
国家戦略に関する参考資料

2024年8月20日（火）

神戸大学科学技術イノベーション研究科 教授

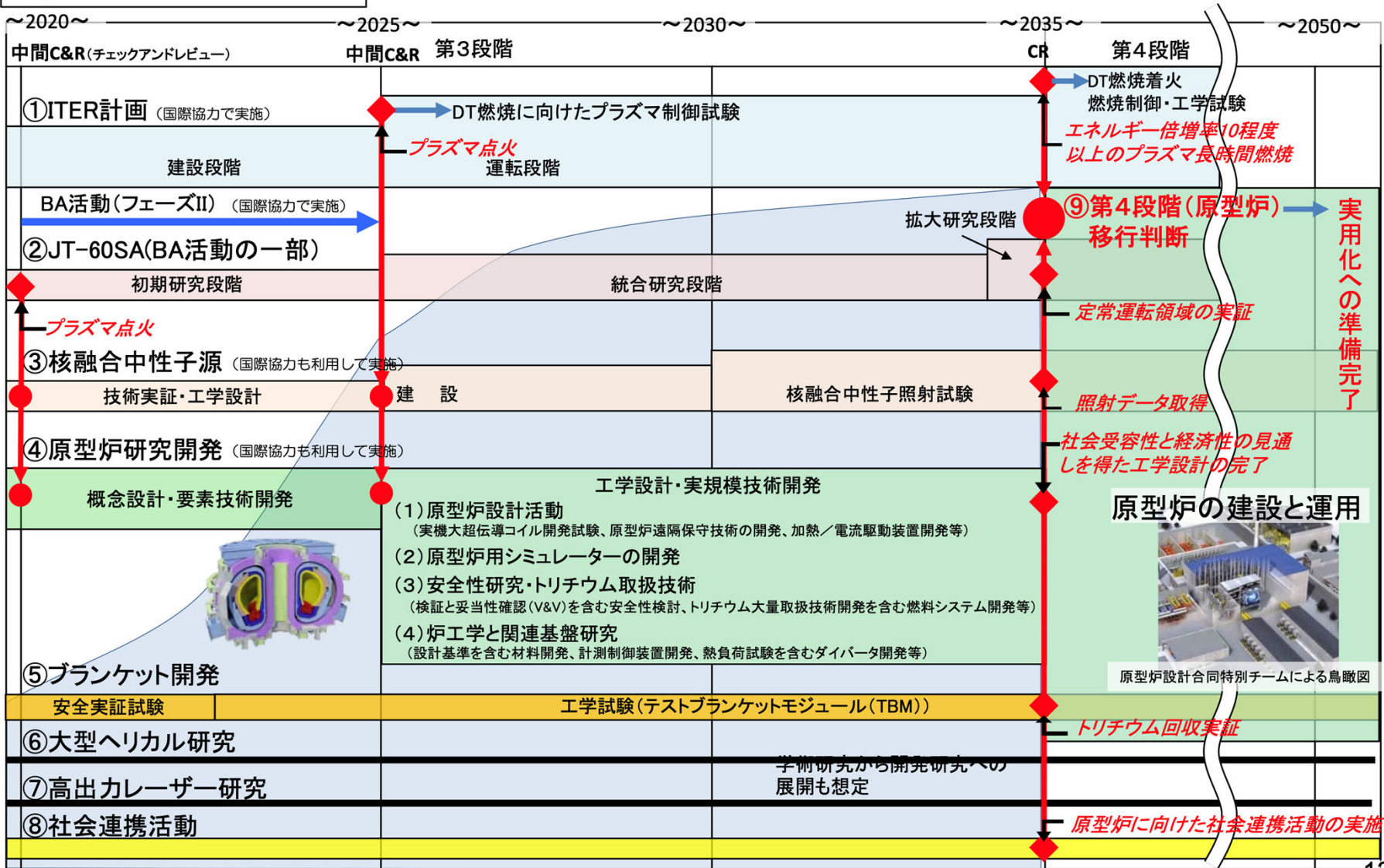
尾崎 弘之

論点

- 民間企業の参入モチベーションの強化
 - 国内における実証の場の設定
- 原型炉の強化
 - ロードマップ
 - デザイン、概念設計
 - タスクフォースの位置付け
- ファイナンス戦略の検討
 - マイルストーン方式など

「原型炉研究開発ロードマップ」

- ◆ 目標達成が求められる時点 ⬆ 達成すべき目標
 凡 ● 次段階への移行判断が求められる時点
 例 ◡ ロードマップ遂行に必要なアクティビティの指標



原型炉の建設と運用



原型炉設計合同特別チームによる鳥瞰図

出典:内閣府ホームページ「原型炉研究開発ロードマップ」

原型炉の技術課題例

原型炉「概念設計の基本設計」の概要

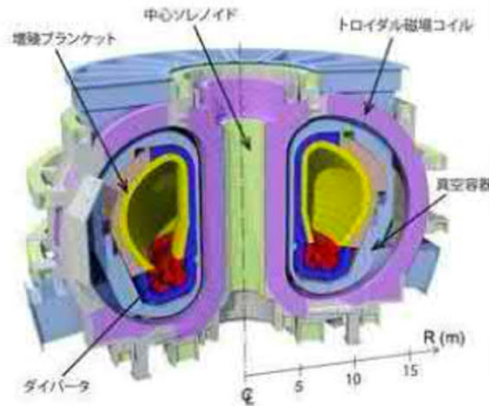
検討の方針

QST及び原型炉設計
合同特別チーム提供

- 主要機器であるトロイダル磁場コイル、増殖ブランケット、ダイバータについては、ITER技術基盤の延長に概念を構築
- ITERにない技術については、産業界の発電プラント技術及び運転経験並びに大学等による未踏技術の解決方策を取り入れた概念を構築
- 炉心プラズマについては、ITER及びJT-60SAの想定成果に基づいた概念を構築

→ 原型炉の目標（①数十万kWの電気出力、②実用に供し得る稼働率、③燃料の自己充足性）に見通しを得る基本概念を構築

基本パラメータ



主半径：8.5m
小半径：2.42m
核融合出力：1.5GW
発電端出力：0.64GW
中心トロイダル磁場：6T
プラズマ電流：12.3MA
加熱入力：< 100MW
規格化ベータ値：3.4
規格化密度： $n_e/n_{GW}=1.2$
閉じ込め改善度：1.3
冷却水：PWR条件
稼働率：~70%
運転方式：定常運転
三重水素増殖率：1.05

概念の特徴

- 誘導電流駆動によるIp立ち上げ： $R_p=8.5m$
- ダイバータ熱負荷低減： $P_{fus}=1.5GW$
- 運転柔軟性：定常運転&パルス運転
 - ✓ 高密度・非接触プラズマとの整合性の観点から、定格のIpでパルス運転
→十分なCS磁束を確保
 - ✓ プラズマ性能要求（ベータ値、閉じ込め改善度）を緩和したパルス運転
→初期の調整運転
→早期の発電実証

原型炉開発との接点： 原型炉設計合同特別チームへの参加

オールジャパン体制の原型炉設計合同特別チーム（100名超）がAPに沿って原型炉設計活動（共同研究、R&D、報告会、等）を実施。

大学等を対象とした共同研究の役割分担：APを直接的に遂行する共同研究はQST担当。中長期的な人材育成を含むAPを遂行するための共同研究はNIFS担当。



メンバーの所属組織（QSTまとめ）
 (QST：36、産業界：31、大学等：59 / R2年度)

©QST

出典：核融合市場研究会

米国NASAのISSへの輸送サービスでの成功体験(2006年頃-2014年頃)

https://historycollection.jsc.nasa.gov/JSCHistoryPortal/history/oral_histories/C3PO/SP-2014-617.pdf

民間参入を実現するアイデア

- COTS(Commercial Orbital Transportation Services:商業軌道輸送サービス)を「より早く/より良く/より安く」実施したい。
- 限定した政府出資で民間の資金/技術力投入を促す仕組み
- 開発期間を決めて技術毎に提案募集。目標(milestone)達成を評価。
=Milestone-Based Fusion Development Program (MBFDP)
(マイルストーン管理に基づく核融合開発)
- 達成企業に対して、NASAが長期間の輸送契約を約束。
- 企業とは、資金拠出型/非拠出型SAA(Space Act Agreement)の締結。
- 公的資金だけの機器調達スキームを根本的に改革。工程短縮も可能。

成果

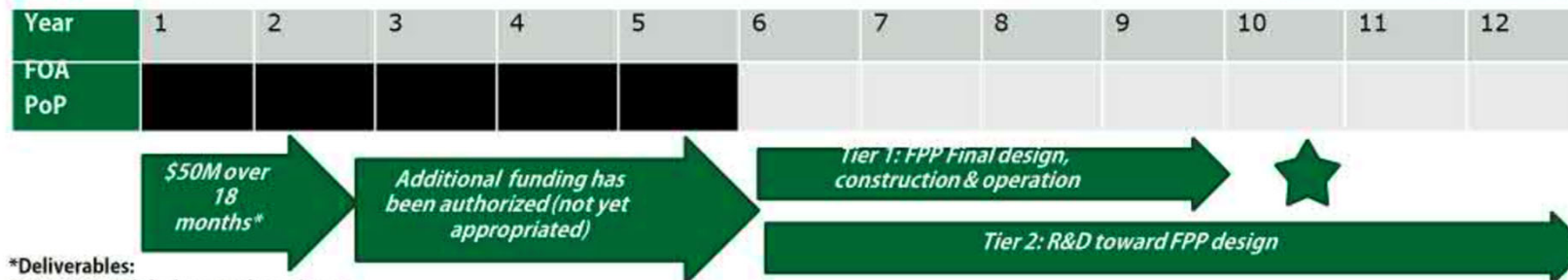
- 非政府系プロバイダに、ISSへの物資輸送を委任できることが立証。
- 政府資金の節約可：NASA788M\$、民1000M\$の拠出。
- 打上げ市場は政府以外の顧客獲得。例：イーロンマスク氏SpaceX社
- COTSが全政府計画に適用可能という訳ではないとしつつも、現在革新炉開発SMRの計画、Fusion Pilot Plantへ適用を検討中。

50M\$を数件のマイルストーン方式の開発に投入(企業審査中)

Milestone-Based Fusion Development Program

Purpose: Support the development of a U.S.-based fusion power industry through the RD&D of technologies that will enable the construction of new full-scale **fusion systems capable of demonstrating significant improvements** in the performance of such systems.

- Full applications are due **December 15 @ 11:59 PM ET**
- We expect to select 3-5 applications for award negotiations (*likely more than one Tier 1 application*)
- DOE anticipates that the Federal share of the total value of awards over the first 18 months of this program will be \$50M, subject to the availability of FY23 appropriations.
- Additional funding for up to five years will be contingent upon awardees meeting early milestones and the availability of appropriated funding to continue this program in FY24 and beyond.



*Deliverables:
Preconceptual designs, tech roadmaps

https://science.osti.gov/fes/-/media/grants/pdf/foas/2022/SC_FOA_0002809.pdf
Fusion Power Associates Meeting, December 7-8, 2022



U.S. DEPARTMENT OF
ENERGY

Office of
Science

From Presentation by John Mandrekas (DOE)

At 43rd Fusion Power Associates Annual Meeting December 7, 2022

出典: 核融合市場研究会