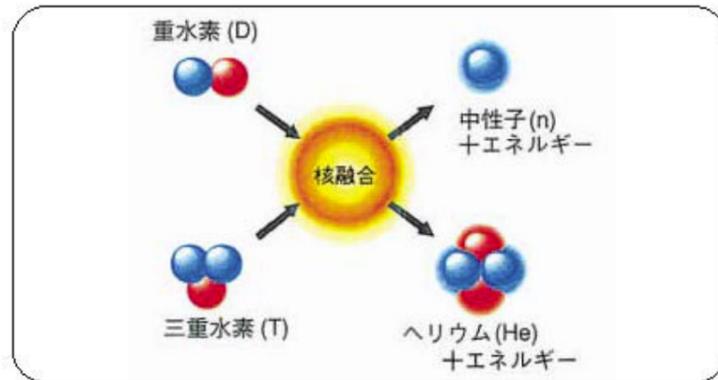


【核融合とは？】

核融合とは、原子核同士が合体する反応。
この際、非常に大きなエネルギーが発生する。

最も核融合反応を起こしやすいのは、
水素の一種である重水素(D)と三重水素(T)の反応。

重水素と三重水素が合体し、
高いエネルギーを持ったヘリウムと中性子が生まれる。



燃料(重水素と三重水素) 1グラムから出てくる核融合エネルギーは、
石油8トンの燃焼エネルギーに匹敵する。
(核分裂の場合、ウラン燃料1gは、石油 1.8 トンに相当。)

核融合反応を起こすためには、燃料(重水素と三重水素)を加熱し、
一億度以上の高温にすることが必要。

原子核同士を早いスピードで衝突させるため。

重水素と三重水素の原子核は、
両方ともプラスの電気を帯びている
ため、スピードが遅いと静電気の
反発力でそれてしまう。

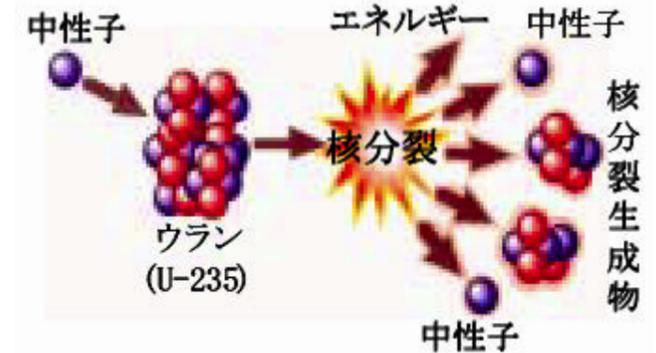


反発力に打ち勝って衝突するためには、
スピードを速くしなければならない。



【核分裂と核融合の違い】

核分裂とは、ウランなどの
重い原子核が分裂し、
核分裂生成物と中性子に
なる反応。



核融合の場合

高い放射能レベルを
有する使用済燃料(核分裂生成物)
が発生しない。

加熱し過ぎたり、燃料を入れすぎたりすると、反応は
自然に停止するため、暴走しない。

核分裂の場合

110万kW級軽水炉の
燃料の再処理に伴い、
年間約30本のガラス固化体
が発生

【なぜ核融合か】

核融合エネルギーには、つぎのような利点がある。

1) 燃料資源はほぼ無尽蔵

燃料資源は、海水中に豊富に存在する。

リチウム(三重水素の原料) : 海水中資源量 2330 億トン、濃度 170ppb

(ウラン : 海水中資源量 46 億トン、濃度 3.3ppb)

2) 高い安全性

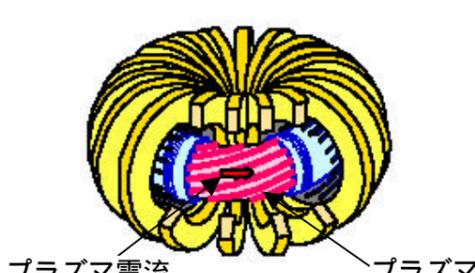
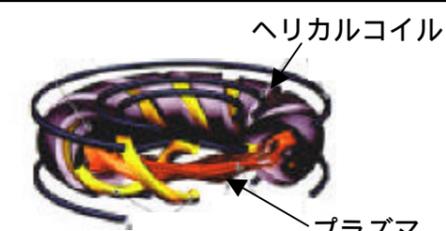
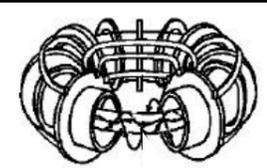
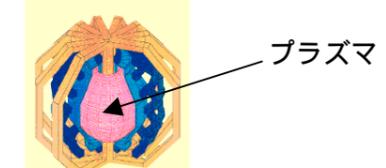
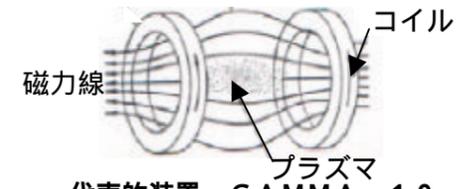
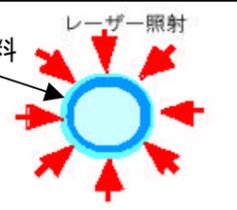
原理的に暴走しない。

3) 二酸化炭素が発生しない。

4) 大規模電力供給が可能。

5) 高レベル放射性廃棄物が生じない。

核融合研究における各種方式の比較

方式	代表的な装置	仕組み	特徴	現状	主な現役装置
磁場閉じ込め	トカマク  プラズマ電流 プラズマ 代表的装置 JT-60U (日本原子力研究所)	<ul style="list-style-type: none"> ・ドーナツ状の容器の中で、プラズマに電流を流す ・電流がつくる磁場とコイルがつくる磁場とを組み合わせ、らせん状の磁力線(磁力線のカゴ)を作り、高温の粒子を閉じ込める ・トカマク(TOKAMAK)という名称は、装置の特徴を表す4つのロシア語からなる造語 (TOK:電流、KAMERA:容器、MAGNITNUE:磁気の、KATUSHKI:コイル) 	(長所) ・閉じ込め性能が最も大 ・プラズマの電流分布の制御により、閉じ込め性能が大きく改善 ・装置の構造が単純 (短所) ・プラズマ電流の消滅現象が発生 ・定常運転のために外部から電流を流す必要がある	<ul style="list-style-type: none"> ・臨界プラズマ条件(入力パワーと出力パワーが等しい状態)を達成 ・電流の消滅現象の回避方法をほぼ確立 ・定常運転の方法は解明済み ・プラズマの温度、密度、閉じ込め時間などに関し、磁場閉じ込め装置の中で最高性能を達成 	<ul style="list-style-type: none"> ・JT-60(日、原研) 建設費:2300億円 ・JET(EU、カラム研-EFDA) 建設費:£500million ・T-15(露、クルチャトフ研) ・DIII-D(米、GA社)
	ヘリカル  ヘリカルコイル プラズマ 代表的装置 LHD (核融合科学研究所)	<ul style="list-style-type: none"> ・プラズマに電流を流さない ・らせん状のヘリカルコイルが作る磁場によって、磁力線のカゴを作り、高温の粒子を閉じ込める 	(長所) ・プラズマ電流の消滅現象は発生しない ・定常運転が容易 (短所) ・装置構造が複雑で、炉内構造物の遠隔保守が困難 ・高速のヘリウム原子核の閉じ込めが特に不十分	<ul style="list-style-type: none"> ・定常運転が原理的に可能であることを超伝導コイルの装置で実証 ・閉じ込め性能をさらに改善することが必要 ・今後、臨界プラズマ条件を実現することが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・LHD(日、核科研) 建設費:500億円 ・WVII-AS(独、マックスプランク研) ・L-2(露、レベデフ研) ・IMS(米、ウィスコンシン大) ・独国が世界最大の装置(WVII-X)を建設中
	逆転磁場ピンチ  代表的装置 TPE-RX (産業技術総合研究所)	<ul style="list-style-type: none"> ・トカマクと同様な方式だが、中心部と周辺部で磁場の向きを逆転させる 	(長所) 大きな電流を流し、加熱することができる (短所) 閉じ込め性能が不十分	<ul style="list-style-type: none"> ・閉じ込め性能を大きく改善することが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・TPE-RX(日、産総研) ・RFX(伊、パトバ大) ・MST(米、ウィスコンシン大) 建設費:\$3.6million
	球状トカマク  プラズマ 代表的装置 START (カラム研究所)	<ul style="list-style-type: none"> ・トカマクのドーナツ形状に対し、ドーナツの外径と内径の比率を変え、球に近い形状としたもの 	(長所) 小型の核融合炉を開発できる可能性がある (短所) コイル部の中性子遮蔽が難しく超伝導コイル使用不可	<ul style="list-style-type: none"> ・小型装置を用いた原理探求段階 	<ul style="list-style-type: none"> ・TST-2(日、東京大) ・MAST(英、カラム研) ・GLOBUS-M(露、ヨッフエ研) ・NSTX(米、プリンストン大)
	ミラー  磁力線 コイル プラズマ 代表的装置 GAMMA-10 (筑波大)	<ul style="list-style-type: none"> ・円筒状の容器の中で、コイルにより直線状の磁場をつくる ・両端で高温の粒子を反射させて閉じ込める 	(長所) 定常運転が容易 (短所) 装置の両端からの損失が大きく、閉じ込め性能が不十分	<ul style="list-style-type: none"> ・閉じ込め性能を大きく改善することが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・GAMMA-10(日、筑波大) ・AMBAL-M(バドカー研)
慣性閉じ込め レーザー  レーザー照射 球状の燃料 代表的装置 激光XII号 (大阪大)	<ul style="list-style-type: none"> ・小さな球状の燃料粒子に対し、四方八方からレーザー光を当て、急激に加熱する 	(長所) 閉じ込め磁場が不要 (短所) 工学的課題が多い	<ul style="list-style-type: none"> ・レーザーで効率の良い加熱を実証 ・今後、臨界条件を実現することが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・激光VII号(日、大阪大) ・フェーバス(仏、リメイユ・バレントン研) ・MISHEN(露、トロイツク研) ・オメガアップグレード(米、ロチェスター研) 建設費:\$61million ・米及び仏国が世界最大の装置(NIF/LMJ)を建設中 	

国際熱核融合実験炉（ITER）計画について

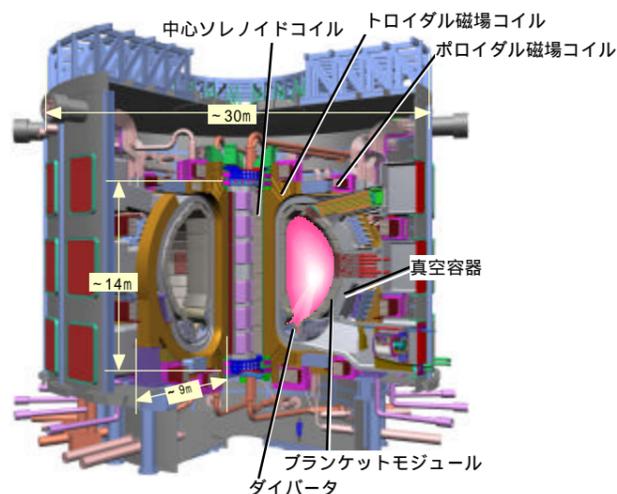
1. 概要

核融合発電は、将来のエネルギー源の一つの有望な選択肢。
ITERにより、核融合発電の科学的及び技術的実現可能性を実証。
日本、EU、ロシアの3極による国際共同プロジェクト。
当初メンバーであった米国の早期復帰がのぞまれる。

2. 経緯・計画

- 1985年 米ソ首脳会談が発端。
- 1988年～2001年7月 設計活動を実施。
- 1999年7月 米国は、当初の設計では1兆円と多額の経費を要することなどから、議会の反対により撤退。
- 2001年11月 ITER計画政府間協議開始
- 2003年 建設（10年）開始、その後運転（20年）（予定）。

ITER 本体概念図



主要諸元

核融合出力	: 50万 kw	1
プラズマ主半径	: 6.2 m	
プラズマ副半径	: 2.0 m	
プラズマ電流	: 1500万 A	2

1 : 70万 kw まで運転可能
2 : 1700万 A まで運転可能

本体建設費の見積り：約5000億円。
（当初計画1兆円を設計変更により半減）
（この他に、運営費、サイト整備費が必要）
ITER 事業体：国際機関（もしくはホスト国の国内機関）として設立。

3. ITERを巡る状況

原子力委員会は、ITER計画懇談会の、「我が国がITER計画に主体的に参加するだけでなく、設置国となることの意義が大きいと結論した。」との報告を受け、6月5日、ITERの我が国への誘致を念頭において、当面、サイト選定調査と他極との協議が必要と決定。

総合科学技術会議において、6月28日より、ITER計画への参加しないし誘致について検討を開始。

尾身大臣が米国出張時（9月5日）及びIAEA総会出張時（9月17日）に、米国に対してITER計画への復帰の呼びかけを行った。

国に対して誘致要望を表明している自治体
青森県（六ヶ所村）、茨城県（那珂町）、北海道（苫小牧市）

海外の状況

- ・カナダは、6月7日、クラリントン(トロントの東約60km)へのITER誘致を表明。
- ・フランスは、カダラッシュ(マルセイユの北約70km)への誘致を検討中。
- ・米国は、1999年7月、建設コストの高さ等からITER計画から撤退。
- ・米国は、5月17日発表した国家エネルギー政策において、「水素と核融合は、エネルギー源として実用化するまでに顕著な進展が必要である。しかし、最近10年あまりにわたり技術的な進歩が得られており、更なる進展は遠い将来のエネルギーを一変させるものと期待される」としている。