

2025年3月11日(火)、13日(木)
オンライン意見交換会 質疑応答

3月11日および13日に行われたオンライン意見交換会の質疑応答について、以下の8つのカテゴリーに分類し、内容を整理しました。

1. 目標10プログラムの方針
2. 他のフュージョンプロジェクトとのタイムスケジュール
3. 次回の目標10公募における研究対象
4. 目標10公募のキーワードについての補足説明
5. 目標10プログラムの社会実装・民間との関係
6. 目標10公募に関する備考
7. 他の政府プロジェクト(発電実証)とムーンショットとの関係
8. 日本の核融合研究について

以下に、Qにおいて質問事項のカテゴリーおよび具体的な質問内容を記載し、その後、【回答】にて質問事項に対する返答を掲載しました。

1. 【目標 10 プログラムの方針】

Q 1-1：縦展開における発電実証の在り方

ムーンショットの枠組みで、「発電」という縦のラインを加えることで実用化に向けた議論がより具体的になるのではないかと思います。どのように考えますか？

【回答】

当初より発電は目標 10 の縦のラインとして含まれています。その上で、目標 10 のポイントは、一つの路線に絞るのではなく、複数の仮説を立ててイノベーションの機会を広げることです。発電の実証は主な路線として進められており、それを加速・高度化するためのイノベーションも重要です。イノベーションの機会を広げるためには、ひとつのデザインに限らず、他の技術の性能を活かす他の路線も必要です。

ムーンショットでは、様々な仮説を立てることで、多様なイノベーションの機会を増やすことを基本戦略としています。核融合エネルギーがベースロード電源として社会に実装されることへの期待は大きく、様々な仮説を通じてイノベーションを進めることで貢献していきたいと考えています。

Q 1-2：発電実証に対する考え方

発表資料の 14 ページの図では、発電が目標に記載されていますが、レイヤー1には含まれていません。他方、13 ページでは発電が目標とされています。発電自体を目指すことは、今回のレイヤー1に該当しますか？

【回答】

ムーンショットプログラムの目標は、フュージョンエネルギーを発電に限定しているわけではありません。2030 年代に早期発電を実証しようとする目標も重要ですが、ムーンショットはその先の 2050 年の未来像を描いています。そのため、広い視野で考えてください。

14 ページの図についての質問ですが、この図の山登りの絵には発電などいくつかの目標が描かれています。これはあくまで例として描かれており、これらを目指す挑戦的な目標を設定することを示したメタファーです。このように、様々な未来像を想定することで、さまざまな課題が設定できるのです。これが挑戦の自由度を高める意味です。

発電も一つの目標ですが、レイヤー1ではさまざまな目標を想定して良いのです。この図に描かれている小型動力などは仮に置いたもので、太郎さんや花子さんという名前を使うのと同じです。具体的にこれを想定しているわけではありません。この図は誤解を招きやすいのですが、ベースロード電源にこだわらず、様々な到達点を想定して良いという意味です。ロボットの絵なども参考例として描かれていま

すが、必ずしもこれを目指しているわけではありません。図のレイヤー1にはランダムに要素が描かれていると、理解してください。

次に、プロジェクトの四本柱の図（16 ページ）ですが、これが論理的に描かれた図です。縦のレイヤー1に相当する部分には、エネルギーシステムとしていろいろなカテゴリがあります。一番左が主路線で、トカマク型原型炉を作りベースロード電源を目指すという内容です。

主路線以外のエネルギーシステムも考えることができます。ここには他の核融合方式、例えばミュオン触媒などの新しい方式も含まれます。また、ベースロード電源に限らないエネルギーシステムも考慮されています。

さらに、フュージョンエネルギーシステムは必ずしもエネルギープラントだけに限りません。例えば、粒子を利用して中性子源として使うことも可能です。これによって医療用アイソトープの製造なども考えられます。

これらのように目標 10 は、他の分野への革新的な技術につながる可能性もあります。これを論理的に整理したのが 16 ページの図です。主路線の加速や主路線以外の可能性、それにエネルギーシステム以外の応用といったレイヤー1を具体的に検討してください。

レイヤー1を実現するためにはレイヤー2のシステムが必要で、そのシステム自体のイノベーションも重要です。さらに、レイヤー3の新しい技術がレイヤー2やレイヤー3の可能性を開きます。このような大きな構想を含んだ提案を求めています。

Q 1-3：目標 10 における資金調達の重要性についての考え方

核融合開発が注目されている中、その実証による国産技術のアピールのためには、資金調達も重要と考えます。政府目標、つまり 30 年代の発電実証という目標がムーンショットプログラム開発に共有されているか説明してください。

【回答】

資金調達の観点ももちろん大事です。しかし、ムーンショットの役割は技術イノベーションであり、ビジネスイノベーションではありません。その新しい技術により新たな未来を開くことが目標です。

ただし、その技術が社会に実際に導入されなければ意味がありません。「死の谷」と呼ばれる障壁を乗り越える必要があります。素晴らしい技術ができたけれども、使われないと意味がありません。ムーンショットでは技術がシームレスに社会に実装されることを強く意識しています。

ムーンショットはそのための予算を確保しており、様々な分析と戦略の検討を行っています。募集要項にも書かれているように、最初の 5 年間は基本的な技術的可能性の証明を目標としています。そして、その後の 5 年間は、具体的に産業界との連携を構築することを求めています。

10年間の成果が産業界に受け入れられなければ社会実装には至りません。後半では特に産業界や開発研究機関との具体的な連携が重要です。この連携には国の研究機関での開発チャンネルも含まれます。

Q 1-4：目標 10 における早期発電実証の開発に関するウェイト

核融合の活用は多岐にわたりますが、エネルギー源として、特に電源として早期に確立することが重要だと考えます。他国との競争に勝つためにまず、発電炉の開発を最速で進める必要がありませんか？

【回答】

我が国の核融合戦略が内閣府から発表されています。この戦略の改定が進行中で、現在議論されています。主要な計画として、日本版原型炉(JA-DEMO)があります。これにおいて早期発電実証を目指すようにタイムラインの見直しが行われつつあります。

ムーンショットプログラムは、この JA-DEMO にどのように貢献できるかを考えることも重要です。

JA-DEMO が発電実証の目標を 2030 年台に設定するならば、開発スケジュールが非常にタイトになり、保守的な設計で進めざるを得なくなります。そうした中で、JA-DEMO と並走している進められるムーンショットプログラムから生み出されるイノベーションが上手く JA-DEMO に取り入れられるならば、それを国際的に競争力のある魅力的なものにする手助けとなります。そのため、ムーンショットの研究開発事業と JA-DEMO との密接な連携が必要です。

世界で進められている様々な研究開発との関係で、日本が勝ち筋を掴むためには、「何を研究するかを研究する」、これを「メタ研究」と呼んで、目標 10 の重要な事業の一つとしています。

Q 1-5：目標 10 プログラムと発電実証プロジェクトとの関係

吉田プログラムディレクター(以下、PD)の考え方はよく分かりましたが、内閣府との考え方に違いがあるのではないですか？ ムーンショットでは 2035 年に発電実証ではなく多角的利用を狙っているように見えます。内閣府と足並みを揃えて欲しいと思います。もう一度この件に関して説明してください。

【回答】

それは単純な誤解です。ムーンショットプログラムは内閣府が計画している事業であり、同じく JA-DEMO で発電実証を前倒しするというのも内閣府で検討している事項です。両者は、目的とタイムラインが異なり、これらを並行して進めるというのが日本の戦略のポイントです。

発電実証という言葉は多義的ですが、JA-DEMO の場合であれば、ベースロード電源としてフュージョンエネルギーが「社会実装」されるまでのマイルストーンの一つです。目標 10 はベースロード電源以外にも多様な技術として社会実装される未来を 2050 年ごろに想定して、そこからのバックキャストで破壊的イノベーションを生む役割を担っています。

発電実証は一つの重要なマイルストーンですが、真の社会実装のためには、さらにその先に、経済性や安全性などの課題があります。目標 10 は、2050 年の未来を見据え、今どのようなイノベーションが重要かを考えています。特に、JA-DEMO が 2030 年代の発電実証を目指すなら、それを国際競争力のある魅力的なものとなるようにする必要があります。こういう長期的で広角的なビジョンを持ちながら、プログラムを進めていきたいと思えます。

Q 1-6：目標 10 プログラム研究のカテゴリーに関する考え方

先ほどの革新的研究として、主路線の加速や主路線以外の可能性の追求に関して、HTS トカマクや球状トカマク、ヘリカルなどによる発電実証は主路線以外に該当しますか？

【回答】

「主路線以外」というのは、文字通り主路線でないものを包括的に指します。補集合という意味です。我が国における主路線は、JA-DEMO です。

主路線以外可能性を検討すると同時に、主路線を大幅に加速したり、魅力的で競争力のあるものにするためのイノベーションを目指すのが目標 10 です。

Q 1-7：目標 10 プラグラムの核融合に対するイメージ

フュージョンエネルギーの実用化には、一定規模の核融合反応の実現が不可欠だと思います。ムーンショットのマイルストーンではどの程度の核融合反応を想定していますか？

【回答】

ムーンショットが目指しているのは「実用化」です。実験レベルではなく、社会で使える核融合反応を想定しています。例えば、ベースロード電源を目指す場合、百万 kW 級の核融合出力が必要ですが、他の用途ではもっと小規模のエネルギー発生を考えることもできるでしょう。例えば、医療用アイソトープの生産や材料試験システムの構築があります。

2. 【他のフュージョンプロジェクトとのタイムスケジュール】

Q 2-1： ムーンショットプログラムの研究・開発タイムスケジュール 1

日本が経済的に有望な商業炉に関して勝ち筋を掴むためには、海外技術の導入も含めてムーンショットプログラムからどのようなタイムスケジュールで、成果をだそうとしているか説明してください。また、学術的に重要な提案と日本が成功するための提案では、どちらを重要と考えているかについて説明してください。

【回答】

勝ち筋をつかむためには、オリジナリティの高さが重要です。オリジナリティの高い新技術は新しい道を開き、技術の系統を変える破壊的イノベーションを生み出します。これは、新しい挑戦から生まれた技術が新しい価値を持つことを意味します。学術的に重要な提案と勝ち筋をつかむ提案は排他的ではありません。

学術的に重要な発見は、技術的な普遍性を持ち、多くの技術に影響を与えます。これが結果的に日本の勝ち筋につながります。系統図で説明したように、一つの枝ではなく、太い幹で起こる新しい発見が多くの分野で革新をもたらします。つまり、学術的インパクトは広範な範囲で成り立ち、学術的意義と勝ち筋は共通していると考えています。

Q 2-2： ムーンショットプログラムの研究・開発タイムスケジュール 2

プログラムの目標を達成するために必要となる新技術やその数値目標、開発スケジュールはどうなっていますか？ また、前回採用したプロジェクトがどのように関与するのかについて、併せて説明してください。

【回答】

ムーンショットでは、目標達成のための数値目標が厳密に管理され、大型プロジェクトとして進められます。現在進行中の三つのプロジェクトについても、客観的な数値目標を示すようお願いしています。

具体的な個別のプロジェクトについて、ここですべて説明する余裕はありませんが、キックオフシンポジウムの時に各プロジェクトのアウトプットとアウトカムを、時間軸を含めて説明しました。それぞれのプロジェクトは横展開型に分類されていますが、フュージョンエネルギーの社会実装の縦展開にどう繋がるかを、作り込みを通して明確にしています。

主路線の加速に繋がるアウトプットや、別の方式のフュージョンに繋がる成果を具体的に示すために、縦軸と横軸の交点に具体的に課題推進者（PI）を配置します。特に星プロジェクトや奥野プロジェクトについて適したPIを採用するために、PIの募集やワークショップを開催します。

詳細情報はホームページに掲載されていますので、ご覧いただき、ご協力をお願いしたいと考えています。どうぞよろしくお願いたします。

Q 2-3：研究・開発タイムスケジュールの妥当性

ムーンショットプログラムの研究スコープに発電実証以外の理学研究にも門戸が開かれていることが伺えました。一方で、好奇心駆動型の研究の成果が当初想定したような結果が得られるのか、また時間通りに進むかなど難しい面も感じています。タイムスケジュールとしてどのようにムーンショットを進めていこうと考えているのか説明してください。

【回答】

ムーンショットは、その成果が未来の社会に貢献することの具体的なシナリオが最も重要な要件です。その前提の下で、理学的な研究にも門戸が開かれており、新しい物理の挑戦や新しい物性の開拓が含まれます。この挑戦を、多様な分野の研究者からなるチームが編成されることを期待しています。ただし、学際的なチームを編成することは簡単なことではありません。それゆえ、4月の研究交流会で、これまで核融合研究をしてきた経験豊かな研究者を交えて、ネットワーキングの機会を作ります。この機会を活用し、魅力的な研究計画が生まれることを期待します。

各プロジェクトの提案はムーンショットプログラムのタイムラインで管理されます。他のフュージョンプロジェクトの進捗を俯瞰し、どの段階でアウトプットを出すことでインパクトが生まれるかを分析しながら進めます。

3. 【次回の目標 10 公募における研究対象】

Q 3-1：前回公募からの相違点

次回の公募で集中して採択する分野や、年度による公募方針、選択基準の変更点などはありますか？ また、昨年度の公募内容をアップデートして再提案することは可能ですか？

【回答】

昨年度採択されなかった提案をブラッシュアップして再提案することは歓迎します。次回の募集ではプログラム全体のポートフォリオを見渡し、強化が必要な分野を重視したいと考えています。

公募に関しては、社会実装に向けて課題を示し、それを解決するための具体的な研究計画を提示していただく必要があります。ムーンショットプログラムは、要素技術研究ではなく、具体的な社会実装の道筋を示し、新しい大きなイノベーションを実用化につなげることが求められます。

4月8日、9日にはJSTで研究交流会を開催し、そこで具体的なキーワードを示しますが、それに限らず自由な提案も受けつけます。

Q 3-2：公募についての考え方

縦軸型の提案を行うプロジェクトマネージャー(PM)が求められていると伺いましたが、先進材料や高度制作技術などの要素技術も公募対象とのこと。これらの採択の優先方針について説明してください。

【回答】

科学技術の研究では、具体的な応用を考えずに、純粋な好奇心から研究した成果が、革新的な技術を生むことがあります。こういう研究の在り方は尊重されるべきで、セレンディピティということも十分理解しています。しかし、ムーンショットというプログラムは特別なミッションであり、社会の期待に繋がる具体的なストーリーを持つこと、そのストーリーの中核となる技術に挑戦することが求められます。

例えば、新しい材料が開発されると、その優れた特性によって、これまで考えられなかったフュージョンシステムを作ることができるというようなシナリオです。ムーンショットは、理想の未来像からバックキャストして考えます。未来の夢を実現するために、今こういう技術が生まれると、これまでになかった道筋が生まれて夢が具体化する、そういうストーリーが必要です。

提案にはそういうストーリーの合理性と説得力が必要です。私たち評価者がその挑戦を支持できるような提案をしてほしいのです。そして、その道筋のどこに大き

なチャレンジがあるのか、そしてそのハードルを超える具体的なプランを提示してもらう必要があります。

Q 3-3：公募の研究対象範囲 1

主路線以外の研究をターゲットにするように感じますが、発電実証や主路線の実現を短縮する提案は範囲に入りますか？

【回答】

もちろんです。例えば、新たなシステム技術の提案が、ブランケットやダイバータの設計を変えたり、核融合炉の実現を早めたり、飛躍的に安全性を高めたりすることは、主路線の進展に大きく貢献します。主路線以外の提案を期待しているとは言いつつも、主路線の提案も重要であり、原型炉の実現を加速するなどの現実的な提案も歓迎です。

ただし、このムーンショットの公募では、JA-DEMO の主路線としての進展を俯瞰しつつ提案していただきたいです。提案の現実性が審査段階で非常に重要となります。その現実性をしっかりと示した提案を求めています。

Q 3-4：公募の研究対象範囲 2

2050 年に核融合炉発電が商業化されている未来も、バックキャストの前提として含まれませんか？

【回答】

もちろんです。ベースロード電源も含め、他にも遠隔地用のコンパクト電源や粒子ビームプラントなど、さまざまな実用化をレイヤー1 に設定し、そこからバックキャストすることを求めています。この際に注意すべきは、その未来像を実現するための最も高いハードルとなる課題を明確にし、それを克服する提案をすることです。

例えば、プラズマの閉じ込め特性が劇的に向上することを「仮定」し、その場合にどういう応用が可能かというのではだめです。最も中核的な課題にチャレンジするのがムーンショットです。それを解決することこそが勝ち筋を掴むということです。

Q 3-5：公募の研究対象範囲 3

革新的な材料とはどのようなものを指しますか？ 期待している革新材料はありますか？

【回答】

提案すべき計画を誘導することになりかねないため、具体的な材料について私が言うのは良くないと思います。革新材料とは、これが実現すれば核融合システムの

安全性やコンパクトさなどが革新的に変わる、つまりゲームチェンジャーになるものを指します。

そうした革新的材料には以下の可能性などがあります：

- 全く新しい概念の核融合システムを可能にする
- 主路線の進行を加速する
- 主路線の価値を高める

これらの材料がどのように勝ち筋を生むかを具体的に説明し、ストーリーを明確にした提案を求めています。単なる材料科学の研究としてではなく、目標 10 に相応しい課題として構想を練ってください。

4月8日、9日の研究交流会でも革新材料に関するポスターセッションがあります。勝ち筋を考えるためにもぜひご参加いただければと思います。

Q 3-6：公募の研究対象範囲 4

革新材料の話が出てきましたが、安全性や計測技術も重要だと思います。例えば、高速炉で研究開発が進んでいる遠隔計測技術などについて、どのように考えているか説明してください。

【回答】

革新的なシステムの一部として、計測技術も非常に重要です。例えば、革新的な計測技術やデータ処理技術があれば、それがフュージョンエネルギーの未来にどのように結びつくかを明確に示してください。

4月に行う研究交流会は、さまざまな要素技術やアイデアを持ち寄り、ネットワークを構築していただく機会です。ムーンショットの「お題」は難しく、個人の知恵だけでなく多くの専門家が協力してストーリーを作り上げる必要があります。必ずしもレイヤー1、2、3を貫通するシナリオを発表するのではなく、興味のある研究や挑戦的アイデアを持ち寄り、知恵を出し合う機会にさせていただきたいと考えています。

4. 【目標 10 公募のキーワードについての補足説明】

Q 4-1：公募（キーワード：バックキャスト） 1

ムーンショットではバックキャストという言葉がよく出てきますが、2050年にフュージョンエネルギーが実現している前提でバックキャストするのは問題ありますか？この場合、どのように考えればよいですか？

【回答】

バックキャストの意味についてですが、2050年の未来像から現在に戻って考える際、「2050年にこういう状況ができていたら」というイメージだけでは不十分です。重要なのは、2050年にフュージョンエネルギーが積極的に活用されている未来があると仮定したとき、その実現に向けて最も重要なチャレンジが何かを特定し、そのハードルを現在解決しようとすることです。この「最も重要なチャレンジ」がポイントであり、その課題に対する挑戦が客観的に納得できるような提案を求めています。

つまり、ただ未来の技術が実現できるかどうかを検討するのではなく、具体的な課題を設定し、その課題解決に向けた提案を行う必要があります。バックキャストという言葉が分かりづらいかもしれませんが、今の説明を参考にいただければと思います。

Q 4-2：公募（キーワード：バックキャスト） 2

バックキャストによるマイルストーン設定について、理論構築のみでも可能ですか？

【回答】

社会像を描いて大きな縦展開のストーリーを考えると、最初の大きなチャレンジをマイルストーンに設定することを、次回の公募では予定しています。ムーンショット的なグランドプランを立てる際に、具体的な科学技術の成立性を評価する理論やモデルの設定が曖昧だと、その計画の達成可能性を評価することができません。そのため、理論構築やモデル、設計を完成させることが鍵となる場合も多くあります。ですから、理論構築や設計を最初のマイルストーンとするプランもあり得ると思います。

Q 4-3：公募（キーワード：レイヤー） 1

前回採択された課題はレイヤー3が主でしたが、今回はレイヤー1やレイヤー2が優先される可能性はありますか？

【回答】

必ずしもそうではありません。プロジェクトのストーリーをしっかりと立て、レイヤー1からレイヤー3までの論理を整理することが重要です。

- レイヤー1：フュージョンエネルギーの具体的な実用化
- レイヤー2：その実用化を実現するためのシステム
- レイヤー3：実用化を可能にするための技術

重要なのは、これらが一气通貫していることです。どこにチャレンジ(最初に突破すべきバリアー)があるのかを明確にし、そのバリアーを超えるための提案が求められます。例えば、レイヤー3に大きなバリアーがある場合、今まで考えられなかった要素技術の開発が突破口となるでしょう。こういう場合が多いと思います。

しかし、レイヤー2にチャレンジがある場合は、レイヤー3の既存の技術を新しいアイデアで組み合わせてシステムを構築し、レイヤー1の実現を目指すというシナリオも可能です。どれが優先されるかということではなく、超えるべきハードルが明確でオリジナリティが高い提案を求めています。まず突破すべき課題を特定し、それを達成すれば展望が開けるという形で、一点突破全面展開という戦略が望まれます。

Q 4-4：公募（レイヤー）2

現在採択されている課題と技術要素が重なるような提案の場合、レイヤー1やレイヤー2が優れている提案であれば採用されますか？既に採択された内容に近い分野についての提案はどのように考えればよいですか？

【回答】

もちろん、プロジェクトの冗長性は避けなければなりません。その点は審査の重要なポイントになります。しかし、場合によっては競争的な立場で位置づけることも可能です。また、現在採択されているプロジェクトの一部として研究に参加することも考えられます。各プロジェクトのワークショップなどに参加し、共創的または競争的に進めることも可能です。ただし、同じようなことをする冗長性は避けなければなりません。さまざまな可能性を検討していただくことを期待しています。

Q 4-5：公募（キーワード、革新、挑戦）1

ムーンショットの目標の公募文に社会実装や果敢な挑戦という言葉がありますが、14ページのスライドの中に「最も革新的」かつ「挑戦的な課題」という言葉もあります。「革新的」と「挑戦的」の定義について、もう少し補足説明してください。

【回答】

「革新的」とは最も重要な部分を指します。つまり、大きな新しい道を切り開くことを意味しています。皆が知っている、ただ登れる道ではなく、全く新しいルートを作り、その中で大きな壁を越えることが革新的ということなのです。

コア（核心）にある問題を解決することで、新たな展望が開けるのです。これは高い壁を登るような挑戦です。山登りの比喻で言えば、そういうことです。

もっと具体的に言うと、何かを実現しようとするときに、最も中心的な未解決の問題があり、それを解決することでその先の道が開けるといことです。これが革新的であることの意味です。

ですから、誰かが一番難しい革新的な問題を突破してくれたら、後の周辺的な問題を私がやる、というわけではありません。むしろ、自分がその一番難しい部分に挑戦するという意味です。

Q 4-6：公募（キーワード：革新、挑戦）2

このような「挑戦性」や「革新的」という言葉に関して、もう少しイメージを共有してください。

【回答】

定量的な定義はありません。挑戦性を数値的に評価することは難しく、定性的にならざるを得ません。一言で言うと、重要なのはオリジナリティだと思います。それを成功させた人が誰もいない高いハードルに、オリジナルな発想で挑戦することが大切なのだと思います。

Q 4-7：公募（キーワード：要素技術）

吉田PDが想定する「最も革新的」かつ「挑戦的な課題」は、要素技術を指していますか？

【回答】

普通に考えると、基本的には要素技術だと思います。ムーンショットで行う研究は、新たな知識を得ることが目的であり、巨大なシステムそのものを作るわけではありません。何かの突破口となる技術を開発することが目的です。場合によっては、複雑なシステムをうまく統合する技術や、精度よく構築する技術も含まれますが、それも一つの要素技術として捉えます。その技術には汎用性もあるでしょう。

ムーンショットの研究資金と参加する研究者や研究機関でフュージョンエネルギーシステムのプラントを作ることを期待しているわけではありません。研究開発の成果が、バトンとして産業界や研究開発機関へ繋がれ、社会実装が実現するというシナリオを求めています。そのバトンとは、世界をリードする研究開発を行うための鍵となるツール、すなわち科学技術知、方法論、新たな材料などです。

Q 4-8：公募（キーワード：シェルパ） 1

今回の公募では「シェルパ」という話をたびたびされていると思います。国研・研究所、大学などとの連携とは、具体的にどの機関を指していますか？この連携について、説明してください。

【回答】

「シェルパ」という比喩がどのように理解されたか心配ではありますが、基本的な「心」は先ほど説明した通り、ムーンショットでフュージョンの研究を行うにあたって、限られた研究資金、時間、人材を考慮し、効率的に研究を進めるためのサポートと装備という意味です。

新しい挑戦をする人と、施設や経験を持っている人が上手くタッグを組み、協力してマイルストーンやゴールに到達して欲しいというのが基本的な考えです。

具体的には、4月の研究交流会で、どのような施設があり、どのような研究チームがあるか、どのように協力できるかを発表していただく予定です。ぜひご参加いただき、相談し、チームを組んでください。

また、私たちが声をかけているところ以外でも、施設や能力を持っている方と積極的に「一緒にやりませんか？」と提案して、積極的にネットワークを作っていたきたいと思っています。

Q 4-9：公募（キーワード：シェルパ） 2

シェルパと呼ばれた国研などの機関からは公募に応募できないのですか？

【回答】

いいえ、必ずしもそういう訳ではありません。先ほども説明したように、効率的に研究を進めるためには、特殊な設備や機器、専門的な人材をもっている機関と協力して研究を遂行することが重要です。我が国の資産を最大限活用する計画を立てて欲しいと思っています。そのような設備や機器、専門的な人材をもつ機関や組織を「国研など」と呼びました。それらに該当する組織からの提案を排除するつもりで連携を推奨しているわけではありません。

5. 【目標 10 プログラムの社会実装・民間との連携】

Q 5-1：社会実装のイメージ、産業界との連携

ムーンショットにおける社会実装とはどのようなことを指しますか？ 社会実装の基準について企業に基本技術を引き継ぐレベルか、量産化までを指すのかについて説明してください。

【回答】

社会実装とは、ユーザーと生産者が社会の中にしっかりと安定した関係を築くことを意味します。つまり、適切な経済システムの中に位置づけられることが必要です。その理想像を 2050 年の未来像として定義したのが目標 10 のゴールです。

ムーンショットプログラムの 10 年間の研究開発が、2050 年の未来像実現にどのように貢献できるかのシナリオが必要です。研究開発成果が、しっかりバトンとして産業界に引き継がれ、2050 年に向けて研究開発が続けられるようにすることが重要です。

フュージョンエネルギー研究開発の現段階は、まだ科学技術的な不確実性が高く、基本的な方法論や開発基盤も確立していないという問題があり、産業界だけで研究開発を遂行することが困難です。そのために、国費による研究開発で、失敗を恐れない挑戦を喚起し、イノベーションによって展望を開く、開発の鍵となるツールをバトンとして産業界へ繋ぐ、これがムーンショットの趣旨です。普通は、国費による事業は「失敗は許されない」と考えるのですが、ムーンショットは敢えて失敗を恐れないと鼓舞することで、新たな挑戦を喚起しています。これは量子コンピューターなど他のムーンショットに通底する考え方です。

ムーンショットは国の資金で行う研究開発であり、その成果は公共のものとなります。その成果を産業界が受け取り、しっかり国際的な競争力を獲得する、そうした観点から、産業界からの積極的なコミットメントにも期待しています。特に後半の 5 年間では産業界と密接に連携することへの期待が公募案内にも明記されています。

6. 【目標 10 公募に関する備考】

Q 6-1：提案計画の考え方

アウトカムや出口戦略について、ムーンショットプログラムでは、具体的な出口を見据えた挑戦的な取り組みが必要と記載があります。挑戦的な内容だと産業界がリスクを恐れて協力が難しいかもしれません。ムーンショットプログラムの提案として、どの程度の目標未達や、目標が達成できたとしても社会実装ができないことが許容されますか？

【回答】

最初に強調したいのは、ムーンショットプログラムの核心部分です。「失敗を恐れない挑戦」と公募文書に明記されています。国の資金を投入し、失敗を恐れず挑戦せよというメッセージは、この分野への励ましと捉えてください。

未来を拓くための核心を正面突破する挑戦により、未踏の領域へ進む、まさに一点突破全面展開の戦略を構想してほしいと思います。全面展開のためには産業界の知恵も必要ですので、産業界と連携するチーム編成に期待しています。

ただし、前回の公募でも述べたように、「何もわからないで終わる失敗」では困ります。仮に予定した成果が得られなかったとしても、その原因は何か、何が予想を超えた事態だったのか、こういうことが明らかになる「失敗」は人類の知識の前進です。無謀な計画や稚拙な技術では、何もわからないで終わる失敗になります。しっかりした計画と技術に裏打ちされた意欲的な挑戦を採択します。

7. 【他の政府プロジェクト(発電実証)とムーンショットとの関係】

Q 7-1：目標 10 における発電実証の研究計画に対する優先順位へのコメント

日本として 2030 年代の発電実証に向けた計画を最優先にすべきではないですか？

【回答】

現在、フュージョンエネルギーへの期待が高まる中で、2030 年代に発電を実証するべきだという議論があります。発電実証は一つのマイルストーンですが、今いろいろな所で考えられている「発電実証」と、真の社会実装との間には大きな隔たりがあります。目標 10 は 2050 年の未来像からバックキャストするという長期的かつ俯瞰的な視点から計画を考えているため、発電実証の真の意義までも客観視しながらプログラムを推進します。わが国は、JA-DEMO という主路線の上に発電実証を位置づけるとともに、これと並行して、より挑戦的で機動的な研究開発を目標 10 で実施するという優れた戦略でフュージョンエネルギーを社会実装しようとしています。私たちは、目標 10 の意味を正しく理解し、その効果を最大化することに注力する所存です。

Q 7-2：ITER、JT-60SA 研究計画との関係

ITER や JT-60SA などのプログラムも動いていますが、それらとの兼ね合いやタイムスケジュールについてどのように考えていますか？

【回答】

ITER、JT-60SA、JA-DEMO などは日本の「主路線」を構成している核融合の実験装置群です。中性子の照射実験装置である IFMIF など、主路線のために必要な研究施設です。さらに、世界の各地で、ナショナルプログラム、あるいは様々なスタートアップの開発計画があります。それぞれの成熟度や実現可能性は非常に広い幅をもって評価する必要がありますが、今の核融合界にある様々な計画のタイムラインを俯瞰しつつ、目標 10 では、その成果のインパクトを最大化するために、各プロジェクトのタイムラインを注意深く検討しています。同時に、他の計画とのコミュニケーションを綿密に取りながら、プログラムを実施してゆく所存です。今後の公募や募集においても、世界の情勢に目配りしたタイムラインの提示を求めています。

Q 7-3：主路線へのムーンショット研究成果の反映について

主路線の進行と破壊的イノベーションの両立は難しいと思いますが、どう考えますか？

【回答】

確かに難しい点があります。フュージョンエネルギーの実験システム、例えば JA-DEMO を作る場合、大規模で複雑なシステムを設計し製作、運用するには時間がかかります。そのため、新技術の採用タイミングを調整する必要があります。主路線の設計がいったん決まった後であっても、世界をリードするために新技術を取り入れる積極性が主路線には求められます。目標 10 とのコミュニケーションを重視して進めることが非常に重要だと考えています。

8. 【日本の核融合研究について】

Q 8-1：日本の核融合研究への在り方についてのコメント

ムーンショットの目的よりも、日本がフュージョンエネルギー市場で勝者となることを究極の目的として目指すべきではないですか？基礎研究は他の研究費で進め、実証実験をムーンショットで実施すべきです。ムーンショット研究がグローバル市場からどう見られるかを考えているのか、説明してください。

【回答】

もちろん、ムーンショットで行われる研究やその成果、チームについて、経済界からの関心や国民の期待があることは十分に理解しています。様々なアドバイザーボードとの議論でも、その点が重要なテーマとなっています。

しかし、ムーンショットにはムーンショットプログラムの目的があります。その目的は公募要項やPDメッセージで示されています。そして、それぞれの役割として定義され、その役割から十分な成果を生むことが求められます。

「市場での勝者になるかどうか」というのは少し違った文脈だと思います。フュージョンエネルギーの開発が国際的な競争であることは確かですが、一国で全てをまかなうことはできません。フュージョンエネルギーを実現するためには、外交的な努力が必要です。

2050年の未来像の中で、フュージョンが世界的なビジョンの一部となり、その中で日本が確固たる存在感を持つことが重要です。そのためには、日本がオリジナリティを持つことが必要であり、日本の科学技術の知恵を集めて挑戦していくことがムーンショットの基本理念です。

この意識を持ってプロジェクトを進めていきたいと考えています。

Q 8-2：核融合研究の安全性に関する観点に対するコメント

核融合炉を考える上で、Ni-63のような長半減期核種の問題についても、議論すべきではないですか？この問題はムーンショットだけでなく核融合研究全体に関わると思いますが、ムーンショットではどのように考えていく予定ですか？

【回答】

この点についても革新的な材料に関連しています。核融合技術が真に社会実装されるためには、長半減期核種の問題は非常に重要なテーマとなります。例えば、そういった核種が生じない材料を使ったフュージョンシステムの開発は非常にインパクトがあります。核融合の未来像を考える上で、このような長半減期核種の問題を解決することが重要です。

フュージョンエネルギーの社会実装には総合的な課題を解決する必要があります。2050年のフュージョンエネルギーの社会実装を目指し、新しいイノベーション

を期待しており、このような課題を解決する提案を進めていただきたいと考えています。