

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～



内 閣 府

科学技術・イノベーション推進事務局



フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の加速案

～フュージョン産業エコシステム創出ビジョン～

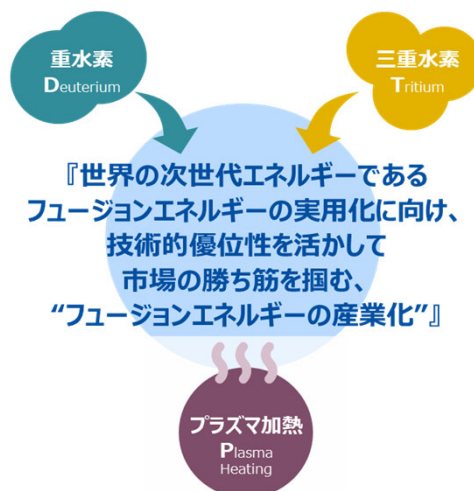
資料2
核融合戦略有識者会議
令和6年8月20日

- ✓ 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。
- ✓ 世界各国が大規模投資を実施し、自国への技術・人材の囲い込みが強化。
- ✓ 発電実証時期を明確化するとともに、次期エネルギー基本計画への位置づけ等、**国としてのコミットメントの明確化が必要**。

ITER/BA活動の知見や新興技術を最大限活用し、**バックキャストによるロードマップを策定**するとともに、**QST等のイノベーション拠点化を推進し、エコシステムを構築**

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

- **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、スピノフも含めたビジネスの創出、投資の促進等)
- 科学的に合理的で国際協調した**安全確保の基本的な考え方を策定**
(学会等とも連携し、安全確保検討TFで議論)



フュージョンテクノロジーの開発戦略 Technology

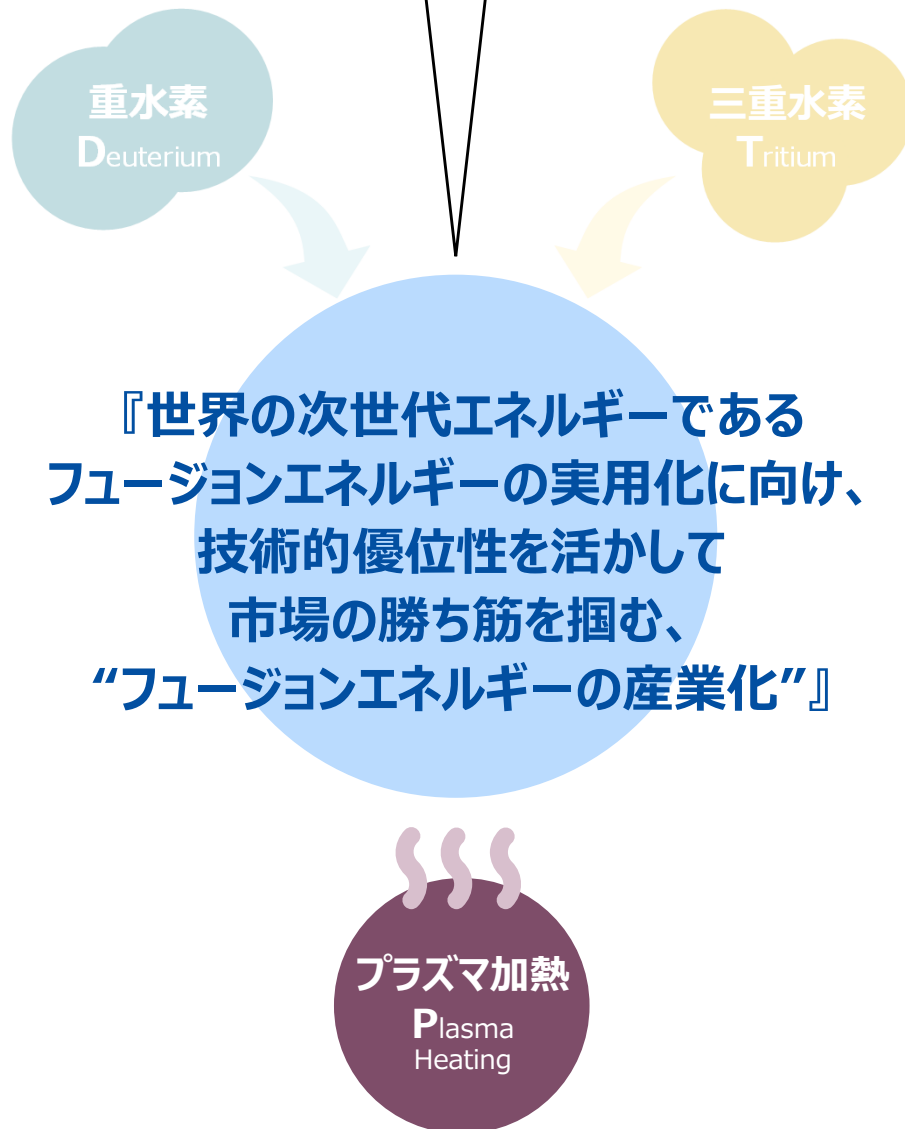
- 原型炉実現に向けた**基盤整備の加速**
(QST等の体制強化、アカデミアや民間企業の結集)
- スタートアップを含めた**官民の研究開発力強化**
(NEDO、JST、QST等の資金供給機能の強化の検討)
- ITER/BA活動を通じた**コア技術の獲得**
(「ベースライン」の改定も見据え、知見活用)

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

- **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
- QST、NIFS、ILE等の**イノベーション拠点化 “フュージョン版シリコンバレー創成”**
(スタートアップや原型炉開発に必要となる大規模施設・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
- 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
- **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

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の概要

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



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

- 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
- 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（**フュージョンテクノロジー・イノベーション拠点の設立**）
- 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な育成
- 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の獲得（**フュージョンエネルギー教育プログラムの提供**）
- 国民の理解を深めるためのアウトリーチ活動の実施

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略

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(1/2)

今回策定する国家戦略を、推進力を持って産学官連携で取り組むため、戦略を推進する枠組みを構築する。

・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すること【内(関係省庁)】

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、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、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訂を行う。

・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。

・QSTにITER計画/BA活動等で培った技術の伝承・開発や産業化、人材育成を見据えたフュージョンテクノロジー・イノベーション拠点を設立すること【文】

市場獲得を目指し、QSTが保有する技術を早期に民間企業へ移転するため、研究開発から社会実装まで取り組むフュージョンテクノロジー・イノベーション拠点の早期設立を目指し、令和5年度から検討を開始する。拠点においては、民間企業と繋ぐ技術コーディネーターの設置や、QSTが保有する施設・設備の民間企業への供用等に取り組む。

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略

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(2/2)

・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。

・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。

核融合戦略有識者会議の今後の予定

例年 6 月の「統合イノベーション戦略」の閣議決定のタイミングを見据え、有識者会議を、**1 月以降、毎月開催する方向で検討。**

- ① フュージョンインダストリーの育成戦略
- ② フュージョンテクノロジーの開発戦略
- 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

の柱ごとに議論することとし、1 月は①産業育成の観点で、国内外の動向やJ-Fusionの取組や「安全確保の基本的考え方」について議論。

2 月は②技術開発戦略、3 月は③推進体制の観点で議論。

【主な論点】

- ・2030年代の発電実証を目指し、**バックキャストによる工程表を策定**
- ・**原型炉実現**に向けた基盤整備の加速（実施主体も要検討）
- ・ムーンショットの第 2 期公募で**マイルストーン型プログラムを創設**（官民の研究開発力強化）
- ・研究基盤の活用による**イノベーション拠点化**（地方創生や産業拠点の観点も重視）
- ・日米共同声明や日欧共同声明も踏まえつつ、**多国間・二国間の連携強化**
- ・**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（技術安全保障等にも留意）

フュージョンエネルギーにおける国際戦略

- 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、日英原子力年次対話において、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、JT-60SA運転開始記念式典で、「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。

アメリカ

日米核融合調整委員会(CCFE)を通じて、1979年以来、共同研究や人材交流等を実施。2024年4月、「実証と商業化を加速する戦略的パートナーシップに関する共同声明」を発表。

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・サミットの首脳成果文書で、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。

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。



—— バイ
—— マルチ

産業協議会とも連携した国際連携①

●米国の業界団体(Fusion Industry Association:FIA)等と共催でイベントを開催(2024年3月22日)

- 米国ワシントンDCの日本国大使公邸で開催。
- 産業協議会の発起人や米国FIA加盟等の企業、米国エネルギー省等の政府関係者、総勢約100名が参加。



●日英フュージョン・シンポジウム(UK-Japan Fusion Symposium)を開催(2024年5月10日)

- 日本の英国大使公邸で開催。
- 産業協議会の発起人や日英の産業界、英国原子力公社(UKAEA)等の政府関係者、総勢約100名が参加。



●Fusion X Invest: Japanを開催(2024年10月15,16日)

- 英国Fusion X社の主催により、2023年のロンドン、2024年のボストンに続き、東京で初めて開催。
- 国内外の投資家やスタートアップを含む企業等が参加。



産業協議会とも連携した国際連携②

●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5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。



フュージョンエネルギー研究開発の全体像

- ◆ ITER計画等への参画を通じて科学的・技術的実現性を確認した上で、原型炉への移行を判断。
- ◆ 科学技術・学術審議会 核融合科学技術委員会等における議論を踏まえ、原型炉に必要な技術開発の進捗を定期的に確認しつつ、研究開発を推進。

SBIRフェーズ3基金 (Small Business Innovation Research)

✓ 中小企業イノベーション創出推進基金を造成し、スタートアップなどの有する先端技術の社会実装を促進



ムーンショット型研究開発制度 (目標10)

✓ 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

「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」

原型炉実現に向けた基盤整備

原型炉の設計に加えて、「建屋建設、機器製作等に先立ち決定する必要がある事項」

● 原型炉建設の実施主体

● 土地調査、サイト選定

● 安全規制の考え方

核融合戦略有識者会議（第9回）（令和7年2月20日）

2030年代発電実証を目指したスケジュール（イメージ）

文科省核融合科学技術委員会（第41回）（2025年2月7日）配布資料

2030

2040

2050

概念設計

工学設計・製造設計
実規模技術開発

建設・組立

第1期
発電

改造

第2期
燃料増殖

改造

第3期
総合運転

建屋建設、機器製作等に先立ち決定する必要がある事項

- 原型炉建設の実施主体
- 土地調査、サイト選定
- 安全規制の考え方

JT-60SA & ITER
の知見を反映

DONES照射

組立(3年)

発電実証

産業界の力を
結集

建屋（トカマク複合建屋等）（9年）

機器製作（10年）

TFコイル製作（4ライン、7年）

設備設計(2年)

設備整備(2年)

大規模施設整備・技術開発（1）

燃料システム安全試験施設（設計・建設）
ブランケット・コールド施設（設計・建設）
ブランケット・ホット施設（設計）
大規模遠隔保守開発施設（設計・建設）
高周波加熱装置試験施設（設計・建設）
中性子照射施設（設計）
照射後試験施設（設計）
ダイバータ試験施設（設計・建設）
炉心プラズマ研究開発拠点（設計・一部建設）

大規模施設整備・技術開発（2）

ブランケット・ホット施設（建設）

中性子照射施設（建設）

照射後試験施設（建設）

炉心プラズマ研究開発拠点（建設）

実規模技術開発（建設向け）

実規模技術開発・製作（第1期向け）

実規模技術開発・製作（第2期向け）

実規模技術開発・製作（第3期向け）

QST 六ヶ所研究所における基盤整備案



QST 那珂研究所における基盤整備案



第34回原型炉開発総合戦略タスクフォース配布資料（一部改訂）より

スタートアップを
含む産業界の参画

原型炉実現に向けた基盤整備

- 現行の国家戦略においては、「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」こととしている。
- 原型炉の設計活動等と並行して、原型炉の実施主体やサイトに求められる要件等を明確化する必要。

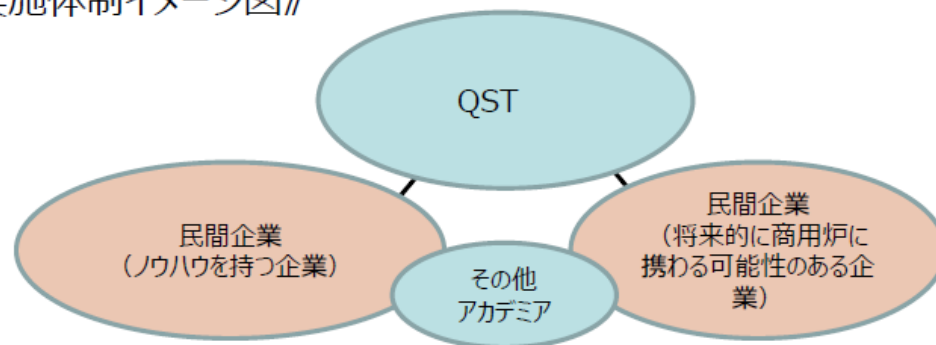
核融合戦略有識者会議（第3回）
（令和4年12月6日）

原型炉に向けた実施体制について

過去に検討されていた核融合原型炉の開発、建設体制や、文科省が過去に進めてきた原型炉の実施体制の教訓を踏まえ、

- 核融合原型炉の体制は、
 - ・ 責任体制の明確化
 - ・ 実施体制においては、原子力商用炉の運転経験者からの人材の受け入れを図るが、運転時に原子力発電プラントに求められる保守管理を外部からの人材等に頼らずとも確実に実施できる体制を構築すること等を意識し、
- 現在ITER計画国内機関として原型炉も見据えた核融合開発を行っているQSTを中心としつつ
- 将来の商用炉を見据えて民間に技術継承するためにも、
 - ・ ITERで培われたノウハウを持つ企業
 - ・ 将来の商用炉建設に携わる可能性のある企業が組織として参加するような実施体制が必要ではないか

《原型炉実施体制イメージ図》



原型炉実現に向けた基盤整備（人材育成）

- 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。



産業人材

研究人材

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

(参考)令和7年における主な人材育成プログラムへの派遣等支援

	日時	場所	支援内容	支援人数
ITER INTERNATIONAL SCHOOL 	2025年 6月30日- 7月4日	エクス・マルセイユ 大学 (フランス)	往復交通費、 日当、宿泊費、 参加費	20名 新規 毎年募集
JT-60SA International Fusion School (JIFS) 	2025年 9月1日- 9月12日	那珂フュージョン 科学技術研究所 (日欧の核融合 施設訪問含む)	往復交通費、 宿泊費	10名 (日本) 募集中
ITER機構における インターンシップ 	随時	ITER機構 (フランス)	往復交通費、 日当、宿泊費	3名程度 新規 毎年募集

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

(参考)米国における規制枠組みに係る議論(RIC)

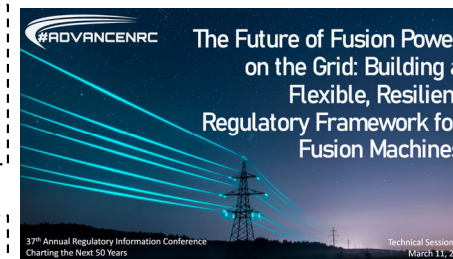
- ✓ 2025年3月11日～13日、米国原子力規制委員会(NRC)の「[37th Annual Regulatory Information Conference: RIC 2025](#)」が開催。
- ✓ 「[The Future of Fusion Power on the Grid](#)」と題したセッションを実施。NRC委員長、スタートアップ、シンクタンク等が登壇し、[フュージョン装置の商用化に向けた、柔軟で弾力性のある規制枠組みの在り方](#)について議論。



[NRC: RIC 2025 - NRC: Regulatory Information Conference \(RIC\) - Abstract - T7 The Future Of Fusion Power On The Grid: Building A Flexible, Resilient Regulatory Framework For Commercial Deployment Of Fusion Machines](#)



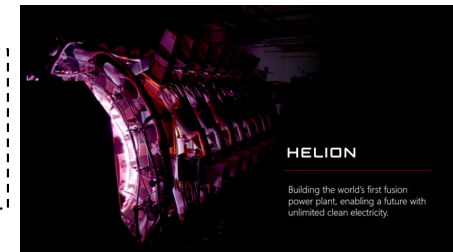
David A. Wright, Chairman, NRC
Opening Remarks



Jennifer Ganten, Commonwealth Fusion Systems
"The Path to Commercial Fusion Energy"



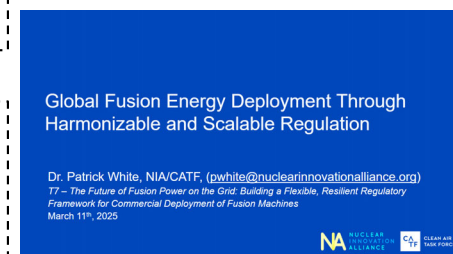
Andrew Proffitt, Helion Energy
"A Vision for the Scaled Deployment of Fusion Energy"



Duncan White, NMSS/NRC
"Regulatory Perspectives on the Commercial Deployment of Fusion Machines"



Patrick White, Nuclear Innovation Alliance
"Global Fusion Energy Deployment Through Harmonizable and Scalable Regulation"



(参考)カナダにおけるフュージョンエネルギーに関する規制の検討状況

フュージョンエネルギー技術について

カナダ原子力安全委員会 (Canadian Nuclear Safety Commission: CNSC) において、フュージョンエネルギーの研究開発に対する国内外の関心が高まる中、フュージョンエネルギーの規制に関する立場を明確にするための取組を推進。

(参考)2023年10月、英国、日本、カナダで構成するAgile Nations Fusion Energy WGは、

フュージョンエネルギー施設に関する規制枠組みをどのように構築するか、共同勧告を発表。

※Agile Nations：参加政府間の革新的な規制の実践に関する協力を促進することを目的とした政府間規制協力ネットワーク。



ポジション・ペーパーの発行(2024年)

- フュージョン施設は、原子力発電所などの核分裂の施設と原理的に異なっており、連鎖反応が生じる核分裂の施設とは異なるリスク・プロファイルであることから、CNSCは、リスクの段階に応じて、フュージョン施設や活動を規制することを目指す。
- 歴史的にCNSCの規制枠組みが核分裂を主眼にしてきたことから、現在、海外の規制機関のベンチマーキングなど、フュージョンエネルギーの規制に関するCNSCの立場を明確にするための取組を進めている。

Regulating fusion energy technology: Position paper

Purpose

This position paper outlines that the CNSC will regulate fusion facilities and activities based on their level of risk (i.e., implement a risk-informed approach). The regulatory approach for fusion facilities differs from the approach taken for fission facilities and activities, due to the facilities' differing risk profiles.

Preamble

The CNSC regulates the use of nuclear energy and materials to protect the health, safety and security of Canadians and the environment, and to respect Canada's international commitments on the peaceful use of nuclear energy.

Fusion facilities and activities are subject to the Nuclear Safety and Control Act (NSCA), and therefore fall under the CNSC's regulatory responsibility. Recently, there has been increasing national and international focus on climate change, clean energy and energy security – driving significant advances in fusion energy research and development. This includes a growing number of Canadian fusion energy stakeholders and potential fusion facilities.

Historically, the CNSC's regulatory framework has primarily been fission-oriented, and the CNSC is now taking steps to clarify its position on fusion energy regulation, including benchmarking with international regulators. Currently, small fusion energy research and development facilities are licensed by the CNSC under the Class II Nuclear Facilities and Prescribed Equipment Regulations.

ディスカッション・ペーパーの公表(2025年)

- フュージョンの規制を向上させるために、産業界、コミュニティ等の利害関係者と協議し、ディスカッション・ペーパーを作成。関係者のフィードバックは、規制の枠組みにも反映。
- 議論を加速するために、CNSCの中に“フュージョン・コーディネーション・チーム”を新設。規制担当者に加え、環境、法務、国際、安全分析など、様々な専門家17名で構成。



今後の予定

Next Steps

- ディスカッション・ペーパーの完成後、公聴会を実施。規制の枠組みを向上。
- フュージョンエネルギーの規制に関して、国際協力やCNSCの技術的能力を継続、強化。