

588-52



1200501524874

88  
52

〇  
複写

事故本

落丁によるアハージ  
p353-368

同本・複写本

2008.8.19 発見

# Kodak Gray Scale

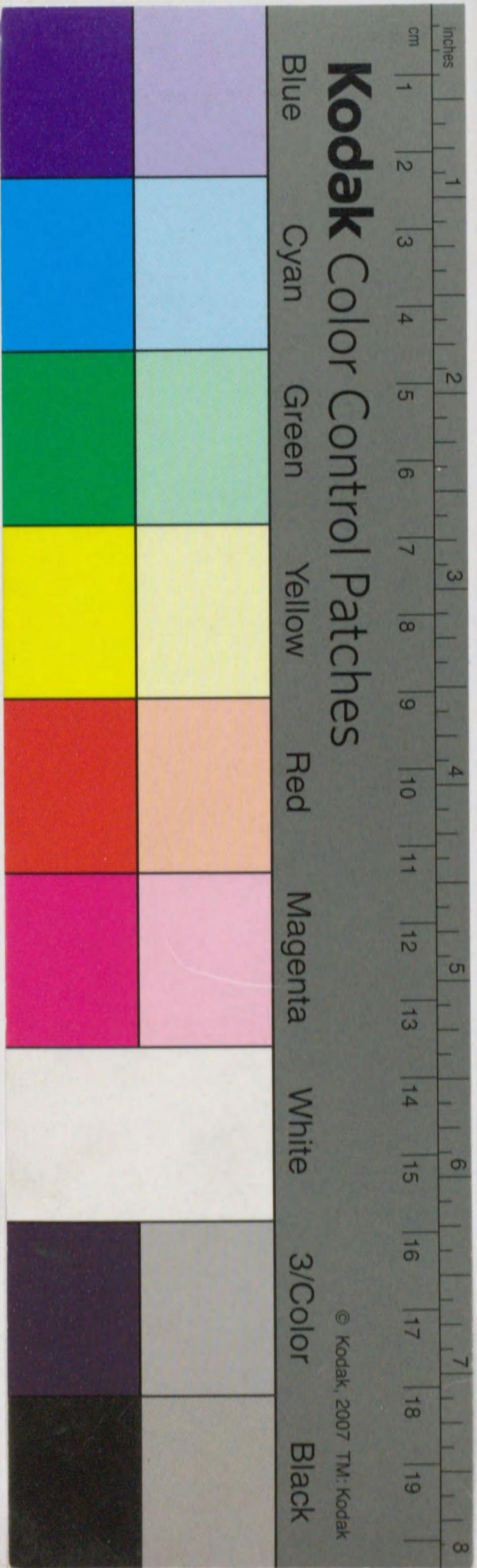


© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

# Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak



Blue

Cyan

Green

Yellow

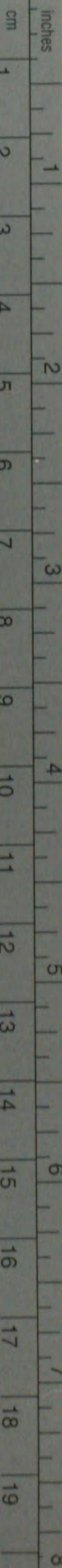
Red

Magenta

White

3/Color

Black





3210.25



濱八百彦著

色

彩

概

論



東京丸善株式會社



## はしがき

私は今より約十年前に「色の研究」と題する書物を書いた。それは色彩に関する物理学、生理学、工芸美術等謂はゆる色彩学の基礎となるべき各方面から。其の知識と方法即ち理論と實際が。昔から今日迄如何に考へられ又研究されて来たかを私自身の貧弱の研究をも加へて。出来るだけ詳細に記述し。一つには自分の備忘に供へ、一つには同好の方々の参考にもなれかしとの志望に出たものである。随つて成るべく前賢先輩の苦心努力に敬意を拂ひ。其の間々に自分の考や實驗を補足的、從屬的に挿入するに過ぎなかつた。しかも煩累を厭はず理窟も出来るだけ解り易く徹底させ。實驗の方法や器械の構造使用法、數字表、挿圖等能ふ限り詳細に記述しやうとしたので。非常に紙數を要し随分尨大なものになつて了つた。

それで此の「色の研究」は特志家に對する提供で一般の方々の讀物とする目的ではなかつた。それ故同書の序文にも書いて置いた通り。私は別に自分の考へて



るる色彩感覺の根本義を中心にした。より簡約な色彩學を書いて見たい意志があつて始終其の腹稿を案じて居たが、日々公私種々なる用事に妨げられて着手に躊躇してゐた。

然るに前著色の研究は先年の大震火災に其の紙型を失ない絶版の厄運に罹つた。前述のやうな特殊の性質を有する同書の再版は容易の業ではない爲に今日迄其の儘になつてゐる。一方熱心なる同好者からは同書再版の勧誘を受け。又未知の先輩から前著に對する意外の好意を表せられたりしたので。茲に意を決して稿を起すべき動機を得て此の書を書き始め。爾來數年今漸く稿を脱し丸善株式會社の賛同によつて出版を果す事を得た。

されば此の色彩概論は單に前著を簡約したものではない。甚だ貧弱な粗笨なものではあるが私のかねて懷抱する色彩の根本義と稱する主張を中心にして。一般色彩の理論を記述し評論したものである。故に大層に言へば歐米の色彩學でなくて自分勝手に色彩學であり。謙遜して言へば色彩學一家言である。

此の私の根本主張なるものがどれだけ讀者の同意を得るか、將又反對を買ふか

はわからないが。兎に角靜水に投ずる一石の積りである。然しその主張なるものがどうあらうとも。書中に論ずる色彩の種々なる問題が從來通りの解釋でよいか。私の主張の方がより都合よくそれを解決するかを讀者諸君の批判に訴へたいのである。

色彩の實用的方面に屬する問題。例へば歴史的沿革の文献の解釋や。遺存する美的作品を複製して之を評價する事。又は配色法の順序論理から圖案模様等の實際的配色方法。繪畫、織染、陶磁、髹漆、建築、家具、印刷。自然界、動植物界の色彩に關する所のもの等々。謂はゞ總論に對する各論の如き問題は。別に姉妹篇として一書を編んで見たい希望もあるので本書には省略した。勿論此の内の幾分は既に或る人々によつて成し遂げられてゐる。

前述の意味から書いた本書は。一つには前著を持たない方の爲には、前著の主要部を提供して色の研究の代用をなし。一つには前著を讀んだ方には私の色彩に關する根本主義を明確になし前著に加へた改訂近業を見て戴きたいと思ふ。

挿入色版に就ては出来るだけの注意を拂つたが猶充分とはゆかない。特に大



はしがき

切なりと思ふ第一圖版(スペクトル)第二圖版(三原色混合)第四圖版(補色對)第七圖版(飽和光度階級)第九圖版(色盲の混同する色)第十二圖版(色彩對比)等は、著者も印刷師も最も苦心を要したものであつた。

時恰も 今上陛下が御即位の大典を舉げさせられんとする本年本月此の書を發表し得る事は、私にとって好個の記念であり無上の喜びである。

昭和三年十一月

濱 八百彦

# 色彩概論目次

## 第一章

色とは何ぞや 上……………一一五

疑問は智慧の緒一 ニュートンと林檎一 電車のリボンと盛装した雀二 色に對する古代人の考四 ニュートンとスペクトル五 色に對する物理學者の態度八 スペクトルに缺けてゐる色九 色彩物體の反射吸収する光の割合二 色は外界に存在せざる事一五

色とは何ぞや 下……………一五三

眼の構造と機能一七 視細胞の圓柱體と圓錐體二六 視覚の進化と色盲三〇 中樞の感覺三二 色彩感覺成立の三階段三三 著者の色彩感覺の假説三五

色彩概論 目次



第二章

光が色となる物理過程……………三二一

- 色彩感覚を起す刺激……………三
- 物理學者の説明と著者の假説との相違……………三
- 屈折分散……………フイダグレンスの反射屈折の原理……………光の分散する理由……………三
- 水滴の色……………虹の色……………凸面鏡及プリズムによつて現はれる色……………四
- 光波の干渉……………回折……………薄膜干渉……………石鹼玉……………ニュートン色……………五
- 定常波とスペクトルの寫真……………微粒障碍……………空の青色……………五
- 微粒障碍の實驗……………偏光による複屈折礦物薄片の呈色……………六
- 偏光及電氣石の實驗……………偏光の反射と屈折……………偏光器……………ニコルプリズム……………六
- 複屈折……………石膏板の呈色……………其の理由……………七
- 水晶の回轉呈色……………方解石の干渉圈……………石英楔……………螢光と燐光……………七
- 螢の光……………七

第三章

スペクトル及選擇吸收に因る物體の色……………八一

- 分光器……………スペクトル色相の區分……………フラウンホーフェル線……………八
- 輝線……………波長と色相……………スペクトル各部の波長振動數の比較……………九
- 色相の區別感覺性……………原光の強弱と色相の變化……………スペクトルの光に白光を加ふる實驗……………スペクトル各部の光度……………單色光の刺激によつて色彩を感じる理由……………九

物體の色(選擇吸收)……………一〇一

- 白と黒とを兩親として生るゝ物體の色……………一〇二
- 物體の分子構造……………一〇三
- 電磁……………一〇三
- 吸收光の檢測……………一〇五
- 色硝子の染め方……………一〇五
- ローダミンの吸收……………一〇七
- スペクトル……………一〇七
- 吸收曲線……………一〇八
- 二色性の色素……………一〇九
- 色素化學……………一一二
- 原素化合による色素の呈色……………一二三
- 吸收と色相の關係……………一二三
- 吸收と光度……………一二三



の關係 一三三 コーラルター色素 二二六 變色褪色の原因 二二六 酸アルカリによる變色 二二七 白光の表面反射 二二九 ぬれ色と乾いた色 二三〇 バス  
 テル、水彩、油繪の比較 二三〇 織物の地質と織り方 二三二 照光と色彩 二二三  
 日光成分の變化 二二三(直射光、蒼空、白雲、薄暮、月光) 強き光は黃に傾き、弱き  
 光は青に傾むく 二二五 橙光 二二六 寫眞の感光 二二九 色硝子を透して見  
 る物體の色 二三〇 葉綠素の反射する赤色光 二三三 自然界の色彩觀察 二三五

### 第四章

色の混合 上 色光混合……………一三七—一五二

スペクトルの重置實驗 二二七 單色光混合結果の表 二二八 幻燈を用ゐる  
 混合法 二二九 色硝子を通過したる色光の混合實驗器 二四〇 ランベルト  
 の混合裝置 二四二 色彩圓板の回轉混合法 二四三 色光混合の結果 二四四  
 同上表 二四四 混合の爲に生ずる白と黒の量 二四五 並置混合放散混合 二四五

色の混合 下 色料の混合……………一五三—一七九

色料實質の混合 一五三 吸収部の加重 一五四 色光混合と色料混合の相違  
 一五五 客觀色彩質と主觀感覺との矛盾 一五五 黄色の暗調に於ける特  
 質 一五七 青色、綠色の暗調に於ける優越性 一五九 混合して黒を呈する色  
 料 一六二 混合の色相は原色料の吸収帯に基づく 一六三 混合の目的に對  
 して原色料の選擇 一六二

### 三原色論

ブリウスター色料三原色論の批評 一六五 色料三原色混合の結果 一六六—一六九  
 ヤング、ヘルムホルツの色光三原色論の批評 一七二 單獨色料と混合色料  
 一七五 整色乾板 一七五 三色幻燈 一七七 フォトクロモスコープ 一七七 オ  
 ートクローム乾板 一七九 三色版 一七九



### 第五章

#### 補色

補色の解釋一八〇 補色は白光の質が二つに分割されたもの一八〇 色彩の成立と補色は其の原因同一なる事一八二 單色光の補色一八四 回轉して無色となる色彩圓板の割合一八四 回轉圓板による補色の實驗一八六 補色を混合するに純色光では白となり回轉混合法では灰色となる理由一八八 色料の吸収と光度の關係一八八 色彩は灰色に化粧を着けたる如きもの一九九 回轉圓板による繪具の補色實驗一九一 スペクトルと偏光呈色一九四 複屈折性鑛物による偏光呈色一九五 電氣石、方解石、透明石膏、白雲母一九五 新案偏光器一九七 其の實驗二〇〇 石膏板の色二〇〇 四分一雲母板を重ねる實驗二〇一 雲母の實驗二〇三 二重像プリズム二〇五 水晶の呈色二〇五 生理的補色二〇六 補色殘像二〇七 正しき補色二一〇 補色々相の限定と餘裕三一

一八〇—二二

### 第六章

#### 色の三要素

色相、光度、飽和二三 スペクトルの三要素二三 色相の區別と名稱二二五 五種に區別する事三七 色の光度二八 スペクトル單色光の光度二九 繪具の光度三〇 色相固有の光度と白黒の混合による光度三一 飽和度三二 三要素を統一する球狀模型三三 回轉圓板を用ゐて三要素を作る事三五 正色、明調、暗調、破調色三五 飽和度の階級三七 色彩光度と當合する灰色のヴァリウ三三 回轉圓板を用ゐる色彩の分解二三 比色計三四 繪具の色相とスペクトルの當合三五 繪具の光度を測定する方法三七 色彩三要素の記號三六 色彩名稱の分解説明四〇

二二—二四

### 第七章

#### 色盲

二四—二七



色盲の歴史的記録一 ダルトンの自己色盲状態の發表二四九 ゲーテ  
 の色盲觀二五二 色盲検査二五三 色盲の種類と特性二五三 (全色盲、紅綠色  
 盲) 紅綠色色盲の二つの型二五五 紅綠色色盲の見たるスペクトル二五五 ケ  
 ーニヒの感覺曲線二五七 検査の方法二五九 色盲の遺傳二六三 色盲者に  
 關する笑話二六四 色盲者の注意すべき件二六五

### 第八章

## 網膜の生理機能及色彩感覺論

圓柱體、圓錐體細胞の研究二六六 (シユルツ、バリノー、クリース) プルキン  
 エ現象二六九 弱光のスペクトル二七〇 明暗順應二七三 視紅と順應二七三  
 夜盲症二七四 色彩の視野二七四 スペクトルの主なる色光によつて作れ  
 る視野圖二七六 色彩感覺の刺戟閾二七六 盲點二七六 網膜と腦の關係部  
 位二八〇 潜伏と殘留の時間二八〇 殘像二八二 (積極的、消極的、同色、補色殘  
 像) 白光殘留の色彩餘韻二八三 再歸殘像二八六

## 色彩感覺論の歴史的回顧

ブリウスターの三原色論二八八 ニュートン二九〇 ゲーテ二九二 ヤング  
 二九三 ヤング、ヘルムホルツの三原色論二九三 ヘーリングの三對視質論  
 二九五 ショペンハウエルの色彩論二九六 ヴントの光感覺論三〇四

### 第九章

## 色彩對比

總ての感覺に於ける對比三三三 シュヴリウルの色彩對比の發見三四 生  
 理的補色との關係三五 色の地紙に現はるゝ色彩殘像三六 普通の補  
 色と生理的補色との比較異同三六 繼續對比の實驗結果三八 接近對  
 比三九 灰色の光度對比の實驗例三〇 回轉圓板による光度對比と並  
 置灰色の對比三二 白、黒、灰色に對する色彩からの誘導三三 ラゴナシ  
 ーナの實驗法三三 マイエルの覆紗對比三四 回轉圓板による灰色地



の呈色 三四 色彩陰影 三五 薄暗い無色地に色づける色彩對比 三六  
 チツチエナーの實驗 三九 色相の對比 三九 三〇 色彩對比によつて變化  
 する方向 三一 飽和の對比 三三 接近對比の生ずるに都合よき條件  
 三三 對比の生ずる理由 三四

### 第十章

## 色彩の好悪及配色法

快樂苦痛と美醜 三九 興奮と沈靜、暖色と寒色 三九 色彩各個に對する  
 好悪 三四 色彩の象徴 三四 色の階級的優劣 三四 白、赤、黃、青等の優越  
 性 三四 ホーマー詩に現はれたる色彩の評 三四 色彩名稱の不整頓  
 三四 白色と赤色及青色の美感の特異點 三七 配色法 三五 高級なる  
 配色技術 三五 使用すべき色の調子 三五 二種色の配合 三五 補色對比  
 の配合 三五 近似色の配合 三五 中間色の配合 三五 三種色の配合  
 三五 支配色、一色勝り 三五 小間隔色配合、縷綢彩色 三四 二種色配合

## 色彩概論

### 挿圖目次

- 第一圖 色彩物體の反射と吸収との單色光の割合 甲、乙
- 第二圖 眼球網膜、中央小窩、圓柱體、圓錐體細胞の分布、視紅層
- 第三圖 色彩感覺を説明する譬喩的模型
- 第四圖 物理學者の説明と著者の假説との相違を示す圖
- 第五圖 ファイゲンスの反射屈折の理を説明する作圖法
- 第六圖 屈折分散
- 第七圖 水滴の屈折分散
- 第八圖 虹
- 第九圖 プリズムで見る物體緣邊の着色
- 第十圖 干涉縞を生ずる光の途
- 第十一圖 回折スペクトル
- 第十二圖 薄膜の反射光と屈折光
- 第十三圖 同上光波干涉の説明圖



- 第十四圖 石鹼玉を吹き出す管
- 第十五圖 ニュートン色環の反射光と通過光
- 第十六圖 リッブマンの天然色寫眞と定常波
- 第十七圖 空中の微粒層
- 第十八圖 偏光の振動形態
- 第十九圖 電氣石を通過する光波
- 第二十圖 反射する偏光と通過する偏光
- 第二十一圖 偏光の振動面と受光面との關係
- 第二十二圖 黑硝子を用ゐて作れる偏光器
- 第二十三圖 ニコルプリズム
- 第二十四圖 方解石を通過する常光線と非常光線
- 第二十五圖 石膏板を通過する偏光の振動面
- 第二十六圖 石膏板を出で、偏光器を通過する光と反射する光
- 第二十七圖 水晶を通過する偏光の説明
- 第二十八圖 方解石の干渉圈

第二十九圖 石英楔を通る偏光の振動

第一圖版 プリズム、回折格子のスペクトル、及理想的色相系列

- 第三十圖 A 懐中分光器と光の徑路
- 第三十圖甲 スペクトルの波長と色相の配分
- 第三十圖乙 同波長振動数の比較
- 第三十一圖 スペクトル各部の區別認識比較圖(ステンドラー)
- 第三十二圖 スペクトルの光度曲線
- 第三十三圖 原子及結晶の構造例
- 第三十四圖 ローダミンの吸収スペクトル及其の曲線圖
- 第三十五圖甲 染料の吸収明帶曲線
- 乙 繪具の同上
- 丙 繪具、色硝子、植物の花葉液等の吸収明帶曲線
- 第三十六圖 色彩が黄と青の兩方向に變化する圓板實驗
- 第三十七圖 スペクトルの重置混合
- 第三十八圖 色硝子を通過したる色光を混合する裝置



號外第一圖 ランペルトの混合法

第三十九圖 色彩圓板と回轉混合器

第四十圖 混合の爲に生ずる白黒の割合を示す實驗

第四十一圖 色光混合と色料混合の比較

第四十二圖 種々の色が黒の混合によつて飽和を減する割合

第四十三圖 混合結果を説明する吸収スペクトル

第二圖版 三原色及第二次色の混合

第四十四圖 普通寫眞乾板と整色乾板の感光比較

第四十五圖 フォトクロモスコープ

第三圖版 回轉して無色となるべき色彩圓板

第四十六圖 色彩圓板と重ねて補色を見るべき遮蔽板

第四十七圖 圓板回轉法による補色の檢定

第四十八圖 黄色と青色の吸収スペクトル

第四十九圖 補色研究用偏光裝置

第五十圖 重ね硝子に投射する偏光の進行狀態

第五十一圖 四分一雲母板を石膏板に重ねて見たる色の變化

第五十二圖 雲母板の呈色

第五十三圖 水晶の回轉呈色

第四圖版 補色對の色相

第五十四圖 殘像の實驗

第五圖版 1 生理的補色の實驗 (赤色)

同 2 同 (綠色)

第五十五圖 補色々相の嚴正と餘裕

第六圖版 色相の六大區別と五大區別との比較

第五十六圖 色彩の三系統を示す球狀模型

第五十七圖 飽和度階級の説明圖

第七圖版 赤色の飽和度と光度の階級

第五十八圖 白黒圓板の混合と主觀的に想像する灰色との相違

第五十九圖 飽和度を作るべき別法

第八圖版 色彩圓板を用ゐて行ふ色彩分解の例題



第六十圖 繪具の光度を測定する方法

第六十一圖 紅綠色盲の見たるスペクトルの色相

第六十二圖 色盲及普通視の感覺光度曲線(ケーニヒ)

第九圖版 毛絲試験法によつて色盲の混同する色彩

第六十三圖 原光の減少に随つてスペクトルの光度最高點の移動

第六十四圖 スペクトル單色光を用ゐし色彩視野圖(アブネイ)

第六十五圖 同全スペクトル各分部の比較 (同上)

第六十六圖 盲點の試験

第六十七圖 ルード、タルボット、プラト、ベンハムの圓板

第六十八圖 ビドウエル靈像、再歸像實驗圓板

第六十九圖 ニュートンの色彩三角形式

第七十圖 ヘルムホルツの三原色感覺曲線

第七十一圖 ヘーリングの三對四質論説明圖

第七十二圖 光度對比の實驗

第七十三圖 縁邊對比

第十圖版 色彩より灰色に及ぼす對比色

第七十四圖 ラゴナシーナの對比實驗法

第十一圖版 圓板を用ゐる對比實驗

第七十五圖 色彩陰影

第七十六圖 色相對比

第七十七圖 色環

第十二圖版 色相の對比 飽和の對比

附記

第四十九圖の偏光器の既製品は 東京市神田區今川橋詰島津製作所支店にて發賣せり  
代價は約小型拾圓大型參拾圓



# 色彩概論

濱 八百彦著

## 第一章 色とは何ぞや 上



人間は子供の時から始めて見る物や聴く音に對して、驚き、怪み、疑ひの心を起すものであるが、此の驚き、怪み、疑ひは、同じ物事に二度、三度、四度、五度と、多くはす機会が度重なるに随ひ段々薄らいでゆき、遂にはこれを當然の事としてしまふのが一般であり、又平凡な人間の常である。若しも此の驚き、怪み、疑ひを何時迄も持續し、二回三回と度重なる毎に其の強さを増加する様な人であつたならば、其の人は平凡でない偉い人である。ニュートンが林檎の落ちたのを見て不思議がつたといふのはそれである。如何なる人でも始めて眼の前に突然と果物が落ちて來た時に

第一章 色とは何ぞや 上

一

### 正誤表

頁	誤	正
一五〇頁一行	四十一圖ハ	四十圖
一五三頁以下ノ見出シ柱	色光混合ハ	色料混合
一六四頁以下ノ同上	同上ハ	三原色論
一六〇頁一四行	なつゝゐるハ	なつてゐる
一七一頁一行	なりであるハ	なのである
二〇二頁四行	石膏散ハ	石膏板
二三六頁一六行	黄17ハ	紫17
二三七頁八行	光度を決定ハ	飽和を決定
二三八頁二行	五十圖ハ	六十圖



は、必ず或程度の驚き、怪み、疑ひを起さぬものはない、今迄は樹の枝にくつゝいて安定してゐたものがなぜ突然と落ちて来たかといふ論理の辿りは心の内に閃めくと否とに拘はらず、驚く事は事實である。然し其の驚きが彼程に強くないか、其の怪みが彼程に大きくないか、其の疑ひが彼程に深くないか、乃至それが永續しないかの違ひが、ニュートンと吾々平凡人との區別の生じた譯ではあるまいか。

此の事は科學者許りでなく藝術家にも之に似た事情がある。凡ての人が綺麗なものや美しい景色、珍らしい事件に遭遇した時に、驚異の眼を睜り、恍惚の興趣に酔ふのは誰しも同一であるが、偉大なる藝術家になると吾々には左程珍らしくもなく、又面白くも思はれぬ平凡な景色や静物、或は極めて普通な茶飯事や、至つて些細な事件の葛藤に、極めて大なる驚異と清鮮な興味を傾倒し、其處から神來の藝術品を齎らして來るのである。

私の娘が二三歳の時或る祝祭日に外出して歸つて「お父さん今日は電車がリボンを掛けてゐましたよ」と云つた事がある。其の頃は小女の頭髮にリボンを掛ける事が流行してゐた、電車の上に交叉した小國旗を頭髮に掛けるリボンと見たのである。又或日縁先から庭を見てゐたが、急にあわただしく然も抜き足で母の處へ來て、お母ちゃん今ね、雀が外出着の衣服を着て來たよ早くいらつしやい」と如何にも不思議そうに云ふので、母が出て見ると、梅の樹の枝に四十雀がとまつてゐるのであつた。

やつと話の出來かゝる年頃の子供の言ふ事には、斯ふいふ面白い事が澤山ある、それは單に子供が言葉を充分に知らないから、知つてゐるだけの言葉で話をするのだと片付てしまう事は出來ない。其處には別に面白い想像力が働いてゐるのである。惜しい事にかゝる場合、それは國旗である、是は四十雀といふ鳥だと訂正されたが最期、今迄子供の見て居た美しいまぼろしの舞臺は忽ち打消される、即ち美の世界、幻の世界の幕が閉されて、眞の世界唯有のまぼろしの娑婆世界に還つて來るので二度とかういふ様な幼年文學或は幼年藝術的の奇抜な作品に接する事が出來ない。

又熱帯地方に生れて曾て見た事のない雪といふものを、始めて見た時其人等の驚異は非常なものであるが、こゝにいふ人が雪のよく降る地方に移住して雪と接す



る事が多くなると、いつの間にか始めの驚異はどこにやら消えて雪は當然かゝるものと極めてしまう様になる。

以上は長々しい冒頭語であるが「色とは何ぞや」といふ疑問は誰しもちよい／＼心頭に浮ぶ問題であらう、是を小學や中學で教はつた通り一遍の解釋では濟まず譯にはゆかない位の疑が起る。起るは起つても此の色といふものは吾々の眼の開いてゐる限り日々の生活中に始終離れられないものであるから、雪國に住む人の雪と同じく餘りに平凡に、餘りに當然な様に思はるゝ事情の爲に、疑問は直ちに打消されて了うのが常である。この餘りに平凡な色とは何ぞやと云ふ問題を今改めて始めて林檎の落つるのを見、四十雀を見、雪を見る様な心持をもつて考へて見たいと思ふ。

昔の人や近代の教育を受けない人達は、色は客觀的即ち外界に實在すると思ふてゐた。花の色や衣服の色は其の花や染料の色素に固有のもの、固着してゐるものと信じ、それがどんな工合に色が發生し、進行して來て眼に見ゆるなどといふ理窟や疑問は有つてゐなかつた。或は眼光線などと云つて人の眼から或る不思議

な力が飛び出して物體の處に迄到達接觸し其處から反射して戻つてくる様に思ふてゐたなどゝも云はれてゐる。實はそれ位單純な考で濟ましてゐられるとは是から私が書かうとする様な面倒な仕事は要らないのであるが、知りたがり考へたがる私共の心はそれだけでは安んじてゐられない時代になつて來た。其の始の緒を出したのがニュートンのプリズム、スペクトルの實驗から、色は光だといふ提唱で、今迄客觀世界に實在すると思ふてゐた色は、實は太陽から發射する光が其の物體に衝突すると一部は物體內に吸収し殘部を反射する、其の反射光線が眼に入ると現在の色の感覺が起るといふのである。

西曆千六百六十六年ニュートンは二十五歳の青年時代であつたが、ケンブリッヂ大學にあつて彼の實驗室を暗室とし窓の鎧戸に小圓孔を穿ち其處から一條の白光を導き入れ、其の通路に圓孔に近く三稜鏡を其の一稜を下にして置いた。すると始め三稜鏡のない時に牀の上にあつた圓孔の映像は消失して、思ひ掛けない反對の壁面に圓形ではなくして細長い美しい色の連續帶が現はれたので、意外の現象に流石のニュートンも驚いた、此の驚きが色彩理論と物理光學分析術の一大發見を



導く動機となつた。彼は飽く迄怪疑の心を以て之に臨み之が解釋を與ふべく研究に従事した。最初には光が三稜鏡を通過した爲に曲線狀に進むのではないかとさへ疑つた。然し通常光線が空氣中から水や硝子に進むと屈折するといふ事實は昔から知られ、又其の屈折の法則といふものも彼より以前にスネルによつて發見されてゐた。彼は終に白光と三稜鏡と色帶とを連ぬる光線が屈折法則に適ひたる事を見届けたが、それにしても圓孔の映像が其幅を五倍程にした色の帶に擴がつた事に就いて種々研究の末、次の様に説明を下した。

白光は元來單純なるものでなく種々なる色光の合成したるもので。其の色光は其の色によつて屈折度を異にする爲三稜鏡を通過した白光は分散してかく別々の位置に並んで見ゆるのだと。

彼は此の色帶の事をスペクトラムと名づけ其の色を  
堇、藍、青、綠、黃、橙、赤と認めた。

ニュートン以後スペクトルの實驗法は次第に精確となり、理論に於てもニュートンの知らざりし氣付かざりし多くの點が明かになつた。即ちウオラストンが圓孔に代るに直線狀の細隙を以てし、フイゲンスが波動理論を唱へて屈折する色光は一定の波長による事を示し、ヤング、フレネルの干涉回折の理論、光の横波説、マルスの偏光や、フラウン、ホーフェルの黒線の發見、キルヒホフ、ブンセンの黒線の理論。其の他分光器の製造、一般輻射線に關する研究等は、現時の物理光學に於けるスペクトル理論の舞臺を展開すべき幾段の幕場であつた。

然しながらスペクトルに關する研究は主として物質定性分析の方面へと進展して、色彩そのものとしては餘り研究されてゐない。分光器によつて物體の選擇吸収が吟味され、偏光器によつて複屈折鑛物の呈色は實驗されても、それは染料の吸収部を明知して其の道の工業を益し鑛物結晶の光學的性質から結晶の原子構成状態を研究する方便とはなつてゐるが「色とは何ぞや」といふ方面には餘り觸れてゐない。前に私の云つた様にそれは當然の事として唯其處に何色が見えるといふやうに取扱はれて、即ち波長幾何は何色だとされてゐる、勿論實驗的の現象を取扱ふ物理學の立場としては當然なのであらう。物理學に於て考へられてゐる色の概念と私のそれとの異同を少しく述べて見たいと思ふ。



現在物理學者によつて「色とは何ぞや」と云ふ事に對して考へられてゐる主要な點を擧げて見ると

- 1 スペクトルに見られるやうな單純な光振動から生ずるものが色の根本で、色とは一定波長(又は一定週期)の振動が眼の網膜を刺戟する結果だといふ事。
- 2 白光はスペクトルに現はるゝ如き多數の單原振動の複合したものである事。
- 3 物體の色は、物體が白光中の或る單光振動を選択吸収し、殘餘を反射す、其の反射光が眼に入る時に生ずる感覺である例へば「赤色の物體はスペクトルの赤の光のみを反射(又は通過し其の餘の總ての光を吸収する)のである事。
- 4 前項の屈折分散や選擇吸収以外の物理過程に原因する色例へば石鹼玉の色、孔雀の羽や鱗貝の虹彩色、天空の蒼色、烟の色の如きは、白光が進行中、種々の事情の下に或る種類の單光が消失し其の殘りの單光が集合して色と見ゆる事。
- 5 スペクトルの全色光を混合すれば元の白光に還元す、然るに其の内の赤、綠、藍の三色或はある一定の二つの色光を混合するも亦白光となる、前者を三原色、後者を補色或は餘色といふ。

先づ第一項のスペクトルの單原振動が色の感覺を惹起す根本原因だとは私には考へられない。成程或る一定波長の振動が網膜を刺戟すると、餘義なくスペクトルの其の位置にある色を感じる事は事實である。然しながら其れと同じ色を吾は複合した光からも感ずるのである、そうして吾々の色の感覺はこの複合光によつて出來上つたものであらうと思ふ。其の譯は吾々の日常接する物體の色は殆ど總てが複合光であつて單原振動が眼を刺戟する様な事は極めて稀である。吾々の祖先も亦複合光の色の物體に包圍されて生活して來たのであり、随つて色の感覺は先天的に複合光で成立して來たのが、偶、其の複合光中の主力單光によつても同じ色の感覺が生ずるものであらう。若しも單原光が色の根本原因であるならばスペクトルは完全な色の標準最良の色の手本であらうが、次に記する數點は然らざるを證するか如く私には思はれる。第一に吾々の感覺に有つてゐる色でスペクトルに缺けてゐるものがある、それは赤紫から紫赤迄の一群の色で、是はスペクトルの他の位置で云へば、赤と黄との中間にある赤橙から橙黄迄の色帶の範圍と同じ位の廣さであつて随分多くの色が缺けてゐる。此のスペクトルにない部分の色は、實際吾々の見るものゝ内植物の花だけで云つて見ても、牡丹、芍藥、朝顔、蓮華草、紫蘭、櫻草、シネラリヤ等屈指に暇なしといふ程多數に上り。昔から云



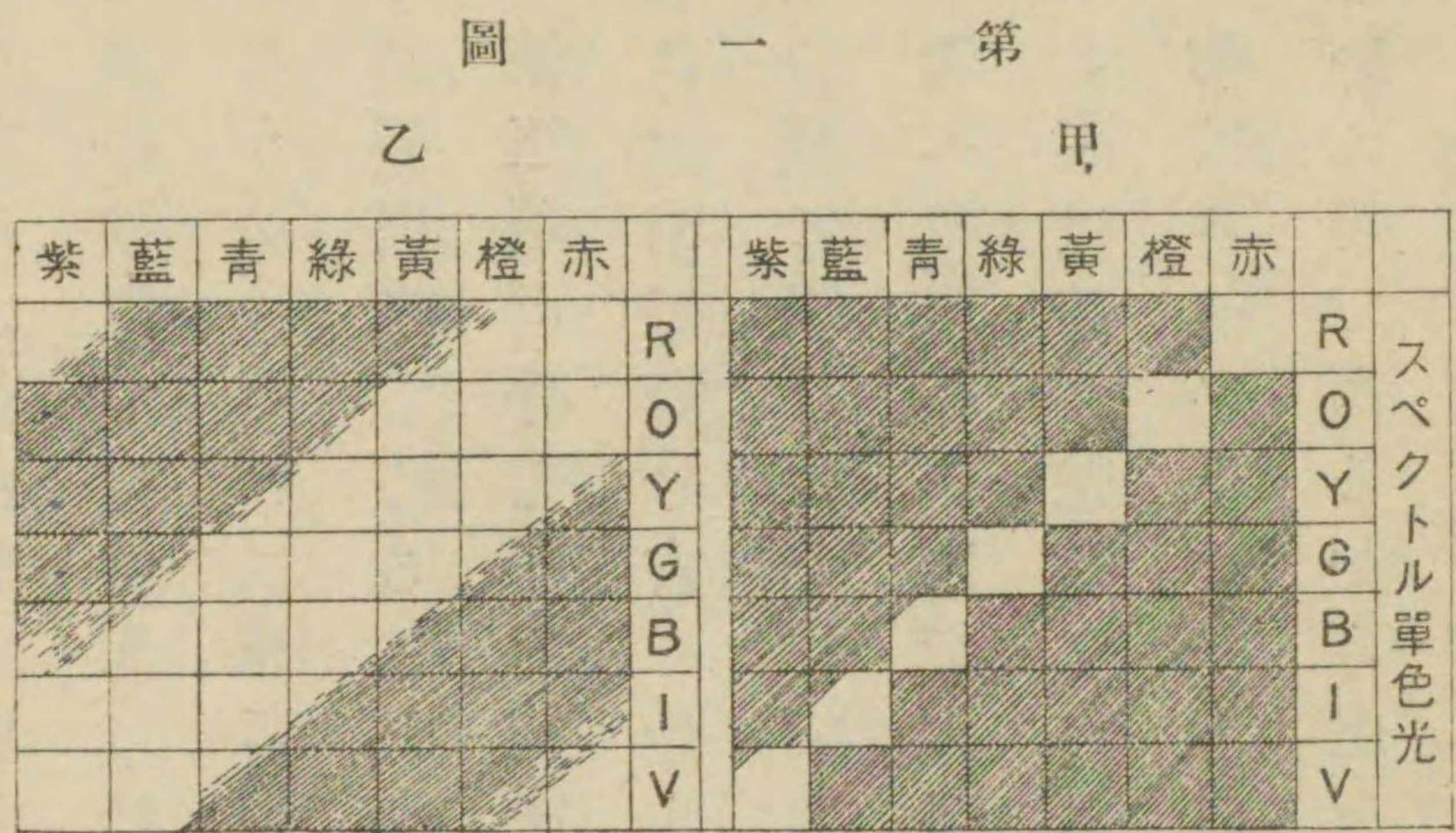
ふ紅色、京紫、牡丹色に屬するものがそれである。是等吾々に最も親しく重要な色がスペクトルにはない。是等の色以外の總てのものは單光で感ぜられるのに、此の一群に限つて何故除外されてゐるかといふ事である。第二に後章に述ぶる如くスペクトルの色が或色から次の色へと變化してゆく割合と波長差の變化してゆく割合とが正しき比例を示さない。例へば赤の部分は無暗に廣い幅を有ち、黄色の正色は至極狭い部分にしか見られない。即ち波長 $0.76\mu$ から $0.65\mu$ 迄は同一の赤色であるのに、黄色はどうかといふと、波長 $0.59\mu$ は帶橙黄、 $0.57\mu$ は帶綠黄、その中間に挟まつた $0.58$ だけが正眞の黄色である。第三にスペクトルの色は原白光の強度によつて變化する事である。例へば今云つた黄色の邊で $0.59D$ 黒線のあたりの色は原光が甚強い時は黄色に見え、弱い光では明に橙を帯びた黄色である、又 $0.58$   $0.57$ も強光では黄色、より弱い光では帶綠黄色である。

すると一定波長の單光は必しも一定の色相を示すものだと云はれなくなつたのではないか。

第二項の白光はスペクトルに分散するから白光は多數單原振動の混合したものと見做す事はよいが、プリズムに入らざる前の自然光はかゝる多様の振動を複合してゐるか否かは別の問題である。種々なる波長の單原光とはプリズムを出た後の状態で自然光に於ては寧ろ單純な一波長の如くなつてゐるのではないであらうか。それは兎に角として甚しいのは實際赤い光線や青い光線が複合して白光が出來てゐるなど、思ふてゐる人なども偶にはある。

第三項は分光器で精密に試験するならば直にわかる事であるのに、末項の例の如き説明が随分古くから繰返されてゐる。本年出版された物理學科學の書物にも私の眼に觸れたわけでも一二に止まらない、それが相當權威ある著者である事から考へて、現在吾國で大多數の人々が斯く信じてゐるのか。此の説明に安んじてゐる事は甚だ悲嘆すべき次第ではないであらうか。例に擧げてある處では、赤色の物はスペクトルの赤の光線のみを反射し、(時には通過し)其の他を總て吸収するといふのであるから、之を圖にして見ると第一圖甲の如くであらう、圖中白は反射する色光、黒は吸収する色光を現はす。處が事實に於てかう云ふ事は決してない。





なるを語つてゐる。

赤色の硝子を透して黄色の紙を見ると橙色に見え、

又赤色と黄色の繪具を混合すれば橙色となる

又赤色と青色の繪具を混合すると紫色になる。

是は前説明の如く赤色のみを反射し、其の他の光を總て吸収するものならば何れも眞黒にならねばならぬ筈である。

尙可笑しな事には前の如き説明を與へながら、黄と青との色光を混合すると白になるが、同じ二つの色の繪具を合せると緑になる事の説明の場合には、黄色繪具は赤、橙、黄、緑の色光を反射し、青、藍、紫を吸収し、青色繪具は緑、青、藍、紫の色光を反射し、赤、橙、黄を吸収するが故に、互に吸収し合つた残りの緑色だけが反射する爲だと、此處では正しき事が書いてあるが、前例の説明とは全く矛盾してゐる。是は現時の物理学の誤りでない、説明者の誤りであるが、どうか斯ういふ事は速く合理的に書直して欲しいものだ、私は常に思ふてゐるので、諄くも批評して見たのである。

第四項は物理学上色の原因として私の最も重大視する處である。然るに物理學者は唯事實として、多くの人も當然かくなる事實として看過してゐる様である。特に吾々に最も關係の親密なる選擇吸収から生ずる物體の色に於て此の第四項



原理(白光 $X=Y$ 色)が適用して説明されてゐない事が遺憾である。吸収と云ふ事がそれを語つてゐると云はれるかも知れないが、多くの人は吸収された光は何も用のないもので、反射する光のみが其の物の色だと思ふてゐる。然し私は色といふものは次章に述べる如く、白色から或る光を缺乏したもので、白光とマイナス $X$ と相關したる $Y$ でなければならぬと主張するので、此の場合吸収部は白光の一部分たるマイナスで、それが反射光に色を起させる力を與ふる物としてそれを重視してゐる。云ひ換れば白光が消極と積極との二つに分れ、兩々相共に働いて不思議な色が生ずるのである。此の事を後に詳述したいと思ふ。

第五項は、物體の色は複合光であつてスペクトルの約半部の光を吸収し残りを反射するが故に、其の關係が反對になつて二つの色の光はスペクトル全部に等しいから補色の混合は白となり、三原色の混合も同理で解釋が出来るが、スペクトルの單原光でも補色對を混合すると同じく白となるのは何故か。是は單原光を色の根元と考ふる物理学からは充分説明する事は出来ない。以上物理学に於て「色とは何ぞや」に關する問題だと私の考ふる數點を擧げて懸見して見たが、結

局色といふものが客觀には捕捉すべきものがないとするならば、客觀現象のみを研究したのでは何處迄行つても解決はつかない、どうしても主觀的に感覺の狀態を調査しなければならぬ。今其の感覺の方に何らかの變化があればそれは刺戟光の内にそれに相應した變相を豫期する事が出来る。夫故に光が原因で色といふ結果の感覺が起ると云ひ得られると同時に、又色の感覺の狀態から刺戟光の意味を解する事が出来ると思ふ。結局此の客觀方面の研究のみでは色の正體はわからないから、是より主觀の方面即ち眼の機能と感覺の調査へと私は進んで行かう。

## 色とは何ぞや 下

物理学の教ゆる處によれば、太陽から輻射線として宇宙に發射する振動は、波長差によつて云へば、耗 $○○○○$ 一から三耗以上任意の長さに迄互る實に無



数の振動が含まれてゐる。それはX線、未知線、紫外線、光線、赤外線、電波等として知られてゐる。其の内て所謂光振動は、 $\text{耗} \circ \circ \circ$ 三九から $\text{耗} \circ \circ \circ$ 七六迄のもので、之を全輻射線から比較して見ると極めて僅少の部分である。吾等の四周には太陽からかゝる多数の輻射振動と共に光振動が絶えず來射し、それが又種々の物體に衝突して反射又反射し、縦横交錯してゐる。其の内の微小なる光振動のどれかが偶々吾々の眼に入ると、それが白とか赤とか青とかの感覺を起す、其の光振動だけで三千六百何がしの波長差が測定せられてゐるが、之に對して吾々の眼は僅に七つか十幾つ位の色にしか區別が出来ない、(勿論特別に比較して百五六十迄の相違は認め得らる)自然はそれに無頓着に他の動物や植物や礦物にも一視同仁的に此の振動を投げかけてゐる。然し人間以外の動物等がどんなに光と色との交渉を受けてゐるかは明瞭に知る事は出事ない。かく考へると自然界の内の人間が如何にも小さい哀れなものに思はれる。

然し又翻つて吾々人間の方を主として考へて見ると、吾々が生物界の先進として今日の身體精神を得て生れて來た事は特別に神から惠まれて此の微妙な色彩を感じ得る特權を所有してゐるとも云ひ得るであらう。それで吾々が活きてゐるからこそ此の色彩はあるが、人間が總て死んで了つたなら世界に色彩といふものはない。現に盲者や全色盲の世界に色彩がないのみならず、紅綠色盲に屬する人は、僅に青と黄の色感を有するに過ぎない。統計上かゝる不幸な同胞が百人の中四五人はあるだらうと云はれてゐる、これ等感覺缺陷の研究は必ず「色とは何ぞや」に大なる關係がなくてはならない。それには先づ健全なる眼の組織と機能を調査する必要が起る。

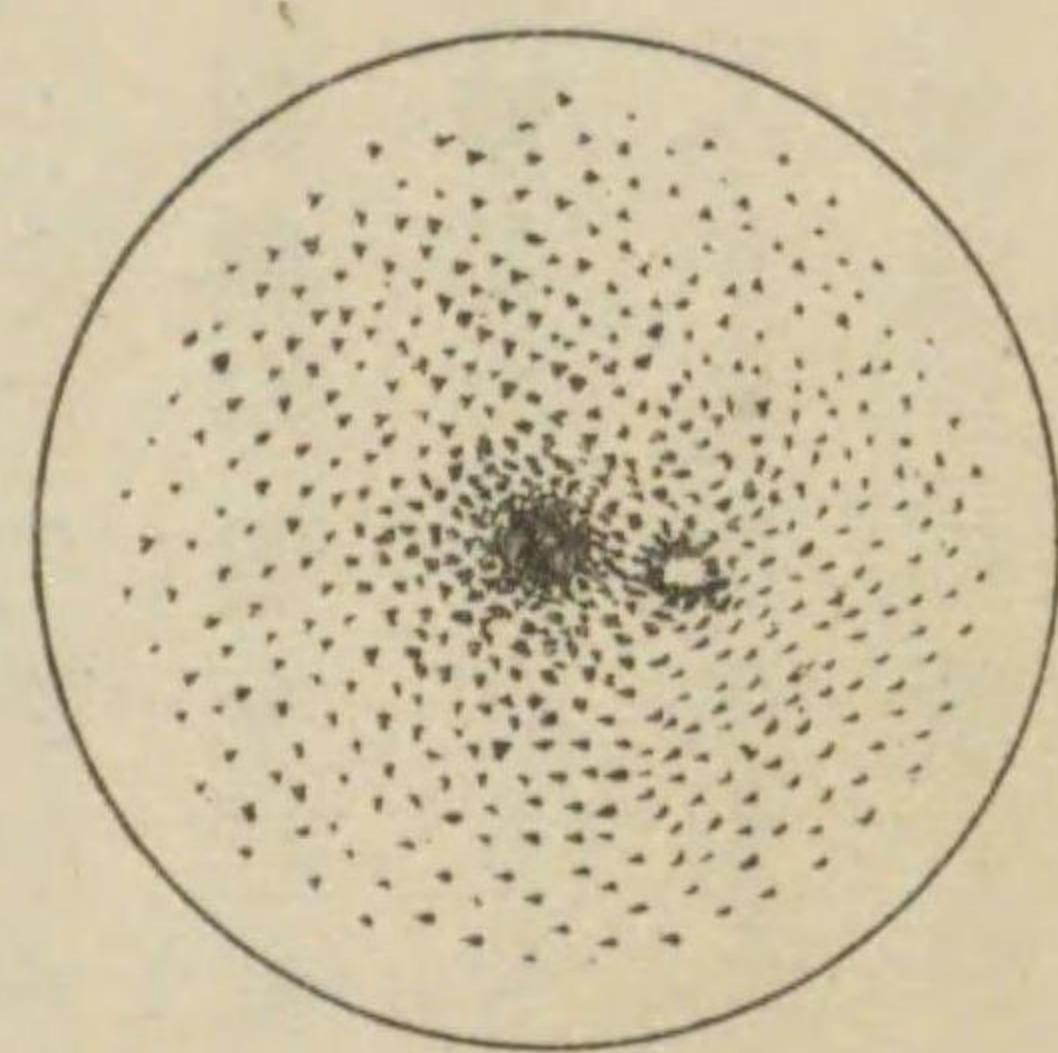
吾々の眼は恰ど球狀で出來た寫真暗箱の様な仕組になつてゐる。外側は鞏膜、脈絡膜にて包まれ、それが前方で角膜、虹彩、瞳孔となり。瞳孔の次に水晶體があり、是等が寫真機のレンズと絞りの用をなし、外來光線を屈折して眼底に焦點を結ばせる。眼底は即ち網膜で之が焦點板及感光板、乾板、フィルムに相當する。此の網膜は白紙一枚位の薄い膜であるが之を高級顯微鏡で檢べた結果約十層に分かれ、其の中の神經が樹枝狀、網狀、纖維狀、顆粒狀等の形態をなし、最後に圓柱狀と圓錐狀との神經細胞が充填して出來た層がある。是を視神經細胞層と名づけ、最も大切な部



分だと考へられてゐる。網膜の視軸中心に當る處は黄色々素がついてゐるので黄斑と名づけ其の中に楕圓形の掃鉢狀に凹んだ所があつて中央小窩と稱し視力の最も鋭敏な場處である。物の形狀色彩を明瞭に認識しやうとする時は、眼球を動かす六本の筋で、此の小窩が目的物と對向する様になる。其處には特に細長い圓錐狀細胞のみが集合し、其處から周圍に向つて圓錐狀のものは次第にまばらになり其代りに圓柱狀のものが充填する、それで周邊は全く圓柱狀細胞のみとなる。圓柱狀細胞の上には紫紅色の色素層があつて光の刺戟に逢へば其の色素が細胞間に浸潤して姿を隠し、光度が弱くなれば次第に復歸し暗順應の役目を務め圓柱狀の感性が鋭敏になる。

實驗研究の結果次の事がわかつて居る。圓柱狀細胞は黑白明暗を掌り、特に薄明りの様な弱い光に感じ。圓錐狀細胞は日中に於る明暗黑白と共に色彩感覺を掌どるけれども照光が弱くなると其の役目を果すに堪えず圓柱狀の方に之を譲る様になつてゐる。兩細胞の分布と色彩視野の實驗とを照合して網膜には三つの地帯を分つ事が出来る。即ち中央黄斑附近で白黒と總ての色彩を感じる地帯、

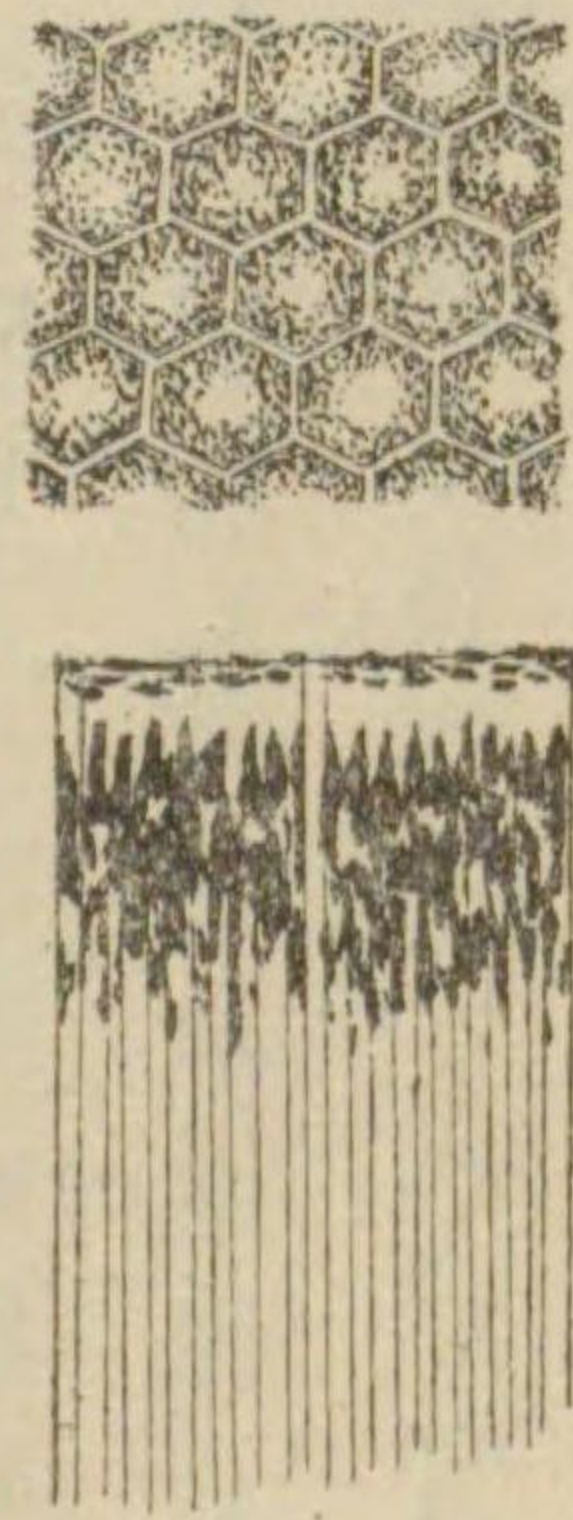
圓錐體細胞ノ分布



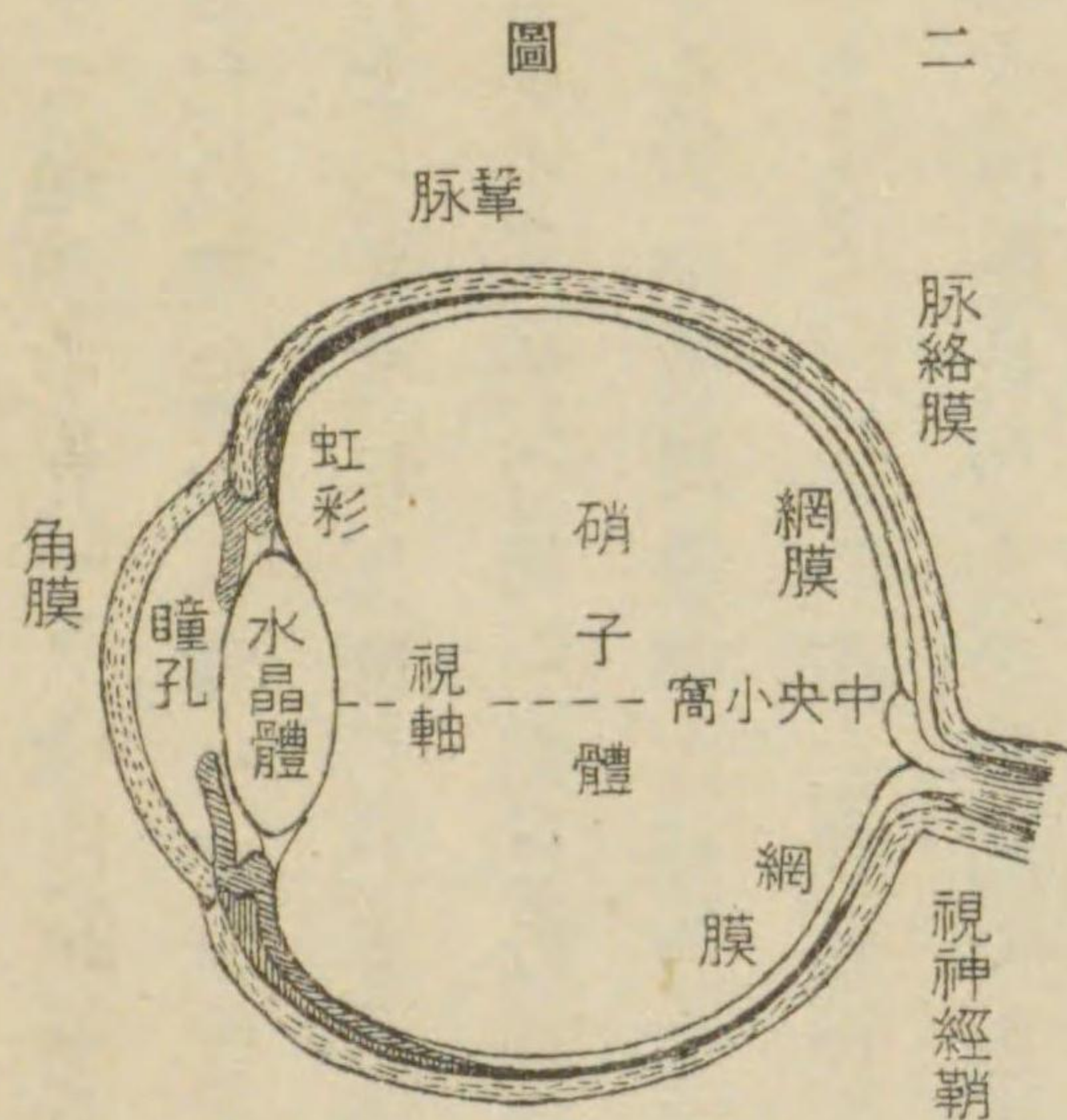
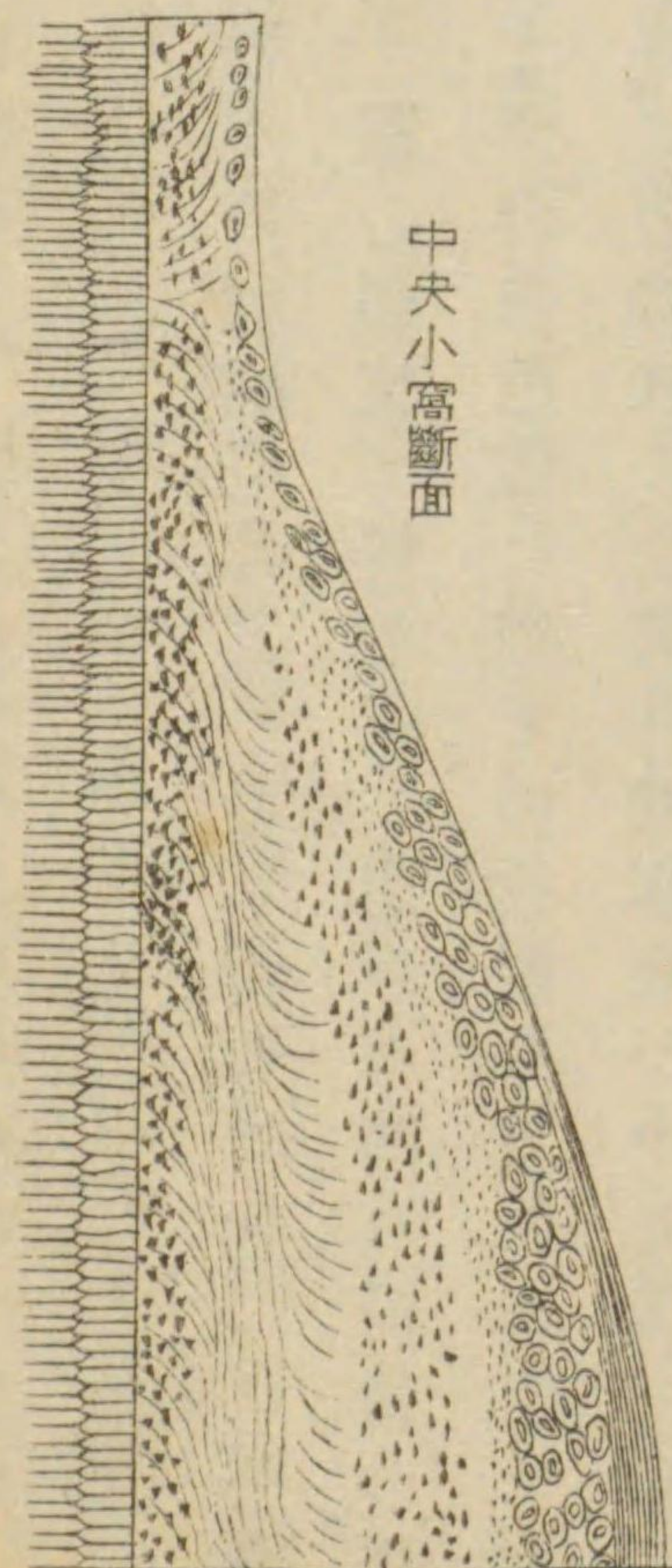
網膜垂直断面



色素層平断面ト垂断面



中央小窩断面





周邊部で明暗黑白のみを感じる地帯而して其の中間に白黒以外青と黄の二色を感じる地帯が存する事である。

進化の理法から考へて見ると吾々の視感覺は、其の最も古き時代には全身の皮膚によつて光に反應したものが、眼の網膜に於て視る事を専門に受持つ様になつてから。先づ第一期には明暗と黒白灰色等に總ての物體を見たのであらう、それが今の網膜周邊部に残つてゐる、此の時代には圓柱狀細胞が中央迄一樣にあつたであらう。次の第二期時代に進むと中央の細胞が進化して圓錐狀に先の尖つた膨らみを持つものが點々と發生し、光波の長短によつて青色と黄色の感覺が新に産れて出た、その痕跡が現在網膜の中間地帯に残つてゐる。最後に黄斑部に特別の圓錐狀細胞が出来て、前時代の黄色感覺から赤色、橙色、緑色が。又青色感覺から青緑、青紫、紫等が分化して現在の色彩感覺が完備したと考へる事が出来る。

以上の考へが恰度色盲の感覺を説明し、全色盲は第一期時代、紅綠色盲は第二期時代の網膜組織を持続してゐると云ふ事が少しも無理でない様である。

扱此の網膜が色の感覺を其處で造り出すかといふに決してそうではない。光の振動が眼に入つて此の網膜に外界の映像を結ぶと云ふ迄は光は物理的のエネルギーであるが。此の視細胞に來つて其の物理的エネルギーは消滅し姿を變へて化學的エネルギーとなり、映像各部の振動刺戟の差異に相應する化學的興奮が、神經纖維を傳ふて腦の後頭葉なる視覺中樞に送られる。

視覺中樞は久遠の過去より進化を経て代々遺傳し來れる先天的不思議な活ける靈力叡智の添へる視感覺の根本中堂であつて。網膜より來れる光化學興奮の性質に従ひ、此處で始めて是は白、是は赤等といふ色の感覺を現に吾々の感ずる如く發生するのである。先に網膜を寫眞の感光板に譬へたが網膜に生ずる印象は殆ど光線に曝露を與へた寫眞潛像の如く。それが興奮となつて中樞に來ると、其處には祖先以來持傳へた神祕の現像液が充たされてあつて、その感光板を一つ一つ明瞭に現像し、それを轉寫して立派な寫眞畫を提供する様なものである。

又之を他の譬で云ふと、近頃盛になつたラヂオの如く、放送局から種々の音波を電波に變へて放送すると、聽取者はアンテナから此の電波を受け取り、受話器によつて又此の電波を元の音波に還元して聽き別ける事情と能く似てゐる。



かくして發生した色の感覺、及此の色から出來た物體の形狀は唯此の中樞に發生した儘ではない。是が發生すると同時に、今迄の路程即ち物體から反射した光が網膜に入り、興奮となつて神經纖維から中樞にと出て來た逕路を其儘逆に進んで元の物體に迄投出される様に、心理的に習慣づけられてゐる。夫故に一つの物體が左右の眼に一つ宛逆像として映つてゐるに拘はらず、正當なる一個の立體として見られるといふのは此の譯である。随つて色素物質や、光の振動そのものに色はないが、其の物の色は矢張り其物にある様に思はれる。いくら物理學で色は物體にはない、唯選擇吸收の殘光が反射してゐる許りだと教えられても、現に今見てゐる物の色は、どうしても其物にある如く感じられるのは是が爲である。

繰返して謂ふ、中樞視覺は他の感覺中樞と聯絡し、知情意を統轄する全腦の中に活きたる靈的、叡智活動の一つであつて、單に受動的のものではない、光の刺戟に反應して内我の内に所謂色彩なるものを發出し、直に之を刺戟の出たる一切原因に結びつけて此の活動を注出する。

今迄述べて來た要點を摘んで色の成立を三段に分けて見ると

一 發光體から出た光が物體に衝突して其儘反射するか、吸收するか、(白、黒、灰色) 或は光の組成質が分割されて其の一部分を失ない、殘部が眼に入る事。(各種色彩)。

二 光線の刺戟を受取つた網膜が、其の印象に相應したる光化學的興奮と變化して腦中樞に送る事。

三 網膜から到著した興奮の性質に随つて色彩的感覺を發生して、それを現物體に關係的に結び付くる様に投出する事。  
となる。されば畢竟色は心の所産であつて、物體や光振動や網膜にもあるのではない。然し又外來の刺戟がなければ色の感覺は起らない。

註、電氣刺戟や打撲刺戟で光のと同じ様な感覺を起したり、夢又は催眠術の暗示により、色の觀念が内部より網膜を刺戟して色の幻覺を起す等は別として。

而も其の光刺戟が直接中樞を刺戟しても、そこに青や赤などの色感は起らない。夫には必ず網膜に於て物理刺戟を化學興奮に變化する作用を経て來なければならぬ。



夫故に佛教々典の文句に倣つて言へば、「色は物に非ず、身に非ず、識に非ず、而も亦物に非るに非ず、身に非るに非ず、識に非るに非ず。根境識和合の所生である」とも。「光線、網膜、中樞なる三者の協同、三位一體の結果だ」とも云へよう。天地萬物を創造する様な脳の精神も外界自然界の交渉なくしては其の微妙なる作用を發揮するに由なく、此の内外二者の中保者、媒介者としては是非とも網膜の働きによらなくてはならぬのである。

されば「色とは何ぞや」と云ふ問題を研究せんとするには必ず此の三方面の合理的協調に待たねばならぬ。處がこの内で最も大切な中樞視覚は。九重雲深い中に嚴重な扉や神祕な幃を以て圍繞された暗室の内部に鎮座し給ふ祕佛の如きものであるから、第一項の客觀的物理現象に於ける如き實驗といふ武器も、こゝでは及が立たない。唯然し第二段の網膜は脳の支店、出張店の様な關係があるから、網膜作用そのものを十分に闡明すれば脳の作用は自然に推察が出来るのである。恰度基督教で基督の心がわかれば天の神の心がわかると謂ふ如くに。處がその網膜としても、彼の露出を與へた寫眞の潛像にうつかり光の下でフィルムや取枠の

蓋を開けると、その寫眞が駄目になつて終ふ様に、何分生活ある薄膜の中に演出される不思議な演劇であるから、直接の實驗は容易でないが。此の幽玄なる演劇の筋を説明せんとしたものに、ヤング・ヘルムホルツの三原感覺論とヘーリングの三對視質論とが有名なものになつてゐる。然しどちらも彼是と缺點があつて合理的説明とは受取れない。其の後此の兩說中の何れかを本據にして、批難點を修正せんと試みたものが屋上架屋的に澤山出てゐるが、是こそ理想的の説明だと認めらるゝものはない。

茲に「色とは何ぞや」といふ問題の終結に於て私自身の色彩感覺論を述べねばならぬ時が迫つたので、私は又茲に架空屋の一棟を建てやうとする。

私は先づ第一に前記の如く色彩感覺は進化によつて今日の狀態を得て來た事を信ずる。色彩の天地が未だ開けず混沌たる時に、明暗黑白の無色感覺のみの時代があつた。其の時代も太陽から來る光波振動が今日のと同じだつたと假定すれば。全白光の量の減少が灰色である如く、白光の質の分割減少それは今日吾々の色彩を感じる處の光振動をも亦同じく灰色と感じたのである。



然るに次の時代になつて天地陰陽が分かれた如く、始めて光の組成質の分割に應じて青と黄なる二つの異なる色に感じた事が、抑色彩感覺の根本であり、今日でも此の二色は或る意味の原色だと私は考へてゐる。其れは本書のあちらこちらに於て諸君が氣付かるゝ事と思ふ。此の時代には比較的波長の大なる振動を黄その小なる光を青と感じ今日吾々の橙とか黄緑とかの色に見てゐる物は皆黄色で其内に僅の光度の差があるのみであつた。青の方も同様淺黄や紫と云ふ區別はない。而して吾々の青緑と赤紫赤などは恐く灰色と同じ感じであつたであらう。此の時代に於る光刺戟の質は澤山の差があつても、受取る網膜の方はそれに對し唯二つの區別にしかそれを選り分ける事は出来なかつた。是から考へても色は刺戟光の差別から生ずるのではなくて感覺機器の作用から生ずるものだと云ふ方が正しいやうに思はれる。

かくして幾萬年の星霜を経る間に吾々の視覺は次第に進化して今日の如く、白光の組成分なる質の分割によつて、赤と緑青、黄と青、黄緑と紫等の感覺到區別する様になつたのである。而も其の白光の質とは毎度云ふ様にスペクトル單光の事ではなく、吾等の四周に見る所謂複合光である。夫故吾々が波長〇・六五の光を見ても、同七五の光を見ても全く同一の赤色に見えて些少の變化だも認め得ない。是は殆ど前期時代の人が吾々の云ふ黄色と橙色を見て區別の出来なかつたのと同じ事情である。

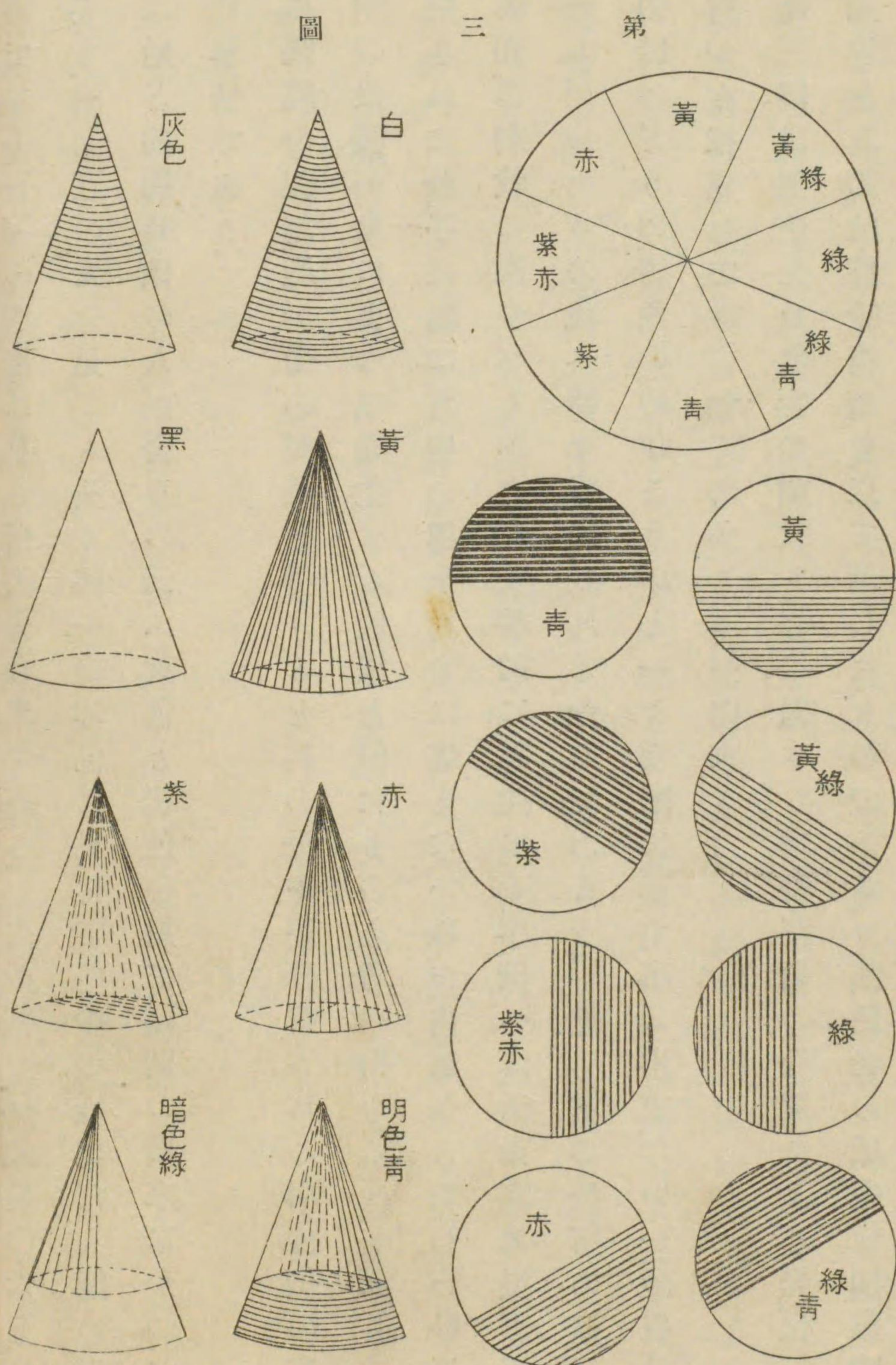
扱網膜の視細胞が光の刺戟を受けると、其の分子が分解される事は、例の寫眞感光劑の銀鹽が光によつて變化する状態と似たものと考へ得らるゝ。而して一度分解された分子は既に再度の用を爲すに堪えないので、内部から新しい分子が次の瞬間の刺戟に應ずべく前者と交替的に新生する事例へば活動寫眞撮影用のフィルムがレンズの後へ續々繰出される如くであらう。然し其の分解の状態が赤色の時はどうの、青色の時はどうのと一々明瞭に示す事は出来ないが、感覺及客觀事實から推究して次の如く考ふる事が出来る。

第三圖は無色光及色彩光刺戟と之に對する網膜視質の分解による光化學興奮の相違を具體的譬喩模型を以て示したものである。無色光の感覺は圓錐體が水平斷面に應じて種々の灰色。全部分解によつて白。全部不分解によつて黒を表



波長ニヨル白光ノ質(客觀的)

色彩感覺比較ノ想像形式(主觀的)



第三圖

はす。色彩は圓錐の頂點より底面に向けて截斷された方向と並行線の幅によつて表はされてゐる。色彩の飽和、明暗は白、黒の混合有無多少を以て示さうとした。但し是は共同作用であるから圖の如く別々にする事は不本意であるが混雜を防ぐ爲にかくしたのである。而して此圖は次の如き意味を含んでゐる。

○無色光感覺の白、灰色、黒は白光組成成分即ち質が分割されないで全體が其儘唯量の相違の意味で刺戟となる事。白光によつて網膜視質が完全に分解される事、○色彩は通常白光の組成質が二つに分割され假令其の分割が大小不同であつても其の一部を缺乏した刺戟であるから、網膜の作用も亦之に相當し、中樞感覺も亦此の消極部と積極部とに相應して色彩感覺を與ふるもので。網膜の作用光化學興奮の状態は或る一の色からそれに近似せる色に對しては亦似た状態であるが、色相の相違と共に漸次に變化し終に全く正反對の状態となる。之が所謂補色であつて、此の二つの刺戟が共同に來れば相殺して無色光刺戟を受けた時と同じ状態となる。是は元來甲の色は白光が乙の組成質を缺いた感覺であり、又乙は白光が甲の質を缺いた感覺であるからである。即色彩は毎も(白光)×



ⅡY)なる式で表はさるべきもので同時に(色彩Y=(白光-X))である。随つて色は常に白光と關係し、全然白光と離れては存在しないが、又之にマイナスXが添はねば色にならない。詞を換へて云ふと、黄色は白になるには青が足りない、又赤は白から緑青を取り去られたものである。斯様に色は白と關係を有つ譯は進化初期からの約束であつて、網膜の作用や中樞の感覺は先づ白に對して準備されてゐて、その視質が完全に分解される。夫故に視覺を有する程のものは誰でもこの機能を有つてゐるが、色彩は白光の質的部分々解であつて最も進化した視質を有するものに限りて感じ得る感覺である。そこ迄發達しない視質を有するものは唯青と黄の如き色に總ての刺戟光が感じらるゝのである。

要するに網膜と視覺中樞は統合された全一の白光に對して準備されてゐて、第一に白光や薄明りの刺戟によつて、網膜視質が完全に、或は量的減弱の意味に分解せられて白色や灰色を感ずる。第二に色の光の刺戟が來ると視質は分解された部分と未分解の部分とが出来る。而して色光の種類によつて其の狀態が第三圖の如く何等かの形式に於て相違する。それで中樞は此の分解された積極部と未分解の消極部との二つの關係から色彩の感覺を惹起する。消極部の價值によつて色の光度を感じ、部分分解に第一の全分解が混合する事によつて飽和の差が起るのである。

第一の作用は全人類に普通であるが、第二の作用は或特種の人には全く行はれない(全色盲)。又或種の比較的多數の人には作用の變化が制限されて唯原色的(黄と青)の分解のみが行はれる是れが謂ゆる色盲である。

最も進歩した型の網膜では第一作用は視質全部に行はれ、第二作用は中心附近に於て行はれ、周邊部は第一作用のみを營む。その中間に原色分解を行ふ地帯が存在するのである。

以上で私の考へてゐる「色とは何ぞや」の答辯を略述したが不足の處は後章に於て關係ある問題の條下に附記して之を補いたいと思ふ。



## 第二章 光が色となる物理過程

私は色は主観の産物であるから、先づ主観の色彩感覚はどんなものであるかを一通り研究して来た。それは色の根本義であるが。然しヴントの云つた如く、感覚の差別と生理的刺戟差別とは並行すと云ふ心理學の原則から考へて見ると、今吾々が赤いといふ感覚を生ずるには網膜に赤獨特の視質變化があり、それには又客観の光刺戟に赤獨特の質的區別がなくてはならない。此の質的區別の研究は物理學の領分であるから私は此處から再び歩を回らして物理學に立戻る事になる。現代の科學者は太陽の放射線(或は電磁波)を波長週期で區別し、其の中の可視光線の範圍内に波長 $0.7594\mu$ から $0.3969\mu$ 迄の單純振動を數へ、此の單振動が色彩の質的區別を起す刺戟になるとしてゐる。然し光の方はかく微細の數字に互る區別が可能であつても、實際の色としては其の波長の一つ／＼に相當して區別する事は出来ないので、やつと大別して七つ、又は十數個に區別するに過ぎない。而して赤の單色光、橙色の單色光と稱するのは波長 $0.7594\mu$ から $0.6$

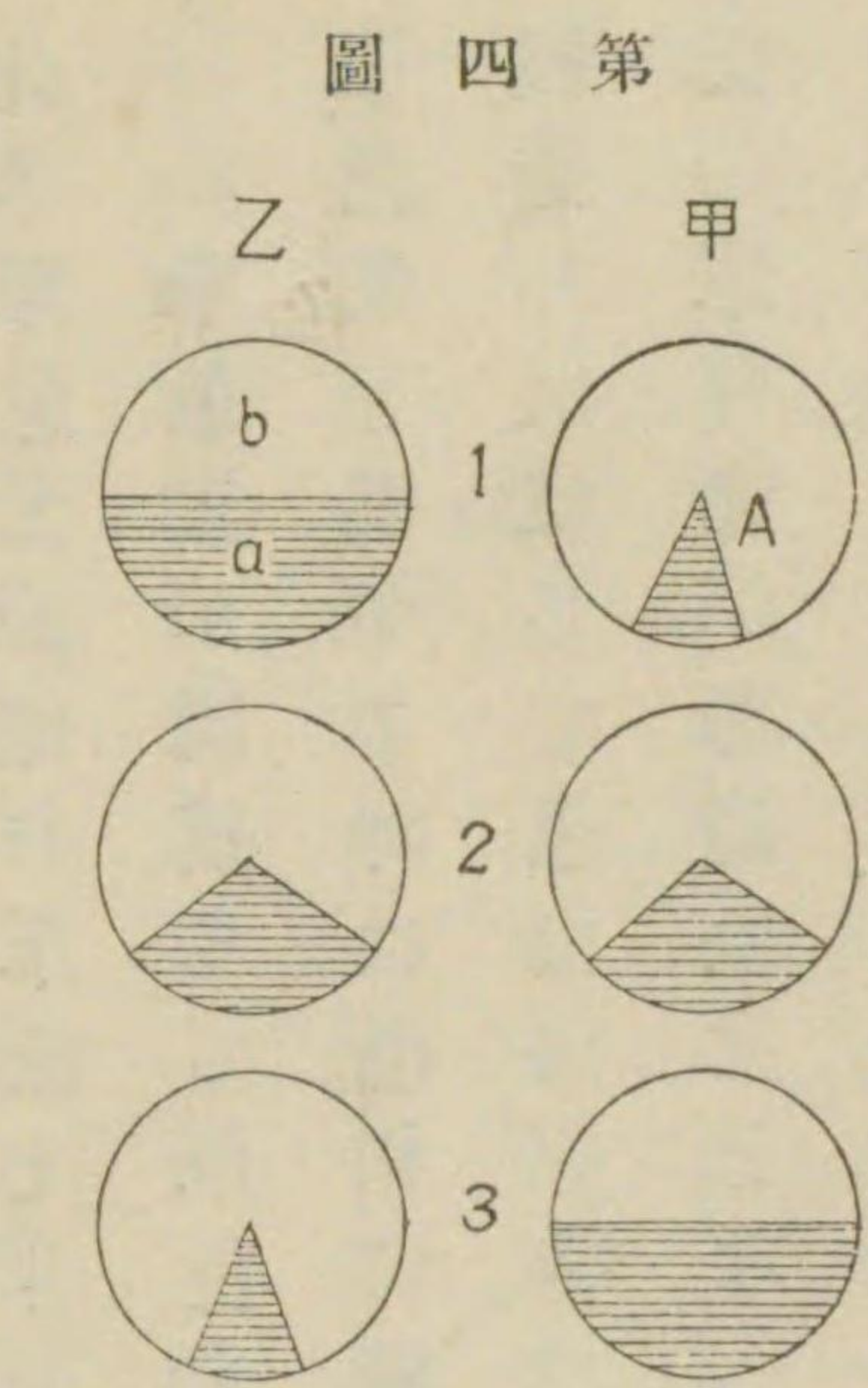
五六、 $3\mu$ 迄、又は $0.656$ 、 $2\mu$ から $0.589$ 、 $3\mu$ 迄の區域範圍の光波を稱し。時としては其の範圍内の單光の混合したものを(實は複合光なれども)單色光と考ふる事も出来る。

此の單色光が他の單色光と混合すれば無論其の色は變り、色の飽和も變るが。今一の單色光が隣接する單色光と混すれば其の中間の色相となり。自分の兩隣の單色光を混する時は色相に變化はなく、唯其の混合さるゝ單光の距離が遠くなる程飽和は減じて色は白を帯びてくる。客觀光を主として考へる色はどうしても此の單色光が基礎根元となつて行くので、色彩を生ずる物理過程を説明するには毎も白光を是等の單光色に分けて研究する事になつてゐる。即ち白光の投射と云ふ事は七つの單色光の投射として考へなくてはならないのである。

然るに私は「色とは何ぞや」と云ふ事を考ふるに當つて此の途を採らないで反對に、無色白光を基礎單位に置き、それが二つに分割されて色となる、分かれ方によつて或は黄と青となり或は赤と緑青となる。其の分割された一方を缺く時に或る色の感覚が起るとした。而して分割された光の質は物理學の所謂複合光であつ



て単色光ではないが。時として質の範圍が縮少して中心なる單色光になつても同じ色相を感じ、物體の色としては光度と飽和が減するが。スペクトルを見る場合の如く暗室で其の刺戟を受けるか或は單光を直接眼に視るならば最も飽和した色として見られると云ふのであつて。



此の立場の相違を圖解すると第四圖の甲と乙の如く。甲は白光中の質の一部分Aを原本基礎として之が色の感覺を決定する(スペクトルの如く)而して其の範圍が擴大して(2)(3)の如くなるも之と同じ色の感覺を生じ飽和は範圍の擴がる比例に減少する(物體の色の場合)。と説明するが。乙は白光がaに分れbが消極となつて缺乏する時或色の感じを起す(物體の色の場合)aの範圍が變化して(2)(3)の如くになつても色相は同一であるが物體の色では光度と共に飽和が減少し、スペクトルの如き場合には飽和した色と見えるといふのである。

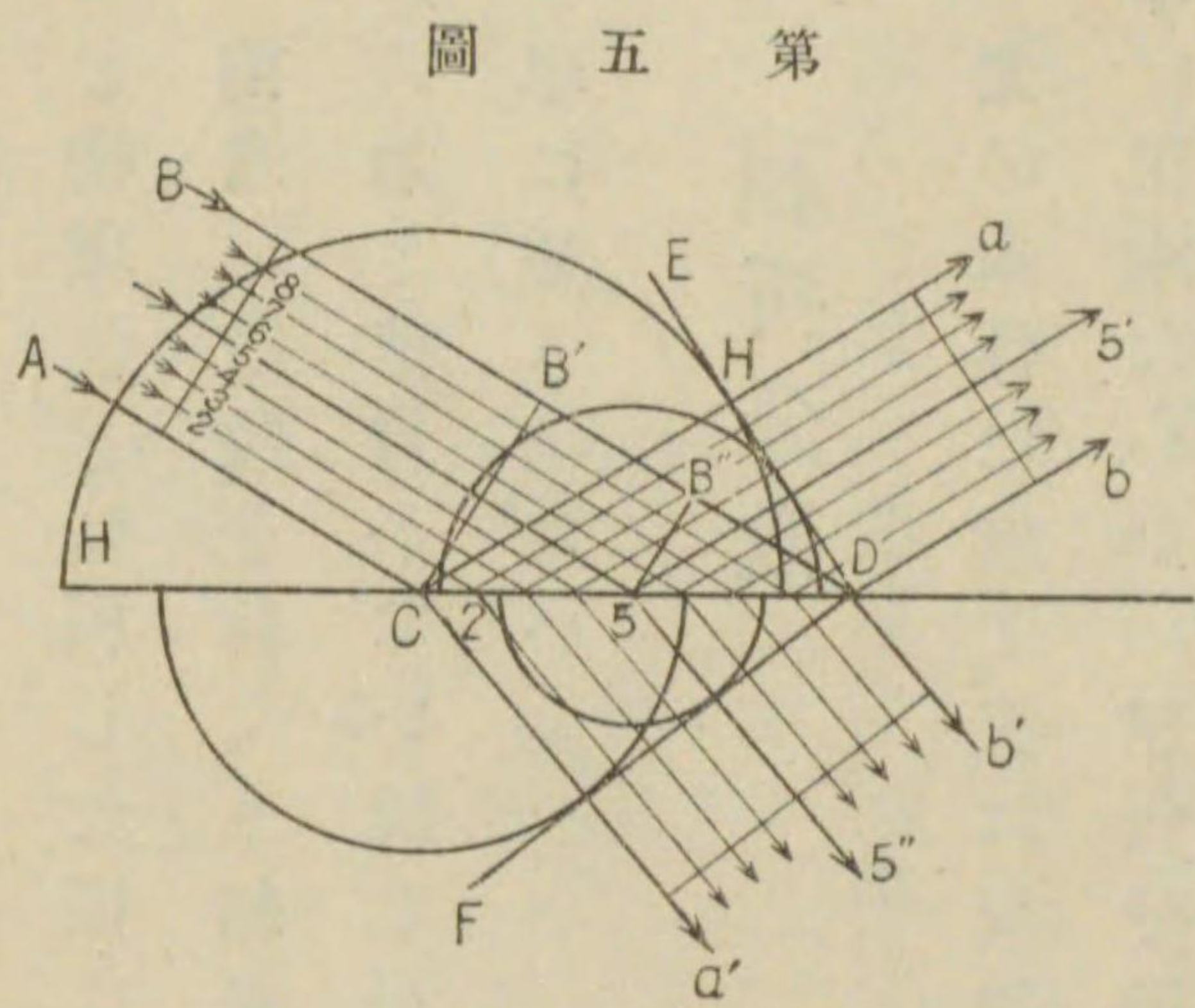
私の此の立場の相違を讀者諸君の考の中に入れて貰つて、さて白光が色光になる諸種の過程を觀察する事にしやう。其の種類は大別して、選擇吸收、屈折分散、光波干涉、微粒障礙、偏光呈色、其他とする事が出来る。其の中でも日常生活に關係の最も深い第一のものと、残りのものとは別の章とした。ゲーテも前者を化學色後者を物理色と區別した様に、此の二つの過程は吾々の感じにも可なり相違がある。前者は吸収を伴う結果安定な落着いた感じがするの、後者は何處か浮動幻影の如き落着かない感じがする。然し何れも吾々の色彩世界の等しい現象である事に變りはない。

### 屈折分散

光の本性に就て、又は反射、屈折の法則等は物理學の書物に譲り茲に委しく説く事は出来ないが。屈折分散の理を會得するにはフイゲンスの圖解を了知せねばならぬ。此の理論を學ぶには各自に定規とコンパスを持つて圖を描いて見るのがよい。



先づ中央の水平線を兩媒質の境界線とし、是より上を空氣下を水硝子の如きより密なる媒質と假定し。今之にACなる光線が斜に投射したとする、すると同時に234乃至Bの

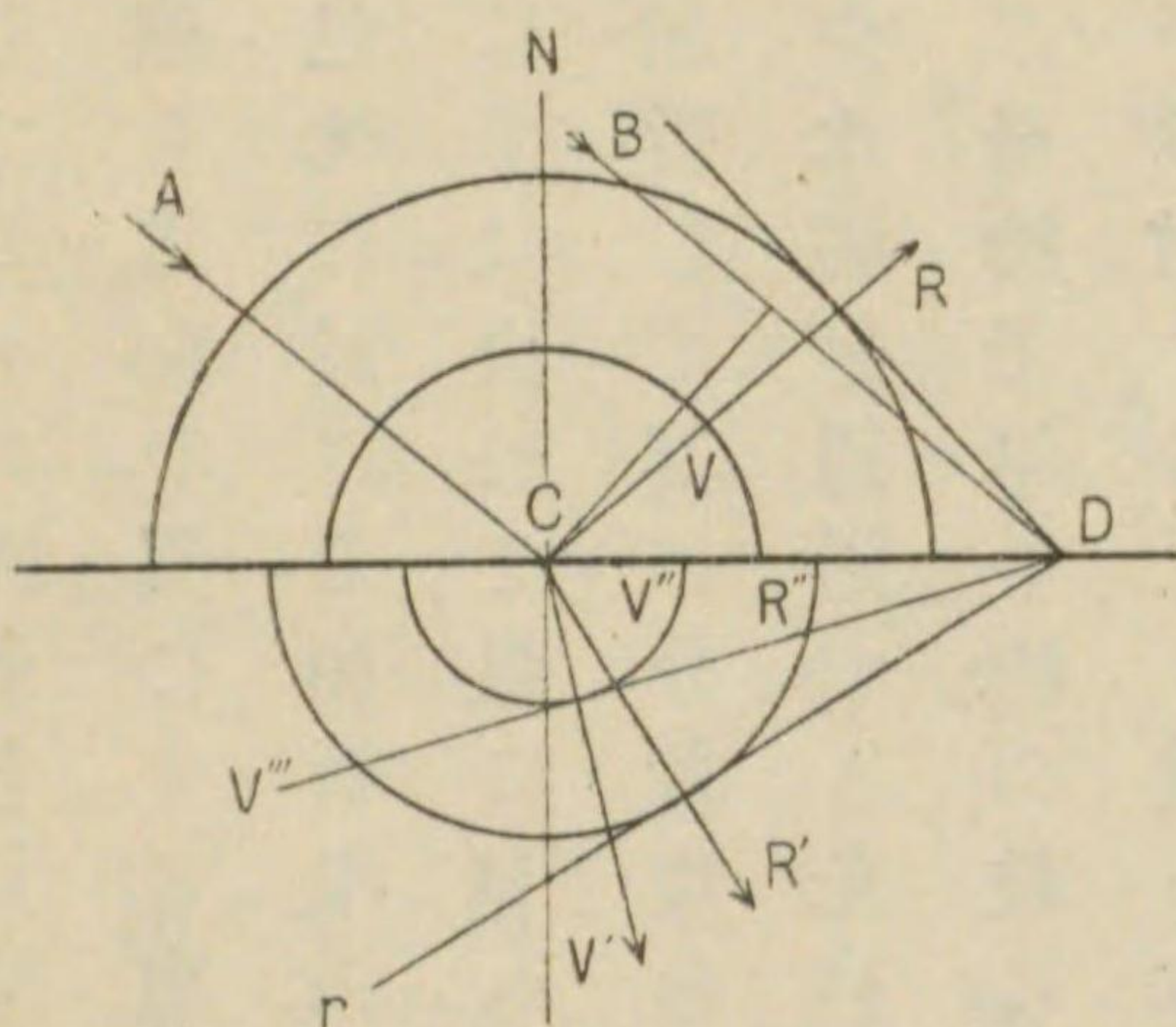


の波面となり、之に垂直に落射點から引けるCa55Db等は反射光線の方である。一方下の方では媒質の密度により光の進行速度が遅い爲に。上方でCから半徑BDの球形が波及する時にそれより小なる假令ば四分の三なる球形が出来るとする。其の時234等の落射點よりも同様上部の四分の三の割合なる半徑の球形波の半圓が出来、是等の

圓弧に觸切するDF線は屈折光の波面で、それに垂直なるCa55Db等は屈折光線の方になるのである。

前記屈折の理論は一定波長の光に對するものであるから、白光の場合には少くとも七つの異なる單色光に向つて作られたものが重なつてゐると考へねばならぬ。而して色を異にする各單光は夫々速度が異なり、隨つて密なる媒質中に生ずる球形波の大きさの割合が同一ではない、其の屈折率は左表の如くである。

第六圖



半徑CRの反射球波と半徑CVとCV'の屈折光線の生ずる時、莖色光は半徑CVとCV'との球波が出来る。

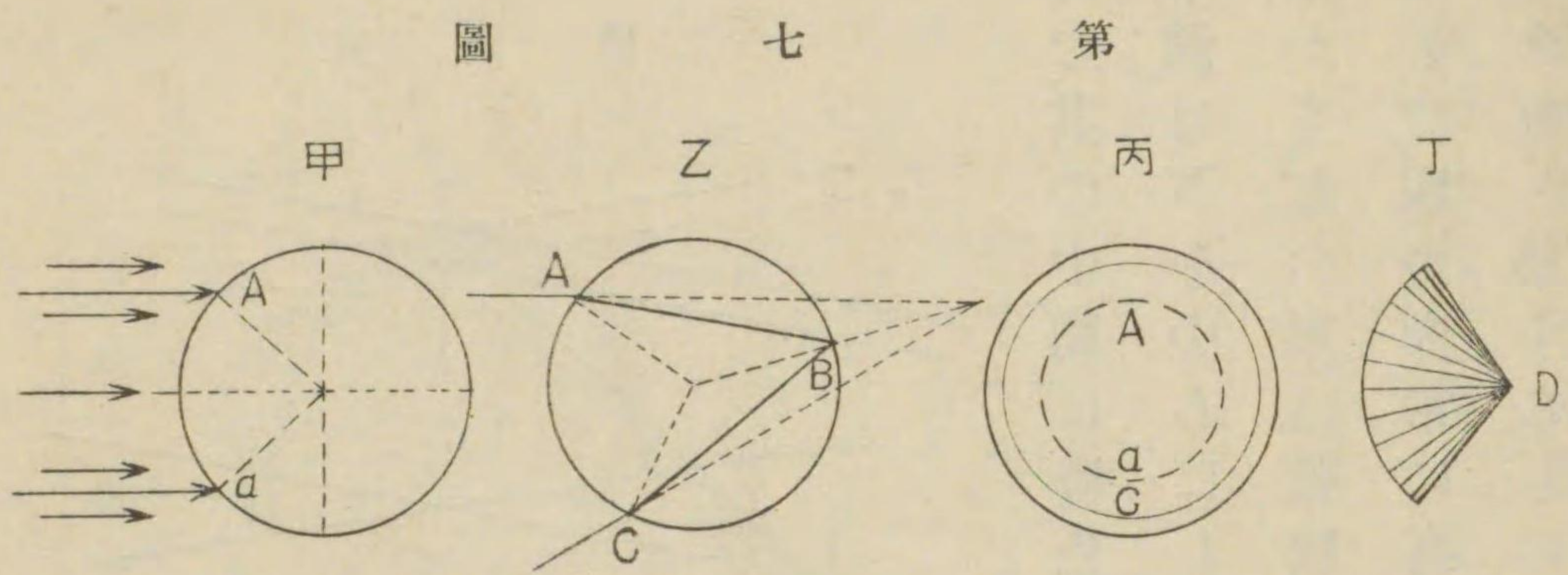
水	
赤波長、67	1.33085
黄、59	1.33303
綠、53	1.33493
紫、39	1.34340
クラウン硝子	
赤	1.514
黄	1.517
綠	1.520
紫	1.533
フリント硝子	
赤	1.537
	1.701
黄	1.541
	1.710
綠	1.545
	1.719
紫	1.563
	1.758



かくしてD'の波面とD V'の波面は平行せず、それ等に垂直にCより描かるべき屈折線も方向を異にする事となり、茲に分散なる現象を起すのである。

單色光に於ける屈折率の割合の相違は前表の如く僅少であるから、普通一回の屈折にては決して眼に見へる程の分散を生ずる事はないが、一回分散した光が再度屈折して其の分散度を擴大するに至つて始めて別々の色の光となる。プリズムや水滴を通過する光が分散するのは是が爲である。

雨の後物干竿や樹の枝に小さき水滴が垂れたり、朝露が叢中に、球となり、之に太陽の光が投射するとき、或る方面から之を見ると美麗なる赤や緑の珠と見える事がある。此の光線の逕路は第七圖甲の如く。水球に投射する太陽の光の内、Aに當つた光が乙の如く屈折して球内に入り、Bより反射してCに至り、Cより屈折して出て行く時に分散するのである。其のAとCとは正面から見れば(丙圖)何れも圓形の一、二点であつて、此Aなる圓形の各点から夫々乙の如き逕路を取り、C圓の各点より出射するのであつて、内部は莖色、外部は赤色、其の中間に橙色から青色迄の虹様の圓形スペクトルがD圓から球を出て次第に擴がつてゆく(丁圖)。空氣中に



かゝる微妙な虹が描かれてゐても、實際其の光に色がついてゐるのでないから、側から見ても何も見えない。唯吾人の眼が偶其の光の衝に當ると、其の圓い虹の内、一部分の色を眼に受け入れて、水球全體が或る色の球かと思ふ様に見ゆるものである。

然し此の圓形なる虹を全部見たいと思ふならば、暗室にて直徑二三寸の球形壘に蒸溜水を満たして之を懸垂器に挿み、側壁に球壘と同大の圓孔を穿ち、日光を平行に導きて球壘に投射すると、壁面に麗はしき圓形人造虹が出来る。天然の虹も全く同じ理由で現はれるのであるが、空中に水蒸氣の小滴が澤山浮遊してゐる處へ太陽の光が投射すると、前述の如き關係になつた光が屈折して、個々の水滴から吾々の方に向つて、圓形虹を無數に發射してゐるのであるが、吾々の眼には其内の極めて僅の部分を受け入







は又同じスペクトルが少しづれて1と重なる。かく次第に重なつてゆくから其の混合の結果、1からの赤、2、3からの橙、4、5からの黄色が残り、それより下は七色か混合するから白となつて了ふ。又最下部に黒縁があると圖の如く10では紫、9で青、7で緑青が残る事になる。但し此縁の黒がなかつたならば下迄白が續く。それでも紙片の外に黒い物があれば黒縁がある事と同じに色づくのである。而して色は毎もレンズの尖りの方向で定まるのであるから、白紙に書いた一の字をレンズの上の縁で見れば字劃の上に黄色、下に青色が付き、レンズの下の縁で見ると反對に上に青、下に黄がつく事になる。

同じ理由からスペクトル實驗用のプリズムを用ゐて日光の下で種々の物體を見ると、意想外の方向に位置の轉ずる事は無論であるが、實に面白き色彩の別世界に入る心地がして其の美麗なる事譬ふるに詞がない。何かし派とかの新しい油繪の色彩遊戯を見る様だとも形容したい。樹木や家屋を始め白き物體、黒き物體、淡色の物に總て、赤、橙、黄或は紫、青、緑青の着色層が附加される。恰ど三重の高い色の綿帽子を冠つてゐるかの様に。之を一見した處では障子の棧や家の屋根、樹

の葉の團塊の上に此の綿帽子の様な色が載りかゝつてゐるとしか思はれない。否實はそういふ風に見てゐる時に此の色の別世界の眞の美しさは感ぜらるゝのである。茲でも私は本書の始にかいた子供の四十雀の語を思ひ出す。理窟はいつても美を打壞す。此の意味からは甚殺風景ではあるが、五彩仙境の此の色彩は物體の上に附加されたのでなくして、天空か或は物の外周になる白き又は淡き色の物體の縁端が屈折分散した結果第九圖の様に色づくのである。それ故に白の幅が狭くて黒いものに圍まれてゐるとスペクトルの色は全備して見られる、是がかのスペクトル實驗に暗室と細隙とを要する所以でもある。

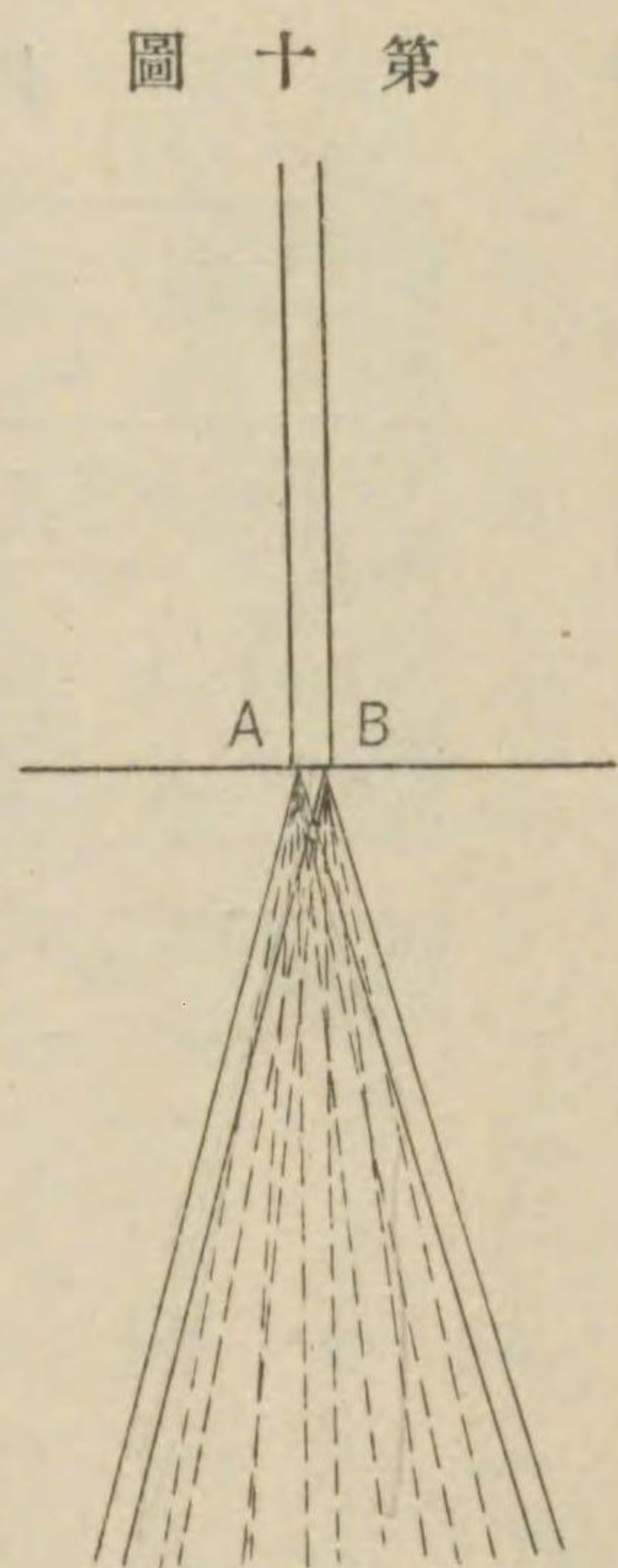
### 光波の干涉

波動理論によれば二つの異なる方向から或る一點に會合する波は、其の位置に於ける二つの波の位相が同じであるならば一層振幅の大なる波となるが、若しも一方は波の峯より谷に移らんとし、一方は谷より峯に移らんとする中間が相會するならば、昇らんとする力と降らんとする力は拮抗して相殺融合の結果、波



は休止状態となる、之を干渉と稱する。光波の干渉を始めて實驗したのはヤングである。彼は鉛の薄葉に針の孔を穿ち、赤色硝子を通つて來た太陽の光を此の孔から通過せしめ、之を第二の薄葉の上に受けた。茲には一層より小なる針孔を相接近して穿ち、第一の孔から來た赤色光を再び二孔を通過させて之を白紙の上に落した。すると其の映像は赤い二つの圓形でなくして、實に赤黒交互に連続した長い縞であつた。彼は光の波動なる事を主張し、此の現象は波の干渉に因つて解説すべしとした。即ち此の場合、二孔から來る光が白紙に達する時、其の二光線の距離が相等しければ當然光は倍加し、又其の距離の差が一波長、二波長等なれば同じく倍加するが、距離の差が半波長、一波長半、二波長半等の場所では二光波は干渉によつて相殺消滅すべしと云ふのである。随つて源光を赤に代るに緑か青を用れば色と黒の交互に出來る縞の幅は其の色の光の波長に準じて狭くなる。又白光を用れば七つの色光によつて出來る縞の重疊したもので、極めて小さいスペクトルの連続した縞が見える。

但此の實驗をなすに用ゐる光源は長く平行に來た光を要するので細長き不透



明の管を用ゐるがよい。第十圖長い間管を通つて平行になつて來た光がA Bなる小孔から出る場合、唯眞直に進行するのではなく、各發光々源の如く扇狀に擴がつて進む事になる。

フレネルは明瞭な干渉縞を作るべく平面鏡二面を僅の角度で二枚折屏風の如く立て、之にナトリウム燐を投射し其の反射光を衝立に受けた。又複プリズムを作り干渉縞を都合よく實驗せしめた。

光の回折とは前記の如く、光が極めて細い場處を通つて來て廣い場所に出る時に、細隙の後へ回る様に發射するので干渉縞の種々なる状態に現はれて來るのをいふが、其の内でも回折格子を用ゐると明瞭なスペクトルが見られる。回折格子は硝子の面に金剛石を以て平行直線を微細に縷刻したもので、此の刻線之處は不透明で、線と線の間は透明であるから、細隙を數多く並べたものと見做す事が出来る。刻線は一時の間に二三百の簡單なものから一萬四五千本の精巧な

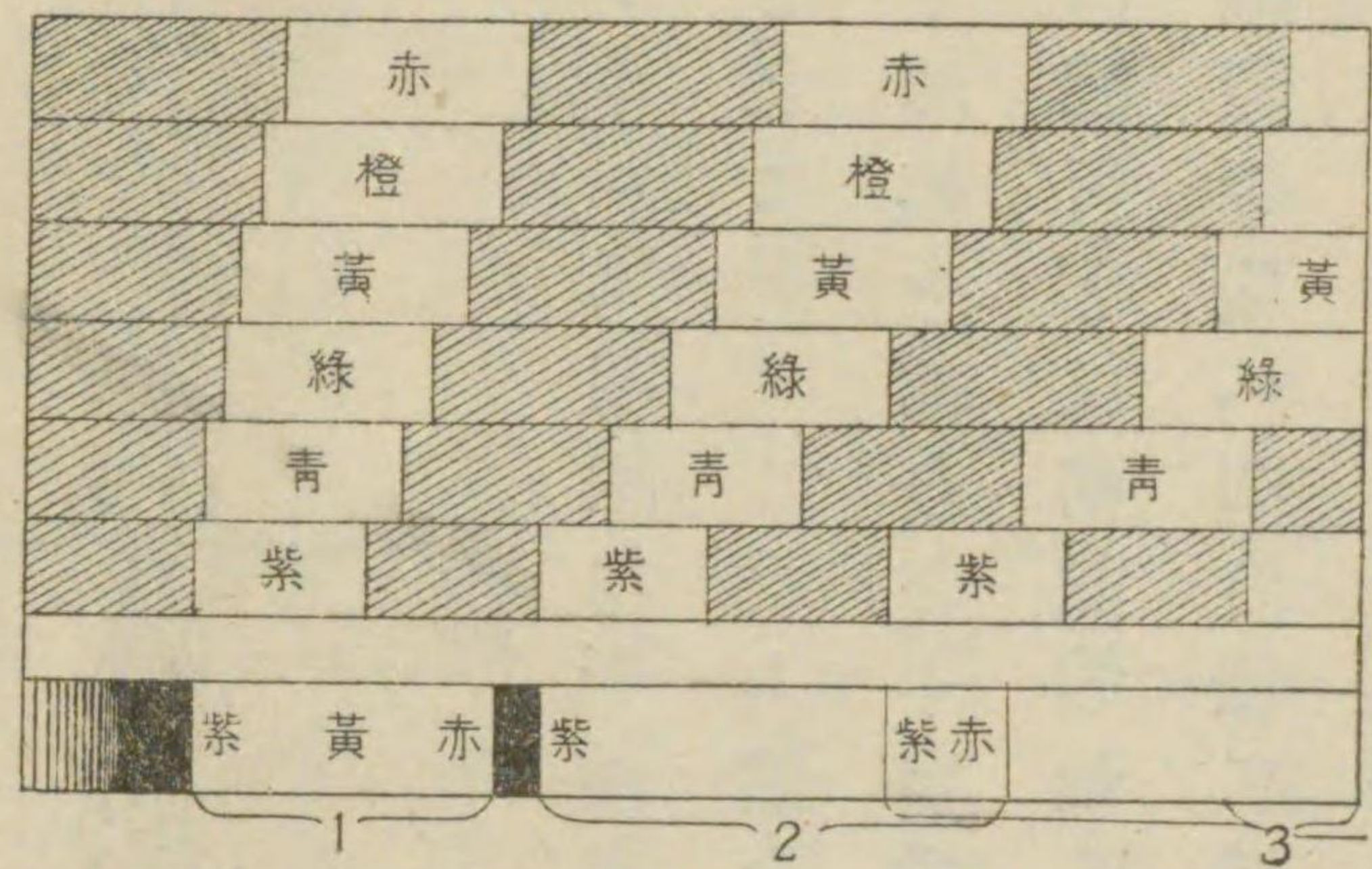


もの迄がある。勿論刻線は數多く精緻な程映像は大きく明瞭となるのである。此格子を分光器のプリズムに代へて、又はスリットから來た光を直角に格子に投射して衝立に映像を作る、つまり前記干涉縞の最大なるものを得る譯である。單

色光を用るれば其の色の縞を波長の割合にて現はすので。此の縞の幅をよく觀測し、格子と衝立の距離、格子の線の幅とに依つて計數上投射光の波長を精密に算定する事が出来る。

白光による回折スペクトルは中央より少し距てて左右に、堇色から始まり赤に終る迄を第一次スペクトルとし、夫より尙左右に數列のスペクトルが現はれてゐるが、段々色が淡く且重なり合つてゐるから。色彩を主とする實驗には第一次以外には用はない。色の實際配布の狀は次章第一圖版に載せて置いた。此のスペクトルはプリズムのものに比して波長の割合に色が並んで

第十圖



見える事が長所で、學術上の色彩實驗に用ゐらるゝ事が多い。但し短所としては色の光度の弱い點、格子の高價なる事、破損し易い事等で。結局普通多くの場合には矢張りプリズムが用ゐらるゝ事になつてゐる。

硝子製の格子は透過光で見るのであるが、之を反射光で見ると様に金屬の凹面鏡に格子線を刻したのものもある。

自然界に見るもので此の回折干涉から色を呈するのは、石決明や夜光介の介殼内部の色や、孔雀、山鷄、鴛鴦、鴨の或る羽毛、玉蟲蝶の翅等の如く。一方からは綠に見え、少しく視線を變へると青や紫に見えたり。赤色、黄色が金色に見えたり、種々に異つた色に見ゆるもので。實質に色素を有せずして微細な並行線狀や小き點を有する爲に。反射光中の或る單色光が消滅して或る色が現はれ、方向によつて消滅する單色光が變はるので色が變はつて見えるのである。

平素注意して見ると此の回折現象に因る色も少なからずある。然しその多くは微細の線や點に基づくものであるから視逃がされ勝である。例へば黒い板に細線の疵傷ある物、織物、頭髮、積雪等に太陽が直射する時、繪絹に強い礬水を引いた

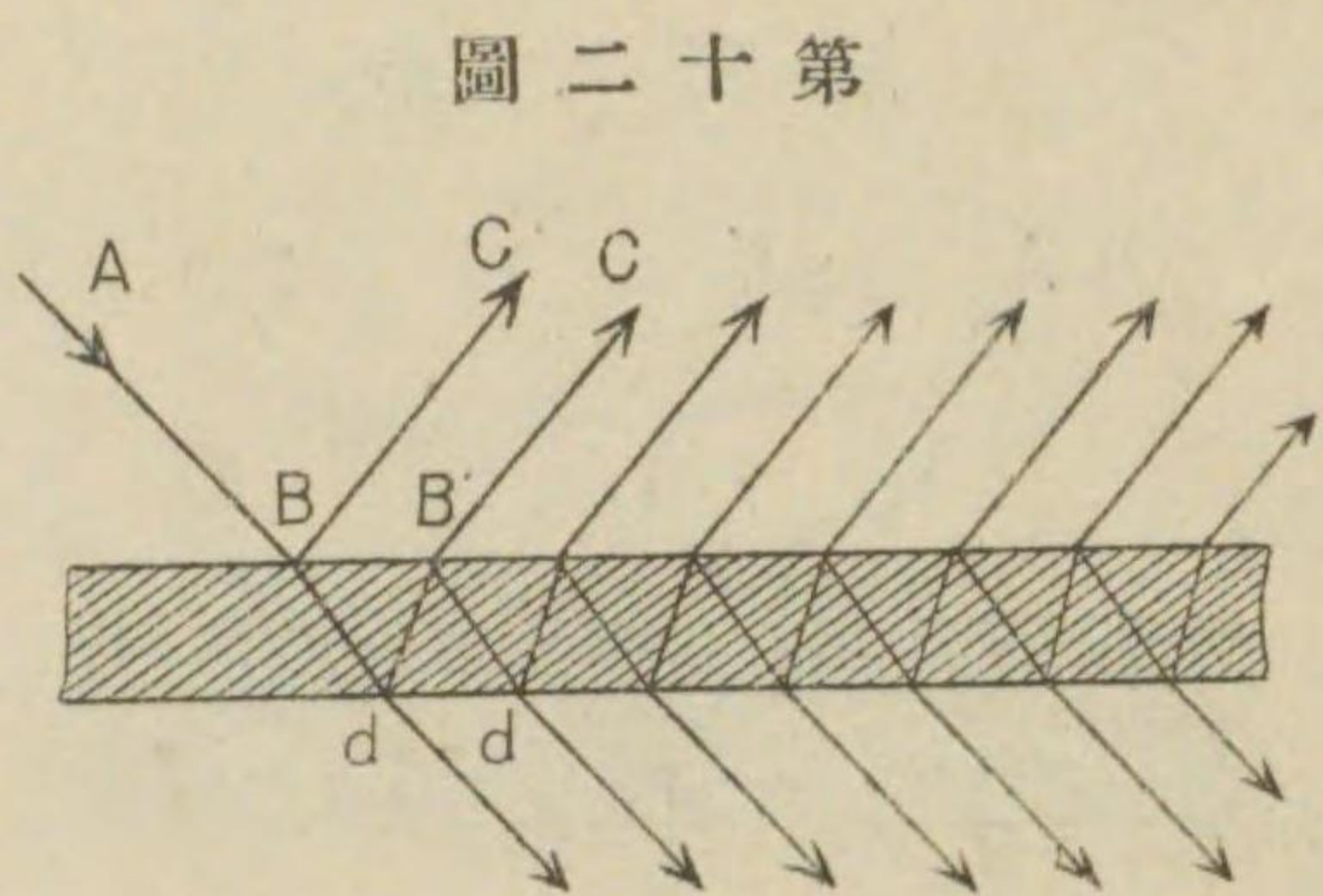


時、夜分燈火から發散する御光の如きものの中に。又眼を細くして睫毛を透して燈火を見る時の如く何れも赤や緑の小さな色を見るであらう。簡單で即座に實驗して良結果を得る方法は。疊みたる扇子の骨の重なつた側から燈火や強い日光を見て、兩手の拇指と食指で骨の上下を壓へて間隔を充分狭くすると美しいスペクトルの縞が見られる。

### 薄膜干涉

水、油、空氣等の透明體が極めて薄き層となれば色を反射し、この層を通過する光も色を現はす事になる。石鹼球や、水溜りに油の滴が落ち、この油が擴がつて薄膜となり、種々の形狀に虹の如き色を呈する事は誰しも屢見る所であるが、此の色も亦光波の干涉から起るのである。

第十二圖薄膜の表面に對して斜に投射するA B等の光線は膜のB點に衝突すると二部分に分れ。一部分はB Cの方向に反射し、一部分は膜の内部に屈折して進み。膜の裏面なるD點に達するや、又二つに分れ一は屈折して膜外にd Eの方



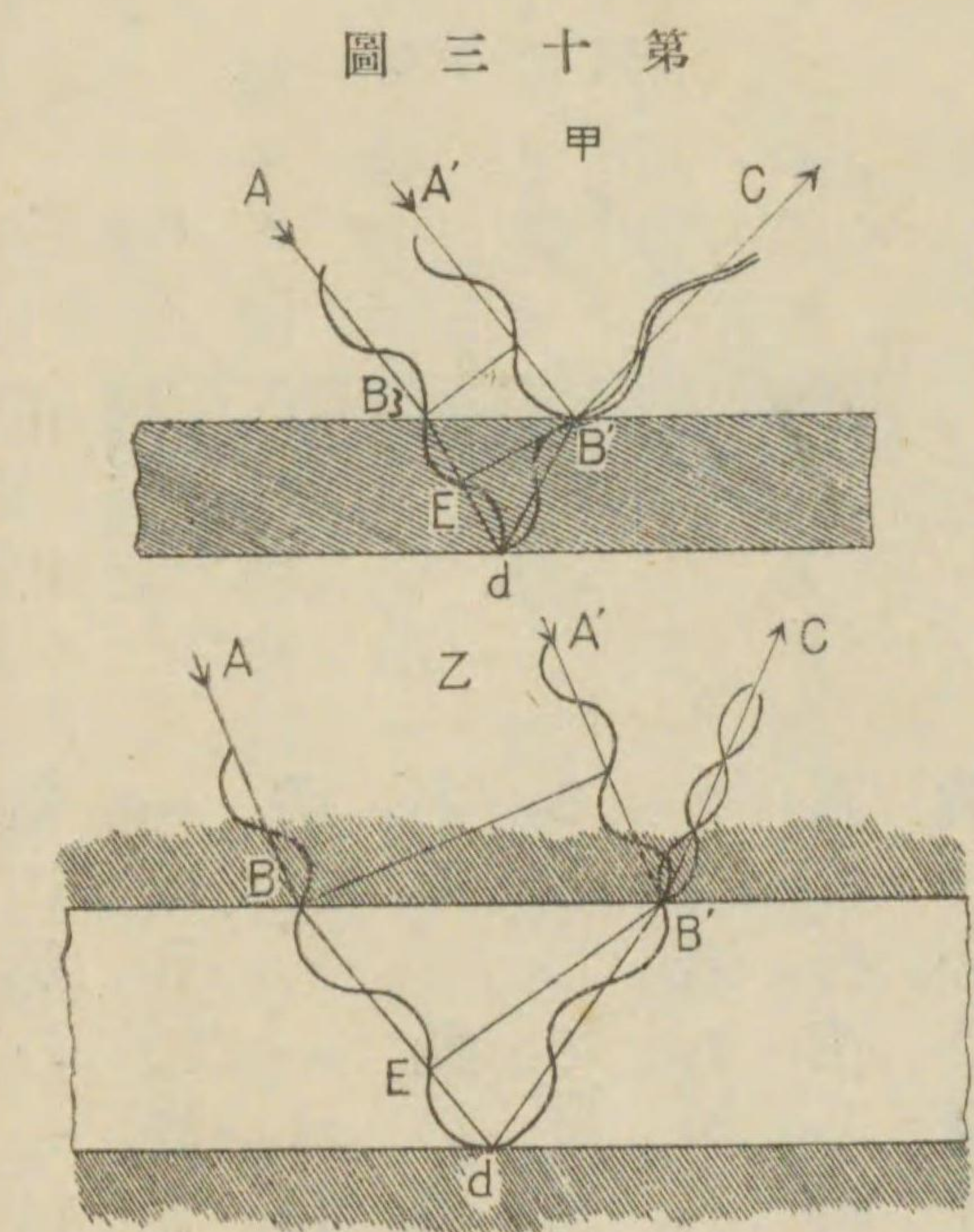
第二十圖

向に進み、一は膜内に反射してBに至るや又同じく二分し。一はBに於てA Bから反射する光線と會合して同方面に進み。一は膜内に反射してB dにと同じ事を繰返すのである。此の時膜表面に於るB(それは膜表面總てを代表するとして)は光線A B CとA B d B Cとの會合點であるから。若し兩光線の波の位相が半波長齟齬してゐると光は互に打消し暗黒となり。一波長二波長等ならば光は互に助け合ひ輝ける色を現はす。其時一方裏面に出る通過光はどうなるかと云ふに。是は今の如くB點で光が干涉によつて打消す時それは膜内に反射しdより膜外へ出る。之に反して若し、B點に於て兩光線が相助け反射する場合には此の方面に出る光はない事になる。

勿論甲の如く打消す場合と、乙の如く助け合ふ場合の生ずるのは膜の厚さによるのである。是は例の單色光を投射光としての理論であつて。例へばナトリウムの黄色光を此の薄膜に投射すると、甲の場合膜の表面は反射光がないから暗



黒であるが通過光は黄色に見える。乙の場合反射光は黄色で通過光はなくなるから暗黒である。今かゝる薄膜を日光で見ると、甲の時は反射光は白光中の黄色に属する單光が打消し青色を呈し、通過光は黄色である。乙の場合には反對に表面は黄色を反射し、裏面からは青色を通過してゐる。



干渉を生ずる二光波の逕路を今少しく詳しく考へて見ると第十三圖A'B'Cなる光線は膜が外部よりも光學的に密なる媒質である場合にはB'點の位相は半波長の遅れを生じ、(圖甲)膜が外部より光學的粗なる媒質の時には此事がない、(圖乙)。然し膜内d點では後者に半波長の差が生じ、(乙)前者には之がない、(甲)から何れにしても總體から此の半波長だけの遅れは他の條件如何に拘はらず計算に入れねばならぬ事である。次に考ふべき事は一波長の長さは密なる媒質中では粗なる媒質中よりも小なる事である。第十三圖はB'及dに於ける半波長の遅れを比較したもので、甲は密なる乙は粗なる媒質で示した。此圖の如き場合B'點に於る兩光線の位相は

同一ならず、甲は強め合ひ、乙は打消す事になる。

BからA'B'線に垂線を引き、B'からB'D線に垂線を引くと前者は膜外に於る光の波面、後者は膜内の光の波面であるから。A光線が膜内をBからE迄進んだ時にA'光線は膜の表面に達する事になる。而して此の二點は同位相であらねばならぬ。するとA B D B' C線はA'B'C線よりはE d B'迄の距離だけ餘計の途を通る譯である。それで内部を通つた線のB'に於ける波の位相とA'B'C線のB'に於ける位相とで干渉の如何が決定するのであり、膜の厚さによつて前者のB'に於ける位相はそれゝ變化するのである。

薄膜の呈色現象で一般に知られてゐる最も美しいものは石鹼球である。

粘質張力の強い石鹼球液は次の如くにして作る、壺に四分の三だけ蒸溜水を以て溶かしたマルセル石鹼液を入れ密栓して太陽光の下に放置し、又は微温を加へ充分に溶解した後、上等のリスリンを壺一杯になる迄前液の四分の一満たし、よく振盪して一週間暗く涼しき場所に置き、其後泡沫や固形の滓を漉し、液の一パイント毎に強アンモニア一二滴を加えて暗所に保つ。

次圖の如き絲卷に筆の軸を差込みたるものを作り。其の先に右の溶液を浸し、餘剰の瀝をすしたみ、管の一端を口に含みて靜に吹けば驚くべき大なる球が出来る。色の出る順序は始め膜の尙厚い間は無色であるが次第に淡い赤と青緑が見え、それが繰返されて其の色が段々濃くなり。次に紫赤と青緑が飽和し。次に赤紫、

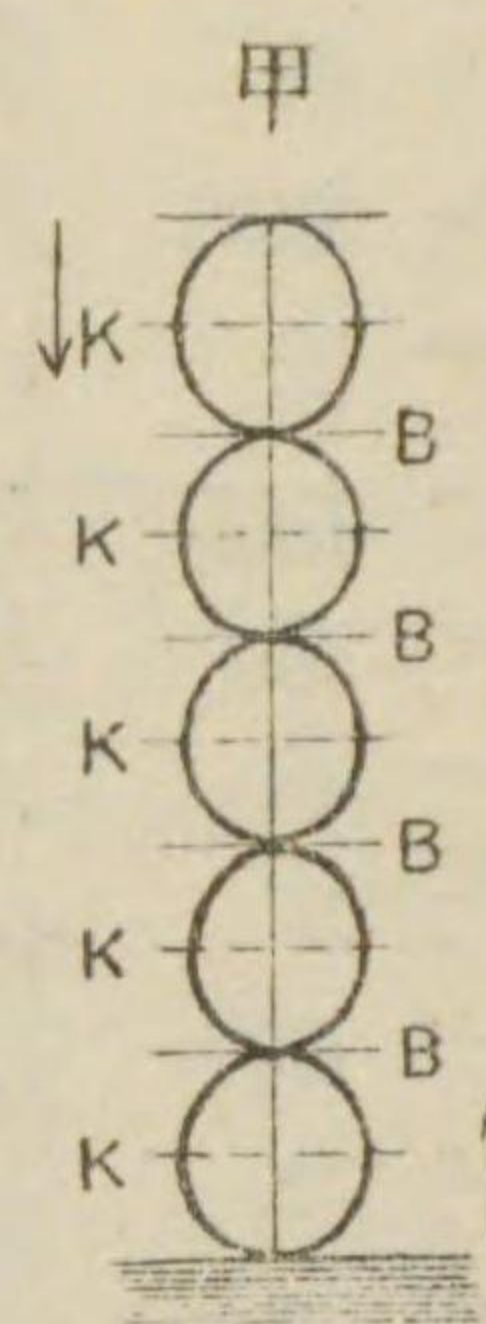




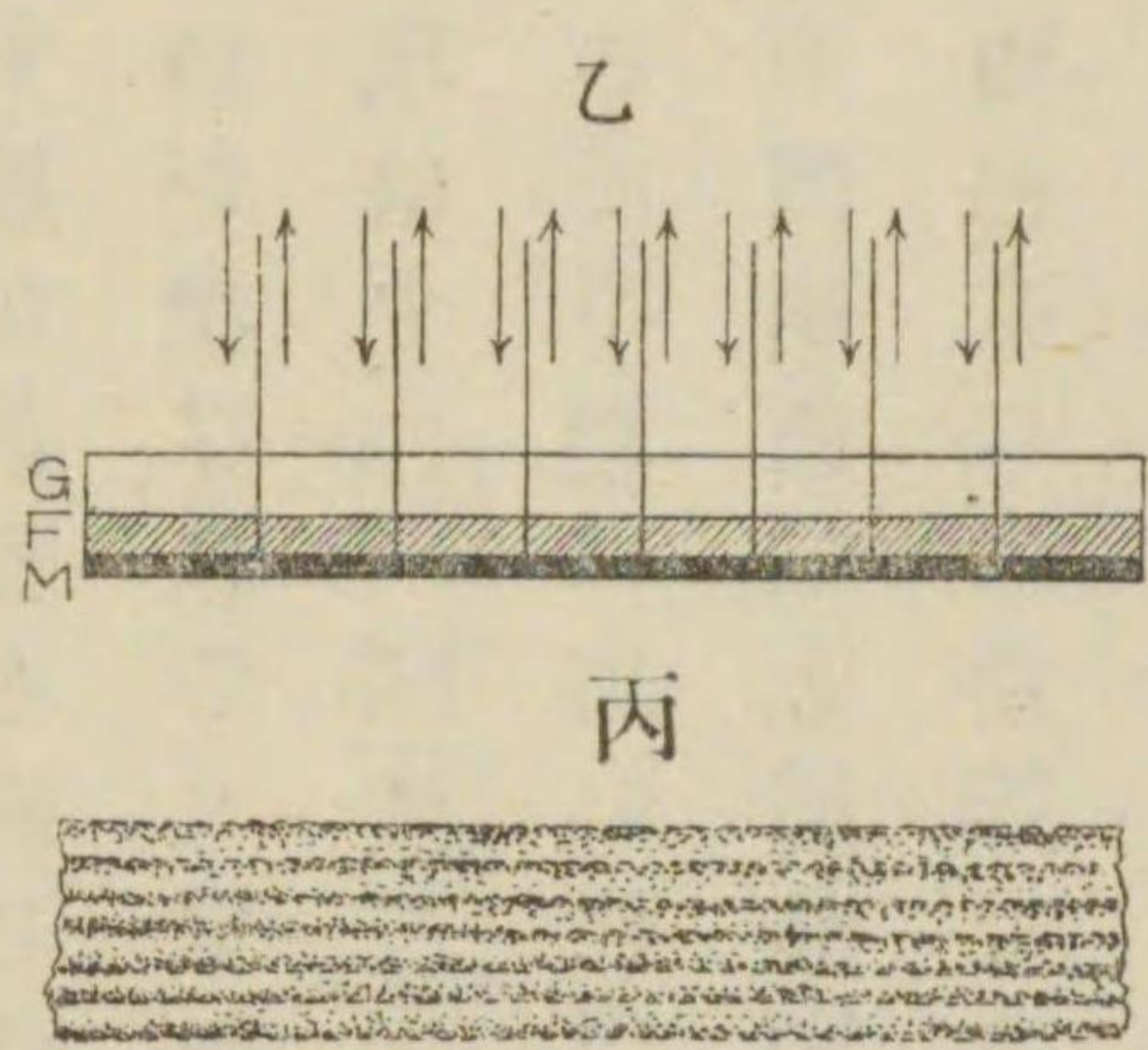


にすれども、今空氣にて耗の一萬分の二から千分の六位の間にて行はれ其内一萬分の二、八から五、二の間が色相全備し飽和も最も優れてゐる。而して此厚さは恰度黄緑光の波長の半分から綠色光の波長迄に相當してゐるのである。

光波干渉の終りに今一つ云ふべき事は定常波である。鏡の如き反射能の大なる物に單色光を垂直に投射すると、其の反射光は同方向に而も半波長の遅れをもつて出てゆくから、第十六圖甲の如き姿の定常波が出来る。Bを節Kを



第十圖



反對に硝子面をレンズの方に感光面を後になる様にす。而して取枠の後より

腹と名ける。即ち鏡面及鏡面から半波長毎に光の作用を殆受けない層と、其の中間に光の作用を盛に受くる層とが交互に重疊してゐる筈である。リツプマンは此の理を應用して、スペクトルの天然色寫眞を作つた。其の方法は特製の寫眞取枠に乾板整色感光劑を用ゐるし物を入れ、其の入れ方を普通とは

水銀を注入して感光面の上を掩蔽する仕掛になつてゐる。注入し畢つて其の口を閉ぢ、此の取枠を用ゐる普通法の如くにスペクトルを撮影したのである。すると光は最初硝子面から感光膜に入り、水銀面に達すると、水銀が鏡の如く働き、反射光と反射光とが感光膜中で定常波を作り、其の節に當る層は少しも銀鹽に變化を起さず。之に反し腹に當る層では感光變化を與ふる事になる。之を現像すると第十六圖丙の如く、横から顯微鏡で見ると白い透明層と暗黒なる不透明層とが交互重疊してゐる。而して其の厚さは投射した單色光の波長に應じて變化するので。今此の現像された寫眞乾板に日光を投射すると、白光中の各單光が層の厚さによつて反射され、スペクトルの原色が其儘現はれる。

此の寫眞は複合光なる一般普通の物體の色を撮影しては充分良好な結果を得ない、とは云へ學術上誠に面白き實驗で將來新しき發見を導く者となるであらうと思はれる。

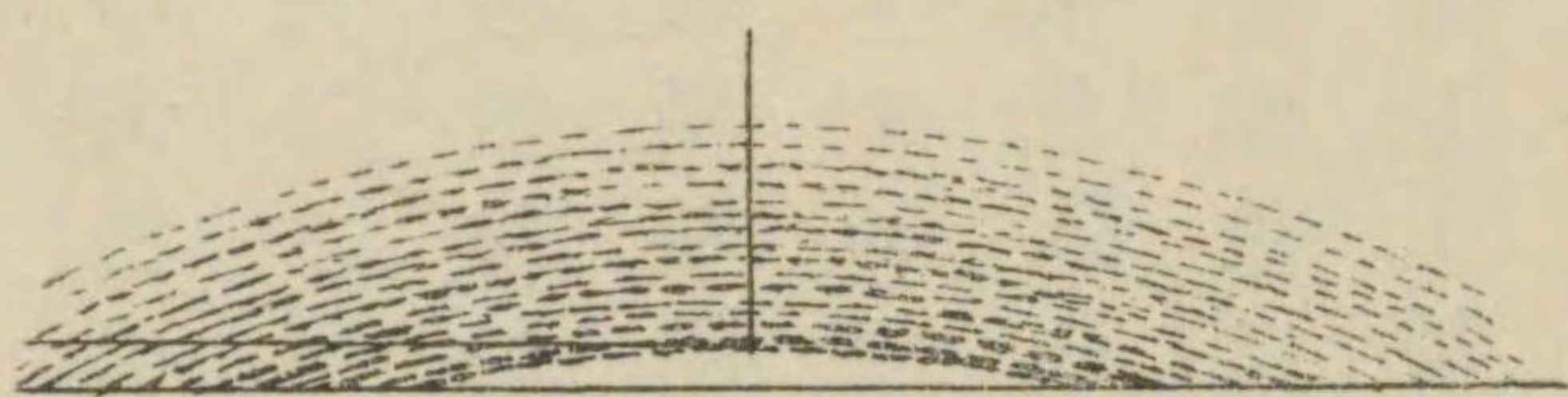
### 微粒障碍



空氣中、水中、又は硝子の中に極めて小さい粒子其の大きさが光の波長位のものが懸垂浮遊してゐると。光が之に衝突して白光中の小波長の振動のみが進行を阻礙されて其處から反射し。微粒よりも大なる波長の振動は此の微粒を乗り越して其儘進行するので。反射した光は紫青又は淺黄色となり、他は黄、橙、黄、橙、赤等の色となる。天空の青色と直射日光の橙黄色を始として、煙の青色、乳色、硝子の色、或る人種の眼の青色、太陽の赤色、月の黄金色、夕焼の雲の色等は何れもこの物理過程に屬する色の現象である。

蒼空の青色を生ずる微粒を考ふるに、地球を包圍する大氣中には水蒸氣や塵埃の微粒が澤山浮遊してゐる。其の高さは地上約一哩から十哩位、地球の表面が殆ど平均に是で包まれてゐると云つてもよい。而して是等の微粒は地球表面に近い處では比較的粗大で漸次上の方に遠くなるに隨ひ次第に微細になつてゐる。それは空氣が稀薄になる事と相應する。それ故に快晴の日には、太陽の光が地球に達する以前に此の微粒の層を通過し。最も小さい微粒から堇色單光、青色單光が進行を阻げられて反射し。それが又他の微粒に衝突して反射する。之が吾々の

第七十圖



眼に入りて空は青色だと見るのである。尙其の残つた光の内では比較的波長の小なる綠色が續いて反射されると空はやゝ淺黄を帯び。それより一層下層の粗大なる塵埃からは黄色や橙色の幾分も反射するので。純粹に青く見ゆべき空色も之が爲に淡められる。夫故高山に登ると一般に空の色は深く見える。雨や雪の後に美しい空色に見えるのも粗大の塵埃微粒がなくなつた爲である。一方太陽から直射する光は、途中に於て小波長の光を失なつた爲に黄色から橙黄色にならざるを得ないのである。

第十七圖によつて明である。其上旱天にて降雨なき頃は一層地平面に近い空に塵埃微粒が多い。それで太陽や月が黄金色に或は眞紅に見える。此の時太陽の光は最初堇色を失ひ次に青光を失ふて橙黄となり。夫から更に綠迄を失ふと黄色。橙をも失ふと終に赤色になるのである。又かゝる色光が遠近の雲から反



射するとかの夕焼の麗はしき色の雲となつて現はれる。

尙此の現象は暗い室の天窗や小孔から日光がさし込む時に横から見ると、光の道が明にわかり青い光の反射を認める。尙よく見れば其處には無数の塵埃の浮遊する事があり、と指摘されるであらう。採光の不十分な窓や障子の少ない室内で割合に物のよく視ゆるのは全く此の塵埃の恩恵だと云はねばならぬ。

水の青色は水其ものが弱い選擇吸収性を有つてゐる。水の層が深くなると、波長の大きな單光が漸次吸収せられて緑青又は青色を呈するものであるが。一方又此の微粒から反射する青紫色も其の原因をなすと云はれてゐる。

此の微粒障蔽から生ずる呈色現象を研究室内で實驗せんとするには、乳香(マステックレジン)をアルコールの八十七部に溶解したるもの(クブニス)を透明なる器に水を入れたる中に注入して活潑に攪拌せると、反射光は柔かな空色に、通過光は橙赤色に見える。此の液を楔形の壘或は大小數箇の壘に入れて直射日光をあてると、層の薄い小壘のものは橙黄色であるが、層の厚みを増す程其の色は赤みを帯びて来る。懐中分光器で之を見ると吸収帯が夫々紫から青、緑と次第に増

加する事が認められる。此の溶液は一ヶ月も置けば液中の粒子は非常に微細なものとなり高級なる顯微鏡でも見えない位になる。

乳香の代りに次亜硫酸曹達の十倍液に鹽酸の十倍液少許を加へたものを使用してもよい。一層簡單にはコップに水を入れ一滴の牛乳を垂らして攪拌するだけでも此の映響が現はれる。

第十七圖によつて明に知らるゝ如く、日中太陽が頂上にある時は、其が水平線近くある時よりも微粒層を通過する途が短かいので、白光中の單色光が失はれる割合が比較的少ないが、投射角が水平に近づくに従ひ其の割合は非常に著しく變はつてゆく。例へば

同	同	同	同	同	同	同	同	同	同
七度	十度	三十度	九十度	赤	黄	綠	青	紫	
6	7	8.5	9	8	7	6	5	5	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	"	"	3	5	7	6	3.5	2
"	"	"	"	1	3	6	6	2	
"	"	"	"	0.3	0.8	3.5	6	5	
"	"	"	"	0.04	0.5	2	5	5	

の如く日光組成分の割合が異つてゐる。すると夕方の日光は日中のよりも當然黄色が、つてゐなければならぬ。勿論一方空中にまき撒らされた青の光が反射してそれを融和してゐるとは云へ……

寫眞撮影に感ずる光は主として波長の短い青紫の單光であるから。太陽の位



置によつて曝露時間を加減しなければならぬ理由はこゝにある。

此の微粒分散の現象はロードレーラーによつて研究され、アブネイが精密に観測してゐる。

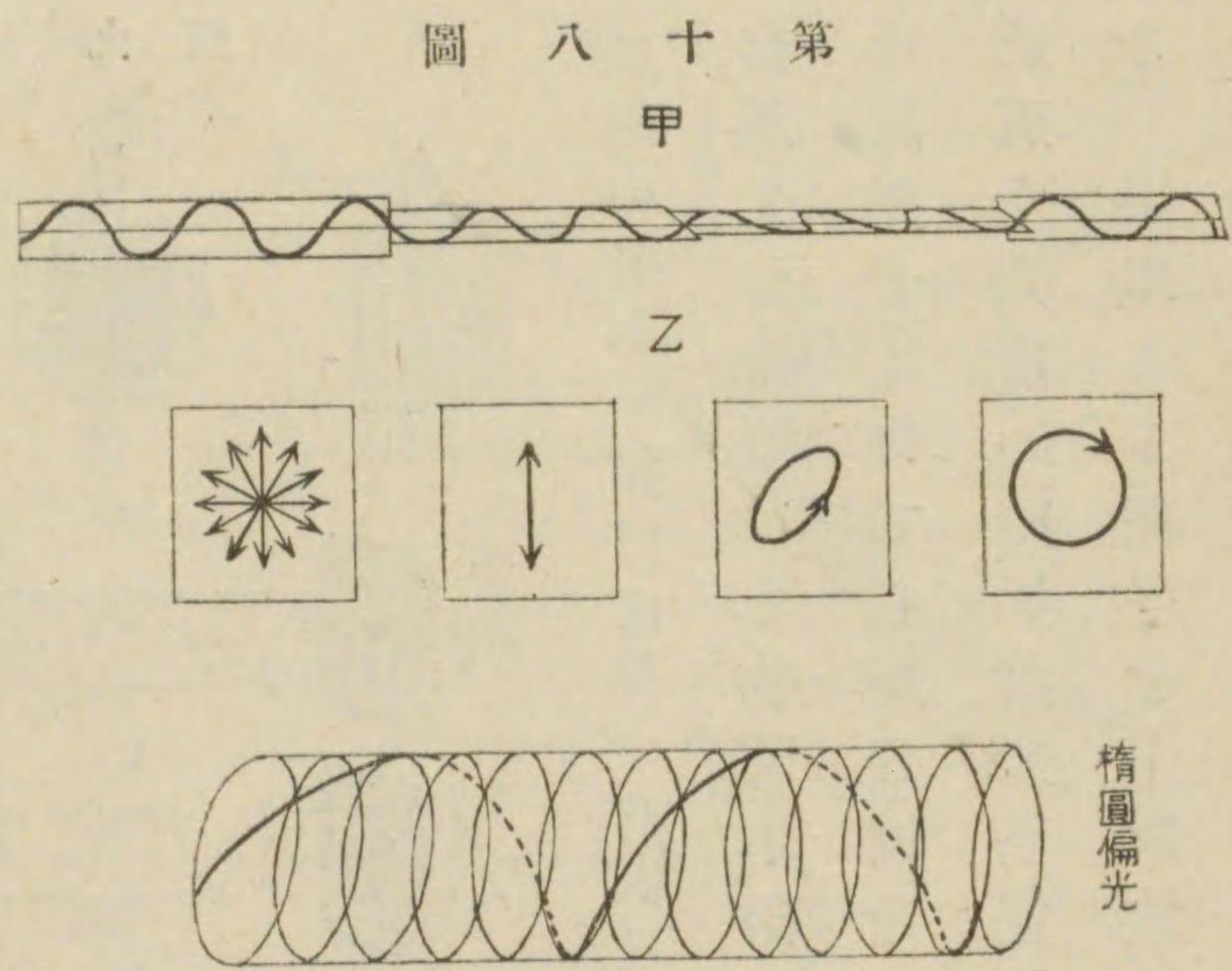
### 偏光による複屈折性礦物薄片の呈色

太陽及他の發光體より發射する自然光は横波。即ち方向線から直角に振動するのであるから其の振動面は平面だと考へられる。然し此の平面は瞬時の後に方向を變ずる爲に。振動面の方向は自由自在で、又時々刻々に變化するのである。(十八圖甲)

マイケルソンは薄膜干涉の行はるゝ行差の範圍を實驗し、20 厘迄それが行はれる事を見た。干涉の行はれるのは振動面の同一なる事を意味すると考ふれば、自然光が20 厘の距離を進行する間には振動面の方向は同一だと云ふ事が出来る。

然るに或る事情の本に光が其の振動面變換の自由を失ひ、一定不變に制限せられ何時迄も制限された振動面の内に進行を續ける事がある。之を光の偏り、又は

光の分極と名けられてゐる。

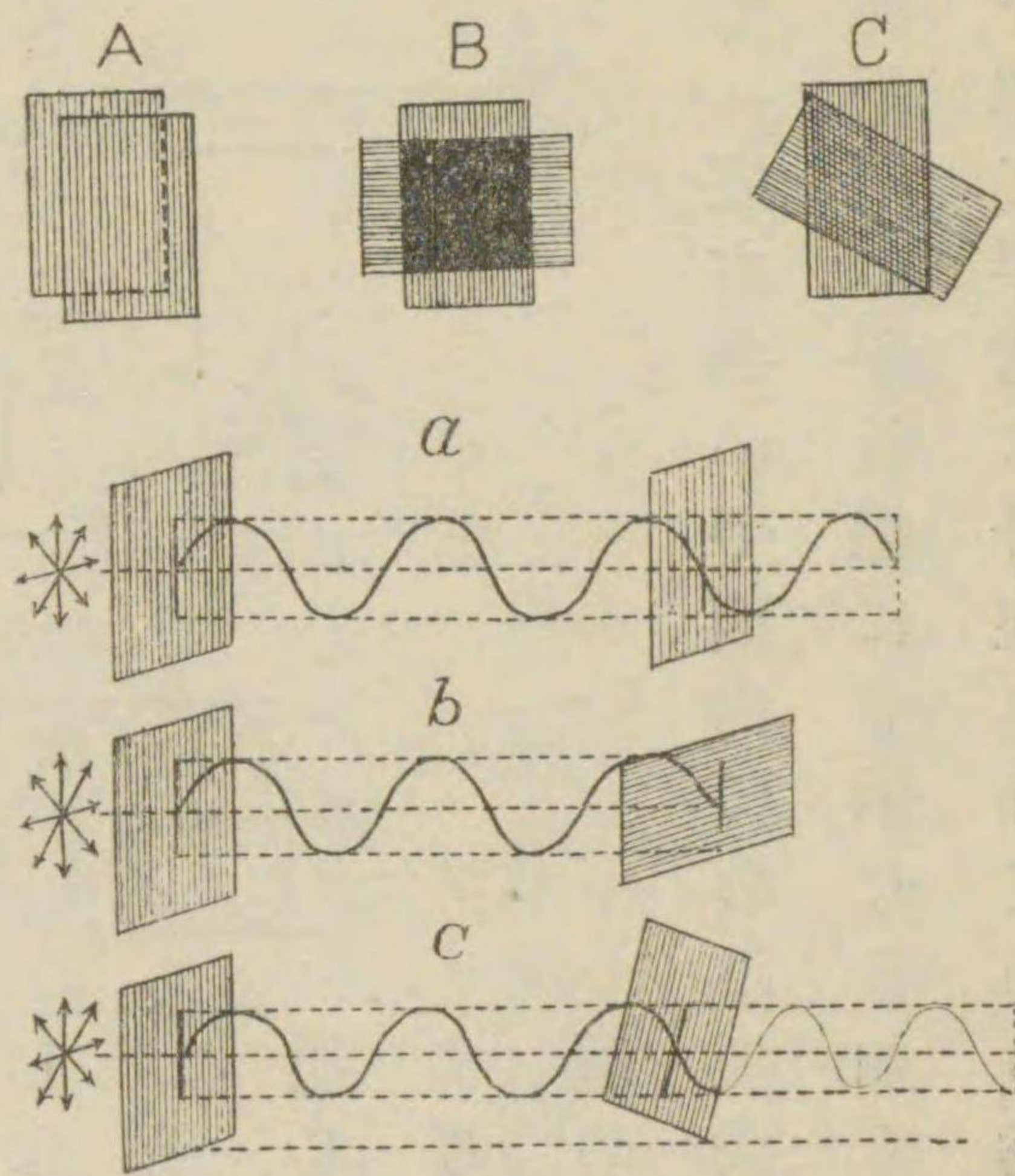


光が偏つてゐるか否かは吾等の眼に何等の差違を感じないが、今電氣石 (Tourmaline) と稱する礦物の薄片を光線に垂直に翳し之を回轉するに、通常光は何等の異變を見ざるに、光が偏つてゐると回轉の方向によつて暗黒となつて少しも通過しない事を覺える。又同し電氣石板を二枚重ねて見ると次圖の A B C に於けるが如く、或は光を通じ、「或は全く通過せず」或は幾部分だけ通過するのである。是は振動面の方向が自由である所の自然光が此種の板にはいと其の自由を奪

はれて一定方向の平面内におみ振動する。それは電氣石の結晶構成の分子の配列状態が圖の平行線にて示せる如くなつて居る普通の透明なる物體の分子は縦横上下總て平均に分配されてゐる爲だと考へるより他に途がない。



圖九十第



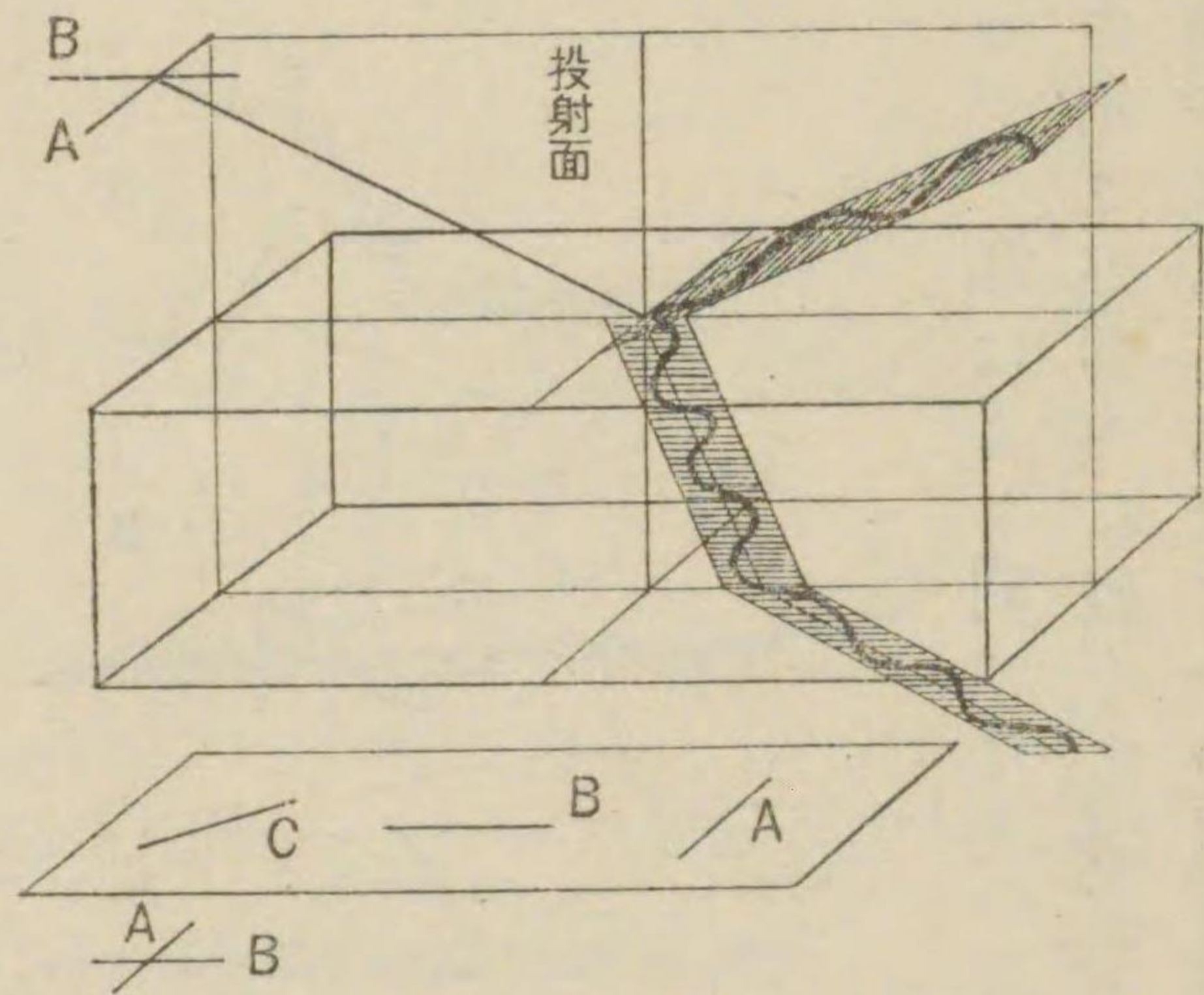
偏りが純粹に一直線一平面でなく、多少之と直角なる方向の振動を混へる時は、楕圓偏光又は圓偏光となる。それで偏りと云ふのは結局自然光の不規則なる振動が規則正しき一定のものに變化する事だと云つてもよい。

それで今自然光平面偏光楕圓偏光圓偏光等に對して、垂直に置いた平面に投射する振

動面の射影を描けば第十八圖乙の如くなる。

自然光が平滑なる物體水硝子漆器陶器等但金屬は除外に斜に投射する場合、其の反射光は毎でも幾分偏光となり、投射角が一定角度水面では五十二度硝子では約五十六度の時、反射光は完全なる偏光となる。此の時屈折光線も幾分偏つてゐる。平坦なる硝子を十數枚重ねると反射屈折兩光線とも相當完全に近い偏光が得られる。此時屈折光の振動面は反射光の振動面と恰ど直角をなし、前者は投

圖十二第



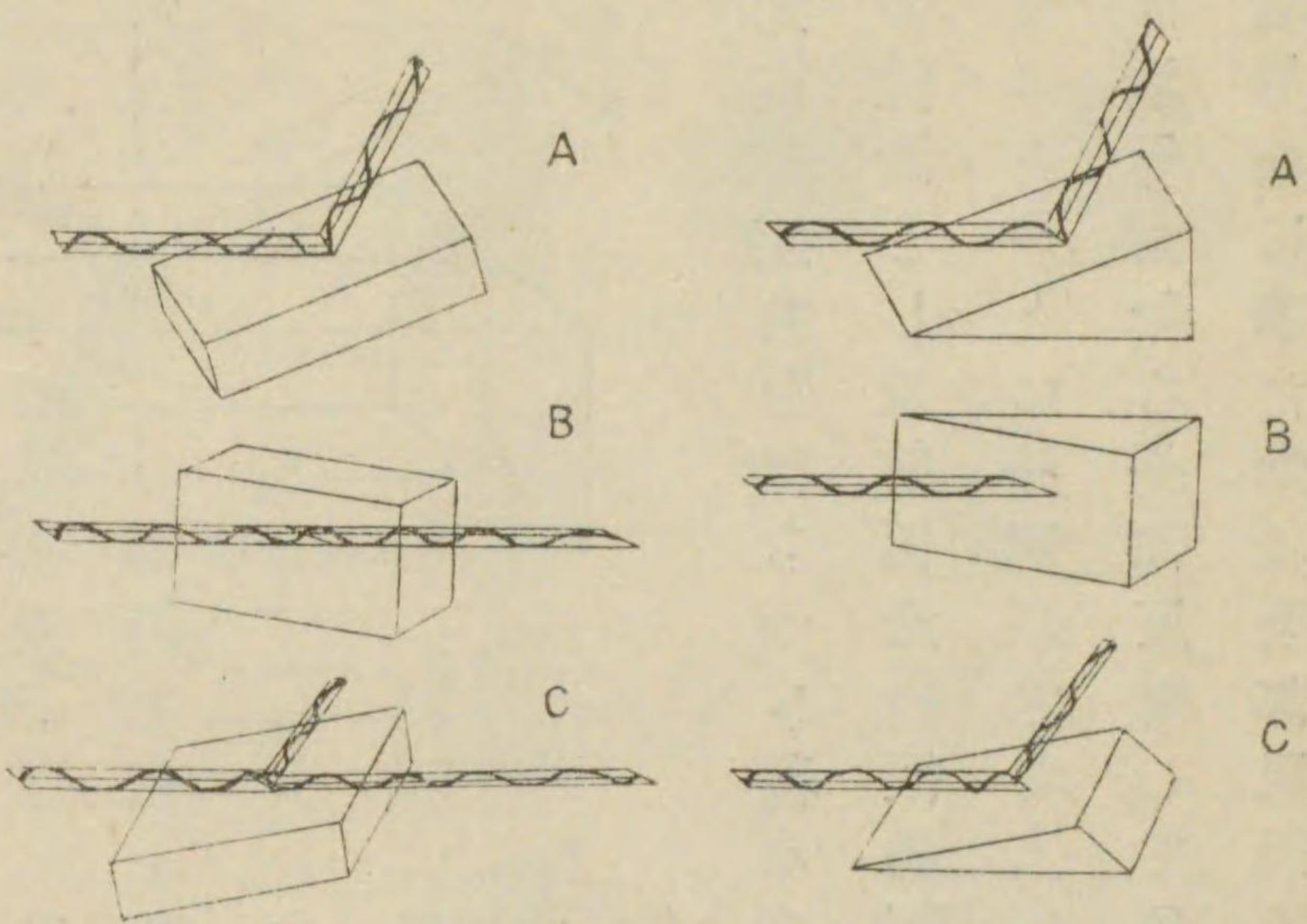
射面に平行、後者は直角であること第二十圖の如くである。

次にかく偏光になつた光を再び定角を以て平滑なる面に投ぜしめると次の如き現象を示す。

即ち偏光の振動面と受光面の方向によつて(1)光は全部反射する時(2)全部屈折通過する時(3)一部分は反射し一部分は通過する時とがある。第二十一圖は之を圖解したもので、投射偏光は何れも水平面内に振動すと假定し、此の投射光に對して受光面が定角を保ちつゝ種々の關係になり得る事を示した。又受光面を一定不變の位置とし、投射偏光の振動面を變化して考ふるならば、第二十圖に於て自然光をAとBとに分解して考ふればよい、即ちAの如き振動面の方向で投射する偏光は、境界面から全部反射して屈折する光は皆無であり、Bの如き振動面の方向で境界面に來た光は全部屈折通過して反射しない。若も此のAとBとの中間



圖一十二第

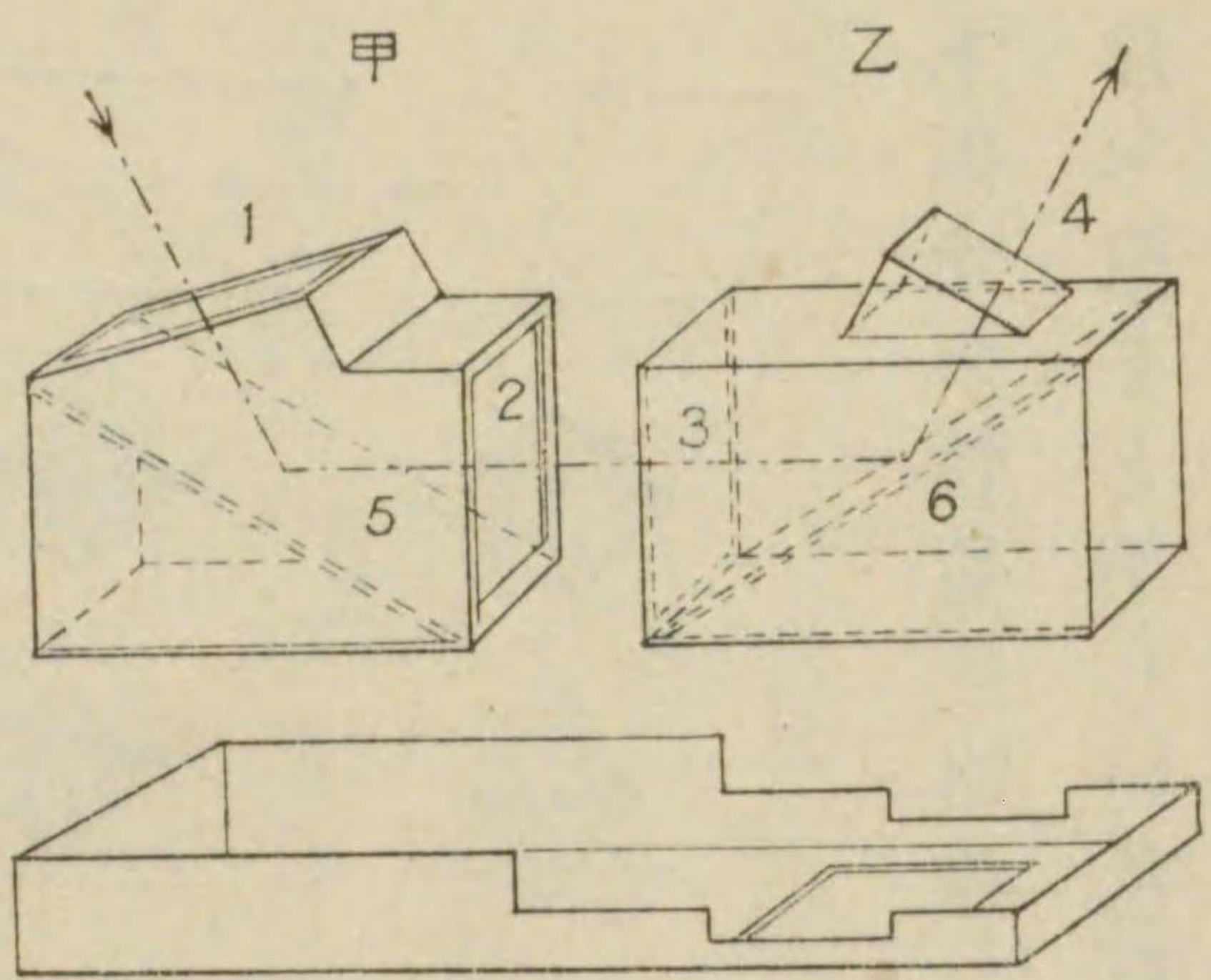


なるC方向の偏光が境界面に達するならば、光は二つに分れ(振幅を狭めて)一つは反射し一つは屈折通過する事になる。受光面が透明體でなく黒硝子の如きものならば、投射光の全部が反射するか「全部が吸収されるか」一部分が反射し一部分が吸収されるかの三つとなる。是は恰ど前に記せし電氣石を通過した光が第二の電氣石に投射した時に生ずる通過光の變光と併して考へると面白いと思ふ。

反射偏光による實驗を便利に果すべくノルレンベルグやシーベックの装置が多く用ゐられてゐるが。私はより簡単な次の装置を個人實驗用として新案した。それは二個の黒硝子を次圖の如き外廓内に置くに過ぎないから、ボール紙を用ゐて誰でも手工製作する事が出来る。黒硝子は寫真乾板に少時の曝露を與へ十分黒く現像したるもの、裏面を上にして使用する。

反射偏光による實驗を便利に果すべくノルレンベルグやシーベックの装置が多く用ゐられて

圖二十二第



圖の甲は起偏器で1は磨硝子、2は素硝子、5は黒硝子、是は底面から三十四度に傾け、磨硝子は水平面より二十二度に傾ける。乙は檢偏器として同く黒硝子を三十四度但甲とは反對に傾け、上面に方形孔を穿ち之に圖の如き内空天窓形を添へる(但これはなくてもよい)3には素硝子を貼る。今甲の1に垂直に光を受けるやうにすると、5の黒硝子に定角で投射するから反射光は偏光となり底面に平行なる振動面を以て2より出で、乙の3を通つて黒硝子6に投射し、其の反射光は方形孔より出づるが故に、4より見れば6の上

に白き光を見るであらう。次に乙を九十度即ち側面を一

反射する、此の回轉を便利にする爲丙の如き厚紙の盆を作り此の上に甲乙を密着して置き、乙を任意に回轉し盆と共に傾けて5が下になる時は裏面より觀察する事が出来る。此の場合1に適當の光を受ける事と、中央軸線が甲乙を一貫することを失はない限り乙の傾斜は自由である。」通過偏光による實驗は電氣石の外にニコルのプリズムがある。是は方解石の斜方柱形で、其の菱形の短徑の方向に振動する偏光を通過せしめるもので、同形の

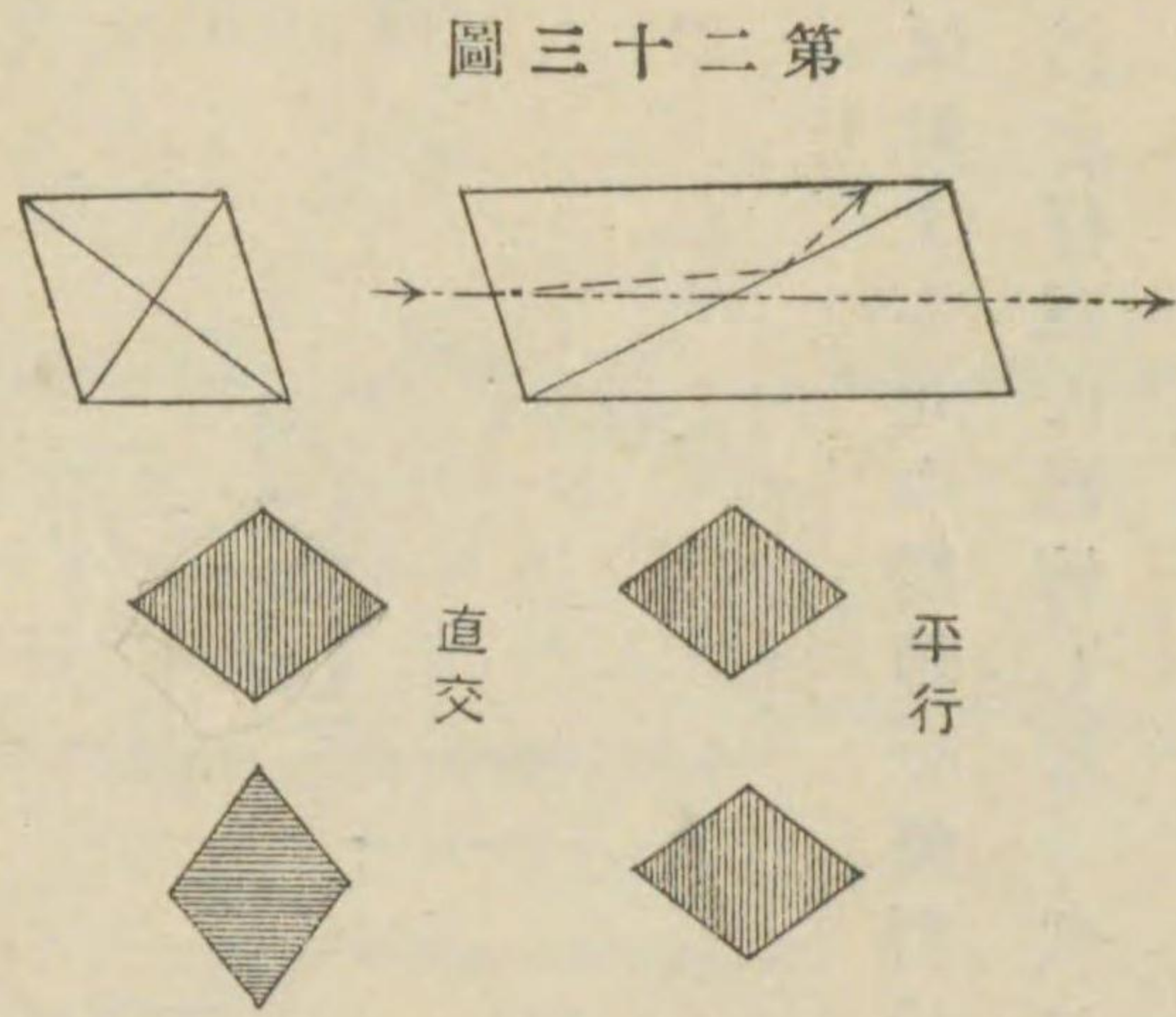


二つを用ゐる一つは起偏器一つは檢偏器とする。元來この方解石は普通光が這入ると二つの偏光となり、一つは菱形の長徑の方向に振動するが其の中の

前者を取除いて後者のみが通過する様に作つたものである。二個のニコルプリズムの菱形面の長短徑が平行なれば甲を出たる偏光は乙をも通過して視野が明るく。長徑と短徑とが直角をなせば甲を出たる偏光は乙の内にて吸收遮断されて通過する事が出来ない。視野は暗黒である。

二十二圖の乙の代りに第五章に圖示した重ね硝子を装する檢偏器を用うれば反射と通過の兩偏光の實驗が出来る。

此の偏光はニコルプリズムの如き完全純粹ではないが、一般普通實驗に用ゐて満足な結果を與へニコルの有たない利點がある。



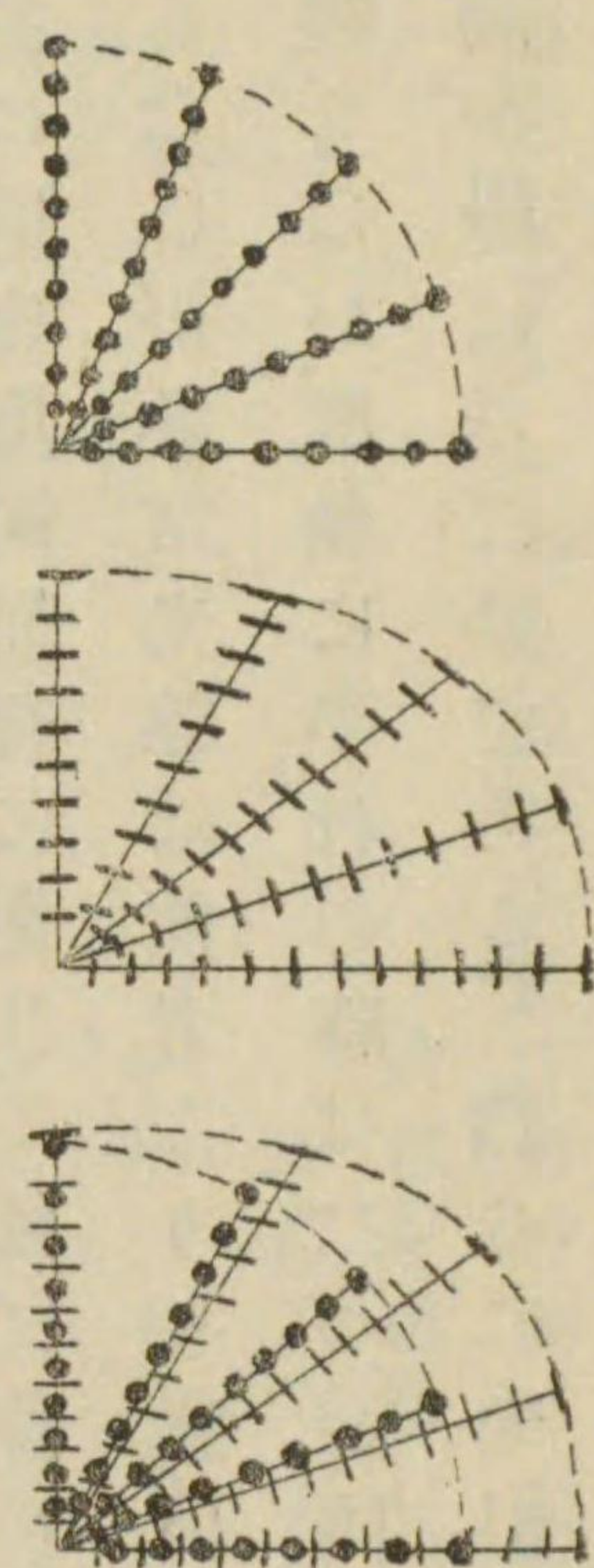
圖三十二第

以上偏光の性質を略述したが、此の兩偏光器の間に複屈折性礦物の透明無色なる薄片を置くと美しい色を呈する譯を次に研究しやう。それには先づ複屈折とは何かを知る必要がある。複屈折性の著大なるものは方解石であつて、方解石を透して物體を見ると總ての物が二重に見える。今紙面にある一點を見るに二點

即ち甲乙の二映像が現はれる。方解石を水平に回はして見ると、甲は其の儘位置を變へないが乙は甲の周圍を回はつて動いてゆく。即ち甲の方は一般普通の屈折率に従ふもので、乙は特別の屈折率による光線である事が知られる。それで甲を常光線乙を非常光線と名ける。而して電氣石をあて、此の二光線を調べると何れも偏光であつて、其の振動面は互に直角なる事がわかる。それから今の方解石を少しづつ斜に動かしてゐると、今迄離れてゐた甲乙の映像が次第に接近して遂に一つになつて了ふ。研究の結果次のやうに説明されてゐる。かゝる結晶體は構成分子の排列が平等ならずして或る方向には密に、他の方向には疎にと云ふ風に出來てゐる爲に。光が結晶軸と稱する假定方向に平行に進む時は常光線非常光線共に同速度同屈折に従ひ。軸に對して直角の方向に進む時は、常光線は前と變はらないが非常光線は前者よりも速い速度を以て進む。併し此の兩方とも方向は變らない、唯軸に平行の時は二つが同一步調で歩み、軸に直角に進む時は二つの步調が變はるだけである。然るに光が結晶軸に對して斜の方向に進む時は二偏光が分岐して別の途を進む事になり、其の離れ方の最大なるは前二者の中間に



圖四十二第



常光線

非常光線

複屈折

當る所で、それより方向が兩者に近づくに随ひ距離が減少してゆくのである。前に云へる一點が二つに見えるのはこの場合に當る。(第二十四圖)

尤も光が結晶軸と直角に進む時に方解石の如く非常光線の速度が常光線よりも大なる種類と。反對に常光線が非常光線よりも速度の大となる水晶の如き種類もある。前者を負後者を正の結晶體と云ふ。

扱複屈折性なる透明石膏の薄片(結晶軸に平行に截られた)を直交ニコルの間に置き、第二ニコルの後より見ると石膏の厚さによつて種々の色が現はれる。假令ば今それが黄色だとする。第二ニコルを少しづつ回轉すると色は次第に淡くなり、四十五度に於て色は全く消滅して石膏のないと同じに見える。更に少しづつ回轉を續けると淡い青色が現はれ、段々色が濃くなり、九十度(ニコルは平行になる)の時最も美しい青色となる。猶回はす事四十五度で又色は消え、九十度(ニコルは直交となる)で再び黄色が現はれる。

又ニコルを直交の儘にして置いて石膏板の方を回はすと。九十度毎に黄色、其の中間に於て暗黒を現はし。平行ニコルでは九十度毎に青色、其の中間に於て白色を現はす。

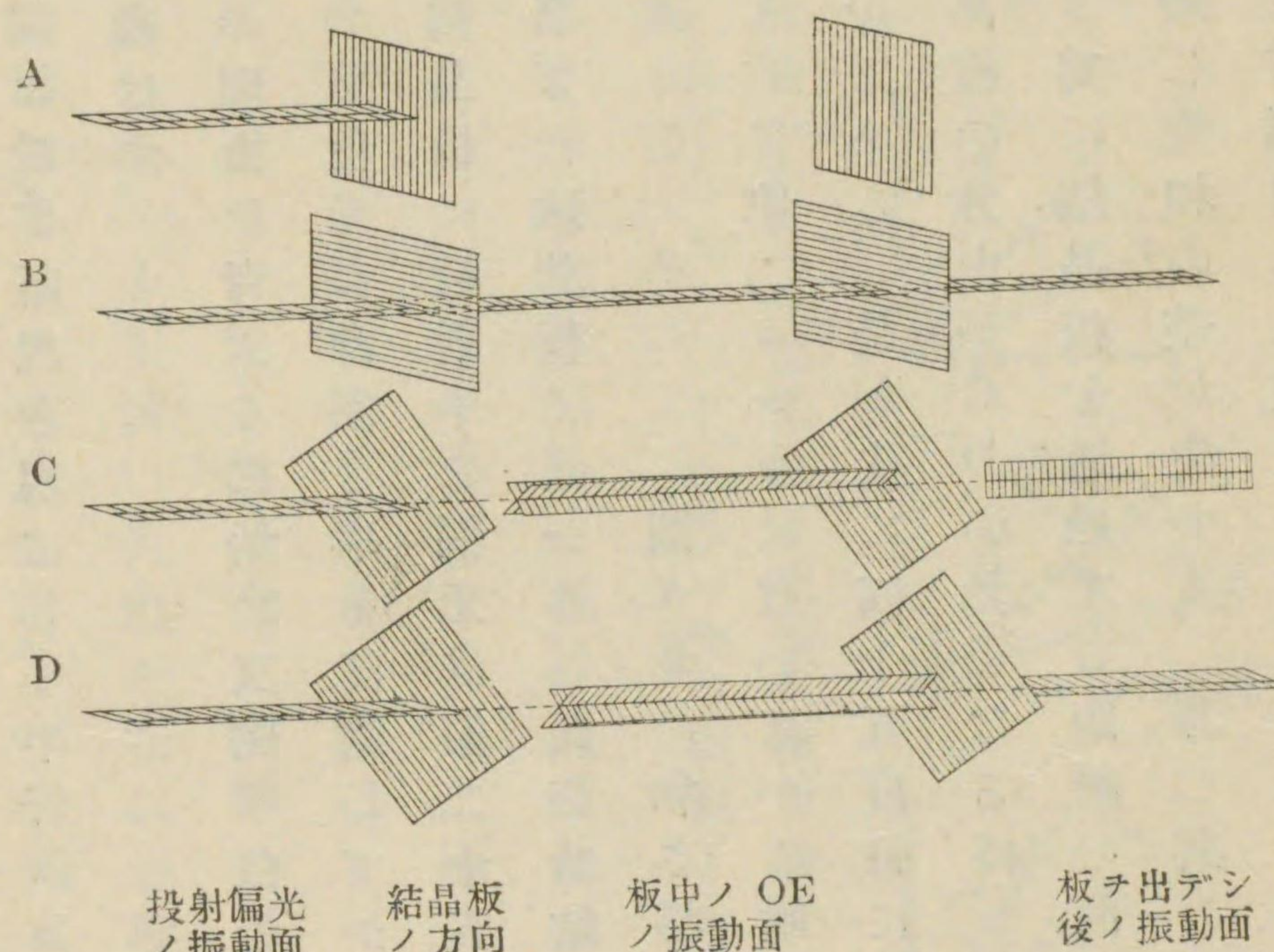
此の理由を考ふるに始に又例の白光は多くの單色光の組成なる事。説明は或る一の單色光に當嵌る事を記憶してかゝればならぬ。

今結晶板に投射する偏光は、第二十五圖に圖解せし如く水平々面中に振動して起偏器より結晶板にはいる。此の時結晶板の軸の方向によつて通過する光に相違が起るのであつて。圖A Bの如き場合には結晶を出る偏光は、常光線或は非常光線として第二ニコルにはいるから唯白光として通過するか、遮斷されて通過しないかである。是が先に四十五度毎に白光又は暗黒を現はしたものである。

結晶板の方向がC Dの如くなる時。投射偏光は圖の如く二つに分れ、其の速度が異なる爲に結晶板を通過する距離の間に含まれる波長の數も同一でない、板を出るに際し位相の差が生ずる。若し其の位相差が半波長ならば板を出て合成する光は投射偏光とは垂直の方向に振動する平面偏光となり。位相差が一波長の時



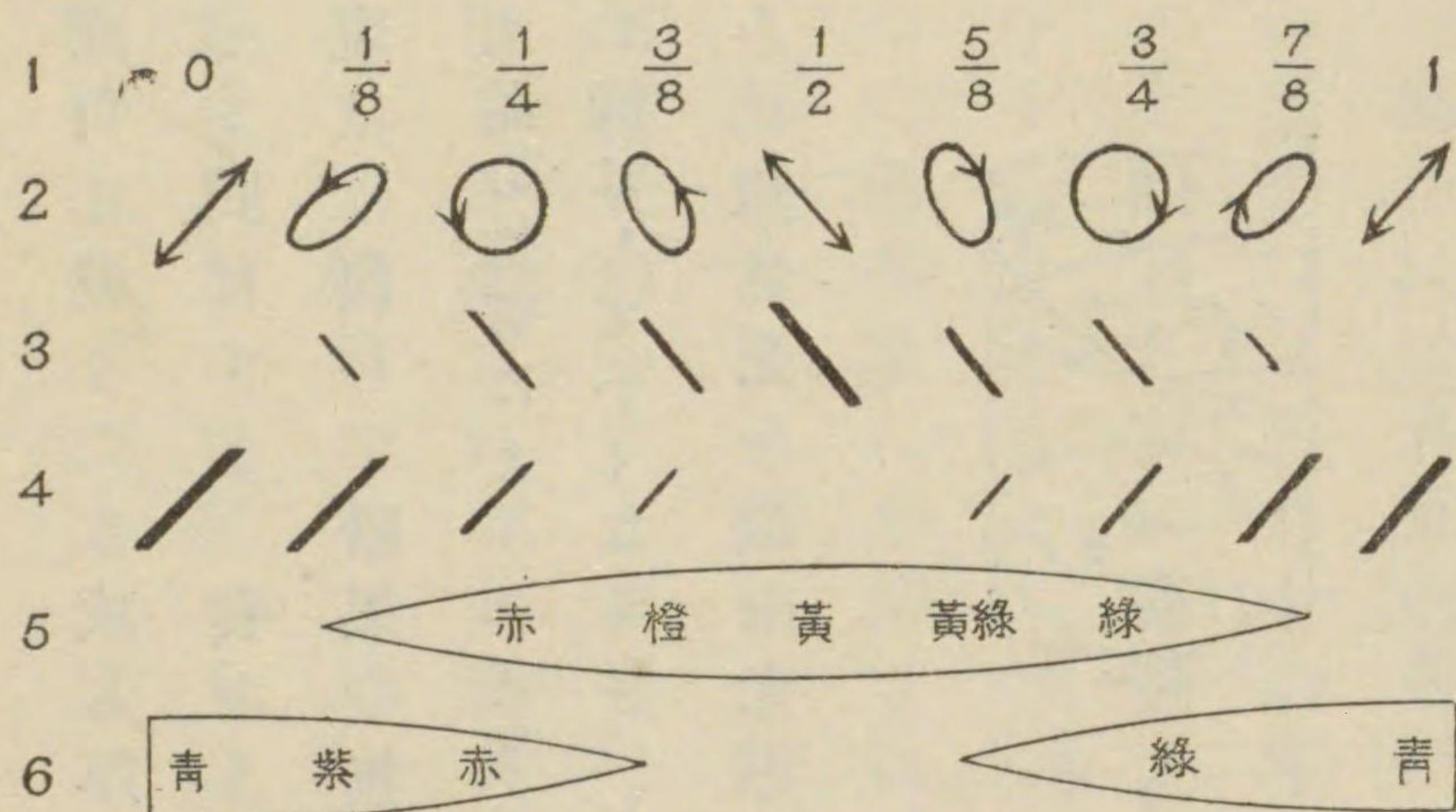
圖 五 十 二 第



も此の内のどちらか一方の光は通過し得る事になるのである。

は投射偏光と同じ水平面の振動となる。第二ニコルが直交ならば前者は通過し、後者は通過せず。平行ならば反對に前者は遮断され、後者は通過する。白光の場合には其の組成成分の或る單色光假令ば黄色光が半波長の位相差によつて此の條件に適合する時。残りの單色光の内、波長の之に近似せる一部分は之に従屬し。他は一波長の位相差を中心とする反對部分即ち青色の光に従屬し。結局白光は二つに分れ、複合せる補色對の光となる。而してニコルが直交でも平行で

圖 六 十 二 第



第二章 光が色となる物理過程

- 1 ハ位相差
- 2 ハ合成偏光ノ形
- 3 ハ檢偏器ヲ通過スル部分光
- 4 ハ 同 通過シナイ部分
- 5 6 ハ 3 ト 4 ナ纏メテ見タル姿

各單色光が板を出る際の位相差は個々別々であるから。半波長や一波長に當らない中間の位相差に對し、板を出てし後の合成振動は次圖の如く楕圓或は圓偏光となり。第二ニコルに入ると、投射光の振動面に平行する振動と、之に直角なる振動とに分かれて通過するか否か決定する。

圖中直線偏光は無論全部通過するか、或は全く通過しないかである。楕圓偏光は長短二徑の量に分れ。一方が通過する時一方が通過しない。圓偏光は其の半分が通過し半分が通過しない。此の通過しない分はニコルが九十度回轉する時に通過し、前に通過した分と恰ど交替關係になる。

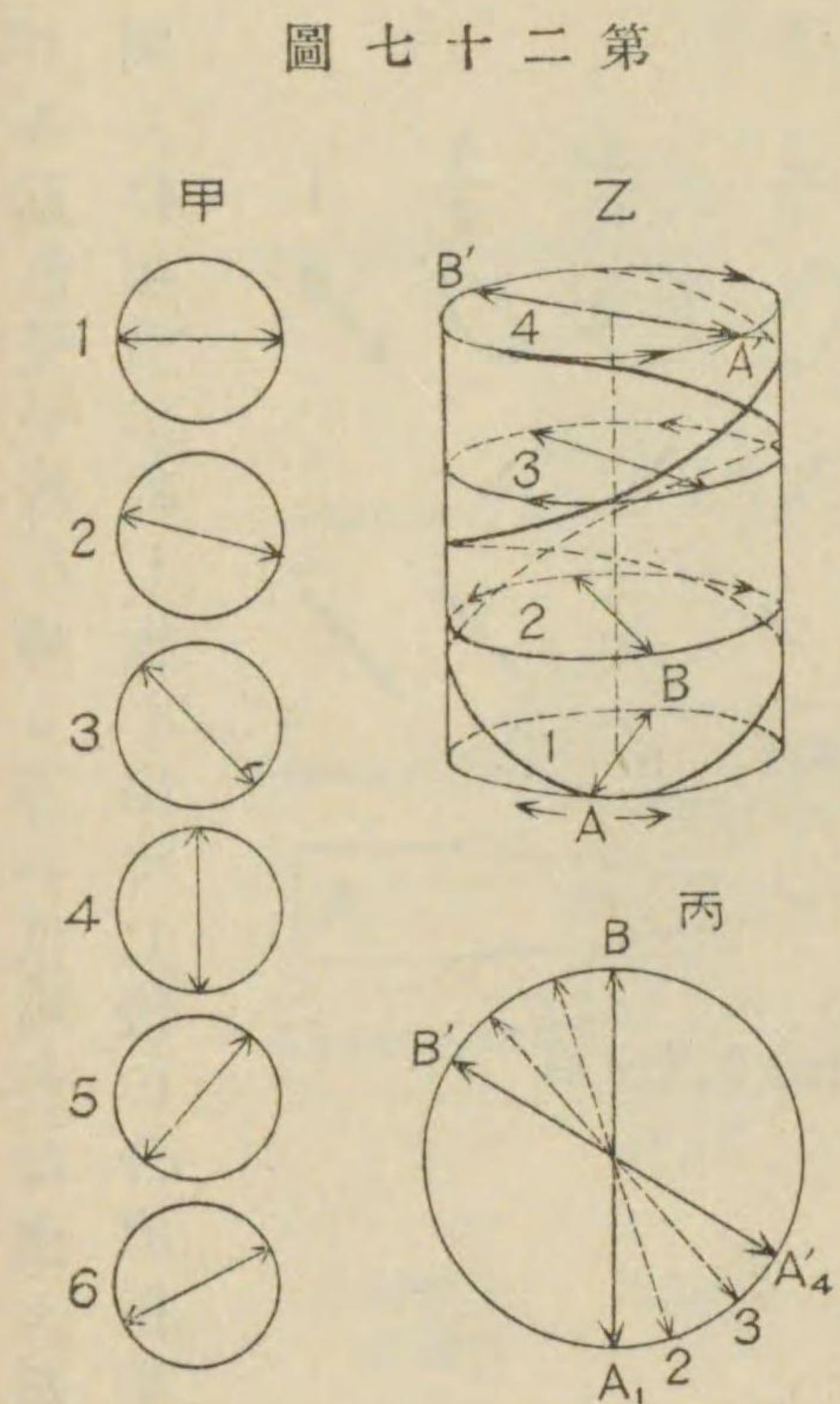
反射偏光器の時はニコルで通過しない方の色が現はれ。重ね硝子の偏光器では兩方の色が反射光と通過光とで見られる。此の實際狀況は後章補色の條下に述べる事にする。軸に直角に截りたる結晶板は、常、非常の兩



偏光の速度が同一になるので呈色現象を示さないが。水晶は特別であつて、結晶軸に直角に截りたる或る厚さの水晶板は。直交ニコルで黄色を現はし、ニコルを少しづつ回はすと。黄より緑、青、紫、赤、橙、或は逆に橙、赤、紫、青、緑と間断なく色が變化して現はれ、決して暗黒や無色にはならない。

水晶の性質によりニコルを右に回はしてスペクトル順に色を現はすものを右旋水晶。左に回はしてかくなるものを左旋水晶と名けられてゐる。

試みに單色光を投射光とし直交ニコルの間に水晶板を入れると視野は明るく



なる。其の時檢偏ニコルを少しづつ動かすと或る處で視野が暗黒となり。次で再び明るくなる。單色光の種類を換へると此の暗黒を示す處のニコルの回轉角度が相違して第二十七圖の甲の如くなる。それで此の水晶板呈色の理由は次の如く説明されて

る。軸に直角に截りたる他の一般結晶板の場合には。甲1の如く總ての單色光の振動面が直交ニコルの通過させる振動面とは直角になるので遮断されるが。水晶の場合には各單色光がそれづついくらかづつ振動面の方向を回轉させられ。白光の場合にはどれかの單色光が遮断されるので残りの通過する光が色を呈し。ニコルの回轉と共に、遮断される單光が代はるので通過して眼に映する色も變化してゆくのである。フレネルの説に従へば、水晶板には入つた偏光は左旋右旋の二つの圓偏光に分解され。二つの光の速度相異から板を出る際に位相差が出来る。随つて板を離るゝ際二光を合成して直線偏光とはなるが。振動面の方向は投射偏光のそれとは違つて居り、尙又單色光個々によつて違つてゐる。更に又板の厚さが變はれば回轉角度も變化する譯である。圖の乙、丙は此の理を解説せようとした繪解きで。始めAB方向に振動せし偏光が左右圓偏光に分れて、絲卷に螺旋狀に卷いた絲の如くに進み。而して其の速度が相違するので、右が一回轉する間に左はまだ少し足りないとする。此の差は次第に増加し、板を出る時若干の相違が出来る。かくして合成された直線偏光の振動は、最初の方角とは若干



左に傾かざるを得ないであらう。

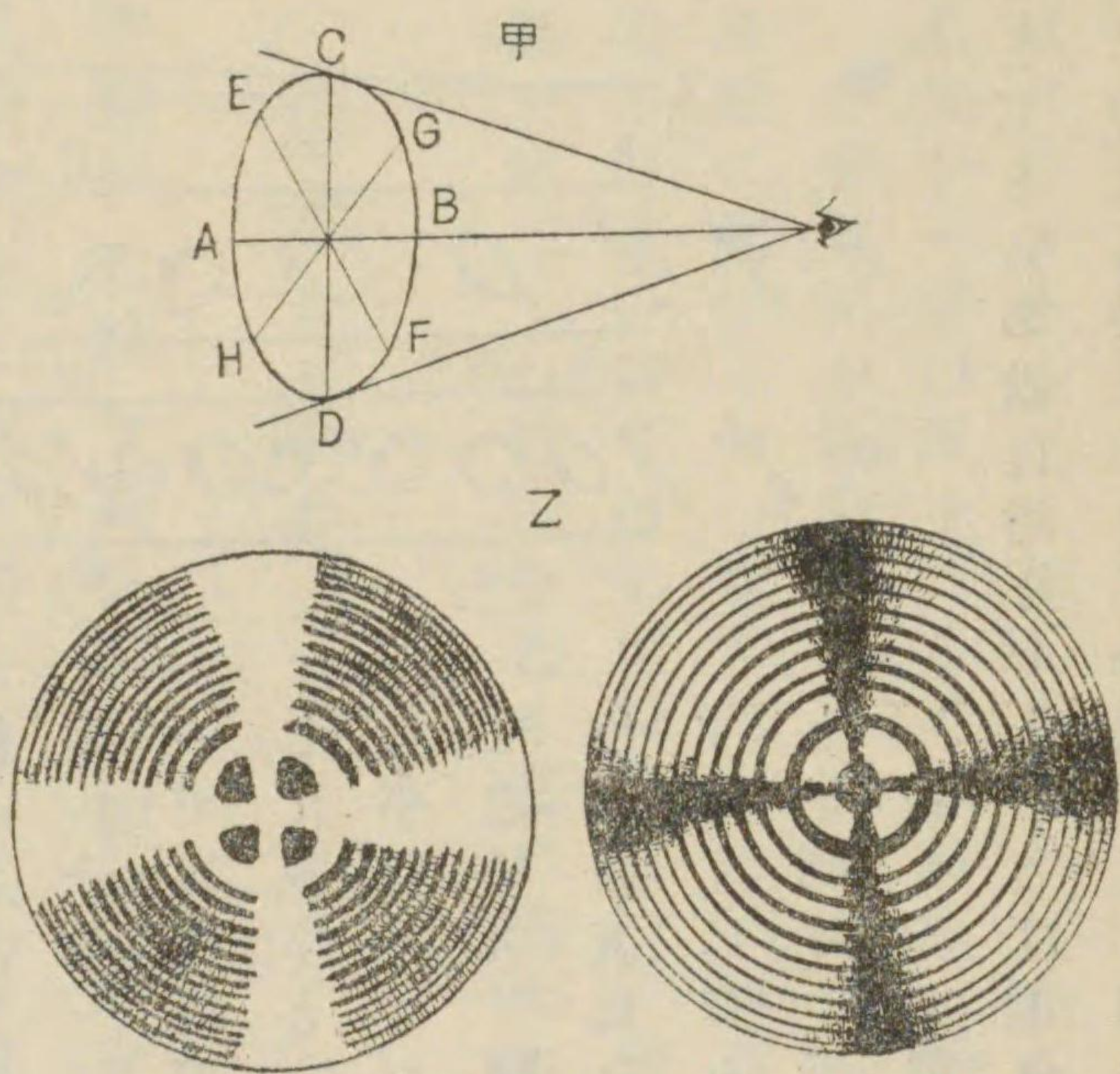
又若し右旋が遅れるならば反對の方に傾く事になるのであると。

水晶以外にもかゝる回轉偏光性を有するもの少なからず。無機有機の結晶體及液體に於ける有機化合物にも之がある。砂糖の如きは最も著名なもので砂糖液の濃度を計量すべき檢糖器はニコルを用ゐて種々の形式の裝置が作られてゐる。

先に「結晶軸に直角に截りたる板は一般に呈色しない」と云つたがそれは投射光が垂直に來る場合であつて。若し光が斜に通過するならば無論色が現はれる事になる。それでかゝる結晶板に收斂光を與へると謂ゆる干涉圈と稱するものが見られる。鑛物によつて其の模様は種々に違つてゐるが、今方解石を二つの電氣石に挟んで見ると、第二十八圖の如きニュートン色環に類する同心スペクトルに十字の白或は黒線の貫通せるものが現はれる。

此の理由は圖甲に於てA B C Dの方向は常光線非常光線が分離する事なく投射偏光の振動面其の儘にて板を出るが故に。檢偏器が平行なれば白線となり、直交の時は黒線に現はる。其の他の位置假令はE F線上の如き各點に於ては、投射光が常、非常の二つに分離し、二者の進行速度異なる爲に板を出る際位相差を生ずる結果呈色する事前の石膏板に於る

圖八十二第



と同様である。面して此の位相差は板の中心からの距離に關係し、同距離の各點は同じ厚さと見做し得べく、中心を遠ざかるに隨ひ厚さが増すと考へてもよい。それは結晶板の厚さは變はらななくても光が板を過通する路程が長くなるのである。即ち厚さを異にする石膏呈色板を順次に並べたものと、同じ道理となる。次に出す石英楔は此の譯を明に吾々に教へてくれる。尙干涉圈の種々なる形態に就て述べる餘裕がない。それは凡て鑛物學の書物に譲る事にした。

石英楔は水晶で作つた楔形の尺度で第二十九圖縱斷面C Bが結晶軸に垂直、Aの短邊が軸に平行に截つてある。之を兩ニコル間に斜に入れて見ると第十五圖薄膜干涉の順序と同じ色彩が現はれる。それは又干涉圈に現はれる色彩とも等しいのである、即ち

直交ニコル  
平行ニコル

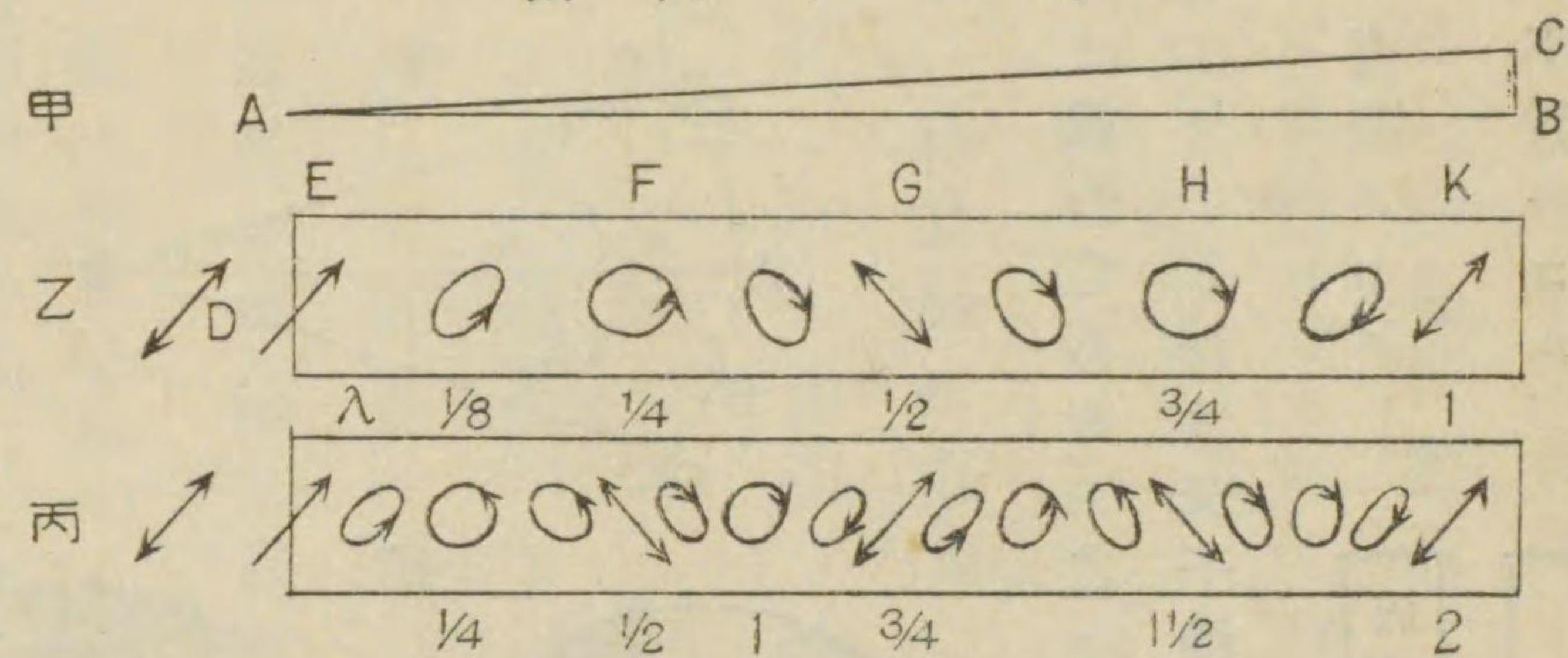
1	灰淡黄	暗赤紫	青綠	黄橙	赤紫	青綠	黄淡赤	淡綠	淡赤
	2	青綠	黄	赤紫	青綠	黄	赤紫	青綠	黄淡赤
		3	黄	赤	紫	淡綠	淡赤	淡綠	淡赤
	4		淡綠	淡赤	淡綠	淡赤	淡綠	淡赤	淡綠

第二章 光が色となる物理過程





圖九十二第



色彩は第二區から第三區にかけて色相が全備し飽和も優れてゐる。第五區以下は紅と綠が數回繰返し次第に淡くなり、楔が延長されるならば遂に全く無色になる事亦薄膜呈色と同じ事である。石英楔の呈色理由を考ふるに(第二十九乙圖)赤色の單光を投射光とし、投射偏光の振動方向をDとすれば、板の厚さに従ひ常光線と非常光線との位相差が變はつてゆく。それで位相差が波長の八分の一になると楕圓偏光となり、四分の一では圓偏光、二分の一では直線偏光と順次に並んでゆく。之を檢偏ニコルを直交にして見ると、EとKの點は暗く、Gは最も輝き、F、Hは半ば輝く。又平行ニコルで見れば反對にGは最も暗く、E、Kは最も輝き、F、Hは之に次ぐ輝きを示すであらう。若も投射光を堇色光に換へ黄色光の波長を赤の半分と假定すれば、位相差の順序が圖の丙に示す如くになり、直交ニコルで見るとEとGとKとが暗く、FとHとが明るく、平行ニコルではその反對になる。

若も赤と堇との混合光を投射光とするならば、直交ニコルで見るとEとKの點は暗く、FとHとば堇色と赤色との混合に、Gは單に赤色に、(平行ニコルで黄色に見えらう。今此の乙と丙との間に黄、綠、青等の單光に對する圖を作る事は容易

である。それ等の圖を重ね合して白光を投射光とした場合の結果を類推する事が困難ではないであらう。而して初に記した色彩順序が或る一定の厚さの位置に現はる事と、又結晶板が一樣の厚さであれば色も一樣であらねばならぬ事がわかる。

尙、投射光の振動方向を楔の短邊に平行又は垂直にすれば、第二十五圖A、Bの意味で、板の厚薄に拘はらず、一樣に投射光と同じ色に輝くか、否れば全く暗黒であるかの何れかで、投射光が白光の時も色を現はさない。楔の最も薄い端や干涉圈の中心近くに白を現はすのは、層が薄くて位相差を起す迄に達しないからである。

螢光と燐光 (Luminescence)

物體が光線及其の他の輻射線を吸収すると多くは熱のエネルギーとなるか、或は化學作用を起す力となるが、時としては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。

石油は青色、植物の葉綠液は赤色、紅エオシン等は綠色の螢光を反射し、金剛石、ル



ビー寶石、硫化カルシウム、硫化バリウム、硫化ストロンチウム、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の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。即ちマンガンを含めば黄色、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、卵殻、アルコール等は液體空氣に浸して零下二百度近くの低温にすると燐光を發する。

燐光體を眞空中に置き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、ルビーは赤色、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、酸化サマリウムは赤色、硫化石灰は赤色を出す事をクルックスが試験した。

是等の現象は其の物質を構成する分子内の原子電子の運動が紫外波等の振動に刺戟せられて固有の運動に變化を來すものと考へられてゐる。このルミネセンスを起さしめる

刺戟エネルギーは單に光波紫外波のみならず熱エネルギー、化學エネルギー、生活エネルギーも亦之に與かる事もある。

螢の光は其原因がよくはわからないが。發光器を見ると薄き黄色をしてゐる表面には透明な硬質の薄膜があつて、其の下には澤山の細胞が正しく整列して扁平の光盤を成し、細胞は細かい黄色の粒で充ちてゐる。是が空氣に觸れると直に光を發するのである。今此の發光物質を炭酸瓦斯を充たした器中に入れると光は直に消えて了う。是を取出して空氣にさらすか酸素瓦斯中に入れると再び光り初める。此の點から見ると燃焼する蠟燭や石油其他の燈光に似てゐるが、螢の光は少しも熱を伴はない事が特別である。螢の體に多くの神經が發光器の處で終つてゐる事、又數多の毛細氣管が細胞間に分布してゐるので、螢が自分の意志で呼吸を調節して空氣中の酸素によつて光の強弱を左右し得る事がわかる。光の色は螢の種類により多少異つて黄緑のもの、と青緑のものがある。

螢以外の動植物にも光を放つものが少くない、多くは小動物の集團か發光性微生物の寄生するものである。筑紫の不知火、魚介、蝦、海月、或は朽木、暗孔等に見ゆるも



の、鬼火、人魂と云はれるもの等も多くは是である。支那では普通の光を陽火とするに對し。螢光、燐光、螢其他の熱を伴はない光を陰火、幽光と稱してゐる。

以上は次章に述べやうとする。選擇吸收以外の物理過程から生ずる色彩現象を一通り説明したが簡單を欲したので意を盡さない點が多い。不審を感じる讀者は物理光學の書に參照して研究されん事を希望する。本章の始めに述べた如く。種々なる機會に無色白光が、其の質の一部分を缺乏する様になる爲に色彩と見られる事を物理學の説明に従つて述べたが。是等缺乏部になる所の光の質は、實際ハツキリ劃然と一種の單色光だけでなく、それに近似の波長振動も之に従屬するのであるが、説明の便宜上其の中心なる主要光を掲出したもので。其の譯は此の事を研究するに最も都合よき偏光呈色現象に於て知らるゝ如く。石鹼玉の色でも空の青色でも總て一色だけの單光振動が缺除されてゐるのではないといふ事を。色彩研究の爲には特に知つて置かねばならないのである。尙第四章色光混合の條を參考せられたい。

### 第三章 スペクトル及選擇吸收に因る物體の色

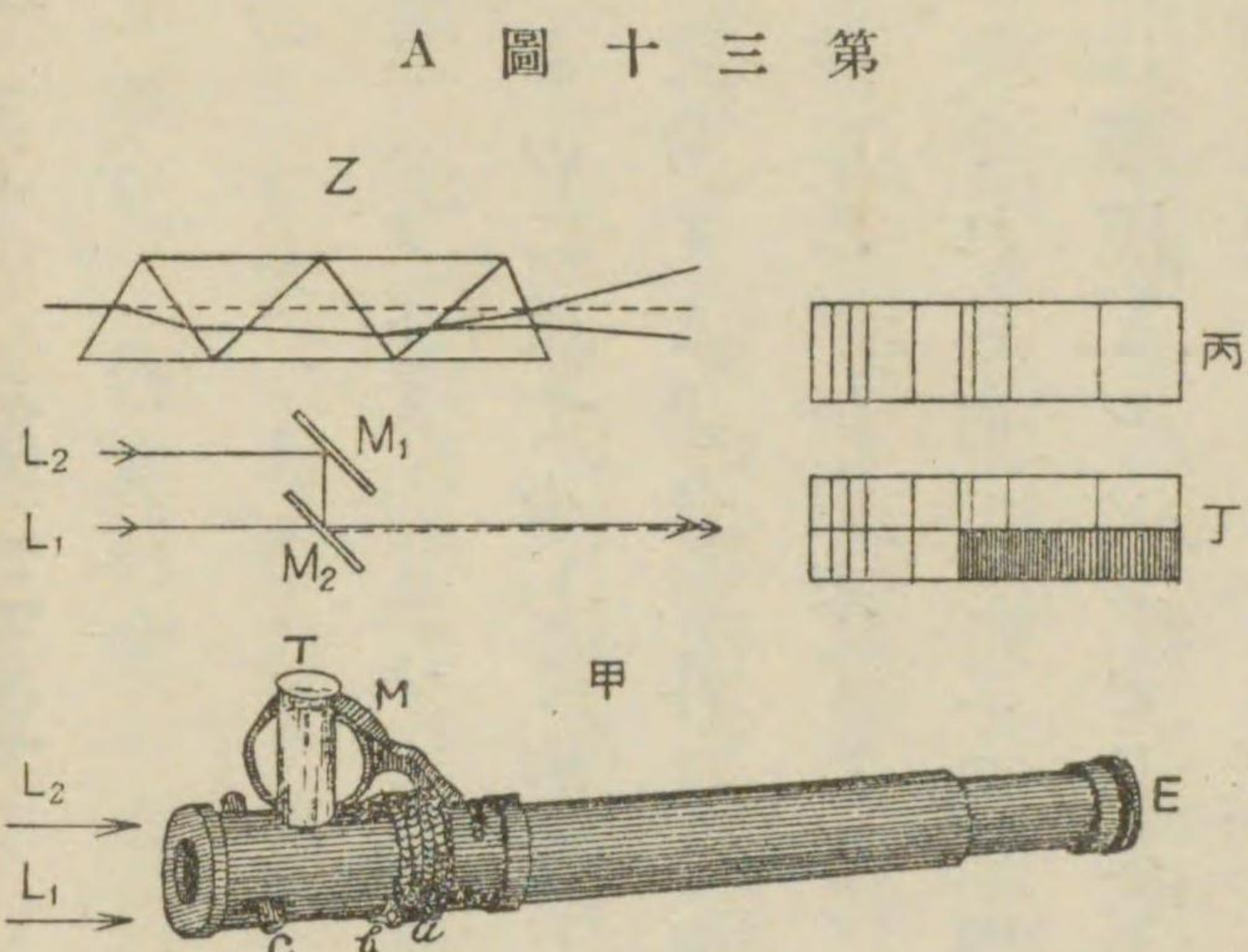
スペクトルの生ずる物理論の概略は第二章に述べたから茲にはスペクトルそのものに就て少しく研究したいと思ふ。暗室に於て映寫する装置は多人數相手に説明する場合の外は不便であるので。分光器が發明されて其の構造は次第に巧妙な器械が出来てゐる。普通使用さるゝものは、圓形臺の中心にプリズムを置き、それに向つて二つの圓柱管が任意に回轉すべく置かれてゐる。其の一つの管は細隙とレンズを具へ、光の細條を平行にして投射せしめる用をなし。今一つは望遠鏡になつてゐて、プリズムから出た分散光を明瞭に都合よく觀察せしめるのである。

尙プリズムを二個置いたものは。第一ので分散した光を再び第二プリズムで分散させるので、スペクトルは一層擴大される。更に擴大したスペクトルを得んとするには七個乃至九個のプリズムを圓形に並べ、第一から次第に分散を次々



に擴げて最終のプリズムを出た光を望遠鏡管に受けると云ふ仕組の分光器も作り得らるゝのである。

然し乍ら分光器の價は非常に高價であり、又取扱も相當注意熟練を要するので、特別の研究者でなければ使用する事が出来ない。一般の色彩研究者に最も便利であり而も効果の大なるは懷中分光器(直視分光器)として、長さ漸く四五寸の圓筒内に三個又は五個の小プリズムを接合して入れ込んだものである。(第三十圖A甲) 其の管の先に細隙スリットがあつて、 $a$ 環を動かして幅の廣狹を調節し、 $E$ に眼を置けば、白光は組合せプリズムを通過し屈折する事なしに而も分散して丙の如きスペクトルが見える。色素液を試験するには、別に附屬したる硝子管 $T$ に其の液を入れ、圖の如く上部の孔に挿入すると、 $L_1$ から來る光は此の液を経て細隙に進む事になる。



第三十圖 A

器の側面圖の裏側に今一つの孔があつて、 $L_2$ から來る光が $M_1$ なる反射鏡によつて管内に入る。其の時りを動かすと管壁に仕込んである反射鏡が細隙の半分を掩ひ、一方横からは入つて來た光を四十五度に受け、之を轉折してプリズムに送る事になる。つまり細隙が半分だけ $L_1$ の正面からの光を通し、細隙殘部に當る處は $L_2$ から二回轉折した光がプリズムを通るので、プリズムは丁の如く二段に分れ相比較して吸收帶の状態を觀察する事が出来る。尤比較の要なき時は、元に戻し、管内反射鏡を元位置に退却せしむれば、スペクトル全部に吸收帶が現はれるのである。

スペクトル色相の區分。現時物理學の研究によれば、眼に見ゆる光の波長は、下の位第七(即百萬分ノ一)を單位として三九六、九から七六二、八迄となつてゐるから、全スペクトルの内には三千六百五十九個の波長を異にしたる單原光が並んでゐる譯である。それを吾々は、どう見るかと云ふに、スペクトルの發見者ニュートンは、其の色を七つに分けて

- 赤。
- 橙。
- 黄。
- 綠。
- 青。
- 藍。
- 菫。



と決定した。勿論スペクトルの色は劃然とした境界があるのでなく、自然に徐徐に變遷してゐるので。其の數を大別するにも或は五つ或は六つ或は十とする事も出来る。

例へば赤と云つても、何處から何處迄が果して赤であるか。人々の觀方によつて多少の相違を來すのは免れない事である。

とは云へ大體に於て物理學者は今日に至る迄、ニュートンの區分法を採用し。日光の七色といふ事は。多くの人の聞かされて來た信仰個條の一つである。然るに實際色料を取扱つたり。色そのものに注意して見る人の内、シュヴリウルヤ其他の色彩學者には。ニュートンの七種別を改めて六種別にしやうと考へたものがあり。而して次第に其の賛成者を増加してゐる。私は此の二つの分け方に就ては強いて優劣をつけ様とは思はない。

六種別を主張する人の云ふには。ニュートンは青と紫との間に藍といふ部を置いたが。この藍といふ染料の色は暗くて飽和しない色で。特に其色相は水に溶いた時には綠色を帯び。乾くと赤みを帯びて來る不安定な色である。その藍と

云ふ色を以てスペクトルに名づけるのは不當だといふ事。それは名稱に對しての批難であるが、六種別の主張者は此の部分に別に一つを設ける程色が變はつてゐないから、青と堇の部に入れて了つた方がよいと云ふのである。

然し私自身スペクトルを熟視して感ずる事は。矢張りニュートンの如く此部に一つの區域を置きたいと思ふ。それは赤と黄の間に橙色といふ部を認める程度に、青と堇の間にも慥に一つの色を認める。それ故若しも此の部を除くならば、橙色の部も、赤と黄の中に分けて了つて五種別にするがよいと思ふ。(第六圖版参照)處が今繪具や染料でもつてスペクトル順に色の列を實際に作つて見ると。六種別に意味ある事を發見する。夫は六種の色を更に三つ宛の色に分けて、

紫赤、赤橙赤。 赤橙、橙黄橙。 橙黄、黄綠黄。

黄綠、綠青綠。 綠青、青紫青。 青紫、紫赤紫。

かういふ順序で繪具で作つた色を紙にぬつて見ると。其の色と色との變化が無理なく自然に遷移する様に見える。

然るに此上に藍に屬する三色を挿入して見ると。其處では色の遷移が急に停



滯するであらう。此の理由は後に記す様に、吾人の感覺は橙黄の邊の區別認識力が青紫の邊よりも遙に鋭敏な爲である。

堇といふ名をつけたのは、英語の Purple ではスペクトルに見られない紫赤を包含して考へられるから。特に此の部の色に似た堇の花によつて名づけたのであらう。國語の紫も實は紫赤をも含んだ名である。特に古代には寧ろ紫赤の物に對して云つた様であるが。現在では此堇色の代りに用ゐても不都合はない位に紫といふ詞の含む意味が變つて來た。それ故に私はスペクトルの堇色に對して紫と云ふ詞を使用する事にした。

七種以上に今少し小さく分けるには次の如くにする

赤。橙赤。橙黄。黄。綠黄。綠。青綠。綠青。青。青紫。紫。

波長と色相との關係を研究するには、回折格子を用ゐて見らるゝスペクトルと對照する必要がある。

プリズムのスペクトルは、硝子の性質即ちクラウン硝子、フリント硝子等によつて屈折率の相異から各單色光分散の状態も同一でない。詞を換へて云へば色の

幅が少しづつ相違する。然し又之を回折スペクトルと較べると色の幅は更に非常に違つて來る。

此の二つのスペクトルを比較するに目標とすべきは、ブラウンホール線である、是はどちらのスペクトルにも同じ色の處即ち一定波長の位置に見える黒い線である。

ブラウンホール線が始めて此の線を發見し其の中で最も著しく目立つ線に A B C D E F G H といふ記號を與へた。微細な線を數へると數千本もあるが、是は一體何であるかは發見者も知らなかつたが。後にキルヒホフとブンゼンが研究の結果、是は或種の蒸氣が太陽の周圍を圍繞し、太陽より發する光の或る部分を吸収する爲に生ずるものと説明した。それは次の手近い實驗から例證したのである即ち、食鹽を燃した燄を分光器に受けると、日光スペクトルの D 黒線の位置に黄色に輝いた一條の色が現はれる。然るに今瓦斯か電氣の強い光を食鹽燄の背後に置くと、今度は全スペクトルの色が現はれた中に、前に輝線の見えた場處許りに黒線が一本見えるのである。そこでキルヒホフは云ふ。是は



食鹽のナトリウム蒸氣が黄色を發するが、同時により強い光が背後から之に當ると其の中の黄色の波長、〇五九の光を吸収するが爲であると、それから又他の元素に於ても同様に夫々特有の位置に數個或は數十個の色の輝線を現はす事から推して前の如く斷定し。太陽にも地球にも地球にある元素と同じ物質が存在する證據だといつた。かくて此の黒線は所謂物質の定性分析上に大貢獻をしたのであるが、吾々は此の黒線が何時もスペクトルの一定波長の位置に現はれるので、プリズムを構成する硝子の相違からスペクトル分散の相違があつても、回折格子のスペクトルの様に色の分布が甚しく異つてゐても此の黒線を目あてに比較し。又色相の相違や區別を論ずるにも至つて便利な尺度指針となるのである。その昔黒線の意味がわからなかつた時分。或る人々は是は色の境界線だと考へたと云はれてゐるが、實際概略ではあるが此の線によつてスペクトルの色を區別して見る事が出来る。即ちAからB迄が赤、B Cの間が橙赤、C Dの間が橙色。Dの側が黄色、黄色からE迄が黄緑、EとFの間が緑、F Gの間が緑青、F Gの間が青と青紫、G Hの間が靑色である。

前記の如き意味で出来る黒線だとすると、日光によるスペクトルは完全なものでなく、非常に澤山な波長の光を缺乏したものであると云はねばならぬが、瓦斯電氣等の人造光のスペクトルにはかゝる事なく一本の黒線も見出さない完備してゐる。又其の光度も常に自由に一定になし得る便宜から、多くの實驗には成るべく日光に近い成分の人造光が用ゐられる。

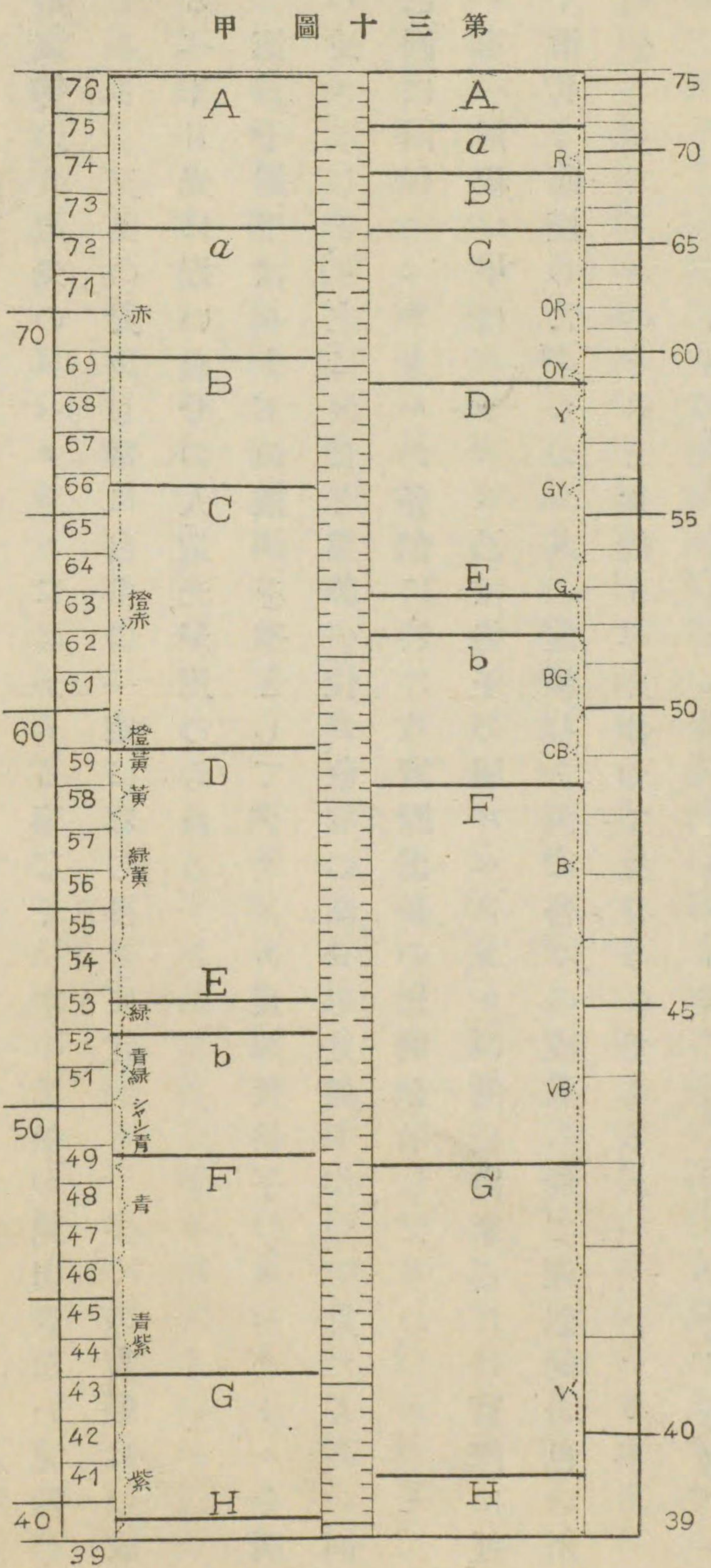
第三十圖甲はルードの觀測を基としてプリズム及回折格子のスペクトルを同じ長さにして、之に波長と黒線の位置、色相の區分を見易く作つて見たもの。同じ圖は回折スペクトルの各部に於ける實際波長の比例を示したものの。

第一圖板は甲はプリズム乙は格子の兩スペクトルの色を出来るだけ實際に近く繪具で臨摸したるもの。其の左側なる丙は吾々の感覺に於て理想的の色の階列をスペクトルのそれと比較すべく作つて見たものである。

スペクトルの兩端の見ゆる極限は人によつて違ひ、何處から何處迄が何色だと決定する事も人によつて違ふ特にスペクトルを六つ位に區別しようとする時に其の境界の定め方は甚困難である。例へば波長〇六三 $\mu$ 、〇六四 $\mu$ は或人は赤に入れ或人は橙に入れてゐる。

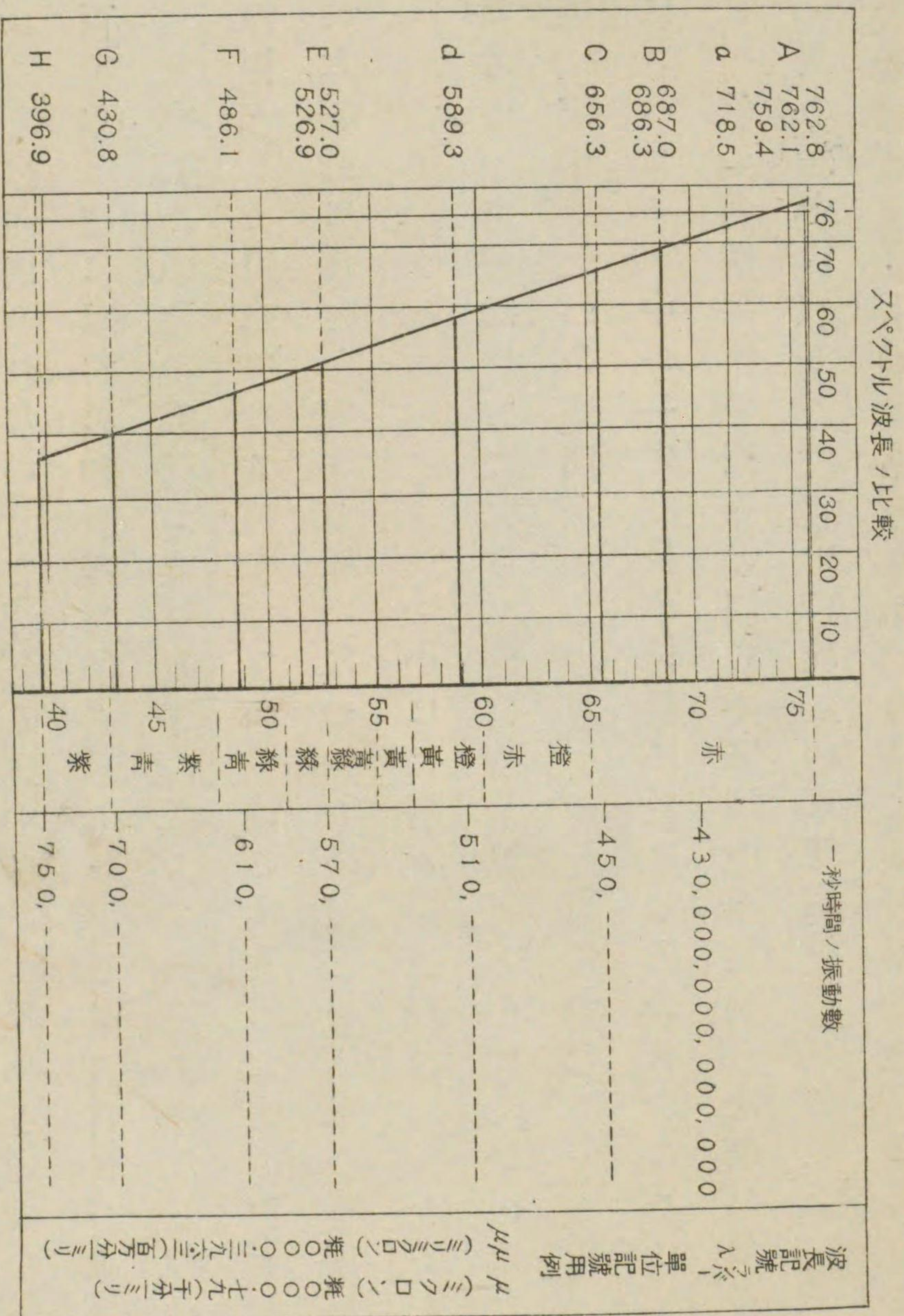


又〇、五八μは甲は橙色に乙は黄に。〇、五〇。〇、四九μは甲は緑に乙は青に。〇、四六μは甲は青に乙は黄に入れている様な譯で判然劃然と見分が付かないのである。



圖に現はれてゐる様に各色の幅は區々に廣狹があり。波長との割合を見ても、

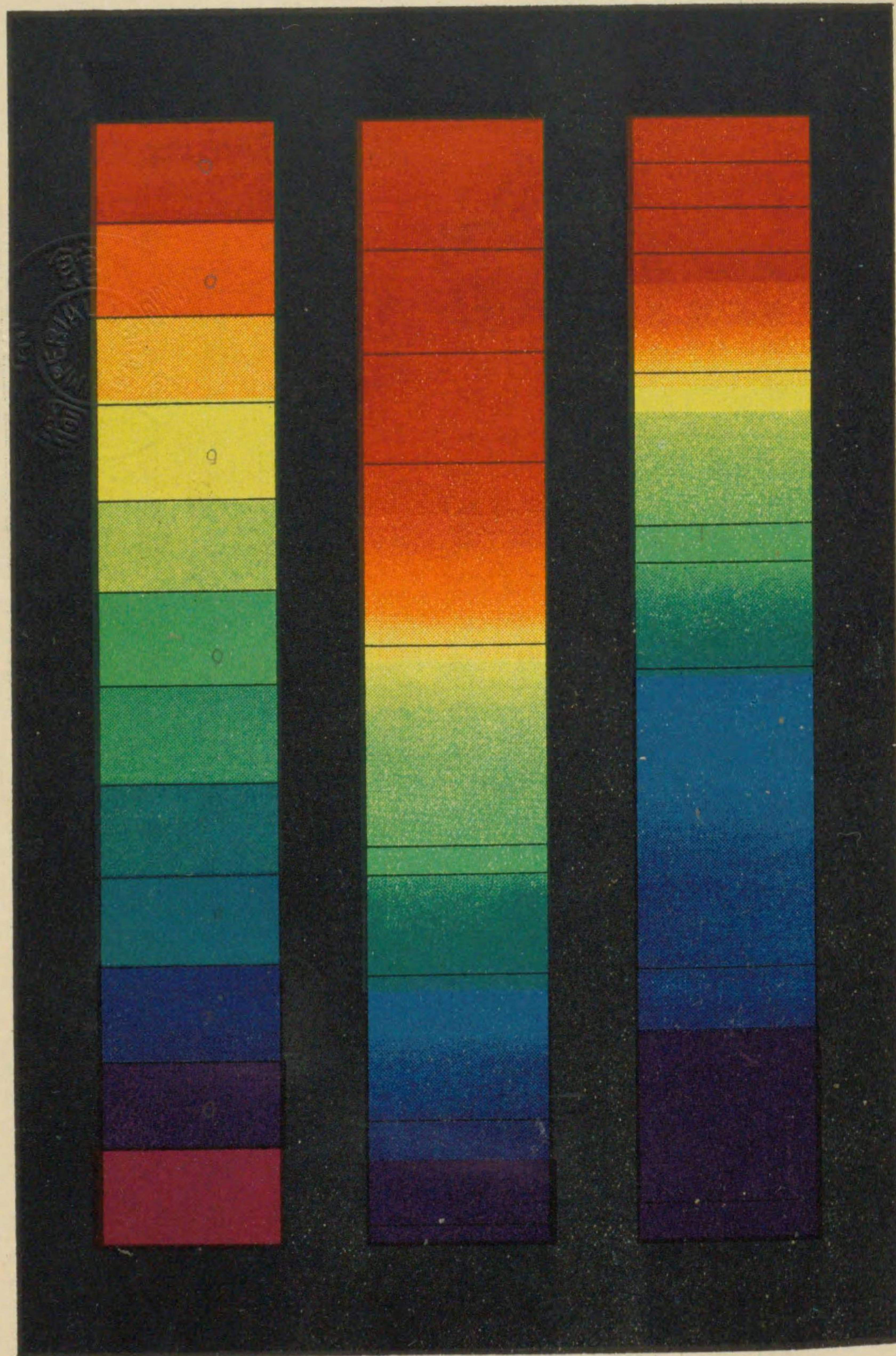
乙 圖 十 三 第



そこに一定の意味があることは見出せない。赤の部分は他に比して非常に廣く、而も其間に色相の變化は甚少ない。色の方から考へて見る

と波長七〇から極端迄は有つても無くても。寧ろない方がよい様である。而して此のa線から端迄の色が今少し紫を帯びた紅色であり。一方紫から先が今少





理想配列      リブズム      回折  
 ルトクペス      ルトクペス

し伸びて赤みの紫を見る事が出来たならば理想的だと思はれる。  
 私は第二章に色の感覺の進化の事を述べたが、吾々の現在は必しも進化の頂  
 點にあるとは證明されない。まだその途中にあるのかも知れないとすれば、今  
 後幾百萬年の後には右の如き理想的スペクトルを見る時代が来ないとも云はれ  
 ない。元來吾々の色の感覺が或る人等の考ふる如く微細なる振動波長の相違を  
 根本原因として出来てゐるのではない。或る塊かたまつた光の振動から、次第に小さ  
 い單純な振動に迄色を感ずる様になつたものだといふ私の持論から  
 それかあらぬか。スペクトルの中には吾々の感覺にはチャンと持つてゐる大  
 切な紫赤の一群が缺けてゐたり。色盲者が見ると中間青緑の所に無色帯があつ  
 たり、後に記する二つの疑問が起るのも、皆此の爲でないであらうか。  
 次にスペクトル中の一定波長の位置に於ける色の名は人々によつて往々異つ  
 てゐる。色の名稱は色の感覺と同じく、單純の小數から複雑な多數にと進化して  
 來た。其の途中に於て人々の中に或る約束規定があつたのでないから。今日甲  
 の人の名づける赤と乙の人の考へてゐる赤とがピッタリと一致しない事は不思



議でない。甚しいのは吾國の現在でも青と緑を混同して何れも「あを」といふ言葉で話しを交はしてゐる。是は往昔思想が單純で社會的交際が進歩しない時代に青といふ一つ言語で濟んだ(尙遑つて見れば感覺が一つであつた)習慣が。其後複雑な進歩した社交上にも其の不便不都合を知り乍ら其れを緑と青に區別して話し得られない程に強い情力に引づられてゐるのである。されば如何なる實際の色に對して、それを赤、黄、緑、青、紫と考へてゐるか。スペクトルの何處から何處迄が何色で其の中心は何れにあるかは。是又人によつて多少の相違が生ずる譯である。其の内でも多の人の一致するのは黄色の一つ位であらふ。赤色はスペクトルのよりも今少し紫がゝつたものを眞の赤と考ふる人も少くはない。ゲーテやヘーリングの赤はそうであらう。又緑も普通波長。五二、五三、b E 黒線の邊の色を云ふが、五〇、五一邊の青緑を眞の緑とする人もある。かういふ事は正邪の問題ではない。學問上の根據とか自己の習慣とかを捨てゝ、一般多數の人の約束によつて決まる事であり、又之に隨ふのがよい事であると思ふ。

區別感覺性　スペクトル各部の色の次から次へと遷移してゆく程度。即ち色

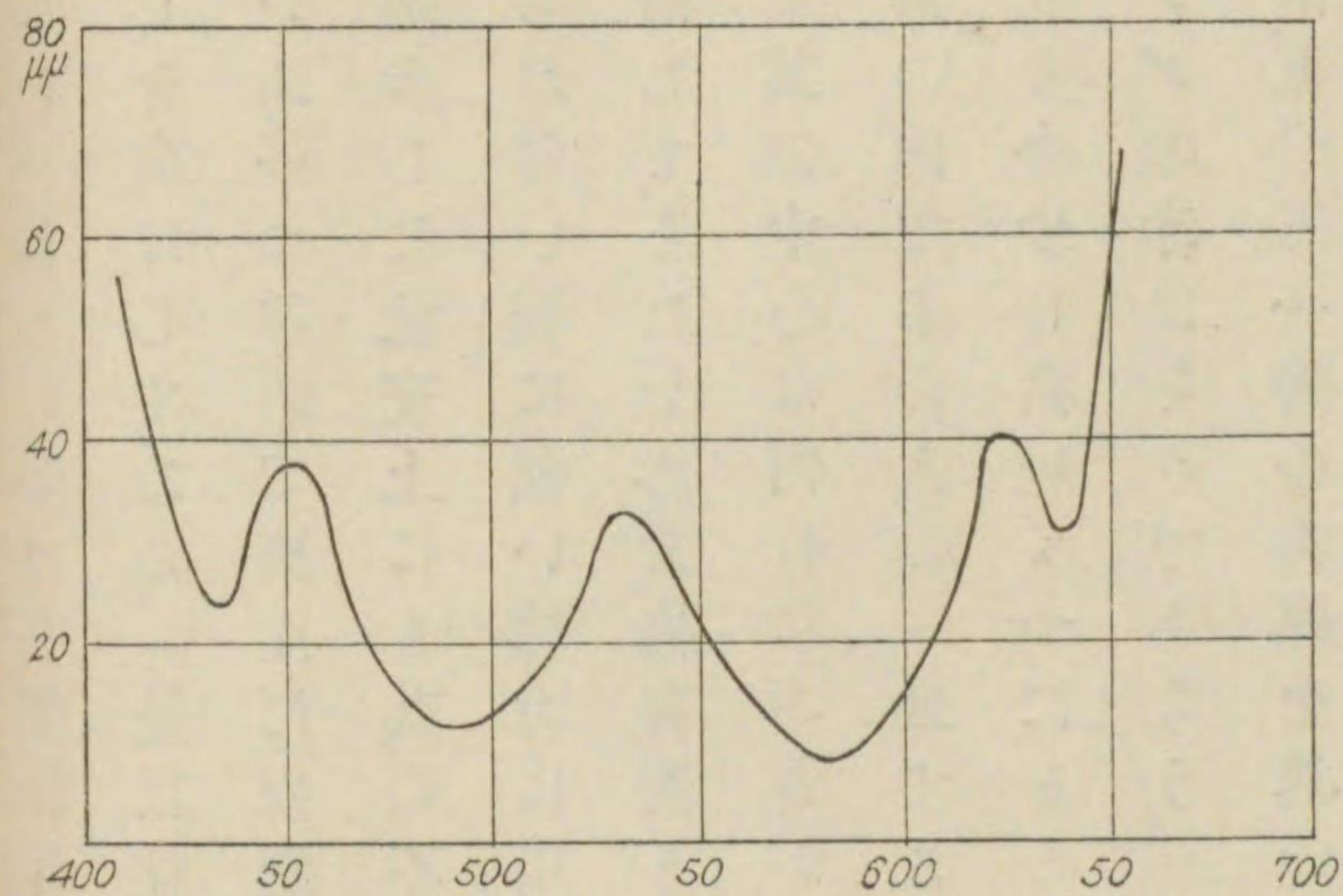


相の變化を感覺し認識し得る能力の差異が各部に於て甚だ不規則である。充分引伸ばし擴大したスペクトルに就て研究した人々の云ふ處を見ても、黄色の邊では極めて僅の間に色の變化が感ぜられるが、緑の邊ではそれが甚だ鈍くなり、

青の邊では再び鋭くなつてゆき、紫と赤の端に近づくとき非常に鈍くなる事を説いてゐる。

ステインドラーが十二人の被験者から得た上圖は最もよく此の區別感覺性の意味を現はしてゐる。是はアーク燈を用いた回折スペクトルの實驗である。横座線に波長を以てスペクトルの位置を示し、縦線は區別し得る波長差を現はしてゐる。即ち線が低下する程波長差が小となる。例へば波長六〇〇、 $\mu\mu$ の橙黄の處では一〇 $\mu\mu$ の色の區別が出来るが五五〇、 $\mu\mu$ の黄緑の處では二五 $\mu\mu$ でなければ區別が出来な

第三十三圖



いのである。ステインドラー彼自身の眼で見た處でも、波長五八五(黄色)が最高で、次が波長四九七(青)次が四三五(青紫)と六三六(橙赤)に高點があり、低點が波長四五八(紫青)と五三三(黄緑)六二七(橙赤)の三ヶ所にあると云つてゐる。

赤の六五〇から端迄と紫の四一〇から端迄とは全く一つ色としか見えないのである。

勿論是も人々によつて多少の相違があり、最高點も黄よりも青の方にある人もある。それにしても大體此の如くである事は明瞭である。チツチエナー、ケーニヒ等は此の區別感覺性の實驗から計算して、スペクトルの色相を約百六十五種に見分ける事が出来ると云つてゐる。

原光の強弱と色相の變化 原照光の強さの異つたスペクトルを作つて見ると、其處に驚くべき色相の相違を見出すであらふ。同時に色の面積と範圍が變化し移動しゆく事だ。特に著しいのは黄色と青色の處である。原光が強き時は黄色が輝きて其の地帯も擴大し、原光が次第に弱くなると黄色が特に力弱くなりて縮小し、遂に橙色と黄緑色の爲に其の地帯を侵奪せられ、青色は次第に紫を帶



び、緑色は青緑となつて淺黄色(綠青)は無くなる。かくてスペクトルは暗い赤と青みの緑と紫が、つた青との三つになり。細隙を狭めて尙次第に光を弱めると、青が消え、赤がなくなり、終に緑も見えなくなるが、まだ暫く緑の跡に薄明りが残るが、それも消えてスペクトル總てが消滅する。

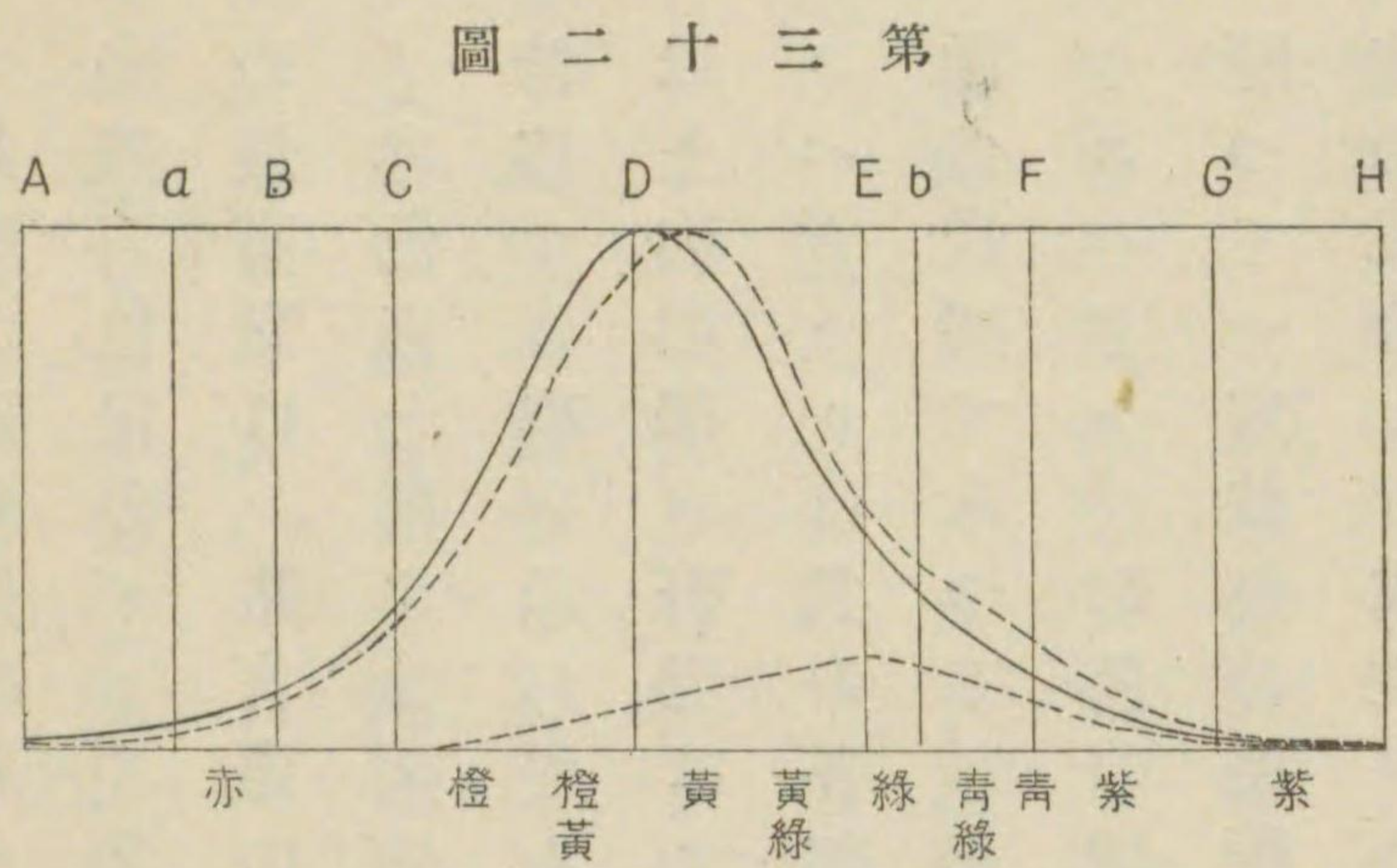
懐中分光器のスリットを充分に開いて、明るい光に向けて見ると、黄色と青色の部が相當廣く見えるが、急にスリットを狭めると、赤の方と紫の方から中央に向つて押寄せて来る様に黄と青とが壓搾せられ、再びスリットを開くと今度は黄と青とが腕を伸ばして赤と紫を押し込める様に見えるであらう。

次にスペクトルの各部に外から導いた白光を少しづつ加へると、先づ赤はピンク色となり、橙赤は橙色に、橙色は黄色になる。黄緑は變化なく、緑は黄を帯び、青は變化なく紫は赤みを帯びて来る。白光を加ふる量が増加すると

赤から綠青迄の色は總て黄色に向つて變化しつゝ其の色を失ひ、青は色相を變へないで早く消えて了う、青紫と紫は赤みを持つて青よりも先に見えなくなる。要するに青色を除いた他は皆黄色に向つて色を變へて白の中に没入して消

滅するのである。

スペクトルの光度 スペクトルの明るさは、各部夫々相違してゐるが、是は波長の大小による譯でなく、中間波長なる黄色の部が最も明るくて次第に兩方へ



暗くなつてゐる。然し是も原光照が強い時は、其の最高點がD線の邊であるが、原光の強さを減じてゆくと次第に黄色から黄緑の方に進み、最も暗い光ではE線の綠色部迄に移轉する事はアブネイ其他の人の實驗した處である。面白い事には全部色盲者のスペクトル光度曲線を作ると、恰ど此の暗い光の光度曲線と一致する事であり、又網膜の中央小窩で注視すると最高點がD線にあるが、中央小窩以外の點に映する様に茫然と見た時には最高點が黄の方に移る事である。

微光に於ける光度曲線の最高點が綠の方にあるの



は。網膜の圓柱狀細胞が光度に關する機能に基づくものと察せらる(網膜機能の章參照)。色盲のデューテラノーブ(綠色盲)と稱する型の人に就て實驗された光度曲線の最高點は。略普通の人のと同様波長六二から五九の間にあるが。プロタノーブ(赤色盲)と稱する型の人には。最高點が波長五七の邊にあり。微光では、五三に迄轉移する事を示してゐる。

以上物理學の研究によつて到着した現代科學の理論としては  
スペクトルは其の各部が白光の組成分たる遞次に變化する處の一定波長の振動の竝列であつて。それ等一定波長の振動が網膜を刺戟すると。現に視る如きスペクトルの色の感覺が起るのである。

隨つて一定波長の振動が。直に一定色彩の光と見做され。白光は是等各種色光の混合より成立するものと見做されてゐる。

然るに私は「色とは何ぞや」と云ふ問題に立場を置く時、色とは一定波長の光振動に刺戟された網膜の機能に依る感覺だといふ普通の説明と共に

白光はプリズム、回折格子其の他所謂屈折分散と云ふ物理過程を生すべき機會に遭遇すると。一定波長の遞次並列したスペクトルとなり。其の各部が夫々の色に見ゆる事は。畢竟白光の中の質の一部分が他の部分の質(即ち一定波長の振動光)から分離した結果だと云ふ。又

網膜機能は白光によつて其質の全部が分解されるが。

スペクトルの各部分の如き光振動に對しては。一部分解の姿となり、其の殘部不分解の狀況によつて。中樞に種々の色感が起る。と考へるのである。

扨此のスペクトル現象は吾々の色彩世界の有ゆる現象中では特殊のものであり一般的のものではない。一般的といふのは選擇吸收による物體の色彩である。それで吾々の色彩感覺も祖先の古い古い時代から主として是等物體より放射する光振動から發生したもので。スペクトル各部の如き單純光振動から出來たものではない。現に吾々日常に於て斯かる單純振動に遭遇する機會は殆無いと云つてもよい。

それで私は第二章の始に第四圖で示した様に。普通の複合光から得た色の感覺が單色光の刺戟にも應用されるのだと結論するのである。即ち單獨自主なる



光振動がそれ自身の力で、網膜を刺戟して吾々に色の感覚を起させるのでなく、吾々の視覚中樞が白光中の或質の缺乏として夫等の光刺戟に對應する感覺なのである。

是は同じ意味を他の方面から殊更面倒に見た牽強説だと謂ふ人もあらうが、自分としては大に違つた根據の上に立つた主張の積りである。

かくは云ふものゝ私は決してスペクトルの發見と其の應用になる諸種の實驗を輕視するものではない。のみならず色彩の客觀的成分を研究するに缺くべからざるものとして考へてゐる。特に世界の中で最も飽和して見ゆる色彩が論理的に波長順に(一部の缺損を除いては)配列された實に美麗なる天然色彩の標準として吾等の據となすべき貴重な現象である。唯從來一も二もなく色の原因を絶對的にスペクトル單光そのものにある様に説明したり信仰したりして來た人々に一考を煩はしたのである。

### 物體の色(選擇吸收)

無色の光が色となる機會、即ち物理過程は、第二章に記述した通り種々あるが、實際吾々の日々朝から晩迄眼に受け入れる色彩といふものは、主として今より書かうとする選擇吸收といふ物理過程に屬する所のものである。

私の考へる處では、色は凡て白を父とし、黒を母として、其の間に生れる子の如きもので、始終白と黒との縁を脱却する事は出來ない。光の吸收は白光の質の減弱であつて、同時にそれは黒の添加を意味する事である。其の時残りの白は此のマイナス黒によつて或る色と見らるゝ様な反射光となる。是が選擇吸收によつて生ずる色の特質で、今迄述べて來た他の物理過程で生ずる色と異なる點である。勿論他の所謂物理色でも、例へばスペクトルの細隙を狭くする如き場合の色は、光度の減弱を色の明るさの低下としては感ずるが、黒みの添加とは感じない。それはどちらとも光波振幅の減弱による事は同じであらうが、物體色の方は、色と同時に吸收に原因するマイナス黒の面を直接見てゐる事が兩者の感じの相違を來すのである。

尙此の二つの區別を考ふるに、今一枚の白紙を(1)戶外の日光で見ると、(2)室内で硝子

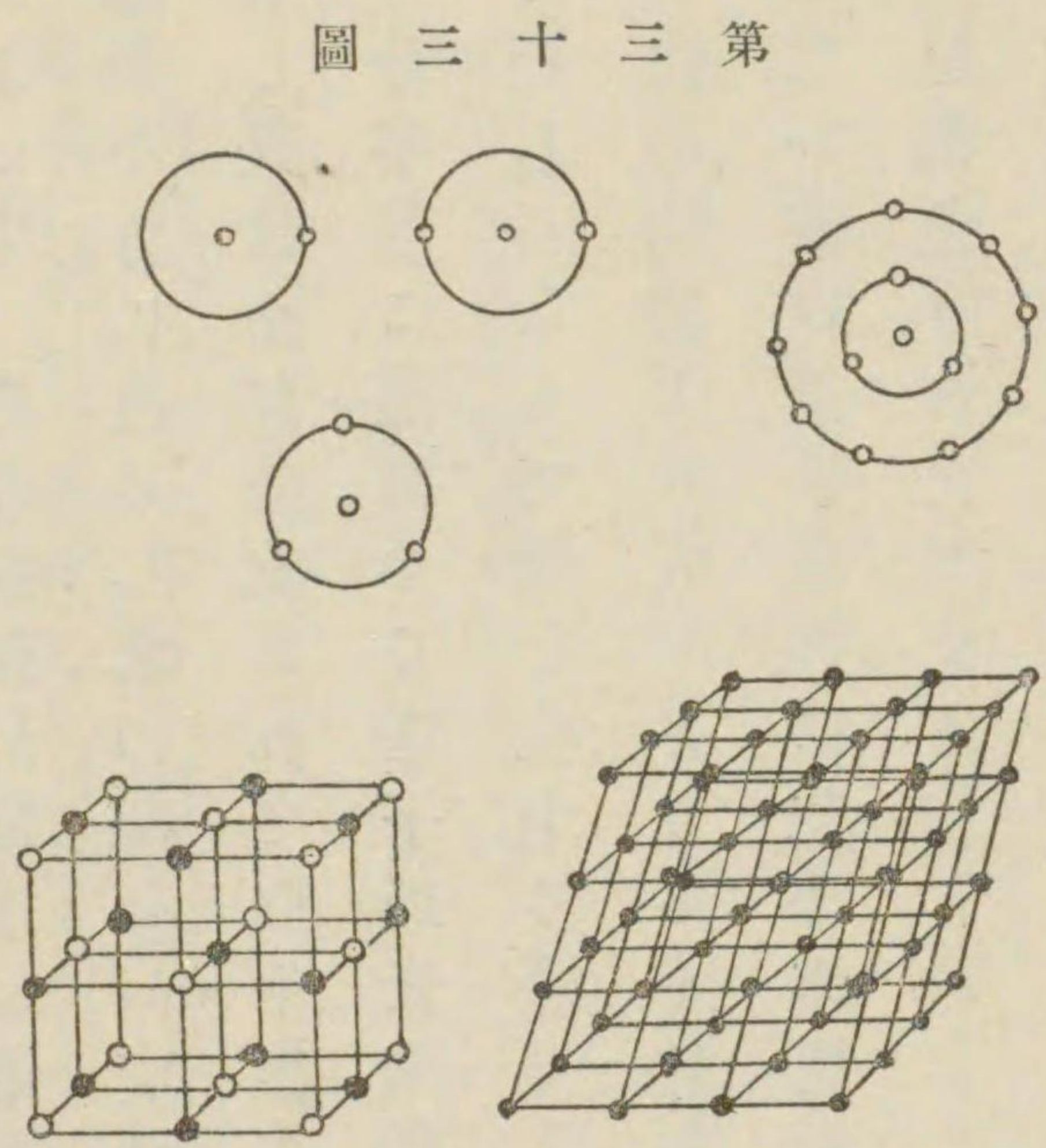


障子の中で見るのと(3)室内で光を真直に受ける時と(4)斜に受ける時と(5)横向に受ける時とで其の紙の白さは夫々異つてゐる。若も第一のを眞の白とするならば以下は夫々或程度の灰色でなければならぬ。此の五つの場合を寫眞に撮れば立派に四種の灰色となる。然し肉眼では此の寫眞の示す程著しき光度の相違を感じないで。多數の人は何れも之を同じ白と思つてゐる。然るに寫眞の方を見ると誰しも之を同じ白と思はない。是は前者は投射する光の方に強弱があり後者は光を受ける物質の方が強弱を左右するからで。色の光度に就ても之と同じ譯である。されば物理的に狹義に解釋すれば。白黒は色の内に入らないが。前條の意味から考へても物體の色では之を白色、黒色、灰色として色の内に入るゝ事も當然であり又心理的にも色として同じ感覺の内に取扱つてよいと思ふ。

扱その吸収とはどんなものであるか。之を委しく研究するには、物質の構成に關する原子論や電子論及び分光化學の専門に入らねばならぬが。今は唯吸収に就てその概念を捉へるだけに止める。

現時多くの人の承認する所では。物質が其の物質の特性を失はない程度に。最も小さく分けられたものが分子である。此の分子なるものは若干の原子の組合せ、又は化合状態から出來てゐる。而して此の原子は中央に陽電性の中核があ

つて其の周圍を若干数の陰電子が回轉してゐる。其の狀が恰も地球を中心として月が公轉する如き、一個のものから。木星や土星に多くの衛星のある如く電子數の數十個の多きに至る迄澤山の區別がある。化學上元素と稱する九十二種は



圖三十三第

此の差別から生ずるので。其の番號は即ち電子の數であつて水素の如きは唯一個の電子を有し。ヘリウムは二個、リチウムは三個といふ如く。而して電子數が六個以上となれば大小二個の軌道に分かれ、十七個以上では三個の軌道に分かれて公轉する。かゝる簡単な或は複雑な種々の原素が化合して分子を成形してゐると考へられてゐる。それで固體の物質でも、その最小微分子は。急速

激烈に運動する電氣の如きものと云つてもよい。すると物質とエネルギー又は光の如きも絶対に別々のものではない。一つのを種々の別方面から眺めた



見解だと云ふ事も出来る。

光の振動がかゝる物質分子に衝突すると、原子の配列工合や電子の運動状態によつて、光の振動が電子の運動と共鳴し融合して、光の振動は消滅し物質の運動の方に没入し、其の残りが反撥して色の原因となる事もあり。或時は全部反射し、又は全部吸収されて白や黒の原因となる事もあるのである。

分子内に運動する電子が光振動と融合する結果、所謂吸収の爲に、分子内の振動は烈しくなつて熱を生ずる譯である。黒色の物體が色の物體よりも、色の物體が白の物體よりも、より多く熱を保有する事もよく知られてゐる。若も熱を生じない時は、其の代りに化學作用をなし、寫眞の感光劑に變化を與へたり。物の色を褪せさせたりする。

物質の吸収したる光は或る機會に際し、又之を發散するのが自然の法則である。夫故に黒色の固體は高熱を與ふれば輻射エネルギーの源泉となり。若し其の溫度が餘り高からざる時は、先づ赤外線を發生し、溫度が四五百度に達すると赤外より赤色迄のスペクトルを生じ、それより次第に溫度を高めるとスペクトルは

段々幅を増し、五百九十度で青緑迄を現はし、六百度では青、七百度で紫青、千百六十六度乃至二千度になると、スペクトル全體が現はれる。

かういふ科學的の自然法則を考へて見ると、甚だ非化學的のやうな云ひ方であるが、ゲーテの如く、色は黒と白との兩親から産まれる子供だと云つても、強ち無稽の暴言でもない様である。

色の物體の吸収部分を研究せんとするには、コールター色素の水溶液、又は之を以て染めた色硝子。懷中分光器で觀測するが最も便利である。

色硝子の浸浴液を作るには

水一〇〇立方センチメートルに對し

アルコール二〇立方センチ

色素液一〇立方センチ

酸性液五滴又は硼砂飽和液三立方センチ

寫眞用バットの中に此の液を作り、液中にヂェラチン硝子寫眞乾板の感光劑を次亞硫酸曹達液に浸して溶解し去り、硝子の上にヂェラチンのみを残し、よく水洗して乾かしたるものを入れ、バットを始終動かし、豫定の濃さに達したる時に取出し、餘瀝を切りて別の皿に入れ、上記の色素液を去除いた液でよく洗ひ乾かす。

色素は種類が澤山あるが、左の如きもの、又はその混合によつて任意の色相が得らるゝで



あらう。

赤	ローダミン3B	エオシン	(酸) スカーレット
橙	(酸) メチールオレンジ		
黄	ナフトールイエロー	キノリンイエロー	
緑	(酸) アシッドグリーン	(硼) マラカイトグリーン	
青	(酸) チャミンブルー	(酸) メチールブルー	(酸) ニューブルー
黄	アシッドヴァイオレット	メチールヴァイオレット	

染まりたる色が濃過ぎた時には、酸性にて染めたるものはアルカリ液、アルカリ液にて染めたるものは酸性液に数時間浸して淡める事が出来る。

今黄色の溶液或は色硝子を、懐中分光器で見ると。スペクトルの赤、橙、黄、黄緑、緑迄は明瞭に見えるが、緑青から青、紫迄は暗黒である。是はこの黄色々素が白光中のそれだけの光を吸収してゐる證據に外ならない。而して此の明帯の色を合したものと。暗帯に屬する色を合したものは互に補色である。

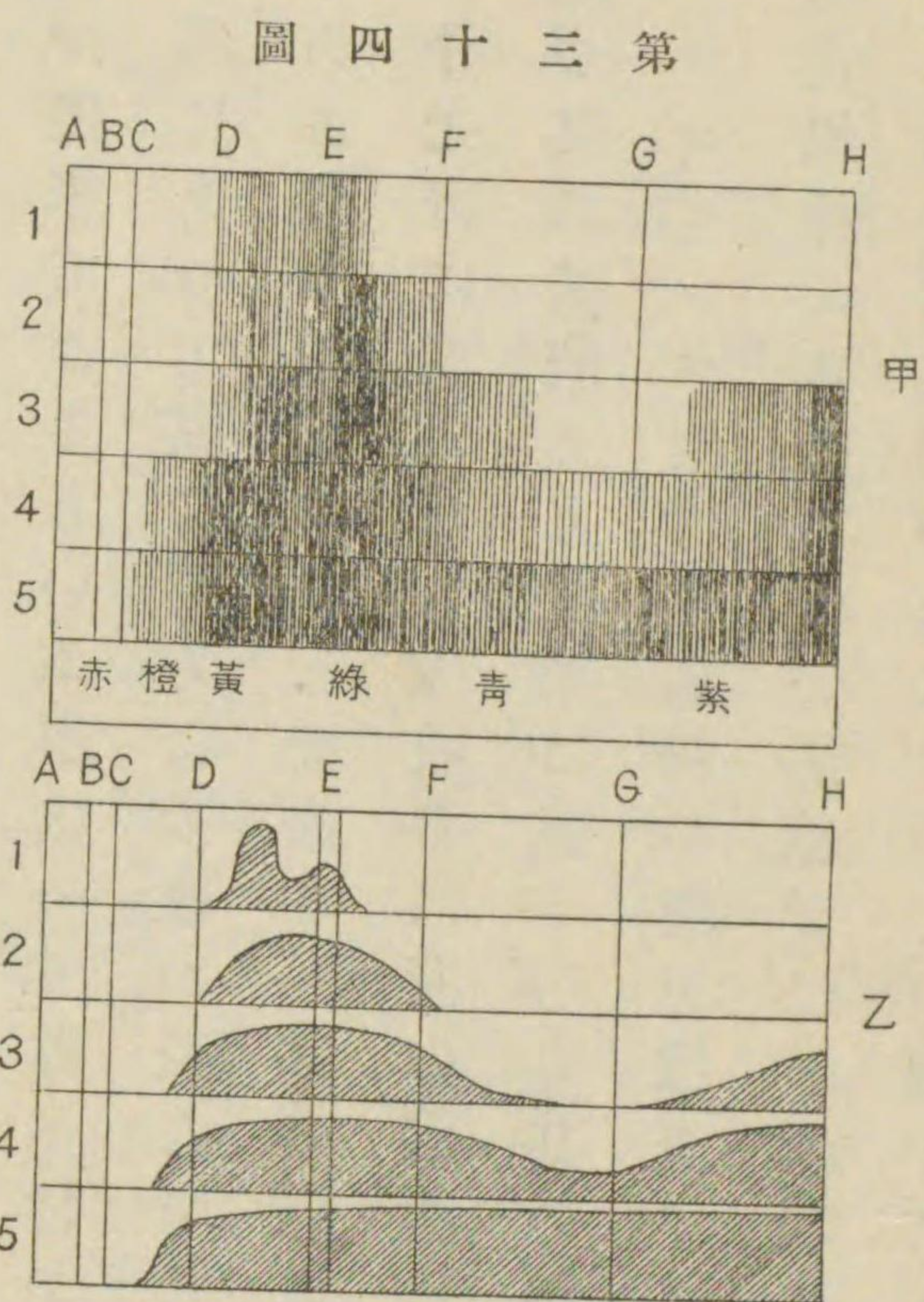
若しも此の黄色液に赤の一滴を加へて檢するならば。吸収帯が少しく移動して、緑の部に迄暗帯が進み。赤の部は前の黄色の時よりも少しく明るくなるであ

らう。尙少しづつ赤を加へてゆくと。吸収帯は彌、黄色の方に進み、明帯は反對の方に退いて赤の方が一層明るくなつてくる。

扱この吸収スペクトルを觀察するには。明帯に何々の色が現はれてゐると云ふ事よりも、暗帯の中心がどの部にあるかと云ふ事を注意する事が肝要である。特にコールター色素の如き材料では、明帯は甚だ廣い範圍に互つてゐるので。例へば赤色の色素は。赤、橙、黄、緑と青、紫迄が顯はれる。是だけの色が集つて今の赤色が出来てゐるといふ事は一寸考へ付かれないが。然し暗帯の中心が緑と青の中間にあつて其の兩方に吸収が及んでゐる事が。補色の關係上此の色素が赤色である事を證據するのである。其の譯は補色の條下で述べる事にしやう。

分光器に現はるゝ吸収帯は液の濃淡によつて、其の状態は非常に相違するので。先づ其の淡液より次第に濃くして其の變化を觀測せねばならぬ。例へば今ローダミンピンク(紫赤色染料)の液を檢査するに。其の最も淡い液は、D線とE線との間、黄緑色の部分に淡い黒線が二ヶ所現はれてゐる(三十四圖1)液を少し濃くすると、二條の黒線が一つになつてD線からB線の邊迄が一様に暗くなり。尙少しづつ





が出来る。それは曲線の各點が高さによつて暗さの光度を示すからである。

前記ローダミンピンクの色と吸収帯との關係を考へて見ると。極淡い液では、黄緑の部を少し吸収して、液の色は淡いピンク色を呈し。之を紙にぬつても絲を染めても同じ事である。夫で總て淡い紫赤を呈するものは、黄緑に當る光を吸収する事がわかる。次に稍濃き液の吸収帯は黄、黄緑、緑から青緑迄に及び。液の色

は前者よりも濃くなる。即ち前者では色があるか無いかの淡さであるが。茲では相當其の色相が明瞭にわかる淡さである。其の時に吸収する部分は最早一色ではない四色から五色に及んでゐる。尙十分に濃くすると、赤を残して他の色を總て吸収してゐるかの如く思はれる。實際此の色素を十分濃くして紙にぬると。本色の紫みは少なくなつて純赤色に近く見えるものである。然し吸収帯の示す所と液の色相とを比較すると嚴密に一致しない。吸収帯は液の色相の濃度よりも一層濃い色に對する結果を示す様である。されば吸収帯の検査には淡液より少しづつ濃くして試験すべきもので決して濃液一度で其の性質を知る事は不可能である。

尙此の淡液から濃液に移る時に吸収帯が發展してゆく跡を見ると。始は黄緑の邊に少しあつたものが、緑の方に段々強く進んで紫に及び。一方赤の方に向けるとは極めて徐々に進んでゐる。多くの場合吸収帯は此の如く、紫の方には進みが強い割合に赤の方には甚だ遅緩である。それは一つにはプリズムのスペクトルが赤の方よりも紫の側が伸び過ぎてゐるといふ關係もあるが。概して波長の大



なる光は小なる光に比割して吸収され難れ傾向を有つてゐる様である。

それで同じ色素であつても濃淡によつて色相の著しく變化するものが往々に存在する。かゝる種類の色素を二色性と名ける。コールター染料や植物性染料は概ね多少とも此の性質を有つてゐる。假令ば繪具の雌黄を皿に溶いて、乾いた時に見ると。皿の縁に著いた薄い層の所は黄色なれど、中央の層の厚い所では橙黄色である。又ブラッシャン青を水で淡く溶くと帯緑青即ち淺黄色であつて純青色ではない。相當の濃さになつて始めて眞の青色になる事は畫を描く人々のよく知悉する所である。夫故にかゝる性質の色素を以て淡く染めた膠膜を數枚重ねるか。又は淡い液を楔形の硝子壘に入れて見ると、此の現象が明かにわかる。更にかゝる膠膜や淡溶液の層が次第に厚く重つてゆくと終には黒く不透明になつて了ふ。透明な繪具を紙にぬり、又其の上に幾度も同じ色をぬり重ねてゆくと。色は段々黒くなつてゆくのも同じ譯で。吸収の極は黒に迄進まうとする傾向になるのである。

著しい二色性を示すものは。キノリン青、メチール堇、マラカイド綠等特に面白

いのはアニリン黄又はファスト黄にメチール堇を混ぜた淡液で膠膜を染めると、暗黄褐色であるが。之を數枚重ねると暗い赤色が見える。又鹽化クロミウムの液は淡い時には綠色を呈し、濃液では赤色になる。此の不思議な變化は懷中分光器で吸収帶を調べると其の理由を了解する事が出来る。唯然し前にも云へる如く吸収帶の機械的指示が實際よりも黒に向つて進む足どりの速い事に注意を拂はなければならぬ。

第三十五圖は種々の染料、繪具、色硝子等の吸収スペクトル曲線の一斑を示したものである。

不透明なる物體の色は反射光をレンズにて集束して直視分光器にて試檢する事は出来るが、溶液や染硝子の如く精密な觀測は不可能である。特に反射光には表面から反射する白光が混入する事も一の障碍である。

近世色素化學の進歩によつて。色素分子を構成する原素と其の結合状態が研究せられ。元素H(水素)C(炭素)O(酸素)N(窒素)等が一定形式に結合する時。スペクトルの或部に吸収が起り發色する事がわかり。次第に人工を以て任意の色相を







随つて普通視覚と同じ色の感じを出さうと圖る整色乾板は一方感光劑を色素で染めて感光の平均を得させると同時に、一方黄色の濾光器をレンズに重ねて射入光中の青紫及紫外線を吸収させて色の明るさを調節するものである。

種々なる色料物質の吸収を研究して見ると次の如き事がわかる。色素液が極めて淡く溶解された場合の外、一種の色光のみを吸収したり、又は反射するものは殆ない。若も左様な色料があつたとすれば、其の色相は白に近い淡色か、黒に近い濃色を呈すべきである。スペクトルの色では單光が一種で他の單光が少しも混じらない時に最も飽和した色に見えるものであるが、物體の色は之と事情を異にし一種の單光のみを反射する如き色は極めて暗い色になる。そうして反射光も吸収光も二三種の單光を混合しなければ飽和した美しい色には見えないのである。且其の吸収部は強く深くある事が色を飽和して見せるに必要な條件になる。

物體の色の光度は又吸収帯の部位と強弱廣狹に關係するもので、黄色の色料は光度の弱い青紫の光を吸収する爲に黄色自身は明るい色となり、反對に青色、



紫色の色素は高い光度の黄色、橙色、黄綠色等の光を吸収するので青自身は暗い色となる。而して吸収帯の幅が狭ければ其の色は明るく、廣ければ暗く。總ての色光を通じて幾分づゝ吸収するならば暗く、反射するならば明るくなりて、何れも飽和が鈍くなる。

總ての色素の色は或る程度の灰色に相當した光度を有するもので、色は是等光度の上に憑據寄寓してゐると考へる事も出来る。若しも此の色を抽出して取除けて了ふならば跡には必ず蟬の抜殻の如く其の灰色が残るのである。かの補色對の色紙を回轉器で混合したり。三原色や七原色板を回轉すると、色は消滅して跡に残るのは白に非ずして灰色であるのは是が爲である。この事を物理學者が「繪の具の色が不純だから」としてゐるのは笑ふべき誤である。如何なる純粹な繪具があつたとしても、決して眞白になる筈はない。吸収といふ事を免れる繪具が出て來ない限りは、

但しゼラチンかセルロイドの如きものを淡く染めて透過光で見ると一吋誤魔化す事が出來やう。それとても同じ透明白色のものとを比較して見たならば直に光度の相違が現はれて來る。

ニュートンが例のスペクトルによつて七色合して白となる事を説明しやうとして集光レンズで還元せしめ、尙之を繪具の色を以てせんと、スペクトルの色の配分に準して圓板の

弧形に七色をぬつて回轉して見せたが、其處に現はれるものは白ではなくして灰色であつた。彼は何とかしてこの結果を白く見せやうとしたが、それには繪具の色を白く淡くするか、白の幾分を色の間に挿入するより外に方法はなかつた。それで遂に「この結果が白の代りに灰色となるのは全く繪具の色が不純だから」として不純と云ふ曖昧な詞をこれこそ不純な様な詞で誤魔化した。と云はれても仕方がないであらう。尙ほこの説明は色の不純などと云はないで、灰色は白の光度の弱くなつたもので性質の異なつたものではない。七色が混合するならば無色の光となり、其の無色の光は或時には白色或時には灰色と見られる。繪具の色は「*impure*」であるから、このマイナスは前記の如く吸収であると共に灰色の意味になるのである。

ゲーテはニュートンの七色を合すと白色となると云ひしに反對して、總ての色は相當の黒みを持つてゐるから、之を混合すれば黒くこそなれ決して白色となる筈はない。淡墨色の馬が百匹よつても一匹の白馬にはならない。と云つたのは色光の混合に對しては誤りであるが、色素そのものを混合したり、又この回轉板混合の事などに對しては慧敏な觀察だとも云ひ得やう。只彼の研究があまりに天才的、直感的、獨斷的であつた爲に、謙遜なる態度でニュートンの光學的研究に傾聽し實驗する事が出來なかつたのは惜むべき次第である。彼は色素の色が黒み(吸収から來る光度)を有つ事を直感してゐたが、色光は白光の一分身である事には氣がつかかなかつたのである。



コールター色素の發見は。色の發生の不思議な秘密を暗示するものゝ様である。西曆千八百四十年ベルキンが石炭から瓦斯を製造する時の殘滓物なるコールターより。始めてモーヴなる美しき紫色の染料を製出せし以來。此の汚穢醜黒、捨て場にさへ困つた物質から。次々に數千の新しき染料が製出され。如何なる色相のものをも其の中から自由に選び用ゐる事が出来る様になつたのである。幾千萬年の昔、石炭が樹木であつた時代から。太陽の光を吸収貯藏して居て。それが新に甦生して再び美はしき色の光を反射するものとなつて吾々を慰むるとは。其の間に物質組織が轉々變化の複雑なる過程を経て來た事を想像せしめる。而して現在色素物質の組成は或る元素の抱合形式に基づく事前に述べたる如くであるから。此の色素が長く空氣、日光の下に置かれると。光殊に紫外線の衝突や、空氣中の不純瓦斯、硫黄、アンモニア等の接觸によつて。組成の形式が漸次壞崩して。茲に變色、褪色といふ現象が行はれるのは勿論であり。或る色素溶液中に酸やアルカリ等を作用せしめると、直に變色、脱色する事も起るのである。植物の花の色が亞硫酸瓦斯によつて消滅し、それが鹽酸蒸氣によつて回復したり。

紫草と青梅の酸によつて赤い梅醋と梅干の出来る事。化學用試験紙に用ゐるリトマスが酸やアルカリの反應に鋭敏である事はよく知られてゐる事實であるが。之に類する現象は決して珍らしい事ではない。次の如き例も其の内の二三である。

○マゼンタ(又フクシン)は赤色の染料で。結晶は光輝ある綠色、或は暗赤色の粉末なるが。アルカリ礮鹽、アンモニア、石灰水を加ふれば脱色して殆ど無色となる。鹽酸にて褐色となり、強き酸化藥で脱色す。アルデヒド或はシエラツクの酒精溶液を加ふれば赤色を呈す。

メチール藍は黄綠色の結晶なるが、濃硫酸で黄色を呈して溶け、之を水にて稀釋すれば黄綠色より青綠色に變じ、終に紫色となる。多量の鹽酸で綠色、過剰の酸で赤色、或は黄褐色。アンモニア水にて帶紫褐色となる。

ナフトール黄は鹽酸で無色となり、硫化アンモニア、炭酸曹達液にて紫色に變ず。ログウッド及ブラジルウッドは南米に生ずる樹木の皮にして。始は無色なるが空氣中にて酸化すれば赤色となり。明礬、鹽類、鐵鹽類、錫等の媒劑により。緋、赤、紫、青、黒、オリイヴ等種々の色染料となる。

コールター色素の中には上記の如く。結晶の時には溶液の時とは反對なる補色を反射



するものが少なからずある。又其の溶液の上部に金屬様の補色的反射光を放つ所の層が浮出するものも少くない所謂螢光である。化粧用の紅が濃く乾いた時緑色の反射光を放つ事は人々の見馴れた事實である。

植物の花の色素例へば朝顔オシロイ等の赤色の絞り汁は、鹽酸の十パーセント液を滴下すると紫赤色の液は鮮明なる緋色となり。是に苛性加里の十パーセント液を少しく加へると色は忽ち緑色或は黄色となり。再び前の鹽酸液を加へると又赤色に復し。數回この反應が見られる。又其の新液に明礬液を加へると青色又は紫色に變するのである。

以上物體の色が選擇吸収によつて生ずる理由と分子構造の元素化合及其の化合の變化に伴なふ色相の變化とを研究の便宜上主として染料の如き色料によつて説明したが。他の總ての物體の色も亦同じ譯であつて。礦物寶石等の色、陶磁に施した釉彩の如きものが耐久性に富むのは唯其の元素化合形式の安定なる構造に依るのである。染料色素の中でも特に美しい飽和色を呈する如きものは概して耐久性に乏しく。比較的不飽和なるアリザリン色素の如きは。より耐久性に富み。色相からいふと黄色と紫色の色素は一般に變色し易い傾きがあり。赤、橙と綠、藍の暗色には。前の二色よりは遙に永く有つものが多い。

### 白光の表面反射

白光が物體に投射する時。光が其の物質の内部に入りて選擇吸収された殘部が反射(又は通過)するのが物體の色であるが。物質によつては光が内部に進まない以前に。其の物質の表面から白光のまゝ反射するものがある。是は物質表面の分子構成の状態に基づく事は云ふ迄もない。充分に磨いた金屬等はこの表面反射が強い爲に。各種金屬特有の色は見えない。どの金屬もみな同じ光澤ある白色に見えて了ふ。

私は子供の時分に屢々經驗した事であるが。雨の上つた後に、道路を歩いてゐると。美しい綠や赤色の石があるので喜んで拾ひ集め大切に藏しまつて置いた。時過ぎてから思ひ出して其の石を出して見ると。拾つた時とは似てもつかぬ白っぽけた汚ない常の石ころであるのに、失望して投げ捨てた事が幾度もあつた。繪具を紙にぬつても、絲や裂きを染めても濡れてゐる間は非常に美しい色をしてゐるが。それが乾くと意外に美しさの減退するを感ずる事も誰しも經驗した事



である。此の濡れ色と乾いた時の色の變化は。全く表面反射の有無に關する事  
で。濡れた物は光が其の水の薄い層を通つてから物體に這入るので。直接物體  
表面に觸れて反射する白光が混らないから色が飽和して見える。パステル畫と  
水彩と油繪とが。甲が明るくて色が浅く。丙が暗くて色が深く。乙が其の中間  
であるのも同じ譯で。溶媒料の屈折率により、油はゴムや膠よりも光が内部に入  
り易く、表面の反射が少いからである。其の極端な例はクリムンシレーキやブラ  
ツシヤンブリウを油で溶くと全く黒く見えるであらう。而して之を白い面の上  
に淡く使用するか、又は白き繪具を混じて漸く其の色を現はすのである。これは  
繪具の分子が微細で、油と繪具の光學的密度の差が殆ど無い位になるので。光は  
透入する許りで反射しないと云ふ理に原因する。之と反對にエメラルト綠やコ  
バルト青をゴムか膠で溶いてぬつたものが乾くと。多量に白を帯びた色になる。  
孔雀石を粉にした岩綠青と白綠とは唯其の粉末の大小によつて名を異にするの  
であるが。粒が小さくなればなる程、表面反射光の量が多くなるので。繪具の色相  
は益々白を帯びて來る。朱の赤口と黄口といふのも同じ譯である。手近な事で

は障子の紙が外から見れば反射光で白く見へるが。若し水か油で濡れると其處  
は黒くなる。然し内部から見ると反對にぬれない部分よりも濡れた處が明るく  
見えるのは。光の透入量と反射量とに基づく。同じ事が箱入の煉繪具を見ると  
洋紅や藍は黒く、朱やコバルトは其の色の儘に見えるのでわかる。

同じ染料で染めた色でも織物の地質なる絹、毛、木綿等の材料によつて。其の織  
維表面に平滑、粗鬆、振曲があるので色の光澤と冴え方が違ひ。又其の織り方の平  
織綾、天鷲絨等びろうとで色の變るのは、皆此の物體表面状態によつて表面反射光の多少と。  
選擇吸收殘餘の反射光との量の關係から來る現象である。

### 照光と色彩

物體の色は物體自身が所有するものでなく、發現するものでない。唯物體を構  
成する分子の状態によつて、照射する光の内の或る部分を吸収する爲に。殘りの  
光が反射或は通過するものが色である。とするならば吾々が赤だとか青だとか  
いふ色相は。通常日光の下に於てといふ前提を含めて云つてゐるのであつて、



若しも此の前提が始終同一不變のものならば。かゝる一定の分子組織を持ったものは或る色の所有者の如くに考へても。強ち不都合ではない様にも思はれる。所が此の照射光は種々なる原因から始終變化するものであるから。物體の構成状態はよし不變であつても。照光の組成が變化する事によつて、物體の色は變化せざるを得ない。それ故に嚴正に云へば物體に一定の色相はないのである。唯普通の場合照光の變化が比較的著大でない爲に。此の花は赤だ、此の袴は紫だとしてゐるに過ぎない。

日光照射の變化は(1)太陽の光が直射する時。(2)蒼空より來る時。(3)此の兩方の反射光が混合したる所謂間接光線。(4)曇天降雨等にて甚しく暗い時。(5)未明夕暮の薄明り。(6)月光等の相違があり。人造光には蠟燭、石油、瓦斯、電氣、其の他の燈光があり。時としては、色硝子の如き色料が其の光と物體の中間に置かるゝ事もあるであらう。

是等の場合何れも光の成分に變化があるので。随つて物體の色は光度と共に其の色相が多少とも變化せざるを得ない。

直射日光は紫、青の成分が取去られてゐるだけ、橙、黄の成分に富んでゐる爲。赤、橙、黄等を反射する物體の色は一層美しく輝いて見えるが。緑、青、紫は之に比しては充分に其の美を發揮する事の出來ない事情になる。特に日出日没の頃には第二章微粒障碍の條に述べし理由から、日光に赤の成分を含む割合が多いので朝日の照らす常盤樹の松の葉さへも赤褐色に見え。太陽そのものも國旗に見る様な紅球ともなる。

蒼空から直接に來射する光のみを受けると、直射光とは恰度反對の現象が見られる筈であるが。實際に於ては多くの場合直射光の反射と混合の状態になるので。日常吾等の眼に著しい變化を氣附く程の事は少ない。

是等二つの光が適度に混合した場合が所謂白光であつて。直射日光が一部の物體に蔽はれて陰となる場所に生ずるもので。空中に白雲があつたり、建築物樹木等の陰又は室内に入り來る光等がそれで。通常謂ふ所の物の色相は此の照光に對しての名稱である。かゝる光の下で始めて眞の白といふ色も見らるゝ譯である。而も此の白光、間接光が其の光度の強弱(即ち光の振幅の大小)によつて。光



の組成分の割合に變化があり、一方網膜の感度に銳鈍の差があるので。物の色は亦幾分か變化を蒙らない譯にはゆかない。概して日光の強い時には黄色成分が積極的に優越の力を示し。光度が弱くなると青色の成分が消極的に最後迄殿戰して剛勇を失ふまいとする様な卓越ぶりを顯はす傾向がある。假令ば草木の緑葉が投光を充分に受ける所と蔭になつた部分とを注意して比較すると。後者は單に其の色が暗いと云ふ許りでなく其の緑が前者よりも青みを帯びて、それだけ黄味を失ふて見ゆる事である。又小女が裁縫する絳染さうらの絹布が光の強く當る所と較べて。陰になつた所、皺になつた所の色は、より紫がかつてゐると云ふ事は畫家でなくとも氣の附く人が多からう。

一般に黄色は。照光が一定程度以下に降ると、最早真正黄色といふ資格を失なひ。橙黄色かオリヅ色になつて了ふ事はスペクトルの條に述べた通りで。之に反し青色は光度が微弱になつた最後迄頑固に色相を保持する特性がある。繪具の黄色と青色に少しの黒を加えて見ると此の事は直にわかる。随つて白光自身も光度の極めて強い時は黄色に。弱い時は青色を帯びる傾向を有つてゐる。

「暮色蒼然として到る」と云ふ語は支那の古文士が實景に對する所感を表はした語であるが。實際夕暮になると總ての物の色は黄みを失ひ青色が残るのである。

弱い光と云へば思ひ出さるゝ月の光。それは太陽の反射光であるから。性質成分は同じである筈ながら。光度が日光の百萬分の一に當ると云はれてゐる程微弱なこの月の光。其の下に見る世界は全く淡い青色のヴェールで覆はれた如く。晝間の赤色、黄色は眠に落ちて褐色やオリヅの夜着に包まれた靜寂な幽玄境は。かの高山樗牛に月夜の美觀なる讚頌を作らしめた様に。詩人のみならず凡ての人の情緒を動かすものである。

尙ほ光が強ければ黄に、弱ければ青に傾むく例證の一つは總ての色の繪具に白を加ふれば。黄色の方に向つて色相が變化し。黒を加ふれば青の方に向つて變化するのである。(スペクトルの條及三要素の條参照)

○スペクトルの波長五九、五八の單光は強い光では何れも黄色、弱い光では橙黄と綠黄とに見ゆる。

○同く青色の部は強い光では色が淡く、弱い光では濃くなる。



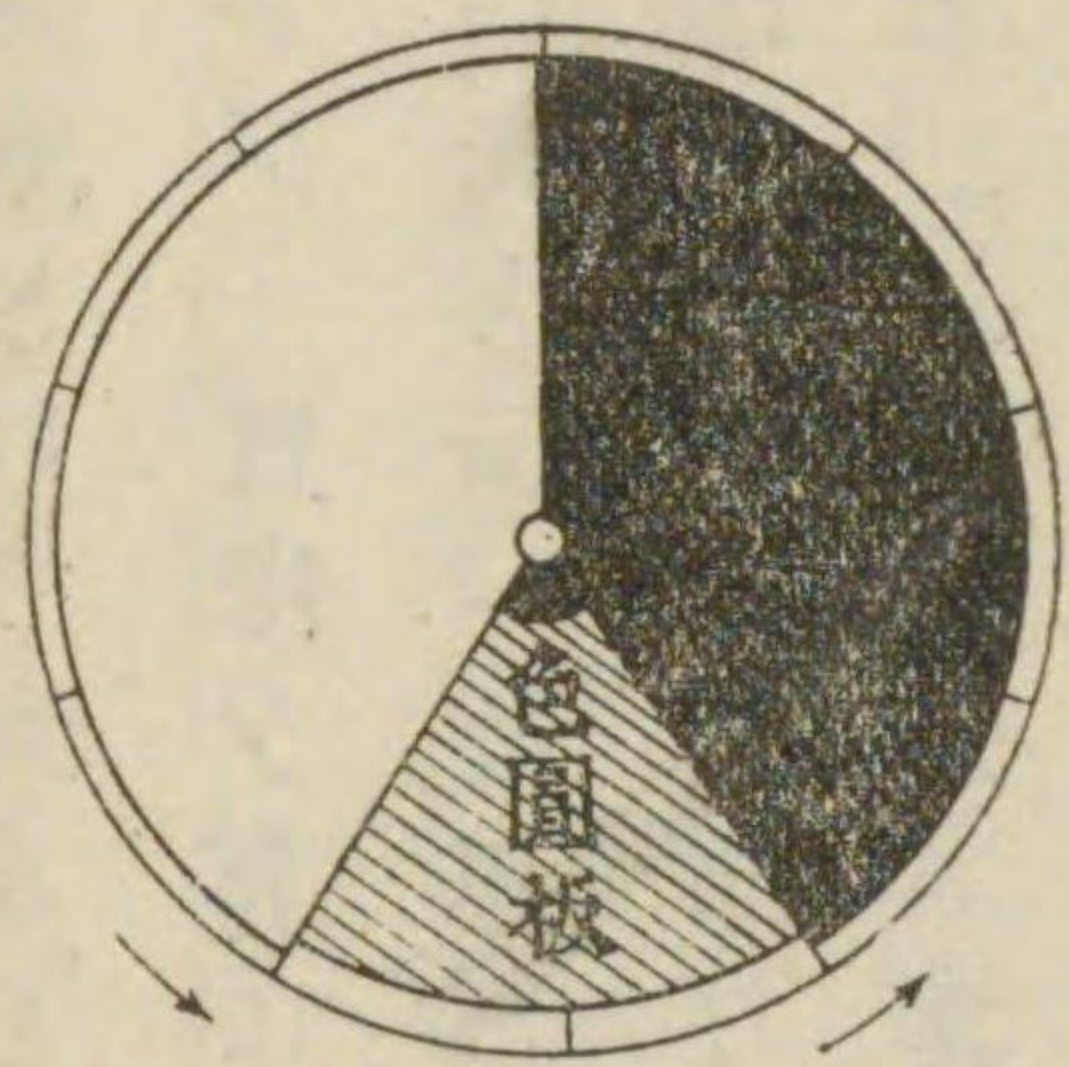
○赤と緑の色光を混合して種々の方法で黄色が出来るが、此の黄色が照光が極めて強ければ赤を帯び、弱ければ緑を帯び、中庸の時にのみ眞の黄色に見られる。

○赤、黄、青の紙や裂れを段々暗い場所に持つてゆくと赤と黄は其の色が見へなくなつた時に青はまだよく見える。

○黄色繪具に少しの黒を加えても直に黄色でなくなつて、オリヅとなるが、青には非常に多量の黒を入れても何時迄も青色の資格を失はない。

○ルードは次の如き實驗をした。圓板の回轉混合法により、黒と白とを半分づゝ組合したる小圓板と、インヂゴ十七白八十三に組合したる大圓板とを同心に重ねて回轉すると、小圓板は灰色に、大圓板は淡青色に見える理窟であるのに、實際は小圓板が青を帯び、大圓板は却て淡い灰色に見えるのである。

圖六十三第



私は今諸君に私の考案した一の實驗を提供する。圖の如き圓板を厚紙にて約三寸位の直徑に作り、其の中心より六十度の弧角を切り捨て、残りを二等分して、半分を白、半分を黒とし、之を種々なる色の圓板の上を重ね、六十度だけ色の圓板が現はれるやうにする。

之を獨樂に載せて徐に色を混合しない程度の速さ回はすのである。若も圖の矢の方向即ち色から白の順に回せば、圓板の色は黄色に向つて變化し、反対に色から黒の順に回せば、圓板の色は青色の方に向つて變化する。其の傾向は次表の如くである。

圓板の色	色から白、黒の順に回はす時	色から黒、白の順に回はす時
赤	橙に傾く	紫赤に傾く
橙	黄	赤
黄	不變	橙
黄綠	黄	綠
綠	黄綠	綠
綠青	綠	青
青	不變	稍青紫
紫	紫赤	青紫
赤紫	赤	紫

是等の變化は、獨樂を左と右即ち反對の方向に回はし試みる事によつて顯著に



認識される。

燈光の中で蠟燭石油燈は、太陽の白光に比し、最も橙黄色の成分に富み、青色紫色の成分が少ない。瓦斯電氣燈は稍其の傾向が弱いと云つても猶橙黄色の光である。アーク燈は餘程太陽白光に近いが尙ほ此の傾向は免れない。斯かる橙黄色の燈光の下で見る物の色は直射日光のそれよりも一層甚しき變化を生ずるのは當然の事であつて。日中に淡い橙黄色の硝子を透して見たる狀況と殆ど一致する。即ち日中の赤色、緋色、橙色のものは、色相少しく黄を帯びて美しく輝いて見え。緑青は黄を帯びて稍暗く、青色は暗く鈍くなり。紫色は赤に傾き紫赤と見える。黄色は淡くなつて白と區別が出来ない。よく縁日で買った白菊が翌朝見ると黄菊であつた等といふ例は屢ある。それで俗に黄色は夜は白く見えると云ふが、是は誤りで。日中に白と云ふものが燈下では黄に見え。日中の黄色のものも同く黄に見えるのであつて。燈下には一切白といふものはなくなるのである。

今一つ吾々の心理には照射光と同じ光を反射する物體を白なりといふ日中に得た觀念が之に加はつてゐる。吾々は日光の下で仕事をしてゐて、急に暗室に入り燈光で照らされ

た白いものを見ると、それが著しく黄色なる事を覺えるが暫時其の燈下で仕事を續けてゐると、眼が燈光に馴れて來ると共に、始の如く之を黄色とは感ぜず。白色であるかの如く感ずるものである。

同様に燈火の下でのみ仕事をしてゐる人が偶、日光の照らす場處に出ると、其處にある白い物は青く見えるのである。日中に活動寫眞を見て一卷の終りの時映寫幕に青い色に見える事も之と同じ譯である。

されば燈下で色彩を取扱うた結果を日中に見て、其の豫期に相違し色相の齟齬に驚く事は珍らしからず。繪畫の彩色等は燈下では絶対に完全には爲し遂げられない様に言はれて來た。然し近來燈光に淡青色の硝子を透過させ、過剰の橙黄色を吸収して、太陽光の割合と同一の光を發する様に計畫した電球も發賣されてゐる。

寫真感光劑に變化を與ふる光の成分は主として青色、紫色及紫外線であつて。黄色、赤色は殆ど感じないのであるから。普通の電燈や瓦斯燈の光は丁度此の反對の成分にのみ富んでゐる。随つて是等の光で撮影せんには非常に長き時間を要する事になる。それで青色光を多量に有するマグネシウム劑が、夜間や、暗い場







第一章に論ぜし如く色硝子が單に眼に見る如き其の色の單光をのみ通過して、他の色光を全部吸収するものならば、其の硝子と同じ色以外は決して見えない筈であるけれども、實際は全スペクトル單光の約半部を通過し、一方見るべき目的物も同じく全スペクトル單光の約半部を反射するので、色硝子で色の物を見ると、時としては思ひ寄らざる結果を示す事が珍らしくない。一二例を擧げると

○赤と青のインクで白紙に書いた文字を、赤硝子で見ると、赤インキの文字は殆ど見えない程不明瞭になる。是は白紙の部分が赤く見える爲である。

○山吹、金盞花等の黄、橙色の花を紫色の硝子で見ると立派な緋色に見え、同じ硝子で草木の若芽の黄綠色、橙黄色の壁、人の顔面等總て橙色、黄色、黄綠色を呈するものは赤色に見え、植物の暗い青綠色の葉は黒或は暗綠色に。

○紫赤の花假令ば牡丹、躑躅、ゼラニウム等をマラカイト緑で染めた青綠色の硝子で見ると青色に見え、櫻草の束ねたものは紫陽花の如く見える等は誰でも不

思議に感ずるであらう。然し兩方の吸収スペクトルを研究するならば疑惑は直に氷解されるのである。

尙ほ不思議な實驗は植物の緑色素によつてなされる。此の葉緑素を採るには麥の如き禾本科植物、又は野菜等の柔かに美しきものを摘み取り、熱湯を灌ぐか水にて煮たる後、アルコールを注入すれば、葉緑素が液に滲出して綠色の汁が得られる。之を懷中分光器で見ると、普通の綠色とは違つた吸収スペクトルが見られる。それは第三十五圖の中にも曲線で示してある如く、赤色部と青色、紫色の部は暗黒であるが、極端の赤色だけがはつきり現はれてゐる事である。綠色々料であつてかく赤色光を現はすものは鑛物性の色料には決してない。すると植物の綠色は此の赤色光の混合の爲に飽和を減殺さるゝ筈であらうかと疑はるゝが、然し此のA B線間の赤色光は其の光度が非常に弱い爲に左程の映響を蒙らない。

此の葉緑液を日光の直射で見ると赤色の螢光を放ち、朝夕の日出日没頃の太陽が常磐樹を照らすと赤褐色に見える。のみならず此の葉緑の反射する赤色を



明瞭に引き出して實驗する方法がある。マラカイト緑とメチール莖で染めた二種の硝子を重ねて、太陽の照す庭園や郊外の景色を眺めると、實に驚くべき世界が出現する。有ゆる草木の葉は血を吐く如く紅に。新緑の楓は忽ち秋の紅葉其の儘であり。常盤なる松の緑も操をすて、赤化し。菜の花や、麥の畠も芝草も。黄氈緑席の姿を代へて、一様の赤毛布となり。白色の物は赤紫色、空は暗青紫に見えるのである。

註　メチール莖の硝子は、赤口のもの二枚を用ゐるもよい。之とマラカイト緑の硝子を重ねると、緑と橙赤と青紫の幾部分とを吸収し。波長七六から七三の赤色光と、紫色光とを通過する。勿論この通過光は光度が極めて暗いものであるから。實驗に際して、眼が其の暗さに順應する迄忍耐せねばならぬ。

以上研究せし如く物體の色彩は、其の物質の構成状態によつて、白光中の或る色光を選択吸収する残りの光ではあるが。照光は假令太陽のそれであつても、

其の光の成分は時々刻々に變化する。のみならず四圍に存在する色彩物體から、絶えず其の反射光を。投げかけられ浴せかけられてゐるのであるから。嚴密に

云へば此の物體は何色なりと決定斷言する事は出来ない譯である。かの佛國印象派の畫家達が唱道した主張の重要點は是であつて。從來一般の人々は物體の色彩なるものは一定固有で柳は緑、花は紅と云ふ如く粗略に視てゐた。畫家も亦其の如く柳の緑は早朝でも、日中でも所謂柳の葉の緑といふ一定の彩料で描かうとする。薔薇の花は太陽に照らされた處も物の陰になつた處も。凡てローズの色と決めた一つの繪具でぬらうとする。然し精密に實景實物を觀察すると、同一の物でも太陽の位置及其の物の照らさるゝ光の状態に應じて、其の色は時々刻々に變化し。或時に綠色である樹の葉も他の時には青緑であり、又黄緑であり。又時としては褐色や赤色に近い時もないではない。他の總ての物の色も同様であるから。畫家は此の一定照射の光の下に於て、忠實精細に物體或は風景の全體及各部分が。夫々照光の關係によつて變化する色彩を、如實に描寫しなければならぬ事を力説したのであつた。

近代になつて人々は色彩の觀察判斷も次第に精密に趨むく傾向にはなつたが、其の以前は一般に此點に餘り注意されなかつたもので、吾々日本人の中に綠と



青とを混同して共にアヲと云ふ詞が今に存在する事でも。色に對する區別が甚茫漠たるものであつた證據でないであらうか。但し茲に一寸注意すべき一事がある。東洋の南畫派では草木の葉を藍色で描き。大和繪では夜景でも群青、綠青、朱、金泥等を塗抹する。等の方法を見て幼稚なる藝術だと思ふならば夫は藝術を解しないもので。藝術の美は必しも寫眞、寫實たる事のみが要件ではない。或は却て寫實は真正の藝術高級の美術でないと云ふ説も成立し得るものと私は思ふてゐる。然し今はさういふ事には觸れないで。唯吾々一般の人間が實景、實物の正しき色彩を觀察する能力が今一段進歩せん事を希望するのである。

#### 第四章 色の混合上 色光混合

昔の人は色といふものは。或物體に固着したる物質即色彩と考へてゐたから。「色の混合」とは繪具や染料等の實質そのものを混合する事だとのみ思ふてゐた。然し科學が進歩して、色は光であつて、それは單に物質に固着してのみ存在するのではなく。色の物質と人々の眼との間なる空間にも其の色(即ち色光振動)が存在する事を知つた現代では、色の混合といふ問題に就て、基礎知識として先づ知らねばならぬ事は。此の色の光の混合法則である。是は昔から知られた實質色料の混合とは、原理に於ても結果に於ても、多少相違する點がある。けれども其應用が後者の如く日常頻繁に行はれない爲に。之に關する知識はまだ一般に常識となる迄に普及されてゐないやうである。

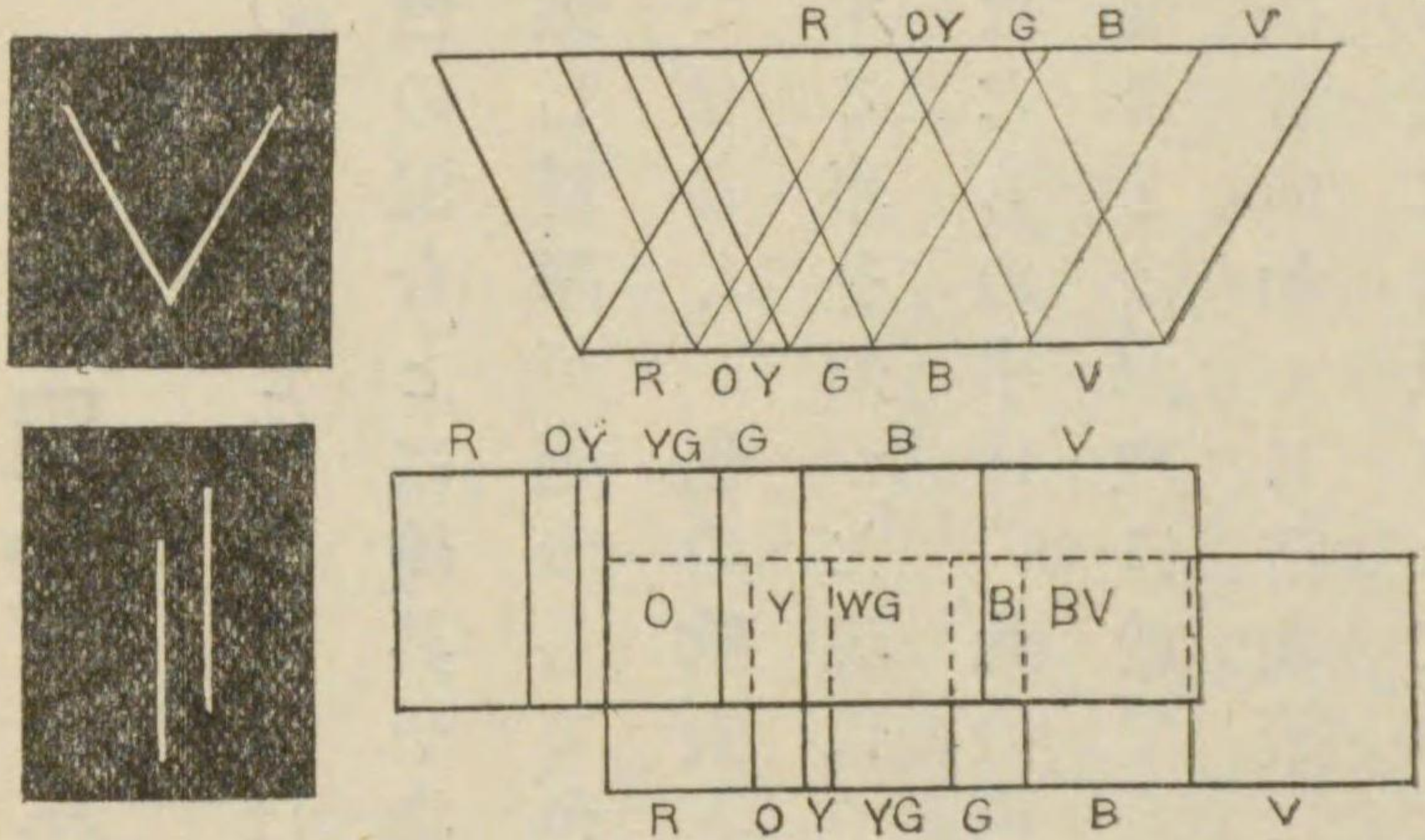
スペクトルの單色光を混合する装置の最も簡單なるは。暗室の細隙にV字形のものを用ゐる方法である。すると衝立の面には。第三十七圖の如き斜方形のスペクトルが一部交叉重疊して。直に二色混合の結果が見られて便利であるが。



何分にもスペクトルの幅が狭く、微細の観察は困難なれども。大體の要領は見定める事が出来る。ヘルムホルツは此の方法で見た單色光混合の結果を次表の如く發表してゐる。

V字形スリットの代りにI形のスリットを用ゐてもよい。其の時には圖の乙の如き矩形のづれて重なつたスペクトルが見られる。

第三十七圖



青	青綠	綠	綠黃	黃	橙	赤	堇
藍	淡青	淡青	白	淡バラ色	暗バラ色	赤紫	藍
	青	淡青	淡綠	白	白バラ色	暗バラ色	青
		青	淡綠	暗綠	白	淡バラ色	青綠
			綠	淡綠	淡黃	白	綠
				綠黃	黃	淡黃	綠黃
					黃	黃金	綠黃
						橙	黃

一層精確に是を實驗せんとするには暗室にて成

るべく擴大したるスペクトルを作り、其處に可動スリットを置き、任意の色光を抽出して、之を第二の小形プリズム二個によつて方向を轉折させ、レンズの補助を用ゐて一定位置に會合せしめるのである。

此のスペクトル單光混合の實驗は學問的には興味ある事に相違はないが、一般多數の人々は多大の費用と手数をかけて此の實驗をしやうとは思はないであらう。實際其の必要は特殊の研究家以外にはないのである。其の譯はこの色光混合は單色光を用ゐないでも、繪具染料の複合光を用ゐても同じ結果が得られるからである。吾等の感覺は單色光の黄色でも、複合光の黄色でも、其の間に色相上何等の相違を感じないと同じく、或る色と色とを混合する時にも、其の結果は又殆ど同じである。

複合光を混合する方法の一つは、二個の幻灯を用ゐる色硝子を裝して、<sup>スクリーン</sup>映射幕の上の同一個處に映像を重ねる事である。色硝子の製法は第三章に記して置いた。光源には成るべく白光に近い電氣弧燈の如きものを使用するがよい。

尙ほ別に磨硝子、いぶし硝子數枚を用意し色硝子と重ねて映畫枠に嵌まる様に

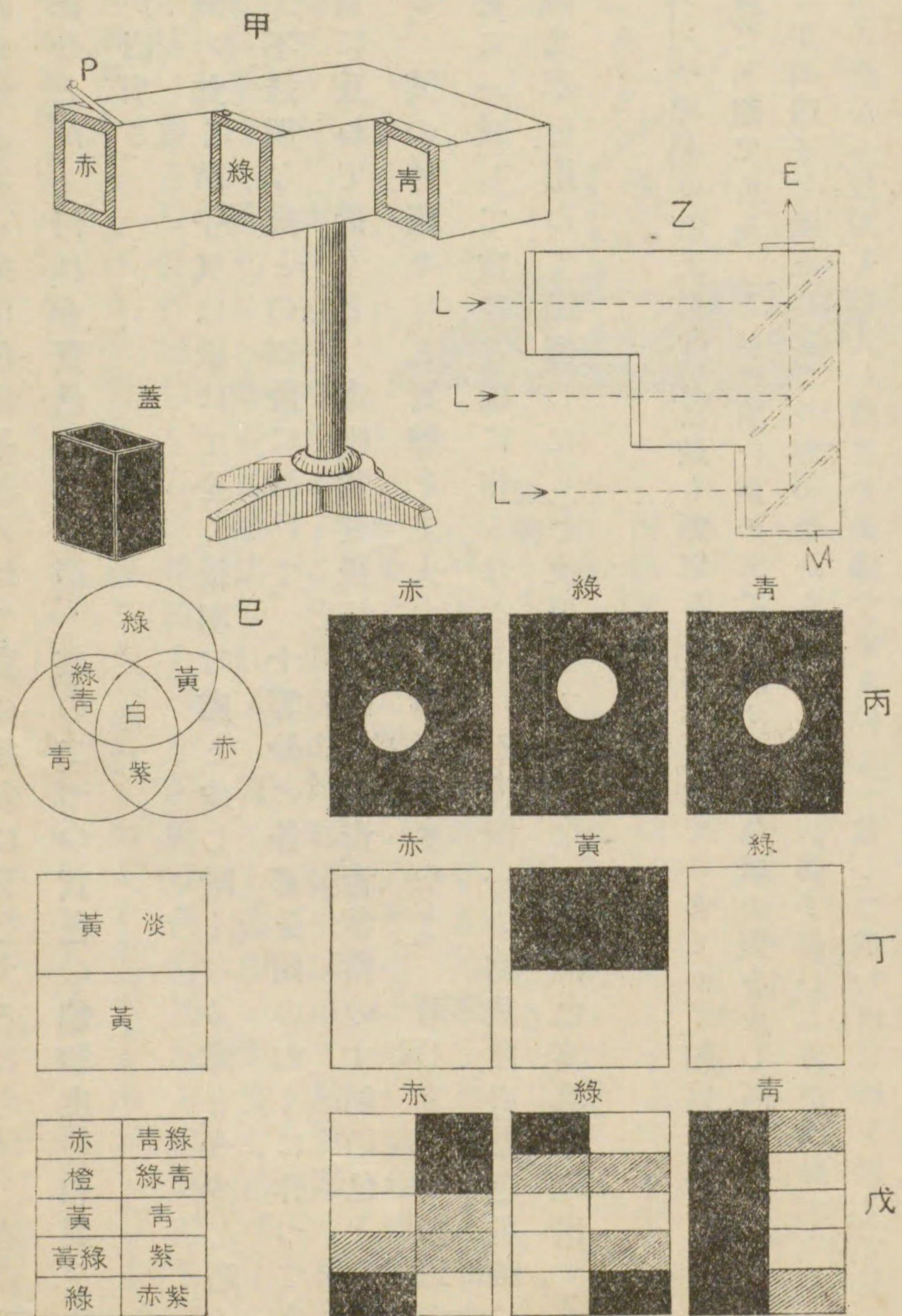


工夫すれば。色の光度を變化した時の實驗をもなし得られる。此の幻燈混合法は多人數の學生、聽講者に向つて説明するに便利である。

私は自分の研究の爲に第三十八圖の如き器械を作つて實驗した。甲は器械全部の見取圖、乙は其の説明的平面圖である。上部の箱は木製で前面に三つの窓があり、磨硝子を嵌め、其の後部に色硝子を挿入すべき溝がある。Pなる摘みを上げると底部のバネによつて硝子が少し上り、硝子の出し入れを便利にする。硝子は今一枚重ね得らるゝ様に溝が三重になつてゐる。三つの窓以外内部は總て黒塗とし。後部に素硝子を三枚窓に對して四十五度の角に直立せしめ。別にMの處にも一枚の素硝子を貼る。光線は乙圖矢の如く、三つの窓から這入つて素硝子の爲に轉折し、混合してEに向つて出る。即ちEに眼を置いて見るのである。

此の器械は種々の實驗に利用し得べきも、先づ赤、綠、紫、青の(普通市販)色硝子を三つの窓の磨硝子の次に入れ。其何れかの窓に蓋をすれば、残り二つの色の混合が見られ(勿論色硝子を任意に入換へてもよい)次に丙圖の如き圓形を切り抜き、たる黒紙を色硝子の前に重ねて入れると巳圖の如き結果が見られる。

第三十八圖



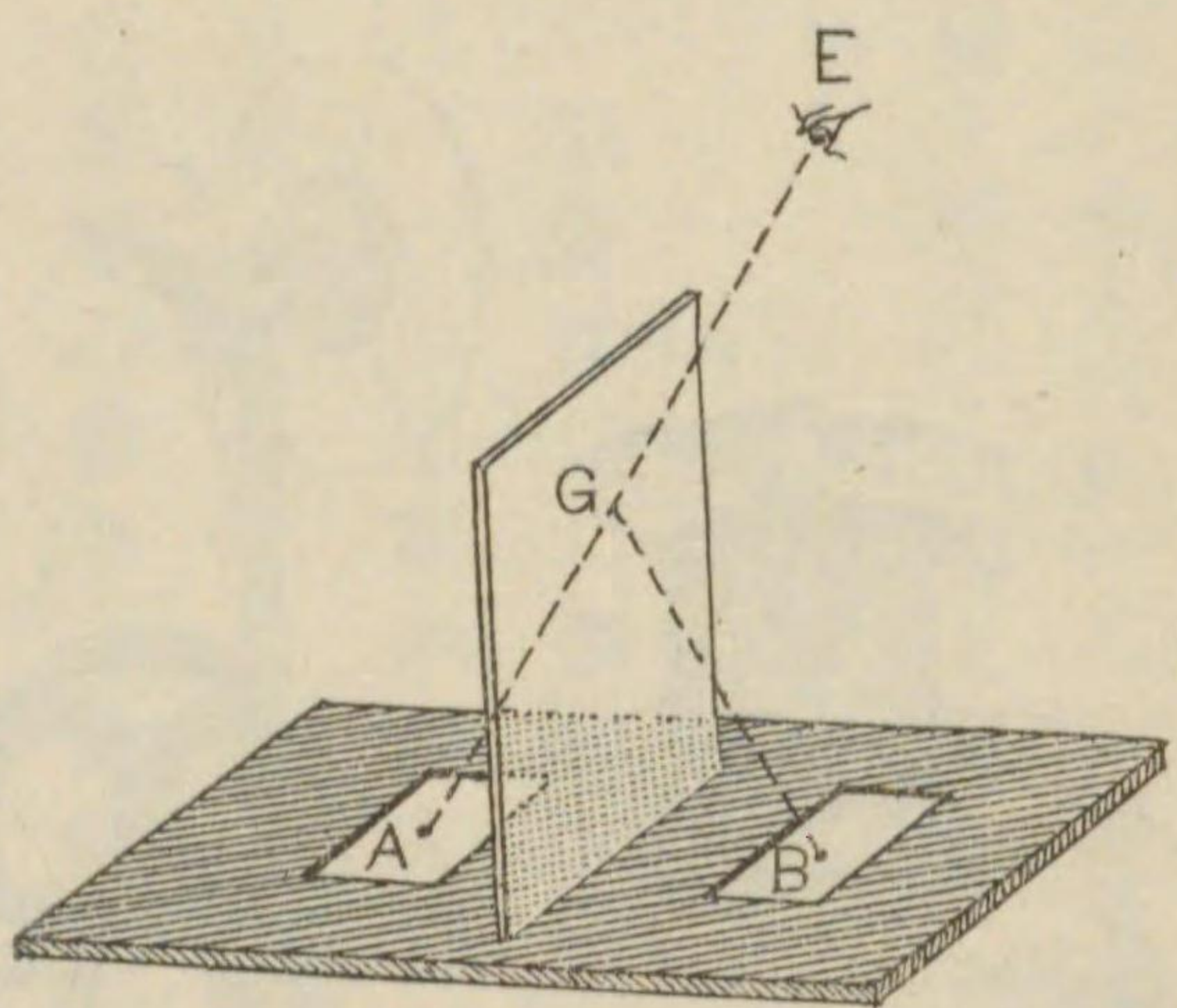


丁圖の如く赤、黄、緑の色硝子を入れて黄の半部に蓋をするならば、赤、黄、緑の三つの混合とが、何れも黄色になるが、其の二つの黄色の飽和度の相異を比較する事が出来る。

戊圖の如く硝子又は紙にて全く透明な處と、少し暗くなる處と、今少し暗くなる處、全く不透明な處との四段に分けて、十等分の各部を圖の如くに作つて、赤、緑、紫、青の前に重ねて置くと、赤、橙、黄、黄、緑、緑、青、青、紫、紫の十個の色となりて現はれる。其の外種々なる實驗を工夫する事が出来やう。若しも三つの窓の映像が嚴密に一致して重なる様に作るならば、三枚同一の寫眞、陰畫、整色乾板に赤、緑、青の濾光器を用ゐて撮影したる(を)使用して美麗なる天然色寫眞を現出する事も可能である。

ランベルトの色光混合法は最も簡單なる事が長處ではあるが、相當注意しないと、結果は甚だ不確である。これは黒い臺の上に試験すべき色紙の類を少し隔て、置き、其の中間に平面硝子を垂直に立て、一方の色から反射した光が硝子面から再び反射するものと、他方の色から反射した光が硝子を通してのものと一致して進む路に眼を置いて見るのである。但かゝる場合硝子面から反射する光と、通過する光とは投射角によつて其の量が變化

圖一 外 號



する事を知つて眼の位置を定めねばならぬ。今投射光を  
一として約

投射角	八五	八〇	七五	六〇	四〇	二〇
反射量	〇、六一	〇、三九	〇、二六	〇、九二	〇、四九	〇、四三

の割合であり、通過量は(一)反射量であるから。  
兩色光の量を同じ位に見やうとするには投射角約八十  
二、三度である。勿論硝子、及眼を種々に動かして試み。又試  
驗物も左右を取換へて試みるがよい。

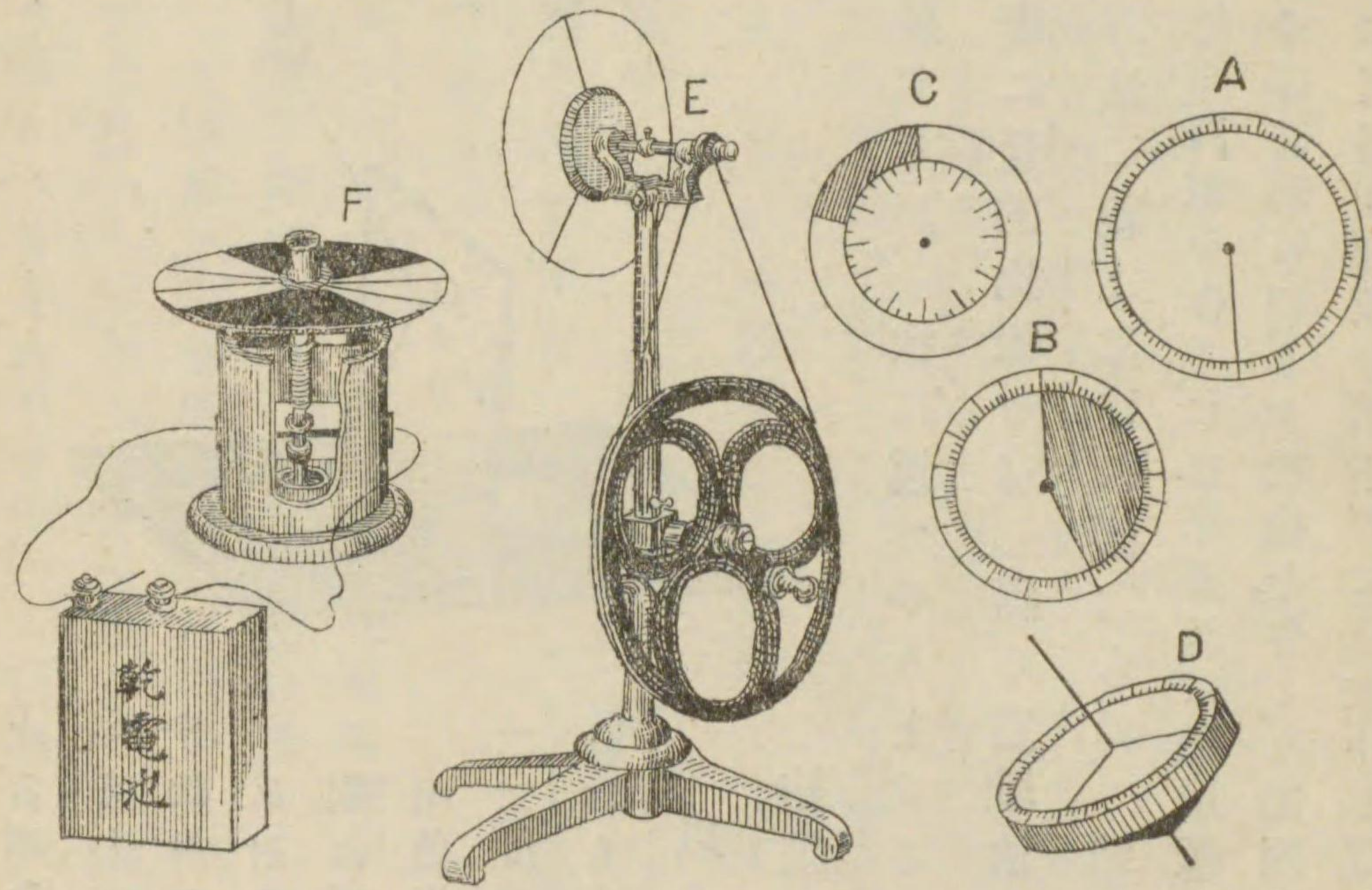
以上二つの色硝子を通しての色光の混合法は、  
結果は甚だ美しいのではあるが尙相當器械と手

数を要するが。次に述べやうとする色圓板の回轉混合法は、装置最も簡單で、而も精密に量的比較をなし得る實驗法なれば、苟くも色彩の研究を志すものは、

此の方法に親まなければならぬ。準備すべき材料は色彩圓板と回轉器とである。色彩圓板を作るには厚紙又は畫用紙ケントの如き堅くて平滑なものがよい(を)直徑約三四寸の圓形に切り十數枚を作る。周圍に目盛りを附けるか又は裏面の周圍にするか或は別に目盛り圓板を稍小形に一枚作り置き入用の時に之を重ねて見てもよい、度盛りは三百



第三十九圖



六十にするよりも百に分けた方が便利である。この圓形板に色紙を貼るのであるが色紙は出来るならば米國ミルトンブラッドレー會社製(或は獨逸チンメルマン、又はヘーリングス色紙)の正色十八種と黑白灰色計二十一枚、外に直徑一寸五分位の比較用小圓板の同數を作つて置けば一層便利である。

色紙の糊が乾いた時中心に正しき小圓孔を穿ち、其處から半徑に周圍迄眞直に鋏を入れ此の切れ目から他の圓板と喰違ひに重ねるのである。

上記の色紙が得られないならば、水彩繪具を用ひ出来るだけむらのない様に塗つてもよい間に合せには幼稚園、小學校で用ゐる折紙を使つてもよいが、色が常に一定に染まつて居ない、買毎に多少色が違ふ事と青色の類が貧弱なのが缺點である。

回轉器は多人數で見る爲には圓板が垂直に回轉する器械が種々あるが、個人の研究には獨樂が最も輕便である。旋盤の上面が平たく相當重みがあつて回轉時間の長いものがよい。獨樂を回す煩勞を厭ふ人は圖に示す如き小型電動機による電氣獨樂を使用する事も出来る。

此の混合法は二個或は數個の圓板を組合し急速に回轉する事により、網膜の上には一つの印象が消え失せない間に次の刺戟が來て重なり、夫が反覆せられるのであるから、つまり網膜上で色光が混合される事になる。

此の實驗の結果を前の色硝子を用ゐたそれと比較すると、何れも複合光ではあるが、前者は光が吸収された残りの色光が、吸収を行ふ色硝子から離れた別の場處で混合し、直接吸収面を見ないが、後者では色光が混合される場所は網膜にあつても、直接吸収を行ふ色紙の面を見てゐる爲に、色紙に夫々特有の光度が見え、混合の結果も亦其光度から來る暗さが附隨してゐる。是が爲に補色對の如き場合前者では白く見えるが、後者では灰色となる。此の意味を了解するならば、スペクトル單色光の混合でも、色硝子を用ゐる複光の混合でも、乃至この



圓板混合法でも、混合結果の色相に於て少しも變はる事はないのである。マツクスウエルの發明した此の圓板混合法の重寶な點は、混合すべき色の分量を容易に變更加減し得る事と。決定した分量を精確に數字を以て記録し得る事である。前の色硝子を用ゐる二方法に於ても數量關係を測定する装置は出來ない事はないが、多大な勞力と費用を要するのである。

今是等の方法で得た色光混合の結果を概括して報告すると次の如くなる。

一、色光混合に於て其の色の序位、相隣接したる二色乃至數色を混合すると、其の中間の色と等しき色を得る。

茲に云ふ序位とは、スペクトルの色の赤と紫の間に紫赤を補足して圓形に配したる所謂色環の位置を云ふ。

例 赤と橙では橙赤。赤、橙、黄は橙。赤、橙、黄、緑は橙黄、等

一、混合する二つの色が相隣接せざる時。其の間隔が増すに隨ひ、結果の色は白(又は灰色)を帶び。一定の間隔に迄達すれば、色は全く消滅して白又は灰色(元の二色の光度を平均したる灰色)となる。所謂補色對の混合である。

例 赤45 + 綠55 = 黄30 + (白11 + 黑59)

赤50 + エメラルド綠50 = 黄綠23 + (白17 + 黑60)

赤55 + 綠45 = 0 (白20 + 黑80)

註 黑色紙は何時でも純黒にして少しも光を反射しないものを作る事は出來ない。いかに注意して作つたものでも白の百に對し三、四乃至五パーセントの反射光を有するものであるから、精密なる試験には之を計算に入れ。圓板度盛りで白二十、黒五十ならば、白二十二、黒四十八の如く修正するのである。但し今は單に圓板の度盛りを其のまま記載した。

一、混合する二色の間隔が補色の位置を超えらると。再び白又は灰色に或色がまじり。更に進めば、色環の反對側で云ふと二色の間隔が少くなる(白、灰色が減じて色は飽和を増し)。混合結果の色相は矢張り二色の中間色である。

例 赤50 + 青50 = 紫70 + (白10 + 黑20)

赤23 + 紫77 = 紫90 + (白3 + 黑7)

赤53 + 赤紫47 = 紫赤95 + 白5

一、三色を混合する時。其の内の二色を混合する結果が。他の一色と補色をなせば。此の三つの混合は亦補色と同じ結果を得る。





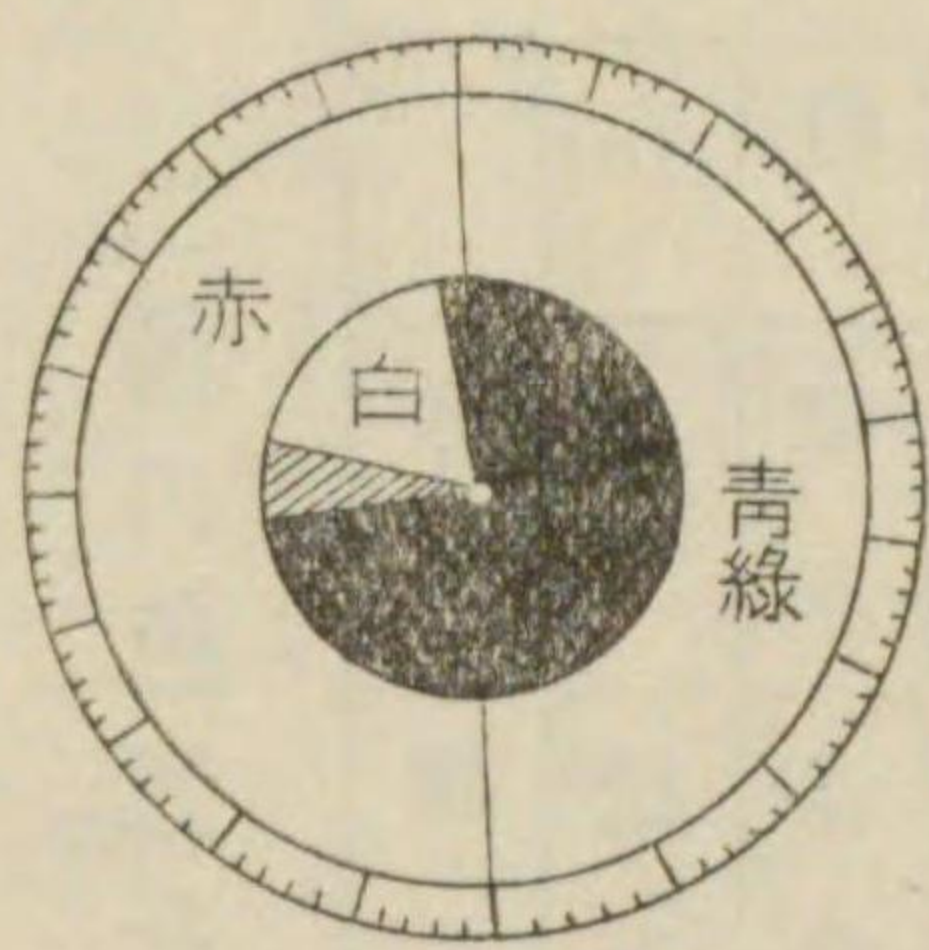


是は第四十一圖の如く、混合すべき二色を五十度づゝに組合せ。其の上に小圓板にて白黒及他の一色板混合すべき二色の中間色の三枚を組合せ。之を同心に重ねて、大圓板の混合色と同一になる迄小圓板の面積を加減して作つたものである。

二種の色光混合の結果として生ずる白と黒の量

赤と青緑	橙と青緑	黄と緑青	緑黄と青紫	緑と紫
白 橙 二〇 五	白 緑 三〇 一二	白 青 二二 四〇	白 緑 三〇 二〇	白 紫 一五 二三
黒 七五	黒 五八	黒 三七	黒 五〇	黒 六二
赤と緑青	橙と緑青	黄と青	緑青と紫	緑と紫赤
白 赤 二〇 三〇	白 緑 二六 七四	白 青 四〇 六〇	白 紫 四〇 六〇	白 紫 二五 七五
黒 七〇	黒 七四	黒 六〇	黒 六〇	黒 七五
赤と青	橙と青	黄と青紫	緑黄と紫赤	緑と赤
白 赤 二〇 一〇	白 青 二五 六〇	白 紫 三〇 二〇	白 紫 二〇 二〇	白 赤 八 三〇
黒 七〇	黒 一五	黒 五〇	黒 六〇	黒 六二

第四十圖



表中圓を配したる混合の結果無色灰色となる點は。色素實質を混合する場合に恰度反對に黒くなるのである。勿論色素の吸收工合によつて全く黒くならぬい迄も、其の混合結果の色は非常に暗くなるのである。此の事は後章色料混合の條に詳述する。

色光混合の今一つの方法として並置混合或は放散混合と名けられたものがある。織物の絲を二色交互に並べるか、數色を遞次に置くか、緯と經との色絲を利用したり。

細い色の線、細かい點を色を變へて密接並置したり。細かい格子、菱形、三角に交互に異つた色をぬつたりする仕方であつて。是を相當の距離から見ると眼の内、で混合されて一色に見える。元來二つの點が一つに見えるると云ふ事は。其の二點から來る光線が眼の水晶體の中で交叉し、其の延長が網膜細胞の一個に終るならば吾々は當然それを一點として見るのであるが、かゝる二線の間隔は眼の近くでは極めて接近してゐるが、距離が遠くなるに従つて少しづゝ開いてゆくから。比較的大なる面積の並置色彩でも混合されて了うのである。



元祿時代前後から流行した匹田鹿子や小紋と稱するものは、此の混合法の意味を利用したもので、之を遠くより見れば一色となり、近接して見れば美しい細かい模様であり、其の中間距離から見ると、全然混一もしないが又判然たる模様とも見えない間の、一種特別な幻影美觀を與ふる處の効果を有つてゐる。佛國の印象派畫家は繪具の實質混合を廢し、之に代るに並置混合を用ゐる。それで吸收増加から來る繪具の暗調を免がれ、光輝ある色彩世界を現出しやうと試みた。此の試みが果して藝術上に成功したか、失敗であつたかは別として、兎に角新しい色彩使用法によつて藝術界に新機軸を出した。

天然色寫真オートクローム乾板は三原色の原理を此の並置色混合法によつて應用したものである。

### 色の混合下 色料の混合

繪具や染料の實質を混ぜ合す事が、前項の色光混合の結果と相違する譯は、二つの色の成り立ち性質の相違を知れば明瞭に理解される事である。色料の色

は第三章に於て研究せし如く、色料の物質が白光成分の約半部を選択吸收した、其の殘部が反射光として眼に入つて其の色が感ぜらるるのであるから、其の色料に他の色料が混入すると、兩方の吸收力は互に映響して、自己の反射すべき光を他の吸收力の爲に、奪略減殺せられ、結局互に相殺されないうで残つて反射する光が混合後の色となる。之に反して色光混合の方は假令其の色は選擇吸收に原因するものにしても、混合する色そのものは既に實質色料から離れた光振動であるから、混合すれば其の光が積極的に増加し、其の混合した光が白光に較べて尙何かを缺乏してゐるかによつて其の色が定まるのである。随つて反對質の光假令ば黄と青、赤と綠青の如き二光が混合すれば、全質具備して白色或は灰色となり、補色に近い二光の混合は、白、灰色を含んだ不飽和色となり、質の相近似せる二光の混合は中間色となりて飽和を減ずる事が無い。色料の方では、相反對する二色を混ぜると甲の反射する光を丁度乙が吸收し、乙の反射する光は又甲が吸收するので、混合した實質から反射する光は殆どなくなるので、黒色或は黒に近い暗調色を呈する結果となり。色相の近似した二色を混合すると、



吸収部の相殺は輕減し。僅に吸收帶の擴大する結果、元二色の中間色相を現はし、光度飽和に大なる映響を受けずして。色光混合と異ならざる結果を呈するのである。要するに色光混合は光の積極的增加で白に達せんとする方向に進行し。色料混合は吸収部の混合の爲に消極的に黒に向つて退歩する現象に外ならない。

圖一十四第

	赤	橙	黄	緑	青	紫	混合ノ結果
甲 黄青 色光	R	O	Y	G	B	V	白
色料							暗緑
乙 赤 色光	R	O	Y	G			黄
色料							暗黄
丙 赤 色光	R	O	Y	G			橙
色料							暗橙
丁 赤 色光	R	O	Y	G	B	V	白
色料							暗
戊 赤 色光	R	O	Y	G	B	V	白
色料							暗

以上の理論を第四十一圖で説明すると。甲圖第一段は白光の成分即ちスペク

トルの單光色とし、次は黄色々料の反射する光と吸收する光の部分を示し、次は青色々料のそれであり。次は此の二つの光を混合した結果、其次は此の二色の色料を混合した結果を示したものである。之を比較して見ると、色光混合の時には二つの反射色即ち白い部分の混合であつて結果は全部が具足してゐるから白となる事は明瞭である。色料混合では吸収部即ち黒い部分の混合であつて僅に緑の部が淡色になつてゐる。是は混合結果が暗い緑なる事を示してゐる。乙圖は赤と緑の混合であつて色光混合では橙黄、緑と赤青の幾分とが合して黄色を呈し。色料混合では黄色と赤と緑の幾分が混じて暗き橙黄色或はオリヅ朽葉色を呈する。丙圖は赤と黄の混合であつて色光混合は橙黄、と赤と緑の幾分が混合して橙色となり。色料混合の方も同様の混合で橙色になる事を示してゐる。丁圖は赤黄、青三色の混合で。色光混合では全部が略完備して白となり、色料の方では全部相殺されて黒の結果となる事を現はし。戊圖は赤、緑、紫、青三色の混合で是又色光では白色料では黒となる所以を示してゐる。



合すと何色になると云ふ事は。久しい昔からの経験で殆ど人々の常識となつてゐるが。色光混合の事はやつと近世になつてヘルムホルツの頃から知られたのであつて。日常生活に於ても前者程の注意を拂つてゐない。然るに近い頃になつて段々科學と工藝が手を握つて進歩を圖らうとする氣運になつて。色光混合法を三色版や天然色寫眞活動寫眞の映畫等に應用される事となり。今後益ます種々の工業に利用せらるゝ様になり其の知識の必要に迫らるゝであらう。

色光混合と色料混合の結果の相違する主なる具體例を云ふと。

色料混合

色光混合

○黄色と青色は綠色

白色或は灰色

○赤色と綠色は暗橙黄又は暗黄綠

鮮明な黄色

○紫色と黄色は黒

白色或は灰色又は僅に赤を帶たる灰色

○補色の混合 黒に近づく

白色又は灰色

概略斯の如くであるが、無論是は一定分量に於ての事であるから。其の分量が變はれば多少の相違の起るは當然で。色料の混合で青と黄の分量によつて、其の二色の中間色即ち 綠黄、黄綠、綠、青綠、綠青等となり。色光の場合にも一方が少量

なれば。白みを帶びた是等の色が見える。赤と綠の混合でも。其の二色の中間なる橙赤、橙黄、黄、綠黄、黄綠迄の色が出来る。と云ふところ、一つの問題が起つてくる。色料混合に於て赤と綠で果して黄色が出来るか。といふ事である。昔から黄色は決して他の色の混合からは出来ないとは云れて來たのである。

此の問題はつまり。客觀的の色の質と、主觀的の感覺との矛盾から起るので。前者ではどこ迄も赤と綠で黄色が出来るといひ。後者では黄色は決して混合から出来るものでないと云ふ。此の兩者の觀念を決定する爲に、今雌黄の如き繪具を用ゐて。紙の上に十種程の色調を作つて見る。先づ中央には原料其儘の色をぬり、一方之に少しづつ白を加へて四五段の明るい調子を作り。一方之に少しづつ黒を加へて暗調子を作るのである。すると中央の飽和した黄色から次第に白みを増して白に達し、他方は次第に暗くなつて黒に至る迄の夫々光度を異にする黄色の階段が出来るであらう。此の間の總ての色は黄色といふ色相で決して黄色以外のものではない。それは光の波長が一定して黄色の約束に外れないから議論の餘地はないであらうといふのが客觀論者の考である。然るに今カドミウ



ム橙とサツブグリンとの繪具を合はすと。此の黄色の暗調と一致する黄色が出来るのである。橙色の代りに赤色(水によく溶解する繪具を選ぶ)を用ゐても。一層暗調にはなるが、矢張り黄色の暗調と一致する色が出来ると。

ところが前に作つた十階段の黄色の各調色をよく見ると。明るい調子の色は光度と飽和が段々減少していつても黄色といふ色相に疑ひはないが。黒を加へた各調子はどう見ても黄緑のまじつたオリヅ色で、それが暗くなる程甚しい。それ故黄色には暗調といふものがない。暗調になれば既に黄色の姿即資格を失つて、オリヅ色か褐色かになつて了うものである。といふのが主観論者の考へである。此の二つの考はどちらも間違つてはゐないが。今は客観論の方から。色料混合でも赤と緑で黄が出来ると私は云はう。尙其證據としてサツブグリンと黄口朱との混合で出来た色を圓板にぬり。一方クローム黄と白、黒の圓板を組合せ、左の割合で回轉すると兩者全く同一の色となる。

(サツブグリン + 朱混合黄色 = (黄43 + 白17 + 黒40))

即ち橙赤と黄緑で出来た黄色は。純黄色に白十七と黒四十パーセントを含む暗

調色なのである。

此の如く色料混合は吸収加増の爲一般に暗調になるを免れない。然るに黄と青の色料混合は第四十一圖にある如く。色光では白になる位の反対色であり兩方の吸収曲線を見ても混合結果其の反射する光は甚だ微弱ならんと想像せらるるが。事實に於て此の混合緑色は普通緑色として常用せらるゝ程。相當の飽和光度を有つてゐる譯はどうか。といふ事も。少しく注意深い人には直に起るべき問題でなければならぬ。

是は前記黄色の問題と同じ意味の兩極端であつて。全體吾々の感覺が種々なる色の暗調になつてゆく程度と、色の飽和との關係が。色によつて同一ではないのである。黄色の如きは前記の如く少しの黒みが混じりても直に黄色といふ資格を失ふ程に黒に對して弱い。之に反して青色や緑色は、白に對しては弱い方であるが。黒に對してはどこ迄も頑強に抵抗して其の飽和即ち青なり緑なりといふ色相力を固持して黒の爲に負けまいと奮闘するか、如く甚だ強いのである。黒を黄色に混合して黄が全く無くなる程の量を、青や緑に加へても、依然として暗





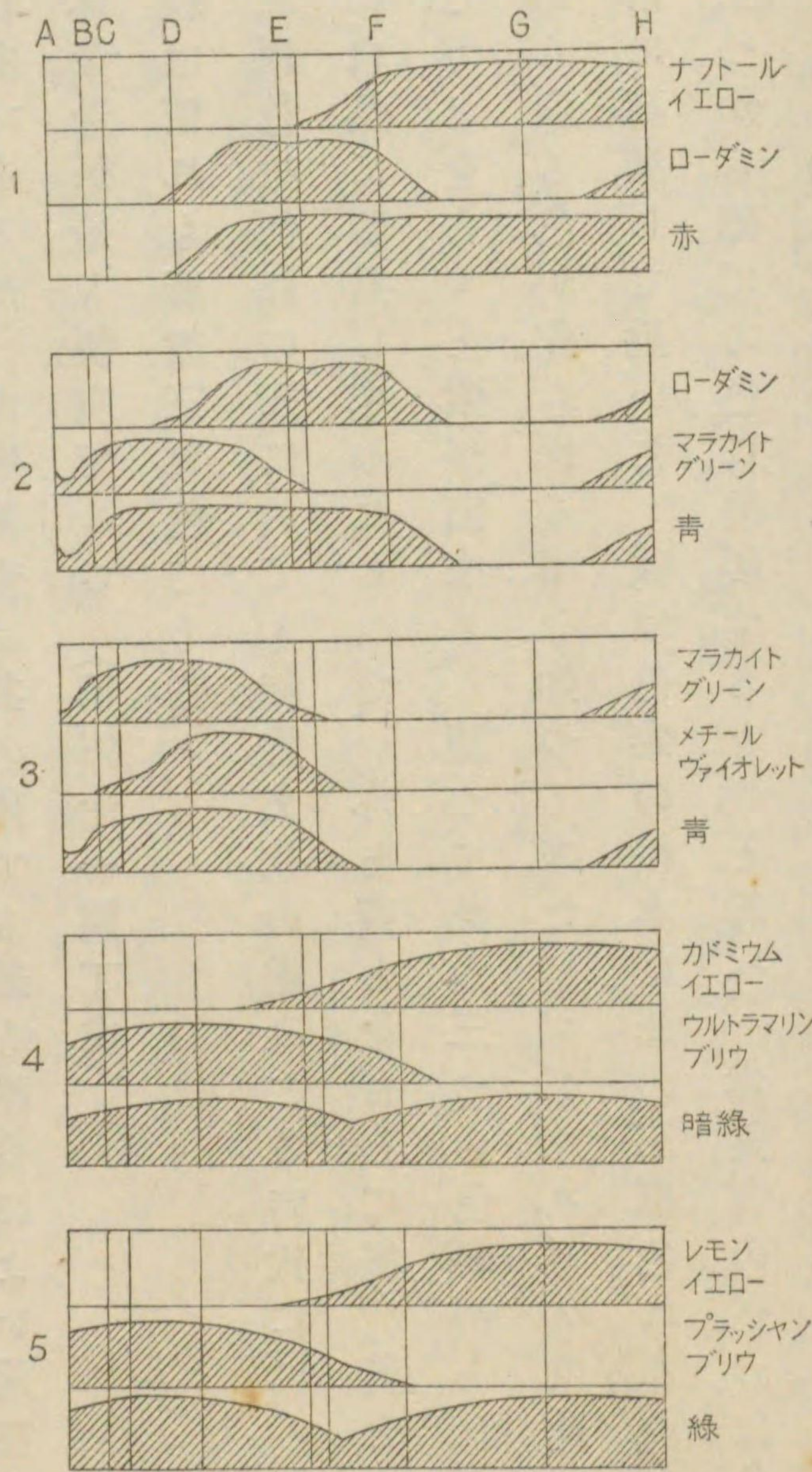


の色は混合によつて美しい色を作り出す事が出来る。

メチール堇とマラカイト緑とを混合すると美しい青色染料となり。是で染めた色は單獨の青色染料ナイトブリウと殆ど色相飽和が變はらない。然し之を瓦斯、電氣等の燈光で見ると。前者は非常に變はつて紫色を呈し。後者は依然として青色である。此の譯はナイトブリウの吸収帯は赤色全部に及んでゐるが。メチール堇及マラカイト緑は何れも極端の赤を吸収しない。此の部分は日中には光度が弱い爲に。主要部の色光に干與して、其の色相を變化するだけの力がない。然るに燈光の成分は日光に比して。青の側が弱く、赤の側が強いのであるから。此の極端の赤色光が。日中の青色を燈下で紫色に變する程の有力な作用を現はす事になるのである。(四十三圖123)

色料混合に於て「橙色、綠色、紫色等を作るに。最も飽和したる色を得やうとするには。混合すべき色を成るべく目的の色相に近きものを選ぶがよい」と云ふ教へも吸収帯の研究によつて其の意味がはつきりとわかる。假令ば綠色を作るに當り、黄色は赤みを帯びたるものよりも緑を帯びたるものを探る方が利益であ

第四十三圖



り。青色も紫を帯びたるものよりも緑を帯びたるものを選ぶ方が美しい結果が得られるのは。綠色光を吸収される量が輕微ですむ爲であつて。各色素の吸収帯を比較精査すれば理由が瞭然と會得されるのである。(四十三圖45)



## 三原色論

三種の色を混合する時、其の選擇當を得れば、色光混合に於て白或は灰色となり、色料に於ては正しく黒を作る事が出来る。此の場合色光では其の三色を選ぶに比較的の自由であるが、赤、緑、紫、青は其の内でも最も都合のよい選り方であり、色料では赤、黄、青が最も便利である。(第四十一圖丁戊)

此の三種は何れも所謂三原色である。

色料の三原色は何れの國に於ても相當文化の進みたる時代には、繪畫、染色等の經驗から、自然に習熟し來つたもので、「赤と黄とを合して橙」、「黄と青とを合すと緑」、「青と赤とを合すと紫」が出来る。随つて此の三つの色料があれば、混合によつて殆どあらゆる色が作られる事を知つて來た。プリウスタールは此の三原色の意味を非常に高調して説いた。彼は色彩の根本は此の三原色にありとし、色の感覺も此の三つから總ての色に發展するものと考へ、赤、黄、青の三つは色の根本基礎であるから。此の三つから總ての色を其の混合によつて作り得べく。然も此

の三つの色は他の何色の混合を以てしても決して作り出す事は出来ないと言つた。多くの人はそれが銘々昔から經驗してゐる處のものと一致すると考へ、此の説を眞理として信じて疑はなかつた。恐らくそれは色光混合の事實、理論を知らない以前の人の信條であつた。否、今でも色料混合に就ては彼の説を其儘信じてゐる人も少なくない様である。けれどもこのプリウスタールの三原色論は餘程割引して受取るべきものと私は思ふ。先づ此の三種の色に特別他の色に超越して基本原色たる意味があるか否かは今論するに及ばないとしても彼の所謂

(1) 三原色を種々に混合してあらゆる總ての色が出来る。

(2) 三原色は他の色の混合からは決して出来ない。

といふ此の二つの間に事實をよく研究して見ると、自家撞着がある事に氣附くのである。即ち

第一項は、混合によつて出来る色は色相に關して云つてゐるのであつて、飽和、光度の事は少しも含めてゐない。

先に研究せし如く、色料は混合すれば吸収加増の爲に毎でも幾らか暗調となる



が常であつて。例へば回轉圓板で混合色と單獨色料との比較實驗の一二を挙げると

フラスクシヤン青+カルマイン赤混合紫=メチール藍30+白8+黒62  
ガンボージ+フラスクシヤン青混合緑=エメラルド綠35+黒65

即ち混合で出来た是等の紫や緑は單獨のメチール藍やエメラルド綠の色と比較すると。其色の飽和は約三分一の力に、三分二だけの黒を有つた色である。されば三原色の混合で種々なる所要の色相は出来るが。出来た色の飽和光度は非常に低い暗調色になる事を免れないのである。

次に第二項には赤、黄、青の三色は他の色料の混合では出来ないとあるが。それは僅少な材料からの經驗に基づいた誤りで。現に第四十三圖に圖解せし如く黄色と赤紫の混合で赤が出来。緑と紫の混合で青が立派に出来るのである。然し黄色はどうかと云はれやうが。それも出来るのである。之も先に説明せし如く。橙色と緑の繪具の混合で、鮮明なる純黄色の約二分一の飽和度を有する黄色が出来る。其の黄色は單獨の純黄色々料に少しの黒を混ぜたものと全然同一である

が。吾々の感覺は黄色の暗調を帶綠色に感ずる性質があるので。純黄色は混合によつては作り出せないと云つたのであらう。然しそれは單に黄色のみに限らず、如何なる色でも混合によつて、單獨色料の如き飽和色は得られないのである。

されば彼の三原色論は第一項に於ては。色相が出来れば飽和、光度は不關焉の態度をとり乍ら。第二項では色相は出来たとしても飽和、光度が劣るでないと云ふに等しい結果となる。

然しながら通常色彩を使用する多くの場合。橙色や綠色は其の飽和、光度の低下を不問に附し看過するに反し。赤色と黄色は特に清らかな飽和を要求する事情が存在するので。前記の如き定義は理論上間違であるに拘はらず。色料の數を最小に約して、其の混合から他の多くの色相を得やうとするには。他の色を選ぶよりも。此の赤、黄、青を三原色として用ゐる事が。實用上最も都合のよい効果を齎らす事は云ふ迄もない。

然らば三原色の赤、黄、青に如何なる材料を選ぶべきか。先黄色には橙色又は綠色を帶ざるものが必要である。繪具では。ガンボージ。カドミウム黄。クロール