

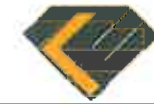
# レーザー核融合



大阪大学レーザーエネルギー学研究中心  
乗松孝好

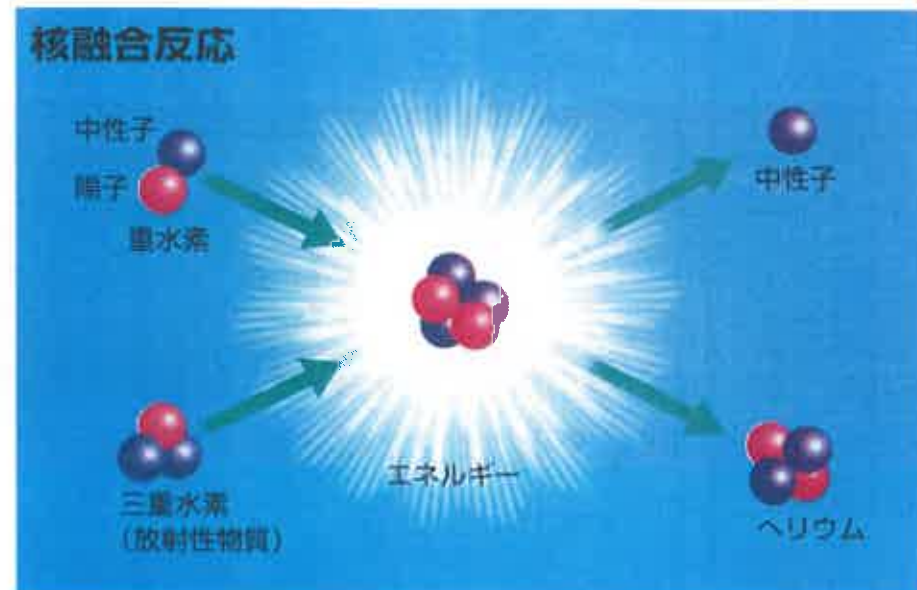
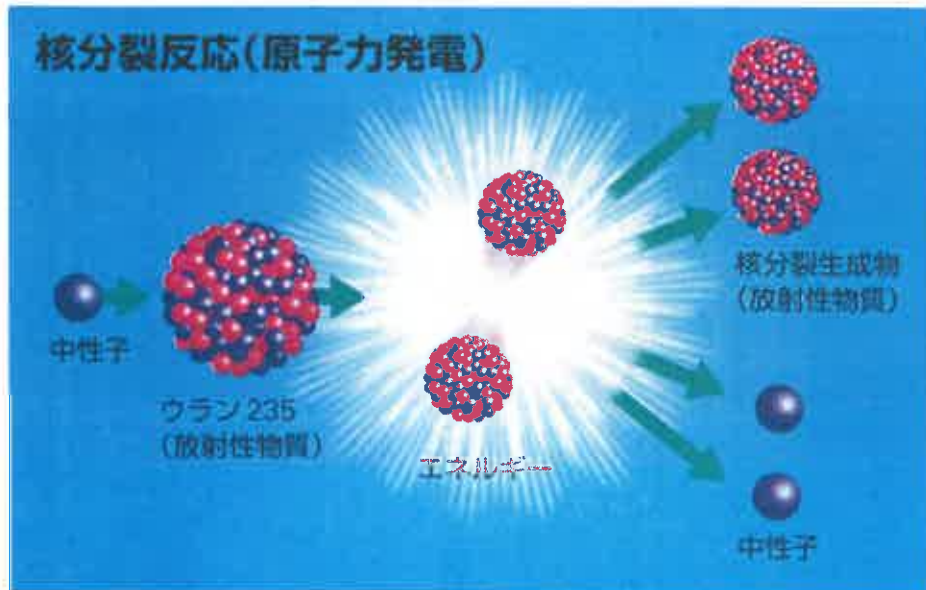
平成26年7月4日  
大阪ニュークリアサイエンス協会 見学会

# 核融合と核分裂



ILE OSAKA

核融合反応は恒星のエネルギー源



原子力発電の主な燃料はウラン235である。ウラン235に中性子を当てると核分裂をおこし、核分裂生成物と2-3個の中性子が生まれる。中性子がウラン235に衝突して、連鎖的に核分裂が起きる。核分裂反応は暴走しやすく、生成物は放射線がある。

重水素と三重水素が核融合反応を起こすと、莫大なエネルギーをもった中性子とヘリウムが生成される。重水素と三重水素はどちらもプラスの電気をもち、たがいに反発しあうので、核融合反応が暴走することはない。また核融合反応の生成物は放射線を持たないが、中性子は物質を放射化する。

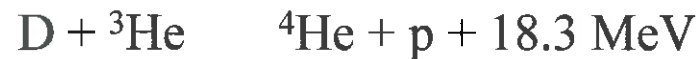
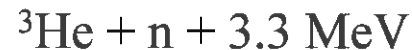
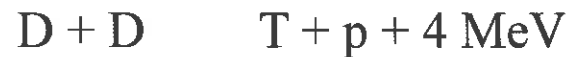
ニュートン誌2000年1月号より

# 核融合反応とエネルギー



ILE OSAKA

## 核融合反応



## 重水素DはHの $\sim 1/5000$ : 海水中から採取可能。資源は無尽蔵。

水1リットルから得られる核融合エネルギー  $\longleftrightarrow$  ガソリン300リットル

但し、トリチウムはリチウムから作る必要がある。現在のニーズから見た

リチウムの資源は局在しているが、2倍程度のコストをかければ海水中から採取する技術は存在し、数十万年分採取可能。

## 核融合反応によるエネルギー生成の条件(D-T反応)

1) プラズマの温度: 1億度

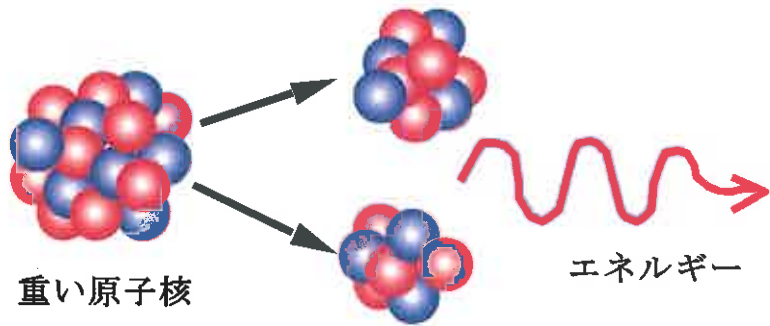
2) プラズマの閉込め:  $n\tau > 10^{14} \text{ cm}^{-3} \cdot \text{s}$  (磁場核融合)

$\rho R > 3 \text{ g/cm}^2$  (慣性核融合)

# なぜエネルギーがでるの？



ILE OSAKA

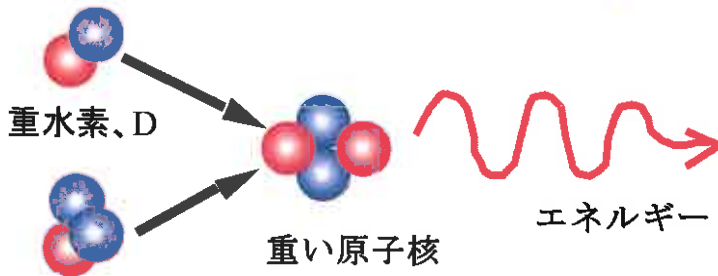


核分裂反応

軽い原子核

● 陽子  
● 中性子

軽い原子核



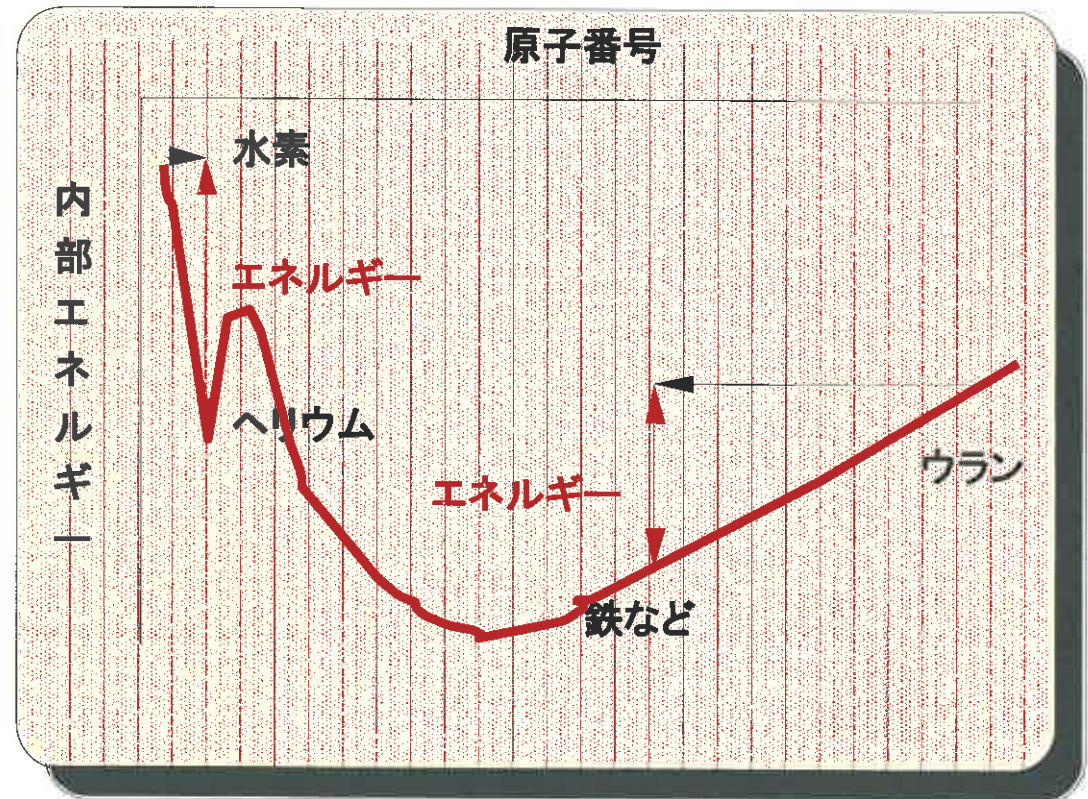
核融合反応

静電気力 遠くまで働く

核力 隣接する核子間しか働かない

軽い原子 核力結合エネルギー > 静電エネルギー

重い原子 核力結合エネルギー < 静電エネルギー





# 核融合と核分裂の特徴



IIE OSAKA

- 核分裂
  - 既に電力の30%は原子力で供給(福島以前)
  - × 想定外の事故による暴走への潜在的不安(人為的理由も含む)
  - × 半減期の長い放射性廃棄物の発生
- 核融合
  - 暴走の危険性はない。レーザー核融合炉は緊急冷却装置も不要。
  - 半減期の長い放射性廃棄物は圧倒的に少ない。
  - 炉の中のトリチウムは壁の中に溶けているので、短時間に多量に放出されることは無い。
- - × 実現への長い道のり
    - 磁場核融合 速くて今世紀末
    - レーザー核融合 2050年ごろ
  - × 燃料は放射性物質

# レーザー核融合と磁場閉込め核融合

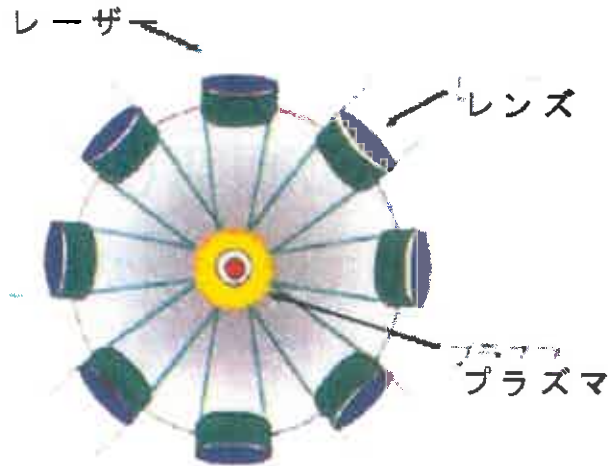


ILE OSAKA

核融合反応の条件(エネルギー生成)

1. プラズマ温度 > 1億度
2. プラズマ密度x反応時間 >  $10^{14} \text{ cm}^{-3} \text{ s}$  (核融合パラメータ)

慣性閉じ込め(レーザー)核融合



磁場閉じ込め核融合



直径~5 mmの固体の燃料ペレットに強力なレーザー光線を一様に照射して、固体密度の千倍以上に圧縮(爆縮)し、これを閉じ込めることなく瞬時に核融合反応を起こす。これを1秒間に数回の割合で繰り返してエネルギーを取り出す。

固体密度の10億分の1の低密度プラズマを~10mの磁場容器で閉じ込め、連続的に核融合反応を持続させてエネルギーを取り出す。色々な閉じ込め方式がある。

大阪大学

研究所

日本原子力研究所、核融合科学研究所、筑波大学、東京大学、京都大学、九州大学、他