

「原型炉研究開発ロードマップ」及び 「原型炉移行判断」の見直し案

量子科学技術研究開発機構

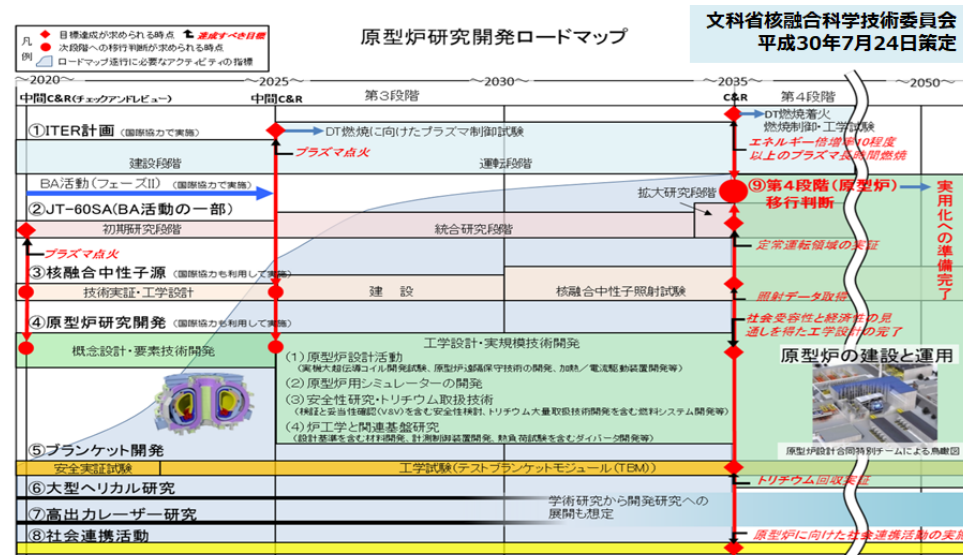
- 核融合科学技術委員会において、「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」(平成29年12月18日)が策定されており、

- ① 核融合原型炉の開発に必要な戦略
- ② 原型炉に求められる基本概念と技術課題解決のための開発の進め方
- ③ 原型炉段階への移行に向けた考え方について

について記載されており、**チェック・アンド・レビュー項目案の1項目として、「原型炉段階への移行判断」**の案が示されている。

- その後、第2回中間チェック・アンド・レビュー項目の見直しの議論などを踏まえて一部見直しを踏まえた**「原型炉段階への移行判断」**の案が、**第34回核融合科学技術委員会**で示されている。

- 原型炉開発総合戦略タスクフォースで、原型炉の実現に向けた戦略をわかりやすく示すためのロードマップを作成し、核融合科学技術委員会で承認されている(平成30年7月24日)。



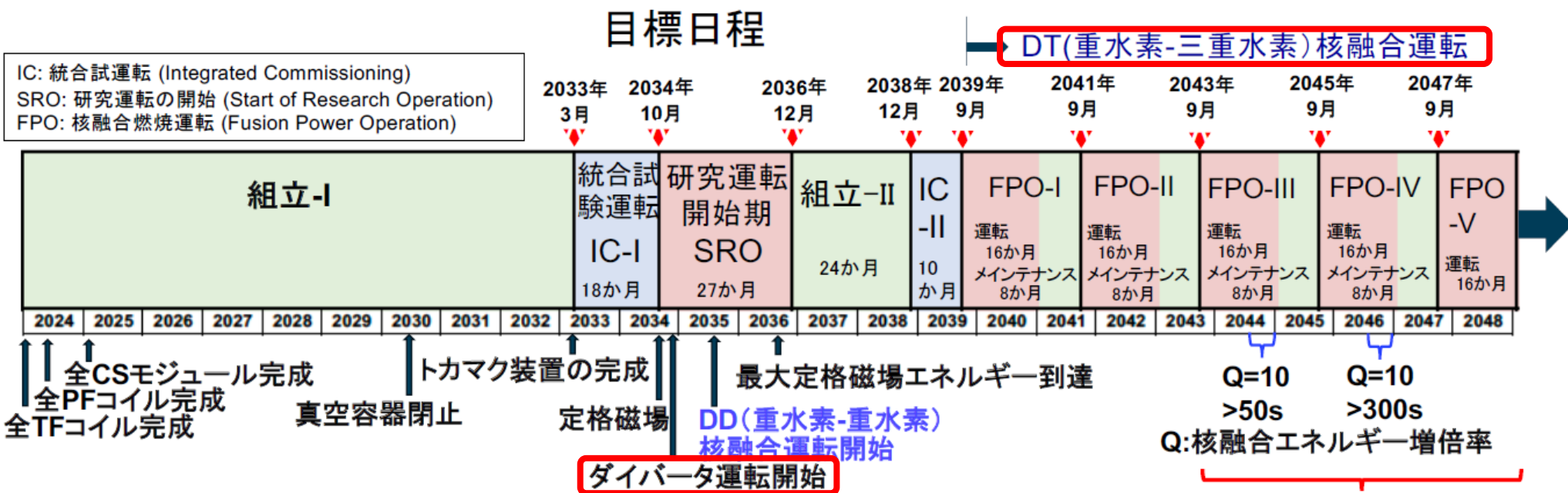
項目	原型炉段階への移行判断
① ITERによる自己加熱領域での燃焼制御の実証	ITERによる$Q=10$程度以上の(数100秒程度以上)維持と燃焼制御の実証。
② 原型炉を見据えた高ベータ定常プラズマ運転技術の確立	- ITERによる非誘導電流駆動プラズマの実現、及びITER燃焼制御の知見を踏まえた統合シミュレーションにより、非誘導定常運転の見通しを得る。 - JT-60SAによる原型炉プラズマ対向壁と整合した無衝突領域での安定な高ベータ($\beta_N = 3.5$以上)定常運転領域の実証。
③ ITERによる統合化技術の確立	ITERの運転・保守を通じた統合化技術の確立。安全技術の確認。
④ 原型炉に関わる材料開発	- 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。 - 核融合中性子源の建設開始、及び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照射データ取得計画の作成。
⑤ 原型炉に関わる炉工学技術開発	- 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	- 社会受容性と実用化段階における経済性を見通しを得て、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	原型炉建設・運転に向けた社会連携活動の実施。

QST ITER機構が提案するリベースライン工程案

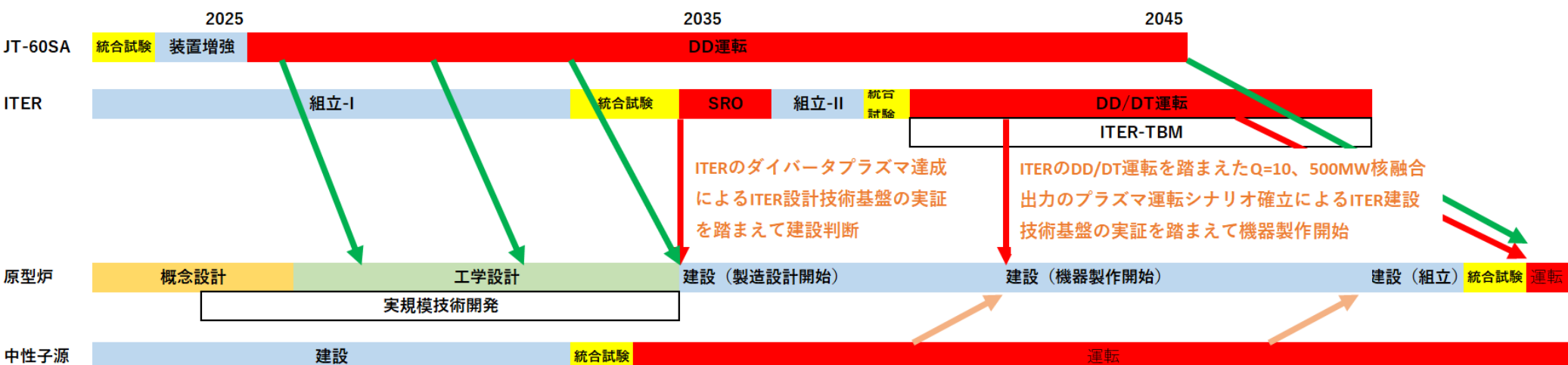
- 「ITERによる $Q=10$ 程度以上の(数100秒程度以上)維持と燃焼制御の実証」の達成時期が2046年になる見通しであり、移行判断の見直しが必要。
- ITERの新ベースラインにおける「**ダイバータ運転**」と「**DT核融合運転**」を新たな判断基準とすることで、「原型炉段階への移行判断」のブレイクダウン（明確化）をしてはどうか。

ITER新ベースライン全体スケジュール

第35回原型炉開発総合戦略
タスクフォース配布資料より



- SROにおいてダイバータプラズマが達成できれば、**設計技術基盤を実証**したと考えることができ、それに基づいた**原型炉各機器の製造設計を開始**できるのではないかな。
- 短パルス低出力のDD/DT運転のデータを基に、Q=10、500MW出力のプラズマ運転シナリオが確立できれば、**建設技術基盤を実証**したと考えることができ、**原型炉各機器の製作を開始**できるのではないかな。



「原型炉段階への移行判断」 (核融合科学技術委員会 (第34回) 資料2) の明確化 (たたき台)

項目	原型炉段階への移行判断	「原型炉段階への移行判断」のブレイクダウン (明確化)		
		原型炉製造設計開始の判断	原型炉建設開始の判断	原型炉核融合運転開始の判断【P】
① ITERによる自己加熱領域での燃焼制御の実証	・ 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。	・ ITERのダイバータプラズマ達成によるITER設計技術基盤の実証。	・ ITERのDD/DT運転を踏まえたQ=10、500MW核融合出力のプラズマ運転シナリオ確立によるITER建設技術基盤の実証。	・ 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。

「原型炉段階への移行判断」（核融合科学技術委員会（第34回）資料2）の明確化（たたき台）

項目	原型炉段階への移行判断	「原型炉段階への移行判断」のブレイクダウン（明確化）		
		原型炉製造設計開始の判断	原型炉建設開始の判断	原型炉核融合運転開始の判断【P】
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。	・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。		・ITER燃焼制御とJT-60SA定常運転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。
③ ITERによる統合化技術の確立	・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。		・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	・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。 ・核融合中性子源の建設開始、及び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。 ・核融合中性子源の建設開始、及び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照射データ取得計画の作成。		

原型炉の工学設計は、統合シミュレーションコードにより作成した原型炉の運転シナリオに基づいているため、ITER燃焼制御とJT-60SA定常運転の知見を取り込んだ統合シミュレーションコードで原型炉の非誘導定常運転の見通しが得られれば、原型炉でその運転を実現できる可能性は高いと考えられる。そのため、ITERにおける非誘導電流プラズマの実現を待つ必要はないのではないか。

「原型炉段階への移行判断」（核融合科学技術委員会（第34回）資料2）の明確化（たたき台）

項目	原型炉段階への移行判断	「原型炉段階への移行判断」のブレイクダウン（明確化）		
		原型炉製造設計開始の判断	原型炉建設開始の判断	原型炉核融合運転開始の判断【P】
⑤原型炉に関わる炉工学技術開発	- 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		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	- 社会受容性と実用化段階における経済性を見通しを得て、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。	- 社会受容性と実用化段階における経済性を見通しを得て、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	原型炉建設・運転に向けた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。		