ムーンショット型研究開発制度に係る
戦略推進会議（第16回）

令和7年3月27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16回）

議事概要

- 日 時 令和7年3月27日（木）13:00～16:00
○ 場 所 中央合同庁舎第8号館6回623会議室（ウェブ会議）
○ 出席者
〈有識者〉

梅澤 高明 A. T. カーニー日本法人会長
C I C J a p a n 会長
梶原ゆみ子 産業競争力懇談会エグゼクティブアドバイザー
シャープ株式会社社外取締役
総合科学技術・イノベーション会議議員
須藤 亮 S I P プログラム統括チームアドバイザー
波多野睦子 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 社会医療法人雪の聖母会聖マリア病院・常務理事
N P O 法人卒後臨床研修評価機構理事長

〈関係府省〉

柿田 恭良 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局統括官
川上 大輔 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局審議官
三木 清香 内閣府健康・医療戦略推進事務局参事官
神部 匡毅 文部科学省科学技術・学術政策局 研究開発戦略課
戦略研究推進室 室長
廣瀬 章博 文部科学省研究振興局ライフサイエンス課長補佐
若間 聡史 厚生労働省大臣官房厚生科学課課長補佐
大熊 武 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長
金井 隆幸 経済産業省イノベーション・環境局G X グループ
エネルギー・環境イノベーション戦略室室長
雪田 嘉徳 経済産業省医療・福祉機器産業室総括補佐

〈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
吉田 朋央 N E D O フロンティア部ムーンショットユニットユニット長
綱澤 幹夫 B R A I N 総括研究開発監
小野山吾郎 A M E D 研究開発統括推進室次長

〈P D〉

萩田 紀博 J S T (目標1 P D)
大阪芸術大学芸術学部アートサイエンス学科学科長・教授
祖父江 元 J S T (目標2 P D)
愛知医科大学理事長・学長
福田 敏男 J S T (目標3 P D)
名古屋大学未来社会創造機構客員教授
平野 俊夫 A M E D (目標7 P D)
大阪大学名誉教授

〈アドバイザー〉

宮園 浩平 総合科学技術・イノベーション会議議員

〈事務局〉

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

○ 議事概要

午後1時00分 開会

○熊田参事官 定刻になりましたので、ただいまより第16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。

本日は御多忙の中、会議に御参加いただきありがとうございます。

本日の会議には、座長である内閣府で科学技術政策を担当する辻副大臣の御出席を予定しておりましたが、急遽、他の用務が入り欠席となりましたので、本日の全体の議事進行は内閣府科学技術・イノベーション推進事務局の熊田が務めさせていただきます。どうぞよろしくお願いいたします。

本日の出席者は、参考資料 1 - 2 となっております。

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

それでは、議事を進めてまいります。

議題 1、戦略推進会議の進め方等についてです。

資料 1 を御覧ください。2 ページ目でございますが、既に皆様御承知のとおりこの会議では、有識者の皆様から、目標達成に向け全体俯瞰的な視点から、プロジェクト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助言等を頂くことになっております。

次、3 ページを御覧ください。本日の会議が全体スケジュールのどの部分に該当するのか赤枠で示しております。今回御意見を頂く目標は、赤い星印のところとなっております。目標 4 と 5 は、前回の戦略推進会議の議題で、5 年目の外部評価の結果と C S T I 評価の付帯事項の進捗報告として取り上げておりますので、報告済みとなっております。

次、4 ページを御覧ください。目標 1 と 2 と 3 と 6 と 7 は、研究開始から 4 年目となりますので、各研究推進法人は自己評価を実施し戦略推進会議に報告することとされております。また、目標 1 と 2 と 3 と 6 は、来年度 C S T I による 5 年目評価が予定されておりますので、併せて後半 5 年の今後の見通しも含め進捗状況等を、研究推進法人である J S T より報告を頂き、有識者の皆様から御助言等を賜りたいと思います。

次、5 ページを御覧ください。目標 8 と 9 につきましては、研究開始から 3 年目となりますので、外部評価の結果とポートフォリオの見直し等について、また、目標 10 については、前々回第 14 回戦略推進会議で研究開発の進め方について御議論いただきましたので、その後の進捗について J S T より報告を頂きます。

資料 1 の説明は以上となります。

有識者の皆様、ここまでで御質問等ございますか。

無いようなので、それでは次の議題に入ります。

4 年目の進捗・自己評価について、本日は目標 1 と 2 と 3 と 7 について報告を頂きます。進行の都合上、目標 7 からの説明となります。また、ここからはより闊達な議論を自由に行っていただくために進行を、内閣府科学技術・イノベーション推進事務局、笠井上席科学技術政策フェローが担当します。笠井上席フェロー、お願いいたします。

○笠井上席フェロー 闊達な議論を頂きたいと思っております。どうぞよろしくお願いいたし

ます。

それでは、本日は研究開始から4年目となる目標1、2、3、7におけるプログラムの進捗・自己評価について、各研究推進法人より報告をいただきます。各目標の配分時間は、報告15分、質疑25分となります。限られた時間となりますので、報告は時間厳守でお願いします。まずは、AMEDから御説明をお願いいたします。

○小野山FA（AMED） 目標7を担当しておりますAMEDでございます。ムーンショット目標7の進捗と今年度の自己評価について御報告を申し上げます。

本日は平野俊夫プログラムディレクターより説明をさせていただきます。それでは、平野先生、よろしくお願いいたします。

○平野PD PDの平野です。本日はよろしくお願いいたします。

では、次のスライドをお願いします。まず目標の概要を説明した後、今年度の取組と自己評価結果を報告し、最後に今後の進め方を御説明したいと思います。

ここにありますように目標7では、いつも言っていますが、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のサステイナブルな医療・介護システムを実現することを目指しており、三つのターゲットが設定されています。これまでの病気は医療、かかった病気を治すことが主でしたが、我々は、生活の質に重点を置きながら、病気を治す医療や不健康な状態にならない予防医学が重要だと考えています。100歳まで健康で生きられる社会を目指し、2回目の人生を送ることも可能になるよう研究開発を進めていきたいと思っています。

次をお願いします。ここにありますように、いつも言っていますが、平均寿命と健康寿命の差を示したグラフです。青い方が平均寿命、ピンクは健康寿命を示していますが、健康寿命と平均寿命の差は男女とも大体差はありますが、10年あります。これは平均寿命と健康寿命との差とは、つまり、何らかの健康上の理由により日常生活に制限がある不健康な時間と言えます。目標7の100歳まで健康不安なくというのは、言い換えれば、この約10年の不健康な時間を限りなくゼロに近づけるということでもあります。

次、スライドをお願いします。不健康時間ゼロを目指す上で重要なキーワードになるのが慢性炎症だと考えています。慢性炎症とは、本来一過性で治るはずの炎症反応が、低いレベルではあるものの長時間持続して慢性化した状態を示します。加齢に伴う様々な疾患には、その慢性炎症がベースにあるということが知られています。そして、ここにあります

ように感染やストレス、肥満や老化、あるいは様々な神経刺激、要因が非免疫組織における炎症を引き起こします。そうしますと、免疫システムと連動して慢性炎症が誘導、その結果、この慢性炎症は関節リウマチなどの自己免疫疾患とかアルツハイマーとか動脈硬化症など様々な炎症性疾患、様々ながんなど、加齢に伴う様々な疾患の原因になることが知られています。

次をお願いします。このようにして細胞がダメージを受け、だんだんと老化細胞となって老化細胞が蓄積されていきます。そうしますとIL-6を始め、SASPと書いてありますけれども、これは老化関連因子ですが、老化細胞から出てくるSASPを介して慢性炎症が引き起こされます。要するに、こういう感染症とかストレスとかいろいろなものがたまって慢性炎症が起こると、そうすると老化細胞等ができてますます慢性炎症が起こる。そうしますと、次、クリックしてください。慢性炎症が結局様々ながんとかアルツハイマー等の加齢に伴う疾患を起こす一方で、この老化細胞というのは、リプログラミングを誘導するということがあります。そうすると、このリプログラミングによって組織の若返りとかがん細胞の正常化というのも起こす能力がある。

次をお願いします。そうしますと、加齢に伴って慢性炎症が起こる。これは基本的には悪いことをたくさんするんですけれども、一方では良いこともしていると、そうしますと、このバランスを、次、お願いします。これを人為的に介入して行って、慢性炎症という悪い方を抑制してリプログラミングというようなものをできるだけ進めたと、そういうことができれば、この目標7としては非常に理想的な状況になります。

次のスライドをお願いします。これまで目標7の背景を御説明しましたが、ここからは自己評価になります。自己評価は昨年秋に、こちらのここにありますが8人のPMとプログラムを対象に行いました。

まずプログラムについてであります。今年度はサイトビジットに代わる取組として分野別のワークショップを行っています。これは評価とは完全に切り離して、純粹にサイエンティフィックな科学的な議論の場として、目標内において第一線の研究者がお互いの研究領域の理解を深めることとともに、忌憚のない討論をしてディスカッションをしていただいて新たな共同研究の可能性、あるいは、新たな気づきを誘導する場にしたいと、こういう場を設けました。この取組は私としてはなかなか良かったなと思っておりますし、参加者からもやって良かったという話を聞いていますので、今後もこの取組は続けていく方針で

あります。

次をお願いします。また、目標の達成のために、認知症克服への挑戦と題し、新規テーマでの第4回公募を昨年行いました。こちらは第13回戦略推進会議で詳細を御報告いたしましたので、簡単に紹介させていただきます。昨年度の健康医療戦略推進会議において認知症・脳神経疾患研究開発イニシアティブが創設され、認知症等の発症・進行抑制、治療法の開発を推進する方向性が示されました。さらに、総合経済対策の一つとして、認知症・脳神経疾患研究開発イニシアティブに早期に着手することとされました。これを踏まえ、ムーンショット目標7において、将来に向けた研究開発として認知症克服に向けたムーンショットプロジェクトを行うことになりました。

次をお願いします。昨年春から公募を行い、フィージブルスタディーを含むここにあります3人のPMを採択し、昨年11月から研究を開始したところであります。

次をお願いします。研究内容ですが、簡単に言いますと、まず量子科学技術研究開発機構の樋口PMは、「グリア病態からセノインフラメーションへ」——これは加齢に伴う、セネッセンスに伴う炎症でありますから慢性炎症です——「発展する概念に基づく認知症発症機序の早期検出と制御」という研究課題で進めていまして、認知症の本質は、炎症と細胞老化の連関であるセノインフラメーションとし、脳内のセノインフラメーションが病的たんぱく質の凝集や、いわゆるタウたんぱくとかですね。神経障害をもたらすことにあると考え、この機構を左右する鍵分子の同定を目指します。

京都大学の伊佐PMは、フィージブルスタディーとして採択いたしましたが、「認知症克服に向けた脳のレジリエンスを支えるリザーブ機能とその増強法の開発研究」という、従来のアルツハイマー型認知症病理を防ぐ手段とともに、一旦障害を逃れた残りの神経細胞のリザーブ機能を促進することで神経細胞の活性化・可塑性を誘導し、一旦失われた認知機能を高める、そういう方法を開発していこうということでもあります。

東京大学の林PM、これもフィージブルスタディーの採択であります。題は、「脳を守り、育て、活かす、睡眠によるライフコースアプローチ」ということですが、認知症において睡眠障害が、認知機能の低下よりも先に現れてくる。そして周辺症状として最も出現頻度が高いということに着目して、睡眠がいかに脳を守り、育て、活かす仕組みを解明し、脳の認知機能制御に睡眠の立場から取り組むというプロジェクトであります。

次をお願いします。こうしますと、今までの8人のPMに加えてこの3名のPMを加える

ことによって、より幅広い慢性炎症の制御を目指す体制が整ったと思っています。

次をお願いします。アドバイザーの体制も採択課題の追加に伴って見直し、今回の認知症分野の採択によって、この分野の基礎から臨床まで幅広い知見をお持ちの横浜市立脳卒中・神経脊椎センターの秋山先生、それから東京大学の岡部先生にアドバイザーとして新たに加わっていただきました。

次をお願いします。続いて、今回の自己評価を行った8件のプロジェクトの主な進捗状況であります。

まず阿部PMは、分担機関であるハーバード大学との共同研究により、年代、加齢と死亡率に関する複数の組織トランスクリプトーム、遺伝子発現を構築しました。これらの開発に伴い、ミトコンドリア関連たんぱく質がヒト血中で疾患の発症と予後、死亡率を規定するたんぱく質の一つであることが分かり、ミトコンドリア異常の重要性、様々な疾患への関与、介入法の糸口となりました。

中西PMのプロジェクトでは、糖尿病の治療薬として開発されたSGLT2阻害薬が、加齢や肥満ストレスに伴い蓄積する老化細胞を除去することができると、そのことによって代謝異常や動脈硬化、加齢に伴うフレイルを改善するばかりでなく、早老症マウスの寿命を延長し得ることを確認いたしました。

次をお願いします。続いて村上PMのプロジェクトでは、ここでは加齢と自己免疫疾患で増加するThA、これはAge-associated helper T細胞、加齢に伴って出現するhelper T細胞ではありますが、このThAの存在を世界で初めて同定することができたと、この細胞は各種自己免疫疾患の病態形成において、加齢に伴って大きな役割を果たしているのではないかということを見いだしています。さらに、このことを進めることによって、新たな創薬標的の同定、個別化医療の実現につながるものと考えられます。

また、柳沢PMであります。これは睡眠研究で世界トップを走っておられる研究者であります。レム睡眠を誘導する2種類の神経細胞を同定したと、今回の発見は、レム睡眠や夢の仕組みと意義への理解を深め、睡眠障害及び関連疾患の新たな予防・治療法の開発に役立つと期待される非常に大きな成果であります。

次に、南学PMのプロジェクトであります。南学プロジェクトは、糖尿病を早期に発見するための有効な診断技術として、皮膚や呼気中の極低濃度のアセトンガス分子に注目し

ています。極低濃度の成分を検出する据置型分析装置の性能を上回る感度を有するセンサーを開発しました。これは将来のウェアラブルセンサー開発へとつながる成果であります。今後、日常生活に支障を来さずに装着できるウェアラブルデバイスを用いたリアルタイムな体調モニタリングと疾患の早期発見が、この延長線上に期待されるということです。

本田PMは腸内細菌の研究であります。脂質代謝物の構造とその存在量を網羅的に捉える手法を用いて、脂質代謝物の多様性と、この加齢変化を網羅的に捉えたデータ装置を構築しました。この知見は、ヒトの加齢に伴う脂質代謝の変容と疾患リスクの関連に関する機序の理解につながると考えられます。

続いて古関PMであります。古関PMは体の若返りを目指していますが、EBウイルスが感染した宿主細胞のエピゲノムを改変し、多くのサイトカインシグナルを活性化するとともに腫瘍形成を促進することが知られていますが、EBウイルスと感染細胞の異種ゲノム間における相互作用や、エピゲノム変化の原因はよく分かっていなかった。今回、彼の研究結果によってその一端が解明され、これは将来、彼が目指している老化細胞あるいは組織の若返りにつながっていく端緒になる成果だと思えます。

最後に西川PMであります。この西川PMは発がん過程を詳細に追っていますが、免疫抑制細胞を制御しつつ抗腫瘍性の自然免疫応答を活性化させることが発がんの予防、がん免疫治療の奏効に重要であることを明らかにした。つまり、免疫を抑制する細胞と、それを抗腫瘍活性を高める免疫応答のバランス、これが非常に重要ではなかろうかという概念を見つけ出しました。

次をお願いします。これらの取組や成果について自己評価を行った結果がこれにまとめてありますが、総合評価としましては、健康寿命を延ばすために、慢性炎症をキーワードとして各課題がそれぞれ独自の観点から研究を進める一方、課題間の連携を促進し、慢性炎症というのがキーワードになっていて、目標7全体の成果を最大化することを念頭にプログラム運営がなされている。幾つかのプロジェクトでは世界トップレベルの成果を上げ、先ほどの睡眠研究とか、新しい分野の開拓にもつながるものが見られるなど、今後の発展が期待できるという総合評価であります。

強みとしては、先ほど御紹介したワークショップとか各プロジェクトの成果が挙げられました。しかし、弱みとして、個々の課題のカバーする範囲が比較的広く、悪く言えば網羅的なんで、網羅的な面も見ておられると、一部開発が足踏み状態のテーマについて、今後

6年目に向かってプロジェクトの継続あるいは組替え等、検討が必要なものがあるという意見もございました。また、国からの予算のみでの社会実装は困難であり、産業界からの投資を得るための努力と、それを促す産学官の連携の仕組みがより一層必要となるといった、今後の社会実装への課題も挙げられました。

次をお願いします。評価項目ごとに、これは細かいスライドなんですけど、主なことをちょっと言いますと、MS目標達成等に向けたポートフォリオの妥当性では、認知症研究グループが加わったことで、100歳まで健康寿命を保つということに対して更に充実したと思われる。

次に、1番の1ですが、大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な取組では、これまで着目されてこなかった、あるいは明らかになっていなかった生命科学的な知見が得られており、挑戦的な研究が進められているという意見もありました。

2番の1の産業界との連携・橋渡しの状況ですが、これは一部のプロジェクトでは一部、個々のプロジェクトでは進んでいる点もありますが、まだなかなか大きな目に見える成果には至っていないという意見があります。現段階は基礎的研究段階であることから、この点はまだ十分に展開されていないと、今後の課題でもあるという指摘がありました。

このような点を課題として、今後のポートフォリオの見直しも含めて検討していきたいと考えています。

次、最後のスライドですが、最後に今後の目標7の進め方でございますが、この4月からの来年度は第1回採択の4人のPMがちょうど5年目になります。それから第2回、第3回採択の4人のPMが3年目ということで、3年目のステージゲートを迎えます。特に5年目の4人のPMには後半、今後5年や次の5年、その後を見据えた計画を再提出してもらい、もう一度PDあるいはアドバイザーとのディスカッションを行いながら、継続の妥当性であるとか、場合によっては組替えをするとか、いろいろな検討を行う予定であります。そして研究開発で今後の社会実装を見据え、6年目に入りますので、より選択と集中を積極的に行っていきたいと各PMにも伝えていきますし、目標7としてもそういう方向で見直していきたいと思います。

以上でございます。よろしく申し上げます。

○笠井上席フェロー AMEDさん、御説明ありがとうございました。

ただいまの御説明につきまして有識者の先生方から御意見を頂ければ幸いです。

よろしく願いいたします。

○福井委員 福井です。平野先生、プレゼンテーションありがとうございました。

これは最終目的の健康寿命の延長目に見えるところまで、健康寿命の数値が変わるところまで見るためには、かなり時間が掛かるんじゃないかと思います。特にこの基礎研究のレベルからのものですと、おそらく10年単位で見ないと健康寿命の延長までは見えないのではないかと感じてしまいます。一つ目の質問は、どれくらいの期間が必要と考えられているかという点、二つ目の質問は、国によって健康寿命と寿命の差は結構違う国があって、日本よりも優れている国もあります。そういう意味では、社会学的な視点からのアプローチも、健康寿命を延長する上では重要ではないかと思っています。

三つ目の質問は、健康寿命に関するアウトカムというか指標だけを追うのではなくて、健康寿命についての数値の変化を見るのに長い時間が掛かるようでしたら、研究論文の数とか質が研究グループとして非常に重要なアウトカムになるのではないかと思います。そこももしできましたら我々にも分かりやすい形で、発出している研究論文についてのアウトカムも教えてもらえると有り難いです。

以上です。

○平野PD 非常に重要な、また難しい御指摘ありがとうございます。先生のおっしゃったことはすごくもつともで、非常に重要な点だと思います。一番最後の健康寿命を指標にするのはなかなか難しいと、だから一方で研究論文の量とか質の方をというのは、これは比較的難しいことではなくて、もちろん正確なことは御報告できると思いますけれども、現在論文数は発表論文は200以上超えています、この4年間で。この中にはトップ1%の論文もありますし、基礎的な研究のレベルではそれなりに成果は出ていると思います。これはまた正確な数字とか論文のリストは御報告するのは可能だと思います。

あとはなかなか難しい問題ではありますが、2番目の国によって既に健康寿命が違っていると、これは先生、もつともな御指摘と思います。同じ国であっても日本においても、当然ある地方では非常に例えば100歳以上の人が多いとか、非常に健康寿命がある地域もあるわけですね。一方では、非常に健康寿命が短い地域もある。そうしますと、当然これは生活習慣とか様々な社会的な状況が、当然そういうことに関係をしているということで、社会的・医学的な検討も重要でなかろうかというのは、本当にごもつともだと思います。もち

ろんそういう研究も、私というよりは他のPDの方を主宰にして、そういうムーンショット目標もあってもいいのではなかろうかと思います。

ただ、我々の目標7の中にも、例えば腸内細菌とかそういうのを主眼に置いて本田PMなどは百寿者の状況から、ちょっと社会的研究とは言えないけれども、社会的な調査で健康長寿が、また京都府ですかね、丹波市とか、そういうところの人を腸内細菌の観点から、医学的な社会医学じゃなくて実験医学的な立場から腸内細菌とかから解析するという研究も行っています。我々は当然、社会的医学研究からやると、それぞれの食べ物であるとか生活習慣とかそういうものが、多分結果として健康長寿に貢献しているだろうという結果が出てくると思うんですね。我々はこの目標7では、生命科学的な立場から慢性炎症というのを基準にして、それをどうして起こるのか、それをどうして制御をしていくかという観点から、結局これは社会的・医学的研究から、いろいろな生活習慣を変えるとそうなるということと結び付いていくと思うんですけれども、それをサプリメントであるとか薬であるとか、あるいは、例えば南学PMがやっているような、例えば運動をすると健康長寿が延びるということもいろいろな研究から分かっているわけですが、その運動をミミックするような、健康寿命を延ばすような運動というのはどういうものか、それはその結果どういう、運動をしなくてもそれをミミックするような方法はないのか、医学的な、そういう観点から研究を進めています。

それで1番目の質問が最も難しいと思うんですけれども、先生がおっしゃるとおり、そのとおりです。これ、こんなことをやっていて健康寿命が本当に2030年あるいは2040年に具体的に延びているのか、徐々に延びていくにしても、例えば目標7でやっている研究成果が出たとしても、それは社会実装に行けるものから順番に移していったとしても、それが当然一部ですから、それが健康寿命増進にどれだけ反映しているかというのは時間が掛かると思います。私もそれは何年掛かるか分からないんですね。それぞれの何を介入するかによっても違うと思いますしということで、答えに余りなっているか分かりませんが。

○福井委員 ありがとうございます。申し訳ありません、難しい質問を最初にして。ありがとうございます。

○笠井上席フェロー 福井先生、平野先生、ありがとうございます。

須藤先生、お願いいたします。

○須藤委員 平野先生、どうもありがとうございました。

2点質問があるんですけども、1点目は、資料の中でも言われていましたけれども、今はまだ基礎的な段階で、早いものは5年が終わって、それから2030年という取りあえずの目標があって、その先、2040年という社会実装の目標があるという全体の流れはよく分かるんですけども、現段階で、資料の中にありました産業界との密な連携が必要になってくるという文言があるんですけども、いつ頃、産業界と密接にやっっていこうと考えているのか、そのあたりを教えてくださいたいのが1点です。

それからもう一点は、このプロジェクト自身、慢性炎症ということで三つ資料にありましたけれども、自己免疫疾患とか炎症性疾患、がんと三つ大きく括られているんですけども、今回の8つのテーマでこの三つが全部包含できているのかどうか、あるいは、将来また少しずつ足していくおつもりなのか、そのあたりを教えてくださいたいと思います。

○平野PD どうもありがとうございます。

1番目の産業界の連携というのはいつ頃どういうふうになっているかというのは、多分、目標7全体としていつ頃例えば行くというんじゃなくて、個々のプロジェクトの事情によって、PMの事情によって、多分社会実装あるいは産業界との連携を非常に密にスタートしていく時期は違うと思うんですね。例えば柳沢PMの睡眠研究では既にもう産業界、これは柳沢さん自身が関与したベンチャー企業が既に立ち上がっています。S' U I M I Nというベンチャー企業ですね。実際に彼の基礎的な研究レベルはかなりトップレベルをいっていますし、社会実装という意味でも、その基礎研究に基づいて現時点でできる範囲で、例えば睡眠ラボというのを作って各地、これはバスですか、バスの中でいろいろな睡眠の状況を測定できる、精密に。そのバスの中で。そのバスが全国巡っていくわけですね。例えばある企業が、その職員に対してその職員の健康状態を見てほしいという依頼があれば、そのバスがその会社に行って、その職員の方がそのバスの中で寝て、実際に睡眠を取って精密に睡眠のレム睡眠であるとかパターンを、睡眠の質ですね、それを正確に測るといふそういうことは、既にもう社会実装が始まっているわけですね。

それは単に睡眠の分析でありますけれども、そういうことと、彼がやっている非常に基礎的なレベルでのレム睡眠の制御効果、そういうのを突き詰めていくと、それは当然いろいろな製薬会社とのいわゆる睡眠制御剤という睡眠薬、今現在でも睡眠薬というのはあるわけですけども、よりいろいろなレム睡眠とか詳細なレベルでの制御ができるような薬が

できてきた。だからそういう意味では、もう既に産業界と連携しているものもあります。

○笠井上席フェロー 平野先生、ありがとうございます。他の先生方も質問があると思いますので、簡潔にお願いできると有り難く存じます。

○笠井上席フェロー もう一つの御質問があったと思うんですけども、慢性の方です。

○須藤委員 8つのテーマが最初に先生が発表された三つの大きな疾患とどんな関係があつて、将来追加する予定なのかどうか、そのあたりを教えてください。

○平野PD いや、これは認知症も入って、がんとか入って、大体カバーできていると思います。このそれぞれのPMの下に、またそれぞれ研究分担者がいますので。

○須藤委員 はい、分かりました。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

他の先生方から御質問ございますか。

梶原先生、お願いいたします。

○梶原委員 すみません、かぶった質問になりますけれども、御容赦ください。福井先生が御発言された論文の量とか質の件ですけれども、別途整理いただけるということですが、そういった意味で言うと、ムーンショットだからこそこういう成果が出ているという観点と、AMEDでいろいろな形で進めているものとの比較というのか、あるいは、日本の研究力でいろいろな評価軸がございますけれども、そういった、このプログラムではこうなんだけれども、だけではなくて、比較的な観点の何か情報を頂けるとより分かりやすいかなと思いましたので、それはAMEDの方かもしれませんけれども、お願いいたしますという点が一つ。

○平野PD はい、ありがとうございます。

それはAMEDの方で何かしていますよね。

○笠井上席フェロー 大事な観点かと思えます。

○梶原委員 それと、これは慢性疾患ということでグローバルの話が出ましたけれども、グローバルな研究者の中で今アメリカとの一緒に共同研究ですとか、そういう連携はあると思うんですけども、ほかに国際頭脳循環的なイメージで、どのような立ち位置でグローバルで見られているのかみたいなことが何かあればお願いします。

同じようにジェンダード・イノベーションの話、いつもそういう医療系の話になると、男

性・女性で女性の方がすごく不健康な時代が多いので、そういった差が何か見えてきていることがあるのかどうか。そういった観点だけ、短くで結構ですのでよろしく願いいたします。

- 笠井上席フェロー ありがとうございます。短く御説明いただくと有り難く存じます。
- 平野PD 国際連携に関しては、古関PMとか西川PMがそもそも日米がん連携なので、アメリカ側との国際連携は組織的にやっていますし、個々の研究者もそれぞれ国際連携はやっています。特にトップレベルといえば、柳沢PMの睡眠研究のはかなりトップレベルであると思います。どうですかね。
- 梶原委員 ジェンダードの差は。
- 平野PD ここでジェンダーに焦点を当てて健康寿命の差をまともに研究している人はいないですね、もちろんそういう方が応募しておられないだけなんですけど。
- 笠井上席フェロー 御認識されていないということでしょうか。
- 平野PD いえいえ、認識されていないわけじゃなくて、我々の立場としては応募してきていただかないと採択しようがないという立場なのですが、応募してきた人の中からいい人を選んでるんですよ。
- 笠井上席フェロー 波多野先生お願いします。
- 波多野委員 今の質問に関連して、やはりムーンショットならではの効果があればいいかなと思ってまして、若手研究者10年という長期的なチャレンジングな課題に対して、若手の研究者がどれぐらい育っていますかということと、あとは研究で医療用のデータというのが、かつてからいろいろなELSIとか個人情報に対して、その辺の辺りの情報がどれぐらい蓄積されて活用されているかというところを2点教えてください。
- 平野PD ELSIに関しては、もちろん当然こういうことを社会実装していくといろいろな観点から問題になってくると思いますので、もう既にELSIの専門家の松尾先生をアドバイザーに参加していただいて、いろいろな助言を頂いていますし、各PMもそれぞれのPMがELSIの専門家とタイアップしています。
- 笠井上席フェロー 若手研究者についてはいかがでしょうか。
- 平野PD このムーンショットの中に若手は積極的に育てるというよりは、各PMの段階で育ってくるという、私としてはそういう認識ですけども、これは若手を積極的に育てようということに特化したプロジェクトではないので、結果として育っていくだろうと。

○波多野委員 分かりました。ありがとうございます。

○笠井上席フェロー ムーンショットは若手を育てたいと思っているのですが。

○平野PD ええ、だから結果として育ってくるはずですね、各PMの中で分担研究者、その中には当然若手研究者がたくさんいますから。

○笠井上席フェロー 是非、平野先生、そのあたりもよろしく願いいたします。

○平野PD はい、ありがとうございます。

○笠井上席フェロー 波多野先生からの応援を頂きました。

○平野PD はい、よろしく願いします。

○宮園アドバイザー 宮園です。

私はついこの間までこのムーンショットのアドバイザーをしていましたが、領域の先生方が集まってワークショップをやられたりして工夫しておられたのは、本当に有り難く思いました。

それから、もう少し何かプロジェクトとして追加するとすると、私は運動とかフレイルとかが関係するかなと思ったんですけども、研究者としては、この分野はムーンショットのレベルで集中的にやるという意味ではちょっとまだ不足かなと思いました。JSTのプロジェクトで今度運動とかフレイルが入ったと思いますので、さきがけとかCRESTでやってもらった方がいいかなと思って聞いておりました。

それからジェンダーバランスで、確かにもう20年も30年も前から、不健康な時間というのが女性は11年から12年で男性は9年以下くらいで男性の方が短いという状況が続いています。ただ、平均寿命の方は女性の方が長いのはなぜかというのは、一度考えてほしいなと思っていたんですが、一つは、認知症の頻度は男性は80歳か90歳くらいで横ばいになるのですよね。一方、女性はずっと増えるということを知っています。そういうことに関して、認知症の研究グループの人たちに何か考えていただければ大変有り難いなと思いました。

以上です。

○平野PD 宮園先生、どうもありがとうございます。アドバイザーの時もいろいろ御指導いただき、どうもありがとうございました。引き続きよろしく願いします。

○笠井上席フェロー 宮園先生、ありがとうございます。一番頂きたかった御意見でございませう。

では、そのほか先生方、何か御意見等ございますでしょうか。

○梅澤委員 梅澤です。ありがとうございます。

睡眠に関しては、そういう意味ではもう事業化が始まっているというお話でしたが、それ以外で比較的実装とか商用化に向けた道筋が見えているもの、介入手段のイメージも含めてというものには何がありますでしょうか。その実装に向けたボトルネックとして今感じていらっしゃるものは何でしょうか。

○平野PD あと何か実装に向けて、フェーズ1に入っているのがミトコンドリア制御ですね。ミトコンドリアの機能障害というのを、例えば難聴を、ミトコンドリア性の難聴があったり、いろいろな機能不全を起こしてくる。あるいは、ミトコンドリアの機能が落ちることによって慢性炎症が起こって老化すると、そういう観点から、ミトコンドリアを制御するという化合物が今フェーズ1、フェーズ2に入っています。これはうまくいけばいくかもしれませんね。それが一つ。

あとは腸内細菌なんかも、これも非常に分かりやすいので、結果がぱっと出れば、これもそれほど遠くない将来に具体的にいくと思います。

社会実装をする点においては、ちょっと個々によって違うと思います。

○笠井上席フェロー 平野先生、短めにお願いいたします。

○平野PD すみません、いっぱい質問していただいて非常に有り難いんですけれども。

○笠井上席フェロー 平野先生がいろいろ言いたいことは分かっております。

○平野PD 私も言いたいことがいっぱいあるんですけれども、すみません。ありがとうございます、たくさん質問していただいて。

○笠井上席フェロー 梅澤先生、よろしいでしょうか。ありがとうございます。

では、目標7についてはここで終了とさせていただきます、次は、目標1におけるプログラムの進捗、自己評価についてです。ここが非常に大事なんですけれども、ムーンショット10年の中で、今5年目を迎え、次の5年に移行しようとしております。後半5年の見通しを含めてJSTから御説明を頂きます。非常に大事な場面ですので御意見等頂ければと思っております。よろしくお願いいたします。JSTさん、説明をお願いいたします。

○中島部長（JST） JSTです。

それでは、目標1について最初に研究開発プログラムの概要、進捗状況、そして今後の方

向性について、PDの萩田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。

○萩田PD 承知しました。目標1の萩田でございます。

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」ということについて進捗を報告させていただきます。

4ページを御覧いただきたいと思いますが、目標1が求められる課題といたしましては、社会領域として「急進的イノベーションで少子高齢化時代を切り拓く」を実現する、そのための諸課題を解決するということになっております。PD自身は誰もが能力拡張できる複数の分身、これをサイバネティック・アバター（CA）と呼んでおりますけれども、これを用いまして、好きなときに仕事をするだけで生産性を向上し、子育て、余暇、やりたい社会活動など、生活の豊かさも両立できる社会の実現を目指しております。

社会課題として大きく分けて二つございまして、まず生産性を向上するには、GDP関連の16市場産業の生産性をいかにしてCAによる能力拡張で向上できるかということと、もう一つの課題は、ただ生産性を向上させたとしても体が疲れては何もならないということで、自らの健康管理能力もCAを使って拡張でき、生活の豊かさも向上できると、誰もが安全・安心で健康な日常生活を送りながら生産性を向上していく。よって16市場産業だけではなくて、子育てとか介護も含めた非市場産業数も同時にCA利用領域数として増やしていったら、生活の豊かさを向上させようというシナリオを持っております。

目標1のターゲットとしては二つございまして、2030年までに一つのタスクに対して1人で10体以上のアバター、これはいきなり遠隔で10体というよりは、皆様方がパソコンとスマホとタブレット端末、3台ぐらいを使って仕事をしている方がいらっしゃると思うんですが、これが10体ぐらいまで制御できてもちゃんと仕事ができるよ、家の子育てができるよというようなものを仮定しております。

ターゲット2としては、望む人は誰でも特定のタスクに対して2030年に身体的能力ですとか認知能力、知覚能力を拡張する技術を開発するんですけども、そのときに、ただ能力拡張をしたのでは社会が受け入れない場合が起きますので、社会通念を踏まえた新しい生活様式に導入していくということを考えたいと思っております。

そのために、CAの遠隔制御としては、 $1 \times N$ という、遠隔操作者が1名でCAをN台動かして、N人のサービス利用者にサービスを提供するというものと、 $M \times 1$ の遠隔制御、M人の遠隔操作者が協力し合ってCAを動かして、今までできないサービスをサービスユ

ーザー（SU）の方にしてあげるといふような二つの場合を、掛け算で実際は運用されるのかなというふうに思っております。

今大きく分けてPMには、ソシオCAとして個人や集団にサービスを提供するCAを作ってくださいということをお願いしております。基本的には、これは開発者目線ではなくて利用者目線で開発するように指示しております。

石黒PMですと、対話行動CAでホスピタリティとモラルある対話行動を、南澤PMには体験共有CAで身体の制約から解放するということを目指しておりますし、金井PMは、Brain Machine Interfaceを使って思い通り操作のCAで、今までできなかった仕事ができるようになるというようなものを目指してもらっています。

もう一つ、体内の健康管理も含めて体内CAとして新井PMには、生体内のCAとして外部から安全・安心に遠隔操作して臓器の中の健康モニタリングができるもの、山西PMには、自分が持っている細胞をアバター化して、体の中の状態を安全・安心に医師とか専門家が遠隔操作して、異常が見つかったら処置をして自分自身も死んで外に出ていくというようなものを考えております。

こういったいろいろな種類のCAを共通のインターオペラビリティ、相互接続性を満たすようなプラットフォームとして、今こういうものをCA基盤として考えておまして、現在、水色の部分と、下の各コンポーネントと各CAアプリの対話行動に限るものだけは標準化が今年できそうだということになっております。まだ茶色の部分は、もしフェーズ2に行けたらば、しっかりその部分を開発していこうと思っております。やっていないわけではないのですが、スタートしている最中でございます。あと重要な点は、目標3とも連携してこの標準化を進めております。

プログラムのポートフォリオでございますが、2050年の目標を達成するために、2030年のマイルストーンでは、先ほど説明しました生産性向上と生活の豊かさを両立できるCA基盤と健康管理能力を推進していきたいというふうに思っております。

それでは、2030年のマイルストーンを実現するために、2025年では少なくとも自分に合ったCA、例えばALSの患者さんも高齢者の人も、一般の子育てをしている方が会社の仕事も一緒にやるというような、自分に合ったCAで能力を拡張できるというものを開発して社会参加をできるようにする。それと同時に生体内CAでは、生体内を見える化する技術を推進していきましょと、この目標1がちゃんとできたかどうかというのは、

縦軸の二つの指標を設定しております。先ほど言ったCA利用者(→トル)分野数というのは、下に書いてございますが、CA市場産業数と非市場産業数の和で表現されます。指標2の方は、CA利用者数として労働人口が2020年から50年に掛けて30年間で1,800万人減るといふ予測もありますので、これをCAの能力拡張で補う。又は65歳以上の高齢者数が働けるうちはいつまでも働く者に算入していくと、あとは今ドバイでやっておりますような、外国人のCA利用者数が増えることによって日本のGDPの生産性を上げるといふことを指標2としてやっております、これらはシンクタンクを使って調べてもらおうといふことを進めております。

結果として7PMでございますが、左の5人はCAを開発している人、右側の2人は社会通念を踏まえてといふことで、社会受容性の安全・安心を確保するものとして新保PM、ネットワークの信頼性確保という意味で松村PMを2022年度から採用しております。

世の中の動向でございますけれども、ソシオCAについては、研究の方向性やアクティビティはユニークであるといふような客観的なデータ分析もされております。

16、17ページ、18ページには、その詳しい内容を御覧いただければと思います。

体内CAにつきましても、新井PMがやっております、カプセルの中の新しい複数のカプセルが連携してやるようなものは、消化管のpHを動かしてカプセルの開閉をするのですとか、電磁誘導で動かすとか、そういうものはあるんですけれども、例えば消化管の中の時空間的な体内環境情報を定期的に自分の癖として学習するようなものは、まだできておりません。

あと山西PMについても、細胞内CAは世の中やはりデザイナー細胞、ナノマイクロロボットなどが急激に競争が激化しておりますけれども、我々が狙いたいのは、最終的には常時見守り可能にするような生体内の確保といふことをやっておく細胞内CAにターゲットを置いているという点が、今までと違う点かと思っております。

あとは状況でございますが、世界が1人1体のアバターを動かす時代に、我々は1人で複数体のCAや複数人の遠隔操作者で1体のCAを操作するといふアプローチと、それらが1,000体ぐらい重なっても動かせるよといふことをCA基盤として今現在作って、OMGという国際標準化でもサービスの規律記述ですとか相互連携接続性、インターオペラビリティについても国際標準化ができつつあります。当然ですが、目標3とも連携して今後とも進めていきたいと思っております。

石黒PMは2024年9月までに実証実験を74件やっておりますが、ただやっているわけではなくて、いろいろな対話行動の場面を想定して、世界的に音声認識とか合成の技術も学会で賞を取っていたり、着実に伸びていると思います。

あとはドバイで始めています国籍や文化の違いを乗り越えた販売促進についても、将来的なGDPを海外の人に頼るといった一つのアプローチを進めつつあるかと思えます。

南澤PMが取り組んでいるものは1人5体のCAということですが、これ自身も重い障害を抱える人自身が自らやりたいということでやってきたものでございまして、CAをただ1×Nできればいいというものではなくて、使う方の気持ちになって増やしていくと、2人で1体のCAを遠隔操作して、1か月以上の継続的な遠隔就労も実現して、Ars Electronica Festivalでも賞をもらっていただいております。

金井PMについても、イーロン・マスクを始め世の中、アメリカは開頭手術がメインですけども、極低侵襲のカテーテルでBMIをやれば体に負担をしないことができるというのを、豚のレベルでございましてけれども、うまくいきそうだと、脳内の深部まで計測できるものができつつございます。

新井PMにつきましても、世界最小クラスの画像センシングとか温度、pHの技術ができつつあります。

山西PMについても、in vivoのレベルで標的細胞、検査用細胞、除去細胞の3種類の細胞同士の情報のやり取りをするレベルまで前倒しして進んでおります。

重要な点は、社会受容の件で新保PMが、CA適合性評価制度というのを前倒しして実現しつつあります。これは皆さんよく御存じのEUのAI法は、このCA適合性評価制度がまだできない段階でCAを使って、CAということじゃなくてEUはAIでございましてけれども、CAの適合性評価制度というのは①から⑤から成るようなもので、今回の万博にも石黒館には、このCAを貼ったアバターが展示されることになっております。

○笠井上席フェロー 萩田PD、あと2分でございます。

○萩田PD プログラムマネジメント上は我々は、いろいろな成果が各プロジェクトから出てまいりましたので、プロジェクト横断型会議というのを3回開いておりまして、もしフェーズ2に行けたときに、これからスケールアップするようないろいろなCAの組合せ的な研究をどう進めていくかみたいなことも、今から検討しております。

あと国際アドバイザーボードの先生を入れていろいろな視点から意見を頂きまして、国

際連携強化だとか企業との連携強化、サイエンス強化ということを言われて指摘されております。

あとは、最終的にはこういう目標イメージを2030年で描いておるんですけども、その技術的な課題は、先ほどから言っています異なるCAの組合せによってどうやっていくかという、今後の2030年のポイントと、国際的実証実験推進のための拠点をどうやって拡大していくかと、あと目標3との標準化連携をどうするかということと、CAの分担遠隔操作法、最後に、生産性向上と生活の豊かさを両立するための健康管理CAシステムの開発を努力していきたいというふうに思っております。

少し延びてしまいましたが、この後に総合評価について中島部長の方からお願いいたします。

○中島部長（JST） 萩田先生、ありがとうございます。

それでは、続きまして、JSTより自己評価結果について御報告いたします。

ムーンショットの運用評価指針にある評価項目に沿って、法人としての自己評価を行った結果でございます。総合評価としては、マイルストーンの達成あるいは達成への貢献が期待どおり見込まれ、成果が得られていると判断いたしました。時間の関係から、総合コメントのポイントのみ紹介させていただきます。

萩田先生から御説明いただきましたとおり、5年目となる2025年のマイルストーン、自分に合ったCAで能力拡張と社会活動参加、生体内の見える化技術を促進に対して、御紹介があったとおり様々な成果が得られております。5年目終了までにマイルストーンは順調に達成できるであろうと判断しております。

一方、研究開発を今後進めていくに当たって特に留意すべき点として4点挙げられました。

一つ目は体内CAの定義についてです。体内CAの普及に当たっては、既存の医療技術と体内CAの違いを明確にすることがポイントとして挙げられました。今年度、萩田PD及び全プロジェクトマネージャーが、共著でポジショニングペーパーを有力ジャーナルから発表され、国際化に向けたサイエンス強化を行ったように、医療分野の研究者の理解を深めるには、例えば一般的な医療ジャーナルに投稿するというような取組も重要と考えております。

○笠井上席フェロー 中島部長、ありがとうございます。時間が過ぎておりますので短めをお願いいたします。

○中島部長（JST） あと3点留意点がありますが、それでは、御覧のとおりということで、これら4点を強く認識して、萩田PD共々事務局も引き続き研究推進支援を行ってまいります。

以上です。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。本当に内容が盛りだくさんで皆さん御議論いただきたいことが盛りだくさんなのですが、ただいまの御説明について先生方から御意見を頂ければ幸いです。よろしく願いいたします。

須藤先生、お願いいたします。

○須藤委員 説明ありがとうございました。

ちょっと話が戻ってしまって申し訳ないんですけども、2023年のターゲット、マイルストーンというところで、五つの市場産業と非市場産業でCA適用性があることを確認したということが書いてあるんですけども、これはどこかに具体的に示されているんでしょうか。中身を、スタートのところで重要なところなんでもう一回確認したかったんですけども。

○萩田PD 確認というのは、実証実験で確認するのと、一部、石黒PMのところは自分の会社を作って、そこら辺の実際コンビニ等で1人の遠隔操作者がサービスをアバター複数台を動かすと、1人の人が、そういうことをやっております。

○須藤委員 石黒先生のはよく分かるんですけども、他のところで確認できたというのは何か資料があるんですけど。

○萩田PD 他のところは、逆にこれからでございます。石黒PMがやったというふうに書いていないだけでございまして、他のところは、例えば分身ロボットカフェは、南澤PMの方で具体的な飲食等で実際サービスインをしていると思うんですね。そういうものはありますけれども、これからフェーズ2に向けて進めていくという、まず、どちらかというところ16市場産業の中でサービスの方から入って入っていますということでございます。

○須藤委員 分かりました。まだ確認できていないということなんですね。

○萩田PD 確認というか、一応それで私もシンクタンクに調べてもらって、一応ここら辺から入っていけそうだとということと、その市場の規模も内々、内々じゃなくてちゃんと調べてもらってという。

○須藤委員 はい。多分これから進める上で重要なところなんで、これ具体的にここを示して

いただいた方がいいかなと思うんですよね。

○萩田PD 分かりました。そうですね。はい、承知しました。

○笠井上席フェロー 先生がおっしゃるように、未来に向けた議論をしたいですね。

○須藤委員 よろしくをお願いします。

○笠井上席フェロー 梶原先生、お願いいたします。

○梶原委員 梶原です。ありがとうございました。

別の観点の質問ですけれども、石黒先生のところが進んでいるということに聞こえてくると、そうすると今後、石黒プロジェクトのところでは何に注力をしていくんだらうかという、そういったような関心というんですかね。

○笠井上席フェロー おっしゃるとおり、ある程度成果が出ているので2030年以降どこを狙うか、そういった明確、ターゲットの変更が必要だと思うんですよね。

○萩田PD 一言で言うと対話行動というところですね。今、他の市場産業に広げていくときにどこの市場産業も、ただ機会が無言で動いていくよりはインタラクティブにやりたいという要求がございますので、そこに石黒さんたちが使っていたものを組み合わせさせてやっていくと、それが最後、時間が余りなくてできておりませんでした、説明がちゃんとできておりませんが、ここら辺の異なるCAの組合せによる、場合によっては今までの規模のタスクだとできたけれども、もうちょっと大規模な規模、平時とか有事の場合の新しいサービスにも適用できるということを考えますと、力学的なものだけではなくて対話と連携するようなサービスが今後必要になってくるでしょうと、それが多分ムーンショットで今までできなかったタスクをできるようになるという、一つの目標につながっていくんではないかなというふうに思っております。

○梶原委員 ありがとうございます。

もう一つ質問がございまして、目標3との連携を進めていらっしゃる件なんですけれども、標準化のところを大分おっしゃっていますが、目標3の同じようなロボットといたしましょうか、そういったものを使っていくという意味で、社会受容性みたいなところでの連携というのはあるんでしょうか。いかがでしょうか。

○萩田PD 確かにおっしゃるとおりで、ありがとうございます。本当に異なるCAを組み合わせ初めてできるような社会受容性というのは、有事の場合とか、これから今まで見過ごしてきた部分を、そういう連携することによって、AIロボットとCAが連携すること

によってできるものが今後増えていくんだと思っておりまして、そこらあたりをターゲットに連携していきたいと思います。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

梅澤先生、お願いいたします。

○梅澤委員 梅澤です。御説明ありがとうございます。

ソシオCAに関しての質問です。実証実験として興味深くて、メディアに取り上げてもらえそうなものがいろいろ出てきているというのは理解をしています。

一方で、これ本当にその産業に実装をしていこうと考えたときには、おそらく機能価値もまだまだ上げなければいけないし、それからコストも考えなければいけないし、それから産業自体のプロセスをいろいろな意味で見直していくというトランスフォーメーションも必要になると思いますと、そう考えると、実証実験をやって何かが動くことを実証したいというテクノロジーアウトの考え方だけではなくて、実装することを想定する産業側からのマーケットインの発想が必要なのではないのでしょうか。

○萩田PD マーケットインの話だと思うのですが、実際、石黒さんたちもベンチャーをやって、シンクタンクだけの分析とか実証実験の分析だけではなくて、実際切り出せていけるところから実験をして、実際の事業の中に入れていって、例えばN倍速くなったからといって給与がN倍になるわけではないので、そこらあたりも含めてどういうふうに実装していくかなということも、実際の事業化の中でもデータが出つつございます。

ですから、私も梅澤先生のおっしゃるように、実証実験だけで全てを言う気は全くなくて、逆に、もしフェーズ2に行けたらば、そういう実際のスタートアップや何かが実際入れてみてどんな効果があるのかということを実証していきたいなと、それはどこまで公表できるかは分からないですけども、実際のデータとして取っていききたいなというふうに思っております。

○梅澤委員 ありがとうございます。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

福井先生、お願いいたします。

○福井委員 福井ですけれども、プレゼンテーションありがとうございました。

私からは一点、質問です。ソシオCAそれから体内CAとも非常に興味深く、社会全体に大きな影響をもたらすのではないかと思います。

1点は、体内CAにつきまして、これは病気を持っていることが分かっていない人に、体に侵襲を与えてモニタリングのための機器なりを体内に入れることとなりますので、そのことが科学的に言っても倫理的に言っても許されるかを、医療関係者は評価をしないと、それを社会全体で受け入れるとわけにはゆかないというふうな考え方が根付いているものですから、このような生体内CAなり細胞内CAの装着が、人にとって、また社会にとってこれだけのメリットがあるということを実証することも、是非考えていただければというふうに思いました。

以上です。

○萩田PD ありがとうございます。福井先生のおっしゃる体内CAの扱いについては、本当に利用者の視点を重視して進めていこうと思っております。今、同時にいきなり体内CAだけじゃなくて、我々が普段からやっております、血液を見てCAを使う前と使う後で自分の中のいろいろな物質がどのように変化するかというのを、個人性も含めて調べながら、最終的には山西先生のプロジェクトとかと連携して進めていこうというふうに思っております。段階的に世の中に受け入れるにはどういうシナリオがあればいいかということ、今後、臨床医の方も人数を増やして進めていこうというふうに思っております。

以上でございます。

○笠井上席フェロー 福井先生、よろしいでしょうか。

では、波多野先生、よろしく願いいたします。

○波多野委員 ありがとうございます。

一つは、先ほどの体内CAに加えてBrain Machine Interface、超低侵襲というのがすごく特徴ある技術だと思うんですが、それは超低侵襲であれば、脳のモニターを健康な人であっても大丈夫だというような今世界的な合意ができつつあるんでしょうか。

○萩田PD まだ全くできておりませんで、極低侵襲のBMI技術ができるのかというところを、まだ豚でやっている段階でございます。

○波多野委員 ルールメイキングも先導して進めていらっしゃるのも注目しておりますが。

○萩田PD おっしゃるとおりですね。今これをユネスコで今やって、金井さんも副議長としてやって、今、勧告を作ろうという段階でございます。

○波多野委員 倫理的、宗教的な観点から難しいところがあるとは思いますが、状況を共有い

ただければと思います。また三つの大きな目標のレベル感が、ターゲットも少し違いますので、今後5年間どういうふうにマネージされていくんでしょうか。三つの会議を何回かされたとおっしゃっていましたが、将来の構想について教えてください。

○萩田PD 最初このプロジェクトを始めたときから、初陣を飾るチームと、その後になって更に後になるチームがあるということを前提として、2020年からスタートしております。それが実際前倒しして進めているかなということなので、早く前倒しで、その前倒しは若手がいっぱいいるプロジェクト、南澤さんとか山西さんの方がどんどん前倒ししてくれないかなというふうにPDとしては望んでおまして、波多野先生がおっしゃるように、できるだけ2030年の頃には、同期できるようなPDのマネジメントを進めていきたいなと思っております。少なくとも新保PMはさんから何から前倒しして進んでいるので、何が一番重要かというのをよく見ながら、プロジェクト間で徹底的に議論しながら進めていこうかなというふうには思っております。

以上です。

○波多野委員 ありがとうございます。

特に、石黒先生のアバターは生成AIが出てきてから急速に進んできていると思いますので、このムーンショットスタート時とは大きく状況が変わってきていると思いますので、その進んだ分をほかのプロジェクトが、例えばBrain Machine Interfaceを実装していくことで追い掛けるというところが、ゴールだと思うのですが、それは社会的なインパクトも含めてお考えいただければなと思いました。よろしくお願ひします。

○萩田PD 人材育成も含めて、プロジェクト間でそういう金井PMと石黒PMがやるとかというのも現在進めつつございます。

○波多野委員 ありがとうございます。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

ほかに先生方から御意見があればお願いします。もしなければ川上審議官、何か今までのところで御発言があれば是非お願いいたします。

○川上審議官 まず先生方、いろいろな御意見、御質問をいただきありがとうございました。

先生方から御質問、御意見があった中で、AIの出現等で進展があり、それに対して適正にポートフォリオ等を組み直す、ターゲットを変更することが必要なのではないかという

御意見がありましたので検討をお願いいたします。それが1点です。

それから、健康体への侵襲、体内アバター等は非常に社会受容性等、E L S Iに関わる重要な内容でございます。体内アバター、B M I等に対して専門的な御意見を言っていたりするようなサブPDやアドバイザーの方を必要に応じて追加し、広く意見を吸い上げることが必要だと思います。是非御検討いただきたいと思います。

それから冒頭に御発言がありましたが、目標3との連携について、基礎技術、標準化、E L S I等をしっかり強化をしていただけるとよいかと思います。

私からは以上でございます。よろしくお願いいたします。

○笠井上席フェロー 川上審議官、ありがとうございました。

では、今後、このような形で進めさせていただくということで、先生方、よろしいでしょうか。

どうぞ、梅澤先生。

○梅澤委員 すみません、初めて話をちゃんと伺っているので素朴な質問で恐縮です。梅澤です。

これ大きく三つの分野の取組をされていると思うんですけども、素人目から見ると、この三つに強い連関性があるように見えていなくて、かつ、三つともかなりチャレンジングな取組をされているようには思いますと、この三つを一緒に進めていく強い必然性がもしないのであれば、例えばこのプログラムを分けて、それぞれに専任の例えばチーム、アドバイザーチームを立てていただいて進めるとか、いわゆるプログラムの再構成みたいなことを考えるタイミングではないのかなというふうにも感じたんですが、いかがでしょうか。

○萩田PD これは私自身は、例えば仕事がN倍進んでしまうというときに、一般の利用者の立場に立つと、体がどのくらい疲れるのかというのを今見えるすべがなく、そこを病気だから何とかというよりは、健康であるためにも同じCAが、ミクロのCAがそこら辺を見てくれるというような一つの未来像を思っていていきたい。ある意味化合物として社会課題1と社会課題2のものを一緒にしてやっていかないと、将来的には片方だけできていても難しいのではないかなというふうに思っております。その辺についても皆さん方から今後いろいろな御意見を頂きながら、どういうことが利用者の立場に立って有益なのかという、2050年の未来社会を抱きながら進めていければなというふうに思っております。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。貴重な御意見ありがとうございます。

では、川上審議官がまとめてくださった方向性でこれから進めさせていただくということ
でよろしいでしょうか、先生方。

皆さんうなずいていただいておりますので、よろしいと受け取って進めさせていただきます
す。ありがとうございます。

○萩田PD ありがとうございます。

○笠井上席フェロー 萩田先生、御説明ありがとうございます。おかげさまでいい議論にな
りました。

○萩田PD 失礼いたします。

○笠井上席フェロー はい、ありがとうございます。

では、続きまして、目標2におけるプログラムの進捗・自己評価について、JSTから御
説明いただきます。目標2についても、後半5年に向けた大事な時期となっておりますの
で、今後の方向性について等、御議論いただければ幸いです。よろしく願いいたします。

○中島部長（JST） 再度JSTです。

同じく目標2について、プログラムディレクターの祖父江先生から最初に研究開発プログ
ラムの概要、進捗状況、今後の方向性について御説明をお願いします。よろしく願いま
す。

○祖父江PD 目標2の説明をやりますので、よろしく願いいたします。

これは「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」
ということで、研究開発プログラムの概要は何度もお話ししておりますので、簡単に済ま
せたいと思いますが、何を目的にしているかという、疾患発症前に予兆をつかんで、そ
の予測、予防ができる社会を、いろんなプロセスを通じて実現していきたいということ
でございます、これはマイルストーンでございますが、最初はその予兆の検出ができる基
盤というので、これは完成していますね。

それから、超早期というのがこの予兆になるんですが、あるいは未病というふうと呼ぶ場
合もありますが、マーカーが開発されているというのが現在の状態で、2030年にはそ
れをハンドリングして社会実装に至ることができるということでもあります。

私どもは、がんを始めとする四つのアンメットニーズの高い疾患を対象にして、それを横

串的に刺すような形で数理科学的基盤、数理を一緒に重ねながらやっていくということが、ここに出っていますが、非常に重要なプロセス、ターゲティングのプロセスだというふうに考えております。

研究開発プログラムの状況に入りますが、まず国内外のベンチマークと比較して、我々の位置はどうかということでございますけれども、これが先ほどお示した4領域プラス数理のところですが、御覧になれるように、超早期とか早期というのが非常に論文数が少ないんですね。超早期になりますと、ほとんどないというような状況になっておりまして、これをターゲットにしてきちんと展開しているグループは非常に少ないと。

ですから、本プログラムが今後優位性を示していくことができるのではないかと考えておりますし、それから超早期、早期に限って、我々の論文が国内外の対象論文と比較してどうかというのがこれですが、五つぐらいの指標軸で見えております。赤い字で書いてあるのは、その指標が国際的なものに比べて優位に高いということでございますが、結構複数で優位性があるということが見て取れると思います。

それから、これはやはり同じ領域で主要助成機関、世界の上位15機関から出てきた論文を並べたものでありまして、総論文数と直近2年間の論文の伸び率というので見ておりますが、これがMS2でありますけれども、いずれの領域でも非常にアウトスタンディングに高いということが見て取れるのではないかと思います。

そのほかの指標も、一々御説明しませんが、非常にいいところにございまして、目標2のプロジェクトは、いろんなベンチマークと比較して優位性があるというふうに言っていると思います。

それから、個々の革新的な取組をちょっと今からお話ししますが、私どもは後半5年に先行して社会実装を進めるテーマと、それから、ロングタームで社会実装に向けていく革新的基盤テーマと二つに分けて順位付けをして、選択と集中を行っております。

ここから個々のものを御説明しますが、これはがんのプロジェクトであります。膵がんの超早期からの発症プロセスがまだ十分、本当の意味で明らかになっていないんですね。ですから、この超早期というものを臨床検体から作成したオルガノイドを用いて、バイオリジー手法あるいはデータドリブン型の手法によって、時間軸の変化をみることで、膵がんの発生の自然史を研究していくことは世界初になります。

超早期分子マーカーの抽出、これはたくさん取れてくるだろうと予想されます。それから、

超早期のバイオバンクにつながるだろうと。

その中で超早期のマーカー候補がスピニアウトしてきておりまして、それを超早期診断、あるいは介入に向けて社会実装に持っていくという目標に向けて研究をしています。例えばここにたんぱく質Xと書いてありますが、これが超早期の非常にいいマーカーであろうと。それからマイクロRNA、それから3種の分子が取れてきておりまして、「企」と書いてあるのは、企業連携が成立して、今企業と一緒に進めているということを示しております。

これは糖尿病でございまして、糖尿病プロジェクトの研究者は2008年に電氣的刺激、神経ネットワークを示しております。目標2では、電気刺激あるいは化合物の刺激によって膵臓のベータ細胞が増殖、活性化するということが見られております。迷走神経の電気刺激、あるいは化合物による刺激によってベータ細胞の増殖や活性化で、糖尿病の予防法に繋がる薬剤、サプリメントの開発に至るのではないかとということで、研究をすすめています。

糖尿病プロジェクトにおいても社会実装ができるスピニアウト型のテーマが出ておりまして、糖尿病の多臓器不全の機序がわかってきており、いいマーカーが取れてきておりますし、ゲノムで合併症の予測ができることが出てきておりますし、それから心電図から糖尿病の非常に早期の検出が可能になってきておりますし、それから心不全の予測が可能であるという方向が見えてきております。

それから腸内の細菌によって、肥満を防ぐという方向が出てきておりまして、先ほどと同じように、この「企業」、「企業」、「企業」というのは、企業と開発を進めている、実装化の最中にあるというものであります。

これは認知症の領域でございまして、私どもはパーキンソン病の異常たんぱくである α シヌクレインをPETで可視化、あるいは血清中の微量な α シヌクレインを検出するというのを企業と連携して開発に成功しておりますが、これを数理を使って世界的にも超早期のマーカーとしての標準化を行っていきたいと考えております。

それから、超早期にはいろんなものが動くんですが、一つ重要なものは、自然免疫担当細胞におけるあるマーカーが一過性に上がるということがヒトでも見られてきておりまして、実装化を目指しています。ほかにも幾つかマーカーがございまして、これを実装化していこうということでございます。

それから、これは感染症プロジェクトなんです、新型コロナウイルスで重症化をつかさどる細胞群を発見しております、これは肺のフィブロブラストなんです、それを数理モデルで解析すると、重症化をする因子というのが見つかってきて、それを阻害剤で阻害してやりますと、発症が予防されると。発症が完全に抑えられるということで、動物レベルですが、それをヒトのレベルへ持っていこうということになると、これはチャレンジ試験といいまして、ヒトに例えば新型コロナウイルスを打って、それをこの阻害剤で予防できるかということを見る会社がイギリスにございまして、そこに頼むかどうかということでございます。

それで今12種類の感染モデルが成立しております、上と同じような観点で宿主反応パターンで分けることによって、非常に早期からパンデミックに対して予防効果を発揮するシステムづくりができるのではないかとというのが最終目標であります。

これが数理プロジェクトの成果の一つでございますが、潰瘍性大腸炎などの炎症性腸疾患モデルを数理的に解析して、その中から出てきた超早期マーカーを導入しますと、発症が抑えられたということで、これを今ヒトで検証しようとしております。炎症性腸疾患は繰り返して再発をしますので、その再発を予防することに使えないかということ今検討しているところであります。

それから、ラマン分光顕微鏡というのをを使って多発性骨髄腫、あるいは急性骨髄性白血病の超早期の検出に成功しております、これを今企業とともに医療機器として開発するところです。

それから、心電図を使って、数理モデルでより精密に心筋梗塞の予測をやっていこうということで、これも企業が付いてございまして、今実用化の真っ最中でございます。

それから、これがPDのプロジェクトマネジメントですが、超早期という、先ほど来出てまいりますが、その概念というものを作ったということです。それから、後半の社会実装に向けた取組をガントチャートを用いた計画策定、あるいはアドバイザーを3名付けて、実際にアドバイスをしながら各グループを回るということをやっております。

それから、バイオと数理の合同の会議を立ち上げたりということをやっております。

それから、もう一つ非常に重要なテーマは、世界に類を見ない……（統合データベースの構築を行っております）

○笠井上席フェロー 祖父江先生、恐れ入ります、JSTからの自己評価も含めて、あと4分

でございます。成果がたくさんあって大変だと思いますが、よろしく願いいたします。

○祖父江PD 分かりました。急ぎます。

こういう新しい形のデータベースを作ろうとしているということです。

あと、産業界の連携、橋渡し、国際連携、広報、アウトリーチ活動、E L S I の実際に社会と組みしながらやっていく、あるいは自治体との連携、バイオと数理の連携、それからこれは超早期の作業概念の設定です。それから、これは社会実装に持っていくためのプロセスについてのガントチャートを作っていたらいいということになります。

今後の方向性は7つぐらいありますが、これは御覧いただいた方が早いと思います。ベンチマーク、社会実装化、数理理論の拡大、それから次世代型データベース、それから多臓器のネットワークの検証から実装化、それからバイオ、数理、イメージングの連携、それから社会の賛同を得た研究推進、これは非常にたくさんがあります。

この後、自己評価で約2分ちょっと残っておりますので、ここで中島さんの方から自己評価結果をちょっと御説明いただきます。

○中島部長（J S T） 祖父江先生、ありがとうございます。

J S Tより自己評価結果について御報告いたします。

次のページをお願いいたします。

総合評価としてはマイルストーンの達成、あるいは達成への貢献が期待どおり見込まれ、成果が得られていると判断いたしました。

ポイントのみ紹介させていただきます。祖父江先生から御報告いただきましたとおり、25年のマイルストーンに対しまして、様々な成果が生まれ、着実に研究が進んでいると認識しております。また、統合データベースの構築についても着実に進展しています。

昨年度の間評価からは、超早期の概念共有を含めたプロジェクトの統一感を一層高めることが課題として指摘されていましたが、今年度、プログラムディレクターのマネジメントが有効に機能し、研究開発成果の創出につながってきたと評価されました。

一方、今後研究開発を進めていくに当たって特に留意すべき点としては、各疾患におけるバイオマーカー、これは順調に同定されているものの、社会実装に向けてはより多くの候補マーカーを同定して、その中から信頼性が高い、実用可能性の高いものを選択できるようになっていくことが必要だという指摘がありました。

また、発症予測だけではなくて、予防法も併せて開発されることで、疾患の予兆を知らさ

れることに対する社会受容性が高まると考えられますので、今後は予防法についても注力することが重要というコメントがありました。

これら留意点を強く認識して、祖父江PD共々事務局も研究推進支援を行ってまいります。以上です。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

それでは、祖父江先生とJSTの御説明について、先生方からの御意見を頂ければと存じます。どうぞよろしく願いいたします。成果が多過ぎて、いろいろ大変だと思うんですが。

梅澤先生、お願いいたします。

○梅澤委員 御説明ありがとうございます。大変重要なテーマで、かつたくさん成果があるということで、大変期待を持って伺いました。

1点お伺いしたいのは、数理分野の重要性、これは多分5年前にこのプログラムをスタートしたときから比べると、圧倒的に外部環境変化が大きくて、恐らく当初想定されていたものよりも、大分数理の部分でブレークスルーが可能になっていることは明らかかなというふうに思います。

それを受けていろいろなプロジェクトで連携をされているということは、今日の報告でも理解をしましたが、もうこれは抜本的にこのプログラム全体の構成を見直すとか、あるいは資源配分を大きく変えるとかという必要はないのでしょうか。あるいはもう既にやられているのでしょうかというところが気になっています。

○祖父江PD どうもありがとうございます。先生がおっしゃるとおりで、この目標がスタートというか、ディスカッションしていた5年ほど前は、数理は必要ないんじゃないかという意見も結構あって、そういう御意見を越えて、数理のグループをきちんと各グループの中に忍び込ませたというか、入れていただいたというのが実情でございます。

それで、先ほどのデータベースの件もそうですし、共同研究をどんどん推し進めるためには、AIも含めた数理モデル、あるいはAIの両方のアプローチが必要だということで、今合原先生がこれを担っていただいております。合原先生は非常に数理関係の応用数理の非常に太いパイプを全国的に、あるいは世界的に持っていただいておりますので、追加予算を2年前でしたかね、数理のところでもかなりの追加予算を入れました。

ただ、今後、このデータベース、既に去年までが27テラベースですけれども、今年は1

83テラベースまで増加してきておりますので、これを保存し活用するという方向を向かせるには、更に予算的なもの、サポートが必要だと思いますし、それから合原先生に若い研究者を全国的に探していただいて、若い人向きのミーティングを今やり始めたところでございます。

○梅澤委員 ありがとうございます。これは祖父江先生に申し上げるというよりは、もしかしたら政府に対してということかなというふうに思うんですけども、結局この分野、数理を応用したライフサイエンスというのは、本当にもう世界中ですさまじい投資競争になっていて、少しずつやっていますでは全然追い付かないものがいっぱい出てくるんじゃないかなと思います。

人材も決定的に日本は不足しています。不足をしているんですけども、今まであんまりライフサイエンスを触ったことのないデータサイエンティストの人たちを、大量にここの分野に引っ張り込むと、多分良質なデータセットはたくさんあるし、それからアウトプットにつながる可能性もあるテーマがたくさんあるので、本当にそういう人たちを総動員をして、この分野に突っ込むぐらいの何か大胆な動きをすべきタイミングじゃないかなというふうに思ったので、これはどちらかという政府に対しての意見ということで申し上げさせていただきます。

○祖父江PD ありがとうございます。それに似たことを合原先生を中心に今、若い人をどんどん導入するというをやっておりますので、それに対応できる予算的な側面がどうかというのは、先生がおっしゃるような形で、是非よろしくお願ひしたいなというふうに思います。

○梅澤委員 ありがとうございます。

○笠井上席フェロー 内閣府としてもしっかり受け止めさせていただき、ターゲットも含めて変更すべきだという御意見と受け止めました。ありがとうございます。

福井先生、お願いいたします。

○福井委員 福井です。祖父江先生、プレゼンテーションありがとうございました。

三つほど簡単に。言葉として超早期の定義というのは、簡単な定義があるのでしょうか。といいますのは、疾病によって全然進行速度が違いますし、どれくらいの期間をもって超早期と言うのかというのは、なかなかイメージするのが難しいものですから、もし定義で

分かりやすいものがありましたら教えていただきたいというのが一つです。

それから、二つ目が、非常に早く疾病を予兆できることによって、予防法ができるか、あるいはより高い治療効果を上げられるかという、その二つのどちらかがないと、早く知っても意味がないわけです。したがって、その二つ、予防法、あるいは治療効果について、今後診療ガイドラインに取り入れられるような、又は既に取り入れられているような、そういう事柄はあったんでしょうか。

三つ目が、これだけたくさん成果が出ていますので、先生のグループからの学術論文はどれくらい出ているのか、もし教えていただければ有り難いです。

以上です。

○祖父江PD どうもありがとうございました。

まず、超早期の定義ですが、MSのプログラムとして作業概念というか、超早期、病気、例えばがんならがんの形になる前の超早期というのは、どこまで遡れるかというのは、ちょっと今本当のところは分かっていないわけです。だけれども、健康な状態から逸脱し、何かの異常が検出され、介入することによって、疾患の発症、予防、軽減、遅延などが可能な状態と考えております。

今、先生がおっしゃったように、疾患によって全然考え方が違っているというのも事実でございまして、例えばウイルス感染症であれば、感染したときの時期というのは大体分かるわけですが、それが発症して、重症化するかどうか、あるいは死亡に直に結び付くかどうか。重症化する人と重症化しない人がいますよね。その前のバイファケーションポイントのところ未病になるだろうというふうに一応想定して、そこから重症化へのプロセスを予防できるものというのを一つの考え方としています。

ただ、例えば糖尿病なんかで見ても、未病、あるいは超早期1、超早期2、超早期3という、いわゆる多重のプロセスを重ねながら発症に至る、あるいは重症化するという、そういう疾患モデルもどうもあるんじゃないかということで、今そこもまた多様性が出てきております。

○笠井上席フェロー 福井先生、いかがでしょうか。

○祖父江PD 今の説明でいいですか、福井先生。

○福井委員 実はこの文章で予防軽減、遅延等が可能な状態というのは、これは超早期に発見したときには分からないことですよ、まだ。

○祖父江PD まだ分らないです。

○福井委員 ですから、全体のストーリーが分かって初めて言えることであって、超早期というのがどういう状態だというのは、被害予防、軽減、遅延等が起こってからではなくて、その前に知りたいことなので、何か行ったり来たり議論がしているんじゃないかなと。

○祖父江PD ちょっとそこは行ったり来たりすると思います。ただ、動物モデルというのが非常にいいものが幾つか出てきておりまして、先ほども出てきた例えば炎症性腸疾患モデルとか、あるいは、もう一つメタボリック症候群のモデルとか、あるいはウイルス感染のモデルなんかは、モデル自体が非常にヒトにシミュレートできるものが出てきておりまして、そういうものでは予兆を見ていく超早期を何かインターベンションすることによって発症を抑えるというのは、動物レベルでは出てきているんですね。

ところが、これをヒトにどう展開していくかというのは、これはやっぱりちょっと時間が掛かる今後の課題だというふうに思っておりまして、それは幾つかの先ほど御説明した複数あるいは三つ、四つのもので、予防という観点で何ができるのかということを検討しているというのもあります。

3つ目の質問になりますが、これは先ほどのときにも福井先生がおっしゃってございましたけれども、学術論文は一番最初のベンチマークのところちょっとどれぐらいの論文があって、どういう、世界との比較をさせていただいたんですが、具体的などという論文がどれぐらい出ているかということのリストは、これはもうありますので、もし必要であれば、福井先生の方に改めてお送りさせていただきます。

○中島部長（JST） 事務局からよろしいですか。

論文の総数でしたら4,511件で、国際学会招待講演数は1,500件強、受賞件数は600件強ございます。（目標3の質疑終了後に修正・補足説明を行い、「目標2で限定しますと974件、国際学会の招待講演数が363件、受賞件数が123件でございました。」とした）

○笠井上席フェロー ありがとうございます。多分お答えとしてはそれで十分だと思います。

○福井委員 二つ目の質問として、既に診療ガイドラインなどに組み込まれているものがあるのかどうか。

○祖父江PD 組み込まれたところまでいっているのはまだないです。うちのもの発で診療ガイドラインに組み込まれたというのは、まだございません。

○福井委員 結構です。ありがとうございます。

○笠井上席フェロー 祖父江先生、福井先生、ありがとうございます。

須藤先生、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す。各プロジェクトごとに至近でやるべきことと、少し長期でやるべきことをきちんと分けて説明していただいたので、非常に分かりやすく聞いていたんですけども、この内容を例えば優先順位を付けるとか、そういうことはお考えになっているのでしょうか。

早期のやつにお金を注入するとか、長期のやつも全てのテーマを続けていくか、そのあたりのちょっと考えをここで少し決めなきゃいけないと思うんですけども、そのあたりのお考えと、もう一点、至近のテーマで5年間ぐらいで実装と書いてあるんですけども、これは医療関係でいろんな許認可とかが出てきますよね。それを含めた上で、この期間内に社会実装を目指すということによろしいんですか。

その2点です。

○祖父江PD 分かりました。まず、例えば実装化を今後の5年間で推進していくものが、どれぐらい優先順位を付けながら、絞り込みもやりながらやるのかという、そういう今後のやり方の問題だと思うんですが、これはうまく企業と連携が非常にはっきりしたものができてくれば、企業への導出あるいは企業とともに共同開発という形が取れないかなというのが一つ、我々の考えていることであります。それができればいいなというふうに思っております。

それから、我々が並行してずっとやっていく中でも、非常に確度の高いものと、少しやっぱり時間が掛かるもののがあって、これは先生の2番目の御質問とも重なるんですが、どこまでを狙って、例えばPMDAの認可を取るかということまでいこうと思うと、30年までに上市できるというのは、そうはないです。やっぱり前向きのコホートスタディーをきちんとやっていこうと思うと、これは相当時間と労力と健康人の数が要りますので、そこは順位付けをやりながらということになってくるんだと思います。

その順位付けはまだきちんとはできておりませんが、一方では、シーズをたくさん作ってくださいというお話も別から来ておまして、それをどこかで選ぶことはまたやればいから、どんどんシーズを作って、シーズといいますか、超早期マーカーを開発してほしいという、そういう希望もございますので、その辺の兼ね合いをまた御相談しながら考えて

いくということになるだろうというふうに、今は考えております。

○笠井上席フェロー 次、波多野先生お願いします。

○波多野委員 今回の御質問と梅澤委員がおっしゃったように、この分野は競争が激しく、海外の企業、G A F A等は大きな投資をして狙っていると思います。その辺りの温度差というのを少し私自身も感じていまして、このプロジェクトで得られた統合解析のための大規模な時空間のデータというのが非常に貴重で、日本企業が早急にアプローチして、規制緩和も進めスピード感を持ってやらないと、難しいと思います。そのような課題に対してどのように対応されいらっしゃるのか、内閣府で何かできることがあるかを伺いたいです。

○祖父江PD 実はそこは非常に大きな問題で、今アメリカの企業、特にそういうデータベースを物すごく蓄積しているところと組んでやっている人も、この中にはお見えになります。一方では、やっぱり日本の企業を大事にしてくれという話もあります。国際的な展開は、アメリカのそういう展開をしている企業ですと、もう既にデータベースをかなり持っているわけですが、世界標準とか何かの形で組み込んでいただくというパターンであれば良いと思います。しかし、日本独自のものとして世界に打って出るとなると、非常に将来的にはネックになってくる可能性はあるなというふうに感じております。コホート型の、あるいはリアルワールド型でも結構なんですけれども、そういう前向きのを日本国内で整備するという、ただ、結構大型のものもあって、そこに今、個々の方々は入り込んで、そこで何とか実装的なものが見えてこないかという、そういう努力をしておられることは間違いないです。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

○宮園アドバイザー 私はついこの間まで、合原先生のプロジェクトのアドバイザーをやっていたので、利害関係になるんですが発言させていただきますと、このA Iの分野は今、梅澤委員がおっしゃったとおりですごく発展しております。

一方で、例えば平野先生のグループのところ、申請のときも、やはり予測することが重要ということで、いろんなA Iの専門の方々を入れられていまして、ある程度の効果は上げているんですけれども、やっぱりこの分野のA Iの研究者というのは、それほど多くないと。

それに対して、合原先生のプロジェクトは甘利先生がいつもおいでになって、かなり若い人が集まってきているので、合原先生の研究は平野先生のプロジェクトの方々にも時々、

一緒に相談するような、議論するような機会も作っていただけると、ますます発展すると思うので、是非そういった意味で連携を図っていただければなと思って聞いておりました。よろしくをお願いします。

○祖父江PD ありがとうございます。実は合原先生は既に目標7の幾つかだったかな、一つだったかな、グループと共同で進めておられます。目標7と目標2は年に1回か、今までそんなに回数はやっていないんですが、合同のテクノロジーをお互いに交換する場というのを作っておりまして、そういうところから発展して、合原先生はいろいろ数理、あるいはAIによる解析を共同でやっておられるというふうに認識しております。

○笠井上席フェロー その他、先生方から何かございますでしょうか。

なければ、川上審議官、もし今までのところで何かあれば、御発言をどうぞよろしく願いたいと思います。

○川上審議官 幾つかコメントさせていただきます。

一つは、梅澤先生の御指摘もございましたけれども、AI等、近年の数理分野の発展がありました。それから、検討結果の成果も大分見えてきていて、今後臨床研究が始まってくると、費用が掛かってくると思います。大きいインパクトのあるテーマへの重点化やターゲットの変更、ポートフォリオの変更などが必要と思います。

それから二番目は、これは福井先生と祖父江先生の間での議論だったと思いますけれども、超早期の発見や介入、関係する臨床研究に向けたガイドラインや考え方を整備して作成していくことも、今後必要なことと思われました。

3番目は、データベースの構築に関して、多くの社会実装に向けた努力がされているということを理解をいたしました。このような利用法を通じて、ますますデータベースの価値を高めて、国際競争力を高めることが重要です。それから他の数理的な扱いをしているプログラムとの共通課題なのですが、今は国のプロジェクトなので予算が確保できていますが、プロジェクトが終わった後に誰がそれを運用し、どのようにに維持するのかということは必ず問題になってくることです。、これも対策をを考えていただきたいと思います。

それから、梅澤先生の方からご指摘があった目標2と7の連携について、特に数理解析の分野を通じて、是非連携をしていただきたいと思います。

それから、特に数理×メディカルの分野に関する支援の拡大という御要望がございませ

たので、政府の方で一回受け取って検討させていただきたいと思います。

私からは以上でございます。

○笠井上席フェロー 川上審議官、どうもありがとうございました。

では、目標2につきまして、こちらでよろしいでしょうか。

祖父江先生、どうもありがとうございました。

○祖父江PD どうもありがとうございました。また今後ともよろしくお願ひします。

○笠井上席フェロー これからもよろしくお願ひいたします。御説明ありがとうございました。

では、目標3に移りたいと思います。目標3におけるプログラムの進捗、自己評価について、様々な御意見を頂ければ幸いです。

JSTから御説明をどうぞよろしくお願ひいたします。

○中島部長（JST） よろしくお願ひします。

目標3につきましては、目標3の関連分野の動向、先ほどからありますが、AI等の動向に大きな変化があり、自己評価からもプログラムが後半5年に進むに当たって、研究推進に関して大きな見直しが必要だろうと考えております。後ほど自己評価の結果のところでも事務局より説明させていただきますが、まずはプログラムディレクターの福田先生から、研究開発プログラムの概要と進捗状況、5年目のマイルストーン達成に向けた見通しについて御説明をお願ひいたします。よろしくお願ひいたします。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。両方合わせて15分でお願ひいたします。

○福田PD それでは、福田です。よろしいでしょうか。

○笠井上席フェロー はい、よろしくお願ひいたします。

○福田PD 私の方から目標3の報告をさせていただきます。

私の方からターゲット1、2、3、今後の方向性まで報告させていただきます。

次をお願いします。

私の方は目標3は目指す社会像にもとづき、人とロボットが共生する世界を目指して、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することにより、ヒトの多様な幸せが実現できる社会を目指す、これがターゲット1です。ターゲット2の方は価値創造の源泉となる知の創造ということで、科学探求を行うAIロボットです。サイエンスロボティクスということです。3番目は持続可能で強靱な社会創造ということで、ターゲット3、難環境で活動するAIロボットということです。これらにはそれ

それぞれの特徴がありまして、一方はヒトとのインタラクション、他方は人のできないこと、人が行けないような場所で活躍するロボットということでもあります。

次、お願いします。

解決すべき課題はここにありますように、C o - e v o l u t i o n と S e l f - o r g a n i z a t i o n にもとづき、人との接触共存、人の理解とサポートをすること。一方、S e l f - o r g a n i z a t i o n は人のできない、人の行けない場所に行く、そういうものということで、以下の四つのことに取り組んでおります。人と接触相互作業が可能な身体、そして変幻自在な身体のA I ロボットです。人を理解するA I ロボット、それから群協調する自律A I ロボットということでもあります。

次、お願いします。

プログラムのマイルストーンとしましては、A I とロボットの共進化により、自ら学習、行動する2050年のA I ロボット目標に対して、2025年、2030年、こういうふうにバックキャストिंगしてまいりました。ターゲット1は、先ほどの目標で一定ルール、特定の環境の下で、人がロボットと一緒に行動して、違和感を感じないようなロボットを開発しようということでもあります。

ターゲット2の方は、特定の問題、特定の環境条件に対して科学的原理、解法の発見のプロセスを自動化するというので、サイエンスロボティクスのお話をしております。

ターゲット3は、限られた状況で人間の監督下で、一部人間の介在で動作するA I ロボットを開発するというので、難環境ロボットを作ろうということでもあります。

次をお願いします。

プログラムの推進体制としましては、ここではアドバイザリーボードのサブPD3名、それでアドバイザー11名、それからIAB (I n t e r n a t i o n a l A d v i s o r y B o a r d) 5名ぐらい、それでいろいろやってまいりました。分科会としてミドルウェア、A I 分科会、宇宙関係連絡会議、それから目標3の中のE L S I 研究会を行いました。

この図にありますように、左の方は人に適応する、右の方は環境に適応する。それから縦の上の方の軸は創造性、下の方は確実性ということで、黄色い四つが一番最初から今まで4年間やってきたものであります。

赤い二つはA I でありまして、青の方は難環境です。以上、そういうことで途中から赤と

青の方を追加して、今のこの研究を強化・加重してまいりました。

次をお願いします。

これは国内外の研究開発動向との比較です。ヒューマノイドロボットの研究動向で、これはテスラのOptimusとか、それからBoston DynamicsのAtlasのロボットがあります。もう一つは、そこにあるNEOというロボットもあります。

一方、科学探求、サイエンスロボットの国内外の研究動向としましては、このようなロボットがあります。ここに示すように、リバプール大学がこのようなロボットを作ったり、あるいはほかの大学もいろいろ似たようなことをやっております。あとDeepMind、グーグルの関係ですが、いろいろやっております。

難環境の方では、これはいろいろありますが、基地局アンテナ設置というのは実証に成功している。これはGITAIがNASAとの関連でやっている。一方、これは鹿島建設がこういう無人ロボット建設群ということで、スケジュールに基づいた、そういう無人ロボットのことを研究開発しております。

次をお願いします。

ここで国内外を見ますと、横軸がSelf-organization、縦にCo-evolutionで見ますと、今までのロボットの方の研究をターゲット1を更にCo-evolutionの方の縦軸の方に、個人を理解し最適なサポートをするAIロボットパートナー、ターゲット2の方は人と協調し、人ができないような実験を担うAIロボット科学者のそういうロボットを作る。一方、ターゲット3は右のSelf-organizationの軸の方で、宇宙、災害現場での自律群ロボットということをやってまいりました。

次、お願いします。

革新的な取組ということでは、ターゲット1では「一人に一台一生寄り添うスマートロボット」というコンセプトで、家事、重量物搬送、人との接触を伴う介助などを1台で実現することを目標としております。また、ここでは状態変化推定により、臨機応変な動作生成と対話生成を実現するAIを作ってまいりました。

また柔らかさ、しなやかさを実現する形状可変、剛性可変型のロボットの試作もプロジェクトでやってまいりました。今年度は上つり、下支えの切替えを可能とするNimbus Holder、Nimbus Robotsを新たに開発して、リビングラボで統合実験を

行ってまいりました。

ターゲット2ではいろいろ作りまして、科学実験の一連のループを回すことに注力し、農業に関わるバイオスティミュラントや、培地の候補を従来手法より効率的に発見する成果を出しました。バイオスティミュラントに関しては大体14%ぐらい、培地については25%アップするのを発見・作成してきました。

ターゲット3では月面開発のモジュラーロボットということでJAXAの模擬月面フィールドでの統合実験により、作業に応じた形状変化により、太陽光パネルの設置可能であることを確認しました。

次、お願いします。

プログラムマネジメントの状況を見ますと、キックオフミーティングを4月に行いまして、それから昨年9月に目標全体の会議、150名集まり行いました。その内で若手も含めたプロジェクト会合も行っています。

国際連携では国際学会のICRAとかIROSでフォーラムやIAB (International Advisory Board) を実施し、またICRA2024の開催された横浜でプロジェクトの展示を大々的に行いました。

産業界とは、いろいろやってきました。プロジェクトには民間企業が参画、10社が参加して、あるいはスピンアウトもしてきております。

広報、アウトリーチ活動としましては、シンポジウムを行って、ELSI、それぞれの分科会を、特に一番最初に、4年前に言われたデータマネジメントに関しましては、介護施設での実験などにいろいろ個人データがありますので、プライバシーを考慮したデータにして提供しています。

次をお願いします。

ここからは目標に向けた現状と課題ということで、課題が、成果としてのインテグレーションは引き続き加速化が必要である。課題2としては、5年の節目としてより効果的で分かりやすいデモ構築が必要であると思っています。

対応方針としましては、1は選択と集中を掛けながら成果を導いていくこと、方針2では各プロジェクトごとに成果をビデオで分かりやすく伝える準備、積極的にオープンなシンポジウム開催、今年の万博出展を行い、いろいろ皆さんに説明する機会を増すということを考えております。

以上であります。

○中島部長（JST） 福田先生、ありがとうございました。

続きまして、JSTより自己評価結果について御報告します。16ページです。

総合評価としては、マイルストーン達成の貢献に対して一部見直しが定かではない、あるいは不可抗力により期待した成果が得られていない、プログラム運営の改善に向け新たな手段、工夫が必要という判断をいたしました。

総合コメントで御説明させていただきます。

福田先生から御紹介いただきましたとおり、各ターゲットにおいてシステムインテグレーションが進むといった成果は確認できており、プログラム全体の5年目マイルストーン達成の見通しは立っていると判断しております。今年度は特に前年度までに開発された要素技術の成果を統合することに注力して、AIロボットのプロトタイプの開発、これを用いての各種統合試験実証に取り組みました。

その結果、菅野プロジェクトでは、ベッド上での起き上がり支援、原田プロジェクトでは、マイクロロボットツールや仮説生成などを組み込んだ科学実験ループによる農薬に替わる薬、あるいは培地の候補の従来手法よりも効率的な発見、吉田プロジェクトでは、模擬月面フィールドにおけるロボットの形状変化、太陽光パネル展開動作の実証など、多くの成果が生み出されました。

このようにAIとロボットの共進化という大きな方向性に沿って、研究開発が着実に進展しているという点は評価されました。しかしながら、この数年で世界ではビッグテックなどによる大規模投資に基づくAI、あるいはロボットの研究開発が急速に進んでおり、そのような状況において、後半5年に向けて目標3の意義や競合優位性を更に高めるためには、2020年に設定された目標3の研究開発内容と体制の抜本的な見直しが必要であると評価されました。

自己評価結果も踏まえて、後半に向けての方向性について、まず20ページにて研究開始以降の外部環境変化、国際動向について説明させていただきます。

内容は福田先生から御紹介のあったものと一部重複いたしますが、大きな動きとしては3点あると考えております。右側の列です。

一つ目はヒューマノイドへのばく大な投資です。近年、急速に進化した大規模言語モデルは自然言語をベースとしており、人の動作、人の理解という面でヒューマノイドとの親和性が高く、そのため、グーグルやテスラなど大手企業がヒューマノイド開発に参入し、研究の面

で大きな進展が見られています。また、中国でも労働力不足を補うために、ヒューマノイド開発が活発になっています。

2点目としてLLM、生成AIによるロボットAI技術の急速な進化があると認識しております。自動車の無人運転も始まり、ドローンでは群で制御されるようになりました。NVIDIAのCosmosやカーネギーメロン大のGenesisのような膨大な数の学習を、バーチャル上で短期間に実現するようなシミュレーション基盤も出始めており、AIの学習自体も変わりつつあります。

3点目、科学研究におけるAIとロボットの活用も急速に進展しております。目標3では原田プロジェクトで、科学者よりも効率的に量子の物質を発見するといったような成果も出てきてはおりますが、科学研究領域でパラダイムを起こすものとして、この科学研究のためのAIロボットの開発に対して、多くの国や企業での投資が進んでいます。

続いて、21ページの左上の項を御覧ください。このような国際動向を踏まえ、さらにムーンショット内外の有識者からのヒアリングなども行いまして、事務局としてはプログラム全体の後半5年への方向性を検討するに当たって、現時点ではここにあります3点をポイントと考えております。

繰り返しとなりますが、前半5年については、福田プログラムディレクターのリーダーシップの下、当初設定された目標、三つのターゲットに対して着実に成果を上げてきており、5年目のマイルストーンも達成の見込みが付いております。しかしながら、先ほど申しましたとおり、AI、ロボット研究に対する大規模な投資、それに基づく研究開発の世界的な進展というものを考慮しますと、目標3での研究開発の優位性を更に高めるためには、抜本的な見直しが必要と考えております。

特に目標3の中核である人と共生するロボットの実現には、大量の実世界データやシミュレーションによる学習という現在主流のアプローチに加え、ロボットの身体や物理世界との相互作用、人の感覚、認知、情動、倫理観などに深く根付いた次世代のフィジカルAIの研究開発を、更に強化していくことが重要と考えます。

○笠井上席フェロー 中島部長、速めをお願いします。

○中島部長（JST） はい。

次世代のフィジカルAIと日本の強みであるロボットハード技術の組合せでハイインパクトなAIロボットを生み出していくためには、目標3でカバーすべき研究開発を精査し、

選択と集中も考えることが重要と思っております。

具体的な見直し案については、今後文科省、内閣府の関係者の方々とも更に議論を深めて、CSTI有識者による継続審査では御説明できるように検討を進めてまいります。

いずれにしましても、まずは前半5年の研究開発で現在のマイルストーンを着実に達成し、より多くの研究成果が得られるよう、福田PD共々事務局も研究推進支援を行ってまいります。

以上です。

○笠井上席フェロー 御発表ありがとうございました。JSTさん、福田先生、ありがとうございました。

先生方からのコメントと、特にAIの身体性ロボットを重視した研究開発体制や研究プロジェクトや、労働力不足の解消、科学研究における生産性の飛躍的向上など、今後どういうところを狙うかの観点や、目標1との基礎技術、標準化ELSIなどの連携強化などについて御意見を頂ければ幸いです。

梅澤先生、お願いいたします。

○梅澤委員 ありがとうございます。最後に事務局の方から外部環境の変化ということでおっしゃられていた項目と、それから見直しが必要ですよというところは、私も賛同します。

外部環境に関していうと、一つはNVIDIAがヒューマノイドロボット産業の中心的なインフラになることを目指して、かなりの投資をしようとしている。デジタルツイン上でAIのアルゴリズムを学習進化させるアプローチというのは、裏返して言うと、日本のロボティクス産業が蓄積してきたハードウェアの経験曲線の強みを一気に揺らがせるというか、ディスラプトする話だと思います。

それから、もう一つNVIDIAが狙っているのは、このロボティクス産業の水平分業化という産業構造の再構成で、それが実現してしまうと、日本の産業にとっての取り分は間違いなく大きく減る。

一方で、中国も相当進化をしているように見えていて、もともとドローンの世界首位のDJIがいる国ですし、EV産業も世界一ですし、そういう意味では関連するサプライチェーンとか様々な要素技術は、もう既に相当そろっている中で、最近ですとUBTECHみたいなヒューマノイドの企業も出てきて、これもまた莫大な投資をして、既に中国の自動車メーカーがラインで使うところまで来ている。

なので、我々としてはNVIDIA、テスラ、そして中国勢と三方から思い切り攻め込まれる状況になりつつあるというふうに認識をしています。

ここでちょっと本当に考えないといけない問いは、一つは日本産業が今まで世界で極めて強いポジションを取ってきた産業用、特に製造業用のロボットにおいて、これもおそらく優位性が大きく揺らぐだろう。したがって、そこをまずは守りきる上で、どういうテーマ設定とプロジェクトポートフォリオが必要なのかということを考えるべきタイミングだと思います。これが1点目。

それから、2点目は、製造業以外でいろんなロボットの活用機会が広がることは間違いなくて、これは場合によってはNVIDIAなんかとも協働しながら、日本が持っている社会課題とか実証環境を勘案して、どういう分野で我々はポジションを作る可能性があるのかというのを、戦略的に定めて狙いを付ける必要があると思います。

3点目は、米中ともに圧倒的な投資額です。我々が持っている限られた原資でどんな戦い方ができるのかというの、今申し上げた二つの問いと併せてセットで考えなきゃいけないかなど。

スタートアップが出てくることも、もちろん期待はするんですけども、おそらく日本が持っている大産業、大企業、これはファナックとか安川電機みたいなロボット製造メーカーだけではなくて、例えばトヨタとか、あるいはセブン&アイとか、要はロボットが現場に入っていくユーザー側の大きな投資を引き出しながら、それぞれの分野の産業を進化をさせる、そこにロボットをどう使っていくかという問いの立て方をしないと、とても今、私が申し上げたような競争環境の中では戦い切れないかなという危機感を持っています。

解は持ち合わせていないんですけども、ちょっとお題をちゃんと立てた方がいいなというふうに思うので、申し上げました。

○中島部長（JST） ありがとうございます。重要なポイントだと思いますので、今後の検討にしっかりと認識したいと思います。

ムーンショットでございますので、一つ申し上げますと、2050年に人と共生する社会というところが一つ目指すところですので、50年を見据えて、これからすぐに産業化できるわけではないですけども、50年を見据えて、着実にやらなければいけないものと、あと、おっしゃるとおり、2030年までに産業界を巻き込んで、投資を呼べるような、そういうタイムスパンで開発すべきもの、両方考えてバランスよく限られた資源の中で配

分しないといけないなど、現時点では思っております。ありがとうございます。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

他にはいかがでしょうか。

○服部参事官 一つ補足をいたしますと、今日、正に自民党の方でロボット議連というのが立ち上がりました。私は今日、参加してまいったんですけれども、経産省もそういったロボット議連が立ち上がったということもあって、特にヒューマノイドロボットというのを中心に国家戦略を立てていこうというよりも、自動車に次ぐ産業を作っていこうというふうな動きもあるので、ちょっと多くのいろんな関係省庁とも御相談しながら、ムーンショットとしてどういうふうにやっていったらいいのかといったことについても、JSTと相談、文科省と相談しながら、私どもも本腰を入れて考えていきたいというふうに思っております。ありがとうございます。

○笠井上席フェロー 経産省とも相談ですね。ありがとうございます。

福井先生、お願いいたします。

○福井委員 福井です。非常に曖昧な指摘になって恐縮ですが、中国などいろいろな国と比べて、日本がAIとロボットについて、大きく遅れている分野があるということを伺うにつれて、この分野の開発グループの方々はずごく知識もあって情熱も持っているんですが、一般の人への情報があまり伝わっていないように思います。どういうレベルまでのことができて、これからどういう方向に進むべきか、もうちょっと情報提供が一般の人のレベルまで、若い人も含めて、このことの価値観を高めるような、そういうことも必要ではないかなと思いました。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。皆さんのもやもやを言語化していただいたと思っております。ありがとうございます。

他でございますでしょうか。

須藤先生、お願いいたします。

○須藤委員 ちょっとあんまり頭の整理ができていないんですけれども、今まで5年間やってきた成果というのは、それなりにあると思うので、それをまずどうまとめるかというのは、最低限やっていかなきゃいけないと思うんですよね。

ここで今のお話ですと、大幅に変えるということなんですけれども、ムーンショットを作ったときから私は入っているんですけれども、もともとこのテーマはAIとロボットの共

進化ということで、今の状況がある程度見越して作ったんですよね、笠井さん。

○笠井上席フェロー はい。

○須藤委員 当然そういう状況になるというからやろうということで進めてきたので、元に戻ったんじゃないかなと思って、別にそんな大幅に変える必要はないのかなという気はするんですよね。

○笠井上席フェロー お願いします。

○服部参事官 正に日本がある意味、先手を打ってこういったことを始めていた、海外もやっていたのかもしれないですけども、やっていたというのは、もう先生のおっしゃるとおりだと思う。そのペースが生成AIが発生したことによって、5年ぐらい多分早くなったんじゃないか。2050年に我々が目標に置いていたことは、多分2050年ではなくて、多分もう少し早く来るかもしれないということも想定しなきゃいけないような事態になっているのかなというふうに思っていて、おっしゃるとおり、やらなきゃいけないことは変わらないのかもしれないんですけども、スピードを上げなきゃいけない、お金を集めるスピードも考えていかなきゃいけない。梅澤先生からもお話がありましたけれども、そのやり方というか、攻め方というか、そういったことをちょっと考えるに当たって、どういうふうな方向性でやっていくのかということ議論しなきゃいけないのかなと。

○須藤委員 それはいいと思うんですよね。当然生成AIの話とかが出て、ただ、もういろんな日本の企業だって、生成AIを入れたロボットの開発というのは、やっているところはやっているんで、別に新たに日本として何かやる必要はなくて、方向性は分かっていると思うんですよね。

○服部参事官 おっしゃるとおりで、ただ、日本は若干ロボット産業のヒューマノイドでちょっと痛い目を、先に進んでしまったがために痛い思いをしているというところがあって、スタートアップも若干ヒューマノイドのスタートアップというのが、海外に比べるとちょっと日本は少なめでございます。

なので、そういったところをちょっとある意味盛り上げていくというか、そういったことを多分ムーンショットはやっていかなきゃいけないんじゃないのかなというふうに思っていて、技術としては福田先生を中心に、このムーンショットも中心にやっていただいて、スタートアップを含めてそういった競争力を付けてきて、技術力としては世界の今の現時点では負けていないというふうに思いますので、ここから負けないようにしていくという、ちゃ

んと維持をしていくということが重要なと思います。

○須藤委員 何か変えるんだったら、S I Pの中身も、川上さんがいらっしゃるので、変えていった方がいいと思うんですよね。少し至近でやる、S I Pの中でロボットはちゃんと動いているので、そこでやるべきことと、ムーンショットでやるべきことを少し両方考えながらバランスを取った方がいいかなと。

ヒューマノイドロボットだってS I Pでやるべきことはありますよね。もう二、三年でどんどん実用化しているところはいっぱいあるので、日本でも。そういうのをどんどんS I Pの中に入れていって、ムーンショットとして、じゃ、どうするのかというのをやった方がいいと思うんですよね。何かいい機会なので、S I Pの中身も少し変えるというと、ちょっとできるかどうか分からないんですけども。

○川上審議官 大きな課題だと思っていて、認識としてはムーンショットの方は少しステージが浅くて、S I Pの方が後で、さらにBRIDGEでラストスパートという仕組みになっていると思います。つなげていくことは非常に重要なことだと思いますし、いいテーマがあるのであれば、是非やったらいいと思います。

ムーンショットで社会実装が近づいてきて、卒業できるというものがあれば、S I Pは一つの選択肢なんですけれども、各省庁のプロジェクトでも全然構わないと思います。○須藤委員 何でも、BRIDGEでもNEDOでやっても良い。

○川上審議官 それはそのとおりだと思います。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。

波多野先生、お願いします。

○波多野委員 逆にロボットとAIに関する次の世代のターゲットについて福田先生はどのようにお考えですか。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。2030年以降どこを狙うかというところですね。

○波多野委員 はい。

○福田PD 今の大変貴重ないろいろ御意見を頂きました。

ロボット技術としては、日本はまだまだバックグラウンドもありまして、ハードウェアを含めまして非常に強いものを持っています。ただ、狙う方向は、皆さんがおっしゃられたように、やっぱりいろんな汎用性を、知的な汎用性を……おっしゃられたとおりだと思います。

ます。

生成A Iも含めて、最近のそういうことをどんどん取り入れて、実際いろんな産業界の方々の産業ロボットを見ても、生成A Iをいろいろ入れて、いろいろ使いやすいようにするとか、そういうことは既にもうやっておられます。もう既に対応しておられるんですけども、そういうところをもっと進めて、もっと汎用性を高めるようなことは非常に重要です。2030年以降、こういうロボットというのは、もちろん立派なハードウェアがないといけないんですけども、知的レベルを高くすることが重要だと思っています。

よろしいでしょうか。

○波多野委員 例えばマルチモーダル性が上がるとどのような変化が起きますでしょうか。

○福田PD そうですね。もちろん汎用性を上げるということはマルチモーダルだと考えているわけで、いろんな場面でやっていく。

一番適切なのは、このターゲット1でやっている1人1台というところ、実はこれは委員の先生が言われたとおりで、いろんなときに展開するということが現在やっている。今はまだ領域は料理をやるのとかいろいろドメインがかなり限られていますけれども、その汎用性を10倍、100倍に広げることにより、世界をリードするロボットができると思っています。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。今後どこを狙っていくのかは、しっかり議論していきたいと思っております。

梶原先生、お願いいたします。

○梶原委員 21ページのターゲット3への記載をのどころを見ていて、もともとターゲットを設定するときに難環境でも活躍できる、動けるロボット、人では入っていけないようなところにちゃんとロボットが動いてくれるというところは、やっぱり非常に私はすごい重要だなと思っています。このムーンショットが開始された後に、恐らくF-R-E-Iの話とか、似たようなテーマ設定をしている印象を受けたところが実はありました。また、宇宙探査、JAXAでどうするみたいな。既に政府の施策が開始されているところは、やはりどこかで重複があるようであれば、もっと別の形で加速ができる要素もあるのではないかと思います。見直しをするということであれば、そういった並行で走っているプログラムで、是非成果を使って生かしていただきたいと強く思いますので、そういうことも含めて御検討いただければと思いました。ありがとうございました。

○笠井上席フェロー 貴重な御意見ありがとうございます。

その他、何かございますでしょうか。

もしなければ、川上審議官、今までのところで何か御発言があればお願いいたします。

○川上審議官 目標3についても多くの御意見を出していただきまして、どうもありがとうございました。

目標1と2と共通と思うのは、検討が進んだものは卒業させてポートフォリオをそれに対応させて見直していくことが必要という御意見でした。

それから、全体にこのプロジェクトを見直すという話があった一方、中には須藤先生が言われるように、必要がないという御意見もございました。正しい判断をするためには、成果をしっかりとまとめて、何があったのかを理解することが出発点になります。もう一回経緯や内容を見直していただいた上で、変える必要があるものは変えるし、必要ないものは続けるという整理をやっていただいた上で、AIの身体性を重視した適正な開発体制やプロジェクトを組むことをお願いしたいと思います。

もう一つは、2030年以降どこを狙うのかという波多野先生の御質問ですけれども、これについてももう一度整理をして、必要に応じて変更していただきたいと思います。

それから、これはもう目標1の方で申し上げましたが、目標1と3が同じロボットを扱うという意味で類似しておりますので、基礎検討、標準化、ELSIでの連携強化を検討いただきたいと思います。

それから、梶原先生の方からは難環境のお話が出てきました。これも必要性をもう一度見ていただきまして、難環境を課題に含める、含めないを検討していただきたいと思っております。

梅澤先生の方からは、産業ロボットをどのように日本の強みとして育成していくのか、新しい部分はどのように取り組んでいくのかというご指摘があり、戦略面でも非常に重要な内容だと思いますので、是非プロジェクトの見直しの中で、考察の材料として加えていただきたいと思います。

私からは以上です。

○笠井上席フェロー どうもありがとうございました。また、福田先生、JSTの皆様、御発表ありがとうございました。先生方、貴重な御意見ありがとうございました。

○中島部長（JST） すみません、JSTからちょっと訂正がございまして、よろしいでし

ようか。

先ほど目標2のところでは福井先生から御質問があった論文の件数ですね。先ほど4, 511件と申しましたが、これはJSTで担当しているムーンショット全体の総数でした。申し訳ございません。目標2で限定しますと974件、国際学会の招待講演数が363件、受賞件数が123件でございました。大変失礼しました。

○笠井上席フェロー それは目標2に関してということですね。

○波多野委員 研究者は全部で何人いらっしゃるんですか、目標2は。

○中島部長（JST） 1, 300人ほどです。

○波多野委員 すごく多いです。一人一件は書いている。

○笠井上席フェロー 波多野先生、貴重な御質問ありがとうございます。

○福井委員 でも一人一人の研究者がどれくらいの時間を費やしているかというのは、また別の話なんですね。複数のプロジェクトに皆さん関わっていますので。

○笠井上席フェロー ありがとうございます。貴重な情報、どうもありがとうございました。

では、ありがとうございます。今後も先生方の御意見を踏まえて、研究開発をしっかりと推進してまいりますので、どうぞこれからもよろしく願いいたします。

進行を事務局にお返しいたします。

○熊田参事官 笠井上席フェロー、進行をありがとうございました。

先ほど目標3の中で福井委員と須藤委員から御発言がありました前半5年の成果や目指す社会を国民の皆様幅広く周知した方が良いという話は、とても重要な点だと認識しております。現在、内閣府が中心となりまして、成果の取りまとめを行うこととしておりますので、国民の皆様に分かりやすいものとなるように努めてまいりますので、引き続き御指導を頂ければと思います。

有識者の皆様、長時間にわたり貴重な御意見等を頂きまして、ありがとうございました。

途中、機材トラブルなどがあり大変失礼いたしました。

明日は13時開始となりますので、引き続き、どうぞよろしく願いいたします。

午後 3 時 45 分 閉会