

第5章……原子構造

❖ 1 ストーニーの予言

ドルトン、あるいは彼以前の科学者の考えによれば、原子はそれ以上分けることのできない、物質をつくる究極の最小単位である。したがって、原子に構造があること、すなわち、原子もまた、それよりも小さい単位から成り立っていると考えた科学者は、少なくとも19世紀末まではいなかった。原子の不可分性がゆらぐようになったのは、物質と電気とのかかわりに関する認識が深まったためである。

イギリスの科学者ファラデー (M. Faraday, 1791-1867) (図 5-1) は電解質に電流を通じたときに起こる化学変化 (電気分解 electrolysis) の際、電極に析出する物質の量は、通じた電気量 (電流と時間の積) に比例し、さらに 1 mol の物質が析出するのに要する電気量は一定 (1 価の金属 1 mol の析出なら 96500 C) であることを見いだした (ファラデーの法則) (1833 年)。

彼自身はこの法則を原子論に結びつけようとはしなかったが、アイルランドの物理学者ストーニー (G. J. Stoney, 1826-1911) はファラデーの法則から、電気的基本的単位、つまり電気の原子の存在を考え、それに電子 electron という名称を与えた (1874 年)。同じアイルランドの物理学者フィッツジェラルド (G. F. FitzGerald, 1851-1901) (図 5-2) もこの名称を支持した。後に電子の実在が確認されたのだから、これは先見の明だったと言える。だが、仮説は仮説であって、当時の化学者が承認していたわけではなかった。

❖ 2 トムソンとミリカンの実験

電子の発見は、一見化学とは無関係な研究がきっかけとなった。真空ポンプは、化学の発展に大きな役割を果たしてきた。ボイルの法則の発見も真空ポンプ抜きではありえなかった。常圧の場合と減圧 (真空) の場合とでは、物質の性質が時として異なることも見いだされた。たとえば、気体は常圧では電気を通さないが、ごく低圧 (真空) の状態では電気伝導性を示した。

気体を封入したガラス管 (放電管と呼ばれる) (図 5-3) の両端に付けた金属の電極に高い電圧をかけると、常圧では何事も起こらないが、真空ポンプ

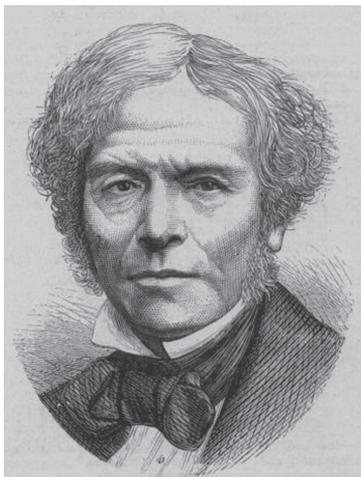


図 5-1 ファラデーの肖像
階級制度の厳しい時代に職人
の子が科学者として大成した
のは奇跡といえる。 卍

図 5-2 フィッツジェラルド
の肖像

高名な物理学者だった彼の理
論は、アインシュタインにも
影響を与えた。ストーニーの
おいでもあった。 卍

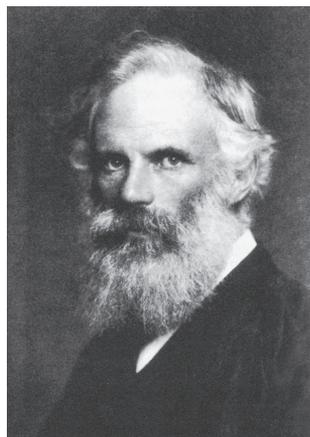
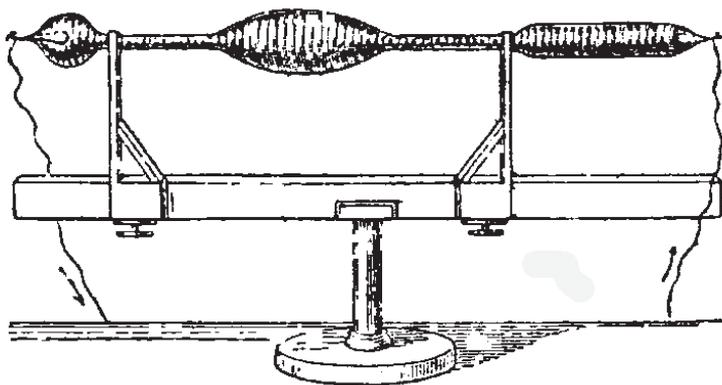


図 5-3 ガイサー管

ガラス器具を作る技師だった
ガイサーは、自分の仕事が
原子構造の解明に役立つとは
夢にも思わなかつただろう。

卍



Rurka Geisslera.

で管内の空気を抜いて圧力を $10^{-2} - 10^{-4}$ Torr ($\doteq 1.3 \times 10^{-2} - 1.3 \times 10^{-4}$ hPa) 以下にすると、管内が光り出す。これは真空放電と呼ばれる現象で、さらに真空度を高めると光は暗くなるが、器壁が蛍光を出して光る。

この現象を研究したドイツの物理学者プリュッカー (J. Plücker, 1801-1868) (図 5-4) は、陰極から何らかの粒子が飛び出してきたためと解釈し、これを陰極線と命名した (1859 年)。

その正体不明の粒子線は陰極から飛び出した後、陽極や器壁に向かって直進するが、磁場をかけるとその進路が曲がるから、電荷を帯びていることがわかる。また、陰極線の性質は陰極に用いた金属、あるいは放電管の中の気体の種類によらないから、より根元的な、物質の究極的構成粒子である可能性が暗示された。

イギリスの物理学者トムソン (Sir J. J. Thomson, 1856-1940) (図 5-5a) は、この粒子に電場をかけて、それらが負電荷を帯びていることを示した。さらに粒子の電荷と質量の比を求めるために粒子が磁場にどのくらい影響されるかを調べ、電荷と質量の比 (e/m) を得た。しかし、どちらかの絶対値がわからない限り、もう一方の値を明らかにすることはできなかった (図 5-5b)。

それまでに知られていた荷電粒子 (イオン) の e/m は $1/1000$ のオーダーだった。ところがトムソンが得た値ははるかに大きく、たとえばプロトンについて求められていた値の数千倍であった。(現在認められている値は $e/m = 1.76 \times 10^8 \text{ C g}^{-1}$)。彼が粒子 *corpuscle* と呼んだものは、きわめて軽い、きわめて高度に電荷を帯びていると考えざるをえなかった。したがって陰極線をつくる粒子はイオンまたは原子の大きさのものではなく、むしろ原子の一部、断片と解された。さらに彼の粒子は電極金属原子に含まれていたものであり、原子はもはや不可分ではないと結論した。この発表が大変な興奮を巻き起こしたことは想像に難くない。

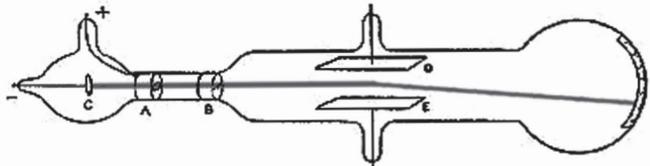
アメリカの物理学者ミリカン (R. A. Millikan, 1868-1953) (図 5-6) は、粒子の電気量の測定に成功した (1909-1913 年)。容器内部に霧状に噴き出させた油滴は、重力の法則にしたがって運動する。この油滴は電荷を帯びているから、容器に電場をかければ、油滴の運動は重力と電氣的な引力の両方によって支配される。それはどちらも物理学で容易に処理できる問題である。このあたりはペランの実験とその解析に似ている。

実験の結果、電荷は常に $1.592 \times 10^{-19} \text{ C}$ の整数倍の値を示した。現在用いられている値 $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ よりわずかに小さいが、彼は数年にわたっ



⇨ 図 5-4 ブリュッカーの肖像 数学の教授だったが、後に物理の教授に任命された。数学者としての業績も大きい。

図 5-5a トムソンの肖像
1906 年ノーベル物理学賞受賞。彼の息子の G. P. トムソンもまた 1937 年にノーベル物理学賞を受賞。⇩



⇨ 図 5-5b トムソンが用いた装置 電子を発見するのに用いた陰極線管。図は彼の著書「陰極線」から。



⇨ 図 5-6 ミリカンの肖像 1923 年ノーベル物理学賞受賞。光速の測定で有名なマイケルソンに師事して、彼の実験技術を学んだ。