

スペクトルに就て

稻 村 賢 造

宇宙間に存在する如何なる物質もこれを分析すれば必ず92個の元素の中の何れかの數種の組合せから成つてゐること、又如何なる物質も温度と壓力との高低如何に依つて固體、液體、氣體の何れの状態にもなり得ることは誰でも知つてゐる。物質が熱と光とを發する時はこれを燃焼といふが物質が固體又は液體の状態で燃焼してゐる場合に、その光をスリット(細隙)を通過せしめた後、その通路にプリズム(三稜鏡)を置いてこれをも通過せしめた光をスクリーン(隙壁)に當てると光が波長の短い色から紫、藍、青、綠、黄、橙、赤の順序に分れて並ぶ。この並んだ色を光の連續スペクトルと言ふのである。然るに若しも物質が氣體の状態で燃焼してゐる場合には連續スペクトルを生ぜず數條の輝いた色のみを生ずる。

この數條の輝いた色を光の輝線スペクトルと言ふ。而して物質が分子の状態で燃焼してゐる場合にはこの輝線が太く、これを分子輝線スペクトルと言ひ、物質が原子の状態で燃焼してゐる場合にはこの輝線は細く、これを原子輝線スペクトルと言ふのである。又物質の種類に依つてその輝く部分が夫々異つてその物質特有の部分が輝くのである。これは各物質の成分元素の種類に依つてその發する光の波長が異なるからである。従つて豫め各元素に就てその輝線の位置即ち各元素が燃焼の際に發する光の波長を測つて置いたならば未知物質の中に如何なる元素が含まれてゐるかを檢することが出来る。又未だ發見されない元素でもこの方法によつて檢出することが出来る。故にこの分析方法を元素の光のスペクトル分析と言ひ、これに用ふる装置を分光器と言ふ。ブンゼン及びキルヒポーフは共同研究により1860年にスペクトル分析により始めてセシウムを發見し、翌年の1861年にはルビジウムを發見した。次いで他の學者もスペクトル分析によつて他の多くを發見した。

炭素弧光燈(即ちアーク燈)は炭素が固體の状態で光を發してゐるのであるからこの光を分光器で見ると連續スペクトルが現はれてゐることがわかる。然る

に炭素弧光燈と分光器との間に氣體の状態にある元素(即ち元素瓦斯)を置くと炭素弧光燈に依つて生じてゐる連續スペクトルの所々に數條の黒線が現はれる。この黒線を吸収スペクトルと言ふ。しかもその黒線のある部分は恰度その間に置いた氣體のみを燃焼せしめた場合に生ずる輝線の部分に相當する部分である。かくの如く輝線の部分が黒線に變ずることをスペクトル線の反轉と言ふのであるが、この方法に依つても元素の光のスペクトル分析を行ふことが出来るのである。

例へば太陽の中心は固體の状態で輝いてゐるのであるから、これを分光器で見ると連續スペクトルが現れる筈であるが、太陽の四圍には各種元素が氣體となつて存在してゐるから太陽の光を分光器を通して分析すると吸収スペクトルを生ずる。しかし氣體状態にある元素の種類の多い爲に黒線の數も甚だ多く現れ、これを悉く検出することは甚だ困難である。太陽のこの吸収スペクトルは特にこれをフランク・ホフエル線と言ふのであるが、ロツキヤはフランク・ホフエル線を研究して1868年に太陽中に新元素を發見し、これをヘリウム(即ち太陽元素と名附けたのである。然しその後ラムゼイは1895年にヘリウムは地球上にも存在することを證明した。現今では太陽の表面近くにはヘリウムの外に水素、酸素、ナトリウム、カルシウム、鐵などの瓦斯體が存在してゐることが知られてゐる。即ちこれ等の瓦斯體は太陽中に存在してゐて、これが燃焼して瓦斯體となつて太陽の近くに存在してゐるのである。

最近に至つてアメリカのプリンストン大學の天文學教授ヘンリー・ノリス・ラツセルは太陽中に含まれてゐる元素を61個擧げてゐる。

アメリカのウキルソン山天文臺長アダマス及びダンハムの兩博士は X_2 オリオン星にチタン元素が存在することを最近發見した。

皆既日蝕の際には太陽と言ふ燃焼してゐる物體が月と言ふ冷却物體に隠されるのであるが、太陽表面近くの瓦斯體は燃焼してゐるから、皆既の際こゝからのみやつて來た光は輝線スペクトルを現出することになり、しかもその時間が極めて短く、間もなく太陽上層の燃焼してゐない瓦斯體の爲にスペクトルが全く暗黒となつて消失し、次に反對側に太陽が顔を出して連輝スペクトルを生じるから吸収スペクトルが皆既のすぐ前及びすぐ後に於て極めて短い間輝線スペ

クトルに變ずることになる。そこでこの輝線は恰も閃光の如く考へられる。故に皆既日蝕の場合のこの輝線スペクトル(即ちフラツシユスペクトル)と言ふのである。しかも太陽附近の燃焼瓦斯が太陽よりの距離によつてその種類が異なるものであるとすれば閃光スペクトルの輝線部分が時刻の變化と共に次々と變化して行く譯である。従つてこれを活動寫眞に撮つておけば太陽よりの距離に依つて太陽近には如何なる瓦斯體が存在してゐるかを判明する譯である。この事より新しい事實や新しい理論が発見せられるかも知れないと言ふことになるのである。又地球上に存在してゐる92元素以外の新しい元素が発見せられる様なことになるかも知れない。何となればフランスの G. Fournier は最近に於て幾何學と整數論とを用ひて(八面體ヘリオン四面體中性子の配置の可能な場合を研究して)原子番號の最上限は 136 であることを證明したが、原子番號92より大であり得ないと言ふことを證明した人は未だないから、我々の宇宙間には現在知られてゐる92個の元素以外の元素が更に存在してゐるかも知れないからである。著者の考案した原子番號と原子量との關係公式に上述の 136 といふ値を代入するとそれに對する原子量は357.5となるが G. Fournier は原子量の最上限は360であることを證明してゐる。

音源が觀測者に向ひ、或はこれに背いて運動する時は音の調子が違つて聞えることは御承知のことと思ふが、これと同様に發光體とこれの觀測者とが相對的に運動する時には光の波長が變つて見えるので、スペクトル線の暗線でも輝線でも極僅かではあるが一方へ片寄ることになる。この現象を音の場合と同様にドツブラの效果と言ふのである。

しかもその發光體(星)の速度を v とし、光が我々の方へ傳達してやつて來る速度を c とする時は、靜止してゐる星の光の波長を λ とする時と、吾々から遠ざかつて行く星の光の波長 λ_+ や、吾々の方へ近づいて來る星の光の波長 λ_- との間には次の様な關係がある。

$$\lambda_+ = \lambda \left(1 + \frac{v}{c}\right) \quad \lambda_- = \lambda \left(1 - \frac{v}{c}\right)$$

即ち吾々から遠ざかつて行く星のスペクトル線は赤の方へヅレ、吾々の方へ近づいて來る星のスペクトル線は紫の方にヅレるので、これによつて吾々が觀

測する星がどちらの方向へどれだけの速度で運動してゐるかゞ解るのである。

この理を應用して土星の輪が多數の小なる星の集團であつて一つの剛體ではないと言ふことを知ることが出來た。もしも土星の輪が一つの剛體であるならば輪の内外の角速度は同一であるから外の方の線速度は内の方の線速度よりも大とならなければならない。従つて外の方より來る光のスペクトルと内の方より來る光のスペクトルとを比較して見るとドツプラ 1 の効果が現はれる譯である。最初、土星の輪は剛體であらうと想像して測定を行つて見たが、その結果スペクトル線が豫期の方向と反對の方向へ片寄つたのである。これは土星の輪が小なる星の集團であつて一つの剛體ではないからである。何とならばその中の一小星の質量を m とし、土星の質量を M とし、その一小星と土星との中心間の距離を r とする時はニュートンの逆二乗の法則により、その引力 f は次の式で示される。

$$f = K \frac{Mm}{r^2} \dots\dots\dots(1)$$

又この時の求心力を F とすれば

$$F = \frac{mv^2}{r} \dots\dots\dots(2)$$

然るに(1)の f と(2)の F とは相等しいものであるから次の式が得られる。

$$\frac{mv^2}{r} = K \frac{Mm}{r^2} \dots\dots\dots(3)$$

$$\therefore v^2 = \frac{KM}{r}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{KM}{r}}$$

となるから r が大なる程 v が小となつて前の場合と反對になるのである。

又この理によつて望遠鏡で一つの星に見える星でも實は二つの星である、即ち二重星であると言ふことが解ることがある。そしてこんな二重星は特に分光學的連星と呼ばれるのである。1936年1月1日までに知られた分光學的連星だけでも1400個以上もあり、そのうち375個は軌道が正確に知られてゐる。

又この理によつて渦巻狀星霧が超高速度で吾々の銀河系宇宙から飛去りつゝあることが解り、ド・ジツタ 1 はこれを以て「宇宙は擴大しつゝあり」と禪明

したのである。又相對性原理によれば星の光のスペクトル線は重力の影響を受けて赤の方へツレるのであるが、これによつてシリウス伴星の觀測に際し、白色矮星が発見せられた。

アメリカのウキルソン山天文臺長アダムス及びダンハムの兩博士は 1937 年 2 月下旬に於て火星が地球に對して毎秒 19 軒の速度で接近してゐる時及び同年 4 月下旬に於て毎秒 11 軒の速度で接近してゐる時に火星のスペクトル寫眞を撮影して水蒸氣によつて生ずる線がツレるかどうかを調べた結果、火星の中央附近には水蒸氣が存在しないことを知つた。

磁場に存在する光源からの光のスペクトル線は數本に分裂すると言ふ現象をゼーマン効果と言ひ、磁場の強さの程度によつて分裂の仕方も變つて來る。故に星の表面に存在する磁場の強さを知ることが出来るのである。この理によつて太陽に黒點の多い日には磁性が強くなることが解つた。

又電場に存在する光源からの光のスペクトル線も亦數本に分裂すると言ふ現象をスタルク効果と言ふのであるがこの理によつて星の表面に存在する電場の強さを知ることが出来る。

壓力のある發光體の光のスペクトル線の幅は大になるのであるがこの現象は星の表面では未だ発見せられてゐない。

星の光のスペクトル線の光度からその星に至る距離を知ることが出来る。例へばアメリカのウキルソン山のメルル等はトカゲ座新星の光のスペクトル中の Na 線、K 線、 λ 5780 線の強度を測定してこの星までの距離を約 800 パーセク即ち 2600 光年、極大光度を -7.2 と算定した。

太陽の光のスペクトルを多くの恒星の光のスペクトルと比較して見るとすべての星は何れも太陽に對して 1 秒間に 1 軒乃至 100 軒の速度で運動してゐることが判るのである。このことから我々の太陽系が宇宙間に於てこの速度を以て運動しつゝあることが判つて居る。又その進んで行く方向はヘルクレス星座の方向であることも知られてゐる。

皆既日蝕の前後に於て閃光スペクトルを撮ればそのスペクトルの變位の大きさから太陽はどちらの方向へどれだけの速さで自轉してゐるか知られる譯である。又別に太陽表面に時々現れる黒點の移動速度から太陽の自轉は地球から見て 27 日餘であることが知られてゐる。(完)