

核融合原型炉開発のための 技術基盤構築の中核を担うチーム (合同コアチーム) の活動について



合同コアチーム

尾崎章(原産)、笠田竜太(京大)、坂本宜照(原子力機構)、
坂本隆一(核融合研)、竹永秀信(原子力機構)、田中照也(核融合研)、
谷川尚(原子力機構)、山田弘司(核融合研)

専門家

岡野邦彦(慶應大)、飛田健次(原子力機構)

事務局

牛草健吉(原子力機構)、金子修(核融合研)

オブザーバー

小森彰夫(核融合研)、清水克祐(原産)、丸末安美(原産)、
森雅博(原子力機構)

合同コアチーム報告に至る経緯

① 文科省核融合研究作業部会

原型炉開発のための技術基盤構築の中核となる存在として、統合的視座をもって検討する機能の構築について議論（第7期 H25/3 – H27/2）

② 平成25年7月 作業部会が合同コアチームの発足を要請

1. 目的: 進展を踏まえ、核融合原型炉の開発に必要な技術基盤構築の在り方を、我が国の核融合コミュニティの総意を踏まえつつ検討
2. 検討内容
 - 1) 検討の前提となる核融合原型炉概念
 - 2) 実施すべき活動とその目標
 - 3) 上記の活動に必要な科学的・技術的検討作業

③ 平成26年2月 中間報告(論点整理)

- ## ④ 平成26年6月 報告(原型炉に求められる基本概念と技術課題の構造分析) → 平成26年7月 報告書取りまとめ
- 中間報告を受けての作業部会の見解

⑤ 平成27年1月 報告(原型炉技術基盤構築チャート)

合同コアチーム活動の起点となる問題意識

プラズマ・核融合学会誌（平成26年12月号）

サロン記事「今後の核融合原型炉開発に向けて」

坂本修一前研究開発戦略官、山田弘司

問題提起

原型炉段階へ進むためには、

核融合コミュニティが

- ① 全体を**統合的視座**で把握、
- ② **共通目標**を設定し、
- ③ その**実現への寄与を評価軸**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 指向性を強化**

することが必要ではないか

→ 目標へどれだけ近づいたかを見せることができる計画
(コミットメント)とその実行

合同コアチーム報告書はwebからダウンロードできます

English-language version is also available

- ① 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チーム 報告（平成26年7月18日）
 - 原型炉に求められる基本概念と技術課題の構造分析 -
- ② 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チーム 報告（平成27年1月19日）
 - 原型炉技術基盤構築チャート -

文部科学省 原子力科学技術委員会 核融合研究作業部会

日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門

プラズマ・核融合学会

他に、NIFS-MEMO として冊子体を出版



原型炉に求められる基本概念と技術課題の構造分析

1. はじめに
2. 検討の前提となる核融合原型炉概念について
 - 2-1. エネルギー情勢と社会的要請の変化
 - 2-2. 基本的進め方
 - 2-3. 開発戦略
 - 2-4. **原型炉に求められる基本概念**
 - 2-5. 原型炉段階への移行に向けた考え方
3. **原型炉の構成要素の技術課題**について
 - 3-1. 超伝導コイル開発
 - 3-2. ブランケット開発
 - 3-3. ダイバータ開発
 - 3-4. 加熱・電流駆動システム開発
 - 3-5. 理論・計算機シミュレーション研究
 - 3-6. 炉心プラズマ研究
 - 3-7. 核融合燃料システム開発
 - 3-8. 核融合炉材料開発と規格・基準策定
 - 3-9. 核融合炉の安全性と安全研究
 - 3-10. 稼働率と保守性
 - 3-11. 計測・制御開発
 - 3-12. 新たに必要される施設等について
4. 炉設計活動の在り方について
5. 海外との協力について
6. まとめ ー今後の原型炉開発技術基盤構築に向けた総合戦略づくりについてー

合同コアチーム 報告（平成27年1月19日）

原型炉技術基盤構築チャート

1. はじめに
2. **課題解決に向けた研究開発の時系列展開**について
 - 2-1. **最も重要なマイルストーン**
 - 2-2. 原型炉設計の完成度について
 - 2-3. **原型炉技術基盤構築チャート**について
3. **技術基盤構築において今後、特に留意すべき点**について
4. まとめ

参考資料3 合同コアチーム報告(原型炉に求められる基本概念と技術課題の構造分析)へのご意見

合同コアチーム報告書の要点 (1)

1. 核融合原型炉に求められる基本概念

目的:

他のエネルギーと競合可能な**経済・社会的合理性の達成見通し**

目標: 実用化に備え、以下を実現

数十万kWを超える定常かつ安定な電気出力

実用に供しうる稼働率

燃料の自己充足性を満足する総合的なトリチウム増殖

2. 進め方

- (1) まず、最も開発段階の進んだ**トカマク方式**によって**第四段階への移行条件を満足させ得るための技術課題を共通目標**として定め、ITER計画とともに**全日本体制で課題解決に当たる必要**
- (2) **加速と課題解決を促し、また移行判断等において、総合的進捗状況を踏まえることができるよう、相補的・代替的方式、革新的概念**など、研究開発において一定の多様性を持った取組を**バランスのとれた形で、より戦略的につなげて進める必要**

合同コアチーム報告書の要点 (2)

3. 原型炉技術基盤構築の時系列展開を可視化、総覧チャートを作成

2020年ごろ: 中間チェック・アンド・レビュー (ITERのファーストプラズマ)

2027年ごろ: 原型炉段階への移行判断 (ITERにおけるDT燃焼実証)

を想定し、炉設計と研究開発の課題解決への取組を示した

4. 技術基盤構築において今後、特に留意すべき点

(1) ITER計画は明確なクリティカルパス、その着実な遂行は必須

(2) ITER計画以外で、最も喫緊に取り組むべきこと

「炉設計活動の強化」と「ダイバータ研究開発の戦略的加速」

(3) 全体を律速するクリティカルパスになると考えられるもの

「テストブランケットモジュール(TBM)」と「核融合中性子源」

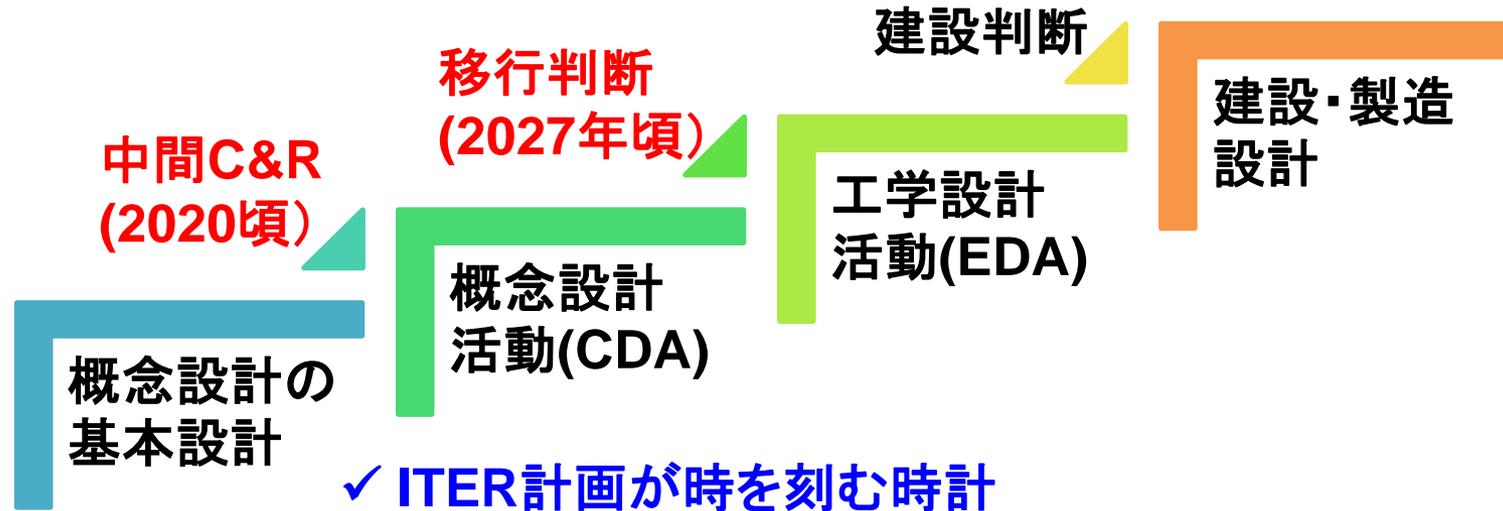
(4) 産学官の共創の場の構築、実効的なものとするための措置

申し送り: まとめるまでに至らなかった重要な点

「核融合エネルギーの社会科学的検討」

「ヘリカル方式及びレーザー方式についての調査・検討」

炉設計の完成度と研究開発



炉設計の完成度と設計を裏付ける研究開発

- 超伝導コイル開発
- ダイバータ開発
- 理論・計算機シミュレーション研究
- 核融合燃料システム開発
- 核融合炉の安全性と安全研究
- 計測・制御開発
- ブランケット開発
- 加熱・電流駆動システム開発
- 炉心プラズマ研究
- 核融合炉材料開発と規格・基準策定
- 稼働率と保守性

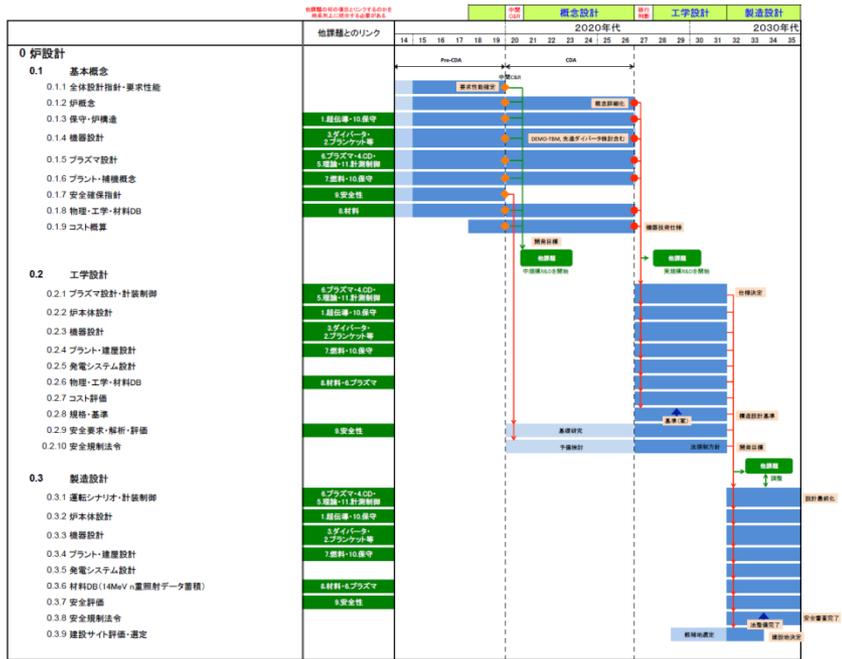


図2 原形炉技術基盤構築チャート (1)

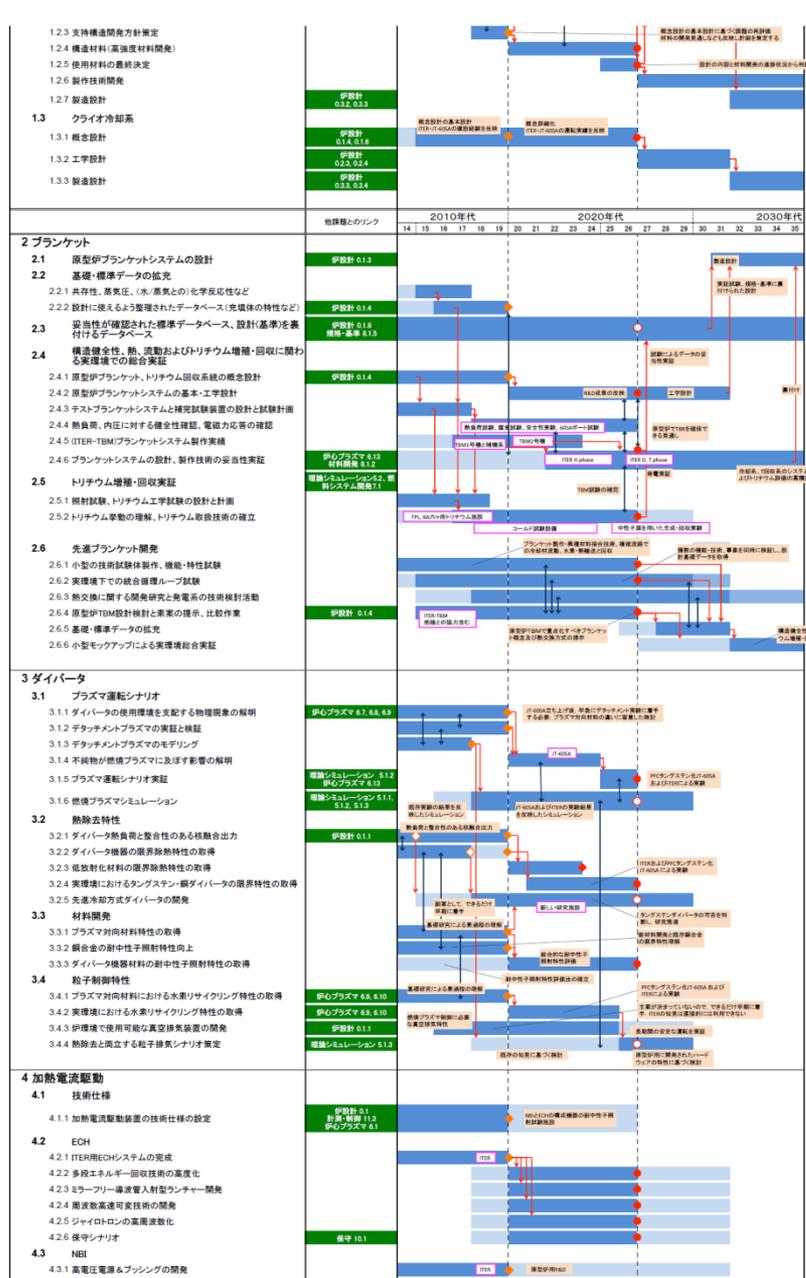
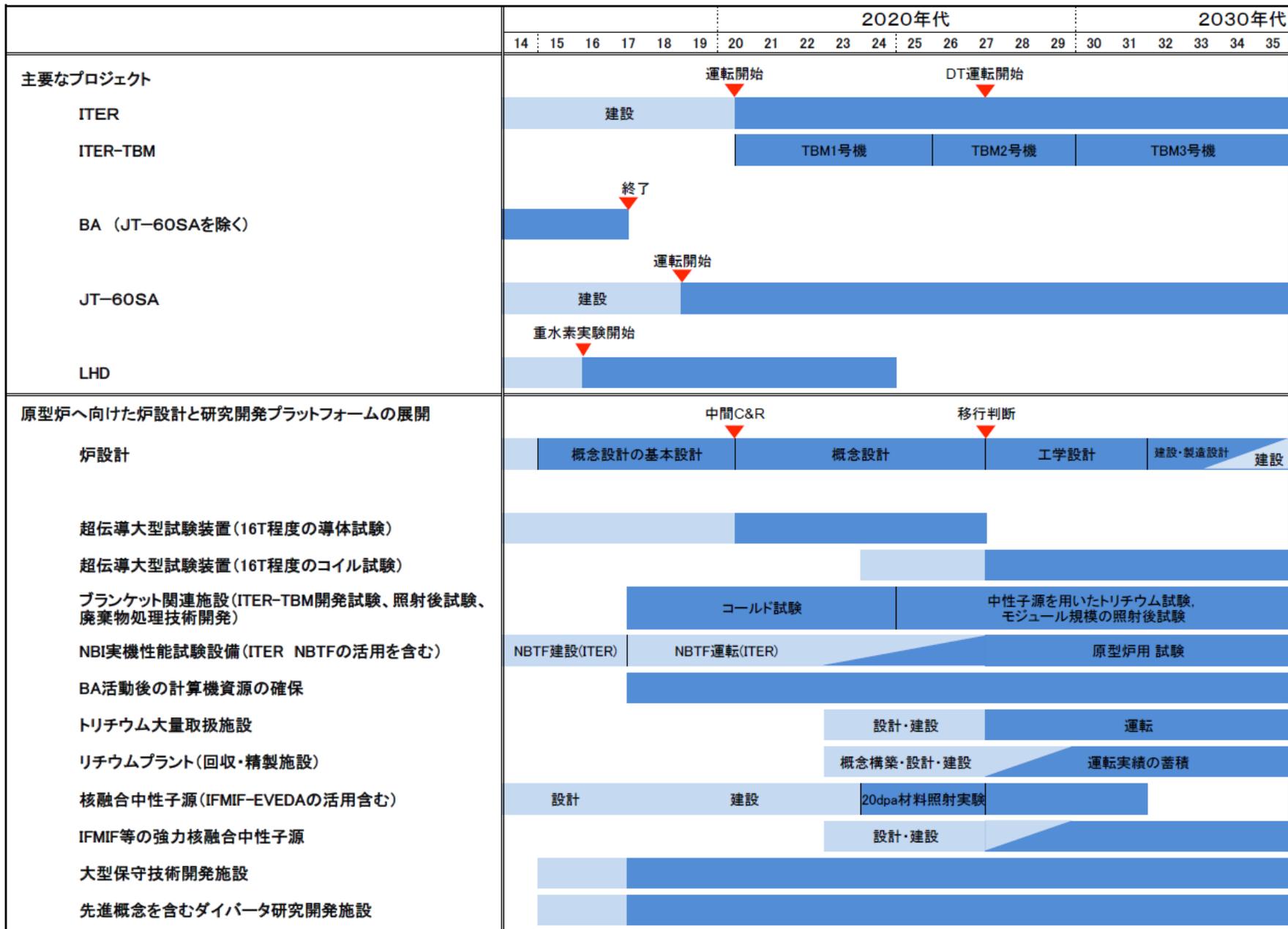


図2 原形炉技術基盤構築チャート (2)



ITER計画について

- ✓ ITER計画の進捗状況は時系列展開全体に大きな影響
- ✓ **判断の要件**について、その判断の**時期と基準の具体化**を進める必要
- ✓ 特に、エネルギー増倍率、ブランケット機能、長時間維持の実証等についての**成果がいつ、どこまで見込めるのか**、の**共通認識**に立って、具体的な判断の要件が今後の原型炉開発ロードマップに位置づけられる必要

炉設計活動の強化について

- ✓ 炉設計は初期段階から11の**技術課題項目とリンク**
- ✓ 技術課題項目の**開発目標・要求性能・技術仕様を確定**し、研究開発を推進するため、炉設計活動の体制を拡充し、早急に強化する必要
- ✓ 特に、ダイバータ、ブランケット、保守、安全性の課題は重点的検討必要

ダイバータ研究開発の戦略的加速について

- ✓ **ダイバータ**は原型炉で想定される運転条件と現在の科学的理解及び技術成熟度との**かい離が極めて大**
- ✓ **炉設計活動**における特段の強化と合わせて、中間C&R及び移行判断の要件の目標達成を指向した**研究開発の戦略的な加速**が不可欠

テストブランケットモジュール(TBM)

- ✓ ITER-TBM最終設計レビュー 2018年に設定
- ✓ 性能実証試験、照射後試験
- ✓ 先進ブランケット開発に関連した他極との協力体制

核融合中性子源

- ✓ 移行判断前に、それまでに備わった材料に関わる知見からなる予測モデルを実験検証し、適用範囲を確認する必要 → 20dpa程度の照射

全日本体制を実効的なものとするための措置

- ✓ 原型炉に向けた技術基盤構築にはリソースを最大限に活かし、さらなる展開を図るため全日本体制で取り組むことが必要不可欠
- ✓ 研究機関、大学、企業が問題意識と戦略を共有し、一体となって課題解決に向けた研究開発を推進するための体制、すなわち「**産学官の共創の場の構築**」
- ✓ 二つの観点を指摘
 - 原子力機構六ヶ所サイトを原型炉開発に向けた中心拠点として発展
 - 人材の流動性と多様性を高める: クロスアポイント制度の積極的導入

まとめ

合同コアチームは

- 1 原型炉に求められる基本概念の再考
- 2 まず、トカマク方式によって原型炉建設に至る技術課題を特定し、課題解決に必要な技術基盤構築の時系列展開を可視化した、総覧チャートを作成

「核融合はいつ実現するのですか？」
にどれだけ近づいているかを見せる

このチャートはひな形

- ∴ 核融合に関わる産学官のコミュニティがさらに吟味、
 - 問題意識と指向性の共有が図られ、
 - 一体となった取組につながることを期待