

なるから此のスケールは書かないが特別に知りたい方は私宛に申込んで下さい。スケールには数字を使つて現すの文字を使ふの二種ある。私は一から十までの数字を使つて居る、大體の標準は次の様である。

- 一、像は全くガイルして遊星の形も分らない
  - 二、遊星の形は大體分かるが模様は何も見えない
  - 三、模様の存在だけ分かる
  - 四、像全體は絶えず動いて居るが模様が所々に見える
  - 五、像の正しい形が分かり模様を注意すれば細かな所が時々見える
  - 六、像は動いて居るが注意すると細かな模様が見える
  - 七、像の運動もつとつと少く細かな模様が樂に見える
  - 八、像の運動が少く小さな模様の形が分かる
  - 九、像は時々揺れるが非常に細かな模様が見える
  - 十、像は完全に静止して最も細かな模様が樂に見える
- 地平線近くでは空氣が悪く四以下では觀測しない方がよい。京都では普通五六である空氣の肉眼で見た所の透明さにはよらない。
- デフイニシオンは像の明瞭まで遊星の像の邊を注意すれば定め得る空氣揺れても像全體が明瞭で觀測に適する事もあり又像は靜かでも像全體がぼけてしまつて觀測に適しない事もある對物レンズの質や倍率にもよるが私は次の様な大體のスケールを使つて居る
- VP (Verg Poor) 像は全くぼけて觀測が出来ない
- P (Poor) 像はぼけて邊が明らかでない

RP (Rather Poor) 像の邊が時々見える

M (Moderate) 像の邊がぼけたり又一部分は明瞭である

RG (Rather good) 像の邊が時々一部分はぼける

G (Good) 像は明瞭である

VG (Verg Good) 像の周圍が非常に明瞭で明暗が切つた様に明らかである

京都では何れも全く數分間で一變してしまふ事がある。口繪の五六のを注意せられたい空氣の良否で見ゆるものがあれだけちがふのである。上の間は觀測しない方がよい。記録には *Best* の様にして一所にして記し居る値の決定及び空氣及び像の良否による絞りや倍率其他の事は經驗によらねばならぬ

(十月九日稿)

## スペクトルの話(一)

理學士 宮 原 節

吾々が通常白色だと稱して居る太陽の が、七色の光の混合から成立つて居るさいふことは、今更申す迄もなく、御承知のことである。手近かい例は虹であつて、多量の水蒸氣を含んで居る空氣中に於て、太陽と反對の方向に圓の一部をした美しい七色の配列を見ることが出来る。これは、太陽の光が空氣中にある水の細滴に當つて屈折をする。その屈折光線

が吾々の目に入つた時見る現象である。其外フラスコに水を入れて、日光を反射さしても見ゆるし、シヤボン玉の表面から反射する光を見た時にも現はれる。日常屢々見受ける此の七色の配列したるものを、光のスペクトルと名付ける。此の様にして得た色の配列を、唯一寸見た丈では、此れが重要なことであるとか、その配列が深い意味を有するものであるといふ様なことは考へられないかも知れない。しかし、少し精巧なる装置を用ゐて、光をスペクトルに分析して研究した結果、そこには今迄思ひも及ばなかつた現象が澤山に現はれて來た。實にそこには、幾多の自然の秘密が藏されて居た。

スペクトルによりて、自然界に起つて居る現象が如何に微妙なるものであるかといふことを更に明かに知るこゝが出来た。スペクトル分析は實に自然の寶庫の一部を窺ひ見るべき鍵を吾々に與へて呉れたのである。本誌第二卷第二十號に於て、山本先生が『天文臺とは何んぞや』と『宇宙物理の問答』とに於て述べて居らるゝ如く、天文學上に於いてもスペクトル分析は重要な地位の一を占めて居る。是れが天文學に應用せられてより、宇宙物理學は急速なる進歩を成した。而して今迄

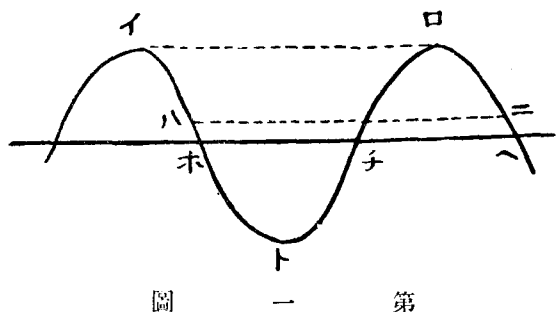
少しも窺ひ知るこゝの出来なかつた天體の物質構造が吾々の眼前に新しく展開されて來た。今迄全く未知であつた、星の視線の方向に於ける運動を知ることが出来る様になつた。

かくして、スペクトル分析が天文學者にまつて有力なる武器の一となつたのである。星に興味を持たるゝ方々が、此の方面の一般的概念を有せらるゝこゝは、必要なる事である。共に趣味深きこゝである。考へたので、其大要を記すこゝとした。此の記事が諸君の研究資料の一端ともなれば幸ひである。猶前に記した山本先生の二論文を参照して讀まれんことを希望する。

一、スペクトルを説明する前に順序として光に就いて必要な事柄を述べ度い。吾々は太陽や恒星から來る光を見るこゝが出来る。然るに御承知の如く、地球の周圍に極く接近して少し許りの空氣があり、太陽の周圍に薄氣があるが、其の間は全くの眞空である。恒星と地球との間も勿論同様である。然るに光は、其間を進んで吾々の眼に達するこゝが出来る。物理學に於ては、全く何者もなき空間を光が進み得ることは信ずるこゝが出来ない。そこで空間には、吾々の眼で

見ることは出来ない何か或物が宇宙に瀰漫して居て、之れが光を傳へ得るものと考へて、此の假想の或るものにエーテルなる名を與へた。エーテルは物質ではないので、唯光を傳へる媒質として存する或るものである。その存在は直接に吾々が見て慥かめることは出来ないが、廣く宇宙に擴がつて居り、物質の内部にも充滿して居るものと考へて居る。而して光はエーテルの中を波動のエネルギーとして進んで居るものとするのである。光は、畢竟、空間を進んで居る。エーテルの波動のエネルギーであつて、之れが吾々の眼の網膜にあたつて初めて生ずる感覺を言ふのである。

紐の一端を固定し他端を手を持つて、其の手を上下に動かす時に、高い部分と低い部分とが紐を傳つて行くことは、日常屢々見ることである。此の様な波動を横波と名づける。光の波は丁度此の種類の波である。波動に於いては、その波長、週期及び振動数といふものを知らなければ、その運動の状態を明かにすることが出来ない。第一圖は此の様な波の一部を示したものである。圖に於いて波の運動が相對應して居る二點間の長さ、即ち、イロ、ハニ、ホヘ等の長さを波の波長と



名づける。任意の一點、例へばイなる點が、イミいふ位置から。なる状態に進む迄に要する時間を週期といふ。又一秒間に振動する回数を振動数と名付ける。之れは一秒間進む間に、ホトチロへなる一つの波を何回繰返して進むかといふその回数であつて、丁度周期を表はす数の逆數に等しい又波が一秒間に進む距離を波の速度といふ。

二、光の速度は、最初木星の衛星の蝕の現象によつて決定せられて以來、色々實驗が繰返へされた結果、眞空中に於いて一秒間に一八六〇〇〇哩といふ大きな速さで進むことが明かされた。唯此の數字だけでは、どの位早いかといふことが想像し難いかも知れないが、其の例にて如何に早いかに

ふことが想像せられるであらうと思ふ。

地球は赤道部に於いて、七九一三哩の直徑を持つて居るから、赤道の周囲は大凡二四八六〇哩となる光は直線狀に進むものであるが、假りに光が赤道上の一地點から出發して、赤道に沿ふて進んで行くものとすれば、一秒間に赤道を七回半廻ることが出来る。又地球と太陽との距離は九千二百八十萬哩ある。一時間四十哩の急行列車で太陽に向けて出發すると途中で一瞬間も休まずに走り續けたとしても、地球を出發後凡そ二百六十年、經なければ太陽に到着しない。然るに光は太陽を出發してより僅かに八分十八秒後には地球に到着する此等の例によつて、光が如何に早い速度で行んで居るかが想像せらるゝであらう。

三、次にエーテル波動が透明體例へば硝子を通過する際に如何なる變化を受くべきかを説明しやう。一般に光が透明體に入ると進行の速度が遅くなるものであつて、此の速度の變化を數量的に表す爲めに屈折率といふものを用ひる。或る物質の屈折率といふのは、真空中に於ける光の速さを、その物質内に於ける光の速さで割つて得る商を云ふのである。從つ

て、物質内に於ける光の速さは、一八六〇〇哩をその物質の屈折率で割れば得らる。例へば、水及び硝子の屈折率を記して見れば次の様である。

水 1.333

シラウツ硝子 1.615

クラウツ硝子 1.752

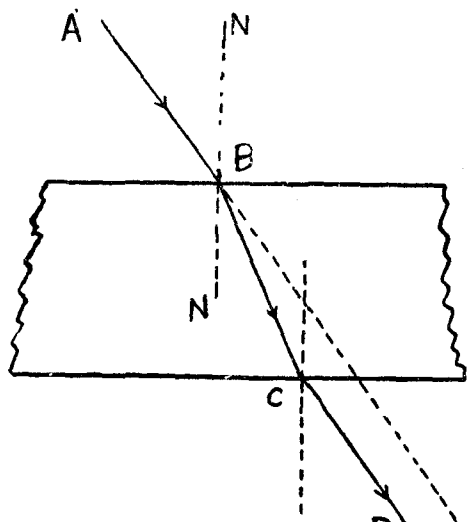
之れから見るに、水中では光の速さは大凡十四萬哩となりクラウツ硝子内では大凡十一萬五千哩となる。一般に速度減退の度は、透明體の質の緻密なもの程甚だしいのであつて、空氣の如きものでは、速度は多少減少するけれど、普通の場合には眞空中の速度と區別しなくても濟む時が多い。

更に考ふべきことは、光が透明體に入つて來る時にその往路が如何に變化をするか、と云ふことである。

兩面が平行なる硝子板に光が入射すると、硝子の中では速さが減少するこゝは勿論であるが、方向は變化をしないで進んで行く此の光が硝子板を出る時にも方向を變化しないが、速さは入射光線と同一になる。即ち一時硝子内に於いて速さが減少するのみであつて、方向は空氣中でも硝子内でも變

化をしない。

若し此の平行板に斜に光が入射する時には、硝子板に入ると同時に速さも方向も變つて来る。そして板から外部に出るときに再び方向をかへるのであつて、此れと入射光線と並行なる方向となる。此の時の模様は第二圖に示してある通りで



第 二 圖

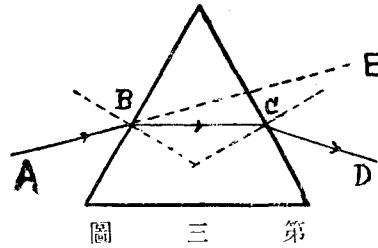
あつて全體としては其方向が變らない。即ち圖に於いてA Bが入射光線の方向とすれば、硝子の上面に於いて屈折した光

はA Bと異つたB Cなる道を通るのであつて、Cに於いて外に出ると再び方向を變じてA Bと並行になつて進む。屈折光線B Cが入射光線A Bとの傾きは、その物質の屈折率を用ひて知るこゝが出来る。

B 點に垂線NN'を引く。角A Bを入射角といひ、角N B Cを屈折角と名付ける。此の入射角、屈折角及び屈折率の間には簡單な關係があるのであつて、即ち種々の物質に一定の入射角で光が來た場合には、屈折率の大なる物程、屈折角が小さくなる。換言すれば屈折率の大きな物程B Cなる屈折光線がNN'なる垂直線に近づくのである。例へば前に掲げた二種の硝子に就いて計算して見るに、假りに入射角を四五度にすれば角N B Cはクラウン硝子にては二五度五八分となり、フリント硝子では二三度四八分となる。

四、兩面が平行でない硝子板に光が入射する場合は如何であるか。之が必要なることである。茲に切口が三角形をして居る硝子の小柱を考へる。之れをプリズムと云ふ。プリズムの側面に光が入射すると、硝子に入るときに一度屈折し硝子より空氣中に出るときに再び屈折する。二度目に屈折して

出る光は入射光線と全く異つた方向に進むものである。  
其の様子は第三圖に示してある。



圖には、プリズムを入射光線を含んで側面に垂直になつて居る平面で切つた断面が示してある。

A B E は入射光線の方向で、C D が二回の屈折を経て空氣中に出た光の進む方向である。B E と C D との角を『振れ』と稱へる此のとき P C 及び C D なる光の進む方向は第三に述べた法則に従ふものである。

五、此の外にも物理學の定理が必要であるが、それは其の場所で説明することにしてスペクトルに就いて述べよう。

白色光線から澤山の色が生ずることは餘程以前から多少知られて居たらしく例へばセネカ(西暦二一六六年)は虹がガラスの一片の縁で生ずる色と等しいと云つて居る。然し太陽の光を分析して組織的に研究することはニュートン(一六四

二一七二七年)に始まる。ニュートンは一六六六年の頃に暗室の壁の丸い小孔から光を入れ、これをプリズムにあて、反對の側の壁に赤から紫に至る七色の配列即ちスペクトルを得た。而して研究の結果赤色光は最も少く屈折し、紫色光は最も多く屈折するものであることが明かとなつた。即ち太陽の光は決して等質なるものではなく、異つた屈折率を有する色が集つて居るものである、と云ふことが知られた。

スペクトルを作る方法は、これより遙か後になつて大なる改良がなされた。同じく英國の醫者で物理學者であるウィリアム・ウオーラストン(一七六六一八二八年)は偶然細隙より来る日光をプリズムに當て、明瞭なるスペクトルを得、更に此の中に七本の黒線を見た。是れが黒線を發見したる最初であつて、一八〇二年のこゝである。ニュートン以來それ迄は不純なスペクトルを見て居たのであるが、此の發見からは明瞭なる像を見ることが出来る様になつた。ウオーラストンは、黒線を發見したけれ共、それがどんな物か分らなかつたので、單純にこれ等の黒線は、スペクトルの中の純粹な一つ一つの色の境界線だらうと考へたのである。其後ミュンヘン

に居た。フラウンホーフェルが、ウオーラストンの發見を全く知らずに此の黒線を發見し之れを精細に研究したので此の黒線をフラウンホーフェル線と呼んで居る。ヨセフ、フラウンホーフェル(一七八七—一八二六年)は獨逸の人でミュンヘンの研究所で光學を研究して居た人であるが、彼は色消レンズを作る硝子の屈折率を測定して居る際、偶然に、今日ナトリウム線として知らるゝ二本の橙色の線を發見した。彼れは太陽のスペクトル中にも此の線が存在するか否かを知らうとして、プリズムミ凸レンズを用ひて、太陽のスペクトルを造りたるに、此のスペクトル中に六百本以上の黒線の存在するを認めたのである。それで其内の最も強き線を撰んで此の黒線に赤い方の側から順次にA B C D E F G Hなる名を附した。

(一八一四年) 更に彼は廻折格子ミ云ふものを用ひた。廻折格子ミ云ふのは、硝子又はよく磨いた金屬の表面に、金剛石の尖端で澤山の平行な疵をつけたものである。精確に並行になれる同じ幅の線であつて、一縷に付いて數千本の割合でひかれてゐるものである。一縷に付き一萬四五千本の割にひかれたものも用ひられて居るフラウンホーフェルの用ひたの

は勿論これ程精巧なものはないので、太さ○、○四耗乃至○、○六耗の針金を澤山平行に引張つて、其の間隔を○、○六耗内外としたものを用ひ、之れによつて波長を決定したのである光の波長の決定も彼が最初に試みたのである。

赤色から靑に至る間は吾々が見ることの出来る部分であるが、其兩端に吾々の見ることの出来ない部分がある。赤外線及び紫外線又は靑外線ミ名づくる。太陽のスペクトルが見ゆる部分に制限されて居らないといふことは、サー、ウィリアム、ハーシエル、リッター等によりて發見された。一八〇〇年にハーシエルは精密なる寒暖計で各の色の部分の溫度を測定した結果、各部分の溫度が不等に分布されて居て、赤色に近づく程溫度が昇ること、各の色の明るさミ其部分の溫度とが一致せざることを認めた。而して赤色の外部の見えざる部分に溫度の最高なる部分のあることを見出した。即ちスペクトルは赤色の外部の見えざる部分にも擴がれることを示すもので、此の部分を赤外線ミ云ふ。一八〇二年にリッターはスペクトルが靑色の外に擴がつて居ることを見出した。それは鹽化銀が日光に遇つて黒色に變ずることを利用したのであつ

て、此の作用はスペクトルの可視の部分よりも堇の外部の方が強きこゝを見たのである。之れが紫外線である。

六、以上でスペクトル分析の發達の初期の大略を述べた。

これ以後は重要な發見が相次いで發表されて終に今日に至つた。

さて、五、に於いて太陽の光は見ゆる部分と見えざる部分とから成立つこゝを述べたが、この區別は何故に生ずるのであらうか此の疑問は次の如く考へられて居る。

光がエーテルの波であることは既に述べた。此のエーテル波が吾々に色の感じを起さすのは、その波長が異なるためである。赤色の感を與へるものは見ゆる波の中では最も長い波長を有し、堇色に感ずるものは最も短い。光波の波長は非常に短くて一糎（三分三厘）や一耗（三厘三毛）を單位としては數字があまり小さくなり過ぎるので特別な單位を用ゐる。その單位は次のものゝ内何れかである。

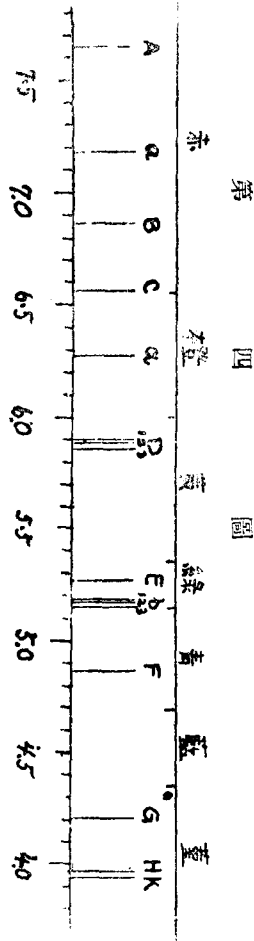
ミクロン                      一耗の一千分の一の長さ符號は  $\mu$   
ミリミクロン                  一ミクロンの一千分の一符號は  $m\mu$   
エングストローム              一ミリミクロンの十分の一符號は  $\text{\AA}$   
即ち一ミクロンは曲尺三厘三毛の一千分の一、一ミリミクロ

ンは同く三厘三毛の一百萬分の一、一エングストロームは同く一千萬分の一の長さである。言はギリシャ文字ミューの代）是等の單位を用ひて波長を表はすのであるが、スペクトルに於いては各色の現はれる長さが異つて居るのみならず、一つの色ミ他の色ミの間には明瞭な境界線が無くて、丁度暈した様に漸々に變つて居る。それで各色の波長何程こいふも明瞭でないから、その色の部分にある主なる黒線に相當する波長を云ふのである。主要なる線に相當する波長を第一表に示して置く。

第 一 表

| 生 | チ線此    | 長 | 波     | 名線 | 生     | チ線此 | 長 | 波     | 名線 |
|---|--------|---|-------|----|-------|-----|---|-------|----|
| 質 | 物ルズ    | ン | ロクミリミ |    | 質     | 物ルズ | ン | ロクミリミ |    |
|   | 鐵      |   | 527.0 | E  |       |     |   | 766.1 | A  |
|   | ナグチシウム |   | 517.8 | b1 |       |     |   | 718.5 | a  |
|   | ナグチシウム |   | 517.2 | b2 | 酸     | 素   |   | 687.0 | B  |
|   | 鐵      |   | 516.9 | b3 | 水     | 素   |   | 656.3 | C  |
|   | 水      | 素 | 486.1 | F  | 酸     | 素   |   | 647.8 | d  |
| 鐵 | カルシウム  |   | 4 08  | G  | ナトリウム |     |   | 589.6 | D1 |
|   | カルシウム  |   | 896.8 | H  | ナトリウム |     |   | 589.0 | D2 |
|   | カルシウム  |   | 893.4 | K  | ヘリウム  |     |   | 587.6 | D3 |

之れを尺度に合はして畫けば第四圖の様になる

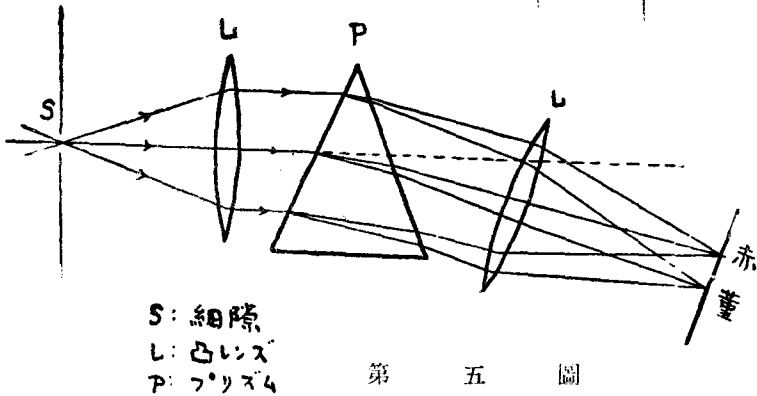


第一表には唯主なる光の波長を示した丈で、此の間には夫々波長を異にした數千本の黑線があるのであつて、此等から見て太陽より來る光は斯様に澤山の波長を異にする光が集合して居るものであることが分る。

或る物質の屈折率はエーテル波の波長によつて異なるものであつて、屈折率が小なる程、屈折光線の方向が入射光線の方より遠ざかることが小さい。(三、を参照)硝子の主なる線に對する屈折率を第二表に示してある故に日光をプリズムにて分解すれば各光は振動數の差に従つて一定の方向に屈折するから、之れを凸レンズにて一點に集むる時は此に明瞭なるスペクトルを生ずる。其の光線の徑路は第五圖に示してある

第 二 表

|   | クラウレン子硝 | フリット子硝 |
|---|---------|--------|
| A | 1.610   | 1.725  |
| B | 1.612   | 1.711  |
| C | 1.613   | 1.743  |
| D | 1.615   | 1.752  |
| E | 1.619   | 1.762  |
| F | 1.621   | 1.772  |
| G | 1.627   | 1.792  |
| H | 1.631   | 1.812  |



茲で光と色との區別をして置かう。十七世紀に於てニュートンが初めて白色の光が七色に分ち得る事實を説きし以來、白色光線は色を帶びたる光が集合して成立てるものとされた。然し注意すべきことは、所謂白色光線と稱するものは決して色其者が集合せるものでは無いと云ふことである。白色光線とは唯種々の波長を有するエーテルの振動に外ならない。即ち白くもなく赤くもない。唯此波が吾々の眼に入り神經に傳はりて始めて光なる感覺を起すに過ぎない。又其波長の如何によつて或は赤或は黄等の感覺を生ず。而して日光中の凡ての波が網膜を刺戟する時は白色なる感覺を生ずるものである是れで色と光との區別がお分りになると思ふ。重ねて云へば太陽(其他發光體)より來るものはエーテルの波にして、之れが吾々の眼に入る時茲に光なる感覺を生ずるので、之れに赤と緑とかの名を與へて居るに過ぎない。そして便宜上赤色光線と緑色光線とを、と言ふて居るのである。

スペクトルの外部には赤外線及紫外線がある赤外線は赤より猶波長の長いものであつて、之れは眼には感じないが、皮膚が熱として感ずるものであるから又熱線と云ふことがある

紫外線は、葦よりも猶波長の短きもので之れも眼には感じないが寫真作用は非常に強くなるから之れを化學線と云ふことがある。日光は、波長の短い紫外線から長い赤外線に至る間の凡ての光が集合して居るものであることは、以上述べた通りであるが、更に之れを波長の順に記して、實際の大きさを記して見るに次の様である。

|     |           |          |         |   |
|-----|-----------|----------|---------|---|
| 赤外線 | 〇、〇六      | —        | 〇〇〇〇七六〇 | 耗 |
| 赤   | 〇、〇〇〇八〇〇— | 〇、〇〇〇六五六 |         |   |
| 橙   | 〇、〇〇〇六五六— | 〇、〇〇〇六〇〇 |         |   |
| 黄   | 〇、〇〇〇六〇〇— | 〇、〇〇〇五三〇 |         |   |
| 緑   | 〇、〇〇〇五三〇— | 〇、〇〇〇五一八 |         |   |
| 青   | 〇、〇〇〇五一八— | 〇、〇〇〇四六八 |         |   |
| 藍   | 〇、〇〇〇四六八— | 〇、〇〇〇四三一 |         |   |
| 菫   | 〇、〇〇〇四三一— | 〇、〇〇〇三九〇 |         |   |
| 紫外線 | 〇、〇〇〇四〇〇— | 〇、〇〇〇一八〇 |         |   |

此の分類は絶對的なものでない。人の眼によりて違ひがあるし、又色と色とは漸々に變化して居るので、以上の數も大體の値を與へて居るに過ぎない猶第四圖を参照せられ度い。