

フュージョンエネルギー産業協議会 (J-Fusion)

技術マップ調査報告、および ムーンショット制度への期待

2025/4/23



アジェンダ

1. 技術マップ調査（J-Fusion自己調査）

2. ムーンショット制度への期待

検討方法・スコープ

トカマク型を意識した従来の核融合技術マップを参考に、J-Fusion会員企業へのアンケート、ヒアリングや調査を通じて、今後の産業化を促進するための論点整理を実施

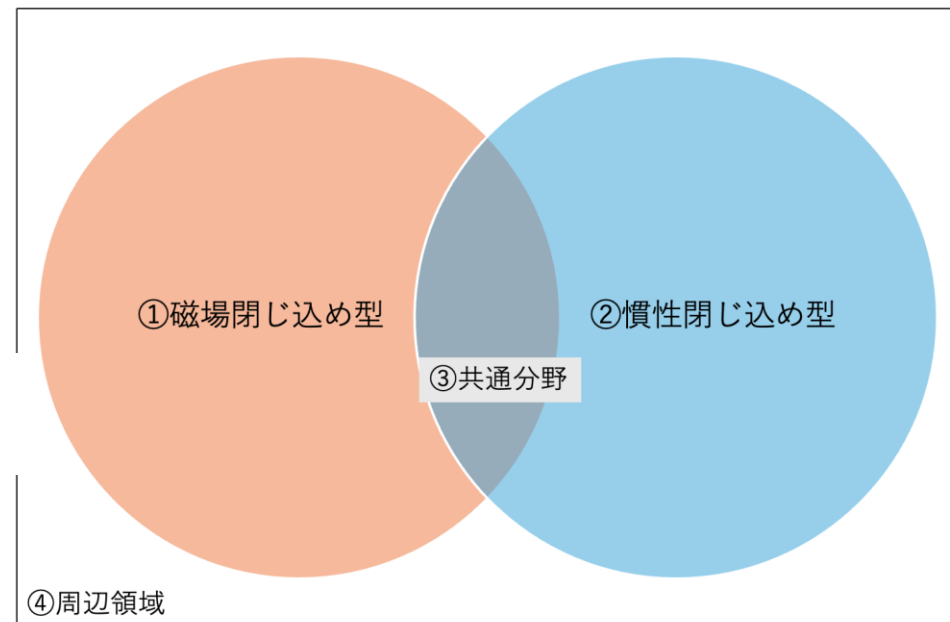
アンケート（合計40社以上）

A社	技術領域	機能	構成要素	TRL	実績
	①磁場閉じ込め	超伝導コイル	巻線	4~6	...
	②慣性閉じ込め	点火	加熱レーザー	...	
	③共通分野	メンテナンス	...		
	④周辺領域	...			

国内技術・
各社の取組
みを整理

幅広いア
プローチ
の考慮

技術領域



ヒアリング（専門家やスタートアップ各社）

トカマク、ヘリカル、ミラー、FRC、レーザー閉じ込め方式ごとの特徴を整理

技術マップの作成・産業化に向けた考察

内閣府のイノベーション戦略改訂に向けて参考にしていただくべく、添付致します

参考：技術進展度（TRL）の設定評価

各社へのアンケートにおいて、保有技術に対するTRLの評価を依頼

- TRLの定義

- IAEA-TECHDOC2047における定義に準じる（右記Table5）

- サーベイ対象

- J-Fusion加盟企業・機関

- 回答方法

- 各社による自己申請による回答

- **TRL評価は回答者判断に委任**

- 表記

- 前提となる閉じ込め方式の違い、採用技術（例：HTS）の違い、従来マップ*からの追加・修正要素は色調の変更により表現

実験室レベル
(TRL1-3)

実証レベル
(TRL4-6)

量産・コスト
最適化レベル
(TRL7-9)

TABLE 5. FIVE STREAMS OF FUSION SPECIFIC TRLs AND THEIR USE IN STAGE GATE / DESIGN REVIEWS

TRL	Systems	Materials	Software	Manufacturing	Instrumentation
1	Basic principles	Evidence from literature	Mathematical formulation	Process concept proposed	Understand the physics
2	Technology concept	Agreed property targets, cost & timescales	Algorithm implementation documented	Validity of concept described	Concept designed
3	Proof of concept	Materials' capability based on lab scale samples.	Prototype architectural design of important functions is documented	Experimental proof of concept completed	Lab test to prove the concept works.
4	Validation in a laboratory environment	Design curves produced.	ALPHA version with most functionalities implemented with User Manual and Design File available	Process validated in lab	Lab demonstration of highest risk components
5	Partial system validation in a relevant environment	Methods for material processing and component manufacture	BETA version with complete software functionalities, documentation, test reports and application examples available	Basic capability demonstrated using production equipment	Requiring specialist support
6	Prototype demo in a relevant environment	Validated via component and/or sub-element testing.	Product release ready for operational use	Process optimised for capability and rate using production equipment	Applied to realistic location/environment with low level of specialist support.
7	Prototype demo in an operational environment	Evaluated in development rig tests	Early adopter version qualified for a particular purpose	Economic run lengths on production parts	Successful demonstration in test.
8	Test and demonstration	Full operational test	General product ready to be applied in a real application	Significant run lengths	Demonstrated productionised system
9	Successful mission operation	Production ready material	Live product with full documentation and track record available	Demonstrated over an extended period	Service proven

Source: IAEA, IAEA-TECDOC-2047, Considerations of Technology Readiness Levels for Fusion Technology Components, 2024

J-Fusionによる技術マップ調査

今後の対応

①日本には幅広いフュージョン技術が存在

②優位性を持つ不可欠性技術もある*

③一方でDT環境、中性子環境に伴う実証による引き上げも必要*

フュージョン技術マップ



J-Fusionで新規発足予定のサプライチェーン部会において、下記取り組みを検討中

1. サプライチェーンの課題可視化・構築
2. 優先すべき技術の明確化
3. ビジネスとしての継続可能性検討
4. パブリックエンゲージメントおよび規制対応
5. 人材育成と教育機関連携

・ 核融合技術マップ (<https://www8.cao.go.jp/cstp/fusion/3kai/siry03.pdf>) を参考に、J-fusion会員企業へのヒアリング等を踏まえて作成。
特にTRLは各社のアンケートに基づく

産業化においてフュージョン環境化の実証が急務

*マップ上との【不可欠技術】【DT反応前提による技術検証が必要】の位置関係については暫定的な記載、今後追加整理を想定

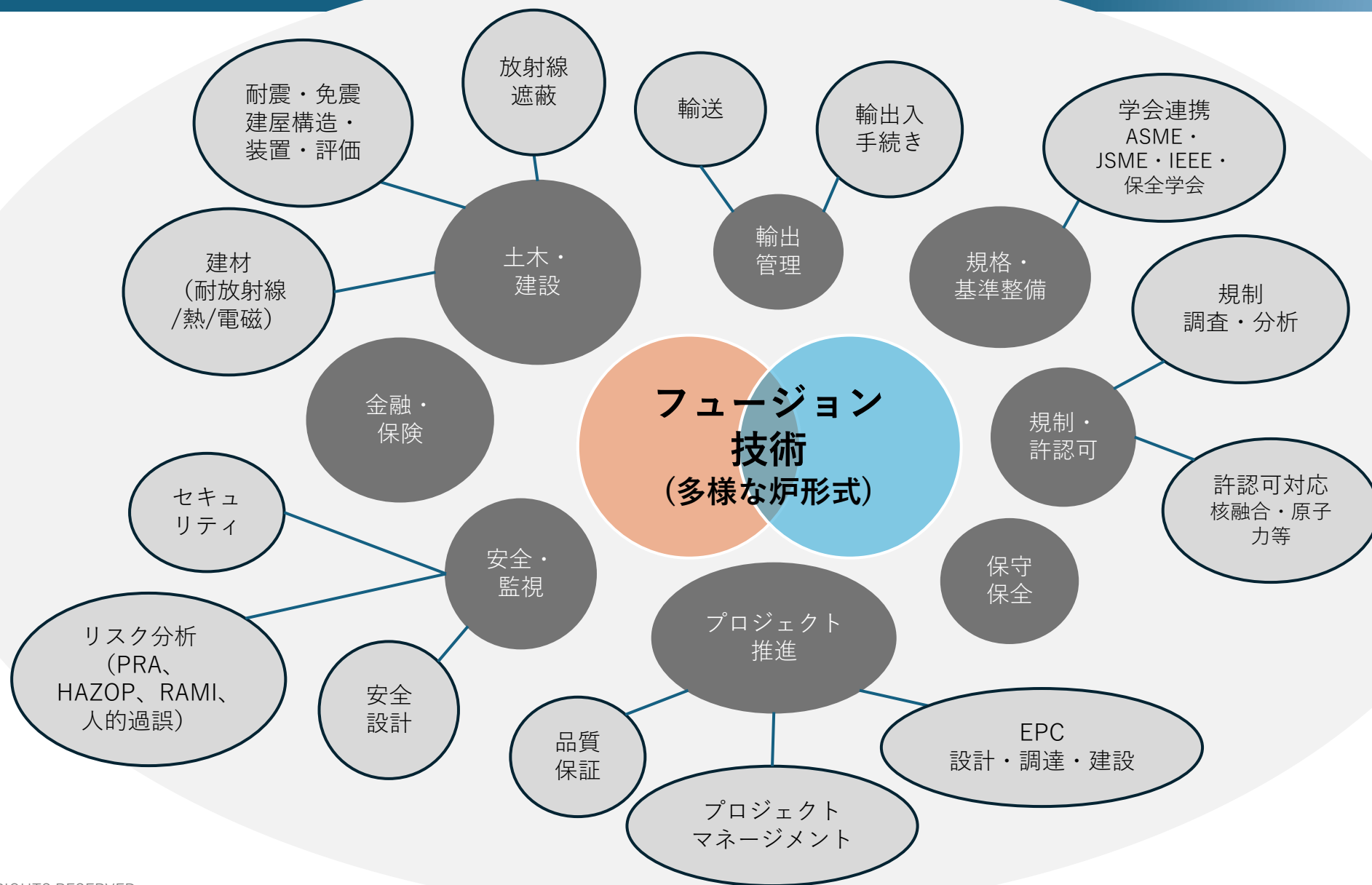
パイロットプラントの推進により多様な国内技術の統合＝国内産業化が可能

フュージョン技術マップ



周辺領域も含めたフュージョンの
自国産業化・競争力強化が重要

フュージョン産業は機械技術だけでなく、幅広い関連産業を構成している



ポイント①
機器レベル



国内で不可欠性技術を保有
一方で、素材等 自律性担保
は必要
(同志国など連携関係が必要)

ポイント②
システムレ
ベル



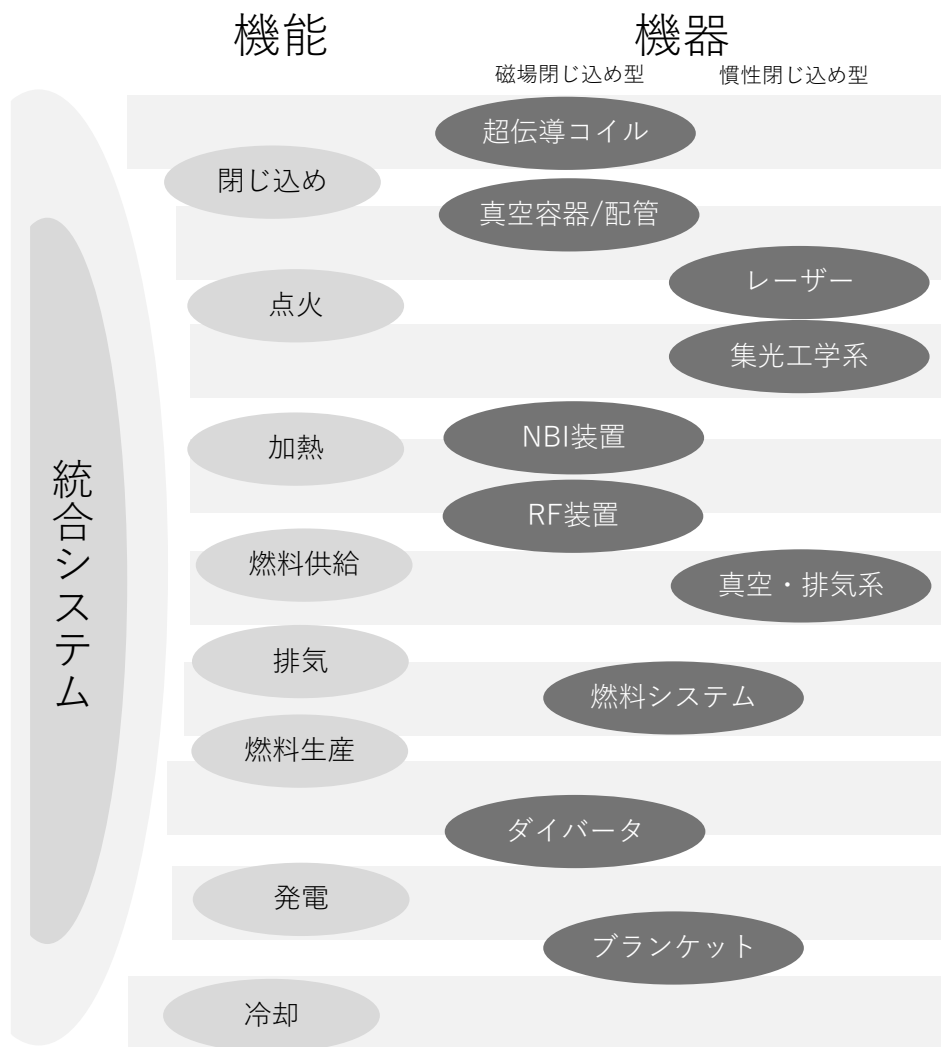
Nuclear Techでの国内
実証知見・技術がなく、
競争差別性確保が必要
(機械だけでない、建設や保守など
含む統合的技術の確保が必要)

資源面に加えて、人的資源を維持・活用していくことが優位性維持において必要



パイロットプラントの推進により多様な国内技術の統合＝国内産業化が可能

周辺領域も含めて多様な技術を早期に集約させることが、フュージョンの自国産業化・競争力強化の道筋



今後に向けた課題

メッセージ①

ITER実績の技術（コイル、真空容器など）の更なるTRL向上により、国内産業を堅持・強化

→**国内技術の確保**

メッセージ②

主要機器（NBI、ダイバータなど）の国内産業化が重要
フュージョン技術の開発成果を広範な産業に波及・活用する

→**キー技術の波及・活用により研究分野から産業化へ**

メッセージ③

Neutron・Nuclear Techの検証が急務

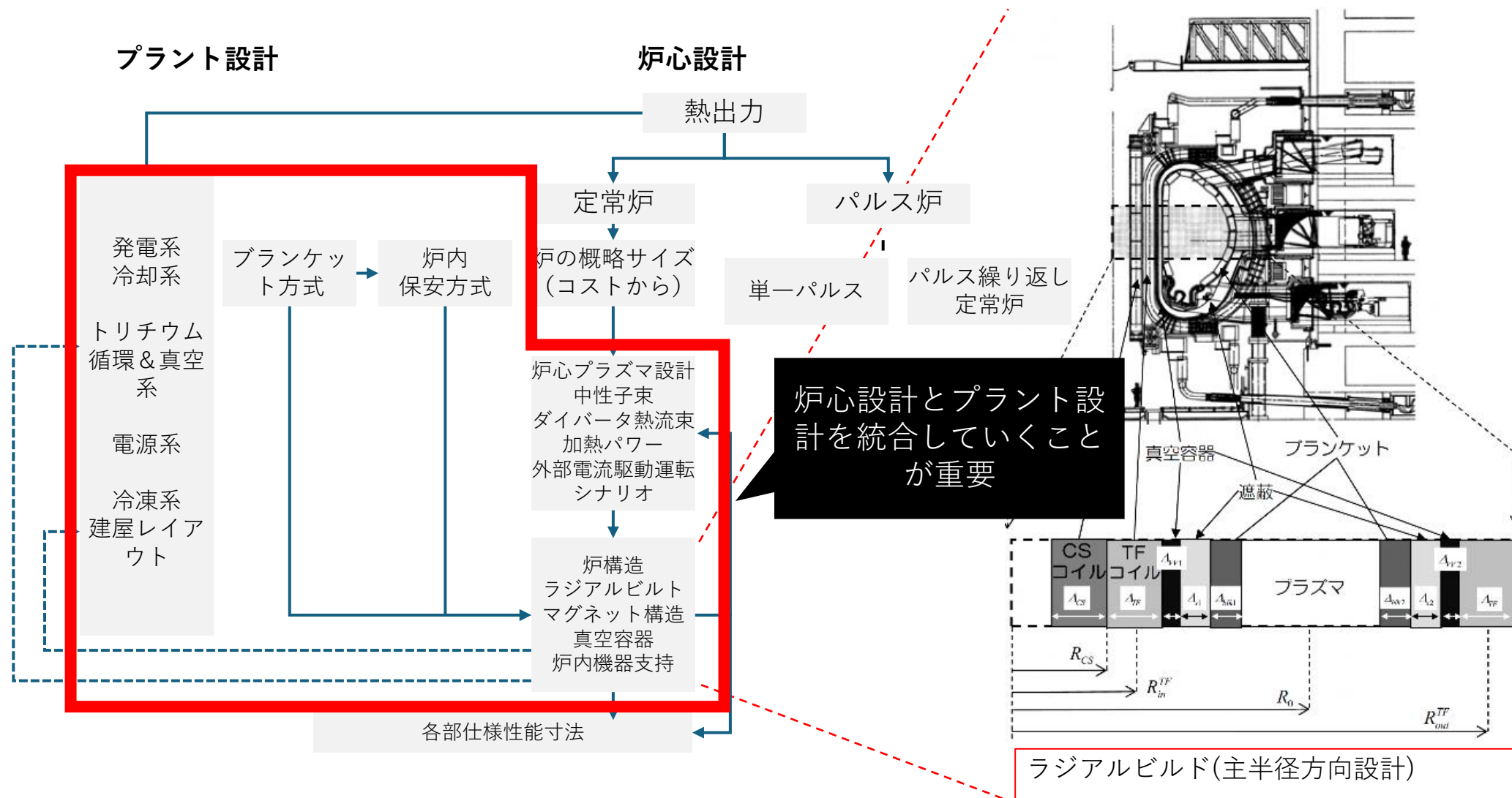
→**フュージョン環境試験により、国内技術TRLを向上**

メッセージ④

パイロットプラントの推進（2030年代の発電実証）

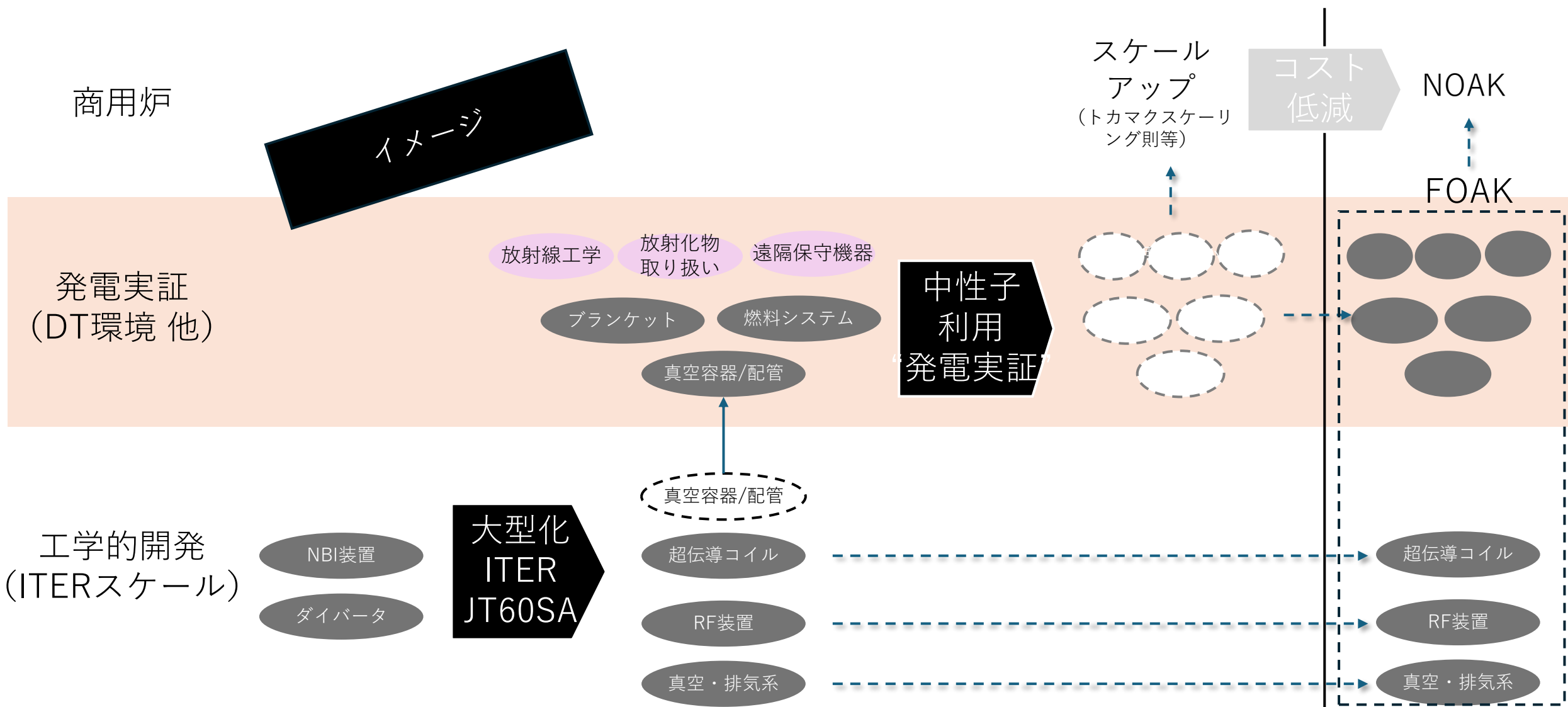
→**立地・システムインテグレーション・フュージョン環境試験・安全規制・社会受容の検討を加速する**

統合技術検証によるシステムのTRLを引き上げることが必要



Source : 小特集 システムコードを用いた磁場閉じ込め方式核融合炉システム設計 2. トカマク核融合炉システム設計をもとに改変

参考) 技術進展イメージ
発電実証によって各技術の産業化が進められる



アジェンダ

1. 技術マップ調査（J-Fusion自己調査）

2. ムーンショット制度への期待

ムーンショット型研究開発制度への民間産業サイドからの要望

「ムーンショット型研究開発制度 MS10 への産業界からの期待」

2025 年 4 月 11 日

一般社団法人フュージョンエネルギー産業協議会 政策提言部会

ムーンショット型研究開発制度においては、第 2 回公募に向けて以下の三つの期待、実証に向けた技術の統合（Big picture, Vision with Action）、マイルストーンの設定（Moonshot for Fusion Energy）、国研等との連携（If you want to go far, go together.）を掲げられており、産業界としてこの方針に賛同するとともに、以下を要望する。

1. 技術の統合とプロジェクト体制作り

2050 年までに、フュージョンエネルギーの多面的な活用を進める上では、イノベーション要素技術開発と共に、「技術の統合」を進めていくことと「実行力のあるプロジェクト体制」作りが必要である。

産業界としても最大限提案や協力をする。とりわけ、技術を統合し、社会実装のため産業界が担うべき役割が大きいと認識しており、本公募に向けても産業界として積極的に参画し、貢献する。研究者の高度な技術開発とともに、産業界が社会実装に向けて果たす役割についての評価勘案を要望する。

2. 発電実証を行う位置づけの制度としての明確化

2030 年代の技術実証・発電実証を政府においても目指されており、バックキャストによる工程表を策定する等の検討も進められている。また 2030 年代の技術実証・発電実証に向けた民間提案も存在しており、フュージョンエネルギー技術の社会実装への取り組みが始まっている。MS10 においてはこれらイノベーション戦略を見据えた制度であると理解しており、方向性の整合及び相乗効果を図るべく、技術シード発掘や基礎研究に傾倒するのではなく、本制度も発電実証を強く目指すものであるという位置づけの明確化を要望する。

○制度への具体的要望

- (1) 公募要件における発電実証を目指すプロジェクトの推奨
- (2) Project Manager への産業界側(開発型 SU や事業機関含む)からの参画
- (3) 技術の社会実装に対する産業界の貢献への評価
- (4) 産業界参画による実行主体の構築、資金調達による実装可能性向上への評価
- (5) 多様な炉形式や技術を視野に入れたスタンスの明確

以 上