

フュージョンエネルギーの 現状と産業界の取組について

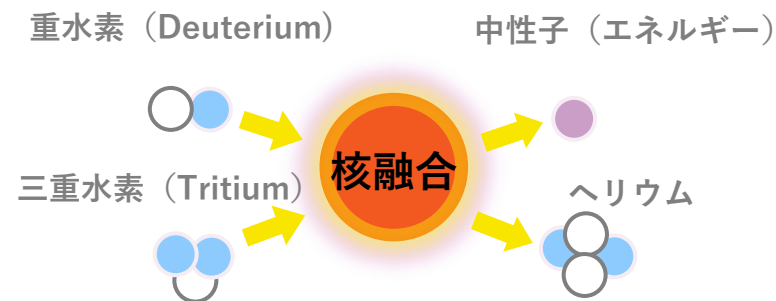
フュージョンエネルギー産業協議会(J-Fusion) 会長
核融合戦略有識者会議 構成員

小西 哲之

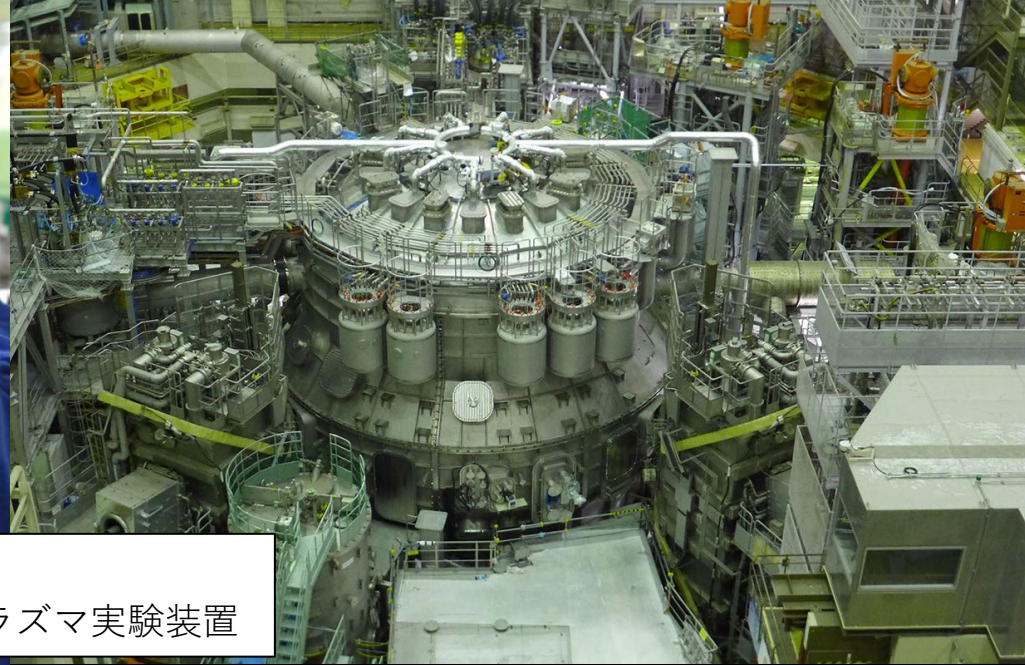
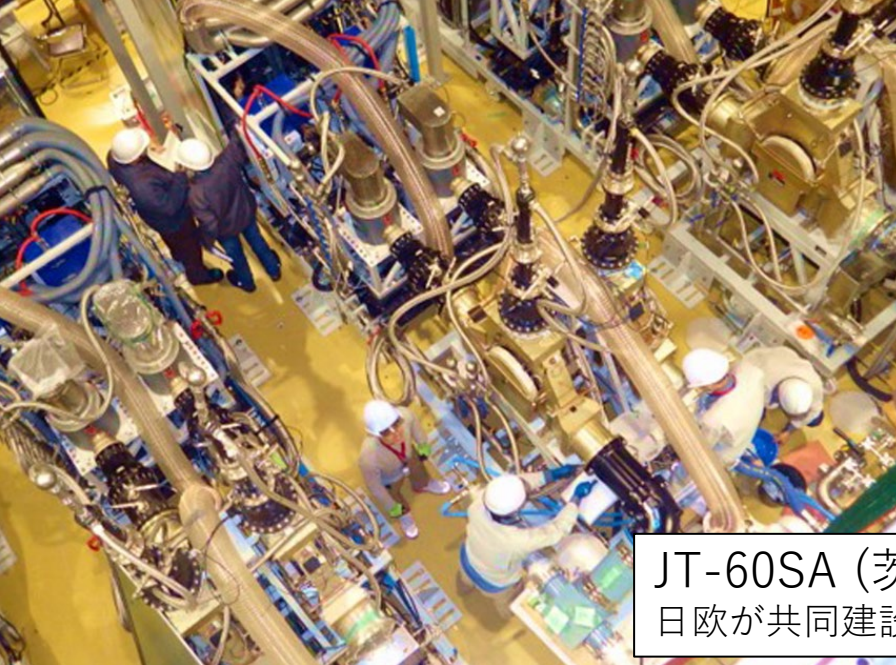
フュージョンエネルギーとは

太陽（及び宇宙の全ての恒星）のエネルギー源

地球上のエネルギーは、元をたどればほとんどが
核融合反応によるものであり、
生命は核融合により育まれてきたと言える。



脱炭素、安定調達、エネルギー安全保障に強く貢献する夢の技術



JT-60SA (茨城県那珂市)
日欧が共同建設した世界最大のトカマク型超伝導プラズマ実験装置

“地上に太陽を作る”ため、全世界の科学者らが懸命の研究を続けてきた。



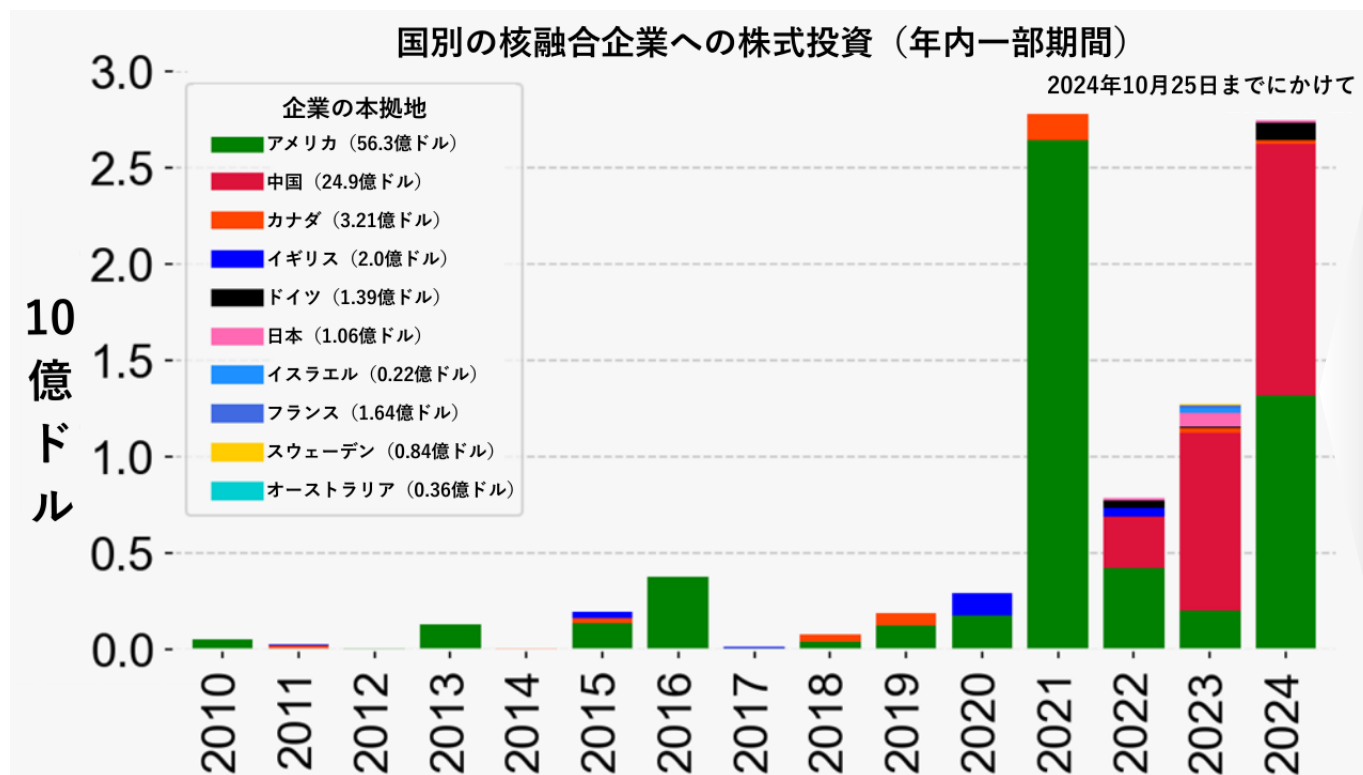
Large Helical Device (岐阜県土岐市)
世界最大級の大型ヘリカル装置「LHD」



GEKKO XII (大阪府吹田市)
世界でも有数の大型レーザー実験装置「激光XII」

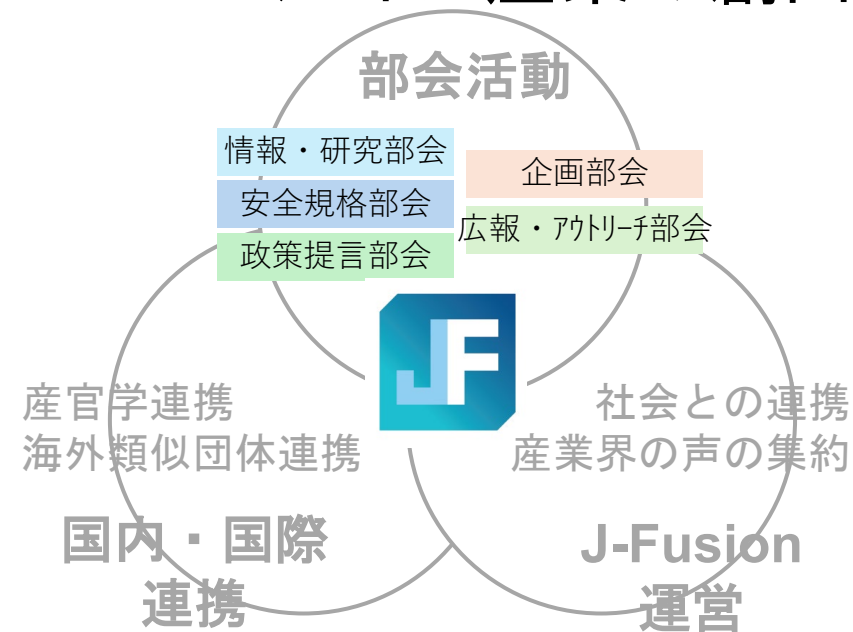
フュージョンエネルギー開発の現状

世界では、国のプロジェクトに加えて、民間の取組が加速度的に開発を早めている
同時に国際的競争も激しくなる中、J-Fusionは産業創出に向けて組成



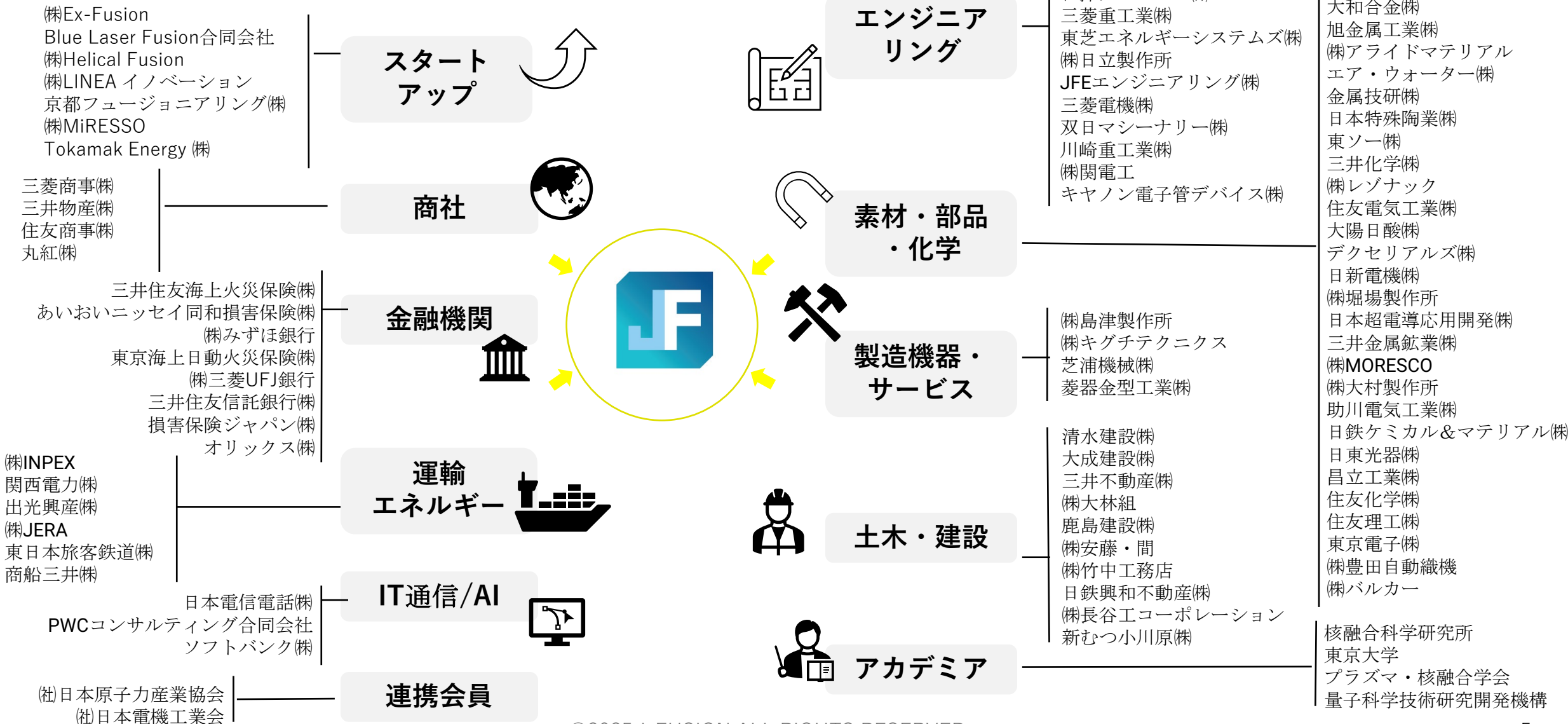
Source: Fusion Energy Base, 2024-10-25

J-Fusion (フュージョンエネルギー産業協議会) フュージョン産業の創出



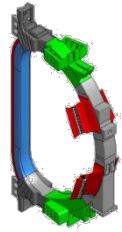
多様な産業群がJ-Fusionに参画

(4月末時点 92社)



ITER(国際熱核融合実験炉)の主要機器の製造に、多くの日本企業が参画

トロイダル磁場(TF)コイル



極低温-269℃でも十分な強度を持つ窒素含有鍛造ステンレス材の最高強度部は日本製鋼所のみ製造可能。

日本分担

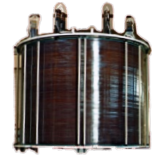
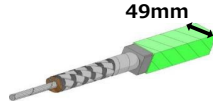
TFコイル導体	33導体 (25%)
TF構造物	19機分 (全数)
TFコイル巻線・一体化	9機分 (47%)

- 三菱重工
- 三菱電機
- 東芝エネルギーシステムズ
- 日鉄エンジニアリング
- JASTEC
- 日立金属ネオマテリアル

中心ソレノイド(CS)コイル

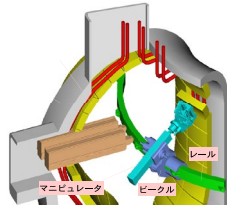
日本分担

CSコイル導体
(全数)



- 日鉄エンジニアリング
- 日立金属ネオマテリアル
- JASTEC
- 古河電気工業

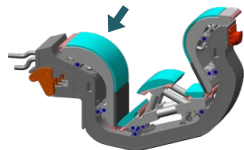
ブランケット遠隔保守機器



- 東芝
- エーテック
- スギノマシン
- 愛知産業

ダイバータ外側ターゲット

真空容器内で最も高い熱負荷を受ける排気装置。



- 金属技研
- アライドマテリアル
- 大和合金・三芳合金工業
- 三菱重工

中性粒子入射加熱装置

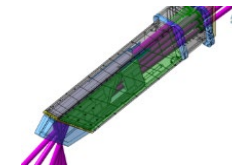


日本分担

1MV電源高電圧部	3機 (全数)
高圧プッシング	3機 (全数)
加速器	1機 (33%)

- 日立製作所
- 京セラ

プラズマ計測装置 (一部)



日本分担

電子温度・密度計測、
中性子計測など
5つの計測装置 (約15%)

- 東芝
- 三菱重工
- トヤマ
- 岡崎製作所
- 清原光学

高周波(EC)加熱装置

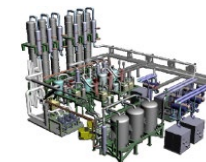
日本分担

ジャイロトロン8基 (全体の1/3)
水平ランチャー (ポートプラグを含む)

- キャノン電子管デバイス
- 東京電子



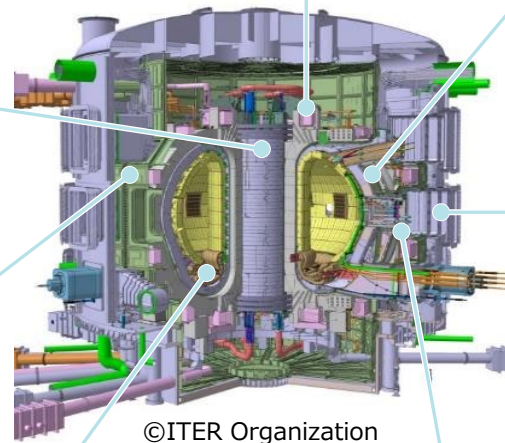
トリチウムプラント



日本分担

トリチウム
除去系

- 日揮



<各国の開発計画>

各国において、早期実現に向けた開発計画が発表される中、日本からも**2030年代**の発電実証を目指し、有識者会議で議論

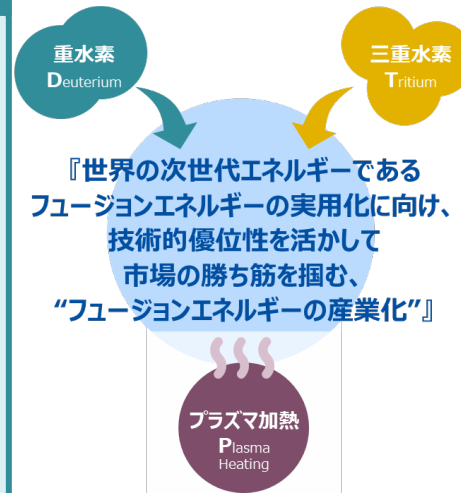
	米国	中国	英国	日本
ロードマップ	2028年 FPP計画策定 ※Fusion Pilot Plant	‘20年代後半BEST ※Burning Plasma Experimental Superconducting Tokamak ‘30年代 CFEDR ※China Fusion Engineering Demonstration Reactor	2040年 STEP計画 ※Spherical Tokamak for Energy Production	2030年代 発電実証 (検討中)
開発 コンセプト	Public Private Partnership (多様な炉型)	国内での競争的 開発と産業構築 (BEST、CFEDR)	公的計画と 民間活用 (STEP)	核融合戦略 有識者会議 を通じた検討
ファイナンス	私的資金/ 公的資金	公的資金	公的資金	

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略 改定（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)



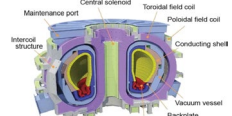
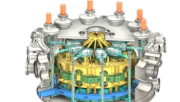
(2)フュージョンテクノロジーの開発戦略 Technology

- 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 ※(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)

<民間を含めた実証コンセプト・計画> 世界に先駆けた**2030**年代の発電実証を目指し、 国内においても、官民で具体的な開発計画に関する取組が進展

		海外プレイヤー	日本	
		(米国2028年にコンセプト*選定予定) *FPP: Fusion Pilot Plant	民間の取組	国の計画
磁場閉じ込め	トカマク形式	Commonwealth Fusion Systems (米) Tokamak Energy (ST形式、英)	✓  Starlight Engine社	✓  JA-DEMO (早期化プラン)
	ヘリカル・ステラレーター	Thea Energy (米) Type One Energy (米) 等	✓  Helical Fusion社	
	FRC形式	Helion Energy (米) TAE Technologies (米) 等		
	ミラー型	Realta Fusion (米)	✓  LINEA Innovation社	
慣性閉じ込め型 (レーザー)		Excimer (米) 等	✓  Ex-Fusion社	
MIFその他		Zap Energy (米) General Fusion (加)	Blue Laser Fusion社 (米)	

<今後の産業界の取組>

- ・ サプライチェーンにおける課題の可視化と優位性の構築
- ・ 統合実証計画の具体化
- ・ 安全規制に関する規制当局との協議

サプライチェーンにおける
課題の可視化と優位性の構築

各民間の統合実証計画の具体化
(コスト、立地要件、主体等)

実施主体候補による安全規制に
関する規制当局との協議

核融合戦略
有識者会議の下に
新たに設置する
社会実装検討TF
における
議論との連動