

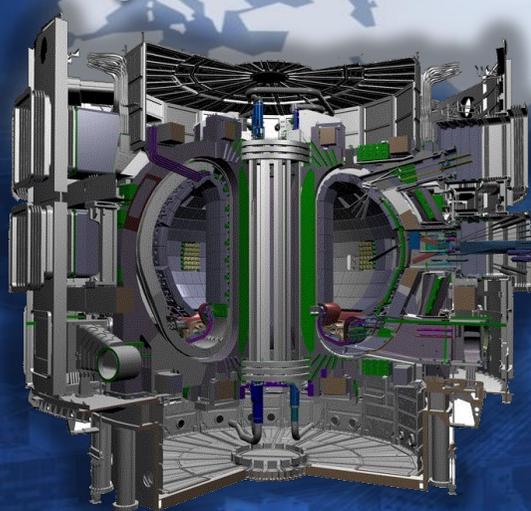


ITER/BA成果報告会2024

2025年1月30日

イイノホール

# ITER計画の進展及び JT-60SAプラズマ加熱実験へ向けた現状 Progress of the ITER project and the status of JT-60SA towards heating experiments



**ITER計画**



那珂フュージョン科学技術研究所



**JT-60SA**

井手俊介

那珂フュージョン科学技術研究所 副所長  
国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

# フュージョンエネルギー実現に向けて towards Realization of Fusion Energy



これまで 試験装置:  
科学的実現性の実証



等価エネルギー増倍率=1.25  
イオン温度=5.2億度

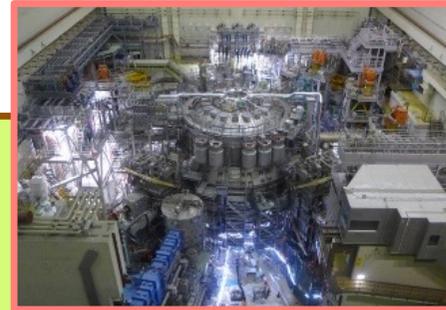
現在 実験炉:フュージョンの実証



ITERの先導  
コンポーネントの調達



原型炉運転手法の開発  
JT-60SA



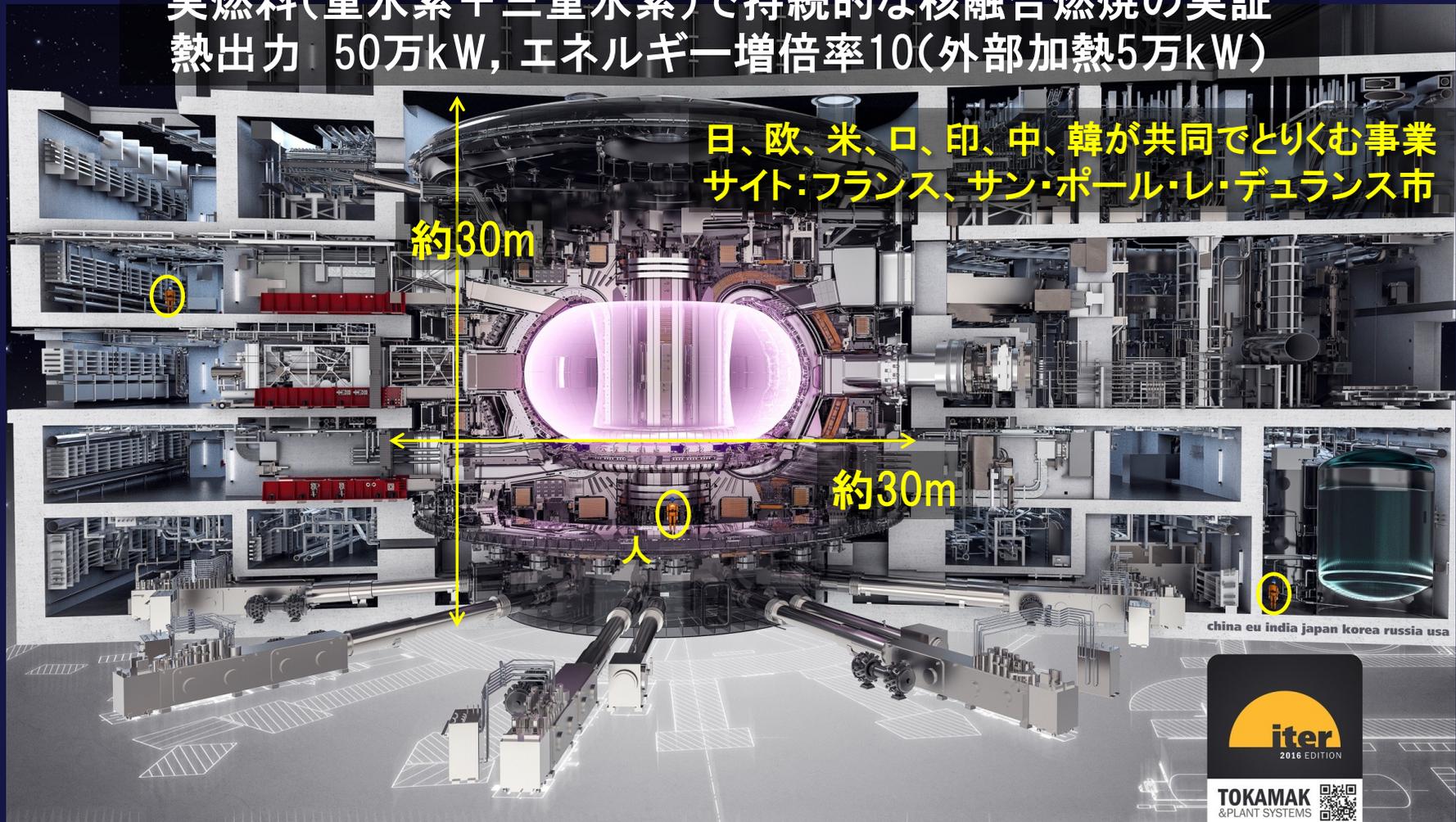
今後 原型炉:発電実証



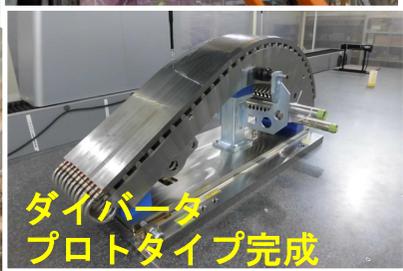
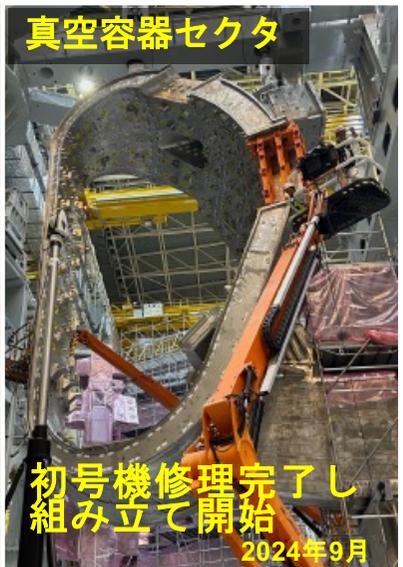
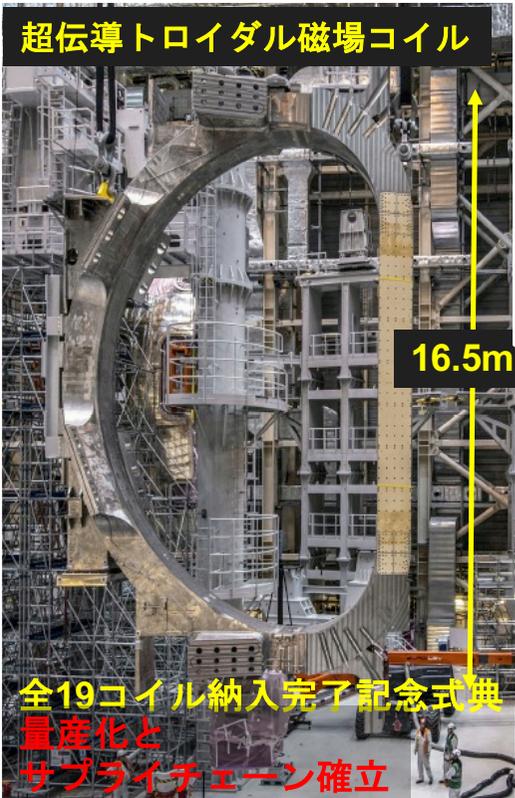
大学  
研究機関  
産業界

# 世界の7極が取り組むITER計画 ITER Project tackled by 7 parties

実燃料(重水素+三重水素)で持続的な核融合燃焼の実証  
熱出力 50万kW, エネルギー増倍率10(外部加熱5万kW)







# 日本の調達機器(カッコ内は日本の貢献分)

## Procurement by Japan (contribution ratio in blankets)



### 超伝導トロイダル 磁場コイル

- ・33導体(約25%)
- ・19構造物(全数)
- ・9巻線・一体化(約50%)



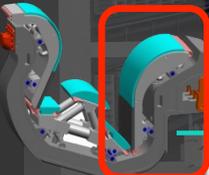
### 超伝導中心ソレノイド 導体 PA完了

- ・49導体(全数)



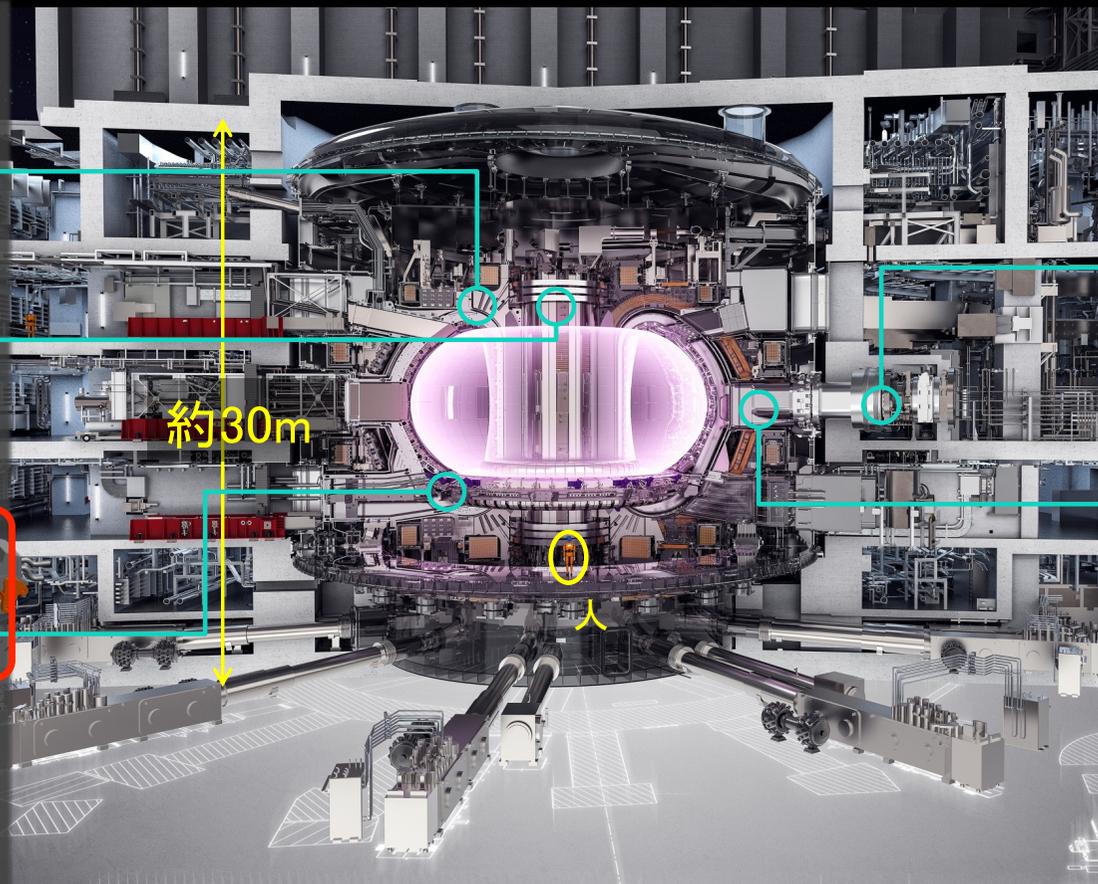
### ダイバータ

- ・外側ターゲット(58機一式)



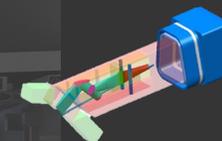
### 遠隔保守機器

- ・ブランケット遠隔保守装置(一式)



### 計測装置

- ・6計測装置(約15%)



### 中性粒子ビーム 入射加熱装置

- ・1MeV電源高圧部3基(全数)
- ・高電圧ブッシング3基(全数)
- ・加速器1基(約33%)



### 高周波加熱装置

- ・ジャイロトロン8機(約33%)
- ・水平ランチャー(一式)



### トリチウムプラント設備

- ・トリチウム除去系(50%)



TOKAMAK  
& PLANT SYSTEMS

# ダイバータ外側垂直ターゲット(OVT) Divertor Outer Vertical Target



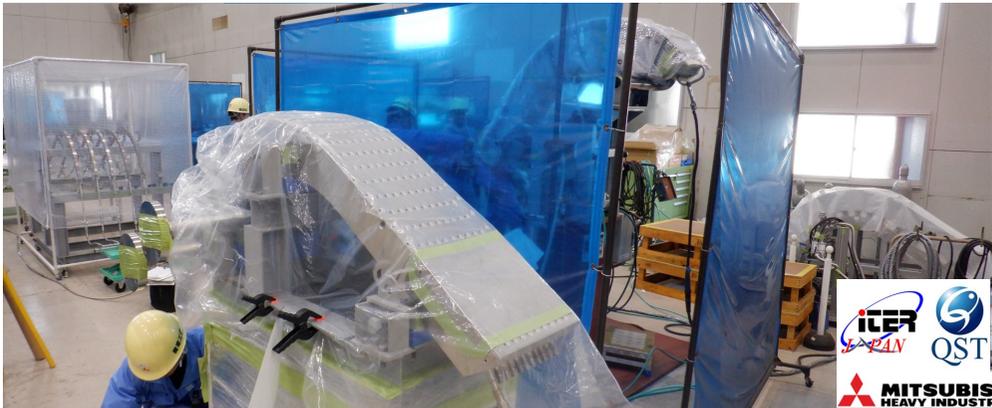
- 実機大OVTプロトタイプが完成  
ITERサイトへ納入
- 第一製造ラインにおいて、  
実機製作を開始
- 第二製造ライン整備に向け、プロ  
トタイプ2号機を製作中



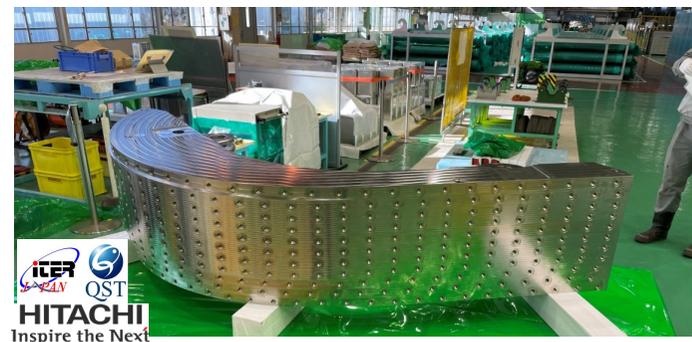
2024年3月  
実機大のモックアップ  
「OVTのプロトタイプ」完成



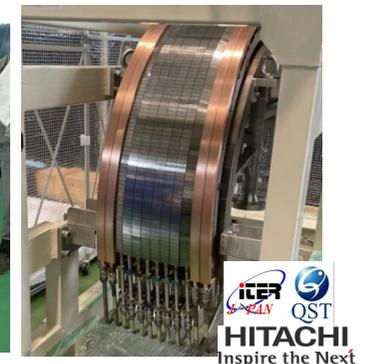
2024年7月  
「OVTのプロトタイプ」ITERサイトへ納入



第一製造ラインにおいて量産中のOVT



第二製造ラインにおける  
プロトタイプ製作



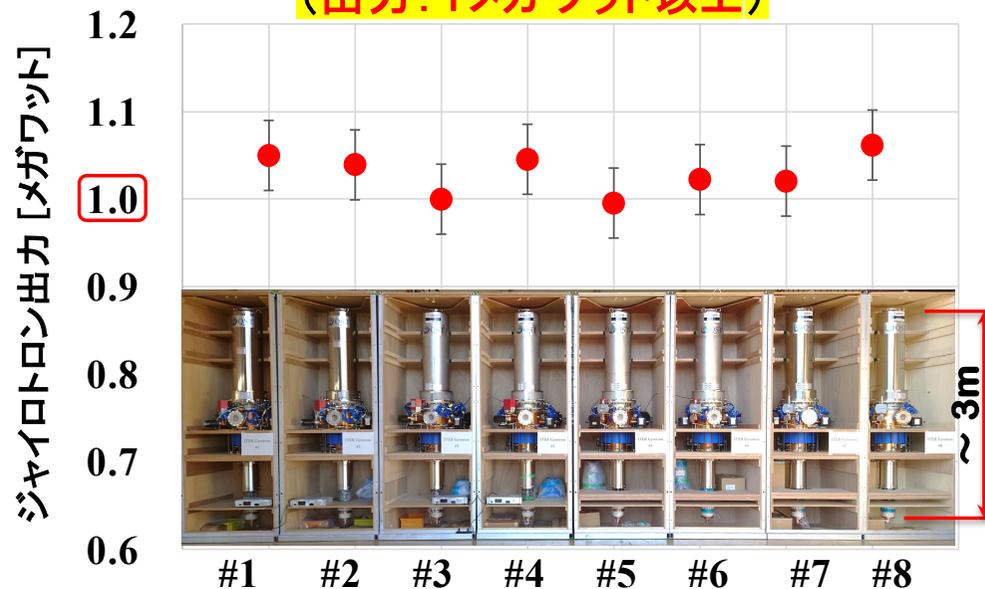
IO認証試験用  
プロトタイプ

# 高周波加熱装置:ジャイロトロン Radio Frequency Heating System: Gyrotron



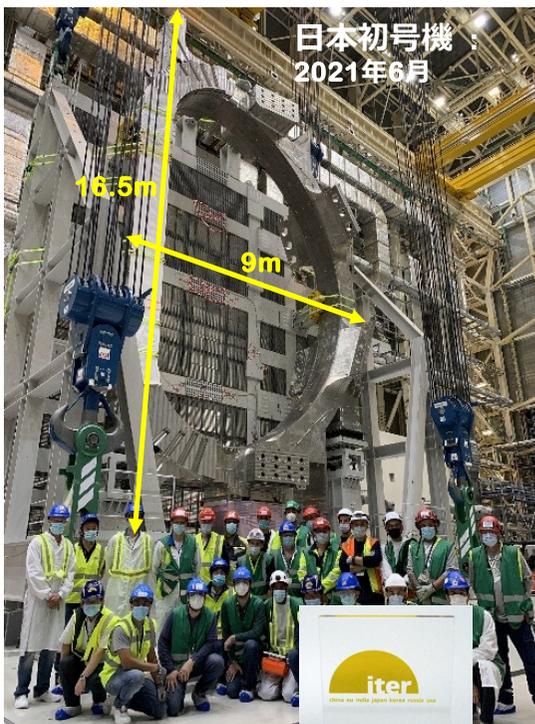
- ・ 量研での性能実証試験を完遂
- ・ ジャイロトロン機器の輸送が完了
- ・ ITER機構での統合試験に向けて、高周波建屋への据付作業が加速

全8機のジャイロトロンで性能仕様を達成  
(出力:1メガワット以上)



# トロイダル磁場コイル納入完了記念式典

## Celebration of the Completion of ITER Toroidal Field Coils



日本初号機  
2021年6月

- トロイダル磁場コイル: プラズマを閉じ込めるための磁場を発生する、世界最大の超伝導コイル。
- 2023年末までにITER機構へ全9機の納入を完了し、欧州(10機完納)とともにITER Awardを受賞
- 2024年7月1日ITER機構で記念式典開催、盛山前文科大臣ご列席  
- 東芝、三菱電機、三菱重工、有沢製作所がITER機構より表彰



有沢 有沢製作所社長  
小泉 前量研次長  
小安 量研理事長  
岸本 三菱重工 原子力副セグメント長  
盛山 前文科大臣  
松下 三菱電機 原子力統括室長  
藤塚 東芝常務



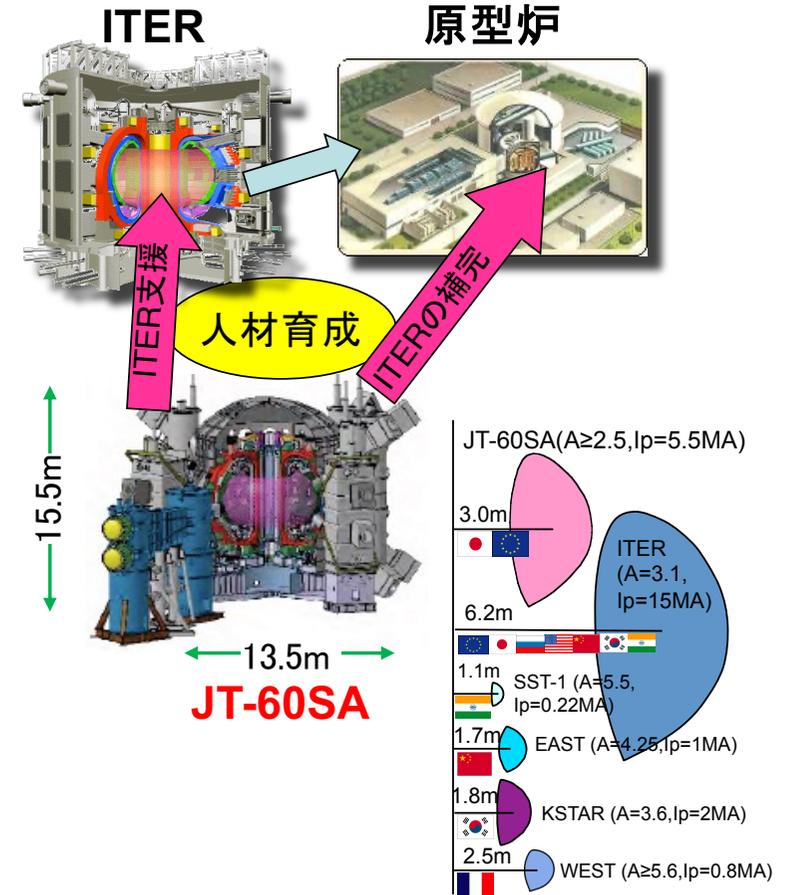
盛山 前文科大臣

# JT-60SA計画 JT-60SA Project



世界最大の超伝導トカマク装置 (ITERの約1/2サイズ)、日欧で  
フュージョンエネルギーの早期実現に貢献する。

- ITERに先駆けて建設→統合試験→実験を行い、ITERを先導。
- 原型炉で必要となる高性能プラズマの定常運転手方を確立。
- ITER・原型炉開発を主導する人材を育成。



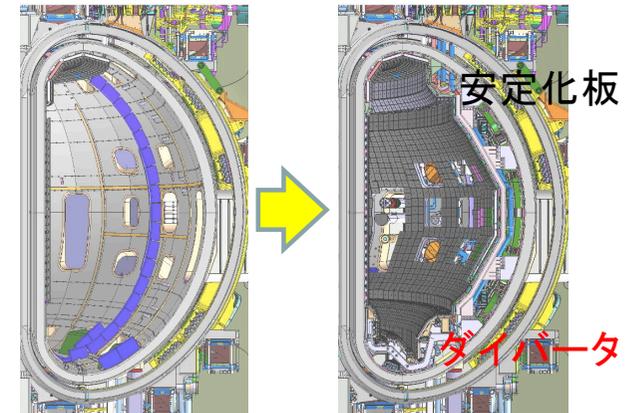
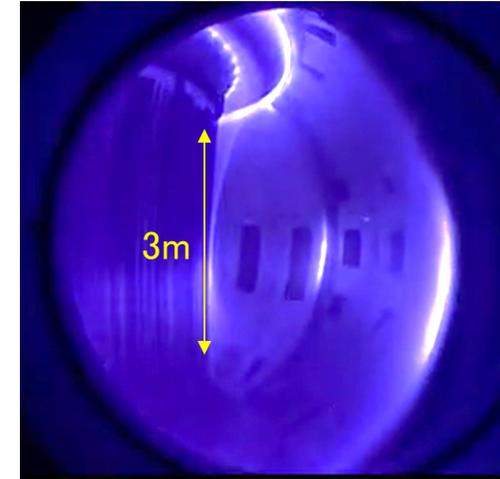
# JT-60SA計画

## JT-60SA Project

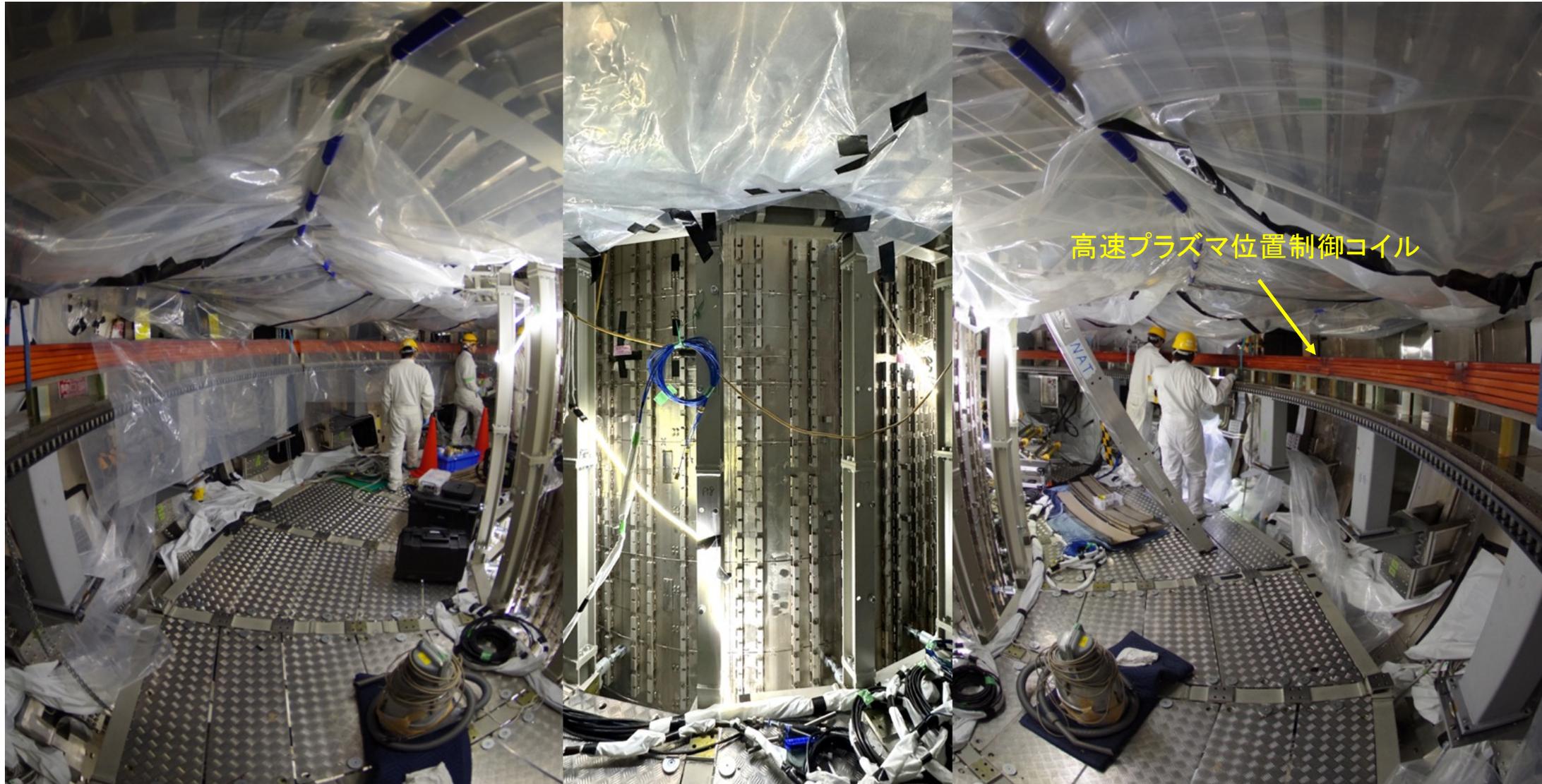


世界最大の超伝導トカマク装置(ITERの約1/2サイズ)、日欧でフュージョンエネルギーの早期実現に貢献する。

- ITERに先駆けて建設→統合試験→実験を行い、ITERを先導。
- 原型炉で必要となる高性能プラズマの定常運転手方を確立。
- ITER・原型炉開発を主導する人材を育成。
- 2020年:装置完成→2023年:統合試験運転
  - プラズマ電流1.2MA(超伝導装置では世界最高)のダイバータプラズマを達成。
  - 世界最大(160m<sup>3</sup>)のトカマクプラズマとして認定された(2024年9月)。
  - 装置組み立て、試験手法、プラズマ運転等ITER機構と情報共有。
- 2026年からの本格的な加熱実験を開始すべく、真空容器内外でさまざまな作業が進行中。
  - 容器内機器、加熱装置、計測器等々



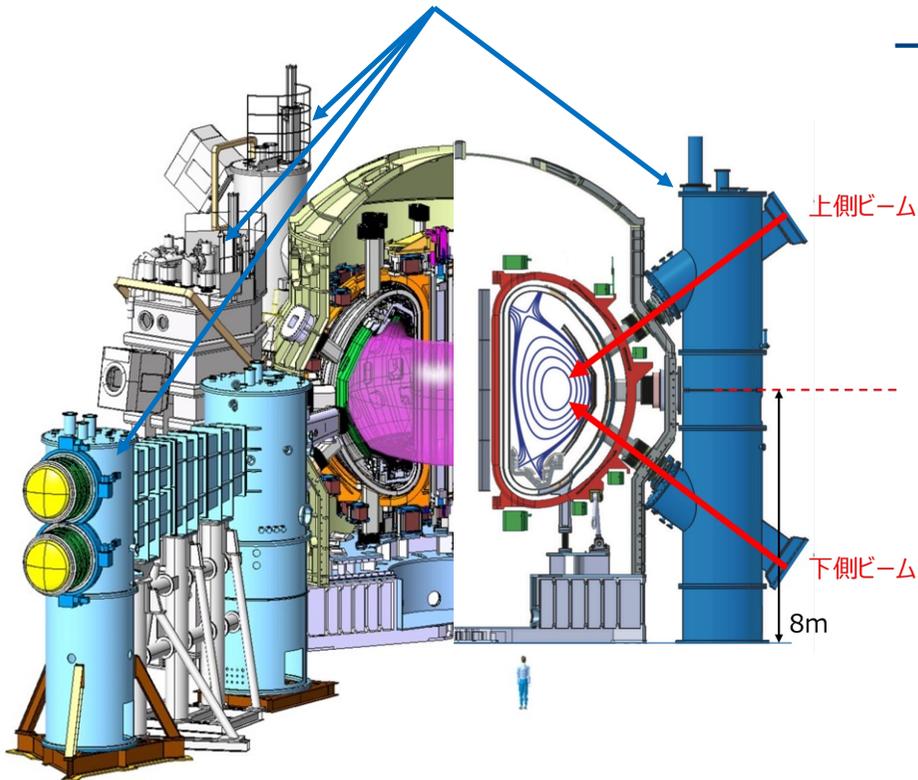
# 真空容器関連



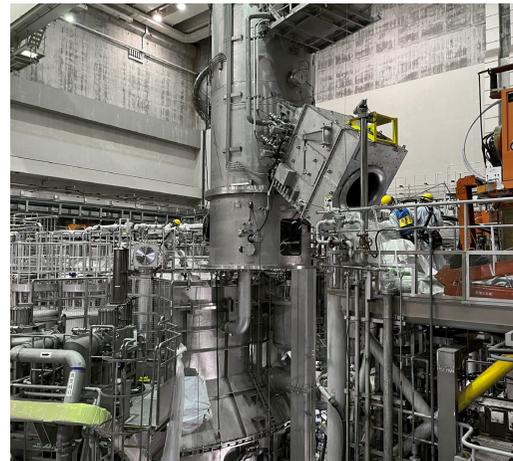
# 加熱装置：中性粒子ビーム(NB)、高周波 Heating System: Neutral Beam (NB), Radio Frequency

- 様々な加熱入力(手法、入射方向等)がJT-60SAの特色  
→高性能プラズマの開発に重要な役割
- 今回の増強工事で
  - 中性粒子ビーム入射機の設置 ( $\leq 23.5\text{MW}$ )
  - 高周波加熱装置の追加 ( $\leq 3\text{MW}$ )

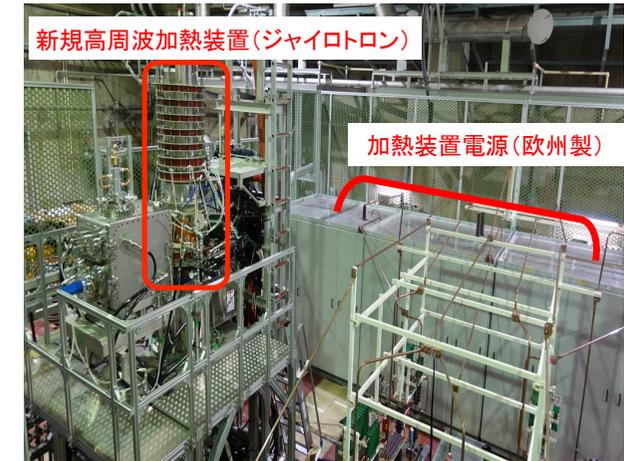
中性粒子ビーム入射装置

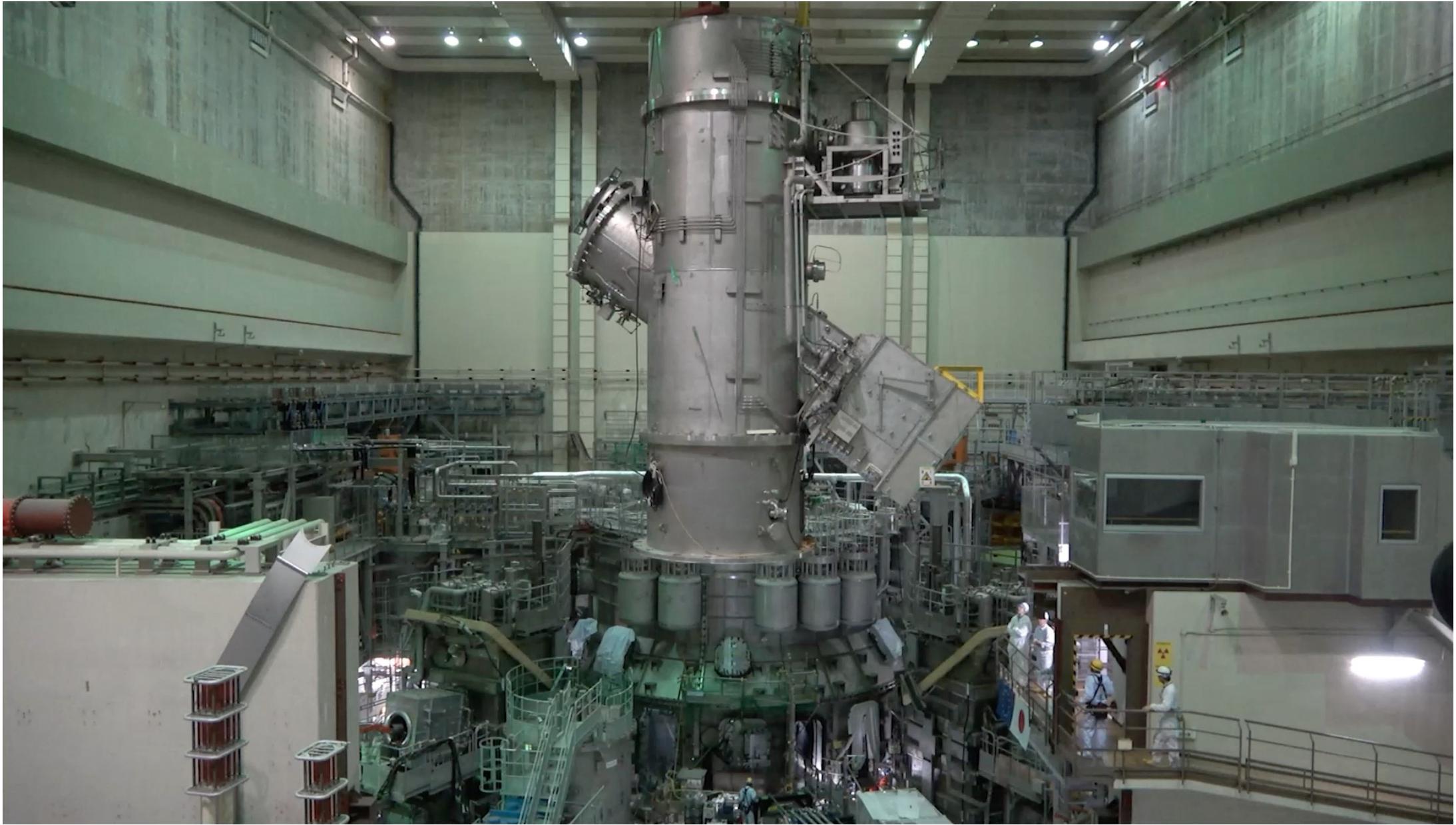


下側ビームの据付



高周波加熱装置



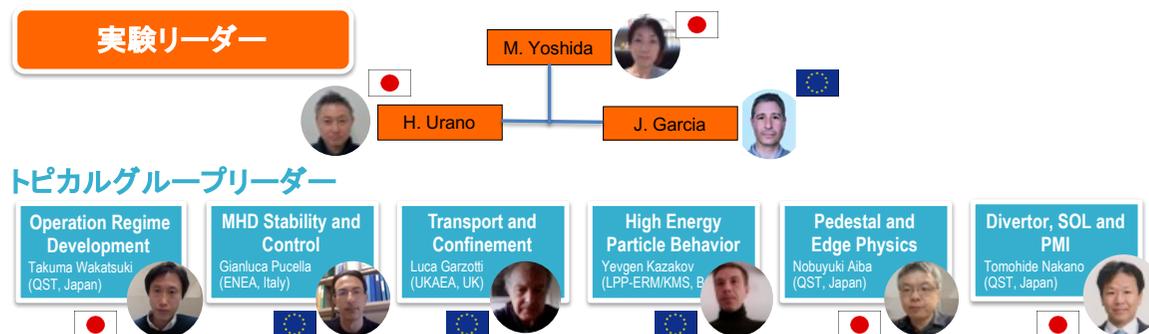


# プラズマ研究に向けて towards Plasma Research



- JT-60SA研究はJT-60SA実験チームが中心となって実施。2024年5月に日欧総勢約300名のチーム員を編成。日本からは炉心プラズマ共同研究を通して参加。

- 増強作業後の研究計画の策定。プラズマシナリオの検討。
- 研究ニーズに基づいた計測器／アクチュエータ整備の検討。
- 研究成果の精査と報告。
  - プラズマ・核融合学会、欧州物理学会、米国物理学会等で招待講演。多数の一般講演や論文投稿。
- 全体、分野ごとの会合(オンライン、対面)を多数実施。



# 人材育成: JT-60SA国際フュージョン学校 JT-60SA International Fusion School



- 国際的に核融合研究開発の将来を担う人材を育成するため、日欧からの学生・若手研究者計20名に核融合の主要項目について物理から工学まで、講義や実習を組み合わせた講義を行う。
- 第2回: 8月26日～9月6日に実施、参加者から高く評価。
  - 盛山前大臣、シムソン前欧州委員からのメッセージ
- 今回新たに、国内／欧州の研究機関での特別実習
  - 国内(実施済み): QST六ヶ所、東大、筑波大、NIFS
  - 欧州(3月予定): ITER、ASDEX-Upgrade、JET
- 第3回: 9月1～12日(+国内／欧州実習)に開催予定。

