資料2-2
第14回フュージョン戦略有識者会議
令和８年11月12日

第１回 フュージョンエネルギーの発電実証プロジェクトに向けたプロセス検討委員会における検討結果について



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の発電実証プロジェクトに向けた プロセス検討委員会における検討について

◆ 2030 年代の発電実証へ向けた研究開発から社会実装に至るまでの個々のプロセスに係る、
① 国として強力に推進する共通的に必要な要素技術の具体的内容及び国研等が取り組むべき内容（原型炉開発の在り方を含む）
② フュージョン発電システムの決定に向けたマイルストーン及びチェック＆レビューの在り方
③ 発電実証に向けた側面支援の在り方
について、より詳細な検討の加速を行うため、本会議の下に、「フュージョンエネルギーの発電実証プロジェクトに向けたプロセス検討委員会」（以下、「プロセス検討委員会」という。）を設置した。

◆ 第１回プロセス検討委員会（８月10日開催）では、「①国として強力に推進する共通的に必要な要素技術の具体的内容及び国研等が取り組むべき内容（原型炉開発の在り方を含む）」について議論を行い、次頁の結論を得たところ。

第１回プロセス検討委員会における検討結果

１．フュージョンエネルギーの実現に向けて、主に以下のように、どの国も解決できていない技術課題が存在。これらの技術課題を世界に先駆けて解決できるよう、国が中心となって、民間の力も活用しながら、強力に研究開発を推進するべき。
例：①燃料サイクル技術・ブランケット技術、②炉材料技術、③遠隔保守技術、④加熱装置　等

２．前述した要素技術の研究開発を強力に推進するにあたっては、産学官のオールジャパンの体制で実施することが適当。また、こうした研究開発を迅速かつ強力に進めるため、燃料システム安全試験施設など民間企業では整備や研究開発が困難な課題の克服に必要な施設・設備を、これまで進めてきているフュージョンイノベーション拠点の整備とも連動しつつ、速やかにQSTに整備するべき。

３．また、要素技術の研究開発は、実用プラントに適用できるものを開発することが重要であり、実際の大きさ及び材料で製作可能か、高温・高圧・高放射線・高電磁力といった極限環境下で機能するか等を確認することが重要（いわゆる実規模技術開発が必要）。こうした観点から、十分な予算を確保し、例えば、QSTの原型炉構想（Q-DEMO）やスタートアップが構想している発電実証への適用を念頭に技術開発を進めることにより、実用プラントに適用できる技術を開発するべき。その際、国内外の研究開発状況やスタートアップのニーズを踏まえて優先的に取り組むべき内容を特定するとともに、トリチウムやリチウム６など必要な物質の確保を進めるべき。

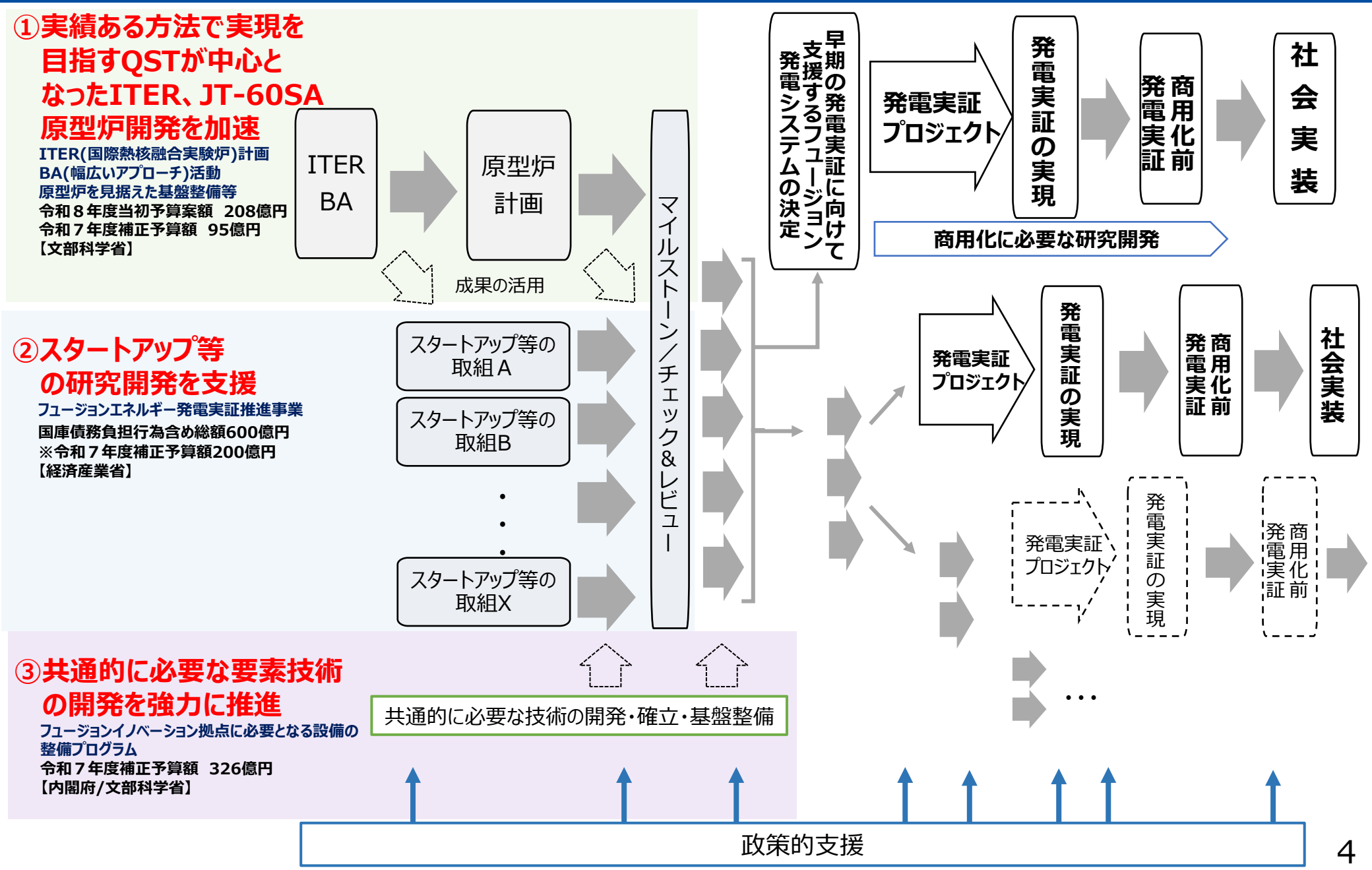
４．QSTにおける原型炉構想（Q-DEMO）全体については、2030年代の発電実証を目指した構想として一定の合理性があるものの、建設コストや実施主体に課題を有することから、現時点では、建設に向けて進めることが適当とは言えない。当面は、QSTにおける工学設計や発電コストの分析を進め、それにより建設コストの精緻化・合理化を進めるとともに、並行して、QSTを中心に実施主体の具体化を進めることが適当である。

（その後、しかるべきタイミングで、スタートアップ等の研究開発等の進捗状況も踏まえつつ、国として集中的に支援する発電実証プロジェクトを決定する。）

５．次回以降は、大学等における人材育成等その他の課題についての議論も扱っていく。

参考資料

「フュージョンエネルギーの社会実装に向けた取組の在り方」のイメージ



【参考】 官民投資ロードマップにおける要素技術開発に関する記述

官民投資ロードマップ（フュージョンエネルギー分野）2026年7月21日 日本成長戦略本部決定（抄）

3．官民投資促進に向けた課題と政策パッケージ【政策手段】

(1)投資促進に向けた課題

＜必要な要素技術の確立に向けた研究開発フェーズ（今後５年間程度）＞

〇不確実性の要因

・技術開発の不確実性が最大の課題
（プラズマ制御、炉材料、燃料サイクル、信頼性・保守性など、必要な要素技術の多くが未確立）

・多額の研究開発費を要する上に、現時点ではリターンの見通しを得ることは困難

・**トリチウムの扱いなど、民間企業では研究開発が困難な課題も存在**

(2)講じるべき政策パッケージ

・**フュージョンエネルギー実現に必要な要素技術の研究開発を国が中心となって強力に推進する**とともに、実現可能性があると考えられるフュージョン発電システムの技術開発を広く支援（QSTが中心となって進める実績のある方法で実現を目指す技術開発、スタートアップ等が進める様々な野心的な発電システムの実現に向けた技術開発、**共通的に必要な要素技術の開発(※)・確立・基盤整備**）

※要素技術の開発については、フュージョンエネルギーの実現に必要だがどの国も解決できていない技術課題を我が国が先行して解決し、技術の不確実性を低減するとともに、優位性を確保。

フュージョンエネルギーの実現に向けて解決すべき主な技術課題（要素技術）

- フュージョンエネルギーの実現に向けて、主に以下の要素技術について、まだ解決すべき技術課題が残されている。
- これらの技術課題を世界に先駆けて解決できるよう、国が中心となって、民間の力も活用しながら、強力に研究開発を推進することが必要ではないか。

フュージョンエネルギーの実現に向けて解決すべき主な技術課題（要素技術）の大まかな分類

①燃料サイクル技術・ブランケット技術

トカマク　ヘリカル　レーザー

トリチウム増殖、分離回収などを効率的に行う必要があるが、どの国も開発段階。特に、トリチウム増殖比を１より大きくするためには、トリチウム透過防止技術の開発、増殖機能材の性能向上、発電に必要な熱の取り出しを考慮したブランケット開発などが必要であり、技術的要求が高い（※十分な中性子遮蔽を維持しつつブランケット面積を最大化するには、とりわけインボード側では概ね1.3m以上ものブランケット厚が必要）。また、トリチウムの輸送・保管技術の開発も必要。

②炉材料技術

トカマク　ヘリカル　レーザー

フュージョン反応に伴い発生する高エネルギーの中性子は、材料中に弾き出し損傷を生じさせるとともに、材料中の元素が別の元素へ変換されることによってヘリウムや水素を生成する。これらに起因する脆化、体積膨張等に耐えるブランケット構造材料の寿命評価技術の確立が必要。また、強烈な熱流束に耐えうるプラズマ対向材料の開発も必要となる。これらには、中性子源施設に加えて、照射した材料を分析するための照射後施設も必要。

③遠隔保守技術

トカマク　ヘリカル　レーザー

ブランケットやダイバータ等は熱や中性子によりダメージを受けるので定期的な交換が必要。一方で、高エネルギーの中性子照射による放射化によって、炉心部だけでなくホットセル部も人が立ち入れない高放射線量環境となるため遠隔機器による保守が必要。

④高効率プラズマ加熱装置

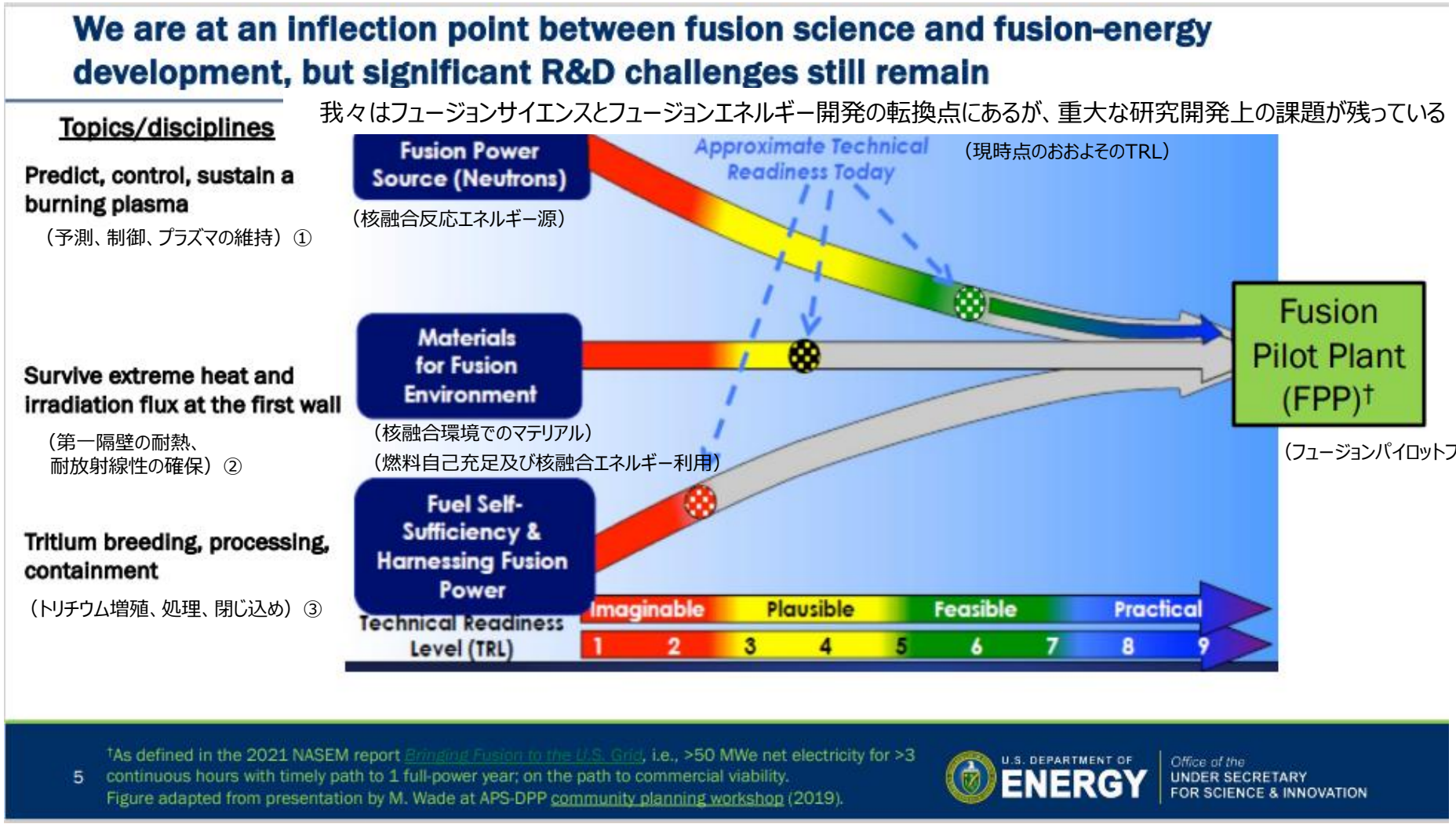
トカマク　ヘリカル

中性粒子入射加熱装置及び高周波加熱装置ともに、更なる電力効率化、高出力化及び長時間運転が課題。

⑤その他

【参考】 米国エネルギー省によるTRLの現状認識

✓ 比較的①プラズマ関連技術は研究開発が進んでいるが、②炉材料や③トリチウム取扱・増殖等の燃料サイクルについては、技術成熟度は国際的にも非常に低い状況であり、フュージョンエネルギーの実現のためにはこれらを引き上げる必要がある。



<出典： 米国エネルギー省説明資料 （和訳を加筆）>

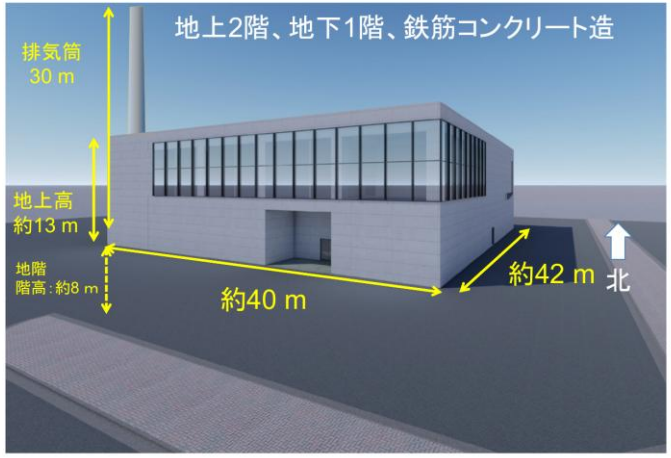
要素技術の研究開発を推進する体制について

- 前述した要素技術の研究開発を強力に推進するにあたっては、産学官のオールジャパンの体制で実施することが適当ではないか。
- また、こうした研究開発を迅速かつ強力に進めるため、燃料システム安全試験施設など民間企業では整備や研究開発が困難な課題の克服に必要な施設・設備を、これまで進めてきているフュージョンイノベーション拠点の整備とも連動しつつ、速やかにQSTに整備すべきではないか。
- こうした取組を進めることにより、将来的には、QSTが、自らの研究機能に加え、我が国のフュージョンエネルギー関連技術のプラットフォームとしての役割（※）を果たしていくべきではないか。

※大学、研究機関、民間企業等のフュージョンエネルギーの研究開発を行う主体を幅広く支援できる機能

燃料システム安全試験施設のイメージ

（概念設計段階）



燃料システム安全試験施設の部屋構成

1階

区域種別*	室 名 称
非管理	一般エリア（風除室、ロビー、トイレ他）
	中央制御室
	空調機械室
	電気室
管理	入退域管理室
	放射線モニター室
	廃棄物保管室
	排気設備室
	特殊機器室（ヘリウム冷凍機、無停電源等）
	ホット実験室Ⅰ（多核種取扱可）
	操作室Ⅰ**（大量トリチウム取扱室）
	操作室Ⅱ**（安全設備室）

2階

区域種別*	室名称
非管理	居室Ⅰ～Ⅲ
	産学連携協力室
	コールド実験室（兼工作室）
	仮眠室、更衣室、会議室、トイレ他
管理	ホット実験室Ⅱ，Ⅲ （少量トリチウム取扱用フード設置）

地階

管理	ホット実験室Ⅳ（実験装置設置）
	ホット実験室Ⅴ（排液タンク、トリチウム水処理設備）
	ホット実験室Ⅵ（多核種使用可）

*非放射線管理区域と放射線管理区域の種別分け
**操作室Ⅰ及びⅡは1階から2階まで吹抜け構造
操作室Ⅰトリチウム取扱量：～36 PBq（約100g）

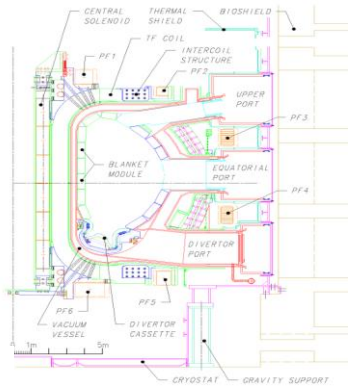
出典：QST作成資料（原子力規制庁「量子科学技術研究開発機構との打合わせ　令和8年06月18日 資料１」より）

要素技術開発の進め方について

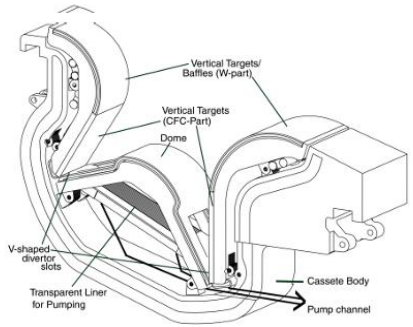
- 前述した要素技術の研究開発を進めるにあたっては、実用プラントに適用できるものを開発することが重要であり、実際の大きさ及び材料で製作可能か、高温・高圧・高放射線・高電磁力といった極限環境下で機能するか等を確認することが重要（いわゆる実規模技術開発が必要）。
- こうしたことから、要素技術の研究開発については、こうした実規模技術開発ができるよう、十分な予算的な手当てが必要。
  - ✓ 例えば、QSTの原型炉構想（Q-DEMO）やスタートアップが構想している発電実証への適用を念頭に技術開発を進めることにより、実用プラントに適用できるものを開発してはどうか。
- なお、要素技術の研究開発の詳細については、海外の研究開発状況やスタートアップのニーズを踏まえて優先的に取り組むべき内容を特定することが重要。こうしたことから、文部科学省の核融合科学技術委員会において、国内外の研究開発状況やスタートアップのニーズも把握した上で技術開発戦略を策定し、それに基づいて推進することが適当ではないか。
- また、要素技術の開発に不可欠な、トリチウムやリチウム６など必要な物質の確保も重要ではないか。

工学設計・実規模技術開発

概念設計で求めた寸法が図面上でも成立するか、実際の大きさおよび材料で製作可能か、高温・高圧・高放射線・高電磁力といった極限環境下で機能するかを確認



トカマク断面



ダイバータカセット

ITER建設前の工学設計
(Summary of the ITER Final Design Reportより)



ITERのダイバータ外側垂直ターゲット(OVT)の
ヘリウムリーク試験の様子（QST提供）

研究開発の流れ　概念設計 → 工学設計 → 実規模技術開発（試作） → 要素技術の獲得

QSTの原型炉構想（Q-DEMO）の取扱いについて

- QSTは、発電実証に向けて、原型炉の概念設計を行い、Q-DEMOとして発表したところ。
- これについては、2030年代の発電実証を目指した構想として一定の合理性があるものと評価できるが、以下の課題があり、現時点では、建設に向けて進めることが適当とは言えないのではないか。

①建設コストについてさらなる検討が必要
  - Q-DEMOの概念設計では建設費は約２兆円とされているが、高コストであり、米国NASEMレポートでフュージョンパイロットプラントの総建設コストは約60億ドル未満に押さえるべきと指摘されていることを踏まえれば、競争力のある発電システムの実現につながらないのではないか。

②実施主体が不明確
  - QST単体では、フュージョン発電実証プラントの実施主体にはなりえないところ、現時点で実施主体が具体化されていない。

- こうしたことを踏まえ、プラント建設を含むQ-DEMO構想全体については、当面は、QSTにおける工学設計や発電コストの分析を進め、それにより建設コストの精緻化・合理化を進めるとともに、並行して、QSTを中心に実施主体の具体化を進めることが適当ではないか。

注）その後、しかるべきタイミングで、スタートアップ等の研究開発等の進捗状況も踏まえつつ、国として集中的に支援する発電実証プロジェクトを決定する。

【参考】原型炉に関係するコスト比較について

	Q-DEMO（第一期）	軽水炉(従来の原子力)	軽水炉（SMR）（カナダ）	高温ガス炉(SMR)（米国）	高温ガス炉(SMR)（中国）	ナトリウム冷却高速炉（SFR）(米国)	鉛冷却高速炉（LFR）(SMR)(ロシア)	トリウム溶融塩炉（MSR）（中国）
熱出力	50万kW			200MW	250MW		700 MW	
A.電気出力	20万kW	120万kW	300MW×4=120万kW	80MW×４基=32万kW	210MW	345MW=34.5万kW	300MW=30万kW	2MW=0.2万kW
B.建設費	２兆円	5,496億円	―	24億ドル≒3864億円	30億元≒720億円	―	1000億ルーブル≒2000億円	
(プロジェクト費)			209億カナダドル≒２兆４000億円			40億ドル≒6440億円		30億元≒720億円
建設費単価（B/A)	**1000万円/kW**	**45.8万円/kW**（エネ庁資料より)	**ー**	**483万円/kW**	**17万円/kW**	**ー**	**67万円/kW**	**ー**

出典：文部科学省調べ

【参考】「フュージョンエネルギーの社会実装に向けた取組の在り方」（抜粋）
発電実証の実施主体のあり方について

「フュージョンエネルギーの社会実装に向けた取組の在り方」（令和８年４月８日 フュージョンエネルギーの社会実装に向けた基本的な考え方検討タスクフォース）抜粋

○発電実証の実施主体は、発電実証を着実に実施できる者であるとともに、その成果をスムーズに社会実装につなげられる者であることが重要であり、以下であることが必要である。

① 商用化を実際に担うことが想定される事業者が参画する等、発電実証の成果が事業化に直結する形で活用される体制となっていること。

② フュージョン発電実証プラントを建設・運用できる技術・ノウハウ・組織体制・資金力を有していること（フュージョン発電実証プラントは、高度かつ大規模な技術体系であることから、必要な技術・ノウハウを有していることに加えて、全体を統合・調整し大規模プロジェクトを推進できる能力を有し、運転に伴い発生する放射化物等の管理を含め、責任をもって確実に安全を確保することができる体制であることが必要である）。

注）フュージョンエネルギーの研究開発について技術的蓄積を有するQSTと、将来の事業化を目指す民間企業が共同で新たに実施主体を組成することも一案と考えられる。

【参考】米国DOE Fusion Science & Technology Roadmap（2026年6月）抜粋



Core Challenge Areas

Structural Materials Science & Technology	The design, development and qualification of materials, structures and systems that can withstand the high neutron flux, thermal loads and environmental stresses of a fusion power plant. It includes research on physical and mechanical properties, manufacturing and qualification of materials that form the core vessel, support structures and in-vessel components.
Plasma-Facing Components and Plasma-Materials Interactions	The design and testing of materials, structures and systems that can withstand the high neutron flux, thermal loads and environmental stresses of a fusion power plant. It includes research on physical and mechanical properties, manufacturing and qualification of materials that directly interact with the plasma. It includes solid and liquid metal walls, advanced composites, chamber and divertor design and technology along with the understanding of plasma-material interactions needed to manage challenges such as erosion, fuel retention and dust.
Advancing Confinement Approaches	The physics and engineering of creating, sustaining and controlling high-performance burning plasmas. It includes turbulence and transport, stability, coupling, core-edge integration and disruption avoidance, with the goal of achieving fusion-relevant confinement regimes and sustained energy output.
Fuel Cycle and Tritium Processing	The technologies and processes needed to produce, handle and recycle fusion fuels in a closed loop. It includes exhaust and separation systems, storage and inventory control, accountancy and development of supporting technologies like permeation barriers and detritiation systems.
Blanket Science & Technology	The development of blanket concepts (e.g., solid, liquid, molten salt), materials compatibility studies, thermal hydraulics, tritium transport modeling and integrated testing to validate performance and maintainability.
Fusion Plant Engineering & System Integration	The design and integration of the entire plant system, beyond the fusion engine. It includes balance-of-plant technologies such as power conversion and plant-wide control systems, as well as remote maintenance and robotics. It also includes the codes, models, tools and platforms for fully integrated power plant modelling.

Figure 6. *The core Challenge Areas*

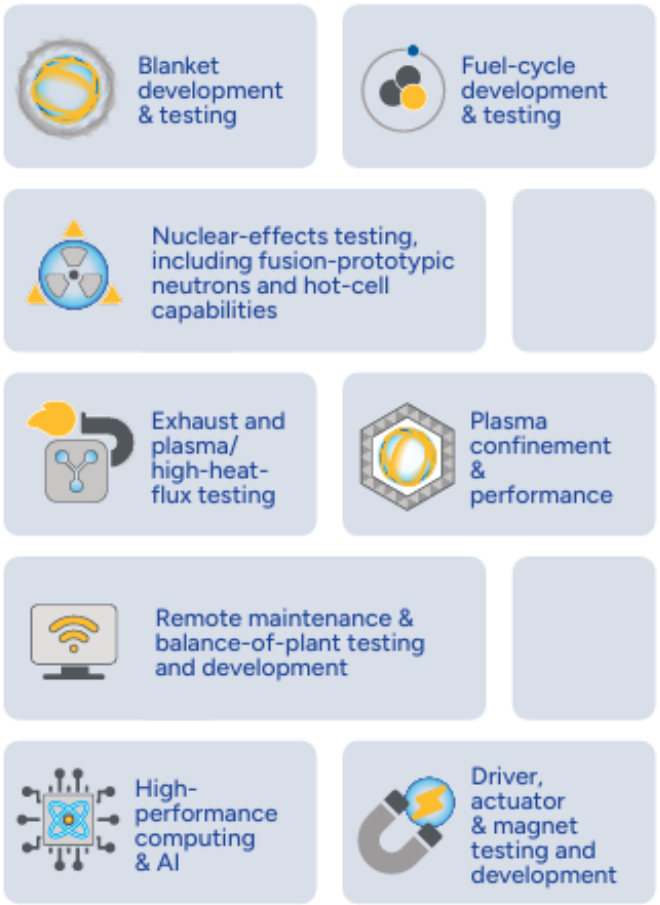


Figure 4. *Eight distinct infrastructure streams critical for progress towards the development of fusion power plants have been identified.*