

2025年度核融合科学研究所 スクーリング・ネットワーク

未来の原型炉を支える人材を育む多様な若手と核融合の架け橋となるスクール

2026年2月21日(土) つくば国際会議場 (小会議室304)

エネルギー問題と 未来のエネルギー選択

長岡高専 内田雄大

目次

- 人類とエネルギーの関わり
- エネルギー資源について
- 様々な発電方式
- エネルギーミックス
- 核融合発電

エネルギーとは？

- 物理学としての定義：

- 他のものに対して「仕事」をなす能力 （仕事=力×移動距離）

- 様々な形態を持つ。

- 力学的エネルギー（運動エネルギー、位置エネルギー）

： 運動エネルギー → 風車を回す

- 熱エネルギー： 氷（固体） \leftrightarrow 水（液体） \leftrightarrow 水蒸気（気体）

- 化学エネルギー： 燃焼 → 熱エネルギーへ

- 電気エネルギー

- 光エネルギー：太陽光 → 電気（太陽光発電）

- 核エネルギー：核分裂(現在の原子力発電)、核融合

使いやすい形にして利用している。

現代生活の基盤となるエネルギー

電気は照明や動力として利用されるだけでなく、ガスや水道を供給するインフラを支え、さらに食料品の生産・加工・流通、運輸、通信など、私たちの生活のあらゆる場面において不可欠な存在である。



スマホの充電



照明



電車やバスの移動



エアコン

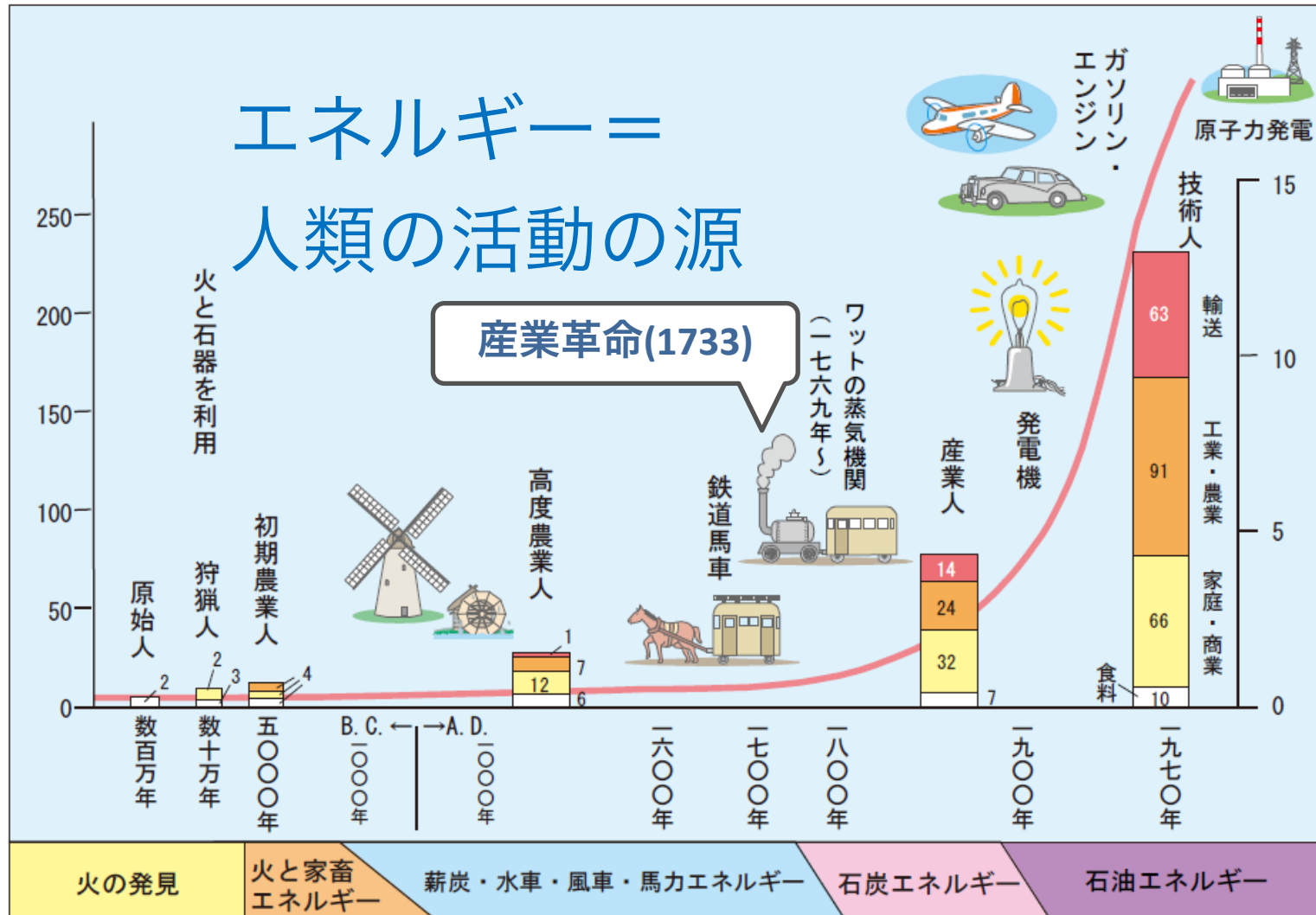
出展：四国電力HPエネルギーって何？ | エネルギーを考えよう | 第2章エネルギーって大切だな | 電気の子ヨンのくらしと電気、大たんけん！ | 四国電力
https://www.yonden.co.jp/cnt_kids/chapter2/energy/concept.html

人類とエネルギーのかかわり

一人当たり消費量（二〇〇〇キロカロリー／日）・棒グラフ

エネルギー＝
人類の活動の源

産業革命(1733)



石油換算消費量（二〇〇万キロリットル／日）・曲線グラフ

原始人 百万年前の東アフリカ、食料のみ。
 狩猟人 十万年前のヨーロッパ、暖房と料理に薪を燃やした。
 初期農業人 B. C. 5000年の肥沃三角州地帯、穀物を栽培し家畜のエネルギーを使った。

高度農業人 1400年の北西ヨーロッパ、暖房用石炭・水力・風力を使い、家畜を輸送に利用した。
 産業人 1875年のイギリス、蒸気機関を使用していた。
 技術人 1970年のアメリカ、電力を使用、食料は家畜用を含む。

文明の発達とともに多くのエネルギーが消費されるようになっている。

出典: 総合研究開発機構

一次エネルギーと二次エネルギー

一次エネルギー

加工されない状態で供給されるエネルギー

1. 化石燃料

石油, 石炭, 天然ガス

2. 原子力エネルギー

核分裂, 核融合

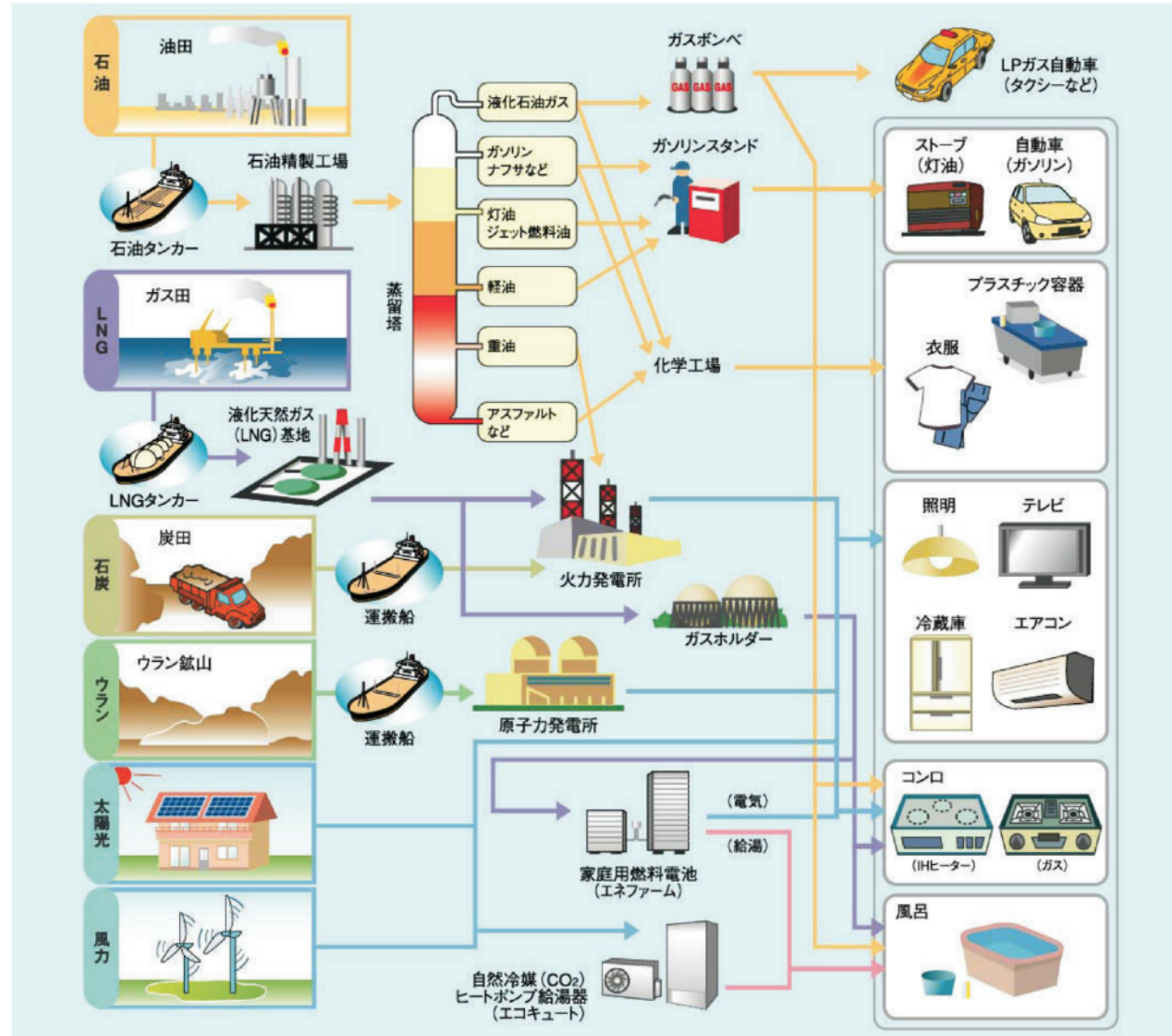
3. 再生可能エネルギー

太陽光, 風力, 水力, 地熱, バイオマスなど

二次エネルギー

一次エネルギーを転換・加工して輸送, 貯蔵, 利用に適した形態に変換したエネルギー

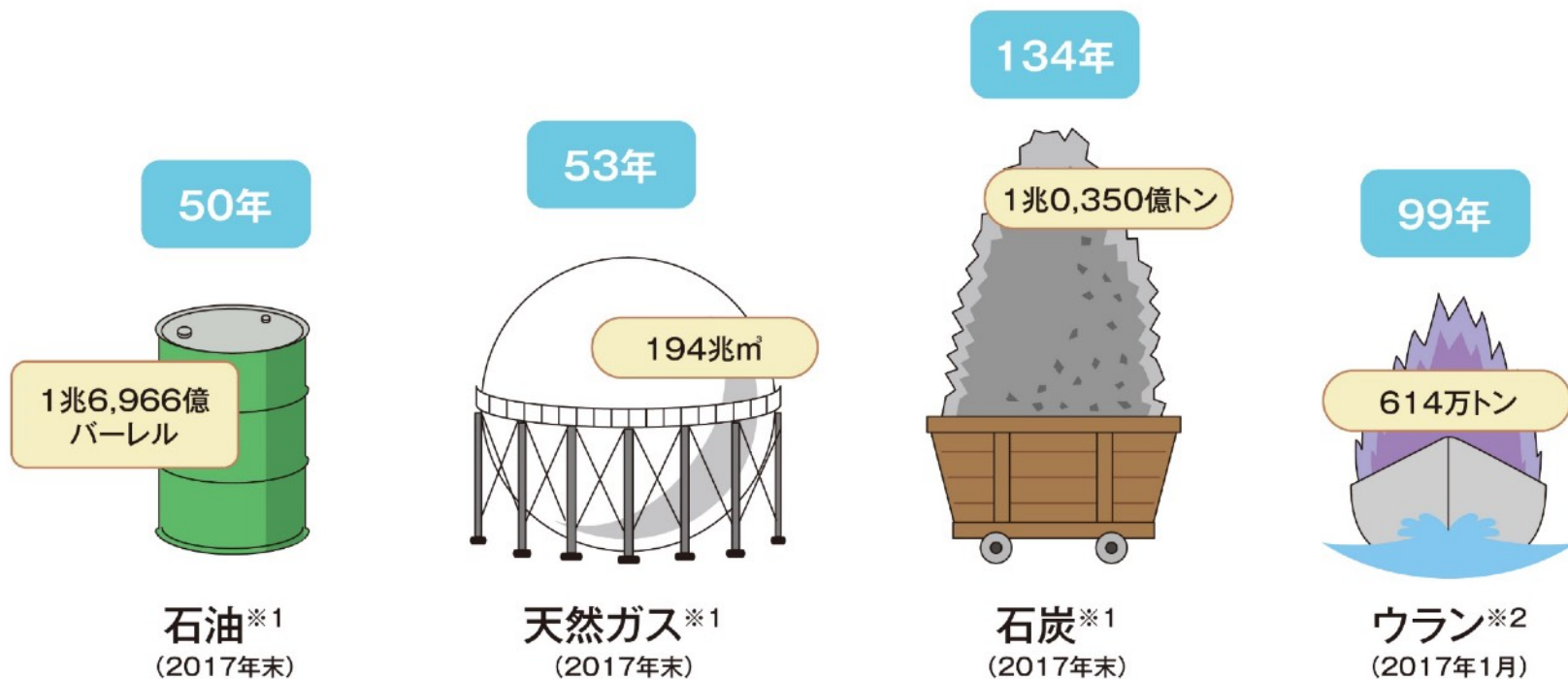
電気, 都市ガス, ガソリン, 灯油, 水素など



世界のエネルギー資源確認埋蔵量

エネ百科 世界のエネルギー資源確認埋蔵量

<https://www.ene100.jp/zumen/1-1-6>



(注) 可採年数=確認可採埋蔵量/年間生産量
ウランの確認可採埋蔵量は費用130ドル/kgU未満

自然エネルギー

エネルギー資源の乏しい日本にとって重要なエネルギー源。



太陽光エネルギー

日本1. 2kW/m²

効率10%, 利用率11%

→0.0132kW/m²

原子力発電所1基

(120万kW×70%=84万kW) を置き換えると

64km²が必要。

発電量は、不安定（天候に依存）。

1基当たり 約数百kW

原子力発電所1基を置き換えると

太陽光の3.5倍の面積が必要。

発電量は、不安定（天候に依存）。

1基当たり：5万5千kW

八丁原地熱発電所（大分県）

原子力発電所1基を置き換えると

20基必要。コスト高。

発電量は、比較的安定

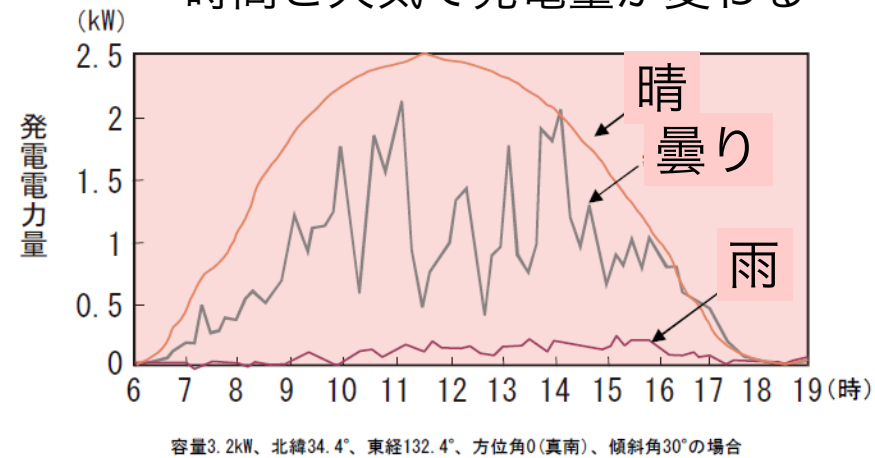


安定供給には
 広大な面積と
 蓄電技術の開発が必要不可欠

重要なエネルギー源ではあるが、100%を任せるのは難しい。

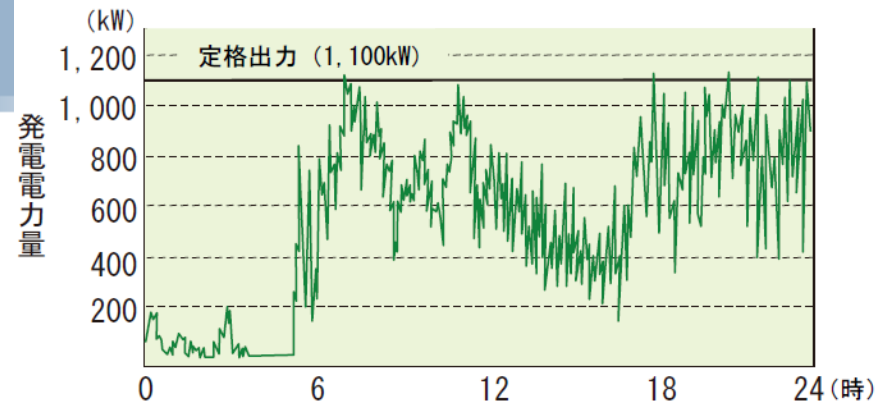
太陽光発電の出力変動（春季）

時間と天気で発電量が変わる



風力発電の出力変動（冬季）

風の強さで発電量が変わる

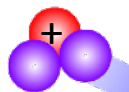


エネルギー問題の解決には

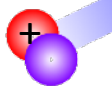
- 省エネルギー技術の開発
- 自然エネルギー利用のための技術開発
 - 風力、太陽光、地熱などの発電設備の開発、改良
 - 安定供給のための大規模蓄電技術
- 新しいエネルギー源の開発
 - その一つが核融合発電

核融合反応: 大きなエネルギーが発生する。

三重水素



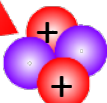
重水素



核融合

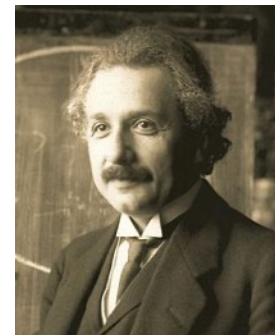
中性子

(14.06 MeV)



ヘリウム

(3.52 MeV)



$$E=mc^2$$

(エネルギーと
質量は等価)

E: エネルギー

m: 質量変化

c: 光速

質量が軽くなった分、
大きなエネルギーが発生する。

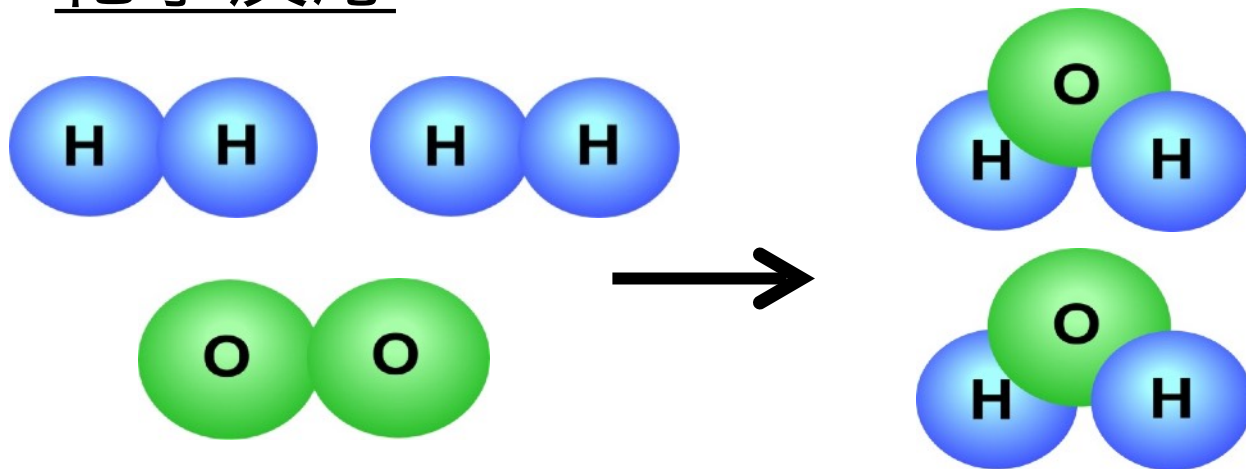
質量が軽くなる
(質量欠損)



このエネルギーを発電に利用する
(核融合炉)

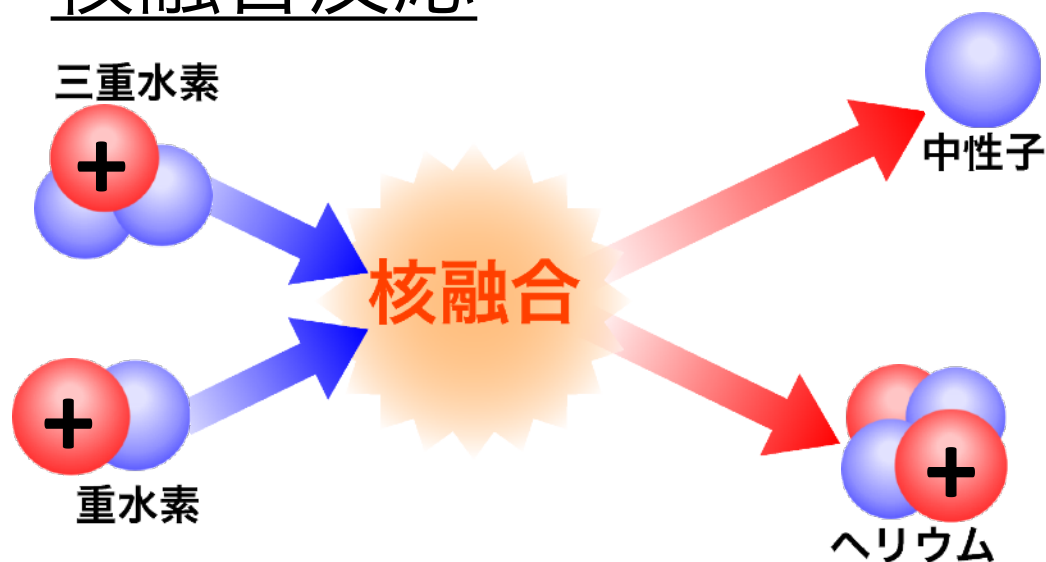
化学反応と核融合反応

化学反応



$2 \times 286 \text{ kJ/mol}$

核融合反応



$2.8 \times 10^{-15} \text{ kJ/個}$

$= 1.7 \times 10^9 \text{ kJ/mol}$
大きなエネルギーが得られる。