

基礎知識

スペクトルの話 (3)

T. O. 生

さて斯様に水素の原子スペクトル線は數學的に表はし得る事はわかつたが何故に、こんな形になるかは、なかなかわからなかつた。これは原子構造に關する知識が不充分であつたからである。現在よく知られて居る様に、水素の原子は陽電氣を帶びたプロトンと陰電氣を帶びた電子とからなる事は1913年に發表されたボア¹のバルマ¹系列に關する理論によつて、確實になつたのである。然しそれより前に、ラザ¹フォ¹ードの α 線の研究とか、長岡先生の研究等によつて、原子は中心に重い核があり、陽に帶電されて居り、その周圍に電子があるだらうと云ふ事は知られて居たのである。ボア¹のこの研究は實に偉大な發見で、現在の目ざましい量子論的諸研究の大きな基礎をなすものである。そしてこの發見の前驅をなすものは廿世紀初頭のプランクの量子説の提言と、1905年アイン¹スタインが發表した光量子の概念である。

今、白金の様な熱によつて融け難いものを熱して行くと、始めは光らないが、溫度を上げて行くと赤く光る様になり、やがて白色に光つて来る。その光を分光器にかけて、或波長に幾何のエネルギーが輻射されて居るかを調べる事が出来る。この波長によるエネルギーの分布の状態は發光體の溫度で異なるもので、それを理論的に述べるのが所謂暗黒體の輻射の問題である。この際見えるスペクトルは連續スペクトルである。

十九世紀の末の偉大なる物理學者を大いに手古づらせたのが、この問題で、ウィ¹ーン、レイ¹レイ等の諸學者が研究したが、なかなか實驗上の事實を充分に説明する事が出来なかつた。この時獨逸のプランクが新にエネルギー量子といふ概念を導入して、この難所を切り抜けたのである。簡単に云へば、それまで考えられて居たエネルギーの連續性といふ概念から離れて、新しく不連續性を採用したのであつた。

これ等の考えを利用して、光電効果を完全に説明したのが、アイン¹スタイ

ンである。

光電効果と云ふのは、光を金属にあてると、そこから電子が飛出す現象を云ふので、電波の発見者として著名なヘルツが已に十九世紀の末に、その一端を述べて居る。金属から出る電子の速度は、あてる光の強さに無関係で、その波長に關係すると云ふ實驗的事實をアインシュタインは

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - P$$

と簡単に數學的に現はした。

m は飛出す電子の質量で、 v はその速度、 ν はあたる光の振動數（前に述べた波數ではない。） h は有名な常數で、プランクの常數と呼ばれて居る。 P は電子が金属面から離れる時邪魔をするエネルギーで、その金属特有の常數である。

この簡単な式は、光の不連続性を示す重要な意味をもつて居る。そしてこれと同様な現象はX線、 γ 線で見られるコムプトン効果があるが、これはこゝではふれない事にする。

さて前置が大分長くなり過ぎたが、ボアは之等の概念を基礎とし、亦大膽なる飛躍的な假定ををいて水素の原子スペクトルの説明に成功したのである。

即水素原子は水素原子核プロトンと電子よりなり、電子はプロトンの周圍を古典的力學によつて運動して居る。然しその軌道は特有な量子的條件を具へるものだけが安定であるとした。そして一つの安定軌道から他の安定軌道に電子が移る時に光を輻射する。亦は吸収するのであつて、その光の振動數は、二つの安定軌道におけるエネルギーの差をプランクの常數で除した物に等しいと云ふのである。これを數式で示すと

$$(2) \quad \nu = \frac{2\pi^2 me^4}{Ch^3} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

になる。但 m は電子の質量、 e は電子の有する電氣量、 C は光の速度、 h は云ふまでもなくプランクの常數である。

$$R = \frac{2\pi^2 me^4}{Ch^3}$$

とすれば、前に實驗的に得た水素原子スペクトルを示す式(1)と全く一致す

る事になる。この e とか m , h 等に實際の値を代入すると前のリドベルグの常數と同じ値になる。

この (1) 式は水素原子のみに適用出来るのではなく、ヘリウム原子、リシウム原子のスペクトル系列のある物に適用出来る。但しこの時は

$$(3) \quad \nu = RZ^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

とすることがある。ヘリウム原子は2個の電子と、その原子核とよりなつて居るが、水素の原子核と異り、ヘリウムの原子核は質量がプロトンの4倍あり、陽電氣の量も2倍ある。今ヘリウムの原子から1個の電子を取去つた原子を考えると、之は1個の電子と1個の原子核よりなる所謂イオン化されたヘリウムの原子となり、理論的に水素原子と同様に取扱ふことが出来る。この時 (3) の式の Z に2を代入すると、ヘリウムイオンのスペクトルを示すことになる。これは前に述べた様にヘリウム原子核はプロトンの2倍の電子量を持つ爲である。亦原子核の質量の差の爲めに R も少し變はつてくる。

$$\nu = 4R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad m=5, 6, 7, \dots$$

はピツケリング系列と呼ばれて居るヘリウム・イオンのスペクトル線を示すが、之はその名の様に米國の天文學者ピツケリングが恒星 (ϵ Puppis) のスペクトル中に初めて見つけたもので、始は水素のスペクトルと思はれて居たが後になつてヘリウムによると云ふ事が明になつた。

$Z=3$ を (3) に入れると、これはリシウム・イオン即3個あるリシウム原子の電子を2個取出したものが示すスペクトルを現はすことになる。このスペクトル線は發光さす事がなかなか困難であつたが、最近見つかった。何れも真空中でないと觀測出来ない様な皆外部にある。

觀 象 偶 成

寒庭觀象興來深 附與辰星世上心

東望昇登下弦月 漢河流凍夜沈々

神戸關守畔 改 發 香 嶋