

特集 / 強い力

## 強い力と中間子論

湯川理論から QCD への歴史を振り返る

坂井 典 佑

### 1. 原子核と中性子

今日では自然界には 4 種類の力が見ついている。その中で重力や電磁気力は古くから知られていた力である。それに対して、残りの力のうちで、弱い力は中性子の崩壊に典型的に見られるように、粒子を徐々に崩壊させる相互作用として見つかった。では強い力はどこで顔を出したのだろうか。もっとも明確に強い力の存在を示したのは、やはり原子核の存在だろう。

原子は  $10^{-8}$  cm 程度の大きさだが、電氣的に中性なので、その外側で電磁気力はほとんど働かない。しかし、金属原子を少し熱すると、電子が出てくるので、原子の中に電子があることがわかる。この電子は負の電荷を持ち、質量を測ってみると、原子そのものに比してたいへん軽い。したがって、原子の質量の大部分を受け持つ何物かがあるはずで、これを原子核と言う。

原子核は正の電荷を持っている。原子核は原子の中のきわめて小さな領域に集中して存在している。ラザフォード (Rutherford) は 1911 年に、次のようにしてこの事実を発見した。彼の指導の下、1909 年にガイガー (Geiger) とマースデン (Marsden) は、ラジウムから放射されるアルファ粒子線を標的物質に当て、散乱されて出て来るアルファ

粒子の角度分布を測定した (ラザフォード散乱)。アルファ粒子はヘリウムの原子核そのものなので +2 の電荷を持つ。そのため、原子の中に入るとアルファ粒子は電磁氣的なクーロン力によって、電子からは引力を、原子核からは斥力を受ける。しかし、電子はアルファ粒子に比してたいへん軽いので、互いに引き合っただけで散乱しても、実際に跳ね飛ばされるのは電子だけで、アルファ粒子はほとんど進路を変えない。それに対してアルファ粒子と原子核はだいたい同程度の質量を持つので、電氣的なクーロン力によってアルファ粒子の進路が大きく変わる可能性がある。すなわち、原子に打ち込んだアルファ粒子が進路を変えるとすれば、その散乱は原子核との電氣的な斥力によって起こったと考えて差し支えない。したがって、どれくらい散乱するかを測ることによって、原子核の中で電荷がどのように分布しているかを間接的に知ることができる。

原子核の電荷が球対称に分布しているとすると、

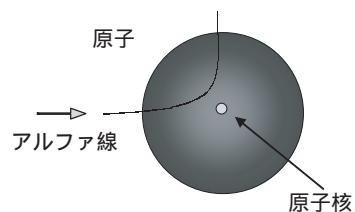


図 1 ラザフォード散乱で原子核の大きさが原子の 10 万分の 1 であることがわかる。