

ムーンショット目標

「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
解き放たれた活力ある社会を実現」

研究開発方針説明

令和6年 3月

プログラムディレクター

吉田 善章

(自然科学研究機構 核融合科学研究所 所長)

アジェンダ

- 研究開発構想の概要
- プロジェクトマネージャー（PM）募集・選考の方針等
- 研究開発の推進に当たっての留意事項

ムーンショット目標10

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

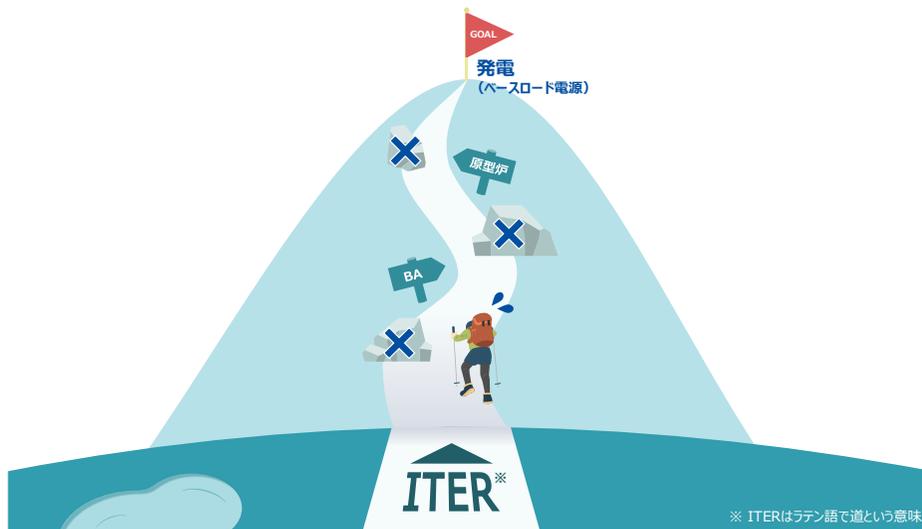


マイルストーン

- 2050年までに、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。
- 2035年までに、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。
- 2035年までに、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。

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。

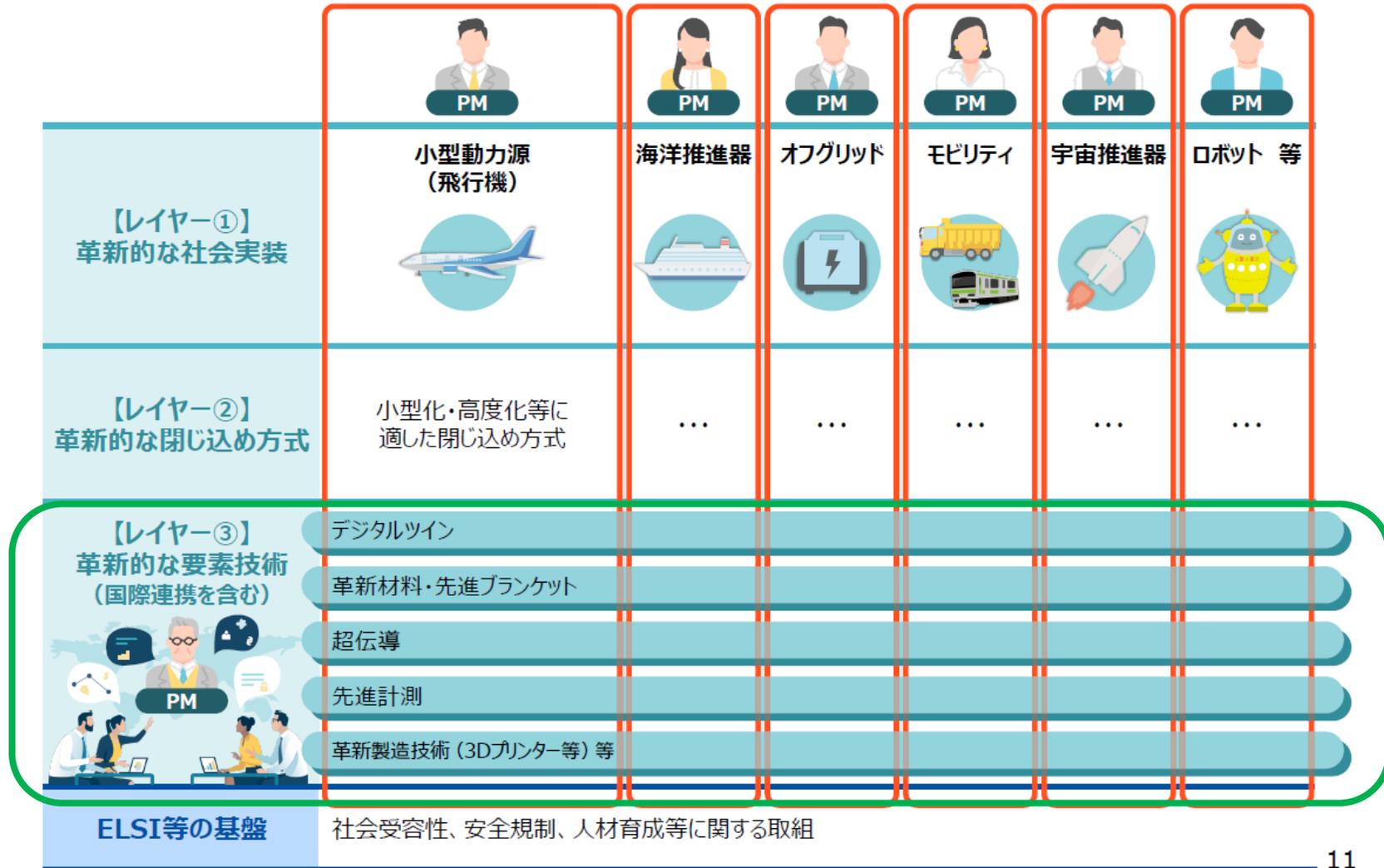


ムーンショット型研究開発制度との協働がある場合

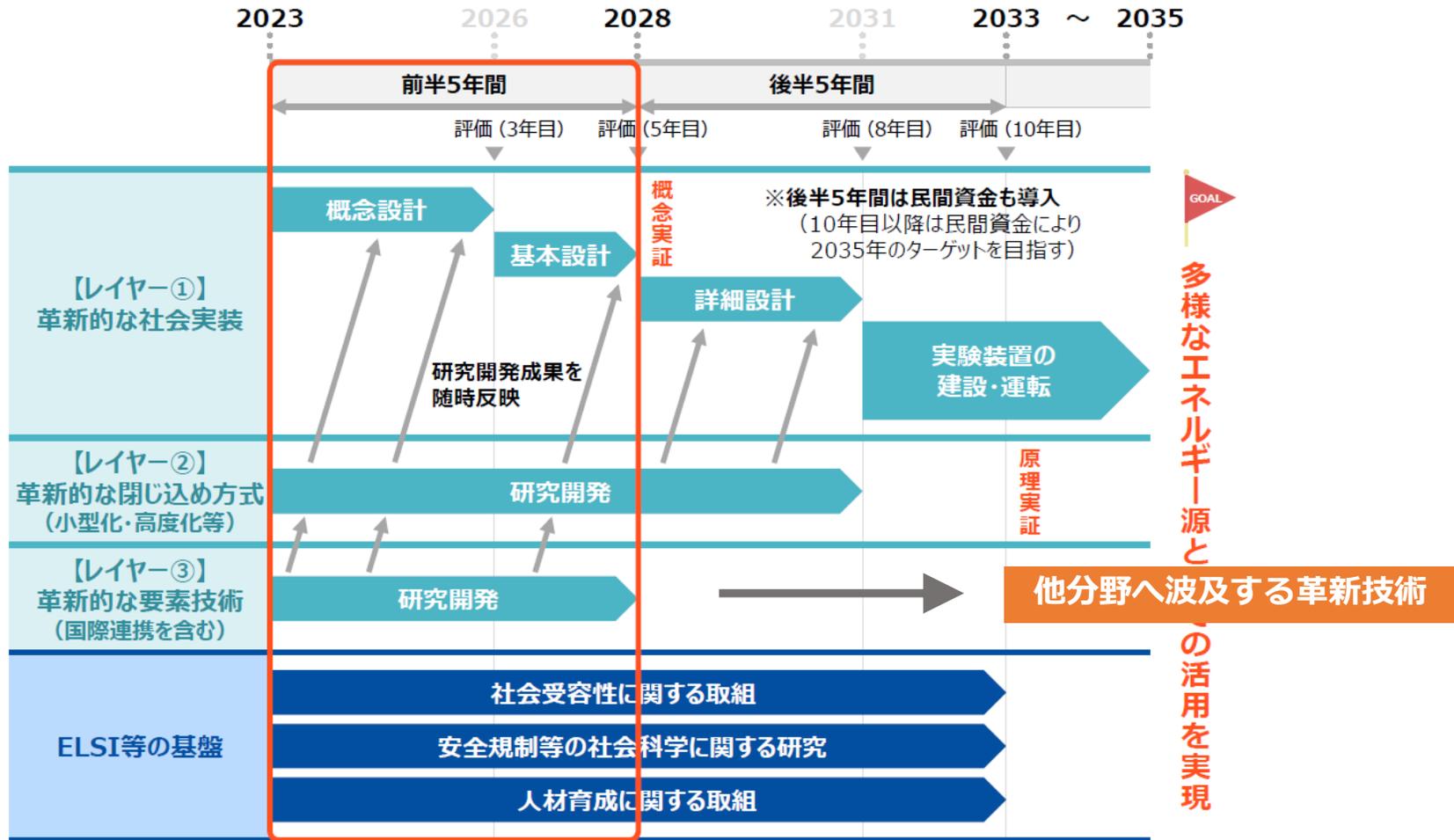
革新的な社会実装を目指す研究が先回りして成果を創出することで、ITER*/BA/原型炉から発電へと続く道をより確実なものにすることが可能。



ムーンショット型研究開発制度における推進体制（イメージ）



ムーンショット型研究開発制度における推進体制 (イメージ)





フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の概要

- ✓ **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。**

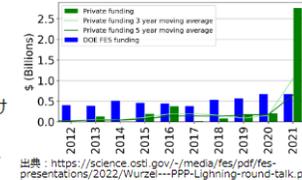
エネルギー・環境問題の解決策としてのフュージョンエネルギー

- ・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】

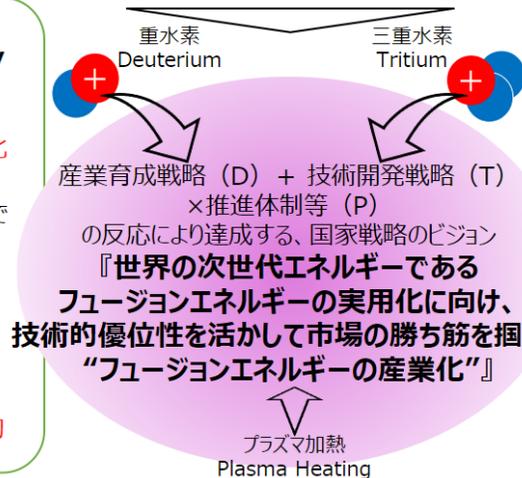
- ・研究開発の加速による原型炉の早期実現
- ・技術及び産業マップ作成による**ターゲット明確化**

【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

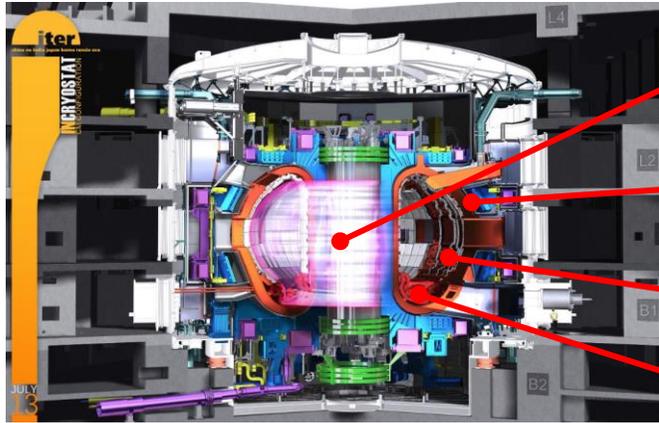
1. プロジェクトマネージャー(PM)募集・選考の方針等
 1. 提案に求める基本要件
 2. ムーンショット目標10の狙い
 3. 研究開発プロジェクトの目標設定の在り方
 4. MS10の研究開発構想の実現に向けた戦略の在り方
 5. 波及効果に関する期待

2. 研究開発の推進に当たっての留意事項
 1. ポートフォリオ管理
 2. 産学官連携
 3. 国際連携・国際競争力

1. 提案に求める基本要件

- 2050年の未来像を起点にして逆算した時、フュージョンエネルギーの実用化を加速させるために今何をすべきかを考え、2050年までの研究開発シナリオと、計画採択時点から3年、5年、10年間で達成する目標を明示すること
- 以下の点を考慮して、どのように課題設定し、2035年に何を達成し社会実装に繋げていくのかについて、現時点での分析・根拠を含めて説明すること
 - 研究開発構想に沿って2050年の目標達成につながることを
 - 国際熱核融合炉（ITER）計画等の研究開発の全体像を俯瞰しつつ、革新的な社会実装を目指し、挑戦的であること
 - たとえ予想通りの結果にならなくとも、明確な結論が導かれるよう、確かな研究技術に裏打ちされた綿密な研究計画であること
 - 社会実装に必要な倫理的・法的・社会的課題（ELSI）を考慮すること

2. ムーンショット目標10の狙い



炉心プラズマ：閉じ込め性能・システム安定性

超伝導マグネット・低温技術：高温超伝導、水素・窒素冷却

炉材料：照射損傷、放射化

ダイバータ：超高熱流束

イノベーションの科学的指導原理

- ✓ 核融合の多様な利用
- ✓ 高性能概念への挑戦

© ITER Organization

- フュージョンエネルギーの実用化に向けたスタンダードなシナリオはベースロード電源の開発
- 十分な実用性を見通すには、現在の科学知では不十分
- 炉心プラズマの理解の深化だけでなく、超伝導マグネットや炉材料等の高性能化やシステムとしての稼働率向上など、革新的な進展が必要
- MS10では、**フュージョンエネルギーの多面的な利用を想定した未来社会からのバックキャスト的なアプローチをとることで、広く展望を開き、これまでにない挑戦の中からゲームチェンジャーとなるイノベーションを目指す**
- ベースロード電源を目指すフォーキャスト型の研究開発に対しても、課題解決の選択肢を増やし、実現の早期化をもたらす相乗効果を生むものと期待

「革新的な社会実装型」と「革新的な要素技術型」の2種類の目標設定が可能

革新的な社会実装型

- 三つのレイヤーを自己無撞着かつ科学的根拠をもって統合する構想：

レイヤー① 核融合反応の活用法： オフグリッドや宇宙開発用のエネルギー源として活用する提案や、核融合反応で生まれる高エネルギー粒子を高度医療技術や高レベル廃棄物の核変換などに活用する提案など

レイヤー② 反応システム： 高温プラズマシステムに限らない様々な核融合システムを想定可能

レイヤー③ 基盤要素技術： 破壊的イノベーションにつながる挑戦的な研究開発の提案を期待

「革新的な社会実装型」と「革新的な要素技術型」の2種類の目標設定が可能**革新的な要素技術型**

- その技術の活用がフュージョンエネルギー実用化に重要な進展をもたらすことはもちろんのこと、大きな汎用性もって、既に産業化されている技術に革新的な波及効果をもたらすこと、あるいは他の未来技術と融合して破壊的イノベーションを生み出すシーズとなること

(波及効果の例)

- 高温超伝導技術や低温技術のイノベーションによる水素社会実現の加速
 - 高速ビッグデータ処理技術の医療・福祉分野への応用
 - 極限環境素材が可能にする未踏領域の踏破
 - 極少量分析・検出技術が拓く安全性の高い未来社会の実現
- 要素技術の革新というアウトプットに留まらず、アウトカムとしてどのような社会実装のインパクトが期待できるのかについて説得力のある構想であること

● 長期的戦略（2050年未来像を実現するために10年で実施すべきこと）

- 統合性：ベースロード電源開発競争へ向けた戦略
 - イノベーションを駆動する強力な「ツール」の開発
 - 限定的な予想性ではなく、未踏領域の開拓を支援する科学知
 - 例) デジタルフュージョンエネルギーシステム

● 中期的戦略（ムーンショット10年の目標達成のために5年で実施すべきこと）

- 展開性：多様な「作業仮説」のもとで核融合技術を普遍化する戦略
 - 他の未来技術との連携を生み出す技術シーズ（核変換、医療など）

● 直近の戦略（まず着手すべきこと）

- 拡張性：ステークホルダーを拡大する戦略
 - 核融合分野への新規参入を可能にする分節化と学際化

- MS10によって、フュージョンエネルギー分野の総合的な活性化に貢献すること
- 積極的なアウトリーチ活動を行い
 - 産業界の参画
 - キャリアパスの多様化
 - 頭脳循環を通じた国際連携の強化などの効果をうむこと

1. ポートフォリオ管理

- 研究開発プロジェクトの関係性を考慮し、PM間の協業や競争を求める。
- 「作り込み」期間において、研究の合理性・有効性の観点から、当初提案した計画の変更、課題推進者の再編、予算計画の見直し等を行うことを求める。

2. 産学官連携

- 各研究開発プロジェクトに民間企業等の参画が得られるよう、積極的な働きかけを求める。
- 遅くともプロジェクト開始5年後には、産業界との研究協力や共同開発を実施していることが強く期待される。

3. 国際連携・国際競争力

- 国際シンポジウムなど情報収集の場を設け、国内外の研究開発動向を常に把握し、世界トップの成果を目指すことを求める。海外の機関とも積極的な連携が期待される。
- 将来のサプライチェーンマネジメントを見据え、国際的なネットワークの構築に向けた積極的な国際連携の構築が期待される。