

第19回ムーンショット型研究開発制度に係る
戦略推進会議（懇談会）

令和8年7月14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）

第19回ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議（懇談会）

議事概要

- 日 時 令和8年7月14日（火）14：15～17：00
- 場 所 中央合同庁舎第8号館8階816会議室（ハイブリッド会議）
- 出席者
〈有識者〉

- 梅澤 高明 C I C J a p a n 会長
A. T. カーニー シニアアドバイザー
f o r S t a r t u p s 社外取締役
- 梶原ゆみ子 総合科学技術・イノベーション会議議員
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
- 須藤 亮 S I P プログラム統括チームアドバイザー
公益社団法人日本工学会会長
- 南部 智一 内閣府政策参与・S I P プログラム統括チーム長
住友商事株式会社取締役副会長
- 波多野睦子 総合科学技術・イノベーション会議議員
東京科学大学理事・副学長
東京科学大学工学院教授
- 福井 次矢 日本薬科大学学長
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
京都大学名誉教授
- 宮園 浩平 総合科学技術・イノベーション会議議員
元（国研）理化学研究所理事
元東京大学卓越教授

〈関係府省〉

- 井上 諭一 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局統括官
- 馬場 貴成 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

福井 俊英 文部科学省大臣官房審議官（科学技術・学術政策局担当）
倉田佳奈江 文部科学省研究振興局ライフサイエンス課長（代理）
荒木 裕人 厚生労働省大臣官房厚生科学課課長（代理）
羽田 碧 農林水産省農林水産技術会議事務局研究推進課産学連携室
研究専門官（代理）
福本 拓也 経済産業省イノベーション・環境局GXグループ審議官

〈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
前野 武史 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
綱澤 幹夫 B R A I N 総括研究開発監
加藤 治 A M E D シーズ開発・基礎研究事業部部長

〈P D〉

國吉 康夫 J S T（目標3 PD）
東京大学次世代知能科学研究センターセンター長・大学院情報

理工学系研究科教授

三好 建正 J S T（目標8 PD）
理化学研究所計算科学研究センターチームプリンシパル
中澤 哲夫 J S T（目標8 サブPD）
気象庁気象研究所台風研究部元部長
熊谷 誠慈 J S T（目標9 PD）
京都大学人と社会の未来研究院教授
井ノ口 馨 J S T（目標9 サブPD）
富山大学学術研究部医学系卓越教授
西田 眞也 J S T（目標9 サブPD）
京都大学大学院情報学研究科教授

〈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
木村 敬子 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2時15分 開会

○熊田参事官 それでは、定刻になりましたので、第19回ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議（懇談会）を開始いたします。

本日は御多忙の中、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、有識者の皆様をはじめ、関係府省、研究推進法人の皆様、そして、プログラムディレクター、サブプログラムディレクターの皆様に御出席いただいております。

なお、内閣府井上統括官は少し遅れて御参加の予定です。

本日の会議はT e a m s タウンホールにてライブ配信を行っております。録画やスクリーンショットなどは御遠慮ください。

本日は、時間の都合上、質疑応答の時間を限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等につきましては、会議終了後にお伺いし、後日改めて回答いたします。

それでは、議事を進めてまいります。

議題（１）「本日の会議の進め方等について」御説明いたします。

資料１の２ページを御覧ください。

皆様御承知のとおり、この会議では、有識者の皆様から目標達成に向けて全体を俯瞰した視点からプロジェクトの構成の考え方や社会実装に向けた方策、国際連携の促進に向けた御助言等をいただきます。

次、３ページを御覧ください。

今回の議題となる目標についてです。今回取り上げるのは、目標３、目標８、目標９です。

目標３は、昨年１１月のＣＳＴＩでターゲットを変更した上で継続が決定しております。このため、新たなＰＤの下、目標達成のためにプロジェクトマネージャーの公募を実施し、新たに１４名が採択されております。本日はその採択結果や、今後の研究開発の進め方、ＣＳＴＩ５年目評価の付帯事項の進捗等について、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）から報告をいただきます。

また、目標８と９につきましては、今年度が研究開始から５年目になりますので、運用・評価指針に基づき、ＪＳＴによる外部評価の結果等を聴取いただき、御助言等をいただきたいと思います。

次、４ページを御覧ください。

これは前回の会議で事務局が説明した資料となります。目標８と９は、ＪＳＴの外部評価や本日の会議での議論を経て、今後、ＣＳＴＩ有識者議員懇談会で目標達成への見通し等の報告を行い、ＣＳＴＩによる５年目評価を実施し、後半５年のプログラムの継続可否を決定します。

次、５ページを御覧ください。

目標ごとの評価スケジュールになります。

なお、本日の会議における議論の内容につきましては、ＣＳＴＩ有識者議員懇談会に報告する予定でございます。

資料１の説明は以上となります。御質問等ございますでしょうか。

なければ、次の議題に移らせていただきます。

議題（２）「目標３における今後の研究開発の進め方及び５年目評価付帯事項の進捗報告等について」です。

研究開発法人であるＪＳＴより御説明いただきます。時間配分は報告１５分、質疑応答３５分を予定しておりますので、御協力をお願いいたします。

それでは、中島部長、よろしくお願いいたします。

○中島部長（ＪＳＴ） ＪＳＴです。目標３における今後の研究開発の進め方及び５年目評価付帯事項への進捗報告について、こちらは國吉プログラムディレクターから御説明していただきたいと思います。

國吉先生、御準備がよろしければ御説明をお願いいたします。

○國吉ＰＤ はい。承知いたしました。画面共有を開始いたします。

今、スライドは見えておりますでしょうか。

○中島部長（ＪＳＴ） はい。見えております。

○國吉ＰＤ ありがとうございます。始めさせていただきます。

プログラムディレクターの國吉でございます。目標３はここに掲げてあるような２０５０

年の目標に向けて邁進しております。

本日、このような内容でプレゼンさせていただきます。

まず、目標3はC S T I本会議における5年目評価によりターゲットを変更した上で後半5年の継続が決定いたしました。この際、特にA I ロボット、特に人型のものをやることが大事であるというような御指摘がありました。

これを受けまして、2030年のターゲットが変更されました。こちらにありますように2点、1点目は2030年をターゲットとして特定の現場における特定のタスクについて、人による支援の下、実用上違和感なく状況の変化に対応しながら一連のタスクを完遂でき、民間投資対象となり得る汎用自律人型A I ロボットのプロトタイプを開発する。2点目があらゆる状況に対応できる汎用自律人型A I ロボットの実現——これは最終的に2050年を目指して——に向けた開発要素の基礎を確立する、この2点が掲げられております。

これに向けまして、本プログラムではこのようなブレイクダウンをしております。2050年の目指す社会像に向けて、汎用自律人型A I ロボットが人類社会をあらゆる面で融通無碍に支え、人々のウェルビーイングを格段に高める世界を描きまして、実際に社会のあらゆる局面で危険な仕事を担う、人々の安全を守る、24時間稼働・効率向上に資する、こういったことを担うロボットというふうに想定し、そして、汎用自律人型A I ロボットが人口より多いぐらい社会のあらゆる場所に配置されて社会を支える。さらに、その提携業務だけではなくて何か緊急時が起こったあるいは急に人手不足が起こったとかそういう場合に、さっと持ち場を動いて臨機応変にそういうニーズに応じて人を助けてくれる、こういう世界観を描いて、こういうものをロボット・クラウドというふうに名づけております。言わば汎用自律人型A I ロボットのリソースが社会のあらゆるところに活用されていて、それが常に非常に機動的、臨機応変に人々のニーズを支えてくれる、満たしてくれる。これが実現できるためには、ロボットが人のできることは基本的に何でもできる能力というのが必要になってきます。こういうために必要な機能、性能としてここに挙げてあるような「その場で学ぶ」から挙げている幾つかのこういう機能が必要であると分析しております。

特にこの目標3での勝ち筋といいますか独自性でありますけれども、こういった目標のためにはこのグラフに示しているように、実は縦軸が応用力と書いてありますが、要は何ができるかという種類です。いろいろなタスクの種類が縦軸にあるとして、横軸がそれを

どのぐらいの能力でやれるか、どのぐらい早いとかどのぐらい高精度とかそういったことですが、従来の技術はこの赤枠にあるようなある特定のタスクにおいて例えばバク転ができるとか走れるとかそういったことにおいて非常に高い性能を出す最適化でやっている。しかし、先ほど掲げた目標に応えるためには、むしろできることを非常に広く、人ができることなら何でもできるという非常に広範囲をカバーする能力をつくる必要があり、これが実は技術の本質が違っていると考えております。

かなりこれはチャレンジングなことで、それをブレイクスルーするためには、実は日本の勝ち筋とも考えられる身体性と認知発達を基軸にした技術体系というのが重要と考えていまして、そういう知能と身体を有機的に融合した形で捉えて、身体構造を人の体や動作の本質を理解した上でつくっていく。それから、その場で学ぶ、実際に動いてみる中でその場で学んで動いていく。事前の大量データでやるというよりもそういう能力。それから、人や環境を理解する。特に人の感情や思考とかそういったことまで含めて理解しながら適切に行動できる、こういったものが必要と考えております。

こういうことに向けまして、今回プログラム全体のポートフォリオをこのように設定しておりまして、3段階の研究ユニットを考えておりまして、一つは統合研究、これは実際のプロトタイプの総合的なものを構築し、デモを見せることも全部含めているようなもので、身体と知能と両方の要素をやりながらトータルに結果を出していくという研究。それから、専門研究というのは、一つのテーマに絞って、例えばハンドならハンドということに絞るとか、あるいはある特定の知能に絞るということで専門的に能力を達成していく。それから、もっと萌芽的であるが革新的ないろいろな技術要素の先進的なものに取り組む要素研究、こういうふうにポートフォリオを組んで、これらが有機的に統合されるということを考えております。

公募をいたしまして、採択結果、14名のプログラムマネージャーを採択いたしました。統合3件、専門4件、そして、要素が7件で、そのうち非常に若返ったというところが特徴でありまして、例えば統合の1件、それから、専門の1件は30代の先生、それから、全体の中で40代以下の先生方が合計全部で8名、半分以上が40代以下という形で若返ることができました。こういう進歩の激しい分野では特にそれが重要だと考えております。

採択されたプロジェクトの構成はこうになっておりまして、統合の方は二つの統合プロジェクト及び1個の専門プロジェクトが全身、二足型のヒューマノイドでのパフォーマンス

ンスを追及する。それから、4件ぐらい、統合1件、専門3件が車輪移動型で上半身でのマニピュレーション等の技能に特化したもの、さらに、認知、それから、身体構造、触覚といった重要な点についての要素研究、こういったポートフォリオになっております。

技術要素でまとめた図がこちらになりますが、身体に関わる様々な重要な技術要素について適切にプロジェクトが割り振られており、知能の重要要素についてもこのようにカバーできています。

具体的な採択プロジェクトの内容、時間がございませんので細かい説明はできませんけれども、統合1件目の尾形プロジェクトはこのような人のベッド上での介護支援という人との接触を多様に含むような非常に難しいけれども重要なタスク、それから、河原塚プロジェクトでは全身運動型のロボットで、引っ越しとか家事とか多様なタスクにおいて人との間で様々な形で支援、学ぶ、そういった汎用の能力を追及する。それから、原田プロジェクトではこういったような建築現場での作業を全身で実現するというものを行っております。

それ以外に専門の中で特に特徴的なのはここに力制御というのが登場し、また、こちらでは身体性相互作用とありますけれども、こちらは目標3の特徴ですけれども、例えばドアが目の前にあって、押して開けるのか引いて開けるのか分からない。そういうときは押してみる、引いてみる。押して駄目なら引いてみる、そういった体を通して働きかけることで、その場でやり方が分かって実行できる、こういう発想が特徴的であります。

それから、このように器用な手を使って農業を行うというようなもの、その他このように多様な要素の研究ということで採択されております。

これらの内容に関しまして、まずマネジメントに関してどのように推進していくかですが、このポートフォリオにおいてはこのように知能研究と身体研究の融合、それから、身体性と認知発達に関する研究を入れること、企業が参加してプロトタイプ製作と実証をやること、そして、若手育成といったことを重要な要素として考えて組んでおります。今準備が大体整ってまいりまして、8月にキックオフ会議を開催予定しておりまして、全員が集って意識合わせ、そして、これからについての気合を入れるということでやりたいと思っております。

それから、2050年の目標達成に向けた社会実装に向けては、既に現場を持つ企業と連携するということが統合研究、専門研究の多くで体制が組めておりまして、プロジェクト

の参加やパートナーシップ形成ということで、ここに分野として例えば製造であるとか介護、農業、工事、建築、食品製造、引っ越しなどなどの現場タスクを想定して進めていくということになっております。

それから、目標１との連携に関しまして宿題もいただいておりますけれども、萩田PDとも何度か議論を重ねておりまして、現在、例えば目標３で開発した人型AIロボットを目標１で開発したサイバネティック・アバターの基盤で遠隔操作を行うという連携を考えており、議論を進めておるところであります。標準化などについての連携を進めていきたいというふうに議論しているところであります。

それから、関連施策との連携に関して、AIRoA、それから、CREST、さがけなど、実はこれらの責任者がこのムーンショット目標３のPMやADとして参加いただいております、密接に定期的に意見交換を行っておりますので、これで連携を強化していきたいと。

それから、人材育成に関しては現在課題がありまして、AIロボットの研究領域における世代交代が少し進んでいないところがある。ロボットとAIの両方を分かる人材が少ないというような課題があると思っております、今回PMの半分以上を40歳代以下ということで若返りができましたけれども、それをてこに更に様々な領域のキックオフ等の会議も含め、若手に積極的に参加していただいて育成を進めていきたいと。

それから、海外との連携も既に海外大学・研究機関との連携関係というのは取り組まれており、更に積極的に進めていきたいと。

それから、５年目評価付帯事項の宿題への対応に関してでありますけれども、既に御説明した内容が多いのですが、まだ御説明ができていない部分について、例えばこの中で三つ目のベンチマークのところについて御質問を受けております。こちらにあるような目標３での重要な技術ポイントを軸としたベンチマークを考えておりまして、一つは汎用性や適応力を実現する技術について、その場の変化や外乱等に臨機応変に対応して作業が最後までできる、これは結構重要な課題でありまして、その観点でのベンチマーク、それから、力触覚を含めた身体性に基づく知能というのは非常に重要でフロンティアがありますけれども、これについてのベンチマークということを考えています。

それから、こちらでは１個目の８年目及び１０年目の技術水準というところが宿題でありましたが、８年目では今までのロボットでできなかったタスクを少なくとも１種類以上で

多少の外乱が発生しても完遂できるということを実証すること。10年目では2種類以上のタスクにおいて、一連のタスクを完遂可能であることを示し、また、汎化できる理論、人とロボットの安全協調理論の基礎技術を確立、こういうふうに掲げております。

残りは既に御説明した内容となっておりますので、省かせていただきます。

プログラムの加速に向けてでございますけれども、戦略17分野の政府の掲げるものの中でこのAIロボットはフィジカルAIということで重要だと考えられますので、ムーンショット目標3もその一環と位置づけられると考えられますが、特にその中で挑戦的な研究開発を推進すると。その中でやはり現在御説明したもので進んでいきますが、AIロボットの国際的な開発競争が激化する中、更なる加速は非常に重要であると考えておりまして、もしも可能であればこちらに掲げてありますような①2030年ターゲット達成に向けて更に追加のテーマを拡充していく、こういったものです。それから、プロトタイプ作製は現在本当に最小限しかできないので、1台を改造しながらシリアルライズされた実験をしていくのですが、これを複数増やすことで格段に加速すること。それから、AI研究との更なる連携を進めること、そして、若手研究者の育成を推進すること、これらの強化ということをぜひやらせていただければと考えております。

これらの加速要素については、現在のポートフォリオがこうなっている中、これに加えてこちらにあるような技術要素をやることで、更に現在の激しい競争の中で先手を取っていくのではないかと考えているということであります。

以上でございます。

○中島部長（JST） 國吉先生、ありがとうございました。

JSTからの説明は以上となります。

○熊田参事官 國吉PD、JST中島部長、御説明をありがとうございました。

ただいまの御説明では、研究の加速及び目標達成の可能性を高める観点からポートフォリオの追加についても御説明をいただきました。この点も含めまして、委員の皆様から御意見や御質問をいただければと思います。

なお、円滑な議事進行のため、御質問・御回答ともに簡潔にお願いいたします。

それでは、御発言のある方は挙手をお願いいたします。

須藤委員、お願いいたします。

○須藤委員 どうも説明ありがとうございました。

今回、中身を組み換えて汎用自律型の人型ＡＩロボットを実現するというので、今日の御説明で中身の方針はよく理解できました。私がお聞きしたいのは、統合研究と専門研究、それから、要素研究と一応分けて進めるというお話だったんですけれども、例えば８ページの左の上に小さな図が載っているんですけれども、この中で専門研究というものの位置づけが今の御説明だと、その図の中の右に伸びた赤いところですね。従来の範囲というところと重なるような気がして、本来の目的はどちらかというところ上の青いところに上がっていくということですので、統合研究が主体となるのかなというふうに当初思っていたんですけれども、そのあたりのＰＤの全体の戦略をもう一回説明していただけますか。

○國吉ＰＤ　ありがとうございます。

そこが少し分かりにくかったかもしれませんが、専門研究というのは必ずしもある特定のタスクをするということではなくて、例えばハンドについてもし研究するという場合は、ハンドで多様なことができます。それから、実際にある専門研究の知能の中でも例えば、様々な技能の要素を自在に組み合わせて新しいものができるようにするというような技術だったりします。

専門研究の中では先ほど既に御説明したような身体を通して相互作用することで新しく獲得するとかそういったもので、ですから、これは必ずしも先ほどの御説明の中である特定のタスク、作業をするための技術ということではないんです。もちろん専門の中では農業というフィールドにターゲットを絞ったものもあります。だけれども、農業の中でも多様な実はスキル、タスクがあるので、そういった観点でやっているというところでもあります。

もちろん御指摘のように統合研究というのが本当に最終的に統合されて汎用性の高いものということではありますが、専門研究というのも更に技術として幾つかのベクトルの方向でやるということを極める。最終的にポートフォリオとしては全体を有機的に連携しながら、専門の中でできてきた技術が統合研究の中で活用されていく、要素研究の技術は織り込まれていく、こういったことで有機的に連携することで、全体で効果が出るようにというマネジメントを考えているというところでございます。いかがでしょうか。御質問の答えになっていますか。

○須藤委員　分かりました。要は専門研究であろうと要素研究であろうと、８ページの図の青いところを上を上げていくのを目指しているということによろしいですね。

○國吉ＰＤ　おっしゃるとおりでございます。

○須藤委員 分かりました。ありがとうございます。

○國吉PD ありがとうございます。

○熊田参事官 福井委員、お願いいたします。

○福井委員 福井です。御説明をありがとうございました。簡単な質問ですけれども、14のグループが研究を行うということで、全員がそれぞれのグループから必ず1人以上出てきて連携を取るような、そのような研究の時間を取るのでしょうか。それぞれが全く個別に研究をされるのか伺いたいと思います。

○國吉PD ありがとうございます。

まず、この8月にキックオフを予定しておりますが、ここはもちろんPM全員に出ていくのを原則としているのですが、それだけではなくて、PI、つまり各プロジェクトの中の各テーマを担っておられるPIの先生方にも参加いただくようにしております。更には各プロジェクトの中の若手の研究者、PI以外の方にもぜひ参加してくださいということで、みんなで集ってお互いの研究をまず知った上で議論するという場を最初に設定いたしますし、このようなものは定期的にやっていくと。さらに、間を置かず10月ぐらいですけれども、各PMからお話を伺った上で全体のコーディネーションも更に考えながら、おっしゃるようなPMがお互いに集まって共有し議論し、協力のきっかけをつかむ場というのを定期的で開催していくというふうに考えております。そこは非常に大事なことを考えております。

○福井委員 ありがとうございます。

○熊田参事官 宮園委員、お願いいたします。

○宮園委員 御説明どうもありがとうございました。AIロボットの領域は第7期の科学技術基本計画でも国家戦略技術領域として、国としてもかなり力を入れて推進していくという方針ですので、どうぞよろしくお願いします。

そうした中で、研究者の若返り、それから、全体を統合・専門・要素の研究の三つに分けていただきまして、非常に仕組みとしては分かりやすくしていただいたのではないかと思います。

お聞きしたいのは、やはりこの分野は国際的にも非常に競争が激しい中で、目標とするKPI、数値を上げられておりませんが、我々は論文の数で評価したらよいのか、あるいは何か指標として上げていただけるものがあるかということ、実際に統合研究でロボ

ットが出てくると我々も見やすいのですけれども、専門研究、要素研究になれば専門的な評価も重要になってくると思いますので、そういったことについて教えていただきたいというのが1点。

もう一点は、こちらはムーンショットの中で連携を進めていかれるということもあるかと思いますが、例えば一部の要素に関してはこのムーンショットのグループ以外の研究成果ですとか、あるいは海外の研究成果等も入れていくということも必要かと思うので、そういった連携体制について先ほど御説明はいただきましたけれども、改めて海外との連携も含めて教えていただければと思います。

以上です。よろしくお願いいたします。

○國吉PD ありがとうございます。

まず、研究の評価、KPIに関してですが、まずロボットですので、ロボット屋の感覚といますか実感としては、動いてなんぼというのがまず第一であります。ですから、実際に動くロボットを作り、そして、やると言っていたデモをやって、実際にできることをしますと、これが第一義的にあります。

おっしゃるように統合研究では、まさにそれが最終的な示し方にはなるのですけれども、実はデモ一発では科学的な意味での統制というのはちょっと難しいところもあり、やはりそこできちんと性能がどの程度の信頼性で達成されているのか、そういったようなベンチマーキングをこれからこのプロジェクトの中での重要な技術項目を計測できるベンチマークというものも考えていく、それでお示しするというのも大事と考えています。

実は専門研究でもかなりの部分、専門研究の多くが実際のロボットでの実験というのがありますので、やはりロボットの動きとして見せるということが一番重要なものとしてはあり、それに次いで定量的な評価を開発してお示しするということがある。要素研究は確かに要素的な研究でありますので、かなりアカデミックな結果の出し方になる部分が多いと思います。

特徴はAIの分野ではどんどんそうなっているのですが、例えばジャーナルの論文というのは現在あまり競争の場でなくなっていまして、歴史的にも国際会議の論文というのが主な場であったのだけれども、近年は、AIはあまりにスピードが速いので、もはや査読を待っているというケースでは世の中が進んでいないという状況で、これがいいことか悪いことかは別として、arXivなどで直ちに論文を発表し、それをほかの世界のグループ

が引用して次の論文を出しているのが数日サイクルで回っていく、こんなような世界になっているというところがあって、論文での評価というのをどのようにお見せしていくのかというのは難しくなっているところがあります。

ただ、まずはそのようにしてある種のデファクトといいますか、国際的に認められていると。論文でやる場合にはどういう形であれ、他から引用されて影響があるということは大事である。それから、次にももちろんある程度まとまった成果についてはやはりちゃんとしたジャーナルで最終的にまとめて発表してクオリティーを担保するということについては、私の方からも丁寧をお願いというか指導といいますか、していくことでそこをなるべく担保するというふうにはしていきたいと思っております。

最終的にやはり結果的にどういう有効な技術ができたのかというところで見せたいと思ひまして、そういう意味での最終的に、例えば特許が取れましたとか、あるいは企業さんに関心をもってもらえた、そういったところを総合的に評価として組み合わせていきたいと考えているところです。

○宮園委員 ありがとうございます。

実はA Iの分野では、やはり論文を待っているというよりも間に合わないということで、学会発表ですとかそういったことで評価していただいているということを知っておりしたので、今、先生の御説明は納得がいくものでありますので、ぜひ評価委員が公平な目で評価できるように御説明を頂ければと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。

○國吉PD ありがとうございます。そのようにいたします。

もう一つ御質問がありました。

○宮園委員 国際的にやはりできたものが本当にどれくらいいいものかというような国際的な評価とか、それから、国際連携についてです。

○國吉PD まず、現行のプロジェクトにおいて既に国際連携はプロジェクトの中で、こちらの資料に文字は出ておりませんが、実際のプロジェクトの中で例えばエジンバラ大学とかフランスのC N R Sであるとか、それから、米国の大学でニューヨーク大学とか、いろいろなところすでにメンバーが入っていただいているという形で連携があります。もちろんロボットの面では、今回採択されているPMの先生方はいずれも既に国際的に大活躍しておられる先生方でありまして、それぞれの国際ネットワークで研究を進めておられます。

目標3全体としてもやはり節目、節目を見まして、国際会議等でのアピールの場を設ける、

国際シンポジウム等を開催するあるいはそういうところで実機の展示等も含めたものを考えるとか、そういったことはやっていきたい、そういう場を通して国際的に評価を頂く、それから、交流をして連携体制を強化していく、こういったことをぜひ進めてまいりたいというふうに考えております。以上でございます。

○熊田参事官 梅澤委員、お願いいたします。

○梅澤委員 梅澤です。ありがとうございます。

まず、ちょっと全体のアプローチについて確認の質問です。中国勢、米国勢のフィジカル A I は仮想空間での大量のシミュレーションあるいは実世界での大量のデータを獲得して、それを基に能力を高度化するという点で現時点では日本より大幅に先行しています。ただし、学習済みの状況から外れるといろいろと弱い部分があります。そこを捉えて日本はその中米がつくってきたレベルのものを土台とした上で、その上に新しい環境にも適応できる能力を乗せていくという考え方なんでしょうか。それとも後者の部分だけで勝負ができるということで取り組んでいらっしゃるんでしょうか。まず、その認識について教えてください。

○國吉PD ありがとうございます。

結論から申しますと、合わせ技に最終的にはなるといいますか、この目標3の中でも具体的に例えばV L A、それから、力制御と身体性を通したその場でのデータ収集・適応というのを組み合わせるといような具体的な研究テーマを立てられておまして、これはまさに合わせ技になります。V L Aとかそういう基盤モデルを持ってきて、それに更にアドオンする形で身体性に基づく知能の枠組みを加えることで弱点を補うというのが一つのやり方。

もちろんいろいろな方向で分析の資料がありますが、米中、それから、目標3の特徴をまとめたものですが、我々のものはボトムアップ型というふうに称されていますが、これは要するに現場でのデータをその場で取得して、そして、そこでの学習を即座に行い適応してやる、そういったものですが、これ自体の研究も要素的に新しい手法であるとか人の認知機能の解明に基づいてそれをつくるとか様々なことをやりますけれども、それは独自の路線をやりますが、最終的にシステムとして統合する際には、やはり合わせ技でやると。V L Aの基盤モデルの強みというのは、利用しながら、でも、それでうまくいかない部分について独自の強みを発揮するということしていきたいと考えております。

○梅澤委員 ありがとうございます。

その土台の部分もこのプロジェクトでそういう意味では一定の投資をしていくということになると、相当薄く広い投資になってしまうのかなというふうにも感じるのですが、先生もどこかで書かれているとおり、やっぱり米中の投資額、A I ロボティクスあるいはフィジカルA I に関してここまでの投資額は恐らく2桁違うという状況の中で、その土台の部分でそもそもキャッチアップをすること自体が日本にとっては相当なチャレンジだというのが現実だと認識をしています。

そこも含めて、その先の今のフィジカルA I ができていないところもやりますという両方をこの予算の中でやりますというのが現実的なのでしょうか。

○國吉PD 両方やるということではないというのが端的なお答えで、基盤モデルのフルスペックなものをやるとしたら予算が全然足りないのですね。それはこれの中ではちょっとできなくて、ですので、この目標3の中で使う基盤モデルというのは、既にほかでできているものを持ってきてチューニングしたものというようなイメージになります。あるいは非常にドメインを特化して小規模につくる自前のものも研究としてはやりますけれども、いずれにしても、フルスペックの基盤モデルをつくるというのは、この中では想定していないというか予算的に無理です。

そういうところはむしろA I R o Aとか、A I R o Aではかなりの数万時間とかそういった大量のデータを取得できる枠組みをつくり、そこで基盤モデルをつくっていくということが進んでおりますから、そこは積極的に連携して、その成果も活用させていただきな がらやるということできたいと。

ただ、基盤モデルを国際的な競争力をもってやっていくというところについて、この目標3としてコミットできるかというところ、そこはスコープ外になります。むしろ我々はそういうものも使えるのだけれども、独自の強みを出すブレークスルーの技術に集中してやっていくと。実際にシステムとしてつくるのは合わせ技でやりますけれども、技術としては独自性を追求していくということで考えております。

○梅澤委員 ありがとうございます。理解できました。

その上でプログラムの加速に向けてというところで書かれていること、特にプロトタイプ作成の費用をちゃんと確保することと、それから、A I 研究者、ロボット研究者の連携を進める、これは本当にクリティカルだと私も感じますので、ここに関しては何らか

の予算的手当を政府としてもできないものでしょうか、と私からも賛成の意を表したいと思います。ありがとうございます。

○國吉PD 大変ありがとうございます。

○熊田参事官 梶原委員、お願いいたします。

○梶原委員 御説明ありがとうございました。

何点か質問したいのですけれども、まずベンチマークですけれども、これはまだ具体的にこういった観点の指標でグローバルに評価をするというのが多分出来上がってなくて、一方では年ごとに確認していくという表現も見受けられますが、例えば1年後に日本の立ち位置が、今はできないけれども1年後には見えるという想定で考えていらっしゃるのか。

それから、そのベンチマークの中にこれは毎年ではないと思うのですけれども、プロトタイプをつくったりするとき、最終的に経済合理性、どのぐらいの経済性というか、例えばプロトタイプをつくったときに1台いくらかで動かせるものになるのかとか、そういった観点の視点も入る可能性があるのかどうか。あった方がいいとは思っているのですけれども、一方では、そう簡単に算出できるという形ではないのかもしれないかもしれません。プロトタイプをつくっていく上で前回伺ったときに、プロトタイプは1種類じゃなくてタイプが複数あると伺ったりしたので、一方ではサプライチェーン上の関係で勝ち筋を考えたときに、共通的になる方がいい部分も多分出てくるので、どこかで連携するというのも出てくるでしょうし、先ほどのAIの話も技術者の話もそうですが、各統合プロトタイプごとにAIの技術者が張り付くのか、連携するような形で出てくるのか、そういった観点のところもちょっと気になったものですから、ベンチマーク、それから、プロトタイプのことでちょっとコメントさせていただきました。

かつ最後が民間投資対象になるようにという表現ですけれども、視点の中では政府の調達ですとか自治体の調達といったような、そういう視点のプロトタイプが出来上がってくるのか、難環境ということなので災害対応とかも結構あるような気がしますが、そういった視点はいかがでしょうか。

○國吉PD ありがとうございます。

結構難しい、重たい御質問を頂いたのですけれども、ベンチマークについては方針がここに掲げてあるようなことで、この目標3の特に技術面での特徴的なところをしっかりと評価できるようなベンチマークを検討していくということで、ただし、現時点ではまだ採択プ

プロジェクトが決まった段階で、今度はこれを進めていく中で具体的な技術のマイルストーンとしてどういうふうに具体的な性能というのがいつの時点で出てくるかというようなことも見ながら、それは国際的なシーンの中で比較するとしたらどういう指標が適切なのかという具体論を検討する必要があるということで、少し進めないでそういう定量的な評価というのは難しいんですけれども、多分1年後とかそういったペースで具体化はしていきたいなと考えているということです。

いろいろ御質問いただきましたが、統合プロジェクトの中でのプロトタイプなどおっしゃるとおりで、現行のプロジェクトではそれぞれの統合プロジェクトでそれぞれのプロトタイプができる。これは現状の技術ではまだそういうふうにしないと研究の効率としてなかなか上がらないところがある。ただ、全く御指摘のとおりで、最終的に2050年に向けては1台の共通のロボットで全てができるということを2050年目標としては掲げているので、それに向けて進められるようにはしたい。これはやはり2030年までの中では、そういったことを少なくとも意識して、PMの間での共通認識をつくりながら将来的に統合可能な技術、全く相入れないようなものと駄目なので、共通要素を十分に持って、統合を視野にしたようなものということで進めていくことではないかというふうに考えております。

あと、最後の方の御質問で政府調達関連の話ですが、掲げているもののの中に実はこういうものが例えば通信途絶時の自律判断行動能力というのがあったりします。これは何を意味しているかという、例えば平常時じゃなくて災害時であるとか、あるいは何らかの通信インフラに対する障害とか不具合あるいはアタックとかそういったものがあつた下でもきちんと機能を継続できると。災害、事故その他ということを想定しておりまして、これはある意味、通常の家であるとか製造現場であるとかだけではなくて、社会の安全を守る、事故とかそういったことに対応するものという意味では、社会的なインフラといいますか、そういうものとして求められる性能ということも考えていると。

実はそういうもののロバストネス、それから、安全・安心というのも実はかなりそういうものを含んでいる。機敏な動作というのも実はそういうところを含んでいたり、非常に強い身体能力を持っているようなものというものも考えていった方がいいということで、追加的な要素としてこういうものが入っている。これがかなり公的なニーズにも応えられるようになって、事故、災害とかそういったことを意味しているというところであります。

ちょっと取りあえず一旦こんな感じでよろしいでしょうか。答えを漏らしているところがありましたら御指摘いただければと思います。

○梶原委員 大丈夫です。いろいろとありがとうございます。

○熊田参事官 波多野委員、お願いいたします。

○波多野委員 ありがとうございます。

大変難易度が大きいテーマですので、マネジメントのご苦労も多いかと拝察いたします。ただ、本事業はまさに「ムーンショット」ですので、2030年や2050年の目標を明確なベンチマークとし、達成に向けた積極的な研究投資を促すような力強いメッセージを打ち出すべきだと考えます。現状の記述はやや一般的にも映りますので、よりムーンショットらしい野心的な2050年像を示していただいても良いかと思えます。

その上で、4点お伺いいたします。

1点目は、融合研究の加速について、認知科学をはじめとする脳科学との融合研究は、先端AI研究でも進捗していますが、各統合型プロジェクトにおいて、こうした領域横断的な融合研究は着実に加速しているという捉え方でよろしいでしょうか。

2点目は、2030年目標の前提条件です。2030年目標に掲げられている「人による支援の下」という表現は、具体的にどのような支援レベルや運用状態を想定されているのでしょうか。

3点目は、他目標との連携構想です。医学系や「目標1」との連携に加え、「目標9」など、他のムーンショット目標や外部領域との連携・展開についてはどのようにお考えでしょうか。

4点目は、ハードウェア領域の戦略ターゲットです。通信や電源、特にアクチュエーター領域では中国勢などの低コスト化と技術進展が顕著です。本プロジェクトとしては、どの部分を強みや差別化のターゲットとして捉えているのでしょうか。

よろしく申し上げます。

○國吉PD ありがとうございます。

まず、御指摘ありがとうございます。ベンチマークというのは、むしろ2030年、2050年、ターゲットを目指せるかと言われると、全くそのとおりだと思います。まず、この御指摘に関して、人による支援の下とありますが、これを実はどう読むかという、ここらあたりに書いてある何かいろいろ条件みたいにしてついているものが全部パラメー

ターだというふうに考えています。つまり、2030年のターゲットは、実はまだ途中段階であると。2050年に至る理想像に向けての途中段階であるので、100%完璧ではないと。そのときにどの程度汎用自律なんだということを図るために、ここの特定のタスクについて人による支援の下、実用上違和感なくといういわゆる限定詞がついていますが、これらが全てパラメーターである。逆に言うと、どのぐらい特定じゃないタスクについて、どのぐらい人による支援なくして実用上違和感なくできるかを問う、こういう意味であります。

ですから、もちろん現実には限界があって、これがある程度必要だとかある程度タスクを限定する部分は必要だとかそういうことは想定されていて、だけれども、そこはできる限りそこを広げていくのだというふうに読むというようになっております。これが定義であります。

認知科学との関係ですが、実は既に各プログラムPMの間でそれぞれにかなり認知科学、その他人間科学分野との連携というのはしておりまして、今回のプロジェクトの中でも入っているようになります。ちょっとここの文面に必ずしも直接書いていないのですけれども、それぞれ当然認知に関わるものなのでありますというのと、もう一つ申し上げますと、この要素研究の中で、特に野中先生はまさに認知科学者でありまして、心理学の立場から人の臨機応変さに関する、特に身体を介してその場でのインタラクションで学習し、すぐに適応していく、そういった原理をやっておりますというのをロボット研究者をPIに加えながらやっていきますと、そういうものになったりします。

お答えとしては、かなりほぼ全てのプロジェクトでそういった意味で人間科学、認知科学との連携というのは既に入っております。それから、認知科学者が既にPMとして入っており、また、私自身、長年神経科学、心理学、その他人間科学との連携で研究をしてきておりますので、そういったコミュニティと繋ぎながらやっていくというふうに考えております。

もう一点、アクチュエーター、電池等に関する御指摘がありました。特に資料はございませんけれども、これは非常に重要であります。ただし、御承知のように、例えば電池の技術の一つ作るとなると、一気に数百億円というサイズのプロジェクトになってきます。モーター1個作るでもちょっと数億では無理というスケールになっていきます。ですので、現実問題としてこれらのコンポーネント技術を本格的にやるというのは、この目標3の

ケールの中では無理ですという理由からそれは除外しています。

ただし、限られた予算の中で既にある技術をカスタマイズして、自分のロボットの要求スペックに合うものに仕立てるというのは、少ない予算額でできるものについては入っています。そのコンポーネント、電池とかモーターとかそういったコンポーネントに関しては、むしろ国全体の施策の中で、そういったところでも恐らく推進されていくということを期待し、それとの連携で技術の進歩を取り込んでいきたいというふうに考えているというところであります。

すみません、全てにお答えできていないかもしれませんが、もし御指摘があればお願いいたします。

○波多野委員 ありがとうございます。

○熊田参事官 南部委員、お願いいたします。

○南部委員 南部です。

S I Pを3年間、統括チームで担当させて頂いたので感じるのかもしれませんが、また、今3名の先生がお話しされた内容とダブるかもしれないのですが、ムーンショットというのは2030年までにプロトタイプを「開発」するとか 要素の基礎を「確実にする」といった言葉になっています。ここはまだいいと思うんですが、2050年を見たときのゴールがロボットを開発するという言葉で結んでいます、この目標の解像度を上げる必要があると感じます。政府の成長戦略会議をもとに出されている社会実装のイメージに合わせて、取り組みの結果がウェルビーイングを確立するのか 国家の強靱性をつくるのか、産業をつくるのかその目的を考えた場合、ムーンショットの取り組みでそれぞれ何を目指すのかの解像度を上げることが重要と感じました。開発して終わりなのか、今アクチュエーターの話が出ましたが、サプライチェーン全体の強靱化で考え、その中に個別技術があって、本来的にはそういったものを産業化して行って、それが社会実装され、持続性を持たせるということまでみて、ムーンショットとしての取り組み効果が出るのではないかと考えます。その上でもし予算が制限要素であったら、そこにアドレスしない限り、研究開発で終わってしまう気がするんです。

ムーンショットの取り組むテーマそれぞれがもたらすものは何なんだ、ということが重要だと思います。S I Pをやっていると社会実装を中心にしゃべらせていただいているものですから、これはどうなんですか。デマケしてあくまでも研究開発でいいんだということ

为什么呢。それとも産業化するようなことなのでしょうか。

○木村参事官 内閣府からお答えさせていただきます。

4 ページにムーンショットのターゲットの記載がありますけれども、こちらのムーンショット目標は、2050年までにAIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現となっており、そのような社会を実現していくということでございます。従って、開発だけして終わりということではなく、人とロボットが共生するような社会を目指した2050年までのかなり先の目標を設定しております。この2030年のターゲットで、ムーンショットの予算的な支援は10年間が最長ということで、一旦は終了する形になりますけれども、2050年の目標に向けて、社会実装を目指してその後のことをきちんと検討していくということは当然必要になってくると考えております。

○南部委員 成長戦略会議でAI・半導体と同様にロボティクスのところも非常に重要な分野と見て、戦略的不可欠性の要素の一つとして見ているという部分と、今ロボットがあったらいい社会ができるよねと、こういう社会観とどっちなんですかという質問なんですけれども、どっちかというと後者と思ったらよろしいですか。

○木村参事官 例えば、これからの高齢化社会で人口が少なくなる中、社会の色々なところで汎用ロボットを使うということで、今おっしゃった後者により重点を置いていることになります。他方、開発した成果の中で、おっしゃるような戦略的不可欠性のようなところに役に立つものが当然ございますので、そのようなものに対してアンテナを高くする必要があります。先ほどの梅澤委員などからの御意見の中でもございましたが、AIロボティクスは日本成長戦略の中でも取り上げられ、戦略17分野の官民投資ロードマップでも言及されているAIロボティクス戦略で、ムーンショットは、中長期を見越した成果を生み出していく取組として位置づけられているところでございます。経産省や色々な現業を持っている各省などと連携する中で、ムーンショットだけの予算で全てやっていくという形ではなく、現業を持っている官庁の予算で成果を社会実装してもらうようなことも出てくるでしょう。そのように、政府全体として2050年を目指して検討を進めていくことが非常に重要と考えております。

○南部委員 ロボティクスは重要だと思います。特に、370兆円の2040年までの17項目のかなりの部分を民間マッチングでやろうとされていると伺っています。そうすると、市場形成という考え方があって、持続性と予見性がないと民間は動かないと思います。ロ

ボティクスもそうするのであれば、周辺産業も含めてサプライチェーンを作りあげ、結果としてそれに取り組まれた日本の研究者の開発したものが社会をよくするというふうな仕組みを作らないと、なかなか正の循環が生まれないというふうにこの分野は特に思っています。

○木村参事官 おっしゃるとおり、ムーンショットが独立してやっていくのは全くよろしくないと考えておりますので、官民投資ロードマップやＡＩロボティクス戦略の様々な取組、例を挙げると先ほどのコンポーネントやロボット基盤モデルもそうですが、他省庁が実施する大きな投資による取組ときちんと連携するべく、内閣府としても支援していくことが重要だと考えております。

○熊田参事官 福井委員、お願いいたします。

○福井委員 研究者の先生方は勤務時間の何%をこのプロジェクトに費やさなくてはならないとか、何かそういう研究時間に係る契約とか、そういうものがあるのでしょうか。

○中島部長（ＪＳＴ） エフォートのことだと思いますが、何%以上のエフォートを充当してくださいというようなお願いはしておりません。提案を募集するときには、提案した研究が実施できる十分なエフォートを充当してくださいとお願いしております。採択された後、研究計画を策定していく中でも研究内容に対して十分なエフォートが充当されるかをＰＤ、アドバイザーの方に見ていただきながら計画を設定したと、というような状況でございます。以上です。

○熊田参事官 委員の皆様、貴重な御意見等をありがとうございました。

本件は重要な議題であり、引き続き御議論いただきたいところではございますが、この後の議題も重要な内容となっておりますので、ここで次の議題へと移らせていただきます。

國吉ＰＤ、どうもありがとうございました。

○國吉ＰＤ ありがとうございました。どうぞよろしくお願いします。

失礼いたします。

○熊田参事官 続きまして、議題（３）「目標８における外部評価結果及び今後の研究開発の方向性について」です。

研究開発法人であるＪＳＴより御説明いただきます。

こちら時間配分は報告１５分、質疑応答３５分を予定しておりますので、御協力をお願い

いたします。

それでは、中島部長、よろしくお願いいたします。

○中島部長（J S T） 引き続き J S T です。よろしくお願いいたします。

まず、研究開発プログラムの概要と研究開発の状況についてプログラムディレクターであります三好先生から御説明していただきたいと思います。

三好先生、御準備できましたら御説明をお願いいたします。

○三好 P D 画面を共有します。

今御紹介ありました目標 8、プログラムディレクターの三好建正と申します。

御説明します。まず、概要、その後で状況、外部評価結果、今後の方向性ということで進めてまいります。

概要ですけれども、この目標は 2050 年のターゲットとしまして、気象自身を制御して被害を大幅に軽減しようということを目指しています。気象自体を変化させるということを狙っています。

まず、気象は人間に比べて巨大な、膨大な規模のシステムですので、この mismatch をこのように、非常に膨大なるこをつくらなきゃいけないということですね。

あとは気象を人間の力で何とかしようというのは倫理的な問題もありますし、社会的な合意を得るという難しい社会科学的な問題も抱えておりまして、これらに真っ向から取り組んでいこうということを狙っています。

まず、プログラム全体として当初 10 年間は計算機上での検証に注力するという計画で進めてまいりました。可能な限り屋外実験を前倒しするという方針にして、実際今年の 1 月に後ほど御説明しますが、屋外実験を実施することができました。

体制はこのような形になっておりまして、プロジェクト、豪雨の制御と台風の制御と大きく二つ分けて、それぞれ二つずつという形で進めております。

気象改変と気象制御と似たような言葉なんですけど、気象改変というのはもともと気象学の分野で何十年、あるいは 100 年前ぐらいからある気象学の一分野になっております。

今回気象制御というのは、これまで気象学の分野としてはなかったんですけども、制御の理論というのをしっかり取り組んでいくといいますか、これまでの気象改変では制御理論というのはあまり考えていなくて、雨を増やすとか、雲をちょっと変化させるというようなことを考えていたものなんですけれども、今回は新たにカオス性を逆手に取るような

制御理論、カオスを制御するという理論に根ざした新しい視点というのを取り入れまして、
ですので、気象改変とは全くレベルが違うことをやろうとしているというふうに認識して
おります。

世界の動向ですけれども、気象改変の研究、実験、これは様々な国で行われています。年
間で何百回といった規模で既に実施されている。日本から見ましたらアジアで結構やられ
ていて、インドネシアなんかでは既に豪雨を制御しようといったシーディング、雲に介入
するような実験というのも行われていますし、タイなんかでは年間に1,000回以上実施
したりとか、かなり大規模に世界的には行われていることもあります。

ただ、日本では国内の公的機関で10年以上行われていなくて、実験手法の再構築、要す
るにナレッジが失われつつあると、ほぼ失われているという状況になっています。です
ので、例えば雲にドライアイスまくという実験を考えたときに、ドライアイスをどうい
う装置でまけばいいのかということが分からない。当時の設計図なんかもちっと分から
ないと、ですので、新たにまく装置を設計してつくるみたいなこともしなければなら
ないという状況です。

昨年度に得られた主な進展について御説明します。

これはシミュレーションですけれども、シミュレーションの中で広島で災害を起こした豪
雨というのをシミュレーションしました。これが介入しない場合のシミュレーションで強
い雨がここに降っています。3時間で最大224ミリメートルですね。それを降らした雲、
これは3次元的に描いていますけれども、立体的に雲を見ると、ここに水があります。こ
の水に対して凍らせる物質、この場合ドライアイスを飛行機で持っていける量、3トン
ここに介入して、凍らせることによって、最終的にこれは変化を書いているんですけ
れども、強い雨の範囲の中で雨が大きく減ったということを示しています。ですので、シ
ミュレーションの中ではこういう操作をすることで、実際に災害をもたらしたような大
雨を災害級から災害の起こらない大雨にできるという可能性を示しています。

これはほかの事例です。

2021年8月の九州北部で起きました大雨ですね。ここに雨が降っていて雨の積算量を
右のグラフで書いています。積算量は右の軸で見るとはなりますけれども、点線が増
えていくと、左の軸は時間当たりの降水量でその瞬間で降っている雨と考えていただ
ければいい。これが上下しているものですね。雨はただ模様になりますので、ずっと
強い雨がずっと同じ

雨が続くというのではなくて、強くなったり弱くなったりということを繰り返して積算降水量として増えて、短時間の間にたくさん降ればそれだけ被害になるということです。

これに対しまして、これは制御理論を適用した。ここにEnMPC、詳細は省きますけれども、Model Predictive Controlという方法でアンサンブル近似を用いることで気象のような超高次元系にも適用可能としたと。もともとModel Predictive Controlは制御工学の分野で有効な手法として特に最近使われている方法ですけれども、これを気象に適用できるようにしたと。それによって雨、緑色のところですが、二、三割減らすことができた、この幅は不確実性がありますので、不確実性を直接考慮できる手法であるということです。

予測が不確実の中で介入の効果も不確実なわけです。そういう不確実性にも真っ向から立ち向かっていかなければならないということで、そういうことを考えた理論の研究になります。

次に、台風です。

これは2018年の台風21号ですが、ちょっと太めの線であるのが何も介入しないときの台風の経路、進路になりますけれども、ここの台風発生2日前にシーディング、台風の雲、これから台風になると思われる雲に対して介入をすると大きな変化を引き起こすことができるということを解明しました。これは小さな介入を早く行えば十分変化させられるという可能性を示したもので、まだ台風にも可能性があるということを示しています。

さらに制御理論を適用して介入量を減らすという実験をしています。

これはラムダというパラメータがある方法なんですけれども、このパラメータが0から1の間を取って、0の場合は制約を与えない。こういう青いところに介入するといいですよというのを計算できるんですけれども、それに対してどんどん絞り込んでいく、これは1になると何もしない。0.9というのは何もしないに非常に近い、要するに介入箇所を限定していると、ですので、何も限定しなければこういうふうに介入すればいい。これは広範囲にわたりますので、難しいですが、ここに介入すればいいということが分かればここに介入しにいかばよくて、これを介入するとそれなりに効果が得られる。これは台風の強さですが、上にいくほど弱くて、この0.9というのが赤い線ですが、赤い線は弱くなっています。なので、こういう台風のツボと呼んでいますけれども、この中からど

ここに介入すればいいかというのを見つける方法というのも研究が進んでおります。

屋外実験です。

屋外実験は当初2030年代に着手しようというふうに計画を立てていたんですが、その心は、その意図していたところは、どんな介入をすればどういうふうになるということを経験シミュレーションの中でしらみ潰しに調べる。その知見を十分に得てから有効な介入手法というのを実際フィールドで試していこうという作戦を描いていたんですが、介入実験、先ほども言いましたけれども、十数年ぶりということで技術自体が失われつつある現状でなるべく早く着手した方がよいというふうに考え直しまして、できることをやろうということで富山湾で冬の積乱雲を対象として行いました。

これを行うには実際にドライアイス、これをまく装置を作ったりもしているんですが、こういうことをして影響がないのかと、不安にならないかという問題があります。実際に屋外実験するに当たって関係各所、県や地方気象台、陸上自衛隊、地元自治体なんかを訪問して、説明して、市民説明会を行って、実験審査会を行って、実際実験をして、さらに終わった後報告会をするということで、関係する各所に十分説明をして御理解いただけるという形を取りました。これが大きな影響のあるような実験はもともと意図してないんですが、それでも注意深く実施することができてよい結果が得られています。

あとRRI原則、ルールメイキング、あと市民対話とか合意形成を行うための道筋なんかにつきましても研究を進めておりまして、原則というのをまず社会的意義とか平和目的にしか使わないとか災害を防ぐためにやっていますというような原則、こういうのをしっかり公表して、それに基づいて実験を進めていくという形を取っております。

プログラムのマネジメントですが、昨年度当初その前の年、3年目の中間評価の結果を受けまして、とにかくこのプログラムは実現に向けて何ができるのかということを経験考え直してしっかりやっていかなきゃいけないということを全研究者みんな1か所に集まって合宿を行って、私の方から考えましょと、特にムーンショットなんだからムーンショットらしい研究というのはどういうものかと、気象を制御するというのが大事なテーマですので、それにどうやったら実現できるのかというのを膝を突き合わせて議論して、強い指示を出して屋外実験にも至りましたし、加速することができたと思っています。

国際連携についてですが、いろいろな国で、アメリカとかオーストラリア、アメリカ、イギリス、気象の気候、あるいは制御しようという考え方で行っているプロジェクト

というのが立ち上がり始めているという状況で、日本が着手したのは先をいっていると私は思っていますけれども、認識していますけれども、競争もあるんですけれども、コミュニティ形成というのは大事ですので、連携を推進して世界の中で気象制御という新しい気象の分野をつくっていこうというような活動も進めております。

産業界との連携、既存の機材や組織を防災を含めた多目的に利用ということで、民間事業者との連携や社会実装を想定した法制度面の検討なんかを進めています。

広報・アウトリーチ、様々取り組んでいるということです。

ちょっと時間もありますので、ここは割愛します。この部分はJ S Tの方からですかね。

○中島部長（J S T） では、時間ありませんので、23ページ目をお願いします。

事務局より5年目の外部評価結果について報告します。時間の関係上、総合評価結果のみ紹介させていただきます。総合評価としていましては、研究開発プログラムはおおむね期待どおりに推進されていると評価されました。

高く評価されたポイントは三つでありまして、まず、革新的な目標、挑戦的な目標について学術的新規性の高い成果が得られている。2点目はPDのリーダーシップにより、屋外実験を前倒しして進められ様々な知見が得られていること、3点目はAI、ドローン、量子技術などを取り入れた気象デジタルツインシステムで活用していく将来構想にしっかりと期待が持てるという点です。

後半を進めるに当たっての留意点としては大きくは2点、1点目は物理プロセスの解明や予測精度の向上などを進め、屋外の実証実験を加速してデータを蓄積していく、どんどん進めていくということと、2点目は気象制御に対して社会受容性をさらに向上させ、特に台風に関しては国際的なコミュニケーションを強化してさらにルールメイキングに対しても貢献を高めていくことが挙げられました。

最後に、プログラム終了後の研究開発や社会実装をどうするかということを見据えまして、後半期間中には関係府省の議論なども通しまして、将来的に気象制御に関する中核的な役割を担う体制、組織などをどうすべきかが明らかになっていくことに期待が寄せられました。個別の評価項目に対するコメントは続くページに記載しておりますので、適宜御参照ください。

続きましては、三好PDから今後の方向性について御説明いただきます。

三好先生、お願いいたします。

○三好PD ちょっと時間を超過しておりますが、一、二分いただきたいと思います。

10年目のターゲットは当初計算機上実証、屋外実験を開始するということだったんですけれども、前倒しして実施してゴールを前倒しにしよう。といいますのは、これまで4年間取り組んできて、台風が相手が大きくて豪雨がたくさん集まってできるのが台風ですので、台風の制御というのを2050年目標として達成するには豪雨の制御、台風を構成する部分になりますので、これらはもっと早く実現できないと難しいというふうに判断しました。

このため2040年の前半には豪雨が制御できる。これを目標に定めようと、そのために既に昨年度、今年の1月ですけれども、屋外実験に着手しております。この屋外実験を次の10年目までにどんどん進めて、豪雨制御に関しては2030年代には屋外実験で経験を積み重ねて2040年の社会実装と、ですので、2031年には豪雨制御に向けた気象デジタルツインを実現するということを目指に前倒しをしているということです。

デジタルツインというのもコンピュータの中と現実世界を双方向につなぐというもので、現実世界のデータを使って再現するということは今の技術でもできるようになってきていて、それがベースになって、この中で現実世界、未来を選ぶということをできるようにしようということです。

AI、ドローン、量子、ドローンなんかは特に重要で、雲に飛んでいって何か操作をしようと思ったときに飛行機では飛べないような雲とかもありますので、ドローンを活用していくのは大事です。ドローンの運用や予測の精緻化などについてもAIは活用必須ですし、あと誤り訂正型量子コンピュータを使うとデータ同化を超高速にできるようになるという高精度にもできるようになりますので、量子計算というのにも積極的に取り入れていきたいということです。

夏の積乱雲を対象とした実験サイト、これが次の5年間で島しょ部で早期に構築するというふうに考えています。

国際的プレゼンスの強化、国際的なルールメイキング、先ほどありましたけれども、そこも進めていくと。

次の5年間の体制というのを考えました。

これまでは豪雨と台風が四つのプロジェクトがそれぞれ1個でゴールに達成できるというふうに最初立てつけてこれまで進んできていますけれども、今度は一丸となって、特に屋

外実験をパラレルに行うというのは非効率なこともありますので、非効率なことが起こらないように十分に連携できるような体制、台風はゴールが遠いので、今できることをやると、まだ屋外実験で台風に何かするということは考えていなくて、そういうのができるようになったところで強化していく必要が出てくると思います。

その代わり数理・社会システムに関して横串を通すような、プログラム全体を通すようなプロジェクトというので、四つのプロジェクトの配置を役割を明確にしてプログラムが丸となって進めるというような体制を考えたいと思っております。

以上になります。

○中島部長（JST） 三好先生ありがとうございました。

時間を超過して申し訳ございません。以上となります。

○熊田参事官 三好PD、JST中島部長、御説明をありがとうございました。

ただいまの報告について御意見・御質問のある方は挙手をお願いいたします。

須藤委員、お願いいたします。

○須藤委員 どうも説明ありがとうございました。

教えていただきたいんですけれども、広島ドライアイスでやったシミュレーションの結果とか、それから北九州でアンサンブル近似をした結果とか、シミュレーションでいろいろ出ていていろいろな成果が出ているんですけれども、裏にある理論的な物理プロセスの解明というのは何かできているのでしょうか。

台風にしても進路が変わったりしているんですけれども、シミュレーションだと分かるんですか、その基にある理屈がまだよく分からないんですけれども、そこを既に当たり前のこととしてあるのか、あるいはもう少しそのところをこれから詰めて精度よい予測をしなきゃいけないのか、そのあたりを教えていただきたいのが一点です。

それから、もう一点は、これはいろいろ現象を介入して制御するんですけれども、BRIDGEとかSIPの方で豪雨自身の予測までは相当いろいろなプログラムが組んであって、どんな豪雨が来るかという予測まではある程度国のプロジェクトはいっぱいあると思うんですけれども、その先で介入して制御するというのがこれの目的だと思うので、そのあたりの連携を将来考えているのかどうか、全く別に動いているのかどうか、そのあたりを教えていただきたいと思います。

○三好PD 御質問ありがとうございます。

まず、1点目、物理プロセスについてですけれども、全てが分かっているかというところはまだまだ解明しないといけないことはあります。ただ、この実験をなぜ行ったかというところから見込みがあって行っています。それは物理的理解に基づいた見込みです。

この場合水を氷にするということですね。ここに過冷却水滴というのがあるんですが、水を氷にするか、あるいはないところにつくるかというので、シーディングをする物質が違ったりシーディングのやり方が変わったりします。

この場合、過冷却水滴を氷の雲粒に変化させて氷の雲粒が落ちてきにくい。要するにくつついたりとかすると重くなって落ちてくるんですけれども、落ちてきにくい、多数で小さい氷にして遅らせています。なので、南西から北東に向かって風が吹いていて、ここに雨が降っていますけれども、この中の雲を落ちにくくすることでそれが後ろに、ですので、こちらは増えているんですが、増えているところはもともとそんなに強い雨が降っていないところで、ちょっと増えても災害になるようなところではないですね。ですので、災害を引き起こしている雲を散らせるというのをこういう物理的雲がどうやって成長して下に落ちてくるかという物理的な理解に基づいてやっているという意味では全く当てずっぽうに適当にやったわけではなくて、気象学的な知見に基づいて行っているというものです。

あとこちらは制御理論なので、ツボを見つけるための理論というのを探したというものですので、実際ここで介入操作は何をやっているかというところ、赤い範囲の海の上で表面付近の風を弱めるというような、ただどこで弱めればいいのか、結構広い範囲なので、場所を見つけるという理論を適用したというもので、表面付近の風を弱める装置というのは今のところありませんので、架空な実験というのをやってみて、ただ気象の中でそういう最適化問題を解くというのは非常に膨大な問題で難しい数理の問題なんですけれども、これに取り組んだというのがこの事例です。

台風ですけれども、これはシーディングを行っていて、台風は非常にまだ難しく、そもそも僅かなシーディング量で変化し得るのかどうかということが疑問だったというのがあります。

今ここに示しているのは発生2日前なんですけれども、発生2日後にやるとこんなに変化しないんですね。発生してから発達する頃にやるともっと変化が小さくなって、最初は発達を抑えようと思って発達してからシーディングをしていたんですが、なかなか変化しなくて台風は難しいんじゃないかというふうに思っていて、できそうなものを叩くとより効

果的ではないかと。これはいろいろな問題を考えて、例えば病気になると考えて、病気になる前、未病の状態で操作をした方が操作しやすいこともあるのではないかと素人なりに考えたりもします。そういう別の例も考えたときに、台風もできる前に何かやったら変化するでしょうと思ってやったらしましたというのがこれです。

なぜこう変化したかというのは、発生前なので、発生する場所をちょっと変えたりということもあると思いますし、つながりはすぐに科学的には分かりにくいところであります。カオスな現象ですので、僅かな変化が大きな変化になるんですけれども、因果関係をつけることが難しいというのがカオスの現象ですので、今解析をしているところですが、様々なシーディングのやり方、場所とか量を変えてシーディングするとこれだけ変化しますと。変化し得るので、あとはこれをうまく誘導する技術というのがつくれるかという、これはカオス制御の理論になるんですけれども、それについては私自身がムーンショットとは別に行った研究で、カオスなシステムはデータ同化をするのと同じ原理でカオス同期という現象があるんですが、それで制御できることがあるというようなことを示していますので、次のステップとしてはこれが実際誘導できるか、望ましい方向に誘導できるかというふうに、そのときに物理的な理解というのも同時に進めていくというような方針を考えております。

二つ目の御質問ですね。

これは気象予測を行うほかのプログラムなり国の取組があります。そういうのとは当然気象の予測精度というのは、制御する場合に根本的に重要な問題ですので、同じ研究を重複してやっても無駄だと思います。ですので、知見はなるべく共有したいと思いますし、なるべく効率的にほかのプロジェクトがやっていることとここでやるべきことというのをうまく連携して進められるのがよいというふうに私は思います。

○須藤委員　ありがとうございます。

一つ目の方は、本質的にもう分かっている理屈とその理論がいろいろなパラメータによってどう変わるかとまだ分かっていないところと、そのあたりをもう少し、一つ一つ具体的に教えていただくとシミュレーションの結果も現実味が出てくると思いますので、申し訳ないんですけれども、少し理屈の分野も入れて説明をしていただきたいと思います。

○三好PD　今後、気をつけます。

○熊田参事官　梅澤委員、お願いいたします。

○梅澤委員 梅澤です。ありがとうございます。

過去にも何度か同様の話を、メッセージを申し上げたと思いますが、例えば海外だと気象改変のスタートアップでシリーズAで2,500万ドル調達をしているみたいなケースも出てきています。技術的にはより既存のもの、プリミティブなものを活用してということかもしれませんが、こういう規模で民間でもお金が動いてそれがサービス化をされているというドメインでもあります。なので、技術開発で先行するためにも、取り組んでこられたマイルストーンの前倒し、これはできる限りやっていただくということが本当に大事ななというふうに思います。

特に、屋外実験の回数を増やす環境と、それから介入手段の多様性を増やす。その結果として介入手段の進化をさせるというPDCAを回し、かつシミュレーションの精度も上げていくと、このプロセスをどれだけ高速で回せるかということが今後の最重要課題ではないのかなというふうに感じています。

そのために多分二つ手段があるように思いました。

一つ目は、介入手法の開発に海外でも、例えばタイが1,000回規模ですか、やっているとか、米国でもいろいろなスタートアップや恐らく政府機関が取り組んでいると思うので、介入手法をもう一度キャッチアップをするというところで海外からどんどんナレッジの輸入ができないものなのでしょうかというのが1点、それからもう一つは、回数を増やすということになると当然自前の設備を持たないと話にならないと思うので、今有人飛行機ということですが、恐らくドローンでやるというのが近い将来のスタンダードになると思うので、この用途に特化をしたようなドローンを誰かに早くつくってもらって、それを自前で持った上で、今は富山というところでコンセンサスができていますので、回数を増やすということだと思いますが、でも幾つか明らかに環境が異なるところで実験もした方がいいと思うので、複数の実験場を確保をするということに取り組むと。

そうすると、自動運転で米中でどんどん実証実験が進む中で、日本は本当にゆっくりとしかできなかったというのが現在の産業競争力の差になっていると思います。その同じ轍を踏んではいけないと思うので、日本でも自治体に、あるいは住民に遠慮をしておっかなびっくり実験をするではなくて、もう少し高速で実験を回せるような取組、これは国が強力にバックアップをしていただくことが必要なんじゃないのかなというふうに思います。このあたり国の方にもお願いをしたいなというふうに感じました。

以上です。

○三好PD ありがとうございます。

私の方から少しだけコメントさせていただきます。

先ほどちょっと時間がなくてはしよらせていただいたんですけども、実験を1回行って見たことが非常にいろいろな知見を得ることができまして、実験をたくさん行っているいろいろな事例で介入した場合、しない場合、シミュレーションしてシミュレーションが実験どおりになるということを確認していく必要があります。

対象とするのは豪雨が主な対象ですので、夏の積乱雲が相手です。富山湾では夏の積乱雲を相手にした実験を今できる状況ではないので、富山湾沖でも積乱雲ができる場所はあるということで、富山湾でも夏の実験を行うということは当然考えてはいるんですけども、ただここに書きましたように、九州であったりといったあたりの島しょ部で介入をしても即座に人が住んでいるような場所に影響しないというような場所を選定して、スーパーサイトのようなものをつくって実験できるといいなと。

その際にドローンが本当に重要だと思っています。ドローンは何にでも使えるドローンをそのまま使うことはできませんので、気象に介入する制御を行うためのドローンというのが必要になりますし、あと制御をした効果を観測する装置としてのドローンというものも必須になってくると、ですので、次の5年間はそのあたりの開発も含めて成果が出るように、3年目には実際そういうドローンができて飛び始めるというようなスケジュール感というのが必要になってくると思います。

その上で2031年、次の5年の後で100回とか、そういう規模での屋外実験が必要になってくると思いますので、それに向けた土台づくりというのをしっかり進めていく必要があるというふうに思っています。

○梅澤委員 ありがとうございます。

○三好PD ありがとうございます。

○熊田参事官 波多野委員、お願いいたします。

○波多野委員 ありがとうございます。

皆様で集まって実験を前倒しで進めるという方針に対し、三好PDの素晴らしいリーダーシップに大変感銘を受けております。

また、これまで私からお伺いしてきた「量子コンピュータの活用」を取り入れていただき、

新たなユースケースの広がりを実感しております。今回の取り組みにおいて、量子コンピュータを活用することの具体的にどういった点がメリット（強み）になるのか、その知見をぜひ目標6へもフィードバックしていただければ幸いです。

○三好PD ありがとうございます。

F T Q C、これは私自身の研究で恐縮なんですけれども、ムーンショットの中で私は研究できないので、理研で行った研究なんです、理研の中でも量子計算理論の専門家とかもいてお話をする機会なんかがあって、私はデータ同化が専門ですので、気象予測を行うときに大規模な逆行列を解くんですね。大規模というのが気象の変数だけある大規模なので、気象学者が今までどうしてきたかという、そんな行列は扱えないからすごく単純化しましょうみたいな簡単な仮定をたくさん置いて、大まかな仮定の上に仮定を重ねた計算で今は天気予報をやっているというふうに御理解いただければと思います。

このエグザクトの計算が量子計算機、F T Q Cができればできるということが分かりまして、なので、基本的には逆行列計算に量子計算機、F T Q CがあるとNの3乗がログNになるということで非常に期待ができるんじゃないかなと私としては思っています。

○波多野委員 ストレートに分かりやすく、是非、その成果や知見を「目標6」にも共有・フィードバックして、量子コンピュータ実現を加速するようにおっしゃっていただければと思います。

○三好PD 早くできるとうれしいです。

○熊田参事官 福井委員、お願いいたします。

○福井委員 私は簡単な質問になりますが、シミュレーションなどで気象学的な変化、非常に雨量が減ってくるとか、おそらく風が弱くなるとか、そういうシミュレーションをされていると思うのですが、その先の人命への被害とか、物理的な建物への被害などのシミュレーションもどれくらい軽減するかといったような計算もされているのでしょうか。

○三好PD 今日は時間の関係でそのあたりを省いてしまいましたが、どういう介入を行うかという最終的な意思決定は、その介入によって被害マップがどう変わるかということだと理解しています。ですので、現象に対して被害マップをつくるというところはこのプログラム開始当初から進めておりまして、保険会社さんですとか、あるいは社会科学、防災に関わる専門の研究者なんかが取り組んで、気象のシミュレーション結果が変わったときにそれが被害にどう人命も含め、建物が壊れたりとかすることによる損害額のマップとか、

そういうのをつくるような研究に取り組んでおります。ですので、そういう結果も出ております。

○福井委員　ありがとうございます。

○熊田参事官　南部委員、お願いいたします。

○南部委員　説明ありがとうございます。

非常に私にはムーンショットらしい取組だなというふうに感じられまして、一番気になるのは、技術はどんどん利用いただけたらいいと思うんですけども、E L S Iとしてコメントされているところですね。

台風の方向とか影響を変えて、東京を守ったら千葉がやられたみたいなことになったら、ガバナンスをどんなふうにするんだとか、指令責任は自治体単位で見るのかとか、国全体で見るにしてもトレードオフもあったりするので、E L S Iの立てつけが意外に難しいのではないかなというふうな、全員が共通な場面でコンセンサスを取ったら時間が間に合わず風水害が進んじゃったとか、タイミングの問題もありますので、このあたりの建付けは非常に苦労されているんじゃないかなと思いますが、もし何か御説明できる範囲のものがありましたら教えていただけたらと思います。

○三好PD　ありがとうございます。

まさにおっしゃるとおりで、予測どおりに物事が進めばまだやりようはあると思うんですね。事前に予測に基づいて何か意思決定ができる方法を決めておいて、この場合は例えば東京に大被害が生じるのをちょっとずらして、それがどこにも被害が生じない選択肢があれば一番ですけども、どうしてもどこか別のところに被害が生じてしまうけれども、そういう場合にどうやって補償するのかとか、そういうことは事前に幾らでもシミュレーションもできるし、話し合いもできるし、備え方というのを決めておけばいいんだと思います。そういったことも検討しています。

ただ、難しいのが予測どおりに物事運ばないということが気象なんかではよくあります。そういう予測をしていたのに予測が外れるとか、ちょっと予測がずれてしまったとか、制御したことが予期せぬ影響をもたらした場合というのも当然考えないといけなくて、何も介入をしなければ自然災害なんですけど、人が介入してどこかに被害が起きると、ややもすると自然災害ではなくてこれは人災ではないかと、誰かが何か介入したせいでそうなったのではないかという問題になってしまいます。

ですので、そういったことも含めて慎重な検討、法的な検討も含めて、どういうことを考えなきゃいけないかということのを整理して、まだ全てが解決しているわけではないですけども、解決していかなければならない問題があるということは認識していて、実現するまでに解決していくという計画です。

ですので、今屋外実験をするときは、この屋外実験の影響範囲というのを明確にして、この影響範囲だから今のE L S I、R R Iの検討状況でも実施できるというような実験というのをやっています。ただ、豪雨が起こるときに、災害が起こるということが予見されているときに介入するというのは今はまだできないと思っていますので、そういうことも含めて検討していくということです。

○南部委員 説明ありがとうございます。難しさはよく分かりました。

リスクマネージ、そのミティゲートと取るべきライアビリティとのバランスだと思いますので、これで止まるともったいないので、引き続きの取組をよろしくお願いします。

○三好PD ありがとうございます。

○熊田参事官 梶原委員、お願いいたします。

○梶原委員 ご説明をありがとうございました。

国際連携という観点から、今のE L S Iの話からでも構いませんし、何か顕著な進展、もしくは実はこんな課題があるというようなことがあれば、グローバル連携とかグローバルへの推進、グローバルへの共感性でコメントいただければと思いました。

お願いいたします。

○三好PD E L S I、R R Iは着実に進展しておりまして、こういう原則を既に公開したりとか進展はしています。あと実際説明会などを行って、小規模ではありますがけれども、屋外実験にこぎ着けたということですね。

国際連携につきましては、まず世界の状況を把握するというのが簡単ではなくて、一部論文なんかになって発表されているのもあるんですけども、ほとんどのこういった実験は論文として見つけることができないんですね。

といいますのは、まず因果関係が明確な事例が少ないということがあります。ですので、介入をして、その結果何が起こったのかということがよく分からないということですね。

ですので、政府でやっていたりすると政府の内部レポートとかになっていたりはそののか

もしれないんですが、あまりアクセスできる、簡単に見つかるような情報というのがないということで、まだこれで全てかも分からなくて調査を進めているところです。ですので、これはどうやって調査すればいいかというのも難しくて、世界気象機関なんかでも把握してないんだと思います。

そんな中で学術界では私の方でもですけども、国際学会なんかでセッションを立ち上げて、この気象制御に関する、そういうところで例えばアリゾナ州立大学の先生方はそういうところで研究発表していただいてつながったりとか、そういったような効果は着実に得られているというふうに思っています。

あと日本はムーンショット目標として始めていますので、それで目立ったおかげで知ってくれて声をかけてくるみたいなこともありますので、まずはどういう活動が行われているかということを知れる範囲で、ともすると軍事研究になっていたりすることもあるかもしれませんが、そういうのは出てこないと思いますので、分かる範囲でいいと。私たちはとにかくオープンサイエンスで人類のための新しい技術というのをつくろうと思っています。そういうのに賛同する科学者というのは世界中にいますから、科学者の連携というのを進めていきたいなというふうに思っています。

○梶原委員 ありがとうございます。まさにミレニアなんでしょうね。

○熊田参事官 他にないようでしたら、内閣府から国の支援についてお答えします。

○木村参事官 国のバックアップが重要という御意見をいただきましたが、例えば今回の戦略17分野においても、防災・国土強靱化の中にこのムーンショットの目標8は位置づけられております。目標を実現していくためにはE L S Iや規制緩和など、いろいろなバックアップが必要だと思っておりますので、国としても取り組んでいきたいと思っております。

○熊田参事官 それでは、本件は以上とさせていただきます。

三好PD、ありがとうございました。

○三好PD どうもありがとうございます。失礼いたします。

○熊田参事官 ここで一度、休憩とさせていただきます。

再開は16時10分からとさせていただきます。

午後4時02分 休憩

午後4時10分 再開

○熊田参事官 それでは、会議を再開させていただきます。議題（４）「目標９における外部評価結果及び今後の研究開発の方向性について」です。

研究開発法人であるＪＳＴより御説明いただきます。

時間配分は、報告１５分、質疑応答３５分を予定しておりますので御協力をお願いいたします。それでは、中島部長よりお願いいたします。

○中島部長（ＪＳＴ） 最初は、プログラム概要と研究開発の状況についてプログラムディレクターである熊谷先生から御説明をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

○熊谷ＰＤ 資料を共有させていただきます。

それでは、ムーンショット目標９の進捗と今後の予定について御報告をさせていただきます。ＰＤの熊谷でございます。

本日は、サブＰＤの井ノ口先生と西田先生にも御同席いただいております、適宜補足説明などをしていただくかもしれませんが、よろしくお願い申し上げます。

さて、プログラムの概要でございますが、４ページ目でございます。

本目標は、こころというワードに着目いたしまして、こころの安らぎ、こころのネガティブな状態を抑制する、そしてこころの活力、ポジティブな状態をサポートする、そういった技術やサービスをサイエンスベースで開発しまして、社会実装するという目標でございます。

５ページ目ですが、その背景といたしまして、こころというものは形がなく客観的に把握しづらいということで、やはりこころにまつわる社会課題の解決、うつとかそういったものが極めて難しいことと思われまます。

そのため、本目標では、こころを可視化する技術とこころを調整する技術を開発してまいります。

６ページ目のマイルストーンにつきまして、今年度は５年目ですけれども限定的な実環境でこころの安らぎや活力を増進させる要素技術の検証が始まってございます。

７ページ目、ポートフォリオにつきましては、もともとこころを全方位的に扱う方針でございましたが、その場合リソースが分散してしまうということがございましたので、こころを安らぎ、活力、つながりの３つの領域に限定することにいたしました。これらはいずれも目標やターゲットに関わるものでございます。

安らぎにつきましては、ストレス、レジリエンスであればマウスレベルでも実験ができる

ということで、活力についてはモチベーション、つながりにつきまして利他、共感、信頼を扱うことにしておりまして、現在各チームをこのように配置してございます。

8 ページ目ですが、個人、対人、集団、社会というミクロからマクロまで、更には生老、病死、子供から大人、高齢者まで広く扱ってございます。

ただ、これまでは、プロジェクトごとにばらばらに研究を行っているというところがございますが、今後構築を進めてまいりますデータプラットフォームや基本統合モデルにおきましては、これらの成果やデータの一部が連結していく予定でございます。

続いて、プログラムの状況につきまして、10 ページ目でございますが、脳科学につきましては、既に各国で大規模な国家プロジェクトが存在してございますが、それらの目的はおおむね脳機能を解明するということでございます。

また、幸福度につきましても、主観的満足感とかそういった研究が多数ございまして、政策にも反映されているところでございます。

それに対しまして、本目標は、最先端の脳科学やそうした幸福度指標、さらに人文社会科学的な知見も統合した上で、社会課題を解決する、社会変革を起こすということを目標にしている点が国家プログラムとしては極めてユニークな位置付けにあると、そのように思っております。

11 ページ目ですが、革新的な取組成果といたしまして、まず筒井プロジェクトはコミュニケーションの支援のために、こころの可視化技術の開発に取り組んでおりまして、マウスやサルで開発しました、脳波による情動のリアルタイムでの読み取り技術をヒトの方に応用いたしまして、脳波から感情、快・不快、覚醒・不覚醒辺りになりますが、リアルタイム推定が高い精度で実現できてございます。

また、長期的なこころの状態の変動特性につきましては、エクソソームという細胞外に放出される小胞を調べることで、マウスレベルではストレスの有無、そしてストレス耐性の有無を区別することができるようになっておりまして、ヒトでも統合失調症やASD、そして定型発達を高精度で区分することができるようになってございます。

このようにリアルタイムから長期まで、こころの状態の可視化ができ始めてございます。

続きまして、12 ページ目ですが、しかしながら可視化にしましても遷移にしましても、個人差を考える必要がございまして、今水プロジェクトでは、臨床評価尺度と行動データ、そして脳画像データを結び付けた大型のデータベースを構築してございまして、これまで

にない頑健な形で個性タイプ分けを明らかにいたしました。

その個性タイプ分けによりまして、例えば瞑想の効果がグループごとに異なる、個性ごとに異なるといったことも明らかになりつつございまして、個性タイプに応じた介入というものも可能になりつつございます。

続いて、13ページ目ですが、目標全体の革新的な取組としまして、共通指標のワーキンググループを立ち上げまして、これはもともと各プロジェクトがそれぞれ異なる被験者のデータを基にばらばらに指標を開発してございました。

そして、それをただ並べただけでは、やはり統合指標とは言えないのではないかということで、指標の統合化を進めることにしてございます。

具体的には、この目標9の全体の共通心理質問紙というものを作りまして、同一被験者から心理データ、そして脳データ、血液データを収集しまして、それらを有機的に連結させることで、こころの潜在状態空間、多次元空間を作るという取組でございます。

今年度は、質問紙で1,750名、そしてバイタルデータは200名の取得予定でございまして、後半5年で更にデータ数を増やしていく予定でございます。これによって、各チームがもともと作っておりましたこの指標同士の関係性も分かっていくようになると、そのように思われます。

14ページ目ですが、指標ワーキンググループ以外にも様々な横断的な取組を行っておりまして、例えば15ページ目ですが、社会実装ワーキンググループにおきまして、各プロジェクトがXR L、成熟度レベルを用いまして、社会実装の計画書を策定するということをいたしまして、結果として社会実装に近いグループと基礎研究に近いグループを分けることができてございます。

社会実装に近いプロジェクトとしまして、例えば菱本プロジェクトでは、若者のエピゲノム解析から致命的に高いストレスがゲノムのメチル化を促進するということを明らかにいたしまして、この成果を活用したストレスやレジリエンスを可視化、評価するシステム、これは社会実装を目指しておりまして、ELSI面も検討しながら特許取得や製品化に向けた準備を進めてございます。

17ページ目の細田プロジェクトでは、血縁関係のない第三者を加えたChild Care Commonsという新しい子育てシステムを構築しておりまして、科学的なエビデンスを整理した上で、コミュニティの企画、設計から実施運営、そして評価といったス

テップのマニュアル化を進めてございます。

これらをパッケージ化して提供できると、各地でスケールさせていくことができるということで、現在は仙台市や佐渡市などと協議を進めてございます。

あと国際連携につきまして、先ほどの共通指標のチャレンジングな活動に対して、ドイツのライブニッツレジリエンス研究所やオランダのアムステルダム自由大学が興味を示しておりまして、研究開発協力に関わるMOCをちょうど締結したところでございます。

そして、ICIIという国際指標コンソーシアムと一緒に立ち上げまして、今後、国際比較ですとか、技術やノウハウの共有も可能になってくるものと思われま。

19ページ目ですが、広報・アウトリーチを積極的に進めてございます。

1万人規模の国民調査を行いまして、こころの問題を適切に解決できる科学技術への期待が高いということが分かりました。

20ページ目ですが、しかしながら脳データやこころの情報、これは極めてセンシティブな情報でございますので、安全・安心な形で研究開発を進めていく必要があるということで、ELSIワーキンググループを中心に技術の悪用リスクなどを議論いたしまして、その内容をガイドラインとして公開して、これを随時更新しております。公開しております意見を募集しながら改善できる体制をとってございます。

また、研究者用のチェックリストも作成しておりまして、研究者自身が確認できる体制も構築しております。

21ページ目ですが、異分野の研究者、目標9の全研究者が参加できるリトリート会議を行ってございます。若手だけのリトリート会議も行いまして若手育成にも力を入れてございます。

22ページ目ですが、OPM-MEGという最新の機器も導入いたしまして、これまで取得できなかったデータが取得できるようになってございます。そのユーザー会議を設置いたしまして、目標9の参加者が共同利用できる体制も構築しております。国際連携も進めてございます。

以上、各プロジェクトから個別の成果がようやく出始めた段階でして、現在、その横軸の強化を行っているところでございます。

以上が、進捗の御報告となります。

○中島部長（JST） それでは、ここから事務局より5年目外部評価結果について報告いた

します。

24 ページ目、目標 8 と同様にプログラムの評価を 2 段階で行いました。

主に、技術専門的な観点からの評価を左下の評価グループが行いまして、次にその結果をベースに、総合的な評価を俯瞰的な視点を有する左上の有識者で行いました。

次のページ、お願いいたします。

総合的には、「研究開発プログラムの推進に一部改善を要する」と評価されました。評価されたポイントは 3 点です。

1 点目、本プログラムに掲げる目標は極めて大胆で挑戦的かつ革新的であり、実現のためには解決すべき多くの困難な課題はあるものの目標が達成できた暁にはその成果は世界の最先端をゆくものになるであろうという点です。

2 点目は、3 年目の指摘事項に真摯に対応しまして、こころの対象を 3 つの研究領域に絞り、科学的な表現との対応を示した上で、各プロジェクトをプログラム全体が目指す方向に集約するマネジメントを進めてきた点です。

3 点目は、これまでにない頑健な形での個性のタイプ分けの提示、自殺傾性や被虐待の可能性を示すエピゲノムのメチル化指標の取得など個々のプロジェクトから顕著な研究成果が創出されている点、以上の 3 点が評価されました。

改善を要する点としては、指摘されたのは大きくは 2 点あります。

1 点目は、前半の研究対象は主に生体情報に基づき個人のこころの状態を客観的に把握しようとするものであったことに対しまして、個人の最適化が必ずしも社会全体の幸福につながるわけではないという指摘がありました。プログラムとして、この問題にどう応えていくのか、スタンスを明確にする必要があるという点です。

2 点目は、この後説明がございしますが、前半の個別プロジェクト主体の取組から転換して、プログラム共通でデータを取得しモデル構築を行うという後半の方向性については理解できるものの、それを進めるのであればその方向性に適した PM・課題推進者の体制で研究計画を見直して再構築する必要があるという点。

その際には、自然科学に加え社会科学や人文科学の知見が組み合わせられるような、熊谷 PD の強みが生かされる体制にすること。モデル構築のためにはデータサイエンスの専門家を追加して、モデル構築に必要な条件、データの諸元を明確にして進めていく必要があるという、以上の 2 点、後半を進めるに当たって見直すべき点として御指摘いただきました。

個別の評価項目に対する詳細なコメントは、続くページに記載しておりますので、適宜御参照ください。

続きまして、再度、熊谷PDから、今後の方向性について御説明いただきます。よろしくお願いいたします。

○熊谷PD ありがとうございます。

今後の方向性につきましては32ページ目でございますが、これまでに御指摘いただいた主要な課題のうち、まず、各プロジェクトで別々に指標が開発されており、全体として統合されていないという御指摘につきましては、先ほど申しました共通指標ワーキンググループにおきましては、同一被験者に対して目標9全体の共通質問紙を用いた心理・行動データ、更に血液データ、脳データを共同で取得し、データを統合することで指標下の関係性を可視化していくといった取組を進めてございます。

また2点目ですが、プログラム全体が強い還元主義で進められているという御指摘につきましては、データプラットフォームにおきまして血液、脳、心理・行動データに加えて、さらに、社会環境要因まで含む広範なデータを獲得する予定でございます。

さらに、社会科学の知見も取り入れた上で、それらを通貫する「基本統合モデル」を構築してまいる予定でございます。個人、集団、社会をシミュレーションできるようにした上で社会と連結させていきたいと思っております。

続きまして34ページ目でございますが、後半5年におきましては、こころの「安らぎ・活力・つながり」を理解し、予測し、支援するための基本統合モデルというものを構築していく予定でございます。

昨今のデータサイエンスの急速な発展によりまして、様々なデータをこれまでにできなかったような形で分析できるようになる、なりつつあるということでございまして、前半5年間の成果を含むマルチモーダルなデータプラットフォームを構築いたしまして、それをベースに多様なデータを統合いたしまして、複雑なこころの状態を複雑なまま多次元空間上にマッピングすることを目指します。それができれば個人のデジタルツインをつくったり、ウェルな状態をシミュレーションしていくことができるようになると思われま。

また、5年目外部評価で御指摘もありました個人のこころだけではなく、集団や社会のシミュレーションも可能になっていくと思われま。これは個人と独立して実施してまいりますが、この基本統合モデルを個人から集団、社会へと接続させてまいります。

この35ページ目ですが、基本統合モデルの基本スタンスといたしまして、これまで複雑なところを断片的に、ある手法で捉えるという試みはなされてきましたが、こころの状態をより統合的に捉えて理解するための科学的な方法論の確立を目指してまいりたいと思います。

さらには、人間のウェルな状態、現在志向型の、今現在のウェルなウェルビーイングというものと、あと今仮によくない状態であり、未来はきっとよくなるだろうという未来志向型のウェルゴーイングの、ウェルビーイングとウェルゴーイングですね、両方を総合的に把握できるようにすることを目指していきたいと思ってございます。

さらには、昨今急成長しております生成AIのシステムの信頼性、これは極めて重要でございまして、科学的なエビデンスの蓄積を進めてまいりたいと思ってございます。

36ページ目ですが、基本統合モデルの活用イメージですけれども、このモデルを個人への支援、そして集团社会への支援はもちろん進めてまいりますが、それ以外に、既に既存の様々なシステムがございまして、これらを科学的な点から底上げするという点でも活用していくことが広くできるのではないかと考えてございます。

今後のスケジュールですが、8年目には中核データの取得を完了いたしまして基本統合モデルの初期版を構築する予定でございまして、9年目、10年目にその有効性を検証しながらモデルを改善してまいります。

それを、38ページ目ですが、2040年にかけて各研究機関や企業などに継承、さらに発展してまいりまして、2050年には社会への応用が進んでいくという流れになります。

最後になりますが、39ページ、今後の体制につきまして、こころを「安らぎ・活力・つながり」の3領域に絞り、前半5年間の成果を活用しながらプログラム全体で共通データを取得し、モデル構築を行うプログラム体制に変更するために、この方向性に適したPMと課題推進者をセレクトいたしまして新しいプロジェクト体制を構築してまいります。

最後になりますが、人類は数千年にわたってこころを理解し整える技術を生み出してまいりましたが、その多くはやはり経験的、定性的な理解で俗人的な技術でございましたが、今回このムーンショットでこころの状態を、客観的な指標で捉えて高精度で予測し調整できるようになれば、こうした先人たちの取組を大きく発展させ、社会を変革し得るという点で人類史的な転換を見ましても、ムーンショット的な挑戦であると思っております。

以上で報告を終わらせていただきます。ありがとうございました。

○中島部長（J S T） 熊谷先生、ありがとうございました。

J S Tからは以上です。

○熊田参事官 熊谷PD、J S T中島部長、御説明をありがとうございました。

ただいまの報告について御意見・御質問のある方は挙手をお願いいたします。

梅澤委員、お願いいたします。

○梅澤委員 ありがとうございました。梅澤です。

まず、テーマ設定として、この人間のウェルビーイングを考える上でとても重要だと思います。一方で、科学的な蓄積がとても乏しいテーマでもあるというふうに認識をしています。

特にこの身体活動と体内の生理状態と、それから精神の状態の連関というものにフォーカスを当てられている、これも本当に大事なアプローチだと感じます。心身合一という言葉もありますが、正にそれを科学的に可視化をしていこうということだろうというふうに認識をしています。

これはもう生物である人間にとって重要であるのは当然ですし、また瞑想等のオリジンでもある東洋あるいは日本が発信を世界にしていくという意味でも、クレディビリティもあるテーマかなというふうに感じています。

この心身合一というテーマをサイエンスしようということになると、今議論をされているデータプラットフォームでは全然足りないような気がしています。同一の人間を対象として身体の動き、それから体内の状態、そして精神の状態、これを1回のスナップショットではなくて様々な局面に、また時系列の中でデータを取って行って、その関係性を探ることが本質的には重要な気がしていて、そうすると、このデータプラットフォームの深さとサンプル数の拡大が不可欠ではないでしょうか。

という中で、これだけ幅広いテーマを一気に拾おうとされるのは、これ資源があまりにも足りないように感じています。新しい仮説をつくるとか、個人間の関係の話と、それから社会の関係の話を同時に探索されているという状態なんですけれども、ここから先は私の完全な意見ですが、まず、新しい仮説をつくって検証をする前に、既存の人類の知恵を科学的に実証し体系化をするというところにフォーカスを短期的にはされたらどうでしょうか。

例えば、このプログラムの中でも議論されていると思いますが、大きな声を出すと精神的

にも前向きになるとか、体を動かすとやる気になるとか、笑い顔をつくるとうれしくなるとかみたいないろいろな知恵があります。でも、これサイエンスであんまり検証されていないものがほとんどだと思うんですけども、こういうものをちゃんとまずは科学的に実証をする。

それからもう一つは、この心身合一、精神と生理と身体活動に絞って資源を集中してより深掘りをする。すなわち、個人と個人間の関係と、集団内の関係という広げ方をするのではなくて、ここはもう個人にフォーカスをして、より深くサイエンスとしての体系をつくっていくということをした方がいいのではないのかなというふうに感じました。

以上です。

○熊谷PD ありがとうございます。大変貴重な御指摘ありがとうございます。先生のおっしゃったところ、大変重要なところだと思っております、さらに、具体的なアドバイスまでいただきましてありがとうございます。

まず、新しい仮説をゼロから見つけていくよりも、既に人類がこれまで構築してきたような知恵の中から、その中でまだ科学的に検証されていないものを科学的に検証していくという方向が効率的ではないかという御指摘は、正にそのとおりでございまして、先ほど御指摘いただきました、例えば山田プロジェクトでは、体を制御すること、姿勢を制御することによって前向きなこころの状態を導けるんじゃないかという、これも経験則に基づいた、ただ、科学的にはまだ実証されていなかったところをトピックとして研究を進めているという点もございまして、あとは、今水プロジェクトでは瞑想にフォーカスを当てまして、その瞑想というものが長期間、何千年も役に立つのではないかとされていて、最近ではマインドフルネスとかも非常にポピュラーなものになってきておりますが、その辺りを科学的に捉えていく、科学的に検証していくといったこともやっております、是非そういった方向で進めてまいりたいと思います。

その一方で、そうした科学的な検証の際に、どうしても断片的な方向性からだけ検証していた場合に、そこで出てきた有効性というものが本当に正しいもの、客観的なものかどうかというところをより多角的に見るために、このデータプラットフォームと統合基盤モデルというものが重要だと思っております、今回、こころの多次元空間上の中でそうした瞑想の行為とか身体を、姿勢を制御する行為というものがどういう部分でこころのウェルな状態を高め、こういう部分では逆に下げるんじゃないかというところを多角的により検

証していくことができるようになるのではないかと、そのように考えております。

あと、先ほど言っていた同一個人から、時系列的により細かい情報を取っていくという御指摘についても、実は、すみません、ここを今日読む時間がなかったのですが、モデル構築の進め方というところで、前半の成果も出ておりますので、そちらを取り込んでいくということに加えて、今回のデータプラットフォームで横断調査も行いますが、縦断調査も行っていく予定でございます。それで、先ほどおっしゃっていたような同一個人で追跡をしていきまして、こういうライフステージがあると、このようにところが動いていくとか、そういったところも個別に見られるようにしていくということで、先ほど言っていたところも補っていく予定でございます。

ただ、深さとサンプルというところについては、これは西田先生の方からコメントいただくと思いますが、データサイエンスの専門家の先生方と今議論しながら、どういう形で構築していけばよいか、あとは、社会の方まで広げるというのは手広過ぎるんじゃないかというところの御指摘もいただいておりますが、こちらのモデルで、レイヤー1からレイヤー4は個人の心の可視化とシミュレーションであります。レイヤー5の集団社会の方は独立的に進めていくということで、その個人の方と集団社会の-effortをどれぐらいリソースを分けて投入していくかといった辺りも今後議論していく必要があるかと思いますが、一度ここで西田先生の方から補足を頂いてもよろしいでしょうか。

○西田SPD ありがとうございます。SPDの西田です。

今、熊谷の方から説明がありましたけれども、こういう枠組みでやるんですが、今、委員の方から御意見ありましたように個人を密に身体状態全て見てとるという、それも非常にエキサイティングなテーマになると思いますし、社会の在り方について、これ各人皆さんが皆さんのこだわり、ある意味、いろんな先生方の御意見を聞いていますと皆さんのこだわりがあるんですね。

ただ、それはそうなんだけれども、結局その議論をどうやってつなぐかというところが恐らく一番重要だと思っていて、そのプロジェクト、MS 9の中でここに集中するという部分の研究者はもちろん多くおられるわけでそれぞれの側面をやっていくわけですが、それがどういう形で最終的に知としてつながっていくのかというフレームワークをここにお示ししているということで、ここにあるもの全てやるというよりも、その中で一番重要なところをやっていって、それがつながる枠組みというものをこういう形で示していくと、

恐らく30年以降もこういうサイエンスがいろんな部分で進んでいくんじゃないかということ。これで全リソースをここ全部に対して薄く広げるというよりは、こういう枠組みが各知恵をつなぐ形としての枠組みとして提供させていただきたい。いろんなところに、今言われたような面白いところに集中していくということかと思います。

私の方から以上です。

○熊谷PD ありがとうございます。

○梅澤委員 ありがとうございます。

この枠組みを提示されたこと自体の意義はもちろん理解をしますし、こういう形で様々な研究がここに積み重なっていくことを私も祈念をします。

ただ一方で、一番重要なところがどこで、そこに十分な研究リソースが割かれているのかという観点で問題提起をさせていただきました。

○熊谷PD 大変貴重な御助言、ありがとうございました。しっかりとその点について検討してまいりたいと思います。ありがとうございました。

○熊田参事官 福井委員、お願いいたします。

○福井委員 福井です。

非常にチャレンジングなテーマで、心を客観視しようということ自体がなかなか我々非常に難しいテーマで、いい結果が出ることを願っていますとしか申し上げられないんですが、1点だけ。心の問題につきましては、やはり一つ一つ色々なテーマについての研究論文をきっちりと発表していくということが重要ではないかなと思うんですけども、これまでの期間でどれくらいの論文が発表されているのか、もし分かれば教えていただきたい。

○熊谷PD ありがとうございます。

トータルで269件論文が出ております。ただ、年度ごとに年々増えていっているということでございますが、理由が、今回、先ほど先生もおっしゃっていただいたように、この目標は極めてチャレンジングで方法論からまずゼロから組み立てていくということで、初年度は論文がすぐ出るという状況ではございませんでしたが、論文数が着実に増えていっておりますので、先生おっしゃるとおり、研究成果を一つ一つ研究論文として発表していくということは重要なことと思っております。ありがとうございます。

○福井委員 ありがとうございます。

○熊田参事官 宮園委員、お願いいたします。

○宮園委員 私、先日、ポスターを拝見いたしまして、非常にチャレンジングな取組で興味深く拝見させていただきました。

例えば筒井プロジェクトでエクソソームでしたか、ストレスをデータとして見るということですね。こういう取組というのは大事だと思いますが、先ほどもお話がありましたとおり、時系列で見ていくとかいろんな方々と比べていくことも大事でしょうし、人種間でも違ってくるんじゃないかとかいろんなこと考えられます。18ページのところでワークショップを国際的にも開いておられるということですが、是非海外のいろいろな研究者と連携を図りながら国際的にも高めていっていただければと思います。

こういう心の動きというのが科学的にきちんと定量化できるようになって、危機的な状況を避けることが科学的にできるようになれば素晴らしいことだと思いますので、是非引き続きよろしくお願いいたします。

○熊谷PD ありがとうございます。

先生のおっしゃるとおり、海外からもかなり興味を持っていただいておりますので、連携をちょうど始めたところでございます。今後、国際的な差ですね。文化差とかそういう国別で見ていくとかそういう比較もできるようになると思いますし、今後データプラットフォームを作る際に、時系列での縦断調査も行なってまいりますので、先ほどおっしゃっていただきました菱本プロジェクトのストレスを可視化に関しましても時系列で追っていくとか、そういったところもしっかりできるようになっていくのではないかと思いますので、貴重な御助言ありがとうございます。

○熊田参事官 須藤委員、お願いいたします。

○須藤委員 すみません。全部理解しているわけじゃないんですけども、このような個人の心の安らぎとか活力というのは分かるんですけども、これをレイヤー5でしたか、レイヤー5の集団とか社会まで持っていくときに、2050年頃の社会というのをどんな社会を想定しているのか。もしかしたら今考えている社会と違うかもしれないので、そのレイヤー5まで持っていくときに、その社会がどうなっているかというのはある程度予測して考えているのでしょうか。

○熊谷PD こちらについては本当におっしゃるとおりで、常々そういった御指摘を頂いてございます。おそらく変わっている部分と変わらない部分というものがあると思っていまし

て、様々な、これも科学的にどうと言われると難しいところがありますが、私は人文学者で古い時代から哲学者が、こういうことをすると苦しみが起こるとか、心というのはこういうふうに分類できて、こういうことをすると苦しむ、社会がこうなるといったことを言っておりまして、それがずっと2,500年とかたっても今でも同じような部分もございます。

例えば人との対立みたいなものはこれまで何千年も変わっておりませんし、人を嫉妬したりとか攻撃をしたり、そういうベーシックな部分は変わらないところがあると思いますので、例えばこちらのレイヤー5に書いてありますように、個人のデジタルツインを、それで対人関係とかを見ていき、それを現在の今2026年の社会ではこうなるであろうが、例えば次こういう社会になったらこうなるのではないかとか、そういったことも予測していけることを期待してございます。

そうした際に、今度、人文学や社会科学の先生方とも議論しながら、2050はこういった社会になっているのではないかと。皆さん見解が異なることもあるんですけども、そういった知見も取り入れながら、未来を想像しながらシミュレーションもできればと思ってございますが、このあたり西田先生の方からまた補足いただけると有り難いのですが、いかがでございましょうか。

○西田SPD ありがとうございます。

例えば、やっぱり今我々の中でも非常に問題になっているのはネットの問題と申しますか社会の分断とか、明らかに5年前とは社会がどんどん変わって、その中でまたAIが出てきてとかという中で何が起こるかということが、むしろやはり個人のモデルをスタートにシミュレーションしていくと、ある程度普遍的なものであれば新しい状況に対してこっちにいったいいけないとかということができるとはならないかという期待はあります。

ですから、非常にしっかりした個人のモデルをベースに集団の組織を考えたときに、例えばこういうネットの組織のこういうふうなリワードシステムの中に入れてしまうと社会としてはこういう方向にいくというようなシミュレーションもできると思いますので、もちろんそんな簡単にはいかない部分もあると思いますが、社会の変化の新しい問題に対しても適用できるようなモデル化を目指しているということは、我々の将来的な希望のところにあるかと思います。以上です。

○熊谷PD ありがとうございます。

○須藤委員 ありがとうございます。

○熊田参事官 波多野委員、お願いいたします。

○波多野委員 ありがとうございます。

少し視点を変えてお伺いします。現在、最先端のA I 研究では「知能」や「意識」が大きなテーマとなっており、A n t h r o p i c 社の最近の発表などでも世界的に注目を集めています。

今後A I が社会を大きく変革していくことを見据え、こうした情報系・A I 分野の研究者との連携状況や、共同で進められている取組などがあれば教えていただけますでしょうか。

○熊谷PD ありがとうございます。

まだこれは横断的にプログラム全体でこの問題に取り組むワーキンググループというものは作ってございませんが、各チームにA I の専門家の先生方、言語モデルの専門家とかに入っていて最先端のA I 技術を用いた開発は進めておりますし、今後、モデルを作る際にはデータサイエンスの専門家の先生方にも入っていただきますので、A I を用いた分析とかということは極めて重要になって、これからそういった人材も入れていく予定でございますが、このあたりも西田先生が割とお強いかなと思いますが、いかがでございましょうか。西田先生。

○西田SPD 私自身もA I と人間のアラインメントが専門なので、そういう意味では正に今おっしゃっているような形で、人間の知識、だから、今のA I って、特にラージランゲージモデルというのは市場に落ちているデータを余り選別せずにばっと集めてきた知識ですから、そういうある意味うまく動くところもあれば動かないところもあるし、人間のモデルとも言えるし単なる百科事典とも言える。図書館みたいなものだとか、いろんな議論があると思います。

だから、全くおっしゃっているように今のA I と対峙する人間、A I と人間との関係で人間を理解するというような流れの中で、このプロジェクトも是非また一段高い理解を進めていきたいなと考えています。

○波多野委員 もう少しそれを表に出されたらいいかなというふうに思います。

○西田SPD ありがとうございます。

○熊谷PD ありがとうございます。

○熊田参事官 他に御意見・御質問ございますでしょうか。

御質問等ありませんので、本件については以上とさせていただきます。

熊谷PD、西田サブPD、どうもありがとうございました。

○熊谷PD　ありがとうございました。それでは、失礼いたします。

○熊田参事官　本日の議事は以上となります。

以上をもちまして、第19回ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議（懇談会）を終了いたします。

皆様、長時間にわたりありがとうございました。

引き続き、どうぞよろしくお願いいたします。

午後5時00分　閉会