



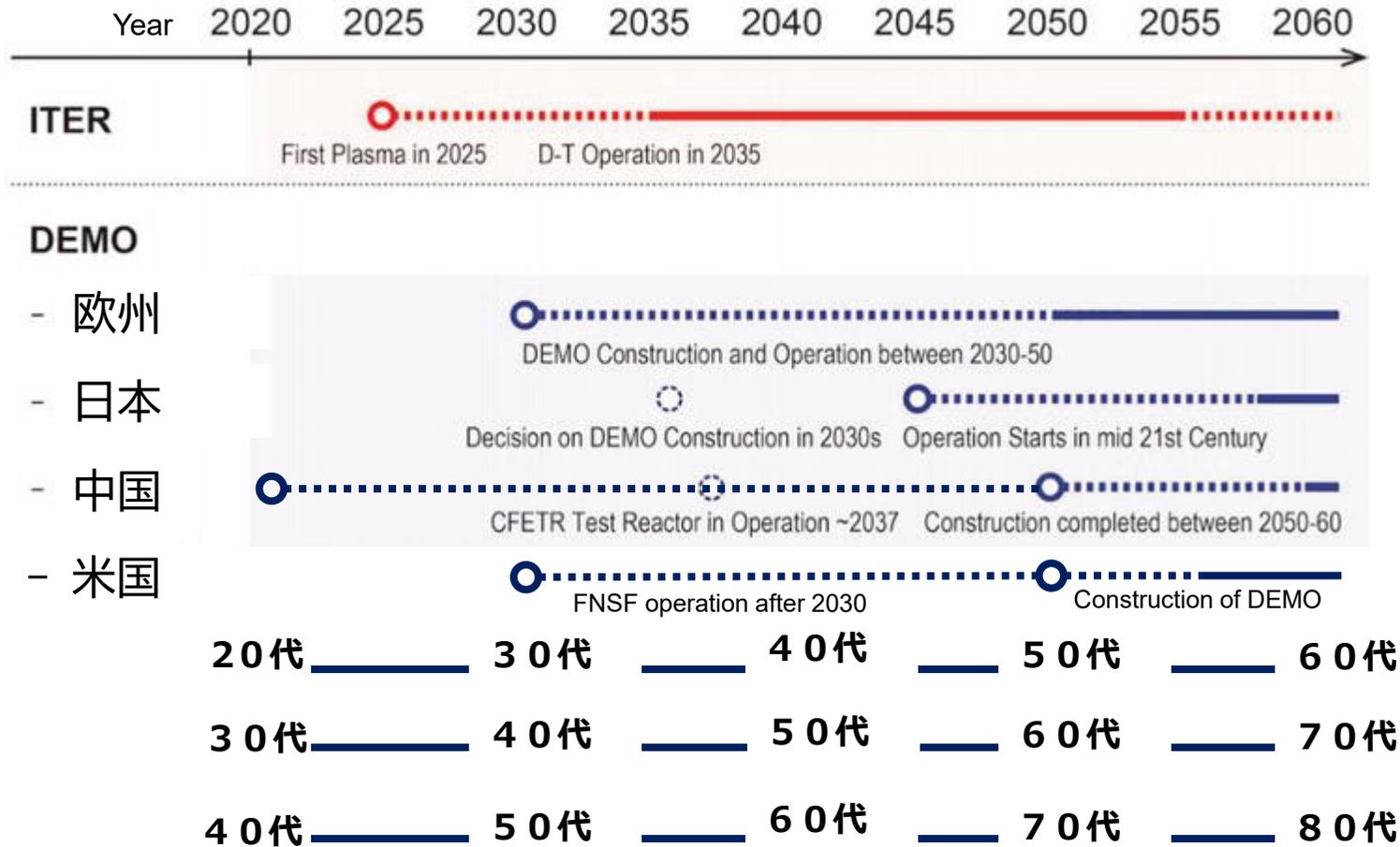
核融合科学の極限技術追求と社会実装

安原亮

核融合科学研究所



商用核融合発電を目指すためには



➤ 非常に長いタイムスケール：一人の人生を費やす（足りないくらい）時間が必要

第5回IAEA DEMOプログラムワークショップ（2018年5月）より

<https://www.iaea.org/newscenter/news/charting-the-international-roadmap-to-a-demonstration-fusion-power-plant>

<https://www.intechopen.com/books/power-plants-in-the-industry/nuclear-fusion-power-plants>



核融合科学の長期的なアウトプットと短期的なアウトプット

- 核融合科学には極限的な技術を追求しながら、長期にわたり研究活動を行うことが望まれる。
- 企業や政策目標、人生などの経済社会人間の時間スケールで、すなわち短期的に、成果を社会還元していくことは、長期にわたり継続的な研究が必要な核融合科学という学術分野を形成していくためには重要。
- 核融合の極限技術は企業や社会においても課題解決に役立つ。これが成り立てば、短期的に核融合科学からの成果物が社会実装されていく。長期的には、核融合発電は、核融合科学からの社会実装の究極的な一形態になる。



極限技術追求とは

- これまでに人類にとって未知であり未踏領域である，機能，性能を持つ技術を追求すること
 - ▶ 例えば，青色LED，高強度レーザー，超解像顕微鏡，リチウムイオン電池，世界初，世界一，優れた学術論文として発表可能な技術
- そのような技術は技術そのものが学術フロンティアであるはず
- またそのような技術は世界中で，そこにしか存在しないため，社会や学術界に新たな技術や学問領域の創出をリードできる。



狭義の核融合関連技術

核融合研究は複合分野：少なくとも下記に関わる極限的な技術が必要

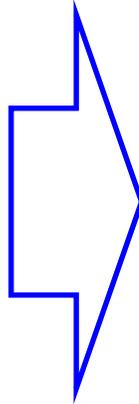
- プラズマ制御（物理に基づく実験と理論）
 - ✓ 閉じ込め性能の向上
- プラズマ計測技術開発
 - ✓ プラズマの性質を理解する
- 加熱技術開発
 - ✓ プラズマの高温化、加熱機器高効率化・高パワー密度化
- 超伝導技術開発
 - ✓ 高電流（密度）・高強度・大口径マグネットの実現
- 材料工学、機械工学
 - ✓ 耐超高熱負荷・耐腐食・耐放射線・低放射化材料の開発
- システム設計
 - ✓ 冷却・熱除去、高効率発電・水素製造、遠隔保守、連続排気、同位体分離濃縮

範囲を広げると核融合科学に関連のない世の中の技術はあまりないのでは。



核融合関連技術の極限追求への5つのキーワード

- プラズマ制御
- プラズマ計測技術開発
- 加熱技術開発
- 超伝導技術開発
- 材料工学、機械工学
- システム設計



- 知覚の拡大
- 究極的な制御
- 物理限界の突破
- 経済性への挑戦
- 社会的理解の獲得

現在ある核融合関連技術を上記の5つのような一般的な概念に組み替えて、核融合科学の中からも分野外からもアクセスできるテーマ群をもったユニットを作成



5つのキーワードにに關わる取り組むべき課題

知覚の拡大
時間分解能の極限
空間分解能の極限
新しい数量計測

究極的な制御
過渡的, 不安定な状態制御
マルチ時空間スケール制御
限られた情報による安全制御

物理限界の突破

超高耐熱・超高強度・耐放射線・耐腐食材料の発見・開発
高電流密度、耐歪・耐応力、高運転温度の超伝導線材の開発・発見

経済性への挑戦

高効率化、長寿命化、軽量・コンパクト化、メンテナンス性向上

社会的理解の獲得

受動的安全、廃棄物低減、環境問題、技術安全保障への貢献



研究への取り組み方

■ 装置群

- ▶ HIP装置, SPS装置, 無加圧真空焼結炉 (新規, 既存)
- ▶ レーザー顕微鏡, TEM, FIB, SEM等の計測装置群 (既存)
- ▶ レーザー装置 (新規)
- ▶ その他, 検討中

■ 予算規模：年間数千万円（初期投資時は除く）

- ▶ 大きな装置はユニット内外で連携して大型予算を獲得：科研費, CREST, NEDO等
- ▶ 装置群の維持経費獲得と更新のために共同研究企業を増やす。
 - ✓ 社会実装に向けた取り組みにもつながる。
- ▶ 企業からの寄付金, 協力者を獲得し起業してもらうことも視野（研究所へのライセンス収入）
- ▶ 将来的には知的財産等の実施料も運転経費になるとよい
- ▶ プラットフォームへはユニットで知恵を絞って装置案を



- 核融合の極限技術は企業や社会においても課題解決に役立つ。これが成り立てば、短期的に核融合科学からの成果物が社会実装されていく。長期的には、核融合発電は、核融合科学からの社会実装の究極的な一形態になる
- 極限技術は技術そのものが学術フロンティアであるはず。またそのような技術は世界中で、そこにしか存在しないため、ニーズとのマッチングが成立すれば、社会や学术界に貢献できる。核融合研と関わる共同研究者は、核融合研に所属する研究者の技術（装置）、学術的知見やノウハウ、知的財産を求めて集まる。このように戦略を立てていけば自然と共同利用機関としての役割も果たせるし、地位も向上するのでは。
- 現在ある核融合関連技術を「知覚の拡大」、「究極的な制御」、「物理限界の突破」、「経済性の壁への挑戦」、「社会的理解の解決」のような一般的な概念に組み替えて、核融合科学の中からも分野外からもアクセスできるテーマ群をもったユニットができると思います。



Thank you for your attention !

Ryo Yasuhara

Email: yasuhara@nifs.ac.jp

