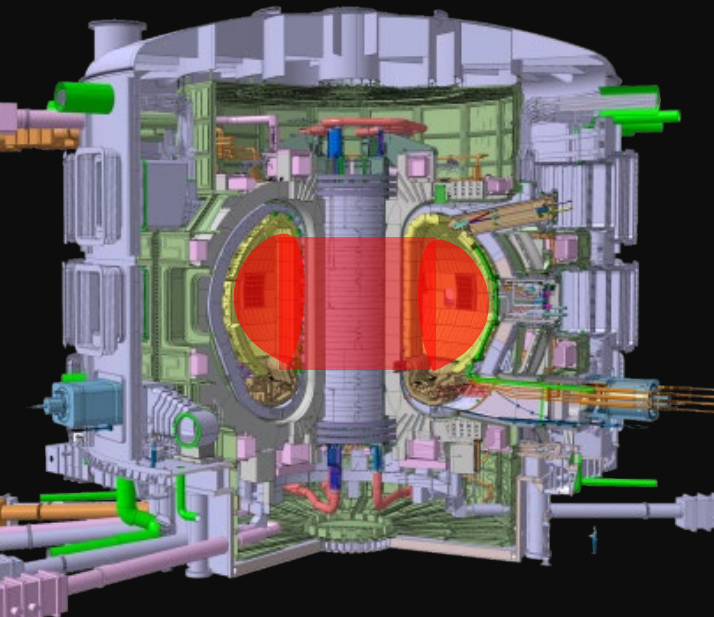
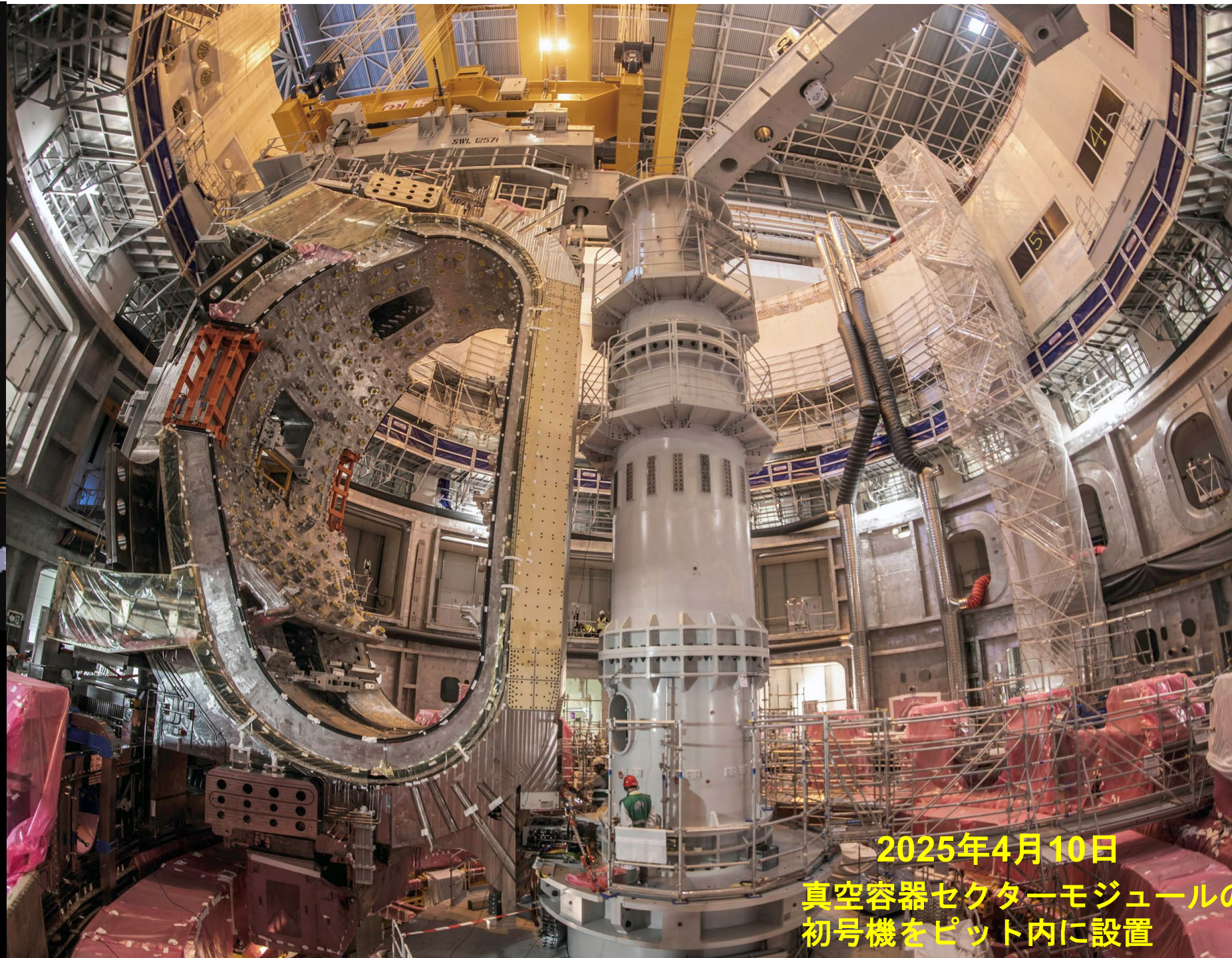


2025年6月3日
ITER/BA/原型炉
科学技術意見交換会



ITER計画の進展

ITER機構 副機構長
鎌田 裕



2025年4月10日
真空容器セクターモジュールの
初号機をピット内に設置

ITERが拓く道：核融合を科学から産業へ

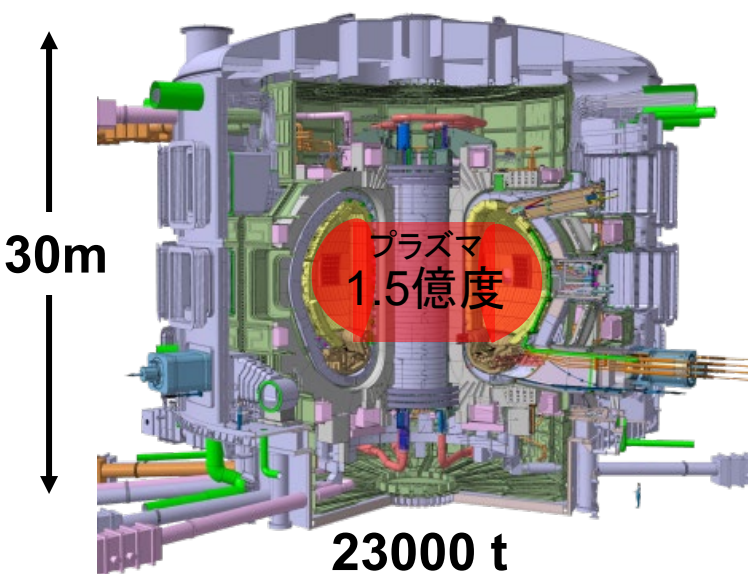
核融合発電の科学的・技術的な実現可能性を、原型炉規模の装置で実証する。

* 核融合エネルギー増倍率 $Q \geq 10$ (核融合出力50万kW)の燃焼プラズマの維持

* 核融合炉に不可欠な技術の供用性と、統合された核融合炉工学システムの実証

参加極：日本、米国、欧州連合、ロシア、中国、韓国、インド

* 核融合の「科学・技術・人材」育成に世界が活用する場



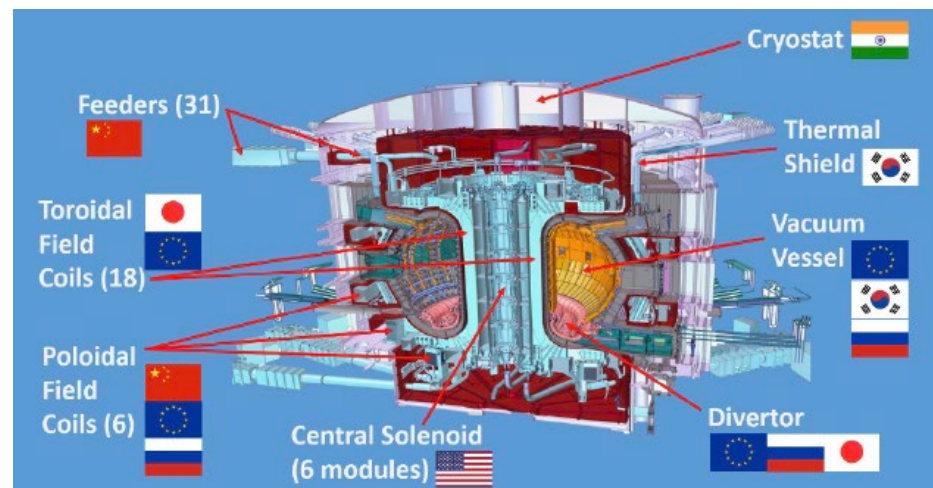
現在世界最大のトカマク装置
JT-60SA (茨城県)の約10倍の重さ

製作&据付の許容誤差1/10000(~ 1mm)

ITERの特徴：

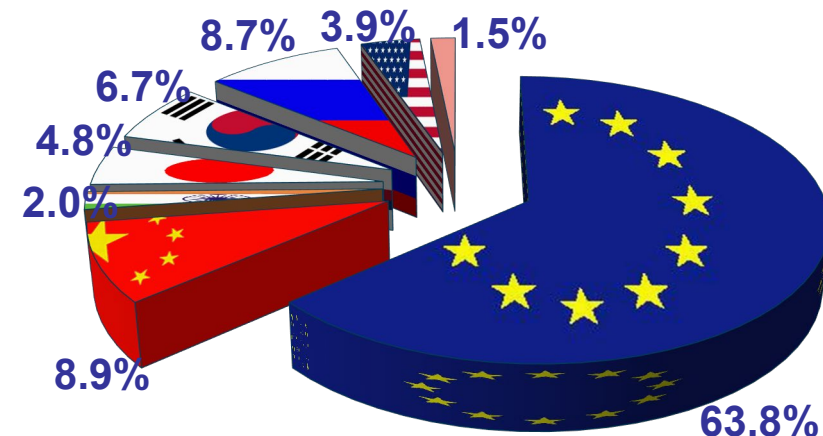
各極が構成機器を物納

各国産業界が未到の核融合技術を獲得



ITER機構職員1088名(2025年4月)

日本人 職員52名(含ポスドク1名),
ITERプロジェクトアソシエート 4名
インターン2名



+ 229 プロジェクトアソシエート(IPA)

日本は主要な最先端機器の製作を担当：産業界の大きな成果

超伝導トロイダル磁場コイル

株式会社 有沢製作所
ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社
東芝エネルギーシステムズ株式会社
日鉄エンジニアリング株式会社
株式会社日本製鋼所
株式会社プロテリアル金属
三菱重工業株式会社
三菱電機株式会社



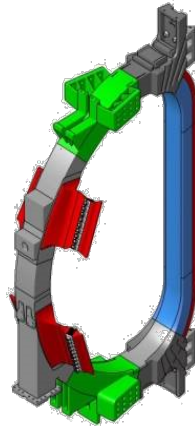
高周波加熱装置

キヤノン電子管デバイス株式会社
ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社
東京電子株式会社
株式会社トヤマ
株式会社ノーケン



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

完了

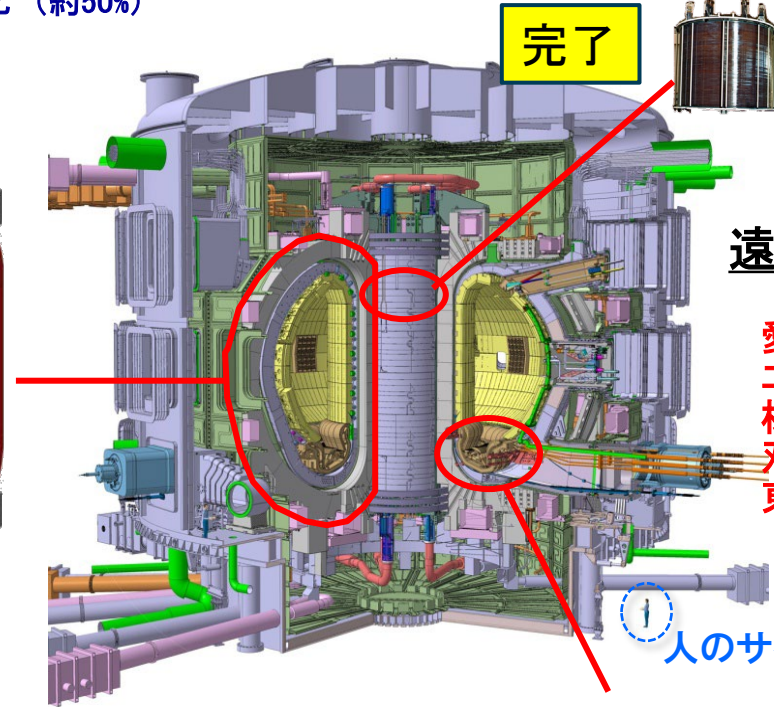


超伝導中心ソレノイド導体

- ・49導体(全部)

ジャパンスーパーコンダクタ
テクノロジー株式会社
日鉄エンジニアリング株式会社
古河電気工業株式会社
株式会社プロテリアル金属

完了



遠隔保守機器

ブランケット遠隔保守装置(全部)
愛知産業
エーテック株式会社
株式会社スギノマシン
双日マシナリー株式会社
東芝エネルギー
システムズ株式会社

人のサイズ

中性粒子入射加熱装置

- ・1MeV電源高圧部3基(全部)
- ・高電圧プッシング3基(全部)
- ・加速器1基(約33%)

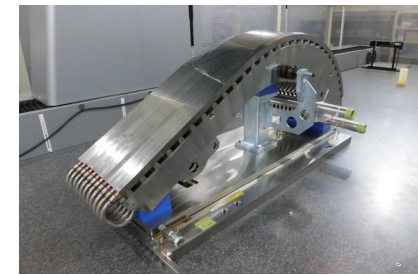
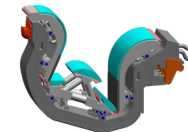


京セラ株式会社
日新電機株式会社
株式会社日立製作所



ダイバータ

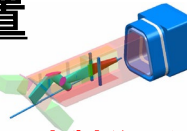
外側ターゲット
(全部)



計測装置

- ・6計測装置
(約15%)

株式会社岡崎製作所
株式会社清原光学
帝国イオン株式会社
東芝エネルギー
システムズ株式会社
株式会社トヤマ
三菱重工業株式会社

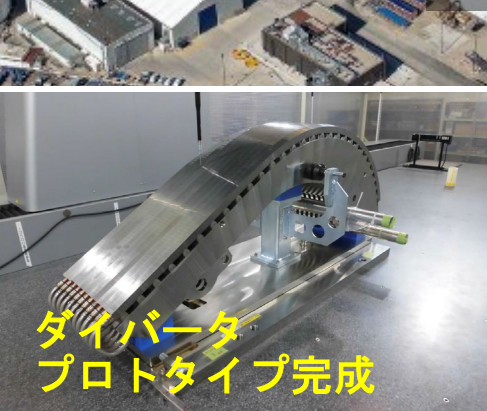
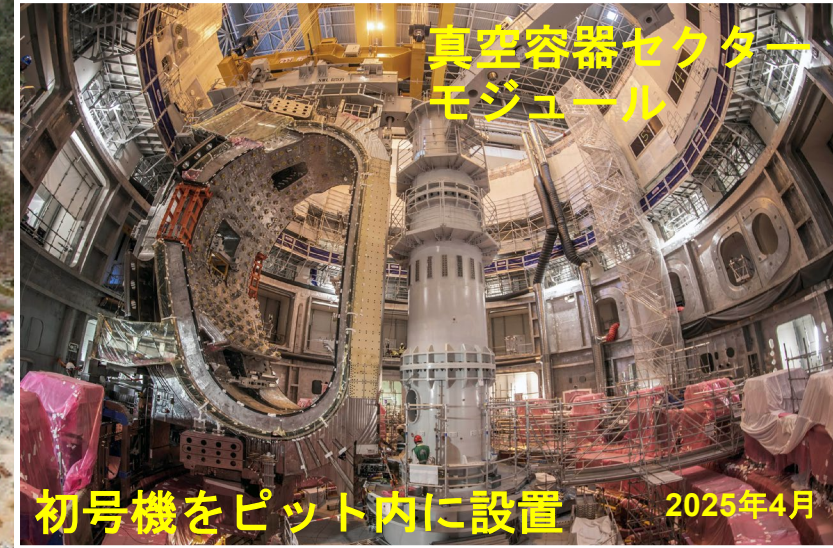
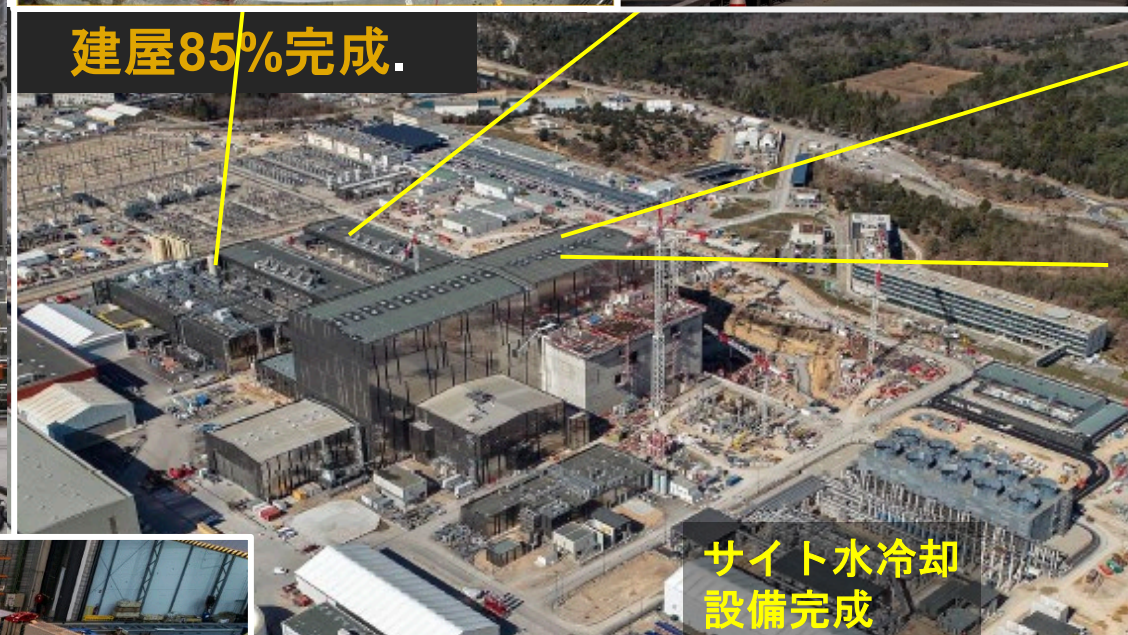
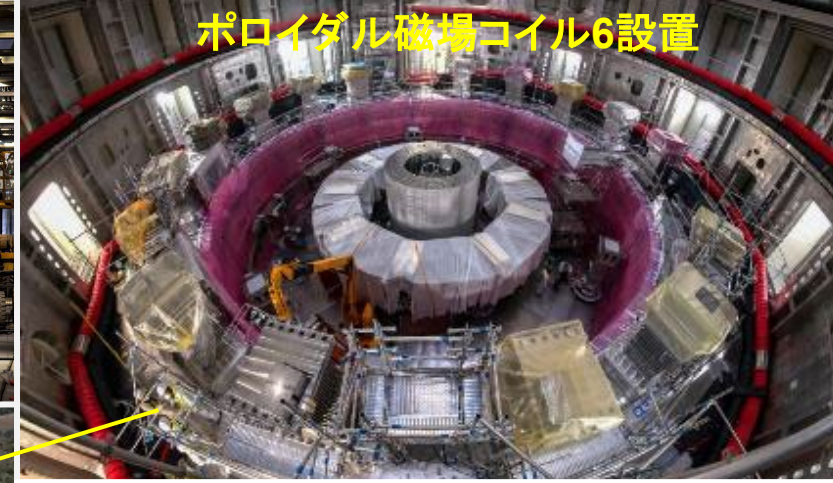
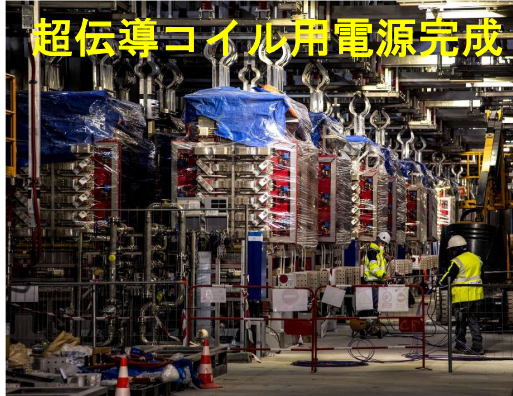
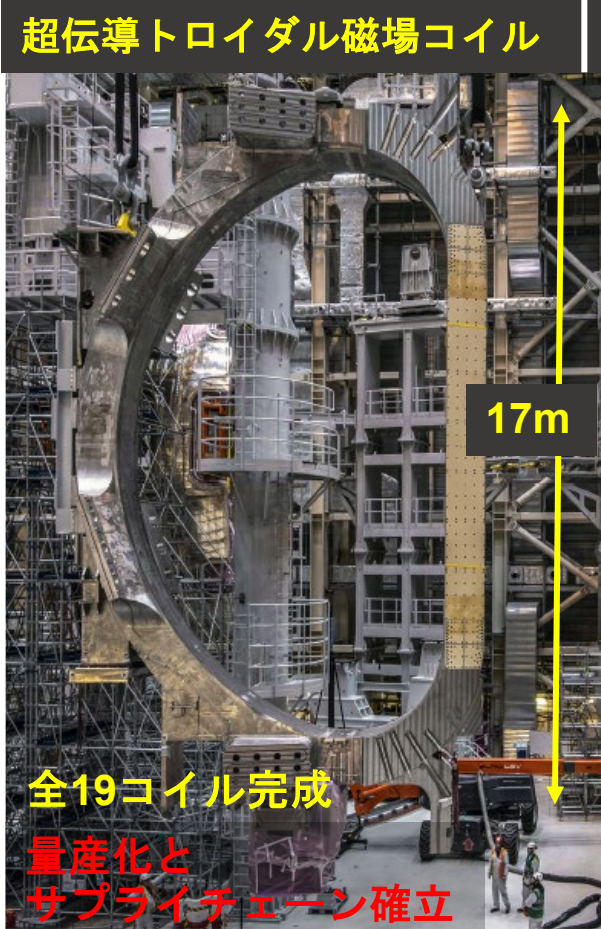


トリチウムプラント設備

トリチウム除去系(50%)
日揮株式会社



株式会社アライドマテリアル
大阪冶金興業株式会社
有限会社菊地製作所
金属技研株式会社
助川電気工業株式会社
大同特殊鋼株式会社
株式会社日立製作所
三菱重工業株式会社
大和合金株式会社



ITER 新基本計画 (ITER機構提案)
2035年: 重水素-重水素核融合運転
2036年: 最大定格磁場エネルギー到達
2039年: 重水素三重水素核融合運転

ITERに必要な全ての超伝導コイルの製作を完了

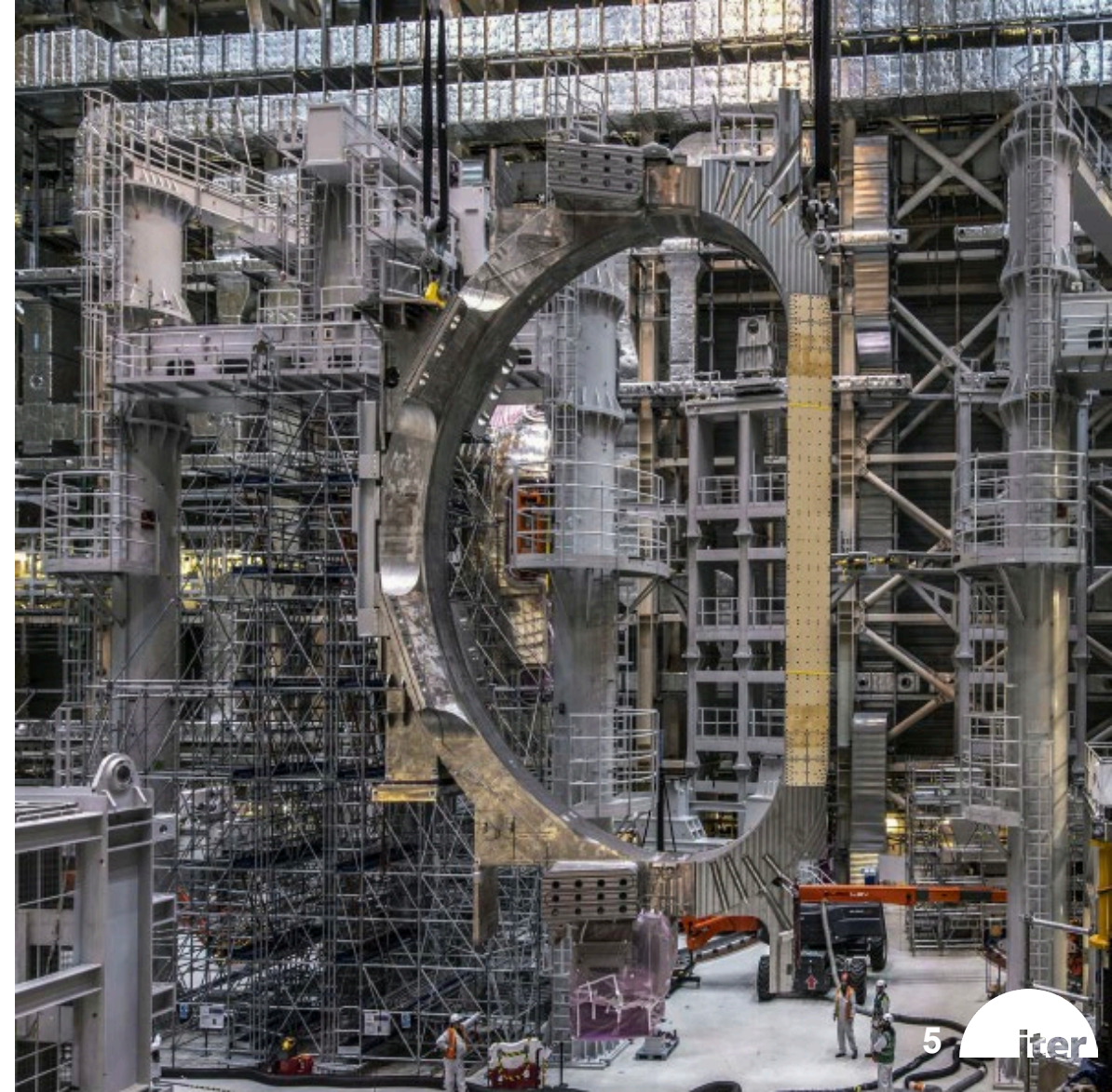
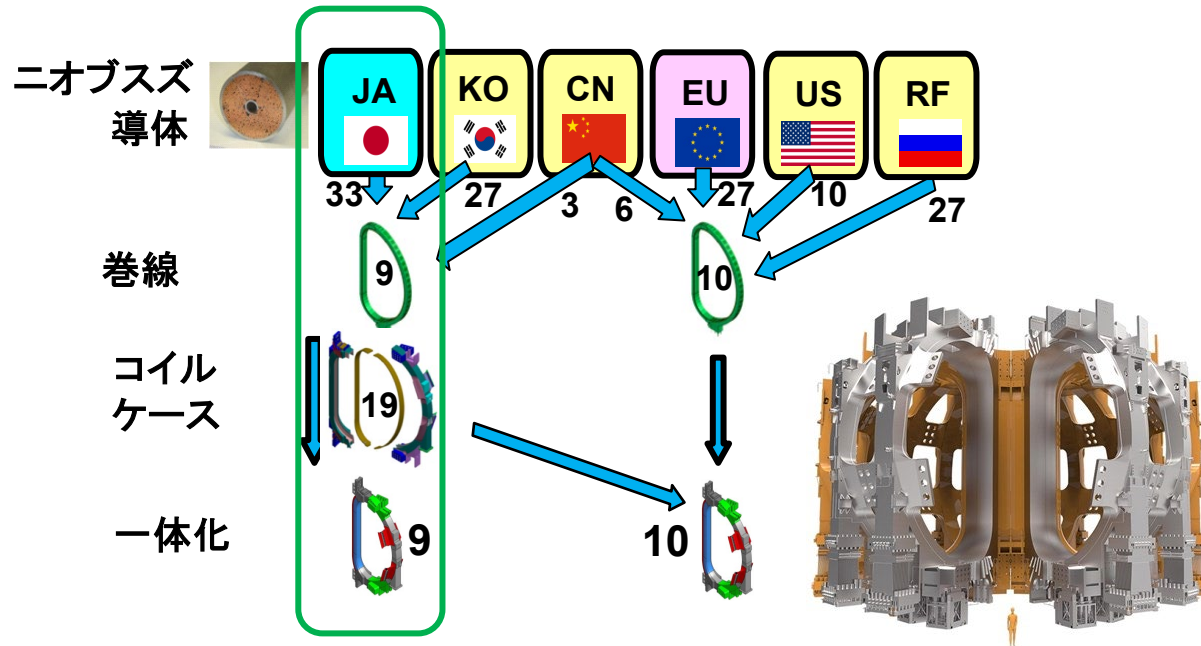
トロイダル磁場コイル: 製作・搬入完了

2023年12月、18 + 1 (スペア)機の全コイルが到着。
(日本 9機 (三菱重工5 + 東芝4)、欧州10機)

11.8テスラの強磁場を発生、高さ16.5m、幅9m、総重量360トン
高精度(誤差1mm以下)で製作

原型炉に向けて大型超伝導コイルの
'サプライチェーンと量産化' を確立

日本だけが全ての必要技術を持つ



超伝導トロイダル磁場(TF)コイル完成式典を開催

30年に亘る技術開発の成果！

2024年7月1日

主賓：

日本国盛山文部科学大臣

イタリア国環境エネルギー安全保障大臣

出席者：

各極代表、日欧研究開発リーダー

並びに製作メーカー幹部



盛山文部科学大臣



Gilberto Pichetto Fratin,
the Italian Minister of
Environment and Energy
Security

a future of clean energy



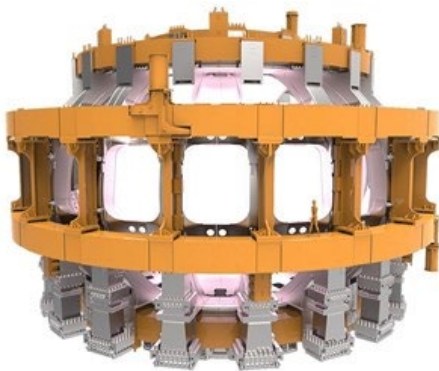
小安QST理事長

iter

超伝導ポロイダル磁場(PF)コイル: 全コイル製作・搬入完了

ニオブチタン超伝導,
最大コイルの直径24 m、重量400 t.

PF6 (中国)
PF5、PF4、PF3、PF2 (欧州)
PF1 (ロシア)



PF3 コイル完成 2024年5月

センターソレノイド: 製作完了 & 組立順調

ニオブスズ超伝導
(導体の全数を日本が製作)

全7モジュール (6+1 スペア) 米が製作完了
第4モジュールの組み立て中
第3モジュール組込み開始 2024.4月



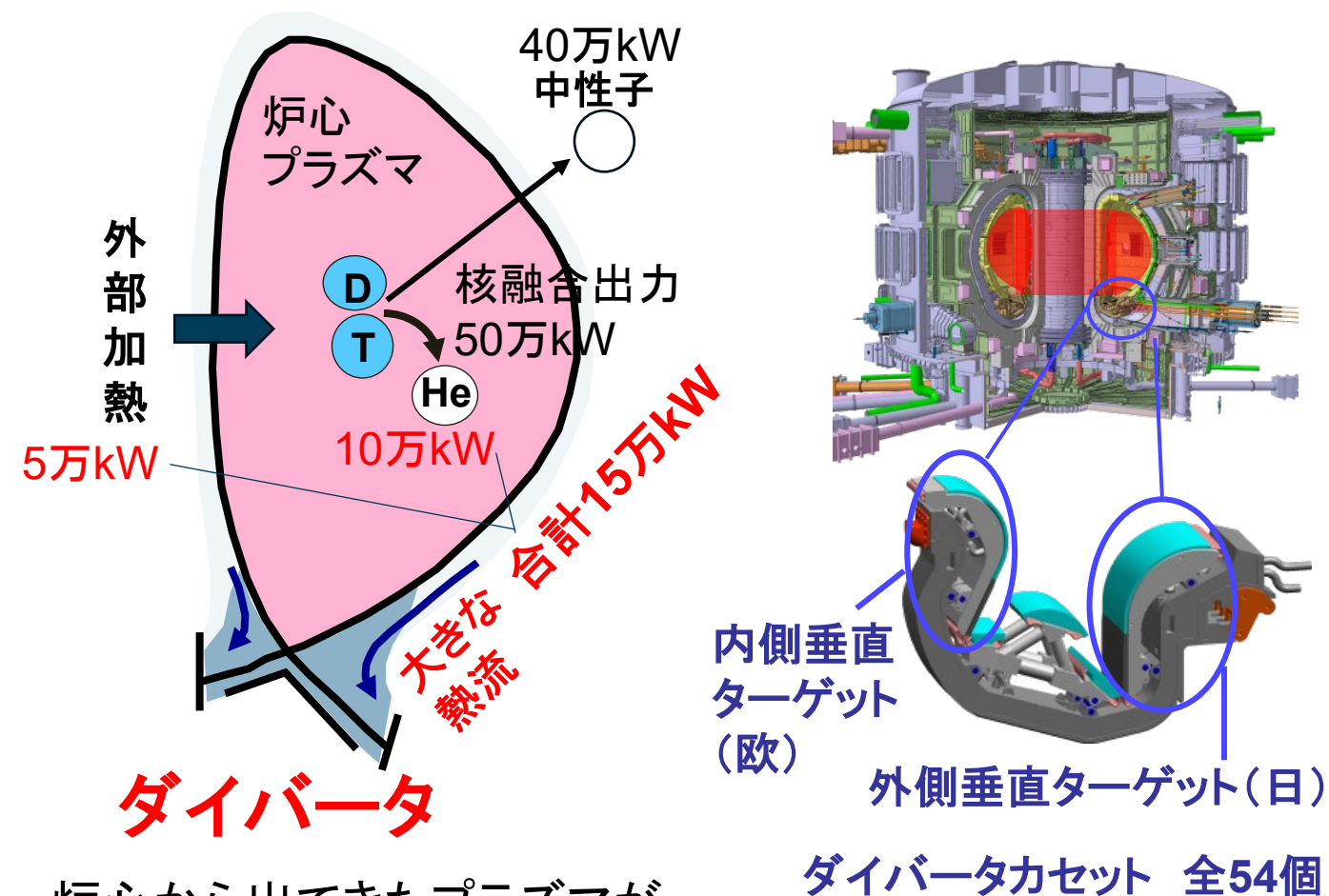
1000 t



最終モジュール



核融合炉心で最も過酷な熱負荷1-2 万kW/m² に耐える「ダイバータ」



炉心から出てきたプラズマが集中する場所。
大きな熱負荷
ITER: 15万kWの熱が来る。



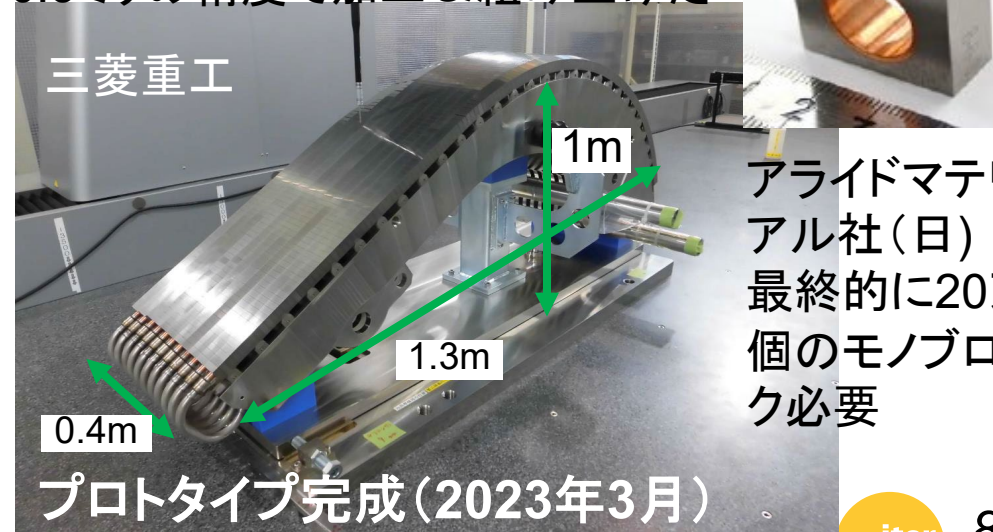
再突入宇宙船の外壁
0.1 - 1 万kW/m²

ITERの最大の課題の一つ

核融合炉を小型化する場合、同出力だと熱負荷が増大するので、さらに過酷。
=>これに耐える材料&構造が必要

日本企業が世界をリード

1600個のタングステンモノブロックを0.3ミリの精度で加工&組み上げた



アライドマテリアル社(日)
最終的に20万個のモノブロック必要

世界初機器の製作課題：真空容器と熱遮蔽の修理

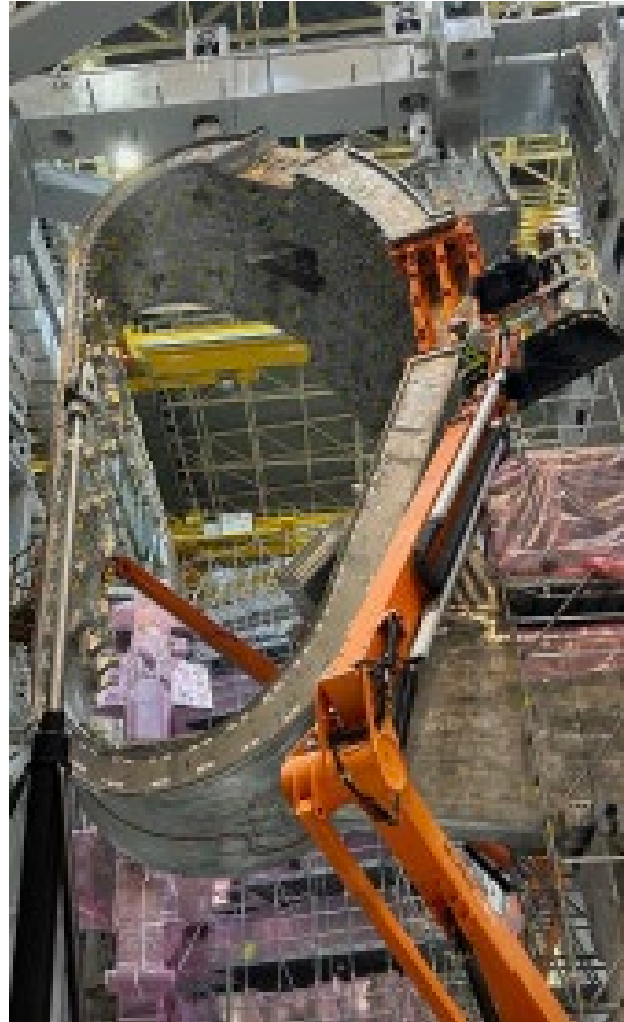
真空容器セクター

隣接セクター間を溶接
するための溶接継手開
先の製作精度不足

R&Dを経て修理を開始



2機の真空容器セクター:
VV#7 & #6 修理完了
(2024 9月 & 11月)



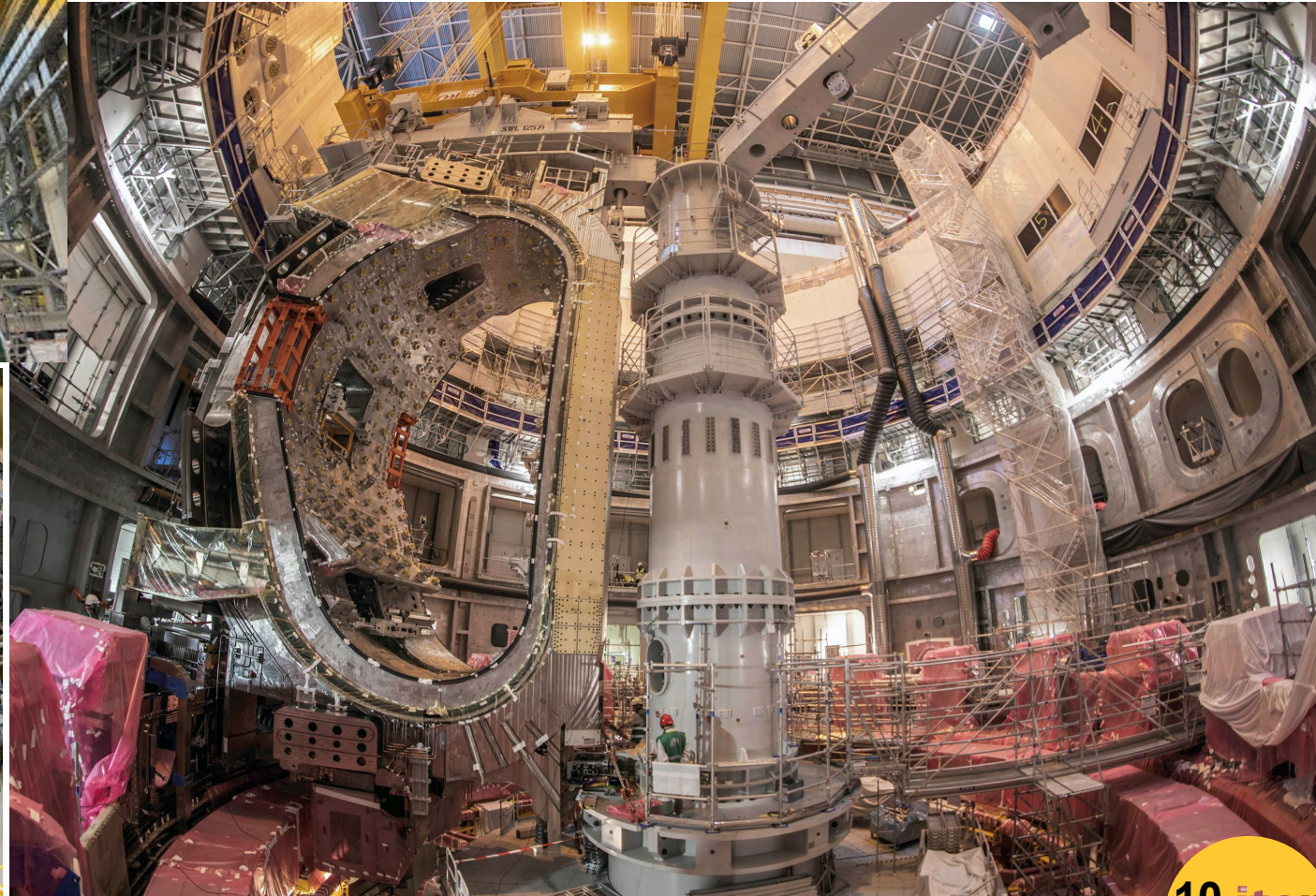
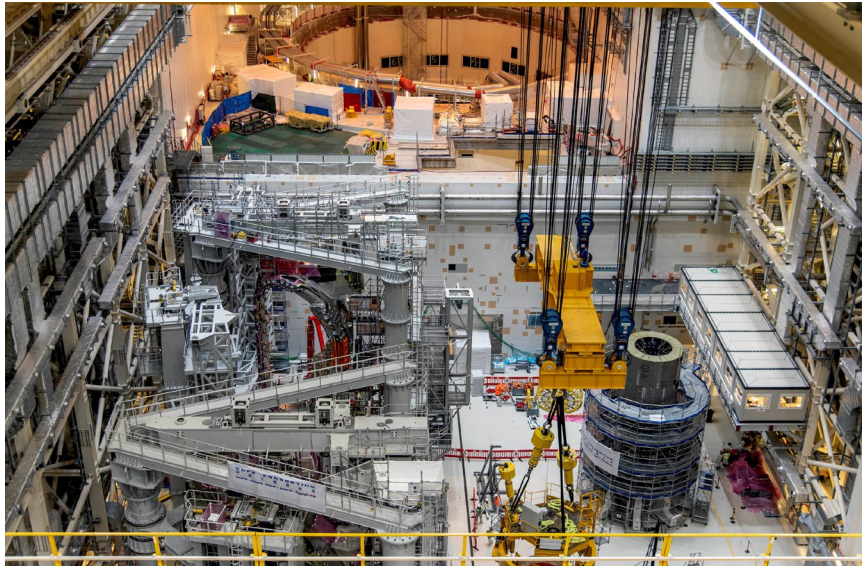
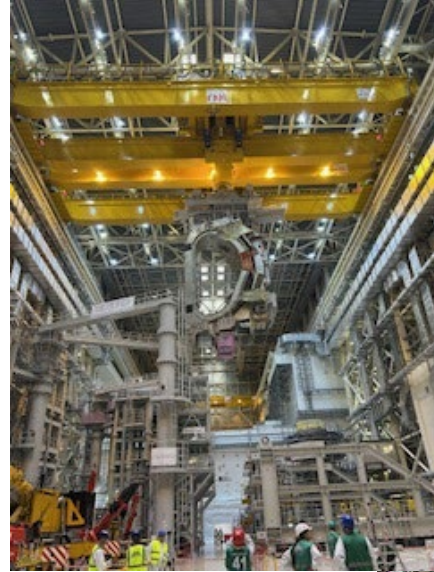
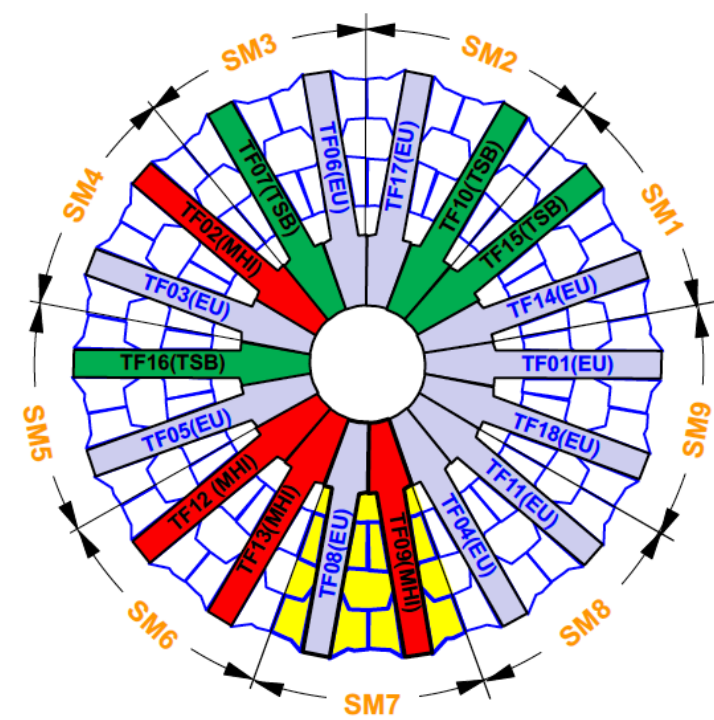
熱遮蔽板

応力腐食割れ

銀メッキを取り去る
修理と再製作を開始



#7 Sector Module Sub Assembly (SMSA) 完了 => トカマクピット内据付完了2025年4月10日 予定より3週間早く達成



プラント システム： 順調に 運転・試運転 を開始



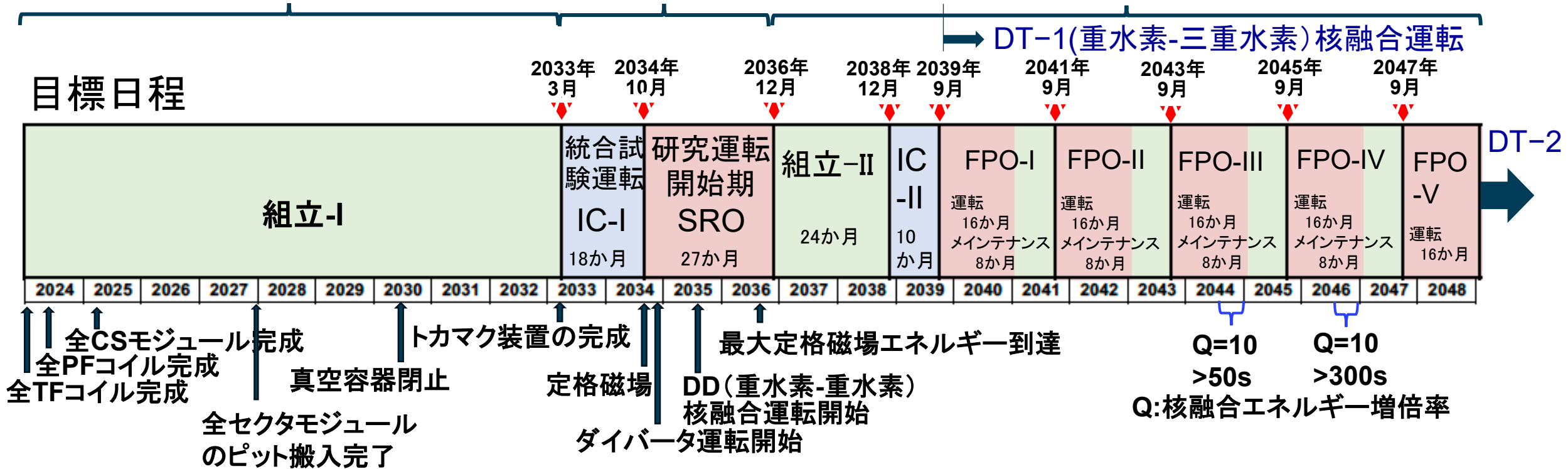
ITERベースライン2024全体スケジュール:原型炉の早期実現に貢献

原型炉への貢献

製作 & 組立の品質向上・期間短縮

原型炉発電実証運転の
効率化、期間短縮
リスク評価 & リスク低減

原型炉との協力
運転効率化、燃料サイクル、増殖ブランケット、
リスク低減、保守技術、廃棄物評価



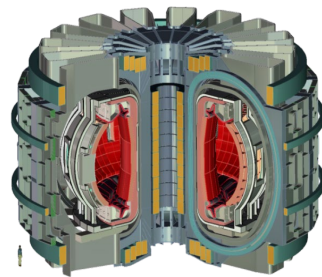
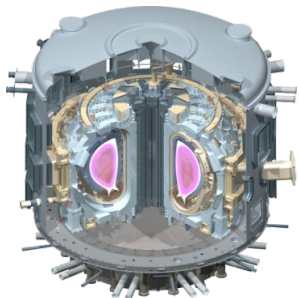
2016年ベースラインとの比較

- *DD(重水素-重水素)核融合運転開始: 5か月加速 2035年
- *最大定格磁場エネルギー到達(ITER工学目標): 2033年=> 2036年
- *DT(重水素-三重水素)核融合運転開始: 2035年=> 2039年
- *Q ≥ 10 & 50万kW核融合出力 50秒以上維持: 2038年=> 2044年

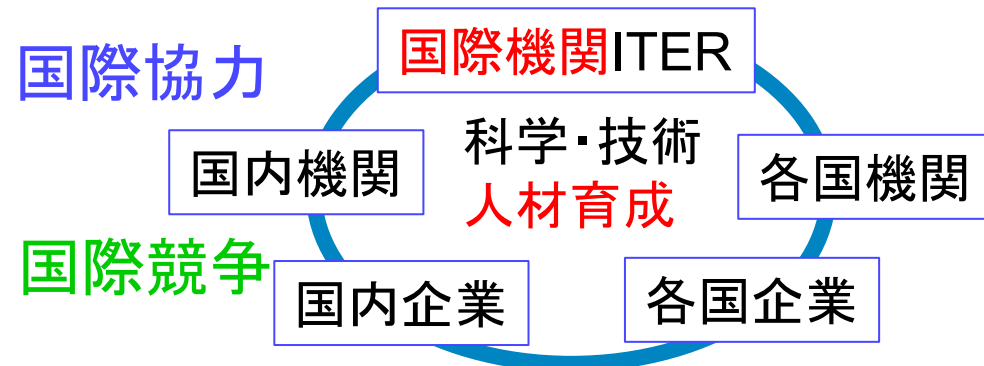
予備日程(目標日程に追加):
組立-I: 2年, 統合試験運転-I: 6か月,
SRO: 6か月, 組立-II: 6か月,
統合試験運転-II: 3か月

ITERをどう活用するのか？

ITER
熱出力
50万kW



原型炉
熱出力
~200万kW(?)



ITERの役割

「実施」に加えて、「評価」が大切。
核融合炉の規制&規格基準作成に貢献

核融合技術	実施	評価
機器製作	◎	◎
組立とシステム統合	◎	◎
プラズマ運転	◎	◎



核融合の規制
規格基準

エネルギー安全保障
経済安全保障

日本は最も枢要で高い技術が必要な機器を担当
⇒ 継続して、組立、運転、評価に参加
⇒ 日本が核融合炉で最も重要な知見を獲得

ITERを日本のために活用！



原型炉の早期実現

若手人材育成も！
第13回ITER国際スクール
2024年12月 核融合科学研究所



ITER実験運転チーム
人材育成計画：各国トカマク
リーダーと議論を開始

超伝導コイル低温試験：開始2025年冬

Ground insulation (Paschen)

Quench Protection

Magnet operating process

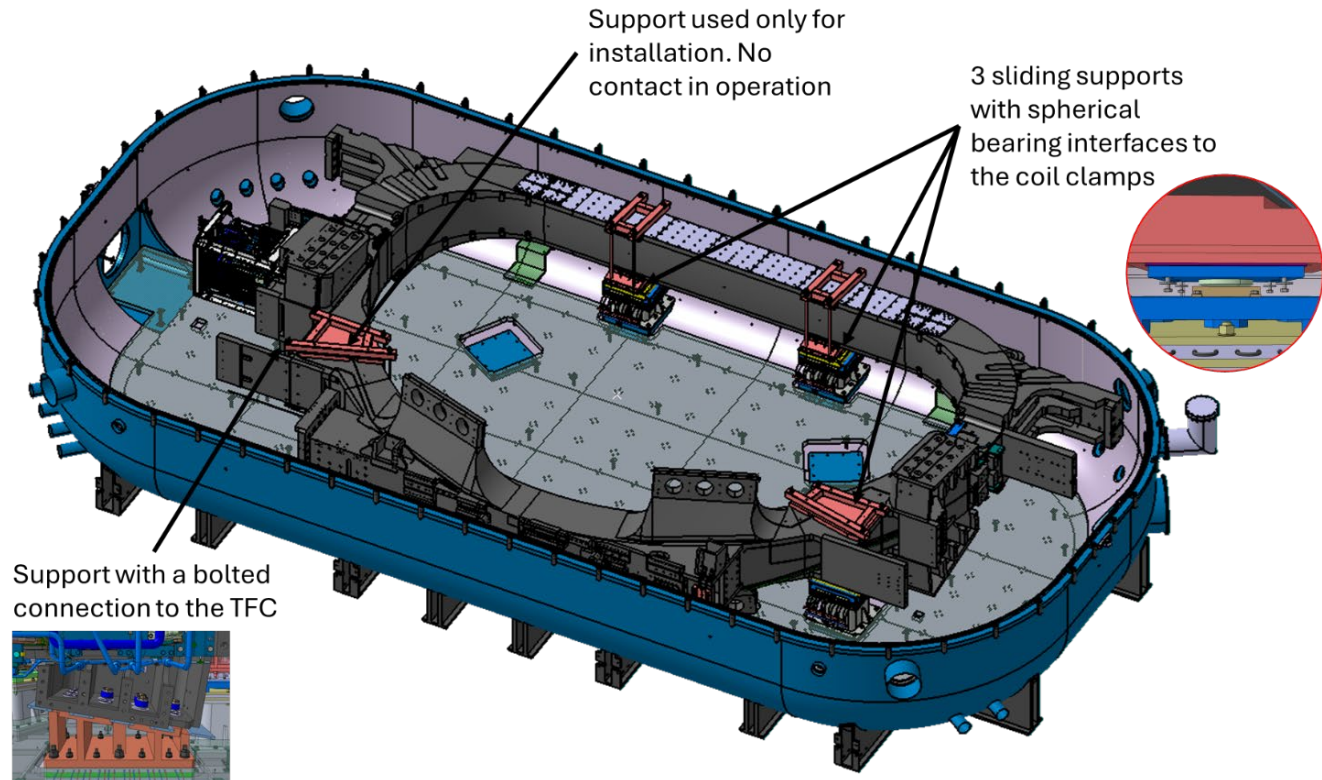
Magnet performance

Safety Class Quench detection System

- * トカマク組み立て工程に影響しない範囲で実施
- * 低電流(34kA)試験 (4ヶ月/コイル)：日(TSB) 欧合計4機程度
- * 定格電流(68kA)試験 (7.5ヶ月)：スペアTFコイル(MHI)
- * 定格電流試験(48kA)試験：PF1コイル



April 2025: bottom support welding ASIPP/SENPEC (China)



公的機関-民間企業 フュージョンワークショップ開催(ITERサイト)

第一回 (2024年5月27-29日) 参加者350名、30スタートアップ社、部品供給80社

第二回 (2025年4月22-23日) 参加者350名、26スタートアップ社、部品供給120社

(日本:京都フュージョニアリング*、ヘリカルフュージョン、EXフュージョン) *Jフュージョン代表として冒頭講演も

ITER機構の目標:

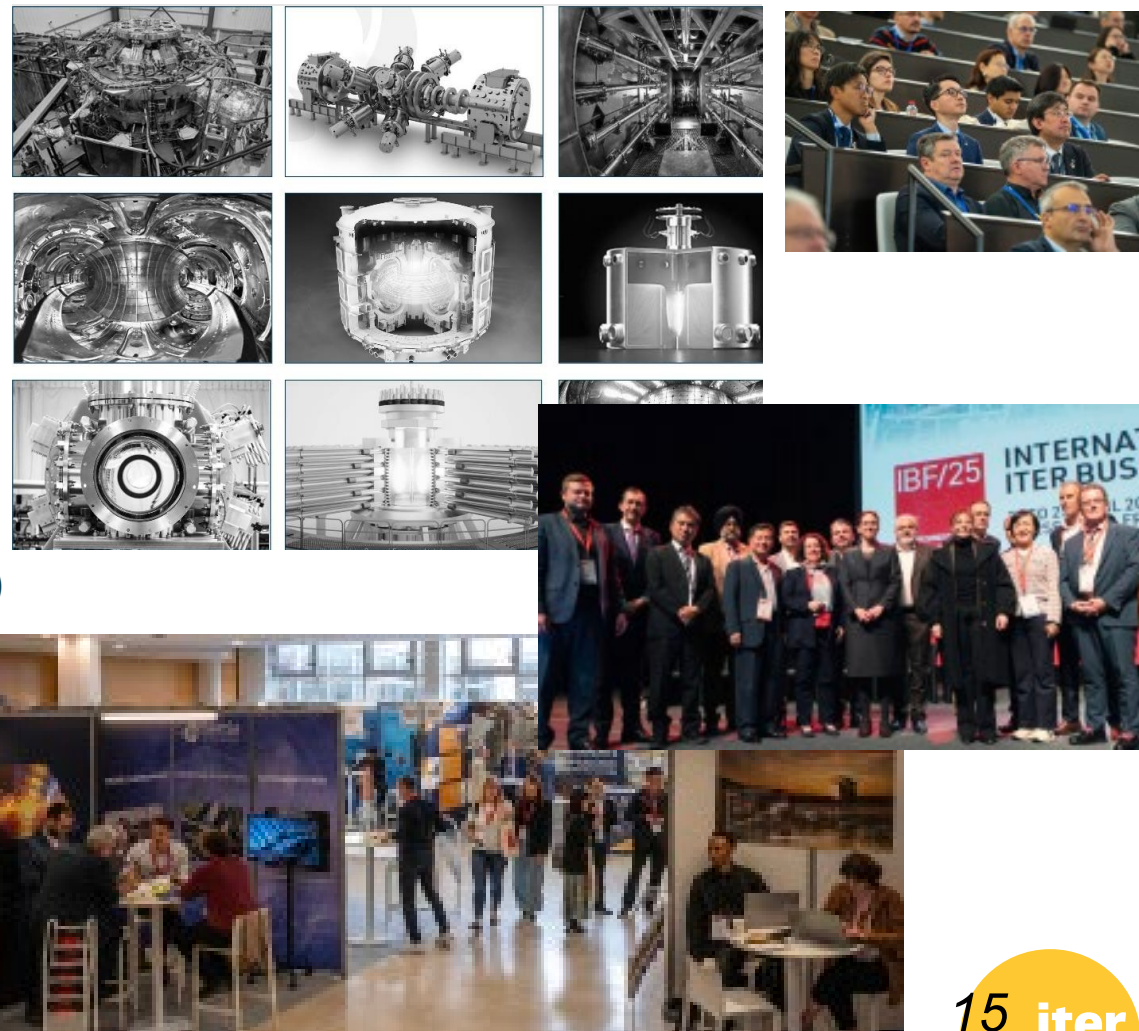
ITER知財の適切な保護・管理の下で、
民間核融合企業との知識の共有と協力

ITER ビジネスフォーラム (IBF)開催 マルセイユ, 2025年4月24-25日

(コロナ禍前の2019以来の開催)

参加者>1200名 >500社

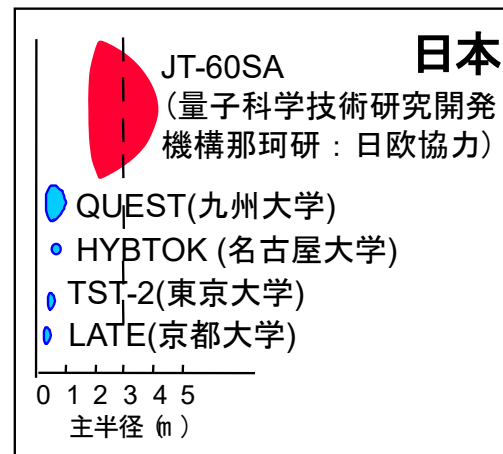
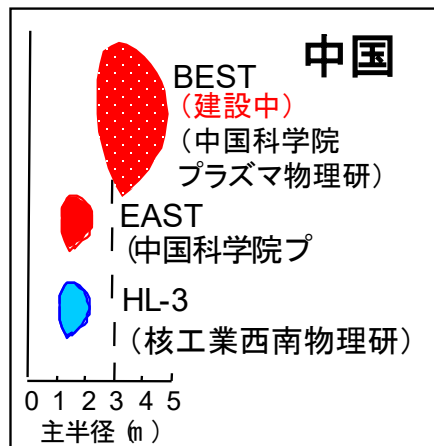
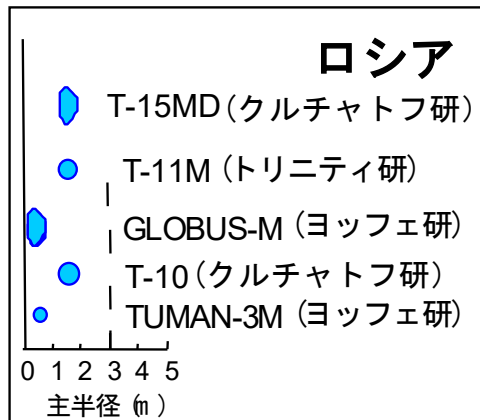
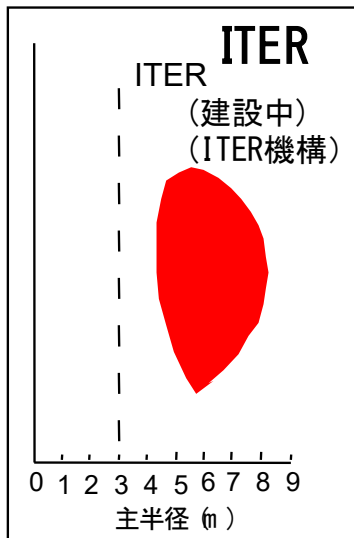
核融合産業のサプライチェーンの形成
知識と教訓の継承
今後のITERでのビジネスチャンスの紹介



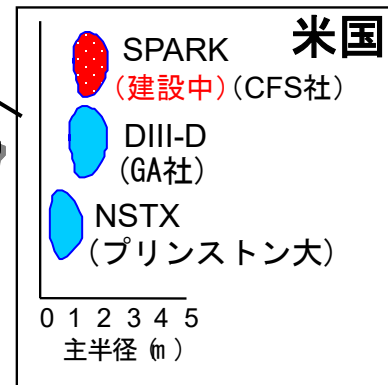
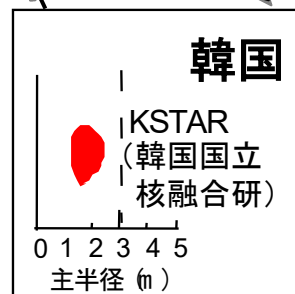
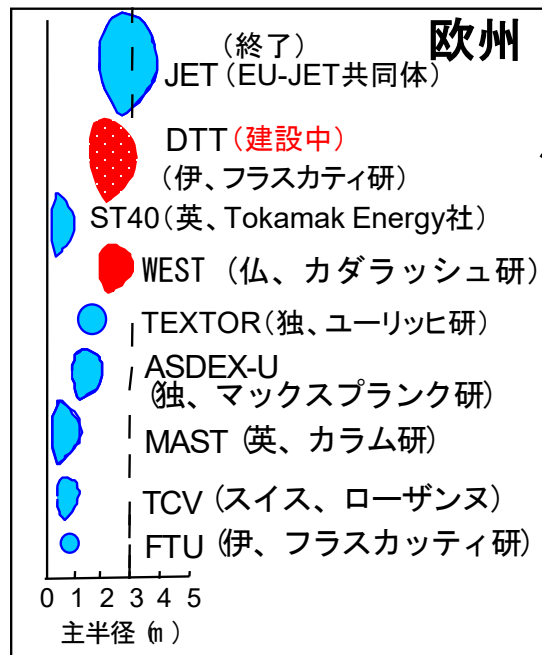
協力：世界のトカマク装置

現在世界最大: JT-60SA

中国BEST装置(2027完成予定)はJT-60SAと同サイズでDT運転もスタートアップのトカマク(ST40、SPARK)も参入



赤: 超伝導トカマク





**'Mutual Trust' is the
core of team building.**

ITERはみなさんの装置です。
是非まず ITERを見にきてください！

