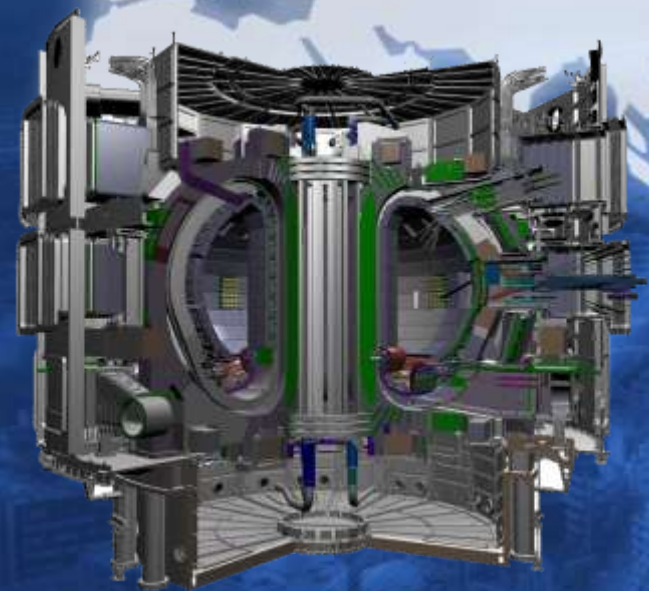


ITER計画とBA活動の現状と展望

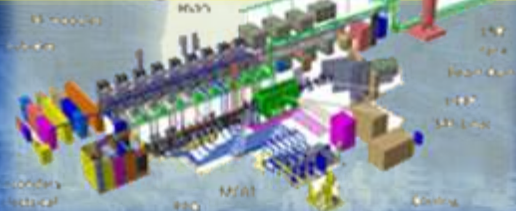


ITER計画



BA活動

幅広いアプローチ活動



竹永秀信

量子科学技術研究開発機構
核融合エネルギー研究開発部門

核融合エネルギー実現への道

試験装置 の段階

現在

実験炉 の段階

原型炉 の段階

今世紀
中葉

超高温プラズマ
の実現

持続的な核融合燃焼の実証
50万kWの核融合出力

発電実証

実用化

JT-60



世界最高
イオン温度
5.2億度

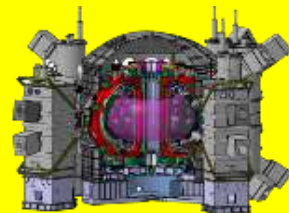
ITER



ITER支援

幅広いアプローチ (BA) 活動

- ・技術基盤構築
- ・国際拠点形成
- ・人材育成



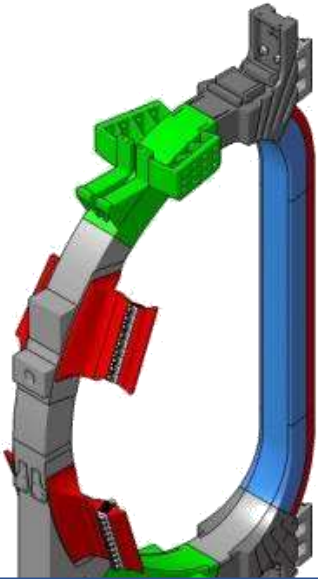
原型炉

数十万kWの
電気出力

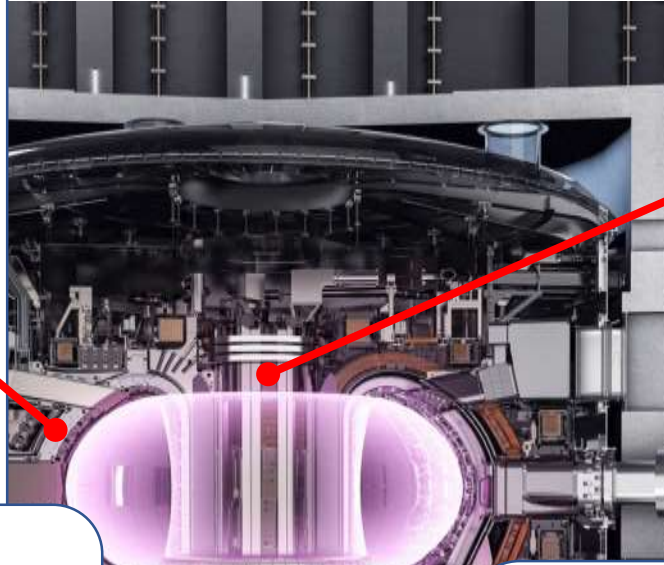
ITERでで
きないこ
とを補う

ITER計画の現状と展望

トロイダル磁場コイル



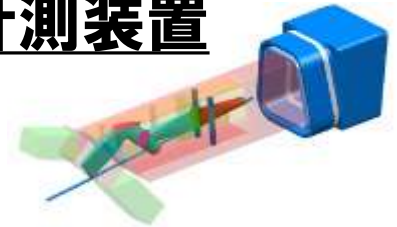
母機器を製作し、ITER機械
核融合運転：2035年



中心ソレノイドコイル 導体



計測装置



高周波 加熱装置



中性粒子入射 加熱装置



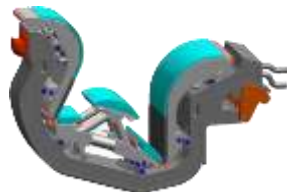
遠隔保守 機器

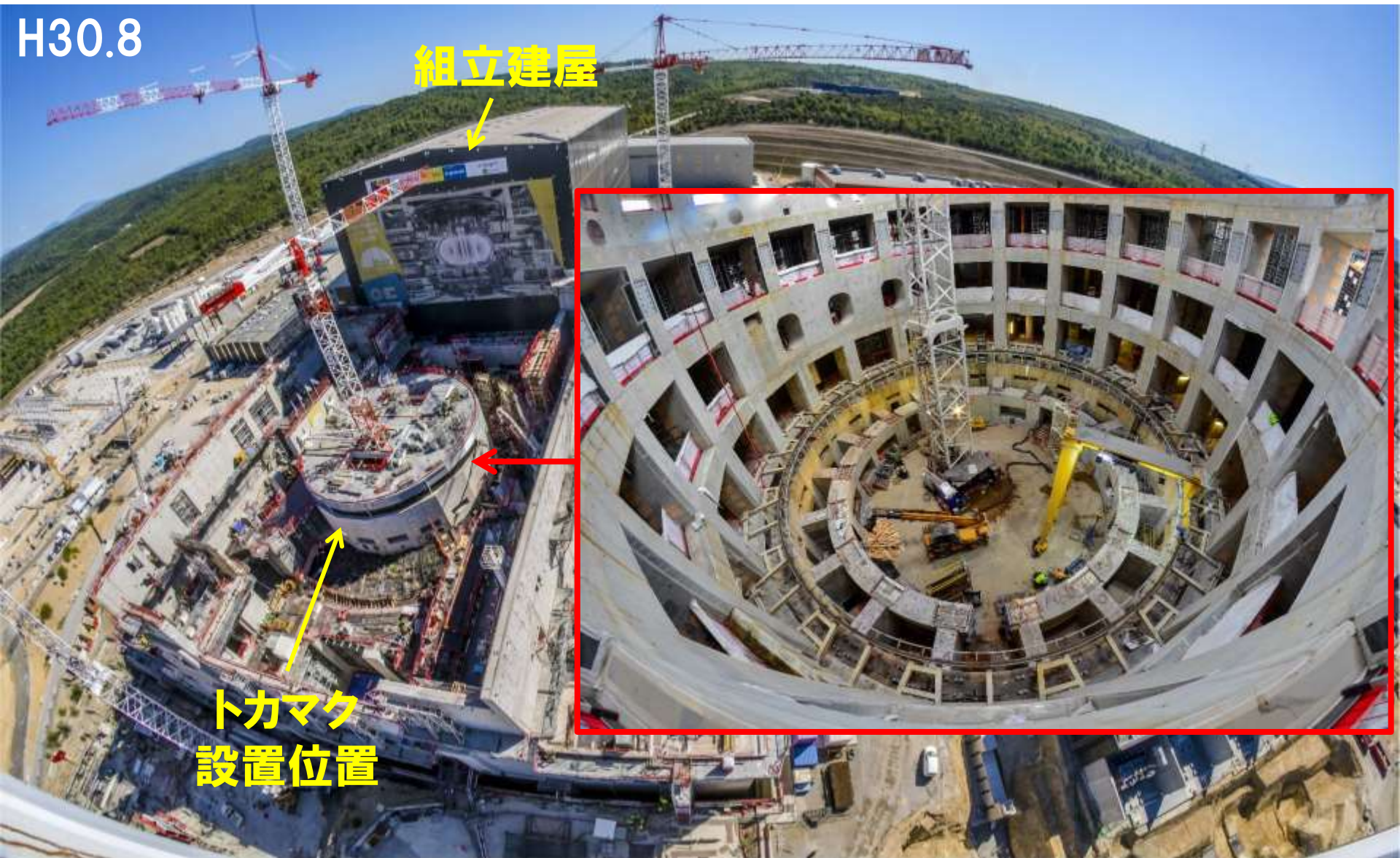


トリチウム プラント設備



ダイバータ





超伝導トロイダル磁場コイルの製作状況

・1号機の巻線部のコールド試験に合格し、構造物との一体化作業へ



巻線



RP



熱処理



トランスファー

±1mmの
超高精度
加工技術

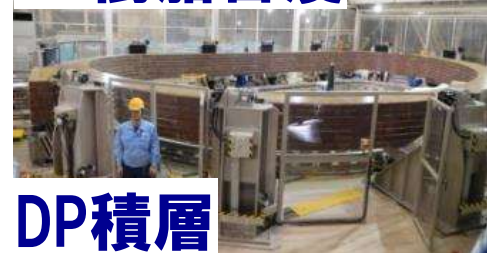


構造物

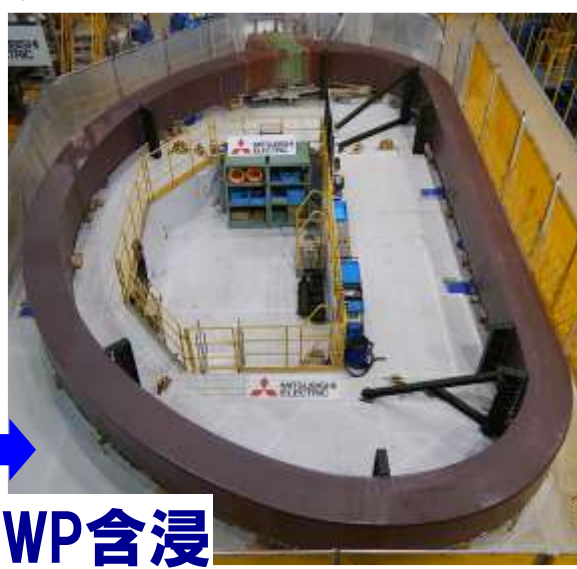
一体化



DP樹脂含浸



DP積層



WP含浸



コールド
試験

中性粒子入射加熱装置の製作状況

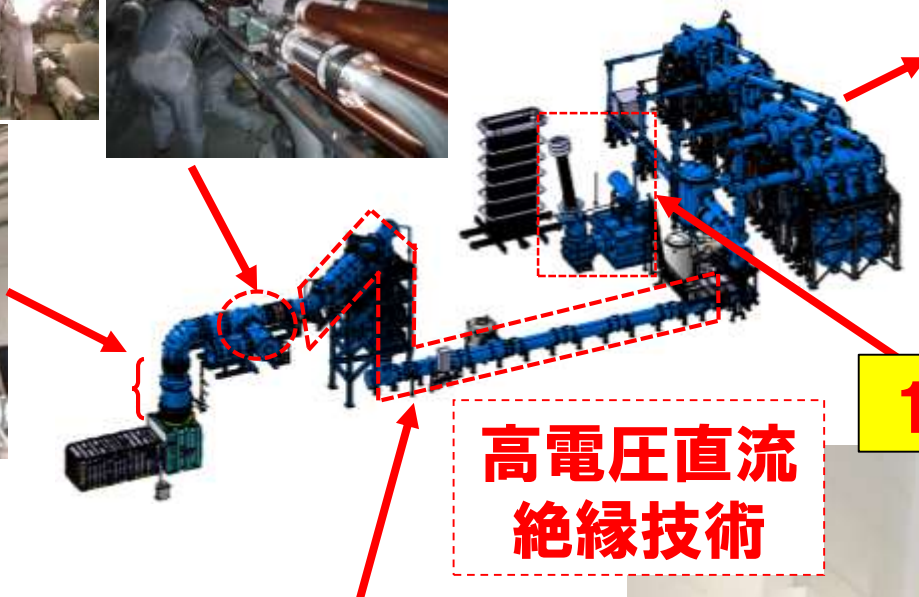
- ・実機試験施設をイタリア・パドバRFX研に建設。高電圧電源部を担当。
- ・製作と現地据付けが完了し、電圧印加試験を実施中。



直流発生器
(5台)



高電圧
ブッシング



高電圧直流
絶縁技術

1MV 絶縁変圧器



伝送ライン



他極の調達機器の製作状況



遮蔽ブランケット



ポロイダルコイル



トロイダル磁場コイル



クライオ
プラント



クライオスタット



コールドボックス



真空容器



組立治具



ジャイロトン



ポロイダル磁場コイル



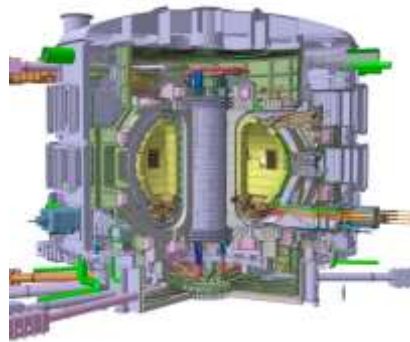
中心ソレノイドコイル



冷却水
システム

実験体制

- ITER実験チームについて意見交換を開始。
- ITER機構はファーストプラズマ時(2025-2026)に50-100名、加熱実験が開始されるPFPO-1時(2028-2030)に150-200名の人員を想定。そのうち、半分はITER機構職員、半分は各極からの長期滞在者。
- 国内体制の議論を早期に開始することが必要。



ITER実験チーム
ITER機構職員
長期滞在者

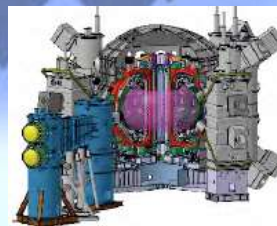
全日本体制の構築
人材育成



六ヶ所 遠隔実験参加

QST、NIFS、大学、
研究機関、産業界

ITER
那珂



JT-60SA
実験チーム

幅広いアプローチ(BA)活動の現状と展望

■フェーズI (2007年6月～2020年3月) 3事業を日欧共同で実施

■フェーズII (2020年4月～2025年3月) 日欧協議中

青森県六ヶ所村

国際核融合エネルギー研究センター(IFERC)

原型炉設計・
研究開発



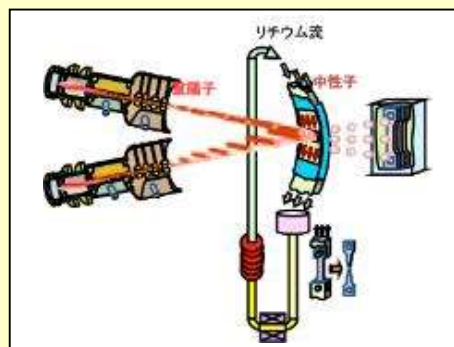
ITER遠隔実験

計算機
シミュレーション

国際核融合材料照射施設の工学実証
工学設計
(IFMIF/EVEDA)

IFMIFの工学設計

要素技術の工学実証

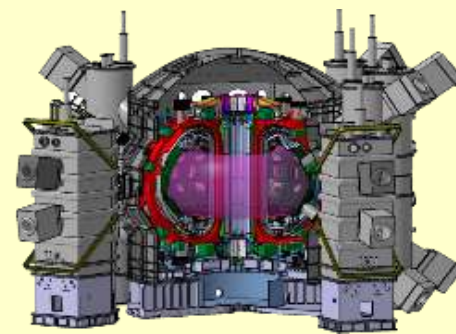


茨城県那珂市

サテライト・トカマク
(JT-60SA)計画

ITERの支援研究

原型炉のための
挑戦的研究

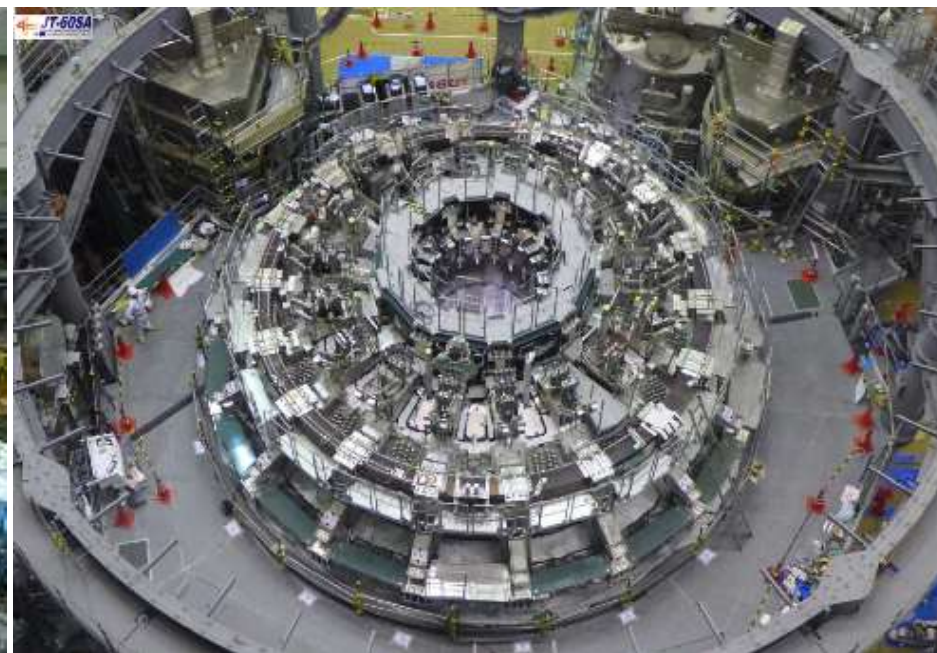


JT-60SA建設状況

- ・ 欧州が製作した超伝導トロイダル磁場コイル18機の本体への組込みが完了。設置精度 $\pm 1\text{mm}$ を実現。
- ・ 日本が製作した真空容器の組立てが完了。
- ・ **2020年3月(フェーズI期間末)の装置完成に向けて建設作業が進展。**



トロイダル磁場コイル設置の様子



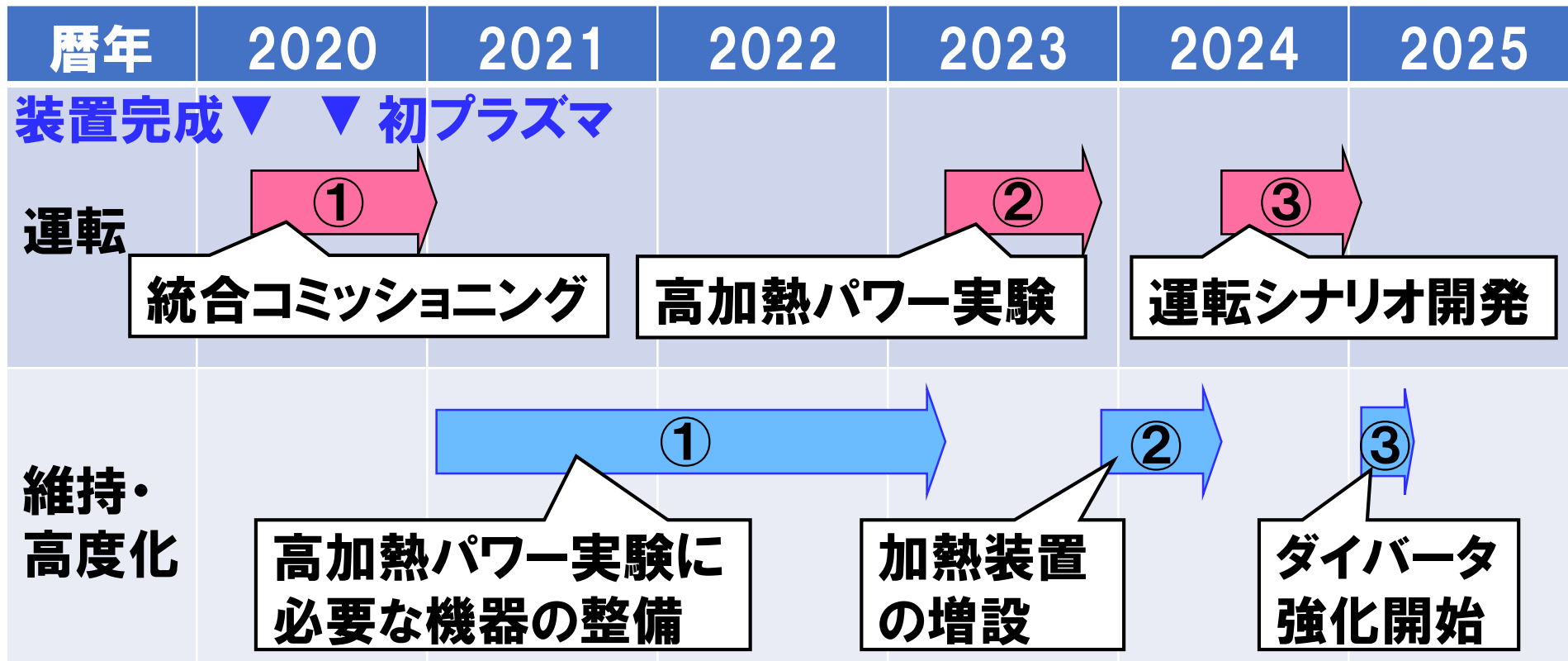
18機のトロイダル磁場コイルが
設置された状態

JT-60SAの研究計画を日欧で検討

現在 Ver.4 (H30年9月完成、Web公開)

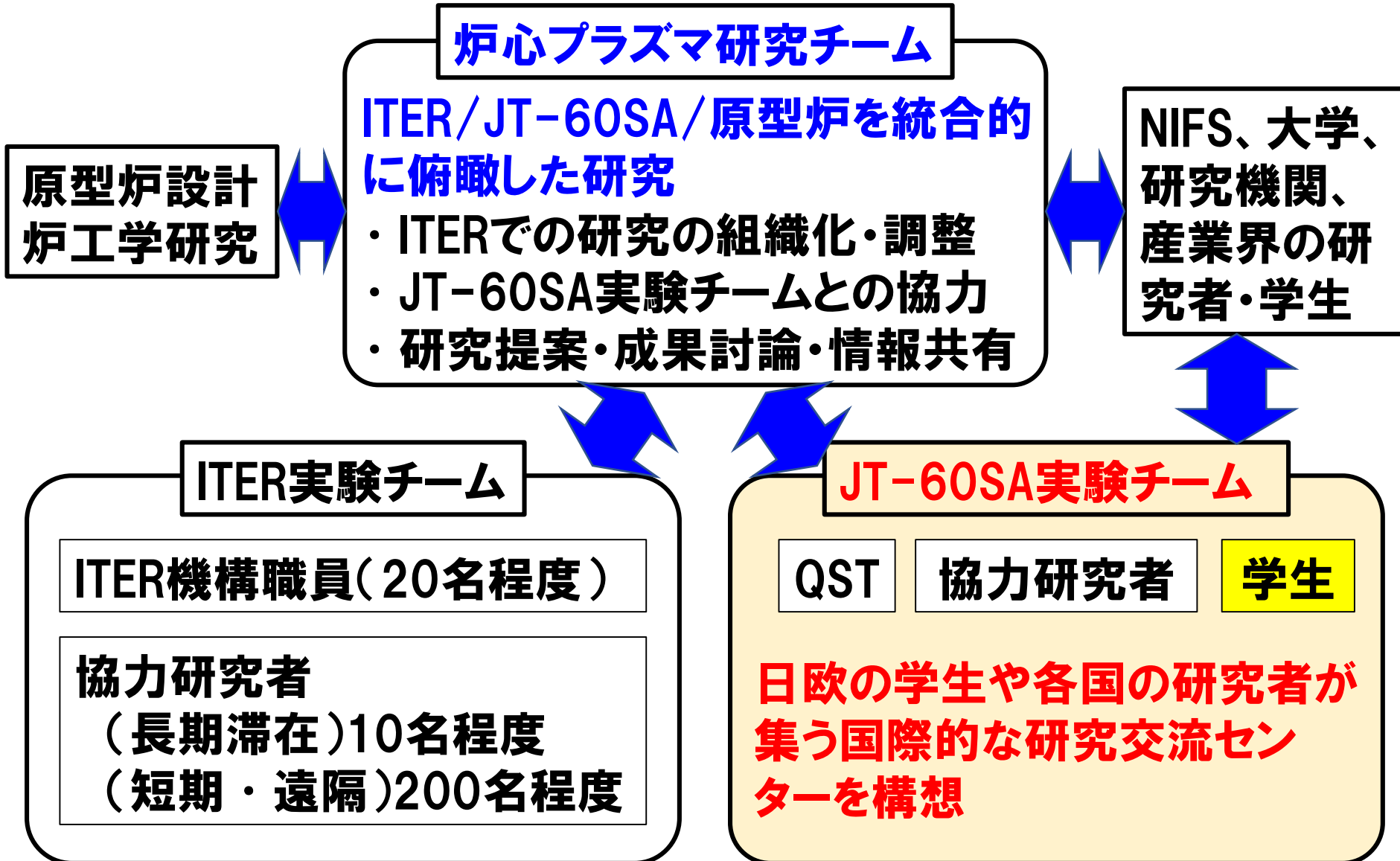
共著者数 435名:

- ・日本174名:18研究機関
- ・欧州261名:14カ国、33研究機関



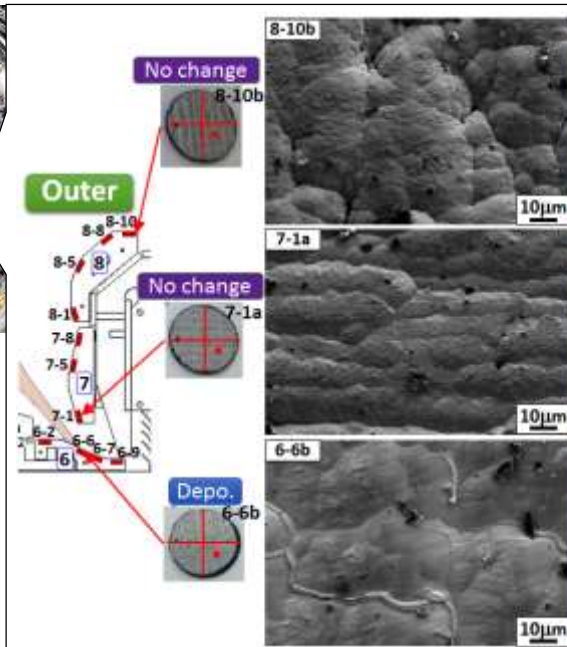
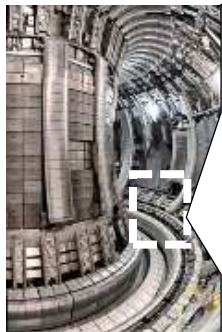
実験体制

○人材・成果が還流する体制の構築 ○人材育成システムの構築



原型炉設計・研究開発

- ・ 原型炉を構成する技術要素案を日欧共同で検討
- ・ 材料データベースの拡充
- ・ 欧州装置JETのタイル試料を分析し、材料の変化やトリチウム吸蔵量を評価中



ITER遠隔実験

- ・ WEST(仏)への遠隔実験参加を実証



フランス



六ヶ所

計算機シミュレーション

- ・ 新核融合大型計算機を六ヶ所研に導入し、2018年6月から運用開始

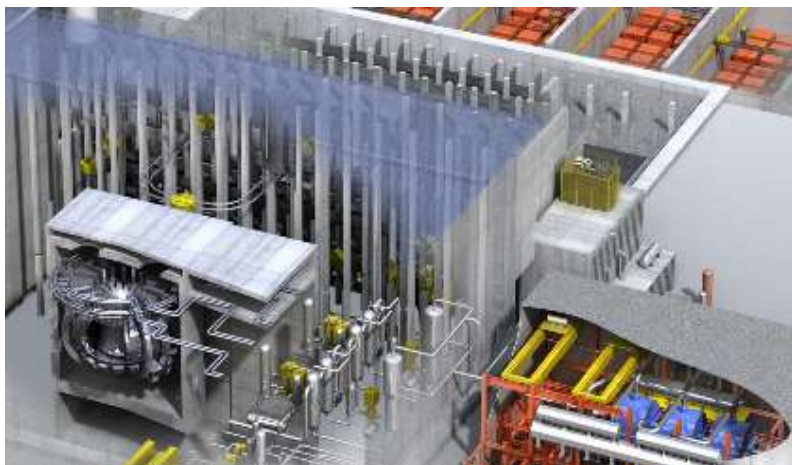


原型炉設計特別チーム活動

- 原型炉基盤構築のため、産学官のオールジャパンの体制を六ヶ所核融合研究所に設置(H27年6月)

H30年12月現在のメンバー数:100名
(QST:大学:産業界 = 1:1:1)

- 総合戦略タスクフォースのアクションプランに沿って原型炉開発活動



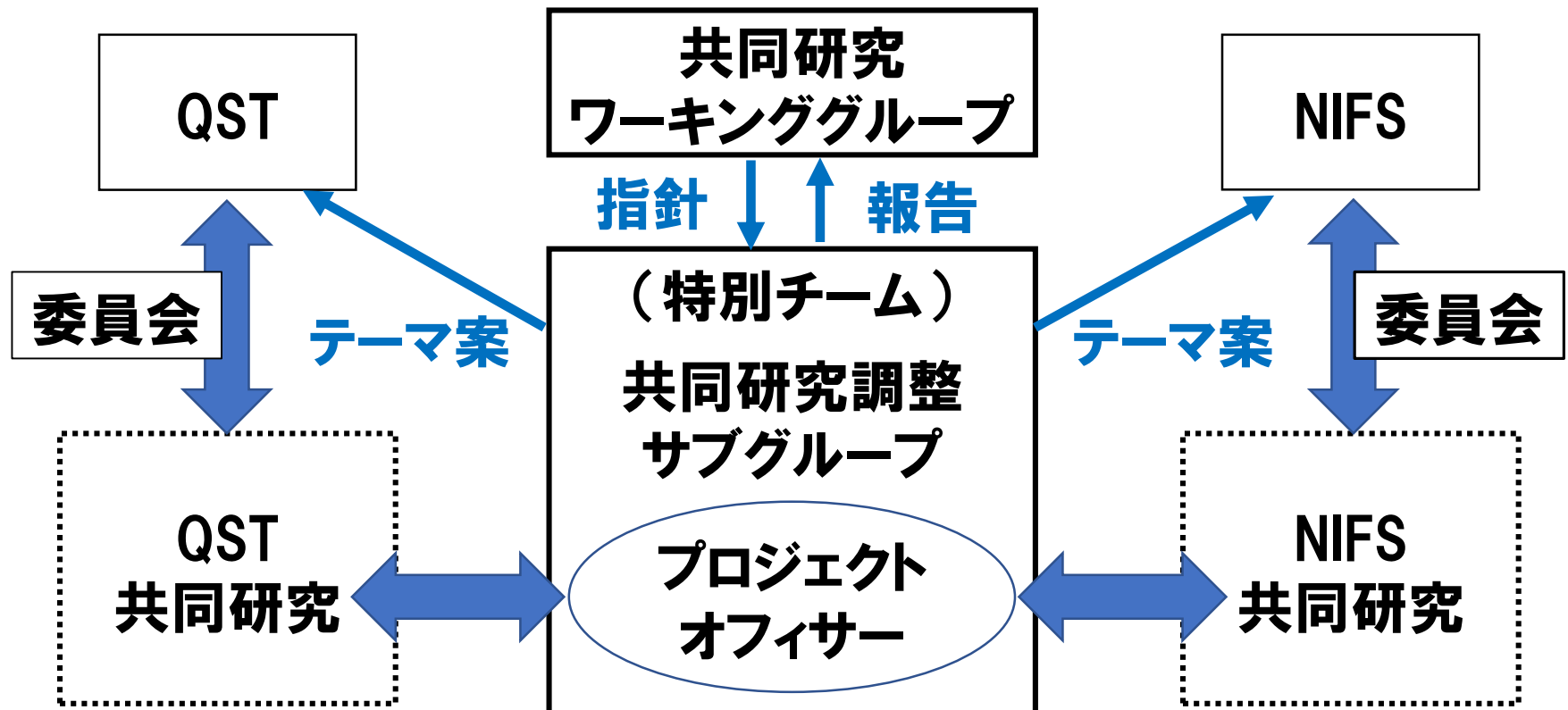
原型炉本体周辺の設備・機器配置図



共同研究の運用体制

- ・アクションプランを実施するための大学等を対象とした新たな共同研究のとりまとめ体制を構築

QST共同研究：アクションプランを直接的に遂行する研究開発
NIFS共同研究：大学等の自主・自律を前提とし、中・長期的な人材育成を含むアクションプランを遂行する研究開発

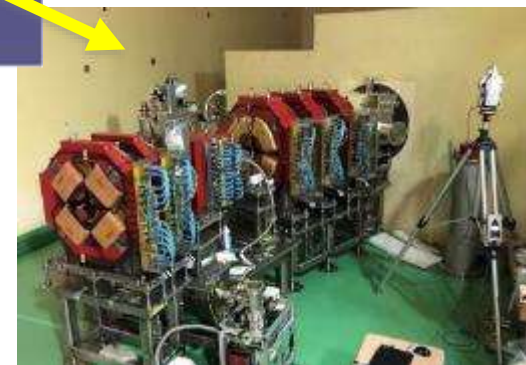
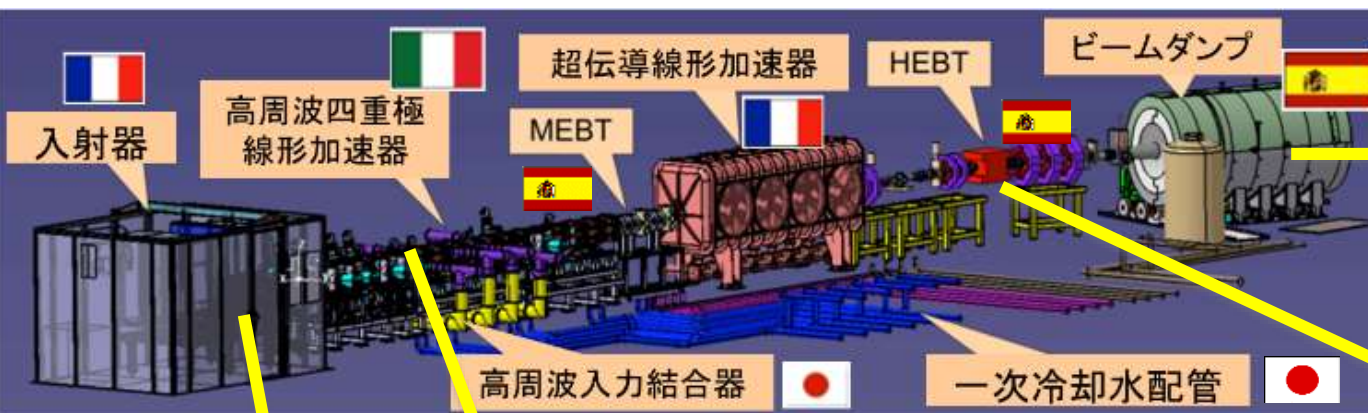


IFMIF(重陽子を40MeVまで加速x2ライン)



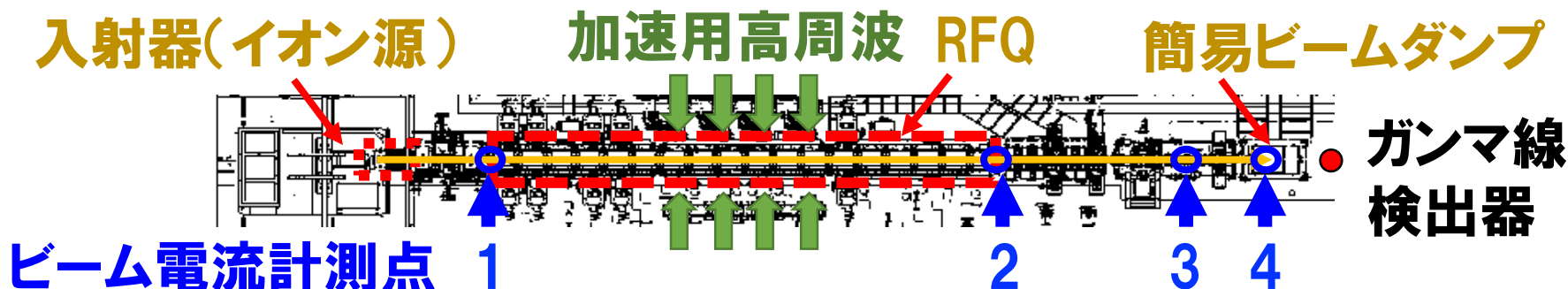
主要部分の実証

原型加速器(9MeV, 125mA, 重陽子ビーム)

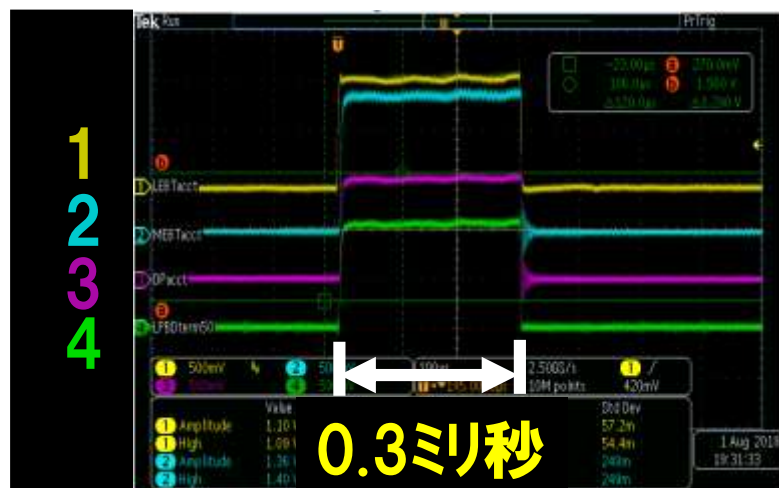


原型加速器開発

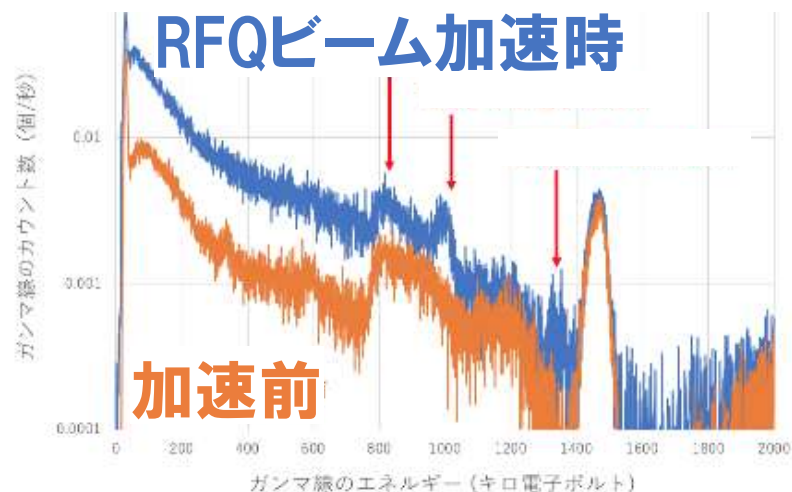
- ・8系統高周波による高周波四重極加速器(RFQ)の陽子ビーム加速(2.5MeV)に成功(H30年6月13日)
- ・ビームパルス幅0.3ms、電流値25mA、通過率93%を達成
- ・フェーズII期間にわたって、9MeVビーム加速の連続運転を実証予定



ビーム電流計測結果



ガンマ線のカウント数(個/秒)



目的：原型炉段階への移行判断のために、照射データを取得。

- ・炉材料の候補材である低放射化フェライト鋼の20dpa照射データ
- ・ブランケット及びダイバータ機能材料の初期照射データ 等

応用利用：中性子の医療・産業利用(例 医療用アイソトープ製造等)

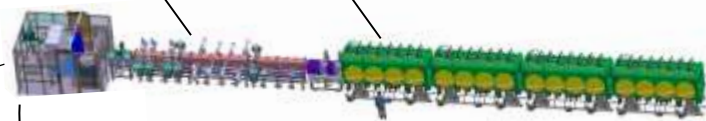
高周波四重極
加速器
(0.1→5MeV)

超伝導線形加速器
(5→40MeV)

液体リチウムループ
(15m/s以上の流速)

入射器
(0.1MeV)

照射モジュール



IFMIF/EVEDA
の範囲

重陽子ビーム
(40MeV/125mA)

14MeV中性子束
年間10dpa以上の
照射が可能

スケジュール (計画) 2015 2020 2025 2030 2035

BAフェーズI

BAフェーズII

データ取得

概念設計

工学設計

建設

運転フェーズ

- ITER計画は、2025年の運転開始を目指して、ITER機構と各極国内機関連携の下、現地建設及び機器製作が進展中。
- BA活動は、2020年3月のフェーズI終了に向けて、JT-60SA及びIFMIF原型加速器の完成を目指した日欧共同活動等が進展中。
- フェーズIIについては、日欧政府間で最終決定に向けて協議中。
- ITERの実験チームを見据えながら、人材育成を包含したJT-60SA実験体制、さらには炉心プラズマ研究体制について全日本での議論を開始することが必要。