

原型炉開発に向けた行政からの問題提起

平成26年4月28日



坂本 修一

文部科学省 研究開発局 研究開発戦略官(核融合・原子力国際協力担当)



MEXT

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

核融合エネルギーの段階的発展

「今後の核融合研究開発の推進方策について」(平成17年10月原子力委員会核融合専門部会)を基に作成。

技術的実証・経済的実現性

- ・発電実証
- ・経済性の向上

科学的・技術的実現性

- ・燃焼プラズマの達成・長時間燃焼の実現
- ・原型炉に必要な炉工学技術の基礎の形成

科学的実現性

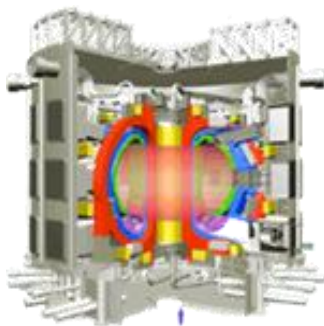
臨界プラズマ条件の達成



原型炉

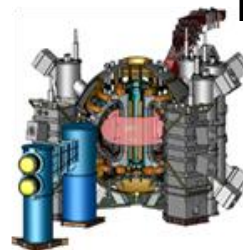


IFMIF



ITER
(実験炉)

ITER計画



JT-60SA

BA 活動

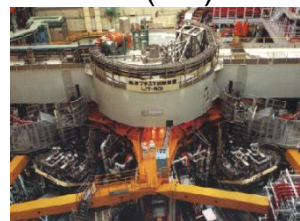
科学技術・学術審議会 核融合研究作業部会において、核融合原型炉開発のための技術基盤構築の進め方について、技術的課題毎に議論し、2013年1月に報告書(以下、「作業部会報告書」)を取りまとめ。



JET(EU)



TFTR(US)



JT-60 (JA)

【主要実験装置】



MEXT

MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

現状認識

- 核融合に関する各種プロジェクトは着実に進展。一方で、これらに対する多額の投資を背景に、社会から「いつ、核融合エネルギーは実現するのか？」との問いかけが頻繁に行われている。
- 核融合コミュニティにとって、上記の問いかけに対して信頼度の高い、具体性のある答えを出すことは、アカウントビリティを果たす上で最も重要な問題ではないか。
- 作業部会報告書に示されている問題認識
 - ・原型炉の本格的な概念設計活動について、「設計の基礎となる知見については、原型炉実現のために将来必要となる工業技術と現在の技術成熟度との間で十分な整合性が確保されていないことが多い。しかるに原型炉はこれまでの核融合実験装置とは異なり、非常に大規模な工業プラントであることから、その技術的整合性を確保しないままでは、実際に建設に着手する段階で非常に大掛かりな工学技術開発を要し、そのために相当の資源と時間が必要となる恐れがある。」
 - ・「原型炉に求められるもの、原型炉のあるべき姿の方から見るバックキャストの手法に沿い、既存・進行中の研究開発計画を合理的なものとすることが、原型炉の本格的な概念設計活動の在り方を考える上で、極めて重要である。この原型炉の本格的な概念設計活動についてITER計画、BA活動及びそれらを補完する研究開発の整合性、合理性など、全体をとらえた検討・検証を進捗に応じて行うことができるものとする体制を整備して、原型炉の最適化を可能とする総合的な活動の推進を図ることによって、実現可能性の高い原型炉へのロードマップが構想され、第四段階計画(原型炉により技術的実証と経済的実現性を明らかとする段階)への移行の判断に必要とされるチェックポイントが明らかになっていくであろう。」



発電実証の早期実現に向けて、今、核融合研究開発に携わっている者が一丸となり、関連分野の優れた人材(特に若手)をもっと巻き込んで、ロバストな技術基盤の構築とそれを土台とした原型炉開発のプラン作りに邁進することが求められている。



行政からの問題提起①

相当の国費投入がさらに必要となる原型炉段階への移行の可否を判断するには・・・

「実用化を見据え」、「民間事業者の参画」を得つつ判断する(平成17年推進方策)ことを鑑みれば、経済合理性や安全性等に対する社会の要求に十分応え、広く支持が得られるプランが核融合コミュニティによって作成される必要がある。



そのためには

核融合コミュニティ全体の活動を統合的視座で把握し、共通目標を設定して活動を組織化、あるいは、その指向性を強化することが不可欠。

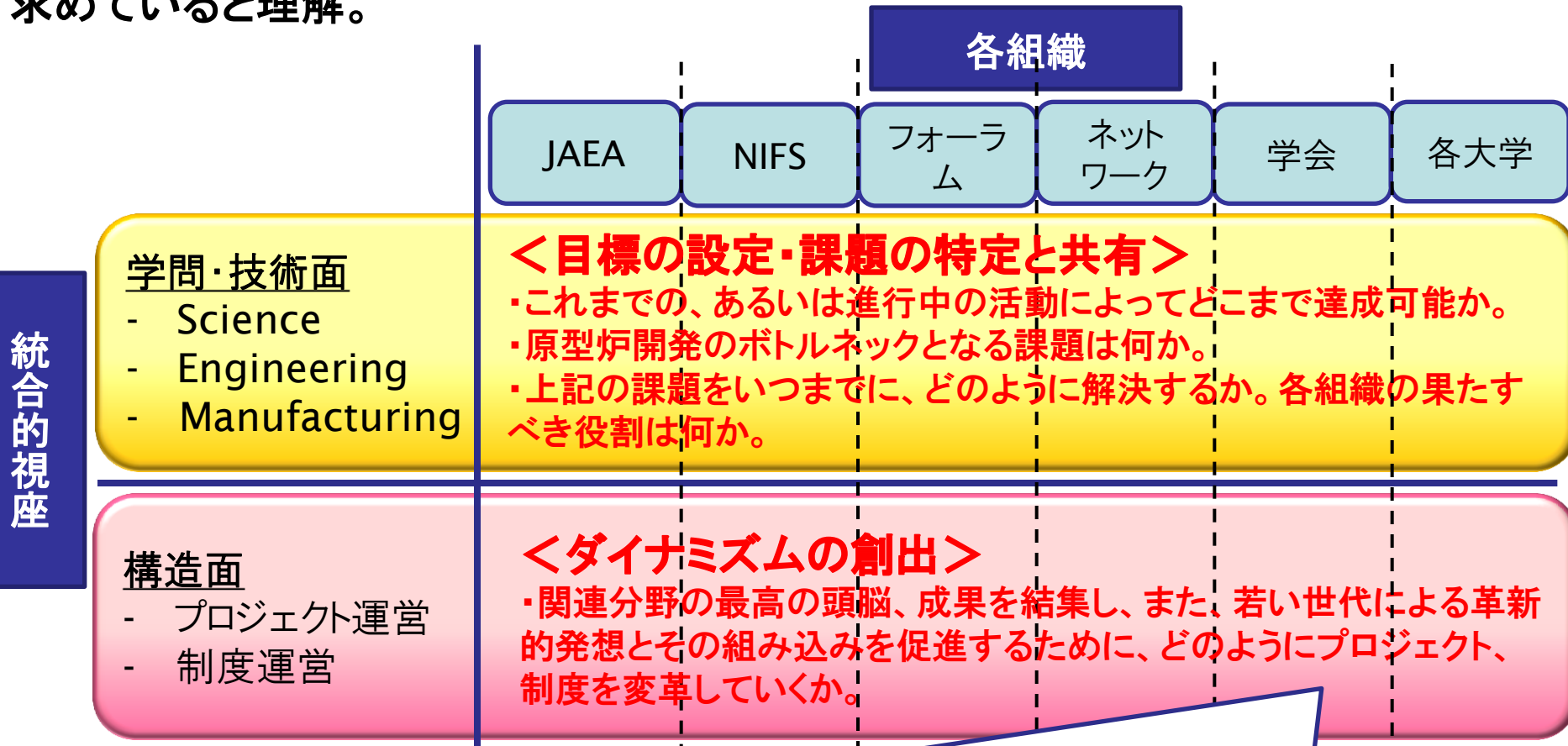


○作業部会報告書を受けて、日本原子力研究開発機構と核融合科学研究所が協力し、核融合原型炉開発のための技術基盤構築の中核的役割を担う産学官のチーム(合同コアチーム)を設置し、本年2月に中間報告を取りまとめ。



行政からの問題提起②

合同コアチームの中間報告は、統合的視座からの研究開発システムの変革を求めていると理解。



核融合コミュニティが全体として共通目標を設定し、その実現への寄与度を最も重要な評価軸と捉えて、プロジェクトや組織、制度の運営から個々の研究活動まで、方向性を揃えていくことが必要。

変革に向けた課題

研究開発システムの変革、真のオールジャパン体制の構築に向けて、コミュニティに取り組んでいただきたい課題

・学問・技術面

- Science
- Engineering
- Manufacturing

○世界最高水準の研究能力のさらなる発展

- ・重要課題解決に向けた研究戦略の確立(学問分野、セクター、国境を超えた協働体制、切磋琢磨)

○核融合発電に必要な製造技術の共同開発

- ・発電システムとしての成立性は製造技術に大きく依存

・構造面

- プロジェクト運営
- 制度運営

○研究活動の組織化、指向性強化

- ・全体戦略と個別活動の目標、計画、評価との連動性
- ・核融合に対する社会的要請を常に意識し、共有

○大型プロジェクトへの革新的発想の組み込み

- ・明確な開発目標の下で、斬新かつ有望なアイデアを積極的に組み込む仕掛け作り

○長期的展望の下での優れた人材の確保

- ・挑戦的課題を巡って産学官の若手が共に学び、研究する環境の整備
- ・先端基盤技術を修得した高度人材の幅広い産業分野への展開



核融合技術の経済的・社会的価値の見える化

核融合研究開発で培われた技術成果の各種産業分野への応用は、安定した社会的支持の獲得に不可欠。

1. 磁場・超伝導技術

<技術の特徴>

高磁場(13T)を発生できる高性能超伝導線材の量産化技術やコイル製作技術

●医療用MRIの高性能化・量産化

…(株)東芝等で開発(右)

●粒子線がん治療装置の開発

…(株)三菱電機等で開発



○MRIの分解能向上、がん治療装置の小型化

→早期難病発見、先進治療の普及

○電力貯蔵システムへの応用

→工場、共同住宅で経済的な電力供給が可能に

今後

2. 高精度加工技術

<技術の特徴>

超大型の超伝導コイル(大きさ14mx9m、重さ300t)等をミリ単位で製作する技術

●電子ビームによる、ひずみの非常に少ない溶接方法の開発(下)

…(株)東芝、(株)三菱重工等で開発

●高精度の3次元曲げ加工技術の開発

…(株)東芝、(株)三菱重工等で開発

→新興国には真似のできない大型構造物の超精密加工が可能に



・宇宙船の外壁
・海洋調査船の耐压殻
・軽水炉のタンク など

3. 高電圧・大電力技術

<技術の特徴>

100万Vの高電圧を絶縁する技術、また大電流を5千分の1秒という高速で制御する技術

●超高電圧用絶縁変圧器の開発

…(株)日立製作所と共同開発(右)

●半導体素子を用いた大電流高速変調技術の開発

…(株)IDXで高圧電源遮断器を商品化



○100万V級直流送電への応用

→送電時の電力損失を抑え、大幅に効率化

○電車や電力設備等への応用

→加速性や省エネ性等が向上

今後

4. リチウム回収技術

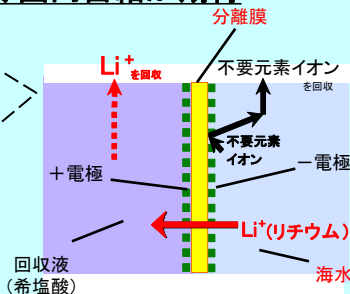
<技術の特徴>

核融合炉の燃料である三重水素を作るためのリチウムを海水から回収する技術

需要の急増が予想されるリチウム電池の原料の海水からの採取の実現により、国内自給が期待

今後

卓上レベルの小型試験装置(下)で原理を実証済



5. 真空工学技術

<技術の特徴>

大気の100億分の1の超高真空状態にする技術

●微量ガスの迅速・好感度測定技術の開発

…(株)日本金属化学等でガス分析装置を商品化(右)

→自動車用合金等の品質管理や、健康状態診断、野菜の鮮度の指標策定等に活用



●不純物混入を抑える真空ポンプの開発

…(株)アルバックなど多くの企業で商品化

→半導体、電子顕微鏡、大型加速器等の精密機器の製作に活用

6. 加速器技術

<技術の特徴>

0.5m²を超える大面積電極を用いた大出力・均一なイオンビームを生成する技術

●イオンビーム加工機、液晶製作用のイオンドーピング装置のイオン源の開発

…(株)日立製作所、(株)日新電機等で商品化(右)

ハードディスクの微細加工等に活用



太陽電池や半導体基板の薄膜生成技術への応用

→発電効率が向上、半導体が高速化

今後