美麗ナル色ヲ現ハスモ絹帛ノ美麗ナル色澤モ鮑貝殼ノ内部ニ美色ヲ呈スルモ總テ光ノ枉撓ニ基因スル現象ナリ

〔光波ノ長徑〕

光波ノ長徑ハ光ノ交錯現象ニ由テ之ヲ測知スルヲ

第百七十二圖



〔B〕ヨリ發スル波動ハ〔A〕ヨリモ〔B〕ヨリモ共ニ同一ノ距離ニ存スル一點

得ベシ即チ第百七十二圖ニ示ス所ノ〔A〕及ヒ〔B〕ハ終始同一ノ振動景態ニ在ル所ノ二個ノ發光點ナリトス而シテ〔C〕〔D〕ナル平面ハ〔A〕〔B〕ナル兩點ヲ連結スル線條ニ並行ナリト看做スベシ而シテ〔A〕及ヒ

[E]ニ到達スルヤ終始同様ノ振動景態ニ於テスベシ是故ニ互ニ其強度ヲ増大スルヤ疑ヒナシ之レニ反シテ少シク側傍ニ偏シテ位スル一點[F]ニ對シテハ其距離ノ差(即チ $FE - FE'$)正ニ波動長徑ノ半ハイリトスレハ[A]及ヒ[B]ヨリ發シ[F]ニ到達スル光線ハ終始反對セル振動景態ニ在ルベシ是故ニ其振動ハ交互ニ平均靜止スベシ[F]點ニ於ケルモ亦同一理ナリ然レモ[G]及ヒ[G']點ニ於テハ[E]點ニ於ケル如ク光強ヲ増大ス蓋シ此兩點ニ於テハ[A]及ヒ[B]ヨリ發射セタル光線ノ全波動長徑ニ均シキ差ヲ生スレハナリ故ニ[C]及ヒ[D]ナル面上ニハ同様ニ照輝セラレタル光明ノ平面ヲ見ズ鮮明ナル線ト暗黒ナル線ト交互ニ並行シタルモノ即チ所謂交錯線ヲ認ムヘシ凡ソ光波ハ其長徑甚ダ細小ナルニ因リ其交錯線モ亦常ニ甚ダ狹隘ナリ故ニルーパーノ幫助ヲ借りテ之ヲ認視スルヲ佳トス今[A]及ヒ[B]ナル兩光點ノ距離并ニ[H]及ヒ[E]ナル距離(即チ光ヲ受クル平面ノ距離)已知ラセラル、キハ二個ノ暗黒交錯線

距離(例之ハ FE' ノ距離)ヲ計測ノ交錯光線ノ波動長徑ヲ確知スルヲ得ベシ即チ[A]及ヒ[B]ノ距離ヲ示ス d ヲ以テシ[H]及ヒ[E]ヲ示ス a ヲ以テシ又[b]ヲ以テシ[F]ヲ示ストキハ左ノ數式ヲ得ル

$$AF^2 = a^2 + \left(\frac{b+d}{2}\right)^2$$

$$BF^2 = a^2 + \left(\frac{b-d}{2}\right)^2$$

故ニ

$$AF^2 - BF^2 = \left(\frac{b+d}{2}\right)^2 - \left(\frac{b-d}{2}\right)^2 = bd$$

或ハ

$$(AF + BF)(AF - BF) = bd$$

茲ニハ著シキ過誤ヲ生スルコトナクシテ $2a$ ヲ以テ $AF + BF$ ニ代用スルヲ得ベシ而シテ[F]ニ於テ交錯ヲ爲シ其光ハ皆無ニ至ルト定ムレハ其徑路ノ差正ニ左式ノ如クナルベシ

$$AF - BF = \frac{1}{2}L$$

但シ[L]ヲ以テ波動長徑ヲ示ス者トス

故

$$aL = bd$$

而

$$L = \frac{bd}{a}$$

是ニ由テ之レヲ觀レハ光波ノ長徑ヲ知ルヲ難事ニアラサルベシ然レ
ニ各色ノ光線各其長徑ヲ異ニシ且ツ一色ノ光線ニ在テモ亦其屈折度
ノ異ナルニ從テ各差異アルヲ前ノ諸章ニ於テ説述セルカ如シ今或ル
一定ノ色線即チ「フ라운ホーフェル」氏線ニ一致スル者ニ就キ其波動
長徑ノ例題二三ヲ擧クルコト左ノ如シ

フ라운ホーフェル氏線		
波動長徑		
B	0,00069	ミリメートル
C	0,00066	同
D	0,00059	同
E	0,00053	同
F	0,00048	同
G	0,00043	同
H	0,00039	同

波動長徑已ニ知了セラレタルトキハ波動總論ニ擧ガシタル數式(即チ
本式中ノ「a」ニ從テ光波ノ振動數ヲ確知スルヤ容易ナリ今其
速力ヲ示ス者)ニ從テ光波ノ振動數ヲ確知スルヤ容易ナリ今其
振動數ノ「1」ヲ示スコト左ノ如シ但「フ라운ホーフェル」氏線ニ一致スル者

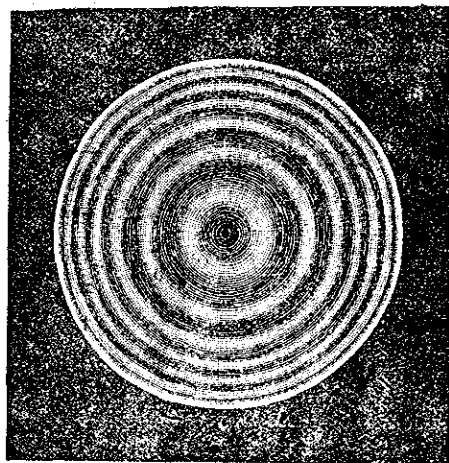
フ라운ホーフェル氏線		
振動數		
B	450	ミリメートル
C	472	同
D	562	同
E	589	同
F	640	同
G	722	同
H	790	同

但「1」ヲ示スコト即チ 1,000,000,000,000 ナリ

〔薄片ノ色彩〕凡ソ透明ナル物体非常ニ薄キ層片ヲ爲ストキハ(例
之ハ石鹼球、揮發油、的列並油、水面ニ滴シテ生スル者)著ルベシ色彩ヲ
發スベシ又燒距ノ大ナル硝子、レンズ「平坦ナル硝子板上ニ置クトキ
ハ甚ニ均正ニ帶色セタル數多ノ輪圈ヲ現ワスベシ」ニユウトン氏始メ

テ此帶色ノ圖輪ヲ就テ研究セシニ、國リ通常其名ヲ取リテ「ニュートン」氏
 ノ圖輪ト稱ス同氏ハ常ニ其試驗ニ用キルニ十五乃至二十「メートル」ノ半
 徑ヲ有スル「レンズ」ヲ以テセリ而シテ反射光ヲ以テ之レヲ視レハ硝子
 版ノ「レンズ」ニ觸接スル位置ニ於テ同一ノ中點ヲ有スル帶色ノ輪圖ヲ

第百七十三圖



以テ周繞セラレタル黑點ヲ現ワス
 而シテ此帶色輪ハ外方ニ至ルニ從テ
 漸々狹隘ト爲リ且ツ其強度ヲ減ス
 ル「フ」恰モ第百七十三圖ニ示スル如
 シ若シ單色ノ硝子ニ由テ其輪ヲ視
 ルトキハ只鮮明ナル輪ト黑暗ナル
 輪トヲ交互ニ現出スルノミ紅色ノ
 光ヲ以テスレハ綠光ヲ以テスルモ

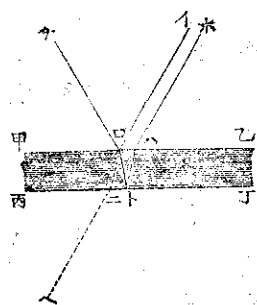
此輪ノ廣ク播布スルヲ見ルベク綠光ヲ以テスレハ紫光ヲ以テス

ルヨリモ廣大ナリトス若シ白光ヲ以テ單色光ニ代エテ此輪ヲ視ルハ
 ハ孰レノ處ニ於テモ已ニ充分ナル白輪並ニ黑輪ヲ視ル「フ」各
 光ノ明輪モ暗輪モ共ニ同一處ニ來ラザレバ各處一般ニ帶色スルヲ見
 ルベシ然レニ此色ハ「スペクトル」ノ清淨ナル色彩ニアラスシテ只混
 淆セル彩色ナリトス

以上説述スル所ノ現象ハ下文ニ就テ其理由ヲ明解スヘシ即チ光線若
 シ透明体ノ薄片上ニ射來スルトキハ其一部分ハ上面ヨリ佗ノ一部分
 ハ下面ヨリ反射ス此兩面ヨリ反射シタル光線互ニ交錯シテ其徑路ノ
 差ニ隨フテ或ハ互ニ平均休止シ或ハ其強度ヲ増加スベシ今第七十四
 圖ニ就テ示ス所ノ「甲乙丙丁」ハ或ハ透明体ノ薄片トシ茲ニ並行セル一
 束ノ光線アリテ射來ス其光線ノ一部分「イ」ノ一部分ハ「ロ」ノ方向
 ナ取りテ反射シ他ノ一部分ハ「ニ」ニ向テ屈折シ遂ニ「ハ」ノ方向ヲ取リ
 テ大氣中ニ射出ス「イ」ナル光線ト並行セル第二ノ光線「ホ」モ亦其一

部分ハ(一)ニ於テ反射シ他ノ一部分ノ屈折スルモ亦前者ニ異ナルヲナシ此屈折シタル光線ハ(ト)ニ於テ(ト)ノ方向ヲ取リテ反射ス第一ノ光線ハ只(二)ニ於テ直ニ大氣中ニ射出スルモノトシテ上文ニ説述シタル中モ實ハ否ラズ茲ニ於テモ其一部分ハ反射シ他ノ一部分ノ屈折シタル光線ハ其一部分ハ亦射出スルナリ本文之レヲ明言セザルカ爲メ煩雜ヲ避クル而テ此光線ハ第一光線ノ(ロ)ニ於テ反射シタルト同

第百七十四圖

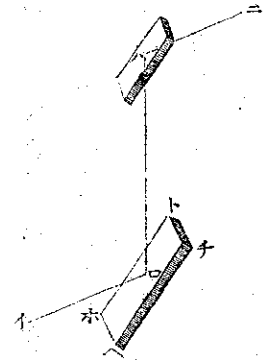


一ノ方向(ロ)ヲ取リテ射出ス故ニ此方向ニ擴進スル兩光線ハ固トヨリ交錯セサルヲ得サルナリ而テ薄層ノ厚サハ茲ニ交錯スベキ兩光線徑路ノ差ヲシテ波動長徑ノ二分一、二分ノ三、二分ノ五、等ナラシムベキ景況ニ在ルトキハ交互平均靜止シ若シ之レニ反シテ其差ヲシテ波動長徑ノ一、二、三等ナラシムルトキハ光ノ強度ヲ增多スルコト前ノ諸章ニ於テ説述セシガ如クナルベシ

已下薄層ニ在テノミ色彩ヲ現ハセドモ少シク厚キ層片ニ在テハ己ニ色彩ヲ視ザルハ什麼ナル理由ナルヤヲ説述スベシ即チ先ツ其了解ヲ容易ナラシメンガ爲メ紫色光線ノ波動長徑ハ紅色光線ノ者ニ比スレハ正ニ其半バナリト定ム實際ニ於テハ其半バヨリモ少シク巨然ラバ則チ紫色光線ノ圓輪ノ直徑ハ紅色ノ圓輪ニ半バスベキノ理ナリ故ニ紅光ニ對スル第一黑輪ノ生スベキ位置ニハ紫光ニ對スル第二ノ黑輪及ヒ大凡ソ紅色ト紫色トノ間ニ位スル色線ノ鮮明輪アリテ來リ其色茲ニ於テ著明ナリ今紅線ニ對スル第七ノ黑輪ヲ生スル位置ニ於テ紫線ニ對スル第十四ノ黑輪アリテ來ルガ故ニ其位置ニハ尙ホ其中間ニ位スル六種ノ色線ニ屬スル六個ノ黑輪及ヒ七個ノ鮮明輪アリテ來ルベシ此ヲ以テ若シ最外部ノ紅色、紅色ト橙黃色トノ境界部、橙黃ト黃色トノ境界部、黃色ト綠色トノ境界部、綠色ト青色トノ境界部、青色ト深藍色トノ境界部、深藍色ト紫色トノ境界部及ヒ紫色ノ最外部弱キ極度ニ

アルトキハ中央ノ紅色橙黃色、黃色、綠色、青色、深藍色及ヒ紫色線ハ強キ
 極度ニアリ故ニ其色玆ニハ一モ鮮著ナル能ハズ全ク白色トナルヘシ
 此ノ如クシテ之レニ續ツク部分ハ悉ク色ヲ現ワスコトナルベシ
 【光ノ分極】 若シ透明ナル「トルマリ」ノ結晶ヲ取り其表面正ニ其柱
 軸ト並行スル様ニ之レヲ截斷シテ一葉ノ版片ヲ製シ而シテ天ヨリ受ク
 ル所ノ光線ヲシテ大凡三十度乃至四十度ノ角ヲナシテ入ノ眼目ニ反
 射セシムル平滑ナル机面ニ向ヒ右ノ「トルマリ」版ヲ透シテ之ヲ望ミ
 其版面ニ直角ヲナス所ノ軸線ニ沿フテ之レヲ廻轉スレハ彼ノ平滑ナ
 ル机面ハ或ハ明ラカニ或ハ暗キヲ覺フヘシ然ラハ則チ「トルマリ」版
 ハ机面ヨリ反射シタル光線ヲノ鏡レノ位置ニ於テモ一樣ニ透過セシ
 メサルヤ疑ヒナク其光線ハ平滑ノ机面ヨリ反射スルニヨリテ特異ノ變
 性ヲ受ケタルヤ必然ナリ此變性ヲ名ケテ光ノ分極ト云フ若シ上文記
 スル所ニ類スル方法ニ因リ「トルマリ」板ヲ以テ硝子版ニ反射シタ

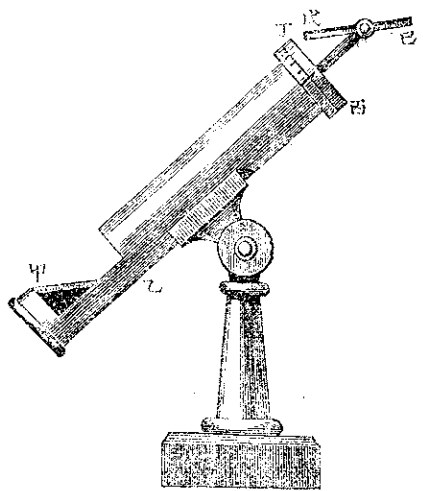
ル光線ヲ試驗スルモ亦前者ト同様ノ現象ヲ視ルベシ然ラハ則チ硝子
 版面ヨリ反射スルノ際ニモ亦光線ノ分極ヲ生スルヤ必セリ
 又硝子鏡ヲ以テ右ノ「トルマリ」版ニ代用スルヲ得ベシ即チ第百七十
 五圖ニ示ス如ク尋常ノ光線「イロ」若シ三十度半ノ角度ヲ爲シ「ホヘ
 ト」ナル硝子ノ平版上ニ射來スルハ其大半ハ通常ノ反射定則ニ從ヒ
 「ロハ」ノ方向ヲ取りテ反射ス然ルニ此光線
 ハ即チ反射ニ由テ分極セラル、者トス斯
 ノ如ク反射ニ由テ分極シタル光ノ外「ホヘ
 ト」ナル硝子版ノ下方ニ存スル物体ヨリ
 發射シ其硝子版ヲ透過シタル光ヲシテ之
 レト共ニ「ロハ」ノ方向ヲ取りテ擴進セサルシムルガ爲メ「即チ特トリ分
 極光ノミヲ擴進セシムルガ爲メ」「ホヘト」ナル硝子版ハ黑硝子ヲ以テ
 製スルカ若クハ其背面ヲ黑色ニ塗抹セサルベカラズ今反射ニ由テ分



極シタル光線〔ロハ〕ヲシテ第一ノ硝子版ニ同シク背面ヲ黒塗シ之レト
 並行ニ位置セル第二ノ硝子版上ニ射落セシムルハ其光線ハ復タ此
 第二版ト三十五度半ノ角ヲ爲シ且ツ其上版即チ第二ノ硝子版ノ反射
 空面ハ下版即チ第一ノ硝子版ノ反射空面ト同一ノ空面ニ在リ而シテ
 第二ノ硝子版此景態ニ在ルトキハ〔ロハ〕ナル光線ハ通常ノ光線ニ同シ
 シ反射スベシ今〔ロハ〕ナル光線ノ方向ヲシテ其廻轉軸ヲ爲スノ狀ヲ以
 テ上版ヲ廻轉セシムルトキハ上下兩版ハ並行ヲ爲ササルニ至ルト雖
 入射線〔ロハ〕ト版面トノ間ニ生スル所ノ角度ハ毫モ變スルコトナシ
 然レモ上版ノ反射空面ト下版ノ反射空面トハ已ニ同一ノ空面ニ在ル
 コトナルヘシ上文説述スル方法ニ由テ上版ト下版トノ並行ヲ失ワシ
 ムレハ角度〔即チ上版ノ反射空面ト下版ノ反射空面トノ間ニ成ス角度〕
 愈々増加スルニ隨ヒ上版ヨリ反射スル光線ハ愈々其強度ヲ減シ遂ニ
 九十度ノ角〔即チ兩版ノ反射空面、直角ニ十字形ヲ爲スヲ云フ〕ヲ爲スニ

至レハ〔ロハ〕ナル光線ハ已ニ全ク上版ヨリ反射スルコトナシ〔ロハ〕若シ通
 常ノ光線ナルキハ玆ニ反射スベキヤ固トヨリナリ尙ホ持續シ上版ヲ
 廻轉セシムレハ反射光ノ強度再ヒ漸々ニ強盛ナルニ至リ若シ百八十
 度ノ廻轉度ニ至レハ光ノ強度ハ其極點ニ達スベシ此位置ニ在テハ兩
 版ノ反射空面ハ再ヒ同一ノ空面ニ在ルニ至ル更ニ其廻轉ヲ持續シテ
 止マラサルトキハ上版ヨリ反射スル光線再ヒ其強度ヲ減シ兩版ノ反
 射空面全ク十字形ヲナス〔即チ二百七十度ノ廻轉度ニ達ス〕ニ至ルキハ
 光ハ毫モ反射スルコトナシ今二個ノ分極版ヲシテ以上説述セシ所ノ試
 驗ヲ爲スニ適スルノ位置ヲ取ラシメタル特別ノ裝置ヲ名ケテ分極裝
 置ト云フ各般ノ分極裝置中其最モ單一ナル者ハ第百七十六圖ニ就テ
 示スカ如シ即チ金屬製若クハ厚紙製管ノ一端ニ背面ヲ黒塗シタル硝
 子版〔甲乙〕ヲ固着ス其法ハ即チ此硝子版ヲシテ管軸ト三十五度半ノ角
 ヲ爲サシメ三十五度半ノ角ヲナシテ版面上ニ射來スル光線ヲシテ管

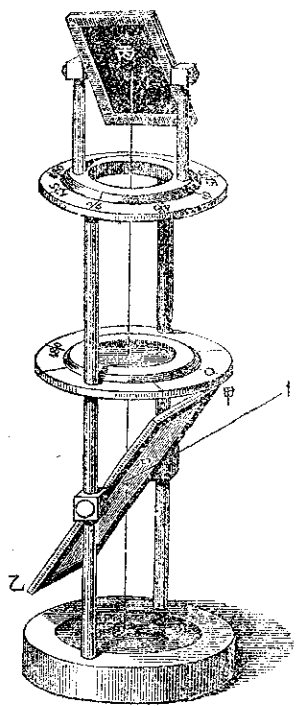
第百七十六圖



軸ノ方向ヲ取リテ管内ヲ通過ス
ル様ニ之レヲ反射セシムルノ位
置ヲ取ラシム管ノ他端ニハ背爾
ヲ黒塗セル第二版(戊己)ニシテ亦
管軸ト三十五度半ノ角ヲ爲スモ
ソヲ固着シタル短圓筒(丙丁)ヲ挿
入ス此短圓筒ヲ廻轉スレハ(戊己)
ナル硝子版亦共ニ廻轉スルガ故
ニ能ク版面ヲシテ隨意ノ位置ヲ取
ラシメ容易ニ其試驗ヲ行フヲ得ベ
シトス

以上説述セル所ノ單一ナル分極裝置ハ實際ニ不便ナリ其最モ便宜ナ
ルハ第百七十七圖ニ就テ其形狀ヲ示スモノ之レナリ其實物ノ大サハ
本圖ヲ四倍ニ廓大セルモノニ均シ此裝置ハ可及的其位置ヲ固定ナラ

第百七十七圖



シムルガ爲メニ其重
量ヲ夥大ナラシメタ
ル圓形ノ趾臺ヲ有シ
其邊縁ニハ交互直徑
的ニ相對向シテ樹立
シタル二條ノ金屬製

圓杆アリ其二杆ノ間ニハ硝子版ノ一片ヲ圍包スル所ノ(甲乙)ナル小縁
廓ヲ位置セシム此小縁及ヒ硝子版ハ二個ノ栓軸ニ由リ水平ノ軸ニ沿
フテ廻轉スルヲ得且ツ之レニ依リ硝子版ヲシテ鉛線ノ方向ニ對シテ
隨意ノ位置ヲ有セシムルヲ得ベシ然レモ其硝子版ハ通常其面ト鉛線
トノ間ニ三十五度半ノ角ヲ成スノ位置ニ於テ固定セラル者トス硝
子版此位置ヲ取レル際(イロ)ナル光若シ三十五度半ノ角ヲナシテ版
上ニ射來スルモハ其光線ノ一分ハ硝子ヲ透過スベシ然レモ其他ノ一

部分ハ〔ロハ〕ノ方向ヲ取リテ鉛直ニ下方ニ反射ス此反射光線ハ即チ分極シタル者ニ〔イロ及ヒ〕〔ロハ〕ナル線ヲ通シテ存セリト假想セル所ノ空面ハ即チ其光線ノ分極空面ナリ趾臺上ニハ水平ノ位置ヲ取レル一ノ平面鏡アリ〔ロハ〕ナル分極光線其鏡面上ニ鉛直ニ射來スルヲ以テ〔ハロ〕ノ方向ヲ取リテ反射シ之レヨリ分極硝子版〔甲乙〕ヲ透過シテ裝置ノ上部ニ傳達ス而シテ裝置ノ中部ニハ硝子版ヲ以テ充塞シタル金屬輪ヲ具有シ二條ノ圓杆ノ上端ニハ更ニ度目ヲ劃シタル一輪ヲ負荷ス其度表中ノ零點ハ若シ此零點ト百八十度トノ劃度線ヲ通シテ鉛直ノ空面アリト思想スルニ際シ其空面ヲシテ下版ノ反射空面即チ下版ニ由テ分極シタル光線ノ分極空面ト同一ノ空面ニ在ラシムベキ位置ニ於テ劃定シタルモノトス此度表ヲ有スル輪上更ニ廻轉ヲ得ベキ佗ノ一輪ヲ安置ス此輪ニモ亦交互直徑的ニ對向シ樹立シタル二個ノ小柱アリ其小柱ノ間ニハ黑硝子版若クハ背面ヲ黑塗シタル硝子製ノ鏡面〔丙〕ヲ

固着スルコト恰モ下方ニ位置スル分極硝子版ガ二杆ノ間ニ位スルコト且ツ下版ガ水平ノ軸ニ沿フテ廻轉スル如ク〔丙〕ナル鏡面モ亦容易ニ廻轉スルヲ得ベシ故ニ其鏡面正ニ鉛線ト三十五度半ノ角ヲ爲スノ位置ヲ取ラシムルモ亦容易ナリ此小柱ヲ有スル廻轉輪ハ其緣端ニ於テ少シク銳利ニシ其輪ノ前半ノ中央ニ當リ右ノ銳利ナル部分ニ於テ一線ヲ劃ス此線ト輪ノ中點トヲ通シテ存スルト思想セル鉛直空面ハ上版鏡面ノ反射空面ト同一ノ空面ヲナス今輪上ニ劃セル一線正ニ度表ノ零點ト一直線ヲ爲スニ至ル迄輪ヲ廻轉スレハ上下兩硝子版ノ反射空面ハ共ニ同一ノ空面ヲ爲スベシ輪上ノ一線百八十度ノ處ニ來ルモ亦同様ナリトス然レニ其線九十度〔本圖ノ現狀ノ如シ〕或ハ二百七十九度ノ處ニ廻轉シ來ルトキハ上版ノ反射空面ト下方ニ位スル分極硝子版トハ直角ヲ爲スベシ

右ニ說述セシ裝置ニ據テ觀察ヲ得ヘキ通常ノ分極現象ハ下文ニ說述

スル所ノ如シ即チ上下兩硝子版並行(即チ輪上ノ一線零點ニ在ルノ時)スルトキハ上硝子版ハ下方ヨリ其面上ニ射來スル所ノ光線ヲ反射ス故ニ其視野明赫ナリ然レモ今上版ヲシテ其位置ヨリ廻轉セシムルトキハ反射スル所ノ光線漸々微弱ト爲リ若シ輪上ノ一線九十度ニ達スレハ反射光ハ皆無ニ歸ス玆ニ於テ上硝子版ハ毫モ下方ヨリ射來スル所ノ光線ヲ反射スルコトナシ故ニ其際視野ハ暗黒ナルヲ覺フ尙ホ之レヲ廻轉セシムレハ漸々鮮明ヲ覺ヘ遂ニ百八十度ニ至テ其光力ノ強盛ト爲ルコト零度ニ於ケルカ如シ更ニ此輪ヲ廻轉セシムレハ再び暗黒ニ趣キ二百七十度ニ到達シテ全ク暗黒ナルコト九十度ニ於ケルカ如シ但シ輪ヲ廻轉スルノ際上版ト鉛線トノ間ニ成レル所ノ三十五度半ノ角ヲ變セサルヲ必要トスルハ固トヨリ言テ俟タズ全裝置中他ハ都テ同様ニシテ只下版ヲシテ之レニ射來スル光線ニ對シ其位置ヲ變セシメ例之ハ下版ト鉛線トノ間ニ二十五度ノ角ヲ爲サシムルトキハ分極版

ニ二十五度ノ角ヲナシテ射來スル所ノ光線ハ裝置ノ上版ニ達スベシ今上文ニ説述シタル試驗ヲ爲スルハ上版ヨリ反射シタル光ハ決シテ皆無ニ歸スルコトナシ上版若シ已レノ反射ノ空面ト下版ノ反射空面ト十字形ヲナスベキ位置ヲ取レルトキハ玆ニ反射スル光ハ他ノ位置ニ於ケルヨリモ僅少ナルベシ然レモ下方ヨリ射來スル光ノ一分ヲ反射セサルコトナシ是ニ由テ之ヲ觀レハ二十五度ノ角ヲ爲シ下方ニ位スル分極版ヨリ反射シ來ル光線ハ多少分極シタル者ナリト雖モ完全ノ分極光ニ非サルヤ明瞭ナリ凡ソ下方ニ位スル硝子版上ニ射來スル光線ト其面トノ間ニ爲ス所ノ角度三十五度半ヲ距ルコト愈々大ナレハ光ノ分極スル亦愈々完全ナラスト完全ナル分極ヲ爲ス所ノ角度ハ之ヲ名ケテ分極角ト云フ其角ハ物質ノ殊異ナルニ從テ同一ナラスト雖モ硝子ニ對スル分極角ハ即チ三十五度半(90°)ナリ凡ソ金屬面ハ反射ニ由テ光ヲ分極スベキ性質ヲ有セサル者ナリ故ニ

其背面ニ錫アマルガマヲ塗附シタル鏡面ハ分極版トシテ俱用スルヲ得ズ

其結晶本軸ニ並行スルノ表面ヲ有スルトルマリソ版ヲ製シ之レヲ水平ニ保持シテ分極裝置ノ上硝子版ニ代用スルトキハ其トルマリソ版ヲ透過シタル光ハ分極裝置ノ上版第七圖ノ内ヨリ反射シタル光ニ類スル現象ヲ見ルベシ此トルマリソ版ヲシテ其結晶本軸ト玆ニ射來スル光線ノ分極空面ト交互ニ直角ヲナスヘキ位置ヲ取ラシムルキハ「トルマリソ」本色ノ淡濃ニ關シテ多少ノ別アルモ光線ノ透過頗ル完全ナルベシ然レモトルマリソ版ノ軸若シ射來スル光線ノ分極空面ト他ノ角度ヲナスキハ透過シタル光ハ微弱ニシテ其角度愈々小ナレハ其光愈々弱シトス「トルマリソ」版ノ軸若シ射來スル光線ノ分極空面ト同一ノ空面ニ在ルトキハ透過シタル光ハ微弱ノ極度ニ達ス而シテ其版若シ充分ニ厚ケレバ光ハ皆無ニ歸ス然ラハ則チ其軸ト射來スル光線ノ分極空

面ト直角ヲ爲ス所ノ「トルマリソ」ノ位置ハ分極裝置ノ上下兩版互ニ相並行スルノ際ト同一ニシテ其軸ト射來スル光線ノ分極空面ト同一ノ空面ヲナスキハ裝置ノ上下兩版交互ニ直角ヲ爲スノ際ト同一ナリトス上文説述スル所ノ試驗ニ由テ之レヲ推セハ結晶本軸ト並行ニ之レヲ截斷シテ製出セルトルマリソ版上ニ通常ノ光線アリテ射來スルトキハ之レヲ透過シタル後此版ニ由テ分極セラルベシ是故ニ若シ軸ト並行ニ截斷シタルニ葉ノ「トルマリソ」版ヲ取リ第七十八圖ニ示ス如ク

第七十八圖

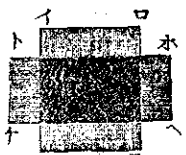


其軸ヲシテ互ニ相並行セシムル様之レヲ重疊スルトキハ其二版能ク玆ニ射來スル通常ノ光線ヲ透過セシムルヤ恰モ一葉ノ版ニ於ケルト

異ナラズ但シ「イロハニ」ハ其一版ヲ示シ「ホヘト」ハ他ノ一版ヲ示ス者トス玆ニ引畫セル夥多ノ線條ハ結晶体ノ本軸ニ並行セシモノト思想スヘシ然レモ今其位置ヲ變スルナク其空面ニ於テ一版ヲ廻轉セシ

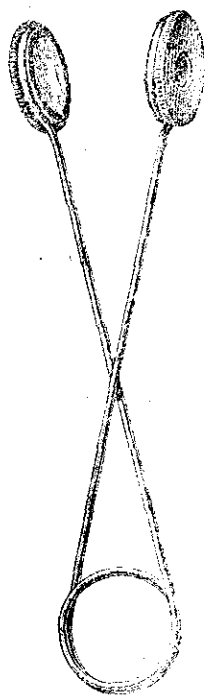
ムルキハ透過シタル光ハ漸々微弱ト爲リ第百七十九圖ニ示ス如ク兩

第百七十九圖



版ノ軸遂ニ交互直角ヲナスニ至ルトキハ皆無ニ歸スベシ第百八十圖ニ示ス如ク此ノ如キ二葉ノ版片ヲシテ各空面ニ於テ廻轉スルヲ得ベキ様適宜ノ保持器中ニ挿入シ金屬線ノ缺子ヲ以テ固着シタル者ハ即チ亦小ナル分極裝置ナリ通

第百八十八圖

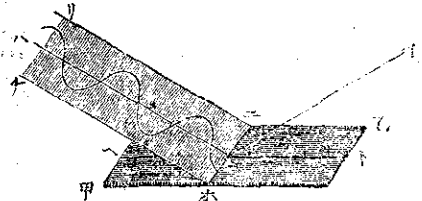


常之レヲトルマリソ缺ト名ク

光ノ分極ハ下文ニ説述スル如ク振動説ニ基ツク所ノ臆想ニ由テ説明スルヲ得ベシ即チ分極光ノ振動ハ總テ同一ノ空面ニ於テノミ成ルモノニシテ通常光ノ振動ハ總テ其方向ニ直角ヲナス所ノ各線ニ沿ヒ彼此ヲ擇ハズシテ成ル者ナリ

第百八十一圖ニ示ス如ク反射ニ由テ分極シタル光線ノ振動ハ鏡版ノ

第百八十一圖



空面ト並行スル者ナリ即チ甲乙ハ鏡版ニシテイロハ入射スル光線(ロハ)ハ反射シタル光線ニシテ即チ反射ニ由テ分極シタルモノナリ今イロ及ヒロハヲ通シテ存スル空面ニシテヘトニ於テ鏡版ノ空面ニ會合スル者ハ(ロハ)ナル光線ノ分極空面ト名ク而シテニホナリハ其光線ノ振動空面ナリ即チ(ロハ)ナル分極光線ヲ擴進セシムル振動ハ(ロハ)ナル空面ニ於テ成ル且ツ其振動ハ(ロハ)ト並行ナリトス

或ル光線アリテ其軸ト並行ニ截斷シタルトルマリソ版ヲ透過スルトキハ其振動ハ光線ノ方向トトルマリソノ軸トヲ通シテ存スル空面ニ於テ成ルベシ第百八十二圖ニ示ス

第百八十二圖



所ノ「イロハニ」ハ一葉ノ「トルマリ」版ナリ其軸ノ方向ハ「イロ」及ヒ「ハニ」ニ並行シ且ツ「甲乙」ハ「トルマリ」ヲ透過スル光線ノ方向ナリトスレハ己ニ之レヲ透過シタル後ニ於テハ「ホヘト」ヲ以テ其光線ノ振動空面ナリトス

〔重屈折〕一個ノ方解石結晶ヲ取り之レチ一ノ黒點或ハ一ノ黒線ヲ有スル一葉ノ紙上ニ置キ之レヲ透視スルトキハ其一點若クハ一線ハ二個ニ現ワル若シ又方解石ヲ以テ一個ノ「プリスマ」ヲ製シテ之ヲ透視スルトキハ各物体皆二個ニ現ワルベシ是ニ由テ之レヲ觀レハ方解石「プリスマ」ヲ透過スル各光線ハ屈折係數ノ同一ナラサル兩種ニ分割セラレ、ヤ明ラカナリ之レヲ名ケテ重屈折ト爲ス然ラハ則チ方解石ハ重屈折ノ性質ヲ具有スル者ナリトス今方解石「プリスマ」ヲ透視シタル或ル物体ノ兩肖像ヲ檢覈スルニ「トルマリ」版ヲ以テスレハ透過シタル光線ハ兩ナカラ分極シタルモノナルヲ確認スベシ蓋シ「トルマリ」

版ヲ廻轉スレハ乍チ其一肖像ヲ消失シ更ニ乍チ他ノ一肖像ヲモ消失スルヲ以テナリ而シ其一光線ノ振動スル空面ト他ノ一光線ノ振動スル空面トハ互ニ直角ヲ成ス今一片ノ方解石ヲ透過スル光線ノ方向ト方解石ノ結晶本軸トヲ通シテ一ノ空面アリテ存セリト假想シ其空面ヲ名ケテ其光線ニ對シタル首要截面ト云フ故ニ方解石中ヲ透過スル光線ノ振動ハ或ハ首要截面ニ直角ヲナシ或ハ首要截面ト並行ナル者トス

凡ソ首要截面ニ直角ヲナシテ振動スル光線ニ對スル擴進ノ速並ニ其屈折係數〔即チ一・六五四〕ハ共ニ終始同一ナリトス而シ方解石中ニ於ケル光線ノ方向ハ假令殊異ナルモ之レニ由テ變化スルコナシ故ニ首要截面ニ直角ヲナシテ振動スル所ノ各光線ハ所謂正位光線ト名クル者是レナリ

首要截面ノ空面ニ於テ振動スル光線ニ對スル擴進ノ速並ニ其屈折係

數ハ共ニ變化スル者トス即チ方解石ノ結晶本軸ニ直角ヲ爲シ透過スル所ノ光線ニ對スル擴進ノ速ハ最モ巨大ナリ故ニ其屈折係數(即チ一・四八三)ハ最モ細小ナリトス光線ノ方向愈々結晶本軸ノ方向ニ近ツケハ其屈折係數ノ量價ハ愈々一・六五四ニ近シトス凡ソ其振動ノ方向正ニ首要截面ノ空面ニ於ケル光線ハ之ヲ名ケテ副位光線ト云フ此光線ノ屈折係數タルヤ結晶本軸ノ方向ニ對シテハ正位光線ノ者ニ均シ故ニ方解石ノ結晶本軸ノ方向ニ於テハ決シテ重屈折スルコトナルベシ故ニ亦此方向ヲ名ケテ方解石ノ視學軸ト云フ

凡ソ同軸系統ニ屬スル結晶体ハ決シテ重屈折スルコトナク其他ノ結晶系統ニ屬スル者ハ總テ重屈折スルノ性質ヲ有ス正方系統及ヒ六角系統ニ屬スル所ノ結晶ハ總テ一ノ視學軸ヲ有スル者トス(例之ハ方解石ノ如シ)且ツ其視學軸ハ皆結晶本軸ト同一軸ニアリ此ノ如キ結晶体ニ於テ正位光線ノ屈折係數若シ巨大ナルキハ消極性ト云ヒ副位光線ノ

屈折係數若シ巨大ナルトキハ消極性ト名ク

今視學軸ニ直角ヲナシテ結晶体ヲ透過スル所ノ光線ニ對スル屈折係數ニ就キ其一二ノ例ヲ舉グルコト左ノ如シ

正位光線

副位光線

方解石 1.654

1.483

水晶 1.548

1.558

此表例ニ由テ之ヲ觀シテ方解石ハ視學的ノ消極性ヲ有シ水晶ハ視學的ノ積極性ヲ有スル結晶体ナリ

凡ソ正位光線ト副位光線トノ屈折係數ノ間ニ於テ差ヲ生スルコト著シキハ其結晶体ヲ名ケテ強シ重屈折スル者ト云フ例之ハ方解石ノ如キ之レナリ而シテ水晶ハ即チ弱シ重屈折スル結晶体ナリトス

一視軸ヲ有スル結晶体中ニ於ケル重屈折ヲ説明スルニハ先ツ下文ニ説述スル所ノ臆想ヲ假定スルヲ必要トス即チ視學軸ノ方向ニ於ケル

「エーテル」ノ稠度ハ或ハ減極ノ度或ハ増極ノ度ニ在リテ本軸ニ直角ナ
 ナス所ノ周方ニ於ケル「エーテル」ノ稠度ハ均一ナリトス、重屈折ノ理由
 ハ之レニ由テ明解フルヲ得ルヤ容易ナルベシ

〔現色分極〕重屈折ヲ起ス所ノ結晶体ノ薄版ハ分極光中ニ於テ有色
 ノ現象ヲ見ル之ヲ名ケテ現色分極ト云フ此現象ヲ見ルニハ薄ク截
 斷シタル石膏版ニ於テスルヲ最モ單一ナリトス今分極裝置ヲ取リ其
 上下兩版ヲシテ互ニ十字形ヲ爲サシメ第百七十七圖ニ就テ示シタル
 形狀ニ在リト假想シ其中央ニ於ケル小臺上ニ結晶石膏ノ薄版ヲ置ク
 片ハ其版片帶色ヲテ現ワル、ヲ常トス今小臺ヲシテ鉛直ノ廻轉軸ニ
 沿フテ廻轉セシムルトキハ版片ノ色種ハ變化スルヲナシト雖モ愈々
 鮮明ト爲ルカ或ハ減弱スルヲ視ルベシ而シテ尙ホ其廻轉ヲ持續スレハ
 遂ニ石膏版ノ色ハ全ク消失シテ全視野ハ暗黒ト爲リ茲ニ石膏版ハ皆
 無ナルガ如キ觀ヲ呈スルノ位置ニ達セシ石膏版此位置ヲ占ムルノ際

其表面ニ於テ一線ヲ劃ス其線ノ方向ハ劃度板ノ零點ト百八十度トヲ
 連續スルノ線ニ並行スルモノニシテ即チ下硝子版ノ反射空面ト石膏
 版ノ空面ト相會合スルノ位置ヲ現ワス線ナリトス爾後更ニ石膏版上
 ニ佗ノ一線ヲ劃スベシ其方向ハ前キノ劃線ニ直角ナラシム茲ニ得タ
 ル所ノ兩劃線ハ即チ石膏版中ヲ透過スル一光線ノ分割セラレテ生シ
 タル兩半ノ振動空面ノ方向ヲ現ワス者ナリ之ニ射來スル所ノ光線若
 シ石膏版ノ平面ニ直角ノ方向ヲ取レルトキハ兩半ニ分割セラレタル
 モノ、方向ハ互ニ變化スト雖モ不同等ナル速力ヲ以テ石膏版中ヲ擴
 進スベシ蓋シ「エーテル」ノ彈力ハ兩振動空面ノ方向ニ從テ同一ナラ
 ザレハナリ今石膏版ノ全ク暗黒ニ現ハル、位置ヨリ更ニ石膏版ヲ廻
 轉スレハ漸次ニ鮮明ニ現ワレ而シテ石膏版ノ振動空面兩ツナカラ下
 硝子版ノ振動空面ト四十五度ノ角ヲ爲スヘキ位置ニ達スルトキハ石
 膏版ノ色最モ著大ナル光澤ヲ得ベシ今石膏版ハ此位置ニ於テ留止シ

只上硝子版ヲ廻轉スレハ石膏版ノ色ハ愈々減退スニハアラス而シテ上硝子版ノ反射空面下硝子版ノ反射空面ト四十五度ノ角ヲナスニ至レハ(即チ上硝子版ノ反射空面若シ石膏版ノ一振動空面ト符合スルキ)遂ニ全ク無色ト爲ル又上硝子版ヲシテ尙ホ逐次ニ廻轉セシムレハ石膏版ノ色ハ前キニ現ワレタル色ノ補色ニ變移スベシ若シ上硝子版ノ反射空面下硝子版ノ反射空面ト同一ノ空面ヲナスキハ其補色最モ鮮明ナリトス

以上説述セシ所ノ現象ハ下文ニ説述スル如ク單簡ニ之レヲ説明スルヲ得ベシ即チ分極裝置ノ下硝子版ヨリ分極シテ射來スル光線ノ石膏版中ニ透過スルノ際兩半ニ分割セラレ兩ツナカラ互ニ其方向ハ變化セスト雖モ不同等ナル速力ヲ以テ進擴ス即チ一ノ光線ハ他ノ光線ニ超越シテ進ムベシ其兩光線若シ上硝子版ニ由テ同一ノ振動空面ニ變シラルハトキハ互ニ相交錯セサル再カラズ是故ニ前文ニ説述セ

ルニユウトン氏輪ノ色ヲ現ワスト同一ノ理由ニ從テ呈色ナルナリ此際亦其石膏版ノ色ハ其厚サニ關スルヤ固ヨリ多弁ヲ要セズ

〔廻環分極〕

水晶ハ分極光線ニ關シテ特異ノ現象ヲ發スル者ナリ其軸ニ直角ノ方向ヲナシテ截斷シタル水晶版ヲ取リ分極裝置ノ小臺上ニ置クトキハ上硝子版ニ於テ鮮明ニ帶色ヲタル其肖像ヲ見ルベシ而シテ此上硝子版ヲ廻轉スルトキハ其色ニ變化ヲ生ス之レニ反シテ水晶版ヲ廻轉スルトキハ毫モ色彩ノ變化ヲ生スルコトナシ又上硝子版ヲ廻轉スルノ際水晶版ハ石膏版ニ於ケル如ク無色鮮明ト爲リ或ハ暗黒トナルヲ決シテ之レ無シ可及的單簡ニ此現象ヲ了解セバト欲セハ單色ノ光ヲ以テスヘシ即チ紅色硝子ニ由テ之レヲ視レハ最モ容易ナリトス今水晶版ヲ取リ分極裝置ノ上下兩版互ニ直角ヲ爲シタル中間ニ置キ紅色硝子版ヲ透シテ之レヲ視レハ鮮明ニ現ワルヘノトキ右方或ハ左方ニ上硝子版ヲ廻轉スレハ上硝子版面全ク暗黒ニシテ恰モ上下兩

硝子版且ニ直角ヲ爲シテ其中間ニ水晶版ナキカ如シ即チ下方ヨリ射來スル光線ノ分極空面ハ水晶版ニ由テ右方或ハ左方ニ廻旋シタルカ如ク現ワル、ナリ其廻旋度ノ大小ハ水晶版ノ厚薄ニ關シテ之レニ正比スベシ即チ「ミリメートル」ノ厚サチ有スル水晶版ハ紅色光線ノ分極空面ヲ廻環スルコト十九度ナルヲ得ベシ而シテ紅色ヨリモ屈折度ノ強キ光線ニ對シテ同一ノ水晶版ニ屬スル分極空面ノ廻旋度ハ更ニ巨大ナリトス即チ黃色ハ二十三度、綠色ハ二十八度、青色ハ三十二度、紫色ハ四十一度ナリ此ノ如ク同一ノ水晶版中ニ於テ各種單色光線ノ廻旋セラル、分極空面ノ同等ナラサルノ事實ハ彼ノ白色光線ヲ用ユルノ際ニ上硝子版ノ什麼ナル位置ニ在ルモ全ク無色鮮明ニ現ワレ或ハ暗黒ニ現ワル、ナキノ理由ヲ説明スルニ足ルモノトス凡ソ水晶版ハ分極空面ヲシテ右方ニ若クハ左方ニ廻環セシムルノ異ナルニ從テ右旋水晶或ハ左旋水晶ト名ク以上説述スル如ク其軸ニ直角ヲ爲シテ

截斷シタル水晶版ヲ以テ生スル特異ノ現象ヲ名ケテ廻環分極ト云フ液体ニ在テモ亦廻環分極ノ現象ヲ見ルベシ之レヲ試驗セント欲セハ其上端開口シテ其下端ハ平坦ナル硝子版ヲ以テ閉チタル管條ノ其長サ六乃至十「ツオル」ノ者ヲ取リ之レニ試驗セント欲スル液体ヲ充テ分極裝置ノ小臺上ニ堅立スベシ右旋液体ノ一二ヲ舉クレハ枸橼油、砂糖、舍利別、酒精中ニ樟腦ヲ溶解セル者、酒石酸ノ溶液、獨乙的列並油及ヒ亞墨利加的列並油等ニシ左旋液体ノ例ハ即チ亞刺比亞護謨ノ溶液、佛蘭西的列並油、老利兒結爾斯水等是ナリ
液体ニ由テ廻環スル分極空面ノ廻旋度ハ水晶ニ於ケルヨリ小ニシテ且ツ液体ノ性質ニ隨フテ一様ナラス水晶版ト同一ノ廻旋度ニ至ラシムルニハ枸橼油ハ之レヨリモ三十四倍、的列並油ハ六十八倍ナル所ノ液柱ヲ要ス故ニ液体ニ於ケル廻環分極ノ現象ヲシテ甚タ著明ニ呈露シ來ラシメント欲セハ其物体ノ長キ液柱ヲ要スベシ

液体ニ於ケル廻環分極ヲ試驗スルニ特別ノ裝置アリ此裝置ニ在テハ液体ヲ盛ルノ管ハ水平ノ位置ヲ取ル者トス此管ノ兩端ハ坦平ナル硝子版ニ由テ閉鎖セラル此裝置ニ於ケル兩箇ノ分極光反射版ニ換用スルニハ所謂ニコル氏ノプリスマヲ以テス其プリスマハ方解石ヨリ製スルモノニシテ特別ノ造構ニ由リ分極光即チ一定ノ振動空面ニ於テ振動スルノ光ノミヲ通過セシム是故ニニコル氏ノプリスマハ一個ノ分極版或ハトルマリン版ノ如キ作用ヲ爲ス者ナリ

廻環分極ノ性質ヲ有スル所ノ物質ニ就テ之ヲ實際ニ供用スルノ一例ヲ舉グレバ即チ一定ノ長サヲ有スル砂糖舍利別ヲ盛リタル液柱ハ其液愈々濃厚ナレハ分極空面ヲ旋廻セシムルヲ愈々強シトス然ラハ則チ分極空面ノ廻旋スルニ多少ハ其砂糖溶液ノ稀稠ヲ知ルノ媒介ト爲ルベシ此廻環分極ノ理ニ基由シテ造構シ各般ノ溶液中ニ含有セル砂糖ノ量ヲ測定スルガ爲メ工業上學術上ニ供用スル裝置ヲ驗糖器ト云フ

セサル様注意シテ日光ニ曝露スベシ然ルトキハ此陰畫硝子ニ射來スル太陽光線ハ硝子版ノ黒塗セル部分ヲ透過スルコトナク只白色ノ部分ヲ透過スルヲ以テ格魯兒銀紙上ニ達シ此部分ニ於テ銀ヲ還元シ黑色ニ變スルナリ是故ニ陰畫ノ黑色部ハ玆ニ白色ニ止マリ陰畫ノ白色部ハ玆ニ黑色ニ變シ正ニ陰畫ニ相反スルノ肖像ヲ得是レ即チ陽畫ナリ今全ク分解セサル格魯兒銀ヲ洗除シテ全紙面ノ黑色ニ變スルヲ防クガ爲メ次亞硫酸曹達ノ溶液中ニ投シ爾後淨水中ニテ洗淨スベシ即チ陽畫ヲ固定スルノ目的ニシテ玆ニ始メテ眞物ニ等シキ肖像ヲ撮取スルヲ得タルナリ

若シプリスマ的ノ有色スベクトルムヲ撮影セシムルニ欲スルトキハ其各種ノ光線ハ總テ能ク同様ノ作用ヲナス者ニアラス蓋シ紅色、黃色、綠色並ニ青色ハ通常ノ方法ヲ以テ之レヲ寫取スルコト能ハサレバナリスベクトルムノ全体ニ就テ寫眞スルモ只深藍色及ヒ紫色ノ光線ヲ受クル

部分ノミチ現出シ得ベシ而シテ前文已ニ説述セシ如ク紫色部ヲ超過セルモ尙化學的作用ヲ有スルニ由リ寫眞ノ像ハ紫色部ヲ超過シテ長延セルヲ見ルベシ

右ノ如ク紅色、黃色、綠色等ノ光線ハ其作用甚ク微弱ナルニ由リ凡ソ紅色、黃色、綠色等ヲ有スル物体ノ寫眞ハ黑色ニ現ワル、ヲ常トスルナリ

第三篇

熱

第一章

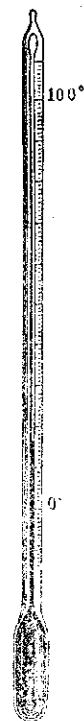
膨脹

〔温ノ作用〕 吾人ノ觸覺ハ能ク吾人ニ接スル各物体ノ或ハ温熱ニ或ハ寒冷ナルヲ區別スルヲ得ベシ而シテ吾人が觸覺ニ由リテ之ヲ寒冷ナリト呼フ所ノ物体變シテ微温ヲ覺ヘ更ニ進ンテ劇熱ヲ感スルニ至ルキハ其物体ノ容積ハ増大スルヲ常トス是ヲ物体ノ膨脹スルト云フ此ノ如ク物体ヲ膨脹セシメ且ツ吾人ノ觸覺ニ寒、温、熱ノ感覺ヲ發起セシムル所以ノ原因ハ後章ニ於テ其本性ヲ説述スベキ者ニシテ物理學上ニ之ヲ熱（或ハ温）ト名ク夫レ熱ハ音ニ物体ヲシテ膨脹セシム

ルノミナラス其三態ヲモ變化スルノ作用ヲ固有ス即チ固体ヲ熔融シ
テ液体ト爲シ液体ヲ蒸散シテ氣體ニ變ヒシムル等はレナリ此篇ニ於
テハ逐次其現象ノ定則ヲ詳述スベシ

〔驗溫器〕凡ソ物体ハ熱ニ由テ膨脹シ其容積ノ大小ハ熱度ノ強弱ニ
關スルモノナルヲ以テ物体ノ膨縮スル多少ニ因テ其熱度ノ高低ヲ計
測スルヲ得ベシ此目的ニ供用スルノ器ハ之ヲ名ケテ驗溫器ト云フ俗
稱スルモ亦可ナリ 第百八十三圖ニ示ス所謂水銀驗溫器是ナリ

第百八十三圖



若クハ圓壙形ノ部分ヲ具有シ其部ト管條ノ一部分トハ水銀ヲ以テ充
填ス此器熱ヲ得レハ其水銀膨脹シテ容積ヲ増加ス故ニ水銀ハ管中ニ
昇ルヘシ然ルトキニハ人之レヲ稱シテ熱度昇騰シタリト云フ球形部

其器ハ小ナ
ル硝子管ノ
下端ニ球形

若シ冷却スレハ水銀ノ容積再ヒ減少シ水銀ハ管中ニ下タルヘシ茲ニ
於テハ之レヲ熱度低降シタリト云フ熱度同等ナルノ際ハ水銀柱ノ最
高點モ亦常ニ管中同一ノ位置ニ在リ若シ之レヨリモ長大或ハ短小ナ
ル佗ノ驗溫器ヲ取リテ交互ニ比較スルトキハ必ス熱度ノ強弱ニ隨フ
テ其昇降ヲ共ニスヘシ然レニ其昇降ノ眞ノ大小ニハ甚タ差異アリト
ス例之ハ茲ニ其球形部ハ互ニ同積ナレドモ甲器ニ屬スル硝子管ノ横
截面ハ乙器ノ者ニ比スレハ正ニ十倍セル二個ノ驗溫器アリトスレバ
此二器同等ノ熱度ヲ得ルニ當リテヤ小孔ヲ有スル管中ニ於テ水銀ノ
上昇スル高サハ其管孔ノ大サ十倍ナル者ニ十倍スヘシ

第百八十四圖



驗溫器ヲ構造スルノ法ハ第百八十四圖ニ示ス如ク其全長徑ニ沿フテ
終始同形ノ孔穴ヲ有スル小硝子管ヲ取リ其下端ニ〔イ〕ナル圓壙形ノ硝子

ヲ熔着シ其上端ニハ其末端開口シタル小管ト爲ル所ノ佗ノ圓壩硝子
 [ロ]ヲ熔着ス而シテ後右ノ全裝置ニ水銀ヲ充填スルガ爲メ先ツ[イ]及ヒ
 [ロ]ヲ酒精燈上ニテ熱シ其中ニ包有スル所ノ大氣ヲ膨脹排出シ水銀ヲ
 盛りタル皿中ニ其全裝置ヲ倒挿スレハ[ロ]及ヒ[イ]中ニ包有スル大氣ハ再
 ヒ収縮シ[ロ]ナル部ニハ多少水銀ヲ以テ充テラルヘシ今裝置ヲ轉倒シ
 テ正ニ直立セシメ再ヒ[イ]ナル部ヲ熱スレハ尙ホ其部中ニ包有スル大
 氣ハ[ロ]中ニ於ケル水銀ヲ通過シ氣泡ノ狀ヲ爲シテ其一分ヲ逸出ス更
 ニ全裝置ヲ放冷スレハ逸出シタル大氣ノ占有セシ空處ヲ占ムル爲メ
 [ロ]中ヨリ下降シタル水銀[イ]ノ一部ヲ充タス更ニ[イ]ナル部ヲ熱スレハ
 茲ニ閉塞セラレタル大氣再ヒ逸出セラレ尙ホ其熱ヲ持續スルヲ少時
 ナルトキハ水銀遂ニ煮沸スルニ至リ此際盛ンニ揮發シ來レル水銀蒸
 氣ハ尙ホ裝置中ニ殘留スル大氣ヲモ誘導シ出タスベシ其再ヒ冷却ス
 ルニ及ンテハ水銀蒸氣ハ自ツカラ[イ]中ニ濃縮ス故ニ真空ト爲リタル

[イ]部ヲ充盈スルガ爲メ[ロ]中ノ水銀復タ下降ス斯ノ如クシテ[イ]部並ニ
 管部ハ水銀ヲ以テ充盈セラレ全裝置充分冷却シタル後剩餘ノ水銀ヲ
 [ロ]中ヨリ除去ス然ル後硝子ヲ吹クノ用ニ供スル燈焰ヲ以テ[ロ]部ニ近
 接セル管部ヲ抽引シテ細尖狀ニ變セシム右ノ技術終リテ後此驗溫器
 中ノ水銀量ヲ節制スルヲ要ス即チ其驗溫器ヲ用ヒテ計測セント欲ス
 ル最高點ヨリモ少シク高キ熱度ニ[イ]部ヲ直露セシムベシ例之ハ常水
 ノ煮沸スル熱度ヲ計測スルニ供用セシトスルモノハ煮沸スル食鹽ノ
 飽和液中ニ没入ス玆ニ高熱ヲ受クルガ故ニ水銀ハ其容積ヲ増シテ管
 ノ尖孔ヨリ滴狀ヲ爲シテ溢出スルニ至ル若シ水銀ノ溢出スルコト歇
 ムヲ見レハ[即チ[イ]中ノ全水銀量之レヲ圍包セル液体ノ煮沸セル熱
 度ニ達シタルトキ]ハ管ノ尖口ヲ熔塞ス而シテ後驗溫器ヲ整備スルニ
 ハ尙ホ管條ニ劃度ヲ標出セサル可カラヌ其目的ニ對シテハ先ツ管上
 ニ三個ヲ固定點ヲ表シ其二點ノ間位之レヲ基本距離ト名クテ同等ニ

分割スルヲ要ス右ノ固定點トシテハ水ノ冰點ト沸騰點トヲ採用スルヲ常トス冰點ヲ定ルニハ第百八十五圖ニ示ス如ク驗溫器ノ下部及ヒ管部



ヲ細碎シタル冰或ハ雪ヲ盛りタル器中ニ没入セシム今周圍ノ大氣冰點ヨリモ高度ノ熱ヲ有スルキハ

冰ハ徐々ニ熔融シ其全量ハ冰點ナル固定ノ熱度即チ冰點ヲ有ス故ニ

驗溫器モ亦其熱度ヲ取り暫時ニシテ毫モ變化セサル景態ニ歸スベシ

今水銀柱頂ノ位スル處ニ於テ管條ニ劃度ヲ施ス是レ即チ冰點ナリ沸

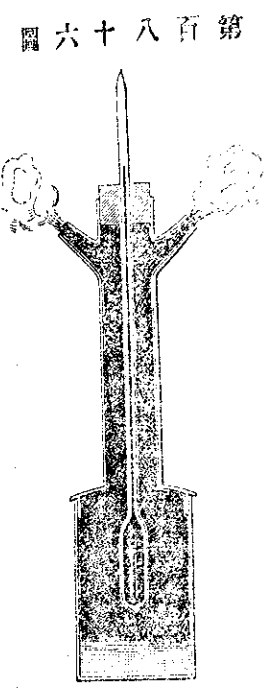
騰點ヲ定ムルニハ第百八

十六圖ニ示ス如ク長頸ヲ

有スル器ニ蒸餾水ヲ充テ

之レヲ煮沸セシメテ之レ

ニ驗溫器ヲ插入ス暫時其



第百八十六圖

セサル様注意シテ日光ニ曝露スベシ然ルトキハ此陰畫硝子ニ射來スル太陽光線ハ硝子版ノ黑塗セル部分ヲ透過スルコトナク只白色ノ部分ヲ透過スルヲ以テ格魯兒銀紙上ニ達シ此部分ニ於テ銀ヲ還元シ黑色ニ變スルナリ是故ニ陰畫ノ黑色部ハ玆ニ白色ニ止マリ陰畫ノ白色部ハ玆ニ黑色ニ變シ正ニ陰畫ニ相反スルノ肖像ヲ得是レ即チ陽畫ナリ今全ク分解セサル格魯兒銀ヲ洗除シテ全紙面ノ黑色ニ變スルヲ防シガ爲メ次亞硫酸曹達ノ溶液中ニ投シ爾後淨水中ニテ洗淨スベシ即チ陽畫ヲ固定スルノ目的ニシテ玆ニ始メテ眞物ニ等シキ肖像ヲ撮取スルヲ得タリ

若シ「アリ」ノ「有」色「ス」バ「ド」ル「ム」ヲ「撮」影「セ」バ「ト」欲「ス」ル「ト」キ「ハ」其「各」種「ノ」光「線」ハ「總」テ「能」ク「同」様「ノ」作「用」ヲ「ナ」ス「者」ニ「ア」ラ「ス」蓋「シ」紅「色」黃「色」綠「色」並「ニ」青「色」ハ「通」常「ノ」方「法」ヲ「以」テ「之」ヲ「寫」取「ス」ル「コ」ト「能」ハ「サ」レ「バ」ナ「リ」ス「ベ」シ「ト」ル「ム」ノ「全」体「ニ」就「テ」寫「眞」ス「ル」モ「其」深「藍」色「及」ヒ「紫」色「ノ」光「線」ヲ「受」ク「ル

部分ノミチ現出シ得ベシ而シテ前文己ニ説述セシ如ク紫色部ヲ超過セルモ尙化學的作用ヲ有スルニ由リ寫眞ノ像ハ紫色部ヲ超過シテ長延セルヲ見ルベシ

右ノ如ク紅色、黃色、綠色等ノ光線ハ其作用甚タ微弱ナルニ由リ凡ソ紅色、黃色、綠色等ヲ有スル物体ノ寫眞ハ黑色ニ現ワル、ヲ常トスルナリ

第三篇

熱

第一章

膨脹

〔温ノ作用〕 吾人ノ觸覺ハ能ク吾人ニ接スル各物体ノ或ハ温熱ニ或ハ寒冷ナルヲ區別スルヲ得ベシ而シテ吾人ガ觸覺ニ由リテ之レヲ寒冷ナリト呼フ所ノ物体變シテ微温ヲ覺ヘ更ニ進ンテ劇熱ヲ感スルニ至ルキハ其物体ノ容積ハ増大スルヲ常トス是ヲ物体ノ膨脹スルト云フ此ノ如ク物体ヲ膨脹セシメ且ツ吾人ノ觸覺ニ寒、温、熱ノ感覺ヲ發起セシムル所以ノ原因ハ後章ニ於テ其本性ヲ説述スベキ者ニシテ物理學上ニ之レヲ熱（或ハ温）ト名ク夫レ熱ハ音ニ物体ヲシテ膨脹セシム

ルノミナラス其三態ヲモ變化スルノ作用ヲ固有ス即チ固体ヲ熔融
 テ液体ト爲シ液体ヲ蒸散シテ氣體ニ變ヒシムル等はレナリ此篇ニ於
 テハ逐次其現象ノ定則ヲ詳述スベシ

〔驗溫器〕凡ソ物体ハ熱ニ由テ膨脹シ其容積ノ大小ハ熱度ノ強弱ニ
 關スルモノナルヲ以テ物体ノ膨脹スル多少ニ因テ其熱度ノ高低ヲ計
 測スルヲ得ベシ此目的ニ供用スルノ器ハ之ヲ名ケテ驗溫器ト云フ俗
 名暖計ト云フ熱計ト稱スルモ亦可ナリ 第百八十三圖ニ示ス所ハ所謂水銀驗溫器是ナリ

第百八

十三圖



其器ハ小ナ
 ル硝子管ノ
 下端ニ球形

若クハ圓壩形ノ部分ヲ具有シ其部ト管條ノ一部分トハ水銀ヲ以テ充
 填ス此器熱ヲ得レハ其水銀膨脹シテ容積ヲ増加ス故ニ水銀ハ管中ニ
 昇ルヘシ然ルトキニハ人之レヲ稱シテ熱度昇騰シタリト云フ球形部

若シ冷却スレハ水銀ノ容積再ヒ減少シ水銀ハ管中ニ下タルヘシ茲ニ
 於テハ之レヲ熱度低降シタリト云フ熱度同等ナルノ際ハ水銀柱ノ最
 高點モ亦常ニ管中同一ノ位置ニ在リ若シ之レヨリモ長大或ハ短小ナ
 ル他ノ驗溫器ヲ取リテ交互ニ比較スルトキハ必ス熱度ノ強弱ニ隨フ
 テ其昇降ヲ其ニスヘシ然レモ其昇降ノ眞ノ大小ニハ甚タ差異アリト
 ス例之ハ玆ニ其球形部ハ互ニ同積ナレドモ甲器ニ屬スル硝子管ノ横
 截面ハ乙器ノ者ニ比スレハ正ニ十倍セル二個ノ驗溫器アリ其スレハ
 此二器同等ノ熱度ヲ得ルニ當リテヤ小孔ヲ有スル管中ニ於テ水銀ノ
 上昇スル高サハ其管孔ノ大サ十倍ナル者ニ十倍スヘシ

第百八

十四圖



驗溫器ヲ構造スルノ法ハ第百八十四圖ニ示ス如ク其全長徑ニ沿フテ
 終始同形ノ孔穴ヲ有スル小硝子管ヲ取リ其下端ニ〔イ〕ナル圓壩形ノ硝子

ヲ熔着シ其上端ニハ其末端開口シタル小管ト爲ル所ノ佗ノ圓堵硝子
 [ロ]ヲ熔着ス而シテ後右ノ全裝置ニ水銀ヲ充填スルガ爲メ先ツ[イ]及ヒ
 [ロ]ヲ酒精燈上ニテ熱シ其中ニ包有スル所ノ大氣ヲ膨脹排出シ水銀ヲ
 盛リタル皿中ニ其全裝置ヲ倒挿スレハ[ロ]及ヒ[イ]中ニ包有スル大氣ハ再
 ヒ収縮シ[ロ]ナル部ニハ多少水銀ヲ以テ充テラルヘシ今裝置ヲ轉倒シ
 テ正ニ直立セシメ再ヒ[イ]ナル部ヲ熱スレハ尙ホ其部中ニ包有スル大
 氣ハ[ロ]中ニ於ケル水銀ヲ通過シ氣泡ノ狀ヲ爲シテ其一分ヲ逸出ス更
 ニ全裝置ヲ放冷スレハ逸出シタル大氣ノ占有セシ空處ヲ占ムル爲メ
 [ロ]中ヨリ下降シタル水銀[イ]ノ一部ヲ充タス更ニ[イ]ナル部ヲ熱スレハ
 茲ニ閉塞セラレタル大氣再ヒ逐出セラレ尙ホ其熱ヲ持續スルコト少時
 ナルトキハ水銀還ニ煮沸スルニ至リ此際盛ンニ揮發シ來レル水銀蒸
 氣ハ尙ホ裝置中ニ殘留スル大氣ヲモ誘導シ出タスベシ其再ヒ冷却ス
 ルニ及ンテヤ水銀蒸氣ハ自ツカラ[イ]中ニ濃縮ス故ニ眞空ト爲リタル

[イ]部ヲ充盈スルガ爲メ[ロ]中ノ水銀復タ下降ス斯ノ如クシテ[イ]部並ニ
 管部ハ水銀ヲ以テ充盈セラレ全裝置充分冷却シタル後剩餘ノ水銀ヲ
 [ロ]中ヨリ除去ス然ル後硝子ヲ吹クノ用ニ供スル燈焰ヲ以テ[ロ]部ニ近
 接セル管部ヲ抽引シテ細尖狀ニ變セシム右ノ技術終リテ後此驗溫器
 中ノ水銀量ヲ節制スルヲ要ス即チ其驗溫器ヲ用ヒテ計測セント欲ス
 ル最高點ヨリモ少シク高キ熱度ニ[イ]部ヲ直露セシムベシ例之ハ常水
 ノ煮沸スル熱度ヲ計測スルニ供用セントスルモノハ煮沸スル食鹽ノ
 飽和液中ニ沒入ス茲ニ高熱ヲ受クルガ故ニ水銀ハ其容積ヲ増シテ管
 ノ尖孔ヨリ滴狀ヲ爲シテ溢出スルニ至ル若シ水銀ノ溢出スルコト歇
 ムヲ見レハ[即チ[イ]中ノ全水銀量之レヲ圍包セル液体ノ煮沸セル熱
 度ニ達シタルトキ]ハ管ノ尖口ヲ熔塞ス而シテ後驗溫器ヲ整備スルニ
 ハ尙ホ管條ニ劃度ヲ標出セサル可カラス其目的ニ對シテハ先ツ管上
 ニ二個ノ固定點ヲ表シ其二點ノ間位之レヲ基本距離ト名クテ同等ニ

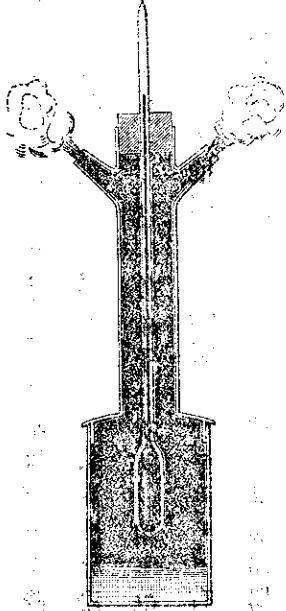
分割スルヲ要ス右ノ固定點トシテハ水ノ冰點ト沸騰點トヲ採用スル
ヲ常トス冰點ヲ定ムルニハ第百八十五圖ニ示ス如ク驗溫器ノ下部及ヒ管部



ヲ細碎シタル冰或ハ雪ヲ盛リタ
ル器中ニ没入セシム今周圍ノ大氣
水點ヨリモ高度ノ熱ヲ有スルハ

冰ハ徐々ニ熔融シ其全量ハ冰點ナル固定ノ溫度即チ水點ヲ有ス故ニ

驗溫器モ亦其溫度ヲ取リ暫時ニシテ毫モ變化セサル景態ニ歸スベシ
今水銀柱頂ノ位スル處ニ於テ管條ニ劃度ヲ施ス是レ即チ冰點ナリ沸



騰點ヲ定ムルニハ第百八
十六圖ニ示ス如ク長頸
有スル器ニ蒸餾水ヲ充テ
之レヲ煮沸セシメテ之レ
ニ驗溫器ヲ插入ス暫時其

第百八十六圖

水ヲシテ煮沸セシムレハ其器ノ諸部分同等ニ熱セラレテ水蒸氣ハ側
方ヨリ避出ス然ルニハ驗溫器ハ全ク水蒸氣ノ爲メニ覆包セラレ、
ニ至ル但シ其水蒸氣ノ熱度ハ水ノ最上層ノ熱度ニ差異アルナリ故
ニ驗溫器ノ水銀ハ乍チ一定點ニ至ル迄昇騰シ決ノ之レヲ超過スルナ
シ此位置ニ於テ施シタル劃度ハ即チ沸騰點ナリ此沸騰點ト冰點トノ
中間ニ存スル距離ヲ名ケテ基本距離ト云フタトハ列氏「シオミユール」
列氏ト云フ而シテ「R」ヲ以テ「驗溫器」ニアリテハ其基本距離ヲ八十ニ均
分セリ

凡ソ冰點ハ右ノ方法ヲ以テ沸騰點以上水冰點以下ニ劃出セル度表ノ
零點ナリトス但シ零點以下ハ「」ナル記号ヲ附シ零以上ノ度表ト之ヲ
區別ス

凡ソ水銀驗溫器ハ列氏二百七十度(270°R)ノ熱ヨリ高キモノヲ計測
シ得ル能ハス蓋シ列氏二百七十度ノ熱ハ已ニ水銀ノ沸騰點ニ近接ス

レハナリ又水銀驗温器ハ列氏零下二十六度〔 -26°R. 〕ニ至ル迄ハ正シク昇降スルヲ得ベシト雖此以下ニ在テハ水銀ノ冰結點ニ近キヲ以テ適正ノ昇降ヲ爲ス能ハス凡ソ各種ノ物体其三態ノ變化ヲ起スヘキ

温度ニ接近スルトキハ其膨縮已ニ整正ナラサルヲ以テナリ

凡ソ驗温器ハ悉皆其基本距離ヲ八十度ニ分割シタル者ニアラス攝氏〔セルシウス〕氏ヲ略シテ攝氏ノ驗温器ニ在テハ之レヲ百度ニ分割セリト云ヒ〔C〕ヲ以テ其標トス獨乙國及ヒ佛國ニ於テ今日尙ホ廣ク列氏ノ驗温器ヲ使用スト雖化學術上ニハ大概攝氏ノ器ノミヲ應用ス尤モ攝氏ノ度ヲ列氏ノ度ニ變算シ再ヒ列氏ノ度ヲ攝氏ノ度ニ復算スルヲ太々容易ナリ其稱對蓋シ左ノ如シ

$$100^{\circ}\text{C.} = 80^{\circ}\text{R.}$$

故ニ

$$1^{\circ}\text{C.} = 0.8^{\circ}\text{R.}$$

而シテ

$$1^{\circ}\text{R.} = 1.25^{\circ}\text{C.}$$

是故ニ

$$x^{\circ}\text{C.} = x \cdot 0.8^{\circ}\text{R.}$$

而シテ

$$n^{\circ}\text{R.} = n \cdot 1.25^{\circ}\text{C.}$$

但シ右ノ式〔 x 〕〔 n 〕トハ温度ヲ一般ニ表示セルモノトス

又右ノ數式ヲ言譯スレハ即チ下文ニ説述スルカ如シ列氏ノ度ヲ攝氏

ノ度ニ變スルニハ列氏ノ度數ニ一五〔 1.25 〕即チ四分ノ五〔 $\frac{5}{4}$ 〕ヲ乘スヘ

キ之ニ反シテ攝氏ノ度ヲ列氏ノ度ニ變セント欲セハ其攝氏ノ度數ニ

〇.八〔 0.8 〕即チ五分ノ四〔 $\frac{4}{5}$ 〕ヲ乘スベシ

英國ニ於テハ特ニ華氏〔 F 〕ト云フ〔 F 〕以テ其記号トス華ノ驗温器ヲ

用ニ此器ノ零點ハ上文ニ記セル列氏攝氏ノ零點ト同一ナラス華氏驗

温器ノ零點ハ攝氏ノ驗温器ニシテ零下十七度九分ノ七〔 $-17^{\circ}7'$ 〕ニ當ル而シ其氷點ハ三十二度ト定メ水ノ沸騰點ヲ二百十二度トス故ニ氷點ト水ノ沸騰點トノ距離ヲ百八十度ニ分割セリ而シ其基本距離ノ對稱ハ左ノ如シ

$$180^{\circ}\text{F.} = 100^{\circ}\text{C.}$$

故ニ

$$1^{\circ}\text{F.} = \frac{5^{\circ}}{9}\text{C.}$$

而シ

$$1^{\circ}\text{C.} = \frac{9^{\circ}}{5}\text{F.}$$

此驗温器ノ度ヲ他種ノ度ニ變改シ又ハ佗ノ度數ヲ之レニ變改ナルニ就テハ更ニ注意スヘキノ要件アリ即チ各驗温器ノ零點同一ナラサルモノ是レナリ故ニ華氏ノ度ヲ攝氏ノ度ニ變スルニハ其現在ノ度數ヨリ先ツ三十二ヲ減シ其殘數ニ九分ノ五ヲ乘スヘシ其數式ヲ設クレハ

左ノ如シ

$$x^{\circ}\text{F.} = (x - 32) \frac{5^{\circ}}{9}\text{C.}$$

又攝氏ノ度ヲ華氏ノ度ニ變スルニハ先ツ攝氏ノ現在度數ニ五分ノ九ヲ乘シ而シ其乘積ニ三十二ヲ加フルナリ其數式即チ左ノ如シ

$$y^{\circ}\text{C.} = (y \frac{9}{5} + 32)^{\circ}\text{F.}$$

異種ノ熱度ヲ比較スルノ術ヲ容易ナラシムルガ爲メ左ニ比較表ヲ擧

攝氏	列氏	華氏
-20	-16	4
-10	-8	14
0	0	32
+10	+8	50
20	16	68
30	24	86
40	32	104
50	40	122
60	48	140
70	56	158
80	64	176
90	72	194
100	80	212

凡ノ整正ナル驗温器ヲ得ントスルニハ左ノ二要目ヲ忽諸スベカラス

第一 管ノ孔溝決シテ廣狹アルヲ許サス若シ廣狹アレハ決シテ用

ニ適セス蓋シ熱度同等ナルモ管ノ廣キ部ハ水銀ノ昇ルヲ低ク狹
キ部ハ其昇ルヲ高ク正シキ熱度ヲ指示セサレハナリ

第二 氷點ヲ求ムルニ已ニ氷結セントスル水中ニ沈ムルヲ禁ス必

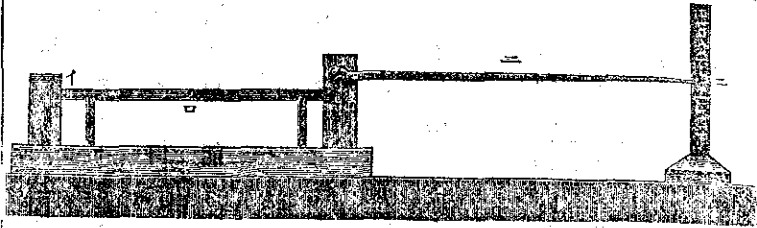
ス現ニ熔融スル氷若クハ雪中ニ沈ムルヲ要フ蓋シ水ハ氷結スル
ヲナクシテ零下數度ニ至ルヲ塞ヲ得ルノ性アレハナリ

水銀ハ其氷結點甚タ低ク且ツ沸騰點亦太ク高キヲ以テ驗温器用ノ液
体ニハ最モ適當セリト雖モ熱度ノ極メテ低下ナル際(即チ極寒)ニハ用

ユルヲ得ス之レニ適當スル者ハ帶色ノ酒精是ナリ蓋シ酒精ハ其氷結
點甚タ低下ナルヲ以テナリ然ルニ水ハ驗温器用ノ液体ニ用ユルヲ得

ス蓋シ氷結點高キニ在リテ且ツ後章ニ於テ詳述スベキカ如ク其膨縮
甚タ不同等ナレハナリ

第百八十七圖



(固体長徑ノ膨脹) 各種ノ固体熱ヲ得レハ多少

必ス膨脹スト雖モ其膨脹甚タ僅微ナルヲ以テ之レ

ヲ著明ナラシムヘキ幫助ニ由ラサレハ認視スルヲ
得サルモノトス例之ハ第百八十七圖ニ示ス所ノ槓

桿驗火器ニ由テ之レヲ成スベシ即チ(ロ)ハ其膨脹ヲ
觀察セントスル桿條ニシテ其一端ハ(イ)ニ於テ固定

セリ然レモ其桿條ノ他ノ一端ハ角狀槓桿ノ短臂(ニ)
ニ向テ衝突シ面ノ角狀槓桿ノ長臂(ニ)ハ樹立セル桿

條(ニ)ニ於ケル度表ヲ指示ス二個ノ適當ナル支柱上
ニ安置シタル桿條(ロ)若シ熱セラルハ其槓桿ノ長

臂ハ(ニ)ニ於ケル度表ニ沿フテ高昇スルヲ視ルベシ
此際熱ニ由テ固体ノ膨脹スルヲ觀察スルニ止マル

キハ(ロ)ナル桿條ノ下ニ瓦私燈焰或ハ酒精燈焰ヲ置

キヲ熱スルヲ得ベシト雖モ若シ一定ノ熱度ニ由テ膨脹スルノ度ヲ計測セントスルトキニハ特異ノ裝置ヲ設ケザル可カラズ即チ水或ハ油ヲ充盈スルヲ得ヘキ長形ノ箱中ニ入ル、モノ之レナリ此法ニ據レハ驗溫器ヲ以テ能ク其熱度ヲ計測シ或ル一定ノ度ニ至ル迄其熱度ヲ昇騰スルヲ得レハナリ

上文其裝置ノ概略ヲ説述セシ原理ニ由リテ膨脹度ヲ計測スルヲ以テ得タル二三ノ成績ヲ左ニ掲ク但シ攝氏驗溫器ノ度ニシテ零度ヨリ百度ニ至ル迄熱スルノ際其長徑ニ沿フテ延長シタル者ナリ

	1
即チ	1167
即チ	1
即チ	1147
即チ	1
即チ	807
即チ	1
即チ	819
即チ	1
即チ	584
即チ	1
即チ	531
即チ	1
即チ	351
即チ	1
即チ	340

白金	0,00086
硝子	0,00087
鋼鐵	0,00126
鐵	0,00122
銅	0,00171
黃銅	0,00188
鉛	0,00285
亞鉛	0,00294

是ニ由テ之ヲ觀レハ熱度零點ニ在ルノ際八〇七ミリメートルノ長徑ヲ有スル所ノ鋼鐵針ハ百度ニ至テハ八〇八ミリメートルノ長徑ヲ得又三〇四ミリメートルノ長徑ヲ有スル亞鉛針ハ零度ヨリ百度ニ至ル迄熱スレハ己ニ一ミリメートルヲ延長スヘシ凡シ固体ハ大抵皆零度ト百度トノ間ニ在テハ整正ニ膨脹スルモノナリ即チ其膨脹度ハ熱度ノ高サニ比例ス然ラハ則チ零度ヨリ十度ニ熱スル際銅ハ其長徑ノ〇、〇〇〇一七一(0,000171)膨脹シ零度ヨリ一度ニ熱スレハ其長徑ノ〇、〇〇〇一七一(0,000171)膨脹スルヤ明ブカナリ

零度ヨリ一度ニ熱スルノ際各種固体ノ零度ニ於ケル長徑ヨリ其幾何
分ヲ延長スルヤヲ示ス所ノ數ヲ名ケテ長軸ニ沿フ膨脹ノ係數ト云フ
今種々ノ金屬ニ對スル係數ハ百ヲ以テ上文表中ノ數ヲ除スレハ容易
ニ之レヲ得ベシトス

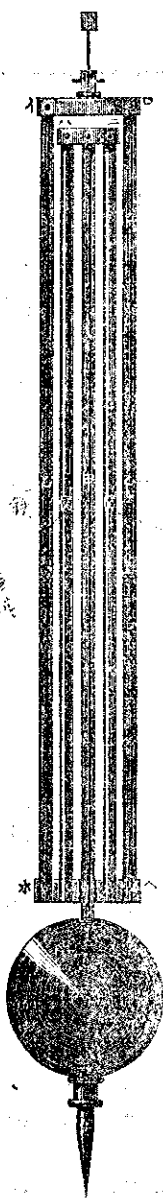
或ル固体攝氏ノ零點(0°C)ニ在ルノ際ニ於ケル長徑ヲ示スニ L_0 ヲ以テ
シ其物体ノ膨脹係數ヲ示スニ (α) ヲ以テ増減ノ熱度ヲ示スニ (t) 但シ
リヲ以テシ而シテ (t) 度ニ於ケル長徑ヲ示スニ (L_t) ヲ以テスルトキハ其長
徑ニ對シテ左ノ數式ヲ得ベシ

$$L_t = L_0(1 + \alpha t)$$

熱ニ由テ生スル固体ノ膨脹ヲ實際ノ用ニ供スルヲ少ナカラズトス今
其一例ヲ下文ニ舉グベシ即チ各種ノ物体ハ熱ニ由リテ膨脹スルヲ以
テ單一ノ杆條ヲ以テ製造シタル振子ハ熱度ノ低キ際ヨリモ其昇騰シタ
ル際ニ於テハ其長徑ヲ増加スルヤ必セリ而シテ上篇振子ノ條ニ於テ已

ニ詳述セシカ如ク凡ソ振子ノ振動數ハ其長サノ平方根ニ倒比スル者ナルガ故ニ
單一ナル杆條ノ振子ハ夏時ニ於テハ冬口ニ於ケルヨリモ其振動ノ徐々ナル固ト
ヨリ言テ俟スシテ明瞭ナリトス此ヲ以テ振子ハ時儀ノ緩急ヲ節制スルニ俱用ス
ルガ爲メ時儀ノ運動亦夏時ハ緩慢ニ冬ハ急速トナルベシ今此損害ヲ防止スルガ
爲メニ俱用スル振子ハ所謂代償振子ト名クル者ニ種々ノ金屬ノ膨脹係數同一
ナラサルノ理由ニ基ツキテ構造セリ第百八十八圖ニ示ス所ハ其振子ナリトス振

第百八十八圖



子ノ全裝置ヲ懸垂スベキ短キ鋼鉄ノ一片(イロ)ナル水平ノ横針ヲ固着ス而シテ其
水平ノ横針トハ(乙)ナル二個ノ鉄針ヲ擔荷スル者ナリ其(乙)ナル鉄針ハ下端ニ
在テハ(丙)ヲ以テ標セル二個ノ亞鉛針ヲ負荷スル水平ノ横杆(ホ)ニ固着セラル

亞鉛針ノ上端ハ亦〔ハ〕ナル小横針ヲ固着シ茲ニ〔甲〕ナル鉄針ヲ懸シ其鉄針ハ〔ホ〕ナル横針ノ中央ニ存スル孔ヲ通過ニ非スルシテ下垂シ其下方ニ圓体ヲ固着ス今熱度増加シテ〔乙〕ナル鉄杆延長スルトキハ〔ホ〕ナル横針ハ必ス低降スベシ而シテ〔甲〕ナル鉄針モ亦延長スルヲ由リ振子ノ長サヲ増大スルヲ必セリ然レニ其際〔丙〕ナル亞鉛針ノ延長スルニ由リテ〔ハ〕ナル横針ヲ高昇セシムルヲ以テ振子ハ却テ其長サヲ減ス故ニ今振子ノ總長ヲ示スニ〔L〕ヲ以テ其大サ零度ノ熱ニ於テ左ノ如クナリトスレハ即チ

$$L = \text{乙} + \text{甲} - \text{丙}$$

是故ニ其熱〔t〕度ニ昇騰セタルトキニ當レル振子ノ長サハ左式ノ如クナルベシ即チ

$$L_t = (\text{乙} + \text{甲})(1 + 0,0000122t) - \text{丙}(1 + 0,0000294t).$$

然レモ左式ノ如ク變スルモ毫差ナシトスルニ〔L〕ハ〔L_t〕ニ均一ナリ

$$(\text{乙} + \text{甲})0,0000122t = 0,0000294t.$$

即チ

$$\text{乙} + \text{甲} = \frac{294}{122} \text{丙},$$

之ヲ言譯スレハ即チ〔甲〕ナル鉄針ノ長サト〔乙〕ナル鉄針ノ長サトヲ總加シタル長徑ト〔丙〕ナル亞鉛針ノ長徑トヲ併セタルモノハ鉄ト亞鉛ノ膨脹係數ニ例比スレハ〔L〕亦〔L_t〕ニ同長ナリトス

又他ノ金屬ヲ以テスルモ右ニ說述セシ對稱ヲ得ルトキハ毫モ前者ニ異ナルヲナカルベシ

〔容積膨脹〕容積膨脹トハ凡ソ物体、熱ニ由テ其容積ヲ増大スルヲ云フ茲ニ於テモ亦零度ノ容積ヲ原位ト爲シ零度ヨリ一度ニ至リ迄或ル物体ヲ熱シ零度ノ際ニ於ケル容積ノ原位ヨリ膨脹スルヲ幾何分ナルヤヲ示ス所ノ數ヲ其物体ノ膨脹係數ト云フ例之ハ水銀ノ膨脹係數ハ0,000018ナリト云フハ水銀ヲ熱シテ零度ヨリ一度

ニ至ルノ際ニハ零度ニ於ケル容積ノ十万分ノ十八 $\frac{18}{100000}$ ナ膨脹スルノ義ナリ已ニ或ル物体ノ膨脹係數ト零度ニ於ケル容積トヲ知了スルニハ其物体ノ熱度ハ幾何ナルモ能ク其容積ヲ算出シ得ベシ但シ容積ヲ知ラントスルノ時ニ於ケル熱度ハ何レノ點ニ在ルモ物体ハ常ニ其係數ニ隨テ整正ニ膨脹シタルモノト看做セリ

凡ソ液体氣體ニ在テハ試験ニ由テ直接ニ其容積ノ膨大スルヲ確定シ得ベシト雖モ固体容積ノ膨大度ハ長徑ニ沿フ膨脹度ヲ觀察スルニ由テ之レヲ算出スルヲ要ス凡ソ固体ノ容積膨脹係數ハ長徑ニ沿フ膨脹係數ニ三倍ス今其量價ヲ確定スルニハ下文ニ説述スルノ法ニ據ルベシ茲ニ一個ノ立方体アリ[L]ヲ以テ零度ニ於ケル其側面ヲ前ストキハ其容積ハ[L]³ナリ今其容積ヲ示スニ[V]ヲ以テシ長徑ニ沿フ膨脹係數ヲ示スニ[a]ヲ以テスルトキハ其立方体若シ一度ニ至ル迄熱セラル、ノ際其各側面ハ左式ノ加クニ變化スベシ

$$L(1+a)$$

此際其容積ヲ前スニ[V]ヲ以テスレバ其數式ハ左ノ如シ

$$V = L^3(1+a)^3 = L^3(1+3a+3a^2+a^3).$$

然レモ[a]ノ量價ハ甚小ナルヲ以テ其高等ノ自乗ヲ廢棄シ[V]ノ量價ヲ變シテ左式ノ如クスルヲ得ヘシ

$$V = L^3(1+3a) = V(1+3a).$$

是ニ由テ之ヲ觀レハ熱ノ増加スルコト一度ナレバ[V]ナル容積ハ[3aV]ヲ増加シタルヤ明ラカナリ是故ニ[3a]ハ容積膨脹ノ係數ナルヲ知ルベシ

今幾何學的ノ方法ヲ以テ容積ノ増大ヲ了解セントス第百八十九圖ニ示ス所ノ[イロハ]ハ或ル固形物質ヲ以テ作りタル立方体ノ零度ニ於ケル容積ヲ前スモノナリ此立方体若シ一度ニ至ル迄熱セラレ只上方ニミ膨脹シタリト假定スルトキハ其容積ハ[イニホロ]ナル平方版ノ大

サヲ増加シタルナラン而シテ〔V〕ヲ以テ其從來ノ容積ト爲シ〔U〕ハ上文

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

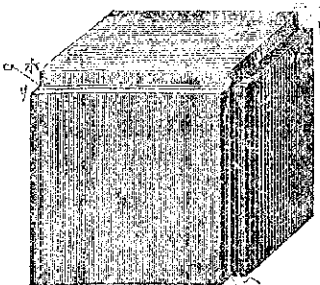
ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

ニ於テ説述シタル意義ヲ有スルモノトスレハ其

第九十八百第



三版〔イニホロ〕〔イトヘハ〕〔ハチリロ〕ノ立方容積ノ總計ハ即チ〔U〕ナリ

トス然レモ然ニ由テ膨大シタル立方体ヲ完全セシムルニハ尙ホ二版

ノ間ニ於ケル隅角ノ容積ヲ總加セザル可ラス然リト雖モ其大サハ實

ニ僅小ニシテ全ク之レヲ廢棄スルモ妨ケナシ蓋シ長徑ニ沿フ膨脹ノ

大サ〔ロホ〕ハ立方体元來ノ側面長徑ニ比スレハ甚タ微小ナレハナリ是

故ニ〔U〕ヲ容積膨大ノ變ト看做スモ殆ント過誤ナキヲ得ヘシ例之ハ

硝子ノ長徑ニ沿フ膨脹係數ハ 0.000087 ハ 0.000087 ナリ故ニ

零度ヨリ百度ニ至ル迄之ヲ總スレハ其容積ハ左ノ數式ノ如ク増加ス

ベシ

$$0.000087 \parallel 0.00261$$

其理ハ硝子ノ空器ニ於テモ能ク適當スベキ言ヲ俟ス故ニ零度ノ際正

ニ千立方センチメートルノ内積ヲ有スル一個ノ硝子器ハ百度ノ際其

容積膨大シテ 0.00261 立方センチメートルノ内積ヲ得

ルニ至ルベシ

凡ソ固体熱ヲ得レハ必ス膨脹スト雖モ暗トシテハ此通理ニ反セル現

象ヲ見ルコトアリ例之ハ水濕ヲ帶ヒタル土類、木、紙等ノ如キ氣孔中ニ水

氣ヲ含有セル者はナリ斯ノ如キ物体熱ヲ得レハ然ハ先ツ其水氣ヲ蒸

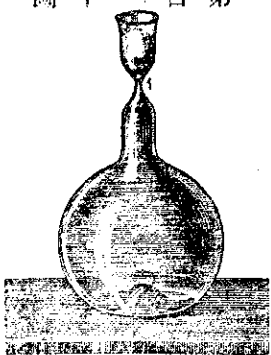
散セシムルニ消費セテ其膨脹ヲ起スノ用ヲ爲サレハナリ然レモ

其物体全ク乾燥シタルトキハ一般ノ通理ニ從テ膨脹スルハ固トヨリ

ナリ

〔液体ノ膨脹〕 各般ノ液体熱ヲ得テ膨脹スルノ度ハ固ヨリ同一ナラ
スト雖比必ス膨脹セサル者ナシトス特ニ各種液体ノ膨脹度ヲ確定ス
ルニハ第百九十圖ニ前スカ如キ裝置ヲ要ス即チ此硝子壺ハ三乃至四

第百九十圖



〔センサメートル〕ノ直徑ヲ有シ其頸ノ或ル
一部茲ニ於テニ於テ甚タ狹窄トナリ其上ハ
ハ〔イ〕點
恰モ漏斗狀ヲナス而シテ其最モ狹窄ナル部
〔イ〕ニ於テ一線ヲ劃セリ今試驗セント欲スル
液体ヲ此壺ニ入レ〔イ〕點以上ニ至ラシメ其全
裝置ハ圍繞スルニ熔融スル所ノ雪或ハ冰ヲ以テシ全裝置ノ熱度ヲシ
テ零度ニ至ラシメテ後尽トシ〔イ〕點上ニ存スル液体ヲ除去スベシ今液
体ヲ充テタル儘ニテ此壺ヲ秤量シ其全重量ヨリ壺ノ重量ヲ減スレハ
零度ノ際壺中ニアリシ液体ノ重量ヲ得ベシ茲ニ其壺ヲ熱スレハ液体

乍チ膨脹シテ〔イ〕點ヲ超エテ漏斗部中ニ昇騰ス一定ノ熱度〔例之ハ百度〕
ニ至ル迄之レヲ熱シ悉皆〔イ〕點上ニ存スル液体ヲ除去シ更ニ其重量ヲ
秤測スルトキハ其重量ト前ノ重量トノ差ヲ以テ容易ニ外觀ノ膨脹ヲ
算出シ得ベシ此ノ如クシテ得タル膨脹ハ只外觀ノミニ止マリ液体眞
正ノ膨脹ハ此外觀ノ膨脹ニ加フルニ熱ニ由テ生スル壺子内積ノ増大
ヲ以テシタル者ナリ零度ヨリ百度ニ至ル迄液体ヲ熱シテ其零度ノ際
ニ於ケル容積ノ幾何分チ膨脹スルカヲ示ス所ノ一二ノ例題ヲ左ニ掲
ク

水銀 〇、〇一八一

阿列機油 〇、〇九一一

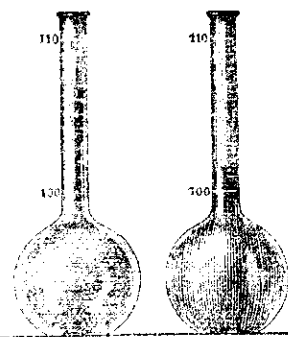
水 〇、〇四三一

石油 〇、一〇一二

是ニ由テ之ヲ觀レハ酒精及ヒ油ハ熱ニ由テ膨脹スルヲ甚タ著ルシ是

ノ賣買上宜シク注意スベキノ事ナリトス
殊別ノ液体同等ニ之レヲ熱シテ不同等ニ膨脹スルノ景態ヲ直接ニ明
示セント欲セハ第百九十一圖ニ示スカ如キ長頸ヲ有スル硝子壺ニシ

第百九十一圖



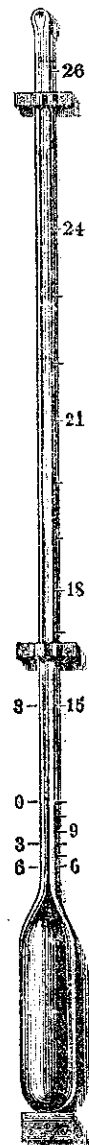
テ其頸部ノ下端ヲ限リテ百立方センチメートル
トルノ液体ヲ入ルヘキ者ヲ取リ茲ニ百ト割
度ノ頸部ニモ亦一立方センチメートルノ度
ヲ割ス今頸部下端ノ點ニ至ル迄種々ノ液体
但シ零度ノハ水銀、阿列磯油等ヲ充盈セシメ
度ノ者例之ハ水銀、阿列磯油等ヲ充盈セシメ
徐々ニ其壺ヲ熱シテ百度ニ至ルトキハ其液
体ハ皆頸部ニ昇騰ス然レモ各液昇高ノ度各不同ナルヲ本圖ノ現狀ノ
如シ
凡ソ液体ハ零度ト百度トノ間ニ於テ正整ニ膨脹セサルモノ多シトス
若シ殊別ノ液ヲ以テ驗温器ヲ製シ其昇降ヲ水銀驗温器ノ昇降ト比較

スレハ容易ニ之レヲ觀察スルヲ得ベシ例之ハ酒精ヲ充タル一個ノ驗
温器ヲ製シ通常ノ方法ヲ以テ零點ヲ定メ而シ後水銀驗温器ト比較
高キ熱度例之ハ五十度ノ點ニ於テ割度シ其中間ヲ同等ニ五十分シ其
昇降ヲ認視スルニ零度ト五十度トノ間ニ於テ水銀驗温器ノ昇降ト差
違アルヲ見ルベシ而シ酒精ヲ以テ作レル者ハ常ニ低點ニ在リ是レ酒
精ハ熱ノ増度ニ從テ其膨脹ノ比例ヲ増大シ終始同形ニ膨脹セザガル
故ナリ

水ノ膨脹ハ殊ニ別異ナル者トス若シ第百九十二圖ニ示ス如ク其圓壺
部大凡ソ百五十立方センチメートルノ内積ヲ有シ管ノ直徑大凡ソ一
センチメートルナル水驗温器ヲ製シ爐火ヲ有セサル室内ニ於テ水銀驗
温器ノ近傍ニ懸ケ其水銀驗温器ノ指示スル零度一度二度三度或ハ六
度七度八度等ヲ水驗温器ノ管ニ劃取スレハ本圖ノ現狀ノ如キ度目ヲ
得ベシ然ルニ室内ニ於ケル熱度零度ヨリシテ徐々ニ昇騰スルトキハ

水驗温器ハ漸々。降下シ六度ノ點ニ於テ最低點ヲ達シ熱度續テ増加スレハ再ヒ昇騰シ大凡ソ攝氏ノ十一度ニ至レバ零度ニ於ケルトヤト全ク同

第百九十二圖



一ノ高サニ達ス今硝子自己ノ膨脹度ヲ精算シテ之レヲ減却スレハ水驗温器ハ四度ニシテ最低點ニ達ス即チ攝氏四度ノ際水ハ稠密ノ極度ニ達セリ故ニ此度ニ於テハ熱ヲ受クルモ寒ヲ受クルモ兩ツナカラ膨脹スル者トス

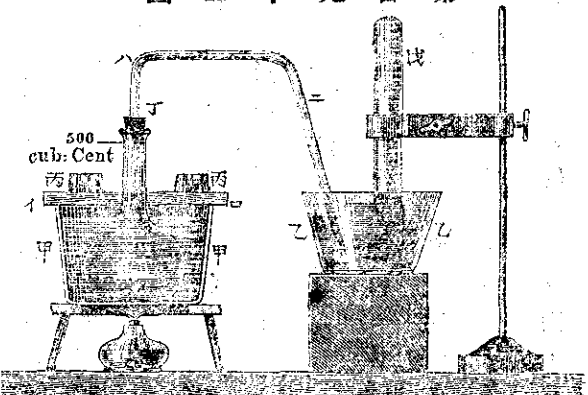
右ノ如ク水ノ一種特異ナル性質ハ地球表面氣候上ノ現象ニ關シテ大ニ貴重ナル者トス

又水ハ四度ヨリ熱度ヲ減シテ却チ膨脹スルノミコアラズ水ヨリ固體(即チ

冰)ニ變遷スルノ際ニモ亦著シク膨脹スベシ即チ氣泡ヲ含有セサル冰ノ比重ハ〇・九ナリ故ニ冰ハ煮沸スル水中ト雖ヒ水面ニ浮フ夫レ水ノ冰結スルヤ其容積ヲ膨大スルノ力甚タ強盛ニシテ其水ヲ盛リタル器具ヲ破裂セシメ其甚タシキニ至リテハ下文ニ説述スル所ノ試驗ヲ行フモ足ルモノトス即チ鉄製ノ「ボムベン」彈丸ニ水ヲ充テ密ニ其口孔ヲ螺塞シ之レヲ冷却シテ水ヲ冰結セシムレハ破裂スルニ至ル又石中ニ浸透シタル水分冰結スレハ其石ヲ破裂セシムルニ就テ見ルベキガ如ク其膨脹力實ニ強盛ナリト云フベシ

〔氣體膨脹〕 固體ニ比シテ氣體モ亦熱ニ由テ膨脹スルヲ甚タ強大ナリ而シテ其係數ハ各種ノ氣體ニ對シ殆ント皆同一ニシテ其膨脹スル度ハ總テ熱度ニ比例ス熱ニ由テ大氣ノ膨脹スルノ度ヲ明知セントスルニハ下文ニ於テ其方法ヲ説述シ第百九十三圖ニ於テ其裝置ヲ示スモノニ依ルベシ即チ其內積ハ栓ノ下面ニ至ル迄五百立方センチ

第百九十三圖



管ノ口端ハ試驗ヲ行フノ已前ハ尙ホ空虛ナル皿中ニアリ今〔甲〕中ニハ
 已ニ熔融スル所ノ雪若クハ冰細片ヲ入レ壘内ノ大氣ヲシテ零度ニ
 至ル迄冷却セシメテ後乙皿中ニ水ヲ注キテ〔乙〕ナル口端ハ水面ノ下大

第百九十四圖



メートルニ當ル一個ノ硝子壘ヲ取リ之レ
 ニ可及的乾燥シタル大氣ヲ充テ鈍延シタ
 ル金屬製ノ槽中〔甲〕ニ之レヲ納レ第百九
 十四圖ニ就テ其形狀ヲ示ス所ノ〔イロ〕及ヒ
 〔ハコ〕ナル二小板ニ由テ固定スベシ
 但シ其二小板ハ〔甲〕ナル金屬槽ノ縁
 端ニアリテ壘子ノ頸部ヲ圍ミ且ツ
 〔丙〕ナル重物ヲ載置シテ愈々其位
 置ヲ固着セシム能ク閉塞スルキユ
 ルク栓中〔丁〕ニ曲硝子管ハ〔乙〕ヲ挿入ス其

凡ソ一ツオールノ深キニ至ルヲ度トスベシ而ソ硝子管〔戊〕ヲ倒サニ〔乙〕
 ナル口端上ニ來タス此硝子管ハ支架ニ負擔セラレ且ツ水ヲ充盈セル
 者コシテ玆ニ其管口モ亦同シ〔乙〕皿中ノ水面下ニアリトス今若シ大
 抵〔甲〕中ノ冰若クハ雪ヲ除去シ注意シテ溫湯ヲ注ケハ壘中ノ大氣熱ヲ
 受ケ〔乙〕ニ於テ氣泡ヲ發揚シ〔戊〕管ノ上部ニ聚ル〔甲〕ナル槽下ニ置キタル
 酒精燈若クハ瓦私燈ニ依テ〔甲〕中ノ水漸々煮沸スルニ至リ已ニ〔乙〕ニ於
 テ一箇ノ氣泡ヲモ昇騰セサルニ至ル迄其煮沸ヲ持續スレハ壘中ノ大氣
 ハ攝氏ノ百度ニ至リ而シテ〔戊〕管中ニハ大凡ソ百三十立方センチメー
 トルノ大氣ヲ聚ム若シ此〔戊〕管中ニ聚集セル大氣百度ノ熱ヲ保持スル
 トキハ右ノ試驗ニ由リ直チニ零度ヨリ百度ニ至ル迄熱スル際ニ於ケ
 ル大氣膨脹ノ度量ヲ得ベキノ理ナリ然レバ〔戊〕管中ノ大氣ハ再ヒ零度
 ニ冷却シタリト假想シ〔乙〕ヲ以テ壘ノ内積ヲ示シ〔戊〕管中ニ聚集スル大
 氣ノ零度ニ於ケル容積ヲ示スニ〔乙〕ヲ以テスルトキハ大氣ノ膨脹係數

[a]ハ左ノ數式ニ依リテ其量價ヲ得ベシ

$$V(1+100a) = V + b(1+100a)$$

即チ

$$100.Va = b + 100.ba$$

或ハ

$$a = \frac{100(V-b)}{b}$$

茲ニ於テハ[V]ノ數價ハ五百[b]ノ數價ハ百三十ナリ故ニ[a]ノ數價ハ左式ノ如クナリトス

$$a = \frac{136}{36400} = 0.00373$$

右ノ方法ハ講學ノ説明ニ對シテハ甚タ適當ナルモノナリト雖モ大氣膨脹係數ノ量價ヲ精細ニ確定スルコハ不適當ノモノトス今其弊害ノ一ヲ舉クレハ全ク乾燥シタル大氣ヲ以テ試驗スルヲ能ハサル即チ之レナリ

其方法ハ茲ニ舉テサレトモ他ノ精細ナル試驗ノ成績ニ由テ之レヲ觀レハ乾燥シタル大氣ハ攝氏ノ零度ヨリ百度ニ迄之レヲ熱スレハ零度ニ於ケル容積ノ〇、三六五ヲ膨脹ス然ラハ則チ攝氏ノ一度ヲ熱スレハ大氣ノ膨脹係數ハ〇、〇〇三六五ナルヤ明ラカナリ是故ニ今[V₀]ヲ以テ零度ニ於ケル大氣ノ容積ヲ示シ[V_t]ヲ以テ攝氏ノ[t]度ニ於ケル容積ヲ示ストキハ左ノ數式ヲ得ベシ

$$V_t = V_0(1 + 0.00365t) \dots\dots\dots [第1]$$

此數式ニ由テ示シタル定則ハ「ゲーリユサツク」氏ノ定則ト唱フル者ニシテ各種ノ氣體ニ對シテ一様ニ適當スル者ナリ蓋シ「ゲーリユサツク」氏ノ定則ト名クル所以ハ同氏ハ大氣膨脹ニ關スル精細ノ試驗ニ由テ之レヲ創設シタルハナリ

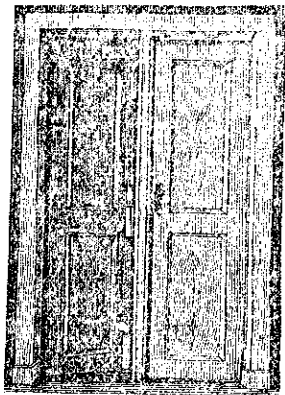
大氣ノ比重ハ其容積ニ倒比ス今零度ニ於ケル大氣ノ比重ヲ示スニ[d₀]ヲ以テシ熱度[t]ノ際ニ於ケル比重ヲ示スニ[d_t]ヲ以テスルハ左ノ數

式ヲ得ベシ

$$d = 1 + 0.00365t \quad \dots \dots \dots (第 二)$$

熱ヲ受ケタル大氣ハ其比重小ナルヲ以テ昇騰シ寒冷ナル大氣ハ之レ
 ニ反シテ下降ス故ニ暖爐アル室内ニ於テハ熱度高キ大氣ハ上方ニ昇
 リテ窓戶等ノ間隙ヨリ外方ニ流出シ寒冷ナル大氣ハ下方ヨリ室内ニ流
 入スルナリ冬日暖却シタル室ト寒冷ナル局處トノ間ニ在ル戸扉ヲ開
 クノ狀第百九十五圖ニ就テ示スカ如クシ上端〔ハ〕ニ燭火ヲ來タセハ外方
 ニ向テ傾斜セル火焰ハ熱室ヨリ冷處ニ
 向フ所ノ氣通ヲ指示ス之レヨリ徐々ニ
 蠟燭ヲ下方ニ來タセハ其火炎漸々直立
 スルノ狀ニ近ツキ大凡ソ中央〔ロ〕ニ達ス
 レハ火炎ハ全ク直立ス茲ニハ己ニ大氣
 ノ流通ヲ受ケサルヲ見ルベシ然レモ尙ホ下方ニ來ラシムレハ其火焰

第百九十五圖



ハ之レニ反シテ漸々熱室内ニ傾向シ最下點〔イ〕ニ到達スレハ火焰ノ内
 方ニ傾斜スルヲ最モ著シトス是ニ由テ之ヲ觀レハ暖熱セラレタル室
 内ノ大氣ハ上ヨリ流出シ冷氣ハ之レニ反シテ下ヨリ流入スルヲ果ソ
 明ヲカナリ

又烟筒中ニ於テ大氣ノ流通ヲ爲スモ筒中ノ氣ト筒外ノ氣ト比重ノ差

アルヲ以テナリ第百九十六圖ニ示ス所ノ〔甲〕ハ鉛直ニ豎立シタル烟筒

第百九十六圖



〔甲〕ニ受クル大氣ノ壓力ヲ示シ〔乙〕ヲ以テ筒中ニ於テ暖
 熱セラレタル氣柱ノ重ヲ示スハ〔乙〕ハ其熱度ニ應ジテ〔乙〕ヨリ多少小ナ
 ルヘシ然ルキハ〔十〕ハ筒外ヨリ〔乙〕ニ受クルノ壓ニシテ〔十〕ハ筒内ヲ經テ
 〔乙〕ニ受クルノ壓ナリ故ニ筒外壓力ハ筒内壓力ニ超ユルヤ正ニ〔十〕ノ大ナ
 ルベシ其差ニ一致スル力ヲ以テ〔乙〕ヨリシテ外氣ノ寒冷ナル者ヲ烟筒

中ニ逐入シ且ツ其力ヲ以テ〔甲〕ヨリ之ヲ逐出セントス蓋シ〔乙〕ニ於テ受
クル所ノ壓力^a〔十〕ハ筒中ニ傳達スト雖也烟筒中ニ含有スル氣柱ノ重ハ
〔乙〕トナルガ故ニ〔甲〕ヨリ大氣ヲ逐出スルノ壓力ハ〔二十〕ト爲ルベシ
因テ其力ハ外氣ノ壓力ニ克ツ〔一〕ノ大サニ同シトス此氣流ノ速力ハ
〔一〕ノ大サニ關スルヤ固トヨリ言テ俟ス其筒長クシテ且ツ筒中ノ熱度
高ケレハ愈々大ナル速ヲ以テ氣流ノ交代ヲ起スベシ之レニ反シテ筒
中ノ氣却テ冷涼ナルトキハ反對ノ氣流ヲ起ス例之ハ洞窖ヨリ冷氣ノ
流出スル等ハ之レヲ以テ説明スルヲ得ベシ即チ内氣ハ外氣ノ如ク熱
ヲ得ルヲ能ハズシテ冷涼ナルヲ以テ却テ外氣中ニ流出スルナリ

第二章
三態變化

〔熔融〕凡ソ固体ハ充分ナル熱度ニ由テ熔融スル者多シ即チ固体ヨリ
液体ニ變移ス但シ其熔融スルニ先クテ熱ノ爲メニ分解スルヲナキ

ノ際ニ於テ然リ例之ハ有機体ノ如キハ未タ其熔融セサルニ際ニ分解
ヲ受クルモノ多シ物体若シ熔融スベキ本性ヲ有スルトキハ其熔融ス
ル熱度ハ一定ニシテ其定度ニ至ラサレハ決シテ熔融スルヲナシ其度
ヲ名ケテ熔融點ト云フ然レニ各種物体ノ熔融點ハ各甚タ殊別ナリト
ス即チ左表ニ就テ見ルベキガ如シ

鍛鉄	1500 乃至 1600°C
鋼鉄	1300 乃至 1400°C
鑄鉄	1050 乃至 1200°C
鍍金	1250°C
銀	1000°C
鍍銅	900°C
安知母尼	432°C
亞鉛	360°C
鉛	334°C
カドミウム	321°C
蒼鉛	265°C
ロゼ氏合鑛(即チ鉛蒼四 分鉛一分錫一分ヲ混合セシ者)	94°C
モルド氏合鑛(即チ蒼鉛四 分鉛二分錫一分カドミウム 一分ヲ混合セシ者)	71°C
那篤留母	90°C

加 留 母	58° C
燐	43° „
ステアリン酸	76° „
白 蠟	68° „
ステアリン	49°乃至43° „
冰	0° „
的列並油	—10° „
水 銀	—30° „

此表ニ由テ之ヲ觀レハ各種固体ノ熔融點ハ各殊別ニシテ又諸金屬ヲ混合スレハ其合鑛ノ熔融點ハ必ズ各成分ノ熔融點ヨリモ低キニ在ルヤ明ラカナリ

〔結温又潛温〕 零度ノ氷片若クハ雪ヲ零度ノ水ニ變化セシムルニハ夥多ノ熱ヲ要ス此熱ハ氷或ハ雪ヲ液体ニ變スルノミニ費用シ毫モ驗温器及ヒ人ノ觸覺ニ感スルコトナク全ク消失セルガ如キノ觀アル者ニシ

之レヲ名ケテ水ノ結温或ハ潛温ト云ヒ又熔融熱ト云フ若シ七十九度ノ水一磅ト零度ノ雪一磅トヲ混合スルハ零度ノ水二磅ヲ得ベシ然ラハ則チ七十九度ノ熱水零度ニ至ル迄冷却セラル、ノ際ニ放出シタル所ノ熱ハ驗温器ニ對シテハ毫モ痕蹟ナク消散シ只零度ノ雪ヲ零度ノ水ニ變スルガ爲メニ消費セラレタルヤ明瞭ナリ今零度ノ水二グラムニチ一度ニ至ル迄熱スルガ爲メニ要スル所ノ熱ヲ熱量ノ單位一個ト云ト看做ストキハ零度ノ雪或ハ氷ノ二グラムニチ熔融セシムルニハ熱量ノ單位七十九個ヲ要ス即チ二グラムノ雪或ハ氷ノ熔融スル際ニハ七十九個ノ熱ヲ潛藏即チ結合シタリ故ニ水ノ潛温ハ七十九ナリト云フ又之レヨリモ千倍巨大ナル熱量即チ零度ノ水二キログラムヲ攝氏ノ一度ニ至ル迄熱スルガ爲メニ要スル所ノ熱量ヲモ單位ト爲シテ用ユルコト穩ナラス

雪或ハ氷ノ熔融スル際結合即チ潛藏スルノ熱量ハ氷ノ分子間ニ於ケ

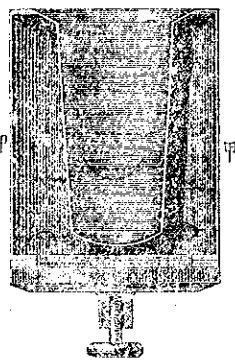
ル凝聚力ニ克テ其分子ヲシテ交互容易ニ動搖スルニ至ラシム然ラハ
則チ水中ニ有スル結温ハ其液体ノ景態ヲ保有スル作業ヲ爲スモノニ
シテ他ニ其作用ヲ逞フスル能ハス亦驗温器ニモ感スルコトナシ
冰或ハ雪ノ熔融スル際ニ於ケル如ク他ノ物体ノ熔融スル際ニ於テモ
亦然チ潜藏スルモノトス左ニ掲クル表ハ二三ノ物体ニ對スル潜温ノ
量價ニシテ「ペルソン氏」ノ確定セシ所ニ從フ者ナリ

5,0	
9,4	
47,4	加里
5,4	鉛
14,2	錫
28,1	亞鉛

此表ノ意ハ容易ニ之レヲ了解スベキモノニシテ即チ鉛ノ熔融スルニ
ハ五、四個ノ熱量ヲ要シ硫黃ノ熔融スルニハ九、四個ノ熱量ヲ要スルノ
義ナリ

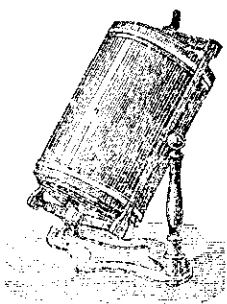
凡ソ固体ヲシテ液体ニ變化セシムルニ二法アリ一ハ熔融ニ由ル即チ
其体ガ液体ニ變化スルノ爲メニ要スル熱量ヲ他ヨリシテ之レニ賦與
スルナリ一ハ溶解ニ由ル即チ之レニ和シテ混合液体ヲ生成スベキ或
ル物質ト合和スルナリ或ル鹽類溶解ニ由テ液体ニ變化スルトキハ獨
ホ熔融ニ於ケル如ク其際必ス潜温ヲ要ス是故ニ毫モ他ヨリ熱ヲ得サ
ルトキハ溶解スベキ鹽類ト溶解セシムル液料トヨリ熱ヲ奪取スルノ
ミニシ熱ノ結合ヲ生スベシ茲ニハ其混和物ノ熱度漸次ニ低下セサル
ヲ得ス而シテ愈々多量ノ鹽類愈々急速ニ溶解スルハ熱度ノ低下愈々
著シトス因テ容易ニ溶解スベキ鹽類ヲノ急速ニ溶解セシムルハ非
常ニ其熱度ヲ低下セシムルヲ得ベシ特ニ其目的ニ適當スル者ハ硝酸
安母尼亞是レナリ第百九十七圖ノ甲乙ニ就テ其縱截シタル形狀ト其
全形トヲ示ス所ノ裝置ハ「トセリー氏」ノ造構セル所ニシテ急速ニ硝酸
安母尼亞ヲ溶解セシムルニ由テ冰或ハ他ノ物質ヲ凝結セシムルヲ得

第百九十七圖甲



ルモノトス其造構タルヤ延錐セル金屬版製
ノ〔甲〕ナル圓筒中ニ薄キ金屬版製ノ空圓錐
〔乙〕ヲ挿定ス其法ハ即チ此空圓錐ニ由リ〔甲〕中
ノ空洞ヲ二室ニ分割シ一ハ上方ニ開口シタ
ル空圓錐〔乙〕ヲ成シ一ハ下方ニ開口シテ〔乙〕ヲ

同



ノ其輪上ニ木蓋ヲ置キ螺旋ヲ以テ固ク之ヲ壓定ス斯ノ如ク技術ヲ完
了シタルトキハ其裝置ヲシテ轉倒セシメ〔丙〕ナル空室内ニ硝酸安母尼
ニヲ投入シテ凡ソ其高サノ過半ヲ填充シ且ツ殆ント其室ニ充盈ス
ル迄冷水ヲ注キ爾後〔乙〕ト同一ノ法ヲ以テ其空室ヲ閉塞シ全裝置ヲシ
一ノ冷水ヲ〔乙〕中ニ充テ而シテ後之レヲ護謨輪ヲ嵌
第百九十七圖〔乙〕ノ現狀ノ如シ今先ツ大凡ソ三分

テ八乃至十分間其軸ニ沿フテ廻轉セシムレハ〔乙〕ナル空圓錐中ニ清淨
ナル氷ヲ生成ス但シ其内部ニ於テハ尙ホ少許ノ氷ノ殘留スルヲ見ル
ベシ右ノ方法ヲ以テ溶解シタル鹽ハ其水分ヲ蒸發セシムルハ再ヒ
故形ニ復スルヲ得ルガ故ニ數回同一ノ鹽ヲ連用スルヲ得ヘシ
殊ニ著シク熱度ノ低下スルハ二種ノ固体交互ニ合和シテ混液ニ變移
スルノ際ニアリトス例之ハ零度ノ食鹽一磅ト雪或ハ細碎シタル氷ノ
三磅トヲ混和スレハ攝氏ノ零下二十度（ -20°C ）ニ低下ス是レ即チ通
常化學局ニ於テ諸般ノ試驗ニ供用スル所ノ起寒混和劑是レナリ次ニ
佗ノ起寒混和劑二三種ヲ掲グ

硝酸安母尼亞六分	水十分	十 13°C	乃至	— 13°C
雪三分	硫酸一分	0°	乃至	— 32°C
雪八分	稀硫酸五分	0°	乃至	— 33°
雪三分	格魯兒化加兒更母四分	0°	乃至	— 48°

但シ右ノ物質其應用ノ際ニ於テ愈々寒冷ナレハ熱度ノ低下スルモ亦愈々著シキヤ固トヨリ言テ俟ス

〔凝結〕凡ソ熔融シタル物体其液態ヲ保持スル爲メニ固有セル熱度ヲ失フキハ已ニ其舊態ヲ保持スルヲ能ハス必ス凝結シテ固体ニ歸スベシ或ル物体ノ正常ナル凝結熱度ハ其熔融點ト同一點ニアリトス即チ零度ノ雪ニ熱ヲ加フレハ熔融シテ零度ノ水ヲ得ル而シテ零度ノ水ヨリ熱ヲ奪取スルキハ凝結ノ零度ノ氷ト爲ル又錫ハ攝氏ノ二百三十度ニアリテ熔融シ其熱度ニシテ再ヒ凝結ス凡ソ液体ノ凝結スル際ニ於テハ其熔融ノ時ニ消滅シタル熱ハ再ヒ全ク遊離セサル可ラス或ル液体若シ其正常ナル凝結熱度ニアリテ凝結スルトキハ其際遊離スル所ノ熱量ハ容易ニ確知スルヲ得サルモノトス如何トナレハ其凝結スルヤ徐々ニシテ玆ニ遊離スル所ノ一定ノ熱量ハ長キ時間ニ分配セラレ能ク之レヲ視別シ得ヘキニ至ル迄熱度ヲ高昇スルヲナク其近傍周圍ニ

散失スレハナリ即チ其物体二三分子ノ凝結スル際ニ遊離スル所ノ熱ハ只之レニ隣接セル佗ノ分子ヲシテ暫時尙ホ其凝結ヲ遲延セシムルニ足ルノミナリ

殊ニ寒冷ナル液体ヲシテ充分靜置セシムル等各般ノ景況ニ在リテハ之レヲ凝結スルヲナクシテ正常ノ凝結熱度ヨリモ著シク低下スルヲ得ルモノトス若シ或ル方法ヲ以テ之レニ衝突ヲ與ヘテ凝結ヲ誘起スルトキハ一度ニ多量ノ液ヲ凝結シ其際熱度ハ乍チ正常ノ凝結點ニ昇ル「フアイレンヘー」氏ハ己ニ千七百十四年ニ於テ左ノ經驗ヲ爲セリ即チ全ク靜穩ナル水ハ凝結スルヲナクシテ零下十度ニ至ル迄冷却セラルハ「ワット」ヲナス而シテ之レニ微小ノ衝突ヲ與フレハ夥多ノ水量ヲ氷トナリ玆ニ其熱度ハ再ヒ零度ニ昇ルベシト水ノ表面若シ雰圍氣ノ壓ヲ受ケサル時即チ水面上眞空ナルトキハ零度以下ニ低下シタル水ノ凝結ヲ緩慢ナラシムルヲ更ニ容易ナリトス此性質ニ基ツキ第百

九十八圖ニ就テ示ス所ノ裝置ヲ造構セリ其裝置ハ水ノ凝結スルノ際
 第百九
 十八圖
 ニ於ケル熱ノ
 遊離ヲシテ常



ニ容易ク認視スルヲ得セシムベキ者トス其造構ハ即チ水銀驗溫器ノ
 圓壙部ヲシテ半ハ水ヲ以テ填タセル稍廣大ナル圓壙中ニ挿入ス而シテ
 之レヲ熔塞スルノ已前ハ右ノ廣大ナル圓壙ハ開口シタル小管「イ」ニ終
 リタリ是レ即チ水ヲ充盈セシムルニ要スル者ナリ今之レニ火熱ヲ與
 ヘテ水ヲ煮沸セシメ其一部分並ニ圓壙中ニ含有スル大氣ヲ逐出シ「イ」
 部ヲ熔塞スレハ其水上ニキハ真空ヲ生スベシ今先ツ其裝置ノ圓壙部ヲ
 雪中ニ挿入シテ驗溫器ヲ零度ニ至ル迄低下セシメ而シテ後起寒混合劑
 ニ由テ零下六乃至八度ニ寒冷シタル清澄ノ食鹽濃液中ニ没入スレハ
 驗溫器ハ徐々ニ二三度ヲ下降ス然レハ圓壙中ノ水凝結スレハ乍ラ再
 ヒ零度ニ昇ルベシ

又次亞硫酸曹達ハ攝氏ノ四十五度ニアリテ熔融ス而シテ其熔融シタル
 モノヲ靜置スルトキハ未ダ凝結セサルノ際其熱度ハ漸々周傍ノ熱度
 ト同一ナルニ至ルベシ然レハ之レヲ振盪スルニ由テ其凝結ヲ誘起ス
 ルトキハ其熱度ハ瞬間ニ於テ著シク昇騰スルヲ見ルベシ
 或ル液体或ル固体ト化合シテ一ノ固体ニ變スルモ亦熱ヲ遊離スル
 者ナリ例之ハ生石膏或ハ生石灰水ト化合シテ固体ニ移レハ溫熱ヲ起
 スガ如キ之レナリ斯ノ如ク含合物質ヲ構成スルノ際ニ發生スル著大
 ノ熱ハ其一部分ヲ舉ゲテ水ノ液態ヲ失フニ因リ其潛溫ノ遊離スル
 ニ歸スヘシトス

〔蒸氣ノ發生〕夏日若シ一器ニ水ヲ盛り大氣中ニ置クトキハ其水ハ
 蒸散シ去ルベシ即チ瓦私狀ノ水蒸氣トナリテ大氣中ニ瀰漫スルナリ
 抑モ水蒸氣ハ透明ナル瓦私狀ヲ爲スニ至リテハ全ク之レヲ認視スル
 コト能ハサル者ニシテ彼ノ溫湯等ヲ盛りタル器皿ノ周圍就中其上面

ニ於テ浮遊スル蒸霧ハ己ニ真正ノ水蒸氣ニアラス即チ水蒸氣ト寒冷ナル大氣ト相逢着スルガ爲メニ之ヲ稠化シ細小ナル水球ヲ爲セル者ナリトス

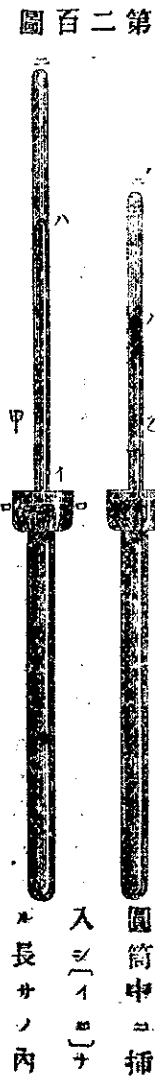
昔人誤テ謂ヘラシ水蒸氣ノ大氣中ニ播賦スルヲ狀ハ恰モ水中ニ鹽ノ溶解セルカ如シト然ルニ「ダルトン」氏ニ至リ真空内ニ於テモ能ク水蒸氣ヲ發生スルヲ得且ツ茲ニハ大氣ヲ充盈セル局處ニ於ケルヨリモ迅速ナルガ故ニ蒸氣ノ發生スルハ毫モ大氣ニ關スルナキヲ確證セリ今真空内ニ蒸氣ノ發生スルヲ觀察スルニハ己ニ上篇ニ於テ説述セタル「トリセリー」氏ノ氣壓試驗ニ供セシ裝置ヲ應用スルヲ適當ナリトス第百九十九圖ニ示ス如ク水銀ヲ充盈セル三硝子管ヲ以テ水銀ヲ盛り



水銀上ノ真空ナルヘキハ固トヨリ言テ俟タズ今曲管ヲ以テ少許「エーテル」ヲ「ロ」管中ニ入ル、其ハ直チニ真空中心ニ昇リ水銀ハ其瞬間ニ於テ下降シ水銀柱ノ頂端ハ大凡ソ驗氣器ノ高サノ半バニ「例」ハ至ルベシ此原因ヤ只真空中ニ發生シタル「エーテル」蒸氣ノ張力ニ歸スヘキノミ故ニ水銀ノ下降スル大小ハ其「エーテル」蒸氣彈力ノ強弱ニ對スル度量ナリ今「エーテル」蒸氣ニ由テ壓下セフレタル水銀頂ハ最初真空ナリ「フ」水銀頂ニ「ヨリ」低キ「四百」ミリメートル「ナリ」ト假想スレハ「エーテル」蒸氣ノ「ロ」管中ナル水銀ヲ壓スル力ハ「四百」ミリメートルノ水銀柱ノ重ニ等シトス今「ロ」管中ニ入ル「エーテル」ヲ以テセズシテ水ヲ以テ之レニ代ヘ真空内ニ昇騰セシムルトキハ其際水銀ノ壓下セラル、ヤ「エーテル」ヲ用キタルトキニ比スレハ甚タ少小ニシテ例之ハ「ハ」下ルベシ其熱度若シ攝氏ノ十八度ナルキハ水銀ノ壓下セラルハ大凡ソ十五「ミリ」メートル「止」マル即チ水蒸氣ノ張力ハ茲ニ於テ十五「ミリ」メートル

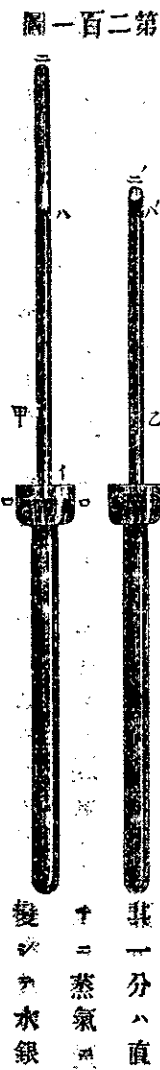
トルノ水銀柱ノ壓ハ平均セリ

〔蒸氣張力ノ極大度〕全ク蒸散シ尽クルコト能ハサルベキ多量ノ液体(即チ真空内ニ其蒸氣ヲ飽充スルモ尙ホ殘留スベキ液量ヲ云フ)ヲ眞空中ニ來タストキハ其蒸氣ノ性質ハ一般ノ氣體ト著大ナル區別ヲ生ス即チ斯ノ如キ蒸氣ハ已ニ「マリオット」氏ノ定則ニ從ハサル者ナリ右ニ説述スル所ノ理由ヲ精確ニ了解スルガ爲メニハ更ニ「マリオット」氏ノ試驗ヲ反復スベシ第二百圖ニ示ス如ク〔甲〕ナル硝子管ヲ〔ロロ〕ナル



〔イ〕ナル長サハ水銀〔ハ〕ナル長サハ大氣ヲ包有セシメ之レヲ圓筒中ニ壓入スルヲ本圖ニ於ケル〔乙〕管ノ現狀ハ如クヌレハ大氣〔コハ〕ナル短小ノ位置ニ壓縮セラル此際張力亦強大ナリ管ノ低下スルヲ隨ヒ

水銀柱頂ハ〔ロ〕ナル高サヨリ下タリテ〔ハ〕ノ高サニ至ル今其試驗ニ於テ大氣ニ代ユルニエトテ〔蒸氣ヲ以テシテ之レヲ實施スル爲メト〕セシメ〔イ〕氏ノ管ニ可及的大氣ヲ逐除シタル水銀ヲ充填シ大凡ソ〔二〕センチメートルノ餘地ヲ留ムルニ至リ之レニ大氣ヲ驅除シタル〔エ〕氏ノ管ヲ充盈セシメ而テ後指頭ニテ管口ヲ閉塞シ水銀ヲ盛りタル圓筒〔ロロ〕中ニ倒挿スルヲ第二百一圖ニ示スガ如クスレバ〔エ〕氏ノ管中ニ水蒸騰シ



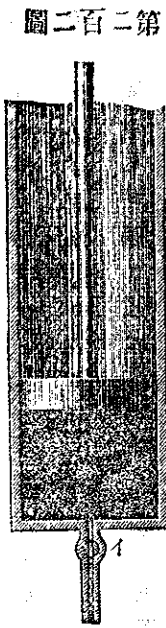
ヲ壓下スルヲ前章已ニ説述セシ所ニ異ナラズ然レモ〔エ〕氏ノ管中ニ一分ハ尙ホ依然トシテ液態ニ止マリ水銀上ニ殘留ス然ルニ雖モ〔イ〕氏ノ管中ニ壓下シ〔甲〕ノ景況ヲ〔乙〕ノ景況ニ取テシメハ其假令蒸氣ヲ含有スル局處〔イ〕ノ漸々狹小ト爲ルト雖モ水銀柱ノ頂點ハ依然其高サヲ

變スルヲナシ然ラハ則チ「エーテル」蒸氣ヲ充盈シタル局處ヲ狭小ニスルモ其蒸氣ノ張力ハ強盛ト爲ラサルヤ明ラカナリ茲ニ其管ヲ壓下スルヲ愈々強ケレハ「エーテル」液ノ容量ハ愈々増加ス是ニ由テ之ヲ觀レハ「エーテル」蒸氣ヲ以テ充盈シタル局處ヲ狭小ト爲セバ再ヒ蒸氣ノ一分ヲ稠化シ液体ノ「エーテル」ト爲スノ作用ヲ逞スベシ但其際殘餘ノ蒸氣ハ毫モ其張力ヲ變スルヲナシ故ニ「エーテル」蒸氣ヲ充盈シタル局處ヲシテ二分ノ一、三分ノ一、四分ノ一等ニ壓縮スルトキハ蒸氣ノ二分ノ一、三分ノ二、四分ノ三、等ヲ濃縮シ斷ヘス其管ヲ壓下スレハ蒸氣全ク濃縮シテ水銀柱上ニハ液体ノ「エーテル」ノミヲ存留スルニ至ルベシトス

以上記述スル如ク或ル液体ヨリ發生シタル蒸氣ヲノ狭小ノ局處ニ壓縮セシムルモ其彈力ヲ増加スルヲ能ハサルノ景態ニアルキハ此蒸氣ヲ名ケテ飽和蒸氣ト云フ其蒸氣ハ即チ己レノ存在セリ局處ニ於ケル

現在ノ熱度ニシテ張力ノ極度ヲ有スル者トス若シ第二百一圖ニ就テ示シタル「乙」ノ景況ヲ變シテ再ヒ其管ヲ高位ニ提扛スルトキハ水銀柱ノ頂點ハ尙ホ同一ノ高サヲ保有ス然ラハ則チ管ノ上部ニ於ケル蒸氣ノ張力ハ其占領スル局處ヲ廣大ニスルト雖モ其張力ヲ變スルヲナシ蓋シ假令其占有セル局處ヲ廣大ニスルモ乍ラ其液体ヨリ蒸氣ヲ發生シ其蒸氣ハ終始飽和ノ景態ヲ保持シ即チ其張力ハ常ニ極大度ニ在ルベキヲ以テナリ然レモ或ル局處若シ蒸氣ヲ以テ飽充セラルハノミニシテ更ニ蒸氣ヲ發生セシムベキ液体ノ現在スルヲナキハ其占有セル局處ヲ廣大ニスルニ從ヒ其蒸氣ハ必ス膨脹スベシ此ニ於テハ己ニ飽和シタル蒸氣ニアラス且ツ其張力モ亦極大度ニ在ラスシテ全ク尋常瓦私体ノ如キ性質ヲ具有スルナリ未ダ飽和セサル蒸氣ノ張力ハ之レヲ壓縮スルニ隨テ強大ト爲ルベシ但シ其蒸氣再ヒ飽和シ張力ノ極大度ヲ達スルノ度ニ至レハ更ニ之レヨリモ増大スルヲナカルベシ今次

第一例ヲ詳記スベシ第二百二圖ニ示ス如ク一平方デシメートルノ横
 一、例ヲ詳記スベシ第二百二圖ニ示ス如ク一平方デシメートルノ横
 截面ヲ有スル空圓塼ヲシテ
 一條ノ管ニ由テ或ハ蒸氣罐
 ト連通セシメ而シテ其蒸氣



罐内ノ水ヲ熱シテ百度ニ至リ空圓塼自己モ亦百度ニ熱セラレタル周
 圍ノ中ニ在リ空圓塼中ニ存スル吸子ハ最初圓塼ノ底面ニ在リシモ今
 之レヲ提上スルコトニ「デシメートル」ナルトキハ其吸子下ニハ一立方
 「デシメートル」ノ内積ヲ生ゼテ茲ニ百度ノ熱ニシテ一氣壓ノ張力ヲ有
 スル飽和水蒸氣ヲ充盈ス而シテ其水蒸氣ノ重量ハ正ニ〇、六グラム「ナリ
 今」ナル活栓ニ由リテ圓塼内ト蒸氣罐トノ連通ヲ斷止シ更ニ吸子ヲ
 提上スルトキハ彼ノ〇、六グラム「ノ水蒸氣ハ復タ其全内積ニ廣散スヘ
 シ然レモ其際水蒸氣ハ已ニ飽和セサルモノトス例之ハ底面ヲ距ル「
 四」デシメートル「ノ高サニ吸子ヲ提上スルトキハ〇、六グラム」ノ水蒸氣

ハ四立方デシメートル「ノ内積ニ擴充スヘシ故ニ每一立方デシメー
 ル」ノ内積ニハ只〇、一五グラム「ノ水蒸氣ヲ包有スル」ミナルヘシ而シ
 其張力ハ一氣壓ノ四分一ニ當レリ今再ヒ其吸子ヲ壓下スレハ未ダ飽
 和セサル所ノ水蒸氣ハ「マリオット」氏ノ定則ニ隨テ漸々濃厚トナリ
 其張力モ亦増加スヘシ而シテ吸子ハ遂ニ最初ノ位置ニ歸リ圓筒ノ内
 積一立方デシメートル「ニ至ルトキハ蒸氣再ヒ飽和シ更ニ吸子ヲ壓下
 スルモ其張力ハ已ニ増加スルコト能ハス例之ハ吸子ヲ壓シテ底面ヲ
 距ルコト半デシメートル「ノ位置ニ降下セシムルトキハ其内積ハ半立
 方デシメートル「ニ減シ茲ニハ一氣壓ノ張力ヲ有シタル〇、三グラム」ノ
 水蒸氣ヲ存シ佗ノ一半即チ〇、三グラム「ノ水蒸氣ハ再ヒ凝泣シテ液体
 「即チ水」トナレリ上文ニ於テハ罐中ノ水百度ノ熱ヲ有シ且ツ圓塼並ニ
 其周圍モ亦百度ノ熱ヲ有スルモノト看做シタリト雖モ尙ホ高度ノ熱
 ニ在テハ每一立方デシメートル「ノ内積ニハ〇、六グラム」ヨリモ多量ノ

水蒸氣ヲ含ミ低度ノ熱ニアリテハ之レニ反シテ少量ノ水蒸氣ヲ含有スベシ然レニ之レヲ超過シテハ蒸氣ノ張力モ其稠度モ共ニ増加スルヲ能ハサル一ノ定限アリテ各熱度ニ屬スルモノトス是ニ由テ之ヲ觀レハ瓦私ト蒸氣トハ只其比較的ノ區別ヲ有スルノミニシテ眞ニ其性質ヲ異ニスル者ニ非サルヤ明テカナリ飽和シタル蒸氣ト雖モ其占有スル局處廣大ナレバ通常瓦私ノ景態ニ移リ又之レニ反シテ多數ノ瓦私例之ハ炭酸瓦私安母尼亞瓦私亞硫酸瓦私等ハ非常ノ壓縮ト互塞トニ由テ液体ニ變移スルヲ得ベシ加之近時「ビクテ」氏及「ヒカイエテ」氏ノ試驗ニ因レハ決シテ液体ニ變ス可カラサルモノト信憑シテ永久瓦斯ノ名ヲ帶ハシメタル水素酸素等ノ諸瓦私モ亦非常ノ壓力ヲ加フレバ其液化スルヲ見タルカ故ニ所謂蒸氣ト瓦私トノ區別並ニ永久瓦斯ノ目ハ全ク廢絶セリト云フモ可ナリ

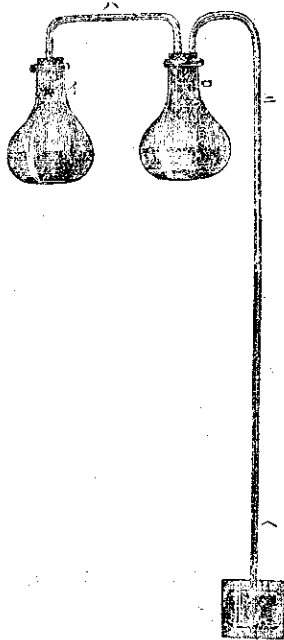
〔飽和蒸氣ノ張力ハ熱度ニ關ス〕飽和シタル蒸氣ノ張力ハ壓

縮ニ由テ増加スルヲナシト雖モ熱度昇騰スレハ隨テ其張力ヲ増盛スルモノナリ即チ飽和蒸氣ノ張力ハ熱度ニ關ス飽和シタル蒸氣ノ張力ト熱度トノ間ニ存スル關係ニ就テハ前章已ニ説述シタル蒸氣壓壓器ニ由テ之ヲ確證スルヲ得ヘシ例之ハ「エーテル」蒸氣ヲ發生セシメタル管中ニ於テ熱度正ニ零點ニ在ルトキニハ水銀柱ヲ壓下スルヲ僅カニ百八十二「ミリメートル」ニ止マルト雖モ攝氏ノ三十度ニ在テハ已ニ六百三十七「ミリメートル」ニ至ルベシ

飽和シタル水蒸氣ノ張力ハ大氣ノ中等熱度ニ在リテハ僅々一二「ミリメートル」ノ水銀柱ニ平均スルヲ得ベシト雖モ高熱ノ際ニハ最強ノ蒸氣壓壓器ニ至ル

熱度ノ昇騰スルニ當リテ飽和蒸氣ノ張力増加スル所ノ定則ハ次章ニ於テ之レヲ詳述スベシ茲ニハ只或ル一局處ノ各部ヲ不同等ニ熱スルニ際其局處ニ存スル蒸氣張力ノ極度ハ如何ノ景況ナルカヲ驗セン

欲ス即チ瓦私体平均ノ理ニ隨ヘハ其占有スル局處ノ各部ニ於テ其張力ハ同一ノ強度ナルベキノ理ナリ然ルニ寒冷ナル部ニ於テハ其蒸氣ノ張力溫熱ノ部ニ於ケル如ク大ナル能ハス故ニ全局ニ於ケル蒸氣ノ張力ハ最モ寒冷ナル部位ニ於ケルト同一ノ張力ヲ有ス即チ溫熱ナル部位ニ於テハ其現在ノ熱度ニ一致スヘキ張力ノ極度ニ達スルヲ能ハズ此原理ハ第二百三圖ニ舉示セル裝置ノ幫助ヲ以テ之レヲ解明スル



〔ロ〕ナル爆ヲ閉塞スルキヨルクヲ經過下方ニ向テ曲リタル第二ノ管〔ロ〕ヲ挿入ス今之レヲ熱ノ〔イ〕及ヒ〔ロ〕中ニ於ケル〔エ〕ヲテルヲ煮沸セシ

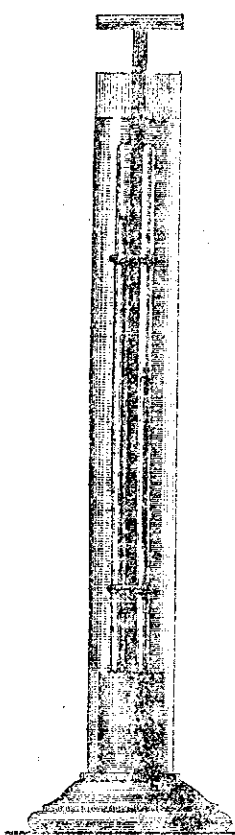
ヲ得ヘシ即チ二個ノ小硝子罐〔イ〕及ヒ〔ロ〕ニ少シ許ノ〔エ〕ヲテルヲ包有セシメ〔ハ〕ナル硝子管ニ由テ之レヲ連通ス而シ

ムレハ其蒸氣〔ロ〕管ヲ經テ逸出シ其中ニ存スル大氣モ亦共ニ裝置中ヨリ誘出セラル玆ニ〔ニ〕ナル管ノ下端ヲ以テ水銀ヲ盛リタル皿中ニ挿入シ〔エ〕ヲテルノ煮沸ヲ生起セシメタル熱源ヨリ遠サシルトキハ〔イ〕及ヒ〔ロ〕ハ共ニ其周圍ノ熱度ニ至ル迄冷却セラレハナルベシ其際裝置中ノ蒸氣ノ張力ハ減弱シテ一定ノ限界ニ至リ之レガ爲メ水銀ハ〔ロ〕管中ニ於テ一定ノ高サニ昇ル但シ其高サハ周圍ニ於ケル大氣ノ熱度ニ關シテ多少アリ今一個ノ小硝子罐ヲ雪或ハ寒水中ニ沈没スルハ水銀直ニ管中ニ昇リ其高サハ兩硝子罐同様ノ寒冷ニ達フタル位ト同一ノ度ニアリトス寒冷セラレタル罐中ニ於テハ先ツ〔エ〕ヲテル蒸氣ノ凝粒ヲ起セドモ茲ニ其蒸氣ノ凝粒スルニ等シキ量ノ〔エ〕ヲテル蒸氣ハ不斷溫熱ナル罐ヨリ寒冷ナル罐中ニ移流スルガ故ニ其張力ハ兩罐中ニ於テ同様ナルモノナリ後章ニ於テ詳述スヘキ蒸氣器械ニ於ケル濃縮器モ亦此原理ニ基キテ造構シタル者トス

〔水蒸氣ノ張力〕

水蒸氣ノ張力ヲ確定スルニハ種々ノ裝置ヲ要ス
即チ零度ト百度トノ間ニ於ケル熱ニ對スル者或ハ百度以上ノ熱ニ對
スル者等之レナリ零度ト百度トノ間ニ於ケル熱度ヲ有スル水蒸氣ノ
張力ヲ試驗スルニハ第二百四圖ニ示ス所ノ裝置ヲ使用ス此裝置ハ二

第二百四圖



個ノ驗氣器
管ヲ一槽中
ニ並立セシ
メタル者ニ

ノ其管ノ一個ハ全ク眞ノ驗氣器ヲ成シ他ノ一個中ノ水銀上ニハ少許
ノ水アリテ其一分已ニ管內ノ眞空中ニ蒸散セリ今鉄杆ノ介助ヲ以テ
此兩管ヲテ非常ニ深キ硝子圓筒ノ中ニ沈入セシメ其圓筒中ニ水ヲ
充盈シ零度ト百度トノ間ニアリテハ隨意ノ熱度ニ達スルヲ得セシム
ベシ此水中ニ挿入シタル驗溫器ニ由テ確定セラレタル水中ノ熱度ハ

同時ニ兩驗氣器ノ熱度及ヒ其一管中ニ存スル水蒸氣ノ熱度ヲ示スモ
ノナリ今各熱度ニ屬スル水蒸氣ノ彈力ヲ確知スルニハ驗氣器管中ノ
水銀頂點他管中ノ水銀柱頂ヨリ幾何低キニ位置スルヤヲ知了スルニ
由ルベシ

百度以上ノ熱ニアリテ蒸氣ノ張力ヲ計測スルニハ下文ニ説述スル所
ノ方法ヲ以テスヘシ第二百五圖ニ示ス如ク長キ硝子管ニ圓壩部ヲ熔
着スルノ狀殆ント彎曲驗氣器ノ管ノ如ク長キ硝子管モ短キ圓壩部
モ最初ハ開口シタル者ニシテ若シ之レニ水銀ヲ注入スレハ其頂兩
管中ニ於テ同高ニ在ルベキ固トヨリ言テ俟タズ今試驗セント欲スル

第二百五圖



液体例之ハ水
ヲ圓壩中ニ充

盈シ而シテ後暫ク之レヲ熱シ蒸沸セシメ大氣悉ク逸出シタルトキ〔イ〕ニ
於テ之レヲ熔塞ス故ニ圓壩中ノ水銀上ニハ只尙ホ水ト水蒸氣トヲ存

スルノミニシテ其水蒸氣ハ裝置ヲ冷却スルニ當リテ濃縮スベシ今此
 裝置ノ圓壩部ヲ百度以上ニ熱シタル油中ニ没入スルハ水蒸氣ヲ發
 生シテ圓壩中ノ水銀ヲ壓シ而ノ水銀ヲシテ長管中ニ昇ラシム其水銀
 ノ昇リタル高サヲ以テ蒸氣ノ張力ヲ決定スルヲ得ル例之ハ其油正ニ
 百二十一度ニ至ル迄熱セラレタリトスレハ管中ニ水銀ノ昇ルヲ圓壩
 中ノ水銀面ヲ超エテ二十八ツオールナリ然ラハ則チ圓壩中ノ蒸氣ハ二
 十八ツオール即チ七十六センチメートルノ水銀柱ニ加フルニ其上面ニ
 壓スル一氣壓ヲ以テシタル所ノ壓ニ等シキ彈力ヲ有ス即チ百二十一
 度ニ於ケル水蒸氣ノ張力ハ正ニ二氣壓ニ等シトス
 右ノ裝置ニ於ケル管ノ破裂ヲ防キ且ツ昇降シタル水銀柱ノ高サヲ計
 測シ得ヘキガ爲メ其管ニハ割度表ヲ有スル板片ヲ固着スベシ管ノ長サ
 若シ充分ナルトキハ此裝置ヲ以テ三乃至四氣壓ノ強度ニ至ル水蒸氣
 ノ張力ヲ計測スルヲ得ヘキモノトス強盛ナル張力ヲ計測スルニハ已

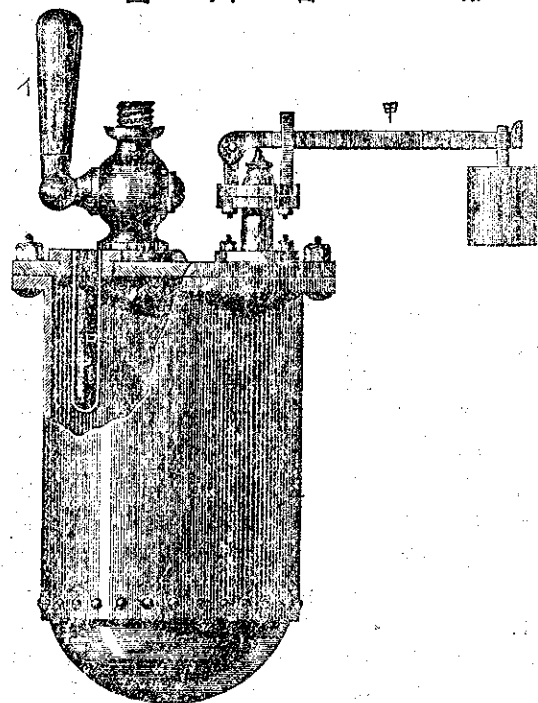
ニ上篇ノ第二百四十四圖ニ就テ示セシ原理ニ基キテ造構シタル裝置
 ヲ供用ス即チ第二百五圖ニ掲クル裝置ノ管中ニ於テ其水銀ノ上ニ一
 定量容ノ大氣ヲ閉有セシメ其管ノ上口ヲ熔塞ス今圓壩中ニ蒸氣ヲ發
 生シ管中ノ水銀ヲ壓上スレハ水銀上ニ閉存セル大氣ハ壓縮セラレマ
 リオット氏ノ定則ニ從テ彈力ノ増盛スルヲ以テ頗ル強盛ナル水蒸氣
 ノ彈力ヲモ計測スルヲ得ヘキモノトス
 左ニ掲クル表ハ各異ノ熱度ニ對スル水蒸氣張力ノ極大度増極ヲ示ス
 者ナリ

（キログラム）ヲ 以テ計稱スル 一平方センチチ メートル上ノ 壓力	（キログラム）ヲ 以テ計稱スル 一平方センチチ メートル上ノ 壓力
5	0,007
9	0,013
17	0,023
30	0,042
51	0,072
89	0,126
145	0,196
229	0,311
352	0,478
525	0,714
760	1,033

熱度	「キログラム」ヲ以テ計稱スル一平方センチメートル上ノ壓力	熱度	界氣壓ヲ以テ計稱スル張力
0	1,03	100	1
10	2,07	121	2
20	4,83	145	4
30	6,20	160	6
40	8,26	172	8
50	10,26	182	10
60	10,33	200	15
70	15,49	215	20
80	20,66	226	25
90	25,82	236	30
100	30,99		

右ノ表ニ就テ觀ルベキカ如ク蒸氣張力ノ増盛スルハ熱度ニ比スレハ甚タ巨大ナル比例ニ在リトス即チ熱度増盛ノ際ニハ熱度低下ナル際ト同様ニ熱度ノ増加スルモノナレドモ張力ノ増加スルハ遙カニ之レニ超越セリ例之ハ百度ヨリ百二十一度ニ至ル迄其熱ヲ昇騰スレハ二十一度ノ増熱ノ爲ノ蒸氣ノ彈力ハ只一氣壓ヲ増加スト雖ヒ二百二

第 二 百 六 圖



十六度ヨリ二百三十六度ニ至ル迄増熱スレハ熱度ノ増加ハ僅カニ十度ナレトモ蒸氣ノ張力ハ已ニ五氣壓ノ増加ヲ見ルベシ然ラハ則チ二百二十六度ト二百三十六度トノ間ニ於テハ水蒸氣ノ張力ヲ一氣壓ノ増加ヲ得セシムルニハ大凡ソ二度ノ増熱ヲ以テ足レリトス熱度ノ増加スルニ隨テ蒸氣張力ノ増加スルノ狀ハ一ノ小蒸氣罐即チ所謂「バビン」氏蒸氣罐ノ補助ヲ以テ之ヲ認視スルヲ得ベシ

シ第二百六圖ニ示ス所ハ即チ此裝置ニシテ固シ螺定シタル蓋覆ニ於テ三個ノ孔穴アリ其一孔口ニハ所謂安全瓣(甲)ヲ具有ス其瓣ハ上篇第百七十七圖ニ就テ示シタル(ホ)ニ同シ第二ノ孔穴ニハ罐内ニ達スル鉄製ノ小管(ロ)ヲ螺定シ其管ニハ少シク水銀ヲ包有ス第三ノ孔穴ニハ一ノ短管ヲ具有ス此管ニハ種々ノ嘴管ヲ螺嵌シ得ヘク且ツ活栓ニ由テ容易ニ開閉スルヲ得ルモノトス但シ其活栓ハ(イ)ナル柄ニ由テ容易ニ其開閉ヲ得ベシ今其全罐三分ノ二ニ盈ツル迄水ヲ注入シ活栓ヲ開キタル儘ニ充分鐘ヲ熱スレハ暫時ノ後水ハ煮沸ス此際(ロ)ナル管ノ水銀中ニ挿入シタル驗溫器ハ終始煮沸點ノ熱度ヲ指示ス然レニ其活栓ヲ閉ルヤ否ヤ蒸氣ハ逸出スルノ路ヲ失ヒ乍ラ驗溫器ノ昇騰スルヲ見ルベシ罐中蒸氣ノ張力ハ愈々増加シ遂ニ其強盛ヲ極メテ安全瓣ヲ壓上シ之レヨリ多少ノ蒸氣ヲ逸出ス例之ハ瓣ノ横截面積ハ一平方センチメートルトルトシ而シテ(甲)ナル槓杆臂ニ重物ヲ懸垂シ瓣上直チニ一キロ

グラムノ重物ヲ負載スルニ均シキ量價ナリト假定スルトキハ驗溫器攝氏ノ百二十一度ニ昇騰シタルノ際蒸氣ハ瓣ヲ壓上スベシ蓋シ此熱度ニアリテハ蒸氣ノ張力ハ二氣壓ノ壓力ニ等シク而シテ槓杆臂ニ懸ケタル重サト數圍氣ノ壓トヲ總計シテ正ニ二氣壓ニ等シケレハナリ熱度増加スルニ隨テ水蒸氣張力ノ増盛スルニ二様ノ原因アリ今或ル閉塞シタル一局處ヲ充填スルニ百度ノ水蒸氣ヲ以テシタリ(即チ一氣壓ノ張力ヲ有スル飽和蒸氣ヲ充盈シ水ハ己ニ一滴ヲモ存在スルヲシト)ト假想シ此局處ノ熱度ヲ百二十一度ニ至ル迄昇騰セシムルトキハ其中ノ蒸氣ハ愈々擴張セントスベシ然レモ其欲スル所ノ擴張ヲ得サルヲ以テ自ツカラ其張力ヲ増盛ス今此蒸氣ハ只飽和シタルモノニ非スシテ已ニ過度ノ熱ヲ帶ヒ瓦私ト同一ノ性質ヲ具有ス是レ其原因ノ一ナリ然レニ其局處ニ於テ尙ホ水ヲ存スルハ熱度ノ増加スルニ隨テ更ニ一定量ノ蒸氣ヲ發生スヘシ茲ニ百度ヨリ百二十一度ニ至ル迄

熱度ノ増加スルニ一致シテ飽和蒸氣ノ張力、一氣壓ヨリ二氣壓ニ至ル迄増加スル所以ハ主トシテ蒸氣愈々稠密トナリ之レカ爲メ強大ナル壓力ヲ發起スルニ歸スベシ是レ亦佗ノ一原因ナリトス

〔水蒸氣ノ佗各種蒸氣ノ張力〕 水ナラサル液体例之ハ酒精、エ

ーテル、硫化炭素等飽和蒸氣ノ張力モ亦熱度ニ關スルヤ否ハ前章己ニ説述シタル所ノ驗氣器樣ノ裝置ニ媒介シテ之レヲ確知スルヲ得ヘシトス夫レ界圍氣壓ノ下ニ於ケル或ル液体ノ沸騰點ハ其液ノ飽和蒸氣ノ張力正ニ界圍氣壓ニ均同ナル時ニ於ケル熱度ナリトス然ラハ則チ凡ソ液体ハ蒸氣皆其沸騰點ニ於テ同等ノ張力ヲ有スルモノトス〔ダルトン〕氏ハ其沸騰點ヨリ増昇若シハ低減スル或ル一定ノ熱度ニ於テハ各種液体ノ蒸氣張力ハ總テ同等ナルベシト信セリ然レモ實際其定則ヲ確證スルヲ能ハス左ニ掲クル一表ハ〔レニヨリ〕氏ノ試驗成績ニシテ二三液体ノ蒸氣張力ヲ示ス者ナリ

熱度	亞爾簡保兒	硫化炭素	エーテル
—20	3,3 ミリメートル	—	69,2 ミリメートル
0	12,7 同	127,3 ミリメートル	182,3 同
+20	44,0 同	298,2 同	434,8 同
50	220,3 同	852,7 同	1268,0 同
100	1685,0 同	3321,3 同	4920,4 同

或ル液体ニシテ其沸騰點ノ中等氣温即チ常溫以下ニ位スル者アリ斯ノ如キ物体ハ通常ノ景ニアリテハ液体ト爲リテ存在スル能ハス常溫及ヒ通常ノ氣壓ヲ受クル際ニハ只瓦私狀ニ止マルベシ若シ之ヲノ液体ニ變化セシムルニハ其瓦私ヲ濃縮シ且ツ冷却スルヲ要ス例之ハ亞硫酸ハ零下十度ニアリテ沸騰シ硝子管中ニ熔塞シタル亞硫酸瓦私ノ飽和蒸氣ハ二十六度ノ熱ニ逢フテ己ニ大凡ソ五氣壓ノ壓力ヲ發起ス其他藏瓦私〔青素〕安母尼亞瓦斯炭酸瓦斯等モ亦之レニ同シク壓搾且ツ冷却スルニ由テ液体ニ稠化スベシ流動炭酸ノ蒸氣ハ零度ノ候己ニ三十六氣壓ヲ發シ三十度ニシテ己ニ七十三氣壓ノ張力ヲ起ス

〔氣罐〕 瀝機ノ運動ヲ營ミ或ハ蒸氣ヲ以テ居室若クハ製造品ニ煖熱スル等ノ如キ夥多ノ水蒸氣ヲ要スル際ニハ特殊ニ造構シタル瀝罐ヲ以テ其用ニ供ス但シ其大小形狀等ハ之レヲ應用スル目的ノ異ナルニ從テ各一様ナラスト然レモ左ニ舉示スル所ノ五部分ハ其單簡ナ

ルト複雜ナルトナ問ハス全ク欠クヘカヲサルノ要部ナリトス

第一 導瀝管ナリ此管ハ蒸瀝ヲシテ瀝罐ノ上部ヨリシテ之レヲ使

用スルノ局處ニ輸導スル者ナリ

第二 償水管ナリ此管ハ蒸散ノ爲メニ消費セル水量ヲ補償スルガ

爲メ再ヒ瀝罐中ニ水ヲ輸送スルノ目的ヲ有ス但シ其作用多クハ

壓搾唧筒ニ由ル

第三 淨罐孔一名人孔ナリ此孔穴ハ凡ソ一男子ノ出入シ得ヘキノ

大サニシテ罐中ヲ洗淨スヘキ時ニ臨ミ之レヨリ人ノ出入ヲ爲ス

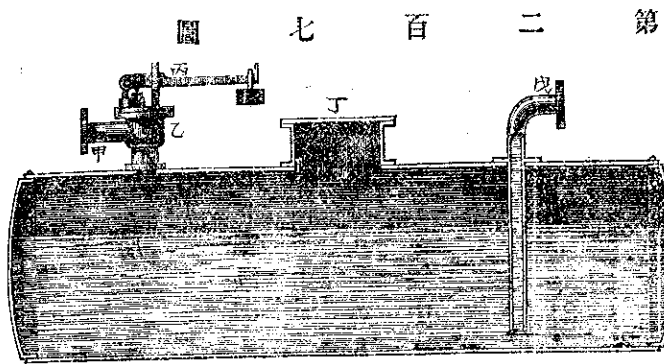
ノ目的ヲ有ス故ニ人孔ノ名アリ平常ハ金屬版ヲ以テ之レヲ螺塞

ス

第四 安全瓣ナリ

第五 水平驗器ナリ是レ即チ罐中ニ於ケル水平ノ高サヲ現ワスノ

裝置ナリトス



第二百七圖ニ示ス所ノ蒸罐ハ極メテ單一ナル者ニシテ之レニ就テ上文説述シタル部分ヲ舉クレバ即チ「甲」ハ導蒸管「戊」ハ償水管「丙」ハ安全弁「丁」ハ人孔「己」ハ水平驗器之レナリ此水平驗器ハ種々ノ方法ヲ以テ造設スルヲ得ルト雖モ茲ニ示ス者ハ一個ノ硝子管ニシテ水平ノ位置ヲ取レル黃銅製ノ小管ニ由テ蒸罐ノ上部及ヒ下部ト連通シ其硝子管中ノ水ハ罐内ノ水ト終始同一ノ水平ニ止マシムベク裝置シタル者ナリ蒸罐ノ直徑愈々大ニシテ且ツ其中ニ包有スベキ蒸氣ノ張力愈々強盛ナルトキハ蒸罐ノ側壁愈々強厚ナルヲ要スルヤ固トモリ言チ俟タズ蒸罐破裂ノ危害ヲ防護スル爲メ開明諸國ノ政

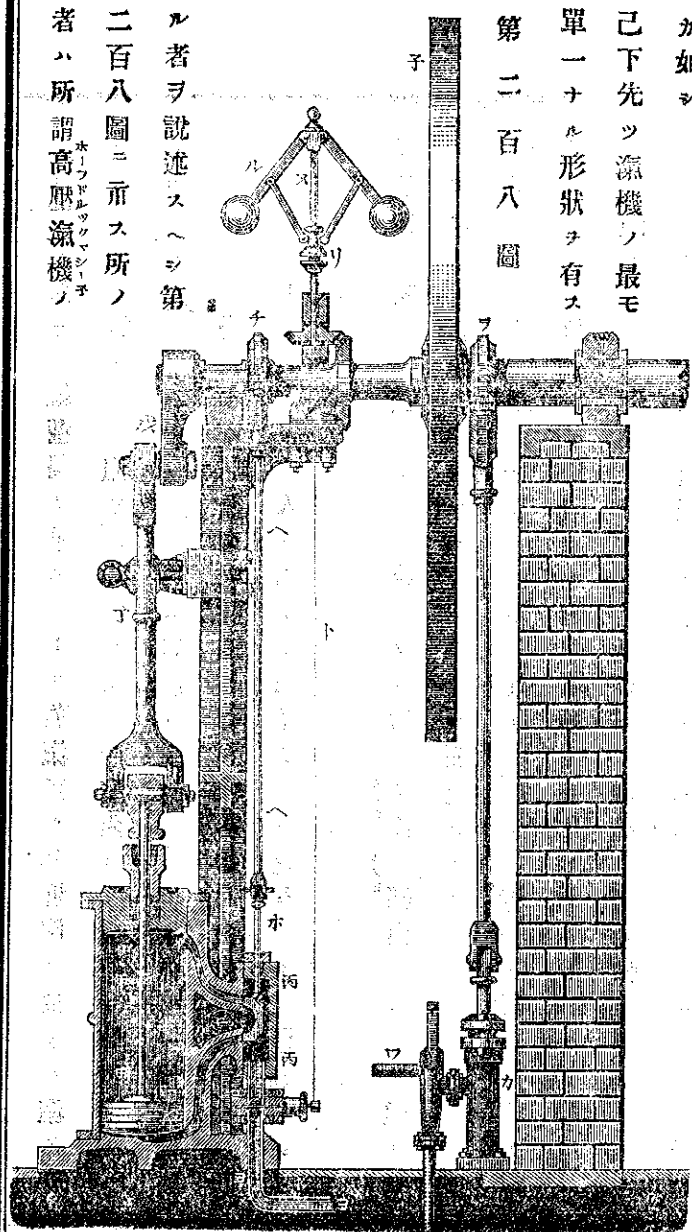
府ニ於テハ蒸罐ノ製造法ニ就テ特別ノ法律ヲ設ク即チ蒸罐側壁ノ厚サト其直徑及ヒ蒸氣張力トノ對稱ハ必ス一定ナルヲ要セリ例之ハ佛國ノ法律ニ從ヘハ鉄版或ハ銅版製ノ蒸罐ニシテ「五」メートル「即チ半メートル」ノ直徑ヲ有スル者ニアリテハ其厚サト張力ノ對稱ハ下文ニ説述スル如クナルヲ要セリ即チ二氣壓ノ張力ヲ有スル者ニアリテハ蒸罐ノ厚サ三、九「ミリメートル」四氣壓ニアリテハ五、七「ミリメートル」ノ厚サヲ有シ八氣壓ノ蒸罐ニアリテハ其側壁ノ厚サ九、三「ミリメートル」ナリ又一メートルノ直徑ヲ有スル蒸罐ニ於テハ二氣壓ニシテ四、八「ミリメートル」四氣壓ニシテ八、四「ミリメートル」八氣壓ニシテ十五、八「ミリメートル」ノ厚サナルヲ要ス又鑄鉄製ノ蒸氣罐ヲ供用スルヲ禁制スルモノ多シ「汽機」夫レ水蒸氣ハ吾人ノ通知セル運動力中最モ強盛ナル者ノ一位ス今日工業貿易ノ興隆盛大ニ極ムルモ多ク蒸氣力ノ補助

ニ職由セリト爲スモ誰カ敢テ之レヲ排駁スルヲ得ンヤ抑モ水蒸氣ハ
隨意ニ強盛或ハ弱少ノ力ヲ發起セシムルヲ得ル者ニシテ其處ヲ撰ハ
スシテ容易ニ之レヲ發起セシメテ各般ノ應用ニ供使スルヲ得ベキ至
便至益ノ力原タリトス

已ニ千七百八十八年以後英國ニ於テハ鑛坑中ノ水ヲ除去スル爲メニ
蒸氣力ヲ使用シタリキ之レニ供用シタル蒸機ハ「サウアリー」氏及「ニコ
ウコーメン」氏等ノ造構ニ係ル者ナリシト雖ヒ其作用甚タ不充分ニシテ
浪費スル所頗ル多カリキ其造構及ヒ作用ノ如何ハ姑ク之レヲ畧シテ
記載セス爾後「ワット」氏ニ至リ蒸氣機械ノ造構始メテ完全ナルヲ得廣
ク蒸氣力ヲ實際ニ應用スルニ至レリ是故ニ「ワット」氏ハ工業ニ對シラ
一ノ新世界ヲ開闢シタル祖宗ト稱スヘシ而シテ蒸機ノ造構法ハ僅々
ノ歲月ニ於テ非常ノ進歩ヲ爲シ蒸氣機械ハ誠ニ實用器械學ヲシテ今
日ノ完美ナル景況ニ昇達セシメタル原因ヲ爲ス者ニシテ恰カモ機械

學校ニ於テ練達ナル學生ノ卒業ニ至ルマテ之レヲ輔導シタル模範機械ト爲レル
ガ如シ

己下先ツ蒸機ノ最モ
單一ナル形狀ヲ有ス
第二百八圖



ル者ヲ説述スヘシ第
二百八圖ニ示ス所ノ
者ハ所謂高壓蒸機ノ

重要ナル部分ノ縦截圖ヲ示ス者ナリ蒸氣先ツ其近傍ニ位セル蒸氣罐ヨリ〔ロ〕ナル管ヲ經テ凝室〔丙〕内ニ來ル此室内ヨリ二條ノ管溝起リテ〔甲甲〕ナル圓筒中ニ達ス其一條ハ圓筒ノ上端〔イ〕ニ終リ他ノ一條ハ圓筒ノ下端〔ロ〕ニ終ル本章ノ後文ニ詳述スヘキ分送機ニ由テ蒸氣ハ交互圓筒ノ上部ト下部トニ流入シ〔乙〕ナル吸子ヲシテ交互上下ニ運動セシムルモノトス

吸子杆ハ圓筒上蓋ノ中央ニ存在スル所ノ塞筒ヲ經由シ大氣ヲ攪入セシメズ且ツ蒸氣ヲ漏洩セズシテ上下ニ運動スルナリ
吸子杆ニハ先ツ逐進杆〔丁〕ヲ固着ス此〔丁〕ハ〔戊〕ナル臂杆ノ補助ニ由リ吸子ノ上下運動ヲシテ均同ナル廻轉運動ニ變化セシム而シテ臂杆〔戊〕ノ軸ハ動力ニ由テ運動ヲ爲スヘキ全器械ノ首軸ナリ此軸ニハ〔子〕ナル飛輪ヲ附ス此飛輪ハ機械ノ運動少シク不同等ヲ生スル之レヲ節制スルノ用ヲ爲ス者ナリ

〔乙〕ナル吸子ノ運動ハ固トヨリ均同ナルヲ得サル者コシテ其進路ノ上端及ヒ下端ニ於テ一瞬間ノ靜止ヲ生シ爾後其運動ノ方向ヲ反對ニ取ルベシ吸子ガ圓筒ノ中央ヲ經過スル際ニハ其速最モ巨大ニシテ愈々圓筒ノ上端或ハ下端ニ近ツクニ隨テ愈々其速ヲ減ス又臂杆ノ運動ヲ觀察スルニ廻轉速ノ均整ナルニ當リテハ鉛直ノ意義ニ於ケル運動ハ甚タ變化シ易キヲ見ル吸子〔乙〕正ニ圓筒ノ中央ニ在ルハ臂杆ノ柄條ハ水平ニ位置シ此瞬間ニ於ケル臂杆ノ運動ハ鉛直ノ方向ヲ有ス然レニ〔乙〕ナル吸子其最上或ハ最下ノ位置ヲ得ルニ當リテハ臂杆ハ水平ノ方向ヲ取リテ運動ス臂杆ノ運動鉛直ノ方向ヲ取レルニ當リテハ全ク吸子ノ運動ニ同シ臂杆ノ運動愈々水平トナルトキハ吸子ノ速ハ減少スルヲ見ルヘシ然レニ之レカ爲メ臂杆ノ廻轉速ヲ減スルナシ
臂杆ノ運動ニ由テ描畫セル軌道ノ直徑ハ固トヨリ吸子ノ厚サヲ減算シタル圓筒ノ高サニ等シ是故ニ臂杆ノ柄條ノ長サハ吸子ノ上昇シタ

ル高サノ半ハニ等シトス

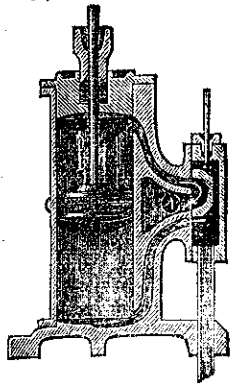
「子」ナル飛輪ハ汽機ノ運轉ヲシテ整正ナラシムルニ必要ノ具ナリトス
縦令蒸氣ノ壓力ハ吸子上ニ於テ全ク變化ヲ生セサル者ナルモ其力
臂杆ノ各部分ニ加ワリテ其廻轉ヲ起スニ於テハ隨處悉トク同一ナル
コト能ハサルヘシ而シテ「丁」ナル逐進杆^{トリープスバング}ニ由テ臂杆上ニ働ク壓力分ハ
交互ニ直角ヲ爲ス所ノ二力ニ分解シタリト看做スヲ得ヘシ其一方ハ
臂杆自己ノ方向ヲ取りテ軸上ニ壓スル力トナリテ其作用ヲ過フシ決
シテ廻轉ノ介助ヲ爲ス「ナシ」他ノ一分力ハ臂杆運動ノ軌道ニ觸線ノ
方向ヲ取りテ働キ臂杆ヲ廻轉セシムルモノトス然レニ此二分力ノ大
サハ各瞬間ニ變化スベシ臂杆ノ柄條若シ鉛直ノ位置ヲ取ルトキハ吸
子ヲ發出スル所ノ壓力ハ皆單一ニシテ臂杆軸上ニ於テ只壓力ノ作用
ヲ過フスルノミ故ニ汽機若シ此位置ニ於テ靜止シタルトキハ吸子上
ニ於ケル最大ナル壓力モ汽機ヲ運轉スルヲ能ハサルベシ然ルニ縱令

一トタビ此位置ニ到達スルモ汽機ノ靜止セサルハ何ソヤ則チ汽機ノ
各部分其惰性ノ爲メニ運轉ヲ持續スルヲ恰モ振子ノ運動ノ如クナル
ヲ以テナリ

吸子若シ圓筒ノ中央ニ近ク經過スルトキハ汽機ノ運轉ハ加速スベシ
之レニ反シテ吸子若シ圓筒ノ上端或ハ下端ニ近クトキハ汽機ノ運
轉ハ減速スベシ然レニ此運轉ノ不整ナルハ飛輪ニ由リテ整正トナリ
而シ其重量及ヒ其半徑愈々巨大ナルトキハ節制力愈々著大ナルヘシ
下文ニハ汽機ノ操轉機ヲ觀察スヘシ操轉機^{ストイエルンク}トハ即チ汽罐ヨリ發生シ
來レル蒸氣ヲシテ圓筒ノ上部ト下部トニ交互反對シテ流入セシムル
ニ必要ナルノ裝置ナリトス但シ此汽機ニ於テハ蒸氣ノ彈力ハ四乃至
六氣壓ナリトス「茲」ニ「丙」ナル蒸氣室ノ圓筒ニ對向シタル側壁中ニ三
個ノ孔穴アリ其一孔ハ圓筒ノ上部ト他ノ一孔ハ圓筒ノ下部ト連通シ
中央ニ位スル一孔ハ「ハ」ナル空洞部ニ通ス此空洞部ヨリハ己ニ其用

ナ了リタ蒸溜ヲシテ(ニ)ナル管ヲ通過シテ大氣中ニ逸出セシム右ノ三
孔穴ノ前ニハ所謂分送機ナル者アリテ運動ス但シ其造構ハ更ニ第二
百九圖ニ就テ了解スヘシ第二十八圖ニ示ス所ノ現狀ニ在テハ二條ノ
管溝分送機ニ由テ閉塞セラレ蒸溜ハ毫モ圓筒中ニ流入スルコトナシ蓋
第二十九圖ニシ此瞬間ニ於テハ吸子正ニ其最下ノ位置ヲ取リ蒸機
ハ所謂死點ニ到達シタリトス然レモ吸子上昇スルニ隨テ分送機モ亦
高昇シ其上昇スル吸子正ニ圓筒ノ中央ニ到達シ即チ最大ノ速ニ達シ
タルキニ際シテハ分送機ハ其最高點ニ到達セリ此瞬間ニ於テハ下口

第二百十圖



全ク開放シテ第二百十圖ニ示ス所ノ現狀
ヲナシ蒸溜ハ充分ノ力ヲ以テ圓筒ノ下部
ニ流入スルヲ得ルナリ已ニ其用ヲ了リタ
ル蒸溜ハ圓筒ノ上部ヨリ(イ)ナル管溝及ヒ
分送機ノ空處ヲ經テ(ハ)ナル空洞部ニ達

シ之レヨリ(ニ)ナル管[第二百十圖及ヒ第二百十一圖ニ於テハ(イ)ヲ以テ

示ス者]ヨリ外氣中ニ逸出ス

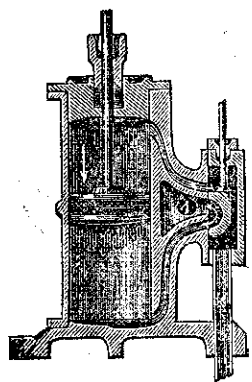
吸子若シ漸次ニ減小スル速ヲ以テ圓筒

ノ上端ニ近クキハ分送機ハ再ヒ徐々ニ

下降シ吸子全ク其最上ノ位置ニ達シタ

ル一瞬間ニ於テハ分送機ハ悉ク孔穴ヲ

第二百一十圖



閉鎖ス爾後吸子再ヒ下降スルキハ分送機モ亦下方ニ向フ所ノ運動ヲ

ナシテ吸子が再ヒ圓筒ノ中央ニ達シ上孔全ク開放スルニ至ル迄之レ

ヲ持續シ蒸氣ハ圓筒ノ下半部ヨリ分送機ノ空處ヲ通過シテ逸出スベ

シ第百十一圖ノ現

以上説述セル分送機運動ハ蒸機自己ノ作用ニ由テ發起スベキヤ固ト

ヨリ言テ俟スシテ即チ第二百八圖ニ於テ側方ヨリ見ル所ノ遠心板[キスセントリシエシヤイ

ニ由テ成ルモノトス第二百十二圖第二百十三圖及ヒ第二百十四圖ニ

就テ前ス者ハ前面ヨリ此遠心板ヲ見タル所ノ形狀ニシテ其首要ナル

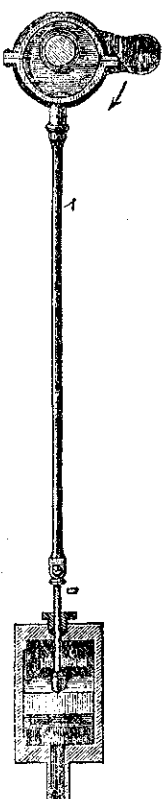
第二百十二圖



第二百十三圖



第二百十四圖



三様ノ位置ヲ示ス夫レ遠心板ハ滾機ノ首軸ニ附着セラレタル圓輪狀ノ扁圓體ニシテ其中點ハ軸ノ中點ト同一ナラスシテ首軸廻轉スルニ遠心板ノ中點ハ一小圓ヲ畫スヘキノ位置ニ在リ而シテ其小圓ノ直

徑ハ分送機ノ上下運動ヲ爲スノ際ニ描畫スヘキ徑路ニ同一ナル者トス此扁圓體ノ周圍ニハ一個ノ圓輪ヲ有シ之レヨリナル杆條ヲ固着ス而シテ此杆條(イ)ニハ關節裝置ニ由テ更ニ分送機ノ柄杆ヲ連繫ス是故ニ遠心板ノ中點首軸ノ廻轉ニ由リテ其最下ノ位置ヨリ最上ノ位置ニ達スル際ニハ分送機ハ上方ニ牽引セラレ又之レニ反シテ遠心板ノ中點其徑路ノ他ノ一半ヲ下方ニ運動スルノ際ニハ分送機ハ下方ニ壓セラレベキヤ明ラカナリ

吸子若シ上方ニ運動スルニ際シテ圓筒ノ中央ヲ經過スルトキハ臂杆ノ柄條ハ第二百十二圖ノ現狀ノ如ク水平ノ位置ヲ得ルト雖トモ遠心板ノ中點ハ其最高點ヲ取ラサルヲ得ス臂杆ノ柄條若シ其最高點ニ達シ鉛直ニ上向スルトキハ遠心板ノ中點ハ軸ノ中點ト同高ニ位シ分送機ハ正ニ其徑路ノ中央ニ在リテ悉ク孔穴ヲ閉ッベシ第二百十三圖ノ現狀即チ之レナリ吸子若シ下向スルノ際圓筒ノ中央ヲ經過スルトキ

ハ臂杆ハ再ヒ水平ニ位置シ遠心板其最下ノ位置ヲ占ムルヤ第二百十四圖ニ示ス所ノ現狀ノ如ク蒸氣ハ毫モ防碍ヲ受クルコトナク上口ヲ經テ圓筒内ニ流入スルヲ得ベシ
 汽機ヲ運轉セシムルガ爲メニハ罐中ニ於ケル水毫モ間斷ナク蒸散セサル可ラス然ラハ則チ汽機ノ運轉ヲシテ毫末ノ障碍ヲ受ケサラシムルニハ常ニ汽罐中ニ同量ノ新水ヲ注加スルヲ要スルヤ明瞭ナリ此作用ヲ營ム者ハ第百八圖ニ示シタル壓搾唧筒「カ」ニシテ其吸子ハ遠心板「チ」ニ由テ上下セラル、著トス壓搾唧筒内部ノ裝置ハ已ニ上篇ノ第二百三十圖ニ就テ之ヲ詳解シタリキ
 汽機ノ作業ヲ爲スニ當リ其克チ得ベキ抗抵ハ或ハ増加シ或ハ減少スルヲ常トスレハ之レガ爲メ汽機ノ運轉或ハ急速ナリ或ハ緩慢トナルベシ只一瞬間ノミ保續スル障碍ハ已ニ前文ニ説述シタル飛輪ニ由テ之ヲ防止スルヲ得ベシト雖モ一般ニ其抗抵及負重ノ減少スルコト

際シ蒸氣ノ流入ハ却テ變化ナキニ在リテハ汽機ノ運轉ハ漸々加速スベシ今一定ノ眼界ヲ超過シテ其加速ヲ爲サズルガ爲メニハ導汽管中ニ一ノ瓣門^{クラップ}ヲ設クベシ其廻轉^{クラップ}即チ位置ヲ變スルヲ云フニ由リ蒸氣ノ通路ヲシテ或ハ廣潤ニ或ハ狹隘ナラシム即チ其瓣鉛直ノ位置ヲ取ルトキハ充分通路ヲ開キ漸々水平ニ傾斜スルニ從テ漸々狹窄トナリ遂ニ充分水平形ナルニ至レハ全ク通路ヲ閉塞ス此ノ如ク瓣門ノ位置ヲ變轉スルモ亦汽機ノ作用ニ由ル所ニシテ即チ節制器^{レギュレーター}ト名クル裝置ヲ以テ成ルモノトス
 首軸ノ運動ハ角齒輪ニ由リ第百八圖ニ就テ示セル鉛直軸「ス」ヲ傳達ス此「ス」ナル軸ニハ圓錐狀ヲナシタル振子「ル」ヲ負荷シ其振子ハ二個ノ重キ球体ヨリ成レリ此二球ハ鉛直軸「ス」ノ下端ニ連繫ス其法ハ即チ「ス」ナル鉛直軸急速ニ廻轉スルニ當リ其遠心力ニ由テ兩球互ニ分離スルノ容易ナルベキ位置ヲ取ラシムルニ在リ此ノ如ク二球互ニ分離スル

ヤ否ヤ〔リ〕ナル鞘管ハ上昇シ之レガ爲メ〔ト〕ナル杆條モ亦高位ニ引上セ
 ラル然ルニ之レニ連繫セル瓣門ハ其軸ニ沿フテ廻轉シ濃機愈々迅速
 ニ運轉スレハ蒸氣ノ流入ヲ防止スルコト愈々充分ナルベシ
 上文説述シタル濃機ニアリテハ圓筒ノ一方外氣ト通シ其吸子ノ一邊
 ニハ大氣ノ壓ヲ受ケ其他邊ニハ蒸氣ノ壓ヲ受クル者ニシテ蒸氣ノ壓
 力頗ル著大ナルヲ要ス蓋シ其一分ハ氣壓ニ克テ得ルカ爲メニ消費シ
 餘ル一分ノ濃機ノ運轉ヲ爲スノ用ニ供スベキヲ以テナリ此ノ如キ
 濃機ヲ名ケテ高壓濃機ト爲ス其名義ハ即チ張力高大ナル蒸氣ヲ要ス
 ルニ取レリ然リト雖ヒ濃機己ニ微弱ノ張力〔低壓〕ニ由テ運轉セラルハ
 チ欲スルトキハ吸子ノ他邊ニ大氣ノ壓ヲ受ケシメズシテ稀薄部ヲ生
 成セシムルヲ要ス今此稀薄部ヲ生セントスルニハ己ニ其用ヲ了リタ
 ル蒸氣ヲシテ外氣中ニ流出セシメズ之レニ冷水ヲ注射シテ濃縮セシ
 ムル所ノ槽中ニ誘導スベシ此槽ヲ名ケテ濃縮室ト云ヒ此室ヲ具有ス

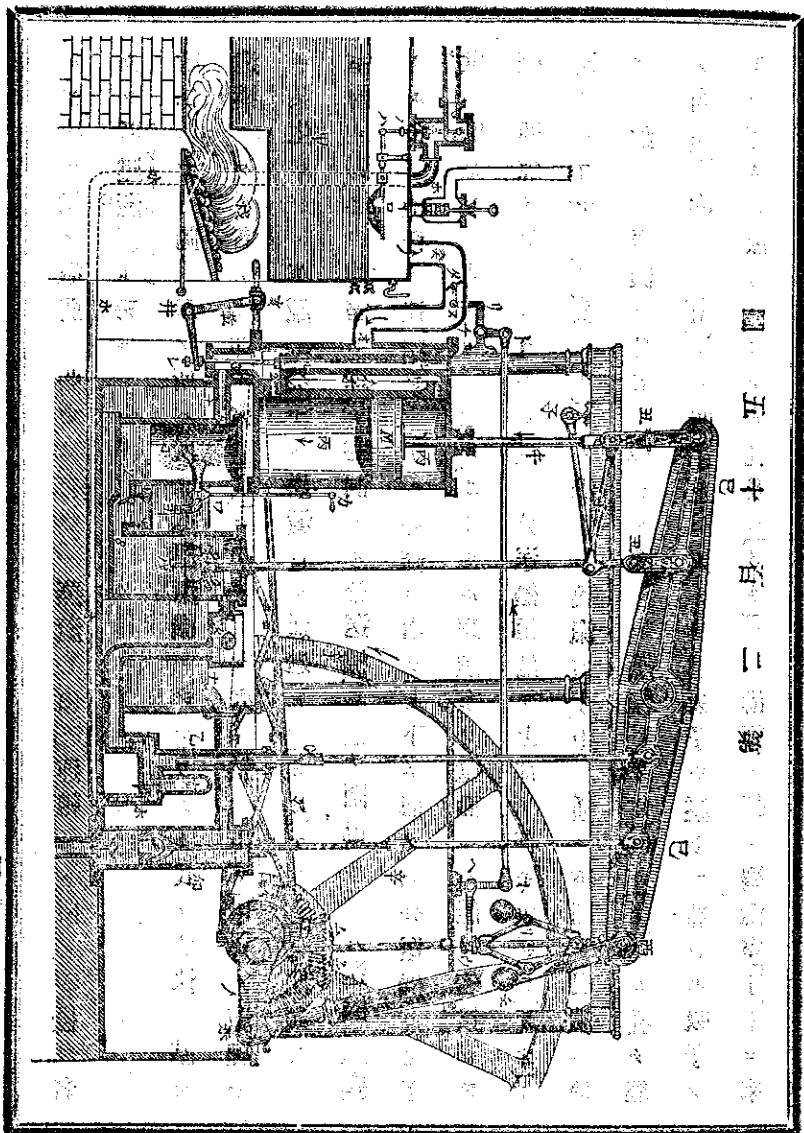


圖 五 十 五

ルガ故ニ能ク微弱ノ張力ヲ有スル蒸氣ニ由テ運轉スル所ノ蒸機ヲ名
ケテ低壓蒸機ト云フ

第二百十五圖ニ示ス所ハ所謂低壓蒸機ニシテワット氏ノ方法ニ基キ
造構シタル者ナリ即チ火竈戊ニ於ケル薪火ノ熱ニ由テ甲ナル蒸罐中
ニ發生シタル蒸氣ハ癸ナル導氣管ヲ通過シテオオナル一ノ閉鎖セル
室内ニ到達ス此室ハ即チ空洞ナル分送機ルルヲ圍包セリ分送機ハ乾
ナル角狀槓杆ト連續シレナル杆條ニ由テ上下ス而シテ此分送機ハ上下
共ニ開放セル者ナリト雖モオオナル閉鎖室ノ壁面ニハ能ク密接シテ
毫モ間隙ヲ生スルコトナク且ツ分送機兩端ノ上部下部モ決シテオオト
通スルコトナシ(3)及ヒ(4)ナル溝管ハ濃氣室丁中ニ通ス本圖ノ現狀ニ於
ケル如ク分送機ノ位置ヲ取レル際ニハ蒸氣ハオオヨリ(1)ナル孔ヲ經
テ圓筒丙内中ノMナル吸子上ニ入リテ其吸子ヲ壓下ス然レモ吸子ノ
下ニ存スル蒸氣ハ(2)ナル孔及ヒ(3)(4)ナル溝管ヲ經テ濃氣室丁中ニ來

ル之レニ反シ槓杆乾及ヒ杆條レニ由テ分送機ノ(ルル)壓下セラルハ
キハオナル室ハ(2)孔ト連通ス故ニ蒸氣ハMナル吸子下ニ入リ吸子ヲ
壓上スヘシ今吸子上ニ存スル蒸氣ハ(1)孔ヲ經由シ(ルル)ノ上端開口ヲ
過キ分送機ルル及ヒ溝管(3)(4)ヲ通シテ濃氣室ニ入ル攝氏ノ百度ノ際
ニ於ケル蒸氣ノ張力ハ一氣壓ニ同等ナリ故ニ(2)ナル孔ヲ通過シ吸子
下ニ進入スル蒸氣ハ一氣壓ニ同等ノ力ナリトス而シテ吸子ノ上下運
動ハ吸子杆午ニ由テ杆條己己ニ傳達シ之レヨリ酉未ナル杆條ニ及ヒ
更ニ之レヨリ飛輪辛辛ノ臂杆庚未ニ達ス此レヲ以テ飛輪辛辛ノ廻轉
セラルバ力ハ種々ノ方法ニ供用セラルベシ得ルナリ

(戊)ナル排氣器ニ由テ濃氣室内丁ハ真空トナリ而シテ丁及ヒ戊ヲ爲ス所
ノ圓筒ハナナノ高サニ至ル迄冷水中ニ存ス(酉)ナル曲管ハ把柄カヲ有
シ活栓ワニ由テ隨意ニ開閉スルヲ得ル今其活栓ヲ開放セル際ニ於
テ吸子(午)降下タル時ハ其吸子下ニ存スル大氣ハ(2)(3)(4)及ヒ(ヨ)ヲ經テ

逐出セラル活栓ノ閉塞セル際ニ於テ吸子上昇スルモハ〔戊〕中ニ於ケル
 吸子モ亦上昇ス因テ〔丁〕中ニ於ケル大氣ハ〔78〕ナル溝管ヲ經テ〔戊〕中ニ
 流入シ爲メニ其大氣ハ稀薄トナル〔戊〕中ニ於ケル吸子下降スルモキハ
 其吸子ハ大氣ヲ壓縮スヘシ蓋シ此大氣ハ〔78〕ナル溝管中ノ瓣由
 〔丁〕中ニ流歸スルノ路ヲ遏絶セラルハナリ是故ニ大氣ハ濃縮セラレ
 〔99〕ナル瓣ヲ開ヒテ逸出ス斯ノ如クスルヲ數回ニ及ヘハ〔丁〕中逐ニ眞
 空トナル今〔リ〕ナル活栓ヲ開ケハ外氣ノ壓力ニ由テ其中ニ流入スル所
 ノ冷水ハ後ニ流入シ來ル所ノ蒸氣ヲ濃縮セシム是レニ由テ生シタル
 温湯モ亦大氣ト同一ノ方法ヲ以テ排氣器ニ爲メニ逐出セラレ此温湯
 ハ〔戊〕ヨリ〔辰〕ナル室中ニ達シ玆ニ於テ其一端分ハ圓孔ヲ通過シテ直ニ
 ニ外流ス然レモ他ノ一部分ハ〔乙〕ナル唧筒ニ由テ〔寅〕ナル風鑑中ニ壓送
 セラレ之レヨリ長管〔ホホホホ〕ヲ經過シテ濃縮上ニ位ニスル室〔ツ〕中ニ
 達ス爾後此水ハ減ハ〔リ〕ナル管ヲ經テ外氣中ニ流出シ或ハ〔ノ〕ナル孔

口ヲ通過シテ濃縮中ニ入ル即チ濃縮中ノ水減少シテ水面低下スレハ
 浮標〔ロ〕モ亦從テ低下ス然ルトキハ〔ロハ〕ナル槓杆ノ他端〔リ〕ハ却テ上昇
 シ之レガ爲メ〔前〕ナル瓣ハ開キテ〔ツ〕ナル瓣ハ閉ツ故ニ〔ホホ〕中ノ水ハ〔乙〕
 ナル孔ヲ通過シテ鐘中ニ壓入セラルハナリ然レモ鐘中ノ水増加シ
 テ水面高上スルモキハ〔ロ〕モ亦從テ昇リ〔ハ〕ハ却テ低下ス是故ニ〔モ〕ナル
 瓣ハ〔ノ〕ナル孔ヲ閉サ〔ツ〕ナル瓣ハ開放シテ〔ホホ〕中ノ水ハ〔リ〕ナル管
 壓出セラル濃縮室ニ圍包スル冷水ハ唧筒〔卯〕ニ由テ新陳交代セラレ若
 シ水面高キニ過キレハ〔ノ〕口孔ヲ經テ外流ス分送機〔ルル〕ノ上下スル
 運動ハ下支ニ説述スルカ如キ景況ヲ以テ成ル即チ〔庚〕ハ飛輪ノ軸ノ中
 點ニ〔申〕ハ之レヲ固着シタル遠心板ノ中點ナリ此遠心板ノ周圍ニハ
 全ク之レヲ固着セタル圓輪アリテ〔亥ア〕ナル推抽杆ノ一部分ヲ成ス飛
 輪ノ廻轉スルヲ當リテハ〔申〕ナル點ハ〔庚〕ノ周圍ヲ旋廻ス因チ推抽杆〔亥
 ア〕ハ左右ニ移動スベシ此〔亥ア〕ヲ連續シ且ツ〔ホホ〕ナル固點ニ沿フテ廻轉

スル角狀槓杆〔乾〕ハ〔レ〕ナル杆條及ヒ〔ル〕ナル分送機ヲ上下セシム〔亥ア〕
 若シ〔亥〕ニ於テ分離セラル、ハ〔乾〕及ヒ〔ル〕ハ靜止シテ余ク運動セズ
 凡ソ分送機〔ル〕ヲ具有スル器械部分ハ之レヲ名ケテ操轉機ト云フ
 飛輪ノ軸ニハ尙ホ一個ノ齒輪〔ヲ〕有シ其齒ニハ水平ノ位置ヲ取レル
 圓錐狀ノ小輪〔ム〕アリテ嵌入シ之レヨ由テ二個ノ球子〔壬〕ヲ有スル鉛
 直杆ヲ廻轉セシム此廻轉愈々急速ナレハ兩球ノ離飛スルヲ愈々著大
 ニシテ且ツ此鉛直杆沿フテ上下スルヲ得ベシ鞘管〔ウ〕ノ上昇モ亦愈
 々高シトス斯ノ如ク〔ウ〕ノ上昇スルニ由テ〔トヘウ〕ナル角狀槓杆ヲ旋廻
 シ且ツ〔ト〕ナル杆條ハ箭ヲ以テ示ス所ノ方向ニ進動スル者トス然ル
 トキハ〔ト〕ナリナル角狀槓杆ヲ爲メ〔リ〕及ヒ〔ヌ〕ナル點ハ下方ニ向テ壓
 セラル而シテ導氣管中ニ於ケル瓣〔ク〕ヲシテ容易ニ蒸氣ノ流通ヲ許サレ
 ルベキ位置ヲ取ラシム是故ニ蒸機ノ運轉ハ緩慢トナリ球子ハ共ニ下
 降シテ再ヒ瓣〔ク〕ヲ開ク此方法ヲ以テ蒸機ノ運轉ヲ節制スルガ故ニ〔壬〕

〔ナ〕ナル裝置ニ節制器ノ名ヲ附スルナリ蒸罐ニハ〔イ〕ニ於テ一個ノ孔口
 ナ有ス此孔ハ常ニ重物ヲ負載セシメテ其重量ヲ増大セシメ瓣所謂安全
 瓣ニ由テ閉塞セラル蒸氣ノ彈力若シ強盛ニ過グルハ其瓣ノ重量ヲ
 扛舉シ其側方ニ存スル管ヲ經テ逸出スベシ蒸機若シ暫ク其運轉ヲ要
 セサルハ把柄ヲ以テ故トサラニ此瓣ヲ扛舉シ蒸氣ヲ悉ク逸出セ
 シムルナリ此瓣ノ他更ニ一個ノ瓣ヲ施設スルヲ常トス其瓣ハ内方ニ
 向テ開カ者ニシテ蒸氣ノ張力大ニ減耗シ外氣壓力ノ爲メニ蒸罐ノ壓
 破セラルハハキ危害ヲ生スベキノ際外氣ノ罐中ニ侵入スルヲ許ス
 用テ爲メ〔丑丑〕ナル器械部分ハ只蒸氣圓筒及ヒ排氣器ノ吸子杆ヲシテ
 鉛直ノ方向ヲ保持セシムルノミノ目的ヲ有スル者ニシテ之ヲ名ケテ
 並行方形ト云フ此並行方形即チ〔丑丑〕ナル全ク固着セサル四角形ハ本
 圖ノ現狀ニ於ケル如ク桿〔ナ〕低下スルニ由テ左方ニ壓セラルヲ以
 テ此方形ノ下端ニ固着シタル吸子杆〔午〕ハ鉛直ノ景態ヨリ傾斜スベキ

ノ型ナリニ子ニ於テ固着セタル杆條(子)此方形ニシテ却テ右方ニ
 廻スル力ヲ營ミ右ノ吸子杆(午)ヲシテ殆ント鉛直ノ位置ヲ保持セ
 るナリ汽鐘ノ前面ニ於ケル二個ノ活栓中其上ナル者ヲ開ケハ蒸氣
 ヲ逸出セシメ其下ナル者ヲ開ケハ水ヲ流出セシメ之レニ由テ水面ノ
 高サヲ正確ニ告知スルノ用ヲ爲ス右ノ兩活栓ノ上方ニハ鐘中ニ於ケ
 ル蒸氣ノ壓力ヲ告知スルガ爲メ曲管氣壓計ヲ施設ス又此氣壓計ノ側
 傍ニハ汽鐘ノ上下ニ連通スヘキ曲硝子管ヲ設ケテ外部ヨリ直接ニ水
 面ノ高サヲ知ラシムルヲ屢バ之レアリ

〔機關車〕 機關車ハ水平ニ位置セル圓筒ヲ有スル所ノ高壓汽機ナリ
 第二百十六圖ニ示ス者ハ即チ機關車ニシテ其造構ハ容易ニ之レヲ解
 明スルヲ得ベシ機關車ノ一大部分ハ圓壩狀ノ汽鐘ニ由テ占取セラル
 汽鐘中ニ於テ發生シタル水蒸氣ハ蒸氣室(乙)ヨリ箱狀ノ包蓋(丙)ヲ以テ
 掩ハレタル管ヲ經テ汽鐘ノ兩側ニ位スル蒸氣槽(ロ)ニ達ス其蒸氣槽

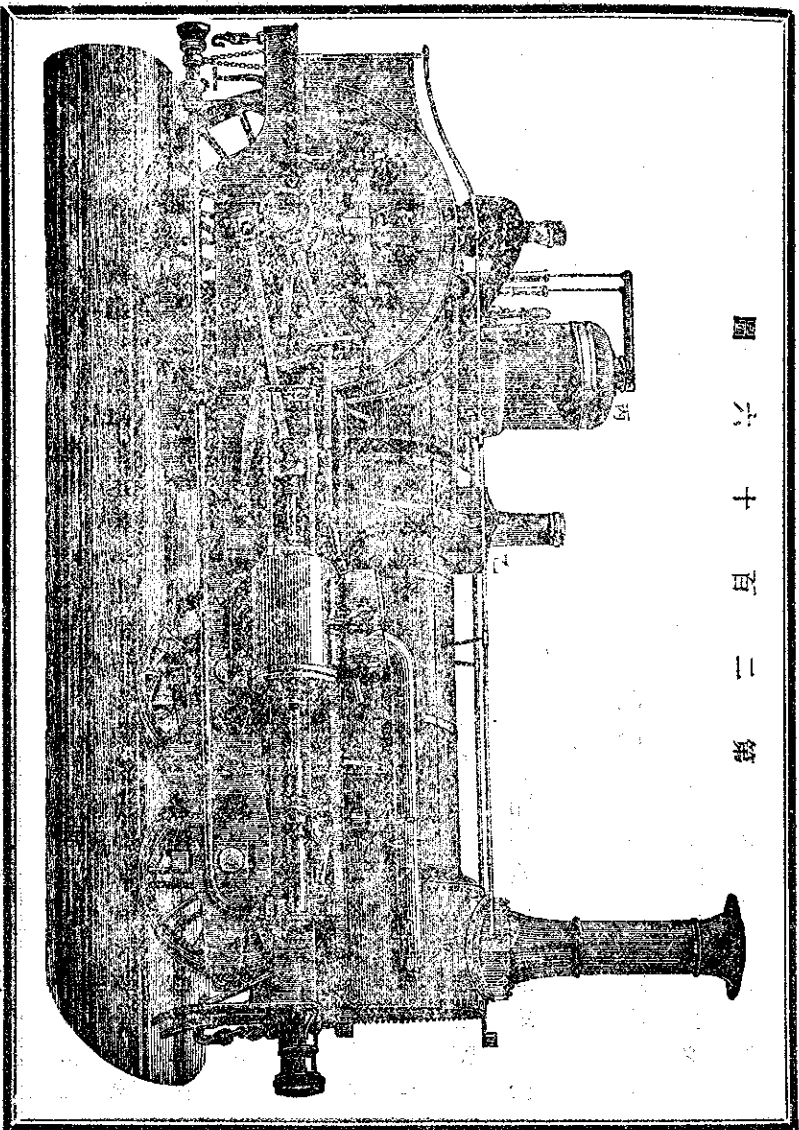


圖 十 四

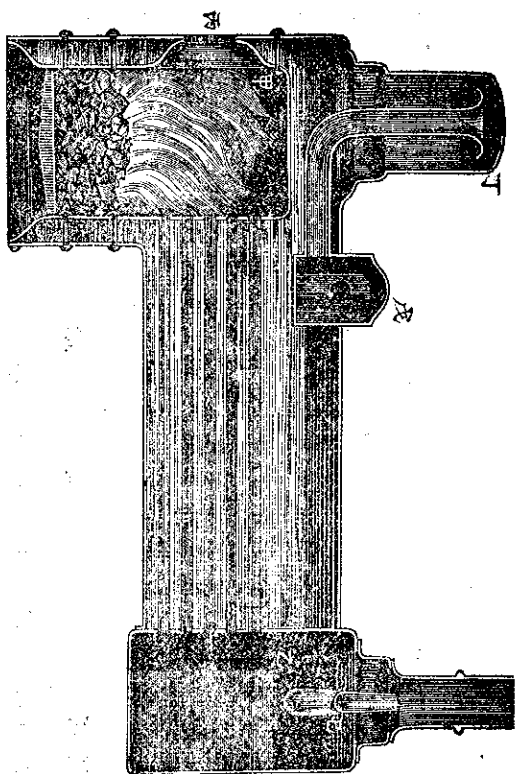
少シク水平ニ傾斜シタル底面ニハ分送機アリテ存シ之レニ由テ圓筒ノ此邊若クハ彼邊ニ蒸氣ヲ送輸ス是故ニ其圓筒中ニ於ケル吸子ハ交互左右ニ運動セラル、ヲ以テ其運動ヲ臂杆上ニ傳達スルヲ己ニ上文ニ於テ説述シタル蒸機ニ異ナルヲナシ之レヲ從前ノ蒸機ト區別スル所以ハ只圓筒ノ水平ニ位置スルヲ以テ吸子及ヒ吸子杆ノ共ニ水平ノ方向ヲ取リテ左右ニ運動スルニ在リトス〔ハ〕ナル圓筒ノ左蓋ヲ通過シタル吸子杆、逐進杆、及ヒ臂杆ハ本圖中ニ其記号ヲ附シテ明示セサルモ之レヲ搜索スルハ容易ナルベシ此臂杆ノ軸ハ七足ヲ有スル逐進輪ノ廻轉軸ト共同ナル者ニシテ此逐進輪ノ廻轉ハ機關車全体ノ進運ヲ營ムノ機具ナリトス

分送機ノ運動ハ本條ニ於テモ亦前ノ高壓蒸機ニ於ケル如ク遠心板ノ作用ニ由テ成ル本圖ニ於テハ互ニ相駢列セル二個ノ遠心板ヲ現ワス其二板ノ廻轉スル軌道ニハ正ニ百八十度ノ差アリテ同時ニ相反對セ

ル極點ノ位置ニ到着スヘシ前方ニ位置セル遠心板ノ杆條ハ鉄製ノ横杆〔コホ〕ノ上端ニ固着シ後方ニ位置セル遠心板ノ杆條ハ其下端ニ固着シテ横杆〔ニホ〕ハ〔ヘ〕ナル中點ニ沿フテ鉛直ノ空面ニ廻轉スベキ者トス是故ニ横杆〔ニホ〕ハ蒸機ノ運轉スル際ニハ下文ニ説述スルカ如キ方法ヲ以テ左右ニ誘致セラル即チ〔ホ〕若シ右方ニ向テ其最遠點ニ至リシトキハ〔ニ〕ハ左方ニ於ケル最遠點ニ至レルヤ本圖ノ現狀ノ如シ之レニ反シテ臂杆ノ軸其廻轉路ノ半バチ過クルノ時ニハ〔ニ〕ハ右方ニ〔ホ〕ハ左方ニ於テ其最外點ニ至ルベシ又横杆〔ニホ〕ニハ一個ノ杆條〔トチ〕アリテ連繫シ其杆〔トチ〕ノ他ノ一端ニハ分送機ノ杆條ヲ附着ス本圖ノ現狀ニ在ルノ際〔ニ〕ナル部分ハ左方ノ最外點ニ位ス故ニ亦〔トチ〕ナル杆條及ヒ分送機モ之レト同位置ヲ取レリ今蒸氣ハ右方ヨリ圓筒中ニ進入スルヲ以テ吸子ハ左方ニ運動セラレ臂杆ハ逐進輪ト共ニ廻轉シ其方向恰モ一個ノ時儀指針ニ於ケルカ如シ之レガ爲メ蒸機ハ前方ニ進行スルナリ

若シ後方ニ向テ進行スルヲ要スルトキハ特別ナル横杆裝置ノ介助ヲ以テ(ト)ナル杆條ノ(ト)ナル端ヲ下壓シテ此(ト)端ハ(コホ)ナル横杆ノ下端ニ來リ之レガ爲メ分送機ノ運動ヲ後方ノ遠心板ニ傳ヘ臂杆ノ反對廻轉ヲ營ムニ由ルベシ(ハ)ナル圓筒中ニ於テ左右ニ運動スル吸子ノ右方ニ亦一個ノ吸子杆アリテ固着ス此杆ハ塞筒ヲ通シテ圓筒中ヨリ外出シ而シテ之レニハ直チニ一個ノ黃銅製圓筒ヲ連繫ス是レ即チ(ヌ)ナル壓搾唧筒ノ吸子ヲ成ス者トス此唧筒ハ(オ)ナル管ヲ通シテ水ヲ貯水車ヨリ吸取シ(ル)ナル短管ヲ通シテ水ヲ凝縮中ニ壓入シ蒸氣發生ノ爲メニ減少スル所ノ水ヲ補償スルナリ又其用ヲ了リタル蒸氣ハ第二百十七圖ニ前ス所ノ(巳)ナル管ヲ通シテ煙管中ニ逸出ス本圖ハ即チ機關車ノ凝縮縱截面ヲ現ワス者トス(甲)ハ火室ニシテ周方ヨリ水ヲ以テ圍包セラレ(丙)ナル口孔ヨリ其中ニ薪炭ヲ投入スルヲ得ベクシテ其口孔ハ一ノ戸扉ヲ以テ閉鎖セラル(甲)ナル火室中ニ於テ熱セラレタル大氣ハ凝縮

圖 七 十 百 二 第



之シヨリ煙管中ニ逸出スルノ勢甚タ活潑ニシテ煙室(乙)中ニ存スル大氣ノ一部分ヲモ誘引スルニ至ル之レニ由テ火室(甲)中ヨリ熱セラレタル大氣ノ流出シ來ルノ力モ亦太タ活潑ニシテ火室中ノ燃燒ヲ熾盛ナ

中ニ横ハレル數個ノ黃銅製管ヲ經テ(乙)ナル煙室ニ到リ之レヨリ煙管中ニ逸出ス

(乙)ナル煙室ノ兩側ニ來レル管(巳)ハ中央ニ於テ共同シテ一孔口ト爲リ其用ヲ了リタル蒸氣ハ

ラシムルヤ恰モ烟室上ニ非常ニ高キ烟管ヲ設置スルニ同シトス
 凝罐中ニ發生シタル蒸氣ハ先ツ〔丁〕ナル圓蓋中ニ聚集シ之レヨリ廣キ
 管條ヲ經テ〔戊〕ナル小箱中ニ來ル爾後其兩側ヨリ管條ヲ通過シテ器機
 ニ導致セラル、ナリ其管ノ口孔モ亦一個ノ分送機ニ由テ閉塞スルヲ
 得ル者ニシテ滾車ノ機關師ハ前圖ニ示シタル槓杆〔オ〕ニ由テ之レヲ開
 閉スルヲ得之レヲ以テ蒸氣ノ器機部分ニ到達スルヲ妨碍シ機關車ヲ
 シテ容易ニ靜止セシムルヲ得ル者ナリ

〔汽機ノ作業量ヲ算測スルノ法〕 罐中ニ於ケル蒸氣ノ張力ニ
 同等ナリト假定セル圓筒中ノ蒸氣張力ヲ計稱セルニ氣壓ヲ以テシタ
 ル者ヲ標スルニ〔P〕ヲ以テシ吸子ノ横截面ヲ計稱スルニ平方〔デシメー
 トル〕ヲ以テシタル者ヲ示スニ〔Q〕ヲ以テシ吸子ノ上昇スル高サ〔即チ徑
 路ノ長サ〕ヲ計稱スルニ〔デシノートル〕ヲ以テシタル者ヲ示スニ〔L〕ヲ以
 テスレハ一平方デシメートル〔毎トニ對シテ圓筒中ニ於ケル蒸氣壓力

ノ作業量ハ即チ左ノ如シ

$$103.3P[キログラム]$$

故ニ吸子ノ全面ニ對スル壓力ハ即チ左ノ如シ

$$103.3PQ[キログラム]$$

然ルトキニハ吸子ノ運動一回ニシテ發起スル力量ハ左ノ如シ

$$10,33P.Q.L[メートルキログラム]$$

今力量ヲ示スニ〔E〕ヲ以テシ吸子ノ運動スル度数ヲ示スニ〔n〕ヲ以テス
 レハ左ノ數式ヲ得ベシ

$$E=10,33P.n.Q.L[メートルキログラム].....[第1]$$

吸子ノ經過シタル容積ハ一回ノ運動ニシテ〔Q〕立方デシメートルニ
 等シク運動〔n〕度ニシテハ〔nQ〕立方デシメートルト爲ル

今吸子ハ一キログラムノ蒸氣ヲ費用スルノ間ニ〔n〕回運動スルト假定
 スレハ其間ニ經過シタル局部〔即チ〔Q〕ハ〔V〕ナル容積ニ等シ即チ其容

積ハ〔P〕ナル張力ヲ有シタル「キログラム」ノ飽和蒸氣ノ占有スル大サナリトス其數式左ノ如シ

$$V = nQL$$

〔V〕ヲ以テ第一式中ノ nQL ナル乘積ニ代ユレハ左ノ數式ヲ得ベシ

$$E = 10,33p \cdot V \text{「キログラム」} \dots\dots\dots \text{〔第二〕}$$

此〔E〕ノ量價ハ即チ以上説述セル方法ニ於テ或ル瀛機中ニ費用セラル「キログラム」ノ蒸瀛ノ成全スベキ器械的ノ作業ナリ

瀛罐中ニ於テ「キログラム」ノ水ヲ蒸發セシムルガ爲メニ要スル時間ヲ〔t〕秒時ナリト假定スルハ「秒時間」ニ成全スル作業ハ左ノ如シ

$$e = \frac{E}{t} = \frac{10,33pV}{t}$$

所謂馬力ハ一秒時ニ於ケル七五「メートルキログラム」ノ作業力ナリト看做スベキヤ已ニ前篇ニ於テ説述セルガ如シ故ニ或ル瀛機ノ作業ハ一馬力ニ等シト假定スレハ其式蓋シ左ノ如シ

$$e = 75 \text{「メートルキログラム」}$$

即チ

$$\frac{10,33pV}{t} = 75$$

$$t = \frac{10,33pV}{75}$$

上文ニ於テ〔E〕ヲ以テ前セル瀛機ノ作業ハ其一部分ハ吸子ノ他ノ一方ニ壓スル力〔高壓瀛機〕ニ在テハ界圍氣ノ壓力低壓瀛機ニ在テハ界圍氣壓ノ一部分ニ克テ得他ノ一部分ハ磨軋ニ克テ得ルニ費消セラル〔E〕ノ實際量價ハ大ニ瀛機ノ構造ニ關スルト雖モ平均シテ之ヲ論スレハ其實價ハ其計筭上量價ノ半ニ「超ユルコト多クナラズトス

高壓瀛機ニ在リテハ圓筒中ニ於ケル蒸氣ノ張力ヲ使用スルニ由テ廣大ナル利益ヲ得ルモノトス即チ吸子漸ク其徑路ノ一部分例之ハ二分ノ一三分ノ一等ヲ經過スルキニ當テ圓筒中ニ蒸氣ノ流入ヲ閉止スル

ニ由テ成ル者トス同量ノ蒸氣ヲ費用シ張力ノ原理ニ基キテ強大ナル作用ヲ發起セシムルノ理由ハ下文ニ説述スル所ノ單一ナル觀察ニ由テ之レヲ了解スルヲ得ヘシ即チ通常ノ汽機ニ於ケル如ク吸子其一回ノ運動ヲ完了スルノ際圓筒中ニ蒸氣ヲ流入セシム但シ其蒸氣ノ張力ハ二氣壓ニ等シキ者ト假定スルトキハ吸子一回ノ運動ヲ完了セル終期ニ當テ圓筒ハ二氣壓ノ張力ヲ有スル蒸氣ヲ以テ充盈セラル而シテ此吸子一回ノ運動間ニ成全セル作業ハ〔E〕ヲ以テ示スヘシ今同一ノ圓筒中ニ二倍即チ四氣壓ノ張力ヲ有スル蒸氣ヲ流入セシムルトキハ吸子ニ對スル壓力ハ前者ニ比スレハ正ニ二倍ノ大サニ至ルベシ而シテ吸子漸ク其徑路ノ半バチ經過シ即チ中央ニ達シタルキニハ已ニ〔E〕ナル作業ヲ成全セルナルヘシ此瞬間ニ於テ圓筒中ニ蒸氣ノ流入スルヲ止ムルモ吸子ハ能ク其徑路ノ殘半ヲ進行スルヲラン然レトモ之レヲ壓スルノ力ハ漸々減少シテ終ニ其半バチ至ルヘシ但シ其徑路ノ終端ニ到達

スルモ尙ホ二氣壓ノ張力ハ殘留セリトス斯ノ如ク吸子ノ運動ハ最初ノ半バチシテ已ニ〔E〕ナル作業ヲ成全セルガ故ニ四氣壓ノ張力減少シテ二氣壓ト爲ルニ至ル迄膨脹スルノ間ニ吸子ガ後半ノ徑路ヲ經過シテ成全スベキ作業ハ即チ其利益ト看做スヲ得ヘシ蓋シ吸子運動ノ終期ニ於テ圓筒ヲ充盈スル所ノ蒸氣ノ量ハ吸子ガ一回ノ運動ヲ完了スル間ニ二氣壓ノ張力ヲ有スル蒸氣ノ流入セルト同一ノ量價ナレハナリ

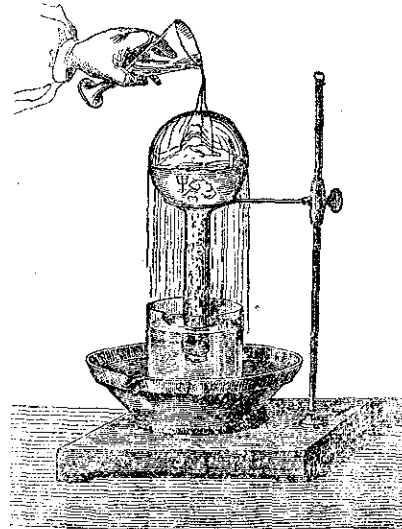
〔沸騰點ハ氣壓ニ關ス〕凡ソ液体ノ瓦私形ニ變移スル之ヲ名ケテ蒸發ト云フ液体ノ蒸發スルニ二様アリ一ハ液体ノ全量中ニ蒸氣ノ發生スル者ニシテ即チ煮沸ニ由ル一ハ液面ニ於テノミ蒸氣ノ發生スル者ニシテ即チ蒸散ニ由ル尋常ノ鍋鏝中ニ於ケル或ル液体ノ煮沸ヲ觀察スレバ常ニ液体各部分ノ多少劇烈ナル運動ノミヲ見ルベシト雖モ硝子器中ニ於テ液体ヲ煮沸セシムルハ溫熱ナル器壁ニ蒸氣泡ヲ

生成シテ漸次ニ高昇シ最初ハ微小ナレドモ其昇騰スルニ隨テ愈々容積ヲ増大シ器壁ノ最モ熾熱ナル部分ニ於テハ氣泡ノ續生スルヲ最モ迅速ナルヲ見ルベシ凡ソ液体中ニ於テ氣泡ノ生成スルニハ氣泡中ニ充盈スル所ノ蒸氣其上ニ重壓スルノ力ニ平均スルヲ得ヘキ張力ヲ有セサル可カラサルヤ固トヨリ言ヲ俟ス然ラハ則チ或ル液体ノ煮沸スル温度ハ其液面ニ壓スル力ノ多少ニ關スルヤ明ラカナリ清淨ノ水ハ海面ニ於テ七百六十ミリメートルノ中等氣壓アルノ際百度ノ熱ニシテ煮沸シ「モンブラン」瑞士國ノ高峯ノ頂上ハ四千七百七十五メートルノ高サヲ有スルガ故ニ稟圍氣ノ壓力僅カニ四百十七ミリメートルナリ故ニ水ハ其蒸氣ノ張力四百十七ミリメートルノ温度即チ大凡ソ八十四度ニ在リテ煮沸ス更ニ高處ニ昇レハ水ハ尙ホ低キ熱度ニシテ煮沸スヘシ若シ或ル液体ノ蒸氣張力ニ對スル特別ノ表ニ就テ見ルトキハ或ル壓力下ニ於ケル沸騰點ノ熱度ヲ知ルコト容易ナルヘシ蓋シ

右ノ熱度ハ飽和氣ノ張力ト此壓力ト均一ナルノ時ニ於ケルノ熱度ナレハナリ即チ三十ミリメートルノ壓ニアリテハ水ノ煮沸スル熱度ハ三十度ナリ如何トナレハ此熱度ノ際飽和水蒸氣ノ張力ハ三十ミリメートルノ壓ナレハナリ又十ミリメートルノ壓力ノ下ニハ水ハ十一度ノ熱ニテ煮沸シ五ミリメートルノ壓力ノ下ニハ零度ニシテ煮沸スヘシ是レ試驗ニ由テ容易ニ確証スルヲ得ベキモノトス已ニ上篇ニ於テ説述シタル排氣器ノ試驗ニ由テ其一例ヲ見ルベシ硝子孟ニ温湯ヲ盛リ之ヲ排氣器ノ鐘下ニ置キ其吸子ヲ進退スル二三回ニ及ベハ孟中ノ温湯煮沸スルヲ太々活潑ニシテ恰モ外氣中ニ於テ熾熱ヲ加フルノ狀ニ同シ然レニ其煮沸ハ忽チ復タ休止ス蓋シ其鐘内ニハ蒸氣ヲ充盈シテ液面ヲ壓スルニ至レハナリ更ニ吸子ヲ進退セシムレハ玆ニ充盈セル蒸氣ヲシテ再ヒ排出セシムルヲ以テ更ニ煮沸スルヲ前ノ如シ又下文ニ説述スル試驗モ亦上文ノ理ヲ確証スルノ一例ナリトス即チ第二

百十八圖ニ示スカ如キ長頸ヲ有スル硝子燻甲ヲ取り先ツ之レニ水ヲ

第二百十八圖



置テ其儘ニ放置スレハ毫モ煮沸スルコトナシト雖モ本圖ニ示ス如ク冷水ヲ取りテ燻底ニ灌漑スルヤ否ヤ燻中ニ於テ太々熾盛ナル煮沸ヲ始ム是レ蓋シ燻内ノ上部ニ存在スル蒸氣冷水ノ爲メニ濃縮シ液面ニ壓スルノ力ヲ減却スレハナリ

注キテ其半ハニ充ツルニ至リ爾後火ニ上セテ煮沸セシメ燻内ニ包有スル所ノ大氣ヲ悉ク逐出シ今キユルクヲ以テ善ク其燻口ヲ栓塞シ此全裝置ヲシテ水ヲ盛りタル乙ナル皿中ニ倒立セシムル

本圖ノ現狀ノ如クスベシ此裝

液体ノ面上ニ壓ヲ増加スレハ之レニ由テ液体ノ煮沸ヲ減退ス加之其

際熱度ノ増昇スルヤ已ニ前文第二百六圖ノ本條ニ就テ示スカ如シ斯ノ如キ試驗ハ獨乙マルブルク府ニ住居セシ碩學パビン氏第十七紀ノ中央ニ於テ始メテ之レヲ舉行シタリキ之レニ俱用セシ所ノ裝置ハ己ニ第二百六圖ニ示セシ所ノ小汽鐘ナリ故ニ之レヲ名ケテパビン氏鐘ト云フ此器ハ密ニ蒸氣ノ強盛ナル作業力ヲ現ワスノミナラヌ此鐘中ニ於テハ高熱ト強壓トニ由テ肉類、骨等ヲ柔軟ニ煮爛シ得ルヤ通常煮沸熱ノ及フ所ニアラス

或ル一器中ニ水ヲ盛り之レヲ煮沸セシムルニ其蒸氣ノ逸出スル口孔比較的ニ狭小ナルトキハ多少沸騰點ノ高昇スルヲ見ルベシ即チ各瞬間ニ液体中ニ傳移シ來ル所ノ熱度ニ由テ發生セラル、蒸氣ハ總テ強大ナル張力ヲ得且ツ其流出ノ速モ亦強大ト爲リタルハ於テノミ狹小ナル口孔ヲ通シテ逸出スルヲ得ヘキ者トス

液体内部ノ各部分ハ其表面上ニ於ケル壓力ノ爲メニ壓セラル、ノミ

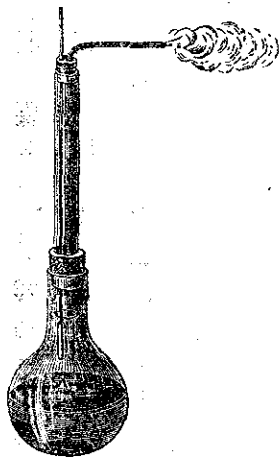
ナラス尙ホ液柱自己ノ重ヲ耐受スベシ例之ハ大凡^十メートルノ
深サニ水ヲ盛リタル一罐アリトスレハ其底面ニ於テハ二氣壓ノ力ヲ
受クベキノ理ナルガ故ニ一二、四度ノ熱ニ至テ始メテ蒸氣泡ヲ生成
スルナラン少シク深キ器中ニ水ヲ盛リ下底ヨリ加熱スルトキハ底面
ニ於テ生成シタル蒸氣泡ハ其上昇スルニ從テ其容積ヲ増大ス蓋シ其氣
泡上ニ壓スルノ力漸次ニ減少スルヲ以テナリ但シ玆ニハ氣泡ノ經過
スル徑路中ニ存スル全水柱ノ各部ハ已ニ現在ノ壓力ニ一致セル沸騰
點ニ至ル迄一様ニ其熱度ヲ増昇シタリト假定セル者トス然リト雖モ
若シ上部ノ水層未タ適當セル沸騰點ニ至ル迄熱ヲ得サルハ上昇ス
ル所ノ蒸氣泡ハ忽チ再ヒ濃縮スベシ己ニ充分ノ蒸沸ヲ始ムルノ前暫
時特異ノ騷響ヲ發スルモ亦之レニ基因セリ若シ一個ノ硝子罐ヲ以テ
試驗ヲ爲スルハ氣泡ノ底面ニ發生シテ其上昇スルヤ否ヤ忽チ再ヒ消
失スルノ景態ヲ觀察シ得ヘシ上文ノ如ク特異ノ音ヲ發スルハ彼ノ茶

家者流ニ所謂鼎吟瓶筵^〇是レナリ此鼎吟瓶筵ハ已ニ十全ノ蒸沸ヲ始メ
ントスルノ前兆ナリトス

凡^レ水中ニ溶解セル物質ハ蒸沸ヲ猶豫スルモノトス例之ハ食鹽ノ飽
和溶液ハ百〇八、四度ノ熱ニ至テ始メテ沸騰シ其佗硝石ノ溶液ハ百十
六度醋酸加里ノ飽和液ハ百六十九度硝酸安母尼亞ノ溶液ハ百八十度
ニ至テ沸騰ヲ始ムルカ如シ凡^レ或ル液体ニ就テ單ニ其沸騰點ト呼フ
ハ通常氣壓即チ七六〇〔ミリメートル〕ノ下ニ在テ其液体ノ蒸沸スル
熱度ノ義ナリ

各種物体ノ熔融點ハ互ニ各殊異ナ
ルニ同シク同^一ノ壓力下ニ於ケル各
種液体ノ沸騰點モ亦大テ不同ナル
モノナリ之レヲ確證スルニハ第二
百十九圖ニ示スカ如キ裝置ヲ用ユ

第二百十九圖

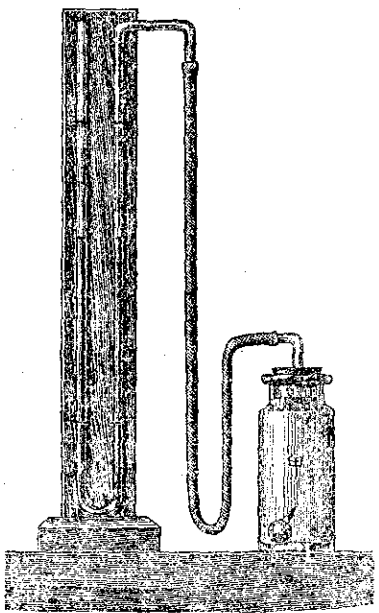


此裝置ハ最モ單一ナル者ニシテ特別ノ説明ヲ要セスヲ容易ニ了解
スルヲ得ヘキガ故ニ茲ニ之ヲ贅セス左ニ掲クル所ノ表ハ右ノ裝置ヲ
以テ確定シタル液体沸騰點ノ例ヲ示ス者ニシテ即チ七百六十〔ミリメ
ートル〕ノ氣壓下ニ於ケル所ノ熱度ナリ

藏瓦私	— 18° C
亞硫酸瓦私	— 10 "
〔エーテル〕	+ 37,8 "
硫化炭素	47,0 "
亞爾箇保兒	78,7 "
水	100 "
的列並油	157 "
水銀	350 "
〔大氣ヲ充盈セル局處ニ於ケル蒸氣〕	大氣ヲ充盈セル局處

ニ於テ或ル液体ヨリ發生スル蒸氣ノ量ハ同等ノ内積ヲ有スル真空ノ
局處ニ於テ同等溫度ノ際ニ發生スルノ量ニ均一ナリトス此重要ナル
定則ヲ確証スルニハ〔バボ〕氏ノ構造ニ係ル者ニシテ第二百二十圖ニ示

第二百二十圖



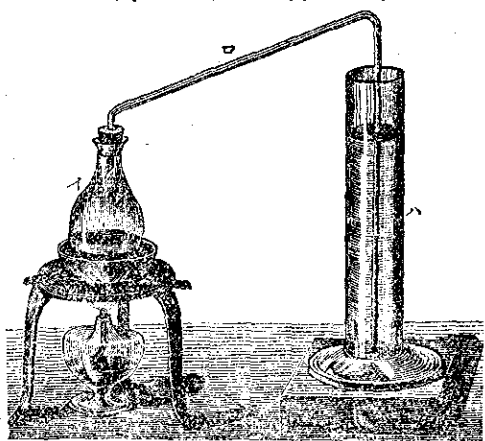
以テ善ク栓塞シタル廣口ノ硝子瓶〔甲〕中ニ之ヲ入ル此硝子瓶〔甲〕ノ内
部ハ〔キユルク〕中ニ挿入シタル短キ硝子管及ヒ護謨管ニ由テ氣壓計ト
連通シ其氣壓計ノ兩脚中ニ於ケル水銀ハ初メ同等ノ高サニ止マル蓋

シ硝子瓶〔甲〕中ニ於ケル大氣ハ外氣ト同等ノ壓力ヲ有スルヲ以テナリ
然レハ劇シク硝子瓶〔甲〕ヲ振盪シ彼ノ「エーテル」ヲ含有セシ硝子球ヲ破裂
セシムレハ乍〔甲〕中ニ「エーテル」蒸氣ヲ發生シ其張力ハ〔甲〕中ニ包有ス
ル大氣ノ張力ニ加ワルヲ以テ氣壓計右方ノ脚中ニハ水銀昇騰シ左方
ノ脚中ニハ降下スベシ此兩脚中ニ於ケル水銀面高低ノ差ハ即チ〔甲〕中
ニ於ケル「エーテル」蒸氣ノ張力ニ對スル量價ナリトス然ルニ斯ノ如ク
其一脚ニハ水銀ノ昇騰ヲ起シ他ノ一脚ニハ其降下スルヲ決シテ急速
ニ成ルニアラスシテ徐々ニ發起シ凡ソ一二時間ヲ經タル後氣壓計中
ノ水銀ハ始メテ其高サノ極度ニ達スベシ今此蒸氣張力ノ強弱ヲ觀察
スルニ同一熱度ノ際眞空内ニ發生セシメタル「エーテル」蒸氣ノ張力ト
均一ナルヲ見ルベシ二十度ノ熱ニ在リテハ己ニ前文ニ説述セル如ク
「エーテル」蒸氣ノ張力ハ四三四、八「ミリメートル」ナルガ故ニ水銀面高低
ノ差モ亦四三四、八「ミリメートル」ナリトス

上文説述スル如ク氣壓計ノ管中ニ於テ水銀ノ徐々ニ上昇スルヲ觀レ
バ〔甲〕中ニ大氣ノ存在スルニ因リテ「エーテル」蒸氣ノ發生ヲ緩徐ナラシ
ムルヤ果ノ明ラカナリ以上「エーテル」蒸氣ニ就テ言フ所ハ特トリ之レニ
適應スルノミナラズ其他各種液体ノ蒸氣ニ對スルモ亦同一理ニシテ
水蒸氣ニ於テモ亦然ルベキヤ固トヨリ言テ俟タズ

〔蒸氣ノ潛温〕或ル液体ノ蒸散スルニ當リテハ必ス熱ヲ吸收ス、シ
此蒸散ノ際ニ吸收シタル熱即チ結合シタル熱所謂蒸散熱ナル者ハ吾
人ノ知覺ニモ驗温器ニモ感應セサルヤ熔融ノ際ニ結合〔即チ潛伏〕スル
所ノ熔融熱ト同様ナリ蒸氣ノ發生スル際熱ノ潛伏スルハ己ニ液体ノ
煮沸スル間其液体ノ熱度毫モ變化セサルヲ見テ明瞭ナリ即チ煮沸ス
ル水ノ熱度ハ假令其火熱ヲ熾盛ナラシムルモ百度ニシテ止マル已ニ
一旦煮沸ヲ始メタル水ニ賦與スル所ノ熱ハ都テ百度ノ熱ヲ有スル水
ヲシテ百度ノ蒸氣ニ變移セシムルニミ費用セラル水蒸氣ノ潛温ハ

幾何ナルヤ(即チ一立方センチメートル)ノ水ヲ蒸散セシムルニ要スル所ノ熱量ハ幾何ナルヤ)ハ下文ニ説述スル方法ヲ以テ之レヲ概知スルヲ得ベシ即チ第二百二十一圖ニ示ス如ク一個ノ硝子壺(イ)中ニ水ヲ入



ル大サハ蒸氣潛温ノ大サナルヲ知ルヘシ今(イ)ナル壺中ノ水ヲシテ暫

第二百一十一圖

時煮沸セシメ其壺中ノ大氣ハ已ニ悉トク逐出セラレタリト看做シ得ヘキノ時ニ當リ(ハ)ナル圓壺ノ冷水中ニ曲管ノ一端(ハ)ヲ沈没スレハ蒸氣泡ノ冷水中ニ到達スルヤ否ヤ乍ラ濃縮ス然レハ(ハ)中ノ水愈々温熱ナルニ至レハ蒸氣泡ハ愈々其容ヲ増大シ(ハ)中ノ水遂ニ煮沸熱ニ達スルトキハ蒸氣泡ハ濃縮スルヲナク全液中ヲ經過シテ上昇スベシ是レ即チ(ハ)中ニ於テ煮沸ヲ始ムルノ時ナリトス此煮沸ヲ始メタル瞬間ニ於テ(イ)ナル壺ヲ退ケテ試験ヲ歇ムベシ試験ノ始メニ於テ(ハ)中ニハ零度ノ水十一立方センチメートルアリテ試験ヲ了リタル後(ハ)中ニハ百度ノ水一三、一立方センチメートルヲ包有セリト假定スレハ即チ二、一立方センチメートルノ水ヲ増加シタリ此増加量ハ(イ)ナル壺中ニ蒸散シ爾後(ハ)ナル圓壺中ニ濃縮シタル者ナルヤ明ヲカナリ而シテ(イ)ニ於テ結合セラレタル潜温ハ(ハ)中ニ於テ再ヒ遊離シ玆ニ存在スル零度ノ水十一立方センチメートルヲ熱シテ百度ニ昇騰セシメタリ是故ニ二、一立方セ

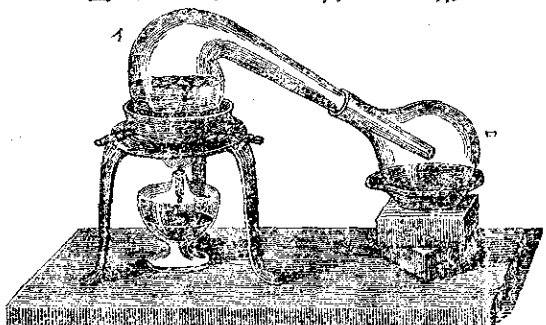
「ナメートル」ノ水ヲ蒸散スルノ際ニ吸収シタル熱量ハ零度ニ於ケル十一立方センチメートルノ水(即チ五、二倍ノ水量)ヲ百度ニ至ル迄熱ヲ得ヘキ者ナリトス己ニ前章ニ於テ説述シタル如ク熱量ノ原位ニハ一「グラム」ノ水ヲ零度ヨリ一度ニ熱シ得ルガ爲メニ要スル所ノ熱量ヲ以テスルガ故ニ五、二「グラム」ノ水ヲ一度ニ熱スルニハ五、二ノ熱量ヲ要シ又此水量ヲ熱シテ百度ニ至ルニハ熱量ノ五二〇ヲ要ス然ラハ則チ一「グラム」ノ水蒸氣ノ潜温ハ五二〇ナリ

以上説述シタル試験ハ水蒸氣ノ潜温ヲ精細ニ定知スルニ充分ナリトセス其成績ニハ常ニ多少ノ差ヲ生ス然レモ只其方法ヲ説明スルノ爲メノミニ對シテハ太タ適當ナル者トス之レニ因テ得ル所ノ成績常ニ精細ナラサル所以ハ下文ニ説述スルカ如シ即チ「ハ」ナル圓壙中ニ於ケル水ヲ熱スルニ足ルベキ高熱ノ際ニハ其周圍ニ熱ヲ傳ヘテ之レヲ失了スルヲ著シク加之已ニ「ロ」ナル管中ニ於テ多少ノ水蒸氣ヲ濃縮シ之

レカ爲メニ遊離スル熱ハ大氣中ニ逸去シ右ノ蒸氣ハ水ト變シテ「ハ」ナル圓壙中ニ來ルベシ是故ニ「ハ」中ノ水煮沸スルノ時期ニ至ル迄ニハ若シ上文ニ記スル如キ損害ノ原因ナキノ際ニ於ケルヨリモ多量ナル水量ノ「イ」ナル壙中ヨリ流移シ來レルノ理ハ容易ニ之レヲ了解スルヲ得ヘシ此ヲ以テ已上ノ試験ニ因テ得ル所ノ水蒸氣潜温ノ量價ハ常ニ其真正ノ量ヨリモ微小ナルモノトス

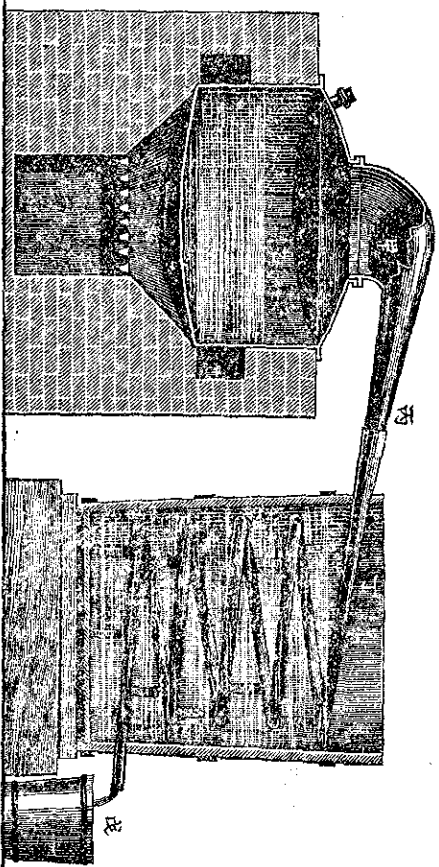
或ル器中ニ水ヲ盛り火熱ニ由テ發生シタル蒸氣ヲシテ不斷冷水ニ由テ冷却シタル局處ニ導キ再ヒ滴流体ニ變化セシムルノ法ヲ名ケテ蒸餾ト云フ凡ソ蒸餾ニ要スル裝置中最モ單一ナル者ハ第二百二十二圖ニ示ス者即チ是レナリ此蒸餾法ヲ用キテ揮發性少ナキ或ル異物ヲ混糅セル液体ヲ淨却スルニハ其頸部ヲ「ロ」ナル受器ニ挿入セル列篤爾篤(曲頸壙「イ」ニ盛リテ之レニ熱ヲ加フヘシ其列篤爾篤ハ冷水ヲ盛リタル皿中ニ置キ常ニ之レヲ冷却スルヲ要ス此冷却ヲ充分ナラシムルニハ濾紙或

第二百二十二圖



ハ布片ヲ以テ受器ヲ掩ヒ不斷其上ニ冷水ヲ滴
流セシムベシ(イ)ナル列篤爾篤中ニ發生シタル
蒸氣ハ其一部分已ニ列篤爾篤ノ頸中ニ於テ濃
縮シ他ノ一部分ハ受器中ニ到達セル後ニ濃縮
シ共ニ受器中ニ聚流スルナリ
多量ノ液体ヲ蒸餾スルコハ第二百二十三圖ニ
示ス所ノ裝置ヲ用ユ即チ此蒸餾法ニ由テ其中
ヨリ或ル一種ノ液体ノミヲ餾取スベキ混合物
ヲ以テ銅製ノ鑪(乙)中ニ盛リ此鑪上ニハ(甲)ナル
兜蓋ヲ置クベシ而シテ此兜蓋ハ(丁)ナル冷却管中
ニ口ヲ開キタル管(丙)ヲ具有ス右ノ冷却管ハ螺旋狀ニ旋廻シタル者ニ
シテ冷水ヲ盛リタル槽中ニ位セリ蒸氣ノ濃縮ニ由テ冷却管中ニ生成
シタル液体ハ(戊)ナル口端ヨリシテ桶中ニ流出ス始メ水ノ煮沸シテ蒸

第二百二十三圖



蒸ト爲ルノ
際ニ結合セ
ラレタル溜
温ハ蒸氣ノ
濃縮スルニ
及ンテ再ヒ
遊離シ來リ
冷却水ニ傳
移スルヲ以
テ甚タ速ニ之レヲ煖熱スベシ然ルニ冷却管中ニ於テ蒸氣ノ濃縮スル
ハ冷却水愈々寒冷ナレハ愈々充分ナルモノナレハ特別ノ管條ヲ備ヘ
テ斷ヘズ冷却桶ノ下部ニ冷水ヲ注入シ其上部ヨリハ之レト同量ノ熱
水ヲ流出セシムルヲ要ス

凡ソ液体ヲ蒸餾スルノ時ニ際シ一定時間ニ濃縮シタル蒸氣ハ幾何ナルヤ又其際冷却水ニ放與シタル熱度ハ幾何ナルヤ各時精細ニ測知スルヲ得ルトキハ各種ノ蒸餾裝置ヲ以テ蒸氣潛濕ノ量價ヲ確定シ得ヘシ是故ニ蒸氣ノ潛濕ヲ確定スルニハ只其量價ヲ精細ニ明示スベキ蒸餾裝置ヲ構造スルヲ要ス此原理ニ基キ各種液体ノ蒸氣ニ就キ其結溫ヲ實際ニ確定シ得タリ今其一二ノ例ヲ舉示スレハ左表ノ如シ

水

540

亞爾箇保兒

314

「ターナル」

90

之レヲ言譯スレハ一氣壓ノ際右ノ液体「グラム」ヲ蒸氣ニ變移セシムルニハ「グラム」ノ水ヲ一度ニ熱スル熱量ヨリモ五百四十倍、二百十四倍、九十倍ノ熱ヲ潛藏結合セシムル者ナリ

凡ソ蒸氣ノ潛濕ハ熱度ノ異ナルニ隨テ同一ナラス即チ液体ノ蒸氣ニ

變移スルノ際熱度卑ケレハ熱度高キ比スレハ其結溫大ナリトス

〔蒸散ニ由テ生スル寒冷〕外氣中ニ於テ或ル液体ヲ煮沸スル時

ハ其液体ハ終始不變ノ熱度ヲ保有ス蓋シ蒸氣ヲ構成スルガ爲メニ吸收セラルハ所ノ熱量ハ斷ヘズ薪火ヨリ器壁ヲ通過シテ補給セラルハヲ以テナリ然レモ或ル液体ヲ排氣器ノ鐘下ニ置キ之レヲ煮沸セシムレハ漸々其熱度ヲ減スベシ蓋シ然ルモハ其蒸氣ハ液体自己及ヒ其周圍ノ物体ヨリシテ其生成ニ必要ナル所ノ熱ヲ奪取セサルヲ得サレバナリ

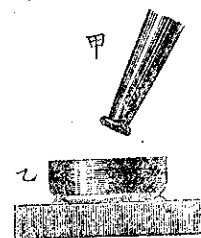
少量ノ酒精若クハ「エーテル」ヲ取り之レヲ手上ニ滴注スレハ著シキ寒冷ヲ覺フ蓋シ其液体揮散スルノ際ニ要スル所ノ熱ヲ手ヨリ奪取スルヲ以テナリ吾人若シ酷暑ノ日ニ於テ大氣ノ流通スル局處ニ來レハ忽チ爽快ナル冷却ヲ覺フベシ然レモ是レ冷氣ノ流通シ來ルニ基因スルニ非フ即チ驗溫器ニ由テ確證スルヲ得ヘキ如ク玆ニ流通シ去ル所ノ

大氣ハ甚ク温熱ナルモノナリ然ルニ其流通ノ爲メニ冷涼ヲ覺ユルハ忽地ニ皮膚上ノ蒸發氣ヲ吸去スルヲ以テナリ然ルニ吾人若シ濕氣ヲ飽充シタル靜穩ノ零圓氣中ニ居ルトキハ身体ヲ壓迫スルカ如キ濕熱ヲ感スルハ毫モ吾人ノ身体ヨリシテ蒸發氣ノ揮散スルヲナキヲ以テナリ

驗温器ノ球部ヲ被包スルニ綿ヲ以テシ之レヲ「エーテル」ニ濕潤シ爾後急速ニ其驗温器ヲ左右前後ニ振廻スルハ零點下一二度ニ降ル

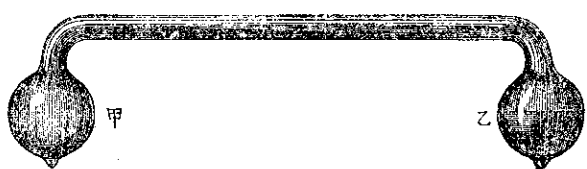
「エーテル」若シハ硫化炭素ヲ迅疾ニ蒸散セシムルニ由テ水ノ氷結ヲ生セシムベキ方法中最モ單一ナルモノハ下文ニ説述スルカ如シ即チ第二百二十四圖ニ示ス如ク一片ノ板上ニ一二滴ノ水ヲ注キ其水上ニ銅製ノ薄キ小皿「乙」ヲ置キ之レニ少量ノ「エーテル」若シハ硫化炭素ヲ注クヘシ而後通常ノ吹器「甲」分ノミヲ前ス茲ニハ其一部ヲ以テ吹クニ由リテ此揮發

第二百四十四圖



性液体ノ蒸散ヲ促進スルトキハ小皿下ニ存在スル所ノ水ハ氷結シテ板ニ固着スベシ

第二百五十五圖



「ウオルラストン」氏ノ結氷球ト名クル器具中ニ於テハ水ハ自己ノ蒸發ニ由テ氷結ス第二百二十五圖ニ示ス如ク廣キ硝子管ニ由リ「甲」及「乙」ナル二個ノ硝子球ヲ連通セシメ最初「乙」ナル球中ニ適宜ノ水ヲ盛り之レニ加熱シテ活潑ニ煮沸セシムレハ裝置中ニ包有スル大氣及ヒ水蒸氣ハ「甲」ナル球子ノ尖端ニ於ケル小孔ヨリ逸出スベシ少時ノ間其煮沸ヲ持續セシメ充分ニ大氣ヲ逐出シタル後吹管ヲ以テ「甲」球ノ尖端口ヲ熔着シ裝置中ノ水ヲシテ悉ク「乙」球中ニ聚流セシメ「甲」球ヲ以テ起寒混和劑中ニ沈没スレハ「甲」中ニハ斷ヘズ水蒸氣ヲ濃縮スルガ爲メ「乙」球中ニ水ノ蒸發スルヲ甚タ迅速ニシテ遂ニ其殘水ヲ冰

結セシムルモノナリ

或ル液体ノ蒸散ニ由テ熱度ノ低降スル度ハ其液体ノ沸騰點愈々低ク
シテ其蒸氣ノ結溫愈々大ナルノ際ニ於テ愈々著シトス其沸騰點ハ零
下ニ位スル所ノ或ル液体ヲ蒸散セシムルニ由テ生シタル熱度ノ低降
ハ太々著大ナルモノナリ例之ハ速ニ亞硫酸^{其沸騰點零下}十度ニアル者ヲ蒸散セシ
ムルノ際之レニ由テ生シタル寒冷ノ爲メニハ水銀モ亦凝結スルヲ得
ベシ又流動炭酸ヲシテ細小ナル口孔ヨリ流出セシムルトキハ其急疾
ナル蒸散ヲ起スノ際熱度ノ低降スルハ甚タ強劇ナル者ニシテ流出スル
炭酸ノ一部分ハ凍結シテ固体ニ變スルヲ以テ受器中ニ於テ雪片狀ト
爲シテ聚採スルヲ得ベシ而シテ其熱度ハ實ニ攝氏ノ零下九十度ニ在
リトス

第三章

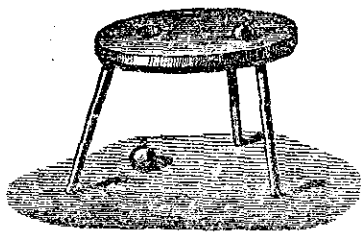
物体ノ比熱

〔比熱ノ理解〕

茲ニ十度ノ熱ヲ有スル一磅ノ水アリ之レニ六十度
ノ熱ヲ有スル水一磅ヲ急速ニ混和スルトキハ其混水ハ大凡ソ其平均
數ナル三十五度ノ熱ヲ得ベシ然ラハ則チ六十度ノ熱ヲ有スル一磅ノ
水ガ六十度ヨリ三十五度ニ至ル迄低降スルノ際〔即チ二十五度冷却ス
ルノ際〕ニ放散スル所ノ熱量ハ直チニ他ノ一磅ノ水ヲシテ二十五度昇
騰セシムル〔即チ十度ヨリ三十五度ニ迄昇騰セシムル〕ヲ得ルヤ明ラカ
ナリ然レモ若シ一磅ノ水ト或ル他ノ物質ノ一磅トヲ混和スルトキハ
之レト其成績ヲ同フセズ例之ハ十度ノ熱ヲ有スル一磅ノ水ヲ以テ六
十度ノ熱ヲ有スル一磅ノ的列並油ニ混和スルトキハ其混液ノ熱度ハ
頗ル低下ニシテ大凡ソ二十四度ナルヲ見ルベシ然ラハ則チ一磅ノ的
列並油ハ攝氏ノ三十五度ノ熱ヲ放散シタルニ一磅ノ水ハ只攝氏ノ十
四度ヲ増昇スルヲ得ルノミナリ是ニ由テ之レヲ觀レハ的列並油ノ熱
度ヲシテ一定ノ高點ニ上昇セシムルニハ三十六分ノ十四¹⁴₃₆〔即チ同

量ノ水ヲ同熱度ニ昇騰セシムルガ爲メニ要スル所ノ熱量ノ大凡ソ〇
 四ヲ要ス又其他ノ物質ヲ以テスルモ之レニ類似ス同量ノ水ト水銀ト
 ナ同等ノ熱度ニ昇騰セシムルニ水銀ニ對シテハ只水ニ對シテ要スル
 所ノ熱量ノ〇・〇三ヲ要スルノミナリ即チ水ヲシテ水銀ト同等ノ熱
 度ヲ得セシムルニハ水銀ニ比シレバ正ニ三十倍ノ熱ヲ與ユルヲ要ス
 一〇グラムノ重量ヲ有ナル物質ノ熱度ヲ攝氏ノ一度ニ昇騰スル爲メニ
 要スル熱ノ原位ノ數ヲ名ケテ物体ノ比熱ト云フ上文ニ就テ之レヲ觀
 レハ水銀ノ比熱ハ〇・〇三ニシテ的列並油ノ比熱ハ〇・四ナリトス
 受熱量ナル語モ比熱ト同一ノ意義ニ於テ使用スル所ニシテ各体熱ヲ
 受容スル量ノ多少ニ就テ設ケタルモノトス
 各種ノ物体其比熱互ニ不同ナルヲ解明スルガ爲メニ甚タ適當ナル所
 ノ一試驗ヲ舉テスルコト左ノ如シ即チ第二百二十六圖ニ示ス如ク十
 二乃至十四センチメートルノ直徑ヲ有シ四ミリメートルノ厚サヲ有

第二百二十六圖



スル蠟版ヲ製シ三足ヲ有スル金屬製ノ輪上ニ之
 レヲ載スルコト本圖ノ現狀ノ如クス而シテ大凡ソ二
 百五十グラムノ重量ヲ有スル銅球ト鉛球トヲ作
 リテ沸湯中ニ置キ爾後此二球ヲ蠟版上ニ載スレ
 ハ銅球ハ暫時ニシテ蠟ヲ熔融セシメテ下落スレ
 ドモ之レニ反シテ鉛球ハ己レヨリ放出スル所ノ
 熱ヲ以テ蠟版ヲ熔融スルコト少ナク之レヲ通過

シテ下落スルニ至ル能ハサルモノナリ

各種ノ物体ニ對スル比熱ノ量價ヲ測知スルニ要スル三樣ノ方法アリ

第一 熔冰法ナリ即チ先ツ比熱ヲ確定セントスル物体ノ重量ヲ計

測シ一定ノ熱度ニ至ル迄之レヲ熱シ爾後氷片ヲ充盈シタル桶中

ニ投入スヘシ然ルトキハ其物体ハ冷却シテ氷ノ一部分ヲ熔融セ

シム茲ニ熔融シタル氷ノ量ハ物体カ放失セル所ノ熱量ヲ告知ス

ル者ニシテ之レニ由テ亦其比熱ヲ算出スルヲ得ルヤ容易ナリ

第二 冷却法ナリ即チ只熱ノ進線ニ由テ之ヲ冷却シ得ベキ局處ニ
或ル熱体ヲ置クトキハ其比熱愈々大ナレハ其冷却スルヲ愈々徐
々ナリトス

第三 混和法ナリ此法ハ最モ精確ノ成績ヲ得ル者ニシテ即チ先ツ
試験セント欲スル物体ノ重量ヲ知リ一定ノ熱度ニ至ル迄之レヲ
熱シ爾後水ヲ盛りタル器中ニ沈没ス然ルトキハ水ハ其物体ノ冷
却スルニ由テ却テ已レノ熱度ヲ増加ス今若シ水ノ量ヲ知リ且ツ
沈没セタル物体ノ冷却スルニ由テ得ル熱度ノ増昇幾何ナルヤヲ
知了スルトキハ之レニ由テ物体ノ比熱ヲ算定スルヲ得ヘシ
若シ二百グラムノ重量ヲ有セル白金球ヲ百度ニ至ル迄熱シ十五度ノ
熱ヲ有スル百五グラムノ水中ニ之レヲ沈入スルトキハ其熱度互ニ平
均シタル後水ト球子トノ熱度ハ僅カニ二十度ナルヲ見ル然ラハ則チ

球子ノ熱八十度ヲ低下スルノ際水ノ熱度ノ昇騰スルコト只五度ノミ
ニ止マル然レニ玆ニ白金球ヨリ水ニ放與セタル熱量ハ一〇五ニ五ヲ
乗シタル熱ノ原位〔105.5〕ナリ而シテ今若シ白金二グラムノ熱ヲ一度
増昇スルガ爲メニ要スル所ノ熱量〔是レ即チ一グラムノ白金ヲ一度低
下シタル熱量ニ外ナラス〕ヲ示ス〔8〕ヲ以テスルトキハ上文ノ試験ヲ
行フ際白金球カ放失シタル熱量ノ總計ハ200.80.8ナリ故ニ左式ヲ得
ル

$$200.80.8 = 105.5$$

或ハ

$$S = \frac{52.5}{16000} = 0.0328.$$

此成績ニ由テ之ヲ觀レハ白金ハ同量ノ水ト同等ノ熱度ニ至ラシムル
ニハ水ノ要ナル所ノ熱ヨリ〇.〇三二八倍ノ熱量ヲ要ス即チ白金ノ比
熱ハ〇.〇三二八ナリ今物体ノ重量ヲ示ス〔10〕ヲ以テ冷水ノ増熱ヲ

示スニ〔t〕ヲ以テシ〔上文ノ例中ニ於テハ〔m〕ハ一〇五グラム〕ニシテ〔t〕ハ五度ナリ〕而シテ〔m〕及ヒ〔t〕ヲ以テ冷却シタル物体ノ重量及ヒ減熱ヲ示スルハ〔上文ノ例中ニハ〔m〕ハ二〇〇グラム〕ニシテ〔t〕ハ八〇度ナリ〕冷却シタル物体ノ比熱〔s〕ニ對スル數式ハ左ノ如シ

$$\frac{H_1 t_1}{H_2 t_2} \dots \dots \dots \text{〔第一〕}$$

之レヲ言譯スレハ若シ物体ノ重量ト其減熱シタル量トヲ乘シ此乘積ヲ除スルニ冷水ノ重量ニ其増熱量ヲ乘シテ得タル乘積ヲ以テスレハ冷却シタル物体ノ比熱ヲ得ベシトス

〔比熱試驗ノ成績〕「ヂュロソ」氏及ヒ「プナ」氏ノ研究己來比熱ヲ確定スルノ術ハ化學上最大貴重ノ件ト爲レリ即チ或ル固体元素ノ比熱〔s〕ヲ其元子量〔p〕ニ乘シテ得タル所ノ乘積ハ常ニ大概同一ナル量價ヲ得ルモノナルニ是レ由レリ今下表ヲ以テ其二三ノ例題ヲ掲クル者ヲ見レハ各元素其量價ノ太ク相近似スルヲ知ルベシ

	元子熱 〔ps〕	元子量 〔p〕	比熱 〔s〕
鉄	6,37	56	0,114
亞鉛	6,23	65,2	0,095
銅	6,02	63,4	0,095
鉛	6,50	207	0,031
銀	6,16	108	0,057
白金	6,40	197	0,032
硫黃	5,68	32	0,178
沃度	6,87	127	0,054

此表ニ由テ之レヲ觀レハ元子熱ノ數共ニ大概同一ナリト看做スモ太過アルコトナシ故ニ其中數ヲ取レバ左ノ量價ヲ得ベシ

$$ps = 6,3$$

今「ヂュロソ」乘積ヲ名ケテ元子熱ト爲ストキハ右ノ「ヂュロソ」「プナ」兩氏ノ定則ハ左ノ如ク言譯スルヲ得ヘシ

凡^〇〇^〇固体^〇元^〇子^〇ノ^〇元^〇子^〇熱^〇ハ^〇大^〇概^〇皆^〇同^〇樣^〇ナ^〇リ

右ノ定則ハ「レニヨリ」氏ノ新試驗ニ由テ更ニ其確實ナルヲ證明セラレタル者ニシテ之レニ依ルトキハ其比熱ヨリシテ或ル物体ノ元子量ヲ算出スルヲ得ヘク又已ニ他ノ方法ヲ以テ概知シタル元子量ノ眞價ヲ確定スルガ爲メニ之ヲ精算スルヲ得ヘシ

複体ニハ左ニ舉示スル所ノ定則ヲ以テ適當ナリトス

$$P.S = nps + n'p's'$$

右ノ式中ニハ「P」ヲ以テ元子量ヲ示シ「S」ヲ以テ複体ノ比熱ヲ示シ「P.S」等ヲ以テ各元子ノ元子熱ヲ示シ而シテ「n」及ヒ「n'」ヲ以テ化合スル元子ノ數ヲ標ス例之ハ輝銅鑛ハ二元子ノ銅即チ「n」ハ二ナリト一元子ノ硫黃ヨリ成ル然ラハ則チ之レニ對スル所ノ「P.S」ハ左ノ數式ノ如クナルヘシ

$$P.S = 2 \cdot 602 + 5.68 = 17.72$$

「レニヨリ」氏ハ一二ノ液体ニ對スル比熱ノ眞價ヲ確知セリ即チ左表ノ如シ

油並列的	0,423
兒保爾爾亞 (比重 0,807)	0,602
素炭化硫	0,218

〔氣體ノ比熱〕 凡^〇〇^〇氣體熱ヲ得テ隨意ニ膨脹スルヲ得ヘキノ際即チ其張力ニ變化ヲ生ゼサルノ際ニ於ケル二三ノ氣體ニ對スル比熱ノ眞價ハ左表ニ掲クルガ如シ

酸素瓦私	0,218
窒素瓦私	0,244
水素瓦私	3,405
格魯兒瓦私	0,121
零圍氣	0,238
炭酸瓦私	0,248
水蒸氣	0,475
エーテル蒸氣	0,481

或ル瓦私休若シ隨意ニ膨脹スルヲ得ルハ右ノ表中ニ示ス如キ比熱ヲ得ベシト雖ヒ之レヲ一局處ニ閉鎖シテ熱ヲ加ヘ其張力ハ増盛スルモ容積ハ同一ニ止マリ毫モ膨脹スルヲ能ハサザシムルハ其比熱ノ量價ハ上文ニ記スルモノヨリモ小ナリトス即チ一局處ニ閉鎖セラレテ其變容ヲ許ササルニ「グラム」ノ大氣ヲ一度ニ至ル迄熱スルガ爲メニ要スル所ノ熱量ハ終始變化セサル壓力下ニ在リテ隨意ニ膨脹シ得ルハニ於ケルヨリモ小ナルモナリ今變化ナキ壓力ノ下ニ於ケル或ル

氣體ノ比熱ヲ示スニ「S」ヲ以テシ之レニ反シテ其容積ヲ變化スルコト能ハサルノ際ニ於ケル其比熱ヲ示スニ「S」ヲ以テスルハ左式ノ如キ量價ヲ得ベシ

$$S = \frac{1}{141}$$

是ニ由テ之ヲ觀レハ或ル氣體ノ稀薄ニ至ルニハ熱ヲ結合スルヤ明瞭ニシテ又或ル氣體ヲ壓縮スルハ熱ノ遊離スルヤ必然ナリ是レ即チ「フレイチンエ、フレイエルツキ」ニ壓氣發火器ナル裝置ニ由テ確證スベキ所ナリトス此裝置ハ第二百二十七圖ニ示ス如ク其下端ハ閉塞セル硝子或ハ黃銅製ノ管條ニシテ之レニ輕革製ノ圓版ヲ以テ作り氣密ニ閉鎖シテ且ツ容易ニ上下シ得



ヘキ所ノ吸子ヲ具フ此吸子ノ下端ハ少シク凹面ヲ成ス

茲ニ些少ノ火絨ヲ固挿シテ吸子ヲ管口ニ挿入シ強盛ナル衝突ニ由テ殆ント管ノ底面ニ至ル迄之レヲ壓下シ再ヒ速ニ牽引シテ外氣中ニ抽

出スレハ吸子ノ下端ニ存スル火絨ノ燃燒スルヲ見ルヘシ是レ管中ニ閉塞シタル大氣ヲ強盛ニ壓迫スルニ由テ著大ノ熱量ヲ遊離セシメタル徵候ニ外ナラズトス

張力ノ不變ナル際ト容積ノ不變ナル際トニ於テ瓦私比熱ノ不同ナルハ後章ニ於テ詳述スヘキ熱ノ機械説ニ於テ完全ナル説明ヲ得ヘシトス已ニ上文ニ掲示シタル氣體比熱ノ量價ハ同量ノ氣體ニ對スル者ナルヤ固トヨリ言テ俟タスシテ即チ各種氣體ノ一グラムヲ零度ヨリ一度ニ至ル迄熱スルガ爲メニ要スル所ノ熱量ナリトス然レハ同壓同熱ノ際同一ノ容積ヲ有スル氣體ノ比熱ヲ比較スルトキハ頗ル貴要ノ成績ヲ得ベシ例之ハ酸素瓦私一グラムノ容積ヲ(V)トスレハ一グラムノ水素ハ[16V]ナル容積ヲ取ルヘシ故ニ一グラムノ酸素ト同容ナル水素瓦私ノ比熱ハ $\frac{3405}{16} = 0.2129$ ナリ若シ又其他ノ氣體ノ同量ニ屬スル比熱ニ酸素瓦私ナ一位トシタル比重ヲ乘スルキハ殆ント同一ノ量價

ヲ得ル此成績ヨリシテ左ノ定則ヲ導致スヘシ即チ同壓同熱ノ際ニ於ケル各種氣體ノ同容積ハ同一ナル比熱ヲ有ス
單體瓦私ノ同容積ハ同數ノ原子ヲ包有スルガ故ニ「ヂ・ユロン」「ブチー」兩氏ノ定則ハ亦茲ニ適應スヘシ即チ單體瓦私ノ原子熱ハ總テ同一ナリトス

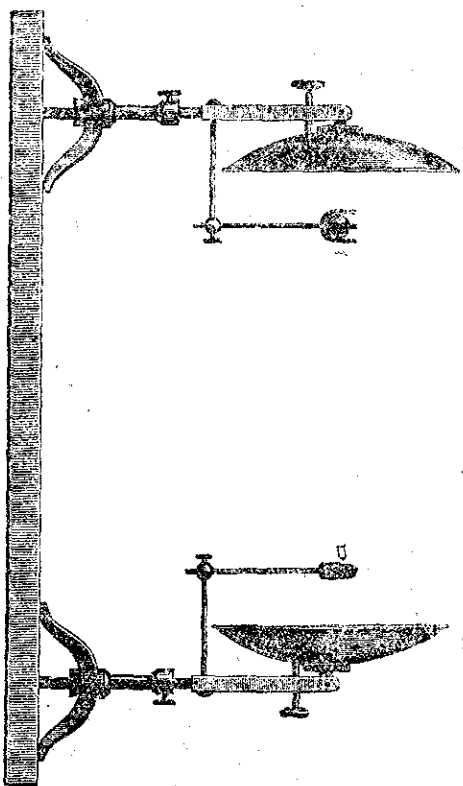
第四章

熱ノ傳達

〔熱ノ放射〕或ル物体ヨリ放射スル所ノ熱ハ恰カモ光線ノ透明体ヲ通過スルニ同ク物体中ニ透入スベシ例之ハ日光ハ吾地球ヲ圍繞セル零圍氣ヲ透過シタル後地面ヲ熱ス是故ニ熱線ハ零圍氣ノ爲メニ其多分ヲ吸収セラルハ「ナク直ニ」之レヲ透過スルヤ明ラカナリ又吾人竈火ニ近ケハタトヒ吾人ノ身体ト薪火トノ間ニ存スル大氣ハ高度ノ熱ニ昇ラサルモ熾熱ヲ覺フ然レハ屏障ヲ以テ之レカ中隔ヲ爲セハ

其熾熱ハ立トコロニ消失スベシ是レ吾人ヲ圍繞セル大氣實ニ高度ノ熱ヲ有スルニ於テハ決シテ能ハサルノ事ナリトス然ラハ則チ熱体ハ其周方ニ熱線ヲ進出シテ恰カモ光線ノ透明体ヲ透過スルカ如ク大氣ヲ透過スルヤ必セリ因テ光ノ光体ヨリ發シテ周方ニ傳擴スルノ徑路ヲ光線ト名クルカ如ク熱ノ進出メ周方ニ傳達スルノ徑路ヲ名ケテ熱線ト云フ之レヲ確證スルコハ第二百二十八圖ニ示ス如ク二個ノ巨大ナル凹面鏡ヲ取リ之レヲ相對立セシメテ五乃至六メートルヲ隔テ其軸正ニ同一直線ヲ爲スノ位置ヲ取ラシメ而シテ一ノ凹面鏡ノ燒點(イ)ニ一片ノ火絨ヲ置キ他鏡ノ燒點(イ)ニハ白熾熱ニ於ケル鉄球或ハ熾炭之レニハ吹器ヲ以テ大氣ヲ送りテ置ケハ忽チ火絨ノ點火スルヤ恰モ燃燒ヲシテ常ニ活潑ナラシムヲ置ケハ忽チ火絨ノ點火スルヤ恰モ之レヲ火ニ直接セシムルカ如此試驗ニ由テ之ヲ觀レハ熱体ハ溫熱ヲ迸射スルヤ疑ヲ容レズ蓋シ火絨ノ點火スルヤ決シテ中間ニ存スル氣層ノ漸々熾熱セラレタルニ由ル能ハサレバナリ其火絨若シ燒點ニ

圖 八 十 二 百 二 第

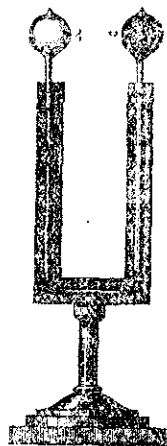


在ラサルトキハ假令熾熱体ニ近ツクモ已ニ燃燒スルコトナシ今熾熱シタル球子ヲ置クヘキ位置ニ三百度ノ熱ヲ有スル一球ヲ置キ火絨ヲ置クヘキ點ニ通常ノ驗溫器ヲ來タスキハ其驗溫器ノ水銀ハ忽チ昇騰スベシ然ラハ則チ三百度ニ熱シタル球子亦熱線ヲ發スルモノナルヤ明瞭ナリ又三百度ノ熱ヲ有スル球子ニ代ユルニ沸湯或ハ九十度八十度若クハ七十度ノ熱水ヲ充盈シタル一器ヲ以テスルキハ已ニ驗溫器ノ昇騰ス

ルヲ見ス然レ此試驗タルヤ右ノ熱水ヲ盛リタル器ノ側壁ハ此熱度ノ際已ニ熱線ヲ進出スルヲナキヲ確證スルモノニ非ラスシテ却テ通常ノ驗溫器ハ充分銳敏ノ感應ヲ有セサルヲ示スモノトス故ニ此際銳敏ノ器具例之ハ「ルムフオード」氏又ハ「レスリー」ノ示差驗溫器或ハ「メロロニー」氏ノ熱力増電計幫助ヲ借リテ之ヲ驗知スベシ

「ルムフオード」氏ノ示差驗溫器ハ第二百二十九圖ニ示ス所ノ裝置ニシ

第二百二十九圖

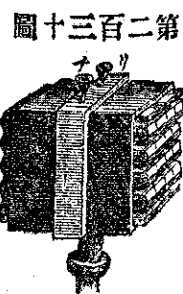


テ二個ノ硝子球「イロ」「U」字狀管ニ由テ連通セラレ其管中ニハ有色ノ酒精少許ヲ充テ其餘ノ

部分ハ悉ク大氣ヲ包有ス而シテ之ヲ以テ度目ヲ劃シタル木板ニ固着セリ或ル一定ノ局處ニ此驗溫器ヲ置キ兩球ニ受クル處ノ熱同等ナレハ毫モ變化ヲ見スト雖モ或ル一球佗ノ一球ニ比シテ熱ヲ得ルヲ大ナレハ玆ニ包有セル大氣ノ膨脹ニ因リテ其管中ノ液ハ降下シ他方ノ

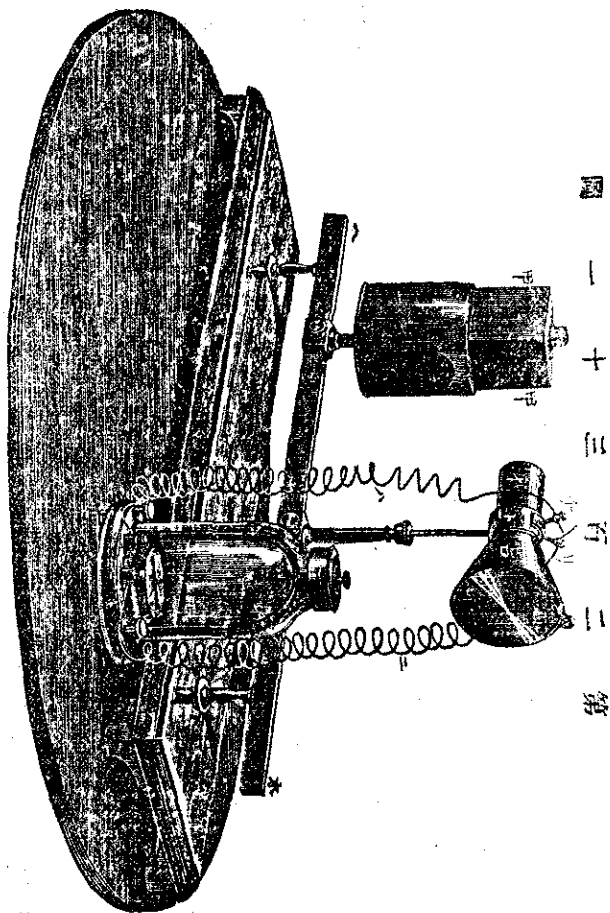
寒冷ナル管中ニ於ケル液ハ昇騰スルヲ見ルベシ之レニ因リテ以テ假令僅少ノ熱度ト雖モ直ニ其差アルヲ知了スルヲ得ベシ

「メロロニー」氏ノ熱力増電計ハ第二百三十圖ニ就テ其狀ヲ示シ更ニ



下篇ニ於テ之ヲ詳説スヘキ熱電柱及ヒ甚ク銳敏ナル増電計「露電」トモリ成ル其熱電柱ハ其兩端ニ烟煤ヲ塗リテ充分之ヲ黒クシ第二百三十一圖ニ示ス如ク其把持器「ト」ニ由テ支臺上ニ固定ス「イ」及ヒ「ロ」

ナル蓋被ハ大氣ノ流通ト外方ヨリ熱電柱ニ襲來スル所ノ熱線トヲ防蔽スルノ用ニ供ス本圖ニ於テハ一ノ蓋覆ヲ以テ閉塞セルガ如キノ觀アル所ノ「ロ」ナル蓋被ハ圓錐形ナルヲ以テ若シ必要ナルハ此側邊ヨリシテ熱線ヲ受ケテ之ヲ稠集セシムルヲ得ルモノトス今熱電柱ノ兩極端「リ」ニ於テ容易ニ伸縮スルヲ得ベキ線「ハニ」ヲ繫キ此二線ノ兩端「乙」ナル増電計ニ連繫スルヲ本圖ノ現狀ノ如クシ「甲」ナル箱ニ熱水



少ナル熱ノ差ヲ生スレハ已ニ増電計ノ磁石鍼ヲ傾斜セシム其傾斜ハ即チ茲ニ進射シ來レル熱ヲ受クルノ證ナリ尙ホ磁石針ノ傾斜ニ就キ

チ充テイ
ナル蓋被
ノ口端ニ
對シテ之
レヲ置ク
トキハ此
熱湯箱ヨ
リ發スル
熱ニ由テ
熱電柱ノ
兩端ニ些

テハ下篇ニ詳説スベシ

〔物体ノ熱線進射力〕

凡ソ物体ノ熱線ヲ進射スル力ハ甚ク不同ニシテ且ツ其表面ノ景態ニ關ス而シテ其稠度小ナル物体ハ其稠度大ナルモノ、表面ヨリモ熱ヲ進射スルノ夥多ナリトス表面ノ異ナルニ從テ熱線ヲ進射スル不同ナルヲ明證スルニハ第二百三十一圖ニ示シタル立方形ノ空箱ヲ以テ其熱源ト爲スヲ要ス此空箱ハ黃銅版製ニシテ側面ノ長サハ十五乃至十八センチメートルナリ而シテ其側面ハ各其製造ノ方法ヲ異ニセモモノニシテ即チ其一ハ眞ノ金屬製ニシテ善ク研磨シ其二ハ烟煤ヲ塗リ其三ハ官粉炭酸鉛ヲ塗リ其四ハ墨汁ヲ以テ塗ル今此空箱ヲ盈タスニ熱水ヲ以テシテ大凡ソ其半ハ至リ其下ニ酒精燈ヲ置キ水ノ熱度ヲ變換セサラシメ爾後之レヲ熱電柱ニ對向セシムルニ其面ヲ轉換スルニ隨テ磁石針ノ傾斜甚ク不同ナリ茲ニ觀察シタル磁石針傾斜度ノ大小ニ由テ各面ノ熱線進射力ニハ強弱アルヲ知

了スベシ左ニ其對稱ノ一例ヲ舉示ス

烟煤	100
墨	85
官粉	100
研磨セル金屬	12

即チ烟煤ノ進出力ヲ示スニ一〇〇ヲ以テスレハ研磨シタル金屬面ノ進出力ハ一二ナリ

〔熱線ノ吸収〕 凡ソ物体面上ニ進射シ來ル所ノ熱線ハ或ハ其物体中ニ透入シ或ハ其表面ヨリ反射ス然レモ物体中ニ透入シタル光線ハ或ハ其物体ヨリ吸収セラレテ感知スヘキ溫熱トナリ或ハ其体中ニ溫熱ノ作用ヲ營ムコトナクシテ直チニ之ヲ透過シ去ルヤ恰モ光線ノ透明体ヲ透過スルカ如シ凡ソ物体ノ熱線ヲ吸収スル徵證ハ己ニ第二百二十八圖ニ就テ示シタル四面鏡ノ試驗ニ由テ其確實ナルヲ証明シ得

ベシ即チ一ノ四面鏡ノ燒點ニ置キタル物体ニ熱度ノ昇騰スルヲ見ルハ稠集セル熱線ヲ吸収シタル所ノ成績ナリトス凡ソ固体及ヒ液体ニ多少熱線ヲ吸収スルノ力ヲ具有スルハ之ヲ日光ニ曝露シタルノ際其熱度常ニ此各体ヲ圍繞セル大氣ノ熱度ヨリモ高キヲ以テ知ルベシ總テ各種物体ノ熱線吸収力ハ進射力ノ如ク各体同一ナラサルモノトス蓋シ容易ニ熱線ヲ進出スル表面ハ亦之ヲ吸收スルノ機能ヲ有セサルヲ得サレハナリ吸収力ノ不同ナルハ下文ニ説述スル單一ナル試驗ニ由テ徵知スルヲ得ヘシ即チ二個ノ通常驗溫器ヲ取り其一個ノ球形部ヲ黒塗シ共ニ日光中ニ曝露スルハ其黒球ニ於ケル水銀ノ昇騰ハ甚タ高シ然ラハ則チ黒塗セル驗溫器球ノ表面ハ尋常ノ驗溫球ノ表面ヨリモ巨大ナル熱線吸収力ヲ有スルヤ明ラカナリ是レニ由テ之ヲ觀シハ或ル物体ヨリ吸収セラレタル熱線ハ其物体ヲ溫熱スル者ニ外ナラズ或ル物体熱線ヲ受ケテ可及的強劇ニ溫熱セラル、ヲ要スル

其ハ強ク熱線ヲ吸収スルノ性アル物体ヲ以テ之レヲ覆ワサル可カラ
ズ今此理ニ基キ示差驗温器熱電柱等ノ如キ温熱ヲ知感スルノ鋭敏ナ
ルヲ要スル諸器ニアリテハ烟煤ヲ以テ之レヲ塗抹スルヲ可トス即チ
烟煤ハ物体中最モ強盛ナル吸収力ヲ有スレハナリ前章己ニ説述シタ
ル如ク滑澤ナル金屬面ハ甚タ微弱ナル進出力ヲ有スルガ故ニ熱線ヲ
吸収スルノ力亦甚タ微少ナリトス

〔熱線ノ反射及ヒ漏散〕或ル物体上ニ射來スル熱線即チ吸収セ
ラレタルニモ透過シタルニモアラサル者ハ其表面ニ於テ或ハ正整ニ
反射シ或ハ不正ニ漏散フルナリ熱線ノ反射ハ光線ト同一ノ定則ニ從
フ者ニシテ即チ反射ノ角度ハ入射ノ角度ニ等シ其實證ハ己ニ前章ニ
於テ説述シタル凹面鏡ノ試験ニ由テ之レヲ得ベシ蓋シ熱線ニ對スル
燒點ハ光線ニ對スルノ燒點ト同一點ナレハナリ凡ソ物体ノ表面熱線
ヲ反射スルヲ愈々夥多ナレハ其物体ハ熱線ヲ吸収スルヲ愈々微少ナ

リトス前章ノ凹面鏡試験ニ就テ見ルベキガ如ク凹面鏡ノ表面ハ之レ
ニ射來スル所ノ熱線ノ多分ヲシテ正整ニ反射セシムルヲ以テ遂ニ火
綿ノ焚燒スルニ至ルナリ因テ凹面鏡自己ハ雖然微知スルヲ得ヘキノ
度ニ至ル迄熱ノ昇騰ヲ起スヲナシ之レニ反シテ凹面鏡ニ塗抹スルニ
烟煤ヲ以テスルハ茲ニ射來スル所ノ熱線ハ悉ク之レニ吸収セラレ
テ反射シ去ルヲナク決シテ右ノ凹面鏡試験ヲ成全スルヲナカルヘシ
充分ニ研磨セサル物体ノ表面ニ射來スル光線ハ不正ニ其周方ニ漏散
スルガ如ク大抵各種物体ノ表面ニ射來スル熱線モ亦漏散スルモノナ
リ下文ノ試験ニ由テ之レヲ實證スベシ即チ暗室ノ一壁ヲ穿テ日光
ヲ射入セシメ其孔口ニ對向セル壁上ニ到達スルトキハ其光像ハ能ク
周方ヨリ之レヲ望視スルヲ得ヘシ蓋シ此際日光ハ其周方ニ漏散スル
ヲ以テナリ熱線モ亦之レヨリ周方ニ到達スルハ恰モ其點ヲ以テ熱源
ト爲セルカ如シ斯ノ如ク必ス熱線ノ漏散スル景況ハ其ノ光像ニ熱電

柱ヲ對向セシムルニ由テ之レヲ實徴スヘシ即チ室內何レノ處ヲ撰ハ
ス熱電柱ヲ置シトキハ常ニ必ス磁石針ハ傾斜スルヲ視ルベキナリ其
作用ハ即チ正整ナル反射ニ歸スル者ニアラス亦日光ヲ受ケタル側壁
ノ溫熱セラレタルガ爲メニ起ルモノニモアラスノ証ハ孔口ヲ閉ツ
ルヤ否ヤ磁石針ノ傾斜乍チ正常ニ復歸スル〔即チ零點ヨ來ル〕ヲ以テ之
レヲ知ルベシ

〔物体、熱線ヲ透過スルノ性〕

恰カモ透明体ノ光線ヲ透過セシ
ムルガ如ク固体ニ熱線ヲ透過スルノ狀ハ日光ヲ受ケタル東聚〔レンズ〕
ノ燒點ニ於テ燃燒シ易キ物体ヲ置ケハ其點火スルニ由テ明瞭ナリト
ス熱線ノ物体ヲ透過スルニ關スル精細ノ試験ハ熱電柱ニ由テ始メテ
成全セリ而シテメルロニ一氏ハ之レヲ以テ各種物体ニ屬スル熱線ノ透
過ニ就キ甚タ重要ナル成績ヲ得タリ同氏ハ不透明体ノ光線ヲ遮斷ス
ル如ク熱線ヲ遮斷スル所ノ物体ヲ名ケテ不透明体ト爲シ之レニ反シ

テ透明体ノ光線ヲ通過セシムル如ク熱線ヲ透過セシムル所ノ物体ヲ
名ケテ透明体トセリ大氣ハ最良ノ透明体ニシテ其他固液二体中假令
其度ハ甚タ微少ナルモ透明体ト稱スベキ者甚タ多シ物体ノ熱線ヲ透
過セシムルノ試験ハ下文ニ説述スルカ如ク第二百三十二圖ニ示ス所
ノ裝置ニ據ルベシ即チ玆ニ熱源ト爲スモノハ小ナル油燈或ハ能ク熱
線ヲ迸出スル爲メ其一面ニ烟煤ヲ塗リ中ニ熱湯ヲ盈テタル黃銅製ノ
立方箱ニ〔ス〕ナル屏障ノ孔口ヲ通過ノ熱電柱ニ射來スル束線ノ力正
ニ磁石針ヲ傾斜セシムルヲ三十度ニ及フベキノ位置ニ之レヲ定ム今
熱線ヲ受クルニ試験スヘキ物体ノ板片〔ル〕ニ固定セルモノヲ以テスレ
バ其物質ノ異ナルニ隨テ磁石針傾斜ノ度ニ甚タシキ差異アリ是ニ由
テ之ヲ觀レバ各種ノ物体ヲ以テ製セル同厚且ツ同形ノ板ハ熱線ノ同
量ヲ透過セシメサルヤ明ヲカナリ例之ハ直チニ熱源ヨリ迸射スル所
ノ熱線ヲ受クレバ三十度ノ傾斜ヲ起スノ際三乃至四ミリメートルノ

厚サヲ有スル石摺版ナ(ル)ニ置クモハ其傾斜度ハ二十八度ニ減シ又同

厚ノ水晶

版ヲ置ク

ハ十五

乃至十六

度ニ減ス

然ラハ則

十石摺ノ

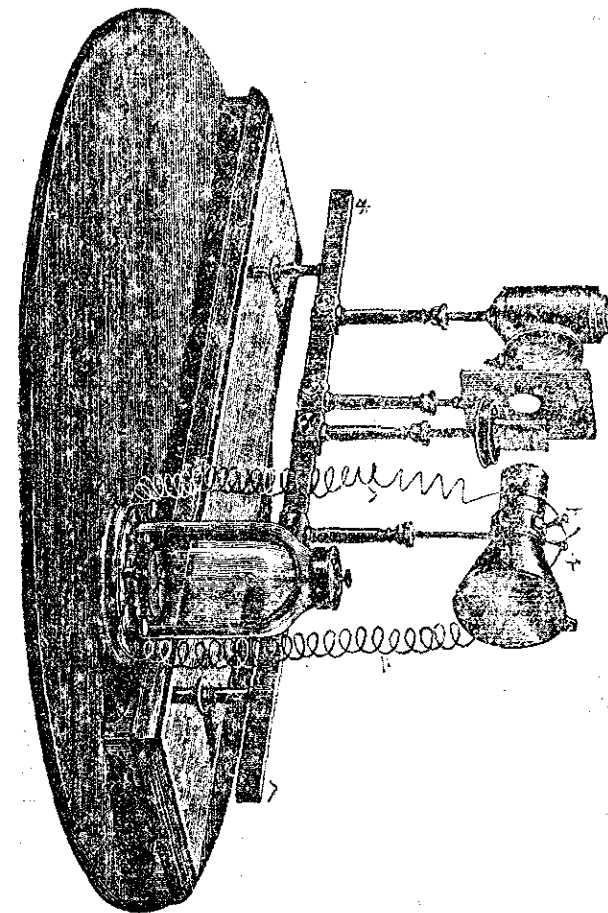
熱ヲ透過

セシムル

ヤ遙カニ

水晶ニ勝

レリ充分



透明ナラサル物体中ノ二三ハ全ク透明ナル物体ヨリモ熱線ヲ透過ス
ルヲ却テ多々ナルモノアリ例之ハ全ク透明ナル明礬版ハ磁石針ノ傾
斜ヲ減シテ三乃至四度ト爲スト雖モ尙ホ之レヨリモ厚キ煙色黃玉石
版片ハ只十四乃至十五度ニ減スルノミナリ加之ナラヌ黑色硝子、黑色
雲母等ノ如ク殆ント全ク不透明ナル物体モ亦能ク熱線ヲ透過セシム
若シ一片ノ硝子版ヲ通過シタル熱線ヲシテ明礬版上ニ射來セシムレ
ハ其熱線ハ全ク吸收セラル然レモ前ニ枸橼酸版ヲ透過シタル所ノ熱
線ハ殆ント全ク明礬版ヲ通過スルヲ得ヘシトス此現象ハ甚タ光線ノ
有色物体ヲ透過スルニ類似ス已ニ光論ニ於テ説述シタル如ク綠色硝
子ヲ透過シタル所ノ光線ハ容易ニ他ノ綠色硝子ヲ透過スレドモ其光
線若シ紅色硝子上ニ射來スルトキハ全ク吸收セラル是ニ由テ之レヲ
觀レハ熱線ニ種々ノ區別アルハ恰モ光線中各色ノ種別アルカ如シ
各種物体ノ熱線透射力ト其吸收力トノ間ニ存スル所ノ關係モ亦之レ

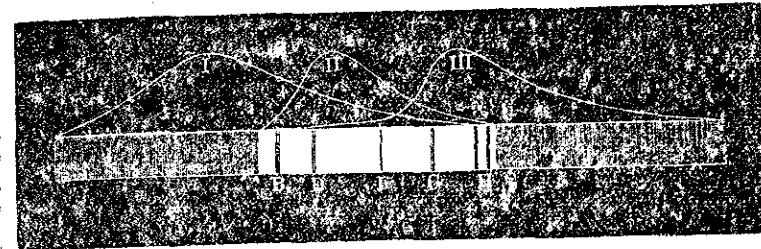
ニ類似スルモノナルヲ觀察シ得タリ
熱線亦光線ノ如ク屈折スヘシ是レ石鹽ノプリスマヲ以テ最モ善ク確
證スルヲ得ベキ所ニシテ其他熱線ニ屬スル分極現象モ亦之レアリ
〔日光スペクトルム〕ニ於ケル熱ノ關係 太陽光線ニハ化學的ノ
作用及ヒ溫熱ノ作用ヲ固有セリ己ニ前章ニ説述シタル如ク日光スベ
クトルムノ青色線及ヒ紫色線ハ最モ強キ化學作用ヲ爲シ加之ナラス
其作用ハスベクトルムノ紫色部ヲ超越スルモ尙ホ存セリ是レ即チ人
目ニ感スベキ紫色光線ノ最外部ニ位セル者ヨリモ尙ホ迅速ニ振動ノ
其屈折度ノ更ニ之ヨリモ強劇ナル所ノ光線ナリ之レヨリ反ノ紅色黃色
ノ化學作用ハ甚メ微弱ニシテ恰カモ其作用ナキカ如シ日光スペクト
ルム中ノ溫熱作用ハ正ニ上文ノ反對ニ在ルモノトス即チ青色及ヒ紫
色ノ光線ハ其溫熱ノ力非常ニ微弱ニシテ紅線黃線ハ其力却テ甚ク著
ルシ尙ホ化學作用ノ紫色部ヲ超越スルカ如ク溫熱ノ作用モ亦紅色ノ

界限ヲ超越ス即チ紅色光線ヨリモ屈折度弱クシテ視覺ニ感スルヲナ
ク只溫熱力ヲ有スルノ線アリ之ヲ名ケテ暗熱線ト云フヲ得ヘシ斯ノ
如キ暗熱線ハ例之ハ熱灼セラレタル鉄製ノ煖爐ヨリ迸射スルモノ
如キ之レナリ其振動速ハ最外部ニ位スル紅線ヨリモ小ニシテ其波動
長徑ハ之レヨリモ大ナリ

石鹽プリスマノスペクトルム中ニハ溫熱作用ノ強大ナル極度ハ視覺
ニ感スヘキ部分コアラズシテ紅色線ノ外コアリ

視覺ニ感スヘキ熱線ハ無色ノ透明体例之ハ石鹽水晶明礬硝子等チ一
樣ニ通過シ得ルモノトス是故ニ前章ニ説述シタル如ク各種物質ノ不
同等ニ熱ヲ通過セシムルハ各体總テ暗熱線ニ對スル性質ヲ異ニスル
ニ基因スル者ナルベシ黑硝子及ヒ黑雲母ノ如キハ悉皆明熱線ヲ収吸
スルト雖モ尙ホ能ク暗熱線ヲモ透過セシムルノ性アリトス
第二百三十三圖ニ示ス所ハ即チスベクトルムノ全形ニシテ〔I〕ヲ以テ

第 二 百 三 十 三 圖



記シタル弧線ハ熱ノ強度ノ對稱ヲ示シ[II]ヲ以テ
前セル弧線ハ化學作用ノ強度ノ對稱
ヲ現ワス本圖ニ由テ之ヲ觀レハ溫熱作用ノ強大
ナル極度ハ視覺ニ感スベキスペクトルムノ紅色
線ノ外ニアルヤ明ラカナリスペクトルム中最モ
強大ナル光ハ黃色線ノ内ニシテ[D]ナルフラウン
ホーツエル氏線ノ近傍ニアリ化學作用ノ強大ナ
ル極度ハ深藍色ノ部内ニシテフラウンホーツエ
ル氏線ノ[G]ト[I]トノ間ニアリ
紫色光線ノ波動長徑ハ大凡ツ〇、〇〇〇四ミリメ
ートルニシテ最外部ニ位スル紅色線ノ波動長徑
ハ大凡ツ〇、〇〇〇七ミリメートルナリト雖ヒエ

ツセルバツフ氏ノ計測ニ從ヘバ化學線中最外部ニ位スル者ノ波動長
徑ハ〇、〇〇〇三ミリメートルニシテミユルレル氏ノ計測ニ從ヘハ最
外部ニ位スル暗熱線ノ波動長徑ハ〇、〇〇一八ミリメートルナリト云
フ

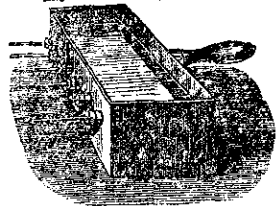
〔傳導ニ由ル所ノ熱ノ擴布〕熱ハ只逆線スルニ由テノミ擴傳ス
ルモノニ非ス直接ニ一體ヨリ他體ニ傳移シ爾後其全質中ニ擴布スルヲ
得ルモノトス然レモ熱ノ一體ヨリ他體ニ移リテ其全體中ニ擴布スル
ニ各種物質ノ異ナルニ從テ著ルシキ難易ノ別アリテ或ハ非常ニ容易
ク全體中ニ擴布シ或ハ其體ノ一部ヨリ他ノ一部ニ移傳スルコト頗ル
困難ナルモノアリ一片ノ引火奴ヲ取り其一端ニ點火シ他ノ一端ヲ把
持スルモ熱度ノ昇騰ヲ感知スルコト然ラハ則テ現ニ燃燒スル一端
ノ高熱ハ容易ク其他ノ部分ニ傳移スルコト是故ニ木ハ熱ノ不善導
體ナリト云フベシ其木片ト同一ノ長徑ヲ有スル或ル金屬ノ一端ヲ燭

熱ミ他ノ一端ヲ把持セントスルモ火傷スルコナクシテハ決シテ能ハズ然ラハ則チ熱ハ此金屬片ノ一端ヨリ他ノ一端ニ至ルマテ導致セテレタルナリ故ニ金屬ハ即チ熱ノ善導體ナリトスベシ

一片ノ鉄ト一片ノ毛絨トヲ取り冬夜外氣中ニ露ラセハ正ニ同等ナル低キ熱度ヲ有スベシト雖モ人若シ之レニ觸ルレハ鉄ハ非常ニ寒冷ナルヲ感ス蓋シ鉄ハ手指ノ熱ヲ導引スル毛絨ニ比スレバ非常ニ迅速ナレバナリ

各種物體ノ熱ヲ傳導スル機能ノ不同ナルヲ確知スルコハ第二百三十

第二百三十四圖



四圖ニ示ス所ノ「インゲンハウス」氏ノ裝置ヲ要ス即チ金屬版ヲ以テ製スト空箱一側面ニ於テ傳導ノ度ヲ比較セント欲スル物質ヲ以テ造レル短キ杆條ノ悉皆同一有スルニ蠟ヲ塗リテ挿定スルコト本圖ノ現狀ノ如クシ煮沸セル熱水或ハ熱油ヲ箱中ニ注ケハ其熱ノ多少ヲ

短杆ニ移轉シ其蠟衣ヲ熔融セシム第一ノ杆條ハ銅第二ハ鉄第三ハ鉛第四ハ硝子第五ハ木製ナリト假定スレハ第一ノ杆條即チ銅ノ蠟衣ハ己ニ充分終端ニ至ル迄熔融スルノ際其他ノ杆條ニ於ケル熔融ハ未ダ終端ニ達セズ然ラハ則チ五個ノ中銅ハ最良ナル導體ナリ鉄杆蠟衣ノ熔融ハ鉛杆ニ先ダ銅杆ノ蠟衣全ク熔融シ盡キタルノ際硝子杆ノ蠟衣ハ甚ダ僅微ニ熔融シ木杆ノ蠟衣ニ至リテハ已ニ熔融ヲ始メタルヤ或ハ否ラサルヤヲ觀察スルヲ能ハサルノ度ニアリトス是故ニ五個ノ杆條中木杆ハ最モ不善導體ナリトス

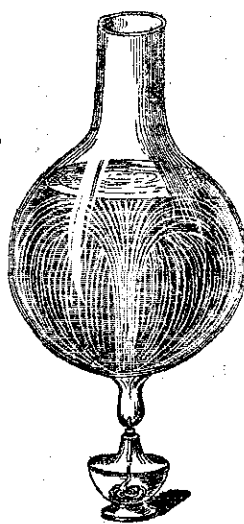
凡ソ物體中金屬ハ最良ナル導體ニシテ灰絹毛髮、葉、羽毛等ハ總テ最モ不善導體ナリトス

各種物體ノ熱ヲ傳導スルコ善不善ナルニ由リテ日常ノ生活上ニ大効益ヲ爲スコナリ凡ソ物體ノ凍冷ヲ妨グコハ不善導體ヲ以テ之レヲ被包スルヲ要ス即チ冬日草木ノ凍死タルヲ妨グ爲メコハ葉ヲ以テ之

レヲ被覆シ吾人ノ衣服ハ不善導熱體ヲ以テ作り身體ヲ溫暖ニ保護シ
銅製ノ器具ヲ以テ水ヲ煮レハ同一ノ厚サヲ有スル陶器ヨリモ迅速ニ
煮沸スルニ至リ冰窖ノ四方面ハ地中ノ熱ヲ受ケサルガ爲メ羹ヲ以テ
被掩スル等皆是レナリ

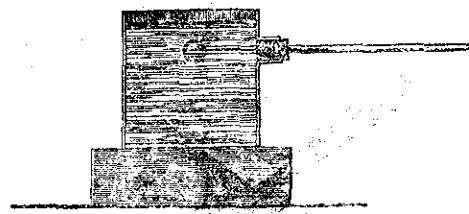
〔液体及ヒ氣體ノ導熱性〕凡ソ液體中ニ於テ熱ノ擴布スルハ多
ク熱ヲ得タル部分ノ比重ハ低小ナルガ爲メニ高位ニ上昇スルヨリ生
成スル所ノ流通ニ由レリ其流通ノ狀ハ試驗上容易ニ之レヲ微證スル
ヲ得ヘン即チ第二百三十五圖ニ示ス所ノ一個ノ硝子罐ニ水ヲ入レ之

第二百三十五圖



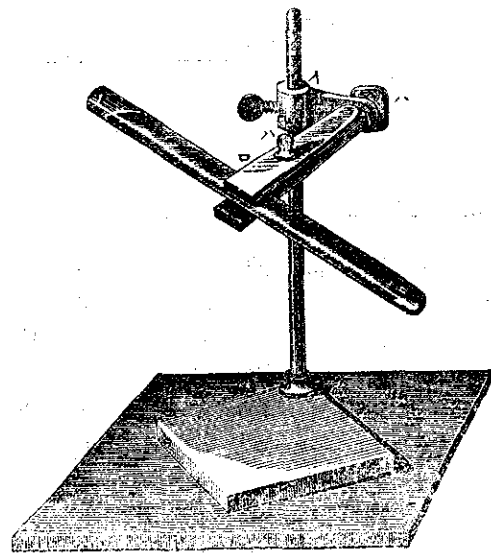
レニ木屑ヲ投シ下ヨリ徐々ニ加
熱スルハ之レヲ實視スルコト
容易ナリ其液体ノ流通ハ中央ニ
於テ上方ニ向ヒ側方ニ於テ下方
ニ向フ本圖ノ現狀ノ如シ然レモ若シ上方ヨリ液体ニ加熱スルハ

第二百三十六圖



液体ノ平均ヲ失スルナク熱ハ恰モ固体中ニ擴布スル如ク液体ノ一
層ヨリ他層ニ移リ即チ傳導ニ由テ擴布ス然レモ此際ニ於テハ熱ノ液
體ニ傳移スルヲ甚タ徐々ナリトス故ニ液体ハ大ニ不善導熱體ナリト
云フベシ水ノ不善導熱體ナルヲ確證スルニハ第二百三十六圖ニ示ス
所ノ裝置ヲ以テス即チ金屬版ヲ以テ製シタル桶ノ
一壁ニ(キユルク)ノ幫助ヲ以テ一個ノ驗溫器ヲ固挿
シ爾後其桶中ニ水ヲ注キテ驗溫器球ノ水面ヲ距ル
大凡ソ二(ミリ)メートルニ至ラシメ今其水面ニ熱油
若クハ酒精ヲ注キテ點火スルハ驗溫器ノ著シク上
昇スル迄ニハ著シキ時間ヲ費スヘシ
又第二百三十七圖ニ示ス如ク試驗管ニ冷水ヲ充テ
金屬線ヲ卷纏シテ重クシタル一片ノ冰ヲ水底ニ沈
メ之レヲ嵌柄(ロハ)ノ間ニ挟ミテ(イ)部ニ位スル螺旋

第 二 百 三 十 七 圖



其上方より斷へず熱水ヲ新陳交代セシムルノ法ニ由リテ之レニ加熱
シ水ノ導熱力ヲ確定セシニ其水柱ノ各部ニ於ケル熱度同等ナルニ至
ルニハ大凡ソ三十時間ヲ費ヤシタリト云フ此試驗ニ由テ之レヲ算ス
ルニ水ノ熱ヲ傳導スル力ヲ銅ノ導熱力ニ比スレハ大凡ソ九十六倍小

ナ以テ隨意ノ高サニ螺定シ(ハ)
部ニ位スル螺旋ヲ以テ少シク
試験管ヲ傾斜セシメ酒精燈ヲ
以テ上半ノ水ヲ煮沸セシムル
モ其下部ニ在ル所ノ冰片ハ著
シク熔融スルヲナシ
「デスアレツ」氏ハ「メートル」
ノ高サニシテ〇・二乃至〇・四メ
ートルノ直徑ヲ有スル水柱ニ

ナリトス

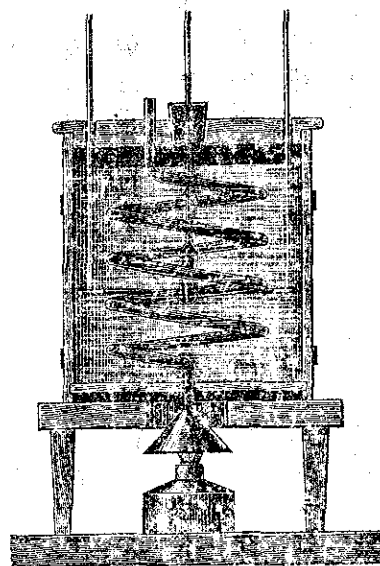
大氣及ヒ其他ノ諸氣體ハ一般ニ甚タシキ不善導熱体ナリトス其傳導
力ハ驗溫器ヲ以テスルモ其進線アルガ爲メニ之レヲ確證スルヲ能ハ
スト雖モ大氣及ヒ各種瓦私体ノ特ニ不善導熱体ナルハ氣層ヲ以テ周
方ヨリ圍包セラレタル物体只氣層ノ交換ヲ妨クルノミニシテ熱ヲ得
ルモ冷却スルモ甚タ徐々ナルヲ見テ知ルベシ二重ノ窗牖及ヒ二重ノ
戸扉ハ室内ヲ溫暖ニ保續スルノ効アルハ上文ノ理ニ因テナリ鬆粗ナ
ル物体[藁綿等]ノ不善導熱体ナルハ多クハ其無數ノ間隙中ニ大氣ヲ充
盈スルニ之レ因レリ吾人ノ衣服藁等シ如ク俗ニ溫暖ナル物体ト唱フ
ル者ハ自ツカラ溫暖ナルニハ非スヤ熱ヲ傳導スルノ不善ナルニ因
レリトス藁木屑等ヲ以テ氷ヲ被包スレハ熔融ヲ妨ク之レ亦外熱ヲ防
障スルニ外ナラス

第 五 章

熱源

〔化學的ノ抱合ニ基因セル熱ノ發生〕 人類ノ爲メニ最モ貴重ナル熱源ハ太陽ニシテ之ニ次シ者ハ化學的ノ抱合〔即チ化合〕ナリ凡ソ化學作用ハ殆ント皆チ熱ノ發生ニ伴フ化學的ニ溫熱發生スルモノニ就テ特ニ貴重ナルハ燃燒ニ由テ〔即チ酸素ト佗ノ物質殊ニモ炭水二素トノ急速ナル化合ニ由ル〕發生スル者ナリ燃燒ニ由テ發生シタル熱ヲ

第二百三十八圖



確定スルニハ第二百三十八圖ニ示ス所ノ〔ルムフオルト〕氏ノ裝置ヲ要ス即チ〔甲甲〕ナル桶ニハ水ヲ充盈シ茲ニ蛇管ヲ裝置スルコト本圖ノ現狀ノ如シ蛇管ノ下端ハ漏斗狀ヲ爲シテ其下ニ燃燒

スヘキ物体ヲ置リ茲ニハ油ト亞爾簡兒トヲ用井レバ容易ニ試驗スルヲ得ベシ即チ此二液ヲ小燈中ニ注ギ試驗前後ニ之レヲ秤量シ燃燒物ノ減少セシ量ヲ知ルナリ而シテ火災及ヒ燃燒ノ成績物ハ皆此蛇管ヲ通過スルニ因リテ裝置中ノ水ヲ熱シ全裝置及ヒ水ニ得ル所ノ熱ノ昇騰ヨリシテ燃燒ニ由テ生シタル熱量ヲ算出スルヲ得ベシ但シ茲ニ特別ノ注目ヲ要シテ計算中ニ遺失ス可ラサルノ一要件アリ即チ瓦私形ノ燃燒成績物ハ之レニ伴フ所ノ熱ヲ以テ蛇管ヨリ逸出スル者之レナリ右ノ試驗ニ由テ得タル成績ヲ左表ニ舉示スレバ之レニ就テ以テ燃燒ノ爲メニ發生スル熱度ノ不同ナルヲ知ルヘシ

一〔キログラム〕ノ
水ヲ熱スル熱度

..... 36,40°
..... 12,20
..... 6,96
..... 7,29
..... 10,50
..... 9,31
..... 8,37

燃燒スル物體
各二グラム

- 水素瓦私.....
- 生油瓦私(重炭化水素).....
- 純亞爾箇保兒.....
- 炭.....
- 蠟.....
- 蘿蘭子油.....
- 牛脂.....

〔動物熱〕凡ソ温血動物ノ熱ハ其生息スル局處ノ中等熱度トハ大抵
常ニ差異アル者ナリ是故ニ動物體ハ自己特別ノ溫熱ヲ固有シ亦斷
ズ其自熱ヲ生成スルヲ得ル者トス人體ノ内部ニ於テハ其各部分ノ熱
度同一ニシテ一個ノ小驗溫器ヲ舌上ニ置キ口ヲ閉ツルノ際ニ昇騰シ
タル度即チ攝氏ノ三十七度ナリ此熱度ハ年齡氣候健康疾病ニ由ルモ
著大ナル變化ナシ(凡ソ四十二度ヨリ三十五度)鳥類ノ血熱ハ哺乳動物
ノ血熱ヨリモ高クシテ平均四十二度ナリ哺乳動物ノ血温ハ甚々人體

ニ近シ鳥類及ヒ哺乳動物ニアリテハ血温ハ周圍ノ熱度ニ關係ナ有ス
ルヲナシ然レニ其他ノ動物諸族即チ水陸動物魚類等モアリテハ其體
温ハ周圍ノ熱度ニ比シテ僅少ノ差アルノミナリ
今動物熱ノ源委ハ何レニ在ルヤト問フニ即チ吾人ノ吸入スル大氣ハ
燃燒ニ由テ費消スル所ノ大氣ト同一ノ方法ヲ以テ變化セラレ前ニ吸
入シタル酸素瓦私ニ代リテ炭酸瓦私ヲ呼出ス是ニ由テ之ヲ觀シハ體
中ニ於テ真正ノ燃燒ヲ生起シタルヤ明ラカナリラウエアジェー氏此發
明ヲ爲シタル以後ハ動物ノ熱源ハ已ニ疑團ナキニ至レリ夫レ飲食ニ
由テ血液中心ニ輸送セラレタル炭素ハ主トシテ動脈管ノ末梢ナル髮細
管中心ニ於テ彼ノ肺臟ヨリ吸入シタル大氣ノ酸素ト化合ス而シテ動物體
中ニ於ケル此化學的作用ヲ以テ炭素ノ酸化スルヨリ生スル熱量ハ體
外ニ於テ炭素ノ急速ナル燃燒ニ由テ炭酸ニ變化スル時ト同一ノ量ナ
ルベキヤ必然ナリ只一時ニ多量ノ熱ヲ發スルト徐々ニ僅微ノ熱ヲ續

生スルトノ異アルノミナリ、人及ヒ獸類ハ冷涼ナル局處ニ於テハ温暖ナル局處ニ於ケルヨリモ多量ノ熱ヲ失フヲ常トス然レモ哺乳動物及ヒ鳥類ノ血熱ハ大氣ノ熱度ニ關スルコトナキヲ以テ見レハ寒冷ナル大氣中ニ生息スルニ際シテハ温暖ナル局處ニ生息スルヨリ夥多ノ熱ヲ奪取セラルヘシ故ニ体中ニ於テ熱ヲ發生スルノ量モ亦夥多ナラサルヲ得ス而シテ同一ノ時間中ニ於テ多量ノ熱ヲ發生セシムルニハ其酸化ニ由テ熱ヲ生スルノ原質タル炭素ヲ体中ニ輸送スルヲ要スルヤ恰モ冬日室内ヲ煖温ニスルニハ斷ヘズ薪炭ノ供給ヲ要スルガ如シ此理ヲ推セハ北地ノ人民ハ正帶地方ノ住民ヨリハ多量ノ飲食ヲ要シ殊ニ炭素ノ多量ヲ含有スルノ飲食品ヲ要スルノ理ハ容易ニ明瞭ナルヘシ

〔器械的作用ニ由ル所ノ熱ノ發生〕 己ニ瓦私ノ比熱ノ條ニ於テ器械的作用ニ由テ熱ノ發生スル一例(即チ大氣ヲ壓縮スルニ由テ線ノ遊離スル者)ヲ説述シタリ之レト同一ノ方法ヲ以テ各種物体ヲ壓縮

スレハ多少著大ナル熱ヲ發生ス又或ル物体ヲ壓搾スルノミナラズ之レヲ摩擦スルモ亦熱ノ發生ヲ見ルベシ此摩擦タルヤ人ノ能ク知了セル所ニシテ實ニ火熱ヲ生成スルノ介助タルナリ亞米利加土人ノ如キハ小木片ヲ摩擦スルニ由テ火ヲ爲シ又鋼鐵ト石トヲ衝突スルニ由ルモ火ヲ得ベシ(即チ所謂燧火法)是レ即チ摩擦ニ由テ熱ヲ發スルモノ外ナラス又引火奴ヲ摩擦シテ點火スル等其例枚舉ニ遑アラズ

〔機械的溫熱ノ論理 或ハ單ニ熱ニ關シテ云フ) 前ノ諸章ニハ未ダ熱ハ如何ナル本性ノ者ナルヤヲ論究セズシテ只其現象ノ貴要ナル定則ノミヲ説述セシト雖モ今本編ノ終尾ニ臨ンテ之ニ論及スヘシ

往昔ハ人皆謂ヘラシ熱ハ物体中ニ透入スル所ノ秤量スヘカサル物質ナリト想定セリ多般ノ溫熱現象例之ハ熱ノ潛藏(潛温)又結温(物体ノ受熱量等ノ如キハ此説ニ隨フテ説明スルモ充分ニ之レヲ了解スルニ足ルベシト雖モ現今物理學進歩ノ景況ニ對シテハ遂ニ其學說ヲ墨守

スル能ハサルニ至レリ
熱線透射ノ定則ハ亦「エーテル」ノ振動ニ由テ説明スヘクシテ實ニ光ノ透
線ニ近似ス而シテ射線スル熱ハ「エーテル」ノ振動ニ由テ傳達スルモノ
ナリト定ムルトキハ感知スヘキ熱モ亦物体本質ノ振動ニ由テ發起セ
ラルベシト爲サバ「ル」ヲ得ス即チ本質ノ振動ニ由テ温ノ發起セラル、
ハ摩擦、壓搾等ノ如キ器械的作用ヲ以テ温熱ヲ生スルヲ見レバ其説ノ
確乎タルヲ知ルベシ即チ熱ハ一種量スヘカラサル熱素ノ靜休セル景況
ヲ以テ之レヲ説明スルヲ能ハスシテ之レヲ物体分子振動ノ成續ト看
做スニ由リテ充分ノ説明ヲ得ベキ者トス熱ノ現象ヲ舉ゲテ分子振動
ニ歸セシムルニハ先ツ左ノ考證ヲ設ク夫レ器械的ノ力ニ由テ熱ノ生
スルハ物体ノ運動變シテ分子運動ト爲リ又之レニ反シテ熱力ヲ借テ
器械的ノ作業ヲ爲スハ分子運動ノ變シテ物体運動トナルニ外ナラズ
其熱ヲ發生セシムル爲メニ費シタル器械的ノ作業ト之レガ爲メニ生

シタル熱トハ常ニ變化スヘカラサル對稱ヲ有ス其對稱ハ即チ所謂熱
ノ器械的量の價之レナリ「マイエル」氏始メテ之レヲ創説シ其精細ナル量
價ハ「ジュール」「ヒルン」ノ二氏種々ノ方法ヲ以テ確定セリ之レニ因テ確
定セシ熱ノ器械的景價即チ温熱原價ノ作業量價ハ四二四「メートル、キ
ログラム」〔424mk〕ナリ之レヲ直譯スレハ即チ熱ノ原價〔即チ「キロ
グラム」ノ水ヲ攝氏ノ一度ニ熱スルニ足ルベキ熱量〕ヲ生セシムルニ要
スル作業ハ四百廿四「メートル、キログラム」ナリトス以上説述セル如ク
器械的作業ニ由テ熱ヲ生セシムルヲ得ル者ナレバ其反對トシテ熱モ
亦器械的作業ヲ營マサルヲ得ス即チ熱ノ一原價ハ四二四「メートル、キ
ログラム」ノ作業ヲ爲シ得ヘシ
茲ニ熱ト名稱スル分子運動ノ景態ハ未タ之レヲ確視スル能ハス「クラ
ウジウス」氏ニ從ヘハ其臆想下文ニ説述スルカ如シ即チ各箇交互ノ間
ニ存スル空隙ニ比スレバ甚ク纖小ナル所ノ瓦私分子及ヒ蒸氣分子ハ

他ノ瓦私分子若クハ己レノ透入シ能ハサル壁面ニ衝突スル迄ハ不變
ノ速力ヲ以テ直線ニ運動スヘシ是故ニ固壁ニ向テ瓦私ノ壓スルハ其
多數ナル分子斷ヘス壁面ニ向テ飛來シ更ニ之レヨリ飄飛スルニ基
セリ固體ニアリテハ其分子一定ノ平均位置ニ振動シ液体ニアリテハ
此ノ如キ平均ノ位置ヲ有スルコトナシト雖モ其分子運動ハ尙ホ一定ノ
距離ヲ出テサルモノコソ瓦私ノ如ク空互隨意ニ隔離スルヲ得ス其故
ニ透射スル熱ハ全ク光線ト同シク「エーナル」ノ振動ニ由テ傳達スルト
雖モ咸知スヘキ熱源ハ即チ秤量スヘキ物體元子ノ運動ナリトス
溫熱ハ分子運動ノ景況ナリト想像スルヲ得ルガ如ク熱度モ亦各個分
子ノ活力ニ比例スルモノト爲ス即チ運動スル速ノ自乘ニ比例スベシ
故ニ真正ノ熱度零點ハ分子振動ノ全ク休止スルノ處ニアルベシ而シ
テ瓦斯ノ張力モ亦分子振動ト共ニ消失スルモノナリ
攝氏零度ノ際閉塞シタル大氣ノ張力ヲ示スニ「 $\frac{1}{2}$ 」ヲ以テスレハ「 $\frac{1}{2}$ 」度ニ

於ケル其張力ハ即チ $p(1+0.00365t)$ ナリ若シ $t=1+0.00365t=0$ 即チ若
シ $t=-273^{\circ}\text{C}$ ナルキハ眞ノ零點ナルベシ然ラハ則チ真正ノ熱度零點
ハ攝氏ニシテ水ノ冰點下二七三度ニアリトス
若シ或ル物體ニ熱ヲ加フルトキハ當ニ其物體ノ熱度ヲ昇騰スルノミ
ニ止マラズ必ズ物體ノ膨脹ヲ伴フベシ然リ而シテ膨脹ハ左ニ記スル二
個ノ抵抗ニ克テ得サレバ能ハサル者ナリ

第一 物體各元子ノ距離ヲシテ交互ニ巨大ナラシムベシ而シテ分
子ノ引力ハ之レニ反對スルノ作用ヲ爲ス此抵抗ニ克テ得ルヲ答
ケテ内部ノ作業ト云フ

第二 或ル物體ノ膨脹スルニハ其上ニ重壓スル所ノ力「通常氣壓」ニ
克テ得ベシ之レニ要スル作業ヲ「外部」ノ作業ト云フ

固體及ヒ液体ニアリテハ其膨脹ノ度甚タ僅々ニシテ加熱ノ際外部ノ
作業ハ甚タ微小ナリ瓦私ニアリテハ然ラス元子ノ距離已ニ甚タ巨大

ニシテ分子引力ハ零ニ均シ故ニ加熱ノ際克テ得ベキ所ノ作業モ亦殆
 ノト皆無ニ同シ是故ニ若シ或ル容量ノ大氣ヲ閉鎖シテ膨脹シ能ハサ
 ラシムルトキニ際シ之レニ與ヘタル熱ハ只其熱度ヲ昇騰セシムル
 ノミニ費用ス即チ分子運動ニ加進セシムルニ要スルノミナリトス今
 斯ノ如キ不變ノ容量ヲ有スル大氣ヲ〔I〕度ニ熱スルノ際ニ於テ其一定
 容ニ加熱スルニ必要ナル熱量ヲ示ス〔II〕ヲ以テシ而シテ瓦私ノ比熱
 ノ條ニ於テ説述シタル如ク大氣ヲ隨意ニ膨脹スルヲ得ヘガラシム
 ルノ際之レヲ右ト同一ノ熱度ニ至ラシムルニハ一、四一ニナル熱原位
 チ要スベシ然レモ其熱量中ノ〇、四一ハ外部ノ壓力ニ克テ得ベキ作業
 チナス固体ヲ熔融セシムルノ際及ヒ液体ヲ蒸散セシムルノ際ニ結合
 潛藏スル所ノ熱ハ即チ熱度ヲ昇騰セシメズシテ只内部ノ連合ヲ破リ
 即チ内部ノ抗抵ニ克テ得ルニ要スル者ナリ

中篇正誤

丁 十八 五十三 五十三 五十三 五十三 五十六 六十二 六十四 百三 百五 百九

行 十 二 五 八 八 三 五 四 七

得 誤
 $\frac{Q}{2}$ $\frac{Q}{2}$ $\frac{Q}{2}$ 朝 朝 温 微 所ノ下ニ
 角度ハ反射線

傳 正
 $\frac{Q}{2}$ $\frac{Q}{2}$ $\frac{Q}{2}$ 胡 胡 濕 微 ノ脱ス
 角度ハ入射線

百十	七	綿	線
百十二	四	〔丙丙〕 ^o	〔丙丙〕 ^o
百十二	十三	〔丙丙〕 ^o	〔丙丙〕 ^o
百二十四	十三	近ノ下ニ	ッ ^o ヲ脱ス
百二十七	二	(r-ad) ad	(r-ad) Ad
百二十七	十	r e	2 e
百三十七	二	〔ロニ到	〔ロニ到
百四十一	五	〔イホ〕 ^o	〔イホ〕 ^o
百四十二	一	〔正ニ〔ホ〕 ^o	正ニ〔ホ〕 ^o
百四十二	七	〔ホホケ	〔ホホナ
百五十八	一	180°	180°
百五十九	三	ケ	テ
百七十	七	a-d	d-e

百七十	九	bノ下ニ	ヲ ^o ヲ脱ス
百七十三	一	一ヲ點	一點ヲ
百七十三	三	凹	凸
百七十四	九	$y - \frac{3}{2}x$	$y = \frac{3}{2}x$
百七十四	十一	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}x$
百七十四	十三	$\frac{x}{2} = \frac{ac}{c丙}$	$fgx = \frac{ac}{c丙}$
百八十五	十二	$\frac{1}{b} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$	$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$
百八十七	六	〔丙	〔丙
百八十七	七	〔丙	〔丁
百八十七	八	〔丁	〔丁
百八十七	八	丙	〔丙

百八十七	十一	〔丙甲〕	百八十七	十一	〔丙甲〕
百九十六	八	百九十六	百九十六	八	百九十六
百九十六	九	百九十六	百九十六	九	百九十六
二百十	六	二百十	二百十	六	二百十
二百二十九	六	二百二十九	二百二十九	六	二百二十九
二百三十九	二	二百三十九	二百三十九	二	二百三十九
二百四十一	一	二百四十一	二百四十一	一	二百四十一
二百四十八	十二	二百四十八	二百四十八	十二	二百四十八
二百九十七	六	二百九十七	二百九十七	六	二百九十七
三百二十	三	三百二十	三百二十	三	三百二十
三百二十	八	三百二十	三百二十	八	三百二十
三百二十六	三	三百二十六	三百二十六	三	三百二十六
三百二十六	十三	三百二十六	三百二十六	十三	三百二十六

三百二十七	七	三百二十七	七	三百二十七	七
三百二十七	八	三百二十七	八	三百二十七	八
三百三十一	九	三百三十一	九	三百三十一	九
三百三十三	十一	三百三十三	十一	三百三十三	十一
三百三十五	四	三百三十五	四	三百三十五	四
三百五十	十三	三百五十	十三	三百五十	十三
三百五十一	一	三百五十一	一	三百五十一	一
三百五十三	八	三百五十三	八	三百五十三	八
三百六十六	十三	三百六十六	十三	三百六十六	十三
三百七十五	九	三百七十五	九	三百七十五	九
三百八十三	三	三百八十三	三	三百八十三	三
三百八十四	三	三百八十四	三	三百八十四	三
三百八十六	七	三百八十六	七	三百八十六	七

三百八十七	一	丙。ノ九字ヲ除ク
三百八十七	五	トヲ併セタルモノハ
三百八十八	十一	(V)
三百九十	四	シタリノ下ニ
三百九十	十三	(92V)
三百九十八	十二	氷ハ
三百九十九	五	泡ノ下ノ
三百九十九	八	百三十立方
四百	七	百三十
四百三	十二	(111)
四百六	一	430
四百六	一	130
四百十四	一	イ。ナル記号ヲ脱セリ

四百二十六	十三	(32)
四百二十七	二	中ノ下
四百二十七	七	逆
四百四十一	六	五七
四百四十七	五	端ノ
四百四十七	八	法
四百四十八	一	タノ下ニ
四百九十九	十三	物体
四百九十九	十三	冷水ヲ除キ
五百一	十三	P.S=2.9,02
五百十一	四	假名中ノツイ。
五百十七	三	綿

明治十二年五月廿二日板權免許
同 十三年六月出版

定價金壹圓六拾錢

譯者兼出版人

長崎縣士族
飯盛挺造
東京本郷區本郷菊坂町七十一番地寄留

校者兼出版人

兵庫縣平民
丹波敬三
東京本郷區本郷弓町壹丁目十壹番地寄留

同

愛知縣士族
柴田承桂
東京神田區駿河臺鈴木町一番地寄留

發兌書林

東京馬喰町二丁目
島村利助

同

全日本橋通三丁目
丸屋善七

物理學

上篇既成

定價金壹圓拾錢

○物理學下篇ハ磁石力電氣及ヒ氣中現象學ヲ論スル者ニ
ノ不日出版スベシ

丹波敬三纂譯

無機化學

第二版既成 前後二篇

定價金貳圓五十錢

丹波敬三
下山順一郎同纂
柴田承桂

有機化學

第二版既成 前後二篇

定價金貳圓五十錢

草野元養纂譯
柴田承桂校正

製劑捷覽

既成 全一冊

定價金七十五錢

柴田承桂譯述

顯微鏡用法

全一冊

近刻