

核融合原型炉研究開発に関する第1回中間チェックアンドレビュー
構成（案）

令和3年6月24日

1. 第1回中間チェックアンドレビューとは（確認）

（1）CR1の目的

- 「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」（平成29年12月核融合科学技術委員会）（以下、「委員会文書」という。）によれば、チェックアンドレビューの目的は、これまでの我が国における核融合原型炉研究開発の進捗状況を分析し、原型炉段階への移行に向けての技術の成熟度を確認することである。
- 委員会文書によれば、このうち、第1回中間チェックアンドレビュー（CR1）においては、それまでのBA活動等の成果を踏まえ概念設計とそれに必要な要素技術開発の開始判断を行うとされている。

（2）CR1の基本

- 委員会文書においては、CR1段階における達成目標（社会連携に関する目標を含む）が設定されており、この目標の達成状況を確認することが基本である。
- その上で、委員会文書では、中間チェックアンドレビューには柔軟性を持たせ、将来の不確定性にも対応できるようにするとされている。このことも踏まえ、CR1の実施に当たっては、最新の国内外の情勢などを踏まえ、第2回中間チェックアンドレビュー（CR2）に向けた課題の抽出、CR2までの達成目標の再精査についても合わせて検討すべきである。

2. 原型炉研究開発に関するこれまでの方針

- 委員会文書においては、原型炉の目的を「技術的実証と経済的実現性を明らかにすること」としている。
- 同じく、委員会文書においては、原型炉の目標として、21世紀中葉までの核融合エネルギーの実用化に備え、数十万kWを越える定常かつ安定した電気出力を実現すること等を掲げている。
- このような方針に基づき、本委員会では「原型炉研究開発ロードマップについて（一次まとめ）」（平成30年7月）を取りまとめ、これに基づき研究開発が行われてきている。（この研究開発の代表的な成果が「原型炉概念設計の基本設計」である。）

3. 核融合を取り巻く国内外の情勢の変化

- カーボンニュートラルの実現に向けて、核融合エネルギーに対する社会的要請の高まり。エネルギー安全保障の重要性の高まり。
- イーター、幅広いアプローチ活動の研究開発・建設活動の状況及び主要機器の調達の進捗に伴い新たに得られた原型炉に寄与する知見の蓄積。
- 科学技術の進展に伴う核融合分野の技術革新（人工知能、ビッグデータなどによるプラズマ制御の革新等）の可能性や、それを踏まえた諸外国・ベンチャー企業による核融合発電炉の実現に向けた動き。

4. CR1時点で求められている目標の達成状況

(1) アクションプラン進捗状況

- 原型炉研究開発のアクションプランに関する進捗状況調査結果（令和3年1月、原型炉開発総合戦略タスクフォース（以下、「原型炉TF」という。））を基に、CR1段階までの達成目標を満たしているか、進捗を確認する。
※原型炉TFによる令和3年1月の調査結果では、「CR1段階までの達成目標を満たしている」と評価している。

(2) その他最近の状況の確認

- 原型炉研究開発のアクションプランに関する進捗状況調査結果（令和3年1月、原型炉TF）を取りまとめた以降の状況について追加的な確認を行う。

5. CR2に向けた課題の抽出

(1) アクションプラン進捗状況調査結果を踏まえた分析

- 原型炉TFにより取りまとめられたアクションプラン進捗状況調査結果（上記3.(2)の確認結果を含む）を基に、CR2に向けた課題を確認する。
※原型炉TFによる同調査結果においては、CR2に向けた課題について優先順位を付すことの重要性なども指摘されており、この点については委員会においても十分に留意する必要。

(2) 最新情勢を踏まえた分析

- 上記3.の最新情勢を基にCR2に向けた課題を分析。

(3) CR2に向けた重要課題の抽出

①技術的側面

- ※CR2に向けた重要な技術的課題は多数あるが、優先順位付けが重要。
- ※柔軟性を持たせ、将来の不確定性にも対応できるよう、CR2に向けた概念設計

活動の基本方針として、例えば、経済合理性をさらに追求することや、発電の実現時期を早めることも検討。

②非技術的側面

※例えば、実施体制の検討、規制・技術規格・安全性の検討、社会連携方策の検討など

6. 結論

(1) 主文

※CR 1 段階までの達成目標を満たしているかどうかを中心に記載する。

(2) CR 2 までの課題の整理、CR 2 までに達成すべき目標の変更

※上記 5. (1) に示すアクションプラン進捗状況結果を踏まえた分析の中から CR 2 に向けた課題を抽出、整理する。

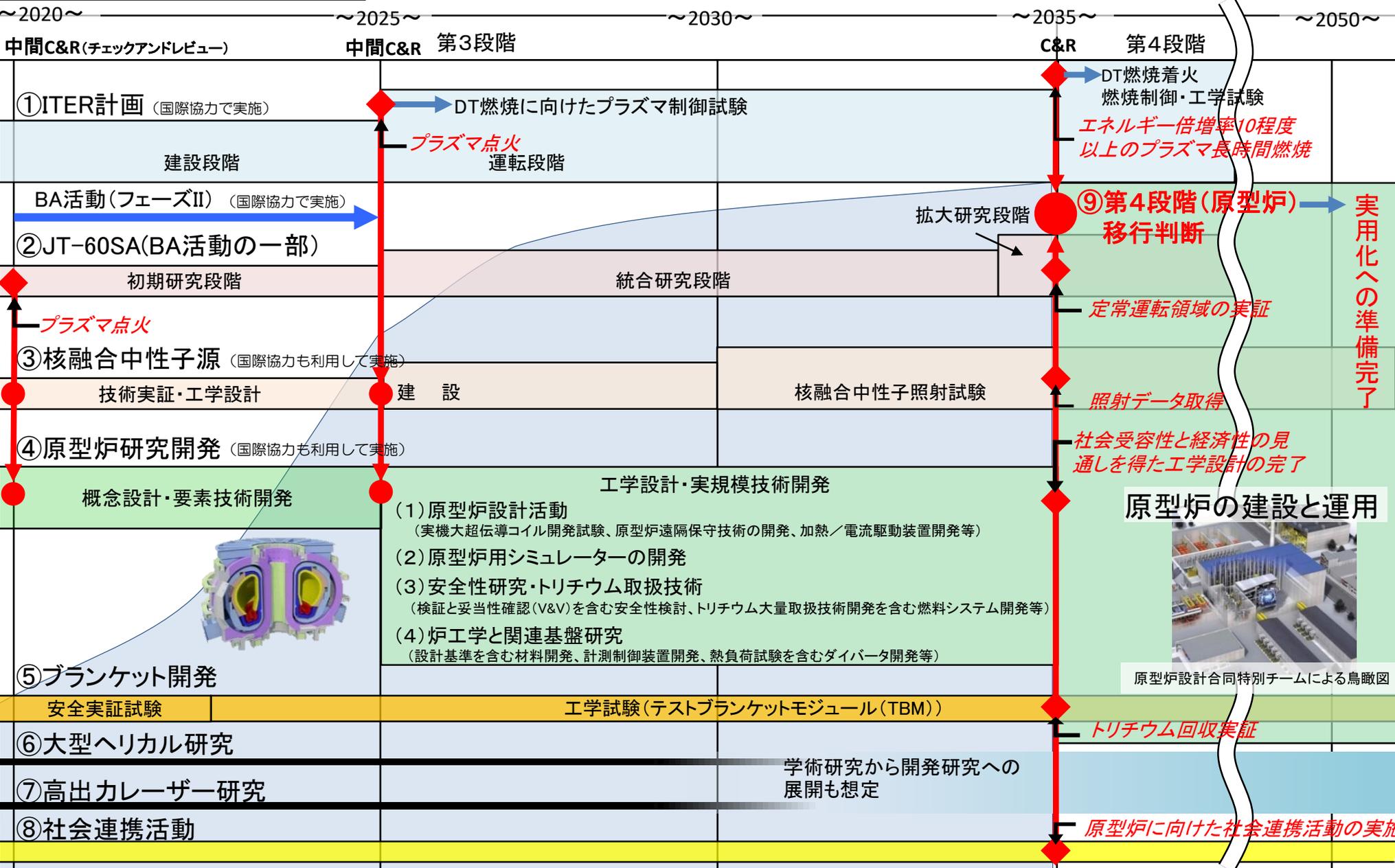
※上記 5. (2) に示す最新情勢の分析の中から CR 2 に向けた課題を抽出、整理する。

※以上の課題の整理の結果として、CR 2 までに達成すべき目標に変更点があれば変更する。

(了)

「原型炉研究開発ロードマップ」

凡 例
 ◆ 目標達成が求められる時点 ▲ 達成すべき目標
 ● 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

チェック・アンド・レビュー項目(案)

項目	第1回中間C&Rまでの達成目標	第2回中間C&Rまでの達成目標	原型炉段階への移行判断
① ITERによる自己加熱領域での燃焼制御の実証	・ITERの技術目標達成計画の作成。	・ITER支援研究のITER技術目標達成計画への反映。	・ITERによるQ=10程度以上の(数100秒程度以上)維持と燃焼制御の実証。
② 原型炉を見据えた高ベータ定常プラズマ運転技術の確立	・ITER支援研究と定常高ベータ化準備研究の遂行とJT-60SAによる研究の開始。	・JT-60SAによる高ベータ非誘導電流駆動運転の達成。 ・ダイバータを含む統合シミュレーションのJT-60SA等による検証。 ・JT-60SAによる原型炉プラズマ対向壁と整合したダイバータ研究計画の作成。	・ITERによる非誘導電流駆動プラズマの実現、及びITER燃焼制御の知見を踏まえた統合シミュレーションにより、非誘導定常運転の見通しを得る。 ・JT-60SAによる原型炉プラズマ対向壁と整合した無衝突領域での安定な高ベータ($\beta_N = 3.5$ 以上)定常運転領域の実証。
③ ITERによる統合化技術の確立	・ITER超伝導コイルなど主要機器の製作技術の確立とJT-60SAの建設による統合化技術基盤の確立。	・ITERの運転開始。 ・ITERの機器製作・据付・調整に関わる統合化技術の取得。	・ITERの運転・保守を通じた統合化技術の確立。安全技術の確認。
④ 原型炉に関わる材料開発	・低放射化フェライト鋼の原子炉照射データを80dpaレベルまで取得し、核融合と類似の中性子照射環境における試験に供する材料を確定。 ・核融合中性子源の概念設計の完了。	・原子炉照射による80dpaまでの低放射化フェライト鋼の重照射データの検証を完了。 ・原子炉照射によるブランケット及びダイバータ機能材料の初期照射挙動の評価、及びリチウム確保技術の原理実証。 ・核融合中性子源の建設開始、及び材料照射データ取得計画の作成。	・構造設計基準策定 ・パイロットプラント規模でのリチウム確保技術の確立。 ・核融合中性子源による低放射化フェライト鋼、並びに、ブランケット及びダイバータ機能材料の初期照射データを取得。
⑤ 原型炉に関わる炉工学技術開発	・ダイバータ開発指針の作成。 ・超伝導コイル要素技術等、原型炉に向けて早期着手を必要とする炉工学開発計画の作成。 ・コールド試験施設によるブランケット設計に必要なデータの取得。	・JT-60SA、LHD等によるプラズマ対向材特性を含むダイバータ関連データの取得。 ・超伝導コイル、ダイバータ、遠隔保守、加熱・電流駆動、燃料システム、計測・制御等の中規模またはプラント規模の炉工学開発計画の作成、並びに、これらの開発試験施設の概念設計の完了。 ・発電ブランケットの基盤技術整備、並びにITER-TBM 1号機製作と実機での安全性確認試験の完了。	・開発試験施設での成果およびITER、JT-60SA等の実績を踏まえた、超伝導コイル、ダイバータ、遠隔保守、加熱・電流駆動、燃料システム、計測・制御等の原型炉工学設計を裏付ける炉工学技術の確立。 ・ITERによるトリチウム回収及び核融合中性子源によるトリチウム挙動評価技術の検証。
⑥ 原型炉設計	・原型炉の全体目標の策定。 ・原型炉概念設計の基本設計。 ・炉心、炉工学への開発要請の提示。	・炉心、炉工学技術の開発と整合をとり、高い安全性を確保し経済性も見通しにも配慮した原型炉概念設計の完了。 ・工学設計の技術基盤確立に向けた炉心、炉工学開発課題の確定と開発計画の作成。	・社会受容性と実用化段階における経済性も見通しを得て、炉心・炉工学技術の開発と整合をとった原型炉工学設計の完了。 ・安全規制・法令規制の方針策定。
⑦ 社会連携	・アウトリーチヘッドクォータの設置。 ・アウトリーチ活動推進計画の立案	・アウトリーチ活動の推進と社会連携活動の実施。	・原型炉建設・運転に向けた社会連携活動の実施。