

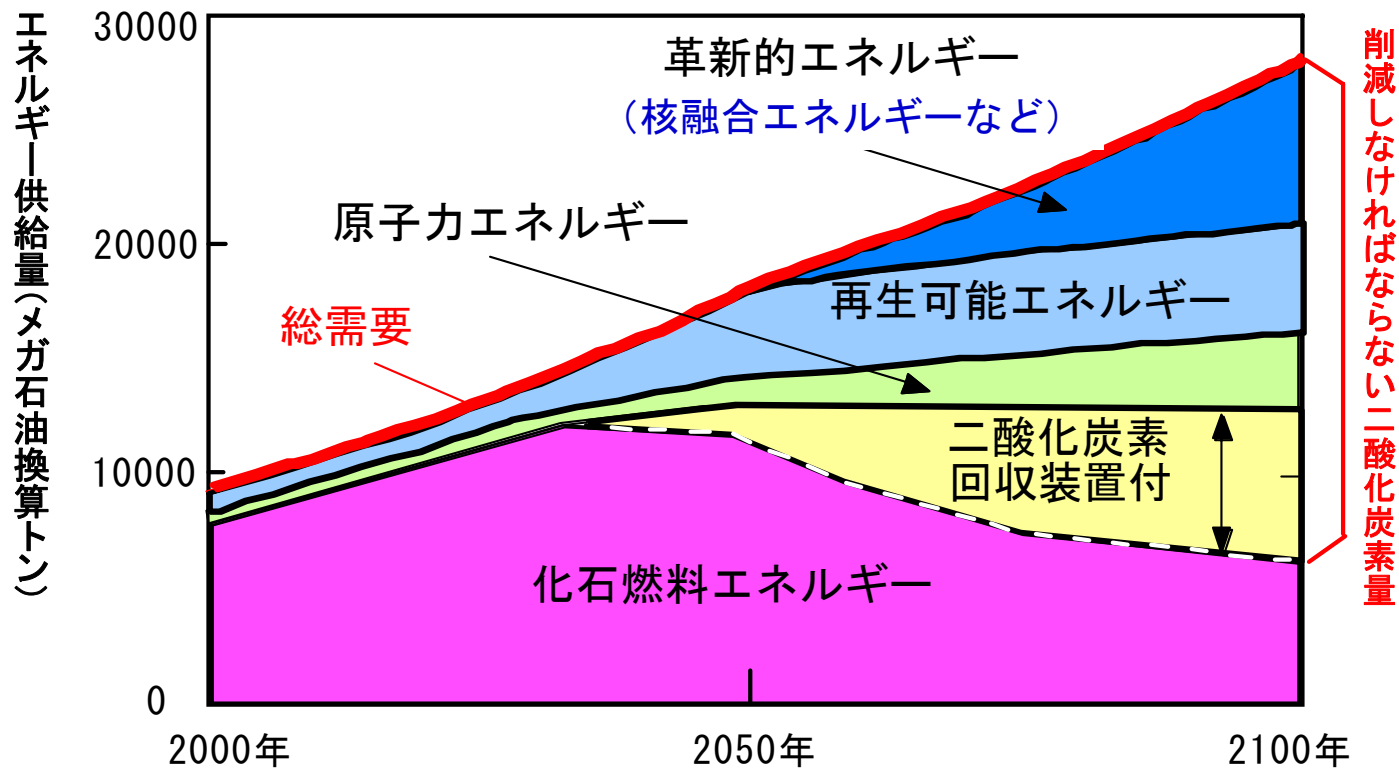
資料7

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力分野の研究開発に関する委員会
核融合研究作業部会(第1回)
平成18年5月11日(木)

核融合研究の現状について

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力分野の研究開発に関する委員会
核融合研究作業部会

なぜ核融合？



- ・ 地球上の二酸化炭素濃度を550ppmに維持
- ・ 出典：NEDO/RITE 「地球再生計画」 (1998)

核融合エネルギー

- **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。少量の燃料から膨大なエネルギー。
- **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。

(核融合の原理と発生エネルギー)

重水素



トリチウム

核融合

ヘリウム



中性子

○ 重水素-トリチウム燃料 1 g は、およそ石油 8 t 分に相当。

○ 重水素は、水 30 リットル中におよそ 1 g の割合で含まれる。

核融合エネルギー技術について

◎核融合エネルギーは、我が国のエネルギー安全保障はもとより、地球全体のエネルギー問題や環境問題などの解決に貢献するものであり、長期的な観点から核融合の研究開発を推進していくことが重要。

1. 我が国のみならず人類全体に役立つ技術

◎核融合エネルギーは、資源が豊富で偏在していない、供給安定性に優れている、温室効果ガスを発生しない、安全性が高い、核拡散抵抗性が高い、廃棄物は既存の技術で処理可能。

→ エネルギーの安定供給と環境問題の克服を同時に実現する、人類究極のエネルギー源

加えて、

- 理学、工学分野を中心に未踏の科学技術領域を開拓
- 産業技術への波及効果

2. 主要国が積極的に研究開発を推進

◎世界人口の半分以上を占める国々がITER計画に参加

◎世界主要国が積極的に研究開発を実施

欧州:ITERホスト国、米国:ITER計画に積極的
中国:EAST*開発中、韓国:KSTAR*開発中
インド:ITER計画に新たに参加 等

→ ITER計画における準ホスト国の地位を確保するとともに、国際競争に勝ち抜き、将来の主導的立場を確保することが必要。

※共に最新の超伝導プラズマ実験装置

3. 国としての責任

◎中心となるITER計画は国際約束に基づく大型プロジェクト

◎核融合エネルギー技術の研究開発は基礎的段階であり、また、大型施設が必要。

→ 民間だけでは不可能であり、国が中心となって研究開発を推進することが必要。

4. 核融合エネルギー技術は総合技術

◎核融合エネルギー技術の実現には、ITER計画以外にも、炉工学、材料分野などの面で更なる研究が必要。

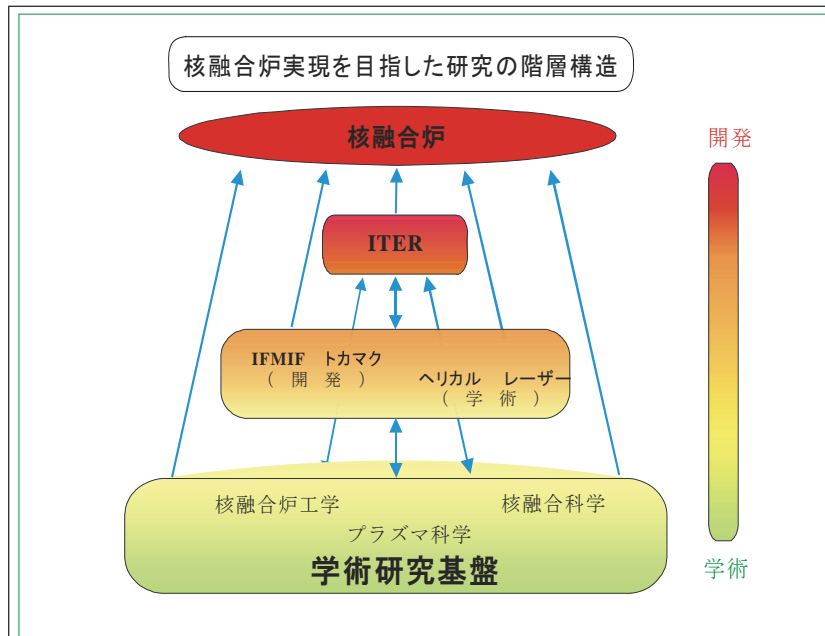
→ ITER計画を中心に、関連する研究開発も含め、総合的に捉えることが必要。

核融合研究の基本方針

[今後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、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



出典:平成15年1月核融合研究WG報告書より

【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-X II)
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

核融合エネルギーの研究開発

豊富な燃料・安全・クリーンなエネルギー資源の開発による
エネルギー・環境問題の克服

・科学技術を通して、人類の知的財産の蓄積に積極的に貢献

・産業界への幅広い波及効果による活力向上

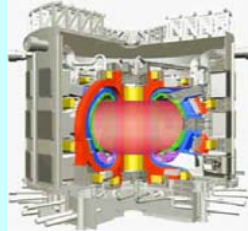
・世界トップレベルにある我が国の研究開発能力及び技術力を活かした技術の獲得と蓄積

核融合エネルギー技術は総合技術
(核融合炉の実現には各技術の総合化・システム化が不可欠)

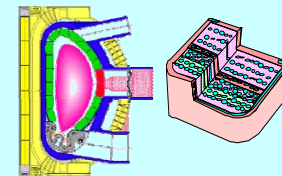
国際熱核融合実験炉 (ITER) 計画

国際熱核融合実験炉 (ITER) の建設・運転
幅広いアプローチの実施

- ・国際核融合エネルギー研究センター
- ・サテライトトカマク装置 (JT-60U の改修)
- ・国際核融合材料照射施設の工学設計活動



核融合発電に必要な炉工学研究



超高真空技術

高分解能質量分析



燃料ガス分離回収技術



環境ガス分離回収
実証試験装置

先進的なプラズマ研究



超伝導技術

プラズマ加熱技術

大型液晶画面製造



半導体加工装置

統合化・システム化技術

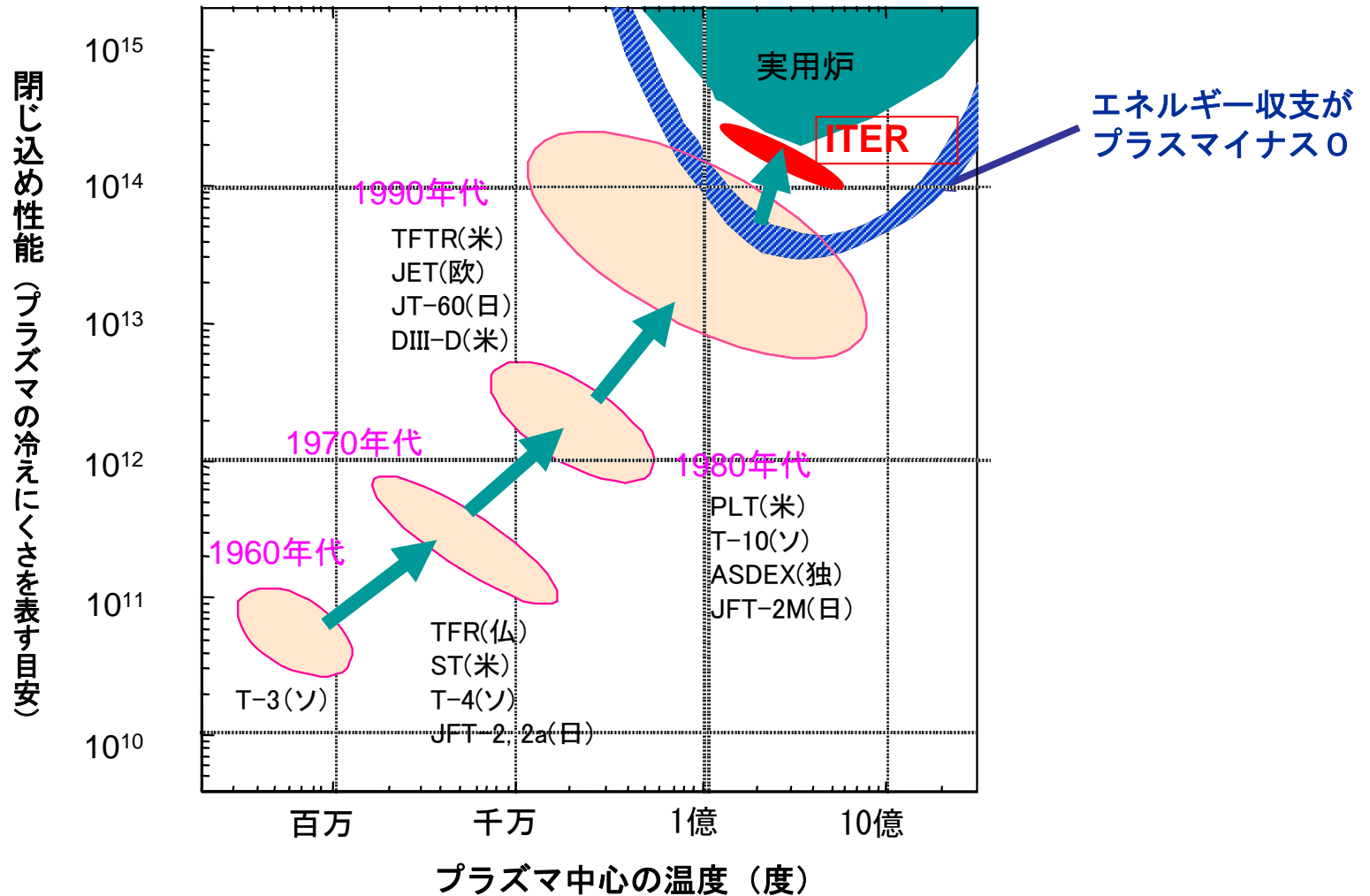
炉心プラズマ制御技術
(連続運転・出力密度向上)

先端工学技術
(超伝導コイル等)

発電技術
(ブランケット・材料開発)

大学等における学術研究

核融合の実現条件



1960年代から世界各国で核融合の研究を進展させており、ITERはその集大成

核融合エネルギーの段階的研究開発

科学的事実

臨界プラズマ条件の達成

工的事実

燃焼プラズマの達成・長時間燃焼の実現
(核融合による本格的なエネルギーの発生)
原型炉開発に必要な炉工学技術の基礎の形成

発電実証

核融合発電の経済性の向上

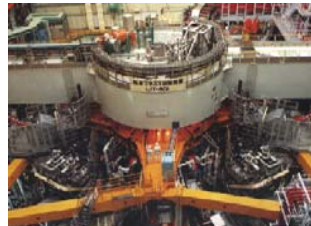
【主要実験装置】



TFTR(米)

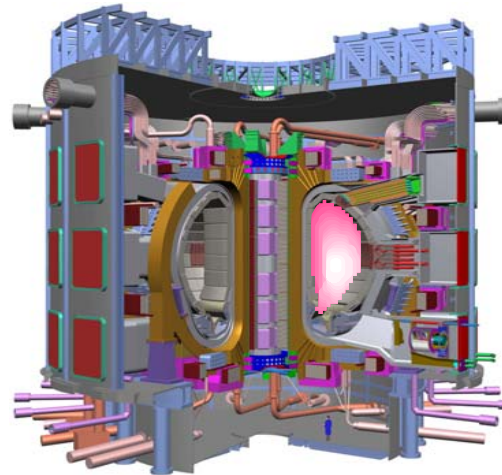


JET(EU)



JT-60(日本)

【実験炉(ITER)】

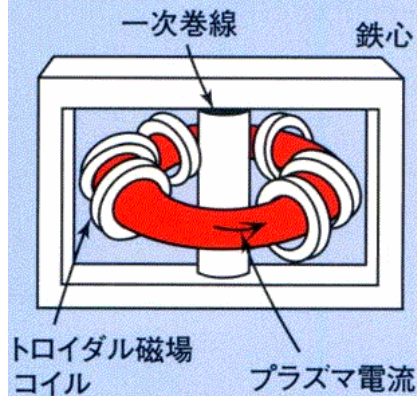


【原型・実証炉】



核融合の主な閉じ込め方式について

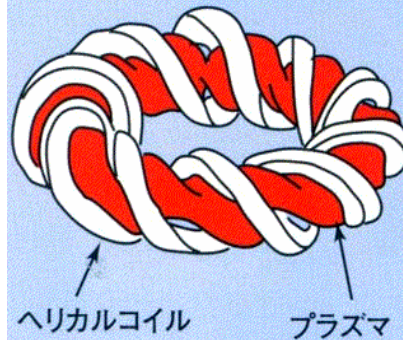
●トカマク型



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
開発機構 〕

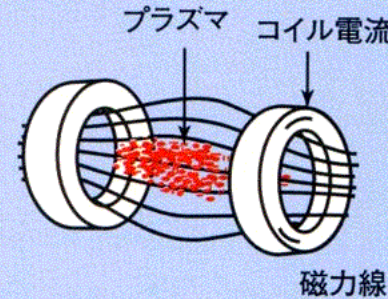
●ヘリカル型



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 〕

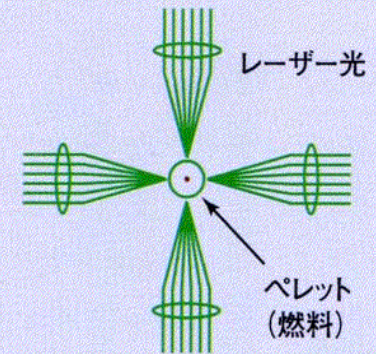
●ミラー型



両端の口が狭くなった磁気のかごを作り、その中にプラズマを閉じ込める。

〔 GAMMA-10
筑波大学 〕

●レーザー方式



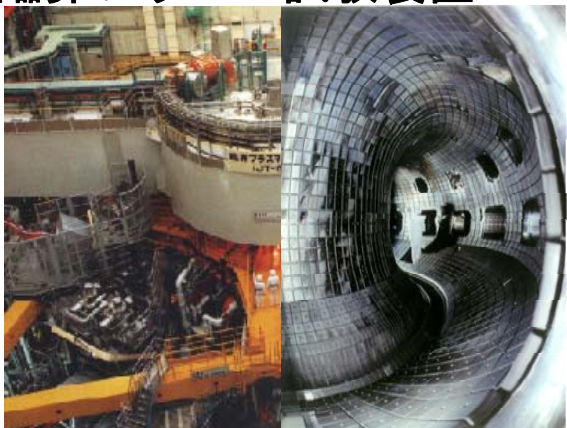
左の3つの閉じ込め方式とは全く違い、燃料をレーザーで爆発的に加熱し、その圧力で閉じ込める。

〔 激光12号
大阪大学 〕

国内重点化装置

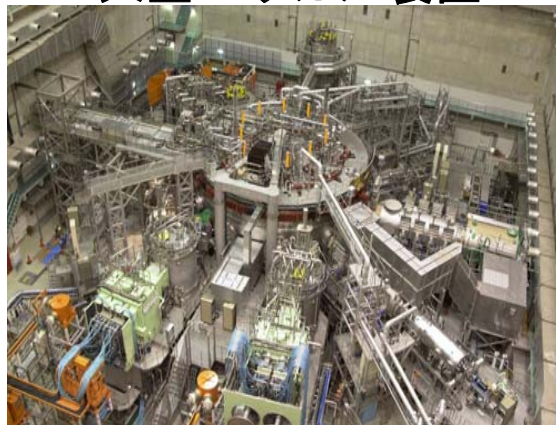
我が国の核融合研究開発は、日本原子力研究開発機構、核融合科学研究所、大学等の連携・協力により研究開発を実施。特に、トカマク、ヘリカル、レーザーについては世界でも有数の装置を有し、世界をリードする成果を輩出。

臨界プラズマ試験装置



JT-60(日本原子力研究開発機構)

大型ヘリカル装置



LHD(核融合科学研究所)

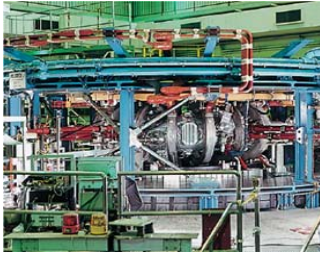
レーザー核融合実験装置



GEKKO-X II(大阪大学)

日本の核融合研究

Heliotron J ヘリカル型
京都大学エネルギー理工学研究所



近畿地区
京都大学
大阪大学
神戸大学など
全18機関

北陸地区
富山大学
金沢大学
福井大学など
全9機関

東北地区
岩手大学
東北大学など
全11機関

北海道地区
北海道大学など
全5機関

中国・四国地区
岡山大学
広島大学
山口大学
徳島大学など
全14機関

九州地区
九州大学
佐賀大学
長崎大学
熊本大学
琉球大学など
全17機関



激光X II号 レーザー型
大阪大学レーザーエネルギー学研究中心

**高速点火
FIREX-I
への展開**

東海地区
静岡大学
名古屋大学
三重大学
中部大学
自然科学研究機構
核融合科学研究所など
全18機関



LHD ヘリカル型
核融合科学研究所

関東・甲信越地区

茨城大学
筑波大学
宇都宮大学
東京大学
東京工業大学
横浜国立大学
総合研究大学院大学
新潟大学
東海大学
日本大学
高エネルギー加速器研究機構
海洋研究開発機構
地球シミュレータセンター
産業技術総合研究所
日本原子力研究開発機構など
全65機関

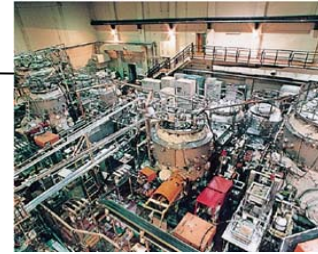
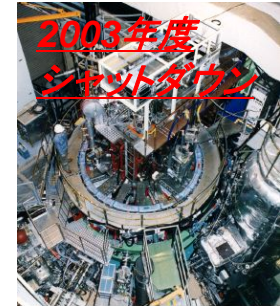


CHS ヘリカル型
核融合科学研究所

JT-60U トカマク型
日本原子力研究開発機構



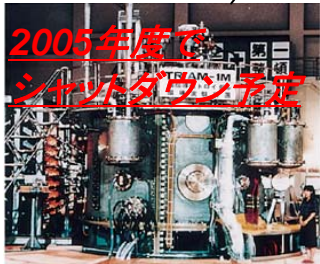
JFT-2M トカマク型
日本原子力研究開発機構



ガンマ10 ミラー型
筑波大学プラズマ研究センター

共同研究分野

原子分子
プラズマ基礎物理学
プラズマ応用
高温プラズマ物性
周辺プラズマ物理学
プラズマ制御
プラズマ加熱工学
プラズマ計測学
シミュレーション科学
炉工学
炉システム学
プラズマ材料工学
マテリアルシミュレーション学
放射線工学
超伝導工学
極低温工学
マイクロ波応用 など



TRIAM-1M トカマク型
九州大学応用力学研究所

球状トカマク(ST)への転換



双方向型共同研究の展開

自然科学研究機構核融合科学研究所がコミュニティの中核として、核融合科学研究の重要課題の集約、各大学附置センターが分担する研究課題の調整、研究進捗状況の把握等、核融合科学研究を全国規模の共同研究で更に発展・強化し、核融合炉実現に向けての進展に寄与

本研究所と複数の大学附置センターの装置を整理統合し、重点化・効率化



国内の核融合コミュニティの規模と組織

学協会

主たるものとして以下の3学会

- ・**プラズマ・核融合学会** 会員数約1700名

昭和33年設立の「核融合懇談会」(湯川秀樹会長)を母体として、昭和58年設立

- ・**日本物理学会・領域2** 登録数約400名

(プラズマ基礎・プラズマ科学・核融合プラズマ・プラズマ宇宙物理)

- ・**日本原子力学会・核融合工学部会** 会員数約420名

- ・プラズマ・核融合学会と日本原子力学会・核融合工学部会では隔年で核融合エネルギー連合講演会を共催

他にも、**電気学会・プラズマ技術委員会**、**日本金属学会・第1分科会(エネルギー材料)**、**応用物理学会・プラズマエレクトロニクス分科会**、**レーザー学会**、**低温工学協会**など

研究者によるネットワーク

- ・**核融合ネットワーク**(主として大学間のコミュニケーションを図る、核融合科学研究所が事務局、平成8年発足)

- ・**核融合フォーラム**(主としてITERについてのコミュニケーションを図る、日本原子力研究所が事務局、平成14年発足)