

ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議（第4回）

議事概要

○ 日 時 令和4年3月11日（金）13：00～16：26

○ 場 所 中央合同庁舎第8号館6階623会議室（ウェブ会議）

○ 出席者

〈座長〉

大野敬太郎 科学技術政策を担当する内閣府副大臣

〈有識者〉

江田麻季子 世界経済フォーラム日本代表

郷治 友孝 一般社団法人日本ベンチャーキャピタル協会常務理事  
株式会社東京大学エッジキャピタルパートナーズ代表取締役社長

福井 次矢 東京医科大学茨城医療センター病院長  
NPO法人卒後臨床研修評価機構理事・人材育成委員長

須藤 亮 株式会社東芝特別嘱託  
内閣府科学技術・イノベーション推進事務局政策参与

橋本 和仁 国立研究開発法人物質・材料研究機構理事長

〈関係府省〉

米田 健三 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局統括官

井上 諭一 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局審議官

神田 忠雄（長野次長代理） 内閣府健康・医療戦略推進事務局参事官

阿蘇 隆之 文部科学省大臣官房審議官（科学技術・学術政策局担当）

坂本 修一 文部科学省大臣官房審議官（研究振興局及び高等教育政策連携担当）

浅沼 一成 厚生労働省大臣官房危機管理・医務技術総括審議官

佐々木昌弘（浅沼総括審議官代理） 厚生労働省大臣官房厚生科学課長

山田 広明 農林水産省農林水産技術会議事務局研究総務官

河原 圭（田中審議官代理） 経済産業省環境技術環境局エネルギー・環境イノベーション戦略室長

田中 一成 経済産業省商務・サービス政策統括調整官  
〈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 挑戦的研究開発プログラム部部長

山田 宏之 N E D O 新領域・ムーンショット部長

綱澤 幹夫 B R A I N 総括研究開発監

樋口 晋一 A M E D 研究開発統括推進室次長

〈P D〉

萩田 紀博 J S T (目標1 PD)  
大阪芸術大学芸術学部アートサイエンス学科学科長・教授

祖父江 元 J S T (目標2 PD)  
愛知医科大学理事長・学長

福田 敏男 J S T (目標3 PD)  
名城大学大学院理工学研究科教授

山地 憲治 N E D O (目標4 PD)  
公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (R I T E) 理事長・  
研究所長

千葉 一裕 B R A I N (目標5 PD)  
東京農工大学学長

北川 勝浩 J S T (目標6 PD)  
大阪大学大学院基礎工学研究科教授

## ○ 議事概要

午後1時00分 開会

○河合参事官 それでは、定刻になりましたので、ただいまからムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議、第四回を開催いたします。

本日は、御多忙の折にウェブ会議にて御参集いただきまして、誠にありがとうございます。  
内閣府のムーンショット担当参事官の河合でございます。よろしく願いいたします。

本日の会議は、オンラインでの御参加者のほかに、YouTubeでライブ配信をしておりますので、御留意ください。YouTubeで御視聴の方、それからウェブ配信を御覧の方、今回はライブ配信のみとなっておりますので、画面の録画、スクリーンショット等は御遠慮いただきますようよろしくお願いいたします。

初めに、本会議の構成員に変更がありましたので、お知らせいたします。

座長として大野副大臣、座長代理として小寺大臣政務官が新たに就任されました。

また、昨年近藤委員が御逝去されましたことに伴い、福井委員が新たに就任されました。どうぞよろしくお願いいたします。

次に、本日の出席者についてお知らせいたします。参考資料7のとおり、本日は大野副大臣、有識者、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ご出席をいただいております。小寺大臣政務官は国会対応のため欠席でございます。また、吉村委員も本日は御都合により欠席でございます。

本日の会議資料は事前にメールでお送りさせていただきました資料1と資料2及び参考資料1から7になります。不足がある場合は事務局までお知らせください。

それでは、開会に当たりまして、大野副大臣に御挨拶いただきます。大野副大臣、よろしくをお願いいたします。

○大野座長 皆様、こんにちは。御紹介を賜りました大野敬太郎でございます。今回から座長として皆様のお役に立てるようにしっかりと頑張っていきたいと思っておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

小寺政務官は、今日は国会の対応がございまして欠席になっておりますが、私一人ということになりますが、どうぞよろしくお願いいたします。

また、メンバーの入替えで新しく入られた福井先生も、どうぞこれからもよろしくお願いいたします。また、これまでも御活躍いただいていた先生方も引き続きよろしくお願いいたします。

改めまして、コロナ禍であるにもかかわらず、こうやって精力的に御意見もいただいていることに関しましては、まず心から敬意を表させていただきたいと思っております。

実は私自身がエンジニアリングのバックグラウンドを持っておりまして、この科学技術・イノベーションについて初当選のときから非常に興味を持っておりまして、国というものを考えたときに、国力、総国力といってもいいかもしれませんが、これの根源的な部分を担うのが正にこの分野であると思っておりますので、正に国自体の力の行く末が皆さんの双肩に掛か

っていると言っても過言ではないと思っております。それだけムーンショットに対する期待というのは非常に大きいものだろうと思っておりますので、改めてその認識を示した上で、岸田政権としましても新しい資本主義、あるいは科学技術立国の実現というものを掲げておりますけれども、そういった中でムーンショットは正に次の時代を切り拓く破壊的なイノベーションであり、失敗を許容しながら精力的に研究開発を進めていくという、この必要性、ここが一番の重要なポイントなのだと思います。

本日と次回、二日にわたりましての7つの既存の目標の進捗と自己評価の報告、そして二つの新しい目標の研究開発の方向性について御議論をいただくこととなりますけれども、まだ研究開始から1年半しかたっていないという非常に短い期間であるにもかかわらず、しかもこのプログラムの性質上なかなか成功するとも限らない、こういうものであるにもかかわらず、かなり実質的な成果も出てきたという報告も私自身受けておりました、大変喜ばしく思っております。研究開発法人におきましては、厳密に自己評価を行っていただいたと思います。幾つかの成果が、実際に出てきたというのは本当に私自身も今回楽しみにしております。

改めまして、これを実行し続けるためには、何といたっても国民の皆さんの理解というのが非常に重要だと私自身も思っております。副次的には国会とか関係者の理解というのも十分必要だと思いますので、そういったことも併せながらステークホルダーみんながなるほどと思ながらこのプログラムを進められるということが重要だと思います。そういった意味でオープンな議論にするということでYouTube公開ということになっているのだと思います。なるほどと思いました。そんな環境の中で本日この日本並びに世界の市民、シチズンといってもいいかもしれませんが、みんなに、人類が享受できるようなそういった価値を生み出すというムーンショットにつきまして、**Human Well-being** が実現されるということを祈りまして、冒頭の私からの御挨拶とさせていただきます。ありがとうございました。

○河合参事官 大野副大臣、ありがとうございました。

それでは、今後の進行は座長の大野副大臣をお願いいたします。

○大野座長 それでは、これから私から進行をさせていただきたいと思っております。まずは、この会議の進め方についてお諮りをしたいと思っております。これについては事務局から御説明をさせていただきたいと思っております。

○河合参事官 (資料1に基づき説明)

それでは、私の方からムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議の進め方等についてお話をさせていただきます。

まず初めに、本ムーンショット型研究開発制度でございますが、現在9つの目標が設定されております。予算額としては、令和3年度補正予算を加え、2,000億円を超える予算規模となっております。この戦略推進会議でございますが、このムーンショット型研究開発制度を運営する四つの法人、それから多数の関係府省がばらばらに縦割りにやっていると、制度としての本領が発揮できないということで、全て横串を通す形で一堂に会した会議となっております。また、御参集いただく方としてはベンチャーをはじめとする産業界がきちんとこのムーンショットの成果を受け止めるといったことを意識し、幅広い分野の有識者の皆様に御参加をいただいているところです。

本会議の進め方ですが、2021年度については2回の会議、第4回、第5回を予定しております。まず、オレンジの枠で書かれておりますとおり、既に研究が開始しております既存目標の1から7について、研究開始後1年から1年半の成果、そして自己評価を御報告し、皆様からの御意見を頂戴したく思います。

それから、これは主に第5回、次回の会議になりますが、新目標8・9が昨年秋に設定されました。こちらについてはプロジェクトマネージャーの公募が終わり、審査の結果がほぼ整いましたので、それを踏まえたポートフォリオについて御審議をいただくこととなっております。

今後の予定でございますけれども、このムーンショット型研究開発制度というのは毎年自己評価を行い、そして3年目と5年目に外部評価、ステージゲートが控えております。5年目を超えて10年間まで研究が継続されるとなった場合には、8年目、10年目に外部評価がございます。この外部評価のタイミングにつきましては、法人ごとに少しずつ異なっております。JSTとAMEDについては令和5年度に外部評価を行います。そしてNEDO、BRAINについてはもう早速でございますが、令和4年度にステージゲートが控えておりますので、この先そういったこともこの戦略推進会議で審議が行われていく予定となっております。

私からの説明は以上となります。

○大野座長 ありがとうございます。

それでは、ただいまの会議の進め方について御質問がある方は、挙手ボタンでお願いしたいと思います。

(質問等は無し)

それでは、次の項目に移らせていただきたいと思います。

続きまして本日の本題でありますところの、目標1から6につきまして、自己評価結果について各法人から御報告をいただきたいと思います。都合上、JST、NEDO、BRAINの順番で御報告をいただきたいと思います。目標でいえば3、6と1、2と4、5という順番に進めさせていただきたいと思います。

それでは、最初にJSTさん、よろしくお願ひしたいと思います。

○中島部長（JST） ありがとうございます。JST挑戦的研究開発プログラム部の中島です。よろしくお願ひいたします。

それでは、早速ですが、目標3の概要、進捗、今後の方向性について、プログラムディレクターの福田先生から御説明いただきます。福田先生、よろしくお願ひいたします。

○福田PD（資料2-1に基づき説明）

プログラムディレクターの福田です。目標3について発表させていただきます。

ムーンショット目標3では、2050年までにAIとロボット共進化により、自ら学習・行動し、人と共生するロボットを実現するというを目的としております。

ターゲット①では、2050年までに人が違和感を持たない、人と同等以上の身体能力を持ち、人生に寄り添い一緒に成長するAIロボットを開発するというを掲げます。

ターゲット②では、2050年までに自然科学の領域において、自動的に科学的原理・解法を発見することを目標としております。

ターゲット③では、2050年までに難しい環境下で自律的に判断し、自ら活動、成長するAIロボットを目標にします。

この絵でいいますと、例えばこういうふうにならなからずと成長すると同時に、人生に寄り添うような形でロボットができて、**from the cradle to the grave**ということで、ゆりかごから墓場まで、こういうことができたら非常にいい、人生に寄り添うロボットということを考えています。こういうパートナーロボットです。

それから、もう一つはコエボリューションということで、ロボットが人と一緒に成長しながら学習し、知識を得ながら、難環境の場所や、あるいは月、あるいは極限環境でいろいろ作業する、さらに科学的発見をする、そういうことができればいいなということを目指してロボットの研究開発をやってまいりました。

解決すべき社会課題としましては、この少子高齢化から資源枯渇まで6個ありますが、各

ターゲットでいいますと、ターゲット①の人生に寄り添って一緒に成長するA Iロボットというのは、特にこの少子高齢化と孤独社会をターゲットに。ターゲット②の自動的に科学的原理・解法の発見するA Iロボットというのは、特に産業と技術革新（科学技術の発展）と考えています。これにより新しい物質、新しい方法を発見する、そういうことを考えています。ターゲット③では、自律的に判断し、自ら活動し成長するA Iロボットの開発で、地球温暖化あるいは資源枯渇（宇宙開発）、そこをターゲットとして社会課題を考えております。

このために四つの課題を選ばせていただきました。早稲田大学の菅野先生や、東京大学の永谷先生、原田先生、それから東北大学の平田先生をお願いいたしました。この4人の方々のどういうふうな位置付けであるかということで、A Iロボットの共進化、人とロボット共生ポートフォリオについて説明させていただきます。

この図でいいますと、左側がロボットを主体とした研究であり、右側がA I研究が主体となります。この縦軸の上の方は人に寄り添い成長するための研究開発ということで、賢く人と相互作用することを考えて、こちらの方の軸は自律的に判断し、成長するための研究開発ということで、自律的にオートノミーを考えております。ターゲットの①の菅野先生は、ロボットのこの辺り中心に位置し、永谷PMのインフラストラクチャーの協働A Iロボットはオートノミーのこちらの方にシフトしており、それから、平田PMの適応自在A Iロボットというのはこちらの方に賢くインタラクションする方に（位置しています）。これを全体をまとめるような形でA Iということで、原田PMのサイエンス開拓ということがここに位置しております。

まず、それぞれについて簡単に説明させていただきます。この菅野PMの一人に一台一生寄り添うスマートロボット、一台であります。この一台が目指すロボットは、複数の家事を行ったり、人に優しく接触して介護を行うなど、人に寄り添うロボットを作ること、一人一台で何でもできる、汎用的に実行する人間協調A Iロボットを考えています。調理とか、一台でもできるということで、自動化を達成することを考えて、拭き掃除、例えばこのようにやる。看護、こちらの方でやる。こういうような柔軟な身体制御の試作は完了しております。特にこれは世界で初めてロボットは超音波センサを用いて、心臓検査をしているということでもあります。

次は、永谷PMの方では、これはインフラ構築を革新する協働A Iロボットでありまして、月面とか被災現場を含む難環境において想定と異なる状況に対して臨機応変に作業することが可能な協働A Iロボットを考えています。一般に、バウンダリオープンなものですから、

どうなっているかよく分からない、それを把握するために環境認識センサポットの研究開発や、その間のデータを解釈し、未知環境を理解し、地盤変動予測を検討する、これはAI技術ですが、そのためのデータ取得のためのこういうふうなセンサポットを作ったり、減災のために地震などでできた自然ダム、特にこれは河道閉塞と考えていますが、それを防ぐためにこの水を排水するための自律排水ロボット、こういうふうにくっつと入ります、こういう試作しております。また、月面調査AIロボットはこのような形で今まで作ってまいりました。

人とAIロボットの共進化によるサイエンス開拓につきましては、いろんな文献とかいろんなところの知識から仮説を立てて、自ら装置などを再構築、作って実験し、得られたデータから再度仮説を立てて、その仮説の空間をどんどん小さくして、どんどん縮めていくという一連のループを自律的に実行し、科学原理・解法を発見するAIロボットを開発しております。

成果としては、サイエンス実験を自律的に行うためにプラットフォームを新規にこのように開発いたしました。こういう熟練科学者でも困難な実験タスクを実施、自律化のための技能データ収集ができるようなことを考えております。ここが人間だけではできなかったサイエンス実験を可能とするための高精度センサを統合したマイクロツールもこのように作ってまいりました。

次に、これは平田PMの方ですが、活力ある社会を創る適応自在AIロボット群がありますが、ここは支援が必要な人の身体補助、人のモチベーションを推論して支援を行うAIロボット、ここは形態が変化する適応自在AIロボットであります。個人のニーズを把握し、身体支援を行うため、ユーザーの動作から注意の変化や動作予測を行うための筋骨格運動シミュレータをここで作りましてやりました。また、形態が変化する適応自在AIロボットということで、Nimbus Holderをこのように作りました。Nimbusというのは、孫悟空の筋斗雲のようなもので、必要とするときにそこに出てくるということで、そのNimbusという名前を付けまして、Nimbus Holder、Nimbus Wear、Nimbus Limb、足です、サポートする、そういうものをどんどん作っております。どんどんそういうふうにして画期的な研究開発を行っております。

今後の方向性としまして、AI研究の強化、これから重要になってきます。現状では各プロジェクトで要素技術がどんどん進んでおりまして、いろんな成果が先ほど述べましたように生まれつつあります。一方、ムーンショット目標達成に向けて、現在各プロジェクトで実

施されているA I 研究に加えて、より新しい視点での技術開発、プロジェクトの目標、課題について見直しが必要というふうに考えております。特に、今まではロボットをいかにして賢くするかということがありますが、もう一つは、ロボットから人へのフィードバックをするということも必要であろうということで、そのA I 技術が重要だということで考えております。

また、方針としては、プロジェクト横断的な意見交換会を通じまして、A I 研究者の連携・協調による相乗効果を生み出して、各プロジェクトのA I 研究を強化しようということを考えております。それに加えて、各プロジェクトの横断的なA I 研究にも着目し、目標全体の底上げを図ろうとしております。

次に、難環境の場の拡張ということで、現状では難環境の場として自然災害（河道閉塞）におき、要素技術の研究開発が現在進行中であります。また、2024年のアルテミス計画が2026年以降に延期されたので、2024年に予定した着陸パッドだけでなく、もっとインフラストラクチャーまで2026年以降のということで、当該目標の研究成果の活用機会が拡大しております。そういう意味で月面という極限環境において、効率的に拠点、居住モジュール、通信・エネルギー供給などのインフラ、食料生産工場などを構築できる革新的なA I ロボット技術の研究開発にもこれから着工することが重要だということで公募が始まっております。

特に私の方では、若手の研究者が、これはもっと活力をもって、研究開発にチャレンジしていくようなということで育成するということをまず1つ考えております。それから、産業界へのロボットのスピノフ、これはスピノアウトするようないろいろな要素技術をどんどん外へ出していこうということを考えています。さらに、E L S I ということで、いろいろなせっかく作ったロボットが使われないと非常に困りますので、使われるように、前もってそういうE L S I の観点からいろいろやっています。また、このムーンショット型研究開発制度が更にいろいろ皆さんに認知されるようにいろいろなところで国内外の会議等いろいろなところでパブリシティをしております。

また、せっかくできたこのデータが使われないといけないということで、キープして、データポートをいろいろ作ろうとしております。それから、日本からのこういうロボット技術を国際的にするためにもスタンダード、標準化ということで、ロボットのオペレーションシステム、ROS 2 0 5 0 を作ろうということをしております。

以上であります。よろしく申し上げます。

○中島部長（JST） 福田先生、ありがとうございました。

それでは、JSTとしての自己評価を報告いたします。ムーンショットの運用評価指針にありますプログラムの評価の項目に沿って評価をしておりますが、1枚目に総括しておりますので、こちらで御説明いたします。

目標3の総合評価としては、マイルストーンの達成あるいは達成への貢献に対して一定の進捗が見られるが、見通しが定かではない。そのために、プログラム運営の改善に向け新たな手段、工夫が必要と判断されると評価いたしました。

評価のポイント、今後の留意点を黄色ハイライトしておりますので、そこを中心に御紹介します。

福田PDから説明ありましたとおり、四つのプロジェクトは作り込みのときに作成したシナリオ、マイルストーンに従って研究開発体制の構築、研究開発設備の導入、要素技術開発などへ着手、実施しております。今年度のマイルストーンについてはおおむね達成しております。プログラム1年目として必要な基本的なポートフォリオの整備も行えていると考えております。ただし、先ほど福田PDの御説明にもありましたが、プロジェクトの一部に関しては研究開発体制の強化、見直しなどの加速が必要と考えております。こちらに関しての対応が必要でございます。

具体的には、目標全体としてAI技術の研究体制が弱いと考えています。こちらについては今後の方向性に説明がありましたが、まずプロジェクトを横断するAI分科会を設け、プロジェクトにいらっしゃいますAI研究者の連携、協調を図るなど既に対策が講じられています。加えて、新しい気づきを促すAI、あるいは新しい科学的発見を行うための仮説推論するAIなどを新たにPMとして加える計画でありまして、これにより今後AI研究の底上げがされると考えております。

また、全体としては5か年の研究計画を立てておりますが、研究の進捗によって柔軟な運用を行いながら進めることが重要であると考えております。この点留意して福田PDとプログラムを運営していきたいと思っております。

続きまして、目標6の概要、進捗、今後の方向性について、PDの北川先生から御説明いただきたいと思います。北川先生、お願いいたします。

○北川PD よろしく願いいたします。それでは、始めさせていただきます。

(資料2-2に基づき説明)

目標6、2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータ実現について報告させていただきます。

まず、目指す社会像といたしましては、スパコンをはるかに超える能力を持つ本格的な量子コンピュータ、誤りのない、誤り耐性型汎用量子コンピュータを目指しています。それによって、例えば光合成であるとか窒素固定であるとか、そのようなものが解明されます。持続可能な社会が実現すると考えております。

簡単にここの部分だけ説明しますと、例えば窒素固定といいますのは、非常にたくさんのエネルギーを使って今現在人類の2%前後のエネルギーを費やして工業的に行っておりますが、これを菌の生物的なものに置き換えますとほとんどエネルギーを食わない。あるいは光合成にいたしましても、二酸化炭素を吸収して地球温暖化の解決につながるということで、脱炭素というのが非常にムーンショット始まってから更に大きくなりましたけれども、それに貢献することがまず科学的にあります。そのほかにももちろん創薬であるとか室温超伝導材料であるとか、あるいは金融やセキュリティなど様々なことにこの誤り耐性型量子コンピュータというのは非常に寄与いたしまして、持続可能で安全で豊かな社会というのを実現すると期待しています。

この7つのプロジェクト採択いたしまして、ハードウェア、超伝導、イオントラップ、光量子、シリコン量子ドット、この四つのハードウェアと、二つの通信ネットワーク、いわゆる横串としてのプロジェクト、そしてさらに横串として1つの理論・ソフトウェアプロジェクト、この7つを採択いたしまして、非常に有機的に結合して研究開発を進めてまいりました。

簡単にそれぞれの成果について説明いたします。

まず、この超伝導方式では、非常に集積化するというので、量子ビットを作るところからこれを集積化して制御して、さらに全体を極低温に収めるというその部分まで含めて、総合的にやっております、高集積化と制御を可能とするための要素技術の開発が進展しております。

イオントラップ方式につきましては、このグループというのは、イオンというのはせいぜい100個ぐらいしかうまく精密には並べられないのですが、それを更にたくさん光でつなぐということにかけては世界トップレベルの研究成果がありまして、それを生かしたイオントラップの作製と性能検証を行い、誤り耐性符号実装のための研究開発に着手したところで

ございます。

光量子方式といいますのは、東大の古澤教授が独自に提案していた方式ですが、今回光ファイバーデバイスを用いることによって非常にコンパクトで安定なシステムを組むことができまして、量子的な揺らぎが通常の4分の1以下に圧縮されたような量子的な光を作ること成功しております。ここで実機開発に向けて大きく前進しております。このプレスリリースも行っております。

半導体のシリコン量子ドット方式というのは、一つ一つの量子ビットが非常に小さいために、集積化ということが非常に期待されております。ただし、量子ビットを増やすことが非常に難しかったのですが、このたび、昨年この理化学研究所のグループが3量子ビットというのを世界で初めてユニバーサルに制御できるということを実証いたしました。さらに、今年に入りまして、誤り耐性を実現するためには一つ一つの量子ビットや演算が誤りが少ない必要があるのですが、その閾値を達成する2ビットの高忠実度の演算というのを実証しました。これは世界でオランダとオーストラリアと日本がほぼ同時に達成してネイチャーに載った成果でございます。

量子通信ネットワークの1つ、横浜国大の小坂先生のプロジェクトですけれども、ここでは超伝導量子ビットと通信用フォトンをつなぐという仕事をやっていますが、そのこちら側、右半分のダイヤモンドNVセンターといわれるものとこの通信波長帯のフォトンの非常に強固な量子もつれを生成することに成功いたしまして、量子インターネットへつながる成果だと考えております。これもプレスリリースを行っております。

通信ネットワークの二つ目ですが、このプロジェクトは対照的に原子や半導体、超伝導、全て光でつないでしまおうと、そういうプロジェクトでありまして、ここでは光の検出というのが非常に重要になるのですが、フォトンを検出するシステムをNICTで研究開発したものを浜松フォトニクスに移管しまして、このような多チャンネルなフォトン検出器というものを開発しております。ということで、この基礎原理の実証やシステム検証のための立ち上げが進捗しております。

最後に、理論のグループですが、誤り耐性理論です。この誤り耐性型量子コンピュータは非常に複雑なシステムでございまして、現在のスパコンよりも更に複雑、大規模なシステムになりますが、その設計指針を与えるようにガイディング・プリンシプルを与えるようなクロスレイヤー協調設計モデル構築を目指しております。その一番基本的な超伝導量子コンピュータ、一番基本的なモデルというのを作っております。このような研究を軌道に乗せた

ところでございます。

今後の方向性ですけれども、現在の世界の量子コンピュータ開発状況ですが、我々が取り組んだ四つの方式以外に、最近は中性原子を二次元的に並べるというものが非常に進展してまいりまして、まだアナログ量子シミュレータとしてではありますが、例えばヨーロッパやアメリカなどでベンチャー企業が出るまでになっています。

さらに、このムーンショットが始まった頃から、主要各国のこの分野への政府研究開発投資というのが非常に盛んになっておりまして、5年で1,000億円超えるような投資が各主要国でなされているという状況でございます。

もちろん、民間の研究開発投資も盛んでありまして、グーグルとかIBMがやっている誤りがあるような量子コンピュータですけれども、そのムーンショット開始当時は大体50量子ビット程度だったものが、最近IBMが127量子ビット、このベンチャー企業のRigettiが80量子ビットというものを作りまして、倍々で増えていっているという状況でございます。我々が目指しているのはこれよりもはるか上にある誤り耐性型量子コンピュータというところで、多数の量子ビットを集積化して誤り訂正を行い、その誤りをある閾値より小さくすると、そういうことが必要でございます。

このような状況で世界に伍してこの分野で勝っていくために、これから我々が割と中小規模の量子コンピュータを量子通信ネットワークでつないで分散量子コンピュータを実現して、その上で誤り耐性を実現するというこういうスキームでやってまいりましたが、この中で特にたくさんの量子ビット取りあえずたくさん作って、しかも誤り訂正と相性がいいような量子ビットを作るということで、新たに先ほどの原子等を含みまして新たな固体・原子の量子ビットをどんどん増やせるスケーラブルな系というのを公募して、新たに開始いたします。

さらに、量子ハードウェアで誤り訂正を行う、基本的に何か測定をするということなのですが、その測定した結果からどういう誤りが起こったかというのを分析するエラーシンドロームの解析というものが必要ですが、これは古典的な情報処理システムです。非常に高速で大規模の情報処理システムが必要ですし、その誤り訂正システムというのをハードウェアと同時に、同時並行して研究するということが必要だと考えておりまして、この部分を新たにプロジェクトとして公募します。

さらに、例えば100台、1,000台の小中規模の量子コンピュータを非常に効率良く量子的につなぐというのは大規模な量子通信ネットワークが必要でありまして、そのような大規模量子通信ネットワークも研究開発を公募します。このような3カテゴリー、四つの公

募を行いまして、我々の研究開発を更に強化していくとごさいます。

ちよつと早かつたですが、J S Tの方に移らせていただいて、質問があれば後でお答えしたいと思ひます。

○中島部長（J S T） 北川先生、ありがとうございます。

目標6の総合評価としましては、マイルストーンの達成あるいは達成への貢献がある程度見込まれ、成果が得られているという評価をいたしました。

北川PDから御説明ありましたとおり、7つのプロジェクトではほぼオールジャパンに近い研究組織を作り、プログラム1年目として必要な基本的なポートフォリオの整備ができていると考えております。既に数件の注目すべき成果が上がっており、今後一段と研究の進展が期待できると考えております。

個別のプロジェクトが独立して進められているのではなくて、プログラム内の相互の啓発、協力を推進することに配慮した研究推進体制が作られており、PDによるプログラムマネジメントが効いていると考えております。

さらに、先ほど御説明ありましたとおり、既存プロジェクトの推進の加速と更なる取組の強化が計画されています。この取組を大規模なマスタープランの枠組みの中でしっかりと位置付けて、若手育成にも力を入れつつ進めていくことを検討いたします。

その他の項目別の評価コメントも幾つか紹介させていただきますと、2-1-aにあります、産業界との連携・橋渡しの状況につきましては、プロジェクトに多くの企業研究者、技術者が既に参加しております。これらの関係者が中核的な役割を果たすことで、強力な産学・官学の連携関係が構築されています。また、現在の協力や連携関係を更に発展させるために、21年9月に量子技術による新産業創出協議会、Q-S T A Rが発足しておりまして、N T Tなど多くの企業との連携を更に強めることが検討されています。

2-2の国際連携についてですが、量子計算の分野は、世界的に競争的な要素が強まっていますが、その反面で研究開発の主要な方向性がまだ固まっていない、そのため当面は広い観点から国際的試行錯誤が必要である。国際的な連携、協力によって進めるべき方向を明らかにすることが必要と考えています。目標6は、PDはもちろん、PMがそのような国際的な啓発と協力の重要性を認識されておりまして、人的なネットワークが既に存在しています。これを活用して国際シンポジウムの開催による情報交換、個別の研究チームによる国際的な研究連携などが進められている状況でございます。

J S Tから以上となります。

○大野座長 ありがとうございます。

それでは、質疑応答に入りたいと思います。約25分ございます、十分な時間があると思いますが、いかがでございましょうか。

○江田委員 すみません、よろしいでしょうか。

○大野座長 どうぞ。江田先生、お願いします。

○江田委員 ありがとうございます。

目標6について、やはり非常に国際競争が激しい部分であります。今のJSTさんのコメントにもうちょっと御説明いただけたらうれしいなと思ったのは、もちろん独自のところは非常にキラリと光る発表がありまして、とても将来に向けてわくわくしているところではありますけれども、同時に国際協調のところ。流れに余り影響されないように独自のものも大切にというコメントが今の評価のところJSTの方からありましたが、その背景というものを少し教えていただきたいと思います。よろしく願いいたします。

○中島部長（JST）

こちらの方はやはり競争と協調両方をバランスよくやっていかないといけないという意味でございまして、また国際的にいろいろと数値目標とかが出ておりますが、それに余り強く左右されずに、独自のアイデアというものを強化して行っていただきたいと思いますという意味でございします。

○江田委員 微妙なバランスだと思います。また引き続きこの辺りをこのような会でも御報告いただけるといいと思います。国内だけで閉じるわけではなく世界をリードするような開発を進めていただきたいと思います。

○大野座長 ありがとうございます。

橋本先生、お願いします。

○橋本委員

両方の御発表に共通していることですが、今、国際競争の話が出ましたけれども、AIロボットも量子コンピュータも、競争が激しいとともに進展もものすごく速いですよね。JSTのレビューの中にもありましたけれども、どんどん進展していくのをどのように織り込んで、どのように計画を発展させていくか、変更していくかということだと思っておりますけれども、そういうことの体制と仕組み、ルールを作っておかないと手遅れになるのではないかという気がいたします。

例えば、量子コンピュータで北川先生からお話がありましたけれども、ここ半年でも、私

が知っている限りものすごく大きな進展があります。その中で、先ほどお話ありましたように、シリコンキュービットの中でも、三つあった論文のうちの一つは日本から出ていて、もう一つも日本人の研究者がオーサーになっているものというので、今は、日本が結構強みを持っています。もともと分かっておられたのかもしれないけれども、そういうものを受けた上で、今後どのように日本として強みを出していくのかという方向性と、何かどどんある意味で変えていかなければならないものがあると思いますが、その辺をどのように考えるのでしょうか。

例えば、先ほどの北川先生の話で、幾つか新たな分野を追加されましたけれども、あれは補正予算が付いたはずなので予算的に増えたのでそういうことできたと思うのですが、どんどん追加していくのでは小さなものがどんどん増えていくということになってしまうだけかも分からない。

逆に言えば、難しいですけども、随分先ですけど、切るところは切ってあるところに集中していくというようなことを、英知を結集して方向性も決めなくてはいけない、そういう体制というのは今できているのでしょうか。

量子もAIロボットも両方そうですが、もともと国のプロジェクトはやっぱり最初に計画を決めるとそこにすごく縛られるというのが一般的ですから、そういうことではなかなか間に合わないのではないかなという気がしますので、そういう見直しの体制、あるいはそういうことを検討する体制というのがしっかりできているのでしょうか。これはJST、それから両方のPDの先生に伺いたいと思います。

○大野座長 中島さんと、両PDの先生、お願いします。

○中島部長（JST） JSTです。ありがとうございます。

まず世界の研究動向、研究レベルの進展に応じて柔軟に研究を進めていかないといけないという点でございますが、こちらおっしゃるとおりでございます。PDとも共有している思いとしましては、プロジェクトの当初掲げていた研究計画に沿って進めるのでは駄目で、進展に応じて柔軟に研究計画を変えてマイルストーンも見直して進めていかないといけないという認識を持っております。

今回、補正予算も付まして目標3、目標6で新たなPMの追加が行われますが、最初に提案をされたプロジェクトをそのまま進めるというのではなくて、作り込みを経てスモールスタートで始められるところはまず速やかに着手をして、その後進展に応じて必要な加速投資をしていくという方向性で考えております。

世界動向につきましては、ベンチマークなどを調べておりました、常にウォッチして注意深く進めていきたいと思っております。

J S Tからは以上となりますが、それでは福田先生からコメントをお願いできますでしょうか。

○福田PD 目標3の福田です。

もともと日本はロボット王国と言われていたのですが、最近はやがてほかの国の追い上げが激しく、いろいろなことをウォッチしております。ロボットというのは幅広いものですから、どこかの国が全て強いというわけではなくて、例えばアメリカの強いところは医療ロボット、ヨーロッパであれば基礎的なところが強いです。日本はどちらかというと、介護とか人とのインタラクションをするところを得意としていまして、産業ロボットはさて置いて、そういうところは非常に強いところでもあります。その強いところをもっと推し進めていこうということを考えて現在このロボットをやっています。

それから、機械学習、あるいはAIというところは非常に進捗が激しいところです。ですからそれをウォッチしながら、更にその先の先に行くような次世代AIということを考えております。

特にロボットとAIがカップリングして相互に学習していくというところは、日本のお家芸で非常に強いところでもあります。そういうことをウォッチしながら、現在、どんどん進めているところでもあります。

したがって、先ほどJ S Tから話がありましたけれども、それに応じていろいろやろうとしていて、今回の公募でも、従来型の人からロボットを賢くするのではなくて、ロボットから人へ持っていくということで、更に賢く、あるいは気付き、アウェアネス、そういう最先端の方向に舵を切っております。以上です。

○北川PD 目標6の北川です。

最初の公募のときは、カテゴリーを三つ設定しておりましたが、完全にオープン公募の状態でした。その頃に日本が研究開始したのは非常にぎりぎりいいタイミングといえますが、このムーンショットで誤り耐性型量子コンピュータに取り組んだというのは非常にいいタイミングでして、もちろんそのときに応募があった中に更にもっとほかの欲しいということがあったのですが、今回の補正ではここを強化すべきというところ、特に前回の会議で橋本先生から御指摘いただいた日本の勝ち筋というのを考えなきゃいけないということで、私としては中小規模の量子コンピュータを大規模にネットワーク化して、通信でつないでやるとい

うところ、そこが非常に重要な部分だと思ひまして、その大規模量子通信ネットワークというのを今回強化することにしました。

それから、今回、例えば理化学研究所の少数量子ビットから増やしていくという方向で、半導体で世界トップレベルの成果が出ているということで、これをもっと本格的にやるべきだということでここも公募することにいたしました。

そして、量子だけではなくて、もっとたくさんの人を巻き込んで古典でできる部分も先回りして同時並行してやるということで大規模誤り訂正装置システムというのを入れました。その勝ち筋を考えながら研究開発を進めていきますが、しかしその物理系はどれが勝つかは世界的にもまだ誰も分からない状態で、それを見極めながら特にこの理論グループの解析によって、どういう物理系が強くなるか、今後伸びるかということ予測できるような状態になれば、科学的な選択として良い方に選択していくということが可能になるというふうに考えております。

○橋本委員 一言だけコメントさせてください。C S T I へのお願いです。A I にしても量子にしても戦略ができていますよね。その大きな戦略の中で、このムーンショットがどういう位置付けになるのかということ整理していただく必要があるのではないかと考えています。

その戦略自身も変えていかないといけないでしょうけれども、産業界との動きもあるし、文科省の量子だったらQ-L E A Pの話もありますよね。どんどん変わっていく中でこのムーンショットが、どのように全体像をマネジメントしていくのか。これはC S T I の役割だと思いますので、是非上山議員よろしくお願ひいたします。

○大野座長 須藤先生、福井先生、続けてお願ひできますでしょうか。

○須藤委員 須藤です。

前の質問と多少ダブるところがあるのですが、国際的なベンチマークというのが少し気になっていて、目標6の場合にはある程度世界に対して今どういう位置付けにあるかという説明がありましたので、およその状況は分かるのですが、特に福田先生のお話の中で、難しいと思うのですが、こういったロボット開発が今世界的に見て、どの辺のレベルにあるのかというのをもう少し詳しく説明していただいた方が分かりやすいかなという気がいたしました。

例えば、難環境というようなところだと、月面とか宇宙の話はもう世界中でももちろんやられていると思いますし、日本国内のベンチャーとかはもう既にいろいろな技術を開発していますので、そういった動きに対して、今やろうとしているところがどういう特徴があつて

どこを伸ばそうとしているのか、あるいは難環境で、今の福島の原子力発電所では、また違ったタイプのロボットがいろいろ投入されていますので、その辺との兼ね合いで今やろうとしていることがどこを特徴として生かそうとしているのかというのを説明していただけるともう少し分かりやすいかなと思いました。

もう一点、短いですが、ロボットとAIのところで、やはり全部のテーマが一つの方向に向かわなきゃいけないと思いますし、先生おっしゃいましたようにその中で特にAIを共通基盤として進めるというのは私も非常にいいことだと思います。是非共通基盤としてのAIを充実させていただけると、この課題、目標全体が一つの方向にまとまるのではないかなという気がしますのでよろしく願いいたします。以上です。

○大野座長 福井先生、お願いします。

○福井委員 初めて出席させていただいておりますので伺います。ムーンショット型研究に携わっている先生方のエフォートには何か決まりがあるのでしょうか。非常に僅かな時間だけこの研究に費やされている先生から、100%の時間を費やしている先生までおられるのか、何かそここのところは決まりがあるのか、聞かせていただければ。

二つ目は、コメントです。AIロボットの創造的共進化によるサイエンス開拓というのは非常に興味があり、ノーベル賞が取れるような斬新なAIの開発を願っていますが、この部分については少し進展が遅いような印象を受けました。これはAI技術の研究体制について、少しハードルが高かったということなんでしょうか。

○大野座長 先に福井先生のコメントについて、福田先生にお願いしたいと思います。

○福田PD サイエンス開拓の方では現在例えばイギリスとか、あるいはアメリカのIBMも含めまして、いろいろなところでロボットとAIができていろいろやっています。どちらかというとこれはラボオートメーションという形で行うことが非常に多いです。

ラボオートメーションというのはいろいろなことをAIでやったものを実際にロボットに実行させてこう見る。それで回数をいかに少なくするかということをやっております。こちらが狙っているのは更にもっと先のことを狙ってまして、ロボットそのものをどういうふうにコンフィグレーションするかということも考えています。

AIとロボットがお互いに共同しながらやるということでもいろいろやっています、こちらの方は探索空間を更にもっともっと積極的に少なくする、ロボットによってデータを取ってきて、そのデータによってその探索空間、潜在空間を更にもっと少なくしてやるということを考えております。

そういう意味では、現在先生がおっしゃられた、サイエンス開拓、初めに少し後れを取ったのですが、今はかなりロボット自身がリコンフィグレーションして、その実験に適したようなものを作り出すというようなことをやっているもので、こちらの方がAIだけでなく、ロボットも含めた一つの統合協働システム、AIロボットシステムになっていると思っております。それを更にもっともっと進めたいと思っております。

○大野座長 私も、例えばボストン・ダイナミクスみたいな映像を見ると、あれに比べてどうなのか、などと実は正直よく分からないところがあったのですが、こういうベンチマークの設定とかはどうなのでしょうかね。

○福田PD 私はボストン・ダイナミクスのマーク・レイバートさんと仲良しなのでよく知っているのですが、先生も言われたようにロボットは単体あるいは複数で動いているのですが、あの辺り人は入らないですね。人と賢く相互作用するところは実は入っておりません。確かにジャンプしたり逆立ちしたり、派手な動きをしておりますけれども、ロボットと人が共同して、賢く相互作用するというところは実は入っていないのですよね。

○大野座長 要するにそういったものを分かりやすくするような仕組みというのが今のところロボットの世界ではないということなのでしょうけれども、もうちょっとそういったところも分かりやすくするという方向があるのかないのか、ということなのだと思います。これはどちらかという、中島さんにお答えをいただくことになるのかもしれませんが。

○中島部長（JST） JSTの中島です。ありがとうございます。おっしゃるとおり、今ムーンショットに取り組んでいる技術がどれくらい進んでいるか世界の類似の技術と比してどのようなところにあるかということを知りやすくお示しすることが必要であるという認識はしております。

例えば、目標3の自己評価の一番最後のところにも、目標を具体的に分かりやすく国民に示せるように今後も意識して推進することが必要であると書いてありますが、正に今先生方がおっしゃっている御指摘と同じだと思っておりますので、ここを分かりやすく、今どこにあるかということをお示しできるようにしていきたいと思っております。ありがとうございます。

○大野座長 ありがとうございます。

それから、福井先生から、人材についてのアレンジメントの話がございました。これについてはCSTI事務局からお願いします。

○河合参事官 内閣府河合でございます。

エフォートについて私の方から御回答させていただきます。現在、ムーンショット型研究

開発制度におきましては、プロジェクトマネージャーのエフォート率に関する規定はございません。実はこのムーンショットの一つ前の事業である I m P A C T まではエフォート率についての定めがありましたが、これが逆に優秀な人材を集めることに対する阻害要因になっているということで、C S T I 議員から御指摘がありまして、エフォート率に関する規定は撤廃しているところでございます。

ただし、プロジェクトマネージャーを公募するときには、この研究に対してどれぐらいのエフォートを割けるのかは当然審査することになりまして、余りにもエフォート率が低い場合というのは、それも考慮してプロジェクトマネージャーを選定しております。以上でございます。

○大野座長 ありがとうございます。ほかにございませんでしょうか。

私から1点、これは中島さんをお願いしたいのですが、外部資金の調達に関してです。私、このムーンショットということを実現するに当たって、二つの基軸を持っているのですが、一つはやっぱり社会実装をちゃんと当初からにらむ。すなわち T R L が幾ら低かったとしても、基礎研究であろうが、このムーンショットの目的に鑑みると、当初からその社会実装をにらんで産業政策戦略も描いて意識してやっていくというのは必要だと思うのです。そんな中で、資金調達だけではないのですが、外部、産業界との関係、もちろんお示しいただいてますけれども、特にそのスポットを当てる、外部民間資金が一つ。

それから、国際連携の話が出ていますけれども、国際連携もいろいろな文脈、これは福田先生がおっしゃった標準化の話とか、そういった先ほどのベンチマークや人材という問題について、どんなアレンジメントが行われているのかお知らせいただければ有り難いと思います。

○中島部長（J S T） ありがとうございます。

社会実装に向けた企業との関わりについてですが、プロジェクトに企業が参加するという意味合いでは、J S T から研究費を企業にも提供して一緒にプロジェクトをやっていくというのがまずございますが、それだけでは駄目で自己資金でというところ、資金調達という意味では、今、企業がインカインドで持ち出しを持ってプロジェクトに入ってきたりしているという、そこも資金の調達の一つではあると思います。

これが発展していきますとより具体的な社会実装に向けてプロジェクトがスピンアウト、スピンオフというのも、今後始まると思います。

各目標で企業との関わり方、連携の仕方はいろいろあるとは思いますが、例えば目標3で

は、ロボットOSというROSというもの、国際標準を取り、そこを基軸に企業との協力というのを進めていこうとされているというふうに認識しております。

また、量子についてはQ-S T A Rとの連携などを起爆剤にして企業との共同開発というのが進んでいくものと思っております。国際的な連携については副大臣おっしゃるとおりいろいろなところがありまして、人材の交流というのもかなり大きいところだと思います。ここはPDの皆様にも御意見をいただきたいですが、ここ何年かコロナで先生方が思うような国際交流、頭脳循環ができていないというのが非常にもどかしいところだと思いますが、早くこの状況が解消されますと優秀な研究者を日本に呼び込む、あるいは日本の学生さんを海外の研究者の方に送り込んで一緒に共同研究をする、新しいネットワークを作ることがどんどん加速されていかないといけないかなと思っております。J S Tからは以上でございます。

○大野座長 ありがとうございます。

もう一点だけ、先ほど橋本先生の御質問に対して福田先生から、状況をよくウォッチしていくという話がありました。ウォッチってすごく重要だと思うのですが、ある種インテリジェンス機能、つまりこの研究はどこに向かっているのか、何が強みなどで何が弱みなのか、この成果がどういう状況なのか、他社企業がどうなってどういう動向があるのか。こういう仕組みをしっかりとビルトインしていくということは重要だと思うのですが、これについても、もし中島さん御知見があれば。

○中島部長（J S T） J S Tでベンチマーク、技術動向を外部のコンサルなども使って、調査をして進めているというところが一つございます。また文献からも、動向をウォッチするということも取り組んでおります。ホットペーパーとかで関連分野の中で急に論文のサイテーションが上がってきているものとか、そういうものがどういうものかというのも見ているところでございます。

あとは、やはり研究者同士のインテリジェンスというのがありましてそこは、例えば福田PDがIEEEの会長であるというネットワークの中でアンテナを張っておられる。あるいは北川先生が研究者のネットワークの中で情報を仕入れておられるというところがございます。これらを総合的に行うというのをウォッチするということになるかと思っております。

○大野座長 ありがとうございます。ちょうど時間になりましたので、目標3、6についての御報告は以上とさせていただきます。

続きまして、目標1、2に移りたいと思います。

引き続き J S T さん、よろしくお願いします。

○中島部長（J S T） 引き続き J S T です。それでは目標 1 の概要、進捗、今後の方向性について、プログラムディレクターの萩田先生から御説明いただきたいと思います。

萩田先生よろしくお願いします。

○萩田 P D では、始めさせていただきます。（資料 2 - 3 に基づき説明）

目標 1、2050 年までに、人が身体の空間、時間の制約から解放された社会を実現ということについて進捗を報告させていただきます。

まず目指す社会像でございますが、ムーンショット型研究開発制度において目標 1 はこの社会、環境、経済の中の社会に対応しております。急進的イノベーションで少子高齢化時代を切り拓くという意味で、課題としては少子高齢化、労働人口減少に対すること、人生 100 年時代、一億総活躍社会等について今の目標 1 を達成しようというものでございます。

2050 年の社会像としては、我が国の少子高齢化が進んでも人間の能力を拡張する技術革新によって生産性を向上し、労働力不足の問題を解決し、誰もが 2050 年に安全・安心にクリエイティブな仕事や社会活動に参加して生きていける社会を実現したいと思います。

ただし、地球環境の変化や世界の人口が 100 億人に増えることも考慮して、能力拡張が災害や感染症に強靱な生産性維持をすることにも役立ち、安全・安心な日常生活を維持することにも役立ち、生産性の効率だけで生まれる物質的な豊かさだけでなく、余暇や非効率などの精神的な豊かさ、ゆとりとのバランスを保つことにも役立つ社会を実現したいと思っております。

この実現したいという内容を実現するためのプログラム構成として、今現在 3 人の P M を採用しております。

石黒 P M には、空間時間の制約からの解放を目指すということで、ホスピタリティとモラルある対話行動 C A（C A: サイバネティック・アバター）というものを実現しようと思っております。

南澤 P M には、身体の制約からの解放を目指すということで、複数の人がいろいろな技能を出し合って合体して動く C A を作って、それぞれの人が新しい体験共有ができる。

それで 3 番目、3 人目ですが、金井 P M には、この石黒 P M、南澤 P M が開発する C A でも、体が不自由であるとか重度の障害を抱えている寝たきりの方ですとか、この C A を使えないときに、頭で思い浮かべたものをそのまま C A で動かすという脳の制約からの解放を目指した Trusted B M I (B M I: ブレインマシンインターフェース)の C A を開発してもらってお

ります。

ポートフォリオ的には横軸にサイバネティック・アバターの進歩を書いております、25年までには、今説明いたしましたそれぞれの異なるCAを開発していただいて、25年以降、30年に向けてはそれらを組み合わせてみんなが協力して大規模な遠隔互助を実現し、2050年までには更に複雑なタスクについても、大規模な遠隔互助ができるということを目指しております。

それに伴いまして、最初のステージゲートでは、就労、保育、教育環境を生む分野をまず使えるものを出して行って、25年に日常生活においても、また教育分野、保育、医療の分野でも役に立つものを作り、2030年頃には災害とか感染症の対応として、遠隔から皆で互助するというようなものを実現し、利用分野と利用者を拡大するというポートフォリオを考えております。

それを実現するために、基本的に4層のマネジメントというのを何度か説明させていただきました。第1層のアプリケーションは、先ほどから議論がありますような様々な業種、分野を巻き込むような実証実験で、具体的にはコンソーシアムを使って、いろいろな業種の方がこれをどういうふうにするのか、どういう意味があるのかということは今、1年目から実験を始めております。

それによって第2層では、様々な種類のCAが今後市場に出てくると思うので、そのようなサイバネティック・アバターがいろいろな特定のものしか動かないのではなくて、相互接続できるような仕組みとか数を増やしても動くようなプラットフォームをしっかり作っていくんだというような、それを国際標準化で推進して国際的に使えるものにするという活動をしております。

第3層ではそれぞれのCAを作るための基本的なコア技術というものを開発しております。ここまでは技術開発なのですが、その技術だけを作ってCAを作ればいいというだけでと、利用者のことをあまり考えていないと思いますので、利用者目線の視点から我々はCAを開発したいと思っていますので、利用者の心や身体に及ぼす影響を科学することや、あとはELSIとプラス経済的な問題までも一緒に考えるという第4層の基礎研究ELSE課題というのを追加しております。常にこの4層を見ながらPDとPMが次の一手を考えているというのが現状でございます。

まず石黒PMにつきましては、時間空間の制約からは、一昨年12月から開始したプロジェクトですけれども昨年の2月からいろいろなところで実際に実験をしております、保

育園ですとか、アミューズメントパーク、小売りですとか、こういうところでもう既に実験を始めております。

それによりまして8月には社会実装に向けてアバター共生社会企業コンソーシアムというのを作りまして、同時に先ほど申しましたE L S Eに関するようなアバター共生社会倫理コンソーシアムを立ち上げております。

石黒PM自らもA V I T Aという会社を立ち上げて社会実装をしっかりとやるんだという体制を組んでおります。

論文につきましても1年目ではございますけれども、徐々に着実な成果が出始めております。

今の状態はアバターを1台で1人が遠隔するのは世の中にあるのですが、複数体を動かすということで、もう既にアバター6体を4人で手分けしながら動かす実験ですとか、小売りではアバターを1人で5体動かすという複数制御の実験を既に始めておりますが、75%の利用客がサービスに満足していたり、80%以上の方が再利用意向を表明したりするという、最初の立ち上げとしては良い成果が出つつあります。

2番目の南澤PMにつきましては身体の制約を解放するというので、これはCAが接客する分身ロボットカフェDAWNというものを常設実験室で昨年6月に開設しておりますが、現状は障害者の方がパイロットとして60名が実験に参加しております、今のところ1人でCA1体を動かしている。ところが動かしているうちに複数体動かしてみたいということから障害者の方から要求がございまして、22年度の第1四半期でもう複数体を動かすような実験もこれはやる気との関係なのですが、そういう実験も始めております。

また、第3クォーターになりますと、複数の障害者の方が連携して、それぞれの方が操作するCAではできない、合体したもので何ができるかということも実験を始めております。同様に南澤さんのところもコンソーシアムを立ち上げて、報告書を出した時点では18ですけども、今はもう27ぐらいまでに増えております。

あとE L S Eについても、やはりサイバネティック・アバター研究会を設立して、倫理的なところをしっかりと押さえていこうということをやっております。

金井さんの方は、脳の制約からの解放を目指すということで先ほどベンチマークの話がございましたけれども、BMIそのもののベンチマーク的なのがあるのですが、やはりいろいろな種類のBMIの横断的なベンチマークというのがないので、しっかりと横断的なデータを同じ被験者の方から取って、そこを金井PMが一番得意とするAIの統合技術で、このリ

サーチスタジオを使って、世の中のBMIがもし製品になったときに、利用ガイドブックをどうやって作るかということでIEEEのInternational Brain Initiative Neuroethic Workshopなどへの参加を今進めております。

とにかくスタジオでこういうデータを取れるところを作ったというのが今一番新しいところかと思えます。

今後の方向でございますが、世界の情勢の変化、人の多様な価値観、社会需要に応じて、柔軟に目標全体の価値を高めて新たな強化策を図りながら、ポートフォリオマネジメントを柔軟に実施していきたいと思えます。

その中で今回新規のPMとして二つ追加をお願いしたいと思えます。

1番目は、体内の中の複数の体内CAを操作して見守られる日常生活の変革を行うための体内CAを研究開発するというものでございます。

2番目はPMの中で、これは2050年の社会像から解決すべき研究課題を研究開発プログラムで計画しまして、3人のPMの研究課題に共通する横断的技術課題、横断的制度課題、これを横串で目利きして解決する安全で安心感と信頼性を確保して社会受容性を高める社会受容基盤というものを構築していく部隊を作りたいと思えます。

もう一つ、既存のPM、これは金井PMですが、頭の中で言葉や行動を思い浮かべる直感的にCAを操作することを目指しておりますが、高精度で期待できる侵襲型BMIは、手術が必要であるということと、ALS学会の中でも4割の方はこの手術をしてもいいよという方がいらっしやいますけれども、6割の方はやっぱり手術が要らない方がいいということがありますので、今最先端の技術として、新たに手術の要らない安心な低侵襲BMIの研究開発もここで着手させていただきたいなと思っております。

以上で私の発表を終わります。

○中島部長（JST） 萩田先生ありがとうございました。

目標1の総合評価としましては、マイルストーンの達成、あるいは達成の貢献がある程度見込まれ、成果が得られていると評価いたしました。萩田PDから御説明がありましたとおり3人のPMとの作り込み、頻度高い議論を経て、プログラム1年目としては必要な基本的なポートフォリオの整備が行われています。

研究開発面では、当年度目標としていた成果をほぼ達成されたとともに、社会実装や実証試験のコンソーシアムの創成、あるいはELSI課題への取組などが進み研究開発は順調に進んでいると考えております。

またプロジェクト当初に参加していた企業以外に、参画機関以外の企業が連携機関として自己資金で実証試験に参加してきております。この点で産学連携が進んでいると考えております。

今後の方向性で萩田先生から御説明ありましたとおり新規PMの追加、あるいは既存PMの強化を行うことについては、進捗に応じた柔軟な予算配分などを行いながら進めていくことが重要と考えております。

また、特に安全で安心感と信頼性を確保して、社会受容性を高める社会受容基盤については、技術開発以外のところへの取組についても強化して進めることを考えております。

目標1については以上となります。

このまま続きまして、目標2の概要、進捗、今後の方向性について、プログラムディレクターの祖父江先生から御説明いただきたいと思っております。

祖父江先生、お願いいたします。

#### ○祖父江PD よろしく申し上げます。（資料2-4に基づき説明）

私どもはここに書いてあるように2050年までに超早期に疾患の予測予防をすることができる社会を実現するというところでございます。この目次に沿って進めたいと思っております。

これが目指す社会像のポンチ絵でございますが、社会像というか目標、例えば上はがんを示しておりますけれども、健常ではこういう臓器、細胞あるいは分子のネットワークが非常によく動いているわけですね。

ところが、未病状態というか前がん状態になりますと、少しネットワークがほどけてきて、がん化超早期、がんが一つだけここに書いてありますけれども、こうなると少し更に進行して最終的にがんが発症するということになります。今までの医学はこの発症した後で治療対応をするというのが主流でございましたけれども、この目標では、これをずっと遡って未病状態でその変化を察知して予防ができないか。

ここに書いてございますが、未病のネットワーク変異などを把握して介入予防というのが最終の目標でございます。恐らくこの発症前の間のどこかのフェーズに未病のフェーズがあるだろう。それが多くの疾患で分かっていないのでまずそれを見極めることが重要だと思っております。認知症とか糖尿病とかウイルス感染もやはり同じような形をしているのだろうというふうに思います。

このアンメットニーズの高い4疾患にまず絞って、バイオと数理科学の融合プロジェクトというのが非常に重要なポイントになってまいります。

ここにお示ししますように、がん、糖尿病、認知症、感染症、四つの柱を立てておりまして、その中に生物系のP Iと同時に数理科学系のP Iも同時に内蔵しているという形を取っておりまして、それプラス合原先生は数理の方でございまして、数字的基盤を横串的に張って、データベース統合システムというものを作って、さらにこれを解析に持っていくという、そういうシステム化になっております。

これが研究運営体制の構築の一部でございまして、数理・データ連絡会、この数理とかデータをきちんとマネージするというのは非常に重要でありまして、これは若山先生にお願いしております。

それから、G a K u N i nのデータデポジットというのが今アベイラブルでありまして、これは藤原先生がやっけていただいております。これは非常にビッグデータベース作成でございまして。

それから、もう一つは、E L S Iの支援というのがこれ非常に重要でありまして、特に人にアプライするということになりますと、これをやっけていく必要があつて、現在我が国をリードする4人の先生方に入っけていただいているということでございます。

ここからはそれぞれのPMの成果でございまして、まず大野先生は、生体内ネットワークの理解による難治性がん克服に向けた挑戦ということで、膵臓がんの未病を明らかにしたいということで、実は膵臓がんは、がんは一般にそうですが、1人の患者さんの中に非常に早い時期からアドバンスまでいろいろなレベルが混ざっているということがございまして、そこから1細胞ごとにオルガノイドというのを樹立して、それを順位付け、これ数理的に順位付けする方法を開発しまして、正常から進行がんまでをずっとこう並べることができるということになってきています。それをマルチオミックス解析をやっけてということで、最終的な目標に到達したい。

それで既存のオルガノイドは既に50例取っけておりますので、現在はこのレベルでございまして、オルガノイドから更に上に進めていきたいということです。

それから片桐先生は、恒常性の理解の制御による糖尿病および併発疾患の克服ということで、三つのバイオグループと、それから数理1グループの統合型の構成でございまして。

一つは、コホートをハンドリングしていただいております、糖尿病の未病というものの考え方をここから見いだしてこうとされております。

それから、糖尿病では多臓器病変がどんどん広がるということが非常に状態を悪くするわけですが、それが恐らく造血幹細胞、骨髄の細胞が変化してそれが多臓器に悪さをすると

うことを最近見いだされておりました、これは多臓器病変の予防・介入の道を拓く。

さらに、迷走神経の求心路・遠心路をマニピュレートすることによって糖尿病予防につながるのではないかという道を模索しておられます。

それから、次は、松浦先生のグループでありまして、ウイルスとそれから人体相互作用ネットワークの理解と制御ということをございまして、いろいろなウイルスが感染しますと、人は多様な宿主反応というのをそれに応じて様々な宿主反応を起こすわけです。それをデータベース化する、宿主反応の方をデータベース化して、ウイルス宿主相互作用をパターン化することによって、この辺りが未病になるわけですが、未病を介する発症予防、軽症化治療というものをやっていきたいということをございます。

現在はこの辺をございますが、今まで成果としては、COVID-19の感染モデルの確立に成功しておりますし、これはCOVIDに非常にコントリビュートしたデータを今年はたくさん出しました。

それから、12種類の各種ウイルスの感染モデル系の確立に成功しております、この辺りの様々なウイルス宿主反応を検討する準備ができた。

それから、バイオ・数理の各種技術のツールを確立してきたということをございます。

それから、高橋良輔PMは、臓器連関の包括的理解に基づく認知症関連疾患の克服に向けて、ということで、二つの認知症の動物モデルの開発に成功しております。

これは非常に人の疾患を反映するモデルでありまして、一つはアルツハイマー病モデル、もう一つはパーキンソンモデルでありまして、これを検討してまいりますと、あるいはパーキンソン病の患者そのものを検討してまいりますと、認知症の早期の状態に炎症とか免疫系が特異的に関与しているということが分かってきたということがございます。

それから、彼らのグループはバイオ解析のいろいろなシステムの確立に成功しておりますし、数理解析についてもいろいろなツールを作り出しているという成果を出しております。

それから、これ最後の合原先生のものでありますが、複雑臓器制御系の数理的包括理解と超早期精密医療への挑戦ということで、ちょっと分かりにくいのですが、**Dynamic Network Biomarkers** という理論を打ち立てておられます。

これは何かというと、病気の前、未病状態、病気になる前をございますが、強相関ゆらぎネットワークというものが出来まして、数学的にこれを示すことができるというものです。健康状態では、例えば分子の遺伝子発現を見ます、これはゆらぎは小さいんですね。ところが、未病状態、病気になる直前になると、このゆらぎが非常に大きくなって、また病

気になってしまうとこの安定状態に、ちょうどこの健康状態で少しずつ発現が揺らいでいるのですが、未病状態で非常に大きく揺らいで、更に病気になるとまた戻るといふ、こういう状態ですね。

これをある病気のモデルに彼はアプライしまして、メタボリック症候群マウスでありまして、これは7か月で発症するのですが、5か月目、発症よりもかなり前、147遺伝子の脂肪組織の中での非常に大きなゆらぎが存在する、見られるということを見つけまして、それを漢方でそのゆらぎを抑えることに成功しました。そうすると発症が予防できたということでありまして、それからこの147の遺伝子を制御理論、数理理論で解析しますと最終的に現在二つの遺伝子発現に絞り込んでいる。

現在は、この2遺伝子の介入、更に脂肪組織以外の多臓器、あるいは人への展開ということを目論んで進めているところでありまして、私どもはこのシステム、これが未病の検出、定義、それから介入法の開発を進めるのに非常に手応えが見いだされているということで、目標2の一つのプロトタイプではないかというふうに思っているところであります。

それから、先ほどの議論ございましたけれども、最終的にヒトに持っていかないといけないということで、例えば高橋PMはモデル動物からヒトの未病解明で、いろいろなコホートの連携を既に取りつつありますし、これはイギリスのデータでございますが、データベース1,100万人の健常人のコホート、これも利用している。

大野、片桐PMはヒトデータをヒトに使っているということで、正にヒトからヒトへということでございます。

それから、合原、松浦PMは、動物モデルのDNB理論、これは合原先生の、それを小数遺伝子に絞り込んでヒト未病を解明しようということでもあります。

それから、これ新しいスライド1枚だけ入れましたが、産業界との連携、橋渡しは、製薬協と連携を取ってシーズスピニングアウトに向けて何とかならんかということをやっております。

それから、国際連携としては、Human Cell Atlas という大きな組織がアメリカで動いておりますが、そこと連携を取っていろいろ情報交換しております。

それから、合原プロジェクトには世界的な数理のリーダー8人が入っております、これを横に広げてサポートしていただきたいということでございます。

それから、広報、アウトリーチ活動もいろいろやっております。

現在の状況をまとめてみますと先ほどもお話ししましたが、研究体制の構築、バイオ・数理などの基礎技術の進展は評価できる。合原先生などの一部の実験では、未病の解明に向け

て高密度化、加速化のシナリオが見えて、これが非常にプロミシングである。この方をやっ  
ていくといいだろうということですね。

ただ、多くのプロジェクトではまだこの未病をカバーするデータセットの構築が不十分で  
ありまして、これを徹底的にやるということが非常に急がれるということと、後でまた詳し  
く話しますが、中国で我々と全く同じプロジェクトが今始まりました。

未病を合原先生のDNB理論でやるという、全く日本と同じことが始まってしまして、こ  
れを早くやって、オーバーカムしたいというのが私どもの考えです。

これが最後のスライドでございますが、未病を含むデータセットというものをデータ化し  
ていく、サンプリングしてデータ化していく、それをきちんとした高密度データに仕上げ、  
数理モデル化していくというプロセスをもう1年以内に加速化したい、ブースター化したい  
ということございまして、これに今追加予算を使いたいということを思っております。

それから、世界の既報告の継時的なデータについても、解析・数理モデル化をしていき  
たい。

それから、もう一つは、非常に大きなデータを扱いますので、ペタバイトクラス、そうい  
うものがハンドリングできるようなシステムを作っていきたいということで、この1、2、  
3に追加予算を投入したいと思っております。

未病の科学的理解に向けてということを加速して、最終的にそれを抑えることによって病  
気を予防するという世界をリードできないかというのが最終でございます。

どうもありがとうございました。

続いては中島さんでいらっしゃいますかね。

○中島部長（JST） 祖父江先生ありがとうございました。

目標2の総合評価でございますが、目標2もマイルストーンの達成、あるいは達成への貢  
献がある程度見込まれ成果が得られていると評価いたしました。

今年度は研究開発実施体制を構築し、データ収集、解析データマネジメント計画書に基づ  
くデータ収集が開始されていることということをマイルストーンにしておりましたところ、  
モデル動物、組織、ヒトコホートのデータ収集体制が作られるなど、プログラムの初期の作  
り込みが速やかに実施され、データ収集開始からDNBモデルの有望性を示すところまで、  
プログラム全体の立ち上げが順調に進んだものと考えております。

また、生物学や医学系の研究者と数理科学研究者の連携というのが進んでおります。数理  
モデルの構築、包括的データベースの基盤に関する議論が数理・データ連絡会議などでなさ

れている状況でございます。

祖父江PDから御説明ありましたが、既に超早期、未病の検出、介入への足掛かりができつつあるプロジェクトもあり、全体としては順調な研究開発の進捗があったと考えております。

このように技術の開発の方は、順調に進行しておりますが、健常と発症の間にある未病状態を網羅するデータセットの構築がまだ十分ではないと考えております。この点は祖父江先生から御説明ありましたとおり、今後、未病データセットの集積を早急に加速する。国内外の既存のデータセット、データベースを用いた予備的解析を進めていただく予定です。

その中では、データの取り方や解析分析を専門的にできる専門家を加えたり、あるいは人材の育成を同時に進めていくということが重要と考えています。

この分野も先ほど中国の話がありましたが、国際競争が激しい分野でありまして、研究を一層加速する必要がありますが、具体的な成果が明確に出るまでは時間が掛かることが予想されますので、関連の研究動向をウォッチしながら研究ターゲット設定を工夫して進めることが必要であるとと考えております。

目標1、目標2に関しましては、JSTからは以上となります。

○大野座長 ありがとうございます。大変刺激的で、面白くなりそうな、そういう予想になるような発表をいただきました。

それでは、質疑応答に入りたいと思います。よろしくお願ひしたいと思います。

○橋本委員 橋本でございます。

大変魅力的な話を伺って少し興奮気味に聞いたのですけれども、祖父江先生にお伺ひしたいと思います。

最後のところで、データシステム構築の話がされました。私、マテリアル、材料の専門家として、実はマテリアルデータベースを5年ぐらい掛けて作って、私たちの研究所で作りがつ日本全国に広げようとして、文科省から去年、今年かな、かなり大きなプロジェクトをやらせてもらっています。私たち、一生懸命やってきて、すごく大変だということを身にしみながら今やっております。私のところも非常に世界的な競争が激しくて、我々、リードしていると思っていますけれども、私たちの経験から言うと、これはすごくお金も掛かるし人手も掛かるのです。

私たちはマテリアルですけれども、人手についても、これはもちろん情報の専門家が必要ですけれども、それよりはネットワークのセキュリティ絡みの専門家が全然中にいないので、

外で外注しないとイケないわけですから、そうすると人の取り合いが発生し、ものすごくお金が掛かるのですね。私たちは文科省の協力も得てかなり予算をいただいてやっています。

質問ですが、これの予算と人に関してどれぐらい見通し立っているのですか。

○祖父江PD 予算の額については詰めないといけません、先ほども申し上げましたように、数十ペタというものを置いとくだけで、例えば数十ペタのデータを4年間置いておくと10億円以上掛かる。さらに今先生おっしゃったように、周辺のメンテナンスとかデータマネジメントをきちんとやっとうと思つと、膨大な数の方々がやっぱり奮闘しないとイケないという状況になってまいりますので、非常にお金が掛かる可能性は十分にあります。

ですが、それは最終的には4年後、5年後、更に10年後、どっちかという問題とも絡んでくるわけですが、今は立ち上げて、まずは数ペタぐらいで始まっておりますので、今はまだ、それをずっと維持しながら発展させていくというレベルにあります。ですから、今はまだ回っています、逆に言うと。

組織自体を作って今やっているのですが、今回新たに数人、そのための公募をしました。先生おっしゃるように、公募しまして、その方がそのデータマネジメントとかデータのハンドリングだけをやるというグループを一つ立ち上げる予定でございます。

○橋本委員 私たちの経験で言うと、今申し上げたように、お金が継続的ずっとかかってくるのですね。増えていくだけで、減らないのですね。私たちは国研ですので、国研がこの役割をすると宣言して、それで運営交付金で入れてもらうことにしたのです。

○祖父江PD すばらしいですね。

○橋本委員 そんな簡単にはいかなかったですよ。いろいろな工夫とお願いをして、運営費交付金で定期的に入れてもらうということをして作り上げた。なので、何かそういう工夫をしないと。

○祖父江PD おっしゃるとおりでありまして、例えばアメリカなんかですと、先ほどちょっと触れましたけれども、Human Cell Atlasとか、それから BRAIN Initiative、オバマさんのときに動いてきたものがございますが、これが一種の我々のベンチマークになると思います。

ただ、彼らは未病をターゲットにしてなくて正常をターゲットにしておりますので、構造的に違うのですが、何がすごいかというと、企業でも国でもいわゆる違うところからどんどんお金が1年目、2年目、3年目と入ってきて、現在、最初にスタートしたときの何倍もの規模の予算で動かしているというふう聞いております。

ですから、先生がおっしゃるように、だんだん増えていくという、そういうものをどうや

って作るかと。

○橋本委員 私たちも運営費交付金だけで国にだけ頼っても、これではもちませんので、産業界と連携して産業界のデータベースも私たちと一緒にやろうとか、今産業界に声を掛けて動いたりしているのですね。そこはなかなか難しく苦労しているのですけれども、そうしないとこれはメンテナンスできないなというふうに思っています。ムーンショットだから、お金があるとは言っても、その期間だけで終わる話では全くないので、是非その辺の長期的な戦略をしっかりと書かないと、せっかくだけど終わってしまうということになりかねないなと思いましたので、コメントさせていただきました。

○祖父江PD お知恵を是非お借りしたいというふうに思いますし、よろしく願いいたします。

○大野座長 福井先生お願いします。

○福井委員 私から2点。一点目は目標1の萩田先生のところです。目標3の福田先生が横断的な意見交換が今後はもっと必要という話をされましたが、目標1と目標3の間での横断的な意見交換をされるといいのではと思いました。

二点目ですが、祖父江先生のところも非常にエキサイティングな研究ですばらしいと思います。未病と、疾病の超早期の状態は、区別できますでしょうか。

もう一点。データセットは確かに重要だと思います。健常者からのデータセットの収集には大変な人手とお金がかかるという話もありましたが、例えば、東北メディカル・メガバンクのような、健常人の、しかもゲノムデータまである、そういう既存のデータセット、メガデータを使えるように協力体制を整えるのはどうかと思いました。以上です。

○萩田PD 福井先生、ありがとうございます。実はおっしゃるように2月に初めて福田先生のチームとうちのチームが話し合って、共通の課題になるだろうというものとして、災害対策や災害救助のものについて、我々の方は遠隔で操作するアバターを使う、福田先生の方は自律で動くAIロボットを使う。この間の相補的な関係としてどんなものが考えられるかという議論を第1のテーマとしてやりました。第1のテーマだけやって終わりじゃなくて、継続的にそれぞれの成果が出たときにお互いで相補的にやった方がいいだろう、又はコア技術においても相補的にやり取りをした方がいいというものをお互い話し合って、お金をうまく利用していきましょと、又は成果をうまく高めていきましょということをちょうどスタートしたところがございますので、来年度も含めてそういうミーティングはやっていこうと思っております。ありがとうございます。

## ○祖父江PD

福井先生、ありがとうございます。非常にポイントを突いた質問をいただきまして、一番難しいところでございます。未病と超早期はどう違うかというのは、実はまだ答えることは十分できておりません。未病ということで、非常にぼんやりと私どもが考えているのは、何かインターベンションをすることによって発症にならずに戻れる状態ですね。そのぎりぎりのところを未病というふうに、感触として呼んでいるのですが、今回のこのプロジェクトは、疾患の新しいコンセプトを理解するというのも非常に重要な要素になっておりまして、未病というのは古典的に言われているわけですが、実際にどういう状態なのかということがまだ世界的に解明されていないのです。それを明らかにする、未病とは何かということをはっきりと科学的に定義できれば一番いいわけですが、どういう状態になると未病でこれから危ないよという予測的な部分があって、しかも何か介入することによって発症を抑えられるというところがどういう幅でどういう形で存在しているのかというのをこのプロジェクトで明らかにするというのが一つの大きな目標でございます。そのときに、はっきりこれは数理的にも未病ということが定義できるのですが、概念的な定義としては先ほど申し上げたような形でございます。それが一つ。

それから、もう一つは、先生がおっしゃったのは既存の東北メディカル・メガバンクとか、大迫コホートとか、ながはまコホート、それから今MABBコホートというようなものも、正常からある目的でずっと取っているコホートが日本の中でも幾つかございます。

先ほど申し上げたイギリスのデータベースは、1,100万人という東京都と同じぐらいの人口をずっと見ている。これは粗いものだそうであります。どのぐらい利用価値があるのかはちょっと分からないのですが。そういうもので、動物モデルとか何か取れたものを、例えばPHRとかウェアラブルデバイスのようなものと将来はドッキングさせることができるのではないかというふうに、今思いながらやっているところでございますので、もうちょっとお時間を頂けるとその辺が見えてくるというふうに思っております。どうぞよろしく願いいたします。

○大野座長 須藤さん、お願いします。

○須藤委員 私からは産業界、企業の関わりについて少し詳しく教えていただきたいなと思っています。最初の目標1の方ではサイバネティック・アバターの分野でどういった企業がコンソーシアムを組んで実際に参加されて、また新たに追加でいろいろ入ってこられているとのお話を伺いましたけれども、その辺の産業界の動きを可能な範囲で教えていただきたいの

と、祖父江先生の目標の2の方は、製薬協と結構これから密にやっていくという計画を教えてくださいましたが、こういった数理モデルとかいろいろな話になってきますと、IT企業の方がもうかなり事業としてもある程度見据えながら動いている会社がいろいろあると思うのですが、ソフト、ハードどちらも含めてなんですけれども、こういったところとの今後の展開の計画というのを教えていただきたいと思います。

○大野座長 萩田先生、祖父江先生、お願いします。

○萩田PD 現状では、石黒PMと一緒にやりたいというところが21企業ぐらいになってまして、どんな分野かといいますと、電気通信事業ですとか、インターネット企業、それとか電機メーカーそのものもありますし、広告業というのもございます。コンソーシアムを作っておりまして、実証実験の企業コンソーシアムでは今52の企業が入っております。本当に中身について入りたいという企業と、どちらかという情報だけを得たいという企業に分かれておりますけれども、おおむね石黒プロジェクトでは本当に一緒にアバターを使って、自分たちの企業でも実用化してみたいというような気持ちで入っている方が多いです。あともう一つのポイントはやはり倫理的な問題というのについても企業の方がかなり興味を持っておりまして、今17企業が入っております。

南澤PMについては先ほど18社と報告書のところは言っていましたけれども、今27社に増えておりまして、ここもやはり広告業ですとかインターネット企業ですとか、化粧品会社などもありますけれども、あとはマテリアルを作っている会社についても今後の体験共有ができるような可能性として入っております。

金井プロジェクトについてはやはりハンディキャップのある方たちの企業がどうしても参加したいというような意向があるように伺っております。以上でございます。

○祖父江PD 私の方からもお答えします。

製薬協23社ぐらいの方々に集まっていたいただいてこれから定期的に会合をやっていこうということで、この前、第1回目をやったところです。ただ、製薬協の方々は、やっぱり薬という感覚で、発症してからなんぼという、こういう感覚でおられる方が多いので、その発症する前に、何かインターベンションをかけてその発症そのものを予防していくという発想はちょっとどういうパラダイムになるのですかというようなディスカッションになりかねないのです。ただ、これは恐らく21世紀の将来構想として、避けて通れない道にだんだんなっていくのではないかというふうに考えておりますので、何かのインターベンションをやるという、あるいは食事とか生活パターンも含めてでございますが、そういうインターベンシ

ンをやるという考え方はやっぱり疾患を理解していく上で私は非常に重要だろうというふうに思っているのが一つ。

それから、二つ目のITとかそういう企業との連携はどうかということですが、私ども実はグループの中に日本を代表するような応用数理の人から基礎数理の人まで、非常にたくさん入っておられるので、ちょっと安心しておりましたけれども、実はウェアラブルデバイスとか、パーソナルヘルスレコードというような分野では、最近企業の進出がものすごく急速でございまして、ただそういう企業との交流は今までやってこなかったのですが、ここに来てそういう領域の方々との集まりの場を作ってやろうという方向で今動き始めたところでございます。

ですから、将来的には、現在のプロジェクトの数理の研究者と、企業の数理的な方が何とかうまくやっているといいなというふうには思っているところでございます。ありがとうございました。

○須藤委員 私自身、実はSIPの方を少し見ていまして、技術的なレベルはそんなに深くないところですが、SIPにも未病とか特に糖尿病、がんとか、いろいろプロジェクトの中に入ってきているのですね。そこに企業が結構興味を持っていて、ある程度事業化を見据えながら入ってきている企業が幾つか見られていますので、是非その辺との連携をよろしくお願いいたします。

○祖父江PD ありがとうございます。よろしく申し上げます。

○大野座長 いろいろな企業が関心を持って、ある種、いろいろな人材が混ざって交流して、会社もそうですけれども、それによって結構良い価値がどんどん生まれていくという、こういうモデルは非常に重要な方向なのだろうなと思いました。先ほどの橋本先生との御議論の中でも、データベースというのをどうやって維持するのか、お金必要だよなという中で、産業側からの関心というのはやっぱり一つの基盤にもなっていくのだと思うので、いかに関与していただく仕組みを作るかというか、そういったものがムーンショットの中では重要なのだと思います。

一旦ここでオブザーバー参加していただいております上山先生からコメントがありましたらお願いしたいと思います。

○上山オブザーバー どの目標も、ものすごく進捗している、とくに最後の目標2は僕が想像していた以上だなというのがすごく印象的でした。

自分のところにもこのムーンショット自体について、割といわれのない批判みたいなもの

がときどき来ることがあって、これはラディカル・イノベーションということで、極めて自由にやっていただくことで、しかも2050年という超長期を見据えているということ掲げることによって研究者の自由度を高めるという、これが一つ大きな目的で、ただその2050年という非常に長いところを掲げているために、外から見えたときにちゃんとしたベンチマークをやっていないのではないかというような、そういう批判がたまに来るということがある。

今日の話聞いていて、思っていた以上に早い進捗があるということ考えると、今後はもちろん単なる広報だけではなくて、テクノロジーレディネスレベルのところでも、相当程度外に発信していく方がいいのではないかというふうに思ったのが一点であります。

もう一つは、我々CSTIのところで行っている一つの柱でありますスタートアップについて、祖父江先生や萩田先生の研究は、特にこれは非常に親和性が高いなと思いました。我々は専門調査会を今やっております、こういう類いのディープテック系のスタートアップをどう育てていくのか、これは先ほど祖父江先生がおっしゃったみたいにデータベースをやっていくときにも、アメリカなんかだったら、そういうところから追加的な民間資金がどんどん入ってくるという構造があると思うのです。日本はなかなかそうならないとすると、こういうディープテック系の新産業構造を作っていくというときに、このようなムーンショットのプロジェクトがどう関わっていくべきなのかについて、今の見込みと、あるいは希望みたいなものがあればお聞きしたいなというふうに思いました。

○祖父江PD よろしいですか、一言だけ。

正に継続は力なりというか、そういうことがやっぱり20年後、30年後に力を発揮する部分がだんだん増えてくる、それを見越して、どう育てていくかという、そういうパラダイムを作っていくことが非常に大事で、そこはアメリカは、企業を巻き込んで上手にやっているなというのが私の印象でございます。どういう形が日本型としていいのか、またいろいろ議論させていただけるといいかなと思っておりますので、またよろしく願いいたします。

○大野座長 ありがとうございます。

それではJSTの所管の部分につきましては、目標1、2、3、6ということで、萩田先生、祖父江先生、そしてまた前半の福田先生と北川先生につきましては本当に研究活動をまたなお一層頑張ってくださいと思います。有識者の皆さんからいろいろな御意見が出たと思いますけれども、それを踏まえてまた活動に取り組んでいただければと思いますので、どうぞよろしく願いしたいと思います。

それでは、ただいまから10分ほど休憩をさせていただきます、3時10分から、目標4、再開したいと思いますので、よろしくお願ひしたいと思ひます。

午後3時01分 休憩

午後3時10分 再開

○大野座長 それでは、始めさせていただきますと思ひます。

続きまして、目標4、NEDOさんから御報告をいただきたいと思ひます。よろしくお願ひします。

○山田部長 (NEDO)

(資料2-5に基づき説明)

目標4の研究推進法人であります国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、NEDO、私、山田から2021年度自己評価の結果について御報告させていただきます。

本日は、プログラムディレクターの山地先生にも御同席いただいております。

山地先生、一言お願ひします。

○山地PD ムーンショット目標4のプログラムディレクターを務めております地球環境産業技術研究機構、RITEの山地でございます。

目標4は、後で説明がありますが、大きく、大気中のCO<sub>2</sub>を回収して利用するDAC、それから窒素化合物問題、プラネタリー・バウンダリーを超えている窒素化合物、それとマリン・プラスチック問題、それぞれ採択した課題がDACで7件、それから窒素化合物、マリン・プラスチックそれぞれで3件、13件動かしております。

契約が成り立ったのはたしか2020年11月頃でございましたので、1年ちょっとたったところでございますが、2月の最初に1回目の成果報告会というものを開きまして、進捗の確認ができているというところでございます。今日はどうぞよろしくお願ひいたします。

○山田部長 (NEDO) 説明は研究推進法人からさせていただきますが、御質問への回答につきましては、山地先生と一緒に対応させていただきますと思ひます。

では、プログラム目標4の概要について簡単に御説明いたします。

目標4の設定の背景として、地球環境問題の解決という社会課題がございます。これをCool EarthとClean Earthの二つの観点で捉え、地球温暖化問題、プラネタリー・バウンダリー問題、海洋プラスチック問題などに着目し、国際シンポジウムでの議論あるいは有識者ヒアリングなどの御意見を踏まえ、2050年までに地球環境再生に向けた持続可能な資源

循環を実現という目標が設定されたと理解しております。

資源循環とございますが、循環すべき資源の対象につきましては、ムーンショットという事業の趣旨も考慮いたしまして、薄く広がって存在している物質、希薄な状態で放出されているけれども、その量が多くて対策が求められるもの、そういった技術的にも経済合理性の観点からもその処理が困難な状態にある物質を、対象とすることにいたしました。

そして、それらの物質に対して回収して資源化する技術、分解・無害化する技術を開発いたします。これにより、従来の人間社会の中で完結するリサイクルとは異なる、自然界を経由するような大きな循環を構築する、これによってムーンショット目標の達成を目指すこととしております。

また、目標達成、これは2050年という長期のターゲットに対して、技術開発目標との関係をどう整合させるか、こちらについては、およそこのようなスケジュールを想定することで整合を図っております。

指揮・監督いただきますプログラムディレクターは、先ほど御挨拶いただきましたR I T Eの山地先生にお願いしております。

今お示ししております図は、構成を目指す資源循環のイメージ図で、この循環を実現するために13のプロジェクトを採択しております。

それでは、この13のプロジェクトの進捗について御報告いたします。資料としては、各プロジェクト、それぞれ1枚ずつ資料を御用意しておりますが、13ございますので、二酸化炭素を対象とするものから2例、窒素化合物等を対象とするもの、海洋プラスチックを対象とするものからそれぞれ一つずつ、合計四つの事例を簡単に御紹介させていただきます。

まず、一つ目です。大気から温室効果ガスである二酸化炭素を直接回収する **Direct Air Capture** 技術、先ほど山地先生からも言及ございましたいわゆるD A C、この技術の開発及び回収したC O<sub>2</sub>の燃料転換、そういった技術の開発を進めている、金沢大学の児玉先生が率いるプロジェクトでございます。

このプロジェクトでは、C O<sub>2</sub>吸収液からC O<sub>2</sub>を脱離する温度を60℃まで下げることによって成功するという成果を上げております。D A C技術で重要なのは、C O<sub>2</sub>を回収するために、回収した以上のC O<sub>2</sub>を出さないでそれを実現するという事、そのためには高効率・省エネルギーが必要です。従来技術で商用化されている排ガスからのC O<sub>2</sub>回収技術では、一般に100℃ちょっとと言われている脱離の温度を60℃まで下げることができたのは、大きな前進であると評価しております。

少し飛ばしまして、東京大学、野口PMが率いるプロジェクトでは、二酸化炭素と廃コンクリートを使った新たなコンクリートの製造技術の開発に取り組んでおります。初年度に試験体レベルの試作ができ、従来コンクリート並みの圧縮強度が得られたことを確認しております。これが実用化されれば、セメント製造時の脱炭酸工程におけるCO<sub>2</sub>排出量に相当する分を回収できる、大きな効果が期待できると考えております。セメント産業では多くのCO<sub>2</sub>が排出されておりますので、このプロジェクトにも大きな期待を寄せております。

また少し飛ばします。こちらは窒素化合物のプロジェクトでございます。温室効果ガス対策でもあり、プラネタリー・バウンダリー問題としても課題認識されております、農地由来の窒素化合物を対象とした開発に取り組んでいるのが、東北大学、南澤PMのプロジェクトでございます。

二酸化炭素よりも温室効果係数が高い亜酸化二窒素、N<sub>2</sub>Oを窒素に無害化する新しい根粒菌を発見することに成功いたしました。加えて、N<sub>2</sub>O同様に、二酸化炭素よりも温室効果係数が高いメタンに対する対策技術にも取り組んでおります。また、後ほど御紹介しますが、研究開発そのものの進捗はさることながら、国民との科学・技術対話の取組や国際連携にも積極的に取り組んでおられます。

また飛ばしまして、今度は海洋生分解性プラスチックのプロジェクトでございます。Clean Earthの課題として、海洋プラスチックごみ対策がございますが、新たなプラスチックの開発に取り組んでいるのが群馬大学の粕谷PMです。

使用時にはしっかり使えて、使用終了後、廃棄された後には速やかに分解が始まるスイッチ機能の開発を進めております。スイッチを発現する、すなわちどういう刺激で分解を始めるか、刺激別に分解開始の機構、これを解明する丁寧な研究を進めていることが評価されています。また、CO<sub>2</sub>から樹脂を作るという、循環に貢献する研究でも成果が出始めております。

駆け足でございましたが、プロジェクトの進捗について御紹介させていただきました。

ここから、本日の本題、自己評価について御説明いたします。

運用評価指針に示されています評価の視点ごとに自己評価しましたので、その考え方で結果を御報告いたします。評価の視点につきましては、ムーンショットの運用評価指針で10の視点が示されておりますが、それぞれムーンショット目標に関する進捗や妥当性を問うもの、マネジメント運営に関するもの、連携に関するものに大別されていると考えておりまして、それぞれの文脈で自己評価を進めました。

総括しますと、おおむね順調に進捗しているというふうと考えております。ここでは簡単にまとめて記載しておりますが、この後、次のスライド以降で各視点の評価について御説明いたします。

まず、ポートフォリオの妥当性でございます。下の方の図に示しておりますが、こちらについては第1回から第3回までの戦略推進会議で御報告し、助言・承認いただいたものです。プロジェクトの内容に応じて、山地先生のリーダーシップの下、資源配分やマネジメントの重点に工夫をしております。来年度はこの見直しを予定しておりますが、現時点では妥当なものと評価いたしました。

2点目、プログラムの研究開発の進捗状況、こちらにつきましては、既に来年度のKPI達成の見通しを得たプロジェクトが複数あることから、順調に研究開発は進捗していると評価しています。

今後の見通しにつきましては、まだ見通しを立てるには早いと考えておりますが、目標達成が困難と判断するような課題は発生していないことを御報告いたします。

四つ目、PDのマネジメントの状況でございます。目標4につきましては、非常に広範な技術範囲を扱っているということ、プロジェクトの件数も13件あることを考慮しまして、分野別にサブPD、外部専門家で構成される技術委員会を設けております。四つのこの技術委員会、これは分科会と称しておりますが、こちらで進捗の把握をしております。分野別に設けたこの分科会は年3回程度の頻度で開催することとしており、これまでに13回、全て山地PDも参加する形で開催いたしました。プロジェクトの進捗や課題を把握するとともに、PMに対する指揮・監督をいただいていると理解しております。

このほか、PDと我々NEDOとのやり取りは日常的に行われておりまして、対面形式の打合せだけでも数十回、御協力いただいているほか、海外発表などにも尽力いただいております。それらを総合的に評価しまして、適切なマネジメントが行われていると評価しております。

五つ目、大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な取組が行われているか。こちらは、先ほど目標の概要で御説明しましたとおり、そもそも対象とする技術範囲が低濃度で回収困難な物質の処理技術でございまして、技術的にも経済合理性という意味でも、挑戦的なテーマに取り組んでいると評価しております。

六つ目、産業界との連携について状況を御報告いたします。目標4では、研究開始時点から産業界が参画するプロジェクトが多数ございます。研究内容、計画及び進捗状況に応じ

て、更なる企業参画も進めております。今年度、既に二つのプロジェクトにそれぞれ1社ずつ新たな参画を実現いたしました。これはDACに取り組むプロジェクトなのですが、これはムーンショット目標のターゲットにおいても、パイロットスケールで、LCAの観点でも有効であることを確認すること、これを求めていることありまして、設計などエンジニアリング的視点を早くから取り組めるよう工夫した結果でもあります。また、別のプロジェクトで3月中にもう一社追加できる可能性もございます。こちらは検討中です。

次に、外部連携の視点で、国際連携による効果的かつ効率的な推進が行われているか。直接的に事業に参画している海外機関として、イリノイ大学がございます。また、各プロジェクトで様々な国際連携の取組がなされております。具体的には、研究現場での海外の研究者の参加、国際シンポジウムの開催、海外の研究機関との技術交流会などが行われてございます。また、山地PDと我々NEDOの取組としましても、シンポジウムの開催やワークショップの参加などを行っておりまして、今後もこうした取組は継続・強化したいと考えているところです。

写真は、御参考までに、昨年のICEFと呼ばれます政府主導の国際会議でサイドイベントとして開催した際の様子や、南澤プロジェクトの国際シンポジウムの画像などを添付しております。

八つ目でございます。研究資金の効果的・効率的な活用について、こちらについて状況を御報告いたします。

効果の最大解を狙いまして、山地先生は絞り込みを前提として競争的に実施するというポートフォリオを立案されました。その中で見極め型と位置付けたものは、技術課題や社会課題の解決の可能性を見極めることに重点化したスモールスタートとするなど、資金配分に工夫をしております。

また、研究開始時点におきまして、参画する企業が実用化に近いテーマを計画していた場合は、その部分を除外するなど、真に挑戦的な取組に重点化し、官民の役割分担を意識した資金配分に取り組んでいるところです。

科学・技術対話、情報発信についても、各PMはもちろん、山地PD及びNEDOも積極的に取り組んでおります。先日、先ほど山地先生からもお話ございましたが、目標4全体の成果報告会を開催し、約700名の参加を得ました。PD・PMからの報告にとどまらず、参加する研究機関が全て進捗を報告できるよう、開催形式についても工夫し、リモート開催ながら、参加者からも高い評価を得ることができました。

そのほか、テレビ・新聞などのメディアとの企画を具体化するなどの取組や、ウェブでの情報発信にも取り組んでおります。

情報発信では内閣府の協力も得ておりまして、ムーンショット・アンバサダーとの連携企画なども実現できたことを、お礼申し上げます。

また、南澤プロジェクトでは、市民科学プロジェクトと称して、近くで採取した土壌、土を送ると、その中の微生物を分析して送り返すといった、学生との取組なども行っております。

最後に、F Aの取組ですが、これまでの内容でも触れた部分がございますが、P D・P Mの活動を様々な形で支援していると考えております。技術動向調査やP M支援のための横断的技術分野でのマッチングに向けた活動なども、進めているところでございます。

以上、評価の視点ごとの自己評価を御報告いたしました。

最後に、今後の方向性について御説明いたします。

まず、2022年度は中間評価を行う年と位置付けておりまして、これは競争的に行うというポートフォリオ・マネジメントという観点でも、しっかりと評価を行ってまいりたいと考えているところでございます。

また、令和3年度の補正予算を確保いただいたということもございますので、ポートフォリオの強化に取り組んでまいりたいと思います。

あとは、こちらに列挙しているとおりです。

時間超過して、失礼いたしました。以上で御報告を終わります。

○大野座長 ありがとうございます。

それでは、質疑応答に入りたいと思います。有識者の先生方、いかがでございましょうか。

○江田委員 江田でございます。この分野に関しましては、C O Pなどもありましたし、国際的に非常に競争の激しい分野であります。また、今の2050ネット・ゼロみたいなことを考えると、まだないソリューションを早く取り込むという動きが全世界であると思います。今御説明のあったD A Cですとかコンクリートの分野でも、より早く、経済合理性がないまま実装していこうみたいな動きが、特にヨーロッパから聞こえておりますけれども、その辺り、もしこの研究開発を通じて産業界との連携など、また国際的な連携などから、どのようにお考えなのか教えていただけると幸いです。よろしく願いいたします。

○大野座長 山地先生、いかがでしょうか。

○山地P D 御質問、ありがとうございます。

おっしゃっていただいたとおり、2050年カーボンニュートラルという目標が世界に、ヨーロッパが先行したのですが、非常に多くの国がその方向で動いていまして、そうしますと、やっぱりどうしても再エネとかそういうものだけではなくて、ネガティブ・エミッション・テクノロジーと我々呼んでいます、大気中に既に出されてしまったCO<sub>2</sub>を回収・貯留、あるいは今回のムーンショット目標4でやっている、回収した後に利用すると、そういうことに対する関心、非常に高まっております。このムーンショット目標4、正にカーボンニュートラル宣言を2020年10月に我が国も行いましたけれども、ちょうどいいタイミングだと思います。

とはいえ、DACに関して言えば、海外では幾つかベンチャービジネス立ち上がっていますが、日本で、やっぱりこの今回のムーンショット目標4で、ある程度2030年までにはパイロット規模で実現ということを求めていますので、そういうことにつながっていけばと考えております。

○江田委員 今、先生がおっしゃっていただいたように、ベンチャーが結構元気いいのですね、海外で。これを国内でも是非この仕組みを使って、先ほども少しお話が出ましたけれども、育てる、そんなことも考慮に入れていただけるといいと思います。

○大野座長 それでは、橋本先生。

○橋本委員 13のプロジェクトが走っていて、一つ一つがある意味で予算的に小振りで動き始めたわけですがけれども、包括していくとおっしゃっている意味は、この一つ一つのプロジェクトの中を包括していくということなのか、それとも13をもっと減らしていくという意味での包括なのか、どちらを言っておられるのでしょうか。

○山地PD 御質問、ありがとうございます。見極め型という言い方も申しました。それから、競争型というのがあります。だから、見極めのところはスモールスタートしておりますので、実際にそれが次のステップに行けるのかどうか、来年度の中で評価していきます。

○橋本委員 それは13の中から、13を例えば10になっていくとか、そういう意味ですか。

○山地PD おっしゃるとおりです。競争型についても同じであります。ただ、例えばDACと、キャプチャーしたCO<sub>2</sub>をユースするというのがありますが、キャプチャーの方はうまくいっているけれども、ユースの方がもう一つ。一方で言うと、キャプチャーはなかなか大変だけれども、ユースの方がうまくいっているということになれば、その辺りの調整もしていくと。だから、二つのプロジェクトを一つにマージさせていくとか、そういうマネジメントもありかと思っています。ただ、それはやはり成果を見ながらと考えております。

率直に答えるとしたら、プロジェクトの数を絞っていく、そういうことです。

○橋本委員 そうすると、これは2050年までという長期的に見ているものだから、通常のNEDOプロジェクトに比べると、もっと遠い先のものについて走らせていて、最初からそんなに産業界が乗ってくるものではないけれども、まずは走って、うまくいきそうなものについては産業界の方でNEDOプロジェクト型にしていこうという、こんなイメージと思ってよろしいですね。

○山地PD はい。おおむねそういうイメージで結構と思いますが、NEDOさんにはNEDOさんの考えがあるかもしれないなど。

○橋本委員 というのは、JSTプロジェクト、未来社会創造事業の中に、低炭素領域というのがあって、私がPDをしています。それと基本的に同じ考え方です。いいとか悪いとか言うことではなく、是非しっかりと御相談させていただきたいなと思ひまして。どういふ分野を扱っていくかとか、あるいはここは一緒にやりましょうとか、ここは分けましょうとか、そういうふうにはやっていけないのではないか。先ほどのようなイメージだったら、私がい実際にPDとしてやっているJSTプロジェクトと同じ位置付けなのです。私たちは、そこに企業がどんどん入ってくるようになった段階で、NEDOさんに移しましょうと思ひているのですが、イニシャルのこの状況というものは非常にステージがよく似ているので、是非、言葉の意味の連携じゃなくて、真の意味の連携ができれば良いなというふうには思ひたので、確認させていただきました。また御連絡させていただきます。

○山地PD どうもありがとうございます。よろしくお願ひいたします。

○大野座長 そういった他省庁にまたがるような案件の研究の内容で、うまくつなげる、あるいはその連携を取るみたいなことを事務的に図ることは効率的であると思ひのですが、事務局としてはどうですか。

○橋本委員 これは余り事務局、上手じゃないですよ、内閣府は。

○井上審議官 これ、本当にやっけていかなければならないですね。ファンディングエージェンシーの合同会議とかは、内閣府で主催させていただいたりしていますが、いろいろ工夫しているけれども、道半ばというところがありますので、真剣にやっけていきたいと思ひます。

○大野座長 ある種の権限というものをしっかりと立てていかないといけない部分だと思ひますので、勢いだけでは難しいところもあると思ひますので、そういった制度的な方も検討する必要があるのかなと思ひます。

それでは、須藤先生。

○須藤委員 非常にチャレンジングな技術に取り組んでいらっしゃるというのがよく分かりましたし、夢のある技術だなというのを思っております。余りこの時点で言うてはいけないとはよく分かっているのですが、産業界から見るとコストの話がどうしても頭に入ってきてしまうと。先ほど、江田先生からも少し経済合理性とかいう話出ましたけれども。魅力的であるし、どんどん産業界も入っていきたいですけれども、やっぱり現段階で産業界としての評価は、コスト的にかなり高くなるだろうというところでは。山地先生もよく御承知のことだと思いますけれども、2050年に向けて解決できるシナリオみたいなのを少しずつでも出してきていただくと、もう少し企業が乗りやすいのではないかなという気がします。難しいと思うのですけれども、是非お願いしたいと思います。

それから、もう一点、海外との話が出ていまして、イリノイ大学とか、シンポジウムをやったりしながら連携されているというのがよく分かるのですけれども、コロナ禍がなければ、もう少しいろんな海外の研究機関、あるいは場合によってはベンチャー企業と連携できたのかどうか、あるいは将来もう少しやる計画があるのかどうか、この辺についても教えていただきたいと思います。

○山地PD まず、コストの話は当然のことです。今、須藤さんの御質問の件は、特に Direct Air Capture に関わると思うところが多いと思います。外国のベンチャーがやっているところで、例えば目指すコストとか、あるいは、ある種の実績もあるのですが、かなり高いです。ただ、カーボンニュートラル自体が非常に野心的で困難な目標ですので、この Direct Air Capture ができると、コストの上限を切ることができるというのが私の考えで、そこを極めよう、つまり、今、更地で競争力があるというのではなくて、カーボンニュートラルという条件の下で、ちゃんと合理的なもの、それを実現するために必要なものとして位置付けていこうと思っています。もちろん、だから、LCA評価とともに経済性の評価もやっていきますが、ただ、立ち上がり中の技術というのはどうしても高いわけなので、余りそこを言い過ぎると、今度技術的な開発の発想が鈍ってくるということもありますから、そこはバランスを取りながらと思っています。それから、海外連携のところは、おっしゃるとおり、コロナ感染の中でなかなか難しいところもありましたが、オンラインでも、例えばICEFの話が出ましたが、ICEFサイドイベントのところでは、海外のベンチャーですが、Global Thermostat のオーナーというか、トップの方からお話を伺ったりして、実質的にはかなり進んでいると思います。コロナ感染も制約が少し緩くなってくれば、そろそろ対面も含めて、より本格的に進めていきたいと思っています。

○須藤委員 お願いいたします。

○大野座長 ありがとうございます。資金のところですが、私自身、今、新しい指標についてコンセプトを打ち出していますけれども、これは一つの柱が、ストック価値にもう一回スポットを当てよう、焦点を当てようと、それからフローに変換していこうということだと思っております。その一つが、例えば社会課題に対してどう向き合うのかということ、これはムーンショット的にいえば、科学技術・イノベーションによって社会課題を解決していこうということです。資金をどうするのかということについては、例えばカーボンニュートラルの世界で、これも同じような社会課題ですが、これを解決できる、やっていく企業に対してのその評価というのがありまして、例えば欧州ではTCFD等々でしていますけれども、そこに対してESG資金をしっかりと投入していこう、あるいは逆に言えば、そういった活動をする団体はより投資を集め易くなるということでもあります。そこで、そういった会社はよりそういった可能性のある分野にはどんどん投じていくことによって、資金を調達できやすくなるという循環に社会がなっている。特にカーボンの分野はそうだと思うのですが、この循環を我々は考えていくべきなのかなと思っておりました。

○江田委員 今、大野副大臣がおっしゃったとおりでございます、ESGも動いておりますし、あとは、今、世界経済フォーラムのファースト・ムーバーズ・コアリションというものを作っておりまして、企業が連携を組んで、先にそういった需要を生み出す、そんな動きも作っております。是非我が国でもそういった仕組みを作ることによって、コストの問題を解決していく、これは大切なことなのではないかというふうなことを思いましたので、一言申し上げます。

○大野座長 ありがとうございます。役所の中では、共感してくれる人がほとんどいないところでもありますので、有り難いコメントを頂いたなと思いました。

それでは、このセッションは終わらせていただきまして、続きまして、目標5、BRAINさんから御報告をいただきたいと思っております。よろしく申し上げます。

○千葉PD 目標5のプログラムディレクターの東京農工大学学長の千葉一裕でございます。

(資料2-6に基づき説明)

それでは、2ページ目から御覧ください。

目標は、2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出することです。

2050年の食料需要というのは、2010年の1.7倍に増大すると見込まれますが、現在と同じように化学肥料の投入を続けて生産量を増大させる方法を取ることは、地球の循環機能を破綻させてしまうので、できない状況です。90億人がおいしく食べられる社会を作る目標を掲げて、F S 的採択の6課題を含む、10のプロジェクトを構成して、様々な課題に取り組んでいるところです。

ターゲットは、2050年までに微生物や昆虫等の生物機能をフル活用し、完全資源循環型の食料生産システムを開発すること、食料の無駄をなくし、健康・環境に配慮した合理的な食料消費を促す解決方法を開発することです。2030年までにこれら技術のプロトタイプを開発・実証し、2050年までにはグローバルに普及させることを目標として目指します。

この目標5のターゲットを達成するためのプロジェクト構成の考え方を御説明いたします。

一つ目のターゲットは、食料供給の拡大と地球環境保全を両立する食料生産システムです。地球環境にこれ以上追加の負担を掛けずに食料増産を図るためには、作物自体の機能の飛躍的向上と、未解明の部分が多い土壌微生物機能の徹底解明とその有効利用が不可欠であり、それら課題にPMを1名ずつ採択しました。また、今までにない新たな食料生産システムとして、細胞培養による食料生産システム、シロアリによる未利用木材の飼料化、化学農薬に依存しない害虫防除、メタン発生削減と生産性向上を両立する家畜生産システムを掲げ、それぞれのシステム開発にPMを1名ずつF S 的に採択し、計六つのプロジェクトを構成しました。

二つ目のターゲットは、食品ロス・ゼロを実現する食料消費システムです。ロス・ゼロを進める上で効率性の高い昆虫食、そして、食品残渣等の3Dフードカートリッジ化について、1名ずつPMを採用しました。

また、食品ロスを抑制するために必要で、かつ挑戦的な課題と考えられる地球規模の食品ロス発生状況の解明、それから、AI Nutrition による未来型食品の開発について、それぞれPMを1名ずつF S 的に採択し、計四つのプロジェクトを構成しました。

3ページ目を御覧ください。このページから12ページまで、10のプロジェクトの成果をそれぞれ1枚ずつまとめておりますが、時間の関係で、本日はこの中から幾つかだけを説明させていただきます。

次に、飛ばしまして5ページをお願いします。

藻類を用いた動物細胞の循環型低コスト培養のプロジェクトでは、窒素固定能を有する等、

空気中のCO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>から有機物を合成する藻類を選定し、この抽出栄養素で動物細胞を培養できることを確認しました。また、藻類の効率的で低環境負荷な分解法として、これは酸分解によらない方法ですけれども、固体触媒を使う方法を開発し、分解率50%超を達成いたしました。

それから、藻類分解栄養素と、C u l N e tと呼んでおります体内循環を模倣した複数細胞の還流培養システムの培養上清を用いることで、食品原料や高価な試薬、それから牛胎児血清といった増殖因子を使わずに、従来の方法を上回る鶏の胚由来の筋細胞の増幅を確認し、倍加時間、96時間未満を達成しました。

さらに、光塩性藻類を作出し、培養液を用いた効率的な藻類培養を実現、循環型細胞システム、これはサーキュラーセルカルチャーですけれども、この実現可能性を示しました。

次のページ、お願いします。次のページがシロアリを用いた未利用木材の飼料化と食料化です。ここで言うシロアリは、いわゆる家などにいる害虫のシロアリとは異なるものですので、その点、そのように御認識いただければと思います。

オオシロアリというものですけれども、1年で4.22倍まで大量増殖することが可能となる同じプラント型飼育システム、これを確立しまして、本システムを用いると、未利用資源の林地残材1トンから、動物性タンパク質資源としてシロアリ34キログラムを生産できると、これを確認いたしました。

オオシロアリの乾燥粉末を市販飼料に2.5%、ブロイラーに添加しますと、餌に入れますと、鶏肉に含まれるニコチンアミドモノヌクレオチドや血漿中のシロイノシトールが増加することを発見しました。このニコチンアミドモノヌクレオチドについては抗老化効果、シロイノシトールについてはアルツハイマー病治療効果が期待されている、近年注目を集めている機能性成分です。

次のページをお願いします。

化学農薬に依存しない害虫被害ゼロの農業の実現ということで、これは青色レーザーを照射し害虫を打ち殺すことで害虫を防除する技術の開発に向けて、不規則に飛翔する害虫の3次元位置を検出し、その動きをリアルタイムで追尾する技術を開発いたしました。

それから、C a s 9とs g R N Aの複合体を雌成虫の体腔内に注射する簡便なゲノム編集技術法を用いて——これは完成したんですけれども、この方法は——、餌でRNA iを引き起こす技術も開発しまして、オールマイティ天敵、要するに、農業生産環境で適応性が高く、なおかつ害虫を大量に捕食するという、非常に画期的な作出の道を開きました。

次のページ、お願いします。

これも非常に大きな飛躍をしたものですが、牛からメタン削減と生産性向上の両立を図るという課題です。メタン発生が少ない牛を分析し、プロピオン酸とメタン拮抗関係にあることを解明しました。要するに、胃の中でプロピオン酸が出る、あるいはメタンが出る、これが拮抗関係にあるということです。

この牛の胃の中から世界初の細菌を分離し——これは特許出願済みでございます——、これによってメタン生産経路の制御条件の検討に道筋が付きまして。どうやればメタンを極限まで減らせるかということが分かってきたということです。

この牛の胃ですね、ルーメン内に留置した発酵状態をリアルタイムで体外へ発信するデバイス、これはスマートピルと呼んでいますが、この開発に向けて、ルーメン液中で測定可能なVFA、これは揮発性の脂肪酸、この総量モニターセンサ、3タイプを考案しております。このFSの研究では、実際の牛のルーメン液を使う代わりに、これを模したのとしてトマトジュースを用いて膜の性能を確認し、トマトジュースを通さずにこの揮発性の脂肪酸のみ透過する膜を開発しました。これも特許申請しておりますが、要するに、食品のような複雑系の中で、単一の物質をリアルタイムでモニターできるという、非常に優れた技術になっております。

飼料に関しましても、メタンを抑制する新規素材12種類、これ、いずれも食品添加物ですが、これを見つけておまして、これらを添加することの効果が大きいと期待されているということでございます。

12ページを御覧ください。

AI Nutrition です。AIを用いた栄養機能性評価、これをAI Nutritionと呼んでいますが、老化加速モデルやマウスの作製に成功しております。

また、約1,000人の健康診断データを用いて、血中アミノ酸プロファイルだけで単純性脂肪肝と非アルコール性脂肪肝を区別することにも成功し、AI Nutritionの可能性を証明しました。

このように、研究開発から1年にもかかわらず、破壊的なイノベーションにつながる成果が幾つも得られました。この鍵となったのは、技術的な進捗状況、これを期限を切って確認しながら研究開発を推進していったことにあると考えております。

具体的には、FS的採択課題を対象に進捗確認会議を開催し、研究の技術的内容について、ピアレビューから忌憚のない意見を出していただいたことが、プロジェクトマネージャー

を始めとするプロジェクト内への刺激になったことや、採択10課題のうち6課題をフィージビリティスタディとして実施し、本格採択課題に進むかどうか判断するステージゲートを設けたことで、プロジェクト側の成果を早期に出そうと取り組んでいただけたと考えております。

14ページです。FS課題について、本格課題に移行するかどうかを判断するため、ステージゲート評価を行いました。このページには、評価結果及び評価を踏まえ、ステージゲート突破の判断結果について対応をまとめております。

まず、清水PMの課題ですが、先ほどお話ししたとおり、動物細胞と藻類を用いて培養液を循環させながら培養肉を生産することにより、環境負荷を抑えながら、20億人にたんぱく質を無理なく供給する、そういう有力な方法となる可能性が示されました。本格研究に移行してもらいたいと思っています、これにつきましては。

次に、松浦PMの課題ですが、シロアリのタンパク質供給量の見込みが不明で、現在はムーンショットとしての目標達成の面からは、相対的寄与度が低いと判断しました。他方で、シロアリの共生微生物の動きや機能性成分を産生する点など、今後の発展可能性があり、昆虫全体として取り組むことで可能性が広がるとも考えられます。このため、昆虫食のプロジェクトと統合し実施していく予定です。

続いて、日本PMの課題については、先ほどお話ししたとおり、成果が得られ、地球への負荷を減らしながら農産物増産を行うことができる可能性が示されたことから、本格研究に移行していきたいと思っております。

続いて、小林PMの課題についても、先ほどお話しした成果が得られ、温室効果ガスであるメタンの排出削減と畜産の生産性の向上の両立が図られる可能性が示されたことから、本格研究に移行していきたいと思っております。

金本PMの課題でございますが、この研究成果を発揮する前提となる1メートルメッシュの画像を全地球上で得られる見通しが立っていないことから、廃止したいと判断しました。

最後に、高橋PMの課題ですが、このプロジェクトは、ジュール熱を利用した未利用魚の利用、ファージを利用した殺菌技術の開発、AI Nutritionによる食品の供給の様々な課題に取り組んできましたが、AI Nutritionに重点化した上で、本格研究に移行していきたいと考えております。

14ページです。プログラムの今後の方向性を御説明いたします。

1点目は、ポートフォリオの見直しでございます。本年度の評価では、FSとして実施し

た6課題のみならず、本格4課題につきましても様々なコメントをいただきました。このため、各プロジェクトに対しての連携強化、研究成果の発信を強力に促していきたいと思っています。

次のページですけれども、ポートフォリオの見直しの対照表でございます。FS6課題のうち、一つを廃止、一つを他のプロジェクトと統合します。また、四つのプロジェクトについても、それぞれ重点化を図ってまいります。これにより、10のプロジェクトを8つに再編し、取り組んでまいります。

次ですけれども、2点目は、プロジェクト支援の強化でございます。プロジェクト側の連携のアイデアを提言したり、各プロジェクトがターゲットとする市場の動向、将来予測、プロジェクトの優位性を磨くための助言等を行っていく仕組みとして、開発戦略ラウンドテーブルを設けることといたしました。また、PD裁量経費を創設し、有望な研究課題、加速すべき研究内容については、PDの判断で、年度をまたぐことなく、迅速・柔軟に予算の重点化を図ってまいります。

プロジェクト支援の体制図です。左側、真ん中部分の開発戦略ラウンドテーブルのミッション、想定している提案・支援例でございます。ラウンドテーブルの指示に基づき、生研支援センターにおいて、戦略企画の支援を行うよう体制を整備することとして、準備中でございます。

私からの説明は以上です。この後、プログラム評価結果について、生研支援センターから説明いたします。

○綱澤総括（BRAIN）引き続きまして、生研支援センター、BRAINでございます。

プログラムに関する評価を御説明申し上げます。

17ページをお願いいたします。

BRAINにおきましては、プログラムに関する評価は、本年1月に評議委員会を開催し、外部評価として実施をいたしました。評議委員会では、PD及びBRAINから、プログラム運営方針及び評価項目ごとの運営実績の説明を行いました。その後、評議委員から肯定的なコメントと改善を要する旨のコメントをいただきました。評価結果の取りまとめは、評議委員の総意として委員長に一任されました。

こちらにお示ししている表は、その取りまとめでございます。表の①から⑩が、運用評価指針で示されております評価の視点にそれぞれ対応しております。10項目をポートフォリオの妥当性、総合評価としました。また、プログラムの進捗状況、PDのマネジメント

状況、研究推進法人の支援状況の四つに整理をしております。順に御説明をいたします。

まず、ポートフォリオ、総合評価でございますが、「プログラムとして一定の方向を示しながら、個々のプロジェクトの個性が活かされており、高く評価できる。今後は、プロジェクト間で連携することにより、シナジー効果を具体的に検討することも期待したい」との評価をいただきました。

プログラムの進捗状況でございます。「夢のような目標達成に向けて、各プロジェクト内での累積的なデータの積み上げがなされている。プログラム全体のシステムのように位置づけ、この要素としてプロジェクトが駆動しているありようが、ミッション履行の設計思想として優れている。高度で独創的な研究、社会実装、国民の受入れ、関連法令の確認と整備といった要素をPDが明確に打ち出し、全てのプロジェクトに対して事業の見直しの可能性をも示唆することで、緊張感を与えている。高い目標に向けて常に挑戦し、失敗しても、より高い目標に向けて挑戦するという意欲と実現性がうかがえる。全体として評価できる」との評価をいただきました。

PDのマネジメント状況につきましては、「プログラム全体として成功を堅守するも、プロジェクトベースでは失敗を恐れずに挑戦してほしいというPDの姿勢が、常に発信されている。全体として高く評価できる。PDの経験知がいかんなく発揮されている。効果的に国際連携を進めており、評価できる」といったプラスの評価をいただきました。

一方、「海外の研究者とネットワークを更に強化して、事業にシナジー効果が生まれるよう、更なる取組を期待する。現状が続けば、2050年には起きているであろう食料危機を回避するためには、国民の意識改革を超えた意識転換的なシフトが必要と考えられ、それにつながる双方向性コミュニケーションの更なる活性化を期待する」といったコメントもいただきました。

研究推進法人の支援状況につきましては、「研究者グループと共に当事者意識を持って多面的な支援に当たり、PDとPMの掛かる事業活動が立体的な構成となるような運営を担っている。全体として高く評価できる」との評価をいただきました。

次のページ以下は、このプログラム評価をいただくに際しまして、PDのマネジメントの方針や評価項目ごとの取組実績等を整理させていただいたものでございまして、参考資料でございます。御説明の方は本日は省略をさせていただければと思います。

以上となります。

○大野座長 ありがとうございます。

この目標5は結構インパクトがいろいろあって、面白いと思うような研究も多いですね。先生方より御意見を賜りたいと思います。

○江田委員 このポートフォリオのマネジメントの仕方が素晴らしいなと思っていたのですが、今後、現在の状況等を考えると、やっぱり食料危機というのは、実はもうちょっと近いところにあるのかもしれないなというふうに考えております。皆さんそれぞれのプロジェクトの中での競争というものを、千葉先生が上手にオーケストレイトされているように思うのですが、これ、今後も1年に一度のタイミングなのか、どのくらいのタイミングで、このプロジェクトの入替えであったりとか組替えであったりとか、そういったものを考えていращやるのでしょうか。

○千葉PD 本格型になったところ、4課題ございます。実は次年度、もう1か月後ですけれども、予算をそれぞれ一定額、PD預かりで、大幅に削減というか、留め置きをさせていただいております。これはこの後毎年そうするというので、その訳は、これだけの改善をしてほしいという投げ掛けをしております。ですから、残り何年あるから安泰ではなくて、常に数多くの注文を付けています。このままでは駄目です、こうしなければいけないです、こことこの関係というのはどうなっているのですかということのを常に投げ掛けておりまして、あたかもFSと同じように、常に評価を受けて、それが低ければ大きくは発展できない、ただ、評価されれば更に発展できるというような流れを作っております。これは、今回、本格採択になったところについても、こういうことを進めていきたいというふうに思っております。

○江田委員 正に、ムーンショットのこのデザインのいいところが出ているように私には思われまして、各年でほんのちょっとずつしか行かないみたいなところの閉塞感を取りながらも、競争みたいなもの、それから、先に長期に向かった、ゴールに向けて研究者の方たちが情熱を持って取り組めるような、ポートフォリオになっているのではないかなと思われました。

○大野座長 それでは、須藤先生、お願いします。

○須藤委員 千葉先生が随分苦労されて、うまくまとめているなと思って聞いていました。大変なプロジェクトの数ですので、これをうまくまとめるのは大変かなと思いますけれども、比較的個々の成果としてはできているし、順調にいつているのかなと見えます。こういった問題をもう少し社会というか、国民一人一人に分かるような公表の仕方というのを、少し考えていただければいいかなと思うのですが。せっかくいい成果が出ているのですけれど

ども、これ全体をまとめて、こういった食料問題に対してどういう方向に向かおうとしているのかというのを、少しグルーピングするなりまとめて、社会、国民に対して分かるような仕組みを考えていただくと、効果がより分かりやすくなるのかなという気がしましたので、その辺ちょっと検討していただければと思います。

○千葉PD おっしゃるとおりでございます。この2年間、私がやらせていただいて、要するに、研究者目線の認識と国民の認識が大分違う。その大きな理由は、国民イコール、我々もそうです、生活者が、目の前に食べ物を見たときにどう感じるかという、万人が素直に評価できる、そういう研究課題です。ですから、例えばコオロギなんか食べたくない、半分以上は言うわけです。それから、牛肉よりもこれからは大豆ミートだとも言う。でも、じゃ大豆ミートだったらどういう問題があるのか、それをみんなが食べ始めたらどういうことが起こるか。でも、牛肉も今では問題だけれども、どうなったらいいのかというようなことを、多少時間を掛けて説明しないと理解が得られない。この辺をできる限り分かりやすく説明して、共通で国民であり、あるいは世界の人が理解するようなメソッドというか、取組はすごく大事だと思っていますので、是非そこは頑張っていきたいと思っています。

○須藤委員 よろしくお願いたします。

○大野座長 橋本委員お願いします。

○橋本委員 今、須藤さんおっしゃったことと、前から千葉先生の話聞いていて、私もすごいインプレッシブですごいなと思っています。やはり昆虫を食べるってなかなか度胸が要るというような感じが、一般国民としてはすごくあると思っています。それはもう千葉先生よく御存じの話で、それをいかに普通のこととしていくかという取組も併せてやっておられるのだと思います。あるいは、やっぱりシロアリを食べさせるのは鶏なのでしょうけれども、そういうことをしないともういけないのだということを、どうやって時間を掛けて知らせさせていくかということ、一つの大きなこのプロジェクトのテーマとして立てる必要があるのではないかなと思うのですよね。それを明示的に出して、今、須藤さん言われたように、長期的に時間を掛けてやらないと、なかなかやはり、私もちょっと今すぐにコオロギ食べろと言われても躊躇してしまいます。でも、おいしいという話もありましたよね。だから、もう知らせていくというのを一つの大きなチームにしちゃうと。チームというか、それ一つのプロジェクトみたいな感じにしちゃうということ、早く始められるといいのではないかなと思いましたので、是非御検討いただければと思います。

○千葉PD ありがとうございます。本当、おっしゃるとおり、この問題はテクノロジーだけ

じゃ解決できないのです。幾らコオロギを効率良く生産できるようになっても、皆さんが絶対それは嫌だと言っていたら、それはできるかという、できないので、橋本先生がおっしゃる部分、しっかり本当に取り組んでいかなければいけないと思います。どうもありがとうございます。

○郷治委員 千葉先生とか各所管の法人への質問というよりは、内閣府様への質問になりますが、今日いろいろな目標の御担当の方々のお話を伺って、スタートアップのお話も結構出てきたのかなと思います。ムーンショットのプロジェクトでも2050年の実用化というのを目標に、中長期で考えていらっしゃると思いますが、とはいえ、世界では研究成果を早く実用化して実際に社会実装するという、非常にスピーディーな動きも起こっている中で、このムーンショットの中で出てきた成果をスタートアップに実用化した方がいいのではないかということが起こってきたときに、どういうふうに対応できるのか、そこについてよく考えないといけないのではないかなと思いました。ムーンショットで長期的なこの国のプロジェクトが確保されているがゆえに、逆にスタートアップでの実用化に真剣にならないようなことがもしもあるとすると、非常にこのプロジェクトの趣旨に沿わないことに、結果的になってしまうということもあるのかなと危惧いたします。

○井上審議官 今、これはムーンショットに限らず、SIPもですし、あと、国でやっているいろんなプロジェクト全てに関わることだと思います。要は、そういう技術が出てきたときに、それが例えばスタートアップにつながるようなイノベーションのエコシステム、これをどう作っていくか、そういうことだと思っております。CSTIでも専門調査会を立ち上げて議論を始めていますけれども、そういうトータルの社会システムを含めた話だと認識しております。

○郷治委員 内閣府としては、何か具体的なことはされる予定はないでしょうか。

○大野座長 これは社会をドライブしていくということが必要だということと、その源泉となる科学技術・イノベーションというのがどういう組合せが一番いいのかということ、あるいはどういうターゲットがいいのかということ、やっぱり戦略的にやっていかなければならないという答えだったと認識しています。それは各プロジェクトで共通する課題だということだと思いますので、このムーンショットでも当然考えていかななくてはならない問題だと思います。

○郷治委員 少し一般論なお答えだったので、各目標で実際に出てきたときにどういうふうにするのかというのが、ちょっと見えにくいなと感じました。

○大野座長 一般論として、このムーンショットについて、各プロジェクトについての技術開発が基礎研究からここでやっていることとその社会に対するインパクトというのを、どうつなげられるかということを中心に考えた方がいいですよということですよ。

○郷治委員 そうですね。JSTさんとかNEDOさんとかでお答えいただくというよりは、恐らく全体的なお話なので内閣府様の方で、指針と言うとあれですけども、お考えを頂けると有り難いかなというふうに思います。実際にムーンショットのプロジェクトの中で、これはもう実用化できるよなど、早くスタートアップで実用化した方がいいよなどといったものが出てきたときにどうするのかと。

○大野座長 私としては、直ちにそれはスタートアップさせるべきだと思いますし、正に資金がこういった研究領域に集まってこないと駄目なのだと思います。だから、私はずっと最初から産業戦略というものをしっかりとやっていくべきなのだと、冒頭にも申し上げたかと思いますが、それはこのお金儲けということだけではなくて、産業が入ってくることによっていろんな知恵が入ってくるわけですよ。社会が何を求めているかというニーズも入ってくるわけで、一方で、これまでの基礎研究というのはやっぱりシーズ側、シーズプッシュで来たわけでありまして、必ずしもマーケットとマッチしていないというのもありました。一方で、マーケットにマッチさせるだけの研究をやっていたのでは、マーケットを作ることができない。すなわち、こういったムーンショットみたいなプロジェクトをやっていれば、これですごい世界が築けるのではないかと。だったら、それを築いていこう、こういういろんな循環を作っていくことによって、社会をドライブしていくということは必要なのだと思うのです。そういった意味で、ベンチャーキャピタル等々が参入していただけるスタートアップをどんどん立ち上げる、ここは非常に重要だと思いますし、単にベンチャーキャピタルというだけじゃなくて、大手の企業、これが資金を出していただける。その裏側には、先ほど申し上げたような、ESG資金なり、そういった新しいファイナンスが出てくる。それが正に新しいこの社会の在り方なのだと私は思っているのです。だから、その一つのパーツがムーンショットなのだろうと、そういうことを思っています。

○上山オブザーバー CSTIでは、今、スタートアップの戦略を作っています。ムーンショット、あるいは、新しく始まる経済安全保障関係のプロジェクトもそうなのでしょうけれども、そこにつなげるシーズというのはちゃんと注意深く見ていこうと思っております。つなげると言っても、単にネットワークだけじゃなくて、資金的な循環ですね、それを専

門調査会の方ではやっているということで、今日の千葉さんなんかのテーマは典型的で、これはやっぱりスタートアップと本当に親和性があると。幾つものプロジェクトでそういうことがあるということ、郷治さんも恐らく御覧になったと思います。それはどういう仕組みでやっていくのかというのは、例えばS B I R的な仕組みをそこに絡ませることもあって、専門調査会の中で出てくるような知見というものを、こういうところにつなげていくと考えているということ、御理解いただければいいと思います。

○郷治委員 分かりました。是非つなげていっていただくことを期待しております、もちろん、中長期で研究をしていただきながら。よろしくお願いします。ありがとうございます。

○大野座長 本日、有識者の先生方から非常に素晴らしい御意見を頂いたかと思しますので、各PDの先生方におかれましては、また引き続き、2年目以降の研究を頑張ってくださいように、そして社会を変えていただきますように、よろしくお願いしますと思います。

ちょっとお話も出ましたけれども、やはり産業への実装を見込んだような取組とか国際連携という、この二つが私の中でも重要だと思っています。PDの先生方の説明を聞いていると、すごく積極的にやっつけらるなという部分もあれば、もうちょっとかなというものもあったように思っております。私が評価するものではありませんけれども、是非そういったものに取り組んでいただければなと思います。特に国際連携、海外との連携、機関協力など実際に連携しているかを見ると、そうでもないかなというところもあり、交流会を開くことも重要ですが、もうちょっと積極的に常に海外の機関と研究もあればいいなと思ったのです。現状、事務局として、国際連携どうなっているかみたいなことは、何かしゃべれますか。

○河合参事官 国際連携についてでございますけれども、今、大野副大臣から御指摘がありましたとおり、当初期待していたとおりにものすごく盛んになっているかということ、まだそこまではないということは全員の認識でございます。今はまだ対外的な発信をメインにしております、ラブレターを送った状態で、その返事をまだ受け取っていない、お付き合いまで至っていないというところが、正直そういう部分はあると思いますので、今徐々に共同研究として契約が始まっている部分もありますので、この件数を増やしていけるように、引き続き各FAのやっている取組も横の連携として共有しながら、来年度に向けて強化をしていきたいと考えております。

○大野座長 ありがとうございます。みんなで頑張りましょう。

最後になりましたけれども、それでは閉会の議事に移りたいと思います。次回の説明は事務局からお願いしたいと思います。

○河合参事官 次回の日程でございます。次回については、目標7についての自己評価と今年度の成果、そして目標8、9についてのポートフォリオということで、令和4年3月23日に予定しております。目標7の分については公開の審議、8、9については非公開の審議となります。

また、本日の議事概要につきまして、構成員の皆様に議事録の御確認をお願いいたしますので、御協力をよろしくお願いいたします。

○大野座長 それでは、長時間にわたりまして、先生方、役所の皆さん、大変お疲れさまでした。また次回よろしくお願いいたします。

午後4時26分 閉会

以 上