

# ITER計画以降の核融合実用化を目指した開発路線の提示

## 背景

現在、核融合エネルギーの実用化を目指して実験炉－発電実証炉－実用炉という3段階での開発路線が検討されている。実現性のある開発路線を構築するためには、各開発段階においてどの要素技術を、最低限どの程度まで開発すべきか定量的に把握する必要がある。さらに、実用化のためには、出来るだけ早い時期で発電実証を行いエネルギー源として認知される事が重要である。当所では、将来のユーザー（電力事業）の立場から開発目標とすべき核融合実用炉（CRESTと命名）を提案したが、この炉は原子力委員会でも日本が目指すべき核融合開発の目標の一つとされている。一方で実験炉としてITER（国際熱核融合実験炉）計画が進行中であり、実験計画が明らかになるとともに、大型超伝導コイル等のITER建設に必要な要素技術の開発は完了しつつある。したがって、開発路線を構築するためには、ITER以降の目指すべき実証炉を具体的に示すことが最重要課題となっている。

## 目的

経済性のある実用炉CRESTへの見通しを得るための核融合実証炉Demo-CRESTの概念設計を行い、具体的な核融合開発路線を提案し、今後の国の核融合開発方針に提言を行う。

## 主な成果

1. 従来計画よりも早期（2030年代）にプラント規模での発電実証を行うことを可能としたITER（実験炉）－Demo-CREST（実証炉）－CREST（実用炉）という具体的な開発路線を世界で初めて構築し、原子力委員会核融合専門部会等に提案した（図-1）。装置の段階的高性能化により従来の原型炉と実証炉をDemo-CREST1台に統合している点の特徴である。
2. Demo-CRESTの運用計画は、(i) 発電実証期間、(ii) 性能向上期間、に分けることで段階的に高性能化を図る。発電実証期間ではITERの成果を基に送電端出力50万kWが得られる。性能向上期間ではCRESTで採用されている高性能プラズマへの改善ならびに炉工学技術の改良（熱効率の40%以上への向上等）により100万kW級の送電端出力が得られ、経済性の向上へ向けた要素技術の実証とあわせて、CRESTへの見通しを得る事が可能である（表-1）。
3. Demo-CRESTでは、ブランケットモジュールを大型化する事により中性子利用効率を高め、高いトリチウム増殖率を得られるようにした。また、大型化したブランケットに対応した交換手法を提案し、それによりメンテナンス期間が短縮できると共に、中性子の負荷強度に応じた効率的なブランケット交換を実現している（図-2）。また、これにより必要なトリチウム燃料の生成と炉内機器の保守性向上をはかることで、実証炉に不可避である安定な運用を可能にしている。

## 今後の展開

今回作成した開発路線を基に各開発段階での具体的な開発要素とその数値目標を評価し、核融合開発を効率的に推進しかつ将来のユーザー（電気事業）が使いやすい電源となるための開発ガイドラインを作成する。

主担当者 原子力技術研究所 新型炉領域 主任研究員 日渡 良爾  
研究企画グループ スタッフ 主任 朝岡 善幸  
原子力技術研究所 新型炉領域 上席研究員 岡野 邦彦

関連報告書 「核融合動力炉開発シナリオ構築のための核融合発電実証炉：Demo-CRESTの概念検討 (1)－基本概念の構築－」電力中央研究所報告：T03008（2004年1月）

関連論文 “Generation of net electric power with a tokamak reactor under foreseeable physical and engineering conditions”, Nuclear Fusion Vol.44, 106-116, 2004

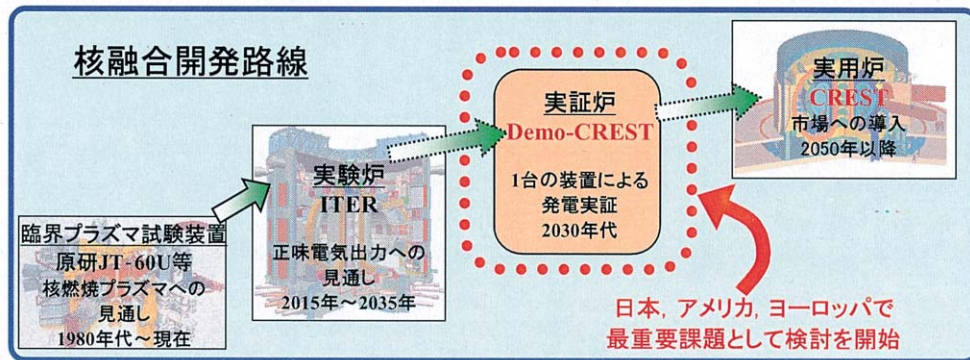


図-1 核融合開発路線の概要と実証炉Demo-CRESTの位置付け

表-1 実証炉Demo-CRESTを用いた開発路線と送電端電気出力の向上

		炉工学技術の進展		
		実験炉ITER プラズマ半径6.2m 超伝導磁場13T	実証炉Demo-CREST プラズマ半径7.3m 超伝導磁場16T	実用炉CREST プラズマ半径5.4m 超伝導磁場13T 熱効率41%
			発電実証期間 熱効率30%	性能向上期間 熱効率40%
プラズマ物理の進展	ITER 標準プラズマ	プラント規模の 発電計画無し (核燃焼プラズマの実証)	0kW	
	ITER 高性能プラズマ	(発電に必要なプラズマ の開発)	50万kW	90万kW
	CREST 高性能プラズマ			120万kW (発電原価：60mill/kWh)

ITERでは核燃焼プラズマの実証ならびに発電に必要なプラズマの開発を行う。Demo-CRESTでは、発電実証期間にITERで開発されたプラズマを用いて50万kW程度の発電実証を行う。性能向上期間ではブランケットの交換によるプラズマ性能・熱効率の向上により電気出力100万kW以上を目指し、実用炉CRESTへの見通しを得る。

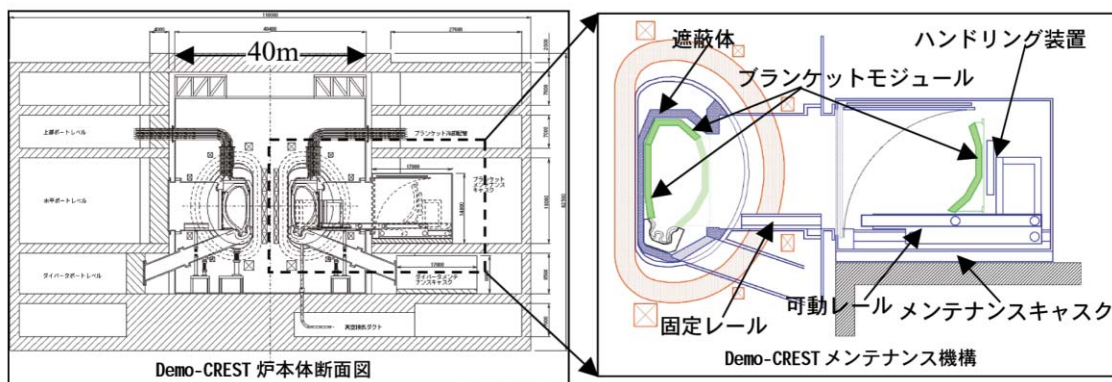


図-2 Demo-CRESTの炉本体断面図とメンテナンス機構

メンテナンスキャスク中の可動レールが固定レールと結合し、そのレール上をハンドリング装置が動く事によって3分割されているブランケットモジュールの交換作業を行う。

(ブランケット：熱エネルギー取り出しならびにトリチウム燃料生産の役割を担う。Demo-CRESTでは図-2に示すように3つのモジュールに分割してメンテナンスの効率化を図っている。)