

NUCLEAR ENERGY SYSTEMS

原子力セグメント

三菱重工業株式会社

www.mhi.com/jp

2020年4月発行

Our online media
SPECTRA

spectra.mhi.com



原子力事業

原子力発電の分野で、プラントの開発から製造・運転・保守まで一貫したサービスを提供できる世界屈指の総合プラントメーカーとして最適なソリューションを提案。多種多様な加圧水型原子力発電プラント (PWR) やプラント用主要機器など、50年以上の経験で培った高度なものづくり力を基盤に、世界最高水準の技術を国内外に展開しています。使用済燃料の再処理などの原子燃料サイクル関連分野にも積極的に取り組んでおり、電力の安定供給、原子力の信頼性向上、エネルギー資源の有効利用、低炭素社会の実現に貢献します。

軽水炉(国内・海外) / 原燃サイクル・新分野

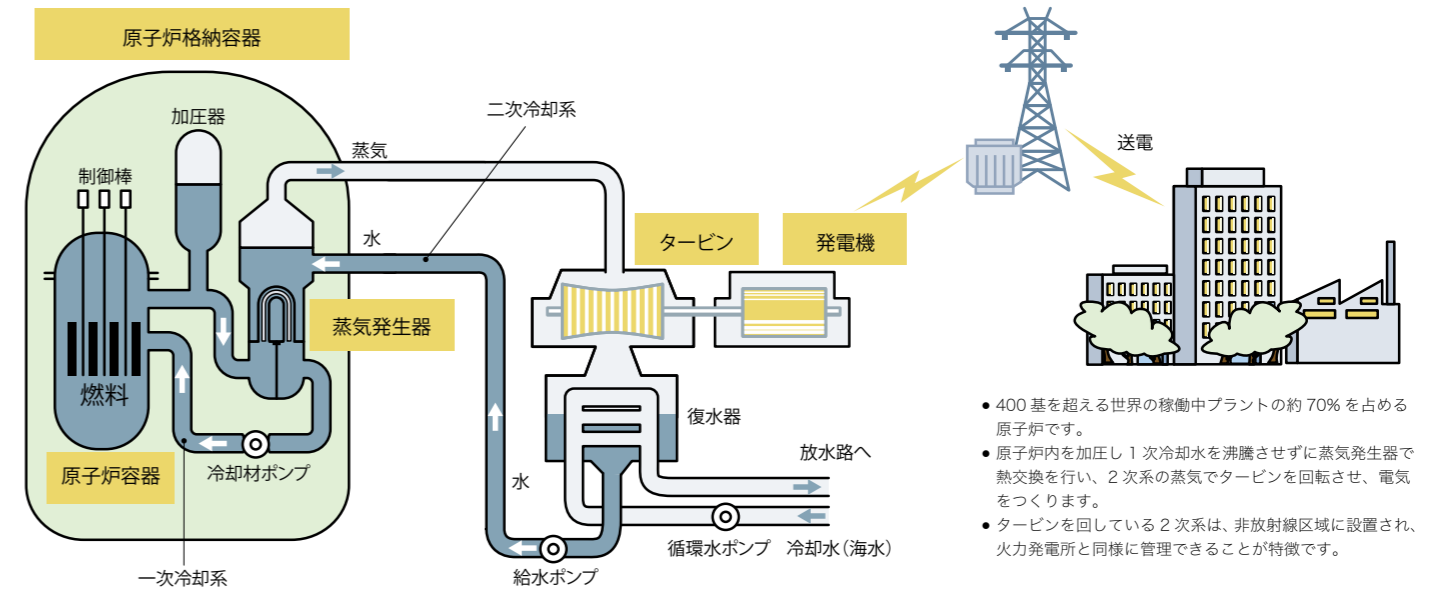
加圧水型原子力発電プラント

世界の原子力発電所で最も多く用いられている加圧水型原子炉 (PWR) は、軽水を減速材および冷却材として使用しています。現在までに日本で建設された PWR 原子力発電プラントは 24 基あり、その内、初期の数プラントを除き、三菱重工グループが主契約者となって設計・制作・建設のすべてを担当しています。さらに、安全で高効率な新しい軽水炉 (次世代 PWR) の開発にも取り組んでいます。また、大規模送電設備が整備されていない新興国や離島向け等、地域分散型電源として有望な小型 PWR の開発を行っています。



1 北海道電力株式会社泊発電所 3 号機
2 次世代 PWR
3 小型 PWR

PWRプラントの仕組みと特徴



- 400 基を超える世界の稼働中プラントの約 70% を占める原子炉です。
- 原子炉内を加圧し 1 次冷却水を沸騰させずに蒸気発生器で熱交換を行い、2 次系の蒸気でタービンを回転させ、電気をつくります。
- タービンを回している 2 次系は、非放射線区域に設置され、火力発電所と同様に管理できることが特徴です。

高い信頼性のプラント機器

PWR プラントでは、主要機器である原子炉容器、蒸気発生器、一次冷却材ポンプ、蒸気タービン、デジタル式中央制御盤等に、高い信頼性が要求されます。当社は、神戸、二見、高砂の大型機器工場での厳しい品質管理の下に実績を重ねてきました。その結果、国内はもとより海外からも高い評価を受け、わが国トップの輸出実績を誇っています。



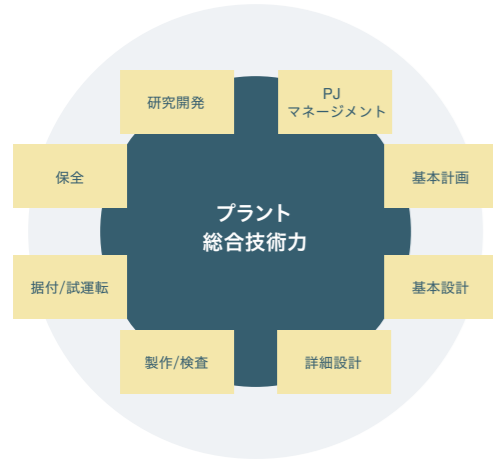
4 原子炉容器
5 蒸気発生器
6 新型中央制御盤
7 炉内構造物
8 上部原子炉容器
9 タービン
10 1 次冷却材ポンプ



安心・安全を支える総合技術力

当社は、PWR プラントの設計・製作・建設・保全・運転支援に至るまでのすべてのプロセスで総合技術力を発揮して、安全・安心運転を支えています。

原子力事業を支えるキー技術



製作

最先端の設備と工作技術を投入。例えば、素材を歪ませないために約400トンの巨大な原子炉容器を立てたまま高精度に加工する大型複合工作機械「スーパーミラー」、溶接材を使わない「電子ビーム溶接」などを駆使して、高精度な製品を製作します。



大型複合工作機械 スーパーミラー（原子炉容器機械加工）

建設

大型クレーンによるモジュール工法の推進。原子炉格納容器の上半球部（約600トン）の一体据付工法により、安全かつ効率的な現地作業を実現します。



北海道電力株式会社泊発電所3号機建設風景

保全技術

法令で定められた定期検査をはじめ、長期間運転されているプラントの蒸気発生器、炉内構造物など主要機器の交換や、機器健全性確保のための補修など、さまざまな技術を保有しています。

また、メカトロニクス技術を駆使して、遠隔自動操作による各種検査・補修ロボットや検査精度向上と工程短縮を図っています。



炉内構造物一体取替工事



ウォータージェットピーニング応力改善工事

保全訓練

自社工場内の総合保全訓練センターで模擬機を用いた綿密なシミュレーション訓練を実施し、装置や工法の検証、人材の育成にも力を入れています。作業を一層確実・迅速にすることで、作業員の安全確保、被ばく低減やプラントの安全性向上を図っています。



原子炉容器超音波検査装置（A-UTマシン）

運転支援

運転訓練用シミュレータを独自開発。また、炉心・安全設計分野では、オンラインモニタリングシステムによる高度な炉心管理/運転支援を行っています。



プラント運転シミュレーション

豊富なプラント建設実績

会社名	プラント名	運開年	電気出力 (MWe)
関西電力株式会社	美浜 1 号	昭和 45 年 1970	340
	美浜 2 号	昭和 47 年 1972	500
	美浜 3 号	昭和 51 年 1976	826
	高浜 1 号	昭和 49 年 1974	826
	高浜 2 号	昭和 50 年 1975	826
	高浜 3 号	昭和 60 年 1985	870
	高浜 4 号	昭和 60 年 1985	870
	大飯 1 号	昭和 54 年 1979	1,175
	大飯 2 号	昭和 54 年 1979	1,175
	大飯 3 号	平成 3 年 1991	1,180
大飯 4 号	平成 5 年 1993	1,180	
四国電力株式会社	伊方 1 号	昭和 52 年 1977	566
	伊方 2 号	昭和 57 年 1982	566
	伊方 3 号	平成 6 年 1994	890

会社名	プラント名	運開年	電気出力 (MWe)
九州電力株式会社	玄海 1 号	昭和 50 年 1975	559
	玄海 2 号	昭和 56 年 1981	559
	玄海 3 号	平成 6 年 1994	1,180
	玄海 4 号	平成 9 年 1997	1,180
	川内 1 号	昭和 59 年 1984	890
	川内 2 号	昭和 60 年 1985	890
北海道電力株式会社	泊 1 号	平成元年 1989	579
	泊 2 号	平成 3 年 1991	579
	泊 3 号	平成 21 年 2009	912
日本原子力発電株式会社	敦賀 2 号	昭和 62 年 1987	1,160

24 基 2,027.8 万 kWe

新型炉プラント

高速増殖炉(FBR)の開発

FBR は、発電しながら消費燃料以上の核燃料を生成する原子炉で、ウラン資源の利用効率を飛躍的に高め、わが国のエネルギー自給率の向上に寄与します。当社は、わが国の開発をまとめる中核メーカーとして、今後の実証炉、商業炉の実現に向けて中心的な役割を果たすこととなりました。このため 2007 年に三菱 FBR システムズ株式会社を設立し、概念設計・安全性向上検討等に取り組んでいます。

- 1 原型炉「もんじゅ」（電気出力：280MWe）
（提供：日本原子力研究開発機構）
- 2 実験炉「常陽」（原子炉出力：140MWt）
（提供：日本原子力研究開発機構）
- 3 高速炉



未来エネルギー源の核融合炉

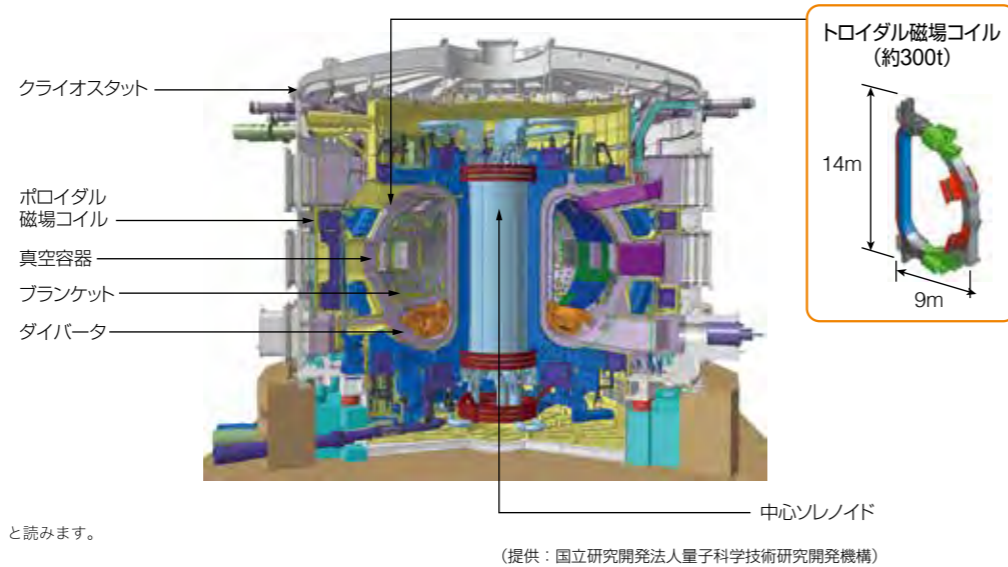
核融合炉による発電システムは、資源および環境保全の面より次世代のエネルギー源として期待され、ITER* 計画が進められています。日本が調達する機器について、超伝導技術を用いたトロイダル磁場 (TF) コイルなどの製作に取り組んでいます。TF コイルは ITER の基幹となる機器であり、大型の溶接構

造物でかつ高精度が要求されます。当社は、その TF コイルの完遂に向けて大型構造物製造等で培われた技術力、設備を活用し取り組んでいます。

ITER装置概要図

ITERの主な仕様

- 【装置本体の概略寸法】
- 高さ×幅: 30m×30m
 - 総重量: 約23,000t
- 【プラズマ仕様】
- 核融合出力: 500MW (発電なし)
 - プラズマ電流: 15MA
 - プラズマ保持時間: 400秒以上



*ITER とは: 国際熱核融合実験炉の意で「イーター」と読みます。また、ラテン語で「道」という意味もあります。

原子燃料サイクル関連プラント設備

原子力発電所で使い終わった燃料 (使用済燃料) は、再処理することで再び燃料としてリサイクルできます。この再処理によりウラン資源をリサイクルする流れを「原子燃料サイクル」と呼び、ウラン資源の有効利用と、わが国のエネルギーセキュリティの確保につながります。当社は、わが国の原子燃料サイクルの要となる六ヶ所再処理施設や、MOX 燃料工場の建設に積極的に取り組んでいます。

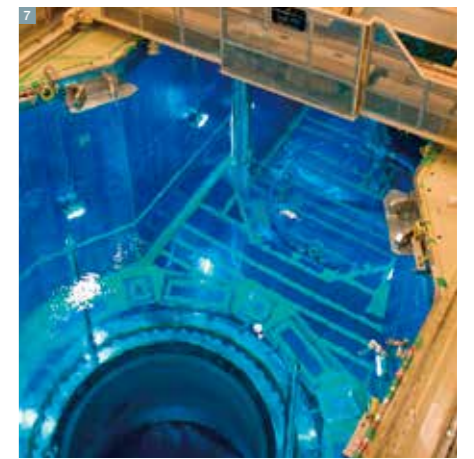
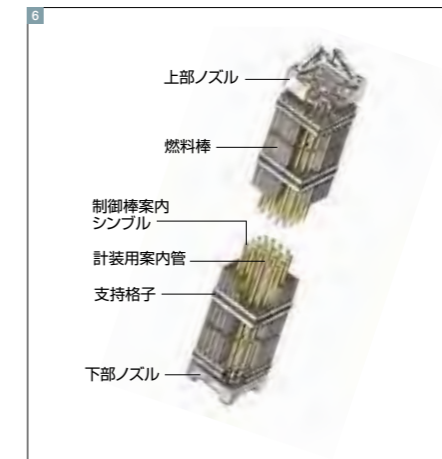
また、使用済燃料輸送ならびに使用済燃料の中間貯蔵に関して、卓越した安全技術と徹底した検証試験の実施により、安全性・信頼性が高く、経済性に優れた中間貯蔵用キャスクおよび施設を提供しています。

- 1 キャスク
- 2 日本原燃株式会社再処理工場
- 3 使用済燃料中間貯蔵施設
- 4 日本原燃株式会社 MOX 燃料工場



原子燃料

原子燃料の開発・設計・製造・販売は、グループ会社である三菱原子燃料株式会社が担当します。当社のプラント炉心設計と連携して、三菱原子燃料株式会社が経済性・信頼性の高い原子燃料を供給しています。2010年には、原子燃料サイクルの確立の重要な一歩である MOX 燃料による国内初のプルサーマル運転実現にも大きく貢献しました。



- 5 燃料集合体
- 6 燃料集合体概略図
- 7 MOX 燃料装荷

東京電力福島第一原子力発電所の安定化に向けた取り組み

東京電力福島第一原子力発電所の収束安定化へ向けて、当社グループの技術の総力を結集して取り組んでいます。

具体的には、高放射線環境などの人が近づけない場所を自由に移動・作業ができるロボットの開発や、汚染水対策、同発電所の中長期的な事故収束を目的とした国家プロジェクトに当社も参画し、今後の燃料デブリ* 取出しに向けた技術開発にも取り組んでいます。

*核燃料が炉間の構造物の一部と溶融した上で再度固化したもの。

- 8 MHI-MEISter
- 9 MHI-Super-Giraffe
- 10 汚染水貯蔵タンク
- 11 燃料デブリ取り出し工事適用技術
- 12 燃料デブリ取り出し用ロボットアーム

