

「産業界における核融合をめぐる現状」

核融合専門部会
2008年5月28日

日本原子力産業協会

「産業界における核融合をめぐる現状」

日本原子力産業協会

「核融合開発における産業界の立場と役割」第三次報告書*

(2006年3月)からの紹介

*核融合開発検討会 作成報告書

主査：井上 信幸（東大名誉教授）、副主査：小川 雄一（東大教授）

委員：石川島播磨重工業、大林組、鹿島建設、カワサキフロンツシステムズ、神戸製鋼所、住友重機械工業、大成建設、電力中央研究所、東芝、日揮、日本原子力研究開発機構、日立製作所、富士電機システムズ、三菱重工業、三菱電機（50音順）

「核融合開発における産業界の立場と役割」 第三次報告書

概要：核融合開発の現状を把握し、**産業界における現状と課題、
今後のあり方**を報告

報告内容：

第1章 核融合エネルギー開発の位置付け

第2章 核融合開発の進展

第3章 欧米の核融合開発との比較

第4章 産業界が果たしてきた役割

第5章 産業界における核融合開発環境をめぐる現状と課題

第6章 今後の展開に向けて

主な概要の紹介
と報告書発行から
2年経過の現状
を追加報告

我が国の核融合開発

核融合開発に関する国の方針：

- 1956年9月原子力委員会より報告された「第1回原子力開発長期利用計画」以来、一貫して「**核融合**」は**エネルギー開発**の位置付けである。

我が国の核融合研究開発の特長：

- 目標を定めたエネルギー開発研究から学術的基礎研究までを幅広く包含し、多くの研究機関が役割を分担しながら多様な研究開発を展開
- **世界の核融合開発をリードする国の1つ**

産業界のとらえ方：

- 「核融合はエネルギー開発」と理解するものの、以下への留意が必要：
 - 1) **核融合による発電は未だ実現・実証されていない**
 - 2) **本当に実用化可能かどうかも議論の対象**
 - 3) **若手技術者、研究者の育成が必要**

産業界の果たしてきた役割

- (1) 産業界は、核融合草創期より国内開発計画に協力。
- (2) JT-60、LHD等の大型装置建設にも積極的に関与。機器製作ばかりでなく、基本設計、システム統合技術などにも深く関与。
- (3) ITER計画にも主要R&D試作、設計、ITER中央チームへの多数の技術者派遣などで貢献。

EDA期間中の日本から研究者・技術者の派遣数

	EDA (7年)	EX-EDA (3年)	総計
原研職員	114	39	153
メーカー	114	56	170
総計	228	95	323

原研職員と
同数程度の派遣

欧州の核融合開発との比較 (1/2)

日本

- 原則、単年度予算による開発執行
- 特に直接的連携無し
(原産協会等の自主的提案が中心)
- システム統合含む全建設
- 性能仕様による発注
- 国内企業への性能仕様での発注

欧州

- 複数年予算の確保による計画的な開発の執行
- 核融合産業委員会(CFI)設置によるEU核融合プログラムとの連携を構築
- 構造仕様による単品機器の発注 (統合はJET実施)
- EU域内企業への構造仕様での発注
- コンソーシアム等にて対応 (複数年予算等の配慮に基づき、中期的計画対応)

施策

施策側との連携

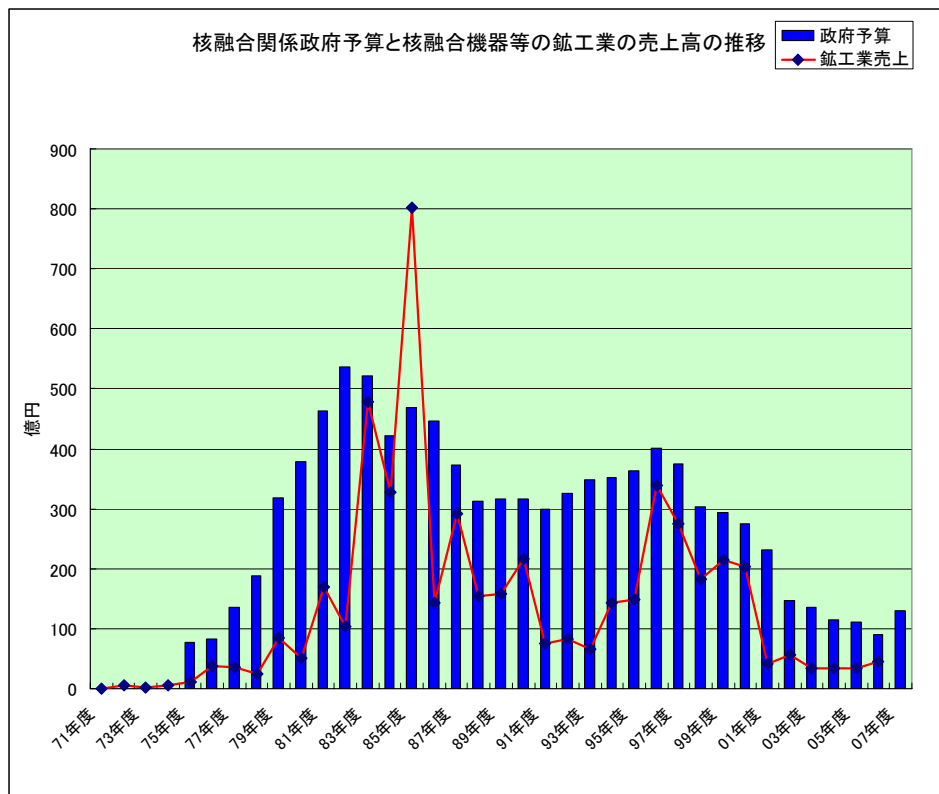
JT-60/JET建設

ITER-EDA

欧州の核融合開発との比較 (2/2)

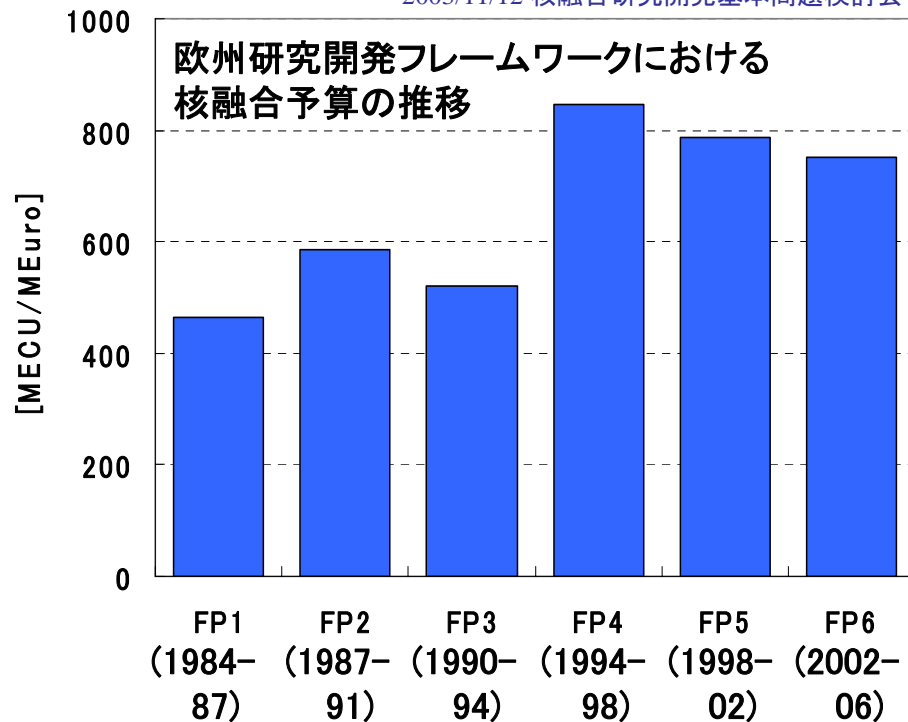
予算の推移

原産資料 2008/5/15
(FY05-FY07データを追加)



日本

電工会資料
2003/11/12 核融合研究開発基本問題検討会



欧州

- 基礎研究開発も含めた着実、継続的な開発活動
- 複数年予算の確保による計画的な開発の執行

産業界における現状と課題

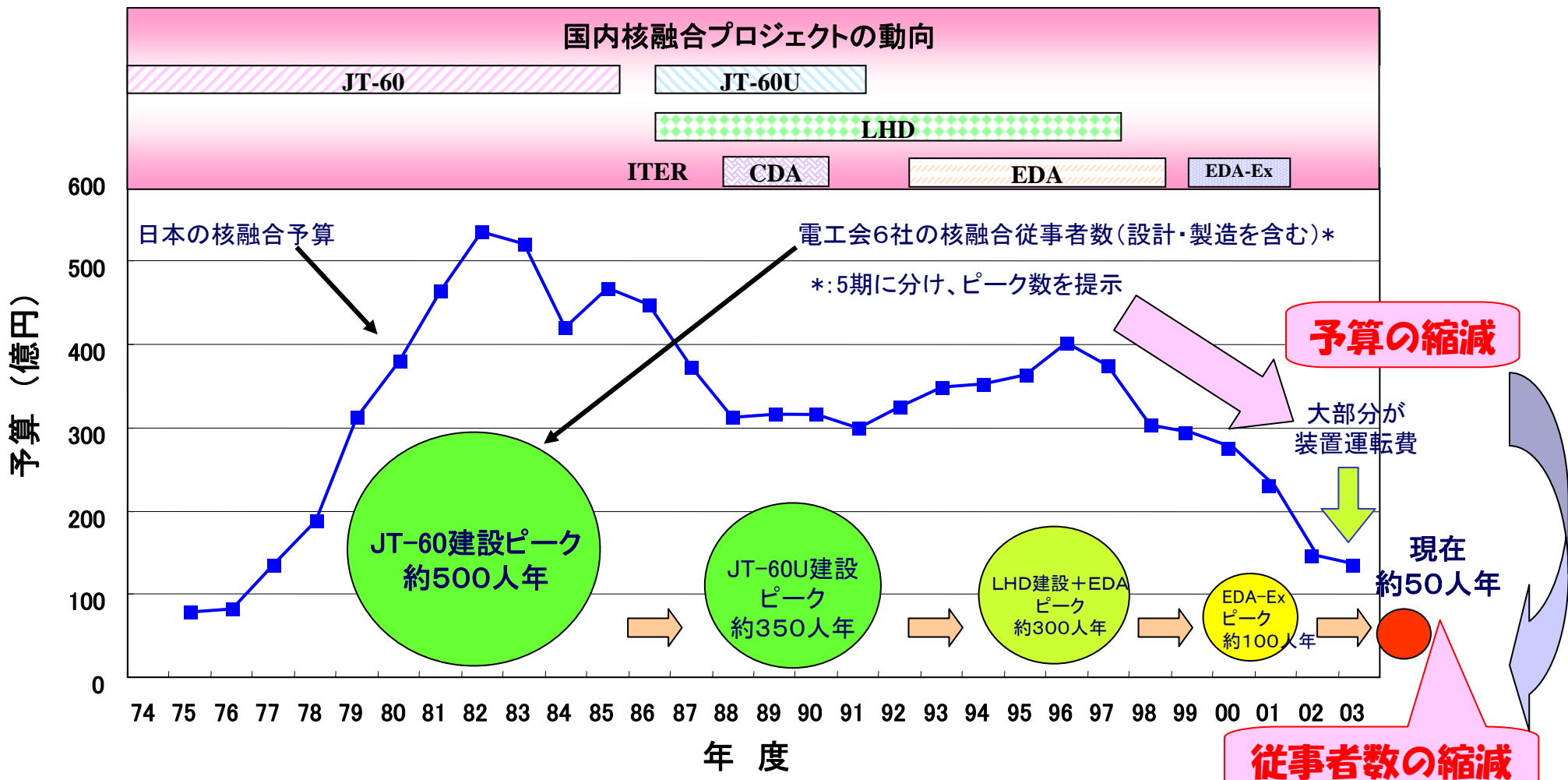
- 国の産業界への期待
- 産業界の現状：核融合開発市場の縮減による影響
- ITERとBAに向けた産業界の課題
- ITER建設へ向けての留意点
- 今後の核融合研究開発への産業界の考え

国の産業界への期待*

- (1) 原型炉に向けた製造技術の確立と経済合理性の追求のため、ITERを中心とした核融合機器の製造技術の蓄積・向上に努めること。
- (2) 今後の研究開発における産業界の知見と技術の活用と維持・発展の重要性に鑑み、長期的な研究開発計画の下で産業界の積極的参加が得られるよう配慮して研究開発を進める。
- (3) 原型炉の設計や核融合炉の実用化の検討については、産業界関連機関、製造業、電力業界の参画に期待する。

*原子力委員会 核融合専門部会の「今後の核融合研究開発の推進方策について」(2005年10月)

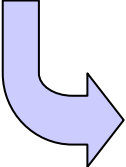
産業界の現状： 核融合開発市場の縮減による影響 (1/2)



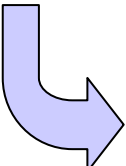
国内核融合予算と産業界の核融合技術者の推移

産業界の現状： 核融合開発市場の縮減による影響 (2/2)

(1) 日本の核融合研究開発は、基本的に政府の科学技術予算により推進されてきたため、**核融合市場の観点からは、そのほとんどを政府予算に依存**。

- 
- **メーカーの核融合売上高は、ここ7年にて大幅縮小しているため、核融合従事者が激減。**
 - **単発かつ長期に亘る開発(少ない装置建設機会等)であるため、技術の空白期間が生じ、技術継承が難しくなった。**

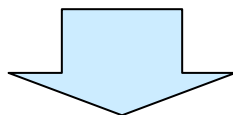
(2) 核融合エネルギー開発のような**長期に亘る国の開発計画への産業界の参加・協力への環境**が必ずしも整っていない。

- 
- **国の開発計画、体制が明確であり、国家予算の裏付けがあることが前提となり、保有している核融合技術者や製造技術などの維持・継続の可否も経営判断される。**

ITERとBAに向けた産業界の課題

今後10年間：

ITER建設と「幅広いアプローチ (BA) 計画」が**同時進行**



産業界の課題：

- (1) **現有的技術者数、設備だけでは即応できない可能性が高い。**
→ 増強には将来の活用シナリオが明確であることが必須。
- (2) **技術維持・継承が十分にできない可能性が高い。**
→ 単発かつ長期に亘る開発(少ない装置建設機会等)では、技術開発の継続が途絶えると、技術者が散逸(及びリタイア)してしまう。また、若手技術者を育てる機会が少ない。
- (3) **材料の入手性・調達性(長納期化と高騰化)について十分な配慮が必要。**

ITERとBAに向けた**現状**の課題

- (1) 技術者のリタイアは加速しており、現有の技術者数では即応できないことが現実のものとなった。**
- (2) 技術継承できぬまま多数の技術者がリタイアしており、このような状況で実機製作が発注されると技術的リスクが高く、対応できない可能性がある。実機製作に先立ち、製作性に関する大規模R&Dを実施することにより技術者増強と技術習得が最低限の必要条件となってきた。また、製造設備も新たに整備する必要がある。**
- (3) 鉄鋼材料、超伝導コイル用のニオブ等は大幅に高騰している。また、昨今の原子力回帰の流れにより鉄鋼材料は核融合用より軽水炉向けに優先的に供給される可能性が高く、これまで想定されてきた製作コスト及び工程で対応できるか極めて疑問。現状で工程とコストを見直すことが必要。**

ITER建設へ向けての留意点 (1/2)

(1) 国際協力によるITER建設において、日本の役割は主にITER機構に機器を物納することと職員派遣を通じてシステム統合技術の獲得を図ることとされているが、我が国としての核融合技術蓄積を展望した場合、それで十分なのか精査が必要。

(2) ITERで製作担当できない機器の設計・製作/ノウハウの取得が十分か?

(3) トリチウムに深く関与する安全設計技術や許認可に関する一連の作業など、将来の原型炉に向けて必要な技術は、主としてITER機構とホスト極に経験・蓄積されるだけで良いのか? →国内にも蓄積しておくべきである。(今回追記)

ITER建設へ向けての留意点 (2/2)

(4) ITER機構に職員派遣を通じて種々の技術（国内製作担当しない機器の製作技術、システム統合技術、核融合プラントエンジニアリング、建設ノウハウ、許認可対応など含む）獲得を図ることについては、どの技術を、どのような人材をどの部門にどの程度、派遣させるのか明らかにする必要がある。

(5) また、そのような人材はITER機構で得た経験をもとに国内原型炉設計で有効に活用する必要があるので、産官学全体の視点から具体的な派遣を検討する必要がある。

(6) 派遣について産業界がどこまで協力できるかは、国としての技術派遣計画が明確となった上で判断される。

国としての原型炉に向けた青写真を明確にする必要がある。

ITER国際機構への技術者派遣において産業界がどこまで協力できるかは、国としての原型炉建設に向けた具体的な技術戦略(*)とそこにおける産業界の役割が明確になった上で判断される。

***技術戦略：原型炉建設に向けて日本が維持・向上すべき技術は何か。その技術はどこに蓄積するのか。ITERに技術者派遣して習得できるのか、それとも国内計画で独自に開発するのか。**

核融合開発の今後の展開に向けて - 産業界の考え (1/2) -

(1) 核融合発電は未だ実証されていない状況ではあるが、エネルギー開発であるからこそ、現時点においても**実用化を視野に入れて計画・推進**が必要と考えている。

→ ITER建設後の実験成果により原型炉開発の可否が判断されると理解しているが、**ITER研究開発における技術と人材は原型炉開発に資するものである。**

(2) 核融合開発は環境負荷の低減、エネルギーセキュリティの観点から重要であると認識しつつ、**チャレンジングな技術***の集合体であることを考え、日本が**世界をリードできるようこれまで通り貢献**していく。

*超伝導、耐電磁力構造、低放射化材料、等のハイテク技術の集大成、巨大システム統合技術など

核融合開発の今後の展開に向けて - 産業界の考え (2/2) -

(3) 日本として原型炉を見据えた維持すべき技術を関係機関と明確にするとともに、それを実行する上で必要な施策については適宜、国へ提案していく。

(4) 核融合開発を今後も効率的に推進していくには定期的なチェック&レビューが必要とされているが、産業界もチェック&レビューに参加し、評価できる能力を確保していく。

今回、追記：原型炉に向けたロードマップ作成が核融合エネルギーフォーラム内で検討されており産業界も積極的に関与しており、オールジャパンで核融合開発していく新たな第一歩が始まったと理解。

終わりに

- **産業界は、核融合開発草創期より国内開発計画に協力してきた。**
- **また、今後原型炉設計の段階に入ると、産業界の果たすべき役割がさらに要求されるものと認識する。**
- **しかしながら、開発の単発化・長期化から、産業界のおかれた環境は、技術継承、人材確保などの点で厳しい状況にある。**
- **今後10年間に亘るITER建設およびBAの開始を前に、産業界の参画体制、技術継承等の期待と取組み等に関する議論を期待する。**

- 1. 原型炉に向けた詳細なロードマップが核融合エネルギーフォーラム内で鋭意作成されつつある。このロードマップはITER/BAと原型炉をつなぐ期間についても記載されており非常に有用なものになると認識している。**
- 2. ロードマップに記載された技術を日本として維持・向上すべき技術かどうか優先順位をつけるとともに、その開発を国内独自計画で実施するのか、ITER/BAで習得するのか等の観点からITER/BA、原型炉に対する産官学の取り組み体制を早急に明確化する必要がある。**