

ムーンショット型研究開発制度に係る
戦略推進会議（第14回、懇談会）

令和6年10月15日

内閣府科学技術・イノベーション推進事務局
（未来革新研究推進担当）

ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議（第14回、懇談会）

議事概要

○ 日 時 令和6年10月15日（火）13:04～14:47

○ 場 所 ウェブ会議

○ 出席者

〈有識者〉

梅澤 高明 A. T. カーニー日本法人会長

C I C J a p a n 会長

梶原ゆみ子 産業競争力懇談会エグゼクティブアドバイザー

シャープ株式会社社外取締役

総合科学技術・イノベーション会議議員

須藤 亮 S I P プログラム統括チームアドバイザー

波多野睦子 東京科学大学理事・副学長 東京科学大学工学院教授

総合科学技術・イノベーション会議議員

福井 次矢 社会医療法人雪の聖母会聖マリア病院・常務理事

N P O 法人卒後臨床研修評価機構理事長

〈関係府省〉

柿田 恭良 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局統括官

川上 大輔 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局審議官

仙波 秀志 内閣府 健康・医療戦略推進事務局次長

高谷 浩樹 文部科学省大臣官房審議官（科学技術・学術政策局担当）

佐々木昌弘 厚生労働省大臣官房危機管理・医務技術総括審議官

信夫 隆生 農林水産省農林水産技術会議事務局研究総務官

金井 隆幸 経済産業省イノベーション・環境局GXグループ

エネルギー・環境イノベーション戦略室 室長

雪田 嘉穂 医療福祉機器産業室総括補佐

〈オブザーバー〉

上山 隆大 総合科学技術・イノベーション会議常勤議員

元政策研究大学院大学教授・副学長

〈F A〉

中島 英夫 J S T ムーンショット型研究開発事業部部長
澤田 朋子 J S T 研究開発戦略センター S T I 基盤ユニット フェロー
長谷川貴之 J S T 研究開発戦略センター S T I 基盤ユニット フェロー
吉田 朋央 N E D O フロンティア部
ムーンショットユニット ユニット長
丸山 明彦 B R A I N 総括研究リーダー
小野山吾郎 A M E D 研究開発統括推進室 次長

〈P D〉

吉田 善章 自然科学研究機構 核融合科学研究所 所長 (目標10 PD)

〈事務局〉

熊田 純子 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局参事官
服部 正 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局参事官
笠井 康子 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局
上席科学技術政策フェロー

○ 議事概要

午後1時04分 開会

○熊田参事官 ただいまよりムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議（第14回、懇談会）を開催いたします。

本日は御多忙の中、会議に御参加いただきありがとうございます。

議事進行を務めます内閣府科学技術・イノベーション推進事務局の熊田です。どうぞよろしく願いいたします。

本日は、参考資料1-2に記載のとおり、有識者の皆様、関係府省、研究推進法人、プログラムディレクター、オブザーバーの皆様に御出席いただいております。

この会議はユーチューブでライブ配信をしております。録画やスクリーンショット等は御遠慮ください。

本日は時間の都合上、質疑時間を区切らせていただきます。時間内に取り上げることができなかった御意見、御質問等は会議の後お伺いし、後日回答させていただきます。

それでは、1つ目の議題に入ります。「戦略推進会議の進め方等」についてです。

資料1の2ページを御覧ください。

皆様御承知のとおり、この戦略推進会議は、研究開発の戦略的な推進や成果の実用化の加速を図るために設置され、その役割は、目標達成に向け、有識者の皆様から全体俯瞰的な視点から、プロジェクトの構成の考え方、資金配分の方針、さらには開発成果の社会実装に向けた方策や、国際連携の促進に向けた助言等を頂くことになっております。

次、3ページを御覧ください。

本日の会議は、懇談会形式となっております。懇談会の設置については前回説明しておりますので、ここでは割愛します。

次、4ページを御覧ください。

制度の概要、推進体制等は記載のとおりであり、本日の議題は目標10となっております。

次、5ページを御覧ください。

今日の議論が全体スケジュールのどの部分に該当するのか、赤の星印でお示ししております。

次、6ページを御覧ください。

議題(3)となる「目標10における研究開発の進め方について」です。

まずは目標10の研究推進法人である国立研究開発法人科学技術振興機構、JSTより、プログラム及びプロジェクトの概要等を説明いただきます。それに対し、点線で囲んだ視点に基づき、有識者の皆様から御助言等を頂きます。

プロジェクトの採択は、新たにプロジェクトマネージャー、PMを任命することになりますので、運用評価指針で定めているPMの採択基準を抜粋し記載しております。

資料1の説明は以上となります。

続きまして、議題(2)、「制度の点検・見直しの進め方」に関しての報告です。

ムーンショット型研究開発制度は、本年6月のCSTI本会議で、目標4と5の後半5年間の研究開発の継続が決定されるなど、まさに制度の折り返し地点となっております。これまで皆様方やCSTI有識者議員の方々から御意見や御助言を頂いておりますので、それらを踏まえ、令和7年度以降の後半に向けて制度の点検・見直しを行うこととしております。

まずは、目標達成に向けた後半の制度運営を行うに当たり、課題設定やプログラム構成など、参考となる海外の類似制度の中からマネジメントや評価に関する参考事例を、JST

研究開発戦略センター、CRDSから情報提供を頂きます。類似制度については関係者で協議し、省庁横断型で次世代の基盤技術創出を目指すHorizon EuropeのEIC、明確な目標のための革新技术創出の事例として米国のARPA-E、最新事例として、2023年より開始された英国のARIAの3つの制度としております。

CRDSの報告に続いて、制度の後半に向けた点検・見直しについて事務局より報告を行います。質疑はCRDSと事務局の報告後に一括して行います。

それでは、資料2-1について、CRDSの澤田様、長谷川様、報告をお願いいたします。
○澤田フェロー 承知しました。JST研究開発戦略センター、澤田が、目的志向・挑戦的研究助成プログラムのマネジメント並びに評価に関する海外事例についてお話しいたします。

それでは、資料を共有します。資料、見えていますでしょうか。

それでは始めたいと思います。

まず本日の説明についてですけれども、ムーンショット型研究開発制度の今後の推進に向けて、制度の振り返りや改善点に係る議論を深めることが重要という問題意識を内閣府さんの方から共有いただきました。その上で、こうした議論の参考になると思われる挑戦的研究を志向する海外の制度の事例をまとめてまいりました。昨年度の戦略推進会議、11月だったと思いますが、ここで海外動向について報告をいたしております。これを発展させる形で、主に研究開発マネジメントや制度に関する観点から事例等を選定して、今日は報告したいと思います。

先ほど御説明があったとおり、EUの事例、それから米国の事例、英国の事例ということで、3つ代表してお話をしたいと思いますが、そもそもこれを出してきたところの分類について簡単に御説明しておきます。

私ども、挑戦的研究助成プログラムを3つほどの類型にしてあります。一番左側、基礎研究段階から、スケールに応じて適切な支援を実施し、成果をイノベーションにつなげ、社会的・技術的・経済的インパクトを創出する、そういう目的を持ったプログラム。それから真ん中ですね。社会的課題解決のための分野融合、若しくは分野横断的なテーマを設定し、産学の共同研究、それからミッション志向型研究などにより、民間投資を呼び込みながら取り組む社会解決型。そして最後、DARPAやARPA-Eに代表されるような明確な達成目標と、達成に不可欠な技術課題を設定する技術ブレークスルー型で、それぞれ今日はEIC、欧州の事例と米国の事例、そしてイギリスの事例をお話ししたいと思います。

す。

それでは、時間にも限りがありますので、まずは欧州の事例からお話しします。

まず前提として、欧州、御存じかもしれませんが、研究イノベーションを支援する枠組みとしましてH o r i z o n E u r o p eというプログラムが実施されています。これ、7か年の計画なんですけれども、2021年から現在のプログラムが走っておりまして、こちら白い背景で書いてあるところが、正しくこのH o r i z o n E u r o p eの分類になります。

一番左の端、第一の柱にあるところですが、こちらは、卓越した科学、すなわち卓越した基礎研究を支援する枠組みです。そして真ん中がグローバルチャレンジ、社会的課題の解決を複数の国でもってコンソーシアムを組織して協力して取り組むという枠組み。そして今日お話しするE I Cが一番右側ですね。第三の柱、市場創出を目的としたファンディングとなっています。

このE I C、欧州イノベーション会議は2021年にスタートしたプログラムになるんですけれども、そもそも、これがなぜこの時期に始まったのかというところを御説明します。

EUでは、この第一の柱、卓越した基礎研究、それから第二の柱の社会的課題の解決型の研究開発に関しては、そこそこ成果を上げているという評価がこれまであるんですけれども、残念ながら、その成果を十分に市場創出につなげていない、イノベーションに結び付いていないという反省がありまして、これを欧州委員会としては、どうにかそのギャップを埋めて、基礎研究の成果を速やかにイノベーションにつなげていきたいということで設置されたのが、このE I Cになります。

このE I C、何もゼロからいきなり制度がぽこっとできたわけではなくて、今まであった基礎研究を支援するという枠組みを、様々なツールを整理する形でE I Cとなりました。一番下の段ですね。E I C設立後のサブプロジェクトをまとめたのが、こちらの表になります。

左側の緑色で示したところ、こちらがアカデミアを主体とした研究開発を支援するスキーム。そして真ん中がトランジション、技術移転を支援するスキームですね。そして右側、これが基本的に新しいところなんですけれども、エクイティの支援を含むアクセラレーターという、中小企業やスタートアップを支援するスキームとなっています。

そもそも基礎研究の支援をしていたプログラム、未来新興技術、F E Tというプログラム

があったのですけれども、これが2020年まで動いていました。これは、この赤枠で囲んだF E T O p e nですね。萌芽的な新アイデアを創出するための初期段階の研究支援をする、これがいわゆるボトムアップ型の研究開発を支援していた枠組みです。そして、真ん中の青い部分、これが10年ないし15年後にトレンドとなり得る研究領域を定めてトップダウン的に支援する。これは、その領域を欧州委員会が決めて公募をかけるという、そういうスキームになっていました。これがそれぞれE I Cのパスファインダー・オープン型、パスファインダー・チャレンジ型に進化したということになっています。

今日、簡単にちょっとチャレンジ型のところを説明します。

そもそも領域特定のプロセスというのが非常に大切に、これまで欧州委員会がやっていたプロセスを欧州イノベーション会議が引き継いでやることになりました。様々な分析をした上で重要と思われる、それぞれグリーン分野における5つの領域、ヘルス分野における4つの領域、そしてデジタルの5領域で公募がかかっているということになります。それぞれの公募領域で採択されるプロジェクトに関しては、右の表にまとめたとおり、プロジェクト採択の評価基準がございます。

このプロジェクトを回していく、そのマネジメントの部分ですが、これが今回のE I Cの注目のポイントですね。E I Cでは、このプログラムマネージャーという人たちが、この役割に非常に大きな権限を与えて、各採択プロジェクトのPMがポートフォリオ全体を管理しながら、各プロジェクトで設定されたマイルストーンの進捗を評価し、ポートフォリオの最適化を図ると、そういう仕事を担っています。

お手元の資料に、もしかしたら修正が必要だったんですけども、すみません。2024年4月時点で8名となっていたかと思いますが、これ、9名ですね。9名、現在はこのプログラムマネージャーがおりまして、全員フルタイムの任命で、任期最長4年ということになっています。このPMは、チャレンジ型の新興領域設定や、パスファインダーとトランジションのプロジェクト選定にも関わっています。

このPMは、正しく、もともとこのE I Cが参考にしたと言われる、米国のDARPAモデルを参考にして設計されたポジションになります。ただし、E I Cの文脈に即した、そしてEUの環境に合った形でのPMの役割をこのように示しております。

2021年から始まったプログラムなので、まだ成果のところまではちょっとお話しできないのですけれども、今年の3月、ちょうど丸3年が終わった段階でE I Cが中間報告書

というを出しています。もともとこのEICは、イノベーションの創出まで非常に時間の掛かるディープテックを中心に支援していくという方針が出されておりまして、理事会なんかでも、6つの戦略目標と関連するKPIの中に、この2ポツ、ディープテックへの投資というのがきちんとなされているかということ強く評価することになっています。

それでは、このEIC Flagshipsに関しては継続のプログラムになりますので、今日は説明を割愛いたします。

それでは、米国の説明にまいります。米国は、技術ブレークスルー型のプログラムの事例としてARPA-Eの御説明をします。

ARPA-Eは、米国、連邦のエネルギー省ですね。DOE長官直属の組織となっておりまして、設置されたのが2009年です。なので、もう既に15年を経過している制度になります。この制度の目標は、エネルギー技術の開発を通じた米国の経済・エネルギー安全保障の強化並びに先進エネルギー技術の開発と展開における米国の技術的リードの確保ということになっております。

研究開発の流れは、この下に示したとおりなんですけれども、今日は特にこの一番右側の成果展開というところですね。3ポツにあります、プロトタイプから商業化レベルに向けた研究開発を支援するSCALEUPプログラムについてお話をしたいと思います。

これ、2020年からスタートしている新しいプログラムでして、ARPA-Eで資金提供を受けて生まれた技術の実用化を加速するということを目的にしています。このプロジェクトは、ARPA-Eで達成された成果を基盤とする技術のスケールアップに重点を置いておりまして、潜在的顧客、エンドユーザー、サプライヤーなど商業パートナーが参画することが要件になっています。

これは、事例をお話しすると全体がちょっと分かっていただけるかなと思ひまして、このロングパス社についてお話をします。

ロングパス社は、石油やガス施設においてガス排出の検出とか位置の特定、定量化サービスを提供している会社になります。もともとはコロラド大ボルダー校などが中心となつて、かなり初期的な研究開発を始めたところ、ARPA-Eによる初期的な支援を受けました。これが2015年ですね。その後、ここから生まれた技術を基にロングパス社という会社を設立しまして、そして2021年まで助成が実施されています。

その後、研究開発に対する支援そのものは終わったんですけども、その後、このSCA

LEUPプログラムが引き続き支援を実施しております。ここでされたのが、ロングパス社が実際のガス田にメタン排出監視技術システムを導入する、ここを支援する。すなわち、技術を作るところ、技術を開発するところをまず支援して、それで起業が成った後に、それを実機に基づく実証をしていくというプロセスも、エネルギー省の方で、ARPA-Eの方で支援したという仕組みになっています。

この支援そのものは、もう既に昨年の11月ぐらいに終わっているんですけども、その後、2024年の1月にDOEが融資保証を発表するなど、DARPAをモデルとして作られたARPA-Eですけども、やはり出口を軍に持たないARPAとしては、やはり実証までをきちんと公的な支援でもって並走してサポートしてきたと。それを「技術、さあ、生まれましたよ。市場にあとは委ねて勝手に大きくなってください」ではなくて、こうした長い支援がなされていると、そういう事例となります。

さて、それ以外、ARPA-Eの成果及び評価に関する動向について簡単に御説明しておきます。

ARPA-Eでは、毎年以下の2つの項目をレポートしています。1つは、速やかな資金配分が実施されたかどうかということですね。もう一つは、直接的な成果として新しく設立された企業があったか、幾つあったかどうかということです。それ以外に、ARPA-E、もう既に2009年から動いている制度ですので、ARPA-Eの制度そのものに対する評価というものもこれまでなされています。現在2回目の評価が実行中で、早ければ今年の秋ぐらいに公表されるのではないかという期待があったんですけども、残念ながら今日、その結果をお伝えすることができませんので、今どういう基準で評価されているかというところを簡単に紹介します。

ARPA-Eの構造と運営が、組織のミッションと目標を達成する上で有効かどうかということが評価されるのですけれども、例えばポートフォリオや外部連携と、その機関の目標が整合しているかですね。あるいは、1回目の制度の評価で指摘されたSCALEUPプログラムのような、実証までをバックアップするようなツールの導入がどういう効果を与えているかと、その辺りが評価されることになっています。

第1回目の評価というのは2017年に実施されていまして、このときは法律に定められたことで評価されたんですけども、ミッションと目標の達成に向けて前進しているという、まだ評価そのものには少し時期が早いねということで、一応前向きな評価はあったも

の、今回の評価が機関としてのいわゆる包括的な評価になるということが期待されています。

このほか、もう長く続いている制度ですので、論文やなんかも幾つも出ておまして、こうした計量的な評価が公表されているというところを申し添えておきます。

それでは、イギリスですね。少し早足ですけども、イギリスの事例について簡単に最後説明したいと思います。

イギリスは、社会的課題解決型のプログラムの事例ということでお話をしますが、一番最初の分類の表にありましたとおり、社会課題解決型及び技術ブレークスルー型のハイブリッド型というふうにも呼べると思います。ですが、一応社会課題解決型プログラムの事例ということで、ARIAのお話をしたいと思います。

ARIAは2019年、ジョンソン首相が首相就任演説で、新興の科学・工学・技術分野の先見的でハイリスク・ハイペイオフなアイデアに長期的な資金支援を行う仕組みを作ろうということを発表しています。その後、コロナがあつてみたり、政権が不安定だったということなどもあつて、実際に設置されたのは2023年です。したがって、まだ成果について今日お話しすることはできないんですけども、このARIAの特徴を簡単にお話しすると、やはりここも米国のDARPAモデルを導入して、新たなファンディング機関を作りました。従来のリサーチカウンスルが実施してきたファンディングではなかなか成果を出せないだろうということで、新たな機関が作られた。その理屈としては、運営上の独立性というのを担保しなきゃいかんねということで、新しい機関が設置されたという背景があります。

早速2023年に、このプログラムディレクター——EICはプログラムマネージャーと言っていました、ここではプログラムディレクターですね——が公募されまして、いよいよ昨年8月ですか、8名が任命されています。このプログラムは、すなわち領域と言いつてもいいんですけども、現在では7領域が既に決定しています。うち、既に公募の終わったもの、公募中のもの、それから、これから公募されるものがあります。

その下で再委託されているプロジェクトですけども、これ、残念ながらまだプロジェクト採択まで至っておりません、現在絶賛評価中ということになります。その評価ですけども、こちらに示しましたように2段階の評価となっています。非常に採択のプロセスがある意味複雑で、ただ、ここできちんと採択されてしまえば、その後はプログラムディ

レクター——これ、E I Cの例でも御説明したとおり、プログラムディレクターに大きな権限があり、PDがプログラムポートフォリオ全体を最適化しながら、全体的なプログラムの目標と目的、申請者の多様性などを含めて最終的な管理をしていくということになっています。

A R I Aも目的のところ、不確実性を含む変革的R&Dに投資し、失敗を許容しつつ成功すればばく大な便益につながる事業を推進するというようになっておりまして、まだ始まったばかりの制度ではありますけれども、今後非常にムーンショットの事業などでも参考にできるものなのではないかなと思ひまして、今日の説明とさせていただきます。

プロポーザルの審査基準は、ここにまとめたとおりです。

以上です。御清聴ありがとうございました。

○熊田参事官 ありがとうございました。

続きまして、資料2-2を内閣府科学技術・イノベーション推進事務局の服部参事官より説明します。

服部参事官、お願いします。

○服部参事官 それでは、資料の2-2を御覧ください。

まず2ページ目のところを出していただければと思います。少々お待ちください。資料を今上げておりますので、少々お待ちください。じゃ、2ページ目をお開けください。ありがとうございます。

これまで、C S T Iの有識者議員懇談会及び戦略推進会議、当会議における有識者議員からの指摘だとか、あと各ファンディングエージェンシーからのヒアリング等で得られたファクトを踏まえて、令和7年度以降も、この後半5年間の制度の点検・見直しといったことを実施してまいりたいと考えております。この関係省庁でございますとか研究推進法人、ファンディングエージェンシー、プログラムディレクター、プログラスマネージャーの役割を規定いたします運用評価指針を改定して、戦略推進会議、また5年目評価の議論、各目標におけるムーンショット目標達成に向けた取組に反映をしてまいりたいと事務局としては考えているところでございます。

先ほどCRDSから、他国の研究開発制度について御紹介を頂きました。他国の類似制度も、各国悩みながら、ハイリスクでハイインパクトな研究開発制度を運用されているという様子は私どもも理解したところでございます。その中でも、例えばでございますけれど

も、欧州のE I Cではプログラムマネージャーのマネジメントにおいて、技術移転計画でございますとか、技術移転活動への資金の配分、エコシステムエンゲージメント計画などを策定するといったような動きですとか、また、米国のARPA-Eでは、SCALEUPプログラムを走らせて実装につなげていくというような、正に成果展開を重視した取組が、様々各国行われているなど感じているところでございます。

ムーンショットも、この5年間、制度としての運用をしまいたところでございますが、大きな制度変更をするといったことよりも、5年経過したこともありまして、これまでの取組を土台にしながら成果の展開を強化していくというふうな、議論の視点をちょっと移していくということが重要なと事務局としては考えているところでございます。

1点目としての目標達成の見通しを明確にしていくということ、2点目が目標達成に向けて国際戦略を重視していくということ、3点目が社会実装に向けた取組といったものもしっかりフォローアップしていくということ、このようなところにハイライトを当てて、この指針を改定していくということを検討しております。

具体的には、以下の表の部分を用いて御説明したいと思います。

まず項目の1点目でございますけれども、「ムーンショット目標達成見通しの明確化」といった点でございます。

こちらにつきましては、様々な御指摘いただいている部分はちょっと割愛をいたしますが、このような御指摘等も頂いておりまして、指針の改定の方向性といたしましては、プログラムディレクターの役割の中に、2050年の目標達成に向けた見通しを立てるといったことを追記することによって、こういった目標達成に向けた動きといったものの議論を深めていくといったことを検討してはどうかと考えているところでございます。

また、関係省庁の役割の中にも、5年経過したといったこともございますので、これがないから研究開発構想の見直しができないというわけではございませんが、改めまして、再確認の意味も込めて、見直しができることも追記してはどうかと考えております。

2点目でございます。2点目が、研究開発動向、社会実装に係る情報分析、国際連携、国際標準化の文脈でございます。

関係省庁、構想を策定するといったことが役割でございますけれども、改めまして、国際戦略の視点といったことを踏まえて構想を見直していく、策定していくといったことを追記してございます。

また、ファンディングエージェンシーの役割に、情報収集・分析をするに当たっては、国際ベンチマークなどの国際比較、あと規制だとか国際標準化への研究開発における対応状況を整理するといったことを追記することによって、成果展開に向けた、重視した取組といったことを厚くするための参考情報を厚くしていくということを促してまいりたいと考えているところでございます。

また、PDの役割の中には、社会実装、国際連携などの観点を含めて、ポートフォリオの戦略、それをPMだとか研究者といった現場と共有をしていくということも追記することによって、そういった動きを加速してまいりたいと期待しております。

また、PD、PMの国際連携に係る役割も、ポートフォリオを踏まえて必要とされる国際連携、目標達成に向けて必要とされる国際連携といったことをしっかりと立案をしていくといったことを促すといったことを期待しているものでございます。

続きまして3ページ目でございます。社会実装／スピニアウトの部分でございます。

こちらにつきましても、PMの役割、実際に社会実装を担われる役割の方に、国が策定した構想だとか、もう一点、将来の研究開発成果の実装を見据えたポートフォリオ、これの戦略といったものをしっかりと踏まえて、プロジェクトを戦略的に実施して社会実装につなげていくといったことを改めて追記をいたします。また、関係省庁の役割の中でも、社会実装の観点といったことを強化するといったことを考えております。

続きまして、人材育成の部分でございますが、こちらについても、今までできなかったというわけではございませんけれども、量子、フュージョンの辺りを例に取りまして、様々な人材育成の御指摘も頂いたところでございますので、目標達成に必要な人材育成の支援は可能ですよといったことも追記をしてまいりたいと思っております。

その他、上位の戦略に、しっかりと国の戦略に、このムーンショットの研究開発の中身を位置付けていくこと、また、目標間の連携も促進することによって、目標達成を効果的・効率的に行っていくことといったことも追記をしてまいりたいと思っております。

これまで御説明したとおり、目標の達成の見通し、目標の達成に向けた国際戦略、社会実装に向けた取組と、この3点というのを大切にしながら、関係省庁、研究推進法人、ファンディングエージェンシー、PD、PMが各々の役割を果たしていくといったことを促していければと考えているところでございます。指針の文案をこういうふうにと落とし込めて実際の動きにつなげてまいりたいと事務局としては期待しているところでございますが、

この方向性につきまして、本日御助言を頂ければと考えております。

私からの説明は以上でございます。

○熊田参事官 以上が議題（２）の説明となります。

有識者の皆様から御意見、御質問等をお願いいたします。

梅澤議員、お願いいたします。

○梅澤委員 ありがとうございます。

まず確認したいのですが、先ほどベンチマーキングの方でお話があったパスファインダー、トランジション、アクセラレーションと、３つのフェーズがありますと。今回、我々、ムーンショットとして、これ３つとも全部カバーをしようとしているというふうに理解したらいいのでしょうか。

○服部参事官 御質問、服部の方からお答えをしたいというふうに思います。

もしCRDSの方でまた補足等あれば、是非お願いしたいと思っておりますが、我々、一番多分重視しているところは、パスファインダーからトランジションの辺りのところかなと。アクセラレーター、イノベーションの市場展開といったところまで、なかなかムーンショットでやるのは難しいのかなというような捉え方で、私どもとしては、この御報告を受け取ったところでございます。

○梅澤委員 ありがとうございます。

じゃ、ちょっと関連して澤田さんに質問なんですけれども、今のこのムーンショットのプログラムと、それから、いろいろベンチマーキングをされたものとを比較をしたときに、決定的にやっぱり改善が必要と思われる部分というのは何でしょうか。

○澤田フェロー ムーンショットにおいて改善ということですか。

○梅澤委員 はい、そうです。

○澤田フェロー そうですね。ちょっと御説明したEICに関しましては、もともと必要とされた背景などがちょっと違いまして、恐らく目標とする、最終的にはどこに到達するかというところが少し違っているのかなとは思いますが。特にムーンショットに関しては、すごく長い最終的な目標が2050年だったりするので、そこまでマイルストーンを設定して、どう組み立てていくかというところが、恐らくほかの国のどこの国にもこれまで存在しなかったファンディングの仕組みだと思いますので、その辺りの議論を今後どう詰めていくかというのが、すごく大事なところなのだと思います。

今、内閣府の服部さんの方でおっしゃったとおり、現状ではパスファインダーからトランジション、つまり研究開発のところから、さて、じゃ、これを実証していくまでにどうしていくかというところに恐らくポイントがあると思うんですけども、今後はそれをいかに社会実装して、そして市場を創出していくか、あるいは社会を変えていくかというところを組んでいくところが改善点というか、今後の大きな目標なのではないかなというふうに感じます。

○梅澤委員 でも、それは先ほどの服部さんのお話だと、アクセラレーションは別のところで作るんだという話でしたよね。

○澤田フェロー そうですね。なので、今回の議論ではそこまではなかなかいかないとは思いますが、私どもとしては、そこが正しく海外事例にない部分なので、なかなか今後大変だろうなというふうに感じているところです。

○梅澤委員 なるほど。分かりました。ありがとうございます。

もう一つコメントよろしいでしょうか。頂いた改善の項目の中で、実現に向けた見通しを、2050年の目標達成に向けた見通しを立てるという記述がありました。恐らく意味されていることはこういうことかなというふうに思うのですが、目標達成に向けた見通しといっても、固定的なものが全く立てられるとも、あるいは意味を持つとも思えなくて、どちらかというところ、シナリオを作る、それも単線のシナリオではなくて、多分複線のシナリオを作るということかなと思います。

次に重要なのは、そのシナリオ、例えば2つ、あるいは3つのシナリオを書いたとして、その実現に必要な研究開発のポートフォリオというものをちゃんと定義をし、世の中で進んでいる研究開発の取組と、それから、このムーンショットで新たに取り組むものというものを全体俯瞰すると。要は、だから、世の中で進んでいるものはどんどん進めてもらうとして、足りないものを特定して、これをムーンショットでやると。その次に、世の中で進んでいるプロジェクトとムーンショットのプロジェクト、それぞれの進捗を受けて、この立てたシナリオを定期的に見直しすると。多分これをやっていかないと、絵に描いた餅かなというふうに思いました。

なので、書きぶりの問題かもしれませんが、PMの方に多分そういうミッションを担っていただくべきものではないかなというふうに思った次第です。

以上です。

○熊田参事官 ありがとうございます。

続きまして須藤議員、お願いいたします。

○須藤委員 ありがとうございます。

今の御質問と少し関連するんですけども、欧米の動きを見ながら見直しをするということで、今パスファインダーからトランジションという話が出たんですけども、余りこれにこだわると、ちょっと危惧しているのは、最初にムーンショットを作ったときに、よく言われる失敗を許容するようなテーマをしっかりとやるんだというようなことがあったと思うんですけども、余りパスファインダー、トランジションにこだわると、そのところが消えてしまうのかなと。実際に今、担当されている研究者の方々が少し戸惑うのかなという気がするんですけども、こういうことをやること自身はいいと思うんですけども、その辺のお互いのバランスはどう考えていらっしゃるのか、ちょっと教えていただきたいと思います。

○服部参事官 服部の方からお答えさせていただきます。

欧州は正に厳格にパスファインダーとフェーズを分けた形の運用をなさっておりますが、今のところムーンショットでは、厳密にそういったところを分けた運用というのはPDも、PD自身は意識はされているかと思いますが、制度の枠組みとして、そういうふうなことをぱしっと示しているものではございません。今のところは、この目標を設定し、各々の関係省庁なりPDなりがターゲット、ポートフォリオといったことを設定されるというふうな枠組みで運用されているというふうには承知をしているところでございます。

今、制度として、この指針の中でそういったフェーズ論を明確に打ち出すといったことまでは、今のところ事務局としては検討はしてはございません。

○須藤委員 趣旨はよく分かります。余りこれを前面に出すと、「じゃ、SIPと何が違うんだ」というような議論が出てくるかなということはあるので、その辺、少し考えていただきたいと思います。

○服部参事官 ありがとうございます。

○熊田参事官 ありがとうございます。

続きまして梶原議員、お願いいたします。

○梶原委員 ありがとうございます。

私も須藤さんと同じような感覚を持っており、一旦ムーンショットということで、日本で

大変新たな制度として発足して走り始めています。失敗を許容し、チャレンジングに取り組むというプログラムです。5年目を迎えようとして、その先へ進むためのステージゲートで、次のさらに5年をどうするかで、少し制度の見直しをすることになるので、丁寧にPD、あるいは関係者、ステークホルダーの方への説明が必要だと思います。

今までとプログラムの趣旨が変わったという感じは、やはり否めないと思います。また、この新しい指針で動き出すタイミングをどうするか。ムーンショットの各プロジェクトはそれぞれ走り出しているタイミングが違います。割と最近動き始めているものもあります。近くステージゲートを迎える人たちにとっての世界と、今正に走り出そうとしている世界と、指針の在り方が共通的なのか、原則論的にして、でも例外的に進もうとしているのか、その辺の整理も必要ではないかと思いました。

欧米の例ということで、EICのパスファインダー・オープンとパスファインダー・チャレンジというところがありましたが、ムーンショットは、まず10年ぐらいをターゲットに動いていることからすると、拠点ではないですが、長さで言うと何となくフラッグシップの方が参考になるのではとったりして見ていました。このオープンとチャレンジという研究のテーマ内容は連関性があるのか、全く別なものなのかどうかを、教えていただければと思いました。

その理由は、アメリカのARPAの方はスケールアップをするということで、いわゆる基礎研究的なことをやって、更にスケールアップをするためにということで道筋がついている形になっています。このEICのところはどうなのでしょうかと考えた次第です。

それから、コメントですけれども、ARPAの方の例で18ページに、このプログラムを使った成果の評価を、ほかのプログラムと比較して、こういう特徴があると示されています。ムーンショットの成果をまとめるという観点で、ほかのプログラムと比較すると、ムーンショットだからゆえに特許が多く出ているとか、論文が多く出ているとか、何かそういうまとめ方を、どこかでやった方がいいなと思いました。それは内閣府の方で御検討いただければと思いました。

以上です。

○澤田フェロー ありがとうございます。それでは、澤田の方から、EICのオープンとチャレンジについて簡単に回答したいと思います。

これは明確な連関はなくて、もともとERC、卓越した基礎研究を支援する、TRLでい

うと1から3とか1から2といったところを既にやっています。そのやっていたものから派生してきた基礎研究の萌芽的なシーズを、このF E Tのオープンのところで、更に少し長めに支援するという立て付けになっていました。

ただ、それを、今までは基礎研究から始まって、何とかプロトタイプができるところまでを支援するという考え方で来たんですけれども、そうではなくて、少し下流の方から戻った形で、オープンの枠組みを使ってもう少し研究開発を続けたいという人たちに対してファンディングをしていくということになりましたので、ここは特に完全につなげて考えられてはいないんですけれども、ただし、そのためにF E Tのパスファインダーのチャレンジの方で、その領域の設定、どこが今後必要な領域なのかとか、あるいは、どういう技術があればこれがブレークスルーできるのかといった観点で領域を設定して、その中から萌芽的な研究開発の成果を拾っていくという考え方ですので、完全に分断しているかということ、またそうでもなくて、そこがなるべくつながるようにE I Cでは考えているということになります。

アメリカの事例については、すみません、CRDSの長谷川の方からちょっと回答させていただければと思います。

○長谷川フェロー CRDSの長谷川と申します。

ご指摘いただいたAPPA-Eとほかの制度との比較につきまして、本資料では、アカデミアにおける政策研究の事例を幾つか御紹介させていただきました。これらは制度の中ではなく、外部における動向ということでございます。

他方で制度的には、ARPA-E自体に対する評価として、現在アカデミーに評価委員会が立ち上げられております。このように、いろいろなステークホルダーが評価に関与しているという状況がございますので、御参考にしていただければと思います。

以上です。

○熊田参事官 ありがとうございます。

続きまして波多野議員、お願いいたします。

○波多野委員 ありがとうございます。

既に須藤委員、梶原委員がおっしゃったように、やはりこのムーンショットは世界中から注目されて起こしたプロジェクトであって、なので、この評価ってどういうふうに日本はするんだらうと、すごく注目されているというふうに私は認識しています。

その中でやっぱり、ベンチマークを頂きましたけれども、これではないかなというように思いました。それだと、やっぱりこれが達成したときのチャレンジ性というか、どれだけ嬉しいかという、それは非常に定量的な評価は難しいと思うんですけども、その中でどれぐらいの融合的な領域を超えた新しい分野を生み出したかとか、あと若手。やはりムーンショットは若い人とか、もうそれこそ博士学生とか、女性の研究者をどれだけ元気にして、どれだけ取り込めたかとか、それとあと、総合知的な観点からどういう新しい課題を生み出したか、そして、あとは目標間の連携によって更に大きな展開ができたか、そしてデータ。データというところもムーンショットの重要な位置付けだったと思いますので、どれだけの貴重なデータを生み出して、そこから何か生まれるような道筋ができたかというところが——すみません、もっといろいろあると思いますが、新たな指標として、社会的なインパクトはE I Cでもやっているようですけれども、その中身を見てもまだ何か曖昧な感じ、従来型のように見えますので、そこが新たなムーンショットならではの評価というところにつながるのではないかというふうに思っています。

特に若手とか女性研究者とかがPMとかPDでどれぐらい育っているかというのは、私は注目したいと思っています。

以上です。

○熊田参事官 貴重な御意見をありがとうございました。

福井議員、お願いいたします。

○福井委員 私も恐らく、このムーンショット型研究開発制度の最初のところでは関わっていなかったように思うので、ちょっと分からないところがあるんですけども、今までの何回かの会議で伺っていると、確かに国際連携については、テーマ上、どういう段階で、どういうふうに連携するかというのは非常に悩むところが多いようなことが多いんじゃないかと思うんですけども、今までこのムーンショット関係で、かなり早い段階から国際連携を行ってきた、そういうプロジェクト自体あるんでしょうか。

すみません。非常に基本的なことで申し訳ないんですけども。

○服部参事官 各プロジェクトで、毎年御説明の中でも触れている部分もあろうかと思えますけれども、PDが自ら海外の大学と連携をするような取組、たしか目標5のところの農業の部分でやっていたりだとかもございますし、国際シンポジウムといったようなものも、当然量子のところなども含めてやっているかと思えますし、様々、各々のPDのお考えに

応じた形での国際連携の取組といったことがなされているというふうに理解しております。

○福井委員 ありがとうございます。

○熊田参事官 皆様、御意見を頂きありがとうございます。

本日いただいた御意見、御助言を踏まえまして、関係者で引き続き検討してまいりたいと思います。

本日の公開議題は以上となります。ユーチューブのライブ配信はここで終了となります。配信終了の処理が完了するまで少々お待ちください。

それでは、議題（3）に入ります。「目標10における研究開発の進め方について」です。

ここからは、より闊達な議論を自由に行っていただくために、進行を内閣府科学技術・イノベーション推進事務局、笠井上席科学技術政策フェローが担当します。

笠井上席フェロー、お願いします。

○笠井上席フェロー 笠井でございます。どうぞよろしくお願いいたします。ムーンショットに関しましては、立ち上げ当時からサポートさせていただいております。

目標10は、昨年12月にCSTI本会議で目標が決定され、本年3月からJSTにより公募が進められてまいりました。本日は、この公募の結果に関する概要について、まずはJSTから御報告を頂きます。時間配分は、報告15分、質疑応答25分といたします。

では、JST、御説明をお願いいたします。

○中島部長 JSTです。

それでは、目標10の研究開発の進め方などについて説明をさせていただきますが、具体的な説明はプログラムディレクターの吉田先生からお願いしたく存じます。吉田先生、御準備できましたらよろしくお願いいたします。

○吉田PD 目標10のプログラムディレクターを務めております吉田です。聞こえておりますでしょうか。

○笠井上席フェロー はい、大丈夫です。

○吉田PD それでは、ムーンショット目標10の「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」につきまして、現状と、これからの課題についてお話をさせていただきます。

このような順でお話をさせていただきます。

私、ムーンショット10のプログラムディレクターを務めております、核融合科学研究所

の吉田でございます。

ムーンショット目標10は、核融合エネルギーの実用化を加速しようということを目指しております。核融合研究は、始まりましてもう70年余りたつ、ある意味では長い歴史を持っている研究分野でありますけれども、この実用化を加速したいということが、今世界でいろいろな取組がなされ始めている。ある意味で、この核融合研究の新しいフェーズとも言えますし、ラストスパートのフェーズとも言える。そういった中で、我が国としてどのような取組をすべきかということが、このムーンショットに託されている任務であると認識しております。

核融合研究は、いわゆる主流のラインとして実験炉・ITERを建設し、その次に原型炉を建設するという形で、国際的な協力と競争で進められているわけですが、このそれぞれの建設には非常に時間が掛かる。時間が掛かるというのは、非常に多くの科学技術を統合していくということに時間が掛かるためです。非常に重いプロセスを踏んでいるわけですが、その間、様々なイノベーションが滞ってはいけません。様々な多様なチャレンジを通じて破壊的イノベーションの可能性を探っていく必要があるということが、このムーンショットをやる大きな意味です。

そのために、作業仮説を、いわゆるベースロード電源開発という主流のライン以外の多様な目標設定の下に多様化し、自由度の高い発想の下で研究開発を進めるということが、このムーンショットの大きな特徴であります。

目標に向けた募集方針を、ここにまとめてありますが、上に3つの項目で書いてあることはムーンショット共通のことです。フュージョンのムーンショット目標10につきましては、基本要件をこのような形でまとめております。先ほど御説明しましたように、ITERの進捗状況を含めた全体像を俯瞰しつつ、その中でムーンショット的な大きな挑戦であることと、他方で、70年の研究の歴史を通じて、どの辺りが難しいのかということころは、ある意味ではよく分かってきている分野でもありますから、そうした中で新しい挑戦を行い、たとえ失敗をして計画どおりにならなくても新しい発見が導かれる、そういう綿密な研究計画であること。したがって、挑戦性と綿密性、この2つの要件のバランスをいかに考えていくかということが、プロジェクトマネージャーの選考においても重要なポイントになりました。

この下のプロジェクトの目標設定の在り方ということですが、提案をしていただく

に当たって、補助線を入れるという意味で、2つの形を提示して募集をしております。

一つは、「縦型」と呼んでおりますけれども、革新的な社会実装型ということで、ベースロード電源以外の様々な多様なフュージョンの活用ということを目指して、それを具体的にするシステムはどうあるべきか、さらに、その基盤技術はどうか。こういうパッケージで提案してほしいというのが一つ目の「縦型」であります。

もう一つ、「横型」と呼んでおりますけれども、様々な方式に共通の課題を横串的につなぐ。基盤的な科学技術として大きな汎用性を持っている、一般性を持っている、そういうふうな挑戦もあり得るとして募集をしたところであります。

その結果、現在、この3名の方をプロジェクトマネージャーとして任命したいと考えております。

ここで簡単に御紹介しますけれども、まず奥野さん。理化学研究所の仁科加速器科学研究センターの室長であります。この提案は、加速器の技術をフュージョンに展開することで、革新的な加速技術による高強度中性子源と、さらに様々な新しいタイプの超高温プラズマ維持装置を開発するという挑戦です。

それから、2番目の木須さん。九州大学超伝導システム科学研究センターの教授です。核融合炉においては、超伝導マグネットシステムが、一番大きな中核的な設備になるわけですが、その技術の勝ち筋を握るということが重要なポイントになってきます。この御提案は、40テスラの領域を狙っていく革新的な超伝導の大型マグネットを実現することによって、多様な革新的な炉形式、炉概念、トカマク以外の可能性をも開拓し得るような超伝導の基盤技術を開発していくというプロジェクトであります。

それから3番目、星さんは核融合科学研究センターの教授です。超次元状態エンジニアリングによる未来予測型デジタルシステムというタイトルです。これはいわゆるデジタルツインによって、様々な革新的な核融合システムの可能性、あるいはその最適性ということを予測できるようなデジタルシステムを作っていくプロジェクトです。先ほど申しましたように、核融合の試作機の制作、その試験というものは非常に時間とコストが掛かるわけですが、それを加速できるようなシステムを構築します。そのような3件が選考に残ったということでございます。

この目標全体の研究開発の推進の方針ということの中で、今の3件がどういう位置付けであり、今後どういうことが必要かということをお述べさせていただきます。

まず、研究開発の方針でありますけれども、ここに述べましたような主路線（ITER→原型炉）の加速を行うということに加え、主路線以外の革新的な方式によるフュージョンエネルギーの早期実現可能性にチャレンジする。さらには、発電以外の核融合反応の多様な応用の可能性を開発していく。そのことによって、フュージョンエネルギーによる発電に到達する前の段階で様々な核融合技術を社会実装できる可能性を開拓していく。それから、さらには、他の科学技術への応用を開拓することによって、イノベーションのネットワーク化をはかる。核融合研究が村的な孤立した技術ではなく、いろいろな分野とつながるようなネットワークを構築していくということを基本的な方針ということにしております。

そういったプロジェクトが実施していく開発の研究と同時に、ヘッドクォーターとしても、国際的な動向等もしっかり分析しつつ、それをメタ研究、オペレーションズリサーチということでもありますけれども、それをしっかりしていくことによって分野間の連携を構築していきたい。核融合研究は、冒頭述べましたように、もう70年以上の歴史を持っているわけですが、ここから新しいパラダイム転換を起こすということが可能であるとするならば、それは新しい血が入ることです。他分野との連携によって新しい血を入れて、この分野の進化を図るということに尽きると考えております。そのためには、ほかの分野とウィン・ウィンの分野間連携を構築する必要があり、それがどのような形で可能かということをしっかり分析してプログラム全体を進めていきたい。これは、人材の「抱え込み」から「巻き込み」へパラダイム転換すると述べておりますけれども、ほかの分野といろいろな形でネットワーク化した形に、核融合研究の在りようを変えていくということが重要なポイントだと考えております。

そういった社会実装に向けた運営、国内外との連携を含むプロジェクトの強化のために、今後も学際的な研究開発のチームを編成していく必要があり、積極的に意見交換会やワークショップを開催するなどの働きかけを通じて、いろいろな分野とウィン・ウィンの関係のネットワークを構築していきたい。そういった形を作っていくということで、このムーンショットが一つのエンジンとなって、我が国の核融合分野を強化に貢献したいと考えております。

この研究開発のタイムライン、マイルストーンの考え方を示しています。ムーンショットは、2050年の未来像からバックキャストした課題に対して、10年後にどうということ

をアウトプット、アウトカムにしようと考えているのかということをごここにまとめてあります。

これまでにない挑戦の中から、フュージョンエネルギーの早期実現に資するゲームチェンジャーとなる破壊的イノベーションを目指すためには、繰り返しになりますけれども、多彩なバックグラウンドを持つ優秀な研究者や技術者を核融合分野へ巻き込んでいくことが必要です。

そのために、まず最初の3年においては、フュージョンエネルギーの早期実現に向けたイノベーションの根幹となる基盤技術の基礎原理・着想に関する実現性の検証を得る。それから、5年目の段階では、世界をリードできる基盤技術の実証、あるいは研究課題の概念の実証を行うというところまで進める。ここは大きなステージゲートになります。その後、10年目に向けて、フュージョンエネルギー研究開発の勝ち筋となるツールを生み出す。このツールというのは、広い意味で科学技術の知識という意味でありますけれども、それを生み出すことです。10年目で核融合の発電が行われているマシンを作るということは、このムーンショットの事業でできることではありませんが、しっかりと科学技術知が、産業界や研究開発機関へきちんとバトンタッチされる。逆に言うと、産業界、研究開発機関がバトンとして受け取ってくれる価値のある知識、それを生み出すということがムーンショット10年のアウトプットであり、そのことを通じて、核融合研究の早期実現というアウトカムを生んでいくことが役割だと考えております。

今回採択された3件をプロットすると、このような形になっております。このプロットの一番左側にある主路線の加速ということが核融合研究の一番中心にある課題であるわけですが、そこから右に行くほど、ある意味では主軸から離れて行きますけれども、こういった幅広い出口戦略を設定する中で、革新的なイノベーションを駆動したいということが目標であります。今回の選考の結果残った3件は、大体この辺りをカバーしておりますが、この縦軸と横軸の交点のところをさらに明確にしていくことが、これからの作り込みフェーズの重要なポイントであると考えております。

今回の募集では、47件の提案がありました。我が国は核融合分野の黎明期から長い研究の歴史を持っておりますので、この分野を網羅する形で多くの提案がありました。さらに、いろいろな他分野への働き掛けに応じていただき、例えば加速器の分野からも提案を頂き、それらをプロットするとこの図のようになっております。

47件の提案がありましたけれども、短い期間での募集でしたので、満点回答というものはなかなか難しかったわけで、色々な良い要素研究を取りこぼした感があり、現在のところ、このような領域がカバーできている状況です。

ここで白く抜けている部分を分析しつつ、今後どのような形でP Iを募集し、さらにはP Mの追加の公募等を行っていくか。それに当たりましては、今回の選考の経過を反省しつつ、さらに、重要なポイントについてP Dの方からも少しわかりやすい形で補助線を入れつつ、提案を受け付けていきたいと考えております。

ここに作り込みのポイントを示しております。もう時間でございますので、詳細は割愛しますが、この後に、今回採択された3つのそれぞれの研究テーマを載せさせていただいております。概要につきましては最初の辺りで御説明したとおりです。

以上です。

○笠井上席フェロー 吉田先生、ありがとうございました。

ただいまの御説明につきまして、有識者の先生方、御参画の皆様から自由闊達な御意見を頂ければと存じます。どうぞよろしくお願ひいたします。

須藤先生、お願ひいたします。

○須藤委員 吉田先生、どうもありがとうございました。非常に挑戦的なテーマであるので大変だと思いますけれども、是非頑張ってくださいと思います。

私が聞きたいのは、既に米国を中心として、民間企業がこの分野に結構、いわゆる主路線のトカマク、ITER路線ではないところで、かなり民間企業がいろんなことをやっていると聞きますけれども、いろんな名前が出て、A社とかB社とか、先生御存じだと思いますけれども、C社とか、いろんな会社がいろいろ出ていますね。こういったところの動きに対して、今回の3つのテーマがベンチマークといいますか、どういう技術的な差があるのか、違いがあるのかというのを、まず1点、ちょっとお聞きしたいと思います。

それから、もう一点は、いわゆる主路線ではないところを日本としてもやらなきゃいけないというのが、ある程度このテーマが起きたときの一つの目標だったような気もするんですけれども、例えば、今言った会社とかでFRCとかいろんなことをやられていると思いますし、それから、最近レーザーの核融合というのもいろんなところで聞いているんですけれども、こういった主路線以外のところを直接発電という目的で取り組む必要があるんじゃないかなという気が私はしているんですけれども、先生の言われた、いわゆる綿密性

というところでまだまだ欠けるのかなと。提案の内容が欠けているのかなという気もしますけれども、その辺の、いわゆるトカマク系じゃないところの実際の発電というところで、このテーマをどのように持っていくお考えなのか。その2点をちょっとお聞きしたいと思います。よろしくお願いします。

○吉田PD ありがとうございます。

御指摘のように、アメリカ、それからイギリスを中心に、多くのスタートアップが核融合のそれぞれのコンセプトを掲げて立ち上がっています。そういった動きの中で、いわゆる主路線、ITER、それから原型炉というもの以外のいろいろなイノベーションをやっていく必要があるということが、スタートアップの活動も見据えながら、ムーンショットの趣旨にも記載されている大きなポイントであると思っております。

そういった意味では、提案によってはスタートアップが言っているような、こういう方式でフュージョンを実現しますというような提案があっても良いだろうとは思いますが。その一方で、やはり最初に述べましたように、核融合の分野は既に70年間の研究の蓄積があるので、そういった中で、フィージビリティに関する専門家としての理解というものがあります。それから、それぞれのチャレンジを行うときの大変さというのが、例えばトリチウムを使う実験だと、それを規制庁に申請して、許可が下りるまでにかかる時間を考える必要もあります。そういうことまで踏まえながら、計画のフィージビリティということ、やはりムーンショットは国費を使う挑戦でありますので、きちんと押さえる必要があります。挑戦性とフィージビリティのバランスが一番ポイントだと考えています。

そういった中で、ムーンショットで行われる研究が、新しい産業の芽につながり、きちんとした科学技術的なイノベーションを生むこと、先ほどはバトンという表現をいたしましたけれども、そういったものを生むということが、ムーンショット事業の役割だと考えています。そういった成果からスタートアップが立ち上がっていくということを期待しています。それは、欧米にあるような核融合発電システムを作ってしまうという形のスタートアップよりも、ある意味ではもう少し堅実なレベルの、フュージョンシステムの鍵になる要素技術のスタートアップというイメージがむしろリアルかと思えますけれども、そういったものが、このムーンショットのチャレンジの中から生まれるということを期待しています。

例として述べますと、例えば超伝導のところでも申しましたけれども、革新的なヘリウムフ

リー冷却の強磁場超伝導システムということが実現しますと、これが様々な新しい形のフュージョンシステムの可能性を生むという形になると考えています。そういった技術ができますと、国内外のスタートアップ企業と、ウィン・ウィンの形で連携していくということが可能になると考えています。

そういった意味で、ここで生まれるいろいろな技術的なイノベーションがスタートアップとも連携していく。実は提案の中にはスタートアップと連携する提案があったのですが、なかなかウィン・ウィンの形になっていないという懸念があって採択に至りませんでした。今後その辺りの課題も分析しつつ、このムーンショットで生まれるイノベーションがスタートアップの企業にも役に立つ、コアになっていく技術になっていく、そういう形でスタートアップとの連携、ネットワークを作っていきたいと考えております。

それから、この図にも示しているように、作業仮説を多様化するというのが、このムーンショットの重要な戦略としてあります。参考資料に付けてございますが、これが文科省の委員会で作られたムーンショットのイメージですけれども、左がこれまで各国で進んできたITER・原型炉からベースロード電源へ向かっていく、ある意味一本道の開発路線ですが、ムーンショットでは、八ヶ岳型というふうに言っておりますけれども、いろいろな出口戦略を描いてみることによって、いろいろなイノベーションを駆動していきたい。一本道で技術統合していくとなると、基本的にボトルネックになるところに妥協する設計になっていきます。そのことによって、場合によっては、イノベーションの機会を失うことになります。ある技術だけ突出していても、それは統合したシステムでは役に立ちませんという形になりかねない。

それに対して、いろいろな作業仮説を立てることによって、様々なイノベーションをエンカレッジしていく。そのことが結果的には、この主路線を救う、加速することになるかもしれないし、また、ほかの技術にとって新しいイノベーションにつながる可能性もある。出口戦略をいろいろな形にすることによって、結果的に主路線を加速すると同時に、核融合技術をネットワーク化していくということを我々のムーンショットでは目標にしております。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

須藤先生、今の点については如何でしょうか。

○須藤委員 先生の言うことはよく分かります。特に高強度の中性子源とか、今言われた高温

超伝導技術とかいうのは、もしかしたらこの中からかなり有望なものが出てくるという期待もありますので、その辺も期待したいと思います。

ただ、個人的には、いわゆるITER路線以外の発電の核融合も、日本としても1個か2個、誰かチャレンジしてもいいのかなという気がしていますので、その辺も少し頭に置いて、是非進めていただければと思います。ありがとうございます。

○吉田PD ありがとうございます。

その種になる、そのベースになる、ある意味では芯柱になる、一番鍵になるイノベーションを狙うというところを、是非このムーンショットの中にプロジェクトとして立ち上げたいと考えております。ありがとうございます。

○須藤委員 ありがとうございます。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

では、次の御質問で、梶原先生、お願いいたします。

○梶原委員 御説明大変ありがとうございました。3点ほど質問させてください。

まず1点目、47の提案から3提案だったということですが、この47の提案の中に、例えばグローバルからの提案はあったのでしょうか。同様に、ここの3提案で動き出すものについては、多様な研究者のチームで進んでいくと思いますが、海外の研究者ですとか、先ほど若手、あるいは女性というような話題も出ましたけれども、何か国際性みたいな動きが見通しているかどうかというのが1点。

それから、ELSIについて基本要件の中では押さえていらっしゃいますが、この3人の先生方が個別にその対応をなさるのか。またはそこは別な形で新しく持ってくるのか。どういうお考えでいらっしゃるのでしょうかというのが2点目。

最後は、星先生のところで、デジタルツインで見ていくということですがけれども、これは、例えば理研の富岳ですとか、あるいは量子も関わってくるのかもしれませんが、そういったほかの機関のデジタルコンピューティングパワーを使うのか自力でいくのか、その辺の今の見通しを教えていただければと思います。

○笠井上席フェロー 梶原先生、ありがとうございます。

吉田先生、よろしくお願いいたします。

○吉田PD 最初の御質問、今回のグローバルさ、多様さというところですが、最終的に御提案いただいた中には、例えば女性のPMとしてお2人御提案を頂きました。それから、P

Iとしても多くの応募がありました。それから、海外との連携も多かったんですけども、残念ながら、現在の3件の中ではそれが実現できておりません。しかし、P Iについては今後公募等も考えて、公募の在り方等でその辺りを、しっかり進めていきたいと考えています。

それから、国際連携につきましては、先ほど述べましたようにウィン・ウインの形が大事であり、これを考慮しつつ、研究体制の充実を図っていきたいと考えております。

それから、E L S Iに関しましては、先ほどヘッドクォーターというふうに申しましたが、プログラムディレクター、アドバイザーの組織の中で、横串のような形でそれに取り組んでいきたいと考えております。

それから、3番目の御質問のデジタルツインにつきましては、これは非常に幅広い学際的な提案です。その中で、A Iに関わる部分を今後強化する必要があるとあって、そのところに、いわゆる富岳のような形か、場合によっては量子コンピューターのようなアーキテクチャが使えないかということも検討の中に入ってくると考えております。

ただ、この提案自身は、むしろアーキテクチャというよりもソフトのサイドが中心でありますけれども、そういった新しいアーキテクチャとも連携していくということも考えていきたいと考えております。

ありがとうございます。

○梶原委員 ありがとうございます。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

では、次に波多野先生、よろしく願いいたします。

○波多野委員 御説明ありがとうございます。

先ほどの須藤先生の質問とも重なるかもしれませんが、八ヶ岳という考えは理解できまして、多くの違う分野の人を集めるということも重要だと思うんですが、あとサプライチェーン的にもいろいろあると思うんですが、しかしながら国民の期待は、発電してもらう、発電というところに特化していると思われるんですね。そうしますと、主路線の加速というところにどれぐらいエフォートを割かれるという御予定でしょうか。そこに70%とか80%掛けてほしいというのが私個人の希望ですが、いかがですか。

○吉田PD ありがとうございます。

今出させていただいている図にありますように、いずれも、その研究成果の効果は主路線

の加速につながっていくと考えています。例えばデジタルツインも、いろいろな炉形式の比較、未来予測ができるということは、主路線の最適化という形にもつながっていくし、それから、超伝導マグネットのヘリウムフリーの冷凍技術の研究というのは、ヘリウム冷却ですと資源的に首根っこを押さえられてしまうわけなので、そういった意味でも非常に大きな貢献になってくる。

それから、強力な中性子源による材料の試験。これは、ともすれば主路線のITER・原型炉が置き去りにしている大きなテーマなんですけれども、やはり材料をきちんと開発し試験していく必要があります。これをデジタルツインと一緒にやっていくという、マテリアルズ・インフォマティクスのアプローチが研究開発を加速します。基本的には、主路線が中心軸にあって、しかし、その主路線の一本道ではなく、いろいろな作業仮説でやっていくことによって、最終的に主路線が加速されていくということを考えております。決して研究資源をいろいろなところに分散してしまうということではなくて、主路線だけでは、ともすればディスカレッジされるようなイノベーションも積極的に取り込むと、そのようなつもりでおります。

○波多野委員 分かりました。理解しましたが、やっぱり責任をどこに一番置くかというところは、是非主路線のところにフォーカスしていただきたいと思います。

○吉田PD はい。ありがとうございます。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。主路線が大事だということがとてもよく分かりました。

次、上山先生、よろしくお願いいたします。

○上山オブザーバー 私はオブザーバーなので、余り発言すべきじゃないかもしれませんが、今のお話を聞いていても、幾つか明確にしてほしいなという思いがあります。

まず、この7ページに記されているように、主路線なのか、あるいは発電のほかの取る道なのかという議論とも関わると思うんですけども、ここには、主路線以外の革新的方針によるフュージョンエネルギーの早期実現云々と記されているところで、多岐に細分化した研究動向のメタ研究を行うと明確に書かれているわけですね。メタ研究を行うということは、かなり総合的な意味での俯瞰的な研究を行ったということですね。研究動向の研究を行った上でのウィン・ウィンの分野間連携を行うということも記されています。この部分はどのような形でやられているのか。やられているのであれば、これはある程度明示

的に開示してもらう必要があるのではないかなというふうに思いました。そのことが、このプロジェクトの評価にやっぱり明確につながっていくのではないかなと思います。同時に、勝ち筋となるような課題という意味で、全体におけるポジショニングがどうなっているのかということと恐らく関わっているんじゃないかなと思います。これが1つです。

もう一つは、次のページにも書かれていますけれども、フュージョンエネルギー開発競争の勝ち筋となるツールを生み出すと書かれています。ツールを生み出すということは、こういった研究から産業界が引き受けることができるような段階にまで持っていくということを示明的にお考えになっているはずですね。そこから先は産業界の受け止め方であって、このプロジェクトとすれば、そのためのツールをある程度明示的に書いておきますよという、そういうことだと思うんですが、この勝ち筋となるツールというものが一体いかなるものなのかということについての、やはりこれも同じようなメタ調査が必要になるだろうというか、メタ的な説明が必要になるんじゃないかなというふうに思うわけです。そのことは一体どこで開示されるのだろうかという気がいたします。

すなわちツールができたとしても、受け手の側の産業界に対する分析というのが当然必要になって、我が国における産業界のサプライチェーンの中で、それが果たして、ここで書かれているようにウィン・ウィンの形でつながるのかどうかということですね。これについてのある種のメタな説明が必要なのかなというふうに思います。

もう一つの点は、先ほど先生が御指摘されたスタートアップとの関係でありますけれども、この分野に関するスタートアップに関しては相当いろんなことを聞いているが、に、ウィン・ウィンの関係を作れるかどうか現状なかなか分からないんだという御説明がありました。仮にスタートアップなるものが主路線以外のところでも出てくる可能性があって、それに関することも検討はしたが、ウィン・ウィンの関係を作れるかどうかなかなか分からないというか、難しいという御発言だと思います。その意味合いをもう少し教えてほしいなと思います。どの辺で、ある種の閉塞感といいますか、つながるのかということも、一度御説明いただきたいなというふうに思います。

以上、3点でございます。ありがとうございます。

○笠井上席フェロー 上山先生、ありがとうございます。

○吉田PD ありがとうございます。

ここに述べましたメタ研究ですが、これは、ムーンショットという事業を統括して進めて

いく上で、PDの大きな責任であると考えております。

JSTさんとも相談しているんですけども、いわゆるヘッドクォーターの機能を十分充実させて、きちんとした状況の分析というか研究に基づいて、思い込みでなくファクトに基づいた戦略を立てていくということが非常に重要だと考えておまして、そういった中で、このムーンショット事業が終了したときに、いろいろな具体的なイノベーションという成果と同時に、メタなレベルで、我が国として成果を勝ち筋に結びつけるための知見というかガイドライン、そういったものがきちんとして示されるということが必要だと考えております。

現在は、これは始まったばかりでありますけれども、JSTに雇用されている技術主幹等と一緒に、今いろいろな分析をしているところでありますが、そういう機能をできるだけ充実させて、ヘッドクォーターとしてきちんとした役割を果たしていき、また、そのアウトプットとして、ムーンショット終了時には、そういう明確な指針が出ているという形に持っていきたいと考えております。

そういった中で、御指摘のこのツールの部分ですが、これも、どういうツールが実際に産業界にとっての勝ち筋になっていくのかということも、きちんとした分析に基づいてそれを開発していく必要がある。具体的な形としては、そういったツール、知的財産が、例えばこのムーンショット発のスタートアップという形で実現し、そういったものがほかの産業界との協力の中で、日本として重要な勝ち筋になっていくことを目指していきたいと考えています。

具体的なイメージとしてあるのは、例えばデジタルツインのようなものが有力な候補であります。ツールといっても、ハードとなると、核融合分野は重厚長大の最たる分野なので、具体的なハードをムーンショットで作り上げるのは難しい。むしろソフト面の科学知というものが、具体的なイメージです。つまり、非常に強力なデジタルツイン、サイバー空間の中に構築された核融合炉の統合されたイメージをきちんとして作るというふうなことが一つのイメージであると考えております。

それから、3番目のご質問のスタートアップとの連携で、今回の審査の中で採択に繋がらなかったのは、スタートアップとどういうウィン・ウィンの関係になるのかということが明らかでなかったものです。うまくゆく可能性の具体例を申し上げますと、例えば、非常に革新的な方法で核融合を起こそうというスタートアップ、具体例としては、D社というア

アメリカの老舗のスタートアップがありますけれども、A大学からのスピアウトですが、プロトネーボロンという中性子を発生しない究極の核融合を目指しているところがありますが、彼らはビームの開発には手は出さないと明言しております。スタートアップですので、全部を囲い込んでやるということではなくて、一点突破型のビジネスモデルでやっているというわけです。

そういった中で、例えば今回の採択提案にもある、強力なビームシステムというものを我々が提案できる。これが応用できるというふうな形になると、本当の意味のウィン・ウィンになっていく。そういったすり合わせということがまだ十分ではありませんが、今後そういう連携構築に取り組んでいく。それが先ほどのヘッドクォーターの役割だと考えています。そういった中で、具体的に我が国の特徴を生かした、いろんな新しい技術というものが、いろいろなスタートアップも含めたところと連携できると良い。最終的に、日本としてどういうところが日本の独自の技術であって、それがどういうふうな形でウィン・ウィンの連携になっていくのか。そこのところをきっちりやっていくということが必要だと考えております。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。上山先生、よろしいでしょうか。

○上山オブザーバー はい。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

では、最後に福井先生、お願いいたします。

○福井委員 すみません。私からは本当に簡単なお答えで結構ですけれども、2点ほど。

1つは、9ページのところの発電炉のところですが、これ、少しイメージ的に、例えば2050年頃には、どのような工夫がなされた発電炉が作られるようになるのか、又はどういうレベルまで達しているのかというのを、もし簡単に説明していただければ有り難いと思いました。

それから2点目は、私、医療の方なんですけれども、やはり9ページのポートフォリオの中で、発電以外の多様な応用の中に医療というところがございまして、その下にMRIがございまして、10ページ、11ページの課題マップを拝見しますと、余り医療のことについては実際のところ書き込まれておりませんし、画像認識、放射線くらの関わりが主になるのかとは思いますが、病気の治療に何か応用できるような可能性というのはあるのか。何か、もしその可能性が議論されているようでしたら、一言で結構ですので教え

ていただければ有り難いと思いました。

以上です。

○吉田PD ありがとうございます。

2050年の未来予測は、なかなか幅があって難しいんですけども、スタートアップによっては2030年代に発電実証するというふうなことを言っているところもあるんですが、それは、切り込み隊のような話で、本当の社会実装としてのパワープラントという形ではないと思います。

そういった中で、2050年を目途に、主路線が目指しているベースロード電源というのは燃料サイクルも含めた十全なものを作っていくということであって、そのための基幹的な技術をきちんと作っていくことが必要であります。例えば材料開発においても、作ったリアクターが1年でボロボロというわけにはいかないの、きちんとした材料技術というものを進めていくことも必要です。そういった意味で、核融合は非常に幅広い総合技術ですので、これを総合的に進めていく中で、最もチャレンジングなテーマをこのムーブメントでトライしたいということを考えております。

2050年には、そういった意味で、ベースロード電源を含めた、いろいろな形で、本当の意味で社会実装される核融合エネルギー、フュージョンエネルギーというものが実現すると期待しています。そこからのバックキャストで、この5年、10年でやるべき課題を取り上げて進めていきたいと考えています。

それから、医療応用に関してですが、ここにはMRI、超伝導のこともみ述べてありますが、ほかにも、具体的な提案があったものは中性子の医療応用です。BNCTという、ホウ素に中性子をあてて癌の治療をする技術ですが、核融合の場合は、原子炉と比べるとエネルギースペクトルがシャープな中性子を使うことができますので、侵襲を低減できます。これも魅力のある中性子源開発として、医療も視野に入れるという形で考えられている具体的な例であります。この図では、キーワードの拾い方から見えにくかったと思いますが、そのようなものが具体的な例としてございます。

○福井委員 ありがとうございます。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。大変活発な御議論ありがとうございました。

簡単にまとめさせていただきますと、吉田先生、私が間違えていたら御指摘いただきたいのですが、キーワードとしては、吉田先生からは、ヘッドクォーターの役割として、多彩

なバックグラウンドの分野間連携ですとか統合ですとか、オプティマイゼーションで主路線、そうじゃないところも加速していくというふうに受け取りました。それに対して御指摘としては、ざっくばらんに簡単に申しますと総花的になっているのではないか、戦略ができていないのではないかという御指摘を頂いたような気がしております。

まだこれからスタートする目標10ですので、そういったところ、これから作っていくところですので、是非委員の先生方、目標10、これからも温かい目で御支援のほどよろしくお願いいたします。

吉田先生、このようなまとめでよろしいでしょうか。

○吉田PD ありがとうございます。総花的にならないように、勝ち筋をきちんと見極めて進めていきたいというふうに考えておりますので、よろしくお願いいたします。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

最後に、馬場戦略官、どうぞよろしくお願いいたします。

○馬場戦略官 内閣府、文科省でフュージョンを担当している馬場と申します。こちらの声、聞こえますでしょうか。

○笠井上席フェロー はい、よく聞こえております。

○馬場戦略官 すみません。外勤先なのでマイクのみで失礼します。

3点、今の御指摘についてコメントしたいと思います。

まず、我々、今回のフュージョン、ムーンショット10として認めていただいた最初の懸念として、審査について、どれだけの本当に優秀な優れた申請が来るかというところが一番の懸念でした。それは前回の会議でも皆さん御指摘いただいたところかと思えます。結果的に、様々な国際ワークショップなども通じて周知活動に取り組んでいった結果、47件という想定よりも大きい提案があったということは、一つ大きな進歩というか、KPIとした成果かなと思っています。

その中で、今回3件というところで、これも先ほど御指摘あったと思いますが、例えば超伝導コイルであれば磁場閉じ込め、すべからく役立つ基盤的な技術であったりとか、デジタルツインだったりとか、あとは材料の部分、そういった部分については基盤的な技術としてディストラクティブイノベーションを生み出す可能性があるというところで、我々も期待しています。

他方、これは2次公募に向けてになります。もともと今回の公募の際に縦と横という言

い方を我々はしていました。多様な社会実装と革新的な基盤技術ということで公募を試みた結果、今回審査の結果、多様な社会実装、いわゆる縦の方については採択に至るものがなかったというところです。

今後、第2次公募については、今回の申請の内容であったりとか、世界的な状況であったりとか、そういったところを踏まえてやっていきたいと思っておりますが、特に自分もイベント、今「FusionX Invest」という海外投資家向けのフュージョンに対する投資のイベントに来ているんですけれども、本当に日本の技術に対する期待というところが大きいというふうに感じているところです。

先ほど須藤委員や波多野委員からありましたとおり、この図でいうと主路線以外の発電実装というところの期待が高まっている中、政府、内閣府、文科省の立場としては、国家戦略の改定、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略が昨年4月に策定したところ、これについて改定するというところが予定されているところでございます。そういった議論を踏まえながら、2回目の公募、今回の経験を踏まえながらどうしていくのか。再度我々としても、しっかりとPDとも相談していきたいというふうに思っているところでございます。

以上です。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。馬場戦略官、ありがとうございました。

では、進行を事務局にお返しいたします。

○熊田参事官 有識者の皆様、御出席の皆様、本日は活発な御議論を頂きましてありがとうございました。

本日の議題は以上となります。

次回の開催は12月6日を予定しております。

以上をもちまして会議を終了とさせていただきます。本日はありがとうございました。

午後2時47分 閉会