

原型炉実現に向けた基盤整備について

～将来の原型炉開発を見据えた研究開発・人材育成等～

研究開発戦略官付
(核融合・原子力国際協力担当)

目次

1. 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

背景

- 世界各国が人類共通の課題としてカーボンニュートラルに向けた目標に取り組むを加速する中、我が国も2050年のカーボンニュートラル実現を掲げて、様々な取組を進めている。
 - 国際的なエネルギー情勢が大きく変化する中、エネルギー安全保障の確保が重要な課題。
 - フュージョンエネルギーは、①カーボンニュートラル②豊富な燃料③固有の安全性④環境保全性といった特長を有することから、エネルギー問題と地球環境問題を同時に解決する次世代のエネルギーとして期待。
 - 国際協力を進めてきたITER計画の進捗も踏まえながら、各国独自の取組が加速し、スタートアップへの投資も増加。フュージョンエネルギーを新たな産業として捉え、構築されつつある世界のサプライチェーンに我が国としても時機を逸せずに参加すること等の多面的なアプローチが必要。
- ➡ ITER計画/BA活動、原型炉開発と続くアプローチに加え、産業化等の多面的なアプローチによりフュージョンエネルギーの実用化を加速。

政府文書等における関連の記載

- 半導体、バイオ、フュージョンエネルギー、AI(人工知能)など、年末に向けて、予算、税制、規制のあらゆる面で、世界に伍して競争できる投資支援パッケージをつくってまいります。
 ※岸田内閣総理大臣 第211回通常国会閉会時記者会見(令和5年6月21日)
- OI、量子技術、健康・医療、フュージョンエネルギー、バイオものづくり分野において、官民連携による科学技術投資の抜本拡充を図り、科学技術立国を再興する。
 ※「経済財政運営と改革の基本方針 2023」(令和5年6月16日閣議決定)
- 戦略的に取り組むべき基盤技術(5)フュージョンエネルギー「今後の取組方針」
 ・ITER計画/BA活動を通じてコア技術を獲得する。【文】
 ・将来の原型炉開発を見据えた研究開発を加速する。【文】
 ※「統合イノベーション戦略 2023」(令和5年6月9日閣議決定)

概要

フュージョンエネルギーの実現に向け、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略(令和5年4月 統合イノベーション戦略推進会議)」を踏まえ、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幅広いアプローチ(BA)活動、原型炉実現に向けた研究開発及び人材育成等の基盤整備や、ムーンショット型研究開発制度を活用した独創的な新興技術の支援を、長期的視野に立って実施。

ITER計画

令和6年度予算額(案)：14,306百万円(16,742百万円)
 令和5年度補正予算額：3,800百万円

- 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)：

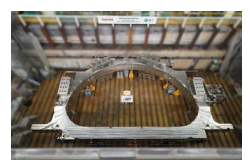
欧州	日本	米国	ロシア	中国	韓国	インド
45.5%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%

- ※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
- 計画：【運転開始】2025年12月、【核融合運転開始】2035年12月

※新型コロナウイルスや「世界初」の機器製作の技術的挑戦により発生した遅延からの回復、将来のリスク緩和を考慮に入れつつ、現在、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、更新中。

- 進捗：各極及びITER機構において、機器の製造や組立・据付が進展。日本からの最後のトロイダル磁場コイル(TF)コイルが搬入されるなど、我が国に調達責任のある機器の製作や納入が着実に進展。

- ITER機構の活動(分担金) 3,604百万円(5,412百万円)
- 量子科学技術研究開発機構(QST)における、ITER機器の製造等(補助金) 10,702百万円(11,329百万円)



BA活動等

令和6年度予算額(案)：6,592百万円(4,554百万円)
 令和5年度補正予算額：1,138百万円

- 協定：2007年6月発効
- 実施極：日、欧
- 実施地：青森県六ヶ所村、茨城県那珂市
- 進捗：日欧が共同建設した世界最大のトカマク型超伝導プラズマ実験装置「JT-60SA」が令和5年10月に「初プラズマ」を生成。
- プラズマ制御装置など、運転本格化に必要な経費を計上するとともに、原型炉実現に向けた研究開発及び人材育成等の基盤整備を実施。



- QSTにおける、日欧共同による「幅広いアプローチ(BA)活動」の推進(補助金)
 - ①超伝導プラズマ実験装置「JT-60SA」の運転・整備 3,293百万円(1,945百万円)
 - ②材料照射施設に関する工学実証・工学設計活動 657百万円(640百万円)
 - ③国際核融合エネルギー研究センター等 2,117百万円(1,722百万円)
- 原型炉実現に向けた基盤整備(研究開発・人材育成等) 526百万円(246百万円)

ムーンショット型研究開発制度

令和5年度補正予算額：20,000百万円

- ITER等で培った技術も活かし、多様な社会実装に向け、小型化・高度化等の独創的な新興技術の支援策を強化するため、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の支援を強化。

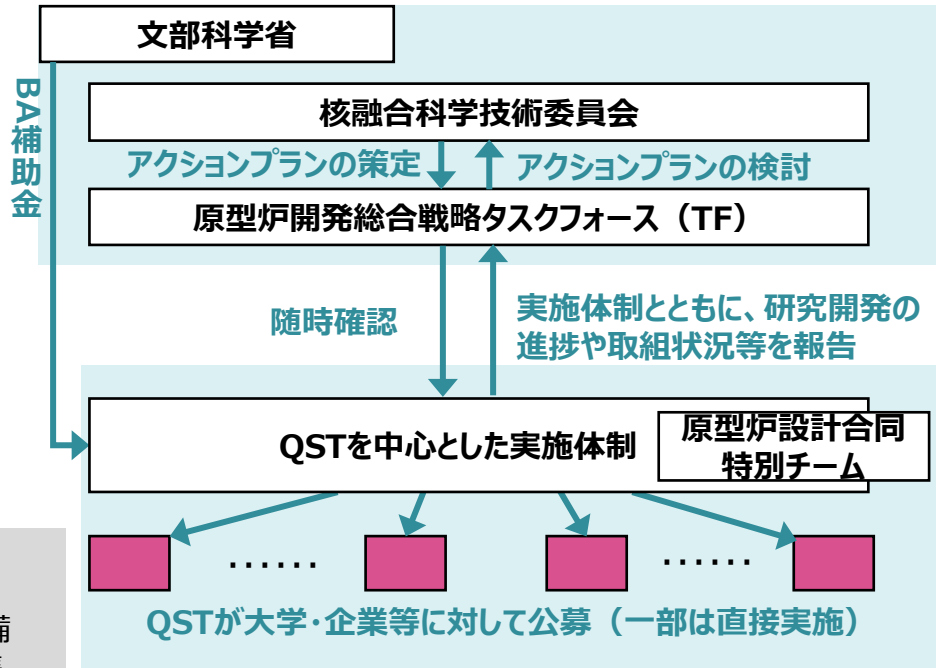
原型炉実現に向けた基盤整備（研究開発）

- ◆ 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。

- 第2回中間Check&Reviewに向け、アクションプランに沿って、オールジャパン体制で原型炉研究開発に取り組む必要がある。
- 原型炉設計合同特別チームにおける活動状況と第1回中間C&Rでの課題に対する取組状況を踏まえ、令和6年度に、BA補助金「原型炉に向けた基盤整備」に基づき、優先的に実施すべき研究開発項目を選定した。
- 表に◎が記載されていないアクションプラン項目の研究開発を実施しないという意味ではなく、QSTもしくは特別チームのリソースの範囲内で各項目の研究開発は継続予定となっている。
- なお、公募事業としての研究開発項目の実施にあたっては、QSTのウェブサイトで公告する「競争入札」もしくは「確認公募」により、委託者を決定する。



まとめ

※太字は達成目標に直接関係するもの

アクションプラン項目	CR1での主な指摘	CR2に向けた主な取組(上段)と課題(下段)
1.超伝導コイル	設計のブラッシュアップと試作試験による検証	●コスト低減概念の検討 ✓巻線及び導体の試作・試験の早急な実施
2.ブランケット	円筒型ブランケット設計の詳細化と原型炉TBM概念検討の継続	●円筒型ブランケット概念の簡素化 ✓製作・運用コスト低減に向けた検討
3.ダイバータ	シミュレーションの比較と実験の検証、補修技術の検討	●モデルの改良と詳細な機器設計検討 ✓高密度ダイバータプラズマ試験設備の概念設計
4.加熱・電流駆動システム	セリウムフリー負イオン源検討の継続と原型炉ECシステムの検討	●原型炉用NB及びECシステムの検討 ✓開発試験施設の検討
5.理論・シミュレーション	DIVや炉心プラズマ統合SMCのJT-60SA・ITER実験への適用、検証及び継続開発	●コード開発やシミュレーション研究の継続 ✓人的資源の増強と計算機資源の継続的確保
6.炉心プラズマ	運転シナリオやELM抑制が可能な運転領域の適用可能性の検討	●運転シナリオやELM抑制法の検討 ✓実現性の見直し向上、炉心パラメータ最適化等
7.燃料システム	「D/T混合固体ベレット入射供給技術の開発」の加速	●燃料サイクルシミュレータに向けた検討 ✓大量トリチウム取扱施設の概念設計
8.核融合炉材料と規格・基準	接合被覆部の照射データの拡充と先進材料の絞り込み	●溶接部照射研究及び磁場下高食挙動評価 ✓照射場確保、照射効果予測、構造設計技術開発
9.安全性	国産の安全評価コードの開発に向けた開発計画の検討	●事故時の環境影響評価等 ✓安全ガイドライン、安全法令規制予備検討
10.稼働率と保守	遮断保守機器の詳細検討及び炉構造と保守機器の統合設計	●配管処理機器及びホットセル機器の検討 ✓大規模保守技術開発設備の検討
11.計測・制御	利用可能な計測装置候補をリストアップと中性子照射施設の確保	●計測制御の仕様とその開発戦略の検討 ✓運転制御シミュレータの開発・検証等

原型炉開発総合戦略タスクフォース(第31回)
【資料3】原型炉設計合同特別チームにおける活動状況とCR1での課題に対する取組

https://www.mext.go.jp/content/20231024_mxt-kaisen_000032453_4.pdf

令和6年度研究開発項目の検討例

合同特別チームの
活動フェーズ

黒: 開始事項
赤: 完了事項

概念設計の基本設計	概念設計	工学設計／製造設計
-----------	------	-----------

2015

2020頃

2025頃

2035頃

0.炉設計	概念設計、小規模技術開発		工学設計	製造設計
	物理・工学設計ガイドライン構築		建設サイト評価・選定 ▲ 建設地候補選定	
安全確保方針案の策定	安全要求・解析・評価ならびに法令準備		安全法制の整備と候補サイトでの安全評価	
	物理・工学・材料データベース構築		JT-60SAや材料照射成果にそったDB更新	
炉概念と建設計画	(15)特: 物理・工学ガイドライン →(19) (15)特: 基本概念設計 →(19) (16)特/TF: 燃料サイクル戦略(26) (17)Q/N/大/特: 統合シミュレータ(26) (18)特/産: コスト評価(28)	(20)特/産: 概念設計及び小規模技術開発 (26) -----> (16)特/TF: 燃料サイクル戦略(26) --> (17)Q/N/大/特: 統合シミュレータ(26) (23)特/Q/F: 目標プラズマ性能更新 →(28) ----->	(27)産/特: 炉本体設計 →(31) --> (18)特/産: コスト評価(28) (26)国/TF: 建設地候補選定 →(27) (28)国: 建設サイト評価・選定 →(31) (32)事/産/特: 製造設計(炉本体) →(35)	
機器設計	(15)特/Q: SC概念の基本設計 →(19) (19)特/Q: 原型炉TBM目標 →(19) (17)特/産: BOPを含む機器構成案→(19)	(21)特/産: BOP概念設計 →(26)	(サイト評価向け) (27)産/特: プラント・建屋・機器設計 →(28) (27)学/特: 規格・基準 →(28) (規格基準とサイト候補決定後) (28)産/特: プラント・建屋・機器設計 →(31) (32)事/産/特: 建設設計 →(35)	
安全確保指針	(16)特/産: 安全確保方針案 →(19)	(20)特: 安全要求・解析・評価 →(27) (20)特/産: 原型炉プラントの安全上の 特徴整理→(22) (20)TF/特: 安全規制法令予備検討 →(26)	(23)国/TF: 安全規制法令 →(31) (28)国: 安全評価 →(31)	
物理・工学・材料DB	(16)Q/大/F/特: 原型炉物理DB(26) (16)Q/大/F/特: 工学・材料DB(26)	----> (16)Q/大/F/特: 原型炉物理DB(26) -----> (16)Q/大/F/特: 工学・材料DB(26)	(27)Q/特: 物理・工学DB更新 JT-60SAを反映 →(*) (32)Q/特/産: 材料DB更新 14MeV重照射データを反映 →(*)	

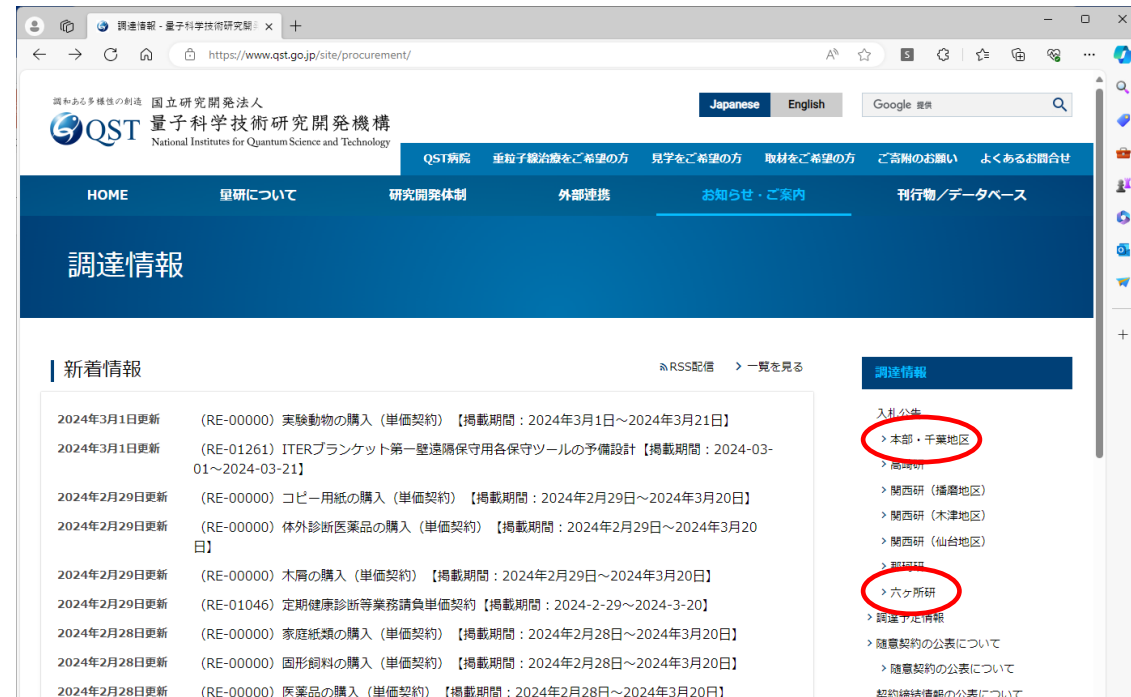
アクションプラン項目	研究開発項目	QST	大学・産業界等への公募
0. 炉設計	概念設計及び機器・設備の製作性検討と開発項目の抽出 概念設計及び小規模技術開発	◎	◎
1. 超伝導コイル	矩形導体機械試験 高強度構造材料の試作・試験、超伝導導体の試作・試験	◎	◎
2. ブランケット	ブランケット・リミターシステムの概念設計		◎
3. ダイバータ	定常高密度プラズマ実験装置に関する検討		◎
4. 加熱・電流駆動システム	原型炉用高周波負イオン源の開発		◎
5. 理論・シミュレーション			
6. 炉心プラズマ			
7. 燃料システム	大量トリチウム取扱施設に関する技術・設計検討	◎	
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、核融合炉構造材料の標準化活動、構造規格に関する予備検討	◎	
9. 安全性	安全性評価コードの開発 安全規制法令に関する予備検討		◎
10. 稼働率と保守	保守・保全計画の検討	◎	
11. 計測・制御	原型炉に向けた計測器の検討・開発		◎
12. サイト整備			
13. 社会連携			

競争入札案件(六ヶ所研)

- 公告開始予定時期: 4月~5月
- 公告終了予定時期: 5月~6月

確認公募案件(本部・千葉地区)

- 仕様検討期間: 3月~4月
- 確認公告予定時期: 4月~5月



どちらの公募もQST公式ウェブサイトの「調達情報」のページ

<https://www.qst.go.jp/site/procurement/>

から、「六ヶ所研」または「本部・千葉地区」を選択することで、入札公告一覧を確認できます。

目次

1. 原型炉実現に向けた基盤整備

① 研究開発

② 人材育成

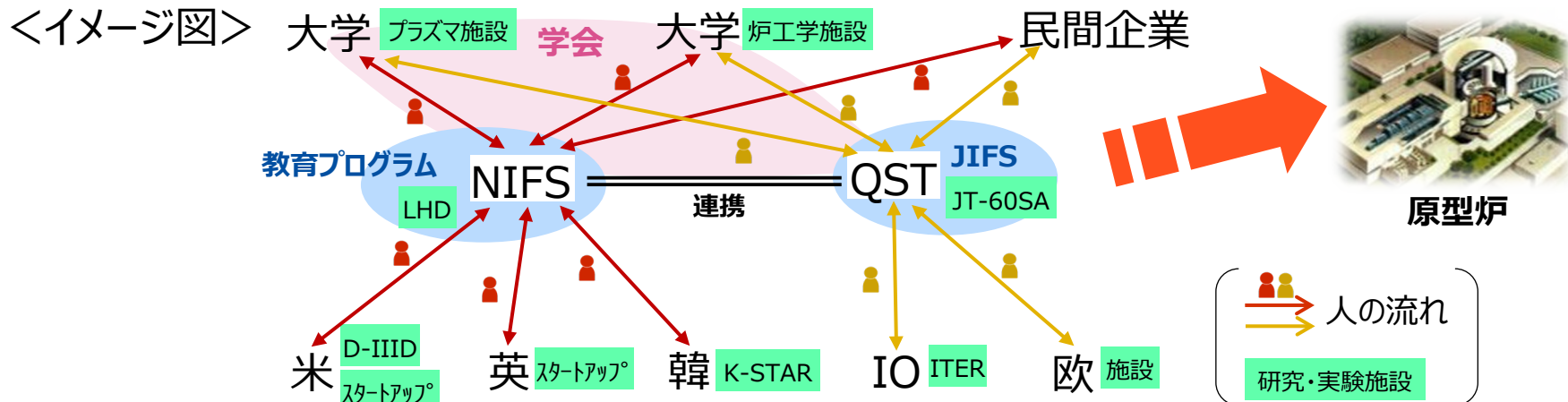
③ アウトリーチ活動

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**させるため、BA補助金に「原型炉実現に向けた基盤整備」を新たに措置。
- ◆ 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。



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(概要)

(核融合科学技術委員会 平成30年3月28日)

本提言書の目的

- 核融合エネルギーの実現には長期にわたる一貫した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・確保が必須であり、係る課題を整理し、喫緊及び長期的に取り組むべき具体的取組みを提言。

人材育成を取り巻く現状

- 将来必要とされる人員数と、現在主に核融合開発に携わる人員数に大きな隔たり。
- 大学でのプラズマ研究に占める核融合研究のウエイトは減少。博士課程進学率は、平成18年と比較して、低下傾向。
- ITER計画に関して、わが国は国際的に大きな貢献が期待される一方、ITER機構における日本人職員数割合は、約3%という低い割合。

人材に求められる能力

- 個々の技術を開発する基礎力、課題解決に導く高い専門性、それらを実践する技能
- 全体を俯瞰する広い視野、個々の技術を統合する能力
- ITER計画等の国際プロジェクトでリーダーシップ、国際共創力
- 社会への分かりやすい説明を行うアウトリーチ能力、対話能力
- 社会の情勢を的確に分析する人文社会科学の知見

整備が望まれる環境

- 長期的な計画に基づいて、原型炉開発を担う人材を継続的・安定的に育成・輩出し、その人材を確保してさらに育成する環境を整えることが必要。

大学院教育

博士課程学生を増加させるため、学術研究を推進し、基礎研究環境の維持・充実が必要。

人材流動性

ITER計画・BA活動と国内研究開発を連携させ、知の循環システムとして発展させることが必要。

アウトリーチ

子供を含む広い世代に対する、核融合研究開発への興味喚起と相互理解が必要。

課題

広範で多様な専門を習得する教育プログラムの構築や、ものづくりやシステム統合を経験するための産学の連携

ITER機構を含む、産学で広範囲な人材流動性構築と、魅力的なキャリアパスの確立

即戦力・将来の人材の確保、並びに核融合の社会受容性向上の観点から、アウトリーチなどの社会連携活動

具体的取組み

- 大学間連携による総合的な核融合教育システムの構築
- 大学院教育と国内外の大型装置研究との連携促進
- 大学院教育や若手育成と連携した原型炉開発研究
- 産業界と連携した大学院教育
- 学生・若手向けの研究会等の企画
- 企業・大学院生のマッチングの機会創出
- 長期的な取組みとして、
 - 組織横断的な大学院教育の推進
 - 他分野も想定したカリキュラム設定

- ITER機構への、院生、若手、シニア等の階層ごとの人材派遣制度の設計
- ITER機構派遣前の国内ポジションを維持するなどの柔軟な派遣制度
- ITER機構職員公募の効果的な広報
- 国内でのクロスアポイントメント制度等の整備
- 原型炉設計合同特別チームに参画する企業の拡大
- 長期的な取組みとして、
 - 関連分野、関連プロジェクトとの連携
 - キャリアパスの追跡調査

- アウトリーチヘッドクォーターの設置と活動推進計画の立案
- 長期的な取組として、
 - アウトリーチ活動を推進する人材育成・確保
 - アウトリーチ活動の実施
 - 教科書や副読本へ核融合エネルギーの掲載の働きかけ

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、核融合産業協議会等との協調**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。

【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を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。

・ 大学院教育と国内外の大型装置との連携促進(大学、研究機関、JADA)

LHDやJT-60SA、激光XII号などの国内大型装置、ITER等の海外大型装置と、大学の連携促進を期待する。NIFSでは大学共同利用研究員制度、連携大学院制度、大阪大学レーザー科学研究所は共同利用・共同研究拠点としての制度が既に整備されており、必要に応じてより有効に利用されるための制度の見直し・拡充を実施することが望まれる。QSTでは共同研究、実習生や連携大学院生の受け入れなどの制度があり、これらを通じたさらに柔軟な大学院受け入れのための環境整備が望まれる。これらの装置では、共同利用のほか、実習受け入れ等も学生にとって貴重な経験の機会となる。また、共同研究ネットワーク等を利用した、大学・研究機関の枠を超えた強固な連携の枠組みを構築するための制度整備を、全日本的に推進することが望まれる。ITER計画では学部学生、修士課程学生、博士課程学生それぞれに応じたインターンシップ制度があり、定期的に大学生・大学院生への周知を行い、積極的な利用を促すべきである。

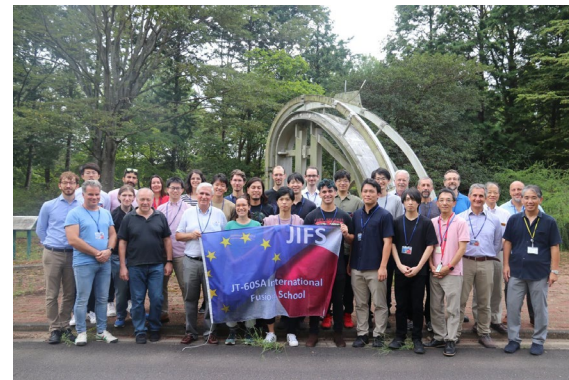
所属する組織外で研究開発をすることは、専門性を高める点や充実した設備を使えるなど環境や技術的な点でメリットがあるだけでなく、多くの人との議論や交渉をすることで、他者を理解する能力や、置かれた状況の判断能力、調整・交渉能力、議論の運び方など、組織の中でリーダーシップをとるために必要な能力を養うことにも繋がる。更に、若いうちに海外の組織で経験を積むことで、グローバルな視点を養うことも期待される。

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。



1st WEEK (4-8 Sept.)					
Time	Monday 4 Sept.	Tuesday 5 Sept.	Wednesday 6 Sept.	Thursday 7 Sept.	Friday 8 Sept.
Session	Plenary	Plenary	Plenary	Plenary	Plenary
8.30-10.00	Welcome & Logistics	Magnets and Thermal Shields	Power Exhaust systems	Tokamak System Optimisation	Experimental scenarios
10.00-10.20	Break	Break	Break	Break	Break
10.20-11.50	Introduction - tokamak overview	Plasma physics 1	Diagnostics - general	Realising & Assembling a Tokamak	Questions & Discussions
12.00-13.00	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch
13.00-14.30	Inauguration ceremony	Plasma physics 2	Visit 1	Operating a Tokamak	Diagnostics 1
14.30-15.00	Break	Break	Break	Break	Break
15.00-16.30	Vacuum Systems and Cryogenics	Heating Systems	Loading Conditions, Safety, Standards	From JT-60SA to ITER, DEMO & fusion reactors	Diagnostics 2
2nd WEEK (11-15 Sept.)					
Time	Monday 11 Sept.	Tuesday 12 Sept.	Wednesday 13 Sept.	Thursday 14 Sept.	Friday 15 Sept.
Session	Plenary	Plenary	5 groups	5 groups	Plenary
8.30-10.00	Visit 2	Plasma Wall interaction 2	Optional topic: Introduction to Practicals	Optional topic Practicals 4	Presentations by students 1
10.00-10.20	Break	Break	Break	Break	Break
10.20-11.50	Plasma Wall interaction 1	Scenarios 1	Optional topic Practicals 1	Optional topic Practicals 5	Presentations by students 2
12.00-13.00	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch
13.00-14.30	Operations 1	Visit 3	Optional topic Practicals 2	Optional topic Practicals 6	Presentations by students 3
14.30-15.00	Break	Break	Break	Break	Break
15.00-16.30	Operations 2	Scenarios 2	Optional topic Practicals 3	Presentations by students: preparation	Closing

【参考】第1回JT-60SA国際核融合スクール(JIFS)の概要


主催：QST、EUROfusion

日程：2023年9月4日～15日(2週間)

参加者：日欧、各10名(博士及びポスドク)

講師陣：日欧、ITER機構から第一線の研究者24名の講師で構成


内容：プラズマ物理・核融合工学に関する講義や実習等を実施



- ✓ 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、実習内容等を強化する。

【参考】フュージョンエネルギーに関する文部科学大臣とエネルギー担当欧州委員の共同プレス声明(仮訳)(2023年12月1日)

最後に、両者は、若手科学者及び技術者を訓練するとともに、将来フュージョンエネルギーを実現するために必要な人材を育成するために、2023年9月に成功裡に開校したJT-60SA国際核融合スクール(JIFS)を共同で強化していく意思を表明した。



原型炉実現に向けた基盤整備（人材育成）

令和6年度予算額 526百万円の内数（案）
※BA補助金「原型炉実現に向けた基盤整備」の内数

○具体的な取組の方向性

（3）ITER機構との連携による人材育成・流動性向上

① ITER計画に参画する人数の増加

- ✓ 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。

【参考】ITER機構で学ぶ／働くための既存制度等

- インターンシップ（2024年応募期間：**2/1～2/29**）
＜2023年の例＞
対象：中高生、学部、修士、博士・2ヶ月未満～4年・理工系、事務系・手当・旅費
- ITERポスドク研究員（不定期公募、任期2年、ジョブ型公募、10名程度）
- モナコ公国ITERポスドク（2024年応募期間：**1/15～2/29**）
- ITER機構職員（不定期公募、任期5年・更新可能性あり、ジョブ型公募）
- ITERプロジェクト・アソシエイツ(IPA)（不定期公募、任期最大4年、出向制度）



<https://www.fusion.qst.go.jp/ITER/staff/jobs.html>

② ITER国際スクール(IIS)の開催

- ✓ 「**ITER国際スクール(IIS)**」は、2007年以降、各極の学生や若手研究者を対象に、南仏または各極において、計12回を開催。ITER機構やエクス=マルセイユ大学、各極の大学・研究機関が連携し、ITER計画の成功に不可欠な幅広いテーマを議論。
- ✓ **2024年のIISのホストは日本**が務め、大学共同利用機関法人である核融合科学研究所(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。

【参考】前回の日本開催時（2008年7月22日～25日）の概要

- 開催場所：九州大学
 - 参加学生：10ヶ国から136人（うち日本98人）
 - 講師：5ヶ国と1国際機関から15人
 - テーマ：「プラズマからトリチウムの閉じ込めまでを総括するトカマクの科学」
- ※プラズマ・核融合学会の「プラズマ若手夏の学校」との合同開催

(1) ITER国際スクール(IIS)の開催

令和6年度：13th ITER International Schoolの主催に第一義的に注力

- ・ テーマ Magnetic Fusion Diagnostics and Data Science
 <前回> Impact and consequences of energetic particles on fusion plasmas
- ・ 対象者 国内外のPD, DC等 200人程度
- ・ 構成 トピックス関連講義、参加者によるポスター発表、NIFS見学、バンケット
- ・ 会期 9月-12月での5日間
- ・ 会場 名古屋近辺で検討中、合宿形式で参加者に宿泊を提供
- ・ 運営体制 Host country committee が担当
 - － Local Advisory Board (※大学、QST、産業界等のメンバーで構成)
 - － Local Organizing Committee (LOC) (※NIFS内のメンバーで構成)
 - － Program担当：ITER側と協議

⇒ 連続的発展: 翌年度以降のFusion Science Schoolの実施に向け、知見を蓄積・活用

(2) 大学間連携による総合的な教育システムの構築

令和6年度: 国内外の大学や関連学会、核融合産業協議会等の意見を集約しつつ、
オールジャパン体制による教育システム構築に関する検討を開始

⇒ 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た試行的取組を実施
(体験型の学習の機会の拡大に向け、人材交流やWSの追加実施・調査派遣・ニーズ調査等を検討)

目次

1. 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

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須。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	・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 ・検討状況は適宜委員会及びTFへ報告

（参考）年度別のターゲット層と重点度

		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		○			◎ 国民との対話を通じた双方向性のイベントの開催				◎		
ターゲット層と重点度	小中高生		○			◎ 国民との対話を通じ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じた交流イベントの開催			○				◎		
	社会人（非関係者・教育関係者）		○			◎ 国民との対話を通じ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じた交流・イベントの開催				◎		

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。

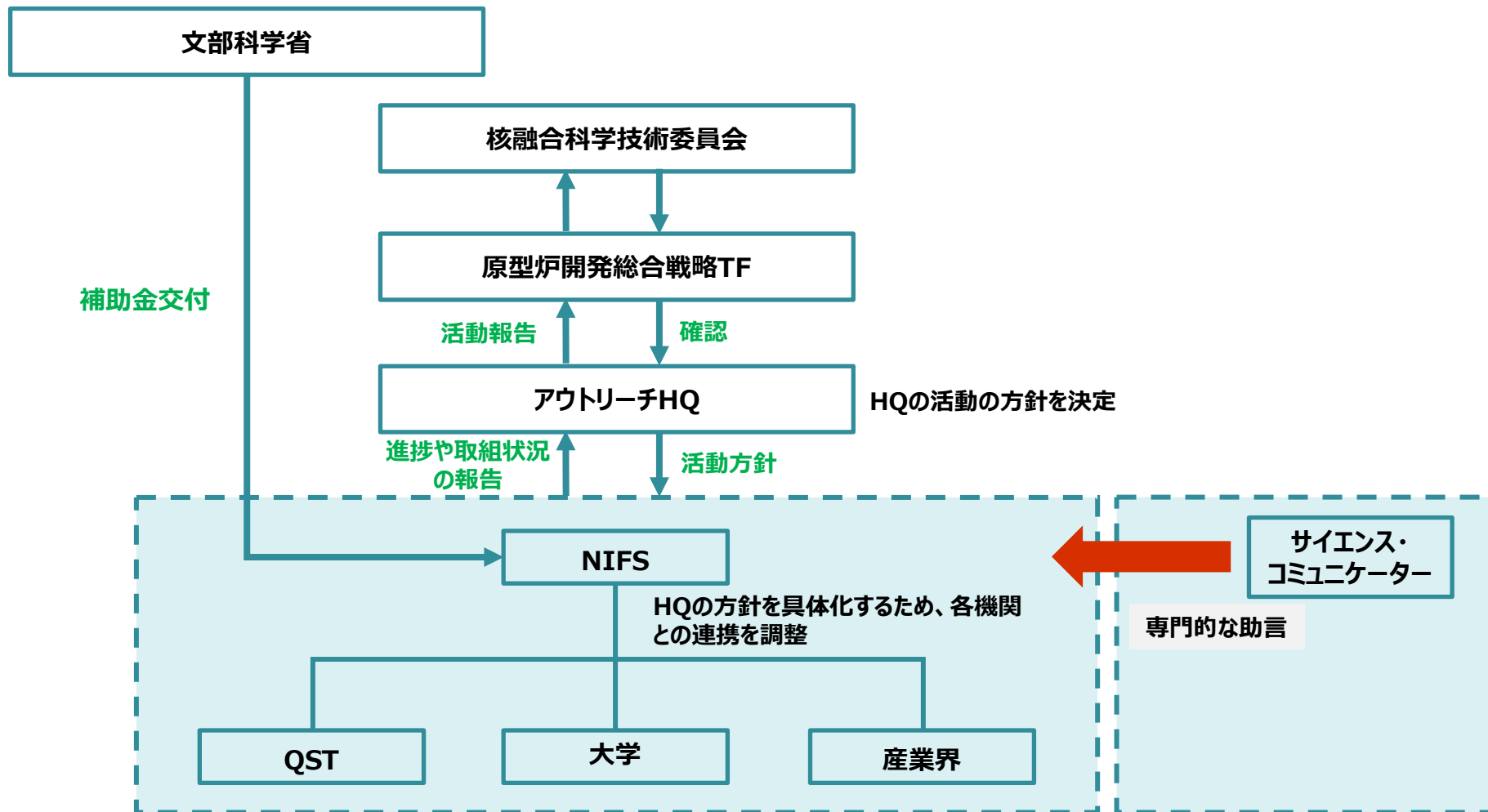
(5) ホームページの改訂等による対外的発信の強化

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。

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。

アウトリーチ活動の推進

実施体制（案）



国民との社会的合意の形成

原型炉実現に向けた基盤整備（アウトリーチ活動）

核融合エネルギーに関するアウトリーチヘッドクォーターの開催について（平成31年2月26日制定）

1. 趣旨

核融合エネルギーの実現に向け、大学及び研究機関が従来より個別に実施しているアウトリーチ活動について、更に国民的理解を醸成するためには、統合的かつ一体的に核融合研究開発全般に関する戦略的なアウトリーチ活動を推進することが重要である。このため、「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」（平成29年12月18日科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会核融合科学技術委員会）に基づき、戦略的なアウトリーチ活動を立案し、機動的に推進することを目的として、核融合エネルギーに関するアウトリーチヘッドクォーター（以下「ヘッドクォーター」という。）を開催する。

2. 構成

ヘッドクォーターは以下の機関の若干名をもって組織する。ヘッドクォーターには、必要に応じ、その他の関係者の協力を求めることができる。

- ① 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会核融合科学技術委員会及び原型炉開発総合戦略タスクフォース
- ② 文部科学省研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付その他関係部局
- ③ 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
- ④ 大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所
- ⑤ 国立大学法人大阪大学レーザー科学研究所

3. 運営

- (1) ヘッドクォーターの庶務は、文部科学省研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付の協力を得て、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構及び大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所が共同で行う。
- (2) ヘッドクォーターにおける検討状況は適宜委員会及びTFへ報告し、助言等を求めるものとする。

4. その他

前各項に定めるもののほか、ヘッドクォーターの開催に関する事項その他必要な事項は、別に定める。

原型炉実現に向けた基盤整備（アウトリーチ活動）

核融合フュージョンエネルギーに関するアウトリーチヘッドクォーターの開催について（案）（平成31年2月26日制定） （令和6年〇月〇日一部改正）

1. 趣旨

核融合フュージョンエネルギーの実現に向け、大学及び研究機関が従来より個別に実施しているアウトリーチ活動について、更に国民的理解を醸成するためには、統合的かつ一体的に核融合研究開発全般に関する戦略的なアウトリーチ活動を推進することが重要である。このため、「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」（平成29年12月18日科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会核融合科学技術委員会）及び「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）に基づき、戦略的なアウトリーチ活動を立案し、機動的に推進することを目的として、核融合フュージョンエネルギーに関するアウトリーチヘッドクォーター（以下「ヘッドクォーター」という。）を開催する。

2. 構成

ヘッドクォーターは以下の機関及び組織の若干名をもって組織する。ヘッドクォーターには、必要に応じ、その他の関係者の協力を求めることができる。

- ① 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会核融合科学技術委員会及び原型炉開発総合戦略タスクフォース
- ② 文部科学省研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付その他関係部局
- ③ 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
- ④ 大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所
- ⑤ 国立大学法人大阪大学レーザー科学研究所
- ⑥ 一般社団法人核融合産業協議会（仮）

3. 運営

- (1) ヘッドクォーターの庶務は、文部科学省研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付の協力を得て、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構及び大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所が共同で行う。
- (2) 原型炉実現に向けた基盤を整備するため、核融合科学研究所は、ヘッドクォーターが示す方針を踏まえ、関係機関との連携の下、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。
- (3) ヘッドクォーターにおける検討状況は適宜核融合科学技術委員会及び~~科学技術~~原型炉開発総合戦略タスクフォースへ報告し、助言等を求めるものとする。

4. その他

前各項に定めるもののほか、ヘッドクォーターの開催に関する事項その他必要な事項は、別に定める。

【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。