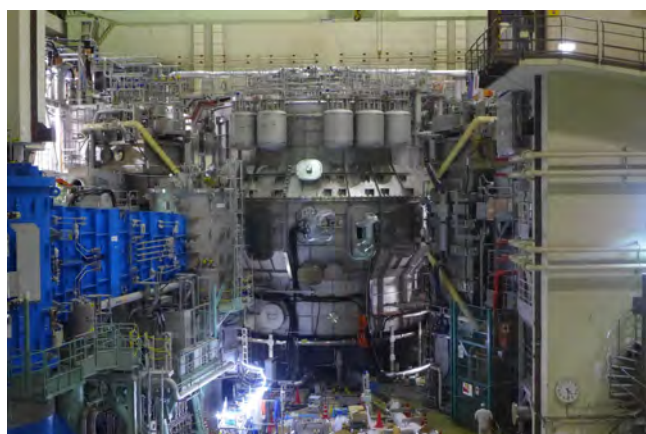
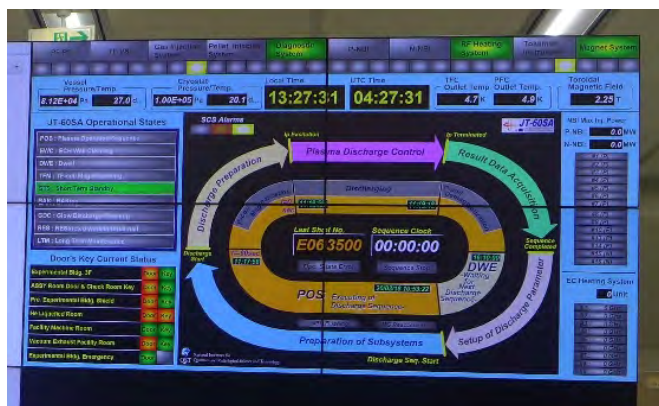


JT-60SAの進捗状況



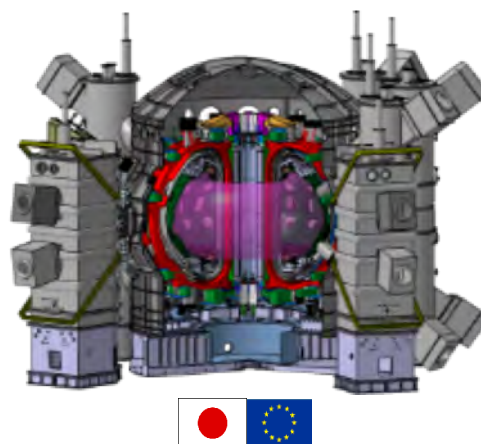
JT-60SA本体全景



中央制御室運転状態画面



量子科学技術研究開発機構
核融合エネルギー部門
栗原 研一



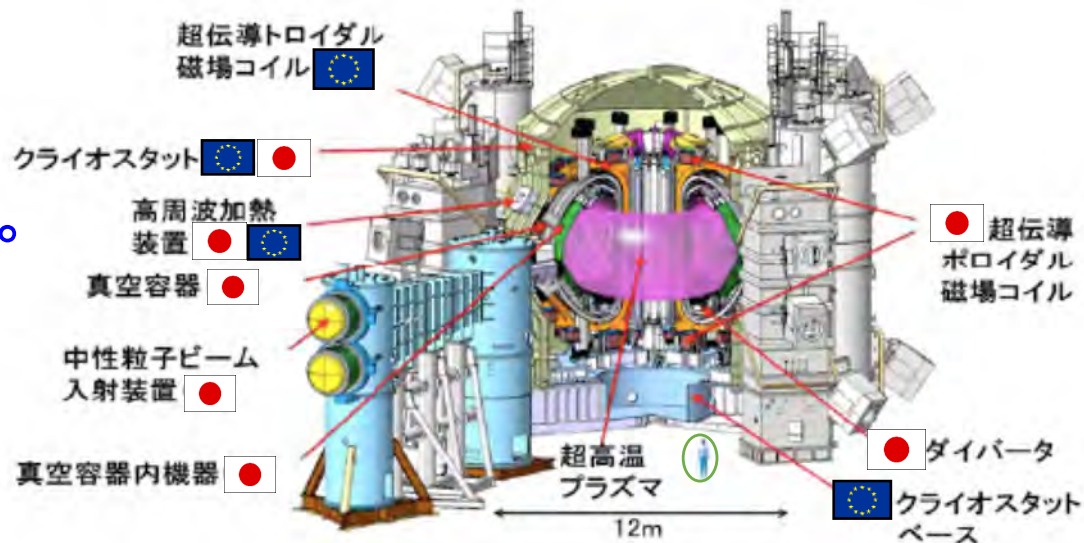
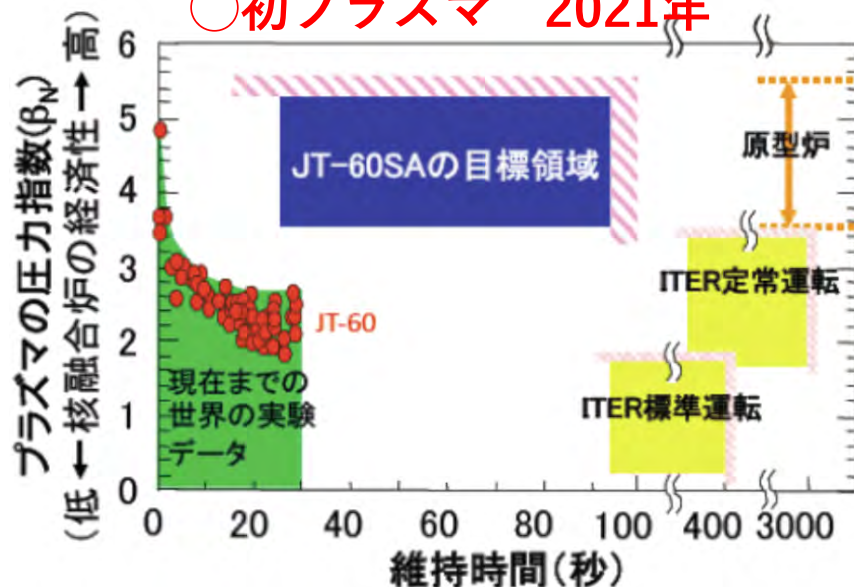
ITER・BA協力

- JT-60(銅コイル)を超伝導化した新装置
- JT-60SA(*Super Advanced*)に改造し、
- ITERのための先導的な支援研究。
- ITERより先端的な運転手法の開発に挑戦し、原型炉設計に反映。
- 人材を育成。

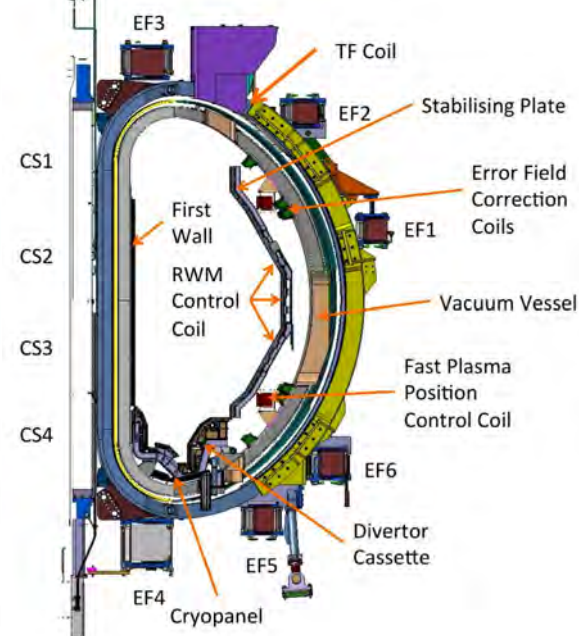
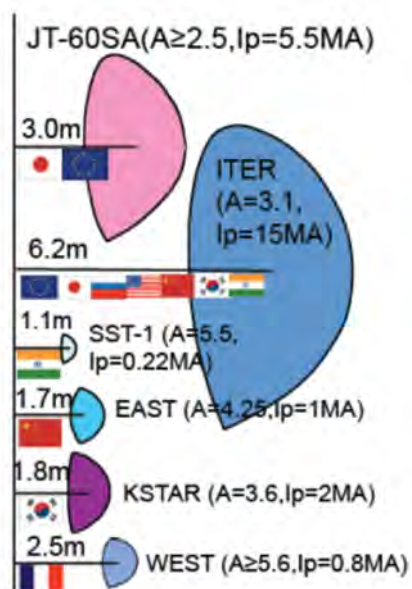
特徴

- ITERの約半分の寸法。
- トリチウムを使わず機動的。
- 容器内に不安定性抑制コイル。

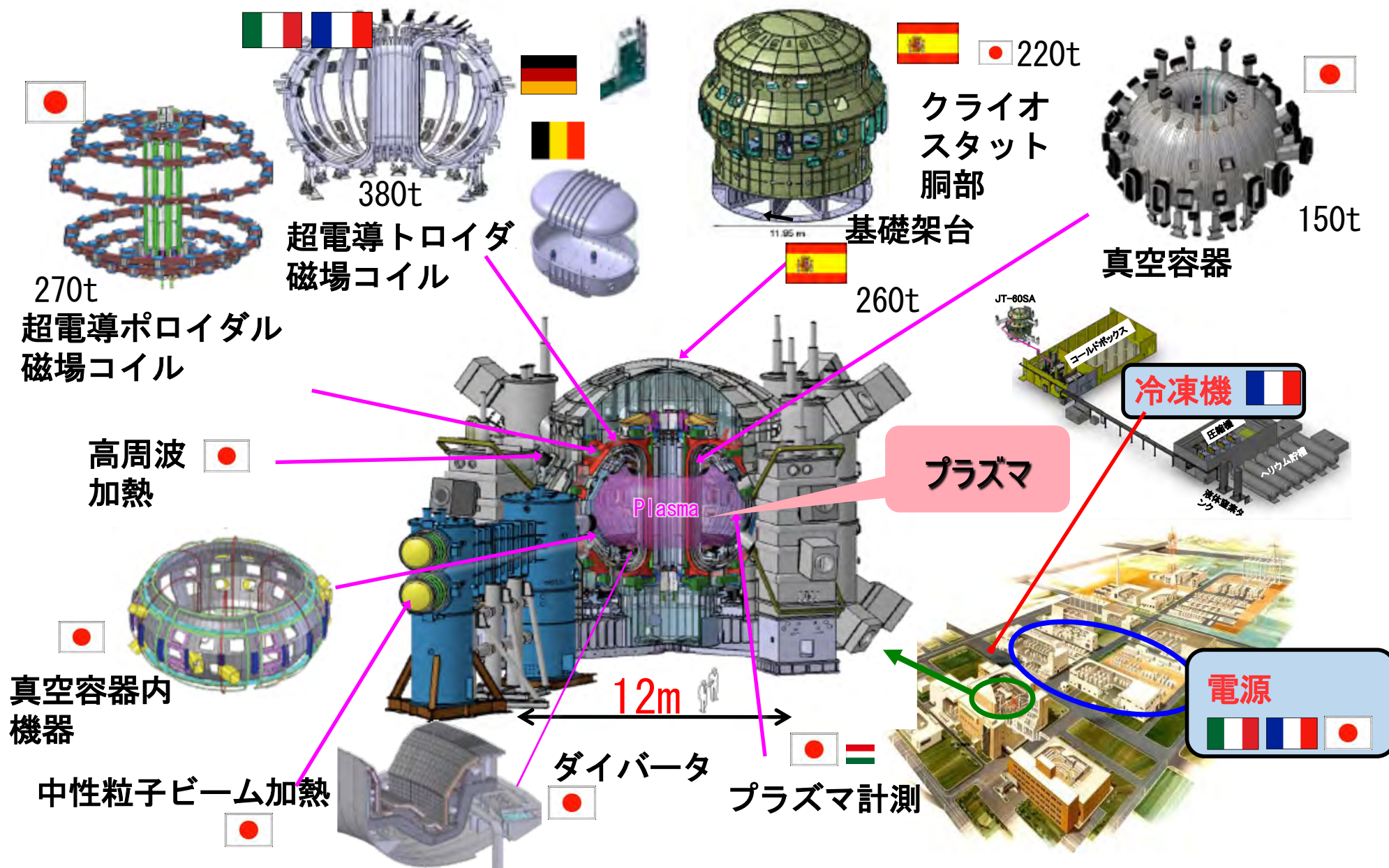
- 組立完了 2020年3月
- 初プラズマ 2021年



$$I_p=5.5\text{MA}, R_p=3.0\text{m}, B_t=2.3\text{T}, P=41\text{MW}$$



日欧で機器製作を分担



ITERの半分の大きさ。超伝導コイルなどの主要機器の大きさは10m級。

JT-60SAの現地組み立ては、2013年3月より開始し、2020年3月に完了



クライオスタットベース



下側平衡磁場コイル



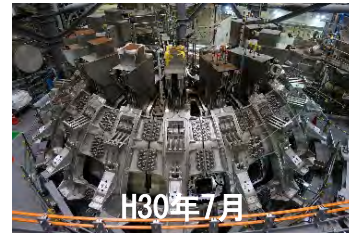
真空容器



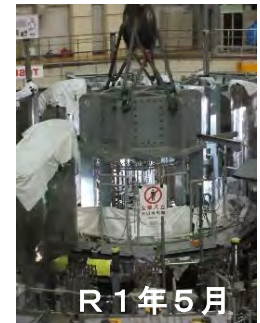
真空容器サマルシールド



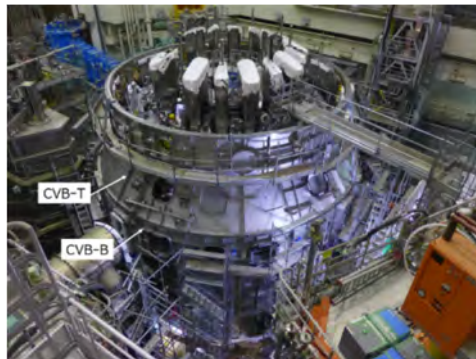
真空容器完成
18体TF C+6体EFC



2019年5月
CS仮組み込み



2019年12月初旬
クライオスタット胴部

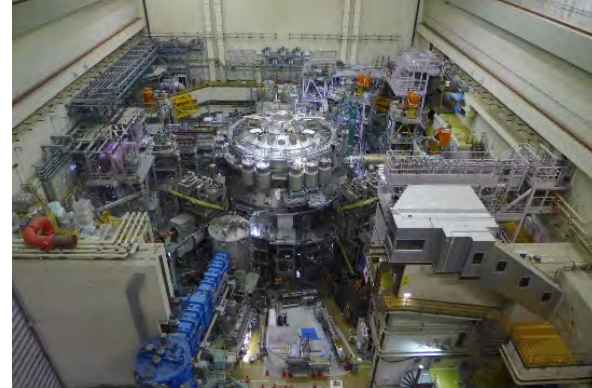


2019年12月下旬
中心リフト



→ クライオスタット
上蓋取り付け

**2020年3月
組み立て完了**



クエンチ
保護回路

電源

電動発電機

超伝導コイル用電



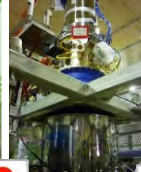
冷凍機システム



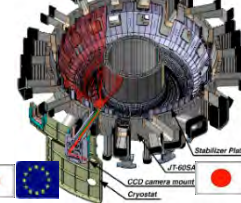
NBI

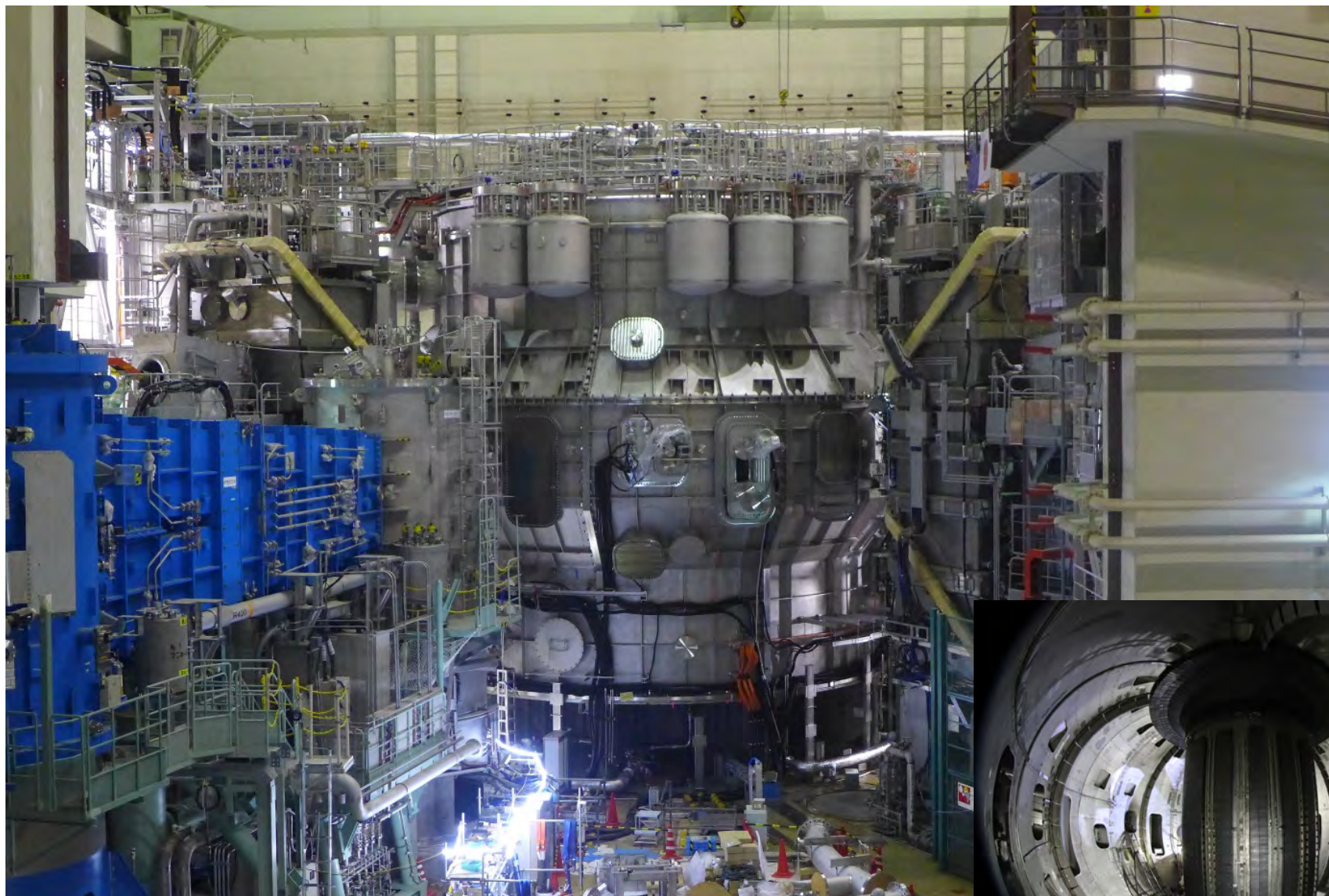


ECH



計測機器等





JT-60SAの組み立ては、2020年3月に完了

2020年4月よりフェーズ2に移行

2020年3月マイルストーンであるJT-60SAの組立完成を達成。
4月よりBAフェーズ2に移行。

2020年3月2日に共同宣言文章が、日本欧州政府により調印。



兒玉和夫欧州連合日本政府代表部特命全権大使（左）
カドリ・シムソン欧州委員（エネルギー担当）（右）

統合調整運転（2020年4月-）

クライオスタット内の冷媒配管等配置の最終化とリーク試験

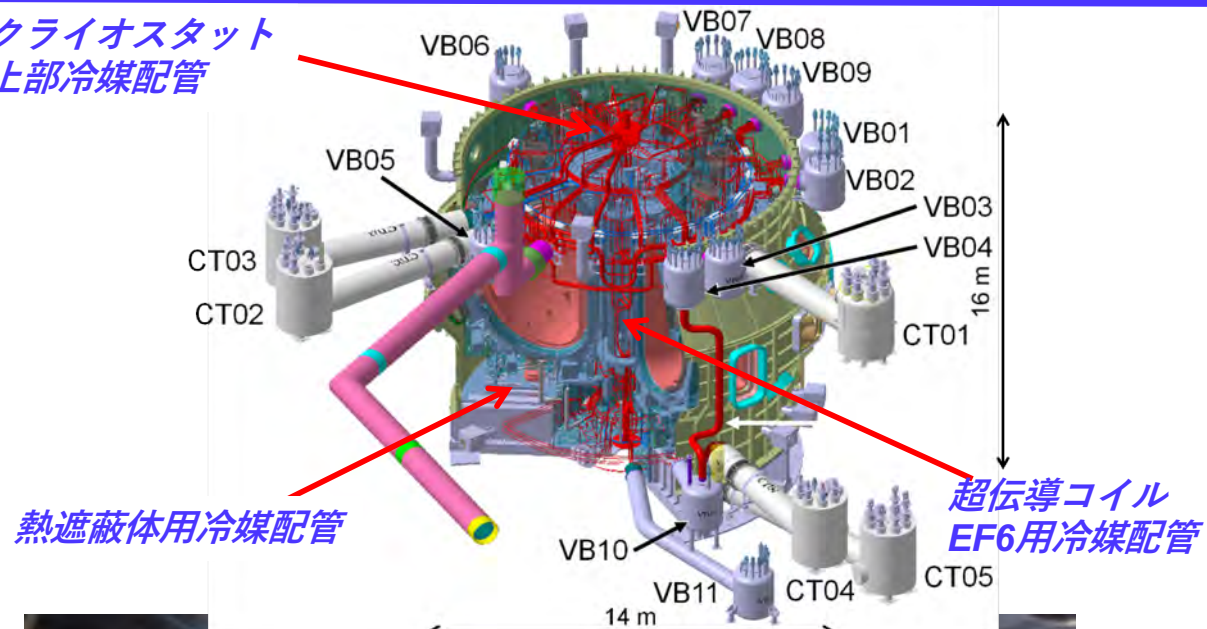
課題

- ・ コロナウイルスの影響により、冷媒配管の接続作業及びリーク試験が大幅に遅延。
- ・ 本作業では、**5000箇所を溶接**。品質は、原子力施設と同等であり、「開先を有する配管の突き合わせ溶接」（配管同士的位置合わせ 1 mm以下の精度）
- ・ 熟練作業員の確保、作業員のコロナウイルス感染対策、感染対策下での作業効率の改善が要。

対策

- ・ **作業員確保**：コロナウイルスの感染が少ない地方から熟練作業員を十数名確保。
- ・ **コロナ対策**：作業員の健康状態の把握、作業時のマスク着用、時差作業、閉塞空間での人員削減、作業場の換気を強化。
- ・ **作業効率の改善**：事前にクライオスタット外で配管を溶接。リーク試験に合格したものをクライオスタット内に持ちこみ接続。クライオスタット内の接続箇所を**2500箇所まで**大幅に低減した。
- ・ **作業効率の改善**：事前に3次元CADで検討し、クライオスタット内での配管の位置合わせの回数を削減。
- ・ **リーク試験の合理化**：1回で実施する耐圧・気密試験リーク試験（法定試験）の範囲を最大化し、クライオスタット内でのリーク試験回数を低減

**本対策により、当初計画からの遅れを約1か月程度に抑えた（作業期間 4 か月）。
また、真空引きとリーク試験を当初計画より1か月短縮できた。**

クライオスタット
上部冷媒配管

超伝導コイルEF6用冷媒配管

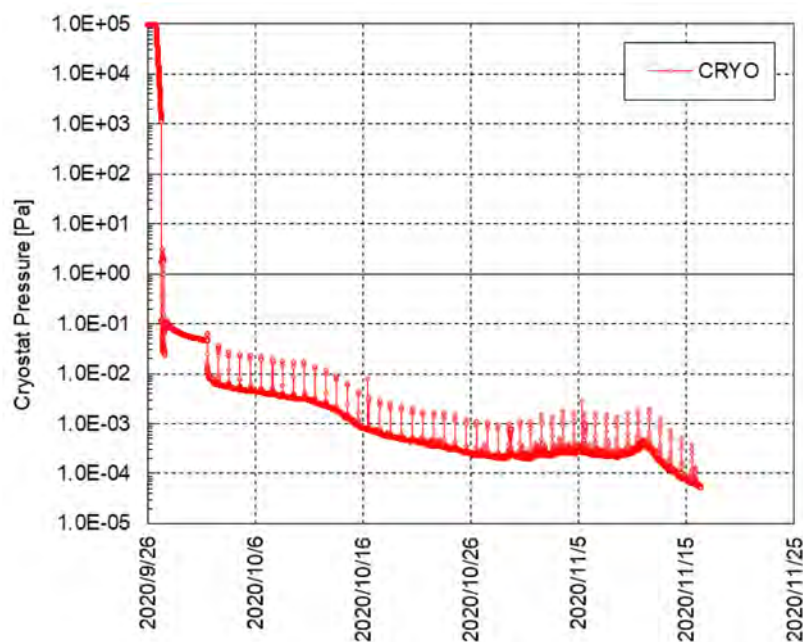


クライオスタット上部冷媒配管

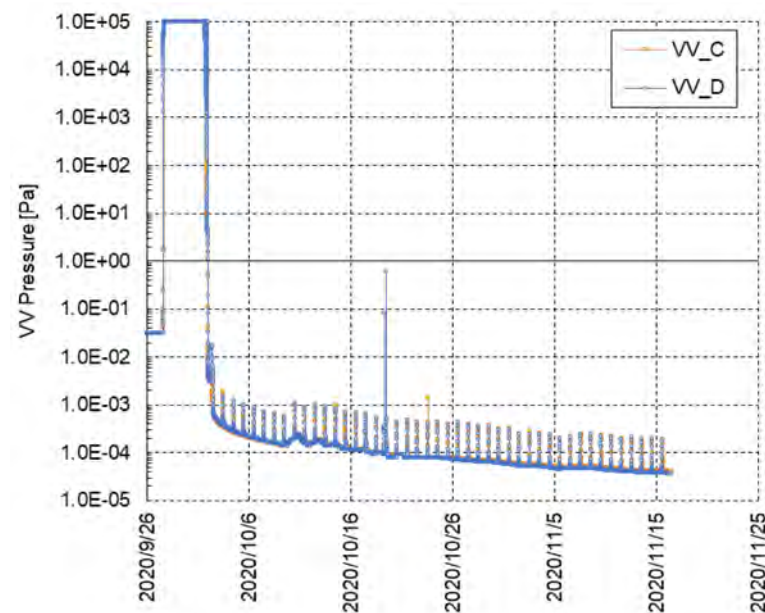


熱遮蔽体用冷媒配管

- 2020年9月14日/18日より真空容器及びクライオスタットの真空引き開始。
- 真空リーク試験は、局所リーク試験の結果を踏まえて、試験箇所を選定。
- 真空容器/261箇所、クライオスタット/269箇所(計530箇所)を試験。
- 真空容器は1か所(ガス供給ライン)溶接補修。
リーク量<許容値(10^{-8} Pa m³/s)。
- クライオスタットの冷媒配管を含むリーク量<許容値(10^{-7} Pa m³/s)。
- 冷媒配管の接続を含む組み立て作業を高い品質で実施。リーク対策作業が軽減。リーク試験2か月程度から1か月程度短縮。



クライオスタットの真空度のトレンド

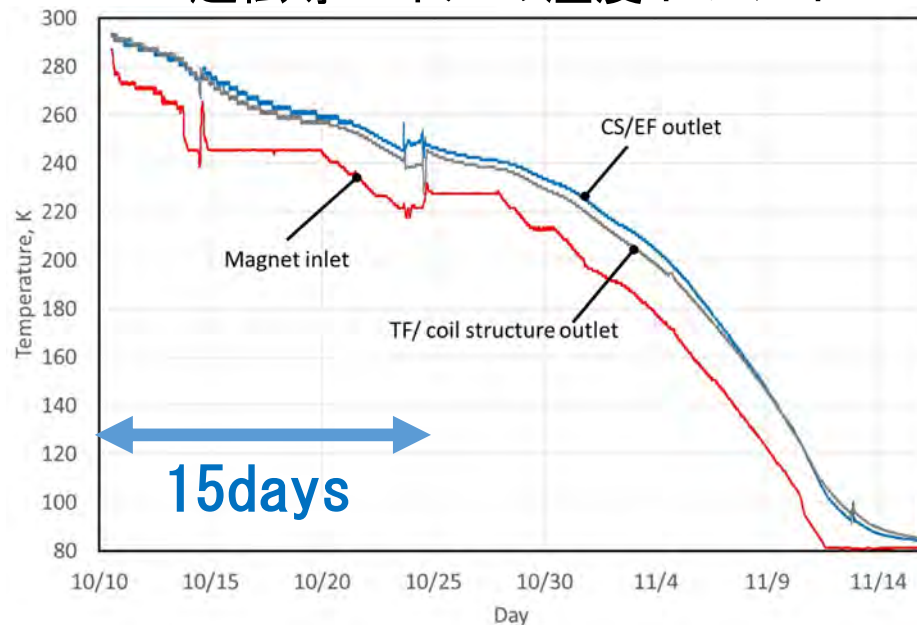


真空容器の真空度のトレンド

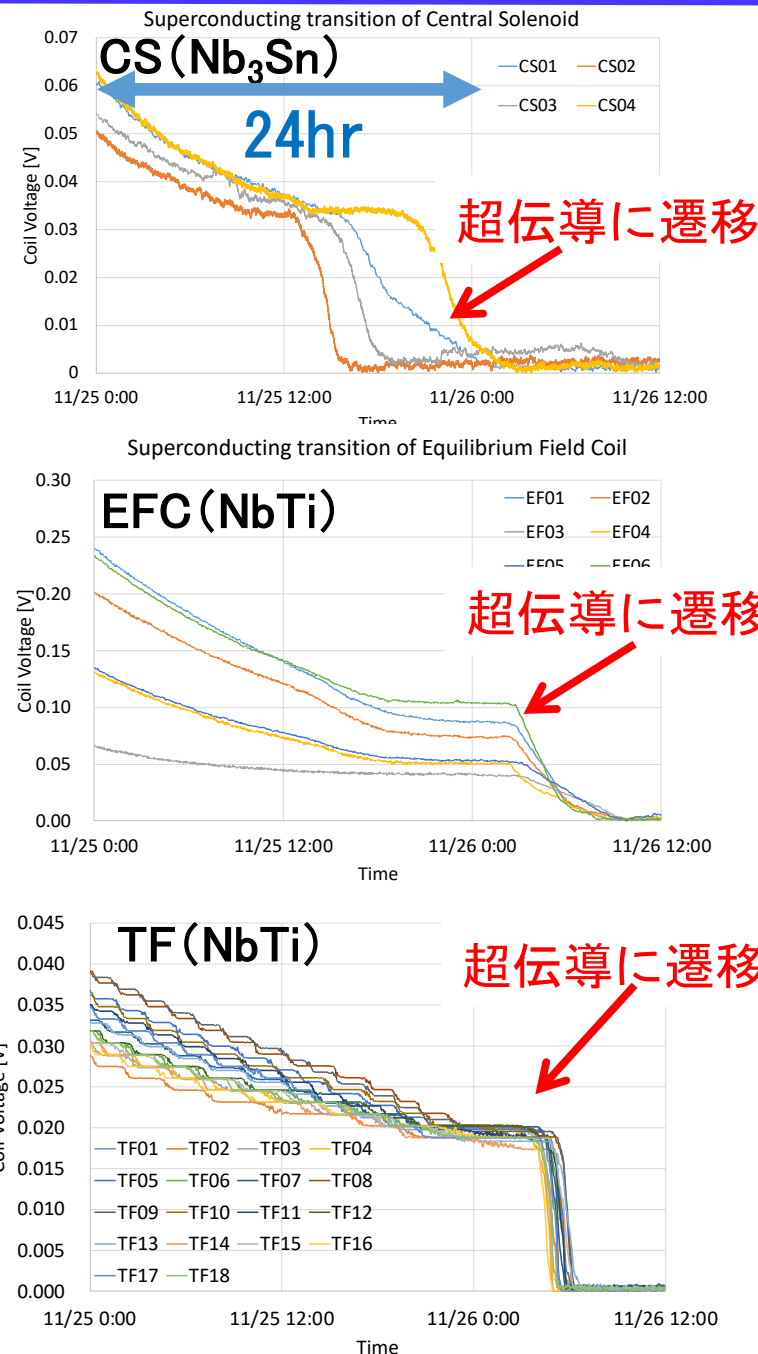
コイル冷却時、多くの装置において発生しているコールドリークは無かった。
現在、クライオスタットの真空度は 10^{-6} Pa真空容器の真空度は 10^{-5} Pa

- 冷凍機の精製運転後、2020年10月10日より、超伝導コイルの冷却を開始。
- コイルの温度計、変位計、冷媒流量等を詳細に分析し、慎重にコイルを冷却。
- 全28コイルが超伝導状態に遷移したことを11月26日に確認。

超伝導コイルの温度トレンド

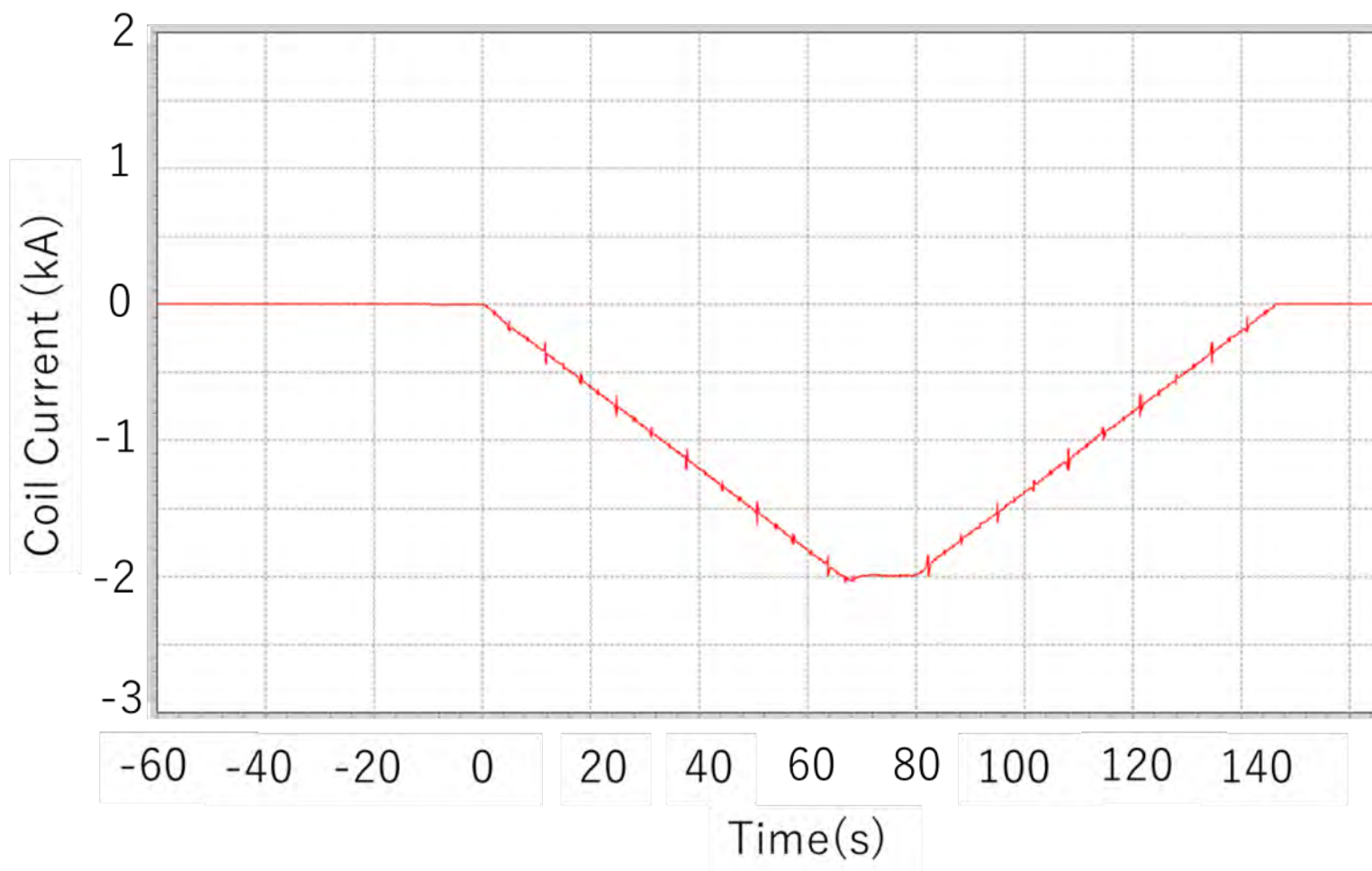


超伝導コイルの抵抗



コイルへの通電試験開始

- EF2、EF5コイルは、予定通りのコイル通電を確認。
(2021年1月19日時点)
- 通電試験前に、QPC(クエンチ保護回路)の正常動作確認。



JT-60SAの経験がITERの研究開発リスク低減に貢献。

- 2019年11月13日に実施取り決めに締結し、3つの分野（トカマク装置の組み立て、統合調整運転、プラズマ実験）で協力。
- 組み立てについて、10月21日及び12月17日にワークショップを開き、JT-60SAの組み立て経験を報告。
- 統合調整運転において、ITER機構職員が、毎週実施されているJT-60SAの統合調整運転会議に参加。
- 11月後半から約3週間ITER機構の前川氏（冷媒装置の専門家）がJT-60SAの統合調整運転に現地参加。本件、ITERニュースレターで紹介。



ITER機構前川氏、量研夏目氏、F4Eサム氏
（左から順に）

2020年3月2日にBA活動フェーズ2 共同宣言文章が日欧両政府により調印され、2020年4月よりJT-60SA計画はフェーズ2に移行。

- フェーズ1の事業は計画通りに完遂。
- 2020年3月にJT-60SAの組み立てを完了。
- 2020年4月より、統合調整運転として、周辺配管等の配置の最終化や試験を行い、9月より真空引きを開始。
- リーク試験を含む真空引きは順調に進展。
- 2020年10月よりコイル冷却を開始。
- 11月-12月にITER機構職員がITER-BA協定で運転初参加。
- 2020年11月末、全コイル超伝導に遷移。マイルストーン達成。
- 2021年1月13日、コイル通電試験開始。
- 2021年早期に初プラズマ着火し、実験運転に移行予定。

御清聴ありがとうございました。