

2025年6月3日
第1回ITER/BA/原型炉
科学技術意見交換会

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略 ～国家戦略の改定に向けて～



馬場 大輔

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



目次

1. 国家戦略を踏まえた最近の取組

- ①国際連携(多国間・二国間の連携強化)
- ②安全確保検討タスクフォース

2. 国家戦略の改定に向けて

- ①フュージョンエネルギーを巡る環境の変化
- ②フュージョンエネルギー・イノベーション戦略 改定案(概要)

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の概要

- ✓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機会を逸せずに参入。
- ✓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



新たな産業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

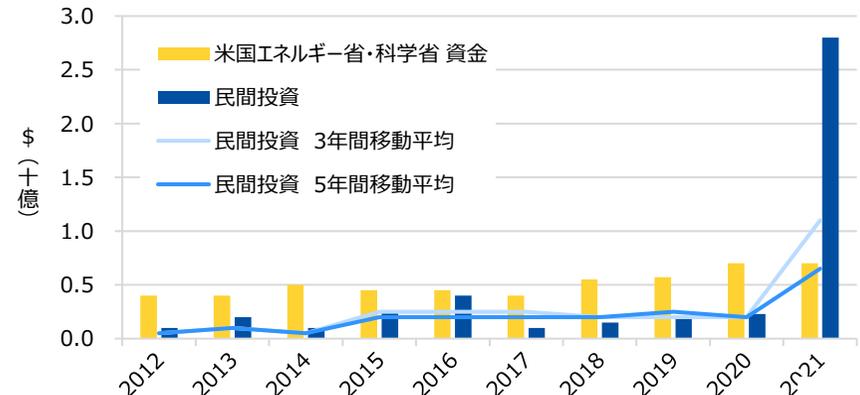


- 諸外国におけるフュージョンエネルギー開発への民間投資の増加
- 米国や英国政府はフュージョンエネルギーの産業化を目標とした国家戦略を策定（＝自国への技術の囲い込みを開始）
- 技術的優位性と信頼性を有する我が国が、技術で勝って事業で負けるリスク
- 他国にとっては有力なパートナーであり、海外市場を獲得するチャンス

●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環境保全性

- 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



出典：<https://science.osti.gov/-/media/fes/pdf/fes-presentations/2022/Wur.PPP-Lighning-round-talk.pdf>

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

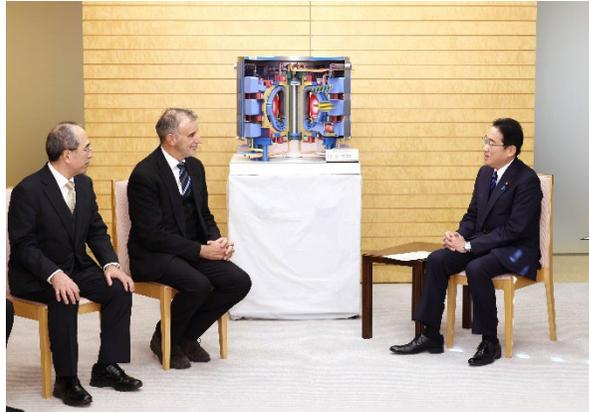
第71回 総合科学技術・イノベーション会議 資料一部改訂
(2024年2月20日)

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。

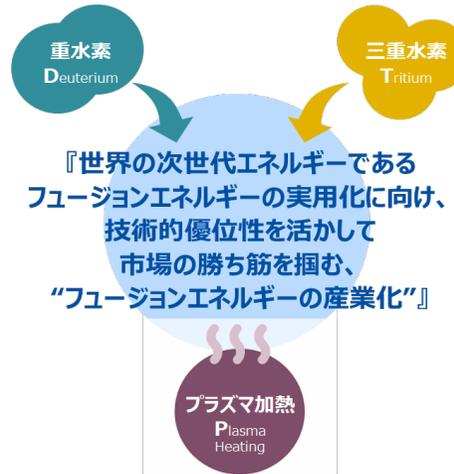
- ✓ フュージョンエネルギーを新たな産業として捉え、構築されつつある世界のサプライチェーン競争に我が国も時機を逸せずに参加。
- ✓ ITER計画/BA活動、原型炉開発と続くアプローチに加え、産業化等の多面的なアプローチにより、実用化を加速。

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



ITER機構長の総理表敬(2023年11月30日)



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



JT-60SA 運転開始記念式典(2023年12月1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**

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。

フュージョンエネルギーにおける国際戦略

As Is

To Be

- 世界7極で取り組むITER計画及びそれを補完・支援する日欧協力のBA(幅広いアプローチ)活動を推進。
 - あわせて、米国、中国、韓国と、学術的な共同研究、人材交流等の二国間協力を推進。
- ⇒G7プーリア首脳コミュニケや日米共同声明、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**

イギリス

2023年12月/2024年10月、日英原子力年次対話において、今後の連携について議論。

ドイツ

2025年5月、日独科学技術協力合同委員会において、今後の連携について議論。

欧州

世界最大のトカマク型超伝導プラズマ実験装置JT-60SAなど、日本でBA活動を推進。
2023年12月、「日欧共同プレス声明」に署名。

カナダ

2024年5月、日・カナダ科学技術協力合同委員会において、今後の連携について議論。



EU

ITER



ITER

準ホスト国として、必要な機器の調達や人員派遣等を実施。

DONES

・2025年5月、スペインに建設中の欧州の核融合中性子源(DONES)計画に参画。



韓国

2004年に締結した「日韓核融合協力に関する実施取決め」に基づき、日韓核融合協力調整役会合(JCM)を開催。

中国

2007年に締結した「日中核融合協力に関する実施取決め」に基づき、日中合同作業部会(JWG)を開催。



多国間

・2024年6月、G7プーリア・サミット的首脳成果文書で、フュージョンエネルギーに関して記載。G7作業部会の設立。
・2024年11月、IAEA World Fusion Energy Groupの創立閣僚級会議を開催。IAEAを通じた国際連携。

— バイ
— マルチ

DONES(核融合中性子源)計画参画に係る署名式

●概要

フュージョンエネルギーの早期実現を目指し、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、2025年5月、**「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。日本側署名(5/12野中文部科学副大臣)及びスペイン側署名(5/19スペイン科学・イノベーション・大学省モラン大臣)の後、5/20に開催された**DONES運営委員会にて日本の参画が正式に承認。**



日時：令和7年5月12日(月)
場所：大阪・関西万博 スペインパビリオン
出席者：野中文科副大臣、
オルテガ科学・イノベーション・大学省研究担当
事務局長、デ・パラシオ駐日スペイン大使 他



日時：令和7年5月19日(月)
場所：スペイン(グラナダ)
出席者：中前 駐スペイン日本大使、
マリア・ヘスス・モンテロ第一副首相兼財務大臣、
ファンマ・モレノ アンダルシア州政府首相 他

DONES(核融合中性子源)計画

【概要】 フュージョンエネルギーの早期実現を目指し、日欧のBA(幅広いアプローチ)活動の実績※を踏まえ、欧州の核融合中性子源(DONES: Demo Oriented NEutron Source)計画に参画し、核融合炉等の構造材料の開発に必要な中性子照射試験を実施する。
※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(IFMIF/EVEDA)

● 枠組み

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、2025年5月、「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。

● 経緯

2018年	概念設計報告書が完成
2019年～2021年	欧州10カ国による準備会合 (日本はオブザーバーとして参加)
2022年9月	建屋の建設を開始
2023年3月	DONES運営委員会(SC)が発足

● 参加極 日、スペイン、クロアチア
※その他、欧州、イタリア、ドイツ、フランス等が参加予定

● 建設地 スペイン(グラナダ)

● スケジュール

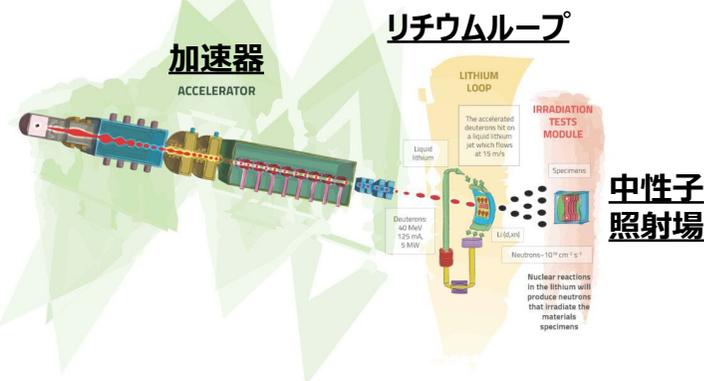
- ・2022～2033年：建設期
- ・2034～2053年：運用期

● 各極の費用分担

建設予算総額 7 億ユーロ。
建設費のうち、ホスト国のスペインが半分程度を負担。
その他、欧州は約25%、日本やクロアチアは 5 %程度を負担予定。
※照射キャパシティは、建設費及び運転費の貢献に応じて決定。



● DONES外観図



● 技術目標

- ① 十分な強度と照射量の中性子源
核融合炉内の環境を模擬した十分な強度と照射量の中性子源を提供すること (40MeV-125mAの大電流ビームにより、高エネルギー(14MeV)中性子を生成)
- ② 材料照射試験データ
核融合炉等の設計・許認可・建設・安全運転のための材料照射試験データを獲得すること (構造材料開発に必要な 10dpa※以上の中性子照射量による材料照射試験を実施)
※displacements per atomの略。物質を構成する原子がどれだけ弾き出され損傷するかを表す単位。

●米国の業界団体(Fusion Industry Association:FIA)等と共催でイベントを開催(2025年2月27日)

- 米国ワシントンDCの旧大使公邸において、“Fusion Nexus: Advancing Japan-US Partnership”と題したイベントを開催。
- 2024年4月に日米間で発表した共同声明を踏まえ、科学的・技術的課題への対応やサプライチェーンの発展などを議論。
- 米エネルギー省(DOE)から基調講演。新しい長官の最初の長官令にも、重要技術として明示しており、引き続き、推進していくことを強調。



●日英フュージョン・シンポジウム(Japan-UK Fusion Symposium)を開催(2025年3月4日)

- 英国の日本国大使館で開催。両国の官民の専門家により、日英が新たなグローバルセクターを牽引する方法に関して活発な意見交換。
- 英国政府関係者に加え、英国原子力公社(UKAEA)、日英両国の関連企業・スタートアップ、アカデミア関係者・金融関係者等、約100名が参加。
- 「日英経済版2+2共同プレスリリース(3月7日)」において、フュージョンエネルギーに関する両国企業及び研究機関の協力を歓迎する旨を発表。



●米国の業界団体(FIA)の年次総会に参画(2025年2月25,26日)

- FIAの年次総会において、日本の取組を紹介するパネルを開催。
- FIA加盟の企業に加え、原子力規制委員会(NRC)の委員長等の政府関係者、共和・民主両党の議員など、国内外から350名を超える参加者。
- 政策動向や官民連携、規制の枠組み、サプライチェーン、投資の加速等、フュージョンエネルギーに関わる幅広い観点を議論。



大学間連携・国際連携による体系的な人材育成システムの構築

- 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、**ITER/JT-60SA等を活用した人材育成**を実施。

(参考)「統合イノベーション戦略2024(2024年6月4日閣議決定)」

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**

＜大学間連携による総合的な教育システム、ITER/JT-60SA等を活用した体系的な人材育成＞

大学間連携・国際連携による人材育成

海外の研究機関・大学・企業等(ITER機構、ローレンスリバモア国立研究所、ウイスコンシン大学マディソン校、ジェネラルアトミックス社など)に若手研究者・企業従事者・学生を派遣。



ITER機構との連携による人材育成

若手研究者・技術者をより多くITER機構に職員として派遣。



ITER International School (IIS)

未来の研究開発を担う若手人材を育成することを目的としたITER機構が主催するスクールに参加。



JT-60SA International Fusion School (JIFS)

将来の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たスクールを開催。



Fusion Science School (FSS)

ITER国際スクールの日本開催の実績も踏まえるとともに、日本の教育コンテンツの収集を図り、各対象者(学生、研究者、企業従事者)のニーズに応える教育プログラムを構築。

研究者
技術者

- ・ 海外
- ・ 核融合分野
- ・ 産業界
- ・ 他分野 等

学生

- ・ 海外
- ・ 核融合分野
- ・ 他分野 など

Networking

- ・ ITER
- ・ 海外研究機関
- ・ QST
- ・ NIFS
- ・ 大学
- ・ 産業界 (スタートアップ)

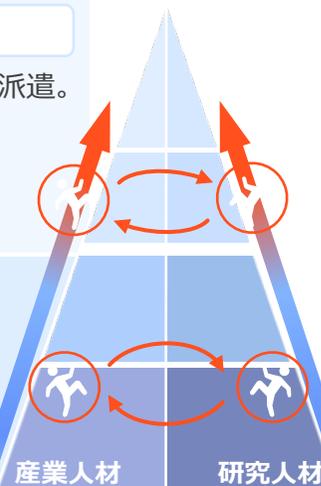
学際的・国際的な
ステークホルダー

FSS

リカレント教育・OJT・共同研究

学生インターンシップ

学部生等を対象として、国内外の企業等(ITER機構含む)学生インターンシップを実施。



フュージョンエネルギー人材の
母数を増加

※2024年度はITER International Schoolを開催

セミナーに参加 & アンケート回答で、
選考で100名様に「大阪・関西万博チケット」を
進呈します!!

「人類の未来を築くフュージョン エネルギーとITER」 イーター

2025年6月13日(金)

19:00~19:45(日本時間)

ITER 機構・ITER 日本国内機関 共催
学生向けオンラインセミナー

登壇者

ITER 国際核融合エネルギー機構
人事部 武田智之
建設計画室 大前敬祥

プログラム

19:00 オープニング
19:05 講演「ITERの存在意義と働く魅力」
・持続可能な未来のエネルギーへの貢献
・異文化でのチャレンジを楽しむ成長機会
・魅力的な待遇と南フランスのライフスタイル
19:25 ITER ライブ中継
19:35 Q&A
19:45 終了

ITER機構が大阪・関西万博に出展することを
きっかけに未来のエネルギー「核融合
(フュージョン)」や、国際機関に関心を持って
いただくため、学生向けのキャリアセミナーを
開催します。まずはITERについて知っていただ
き、将来の進路として「核融合エネルギー産業」
や「国際機関で働くこと」を考えるきっかけ
になればと考えています。

参加費
無料

要事前
登録

チャットでの
質問可能

対象者：日本国内の高等学校、高等専門学校、専修学校（高等課程・専門課程）、
短期大学、大学、大学院に在籍する学生の方（理系・文系など学部は問いません）

詳細・申し込みは

右のQRコードから！



※申込期限：2025年6月13日(金) 18:00

問い合わせ



量子科学技術研究開発機構
ITER 日本国内機関窓口
jada-recruiting@qst.go.jp

詳細・申し込みはこちら



フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方

1. 背景

「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を踏まえ、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る必要。産業としての育成、原型炉開発の促進も念頭に、「安全確保の基本的な考え方」を策定。

2. 安全確保検討タスクフォースにおける議論

令和6年5月以降、計9回開催。
海外(英国、米国)や研究機関、産業協議会等へのヒアリングを実施。

3. 意見募集の実施

「安全確保の基本的な考え方(素案)」について、2月21日から3月18日までの期間、パブリックコメントを実施。66件の意見。

4. 安全確保の基本的な考え方

- (1)安全確保の原則：公衆及び従事者の放射線障害の防止、環境への放射線リスクを評価・管理。
- (2)科学的・合理的なアプローチ：新たな知見や技術の進展に応じたアジャイル(機敏)な規制、
グレーデッドアプローチ(具体的なリスクの大きさに応じた規制)の適用。
- (3)安全確保の枠組みに係る早期の検討：各国において研究開発や安全規制の検討が進展。
- (4)国際協調の場の活用：G7やIAEA等との連携を図るなど、国際協調の場を活用。

5. 今後検討すべき課題

- (1)法的な枠組み：当面はRI法の対象としてフュージョン装置を位置づけることが適当。
※現在の法体系における取扱：「原子炉」には該当せず、原子炉等規制法の規制対象にはならない。
- (2)安全確保の枠組みを検討する体制：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。
- (3)知見の蓄積：三重水素、材料の放射化、放射性廃棄物等に関して、安全性に関する研究を推進。



(参考)NHKニュース(2025年2月20日)
核融合炉開発の安全対策 基本方針を了承

フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方 骨子

1. はじめに

- 国家戦略を踏まえ、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には、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、「**安全確保の基本的な考え方**」を策定する。

2. フュージョンエネルギーの安全上の特徴

※軽い原子核同士が融合して別の原子核に変わる際に放出されるエネルギー(フュージョンエネルギー)を使用する装置

- 温度・圧力等の条件を外部から整えたときのみ起こりうるものであり、燃料の供給や電源を停止することにより反応が停止する等の**安全性の特徴**。
- フュージョン装置の安全規制の検討に向けて**想定される危険性**としては、放射線の発生、三重水素・放射化ダスト等の放射性物質を装置に内蔵することに加え、これらの放射性物質を内蔵する装置・設備等に対して反応等に伴う荷重が作用し、放射性物質の閉じ込め機能が失われること等が想定される。

3. 現在の法体系におけるフュージョン装置の取扱

- トカマク型超伝導プラズマ実験装置JT-60SA等、**放射性同位元素等の規制に関する法律(RI法)に基づく「放射線発生装置」として規制**。
- フュージョン装置は、放射線発生装置の一種の「プラズマ発生装置」として、RI法の規制対象となり得るものではあるが、「原子炉」には該当せず、「核原料物質」「核燃料物質」を使用しないので、**原子炉等規制法の規制対象にはならない**。

4. 国内における過去の検討

- ITER誘致時に、「ITER施設の安全確保の基本的考え方について」「ITERの安全確保について」「ITERの安全規制のあり方について」を取りまとめ。過去の議論を踏まえて検討することが有用であるものの、リスク評価の高度化や社会の関心の高まりといった状況の変化も踏まえて検討する必要。
- 現行のRI法では、原子炉等規制法のような耐震化等による事故の発生防止措置等は求めている(JT-60SAは、県との協定に基づき自然災害等に係る対策を実施)。

5. 安全確保の基本的な考え方

(1) 安全確保の原則

- 一般公衆及び従事者の**放射線障害の防止**。
- 通常運転時及び事故時における人々と環境への放射線リスクを評価・管理。

(3) 安全確保の枠組みに係る早期の検討

- 各国において多様な炉型の研究開発や安全規制の検討が進展。
- 設計初期の段階から事業者が安全確保に取り組むことが重要。
- サイト選定、建設、運転のための許認可手続を含め、**明確な規制・安全確保の体系の早期検討が不可欠**。

(2) 科学的・合理的なアプローチ

- 研究開発段階であるため、新たな知見や技術の進展に応じて、追加的に必要な取組をデザインする**アジャイル(機敏)な規制**を検討すべき。
- **グレーデッドアプローチ(具体的なリスクの大きさに応じた規制)**の適用。

(4) 国際協調の場の活用

- G7やIAEA等との連携を図る等、**国際協調の場を活用**。
- ITER計画やBA(幅広いアプローチ)活動等の国際協力で得られる安全確保に関する知見を最大限に活用。

6. 今後検討すべき課題

※今後の技術開発動向や国際動向等も踏まえ、検討。 ※議論の情報共有・透明性を確保し、社会的に受容されるものである必要。

(1) 法的な枠組み

- 現存するフュージョン装置と同程度のリスクであれば、**当面はRI法の対象としてフュージョン装置を位置付けることが適当**と考えられる。
- フュージョン装置に特有な事象への対応は、設計段階や開発スケジュール等に応じて、**具体的期限を区切って明確化**。

(2) 安全確保の枠組みを検討する体制

- 新たな知見や技術の進展に応じて、科学的・合理的にフュージョン装置を規制するためには、政府の**体制強化**が不可欠。
- 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**。関係者間の協働を促進。

(3) 知見の蓄積

- ITER誘致時の議論や最新の知見を基に、三重水素、材料の放射化、放射性廃棄物等に係るリスク・ハザードについて、引き続き検討するとともに、**安全性に関する研究を推進**。

過去の検討
国際協調の場に参画
最新の知見を共有
期限を区切って議論

検討する体制

- ・政府
- ・事業主体
- ・有識者
- ・自治体 等



【概要】フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方①

1 はじめに

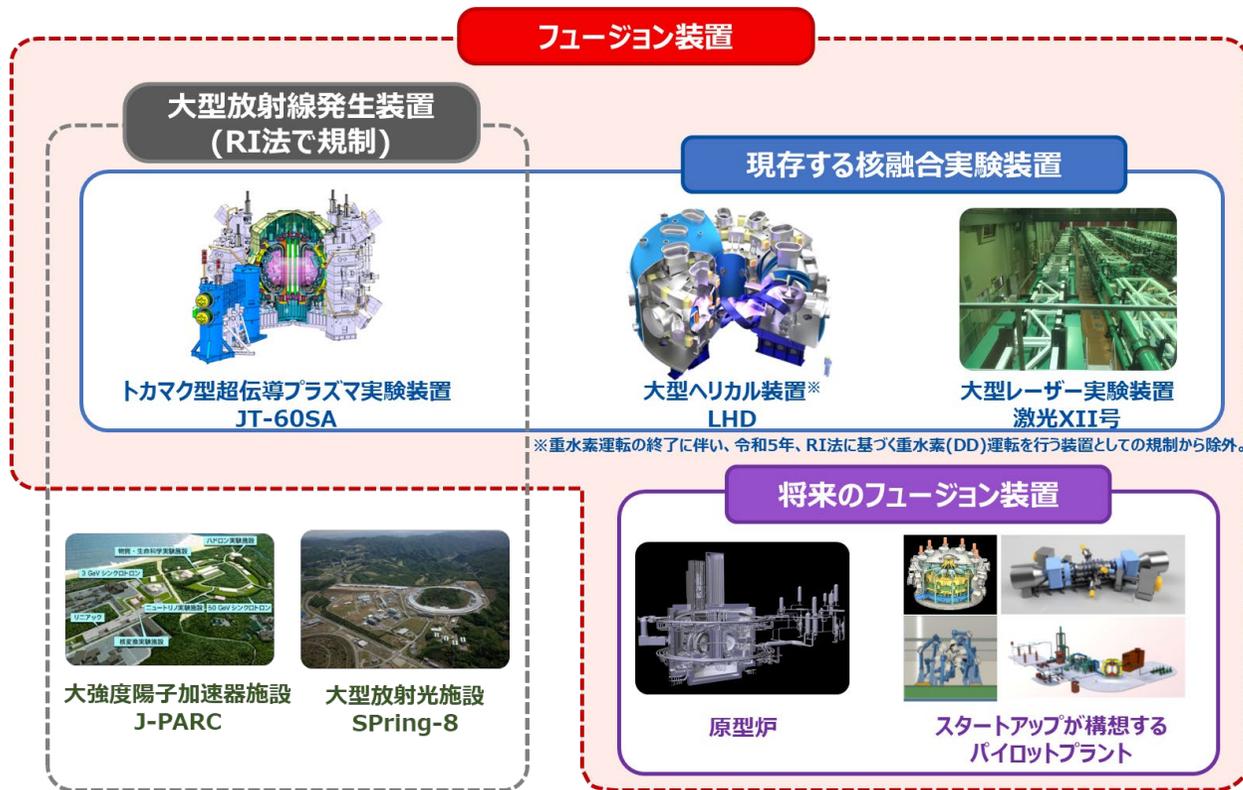
- 国家戦略を踏まえ、社会的受容性を高めながらフュージョンエネルギーの実用化を進めていくためには、新たな産業としての育成、原型炉開発の促進も念頭に、フュージョン装置※の安全規制の検討に向けて、その前提となる指針として、「**安全確保の基本的な考え方**」を策定する。



※ 軽い原子核同士が融合して別の原子核に変わる際に放出されるエネルギー(フュージョンエネルギー)を使用する装置。トカマク型超伝導プラズマ実験装置「JT-60SA」や大型レーザー実験装置「激光XII号」等の現存する核融合実験装置に加え、将来の原型炉やパイロットプラントを指す。

2 フュージョンエネルギーの安全上の特徴

- 核融合反応は、必要な燃料を外部から供給し、さらに温度・圧力等の条件を外部から整えたときにのみ起こりうるものであり、核分裂のような連鎖反応は発生せず、燃料の供給や電源を停止することにより反応が停止する等の**安全性の特徴**。
- フュージョン装置の安全規制の検討に向けて考慮すべき**想定される危険性**としては、放射線の発生、三重水素や放射化ダスト等の放射性物質を装置に内蔵することに加え、これらの放射性物質を内蔵する装置・設備等に対して核融合反応等に伴う熱や磁氣的・機械的・化学的エネルギー等により荷重が作用し、放射性物質の閉じ込め機能が失われること、使用後の装置・設備等が放射化すること等が想定される。



【概要】フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方②

3 現在の法体系におけるフュージョン装置の取扱

- 原子力基本法上、「原子力」とは「原子核変換の過程において原子核から放出されるすべての種類のエネルギー」と規定されており、この原子核変換には、核分裂反応だけでなく、核融合反応も含まれると解されるため、**基本法上の「原子力」に核融合反応は含まれる。**
- トカマク型超伝導プラズマ実験装置JT-60SA等、**放射性同位元素等の規制に関する法律(RI法)に基づく「放射線発生装置」として規制**
- フュージョン装置は、放射線発生装置の一種の「プラズマ発生装置」として、RI法の規制対象となり得るものではあるが、「原子炉」には該当せず、「核原料物質」「核燃料物質」を使用しないので、**原子炉等規制法の規制対象にはならない。**
- 将来のフュージョン装置についても、放射線を発生させることに加え、放射線による障害の防止の観点から必要な安全確保策やそれを担保する規制の在り方を検討することが必要である。



4 国内における過去の検討

- ITER誘致時に、「ITER施設の安全確保の基本的考え方について」「ITERの安全確保について」「ITERの安全規制のあり方について」を取りまとめ、過去の議論を踏まえて検討することが有用であるものの、リスク評価の高度化や社会の関心の高まりといった状況の変化も踏まえて検討する必要。



【概要】フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方③

5 安全確保の基本的な考え方

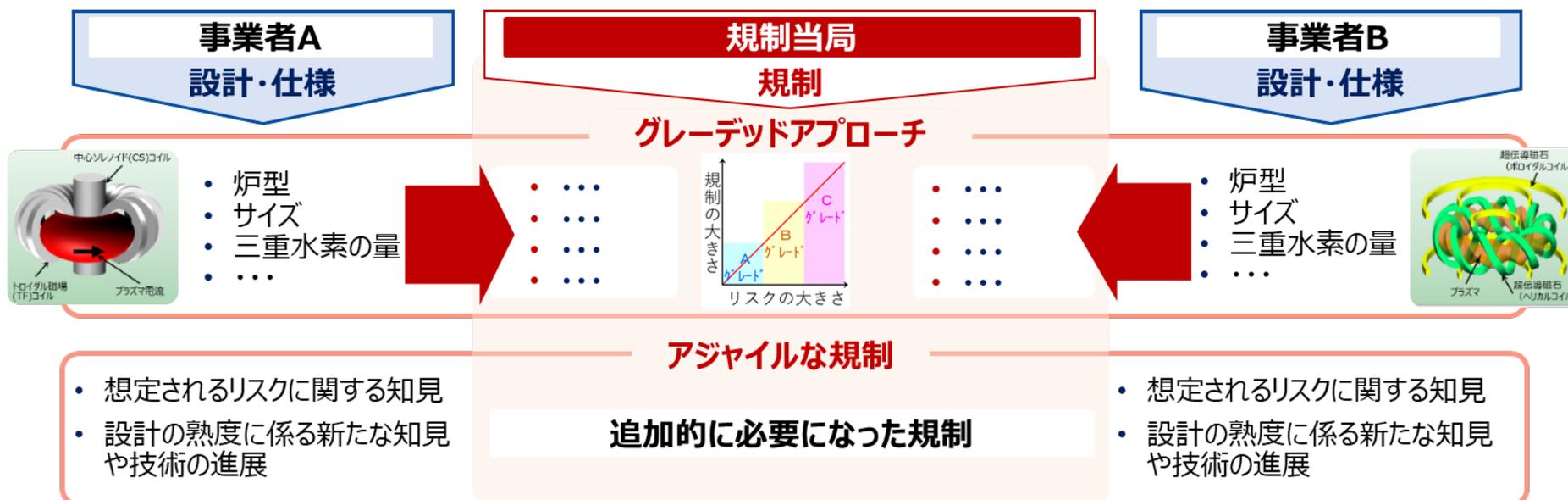
(1) 安全確保の原則

- フュージョン装置は、放射線を発生し、または放射性物質を内蔵する場合があることから、従前の**放射線防護の原則**を踏まえた安全確保の取組が求められる。
- 将来のフュージョン装置についても、一般公衆及び従事者の放射線障害の防止を原則とし、その想定されるリスクに応じて、通常運転時及び事故時における人々と環境への放射線リスクを評価・管理することが重要。また、放射線を発生し、または放射性物質を内蔵する場合には、社会的・経済的な要因も考慮に入れながら、被ばく線量を合理的に達成できる限り低減すること(ALARA)が必要。



(2) 科学的・合理的なアプローチ

- 原型炉や国内スタートアップが構想する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は、現時点では研究開発段階。
- 研究開発を進める事業者は、想定されるリスクに関する知見や設計の熟度に係る新たな知見や技術の進展に応じて、追加的に必要な安全確保の取組を装置の研究開発とあわせてデザインし、データや実績に基づいて適宜改善していくことが必要。
- 行政は規制について**その検討状況にあわせてアジャイル(機敏)に対応していくことが適当**。
- フュージョン装置の形式や技術の多様性を踏まえ、原型炉や国内スタートアップを含む多様な主体が研究開発段階で様々な機器を実装することが可能となるよう、発生する放射線量や三重水素等の放射性物質の量といった**具体的要素のリスクの大きさに応じた規制を実施する「グレーデッドアプローチ(安全上の重要度に応じた規制上の取扱い)」**を適用することが適当。

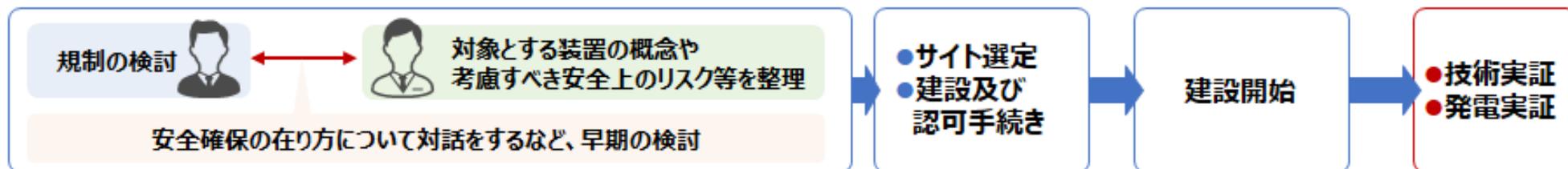


【概要】フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方④

5 安全確保の基本的な考え方

(3) 安全確保の枠組みに係る早期の検討

- 現在、世界各国で多様な方式によるフュージョンエネルギーの実現に向けた取組が進展。
- 我が国のスタートアップ等が構想するフュージョン装置も多種多様であるが、2030年代の技術実証・発電実証を目指し、2030年頃にパイロットプラントの建設の開始を計画するスタートアップも存在。
- 今後のサイト選定や建設及び許認可等に要する期間等を考慮し、関係者の関与等の行政側の対応を検討していくことが必要。
- 研究開発を進める事業者が、対象とする装置の概念や考慮すべき安全上のリスク等がある程度整理された段階等から、**規制当局と安全確保の在り方について対話をする等、早期の検討が不可欠。**



(4) 国際協調の場の活用

- 科学的に合理的な安全確保の取組を実施し、また、その考え方に係る社会的受容性を向上させるためには、G7やIAEA等の国際的な枠組みを通じた世界各国との連携を図る等、**国際協調の場を活用することが重要。**
- 2023年10月には、Agile Nations Fusion Energy WGとして共同勧告を発表し、透明性を保ち、イノベーションを促進しながら、リスクに見合った、人々と環境に対する適切な保護を維持する規制枠組みを策定すること等を掲示。
- G7の枠組みにおいては、2024年6月にイタリアで開催された、G7サミットの成果文書において、「フュージョンの規制に対する一貫したアプローチに向けて取り組む」ことが明記。
- IAEAにおいても、加盟国間での共通のアプローチと一貫した意思決定により、設計者が管轄区域をまたいだ申請等のプロセスが効率化されると指摘。
- 今後も、規制当局も含め、このような国際的な枠組みを積極的に活用することで、国際的に協調した安全確保の取組を検討していくことが重要。
- 併せて、ITER計画やBA(幅広いアプローチ)活動等、我が国が参画する国際的なプロジェクトにおいて得られる安全確保に関する知見について、最大限に活用することも有効。



【概要】フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方⑤

6 今後検討すべき課題

(1) 法的な枠組

- 研究開発を進める事業者においてフュージョン装置の概念や考慮すべき安全上のリスク等がある程度整理された段階で、フュージョン装置の特徴を十分に考慮して、安全確保のために規制が必要となる項目を整理する必要。
- 規制の検討に際しては、現行の規制関連法令における規制や手続の差異に加え、フュージョン装置の規制に必要となる項目を踏まえた適用すべき法令等を丁寧に整理した上で検討する必要。
- 原型炉や国内スタートアップが構想するパイロットプラントに関しては、持続的な核融合反応を起こす能力を有すること等も想定されることから、**将来的には規制の法体系の在り方も含めて検討する必要**。
- しかしながら、これを待たずに新たなフュージョン装置が建設される際には、**現存するフュージョン装置と同程度のリスクであれば、当面は、現行のRI法の対象として、RI法に基づく放射線防護の観点からの規制を継続することが適当**と考えられる。なお、その場合であっても、装置の形式や技術の多様性を考慮し、個々のフュージョン装置において想定されるリスクが一律ではないことに留意した適用を検討する必要。



(2) 安全確保の枠組みを検討する体制

- 技術の進展や国際的な動向も踏まえつつ、フュージョン装置の科学的・合理的な規制を検討するに当たって、規制官庁も含めた**政府の体制を強化することが不可欠**。
- 推進と規制の分離を図りつつ、政府と事業主体等が**継続的に情報共有・対話を行う場も必要**。政府と事業主体等のステークホルダーの積極的な協働を促す仕組みを設けることが求められる。
- 関係者はもとより、広く国民に対しても**情報共有を適切に行うことで、議論の透明性を確保し、社会的に受容されるようなもの**とすることが求められる。



(3) 知見の蓄積

- フュージョン装置は研究開発段階であり、将来のフュージョン装置の安全確保の検討に当たっては、ITER誘致時の議論に加え、新たな知見の獲得の観点から、**開発を進める事業者と規制当局の双方が安全性に関する知見の収集や研究を推進する必要**。
- 三重水素、材料の放射化、放射性廃棄物等に係るリスク・ハザードについて、引き続き検討するとともに、**安全性に関する研究を推進**。
- 関連学会等の議論や国際動向も踏まえたリスク評価手法を早期に確立することが重要。



(4) セキュリティと不拡散

- IAEA「Fusion Key Elements」では、フュージョン装置に係る安全規制やセキュリティは、連鎖反応が起きず、即時に停止するといった**固有の安全性を考慮し、そのリスクに見合うものである必要**があることを指摘。
- 今後の検討の進展に伴い、設計や規制監督を通じて放射性物質の拡散リスクの低減を図ることの重要性も指摘。
- フュージョン装置に係るセキュリティや不拡散に係る取組についても、今後諸外国の対応等も踏まえた検討を行う必要。



G7プーリア・サミットの成果文書(フュージョンエネルギー関連)



- 2024年6月13日～15日、イタリア・プーリアで開催された、**G7プーリア・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。
- 4月28日～30日の**G7気候・エネルギー・環境大臣会合**及び7月9日～11日の**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ことを認識。
- 民間投資と公衆関与を促進し、**開発と実証を加速するため、国際協調を促進。**



<G7首脳の成果文書(G7プーリア首脳コミュニケ)>

- フュージョンエネルギーに関する**G7作業部会の設立**を約束する。
- フュージョンの**規制に対する一貫したアプローチ**に向けて取り組む。
- フュージョンエネルギーにおける協力を促進するため、**世界フュージョン・エネルギー・グループ“World Fusion Energy Group”の創立閣僚級会議をローマで主催する**という、イタリアとIAEAの意思決定を歓迎する。

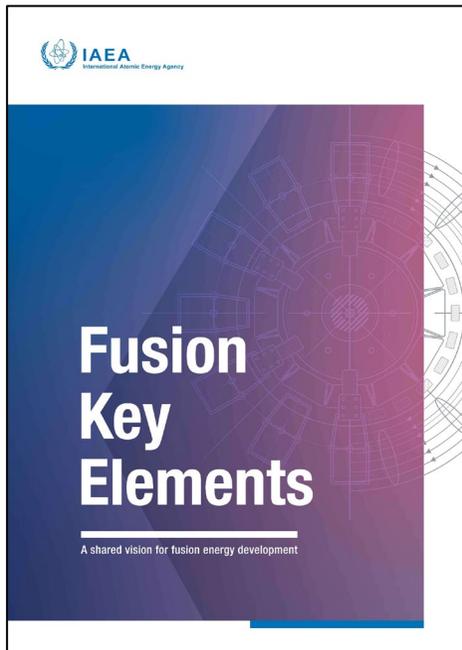
世界フュージョンエネルギーグループ(WFEG)創立閣僚級会議

- 2024年11月6日、**G7首脳の結果文書**において言及された、**世界フュージョン・エネルギー・グループ “World Fusion Energy Group”**の創立閣僚級会議がイタリア・ローマで開催。
- グロッシー国際原子力機関(IAEA)事務局長等の開会挨拶の後、シムソン欧州委員や政府代表から、各国の声明。日本からは、今枝文部科学副大臣や小安量子科学技術研究開発機構(QST)理事長等が参加。**今枝副大臣より、国家戦略を踏まえた取組を紹介するとともに、国際連携強化の意志を表明。**
- 午後は、**研究開発、官民連携、産学連携に関する3つのパネル**を実施。J-Fusionの小西会長や住友商事の兵頭取締役会長、バラバスキITER機構長に加え、各国の研究機関やスタートアップのCEO等が登壇。
- 11月4日には、フュージョンエネルギーに関する**G7作業部会の初会合**が開催。内閣府の川上審議官や核融合科学研究所(NIFS)の吉田所長等が参画し、早期実現に向けて、G7として優先的に取り組むべき事項等について議論。



IAEA「Fusion Key Elements」

- フュージョンエネルギーの開発に向けた**共通のビジョン**として作成。研究開発から実証、商業化に至るまでの道筋について共通理解を構築し、世界的なイニシアチブの維持・発展を支える協調体制を示す。
- フュージョンエネルギーに関わる研究者やエンジニア、規制当局、起業家、ステークホルダー、政策立案者を対象。



<https://www.iaea.org/publications/15764/fusion-key-elements>

6つの Fusion Key Elements

1. 研究・開発・実証(Research, Development and Demonstration)

フュージョンエネルギーの商業化には、科学技術の更なる進展が必要。フュージョンプラントの実証と展開を加速し、サプライチェーンを発展させるためには、研究開発への継続的支援が不可欠。

2. 産業化(Industrialization)

フュージョンの潜在力を解放し、本格的に産業化するには、十分な資源の確保、収益源の創出、有能な人材の育成、効果的な知識管理戦略、明確な法令・規制・知的財産権の枠組みが必要。

3. 安全・セキュリティ・不拡散(Safety, Security and Non-Proliferation)

フュージョンプラントの安全規制とセキュリティは、連鎖反応が起きず、即時に停止するといった固有の特徴を考慮し、リスクに見合うものである必要。設計や規制監督を通じて拡散リスクの低減も重要。

4. 国際協働(Global Collaboration)

国際協働や民間部門の関与の増加に伴い、エコシステムは急速に進化。国際協力は更なる進展が必要な領域への対応、サプライチェーンの確立、商業化に必要な人材の育成に不可欠。

5. 関係者の役割(Roles of Stakeholders)

各国政府、規制当局、研究機関、アカデミア、民間企業、国際機関、非営利団体は、フュージョンエネルギーの採用と展開を促進させるために、協調して取り組む必要。

6. 公衆関与、アウトリーチ、コミュニケーション(Public Engagement)

気候変動とエネルギー安全保障への長期的な解決策として、フュージョンエネルギーの可能性を効果的に発信することは、その開発に対する公衆の支持を確保する上で重要。

目次

1. 国家戦略を踏まえた最近の取組

- ①国際連携(多国間・二国間の連携強化)
- ②安全確保検討タスクフォース

2. 国家戦略の改定に向けて

- ①フュージョンエネルギーを巡る環境の変化
- ②フュージョンエネルギー・イノベーション戦略 改定案(概要)

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。

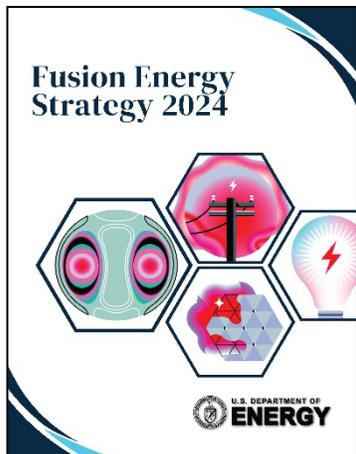
 2023年10月、2021年に策定した戦略を更新“Towards Fusion energy 2023”。2040年までに、原型炉に相当するSTEPを建設するため、実施主体 UKIFS を設立。

 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。

 2024年6月、G7サミットにおいて、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永続的な解決策を提供する可能性があるとの認識を表明。G7作業部会の設立。World Fusion Energy Groupの創立。



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】



CFS will build its first ARC fusion power plant in Virginia

- ✓ 2024年12月、スタートアップの**CFS(Commonwealth Fusion Systems)社**が、フュージョンエネルギー商業発電所を**米バージニア州のリッチモンド近郊に建設すると発表**。
- ✓ **100以上の候補地の中から、2年以上かけて選定**。バージニア州とも積極的に連携。**Dominion Energy社**が、**土地や技術的な知見を提供**。2030年代初頭に、安定したフュージョンエネルギーにより、400メガワットを州の電力網に供給することを目指す。

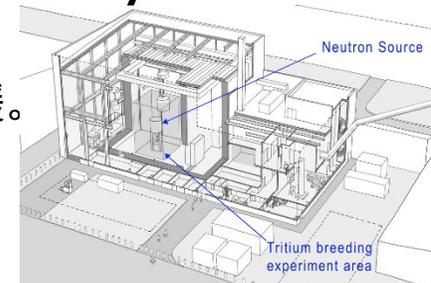


<https://blog.cfs.energy/cfs-will-build-its-first-arc-fusion-power-plant-in-virginia/>



Plan for Change to deliver jobs and growth in UK leading fusion industry

- ✓ 2025年1月、政府は、フュージョンエネルギーの開発の加速と、経済成長を始動するため、**4億1,000万ポンドの投資を発表**。施設整備や人材育成等を通じて、急速な発展を支援。
- ✓ **原型炉STEPの2040年までの建設**に向け、業者の選定プロセスが進展。ハッティンガムシャー州の**石炭発電所のあった土地に建設予定**。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。



<https://www.gov.uk/government/news/plan-for-change-to-deliver-jobs-and-growth-in-uk-leading-fusion-industry>



Chinese 'artificial sun' sets new record in milestone step toward fusion power generation

- ✓ 2025年1月、安徽省合肥市にある中国科学院プラズマ物理研究所(ASIPP)のトカマク型超伝導プラズマ実験装置「**EAST**」が、**1,066秒の閉じ込めを記録**。
- ✓ 2023年に記録した403秒を超え、1,000秒間のプラズマ維持に成功したことは、フュージョンエネルギーによる**発電に向けた大きな進展**。ITERをはじめとした、世界で建設中の実験炉に対して、価値ある参照情報を提供することが期待。



https://english.scio.gov.cn/m/chinavoices/2025-01/21/content_117677058.html

フュージョンエネルギーの早期実現と産業化に向けて

〔 D 産業育成戦略 + T 技術開発戦略 〕 × P 推進体制等 の反応により達成する、
国家戦略のビジョン



● 第217回国会における石破内閣総理大臣施政方針演説

日本のGDPは、1994年には世界の18%を占めていましたが、直近の2023年では4%となっています。「今日より明日はよくなる」と実感できる「**楽しい日本**」となるには、こうした流れを転換し、持続的な成長が必要です。このため、コストカット型経済から高付加価値創出型経済への移行、「賃上げと投資が牽引する成長型経済」を実現していきます。官民投資フォーラムを開催し、国内投資目標を示し、規制改革の検討を深め、大胆な国内投資促進策を具体化することを通じ、投資立国の取組を強化します。

科学技術・イノベーション基本計画の改定を進め、A I、量子、バイオ、宇宙、**フュージョン等の戦略分野での投資を促してまいります。** (2025.1.24)



● 第77回総合科学技術・イノベーション会議の石破総理発言

フュージョン・エネルギーにつきましては、その早期実現を目指して**国家戦略を今春に改定してください。** (2025.3.17)

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の改定

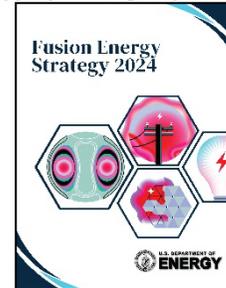
- フュージョンエネルギーは、次世代のクリーンエネルギーとして、環境・エネルギー問題の解決策としての期待に加え、政府主導の取組の科学的・技術的進展もあり、諸外国における民間投資が増加。
- 2023年4月に日本初の国家戦略として、「**フュージョンエネルギー・イノベーション戦略**」を策定。
- フュージョンエネルギーを新たな産業として捉え、ITER計画／BA(幅広いアプローチ)活動、原型炉開発と続くアプローチに加え、産業協議会の設立やスタートアップへの支援等など、実用化に向けた取組を推進。

2024年3月、**フュージョンエネルギー産業協議会 (J-Fusion)**が設立されるなど、国家戦略の掲げる、産業化に向けた環境を整備。



産業協議会(J-Fusion) 設立記念会(2024年5月21日)
〈会員数〉 発起人21社 ⇒ 92社 (2025年4月末時点)

2024年6月には、米国が国家戦略を発表するなど、**各国が国策として推進**。
自国への技術や人材の囲い込みが加速。



〈米国〉
Fusion Energy
Strategy 2024



〈中国〉
大規模試験施設群
(CRAFT：安徽省合肥)

2024年6月に閣議決定した「統合イノベーション戦略2024」「新資本実行計画」等を踏まえ、有識者会議において、国家戦略の改定に向けて議論。

世界に先駆けた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、「安全確保の基本的な考え方」の策定、スタートアップを含めた官民の研究開発力の強化、QST(量子科学技術研究開発機構)等における実証試験施設群の整備等の取組を加速。

⇒ **国家戦略の改定に反映**

核融合戦略有識者会議 構成員

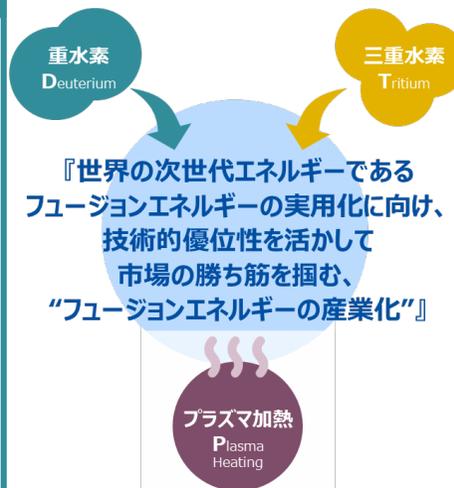
氏名	役職
篠原 弘道 【座長】	日本電信電話株式会社 相談役／日本経済団体連合会・デジタルエコノミー推進委員会 委員長 総合科学技術・イノベーション会議 前議員
石田 真一	量子科学技術研究開発機構(QST) 理事長アドバイザー ※QSTは、ITER国内機関に指定
尾崎 弘之	早稲田大学ビジネス・ファイナンス研究センター 研究院教授
小澤 隆	日本電機工業会 原子力部長
柏木 美恵子	イーター国内機関 (ITER Japan)
栗原 美津枝	株式会社価値総合研究所 代表取締役会長／経済同友会 幹事 (前副代表幹事)
小西 哲之	京都フュージョニアリング株式会社 代表取締役／京都大学名誉教授 フュージョンエネルギー産業協議会 (J-Fusion) 会長
近藤 寛子	合同会社マトリクス K 代表 ※安全確保の基本的な考え方検討タスクフォース 主査
富岡 義博	電気事業連合会 理事
吉田 善章	自然科学研究機構 核融合科学研究所 前所長 ※ムーンショット目標10 PD 東京大学大学院数理科学研究科 特任教授

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略 改定案 (概要)

ITER計画/BA活動の知見や新興技術を最大限活用し、世界に先駆けた2030年代の発電実証を目指し、**バックキャストによるロードマップを今後策定**するとともに、**QST等のイノベーション拠点化を推進**し、**フュージョン産業エコシステムを構築**

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

- ① **産業協議会(J-Fusion)との連携**
(国際標準化、サプライチェーンの構築、知財対応、ビジネスの創出、投資の促進等)
- ② **科学的に合理的で国際協調した安全確保**
(当面は、RI法の対象として位置づけ。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。G7やIAEA等との連携など、国際協調の場も活用)
- ③ **社会実装の促進**に向けたTFの設置
(現状の技術成熟度の評価に加え、実施主体の在り方やサイト選定の進め方等について検討)



(2)フュージョンテクノロジーの開発戦略 Technology

- ① 原型炉実現に向けた**基盤整備の加速**
(工学設計や実規模技術開発等、原型炉開発を見据えた研究開発の加速。ITERサイズの原型炉の検証)
- ② スタートアップを含めた**官民の研究開発力強化**
(NEDO、JST、QST等の資金供給機能の強化の検討。技術成熟度の高まりやマイルストーンの達成状況に応じ、トカマク、ヘリカル、レーザー等多様な方式の挑戦を促進)
- ③ ITER計画/BA活動を通じた**コア技術の獲得**
(日本人職員数の増加や調達への積極的な参画促進。様々な知見を着実に獲得し、その果実を国内に還元)

(3)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

- ① **内閣府が政府の司令塔**となり、関係省庁と一丸となって推進
(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の作成)
- ② QST、NIFS、ILE等の**イノベーション拠点化**
(産学官の研究力強化及び地方創生の観点から、スタートアップや原型炉開発に必要な大規模施設・設備群の整備・供用)
※QST:量子科学技術研究開発機構、NIFS:核融合科学研究所、ILE:大阪大学レーザー科学研究所 ※(2)①②と連動
- ③ 大学間連携・国際連携による**体系的な人材育成システム**の構築と育成目標の設定
(核融合科学研究所(NIFS)が中核となり、教育プログラムを実施。ITERをはじめ、海外の研究機関・大学等に人材を派遣)
- ④ **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
(J-Fusionや関連学会等とも連携し、社会的受容性を高めながら、関係者が協調して活動を推進)

フュージョンエネルギーの社会実装に向けた基本的な考え方 検討タスクフォースの開催について

1. 開催主旨

国家戦略の改定を踏まえ、内閣府の核融合戦略有識者会議の下に、安全確保検討タスクフォースを参考として、現状の技術成熟度の評価に加え、実施主体の在り方やサイト選定の進め方等、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ため、「フュージョンエネルギーの社会実装に向けた基本的考え方検討タスクフォース」(以下「**社会実装検討タスクフォース**」という。)を開催する。

2. メンバー等

産業界や核融合技術の専門家だけでなく、基礎研究の社会実装・事業化に知見を有する有識者などで構成

事務局：内閣府

オブザーバー：文部科学省、経済産業省、原子力規制庁 等

(参考) フュージョンエネルギー・イノベーション戦略(改定案) (抄)

○フュージョンエネルギーの社会的位置づけを明確にするとともに、社会実装を促進すること【内(関係省庁)】
研究開発の延長でフュージョンエネルギーの社会実装を捉えるのではなく、バックキャストでフュージョンエネルギーの位置づけを明確にするため、関係省庁と協力しながら社会的・経済的有用性やコスト目標等の検討を行う。

特に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**令和7年度中の取りまとめ**を目指す。

フュージョンエネルギーの社会実装に向けた基本的な考え方 検討タスクフォースの開催について

3. 今後のスケジュール（イメージ）

令和7年5月30日

- ・核融合戦略有識者会議において、検討の進め方等について議論
⇒ 「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」の改定（統合イノベーション戦略推進会議において決定）

＜国家戦略改定以降＞

- ・社会実装検討タスクフォースの開催を、核融合戦略有識者会議(書面)で決定。
- ・主な検討事項ごとに、原則、毎月、社会実装検討タスクフォースを開催し、論点を整理。
- ・国内外の状況や異なる技術分野の状況に関して、ヒアリングを実施するとともに外部調査も活用。

令和7年度中

- ・核融合戦略有識者会議に議論の進捗状況を適宜報告しつつ、今年度中の取りまとめを目指す。

4. 主な検討事項

【総論】

- ・実施主体の在り方
- ・サイト選定の進め方
- ・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

【産業】

- ・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

【技術】

- ・現状の技術成熟度の評価
- ・円滑な技術移転を進めるための方策

城内大臣によるITER訪問(4/29)

●概要

日時：令和7年4月29日(火) ※4月27日から5月1日まで、英国、フランス及びベルギーの3か国を訪問
場所：ITER機構本部 (フランス サン・ポール・レ・デュランス市(カダラッシュ))

- ✓29日(火)は、フランスにおいて、我が国でのフュージョンエネルギーに係る**国家戦略の改定を見据え、日本が参画する国際熱核融合実験炉ITERを訪問**し、建設の進捗状況を現場で確認するとともに、**バラバスキ機構長及び現地の日本人職員の方々との意見交換**を行いました。
- ✓視察では、鎌田副機構長や大前建設プロジェクト室長の解説も受けながら、主要機器の製造や実験炉の組立・据付が進展していることを確認しました。バラバスキ機構長との意見交換では、機構長から、**日本の技術や人材への大きな期待**が示されました。
- ✓また、日本人職員の方々との意見交換では、ITER機構で働く魅力や課題についてお聞きすることができました。ITERで働く日本人職員数を増加させていくためには、**将来的なキャリアパス確保や技術伝承の観点から、国内のプロジェクトの存在が重要であるといった意見**も伺いました。
- ✓城内大臣からは、我が国としてITER計画に引き続き貢献することはもちろん、その**果実を日本としてしっかりと獲得**していく旨を述べました。

(出典)城内大臣の写真で見る動き - 内閣府

https://www.cao.go.jp/minister/2411_m_kiuchi/photo/index.html



御清聴ありがとうございました。

馬場 大輔

d-baba@mext.go.jp

内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局 参事官/

文部科学省 研究開発戦略官