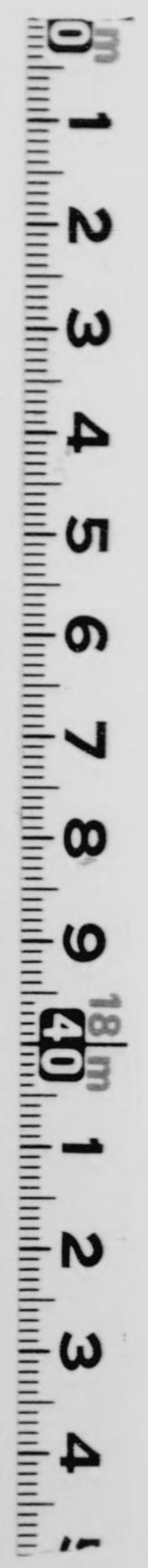
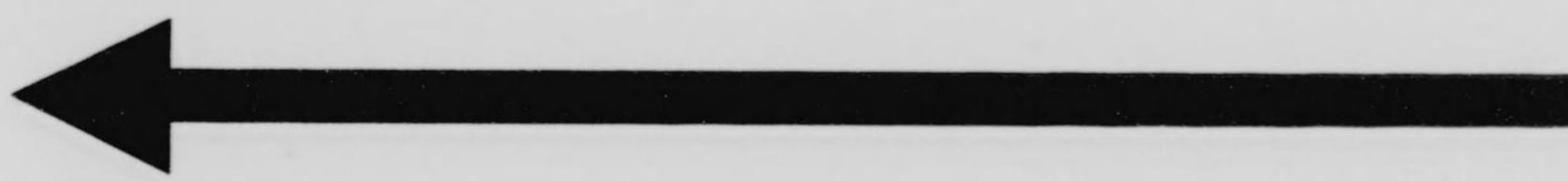


365

113



始



25.11.30

24539

365-113



色の研究

濱八百彦著

東京 丸善株式會社

大正
7. 8. 1
内交

序

世界は一なれど我々は之を觸の世界、味の世界、臭の世界、音の世界、色の世界として認識する。是等の諸世界の中我々が最も美しき世界として鑑賞するのは音の世界、色の世界である。然かし人間の創作せる藝術の世界は別として、自然の世界に就て言ふ時は、其變化の多きに於て、其組立ての複雑なるに於て、將た又吾人の美感を刺戟する力の大なるに於て、音の世界は色の世界に及び難い。日月星辰の美、山水花鳥の美は畢竟色の美である。形の美も色を假りて現る。故に知覺上に於ては我々の最も高尚なる樂は色の鑑賞より成立する。謂ふ事が出来る。盲人の如きも生來の盲は極めて稀であつて大多數は幼時に得たる色の記憶を有し、或は周圍の人より色界の消息を聞き、不十分ながら自己の色の世界を組立て、其内に住むを樂とする。目明きと盲きに論なく若し我々人間の心から色の世界を全然取り去つたなら、人間の存在慾は極めて稀薄なるものになつて仕

舞ふであらう。自然界の色に刺戟されて人間及動物の色彩慾は發達したのであるが、又一方から見ると花鳥の美麗なる色彩は動物の色彩に對する好惡の選擇が基になつて發達したので、動物の色彩慾が弱かつたなら今日見る如き生物界の美しき色は出て來なかつたであらう。更に人間の色彩慾に至つては單に自然界に現する色を以て満足する能はず、自己の工夫により新なる色彩の世界を實現し、益色の鑑賞を恣にせんと欲し、其結果建築及彫刻に用ひられたる裝飾、繪畫、刺繡、染織、蒔繪、陶磁器の如き美術及工藝上の作品を生じ文化の上に燦然たる光彩を發つに至らしめた。時代を異にし、民族を異にするに従ひ、是等の美術及工藝品に用ひられたる色彩及其配合は夫々殊別なる特徴を現した之を見れば人間の色彩慾は其内容に於て極めて豊富であり、且其發展力に於て甚だ大なるものあるを窺ふを得る。

動物に對し、人間に對し、斯の如き魔力を有する色彩は抑も何物である。

か。物理學者は色は一秒間四百五十萬億回乃至七百八十五萬億回のエーテルの振動であると説く、然れど我々が直接に色として知覺する所は振動ではない、波長の長短と色の變化とは直に同一視する事は出來ない。生理學者は色は網膜細胞内の化學的變化であると説く、然れど網膜の化學的作用を基として起りたる腦細胞の生理的興奮と色の覺識とは又直に同一視する事は出來ない。我々が直接に知る所は赤、黃、綠、青、桔梗等の名目を附したる美しき意識状態である。然れど此状態は本來心の隨意の產物にはあらずして、エーテルの振動及それにより喚起されたる網膜細胞の生理的變化を必須の條件とせる心の所産である。即ち色は單に物にあらず、身にあらず、又唯識にあらず、物と身と識と協同的に働いて生じたる結果である。然れば色なる美妙現象を明かにせんと思すれば物理、生理、心理の三方面より之を考察し、且其三方面相互の關係を探求せなければならぬ。加之色に關し實際上最も興味ある問題は藝術及工藝の範圍に存し、之

をも併せて考察せざれば色の研究は十分なりと云ふ事は出来ない。然れど物理、生理、心理等の科學的素養に加ふるに藝術的趣味を以てすること云ふ類の人は世間に稀である。色の研究に關し從來我國に好著述の欠けて居るのは一は斯る事情あるが爲めであると思はれる。

學習院教授濱八百彦君は曩に望月玉泉畫伯に就て丹青の技を學び、藝術的の素養と趣味に富むの人であるが、常に色彩の美を賞翫するを以て満足せず、色彩に關する海外諸學者の著書を涉獵し、色彩現象の因て生ずる理を尋ね、又自ら實驗的考察を試み、色彩の何物なるかを解釋せんと努められた。本書「色の研究」は過去二十年に亙れる濱君の考察の一斑を披瀝されたるものにして、科學的及實際的の兩方面より色彩現象を説かれたるものである。極めて複雑なる現象に遭逢せるにも拘はらず、叙述簡明にして一人をして首肯せしむる、恰も庖丁牛を解くの觀がある。色彩の理を辨へざるものと雖も、自然及藝術に現れたる色彩の美は或る度まで之

を鑑賞するを得る、然かし其理を知るに及べば鑑賞は愈深きに進むのである。然れば濱君の此著述は單に色に關する我々の認識を確實にするのみならず、又色に對する我々の鑑賞心を鋭敏ならしむるに於て大なる効果を生ずるであらう。色彩趣味の益向上せんとする時に際し斯る好著述の出現したる事は我々の大なる歡びとする所である。

大正七年二月十三日

東京帝國大學心理學研究室

松本亦太郎 識

自叙

今より約二十年以前、予は鹿兒島縣師範學校に奉職せしが、或年同校の入學試験を受くる學生に對し、校醫の指圖を受けて色盲の検査を受持つた事がある。色盲の事に就ては夫迄に多少書物で知つて居たが、此時始めて數名の異常なる色覺を有する人に出逢ひ、親しく問答して、夫等の人の感覺が自分等の感覺と甚しく相違する事を恠しむと同時に、自分自らの色の感覺其物に就て今更の様に大なる疑問が湧いて來た。即ち自分等が當然の事として濟してゐた客觀物の色光が眼に入つて、或は赤なり或は青なりの感覺を起すは如何なる理由によるか、と云ふ事に就て今迄自分の知り得た物理學や心理學の簡單なる説明で満足する事が出來ない。何とかして自分の満足し得らるゝだけに、此の事を研究して見たいとの切なる欲望を起した。

爾來公務本業の餘暇、思を茲に潜めて先輩學者の之に關する著書を調

二
べ或は自ら種々の實驗と思索に耽りたる事もあるが、未だ満足なる解決を得る迄には達しない。但以上の如くにして學び得た色の研究の次第を筆録したものが積で十數冊になつた。是實は他日機會もあらば色彩概論とでも名くべき簡約なる一部の書物を書いて見たいと思ひ、其の資料としての仕事であつたのである。然るに近頃一友人から之を刊行せん事を勧められた。予は始は之に従はなかつたが、後に熟く考へて見ると、自分の希望する簡単な色彩論は本書に記する程度の理論を既に知つてゐる人に向つて讀まるべきものなるに、現時吾國一般の科學的知識の程度は尙遺憾ながら幼稚であつて、中學の普通教育を了した人でも、色の物理に就て學習した知識は概して淺薄だと云はねばならぬ。又一つには、色の理論を研究せんには、物理光學と、生理的心理學、及此の兩方に跨る様な地位にある所謂色彩學と夫々の方面に別々に研究せねばならぬ不便がある事などを考へて、終に初志を翻し友人の言に従ひ、原稿を整理して此の書を

出版する事にした。素より大方の覽に供すべきものではなく、自分と同じ様な志望ある初學者の便宜にしたいと思ふのであるが、若も本書中の誤謬や僻論に對して叱正の榮を賜はる先覺もあらば望外の幸とする所である。

以上述る譯から書いた本書は、行文叙事が縦令煩雜冗漫に互る迄も、詳細に事理の解し易からん事を主とし、出來るだけ多くの類似例證をも列擧したり、數字の表を澤山に擧ぐる事を敢てした。隨つて豫想外の紙數を要し、込入つた理論や、第二義的の記事には六號活字を用ゐたに拘はらず、第三編に至て本原稿の配色法の部を非常に縮約し、歴史に關する部分を全く削除するの止むなきに至つた。然し是は單に紙數の増延を恐れたのみではない、本書の全體から見て此の部分は幾らか其の性質を異にしてゐるので、別に離した方がよいと考へたからでもある。

今一つ自分が本書出版に就ての希望は、色の事は色摺によつて説明し、

特に其内の或者は最も正確なる色印刷を挿入したいと思ふた事である、然し此の多数の色版を挿入する事は、出版販賣の上に非常の困難が伴なふので意の如く十分に満足の結果を得る事が出来ない、其の譯は本書の如き性質の挿圖は、圖畫として複雑な形状ではないから一見甚簡單な様ではあるが、色そのものゝ正確を有つと云ふ事がむづかしいのである、水彩繪具で描いた原稿を印刷インキで刷る間に、屢間違が起つてくる、是は局外者の思ひ及ばぬ點で従つて費用を要する事も多大である、夫故に歐米の此種出版物でも、多くは色版を避けるか、少數に節約するか、然らざれば不充分的印刷で済すかゞ多い、中には精巧なる色版を多数に挿入せし出版物もあるが、其價は甚不廉である、本書も出來得るだけ色版に注意を拂つたけれども、尙不完全なるを免れないのは、印刷技術の程度、賣價の制限、特に歐洲戰爭の影響で印刷インキの良好なる物を得難い事も其原因である。

欠

欠

太陽の赤色に變化する事。一一九 天空の青色。一一九 煙の色。一一九
赤色太陽を模擬する實驗。一二七
投射角に對する日光組成分の割合の變化。一二八

(九) 螢光と燐光

螢光。一三二 燐光。一三三 螢の光。一三五

一三二—一三七

第四章

(十) 偏光によつて生ずる色

偏光。一三八 反射光の偏り。一三九 電氣石の試験。一四〇
通過光の偏り。一四四 二重屈折。一四五 ニコルプリズム。一四九
偏光呈色の材料。一五一 呈色の實驗。一五一 呈色の理由。一五三
偏光の色環。一六二 水晶板の回轉呈色。一六七 二重像プリズム。一七三
偏光呈色を實驗する器械と装置。一七六 日常生活ト偏光。一八〇

一三七—一八二

第二編

第一章

(十一) 色の三要素

一八三—一八九

色相。一八四 純粋度或ハ飽和度。一八五 光度(或ハ明度)。一八七
色の調子。一八八 暖色冷色。一八九—二一七

(十二) 色の標準としてのスペクトル 一八九—二二六

色相の區別。一八九 色相に對する名(稱呼)。一九二
スペクトル各部の色相。一九六 赤色。一九七 橙色。一九九 緑色。二〇〇
青色。二〇一 紫色。二〇二 スペクトル色相の總數。二〇二
スペクトル各部の遷移に對する感覺の區別性。二〇三
光の強度に對するスペクトル色相の變化。二〇六
スペクトル各部の光度。二〇九 アブネイのカラー、パッチ、アラバラツト。二一四

(十三) 繪の具の三要素を測定する方法 二一七—二二九

繪の具の色相を決定する方法。二一七 繪の具の光度。二二二
繪の具の純粋度(飽和)。二二八

第二章

(十四) 選擇吸收に原因する物體の色 二二九—二六七

透明物と不透明物の色。二三五 繪具染料等の色の分析吸收スペクトル。二三六
吸收スペクトルと其色の飽和との關係。二四八 二色性現象。二五一

(十五) 物體の表面状態に關する色の變化 二六七—二七八

色硝子の吸收スペクトル。二五六 植物の緑色。二五九
色硝子を透して見たる物體の色。二六二 水の色。二六三
金屬の色及アニリン色素の表面色。二六六
變色と褪色。二七一 花青素の化學的變化。二七二
日光の照射に依る變色。二七四 繪具の耐久性。二七六

第三章

(十六) 色の混合 二七八—三二七

スペクトル單光を混合したる結果。二八七
色硝子を通したる複色光の混合。二九〇 反射色光の混合。二九一
二重像ブリズム及偏光を利用する混合法。二九二 回轉混合法。二九五
補色對の混合。三〇一 近似色の混合と隔たれる色の混合。三〇一
連続したる數色の混合。三〇七 小點細線よりなれる色の混合。三一〇
實體鏡を用ゐる色の混合。三一二 色素實質の混合。三一四
色光混合と色素實質混合との結果の差。三一九 繪具の三原色。三二五

第四章

(十七) 補色或は餘色 三二八—三五二

偏光を利用したる補色の實驗. 三二九

回轉板を用ゐて補色を見出す方法. 三三三 繪具の補色を見出す方法. 三三九

色紙の補色. 三四三 飽和光度の異なる補色對. 三四八

(十八) 三原色及四原色 三五二—三六一

色硝子を通過したる三原色の混合. 三五七

(十九) 天然色寫眞と三色版印刷 三六一—三七四

普通寫眞にうつる色彩の狀態. 三六二 藍色乾板. 三六四

三色幻燈及フォトクロモスコープ. 三六六 濾光器. 三六八

オートクローム乾板. 三六九 三色版印刷法. 三七二

第五章

(二十) 白、黒、灰色 三七四—三八二

(二十一) 投射光の強度に関する色相の變化 三八二—三九一

白黒圓板を用ゐる回轉混合の研究 三九一—三九五

(二十二) 色の識別關 三九五—四四〇

(二十三) 燈火の下で見たる物體の色及色光の反射 四〇四—四二二

●(二十四) 色合せ(或は色のスケッチ) 四二二—四一八

(二十五) 色の系統的配列或は幾何學的表現法 四一五—四三七

シュヴリウルの圖. 四一八 マソルトの圖. 四一九 ヒュウブルの圖. 四二一

ルードの圖. 四二四 ヴントの圖. 四二七 スクリプチュアの圖. 四二九

ペンソンの立方體圖. 四三〇 ヴントの球形圖. 四三一

マソルトの多角錐體圖. 四三四 ナツチエナーの金字塔圖. 四三六

第三編

第一章

(二十六) 色盲 四三八—四六〇

色盲の歴史的記錄. 四三八 色盲者の數. 四四二 色盲の遺傳. 四四五

色盲の分類と其の視覺の狀態. 四四七 全色盲. 四四七 紅綠色盲. 四四八

特殊色盲. 四五三 部分色盲. 色感薄弱. 四五五 色盲の試驗. 四五五

色盲に関する雜件. 四五八—四五九

(二十七) 眼の構造と機能 四六〇—四九四

網膜。四六二 黄斑。四六四 圓柱狀細胞と圓錐狀細胞。四六四
 視紅素、黄色素。四六七 二つの點が融合して一點と見ゆる事。四六八
 盲點。四六九 視感覺の位置と投出像。四七一
 網膜と視覺中樞との聯絡徑路。四七二 色の視野。四七四
 色の視野圖。四七七 單色光の視野。四七八 過渡色。四八二
 色盲の生理的狀態。四八四 網膜の順應。四八五
 黄斑の内外に於る色の光度。四八六 色の感覺の刺戟關。四八八

第二章

(三十八) 殘感或は殘像 四九四—五一五
 視覺の潜伏時間。四九五 同殘留時間。四九五 殘像。四九九
 補色殘像の説明。五〇四 再歸殘像。五〇五 白光殘像の色彩的餘韻。五〇七
 マンヘム圓板の研究。五〇九 ルードの實驗。五一四
 (三十九) 對比(或は對照) 五一五—五四二
 繼續對比。五一六 同時接近對比。五一九 無色光度の對比。五二〇
 黒、白、灰色と色彩との對比。五二三 飽和の對比。五二四
 色相互の對比。五二五 對比現象の防遏。五二七
 對比の誘導性と被誘導性。五二七 白、黒、灰色の上に及ぼす色彩の影響。五二八

ラゴナシーナ對比の實驗法。五三四 色彩ある陰影。五三六

第三章

(三十) 色の感覺 五四二—五九〇
 三原感覺論。五四三 マツクスウエルの實驗と所説。五四六
 ルードの説明。五五一 アブネイの説。五五二 三對視質論。五六〇
 視細胞進化説。五六四 ザントの光感覺説。五六六
 色の感覺に關する著者の考。五八五

第四章

(三十一) 色の感情 五九一—六〇三
 色の表情的象徴。五九七
 (三十二) 施色法(色の配合調和) 六〇三—六四三
 色の調子。四〇三 繪具の光度。六〇六 色のヴァリヤ。六〇八
 色の名稱。六〇九 病氣と色彩。六〇一 繪具の混合。六一二
 色の配合調和。六一四 二種色彩配合の良否。六一六 繪具の補色。六二〇
 三種或は三種以上の配合。六二六 不調和の配合を修正する方法。六二九

目次

色の遞次推移と小間隔。六三〇 配色法の主要點。六三二
背景と目的物との關係。六三四 光の強さと美の鑑賞。六三七
施色法結論。六三八

目次終

色の研究 挿圖目次

第一色版 植物の葉が反射する赤色光を抽出して見たる圖

第一圖	波動の説明圖	一〇
第二圖	光の波面(輻射甲)波面の高低(乙)水平面に投射する光線(丙)	一一
第三圖	波長	一五
第四圖	太陽輻射線の各部比例	一六
第五圖	反射光線の方向	一八
第六圖	不規則反射	二〇
第七圖	反射量の實驗	二四
第八圖	屈折光線の方向	二七
第九圖	屈折光線の作圖法	二八
第十圖	臨界角及全反射	三〇
第十一圖	直角プリズム	三一
第十二圖	平面硝子を通過する光の屈折	三一
第十三圖	ハイゲンズの反射屈折の原理	三四

挿圖目次

第十四圖	波長の大小に依る屈折の不同	三六
第十五圖	プリズムを通過する光の方向(甲乙)	三八
第十六	同上スペクトルの現出	四一
第十七圖	スペクトルの純否	四二
第十八圖	プリズムを出たる光の状態	四三
第十九圖	スペクトルの還元	四五
第二十圖	フラウンホーフェル線	四六
第二十一圖	分光器	四八
第二十二圖	數箇のプリズムを連結したる分光器	四九
第二十三圖	直視分光器(甲乙) 同上にて見たる比較スペクトル(丙)	五一
第二十四圖	回折格子のスペクトル	六〇
第二十五圖	プリズム及回折格子スペクトルの色と波長の比較	六五
第二十六圖	光線赤外線、紫外線の關係	六八
第二十七圖	単色光と植物同化作用(エンゲルマン)	七〇
第二十八圖	水滴に投射する光の分散(投射角の角度甲) 屈折方向(乙) 投射角と觸れの角(丙)	七六
第二十九圖	第二虹を作る光線の方向	七七

第三十圖	水滴より發射する色光の方向	七八
第三十一圖	虹の模型裝置	七九
第三十二圖	天然虹に於ける色光の來射方向	八〇
第三十三圖	プリズム又は蟲眼鏡にて見ゆる着色線の説明	八二
第三十四圖	レンズの色収差	八五
第三十五圖	水波の干涉	八七
第三十六圖	波長の等しき光線の衝突	八八
第三十七圖	複プリズムを通過したる光の干涉(甲乙丙)	九〇
第三十八圖	薄膜干涉を生ずる光線	九二
第三十九圖	同上光線の膜内に於ける徑路	九五
第四十圖	ニュートン色環	九六
第四十一圖	ニュートン色環の色次	九九
第四十二圖	膜の厚さに關係する薄膜干涉の説明圖	一〇二
第四十三圖	定常波	一〇七
第四十四圖	リッブマンの色寫眞	一〇八
第四十五圖	光の回折	一〇九

第四十六圖	同上説明圖	一一三
第四十七圖	回折格子を通過する光	一一三
第四十八圖	同上説明圖	一一四
第四十九圖	顯微鏡にて見たる蝶の鱗粉	一一八
第五十圖	空中微粒分子層を通過する光線	一二三
第五十一圖	太陽の位置に依て白光中に含む色光に相異を出する割合	一二九
第五十二圖	假定平面を通過する偏光の状態	一三八
第五十三圖	電氣石板を通る偏光の状態	一四〇
第五十四圖	偏光角を以て投射する偏光甲乙丙丁戊	一四二
第五十五圖	ノルレンベルグの偏光器	一四三
第五十六圖	方解石の二重屈折	一四六
第五十七圖	ハイゲンズの複屈折光の波面圖	一四七
第五十八圖	複屈折光の説明圖	一四八
第五十九圖	ニコルプリズム	一四九
第六十圖	平行ニコルと十字ニコル	一五〇
第六十一圖	光軸と平行に載りたる複屈折性礦物薄片の偏光呈色	一五三

第二色版 スペクトルの着色圖
第三色版 色相名稱に對する正しき色圖

第六十二圖	同上説明圖	一五四
第六十三圖	同上位相差に依つて異なる偏光の形態	一五七
第六十四圖	光軸に對して直角に載りたる水晶楔形の薄版を通る偏光の形態	一六〇
第六十五圖	偏光の色環	一六三
第六十六圖	同上説明圖	一六四
第六十七圖	同上	一六六
第六十八圖	同上	一六七
第六十九圖	回轉呈色の説明圖	一七〇
第七十圖	同上(フレネル)	一七〇
第七十一圖	二重像プリズム	一七七
第七十二圖	偏光實驗の裝置四種	一七七
第七十三圖	スペクトル色相に對する感覺の區別性(グント)	二〇四
第七十四圖	スマクトル各部分の光度	二一三
第七十五圖	アブネイのカラー、パツチ、アツパラット	二一五

第七十六圖 繪具の色相光度を決定する装置(アブネイ).....二一九

第七十七圖 同上の方法にて得たる曲線.....二二〇

第七十八圖 繪具の光度を決定する装置.....二二三

第七十九圖 同上(アブネイ).....二二四

第八十圖 同上.....二二五

第八十一圖 選擇吸收(甲)吸收部の混合(乙).....二三四

第四色版 吸收スペクトル

第八十二圖 黄色と青色の色料を混合して綠色となる事の説明.....二三八

第八十三圖 赤色々素の吸收スペクトル.....二四一

第八十四圖 橙色及黄色々素の吸收スペクトル.....二四四

第八十五圖 綠色々素の吸收スペクトル.....二四五

第八十六圖 紫色々素の吸收スペクトル.....二四七

第八十七圖 吸收スペクトルと色の飽和との關係.....二四九

第八十八圖 二色性色素の吸收スペクトル.....二五〇

第八十九圖 同上.....二五五

第九十圖 色硝子の吸收スペクトル.....二五七

第九十一圖 水の色を測る實驗装置.....二六四

第九十二圖 金屬の反射色を測定する方法.....二六六

第九十三圖 緋色の實驗.....二七五

第九十四圖 色光の混合を實驗する装置.....二八一

第九十五圖 全上(ダント).....

第五色版 單色光混合の結果及繪具混合の結果

第九十六圖 色環.....二八六

第九十七圖 ランバート混合法.....二九一

第九十八圖 二重像鏡を用ゐる混合.....二九二

第九十九圖 偏光を利用したる色の混合.....二九四

第一百圖 回轉混合器三種(D, E, F)マツクスウェルの色圓板組合せ法.....二九六

第一百一圖 階級的變化を現はす回轉板.....三〇〇

第六色版 細線、小點を用ゐる混合及重置混合

第一百二圖 實體鏡.....三一二

第一百三圖 朱とウルトラマリン及カルマインとウルトラマリンの混合、ブラツシヤン青とクローム黄及ブラツシヤン青とカドミウム橙黄との混合結

果の差違……………三二六

第百四號 (ナフトールイエンク) (ローダミングリンク) (エオシグリンク) の混合……………三二四

第七色版 白光中或種の色光を缺く時は残りは色光となる

第百五圖 偏光を利用して見たる補色對……………三五〇

第百六圖 全上水晶板を用ゐたる補色對の變化狀態……………三三二

第八色版 補色對

第百七圖 回轉して無色となるべき色圓板と障蔽板……………三三六

第九色版甲 回轉して無色となるべき色圓板

同 乙 甲の上を用ゐて回轉する時補色及虹色を現はす爲に用ゐる障蔽板各種

第百八圖 補色對を示す色環……………三四七

第百九圖 濃淡ある色の補色……………三四九

第百十圖 全上……………三五〇

第百十一圖 三原色板……………三五六

第百十二圖 三原色混合實驗器……………三五八

第百十三圖 同上に挿入する障光板と呈色結果圖……………三五五

第百十四圖 同上用對比色實驗障光板……………三六〇

爲百十五圖 寫眞感光膜説明圖……………三六二

第百十六圖 普通寫眞の色に對する感光光度比例……………三六三

第百十七圖 整色乾版の全上感光比例……………三六五

第百十八圖 フォトクロモスコープ……………三六七

第百十九圖 オートクローム乾版の感色説明圖……………三七〇

第百二十圖 三色版説明圖……………三七三

第百二十一圖 光線の投射角に依つて同一白紙に光度の差を生ず……………三七六

第百二十二圖 灰色のスペクトル(甲乙丙)朱の吸收スペクトル(丁)……………三七八

第百二十三圖 光を弱くしたる時のスペクトル各部の變化……………三八四

第百二十四圖 正しき灰色の遞次變化を表はす圓板……………三九二

第百二十五圖 細線混合の灰色と回轉圓板にて作る灰色の割合の相違……………三九三

第百二十六圖 燈火にて見る色と日光の下に於ける色との異なる説明圖……………四〇六

第百二十七圖 シュダリウセル色圖……………四一八

第百二十八圖 ベンゼルトの色圖……………四一九

第百二十九圖	ヒエウアルの色圖	四二一
第百三十圖	ルードの三角形色圖	四二四
第百三十一圖	同上	四二六
第百三十二圖	グントの三角形色圖	四二七
第百三十三圖	スクリプチュア三角形色圖	四三〇
第百三十四圖	ベンソンの立方體色圖	四三一
第百三十五圖	グントの球形色圖	四三四
第百三十六圖	マゾルトの多角錐體色圖	四三五
第百三十七圖	チツチエナーの金字塔形色圖	四三六
第十色版 色盲の見たるスペクトルの色		
第百三十八圖	紅綠色盲の視たるスペクトル光度(アブネイ)	四五二
第百三十九圖	眼の構造、眼球各部、中央小窩部の網膜垂斷圖、網膜垂直斷圖、色素層平斷面、同垂斷面の圖	四六一
第百四十圖	二つの點が一點と見ゆる説明	四六九
第百四十一圖	盲點の形を描く方法	四七〇
第百四十二圖	視覚中樞と網膜との關係通路	四七三

第百四十三圖	視野計	四七五
第百四十四圖	視野圖を描くべき同心圓	四七六
第百四十五圖	同上	四七六
第百四十六圖	色の視野(キルシユマン)	四七七
第百四十七圖	同上(シーショア)	四八〇
第百四十八圖	單色光の視野圖(アブネイ)	四八〇
第百四十九圖	赤、青、綠、黃、青の單光を用ゐて測定せる視野圖(アブネイ)	四八一
第百五十圖	黃斑内外に於るスペクトル光度の差(アブネイ)	四八六
第百五十一圖	微弱なる光で作れるスペクトル光度の比較(アブネイ)	四八八
第百五十二圖	鶯盤(ストロホスコープ)	四九六
第百五十三圖	補色殘像を實驗する器械	五〇一
第百五十四圖	同上(グント)	五〇一
第百五十五圖	再歸殘像	五〇五
第百五十六圖	再歸殘像ノ現ハル、迄ノ時間(ビドウエル)	五〇六
第百五十七圖	フエヒ子ル圓板	五〇七
第百五十八圖	ペンナム圓板	五〇八

第百五十九圖 ベンハム調板の理を研究する爲の調板……………五二二

第百六十圖 同上……………五一三

第百六十一圖 ルードの實驗せし調板……………五一四

第百六十二圖 同上結果……………五一四

第百六十三圖 光度對比實驗用調板……………五二一

第百六十四圖 同上……………五二二

第十一色版 色相々互の對比

第十二色版 白、灰、黒の對比 同く色彩との對比

第百六十五圖 色相及飽和の接近對比……………五二五

第百六十六圖 接近對比……………五二六

第十三色版 地色より誘導する對比色は地色と同じ光度の灰色に最強く影響する事の實驗

第百六十七圖 同上實驗用調板……………五二九

第十四色版 對比實驗用調板と回轉したる時の呈色

第百六十八圖 ラゴナシーナの實驗裝置……………五三〇

第百六十九圖 同上用模様……………五三五

第百七十圖 陰影對比……………五三八

第十五色版 陰影對比

第百七十一圖 三原色の感覺曲線(ヘルムホルツ)……………五四五

第百七十二圖 マツクスウエルの實驗裝置二種……………五四七

第百七十三圖 マツクスウエルの感覺曲線……………五四八

第百七十四圖 同上 赤色盲の感覺曲線……………五五〇

第百七十五圖 ルードの考へた色盲の感覺……………五五一

第百七十六圖 アブネイの色彩感覺説明圖……………五五三

第百七十七圖 同三原感覺曲線……………五五八

第百七十八圖 同上光度曲線……………五五九

第百七十九圖 同上標準スクベトルに於ける感覺曲線……………五六〇

第百八十圖 ヘーリソングの三對視質曲線……………五六一

第百八十一圖 回轉して同光度となるべき繪具の割合……………六〇七

第十六色版 明調色と暗調色との階級及灰色階級との比較

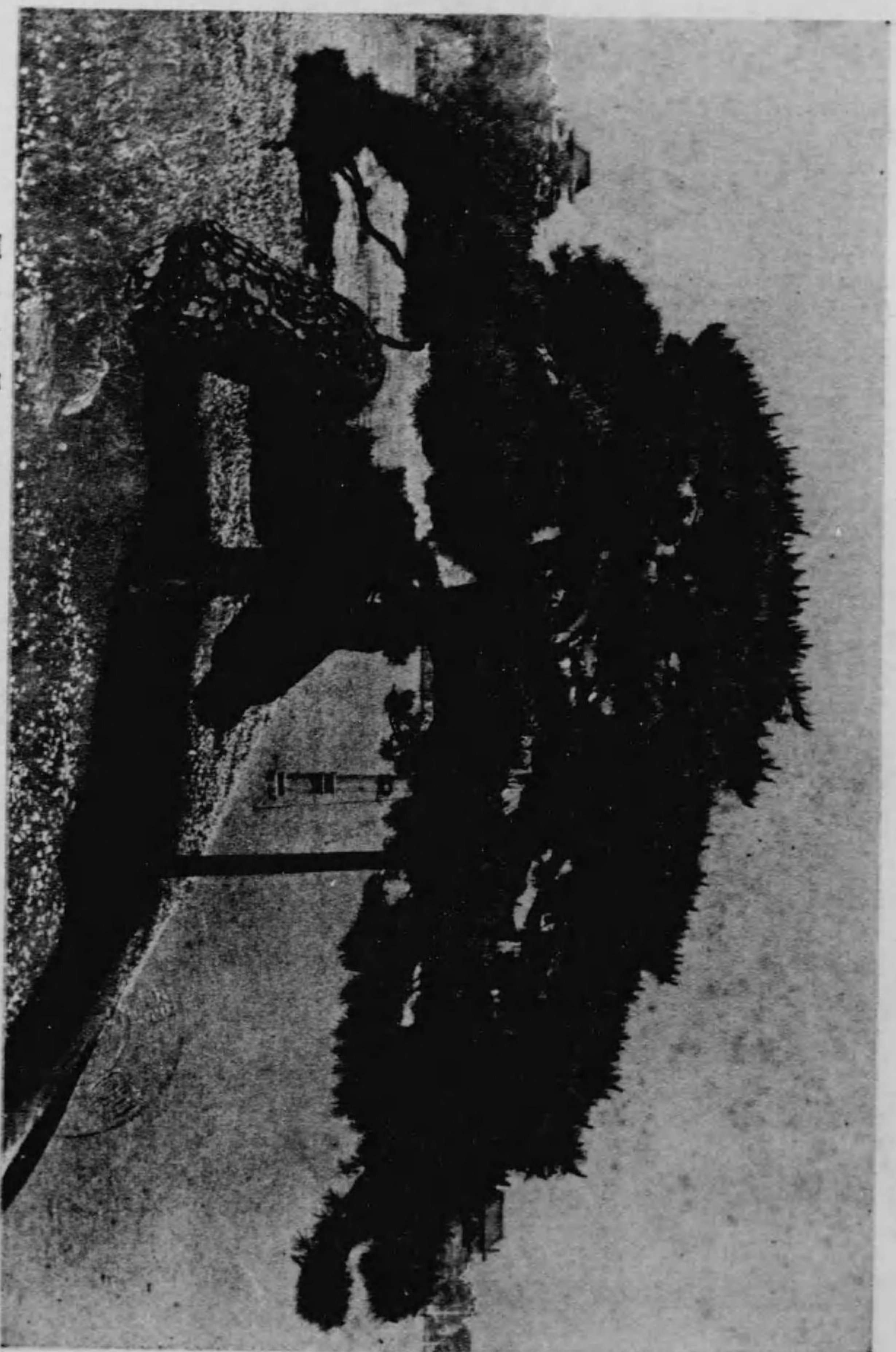
第十七色版 二色の配合

挿圖目次

- 第十八色版 異なる調子の配色
- 第十九色版 逐次推移(纏網彩色)
- 第二十色版 小間隔色配合の例

挿圖目次終

版圖一第



異なる見えし抽出を光色赤るす射反の素線葉

(照參頁九五二文本)

色の研究

濱 八百彦 著

第一編

第一章

(一) 總論

色とは何であるか 假令ば此處に一人の小女が紫の衣服を着て赤い花を手に持つて居るとする此の着物の紫色や花の赤色は如何にして出来たかと問ふ時に現時の教育を受けない人は單にかく答へるであらふ紫の色は此の裂を染めた染粉が持つてゐる又此の花は天然に赤色を持つて生れて來たと然らば暗の夜に是等の色が見えないのは何故かと問ふと夫は色は何時でも染粉や花にあるけれども光がないから見えないのだと答へる此の意味は色は物質に固着して存在するが光のない時に見えないのは丁度衣服が振袖であるか筒袖であ

(一) 總論

るか、或は花が大きいか小さいか五瓣であるか六瓣であるかど見えないのと同じだと思ふてゐるのである。然るに現時の物理学の教ふる所によれば色の生ずる原因には種々あれども要するに其の根元は光であつて太陽燈火等から來る此の光は通常吾等に明るさを與へる時には無色であるが、其れが染粉や花に當ると光の一部分は物質内に吸収せられ殘餘の部分が反射されて吾人の眼に入ると色に見える、即ち無色の光が其の成分の一部を失へば色の光となる譯である。此の外吸収に原因せざる總ての色も同じく無色光が何等かの機會に其の成分の一部を失ふか或は一定の姿に分離する事によつて生ずる、されば無色光と色光とは全部と部分との如き關係があるのみで決して別の物ではない。此の故に暗夜には如何なる物があつても色はない、先に云へる如く、色は在るけれども見えないのでなく全然無いから見えないのである、紫色の衣服も箆笥の内に仕舞込めば紫の色は無くなる、然し此の衣服が振袖であると箆笥の中でも振袖といふ形式は依然として存在する、物の形は眼に見えない時でも觸覺で其の存在が知り得られ直接觸覺に感せない時でも其の存在が想像せられるが、色の方は光

がなくては全く成立しないのである。

花や染粉は色の所有主ではない色の根元でもないが、光の吸収と云ふ働をする爲に普通には色ある物と見做され教育を受けた人々も特に物理學的に注意を向けない時には屢前記無教育者の答と同じ様に感じてゐる場合が多いのみならず一般普通の談話や文章にも夫で通用してゐる、是は丁度地球が太陽の周圍を回轉するとは知りながら日が東山に昇つたとか西海に没したとか云ふのと同じ事である、然し吾等が今色の原因を研究せんとするに當りては先づ色は光である事、此の光が或る場合に分離するか其の一部を消失するかして色となる事、及び是等の離合集散の結果を物理学から學ばねばならぬ、扱是等の物理を知れば色の事がわかるかと云ふに決してそうではない、物理学で研究する所謂色の光は色の原因にはなるが實はまだ色ではない、吾々の眼に入らない以前の色の光其の物に何等の色もないのである、此の色光が眼を通過するに際し眼は如何なる構造組織を有して之を受取り又是を通過せしむるか、物の形狀は見えても色の見えない人のあるのは何故か等は生理解剖學に聽かねばならぬ、色光

が首尾よく眼を通過したとてまだ色は出来ない、眼は門戸なり玄關なりであるから神経の廊下次の間を通りて終に堂奥なる脳の視覚中樞に達し此所に始めて主人が客と面會して其の容貌、舉動、性質を觀察する如く、赤とか青とかと云ふ色の感覚が起るのである、此の間に種々の現象が生じ物理的には同一の光の刺激が眼に入りても場合によつて其の色が異つて見えたり、色光の刺激がないのに色が見えたりする事等がある、是等は心理學に關する問題で其の方面から研究せねばならぬ、されば色の研究は物理學に始まり生理學に中し心理學に終ると云つてもよい、此の内の一つ丈を研究したのでは充分に色の事は分らない、尙ほ此の外に感情に屬する美學の方面がある、實際色が吾人々生と交渉關係するのは主として此の方面であるから甚大切なる部分である、是等各方面に於ける色の問題を解釋し一貫して色を研究せんとするのが、本書の目的である、以下順を追ひて歩を進め前賢先輩の苦心研究の跡を尋ね、之に著者自身の得たる僅少なる研究の結果を加へて記述してゆかうと思ふ。

(三) 光

光の本性 光の本性について古より人間の考へた思想として知られてゐるものに三種類がある、第一には吾々の眼より何か或物が發出して視野の諸方向に進んでゆく一種不思議なるエネルギーの如きものを想像し、一方眼に見える物は發光體の光を出す如く光を出すものと假定し、前の眼光線が是に接觸した時に之を感じるものとした、或は眼より發射したものが物體から反射して眼に入つて之を感じると思ふて居た、是は言ふ迄もなく極めて幼稚な思想で、暗黒なる場所では何故眼光線が役立たないかを考へ入れてゐない、第二には發光體から其の周圍四方八方に向つて極めて微細なる光素と稱する或物を發出して夫が飛んで來て吾等の眼に入るものであつて丁度芳香物の麝香や樟腦が香氣を發散して夫が鼻に入りて香を感じるのと同じに考へた、此の考へ方は第一のよりは幾分合理的で相當に光の諸現象を説明する事が出来る、光學上に大なる貢獻をした彼のニュートンも光の本性の假定としては此の光素發射説を採つた、第三には光は眼又は物體より或物が發射するのではなく、發光體より光素の如

き物が出るのでもなく、或る媒質(Medium)中に於る運動であつて發光體は其の運動の起點をなす事宛然池水に小石を投込むと其處から波が起つて周圍に波動を送る如きものであると云ふ、此の第三の説は古くはアリストーテレスが今より二千年以前に發表したが素より光學的諸現象を一々之によつて説明した譯ではない、鋭敏なる彼の頭腦に直覺した此の考は其の當時の人々及其後の長い間の人々の心には解し得られず之を繼承し研究する者もなかつたが千六百七十八年和蘭のハイゲンス(Christian Huyghens)が始めて此の波動説を提唱して光の反射、屈折、干涉等の現象を此説によつて解説した、其頃英國のニュートン(Isaac Newton)在世中で、彼がプリズムを用ゐて白光を分析しスペクトルを發見したる時より十餘年の後である、ハイゲンス當時の波動説は今日の如く周到に精鍊研究せられた學説ではなかつたからニュートンは之を信用しなかつた、然し此の後英人ヤング(Thomas Young)佛人フレネル(Augustin Jean Fresnel)等が此説によつて光の干涉、回折、偏り等の諸現象を遺憾なく説明せし以來一般に採用せられ今では動かすべからざる定説となつてゐる。

光が或媒質の波動であるとすれば既に物質ではなくして一種の勢力(Energy)であらねばならぬ、宇宙は物質と勢力との關係によつて成立し、支持し、發展し、進化するものであつて、物質は幾何かの原素から出來てゐる如く勢力にも幾種かの種類がある、即ち運動の勢力、熱の勢力、化學的勢力、生理的勢力等の形態があつて是が物質の間に働いて或作業を成就する、是等勢力は機會に遭遇すれば、今迄甲の勢力として働いてゐたものが、乙の勢力に變化し乙の勢力はやがて又丙の勢力となつて働き、様々に轉化循環する内に此の宇宙の現状は維持せられてゐる、其の勢力の一の形態が吾等の眼に特殊の感じを起さしめる時之を光と名づけるのである。

光の發生する原因 には種々あつて衝突摩擦により運動の勢力より光の勢に變はる事もあり電氣的或は化學的勢力より來る事もある、光の發生に最も主要なるは溫熱を高昇して生ずるもので、熱は物體分子或は原子の急速なる振動である、此の振動が周圍の媒質に傳播して波動を起す、其の溫度の低い時には波長が餘り大なる爲に吾人の眼には之を認める事が出來ない、然し其の溫度が

段々高まると分子の振動数が益多くなり熱波を皮膚に感ずると共に眼に光を感ずる様になる。温度が尙比較的低い時には光は赤いが、次第に熱が高くなるに従ひ、橙色、黄色を経て遂には白光となる。太陽、電氣燈、瓦斯燈其他總ての燃燒物は熱と共に光を發するものである。然し熱は必しも光の眞の原因ではない、唯同伴するのであつて眞の原因は光も熱も共に他の何等かの勢力から變化するものであらふ。

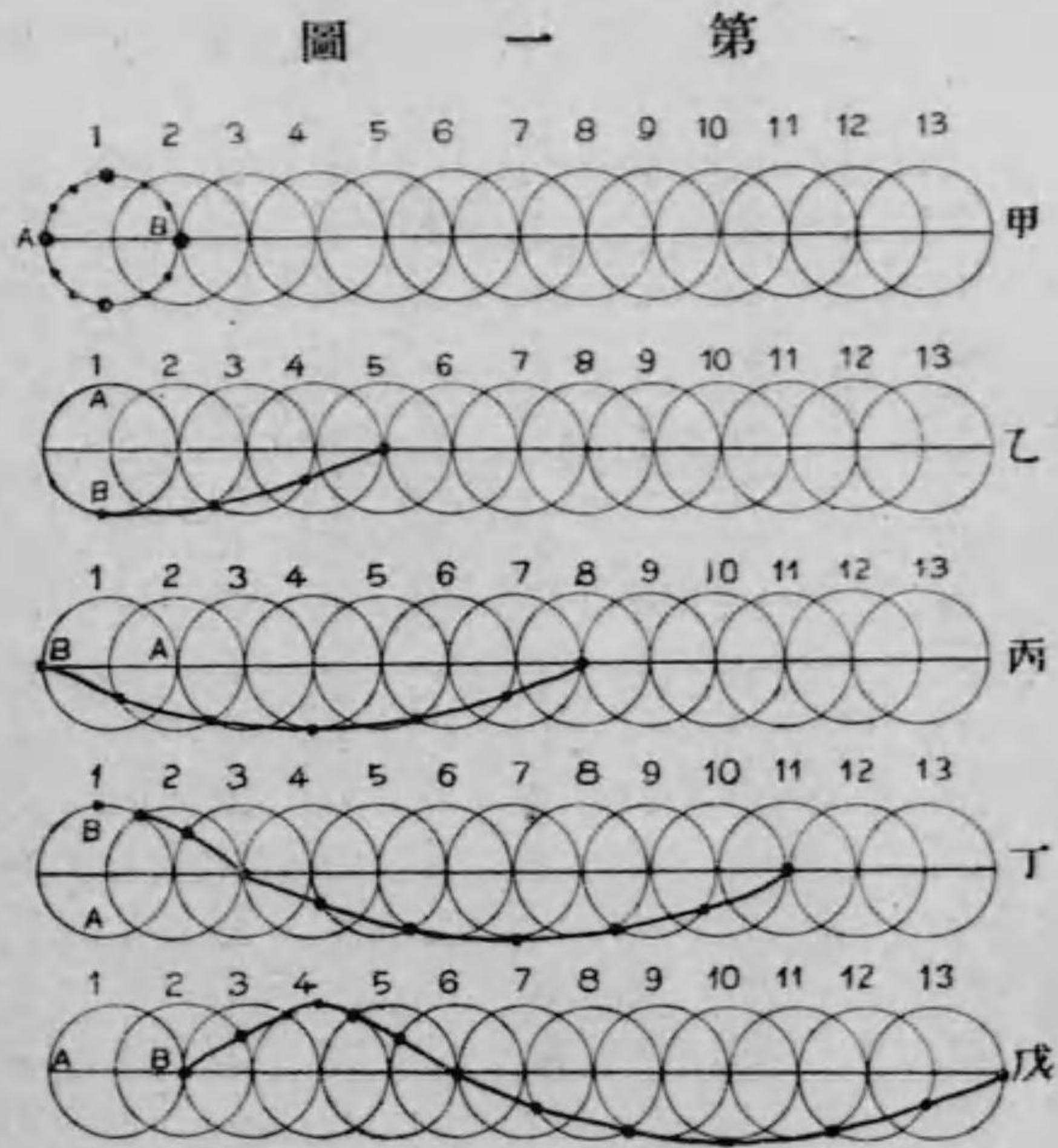
(三) 波動

波動の光景 光を波動なりと考へるには先づ其の媒質を假定せねばならぬ、即ち水の波動は水の運動であり、音響の波動は空氣の運動である如く光の波動も水、空氣の如き媒質がなければならぬ。波動説では光の媒質をエーテル (Ether) と名づけ宇宙至る所に残るくまなく充滿してゐて、固體中にも液體中にも氣體にも乃至眞空中にも存在し、空氣よりは遙に微小で非常に軽く然も彈性の大なるものであるとする。扱發光體の分子が振動すれば其の振動が周圍のエーテルに傳はりて進行する有様は、丁度撞木で鐘をつくか太鼓を敲く時に、衝突によつて

振動を起し之が空氣に波動を傳へて此の波動が耳に入ると夫々の音響を感ずるのと似てゐる。其の波の動き方は靜なる水面に一の石を投入すると其の點から周圍に波を起して進んでゆくのと同じである。斯かる場合始めに生じた波が段々向ふの方に進んでゆくのではない、唯運動が進むのである。其の證據には水面に紙か木の片を浮べて置いて其の脇の方に石を投げ込むと今云つた如く波が出来るが、紙片は波に従つて向の方には進んで行かない、唯其の場所で上下に動く許りである。又長き紐の一端を固定して置いて、他端を手を持ちて水平となし之を上下に動かすと波形が出来る、是も一寸見ると波が向に移動して行くやうに思はれるが實は紐の中の何れの點も元の位置を唯上下に動いてゐる許りなのである。光波の振動を想像する爲の補助として今水波の運動を少しく詳細に考へて見ようと思ふ。

第一圖甲の水平線は靜なる水面を表はし線の上部を空氣下部を水と考へる、今此の表面の左方のA點に小石が投入せられたとすると、其の時水平線上にありしB點は圓形を描いて回轉し其の運動が順次右方の各點に及び各點は最初

Bの描ける圓と同大の圓を描き唯其の時間が少しづつ遅れる爲にB Aが一回

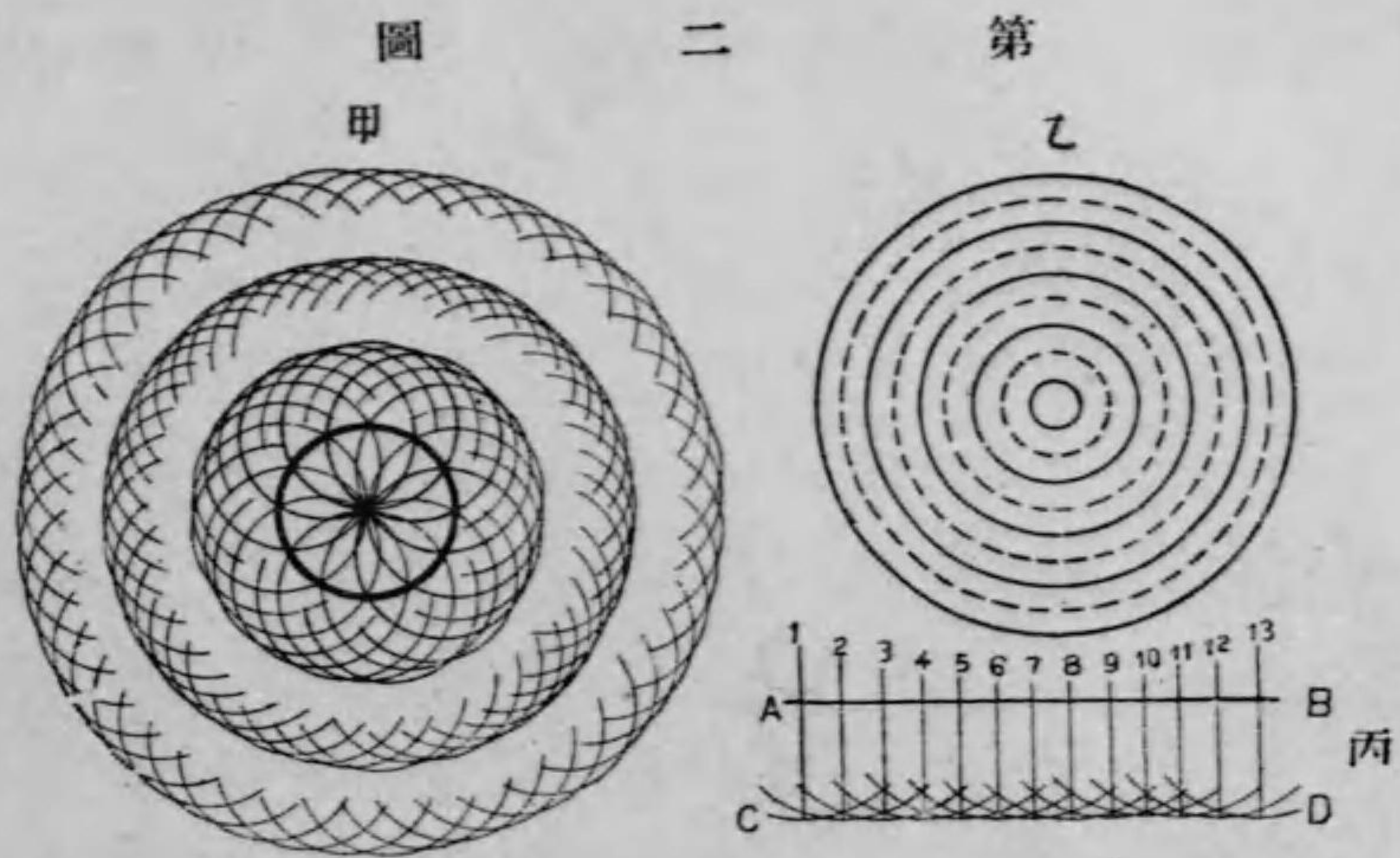


1から4迄に四所が出来、丙はB點が圓の6/12だけ動き右方の隣接點には夫々1/12づつ遅れたる運動が傳はるから6點迄動いてゐる、此の時Bは元の水平

轉して元位置に復する瞬間に運動は右方12の點に迄進み戊に於ける如き一波長の波形が出来、乙丙丁は戊に至る迄の時間内の變化を示したもので、乙は今B點が圓周の3/12だけ動きたるとき右隣の水分子は2/12又其隣の點は1/12だけ動き第四の點は未だ元の水平線上にあつて運動を始めず、此の時1點は最も低く水面は爲に

線上Aの位置に來りBの點と7との間に凹みが出来4が最低點になる、丁はBが圓周の9/12だけ動きて元の水平線よりも高く上り運動は10に迄進み最低點は7にある、Bが一回轉して戊の如くなる時1から7迄は元の水平線以上に凸みを生じ7より13迄は凹みを作るのである、1の運動が引續き繼續すれば波は次第に右方に延長し、其間1が半回轉する、毎に以前最高なりし所は最低に、最低なりし點が最高に交替變化を繰返すのである、此の運動形態は單に右方にのみ進むのではなく、左方に向ても同様に波形を作る事は容易に想像せられやう、尙此の側断面圖を以て考へて見た事を平面圖に變へて云ふと、第二圖甲の如く中心より發生する無數の波は輻射狀に前進して高い處と低い處は同心圓をなす事乙圖の如く實線と點線で表はした高低は瞬時の後には點線實線互に交替して其の所を異にするであらふ。

水の波動で考へた此の事を光の波動に當てて見ると一の發光點から出る波動は一定瞬時の後、乙圖を球と考へた如き波面を作ると想像せねばならぬ、此の球形波面は次第に擴大してゆくから其の一部は終には殆平面と見做さるゝ様



になる、太陽から来る光が地球の一部に達する時等は此の波面は非常に大きく之に比較して吾等の視野は餘りに小いから波面を平面と考へ、同時に太陽から来る光線は實は輻射状に進むけれども之を平行に來るものと考へて差支ない事になる。丙圖は此の波面でA Bを平面とし其の平面に直角に進む光線1 2 3等から出る微部分、球形波は次第に平波面を作つて前進する事になるのである。

光の速度 光波の進行する速さは非常に急速なるもので、花火を遠方から見ると花火が眼に見えて後稍時を経て其の音が耳に聞える、又電光と雷鳴も同時に起

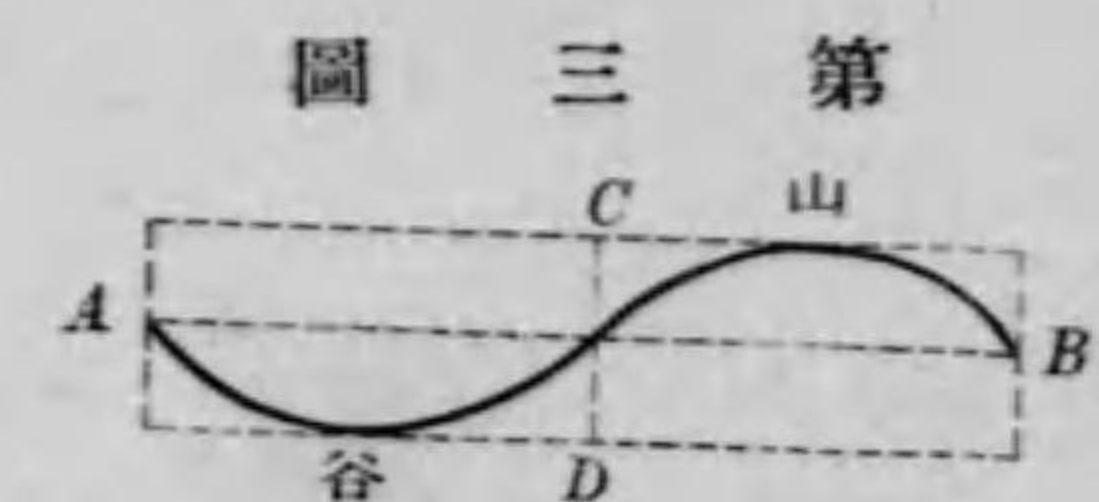
るが、電光は先に見え、雷鳴は後に聞える、是等は音響の速度よりも光波の速度が大なるからである、昔の人は光の進行には殆時を要せざるかの如く考へてゐたらしいが、千六百七十六年丁抹の天文學者レーメルが始めて木星の衛星が蝕する週期の測定より光の速度を計算した、

地球ハ一定ノ軌道ニ從ヒ太陽ノ周圍ヲ回轉スルガ、木星モ同ジク、ヨリ大ナル軌道ニ從ツテ太陽ヲ回ツテ居ル、此ノ木星ニ吾ガ地球ニ對スル月ノ如キ衛星ガ五ツアル、レーメルノ頃ニハ四個ヨリ知ラレテキナカツタ、其ノ内テ一番木星ニ近い衛星ガ木星ノ後部ニ隠レテ見エナクナル其ノ蝕ノ時間ヲ測ツテ四十二時二十八分、三十六秒ヲ得タ、レーメルハ此ノ觀測ヲ地球ガ最モ木星ニ近い位置ニ來タ時(即チ太陽地球木星ト云フ順ニ一直線ニナツタ時)ニ行ナヒ、其後毎回ノ蝕時間ヲ觀測シテ半年ノ後地球ガ木星ト最モ遠キ位置(即チ地球太陽木星ト云フ順ニ一直線ニ並ア時)ニ來タ時ニ、此ノ衛星蝕ハ第一觀測後百十三回目デアツタ、若シモ他ノ譯ガナカツタナラバ、此時百十三回目ノ蝕ハ第一回ノ觀測時間カラ積算シテ豫定シ得ラル、管デアアル、然ルニ實際ニ於テハ第一回觀測ヨリ後毎回少シク、豫定時間ヨリ後レ、其ノ後レガ積リ積リテ第二觀測點第百十三回目ノ時間ハ、豫定ヨリ十六分半遅レタ事ヲ發見シタ、此ノ前後ノ觀測地位ハ丁度地球軌道ノ直径ニ當ルカラ、右ノ時間ノ遅レハ、光ガ地球軌道ノ直径ヲ通過スル爲ニ要スル時間デアアルト考ヘネバナラマト云ツタ、ソコテ地球ノ軌道ヲ此ノ時間テ除ルト毎秒約三億一千メートルトナル、其後ブラドレーは恒星の視差の觀測より光の速度を計算して 298200 軒毎秒を

得、フイゾーは遠く對向せしめたる二個の望遠鏡間を往復する光を急速に回轉する所の齒車の齒に受ける實驗によりて光の速度を $31321 \frac{1}{2}$ 米毎秒と測定し、フーコー及マイケルソンは今一層簡單なる實驗室内の器械裝置によりて $321800 \frac{1}{2}$ 米毎秒 $M299850 \frac{1}{2}$ 米毎秒の數を得た、今是等實驗方法の詳細を述べる暇はないが何れも其の結果の數に大差なきにより、光の速度は平均一秒に約三億メートルを進むものと記憶すべきである、勿論是は真空及空氣中の速度である、されば太陽から來る光は僅か八分と十三秒位で地球に達し、又一秒間に光は地球を七周り半する事が出來る、光の速度を音響の速度に比すると約百萬倍に當る、光の速度はかく驚くべき速さであるが、恒星の内で地球に最も近からふと思はるるシリウツ星と云ふ星から來る光は三年と四分の三を要し、シリウツ星から來る光は十七年半を要し、北極星よりは四十四年を要すと云ふ、更に夫よりも遠き星から來る光は何十年何百年かゝるかも知れない、吾等が每晚眺めてゐる星の内には何十年前の光が見えるのもあるかと思へば、今更ながら宇宙の大なるに驚かすにはゐられない。

光の速度は光の強さによつては變化しないけれども、進行する媒質によつて變化を來す事になる、此の事は後に屈折率の條に述べる事とする、

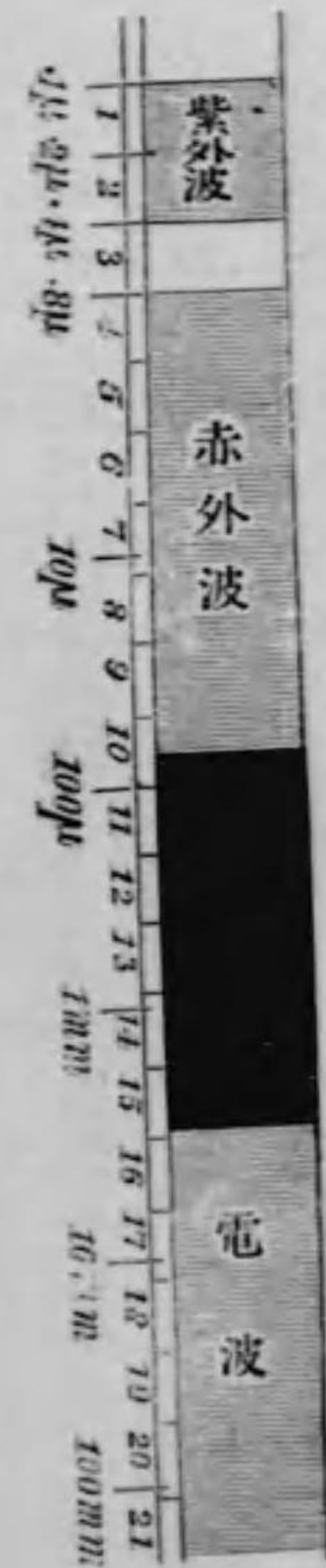
エーテル振動の波長 エーテル振動の單位を一波長と稱し、第三圖は其形を示す、一方の高點を山或は峰、他方の低點を谷と呼ぶ、山と谷の高さCDを振幅と



云ひ、此の幅は振動の強弱に關係するもので、波長は同一でも振動が弱ければ其れだけ幅が狭くなるのである、エーテルの振動には波長を異にする澤山の種類があつて光の振動は其の内的一部分である、通常光として眼に見える振動は一波長 0.00076μ より 0.0004μ 迄のもので、夫よりも小なる 0.00039μ より 0.0001μ 迄は紫外線又は化學線と稱し、眼には見えないが化學作用を起す爲に存在を證せられ、又光波よりも大なる 0.00076μ より 0.06μ 迄

の振動は是も眼には見えないが、熱作用を生ずるから熱波或は赤外線と名ける、波長 0.06μ より 0.3μ 迄は現在では不明の部分であるが、 0.3μ 以上の振動は電氣波なりと云はれてゐる、第四圖は、之等の割合をオクターブで示したものである

第四圖 (Edser ㉞)



ハハ耗ノ千分ノ一紫外波ハ最大波長が最小波長ノ四倍ア二オクターブ、白キ部分ハ
光波ア最大波長が最小波長ノ約二倍ア一オクターブ、赤外波ハ約六オクターブア

光波の中で一定波長の振動のみが眼に入れば、或色の感じを惹起す事になる、然し太陽等から出る光は是等澤山の波長の振動が結合して無色白光に見える、而して多数の波長の振動が如何なる景態で結合されてゐるかは知る事が出来ないが、恐く一波長の振動の如くに統一されてゐるものであらふ。
光波進行中の變化 光が一の媒質中を進行する時には通常直線状に前進するが、甲の媒質から乙の媒質に進まんとする時、假令ば今迄空氣中を進んで來た光が水とか硝子とかに衝突する時には其儘直線状に進む事は出來ないで、反射

屈折と云ふ現象を生じ、又白色物體に衝突すれば光全部が反射され、黑色物體に當れば大部分吸収せられて熱の勢力に變じ、色を呈する物體に當れば一定波長の振動が吸収せられ、殘餘の波長振動が反射する。

便宜上カク記シタレドモ實ハ光ノ全部ヲ反射スルモノヲ白色物體ト云ヒ、全部吸收スルモノヲ黑色物體ト云ヒ、或ル波長ノ振動ヲ選擇シテ吸收スルモノヲ或色ノ物體ト云フノデアアル

無色白光が總ての色の光を含有し、色の光は白光より分離して生ずる譯を明に了解せん爲には光の反射、屈折の原理を知らねばならぬから次に之を説く事にする。

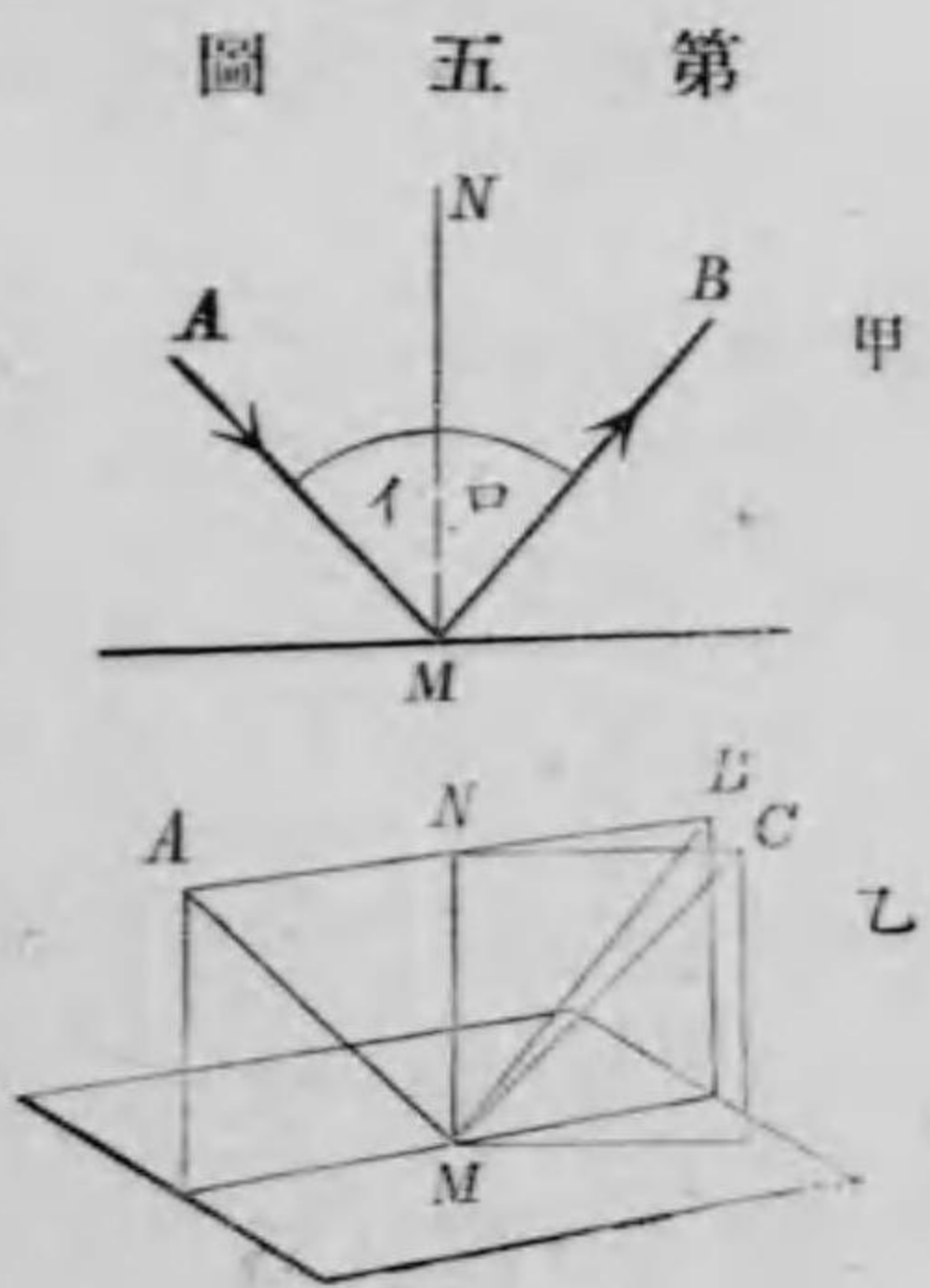
(四) 光の反射と屈折 (Reflection and Refraction)

光が二ツの媒質の境界面に來ると、通常其の一部は第二の媒質内に進み、殘餘の光は再び第一媒質の内に逆戻りする、是を光の反射と云ふ。

正則反射 光が鏡の如き平滑なる面に投射すれば、一定の方向に向つて反射する事第五圖甲の如くである、是は暗室の壁面に一孔を穿ちて光線を射入せしめ、其の通路に鏡を置く時は後の壁面に明るき場所を認める事によつて知られ

(四) 光の反射と屈折

る、或は室内か椽先に於て直射日光を鏡に受けると其の反射像が壁か天井に出
来る其の方向は左の法則で示されてゐる、



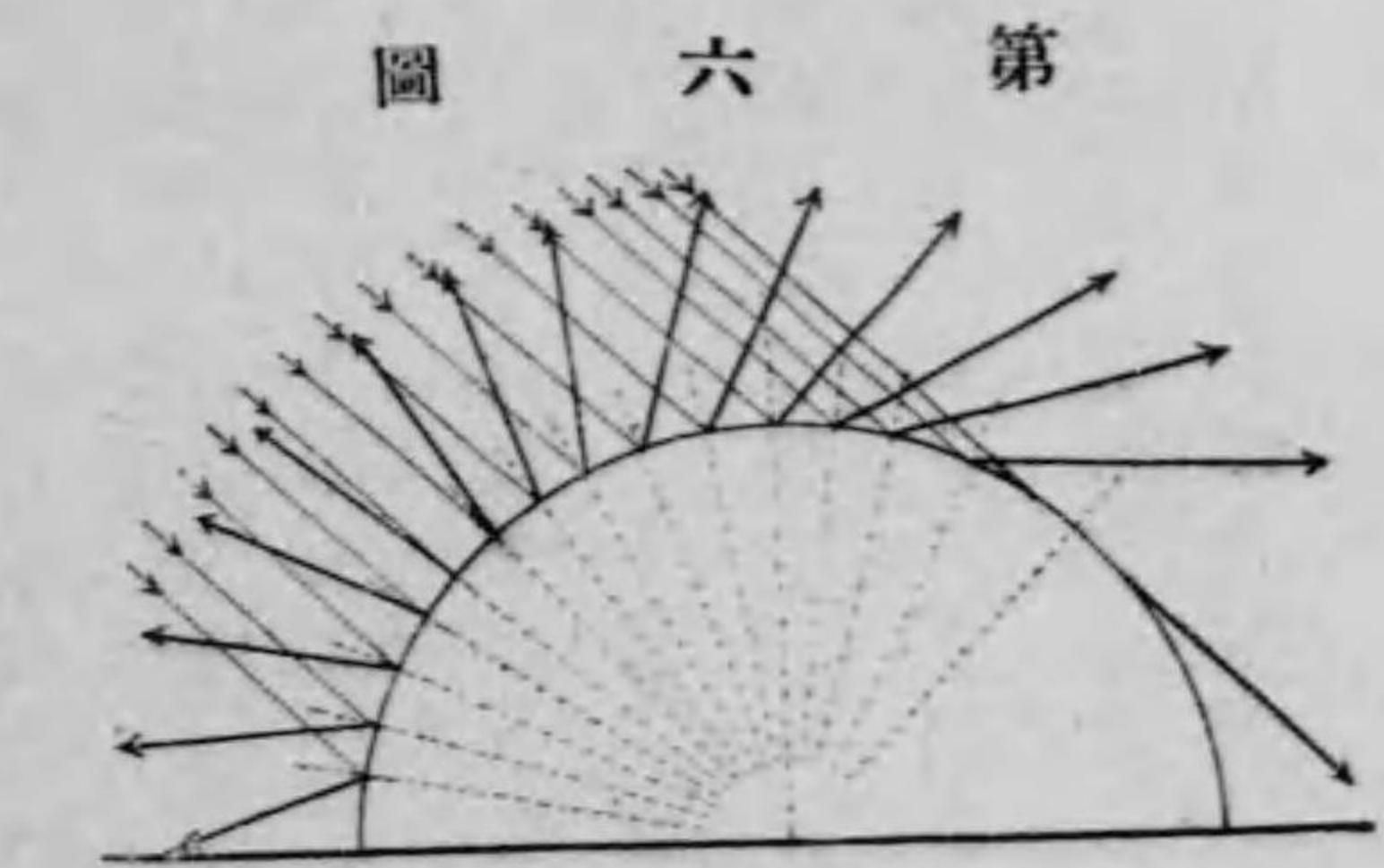
「投射線ト反對線トハ投射點ニ垂直ニ立テタ
ル法線ト共ニ同一ノ假定平面内ニアリテ投射
角ト反對角トハ相等シ、」

即ち甲圖に於て投射光線が境界面中の
一點Mに達しMから反射する光の方向は
次の如くにして定める。Mから垂直なる法
線NMを描きAMNの角イを投射角と云
ふ、投射角と同大の角を法線の一方に作る時描かれるMB線は反射線である、此
の三線が同一平面内にあると云ふは乙圖に示す如くAMに對する反射線は必
MBであつて、決してMCの如くにはならない、(MC線とAM線とは法線に對し
て同角になつても同一平面内には存在しない)のである、(法線ト投射線ト反射線トヲ含ム
假定平面ヲ投射面ト名ケル)
若しも光が鏡面に垂直に投射するならば、反射光は元の徑路に逆戻りする、

前記の暗室に置いた鏡の面は反射光の途に眼を置けば見えるが、其の他の方
向からは見えない、然るに壁面の反射像は何れの方向からでも見られるのは何
故かと云ふに壁面は粗糙で平滑ならざる爲である、吾等の平常眼に觸れる多く
の物體の面は平滑ではない、普通に平面と稱する物でも顯微鏡で見れば小き凹
凸が澤山ある、夫故に是等の面上の各點から右の規則によつて反射線を描いて
見ると、投射光が一方から来る場合でも反射光は種々の方向に向つて發射する
事になる、其上普通の場合投射光が一方からのみ来る事は殆ないから反射線は
彌多くなる譯である、前の正則反射と云ふに對し斯かる場合を不規則反射或は
亂反射と名けられてゐる、自分は前のを單反射後のを複反射と云ふ方がよいと
思ふ、これ共今は一般の稱呼に従ふて置く、

不規則反射 粗糙なる面から發する反射光の方向を研究するには第六圖半
球上の各點について考へて見るが一番よい、投射光は矢の方向で示す如く平行
に來るとし、各投射點に於ける法線は此の場合圓の中心から其の點に引ける直
線である、之に對して正反射の法則を應用すれば圖中太き線にて表はせる如き

反射線が出来る、無数の凹凸ある面から反射光が有ゆる方向に發出し何れの方
向からでも其の物が見られる事は推して知られるであらふ。



第六圖

光線の當らない場所(燈火でも)の明るいのは是又反射光がある爲で、戶外ならば、
天空の雲、地面、樹木、建築物等から反射した光が度々反射を繰返し入亂れてゐる、

屋内の一室に小窓が唯一つよりない部屋でも、其の窓から入り来る光線は壁、
天井、畳、其他室内の器具に當つて反射し、其の反射光は又他の物に衝突して再び
他の方向に反射せられる爲に室内全體が相當に明るくなるのである。特にかゝ
る場合吾人に光明を與へるものは室内の空氣中に浮游する塵埃である、一寸肉
眼で見えないから人が注意しないけれども、天窓から日光がさし込む時等には
澤山の塵埃が浮游して光の徑路が判然と見える、此の塵埃が室内の空氣中に澤
山ある爲に光が之に當りて無数の小き散光を亂射してゐる、若しも此の塵埃
が少しも無かつたならば室内の明るさは非常に減じて了ふのである、塵埃を澤
山吸入する事は衛生上有害であるが其の塵埃は一面かく人生に有益なる働を
してゐる、されば世に全く無益の物とてはないといふ事が知られる。

反射光の量、物體が光を反射する時、投射光全部の量を反射して了ふ事は後
に記す特別の場合の外にはない事で、通常其の物體が投射光の幾分を吸収する
か物體內を通過せしめるかの二つにより之を引去つた残りが反射光の量とな
る、前者は不透明體、後者は透明體の場合で、不透明體中で金屬は其の面が平滑で

あると反射量が最多い事は次の表によつて知る事が出来る、尙金屬反射光の事は第二編に記す筈である、透明體から反射する光の量は、常に投射光の角度に原因するので、光が物體の面に垂直に投射する時は反射光は至て微小である、投射角が少しづつ大くなれば反射量は漸次増加し、投射方向が地平線に近くなる程反射が強くなるのである、今水及硝子の面から反射する量の測定せられた數を掲げると次の如くである。

水の反射量 <small>（投射光を一と したる割合）</small>		屈折率一、五 硝子の反射量 <small>（投射光を一と したる割合）</small>	
投射角	反射量	投射角	反射量
〇	〇、〇一八	〇	〇、〇四三
三〇	〇、〇一九	二〇	〇、〇四三
四〇	〇、〇二二	四〇	〇、〇四九
五〇	〇、〇三四	六〇	〇、〇九二
六〇	〇、〇六五	七五	〇、二五八
七〇	〇、一四三	八〇	〇、三九二

八〇、	〇、三三三	八五、	〇、六一六
八九、二分一	〇、七二一	九〇、	一、

投射光垂直の時諸種の物體反射量の比較

水 1/50	板硝子 1/25	クヲウン硝子 1/23	フリント硝子 1/15	水銀 3/4
諸種金屬のナトリウム光に對する反射量百分比				
ナトリウム 99.7	銀 95.3	金 85.1	水銀 78.4	銅 73.2
		白金 70.1	鋼鐵 58.5	

透明體に關する反射量を知る事は諸種の實驗に要用で、日常の經驗にも廣漠なる海面を望むと眼に近い所は蒼碧色に見えても、遙に遠き地平線近くの水面は白色に見える事、又は河岸に立つて對岸の樹木の水に映つた所を見ると、近い方よりも遠い方が明瞭であるのも皆この投射角に對する反射量の多少に原因するのである、今是に關する一つの實驗を記して見よう。

白くぬりたる水鉢（洗面盥の如き物）を少しく傾けて置き、之に水を充分入れ、金

色か黒色のボタンを糸にて吊り下げて水の極近く迄下し、是を上から、投射光の角が小なる位置見れば水に映つた反射像は極めて淡くより見えませんが、視線を變へて水平近くの斜なる方向から見れば、反射像は明に濃く見えるであらう、次に此のボタンを水中に沈めて同く上から見ればボタンは實際と同く明瞭に見えるが、斜に見ると今度は甚不明瞭な淡い像となる、此の相反したる結果を生ずる理由は斯ふである、前の場合は單に水面からの反射である故に、投射光の角度によつて像の強さ即ち濃淡明否に大小が起る、後の場合は今新に考ふべき一事項がある、前の表を見ると光が三十度の投射角で水に當る時には約百分の二だけ反射する事になつてゐる、すると残の百分ノ九十八はどうなるかと云ふに、是は水の中に進行通過する量である、それで投射角が小なれば反射光は少い代りに通過光が大となり、之に反して投射角が大なれば反射光が大となるだけ通過光は小となるのである、夫故に水中のボタンを上から見ると通過

第七圖



光が大で従て反射像も明である、然るに斜に見る時は投射光の大部分は水面からの反射で失はれ残りの僅が水中に入りて反射像を成形するのであるから微弱に見えるは當然であらう。

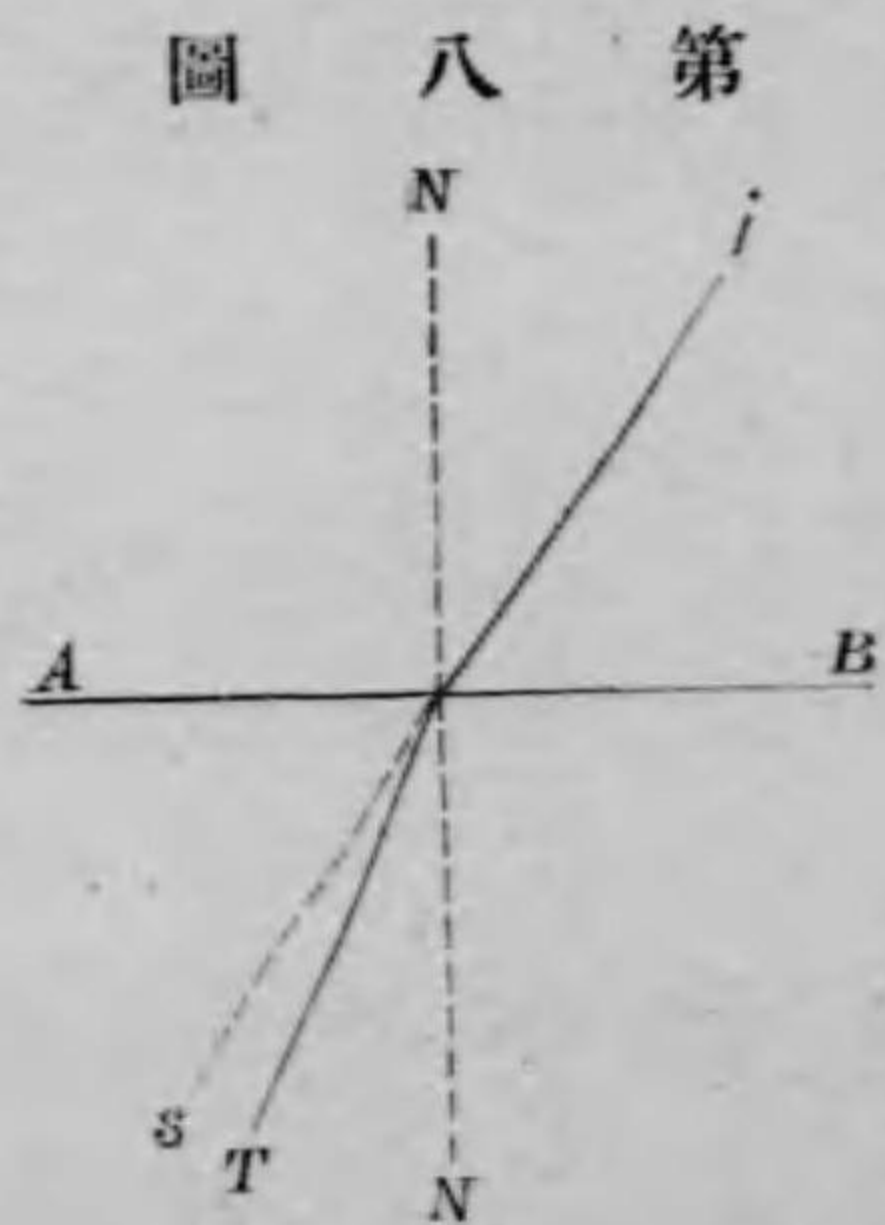
又此の水鉢を用ひブラシヤンブリウと云ふ繪の具を少し許水中に投入して攪拌すると水は青色になるが、其の水の表面を充分低き位置から斜に見ると、強き反射光の爲に水は青く見えないで白く見える、今長方形に切つた赤紙を眼に對して向ひ側に、水面に眞直に立てると、是によつて生ずる水中の像は實際の紙に近い側は赤色で他の側は紫色に見え、赤紙を少しづつ眼の方に近寄せると此紫色が段々青くなつて見える、或は赤紙は元の位置に置き眼を上の方に移動しても同じ事で、是も反射光、通過光の量に關係して起る現象である。

光の屈折、 光が透明なる一の媒質から進んで第二の透明なる媒質に出逢ふた時に其の一部は前記の如く反射するが、残部の光が第二の媒質に入りて進行する方向は、第一媒質中を通過せし時の方向とは同一ならずして多少轉折する、是を光の屈折と名け、屈折の法則としてスネルによつて次の如き條項が與へ

れてゐる。

- 一、光線が境界面ニ垂直ニ投射スル時ハ屈折スルコトナシ、斜ニ投射スル光線ハ必ず屈折シ、投射角愈斜ナレバ屈折スルコト愈強シ。
- 二、投射線ト屈折線ハ法線境界面ノ投射點ニ垂直ニ描ケル假定線ト共ニ一平面内ニアリテ、法線ニ對シテ互ニ反對ノ側ニアリ。
- 三、光線が光學的粗ナル媒質ヨリ同ク密ナル媒質ニ移入スル時ハ、通常法線ニ近ブイテ屈折シ、之ニ反スル時ハ法線ニ遠カリテ屈折ス。
- 四、光學的密ナル媒質中ニ於テ、投射角ガ一定以上大ナル時ハ、光線ハ第二ノ媒質ニ移入スルコト能ハズシテ同ク媒質中ニ於テ反射ス、之ヲ全反射ト云フ。
- 五、二種ノ媒質ニ於テ投射角ノ正弦ト屈折角ノ正弦トノ間ニ一定ノ比ヲ有ス、コノ比ヲ屈折率ト云フ。

右の内第一、第二は説明の要なく次の圖によつて明である、A、Bを境界面、其の上を空氣、下を水とすれば今iより投射した光線はSに向はずしてTに向ふ事になる、若し水中Tから光線が圖の如く境界面に投射せば空氣中に出で、iの方向に進むのである、一般に光の徑路は如何に複雑なる時でも甲點から發して乙點に至るべき光線は、反對に光源が乙點にあるとすれば、前のと同じ途を経て

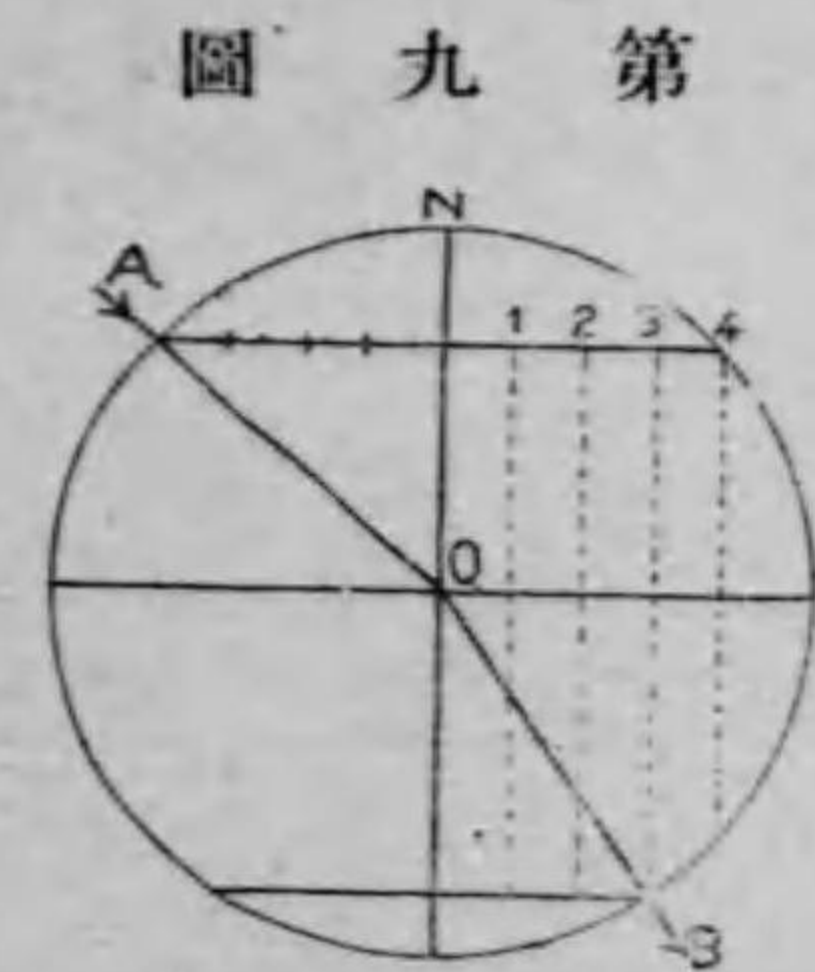


甲點に達するものである、是を光線逆進或は光線通路の轉換の原理と稱し、何れの場合にも適用せられ今の二媒質中の光線の方法も同様の理である。

媒質の粗密とは普通に云ふ物質分子の密度ではなく、光の進行する速度は媒質に依つて遅速があるから二種の媒質を通過するに同じ距離の途を進む時間が甲よりも乙に於て速ければ此の乙の媒質は甲媒質よりも光學的密度が粗なりと稱し、甲は乙よりも密なりと云ふのである、此の速度の標準は眞空を1と定め、之に對して他の媒質の割合を數にて表はしたるものを絶対屈折率と云ふ、眞空と空氣との割合は其の差が極めて僅少なる故、絶対屈折率を直に空氣に對して使用する事が出来る、種々の物質の絶対屈折率は次表の如くである。

空氣	{ 1.000294- 1.000373
ナトリウム	0.0045
銀	0.18
マグネシウム	0.37
金	0.58
銅	0.65
水	1.33
エーテル	1.35
エチルレー	} 1.36
アルコール	
グリスリン	1.47
クラウン硝子	{ 1.51 1.56
石膏	1.52
瑪瑙	1.53
琥珀	1.53
樹脂	1.53
カナダバルサム	1.54
水晶	1.54
蠟	1.54
岩鹽	1.5
電氣石	1.65
フリント硝子	{ 1.55 1.76
硫化水素	1.63
方解石	1.66
鐵	1.73
ニッケル	2.01
コバルト	2.12
磷	2.14
金剛石	2.47

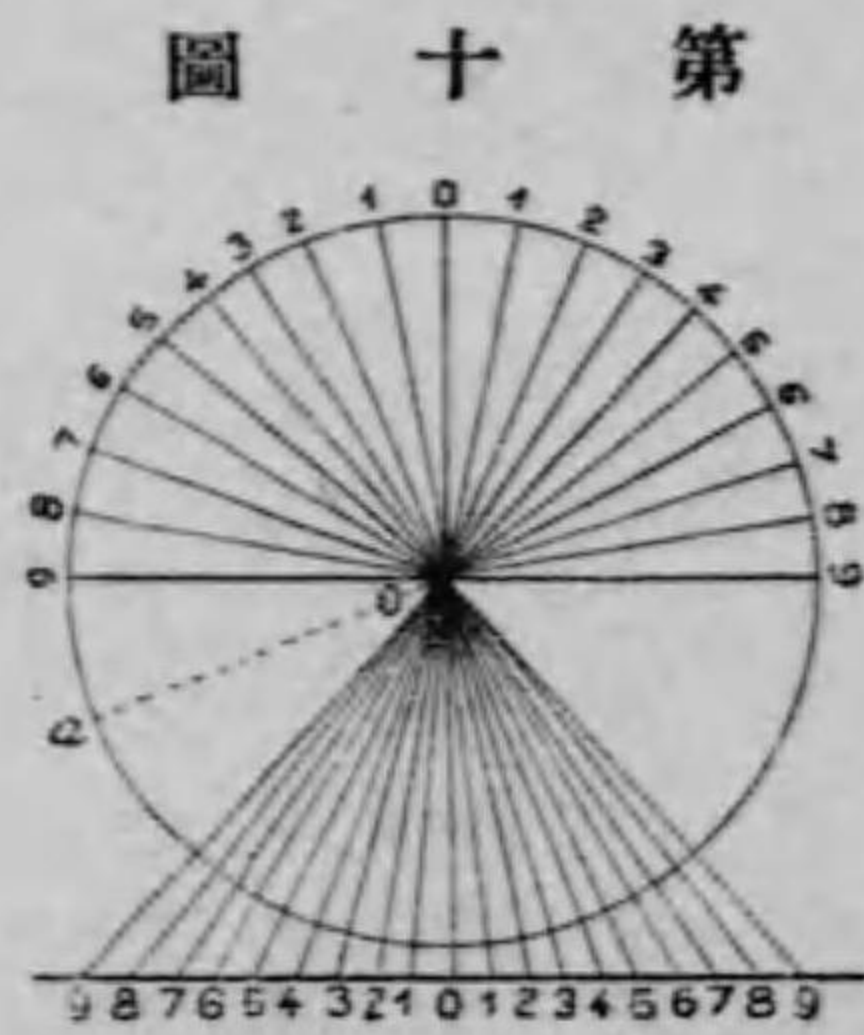
屈折率を知れば、投射光の方向によりて容易に屈折光線の方向を知る事が出来る。假令ば光が空氣より水に進む場合に、第九圖 A O なりとすれば、O



點より適宜の半徑にて圓を描き、A O の圓と會する點より境界線に並行なる弦を引き、其の半分を四等分す(水の屈折率は $\frac{4}{3}$ 即ち空氣の $\frac{4}{3}$ なるが故に) 其の第三分點より垂線を下し圓周と會する點に向けて O より直線を描けば、水中に於ける屈折線の方向となる。此の場合光線の圓に會する二點から並行

圖九第

に描ける正弦は四と三の比を有してゐる(定則第五)夫故に屈折率と云ふものは空氣の $\frac{3}{4}$ である。第二媒質が水の代りに硝子であるとせば、硝子の屈折率 $\frac{3}{2}$ は空氣の $\frac{3}{2}$ であるから、正弦が 3 と 2 の割合に作圖すればよい、若も光が密なる媒質から粗なる媒質に進む時の作圖をなさんとならば、此の方法を逆に使用すればよい、即ち B O を投射線とすれば O A なる屈折線が得られるであらふ、但し此の場合投射光の角度が第九圖 A O N の如くで水中から O 點に達したとするならば法則に従つて作圖する事が出来ない、何となれば上部の正弦を三分し



圖十第

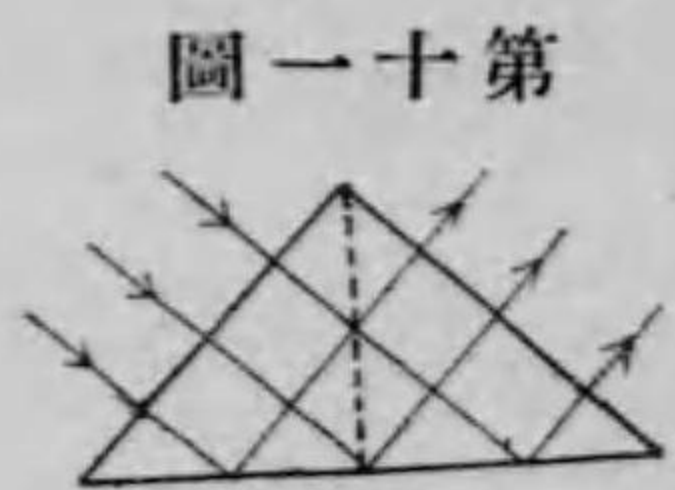
下部の正弦を其の四で作る事は不可能である。是が第四法則に云ふ所のもので、光學的粗なる媒質から密なる媒質に光が移入する時には如何なる方向から投射しても第二媒質に進み得る事第十圖に於ける如く、1 から 8 迄の投射角に對し夫々屈折方向が得られる、然し乍ら此圖を逆に視て密なる媒質より粗なる媒質に進む時を考へると、9 以上の投射角に

對しては屈折線がない譯である、 90° は投射角 42° とすれば 0 より 42° 迄の角で
 投射する光は屈折して第二媒質に進行するけれども、 42° 以上の角で投射する光
 は第二媒質に入る事能はずして其儘第一媒質中に反射するのである。圖中 o か
 ら o に向ふ光線の如きは其内の一例で、 o より反對の側に定則に従うて反射す
 る、斯の如きを光の全反射と稱し、投射光の全量を反射するのである。
 光線が密なる媒質から粗なる媒質に入り得るか否かの境目なる前圖 90° の
 如き角度を臨界角と稱す、此の角度は媒質の屈折率に因つて定まるもので、水か
 ら空氣に向つて進む時は四十八度、七硝子から空氣に向ふ時は約四十二度であ
 る。

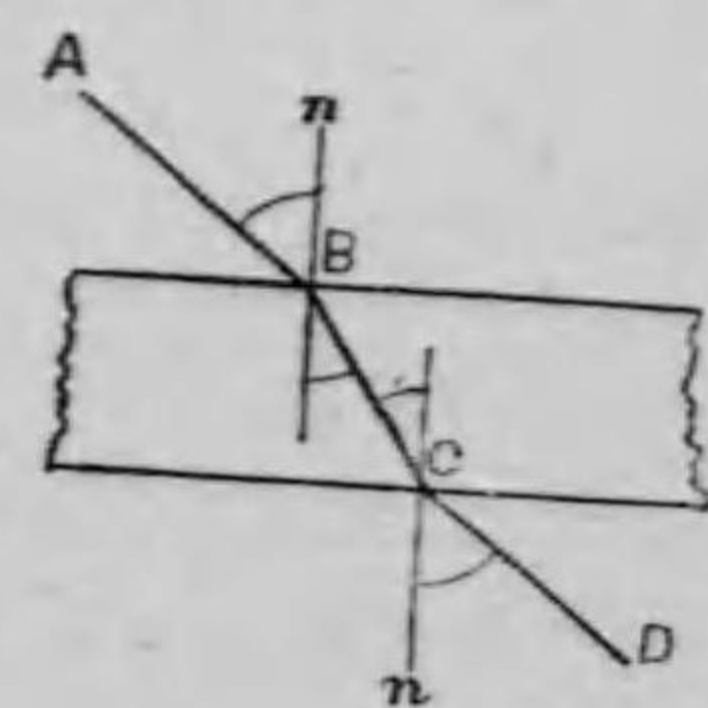
其他の臨界角	氷	$48^\circ \frac{3}{4}$	アルコール	$47^\circ \frac{1}{4}$	ベンゾール	$41^\circ \frac{3}{4}$	クラウン硝子	$40^\circ 30'$
	硫化炭素	$37^\circ \frac{3}{4}$	金剛石	$24^\circ \frac{1}{4}$				

此ノ臨界角ハ屈折率ヲ知レバ作圖ニヨツテ求メル事が出來ル、假令ハ空氣ト硝子ハ屈折率ノ
 比ガ3ト2アアルカラ、圖ノ半徑第十圖(9)ヲ三等分シ其ノ第二分點ヨリ垂線ヲ下シ圓周ニ會

スル點トOヲ結ブ直線ハ即是テO法線ニ對シ四十二度トナル、水ノ場合ニハ四分ノ三點ヨリ
 垂線ヲ下シ同ジ方法ヲ應用シテ求メル事が出來ル、



圖一十第



圖二十第

ける投射角と屈折角とは何れも定則に一致する。

(四)光の反射と屈折

第十一圖の如く直角三角柱の硝子に矢の方向で光を受けると、第一面では垂
 直の投射角なるを以て光は其儘硝子に入り、第二面に達すると
 臨界角以上の投射角になるから其儘全反射して第三面から空
 氣中に出る事となる、光學の實驗には時々光線の方向を變換す
 る必要を感じるが、其の時に此の直角プリズムを用ゐると、投射
 光の殆全量を反射せしめる事が出來て甚便利である、斯る場合
 普通の鏡面を用ゐる事も出來るが、鏡が幾分か光を吸
 收する爲に反射光の量が減るのである。

平面なる硝子に斜に投射したる光は、硝子内で定則
 の屈折をなし、空氣中に出る時は投射光の方向と並行
 に進む事になる、其の時第十二圖の如くB及C點に於

投射角ト屈折角トノ差ヲ觸レト稱ス、コノフレハ屈折率が大ナル程フレノ角モ大ナル、又同
シ屈折率アモ投射角が大ナル程フレノ角ノ大キクナル事ハ第十圖ア明アラウ

日常目撃する屈折現象は、斜に水中に入りたる棒が水面以下に於て折れたる如く見える事、水を盛りたる器中に在る銅貨を斜に見る時は水を入れざる前の方向と異なる事、水中にある氣泡が全反射の爲に銀の如く輝く事等誰も知れる事である、屈折角度を確めんには、暗室に於て一孔より導きたる光線の通路に、適當なる硝子器に水を満たしたるものを置けば、其の屈折角を測る事が出来る、一層便利なるはミュラーの屈折器を用ゐる事である、此の器は低き半圓柱形の水盤で、圓柱内部の曲面には度盛りを施し、平面垂直壁は硝子で作り、其の中央即ち曲面の0度に對する處に細隙を残して、他は錫箔を塗つて不透明にしてある、此器に半分程水を入れ細隙の前に燭火を置けば光は眞直に曲面0度に進む、燭光を稍斜に置くと細隙から進みし光線は水なき上部では直行し水のある部分では屈折して定規の角度に従ひ度盛りの或る點に向ふ事が明瞭に見られる、是等の方法で實驗すると其の結果は定則に一致する事が分る、反射屈折は總ての光學

的理論を了解する基礎となるもので、種々なる曲面レンズを通る光線の徑路等も皆此の反射、屈折から研究し得られる、今夫等の詳細を記述する餘裕がないから専門物理学の書に譲る事として、最後に何故かゝる反射屈折の現象が生ずるかをハイゲンスが波動説から説明した原理を述べる事とする。

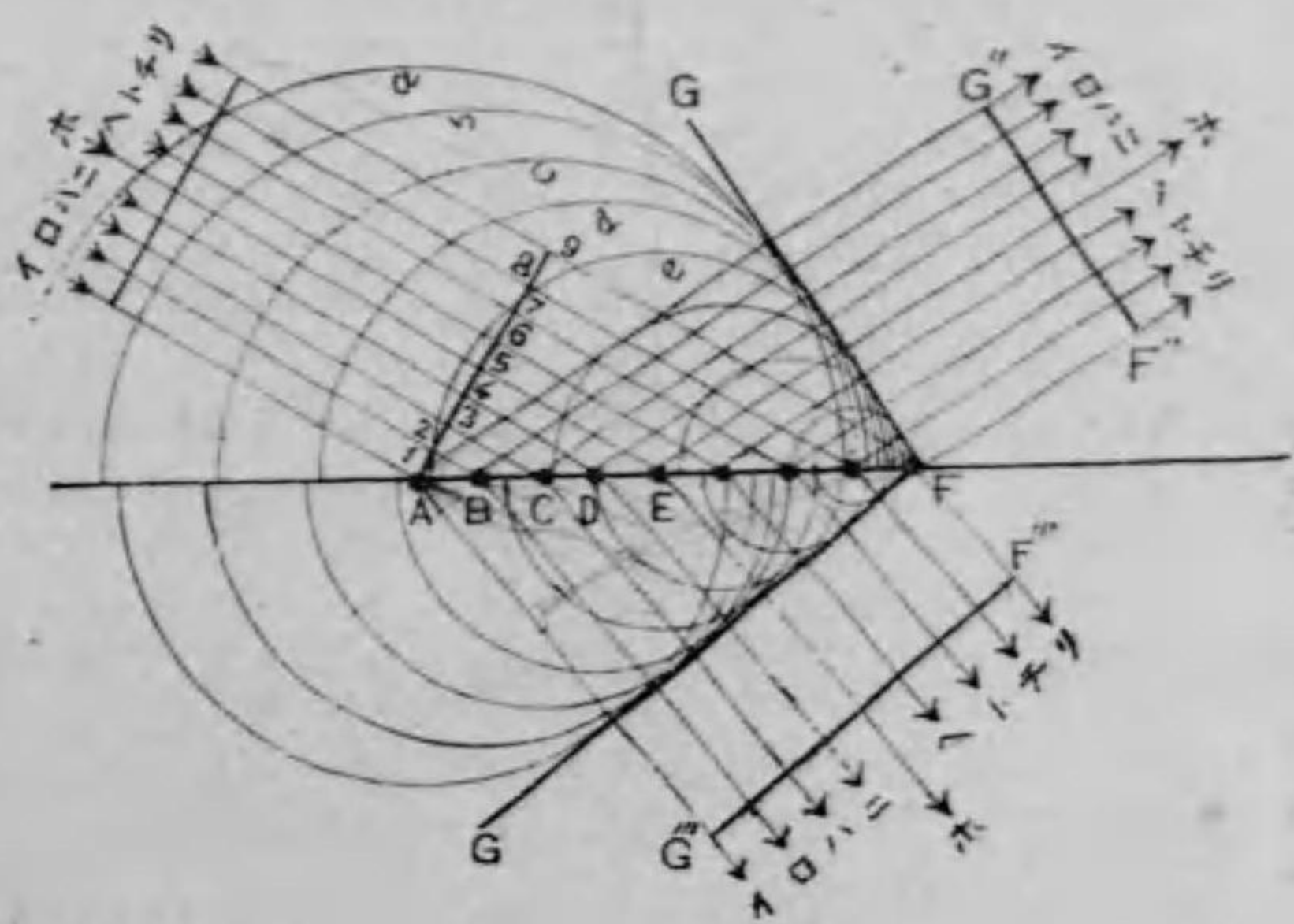
ハイゲンスの反射、屈折の原理 此の理論を學ぶには先づ此の事は至極微細なる處で行はれ、且廣き場所に複雑に行はれてゐる事の一部分を引抜いて考究するものと思はねばならぬ、而して幾何學的の説明であるから各自に圖を描きつゝ説明を読むのが最も分り易い方法である。

第十三圖中央の水平線は兩媒質の境界面の垂斷圖で、是より上部を光學的粗なる媒質即ち空氣の部分、下部を光學的密なる媒質假令は水の部分と考へる、今空氣中にイより、迄の並行光線が圖の如き投射角にて境界面に來るものとする、此の投射光は太陽の如き極めて遠き光源から來たとし、其の波面は是等光線の各に直角なる二の直線で示されてゐる、今イ光線が境界面に達する時、ロハニ乃至リ光線は尙ほ波面の2から、迄の位置にある、イがAに達すると其の點を

中心として球面の波を起す、其の波の擴がり、空氣中に於ては、 ρ がFに達する迄の時間にF ρ を半徑としたるa半圓の大きさになる、尙詳細に云へば此の球形

波の擴がり、 ρ 光線がBに達する迄にBを半徑としAを中心としたる小き球となり、 ρ がCに達する時此の球形波はCを半徑としたる半圓となり、 ρ 光線がDに達する時Dを半徑とする半圓となり、かくして漸々擴大してゆく、(圖には省略せり)同様に ρ 光線が境界面B點に達する時其の點から球形波が生じ其の擴がりゆく割合はA點の圓より少しく遅れて、 ρ がFに達する時b半圓の大きさとなる(此b圓の半徑はBよりl ρ 線に並行に描く直線が

圖三十第

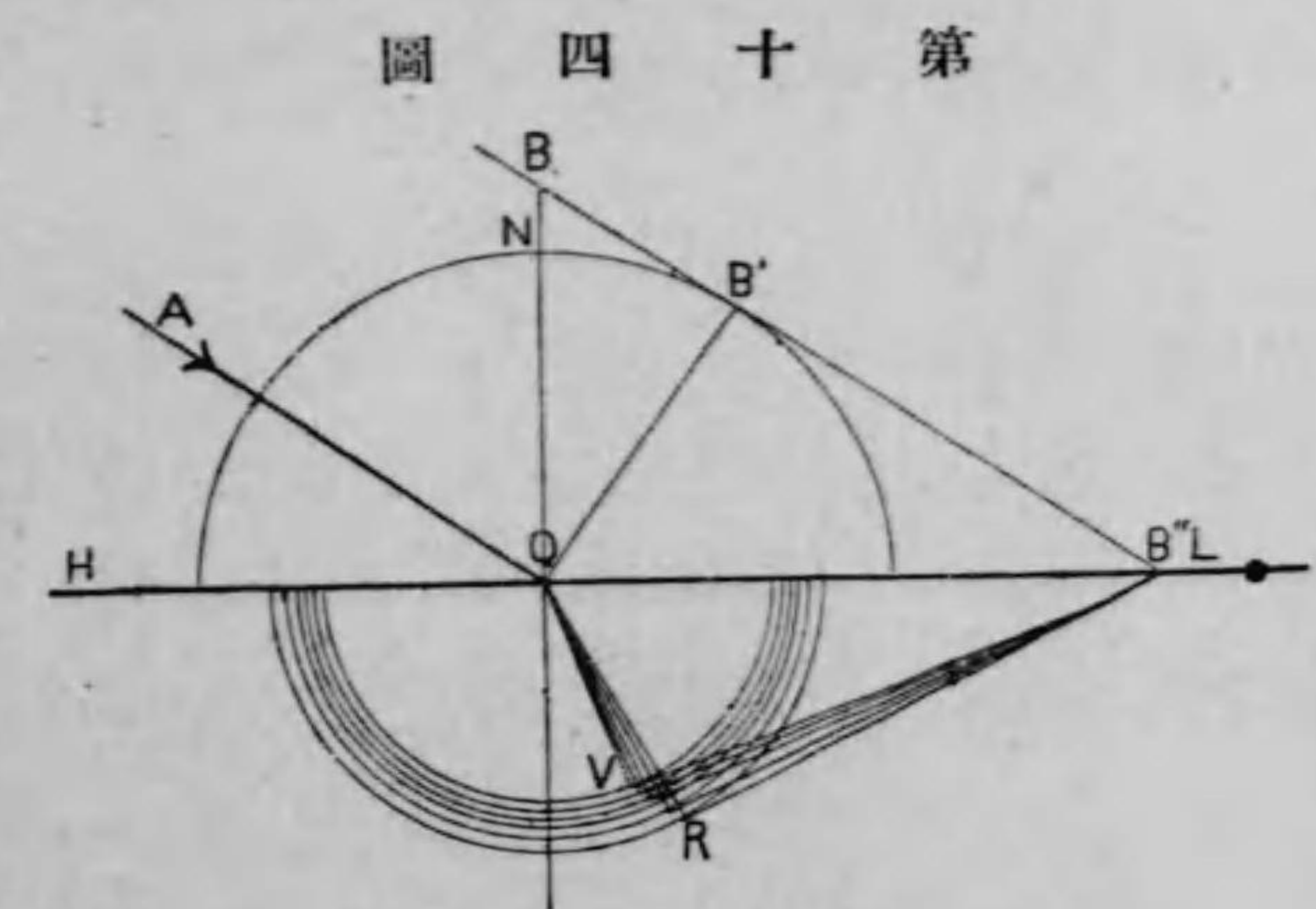


境界線に達する時にも同様にc d e等の半圓が出来る、Fからは等各半圓に切觸する直線は即ち反射波の波面となり、此の波面を通してA B C D等より直角に引ける線は反射光線である。

前に戻りて、 ρ 光線がAに達する時水中にも同じ球形波が擴がる然し其の大きさは光の速度が空氣中に於けるよりも遅い爲に、球形波の擴がる速度が遅れる事になる、即ち空氣中には ρ 光線がFに達する迄にAからa半圓が出来る時、水中ではF ρ の長さの四分の三を半徑とする圓が出来るのである、同様にB C D等からも空氣中の圓の四分の三に比例する球形波が擴がりFよりは等圓周に切觸する直線は即ち水中に進行する光の波面、此の波面を通じてA B C等の諸點から直角に描ける線は屈折光線である、ハイゲンスの此の原理は反射、屈折の總ての法則を説明してゐると云つてもよい。

各波長に関する屈折の不同 光の速度は媒質の粗密によつて變化する許りでなく、波長の異なる光線に對して亦夫々多少の相違がある、波長の異なる赤色光は波長の小なる青色光に比し、空氣中では其の差が僅に四百萬分の一である

が水中では千分の十四だけ速いのである、夫故に普通に謂ふ所の屈折率は中間



第四十圖

の分離は明になつて、所謂スペクトルや虹となるのである。

程度の黄色光に對しての値である、故に精密に言へば各波長の光に對して夫々の屈折率がある、従つてハイゲンスの原理に因り第十四圖に於てAなる投射光がOに達して後之に並行なるB光線がB'に達する迄にB'B''を半徑とする球形波が空氣中に擴がる、同時に水中には各波長に對する同心の球形波が起り、之に對する波面と、屈折線も圖の如く夫々異つて來なければならぬ、勿論此の圖は説明の便宜に擴大して描きたるもので實際其の差は極めて僅少であるとは謂へ決して一筋ではない筈である、屈折が著大になると此

諸種の波長によつて異なる屈折率の表

空氣中に於ける屈折率		水中		岩鹽	
赤	690 μm	1.000291	1.33085	赤 (6.7)	1.540
橙黄	589 μm	1.000292	1.33303	橙黄 (589)	1.545
黄綠	490 μm	1.000294	1.33493	綠 (527)	1.550
紫	390 μm	1.000298	1.34340	青 (486)	1.554
紫外	290 μm	1.000307		紫 (397)	1.569
水		メチルアルコール	クロホル	硫化炭素	
赤	671 (Li)	1.3274	1.4525	1.617.36	
橙黄	589 (Na)	1.3298	1.4557	1.628.39	
綠	535 (Tl)	1.3302	1.4590	1.639.29	
紫	397 (H)	1.3396	1.4679	1.701.08	
クラウン硝子		輕キソリント硝子	重キソリント硝子		桂皮酸エチルエーテル
赤	671 (Li)	1.537	1.701		B..... 1.5601
橙黄	589 (Na)	1.541	1.710		C..... 1.5602
綠	535 (Tl)	1.545	1.719		E..... 1.5703
紫	397 (H)	1.563	1.758		F..... 1.5810
					G..... 1.6031
					H..... 1.6954

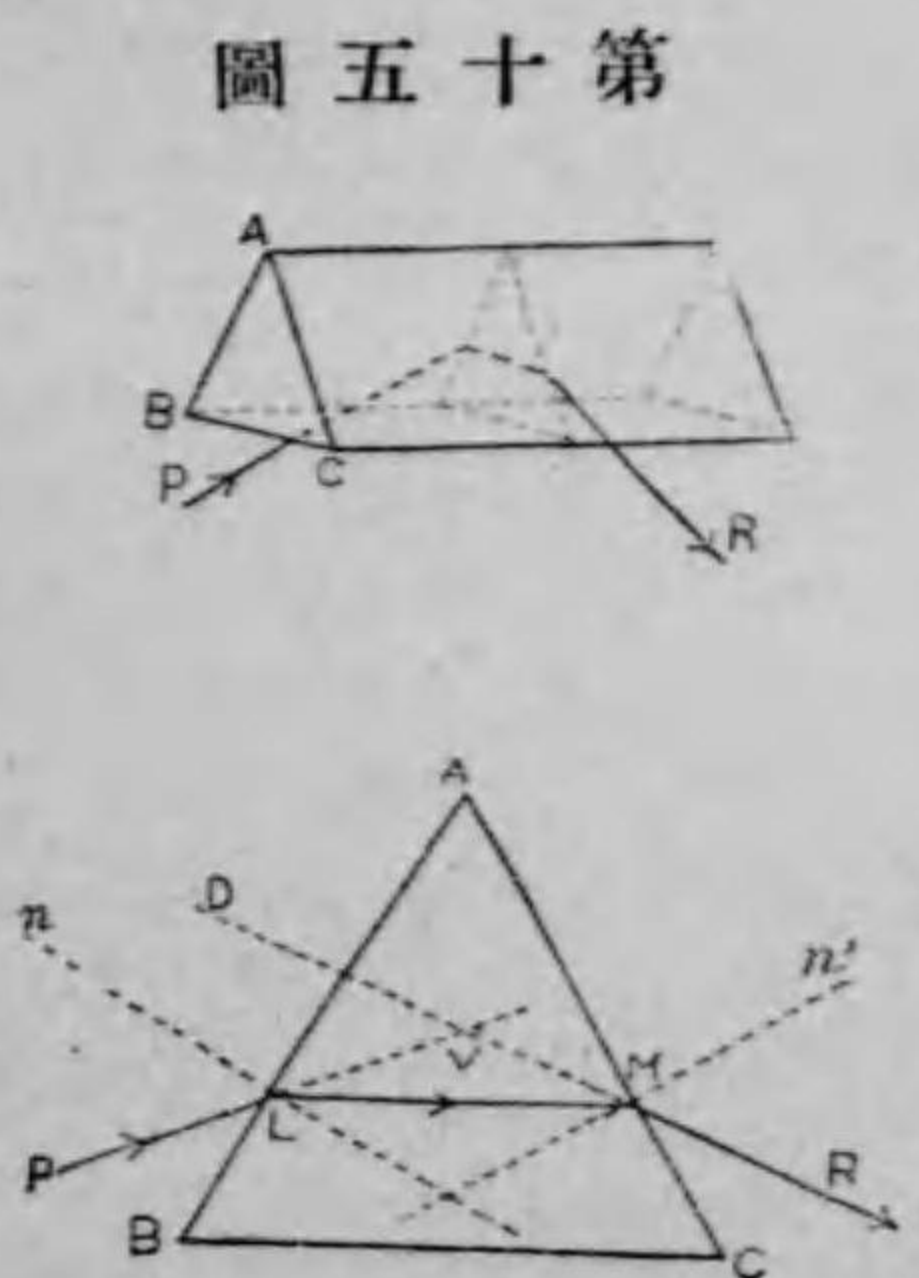
表中
Li「リチウム」鹽
Na「ナトリウム」鹽
Tl「タリウム」鹽
ノ位置(五十六頁参照)

第二章

(五) 光の分散

プリズムを通過する光 プリズムとは硝子、水晶等を用ゐて三角柱形に作りたるものを云ふ、普通光の分散に用ゐるプリズムはフリント硝子が最も稱揚せられ、硝子の内部には水或は硫化炭素を容れる、

甲 乙



Mの方を見ると、Pに在る物體が見える譯であるから實際Pにある物體は丁度

プリズムを通過する光は屈折の爲に入射線と出射線との方向は非常に變轉する事になる、假令は第十五圖(甲)は見取圖乙は垂斷面圖に於て、Pより矢の方向に投射する光は衝突したる硝子面L點に於て屈折して硝子内に入り、M點で再び屈折して硝子外に出で、Rの方向を取つて進むから、Rに眼を置いて

圖五十第

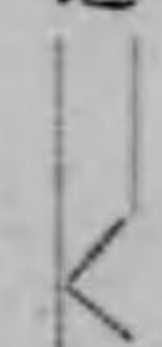
Dにあるかの様に思はれる、其外投射光の角度によつて出射光が種々の方向に變する事は前節屈折法則に従つて作圖すれば容易に見出される、斯の如くプリズムを通過した光は、方向が非常に變化するのみならず或時には出射光が波長に従つて分離して色の光となる事がある、前節に云つた如く屈折線は實際一直線でなくして各波長の光に對して夫々別々に屈折するのであるから前圖L點以内では既に一線ではなく、Rに於ては一層分離が強くなる筈である、されば光が進行を續ける程此の分離は著大になつて終には吾人の眼に別々なる色の光と感ずる様になるのである。

光波分散ノ目的ヲ達セン爲ニハMカラ出ル此ノ分離ガ出來ルダケ大ナル事ガ必要デアアル、夫ニハ一ツハプリズムヲ構成スル物質ノ屈折率ガ大ナル事ト、今一ツハ投射線ノ角度デアアル是ハ幾何數學上カラ研究サレタ結果、投射線ヲ延長シタル直線ニ對シ出射線ヲ延長シタル線ガ作ル角ガ最小ニナル時ニ分散ガ最大ニナル、詞ヲ換ヘテ云ヘバ入射光線ノ方向ニ對シ出射光線ガ何度傾斜シタカノ角即第十五圖乙Vノ外角ガ最小ナル時之ヲ最小ノ觸レト稱シ

(五)光の分散

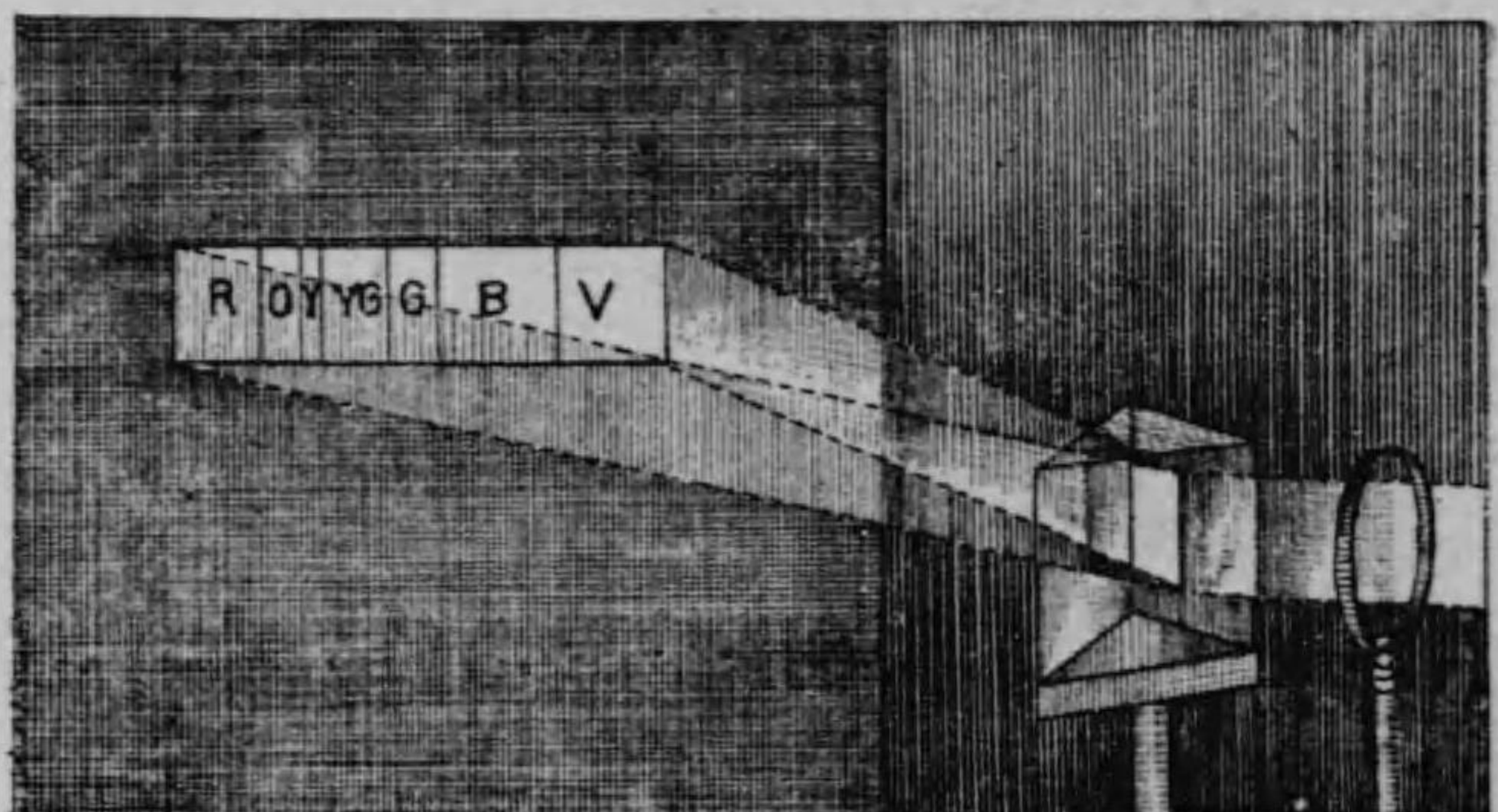
光ノ分散ヲ目的トスル時ニプリズムヲ定置スル標準デアル、此ノ場合出射線ト入射線トガ圖ニ見ル如ク對稱的ニナツテキル、投射角ガ是ヨリ大キクテモ小サクテモ觸レノ角ハ大トナリ分離能ハ小クナルノデアアル。

プリズムに依つて生ずるスペクトラムの實驗(Spectrum) スペクトル或はスペクトラとも云ふ) 暗室或は大なる箱を使つてもよい)の側面に細隙(縫)を作

り。
細隙ノ形状ハ充分精巧デナケレバナラヌ普通  の如ク直角ニナル
兩片ヲ用キ之レヲ金屬ニテ作り螺鈿ニテ隙ノ廣狹ヲ自由ニナシ得ル様ニ作

ル、
是より白光を導き、細隙より少し隔て、プリズムを置く、プリズムを回轉して最小觸れの位置になると一方の壁面に美しき色の帶即スペクトラムが映するか、白紙を貼りたる衝立を光の通路適當の位置に立て、之を受けると、第十六圖の如き立派なるスペクトラムが見られる(勿論此の光の通路に直接に眼を置けば其位置によつて或は赤光か或は綠光等が見えるのである)但是だけでは色光

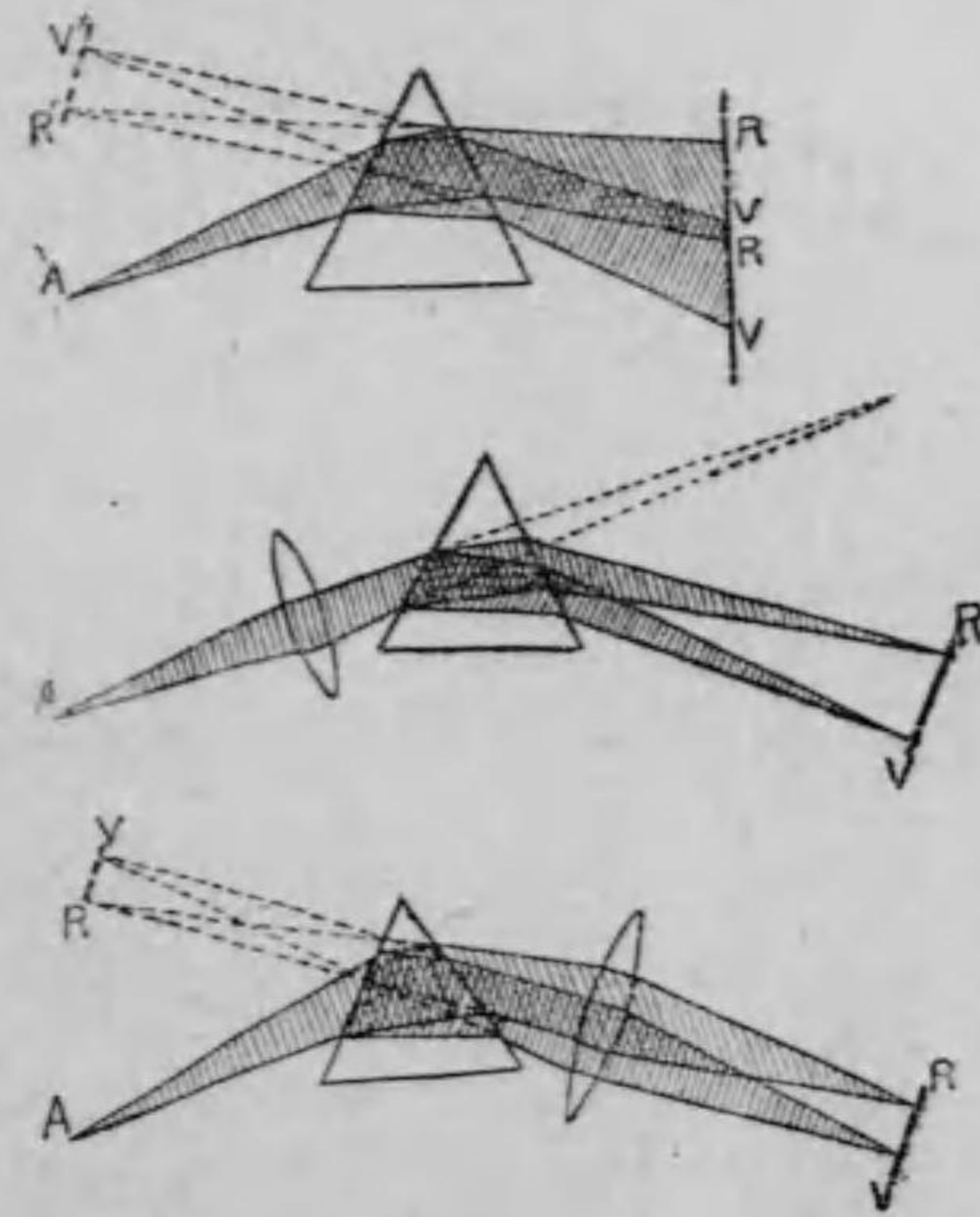
第 十 六 圖



は不純粹である、其故は第十七圖甲の如く細隙から來た光は細いとは云へ單に一直線でないからプリズムの一面に投射する時澤山の點から分散してスペクトルは幾層にも重り兩方の極端は圖の如くR V R Vの位置を取り其中間に無數のR Vが重疊するのである、此の缺點を脱せん爲にはプリズムの前或は後に一個のレンズを置くべきである、斯くすると圖乙丙の如く一定波長の色光は夫々一點に投影するからスペクトルは純粹のものとなる。

スペクトルの生ずる理由 前來說明せし
所であるが尙繰返して其要點を云ふと、普通の白光は波長の異なる種々の單光から組織せられてゐて、夫等の單光がよく結

圖七十第

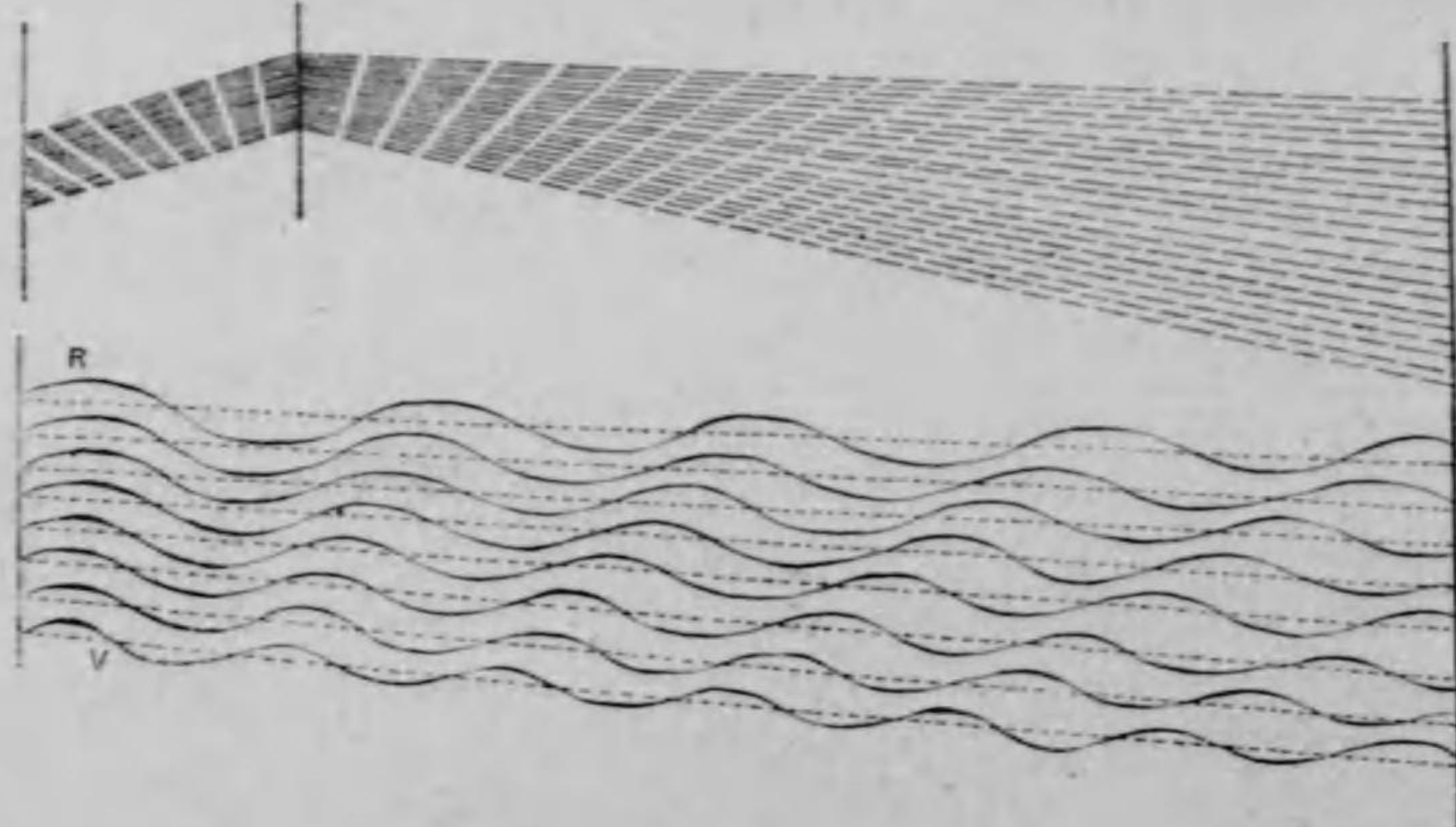


合してゐる時は無色であるが、結合の統一を破る機会があれば何時も色の光として見られる。光をプリズムに投射せしめる事は此の機会を與へるのである。屈折の法則は波長の異なる光に對しては夫々方向を異にする屈折線を生ずる譯で、一度屈折すれば其光は既に一線でなく分散的である、然し其の屈折度の微

少なる時は恰一線であるかの如く僅少の分散なるが、プリズムに於ける屈折は甚大であり従て分散角度が大きくなるから單光は波長に從つて夫々異なる位置に見られ、爰にスペクトルが成り立つのである。

第十八圖は白光中に含まるゝ種々の波長の割合を描いたもので最長波長の光は屈折度が最小で赤色に見え、最短波長の光は前者の約半分程の波長で屈折

圖八十第



(五)光の分散

度は最大、是は紫色に見える、此二者の間には波長及屈折度の相違する無数の單光がある、其内で色の區別の著明なるは橙色、黄色、綠色、青色等で、是等の色は何れも一定波長の振動に對する吾等の感覺である。

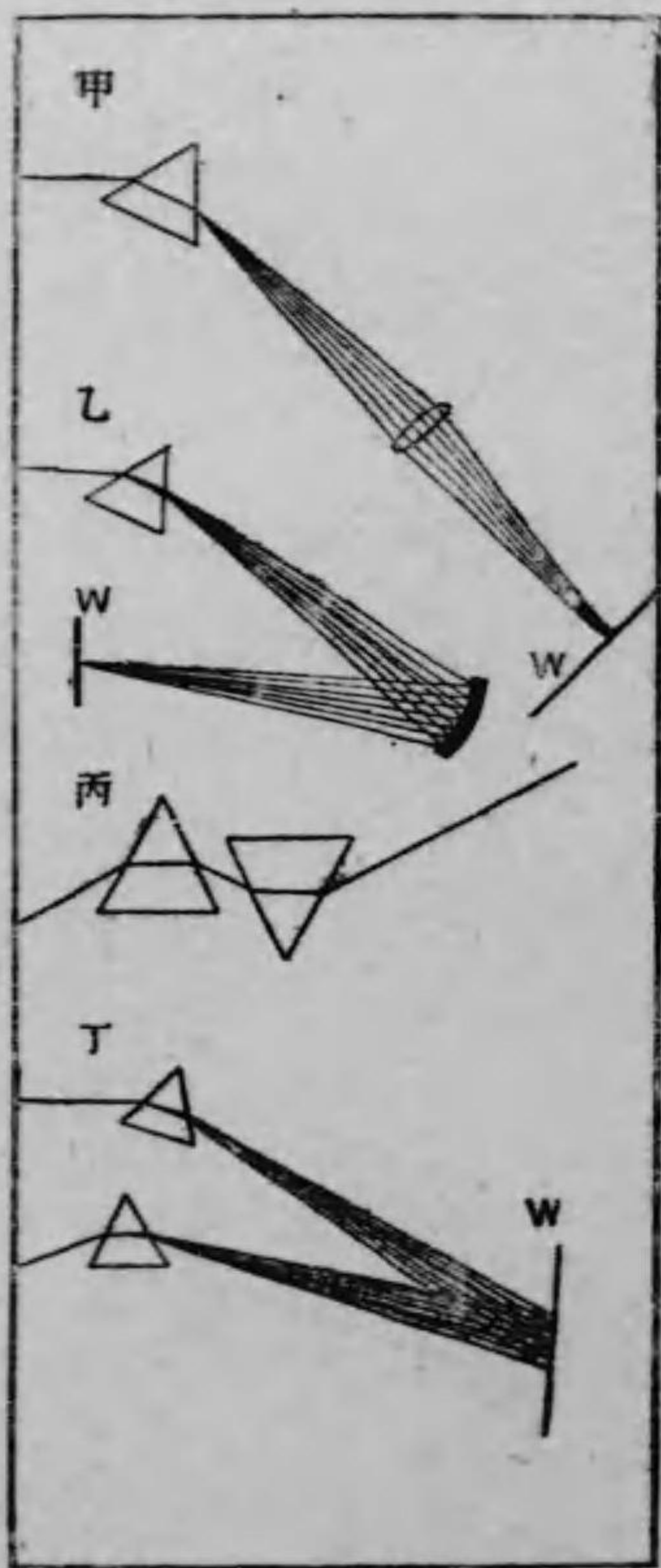
光學及色彩學に最重要なる此の現象は千六百六十二年ニュートンが始めて發見した、彼は小き圓孔より光を暗室に導き、衝立の上に小き白圓像を映せしめ、其の光線の通路にプリズムを置くと、前の白圓像は消えて他の位置にスペクトルが出来た、尙ほ小孔を赤色硝子で掩へば元のスペクトルの赤の位置に赤圓を生じて他の色は消失し、又紫の硝子で小孔を掩へば、元のスペ

クトルの紫の位置に其色の圓孔が出来る事を實驗して、各の單色光は夫々屈折度が相違する事と、白光の内には是等屈折度の異なる數多の色光を含有する事を證明した(勿論ニュートンは振動光波の波長の事は知らなかつた、又小圓孔よりも前記の如きスリットを用ゐる方がよいと云ふ事は後の學者によりて發明されたのである)

分散スペクトルの還元 スペクトルは元來白光中の諸成分が分離したのであるから、之を集合して元の白光に還元する事は極めて容易で、其の方法も種々ある、其の一つは第十九圖甲の如くプリズムと衝立の間に凸レンズを置き、其の焦點に衝立を置くのである、今一つはスペクトルを凹面鏡に受けて反射せしめ、其の焦點に衝立を置く(圖乙)又丙圖の如くプリズムの後に今一つ同じプリズムを正反對の位置に置くと第一プリズムで分散した光は第二プリズムでは丁度反對の途に進むから、出射光は白光となる、又丁圖の如く二つの小圓孔から稍異なる方向に光を導き、二個のプリズムを用ゐて二つのスペクトルが同一の場所

で重り合ふ様に作り置き、而して何れか一方の孔に眼を置いて見れば色のスペクトルは見えないで、唯白光を見る許である、是等の實驗によつてスペクトルに見える種々の色光は白光から分散したものに相違ないと云ふ事が出来る、又

第十圖



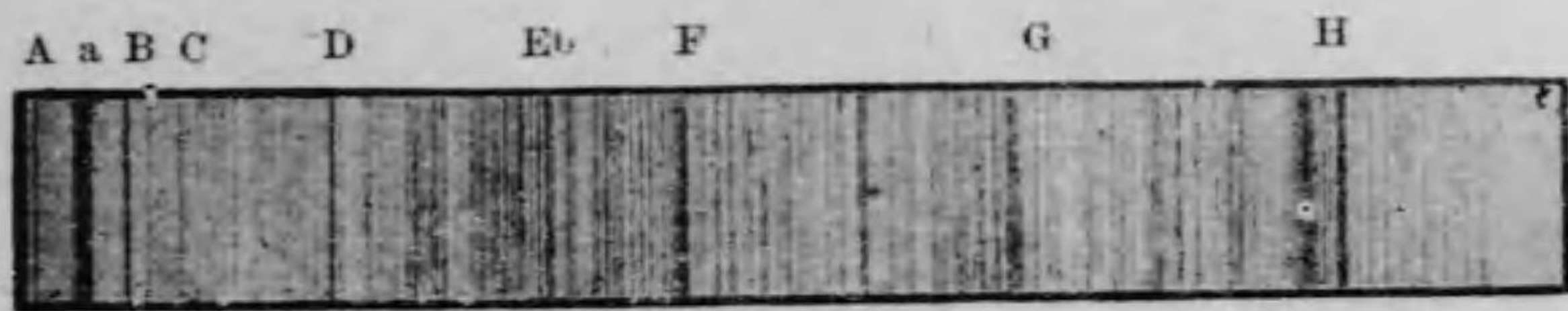
ベクトルを映寫した衝立の上に細隙を作り任意の或る色光を引出し、之を再び他のプリズムに投射せしめると、屈

折はするが分散する事はない、是を以て考へるとスペクトルの各色光は光の單位で是以上分解する事の出来ないものと云はねばならぬ、夫故に此の色の光を單色光或は單光と名ける。

フラウンホーフェル線 適當なるスペクトラムを能く見ると、其の内に色の列に並行して黒き直線が處々にある事を見出すであらう、是は千八百〇二年

第十二圖

フ ラ ウ ン ホ ー フ エ ル ノ 黒 線 圖

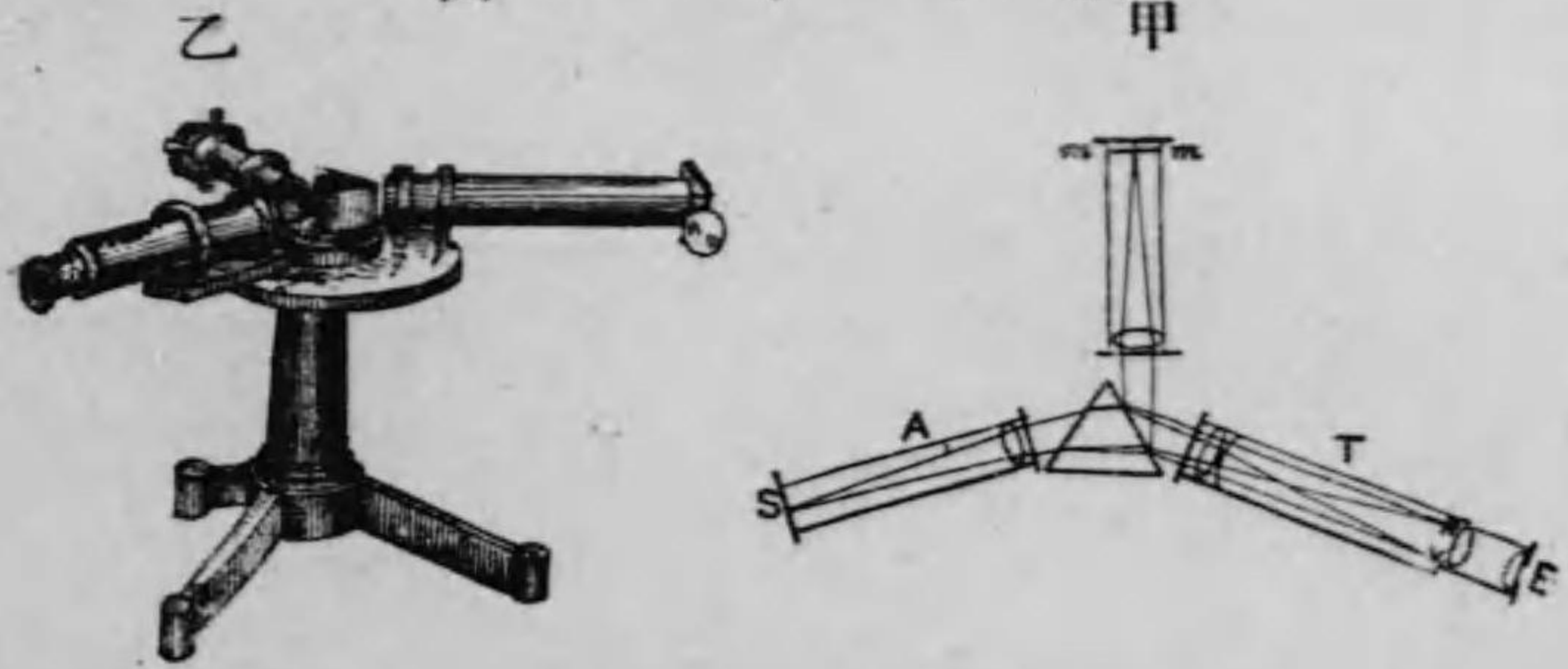


ラストン (Wollaston) が偶然窓覆の狭い間から光がさしてプリズムを通りスペクトルを現はしてゐるのを見て、今迄ニュートンの行つた小圓孔から光を入るゝ方法を改めて細長きスリットを用ゐて實驗し、而して此の細隙で出來たスペクトルに黒線の在る事を發見した、其後千八百十四年フラウンホーフエル (Fraunhofer) は亦偶然に此の黒線を發見して、其數五百七十六本を數へ、其内最も明瞭なる線には A B C D E F G H なる名稱を附し、又夫に亞いで明瞭だと思はるゝ線に a b の名を與へた、以來此線の事をフラウンホーフエル線と呼ばるゝ様になつた、其の後彼は尙微弱なる黒線六七百本を數へた、其より後精巧なる分光器の製作さるゝ事により、プリウスタールは二千を數へ、トローンは四千の黒線を數へた、最初此の黒線は何物であるか分らなかつたが千八百五十九年に

キルヒホフはブンセンと共に氣體スペクトルの實驗から此の黒線が水素其他金屬蒸氣の發する輝線と一致する事により太陽スペクトルの黒線は、太陽の光球に含まれる種々の物質が高熱の爲に熔解し蒸氣となつて太陽の周圍を圍繞し此の蒸氣が太陽より發射する光の或る部分を吸収するによつて生ずるものなる事を稱道した、夫以來此の黒線の意味が解り化學分析上非常に大切なるものとなつた、此事は尙後に詳しく述べるであらう。

分光器 (Spectroscope) スペクトルを最も便利に觀察する様に造られたるものが分光器である、其構造は大小精粗種々あれ共、主要なる部分はプリズムに向へる二つ或は三つの圓筒から出來てゐる、第二十一圖乙は一個の分光器全部の見取圖で甲は主要部の平面圖である、甲圖 A なる圓筒を照準器 (Collimator) と云ひ其の先端にスリットを裝し、内部の端に凸レンズがあつて光線を平行にしてプリズムに送る用をなす、光がプリズムに入つて屈折して出射すべき方向に T 圓筒がある此の圓筒は望遠鏡の裝置になつて E の方に眼を置いて見ればスペクトルが擴大されて見られるのである、尙此外に一個の圓筒を添えたものは、其の先

第一十二圖 甲



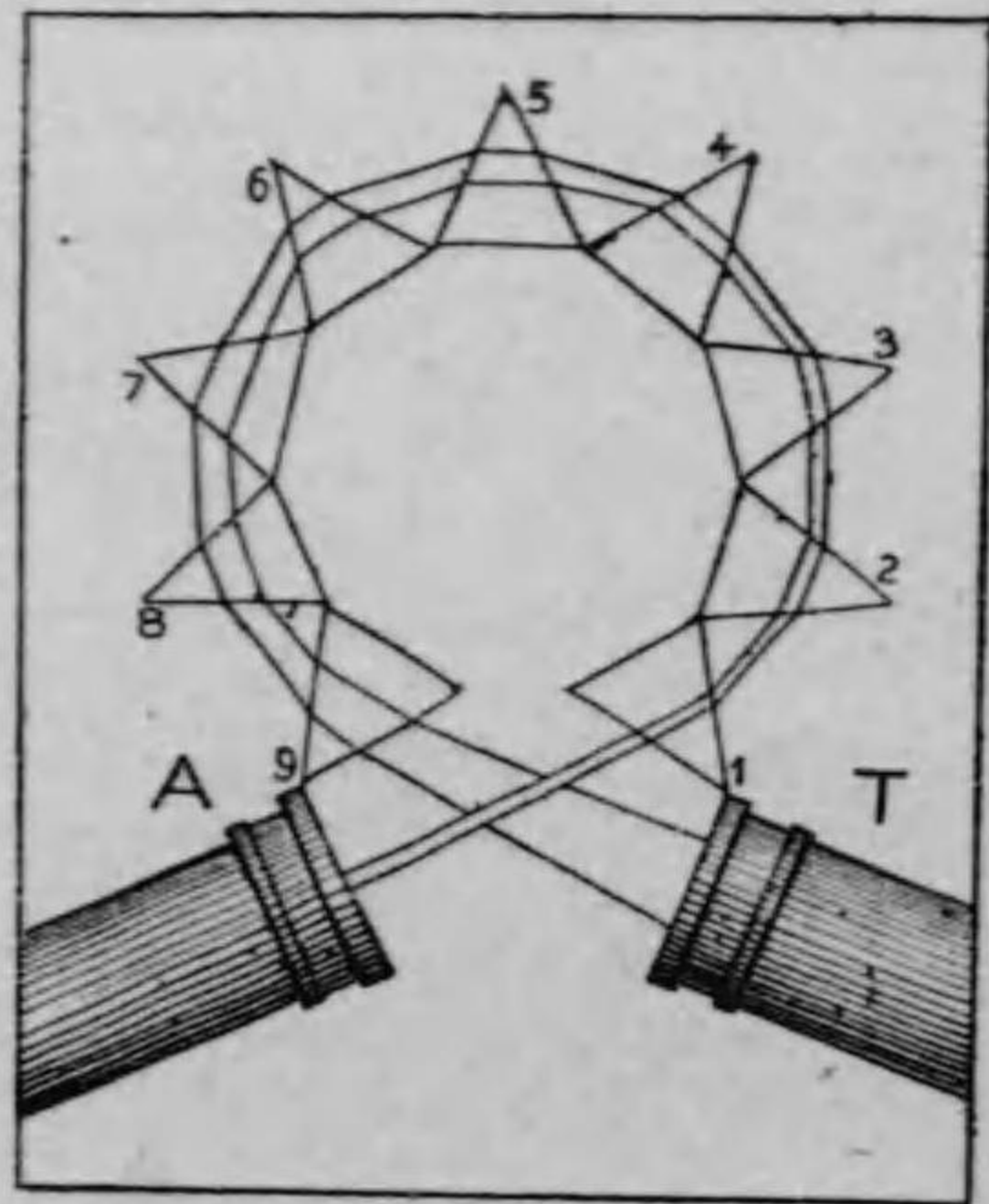
端mmの位置に微細の目盛りを施したる透明尺度を装し、他端にレンズがある、ランプを筒の外に置くと其の光で照された尺度目盛りがプリズムの面にて反射されT管に入り前記スペクトルと一致して見られる、つまりスペクトルを分畫して精確に観察する爲めの用をなすのである。

普通の分光器は、一個のプリズムを用ゐれど、二個のプリズムを用ゐて甲によつて分散した光を適當に乙プリズムに投射する位置に置き乙より出る分散光をT管に入るゝ様にすれば一層大なるスペクトルが見られる。

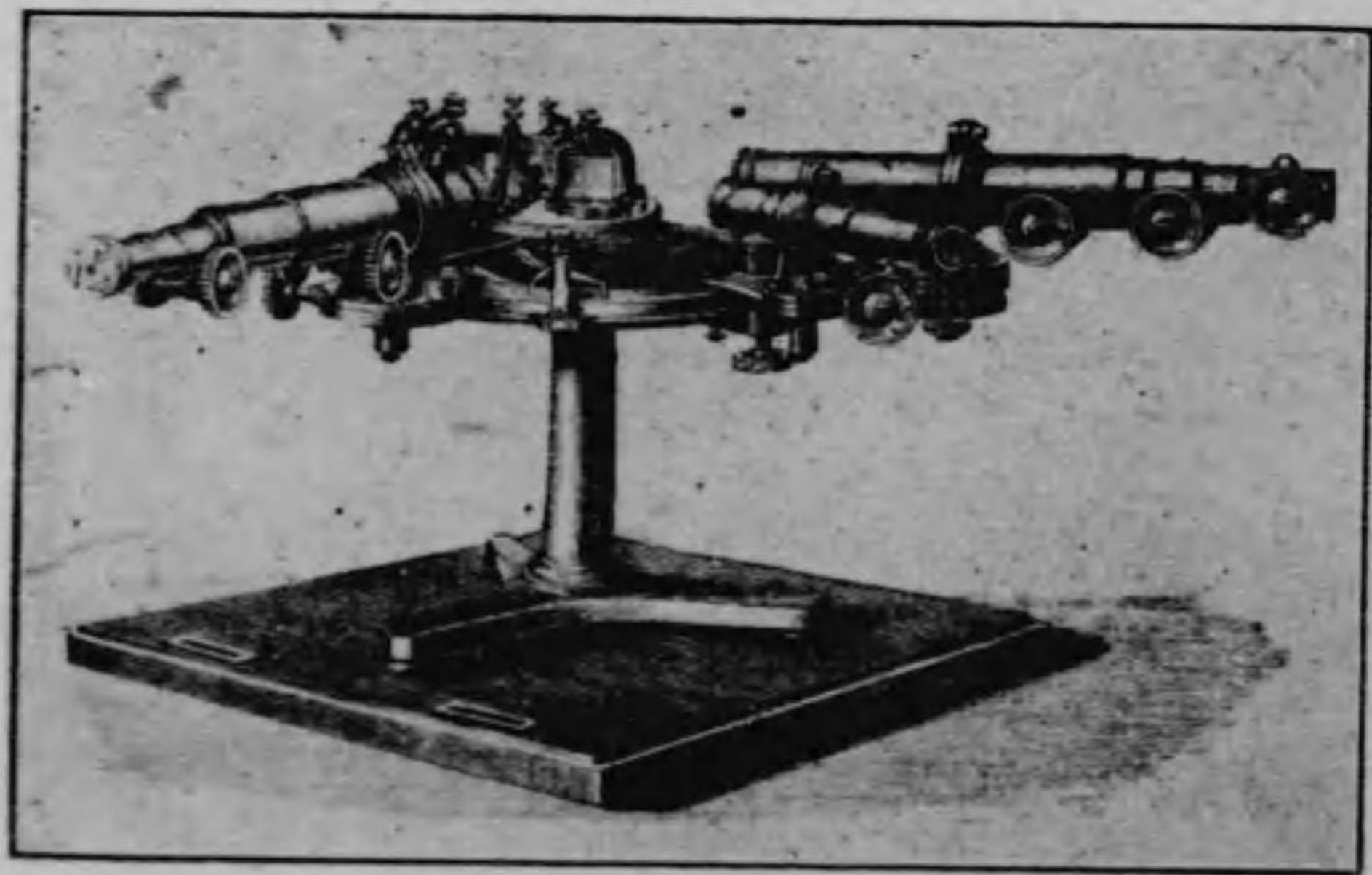
キルヒホフ、ルザーフ、オルト等は數個のプリズムを連結して用ゐた、是を分光器の臺上に置き、其の配置を第二十二圖の如くにすれば、照準管より投射する光は

光づゝなるプリズムより234と進みゆく間に分散度は次第に擴大され、最終

第二十二圖



乙



プロウイン
グノ分光器
乙ハ全體ノ
見取圖甲ハ
光ノ徑路及
分散ノ擴大
ヲ考フベキ
平面圖

のプリズムより望遠鏡管に入る時、分散は非常に擴大して來る筈である。勿論望

(五)光の分散

遠鏡管は観察すべき或黒線が真中に來る様に回轉調整すべきである。斯の如き器械を用ゐてスペクトルを見れば通常一線としか見えなかつたD線は明に二本の線なる事が知られ、其他一線と思はれし線の内に數多の細線がある等微細なる點迄發見される事になつた。黒線圖はフラウンホッフエルの後、キルヒホフが一層精密なる圖を作つたが惜しい事には端の方迄は出來なかつた、近年アングストルームが作つた圖は最完全なものである。

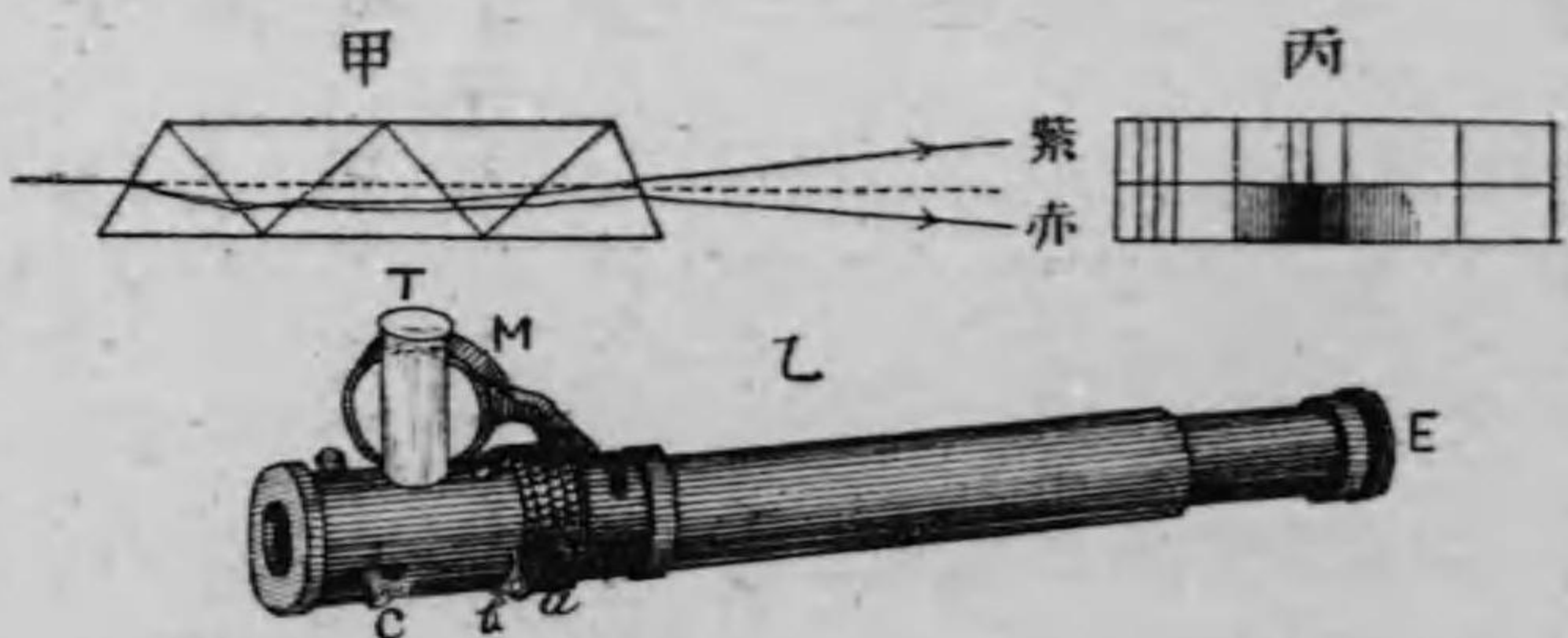
「プリズム」ノ分散率、一個ノ「プリズム」ニヨツテ出來ル「スペクトル」ノ幅幅ハ「プリズム」ヲ構成スル物質ノ屈折率ニヨツテ廣狹ガアル、第一章ノ終ニ出シタ表ノ如ク、假令ハ水ハ赤色光ニ對シテ約一、三三〇八五、紫色光ニ對シテ約一、三四三四〇ナレバ此ノ間ノ差ハ約〇、〇一二五トナル是ガ分散ノ角及「スペクトル」ノ幅ヲ規定スルモノデアリテ之ヲ分散率ト云フ。而シテコノ分散率ハ「クラウン」硝子テハ約〇、〇二〇八、「フリント」硝子テハ約〇、〇四三三四、硫化炭素テハ〇、〇八五二デアアルカラ、「フリント」硝子ノ「プリズム」ハ同大ノ「クラウン」硝子ノ「プリズム」ヨリハ「スペクトル」ノ幅ガ約二倍大ナル譯テ、硫化水素ヲ入レルト一層幅ガ廣クナルデアアル。

「スペクトル」ノ縱幅ハ「ストリット」ヲ長サデアアル事ハ云フ迄モナイ。

直視分光器 分光器の最輕便なるものは直視分光器と稱し、其の構造は屈折度を異にせるフリント硝子と、クラウン硝子とのプリズムを逆位に組合せ、數個

を連結して(第二十三圖甲)之を細隙と凸レンズを有する圓筒内に仕込みしもの

圖 三 十 二 第

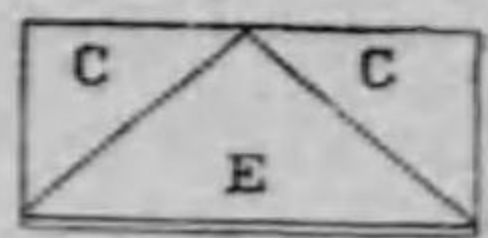


(五)光の分散

にて第二十三圖乙は其の外形である、甲の如きプリズムに入る光は強き屈折をしないで殆眞直に進みつゝ分散する事になる、乙圖a環を回して細隙の幅を自由に廣狹に調整すべく、Tは別に添えてある硝子管で此の内に試験すべき色の液體を充たし圓筒スリットの前にある孔の内に挿し込むのである。rなる突起を動かすとスリットの半部は塞がれ、反對側に孔があつてMなる小鏡で反射された光が此の孔から管内に這入りrによつて動かされた小鏡で再び反射し、プリズムを通過してEに向ふ、斯くしてEに眼を置いて見れば丙圖の如くスペクトルは上下二段となり、一つは正面から液體を通りし光がプリズムを通過せし結果ではは色液體の吸収したる

部分だけ暗黒に見える、今一つは白光が側面孔から轉折してプリズムを通過した結果即ち通常のスペクトルである、此の兩方のスペクトルを比較して見れば試験せし液がスペクトルの何れの部分を如何なる程度に吸収するか、明に見られるのである、若し側面の孔か反射鏡かを掩へば白光スペクトルの分が眞黒になり、又前頭の圓孔を塞げば吸収スペクトルの部が見えなくなる、又突起を元に戻せばスペクトル全部が吸収スペクトルになる、是によつて前記器械の装置を知る事が出来るであらう、液體以外の色の光を試験するには、I管を取り去り目的の色光が前正面の孔より入り来る様に直接に注視するのである、此器のシリットを適當の廣さにすれば、ブラウンホーフエル線も明に見られる、尤管は圖に示す如く二重になつてゐて各人の眼に焦點が合ふ迄引延ばすのである。

普通ノ直視「プリズム」及直視分光器ニ裝スル「プリズム」ハ、甲圖ノ如ク二個ノ直角ナル「プリント」硝子ト三個ノ「ク라운」硝子ヲ逆位置ニ密接シ、或ハ一個ノ「プリント」硝子ト、二個ノ「ク라운」硝子ヲ用ユルモノモアル、カナダバルサムヲ以テ固着スルノテアル、カクシテ目的通り略眞直ニ分散ヲ保チツ、進ム事ニナルケレドモ、此ノ二ノ硝子ノ屈折率ノ差ガ甚大ナル爲ニ接合點テ光ガ反射サレテ幾分之ヲ失ヒ從ツテ通過光ノ光ガ弱クナルト云フ缺點ガアル、ウエルニツケハ之ヲ改良



シテ上圖ノ如ク直角ナル「ク라운」硝子ノ「プリズム」二個ト平面ナル硝子トノ間ニ三角柱形ノ空處ヲ作り、此處ニ桂皮酸「エチルエーテル」ヲ充タシタ、コノ物ノ屈折率ハ「ク라운」硝子ト略似タモノテアルガ分散率ハ甚大テアル、夫故ニ「スペクトル」ノ光ハ前者ニ比シテ甚強イ結果ヲ與ヘル。

精密なるスペクトルの試験には大なる分光器が必要であるけれども價も高く數百數千金を要し且取扱も不便な事は免れない。然るに此の直視分光器は長さ僅に二三寸で、ポケットに入れて持歩く事も出来、使用も至て簡便であり價も三四十圓から七八十圓迄で購ふ事が出来るから色を研究せんと思ふ人は是非此の器械を持たねばならぬ。

スペクトルの種類 を三四種に分つ事が出来る、第一は太陽の光で出来るスペクトルでは一見したる時には赤、橙、黄、綠、青、紫と連續してゐる様であるが前に述べた様に精密なる器械で觀察すれば澤山の黒線があつて、此の黒線の位置は或る波長の色が處々缺けてゐるのであつて、實は連續しないスペクトルである、月や他の天體から来る光即ち太陽の光を受けて反射する所の星光のスペク

トルは是又日光のと同じである。(勿論直射日光アマモ、日陰ノ散光アマモ、有色物體カ)
ラ反射スル日光アマモ等シク此ノ黒線ハ現ハレル
 第二、固體、液體の熾熱して生じたる光、即瓦斯燈、電燈、油、蠟燭等の光のスペクトルは太陽のと近似したる色帯を呈するけれども、太陽スペクトルの如く黒線がないから之を連續スペクトルと稱す。

第三、氣體及蒸氣のスペクトル假令ば食鹽をブンセン燈か酒精燈の焰に入ると黄色の光が発生する、是を分光器で見ると、全體暗黒なる内に、細き黄色の線が二本丁度太陽スペクトルD線の位置に見える、是は食鹽の分解によつて火焰中に生ずるソジウム蒸氣の光に對する細隙の像である、他の金屬の鹽類を火焰中に入れると其金屬に特有の色を呈し、分光器で見れば夫々特別の位置に色の線を表はす、假令ばリチウムは赤橙の二線、タリウムは緑の一線、インヂウムは青緑と紫の二線、ストロンチウムは赤、橙、黄、青の數線を現はす、其の線數は一、二個の者より數十線を有する者、數百數千の線を有する者もある、此の如く黒線の位置に色線で現はるゝスペクトルを輝線スペクトルといふ、次の表は能く知られたる數種の元素の輝線の位置を太陽スペクトルの波長によつて示した(單位は10¹⁰即耗ノ百萬分一)

即耗ノ百萬分一

元 素	波 長	色
リチウム	670.8	赤
	610.4	橙
ナトリウム	589.0	橙黄
	589.6	同
タリウム	535.0	綠
ストロンチウム	460.8	青
ルビチウム	420.2	紫
	421.6	同
インヂウム	451.0	青紫
	401.0	紫
カリウム	417.0	紫
	403.1	同
カルシウム	422.7	紫
水 素	656.3	橙黄
	486.2	青
	434.1	紫
ヘリウム	706.5	赤
	667.8	橙
	587.6	橙黄
	501.6	綠
	492.2	青綠
	471.3	青
	447.3	青紫

(五)光の分散

同第二表

スペクトル黒線の順に記載すれば次の如くである

黒線	波長	輝線	或ハ	黒線	元素
	769,77	カ	リ	ウ	ム
	766,44	カ	リ	ウ	ム
A	759,35	酸			素
B	687,00	酸			素
	670,79	リ	チ	ウ	ム
C	656,29	水			素
	643,85	水	ド	ミ	ウ
	627,81	酸			素
	610,37	リ	チ	ウ	ム
D1	589,60	リ	ト	リ	ウ
	589,29	ナ	ト	リ	ウ
D2	589,00	ニ	ト	リ	ウ
D3	587,58	ナ	ト	リ	ウ
	585,05	ヘ	タ	リ	ウ
E1	527,04	鐵	及	カ	ル
E2	526,96	鐵			シ
	518,37	マ	グ	ネ	シ
b1	517,27	マ	グ	ネ	シ
b2	516,90	鐵			ウ
b3	516,74	マ	グ	ネ	シ
b4	495,76	鐵			ウ
c	493,41	バ	リ		ウ
F	486,14	水			素
	480,06	水	ド	ミ	ウ
ad	466,82	鐵			ム
	460,21	リ	チ		ウ
	455,41	バ	リ		ウ
	438,36	鐵			ム
G	430,79	鐵	及	カ	ル
	422,68	カ	ル		シ
G	404,42	カ	リ		ウ
H	396,85	カ			ウ
K	393,37	カ	ル		シ

斯の如く一定の元素は常に一定の輝線を現はすから、今若し成分未知の金屬

ありて、其組成元素を知らんとするには、前記の如く之を火焰に投じてスペクトルを見れば、其の輝線の位置によつて其内に含有する元素を知る事が出来る、是が所謂スペクトル分析法である。

吸収スペクトルと黒線の意味 太陽スペクトルを作り、スリットを通る光の途に色素溶液或は是を透明なる硝子等に塗りたる物を置けば、日光中の或波長の振動は、此の色素の吸収する所となりスペクトルの上に暗黒なる場所が出る之を吸収スペクトルと稱し、第二編に別に詳記する。

此の吸収暗帯は確然たる黒線ではない中央部が最暗く左右は次第に暈かした如く淡くなつて終りの限界は肉眼でよく知る事が出来ない様になつてゐる。日光の代りに燈火を用ゐても同様の暗帯が連続スペクトルの上に出来る、今弧燈光を用ゐて分光器にスペクトルを作り、其の細隙の前に記せし食鹽蒸氣を置いて見ると、連続スペクトル上橙黄色の部分に黒線が現はれる、されば此の黒線はソヂウム蒸氣の吸収する部分でなければならぬ、今弧燈光を減して見ると今迄見えし連続スペクトルは消滅して黒線であつた部分が輝線となつて見える

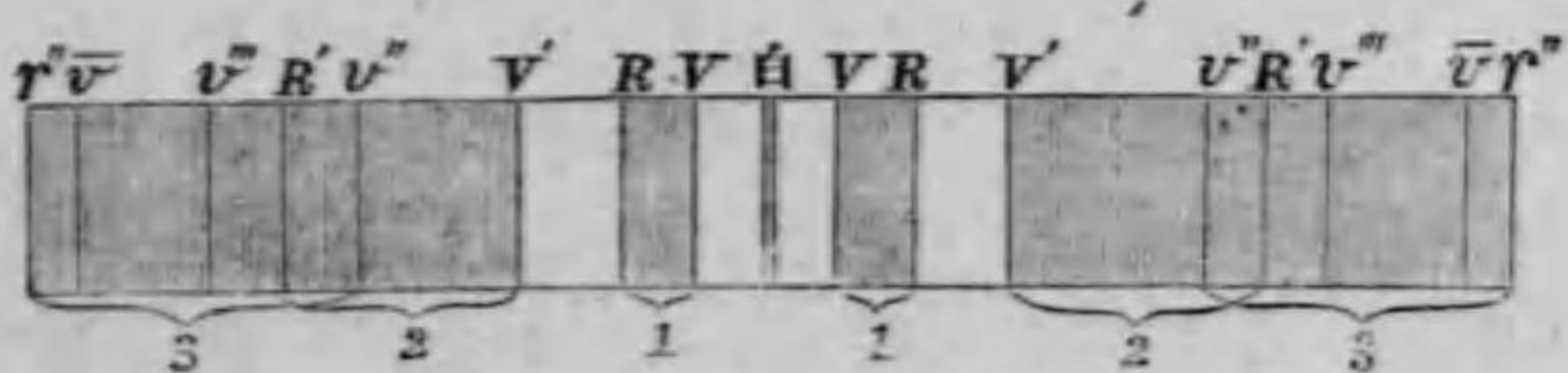
のである、そこでキルヒホフは説明して謂ふた、ソヂウム蒸氣は自ら熾熱せる時に發する光と同種類の光を弧燈光より吸収するのである、此の事から推究すると日光スペクトルの黒線は總て是と同じ性質のものであらう、太陽の光は元來連続スペクトルを作るべきものであるけれども、太陽の周圍には熾熱せる數多の蒸氣瓦斯がある、是等の蒸氣瓦斯は夫許であれば夫々輝線スペクトルを生ずる筈であるが、強き太陽の光が通過する時には、其の蒸氣瓦斯が各自固有の光波を太陽光中より吸収する爲に夫等の部分は暗黒となりて、例のフラウンホッフ線線を有するスペクトルとなるのであると。分光器で分析して決定した元素の線とフラウンホッフ線とを比較して見ると、其數も位置も略一定してゐる、夫で地球にある元素は太陽の中にもある事が知られる、即ち太陽の周圍の雰圍氣には水素や鐵を始としてナトリウム、カリウム、マグネシウム、酸素等をも含有するものである事が知られた、尙是に關する一つの證據は皆蝕日食の時に月が全く太陽を蔽ひ隠して唯周圍の雲の如き瓦斯體が見えるが、此の時分光器で之を見ると輝線のスペクトラムが現はれるのである。

フラウンホッフ線の價値は既に述べた事の外に、色を研究する者の爲には非常に大切な事がある、其の故は總て色の標準は日光スペクトルに採るのであるが、是は特別の装置か器械がなければ、何時でも見ると云ふ譯にはゆかない、スペクトルの一定位置の色を指して詞や文章に表はさんとしても其據がない、幸に此線は何時も一定の位置にあるから等分ではないが一の尺度の如き役目をなし、假令ばD黒線邊の色とかDからCに向つて何分の一とか云へば、確にある一定の橙黄色或は橙色を指す事が分り、尙必要あれば之を分光器で調べる事が出来るからである。

標準スペクトル 硝子板の上に金剛石の尖端で極めて微細なる直線を密接に等距離に引きたるものを廻折格子 (diffraction grating) と名ける、此の線は普通一耗の間に數百本から數千本も刻まれてある、是を暗室或は分光器にプリズムの代りに置きて、スリットより來た光を投射すると、第二十四圖の如きスペクトルが現はれる、中央には白線ありて其の左右に一組づゝ紫色を内に赤色を外にしたるスペクトルがある、之を第一次スペクトルと稱す是より少し離れて左右に

数組のスペクトルがあるが第二次からは少しづつ重つてゆき光も次第に弱くなる、此の第一次及第二次の者には明に黒線も認められる事が出来る、此のスペクトルの生ずる理由は第三章廻折の條に記すが此のスペクトルは波長の比例に幅が出来てゐる事がプリズムの異なる點である、プリズムのは例令は全幅を二分すると其の半部には波長 76μ から 49μ 迄他の半部には 49μ から 39μ 迄がある、即一方は廿七、一方は十の割合となる是は屈折分散に伴ふ缺點で、一方では縮まり他方では伸てゐる、然るに格子のは波長に伴ふ廻折から生ずる爲に、スペクトル全體の幅を二分すると一方に 76μ から他方に 57.5μ から 39μ と等しき波長割合を含む事になる、(第二十五圖参照)尚プリズムのはプリズムを構成する原料物質が異れば分散も違ひ色の幅も幾らかづつ相違を來し従つて黒線の位置も嚴密には一致しない、然し格子のは斯かる缺點はなく色の幅の比例も黒線の位置も常に一定してゐる、故に精密なる學術的研究には格子のスペクトル

圖 四 十 二 第



を用ゐる事で之を標準スペクトルと稱せられてゐる、とは云ふものゝ格子のは光が弱くてプリズムの程に明瞭でない事と、格子の價が非常に不廉で且破損し易いと云ふ缺點があつて、普通には矢張りプリズムの方が廣く用ゐられる、尤も赤半部の事を研究するには格子のを用ゐる、青紫の事はプリズムので研究するのが便利であらう。

波長と振動數 振動波の長さに大小ありとすれば、光が一定時間に一定の距離を進行する時、其の振動の數は夫々異なる事は勿論である、即ち或る媒質内を一秒時間光が進行して三億メートルの距離に達したとすると、其の距離を波長で除した數が一秒時間の振動數である、波長と進行速度とは媒質の如何によつて相違を來すものであるが振動數は媒質の如何に關はらず毎に一定である、夫故に或色の光を指すに其の振動數を以てする時は如何なる場合にも確實なる方法である、然し一定の媒質内では色光を區別するに振動數の代りに波長を用ゐる事は普通であり、又比較研究に波長を用ゐる方が便利が多いから多くの場合に之を使用するのである、而して媒質は空氣を選び空氣中の波長と云ふべき

を略して單に波長と稱する事が多い。
スペクトル中主なる色光の振動數と波長を擧ぐれば

色	黒線	一秒時間ノ振動數	空氣中ノ波長
赤	B	四三〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	〇、〇〇〇六八七〇
橙赤	C	四五〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	〇、〇〇〇六五六三
橙黄	D	五一〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	〇、〇〇〇五八九三
緑	E	五七〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	〇、〇〇〇五二七〇
青	F	六一〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	〇、〇〇〇四八六一
青紫	G	七〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	〇、〇〇〇四三〇八
紫	H	七五〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	〇、〇〇〇三九六九

波長はフラウンホーフェルが主なる黒線について測定して以來、分光器の製作の進歩と、測定方法の精確を加へて諸學者の測定したる結果は次表の如き誤

差が認められた(單位 μ)

黒線	1823年 フラウンホーフェル	1868年 フンダストルム	1887年 ロウランド
C	656,1	656,2	656,3
D	589,0	589,2	589,3
E	526,8	526,8	527,0
F	485,9	486,1	486,1
G	430,2	430,7	430,8
H	396,8	396,8	396,9

之を見ると所謂誤差は至て僅少なる事が知られる。
ルード(Hood)の測定したるスペクトルの主なる色の中央に於ける波長の表は次の如くである。

赤	700,0
橙赤	620,8
橙	597,2
橙黄	857,9
黄	850,8
緑	527,1
青緑	508,2
緑青	496,0
青	473,2
紫青	438,3
紫	405,9

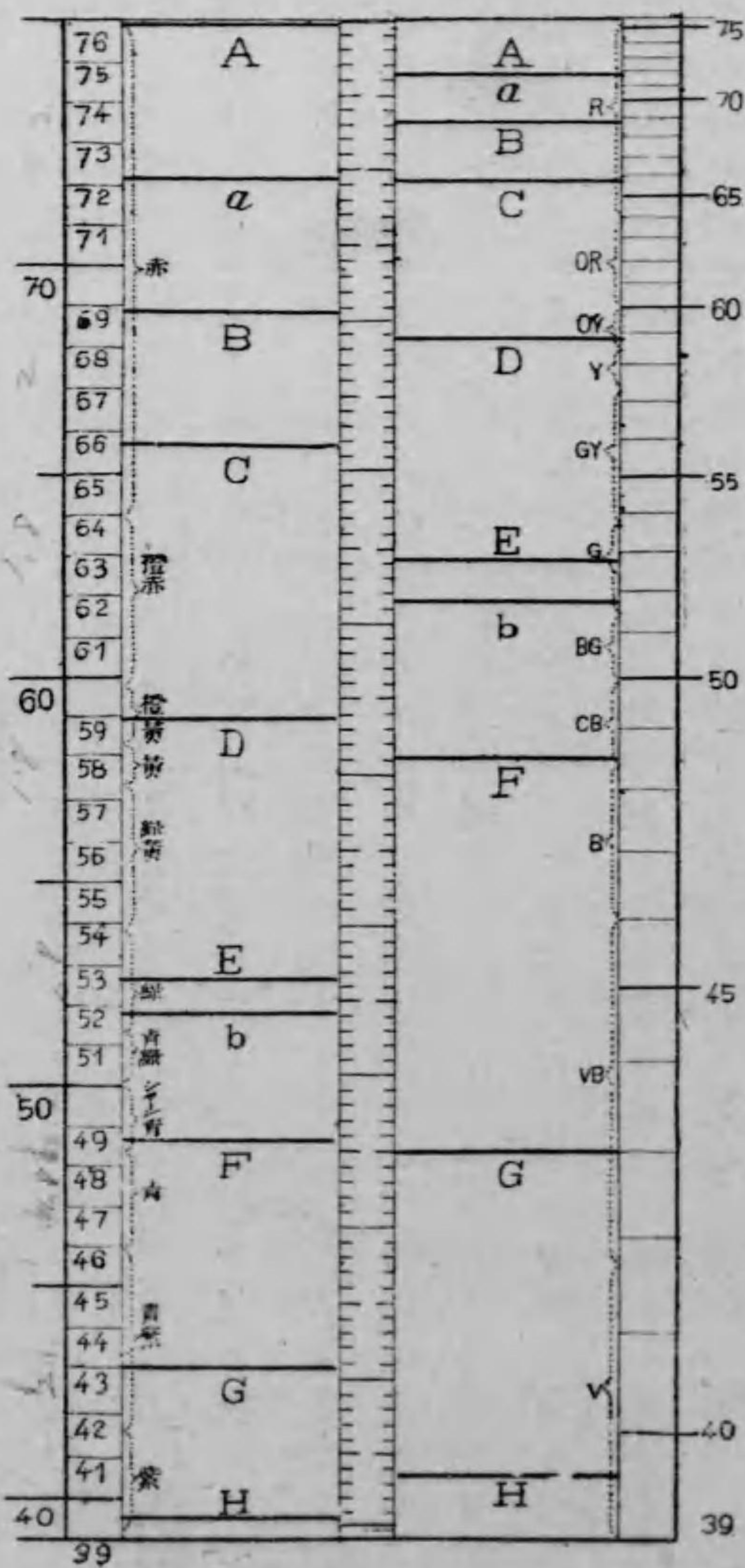
彼は又スペクトルを千分して各色の幅を區劃した。

格子スペクトル	
赤ノ始	0
赤ノ終橙赤ノ始	330
橙赤ノ終橙ノ始	434
橙ノ終橙黄ノ始	459
橙黄ノ終黄ノ始	485
黄ノ終綠黄ノ始	498
綠黄ノ終綠ノ始	595
綠ノ終青綠ノ始	682
青綠ノ終シヤーン青ノ始	698
シヤーン青ノ終青ノ始	749
青ノ終紫青ノ始	823
紫青ノ終紫ノ始	940
プリズム・スペクトル	
赤ノ始	0
赤ノ終橙赤ノ始	149
橙赤ノ終橙ノ始	194
橙ノ終橙黄ノ始	210
橙黄ノ終黄ノ始	230
黄ノ終綠黄ノ始	240
綠黄ノ終綠ノ始	314
綠青ノ終シヤーン青ノ始	447
シヤーン青ノ終青ノ始	495
紫青ノ終紫ノ始	806
紫ノ終	1000

著者は今主として右のルードの測定を基礎として、第二十五圖を作つた、此の圖は或るプリズムのスペクトルと格子のそれを同じ幅となし、其間の主なる黒線及色の幅を比較し、同時に波長の位置をも一目瞭然たらしめんと考へた、尙之に第二色板を参照せば略色の實際をも想像せらるゝであらう。

中央ノ分尺ハ「兩スペクトル」ノ幅ヲ百分シタルモノニテ、或黒線又ハ或部ノ色が全スペクトル中幾何ノ比例位置ニアルカヲ知ルノ用ニ供シ、左右ノ分割ハ波長ニテ是ハ幾何ノ波長ハ如何ナル色ニ當ルカニスペクトルノ或位置ハ波長幾何ニナルカ、又「プリズムスペクトル」ノ或點ハ格子ス

圖五十二第



ペクトル」ノ何ノ邊ニ當ルカ等ヲ見出サント思フ時ニ甚便利デアラフト自信シテキル。波長ハ〇、耗〇〇〇七六チ略シタル單位即チ十萬分一ミリテアル。

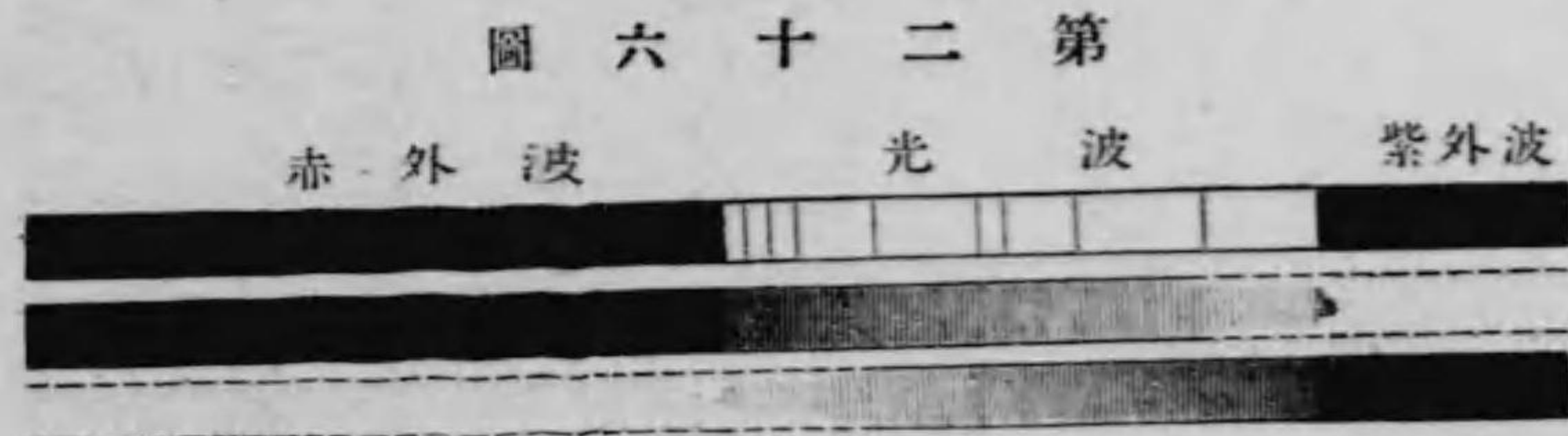
スペクトル兩極端外の振動 普通眼に視える光波は、エーテル振動中の僅一部分である事は前に述べた、而してスペクトルの赤の隣にある赤外波と紫の隣

(五)光の分散

なる紫外波とは全然普通光波と没交渉のものではなく、スペクトル兩極端は截然とした區劃がついてゐるのではない、A線H線の邊は漸次暗黒になつて量かした様に消滅してゐる、其上この見える限界は人々によつて多少相違があり特に色覺異常、色盲者等になると、赤色の部分が殆見えない者や、紫の端が見えない者がある、是等の事から考へて見ると、今後人類の視覺が今一段進歩したならばスペクトラムは今のよりも擴がつてA線H線以外にも或る色を見る様になるかも知れない、一般にA線以外のエーテル振動は熱となつて吾等及生物界の健康に必要な働をしてゐるのであるが、此の熱作用もA線の所で判然と區別されてゐるのではない、矢張り赤外線から連続して視える光線の上に疊かした様に存続してゐる、熱電堆、輻射顯微計、ボロメーター等鋭敏なる寒暖計を用ゐて赤外線から續いてスペクトル各部に於ける熱量を觀測すれば、赤光線は最熱量に富み、橙色、黄色、綠色と漸次遞減して消滅するのである、又光に直行反射、屈折、干涉、廻折等のある如く熱にも同じ現象が行はれる、光に對する透明體、不透明體の如く熱にも之がある。

岩鹽、シルビン、水等ハ光ニハ透明ナレドモ熱ニハ不透明否不透明熱體アル、明體モ不透明熱體ナ
イト、二硫化炭素ハ熱ヲ透シ、硝子ハ熱波及紫外波ヲ吸收シ、水晶ハ紫外波ヲ通過セシメル。

紫の端も同様漸變的に紫外波に移り、同時に紫外波の化學作用は又紫から青の部分に渡りて行はれる、物體は強弱の別こそあれ何れも紫外線を吸収して分子の化合又は分解を起す、假令ば鹽素と水素が光に當つて鹽化水素となり、鹽化銀、臭化銀、重クロム酸等は光によつて分解する、植物の葉は日光を吸収して炭酸を分解し炭酸を空氣中に出して炭素を保つ事や、人の皮膚が日に焼けて黒くなる事、布帛の染色や染料、繪具の褪める事、變色する事も皆此の作用である、今前に記せし感光銀を塗布したる寫眞乾板を用ゐる暗室にてスペクトルを寫眞に撮ると、紫から青の部が最強く變化し漸次其力は減小して綠に及び、黄赤等は全く感光しない、然るに一方紫以外眼に見えない部分に向つては紫の部から續いて強い變化を起して稍遠く迄進んでゐる、紫外波を通過せしむる水晶のプリズムを用ゐれば此の作用は一層明瞭である、又光線スペクトルの黒線と同じものは赤外線や紫外線にもあつて甲はラングレー乙はキルヒホフ、ルザーフルトの研



究によつて寫眞圖が發表せられてゐる、されば赤外波と紫外波とは普通光波と親近なる關係を有つ事は争はれない事實で之を圖にして譬へて見れば第二十六圖の如く赤外線の熱作用は光線の上にも進み遞減して青色の邊で消滅し、紫外波の化學作用は又光線の上に及び紫、青から緑の邊で徐々に消滅する、所謂見ゆる光線は此の二つの暈かした帯の重なつた上に憑り掛つてゐると想像する事が出来る、而して光線は何時でも熱作用か或は化學作用かの何れかと同伴してゐる、夫故に光が何物にか吸収されて光と云ふ性質が破壊されて了つた後は如何かと云ふに、光の時には熱か或は化學作用かと同伴してゐたが光のエネルギーが消滅すると同時に、前に同伴してゐた所の二のエネルギーの内何れかの一つが残つて専ら其の方面の働のみをする事になるのである、假令ば白き物體は光の大部分を反射して最小の熱を残し、黒き物體は光

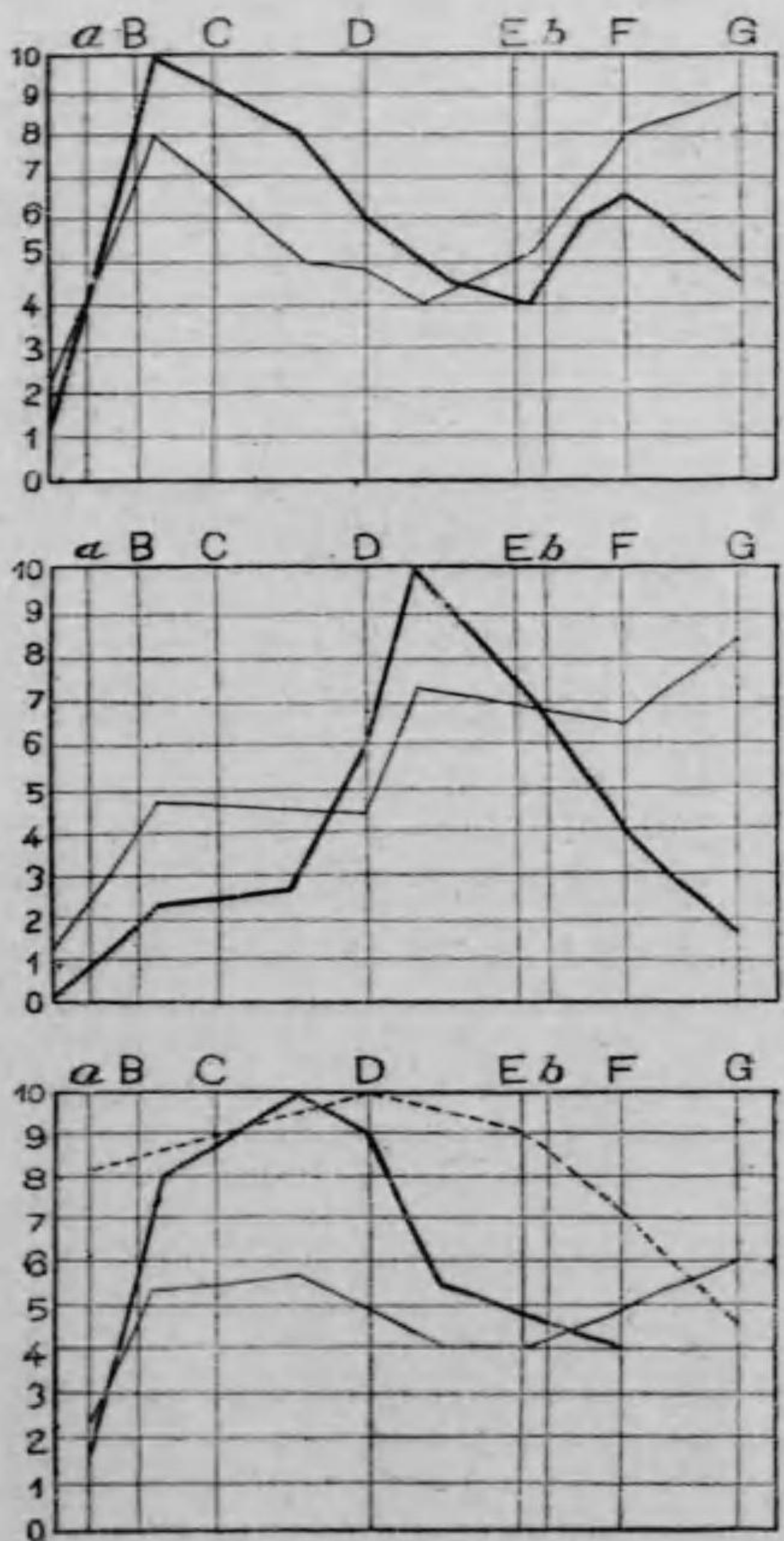
の殆全部を吸収して高度の熱を産する、即雪と炭とが一方の適例であり、又青、紫の光及紫外線で寫眞が出来る事が他の一方の適例である、それで又吸収された光の再生は必此の二つの内の一つか兩方を共存するからである、炭や石炭が燃焼すると光と熱が生ずるのは、嘗て吸収した光線を貯藏し夫が再生すると云つてもよい、譬へて言ふと水車が回轉して其力で米を搗く時、臼の中に米が入れてない時は杵と臼の衝突で熱が起る、然るに其處に米を入れると熱の代りに米が搗かれる、夫で水車の運動は熱を起すか否ざれば米を搗くかの用をなす、と云ふ事は丁度光と云ふ働は、熱か否ざれば化學作用を起す所の働に變化すると云ふ事と同じであらう、熱と化學作用此の二つが生物の生長發育に缺くべからざるものであるが特に前者は直接的積極的であるから誰しも異論はないが、後者は幾分間接的消極的である爲に前者程大切に思はれてゐないのは恐らく吾人の知識が此の方面に幼稚である事に原因するのであらう。

或波長ノ振動ト生物トノ關係、生物が其ノ生活中ニ「エーテル」振動中ノ特殊波長ノモノカラ影響ヲ蒙ル事ハ非常ニ多方面ニ亘ル問題アルが今日迄研究サレタ事ハ割合ニ少數アル今二三是

ニ關スル問題ニ就テ茲ニ附記シテ見ヨウ。
 ○植物ノ營養即同化作用 是ハ本文ニアル如ク紫外線又ハ夫ニ近イ光線デノミ行ハレルノデアハ
 ナイ。エンゲルマンノ實驗ハ是ヲ證スル様デアアル。彼ハ植物ノ葉ガ同化作用ヲ行フタ強弱ハ其ノ植
 物ノ葉カラ放散
 スル酸素ノ量ニ
 比例シ、酸素ガ深
 山ニ出レバ同化
 作用ガ夫丈強ク
 行ハレタ結果ト
 スルコトガ出來
 ルト云フ事ト、一
 方「バグテリア」ガ
 酸素ヲ奪ネテ趨
 向集合スル性質
 ノアル事ヲ確カ

綠色藻
紅藻
藍藻

圖七十二第



メ、此ノ二ツヲ前提トシテ實驗シタモノデ、其ノ方法ハ顯微鏡ノ臺ノ下カラ、スベクトラム「分散」ノ光
 ナチ投射スル様ニ装置シ、其上ニ水ヲ入レタル「アチミドロ」ト云フ水藻一糸ヲ置キ、水中ニハ豫テ養殖
 シタル活潑ニ運動スル「バグテリア」ヲ入レ置キ、之ヲ適度ノ廓大力ニヨツテ見レバ、此ノ「バグテリア」

ハ赤色光カラ黄色光ノ所ニ最多數群集シ、綠色部ニアルモノハ至テ少ク、青色部ニ又多少ノ群集
 が見ラレル、是ハ「バグテリア」ガ明レイ光ヲ尋ネテ集ルノアハナクシテ、水藻ガ酸素ヲ排泄スル量ノ
 大ナル場所ニ集マルモノデアアル、故ニ綠色藻ハ赤ノ光線即自己ノ吸收スル光ニヨツテ最大量ノ酸
 素ヲ排泄シ、從テ同化作用ハ赤光線ニヨツテ主トシテ行ハレルト云フ事ガ出來ル、又藻自身ガ反射
 スル綠光線デアハ此ノ作用ガ最小デアアル、彼ハ又綠色ノ水藻ノ外ニ紅色及青色ヲ呈スル藻ニツイテ
 實驗シタルニ同シク、夫ガ吸收スル所ノ光ニヨツテ同化作用ガ行ハレル事ヲ見タ、而シテ其ノ結果
 ナ圖ニ作ツテ發表シテキル、第廿七圖ハ夫デアアル、圖ノ縦線ハ「スベクトル」黒線ニテ色光ノ位置ヲ示
 シ、横線ハ「バグテリア」ノ數ニ依ツテ同化作用ノ強サヲ表ハスベキ分尺、曲折線ノ太キハ同化作用ノ
 能力或ハ量ヲ示スモノ、細線ハ藻ノ色素ノ吸收、スベクトル「下」ノ圖ニアル點線ハ普通「スベクトル」各
 光ノ明ルサヲ示ス線デ、他ノ二圖ニモ加ヘテ見ルベキモノ、是ハ前ニ述ベシ如ク「バグテリア」ノ趨向
 密集ハ光度ニ關係スルモノニ非ズヤトノ疑ヲモツ人モアランカトテ參考スベク附加セシモノデア
 アラウ。

○植物の生長と枯死 日光ノ中デアモ赤、橙、黃等所謂暖カイ色ノ光ハ植物ノ生長發育ヲ促進スルコ
 ト他ノ單光及集合日光ヨリモ優レル事ハ多ク、人ニ經驗セラレ赤橙ニ富メル朝日ノ光ハ植物ノ
 生長ニトツテ最も有効ナル光線トセラレキル。然ルニ植物ガ生長ヲ遂ゲテ老境ニ達シ或ハ根ヲ
 抜カレタリ折枝トナツタモノニ對シテハ、此ノ光ハ却テ枯死凋落ヲ促進スルモノトナルデアアル、
 赤色ト青色ノ硝子ヲ掩フテ植物ヲ培養スルト無論前者ハ活潑ニ發育シ後者ハ萎縮シテ發育ガ不
 完全デアアル、然シ既ニ生長シキツタ者、或ハ根ヲ土カラ離シタ植物ハ甲ノ下ニ置クヨリモ乙ノ下ニ

置ケハ葉ノ凋落ト枯黄ノ時期ガ遅ク、長キ貯藏ニ堪エルノデアアル、花戸ガ切花ヲ穴倉ニ入レテ置ケ
 ノモ此ノ意味ニ適ツテキル、植物ノ幼芽又ハ莖ノ端、葉ノ着ク所等ニ紅色ヲ呈スルモノガ多イ、是ハ
 軟弱ナル植物組織ガ紫外線等ノ有害ナル刺激ヲ受ケナイ様ニ保護スル手段ニナツテキルノカモ
 知レナイ、但シ此事ニ付テ憊ナル斷定ガ下サレテキルノデアナイガ幼弱ナル植物組織ノ赤色ハ唯
 單ニ裝飾的ノモノニ非ズシテ必實用上ノ必要ガアルモノト信ジラレル、昔時天然痘ニ罹リタル小
 兒ニ赤色ノ衣服ヲ着セシ事、其他一般嬰兒ニ赤色ノ被服ヲ用キル習慣モ或ハ偶然カ、ル理屈ト一
 致シ幼兒病者ノ皮膚ニ赤色ヲ掩フ事ハ其肉體保護ニ有益ナル理由ガアルノデアナカラウカ、

○細菌とエーテル振動 下等生物ハ光線中ノ小ナル波長及紫外線ノ振動ニヨツテ有害ナル影響
 ヲ受ケル事ガ研究サレ近頃醫療上ノ殺菌ノ目的ニ之ガ利用セラレテキル、此ノ研究ハ最初唯普通
 ノ光線ニヨツテ殺菌セララル、モノト考ヘラレシガ、續イテ是ハ強キ光線ニヨツテ其ノ力ガ增加ス
 ルコトヲ知り、最後ニ其ノ強光中テ紫、青ノ如キ波長ノ小ナル振動ガ最モ有効ナリト認メラレ、終ニ
 此ノ殺菌力ハ主トシテ紫外線カラ光線ノ紫及青ノ部ニ及ブモノナル事ガロカクダ、ビーグノ實驗
 ニヨレバ赤色光ハ殺菌作用緩漫ニシテ其發育ヲ弱クセシムルニ九十分時ヲ要シ、橙黄及黄色光ハ
 九時間ニテ殺菌シ、緑ヲ混ズレバ發育障害ニ六分間、殺菌ニハ四時間ヲ要シ、赤ヨリ青迄ヲ混ズレバ
 四分ノ三分間ニ發育ヲ弱メ八十分間ニ殺菌ス、全色帶ノ光ニテハ四分一分間ニテ發育障害サレ、三
 十五分間ニテ殺菌ス、紫及其レチ超エタル振動ニヨツテハ一層有効ニシテ紫外線ノ働ハ全色帶ノ
 働ヨリモ十倍乃至十二倍大ナリト云ハレテキル、サレハ紫外線ヲ通過セシメル水晶水銀等ヲ用キ
 テ作りタル燈器ハ此ノ目的ニ適シ水道ノ貯水排出口ニ用キテ水中ノ細菌ヲ殺ス用チナシ、外科内

科ノ種々ナル治療ニ應用セラレル。

○人體の皮膚 ニ生ズル所謂日燒ケハ太陽ノ熱ノ爲ニ起ルヤウニ考ヘル人モアルカモ知レナイ
 ガ決シテソーデアハナイ、之ハ紫外線及光線中テモ波長ノ小ナル振動ニヨル事ハ雪ノ中ヲ長ク歩ム
 時氷山ヲ跋涉スル際等ニ皮膚ヲ眼ヲ侵サレル事ニヨツテモ知ラレル、高山ノ上ヲ寒帶地ニハ短カ
 キ波長振動ニ富ム傾キガアル、又熱帶地ニ往クト皮膚ガ黒クナリ海水浴ヲシテモ之ニ似タル現象
 ヲ生ズルノハ皮膚ニ有害ナル紫外線等ノ振動ニ侵サレナイ様ニソレチ吸收スル色素ガ自然ノ作
 用トシテ出來ルノデアアル。

電燈ノ光テモ綠色ニ近イ強光ヲ發スル弧燈等ハ紫外線ヲモ強ク發出スルカラ時トシテ皮膚ガ腫
 レ眼ニ炎症ヲ發スルコトガアル、故ニ注意深キ西洋婦人ハ公園ノ大電燈ノ下テハ傘ヲ用キルソ
 デアル、因ニ云フ傘ガ單ニ裝飾ト防熱ノ爲ノミテナク日燒チ防グ目的トシテ用キルナラバ其ノ色
 ノ選擇ニ注意セネバナラヌ、青、紫等ノ色ハ其ノ裂地ガ全ク不透明ナル場合ニハ之等ノ光線ヲ反射
 シテ了ツテ害ヲ及ボスコトハナイデアアラウガ若シモ半透明ナ薄イ絹デアアルナラバ此ノ染色ハ一
 部其ノ種ノ光ヲ反射スルト同時ニ内部ニ向ケテ通過セシメルノデアアル、猶此外ニカ、ル傘ヲ被ル
 ト下ノ方カラ反射シテ來ル光ハ傘ノ内部四面ニ當リテ再ビ反射スル場合顔面ハ丁度其ノ焦點ニ
 當ルカラ傘ノ裏面ヨリ強キ紫光線ヲ浴ル事ニナル、是ノ如キ事ハ極メテ簡單ニワカル道理デアアル
 ケレドモ初學者ニハ屢反對ニ考ヘテキル人モアルカラ今一言採返シテ云ハウ、橙黄色ニ染メタル絹
 ア張ツタ傘ハ無論日光中ノ橙黄近似ノ色光ヲ反射スルガ同時ニ其色ヲ傘ノ内部ニ通過スル而シ
 テ此時青紫ノ光ハ吸收セラレル此ノ吸收ト云フ事ヲ絹ノ裏カラ通過スルカノ様ニ誤ツテハナラ

ナイ、吸収ハ染料實質ガ吸収スルノデアツテ橙黄色染料ニ日光ガ當ルト其内ノ青紫ノ振動ガ物質ノ中テ消滅シテ了フノデアアル。

プリズムを用ゐざる屈折分散色 屈折分散から生ずるスペクトルは必しも三面を結合したプリズムを用ゐるに限る譯ではない、屈折分散度が大なる時には光は單色光に分離するのである、例令ば暗室でスリットから光を導き、水を容れたる鉢に鏡を斜に立て掛け、之に光を受けると、光は水面で一度屈折して水中に進み鏡の面に衝突して反射し、之が水面から出る時に再び屈折し分散して壁面に投射さる、其時壁面が白色であれば其所に立派なるスペクトルが出現するであらう。

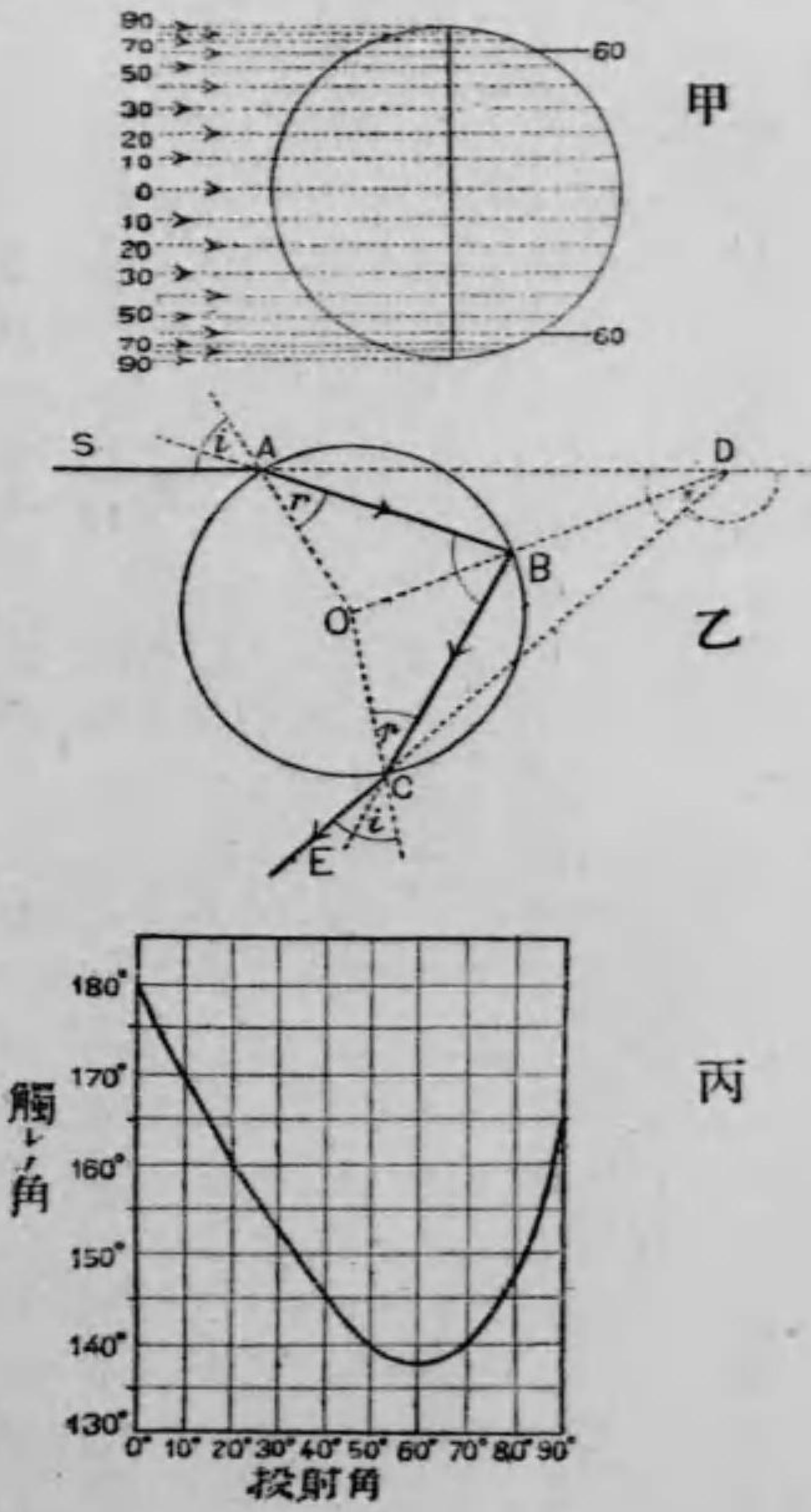
水滴の分散光と虹 吾人が日常目馴れた事では葉末の露に朝日の光がさして、是を或方面から見た時に美はしき赤や緑の球と見える事や、雨後の天空に五彩の橋を架けた様な虹等は皆此の屈折分散から生ずる色の例である、華嚴の瀑やナイヤガラの瀑布の前に現はれる虹も同じ事で、手軽に之を見んとならば、日中に太陽を後にして口中に水を含むか霧吹き器械で水を霧の如く細かに吹き

散らすと其の雛形が出来る。今此の水滴に當つた無色光が有色光となる徑路を研究して見よう。

第二十八圖甲は半圓周を十八等分して其の各點に並行線を描きたるものなるが、此の圖を水滴と見做し太陽光線が並行に此の水滴の半面を照すものと考ふ、即ち光線の投射角は 0° より兩方に 90° 迄のものが此水滴に投せられる、其内で 0° 附近の投射光に對しては殆屈折する事なしに進むが、投射角が 30° 40° 50° と次第に大くなると少しづつ分散度が増加し約 60° に至て最大となり、夫以上は再び減少する、丁度プリズムに投射する光もプリズムの面に直角に或は夫に近い投射角では分散する事なく一定の最小觸れの位置に達して始めて分散度が最大となつてスペクトルを表はす如く此の球形小滴に投射する光に於ても同様である、即ち乙圖の如く光がSからAに投射したものは、A點で屈折して球中に入りBに達すると反射してCに至りCから再び屈折して空中に出る時には既に分散して光線は一條ではない、而して此圖の如き場合が最小の觸れである事は、投射光を延長したる線と、屈折光を延長せしめた線とを會せしめて出来る角によ

つて計るのである、甲圖の如き各の投射角に對する圖を作つて其の觸れの角を
檢する事が出来る、今之を表にして見ると丙圖の如くなる、表の縦線は投射角

圖八十二第

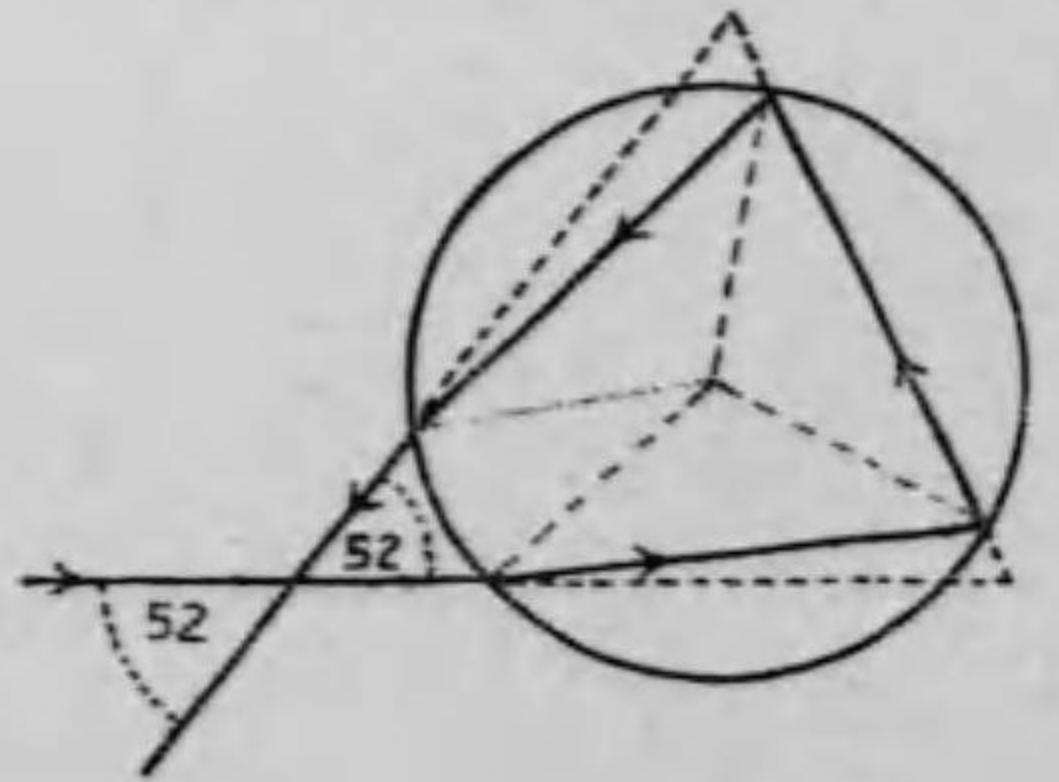


は最低くなり約百三十八度に達し夫より投射角が増すと觸れの角は又少しづ
づ増して90°に至ると觸れ164°となるから結局138°より小なる觸れはない、而して此
の時投射線の延長と發出線の延長との作る角は42°である、夫故投射線に對して

を示す所の曲線
角60°附近で觸れ
なる、かくて投射
は觸れの角160°と
170° 投射角20°の時
の時は觸れの角
例へば投射角10°
れの角度を示す、
を示し横線は觸

42°の角を以て水滴から發出する光線は最小フレを有つ光線と云ふ事が出来る、
（プリズムに於ける最小フレの角は硝子の屈折率とプリズムの角度によつて變
化する、けれども水滴の場合は水の屈折率が一定であり水滴は球形とするから
毎も一定のものと云ふ事が出来る）

圖九十二第

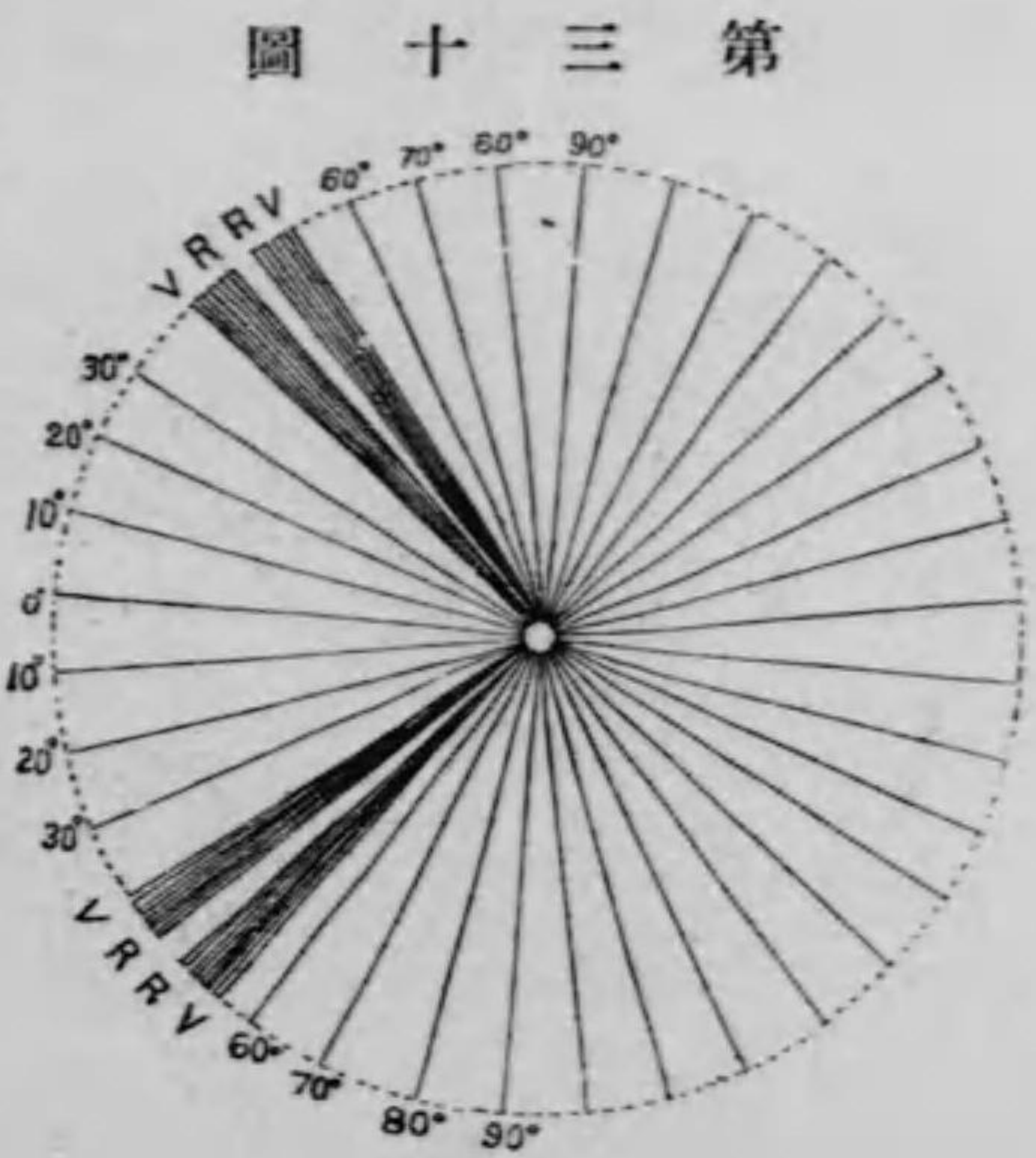


右の外に今一つ分散色光を現はす所の投射線があ
る、其は第二十九圖の如く投射する光が水滴内で二度
の反射をなして發出する時には投射線と約52°の角を
なすもので是は光が極めて弱い、其の譯は二十八圖乙
の如き場合でも圖に示す線の外にA、C點に於て反射
する光とB點に於て外部に出る通過光があつて幾分
光を減せられるが廿九圖の如き場合には中途から逸
出する光が尙一箇處加はる爲である。

第二十八圖乙の如き徑路を有する光線が投射光に對し四十度乃至四十二度
の角を作つて分散發出するものは第三十圖Oを中心として上下に40°に當るV

(五)光の分散

及Rの弧と中心小圓とを結ぶ弧三角形を回轉したる圓錐となつて射出し、第廿九圖の如き徑路の光線は又同様に投射光に對し50°乃至53°の角度をなして圓錐



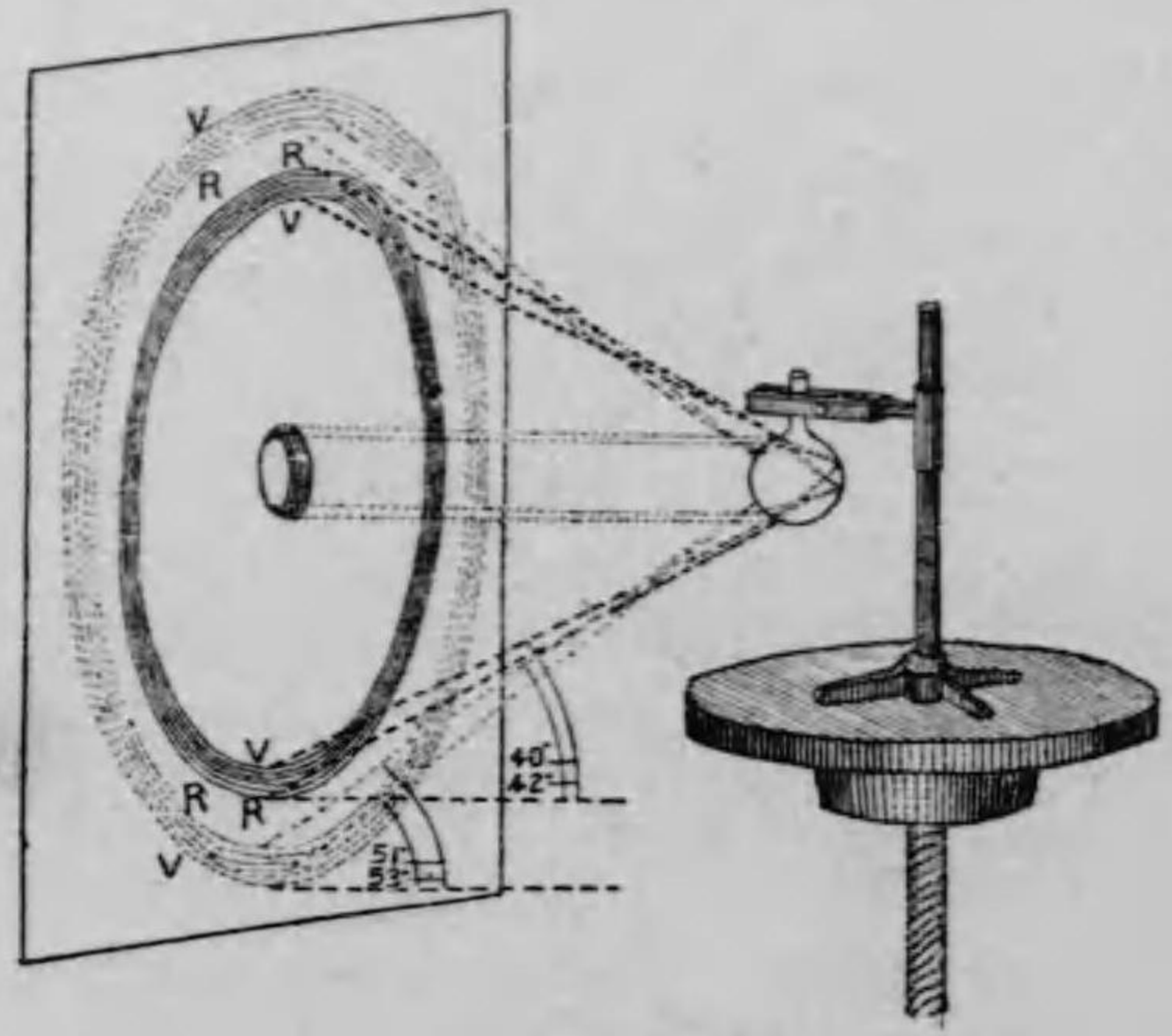
第三十圖

九圖の如き徑路の光線は又同様に投射光に對し50°乃至53°の角度をなして圓錐に發出するのである、圖中Vは紫Rは赤色を示し其の間には橙色より青迄の分散光線があるとする、それで水球から投射光に對し何れの方向にも40°乃至42°にて發出する光線が眼に入れば何等かの色を感じずべく、又同じく50°乃至53°の角にて發出する光が眼に入れば稍淡い色として其水球を認めるのである、今之を實驗せんには、直徑約二寸の

球壘に蒸溜水を満たし、(第三十一圖の如く暗室にて懸垂器に挿み、其側壁に球壘と同大の圓孔を穿ち、日光を平行に導きて此の水球に投射すれば壁面に美はしき圓形の虹が現はれ、尙外部に淡き第二

の虹も見ることが出来る、(孔と壘の距離は四五尺あるがよい)此の色光の徑路は前記の通りで、孔の上部に近い點から水壘に投射した光線は壘内にて一回の反射をなして虹の圓の下の方に向つて進み、又孔の下部に近い點から投射したものが虹の圓の上部に向ひ、此の二つと同じ關係を有する光線は圓形をなして壘に投射する爲に此の圓き虹が出来る、別に壘内にて二回の反射をなして分散發出する光線が第二次の虹を現はす、此光線の壘内徑路は圖には示してないが第二十九圖と第三十圖とを参照して考へれば分る、唯此時上部に近い投射光によつて虹の上部が出来、下部に近い投射光で虹の下部の方が出来る事が第一次の虹の徑路と相違する點である、夫で第一次の虹は紫色が投射光に對し最大屈折を

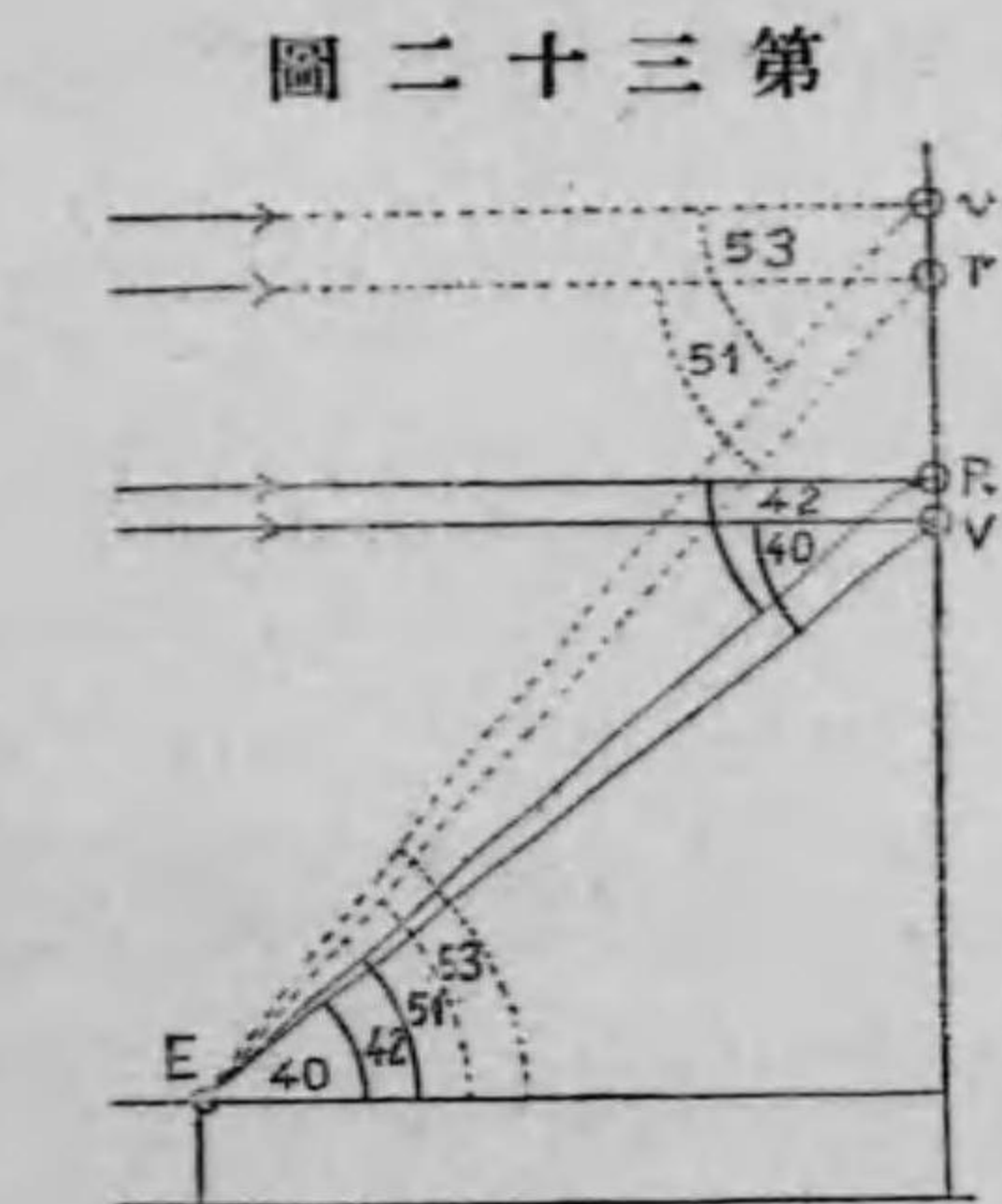
第三十一圖



の徑路と相違する點である、夫で第一次の虹は紫色が投射光に對し最大屈折を

なして約40°赤色が約42°をなし第二次の虹では同く紫色が投射光から最大屈折をするけれども色の順序は内外反対である。

天然の虹 は降雨の前後或は降雨の際空中に細かき水滴が浮遊し是に日光が直射する時吾人が太陽を背にして観る所の現象で、虹を作れる弧線の中心は

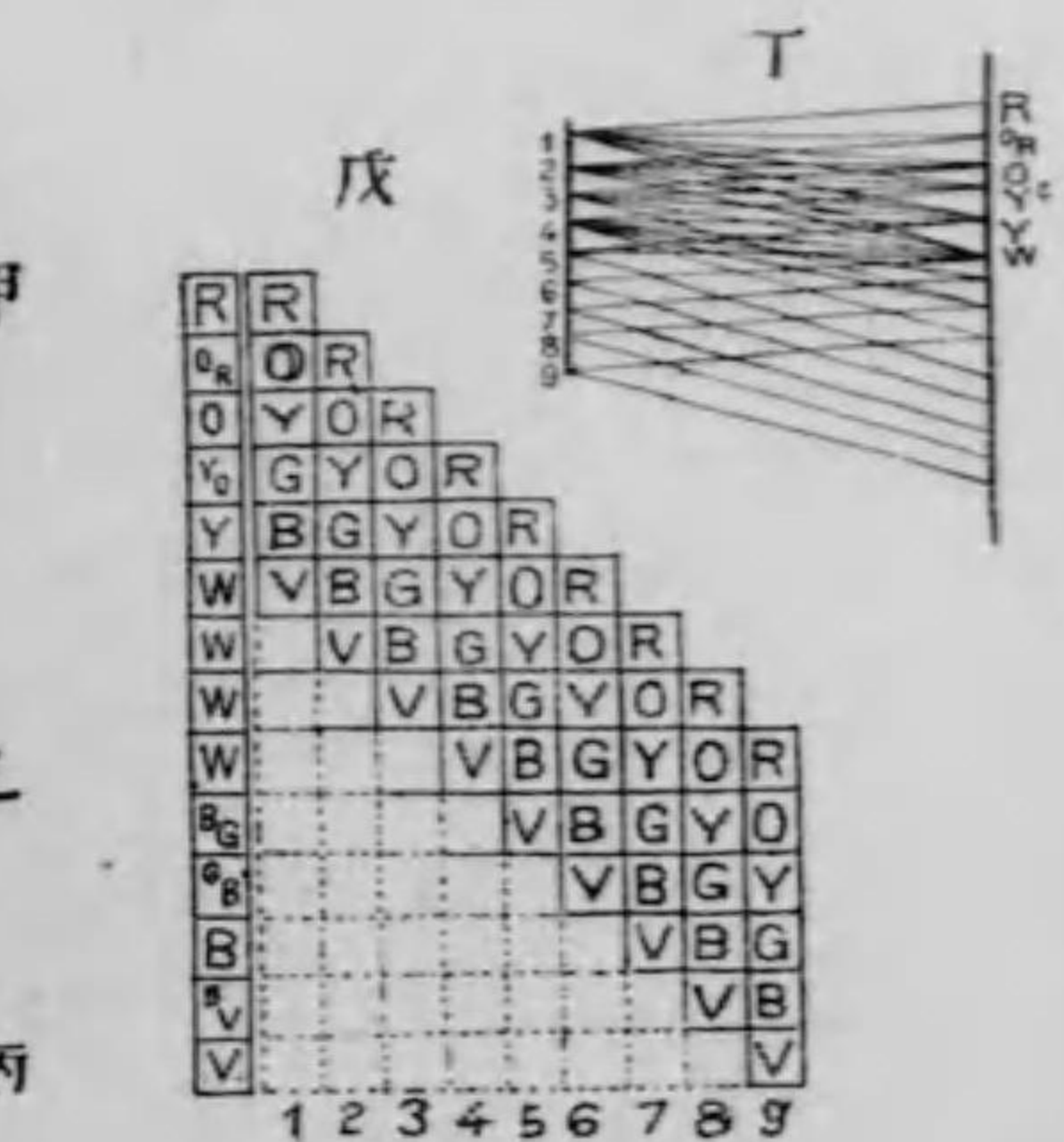


観測者の眼と太陽を結びたる延長線で、其の角半徑は約四十度である、此の位置に浮遊する澤山の水滴の一つ一つから第三十圖第三十一圖の如き分散色光が發射するのである、然し其内で観測者の眼に入つて虹の色となるものは定角に適合する光線のみである、第三十二圖に於てEを観測者の眼の位置とすればE點より投射光に平行に引ける水平線と四十度の角をなす方向に在る水滴Vからは三十圖の如き分散色光を發射してゐる内の一線紫のみが眼に入り、夫より上にある水滴からは青、綠、黃等が眼に入り、四十二度のRなる水滴からは赤色を眼に送る

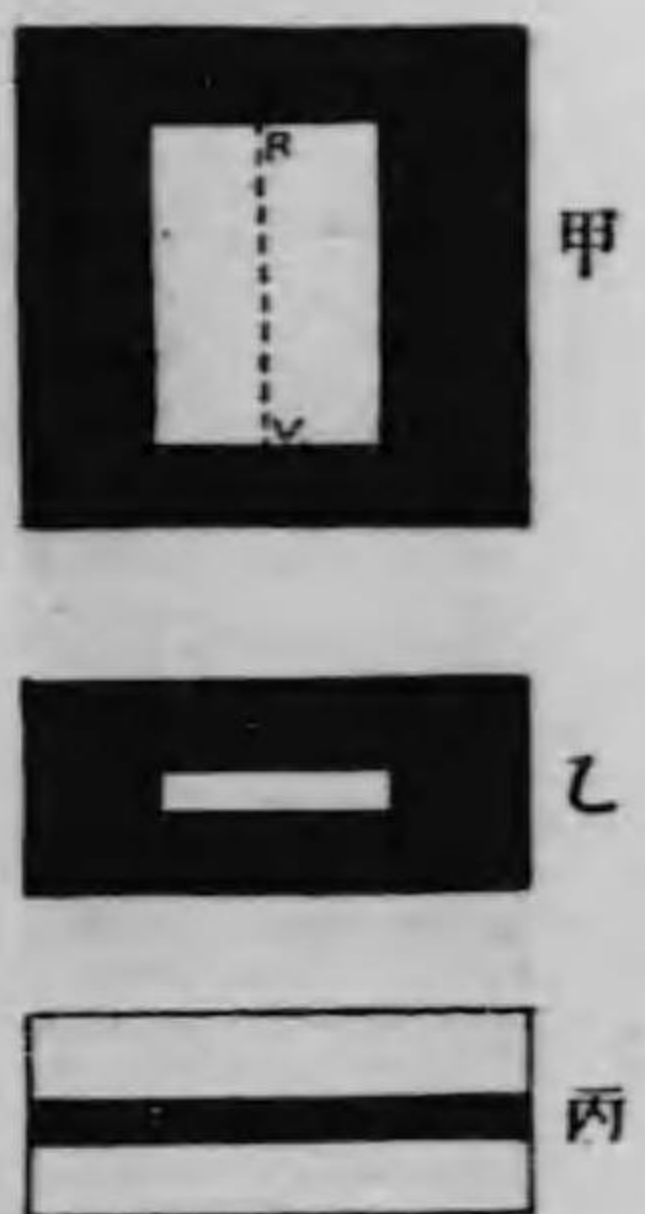
事になり、Eを中心としER、EV等を半徑として圓弧を描けば此の圓弧上の各點は何れも同じ關係なるが故に彼の圓弧狀なる虹の色が見られるのである、(V Rで示せる小圓の位置に夫々第三十圖を置いたとして考へると理解に便利である)

プリズムにて見たる物體の着色 普通の室内に於てプリズムを透して物體を見れば、其の方向が種々に轉倒して見える譯は先に述べたが、視線と投射光が最小の觸れになる時には白き物體の周圍には着色の線條で縁取つた様になり、其色は赤、橙、黃、と紫、紫青、青とである、種々の物體を見ると其の着色が如何にも美しく、而も甚奇異に感ぜられる假令ば障子を見ると其の棧(骨)の上下に一方は赤、橙、黃、一方は紫、紫青、青の色が付き、書籍や箱等を見ると明るい方の縁には赤、橙、黃、暗い方の縁には紫、紫青、青の線條で縁取られ、白紙に書いた黒い文字の縁にも總て同様の裝飾が出来る、特に奇なるは室外の樹木、家屋等を視たる時の景觀で一種名狀すべからざる不思議の着色畫が展開される、即ち前掲二種の色の塊圓をモザイクの様に點綴したり又は其の暈かしを以て掩はれる、恰も一種の新印

象派の繪畫でもあるかと思はれる。然し此の着色の理由は簡單である、是を一



第三十三圖



て乙圖の如くになると、赤から紫迄連続したるスペクトルとなる、又丙圖の如く

寸見たる時には障子の棧、文字の黒線、樹木の葉、屋根の瓦其物から色が出る様に思ふから不思議であるが實は然らずして、障子の紙を通つて来る白光、文字の黒線の外なる白地、樹木の向ふにある天空から来る光及樹木の強く照らされる明るき部分、是等の光が分散したる結果に外ならぬのである、今之を詳しく説明して見よう、

第三十三圖甲の如き黒地の上にある長方形をプリズムにて見れば、上の方は赤、橙黄にて縁取り、下部は紫、紫青、青で縁取りになり、中間は白色である、若し白地を狭くし

白地に黒線ある物は、黒線の上部に紫、下部に赤が出来やう、此内で乙圖の狭き白が連続色を呈する譯は暗室のスリットから白光が這入つてプリズムを作るのと同じ事であるが、甲圖の如く幅が廣き白地になると分散スペクトルが重疊する結果中間は白となり周圍のみ着色する事、丁戊圖を見れば、明瞭であらふ、即ち甲白地を九等分し其の各部分から何れも赤、橙、黄、緑、青、紫の光を分散するものとするれば、丁圖に於る如く分散色光が相重り、1から出る分散光の内Rのみは單獨であるが、0ハ2から發する分散光中のRと重つて橙赤となり、Yハ2のO、3のRと重つて橙色となり、Gハ2のY、3のO、4のRと重つて橙黄となり、Bハ2のG、3のY、4のO、5のRと重つて黄色となり、Vハ2のB、3のG、4のY、5のO、6のRと重つて白となる第二以下の分散光が相重る種類と結果は戊圖を見ればわかる

甲圖ノ點線ハ丁及戊圖ノ1234等ニ相當シ、丁圖1234等カラ發出スル「スペクトル」分散線ハ戊圖1234等ノ上ニアルR、O、Y、B、Vニ相當シ、分散光ノ重ツタ結果ハ丁圖ノ右傍ニアルモノガ、戊圖ニテハ左ニ記サレテアル、色ノ符合ハ英語ノ頭字アル、赤OR、橙赤O、橙O、橙黄Y、黄G、緑

(五)光の分散

BG 青緑 GB 緑青 B 青 BV 青紫 V 紫 W 白 トシテ此後何時デモ使用スル。色光混合ノ事ハ第二編ニ詳説シテアル。

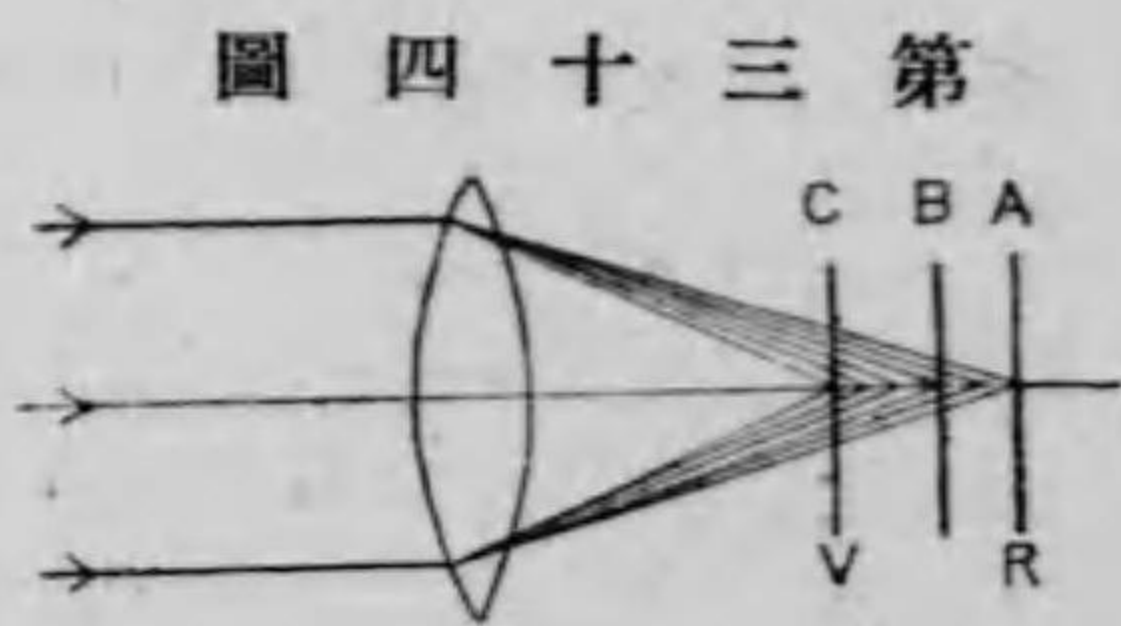
かくて中央は分散色光の總てが重る爲に白となり、兩端は重る色光が少き爲に色づく事になる、丙圖の場合は甲圖に於ける白地の下を、黒線の上と考へ、甲圖の白の上端を黒線の下部に當てて考へればよいのである、前に記せる樹木、建築物等の複雑なる着色を分解して見れば總て此の理由から解説し得られる、即ち強い光の反射するか或は通過する時物體の陰になる部分(或はより弱い光を反射する部分)の境界にスペクトルの一部が見られるのである、

レンズの色彩収差 と稱せられる現象も同じ理由から起る、凸レンズの周邊が次第に厚みを減じてゆく所ハ丁度プリズムと同じ性質となるから第三十四圖の如く凸レンズに投射する光はレンズの周邊では屈折分散してレンズから發出するので、投射光が白光ならば圖の如く別々に色光の焦點を結ぶ事になる、若しAに白紙を置けば中央に赤色の點が出來、白紙をBに迄進めると赤と橙の同心圓が出來、尙之をCに進めると赤から紫迄の同心圓が出來、今一層レンズに

近寄せると白の周圍に虹の如き同心圓が生ずる筈である、然し投射光が一線でない時ハ前節の理由から重なり合つて周圍にのみ色づく事になる、蠅眼鏡の周邊で印刷文字を見たり、障子の棧を見ると、プリズムを透して見た時と同じ様に縁取られた著色が見えるのは此の理由である、

兩凹レンズも其の周邊が厚くて次第に薄くなるのは又プリズムと同様であるから凸レンズと同様に色光分散をなすが色の順序は反對である、丁度暗室でプリズムの稜角を上に入ればスペクトルは赤色の上に出來るが稜角を下に入ると紫が上に來るのと同じ譯である、

寫真用レンズ、顯微鏡レンズに此の色彩収差があると映像の不鮮明を來す事になるから、クラウン硝子の凸レンズとフリント硝子の凹レンズを合せ赤色光と紫色光の焦點が同一點に來る様曲面を匡正して色消レンズを作つて用ゐるのである、



第三十四圖

第三章

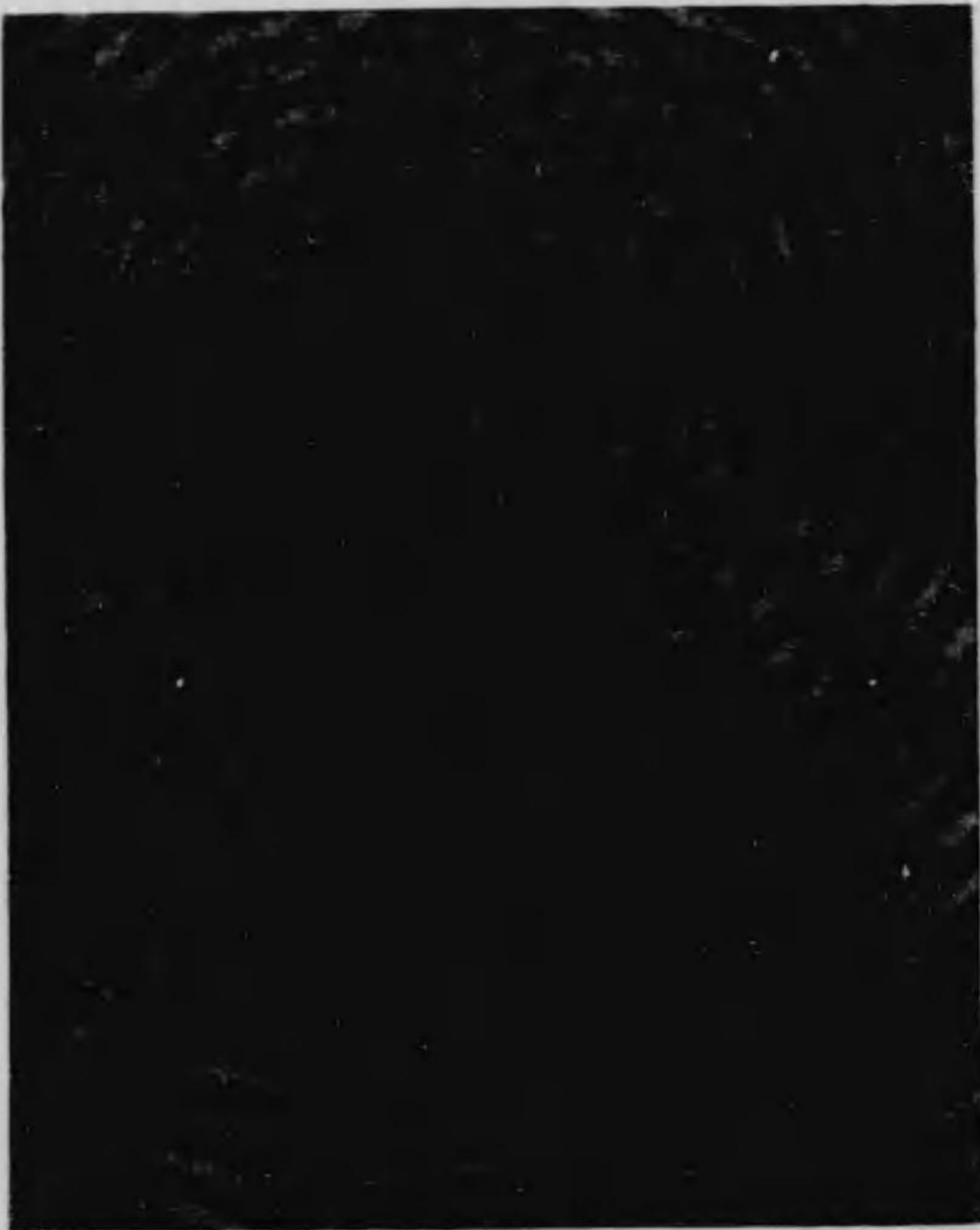
一千六百六十六年ニュートンニヨツテ始メテ色ト云フモノハ白光ノ部分的感覺アル事ヲ發見サレタ、是ハ實ニ有史以來ノ大發見ノ一デアアル、然シナガラ光其者ノ本體ニツイテハ彼ノ光素說テハ充分ニ解釋スル事が出来ナイ、一六七八年ハイゲンズガ波動說ヲ提唱シテ新シキ光現象ノ説明ヲ試ミタ、ハイゲンズ當時ノ波動說ハ草創ノ事トテ一々詳細ニ總テノ光現象チ之ニヨツテ周到ニ解説スル迄ニハ研究サレテ居ナカツタ、從ツテニュートンガ波動說ニ信服スルニ至ラナカツタノミナラズ一般人モ半信半疑ノ裡ニアツタ、然ルニ其後百餘年ヲ經テ、一八〇一年英人トーマス、ヤングガ次ノ如キ實驗カラ研究シテ波動說ヲ大成シタ、彼ハ鉛ノ薄葉ニ小キ錐ノ孔ヲ穿チ、之ヲ通シテ日光ヲ第二ノ鉛ノ薄葉ニ投射シタ、コノ第二薄葉ニハ第一ノヨリモ一層小ナル針孔ニツチテ接近シテ穿チ、第一ノ孔ヨリ來レル光線ガ再ビコノ二個ノ針孔ニ入ル事トナシ、之ヲ更ニ若干ノ距離ニ置イテアル白キ板ノ上ニ投射セシメタ、若シ光ナルモノガ光素トカ粒子トカ云フ如キモノナラバ此ノ二ノ針孔カラ出テ白色板ニ投スル映像ハ二個ノ小白點ヲ生ズルカ或ハ重ナツテ一層明ルキ一個ノ像ヲ現出スベキ筈デアアル、然ルニ事實ハ意想外ニモ、明暗ノ縞投射光ガ單色ノ時或ハ色ノ縞投射光ガ白光ノ時ヲ現ハシ、其ノ場處ハ二孔ニ該當スル位置ヨリハ遙ニ擴ガヅテキル、ヤングハ波動說カラ之ヲ導キ本章ニ記ス如ク光ノ干涉、廻折トシテ説明シ、白光中ニ含マル、各單色光ハ振動周期ノ差、即波長ノ大小ニヨツテ夫々ノ色感ヲ起サシメル事ヲ説キ、一八一六年佛國人フレネルハ鏡及複プリズムノ實驗ニヨツテ干涉現象チ一層精確ニ研究シ

各單色光ノ波長ヲ測定スル事ハ一八二一年フラウンホーフエルニ至テ殆完全ニナツタ、其後學者ノ實驗研究少ナカラザレドモ、此ノ四氏ノ光學上發見ノ効績ハ最大ナルモノトシテ吾人ハ之ヲ感謝セネバナラヌ。

(六) 光の干涉(Interference of Light)

靜平なる水面に石を投ずれば、其の石の落ちたる所を中心として同心圓の波形を作り次第に擴まつてゆく、其の圓形には高い所と低い所とがある事は第一章に圖で説明した。若しも程遠からぬ二箇所に向つて同じ力を有する石が同時に投げられたとす

第三十五圖



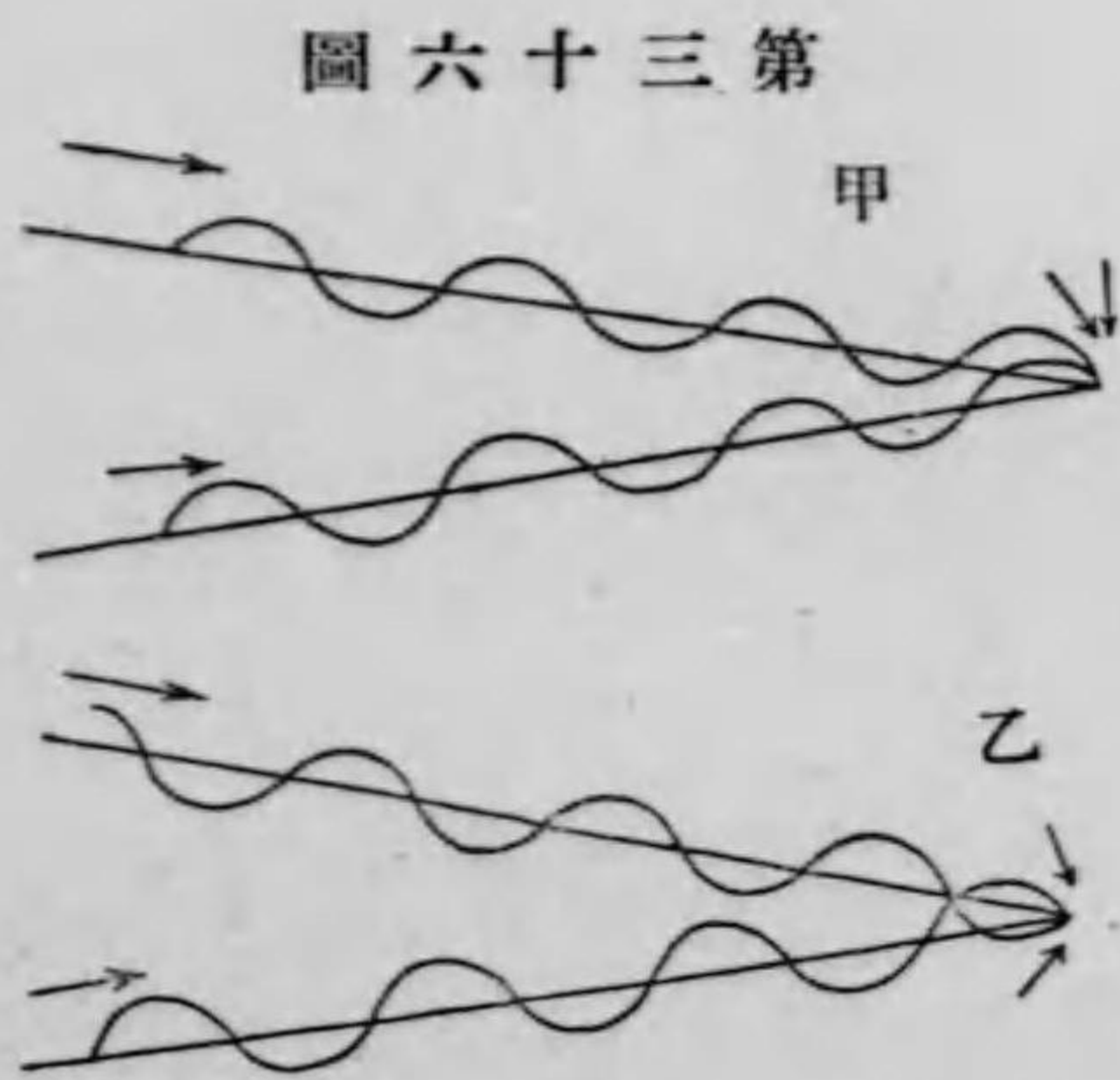
るならば、第三十五圖に於ける如く兩方の波面が會合するであらふ、圖中白く表

(六)光の干涉

はせる波の峯と峯とが會合する點は其の力が倍加し波は一層高まるが、峯と谷の會合する點、圖に淡黒に表はれた位置では一方からは押上げんとし一方から

ば押し下げんとする反對なる勢力が衝突し終に相殺融合し此の點に於ては運動休止して最初波の起らなかつた水面と同じ高さになる。

光の振動に於ても同じ事で、二個の光源から進んで來た振動が或る點で出逢うた時、會合點で波動の位相が同じであれば光は一層強まり(第三十六圖甲)半波長だけ位相が齟齬して會合するならば振動は消滅して暗黒となるのである、是を光の干渉と稱す。是は一定波長の光波に



圖六十三第

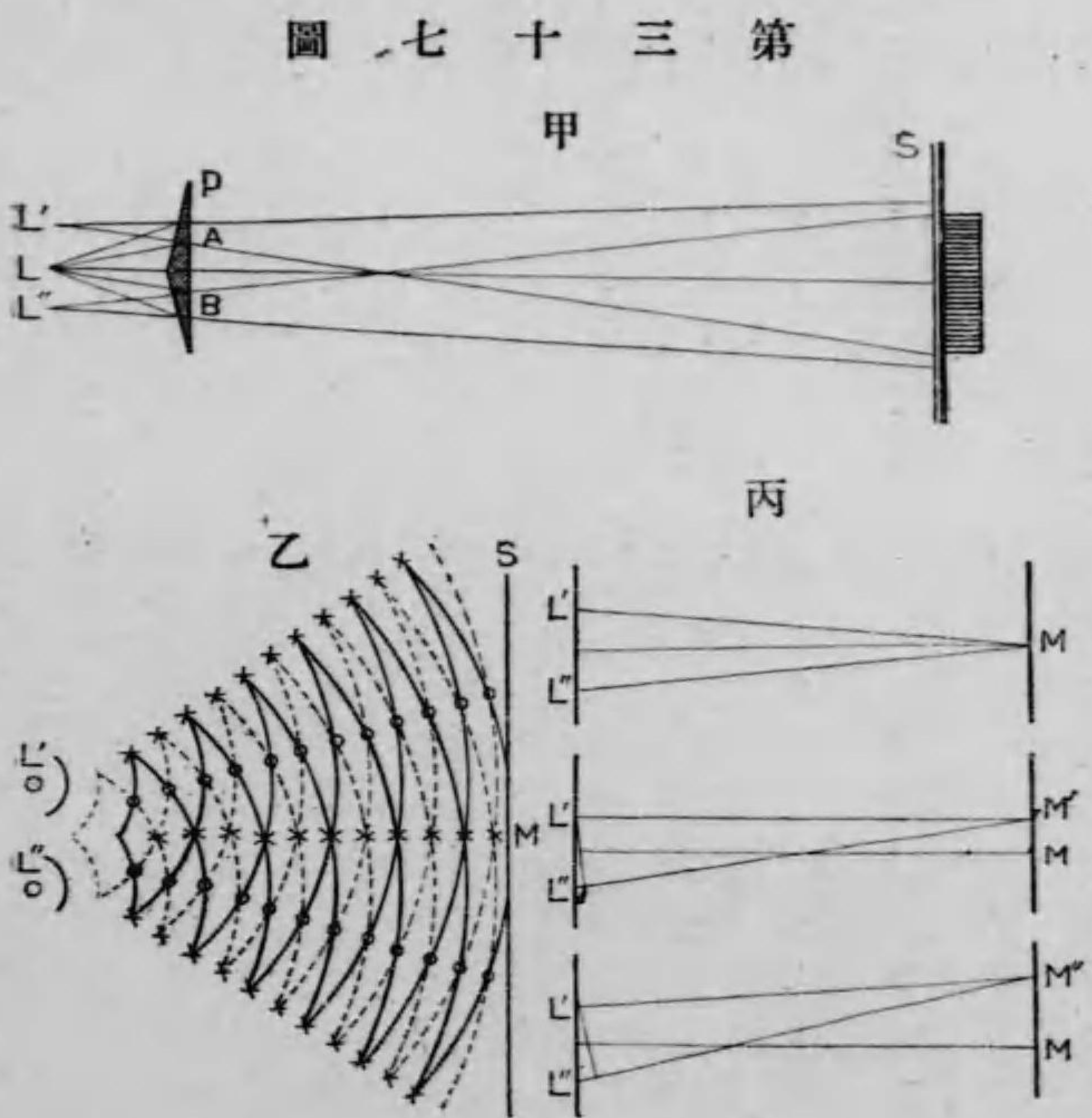
對して行はれるのであるから、若し光が白光であるならば其の白光中の何れかの波長が此の條件に合するであらふ、而して其の波長の振動が消滅すると同時に白光は既に白光たる資格を失ひ何等かの色の光となつて見えるのである次

表は其の概略を示し詳細は第二編補色の條に記述する。

白光	76 μ	乃至	64 μ	赤色光	青綠色
“	63 μ	乃至	60 μ	橙黄色	青色
“	59 μ	乃至	57 μ	黄色	青色
“	56 μ	乃至	54 μ	黄綠色	紫色
“	53 μ	乃至	51 μ	綠色	紫色
“	50 μ	乃至	47 μ	靑色光	赤或ハ橙黄色
“	48 μ	乃至	43 μ	青色	黄色
“	42 μ	乃至	39 μ	紫色	黄綠色

吾々が別々の光源から來る光線に對して平素かゝる干渉現象を認めないのは、正確に前記條件に適ふ様な相等しい振動の波でない爲であり、又時として偶然干渉が行はれたとしても、振動の形態が始終變化して行つて眼には捕捉されないものである。フレネルは黒硝子の鏡二面を約百八十度より僅の傾きの角に(丁度二枚折屏風を殆ど一平面に近く擴げたる如く)置き、此の二個の鏡に向つて一つの光源より同量の光を投射し、其の反射光を衝立の上に受けて干渉の縞を現

はす實驗をした。尙ほ同氏の考案になつた複プリズムを用ゐると一層便利に實



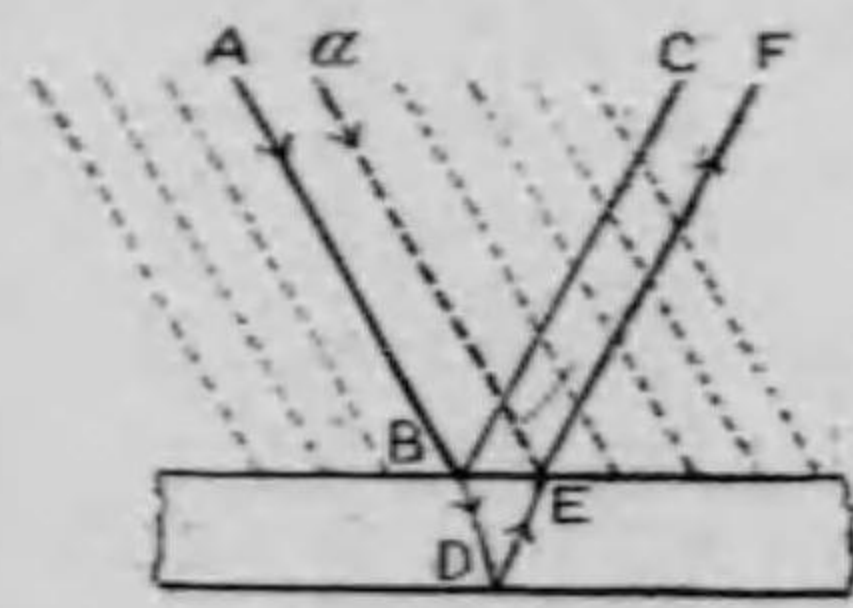
驗する事が出来る。第三十七圖甲Dを複プリズムの平面圖とし、其の前面Lの位置に光源を置けばDを通過する光は屈折の結果として丁度L'から出たかの如き途をとりて衝立Sの面上に細かき縞を現はす。單色光(色硝子を通過した光を以て代用する)を用ゐれば明暗交互の縞、普通の白光を用ゐれば中央に白條ありて其の兩方にスペクトルの如き細き色の縞が出来る。此の理由を考ふるに

第三十七圖 甲

L'L''から乙圖の如く二點を中心としてコンパスを以て實線と點線にて何距離なる弧線を描き二光源から發する波面を代表せしめると。點を附けたる部分に干渉によりて振動が消滅し、×點を附したる場所は前者のエネルギーをも加へ二倍の強さを以てSなる衝立に到達すると其所に明暗の縞が出来るであらふ。又丙圖を以て説明すれば、二光源のL'L''を結ぶ直線の中央點から直角に引きたる直線の衝立に會する點Mに於ては二光源よりの距離が常に均等であるから何時でも明るき縞を生ずるが、其の點より少しく離れたるM'に於てはL'からの距離はL''からのよりは少しく近い、即ち其の差はL'M線に對し、L'より直角を作るべき直線を引けば得られる。此の差が半波長に等しければM'點は干渉の爲に暗線が現はれるM'よりも離れたるM''の位置になると此の差は一層大なり若し夫が一波長の差であるならばM'點は強め合ひたる光によつて明線が出来やう。かくして二光線の差が半波長の奇數倍即ち5, 15, 25, 35, 等になる點は毎も暗線を生じ、半波長の偶數倍1, 2, 3, 等の點は明線を現はす事となるのである。是はMの左方に於ても同様の譯で明暗の縞が連續する、斯様の干渉縞は一定波長の光

波に對して起るのであるから、光源が赤色光であれば縞の幅は最廣く紫色光は最狭い、光源を白光にすれば其白光中に含まるゝ赤、橙、黄、綠、青、紫等の光は夫々幅を異にする明暗縞を作り、是が重なるから暗線なきスペクトルの如き色の縞が出来、但し中央のM點は總ての色光の明線が重なる爲に白色となるのである。

圖八十三第



薄膜干渉の色 極めて薄き透明なる膜によつて美麗なる色を呈する事は吾々の屢出遇ふ現象である、道路に水溜りがあつて油が浮び、此の油が水面に延びて薄膜となつて種々の色を呈し、石鹼玉を吹いて膜が薄くなるに従ひ種々の色に變化して見える事等は著しき例で、皆此の光波干渉から起るのである、此の干渉の理由を考ふるに、前例の如く投射光を一定單光と想像するのが便利である、第三十八圖に於て極めて薄き透明膜が同じ厚さを有し、其膜の上面にあるB點に向ひAより投射する單光ありとし、尙此の上面は總てABに並行なる投射光を受くるものとす、AよりBに投射した光は一方Cに向つて反射し一方は屈折してDに達し、Dより又二つに分

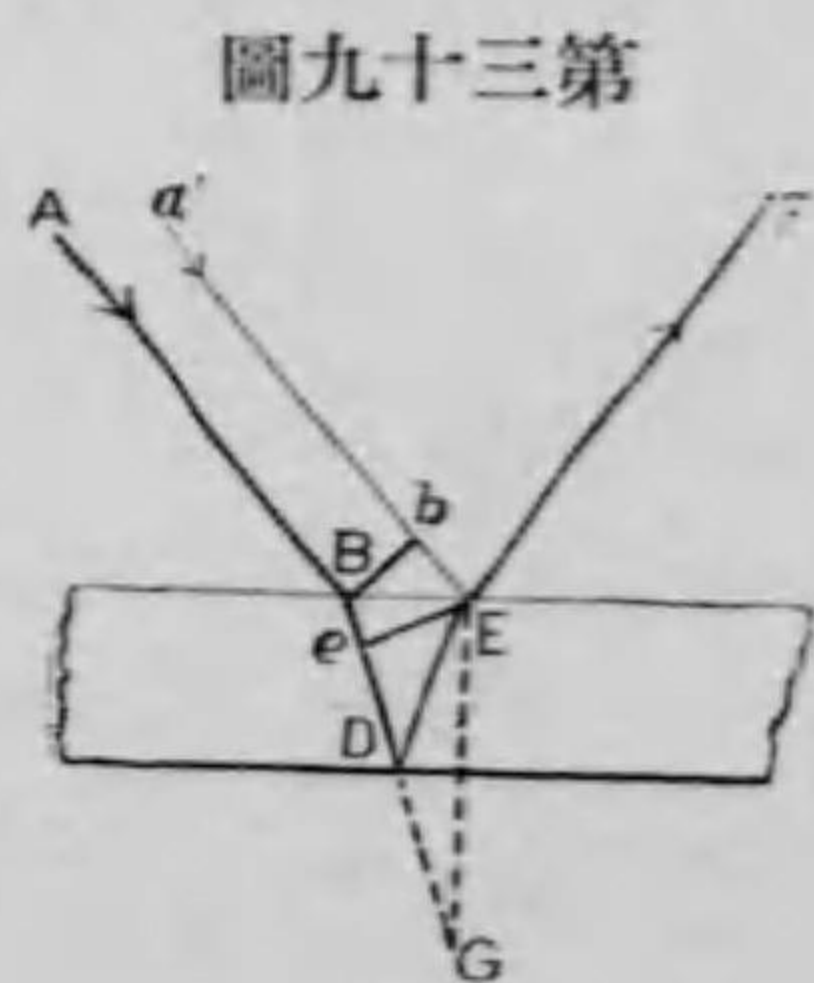
れ其の一つは下面より空氣中に出で行き(圖には省略す)一つは膜中で反射してEに到りEより膜中に反射する光の少しを除くの外、Fに向つて空氣中に發出するであらふ、此の時Aに並行してaよりEに投射する光は又Fに向つて反射せねばならぬ、此の二つがE點に會合する時、一方は膜中を經過して反射し、一方は境界面から直に反射するのであるから、E點に於ける兩者の波の位相は同一であつたり、或は異つたりする、即ち第三十六圖甲の如く同位相で相會するならば反射光は強め合ひ、乙の如く反對なる位相で(即ち一方が他方より半波長遅れて會合すれば干渉によつて振動は休止し反射する光はなくなるのである、膜の厚さが平等ならばEに起る此の現象は板の全面を通じて同様である、反射光が干渉によつて打消されると其の光は膜の裏面より發出し、反射光が助け合つて強くなれば裏面から通過する光は殆なくなつて了ふ、夫故に投射光を黄色の單光なりとすれば、膜の厚みにより膜面が黄色に見えて通過光が暗黒なる時と、膜面が暗黒に見えて通過光が黄色に見える時とある、若しも膜層が一方で最薄くて次第に厚みを増してゆく楔形の様な板であると、黄色と暗黒と交互に縞を作

光源が白光であると其内に含まるゝ何れかの波長の光が前條件に適合して干渉によつて打消され、残部は或色光となつて反射するから膜の厚さによつて何等かの色を呈し、同時に打消されたる色光は裏面より通過する事になる。従つて反射光と通過光とは常に補色關係になつてゐる。

薄膜干渉を起す二光線の行路差

第三十九圖 B 點ヨリ、a E 線ニ對シ B ヨリ垂線 B b ナリ引ケバ、投射光線ノ波面トナル、又 E ヨリ B D 線ニ引ケル垂線 E e ハ屈折線ノ波面デアアル。故ニ A 光線ガ B ニ達スル時、a 光線ハ向 b 點ニ在リ、a 光線ガ境界、面 E ニ來ル時、A 光線ハ膜中ノ e 迄進ム事ニナル。サレバ e D E 或ハ點線 E カラ G 迄ノ路程ガ A a 兩光線ノ行路差デアアル。然ラバ此ノ行路差ガ半波長ノ奇數倍ノ時、反射光ガ干渉シテ暗黒トナリ、又偶數倍ノ時、強メ合フカト云ヘバ、實驗ハ之ニ反シタル結果ヲ示スデアアル。之ハ何故カト云フニ、E 點ニ會スル兩光線ノ位相ヲ考フル爲ニハ、今一ノ條件ヲ加ヘネバナラヌ事ガアル、總テ光ノ反射ニハ粗ナル媒質中デア密ナル媒質ノ面ヨリ反射スルトキニハ、反射光ハ半波長ノ遅レチ生ジ、密ナル媒質中デア粗ナル媒質ノ面ヨリ反射スル時ニハ、此ノ遅レガナイデアアル。即チ此ノ薄膜ガ水トカ硝子トカテ、其ノ周圍ハ空氣ナリトスレバ、a 光線ガ E 點デア反射スル時ニハ半波長遅レチ生ジ、D 點ノ反射ニハ此ノ遅レガナイカラ、假令ハ e D E ナル行路差ガ一波長

ト等シトスレバ、E 點ノ遅レ半波長ヲ引キ去ツタ半波長ガ結局兩光波位相ノ差トナル。又前後ノ媒質ガ硝子ア中間ガ空氣ノ如キ場合ニハ、行路差 e D E ガ一波長ト等シカレバ之ニ D 點ノ半波長ノ遅レガ加ハリ、E 點ニ於テ A 光線ハ a 光線ヨリ一波長半遅レテ會スル事ニナルデアアル。膜ノ厚サガ投射光ノ波長ニ比シテ薄イ時ニハ、二光線ノ行路ニハ干渉チ起ス程ノ差ハナク、トモ媒質ニ關スル半波長ノ遅レニヨツテ、反射光ハ干渉シテ暗黒トナリ、其ノ光ハ凡テ裏面ヨリ通過スル事トナル。次ニ記セルニ、ユートンノ色環或ハ楔形ノ薄層ニ於テ、其ノ最モ薄イ所デアハ、反射光



圖九十三第

ハ暗ク通過光ハ明デアアルノハ、此ノ爲デアアル、層ガ稍厚ミチ加ヘテ A 光線ガ膜ヲ通ル行路差ガ、投射光ノ波長ノ半分ニナルト、D ノ半波長ノ遅レチ加ヘルカ、E ノ半波長ノ遅レチ減ズルカ、何レカニテ、位相差ハ 0 或ハ一波長トナリテ、反射光ハ相助ケテ強メ合フデアアラウ層ガ今少シ厚ミチ加ヘ行路差ガ、投射光ノ一波長ト等シクナル所デアハ、之ニ半波長ノ遅レガ加ハルカ、或ハ減ズルカデア結局位相差ハ半波長或ハ一波長半トナリ、反射光ハ干渉ニヨリテ暗クナルデアアラウ。カクシテ半波長ノ差ガ増加スル毎ニ、明暗交互ノ縞ガ出來ルデアアル。投射光チ白光ニスレバ、極端ノ薄イ層デアハ、矢張り總テノ色光ガ干渉シテ黒チ現ハシ、層ノ厚ミガ増ス方面ニ沿フテ第一ニ見ラレル反射光ハ青色デア、次ハ綠、黃、赤トナリ、尙進メバ、紫、青、綠、黃、赤チ繰返シ、次ニ綠ト赤チ繰返シテ終ニハ白トナルコト後ニ記ス如クデアアル。

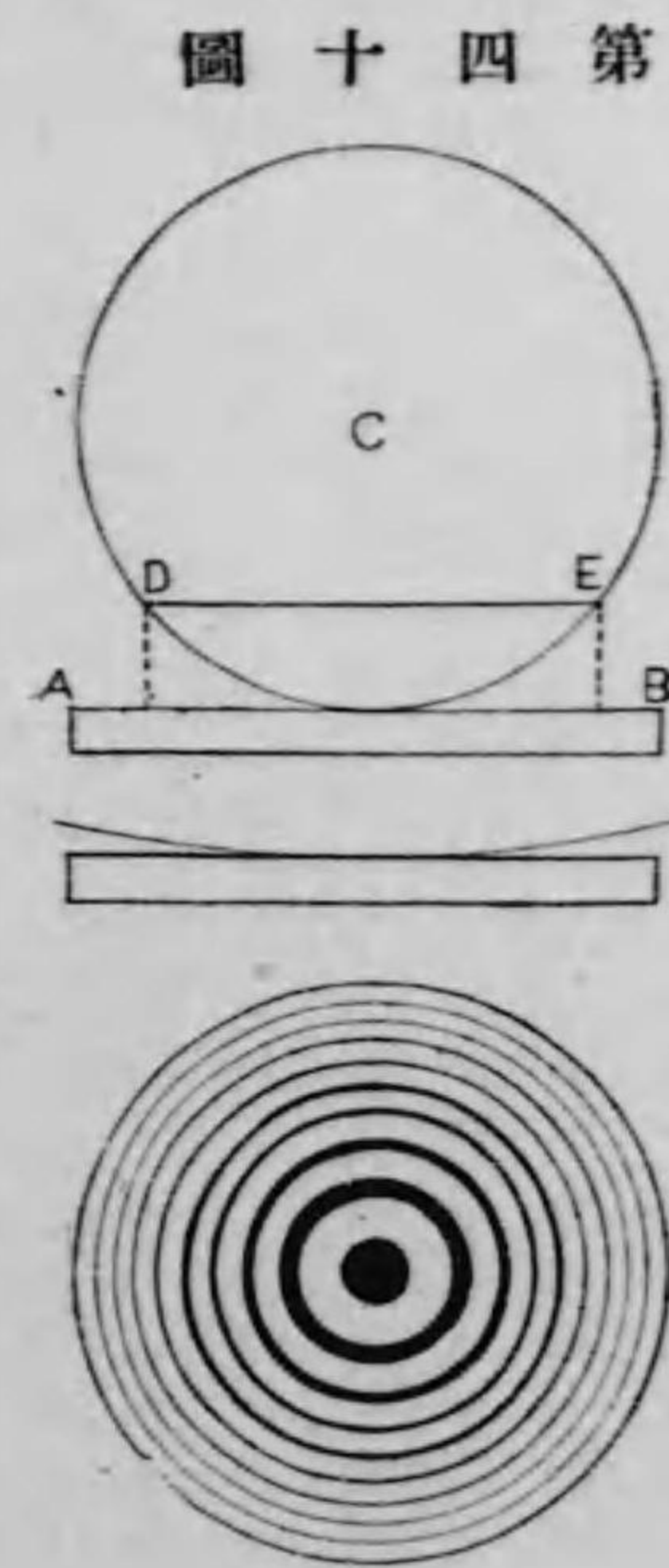
【注意】二媒質ノ境界面カラ反射スル光ノ位相ニ就テハ、前文ト丁度反對ナル説モアル、其ノ説

(六)光の存渉

ニヨレバ「投影光が粗ナル媒質中カラ密ナル媒質ノ境界面ニ來テ反射スル時ニハ位相ノ遅レハナイ、即チ投影點ガ波ノ山ナレバ反射光ハ其儘波ノ山ヨリ始リテ進ム、若シ之ニ反シテ投影光ガ密ナル媒質カラ粗ナル媒質ノ境界面ニ於テ反射スル時ニハ半波長ノ遅レガ生ズル、即チ投影點ガ山デアツタナラバ之ガ谷トナツテ反射光ノ始ノ位相トナレト云フノアル、此ノ說ニ從ヘバ第三十八圖ニ於テ、 L ニ半波長ノ遅レガ生ジ之ガ eD ニ加ハル事ニナル、膜ノ厚サガ最モ薄イ時ニハ D ニ半波長ノ遅レガアリ E ニハ之ガナイカラ暗黒トナリ、若シ eD ガ半波長ト同ジナレバ内部チ通ル光ハ直接反射光ニ比シ一波長ダケ後レ位相差無キト同ジテ強メ合フ事トナリ、結局結果ハ同ジ事ニナルケレドモ理論ハ同一テハナイ。

ニュートンの色環 ニュートンは薄膜干渉を研究する爲に第四十圖の如き

甲 乙 丙



装置を用ゐた、平面硝子板の上に大なる球の半徑を有する凸レンズを載せると、二つの接觸する近傍に空氣の薄き間隙が生ずるであらふ。この間隙は凸レンズの彎曲半徑が大なる

第四十圖

狭い場所が幅廣くなることは、甲乙を比較して分る、ニュートンは約二十メートルの彎曲半徑を有するレンズを用ゐた。此空隙を空氣の薄層としてレンズの平面に直角に單色光を投射すると、中央即ちレンズと平面硝子の接觸點では暗黒なる圓を現はし、夫より明暗交互の同心圓が次第に其の間隔を狭くして周圍に至る。而して明暗同心圓の幅は、赤の單光を用ゐる時最廣く、緑は赤より狭く、青は緑よりも狭くなる。白光を用ゐればスペクトルの如き色環が數次相並び、次第に淡くなつて終には白光を反射する様になる。此の色環は單光を用ゐし時に出來た明暗同心圓を紫から赤迄を重ね合したと同じ譯であるから、中心に近く青が現はれ、次第に色光が重なつて色は淡まり、總ての色が重なる様になれば色は全く消滅して白光を現はす。

是は空氣の薄層が上下の硝子に挟まりたる爲に、丁度楔形の薄膜が、其の薄い端を中心として圓形に回轉して置かれた様なものである。レンズの彎曲度が正しければ平面の中心から或る距離では此の間隙の厚さが幾らであるか、計算し得られ、其の同心圓の各點は薄層の厚さが均一であるので同じ色を現はす事と

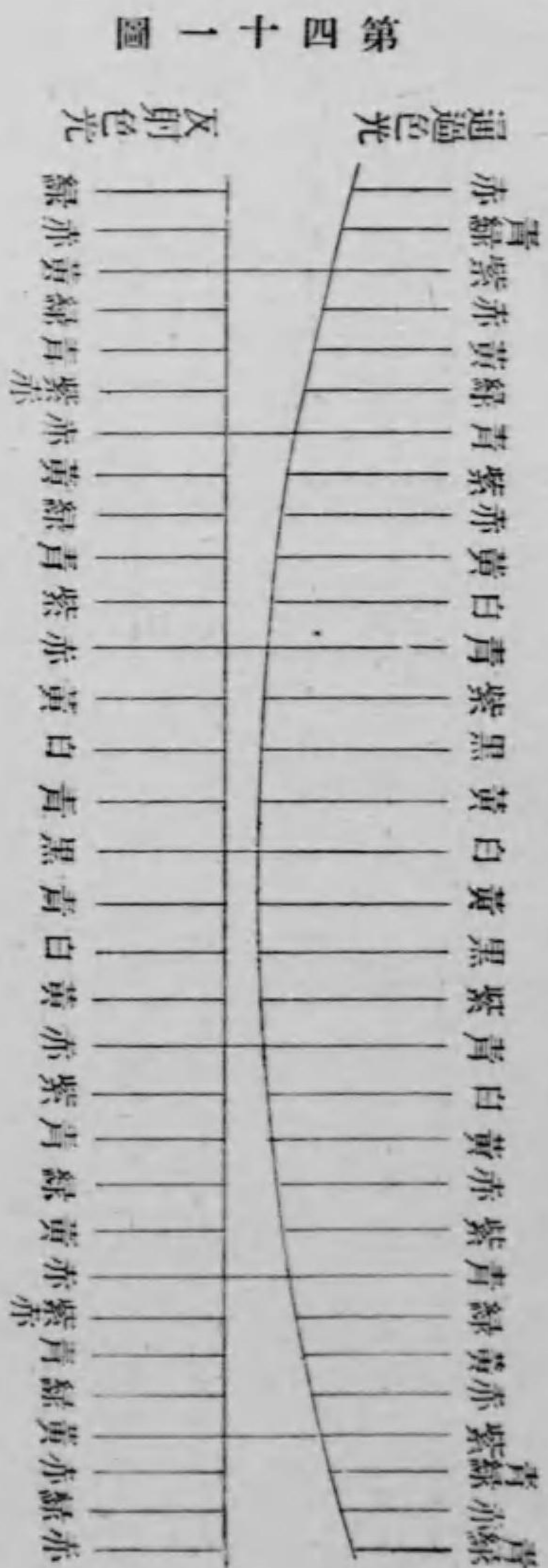
なる。投射光が垂直なればレンズの曲面から反射するものと平面硝子から反射する光とは殆同一の路に進むから、空氣の層の厚さの二倍が投射光の〇、及一波長、二波長等に當る處は干涉によつて黒輪を現はし、半波長、一波長半等の處は明輪を現はすのである。勿論兩光波の位相差は空氣層の二倍に、平面硝子から反射する時の遅れ半波長が加はる事前節に云へる如くである。而して通過光は反射光に於て干涉して失はれたる色光だけが發出するから、丁度上に出る色と下に出る色とは補色關係になるのである。

ニュートン色環ノ中心ハ黒輪アル理由ハ前ニ云ヘル如ク平面硝子カラノ反射ニ半波長ノ遅レヲ生ズル爲ニ光波ノ行路差ハ殆〇ニ近イニ拘ハラズ、半波長ノ位相差ヲ生ジテ干涉ヲ起スノアル夫故ニ薄膜ノ上部ガヨリ密ナル媒質デアリ、薄膜ノ下部ガヨリ粗ナル媒質デアラバ、コノ半波長ノ遅レハニ光波ノ何レニモ生ズルカラ干涉ハ起ラナイ事ニナル。サツサフラス、油ハ其ノ屈折率ガ丁度「クラウン」硝子ト「フリント」硝子トノ中間デアル、夫故ニコノ油チ兩硝子ノ間ニ入レテ薄膜チ作ルト色環ノ中心ハ白光チ反射シ通過光ハ暗クナルノデアル。

ニュートンは薄膜干涉によつて色の現はるべき膜の厚さを實驗から計量し又反射光及通過光光に就て呈色の序列を詳細に表示した。彼の計算では、空氣中

に於ては薄層が吋のミリオンヌ(百萬分ノ一)の半分から其の七十一迄の間で干涉呈色が行はれ、水の薄膜では吋のミリオンヌの八分の三から、同五十八迄の間。硝子では吋のミリオンヌの三分の一から、同五十迄の間に於て、干涉によつて種

ニュートンの薄膜呈色序列表



々の色が現はれ、薄層が是より薄くても厚くても最早色を現はす事はない、と云ふてゐる。波長及干涉の理論を今日の學說の如く考へてゐなかつた彼の與へし

數字は嚴密に正しくないにしろ此の呈色序列表の正しき事は云ふ迄もなく、薄層の厚さに關する呈色表も各部の比例は精確である。

ニュートンの薄層干涉を生ずべき層の厚さと呈色の表 (セウザハーストの書より轉載)

スル 序 次	層ノ色		一ノ時	
	反射光	通過光	空氣	硝子
第一 次	最黒	白	1	1
	黒	黄	2	1 1/2
	淡黒	橙	2 1/2	1 3/4
	青	紫	3 1/2	2
	白	黒	5	2 1/2
	黄	紫	7	3 1/4
	橙	青	8	3 3/4
	赤	白	9	4
	紫	青	11	4 1/2
第二 次	紫	白	12	5
	藍	黄	14	5 1/2
	青	赤	15	6
	緑	紫	16	6 1/2
	黄	青	17	7
	橙	赤	18	7 1/2
	赤	青	19	8
	紫	緑	21	8 1/2
	藍	黄	22	9
第三 次	青	赤	23	10
	暗黄	黄	25	10 1/2
	淡	赤	27	11
	紫	青	29	11 1/2
	鮮	緑	32	12
	淡	赤	35	12 1/2
	淡	青	36	13
	鮮	緑	40	14
	淡	赤	46	15 1/2
第四 次	鮮	緑	52	17
	淡	赤	58	18 1/2
	暗	青	65	20
第五 次	暗	青	71	21 1/2
	暗	赤	71	22 1/2
	暗	赤	71	23 1/2

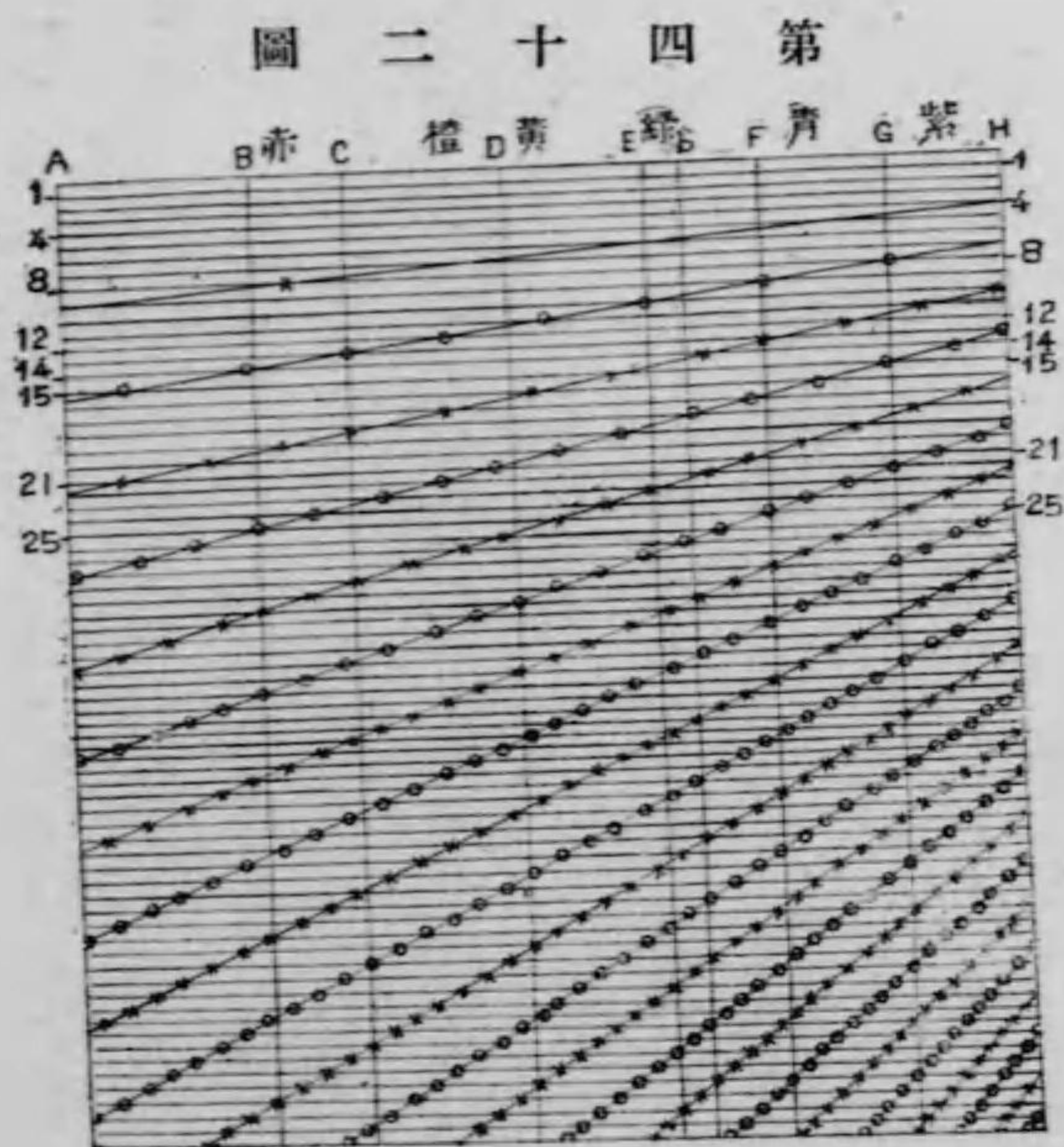
(注意) コノ表ノ尺度時ノ計算ヲ、ミリメートルノ計算ニ變換スルニハ定數二五、四ヲ乗ケレバヨイ

空氣中に於ける反射色を波長に比較するに便なる様、耗の百萬分一單位で計算された薄層の厚さと、呈色の實際とは次表の如くである。

厚	呈色
0	黒
100	灰
140	黄
210	褐
250	赤
280	紫
295	藍
330	青
375	緑
433	黄
475	橙
520	赤
575	紫
630	藍
710	青
750	暗黄
820	淡
900	鮮
980	淡
1025	淡
1170	暗
1330	暗

第四十二圖は薄膜干涉の呈色が薄膜の厚さによつて異なる狀況を圖解せん爲に、著者の考案にて描けるものにて、横線を標準スペクトルの色の割合にて分割し、縦線は膜の厚さを表はすべく水平線にて等分し、其の中に各色光の半波長となるべき斜線を加へ、斜線上の小圓は光の強くなる點、×は光の消滅する點である。假令ば第9の厚みなる膜にて始めて干涉が起り青色を呈したりとする。若し膜が10の厚みになれば、緑を呈し11、12ならば黄を呈し14ならば赤を呈するであらふ、同様に14、15の厚さでは紫、16で青等を呈する事となる。假に9より14迄で所謂第一次色が現はれ、15より25迄で第二次色が現はれるとすると、第三次色以

下では、同一厚さの層の中でも強め合ふ色と消滅する色とが次第に複雑になつて来る事が分るであらふ。即ち最



邊迄を見ると何れの層でも強まる點と消える點とが一個づつあつて補色關係になつてゐるが若し二箇所に強まる點か減える點があつても、其の二つの色を

下の水平線上には赤、黄、緑、青、紫の強まる點と、赤、橙、黄、緑、青、紫の消滅する點との在る事が見られる。是等の數色が混合すれば何れも白となるから、是は膜が厚くなると色を現さないで白くなると云ふ事を説明してゐる。第一序列は干涉が尙十分でないから色は淡く、第二次に至て最も飽和した色が現はれる。是は圖中14より25 26

混合した者が一方の補色に近くなつてゐる事で分る。第三次色以下になると圖の示す如く強まる點と消える點とが三箇所以上も出来る事になり、従て呈色の飽和は減じ、白みを増し或は光度が弱くなつて暗色を現はすであらふ。投射光が單光である時には斯かる色光混合の條件に關係がないから、白光では既に呈色しない程の厚さでも尙明に明暗縞が現はれる。圖に就いて云へば青色投射光を用ゐる時、膜がりの厚さで始めて青色を呈し、厚みが13になると反射色が消えて暗くなり、17では又明るく、21で暗いと云ふ事はF縦線上の○と×とで示されてゐる。

石鹼玉の色 一般普通に知られてゐる薄膜干涉色の例は石鹼玉である。石鹼玉の呈色を詳しく注意して視ると、最初膜が厚い時には白くて、次第々々に球が脹くれ膜が薄くなると、一番始に現はれる色は極めて淡い赤と緑青であるが此の二色が幾度も繰返されてゆく内に少しづつ濃くなつて橙赤、黄緑、紫等が現はれ、最後に飽和した青色と黄色が見られる、其の順序を區分して見ると

第一次 淡い暗紅と 淡い綠青

(六)光の干涉

- 第二次 紫赤 青綠
 第三次 赤紫、紫赤、赤 黃綠、綠、綠青
 第四次 紫赤、赤、橙赤、橙、橙黃、黃、黃綠、綠、紫青、青紫
 第五次 青、黃
 第六次 白(無色淡灰)

丁度ニユートン色次を逆に見たのと一致してゐる、大抵紫赤と綠から段々に變じて青と黃を現はす頃には石鹼玉の命數は既に盡きて破裂する事が多い。液が良好で吹き方が上手なれば青、黃色は褪せゆきて白くなる迄保つであらふ。是は最も長命を保つた球と云つてもよい、此時の膜の厚さは約耗の萬分の一に近いのである。

石鹼玉を吹く時管の端に液が多く着き過るか、或は息を吹入れる調子を誤ると、球が充分大きくならない、色も美しく出ない前に破裂する。此の時跡に残りたる液で再び球が出来る事がある、斯る場合には始から膜が薄いので、前記順序を踏まずに麗しき綠黃や紫赤等が現はれ、續いて青や黃が出る、青黃が出る頃にな

ると球は小さくとも既に餘命はないと云ふ事は誰も經驗して知つて居る事である。又石鹼玉を脹らし中途に息の吹込を止め、管を垂直に保持すれば、球は夫以上に擴大せざれども液の重みによりて上部の膜は次第に薄くなり下部は厚くなるので球の色は漸次變りゆき球を脹らす時と同じ結果を示すであらふ。

石鹼玉の球曲面の代りに、平面薄膜として實驗せんには、小兒が草の莖の堅くして線狀をなせる物を採り、是を環にして口に含み唾液の薄き面を環の中に作り鏡だと云つて遊ぶ事がある。其の鏡に倣つて針金を以て環を作り石鹼液の中に浸して靜に取上げると薄膜が張つてゐる。是を垂直にして約四十五度の投射角で光を與へると膜は石鹼玉と同く色づく。垂直に保つ事暫時なれば重みの爲に膜の厚さが變化し、上部は薄く下部はより厚い、從て色も異つて來る。アブネイは針金の代りに寫眞レンズの口金(トップ)を用ゐ、箝搾子で保持して垂直になし四十五度の角で光を送り圓形像の反射せらるゝ途にレンズを置くならば直徑數尺の像を作つて多人數に示す事が出来る。又此の大なる像の代りに、より大なる焦點距離のレンズを用ゐて、分光器のスリットの上に投射せしめると、美しき

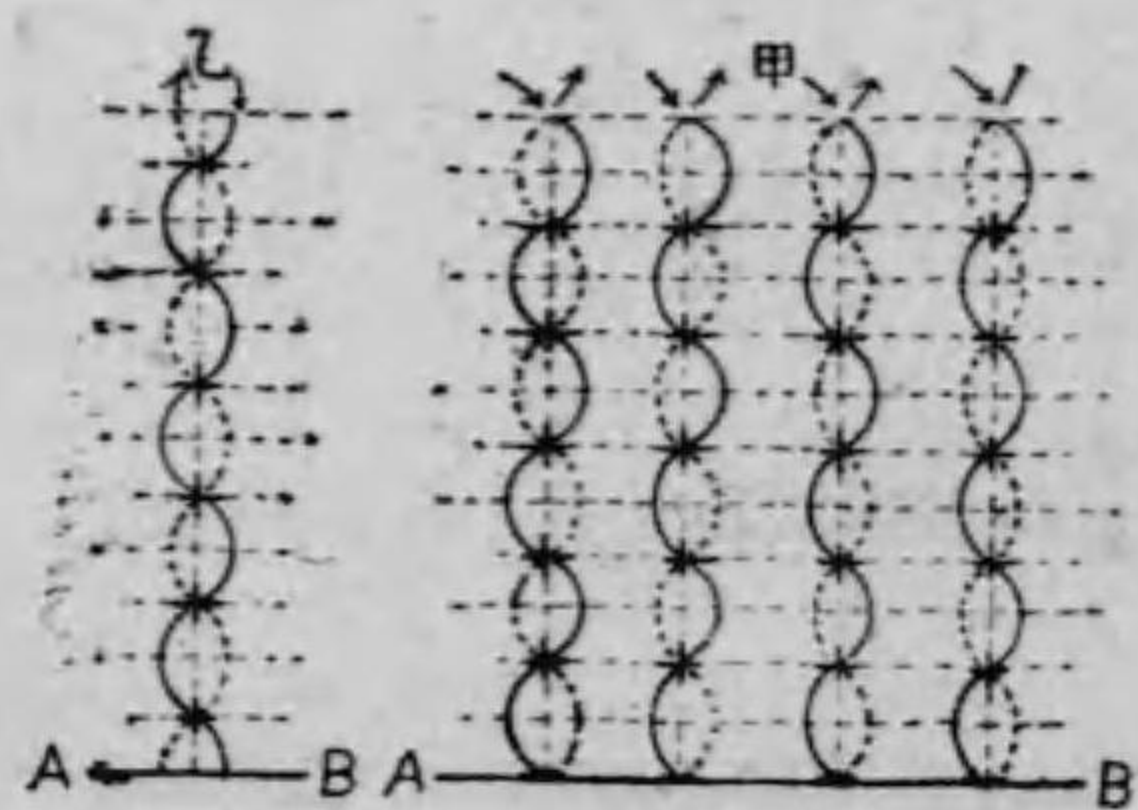
スペクトラムが見えて其の内には或る部分の色を消失してゐる事を検査するに便利であると云つてゐる。勿論直視分光器で直接に見る事も出来るのである。

最良ノ石鹼玉液 手得ル方法トシテ「レイノルド」及「カー」ノ推薦シタル法ハ、次ノ如クニシテ作ル。壘ニ四分ノ三ダケ蒸溜水ヲ入レ其ノ内ニ「オリエント」曹達(植物油ヲ作リタル石鹼)「マルセル」ユ「石鹼」ノ如キ者ヲ入レ密栓シテ太陽光ノ下ニ放置シ充分溶解シタル後上等ノ「リスリン」ヲ壘ニ一杯ニナル迄加ヘ、ヨク振盪シテ一週間暗處ニ置き其ノ後泡沫ヲ固形ノ滓ヲ濾ス爲ニ吸水管ヲ用キテ他ノ壘ニ移シ液ノ「パイメント」毎ニ「強アンモニア」一二滴ヲ加ヘテ暗所ニ保ツ液ハ温メ又ハ濾シタノアナクテハナラズ。

○環形ノ薄層 充分平坦ナル硝子二枚ヲヨク研磨シ之ヲ重ねテ其ノ一方ノ端ニ金箔ヲ挿入スル時ハ兩板ノ間ニ楔形ノ空氣層ガ出來テ之ヲ單色光ヲ照ラセバ並行ナル明暗縞ヲ現ハシ日光ヲ投射スレバ並行ナル縞ハ「ニュートン」環ノ色ト同ジモノトナル此ノ呈色狀況ヲ考ヘントスニハ第四十二圖ノ斜線ヲ左方ニ連續セシメテ研究セバ明瞭ナルベク其ノ色ノ列ハ第四十圖ト殆一致スルデアラウ。

○ニュートン環及楔形薄層ト同ジモノヲ最手輕ニ實驗センニハ平坦ナル硝子(著者ハ寫眞乾板ノ不用ニナリタルモノ)膜ヲ取り去リ、ヨク研磨シタルモノヲ用ヒタニ二枚ヲ重ね兩手ノ拇指ト食指トニテ硝子ノ中央ヲ強ク壓縮シ斜ニ之ヲ見レバ指ノ下ヲ中心トシテ不規則ナル圓形色環が見ラレルデアアラウ。

圖三十四第

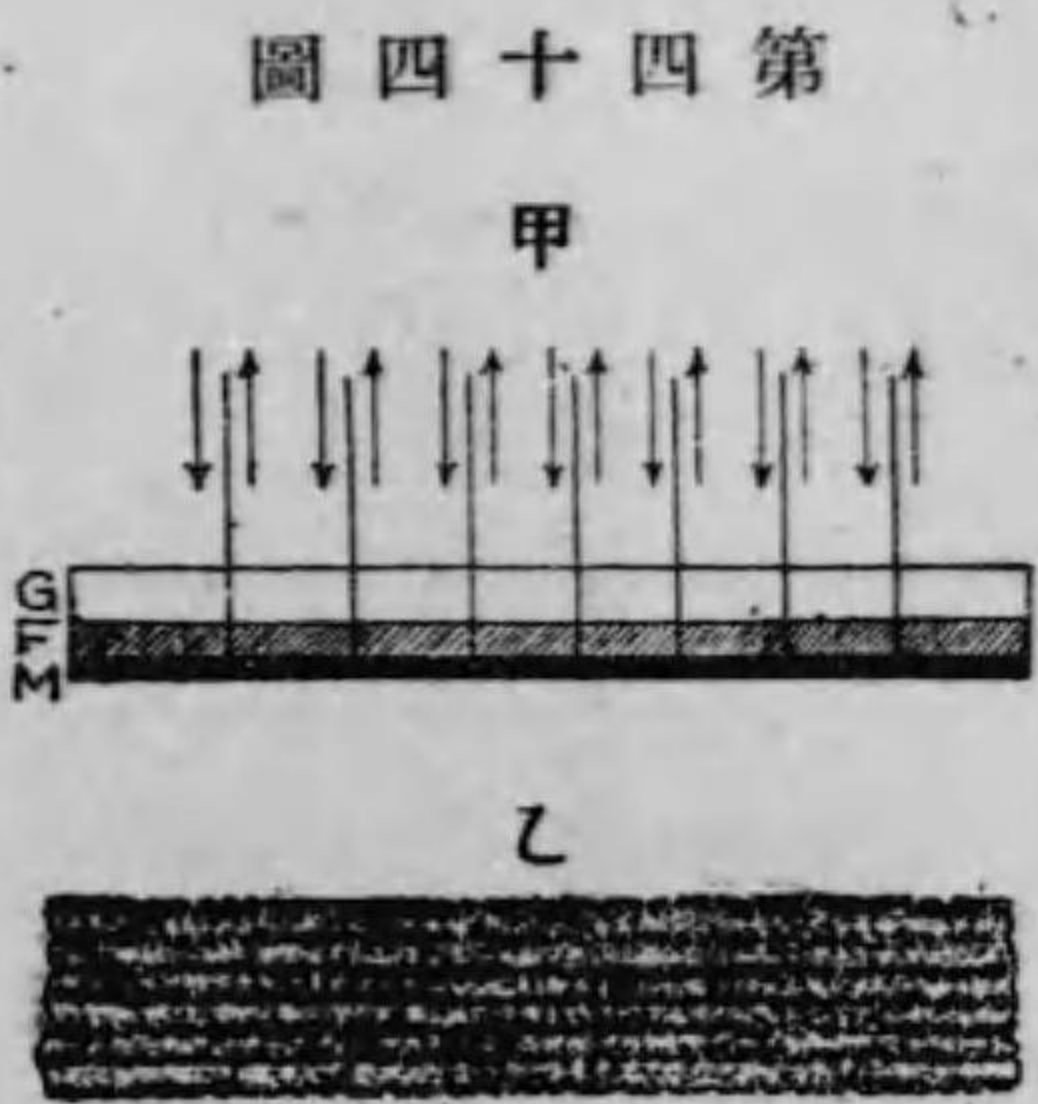


○道路ノ水溜リニ色々ノ形状ヲナセル虹色ハ、又前件ト同シ理由カラ出スル現象ナリ。是ハ道路ヲ通行シタル車輪カラ油ガ水上ニ落テ、コノ油ガ擴播シテ薄膜トナリ、膜ハ所々厚サカ不同ナル爲夫ニ應ジタル色ガ現ハレルノデアアル。特別ニ之ヲ實驗セントナラバ、地上ノ水溜リ或ハ稍大ナル器物ニ水ヲ入レ置キ、石油或ハ他ノ油ヲ箸カ棒ノ先ニ極少シツケテ其ノ水ノ中ニ入レルト、油ハ忽水面ニ擴ガリ見ル種々ノ色ガ現出スルデアアラウ。此時ヨク注意シテ色ノ生ズル順序ヲ見ルト、大抵始メニ赤ト綠青ガ現ハレ最後ニ黃色ガ出ルコト石鹼玉ノ條ニ云ヒシト同シ事ナリ。油ノ膜ガ十分薄クナラバ黃色、青色ハ現ハレナイノデアアル。色ノ擴ガリタル時棒ニテ少シク膜面ヲ動かスナラバ種々ノ曲線狀ニ美シク彩ラレタル墨流シノ如キ圖案模様ヲ見ル事ガ出來ルデアアラウ。

或人ノ實驗ニヨレバ一滴ノ石油ハ約七尺四方ニ迄擴ガルト云フ事デアアルカラ其膜ノ薄サモ想像セラレル。
○硝子面ニ水ヲカケテ裂テ拭フト、其水ノ痕跡ガ僅ニ殘ツテ色ヲ呈シ、金屬ノ酸化ニヨリ薄膜ヲ生ジテ種々ノ色ヲ呈スルノモ、皆コノ薄膜干涉ノ理由ヲ以テ説明セラレル。

○定常波 鏡ノ如キ完全ナル反射面ニ垂直ニ單色光ガ投射スルト、前ニ云ヘル如ク波ノ位相ハ半波長遅レテ反射スルカラ鏡面ノ處テ投射波ト反射波トハ干涉シテ消滅シ、鏡ヨリ半波長ゾ、
(六)光ノ干涉

離レタル點ニコノ消滅點即定常波ノ節ト名ケラレタ面ガ出來ル。是等節ト節トノ中間即チ腹ト稱セラレタル部分ハ、振動ノ方ガ倍加スル管デアアル。リツプマンハ是ヲ證セントシテ定常波ノ寫眞ヲ撮ツタ。其ノ方法ハ特別ニ製シタル寫眞暗箱ノ取替ニ乾板ヲ普通撮影ノ時トハ反對ニ、硝子面ヲ「レンズ」ノ方ニ向ケテ挿入シ、取替ノ後方ヨリ水銀ヲ注入シ、其ノ口ヲ閉ヂテ、日光、スベクタラ



圖四十四第

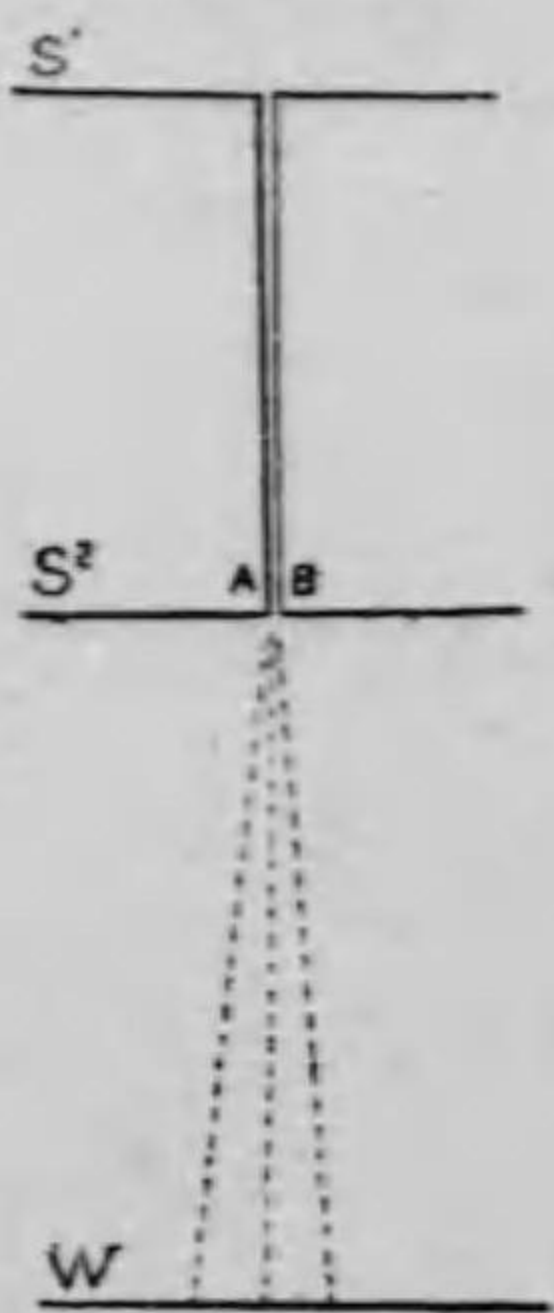
々其ノ色光ノ半波長ト同シ厚サアル。今之ニ硝子ノ方ヨリ白光ヲ投射スレバ、夫々始ニ受ケタ波長ノ色ヲ現ハシテ美シキ色寫眞トナル。此ノ理由ハ膜中ノ透明ナル部分カ例ノ薄膜ノ作用ヲナシ、例ヘバ赤光ヲ出來タ膜面ハ白光中ノ赤色光ノミヲ反射スルニ適合シ、他ノ光波ハ干涉ニヨリテ銀膜中ニ吸收セラレテ了フカラ、スベクトル「チ」撮影シタ者ハ立派ニ其ノ色ヲ見ルコトガ出

來ル。

(七) 光の回折 (Diffraction of Light)

光は一般には直進するのが本體であるけれども、此所に記す特別の場合を除外例の様に思はれる。第四十五圖にある如く、S¹の障屏に設けし約二耗の幅を有する垂直のスリットから日光を暗室に導き、之を第二の障屏第一より約五尺を

圖五十四第



隔て置かれる。S²にある約一耗の幅なるスリットに投射せしめ、S²より五六尺の後に白紙を貼りたる衝立Wを置くと、此の衝立の上には第二スリットの幅と同じ廣さの光點が現はれるのでなくして、其幅は左

右に擴がり、且中央には白き線條ありて其の兩方にフレネルの干涉縞と同じものが並びて現はれる。若し第二スリットを色硝子で掩へば明暗交互の縞を現はすのである。スリット幅が小なる程衝立の像の擴がりは廣く、スリット幅が廣くなる程像は段々狭くなり、或る一定以上(光の波長を數千も含む程)の廣さに

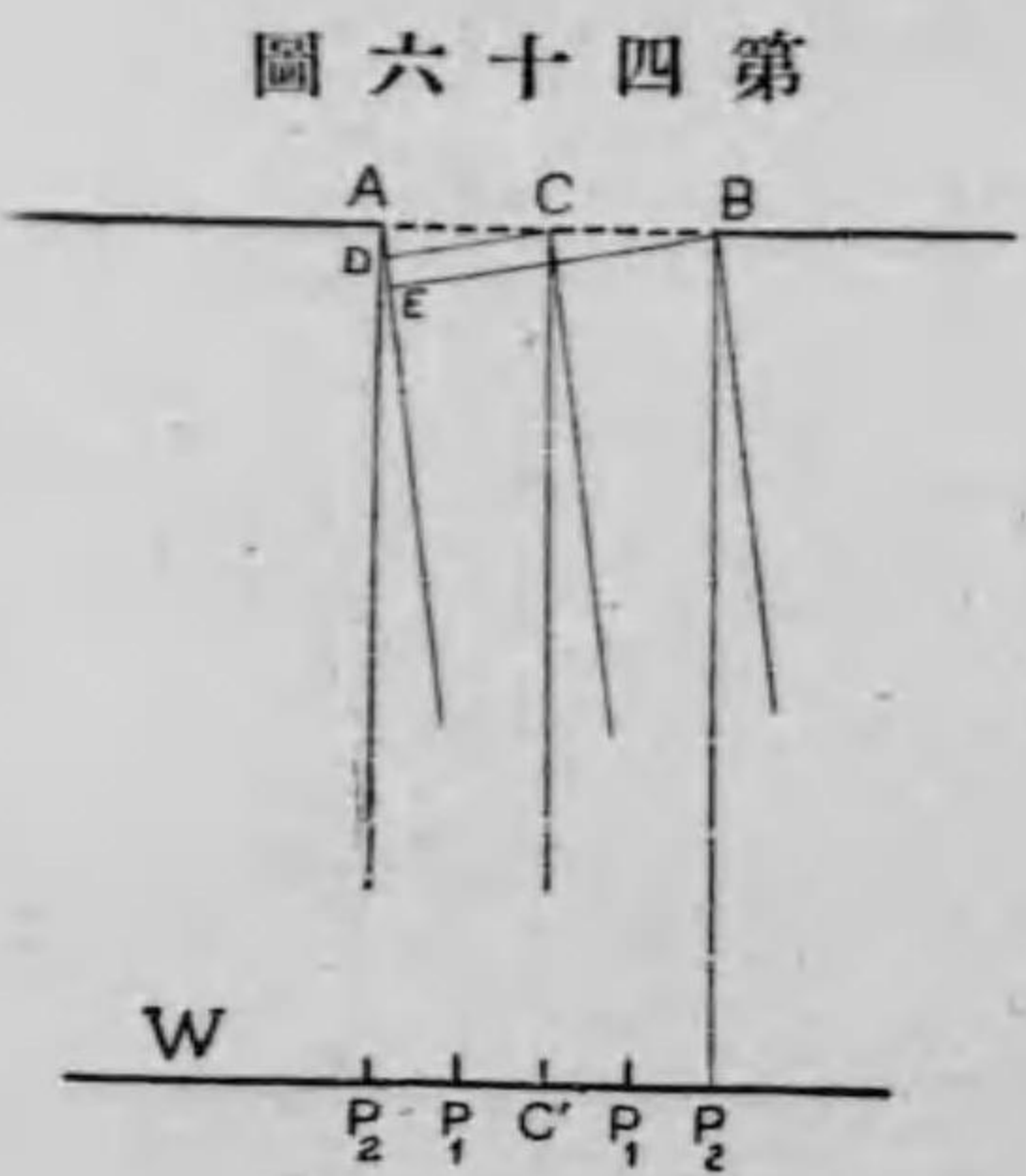
(七) 光の干涉

なると此現象は消滅して單にスリットの幅と同じだけの白光像となつて了ふ。
 簡單ニ實驗スルニハ、錫ノ箔ニ縫針カ小刀ニテ幅約二耗、及一耗ノ細隙ヲ切り、之ヲ硝子面ニ張り
 付ルカ或ハ寫眞乾板ノ黒ク現像シタルモノ、不用ニナリシヲ利用シテモヨイ。先ヅ二耗ノ細隙
 ナリ強キ燈光ノ前ニ置キ、之ヨリ五六尺ヲ隔テタル所カラ一耗ノ細隙ヲ通ジテ前ノ細隙ヲ望ムノ
 デアル。細長キ細隙ノ代リニ小圓孔ヲ用キレバ同心圓ノ重リタル回折像が見エルノデアル。是等
 ノ場合ニハ眼ノ網膜ガ本文ノ衝立ノ代リニナルト考ヘテヨイ。

されば光が充分狭き間隙を通過し來れる時に此の現象は起る、是を光の回折
 と稱し、其の理由は次の如くにして解釋せられる。ハイゲンスの考に従へば光線
 が前記の如く狭い間隙を通つて來るとスリットA B中のエーテル分子は總て
 光源より等距離なりと見做し得べきを以てA B中の各點は總て同様の振動狀
 態にありて、其處から何れも球形波を傳播する事丁度三十六圖乙の如く澤山の
 波が出てゆく、詞を換へて言へば、A B中なる各點は夫々發光中點(光源)の如くな
 りて扇形に發散して進行するから、衝立の上には澤山の光波が會合し、其の内
 位相の等しき波(光波の山と山或は谷と谷)が會する點は明るく、位相の異なる波
 (光波の山と谷)が會する點は暗くなる、投射光が白光ならば其の内の或る波長の

單光が前記の關係で消滅し、残りの光波が合して色を現はすのである。

此ノ複雜ナル光波ノ會合ニ就テ少ク詳細ニ考ヘテ見ヤウ。理解ノ便ヲ計リ投射光ヲ一定ノ單色
 光トスル。A B「スリット」ノ幅ハ非常ニ狭ク之ニ比較シテ「スリット」ヨリ衝立迄ノ距離ハ甚遠イカ
 ラ「スリット」中ノ各點カラ衝立ノ上ノ一點ニ集合スル光線ハ總テ平行ナリト見做ス事ガ出來



圖六十四第

夫故ニ何レノ場合ニモA Bノ各點ヨリ出ル平行光
 線ニツイテ干涉ノ狀況ヲ研究スレバヨイノデアル。先
 A B及其ノ中ノ各點カラ直角ニ進行スル平行光線ニ
 ツイテ考フルニ、A Bニ平行ナル波面ハ常ニ同ジ位相
 デアルカラ互ニ助け合ヒA Bニ對スル衝立ノ上ハ最
 モ明ルキ像ヲ現ハス筈デアル。次ニA Bニ直角ナリシ
 前ノ光線トハ少シク傾キ、若干ノ角ヲ有スル平行光線
 ニツキテ考フルニ、第四十六圖A B C及其ノ中間ノ各
 點ヨリ平行ニ進ム光線ガ遠ク離レタ衝立W(圖ノWハ
 A Bヨリ離シテ見ルベキデアル)ノ上ナルP、ニ集ルモ
 ノト假定スレバA P、C P、B P、ノ路程ハ同一テナイ其ノ差ハC及Bヨリコノ平行線ニ垂線C D
 B Eヲ描ケバ得ラレル。即C P、ハ一番近クA P、ハ最遠イ夫ダケBハ速クP、ニ達シC及Aハ夫々
 E D及E Aノ路程ヲ進ム時間ダケ遅レテP、ニ達スルカラP、ニハ位相ノ異なる波ガ合スル事ト
 ナル。此ノ時A Dガ光波ノ半長波ト等シケレバ(ソノ時A Eハ一長波ト等シ)D點ハ位相ノ異なる

(七)光の干涉

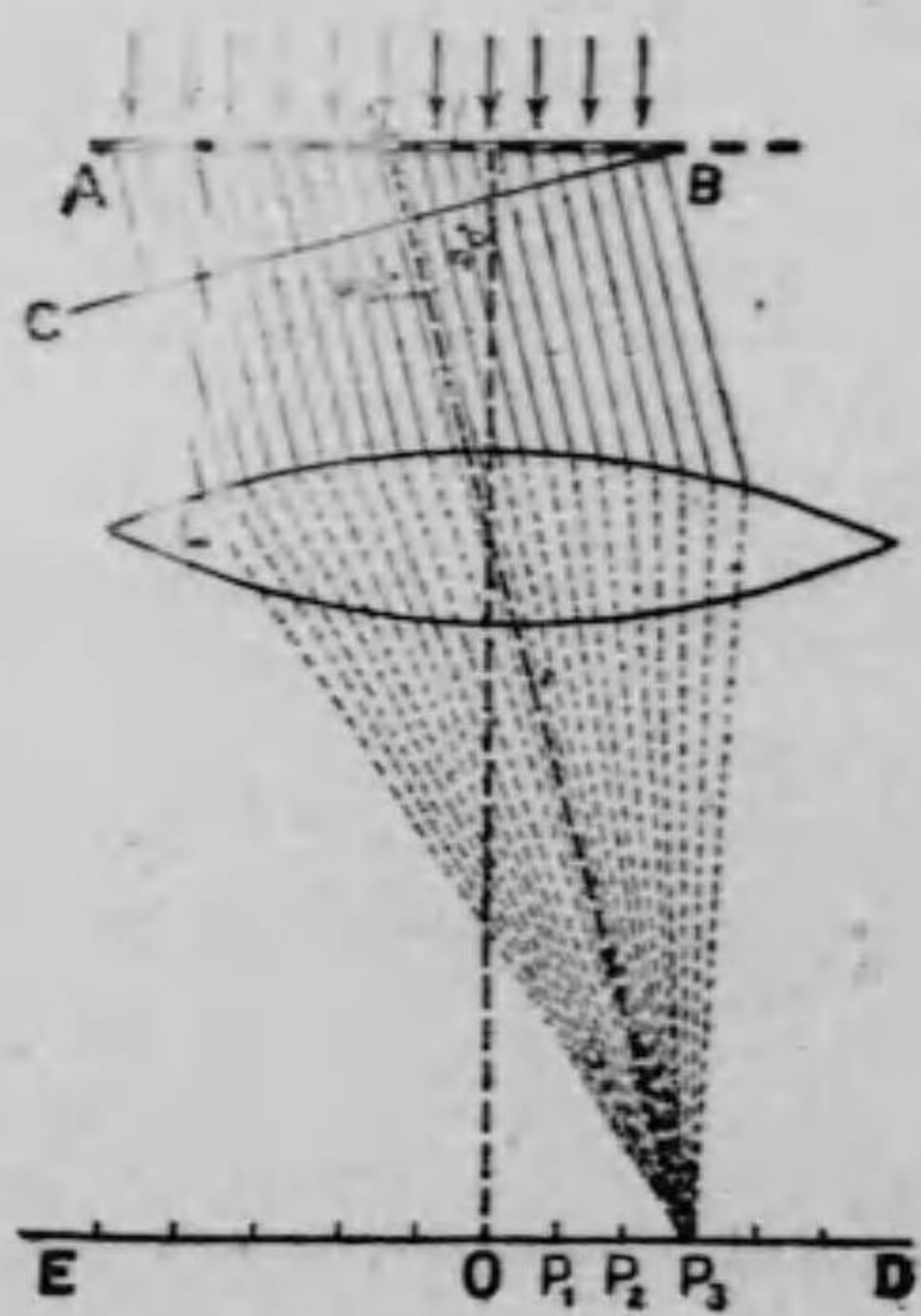
波(山ト谷)が會合スルカラ暗キ帯トナルノデアアル。尙A C Bノ中間點ヨリ出ツル光線ヲ考ヘテ見ルト試ニA C及C B間ヲ何レモ五分シ、A 1, 2, 3, 4, C 1, 2, 3, 4, Bトシテ平行線ヲ描クナラバ1ト1, 2ト2, 3ト3, 4ト4, ハ何レモA Cノ行路差A Dト等シキ行路差ヲ有ツカラP, 點ニ來ル時ハ總テ干涉シテ消滅スルノデアアル。又次ニ前者ヨリ今少シ傾斜シテ進行スル平行光線ヲ考フルニ、是等ノ光線が衝立ノ上テハP²ニ集合スルト假定スルナラバ、コノ平行線ニ前ノ如ク垂線ヲ描クト直角三角形ノ一邊A D或ハA Eが前ノヨリモ長クナルデアアラウ。即行路差が増ス事ニナル。此ノ時A Dが一波長(A Eが二波長)ト等シケレバP²點ニハ同位相ノ光波が會合シテ明キ點ヲ現ハスノデアアル。カクノ如ク行路差が半波長ヅ、増加シテユク毎ニ暗點ト明點ト來ル。スリットノ中心ヨリ右方ニ於ケルコノ光景ハ亦左方ニ於テモ同様ナル事ハ無論デアアル。フラウンホーフエルハ「スリット」ノ後ニ收斂「レンズ」ヲ置キ其ノ焦點ニ衝立チ立テル事ニヨツテ右ノ説明ヲ理解シ易クシタ。第四十七圖ニ於テ衝立ノ上ナル任意ノ點假令ハP²ニ來會スル光線ノ位相ヲ考フルニ、P²ト「レンズ」ノ光學中心トヲ結ブ直線ニ直角チナスベキB C線ヲ引キ、之ヲ紙面ニ直角ナル平面トスレバ、C B面ノ各點カラP²ニ來ル光ハ總テ同位相ト見做シ得ベク、位相差ハ唯B C面カラ「スリット」迄ノ間ニ於テ定マルノデアアル。

一個ノ「スリット」ノ代リニ接近シタル二個ノ「スリット」或ハ極メテ小キ深山ノ「スリット」ヲ連接シテモ同ナシ譯デアアル。

第二章に述べた回折格子は此理を應用して作りたる物にて、硝子の面に非常に微細なる線條が縷まれ、其の線の處は不透明になるから、其の間の透明なる線

條は、前記のスリットを連接したるものとなり、回折縞は非常に著大明瞭になるのである。

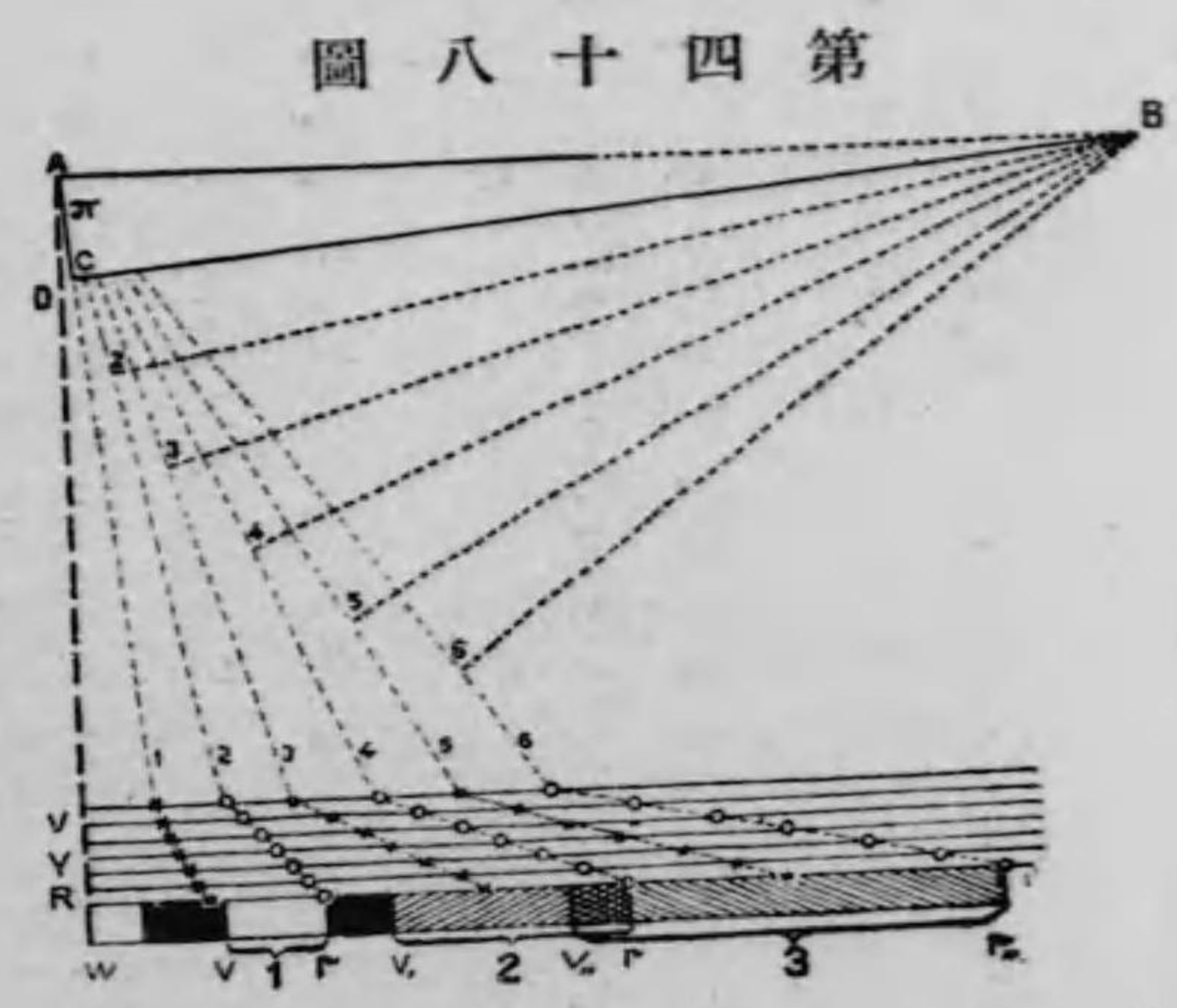
圖七十四第



回折格子ハ等距離ニ「スリット」ヲ並列シタルモノト見做シ得ベク、コノ各「スリット」カラ衝立ノ面ニ來ル光波ノ狀況ハ前記一個ノ「スリット」ノ場合ト同シ譯デアアル。第四十七圖ニ於テA Bヲ紙面ニ直角ナル格子トシ、Lナル「レンズ」ノ焦點ニE Dナル衝立チ置クモノト考ヘル。今E D面中ノP²ナル點ニ集合スル光波ヲ考究スルニ、P²ヨリ「レンズ」ノ光學中心ヲ通シテL P²線ヲ引キ之ニ直角ニC B線ヲ引キ之ヲ紙面ニ直角ナル面トスレバ、格子ノ各「スリット」ヨリP²點ニ集會スル光線ノ行路差ハA C及C Bノ間ナル平行線ノ長サニヨツテ定マル事前ニ述ベシ如クデアアル。格子ノ不透明部及透明部一個ヅ、チ一組トシテ、格子全體ニハ非常ニ深山ノ組ガアルカラ、コノ行路差ヲ考フル事ハ非常ニ面倒デアアル様ニ思ハレルガ、實際ハ其ノ内ノ一組ニ就イテ考フレバ他ハ同シ關係トナルノデアアル。假令ハB點ニ近キ一組カラ、出ル平行光線ノ行路差が半波長ニ等シキ事ヲ知ルナラバ、P²點ハ異ナル位相ノ波が集合シテ暗點ヲ現ハスノデアアル。何故カナラバ何レノ組ニモC Bニ平行スル線ヲ引ケバ同形同大ノ直角三角形が出来ルカラ各一組ノ兩方ノ光線ハ何レモ同シ位相差ヲ

(七)光の干涉

有ツテP₁ニ達スルノアアル。尙第四十八圖ニ就テ説明スルト、A Bハ格子ノ内ノ一組ヲ誌シテ擴大シタルモノデアアル、今A Bニ對シテ直角ニ進行スル光線ハ平行シテ衝立ニ明點ヲ與フル事ハ言フ迄モナイ。此場合行路ハ均等テ波ノ位相モ同様ナル事又言フ迄モナイ。次ニ光線ガ前記直角ノモノヨリハ少ク傾キテA Iノ如ク進ムトスレバ、格子ノ各「スリット」ヨリA Iニ平行シテ衝立ニ集合スル



光線ハ幾分ノ行路差ガ生ズル管デアアル。BヨリA I線ニ垂線BCヲ描クト直角三角形ノ一邊ACハ其ノ行路差デアアルACガ投影光線ノ半波長ト同シデアレバ、A I及之ニ平行ナル各スリットヨリ衝立ニ集合スル點ハ暗點トナル。A B C角トD A I角トハ同シ大サニテ之ヲ回折角ト名ケル。次ニA 2ノ如キ傾角ヲ以テ各スリットカラ衝立ニ集合スル光線ノ行路差ハ同クB點ヨリA 2ニ垂線ヲ引キテ出來ル處ノ直角三角形A B 2ノ一邊A 2デアアル。コノA 2ガ一波長ト等シケレバA 2ニ平行ナル光線ハ衝立ノ上ニ明點ヲ作ルノデアアル。斯ノ如ク光線ノ傾斜ガ増スニ從ヒ、直角三角形ノ一邊ハ長サチ増シ、同時ニ行路差ガ増ス事トナル。其ノ行路差ハ半波長チ加フル毎ニ衝立ノ上テハ明暗ガ交互ニ出來ルノデアアル。今假定シタル投影單光ハ紫色ノ光ナリトシテ1 2 3 4等ノ光

圖八十四第

線ガ遠ク距タレル衝立ノ上ニ明暗線ヲ現ハス事Vナル水平線上ニアルX Oノ如シトスレバ(圖ニハ接近シテ描キタレドモV水平線ハA Bヨリ十分遠ク離レ1 2 3 4等ノ光線モコノ方向ニ延長シテVニ達シタモノト想像スベキデアアル)投影光ガ青、綠、黃、赤等ナレバ夫々其ノ波長ニヨツテA C、A 2、A 3等ノ長サ及回折角ガ變化シテ來ル爲ニ、衝立ノ上ナル明暗縞ノ幅ノ割合モ變化シ、紫色光ガV水平線上ノ點ナリトスレバ、黃色光ハY、赤色光ハRノ水平線上ニ描キタル割合トナル。投影光ガ白光ナル時ハ、是等各單光ノ明暗縞ガ衝立ノ上ニ重ナルノデア、圖中ノV、Y、R等ノ水平線上ニアルX Oガ一ツノ水平線上ニ重ナツテ最下ニアル如キ「スペクトル」ノ序列ヲ作ルノデアアル。記號Xハ暗點、Oハ明點ナレバ左方Wハ各單光ノ明點ガ重ナツテ白チ現ハシ、其右ナル黒キ部分ハ各單光ノ暗點ガ重ナリテ暗黒帶ヲ作り、其右ナルVカラR迄ハ所謂第一次ノ「スペクトル」デア左ノ端ニ紫、次ニ青、次ニ綠、次ニ黄、次ニ橙、次ニ赤チ現ハス。其ノ右ニ又暗帯ガアツテ次ニ第二次ノ「スペクトル」ヲ紫ヨリ始メテ例ノ順序ニ現ハレルガ其ノ赤ノ端ハ第三次ノ「スペクトル」ヲ紫ノ端ト重ナリ合ツテキル。第三次ノ「スペクトル」ハ第四ノ「スペクトル」ト一層重リチ増シテユク事ハ圖ニヨツテ想像スル事ガ出來ヤウ、光度ハ中央白帶(圖ノWハ中央點ニテ此ノ左ニハ右ト同シ割合ノ「スペクトル」ガ對稱的ニ出來テキル管デアアル)チ遠ザカルニ從ヒ漸次ニ減少スルカラ、第一次「スペクトル」ハ最モ鮮明デアアル。

第四十八圖ト此ノ説明ヲ了解セバ、回折現象ハ「スリット」ノ幅ガ狭キ程、回折像ノ大ナル事、格子ノ線ノ數ガ一耗ノ中ニ多ク引カレテアル程、回折「スペクトル」ノ幅ガ廣クナル事ノ原因ガ分ルデアラウ。即ABノ幅ガ短キ程半波長ACニ對スル回折角が大クナルノデアアル。

(七)光の干渉

波長ノ測定 ハフレネルノ複プリズム、ニユートンノ色環等ニヨツテモ測定シ得ラレルガ、回折格子ニ於ケル前記直角三角形カラ測定スル方法ガ最も精密ナリト稱セラレテキル。其ノ方法ハ格子ヲ分光器ノ「プリズム」臺ニ直立ニ置キ、格子ノ細隙ト「コリマール」ノ細隙トヲ平行トナシ、單色光ヲ投射光トシテ望遠鏡管カラ回折縞ノ兩端ヲ望ムノテアル。先ヅ望遠鏡ノ十字交點チ一ノ明線ニ合ハセテ圓板ノ日盛リノ讀ミヲ取り、次ニ管ヲ回ハシテ其次ノ明線ニ合ハセテ圓板ノ讀ミヲトル、一方格子ノ幅ニヨツテ第四十八圖A Bノ長サヲ知レバ前ノ二回ノ圓板ノ讀ミヲ回折角A B C或ハD A Iガ得ラレ、從ツテA Cナル實際ノ波長ガ測定セラレル。

金屬凹面格子 研磨したる金屬面に前記硝子格子の如く細密なる平行線條を彫刻したるものは、磨かれた面からの反射光が傷け縷まれたる線の部分に回折して同現象を呈する。ローランドは圓柱狀の凹面なる金屬に、軸に平行して微細の等距離線を引いた。此の場合には別にレンズを用ゐないで直接反射光によつて出來た明瞭なる「スペクトル」の實像を見る事が出来る。

最も手軽に回折縞を見る方法は、筆の軸二本を並べ其の僅なる空隙を兩手の拇指と食指とにて壓縮しつゝ明るき方に向ひて（ランプ、電燈、其他の光源にても）覗くのである。著者が此の原稿を書いてゐる時鉛筆を持つてゐたが、其の鉛筆

の軸端に金屬管が附いてあつて其の面に二三本の環が細密なる刻線で出來てゐた。書用紙の上に此の鉛筆で書を描いてゐると朝日が斜に投射して紙の上に淡色スペクトルの連續した圓弧が美しく映じた、不意に出逢つたので驚いてよく見ると、今の鉛筆の環の細條に日光が當つて回折像を反射したのであつた。日常注意すれば回折像は屢見出す事が出来る、黒き板に細い線の傷がついたものに直射日光を受ける時、黒い絹織物や、積つた雪に日光が投射しても此の現象が見られる。勿論何時でも是は非常に細い線か、小さな點や孔から生ずるのである。

石^ア決明や眞珠介の内部に見える美しき色は、介殼の面が極めて細き線條から組織されてある爲に、光の回折でかゝる色が現はれる。夫で一方から見れば青色少しく視線を變へると綠色、赤色等に見えるのは、夫等の方向に於て干渉を受ける光波が異なる爲である。石決明の介の呈色が回折から生ずる事を證せんとして或人は精良なる蠟を以て介殼の内部に充たし、之を密着して其の像を轉寫した、丁度小兒が或る原型の内部に粘土を充填して土偶を作るのと同じ仕方を用ゐたのである。すると介殼に接した蠟の面には細線が轉寫されて實際の介殼と

同じ立派な色が現はれたと云ふ事である。孔雀の羽、鴨の頸等の羽毛の色、玉蟲や蝶の或る色も亦此の回折から生ずるのである。但是等の細線の形状配列が如何なる状態であつて或色

と或色とが現はれ、其他の色は現はれないかを詳に研究した人はまだ無い様である。

線條が比較的大なる時又其の配列が不規則なる時にはスペクトル全色帯を現はさないで赤、緑、青の三色或は其内

第四十九圖



顯微鏡で見られた蝶の鱗粉

の二色を現はす事もあり得べきである。

回折スペクトルでは赤の部分は甚廣いから、干渉、回折から出来る色には赤と

緑、或は赤と青とが最も眼立つて見える場合が多い。隣接する色が混合したり、重つたりする時には、一方には青か紫、他方には赤と分れるか、或は一方に青緑一方に赤と分れる事が多いのである。

(八) 微粒子に因る光の分離 (Opalescence)

日光の成分即ち其の内に含まれてゐる色の光の分量は常に同一でない事を知る爲に是から述べる一條は甚大切な事柄である。準備として次の實驗に就て考へねばならぬ。硝子の器に水を入れ、此の内に一滴の牛乳を垂らして攪拌すると水は濁つて稍不透明になり、之を上から反射光で見ると青みを帯び、下の方から通過光で見れば橙黄色を帯びて見えるであらう。尙一層著しき同例を観察するにはマスタックレズイン(乳香)をアルコールの八十七部に溶解して之を水に注入し活潑に攪拌せると、反射光は柔き空色に、通過光は橙赤色に見える。液を楔形の壘に入れるか、或は大小數個の壘に入れて直射日光にて通過光を検すると、光の通過する液の層が薄い時は淡き橙黄色であるが層が厚みを加ふる程赤みを増して、終には濃き橙赤色を現はしてゐる。

(八) 微粒子に因る光の分離

かゝる現象は如何にして出来るかと云ふに、牛乳やレズインの分子は全く水に溶解しきらないで眼に見えない微粒分子(光の波長に近い程微細な)が水中に浮遊懸垂してゐる、日光が來射する時、其の内の赤、橙、黄の如き波長の割合大なる振動は、自己の波長より小なる是等の障害物に衝突して之に關係なしに進行を續ける。然るに波長の小なる青、紫の如き光振動は此の微分子に衝突すると進行を妨げられ、止を得ず他の赤、黄等の光振動と分離して其處から反射する事となり、かくて白光は二つに分れると共に何れも色の光として眼に映じ、液層の薄い時は反射光に紫、青の光の混じたる少量を有し、通過光には、白光より反射光の紫、青の少量を減じたる者、即ち稍橙、黄を帯びたる白光が見られる。液層が厚くなるに従ひ、微粒分子に衝突して反射する光が増加するから反射光も次第に濃さを増し夫だけ通過光に光度を減ずると共に色は次第に濃く、且其色に赤みを増す。是は光が層を通過する間に、紫、青より綠、乃至黄の光をも少しづつ反射するからで、微粒分子の比較的大なるものからは波長の大なる振動が反射されるのである。

裝飾に用ゐる一種の硝子に、反射光では青色、通過光では橙、赤色に見える物があつて、是は硝子の内に二硫化錫、角粉等を加へて製するので、是等の微粒分子によつて白光が二途に分れて異なる觀えを與へる事になるのである。

煙の青色も是であつて煙の内には矢張り極めて微細なる炭素粒子が存在して、白光中の小波動を反射するのである。夕暮に田舎の茅屋から立登る煙を見ると屋根や樹木の前では煙は青色に見えるが、夫を離れて空を背景とする部分は帶黄褐色に見える。煙草の煙でも同じ事で、一般に此の現象の反射部を觀察するには、暗黒なる物體を背景に取り、通過光の部を研究するには、前面より強き光を受け、後方より光を受けない様にするがよい。

ロンドンの如き煤煙の多い市街では、夜の瓦斯燈の光が、遠い所のは赤色に近い所は黄色に、其の中間距離のは橙色に見えるると云ふ。我國でも煤煙の多い時、又は霧もやのある夜には同じ事が見られる。

黒キ板ノ上ニ「ホワイトトリード、ジシクホワイト」ヲ如キ白キ繪具ヲ淡ク塗ルト白ク見エナイテ青味ヲ帶ビテ見エ「ホワイトトリード」ニ油煙ノ如キ黒ノ繪具ヲ混セルト純灰色アナク帶青灰色ヲ現ハス、又黄色繪具ニ黑色繪具ノ少量ヲ加エルト「オリ」グ綠ニ變化スル、是等二ツノ繪具ヲ回轉板

(八)微粒分子に因る光の分離

ア混合スル時此ノ方法ハ色ノ混合ノ章ニ詳記スハ純灰色又ハ黄色ノ暗色トナルノデアアルガ之
チ一緒ニ混合スルト青ミが加ハル、是等ハ何レモ微粒カラ分散サレル紫、青光ノ爲デアアル、又人類
ノ眼ノ青又ハ綠色ナルモノモ色素ノ爲デアナク此ノ現象ニ屬スルモノデアアルトルードハ云ツテ
キル。

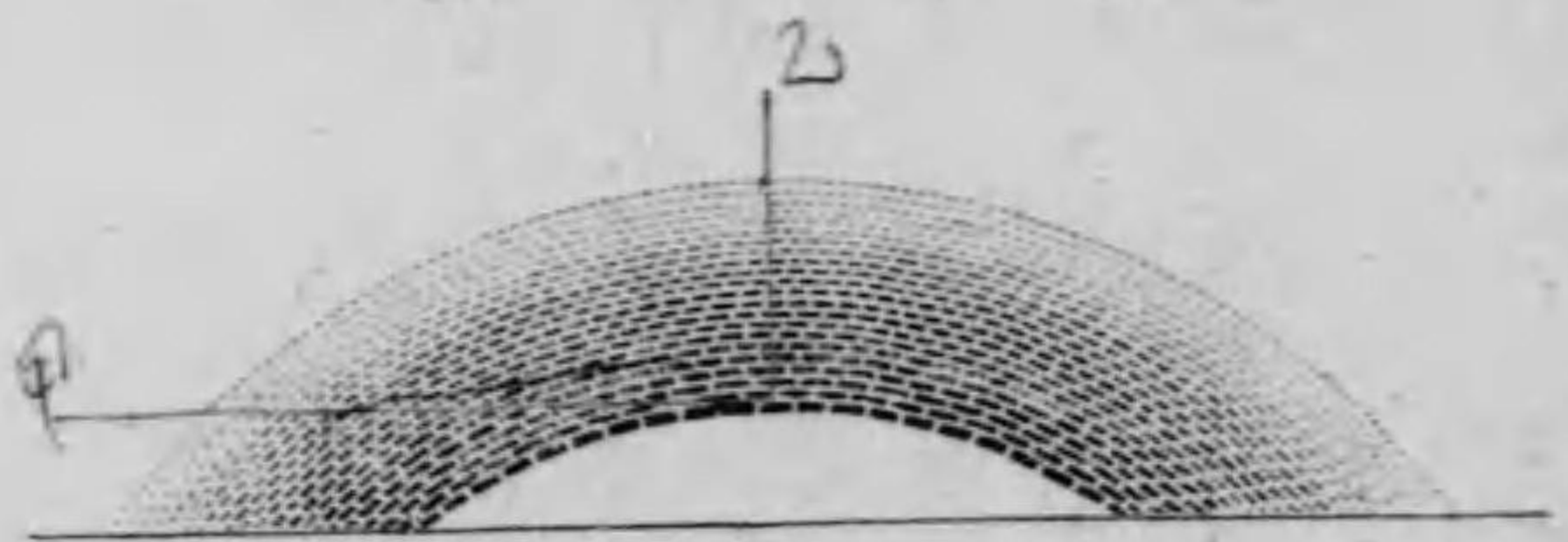
天空の青色は全く此の意味で解釋する事が出来る、地球の周圍にある大氣中
には水蒸氣の微細粒子や、特に塵埃の微分子が澤山含まれてゐる。其高さは地上
約一哩から十哩位地球の表面が殆平均に是で包まれてゐる。而して是等の微粒
分子は、地球の表面に近い所では比較的粗大で上になるに従ひ、次第に微細にな
り、其の微細の程度は光の波長の或者よりも小さい位である、其は空氣が稀薄にな
ると小さく軽い物でなければ含み得なくなる爲である。夫で快晴の日、太陽の光が
地球に來る間に此の微粒の層を通過する時、紫、青の如き波長の小なる振動は、此
の微粒に衝突すると其の進行を妨げられ、白光から分離して反射する、是が所謂
空色である。一方小波長の振動を失つた直射日光は橙黄色の光となる、日蔭の場
所では此の二つが地面、樹木、建築物、塵埃等から反射され之が混合するので再び
本原の白色光となるのである。夫故に白紙を蔭の散光で見れば白色であるが、蒼

空からのみ照されると淡青色に、又直接日光の下では橙黄色に見えるのである

曇天の時には水蒸氣の大なる塊粒が雲となつてゐるので
總ての波長の光が一緒に反射するから空色は見られない
かゝる譯で大氣中に粗大の微粒子がなく極微粒子のみ
なる時には、空の色は最も美はしき色を呈する。秋天雨後の
空が色濃く見え、太平洋や伊太利の空が奇麗だと言はれる
のは此の故である。

霽たる空を仰いで見るとコバト色をしてゐるが、視線を
少しづつ傾けると空色は次第に綠青所謂淺黄色となり、更
に地平線に近づくと、其色が漸次淡く白く曇かされてゐる
是は吾人が頂上を向く時と、地平線に向く時との視線は第
五十圖に示す如くなるから、光が微粒層を通過する距離
が異り、甲は乙よりも比較的粗大なる微粒層を長く通る爲に此の間に前の青色
光と黄色光とが混合して反射されるのである。高い山に登ると平地で見ると時よ

第五十圖



(八) 微粒子に因る光の分離

りも空色が冴えて見えるのは下層の粗大粒子から反射する白光が少い故である。然し乍ら高いと云つても一定以上に迄進むと空氣が稀薄となり極微分子も少なくなるから却て空は暗黒となる事はアルプスの旅行者や高空飛行家の語る所である。

此ノ場合眞空界ハ暗黒デアル、是ハ比較的少數ノ微粒子カラ反射スル青色光カラ星天ノ暗黒色ガ透イテ見エルカラデアラウ、アブネイノ説ニ從ヘバ此ノ空氣中ニアル微粒子ノ分配比例ハ規則的ニ下カラ上ニ漸々減少スルノテハナク、尤モ空氣ガ稀薄ニナレバ微粒子ヲ保ツ事モ困難ニナル譯デアアルガ、地上約三千呎カラ四千呎位迄ノ高サテハ格別著シキ變化ハナク夫以上ニナルト急ニ減少スル、八千呎ニナツテ又急ニ減少シ、二萬呎ニ於テハ實ニ甚微細ニナツテ且數モ非常ニ少クナル、アルプス山ノ一萬二千呎以上ニ登ルト快晴ノ日ニ空ガ暗黒ニ見エル様ニナルト云フ事デアアル。

夕陽が地平線に近づくとその光が黄色より赤色に變化する事、及日没前後太陽附近の雲が五彩に色づけられて所謂夕焼の美觀を呈するものも、又此の微粒分散の結果である。前者は乳香液の實驗に於ける通過光の場合と同じ理由で太陽の光が吾人の眼に達する迄に長い距離の微粒層特には粗大なる粒子の層を長

く通過する爲に、第一に紫、青の光が反射され残り、第二に其の内より綠色光線が稍大なる微粒子から反射され残りは橙色となり、第三に其の橙色光から再び一層大なる微粒子によつて黄色光を反射し、終に残つて眼に達する光は橙赤或は赤色となる。後者即夕焼の方は割合觀者に近い所の雲から右の色光が反射されて生ずるのである。此の雲は空氣の運動によつて廣さ、密度、層の分布等が始終變化してゐる、其處に黄色、橙色、赤色等の光が當つて反射する是等暖色は通過光の雲から反射せられるのであるが夕焼には此外綠、青、紫等の色が見えるが是は反射光が雲から再び反射せられるので其内の青色は例の最初に反射された空色光である、綠、黃、綠は其次の反射光、紫は赤色通過光と空色反射光との混合である、此の如く通過光と反射光とが種々の位置にある雲と吾等の眼の位置との關係から様々複雑なる美景が見られるのである、夕焼の色彩は變幻極りなけれども大體の順序は略次の如くである、先づ太陽の上に白色の圓弧が出来て其の白色は中心を遠かるに従ひ黄色から橙色、赤色、赤紫色に遷る、紫赤色は太陽が地平線下四度にある時最も鮮美で太陽が地平線下六七度に下ると色

は消えて暗青色を経て灰色となつて夜に入るであらふ。夕焼の原因として今一つ考ふべき事は光線の屈折である。空気層は地平面から上層迄の間密度の相違に依つて光線は屈折して吾等の眼に入り來るので、吾等の視線は唯其の眼に近き光線の方向は認知するけれども、其の方向を延長したる所には實際其の光線はないのである。プリズムを通過する光線の條参照)夫故吾等が今太陽は地平線上にあると見てゐる時、實際には地平線下に没して了つた太陽なのである。随つて各色光の屈折度も夫々異つて吾等の眼に來射するのである。

白雪の積つた高山の頂が橙黄色或は時として紅色に染められて見える事のあるのも夕照の空気層を通過する間に他の光波を失つたもの(赤色通過光)が山に當つて反射するので其色が紫を帯びるのは空色光線の反射が混合する爲である。晴天の日遠山が青く見えるのは、山と觀る人の中間に濃密なる空氣があつて眼には微粒から反射した空色が強く感ぜられ、山の樹木等から眼に向つて來る色光は途中にて空氣層の粗なる微粒から他方に反射されて了ふから波動の小なる色光のみが割合多量に眼に入る事となる。距離が短くなつて其山に近づ

きて見れば斯かる映響がないから目的物の詳細が其色と共に見られる。是は唯山嶽のみでない遠方の景色を眺める時に何時も此の映響が加はるであらふ。

太陽ノ色方赤ク見エル意味ヲ摸擬スル實驗。是ハ本條ノ初ニ記シタ「マスチツクブレズイン」ノ液ヲ通過スル光ガ赤ク見エル事ヲアブネイノ工夫テ幻燈ニ應用シタノデアアル。其ノ方法ハ電氣弧燈ヲ光源ニ用キ、幻燈器ノ「レンズ」ノ前ニ圓孔ヲ切抜キタル板ヲ立テテト映寫幕ニ大ナル圓形ガ映ル。而シテ光線ノ通路ニ平面硝子ヲ造ツタ水槽ヲ置キ、之ニ次亞硫酸曹達ノ十倍液曹達一ヲ水ニ溶解カシタルモノヲ充分ヨク濾シテ入レル。此ノ時幕上ノ圓形像ハ唯光源ト同シ白色デアアル。是ヲ日中正午ノ太陽ト想像スル。次ニ水槽ノ液中ニ鹽酸ノ十倍液少許ヲ加ヘルト、次亞硫酸曹達ノ成分ガ直ニ分解シテ極メテ微細ナル硫黄分子ガ水中ニ浮游シ、小波長ノ振動ガ分離シテ反射スルカラ通過光ハ夫ダケノ色光ヲ失ヒ、幕上ノ圓形像ハ黄色ヲ帯ビテ來ル。暫スル内ニ色ハ自然ニ橙黄、橙赤ヲ經テ終ニ赤色ニナル。同時ニ光度ハ始メヨリハ次第二減少スルノデアアル。此ノ美シキ實驗ハ丁度太陽ガ午後ノ三四時カラ地平線ニ没スル迄ノ色ヲ巧ニ模倣シタモノト云ツテモヨイ。尙コノ液中ニアル微粒子ノ作用テ光ガ漸次ニ或ル波長ノモノヲ失ナツテユク事ヲ見シニハ、電氣弧燈ノ光ヲ「コリマートル」カラ導キ「プリズム」ヲ通ジ「スクリーン」ノ上ニ「スペクトル」ヲ投影シ置キ、前記溶液ヲ入レタル水槽ヲ光ノ通路ニ置ケバ、第一「ニ」スペクトル「中」ノ紫ガ消失シ、次ニ青、次ニ綠色ガ消失シ、尙黄、綠カラ黄色迄モ淡クナツテ赤色部ガ獨リ完全ニ殘ル迄ノ順序ヲ明ニ觀察スル事ガ出來ル。

(八)微粒子に因る光の分離

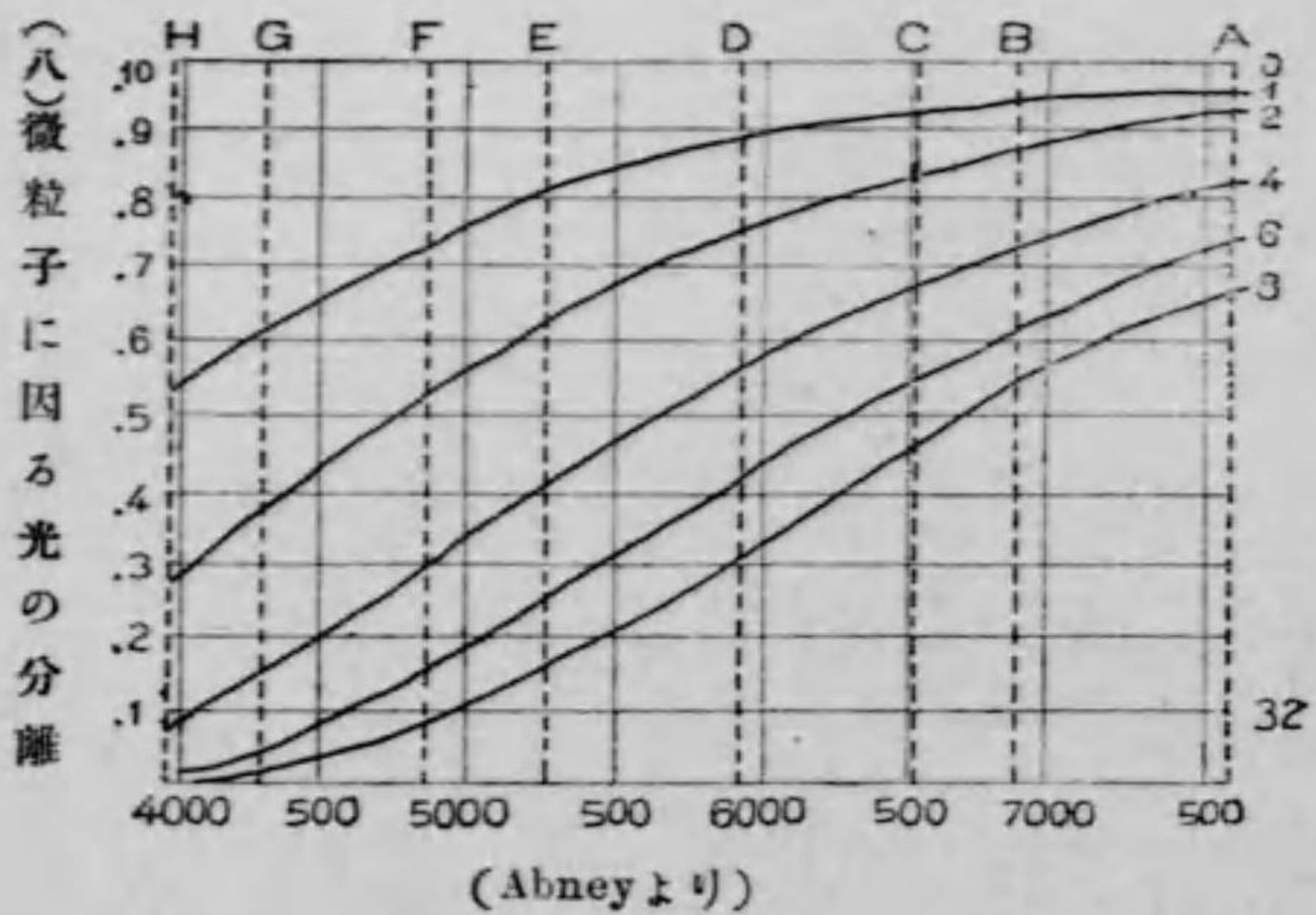
太陽の光が空気中の微粒分子によつて分離消失する量はロイドレリーの研究によつて作れる定式を基としてアブネイは千八百八十五年から同七年迄の間に一年中の種々の日と時刻に於て観測せる日光スペクトラム各部の光度を比較綜合して次の表と曲線圖を作つた。

此圖表ヲ作ツタ方法ハ同氏ノ著書(Colour Measurement and Mixture and Researches in Colour Vision and the Trichromatic theory)ニ詳説シテアル、
表中左方ノ一項ハスベクトルノ黒線符號ニテ色ノ位置ヲ示シ、第二項ハ第一項ノ黒線ノ波長、第三項ハ各色光ガ眞空ヲ通過スル時ニハ同シ價ヲ有ツト假定シタルモノ、第四項ハ各色光ガ空氣ノ微粒層ヲ投射角90度通過スル時即日中午正午時ニ於ケル割合、第五項ヨリ第十二項迄ハ種々ノ投射角ヲ以テ空氣ノ微粒層ヲ通過シタ時ノ各色光ノ割合ヲ示シタモノデアアル、

	0.	90° ¹	80° ²	19°30' ³	14°30' ⁴	11°30' ⁵	9°30' ⁶	8°20' ⁷	7°30' ⁸	0° ⁸¹
A	7594	.955	.908	.857	.815	.775	.736	.707	.665	.107
B	6867	.926	.858	.795	.735	.684	.632	.583	.542	.086
C	6563	.912	.832	.759	.693	.632	.576	.526	.480	.019
D	5892	.863	.754	.655	.569	.494	.428	.372	.323	.001

E	F	G	H
5269	4861	4307	3968
1.	1.	1.	1.
.803	.738	.609	.505
.644	.544	.367	.254
.518	.402	.220	.128
.427	.296	.137	.071
.334	.219	.084	.033
.263	.161	.051	.016
.216	.119	.031	.008
.173	.083	.019	.004

第五十一圖



(八)微粒子に因る光の分離

(Abneyより)

第五十一圖ハ前表ヲ圖ニ作ツタモノデア、上部A B C等ハ黒線ノ位置、下部ノ數字ハ其ノ波長、左傍數字ハ光度ノ量ノ割合即最上部ノ水平線ハ前表第三項ヲ表ハシテケル、曲線ハ前表ノ1 2 4 6 8ヲ表ハシ、3 5 7 32ヲ省略シテアル、32ハ極端ニ濃密ナル空氣層ヲ太陽ガ最モ水平ニ近キ時デア、原書ニハ32ノ曲線ハ描イテアツタノチ今省略シタ、但前表ニヨツテ容易ニ書キ込ム事ガ出来ル、
此表ニ依レバ正午ニハ紫色光ガ赤色光ノ二分一以上ノ割合デアアルノニ、投射角三十度前表ハ總テ地平線ヨリ計リタル角度デアアルニナルト紫ハ赤ノ三四分ノ一トナリ、十一度デアハ紫ハ赤ノ二十分一弱トナリ、八度餘デアハ紫ハ赤ノ約九十分一、七度餘デアハ紫ハ

赤ノ百六十分ノ一以下トナル譯アル。彼ハ又是等ノ各色光ガ混合シタル太陽光線ノ種々ナル投射角ニ於ケル光度ヲ計算シテ次ノ表ヲ作ツタ。

空 氣 層	0	1	2	3	4	5	6	7	8	32
角 度		50°	30°	19°30'	14°30'	11°30'	9°30'	8°30'	7°30'	
光 度 比 例	1	.810	.705	.594	.496	.417	.308	.256	.215	.002

即チ日没時ニハ正午ノ光度ニ比シテ四百二十分一アル。日中ニハ逆モ眼ヲ開イテ太陽ヲ見ル事ハ出来ナイガ、夕日ニナルト左程ニモナク見得ラレルノハ光ノ微粒層ヲ通ル間ガ長クテ其ノ間ニ分雜散亂シテ消失スル量ガ多イ爲デアアル。吾等ガ寫眞ヲ撮ルニ日中ト夕方トテハ曝度ニ非常ノ加減ヲ要スル事、特ニ橙赤色ノ夕照アル時、眼ニハ随分明ルク感ジテモ乾板ニハ餘程深山ノ曝度ヲ與ヘネバナラメト云フ理由モ是ニヨツテ知り得ラレル。

以上述べ來つた現象は主として空中に存在する微細なる塵埃によつて生ずるので、即微塵の齿す賜物である。其外此微塵があるので雲も起り雨も降る。水蒸氣は單に冷却した許では雲にも雨にもならない。其處に凝結の中心となるべき固形分子を要するので微塵が其の役をしてゐる。又微塵がなかつたならば空は

暗黒で日中でも星が見え、直射日光のみが煌々と眩しいのであらふ、暗い室内に少しの隙間から日光がさし込むと光の通る途がよく見えるのも塵埃の浮遊してゐる爲で、若是がなければ其の道は見えないのである。

此ノ光ノ途ガ或ル方向カラ青色ニ見エルノモ空色ノ原因ヲ説明シテ井ル、空氣中の粗なる微塵の量が増加すれば、比較的波長の大なる色光迄分離反射せられる證據には降雨の少い早の時に日出日没時の太陽が特に赤く見える事によつても分る。火山に激しき噴火のあつた後に太陽の色が著しく赤く見える事が多い、千八百八十三年にあつたクラカタア島の大噴火は、其の破裂の響が錫蘭、馬爾拉及濠洲の西部に迄達した程の猛烈なる勢で噴出物が數哩の高さ迄噴上られ方數百哩の間二三呎の高さに積つた、此の噴出物の大部分は微塵となつて高空に飛散したので、夫から數月の後日光の光景が不思議な現象を呈し、時としては西方一帯の空が眞紅に彩られ、尙甚しき時は東半面にも及び、之を見る地方も餘程廣く迄擴がつた、此の變態天象の續く間も甚長く全く平常に復する迄に三年かゝつたと云ふ事である。

尙此の微塵より反射する光は偏光である爲に種々の結果が起つてくる事は
次章に偏光の事を研究した後記すであらう。

(九) 螢光と燐光(Fluorescence and Phosphorescence)

物體が光線及其他のエネルギー振動を吸収すると多くは熱のエネルギーに變
する事は第一章に述べたが、時としては或一定波長の振動を吸収して、之を更に
大なる波長の振動に變化して放射する物體がある。其の振動は光線の内では青
紫の如き小なる波長から、紫外波に互つて之を吸収し、物體の分子原子の關係か
ら物體內で振動形態に變化を起し新なる一定波長となりて反射するもので、其
物體が光を受けてゐる間だけ光るものを螢光といひ、光を受けて後に或時間光
るものを燐光と名ける。一般に螢光は液體に多く、燐光は固體に多い。

石油は透過光にては橙黄色に見え、反射光にては青色に見える。此の青色は螢
光である。石油を硝子壺に入れ、收斂レンズを通じて日光或は燈光を投射すると
圓錐狀の部分が著しく青色を呈するであらふ、之を注意して視ると光が始め液
の表面に近く投射する部分が特に色濃く、光が液を通過しゆくに従つて次第に

色が淡くなつてゐる。是は光の通過する間に螢光を發する光波が漸次に液内に
吸収せられる爲であらふ。螢光を發する光波を試験せんには水晶のプリズムと
同じレンズを用ゐてスペクトルを作り、之を螢光體例へば硫酸キニーネの溶液
を白紙にぬりたるものゝ上に投射すれば、赤、橙、綠等の部分は何の變化もないが
青、紫の部分から紫外波の部分にかけて、硫酸キニーネの螢光なる一種の青色を
現はす事が見られる。

フルオレシンと云ふ染料の溶液は青綠の螢光を呈し、植物の葉綠液は赤色、エ
オシン、紅等は綠色、ウラニウム硝子は黃綠色の螢光を出す、青化白金バリウムを
塗つた紙は透過光は黄色であるが日光が投射すると黃綠光を放ち、之にスペク
トルを當てると紫色以外の場所にも黃綠色を及ぼし、紫外波の黑線をも見る事
が出来る。(コノ目的ニハ水晶プリズムヲ用キルカ格子ノスペクトルニテ試験ス
ガヨイ)

金剛石、ルビー等の寶玉、硫化カルシウム、硫化バリウム、硫化ストロニチウム、弗
化カルシウム、燐、方解石等を日光か電燈の光に曝したる後之を暗き場處に置く

と自光體の如く光を放ち、其の時間は短きは一秒より、長きは三十時間にも及ぶものもある。多くの燐光體は其の物質中に幾分かの夾雜物のある事が原因になる様である。純粹の酸化カルシウムは燐光體ではないが、之に二十萬分の八程の酸化銅を混へたものは燐光を發し、燐も純粹なる時には此の現象を起さないが極少量の金屬が混加すると光り、其の夾雜物の種類によつて色が相違する、即マングランを含めば黄色、銅なれば綠色、ビスマスなれば青色を呈する事になる。鳥の羽毛、象牙、紙、卵殼、アルコール等は、液體空氣に浸して零下二百度近くの低溫度にすると燐光を發する。

陰極線の接觸する硝子管の對壁、ラジウム鹽を入れたる壺等も燐光を出す。燐光體を真空中に置いて電氣放電に會せしめると、金剛石は赤より青迄の色を出し、ルビーハ赤色、サファイヤは綠色、酸化チルコンは青白色、酸化イツトリウムは黄金色、硫化サマリウムは赤色、硫化石灰は赤色を出す事をクルツクスが試みた。又青化バリウムを塗つた螢光板にラヂウム鹽の少量を撒布すると極めて美麗なる星の如き輝く光の散點を見る事が出来る。

螢の光、及一般生物の發光

螢の光を發する原因に就ては古來種々の説があつて前記の燐光體の如く晝間に太陽の光を吸収して置いて、夜分に之を外界に放散するのであるとか、螢の尾端關節が互に摩擦して發光するとか、或は神經勢力が變じたものであるとか、呼吸に原因するとか、種々に考へられた。如何にも動物であるから神經や氣管は發光作用に有用のものには相違ないが眞の原因ではない、彼の小兒が惡戯に螢を踏潰して擴げると無數の小光點が出来るのを見てもわかる様に、螢の發光部は透明薄膜の下に細胞があつて、其内に黄色粒の放光物質が充され、酸素と少しの濕氣を得て化學作用で光を放つのである。試に螢の發光部を炭酸瓦斯を充たした器中に入れると其光は直に消滅し、之を取出して空氣中に置くか、酸素瓦斯に入れるかすると再び元の如く光る。此の實驗は數回繰返しても同じ事である。此の點からは螢の發光作用は石油ランプや蠟燭等と同じである、然し螢の光の特殊點は光と共に少しも熱を侶はない事で隨て是に觸れたものを燃焼する様の事はない、斯かる發光物質が細胞の中にあつて細胞と細胞の間に澤山の毛細氣

管が分布され呼吸と共に空気中の酸素が作用して発光を助ける、夫故自由に光を強くしたり弱くしたりする事も出来るのである。

現時人類ノ使用スル燈光ハ何レモ光ト共ニ熱ヲ併フモノデアアルカラ、其ノ「エネルギー」ヲ光トシテ使用スル間ニ熱トシテ徒ニ「エネルギー」ヲ消耗シ餘儀ナクスルト云フ不經濟ヲ免レナイ、螢ノ光ハ此點ニ於テ理想的デアアルト云ハレテキル。

螢ノ光ノ色ハ時トシテ黄色或ハ青色ヲ帯ビタモノモアルガ主トシテ緑色デアアル、緑色ハ光線中ノ他ノ色ヨリモ勝ツテ強ク人ノ眼ニ感セラレ、特ニ暗イ場所ニ於テ他ノ色ノ光ニ勝ツテ感セラレル事ハ後ノ編ニ詳説スルガ、螢ノ光が光度トシテ左程強クナイニ拘ハラズ大ナル感興ト美觀ヲ興ヘルノモ此ノ光ノ色ニ關スルデアアル。村岡範爲氏ガ嘗テ發表サレシ如ク、螢ヲ青竹ノ筒ニ入レテ暗室ニ置クト其ノ竹ヲ透シテ外部カラ光が見ラレル、コノ一種ノX線ノ如キ性質アル事モ尙研究ノ餘地アル問題デアアラウ。

螢以外の動植物にも光を放つものが少くない、海水の光るのは水の中に極めて小さき動物があつて夫が光を發するので、筑紫の不知火もかゝる動物の集團であらう。魚類、介類、蝦、環蟲、海月等の發光も小動物或は微菌が寄生して夫が光を發するので、動物の屍體が光を發するのも同じく發光性の微菌が其の内に寄生するの爲である。

朽木が光を發し、深い穴の中に光を發する事等も其處に生ずる菌類の根が光るのである、鬼火、人魂等と云はれるものも或る動物に發光微菌が多數附着し夫が群集して飛ぶのかも知れない。

熱を伴はない光即螢光、燐光や螢の光の如きものを支那では陰火と稱し、普通の光を陽火と云ふに對して、物理學者は之を閃光と名けてゐる。

第四章

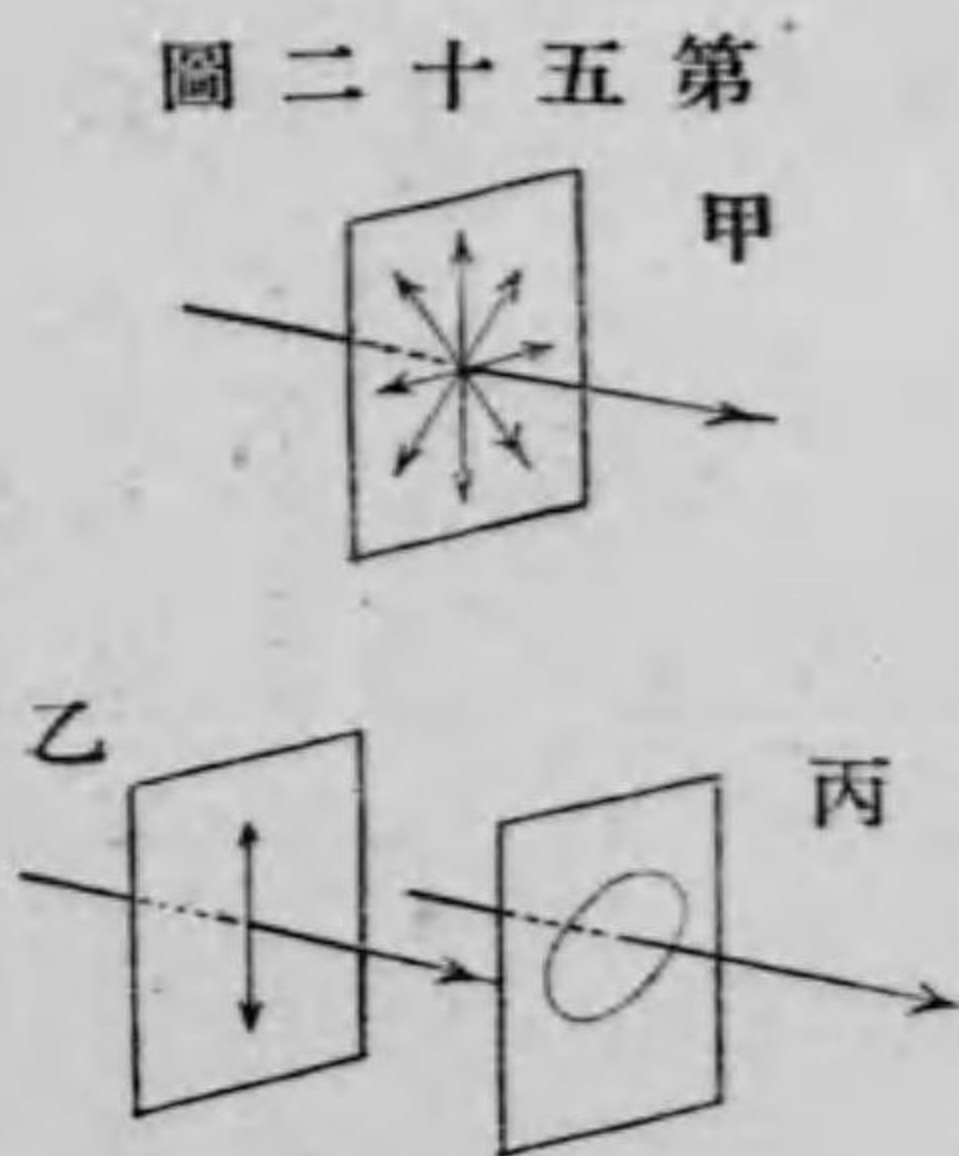
(十) 偏光によつて生ずる色

通常色の標準としてはプリズムによつて分散されたスペクトラムを用ゐるのであるが、此の外に今一つ色の手本がある、是は偏光が或る礦物の薄片を通過して偏光器に入る間に光の分離を起す事によつて種々の色を呈する現象であつて、スペクトラムでは得られない事を學び、スペクトラムでは見られない色を見る事が出来る。但此の呈色の事實を試験するのは容易であるが、理由を研究する事は随分複雑で理解に困難なる仕事である、されば出来るだけ了解の便なる様に書いて見る積りであるが何分問題が六ヶ敷問題であるから込入つた理

(十) 偏光によつて生ずる色

論に關する部分は一宇下げにして之を區別した。

偏光ハ一千八百二年マルス(Malus)ニヨツテ始メテ發見サレ、同十一年ヨリ十三年ノ間ニアラゴ(Arago)及ビオー(Biot)ガ結晶板ノ呈色、水晶ノ回轉呈色ヲ發見シテヨリ偏光ノ事實ガ一般世ニ知ラレ、同十八年ヤングハ波動説ニヨツテ偏光ヲ説明シ、同二十二年フレネルハ複屈折及其偏光ヲ彈性波動説ニヨツテ説明セシヨリ偏光ノ理論ガ明ニナリ、一千八百二十八年「ニコル」ガ「プリズム」ヲ製作シテ偏光ノ實驗ニ多大ナル利益ヲ與ヘタ。
○尙千八百四十五年「アラデー」ハ偏光ガ磁場ニ沿フテ通過スルト、其ノ偏リノ面ヲ回轉サレル事ヲ見出シ、同六十五年マツクスウエルガ之ヲ研究シテ、電磁振動ト光波ノ速度ガ略一致スル事ニヨリ、光其他ノ輻射線ハ電磁場内ニ起ル電磁振動ト同ジモノデアアルト結論シタ、此ノ事ハ光學ニ取ツテハ大切ナ問題デアアルケレドモ、本書ニハ其ノ詳細ヲ記述スルノ餘裕ガナイ。



偏光(Polarisation) 普通光の進行に於けるエーテルの振動状態は、其の光線の進行する方向線に對し直角なる一平面を假定して想像すると、其の振動は第五十二圖甲の如く假定平面内に於て方向線を中心として種々の方向に自由に振動し、其の形態は時々刻々に變化し、特別に振動の向きと稱

すべきものはないが、時としては此の振動形態が乙の如く一定直線内に制限せられ、又丙の如く楕圓或は圓に制限せられる事がある、是を光の偏り(或は分極)と名け振動形態によつて直線偏光、楕圓偏光、圓偏光等といふ。

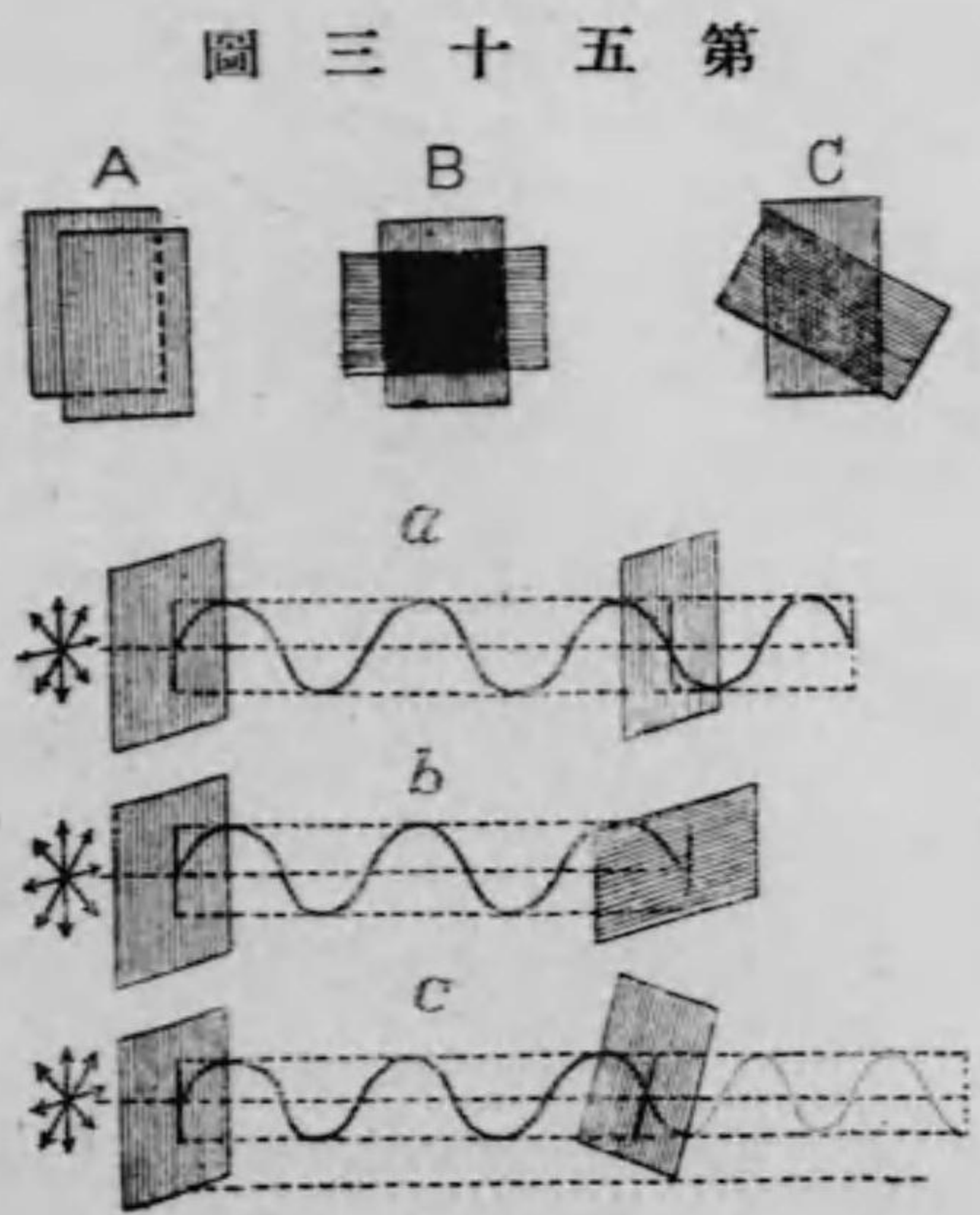
音響ノ振動ハ縦波ナレドモ光ノ振動ハ横波ナリト云フ事ハ、光ノ偏リニ基ケル説ニテ、音響ニアリテハ振動ノ起點ヨリ空氣ニ厚薄ノ層ヲ生ジ此ノ厚薄層ガ運動スルノデアアルカラ運動ハ進行方向線ニ沿フテ行ハレル即チコノ振動ハ縦波ト名ケラレル、若シ光モカ、ル縦波ノ振動デアアルナラバ偏光ノ如キ者ガ成立スル筈ガナイ、夫テ光ノ振動ハ方向線ニ直角ナル面内ニ於テスル横波ナリトセネバナラヌ。

太陽や燈火から直接に來た光は偏光ではない、是等の光の振動は前記假定平面内に於て時間により急速に變轉するから、一定の方向等を定める事は出來ないのである。さらば偏光は如何なる時に生ずるかと云ふに、光が或物體に投射し其物體が平滑で比較的正反射をする場合に、其の反射光は偏光となり、又其の物體が透明なる時、通過光も亦偏光となるのである。

電氣石の試験 光が偏りたるか否かを檢定するには電氣石を用ゐるのが一番簡單で便利である、光軸に平行に截りたる電氣石の薄板二枚を用ゐ、之を光軸が平行になる様に重ねると、一枚の時と同じく光を通すが、其の光軸が直角にな

(十)偏光によつて生ずる色

る様に重ねると暗くなつて光は全く通らない。若し斜に重ねるならば前二者の中間で半透明になる。(第五十三圖A B C)是は光が第一の電氣石を通過すると、振



動が光軸に平行なる一平面内に制限せられたる直線偏光となるから第二の電氣石が第一のと光軸が平行の位置にあれば之を通過し得るが(a)光軸が直角の位置にあれば其の振動は第二電氣石に吸収せられて通過するものはない。(b)光軸が斜交であれば辛ふじて其の幾分が通過し得られる。其の量は交角が小なる程多く、直角に近づく程減少するのである。

反射光の偏り 光が水、硝子、其他平滑なる面から強く反射する時は常に多少の偏光となり、投射角が一定度になる時は反射光が全く直線偏光となる。此の角

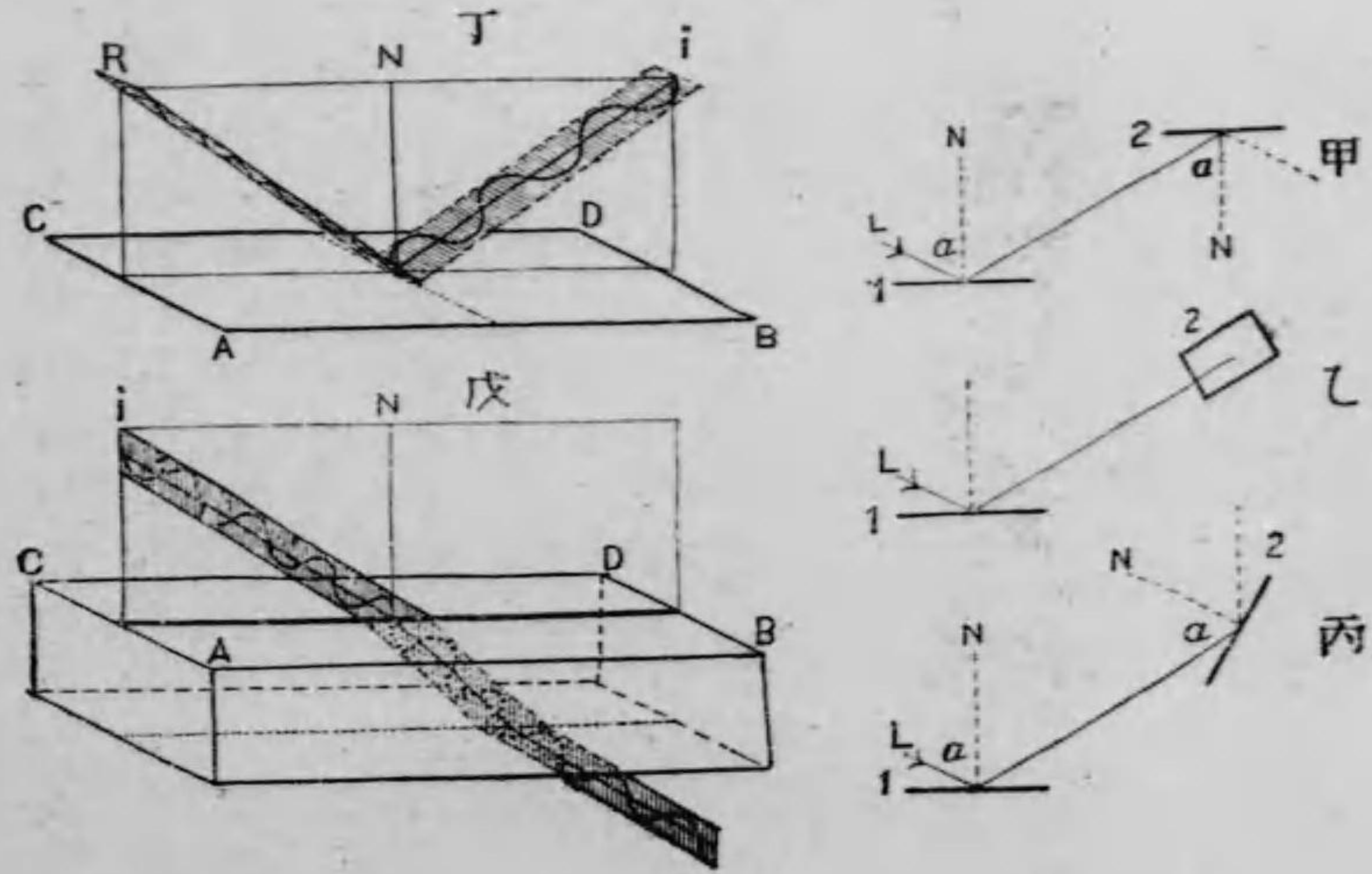
度は物體の屈折率に關係し(反射線と屈折線とが直角になる時の投射線の角度である)水は五十二度、四五硝子は五十四度、三五水晶は五十七度、三二である(但金屬は例外例で偏光とならない)

平滑ナル硝子面チヨク磨イタ當時及水面チ絶エズ流シテ新シク作レル面ニ限リテ完全ナ直線偏光ガ得ラレルガ、研イタ硝子ヤ水面モ數日チ經ルト其ノ面ガ汚レテ偏光ハ完全キ直線偏光アナク楕圓的ノ部分偏光トナル。又普通ノ硝子板ハ裏面カラノ反射ガアル爲ニ偏光ノ實驗ニハ不適當デアアル。故ニ多クハ裏面ニ黑色物チ塗りタル黒硝子ガ使用セラレル。併シ數枚ノ板硝子チ重ねタルモノハ、通過光及反射光モ完全ニ偏リ、黒硝子ト同シ目的ニ用キル事ガ出來ル。

今平滑なる黒硝子に定角に光を受けしめ、其の反射光に直角に電氣石薄板を置いて試るとわかる様に、反射光は投射面、投射光線と法線とを含む假定平面に直角なる平面内に於て振動するのである。此の偏光の振動面を研究する爲に次の實驗は興味ある一つであらう。前の黒硝子より反射する偏光を再び定角にて投射する様に今一枚の黒硝子にて受ける(第五十四圖甲)と、此の時兩硝子面は平行し兩方の投射面も平行である、而して投射偏光は第二硝子面から反射する。次に第一硝子面から反射する光線と第二硝子面との定角を變へないで第二硝子

(十)偏光によつて生ずる色

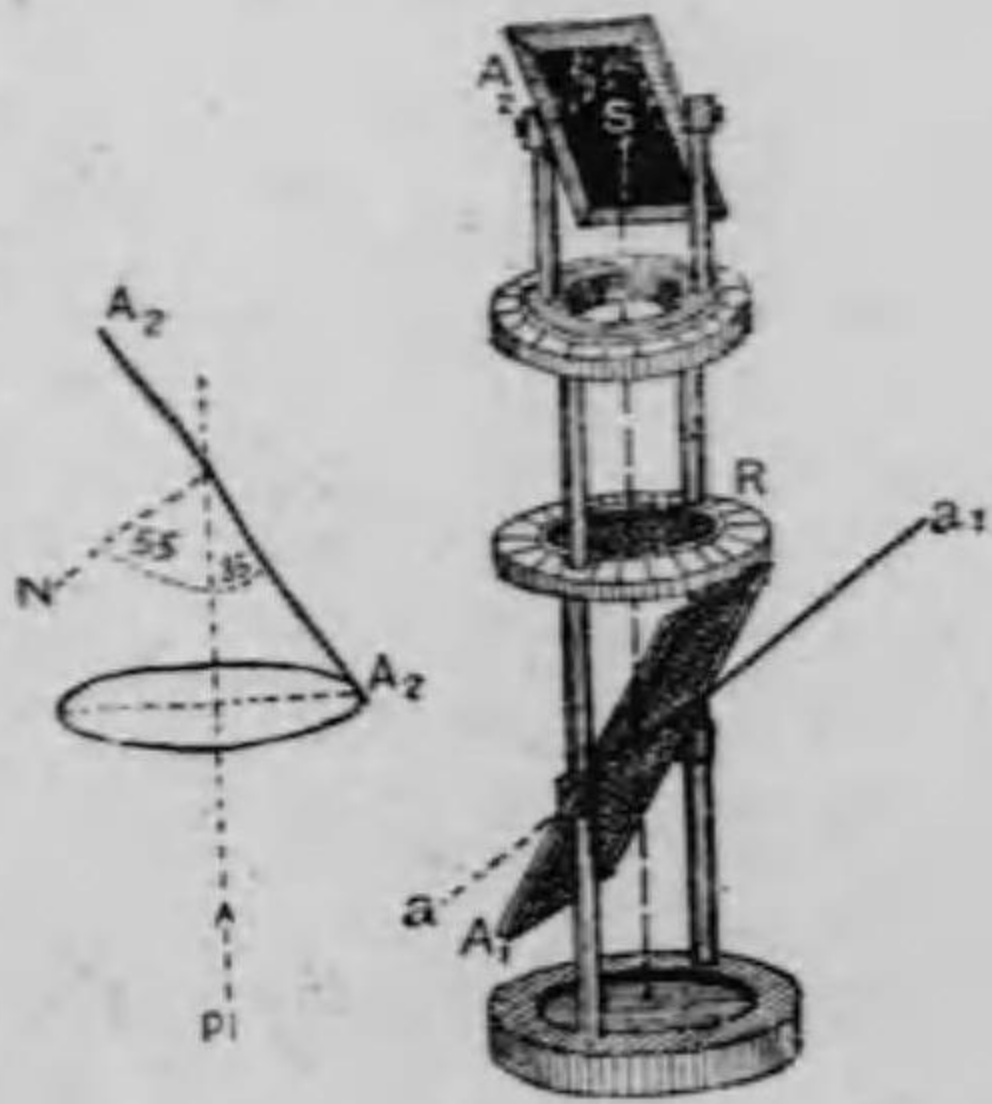
圖 四 十 五 第



面を九十度回轉する(乙圖)と、兩投射面は直角となる、此の時には第二硝子面は、定角に光が投射するに拘はらず少しも反射しない、次に再び投射光線と第二硝子面との角を保たせたまゝ九十度回轉すると、(丙圖)兩方の投射面は又平行となり第二硝子面から反射光が認められる、此の理由は丁戊の圖によつて説明する事が出来る、即ち第一の場合(甲圖)と第三の場合とは、最初普通の光が定角に投射して硝子面より反射すると偏光となり、其の偏光の振動面は投射面に直角なる平面内に制限せられてゐる、かゝる振動が第二硝

子面に定角にて投射すると、丁圖の如く再び第二硝子面から同じ振動面を以て反射するのである、然るに第二の場合では、第二硝子面が九十度回轉した爲に第一硝子より出でし偏光の振動面は戊圖の如く第二硝子面に對しては直角になるから、硝子面内に吸収せられて少しも反射する事が出来なくなるのである、此の實驗に於て投射偏光の角度を變せすして第二硝子面を回轉すると云ふ事は實際處理が困難である、第五十五圖ノルレンベルグの装置は、是を便利に取扱はしめ、反射偏光を觀測する目的に甚有効である。

圖 五 十 五 第



(十)偏光によつて生ずる色

此ノ装置ノ要點ハ三個ノ圓形臺、兩側ニ支柱ヲ設ケ、下底ノ圓臺ノ内ニハ通常ノ鏡ヲ張り、中ノ圓臺ハ硝子ヲ張り、上ナル圓臺ハ内空テSノ黒硝子ヲ兩方ニアル支柱ト共ニ圓臺ノ上ニテ回轉スベクナツテキル、A1ハ普通ノ硝子テ是ニ偏光定角テ光ヲ受ケルト、反射シテ偏光トナリ、下方ニ向ヒ鏡面カラ反射サレテ圓臺ノ中ニ上昇シテA2ナル黒硝子ニ投射スル、先ヅ第一ノ硝子トA2トチ平行ノ位置ニ調整スルト、此ノ時兩硝子ノ投射面ハ一平面内ニアルテアラウ、而シテA2Sノ面ハ輝キテ反射光ヲ認メル、次に上部圓臺ノ目盛ニヨリ支柱ト共ニ

A_2 少シク、回轉スルト、反射光ハ次第ニ減少シ、九十度ニ至ルト全ク暗黒トナル。此時兩硝子ノ
 投射面ハ互ニ直角デアアル。次ニ百度ヨリ百八十度迄回轉スルト、S面ハ少シク、明ルクナリ百八
 十度ニ至テ最初ト同シ明ルクサチ以テ反射スル。更ニ二百七十度迄回ハセバ、再び暗黒トナリ、三百
 六十度回轉スレバ、元ノ平行ナリシ位置ニ復シテ反射光ガ認メラレルノデアアル。 A_1 A_2 ハ兩レモ螺
 錐ニテ自由ノ角度ニモナシ得ルガ故ニ試ニ A_1 ノ角度ヲ變ヘテ投射角ヲ定角以外トシテ、前ノ如
 ク上ノ硝子 A_2 ヲ回轉セシメルト、反射光ニ強弱増減ハアルモ決シテ皆無ニナル事ハナイ、是即チ
 投射偏光ガ完全ニ偏ラナイ證據デアアル。

通過光の偏り 透明體に定角で光が投射されると一部は反射光として偏り、
 残りは矢張り偏光となつて通過する、此の時投射光は其の振動が第五十二圖甲
 の如く四方八方に自由であるが境界面に來ると其の内の投射面に直角なる振
 動は反射偏光となり、投射面に平行なる振動は通過光となつて二つに分れる。其
 他の方向を持つ振動は此の二者の何れかに合併して互に直角なる二つの振動
 面に制限せられて進行する事となるのである。

光が偏角にて投射された時反射光は第一章に記せる如く僅に投射光
 の十分一位であるから残りは通過光に求めねはならぬ、而して一枚の硝子から

反射された偏光は、投射面に直角なる振動以外に偏光としては不純なる他の振
 動を混じてゐる。通過光も投射面に平行なる振動以外の混雜したる振動の混合
 である。硝子を十枚乃至二十枚重ねると、反射光は次第に不純の振動が取去られ
 て完全な偏光となり、同時に通過光も板から板を通る間に投射面に直角なる振
 動は反射されて純粹なる一定振動面を有する偏光となる、(勿論光の量は減じて
 くる)夫故に黒硝子を用ゐる代りに、重ねたる硝子堆を使つて、其の反射偏光及通
 過偏光を利用する事が屢ある。ノルレンベルグの偏光器も便利ではあるが反射
 偏光の量の小なる事が缺點である、ニコルの發明したプリズムは使用に便なる
 のみでなく偏光の量の多い事も確に優勝の點である、此のプリズムの構造は二
 重屈折の理論から導かれたものである。

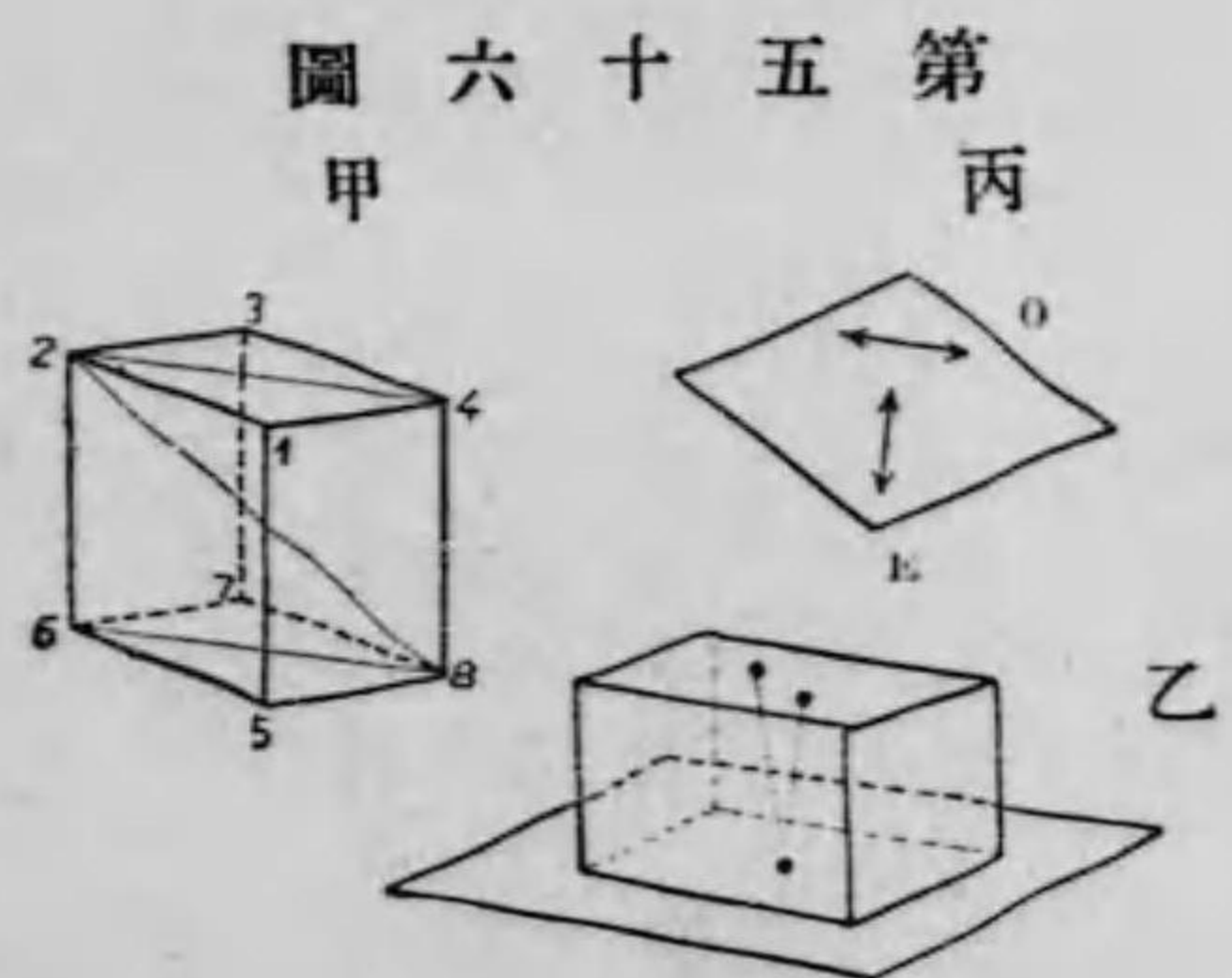
二重屈折 或る種類の礦物には光を二方向に屈折して通過せしめる者があ
 る、其の内で最著しきは方解石で、透明なる方解石で物を見ると二つに見え、其の
 光は何れも偏光である。

方解石ハ六方柱結晶系ノ礦物ア正シキ結晶ハ六個ノ斜方形ニ包マレタ形ア其ノ斜方形ノ二面

(十)偏光によつて生ずる色

ハ二個ノ銳角79°、二個ノ鈍角102°ヨリ成リ第五十六圖甲3及5ノ角ハ三個ノ鈍角、他ノ六ノ角ハ鈍角二個、銳角一個ヨリ出來テキル、28ヲ連結スル直線ヲ結晶ノ主軸、主軸ニ平行ナル任意ノ直線ヲ光軸、主軸ヲ含ミテ結晶體ノ面ニ直角ナル平面ヲ主面ト稱ス

白紙に描ける一點の上に方解石を載せて上から見ると二つの點が方解石の

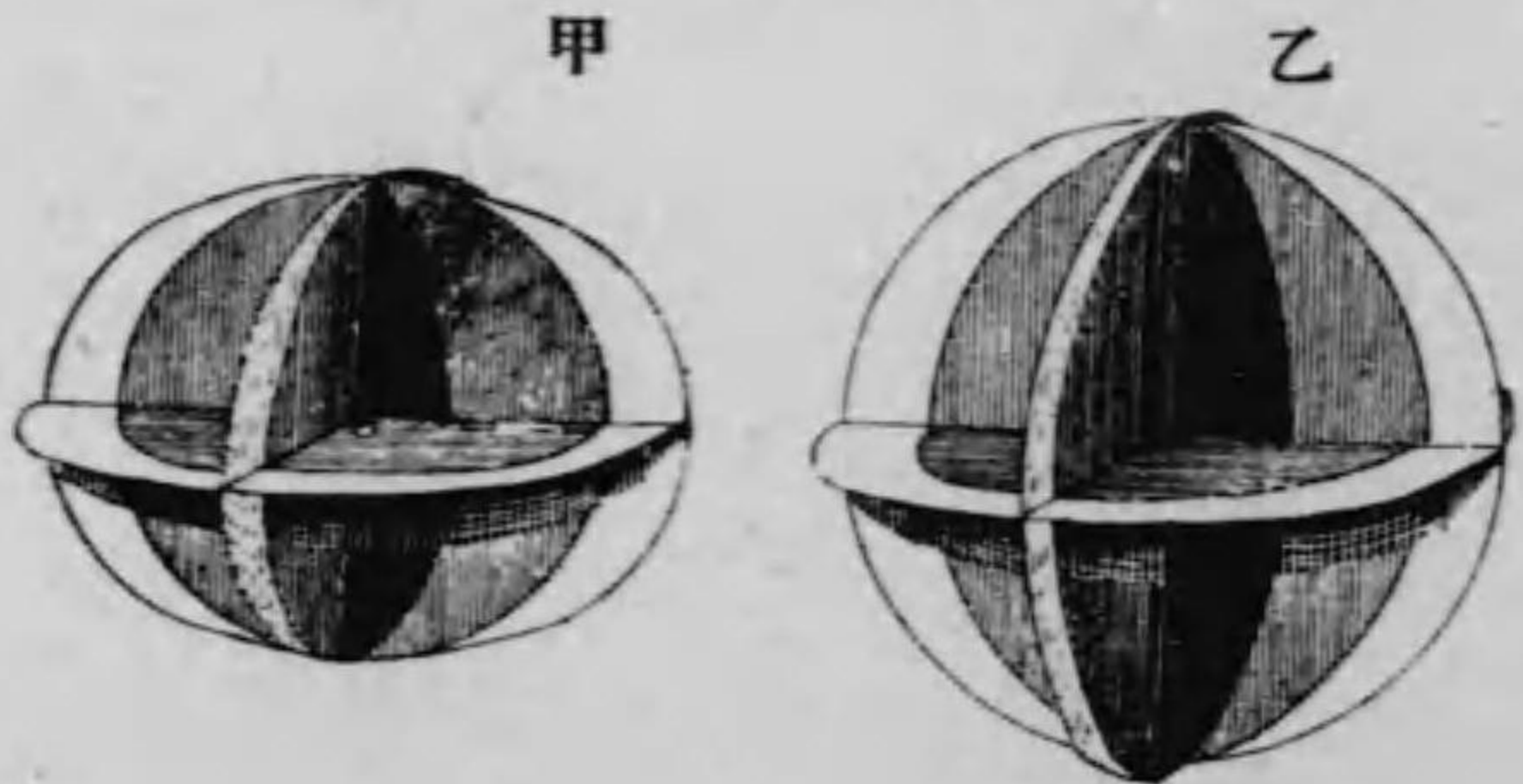


短き對角線の位置に現はれる、電氣石を此の上に載せて検査するに、電氣石の光軸と方解石の長對角線と平行に置けばEなる一個の像は消失してOなる一個の像のみが残る。次に方解石を九十度回轉して光軸と方解石の短對角線とが平行の位置になるとEが現はれてOが見えなくなる。此の二つの位置の中間に電氣石を置けば二つとも現はれるが光度は前の時の如く強くはない。是に依てOとEとの振動面は互に直角であると云ふ事が出来る。又兩光線とも偏光であらねばならぬ。光が方解石に入ると二つに分れ一つは通常の屈折率(一、六五八五)に従つて屈折し

他の一つは投射光の方向によりて屈折率が變化する(一、六五八五ヨリ一、四八六五迄)のである。言換へて見るとE光線に對しては方解石の光學的分子配列が方向によつて粗密を異にするから或る方向では光が速く進み、他の方向では稍遅れて進むのである。Oの屈折光線は投射光が如何なる方向であつても同一の速度で進むから是を通常光線と名け(但O光線モ偏光ナルコトハ無論デアル)Eの屈折線を異常光線と稱せられてゐる。

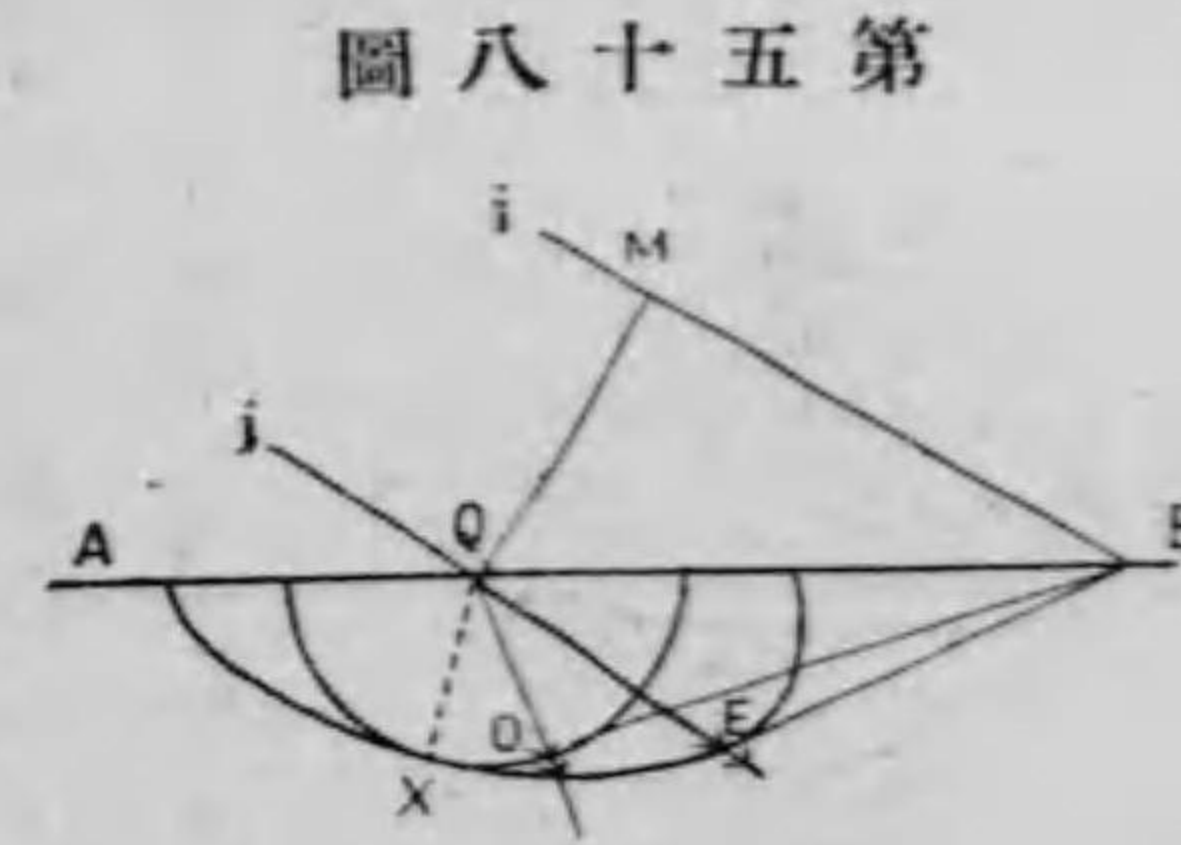
異常光線ハ屈折率が一定シナイカラ屈折方向モ一定アハナイ、投射光が光軸ト一致スル方向ニアルト、此ノ場合ニ限リ速度が常光線ト一致シテ分離スル事ナク進行スル、投射光ノ方向が光軸ト少シク、角ヲ有ツ様ニナルト速度ヲ少シク、増加シ、角ヲ増スニ從ヒ常光線トノ分離ハ強クナリ角が九十度即投射光が光軸ト直角ニナル時ハ兩光線ノ速度ハ大ナル差異ヲ有スレドモ、進行方向ハ一致シテ分離シナイ事ニナル。夫

第五十七圖



(十)偏光によつて生ずる色

アハイゲンスハ複屈折ノ波面ヲ第五十七圖ノ如キ圖ヲ以テ説明シタ、譬ハパーツノ結晶體ノ一點ヨリ光が發出スルト考へ、其ノ一點カラ或ル時間中ニ波動ガ或ル距離ニ迄波及スル時其ノ表面ヲ波面ト云フナラバ、光學的密度ガ總テ相等シキ普通硝子ノ如キ物質アハコノ波面ハ球形デアアルガ、二重屈折鏡物方解石ノ如キモノニアリテハ、光軸ニ對シ種々ナル方向ニ於テ波動弘布ノ媒質組織ガ相違シ、其ノ相違ハ光軸ニ關シ軸ノ周リニ對稱デアツテ、分子ハ軸ト同一ノ角ヲナス方向ニ於テハ、互ニ同様ニ組織配列サレテ居リ、軸ニ平行ナル線ニ於テハ直角ナル線トハ甚相異シテキル。故ニ通常光線ニ對スル波面ハ球形ナル時、非常光線ノ波面ハ此ノ球ニ外接スル楕圓體ト想像スベキデアアル、二重屈折チ生ズル鏡物ノ内アモ水晶ノ如キモノニアリテハ方解石等トハ



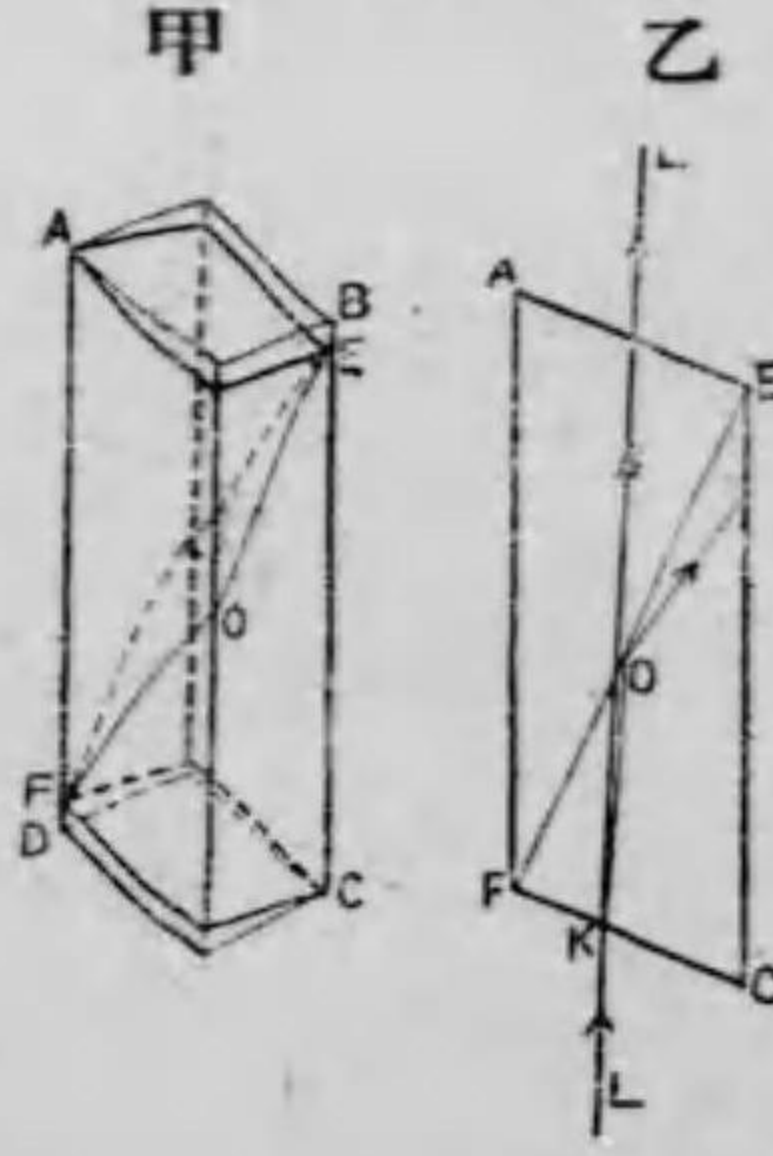
反對ニ非常光線ノ速度ハ通常光線ヨリモ遅ク、屈折率ノ指數ハ大デアアルカラ斯ノ如キ鏡物ノ波面ハ乙圖ノ如ク球ニ内接シタル、楕圓體ヲ想像スベキデアアラウ。甲チ負結晶體、乙チ正結晶體ト名ケル、ハイゲンスハ第一章ニ記シタ普通光ノ屈折原理ト同シ方法ヲ用キテ二重屈折ノ過程ヲ示シタ、第五十八圖A Bチ結晶ノ表面ガ紙面ニ直角ナルモノト考へ、光ガQニ達スルト直ニ二個ノ振動ガ其ノ點カラ發出シ、MガBニ達ハル迄ニQカラ發出シタ波面ハ球ト楕圓體ノ形式ヲ作ル事ニナル、ソノ二個ノ結合軸ハ結晶ノ主軸ト平行シテキル(Q X) B點ヨリ球ト楕圓ニ接觸スル點O Eニ引ケルQ O、Q Eハi Q 投影線ニ對スル二重屈折線デアアル。

圖八十五第

通常光線の振動は主面即光軸に直角にして非常光線は主面内に於て(光軸と平行に)振動する所の偏光である。

ニコルプリズム 方解石が天然結晶の儘では、第五十九圖甲A B、C DなるをA E F Cとなる迄磨り研き(角B A D、及C D Aガ元71°ナルヲ68°トナス)主軸に平行してE Fの方向に切斷し、カナダバルサムを用ゐて再び原形の如くに接合したものがニコルプリズムである。今Lより通常的光を投射すると(乙圖)通常光、異常光の二途に分れ、通常光はカナダバルサムに

圖九十五第

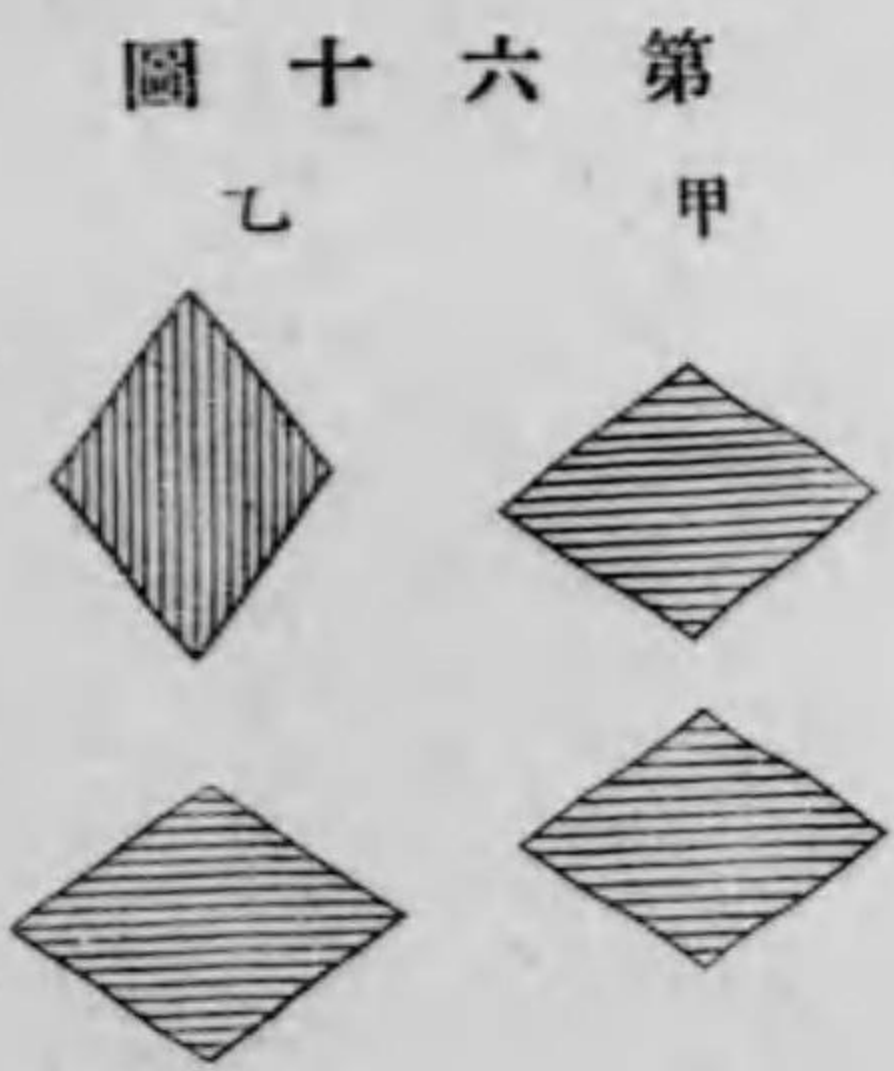


逢うと通常光の屈折率は、一、六五八、カナダバルサムの屈折率は、一、五四八であるから、密なる媒質より粗なる媒質に進む事となり、投射角の値により全反射して側面にぬられたる黒色物の爲に吸収せられて消滅する。其の時異常光線の屈折率は、一、四八六でカナダバルサムの夫よりも小にして粗なる媒質より密なる媒質に進む事となり、僅少の屈折をなして其儘方解石を出るのである、されば

(十)偏光によつて生ずる色

ニコルプリズムを通過した光は何時でも異常光線の偏光で其の振動方向は菱形對角線の短徑に一致してゐる。

ニコルプリズムを通過し來れる光を他のニコルプリズムで受ける時は電氣石板を重ねた時の如く、二個のニコルの兩對角線が平行なれば(圖甲)光は全部通過し、長短二徑が互に直角なる時は(圖乙)光は全く遮断せらる。甲の如き場合を平行ニコル、乙の如き場合を直交ニコル或は十字ニコルと名ける。



第十圖

右ニコルプリズムノ圖ハ主要部ヲ露出シテ示シタレドモ、實用ニハ之ヲキルクニテ包ミ圓筒形ノ金屬管ニ收メテ使用スルノデアアル。

偏光の實驗に於て始に偏光を作る者を起偏器と云ひ、偏光を分析檢定する者を檢偏器と云ふ。電氣石、黒硝子、堆積硝子、ノルレンベルグ偏光器等何れも此の兩用に供し得られるが最便利にして優秀なるはニコルプリズムである。只其の價が不廉である爲に誰でも使用する譯にはゆかない。

特にニコルを通過する光は振動方面が明瞭で理論の説明に便利なれば是より後に記す實驗及説明は専らニコルによつてする事にした。

偏光呈色の材料 としては複屈折性の礦物薄片は透明ならば如何なる物をも用ゐる事が出来るけれども色の研究に適當な材料は透明石膏、方解石、水晶等である。特に上等の透明石膏(Selenite)の鑛石が得られたならば、其の劈開線に沿ふて小刀で薄く削れば愉快に薄片を作る事が出来る。此の鑛片は薄い硝子を見る如く無色透明であるが、之を偏光器の間に置けば不思議なる美しい色が見えるのである。色は鑛片の厚さに關係して出るのであるから澤山に厚さの異つた物を作つて置く必要がある。丁度薄膜干涉の石鹼玉の厚さによつて色の變化するのと同じで、一定以上の厚さになると呈色しなない。相當の薄さになつても赤及緑の出るのが多く黄青を呈すべき鑛片を得るには餘程薄くせねばならぬ。

呈色の實驗 先づ兩ニコル(プリズム或ハ柱ノ字ヲ略ス以下同様)を直交の位置に置く、即ち通常的光線が第一ニコルに入り短徑に平行する偏光となつて空氣中に出て是が第二ニコルに入れば第二ニコルは此の方向の振動を通過せしめないから第二ニコル

(十)偏光によつて生ずる色

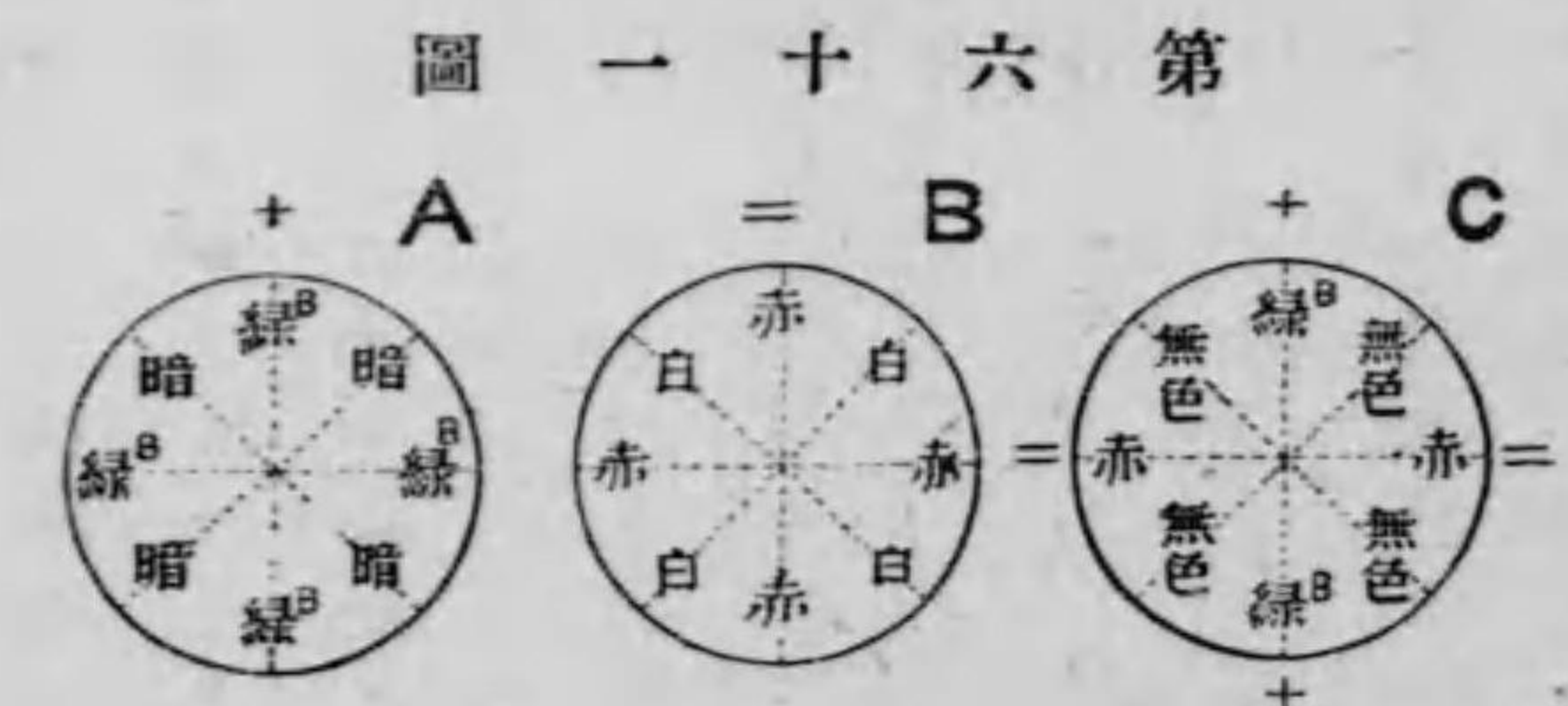
ルを見てゐる眼には暗黒を感ずるのみである。此の時主軸に平行に截りたる鏡片例へば前記石膏の薄板を兩ニコルの間に挿入すれば俄に美しき色が現はれてくる。鏡片を其の平面のまゝ少しづつ回轉すると色は次第に消えて見えなくなり、尙ほ回轉を續けると再び前の色が現はれ、此の如く板を一回轉する間に四度色が現はれ、四度暗黒となる(第六十一圖A)。

次にニコルを平行位置に改め前の鏡片を入れると今度は前の時の色とは補色になる色が現はれる、即ち直交ニコルの時緑が出たならば平行ニコルの時は紫赤が出るのである。前と同く板を靜に回轉すると、四回色が現はれ、又四回色が消滅する。色の見えなくなる時直交ニコルでは暗黒であつたが平行ニコルの時は白光が通過する事を見るであらふ(第六十一圖B)。

次に又直交ニコルとして同じ鏡片を挿入し今度は礦片を其儘にして第二ニコルを靜に回轉すると、最初に緑が現はれ是が消えて次は紫赤が現はれ、此の色は交替に現はれる。第六十一圖は前記三回の呈色狀況の順を描いたものである。鏡片を取替へると色は種々に變化し、或者は黄と青、或物は黄緑と紫、或は淡き

色或は暗き色を現はすものもあるであらふ。

呈色の理由 先づ直交ニコルの時四回暗黒となり、平行ニコルの時四回白色

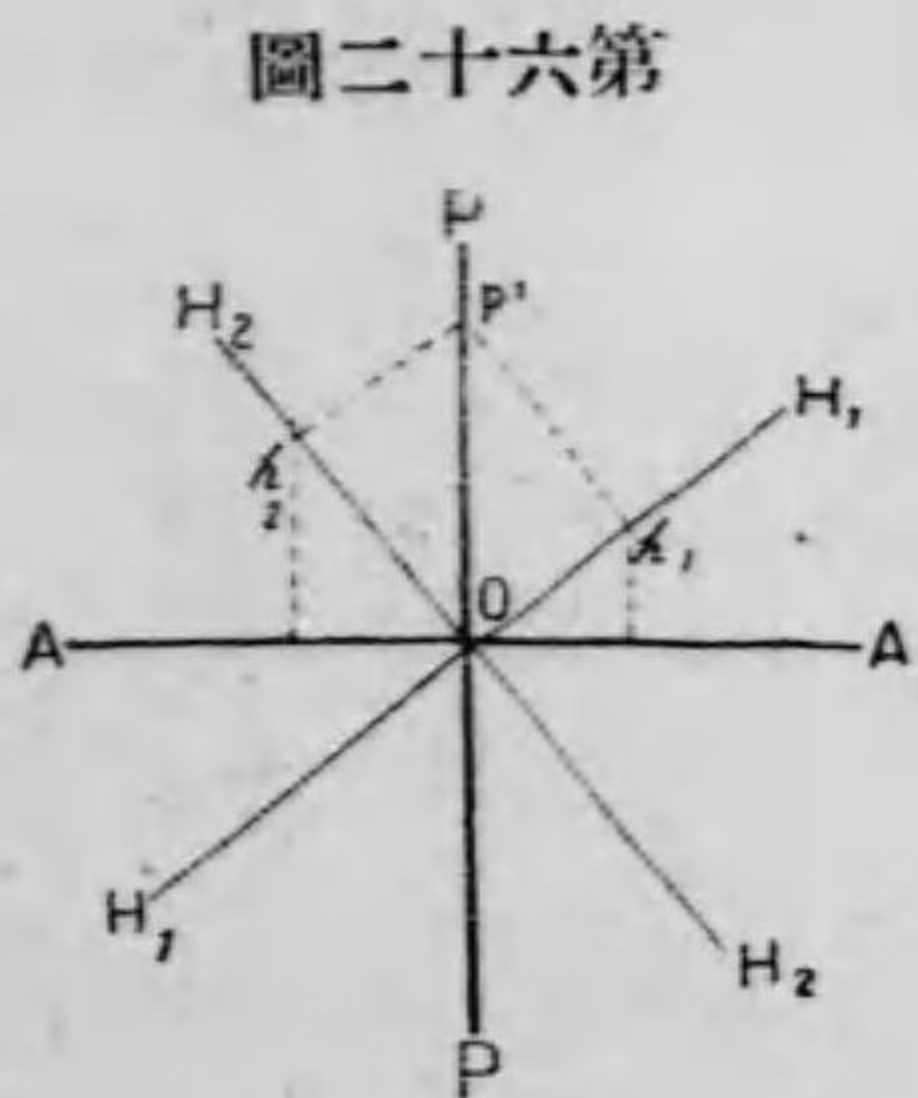


第十六圖

となる理由を考へて見やう、第一ニコルから來た偏光の振動面が結晶板の光軸と平行に投射すれば異常光線として板を通過し、第二ニコルに入ると、ニコルの振動面が此の振動方向とは直角に置かれてあるから、バルサムのもに吸収されて通過し得ない。又投射偏光の振動面が結晶板の光軸と直角になつた時には、通常光線として投射偏光と同じ振動面を以て結晶板を通過し是亦第二ニコルを通過する事は出來ない。此等の場合結晶板中には通常光か異常光か何れか一方のみ振動があつて、何れにしても第一ニコルと、振動方向が一致するから結晶板がない時と同じである。又是等の場合は第二ニコルが第一ニコルと平行に置かれるならば、元の投射偏光と同じ強さを以て其儘第二ニ

(十) 偏光によつて生ずる色

コルを通過するであらふ。是亦結晶板が挿入されざりし時と同じ様である。結晶板一回轉する間に四回づゝ暗黒或は無色白光の現はれるのは是が爲である。然し乍ら第一ニコルから來た偏光の振動面が結晶板に對して平行或は直角でなく、若干の傾斜をなして投射するならば、偏光は分れて結晶板の光軸に平行に振動する異常光線と之に直角に振動する通常光線との二つとなる。尤結晶板は光軸と平行に截りたるものなれば二光波の進行方向は別々に分離するのではない、唯振動面と速度が異つて進むのである。第六十二圖に於てPPを第一ニコルAを第二ニコルの振動面の切口とし、H₁H₂を結晶



圖二十六第

鏡片中の通常及異常光線の振動面の切口と考へる。即兩ニコルの間に紙面に平行に結晶板を置き、之を上より見たる時の各振動面のみを抽象して描いたものである。圖の如き場合に第一ニコルから來た偏光がP'Oなる振幅を有して結晶板に投射せば通常光はh₂O異常光はh₁Oなる振幅となる。結晶板が回轉すると

二光線の振幅は互に増減する、其の割合はP'O H'の如き角に對してCos(正弦)とSin(餘弦)の關係になる。

H₁がP'Oニ一致スル時ハ前記異常光ノミトシテ板ヲ通過スル場合ニテ、振幅ハ投射光ト同様アリ、其時通常光ハ皆無テアル。H₁がP'Oカラ少シ離レタ場合ニハH₁ノ振幅ハP'Oニ少シク劣リH₂ハ極少シノ振幅ヲ得ルデアラウ、H₁がAニ近ヅクニ從ヒ其ノ振幅ヲ減ジ、同時ニH₂ハ振幅が増ス。H₁がAト一致スル時皆無トナリH₂がP'Oダケノ振幅トナル。夫故ニH₁H₂がP'Aノ二等分點ニ來タ時、兩方ノ振幅ガ同一トナル。

圖の如き場合に第二ニコルを通過する光波はh₁h₂からAAに垂直線を下したる點からO迄である。然しH₁とH₂とは速度が異なる爲に鏡片内では二光線の中に含まれる波長が相違し板から空氣に出る時一定の位相差が出来る。

結晶板ノ裏面ニ於テ投射光ガ二ツニ分レル刹那ニハ同シ位相ヲ出發スルガ、二光線ノ屈折率ニ比例シテ波長ガ相違シ假令ハ甲ガ板ノ厚サノ十分一ヲ進ンダ時ニ一波長ナリトシ、乙ハ板ノ厚サノ百分ノ九ヲ進ンダ一波長ニナツタトスルト此ノ間ニ百分ノ一ダケノ位相差ガ生ジ、コノ差ガ次第ニ増加シテ、甲ガ板ノ表面ニ達シタ時、乙ハ尙板ノ厚サノ百分ノ十ヲ殘シテ甲ノ後ニアルデアラウ、詞ヲ換ヘテ云フト板ノ厚ミノ内ニ甲ハ十個ノ波長ヲ有シ、乙ハ十一個ト九分ノ一ノ波長ヲ有スル事アル、結局九分ノ一ノ位 相差ガ出來ル。

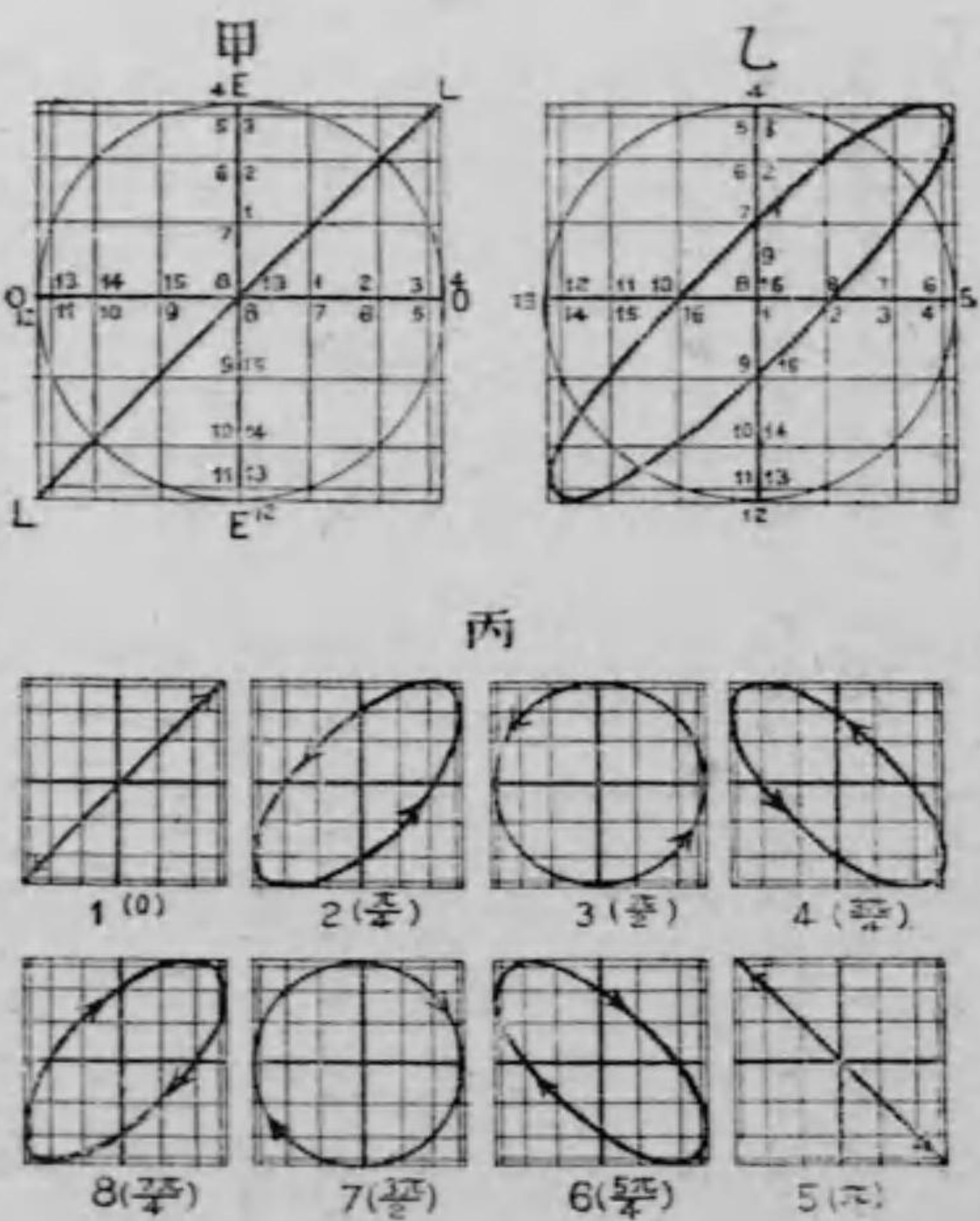
(十)偏光によつて生ずる

投射光が結晶板に入ラナイ前ノ波長ハ勿論是等二ツノ波長ヨリモ大デアアル、結晶板中テ屈折率ニ從ツテ短縮セシ是等ノ波長ハ板ヲ出ルト同時ニ何レモ元ノ空氣中ノ波長トナル、然シ板ノ境界面テ生セシ位相差ハ其儘存續スルノデアアル。

一定の位相差を以て空氣中に出た光は其互に直角なる振動が合成して楕圓偏光となり、其の幾部分は第二ニコルを通過する、位相差が波長の四分一なる時は圓偏光となりて第二ニコルが直交、平行何れの時でも同量の光が通過する、位相差が0或は一波長の時には直線なる平面偏光となり、直交ニコルの時には全く遮斷され、平行ニコルの時には全部通過する、位相差半波長の時には同じく直線なる平面偏光となるが方向が前者とは直角であるから、直交ニコルでは全部通過し、平行ニコルの時全く遮斷される。

互ニ直角ナル振動面ヲ有スル光波ノ調和合成 便宜ノ爲ニ振幅ノ等シキ、互ニ直角ナル振動光波ノ合成ニ就テ云ハ、第六十三圖甲ニ於テO E Eナル平面振動ハL Lナル直線ノ平面振動トナル、O E Eヲ直徑トシタル圓ヲ波長ノ週期トシ之ヲ十六等分シテ其ノ各點カラ水平、垂直ノ線ヲ描イタ、OガIカラ進行シテ16(中心點)テ終ル如クEモ同ジ關係ヲ有ツテ進ム時ハ位相差ハO或ハ一週期二週期等ノ遅レト等シキ結果トナリ、合成振動ハOノ各點ヨリ出シタ垂直線トEノ同符號點ヨリ出シタ水平線トノ交點ヲ連結シタL L直線トナル、第六十二圖ニ當儀メテ見

第三十六圖



ル時ニハ、O E E線ハH₂Hiトナルコノ時合成振動L LハP Pト一致シ第二ニコルノ爲ニ遮斷セラレ、但平行ニコルノ時ハ全部通過スル事トナル。

位相差が波長ノ十六分一ナルトキハ乙圖ノ如ク兩振動ノ同符號ナル各點カラ出ル垂直線ト水平線トノ交點ヲ連結スルト圖ノ如キ楕圓トナル、コノ合成振動ナル楕圓偏光ハ第二ニコルニ入ルト楕圓ノ短直徑ニ屬スルダケノ光が通過スル、若モ平行ニコルデアツタナラバ其ノ長直徑ニ屬スル光が通過スル。

位相差が波長ノ八分一ナルレバ丙圖2、4ノ如キ楕圓トナル、(πハ半波長ノ記號)第二ニコルニ投射スルト乙ト同ジク短直徑ダケノ光が通過スル。

位相差が波長ノ四分一ナル時ハ丙圖3ニ2ノ如キ圓形偏光トナル、此時ニハ第二ニコルが直交平行、何レノ場合ニモ、圓ノ直徑ニ相當スル振幅ヲ以テ通過シ、決シテ遮斷サレル事ハナイ。位相差3π/4ナル時ハニニノ時ト同ジ楕圓デアアルケレドモ振動方向が反對デアアルカラ直交ニコル

(十)偏光によつて生ずる色