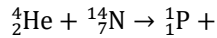


○ 核反応

原子核の間で陽子と中性子の組み換えが起こる反応を（ ）（単に核反応）といいます。例えば窒素にα粒子（ヘリウム）を衝突させると、陽子 ${}^1_1\text{P}$ （=水素原子核 ${}^1_1\text{H}$ ）を放出する反応があります。



反応の前後で陽子と中性子の総数は変化しません。これを核反応式といいます。

○ 等価性と結合エネルギー

1905年に、アインシュタインは特殊相対性理論を発表しました。これによると、静止している物体のエネルギーEと質量mの間には、光速cを使って次のように表せます。

エネルギーと質量の等価性 覚える

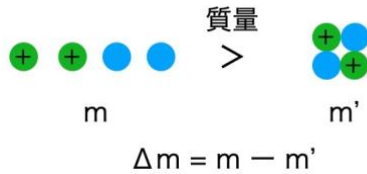
この式から質量がΔmだけ減少すると、 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ のエネルギーが発生することになります。

参考 質量の持つエネルギーの計算

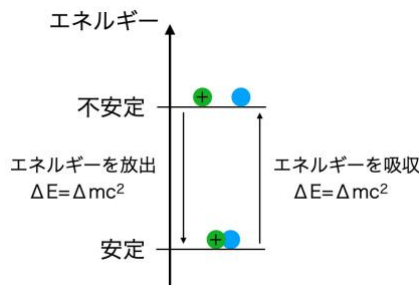
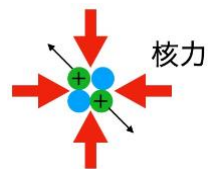
$E = mc^2$ から1gの物質が持つエネルギーを計算すると…、約90兆ジュールです。これは22万トンの水を0℃から100℃まで沸騰させることができる量。例えば1円玉6枚（6g）の質量をすべてエネルギーにできたとすると、東京ドームにためた0℃の水が沸騰します。

・質量欠損と結合エネルギー

原子核の質量は、それらを構成する陽子や中性子の質量の総和よりもわずかに（ ）なっています。このΔmを（ ）といいます。エネルギーと質量の等価性から、このΔmに対応するエネルギーEを（ ）といいます。なおこのエネルギーは核力に由来します。



次の図のように、核子がバラバラな状態であるよりも、まとまっていたほうが、核力ははたらくため全体のエネルギーは低く、安定しています。このため外部から結合エネルギーに相当するエネルギーを与えなければ、ばらばらにすることはできません。逆にばらばらの核子がまとまると、エネルギーを放出します。このエネルギーを（ ）または原子力エネルギーといいます。



核子1個あたりの結合エネルギー  $\Delta mc^2$  (核子1個あたりの質量欠損  $\Delta m$ に相当) をまとめたのが次のグラフです。

このグラフの特徴は…

・鉄 (質量数約 56) がもっとも大きい (質量欠損も大きい)

→ よくくっついて安定

・鉄よりも質量数が多くなると、結合エネルギー  $\Delta m$ が小さくなり、不安定。これは陽子同士の反発する力 ( ) 力が強くなるためである (核力はとなりの核子までしか届かない)。

→ ( ): ウラン型原子爆弾

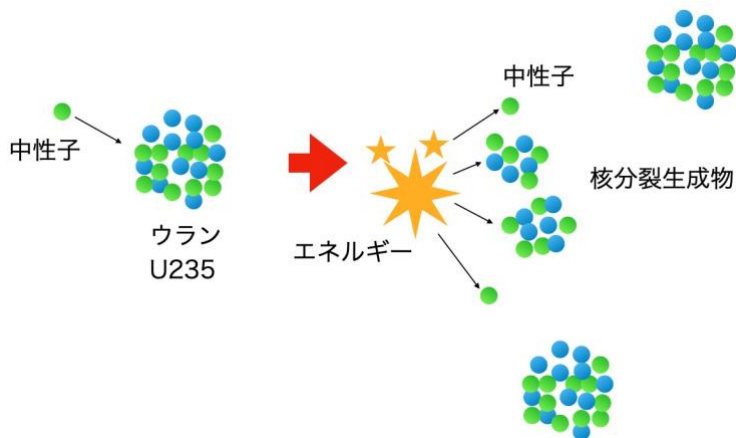
・鉄よりも質量数が少ないと、結合エネルギーが小さくなり不安定。

→ ( ): 水素爆弾

・陽子2個、中性子2個のセット、ヘリウムは例外的に安定 →  $\alpha$ 線として飛び出す

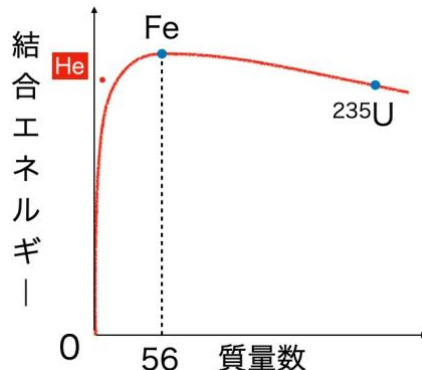
### ○ 核分裂

質量数の大きい原子核が2個以上の小さい原子核に分裂することを ( ) といいます。核分裂は鉄よりも重い原子核で起こりやすく、余分な結合エネルギーが放出されます。またウランなどの場合、核分裂が起こる際に、中性子が発生し、近くのウランにその中性子線が衝突すると、そのウランが核分裂します。このように連続的に核分裂反応が起こる現象を ( )、また連鎖反応が一定の割合で続く現象を ( ) といいます。



### ○ 核融合

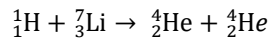
2個以上の軽い原子核が反応して、それよりも重い原子核ができる反応を ( ) といいます。核融合も核分裂と同様に、より安定な原子核になるさいに、余分な結合エネルギーが外部に放出されます。太陽などの恒星の中心部では、核融合が起こり続けています。





**問題** 次のような水素とリチウムの核反応が起こったときに放出される核エネルギーは何Jですか。

- ・ 陽子, 中性子,  ${}^4_2\text{He}$ 原子核,  ${}^7_3\text{Li}$ 原子核の質量をそれぞれ 1.0073u, 1.0087u, 4.0015u, 7.0144 u
- ・  $c=3.00 \times 10^8$  m/s、 $1 \text{ u}=1.66 \times 10^{-27}$ kg  
として計算しなさい。



○ 素粒子

陽子や中性子の内部構造には、さらに小さな（ ）という粒によって構成されていることが20世紀後半にわかりました。これ以上構造のない基本的な粒のことを（ ）といいます。電子は素粒子の1つです。

