



解説

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略 ～国家戦略を踏まえた最近の取組と国内外の動向～

Fusion Energy Innovation Strategy: Recent Initiatives based on National Strategy and Domestic and International Trends

馬場大輔, 梶谷秀樹¹⁾

BABA Daisuke and KAJITANI Hideki¹⁾

内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局 前参事官, 文部科学省 前研究開発戦略官,

¹⁾文部科学省 研究開発局 科学技術・学術行政調査員

(原稿受付: 2025年9月22日)

フュージョン（核融合）エネルギーは、次世代のグリーンエネルギーとしての期待に加え、政府主導の取組の進展もあり、諸外国における民間投資が増加している。2023年4月に我が国として初めて国家戦略を策定し、従来のITER計画/BA活動等に加え、産業協議会（J-Fusion）の設立や「安全確保の基本的な考え方」の策定など、産業化に向けた取組を推進している。本解説では、国家戦略を踏まえた最近の取組や国内外の動向など、政策の方向性を紹介したい。

Keywords:

fusion energy innovation strategy

1. はじめに

フュージョンエネルギーは、①カーボンニュートラル（発電の過程において二酸化炭素を発生しない）、②豊富な燃料（燃料は海水中に豊富に存在し、ほぼ無尽蔵に生成可能な上に、少量の燃料から膨大なエネルギーを発生させることが可能）、③安全性（燃料の供給や電源を停止することにより反応が停止）、④環境保全性（発生する放射性廃棄物は低レベルのみであり、従来技術による処分が可能）という特徴を有することから、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されている。

また、燃料の生成源が海水であることから、資源の偏在性を解消して世界の平和と安定にも資するエネルギーとしても期待が高まっている。同時に、エネルギーの覇権が資源を保有する者から技術を保有する者へと移ることから、技術の獲得によるエネルギー安全保障の確保が重要となる。我が国としても、従来のITER計画（日欧米韓中露印の世界7極の国際協力に基づき、国際熱核融合実験炉ITERの建設・運転を通じて、科学的・技術的実現性の確立を目指す国際プロジェクト）からの原型炉開発というアプローチを強力に推進するとともに、フュージョンエネルギーを新たな産業として捉え、産業協議会の設立やスタートアップへの支援強化、投資促進、規制改革等、多面的なアプローチにより実用化を加速することとしている。本解説では、2章で国家戦略策定の背景を説明した上で、3章で国家戦略に基づく最近の取組を紹介し、4章で国家戦略改定の方向性を示したい。

2. 国家戦略策定の背景

国際プロジェクトで建設が進められているITERは、これまでにない高度な技術での機器製作が要求されているが、ものづくり技術の進展により、2020年から炉心組立を開始した。また、パワーレーザーによる爆縮方式で制御技術が向上した結果、2022年12月に、米国ローレンスリバモア国立研究所において、実際の燃料を用いた核融合反応により、史上初めて入力エネルギーを上回る出力エネルギーを発生させることに成功した。

世界のカーボンニュートラルに向けた動きの中で、このような政府主導による科学的・技術的進展もあり、諸外国においては民間投資が急増している。その活況な民間投資を受け、米国や英国等のスタートアップは、これまでの政府の計画よりも早い野心的な発電時期を目標に掲げ、研究開発競争を加速している。また、中国においては政府主導で実験装置や原型炉の建設に向けた計画を強力に進めている。

フュージョンエネルギーを生み出すには、強磁場から高電圧、真空から高圧力等の多様な技術が集めた技術群を必要とし、その基盤となる産業界は裾野が広く、更に他分野への波及効果も期待される。スタートアップに投資された資金は様々な企業に共同研究や機器調達という形で投じられ、海外ではサプライチェーンが構築されつつある。米国や英国、ドイツの政府は、フュージョンエネルギーの産業化を目標とした国家戦略を策定し、自国への技術の囲い込みを開始しており、発電の実現を待たずして産業化への競争が既に生じている。例えば、英国では、2040年まで

に原型炉に相当するSTEPを建設するため、実施主体を設立し、石炭発電所のあった土地を建設予定地としている。業者の選定プロセスが進展しており、新たな雇用を生み出し、工業地帯を再活性化し、技術の進展に応じて、数千の雇用を生み出すと強調している。他方、多国間の枠組みにおいて、国際協調に向けた議論が進展している。2024年6月には、イタリアで開催されたG7サミットの成果文書において、フュージョンエネルギーに関する記載が盛り込まれた。G7気候・エネルギー・環境大臣会合及びG7科学技術大臣会合を踏まえ、フュージョンエネルギーが将来的に気候変動とエネルギー安全保障上の課題に対して持続的な解決策を提供する可能性があるとの認識が表明された。2024年11月には、G7作業部会が設立されるとともに、世界フュージョン・エネルギー・グループの創立閣僚級会議がローマで開催された。

このように、国際的な競争・協調が一層加速する中、我が国は、これまでの研究開発を通じて培った技術的優位性ともつくり産業における信頼性に加え、基礎研究の基盤と人材育成システムを有しており、他国にとっての有力なパートナー候補である。そのため、他国との連携による相乗効果により、他国の技術を国内開発に活かすとともに海外市場を獲得するチャンスである。

一方で、加速する他国の状況を踏まえると、このままでは、我が国は、技術を提供するだけで産業化に遅れ、結果的に市場競争に敗れるというリスクに晒されている。特に、他産業への波及効果も有するフュージョンテクノロ

ジーは、技術安全保障を基盤とした経済安全保障の確保として重要である。

このような背景を踏まえ、2023年4月、“フュージョンエネルギーの産業化”をビジョンに掲げ、我が国の民間企業の更なる参画を促進し、産学官が連携して取り組むことができるよう、産業育成戦略、技術開発戦略、戦略推進体制の3つの観点から、民間投資の呼び水となる具体的なアクションを盛り込んだ国家戦略として策定された。

3. 国家戦略を踏まえた最近の取組

3.1 産業育成戦略

①産業協議会の設立

国家戦略において、「民間企業におけるフュージョンエネルギーに関する情報交換やビジネスマッチング等を促進し、フュージョンインダストリーを育成するため、産学官の場である核融合エネルギーフォーラムを発展的改組し、(一社)核融合産業協議会(仮)の令和5年度設立を目指す」こととされたことを踏まえ、2024年3月、フュージョンエネルギー産業協議会(通称:J-Fusion)が設立された。会員数は、発起人21社から、2025年4月末時点92社を数えている。2025年2月には、日米政府間で発表した共同声明を踏まえ、米国ワシントンDCの旧大使公邸において、米国の業界団体等と共催でイベントを開催するなど、産業化に向けた活動を推進している。

②安全確保の基本的な考え方

安全規制の内容によってフュージョンエネルギーに必要

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略策定の背景

- ✓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競争に我が国も時機を逸せずに参加。
- ✓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。
- ✓産業協議会の設立、スタートアップ等の研究開発、安全規制に関する議論、新興技術の支援強化、教育プログラム等を展開。

エネルギー・環境問題の解決策としてのフュージョンエネルギー

- 2050年カーボンニュートラルの実現
- ロシアのウクライナ侵略により国際的なエネルギー情勢が大きく変化
- エネルギー安全保障の確保



- フュージョンエネルギーの特徴:
 - 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環境安全性
- エネルギーの覇権が資源から技術を保有する者へとパラダイムシフト

新たな産業としてのフュージョンエネルギー

- 諸外国におけるフュージョンエネルギー開発への民間投資の増加
- 米国や英国政府はフュージョンエネルギーの産業化を目標とした国家戦略を策定(=自国への技術の囲い込みを開始)
- 技術的優位性と信頼性を有する我が国が、技術で勝って事業で負けるリスク
- 他国にとっては有力なパートナーであり、海外市場を獲得するチャンス

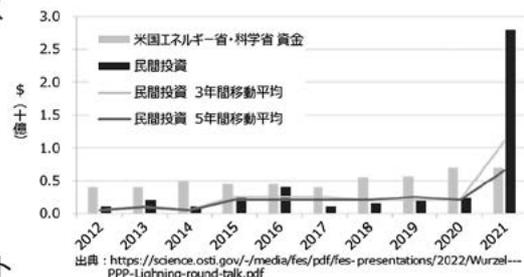


図1 フュージョンエネルギー・イノベーション戦略策定の背景。

な機器に要求される性能や設計等が変わることから、民間企業の参画を促進するためには早期に安全規制を検討する必要がある。そのため、内閣府の核融合戦略有識者会議の下に、安全確保の基本的な考え方を検討するためのタスクフォースを開催することを決定し、2024年5月以降、海外（英国、米国）や研究機関、産業協議会等のヒアリングを実施するなど、計9回の会合を開催した。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、新たな産業としての育成、原型炉開発の促進も念頭に、フュージョン装置の安全規制の検討に向けて、その前提となる指針として、パブリックコメントを経て、2025年3月に「安全確保の基本的な考え方」を策定した。科学的・合理的で国際協調した安全確保に向けて、当面は放射性同位元素等の規制に関する法律（RI法）の対象としてフュージョン装置を位置づけ、新たな知見や技術の進展に応じて、アジャイルな規制を適用するとともに、G7やIAEA等と連携など、国際協調の場も活用することとしている。

③スタートアップの支援

国家戦略において、「仮に民間企業に技術シーズがあったとしても、社会実装に適したニーズまでは更なる研究開発を要するため、フュージョンインダストリーを担う民間企業の研究開発を支援する」こととされた。特にスタートアップへの支援については、2023年度から、SBIR (Small/Startup Business Innovation Research) 制度を通じた支援を開始し、スタートアップ4社の有する先端技術の社会実装を促進している。

3.2 技術開発戦略

①ムーンショット目標

他国や民間企業においては、先進的な技術や多様な炉型等にも取り組んでおり、これら独創的な新興技術はゲームチェンジャーになりえる。小型化・高度化等をはじめとする独創的な新興技術の支援策を強化するため、2023年12月、総合科学技術・イノベーション会議において、ムーンショット型研究開発制度における新しい目標として、「2050年までに、フュージョンエネルギーの多面的な活用により、地球環境と調和し、資源制約から解放された活力ある社会を実現」することを決定した。ムーンショット型研究開発制度は、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発を推進する国の大型研究プログラムである。未来社会像からのバックキャストによる挑戦的な研究開発を推進することとしており、2024年度の公募では3件が採択され、2025年度の公募は9月下旬以降に採択される。

②JT-60SAの初プラズマ生成

JT-60SAは、茨城県の量子科学技術研究開発機構（QST）那珂フュージョン科学技術研究所にある、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である。JT-60SAの目的は、ITERの技術目標達成のための支援研究、原型炉に向けたITERの補完研究、人材育成で、高圧力のプラズマの長時間（100秒以上）維持など、核融合炉の信頼性・経済性（炉の小型化、高出力化等）の実証

に貢献することである。2013年に組立を開始、2020年から統合試験運転を開始し、2023年10月23日、初めてプラズマを生成した。12月1日には、JT-60SAの運転開始を記念する式典が日欧共同で開催し、盛山文部科学大臣や高市内閣府科技担当大臣が、欧州委員会のシムソン委員とフュージョンエネルギーに関する共同プレスに署名した。

その前日の11月30日には、岸田総理は、総理大臣官邸でバラバスキITER機構長による表敬を受けた。岸田総理からは、JT-60SAの初プラズマ達成に祝意を述べるとともに、ITER計画等で培った技術や人材を最大限活用して、産業界との協働や安全規制に関する検討など、フュージョンエネルギーの早期実現に向けた取り組みを加速していきたいと述べた。

③学術研究の推進

フュージョンエネルギーは多様な技術の集合体であり、更なる広がりを持ちうることに加えて、多くの未解決課題を持つがゆえのイノベーションの不確実性から、国家戦略では、引き続き、幅広い分野の知的創造活動である学術研究を推進することも明記している。文部科学省では、国として大型プロジェクトの優先度を明らかにする観点から、「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想（ロードマップ）」を策定している。2023年末に公表した「ロードマップ2023」では、科学技術・学術審議会における審査を経て、関連する計画として、核融合科学研究所（NIFS）を中核機関とする「超高温プラズマの『マイクロ集団現象』と核融合科学」と大阪大学レーザー科学研究所（ILE）を中核機関とする「多様な知が活躍できるパワーレーザー国際共創プラットフォーム：J-EPoCH計画」の2つが掲載されている。

3.3 戦略推進体制

①原型炉実現に向けた基盤整備

フュージョンエネルギーの早期実現に向け、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こととしている。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」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している。

②人材育成

原型炉研究開発に必要な人材確保に向け、大学共同利用機関である核融合科学研究所を中核機関として、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こととしている。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、QST等とも連携し、JT-60SA/ITER等を活用した人材育成を実施する。

2023年から毎年、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）」を開催している。今年の9月には、第3回目のJIFSを開催し、2週間の日程で講義とグループワーク

による実習を行う他、日欧共同プレス声明を踏まえ、国内に加え、欧州のフュージョン装置の視察を実施するなど、実習内容等を強化している。また、ITER参加極の学生や若手研究者を対象に開催している「ITER国際スクール(IIS)」について、2024年12月に日本がホストを務め、核融合科学研究所(NIFS)が全国の大学等と連携して、名古屋で開催した。2025年以降、国内学生等のIISへの参加支援を実施することとしており、ITER参加7極の学生や若手研究者が集結し、合宿形式で核融合の専門分野について学ぶとともに、国際的な人脈の形成が期待される。

4. 国家戦略の改定

2023年4月の国家戦略策定以降、J-Fusionの設立や、「安全確保の基本的考え方」の策定など、国家戦略の掲げる“産業化”に向けた環境を整備してきた。また、2023年10月には、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が初プラズマを生成するなど、技術開発も進展している。一方、米国が2024年6月に国家戦略を発表するなど、各国が国策として取り組んでおり、特に世界各国が大規模投資を実施することにより、自国への技術や人材の囲い込みを強める中、フュージョンエネルギーの早期実現と関連産業の発展に向けて、国家戦略に基づく取組を加速することが不可欠である。

2024年6月に閣議決定した「統合イノベーション戦略2024」や「新資本実行計画」等を踏まえ、世界に先駆け2030年代の発電実証(従来の政府方針は2050年頃)を含め、フュージョンエネルギーの早期実現と産業化を目指

し、2025年6月、国家戦略を改定した。

4.1 産業育成戦略

①産業協議会(J-Fusion)との連携

我が国のものづくり技術が世界的に注目される中、他国からサプライチェーンを埋めるための草刈り場になりかねないことが懸念される。フュージョンインダストリーが産業として成立するためには、サプライチェーンの構築が不可欠であることから、J-Fusionとも連携し、自国で主導権を發揮できるように、サプライチェーンの構築に向けた取組を官民で検討するとともに、ITER機構の調達や世界のサプライチェーン競争への積極的な参画を促すことにより、国際市場の獲得を目指す。併せて、将来的なフュージョン産業エコシステムの基盤の構築に向け、J-Fusionをはじめとした産業界や官民の関係機関と連携し、スタートアップの成長支援、戦略的な国際標準化、グローバルな知財対応、ビジネスの創出、投資の促進等、産業競争力の強化に向けた取組を推進する。

②科学的に合理的で国際協調した安全確保

フュージョン装置の安全規制の検討に向けて、その前提となる指針として、「安全確保の基本的考え方」を2025年3月に策定した。これに基づき、政府と事業主体等が継続的に情報共有・対話を行う場を整備し、議論の情報共有・透明性を確保しつつ、関係者間の積極的な協働を促進する。また、原型炉やパイロットプラントをはじめとする将来のフュージョン装置に関して、サイト選定、建設、運転のための許認可手続きを含め、明確な規制・安全確保の体系の早期検討が不可欠であることから、G7やIAEA等の

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略を踏まえた取組

第71回 総合科学技術・イノベーション会議 資料一部改訂 (2024年2月20日)

2023年4月に初の国家戦略として、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を策定。

- ✓ 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競争に我が国も時機を逸せずに参入。
- ✓ 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、実用化を加速。

フュージョンインダストリーの育成戦略 Developing the Fusion Industry

- フュージョンエネルギー産業協議会(通称: J-Fusion)の設立
- SBIRフェーズ3基金を活用し、スタートアップの有する先端技術の社会実装を促進

フュージョンテクノロジーの開発戦略 Technology

- 小型化・高度化等の独創的な新興技術の支援策の強化(ムーンショット目標の決定)
- 世界最大のトカマク型超伝導プラズマ実験装置 JT-60SAの初プラズマ生成

ITER機構長の総理表敬(2023年11月30日)

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の推進体制等 Promotion

- QSTを中心にアカデミアや民間企業が参加する実施体制の構築
- 大学間連携による教育プログラムの提供、ITER / JT-60SA等を活用した人材育成

JT-60SA 運転開始記念式典(2023年12月1日)

今後の方針

ITER、JT-60SA等で培った技術や人材を最大限活用して、国際連携も活用し、原型炉に必要な基盤整備を加速。産業協議会とも連携して、安全確保の基本的な考え方を策定するなど、フュージョンエネルギーの早期実現、関連産業の発展に向けた取組を加速。

図2 フュージョンエネルギー・イノベーション戦略を踏まえた取組。

国際協調の場を活用するとともに、ITER計画やBA活動等の国際協力で得られる知見の活用や安全性に関する研究を推進することにより、科学的に合理的で国際協調した安全確保を検討する。

③社会実装の促進に向けたタスクフォースの設置

フュージョンエネルギーの社会実装に向けては、現状の技術成熟度の評価に加え、技術開発から事業化に至るまでのビジネスモデル、原型炉やパイロットプラントをはじめとする将来のフュージョン装置のコストやファイナンス、円滑な技術移転を進めるための方策、サイト選定の進め方、実施主体の在り方、社会実装に繋がる発電実証の定義、安全確保に向けた取組等について検討する必要がある。そのため、内閣府にタスクフォースを設置し、関係省庁の協力を得ながら、フュージョンエネルギーの社会実装を目指すに当たって考慮すべき課題について検討することとし、産業の予見性を高める観点から、諸外国や異なる技術分野の状況も参考に2025年度中の取りまとめを目指す。

4.2 技術開発戦略

①ITER計画/BA活動を通じたコア技術の獲得

我が国はITER計画において主要機器を担当しているとともに、BA活動を通じて原型炉開発に必要な取組を行っていることから、フュージョンエネルギーに必要なコア技術を獲得するため、両活動を引き続き推進する。特にITER計画の新たなベースラインも踏まえつつ、ITER機構における日本人職員数の増加や日本企業による機器調達獲得に努めることで、日本としても、引き続き、ITER計画に貢献するとともに、プラント技術や統合技術を含

め、ITER計画で得られる様々な知見を着実に獲得し、その果実を国内に還元する。

②スタートアップを含めた官民の研究開発力強化

フュージョンエネルギーの早期実現と産業化を目指し、ITER計画/BA活動等で培った技術や人材を最大限活用し、技術成熟度を高めるべく、スタートアップを含めた官民の研究開発力を強化する。その際、世界に先駆けた発電実証を目指し、技術成熟度を客観的・横断的に評価しつつ、原型炉開発と並行し、トカマク型、ヘリカル型、レーザー型等多様な方式の挑戦を促す。

4.3 戦略推進体制

①政府の司令塔

内閣府（科学技術・イノベーション推進事務局）が政府の司令塔となり、外務省、文部科学省、経済産業省、環境省をはじめとする関係省庁を横断した推進体制を構築し、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というイノベーションの実現に向けて戦略を推進する。その際、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、必要な官民の取組を含めた工程表を作成するとともに、変化する市場や研究の進展等に対応するため、EBPMも活用しながら本戦略の定期的な改定を行う。

②QST, NIFS, ILE等のイノベーション拠点化

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、産学官の研究力強化の観点に加えて、地方創生の観点から、量子科学技術研究開発機構（QST）や核融合科学研究所（NIFS）、大阪



図3 フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の概要 (令和7年6月4日改定)。

大学レーザー科学研究所 (ILE) 等の体制を強化し、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。その際、日米共同声明や日欧共同プレス声明をはじめ、国際連携を戦略的に強化することにより、三重水素の取扱技術の向上や材料の放射化などに関する知見の獲得の観点から、国際協力による科学的・技術的課題への対応や研究開発施設の共用・開発を推進する。

5. おわりに

2025年6月4日に開催された、総合科学技術・イノベーション会議において、石破総理は「フュージョンエネルギーにつきましては、新たな国家戦略の下、日本の強みをいかし、世界に先駆け、2030年代の発電実証を目指します。社会実装に向けた課題を整理するとともに、官民の研究開発力強化やイノベーション拠点の整備を推進いたします。」と述べた。

2025年5月には、国家戦略の改定も見据え、スペインのグラナダで建設中の欧州の核融合中性子源 (DONES: Demo Oriented NEutron Source) 計画に参画するため、

2010年9月に署名された「日・スペイン科学技術協力協定」に基づき、「日本・文部科学省とスペイン・科学・イノベーション・大学省との間のDONES計画の共同開発に関する協力覚書」を締結し、日本側署名 (野中文部科学副大臣) 及びスペイン側署名 (スペイン科学・イノベーション・大学省モラン大臣) の後、DONES運営委員会にて日本の参画が正式に承認された。2025年6月19日には、文部科学省及び英国エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ) との間で、フュージョンエネルギーに関する日英間の連携を強化するため、協力覚書に署名し、既存の二国間協力の枠組みを強化・発展させ、両国の連携を強化していくことを合意するなど、多国間・二国間の連携を戦略的に強化することとしている。

政府としては、7月13日に大阪・関西万博で開催されたフュージョン・デーで城内科学技術政策担当大臣が述べているとおり、世界に先駆け2030年代の発電実証を目指し、ITER計画等を通じて培ってきた技術や人材を最大限活用するなど、フュージョンエネルギーの早期実現と産業化に向けて、日本政府として、強い意志と覚悟を持って、今般改定した戦略に沿った取組を加速していきたい。