

ムーンショット型研究開発制度に係る

戦略推進会議（第 1 1 回）

令和 5 年 1 1 月 9 日・1 0 日

内閣府科学技術・イノベーション推進事務局
（未来革新研究推進担当）

ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議（第11回）

議事概要

- 日 時 1日目 令和5年11月9日（木）15:00～17:00
 2日目 令和5年11月10日（金）10:00～12:00

- 場 所 中央合同庁舎第8号館14階1422会議室（ウェブ会議）

- 出席者

〈座長〉

堀井 学 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

梶原ゆみ子 富士通（株）執行役員 EVP CSu0

一般社団法人産業競争力懇談会実行委員

総合科学技術・イノベーション会議議員

須藤 亮 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局政策参与
SIPプログラム統括

波多野睦子 総合科学技術・イノベーション会議議員
東京工業大学工学院電気電子系教授・学長特別補佐

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専務理事

〈関係府省〉

川上 大輔 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局審議官

高谷 浩樹 内閣府 健康・医療戦略推進事務局次長

三木 清香 内閣府 健康・医療戦略推進事務局参事官

釜井 宏行 文部科学省 研究振興局ライフサイエンス課 課長

廣瀬 章博 文部科学省 研究振興局ライフサイエンス課 課長補佐

森光 敬子 厚生労働省 大臣官房危機管理・医務技術総括審議官

伯野 春彦 厚生労働省 大臣官房厚生科学課長

東野 昭浩 農林水産省 農林水産技術会議事務局研究総務官

田中 哲也 経済産業省 大臣官房審議官（産業技術環境局担当）

笠井 康広	経済産業省	エネルギー・環境イノベーション戦略	室長
長本 雅樹	経済産業省	商務・サービス政策	室長補佐
渡辺 信彦	経済産業省	商務・サービス政策	室長

<FA>

中島 英夫	JST	ムーンショット型研究開発事業部	部長
中山 智弘	JST	研究開発戦略センター企画運営	室長
長谷川貴之	JST	研究開発戦略センター	フェロー
吉田 朋央	NEDO	新領域・ムーンショット部	室長
綱澤 幹夫	BRAIN	総括研究開発監	
渡邊 陽平	AMED	研究開発統括推進室	次長

<PD>

萩田 紀博	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	目標 2	PD	
	愛知医科大学	理事長・学長	
福田 敏男	目標 3	PD	
	名古屋大学	未来社会創造機構	客員教授
北川 勝浩	目標 6	PD	
	大阪大学	大学院基礎工学研究科	教授
平野 俊夫	目標 7	PD	
	大阪大学	名誉教授	

<事務局>

龍澤 直樹	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局	参事官
-------	----------------------	-----

○ 議事概要

11月9日(木) 15時00分 開会

○龍澤参事官 定刻になりましたので、ただ今より第11回ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議を開催いたします。

本日は御多忙の折に会議に御参集いただき、誠にありがとうございます。内閣府参事官の龍澤でございます。よろしくお願いいたします。

本日は参考資料7に記載のとおり、堀井副大臣、有識者の皆様、関係府省、研究推進法人、プログラムディレクターの皆様に御出席いただいております。

平沼大臣政務官におかれましては、公務により御欠席でございます。

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

本日は時間の都合上、質疑時間を区切らせていただきますが、時間内に頂けなかった御意見、御質問は、お伺いして後日回答させていただきます。

それでは、開会に当たりまして、座長の堀井副大臣に御挨拶させていただきます。

それでは、堀井副大臣、よろしくお願いいたします。

○堀井副大臣 皆さん、こんにちは。

本日は御多忙の折、第11回ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議に御参加いただき感謝申し上げます。

座長を務めさせていただきます内閣府副大臣の堀井学です。どうぞよろしくお願い申し上げます。

まずは、関係者の皆様が精力的にムーンショット目標達成に向けて取り組んでいただいていることに敬意を表します。

ムーンショット型研究開発制度は、岸田内閣の成長戦略の柱である科学技術立国の実現にとって不可欠なものであります。全9目標のいずれも極めてチャレンジングなもので失敗を許容しつつも戦略的に研究開発を進めていく必要があります。

今回の戦略推進会議では、本日及び明日の2日間にわたり研究開始から3年目を迎えた目標1、2、3、6、7の外部評価結果と、それを踏まえたポートフォリオの見直し案について各界を代表する有識者と関係府省の構成員の皆様に議論させていただきます。

残念ながら、本日は公務のため中座をさせていただきますが、皆様の御議論が有意義なも

のとなり、本制度の最終目的である未来の人々の幸福、いわゆる“Human Well Being”につながることを祈りまして、私の挨拶といたします。皆さん、どうぞよろしくをお願いいたします。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

堀井副大臣は公務のため退席されますので、事務局の龍澤が進行をさせていただきます。よろしくをお願いいたします。

本日及び明日の会議は、今年度が研究開始3年目であるJST及びAMEDから、3年目の外部評価、それを踏まえたポートフォリオの見直し案を報告していただきます。

本会議の位置付けや進め方等につきましては、資料1で御説明いたします。

資料1を御覧ください。

資料1につきましては、2ページ、ムーンショット型研究開発制度の概要、戦略推進会議を記載しておりますが、こちらについてはこれまでも説明してきておりますので割愛させていただきます。

4ページのスケジュールを御覧ください。

JSTの目標1、2、3、6、そしてAMEDの目標7につきましては、研究開始から3年目となっております。運用・評価指針によると、3年目には外部評価を受けることになっておりまして、それぞれ外部評価を受けております。その評価結果とそれを踏まえたポートフォリオの見直しにつきまして、今日、明日の会議で議論することとしております。

5ページを御覧ください。

下のオレンジの囲みの中に記載しておりますが、3年目の外部評価結果及びそれを踏まえたポートフォリオの見直し案につきまして、JST、AMEDから御報告いたします。それに対しまして委員の皆様から全体俯瞰的な視点から御助言を頂きたいと思っております。そういった助言に対応することを前提にポートフォリオの見直しにつきまして、御承認いただきたいと思いますと考えております。

それでは、早速議題に入らせていただきたいと思います。

目標2、6における外部評価結果とポートフォリオの見直し等について、目標2、6の順で御説明いたします。

時間配分は報告20分、質疑20分となります。

それでは、目標2の御説明をJSTからお願いいたします。

○中島部長（JST） JSTです。よろしくお願いいたします。

まずは目標2につきましては、プログラムの状況を祖父江PDから御説明していただき、その後外部評価結果について事務局より報告させていただきます。そして、再度祖父江PDにマイクをお渡ししまして、外部評価結果も踏まえたポートフォリオの見直し及び今後の方向性について説明していただきます。

それでは、祖父江先生、よろしくお願いいたします。

○祖父江PD 今、御紹介いただきました祖父江でございます。

目標2でございます。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というのが目標です。

これは目次でございますが、まずプログラムの状況でございますが、これが目指す社会像でありまして、これは人生を通じてということと、日々の暮らしを通じて、いろいろなデータが得られますので、その疾患発症前に予測・予防ができる社会ということでございます。

これはマイルストーンでありまして、バックキャストをしまして、2023年、これは今年でございますが、未病とか前段階、いろいろな呼び方がありますが、それを捉え解析、検証する研究基盤が構築されている、これがほとんどクリアできています。

それから、マーカーが開発されている、これもかなりできているところが多いです。30年にはそれを予防したり、正常に戻したりする技術が開発されているということでございます。

これをもう少し詳しい内容を実務的に出したものでございますが、先ほど申し上げたように基盤構築ができているというのが現在の状況でございますが、現在発症前段階の検出、あるいは介入のPOCができているというところが出てきておりますので、この辺りにいるというふうに御理解いただけたらと思います。細かいところはまた後で順次御説明します。

実際に、このプログラムの推進体制がこちらでございますが、四つの主な疾患、がんの大野PM、糖尿病の片桐PM、認知症の高橋PM、感染症の松浦PM、これはウイルス感染でございます。それぞれのプロジェクトに生物、バイオ系のPIと数理系のPIが共存しておりまして、それを横軸につなぐような形で合原先生の数理科学的基盤というプロジェクトがもう一つあります。

さらに、データマネジメントチームというのがございまして、これはNIIが参加していただいて、これもまた後で詳しく御説明します。

国内外の研究開発動向との私どもの比較ですが、疾患の前段階ということに関する注目度は非常に高いです。ここに少し具体的なことを書いてありますが、1,500万件の論文、

今まで10年ぐらいのうちに出了た論文を見ても、疾患前段階というのは10万件ぐらいございましたけれども、更にそれをいろいろな着眼点、それぞれのプロジェクトの着眼点でずっと見ても、これはほとんどないというような状態になりまして、注目度は非常に高いけれども、実際に未病研究に乗り出しているラボは現時点では極めて少ないというふうに考えられています。

それから、世界の脳細胞のカタログ化・マップ化というのは大型プロジェクトとしてアメリカ、ヨーロッパでかなり大きく行われておりますが、いずれも正常の個体を対象としたもので私どものような未病から疾患、発症へというのは見当たらないということでございます。

これも同じようなことですが、超早期、未病というところをターゲットにして、疾患のかなり上流の前触れを研究してそれを防ぐことによって発症を押さえようというようなもくろみでございます。現在、発症した後の早期、疾患早期、発症というところから以後の研究は非常にたくさんあるということでもあります。

それから、私どもの強みは基盤技術として使われている代謝、細胞増殖の神経制御とか、それから数理とバイオによる未病の同定及びその介入とか、あるいはオルガノイド技術とか、細胞競合、こういう技術をベースに使っているのですが、これらは日本初でありまして、世界的に大きくリードしていて、かつ世界からもこういったものを使いたいということで、今、使われてきています。発見、発明開発者がいずれも私どものチームに入っているということで非常に強いデータ構築になっていると考えております。

これからは革新的な成果の幾つかを御紹介します。

一つは、非常に大きなオブザベーションであります。発症前に多臓器間のネットワークを介した継時的な病態の伝搬が各臓器別に順番に見られた。

これは自然発症メタボマウスの事例ですが、これは臓器ごとに例えばこれが網羅的な遺伝子発現をずっと時間的に追ったもので、ちょっと図が小さくて見えませんが、この黒い線が大きく発現が変化したところを表しています。

これは3、4週で変化するグループ、それから4週目で変化するグループ、5週目、6週目、最後に脳が10週目ぐらいで変化していく。遷移・伝搬というような現象が見られます。

アルツハイマーモデルでも同じように見られます。それからウイルス感染とか、糖尿病のモデルである高脂質負荷のモデルでも同じような全般的な臓器間のネットワークの変遷が見られるということでもあります。これは何によるのかというのはなかなか難しいですが、その一つとして、骨髄にあります未分化組織障害型マクロファージというのがございまして、例

例えば心不全のマウスからこれを取り出して、正常なマウスに移すと移植できる、伝搬できるということが私どものグループで発見したわけですが、うつ病とか加齢とか、最近は糖尿病でもこういうのがあるだろうと分かってまいりまして、これが各臓器に分配されまして、多臓器の発症前の変化を起こして、それはいずれ発症に結び付くということをやっているのではないかと考えております。

これは2番目の大きなポイントですが、バイオと数理の協働で未病マーカーを同定しまして、それを発症前に介入することによって、発症や重症化を抑える実証例が幾つか出てまいりました。

これは炎症性腸疾患のものでございますが、これは5日目に発症するところが、DNBの数理理論で遺伝子発現をずっと見ますと27遺伝子の揺らぎが3日目に見られる。それを更に数理学の制御理論というもので絞り込んで、Xという遺伝子、これはXと書いてございますが、絞り込んで、たんぱく質レベルで投与しますと発症が抑えられたということでございます。

それから、もう一つ、これはメタボリック症候群のマウスモデルで、これは8週から9週で発症するモデルであります。DNB理論ということで数理解析を発現遺伝子についてやりますと147の遺伝子の揺らぎが5週で見られまして、それを制御理論で三つの遺伝子に絞り込んでそれに介入、例えばこれはノックダウンでございますが、そうしますと発症が抑制される。

これは新型コロナウイルス感染症の例でございますが、これは発症の抑制が起こっているのですが、バイオ解析で出た遺伝子発現ですが、数理解析、深層生成モデル理論というので数理解析しますと、幾つかのものが取られてきています。これはBがちょっと欠けていますが、A、B、C、Dというもので、これの抑制、インヒビターを加えますと、コロナウイルスの場合は発症そのものというよりは重症化を抑える、これがターゲットになるわけですが、見事に抑えておりまして、かつ生存改善も見られている。これは数理とバイオが協働して重症化抑制、あるいは発症抑制をするというPOCの獲得に当たるものではないかと考えています。

それから、糖尿病とか心血管障害、悪性腫瘍などに向けた共通の制御因子を見つけております。これは大迫のコホートでありまして、前向きのコホートであります。

健常者に糖負荷試験をやって、1時間値が170mg/dLより上の方は、心血管死、悪性新生物死、糖尿病にかかる比率が非常に高くなっている。それを抑える決定遺伝子Xを同

定しつつある。これはまだもうちょっと検証が必要だということでございます。ですから、糖尿病というものの考え方が非常に変わってきたということです。

こちらが最後ですが、認知症の病因たんぱく質、 α -シヌクレインの超微量凝集体を血清中と脳PET画像で測定することに成功しております。これはアルツハイマー病の $A\beta$ シードと同じような価値があるものだと思っております。

それから、プログラムマネジメントの状況であります。一つはデータベース、デポジットを構築してくださいということで、いろいろな仕組み、ELSIチーム、それからデータマネジメントの支援チーム、それから作業部会などを作って、これはどんどん進めるようにしております。データが集まってきております。今日はちょっとお見せしませんが、かなりのデータが集まってきて、デポジットされています。

こちらは超早期未病を囲む未病のデータセットの構築をしてくださいということで、各プロジェクトと頻回の面談をやりまして、マネジメント改革を行いまして、未病データセットの構築が大変加速してきているという状況でございます。

それから、そのほかにプログラムマネジメントの状況といたしましては、国際連携、それから産業界との連携・橋渡し、それから広報・アウトリーチ活動、それからELSI、数理学等の横断的、横軸的な取組、それからプロジェクト間の連携、こういうものについて精力的にやっているということでございます。

2番目はJSTの方からお話いただければと思います。

○中島部長（JST） 祖父江先生、ありがとうございました。

プロジェクト及びプログラムの外部評価結果について御説明します。

外部評価は参考資料6の2ページにありますプロジェクト、プログラムそれぞれの評価の観点に従って実施いたしました。

次のページ、お願いします。

プロジェクト及びプログラム外部評価者はこのページにあるとおりです。

次、お願いします。

このページに総括コメント、次の3ページに評価の観点ごとの主な評価結果を記載しております。時間の関係上、評価結果の全体像を総括コメントにて紹介させていただきます。

総合評価としては、マイルストーンの達成、あるいは達成の貢献が期待どおり見込まれて、成果が得られている。という評価であります。特に、評価の高い点が総合コメントの一つ目のポツと二つ目のポツとなります。

目標2の疾患の予防と超早期に向けた意欲的な取組というのは、医療の方向性を先取りするものとして高く評価されました。また、疾患ごとに研究開発を行うのではなく、数理解析モデルを横串として臓器間・細胞間・分子間ネットワークを統合的に理解するアプローチ、プロジェクト間でのデータ相互利用の準備を進めているという、PDのポートフォリオの組み方と、推進方法についても適切かつ妥当であると判断されました。

また、研究の進捗については、実際に幾つかの疾患において超早期の病態を分子、細胞レベルで解析して、多くの新しい知見が得られているというところも高く評価されています。

三つ目のポツ、四つ目のポツは、今後の進め方について留意すべき主な2点です。

一つ目は、目標達成に向けてこれから大きな飛躍が必要である。これまで進めてきた研究活動や成果を踏まえて、具体的な課題の見える化、解決に向けての具体的な方針、計画が必要になっている。そのためにも世界の中での立ち位置を客観的に常に分析して課題対策を把握、策定して実行していくということが重要であるという意見であります。

また、本目標のコンセプトが成立することをヒトで早期実証することが求められているので、効果的なデータベース構築、実際に影響力のあるマーカーの同定、検証方法の最適化などを進めていく必要があるということです。

これらに向けた横串的な解析の体制構築、基礎研究からプロジェクト型への体制転換などを今後具体的に検討していただきたい、という御意見でした。

30ページ目まで進んでいただけますでしょうか。

評価項目の観点の一つに、法人のPD、PM等の活動に対する支援というのがございますので、こちらについても簡単に報告させていただきます。なお、こちらは個別の目標に特化した評価ではなくて、JSTが担当している目標全てに対する評価となります。

支援内容としては、1から5にあるようなものを進めてまいりましたが、これらについては適切に実施しているという評価を頂きました。

今後、強化すべきこととして、下に三つありますが、成果がどんどん出てきていることもありまして、目標達成に向けて国際的に展開、連携というのがますます重要になってきます。そのために国際的な広報や対話活動を評価すべき。特に、個々の目標の特性、狙いに応じたアプローチ、社会とのコミュニケーションも充実させていくことが重要である。

さらに、ムーンショット全体の目標であるヒューマンウェルビーイングを実現させるためにもムーンショット全体、あるいは親和性の高い分野においては目標間連携を更に積極的に検討して欲しいという御意見を頂きました。

評価結果としては、以上となります。

次のポートフォリオの見直しと今後の方向性については、再度祖父江先生にお願いいたします。

○祖父江PD これが今の結果に対しての対応方針でございます。

これは五つのプロジェクトに対して、こういう評価を付けておりまして、対応方針といましては、がんの大野プロジェクトは継続。それから、片桐プロジェクトは加速。高橋プロジェクトは継続。それから、松浦プロジェクトは継続。それから、合原プロジェクトは加速というふうに判断いたしました。

方針については、ここに概要が出ておりますので、これは時間の関係で申し訳ございませんが、省略させていただきます。

最後に、今後の方向性というところを少し御説明させていただきます。

これは、七つの課題とその対応を立てております。課題は二つに分けておりまして、1、2、3の課題と対応の1、2、3でございますが、先ほども課題の御説明がございましたけれども、どうやってヒトの展開を今後行っていくのか。既にヒトで始めておられるグループも幾つかございますけれども、動物で扱っているところもございますので、それをどうやってヒトに進めていくのかというところでございます。

スライドを使って二つだけ御説明申し上げます。

一つは、超早期、あるいは未病のバイオマーカーの探索を主に動物モデルで開発、検証というのは先ほど申し上げました幾つか出てきているわけです。ここでは二つの例を示します。

ヒトでの検証、そういうことが本当にヒトでは起こるのかどうかということを検証していくということで、ヒトコホート・レジストリー、あるいはバイオリソースみたいなものを利用しながら検証していくということが必要でございまして、先ほども出ましたが、大迫コホート、これは20年間のコホートでございます。あるいはMABBコホート、更には世界的にオープンにされたデータベースが非常に充実してまいりましたので、こういうもので、本当の意味で検証するのは前向きの試験が必要なのですが、検証できるということ。

さらに、それを長期前向きにやっていくために、既存のコホートへの追加項目など、あるいは血液、不死化細胞などを追加していただくというようなこととか、大きな企業が毎年健診を行っておりますので、それらを利用させていただいて、前向きの長期フォローアップの中で実現していくという方向を今探索中でございます。

それから、もう一つは、今のような動物で出たバイオマーカーをウェアラブルデバイスと

か、PHRなどの経時的なデータにつなげる、あるいはこういう経時的なデータに落とし込むということが非常に重要であります。こちらは盛んに行われていますが、そのバックグラウンドがなかなか取られていないというのが現実でございます。

これは数理もちろんですが、主にAIを使ってこういうものから、こういう対応できる変化というのを見ていく、この中にもう一つ、動物レベルのウェアラブルデバイスを入れて、インターフェースにするという考え方もあると思います。それを今構築中でございます。

4から7の課題と対応の中で非常に重要なのは、御指摘いただいたのは、個々の疾患を超えて、先ほども全体の中で臓器別に動いているということが発症前に起こるということがございましたけれども、そういうものを横串的に何か共通項として見ていくという作業が今後非常に実証化に向けて重要ではないかという御指摘を頂いておりまして、これは統合データベースの中に、RNA-seq、あるいはシングルセルのRNA-seqを共通項として全ての疾患に共通でデポジットするということを作っておりますので、そういうものを活用しながら、横軸を作っていきたいというふうに思っているところでございます。

以上でございます。あとは参考の資料でございますので、御覧いただければ有り難いと思います。

○龍澤参事官 御説明、ありがとうございました。

ただいまの説明につきまして、有識者の皆様から御意見を頂きたく存じます。オンラインで御参加の有識者の皆様は御意見があります場合には、挙手ボタンをお願いします。

それでは、どなたからでも結構です。よろしくお願いいたします。

須藤委員。

○須藤委員 説明、ありがとうございました。

超早期の疾患に関して、短い間でいろいろな成果が出ているというのはよく分かりました。素晴らしい成果が出ていると思います。

報告の中で、産業界との連携をやっているという話が少し出てきましたが、もう少し具体的にどのような連携をされているのか教えていただきたいと思います。

○祖父江PD 産業界との連携は先ほどもマネジメントの中に書いてございますけれども、連携といってもまだこの領域は産業界が直接参入できてない領域です。なぜかというところ今までの医学は疾患が発症してから治療薬で治療していくというコンセプトで今全体が動いておりますので、健常な人の未病な状態をどう介入していくのかというのはなかなか難しいところでは。

これはちょっと考え方のパラダイムシフトが起こらないといかんのかなというふうに思っていますが、実際には日本製薬工業協会、いわゆる製薬協ですが、ここと年1回あるいはそれよりももう少し頻度高く、いつも大体50社まではいかないですか、50人くらいの方が集まっていて、これを今後どう企業として利用していくのかということを議論するという段階が今のところメインでございます。

恐らく今後、先ほどのウェアラブルデバイスを持ってきて、それと実際の予兆みたいなものがどうつながるのかというようなことがだんだん企業との間で行われるような方向性を探っていきたいというふうに思っておりますが、まだそのところは今後の展開になるというふうに思っているところでございます。

○須藤委員 ありがとうございます。

製薬協に入っている企業が中心で今は連携を進めていると。

○祖父江PD 製薬協もお話を聞いていますと、将来はやはりこういう超早期、健常の中にも体の中では病気の予兆が進行しているというようなものを取り上げて、これに対して何らかのインターベンションを起こしていくということは非常に重要だというふうにお考えなのですが、今はまだそのルール化といいますか、社会的なシステム化というか、あるいは社会的なバリュー、そういうものの構築が進んでおりませんので、いろいろ相談しながらやっていくという、非常に高い意識は感じているところでございます。

○須藤委員 ありがとうございます。よく分かりました。

○龍澤参事官 それでは、福井委員、お願いいたします。

○福井委員 祖父江先生、大変興味深いプレゼンテーションをありがとうございました。

素晴らしい成果が出つつあるというふうに私も外部評価の先生方と同じ印象を持ちました。

幾つか伺いたいというか、単なるコメントかもしれませんが、1点目は例えばヒトのコホートの話ですが、例えば骨髄移植で心不全が違う個体で出てくる可能性があるという、例えばこれなどはヒトで検証するのは比較的簡単にできるのではないかと考えていまして、例えば世界中の骨髄移植を受けた人たちが骨髄を提供した人が持っている併発疾患を骨髄移植を受けたヒトたちで発症する可能性があるかどうか、かなりの母数が多くなれば、少しは分かることが出てくるのではないかなと、ヒトのポピュレーションで少しずつ先生方がやってきたことを実証していけることがパラレルで出てきたらいいなというふうに思いました。

○祖父江PD 素晴らしいアイデア、本当にありがとうございます。なかなかそこまで思い付いてなかったのですが、どういうやり方があるだろうということを、今いろいろアイデアを

出しながら次の展開を狙っているところでございます、是非また、先生、今のお話を検討させていただきたいと思います。

○福井委員 あと1点だけ。先生方のグループで出版された論文のリストみたいなものとか、そういうものと一緒に教えてもらえれば有り難いなと思いました。

○祖父江PD これはJSTの方で全体をまとめたものがございますので、先生の方にお送りさせていただきます。

○福井委員 ありがとうございます。

○祖父江PD いろいろいいペーパーも出ておりますので、是非御覧いただけると有り難いです。今日の報告に載っておらず、申し訳ございません。

○福井委員 以上です。

○龍澤参事官 それでは、梶原委員、お願いいたします。

○梶原委員 どうも御説明、ありがとうございました。ムーンショットらしいという形の取組とその成果が着々と出ているということに私もうれしく感じております。

アウトリーチ活動が重要だという表現がございましたけれども、ちょうど23ページを見ますと、国民を対象にシンポジウムを開かれているということで、年に1回ずつやっつけようとお見受けするのですが、ムーンショットやこういった新しい研究開発に対して国民が期待する要素もあると思うのですが、ELSIの観点で、国民とのシンポジウムをやったリアクションや新たに見えてくる要素があるか、教えていただきたいのが1点です。

もう一つ、マウスを使って実験するという話を伺うと、雄雌の個体差が出てくることがあるというので、そういったところは個体の違いだけの話なのか、雄雌の差分みたいなところが出てくる可能性があるのか。その辺について少しコメントしていただければと思います。

○祖父江PD この雄雌の御質問は、プレのときに出していただいたということをJSTの方からお聞きしております、全PMにどういう具合でやっているのかを問い合わせました。

その結果を御案内しますと、これは様々でございます、扱っている雄雌のコンパートメントは、雄のみ、雌のみ、それから雄雌両方というのがございますが、雄と雌の両者でやっているグループは、雄と雌と分けてみますと結構差があるものもあります。

それから、やはりこれはジェンダーエフェクトといいますか、そういうものが表現の仕方の中はかなり強くアフェクトしているというようなものもありますので、そこは今後マウスをやっていくときには、非常に大きな注意点の一つではないかというふうに感じております。

ただ、それを排除してまずはマーカーを抽出するというところに今は注力しているグルー

プがございまして、それは例えば雌だけ雄だけというのでやっているところも結構多いということでした。ですから、いわゆる環境要因、あるいは雄雌の差、あるいは加齢とか民族差みたいなもの、あるいはアレルギー状態があるものとないもの、あるいはベースとしての別の疾患があるときにどういう影響になってくるのかというような、いわゆるエピゲノムという言葉で集約していいのかどうか分かりませんが、そういうエピゲノム的な要素ということ、あるいはもっと広い環境の差というものがどうこういうものに影響してくるのかというのはヒトをやっていく場合には非常に大きな問題。動物は非常にピュアですので、ピュアな状態で、非常にピュアな影響因子、マーカーを拾っていくという作業をヒトに変えていくときにその中間を先生がおっしゃるように、いろいろな状況のマウスでも並行してみている、それをヒトに当てはめるということが非常に重要ではないかと改めて思いました。

御指摘、どうも本当にありがとうございます。

それから、もう一つの公開講座というのを毎年やっております、非常にたくさんの方に毎回御参加していただいております。いろいろな御質問を頂くのですが、先ほどのE L S Iの関係の御質問というのも若干あったように思います。今細かいことは記憶しておりませんが、発症を予測する、例えばあなたは10年後に、5年後に認知症になりますよというようなことを100%予測することはできないわけです。

ですから、例えばいろいろな研究、脳の中を見ただ解剖学的な研究もあるのですが、これぞアルツハイマーであるという脳の形をした患者さんでも亡くなる直前のときは全く正常であったということが言われている例が20%から30%ぐらいおられるそうです。ですから、そういうたんぱくとかRNAとかのレベルで、これぞ発症する、という状態でもまだ8割、7割ぐらいしか発症しないということもありますので、その辺の予測みたいなものをどうやってE L S I的に共有化していくのか、というようなことが非常に難しいなと考えています。

ただ、高血圧ですと脳卒中が起こる、心筋梗塞が起こるということが予測されるわけです。それも100%ではないですが、高血圧を下げるということによって皆さん安心感を得られるということがございますので、その辺りはバリューという表現で議論していますが、価値があるもの、それを予防していくことによって7割でも下げていくという、6割でも下げていくということに価値を見いだすかどうかというところまで、これが消化できるかどうか、その辺が非常に勝負どころではないかと思っています。

○梶原委員 ありがとうございます。やはり皆さんに理解していただく、どのようにパーセンテージの問題、100%ではないということをどう受容していくかということだと思います

ので、継続、よろしくお願いいたします。

○龍澤参事官 それでは、波多野委員、よろしくお願いいたします。

○波多野委員 私もムーンショットらしい素晴らしい成果が出ていらっしゃると思います。先生のリーダーシップに感謝いたします。

それと未病という言葉が本当に初の言葉だと思うのですが、それが一般の方々にも広がってきているなど最近感じたことがあります。

さらに、それが総合知的な課題にもありましたように、この分野だけでなく、やはり更に人間までつなげた総合知的な観点の課題が更に必要だということを先生がおっしゃったので、なるほどというふうに感心いたしました。

そういう観点から二つ御質問したいと思います。未病データのセットが大分そろってきた、構築してきたということがかなり加速して進んでいると思います。そのデータ連携につきまして国際的にはオープンなデータも一緒に使われたりしているということですが、それをきっかけに国際連携が進んでいるか、それをどう国際的に共有していこうと考えていらっしゃるかということの一つ伺いたいと思います。

二つ目が、御説明にありましたけれども、ほかの目標との連携がますます重要になってくると思います。例えば今日も北川先生の量子などと最先端のところと更に連携することによって更にムーンショットらしい成果が得られるのではないかとというふうに期待しますが、その辺はいかがでしょうか。

○祖父江PD 非常に重要な御指摘、大変感謝申し上げます。

国際連携についてはこれもまとめて書いてあったと思いますが、いろいろな個別的な国際連携と、それからムーンショット全体としての国際連携とが二つございまして、例えば合原先生のグループは毎年国際アドバイザリーボードという、同じようなことをやっているグループ、数理のグループです。未病をやっているグループはなかなか世界的にもないので、数理のグループとのZoomを利用してアドバイザリーボードとのディスカッションを毎年2回くらいおやりになっておられます。実際に連携も進んでおります。

それから、大野先生とか松浦先生も国際シンポジウムを何回か、年に1回くらいの頻度だと思いますが、やられておられまして、それを目標としてもサポートしていくということをやっております。

データデポジットが国際性を帯びて世界的に利用されるようになるのはどういうプロセスかという御質問だと思うのですが、これは今のところまだ始まって2年程度ですので、今は

目標2の中でお互いにデータを共有するというレベルでデポジットしております。

これが国際的に利用できる形にするには、システムアレンジがある程度必要なのだそうです。そういう形に昇華しまして、未病データセットというふうに私ども呼んでおりますが、各疾患について超早期のイベントを挟んだ様々なデータ、シーケンスを世界に向けて発信する。これはオープンな形でやるのが非常に大きな成果を生むというのが最近分かってまいりましたので、そのような形に持っていきたいと考えております。

○波多野委員 合原先生をはじめ個別の国際連携からこの目標全体での国際連携に発展するという可能性があるということによろしいですか。

○祖父江PD そういうことです。

それから、違うムーンショットのプログラムとの連携はいろいろやっております。最近のところでは、目標7とかなり似ているということもあって、お互いに医学ですので、方法論的なものを共有しながら、若い方々のいろいろなデータ共有、あるいはコラボレーション、あるいはツールの共有化ということをやってまいりました。非常に好評で、もうちょっと頻度を高くしてやっていこうという。

○波多野委員 さらに違う分野と連携ができるとよろしいですね。目標7は少し似ていると思いますけれども、期待しています。違う分野との連携を期待しております。

○祖父江PD ありがとうございます。

○龍澤参事官 その他、御意見、御質問等はございますでしょうか。

福井委員、お願いします。

○福井委員 最後に一言。ヒトの既存の大規模コホートで今先生方が考えられている未病と関係する可能性のあるもの全てを測定して、それでこれから何十年も見ていくという、かなり気の長い話ですけれども、でもどこかでそれをやらないと駄目じゃないかなというふうに思いました。

○祖父江PD 正に先生がおっしゃるとおりでして、昨日、おとといでしたか、DIAという、アメリカとヨーロッパと日本でブランチになっている当局と製薬会社とアカデミアと一緒にやる学会がございまして、そこでもかなり長い時間の議論をやりました。正に先生の今おっしゃった時間がかかる、それから大規模である、それからもれなくピックアップしていく、そのようなことをどこかスタートしないといけないのではないかとということで、それをどのようなデザインでやるのかということを今実は議論を始めているところでございますので、先ほどの先生の骨髄移植の話なんかも非常に参考にさせていただいて、是非またいろいろ御

意見を頂けると有り難いなというふうに思いました。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

そうしましたら、本日の有識者からの御意見も踏まえまして、研究開発を着実に推進していただくようお願いいたします。

続きまして、目標 6 の方に移ります。

それでは、御説明をお願いいたします。

○中島部長（J S T） 再度、J S T 事務局です。

次は、目標 6 についてです。目標 2 と同様に北川 P D によるプログラムの状況の御説明から始めさせていただきます。

北川先生、御準備よろしいでしょうか。

○北川 P D P D の北川からプログラムの状況について、次に J S T から外部評価結果について、最後に P D から対応方針と今後の方向性について御報告いたします。

次のページ、その次のページをお願いいたします。

目指す社会像は、量子コンピュータのスパコンを超える計算能力によって地球規模の非常に困難な問題が解決された社会です。触媒や酵素での化学反応というのは僅かなエネルギー差によってそれが決まってしまうために、それを解明するには多くの電子が複雑にもつれ合った量子状態のエネルギーを精密に計算する必要があります。

生物が行う酵素反応には、50 個から 70 個の電子がかかわっており、そのエネルギーを正確に求めることはスパコンでも非常に困難で事実上不可能と言えます。それは、2 の 50 乗億を超える係数を計算しなければいけないからです。しかし、量子コンピュータでは複雑にもつれ合った量子状態をありのままに計算し、エネルギーを精密に計算できると期待されています。

例えば、現在、窒素肥料の原料であるアンモニアの工業的生産に人類の全消費エネルギーの約 2 %、英国の全消費エネルギーに相当する分が使われていると言われています。

100 年以上前に発明されたハーバーボッシュ法によって、空気中の窒素をアンモニアとして固定し、空気からパンを作る方法と言われています。しかし、自然界ではマメ科の植物に寄生する根粒菌が酵素反応によってはるかに省エネの方法で空気中の窒素を固定しています。

この酵素反応を量子コンピュータで解明し、それを人工的に模倣することができれば、エネルギー問題と食料問題を同時に解決できると期待されます。

また、同様に植物が行っている光合成を量子コンピュータで解明し、人工的に模倣することができれば、地球温暖化の問題が解決すると期待されています。

次、お願いします。

そこで、大規模な量子状態の厳密計算が可能で、スパコンの能力を超えるような量子コンピュータを実現するのが目標6の課題です。

量子コンピュータではビットの代わりに量子ビットを計算に用います。量子ビットは非常に脆くてすぐに誤りが生じます。そのため大規模計算を行うには、量子誤り訂正を行って、物理的な量子ビットよりも誤りの小さな論理的な量子ビットを作る必要があります。誤り訂正の途中でも更に誤りが生じますので、誤り訂正を何重にも厳重に行って、大規模な計算が可能となるレベルまで論理量子ビットの誤りを小さくします。これが目標6の目指す誤り耐性型汎用量子コンピュータです。

量子誤り訂正を行うには、冗長な、つまり余分な量子ビットが大量に必要です。さらに元の量子ビットの誤りも例えば0.1%以下など、ある程度は小さくする必要があります。つまり量子ビットは量と質共に重要です。そのため超伝導、イオン、光、半導体、原子など複数の系で競争的にハードウェアの研究開発を行っています。

さらに、一つの量子チップの限界を超えて大規模化するためにチップ間を量子的に接続する量子通信ネットワークの研究開発も行っています。

その上で、誤り耐性を実現するために理論、ソフトウェアと大規模な誤り訂正システムの研究開発を行っています。

これら三つのカテゴリーの協力によって、2030年には一定規模の量子コンピュータを開発して、量子誤り訂正の有効性を実証し、2040年には分散型で有用な計算を実現し、2050年には大規模な誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現します。

次、お願いします。

そこから、当初5年間のマイルストーンは、2025年に量子誤り訂正に必要な規模まで量子ビットを増やすことのできる技術の開発とそれに適した量子誤り訂正方式の開発と設定しています。

2023年にはその手前といたしまして、将来増やすことが可能となる量子ビットの作成とそれに適した量子誤り訂正方式の提案としています。

次のページをお願いします。

2020年度に7プロジェクト、2022年度に5プロジェクトを採択し、現在のプログ

ラムのポートフォリオはこのようになっています。

量子ハードウェアが超伝導、イオン、光、半導体二つ、原子二つ、7プロジェクト。量子通信ネットワークが量子インターフェース二つ、ネットワークシステム一つの3プロジェクト。誤り耐性が理論ソフトウェアと誤り訂正システムの2プロジェクト。ハードウェア同士は競争しながら横串となる量子通信や誤り耐性とは連携しています。このように横串を通した研究開発耐性が目標6の特徴です。

次、お願いします。

国内外の動向との比較ですが、まず現在実現している量子コンピュータは全てNISQ、Noisy Intermediate-Scale Quantum、誤りのある中規模のものです。量子ビット数は数十から数百程度です。IBMの超伝導が400、国産では理研や富士通の超伝導が64量子ビットです。しかしながら、来年には原子で1,000量子ビットというアナウンスが先日ありました。

いずれにしても、目標6が目指す誤り耐性型量子コンピュータ、Fault Tolerant Quantum Computer、FTQCといいますが、その間には大きなギャップがあります。それを埋めるには、量子ビット数を飛躍的に増やして、質も高めて誤り確率を閾値以下にし、量子誤り訂正を行う必要があります。

次、お願いします。

現在、このように超伝導、イオン、光、半導体、中性原子、世界的に大競争が繰り広げられておりまして、海外ではグーグル、IBM、インテルといった巨大IT企業のほかに、多くのベンチャーが参入しています。我が国のムーンショットが2020年にスタートした後、IonQやグーグルが2030年以前、28年、29年に1,000論理量子ビットを目指すなど、アグレッシブな目標を掲げています。

今年に入って、量子誤り訂正のブレイクイーブン、つまり物理量子ビットよりも誤りの小さな論理量子ビットが米中から報告され、今年は量子誤り訂正元年となりました。最近ではIBMを含むほぼ全ての参加者がFTQCを目指し始めました。

次、お願いします。

これは目標6の各プロジェクトと世界的な動向を比較したものです。

超伝導では将来に必要な集積可能予想技術に集中してそれを網羅的にカバーしています。イオンでは将来の大規模化の肝となる光接続技術に集中して開発しています。光では独自の方式で現在世界のトップを独走しています。半導体では世界レベルの量子ビット、量子系統

を実現し、量子誤り訂正の実験も行っています。量子通信では、ダイヤモンドを使った独自の量子インターフェースを開発中です。また、多チャンネルの光子検出器も実現しています。誤り訂正では世界に先駆けて F T Q C のクロスレイヤー協調設計モデルを構築しました。

次、お願いします。

目標の達成に向けた取組と革新的な成果を紹介します。

超伝導の山本剛プロジェクトが集積化のための積層チップの設計、作成、評価の目標を達成しました。

また、誤り訂正能力が期待される猫状態の量子ビットとその観測に成功しました。

次、お願いします。

古澤プロジェクトでは、光パラメトリック増幅器によって、世界最高レベルの 8 デシベルのスクイーミングを広帯域で実現し、更に超伝導光子識別器を開発して、誤り訂正能力を持つ G K P と呼ばれる量子ビットの最初の実験に成功いたしました。

次、お願いします。

シリコン半導体では、水野プロジェクトの理研グループ、現在の樽茶プロジェクトで、世界最高レベルの高忠実度の 2 量子ビットゲートを実現し、目標を達成し、更に 3 量子ビットでの位相反転エラーの訂正実証を世界に先駆けて行いました。これらはいずれも『N a t u r e』に掲載された顕著な成果です。

次、お願いします。

誤り耐性理論、ソフトウェアの小芦プロジェクトでは、クロスレイヤー協調設計モデルの雛形として、超伝導量子ビットと表面符号の主流な方式について、全てのレイヤーを含むソフトウェア群を構築しました。

誤り訂正量子コンピュータは多くのレイヤーから成る非常に複雑なシステムで、異なるレイヤー間のパラメータの間のトレードオフは簡単には分かりませんが、このモデルによってそれが分かるようになります。

今後、このモデルを活用して全ての量子ハードウェアに乗せることによって、これらの比較を科学的、定量的に行えるようになると期待しています。

次、お願いします。

プログラムマネジメントですが、まず国際的にはこの 7 月に海外からトップレベルの研究者を招いて、国際的な中間評価を兼ねた国際シンポジウムを開催しました。我が国の量子技術イノベーション拠点が主催する国際会議、Q u a n t u m I n n o v a t i o n は初回

の2021年から目標6として共催しています。

PDとして米国、オランダなどの在京大使館、ドイツ政府代表、また海外でのイベントでも目標6を紹介しました。

各プロジェクトも国際的な共同研究、研究交流、若手育成のための人材交流を行っています。

次に、産業界との連携については、山本俊プロジェクトで浜松ホトニクスが開発した超伝導光子検出器を他プロジェクトにも提供し、またG7で展示いたしました。

山本剛プロジェクトで、アルバックとアルバック・クライオが開発中の希釈冷凍機が完成しますと、準国産の量子コンピュータが完了します。

産業界、特に製造業との連携を深め、参入を促すためにQ-S-T-A-R、量子技術による新産業創出協議会と合同で、量子コンピュータ技術討論会を始めました。また、企業向けのイベントなどでPDが目標6の紹介を行いました。

現在、12プロジェクト中3名のPMが民間企業、NEC、日立、メルカリ所属で全部で13社の企業が目標6に参画しています。

26年から30年とそれ以降をにらんで産業界からの更なる参画を歓迎するとともに、そのための活動を行ってまいります。

次はJSTからお願いします。

○中島部長（JST） 北川先生、ありがとうございました。

外部評価結果について御報告します。

目標6のプロジェクト及びプログラムの外部評価者はこちらのとおりです。

次、お願いします。

目標6は総合的にはマイルストーンの達成、あるいは達成の貢献が十分に見込まれ、想定を大幅に上回る成果が得られているという評価が得られました。

総合コメントとして、1ポツ目が高く評価された主要なポイントとなります。

まずは、ポートフォリオの組み方に対しては、量子ハードウェアの研究グループが縦系、量子通信ネットワーク、誤り耐性のグループが横系になる全体スキームが大胆であり、日本有数の企業が参加して、プラットフォームを構成させるというアプローチが世界的にユニークであると高く評価されました。

研究進捗に対しては、明らかに世界をリードする幾つかの成果が光量子、半導体、量子ハードウェア、誤り耐性などで得られていまして、全体として前倒しで研究が進んでいるとい

う見立てであります。

そのほかのマネジメントとして、国際シンポジウムの開催、量子科学技術イノベーション国際シンポジウムに参加するという国際連携に向け積極的に活動していること。人材育成についても積極的に行っていることについても評価を頂きました。

2 ポツ目から4 ポツ目が今後の進め方に対する助言であります。

最初に適用事例として御説明がありましたが、窒素固定や光合成など量子科学分野の研究者と連携しながら開発することが必要である。このようにユーザーインターフェースなど、利用するユーザー側から提示される課題を解決しながら、大規模化に向かうようにするのがよいのではないか。

次も似ていますが、ユーザーと議論しながらユースケースを提案して、特に産業界に示していくということを検討してほしい。

そして、プログラムとして6年目以降、資源をある程度集中投資する戦略が必要になってくると思われる。今後評価していくに当たっては、個々の量子ハードウェアの特性、事情を考慮した評価軸、定量可能な指標、同様に量子通信ネットワーク、誤り訂正のプラットフォーム評価についても、評価指標を考えていく必要があるという意見がありました。

次の21ページ、22ページ目にある個別の評価の観点に対するコメントは時間の関係上割愛させていただきます。

また、23ページの法人の支援活動に関する評価は先ほどの目標2と同様ですので、こちらも割愛させていただきます。

評価結果の報告は以上となります。

次のポートフォリオの見直しと今後の方向性については、再度北川先生に御説明させていただきます。

北川先生、お願いいたします。

○北川PD 次のページ、お願いいたします。

プロジェクト評価結果と対応方針は以下のとおりです。

S評価は光の古澤プロジェクトと誤り耐性の小芦プロジェクトの2プロジェクトで、ほかは全てA評価です。

加速については、超伝導、山本剛プロジェクトで開発した希釈冷凍機を用いて要素技術を統合するテストベッド構築をインテグレーションの加速として認めました。

光の古澤プロジェクトのFTQC達成前の早期のクラウド化と高速化のためのASIC作

製を社会実装とインテグレーションの加速として認めました。

また、小芦プロジェクトのクロスレイヤー協調設計モデルを他の物理系拡張を加速する必要があるというので、これを認めました。

他のプロジェクトについては全て継続といたしました。

次のページ、お願いします。

最後に今後の方向性について述べます。

中間評価で今後の課題として四つ指摘されました。要素技術を統合して形にする必要があること。横通しをより広く深く推進する必要があること。量子化学などのアプリケーションと計算機科学の専門家の参加。産業界からの更なる参画。全体的確な御指摘であり、多くはPDとしても必要と考えていたことであるので、下記のとおり対応してまいります。

各プロジェクトでのインテグレーションの加速、これについては例えば超伝導ではそのためのテストベッド構築を加速として認めました。

横通しの要となる研究者を補強するなどして、連携を強化します。特に小芦PMに過度の負担がかからないように、要となる研究者の増員で対応したいと考えています。

量子化学等のアプリケーションと計算機化学の研究者の補強に関してですが、以前にも全体会議で検討したのですが、そのときは他プロジェクトとの重複が避けられず実現していませんでした。今回、国際的な中央機関評価に基づきその必要性が再度認識されましたので、目標6への参加を実現してまいりたいと考えています。

Q-S T A R、産業界、特に製造業との連携の強化に関しましては、既に行っているQ-S T A Rとの取組を強化するとともに、それ以外の製造業へもリーチしてまいります。

以上です。

御静聴ありがとうございました。

○龍澤参事官 ありがとうございました。

ただいまの説明につきまして、有識者の皆様から御意見、御質問がございましたらお願いいたします。

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。

世界の開発は予想よりもかなり早く進んでいるような気もする中で、それに匹敵するような世界に冠たる成果が出ているのかなと思いました。どうもありがとうございます。

例えばQ-S T A Rとの連携等について記載がありますがけれども、具体的に産業界が目指

しているところと、このプロジェクトの中で連携して本当にうまく進むのか、少し私は気になっていますが、先生のお考えがあれば教えていただきたいと思います。

それから、もう1点、スタートするときから言われていましたが、この分野の人材の話があり、もう少し日本国内でも人を育てていかなければいけないのではないかという話が出ていましたが、研究者の補強をしなければいけないということはよく分かるんですけども、重複等により難しいというお話が先生からもありましたが、この3年間で研究者の進捗は何か目立った動きがあったのかどうか教えていただきたいと思います。

○北川PD まず、最初の御質問に対してですが、産業界から既に12プロジェクト中、3PMは日立、NEC、メルカリの方ということで、恐らくムーンショットの中では比較的産業界が参画している方だと思います。ただ、先ほど言いましたように、まだ十分ではない。参画していないところもあります。これを補強したいと考えています。

そこで、基本的には我々、ムーンショット側からすると、目標6で目指している誤り耐性型量子コンピュータは非常に難しいものだし、大規模なシステムなので、これを本当に作り上げていくには、企業、特に製造業の力というのは絶対に必要だと思っています。大学や研究機関だけでできるものではないと思っておりまして、2026年以降には是非企業にもっと大々的に参加していただきたいと思います。

そのための情報提供とこちらがどういう技術が必要としているかということ交換する場として、先ほどQ-S-T-A-Rとの討論会、量子コンピュータ技術の会を設けました。何回かやりまして、その方向に対して更に評価が必要と思ったので、近々にQ-S-T-A-RとまたこちらのムーンショットのPM、PDとの打合せを行って評価する予定です。

基本的には作る方に参画していただきたいのが私たちの大きい目的です。ただし、もちろんユーザーというのは多分若干先の話になると思っている、ということです。

2番目の御質問に対しては、補助スライドの一番最後に研究者の数が書いてあります。当初研究者、参加者は当初2020年発足時は300名程度でしたが、2022年に追加、公募したということもありますし、また予算規模も増えたということで、現在、去年の最初の段階で500名程度、今は多分800名程度が参加しています。

ただ、もちろん全部が量子の方というわけではなくて、この量子コンピュータを作る上では、古典の技術も大変たくさん必要ですので、その分野に古典のエレクトロニクスの方や、コンピュータサイエンスの方などにも入っていただいて、トータルで800名くらいになったのではないかと思います。

もちろん全然、ハードコアな人材が足りていませんで、世界的に取り合いの状態ですので、サマースクールを強力に推進して、毎年50名程度ではありますけれども、若年層のクオインタムネイティブの育成に努めているという状況であります。

○須藤委員 ありがとうございます。

少しずつ増えているということで、少し安堵しているのですが、やはり若手の研究者がどんどん増えてくるのが重要だと思いますので、是非このムーンショットの中でも重点的にお願いしたいと思います。

○北川PD 私のパソコンに入れたので、シェアします。

重なっている人もいるのですが、延べ890、恐らく800名程度、学生も含めまして参画していると思われます。

○須藤委員 ありがとうございます。

○龍澤参事官 福井委員、お願いします。

○福井委員 先生方の研究が想定を大幅に上回る成果が得られているというのは大変素晴らしいと思います。

私から1点だけですけれども、この技術が完成した暁には、かなり大きな社会全体の変化が起こるのではないかと思いますのですが、挙げられている例が、窒素の固定であり、人工光合成なのですけれども、ユーザーのことも含めて、様々な分野でどういう変化が起こり得るかというのをもう少しアピールされると良いのではないかと思います。

○北川PD 分かりました。

量子コンピュータで本当に何ができるかというのはまだ全部分かっているのではないので、今は科学的に少なくとも論文とかが出て、これはほぼ間違いなく期待されるというものを例として二つ挙げているのですけれども、もちろんこれ以外にも超伝導の物質の開発であるとか、あるいは創薬、そういう科学とか物質の計算には有効だと思います。

つまり物質とかエネルギーの利用効率を飛躍的に高めるような技術には主に使える。もちろん、人工知能といいますかその方面の機会学習、そういうものも期待されて研究はされています。ただそれについてはまだ確たる実社会のアプリケーションが明らかに見えているわけではないです。量子的なデータについては、量子コンピュータが強いというのはほぼ分かりつつあるのですが、実社会のデータは基本的には古典なので、それについてはまだ分からないところです。

その辺りについては、今後中間評価でサジェスションされましたように、アプリケーショ

ンの研究者を入れて、そことすり合わせながらやる事を考えておりますので、御期待いただければと思います。

○福井委員 是非、よろしくお願いしたいと思います。以上です。

○龍澤参事官 梶原委員、お願いします。

○梶原委員 私も人材育成のところで少し伺いたいのですが、15ページのところに、海外の方に派遣しているというような表現がございましたが、これは何名ぐらい、何年、期間的なところはどんな状況なのかということと、これはムーンショット、このプログラムを通じて出しているということで何か冠が付いていて、こういった大学にも日本の中でのムーンショットプログラムの認知が高くなっているか、ということ伺いたかったのが1点と、もう一つは、ポートフォリオのところですが、先ほど目標を達成しているという幾つかの例があったところとプロジェクト評価の対応方針で加速する、継続するという、重ね合わされているような印象に見えたのですが、1か所加速していないプロジェクトがありますが、それは22年度採択されたプロジェクトで、まだそこまで判断されていないということでしょうか。

継続、加速の判断ポイントのところで、成果が出ているものだったらもっと加速しても宜しいのではないかと思いますので、コメントさせていただきました。

○北川PD この派遣の詳細については、どの国に何人というのも全部データがあるのですが、本日の資料には入っておらず、JSTの方で持っていますので、別途御報告させていただきたいと思います。

○梶原委員 今後も増やしていく方針があるわけですか。

○北川PD 今後も増やしていく予定です。人材育成についてはサマースクールを一生懸命やって、今年は都合でスプリングスクールという、来年3月に葉山でやることになったのですが、そのような形で人材育成しています。

それから、評価と加速の話ですが、確かに樽茶プロジェクトは非常に評価が高かったのですが、2022年度に始まったばかりということで、最初から高評価で割と手厚く付けておりまして、まだ1年たっているかたっていないかの状態なので、今回の件で加速となっているのですが、最初から割とフルスロットルでやっているということで、今回は特に追加しておりませんが、非常に評価は高かったです。

○梶原委員 分かりました。ありがとうございました。

○龍澤参事官 江田委員、お願いいたします。

○江田委員 ありがとうございます。評価も素晴らしいですし、スピード的に全体的に先にい

っているという評価にとっても心強く感じます。私はやはりここの競争がとても激しいので、どうしても前のめりにやっていっていただきたいなという気持ちでいっぱいなのですが、先ほど外部評価のところにリソースのアロケーション、集中を考えたかどうかといったような点がございましたが、そのような点に関して何か変化があるのかという点が1点目の御質問です。

全てうまくいっていると、それから先に進んでいっているという御評価ですけれども、北川先生目から見て、うまくいってない点、今後ここに挺入れしていきたい点がありましたら、お聞きしておきたいと思いました。よろしくお願いします。

○北川PD まず、最初の御質問についてですけれども、ステージゲートの方針ということで、手短かに言いますと、いろいろな方式が現在世界的に大競争をしております、どれが将来的に勝つか分からない状態です。

現在は超伝導やイオンがリードしているのですが、原子も追いつけていまして、本当に分からない状況です。

更に、今世の中に存在する数十から数百量子ビットのものですらそのような状況なのですが、更に我々が目指しているのは10万とか100万以上の量子ビットが必要です。

そのためには超伝導も原子も1万量子ビットまでは見えているのですけれども、それ以上は幾つもブレイクスルーが必要な段階で、まだ世界中で誰も答えを見つけていない状態です。

半導体は、集積では非常に有利なのですが、まだ超伝導みたいな量子回路が組めていなくて、ほぼ10年遅れの状態です。

どれも一長一短で、本当に分からない状況ですが、それをちゃんと仕分けといいますか、ステージゲートではその時点のトップランナーといいますか、ラップの上位ではなく30年後、20年後を目指したプロジェクト、将来性が最も有望なものから残していかないと考えています。

どれが有望かというのを見分ける手段が今のところないので、それを科学的に比較、予測する方法が欲しいということで、小芦プロジェクト、理論のプロジェクトをやっていますクロスレイヤー協調設計モデルというのを拡張して、今、超伝導しか乗ってないですけれども、これにイオン、光、半導体、中性原子もみんな乗せて比較する。科学的定量的に比較することによって、どれが有望か見極めるというのを目指しています。

○江田委員 全て順調に進んでいらっしゃるという御報告は。

○北川PD それは国際評価委員会からも御指摘がありましたように、実は横串を目指して、

つまり全てをこれに乗せて比較するとかいうのを目指しているのですけれども、まだそれは最初の超伝導と理論の部分しかできてなくて、この全ての交わる場所に専門の人を配置していかないとそれはできないです。

小芦先生がいろいろなプロジェクトとの連携を全てやると、それだけで忙しいので、それぞれのポイントにキーパーソンを配置するというのを今考えています。

今は実現しつつあるのですが、そこを深く広く連携させるというのが私の今不足しているところで、それをやりたいと思っています。

もう一つは、どうしても公募、採択というスキームですと、どうしても重複するところが出てまいります。そういったものは、ステージゲートの段階で大胆なリストラクチャリングが必要になると考えております。

○江田委員 なるほど、よく分かりました。引き続きどうぞよろしくお願いいたします。

○龍澤参事官 波多野委員、お願いします。

○波多野委員 北川先生、ありがとうございました。

今、ちょっと御質問が出ましたので、私もこの6年目以降というコメントについて、非常に難しいなと。判断が5年目の際に非常に難しいだろうと思っていましたので、そのときに誤り訂正の理論をもって判断できる、またこれは世界に比べて非常にリードしている理論だと感じました。

それを使っていくと認識しましたが、それでよろしいでしょうか。

○北川PD 当初からこの非常に難しい、何が将来伸びるかというのを予測するのは非常に難しい、それは僕の勘ではなくて科学的にやらなければ駄目だということで、当初からこの小芦プロジェクト、理論プロジェクトのモデルを活用するというのを当初から考えていまして、今はまだ超伝導しかできてないので、本当に2025年までに全てを載せていくということ、更にモデルを精密化するというのをやらないといけない。

○波多野委員 その理論に基づいて各キュービットにおいてどういう技術が今後発展していったら優位になるだろうとか、そういうことが予測できると理想的、そこでストップするのではなくてという。

○北川PD もちろんです。

○波多野委員 その場合にやはりハードの技術、将来の進展を読む必要があると思います。そして、北川先生としては例えば半導体のロードマップと合わせてどういうふうを考えていくかというような議論をされているのでしょうか。日本は今半導体に力を入れようとしていま

すが、半導体戦略などにこの量子のハード技術も入れていかなければいけないと思いますが、アクションを起こしていらっしゃるでしょうか。

○北川PD いろいろやっているのですが、まだ実際のリアルワールドの半導体業界と量子の半導体とはかなりギャップがありまして、やはりこれが少なくとも今の超伝導のIBMとか理研でやっているようなぐらいのレベル、理研、富士通、IBM、グーグル、このレベルぐらいのものが半導体で動き出さないと、なかなかリアルワールドの半導体ビジネスの人たちという目は向いてこないと思います。

もちろん制御装置とかは2ナノとかそういうプロセスを大いに活用させていただこうと思っているのですが、半導体に関しては量子性をどれだけ超伝導並みにできるかというのが今のキーポイントで、集積度を上げることについては絶対一番有利なのは分かっているので、皆さんそこをウォッチしているという段階かと思います。

○波多野委員 一方でアナログ的でもありますので、その辺がなかなか半導体戦略と合っていないところもあったりするので、その読みもしながら判断するということになると思いますので、ここに簡単に指標を作れると書いてあるけど、なかなか難しい。

○北川PD 今の量子コンピュータは全部アナログですので、誤り訂正が入って初めてデジタルになりますので、そうすると既存の半導体、デジタルエレクトロニクスの統合がやっとなってくると思います。

○波多野委員 おっしゃるとおりだと思います。だから御質問したのですね。そうすると半導体戦略の中に早く入れることができるのではないかと御質問しました。

2番目は海外に学生や研究員を出しているのですけど、どれぐらい受け入れていらっしゃるのですか。

○北川PD すみませんが、数は今日持ってきておりませんので。

○波多野委員 結構来ているのですか、海外から、いろいろな拠点に。

○北川PD 来ています。

○波多野委員 来ているというか短期ではなく、例えば海外の人材を活用するというような方針もあると思うのですが、量子ネイティブ、育ってはいるものの、そんなに急速には育たないので。地政学的な問題があると思いますけど。

○北川PD 海外から、短期は良いのですが、学生とかポスドクとかの交流は良いのですが、研究者として何年もやってもらうとなると、サラリーが問題になるのですね。日本の出せるサラリーが、例えばこの業界だとPh.D.を取ったばかりの学生とかがIBMとかグー

ル、具体的な企業名を言うのは不適切かもしれませんが、大体年収2,000万円ぐらい頂けるのですよ。そういう形で日本のプロジェクトでやっている若手が海外の企業に引き抜かれたりしています。

逆に、日本が海外の人を引き抜いてこようと思ったら、それぐらいのサラリーを用意しなければいけない。それを払う仕組みが今のところないです。普通の大学とか研究機関とか。

○波多野委員 是非、このムーンショットでいろいろそういう話もしていただければと思います。おっしゃるとおりだと思いますので。

○北川PD ありがとうございます。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

その他、御質問、御意見はございますでしょうか。

ありがとうございました。

本日の有識者からの意見も踏まえて、研究開発を着実に推進していただきますようお願いいたします。

それでは、本日の議題の三つ目に移らせていただきます。

情報共有として、新目標について、CSTI 5年目評価の進め方について、JST、CRDSからの報告、AIエンゲージにつきまして、続けて御説明していただいた後、まとめて質疑の時間を取りたいと思います。

それでは、事務局の中川参事官より説明をお願いいたします。

○中川参事官 ここからは情報共有ということで、新目標についてですけれども、目標についてはCSTI、総合科学技術・イノベーション会議の方で決めるということで、その動きについて、情報共有ということで紹介したいと思います。

今、映っている資料は先週の木曜会合、有識者議員会合で紹介した資料になります。

ここでのポイントになるのは、ページをめくっていただいて、前半のところで、今まで文部科学省の検討会で議論してきまして、4ページ、5ページにその概要がありますけれども、そこでの検討を踏まえて、6ページ、新目標の案がまとまりました。これは先週紹介していただいたということになります。こういった形での目標案、今後CSTIの方での検討になっていきますということでの御紹介です。

続きまして、資料3-2です。

これも同じくCSTIの方で決めていくものになりますけれども、本日は3年目の評価を議論していただきましたが、早いものは来年度から5年目にいよいよ入っていきます。5年

目になりますと、目標の継続終了についてC S T Iの方で評価し、決めていきますので、それに向けた準備、10月から各PD、木曜会合の方で報告していただくということを始めています。

また、順次議論を進めてまいりますので、また適宜御報告させていただきたいと思います。

それでは、CRDS、3-3で説明をよろしくお願いいたします。

○長谷川フェロー（JST-CRDS） JST-CRDSの長谷川と申します。資料をこちらから投影させていただいておりますが、大丈夫でしょうか。

本日はお時間を頂きまして、誠にありがとうございます。本日は私どもがふだん調査しております海外の科学技術・イノベーションに関する情報の中から、ムーンショット型の研究開発制度に関する参考にもなればということで、目的志向・挑戦的研究の推進に関する海外の動向、事例についてお話をさせていただきます。

本日はたくさんスライドを用意してしまいましたが、大きく内容としては二つありまして、一つは海外の政策とその関連のファンディングの動向。それから、もう一つのトピックスは評価に関する動向ということで、トピック的ではありますが、EUで現在進行しております枠組みプログラム、フレームワークプログラムという研究開発ファンディング全体のものですけれども、これに関する動向をお話いたします。

まず、1点目でございます。

こちらは科学技術・イノベーション分野の全般的な状況でございます、皆様御案内のところかと思います。科学技術・イノベーションに関する国家間の競争が非常に活発化している。それに対してこのような昨今の国際的、あるいは地政学的な状況の変化もそれに拍車をかけている状況。

一方、SDGsや気候変動など、国際協力、国際連携の重要性は高まる一方なんですけれども、先ほど述べたような状況もありまして、安全保障上も重要な技術に関しては各国において戦略的な自律性を確保しようとする動き、あるいは一国でできない場合に関しては価値を共有する国々との間で連携しようという動きが進んでおります。

そのような中で、研究現場においてもオープン化、国際化が進む一方、研究セキュリティや研究インテグリティといった観点が議論される要因になってきております。またそれだけではなくて、昨今のAIの進展、バイオの進展ということで科学技術と社会の関係についても広く社会の一般の方も含めた技術のガバナンスの問題というのも重視されているというのが全般的な概況かと思います。

そのような中、各国地域では様々な看板を掲げて、科学技術・イノベーションを政策的にも協力的に推進しているというのがこちらの状況でございます。ビジーな図でございますので、1個1個は説明しませんが、どこも非常に科学技術・イノベーションを推進する、あるいは科学技術・イノベーションに関連する取組を動かしていくといったところに注力しております。

そのような中、重要な政策ツールの一つであります研究開発ファンディングにつきましても、様々な組織やプログラムの動きが進んでおります。主要国の最近5年程度の動きをまとめましたけれども、いろいろな地域、人材、スタートアップとかあるのですけれども、特に注目されるのは目的志向・挑戦型研究を推進するファンディングの組織やプログラムといったものが相次いで出てきているという状況でございます。

こちらからのスライドは1個1個御説明しませんが、昨今特に進出されているような機関、プログラムについて御紹介させていただいております。

アメリカではDARPAにならったARPA-Hというのがヘルス分野での革新的な成果創出のために設立されました。

欧州でも、基礎研究の成果をよりイノベーションに持っていこうということで、一貫通貫のEICというプログラムが設けられています。それをPMがマネージしていくということです。

あと本資料については、海外の呼称としてのPD、PM等の名称が出てきますけれども、これはそれぞれの制度の中で位置付けられているものでして、日本の制度におけるPD、PMと必ずしも一致しないという点を申し添えておきたいと思います。

英国、ドイツでもそのような革新的なイノベーション、ドイツでは飛躍的イノベーションという言葉を使っていますけれども、そういった取組が進んでいるというところでございます。

こちらでも事例の紹介ですけれども、比較的以前からあるDARPAはもちろん御案内のとおりですけれども、ほかの機関やプログラム、アメリカの例についてこれらも引き続きそれぞれの取組を発展させているということで御紹介をさせていただきました。エネルギー分野のARPA-Eもよく知られているところでございます。

NSFも伝統的にボトムアップの研究をメインにしておりましたけれどもっと革新的な成果創出というところに光を当ててNSFが関与するようなコンバージェンスアクセラレーターというプログラムをこの5年ほど取り組み始めているところです。

そのような最近新設された、あるいは従前から取り組まれているものを整理してみたものがこちらの図でございまして、一口に目的志向型の研究と申しましても様々な切り口、次世代の基盤技術を作るもの、社会課題の解決のために融合的な研究をするもの、あるいはそれぞれの分野において、明確な目標達成のためのコア技術を作るものと、仮にこういった整理もできるかと思います。それに対して各国がいろいろなポートフォリオで展開しているところもあります。例えば、EUとそれから自国の間で接続するような形でエコシステムを作っているところもあるということが言えるかと思います。

もちろんそういう機関を置いたというだけではなくて、その中でどういった工夫をしているかということもそれぞれいろいろ進められているところです。機関やプログラムという、マネジメントサイドの話もありますし、あと研究者にどのような活動をしていただくか、あるいは社会をどのように巻き込んでいくかという側面からそれぞれ工夫を行っているところが見られますので、こういったところを是非御覧いただけるとよいかと考えております。

続きまして、二つ目のトピックとしまして、EUの枠組みプログラム、FPにおける評価関係の動向について、お話をさせていただきます。

ここでFPという言葉が、後のスライドにも出てきますけれども、これは枠組みプログラム、フレームワークプログラムのものでございまして、1個1個の研究開発プログラムではなくて、それよりももっと大きい制度全体のものというふうに捉えていただけたらと思います。

EUではそういう複数年にわたる研究開発イノベーションの試験開発プログラムを枠組みプログラム、フレームワークプログラムとして運用しておりまして、1984年からFP1、2、3と進んでおります。

FP8以降は固有名詞が与えられておりまして、FP8ではH o r i z o n 2 0 2 0、そして現行のFP9はH o r i z o n E u r o p eと呼ばれ、21年からは955億ユーロ、15兆円程度でしょうか、7年間で動かしているところです。

こちらがその全体像でございまして、7年間955億ユーロというのをこのサイエンスの話、それから社会課題解決の話、そしてイノベーションの話という大きくこの三つの柱を基軸として構成して、中でいろいろな個別のプログラムを動かしているという状況でございします。

その制度の設計、あるいは実績評価のところをどうやっているかということで、これは細かくは説明しませんが、申し上げたいのは非常に複層的に並行して制度評価が進んで

いるということで、真ん中辺りにあります赤い色で示しているところが現行のH o r i z o n E u r o p eなのですけれども、これにつきましても今半分程度が終わりまして、今度後半戦に向かうに当たって中間評価が進められているところです。

この中間評価につきましても、H o r i z o n E u r o p eの後半戦に反映されるだけではなくて、次のF P 1 0の方にも提言として生かされていきますし、更には前のフレームワークプログラムであるH o r i z o n 2 0 2 0の事後評価もこちらのH o r i z o n E u r o p e、あるいはその次の制度に生かされていくというように進められております。

事例としまして、例えば全H o r i z o n 2 0 2 0から現在のH o r i z o n E u r o p eに入るときの新基軸としてミッション志向型の研究というものが導入されましたけれども、それに関してはこのような進め方で中間評価を踏まえて専門家によるレポートを出し、それを更に観点別に子細な検討をそれぞれ行った上で、最後に閣僚に対する科学アドバイザーの提言として取りまとめるということで、かなり綿密なプロセスを踏んで決められているものでございます。

そのようなフレームワークプログラムの動向ということで、この上半分の方は先ほどのスライドで申し上げたようなフレームワークプログラムの在り方の概要でございます。

この下の現在のH o r i z o n E u r o p eの評価にかかる動向として、大きく本日御紹介させていただくのは上の二つでございまして、一つはH o r i z o n E u r o p eの中間評価に向けた動きが進んでいるということ。

それから2点目、これはブレイクダウンした話ですけれども、H o r i z o n E u r o p eの第2の柱の社会課題の取組のところでは複数のプロジェクトを束ねたような取組としてのミッションというものがあるのですけれども、その取組状況に関するアセスメントがなされたというところでございます。

概要だけ紹介させていただきますと、1点目のH o r i z o n E u r o p eの中間評価に向けた動きとしては、この2025から27、後半に向けてどういったことをやっていく必要があるかというのを分析報告書という形で出されております。各種のデータや統計といった情報やそれから市民のコメント、ユーザーのコメント、専門家のコメント、いろいろなものを総合しまして分析を行いました。

観点としては五つ、現在の社会の政策の状況、それに対するEUの研究、イノベーションの概況、今後必要となってくる研究やイノベーション、そのポテンシャル、それに対してH o r i z o n E u r o p eがどういったことができて、どのような成果を実装していくか

というようなことで分析がなされております。

個々の内容について、ちょっと本日御説明する時間はないですけれども、こちらにビジョンではありますけれども、主要メッセージを抽出いたしましたので、参考になるようなメッセージや観点もあろうかと思えます。

それから、もう1点、ミッションの話でございまして、ミッションというのは社会や日常生活に深く関連する五つの分野、気候、がん、海洋、水、こういったものを設定して、そこで具体的な目標を2030年までにどういったことを達成しようということで、それについてお金を付けていくということです。これの取組、評価基準もこちらにありますように細かく設定されております。

これに関して進捗状況ということでの報告書が最近出ております。まだ、進行中のものがございますので、それほど斬新な中身にはなっておりませんが、全般的には順調に進んでいるが実装に向けては幾つかの課題があり、今後はミッションの予算を第二の柱の中で少し手厚くしたり、新しいミッションを設けていこうといったことが盛り込まれているということで、非常にダイナミックに制度の評価とその反映が進んでいるという状況でございます。

本論は以上でございまして、あとは参考資料のところだけ、何があるかを言及させていただければと思います。こちらにありますのはこれまでのフレームワークプログラムのマイルストーンで何があったかということと、今後何があるかというところ。

そして、これは現行のH o r i z o n E u r o p e の中間評価に向けたタイムスケジュールでございます。

こちらは、枠組みプログラムとしてのH o r i z o n E u r o p e の評価に関する基本的な考え方とその観点を入れさせていただきました。

最後に、ちょっとこれはユニークかと思いますが、少し御説明しておきますと、H o r i z o n E u r o p e ではインパクトをどう補足するかということに関して、K e y I n p a c t P a t h w a y、K I P を設けてございます。その中身は指標としてこのように科学的なもの、社会的なもの、経済的なものということなわけですが、P a t h w a y ということ、時間軸を取って短期、中期、長期でそれぞれの指標に対してどのような指標、観点でフォローしていくかということもかなり細かく決めているところです。これも現在はまだこれからどうやって具体的にこれを使っていくかということだと思っておりますので、そういったところも着目していきたいというふうに考えてございます。

若干超過しまして、申し訳ありません。

以上でございます。ありがとうございました。

○中川参事官 続きまして、資料3-4、事務局の方から紹介させていただきます。同じく海外動向の報告、情報共有として、本日の議論でも国際連携についてはいろいろ御指摘があったところかと思いますが、今、資料にあるように日米豪印のQUADの4か国によるファンディングエージェンシーによるプログラムというのが考えられておりまして、これについては是非ムーンショットの国際連携の取組を強化するということで協力したいと思っております、まだいろいろ事業を設計しているところではございますが、こういった動きがありますということで紹介させていただきます。

以上です。

○龍澤参事官 ただいまの説明につきまして、有識者の皆様から御質問、御意見ございましたら、よろしくお願いいたします。

福井委員、お願いします。

○福井委員 先ほどのHorizon Europe、非常に興味深く拝見したのですが、ヨーロッパも含めまして、似たようなこういう国家的プロジェクトに投資するお金について日本はどのレベルなのでしょう。つまり当然アメリカよりは随分少ないとは思いますが、ほかの国々と肩を並べるくらいの投資されているのかどうか、いかがでしょうか。

○龍澤参事官 JSTの方で答えできる範囲で構いませんが、お答えいただけますか。

○長谷川フェロー（JST-CRDS） ここには日本の数字等は載せていませんけれども、やはり今かなり大きいお金がHorizonでもそうですし、米国でもいろいろな法律が成立して出ているところだと思います。日本の妥当性について私は申し上げる立場ではないですけれども、もちろん日本もこういう状況を認識した上で各種の研究開発投資をもっと活発化すべきという議論はありますので、何かこういう目に見えて大きなイニシアチブというのはまだこれからというか、今後そういったものも出てくるところを期待したいというところでございます。

内閣府さん、文科省さんから何か補足があればお願いいたします。

○中川参事官 内閣府からですが、補足というほどではないですが、フレームワークプログラム自体はHorizon Europe自身は日本でいうとどちらかというと、基本計画に近いレベルのものだと思っております。

日本が5年で、Horizon Europeは6年ごとということもあるので、一概に

規模は比較できないと思います。

我々も今日、CRDSさんにこの資料を作っていただいて、事前にも見ながら、今回の報告でもハイライトしてもらったミッションというのは一つムーンショットの目標と比較するには参考になる取組だなと思ひまして、そこについての評価の方法等は参考にしたいと思っているのですね。

一方で、Horizon Europeでいう、ミッションの五つの柱があったと思うのですが、その組み立て方も必ずしも日本の方で考えた、このムーンショットでいう一つの事業として、一つのファンディングエージェンシーでやっている事業というふうに、やはり必ずしもレベル化も一致するものではないので、この辺りはもう少し連携しながら比較なり、参考にするとところを学ぶなり、必要かなというふうには感じているところでございます。

以上です。

○福井委員 何かヨーロッパなどは何兆円というレベルの話のように見えますので、何か日本も是非頑張っしてほしいなと思ひました。

○龍澤参事官 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。大変参考になりました。

今、御質問がありましたように、Horizon Europeは日本と比較するのは難しいかもしれませんが、日本の科学技術予算はグリーンだと2兆円位あるというところで、やはり違いは一体化しているのかなということと、その代わりドイツやフランスでは各国でそれぞれまた投資されているところの仕組みがまだちょっとよく見えてないですけれども、ありがとうございました。

私の質問は評価の方に関心がありまして、評価の仕方、KIPというのがありましたが、それは短期、中期、長期とありましたが、それはどれぐらいの時間軸なのでしょうか。

○長谷川フェロー（JST-CRDS） ものによって当然異なると思ひますけれども、欧州委員会の方で目安といいますか典型的なものとして説明されているのは大体短期が1年ぐらい、中期が3年ぐらい、長期が5年ぐらいという。

○波多野委員 そんなに短いのですか。

○長谷川フェロー（JST-CRDS） 超長期という感じではないかなというふうに、ただおっしゃるように見てみると、経済成長とか、相当長く取らないと分からないようなところもあろうかと思ひますので、そこはちょっと一律にということではないのかもしれないかもしれません。

○波多野委員 予測したり、長期というと15年とか20年だと思っているのですが、そうすると今のムーンショットというのは2050年というので、参考にはならないかなと思いますが、逆に評価疲れとよくCSTIで課題として取り上げているのですけれども、評価の大変さ、評価される側からどう御覧になられているのですか。JSTさんからすると、この辺り、すごく大変な評価をされているのですか、それともシンプルなのですか。

ムーンショットはこれから評価、今は多分評価をどうしていくかと、先ほどの量子もそうなのですが、まだ模索段階だと思いますけれども、この評価の仕方について、今、調べられたHorizon Europeなどは大変なのですか。すごく大変なのか、多角的に評価するというのは。

○長谷川フェロー（JST-CRDS） 欧州に関する議論は、そうですね、つぶさに聞いたわけではないのですが、やはり先ほどのKIPの方もそうですし、制度の方も綿密にやるという感じなので、かなり大変だという話は聞いています。

○波多野委員 それを全部数値に出すのはすごく大変です。

○長谷川フェロー（JST-CRDS） 欧州でも米国でもやはり評価疲れの問題というのは結構どこの国、地域でも意識されているところなので、いかに理解を得ながらまたその反映の部分をうまくやっていくことによって、理解を得るというようなことかなと思っております。

○波多野委員 分かりました。ありがとうございます。

○龍澤参事官 梶原委員、お願いいたします。

○梶原委員 私もKey Impact Pathway、非常にすごいなと思って見ておりまして、ある意味評価疲れもそうかもしれませんけれども、これだけ大きな金額を投じるのであるから、科学的、社会的、経済的インパクトをしっかり見ていくという意思の表れだという気がします。また、どのような視点でアウトプット、さっきアウトカム、インパクト、中長期の話で26ページを見ると、4年以内で実施とか、最終評価は終了から4年以内であるので、それなりの短い期間で、後ろは31年みたいなところがありますけれども、しっかり見ていくのだなというところで、そのような時期にターゲットを置いて、最初からこのようなところを評価するのだという視点を持って動いていくということはやはり必要だろうなと思って見ておりました。

評価の視点は何を評価するかということが議論になって、科学の視点でいうと論文とは引用数だけじゃないですよという話はいつも出ている中で、すごく参考になる要素が入って

いるなと思ったので、こういったところを日本の中での研究開発プログラム、最後の社会実装に至るところの話としては、やはり入れていくというのは一つの大きな参考要素だと思って見ておりました。

24年の最初のアウトカムというところの中で、どんな評価結果というか、アウトカムの状態がKey Impact Pathwayで出てくるのかをフォローしていただきたいと思いました。

というのがコメントでございまして、質問が若干二つあります。

1点目がヨーロッパの方ですと社会課題という形で、環境の要素などでとても進んでいて、ある意味何か社会課題を解決するためには市民の行動変容が必要だということに対してどんどん取組や認識が進んでいる中で、このプログラムの中で市民参加をもっと促進するという表現があるのですが、具体的に今以上に市民参加を促進するということで、何か具体的なイメージや、見られているところがあれば、教えていただきたいと思ったのが1点です。

資料3-4の新しい国際連携の資料の中で、AI-ENGAGE云々というところに、フェーズ2をムーンショット内で実施するような検討をされているということがあります、この中で今のムーンショットにおけるPD相当職の設置という表現があるのですが、これはある意味今のムーンショットのプログラムの中に、二つのPD、あるいは並行したPDが入ってくるということなのか、新しいムーンショットの目標として出ていこうとしているのか、今構想されているイメージを分かる範囲で教えていただければと思いました。

○長谷川フェロー（JST-CRDS） 前段の方の市民参加の方ですけれども、おっしゃるようにやはり文化の違い的なところもあるのか、もともと欧州の方では市民参加、パブリックエンゲージメントというのが盛んな素地はあろうかと思います。

また、これはEUのプログラムなので、やはり国の中での政治、社会情勢だけではなくてもっと広い範囲でのEU全体の理解を得る必要があるということで、その辺はかなり欧州委員会の方も細かく気を遣っているところなのではないかと思います。

例えば、ミッションの評価基準のところでも、生々しいなと思ったのは、こういうミッションの取組というのが欧州委員から支援、予算的、政策的な支援を受けているかということで、この辺りは政治的なレベルでも、市民の意見とか支持みたいなものが必要なのではないかなというふうに思いました。

それで、取組としては細かい情報は得ておりませんが、これも文化的なものかもしれませんけれども、市民、研究者、現場レベルでそういう活動をしてもらうということで、

公的なところはそういう種銭といいですか、ちょっとしたお金を与えて、ワークショップとかそういったものが開けるように、あるいはタウンミーティングみたいなものが開けるようなお金を配って、それをプロジェクトの中に取り込んでもらうとか、そういった仕掛けもやっているようです。もちろん日本でも一部類するものがあるかと思いますが、そういうのが結構中にやられているようなことを聞いたことはございます。

後段の方は内閣府さんをお願いできればと思います。

○中川参事官 AI－ENGAGEの方ですけれども、結論から言いますと新たな目標を作れということではないと思っております。

これはもともと4か国のファンディングエージェンシーの協力ということでスタートしたお話でして、いろいろ今、正にオンゴーイングで事業の設計なんかをやっているわけですが、中身が非常にムーンショットと親和性があるといいますか、是非いい取組なので、ムーンショットとしても協力できることはしていこうということで相談しながらやっております。

これは今の時点ではかなりいろいろな目標に関わる取組になるのではないかと考えておりまして、ここから先はこれからの進み方といいますか、議論になると思いますけれども、場合によっては複数の目標に関わるような、そういったユニークな研究もあり得るような、そんな制度ではないかと考えています。

ここにありますようにフェーズ2は今後の公募になりますので、またそれも見ながら相談して、どういう体制にしようかということではあると思いますけれども、ただマネジメントの体制というのはしっかり取る必要があると思っています。特に、複数の目標に絡んだときに、やはり横の連携をしっかりとっていくということは今日の御議論の中でも目標間の話で幾つか話題になったと思います。そこも見据えて、どういったマネジメントがうまくいくかというのはある種試験的な意味合いも込めて、我々しっかりJSTと相談しながら体制を作れたらいいのかなと考えております。

○梶原委員 ありがとうございます。

先ほどのムーンショット、量子のところの取組の中で横通しをするということで、環境とか農業のところの目標とも連携するような、目標間での会話をされていると出ていたので、ここはAIと農業という部分なのかもしれませんが、やはり目標同士の連携を非常に期待されているところがあると思いますので、よろしくお願いいたします。ありがとうございました。

○龍澤参事官 その他、御質問、御意見はございますか。

須藤委員、お願いいたします。

○須藤委員 今の話とちょっと関係しますけれども、H o r i z o n E u r o p e の場合にはミッション志向型で進めているので、その辺はよく分かるのですが、今話題になったようなA Iとか量子が余り前面に出てきていない。N S FとかD A R P Aを見ると前面に出ているのですが、その辺のH o r i z o n E u r o p e のミッション志向型の考え方、例えば量子の技術をちゃんとやろうとしているのかとか、この辺は何か情報がありますか。

○中川参事官 長谷川さん、何か答えられますか。

H o r i z o n E u r o p e、埋め込まれていて、今の見えにくいのではないかなと思うのですが、説明できれば、お願いします。

○長谷川フェロー（J S T-C R D S） もちろんQ u a n t u m M a n i f e s tというのが7、8年くらい前に欧州ででき上がって、結構早くから量子には着目されていました。ちょっと今回はそのミッションの方を中心に説明してしまったきらいがあるかもしれませんが、例えばこの絵ですと、前のH o r i z o n 2 0 2 0 のところで始まったF u t u r e E m e r g i n g T e c h n o l o g i e s というのがありまして、幾つか種類はあったのですが、大型のプロジェクトとしては、このB R A I Nとグラフェンと量子ということで、この下に様々なプログラム、プロジェクトがぶらさがってやられております。

この基礎研究部分に近いところの取組はE I Cの方に取り込まれるような格好になっているかなと思います。

それと関連して申し上げるとすれば、かなり広範な基礎研究はE Uでもできるでしょうし、あと社会的な取組ももちろんE Uが得意とするところなのですが、更にこれが進展してきて量子とかA Iとか、どこがそれを産業、あるいは安全保障面を考えて押さえるんだ、みたいなことになってくると、各国の領域になってきやすいので、明確なところはやはりみんなで協力してやる分と各国、ドイツ、イギリス、個別のプログラムを押さえようとしているところがだんだん濃淡が出てくるのかもしれないというのが、ちょっとこれは推測混じりですけれども考えてもおります。

○波多野委員 今、おっしゃったとおりだと思います。H o r i z o nでかなり大型に投資されたのはもう5、6年前で、後は今各国に割と大きな予算が付いていると認識しています。今、おっしゃったとおりだと思います。

○龍澤参事官 ちょうど時間になりました。本日の議題は以上となります。

活発な議論、誠にありがとうございました。

明日は10時からとなります。また引き続き議論いただきますようよろしくお願い申し上げます。

それでは、ありがとうございました。1日目、終了させていただきます。

11月9日(木) 17時00分 1日目終了

11月10日(金) 10時00分 2日目開始

○龍澤参事官 定刻になりましたので、ただいまよりムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議第11回を開催いたします。

本日は、昨日に引き続きまして、JST及びAMEDより3年目の外部評価結果と、それを踏まえたポートフォリオの見直しを報告いただきます。

本会議はユーチューブライブで配信しております。録画やスクリーンショット等は御遠慮ください。

本日は、堀井副大臣が途中退席されます。また、平沼大臣政務官が公務により御欠席でございます。したがって、事務局の龍澤が進行を務めさせていただきます。

本日は、時間の都合上、質疑応答を区切らせていただきますが、時間内に頂けなかった御意見、御質問は、お伺いして後日回答させていただきます。

では、副大臣、一言御挨拶をお願いいたします。

○堀井副大臣 皆様、おはようございます。

本日も活発な御議論をお願いしたいと思います。私は冒頭失礼させていただきますが、引き続きムーンショット、これからの日本の戦略でありますので、どうぞよろしくお願いを申し上げます。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

それでは、早速議題に入ってまいります。

目標1、3、7における外部評価結果とポートフォリオの見直し等について、目標1、3、7の順で御説明いただきます。時間配分につきましては昨日同様、報告20分、質疑20分となります。

それでは早速ですが、目標1の御説明をJSTからお願いいたします。

○中島部長（JST） JSTです。本日もよろしくお願いいたします。

目標1につきまして、昨日と同様に、最初にプログラムの状況を萩田プログラムディレクターから御説明いただき、その後、外部評価結果について事務局より報告いたします。そして再度萩田PDにマイクをお渡ししまして、外部評価結果も踏まえたポートフォリオの見直し及び今後の方向性について御説明いただきます。

それでは、萩田先生、よろしくお願いいたします。

○萩田PD はい、承知しました。

萩田でございます。おはようございます。

目標1は、2050年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現いたします。

スライド4をお願いいたします。

目指す社会像ですが、生産性向上と強靱な生産性維持、安全安心とゆとりの三つの課題をバランスよく実現するような社会を実現いたします。

次のスライドをお願いいたします。

目標1は少子高齢化時代を切り開くという社会領域の課題を頂いておりますので、山の上には、誰もが能力を拡張して、いろいろな仕事ですとか社会活動に参加していき、そのために、下にあります今申し上げました三つの課題を解いていくということをやっております。

今回の既存PMと書いてある石黒、南澤、金井、3PMが対象になっております。それ以外に、昨年度から始まった体内CAやELSIを制度課題としてしっかり設計する、社会受容基盤のチームが4チームございます。

次のスライドをお願いいたします。

マイルストーンでございますが、2050年には、誰もが能力を拡張して、様々な社会活動、働く機会を持つような社会を実現いたします。

そのためには、2030年までに障害者や高齢者の方が自分に合ったCAを使って、お互いが連携し合って、普通の方と連携しあって、新しい大規模な遠隔互助を実現しようと思っています。

そのためには、2025年までに、自分に合ったCAを、能力拡張できるということと、社会活動に参加できることを実現しようと思っています。

そのためには、2023年までに、CAで少なくとも就労ですとか保育とか教育環境でそれが実現できることというのが今回の目標でございます。

次のスライドをお願いいたします。

これはポートフォリオでございますが、今回、石黒、南澤、金井の3PMが別々のルートで山を上っております。ようやく2023の山の灰色の四角の部分を作成できる見込みを立てておりますが、縦軸には、山に、頂上に行くためにCAの利用分野が拡大していること、利用者数が膨らんでいることが一つでして、山を上がってく最中にいろいろなトラブル、制度的なトラブルがあったときに右側の社会受容基盤がそれを救う。あとは、体内CAで、やはり能力を拡張する前に自分の健康管理もできているようなプロジェクトと一緒に走ってお

ります。

次のスライドをお願いいたします。

我々は、PMのマネジメントにおいては4層マネジメントというのをPDが言っておりまして、アプリケーション、世の中のアプリケーションに比べて大丈夫なのかということと、第2層では標準化はしっかりやっているのかということと、遠隔操作のコア技術として確実に進んでいるのかということと、不足する基礎研究ですとか考慮しなければならないE L S Iを考えているのかということで、今のところ、これは順調に世の中の先を行っていると考えております。

次のスライドをお願いします。

具体的には、J S TのMS部の方とC R D Sで調査を頂きまして、世界は、石黒プロジェクトですと、1人の遠隔操作者が1体のロボットないしアバターを動かすという1×1の遠隔制御が中心であるけれども、石黒プロジェクトは既にM×Nの遠隔制御にトライし、さらに、利用者に不利益にならないような、不適切な発言等があったときにモラルコンピューティングで修正してしまうというようなプログラムは独創的であると評価されております。

次のスライドをお願いします。

南澤プロジェクトについても、世の中は遠隔ロボットの手術向けのものが多いのですが、南澤プロジェクトでは1×NとかM×1の遠隔操作による技能融合が独創的であり、特に重い障害を抱えた人同士の技能融合は挑戦的であると評価されております。

次、お願いいたします。

金井プロジェクトにおいては、イーロン・マスクさんのニューラリンクとかスタンフォード大が主に侵襲B M I で進んで優れた成果を出しておりますけれども、我々は侵襲型だけでなく、開頭手術を必要としない極低侵襲型のステントのタイプですとか、全く手術を必要としない非侵襲・非接触の4種類のアプローチでやっている世界最強の研究集団ができつつあり、この中でも極低侵襲B M I の成果は挑戦・革新的だと評価されております。

次のスライドをお願いいたします。

この結果、2023の3年間経ちまして、マイルストーンは右下にあるような灰色でくくったところで、3PMは順調にマイルストーンをクリアして、達成見込みということを出しております。

次のスライドをお願いいたします。具体的には、技術目標と達成状況も我々が詳細にチェックしまして、順調に進んでいると思っております。

具体的な成果でございますが、次のスライドをお願いします。

石黒プロジェクトでは、河野デジタル大臣が実際、対話行動だけではなくてジェスチャーも自動的に生成するようなものを出して、G7等で発表しております。

アバターまつり100では、複数の1×N、M×1の遠隔操作を104体のロボットとアバターで実験して、10日間朝夕動かして何も問題がないということを確認しておりますし、聞く・話すにおいては国際コンペでも世界一を取っております。

次、お願いいたします。

左下の成果は南澤先生で、障害のあるお二人が遠隔操作してパンケーキのトッピングを作っているというような5週間にわたる実証実験で、重い障害を抱える方でも仕事が得られると。

右側の成果は金井チームで、世の中、ステントのタイプのBMIは、そこに「太い静脈血管」と書いてございますが、そこに入れるステントはあったのですが、更に一歩進めて、静脈の大変に難しい毛細血管の中にステントを入れられるということ、豚では昨年度から立ち上げたのですが、僅か6か月で実験して、脳活動で計測を確認しております。

次のスライドをお願いいたします。

マネジメントにおきましては、この2ポツに書いてあります、1番目の極低侵襲BMIですとか、体内CAですとか、社会受容基盤のプロジェクトをお認めいただきまして、これが順調に立ち上がりつつあります。

目標間の連携でも、目標3との標準化の連携ですとか、目標2、9との意見交換も進めております。

国際アドバイザリーボードでいろいろなサジェスションいただきまして、それを基に今、今回ドバイ等で実証実験の基盤をちゃんと作っていこうということを進めております。国際標準化も今順調に進めております。

次のスライドをお願いします。

産業界との連携ですが、前年度ですと、石黒PMですと80会員でしたが、今107に増え、南澤さんでも24から30に増え、着実にサイバネティック・アバターに対する国内外の企業から注目を受けている状態でございます。

目標3とは標準化で連携しますし、金井PMが利用者の立場に立って、どんなブレイン・マシン・インターフェースを作ればいいのかということをつかりやすく解説した「ブレイン・テックガイドブック」も出しましたところ、ユネスコからも招待講演を受けるなど、国

際的なルールメイキングの仕組みも貢献できそうな体制ができております。

E L S Iにつきましても、E L S I とかいう中に経済的と環境を入れたE³ L S Iとして拡充して、新保PMのところで検討していただいています。

次、お願いいたします。

データマネジメントにおきましても、対話行動等のデータを公開することが進んでおります。

以上でございます。

○中島部長（J S T） 萩田先生、ありがとうございました。

それでは、ここから外部評価結果について説明させていただきます。

20ページ、お願いします。

目標1のプロジェクト及びプログラムの外部評価者はこちらのとおりです。

次、お願いします。

目標1は、総合的にはマイルストーンの達成あるいは達成への貢献が期待どおり見込まれ、成果が得られているという評価を得られました。

総合コメントとして、1ポツ目から3ポツ目が特に高く評価された主要なポイントとなります。

まず、目標1そのものに対しては国際的にも非常に独創的なコンセプトであるというふう
に評価され、その上で、研究の進捗に対しては、2023年のマイルストーンはほぼ達成され、その上、BMI、アンドロイドなどの技術的な成果は予想を超えたものが得られているという見立てでありました。

目標のマネジメントに関しては、先ほど御説明ありましたが、企業コンソーシアムや大学発ベンチャー企業を活用した成果の社会実装、展開による産業界との連携が進んでいる。

海外拠点の立ち上げ、海外課題推進者の追加といった国際連携活動の強化、ソシオC Aを中心とした国民との対話に関する取組などが高く評価されました。

今後の進め方に対する助言が4ポツ目から6ポツ目になります。

まず、2030年と2050年の目標がまだはっきりしていないと。目指す社会像を具体的なものに、できるだけ定量的なイメージを示してほしいというコメントがありました。

次も同様ですが、社会受容性ということが非常に重要であると。先ほど萩田先生も既に社会受容基盤を横串で検討するプロジェクトを追加されたと御説明ありましたが、これを評価し実現できる、納得感のある大きな社会シーンというものをそろそろ具体的に考えていけな

いということ。

あとさらに、次に説明があります目標3とはターゲットとするユースケースが似ているものがありますので、求める技術的にも共通する部分もあります。そのため、今後、両目標を組み合わせた社会像についても考えていく時期に来ているという意見がありました。

次の22ページ、23ページにある個別の評価の鑑定に対するコメントは、時間の関係上、割愛させていただきます。

また、24ページの法人の支援活動に関する評価は、昨日の目標2、目標6と同様ですので、こちらも割愛させていただきます。

評価結果の報告は以上となります。

次のポートフォリオの見直しと今後の方向性については、再度、萩田先生に御説明いただきます。

萩田先生、よろしくお願いいたします。

○萩田PD 承知しました。

プロジェクト評価結果ですが、石黒PMは評価結果Sを付けております。マイルストーンは全て（一部前倒しで）達成しておりますので、具体的には、これからドバイに行って、2024年から研究員を常駐させて国際活動拠点を設置したいと思います。この拠点は、南澤プロジェクト、金井プロジェクトが今後とも活用できるような体制で、初陣を飾っていただきたいというふうに思っています。そのために予算増額が必要で、加速したいと思っております。

南澤PMは、評価結果としてAが付いておりまして、今の分身ロボットカフェの成果が国際的にも最優秀賞を取るなど評価されているのですが、それに飽きたらずに、甘えずに、新テーマとしてサイバネティック・ヒューマンリンクという、人が手から脳に行く神経活動の時間に無線を使って、将来の無線を使えば直接手から脳の方にも送れるバイパスができるであろうというようなものを含めた新しいマイルストーンの構想を考えているということなので、今後とも継続させていきたいと思っております。

金井PMについてもSの評価を得ておりますが、先ほど申し上げましたように四つのアプローチをやっている最強の集団だと思いますので、これを更に引き続き高度化していただくということで、継続でお願いしたいと思っております。

次にスライドをお願いします。

昨年度から始めました体内CAの二つのPM、社会受容基盤の二つのPMも順調に立ち上

がっておりますので、御指摘いただいたものを今後のマイルストーンのバージョンアップにつなげていきたいと思っております。

次にお願いいたします。

今後の方向性ですが、課題を今、部長の方から話がありましたので、その対応策として説明させていただきます。

まず、スライドの30方で説明させていただきますが、2030年の目標の測る指標と、その2030年、2050年の目標がはっきりしないということですが、我々としては、能力拡張した複数の自分の分身を用いて、好きなときに仕事をしながら、余暇や自分の好きな社会活動も両立できる社会を、実現を目指したいと思います。

そのための指標としては二つ考えておりまして、先ほどのポートフォリオで説明いたしましたが、CAの利用分野数。これは通常、生産性向上だけであればGDP関連の16市場産業を注目すれば良いのですが、空間や時間の制約からも開放されるということを掲げておりますので、主婦が子育てや介護をしながら市場産業の仕事もきちんとできるという、この二つが両立できて、非市場産業数も足し算しながらやる指標を考えております。

指標2としては、CA利用者でございますけれども、2050年に労働人口が7,500万から5,500万、約2,000万人減るという統計もございますし、65歳以上は逆に300万人増えて3,900万人に増える。この二つの年齢区分の方達がCAを使って自宅やいろんな場所から仕事ができ、その数が増えていけば、一つあるだろうと。今回、ドバイとかバルセロナでもやりますけれども。実証実験を海外の人がもしCAを使って日本国内の生産性を上げてくれば、これまたいい効果になるだろうということで、CA利用者数についてもこういう数値で評価できないかと思っています。

1ページ戻っていただきまして29を出していただくと、縦軸のポートフォリオは今二つの指標を用いしましたが、右側にあります2050で、労働人口が26%減少しても生産性を向上し、生活の豊かさ、仕事だけで終わるのではなくて、生活の豊かさも健康管理上も向上していくというものを実現しようと思っていますし、30年は、労働人口は6%減少してもそれを実現すると。今、2023までの成果を見ている限りでは5市場、特に小売業とかでその効果が、CAの効果が出ておりますので、今後は、しっかりした、この辺に造詣の深い調査機関と連携しながら、GDPの向上ですとか生活の豊かさの効果を明らかにしていきたいと思っております。

以上で発表を終わらせていただきます。ありがとうございました。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

ただいまの説明につきまして、有識者の皆様から御意見をお願いいたします。御意見があれば挙手ボタンをお願いいたします。

まず、福井委員、お願いいたします。

○福井委員 御説明ありがとうございます。大変分かりやすく、しかも、すごく成果が上がっていて、私自身、最初に頂いた資料では、やはり2030年、2050年の社会実装をされたところがもう少し分からなかったのですけれども、本日御説明いただいたので、大分分かるようになりました。

○萩田PD ありがとうございます。

○福井委員 非常に具体的に、こういう社会になるということを是非前面に出しながらやっていただければ、多くの人の賛同が得られるのではないかというふうに思いました。

一つ、ドバイで実証実験されるということですが、これは当然、外国でやる非常に重要な意義は理解いたしましたが、国内でもこのような実証実験というのはできないでしょうか。又はやる必要がないのかというのが一つの疑問です。

それからもう一つが、非常に多くの人がCAを使っているような制限をなくしていくという場合に、その経済的なフレームワークの中でそれだけの多くの人がこれを使えるようになる、そのような社会の構造というか、経済構造が重要になるのではないかと思います、そのようなことについても検討されているのでしょうか。

○萩田PD はい、分かりました。

今の第1の御質問でございますけれども、ドバイをやっているけれども国内はということでございますけれども、今もともとの計画が、2025年に万博がございまして、そこでも実証実験をする。万博だけではなくて東京地区と関西地区で別途、商業施設で同じように、同様に実験を計画しております。

○福井委員 そうですか。

○萩田PD あと、非常に多くの経済構造については、今後シンクタンク等と連携しながらどう進めていくか。基本はスマホというものの差分をどうやって見せていくかということで、スマホはほとんどの方は使っていると思いますので、それをベースにしてどうやってCAを拡張していこうかということを、個人的には考えております。

○福井委員 ありがとうございます。

○龍澤参事官 須藤委員、お願いいたします。

○須藤委員 どうもありがとうございました。ムーンショットらしい、非常に典型的なテーマだと思いますし、2030年、2050年の姿というのが、福井先生おっしゃったように、私も中身をようやく理解することができました。どうもありがとうございました。

一つお聞きしたいのは、標準化の話が載っていましたが、目標3と連携したミドルウェアの話というのは少し代表例で出ていたのですが、どちらかというと石黒先生がやっているテーマは世界に先駆けて進んでいることだと思いますので、このようなものを標準化でどのように勝ち抜いていくかという、その辺りの戦略がありましたら教えていただきたい。

○萩田PD 先ほどのスライドにはありましたが、OMGというところはロボット全体を仕切っておりまして、日本の国内でもロボット工業会を通じてOMGにアプローチをしておりますので、関係するロボットの企業ですとかアバターの企業はそこに入っております。その結果、今のところOMGで2025年までには、これからCAを通じて新たなサービスをやる時にどういうふうに規律しますかというやり方で、おそらく25年の秋口までには標準化の第一歩をやる見込みが立ちました。

立ちましたのと、様々なCA、これは、福田先生はAIロボットを作りますけれども、いろいろなAIロボットや我々のいろいろなCAが出てまいりますので、それらが同じプラットフォームに接続可能になるようなプロトコルをちゃんと作っておくということをやれば、我々目標1が作ったCAも福田先生が開発したAIロボットも同じプラットフォームにつながりますので、そうすれば同じアプリで複数のCAとAIロボットを連携するようなサービス、その規律法も標準化として、今我々が先導して作っておけばいいのかなと思っております。それが一つの戦略です。

石黒PMのCAもこの枠組みの中で議論しておりまして、実はそれを実際やっているのが石黒チームの標準化のメンバーがやっておりますので、既にカバーしているかと思っております。

以上でございます。

○須藤委員 分かりました。期待していますので、よろしくお願いします。

○萩田PD はい。

○龍澤参事官 では、梶原委員、お願いいたします。

○梶原委員 御説明大変ありがとうございました。グローバルにもすごく挑戦的で革新的だという形で高く評価されている。ユニークな取組をされているということで、研究が進んでいて成果が出ているのが非常に素晴らしいことだなと思って伺っておりました。

私が伺いたいと思ったのが、先ほどの先生方とのコメントとも同じ、かぶるところがあるのですが、まず、日本とドバイとで実証されると仰っている中で、実証実験の役割分担というか、内容そのものに何か違いを持たせようとしているのか。あるいは、ドバイはこういうことを実はやりたいから一緒に声を掛けてくださっている、など、拠点ごとの特徴があるのかどうかをお伺いしたい。それと、E L S I の視点、C A を導入するということに対する人々の認識や、あるいは今ある制度との関係性の中で共存する、できる、しにくいといった部分であったり、それは標準化のところにも絡んでくると思うのですが、制度に盛り込む、あるいは制度を変えるというところまで関わってくると思いますが、そのような観点で、グローバルでやることの意義と標準化への取組の関係性、E L S I という観点でも含めて考えていращやるのかどうかということを少しお伺いしたい。

あと、先ほど、30年、50年の社会どうしていくのかということで、指標をどう考えるかというところがありましたが、私はとてもいいアイデア・案が出てきていると思っています。ただ、恐らく実証を通して、ある程度の見込み若しくは違う観点が出てくると思うので、是非その実証の結果を生かしていただきたい。また、私は23ページにある「若者が想像した2050年の未来社会！」というJSTから出ているのを拝見しまして、とても良いと思いました。というのが、若い世代、2050年に活躍されている今の10代の若い世代の子たちにすごく身近に感じてもらう、それで一緒になって考えている。1人の方は自分も研究者になりたいということを発言されていた子もいращやいましたけれども、こういったものを世の中に見せていく、アピールしていく、こういう対話を進めていくというのは非常に良い取組だと思い、感激いたしましたのでコメントとさせていただきます。

○萩田PD ありがとうございます。

○梶原委員 ありがとうございます。

○萩田PD まず、若い世代の方から言いますと、あれは我々が一言も言わないようにして作ったものでございまして、彼らのセンスで2050年を占ってもらって作ったものなので、まだ物足りないところあるかと思うんですけれども、私は、我々とはちょっと違う視点で作ってくれているなど、すごく喜んでおります。

あと、2030年と2050年の指標は、今後ともいろいろな機関と連携しながら検証していきたいと思っております。ありがとうございました。

ドバイの視点ですが、E L S I の観点で、先ほど、金井さんのBMIですとユネスコというところが注目してくれたのですね。これは、我々の先ほど申しましたOMGはC A の技術

的な課題の標準化ですけれども、ユネスコですから人権ですね。人権としてこれは受け入れられるのかというルールメイキングのところでも評価を頂いたので、私が思っているのは、いわゆる今までの標準化というのは技術オリエンテッドですけれども、やっぱり人権とか使う人の立場に立ったルールメイキングにも一緒に加わっていききたいなというふうに思って、その意味で、ドバイは8,600万人が乗降するハブですので、いろんなグローバルサービスの方も含めて、いろんな情報・思いを得られれば、と期待しております。

以上でございます。

○梶原委員 よろしく願いいたします。ありがとうございました。

○龍澤参事官 それでは、波多野委員、お願いいたします。

○波多野委員 既に皆様からコメントがありましたように、私も非常にこの目標には期待しているのと、予想以上に国民にも浸透していると思います。

先ほども御質問ありましたところと重なるのですが、E L S Iの観点や、今からこれは軍事運用に使われるといった観点も含めて、様々な課題が出てくると思いますが、その辺り。また、国際的な連携については、どうしてドバイなのか。ドバイはイスラム教ですが、お酒飲むことができたりということを聞きますので、他の中東とは少し異なるのかもしれませんが、偶像を禁止しているようなところと、どのようにしてできているのか、教えていただきたい。

二つ目ですが、このテーマが2050年に進展して、25%の就労をサポートするようところまで進展し、GDP以外の指標、おっしゃっていたように生活の豊かさも含めて、ウェルビーイングに対する指標なども作っていただければと期待します。

社会的な受容が、研究開発が進むにつれて重要になると思うので、そこをグローバルに先に明らかにできればよいなと思っており、伺いたい。

○萩田PD はい、分かりました。ありがとうございます。

なぜドバイかということですが、先ほどマネジメントで述べました国際アドバイザリーボードを昨年開かせていただいて、その中で言われたのは、欧米だけでなく、やはりグローバルサウスも含めて、インターナショナルな実証実験をしないと国際的にならないのでは、という指摘を受けまして、その中でアドバイスを頂いたのがシンガポールやドバイでございます。その中でドバイが様々な実証実験データが取れる可能性があるということを伺ったので、そちらを使おうと。かつ、ドバイは2070年に建国100年になるのですが、そこで石油に代わるAIのような新しい産業を起こしたいとのことで、ロボットやアバターに

対する興味が非常に強くあります。

一方、イーストコーストの方は、アメリカの方はアレクサなどいろいろとあるのですが、顔がない方が良いとい意見も結構あったりして、そこら辺の文化の差があります。

○波多野委員　そうですね、文化や宗教の差が。

○萩田PD　それ以外にEUの方のGDPRの問題もありますので、バルセロナとも今、これからスタートして実験をしていますので、EUのGDPRの問題みたいなものはそこでクリアしていこうかなということを戦略として練っております。

御指摘の機微情報については非常にこれから重要になってくると思うので、BMI等も含めて、どのように実証実験で使っていくのが良いのか、ということも探っていきたいと思っております。

いろいろな課題はやればやるほど出てくると思いますが、クリアするのが我々の仕事だと思っているので、また御指摘を頂ければと思います。ありがとうございました。

○波多野委員　課題が出てくることが重要だと。私は課題を先に発見することも重要だと理解しております。

○萩田PD　そうですね、はい。

○波多野委員　どうぞよろしくお願いします。

○龍澤参事官　ありがとうございました。

その他、御質問、御意見等ございますでしょうか。

特段ないようでしたら、これにて終わります。ありがとうございました。

本日の有識者からの御意見も踏まえまして、研究開発を着実に推進していただきますようお願いいたします。

○萩田PD　承知しました。

○龍澤参事官　ありがとうございました。

それでは、続きまして目標3の御説明の方に移りたいと思います。

同様にJSTの方からよろしくお願いいたします。

○中島部長（JST）　3について進めさせていただきます。

目標1と同様に、福田プログラムディレクターによるプログラムの状況の御説明から始めさせていただきます。

福田先生、御準備よろしいでしょうか。

○福田PD　はい。

○中島部長（J S T） よろしく申し上げます。

○福田PD よろしく申し上げます。

目標3、2050年まで、AIとロボット共進化により、自ら学習・行動し、人と共生ロボットを実現する。

福田より発表させていただきます。

今日の発表は、1、プログラムの状況と、2、外部評価、これはJ S Tの方からで、最後、今後の方向性について話させていただきます。

まず、プログラムの状況ですけれども、ここは、人とロボットは共生する世界ということで、このAIロボット共進化に、自ら学習・行動し、人と共生ロボットを実現するというものを考えまして、S o c i e t y 5.0では、2016年の頃では一人一人の多様な幸せが実現できる社会、2番目、価値創造の源泉となる知の創造、3番目、持続可能な強靱な社会実現ということで、ここでは、そのターゲット1では人生に寄り添うAIロボット、ターゲット2では科学探究を行うAIロボット、ターゲット3では難環境で活動・活躍するAIロボットということで、人との共生、環境との共生を考えております。

特に解決する課題は共進化と自己組織化であります。これだと技術委員会の先生方から、これは分かりにくい。これは性格を表しているものであって、もっと物に関連させて話してくれということで、いわゆる鉄腕アトムのようなロボットを作るのだらうということで、鉄腕アトム、そういうインテリジェントなAIロボットを作るということであります。

ここでは、人、環境、AIロボットって挙げてありますけれども、人が環境の中で相互作用をしてロボットとやるということを考えて、そうすると、人がまたAIロボットを賢いなんてことから考えて、人がまた影響を受けるということで、このクローズサイクルがうまく動くと、その相互作用により知識構造は一つ上のレベルにアウフヘーベンすることができるというのを考えております。

特にターゲット1では人、ターゲット2では科学技術開発という場面、3番目は、ターゲット3では困難な環境の場面を考えております。

2050年、目標3、AIロボットの共進化で自ら学習・行動をし、人と共生ロボットの実現とありますが、今既に人口減ということで、街でタクシーが少なく捕まらないし、コンビニにも人が余りいない、等で既に人手不足感じておられると思いますが、2050年の人口は2,000万人減少していますので、毎年80万人ずつ人口減っている状況です。かつ、65歳以上、75歳を含めまして、その方々が毎年どんどん増えていく。2050年になる

と40%近くなり、介護人口が毎年5万人ずつ増えていく。3年間で150万人の介護ということ。その中で労働人口を考えると、3分の1、3分の2になってしまうということを考えて、そういう人がもっと楽しく生活できるようにするためにはロボットが必要だと、皆さまに合意していただいていると思いますが、どのようなロボットが良いかということを今現在やっています。

2050年、これから考えましてバックキャストिंगして2040年、2030年やりますと、人間とAIロボットが相互作用しながら共進化する。それから、2025年には、これまでの学習した情報を基にロボットは振る舞いを生成すると。2023年には、この基盤技術を確立するというところで研究を進めております。

プログラムの推進といたしましては、ここでは令和2年に採択した4PM、菅野、平田、原田、森島のプロジェクト。それから、新たに令和4年に採用、AIを強化して更に加速するというところで四つ、フイージビリティスタディということで取っております。それでかつ、難環境のところで、宇宙環境のところで三つ、このフイージビリティスタディで取っております。

これでまず、これは国内外の研究との比較を考えますと、ここでは皆さん御存知のように、グーグルロボットとかいろいろ聞かれるかと思いますが、そこでは大量の大規模データからLLMモデルを作ったりいたします。

それに対して目標3では、LLMも使えますが、こちらは少量サンプル、短時間で学習ができる、深層予測学習ということをやしまして、これは大変様々なところで有名になりまして、学会で多数のベストペーパーを獲得しております。また、ここのロボットは柔らかさが変化するもので、力加減もいろいろ調整できる、Dry-AIRECを作って研究開発を進めております。

もう一つは、科学探究を行うAIロボットとしては、国内で本来では、いわゆるCMUのロボットなど様々なロボットがありますが、ここでは科学探究の自律化ということだと、ここで自律的なAIロボットを考え、それから技術習得ロボット、ロボット身体ということをやって、新たなことを作って知的作業するということです。

難環境で活躍するAIロボットに関しましては、災害対応でフィールドロボットや、ダム of ロボットなど様々ありますが、ここでは、目標3ではオープンなところでやる土工の改革ということで、環境等の変化に対して臨機応変にできるような協働AIロボットということを考えています。

特に深層予測学習によるA Iは、操作中に状態が変わるなど、様々ことを対象にできることを示して評価が高いものであります。

次は、世界初のハードウェアを作りまして、個人の体型や優しい包み込み、体幹保持や立ち上がりを支援する、トイレから立ち上がる、そういったことをうまくできるような、ロボットを作っております。

P Dによるプログラムマネジメントいたしましては、メンターとしていろいろ参画していただいて、またインターナショナルアドバイザリーボードを立ち上げまして、国際的観点からプログラムに対する意見を頂いております。また、横断的な研究としましてA I分科会、R O S、それからE L S I研究分科会を作り、プログラム間での研究テーマの重複を洗い出し、それぞれ新しいことができるようにと考えています。

国際連携は非常に重要なところであり、E T H（チューリッヒ工科大学）、E P F L、それからエジンバラ大学、それからケンブリッジ大学、様々な研究機関といろいろやっています。特にE T Hを介してW H Oといろいろコンタクトできる点は非常に良いところです。また、目標3でワークショップを開催し、N S Fを含めていろいろやってきました。

産業界との連携は、建設のソフトウェア、建機メーカー、化学メーカー、コンサル等と関わっています。N i m b u s ロボットでは福祉関係の会社6社、センサー関係4社など、様々な会社が関わっております。

広報・アウトリーチでは、A Iロボットのことで市民講座をたくさん開催してまいりました。学会でもやっています。

特にE L S Iの関係では、I E E E P 7 0 0 0の委員会を設立しまして、様々なことをやっております。また、目標1との関連では萩田先生と、今までは災害対応や介護をテーマにして共催しましたが、今回はもっとミドルウェアで実のあることをやろうということで、国際化を進めようと思っています。

データマネジメントに関しましては、ハードウェアの優位性でいろいろやるということですが、貴重かつ重要なデータが大量に出てきているため、個人情報が出ないような検討を行いながら、皆様に活用して頂くことを考えております。

外部評価結果とポートフォリオ見直しに関しては、J S Tからお願いします。

○中島部長（J S T） ここからはJ S Tから報告します。

それでは、外部評価の結果についてです。

目標3のプロジェクト及びプログラムの外部評価はこちらのとおりです。

次、お願いします。

目標3は、総合的にはマイルストーンの達成あるいは達成への貢献が期待どおり見込まれ、成果が得られているという評価でありました。

総合コメントとして、1ポツ目、2ポツ目が高く評価された主要なポイントとなります。

まず、研究の進捗としては、人とロボットが共生する社会を目指した三つのターゲットにおいて、それぞれその要素技術を発展させ、全体的に成果が上がっているという評価を頂きました。

目標の運営に対しましては、プロジェクト横断的な場であるAI分科会、ロボットのオペレーティングシステム（ROS）の分科会など運営して、共通する開発要素・技術の整理と情報交換を行っている点、あるいは、日欧ワークショップや各種国際学会におけるワークショップ開催など国際連携、海外への発信など、研究交流を積極的に展開している点が評価されました。

今後の進め方に対するコメントが3ポツ目と4ポツ目になります。

まず、プログラムの目指す社会像と各プロジェクトの位置づけをより明確にして、研究開発成果が社会をどのように変えるかをより具体的・定量的に示し、分かりやすく社会に発信するということが更に必要になります。関連しまして、人々にムーンショット目標の実現を十分に感じさせる一般性や、拡張性を持ったマイルストーン・研究成果のデモを適切に設定していくことが重要であるという意見を頂きました。

また、先ほど目標1の評価でもありましたが、目標1と目標3で必要となる技術・ユースケースなどで共通する部分は多々ありますことから、目指す社会像を目標1と目標3で考えていくと。先ほど、目標1目標3でユースケース、災害などをテーマにして議論されているということでしたが、こちらをより深めていっていただきたいということでございます。

19ページ目から21ページ目については割愛させていただきます。

ポートフォリオの見直しと今後の方向性については、再度、福田先生に御説明いただきます。

福田先生、よろしくお願いいたします。

○福田PD 福田です。

それでは、研究開発プロジェクトの評価は得られましたので、その内容を確認し、以下のように見直しをしようと思っております。

まず、最初の菅野PMの方ですけれども、ここでは実行可能タスクを増やす。深層学習は

非常にすばらしいですが、できる対象はまだ限られているので、トランスレーションラーニングとかアクティブラーニングをもっと活用しながら、新しい方法を用いて言語モデルとの統合について検討を行う。また、実作業へのロバスト性や汎用性も評価したいと思っており、加速していただきたいと思っております。

平田PMの方は、これは適用自在AIロボットのNimbusロボットで、これは非常に概念も面白く、日本初のものであるし、介護ロボット支援のシナリオも策定して、もっと必要な支援スタイルを具現化すれば良いと思っています。そこで、このNimbusロボットのプロトタイプを連携させて、それぞれの達成度合いの向上を検証しようと思っております。

原田PMの方は、ここはロボット身体、知能探究AIと習得AIのループの形成、融合などを実現する具体的な方策をもっと明確化しようと考えています。特にハードウェアとソフトウェアをリンクさせるときに、再構成（リコンフィギュレーション）の方針も立てまして、研究推進者の追加等によって研究体制を見直そうと思っております。

永谷PMの方は、2025年に向けまして、月面に関する研究開発項目を中止して災害対応に専念し、災害対応の目標だったインフラ構築の確実な達成を目指そうと思っています。特に未達であった軟弱地盤での障害物の乗り越え、それから自重に頼らない土工などを、課題推進者や研究者の追加など、体制を強化して継続しようと思っております。

ここは新たに採用したところですが、上の四つのプロジェクトはAIの強化と加速のために強化し、下の上野、國井、吉田、三つのチームは月面に関するインフラストラクチャーを構築するという目的でやる。ステージゲート評価は今月行う予定です。いずれもこれはスモールスタートということで、フィージビリティスタディというところをやっております。それで方向性を今後決めていきたいと思っています。

今後の方向性につきましては、社会像と各プログラムの位置づけは明確にし、研究開発成果は具体的・定量的に示そうと思っております。

次は、目標1ともっと綿密に、現在はミドルウェアについてもっとしっかりやろうということを考えております。

対応策に関しては、目指す社会像や社会的インパクト、成果の汎用性・拡張性を一層明確にするということ、それが2050年につながることをやりたいと思っております。

既存4PMの中間評価、それから11月新規の7PMのステージゲート評価を通じまして、プログラム全体の見直しをやりたい。

かつ、それから、メリハリのあるプログラム運営と人の配分を行いたいと思っております。

今までフィージビリティスタディで七つ取っておりますが、それでメリハリを付けるということでもあります。

目標1との共通部分を協働し進めるべく、今までの合同戦略会議の結果、継続して国際標準化（ミドルウェア）の合同戦略の推進を強化していこうと思っております。

以上であります。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

ただいまの説明につきまして、有識者の皆様から御意見をお願いいたします。

それでは、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。

私自身が内閣府のSIPという大きなプロジェクトのプログラム統括をしており、その中のテーマの一つに山海先生に入っていただき、ロボット関係のテーマを実施しています。その全体の目標が人と共存するロボットというもので、今日の福田先生のお話に全体コンセプトとしては非常に似ているところがあると思います。特に永谷先生がやっている災害対応についてはターゲットが至近になってくる気もしており、もう少しSIPの山海先生と連携を取った方がいいのではないかという気が今内容をお聞きして感じましたが、何か具体的なアクションを取られているでしょうか。

○福田PD 山海先生とは、もともと仲が良いのでよく知っておりますが、彼の研究はHALを更に拡張して、さらに、ロボットを介護等に適用するということで、SIPの方は承知しております。

山海先生は山海先生らしく、HALをずっと改造し、いろいろと拡張していこうというのはよく分かりますので、私のロボットも先行してやっていますので、仲よくやればいいかな、と思っています。

○須藤委員 どこかで機会を見て、お互いに情報を交換したほうが良いと思いますが。

○福田PD それはそうですね。ロボットをやっていると意外と業界が狭いので、よく分かっています。もともと仲が良いので、時期を見て合同のワークショップなどを開きながらやっていきたいと思っております。

こちらが先行してやっており、ロボットやセンサーもたくさん作っていますので、活用していただければいいかなということで、お互いに相互に協力できるものは大いにすればいいと思っています。

○須藤委員 分かりました。よろしくお願いします。

○福田PD こちらこそよろしくお願いします。

○龍澤参事官 それでは、梶原委員、お願いします。

○梶原委員 ありがとうございます。

目標1と目標3、ムーンショットの中で割と連携する部分が多いのではないかという指摘もよく出ておりますが、今動いているのがミドルウェア、技術的な要素の標準化を動かすに当たって共通的に連携されているとのことでしたが、先ほど実は目標1のお話を聞いていて、例えば指標の考え方や、あるいは実証のサイトを海外、グローバルに持って動かすという話があり、日本も同じですが、そこに対するE L S Iや社会受容性のような、ロボットと共生することに対する様々な意味での配慮事項については共通している気がしますが、連携する上での課題等があれば、教えていただきたい。

それから、ポートフォリオの組み方のところで、永谷PMの月面に関する研究開発を中止される理由が、聞きそびれたのかもしれませんが、なぜかをもう少し理解したいと思ったことと、その中止に伴って、それまでの成果はどのような形で残るか、他のところに展開されるか、何かそのようなことがあるのかを伺いたい。

最後は、目標3ではA IロボットということでA Iについて言及されていますが、A Iに対しては、グローバルでA Iの開発、使用する側の国際指針や行動規範の形で、広島のア I プロセスというものが日本の政府の方で制定されていますが、そのようなものに対する動き方というか、どのような形で見ているか。もちろん視野に入って開発されているとは思いますが、状況を教えていただきたい。

よろしくお願いいたします。

○福田PD まず、目標1との関連で、ミドルウェアについて、共通すべきこと、どんなことを具体的に考えているのかについてのご説明で宜しいでしょうか。

○梶原委員 いえ、もっと広い意味で、連携をするという意味ではミドルウェア以外にもあるのではないかという点と、そのような連携をすることに対する課題があれば、ここで示していただきたいと思いました。そうでなければ、連携しますという話で、よろしくお願いしますということになるのですが。

○福田PD では、まず、災害や介護など、具体的なテーマで連携、どのように使えるかと考えていまして、目標1では、人間とのヒューマンインターフェースということを書いていました。目標3は、実際のA Iロボットはどのように動くかという方向で、共通的に、お互いに補完できるところをいろいろとやっております。ミドルウェアというのは、これは標準化

で日本がリードしているところであります。特にOSについては、ROSをもっと細密化して、使える形にすることについて、連携を考えております。

2番目の永谷PMの月面プロジェクトは、これは三つ位を実施していたのですが、拡張性を考えると、共同AIの中に入るのは単体のロボットだったので、永谷PMは災害に集中してもらい、月面のインフラは新たにスタートさせるためにフィージビリティスタディを取ったので、そこと統合できるところを検討しています。

3番目のAIについては、グローバルで今現在いろいろな規制が入ろうとしておりますけれども、そういうところはそれをきちんと勘案して、こちらのロボットの動作や、そのようなところを考慮したいと思っています。

以上です。

○梶原委員 よろしくお願いいたします。ありがとうございます。

○福井委員 よろしくお願ひします。

○龍澤参事官 それでは、福井委員、お願いいたします。

○福井委員 全般的に研究は順調に進んでいるということで、素晴らしいと思います。

私からは1点、私自身の分野との関連で医学面、医療面でのロボットのことで、現在までダヴィンチとか、それから日本の企業も手術ロボットを開発してきていますが、もう一つ重要なのが、医師の診断能力のレベルでして、恐らく深層予測学習のロボットとか、科学探究を行うAIロボットとも関係するかもしれませんが、診療上の診断というのはほぼ閉じられた世界のことで、比較的簡単にレベルの高い診断能力をロボットが持つことができるのではないかと考えていますが、現場で用いられるようなロボットの開発というのは余り聞かないのですが、そのような視点での話し合いは先生のグループではないのでしょうか。曖昧な質問で申し訳ありません。

○福田PD ありがとうございます。

目標3では、介護などで医者がどのような介入をするかをAI化して、それをロボットで行うことは現在検討しております。これは今回のフィージビリティスタディに一つ入っておりますが、実際にデモを今週やったところであります。

○福井委員 ありがとうございます。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

その他、御意見、御質問等ございますでしょうか。

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。

福田先生、ありがとうございました。かなり広い分野を引っ張っていただき、よく理解できました。

今こちらに示されていますように、様々な課題が出てきていると思いますが、御説明にありましたように、新たにプロジェクトの位置づけを明確にするとかマイルストーンの見直しや再構築を、技術目標を再構築するとおっしゃっていますが、具体的にどのようにされる予定ですか。

○福田PD　例えば宇宙でいいますと、初めスタートしたときに梶原委員の方からも話しました。何でここを、月面の方向を、今までやっているものを中止して他のところに動かすのかというところはありますけれども、そういうことの効果を考えると、もっとPMがきちんと専念できるところと、次にやるところを分けて、そしてこの構造を、プログラム全体を見直したいと思っている次第です。

また、AIでいいますと、今までなぜ四つ取ったか、フィージビリティスタディを取ったかと言いますと、今まで四つのプロジェクトでやっていたところに、それぞれに対して1個ずつ、AIの強化と加速するためのフィージビリティスタディをそれぞれ取って、どれがうまくいくかどうかを今は見ている最中です。フィージビリティスタディですから、これはその後いいものを取っていこうという戦略を考えていますので、これはそういう意味のプログラム全体の見直しと強化を行うということで、かつ、めり張りのプログラム運営ということで、それに対して人と予算を配分していくということを考えております。

○波多野委員　ありがとうございます。

なかなか2050年のこのムーンショット、技術的にうまくいかないから、じゃあここで終わりというのは難しい判断だと思いましたのでお尋ねしました。

月面でいうと、新しくまた吉田プロジェクトマネージャーが開始されていますよね。

○福田PD　はい、そうです。

○波多野委員　それはどういう関係なのでしょう。

○福田PD　今回三つスタートさせたのは、月面でのインフラストラクチャーを構築するというプログラムを実行したので、現在その三つを採用させていただいたということでありまして、その中の吉田プロジェクトは、吉田先生が過去三、四十年やってこられた、こういう成果を出してこられたものなので、中身を精査させていただいて、それでこの月面探索を、いろいろなロボットが協調するという提案だったので、非常にすばらしい提案だったので、1

年間強やって、スモールスタートでやっていただこうと考えてやったものであります。

○波多野委員 分かりました。永谷PMは災害の方に専念していただき、これと別に、月面は違う方というようなポートフォリオでいらっしゃるという理解でよろしいですか。

○福田PD そうということです。

○波多野委員 分かりました。ありがとうございます。

○龍澤参事官 その他、御質問、御意見等ございますでしょうか。

ありがとうございました。

本日の有識者からの意見を踏まえて、研究開発を着実に推進していただきますようお願いいたします。

○福田PD ありがとうございます。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

それでは、最後の目標7の方に移らせていただきます。

目標7の御説明をAMEDよりお願いいたします。

○渡邊次長（AMED） AMEDでございます。

目標7の取組状況、内部評価結果等々につきまして、平野PDから御説明の方をさせていただければと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

○平野PD おはようございます。目標7のPDの平野でございます。よろしくお願いいたします。

4ページ、お願いします。

この目標7は、主要な疾患を予防・克服し100歳まで健康不安なく人生を楽しむため、2040年までに、主要な疾患を克服し人生を楽しむことができるようなサステイナブルな医療・看護システムを実現するというのが目標であって、ターゲットが三つあって、日常生活の中で自然と予防ができる社会の実現であるとか、世界中のどこにいても必要な医療にアクセスできるメディカルネットワークの実現とか、負荷を感じずにQoLの劇的な改善を実現、そういうターゲットがあるわけですが、5ページのスライドにありますように、この目標を達成するためには、これは現在一般的に言われていますけれども、いわゆる不健康時間、平均寿命と健康寿命の差が大体10年ぐらい、平均したらあると。この不健康時間というのを限りなくゼロに近づければ、結果としてこの目標7の目的が達成できるだろう。そのことによって、結果的に健康長寿社会、社会にまで影響するようなことが実現できるのではないかというのがこの目標7の大きな目標で、それを2040年ぐらいまでに達成したいと。

そうしますと、6 ページにありますように、そのためにはどうしたらいいかということですけれども、6 ページの図、加齢に伴って、ここにありますように様々ながん、肝臓がんや膵臓がんなどの様々ながん、これは加齢に伴って起こってきますし、アルツハイマーや2型糖尿病や動脈硬化、このような炎症性疾患あるいは関節リウマチや1型糖尿病、多発性硬化症のような自己免疫性の、これらのものも得てして大体が加齢に伴って起こってくる病気があります。

こういう加齢に伴う病気をQ o Lを伴って治療できる、あるいは予防することができれば、結果として先ほどの不健康時間がかなり短縮できて、この目標を達成することができるだろうというのが本目標の大きな科学的なエビデンスや趣旨でありまして、そのためにはどうするかというと、こういう病気のもとには慢性炎症が大きな役割をしているということが分かっています。もちろん慢性炎症だけではありませんけれども、大きな役割をしている。

しかも、こういう慢性炎症を引き起こすいろんな引き金があると。例えば感染症。例えばC型肝炎ウイルスに感染すると、慢性炎症が起こって最終的に肝がんが発生する。あるいは新型コロナウイルス感染によって様々な後遺症が起こってくる。おそらく慢性炎症は関係しているだろうと思いますが、あるいは肥満であるとか、神経刺激であるとか、睡眠負荷であるとか老化そのもの、あるいは喫煙、こういう引き金があるだろう。

このプロジェクトは、こういう加齢に伴う疾患を予防・治療するということを目的として、そのもとにある慢性炎症の引き金をいろいろな角度から制御していこうというプログラムで、7 ページ、そういう観点から、現在ここにありますように九つ、9人のPMが採択されています。本日は、この中で、令和2年に採択された微小炎症制御、睡眠制御、ミトコンドリア制御、老化細胞制御、リプログラミングの、この五つのPMに関して報告したいと思います。

8 ページをご覧ください。目標7は、令和3年度にアドバイザーとして、例えば医療機器専門家、免疫学専門家、神経の専門家あるいは数理科学の専門家、具体的には佐久間先生、須原先生、高安先生、徳久先生をアドバイザーにお迎えいたしました。また、さらに令和4年度には、社会実装に向けて、ELSIの専門家の松尾先生でありますとか、がん専門家の中釜先生とか宮園先生をアドバイザーにお迎えしました。アドバイザーと密接な連携を取り、進めています。

それで9 ページ、これまでに令和3年度の自己評価、令和4年度の自己評価、ここに書いてありますが、毎年自己評価をしながら進めております。

さらに、実際、単にヒアリングするだけではなくサイトビジットも実施しまして、この1

0 ページにあります。令和 5 年度にはこの 5 人の PM のサイトに実際に赴きまして、ふだん PM の話しか聞けなかったのですけれども、実際の研究者、分担研究者の話を直接お聞きする機会を得ます。そのことによって、より我々、私達 PD あるいはアドミニストレーター、アドバイザーの方もより理解を深めて、研究者と具体的なやり取りができたと思っています。

さらに、11 ページにはプロジェクト間連携ということで、まず、目標 7 での 5 人の PM の連携を推進するというので、目標 7 の技術交流会というのを令和 3 年度に行います。

また、目標を超えて、例えば目標 2 は、やはり同じようにこういう加齢に伴う病気をいかに未病の段階で検出し、介入していくかということをやっておられますが、目標 2 と目標 7 はある意味で医学領域であり生命領域であって関連性があるということで、何らかの連携ができないかということで、令和 5 年度に目標 2 と目標 7 の技術交流会を行いました。

さらに、国際連携ということで、現在国際共同研究は 68 件ございますが、令和 5 年度には国際シンポジウムを開催いたしまして、海外から主として連携研究あるいはその分野の、それぞれの 5 人の PM の分野の著名な研究者を招待いたしまして国際シンポジウムを行いました。

また、企業との連携に向けた取組はそれぞれの PM が、ここに具体的には、例えば阿部 PM とか中西 PM、村上 PM 等が既に一部企業との連携も模索あるいは開始していますし、柳沢 PM、中西 PM は大学発スタートアップ企業を創成しているという状態であります。

AMED も、社会実装に向けて今後相談窓口を設置するなど、支援の取組を進めているところであります。

さらに、国民との科学・技術対話に関する取組としましては、令和 3 年度にキックオフシンポジウムということで、国民・一般市民に分かりやすい、理解してもらうシンポジウムを行いました。また、引き続いて令和 4 年度にも、国民一般向けに、一般の人向けのシンポジウムを行ったところであります。

さらに、ホームページあるいはユーチューブ、動画ですね、あるいは旧ツイッター、現在の X を通して、広く社会にこのムーンショット目標 7 の研究内容を発信する努力をしていますし、この 8 月には内閣府主導のイベントがありましたが、そこにも積極的に参加しまして、本日の先ほどから話に上がっています目標 1 と 3 と 7 の PD のパネルディスカッション等をやります。また、ムーンショットのパンフレット等も配布しています。

そういうことで、できるだけ社会への広報活動を積極的に進めているところであります。また、連携も積極的に進めるような環境を作る努力をしています。

それで、各プロジェクトの主な進捗状況であります。これも以前もお話ししましたが、阿部PMは、例えば開発中のミトコンドリア病治療薬、MA-5が、鏡面異性体が非常によいということ、あるいはさらに、寿命に関連する酵素であるNADとか長寿関連遺伝子を増加させる等の効果が認められたということで、特許申請し特許は認められていますし、さらに、このMA-5以外の様々なバックアップ化合物の老化に関する特許も出願したところでありまして、それなりに順調に進んでいると。

栗田PMに関しましては、この令和5年度KPIは一部達成ということですが、確かに、部位特異的な遺伝子発現を可能にするAAVシステムの開発であるとか、部位特異的な遺伝子導入を可能にするドラッグデリバリーキャリア等の開発などが進んでいます。さらに、一部組織再生の誘導に関しては、骨軟骨組織を主体とする先端部分の、このスライドにありますような分岐・部分的な伸長が可能になるという、こういうエビデンスも出てきました。ということから、将来的に複合的組織再生の実現が夢ではないかもしれないという可能性は示されたと思います。

中西PMであります。これ、老化細胞を除去するということでもありますけれども、ここにありますように、老化細胞除去ワクチンの開発であるとか、がん免疫療法を使って、免疫機能をうまく使って老化細胞除去するとか、様々な老化細胞を除去する技術開発の基礎的な結果が得られています。さらに、以前から彼らが開始したGLS-1阻害剤、これは老化細胞を除く作用がございしますが、これによって老化細胞を除くことによって慢性腎臓病予防効果を見いだすというような効果も出ています。

村上PMであります。これは、病気につながる血管周辺の微小炎症を標的とする量子技術、ニューロモデレーションによって未病時の治療、あらかじめ炎症の芽を摘むというプロジェクトであります。これに関しましても、例えば、出現遺伝子解析で、免疫系の遺伝子解析あるいはゲノム解析を用いて、自己免疫疾患で糖尿病でしたかね、それで、寛解期と活動期の遺伝子発現等いろいろ調べることによって、そういうことの解析を通じて未病状態をどう、将来的には測定できるようなことができるかもしれないというような研究成果も出ましたし、量子技術を用いて、現在のELISAとかそういうものに比べると1,000倍以上、場合によっては1万倍ぐらいの感度で、いろんな血液中の炎症性物質の同定をできることができるという実証実験にも成功しています。さらに、非侵襲的迷走神経刺激等によって炎症性疾患を治療できる可能性を示し、これの臨床研究に進んでいると。

柳沢PMは、睡眠と冬眠、二つの眠りの解明と操作をするということですが、睡眠

の質と量を制御する分子機構を明らかにし、特に酵素 S I K 3 が非常に重要な役割をしているということを同定しています。こういうことから、将来的なターゲット、創薬のターゲットが、候補ができたということでありますし、冬眠を誘導するという冬眠の研究においては、Qニューロンを光操作する系を開発して実際ネズミで冬眠状態を誘導して、こういう成果が出ています。

そういうことで様々な成果が出ているわけでありますが、外部評価を、現在3年目でありますから中間評価として、中間評価、外部評価をお願いいたします。

24ページにありますように、こういう項目で外部評価をお願いしたわけであります。

その結果として、まず阿部PMは、評価結果は「優れている」と。世界的にも希少なミトコンドリア病とその関連疾患に関する基礎研究から治験に至るまでの一貫した研究を行っている。治験中のMA-5の原理の更なる解明により得られるミトコンドリアの機能を含め、様々な疾患や老化との関連の理解は今後の個別化医療の進歩に寄与するという評価を得ました。

また、中西PMに関しましては、PMの挑戦的な研究マネジメントの下、当初の計画を超え、複数の可能性の高い炎症細胞除去技術を開発するなど、様々な条件下の炎症細胞を除去する基礎原理の確立とともに、社会実装に向けた技術開発も着実に進めているということで、「極めて優れている」という評価を得ました。

また、村上PMは、新しい量子計測技術の開発や、未病を定義する上で必要な基礎的な研究成果を得るなど、免疫疾患における微小炎症の病態に関して着実に研究を進めている。新規の医療機器開発も行っているなど、医療ニーズに応えることができる技術であるということで、「優れている」という評価を得ました。

柳沢PMは、睡眠と冬眠に関する基礎研究を着実に進めつつ、社会実装に向けた研究開発を進めている。睡眠の質と量を制御する仕組みを解明する世界的にもインパクトの強い成果や、マウスを冬眠誘導するユニークな研究成果など、計画以上の成果を上げているということで、「大変優れている」という評価を得ました。

また、栗田PMに関しましては、人工的な組織再生足場材料の開発の研究成果や複数の特許創出の点では一定の成果が出ている。今後のミッションが達成できる見通しが明確でなく、研究体制の構築は困難であるということで、評価結果は「やや良い」ということであります。

また、特に栗田PMはフィージビリティスタディということもありまして、今回フィージビリティスタディを継続するか否かという討論が行われました。その結果、目標周辺の研究

成果や特許創出の点では一定の評価ができる。一方、遺伝子導入によって組織再生を部分的に再現している成果を得ているものの、目標達成できなかった。当初掲げた大きな目標への到達は限られた期間と予算の範囲内では厳しい。また、目標達成に向かって一丸となった研究体制の再構築が困難であることから中止が妥当と評価されたということで、このフィージビリティスタディは「中止が妥当」という評価結果が得られています。

この外部評価を踏まえたポートフォリオの見直し方針ではありますが、阿部PMに関しましては、継続であって、更に重点化し社会実装へ向けた基礎原理の確立が特に重要でなかろうかと思っています。

栗田PMは残念ながら中止ということで、一部成果をスピニアウトということでもあります。

中西PMは、様々な老化細胞除去技術、この間の話では10種類ぐらいあったと思うのですが、その中でより重点化するKPIを最適化し、概念実証をどれかに重点を当てて、できるだけ一つでも早期社会実装への道筋を付けてほしいという見直し方針であります。

また、村上PMは、適用可能性の検証、臨床応用の、特に非侵襲性、迷走神経刺激の臨床がどの程度可能性があるのかという一つのデータを取って、それを突破口にしてニューロモデュレーションの方にもつなげていってほしいということでもあります。

柳沢PMに関しましては、彼は非常に世界トップレベルの睡眠研究をしておるわけですが、より各基礎原理の確立をしてほしいということと、一部既に彼始めていますが、前臨床試験へ足を目指してほしいということで、そういう観点からKPIを最適化してほしいということでもあります。

それで、このプログラム全体の評価であります。それは29ページにプログラムに関する評価基準が書いてありますが、その結果、30ページに、外部評価としては全体として「大変優れている」と。

慢性炎症を共通テーマとしている点は、PDの強力なリーダーシップを反映している。これにより、MS目標、ムーンショット目標内の連携・共同研究が行いやすい設計制度となっていると。また、全体的に進捗は良く、研究成果が出ており、場合によっては当初の計画以上に順調に進捗している。適切に運営・実施されていると思われるということである。

ただし、国際的に見て、ムーンショットとしての課題や、大胆さの経年劣化も危惧される。これは当然、研究社会でありますから競争も激しいところでありまして、これ当然あるわけではありますが、想定以上の進捗を見せるからには更なる前倒しを望みたいという評価があります。

さらに、老化制御の考え方やアプローチに根源的変化をもたらす結果になることを期待したい。最後は要望であります、こういう非常にブレイクスルーになるような研究成果がこの中から出ればと思いますが、それは今後の研究成果を待つしかないと思います。

ということで、外部評価を踏まえた目標7の今後の方向性であります、一応左側に評価コメントが載っていますが、今後の方向性としては、引き続き現在の体制でPM、PD・ADが様々な機会を捉えて直接議論を行うことで、より研究の推進を図っていききたいと思います。

また、私としては、できるだけ高いレベルの基礎的な研究開発を、2040年に社会実装を目指しているわけですので、それまでにできるものから社会実装を部分的にはやっていくにしても、やはりできるだけ高いレベルの基礎研究を積み上げることによって大きな社会実装が得られるという考えの下、引き続き高いレベルの基礎研究を推進したいと思いますし、されど、その過程で社会実装に向けた問題意識とELSI課題を考えながら進めていきたいと思います。

また、大胆さの経年劣化も危惧されるということがありましたが、これは当然、研究の世界でありますから、世界もこの分野で創造的に研究が進んでいます。当然、その都度研究計画の変更や加速・減速を実施し、場合によってはポートフォリオの再編を行う——必要に応じてですけれども——ことは、また目配りをしていきたいと思います。

さらに、PJ間連携や目標間連携、先ほど目標7での技術交流会もやりました、あるいは目標2との技術交流会もやりましたが、こういうことを通じて、可能なら連携していきたい。今現在、既に一部のPMが目標を超えて、あるいはPM間での連携がスタート、一部始まっています。あるいは、企業との連携の推進を目的として要素技術毎の技術交流会の開催とか、相談窓口の設置をしていく、AMEDとしてですけれども。

さらに、国民へのムーンショット目標7の取組を訴求し、研究活動に理解を得るため、毎年一般市民向けのシンポジウムを開催してきましたし、今年はアカデミックに国際的なシンポジウムを開催いたしました。こういうことは引き続き続けていきたいと思いますし、社会実装に向け、ELSIへの取組の強化を目的として、プロジェクトの取組を支援していきたいと考えております。

以上であります。よろしくお願いします。

○龍澤参事官　ありがとうございました。

ただいまの説明につきまして有識者の皆様から御意見、お願いいたします。どなたからで

も結構でございます。

福井委員、お願いいたします。

○福井委員 それでは私から。

平野先生、詳細な説明ありがとうございました。素晴らしい成果が出ているということで、本当に今後更に大きなアウトカムが期待できるのではないかというふうに思いました。

私としては本当に、先生、1点だけなのですけれども、ひょっとして前回は申し上げたかも分かりませんが、先生のお話を伺うときに、最初のところでキーワードとして慢性炎症を挙げておられますので、できましたら、私も含めてその領域の仕事をしていない者にとって、慢性炎症というのは何を意味しているかということをお話ししていただけると、全体を理解する上で助かるのではないかなというふうに思いました。

○平野PD どうもありがとうございます。

○福井委員 それに関連して、比較的、柳沢先生のお仕事と、それから阿部先生のお仕事は、先ほどの研究成果についての説明を伺いまして余り慢性炎症との関連性が、ちょっと表面的には余り出てきていないようにも思えまして、先生の考え方の全体像をまとめる上で慢性炎症ということで、それはそれでいいと思っているのですけれども、医療に関わることはもう全てが、生存期間を長くすることとQoLを高めることという最終目的に全部行き着くことですので、目標の2との連携も是非進めていただいて、余り炎症ということにこだわらなくても、いろんなアプローチで生存期間を長くする、QoLを高めるという方向に進む目標としている研究であれば、何でもいいのではないかなというふうに正直なところ思いました。すみません。

○平野PD 福井先生、どうもありがとう。先生のおっしゃるとおりで、QoLがちゃんとなって健康寿命、不健康時間が短くなれば、別に慢性炎症にとらわれる必要は全くありませんね。

最初の質問ですけれども、慢性炎症は何かといいますと、普通、炎症と言うたら大体急性炎症をイメージしたらいいと思うのですよね。

それは、例えば新型コロナウイルスに感染したり、インフルエンザに感染する、いろんな病気に感染すると炎症が起こって、自然免疫が上がって、免疫応答が起こって生体防御等としてウイルスを排除。そこには急性炎症という炎症過程があります。熱が出て、痛みがあるとか、いろいろ起こります。

それと一方、けがしても、例えば皮膚に傷ができますよね。それは交通事故ですごいけが

したら物すごいことになりますけれども、そのときもそこに炎症が起こるわけです。そのときの炎症というのは先ほどの病原菌が感染したときの生体防御と違う。同じことが起こっているのだけれども、やっていることは組織の修復というのをやっているわけです。そこで破壊された組織を一旦修復すると。

これ、どちらも炎症なのですね。そういう炎症は、しかるべきところにスタートが起これば、ちゃんとウイルスがなくなれば炎症収まります。それから、組織が修復されて回復すればその炎症も収まるということで、整然と制御された炎症なのですね。

ところが、慢性炎症というのは制御されていないのですよ。例えばC型肝炎ウイルスが感染する。そうすると、炎症、普通は急性炎症とかそういうのが起こって、うまくいけばウイルスを排除してしまうのですが、ウイルスがそこにずっとすみ着いて、常にそのウイルスがおることによって、常にその炎症がずっとだらだらだらだら続いていく。ひょっとしたら新型コロナウイルスの後遺症もそういう状態かもしれないんですが、要するに制御されていない。しかるべきときに起こって、しかるべきときに終わらない。そういうのが私は慢性炎症というふうに捉えています。

だから、急性炎症と慢性炎症は、起こっているプレイヤーは一緒なのです。例えばオーケストラで、バイオリニストがおって、太鼓があって、チェロリストがおる。全員がおる。それを、指揮者の下に整然と動いている。それが急性炎症。良い炎症。慢性炎症は、プレイヤーは一緒なのだけれども、バイオリンはバイオリンで勝手に動いている。チェロはチェロで、太鼓は太鼓で、指揮者を無視して勝手に動いているような状態。それがじわじわ起きているのが慢性炎症と理解していただいたらいいのではないかと、私の捉え方ですね。

そういうことが、年取ってくれば、ここにあるように肥満であるとか、そういうウイルス感染症であるとか、神経刺激とか、突然変異、喫煙などでじわじわ起こると。そういうことが全ての加齢に伴う疾患に完全に関係しているかどうかはともかく、互いに広い、ここに書いてある疾患に慢性炎症は、程度問題はあっても関連しているだろうと。

逆に言うたら、この慢性炎症を消す、予防、うまく制御することができれば、例えばかなりのがんが起こることはなくなるだろうというような発想です。あるいは、動脈硬化もかなり予防できるのではないかとというような発想で、慢性炎症をキーにしています。

そういう観点から、もちろんここに集まっている、既に現在9名の方がおられます。本日の対象になる5名の方見ても、さきに福井先生が質問されたように、じゃ、睡眠制御とかミトコンドリアはどういう関係か。

当然、睡眠制御をやっている柳沢先生は睡眠制御のパイオニア、世界的なトッププレーヤーとして睡眠ということをガチガチで研究しておられる。それは当然、それはいいわけで、それをどんどん突き進んでいていただけたらいいと思います。ただし、柳沢先生もその辺は非常に認識されておられますが、一般的に睡眠がうまくいかない、睡眠の質が悪いと、いろんな鬱病であるとか慢性疾患、心臓病とか、そういうリスクが上がるという事実があるわけですね。それはなぜ上がるかということは分かっていないけれども、私から言わせると、これは睡眠が乱れることによって何らかの点で慢性炎症が起こっているのではないかという。これはエビデンス、まだ証明されていないから分かりませんよ。そういう観点から結びついてくると思うし、逆に、例えば睡眠中枢で炎症が起これば、慢性炎症が起これば当然睡眠が乱れるだろうという発想も成り立つ。そういう意味からすると、ほかの、柳沢先生はロイヤルロードとして睡眠制御ということを、そのものを突き詰めておられるのですが、ひょっとしたら、老化細胞制御とか微小炎症制御の観点からそっちをいじくと睡眠も乱れるかもしれないし、そっちをうまく制御してやると睡眠中枢がちゃんと元に戻るかも分からないというような連携研究も生まれるのではないかという、私としては期待があるわけです。研究者がそれを選択するかどうかは研究者の自由ですけれどもね。

ミトコンドリア制御だって、これは、ミトコンドリアってエネルギーの元ですけども、これ、ミトコンドリアをうまく、加齢に伴ってミトコンドリアが下りていって、結果としてフレイルになるとかいろいろ言われていますけれども、単純に考えたらエネルギーがなくなったのだから当たり前だろうというふうにも考えられますが、その結果としてミトコンドリアが乱れるってことは、やっぱり炎症が起こってくるみたいなのですね。逆に、慢性炎症があるとミトコンドリアの機能も落ちる可能性もあるということも考えられていて、そうすると、阿部先生は当然、ミトコンドリアを元気づける、MA-5というミトフィリンに結合してATP産生を回復させるようなものを見つけられた。そういうことを発想して、そこをガチガチにやっておられるのだけれども、じゃ、慢性炎症の方から見たら、慢性炎症を制御したらミトコンドリア元気になるかもしれないし、あるいは、ミトコンドリアを阿部先生の方法で元気にやれば、その起こっている炎症は結果的に抑えられて、単にミトコンドリア制御することはミトコンドリアのエネルギー生産を上げるだけじゃなくて、慢性炎症を制御するという観点でいろんな病気を制御することも可能ではないかというふうに考える。現に最近、阿部PMの下で、先ほど早口で言ったので、私余りちゃんとした説明はしていませんでしたけれども、実際に、MA-5の鏡面鏡像体ですか、特許を取得

しました。それを統御することによって、老化マウスでそれを統御すると長寿関連遺伝子は増加させたとか、DNA損傷の制御が延命効果あったとか、そういう効果も出ているので、それはひょっとしたら炎症を介しているかもしれない。

私としては、別に何も炎症等を介していなくても良いのですよ。良いのだけれども、PDとして。これだけばらばらの、一見こればらばらですよ。この9人全部見たら、多分学会もみんな違います。ふだんは会っていない人たちが、このムーンショット目標7で初めて会っているわけですね。そうすると何かの、私もせっかくPDやっているので、ただ見ていただけじゃ面白くないので、私のバイアスとしては、慢性炎症というのをキーワードにして入れば皆さんもちょっとはそちらの方に意識がいて、連携研究もはかどるのではないかとという意味でキーワードを入れています。何もこれをせよと言っているわけじゃない、研究者の自由な。ちょっとこれは私のバイアスです。

○福井委員 すみません。ありがとうございます。以上です。

○平野PD それでよかったでしょうか。

○龍澤参事官 はい。

他の委員、お願いいたします。

○波多野委員 波多野です。ありがとうございました。

先生、最後にお答えになられたので、もう私の質問はそれだけだったのですが、量子生命と一緒に作らせていただいたように、新しい分野、そしてもっと広がりある分野を作らせていただいたように、この分野もやはりいろんな様々な専門家への、その専門では大家の先生方で成り立っているところを、慢性疾患ということでそこを統合していった、それが国際的に更に広がっていくというような動き。国際連携、それぞれの専門家を呼んだシンポジウムは開催されているようなのですけれども、更にもっと融合的に世界に広がっていくとか、また、目標2、未病も日本発のキーワードだと思いますが、その辺りの目標2とも連携して、更に国際的にというところの計画などございましたら教えていただければと思います。

○平野PD どうもありがとうございます。

もちろん先生おっしゃったように、こういう分野で国際的に展開できていけばいいと思うのですけれども、やっぱりこれ、研究の世界なので、マネジメントとして国際的展開するためには研究自身が進まなければ国際展開はないのです。私としては、PDが積極的に、まだそういう国際展開、こういう分野を大きくくりにしてするような段階ではないのではないかと一方では思っています。それぞれの成果が上がってこないと。

ただし、国際的には、この慢性炎症がこういう加齢あるいは加齢疾患、加齢に伴う疾患と関係しているということは何も今に始まったことじゃなくて、いろんな研究ステージのレベルはあるにしても、もう何十年も前からこういうこと。

○波多野委員 長いですね。

○平野PD だんだんこういうことは脚光を浴びてきて、特に最近では、老化細胞というのは最初は何か得体の知れない、がん細胞か何かよく分からなかったものが、ある程度世界中で認識されてきたとともに、あるいは、一方で長寿遺伝子というようなものも同定されてきたことをきっかけに、あるいは腸内細菌とか腸内フローラとかが関係してきて、そういうことから、やっぱり慢性炎症とこういうものとのつながりというのは、世界的にはだんだん大きく研究分野は広がっていると私は認識しています。

○波多野委員 なるほど、世界での動きがあると。

○平野PD それは自然と、そういう国際シンポジウムなんかも開催できる土壌は育ってきたのではないかとはいえますけれどもね。

○波多野委員 ありがとうございます。

○平野PD 目標2とも連携を取っていくことが重要と思います。

○波多野委員 ええ、そうですね。特にデータベースで。

○平野PD 現実問題としたら、目標2の合原先生と、例えば村上PMや中西PMが一部連携を開始し、恐らく合原PMと、例えば今後、西川PM、発がん予防との連携も非常に強いのではないかと私は思います。数理解析というのは非常にどの分野も重要な分野ですので。

○波多野委員 はい、そこがキーになるかなというふうに印象を持ちました。

○平野PD はい、ありがとうございます。

○波多野委員 ありがとうございます。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

それでは、梶原委員、お願いします。

○梶原委員 ありがとうございます。

私の方からはポートフォリオの見直しのところで少し質問させてください。

栗田PMのところで、一部成果をスピニアウトという形になって、継続実施についてはFSを通じて見てきた結果として中止にされていますけれども、このスピニアウトをするという先が具体的に見えているのか、可能性というレベルのことなのかという、今のステータスの状況を教えてくださいということと、これ、継続可否で、全部ほかは継続という形なので

すけれども、先ほど総合的なコメントのところで、経年劣化というのでしたっけ、少し状況が遅れてくるかもしれないので加速する必要があると、前倒しを望みたいという表現がございましたけれども、ほかの目標のところで割と継続というのに対して、加速というような表現で見直されているプロジェクトというかプログラム目標があるのですが、こちらの目標7については、飽くまでそこは継続というステータスでいけますかということ、念のための確認です。

○平野PD 栗田PMのスピナウトは、具体的には、栗田PMの共同研究者であるグループが、低濃度ポリエチレングリコールを用いたゲル素材による再生足場材料に関してある一定の成果を上げているので、ある会社、私が聞いているのは、ジェリクルという企業と社会実装に向けての取組を続けていると聞いています。これは栗田PM。

栗田PMの質問、これだけでしたかね。フィージビリティスタディやめるということに関してはなかったですね。他のご質問は何だったでしょうか。

○梶原委員 全プロジェクトが継続でいいのか。それより加速していくべきじゃないか。

○平野PD 今回も5人のPMのうちの1人、栗田PMはフィージビリティスタディ、残念ながら中止という判断になったので、残りは四つ、4件であります。

あと2年、一応初期、最初の5年間の3年終わって、あと2年ということになりますが、確かに評価は、中西PMが大変優れていると。柳沢PMも大変優れているということで、あとは優れているということで、評価はちょっとばらつきがありますが、私から見ると、予算配分も最初にそういう配分もしていますし、あと2年で、現在のところは継続でいいではないかと思っています。その次の、次の第2期と言っていいのですかね、仮に予算が付いて次の5年があるとしたら、そのときには、やはりこの5人、2年間の成果に基づいて、どこに更にその傾斜配分というのはあり得ると思いますが、今のところ全体がそれなりに、どこが物すごく突出、私からの目から見ると突出しているというわけじゃなくて、全体が底上げ的に進んでいるという感じで、2040年に向かっては非常にいい調子じゃないかと思いますね。今時分突出した成果が出るようじゃ大した仕事じゃないと思うので。いや、分かりません。大した仕事というのはある日突然出てきますよね。あした出てくるかもしれません。

○梶原委員 ありがとうございます。

○龍澤参事官 ありがとうございます。

それでは、その他、御意見、御質問等ありましたらお知らせください。

ないようですので、本議題、今回の有識者の皆様からの御意見を参考としまして、研究開発を着実に推進していただきますようお願いいたします。ありがとうございました。

○渡邊次長（AMED）　ありがとうございました。

○平野PD　どうもありがとうございました。

○龍澤参事官　これで本日の議題をほぼ終わりましたので、閉会の議事に移らせていただきます。

2日間にわたり活発な御議論いただきましてありがとうございました。

最後に、事務局から今後のスケジュール等について御説明いたします。

本日の会議の様子につきまして、議事概要の確認を後日させていただきますので、よろしくをお願いいたします。

全体を通じまして御質問、御意見等ございますでしょうか。

特にございませんでしたら、会議を終了させていただきたいと思います。

次回の戦略推進会議については、事務局から御連絡したいと思っております。

それでは、本日御議論いただきましてありがとうございました。引き続きよろしくお願いいたします。

これにて閉会させていただきます。ありがとうございました。

11月10日(金) 12時00分 閉会