

# 日本が関係するITER機器の製作状況

- ITERの運転開始（ファーストプラズマ）に向け、各極では、それぞれの技術力を活かした担当機器の製作が着実に進展。
- 日本は製作難易度の高い機器を多数担当するほか、TFコイル構造物やCSコイル導体などの部品等も他極に提供。
- 現在、2025年のファーストプラズマまで建設は77.1%（2022年7月末時点）まで進捗。

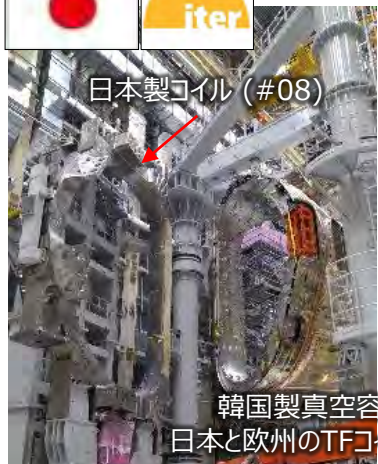
## ●超伝導トロイダル（TF）磁場コイル



日本のTFコイルは、現在計6機がITERサイトに到着。



欧州のTFコイル8機目が2022年5月に完成。



韓国製真空容器と組立てられる日本と欧州のTFコイル(#08、#09)

現在、サイトでは2機目の真空容器と日本及び欧州のTFコイル2機との組立が進行中。

## ●中心ソレノイド（CS）コイル



CSモジュールの組立準備が進捗。



## ●加熱装置



NBI（中性粒子入射加熱装置）実機製作に向け、イタリアに試験施設「NBTF」を建設。1MVの高電圧出力に向けた最終統合試験を調整中。



コロナ禍では、現地イタリアとリモートで接続し進捗を確認。



全24機のジャイロトロンのうち、2021年5月に日本調達分の全8機が他極に先駆けて完成。2機がITERサイトに到着。5機目まで性能確認試験が完了。

写真：© ITER Organization

# 核融合発電（原型炉）に向けた我が国の研究開発

- 我が国は核融合発電に向け、**世界7極で実施しているITER計画、日欧協力の下実施している幅広いアプローチ（BA）活動、核融合科学研究所や大学における学術研究に加え、原型炉研究開発共同研究を実施**してきた。
- 核融合原型炉研究開発に関する第1回中間チェックアンドレビューの結果、**CR1までの目標は達成されている**と判断されたところだが、国際動向も踏まえ、核融合研究開発に向けた動きを加速していく必要がある。  
→ **核融合科学技術委員会の下で、核融合発電の実現時期の前倒しが可能かについても検討を開始**（年内にTFの議論をとりまとめ予定）

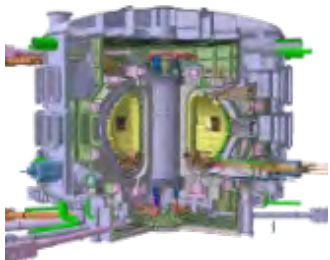
## ITER計画

ITER補助金・施設整備費補助金

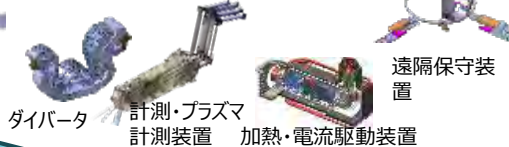
日欧米露中韓印の国際協定に基づき、核融合実験炉ITERの建設・運転を通じて、核融合エネルギーの科学的・技術的実現可能性を確立

2025年の運転開始（ファーストプラズマ）に向け、本体の組立が本格化する中、**2035年の核融合運転に必要な機器の開発について本格的に取り組む必要**。

【核融合発電に必要な機器】



実験炉ITER（於：フランス）



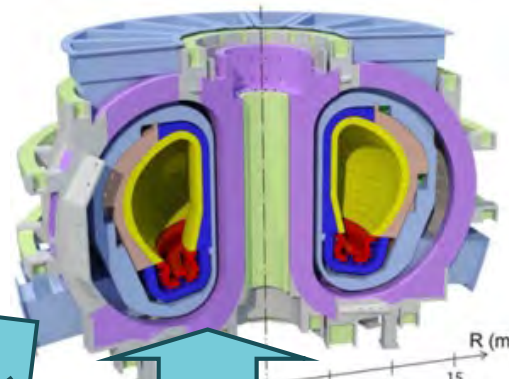
ダイバータ

計測・プラズマ計測装置

加熱・電流駆動装置

遠隔保守装置

## 核融合原型炉



## 安全性・技術標準

核融合発電・原型炉に向けた諸外国の政策動向・技術動向、原型炉建設に向けた課題（技術、制度、規制など）を調査

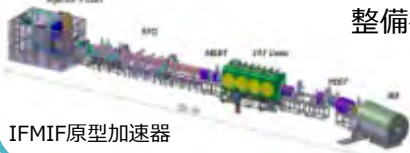
## BA活動

BA補助金・施設整備費補助金

日欧協力の下、ITER計画を補完・支援するとともに、核融合原型炉に必要な技術基盤を確立するための先進的研究開発を実施

### IFMIF/EVEDA事業

核融合原型炉に必要な高強度材料の開発を行うための施設の設計・建設に向け、原型加速器を製作



IFMIF原型加速器

### IFERC事業

核融合原型炉の概念設計や技術検討（日欧共通箇所）や、プラズマシミュレーション研究、ITER等の遠隔実験解析に向けたネットワーク整備を実施



スパコン「六ちゃん-Ⅱ」

### STP事業

先進超伝導トカマク装置JT-60SA（ITER完成まで世界最大）の建設・運転を通じたデータ蓄積・人材育成を実施



JT-60SA

## 原型炉研究開発

BA補助金の一部

原型炉設計合同特別チーム（QST、NIFS、大学、産業界が参画）による原型炉設計活動や原型炉に向けて必要となる研究開発課題を設定、QST/NIFSが共同研究の形で実施

### QST

アクションプランの遂行に向けて直接的に必要な研究開発を大学や産業界と連携して実施  
例) 超伝導コイル、ダイバータ、加熱・電流駆動装置など

### NIFS

原型炉に向けて飛躍的な技術進展（学術的な研究）が必要な課題を大学との共同で実施  
例) ブランケット、ダイバータなど

### QST-NIFS共同研究

それぞれの組織の特性・ネットワークを活用し原型炉に向けた共同研究を実施  
例) 原型炉用ダイバータ開発、原型炉用NB I 負イオン源開発、中性子計測イオン源開発等

# 參考資料

# 政策文書等での記述

## 四 気候変動問題への対応

(略)

送配電インフラ、蓄電池、再エネはじめ水素・アンモニア、革新原子力、**核融合など**、非炭素電源。需要側や、地域における脱炭素化、ライフスタイルの転換。資金調達  
の在り方。カーボンプライシング。多くの論点に方向性を見出していきます。

(岸田内閣総理大臣 施政方針演説(令和4年1月17日))

## 3. グリーントランスフォーメーション(GX)の加速

エネルギー供給構造を転換する中でのS+3E#6の確保に向け、大きく変動する国際情勢を踏まえたエネルギーの安価・安定供給の維持、準国産エネルギーとして大きな意義を有する原子力の継続的利活用(既設プラントの最大限活用、リプレース・新增設、SMR(小型モジュール炉)の推進)、**核融合等の新たな技術開発の促進**、再生可能エネルギーの主力電源化、送配電網の次世代化などのエネルギー政策の具体化を働きかける。

(日本経済団体連合会 サステイナブルな資本主義を实践する(令和4年6月1日))

## (3)先端科学技術の戦略的な推進

①重要技術の国家戦略の推進と国家的重要課題への対応 (地球規模課題の克服に向けた社会変革と非連続なイノベーションの推進)

(多様なエネルギー源の活用)

多様なエネルギー源の活用のため、エネルギー基本計画等を踏まえ、省エネルギー、再生可能エネルギー、原子力、**核融合等**に関する必要な研究開発や実証、国際協力を進める。

(「統合イノベーション戦略2022」 令和4年6月7日閣議決定)

## 第2章 新しい資本主義に向けた改革 1. 新しい資本主義に向けた重点分野

(4) グリーントランスフォーメーション(GX)への投資

・水素・アンモニアやCCUS/カーボンリサイクル、革新原子力、**核融合などあらゆる選択肢を追求した研究開発・産業基盤強化等を進める。**

(「経済財政運営と改革の基本方針2022」 令和4年6月7日閣議決定)

## 4. GX(グリーン・トランスフォーメーション)及びDX(デジタル・トランスフォーメーション)への投資

(1)GXへの投資 ②具体的な取組例(その他産業部門の脱炭素化)

水素還元製鉄やCO<sub>2</sub>の分離・回収・利用をはじめとする産業構造の転換に資する革新的な技術に加えて、次世代太陽電池、革新的地熱発電、革新原子炉(革新軽水炉、小型炉、高温ガス炉、高速炉等)といったエネルギー需給構造の転換に資する革新的な技術開発・人材育成や産業基盤の維持・強化に向けた支援策を切れ目なく継続するため、グリーンイノベーション基金の拡充等、支援策の強化を検討する。**ITER計画等の国際連携や民間企業の技術開発を通じ、核融合研究開発を着実に推進する。**

(新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画(令和4年6月7日閣議決定))

# 幅広いアプローチ（BA）活動等について

## 幅広いアプローチ（BA）活動とは

ITER計画を補完・支援するとともに、核融合原型炉に必要な技術基盤を確立するための先進的研究開発を実施する、国会承認条約に基づく日欧の国際科学技術協力プロジェクト

実施極：日、欧

協定：2007年6月1日発効

（日欧いずれかが終了を提起しない限り自動延長）

実施地：青森県六ヶ所村、茨城県那珂市

事業期間：2020年3月 フェーズⅠ完了（JT-60SA組立等）  
2020年4月～フェーズⅡ



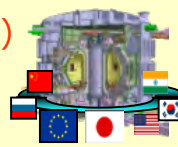
## 幅広いアプローチ（BA）活動等の位置付け

（科学的・技術的実現性）

（技術的実証・経済的実現性）

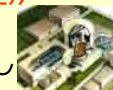
ITER計画（実験炉）

- ・燃焼プラズマの達成
- ・長時間燃焼の実現 等



核融合原型炉

- ・発電実証
- ・経済性見通し



実用化  
段階

BA活動等

- ・ITER運転シナリオの検討
- ・核融合原型炉に向けた技術基盤の構築 等



核融合エネルギー  
実現までのロードマップ

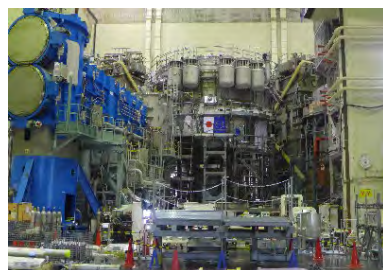
## 各拠点における具体的取組内容

### （1）先進超伝導トカマク装置JT-60SAの建設と利用【茨城】

- 以下の研究開発を実現するため、臨界プラズマ試験装置JT-60を超伝導化し、先進超伝導トカマク装置JT-60SAを建設。
  - ITERではできない高圧力実験を実施し、核融合原型炉に求められる安全性・信頼性・経済性のデータを獲得。
  - ITERに先立ち様々な予備的データを取得し、ITERの運転開始や技術目標達成を支援。
- 令和3年度は、統合試験運転等を実施しつつ、プラズマ加熱運転に必要な装置整備を継続。令和4年度は、初トカマクプラズマ達成後、装置整備を本格化。



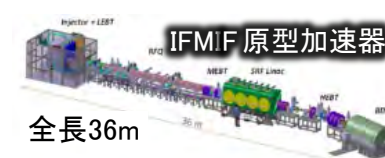
JT-60SA



組立が完了したJT-60SA

### （2）核融合中性子源用原型加速器の建設と実証【青森】

- 核融合原型炉に必要な耐照射性材料の開発を行う施設の設計・建設に係る知見を獲得するため、主要機器となる高性能原型加速器の製作プロセス開発や性能実証を実施。
- 令和3年度は、高周波四重極線形加速器（RFQ）を用いて5MeV・長パルスビーム試運転を継続。令和4年度は、RFQを用いた長パルスビーム加速試験を継続するとともに、超伝導線形加速器（SRF）の試験準備を進める。



全長36m

### （3）国際核融合エネルギー研究センター事業等【青森】

- 核融合原型炉に向けた総合的な取組として、以下の研究開発を実施。
  - 核融合原型炉の概念設計と技術開発
  - シミュレーション研究、ITER等の遠隔実験解析 等
- 令和3年度は、スパコンを利用した日欧のシミュレーション研究、原型炉概念設計・要素技術開発の完了に向けた活動、遠隔実験システムの改良と他のBA事業のコロナ対策への協力を本格化。令和4年度は、これらの活動を継続。



スパコン「六ちゃん-Ⅱ」

# 原型炉開発の技術基盤構築を進めるための体制

## 核融合科学技術委員会

- ・原型炉開発に向けた技術基盤構築のための体制整備について
- ・トカマク方式以外の核融合研究の在り方について
- ・原型炉開発ロードマップの策定

政策提示・評価

活動方針提示・  
各要素技術の状況把握

原型炉概念設計

## 原型炉合同特別チーム

@QST六ヶ所研究所

QST, NIFS, 大学, 企業

- ・関連学協会と連携しつつ、原型炉概念に必要な様々な技術要素の基盤構築を目指す

## 原型炉開発総合戦略TF

- ・原型炉開発に向けたアクションプランの策定
- ・原型炉設計合同特別チーム等の進捗状況の把握・助言等
- ・技術基盤構築の進捗状況及び課題解決への取組の取りまとめ

情報共有・要請等

公募テーマの提案・了承

原型炉に向けた共同研究

## 共同研究ワーキンググループ

TF, QST, NIFS, 大学, 特別チーム

- ・原型炉研究開発体制強化のための大学等の連携強化

連携

アクションプランの策定・承認

# 核融合原型炉研究開発に関する第1回中間チェックアンドレビュー報告書(概要)

令和4年1月24日、科学技術・学術審議会の核融合科学技術委員会(主査:上田良夫大阪大学教授)は、核融合原型炉に向けた研究開発に関する第1回チェックアンドレビュー報告書を取りまとめた。概要以下の通り。

## 目的

- 核融合科学技術委員会が、その傘下にある原型炉開発総合戦略タスクフォース(TF)による進捗状況調査結果を踏まえて、我が国における核融合原型炉研究開発の進捗状況を分析し、原型炉段階への移行に向けての技術の成熟度を確認するもの。
- 委員会文書においては、原型炉建設の判断に先立ち、2回の中間チェックアンドレビュー(CR)を行うこととしている。今回は第1回中間チェックアンドレビュー(CR1)であり、第2回中間チェックアンドレビュー(CR2)は、イーターのファーストプラズマ達成後を目途に行うこととされている(2025年以降)。
- 委員会文書においては、CR1段階において達成すべき目標(最大の目標は、原型炉概念設計の基本設計の完了)が設定されており、この目標の達成状況を確認することが基本である。

## CR1までに達成すべき目標(平成29年12月核融合科学技術委員会決定)の概要

- 原型炉概念設計の基本設計
- ITERの技術目標達成計画の作成
- ITER超伝導コイルなど主要機器の製作技術の確立 等

## 報告書のポイント

- 実効的なフォローアップを行うために策定された「原型炉開発に向けたアクションプラン」に基づき、原型炉TFで研究開発の進捗状況を確認したところ、CR1段階までの研究開発は「おおむね順調に推移している」と評価された。これに基づき、委員会として確認した結果、**CR1までの目標は達成されている**と判断した。
- 他方で、**CR2に向けた課題**も列挙。主な課題は次の通り。
  - ・将来の原型炉開発に生かすため、**イーター向けに日本が調達責任を負う機器の開発加速**が急務。
  - ・原型炉、すなわち核融合発電を実現するために不可欠な**基幹技術の確保**に速やかに取り組むべき。
  - ・**核融合発電の実現時期の前倒しが可能か**検討を深めること。前倒しを行う場合、CR2時点での達成目標や、原型炉研究開発の優先順位を再検討すること。(CR1の実施後、内外の情勢を見極めながら1年程度をかけて慎重に検討。)
  - ・核融合に必要な**技術開発から学術研究まで**幅広く取り組み、核融合に必要な**広範な人材を育成・確保**するとともに、丁寧に社会の理解を得ながら、着実に歩を進めていくこと。
  - ・核融合の重要性に対する関心喚起による**産業界の連携を促進**し、**産学官のステークホルダーが結集して取り組む**ことが重要
  - ・**立地や安全**について議論を深めていくこと。

※ここには、**文部科学省傘下の審議会での検討事項を越える課題**も含まれる。幅広い関係機関による今後の議論において、核融合科学技術委員会での審議結果をインプットし、議論の深まりに貢献していく。