

東芝の核融合開発における実績と貢献

Achievements and Contributions of TOSHIBA for
Fusion Energy Development

2025年1月30日

TOSHIBA

東芝エネルギーシステムズ株式会社

目次 Agenda

01 核融合開発への貢献
Contributions to Fusion Energy Development

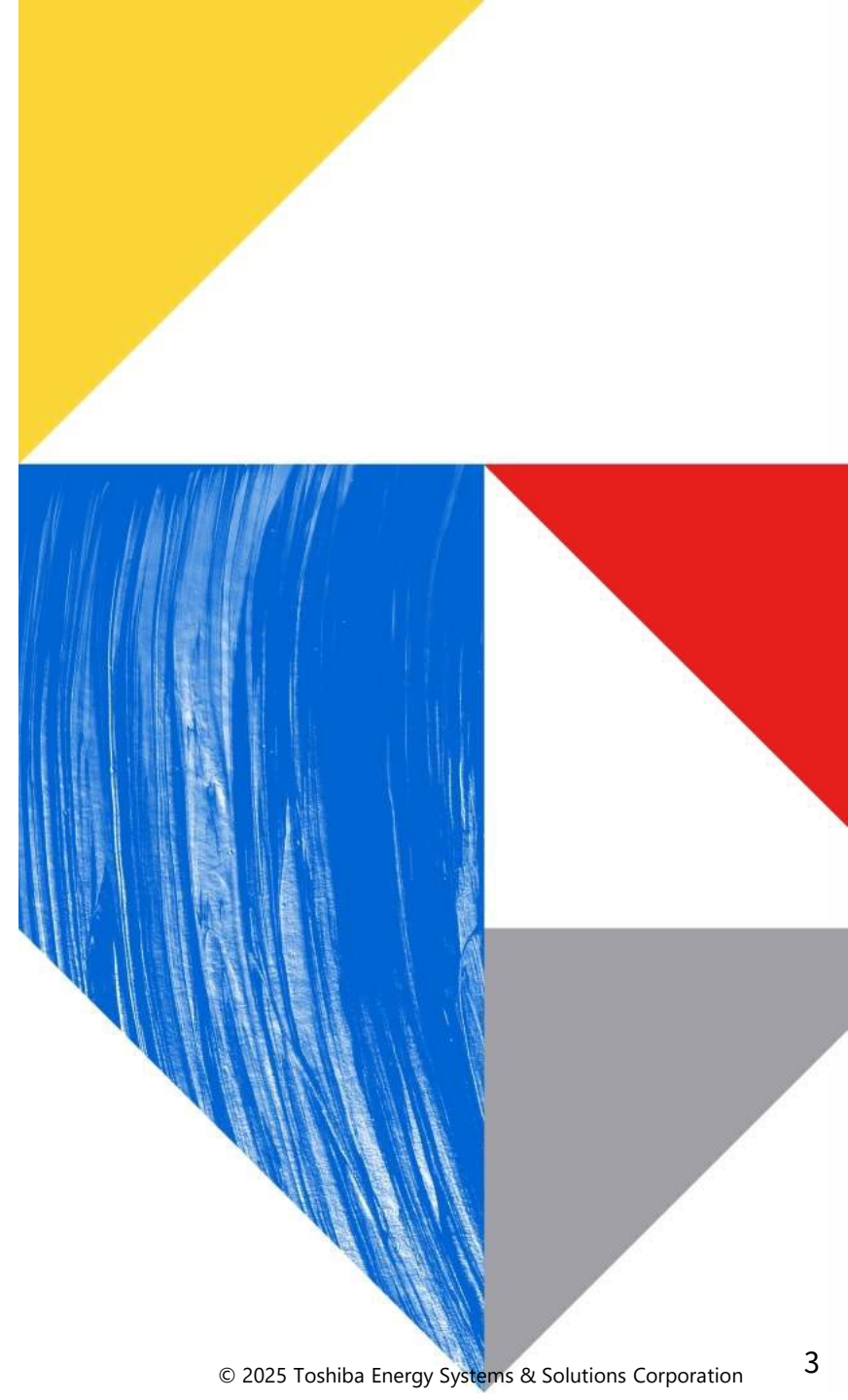
02 技術開発トピック ブランケットの開発
Technical Topics: Development of Breeding Blanket

03 まとめ
Summary

01

核融合開発への貢献

Contributions to Fusion Energy Development

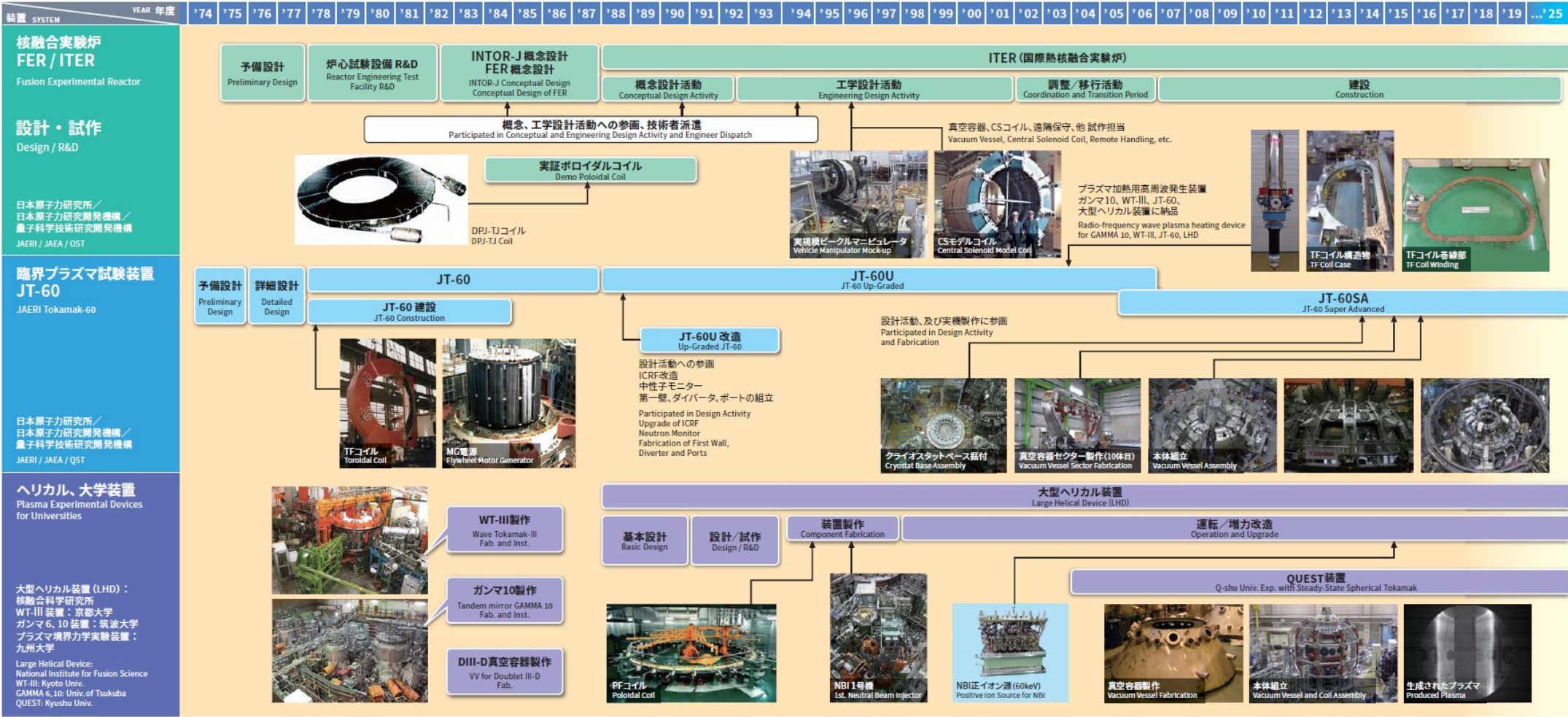


東芝の核融合開発の歴史

A History of Fusion Energy Development in TOSHIBA

1970年代から継続して国内外の核融合開発に参画

コイル(超伝導含む)、加熱装置、電源など幅広い製品実績



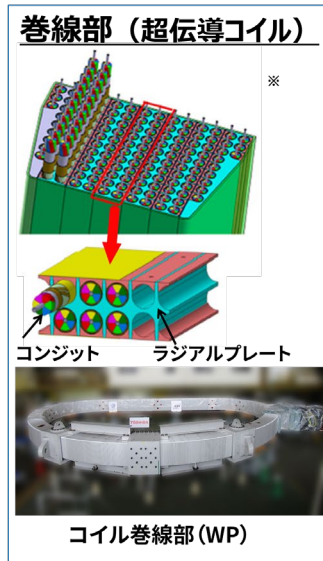
写真提供 : 量子科学技術研究開発機構殿、核融合科学研究所殿、九州大学殿、京都大学殿、筑波大学殿

核融合への貢献（１） ITER トロイダル磁場コイル(TFコイル)の製作

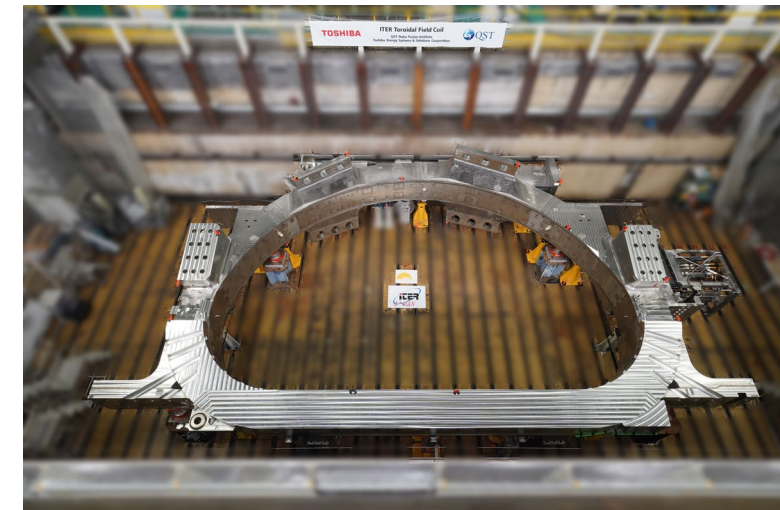
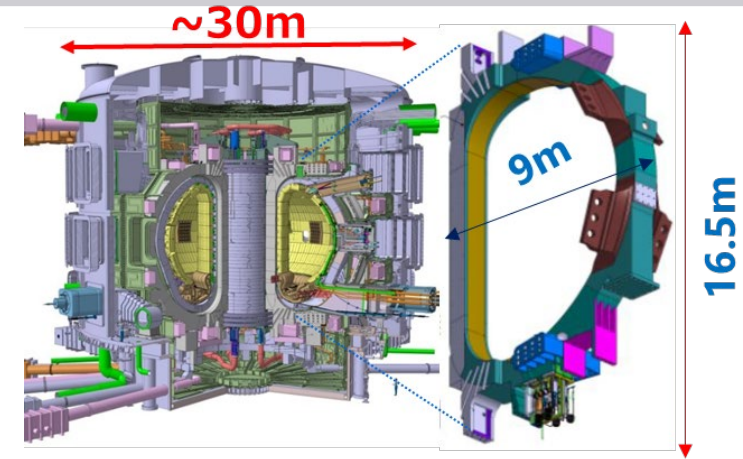
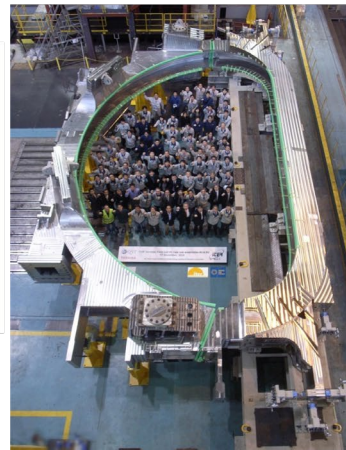
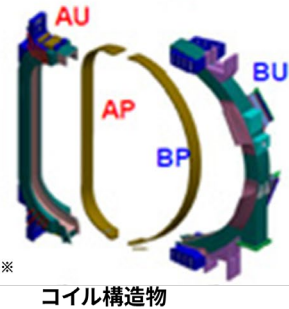
Contribution (1) Manufacturing of ITER Toroidal Field Coils

ITER主要機器の1つであるトロイダル磁場コイル(TFコイル)は、高温・高密度の核融合プラズマを閉じ込めるための磁場を発生させる**世界最大級の超伝導コイル**です。

その大きさに対して**ミリオーダーの厳しい製作精度**を達成するため、専用の製造装置を開発し、製作方法を確立しました。



コイル構造物



最終号機となる 4 基目製作完了(2023/3)

TFコイル4体とEU向け構造物6体を製造を完了

核融合への貢献（２） ITERブランケット遠隔保守システムの設計

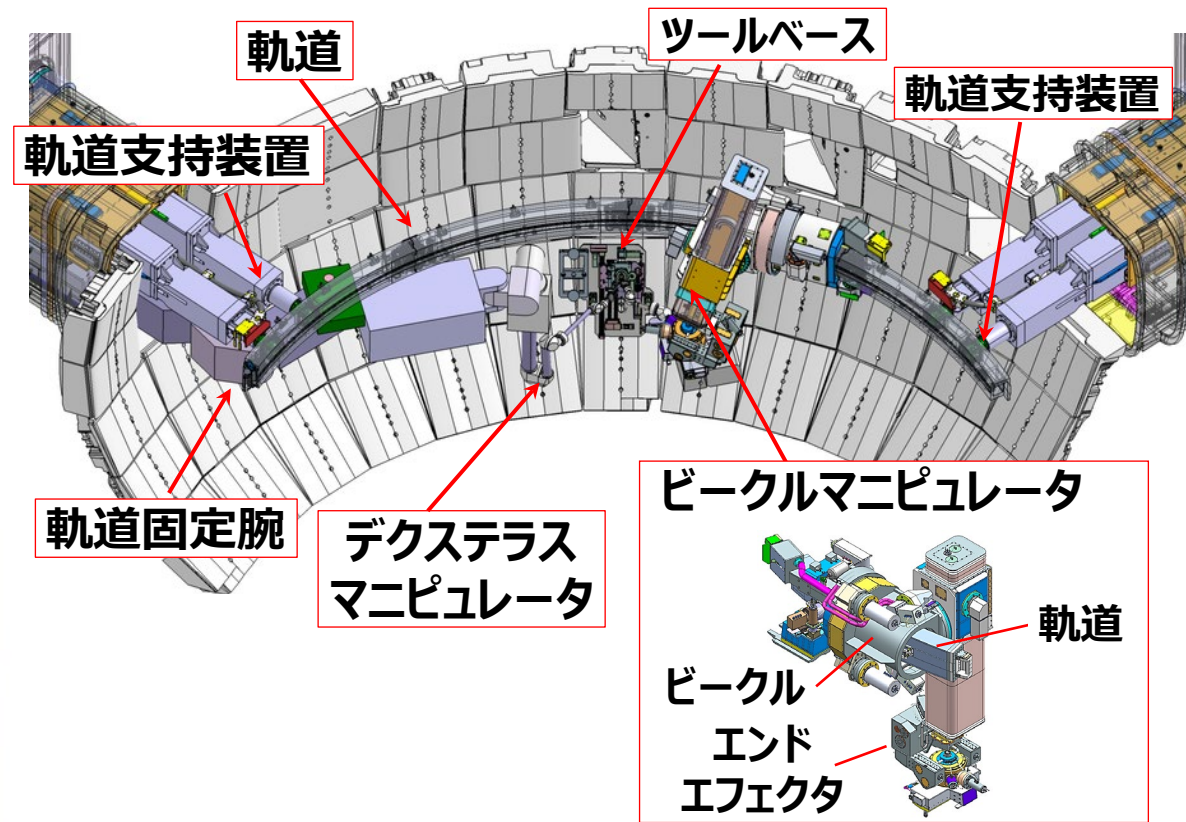
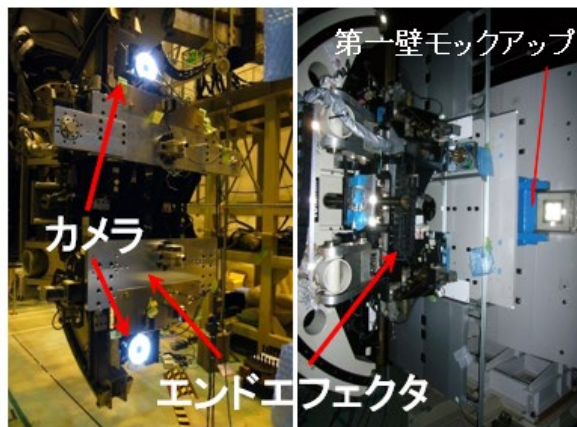
Contribution (2) Design of ITER Blanket Remote Handling System

ブランケットは核融合中性子により放射化します。人がアクセスできないため**遠隔装置による保守・交換**が必要となります。

長年蓄積した経験と実規模ビークルマニピュレータ開発で得た知見をもとに、**ブランケット遠隔保守システムの開発**に取り組んでいます。



実規模ビークルマニピュレータ



保守期間時に真空容器内に周方向の軌道を展開し、マニピュレータでブランケットを交換

ITER-ブランケット遠隔保守システム(BRHS)

放射線環境下で機能するブランケット遠隔保守システムを設計中

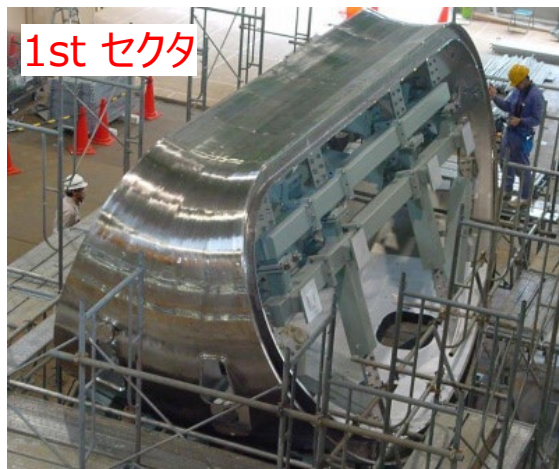
核融合への貢献（3） JT-60SA 真空容器、安定化板の製作と現地全体組立

Contribution (3) Manufacturing of the Vacuum Vessel and the Stabilizing Plate for JT-60SA and On-site Assembly

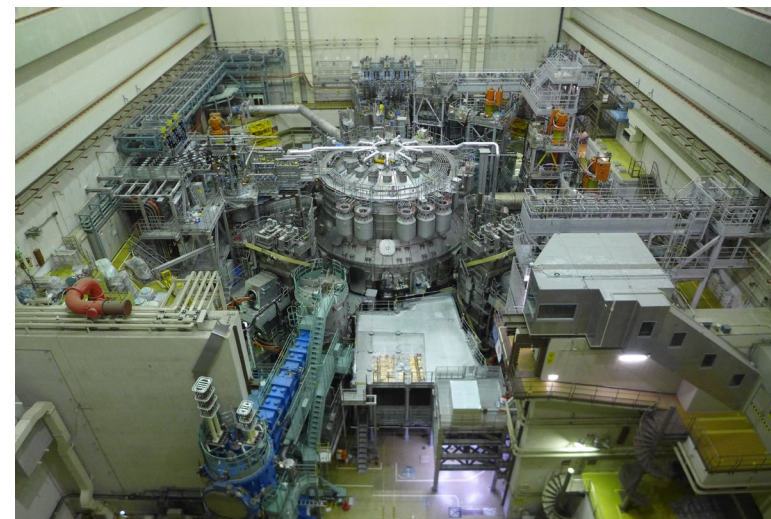
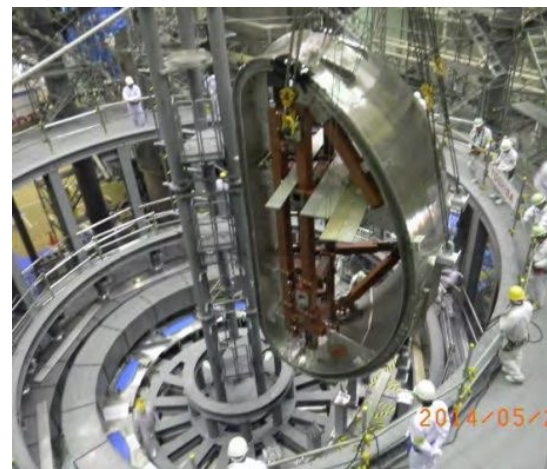
真空容器セクタ 全10体(360°分)を製作しました。

総合エンジニアリング力を発揮し、真空容器および日欧各地で製造された各種機器(コイル等)の現地組立を完遂しました。
(2012 ~ 2020/3)

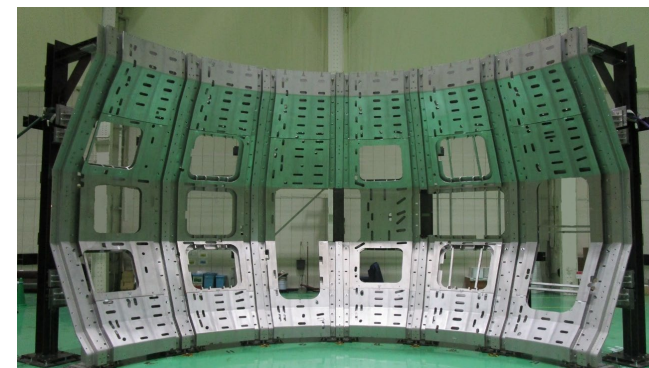
真空容器内に設置する、プラズマの不安定性を抑制する安定化板(周方向120°×3セット)を製作しました。(2024)



真空容器製作・現地組立



JT-60SA



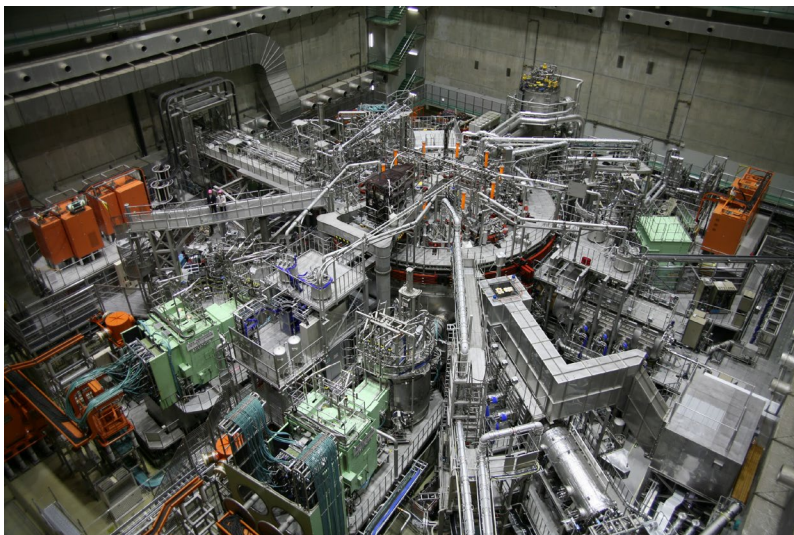
安定化板(周方向120°分)

世界最大級のトカマク装置組立てを完遂

核融合への貢献（４） LHD及び大学向け核融合機器

Contribution (4) LHD and Fusion Equipment for Universities

トカマク装置以外にも、様々な磁場閉じ込め実験装置や関連機器の製造実績があります。



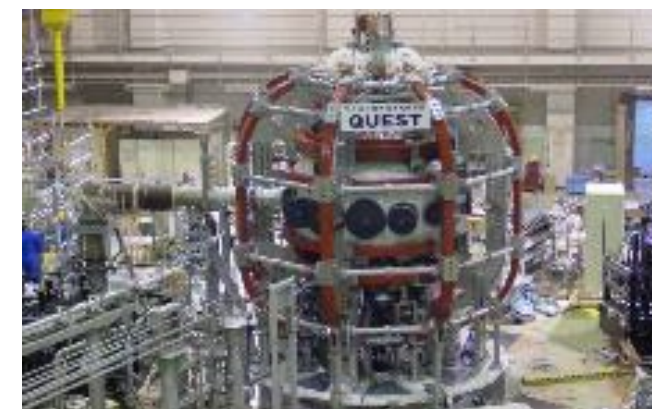
核融合科学研究所 LHD



筑波大学 G-10



東京大学 RT-1



九州大学 QUEST

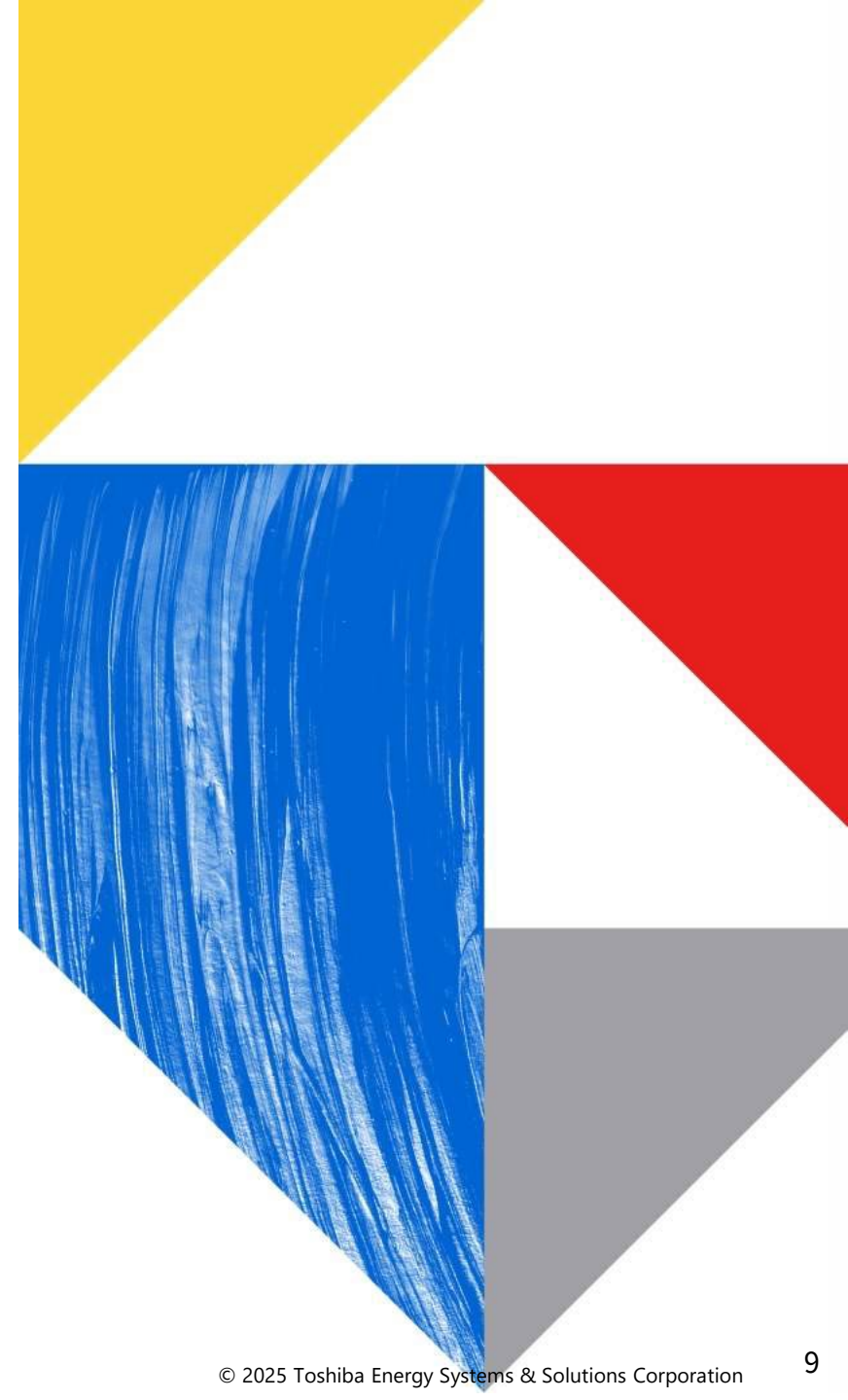
- LHD : 中性粒子ビーム入射加熱装置、ポロイダル磁場コイル、
電子サイクロトロン加熱システム、電動発電機、中性子モニターシステム
- GAMMA10 : 全機器(真空容器、各種磁場コイル、プラズマ加熱機器他)
- QUEST : 真空容器、磁場コイル
- RT-1 : 真空容器、浮上コイル(高温超伝導)、RF加熱装置

様々なプラズマ実験装置（本体及び周辺機器）を製造

02

技術開発トピック ブランケットの開発

Technical Topics:
Development of Breeding Blanket



燃料増殖ブランケットとITER-テストブランケットモジュール

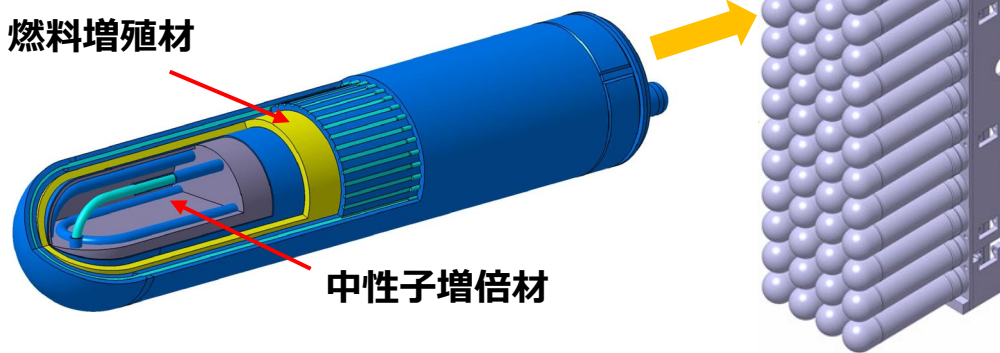
Breeding Blanket and ITER-Test Blanket Module

ブランケットは、①核融合エネルギーの取り出し、②燃料トリチウムの増殖、③中性子遮蔽を担う重要機器です。

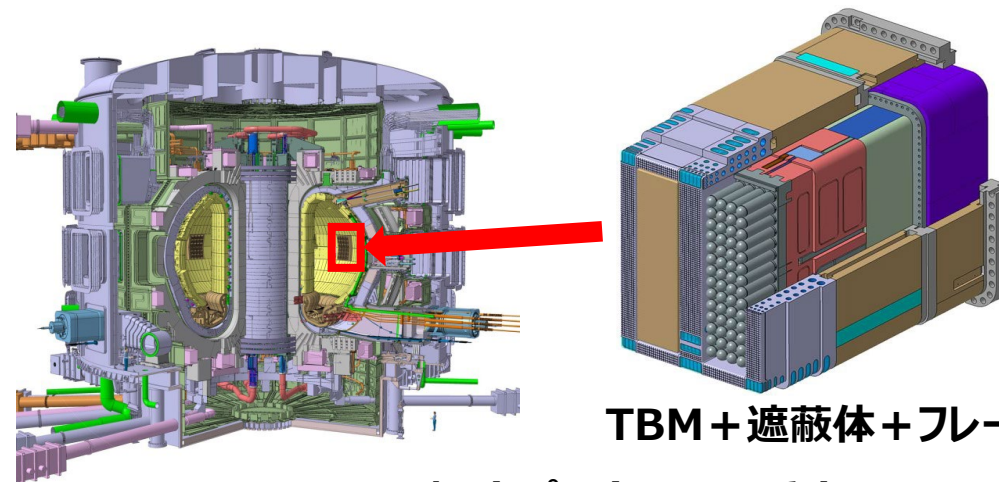
ITERでは試験機である「テストブランケットモジュール」を設置し、世界初のブランケット実証試験が行われます。

増倍材で増やした中性子と増殖材の反応で燃料トリチウムを生成

燃料増殖材



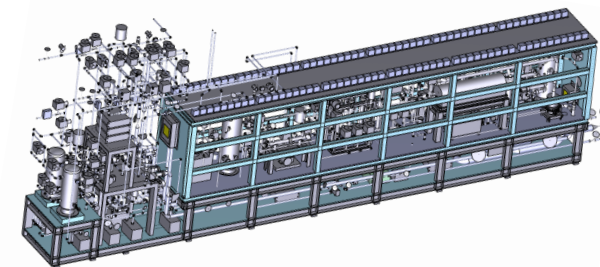
テストブランケットモジュール (TBM)



TBMはITER炉内ポートに設置される

補機系統

- ・ 冷却水系統
- ・ トリチウム回収系統
- ・ 中性子計測システム



トリチウム回収系統

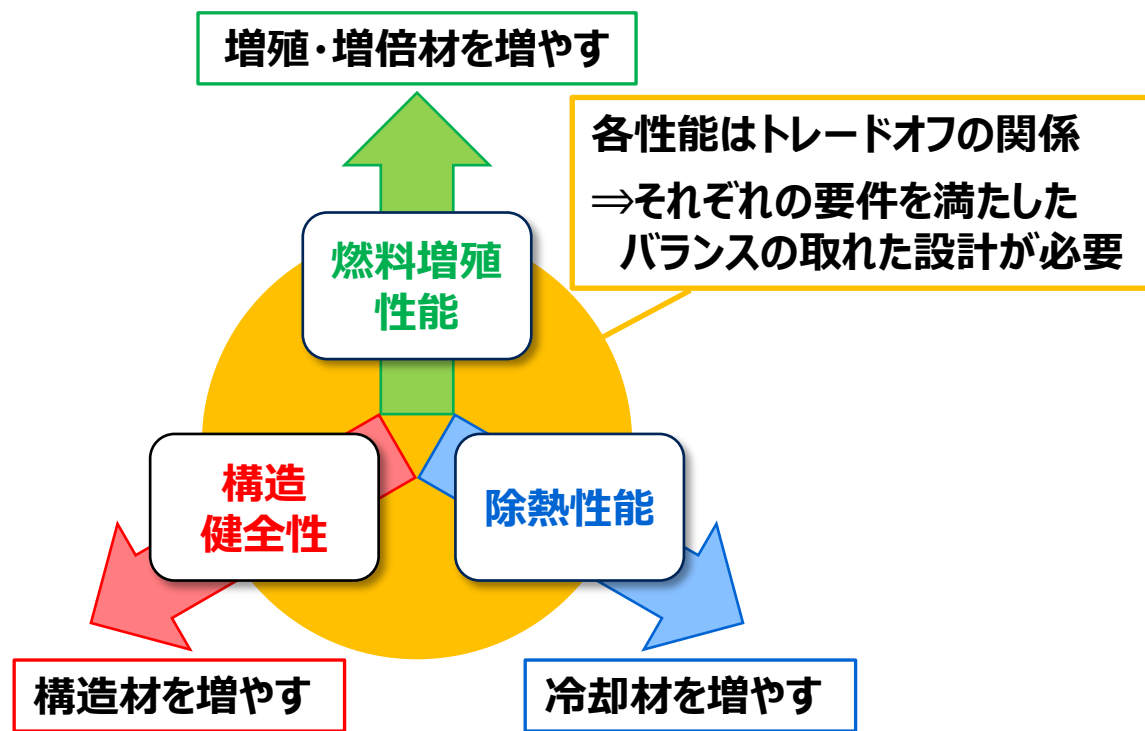
補機系統を含むブランケットシステムの実証が行われる

ブランケットはトリチウム製造を担う重要機器であり、ITERで実証試験を実施

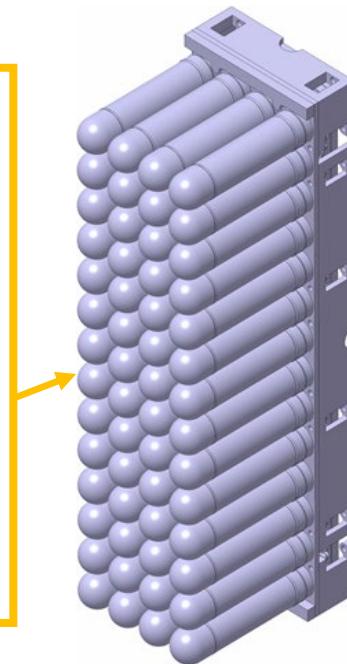
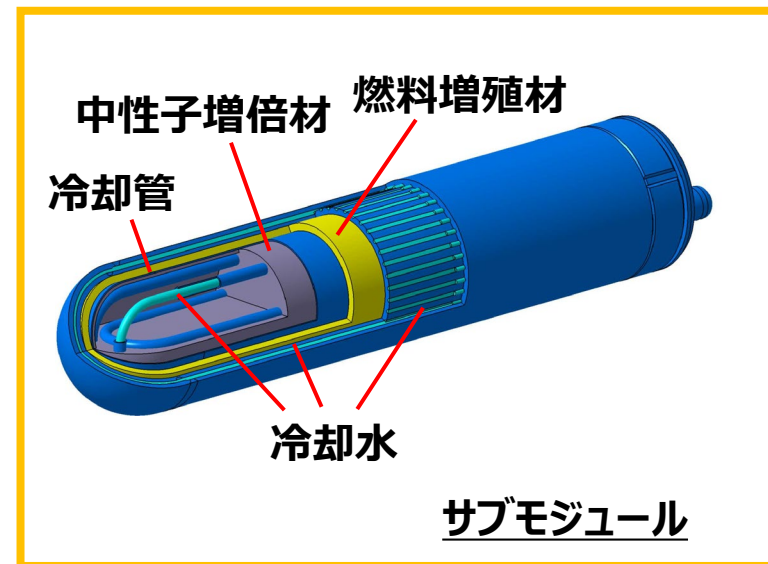
ブランケット構造の検討

Consideration of Breeding Blanket Structure

高い燃料増殖性能と構造健全性、除熱性能のバランスがとれたブランケット構造として**円筒型**を提案しています。



ブランケットに求められる性能



- ・半球構造により薄い板厚で耐圧性を確保
- ・小ユニット化で製造時のハンドリング性向上

円筒型ブランケット

高性能化を目指して円筒型のブランケットを提案

ブランケットシステム開発

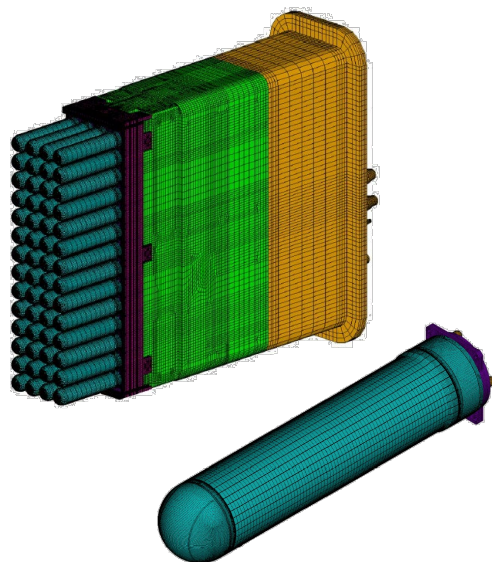
Development of Blanket System

ITERでの実証試験に向けて補機系統を含む**テストブランケットシステム(TBS)**の開発が進められています。

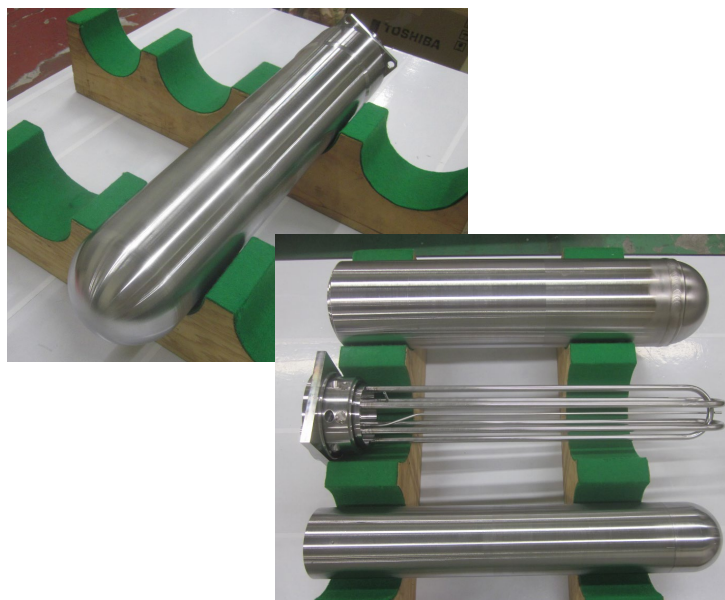
テストブランケットシステム開発で得られた知見は**原型炉ブランケット**の開発にも活用されています。

テストブランケットモジュール設計

構造設計、各種解析、試作等を実施



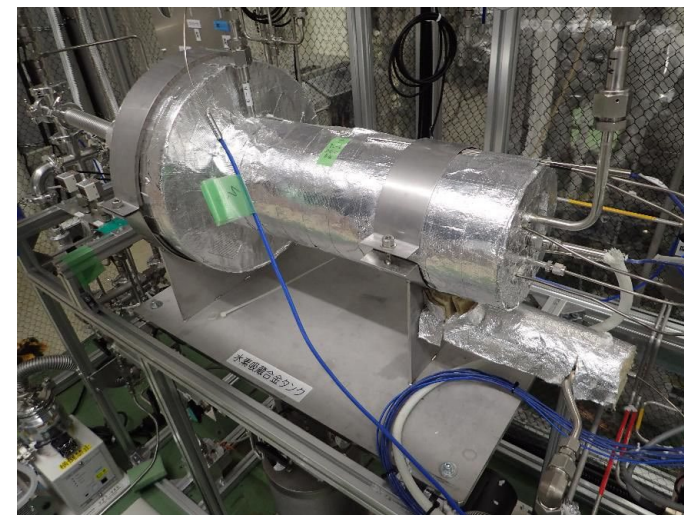
FEMによる構造解析



TBM-サブモジュールの試作

補機系統設計

系統設計、制御設計、各種解析、試作等を実施



水素吸蔵合金タンク

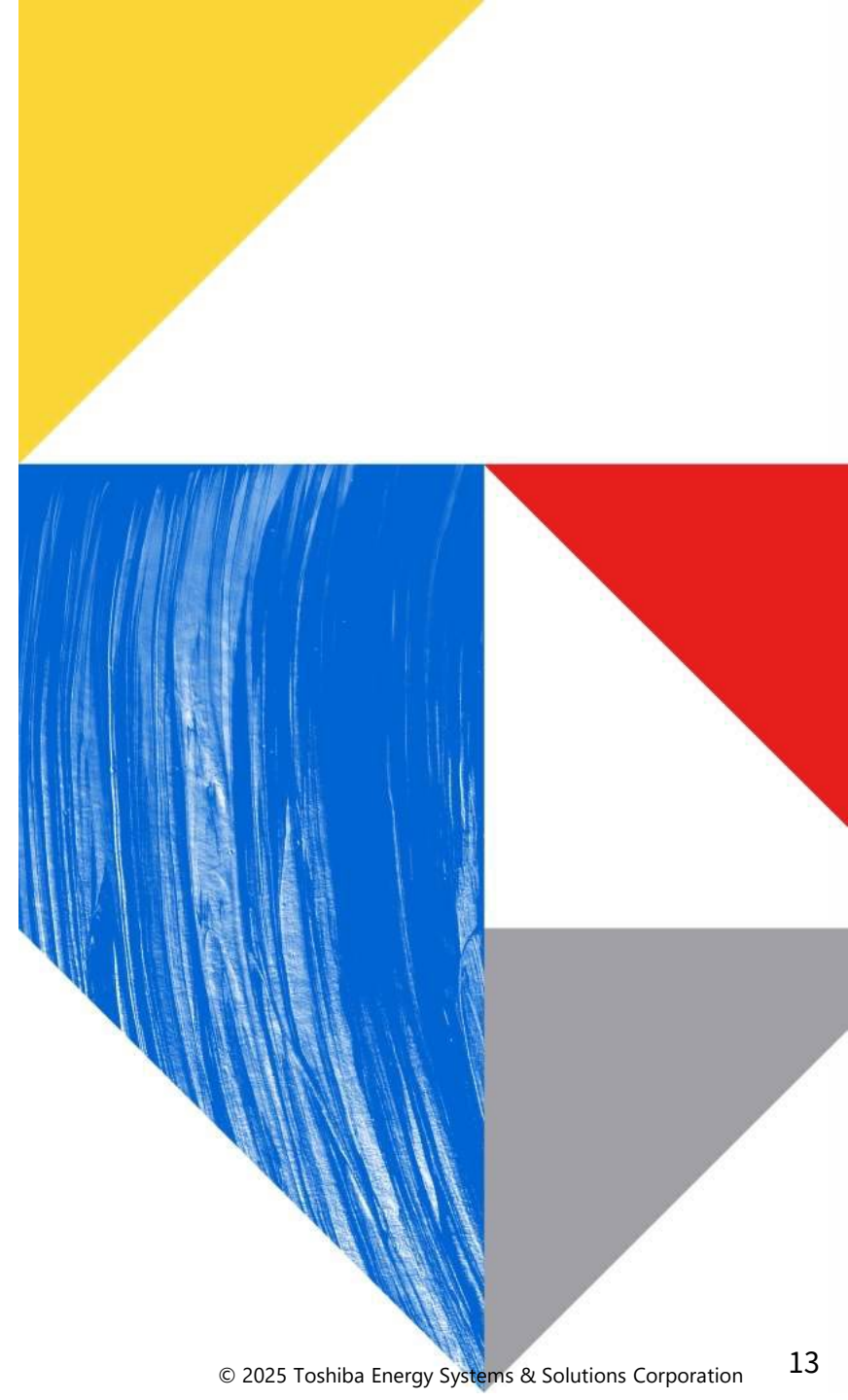
トリチウム回収系統関連機器の試作

ITER-テストブランケットシステムおよび原型炉ブランケット開発に貢献

03

まとめ

Summary



- 1970年代から継続して核融合関連機器の開発に参画し、様々な機器を設計・製造してきました。

- ☆ 直近の成果

- JT-60SAの現地組立完了(2020)、ITER-TFコイルの製作完了(2023)

- ☆ 現在の活動

- ITER ブランケット遠隔保守システム、テストブランケットシステムなどの開発

- ブランケットシステムの開発では、円筒型のブランケットの提案や補機系統の設計で開発に貢献しています。
- 機器設計、各種解析、超伝導等の派生技術応用など、長年積み重ねてきた確かな技術を元にもものづくりの担い手として皆様の力になります。

これからも核融合の発展に貢献します



人と、地球の、明日のために。

Committed to People,
Committed to the Future.