

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略 ～国家戦略の取組状況について～



内閣府参事官/研究開発戦略官
馬場 大輔
Daisuke Baba (CAO/MEXT)



目次

1. フュージョンエネルギー・イノベーション戦略

2. 研究開発の全体像

①BA活動（JT60-SAの初プラズマ生成）

②ITER計画

③学術研究の大型プロジェクト

3. 戦略を踏まえた最近の取組

①核融合産業協議会


②原型炉実現人に向けた基盤整備


③ムーンショット型研究開発プログラム


フュージョンエネルギーの国際競争の激化


1. 諸外国の状況

①各国が国策としてフュージョンエネルギー開発を推進

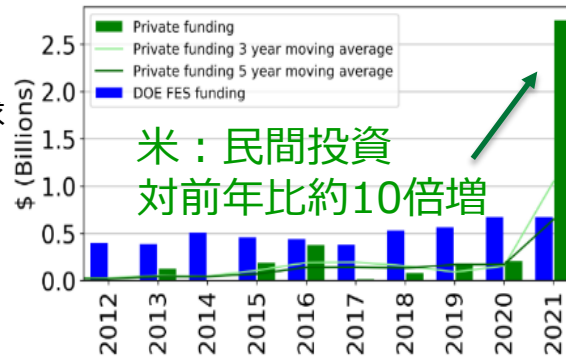
 商業フュージョンエネルギーの実現を加速するための10年戦略を策定することを宣言(2022.3)
2024年予算として過去最大(1ビリオンドル以上)を要求

 フュージョンエネルギー国家戦略発表(2021.10)
2040年代に核融合発電炉の建設を目指す
野心的な新しいR&Dプログラムを立ち上げるため、
2027年までに追加で650ミリオンポンドを投資予定

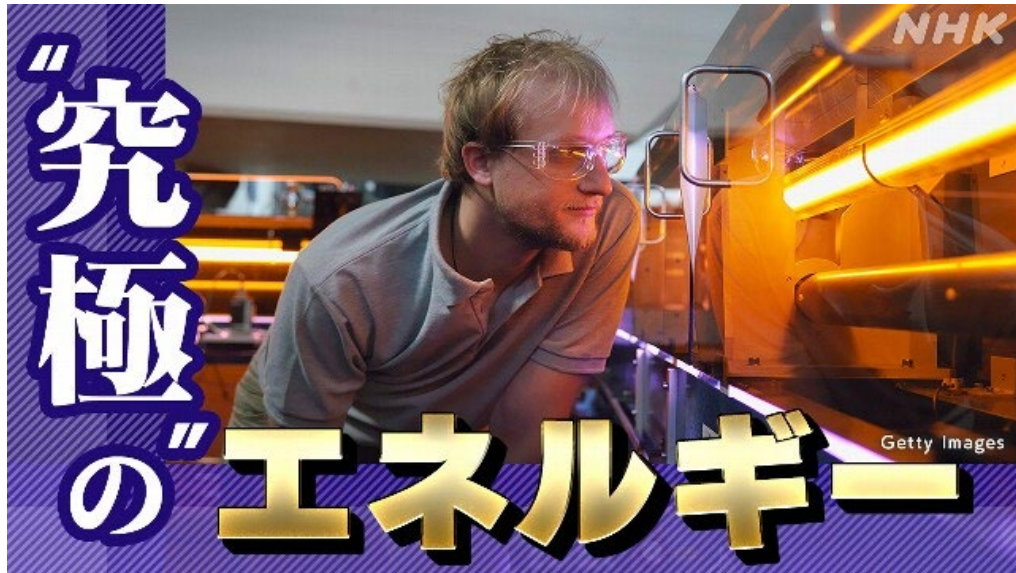
 ITERと同規模の工学試験炉を建設し、2030年代までに発電炉(原型炉)に改造する計画を推進中

 連邦教育研究大臣が核融合の新しいプログラム(5年間で370ミリオンユーロ)を開始すると宣言。

②フュージョンエネルギー関連スタートアップへの投資額が急増



(出典) ホリエモンYouTubeチャンネル



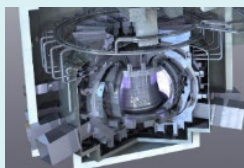
Comprehensive Research Facility for Fusion Technology (CRAFT) in Hefei, east China's Anhui Province

核融合反応の実現を目指す多様な炉型

世界各国で、多様な炉型による取組が進展

磁場閉じ込め型

トカマク型



(日) JA-DEMO



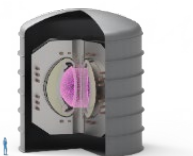
(米) Commonwealth Fusion Systems
2,800億円以上を調達
ビルゲイツ、Googleなど

ヘリカル型



(日) 核融合科学研究所 (NIFS)

球状トカマク型



(英) Tokamak Energy
350億円以上を調達



(中) ENN
260億円以上を調達



(日) Helical Fusion
9億円以上を調達

逆磁場配位型



(米) Helion Energy
800億円以上を調達
サムアルトマンなど



(米) TAE Technologies
1,680億円以上を調達

ミラー型



(米) Lockheed Martin
飛行機や船等の動力源として開発中

慣性閉じ込め型

レーザー型

中心点火方式



(米) ローレンス・リバモア国立研究所

高速点火方式



(日) 阪大レーザー研
(日) EX-Fusion
19億円以上を調達



(米) Blue laser fusion
2,500万ドルを調達

磁化標的核融合



(加) General Fusion
470億円以上を調達
ジェフ・ベゾス

Zピンチ



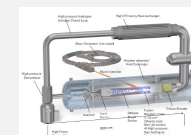
(英) First Light Fusion
130億円以上を調達



(米) Zap energy
260億円以上を調達

その他

ミュオン触媒



(日) 中部大学
ミュオンの特徴
● 強い結合力→核融合
● 高い透過力→構造物イメージング等

凝縮系



(日) クリーンプラネット
20億円以上を調達

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略概要

- ✓ **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

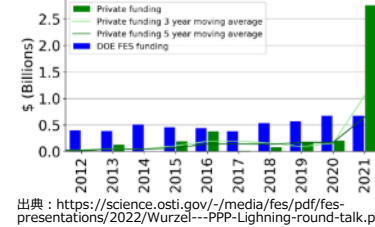
- ・2050年カーボンニュートラルの実現
- ・ロシアのウクライナ侵略により国際的なエネルギー情勢が大きく変化
- ・エネルギー安全保障の確保

- ・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



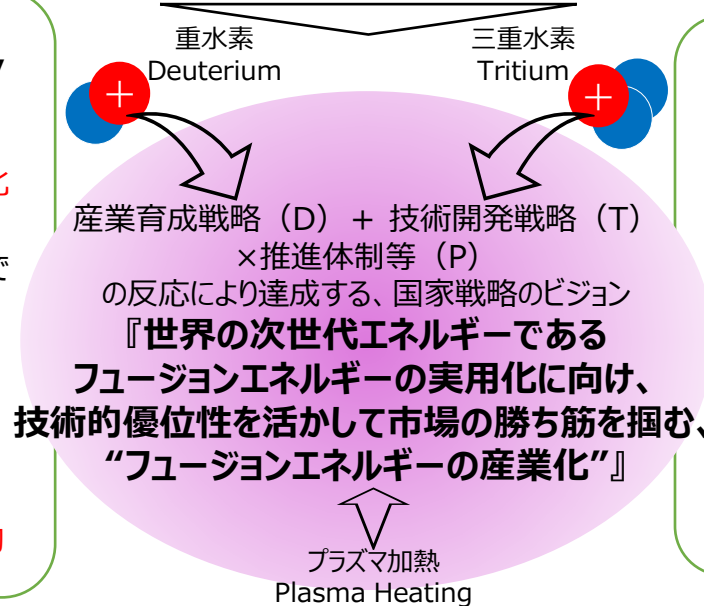
新たな産業としてのフュージョンエネルギー

- ・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



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

- 【見える】
 - ・研究開発の加速による原型炉の早期実現
 - ・技術及び産業マップ作成による**ターゲット明確化**
- 【繋がる】
 - ・**R5年度の設立を目指す核融合産業協議会**でのマッチング
- 【育てる】
 - ・民間企業が保有する**技術シーズと産業ニーズのギャップを埋める支援をR5年度から強化**
 - ・安全規制・標準化に係る同志国間での議論への参画
 - ・固有の安全性等を踏まえた**安全確保の基本的な考え方の策定**



フュージョンテクノロジーの開発戦略 Technology

- ・**ゲームチェンジャー**となりうる**小型化・高度化等**の独創的な新興技術の支援策の強化
- ・ITER計画/BA活動を通じて**コア技術の獲得**
- ・将来の**原型炉開発を見据えた研究開発の加速**
- ・フュージョンエネルギーに関する学術研究の推進
- ・新技術を取り組むことを念頭においた原型炉開発の**アクションプランの推進**

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の概要①

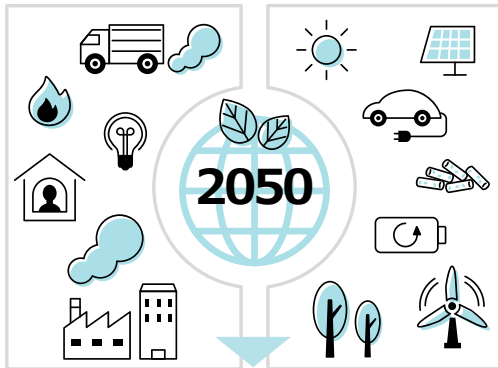
- ✓フュージョンエネルギーを新たな産業として捉え、構築されつつある世界のサプライチェーン競争に我が国も機会を逸せずに参入。
- ✓ITER計画／BA活動、原型炉開発と続くアプローチに加え、産業化等の多面的なアプローチによりフュージョンエネルギーの実用化を加速。
- ✓産業協議会の設立、スタートアップ等の研究開発、安全規制に関する議論、新興技術の支援強化、教育プログラム等を展開。

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

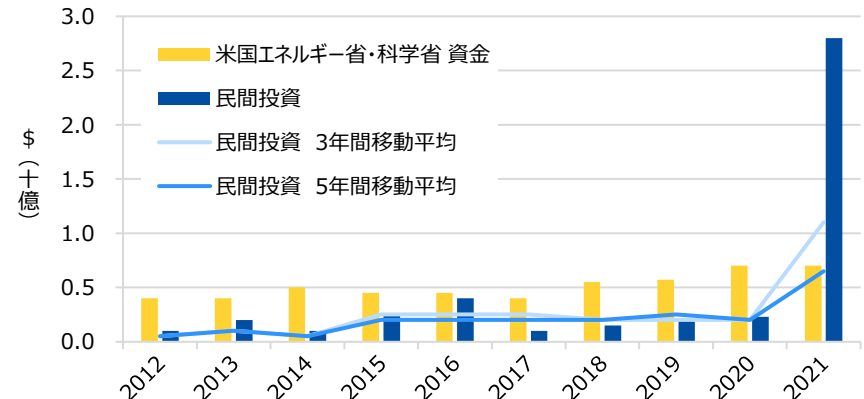


- 諸外国におけるフュージョンエネルギー開発への民間投資の増加
- 米国や英国政府はフュージョンエネルギーの産業化を目標とした国家戦略を策定（＝自国への技術の囲い込みを開始）
- 技術的優位性と信頼性を有する我が国が、技術で勝って事業で負けるリスク
- 他国にとっては有力なパートナーであり、海外市場を獲得するチャンス

●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



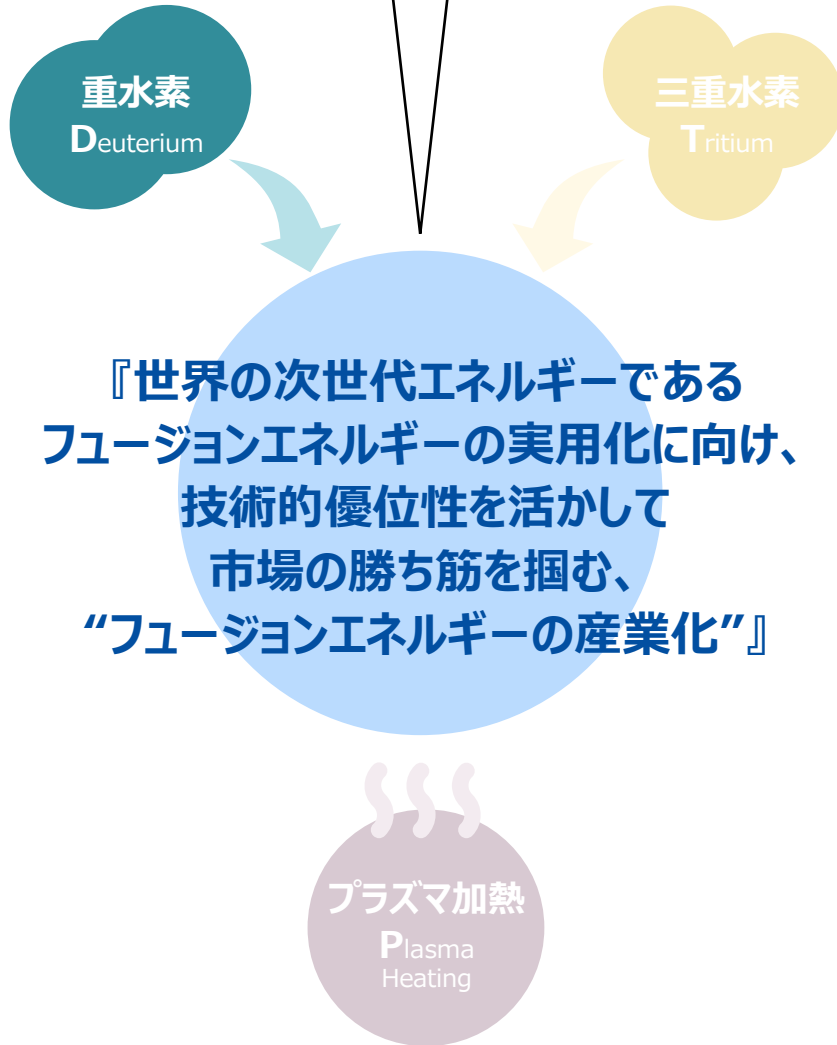
出典：<https://science.osti.gov/-/media/fes/pdf/fes-presentations/2022/Wurzel---PPP-Lightning-round-talk.pdf>

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の概要②

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



フュージョンインダストリーの育成戦略

Developing the Fusion industry

見える

- 研究開発の加速による原型炉の早期実現
- 技術及び産業マップ作成による**ターゲット明確化**

繋がる

- R5年度の設定を目指す核融合産業協議会での
マッチング

育てる

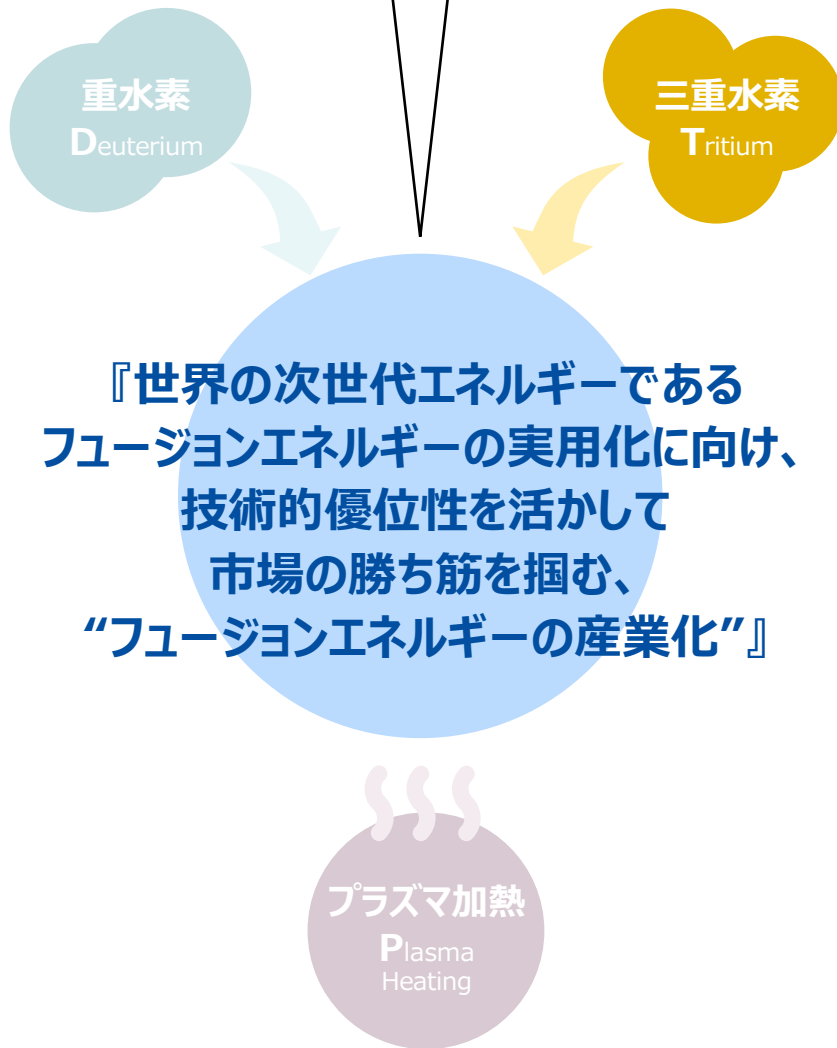
- 民間企業が保有する**技術シーズ**と**産業ニーズ**の
ギャップを埋める支援をR5年度から強化
- 安全規制・標準化に係る同志国間での議論への
参画
- 固有の安全性等を踏まえた**安全確保の基本的な
考え方の策定**

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の概要③

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



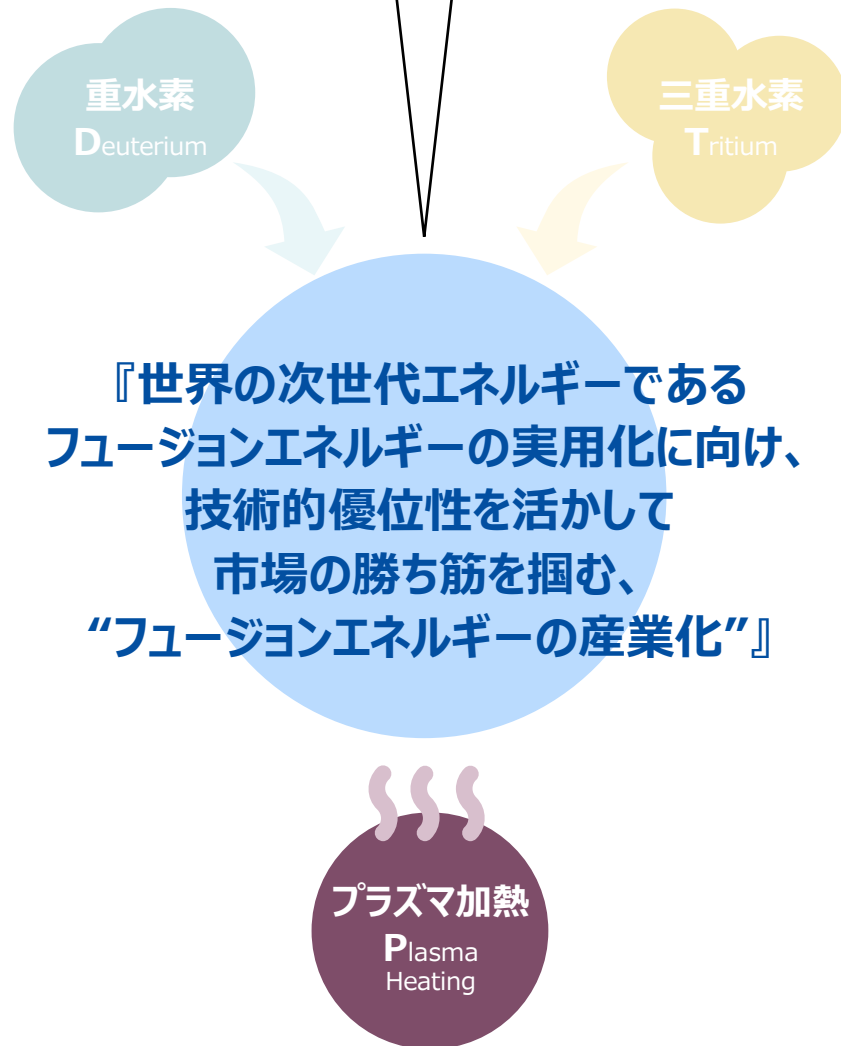
フュージョンテクノロジーの開発戦略 Technology

- ゲームチェンジャーとなりうる小型化・高度化等の
独創的な新興技術の支援策の強化
- ITER計画／BA活動を通じてコア技術の獲得
- 将来の原型炉開発を見据えた研究開発の加速
- フュージョンエネルギーに関する学術研究の推進
- 新技術を取り組むことを念頭においた原型炉開発の
アクションプランの推進

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の概要④

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

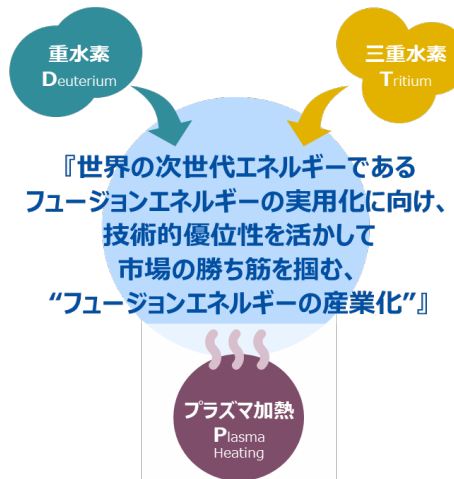
第71回 総合科学技術・イノベーション会議 資料抜粋
(2024年2月20日)

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

- 核融合産業協議会（フュージョンエネルギーフォーラム（仮称））の設立準備
- 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。

目次

1. フュージョンエネルギー・イノベーション戦略

2. 研究開発の全体像

①BA活動（JT60-SAの初プラズマ生成）

②ITER計画

③学術研究の大型プロジェクト

3. 戦略を踏まえた最近の取組

①核融合産業協議会

②原型炉実現人に向けた基盤整備

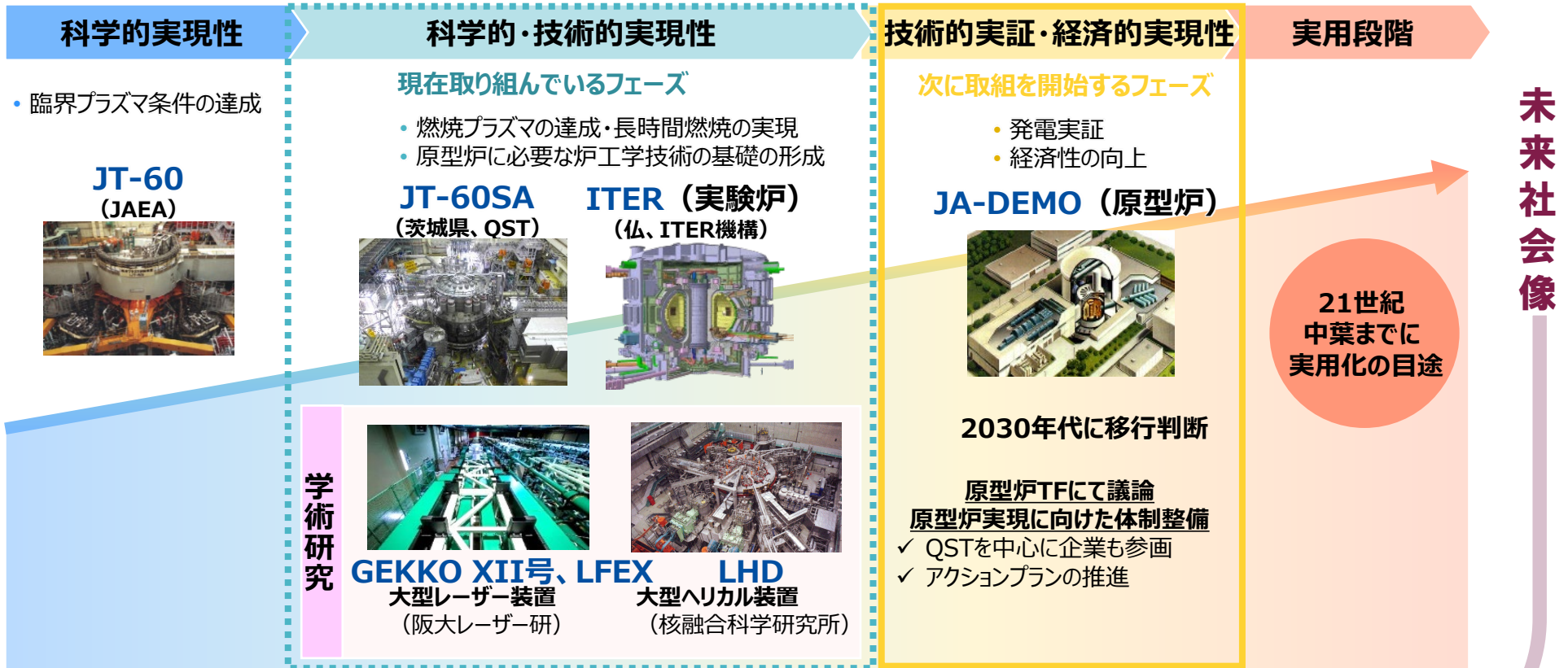
③ムーンショット型研究開発プログラム

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



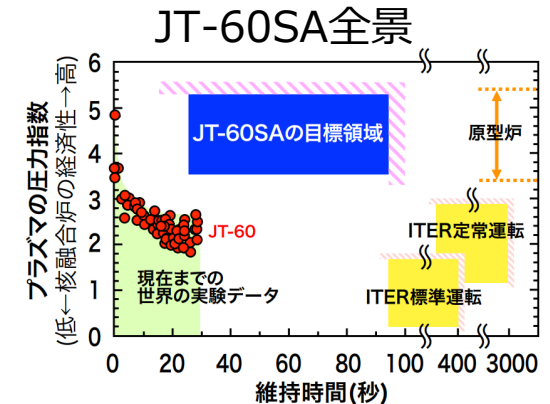
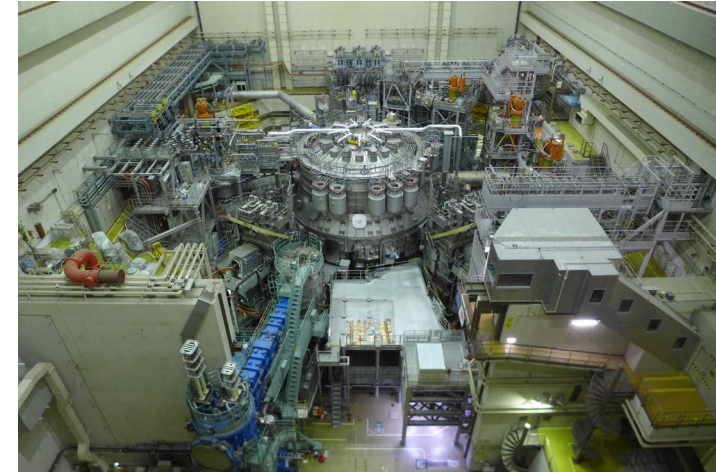
核融合の挑戦的な研究の支援の在り方に関する検討会

✓ ムーンショット型研究開発制度を活用し、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

未来社会像からのバックキャストによるアプローチ

JT-60SAの初プラズマ生成について

- **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**。
- 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。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**。
- 平成25年に組立を開始し、令和2年から統合試験運転を開始。**昨年10月23日、初めてプラズマを生成**。
- 12月1日には、JT-60SAの運転開始を記念する式典を、那珂研究所において、日欧共同で開催。



(参考) 10月27日 閣議後記者会見



盛山文部科学大臣

初プラズマの生成は、複雑な各システムがうまく連携し、装置として運転できたことを意味し、今回の成果を大変喜ばしく思います。この装置に関わってこられた皆様に敬意を表します。

文部科学省としては、**[JT-60SA]を活用し、原型炉開発につながる成果をいち早く創出**するとともに、**将来を担う人材を育成**してまいります。



高市科学技術政策担当大臣

今年の6月のCSTI本会議で、初プラズマに向けて、日欧の研究者が一生懸命取り組まれているお姿を実際に拝見したところでございますので、御努力が実ったことをとてもうれしく思っております。

今回の初プラズマ生成の成功も踏まえまして、**研究開発を抜本的に強化**するとともに、**産業協議会の設立もしっかりと見据えて**、**産業界も巻き込みながらフュージョンエネルギー及び関連産業の発展に向けて力を尽くしてまいります**と思っております。

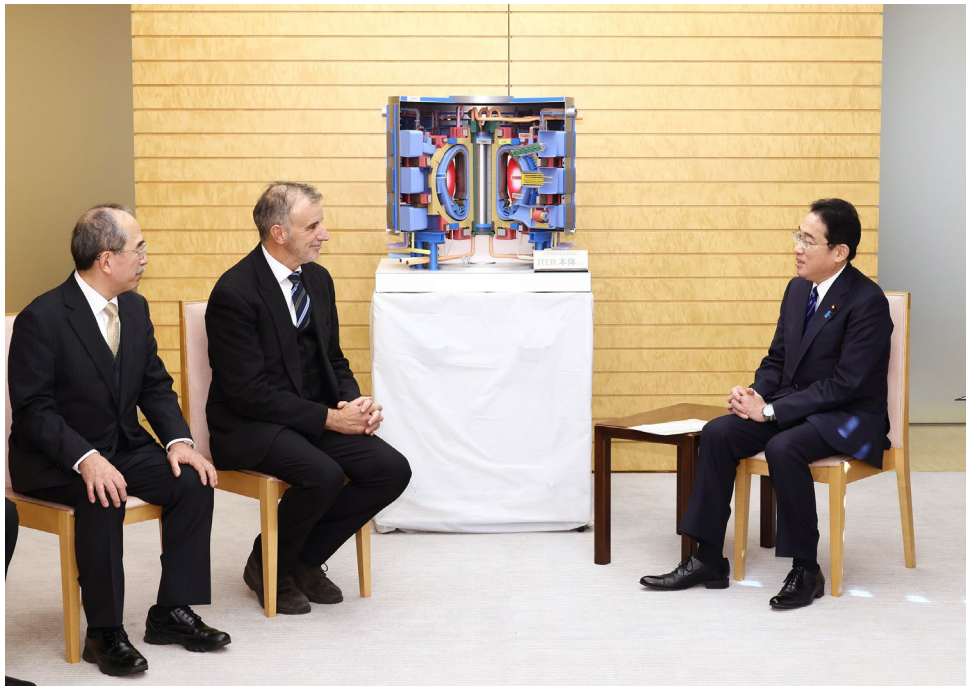
(参考) ITER機構長の総理表敬(11/30)



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。

第33回ITER理事会について

1. 概要

日時：令和5年11月16日(木)～17日(金)

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**
 - ✓ **日本からの最後のトロイダル磁場(TF) コイルを搬入**
 - ✓ 欧州からの最後のトロイダル磁場(TF)コイルは出荷中
 - ✓ 真空容器(VV)、熱遮へい板(TS)の修理を実施中
- フランス原子力安全当局(ASN)との建設的な対話の継続を要請**



日本製のTFコイル最終号機の輸送

(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、更新中。**
 - ✓ ITER機構は、**新型コロナウイルス感染症**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、**ITERの核融合運転開始に向け、より良い組立工程を検討。**
 - ✓ ベースラインの更新は、**2024年、ITER機構から提案があり、各極による検証**が行われる予定。

(3) JT-60SAの初プラズマ

- 2023年10月23日に**JT-60SAで初プラズマを達成**した日欧のBA活動による協力に対して、各極から祝意。14

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2023）

◆ 学術研究の大型プロジェクトについて

- ✓ 「Bファクトリー」、「スーパーカミオカンデ」等の学術研究の大型プロジェクトは、最先端の技術や知識を結集して人類未踏の研究課題に挑み、世界の学術研究を先導する画期的な成果を挙げている ※「スーパーカミオカンデ」によるニュートリノ振動の発見（2015年ノーベル物理学賞受賞）など
- ✓ 一方、大型プロジェクトは長期間にわたって多額の経費を要するため、その推進に当たっては、広く社会・国民の支持を得ながら、国内外の学術研究の全体状況はもとより、公財政支出の現況や将来見通し等にも留意しつつ、**長期的な展望をもって戦略的・計画的に推進していく必要**

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

※これまで、2010、2012、2014、2017、2020年に策定

◆ ロードマップ2023の策定

- ✓ 「ロードマップ2023」の対象は、実施期間が5～10年程度、予算規模が概ね数十億から2000億円程度の研究計画
- ✓ 公募の結果、申請のあった47件の研究計画について、科学技術・学術審議会において、幅広い分野の専門家によるきめ細かい審査を実施し、**12計画を掲載した「ロードマップ2023」を策定**
- ✓ 「ロードマップ2023」には、各掲載計画の基礎的な情報のほか、審査の過程で指摘された「主な優れている点」「主な課題・留意点」を掲載

<ロードマップ2023 掲載計画>

- BSL-4施設を中核とした感染症研究拠点の形成*（長崎大学）
- スピントロニクス・量子情報学術研究基盤と連携ネットワーク*（東京大学）
- 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（大阪大学レーザー科学研究所）
- 極低放射能環境でのニュートリノ研究（東北大学ニュートリノ科学研究センター）
- IceCube-Gen2 国際ニュートリノ天文台による高エネルギーニュートリノ天文学・物理学研究（千葉大学ハドロン宇宙国際研究センター）
- CTA国際宇宙ガンマ線天文台（東京大学宇宙線研究所）
- 強磁場コラボラトリー：統合された次世代全日本強磁場施設の形成*（東京大学物性研究所）
- 30m光学赤外線望遠鏡計画TMT（自然科学研究機構国立天文台）
- 超高温プラズマの「マイクロ集団現象」と核融合科学（自然科学研究機構核融合科学研究所）
- LiteBIRD—熱いビッグバン以前の宇宙を探索する宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星*（宇宙航空研究開発機構）
- アト秒レーザー科学研究施設*（東京大学）
- 統合全球海洋観測システムOneArgoの構築と海洋融合研究の推進（東北大学）

※カッコ内は実施主体（中核機関）

※ *はロードマップ2020からの継続掲載（5計画）

BSL-4施設を中核とした感染症研究拠点の形成*（長崎大学）



BSL-4施設を中核とした世界トップレベルの感染症研究拠点を形成し、感染症の病態解明、診断・治療法の確立、有効な予防法の構築による国民の安全・安心の確保、WHO等による国際的な感染症管理体制への貢献を通じ、世界の保健向上に資する。

スピントロニクス・量子情報学術研究基盤と連携ネットワーク*（東京大学）



将来の量子科学・量子情報技術の中核となる分野である「スピントロニクス」について、卓越した研究機関のネットワークによる国際共同研究拠点を形成・強化し、革新的省エネルギーデバイス、古典・量子情報融合デバイスなどの新しい情報処理技術の実現に向けて不可欠の科学技術基盤を提供する。

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（大阪大学レーザー科学研究所）



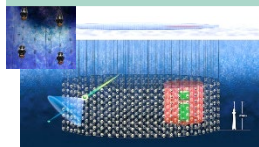
我が国の強みを活かした世界一の高繰り返し大型パワーレーザーによる国際共創プラットフォームをオールジャパン体制で構築し、量子真空の探査（場）、核融合エネルギーの探求（プラズマ）、超高压新奇量子物質の創生（固体）を通して、エネルギー密度の高い極限的な量子科学の開拓で世界を先導する。

極低放射能環境でのニュートリノ研究（東北大学ニュートリノ科学センター）



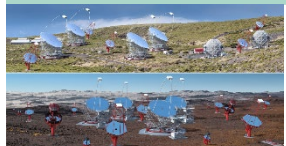
神岡地下に建設したカムランド実験装置の高性能化により、素粒子原子核研究の最重要課題に挙げられる二重ベータ崩壊研究や、地球内部の組成や活動様式解明に挑む地球ニュートリノ観測、特徴的な低エネルギーニュートリノ天文学等を展開する。

IceCube-Gen2 国際ニュートリノ天文台による高エネルギーニュートリノ天文学・物理学研究（千葉大学ハドロン宇宙国際研究センター）



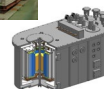
南極点直下に設置したIceCube検出器を世界15か国の連携により高度化し、世界最大のニュートリノ観測装置により高エネルギー宇宙ニュートリノの高感度観測を行う。電波からガンマ線まで分布する電磁波及び重力波との統合観測によるマルチメッセンジャー天文学を展開し、宇宙線の統合的理解、遠方宇宙や天体内部の探求に貢献する。

CTA国際宇宙ガンマ線天文台（東京大学宇宙線研究所）



次世代の国際宇宙ガンマ線天文台CTAにより、超高エネルギーガンマ線領域の世界唯一の天文大型施設として、極限宇宙の姿を捉え、ブラックホール、宇宙線の起源、暗黒物質などの解明を目指す。さらに、従来の電磁波・宇宙線観測に加え、重力波やニュートリノ観測と連携し、マルチメッセンジャー天文学の重要な一つの柱となる。

強磁場コラボラトリー：統合された次世代全日本強磁場施設の形成*（東京大学物性研究所）



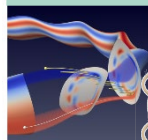
全日本的な強磁場施設の連携の下で世界最高性能の設備を組み合わせた独自の戦略により、我が国が強みを持つ物質・材料科学-とりわけ、半導体、磁石、超伝導材料などの研究で世界を先導する。情報、エネルギー、医療等の課題解決に貢献するとともに、1200テスラ超強磁場下の学際的研究により宇宙、生命、化学などにおける未知現象を発見する。

30m光学赤外線望遠鏡計画TMT（自然科学研究機構国立天文台）



ハワイ島マウナケア山頂域に口径30m光学赤外線望遠鏡TMTを建設し、すばる望遠鏡の広域探査と連携して地球型系外惑星や宇宙の初代星等の観測を行う。膨張宇宙における星、銀河、元素生成等の全貌を理解し、惑星の形成や生命誕生という人類究極の課題に挑む。

超高温プラズマの「マイクロ集団現象」と核融合科学（自然科学研究機構核融合科学研究所）



超高温プラズマを高精度で制御・操作し、世界最高の分解能で計測する実験システムを構築することで、核融合炉のみならず宇宙・天体にも共通するプラズマに独特な揺らぎの発生原因とその影響を解明する。計測と理論・シミュレーションを連携し、核融合イノベーションを駆動する科学的指導原理の構築を目指す。

LiteBIRD—熱いビッグバン以前の宇宙を探索する宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星*（宇宙航空研究開発機構）



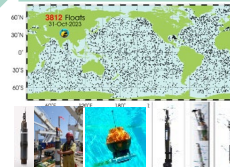
熱いビッグバン以前の宇宙に関する最有力仮説である「インフレーション宇宙理論」を検証するため、LiteBIRD衛星による宇宙マイクロ波背景放射の全天偏光観測から原始重力波を探索する。代表的インフレーション宇宙理論を検証することで、宇宙創生の謎に挑む。

アト秒レーザー科学研究施設*（東京大学）



我が国で長年にわたって培われてきた先端レーザー技術と自由電子レーザー技術を集約し、アト秒レーザー科学研究施設を建設する。物質中の電子の動きを実時間で捉えることにより、物理学、化学、生物学、工学、薬学、医学等の幅広い分野でイノベーション創出を目指す。

統合全球海洋観測システムOneArgoの構築と海洋融合研究の推進（東北大学）



全球海洋の深度2000mまでの水温・塩分を常時計測する現行のArgoフロート観測網を、海底まで、かつ、生物地球化学変数の計測にまで拡張する統合全球海洋観測システムOneArgoを構築する。海洋全層における気候変動シグナルの検出や、海洋酸性化・貧酸素化の実態把握と生態系の応答の解明等により、海洋融合研究を推進する。

目次

1. フュージョンエネルギー・イノベーション戦略

2. 研究開発の全体像

①BA活動（JT60-SAの初プラズマ生成）

②ITER計画

③学術研究の大型プロジェクト

3. 戦略を踏まえた最近の取組

①核融合産業協議会

②原型炉実現人に向けた基盤整備

③ムーンショット型研究開発プログラム

(参考) 高市大臣の記者会見要旨(12/1)



今年4月に策定した「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」の状況について、お話しいたします。

昨日、ITER機構のバラバスキ機構長が岸田総理を表敬された折に、総理からは「フュージョンエネルギーの早期実現に向けて取組を加速していく」との御発言がございました。

内閣府としましては、産業育成に関する取組を進めておりますので、その動きをお話しいたします。

1点目は、産業協議会の設立についてでございます。

既に、幅広い業種の企業から問合せが寄せられておりますが、この度、関連産業の育成を目的として、新たに一般社団法人の今年度中の設立を見据えまして、来週中を目途に内閣府のホームページに登録窓口を掲載いたします。関心のある企業におかれましては、積極的な参加をお願い申し上げます。

2点目は、安全規制に関する検討についてでございます。

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ります。既に米国や英国では、核融合については核分裂とは異なる規制を適用する方針を示しております。我が国においても産業化に乗り遅れないように、今後設立される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します。

なお本日、茨城県にあるJT-60SAの運転開始記念式典に出席することといたしております。国家戦略を踏まえて、フュージョンエネルギー及び関連産業の発展に向けて取り組んでまいります。

核融合産業協議会の概要 (イメージ)

●名称

フュージョン エネルギー フォーラム (仮)

●目的

フュージョン産業・ビジネスの創出(スピンアウトを含む)

●会員構成

- ・多様な技術群の集合体であるフュージョンの広がり意識
- ・サプライヤー企業、エネルギーのユーザー等、スタートアップ、アカデミア

●事業概要

協議会に参加した企業間で新たなビジネスネットワークを形成し、

- ①国内外のフュージョンの動向や情報を把握でき、
- ②国内のフュージョン関係者と知り合え、
- ③フュージョンへの参画の第一歩を踏み出せる環境を構築

●主な取組

- ・国内外のフュージョン産業の動向調査(技術マップ・産業マップの作成)、会員企業との情報共有
- ・フュージョン技術の標準化活動、安全規制も含めた国への政策提言
- ・地方大学及びその地域企業を中心としたイベント
- ・産業界と若者の意見交換会
- ・産業界ニーズと大学シーズ、フュージョン関連企業間でのニーズとシーズのマッチングイベント
- ・国内外の関連機関と連携した人材育成
- ・海外のフュージョン産業協議会との連携イベント 等

核融合関連産業の裾野拡大を狙う

一般社団法人フュージョン エネルギー フォーラム(仮)

- 参加者: 約50企業・団体(12月25日時点)
- 業 種: メーカーだけでなく商社やスタートアップなども参加予定
- 設 立: 2024年3月を予定
- 目 的: 核融合産業やビジネスの創出

- 核融合産業の動向調査
- 地域の企業や大学とのマッチング



民間企業や大学

- 核融合産業の動向調査
- 関連企業とのマッチング



米国や欧州の企業

- 技術の標準化や安全規制に関する提言



政府

(出典)12/26 日本経済新聞

核融合産業協議会の設立に向けた発起人について

発起人会への参加を希望する企業を令和6年1月11日まで募集したところ、以下の企業から登録。

株式会社アトックス	大和合金株式会社
株式会社EX-Fusion	三井物産株式会社
日揮株式会社	株式会社フジクラ
株式会社Helical Fusion	古河電気工業株式会社
住友商事株式会社	京都フュージョニアリング株式会社
三井不動産株式会社	日本電信電話株式会社
株式会社LINEAイノベーション	三井住友海上火災保険株式会社
株式会社IHI	三菱重工業株式会社
東芝エネルギーシステムズ株式会社	株式会社INPEX
三菱商事株式会社	Blue Laser Fusion合同会社
清水建設株式会社	

掲載は申込順（2月26日時点）

(参考) 盛山大臣の記者会見要旨(12/1)



茨城県に出張し、先日初めてプラズマの生成に成功したJT-60SAの運転開始記念式典に参加するとともに、同式典に出席予定のシムソン欧州委員、バラバスキ機構長と会談を行い、日欧の研究開発の見通し等について意見交換を行う予定です。

文部科学省としては、昨日の総理の発言も踏まえ、**国際連携も活用し、原型炉に必要な基盤整備を加速**するとともに、**小型化・高度化等の新興技術の開発支援を実施**することで、フュージョンエネルギーの早期実現に向けて、取り組んでまいります。



シムソン欧州委員(エネルギー担当)とともに、フュージョンエネルギーに関する共同プレス声明に署名

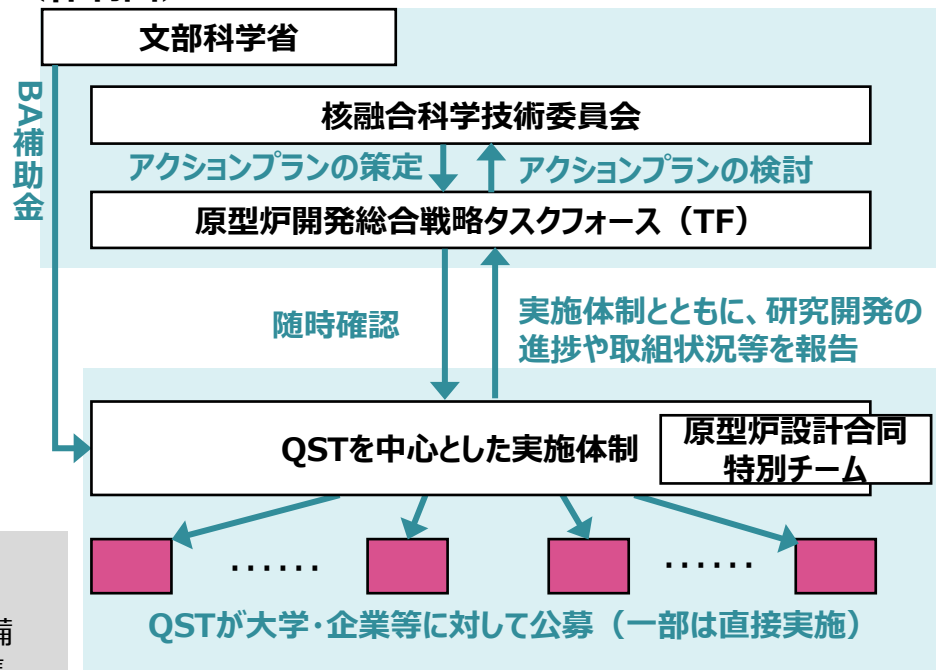


高市内閣府科学技術政策担当大臣、シムソン欧州委員と共にプラズマ生成のボタンを押す様子

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。

<体制図>



(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 |

【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)

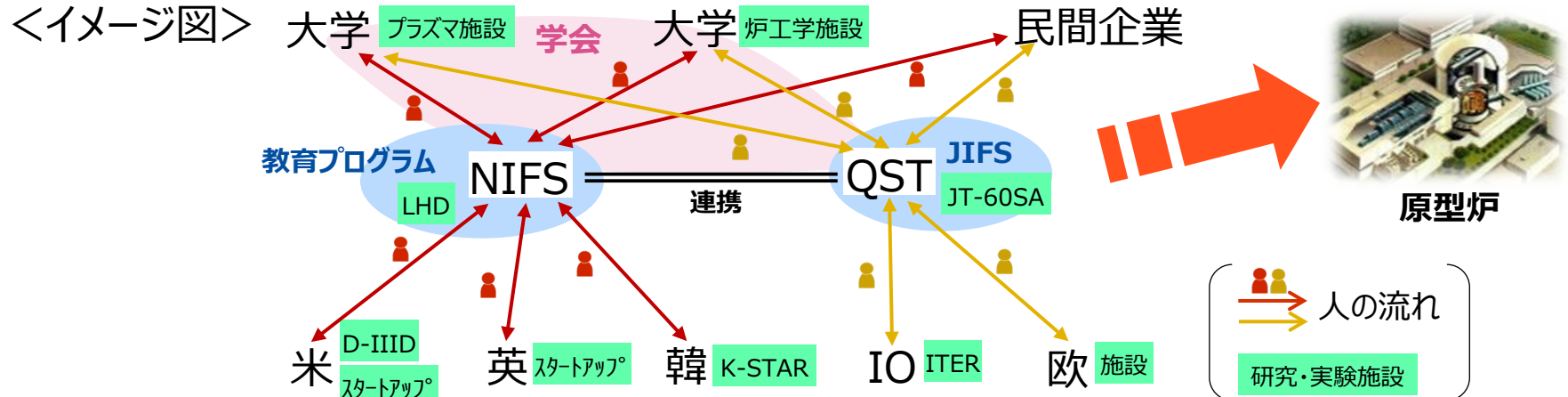
- **将来の原型炉開発を見据えた研究開発を加速すること【文】**
 将来の原型炉に向けた設計を加速するため、民間企業の更なる参画を促すための仕組みを導入するとともに原型炉の研究開発を推進する。
- **スタートアップを含めた民間企業等による新技術を取り込むことを念頭において原型炉開発のアクションプランを推進すること【文】**
 ITER計画等の研究成果を基に作成したアクションプランは合理的であるため、それをベースにする一方、フュージョンエネルギーの早期実現やコストダウン等に貢献する新興技術や国際協力を柔軟に取り込むべきである。
 また、原型炉開発に必要な技術ニーズが民間企業には不明確なことから、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。

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。



ムーンショット型研究開発制度

<p>目標1 身体、脳、空間、時間の制約からの解放</p> 	<p>目標2 疾患の超早期予測・予防</p> 	<p>目標3 自ら学習・行動し人と共生するAIロボット</p> 
<p>目標4 地球環境の再生</p> 	<p>目標5 2050年の食と農</p> 	<p>目標6 誤り耐性型汎用量子コンピュータ</p> 
<p>目標7 健康不安なく100歳まで</p> 	<p>目標8 気象制御による極端風水害の軽減</p> 	<p>目標9 こころの安らぎや活力を増大</p> 

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(ムーンショット)を推進する国の大型研究プログラム

ムーンショット型研究開発制度における新しい目標案（フュージョンエネルギー）

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



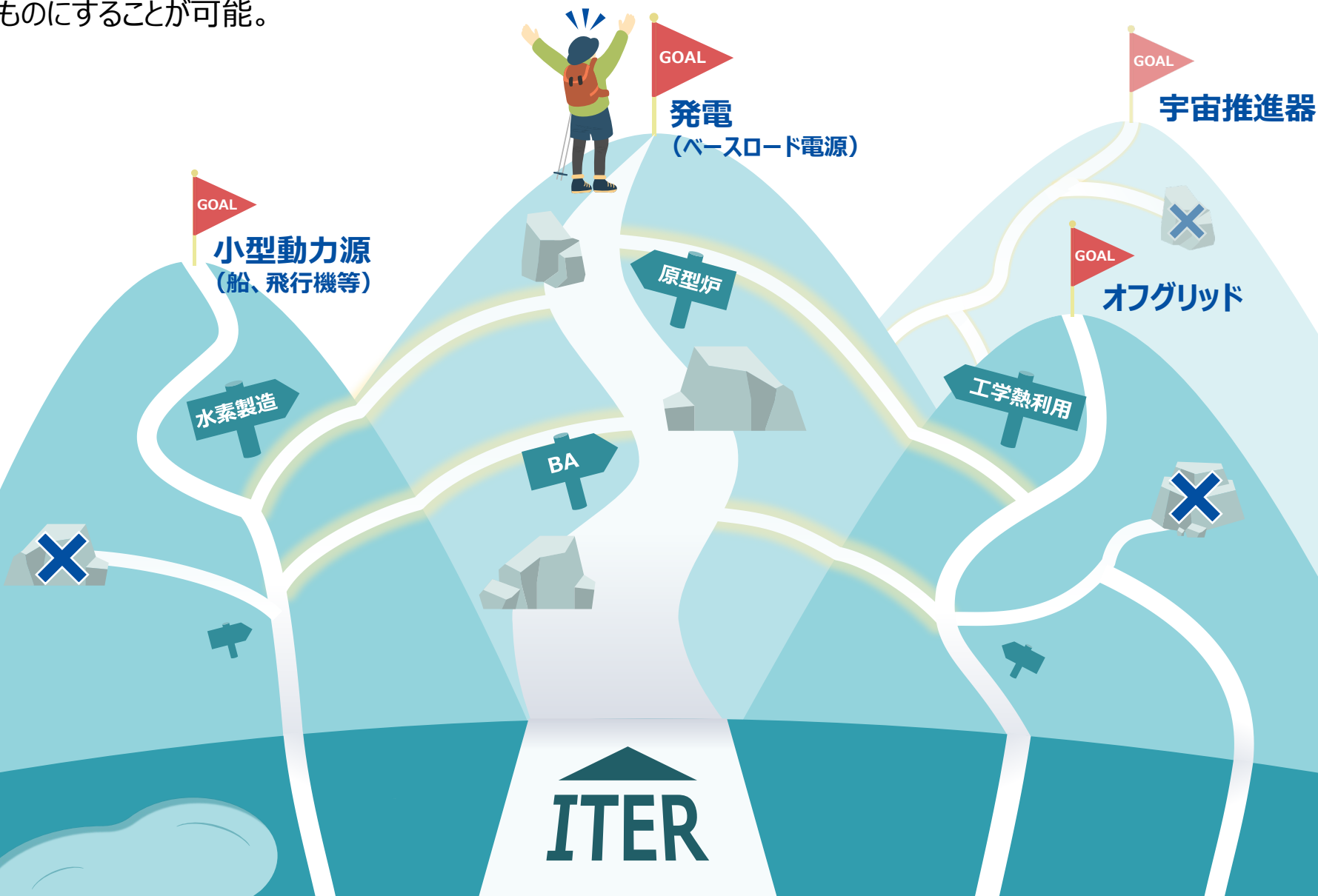
ムーンショット型研究開発制度との 協働がない 場合

ITER※／BA／原型炉から発電へと続く道の途中で困難が生じたときに、代替手段がないため、社会実装が遅れる。



ムーンショット型研究開発制度との協働がある場合

革新的な社会実装を目指す研究が先回りして成果を創出することで、ITER／BA／原型炉から発電へと続く道をより確実なものにすることが可能。



最後に（フュージョンエネルギーの早期実現に向けて）

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

1 産業協議会の設立

- ✓ スタートアップも含めた意欲ある民間企業等の参画促進、エコシステムの形成

2 独創的な新興技術の支援策の強化

- ✓ ムーンショット型研究開発制度、多様な学術研究の推進

3 国際活動の戦略的推進

- ✓ ITER計画・BA活動等、多国間・二国間の連携強化



第213回国会 岸田内閣総理大臣施政方針演説(1月30日)

バイオ、量子、**フュージョンエネルギー**などの技術についても中長期的視点をもって取り組み、投資促進、規制改革を進めます。

ご清聴ありがとうございました。

内閣府/文部科学省

馬場大輔(d-baba@mext.go.jp)