

# 原子核と放射線

## 1 導入

この講義で最重要なのは、原子核の変化では、質量の差が巨大なエネルギーへ変わることです。

## 2 用語と定義

質量欠損とは、原子核をつくる粒子の質量の和と、実際の原子核の質量の差のことです。

結合エネルギーは

$$E = \Delta mc^2$$

で表されます。

## 3 方針

放射線の種類を区別し、崩壊で何がかわるかを追います。そのうえで質量欠損から結合エネルギーを見

ます。大切なのは、放射線の名前だけを覚えなことです。α、β、γで「何が出ていくのか」が分かれば、質量数と原子番号がどうかわるかを自力で追えます。

## 4 直感的な説明

原子核は、陽子どうしの反発があるのにまとまっています。これは、核力によってより安定な状態になっているからです。その「まとまっているぶん」だけ、ばらばらの粒子の質量を足したものより原子核の質量は小さくなります。この差が質量欠損で、それに対応するエネルギーが結合エネルギーです。半減期も、「毎秒同じ個数だけ減る」のではなく、「ある時間ごとに割合で減る」と見るのが本質です。こが一次関数ではなく指数関数になる理由です。

## 5 厳密な説明

### 5.1 1. 放射線の種類

- α線: ヘリウム原子核
- β線: 電子または陽電子
- γ線: 電磁波

α崩壊では質量数が4減り、原子番号が2減ります。β<sup>-</sup>崩壊では質量数は変わらず、原子番号が1増えます。

## 5.2 2. 質量とエネルギー

$$E = \Delta mc^2$$

です。したがって質量の小さな差でも、 $c^2$  が大きいので大きなエネルギーになります。

## 5.3 3. 半減期

放射性物質は一定時間ごとに半分へ減るので、

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T}$$

です。

ここで  $T$  は半減期です。  $t = T$  なら  $N = N_0/2$ 、  $t = 2T$  なら  $N = N_0/4$  となります。

## 6 見分け方

- 核反応、放射線、半減期が出たら、まず粒子数と質量数、電荷の保存を見ます。
- エネルギーが問われたら  $E = \Delta mc^2$  を疑います。
- 何回半減期が経過したかを先に数えると、指数の計算が整理しやすいです。

## 7 最終形

$$E = \Delta mc^2$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T}$$

## 8 一言でいうと

- 原子核では、質量の差がそのまま巨大なエネルギーに変わります。

## 9 関連リンク

→ [講義](#) [原子と量子の入口](#) [lecture](#) [physics](#) [modern](#)  
<https://study.bem130.com/lecture/physics/modern/原子と量子の入口-講義/>