



# 核融合研究開発について

---

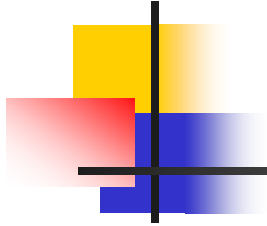
平成17年3月4日



# 目次

---

- 核融合研究開発の意義について … 1
- 核融合研究開発の進捗状況 …… 5
- 我が国の状況 …… 12
  - (1) 政策 …… 13
  - (2) 研究開発の状況 …… 17
- ITER計画の状況について …… 20
- 参考資料



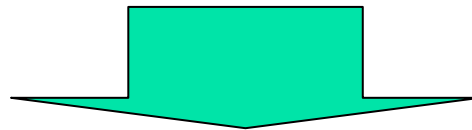
# 1 核融合研究開発の意義について

# 核融合研究開発の意義について(1/3)

## [将来のエネルギーの需給について] 参考資料1、2

- 化石燃料の消費に伴う地球の温暖化現象は深刻な問題として認識されている。
- 今後、経済発展とエネルギーの安定供給、地球環境保全の要求を同時に満たすために、相対的に資源的な制約が少なく、経済性、環境保全性や供給安定性に優れ、供給容量も十分なエネルギー源の開発と普及が求められる。
- 長期的なエネルギー需給の見通しは、技術、政策、社会構造、ライフスタイル等の選択に依存して変化する。

〔「ITER計画懇談会報告書～国際熱核融合実験炉(ITER)計画の進め方～」(平成13年5月)より〕



これらの点を踏まえ、各種代替エネルギーの研究開発を広範に進め、将来の状況に応じて、エネルギー源の最適な組み合わせをしていくということが重要と考えられる。

# 核融合研究開発の意義について(2/3)

## [核融合エネルギーの特徴]

### 豊富な資源

- ▶燃料となる重水素は海中に豊富に存在し、三重水素(トリチウム)は埋蔵量の多いリチウムより生成可能であり、地域的な偏在がない豊富な資源。  
(重水素は、水30リットル中におよそ1gの割合で含まれる)
- ▶少量の燃料から膨大なエネルギー。  
(重水素-トリチウム燃料1gは、およそ石油8t分に相当)

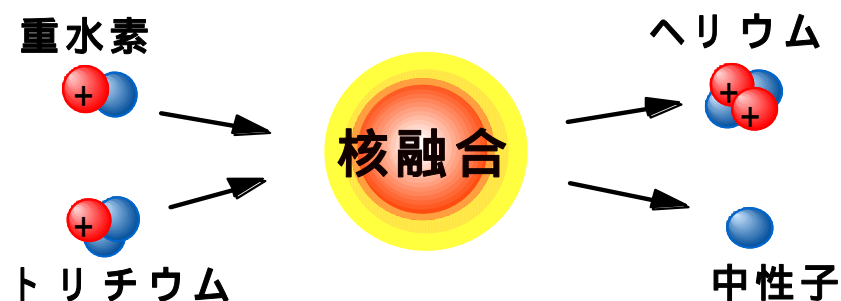
### 固有の安全性

核的暴走がなく、核分裂と比べ安全対策が比較的容易。

### 高い環境保全性

- ▶地球温暖化の原因となる二酸化炭素の発生が少ない。
- ▶低レベル放射性廃棄物は発生するが、従来技術で処理処分が可能。

### 核融合エネルギーの原理と発生エネルギー

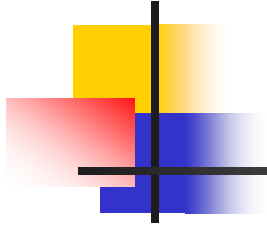




# 核融合研究開発の意義について(3/3)

## [核融合研究開発の意義] 参考資料3～5

- 核融合エネルギーは、豊富な資源量と供給の安定性、固有の安全性、高い環境保全性等の特徴を持ち、将来のエネルギー源の一つの選択肢。
- 資源小国の我が国としては、将来のエネルギー需給状況や核融合エネルギーの持つ大きな可能性を考慮し、長期的な観点から核融合の研究開発を着実に推進していくことが重要。
- 諸外国においても、核融合エネルギーを将来のエネルギー源として重視し、研究開発を推進するとともに、ITER計画に参加。  
(ITER計画参加極：日本、米国、欧州、ロシア、中国、韓国)



## 2 核融合研究開発の進捗状況



# 核融合研究開発の進捗状況(1 / 6)

## [核融合研究開発の現状]

- 日本、欧州、米国を中心に着実に研究開発を実施。
- また、核融合研究開発においては、研究の進展に伴い実験装置や研究開発の規模は必然的に大きなものになることから、効率的に研究開発を進めるため、多国間・二国間協力による国際共同研究を積極的に実施。
- トカマク実験装置<sup>1</sup>においては、核融合エネルギー実現のための一里塚とされていた臨界プラズマ条件<sup>2</sup>をすでに達成。
- 次の段階として燃焼プラズマの実現や炉工学技術の総合試験を目的とした実験炉(ITER)の実施に向けて、関係国と協議を実施。

1 参考資料12参照

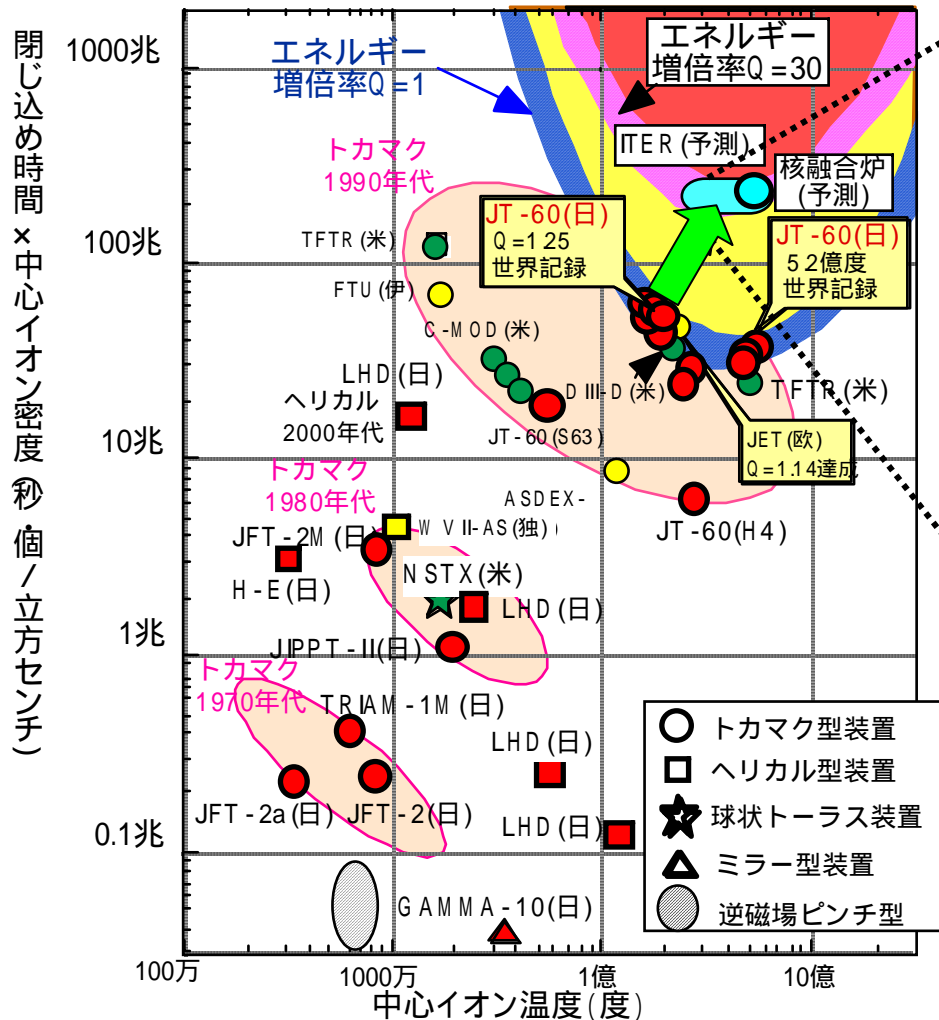
2 参考資料7参照



# 核融合研究開発の進捗状況(2 / 6)

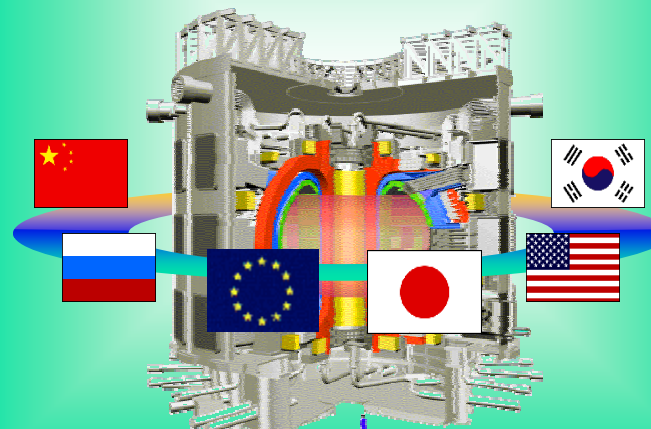
核融合エネルギーの実現(右上方向)に向け着実に研究開発が進展  
 更なる進展を図るため、国際協力によりITER計画を推進

(磁場閉じ込め方式)



## 国際熱核融合実験炉ITER

核融合エネルギーの  
科学的及び技術的可能性の実証



### 経緯

- ・ 1988年2月 ~ 2001年12月：設計活動を実施
- ・ 2001年11月 政府間協議開始 (実施中)

### 現状

- ・ 協議内容  
共同実施協定の策定  
建設サイトの合意  
費用分担の合意、等



## 核融合研究開発の進捗状況(3 / 6)

### [材料開発について]

- 核融合の実用化に向けた課題の中で、炉材料の研究開発が重要な課題の一つ
- ITERの炉材料はすでに開発されている
- 実証炉段階の炉材料についても候補材は開発されているが、今後さらなる試験が必要

### 【材料開発の進め方】

構造材料としては、低放射化フェライト鋼等の有力な候補材料が存在し、中性子照射損傷に対する材料組成の最適化研究を着実に進めると共に、原子炉等を用いた照射データの蓄積を着実に進める

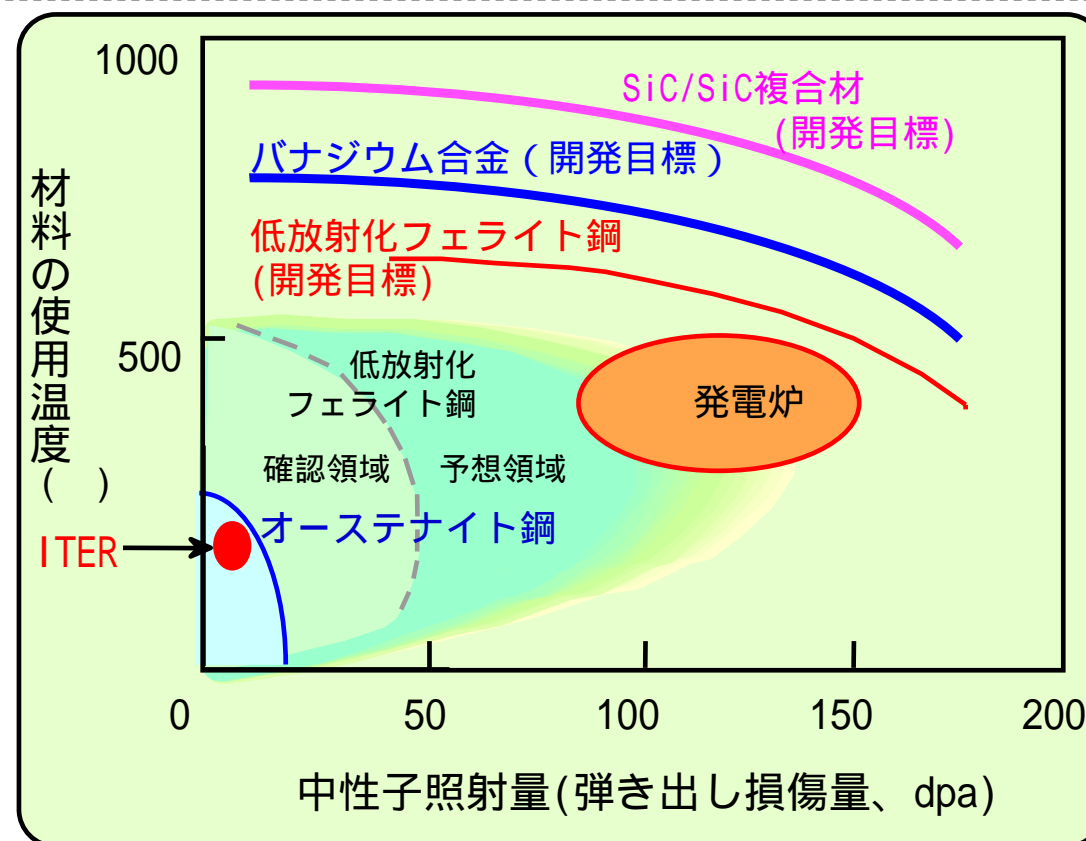
核融合条件を模擬しうる中性子照射施設として、IEAの国際協力の下、IFMIF計画を実施中

# 核融合研究開発の進捗状況(4 / 6)

## (参考) 候補材料について

### 〈候補材料〉

- (1) 低放射化フェライト鋼  
(原型炉候補材料)
  - ・ ~ 500 使用可能
  - ・ 素材開発をほぼ終了
  - ・ 重照射試験、総合性能試験
- (2) バナジウム合金 (先進材料)
  - ・ ~ 700 使用可能
  - ・ 基礎研究段階
  - ・ 液体金属冷却に適する
- (3) SiC/SiC複合材等 (先進材料)
  - ・ ~ 1000 の先進材料
  - ・ 極めて低放射化



# 核融合研究開発の進捗状況(5 / 6)

## [ファースト・トラック(Fast Track)について]

日米欧の専門家の中には、ITERと同時に核融合炉の材料研究等を進めることにより、最速で30年程度で核融合による発電を実現するとの見方(ファースト・トラック)もある。

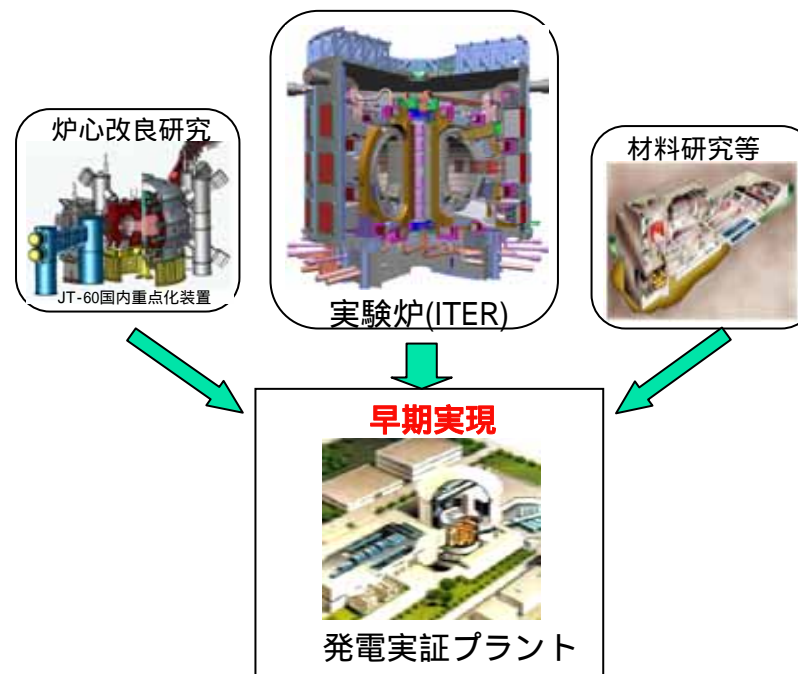
### ファースト・トラック:核融合発電を早期実現するための開発戦略

#### 例:日本における考え方

##### 【ITERと並行して行うべき課題】

発電炉の中性子照射を模擬した材料照射施設や高寿命材料、発電ブランケット等の工学技術開発コンパクトで出力の高い炉心プラズマを長時間生成・制御する技術の開発

これにより、高い経済性と信頼性を備えた発電プラントの早期実現を目指す。





# 核融合研究開発の進捗状況(6 / 6)

## [核融合研究の多様性の確保] 参考資料12

ヘリカルやレーザー等のトカマク以外の方式やプラズマ物理等の基礎研究についても、核融合の可能性を高める観点や幅広い分野における新たな科学的知見の獲得といった観点等から着実に進められている。

トカマク方式以外の閉じ込め方式の研究

ヘリカル方式等の磁場閉じ込め方式の研究開発

- ・今後の研究開発の成果によってはトカマク型を上回る閉じ込めを実現する可能性
- ・トカマク型装置による研究開発への貢献が期待

慣性閉じ込め方式(レーザー方式)の研究開発

- ・磁場閉じ込め方式とは全く異なった核融合炉への展望を開く可能性

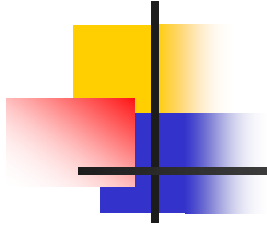
他の学術分野への応用

核融合プラズマ      非線形物理学の発展

磁場とプラズマの相互作用      宇宙プラズマの挙動の理解

高出力レーザー      高エネルギー密度状態の科学研究

産業分野への波及効果(参考資料6参照)



### 3 わが国の状況について

(1) 政策

(2) 研究開発の状況

# 我が国の状況 (1) 政策 (1/4)

## [段階的研究開発の実施] 参考資料7、8

我が国の核融合研究は、原子力委員会の定める長期計画、第三段階核融合研究開発基本計画等に従い、段階的に目標を定め着実に実施。

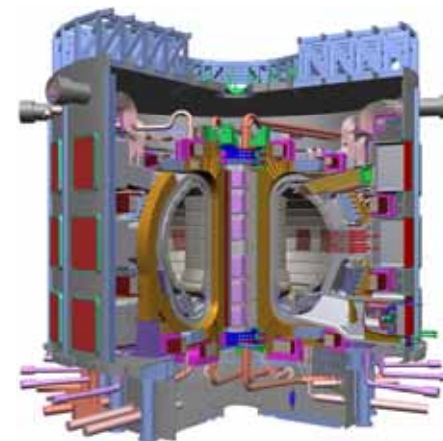
### 第三段階における主な研究開発目標

- ・自己点火条件の達成
- ・長時間燃焼の実現
- ・原型炉の開発に必要な炉工学技術の基礎の形成



### 研究開発の中核装置としてトカマク型の実験炉を開発

実験炉と並行して、トカマク型装置による補完的・先進的研究、トカマク型以外の装置による研究開発を推進





# 我が国の状況 (1) 政策 (2/4)

## [ITER計画に関する検討経緯]

ITER計画については原子力委員会、原子力委員会ITER計画懇談会、総合科学技術会議の議論を経て、平成14年5月に閣議了解。

**原子力委員会核融合会議**(1988/1 ~ 2001/3)

科学者による科学技術的な助言

**原子力委員会ITER計画懇談会**(1996/12 ~ 2001/5)

有識者による幅広い観点からの提言

**総合科学技術会議**(2001/6 ~ 2002/5)

我が国の科学技術の推進という全体的な視野の中で、プライオリティを判断

**閣議了解**(2002/5)

科学技術に限らない我が国の活動全体という広い視野における判断





# 我が国の状況 (1)政策(3/4)

## (参考)閣議了解のポイント

### 1 . ITER計画について

- ・ ITER計画を政府全体で推進することが適当。
- ・ 国内誘致を視野に、青森県六ヶ所村を候補として、ITER政府間協議に臨むことが適当。
- ・ 参加極の経費分担については、経済規模を反映したものとすべき。
- ・ 参加極間で費用負担と得られる成果のバランスが取れるような枠組みの形成に努める。

### 2 . 留意点

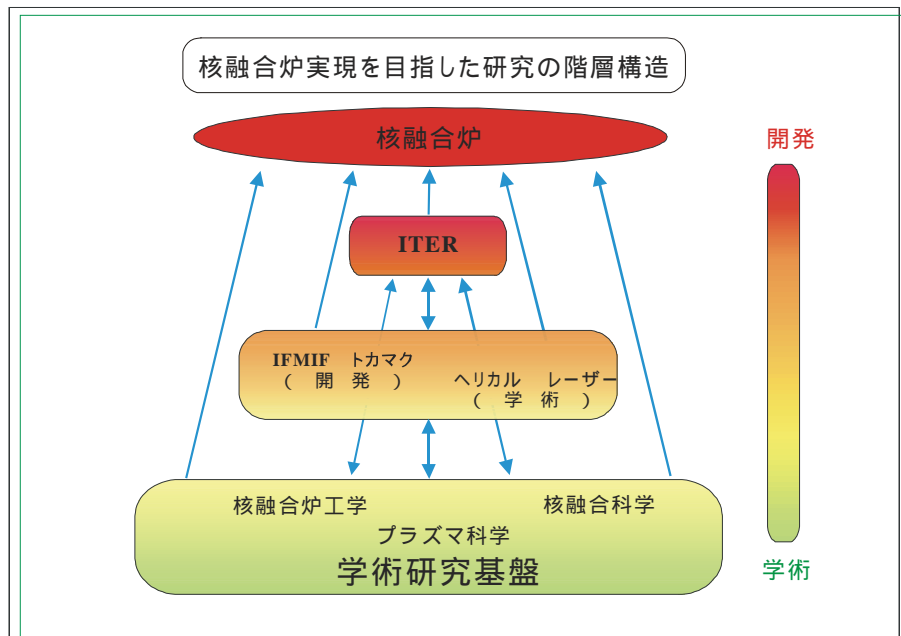
- ・ 所要経費については、他の科学技術上の重要政策に影響を及ぼすことがないよう、既存の施策の重点化、効率化を図り、原子力分野の予算の範囲内で確保すること。
- ・ 国内の核融合研究については、重点化、効率化を図りつつ、ITER計画と有機的に連携する体制を構築すること。
- ・ 核融合研究開発を支える人材の育成、各種プラズマ閉じ込め方式の研究や、中性子による放射化の少ない材料等の開発等に配慮すること。

# 我が国の状況 (1)政策(4/4)

## [今後の核融合研究の在り方] 参考資料9～11

今後の我が国の核融合研究の在り方について、文部科学省科学技術・学術審議会に核融合研究WGを設置し、今後10～20年先を見据えて、学術的評価に基づく核融合研究の在り方の方向性について平成15年1月に報告書を取りまとめた。

### グランドデザイン



## 【報告書のポイント】

### 核融合研究計画の重点化

トカマク (JT-60)  
ヘリカル (LHD)  
レーザー (GEKKO- )  
炉工学

### 共同利用・共同研究の強化

### 重点化後の人材育成の在り方

## 我が国の状況(2) 研究開発の状況(1/3)

### [世界最先端の研究水準] 参考資料12~14

前出の政策に基づき、日本原子力研究所、核融合科学研究所、大学等の連携・協力により研究開発を実施。特に、トカマク、ヘリカル、レーザーについては世界でも有数の装置を有し、世界をリードする成果を輩出。

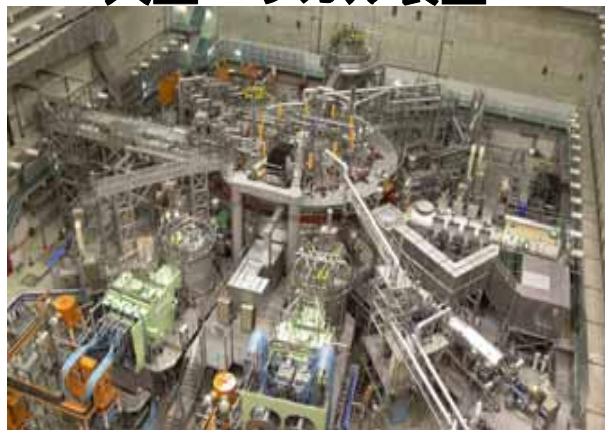
また、IAEA核融合エネルギー会議(核融合・プラズマ物理研究で最も権威のある学会)においても、日本の論文数は欧州・米国と並んで全体の約1/4を占める。

臨界プラズマ試験装置



JT - 60 (日本原子力研究所)

大型ヘリカル装置



LHD (核融合科学研究所)

レーザー核融合実験装置



GEKKO - (大阪大学)



## 我が国の状況(2) 研究開発の状況(2/3)

---

### [ITER計画への貢献]

1992年から2001年の間、ITERの工学設計活動に参加し、7大工学研究開発で主要な役割を果たしたほか、JT-60の成果を活用しITERの設計変更に必要な役割を果たした。

#### 7大工学研究開発

ITERを建設する上で特に技術的課題が大きいとされた工学技術の研究開発

#### ITERの設計変更

JT-60の成果に基づき、コンパクトなITERの設計概念を提案

当初設計における建設費約1兆円 設計変更後の建設費約5000億円

# 我が国の状況(2) 研究開発の状況(3/3)

## (参考) 7大工学研究開発

我が国は主要な研究開発課題に大きく関与

中心ソレノイドモデルコイル



外径 3.6m  
高さ 2.8m  
Bmax=13 T  
 $\dot{B} = 0.6T / \text{sec}$

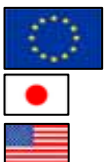
真空容器セクター



二重壁  
高さ15m  
精度 ±5mm

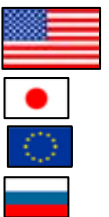


ダイバータ遠隔操作

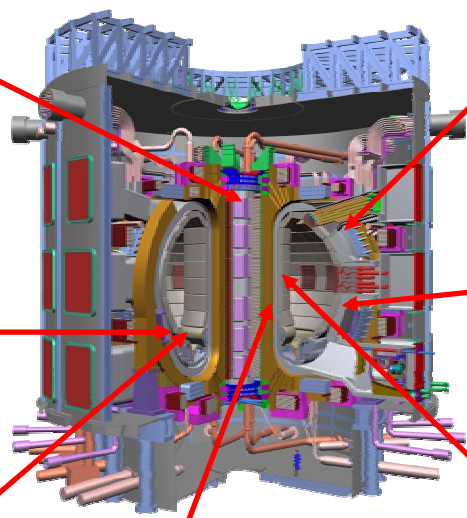


25トンのダイバータの取付け、  
取外し、精度±2 mm

ダイバータカセット



熱負荷 20 MW/m<sup>2</sup>



トロイダルモデルコイル



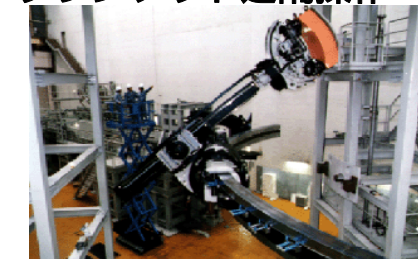
高さ 4 m  
幅 3 m  
Bmax=7.8 T

ブランケットモジュール

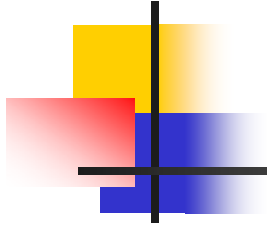


HIP接合技術  
1.6 m x 0.93 m x 0.35 m

ブランケット遠隔操作



4トンのブランケットの取付け、  
取外し、精度±0.25 mm



## 4 ITER計画の状況について

# ITER計画の状況について(1 / 5)

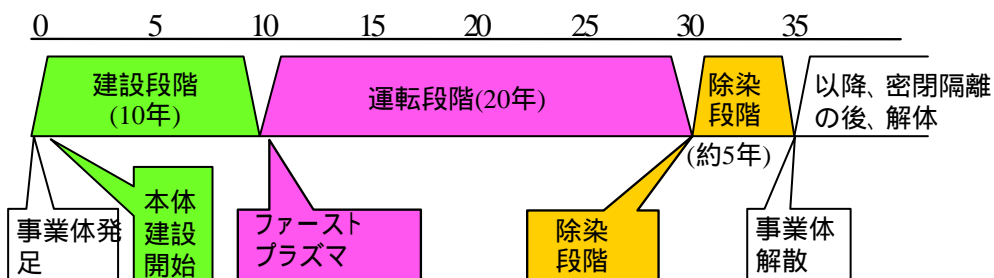
## [ITER計画の概要]

### 概要

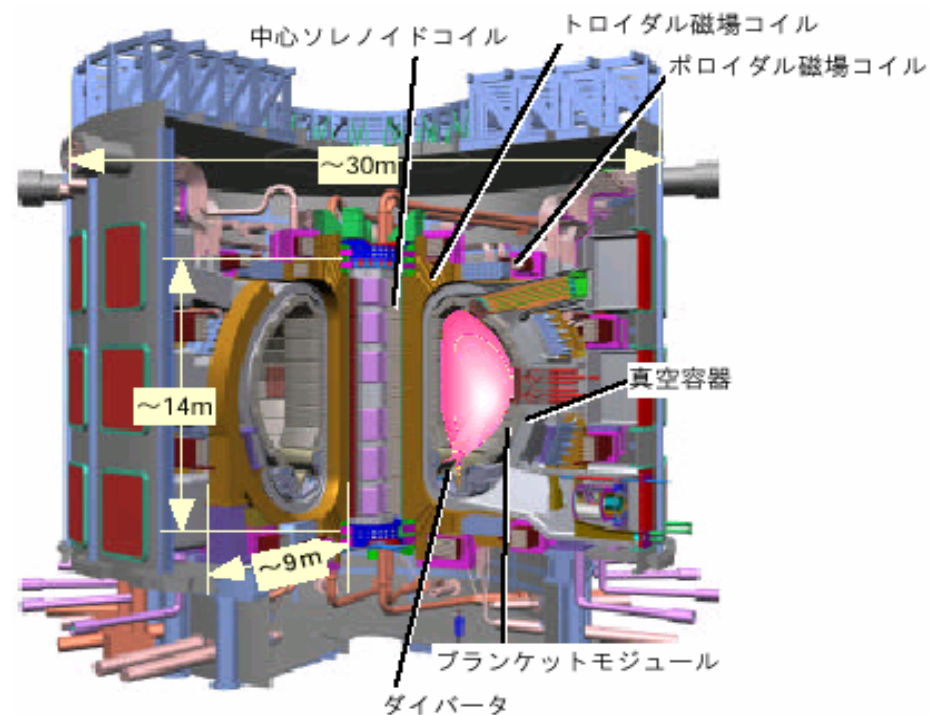
核融合エネルギーは、将来のエネルギー源の一つの選択肢。  
実験炉として、燃焼プラズマの達成、長時間燃焼の実現等の工学的実証を行う。

### 経緯・計画

- 1985年11月の米ソ首脳会談が発端
- 1988年～2001年7月 設計活動を実施
- 2001年11月 政府間協議開始(実施中)
- 2005年 建設開始(10年間)(予定)
- 2015年 運転開始(20年間)(予定)



ITER本体概要図



総経費約1.3兆円

(建設から廃止措置まで30年余)



## ITER計画の状況について(2 / 5)

### [ ITERに係る関係国の協議 ] 参考資料15

- 日本、欧州、米国、韓国、ロシア及び中国の6極の参加の下、ITERの実施に必要な協定等を策定するための政府間協議を実施中。

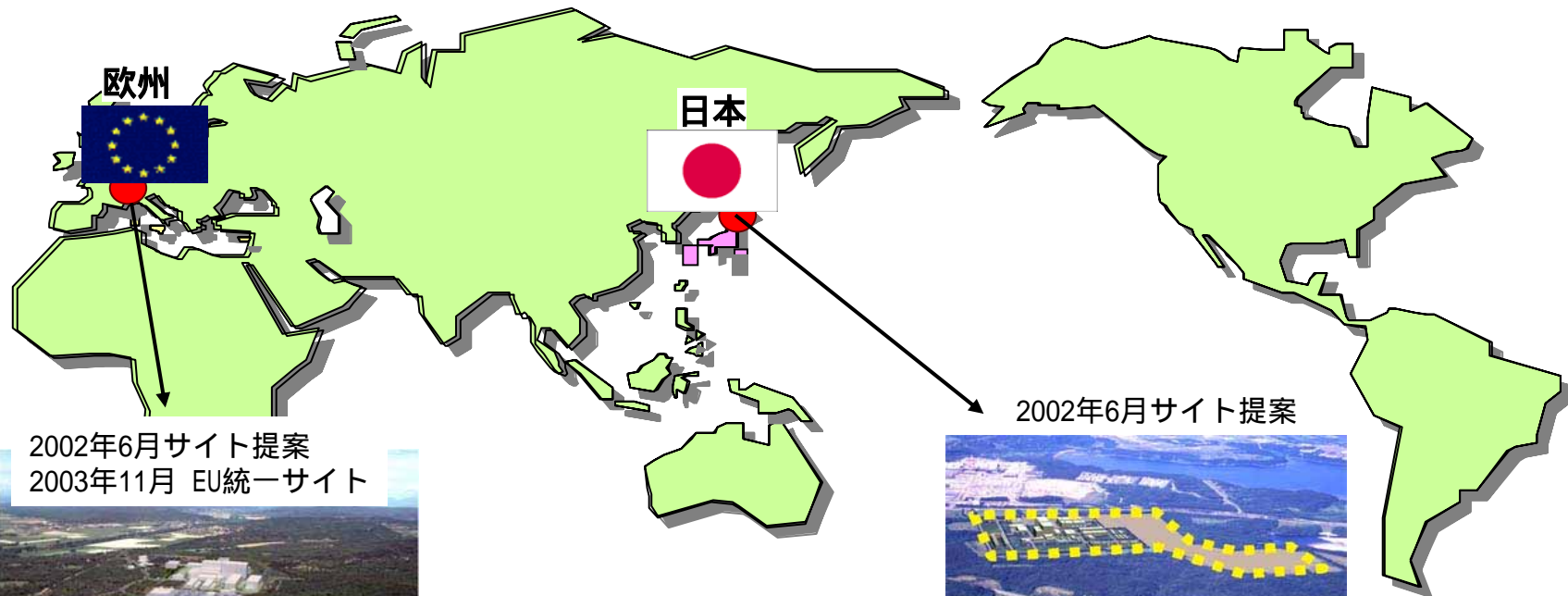
#### 【政府間協議における主な協議事項】

- ・ITERの共同実施に関する協定の策定
  - ・ITERの建設地の選定
  - ・各参加国の費用分担      総経費 約1兆3000億円の分担
- ITERの建設地について日本から青森県六ヶ所村を、欧州から仏カダラッシュが提案され、そのいずれにするかの議論が継続中。



# ITER計画の状況について(3 / 5)

## (参考) ITERサイト候補地



2002年6月サイト提案  
2003年11月 EU統一サイト



### カダラッシュ・サイト

- ・CEA敷地(1,560ha)、600haの未使用地
- ・多くの原子力施設
- ・500～700MWの受電可
- ・冷却水を取り込む河川、貯水池あり
- ・イクサブパンス市(人口15万人)から約40km

2002年6月サイト提案



### 六ヶ所村・サイト

- ・付近に再処理施設、エネルギー関連施設
- ・安定な送電系統、十分な給排水
- ・港湾施設に近接
- ・青森市(人口30万人)、八戸市(人口24万人)から約50km



## ITER計画の状況について(4 / 5)

---

### [交渉の方向性]

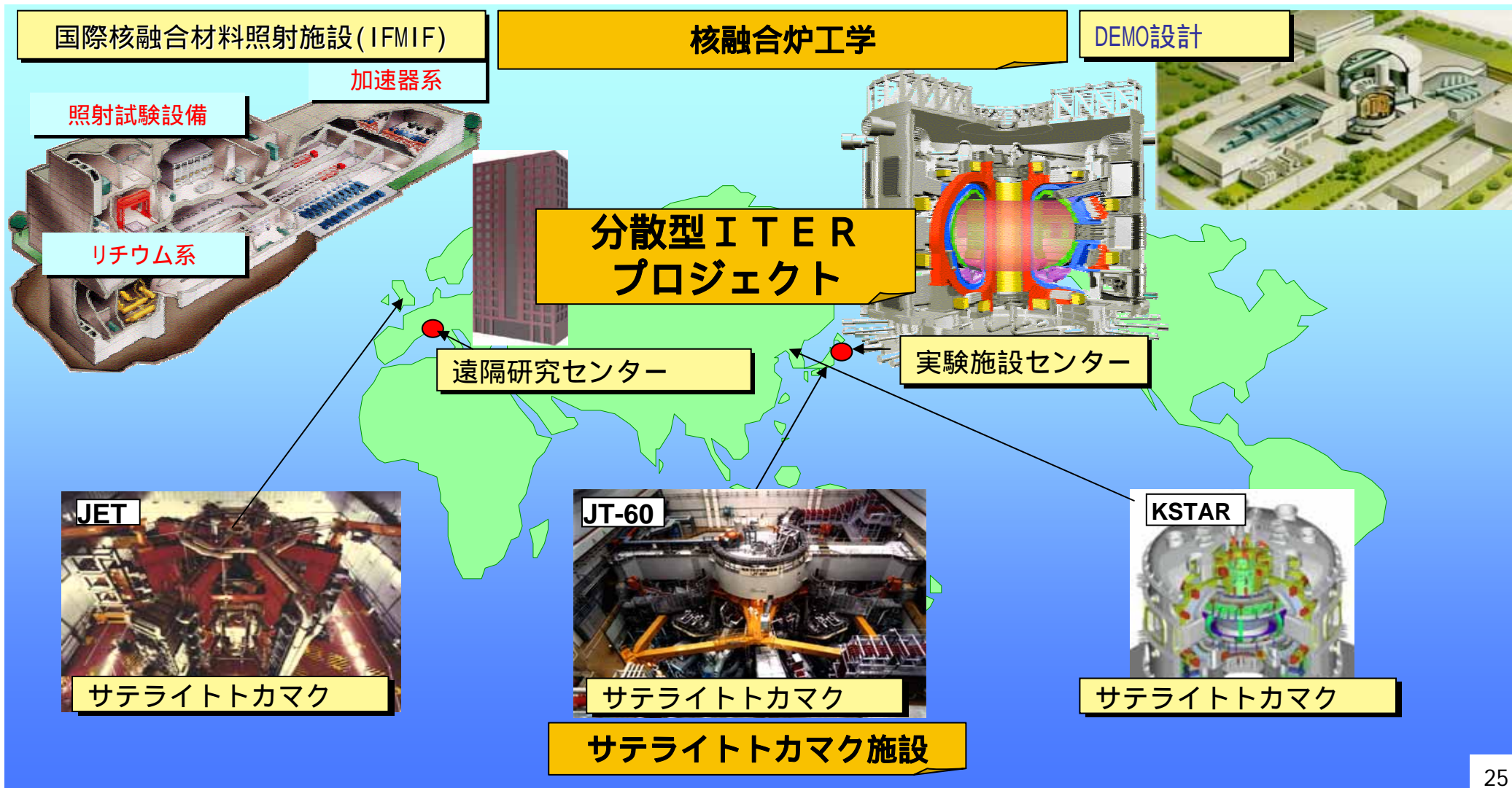
- 我が国としては、現在の6極枠組みを維持するために、日欧を含め6極が納得のいく解決策を目指し、粘り強く交渉を継続。
- 協議においては、ITERのみならず核融合の実現に向けて必要となるプロジェクト全体をパッケージとして、その全体について日欧の役割分担を定めるという方向で進めている。(幅広いアプローチの採用)
- ホスト国と非ホスト国とのメリットの差を小さくし、勝者と敗者を生み出さない解決策を見出すことが重要との認識のもと、ホスト国と非ホスト国の役割分担について議論。

### [今後の見通し]

- まずは、日欧双方が合意できる解決策を見だし、その後6極で最終合意を目指す。なるべく早期に合意が得られるように努力。

# ITER計画の状況について(5 / 5)

## (参考) 幅広いアプローチ





# 核融合研究開発について

---

## 参考資料



# エネルギー研究開発について

## エネルギー研究開発の意義について

### 第2期科学技術基本計画(平成13年3月)

#### 第2章 2. 国家的・社会的課題に対応した研究開発の重点化

エネルギー分野では、将来的に懸念されるエネルギー供給不安に備え、エネルギー・セキュリティを確保する観点から現在の主力である化石燃料への依存の低下を目指すとともに、地球温暖化防止等の地球環境保全や効率化の要請に対応しつつ、安全で安定したエネルギー需給構造の実現を目指す。

### エネルギー基本計画(平成15年10月)

#### 第1章 第1節 2. エネルギーの安定供給の確保を図るための基本方針

エネルギー技術開発は、国内資源に乏しくエネルギーの安定供給の確保が他の国と比較しても重要な課題となっている我が国にとって、当該課題を克服するための極めて重要な手段である。また、地球温暖化問題等、世界的な取組が必要な課題に対する我が国の貢献にもつながるものであり、エネルギー技術開発は極めて重要な意義を有する。

## エネルギー研究開発について(2)

### 各種代替エネルギー源の研究開発について

#### ITER計画懇談会報告書(平成13年5月)

代替エネルギーのあるものは実現可能性は確実であっても供給量が十分ではないと推定され、またあるものは潜在的供給量は大きいと推定されるものの実現可能性が未知であるなど、決定的に将来のエネルギー源を定めることができない。したがって、各種の代替エネルギー源の開発を広範に進め、時代に応じて最適なエネルギー供給構成を「ベストミックス」として選んでいく

#### エネルギー基本計画(平成15年10月)

##### 第3章 第1節 2. エネルギーの安定供給の確保を図るための基本方針

一つのエネルギー源に過度に依存することなく、供給途絶のリスクの小さいエネルギーを中心に、エネルギー源の多様化を図る。その一環として、エネルギーの自給率向上の観点で踏まえ、準国産エネルギーである原子力やその多くが国産エネルギー新エネルギー等の開発、導入及び利用も着実に推進する。

##### 第2章 第1節 エネルギーの需給に関する施策の基本的な枠組み

供給面においては、「安定供給の確保」、「環境への適合」という観点から見た優位性や課題が各々のエネルギー源ごとに異なることを踏まえ、エネルギー源の最適な組合せを確保するとともに、各エネルギー源ごとに、その課題を克服し、優位性を強化していくような対策を講ずる必要がある。



## 核融合の政策的位置付け

### 原子力の研究、開発および利用に関する長期計画（平成12年11月）

未来エネルギーの選択肢の幅を広げ、その実現可能性を高める観点から核融合の研究開発を進める。

### ITER計画懇談会報告書（平成13年5月）

核融合エネルギーは、

- ・資源的には地域的な偏在がなく量的にも制約は予想されていない。
- ・核融合反応は核分裂と比べて安全対策が比較的容易である。
- ・低レベル放射性廃棄物は発生するが、高レベル放射性廃棄物の処理処分の必要がない。
- ・国際的な緊張を引き起こさず、エネルギーの逼迫を防ぐ。

等の特徴があり、将来のエネルギー源の一つとして有望な選択肢である。

### ITER計画に対する考え方（平成13年12月）

（科学技術担当大臣・総合科学技術会議有識者議員作成）

集中型発電システムとしての核融合電力は、放射化物が発生する問題があるものの、資源制約が少なく環境負荷も小さい将来の基幹エネルギー源として大きな期待が持たれているものであり、特にエネルギー資源の安定確保が安全保障上からも重要な我が国としては、これを重要な長期的研究開発課題と位置付けて、他国にもまして、これに取り組む必要がある。



## 核融合研究開発の位置付け(1)

### 第2期科学技術基本計画(平成13年3月)

#### 第2章 2. 国家的・社会的課題に対応した研究開発の重点化

エネルギー分野では、将来的に懸念されるエネルギー供給不安に備え、エネルギー・セキュリティを確保する観点から現在の主力である化石燃料への依存の低下を目指すとともに、地球温暖化防止等の地球環境保全や効率化の要請に対応しつつ、安全で安定したエネルギー需給構造の実現を目指す。

具体的には、燃料電池、太陽光発電、バイオマス等の新エネルギー技術、省エネルギー・エネルギー利用高度化技術、**核融合技術**、次世代の革新的原子力技術、原子力安全技術等が挙げられる。

### エネルギー分野の推進戦略(平成13年9月)

#### 3. 重点領域における研究開発の目標

##### (1) オ. 長期的研究開発課題

エネルギー技術となるには計画的で着実な開発努力と技術の段階的実証を要する**核融合発電**、宇宙太陽光発電、海洋エネルギー利用、メタンハイドレート開発(メタンと水の分子からなる氷状の固体物質)等については、将来へのエネルギー供給オプションに繋がるよう、それぞれの成熟度を踏まえつつ、基盤技術の確立を目指す。





## 核融合研究開発の位置付け(2)

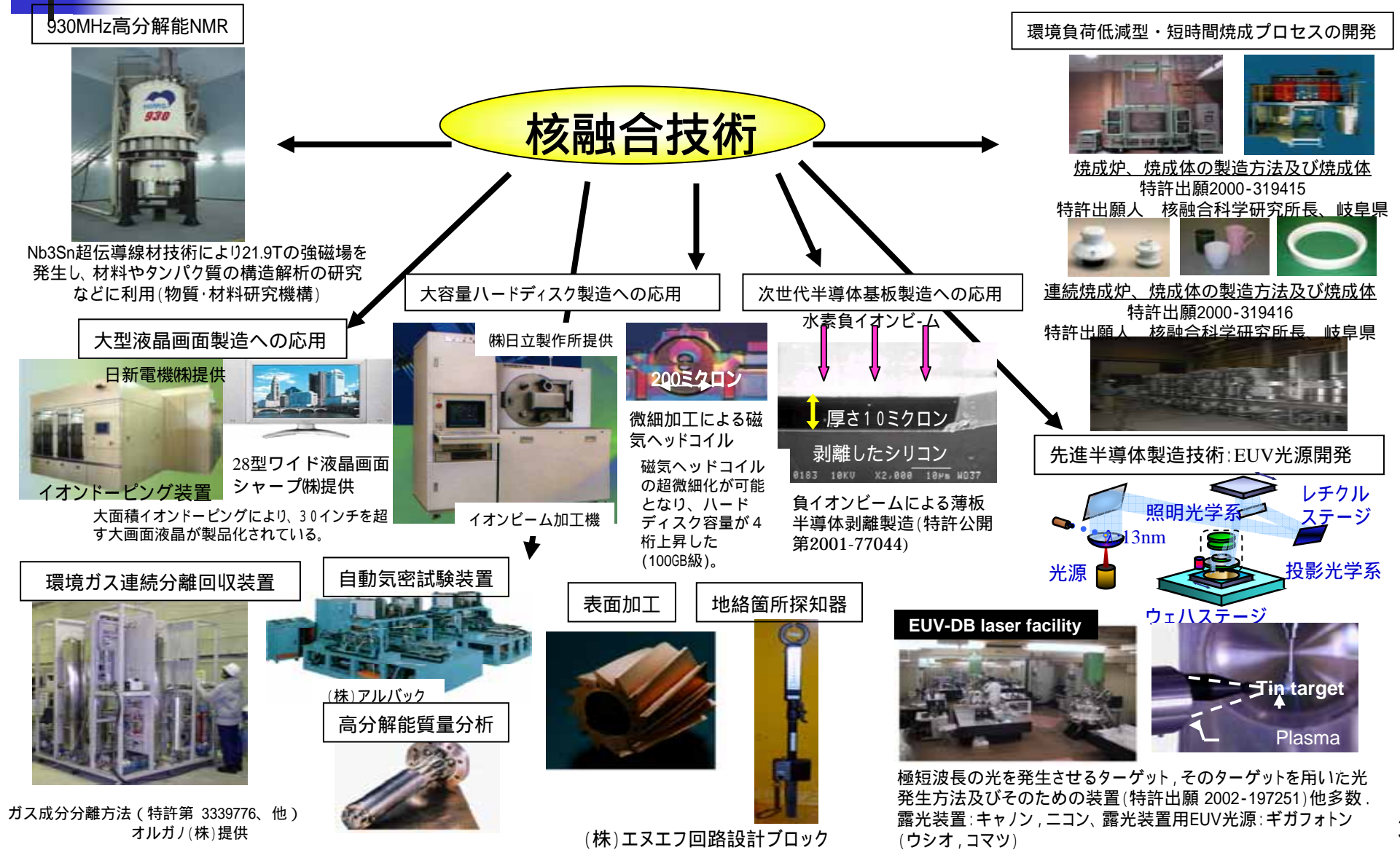
### エネルギー基本計画（平成15年10月）

#### 第3章 第2節 重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策

#### 8．長期的視野に立って取り組むことが必要な研究開発課題

ITER計画を始めとする核融合、宇宙太陽光利用等、実用化に至るまでに長期的な開発努力と技術の段階的実証を要するものの、将来のエネルギー供給源の選択肢となる可能性を有している研究開発課題については、技術の成熟度やエネルギー技術上の重要政策との関係等を総合的に考慮しつつ、長期的視野に立ち必要な取組や検討を進める。

# 核融合技術の波及効果





# 核融合研究開発の段階的推進

## 第一段階(昭和43年7月～)

### 【主な目標】

中間ベータ軸対称性トーラス磁場装置の設計、製作  
中間ベータ・トーラスプラズマを安定に閉じ込めるための研究

## 第二段階(昭和50年7月～)

### 【主な目標】

臨界プラズマ条件の達成を目指した研究開発  
トカマク型の臨界プラズマ試験装置の開発

臨界プラズマ条件:高温プラズマを発生するのに必要な外部出力とそのプラズマの中での核融合反応による出力が等しくなる条件。

## 第三段階(平成4年7月～)

### 【主な目標】

自己点火条件の達成  
長時間燃焼の実現  
原型炉の開発に必要な炉工学技術の基礎の形成



# 核融合研究開発の基本指針

## 原子力の研究、開発および利用に関する長期計画（平成12年11月）

未来エネルギーの選択肢の幅を広げ、その実現可能性を高める観点から核融合の研究開発を進める。

## 第三段階核融合研究開発基本計画要旨（平成4年6月）

### 1. 研究開発の目標

自己点火条件の達成及び長時間燃焼の実現並びに原型炉の開発に必要な炉工学技術の基礎の形成を主要な目標とし、これを達成するための研究開発の中核を担う装置として、トカマク型の実験炉を開発する。これらの研究開発により、第四段階以降の研究開発に十分な見通しを得ることを目標とする。

### 2. 研究開発の内容

#### (1) 炉心プラズマ技術

トカマク型の実験炉による自己点火条件の達成及び長時間燃焼の実現を目指した研究開発を行う。

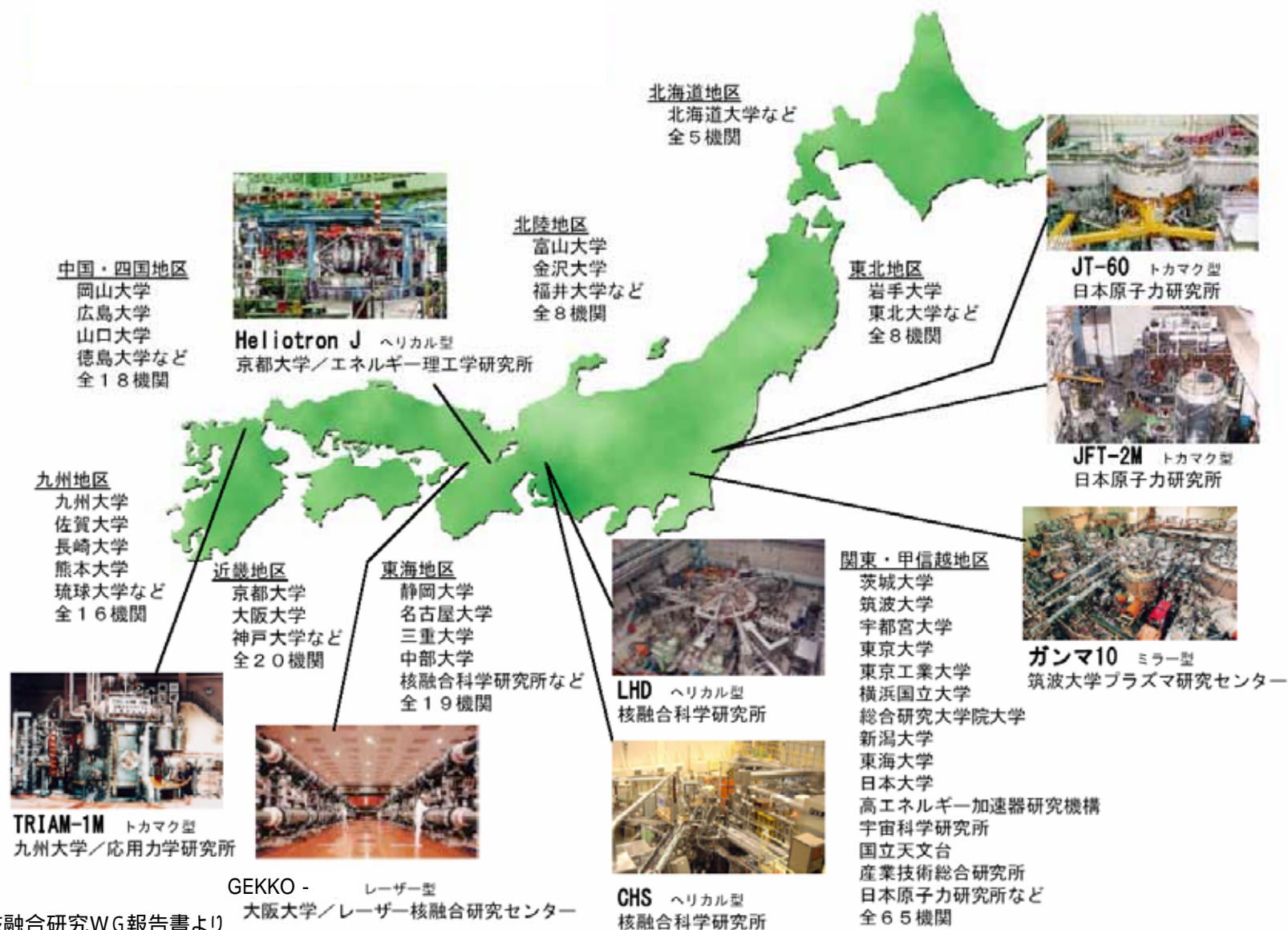
実験炉と並行して、トカマク型装置による補完的・先進的研究開発を進めるとともに、トカマク型以外の装置は、今後の研究開発の成果によってはトカマク型を上回る閉じ込めを実現する可能性を有していること、トカマク型装置による研究開発への貢献が期待されていること等から、これらの研究開発を進める。

#### (2) 炉工学技術

実験炉の開発に必要な主要構成機器の大型化・高性能化を図るとともに、原型炉の開発に必要な炉工学技術の基礎を形成を図るため、実験炉による試験等を含めた研究開発を進める。さらに、核融合炉の実用化のために必須の炉工学技術であって、その実現までに長時間の研究開発を必要とするため早期に開始する必要のあるものについて、その研究開発を進める。 例) 超伝導コイル、遠隔保守技術、プラズマ対向機器、加熱・電流駆動装置、低放射化材料 等

#### (3) 安全性に関する研究、核融合炉システムの設計研究についても進めていく。

# 日本の核融合研究





# 今後の我が国の核融合研究の在り方

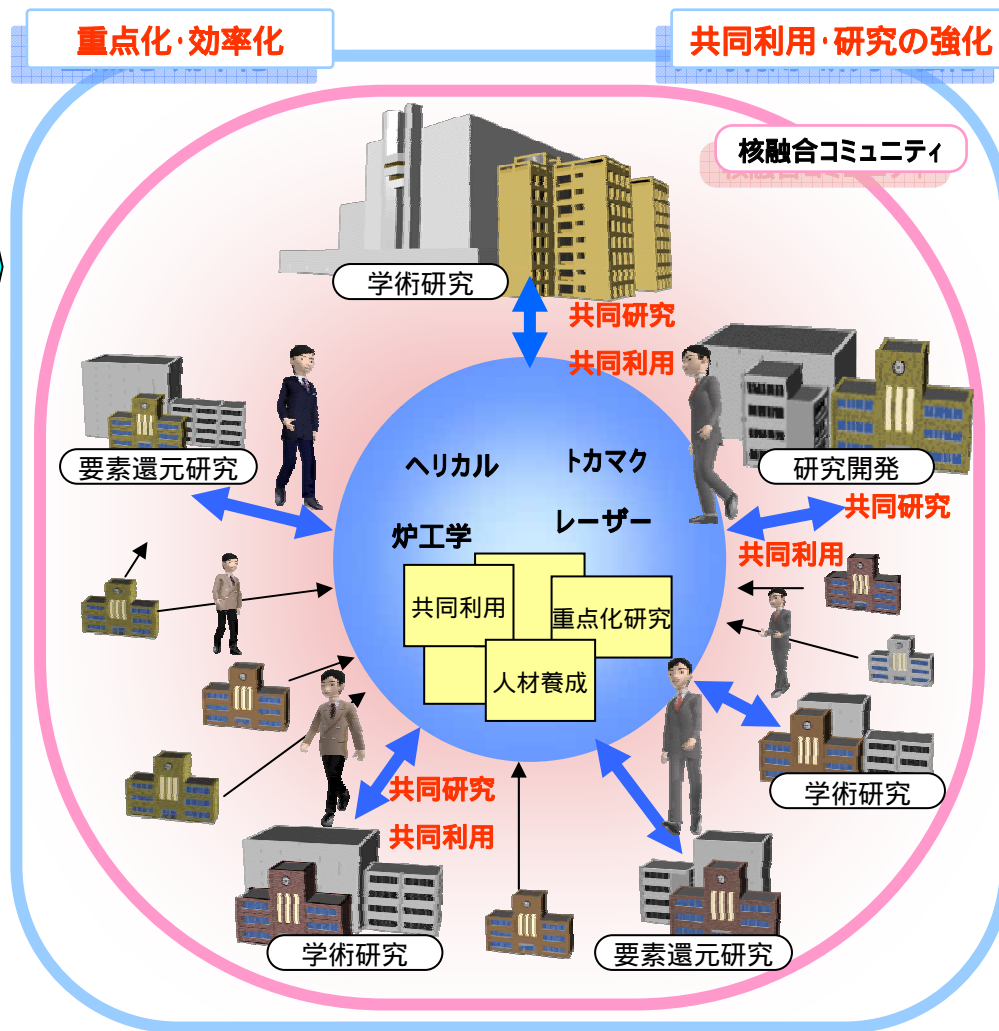
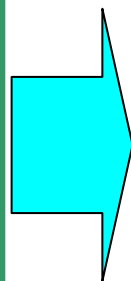
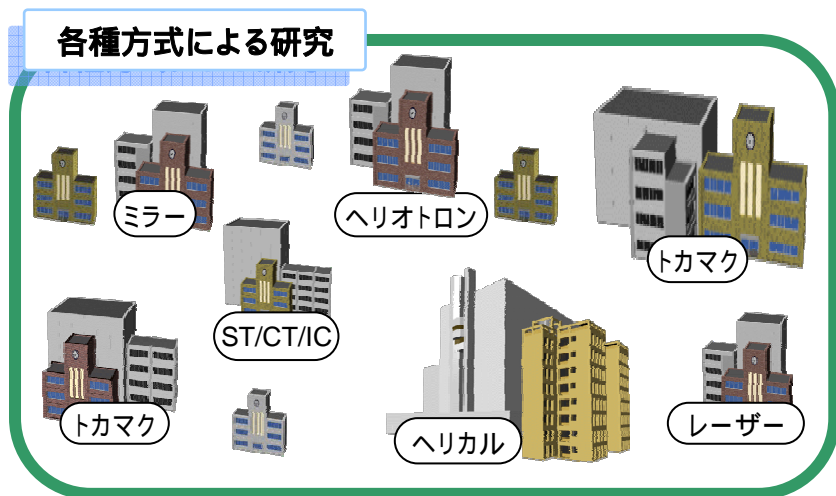
## 今後の我が国の核融合研究の在り方についての要旨(平成15年1月)

1. 科学技術・学術審議会学術分科会基本問題特別委員会の下に設置された核融合研究ワーキング・グループは、平成13年7月以来約1年半にわたり検討を進め、「今後の我が国の核融合研究の在り方について」取りまとめた。
2. 本報告は、大学、核融合科学研究所、日本原子力研究所を含めた我が国の核融合研究全般にわたり、今後10～20年先を見据えて、コミュニティによる学術的評価に基づき、
  - (1)核融合研究計画の重点化
  - (2)共同利用・共同研究の強化
  - (3)重点化後の人材育成の在り方等、今後の我が国の核融合研究の在り方の方向性について取りまとめたもの。
3. このうち、核融合研究計画の重点化については、重点化すべき課題をトカマク、ヘリカル、レーザー、炉工学の4分野に絞り込んだ。

一方、国内に多数ある装置を整理、統合し、上記重点化装置以外の既存の装置については、科学的な評価に基づき、然るべき時期に完了するものである。

なお、既存の装置を所有している大学の研究施設、センターについては、廃止を示唆するものではなく、これらについては、大学の自主性、自発性に基づき、存続・設置・改廃されることとなる。

# 今後の我が国の核融合研究の在り方



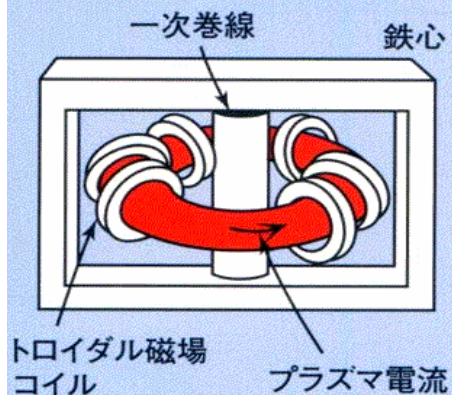
**研究計画の重点化**

**共同利用・共同研究の強化**

**人材育成**

# 核融合の主な閉じ込め方式について

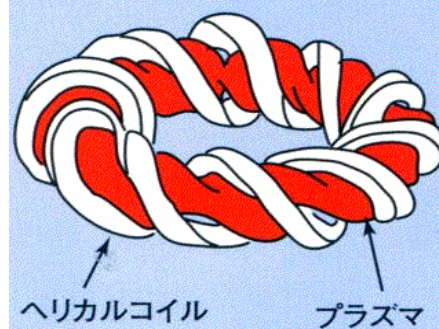
## ●トカマク型



ドーナツ状の磁気のかごをつくり、その中にプラズマを閉じ込める。

〔 JT - 60  
日本原子力研究所 〕

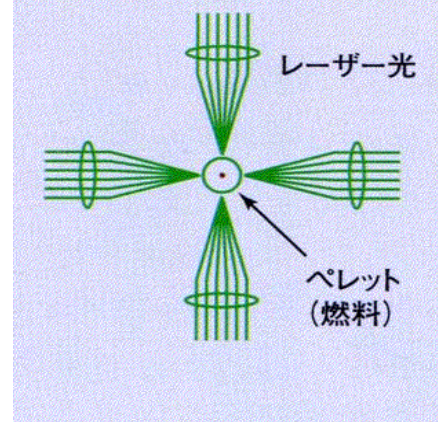
## ●ヘリカル型



トカマク型と同様にドーナツ状のかごをつくるが、ねじれたコイルを使うのが特徴。

〔 大型ヘリカル装置LHD  
核融合科学研究所 〕

## ●レーザー方式



左の2つの閉じ込め方式とは全く違い、燃料をレーザーで爆発的に加熱し、その圧力で閉じ込める。

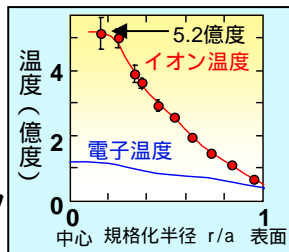
〔 GEKKO -  
大阪大学 〕



# 世界をリードする実験成果

## 臨界プラズマ試験装置JT-60

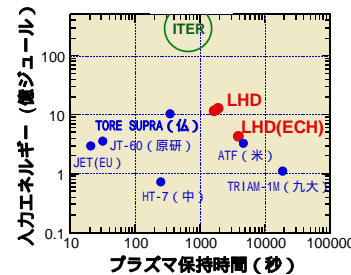
等価核融合エネルギー増倍率  
1.25 (世界記録)  
5.2億度 (世界記録、ギネスブック登録) 右図



世界最高の核融合三重積を実現  
高効率定常運転法の確立、高効率非誘導電流駆動法の実証  
内部輸送障壁、電流ホールが発見

## 大型ヘリカル装置LHD

入力エネルギー値 1.3億ジュール、  
入力パワー約700kwで31分45秒の  
放電を達成 (世界記録)  
ベータ値 4.3% (世界記録)  
1.2億度  
能動的な周辺  
プラズマの制御に成功



## レーザー核融合実験装置

1億度とレーザー核融合中性子  
10兆個 (世界記録)  
固体密度の600倍 (600g/cc) の圧縮密度を達成 (世界記録)  
先進レーザー核融合方式である  
高速点火を提案。世界最高出力の  
ペタワットレーザーにより  
プラズマ追加熱を初めて実証  
高速点火原理実証 FIREX I期計画をスタート

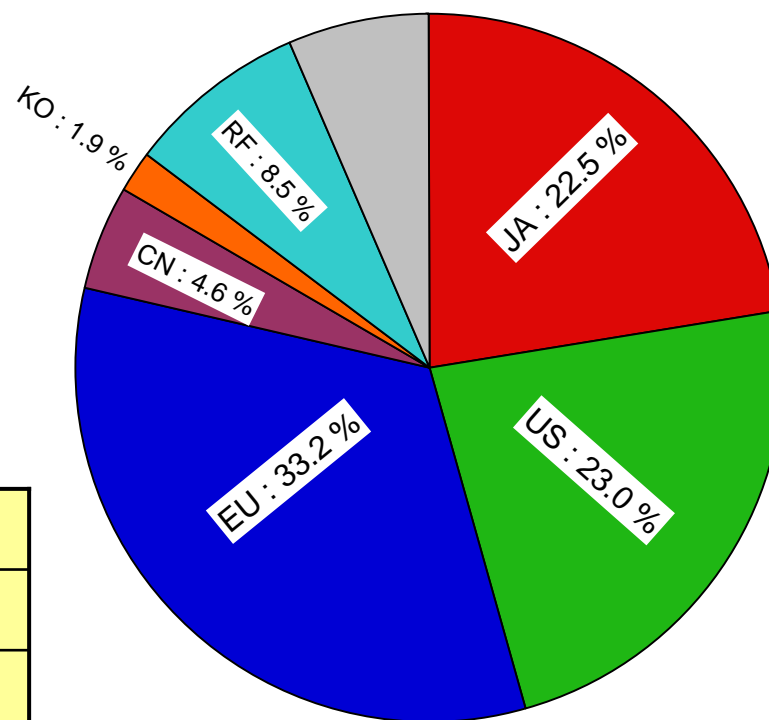
# 世界における日本の核融合研究開発

IAEA核融合エネルギー会議（昨年11月、ポルトガルにて第20回目を開催）における日本論文の割合

表 国際論文選考会議結果

	第20回		第19回	
	論文	口頭発表	論文	口頭発表
会議全体	413	156	395	126
日本分	93	40	97	31

	第20回	第19回
全論文に占める日本の割合	22.5 %	24.6 %
全口頭発表に占める日本の割合	27.0 %	24.6 %
日本の論文に占める口頭発表の割合	44.1 %	32.0 %



第20回 国別論文割合



## ITER建設地に向けた関係国との交渉状況

- 平成15年6月 第1回六カ国次官級会合（於 ウィーン）
- 〃 10月 第2回六カ国次官級会合（ 〃 ）
- 〃 12月 第3回六カ国次官級会合（ 〃 ）
- 〃 12月 第1回六カ国閣僚級会合（於 ワシントン）
- 平成16年2月 第4回六カ国次官級会合（於 ウィーン）
- 〃 3月 第1回日欧次官級協議（於 東京）
- 〃 4月 第2回日欧次官級協議（於 ブリュッセル）
- 〃 4月 第3回日欧次官級協議（於 東京）
- 〃 6月 第5回六カ国次官級会合（於 ウィーン）
- 〃 11月 第6回六カ国次官級会合（於 ウィーン）