

原型炉に関する我が国の過去の検討状況



内閣府
科学技術・イノベーション推進事務局



原型炉に関する過去の検討経緯(原子力委員会)

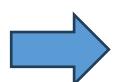
■「核融合研究開発の推進について」(平成4年5月18日原子力委員会)において、今後のフュージョンエネルギー研究開発は、基本的に以下の三段階を設定して展開することが妥当であることが示された。

- 1) **実験炉段階**：自己点火条件の達成及び長時間燃焼の実現並びに原型炉の開発に必要な炉工学技術の基礎形成
- 2) **原型炉段階**：定常炉心プラズマの実現及びプラント規模での発電の技術的実証
- 3) **実証炉段階**：発電プラントとしての経済性の実証

■第三段階核融合研究開発基本計画（平成4年6月9日 原子力委員会）が策定され、
1) **実験炉段階**の研究開発の中核を担う装置として、トカマク型の**実験炉**を開発することが決定。

■原子力委員会における核融合専門部会の報告「今後の核融合研究開発の推進方策について」(平成17年10月26日原子力委員会)において、ITERを我が国の第三段階核融合研究開発基本計画における実験炉と位置づけて開発することが適切であることを明示。

■また、同報告書では、ITER計画の進展、トカマク方式における定常運転の原理実証が行われたこと、発電に向けた炉工学の基礎が進展したことを踏まえて、フュージョンエネルギーの早期実現の観点から、
2) **原型炉段階**において、高いエネルギー増倍率を持つ定常炉心を実現し、**同時にプラント規模での発電実証を一定の経済性を念頭において実現すること**を目標とすることが妥当であることが示された。



実験炉の後継である2)の原型炉に、3)の実証炉の課題要素も組み込まれることになり、
原型炉と実証炉は統一的に検討されるようになった。

原型炉に関する過去の検討経緯(電力中央研究所)

■財団法人電力中央研究所が「核融合発電実用化に向けた開発ステップと実験炉ITERの役割」を報告（平成17年10月）では、将来のユーザの視点から、以下のフュージョンエネルギー開発のミッションや開発ステップを提言。

- 1) 工学的実証段階（実験炉段階）: 高いエネルギー増倍率の達成及び長時間燃焼の実現ならびに炉工学技術の基礎の形成
- 2) 発電システム実証段階: プラント規模での発電システム及び全ての基本機能の技術的実証
- 3) 経済性・安全性実証段階: 発電プラントとしての経済性、安全性の実証
- 4) 実用化段階: 他のエネルギー源と競合可能な魅力ある発電システム

※1)～3)は前項の原子力委員会における実験炉段階、原型炉段階、実証炉段階と類似。ただし、「炉」で段階を区切っていないことがポイント。

■高速増殖炉開発では、各実証段階において、出力規模を大きくしていかなければならぬが、フュージョンエネルギー開発の場合、その熱出力は実験炉でも実用炉のそれと大きく変わらない。したがって、上記の各段階に中核装置を必ずしも建設する必要はないと考えられる。

例えば、一つの中核装置において、まず発電システム実証段階のミッションを達成し、それに改良を加えることによって、経済性・安全性実証段階のミッションを達成する開発計画もあり得る。

→ 電中研では、発電実証炉 Demo-CREST、実用炉CRESTの概念設計を検討

■コストに関して、フュージョンエネルギーの市場導入時期を2050年とすると、発電単価は65mill（約¥10）/kWh～135mill（約¥20）/kWhにする必要性が見込まれる（1000mill=1\$、\$ 1 = ¥152(2025年10月29日時点)）。

(参考) 国内における過去のフュージョン炉開発の検討

	1992年 原子力委員会核融合会議※1 報告書「核融合研究開発の推進について」	1998年 電力中央研究報告※2 「核融合動力炉の実用化への開発ステップ」	2005年 電力中央研究報告※3 「核融合発電実用化に向けた開発ステップと実験炉ITERの役割」
1	実験炉段階 (ITER等) ○自己点火条件の達成 ○長時間燃焼の実現 ○原型炉の開発に必要な炉工学技術の基礎形成	工学的実証段階 (実験炉段階、ITER等) ○高いエネルギー倍増率の達成 ○長時間燃焼の実現 ○炉工学技術の基礎形成	実験炉 ITER ○同左
2	原型炉段階 ○定常炉心プラズマの実現 ○プラント規模での発電の技術的実証	発電システム実証段階 (DEMO炉) ○プラント規模での発電システムの技術的実証 ○すべての基本機能の技術的実証 ※DEMO炉は実験炉で得られる知見をもとに、ほぼ実用炉と同等の性能を有している必要がある。少なくとも実用炉に容易に外挿可能な範囲のプラズマパラメータを達成し、炉心プラズマ技術の研究開発がほぼ完了している必要がある。	発電実証炉 Demo-CREST ○ITERのプラズマパラメーター、ITER等の工学技術・材料開発等をベースとしたできるだけ小さい技術的外挿で正味の発電 ○実用規模の電気出力の達成 ○小型化し、建設・運転費を合理的な範囲にする。
3	実証炉段階 ○発電プラントとしての経済性の実証	経済性・安全性実証段階 (改良DEMO炉) ○発電プラントとしての経済性・安全性の実証 ※実用炉と同一レベルの炉	
4		実用化段階 ○他エネルギー源と競合可能な魅力ある発電システムの成立	実用炉 CREST ○小型で経済的なトカマク型核融合炉 ○ITERの外挿上にある (ITERによってその実現性がある程度確認可能な) 実用核融合炉 ○限界に近い高経済性炉

※1 <https://www.aec.go.jp/kettei/hakusho/1992/ss1010204.html>

※2 <https://www.denken.or.jp/hokokusho/pb/reportDownload?reportNoUkCode=T97077&tenpuTypeCode=30&seqNo=1&reportId=4581>

※3 <https://criepi.denken.or.jp/hokokusho/pb/reportDownload?reportNoUkCode=L04&tenpuTypeCode=30&seqNo=1&reportId=6364>