

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の早期実現に向けて～



内閣府

科学技術・イノベーション推進事務局



目次

1. フュージョンエネルギーの早期実現に向けて

① 諸外国の動向

② 早期実現に向けた取組の加速

③ 統合イノベーション戦略／






新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画

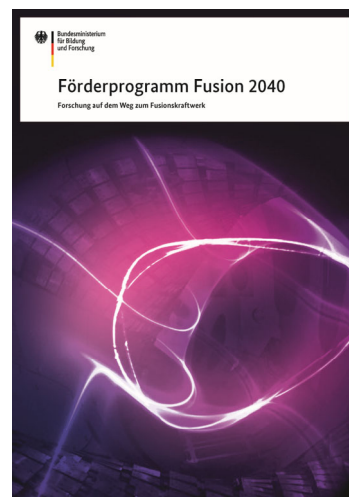
④ フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の加速案

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】

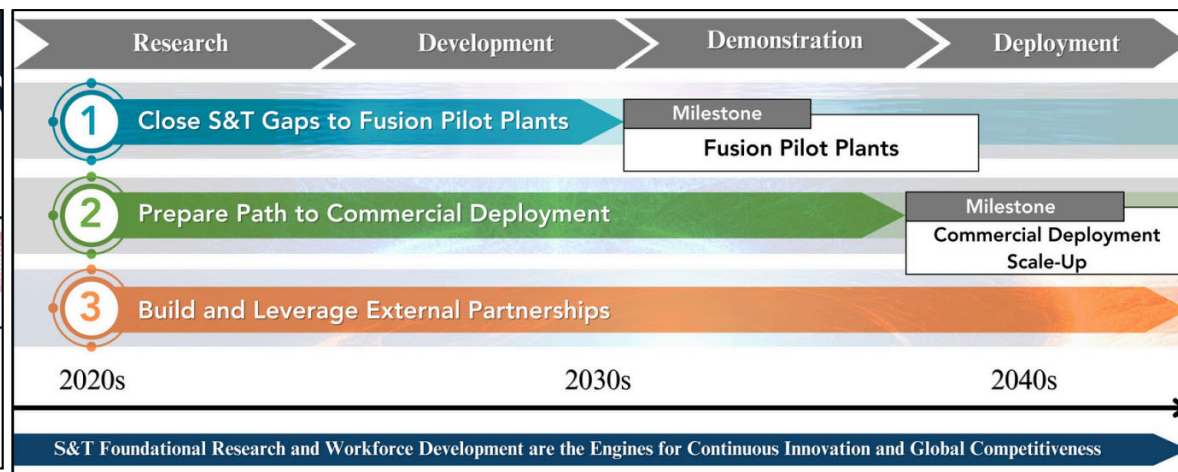
各国が国策としてフュージョンエネルギーを推進

-  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。



米国「フュージョンエネルギー戦略2024」

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。



1. パイロット・プラントまでの科学技術ギャップを埋める

- ・エネルギー省(DOE)科学局のフュージョンエネルギー科学(FES)プログラムの再編成
- ・産業界と強調した新たな国家フュージョン科学技術ロードマップの策定と推進
- ・研究開発の加速
 - ▶ 官民パートナーシップ、試験施設の戦略的展開、幅広い連携の促進等の産業界との連携
 - ▶ FIRE(Fusion Innovation Research Engine)協働プログラムによる科学技術の推進
 - ▶ DOEの開発能力や関連プログラムの活用、戦略的な国際連携

2. 商業展開への道筋を準備する

- ・2030年代の民間主導のパイロットプラントの実現、2040年代の商業展開に向けて、取り組むべき課題への対応
 - ▶ 革新的な官民パートナーシップ
 - ▶ 同位体燃料の供給(重水素、三重水素、 ^3He 、 ^{11}B 等)
 - ▶ 核不拡散フレームワーク
 - ▶ 公平性、社会的受容性、人材育成
 - ▶ 廃棄物管理

3. 外部パートナーシップを構築し活用する

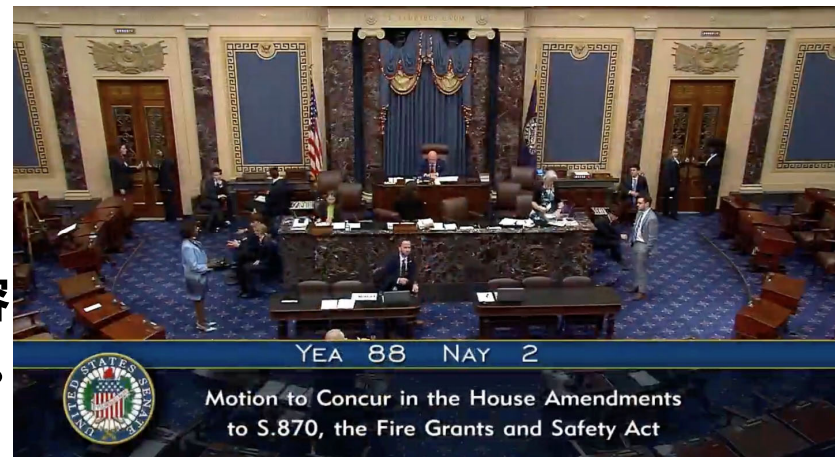
組織間協力、国際パートナーシップ(米英、日米、ITER、IAEA、IEA、G7)、民間、アカデミア、NGO、州・自治体

米国におけるフュージョンエネルギー規制の制定について

1. 概要

- フュージョンエネルギー規制(Fusion Energy Regulation)を含む「ADVANCE法2024」※が、**2024年7月9日にバイデン大統領により署名**され、発効した。

※ Accelerating Deployment of Versatile, Advanced Nuclear for Clean Energy Act (Fire Grants and Safety Act (Public Law No: 118-67)の一部として策定。) フュージョンエネルギー規制は、Division B 第2編 第205条に規定。



2. ADVANCE法におけるフュージョンエネルギー規制の主な内容

- 「1954年原子力法」に**核融合装置(fusion machine)**を定義。
 - 核融合装置は、以下のことができる機械を意味する。
 - (1)核融合プロセスを通じて原子核を他の元素に変換し、かつ、
 - (2)粒子、熱、その他の電磁放射線を含む生成物を直接捕獲し、使用すること
 - 核融合装置を使用して放射化したものは、**粒子加速器(particle accelerator)として、「副生成物(byproduct material)フレームワーク」**により規制されることを明確化。
- 「原子力エネルギー革新・近代化法(NEIMA)※」が対象とする**「革新原子炉」とは、「核分裂炉又は核融合装置」を意味**することを明確化。

※2027年12月31日までに、商用革新原子炉を対象とする技術包括的な規制フレームワークを構築することを、NRCに対して要求。

- 法施行から1年以内に、航空機的设计・製造・運用の認証プロセスをモデルとして、量産型核融合装置の許認可フレームワークに関する研究成果、並びに許認可を実施するための統合的な指針又は規制を発行するまでの想定タイムラインを連邦議会に提出することを、NRCに対して要請。

第34回ITER理事会について

1. 概要

日時：令和6年6月19日(水)～20日(木)

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))

出席者：ITER理事会議長、各極首席政府代表、ITER機構長 他

※日本の首席政府代表：増子 文部科学審議官

※ITER理事会は、ITER計画の最高意思決定機関。原則、年2回開催。



2. 議事のポイント

(1) 計画の進捗状況

- 各極及びITER機構において、**機器の製造や組立・据付が進展**
 - ✓ 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**
※日欧がTFコイル計19機を調達。7月1日にイーター機構で記念式典を開催。
 - ✓ 真空容器(VV)、熱遮へい板(TS)の修理が進展
 - ✓ 官民ワークショップを開催し、300人を超える産学官の関係者が参画



最後のTFコイルの納入

(2) ベースラインの更新

- 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、ITER機構から提案**
 - ✓ 新型コロナウイルス感染症や、機器の不具合の修理等による日程の影響があるものの、**工程の大幅な組み換え**※を行うことにより、**「核融合運転」の開始時期は2035年を維持**する方針。
※ 研究運転の早期開始を優先するため、新たにダイバーターなどの機器を初プラズマの前に据え付けることにするなど、工程の組み換えを行い、DT(重水素-三重水素)運転の開始時期は遅れる見込みであるものの、DD(重水素)運転の開始時期は2035年を維持。
 - ✓ 今後、各極が精査を行った上で、加盟7極の全会一致によって理事会で承認される必要。
⇒ 科学技術・学術審議会の下に設置されている核融合科学技術委員会において、ITER機構の提案の妥当性や、原型炉の研究開発計画への影響など、俯瞰的な議論を実施する予定。

ITERトロイダル磁場コイル納入完了記念式典(7/1)

●概要

日時：令和6年7月1日(月)

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))

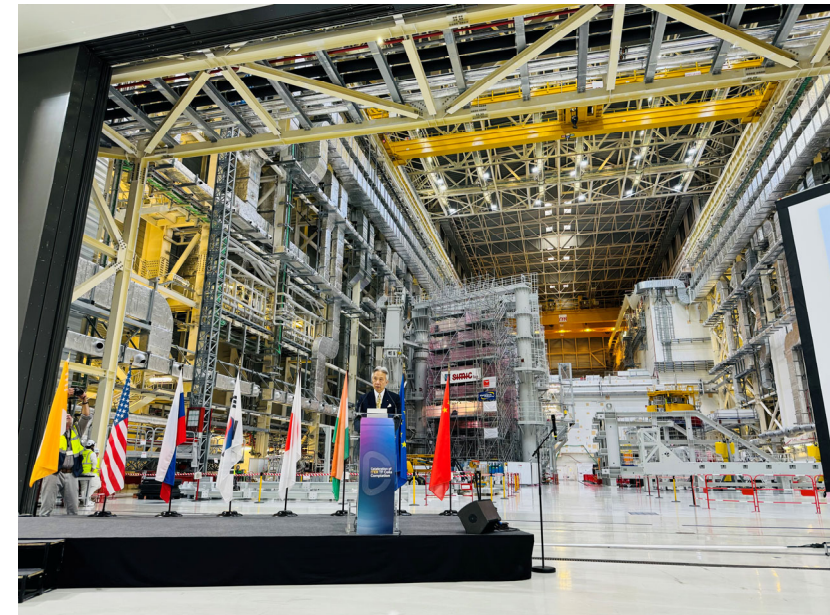
趣旨：最重要機器の一つである超伝導トロイダル磁場(TF)コイルが、全機納入されたことを記念して開催。

※日欧がTFコイル計19機を調達。2023年までに全数の製作及びITER機構への納入が完了。

出席者：盛山文部科学大臣、ジルベルト イタリア環境・エネルギー安全保障大臣、シムソン欧州委員(ビデオ) 他

✓ 我が国は、ITER計画に当初から参画し、主要機器の開発・製作を進めて参りました。その中でも、トロイダル磁場コイルについては、プラズマを安定的に閉じ込めるため、求められる製作精度が非常に高く、数多くの技術開発が必要であったと承知しております。**技術的困難を乗り越え、トロイダル磁場コイルを完成に導いたというのは、日本のものづくりの力が存分に発揮されたことの証左**であり、関係者の皆様に心から敬意を表します。

✓ 現在、ITER計画は、ベースライン更新という重要な局面にあります。巨大な機器を統合するこの複雑なプロジェクトは、世界初のことが多く、挑戦を伴います。このような状況の中、完成式典を迎えられたことは、**ITER計画は確実に進展していることを示すもの**だと思います。我が国としても、ITER計画がさらに進展するよう、引き続き、ITER機構や各極と協力してまいります。



✓ 併せて、ITER機構職員の子弟が多く通う**PACA国際学校**※を訪問。

※ITER協定等に基づき、各極のITER機構職員の子弟に教育を提供するため、フランスがマノスク市に設置した公立の国際学校。各言語セクション(英独西伊中日、母国語授業50%目標)と欧州セクション(英語授業80%、中高のみ)で構成。

※この度、文部科学大臣告示を改正し、PACA国際学校の欧州セクションの卒業により得られる「ヨーロッパ・バカロレア資格」を、日本の大学入学資格に追加。

目次

1. フュージョンエネルギーの早期実現に向けて

① 諸外国の動向

② 早期実現に向けた取組の加速

③ 統合イノベーション戦略／

新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画

④ フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の加速案

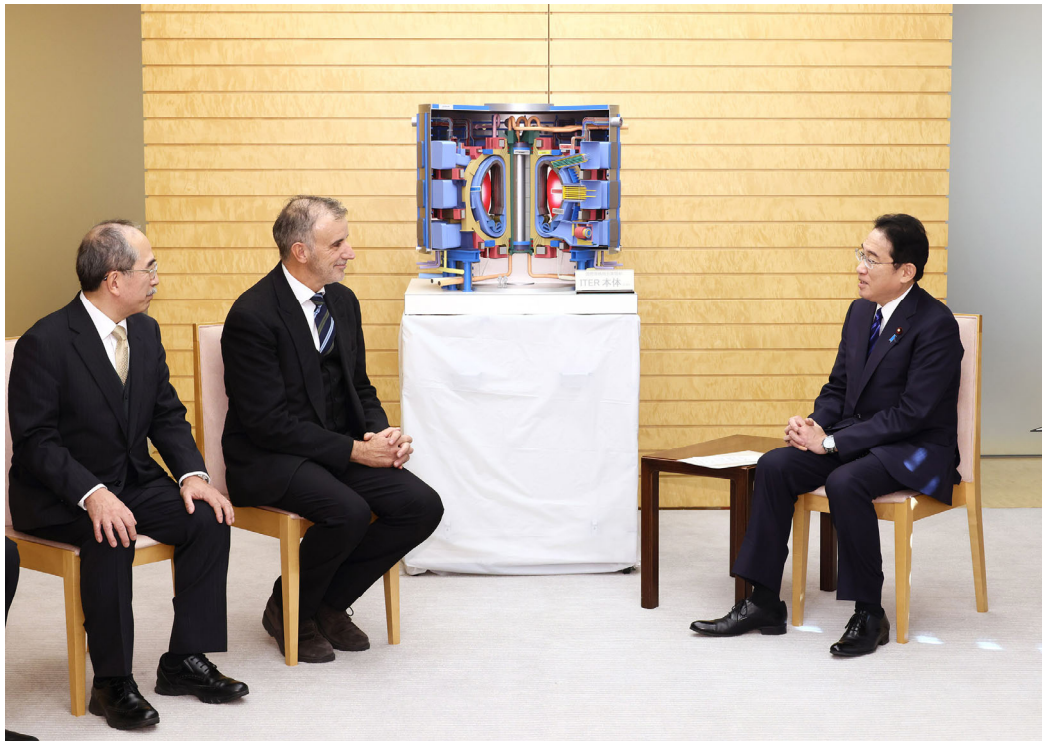
ITER機構長の総理表敬(11/30)



令和5年11月30日、岸田総理は、総理大臣官邸でピエトロ・バラバスキITER機構長による表敬を受けました。

(出典)

https://www.kantei.go.jp/jp/101_kishida/actions/202311/30hyokei.html



核融合実験炉**JT-60SAの初プラズマ達成**、心からお喜び申し上げます。

我が国においては、4月に策定した「**フュージョンエネルギー戦略**」に基づいて、フュージョンエネルギーの産業化を進めています。

「イーター計画」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組を加速**していきたいと考えています。

バラバスキ機構長の下、「イーター計画」が前進していくことを心からお祈りし、そして是非日本も貢献していきたいと考えています。

現在、世界各国が大規模投資を実施し、自国への技術・人材の囲い込みが更に加速している。日本の技術・人材の海外流出を防ぎ、世界のハブとなるため、我が国のフュージョンエネルギー・イノベーション拠点化を推進するなど、**エコシステム構築**に向けた取組を強化するべきではないか。

<必要な取組例>

- 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)
- 大学間連携による人材育成
(体系的な人材育成システムの構築と育成目標の設定)
- 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踏まえ、知見活用)
- 国民の理解を深めるアウトリーチ活動の実施
(リスクコミュニケーションによる国民理解の醸成)
- 核融合産業協議会との連携
(国際標準化、サプライチェーンの構築、事業化支援)
- 安全確保の基本的な考え方の策定
(学会等と連携し、国際協調による規制の策定及び標準化)
- QST、NIFS、ILE等のイノベーション拠点化
(原型炉開発等に必要となる施設・設備群の整備・供用)
- 国際活動の戦略的推進
(ITER計画・BA活動含めた、多国間・二国間の連携強化)

※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

目次

1. フュージョンエネルギーの早期実現に向けて

① 諸外国の動向

② 早期実現に向けた取組の加速

③ 統合イノベーション戦略／

新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画

④ フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の加速案



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)

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。



第6期科学技術基本計画では、期間中(令和3～7年度)の政府投資目標30兆円を既に達成しました。一方、地球規模課題・社会課題・経済安全保障リスクなど、科学技術・イノベーションの役割と責任は増えています。これを踏まえ、党科学技術・イノベーション戦略調査会では、一層の政策推進を図ることを求め、決議をまとめました。

特に、フュージョン(核融合)エネルギー分野については「**フュージョンエネルギーPT**」を設置して**集中的に議論**を進め、国策としての戦略的な推進、実証目標の前倒し、開発促進のための法整備、政府の体制整備、エネルギー基本計画における位置づけの検討など、今後必要となる施策を提言としてまとめました。

(出典) 自由民主党HP

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の早期実現に向けて

① 諸外国の動向

② 早期実現に向けた取組の加速

③ 統合イノベーション戦略／

新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画

④ 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

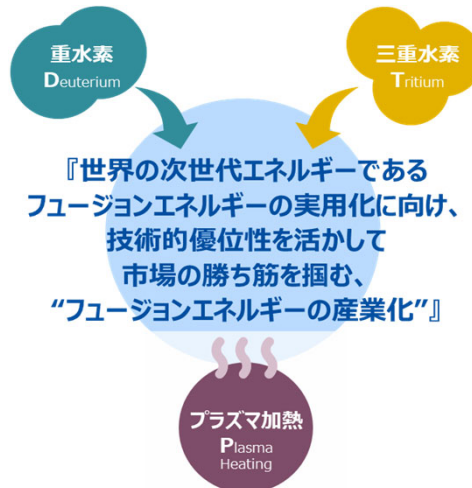
～フュージョン産業エコシステム創出ビジョン～

- ✓ 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