

Mizuho Industry Focus Vol. 244

革新的技術シリーズ*

核融合発電を取り巻く足下の動向 ～核融合発電実用化に向けた道筋～

みずほ銀行

産業調査部

2024年3月19日

ともに挑む。ともに実る。



[アンケートにご協力をお願いします](#)



目次

1.	核融合発電の概要	3
2.	主要国の核融合発電に対する取り組み	12
3.	核融合発電の現在地と発電実用化に向けた道筋	27

サマリー

- 従来から公的機関を中心に核融合研究が行われてきたが、近年、核融合に必要な高温プラズマの発生・維持や小型化といった技術進展によるコスト低減などの一定の成果があり、民間による開発や民間からの資金調達が増加する一要因となっている
- 一定の研究成果によって、核融合研究だけでなく、核融合発電に必要な燃料の抽出・増殖、効率的な熱回収などの研究開発により取り組むことができる状況となっている。ただし各方式とも技術的課題が山積しており、2030年代の発電実用化はチャレンジングではあるが、技術革新によって実現可能性はあると考えられる
- 海外に目を向けると、米国政府が2035年、英国政府が2040年の核融合炉の建設・稼働を目指す戦略を発表している。また、数千億円単位の巨額の資金調達を行っている欧米の核融合スタートアップは、政府目標よりも早い商用化目標を掲げており、現時点では実証炉の建設段階であるが、その成果次第では、発電実用化に近づく可能性がある
- 主要スタートアップが2030年代の発電実用化を表明する背景としては、従来よりも意欲的な商用化時期の目標を示すことで、2050年カーボンニュートラルやエネルギー安全保障などの社会的要請を重要視する投資家や企業による投資を呼び込む意図がある
- 日本政府は国際プロジェクトであるITERの進捗に基づいた対応が中心となっている。2035年の燃焼実験の直後に原型炉建設に着手、2045年に原型炉による発電実証を目指す。また、日本独自の取り組みとして「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を策定し、それに基づいた核融合スタートアップへの支援も展開し始めている
- どの核融合発電方式が発電実用化に成功するか不透明な状況において、核融合炉だけではなく、日本が強みを持つ周辺分野も含めて核融合産業を振興させていくことが重要である。その上で発電実用化も見据えて、日本の産業界は核融合炉の研究開発を加速させていくためにも、核融合炉に取り組むスタートアップに対してアライアンスや出資などによって更に関与を強めていくことが求められる

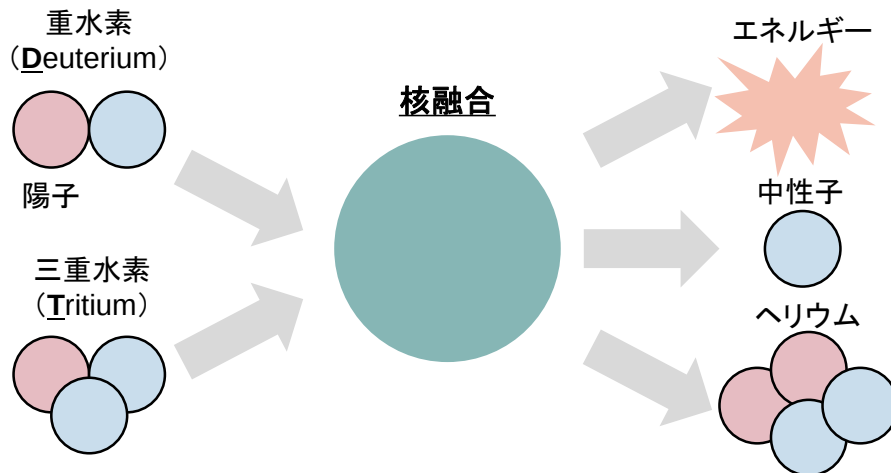
(出所)みずほ銀行産業調査部作成

1. 核融合発電の概要

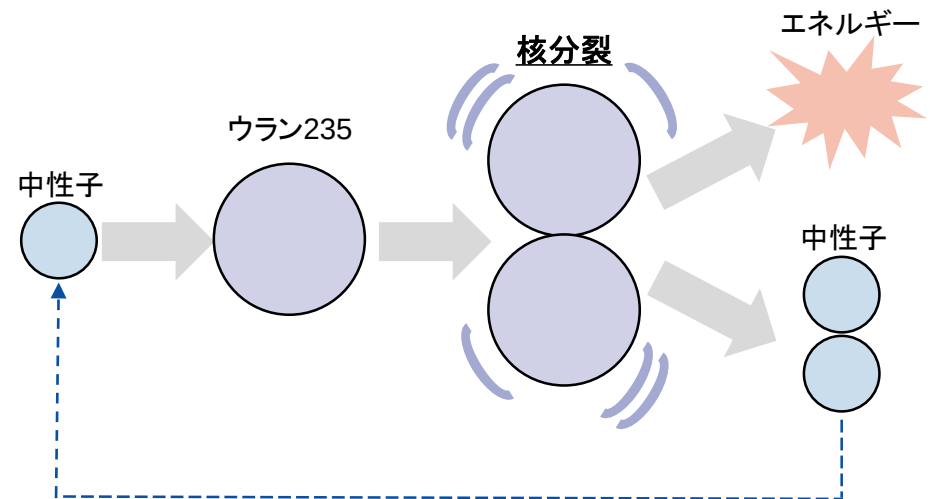
核融合発電と実用化されている原子力発電では、エネルギー発生プロセスが異なる

- 核融合発電は重水素や三重水素のような軽い原子核同士が融合し重い原子核に変化することで、核融合の前と後での総質量の差が莫大なエネルギーとして生まれることを利用した発電方式
 - 地上の太陽とも言われる核融合を実現するには反応に必要な温度・圧力が低く、反応確率が高く、発生するエネルギーが大きいとされるD-T反応^(注)が最も実現可能性が高いとされる
- 一方、原子力発電で活用されている核分裂は中性子がウラン235にぶつかることによって、重い原子核が軽い原子核に分裂する時に生じるエネルギーを利用したもので、核融合発電とは異なるプロセス

核融合発電の仕組み(D-T反応)



原子力発電における核分裂の仕組み



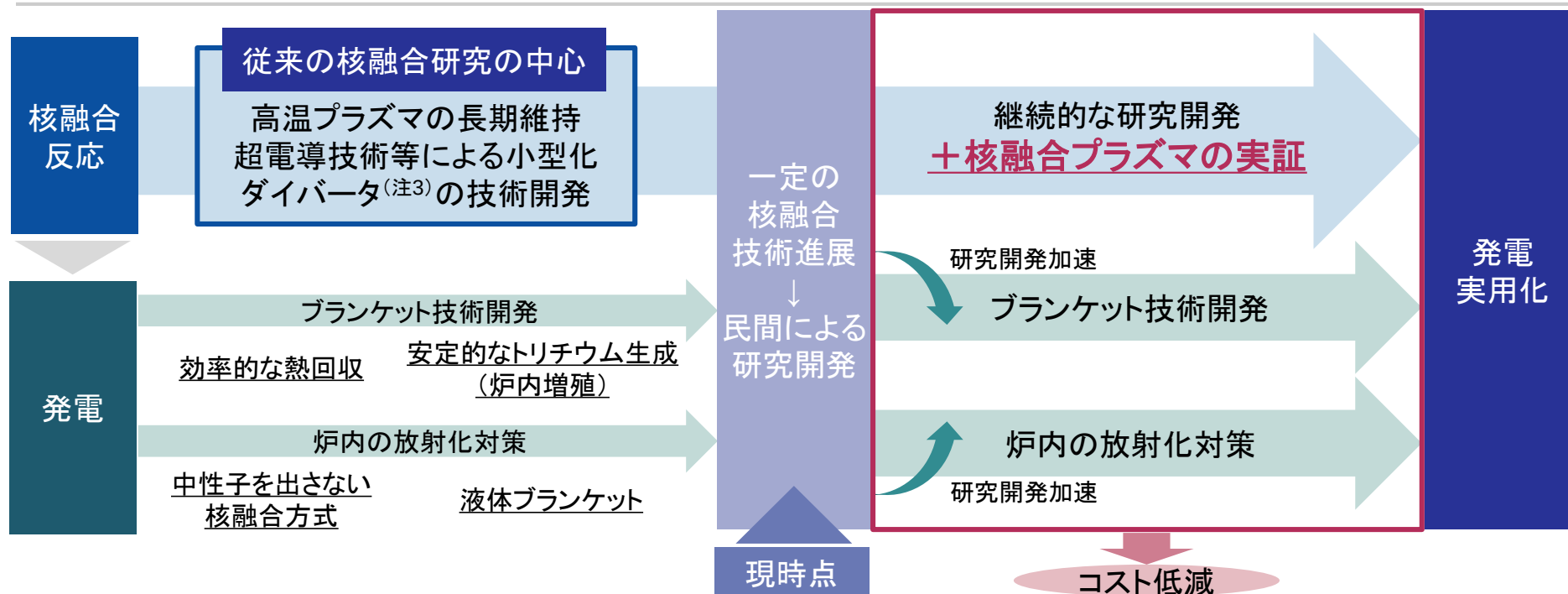
(注) 重水素と三重水素による核融合反応。その他の燃料を使用した核融合反応も存在
(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

一定の技術進展により核融合発電実用化に向けた研究段階へ

- 核融合研究において、高温プラズマ^(注1)の長期維持が最大の課題であったが、長年の研究開発によって一定の技術進展があったことに加え、小型化などが進んだことで、民間が投資できる規模へ
- 核融合技術の成熟度が向上したことで、核融合プラズマの実証だけでなく、ブランケット^(注2)などの熱の回収技術や炉内での安定的なトリチウム生成等の燃料調達、炉内の放射化対策などの発電実用化に向けた研究開発に取り組むことができるように

核融合発電実用化に向けた主な技術進展のイメージ



(注1) 物質を構成する電子やイオンが電離した高温高密度の状態

(注2) 熱エネルギーとして取り出す変換器。中性子を止め、出てきた熱を冷媒に伝え、燃料を作る機能が求められる

(注3) 高除熱機器のことで、粒子の排気、熱の除去、プラズマの閉じ込め性能の改善を担う

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

(参考) 主要な核融合発電方式の整理

主要方式	磁気閉じ込め				慣性閉じ込め (レーザー式)	複合式 (磁気+慣性閉じ込め)
	トカマク式	ヘリカル式	逆転磁場配位型 (FRC)	せん断流安定化 Zピンチ		
区分	■ 従来型	■ 従来型	■ 革新閉じ込め方式	■ 革新閉じ込め方式	■ 従来型	■ 革新閉じ込め方式
特徴	■ プラズマの閉じ込め性能が高い ■ コイル形状が単純なため炉設計製造コストを抑制可能	■ 磁場を維持しやすく定常運転が見込める ■ 磁場をコイルから得るため、プラズマ電流が不要	■ トカマク式より弱い磁場でプラズマ閉じ込めが可能(小型化に寄与) ■ 核融合で中性子を出さず安全性が高い ■ 蒸気タービンを使用せずに発電可能	■ 超電導磁石を使用せず、小型化が可能 ■ プラズマを流れる電流が作る磁場がプラズマ自体を圧縮し、高温高密度状態を作り出す	■ 反応頻度を調整することで、発電量を増減でき、負荷変動に対応可能 ■ レーザーと炉が独立しており、放射化を抑制可能	■ レーザーではなく圧縮空気ピストンで磁化プラズマを圧縮するため、低コスト ■ 慣性閉じ込めより燃料密度が低くなり、低密度で点火
課題	■ プラズマの安定性に課題 ■ 磁場を得るためのプラズマ電流が必要 ■ 磁場を作るのに巨大な設備が必要	■ トカマク式と比べ、コイル形状が複雑	■ プラズマ温度を10億℃以上にする必要 ■ コイルにプラズマを通すことで電磁誘導により発電するが、発電効率が不透明	■ 正味エネルギーがプラスとなるためには、より高電流が必要	■ 核融合反応発生率の向上 ■ 連続的なレーザー照射およびレーザー制御技術 ■ レーザー光を照射するため、巨大な設備が必要	■ プラズマの閉じ込め性能の向上 ■ 圧縮タイミングの制御 ■ ピストン機器の耐久性
主要企業	■ Commonwealth Fusion Systems (米国) ■ Tokamak Energy (英国)	■ Helical Fusion (日本)	■ TAE Technologies (米国) ■ Helion Energy (米国)	■ Zap Energy (米国)	■ EX-Fusion (日本)	■ General Fusion (カナダ)

(注) 主要方式はFusion Industry Association, The global fusion industry in 2023における区分を参照し分類したもの。区分について文部科学省はトカマク式、ヘリカル式、レーザー式を代表的な閉じ込め方式、その他を革新閉じ込め方式と整理。本稿では代表的な閉じ込め方式を従来型として記載

(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

核融合発電は脱炭素・安定電源として期待される

ウクライナ情勢を経て、世界が抱える課題

ロシア産燃料からの脱却を含め、化石燃料からクリーンエネルギーに移行しつつ、エネルギー安全保障を確保

核融合発電が有する主な特徴

①カーボンニュートラル	■ 核融合プロセスの生成物はヘリウムであり、核融合反応中に二酸化炭素や他の温室効果ガスを生成しない
②燃料の豊富さ	■ 実現可能性が高いとされるD-T反応で使用する燃料(重水素・リチウム)は海水中に存在し、抽出技術が確立されれば、ほぼ無尽蔵に生成可能なうえに、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固有の安全性	■ プラズマ維持のための加熱や燃料供給が止まれば核融合反応は起こらず、反応を抑制する必要がないため、電源を喪失したとしても安全に停止させることが可能
④環境保全性	■ 発生する放射性廃棄物は低レベル放射性廃棄物のみであり、従来技術による処分が可能
⑤ベースロード電源	■ 核融合発電は、風力発電や太陽光発電のように外部環境要因に発電量が依存しないため、必要性に応じて継続的に運転することが可能

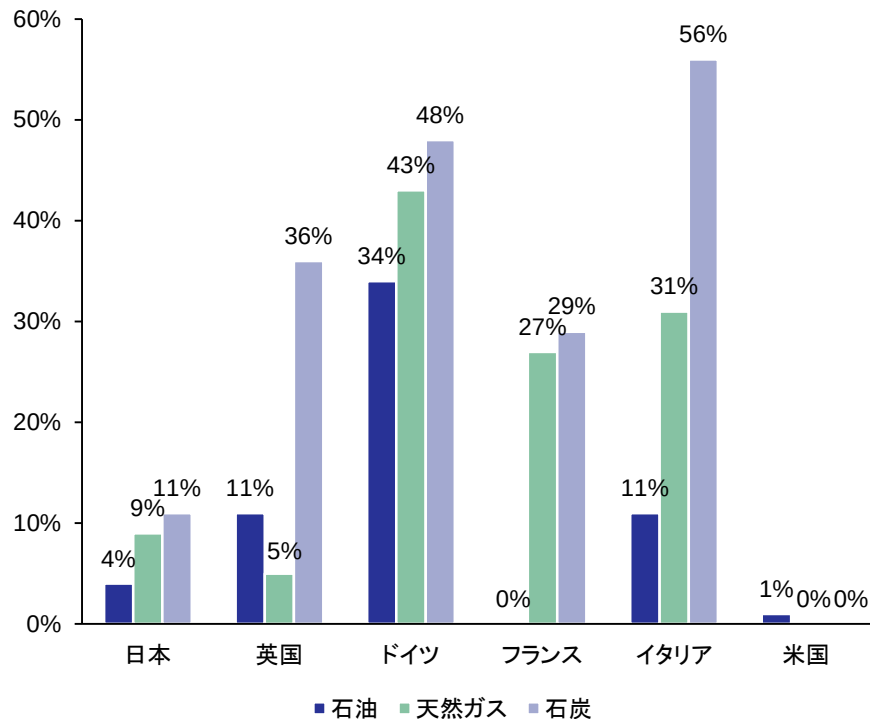
燃料の生成源となる海水は地球表面の約3分の2を覆っており、技術さえ保有していれば多くの国で燃料を生成することが可能となり、資源の偏在性を解消してエネルギーの安定供給に資するエネルギーとして期待が高まっている

(出所) 日本政府・英国政府資料より、みずほ銀行産業調査部作成

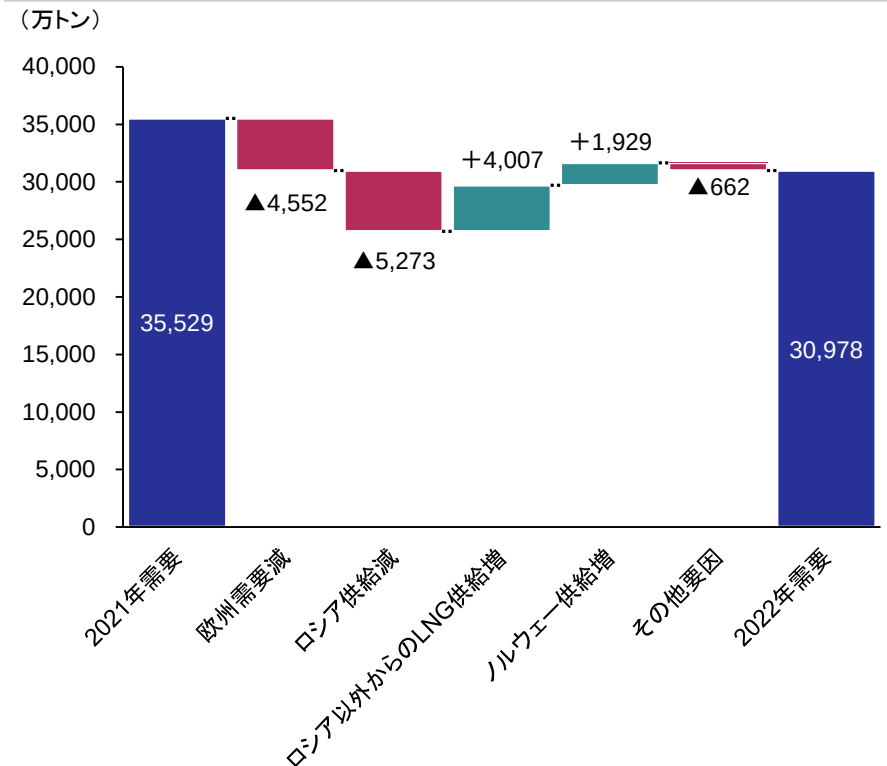
日本・欧州は化石燃料をロシアからの輸入に一部依存

- 日本だけでなく欧州においても化石燃料の調達をロシアに依存している燃料調達構造
- ウクライナ情勢を経て、欧州はロシア産の化石燃料からの脱却を進め、欧州域内からの供給増加や米国産のLNG調達などによって対応している状況
- 核融合発電が実用化に至れば、日本・欧州はロシアからの燃料調達に依存することなく、エネルギー安全保障の確保が可能となる

主要国の化石燃料のロシア依存比率(2020年、日本は2021年速報値)



欧州の天然ガス需給構造の変化(2021~2022年)

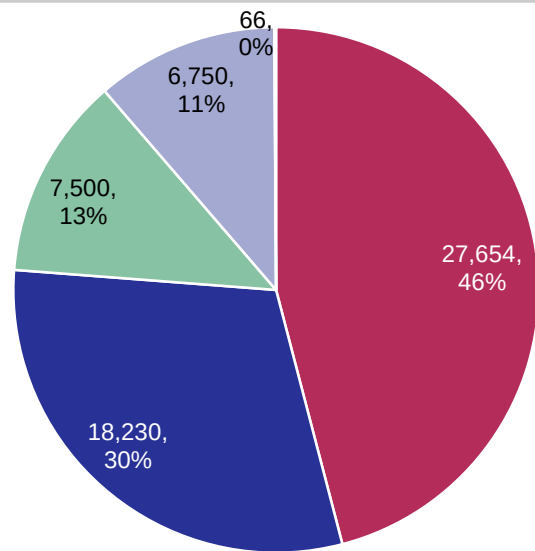


(出所)両図とも資源エネルギー庁資料より、みずほ銀行産業調査部作成

核融合発電実用化は化石燃料だけでなく原子燃料のロシア産からの脱却に直結

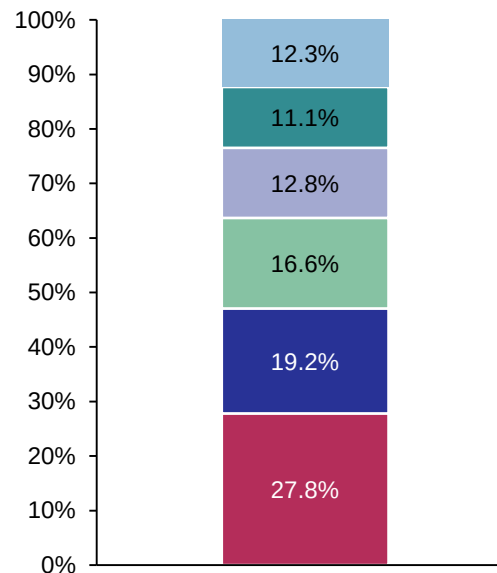
- 原子力発電に必要な濃縮ウランにかかるグローバルでの製造容量の46%をロシアが占め、その調達においては、EUは30%超、化石燃料をロシアに依存していない米国であっても28%はロシアから調達している状況
- 濃縮ウランが不要で海水があれば燃料枯渇の可能性がない核融合発電が実現すれば、欧米各国のエネルギー安全保障の強化に大きく寄与
 - SMR (Small Modular Reactor、小型モジュール炉) 等の革新炉においても、濃縮ウラン技術が必要であり、現状のままだではロシア産燃料からの脱却は困難

世界のウラン濃縮製造容量の企業別シェア
(2020年, thousand SWU/年)



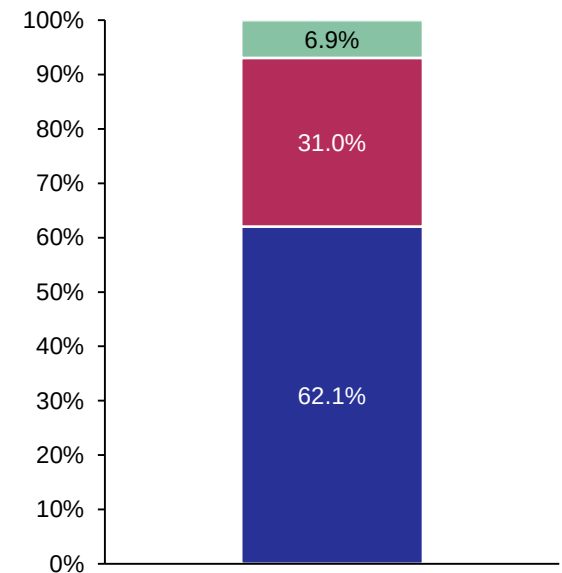
■ Rosatom (ロシア) ■ Urenco (英独蘭米)
■ Orano (フランス) ■ CNNC (中国)
■ その他

米国の濃縮ウラン調達国 (2021年)



■ ロシア ■ 米国 ■ 英国
■ ドイツ ■ オランダ ■ その他

EUの濃縮ウラン調達国 (2021年)



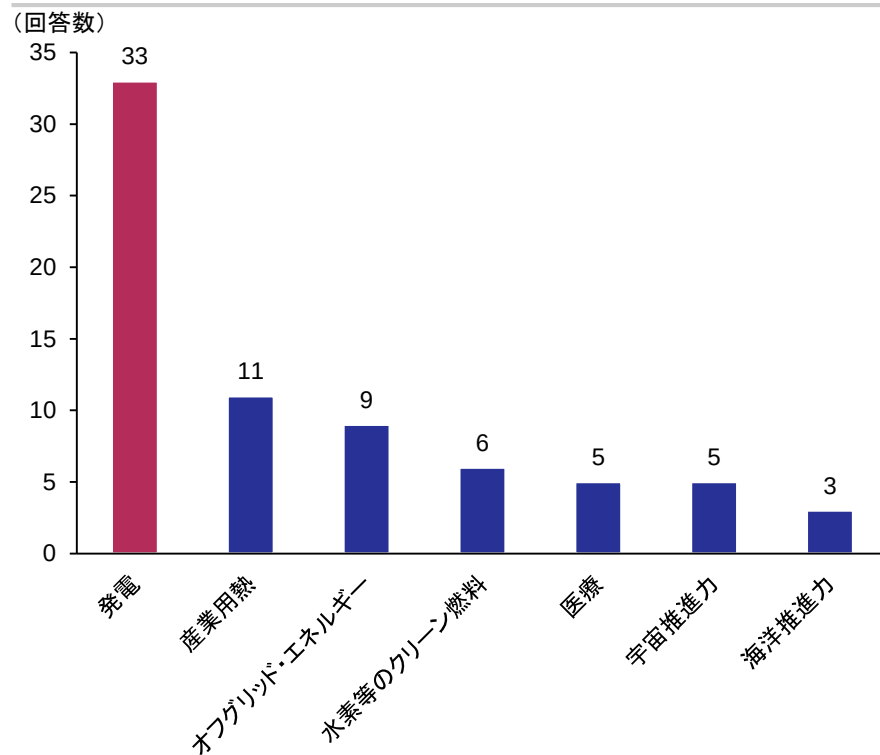
■ EU ■ ロシア ■ その他

(出所) 米国エネルギー情報局 (EIA) 資料、Euratom Supply Agency 資料より、みずほ銀行産業調査部作成

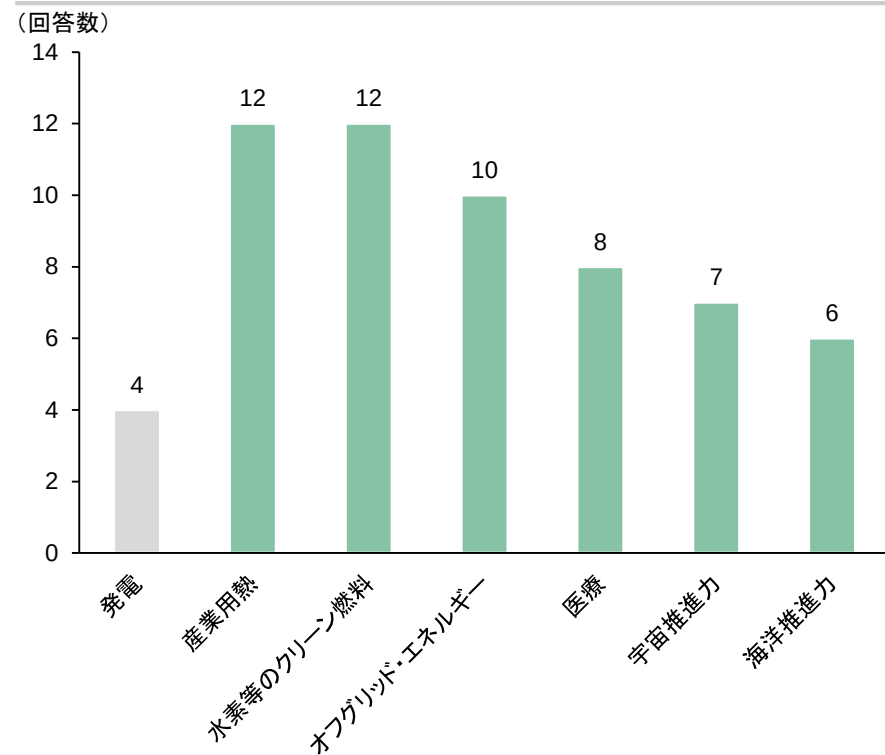
核融合技術は発電だけでなく、他産業における活用可能性あり

- 核融合技術の主要市場は発電向けが大宗を占め、次いで産業用熱需要やオフグリッドエネルギー、水素等のクリーン燃料製造などが期待される
- 潜在的な市場としては、産業用熱需要やクリーン燃料製造のほか、宇宙、海洋、医療といった発電以外の分野への活用可能性を持つ

核融合スタートアップが想定する核融合技術の主要マーケット



核融合スタートアップが想定する核融合技術の潜在的・スピノフ市場



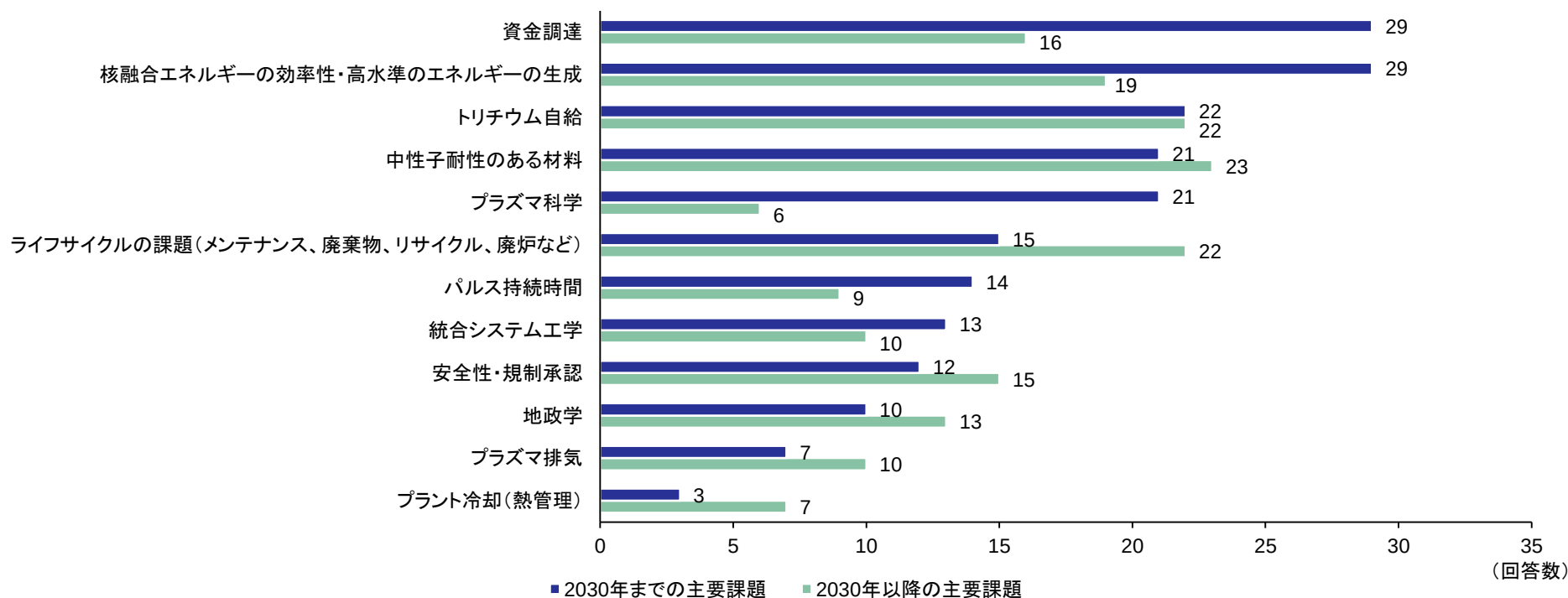
(注) 複数回答可能なもの

(出所) 両図ともFusion Industry Association, *The global fusion industry in 2023*より、みずほ銀行産業調査部作成

核融合発電の課題は、資金調達から各種技術開発まで多岐にわたる

- 核融合スタートアップが挙げる2030年までの核融合に関する主要な課題は、資金調達に加えて、核融合エネルギーの効率性向上やトリチウムの自給等の核融合技術に関する根本的なもの
- 2030年以降においても、引き続き、核融合の技術課題やライフサイクルの課題に取り組む必要があるが、規制面などのソフト面の課題解決も求められることを想定

主要スタートアップが挙げる核融合発電実用化に向けた課題



(出所) Fusion Industry Association, *The global fusion industry in 2023*より、みずほ銀行産業調査部作成

2. 主要国の核融合発電に対する取り組み

日本はITERに対して資金負担だけでなく、製品供給で貢献

- 国際熱核融合実験炉 (International Thermonuclear Experimental Reactor。以下、ITER) は、欧州、日本、米国、ロシア、中国、韓国、インドにより開発が進められているトカマク式の核融合実験炉
 - 2025年に運転を開始し、2035年に核融合反応の実証を行う計画。現状は建設中だが、遅れが出ている状況
 - 日本は建設段階で全体の9.1%、運転段階で全体の13%の資金負担

ITERの概要

技術目標	■ 核融合出力と外部入力の方が10倍以上の燃焼プラズマを300～500秒生成 ■ 超電導コイルや加熱装置等の実証やブランケットなどの機器試験を実証
設備概要	■ 建設地: フランス ■ 出力: 50万kW (ITERにおいて発電は実施せず)
スケジュール	■ 2025年: 運転開始 ■ 2035年: 核融合運転 (初プラズマ)

ITER参加極の資金負担

欧州	日本	米国	ロシア	中国	韓国	インド
＜建設期＞						
45.5%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%
＜運転期＞						
34.0%	13.0%	13.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%

(出所) 両図とも各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

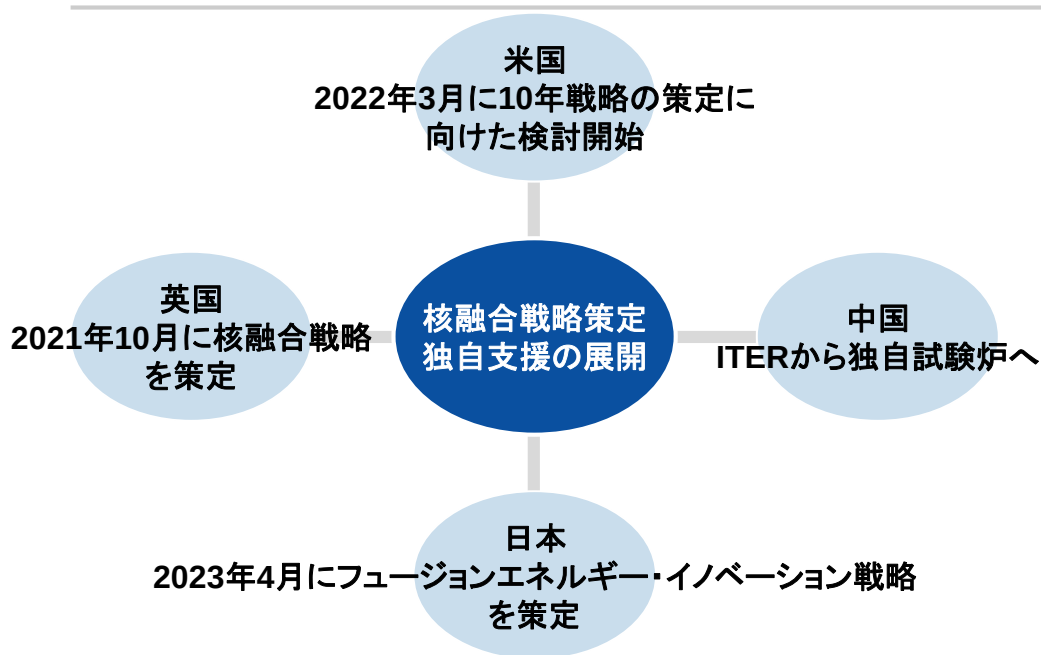
ITERへの日本企業の関わり

主要企業名	主要な制作機器等
キヤノン電子管デバイス	ジャイロトロン
金属技研	ダイバータカセット 金属接合技術の提供
古河電気工業	中心ソレノイド構成部品
ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー	トロイダル磁場コイル 中心ソレノイド用高性能Nb3Sn ジャイロトロン用マグネット
大同特殊鋼	特殊ステンレス鋼
東芝エネルギーシステムズ	トロイダル磁場コイル ブランケット遠隔保守装置 中性子計測システム
トヤマ	ジャイロトロン用準光学整合器
日鉄エンジニアリング	トロイダル磁場コイル導体 中心ソレノイド導体
日立製作所	ダイバータ用外側垂直ターゲット
三菱重工業	トロイダル磁場コイル ダイバータ外側垂直ターゲット
三菱電機	トロイダル磁場コイル巻線

核融合開発は国際協調から国際競争へ

- 主要各国は国際PJであるITER計画の進捗も見極めながら、独自に核融合発電の実用化に向けた戦略・ロードマップを策定して、国費を用いた開発支援を行うなど、核融合開発はITER計画による国際協調のみならず、各国独自の取り組みを行う国際競争の側面も生じている
 - 政府支援のほか、民間投資も急増し、主要な核融合スタートアップは政府目標よりも早い時期での商用化を目標に研究開発等に取り組む
- 日本は、2023年4月に「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を策定し、今後実用化に向けた追加的な政策支援が期待される

核融合実用化に向けた主要国動向



政府目標よりも早い時期の商用化を目指す

国	政府パイロット プラント運転開始 目標		スタートアップ 商用化目標
米国	2035～2040年	⇒	2028年 (Helion Energy) 2030年代初期 (Commonwealth Fusion Systems、 TAE Technologies)
英国	2040年	⇒	2030年代 (Tokamak Energy)
日本	2045年	⇒	2034年 (Helical Fusion) 2035年 (EX-Fusion)
中国	2030年代	—	— (目標年不明)

(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【日本】核融合発電実用化に向けた独自の支援も展開

- 内閣府は、2023年4月に「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を策定し、フュージョンエネルギーの産業化をビジョンに掲げ、民間投資の呼び水となるような具体的なアクションを盛り込んだ国家戦略を策定
- 文部科学省は、ITERの進捗に基づく支援を展開。2022年10月に公表された原型炉建設に向けたアクションプランの検討においては、ITERの核融合反応の実証直後から原型炉建設に着手し、従前より5年程度前倒して2045年に原型炉の発電実証が可能とされた
- またITERのみならず、令和4年度補正予算において、核融合原型炉等に向けた核融合技術群の実証に向けて、核融合スタートアップに対して65億円を上限とした支援を実施

内閣府によるフュージョンエネルギー・イノベーション戦略の概要

インダストリーの育成戦略	テクノロジーの育成戦略
■ 技術・産業マップ作成によるターゲット明確化 ■ 令和5年度の設立を目指す核融合産業協議会でのマッチング ■ <u>民間企業の技術シーズと産業ニーズのギャップを埋める支援強化</u>	■ <u>ゲームチェンジャーとなりうる小型化・高度化等の技術支援強化</u> ■ ITER／BA^(注)を通じたコア技術獲得 ■ 原型炉開発を見据えた研究開発の加速 ■ 原型炉開発のアクションプランの推進

エネルギー・イノベーション戦略の推進体制等

- 原型炉開発に向けて、量子科学技術研究開発機構を中心にアカデミアや民間企業を結集し、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
- 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

(注)BA: 幅広いアプローチ (Broder Approach)

(出所) 両図とも各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

文部科学省による核融合に対する支援概要

ITER関連予算	
ITER計画	➢ ITER機構の活動(分担金) ➢ 量子科学技術研究開発機構(QST)におけるITER機器の製作試験、人員派遣等
BA活動など	➢ 先進超電導トカマク装置の運転と整備 ➢ 原研加速器の連続運転に向けた整備 ➢ 原型炉設計活動や計算機シミュレーション活動

従来のITER計画／BA活動からの原型炉開発というアプローチを推進

原型炉建設に向けたアクションプランの検討

- ✓ 技術開発を推進し、2035年のITER燃焼実験の直後から原型炉建設に着手
- ✓ **2045年に原型炉による発電実証が技術的に可能との結論**

+ 核融合スタートアップへの支援 (令和4年度補正)	■ MiRESSO : 20億円上限 ■ Helical Fusion : 20億円上限 ■ LiSTie : 15億円上限 ■ 京都フュージョンアリング : 10億円上限
--	---

【日本】核融合の挑戦的な研究への支援は、ムーンショット型を念頭に検討

- 文部科学省は2023年6月より、「核融合の挑戦的な研究の支援の在り方に関する検討会」を開催し、バックキャストで取り組むべき核融合研究テーマの検討に着手し、フュージョンエネルギーに関する新目標を設定

核融合の挑戦的な研究の支援の在り方に関する検討会～最終とりまとめ(2023年10月19日)～

2050年のムーンショット目標案		
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		
	2035年	2050年
マイルストーン	■ フュージョンエネルギーの早期実現に向けた革新的なフュージョンエネルギーシステム(革新的なアイデアに基づく閉じ込め方式や要素技術を統合したシステム)の原理実証 ■ フュージョンエネルギーの多様な社会実装に向けた用途の実証(可搬型装置や宇宙・海洋推進装置などの新展開が見通せる技術の原理実証等) ■ 挑戦を可能とする基盤的革新技術の多角的な応用と同時に産業基盤の構築	■ 小型動力源等の革新的な社会実装を可能とする革新的なフュージョンエネルギーシステムの実現
マイルストーン達成に向けた研究開発	■ 目標の達成に向けて、ポートフォリオを戦略的に構築し、各種の研究開発等を挑戦的かつ体系的に推進	■ 革新的フュージョンエネルギーシステムに実装する要素技術の開発 ■ 核融合炉の量産化を可能とする資源確保や低コスト化に資する研究開発
波及効果の例	■ 核融合反応で生成される粒子等を利用した医療技術や環境技術 ■ 高温超伝導技術の航空機推進用超伝導モーター・発電機等への応用 ■ 高除熱機器(ダイバータ)の材料や構造の宇宙・海洋分野への応用 ■ 製造技術の航空機製作等への応用	■ プラント技術の核融合炉以外の熱源への応用
実現目標	■ 電気エネルギーに限らない、多様なエネルギー源としての活用を実証する ■ エネルギー源としての活用に加えて、核融合反応で生成される粒子の利用や要素技術等の多角的利用により、フュージョンエネルギーの応用を実証する	■ 様々な場面でフュージョンエネルギーが実装された社会システムを実現する

(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

(参考)【日本】グリーン成長戦略における原子力産業の「工程表」

●導入フェーズ: 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ

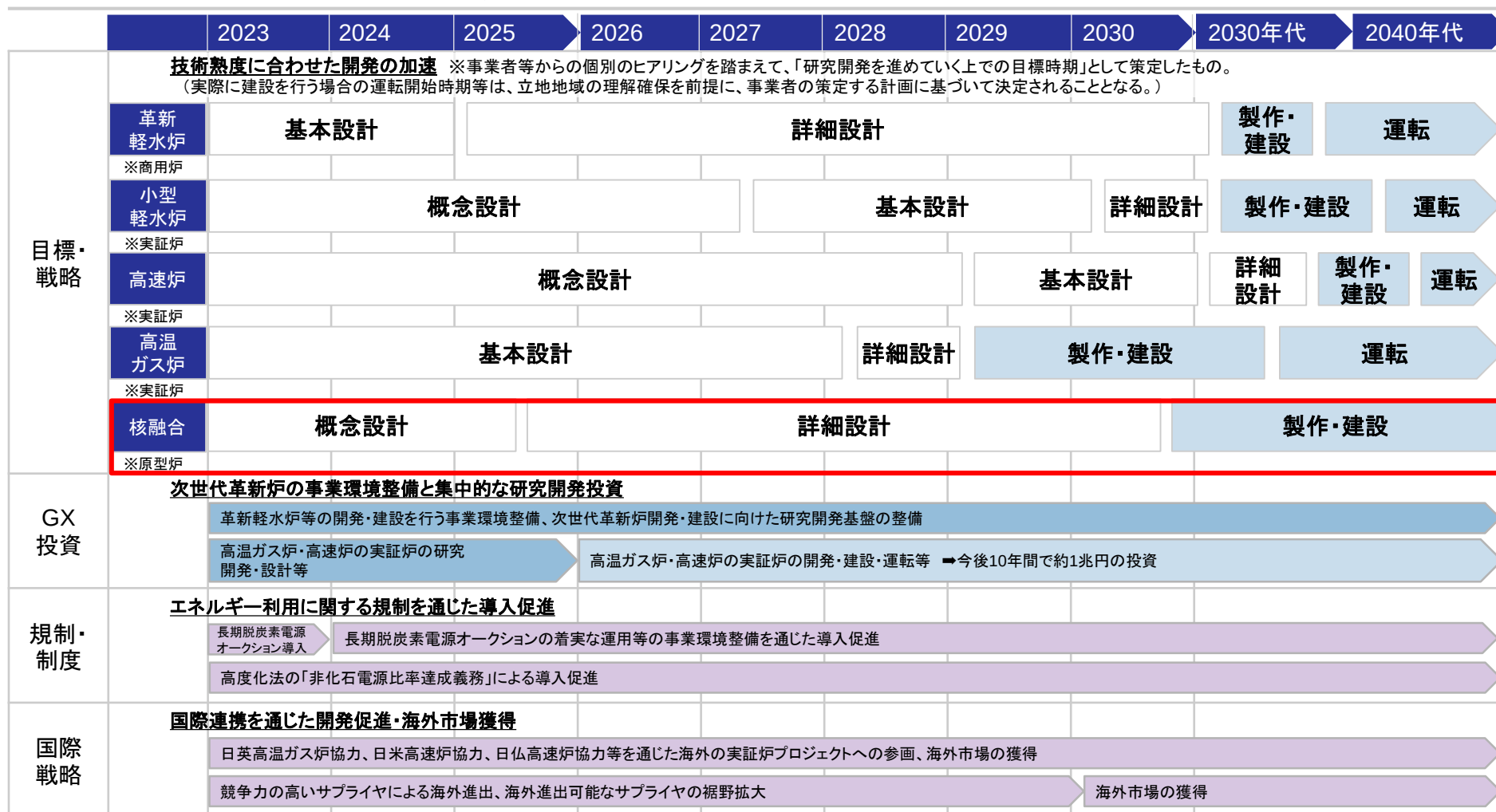
	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
高速炉	○戦略ロードマップに基づく開発			ステップ2 ・国、JAEA(日本原子力研究開発機構)、ユーザーがメーカーの協力を得て技術を絞り込み		ステップ3 ・工程の具体化		例えば21世紀半ば頃の適切なタイミングに、現実的なスケールの高速炉の運転開始を期待
	ステップ1 ・民間によるイノベーションの活用による多様な技術間競争を促進							
	・国際協力を活用した効率的な開発 ・日仏協力(安全性・経済性の向上)・日米協力(多目的試験炉等)							
小型炉(SMR)	米国・カナダ等で2030年頃までに実用化 →日本企業が海外実証プロジェクトに参画				日本企業が主要サプライヤーの地位を獲得		販路拡大・量産体制化でコスト低減	アジア・東欧・アフリカ等にグローバル展開
高温ガス炉	HTTR(高温工学試験炉)HTTRを活用した「固有の安全性」確認のための試験再稼働			カーボンフリー水素製造に必要な技術開発			カーボンフリー水素製造設備と高温ガス炉の接続実証	販路拡大・量産体制化でコスト低減
水素コスト: 2050年に12円/Nm ³ の可能性	世界最高温の950℃を出力可能なHTTRを活用した国際連携の推進							
	高温熱を利用したカーボンフリー水素製造技術の確立(IS(ヨウ素・硫黄)法、メタン熱分解法等)						実用化スケールに必要な実証	
核融合	国際協力の下、核融合実験炉(ITER)の建設・各種機器の製作				ITER運転開始 ・核融合反応に向けたプラズマ制御試験		ITER核融合運転開始 ・重水素-三重水素燃焼による燃焼制御・工学試験 ・核融合工学技術の実証	
	・JT-60SAを活用したITER補完実験 ・原型炉概念設計・要素技術開発				原型炉へ向けた工学設計・実規模技術開発			
	実用化スケールに必要な実証							
	人材育成、学術研究の推進							
	米国、英国等のベンチャーが2030年頃までに実用化目標 海外プロジェクトに日本のベンチャー等が研究開発・サプライヤーとして参画、機器納入							

(出所)経済産業省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

(参考)【日本】GX実現に向けた基本方針における次世代革新炉の今後の道行き

- 安全性の確保を大前提として、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む

GX実現に向けた基本方針における次世代革新炉の今後の道行き



(出所)GX実行会議資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【日本】日系スタートアップも各種核融合方式に取り組む

- 日系スタートアップは、2019年以降創業が増え、トカマク式、レーザー式、ヘリカル式といった従来型に加えてFRCのような革新閉じ込め方式、及び要素技術の開発に取り組んでいる状況

日系核融合スタートアップの取り組み

会社名	核融合 発電方式	商用化 目標年	資金 調達額	主要取り組み	主要投資家
京都フュージョニアリング (2019年創業)	—	N/A	122億円	■ 核融合プラントエンジニアリング — ジャイロトロン、ブランケット、ダイバータの開発・設計 — 核融合炉設計支援	JICベンチャー・グロース・インベストメンツ、INPEX、SMBCベンチャーキャピタル、MOL PLUS、K4 Ventures(関西電力グループ)、Coral Capital、三井住友トラスト・インベストメント、ジャフコグループ、DBJキャピタル、電源開発、日揮、グローバル・ブレイン、三井物産、三菱商事、三菱UFJキャピタル、三菱UFJ銀行
EX-Fusion (2021年創業)	レーザー式	2035年	19.3億円	■ レーザー核融合制御システムの構築 ■ 持続的にエネルギーを生み出すための連続的な点火のための技術開発	ANRI、ニッセイ・キャピタル、デライト・ベンチャーズ、三井住友海上キャピタル、Nikon-SBI Innovation Fund、大阪商工信用金庫、三菱UFJキャピタル、SMBCベンチャーキャピタル、静岡キャピタル、京信ソーシャルキャピタル、ジャーミネーションファンド1号
Helical Fusion (2021年創業)	ヘリカル式	2034年	8億円以上	■ 核融合炉の設計 ■ 要素技術の開発等 — 液体金属ブランケットの開発 — 高温超電導マグネットの開発 — 非磁性低放射化材料の開発	SBIインベストメント、KDDI、ニコン、Sony Innovation Fund、ニッセイ・キャピタル、三井金属鉱業、アイザワ・インベストメンツ、SMBCベンチャーキャピタル、三菱UFJキャピタル
Blue Laser Fusion (2022年創業)	レーザー式	2030年	0.25億ドル	■ 中性子を発生しない軽水素・ホウ素によるレーザー核融合方式	早稲田大学ベンチャーズ、SPARX、JAFCO、伊藤忠商事、ソフトバンク
LINEAイノベーション (2024年創業)	FRC×タンデム ミラー型	N/A	0.7億円	■ 中性子を発生しない軽水素・ホウ素などを燃料に、FRC型で核融合反応を発生させ、ビームイオンの閉じ込めをタンデムミラー型が担う方式	ANRI

(出所)各社公表資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

【日本】日本企業は、欧米のスタートアップに対して出資含めて関与を強化

- 日系企業は国内の核融合スタートアップのみならず、欧米の核融合スタートアップへの出資や業務提携などによって、先行する海外事業者への関与を拡大
 - 住友商事は2022年6月、米国の核融合スタートアップであるTAE Technologiesへ出資。2023年7月には、英国の核融合スタートアップであるTokamak Energyとフュージョンエネルギーの社会実装に向けた協業を発表
 - 古河電工は2024年1月、Tokamak Energyに出資

欧米核融合スタートアップへの投資背景

	出資理由
住友商事 ↓ TAE Technologies	■ 脱炭素とエネルギー問題の切り札といわれる核融合分野への知見を深め社会実装に取り組むことで、カーボンニュートラル社会の実現をより一層進めていく ■ 核融合発電の最先端の技術・業界動向への理解を深め、住友商事の知見・経験も生かし、核融合発電の社会実装を目指すとともに、発電以外の用途開発にも幅広く取り組むことで、カーボンニュートラル社会の実現に貢献
古河電工 ↓ Tokamak Energy	■ 金属をはじめとする素材に関する知見を生かして超電導線材などの製品を開発・供給し、環境・エネルギー問題を根本的に解決する究極のエネルギーと呼ばれる核融合エネルギーの実現に寄与 ■ 小型核融合炉の開発体制を強化するとともに、医療・創薬・宇宙航空・次世代交通などの分野で今後重要となる高磁場電磁石の開発と製品化においても、共同でマーケティングや研究開発を推進

住友商事が出資・連携をする核融合スタートアップの概要

核融合方式		各社の 主要な取り組み
TAE Technologies (米国)	FRC、p-B11	■ 2014年：Googleと提携し、資金面だけでなく、核融合炉開発に同社の機械学習技術を活用 ■ 2020年代後半：核融合炉の商用化を目指す
Tokamak Energy (英国)	トカマク式、D-T	■ 2022年：プラズマ温度1億℃を達成 ■ 2027年：高温超電導磁石を活用した実証炉を建設完了予定 ■ 2030年代：球状トカマク方式による商用プラント化の実現を目指す

出資・連携強化
の狙い

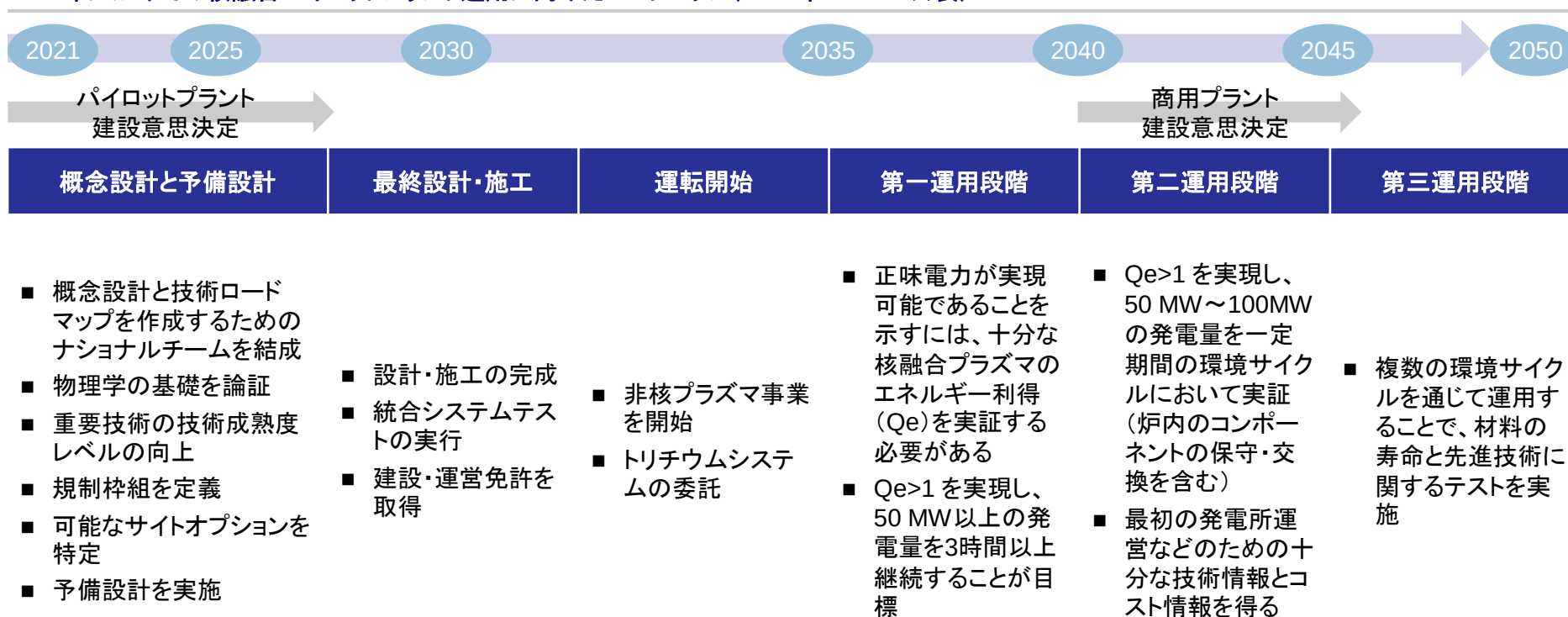
- 核融合発電の最先端の技術・業界動向への理解深耕
- 核融合サプライチェーンへの関与
- 発電以外の他産業への活用可能性の検討

(出所)両図とも各社公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【米国】2035～2040年の間に核融合のパイロットプラント運用を目指す

- 米国では、2021年に学術機関であるNational Academies of Sciences, Engineering, and Medicine（以下、NASEM）が核融合に関する報告書「Bringing Fusion to the U.S. Grid」を公表
 - 核融合発電の稼働に向けたロードマップを示したほか、2035～2040年の間に核融合のパイロットプラント運用を成功させるためには、米国エネルギー省（以下、DOE）と民間による緊急の投資が必要であることに言及
 - 当該報告書が、米国政府による支援策定の指針となる役割を果たす

2050年にかけての核融合パイロットプラント運用に向けたロードマップ（2021年NASEM公表）



（出所）National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, *Bringing Fusion to the U.S. Grid*より、みずほ銀行産業調査部作成

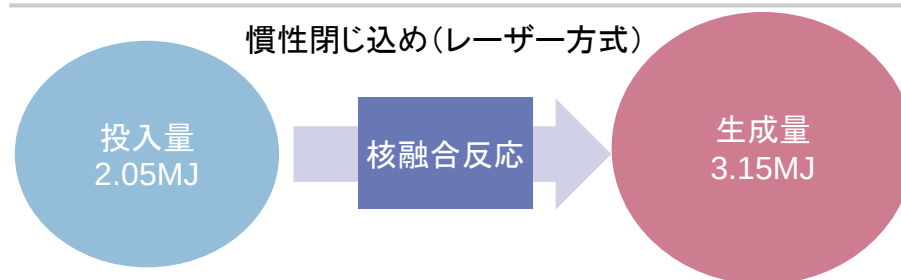
【米国】核融合発電の実現を通じて経済と国家安全保障に利益をもたらすことを狙う

- ホワイトハウス科学技術政策局（以下、OSTP）とDOEは、2022年3月17日に核融合サミットを共同で開催し、核融合の商用化に向けた大胆な10年ビジョンの策定を加速。米国の科学技術のリーダーシップを確保し、経済と国家安全保障に利益をもたらすことを目指す
 - 10年戦略策定に向けた検討を進めることや、DOEによる核融合パイロットプラントの設計を支援する基礎研究に対して総額5,000万ドルの支援等を発表
- 2022年12月、DOEは核融合反応において投入量以上のエネルギーの生成に成功したと発表
 - 2023年7月には2回目の核融合反応の実験に成功

核融合サミットにおいて発表された新たなイニシアティブ

DOEによる核融合の位置づけ	
■ 核融合は将来のクリーンなエネルギー源として期待 ■ 気候危機に対処し、米国の科学技術のリーダーシップを確保し、経済と国家安全保障に利益をもたらす	
コミュニティ エンゲージメント	■ 全ての利害関係者に便益をもたらす商業用核融合の実現を加速するための10年戦略の策定を主導
省庁横断 イニシアティブ	■ DOEは、民間セクターと連携した商業用核融合の実現可能性を加速するための省庁横断イニシアティブを開始
核融合パイロット プラントへの支援	■ DOEは、将来の核融合パイロットプラントが抱える優先度の高い課題に関連する基礎科学・技術研究を支援するための総額5,000万ドルを支援

【DOE】Fusion ignitionの成功（ローレンス・リバモア国立研究所）



反応から得られたエネルギーが、反応のために投入されたエネルギー量を上回る「Fusion ignition」の成功は、世界初

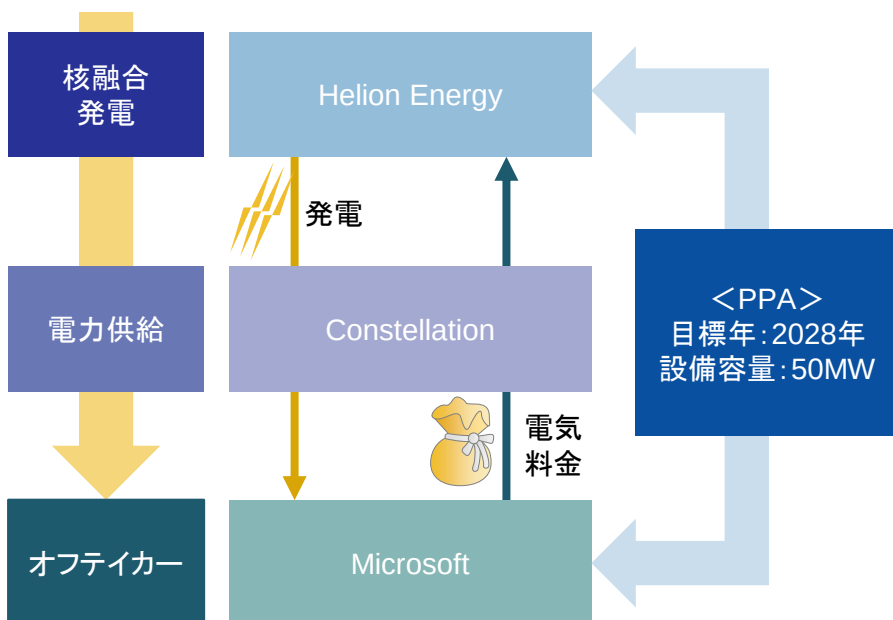
グランホルム DOE長官による コメント抜粋	■ Fusion ignitionの達成は、国防の進展とクリーンパワーの未来への道を開く、数十年にわたる大きな科学的突破口となる
	■ バイデン政権のネットゼロカーボン経済の目標を達成するための取り組みにとって大きな変革となるだろう
	■ 気候変動と戦うためのクリーンパワーの提供や核実験なしでの核抑止力の維持など、人類のもっとも複雑で差し迫った問題の解決に役立つだろう

（出所）両図ともホワイトハウス、DOE資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【米国】Helion Energyは、2028年にMicrosoftへの電力供給を実施する予定

- OpenAI CEOのSam Altmanなどが出資するHelion Energyは、2023年5月に、2028年までにMicrosoftに対して核融合発電による電力供給を行うPPA(Power Purchase Agreement: 電力販売契約)契約を結んだことを公表
 - 核融合発電によるPPA契約は世界初の取り組みであり、2028年の供給開始は各国政府や主要スタートアップの商用化目標時期を勘案しても野心的な目標
- Microsoftのみならず、同社創業者のBill GatesはCommonwealth Fusion Systemsに出資するほか、同氏が設立した脱炭素に関する投資等を行うBreakthrough Energy Venturesが核融合スタートアップへの投資を実施

Helion EnergyとMicrosoftの核融合PPA概要



Microsoft関係者による主要核融合スタートアップへの関与

	連携／出資先	各社の主要な取り組み内容
Microsoft	Helion Energy (FRC、D-He3)	■ 2020年: プラズマ温度1億400万℃を達成 ■ 2024年: Polarisで発電実証 ■ 2028年: Microsoftへ電力供給
Bill Gates + Breakthrough Energy Ventures	Commonwealth Fusion Systems (トカマク式、D-T)	■ 2025年: 世界最高レベルの高温超電導磁石を活用した実証炉SPARCで発電実証 ■ 2030年代初期: 商用炉ARCの稼働を目指す
Breakthrough Energy Ventures	Zap Energy (Z-ピンチ、D-T)	■ Fuze-Qにより電流約650kAで正味エネルギーがプラスマイナスゼロ水準を目指す

核融合を将来的なクリーン電源と位置づけ、多様な核融合方式への関与を実施

(出所)両図とも各社公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【英国】国際・科学技術・商業面の3本柱において、リーダーシップを発揮していく

- 英国政府は、2021年10月にTowards Fusion Energy – The UK Government’s Fusion Strategy –を公表
- 2040年までに英国に原型炉を建設することを目指し、英国政府と英国原子力公社（以下、UKAEA）が協力して、国際・科学技術・商業面の3本柱において、英国がリーダーシップを発揮することを企図

Towards Fusion Energy – The UK Government’s Fusion Strategy(2021年10月)

核融合戦略の包括的目標

- 1 送電網にエネルギーを投入する核融合発電所のプロトタイプを英国に建設し、核融合の商業的実行可能性を実証
- 2 英国が今後数十年で核融合技術を世界中に輸出できる世界有数の核融合産業を構築

UKAEAと協力して、国際・科学技術・商業面の3本柱において、英国のリーダーシップ確保

国際的なリーダーシップ

- 国際的な協力を活用して、核融合エネルギーの商業化を加速
- 英国の知的財産と競争上の優位性を保護しつつ、協力を通じて英国の核融合プログラムのコストとリスクを軽減
- 安全性を確保し、核融合の世界的な可能性を最大化しつつ、英国にとって重要な市場機会を創出するために、国際的な核融合基準と規制の策定を主導

科学的なリーダーシップ

- 核融合技術と核融合施設における世界的な科学的リードを維持
- エンジニアリング分野の支援を含め、優れた融合人材を惹きつけ、成長させ、維持

商業化へのリーダーシップ

- 英国で活発な核融合技術クラスターを構築
- 核融合関連技術への対内投資誘致
- 核融合の提供を支援するサプライチェーンとスキルベースを発展させ、英国企業が将来の世界的な核融合市場で成功できるようにする

(出所) 英国政府資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【英国】英国政府はトカマク式に対する支援を展開

- 英国政府は、従来より核融合研究に対する資金供給を実施
 - 2022年11月、英国内の研究開発分野に向けた4億8,400万ポンド規模の支援パッケージを発表。そのうち核融合に対する支援には、1億2,610万ポンドが割り当て
- 2023年2月、核融合プログラム実行機関としてUK Industrial Fusion Solutions Ltd(以下、UKIFS)の設立を発表し、2040年までにWest BurtonでSTEPプログラム(エネルギー生産のための球状トカマク施設)の原型炉を建設予定

英国政府による核融合への資金支援

The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution (2020年10月)	■ STEP (Spherical Tokamak for Energy Production)には、すでに2億2,200万ポンドを提供 ■ 英国における核融合イノベーションのためのグローバル・ハブの基礎を築くために、新しい核融合施設、インフラ、研修制度に1億8,400万ポンドを提供
研究開発分野への投資パッケージ (2022年11月)	核融合産業計画:4,210万ポンド
	■ 核融合の重要な技術的課題に英国企業を関与させ、支援することを目的としたチャレンジファンドを通じて英国の核融合セクターを活性化し、能力の構築と商業的イノベーションの促進を支援
	JETオペレーション:8,400万ポンド
	■ 世界最大かつ最も強力な核融合実験であるJET (Joint European Torus) を支援し、貴重な新しい洞察を提供する運用を継続 ■ STEP などの他の英国の核融合プログラムを支援

核融合プログラム(JET、STEP)の概要

JET概要(トカマク式)		■ JETは、発電所に必要な条件に近い条件で核融合を研究するために設計。商業用核融合発電に使用される重水素・三重水素で運用できる唯一の実験設備 ■ ITERのプラズマ物理学、システム、材料の試験を行う核融合研究を実施
運開時期	1983年	
場所	英国 Culham	
目的	ITERに向けた実証	
STEP概要(トカマク式)		■ STEPは、核融合から正味の電力を生成する能力を実証するUKAEAのプログラム ■ 2024年までに「コンセプトデザイン」を生み出すことがフェーズ1の目標 ■ 詳細なエンジニアリング設計を経て、プラント建設のためのすべての同意と許可を得ることがフェーズ2の目標 ■ 2040年頃の完成を目標に、フェーズ3で原型炉の建設が開始
タイムライン	2024年 コンセプトデザイン 2040年 運転開始	
場所	英国 West Burton	
目的	核融合の商業的実行可能性を実証	
特徴	ITERより小型 球状形状 商用運転はしない	

(出所)両図とも英国政府、IAEA資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【中国】国主導で試験炉から発電炉まで取り組む方針

- 中国は2030年代までにITERと同規模の試験炉(CFETR)を建設後、2050年代に発電炉への改造を予定
 - 運転中の試験装置「EAST」が2023年4月に世界最長となる403秒のプラズマ運転を実現させる等、技術的には優位性あり
 - 「EAST」の2019年までの建設と運営に9億ドルを要しており、政府はプロジェクト資金として追加で9億ドル提供

中国の核融合開発のロードマップ

2006年 2015年 2020年 2025年 2030年 2035年 2040年 2045年 2050年 2055年 2060年

EAST(運転中): プラズマ対向機器、定常運転の高度化等の試験



→

CRAFT(建設中): ITERで製作できなかった核融合要素技術の獲得が目的

→

BEST(設計中): D-T反応の運転を行い、ITERを支援

→

CFETR: ITERと同規模の試験炉

→

CFETR: 発電炉への改造

→

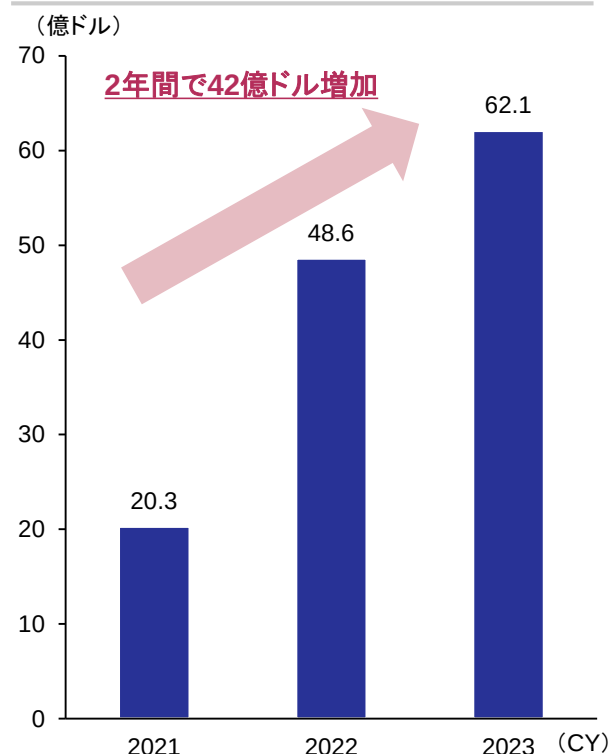
(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

3. 核融合発電の現在地と発電実用化に向けた道筋

核融合スタートアップに対する投資が加速

- 2023年7月時点で核融合スタートアップへの投資額累計は約62億ドルと、前年の49億ドルから13億ドルの伸び
- 主要な核融合スタートアップは欧米に集中しており、上位5社では4億ドル以上の資金調達を実施
 - Microsoft創業者のBill GatesがCommonwealth Fusion Systems(米国)に、Amazon創業者のJeff BezosがGeneral Fusion(カナダ)に投資するほか、GoogleがTAE Technologies(米国)に投資するなど、核融合に対する民間投資が加速

核融合スタートアップへの投資額累計



(注) 核融合商用化に向けた取り組みを開始したのは2022年

(出所) 両図ともFusion Industry Association, *The global fusion industry in 2023*より、みずほ銀行産業調査部作成

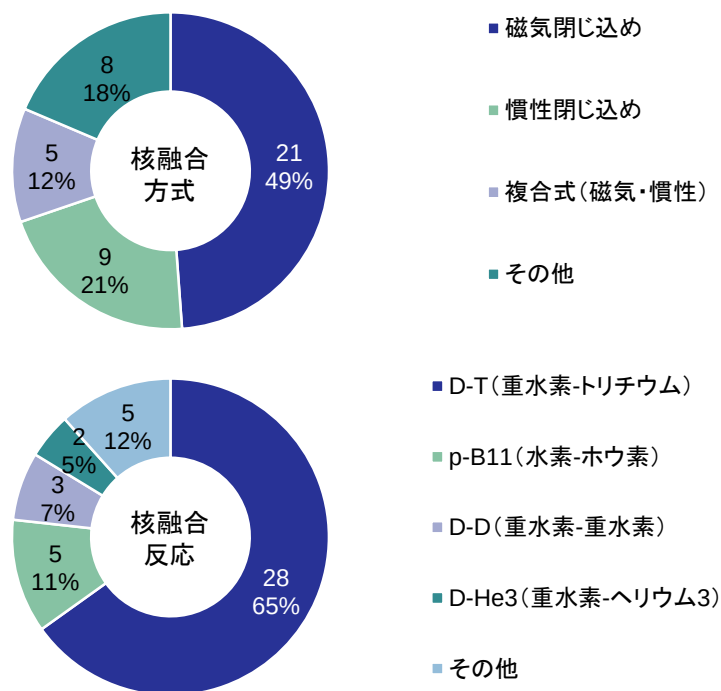
資金調達額上位10社

企業名	所在国	設立年	調達金額	核融合方式
Commonwealth Fusion Systems	米国	2018	20.0億ドル以上	トカマク式
TAE Technologies	米国	1998	12.0億ドル以上	FRC
SHINE Technologies	米国	2005	7.0億ドル	その他
Helion Energy	米国	2013	5.8億ドル	FRC
ENN	中国	2006	4.0億ドル	トカマク式
General Fusion	カナダ	2002	3.0億ドル以上	複合式(磁気・慣性)
Tokamak Energy	英国	2009	2.5億ドル	トカマク式
Zap Energy	米国	2017	2.0億ドル	Zピンチ
General Atomics	米国	1955 ^(注)	1.1億ドル	トカマク式
Energy Singularity	中国	2021	1.1億ドル	トカマク式

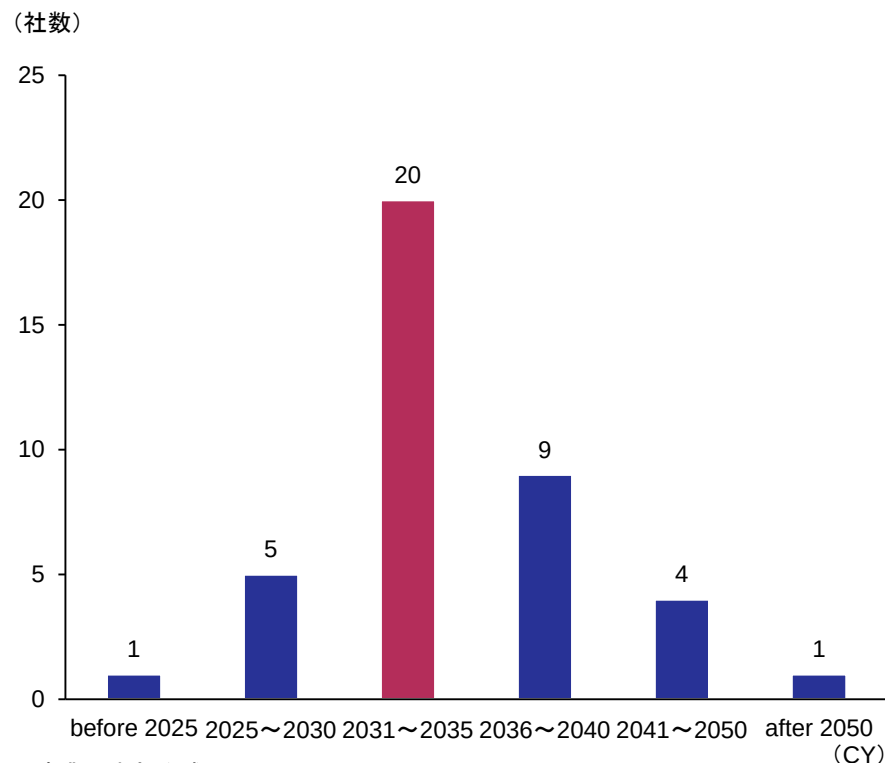
主要スタートアップは2030年代の核融合発電の電力供給を見込む

- 主要スタートアップが採用する核融合発電方式は、磁気閉じ込め、慣性閉じ込め、複合式(磁気・慣性)が多数を占め、使用燃料もD-T(重水素-トリチウム)反応を採用するスタートアップが6割超
 - ー 大別すると同じ方式でも各社によって実際の核融合方式が異なっており、それぞれの独自技術の研究開発を実施し、商用化に向けた取り組みを進めている状況
- Fusion Industry Associationの2023年の調査レポートによると、核融合発電による初の電力供給の見通し時期は、2031～2035年との回答が最多

主要スタートアップの核融合発電方式の分類



初号機の送電網への接続時期見通し

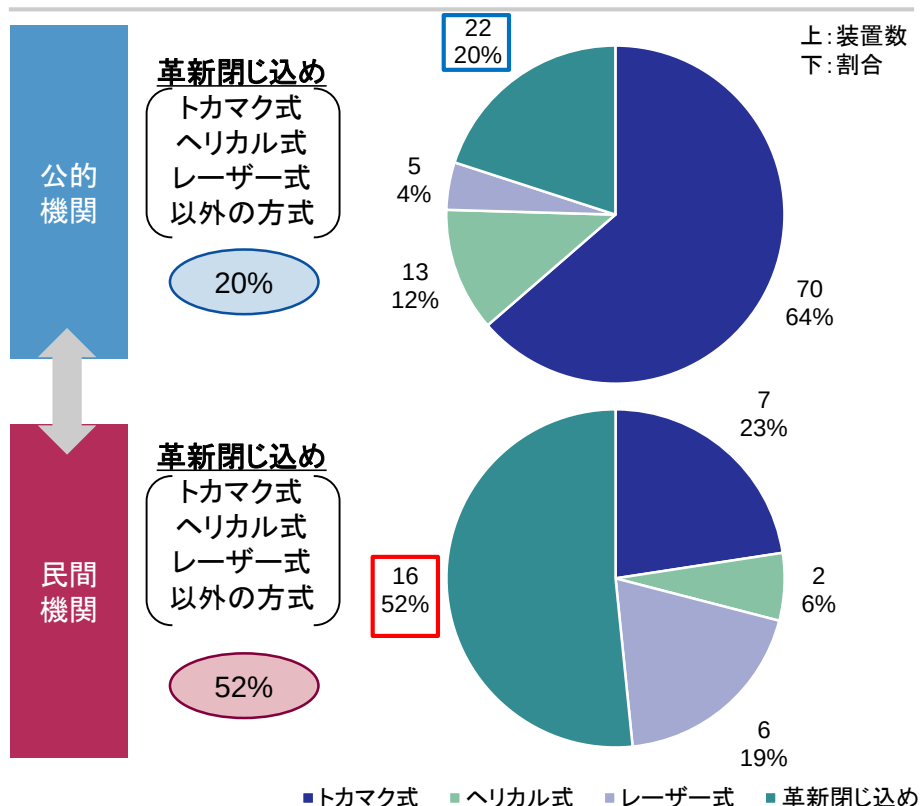


(出所) 両図ともFusion Industry Association, *The global fusion industry in 2023*より、みずほ銀行産業調査部作成

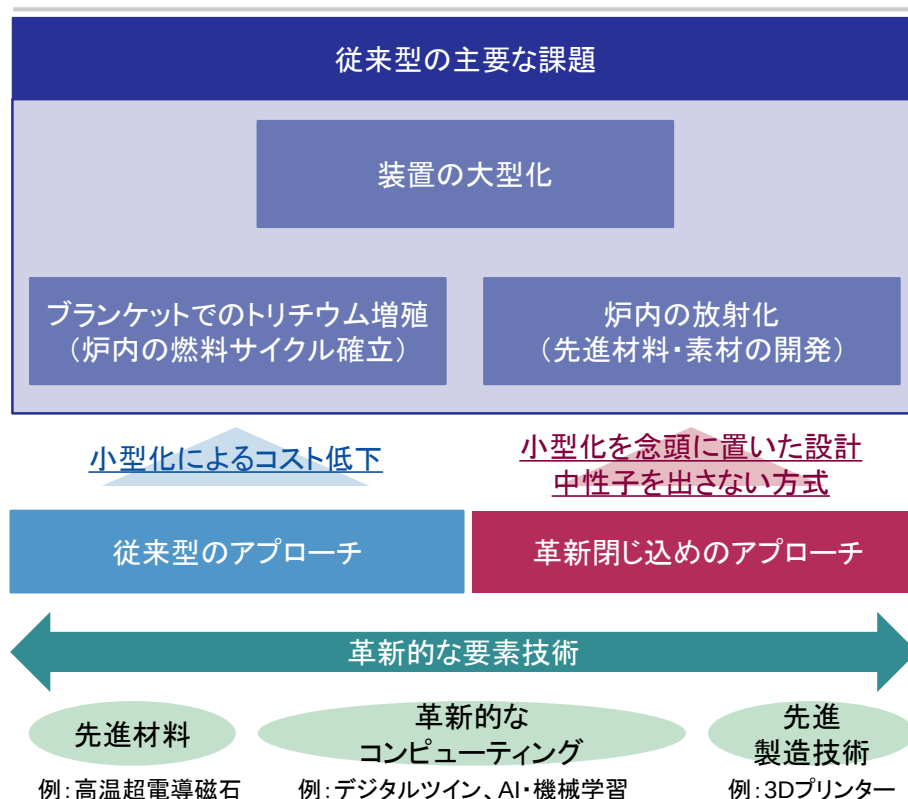
民間は、革新的な要素技術および革新閉じ込め方式による課題解決に取り組む

- 公的機関が取り組む核融合発電方式はトカマク式、ヘリカル式、レーザー式の従来型のものが8割を占める一方、民間機関が取り組む方式は革新閉じ込め方式が半数を超える
- 従来型の方式に取り組む核融合スタートアップは、革新的な要素技術を用いた小型化等による課題解決に取り組む。一方、革新閉じ込めを採用するスタートアップは、革新閉じ込めの設計そのものによる小型化や、中性子を出さない燃料を使用すること等によって、従来型が抱える課題の解決に取り組む

官民による取り組む核融合発電方式の違い



核融合スタートアップの課題解決に向けたアプローチ

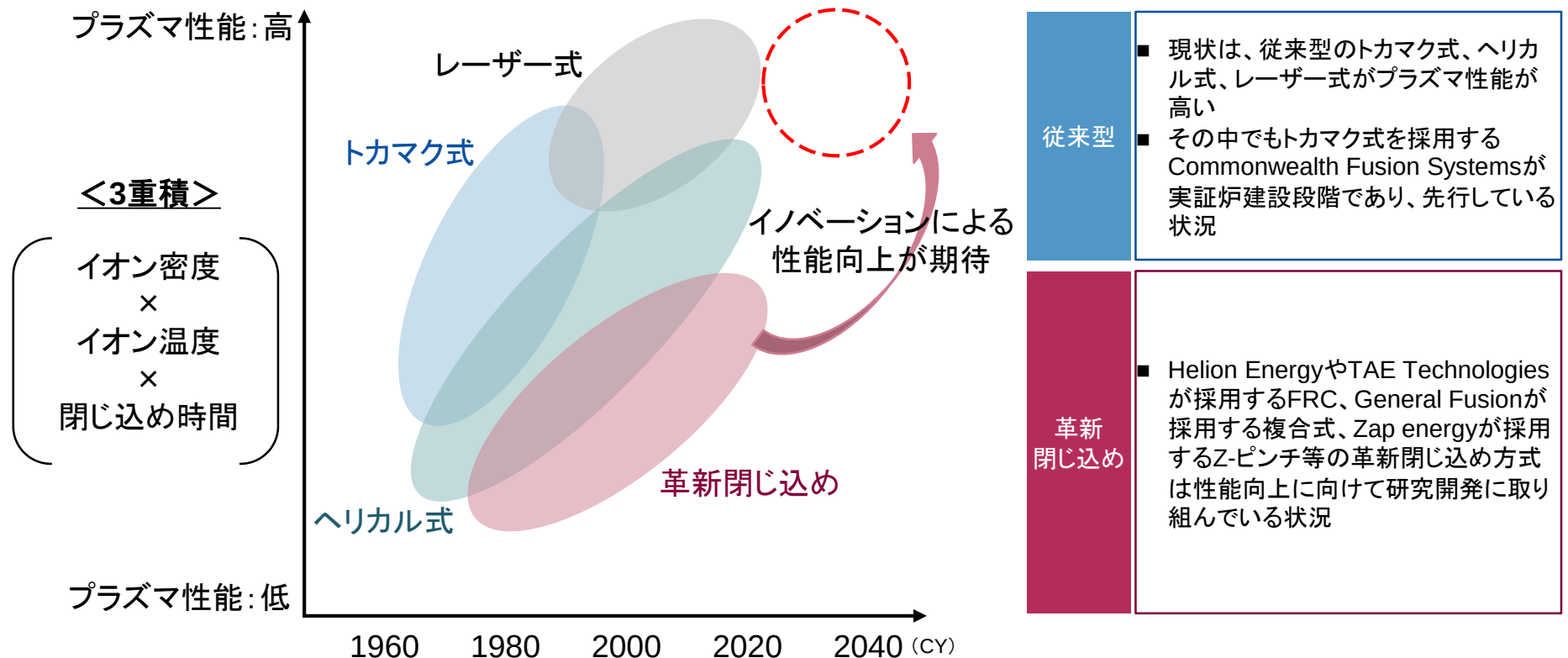


(出所) 両図とも各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

プラズマ性能は従来型が先行し、革新閉じ込めが追従

- 各核融合方式の性能を評価するうえでは、「イオン密度×イオン温度×閉じ込め時間」の3重積が重要な指標
- 現状では、トカマク式、ヘリカル式、レーザー式の従来型が3重積で先行する状況
 - 革新閉じ込め方式を採用する核融合スタートアップは、イノベーションによるプラズマ性能の飛躍的向上を目指し、研究開発に取り組む

各核融合発電方式の性能推移のイメージ(ローソン図)

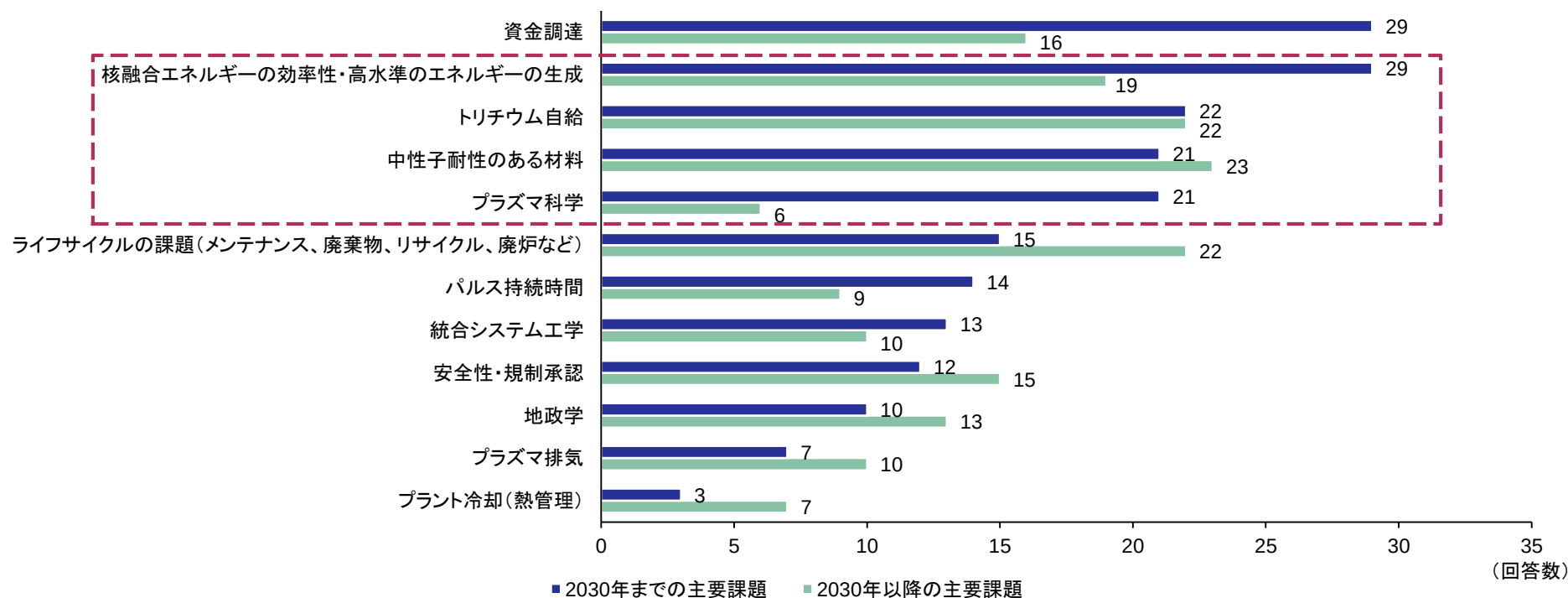


(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

(P11再掲)核融合発電の課題は、資金調達から各種技術開発まで多岐にわたる

- 核融合スタートアップが挙げる2030年までの核融合に関する主要な課題は、資金調達に加えて、核融合エネルギーの効率性向上やトリチウムの自給等の核融合技術に関する根本的なもの
- 2030年以降においても、引き続き、核融合の技術課題やライフサイクルの課題に取り組む必要があるが、規制面などのソフト面の課題解決も求められることを想定

主要スタートアップが挙げる核融合発電実用化に向けた課題



(出所) Fusion Industry Association, *The global fusion industry in 2023*より、みずほ銀行産業調査部作成

燃料サイクルの確立のほか、小型化による低コスト化が重要

- 炉内でのトリチウム生成という燃料サイクルの確立、高温プラズマの長期維持が必要不可欠であり、各社が研究開発に取り組んでいるほか、革新的技術や革新的な閉じ込め方式の採用によって小型化による低コスト化を目指す

核融合発電の実用化に向けた主要な課題解決に向けたアプローチ(1/2)

課題の分類	主要課題	対応策	取り組む主なプレイヤー
トリチウム自給	リチウム抽出・トリチウム生成	■ 主要核融合スタートアップ等による研究開発	■ 各社 — D-T反応による核融合を行う事業者・研究機関による取り組み
プラズマ科学	高温プラズマの長期維持	■ 主要核融合スタートアップによるダイバーター等の研究開発	■ Helion Energy(米国) — 2020年にプラズマ温度1億400万℃を達成 ■ Tokamak Energy(英国) — 2022年にプラズマ温度1億℃を達成 ■ General Fusion(カナダ) — 2022年にプラズマ温度1億℃を達成し、10ミリ秒の間プラズマを維持
核融合エネルギーの効率性・高水準のエネルギー生成	小型化による低コスト化	■ 高温超電導磁石の開発による磁石の小型化	■ Commonwealth Fusion Systems(米国) — 世界最高レベルの20テスラ(国際単位系であるSI単位系の磁束密度を示したもの)の磁石の開発に成功し、ITERの40分の1サイズのトカマク装置を製造可能 ■ Tokamak Energy(英国) — 高温超電導磁石を活用した実証炉を建設中、2026年に建設完了予定
		■ 逆転磁場配位型の採用	■ TAE Technologies(米国)、Helion Energy(米国) — トカマク式に比べ、弱い磁場で高圧力のプラズマを閉じ込め可能であり、装置の小型化に寄与
		■ せん断流安定化Zピンチの採用	■ Zap Energy(米国) — 超電導磁石を使用しない方式であり、構造が簡素化され、低コストおよび小型化を目指すことが可能

(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

周辺技術の開発や炉の放射化対策も必要に

- 発電の実用化に向けては、ブランケットでの熱回収といった周辺における技術開発が求められるほか、炉の放射化による素材の劣化に対応するために、そもそも中性子が発生しない核融合発電方式の確立に取り組む事業者も存在

核融合発電の実用化に向けた主要な課題解決に向けたアプローチ(2/2)

課題の分類	主要課題	対応策	取り組む主なプレイヤー
核融合エネルギーの効率性・高水準のエネルギー生成	ブランケット技術開発による効率的な熱回収・燃料生成	■ 逆転磁場配位型の採用	■ TAE Technologies(米国)、Helion Energy(米国) — 蒸気タービンを使用せず、コイルにプラズマを通すことで電磁誘導により発電
		■ 液体金属の活用	■ General Fusion(カナダ)、Zap Energy(米国) — 炉内の液体金属を用いることでより効率的な熱回収を行うことができる
中性子耐性のある材料	炉の放射化対策	■ 中性子が出ないように、D-T反応(重水素・三重水素)以外を採用	■ TAE Technologies(米国) — 軽水素とホウ素11による反応による核融合。10億℃以上の高温プラズマが必要となるが、NIFS(核融合科学研究所)との共同研究で高エネルギーのビームを使用することで、上記温度にならずとも核融合反応が可能なることを実証
		■ 安定的な燃料調達は課題となる可能性	■ Helion Energy(米国) — 重水素とヘリウム3の反応による核融合。ヘリウム3はD-D反応から得るとしている
		■ 液体金属の活用	■ General Fusion(カナダ)、Zap Energy(米国) — 炉内の外壁を中性子線による損傷から守るだけでなく、液体金属を定期的に変換する必要がある

(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

2030年代の発電実用化はチャレンジングだが、技術革新によって実現する可能性

核融合発電の全体像

核融合発電技術の 現在地	■ 従来から核融合研究が行われてきたが、近年、核融合に必要な高温プラズマの発生・維持や小型化技術進展によるコスト低減などの 一定の成果があったのは事実 であり、民間による開発および民間からの資金調達が増加する一要因に
発電実用化が前倒しで表明 されている背景	■ 2030年代の発電実用化を表明する背景としては、従来よりも意欲的な目標を示すことで、2050年カーボンニュートラルやエネルギー安全保障などの 社会的要請を重要視する投資家・企業による投資を呼び込む意図 がある
現状評価	■ 核融合研究だけでなく、核融合発電に必要な燃料の抽出・増殖、効率的な熱回収などの研究開発によりやく取り組むことができる状況となっている。ただし 各方式とも技術的課題が山積しており、2030年代の発電実用化はチャレンジングではあるが、技術革新によって実現可能性はあるものと考えられる

核融合発電を巡る主要国動向

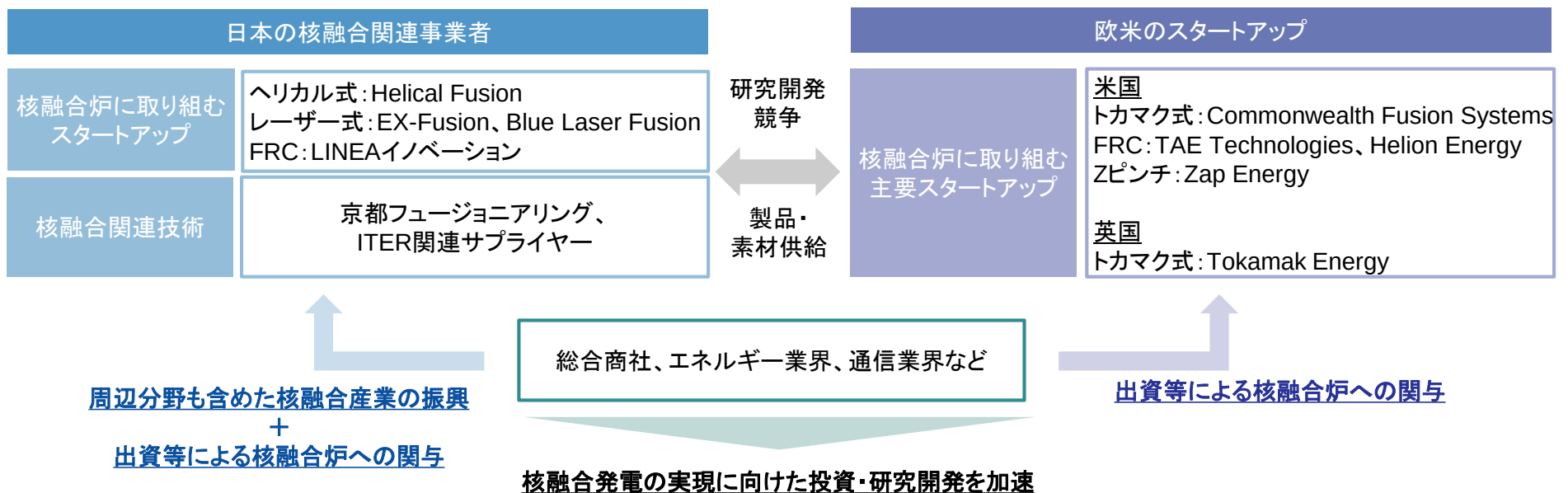
欧米の状況	■ 米国政府が2035年、英国政府が2040年の核融合炉の建設・稼働を目指す戦略を発表 ■ 数千億円単位の巨額の資金調達を行っている欧米の核融合スタートアップは、 政府目標よりも早い商用化目標を掲げており、現時点では実証炉の建設段階であるが、その成果次第では、発電実用化に近づく可能性 がある
日本の状況	■ 日本政府は トカマク式の国際PJであるITERの進捗に基づいた対応 。2035年の燃焼実験の直後に原型炉建設に着手、2045年に原型炉による発電実証を目指す ■ 一方、民間で 商用炉建設を目指しているヘリカル式のHelical Fusion、EX-Fusionは発電を見据えつつ、レーザー技術を活用した他産業でのマネタイズも企図 。京都フュージョニアリングはコンポーネントの設計のみならず、核融合炉設計支援にも取り組む

(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

核融合発電実用化に向けては周辺含めた産業化と核融合炉への関与強化が必要

- 国内外のスタートアップが中心となり、核融合炉の研究開発に取り組んでいるが、日本の核融合関連サプライヤー企業は、ITERなどで培った核融合発電に必要な素材・コンポーネントの設計や、製造に関する高い技術力を有している
- どの核融合発電方式が実用化に成功するか不透明な状況において、核融合炉だけではなく、日本が強みを持つ周辺分野も含めて核融合産業を振興させていくことが重要
- その上で発電実用化も見据えて、日本の産業界は核融合炉の研究開発を加速させていくためにも、核融合炉に取り組むスタートアップに対してアライアンスや出資などによってより関与を強めていくことが求められる

核融合発電実用化に向けた道筋



(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

[Twitter公式アカウント
「みずほ産業調査」はこちら](#)



[産業調査部
発刊レポートはこちら](#)



Mizuho Industry Focus／244 2024 No.2

2024年3月19日発行

© 2024 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。
本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。