

21世紀を拓くプラズマ科学

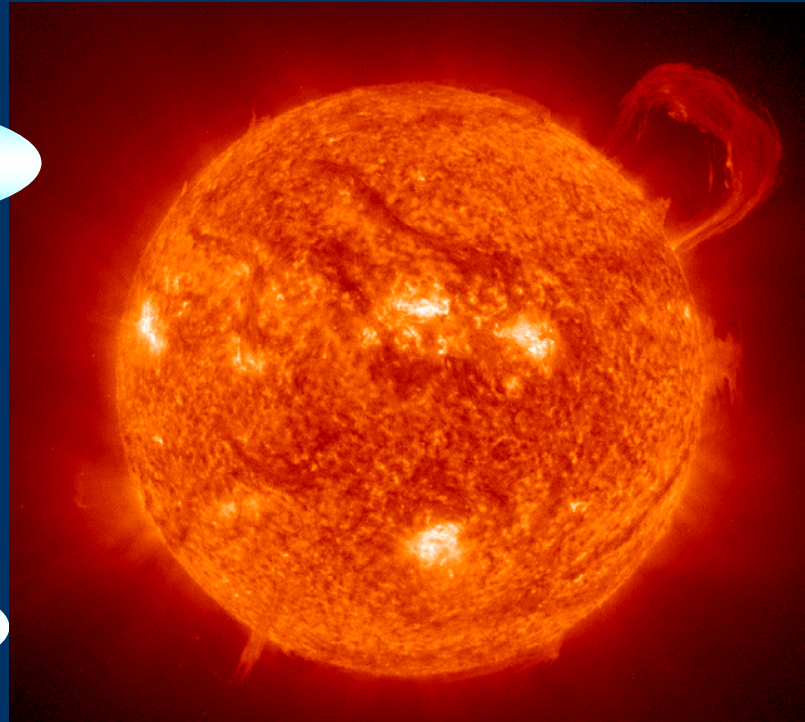
～宇宙・エネルギー・環境への応用～

プラズマ

宇宙推進

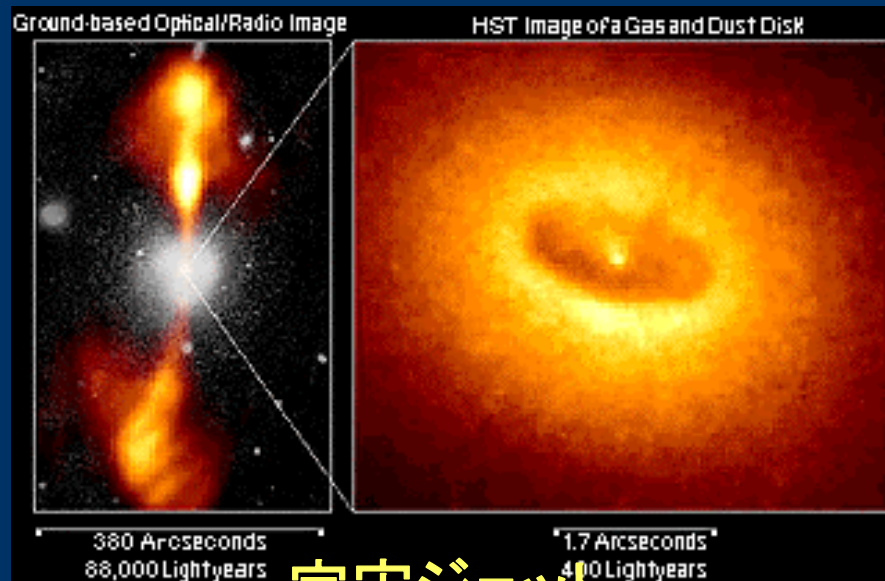
エネルギー

環境



東北大学 大学院工学研究科
電気・通信工学専攻
犬竹 正明

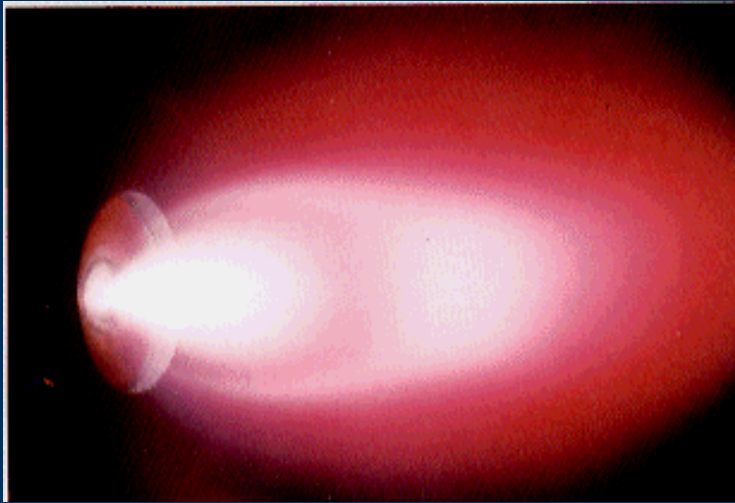
自然界のプラズマ



宇宙ジェット

既知の宇宙の99.9%はプラズマ状態にあるといわれる。

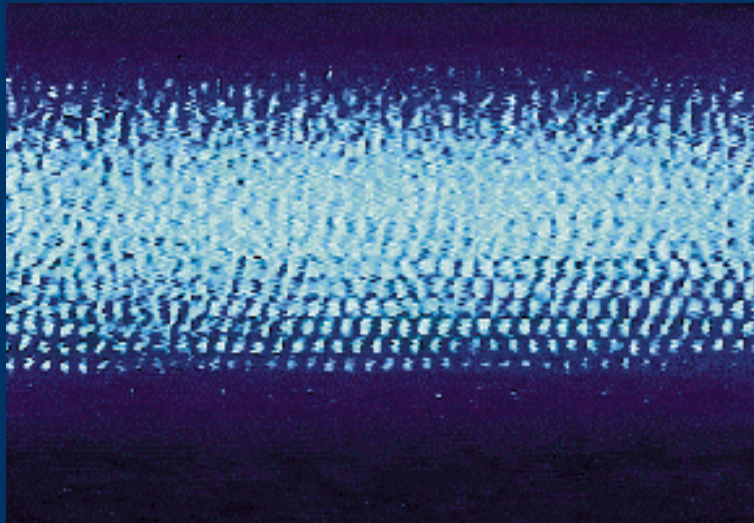
人工的に作り出したプラズマ



アルゴンプラズマジェット



蛍光灯



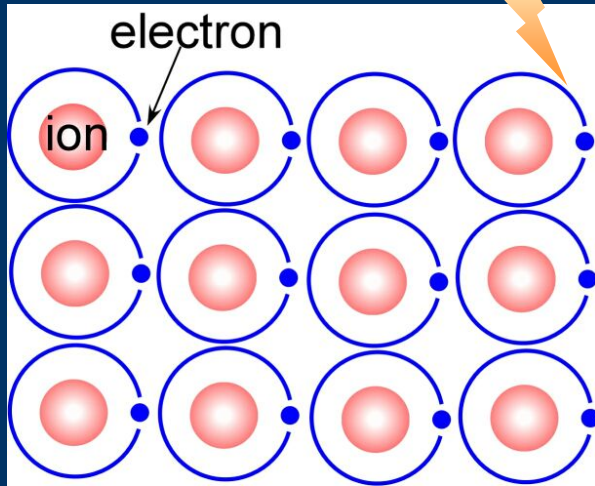
微粒子プラズマ中のクーロン結晶



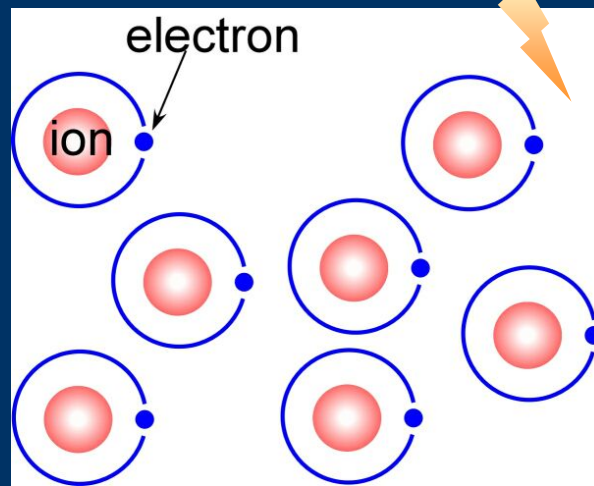
プラズマテレビ

プラズマとは何か？

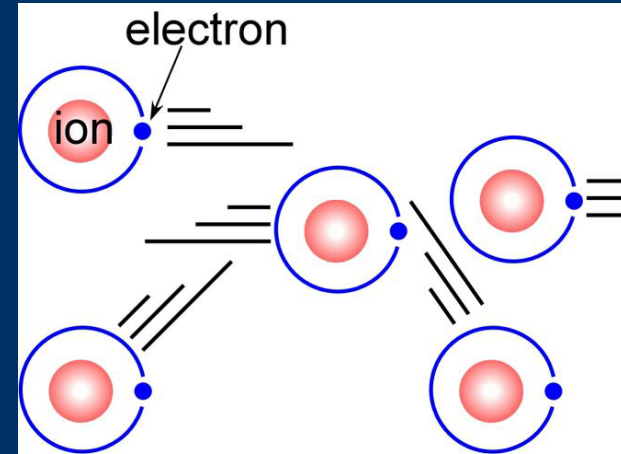
エネルギー



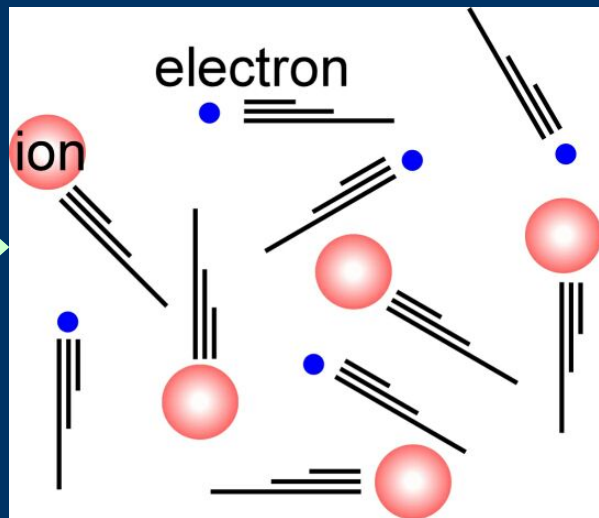
固体



液体



気体



◆負の電気を帯びた電子や正の電気を帯びたイオン等の荷電粒子の集合体(電離気体).

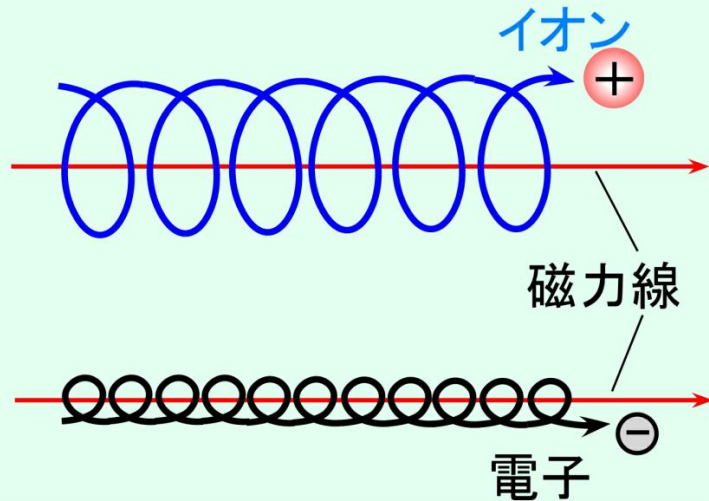
◆正負の電気量は等しく、全体としては電気的に中性の状態.

◆中性気体では見られないクーロン力が作用する.

プラズマ

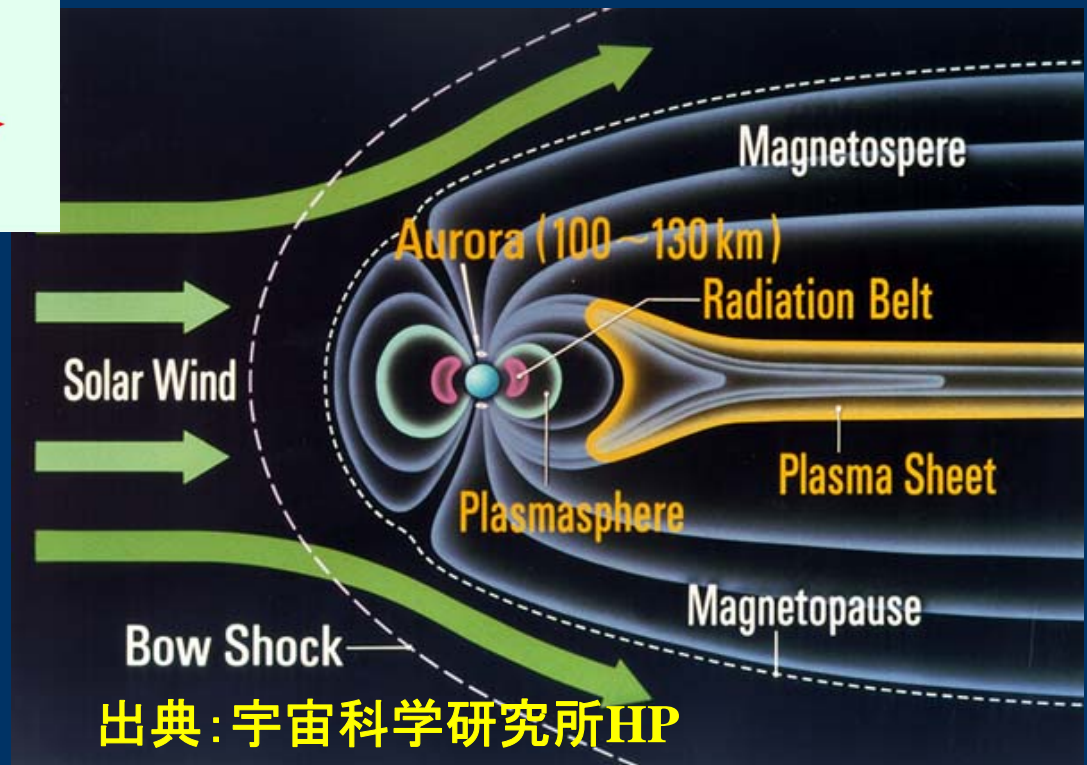
プラズマの基本的性質

プラズマと磁力線の関係は...



荷電粒子は電磁気的な作用により磁力線に巻き付いて運動。
(ラーマー運動)

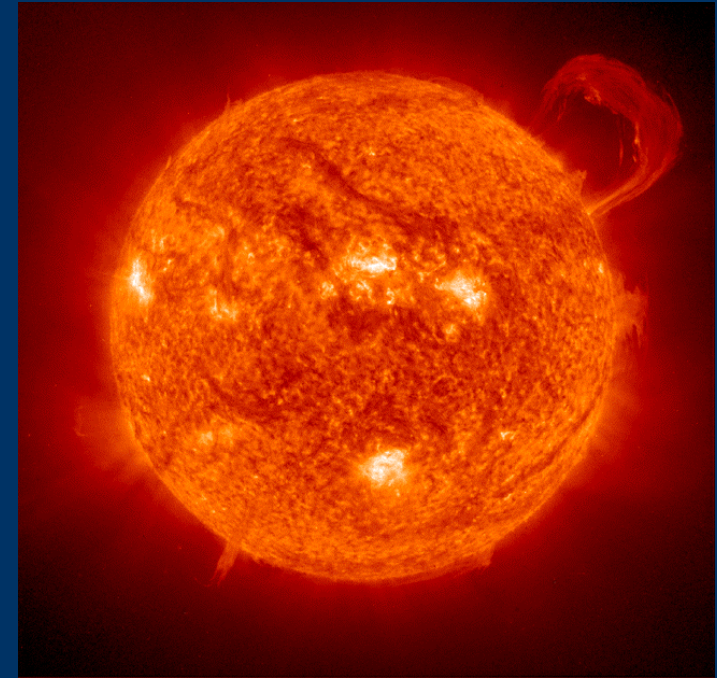
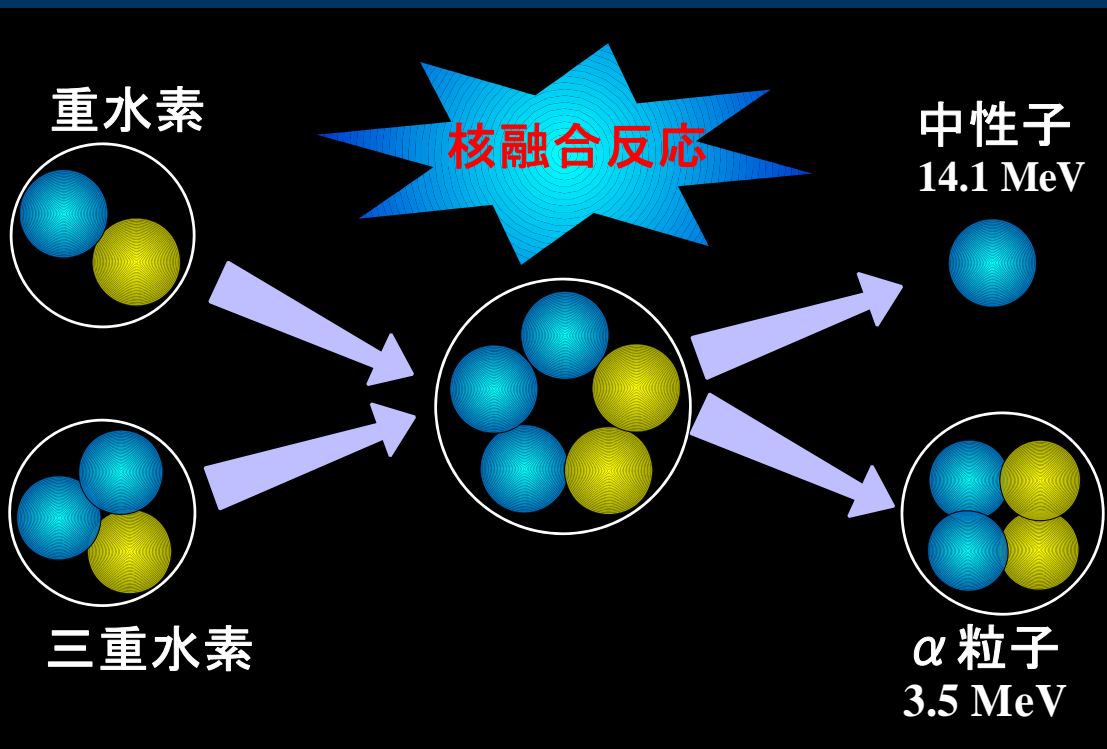
地磁気は、私たちが太陽風(プラズマ流)から守ってくれている。



出典: 宇宙科学研究所HP

地球をエネルギー危機から救う 究極のエネルギー源：核融合

核融合反応とは？



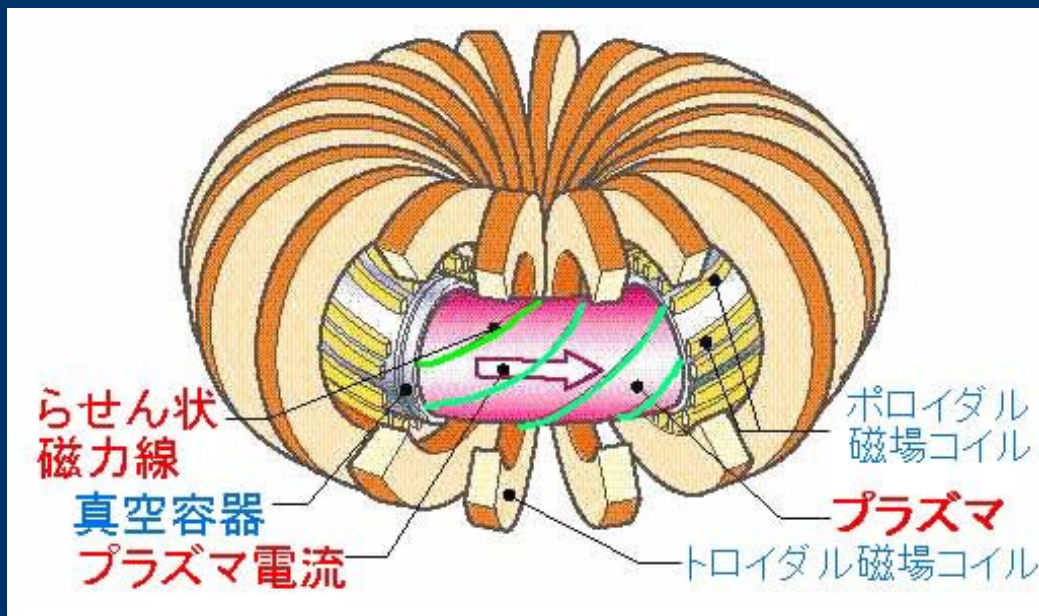
太陽中心では、4個の水素原子核が融合し、ヘリウム原子核が合成される。このとき、反応前後で減少した質量が膨大なエネルギーに転化される。
($E=mc^2$)

1億度のプラズマを目指して ～プラズマとの戦いの足跡(1950-60年代)～

1968年, 世界に衝撃が走る!

ソ連の研究チームが, プラズマ自身に電流を流し捻れた磁力線を作るトカマク方式により, プラズマの閉じ込めに成功. プラズマ温度は1000万度!

トカマク(tokamak)が
核融合研究の主役に!



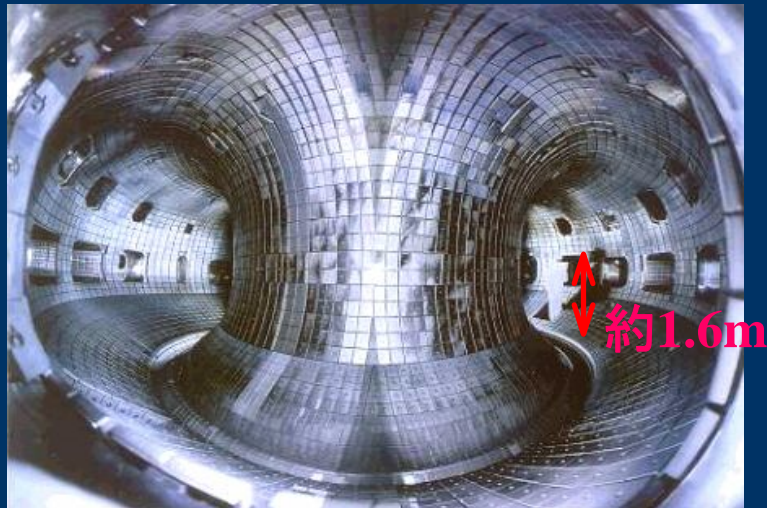
より多くのプラズマ(高密度: n)をより高いエネルギー(高温)で衝突させ, しかもそれが持続する(閉じ込め時間: τ_E)ようにしなければならない.

目指すは
ローソン(Lawson)条件

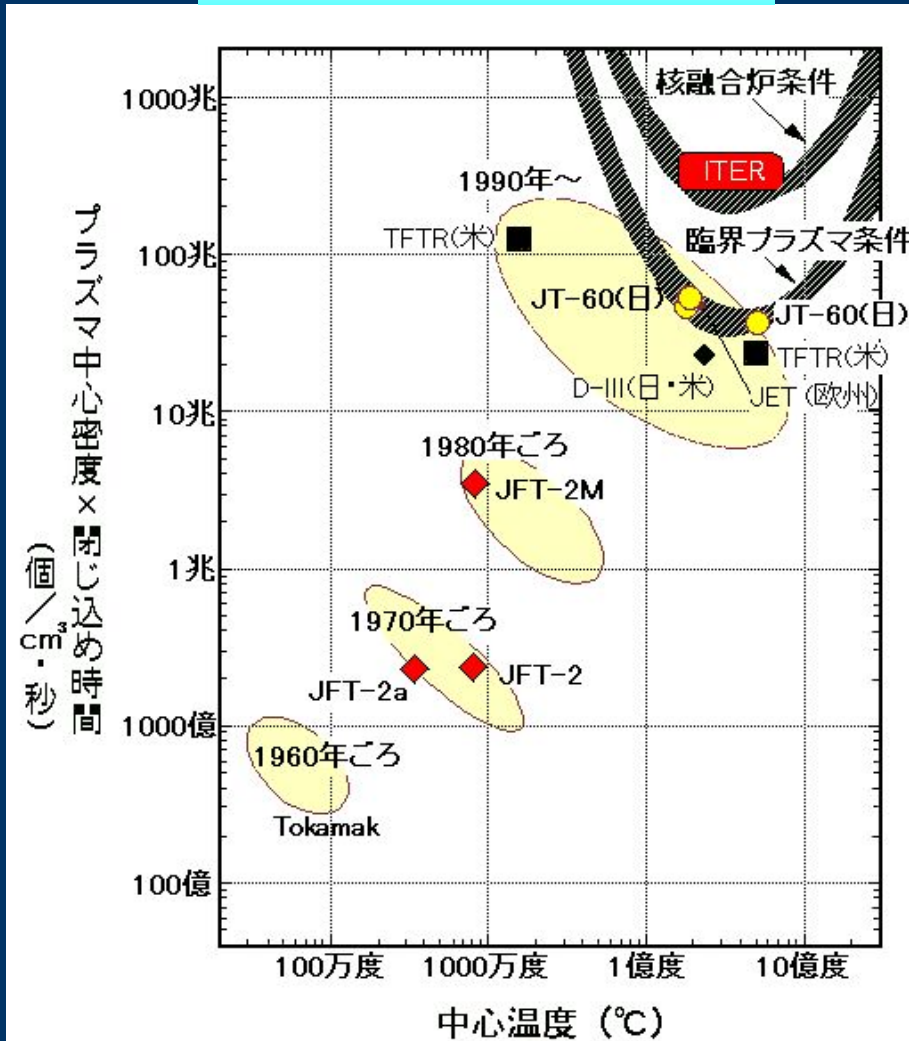
$$n \tau_E \geq 10^{20} \text{ s / m}^3$$

世界の核融合研究をリードする日本

トカマクのトップランナー: JT-60U
(日本原子力研究所)



トカマク研究の進展



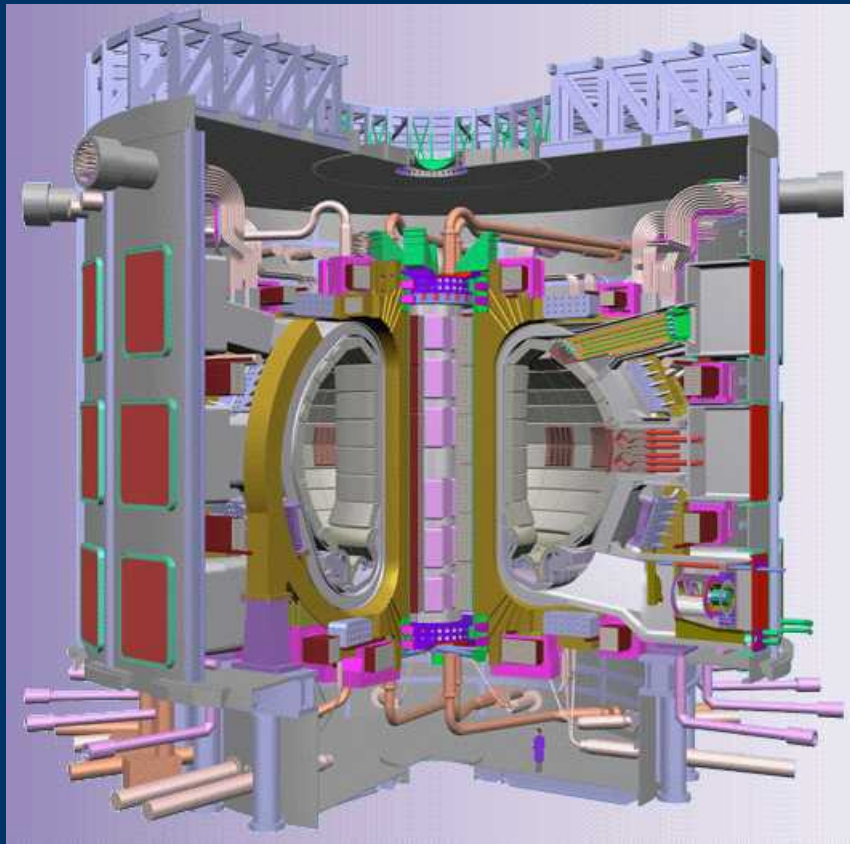
出典: 原研那珂研究所HP

国際熱核融合実験装置(ITER)

～発電実証にむけての大きな一歩～

ITERのねらい：実際の燃料(重水素, 三重水素)を用いて核融合反応を長時間持続し, 投入エネルギーの10倍以上のエネルギー(核融合出力)を発生させる。

日本, 欧州, ロシア, 米国, 中国, 韓国が参加



0 10 20 30(m)



建設地は六ヶ所村(上)か? カダラッシュ(仏)か?

世界のITERサイト候補地



バンデヨス・サイト
バルセロナ市
(人口170万人)
から約120km



2002年6月サイト提案
ダラッシュ・サイ
エクサンプロバンス市
(人口15万人)
から約40km



**2005年6月
カダラッシュ(フランス)
に決定!**



2001年6月サイト提案
...サイト
...市
(人口150万人)
約60km



化学推進とプラズマ推進

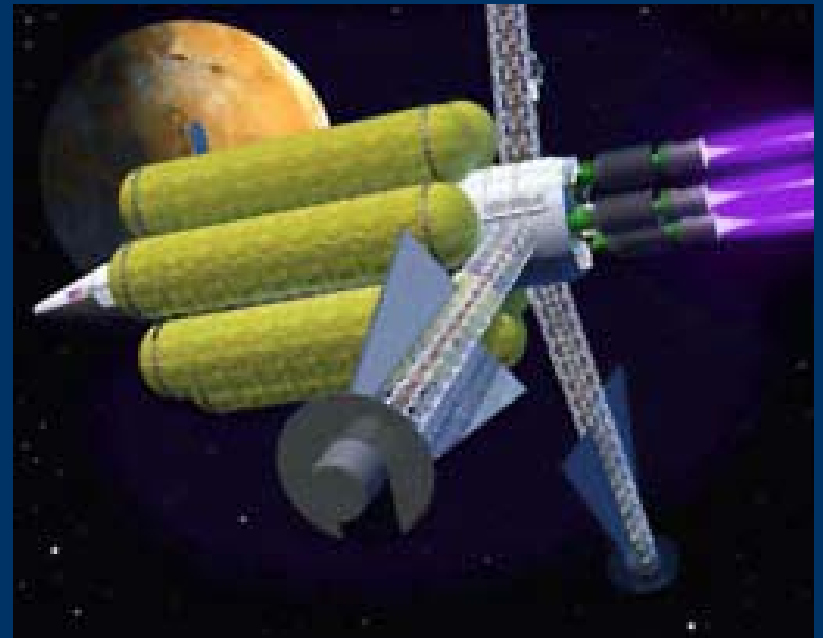
化学推進

燃焼(化学反応)によって得られる高温ガスをノズルを使って加速し、後方に噴出。推進機本体はその反作用で推力を得る。



電気推進(プラズマ推進)

太陽光エネルギーや原子力エネルギーを1度電気エネルギーに変換。放電により燃料をプラズマ化し、空力的、電磁的に加速させ噴出。



星の砂を求めて～電気推進による世界初の惑星間航行～

小惑星探査:MUSES-C計画

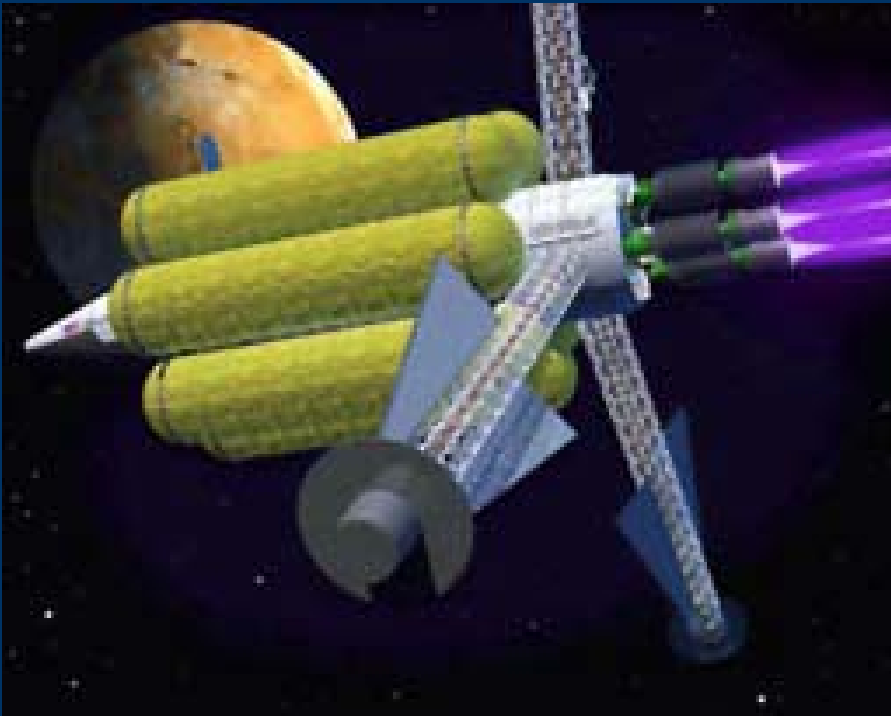
イオンエンジンを搭載した探査機を使って
小惑星のサンプルを地球へ持ち帰ろう！！



マイクロ波イオンエンジン

さらに将来のプラズマ・核融合応用工学 ～有人火星探査, 深宇宙探査への挑戦～

VASIMR計画(NASA)



そして, 核融合プラズマ推進機で
深宇宙探査へ・・・



環境・医療へ
～次々に広がるプラズマ応用分野～

有害な環境悪化
ガスの分解
NO_x, SO_x VOC
微粒子

滅菌処理

*Non-Thermal
Plasma*

人体適合性素材開発

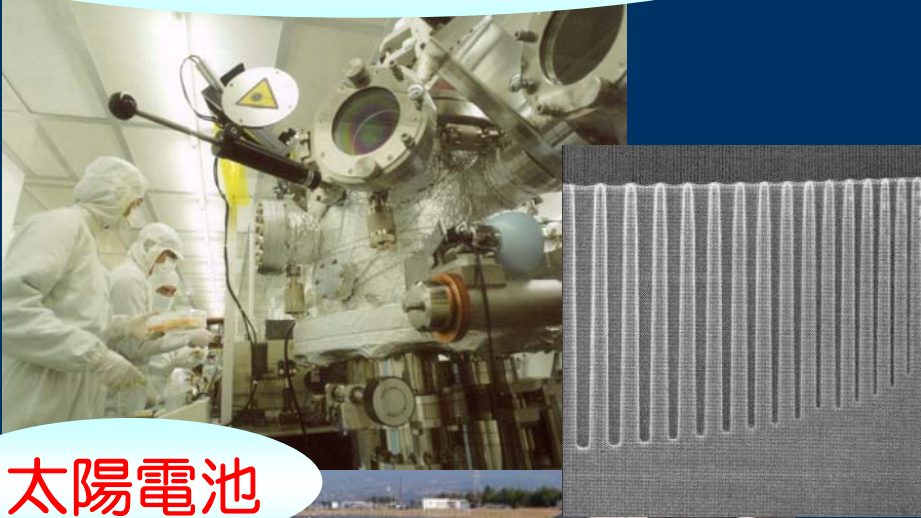
人工血管などの
表面処理（抗血栓性）

空気・水の浄化

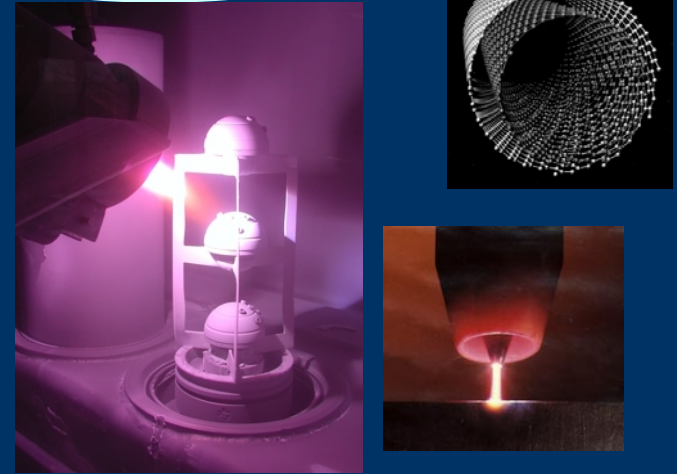
プラズマメス

プラズマによる材料プロセスと新材料開発

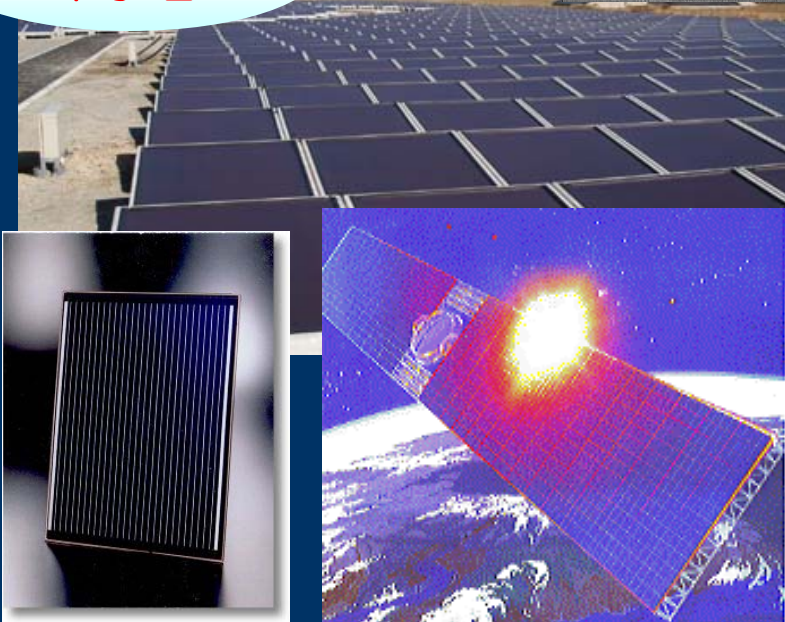
先端半導体製造 (ULSI)



新素材開発



太陽電池

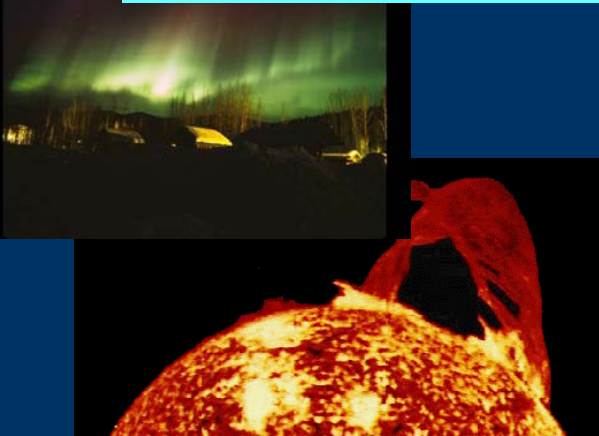


プラズマディスプレイ (PDP)



21世紀を拓くプラズマ科学

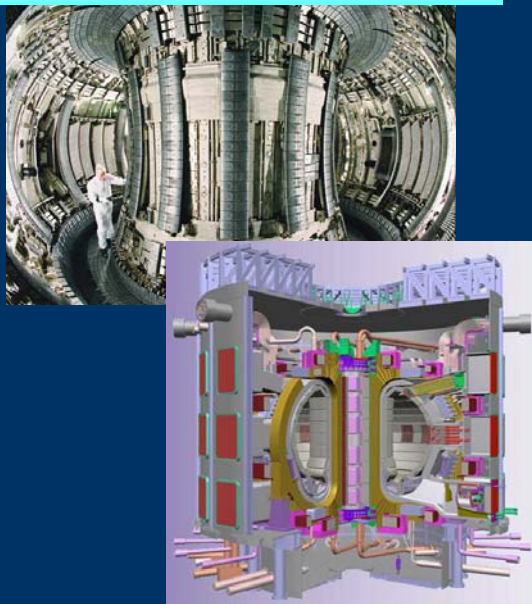
宇宙プラズマ



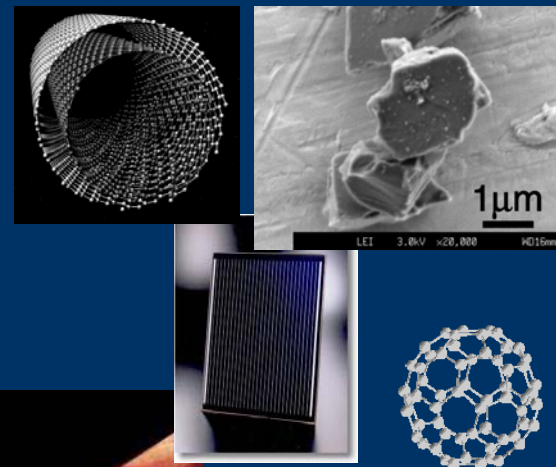
宇宙推進機



核融合プラズマ



新材料開発



環境改善



おわりに

21世紀の多彩なプラズマ応用工学に
挑戦する皆さんの熱意を杜の都仙台
から発信しよう！



END