

核融合エネルギー開発における 量子科学技術研究開発機構(QST)の取り組み

量子科学技術研究開発機構
核融合エネルギー部門
牛草 健吉

QST核融合エネルギー部門の組織



部門

部門長:牛草健吉

那珂核融合研究所

所長: 栗原研一
副所長: 鎌田裕
職員等219名



研究企画部

部長:東島智
次長:小柳大作、久保博孝
職員等14名

ITER・BA業務推進Gr

管理部

部長:前田勝 次長:大森憲一郎

庶務課、経理課、契約課、保安全管理課、工務課

ITERプロジェクト部

部長:杉本誠 次長:井上多加志、小泉徳潔

ITER計画管理Gr、ITER連携推進Gr、ITER現地支援Gr、遠隔保守機器開発Gr、プラズマ対向機器開発Gr、超伝導磁石開発Gr、計測開発Gr、RF加熱開発Gr、NB加熱開発Gr

トカマクシステム技術開発部

部長:花田磨砂也 次長:森山伸一

JT-60システム統合Gr、JT-60マグネットシステム開発Gr、JT-60本体開発Gr、JT-60電源・制御開発Gr、JT-60安全評価Gr、超伝導極低温機器開発Gr

先進プラズマ研究部

部長:井手俊介

先進プラズマ計画調整Gr、先進プラズマ実験Gr、先進プラズマモデリングGr、先進プラズマ統合解析Gr

管理部

部長:境野武

庶務課、経理課、契約課、保安全管理課、工務課

核融合炉システム研究開発部

部長:矢木雅敏 次長:石井康友

BA計画調整Gr、核融合炉システム研究Gr、プラズマ理論シミュレーションGr

核融合炉材料研究開発部

部長:坂本慶司

IFMIF加速器施設開発Gr、核融合中性子源設計Gr、核融合炉構造材料開発Gr

ブランケット研究開発部

部長:林巧 次長:大平茂

ブランケット工学研究Gr、トリチウム工学研究Gr、増殖機能材料開発Gr

六ヶ所核融合研究所

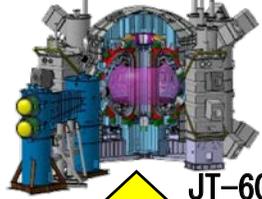
所長: 池田佳隆
副所長: 石田真一
副所長: 飛田健次
職員等105名



QST核融合エネルギー部門の業務

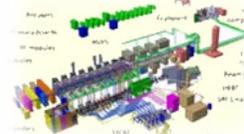
日欧協力
幅広いアプローチ
(BA)活動

サテライト・トカマク



JT-60SA

材料照射施設
の設計/実証



IFMIF/EVEDA

国際核融合エネルギーセンター-IFERC



遠隔実験

計算センター

炉設計・R&D

那珂核融合研究所



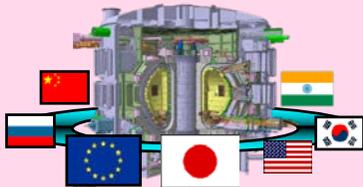
茨城県那珂市



六ヶ所核融合研究所

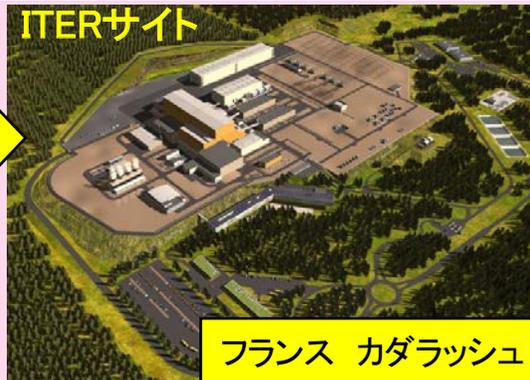


青森県六ヶ所村



ITER機器の調達
超伝導コイル、加熱装置、計測装置、
遠隔保守機器、ダイバータ
ITERサイト現地据付

ITERサイト



フランス カダラッシュ



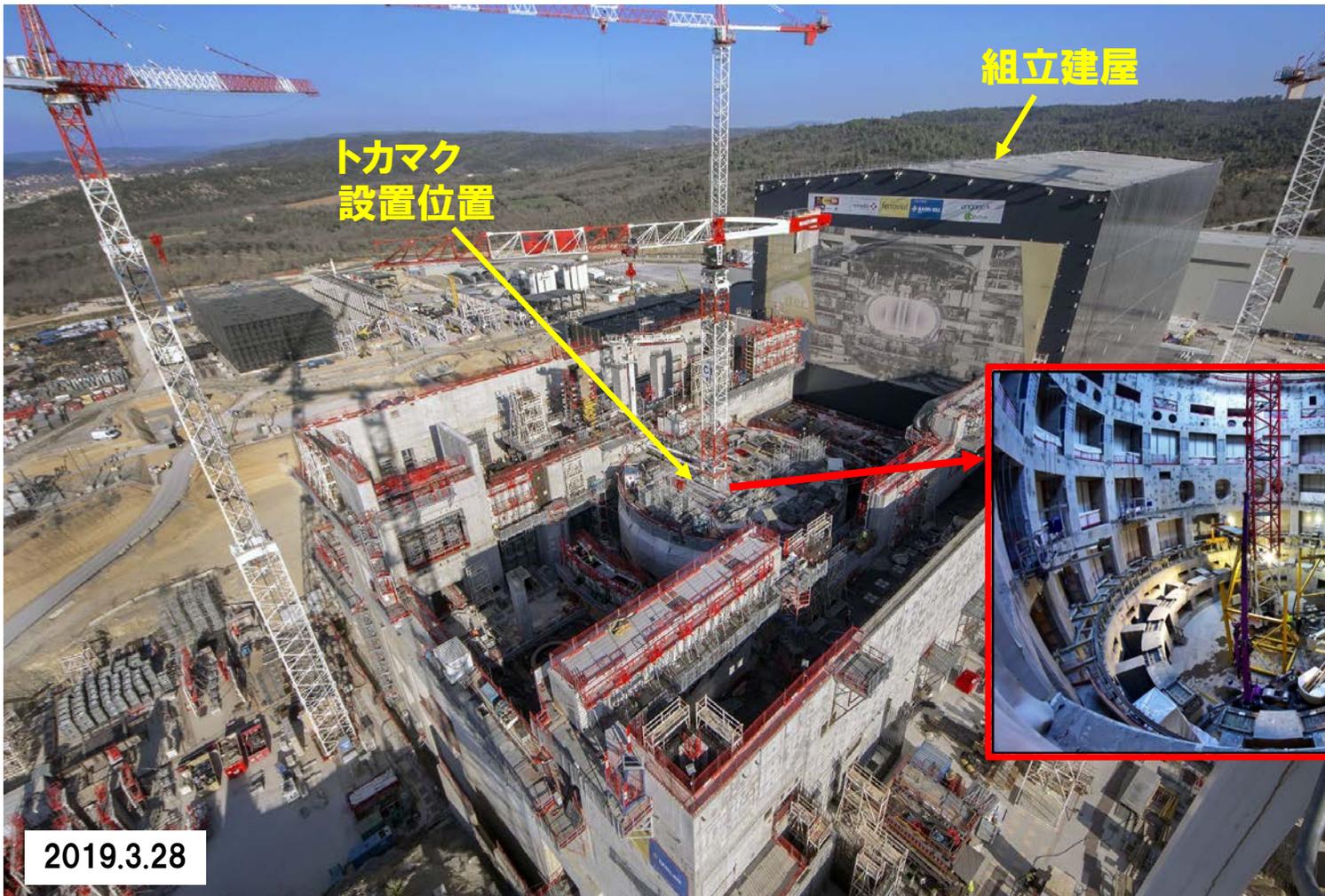
ITER機器の調達
トリチウム除去系
ITERテストブランケットモジュール
の開発と据付・試験

国際熱核融合実験炉(ITER)計画



- 核融合出力50万kWを長時間(400秒)生成
- 日、欧、米、露、中、韓、印の7極が参加
- 国際機関 ITER機構が運営
- 建設地はフランス:サン・ポール・レ・デュランス
- 7極の国内機関(日本:QST)が協力して実施
- 運転:2025年、実燃料試験開始:2035年

核融合出力:	50万kW
本体重量:	1万8千トン
プラズマ体積:	840m ³



ビゴ機構長



多田副機構長



李副機構長

ITER機構の組織・職員

ITER Staff



ベルナール・ビゴ機構長 (2015.3～)

歴代の機構長



池田要 初代機構長 (2007.10 -2010.7)



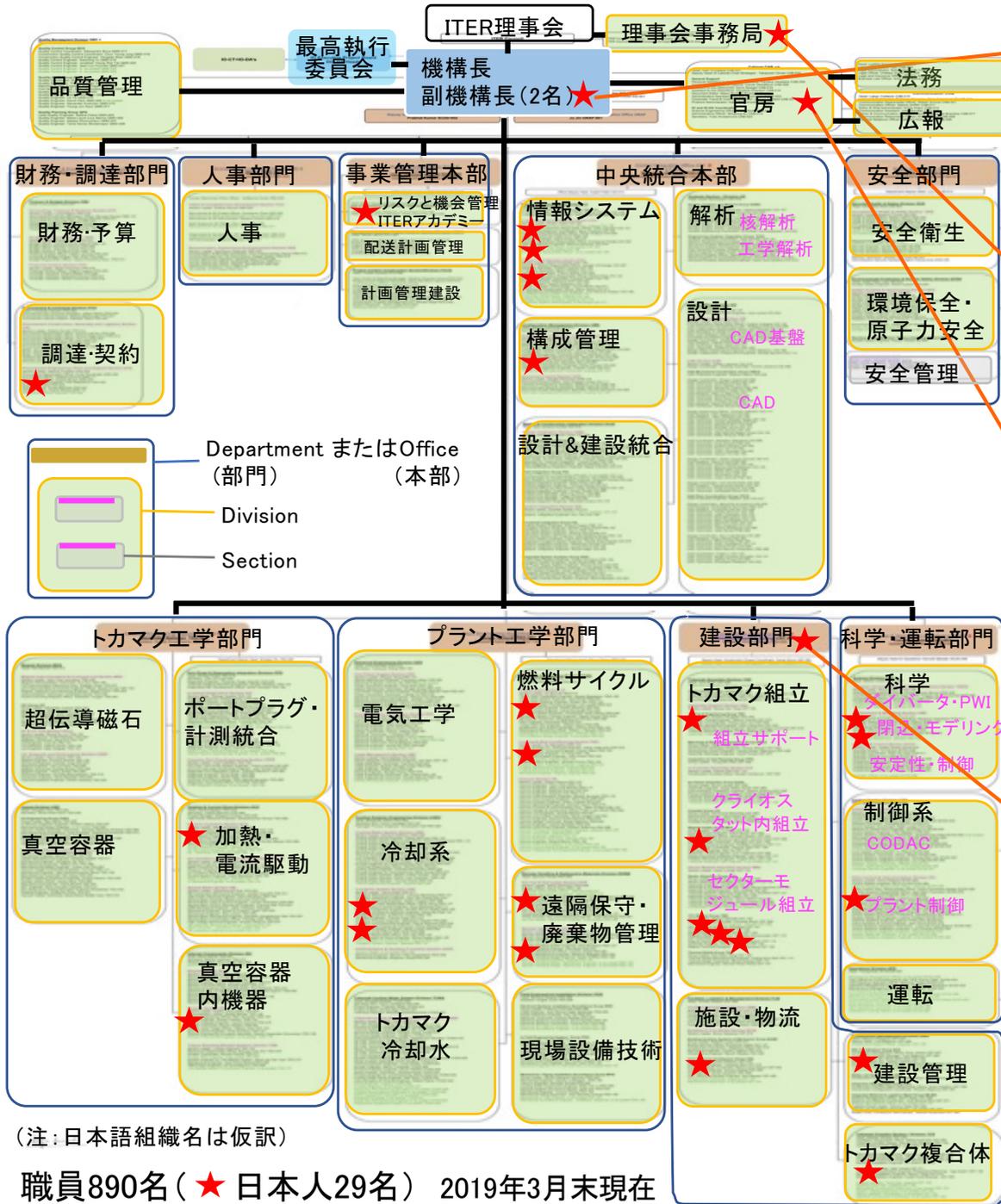
本島修 前機構長 (2010.7 -2015.3)

ITER機構発足前



下村安夫
ITER EDA 副所長 (1992-2001)
ITER国際チーム共同リーダー(2001-2003)
ITER暫定プロジェクトリーダー(2003-2005)

吉川允二
ITER理事会共同議長(1992-2001)
吉米地頭
ITER CDA 運営委員議長 (1988-1990)



(注:日本語組織名は仮訳)

職員890名 (★日本人29名) 2019年3月末現在

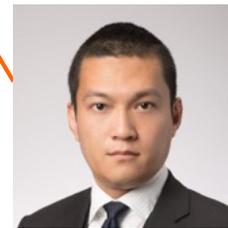
邦人幹部職員



多田栄介副機構長



石坂佐知子 理事会事務局長



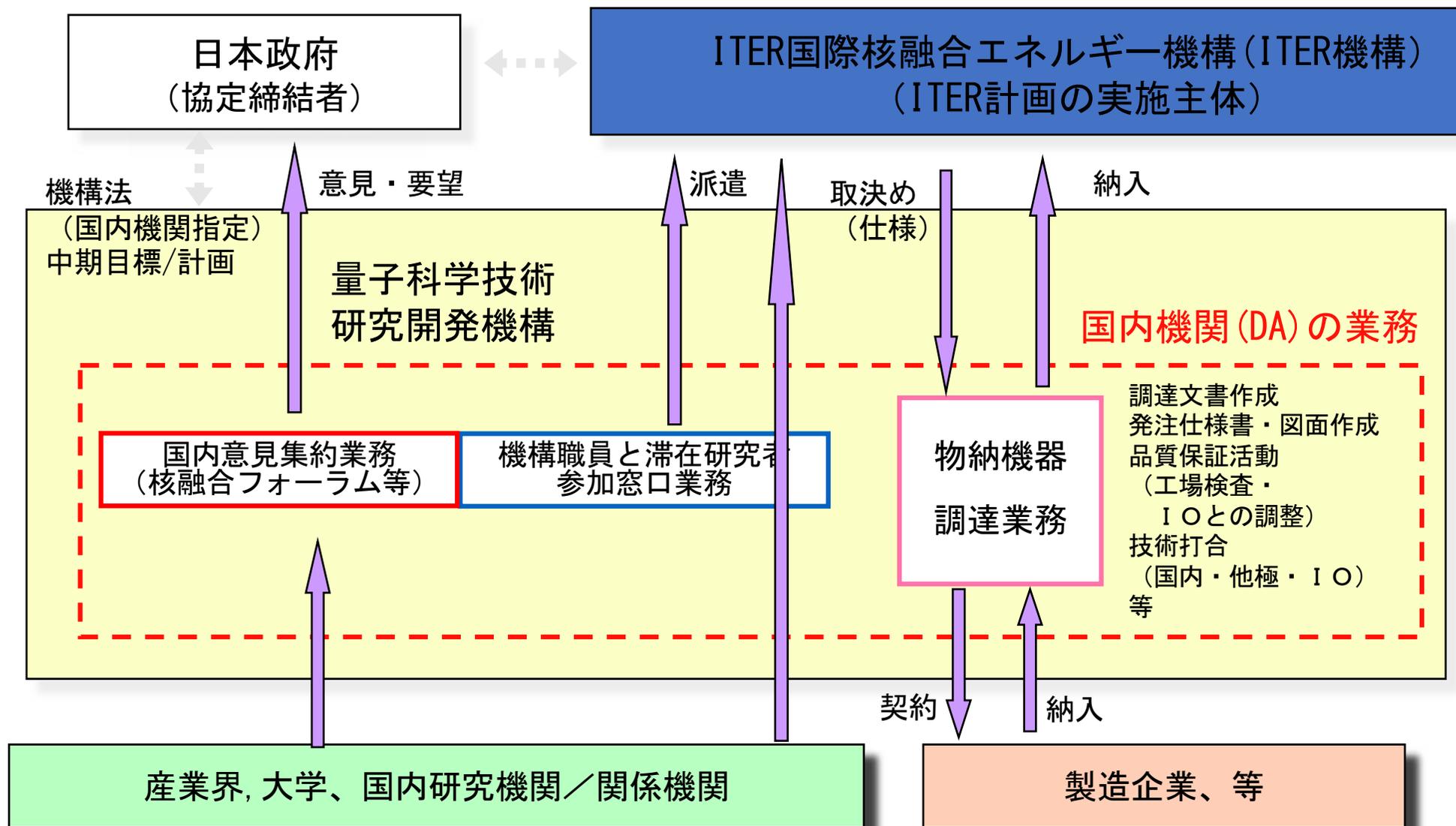
大前敬祥 官房副部門長 & 戦略主席



岡山克巳 建設部門長

ITER計画における量子科学技術機構の役割(国内機関)

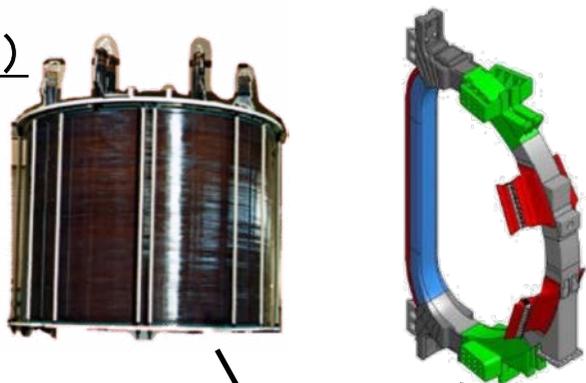
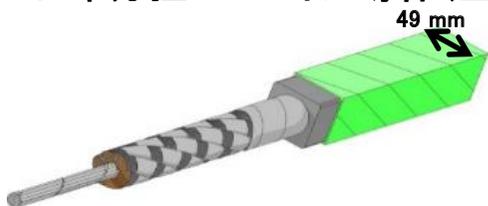
- ITERへの貢献は国内機関(Domestic Agency)を窓口として実施
- 国から我が国のITER国内機関として原子力機構を指定(2007年10月24日)
- 移管統合に伴いITER国内機関として量研機構を指定(2016年4月1日)



我が国が分担する物納機器:90%の調達取決めを締結

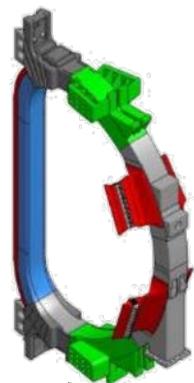
中心ソレノイド(CS)コイル(一部)

日本分担:CSコイル導体(全数)



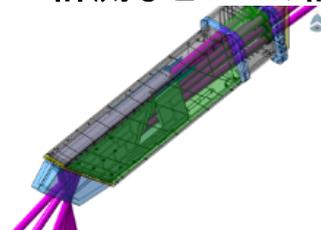
トロイダル磁場(TF)コイル(一部)

日本分担: TFコイル導体 33導体(25%)
 TF構造物 19機分(全数)
 TFコイル巻線・一体化 9機分(47%)

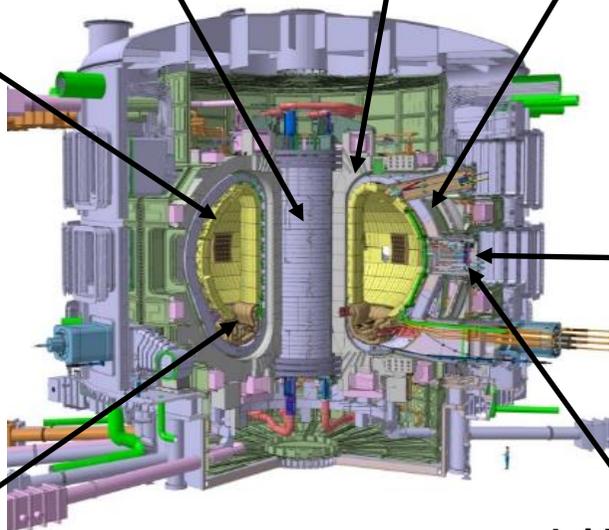
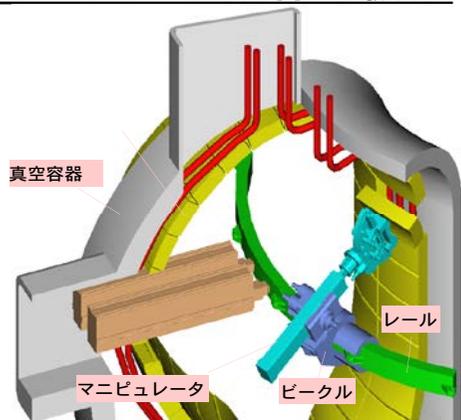


プラズマ計測装置(一部)

日本分担: 電子温度・密度計測、中性子計測など5つの計測装置(約15%)



ブランケット遠隔保守機器

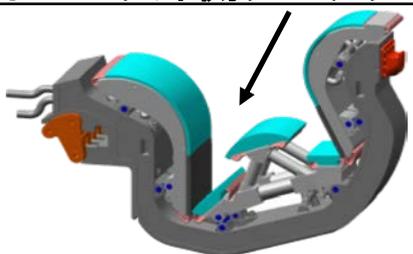


高周波(EC)加熱装置(一部)

日本分担: ジャイロトロン8基(全体の1/3)、水平ランチャー(ポートプラグを含む)



ダイバータ外側ターゲット



トリチウムプラント(一部)

日本分担:トリチウム除去系



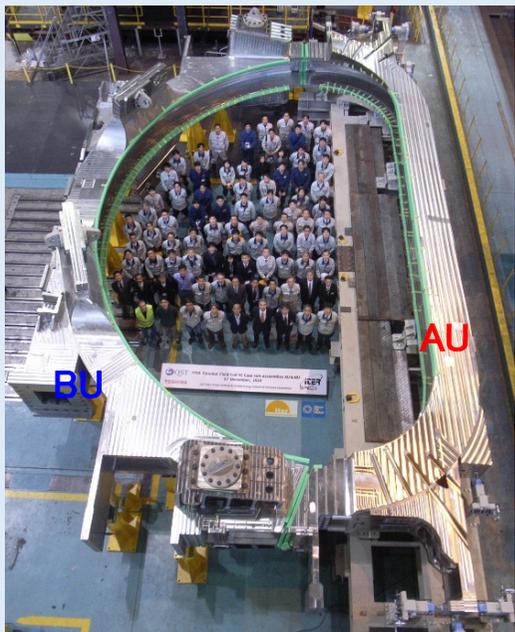
中性粒子入射加熱装置(一部)

日本分担:
 1MV電源高電圧部 3機(全数)
 高圧ブッシング 3機(全数)
 加速器 1機(33%)



主要機器の製作と試験が進展

トロイダル磁場コイルと構造物の進展



欧州向け3号機のTFコイル用構造物の内側構造物と外側構造物の仮組試験



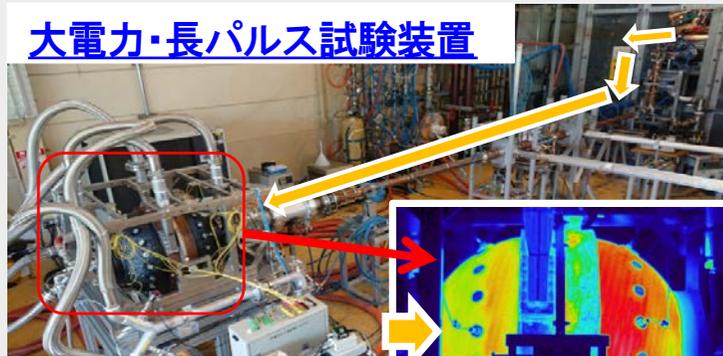
巻線部含浸が終了したTFコイル1号機



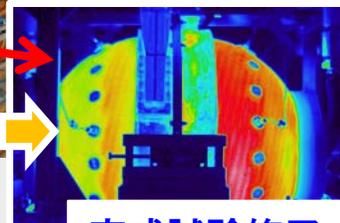
コールド試験中のTFコイル1号機

高周波加熱装置ジャイロトロン 完成試験に合格、性能を確認 (1機目)

大電力・長パルス試験装置



1MW連続入射



完成試験終了

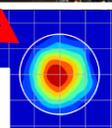
1機目の完成試験にて出力・効率等の要求性能を達成



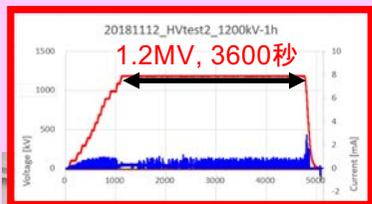
JA-GYROTRONシステム



出力ビーム



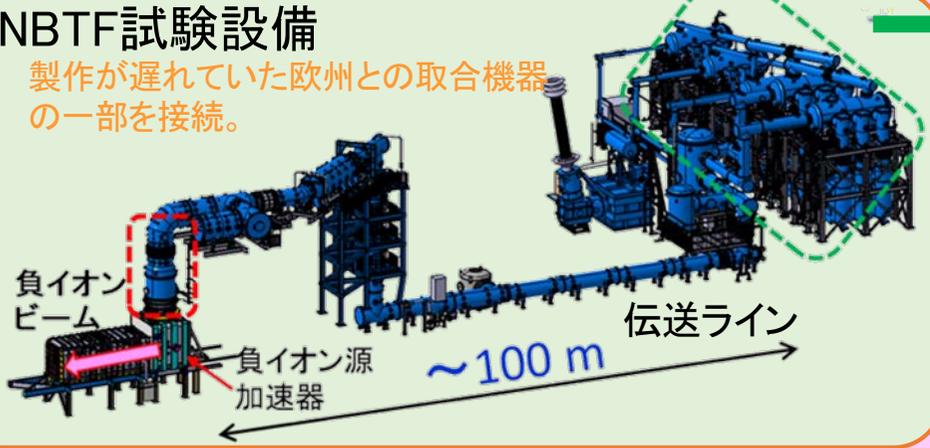
NBI実機試験施設 (NBTF) 用電源機器の耐電圧試験を開始



日本機器部分について1.2MV耐電圧試験合格

NBTF試験設備

製作が遅れていた欧州との取合機器の一部を接続。



直流発生器

- 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



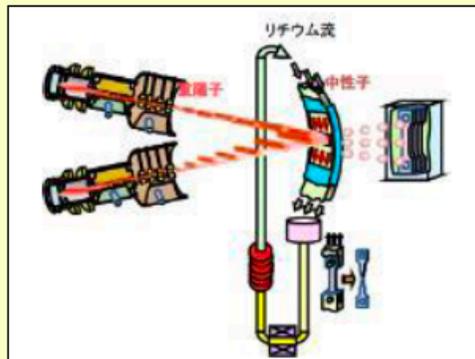
ITER遠隔実験

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

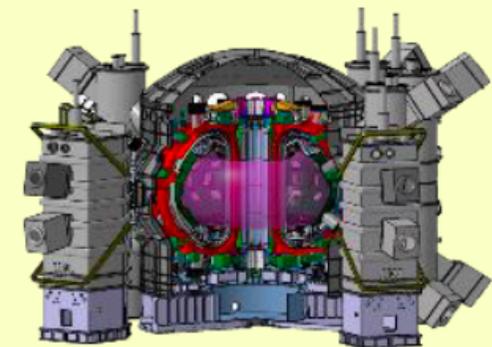


茨城県那珂市

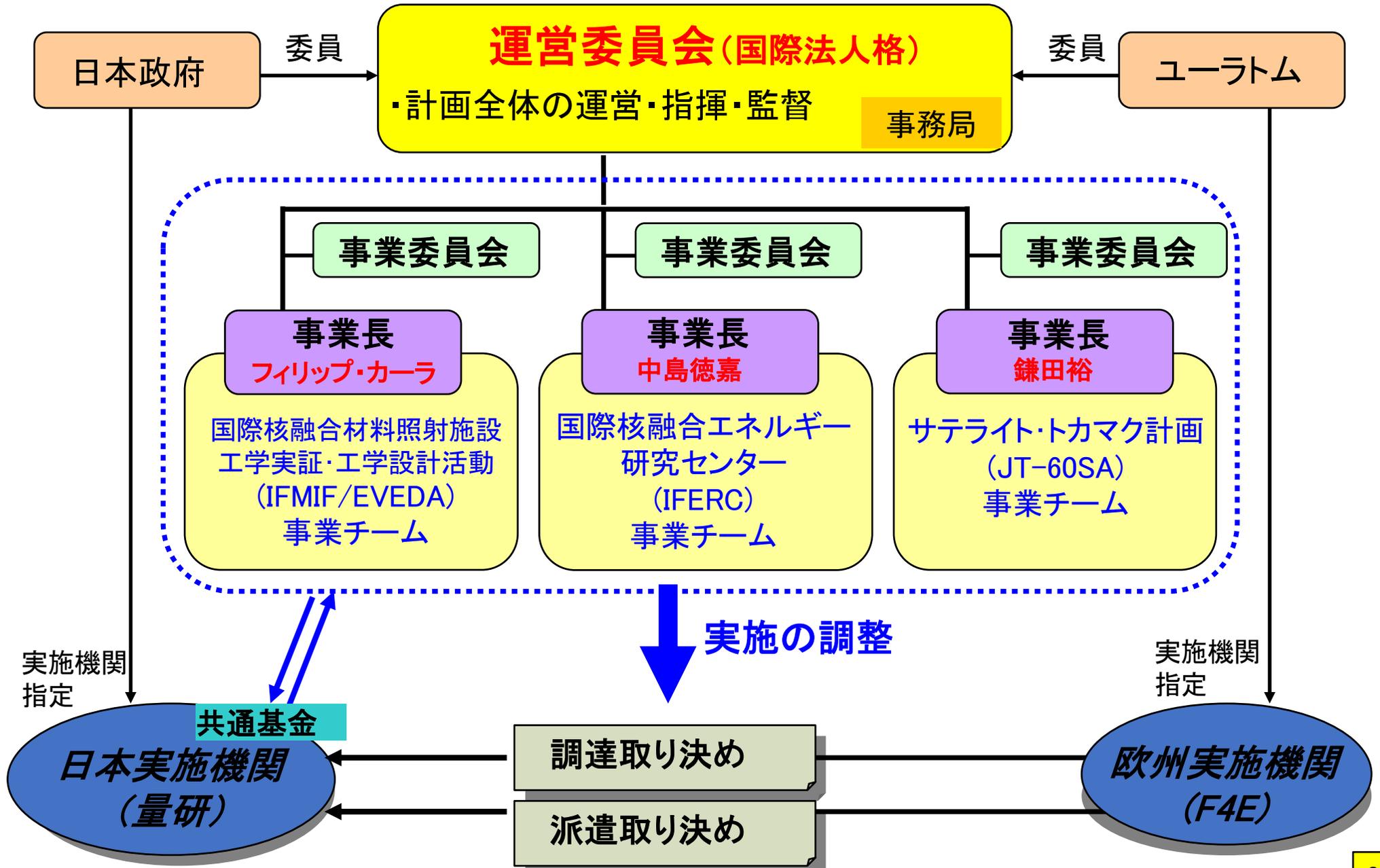
サテライト・トカマク (JT-60SA)計画

ITERの支援研究

原型炉のための挑戦的研究



BA活動実施の基本枠組み



幅広いアプローチ(BA)活動の主な進捗

国際核融合エネルギー 研究センター(IFERC)事業

平成30年6月に4.2PFの新スパコン
(JFRS-1)の運用が開始



欧州トカマク装置WESTを用いた遠隔実験の
実証に成功



WEST(フランス)

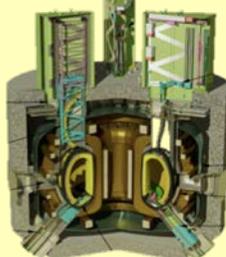


遠隔実験センター(六ヶ所)

原型炉基本構造を日欧共同で検討

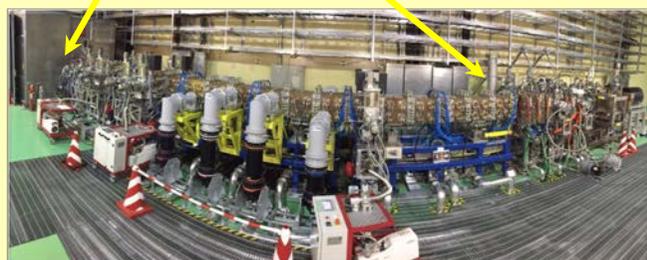
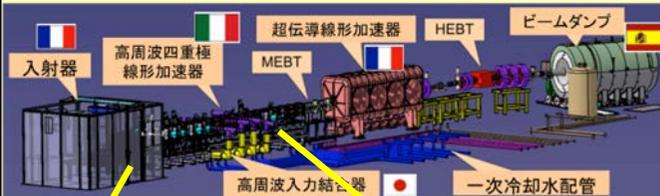


技術会合(2016年6月、ドイツ)



国際核融合材料照射施設の 工学実証・工学設計 (IFMIF/EVEDA)事業

IFMIF/EVEDA原型加速器

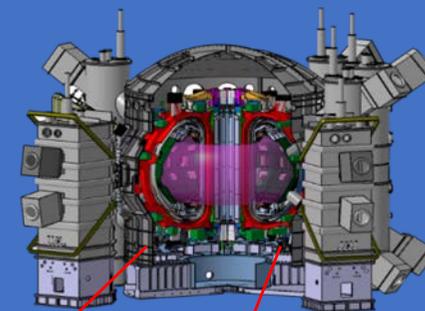


高周波四重極加速器(RFQ)への8系統
RF入射による重陽子ビーム加速に成功



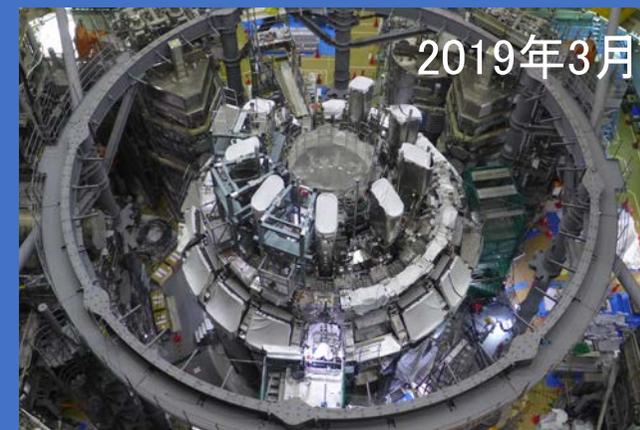
高エネルギービーム輸送系HEBT(左)
および大電力ビームダンプ(右)の据付
を完了

サテライト・トカマク (JT-60SA)計画事業



2013年1月から
組立て開始

2014年1月に
日本製作機器の
ポロイダル磁場
コイルを仮設置

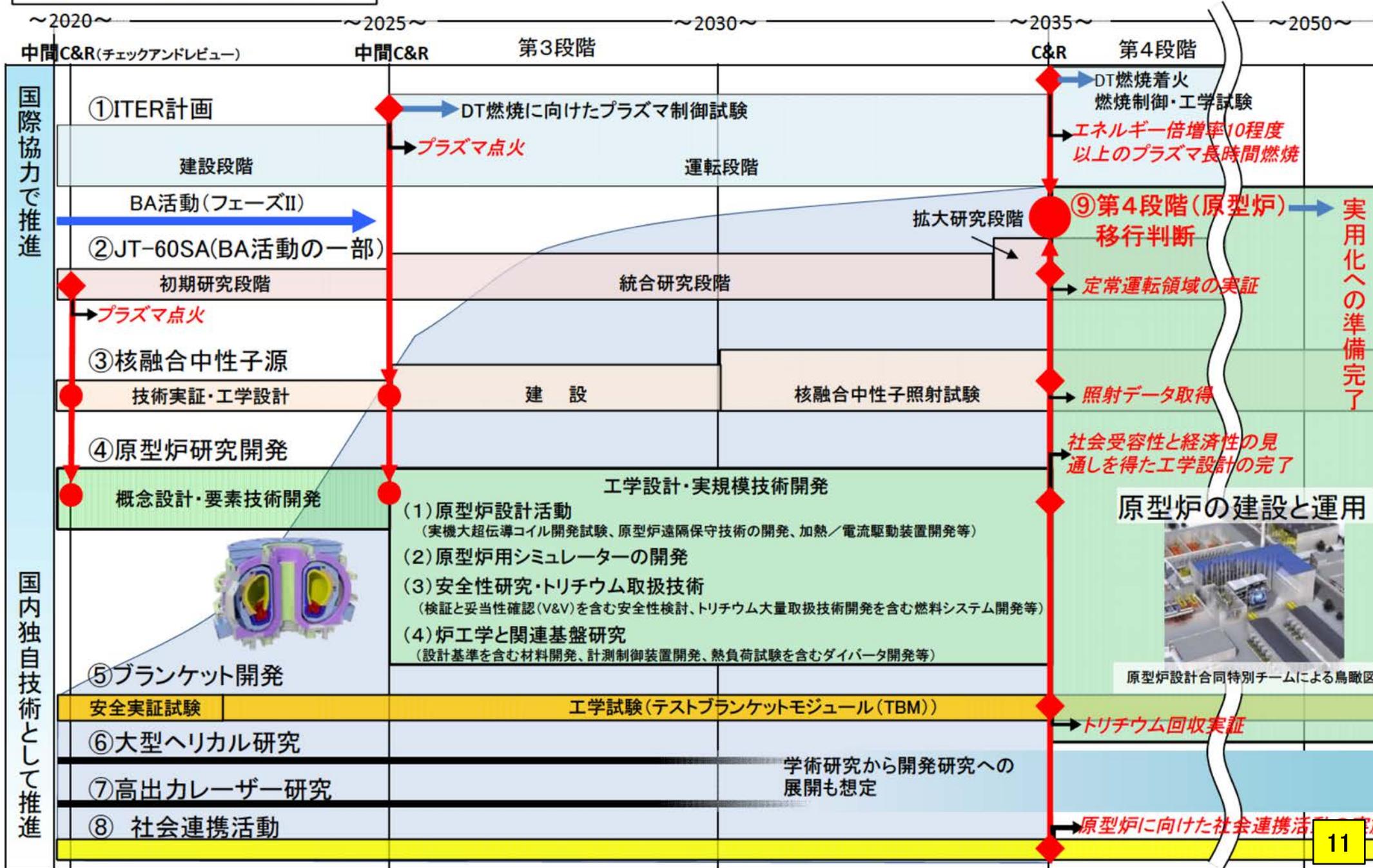


2019年3月

超伝導トロイダル磁場コイル及び上側平衡
磁場コイルの組立て後、ポート部の組立てを
継続中

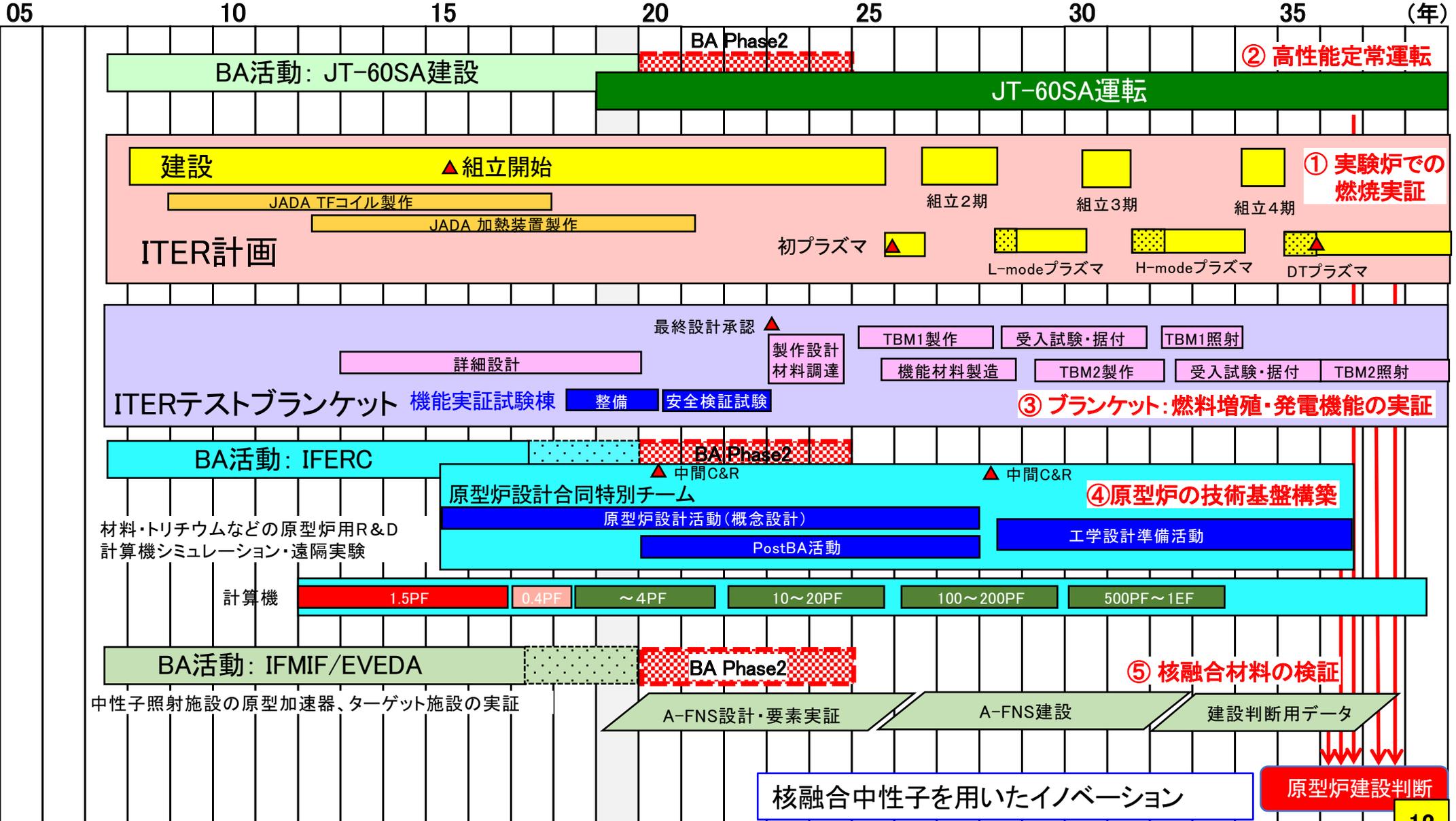
原型炉研究開発ロードマップ

凡例
 ◆ 目標達成が求められる時点 → 達成すべき目標
 ● 次段階への移行判断が求められる時点
 □ ロードマップ遂行に必要なアクティビティの指標



核融合原型炉開発におけるQSTの役割

- ① 実験炉での燃焼実証
- ② 高性能定常運転
- ③ ブランケット: 燃料増殖・発電機能の実証
- ④ 原型炉設計・関連R&Dで技術基盤構築
- ⑤ 核融合材料の中性子照射特性の検証



核融合中性子を用いたイノベーション

原型炉建設判断