

もう十数年も前の事と思ふが、同じ様な題目で、恩師宮原先生が「天界」に連続物をお書きになつた事がある。同様な題で書くのは一寸オコガマしいが、先づ我慢していただいて、思ひ浮ぶスペクトルのよしなしごとをそこはかたなく書き綴つて見ようと思ふ。だから時には軌道を踏み外した彗星の様なこともあらうし、トロヤ群の小遊星の様に安定で読者諸君がタイクツされる時もあらう。

スペクトルとはそもそも何できるか？ これは難しい質問であるが、小学校以來のお馴染みのプリズムで作つた太陽の七色の配列を見た様なものと思へば大して間違ひはない。

中學校の物理の書物にも、輝線スペクトルとか連続スペクトル、さては吸収スペクトル等並べてあるが、これは便宜上の物で、スペクトルにして見れば厄介至極のものかも知れない。こゝではとにかく發光體によつて分けて見ようと思ふ。

原子スペクトル、分子スペクトル、熱輻射によるスペクトル

と三つに分けられる。

物質を分けて元素にしてしまうと、その究極は1個1個の原子になる事は誰でも知つて居る。その原子が發光したり、光を吸収したりする時に出るスペクトルが原子スペクトルである。有名なナトリウムの D 線、その他太陽のスペクトル中のフラウンホフ線は大部分それである。原子が2個以上結合すると分子になるが、これが發光すると所謂帶狀スペクトルを現はすが大きな分光器で見ると決して帶狀に連続して居るものではなく、1本1本の線にわかれて見える。最後の熱輻射によるものは、手近な例が白熱電球で、これは如何に大きな分光器をもつてしても線に分けて見る事は出来ない。所謂連続スペクトルを示すわけだが、連続スペクトルは原子スペクトルにも、分子スペクトルにも現はれるので、熱輻射に限つて出るものではない。

これ等の外に液體の吸収スペクトル等があるが、これは分子スペクトルの

一部分としても取扱へるし、天文學にはあまり関係がない様であるから、書かない事にする。

天體について云へば、若い恆星には原子スペクトルが輝いて見えるが、太陽等になると熱輻射による連続スペクトルの中に暗線となつて現はれる。亦原子スペクトル許でなく、分子のスペクトルも見える様になつて来る。分子スペクトルで面白い現象は、地球上の酸素が太陽の白色光を吸収して居る事で、所謂赤外線の區域に現はれる。亦水蒸氣も白光を吸収して、特有の吸収スペクトルを示す。

光の波長 光が波の性質を持つて居る事はよく知られて居る事であるが、なかなか理解しにくい問題である。よく水面の波が、その説明の引合ひに出されるが、これは誤解され易い例なので、光の波動性を説明するには用ひ度くない。とにかく光は波の性質をもつて居るものと考えて戴き度い。波長と云ふのは、波の中の振動の模様が全く等しい二點間の距離であると云へば、物理の教科書めて嫌である。光の波長は大體、その光の色の符號と思つて戴けばよい。普通、眼に見える光は λ 4000—8000 Å と物理學者は書くが λ は光の波長と云ふ記號であり、Å は光の波長の單位で、1/100000000cm で、オングストロームと呼んで居る。これは19世紀の偉大な分光學者オングストロームの紀念につけたものである。λλ と重ねて書くのは λ 4000— λ 8000 の間の波長と云ふ意味であるから1本のスペクトル線の波長には二つ重ねて書かない。例へば λ 4359 とか、 λ 4047 とかで1本の線の波長を示し、Å を記さない場合が多い。眼で見た色の感じは人によつて異なるが 4000—4500 Å が紫で、4500—5000 Å は青、5000—5500 Å は緑、5500—6000 Å 黄、6000—6500 Å 橙、それから赤で、8000 Å まで見える人はあまりない。

眼に見える範圍は上に述べた様であるが、光はこれだけの波長のものだけではなく、100 Å の附近から 10000 Å 位まで寫眞に撮影するのは大して困難でない。100 Å から短い光は X 線であり、糰から長いのは普通ラジオの電波になる。2000 Å より短い光は空氣中で吸収されるから、その邊のスペクトルを研究するには眞空の中で撮影しなければならない。といつても觀測者が眞

空の中に入らなくてもよいので、プリズムとか、乾板とかを眞空の中におけばよいのである。4000Å 邊から短い光を紫外線と呼び、8000Å 附近より長い光を赤外線と呼ぶが、これも明瞭な境があるのではない。大體の名稱である。赤外線は熱線と呼ぶこともあるが、これは、昔ハッセルが、太陽光線をプリズムで分け、赤より外の眼に見えない部分に寒暖計を入れたら、著しく熱作用がある事が分つたので、熱線と呼ぶ様になつたのである。

分光器 分光器は一言にして云へば、光の波長を決定する装置のことである。分光器は種々あるが大體次の様に分類出来るだらう。

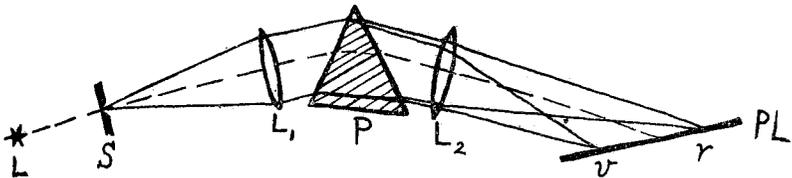
プリズムを使用するもの、廻折格子を用ひるもの、干渉計

プリズムを用ひる分光器が一番古くからあるもので、フラウンホフフェルが大體現在の形に近いものを始めて作つた。御承知ではあらうが第1圖に示してをく。これが基本的な型で、これをモヂツた色々のプリズム分光器がある。例へばプリズムの數を2個、3個と増したものもあれば、30°のプリズムを1個使つたものもある。これはリトロ型と呼ばれて居るが、第2圖がそれである。

さて第1圖に歸つて、L は光源で、調べようと思ふ發光體をもつてくればよい。S はスリットと呼ばれ幅が1/10mm 前後の矩形の穴であつて、それはレンズ L_1 の焦點のところにある。スリットとこのレンズの組合せを普通コリメタリと呼んで居るが、光源からの光がコリメタリを通ると平行になつてプリズムPに入る。光の屈折率は光の波長が短い程大きいから紫の光が赤の光より大きく曲り、乾板PLの上に圖の様に、vは紫色の光が集り、rの方には赤の光が集る。寫眞の乾板を何故圖の様に斜めに畫いたかと思議に思はれる方があるかも知れないが、それはレンズ L_2 を光が通るとき、プリズムの時と同様、紫の光は、赤の光に比して大きく屈折するからで、 L_2 の焦點距離も紫と赤で異つて來て、圖の様になるのである。星のスペクトルを撮影する時は、望遠鏡の對物レンズ、又は凹面鏡で、星の像を直接スリットの上に結ばせばよい。又は對物プリズムと云ふものを用ひる。これは第1圖のコリメタリを外したものと思へばよい。實際星から來た光は、星の距離が大きいから平行光線になつて居ると見てよい。つまりコリメタリを通つた

と同じ事であるから、望遠鏡の前に大きなプリズムを置き、接眼レンズの代りに寫眞の乾板を置けばよい。即ち、第1圖の P が對物プリズムに相當し、 L_2 が望遠鏡の對物レンズになる。但しこの時注意しなければならないのはスペクトルの幅が線になってしまうことで、星の像は點であるから、適當なシリンドリカル・レンズでスペクトルの幅を廣くしてやらなければならない。

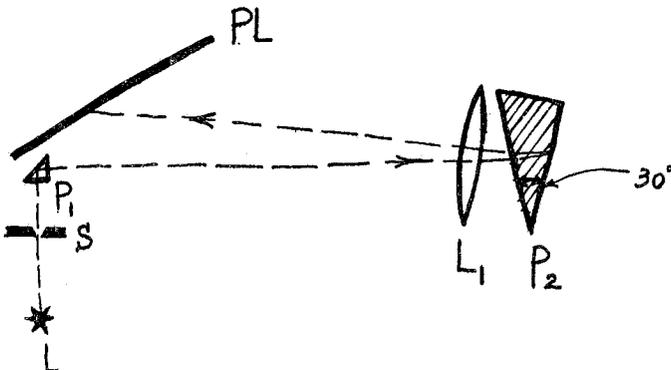
第 1 圖



何れにしても星のスペクトルの撮影は長時間の露出が必要である。

さて第2圖であるが、これは星のスペクトルの撮影には用ひない。天文用としては太陽のスペクトルの撮影位のものであらうが、大きなプリズムと焦點距離の長いレンズを用いた分光器を手ぎはよくマトメてあるところが特長で物理学の實驗室ではよく使用される。原理は第1圖のと同じで、 P_2 のプリズムは普通 30° のプリズムで、裏面を鍍銀して反射させるから 60° のプリズムと同じ事である。4000—8000 Å の光、即眼に見える部分のスペクトルの撮影

第 2 圖



にはレンズもプリズムもガラスでよいが、2000—4000 Å の間の研究には水晶のレンズとプリズムが必要である。それから短い光の研究には前に述べた様

に真空の中で螢石のレンズとプリズムを用ひなければならぬ。又長い方の赤外線スペクトルを研究するには岩鹽のプリズムが必要になつて来る。

さて是でプリズム分光器の事は大體御判りの事と思ふが、プリズム分光器でスペクトル線を撮影しても、單にそれだけでは光の波長は出て來ない。

例へば恒星のスペクトルを撮影して、そのスペクトル線の波長を測定しようと思へば、それと同時に、波長のよく知られて居る物質のスペクトルを同じ乾板の上に撮影しておかねばならぬ。これにはよく鐵のスペクトル線の波長が分つて居るので之を用ひる事が多い。そして是と比較して未知の線の波長を決める。それには下の様な式を用ひる。

$$\lambda = a + \frac{b}{c+x}$$

この式はハルトマンの式と呼ばれて居るが、これを用ひなければ波長の計算が出来ない。この式で a, b, c は常數で x は波長を知らんとするスペクトル線の位置を現はす數値である。スペクトル線の測定にはコンパレタ 1 と呼ぶ精密な物指を用ひるが、これによるとスペクトル線の位置が 1/1000mm まで測定される。その値が x である。波長已知の標準のスペクトル線を 3 本とれば常數 a, b, c が分り、したがつて他の任意のスペクトル線の波長が決定出来るわけである。云つてしまへば簡單であるが、實際はなかなか面倒臭い仕事である。

又この式を用ひないでグラフを用ひて波長を出すことも出来るが、餘程大きな方眼紙を用ひないと誤差が大である。これは已知の波長と、それに對應する位置の値でグラフを作つて置き、逆にそのグラフから未知の波長を知ると云ふ方法である。

一寸話が前後するが、プリズム分光器の寫眞の乾板の位置に第 2 のスリットを置くと、任意の波長の光だけを取りだす事が出来る。この装置を普通モノクロメタ 1 と呼ぶが、今モノクロメタ 1 の第 1 のスリットのところに太陽の像を結ばせ、第 2 のスリットの後に乾板をおいて、モノクロメタ 1 を移動さすと太陽面を單色光で撮影する事が出来る。又實際この装置は多くの天文臺にある。特に京都のは立派なものであると聞いて居る。これで大體プリズム分光器の項は終りたいと思ふ。(つづく)