

PD による補足

PD: 吉田 善章 (自然科学研究機構 核融合科学研究所 所長)

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

ムーンショット目標 10 (MS10)「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」の達成に向け、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提案してください。フュージョンエネルギーの実現に向けて、国際熱核融合炉(ITER)から原型炉に至る開発路線をより確実にすることが期待されています。そのため、MS10 では、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、挑戦的であることが求められます。予定調和の平凡な計画や、これまでの研究を単に延長しようという計画は、本事業の趣旨に合致しません。MS 事業のスローガンである「失敗を恐れない挑戦」とは、未踏の領域を開拓しようとする挑戦者へのエールです。確かな研究技術に裏打ちされた綿密な研究計画であれば、その挑戦がたとえ計画通りの結果にならなくても、何も分からないで終わるのではなく、予見したこととは違う「新しい発見」をもたらします。PM の選考では、主として計画の挑戦性・独創性と研究技法の確実性の観点から提案を評価します。どのように課題を設定し、2035 年までに何を達成し社会実装につなげていくのか、現時点での分析・根拠に基づいて説得力ある説明をしてください。また社会実装に必要な倫理的・法的・社会的課題 (ELSI) を考慮してください。

(2) ムーンショット目標 10 の狙い

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開発ですが、十分な実用性を見通すには現在の科学知では十分ではありません。70 年ほどの研究の歴史を経て、素朴なトライ&エラーのフェイズは終え、研究開発の主題は、核燃焼の実現という段階から、核融合システムの高度化・高性能化というテーマに移りつつあります。経済的な競争力を得るためには、核融合炉のコンパクト化・高効率化に挑戦する必要がありますが、そのためには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安定性向上など、主要技術の革新的な飛躍が必要です。MS10 では、ITER から原型炉そして商業炉へと研究開発を進めるフォークキャスト的なアプローチとは対照的に、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戦略をと

ります。こうした研究開発は、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しています。

(3) 研究開発プロジェクトの目標設定の在り方

研究開発プロジェクトの提案には二種類の方向性があると考えています。フュージョンエネルギーの実用化を加速させる「革新的な社会実装型」と「革新的な要素技術型」の二つです。

革新的な社会実装型の提案は、核融合反応の多様な活用法をレイヤー①に想定し、そこからバックキャストして、必要な反応システムの具体像をレイヤー②、さらにそれを可能とする基盤要素技術をレイヤー③として提案してください。これら三つのレイヤーが自己無撞着かつ科学技術的根拠をもって構成されている必要があります。社会実装に関するレイヤー①の例としては、核融合反応で生まれるエネルギーを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が考えられますが、これらに限らず独創的な応用の提案も歓迎します。レイヤー②としては、高温プラズマシステムに限らず、様々な核融合システムが想定可能です。レイヤー③の基盤要素技術に関しては、単なる既存技術の活用や、スタンダードな原型炉開発で構想されている技術ではなく、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します。

革新的な要素技術型を提案する場合には、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、大きな汎用性をもって、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などを求めます。波及効果の考え方として、例えば、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など幅広い社会貢献が考えられますが、これらに限るものではありません。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説明をしてください。

提案書においては、計画の独創性、国際的な競争力、および実現可能性について、エビデンスに基づいた説明を求めます。特に、革新的な要素技術型の提案については、設定した目標が従来の研究開発の延長では到達できない理由と、それを MS10 のプロジェクトでどのように達成するかについて具体的な説明を求めます。

(4) MS10 の研究開発構想の実現に向けた戦略の在り方

2050 年の未来像を実現するために MS 事業の 10 年で実施すべきことは、様々な挑戦

の成果をインテグレートし、フュージョンエネルギー開発競争を勝ち抜くための強力な「ツール」を獲得することです。例えば、理論モデル、シミュレーション技術、情報科学、数理科学、材料科学、制御工学、様々な実験によるベンチマーク等を統合した「デジタルフュージョンエネルギーシステム」を構築することで、革新的な核融合システムを開発するための設計ツールを獲得できれば、MS10の成果が産業界の強力な後押しとなって未来像の実現につながります。他にも、様々な要素技術の根底に関わる科学知は、イノベーションの指導原理となって、世界をリードできる技術開発のツールになります。

そのような「ツール」は、ある特定のシステムだけに適用できる限られた経験則ではなく、未知の領域に挑戦する研究開発の構想に対しても正確な予測・検証ができる高い一般性をもつ必要があります。また、MS10の成果を連続的に社会実装につなげるために、プロジェクト実施期間中から産業界との積極的な協力関係を築くことを求めます。

MS事業の最初の5年間で、革新的な科学的知見や要素技術を獲得することを求めます。斬新な視点から果敢な挑戦をするために、既成の作業仮説に閉じこもることなく、他分野と連携を進め、展望を広く開く必要があります。そのためには、まず学際化が必要です。特に革新的な要素技術型を提案する場合には、他の未来技術、例えば宇宙技術、量子技術、医療技術、環境技術などと融合して破壊的イノベーションをもたらすような汎用性が高い技術シーズを生み出すことを期待します。

こうした研究開発を推進するためには、多彩なバックグラウンドをもつ優秀な研究者や技術者の核融合分野への新規参入を促し、学際的な研究チームを編成する必要があります。このために、チャレンジすべき課題を学際的なテーマとして定式化し（必ずしも「数学的に表現する」という意味ではなく、課題の本質や取り組み方を論理的に共有できるように表現すること）、他分野の研究者や技術者と問題意識を共有化することで、多彩な人材を巻き込んだ研究開発プロジェクトを提案してください。

PMには、研究開発プロジェクトを成功に導くために、プロジェクトの進捗などに応じた、研究計画の見直しや課題推進者の再編成等の積極的なマネジメントを求めます。

(5) 波及効果に関する期待

本MS事業は、フュージョンエネルギー分野の総合的な活性化に資することを期待されています。PMは、アウトリーチを積極的に行い、核融合研究に対する一般社会からの関心を高め、産業界を巻き込むことによるキャリアパスの多様化、人材育成の強化、国際協力による人流・頭脳循環を通じた堅固な国際連携関係の構築といった効果を生むことが求められます。

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

PDは、MS10目標内のポートフォリオを管理する立場から、複数の研究開発プロジェ

クトの関係性を考慮した上で、PM 間の協業や競争等を求めることとなります。PM は、採択された後の「作り込み」期間において PD、サブ PD およびアドバイザーと協議し、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が求められます。

(2) 産学官連携

2050 年の目標達成に向けて研究開発が進むためには、本 MS 事業を通じて様々な産業の発展を支える成果の創出や応用の展開が必要です。そのため、各研究開発プロジェクトに民間企業の参画が得られるよう、積極的な働きかけを求めます。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を強く期待します。

(3) 国際連携・国際競争力

研究開発プロジェクトの実施に当たって、国際シンポジウムなど情報収集の場を設け、国内のみならず国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ます。必要な場合には、海外の機関とも積極的に連携して研究開発を行ってください。併せて、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に努めてください。

以上