

# フュージョンエネルギーの早期実現に向けて ～フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の加速～

研究開発戦略官付  
(核融合・原子力国際協力担当)

# 目次

---

1. フュージョンエネルギーを巡る環境の変化
2. 原型炉研究開発ロードマップの見直しに向けた検討
  - ① 原型炉移行判断の見直しについて
  - ② 発電実証の更なる前倒しの可能性について
3. 原型炉実現に向けた基盤整備
  - ① 研究開発
  - ② 人材育成
  - ③ アウトリーチ活動
  - ④ イノベーション拠点化

# フュージョンエネルギーを巡る環境の変化

## 【諸外国の動向】

### 各国が国策としてフュージョンエネルギーを推進

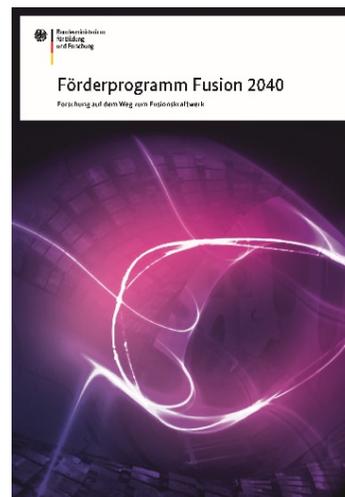
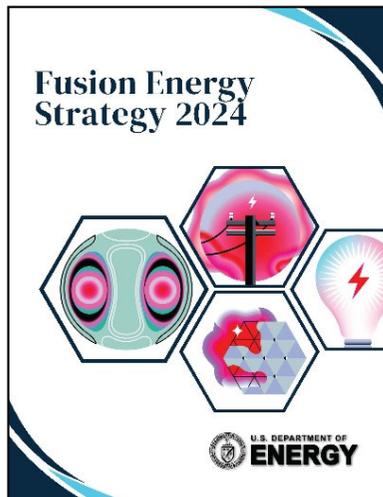
 2024年6月、2022年に発表したビジョン“Bold Decadal Vision for Commercial Fusion Energy”の2周年記念イベントをホワイトハウスで開催。「フュージョンエネルギー戦略2024」を発表。

 2023年10月、2021年に策定した戦略を更新“Towards Fusion energy 2023”。2040年までに、原型炉に相当するSTEPを建設するため、実施主体 UKIFS を設立。

 2023年9月、連邦教育研究大臣が新たな研究支援プログラムを開始すると発表。  
2024年3月、国家戦略“Fusion 2040 - Research on the way to a fusion power plant”を策定。

 核融合の要素技術を獲得するための大規模試験施設群「CRAFT」を2019年に建設開始。  
ITERに先立ってDT運転を行うトカマク型核融合実験炉「BEST」を2023年に建設開始。

 2024年6月、イーター機構から、計画のスケジュール・コスト等を定める基本文書「ベースライン」の更新の提案。  
工程の大幅な組み換えを行うことにより、2035年の核融合運転開始の時期には影響を与えない方針。



## 6/3 総合科学技術・イノベーション会議における岸田総理の発言



本日は、有識者議員の皆さんにも御参加いただき、**統合イノベーション戦略2024**を議論いたしました。次期科学技術・イノベーション基本計画を、令和の時代の科学技術創造立国の実現に向けた計画としていくための、第一歩となるものです。

**新たな産業の芽となるフュージョン**や量子等の重要技術について、ゲームチェンジャーとなり得るコア技術の開発を進めるとともに、他の戦略分野との融合による研究開発に取り組んでいきます。また、戦略分野において国際的ルールメイキングを主導し、経済安全保障との連携を強化していきます。

(以下略)

(出典) 首相官邸HP

# 統合イノベーション戦略 2024①

- ・ フュージョンエネルギーは、次世代のクリーンエネルギーとして、環境・エネルギー問題の解決策としての期待に加え、国際プロジェクトで建設が進められているITERや、米国ローレンスリバモア国立研究所などにおける政府主導の取組の科学的・技術的進展もあり、諸外国における民間投資が増加している。世界各国が大規模投資を実施し、国策として自国への技術・人材の囲い込みを強める中、日本の技術・人材の海外流出を防ぎ、我が国のエネルギーを含めた安全保障政策に資するため、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略(2023年4月14日統合イノベーション戦略推進会議決定)」に基づく取組を加速する。特に、国としてのコミットメントを明確にする観点から、**世界に先駆けた2030年代の発電実証の達成に向けて、必要な国の取組を含めた工程表を作成するなど、フュージョンエネルギーの早期実現を目指す。**
- ・ 民間企業やアカデミアの予見可能性を高めるため、米国や英国等のスタートアップが掲げる野心的な発電時期も踏まえつつ、**ITER計画/BA活動の知見や新興技術を最大限活用し、バックキャストに基づくロードマップを策定する。**

## 統合イノベーション戦略 2024②

- **原型炉実現に向けた基盤整備を加速**するため、産学官の研究力を強化するとともに、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(以下「QST」という。)等の体制を強化し、他の国研等とも連携しつつ、アカデミアや民間企業を結集して技術開発を実施する体制やスタートアップ等への供用も可能とする**実規模技術開発のための試験施設・設備群を整備**する。また、トカマク型、ヘリカル型、逆磁場配位型、ミラー型などの磁場閉じ込め方式、レーザー型のような慣性閉じ込め方式などの様々な方式の研究開発が進められている中で、2024年3月に設立された「一般社団法人フュージョンエネルギー産業協議会(J-Fusion)」等の産業界と連携し、**国際標準化を戦略的に主導**することや、**小型動力源等の多様な社会実装に向けた用途を実証**すること等により、サプライチェーンの発展や投資の促進を支援するなど、**エコシステム構築に向けた取組を推進**する。また、ITER計画のベースラインの改定も見据えつつ、**ITER計画/BA活動を通じたコア技術を着実に獲得**するとともに、**日米共同声明や日欧共同プレス声明も踏まえつつ、多国間・二国間の連携を強化**する。さらに、民間企業の参画や原型炉開発を促進するため、**内閣府の安全確保検討タスクフォース**において、関連学会やG7などの同志国と連携し、**2024年度中に、科学的に合理的で国際協調した基本的な考え方を策定**する。あわせて、原型炉開発などのフュージョンエネルギーに携わる人材を戦略的に育成するため、**大学間連携・国際連携による体系的な人材育成システムを構築**するとともに、**リスクコミュニケーションによる国民理解の醸成等の環境整備を一体的に推進**する。

# 新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画2024年改訂版

## 6. 官民連携による科学技術・イノベーションの推進

科学技術・イノベーションには、感染症・地球温暖化・少子高齢化等、世界が直面する様々な社会的課題を解決する力がある。官民が連携して科学技術投資の拡充を図り、令和の時代の科学技術創造立国を実現する。

### (1) フュージョンエネルギー・イノベーション戦略

**フュージョンエネルギー(核融合エネルギー)の実現**は、わが国の自律性の確保、産業振興を通じた国富の増大およびエネルギーを含む経済安全保障全般の強化に資することから、**戦略、法制度、予算、人材面での強化が必要**である。

フュージョンエネルギーの早期実現と産業化を目指し、**実証試験施設群の整備によるQST等のイノベーション拠点化**や、**スタートアップを含めた官民の研究開発力を強化**する。また、**日米・日欧等の国際連携を戦略的に推進**するとともに、**安全確保の基本的な考え方**を示す。**2030年代の発電実証を目指すと共に、産業化までをも見据え、現行戦略を早期に改定**する。その上で、

- i)** 他国に劣らない資金供給量を確保し、トカマク型のみならず様々な型の事業者間競争を促す支援、
- ii)** 大規模試験施設・設備群の拠点化、
- iii)** 原子炉等規制法の対象にはならないとの政府解釈の更なる深化、
- iv)** 新エネルギー・産業技術総合開発機構、科学技術振興機構、量子科学技術研究開発機構等の資金供給機能の強化、
- v)** 輸出管理や投資規制に関する外為法上の取扱いを含めた、技術管理の在り方、
- vi)** 推進体制の強化等を目的とする基本法の制定、

について早急に検討し、措置を講ずる。次期エネルギー基本計画において、エネルギー政策上の位置づけを高めるとともに、世界に先駆けた発電実証に向けて検討を加速する。

# 目次

---

1. フュージョンエネルギーを巡る環境の変化

2. 原型炉研究開発ロードマップの見直しに向けた検討

①原型炉移行判断の見直しについて

②発電実証の更なる前倒しの可能性について

3. 原型炉実現に向けた基盤整備

①研究開発

②人材育成

③アウトリーチ活動

④イノベーション拠点化

- フュージョンエネルギーの早期実現に向けては、**原型炉を早期に建設することが肝要。**

※フュージョンエネルギー・イノベーション戦略（令和5年4月14日 統合イノベーション戦略推進会議）（抜粋）  
「我が国でフュージョンエネルギーを最短距離で実用化するためには、原型炉の発電実証時期とコスト等を明確化し、原型炉を早期に建設することが肝要であるため、従来のITER計画/BA活動からの原型炉開発というアプローチを強力に推進する。」

- 第三段階核融合研究開発基本計画等、これまで**原型炉に向けた方針を策定し、研究の進展や国内外の状況の変化に応じ、適宜見直しを実施。**

- ITER計画の進捗状況や諸外国で掲げられている野心的な目標も踏まえ、以下の観点に留意しつつ、**原型炉に向けた方針を見直してはどうか。**

- ✓ 社会実装に繋がる、科学的・技術的に意義のある発電実証を、可能な限り早期に実現すること
- ✓ 原型炉目標※や原型炉段階への移行判断を見直すこと
  - ※ ①数十万 kW を超える定常かつ安定した電気出力
  - ②実用に供し得る稼働率
  - ③燃料の自己充足性を満足する総合的なトリチウム増殖を実現すること
- ✓ ITER計画/BA活動の知見や新興技術を最大限活用すること
- ✓ 原型炉実現に向けた基盤整備(研究開発、人材育成、アウトリーチ活動、拠点化)を含めた、バックキャストに基づくロードマップを策定すること

前回の議論を踏まえ、原型炉開発総合戦略TFでは、以下の点について議論。

## ① 原型炉研究開発ロードマップの見直しに向けた検討 ⇒ 「本日の議題 2」

- ・ITER計画のベースラインの改定も見据え、原型炉研究開発ロードマップの見直しに向けた議論
- ・ITER計画/BA活動の知見や新興技術を最大限活用し、バックキャストに基づくロードマップを策定

## ② 原型炉実現に向けた基盤整備 ⇒ 「本日の議題 3」

- ・QSTやNIFS等における取組(研究開発・人材育成・アウトリーチ活動・イノベーション拠点化等)の具体化

本日の議題 2 では、QSTにおいて前頁の方針や「2030年代の発電実証を目指す」とした閣議決定を踏まえて検討を行っており、以下の事項について議論。

### 1. 原型炉移行判断の見直しについて

ITER計画のベースラインの改定も見据えた、見直し案を議論。

### 2. 発電実証の更なる前倒しの可能性について

スケジュールを更に前倒しすべきとの方針を踏まえ、原型炉目標・設計の変更について検討。

例えば、以下の変更の方向性が考えられることから、各プランの概要、想定されるスケジュール、増加するリスクや技術的課題についても発表。

- ・プランB (ITERサイズの原型炉) cf. 原型炉設計合同特別チームでの議論
- ・プランC (発電実証を主目的とする装置の建設) cf. 第34回 原型炉開発総合戦略タスクフォースでの説明
- ・プランD (原型炉の第1期目標を「発電実証」として、後に多段階で改造)

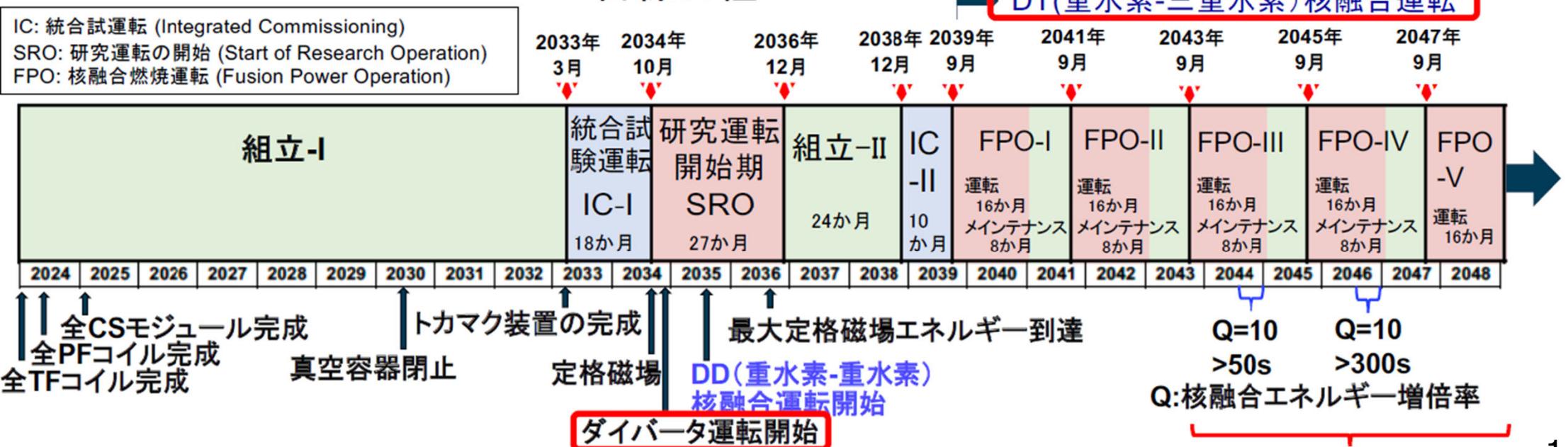
第36回原型炉開発総合戦略TF 資料(「原型炉研究開発ロードマップ」及び「原型炉移行判断」の見直し案) 抜粋 令和6年8月19日

- 「ITERによる $Q=10$ 程度以上の(数100秒程度以上)維持と燃焼制御の実証」の達成時期が2046年になる見通しであり、移行判断の見直しが必要。
- ITERの新ベースラインにおける「ダイバータ運転」と「DT核融合運転」を新たな判断基準とすることで、「原型炉段階への移行判断」のブレイクダウン（明確化）をしてはどうか。

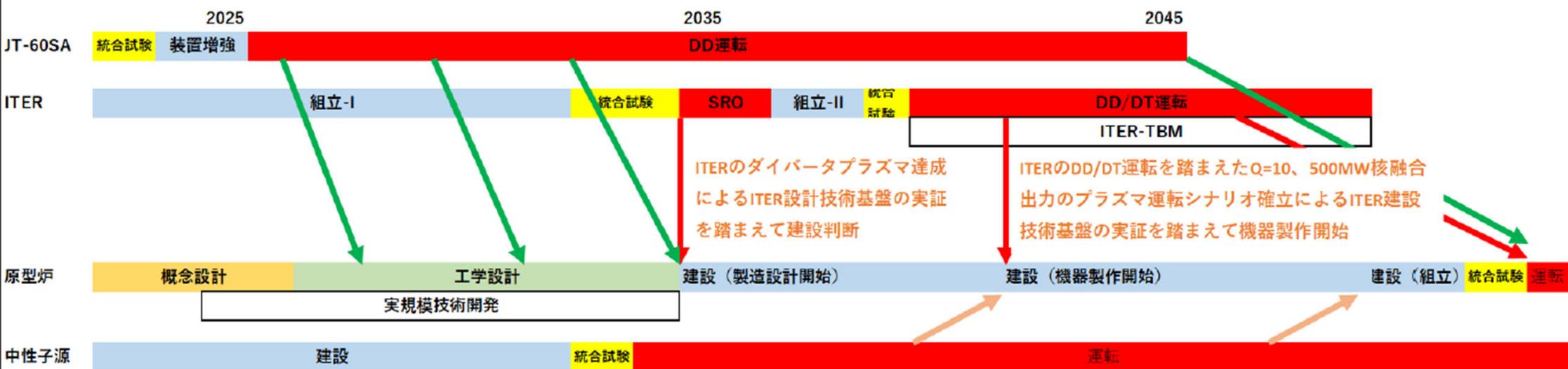
## ITER新ベースライン全体スケジュール

第35回原型炉開発総合戦略タスクフォース配布資料より

### 目標日程



- SROにおいてダイバータプラズマが達成できれば、**設計技術基盤を実証した**と考えることができ、それに基づいた**原型炉各機器の製造設計を開始**できるのではないかと。
- 短パルス低出力のDD/DT運転のデータを基に、Q=10、500MW出力のプラズマ運転シナリオが確立できれば、**建設技術基盤を実証した**と考えることができ、**原型炉各機器の製作を開始**できるのではないかと。



## 「原型炉段階への移行判断」 (核融合科学技術委員会 (第34回) 資料2) の明確化 (たたき台)

項目	原型炉段階への移行判断	「原型炉段階への移行判断」のブレイクダウン (明確化)		
		原型炉製造設計開始の判断	原型炉建設開始の判断	原型炉核融合運転開始の判断【P】
① ITERによる自己加熱領域での燃焼制御の実証	・ ITERによるQ=10程度以上の(数100秒程度以上)維持と燃焼制御の実証。	・ ITERのダイバータプラズマ達成によるITER設計技術基盤の実証。	・ ITERのDD/DT運転を踏まえたQ=10、500MW核融合出力のプラズマ運転シナリオ確立によるITER建設技術基盤の実証。	・ ITERによるQ=10程度以上の(数100秒程度以上)維持と燃焼制御の実証。

# 発電実証の早期実現にむけて、ITERサイズの原型炉が技術的に成立するかの検討を開始

第36回原型炉開発総合戦略TF 資料(「発電実証のさらなる前倒しの可能性」について) 一部改訂 令和6年8月19日



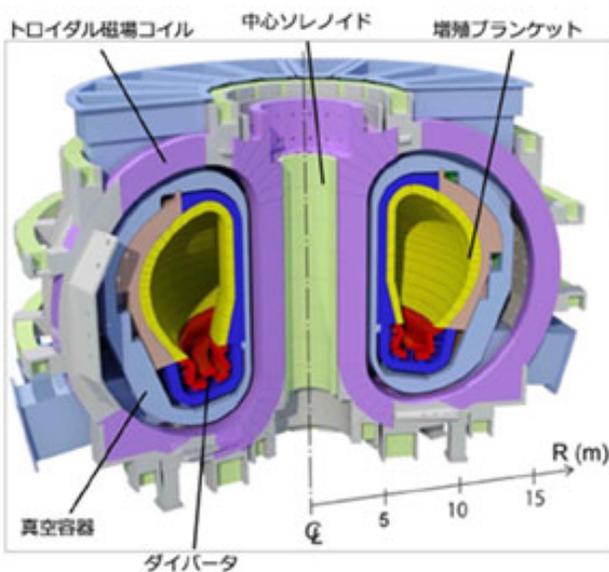
核融合科学技術委員会の提示した原型炉の目標

- ① 数十万kWの電気出力
- ② 実用に供し得る稼働率
- ③ 燃料の自己充足性

を満足するJA DEMOはITERの1.4倍のサイズ



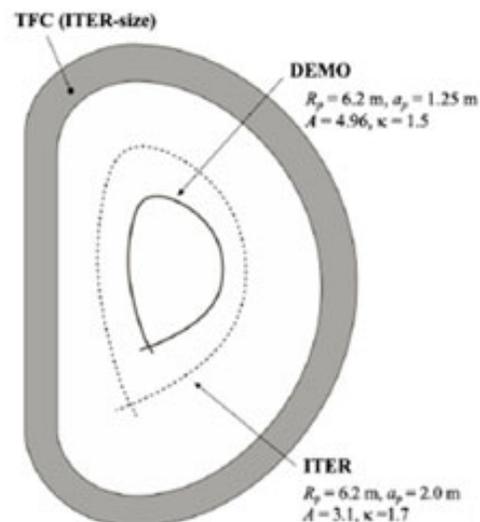
運転開始時から核融合科学技術委員会の目標①～③の同時達成を目指すのではなく、0.1GWクラスの発電実証を原型炉の第1期目標として定めることで移行判断の前倒しが可能ではないか、ということ念頭に、ITERサイズの原型炉が技術的に成立するかの検討を開始



**JA DEMO**  
 主半径：8.5m  
 小半径：2.42m  
 核融合出力：1.5GW  
 発電端出力：0.64GW

**検討例 (第1期)**  
 主半径：6.2m  
 小半径：1.25m  
 核融合出力：0.17GW  
 発電端出力：0.07GW

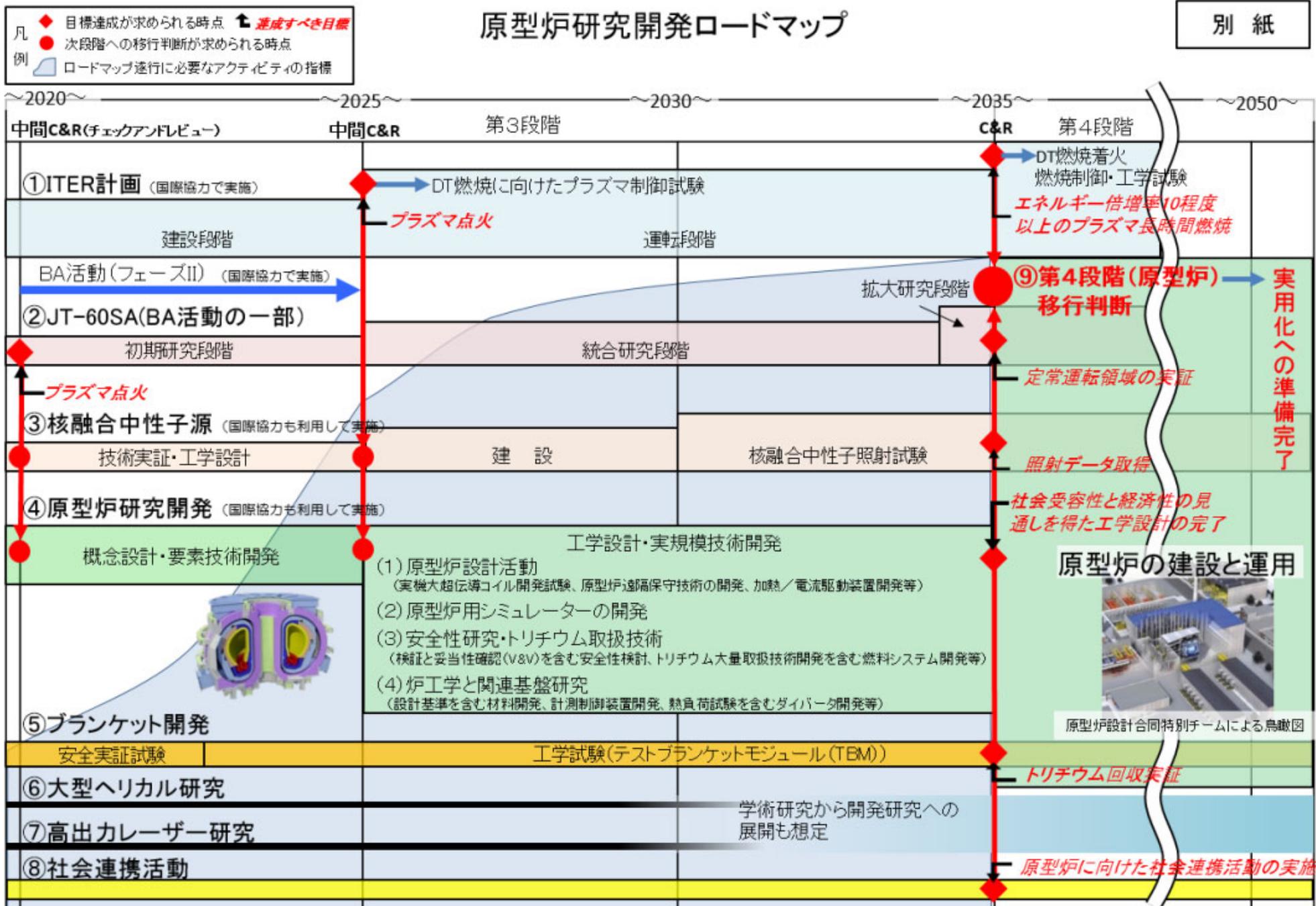
- ITERと同じサイズのトロイダル磁場コイルや真空容器に、JA DEMOで設計が進められている増殖ブランケットを導入した場合、JA DEMOの1/10程度の発電量が見込める
- 主要機器を段階的にアップグレードする(第1期～第3期) ことで性能向上をめざす



# (参考) 原型炉研究開発に関するこれまでの方針の主なポイント

## 原型炉研究開発ロードマップ (一次まとめ) (平成30年7月核融合科学技術委員会)

別紙



# 目次

---

1. フュージョンエネルギーを巡る環境の変化
2. 原型炉研究開発ロードマップの見直しに向けた検討
  - ①原型炉移行判断の見直しについて
  - ②発電実証の更なる前倒しの可能性について
3. 原型炉実現に向けた基盤整備
  - ①研究開発
  - ②人材育成
  - ③アウトリーチ活動
  - ④イノベーション拠点化

## 概要

○フュージョンエネルギーは、次世代のグリーンエネルギーとして、環境・エネルギー問題の解決策としての期待に加え、政府主導の取組の科学的・技術的進展もあり、諸外国における民間投資が増加。世界各国が大規模投資を実施し、国策として自国への技術・人材の囲い込みを強める中、日本の技術・人材の海外流出を防ぎ、我が国のエネルギーを含めた安全保障政策に資するため、「**フュージョンエネルギー・イノベーション戦略**」に基づく取組を加速する。

○特にフュージョンエネルギーの早期実現に向け、国際約束に基づき核融合実験炉の建設・運転を行う**ITER計画**、ITER計画を補完・支援する研究開発を行う**BA(幅広いアプローチ)活動**、**原型炉実現に向けた基盤整備**、ムーンショット型研究開発制度等を活用した**独創的な新興技術の支援**を推進する。

(参考1) 総合科学技術・イノベーション会議における岸田総理の発言(令和6年6月3日)

**新たな産業の芽となるフュージョンや量子等の重要技術**について、ゲームチェンジャーとなり得るコア技術の開発を進めるとともに、他の戦略分野との融合による研究開発に取り組んでいきます。

(参考2) 「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画2024年改訂版」(令和6年6月21日閣議決定)

**フュージョンエネルギー(核融合エネルギー)の実現**は、わが国の自律性の確保、産業振興を通じた国富の増大およびエネルギーを含む経済安全保障全般の強化に資することから、戦略、法制度、予算、人材面での強化が必要である。フュージョンエネルギーの早期実現と産業化を目指し、実証試験施設群の整備によるQST等のイノベーション拠点化や、スタートアップを含めた**官民の研究開発力を強化**する。

## ITER(国際熱核融合実験炉)計画

令和7年度要求・要望額：  
16,060百万円(14,306百万円)

- 協定：2007年10月発効
- 参加極：日、欧、米、露、中、韓、印
- 各極の費用分担(建設期)：

欧州(ホスト極) 45.5% 日本他6極 9.1%  
※各極が分担する機器を調達・製造し、ITER機構が全体の組立・据付を実施(南仏でITERを建設中)。

- 進捗：技術的に最も困難な機器であるトロイダル磁場(TF)コイルの全機納入など、各極及びITER機構において、機器の製造や組立・据付が進展。  
※ITER計画の日程・コスト等を定める基本文書「ベースライン」の最適化に向けて、2024年6月の理事会でITER機構から提案があり、各極で精査中。



ITERトロイダル磁場コイル  
納入完了記念式典  
(2024年7月1日)



ITERサイトの建設状況

- ITER機構の活動(ITER分担金) 6,410百万円(3,604百万円)
- 機器の調達・製造等(ITER補助金) 9,650百万円(10,702百万円)

## 先進的核融合研究開発

### BA(幅広いアプローチ)活動

令和7年度要求・要望額：  
12,226百万円(6,592百万円)

- 協定：2007年6月発効
- 参加極：日、欧(青森県六ヶ所村、茨城県那珂市で実施)
- 進捗：世界最大のトカマク型超伝導プラズマ実験装置「JT-60SA」が「初プラズマ」を生成。



JT-60SA  
運転開始記念式典  
(2023年12月1日)

### 原型炉実現に向けた基盤整備

- 原型炉実現に向けた研究開発、人材育成、イノベーション拠点化等の基盤整備を実施。

- BA(幅広いアプローチ)活動 11,211百万円(6,066百万円)
  - ① 国際核融合材料照射施設に関する工学実証・工学設計活動 604百万円(657百万円)
  - ② 国際核融合エネルギー研究センター等 2,248百万円(2,117百万円)
  - ③ サテライト・トカマク計画 8,359百万円(3,293百万円)
- 原型炉実現に向けた基盤整備 1,015百万円(526百万円)

## 関連予算

- ムーンショット型研究開発制度を活用し、フュージョンエネルギーが実現した、未来社会からのバックキャスト的なアプローチによる挑戦的な研究を支援。
- ※その他、核融合科学研究所の超高温プラズマ学術研究基盤(LHD)計画に係る経費を国立大学法人運営費交付金に別途計上。

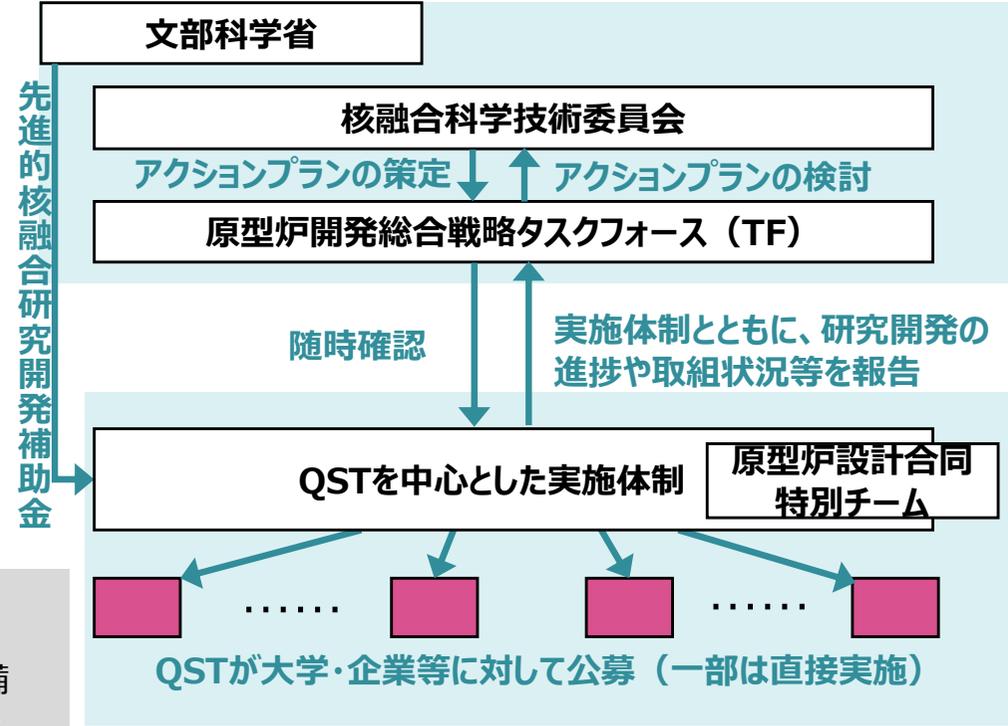
# 原型炉実現に向けた基盤整備（研究開発）

- ◆ フュージョンエネルギーの早期実現に向け、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を踏まえ、量子科学技術研究開発機構(QST)を中心に、アカデミアや民間企業を結集して技術開発を実施する体制を構築し、**将来の原型炉開発を見据えた研究開発を加速**する。
- ◆ 原型炉開発に向けて、QSTを中心としつつ、大学や企業等も参加する実施体制を構築するため、「原型炉開発に向けたアクションプラン(令和5年7月改訂版)」に基づき、項目別に公募を実施するなど、**大学や企業等の更なる参画を促すための仕組みを導入**する。
- ◆ 研究開発の進捗や取組状況については、核融合科学技術委員会原型炉開発総合戦略タスクフォース等において、随時確認。

**(参考) 原型炉開発に向けたアクションプラン(令和5年7月改訂版)項目**

0. 炉設計	4. 加熱・電流駆動システム	8. 核融合炉材料と規格・基準
1. 超伝導コイル	5. 理論・シミュレーション	9. 安全性
2. ブランケット	6. 炉心プラズマ	10. 稼働率と保守
3. ダイバータ	7. 燃料システム	11. 計測・制御
		12. サイト整備
		13. 社会連携
		14. レーザー方式

## <体制図>



**【参考】フュージョンエネルギー・イノベーション戦略（令和5年4月14日 統合イノベーション戦略推進会議決定）**

- **将来の原型炉開発を見据えた研究開発を加速すること【文】**  
 将来の原型炉に向けた設計を加速するため、民間企業の更なる参画を促すための仕組みを導入するとともに原型炉の研究開発を推進する。
- **スタートアップを含めた民間企業等による新技術を取り込むことを念頭において原型炉開発のアクションプランを推進すること【文】**  
 ITER計画等の研究成果を基に作成したアクションプランは合理的であるため、それをベースにする一方、フュージョンエネルギーの早期実現やコストダウン等に貢献する新興技術や国際協力を柔軟に取り込むべきである。  
 また、原型炉開発に必要な技術ニーズが民間企業には不明確なことから、自社の技術レベルとのギャップを測ることができず、参画に足踏みされる。加えて、長期かつ困難な技術開発を伴うプロジェクトであることから、その開発において適切な技術ロードマップを作成の上、ステージゲート方式を導入し、適切な進捗管理を行う。
- **原型炉開発に向けてQSTを中心に、アカデミアや民間企業を結集して技術開発を実施する体制、民間企業を育成する体制を構築すること【文】**  
 原型炉への移行判断の後に体制を構築しては産業化に乗り遅れるため、体制構築に向けた議論を令和5年度より開始する。ただし、原型炉開発の主体のいない現状においては、まずはQSTを中心としつつ民間企業も参加する実施体制を構築するとともに、進展に応じて適切な体制とする。それにより、商用炉の主体となりうる民間企業を育成する。

# 原型炉実現に向けた基盤整備（研究開発）

## ○具体的な取組の方向性

- ◆ 来年度は、令和6年度の取組を継続し、特に「原型炉開発に向けたアクションプラン」の「0.炉設計」において、**原型炉概念の統合設計**に向けて、トカマク複合建屋内の機器・設備の検討及び配置設計を実施するとともに、安全性向上・コスト低減等のため、トカマク本体、プラント設備、安全設備などの基本構造の簡素化の検討や成立性の確認等を実施する。
- ◆ さらに、「5.理論・シミュレーション」において、炉心プラズマ統合コードの開発や、「10.稼働率と保守」において、保守・保全計画の検討に関して、新たに公募を実施するなど、原型炉開発に向けて、**大学や企業等の更なる参画を促進**する。
- ◆ 併せて、今年度より、**国際標準化を戦略的に主導**するため、「研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム(BRIDGE)」における標準活用加速化支援事業を活用し、今後の国際的なサプライチェーン形成を主導し、海外市場の獲得を図るため、構成部品・建設等に係る国際標準化を加速するとともに、国内外の安全規制と規格の関連性についても調査検討を進める。

### QST 令和6年度研究開発の取組状況（QST実施分）

AP項目	研究開発項目	取組み状況
0. 炉設計	概念設計及び機器・設備の製作性検討と開発項目の抽出	原型炉概念の統合設計に向けて、トカマク複合建屋内の機器・設備の検討と配置設計を実施中。また、概念改良によりさらなる加速を仮定した際の得失についても検討の範囲に含めようとしている。
1. 超伝導コイル	矩形導体機械試験	製作コスト低減オプションの有力候補である矩形導体レイヤー巻概念成立性の鍵となる「2段曲率導体」による応力低減効果を検証するため、2段曲率のダミー導体を試作し機械試験を実施予定
7. 燃料システム	大量トリチウム取扱施設に関する技術・設計検討	数10グラム規模のトリチウムが使用できる大量トリチウム取扱施設の建設を目指し、過去の地質調査に基づく候補地の選定と許認可に対応する建屋の概念設計に着手
8. 核融合炉材料と規格・基準	A-FNSの加速器・照射モジュール・試験施設等に関する工学設計	A-FNS加速器の高エネルギービーム輸送系の真空設計の確立を目的として、リチウムループとビーム輸送系の模擬試験装置を用いた真空実験を実施中。A-FNS試験施設の試験セル壁構造体の核熱設計、遮蔽設計、中性子利用を考慮した試験施設設計を実施中
	核融合炉構造材料の標準化活動	低放射化フェライト鋼F82Hの標準化に向けたデータ拡充を進めるとともに、製作技術の信頼性評価の一環として、同一事業者・同一調達仕様による試作を通じた繰り返し性(Repeatability)評価に着手
	構造規格に関する予備検討	構造規格の策定に向けたQST体制を構築し、予備検討に必要な真空容器の構造概念設計を実施中
10. 稼働率と保守	保守・保全計画の検討	保守・保全計画を検討するためのQST体制を構築し、原型炉の保守・保全計画における課題と対策の検討に着手

### QST 令和6年度研究開発の取組状況（公募分）

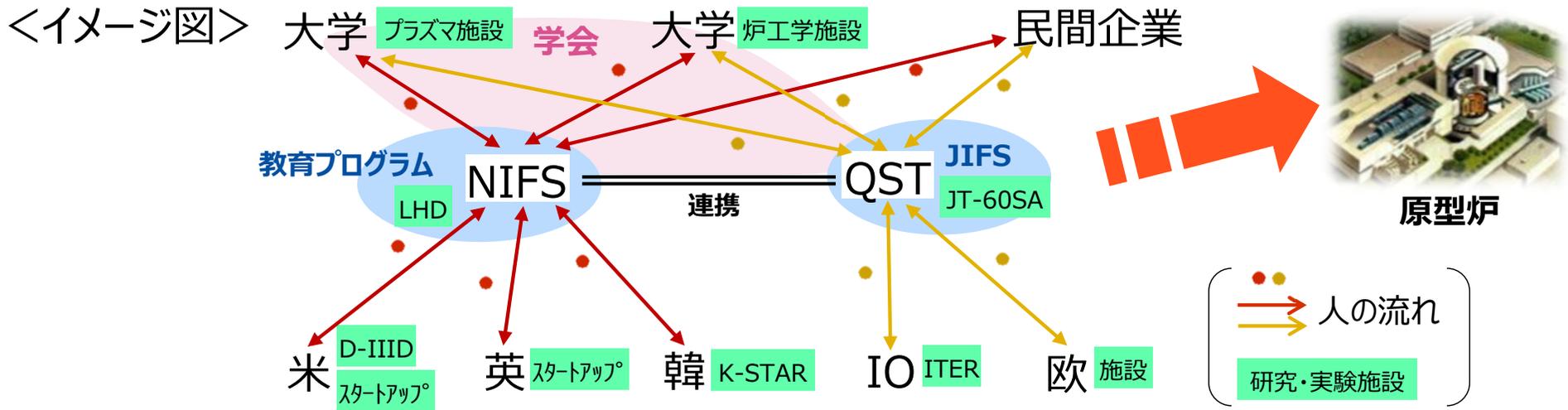
AP項目	研究開発項目	取組み状況	
0. 炉設計	小規模技術開発	ダイバータ冷却ユニットに関するR&Dを実施予定(仕様調整中)	競争入札
1. 超伝導コイル	高強度構造材料の試作・試験	候補組成の小溶解材の試作及び極低温での機械試験を実施予定(仕様調整中)	競争入札
	超伝導導体の試作・試験	高強度超伝導線材の試作および極低温での特性試験、短ピッチ撚線成形試験を実施予定(仕様調整中)	確認公募
2. ブランケット	ブランケット・リミターシステムの概念設計	円筒型ブランケットの構造設計、遠隔機器と整合するリミター構造概念を実施予定(公告手続中)	競争入札
3. ダイバータ	定常高密度プラズマ実験装置に関する検討	ダイバータシミュレーションコードを用いた感度解析等に基づくダイバータ級定常高密度プラズマ実験装置の検討、非接触プラズマデータ取得、物理モデル高度化を実施予定(公募手続中)	確認公募
4. 加熱・電流駆動システム	原型炉用高周波負イオン源の開発	数十キロワット級のフィラメントアーク放電及びRF放電の負イオン源において、低ガス圧放電の放電特性、負イオンビームの発散角の計測および評価を実施予定(公募手続中)	確認公募
9. 安全性	安全性評価コードの開発	通常運転時に原型炉から放出される微量トリチウムの環境中での拡散を評価するコードの開発、合理的な計測手法の開発等を実施予定(公募手続中)	確認公募
11. 計測・制御	原型炉に向けた計測器の検討・開発	原型炉のための線積分トムソン散乱法の開発研究を実施予定(公募手続中)	確認公募

# 原型炉実現に向けた基盤整備（人材育成）

- ◆ フュージョンエネルギーの実現には、長期にわたる研究開発が必要であり、そのためには**連続的かつ長期的な人材育成・確保**が必須。「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を踏まえ、原型炉開発などに携わる**人材を戦略的に育成**するとともに、**関連人材の母数を増加**させる。
- ◆ 原型炉研究開発に必要な人材確保に向け、「核融合エネルギー開発の推進に向けた人材の育成・確保について（核融合科学技術委員会）」の議論も踏まえ、大学共同利用機関である核融合科学研究所(NIFS)を中核機関として、共同研究ネットワークや各国との協力事業の枠組みなども活用し、**大学間連携による総合的な教育システム**を構築する。併せて、大学院教育と国内外の大型研究装置との連携を促進するため、量子科学技術研究開発機構(QST)等とも連携し、**JT-60SA/ITER等を活用した人材育成**を実施。
- ◆ 人材育成の進捗や取組状況については、核融合科学技術委員会 原型炉開発総合戦略タスクフォース等において、随時確認。

**【参考】フュージョンエネルギー・イノベーション戦略（令和5年4月14日 統合イノベーション戦略推進会議決定）**

- **将来のキャリアパスを明確化し、フュージョンエネルギーに携わる人材を産学官で計画的に育成すること【文】**  
 原型炉開発などのフュージョンエネルギーに携わる人材の戦略的な育成のため、原子力分野等を含む産業界やアカデミアからの若手人材を、ITER計画やJT-60SA等の国内外の大型計画に対して派遣する取組を推進する。その派遣された人材が、継続的にフュージョンエネルギーのポストで活躍するといった人材の流動化が起きるよう、所属機関でのポジションを維持したまま派遣するなど、キャリアパスに配慮する。
- **国内大学等における人材育成を強化するとともに、他分野や他国から優秀な人材を獲得する取組を行うこと【文】**  
 少子化により人材が不足している日本において、フュージョンエネルギー人材の母数を増加させるため、核融合科学の学際化を進めて幅広い頭脳循環を実現することで、他分野や海外から人材を獲得する。複数大学からの学生や若手研究者、海外からの人材等が参加し、フュージョンエネルギーに関して俯瞰的に学習できる教育プログラムの提供に向けた検討を進める。

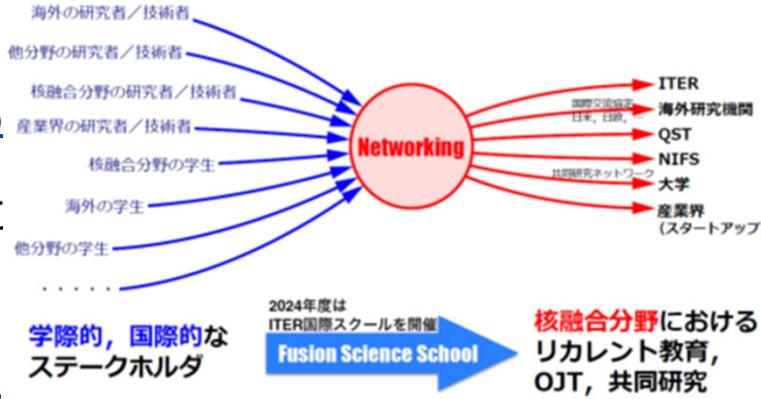


# 原型炉実現に向けた基盤整備（人材育成）

## ○具体的な取組の方向性

### （1）大学間連携による総合的な教育システムの構築

- ✓ 核融合は複数分野に跨る学際的な分野であり、原型炉開発を担う人材を継続的・安定的に育成・輩出するためには、フュージョン エネルギーに関して、**俯瞰的に学習できる教育プログラムを提供**することが重要。また、**大学院教育と国内外の大型装置との連携を促進し、国内外の大規模研究施設での研究・実験に参画する機会**を拡大することにより、専門性の向上や普遍的な技術力の獲得、人脈の形成なども期待される。
- ✓ そのため、大学共同利用機関である**核融合科学研究所(NIFS)を中核機関**として、**共同研究ネットワークや各国との協力事業の枠組なども活用し、国内外の大型装置研究や関連学会、フュージョンエネルギー産業協議会(J-Fusion)等との協調**により、**総合的な教育システム**を構築。その際、大学等の履修制度や参加者の関心、技術の動向等に配慮し、教育プログラムの設計段階から大学等と密に調整を行う。
- ✓ 2024年の「**ITER国際スクール(IIS)**」のホストは日本が務めることとなっており、核融合科学研究所(NIFS)が大学等と連携して実施予定。**ITER参加7極の学生や若手研究者が日本に集結**し、合宿形式で核融合の専門分野について学ぶとともに、国際的な人脈を形成。
- ✓ 来年度以降は、「ITER国際スクール(IIS)」の経験や日米共同声明や日欧共同プレス声明も踏まえつつ、Fusion Science Schoolを実施するなど、**原型炉開発などのフュージョンエネルギーに携わる人材を戦略的に育成**する。



**IIS2024** 13th ITER International School  
~Magnetic fusion diagnostics and data science~  
December 9-13, 2024 Nagoya Prime Central Tower, Nagoya (Japan)

**【参考】核融合エネルギー開発の推進に向けた人材の育成・確保について（平成30年3月28日 核融合科学技術委員会）**

• **大学間で連携した総合的な核融合教育システムの構築（大学）**  
日本では世界的にも第一線の著名研究者が各大学等に在籍する一方、それらの大学等が日本全国に分散しているために各大学等の核融合研究・教育は比較的小規模に行われていることが多い。そのような状況の下でも、各大学等で強みや特色のある研究教育を打ち出し、これまで多くの人材が輩出されてきた。しかし、原型炉は総合工学であるため、その開発を牽引する人材は核融合技術を俯瞰的に見ることが、これからは必要となってくる。そのような幅広い知見の基礎となる大学院教育を実施するには、各大学等の強みや特色は活かしつつ日本全国の研究者が連携して実施する、質の高い総合的な核融合教育システムの構築が期待される。

# 原型炉実現に向けた基盤整備（人材育成）

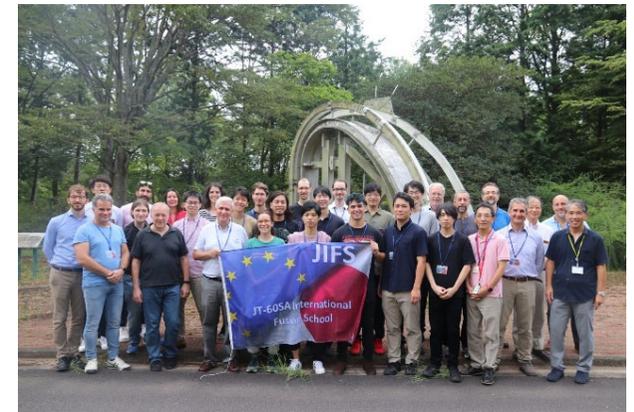
## ○具体的な取組の方向性

### （2）JT-60SA国際核融合スクール(JIFS)の強化

- ✓ **JT-60SA**は、茨城県の量子科学技術研究開発機構(QST)那珂研究所にある、**日欧が共同建設した、現時点では世界最大のトカマク型超伝導プラズマ実験装置**。昨年10月23日、**初めてプラズマを生成**。
- ✓ 2023年9月、将来の核融合研究開発を担う人材の育成、国際ネットワークの構築を目的として、日欧の学生や若手研究者を対象とした「**JT-60SA国際核融合スクール(JIFS)**」の第1回を開催。
- ✓ 2023年12月1日、JT-60SA運転開始記念式典の際に、盛山文部科学大臣とシムソン欧州委員が署名した「**共同プレス声明**」に従い、実習内容等を強化。第2回JIFSを2024年8月26日より開催。国内外の関連施設への訪問も実施。

#### 【参考】第2回JT-60SA国際核融合スクール(JIFS)の概要

主催：QST、EUROfusion  
日程：2024年8月26日～9月6日（2週間）＋関連施設訪問  
参加者：日欧、各10名（博士、ポスドク等）  
講師陣：日欧、ITER機構から第一線の研究者等の講師23名で構成  
内容：プラズマ物理・核融合工学に関する講義・実習・視察等を実施



### （3）ITER機構との連携による人材育成・流動性向上

- ✓ 世界最大の核融合炉を建設中のITER計画に参画する人数を増加させることで、将来の原型炉建設に向けた知見を手に入れる。
- ✓ そのため、ITER機構が整備している人材派遣制度の更なる活用を含め、**学生や若手研究者・技術者をより多くITER機構に派遣するための仕組みを設計**。また、他極と比べて相対的に少ない日本人のITER機構職員等の数を増やすための取組を実施。



# 原型炉実現に向けた基盤整備（アウトリーチ活動）

- ◆ フュージョンエネルギーの実現には、社会との情報の共有と不断の対話が必要。そのため、「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」に基づき設置された**アウトリーチヘッドクォーター**について、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を踏まえ、**体制を強化**するとともに、**アウトリーチ活動の充実**を図る。社会的合意を形成するまでの活動内容を、ターゲット層と共に段階的に整理し、戦略的に推進する。
- ◆ アウトリーチ活動の進捗や取組状況については、核融合科学技術委員会 原型炉開発総合戦略タスクフォース等において、随時確認。

**【参考】フュージョンエネルギー・イノベーション戦略（令和5年4月14日 統合イノベーション戦略推進会議決定）**

- ・ **国民の理解を深めるアウトリーチ活動を実施すること【文】**  
 社会的受容性を高めながらフュージョンエネルギーの実用化を進めていくためアウトリーチヘッドクォーターの体制を強化し、フュージョンエネルギーへの国民理解を深める活動を推進する。

## （参考）アウトリーチヘッドクォーターの概要

項目	内容
設立	2019年2月
目的	大学及び研究機関が個別に実施しているアウトリーチ活動を集約させ、一体となって戦略的な活動を実施すること
構成	以下の機関の若干名をもって組織 ①核融合科学技術委員会・原型炉開発総合戦略タスクフォース(TF) ②文部科学省研究開発戦略官付 ③量子科学技術研究開発機構(QST) ④核融合科学研究所(NIFS) ⑤大阪大学レーザー科学研究所 ※必要に応じ、その他の関係者の協力
運営	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発戦略官付の協力を得て、QST及びNIFSが共同で運営の庶務</li> <li>検討状況は適宜委員会及びTFへ報告</li> </ul>

## （参考）年度別のターゲット層と重点度

原型炉開発に向けたAP		AP12. サイト整備（立地条件検討等）										
年度		FY2024	FY2025	FY2026	FY2027	FY2028	FY2029	FY2030	FY2031	FY2032	FY2033	
年度別の目標	国民との対話の手法の確立	● コンテンツの整理 ● ツールの構築			国民との対話の場の構築 ● 構築したツールを活用して、国民との合意形成に向けた対話の実施				国民との社会的な合意形成 ● 核融合エネルギーの社会実装に向けて、社会的な合意を形成			
	活動内容	組織整備 実態把握			実態把握				実態把握			
ターゲット層と重点度	小中高生	○			◎ 国民との対話を通した双方向性のイベントの開催				◎			
	大学・院生	◎ 投資家やステークホルダーとの対話を通した交流イベントの開催			○				◎			
	社会人（非関係者・教育関係者）	○			◎ 国民との対話を通した双方向性のイベントの開催				◎			
	社会人（産業界）	◎ 投資家やステークホルダーとの対話を通した交流・イベントの開催			◎				◎			

# 原型炉実現に向けた基盤整備（アウトリーチ活動）

## ○具体的な取組の方向性

- ◆ 核融合科学研究所(NIFS)に**人材育成・アウトリーチ委員会**を組織。学会、大学、QST、産業協会等とも連携し、サイエンスコミュニケーター等による専門的な支援を得て、アウトリーチ活動の内容を具体化するとともに、公募による新規企画を実施。リスクコミュニケーションによる国民理解の醸成等の環境整備を一体的に推進。
- ◆ なお、来年度は、ITER機構と連携して、QSTを中心として大阪万博における広報活動支援も併せて実施。

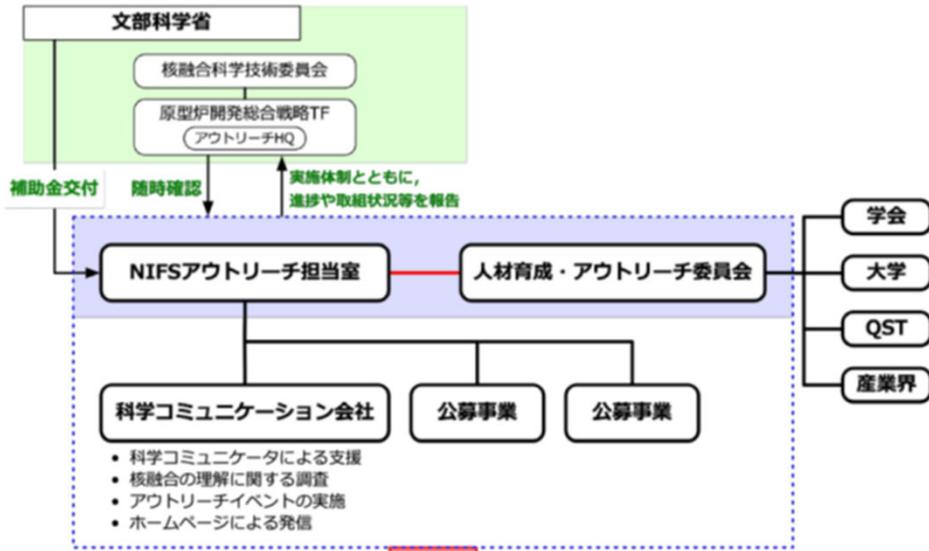


## 令和6年度におけるアウトリーチ活動の活動内容（案） ～アウトリーチHQでの検討を受けて～



- (1) サイエンスコミュニケーター等による専門的な支援**  
①原型炉実現に向けて、リスクコミュニケーションの観点から、国民と適切に意思疎通を図るための手段の検討、②各機関の求めに応じて、アウトリーチ活動に関する助言を行うため、サイエンスコミュニケーターを雇用する。下記の(2)～(5)において、組織的かつ効率的にサイエンスコミュニケーターを活用する。また、NIFSの事務局機能を強化するため、人員を雇用する。
- (2) アウトリーチHQ主催のアウトリーチイベントの開催**  
原型炉実現に向けて、国民に周知を図るため、HQ主催によりアウトリーチイベントを行う。実施に当たっては、①HQで定めた中長期的な目標及び年度別のターゲット層に適合すること、②核融合に関する国の検討状況等も踏まえながら、イベントの内容、回数、開催場所等を検討する。
- (3) 公募による新規アウトリーチ企画**  
原型炉実現に向けた各機関におけるアウトリーチ活動を支援するとともに、国全体のアウトリーチ活動の活性化を図るため、大学、研究機関、学会、産業界等における、各機関のアウトリーチ活動に関する企画を公募し、開催費用の一部を支援する。
- (4) 実態把握調査の実施に向けた検討**  
エビデンスに基づいたアウトリーチ活動を戦略的に推進するため、国民のフュージョンエネルギーに対する認識やアウトリーチ活動の目標の達成度を把握するための調査を実施する。令和6年度は、翌年度の実施に向けて、①調査項目、②対象年齢、③対象人数、④調査方法、⑤今後の実施頻度等について検討するとともに、必要な準備を行う。これに基づき、令和7年度に実態把握調査を実施する。
- (5) ホームページの改訂等による対外的発信の強化**  
アウトリーチ活動に使用する教材が不足していることが、活動の遅れにつながることはないよう、フュージョンエネルギーに関するコンテンツを整理し、ホームページの改訂や新たなコンテンツを作成する。これにより、例えば、教員が学校で使用するなど、ホームページ上で自由にコンテンツを使用することが可能となる。上記に加えて、エネルギーフォーラムが実施しているITER/BA成果報告会を、アウトリーチ活動の一環と明確に位置づけ、一体的にアウトリーチ活動を推進。

### <体制図>



以上の活動により、国民との多様な対話の場の形成を進め、原型炉実現に向けた基盤を整備する。

国民との社会的合意形成

# 原型炉実現に向けた基盤整備 (イノベーション拠点化)

- ◆ 現在、世界各国が大規模投資を実施し、国策として自国への技術・人材の囲い込みが更に加速する中、日本の技術・人材の海外流出を防ぎ、量子科学技術研究開発機構(QST)や核融合科学研究所(NIFS)、大学等の体制を強化し、中国の大規模試験施設群(CRAFT)や英国のカラムセンター(CCFE)等も参考に、アカデミアや民間企業を結集して技術開発を実施する体制やスタートアップ等への供用も可能とする**実規模技術開発のための試験施設・設備群を整備**する。
- ◆ ITER計画やBA活動で得られた技術や人材が散逸する前に研究開発を加速すべく、**工学設計・実規模技術開発に不可欠な大規模施設・設備の整備**にできるだけ早く着手することが必要。また、試験施設・設備群の整備は、ITER計画からの切れ目ない新たなアンカーテナンシーとしての役割も合わせ持つため、**これまで培った技術・人材を活用した産業育成としても重要**。
- ◆ 核融合研究では、大型の実験設備や安全面の管理が必要であるため、QSTやNIFS等の研究機関が、スタートアップ等の産業界に供用することで、**スタートアップを含めた官民の研究開発力強化**につながる。なお、今後の基盤整備に向けては、大型設備に加えて、既にある大学等の基盤を活用するシステムを構築することで、既存の設備を含めて、効率的に運用していく。



<中>CRAFT



<英>Culham Centre for Fusion Energy

**【参考】新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画2024年改訂版 (令和6年6月21日閣議決定)**  
 フュージョンエネルギーの早期実現と産業化を目指し、実証試験施設群の整備によるQST等のイノベーション拠点化や、スタートアップを含めた官民の研究開発力を強化する。

**QST 那珂研究所における基盤整備案**

- 超伝導機器試験施設 (増強・新設)
- プラズマ対向機器(ダイバータ)試験施設 (増強)
- 超伝導加熱装置試験施設 (増強)
- 炉心プラズマ研究開発拠点 (中央変電所更新)
- 計測装置研究開発拠点 (増強)
- 炉心プラズマ研究開発拠点 (共同研究棟新設)

**QST 六ヶ所研究所における基盤整備案**

- 六ヶ所研究所 (土地の購入と拡張、電源設備の増強)
- 超伝導試験装置 (増強)
- 安全実証試験装置 (増強)
- 炉心プラズマ研究開発拠点 (共同研究棟新設)
- 計測装置研究開発拠点 (増強)
- 炉心プラズマ研究開発拠点 (中央変電所更新)
- 計測装置研究開発拠点 (増強)
- 炉心プラズマ研究開発拠点 (共同研究棟新設)

**研究基盤と環境の整備計画**

- 基礎技術開発実験棟**
  - 先進炉材料研究開発
  - 中性子照射試験
  - 中性子ビーム研究開発
- 高温プラズマ実験棟**
  - 超伝導・低圧プラズマ実験
  - 超伝導・低圧実験棟
- 材料研究・分析センター**
  - 超伝導・低圧実験棟
  - ベンチャーラボ
- 計測技術開発実験棟**
  - 先進計測技術研究開発
- 国際フュージョンエネルギー連携センター**
  - 先進計測技術研究開発
- シミュレーション科学棟**
  - 先進計測技術研究開発