

ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議（第2回）

議事概要

■日時：令和2年9月14日（月）9：00～11：55

■場所：中央合同庁舎第8号館8階特別大会議室（ウェブ会議）

■出席者

〈座長〉

平 将明 科学技術政策を担当する内閣府副大臣

〈座長代理〉

今井絵里子 科学技術政策を担当する内閣府大臣政務官

〈有識者〉

江田麻季子 世界経済フォーラム日本代表

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

近藤 達也 内閣官房健康・医療戦略室健康・医療戦略参与
一般社団法人Medical Excellence JAPAN理事長
独立行政法人医薬品医療機器総合機構名誉理事長

須藤 亮 一般社団法人産業競争力懇談会専務理事／COCN実行委員長
内閣府政策統括官（科学技術・イノベーション担当）付政策参与
SIPプログラム統括

橋本 和仁 総合科学技術・イノベーション会議議員
国立研究開発法人物質・材料研究機構理事長

吉村 隆 一般社団法人日本経済団体連合会産業技術本部長

〈政府側〉

柳 孝 内閣府政策統括官（科学技術・イノベーション担当）

佐藤 文一 内閣府大臣官房審議官（科学技術・イノベーション担当）

千原 由幸 内閣府大臣官房審議官（科学技術・イノベーション担当）

八神 敦雄 内閣官房健康・医療戦略室次長

梶原 将 文部科学省大臣官房審議官（科学技術・学術政策局担当）
塩崎 正晴 文部科学省大臣官房審議官（研究振興局及び高等教育政策連携担当）
佐原 康之 厚生労働省大臣官房危機管理・医務技術総括審議官
川合 豊彦 農林水産省農林水産技術会議事務局研究総務官
梅原 徹也 経済産業省産業技術環境局 エネルギー・環境イノベーション戦略室長（代理
出席）
山本 和徳 経済産業省商務・サービス政策統括調整官

（オブザーバー）

上山 隆大 総合科学技術・イノベーション会議常勤議員
元政策研究大学院大学教授・副学長

（研究推進法人（F A））

古賀 明嗣 J S T 挑戦的研究開発プログラム部 部長
山田 宏之 N E D O ムーンショット型研究開発事業推進室 室長
綱澤 幹夫 B R A I N 新技術開発部審議役
釜井 宏行 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 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）
名城大学 教授
北川 勝浩 J S T （目標6 P D）
大阪大学 教授
千葉 一裕 B R A I N （目標5 P D）
東京農工大学 学長
平野 俊夫 A M E D （目標7 P D）

<議事概要>

(1) 開会

冒頭、平副大臣および今井大臣政務官から挨拶。

(2) 戦略推進会議の進め方等について

事務局から資料1に基づき、戦略推進会議の進め方等について説明。

(3) 目標4における前回の助言等への対応について

次の議題は目標4における前回の助言等への対応についてでございます。それでは、新エネルギー産業技術総合開発機構NEDOから御説明をお願いいたします。

○山田(NEDO) はい、ありがとうございます。目標4に関しまして、前回の戦略推進会議でいただきました助言への対応状況について研究推進法人であるNEDOの山田から御説明いたします。

ムーンショット目標4は2050年までに地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現することを目指しています。そのためのプロジェクト構成の考え方、資金配分の方針につきまして前回、山地プログラムディレクターから御説明しました。大気から二酸化炭素を直接回収するダイレクトエアーキャプチャー技術の開発に代表される酸素循環技術開発を7件、温室効果ガスあるいは汚染物質としての窒素化合物の対策で3件、海洋プラスチックごみ対策としての新たな生分解性プラスチックの開発が3件、計13件でございます。前回の承認を踏まえまして、これらをポートフォリオとしてプロジェクト開始を目指して進めております。

次のスライドは補足説明ですが、前回御説明しておりますので省略させていただきます。

先ほど御説明した13件の対策プロジェクトで目指す循環のイメージはこのようになります。前回御承認いただけましたので、先日、13件のプロジェクト採択を公表させていただきました。本日は、前回いただいた御助言に対して予定しています当面の方針を御説明させていただきます。

まず、研究開発の実態と並行して、開発成果の社会実装においてどのようなビジネスモデルが想定されるのかといった議論もしてはどうかというアドバイスをいただきました。研究

開発事業でございますので、研究開発の推進に注力するものの、それと並行してNEDOが各プロジェクトマネジャーと連携しながら国内外の開発動向や各プロジェクトの開発成果から得られるLCA関連の情報などを集約し、プログラムディレクターのマネジメントに活用できるように活動していくことといたします。

2つ目として大学が中心となるテーマについても企業が関わっていくような機会を設けるとよい、このような御助言を頂きました。再委託先も含めて実施体制に企業が入っていないプロジェクトが4件ございます。企業参画のあるプロジェクトは9件です。企業が参画していないといっても、開発進捗後の連携・具体化に向けた交渉を進めているところもございませし、参加していても開発成果全ての社会実装を担えるとは限りません。いずれにしても、参画企業の事業化計画の実現を考慮しつつ、企業の参画がないあるいは連携不十分な場合はNEDOが産業界との間をつなぐ取組を行ってまいります。実用化・事業化に偏り過ぎないように、まずは開発成果を出すことを優先したいと考えておりますが、早く企業の関心が得られますようコミュニケーションの場を設けてまいります。

さらに、見込みのあるもの、そうでないものというのは早い段階から分かるはずなので、選別していくマネジメントが大事だとのアドバイスがございました。マネジメントにおきましては、プログラムディレクターを補佐するサブプログラムディレクターを技術分野ごとに配置し、各技術の可能性を見極める体制を強化してまいり所存でございます。

最後に、データマネジメントの活用についてもアドバイスと申し上げますか、しっかりやるように御指導がありましたので、この点について現状を御説明申し上げます。既に公募時にデータマネジメントにも取り組むことは求めておりますが、採択決定の通知においても改めてこの点を繰り返し要請しているところです。これからデータマネジメントプランを作成するのですが、その過程でどのようなデータ共有が可能なのか、その共有が有用なものなのか、各プロジェクトマネジャーと議論していく予定です。少なくともプログラムディレクターから共有すべきデータとして指定されておりますLCAに必要なインベントリデータなどが形式の統一も含め活用の方策を具体的に議論していく予定です。

最後に、今後の予定です。採択結果は公表しましたが、開発内容などの情報の開示はまだ不十分ですので、現在、採択時の議論を反映した計画を見直し、それを反映した研究概要を公表すべく準備しております。その際にプロジェクトマネジャーの連絡先も公表し、これにより新たな連携が進むことを期待しております。10月末頃には契約締結に至るプロジェクトも出る予定で、順次研究を開始してまいります。

以降の資料は採択案件の一覧でございます。

説明は以上です。

○平座長 ありがとうございます。

ただいまの説明について御質問や御意見ございますでしょうか。

どうぞ、須藤先生。

○須藤委員 どうも説明ありがとうございました。

今の中で企業との関係のことなんですけれども、今おっしゃったとおりですけれども、特に環境負荷、エネルギー問題については各企業とも実用化だけじゃなくてやっぱりやらなきゃいけないこととして基礎的なところから結構注目していますので、今言われたように是非アカデミアだけではなくて企業のところと密接にやるように、特にNEDOが入っていますから大丈夫だと思えるんですけれども、その辺よろしく願いいたします。

○山田（NEDO） ありがとうございます。注力してまいります。

○平座長 ほかに御意見、御質問いかがでしょうか。上山さん、いいですか。

○上山オブザーバー 改めて言うことではないんですけれども、ここでやっぱりデータマネジメントのことはちゃんとやっていただきたいなと結構強い思いを持っておりますので、改めて申し上げます。ELSIの横断型の話ですね、これもJSTの方でちゃんとやってくださるとは思うんですけれども、NEDOの方はそれほど得意じゃないと思いますので、それについてもやってくださいということを一言だけ申し上げておきます。

○平座長 NEDOさん、どうですか。コメントをお願いします。

○山田（NEDO） 聞こえておりました。しっかり努めてまいりたいと思います。

○平座長 ほかに御質問、御意見いかがでしょうか。よろしいですかね。

ないようなので、次に進みたいと思います。

○山田（NEDO） ありがとうございます。

○平座長 お疲れさまでした。

（４）目標 7 における公募・審査状況等について

○平座長 次の議題は、目標 7 における公募・審査状況等についてでございます。

それでは、AMEDから説明をお願いします。

○釜井（AMED） すみません、AMEDでございますが、最初に平野PDの方から御説明していただいた後に私どもの方から説明いたします。

○平野PD 今回の健康・医療分野のムーンショットにAMEDから任命されました量子科学技術研究開発機構、QSTの理事長をしております平野でございます。よろしくお願いいたします。

私の専門分野は免疫でございます。長く研究しておりましたが、阪大の総長とかCSTIの有識者議員もやってきましたので、これらの経験も生かして真に挑戦的な意義のある提案を採択していきたいと思っていますので、どうぞよろしくお願いいたします。

この目標は100歳まで健康不安なく過ごすというプロジェクトでございますが、2つ重要な視点があると思っています。まず、健康長寿社会実現のためには医療提供そのもの、又は医療後の生活全てのQOLの維持が最も重要であります。今までの医学あるいはいろんなことの発展で平均寿命は非常に延びてきましたが、いまだに平均寿命と健康寿命の差は約10年近くあります。すなわちこのプロジェクトは、言い換えれば平均寿命と健康寿命のギャップ、10年を限りなくゼロに近づけるといのが最終目標ではなかろうかと思っております。このためにはがんであるとか認知症あるいは心臓・血管疾患等、いわゆるこれは生活習慣病そのものと言ってもいいと思いますが、このような生活習慣病の根本的なキーワードは慢性炎症ですね。この慢性炎症をいかに制御するかということでありまして。免疫とか睡眠とか含めて、この慢性炎症等の恒常性維持システムをどのように制御していくかという視点が大事になるかと思っています。

なお、JSTの目標2にはこの目標7とある意味で似た超早期に疾患の予防・予測をすることができる社会の実現というのがございますので、我々もこういう他のムーンショットとの関連性は適宜考えまして、今後調整を図っていきたいと考えております。

それでは、本目標における公募・審査状況の詳細についてはAMEDの事務局から説明いたします。

○釜井（AMED） 続きまして、AMEDの研究開発統括推進室次長の釜井の方からごく簡単に状況等について御説明させていただきます。

資料は共有されていると思っておりますけれども、次のページをお願いします。

こちらにつきましては、目標7をAMEDにおきましては研究推進法人ということで実施させていただきます。こちらの目標といたしましては、7月14日の健康・医療戦略推進本部の方で決定されておりますけれども、平野PDの方から御紹介ありまして2040年までに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ナブルな医療・介護システムを実現するというものでございます。次のスライドをお願いいた

します。

こちらの目標につきましては、3つのターゲットの方を記載させていただいております、1つ目としましては、日常生活の中で自然と予防ができる社会の実現、それから、2つ目として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、それから、3つ目としまして負荷を感じずにQOLの劇的な改善を実現するというを3つのターゲットとしております。次のスライド、お願いします。

先ほど御説明のありました平野俊夫先生の方にPDとしてAMEDの方から任命させていただいております。次のページ、お願いします。

こちらが今現在進行中のスケジュールでございますけれども、プロジェクトマネジャー、PMの公募期間といたしましては9月1日から10月27日までとしております。それ以後の審査・採択スケジュールでございますけれども、公募の後、10月末から11月の中旬ぐらいまで書類の審査、書類の選考、それから、その後に11月の下旬以降、面接審査の方をやらせていただきまして、12月25日を予定しています本戦略推進会議の方にお諮りの方をさせていただきます。その議論を経まして、翌年の1月下旬にPMの方の採択、その後、プロジェクトの作り込みを経まして、3月以降、本年度中に是非、契約・研究の方を開始したいと考えております。次のページ、お願いします。

こちらが全体的なフローでございますが、現在公募中でございます。公募説明に当たりましては、昨今のコロナ禍の影響もございまして、PDとも御相談の上、動画配信という形で日・英それぞれ準備して今配信させていただいているところでございます。

それから、PMの選考の方のフェーズに当たりましては、選考の方針についてやっぱりAMEDは旧来型の評価の方と異なりましてムーンショットでございますので、選考に関わる評価委員の方とよく方針の方を共有させていただく機会というのを目線合わせ会議ということとさせていただきまして、よく調整をした後に選考のプロセスの方に入っていきたいと思っております。

それから、右の下段の方、下の段でございますけれども、PMの方の選考等につきましては、健康・医療分野の運用・評価指針を全面的に踏まえまして、基準の方を策定させていただいております。次のページ、お願いします。

こちらがその続きでございますが、PMの方の採択につきましては、平野PDの方とも相談しておりますけれども、数にこだわらずよいものを採択するという点、それから、JSTとも関係する目標でPDの方から御紹介ありましたけれども、採択予定の提案について重複

排除ですとかより恒常的な連携効果の方を見据えて調整等の方を図っていきたいと考えております。プロジェクトの作り込み段階におきましては、戦略推進会議の方の助言を踏まえて作り込んでいきたいと考えております。それを経まして3月以降、委託契約の方の締結、それから、研究プロジェクトの開始の方を行っていきたいと思っております。

最後のスライドでございますけれども、平野PDからの補足説明というのは、JSTの公募要領等と同様に公募の段階におきまして、添付資料ということでメッセージの方が明確に伝わるように添付の方をさせていただいております。先ほど平野PDの方から御説明されたとおりでございますが、最後の項目でございますように、国際連携として非常に重要でございますので、海外の機関とも積極的に連携して研究開発の方を行っていくことが望ましいということで書かせていただきます。

それから、上山議員の方から御指摘ありましたデータマネジメント、ELSIとの関係についても非常に重要でございますので、今までのCSTI、健康・医療戦略室、それから、JST等の機関の方とも調整しながら実際にそういったことがしっかり取り組んでいけるような形で進めさせていただきたいと思っております。

AMEDの説明は以上でございます。

○平座長 ありがとうございます。

ただいまの説明について御質問、御意見ございますでしょうか。

それでは、江田さん、お願いします。

○江田委員 ありがとうございます。御説明ありがとうございます。

いつもの選考のプロセスと違う形でということが強調されていたと思うんですけども、5ページ目の。いつもとはどのような点で変えていくのか、その辺りを御説明いただけると心強いですけども、よろしく願いいたします。

○平座長 それでは、AMEDさん、平野先生、どちらがお答えされますでしょうか。

○釜井（AMED） AMEDの方からちょっと御説明させていただきます。

今回のムーンショット目標につきましては、政府全体として取り組んでいるものでございますので、AMEDとしましては、ムーンショット目標、それから、研究開発構想の下にしっかりやっていければと思っておりますけれども、今回、平野PD、それから、理事長の三島の方とも話しているんですけども、やっぱり挑戦的で非常に将来的に意義のあるものを選んでいければというふうな形でやっぱり考えておりますのと、あと、より国際的な連携ですとか、あるいは評価委員の方もほかの分野の先生の方にも今選定中でございますが、入っていただい

た上で真にムーンショット、チャレンジングな提案とかについて一緒になって採択の方をしていければと考えているところでございます。

○平座長 よろしいですか、今ので。

○江田委員 いつも挑戦的でいらっしゃると思うので、特にムーンショットであればというところがあるのであればお聞きしたかったんですけども、例えば視点が長期、今回はちょっと長期で見られるとか、そういったこともあるんですか。

○平野PD そうですね。私としては、これは2040年が一つの目標になっていますが、それまで20年あるんですけども、例えば2030年最初の間段階で例えば出口を見据えるとか、そこはあまり意識し過ぎるとやはりどうしても挑戦的にならないので、私としては2040年というのは頭に置いてほしいけれども、2030年、10年後に全体具体的な出口に社会実装しないといけないということは、とりあえず忘れてほしいと。もちろんそうしなければいいんですけども、そういうつもりで失敗を恐れず挑戦というようなプロジェクトを期待しているんですけども。

○平座長 それでは、佐藤審議官。

○佐藤審議官 佐藤です。平野先生、よろしくお願いします。

私どもから挑戦的という意味で申し上げていますが、今、平野先生がおっしゃっていただいたとおり大事なことは目標を達成することであって、そのためにこじんまりとしたプロジェクトにしない、すなわちいろいろなチャレンジのやり方を競争していただいて、そして、失敗を許容するというようなやり方、その失敗というものがある意味成果をしっかりと見据えるためにデータを供出していただいて、失敗データを共有して、それを一つの成果としていくというような、そういった競争と失敗を許容するというのがこのプロジェクトの一番大きな特徴かなと思っております。

○平座長 ありがとうございます。

何かコメントありますか。平野先生、何かコメントありましたら。

○平野PD いいえ、特にないです。

○平座長 それでは、そろそろ時間なので、この議論はここで終わりたいと思います。平野先生、ありがとうございました。AMEDさん、ありがとうございました。

これ以降の議論は非公開となりますので、プレスの方は御退室をお願いいたします。

(5) 目標1～3、5～6における研究開発の進め方等について（非公開）

次の議題は目標1～3、5～6における研究開発の進め方等についてであります。本議題は生物系特定産業技術研究支援センター、BRAINが担当する目標5、科学技術振興機構、JSTが担当する目標1、2、3、6の順番で議論を進めてまいります。

それでは、目標5についてBRAINからの説明をお願いいたします。

○綱澤（BRAIN） よろしくをお願いいたします。目標5のPDは、起業の御経験が豊富な東京農工大学学長の千葉一裕先生に御就任をいただいております。

目標5の背景でございます。2050年の食料需要は2010年の1.7倍に増大することが見込まれておりますが、現在と同じように化学肥料の投入を続けて生産量を増大する方法を取ることは、地球の循環機能を破綻させてしまうので、できない状況となっております。

研究開発構想の抜粋でございます。ターゲットは2050年までに微生物や昆虫などの生物機能をフル活用し、完全資源循環型の食料生産システムを開発すること、食料の無駄をなくし、健康・環境に配慮した合理的な食料消費を促す解決法を開発することです。また、2030年までにプロトタイプを開発・実証するとともに、2050年までにグローバルに普及させることです。

プロジェクトマネジャーの公募に係る情報を提示しております。37件の応募をいただき、この中から10名のPM候補者を選定しております。新型コロナウイルス感染対策として、面接は全てオンラインで行いました。

公募に係る参考情報です。提案の35%におきまして海外の研究機関の参画がありました。

この後はPDから御説明をいたします。千葉PD、よろしくをお願いいたします。

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

皆さん御存じのようにケネディ大統領がムーンショット構想を出したときに、10年以内に必ずやる、その理由は非常に大変難しいからだという非常に印象に残る言葉を演説されております。私たちはこの覚悟で臨みたいというふうに思っております。世界の食料生産の未来にとって、この10年は本当に重要な時期だというふうに思います。人類の生存を維持するという意味で、必ず実現したい課題だというふうに思っています。

このムーンショットということで、特に破壊的なイノベーションを生み出す研究成果というものを重視したいというふうに思っています。要するに今までのやり方をただ継承していくというのではなくて、私からはPMの資質ということで7点を掲げさせていただきましたが、その根底にあるのはこういう考え方で是非とも破壊的な考え方を入れて、独創的・挑戦的に進めてもらいたいということでございます。そういうことで、今回面接審査の点数も

重視はしておりますが、PDの判断でPMの選定はかなり大胆に選ばせていただいた部分もございます。

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

1つ目のターゲットは食料供給の拡大と地球環境保全を両立する食料生産システムであります。地球環境に追加の負荷をかけずに食料増産を行う上で、特に必要かつ成果が期待できる作物自体の機能向上と未解明の部分が多い土壌微生物機能の解明・発揮について1名ずつPMを採択します。また、システムの実現に必要なかつ挑戦的と考えられる細胞培養による食料生産システム、シロアリによる未利用木材の飼料化、化学農薬に依存しない害虫防除、メタン発生削減と生産性向上を両立する家畜生産システムについて、それぞれ1名ずつFS的採択を行い、6つのプロジェクトを構成いたします。

2つ目のターゲットは食品ロス・ゼロを実現する食料消費システムです。ロスの食料化を進める上で、効率性の高い昆虫食と食品残渣等の3Dフードカートリッジ化について1名ずつPMを採択します。また、ロスを抑制するための方法として必要かつ挑戦的と考えられる地球規模のロス発生状況の解明、AI Nutritionによる未来型食品の開発について、それぞれ1名ずつFS的採択を行い、4つのプロジェクトを構成します。

ただいま御説明した10のプロジェクトを実施していただく方として、10名のPM候補者を選定いたしました。各プロジェクトの概要を順に御説明いたします。

上段の①は筑波大学大澤教授から提案のゲノム編集技術による作物の新品種育成です。世界初のサイバー・フィジカル・システムを開発し、劣悪な環境でも安定して収穫できる強い作物を生み出します。本日御承認をいただきましたら、今後の取組、作り込みにおいて化学肥料ゼロを可能とする窒素利用効率の高い作物の開発に焦点を当てるよう挑戦してまいります。

下段の②は早稲田大学竹山教授から提案の土壌微生物機能の解明、発揮です。複雑な土壌環境において個々の微生物がどのような性質を持っているかを解析します。収集したビッグデータから土壌環境を改善するために鍵となっている要素を明らかにするとともに、土壌改良資材を開発します。作り込みにおいては、現在の現場の農業関係者や資材製造企業とも参画を促すとともに、目標4の温室効果ガスを無害化する土壌微生物の解析グループやホライズン・ヨーロッパとの関係の連携を具体的に進めてまいります。

次のページですが、上段の③は東京女子医科大学清水教授からの提案で、細胞培養による食料生産です。大量培養による必要な装置やエネルギーが自然循環に見合ったものかどうか、

これをF Sの中で判断してまいります。

下段の④は京都大学松浦教授からの提案で、林地に残された木材を利用したシロアリの大量増殖方法を開発し、鶏の餌とするものです。F Sにおきましては、インサイトの試験を通じどの程度シロアリの生産量が見込めるのか、シロアリの回収はどのように行うのかなどを見極めてまいります。

続いて、⑤ですね、上段。京都大学日本教授からの提案で、青色半導体レーザー光や共生微生物等を駆使した防除は実現すれば防除の世界に新しい世界を切り開くものです。F Sにおきましては、これら技術開発の可能性と採算性を見極めてまいります。

下段の⑥は北海道大学小林教授からの提案で、牛の第一胃内ルーメンの共生微生物の完全制御によりメタン削減と生産性向上を両立させるものです。F Sの中では、メタン制御資材の具体的な候補やその効果、生産性への寄与などを見極めてまいります。

次の上段の⑦はお茶の水女子大学由良教授から提案の食品残渣等を利用した昆虫の食品化、飼料化です。コオロギの改良、生産、食品加工、昆虫食の社会需要まで取り組みます。本日御承認をいただきましたら、御提案になかった要素としてミズアブの飼料化に係る研究機関の参画を促すよう調整してまいります。さらに、昆虫食の出口となる食品加工については、この後御説明する中嶋先生の課題との連携を進めてまいります。

続いて、下段の⑧は筑波大学中嶋特命教授から提案の3Dフードカートリッジ化です。粒度や粘度等を均質化させた粉粒体やペースト素材をカートリッジ化し、長期保存を可能とする技術開発の御提案を頂きました。作り込みでは、3Dフードプリンタの研究が成功しているオランダ等との連携を促してまいります。

続いて、上段の⑨ですが、総合地球環境学研究所金本准教授からの提案で食品ロスがいつどこでどれだけ発生するかを正確に把握しようとするものです。制度が実用に見合うものとなるかF Sで見極めてまいります。

下段の⑩は東京大学高橋教授からの提案で、未利用食品資源を用いて最適栄養価を持つ食品を開発するものです。開発しようとする食品が2050年の食料にどの程度寄与するのか、あるいは採算性等をF Sで見極めてまいります。

続きまして、各課題共通の事項をまとめております。

資金配分ですが、上市可能性が高まった課題には重点的な配分を行うとともに、研究途中であっても早期のスピンアウトを促します。なお、資料19ページから21ページに参考として事業化イメージを付けております。御質問等ありましたら質疑の中で御説明申し上げます。

す。また、全てのプロジェクトにK P Iを設定し、毎年度評価と見直しを行います。特に3年度目には廃止も含めて見直す考えです。

社会実装については、PMにマネジメントを行っていただきますが、とりわけ、民間企業の方から御意見を伺う仕組みを設けてまいります。

国際連携については、生研支援センターの国際共同研究経験者を中心とした体制で積極的な試験を行います。

それでは、この後は生研支援センターから説明をお願いします。

○綱澤（BRAIN） 生研支援センターでございます。

事業推進のため、外部アドバイザーとセンターの研究開発監ほかで構成するチームが千葉PDを支えます。また、E L S I、数理科学の横断的支援の枠組みを活用させていただきながら課題解決を進めてまいります。データマネジメント、知的財産マネジメントにつきましては、プロジェクトごとに設置いたします戦略・方針を千葉PDに確認をいただきながら進めてまいります。

こちらは5年間の進め方を図示したものとなります。F S的対策の課題は、1年後にステージゲートを設けます。御説明は省略させていただきます。

このページから18ページまではPM候補者10名の採択案一覧となります。ただいま千葉PDがお話しされた内容と重複いたしますので、説明は省略いたします。

19ページから21ページ目までが事業化イメージで、こちらも参考資料でございます。

以上、目標5における研究開発の進め方とPM候補者の御説明を申し上げました。御審議の上、何とぞ御承認をいただきますようお願い申し上げます。

○平座長 ありがとうございます。

ただいまの説明について御質問、御意見ございましたらどうぞ。

○郷治委員 よろしいですか。

○平座長 どうぞ、郷治さん。

○郷治委員 郷治です。ありがとうございます。

今の先生の御説明の中で起業化の準備が整ったものについてはすぐにでもスピニアウトするという事は非常によろしいかなと思いました。その中で、K P Iを設定するという各プロジェクトのお話がありましたけれども、例えばどういったK P Iを設定して、どういふふうに進捗を図るかという辺りについて、具体例に可能なものがございましたら教えていただいてもよろしいでしょうか。

○千葉PD はい、具体的には、それぞれ最終的には社会実装が達成されないと人々の食が守れないわけですから、実装に向けて準備が整っているかどうかということです。例えば昆虫食、コオロギがありますけれども、コオロギのイメージを皆さんお持ちなのは、そんなものは食料として使えるのかということだったわけですが、それが本当に社会に到達するには何が必要かということを設定します。例えば品種の改良・家畜化をして栄養価が単位重量でどれくらいになるのか、あるいはどれだけの人がこれを抵抗なく食べられるようになるのかとか、要するに最終的なゴールというものを考えた上で、そこを次にリアルに、こういう形のKPIを主として進めていきたいと。

○郷治委員 ありがとうございます。

○平座長 今のでよろしいですか、郷治さん。

○郷治委員 はい。

○平座長 それでは、そのほか御意見、御質問はいかがでしょうか。

では、上山先生。

○上山オブザーバー 千葉さん、久しぶりです。上山です。

まずちょっと確認しておきたいのはF Sの進め方で、これは多分かなり1件1年ごとにやっつけていかれる、その予算の配分の形もそれぞれまちまちじゃないかなと思うんですけども、この進め方についてもうちちょっと千葉さんの考えを聞かせてくださいということ。それから、この中に社会学者を入れてと書かれていますよね、アドバイザーとして。具体的に言うと、単にE L S Iだけの問題じゃなくてももう少し社会受容性みたいなことも考えてやられるんでしょうか、どういう人を入れるんですかね。それについてもちょっと教えてください。よろしくをお願いします。

○千葉PD まず予算配分につきましては、この1年半で明らかに設備とかが必要なもの、それから、一定の予算を投入しないとできないものというのがありますし、それから、それほど大きく予算を配分しなくても1年半ぐらいの期間を使えば一定のものがでてくるはずというものがございます。そのような観点で、ただF Sだから小規模とか本格的だから大規模という考えではございません。このF Sのところにも非常に大きな可能性を秘めているものがあると思っています。ただ、現時点ではそれが大きく発展するかどうか判断つかないという部分がありますので、逆に言うと、そこを見落とさないようにするというスタンスがすごく重要だというふうに思っています。

それから、社会科学的なスタンスですけれども、御指摘のとおりこれはいろいろな観点か

必要です。まず、現状がどうなっているか、無駄になっていると言いますが、実はどれだけ無駄になっているのかということと、それから、これは消費者というか我々全ての人間が食べ物についてどういう考えを持っているかという観点はすごく重要で、非常にいいものができても、それが食べられないとか、あるいはもうほとんど捨ててしまうというようなことでは意味がないので、そういうことについてどういう感覚を持っているか、どういう価値観を持っているかということ为例えば一般の消費者や農家、それから、企業の経験者、ベンチャー企業の経営者、それから、投資家など、実は今回選考の過程でもそういう人たちの意見をかなり審査員に入れて重視しました。

その結果、非常に多くの観点が寄せられておりますので、そういうスタンスで社会実装というものを見据えて、実際に現実的に社会にどれだけ浸透するかという観点でこの開発を進めていきたいというふうに思っています。

○平座長 それでは、ほかにいかがでしょうか。須藤先生。

○須藤委員 ちょっと聞き逃したかと思うんですけれども、海外の方とPMは30%ぐらいあったというふうに言われたと思うんですけれども、結果的には採用したのは全部日本人ということで、EUとかオーストラリアと連携するというのは書いてあるんですけれども、地球規模のいろんな課題を解決すると言われてるので、国際連携が少し不安なんですけれども、その辺の戦略みたいなのがあったら教えてください。

○千葉PD PMとして応募があったのは海外からではなくて、日本からの応募されたPMが海外との連携を巻き込んだ形での申請が三十数%だったということです。それで、今回その中にかなり多く海外との連携を既に固めている課題を採択しておりますので、それがEUとか、あとはオランダですね、この辺り非常に先進的な考え方を持っておりますので、ここの連携は非常に強くやっていきたいと思っています。

御承知のようにEU、ヨーロッパは農薬とか肥料の使用方法について、その国なりの先進的な取組をしておりますので、日本よりも肥料の投入量を少なくして作物を作る技術とかを開発しております。日本は日本のやり方があるんですが、国際的な統一基準とかというものに対する動きは出てくる可能性がありますので、日本の戦略というのを固めながら共有できるところは共有していくという形で、正にこれはデータのオープンにするところと、それから、日本独自でしっかり固めるところというのを戦略的にやっていく必要があると思っていますので、国際的な連携というのを非常に重視しながら戦略性を持って進めたいというふうに考えております。

○平座長 よろしいですか。

ほか、御意見、御質問いかがでしょうか。

吉村さん、どうぞ。

○吉村委員 経団連の吉村です。

非常に興味深いお話で、是非頑張っていただきたいと思います。興味深いだけに一つ質問させていただきます。先ほどの郷治さんや上山先生の話とも通じるのですが、昆虫食の社会受容を本当にどうやって高めていくのかというのは非常に興味があります。つまり、地球のためですよとか環境に優しいですよというだけで昆虫を食べるようになるのかというのは、食べるものだけになかなかハードルがあるような気がします。他方で、今ベンチャー企業でも蚕の入ったハンバーガーや、コオロギを粉末状にしたプロテインバーやスナック等、既に出ているものもあると理解をしています。このようなおしゃれな食品が出来ていて、表参道での販売も始まっていると聞いています。

だから、社会受容で受け入れさせるという話と、おしゃれだとか格好いいといった理由で思わず食べたくなるような雰囲気を作り文化を変えるということも手法としてあって、いろいろ合わせ技のような気がしています。その辺、先ほどどういう方をメンバーに入れるのかという話がありましたけれども、無理やり理解させるためにどうするか以外の議論ができる方を是非入れてもらいたいと思います。それから、既にベンチャー企業での取り組みが出てきているということに鑑みると、このプロジェクトと既にベンチャー企業でやり始めていることとの差分はどういうところにあるのかということも、少し御説明いただけるとありがたいと考えます。

○千葉PD ありがとうございます。

コオロギを食べるといのは、今かなり流行になっている部分があるんですが、コオロギを昆虫食の中で特に注目したのは、この飼料効率ですね。それから、たんぱく質等の生産効率を考えますと、コオロギは最も可能性が高いマスターコン生物、昆虫になっています。はっきり言いますと、これから約20億人の人間が増えるのですが、この20億人分のたんぱく質を補うのは、もう畜産業の増大では無理だというふうに判断しておりまして、これは原理的な話ですけれども、原理的には昆虫、コオロギが一番適切であるというふうに判断しております。ということで、これは文化的なものとか楽しみという要素でなくて、完全にサイエンティフィックにこれが一番可能性があるだろうと。

それで重要なのは、今のコオロギを食べるとい形ではなくて、昆虫を家畜化していく、

要するにもっと太らせるとかイノシシを豚に変えたとか、あるいは日本人は有毒であった麹菌の原種を家畜化して毒のない形で日本食を作っているわけです。それで、日本人は何も抵抗なく微生物を毎日食べているわけです。そういう形に変えていくということはすごく重要であろうというふうに思っております。ですから、多分名前のコオロギじゃなくて別の名前に変えていくとか、見た目も変えていくということであると。こういう品種の家畜化を進めていくというのはやはり研究レベルでやらないと、今のコオロギをどう食べるかというベンチャーとは全く違う取組になると思いますので、ここにチャレンジしていきたいということでございます。

○平座長 ほか、いかがでしょうか。

大体よろしいでしょうか。

それでは、時間もまいりましたので、次の議題にいきたいと思います。御説明ありがとうございました。BRAINの皆さん、ありがとうございました。

それでは、次の目標1の議論に移ります。JSTから説明をお願いします。

○古賀（JST） JSTの古賀です。

今日は目標1、目標2、目標3、それから、目標6をよろしく願いいたします。直接PDの方から御説明いただきますので、よろしく願いいたします。目標1は萩田PDでございます。萩田PD、よろしく願いいたします。

○萩田PD 承知いたしました。スライドショーをお見せいたします。

おはようございます。JSTの目標1を担当しております萩田と申します。よろしく願いいたします。次、お願いいたします。

私はロボットを中心に20年ぐらいエージェントですとかアバターですとか、ロボットの連携を研究してまいりました。次、お願いいたします。

ムーンショット目標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することでありまして、主にターゲットとして2つございます。1つが最初のかぎ括弧にあります、誰もが多様な社会活動に参画できるサイバネテックアバター基盤、このサイバネテックアバターとは何かということで右下に書いてございますけれども、身代わりとしてのロボットや3D映像などを示すアバターに加えまして、人の身体的能力、認知能力及び知覚能力を拡張するICT技術やロボット技術を含む概念で、Society 5.0時代のサイバー・フィジカル空間で自由自在に活躍するものを目指しております。

まず、ターゲット1の方はこのアバターの基盤を作るんだと。具体的には2050年まで

に複数の人が遠隔操作する多数の-avatarとロボットを組み合わせることによって、今までできなかったような大規模で複雑なタスクを実行するための基盤を作りますということ。もう一つは下にございますサイバネテックAvatar生活とございます。2050年までに望む人は誰でも身体的能力、認知能力及び知覚能力をトップレベルまで拡張できる技術を開発し、ここは重要ですが、社会通念を踏まえて新しい生活様式を普及させるというところがございます。

右の方に絵がございしますが、絵の左側で女性の方が例えば会社には行けないんだけど、自宅からこういうふうに遠隔でおじいさんと子供をロボットないAvatarが誘導するという対話しながら行動してくれるようなAvatarを開発したり、右側にありますような両方ですね、この人が単にネット越しにいるような人と同じような装置を付けながらF1と一緒に体験したり、機械工がいろいろな工事を共有して行うというようなことを体験共有のようなサービスですね、これが大きな柱になっております。次、お願いいたします。

これを先ほど今井座長代理がおっしゃっていましたが、やはり介護や育児又は高齢者で障害のある方が様々な背景や価値観を有する人が自らのライフスタイルに応じて多様な活動に参画できるようにすることが目的で、私の話の中には3つ丸が出てまいります。青い丸が空間・時間の制約から解放するものでございます。緑の丸が脳と書いてございますが、今申しました認知能力とか知覚能力の制約から解放するものでございます。左側の赤い丸が身体的な制約からの解放でございまして、これらを三つ巴でどう開発していくかというのがポイントになります。次、お願いいたします。

私の考えは、この3つについて、ただアプリを作るための要素技術を作ればよいということではなくて、しっかりとアプリケーションにまつわる下にあるミドルウェアですとかコア技術、そして、一番大事なそのための基礎研究・ELSE課題、何でこんなものが要るかといいますと、一番上に書いてございますが、人間中心の研究開発をしないといけない。ただモノを作ればいいんじゃないかって、使う側の気持ちになって作っていかないといけないから、こういう4層がどうしても必要になるんだということでございます。次、お願いいたします。

今後に関する基礎情報ですが、今現在、公募が終わり、審査・採択スケジュールが終わりました、その際、応募が39件ございまして、後から説明いたしますが、採択候補として3件を上げておりますので、もし御承認いただけましたら、これから9月中旬から作り込みに入りたいというふうに考えております。次、お願いいたします。

今回のPM候補としては、石黒浩さん、大阪大学。金井良太さん、ベンチャーですが、ア

ラヤの代表取締役。南澤さん、慶應の教授でございます。いずれも50代、40代、30代の、年次が違う者を選んでおりますが、石黒さんとしては先ほど説明いたしました対話行動などのこの部分を担当してもらいます。金井さんは頭に思い描いたものでどのぐらい自分の腕が動けるようになるかとか、今まで非常に困っていた方が動かせるようなもので、かつ安全性の高い新しいブレインマシン・インターフェースを開発してもらおうと思います。南澤さんについては、先ほど説明しました右側のある装置なりシステムを体に着て、体験・共有をするような新しいCAというサイバネテックアバターを開発していただきます。じゃ、次、お願いいたします。

私たちのポートフォリオとしては、先ほど申しました青い丸、緑の丸、赤い丸を説明いたしました。まず2025年までは青い丸が時間と空間の制約からの解放が主なターゲットになって、そこから成果が生まれるのではないかと考えています。そのためには複数のサイバネテックアバター、CAと申していますが、これをどうやって連携するかという新しい手法を出すことがコア技術になります。

次に、2030年までにになりますと、今度は脳ですね。脳というのは知覚能力と認知能力を加えた新しいサービスが空間と時間と合わせながら生まれていくだろうと。そのためには並列とか協調ですとか半自律というコア技術が必要になってきます。その後には大変難しいんですが、身体の制約からの解放を本格化して動かせるようになって、その頃は多分、遠隔操作が自律ないし思いどおりに動いてくれる自在という処理が生まれてくるだろうと。そのようなものをこのポートフォリオとしては、縦軸にCAの利用者それぞれの3つの丸でちゃんと今まで使えなかった方が使っていけるような数をちゃんと見て、その結果、それを科学的にもっと一般の方に使っていただくような新しいものに変わっていくんじゃないかというふうに思っております。横軸は、そのためのコア技術として1人当たり何台のCAを操作できるように技術を開発するかということがポイントになります。次、お願いいたします。

ここに書いてありますことは、今のところ3PMを今申しました3つの丸と4つの層に分けてございます。何故、3PMかといいますと、実はこの3PM、一人一人がこの第1層から第4層まで分かるような人に将来的に育てていただきたいということで、具体的には今の提案で不足しているものはどんどん3層の意味でエントリーポイントを増やしていったらあげようというふうに作り込み以後、又は今後の開発状況に応じて柔軟に追加していきたいなと思っております。この4層からなる研究開発プロジェクトをプロジェクト横断的に分断することによって、あるところ、例えば身体だけしか分かっていない人たちだけではなくて、空

間・時間もちゃんと理解できるような人にそれぞれのPMを育てていきたいと思ってます。

特に私が一番重要視したいのは、社会実装を加速するだけではなくて、ただモノを作れば良いというだけじゃなくて、それによって起きるE L S Eの課題ですね。オンラインで今、授業をやっている、ストレートネックになる方が多いと聞いておりますけれども、そういう使う側の責任もよく分かって基礎研究をやっていくような体制で、競争と協働を促進していきたいと思います。資金配分についてはこの空間と時間、先ほど申しましたポートフォリオに基づきまして、又は脳の制約から解放する部分で共通化する要素について、まず分担、場合によってはその中で競争というものを置きながら重点配分していけるようにしたいと思います。

身体につきましては、最近イーロンマスクさんがニューロリンクという新しい装置を出していますけれども、まずは安全性を確保した将来のBMIなどの挑戦的な課題ができる基礎研究とE L S Eを重点的に配分していこうと思っています。次、お願いいたします。

この社会実装については、それをちゃんとそれぞれの層で4層ございますが、コンソーシアムを作って全体を取り持つやり方を考えていきたいと思ひますし、データ管理もしっかりやっていきたいと思ひます。国際連携につきましては、国際シンポジウムを計画いたしますし、産業界・学会の継続的な国際交流を進めたいと思ひます。また、後で説明いたします福田PDのAIロボットとも連携した会議・ワークショップのイベントを定期的を開催したいと思ひております。

以上でございます。

○平座長 ありがとうございます。

それでは、御意見、御質問のある方は挙手をお願いいたします。若しくは挙手ボタンを押してください。いかがですかね。

どうぞ。

○上山オブザーバー ちょっとPDにいろいろ聞きたいことがあるんですけども、まず1つは応募者が39名いたわけですね。それから3人選ぶんだと。その39名の応募者の全体としたフォーメーションがどんな感じなのかについての情報を頂ければと思ひます。どうしてこの3人に選ばれていたのかということの説明ですね。同時にやっぱりポートフォリオマネジメントが重要だと思ひます。例えばものすごく若くてそれほどまだちょっと可能性が分からないというようなところをある程度幅広く取り込んでいって育てていくみたいな、そういう視点も必要だと思ひうんですけども、39名の応募があった中でそういうような可能性が

なかったのかどうかということが質問の1点目です。

それから、もう一つは時間・空間、脳と身体というこの3つの層、この層の考え方というのは、このプロジェクト構成の応募と採択の過程の中でお考えになったのか、もともとそういうものがポートフォリオの考え方を持っておられていて、それに基づいてこのプロジェクトを選定されていっているのかなということです。この8ページのところに書いてある石黒先生、南澤先生、金井先生と何となく丸で書かれていますけれども、恐らくもっと重なっているんじゃないかという気がするんですね。その意味で言うと、この3つの層の考え方ですよ。これがもともとそういうもので作ろうとしてやってきたのか、それともこういう選考の過程の中でいろんな方々と議論する中でこうなってきたのかなと。もしそうだとすると、先ほどの1ページ目に戻りますけれども、やっぱりもっとたくさんの小さなプロジェクトがポートフォリオとして走っているという構図がなかったのかなという、そういう疑問をちょっと今持ちました。よろしくお願いします。

○萩田PD ありがとうございます。

最初に、2番目の御質問になるかと思いますが、昨年の12月、国際シンポジウムをやった時点でこの3つの丸については分けておりました。それは世の中の動向ですね、世界中の動向を見た上で何が重点的に分類しておかなきゃいけないかということ进行分类した上でこれを選んでおります。

次に、細かいプロジェクトをどう入れるかということなんですが、私は、ただアプリだけを作るものを作ってすぐ売るというだけでは、やっぱりこれは済まないだろうと。このアバターというのが例えば1人10台使って、朝の9時から5時まで使ったときに人間はどんな状態になるのかということを探めたような提供者目線だけでなく、やはり利用者目線も考えられるPMを育てたいなということで、実は石黒PMと書いてございますけれども、これはミドルウェア、コア技術、基礎研究、ELSEといいますと、このエントリーポイントに新たに39の中で落ちた方も含めて、日本の我が国としてどういう人を入れなきゃいけないかということを追加していくことが非常に重要で、今スタート時点ではこの3PMでやりますが、中でどういったものを作り込みで入れていくかというのは一つの勝負かなと思っています。

先ほどのこれからの人たちのやるという意味で、30代の教授である南澤さんを入れて、このプロジェクトは2050年まで続きますので、あと30年ずっと研究と開発を続けられているような人もやっぱり時代の歴史を見ていくという意味で育てないといけないだろうと

ということでやっております。金井さんについては、とにかくまだ世の中の競争も激しいんですけれども、安全性を確保するというのが極めて重要な部分だと思うので、それについても重点的に配分したと。重なっている部分につきましては、今、先ほど申しました対話行動と体験共有と思ったら動かすという意味で、いろいろコア技術とか基礎研究は違ってまいります。そういうものにうまく投資しながら、お互いで情報共有しながら、また、海外等の動向を見ながら進めていきたいというのが私の回答でございます。よろしゅうございませうでしょうか。

○上山オブザーバー もう一つは第4層のE L S Eですね。これは横串のようなプロジェクトマネジメントは要らないんですかね。そういうプロジェクトを立てるといことはしないんですか。

○萩田PD 当然、横串はやるんですけれども、例えば金井さんのプロジェクトですと、頭に装着するようなものというものと、空間・時間でアバターを制御するE L S Eは多少違ってまいります。ですので、先ほどコンソーシアムを作ると申しましたが、コンソーシアムの中に横断的に扱うようなE L S Eの分科会のようなものを作り、その中にさらにタスクフォースに分けて運営していこうかなというふうに思っております。

○平座長 よろしいですか。ほかの方、いかがでしょうか。須藤先生。

○須藤委員 どうもありがとうございました。

第1層から第2層、3層、4層というふうに層が分かれるというので非常に分かりやすいんですけれども、どちらのポイントともやるメンバーがいた方がいいのかなという気がするんですけれども、その辺はいかがなんでしょうか。

○萩田PD そうですね、その考え方も作り込みの中で是非考えていきたいなというふうに思っております。これは一つの私も今まで経験してきた中で、作り込みでこの4層は要るんだけれども、これからの新しい作り方ということも考えていきたいと思えます。貴重なコメント、ありがとうございました。

○平座長 ほか、いかがでしょうか。よろしいですか。あと15分ぐらい時間がありますけれども。

では、ちょっとすみません。私から萩田先生にちょっと情報提供なんですけれども、結局新しい技術を実験したり社会実装すると、既存のレギュレーションがなかなか適合しないということがあると思うんですが、私は4年前に内閣府の大臣で特許をやっているときに近未来技術実証特区というものを作って自動走行とかドローンとか実装しやすいようにとやった

んですが、あれから4年もたって自動走行、ドローンというのは当たり前になっているんですね。今私考えているのはドローン特区を作ろうと思っているんです。それで、それは実装したときにこういうビルフロア内だと自由に動けますけれども、一旦外へ出ると横断歩道も渡れないし、歩道も歩けないということになるので、ちょっとそれを集中的に国家戦略特区でアバター特区を作ろうと思っていますので、これが実現したらですけれども、ちょっと頭に入れておいていただきたいというのが1つ情報提供と、あともう一つは、テスラなんかもそうですけれども、結局何かアバターロボットが結果としてIoTのデバイスになっているような情報を集めてきて、それでAIでアルゴリズムが進化したりフィードバックされるみたいなのが生態的になっていると思うんですが、このアバターの開発もやっぱりそういう生態系で回していくという考え方というのはあるのでしょうか。

○萩田PD それを私も求めていたのですが、この金井さんのプロジェクトと数件ぐらいしかなくて、私が本当に求めたいのはナノアバターという、複数台が体の中に入って、いろいろなことを調べてくれるというようなことをちょっと考えたいなと思っていて、特に今先ほど申しましたストレスとかサイバー依存症とか、この辺もすぐに新しい種類のものを生み出すんじゃないかなと思うので、表面的な表情の変化だけではなくて体の中の部分も見ていくような仕組みをここに作り込みで考えられないかなということを議論したいと思っています。ありがとうございます。

○平座長 是非そういう観点もよろしくお願いします。

○佐藤審議官 内閣府の佐藤です。

1つだけ御質問なんですけれども、先ほどの上山先生のお話に絡むんですけれども、今回はPMを3人選んで、作り込んで競争と協調していくやり方だなと理解しましたが、39のうち36から、そのうち作り込みも入ってくるようなのが多分あるんじゃないかと思うんですが、これから作り込みの中でどういうものがどれぐらい入ってくるというようなイメージをお持ちなのかなというのを教えていただければと思います。

○萩田PD 多分ですね、今3人選んでおりますけれども、結果的にもう一つ、もう一人PMを選ぶ程度のPIを先ほどのエントリーポイントに埋めていきたいなと内々考えております。ただ、これは作り込み期間で議論していかないとなかなか決まるものではないですし、落ちた人の中のあなたが入ってほしいと言われても、なかなかいろいろな人間的なものもございますので、その辺をどうやって交渉していくかというのがPDの裁量かなというふうに思っております。よろしゅうございますか。

○平座長 ありがとうございます。

そのほか御意見、御質問いかがでしょうか。

近藤先生、お願いします。

○近藤委員 ありがとうございます。大変皆様方のお話は勉強になって感激しておりますけれども、私は、元々は医師ですが11年間PMDAの仕事をしていまして、医薬品とか医療機器の審査をして、いろんな医薬品でもいいところと悪いところがあると。そういったものを審査しながら最終的にいいところを伸ばして悪いところをコントロールするという立場で、レギュラトリーサイエンスという手法で業務をやってまいりました。これは2つのコンポーネントに分かれていまして、1つは評価科学というのがございます。

それから、もう一つは適正規制科学又は適正規制工学というのがありますけれども、評価科学というのはその事案に対していいところと悪いところを徹底的に360度全部評価して、マッピングをして伸ばしたいところ、抑えておきたいところというのを評価科学でやります。つまり、これをしっかり好き嫌いなく評価することが一番大事だろうと思うんですけれども、その上で、次のステップとしていいところをどうやって伸ばしていくのか、また、欠点をどうやって抑えていくのか、こういうところ、適正規制工学ですね。これはエンジニアリングをやっていくわけですが、こういうことによって初めて社会に出て人に対して、また、社会に対していいところを使ってもらえるようにしていくわけですが、こういう概念というのはお薬や医療機器だけじゃないだろうと思うんですね。

だから、今日いろいろ新しい挑戦的な技術を御紹介いただいていますけれども、それぞれ正確にレギュラトリーサイエンスという概念で一度整理していただいて、いいところをどうやって伸ばすかと。正直に問題点はしっかり出していただいて、それをどうやってコントロールしていくのかということを考えて、初めてそのものが社会において役に立つんだろうと思うんですね。得てして良いところばかり出てくるが多かったり、また批判する側としても悪いところばかり攻めていくわけで、そうではなくて最初から一緒になって良いところと悪いところと一緒に議論していただくような雰囲気にしていただくと、物事は確実にうまくいくのではないかなと。せっかくのムーンショットで輝かしいものはいっぱいあるんですけれども、それを是非成功させるための手段としてレギュラトリーサイエンスという概念をしっかり広めていただきたいものだなと思っているところです。

以上でございます。

○萩田PD すばらしいコメント、ありがとうございました。私も2005年ぐらいからロボ

ットを複数台実際の商業施設に置いていろいろな実験をしたときに、最初にE L S Iとかエコノミカルな部分に直面しまして、その問題をずっと議論する中で、弁護士さんとすごく仲よくなって、本を書いたりしていました。まず、光と影は絶対あるんだと、ただ、光を伸ばしながら影をどうやって開発者が分かるかという雰囲気作りが一番大事でございまして、先生の今の2つのお話は私も正しく感じておりました。

また、女子医大にも5年間ぐらいスーパーCOEでおまして、お医者さんの気持ちも大体分かっておるつもりです。とにかくSDGsで言いますと、作る責任、使う責任ですね。この12番目の課題が極めて重要なのが目標1かなと思っております。コメントありがとうございました。

○近藤委員 どうもありがとうございます。

○平座長 ほかにいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、この議題については終了したいと思います。ただいま頂戴いたしました御意見も踏まえまして、研究開発を進めていくことでよろしいでしょうか。

○萩田PD ありがとうございます。

○平座長 ありがとうございます。

それでは、萩田先生、ありがとうございました。

ここで5分ほど休憩をさせていただきたいと思います。25分から再開をしたいと思いますので、トイレ休憩をよろしくお願いします。ありがとうございました。

(休憩)

○平座長 先ほどの案件につきましては、皆さんの御承認というか御意見を踏まえて研究開発を進めていくことの了解をいただいたわけですが、その前段階のところ、特にBRAINさんなどのプレゼンに対してそういう問いかけをしなかったという御指摘を受けましたので、今日御出席の皆様にも今までの案件全てについて意見を踏まえた上で研究開発を進めていくということで御承認をいただきたいと思いますので、よろしいでしょうか。

絶対駄目だという人は手でバツを出していただければと思いますけれども、よろしければ「うん、うん」とうなずいていただければ承認ということで。ありがとうございます。

それでは、御承認いただいたということで次に進めていきたいというふうに思います。御協力ありがとうございました。

次に、目標2の議論に移ります。JSTから説明をお願いします。

○古賀(JST) PDの祖父江先生、よろしくお願いいたします。

○祖父江PD それでは、目標2における研究開発の進め方と現状をお話し申し上げます。

私は神経内科の医師でございますが、ずっと慢性型の進行する神経変性疾患、認知症を含めての研究をやっております。このムーンショット目標2でございますが、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したいということでございます。ターゲットは今の2050年までに臓器間あるいは組織間、細胞間というのも含めますが、包括的なネットワークの総合的な解析を通じて疾患予測あるいは未病の評価システムを確立して、疾患の発症自体の抑制・予防を目指すというものでございます。ここに書いてあるのは、生涯にわたると書いてありますが、個体の性状の変化というものを見据えて経時的なネットワークを解析するというものでございます。さらに、ここに書いてあるのは疾患を引き起こすネットワークの構造を同定して、新たな疾患の予測・予防方法を確立するというものでございます。これを一言で言うと、病気を未然に防ぐということで、後からまた出てまいります。対象としては認知症、がんあるいは糖尿病、あるいはウイルス性疾患のような深刻なきちとした病気・病状を止めることができなくて、かつ慢性的に進行して最終に至るという病気を対象にしております。

ちょっと補足的な説明でございますが、細胞間ネットワークの問題がいかに関わるか、重要かということが断片的ではございますが、今まで報告されております。一部御紹介しますが、例えばパーキンソン病という病気がございますが、これが腸の中に異常なたんぱく質がたまって、それが脳に運ばれることによって起こるということがつい最近解明されてまいったわけでありまして。ですから、腸と、それから、脳という別の臓器がこのネットワークを介して非常に重要な役割を発症、その疾患の発症に関わっていると。例えばこれは脳と肝臓と、それから、すい臓ですね。これが糖尿病の発症あるいは治療のレギュレーションを行っていると、病態のレギュレーションを行っているとということが分かってまいりましたし、例えばこれは概日時計という体内のリズムですね、概日リズムを刻むものが各臓器に存在しておりますが、これが破綻してくるとがんになりやすいとか、がんの進行を促進するとか、そういういろんな状況があります。これは原因・結果どちらかというのはちょっと難しいところもございます。それから、先ほど来、ちょっと話が出ました免疫も非常に重要であります。

それから、もう一つこのアプローチの中で重要なポイントがございまして、それはここでは幾つかの事例だけをお示ししておりますが、今まで疾患あるいは医療というのは生物学的なアプローチをやってまいりましたけれども、数理的なアプローチから非常にいい回答が出

ている例が幾つか見つかってきております。例えば、これはマルチモデル解析あるいは動的ネットワークバイオマーカー解析とか、臓器内・臓器間トランスオミクス解析とか、静的・動的なネットワーク解析というような、これは解析法の数学上の名前をここに一覧にしてありますが、こういうものが少しずつ出かかっている、数理的なアプローチというのは、こういう生物学あるいは医学にとって重要であろうということが少しずつ分かってきていると。

今申し上げたことを図に書きますと、上はがんのモデルでありますし、下が神経変性あるいは認知症のモデルを書いておりますが、これはちょっとポンチ絵的にまとめたものであります。健常ですと、こういうネットワークがきちっとできているわけですね。それが前がん状態、ネットワークがちょっと変化しているという状況ですが、早期のがん、これは1つだけ、これはがんと思っていただいたらいいんですが、こういう状況があつて、最終的にはここで発症ですね。それでネットワークが破綻するという状態、あるいは認知症についてもこういうネットワークがきちっとできているんですが、ネットワークが少し変化するという状況があつて、超早期の神経細胞が脱落してくるとか、それで最終的には発症すると。認知症の発症の前にネットワークが変化するということが少しずつこれも分かってきております。ですから、これがどれぐらいのタイムスケジュールで行われるのかというのはまだ十分には分かっていないんですが、現在の医学はこの発症したところからスタートするというのが現状の医学でありまして、これを更に上流に遡れないか、また、それを予防できないかということ、進行を予防できないかというのが今回の眼目、目標です。

ですから、これもちょっとまとめでございますが、先ほど申し上げたように生物学的なアプローチと数理科学的なアプローチを合体させることによって、このネットワークの包括的な解明から新たなものが作れないかというふうに思っているところであります。

これは公募等に関する基礎情報でございますが、公募はこの期間に行われまして、書類選考、それから、面接選考を8月の中旬に行いました。それで、採択予定のものを9月中旬に選んでおります。応募者は49人でありまして、そこから5人選んだということでございます。そのPM候補者は横浜市立大学の野先生、ネットワーク解析を通じた難治性ガンの克服ですね。それから、片桐先生、東北大学ですね。恒常性の理解と制御による糖尿病及びその併発疾患の課題です。糖尿病というのは糖尿病そのものはレギュレーションはある程度可能なんです、それが時間とともにいろんな臓器、いろんな場所に併発疾患を起こしてくる、このことをどうやって止めるのかということが解決されていないということでございます。

それから、高橋先生は京都大学でございまして、これもネットワーク解析を通じた認知症

及び関連疾患の予防の課題です。それから、松浦先生は大阪大学でございますが、これはウイルス・人体相互作用ネットワークと書いてありますが、今までウイルス学の中心はウイルスパーティクルの方にあつたものをその受け手、宿主側の対応によってこれを類型化して何かできないかという考え方でございます。それから、先ほど申し上げました数理的な基盤を東京大学の合原先生にやっていただきたいということでございます。

この4つの疾患は非常にアンメットニーズが高く、その超早期診断・予防、それから、いわゆる先駆的な治療というものが望まれているわけでございますが、特に膵がんですね、難治性がんの膵がんなどは5年生存率が非常に悪いと。あるいは糖尿病は先ほど申し上げたように2,000万人の患者さん、予備軍も含んでおられますが、多臓器不全という状態が最終的に非常に難しい状態である。それから、認知症は800万人で、これは非常に大きな社会問題化して、例えば1年間で14.5兆円の費用がかかっているとか、それから、先ほど申し上げたように感染症ですね。これは特にウイルス感染でございますが、COVIDでもう皆さんよく理解されていると思いますが、この類型化すること、宿主の側の反応を類型化することが非常に重要なアプローチではないかということで取り組もうということでございます。

もう少し詳しく述べます。これは先ほど出てまいりましたがでございますが、これは正常ですね。健常ネットワークが順次前がんの状態、がん化の早期の状態、それが発症に至るということを示したんですが、現在の治療というのはこの段階で初めてスタートしているということですので、これを更に遡っていけないかと。その遡りのレベルによって企業導出ができるような新たな予防あるいは治療の開発ができるのではないかとというふうに考えているところでございます。

これは実際の今回の応募の方々のどちらかという共通的な進め方なんですが、細胞組織レベルでのネットワーク解析、それを動物の個体に移して最終的にヒトの健常、未病、発症前、発症というのに持ち上げるというやり方が皆さん提唱されているんですが、私は作り込みの中でヒトの社会実装の部分をもう少し並行的あるいは早いレベルから進めたいと思っております。この組織、細胞あるいは動物個体というところで何がマーカーとしていいのか、どういうネットワークモデルがいいのかということを検証して、それをヒトに当てはめるといふ、そういう進め方を考えているわけですが、もうちょっとこれを早いところから並行状態で動かさないかと思っております。これにはコホート研究、レジストリ研究というのが過去のものも併せて必要なんですが、この辺をどうクリアできるかというのが一つの大き

な課題です。4つのグループは、その中にも数理系と生物系をP Iとして内蔵しております。内蔵しておりますが、先ほど申し上げたように数理科学的な基盤として合原PMが、その人たちと連携を取りながら数理的なモデルへ高めていくということです。そこから出てきたいろいろなデータベース、ネットワーク情報などはお互いに利用できるようなベース化したものに取り込んでいく。これはここからこっちもありますし、これを利用するということがあります。最終的には、全身のネットワークシミュレーターというような、これはバーチャルな言葉でございますが、そこから先ほどの疾患の早期予防・早期診断ということに結びつけられないかということでございます。

これは最後のスライドでございますが、ポートフォリオ構築のために各PMのプロジェクト内容等を調整して作り込みをやっていきたいということですが、時間的なマイルストーンを設けてメリハリのある資金配分をしていきたい。それから、企業連携、それから、国際連携ですね。国際連携は先ほどからいろいろ問題になっておりますが、例えば今米国を中心に行っておりますHuman Cell Atlasあるいはブレイン・イニシアチブというものがございますが、12月にこの代表者を招いて国際シンポジウムを開きましたが、今後データベースを共有化して何とかしていくという形に持っていきたいというふうに思っております。

それから、もちろん製薬企業、機器開発企業ですね。それから、早期診断のための技術的な企業導出というものも重要でありますし、特にこの中では医学・生命系と数理系の間の異分野の交流というものが非常に重要で、これを恒常的にやっていきたいというふうに思っております。先ほどもちょっと申し上げましたけれども、ヒトの既存のデータベースあるいはコホート、症例研究などをできるだけ活用していく、早くから活用していくということが重要だと思います。研究データの管理ですね。我々のところから出てきたものも管理して、かなり共有した形で使っていく、あるいは外に向かって発信していきたいということでございます。

以上でございます。どうもありがとうございました。

○平座長 御説明ありがとうございました。

それでは、御意見、御質問のある方は挙手若しくは挙手ボタンを押してください。

近藤先生、お願いします。

○近藤委員 よろしいですか。

○平座長 どうぞ、近藤先生、どうぞ。

○近藤委員 祖父江先生、ありがとうございます。お久しぶりです。

本当に細胞間、組織間の病気というか疾患の連携というのを伺いまして、誠にそのとおりでなと思うところでございます。医療も例えば肺であるとか呼吸器系だとかばらばらにやるのではなくて、やっぱり高度の医療というのは既にもう統合された高度医療というのがこれから前提になるだろうと思っておるところでございます、今日の様々な御提案に関しては誠に同感するところでございます。是非進めていただきたいなと思っております。

それについて、それを加速する方法としてやっぱり電子カルテの標準化、これは絶対必要だろうと思うんですね。ですから、ただいま私どもも是非例えば各病院でばらばらでやっている方式の電子カルテをできるだけ統合するようにできるような形で努力していきたいなと思っておるところです。取り分け、粒度を上げることによって様々な医療電子情報が全部各病院で保存されるように、それを国家として集めることもできるだろうと思うんですね。そうすれば、それを集めることによって本当にこの病気の実態がどうなのかなというようなこと、また、例えば先程先生おっしゃられた腸管の中のことが脳みそのことにつながるようなことというのは、意外に容易に分かるかもしれないし、ましてや人口が1億2,000万という大国ですから、そういったものができるような格好にする方が非常に先生方のこれからの医学研究を日本がリードする一つの大事な手法かなと思うところでございます。是非そういう観点からも御支援いただきたいなと思っております。

それから、今日、先生は臨床の現場と研究の現場というのは、なるだけ同時並行でやるようなお話を伺っておりますけれども、正にこれはそうでありまして、一般的には研究の中で見つかったものが臨床の現場へ持っていくという格好のいわゆるトランスレーショナルリサーチというのが主流ですけれども、臨床の現場からも新しいものが現実的に今出てくると。つまり、リバーストランスレーショナルリサーチというのは結構大きな話です。臨床の研究の先生たちがそういうところを発見して基礎研究に持っていくというのは結構多いわけでありまして、そういうものを相互にトランスレーショナルリサーチができるような仕組みも是非医学系の先生方に御支援いただきたいなと思うところです。

取り分け電子カルテの標準化に関しては早急にやらなきゃいけないと思いますし、それをやることによって祖父江先生の御研究も先ほど平野先生の御研究もそうだと思いますけれども、非常にスピード感があってできるようになると思うところです。ありがとうございました。

○祖父江PD ありがとうございます。本当に素晴らしい御指摘、コメントを頂きましてあり

がとうございます。

この電子カルテの問題は、これは実は近藤先生とも何度かお話をさせていただいたことがございまして、特にPMDAでは電子カルテを企業に見せると、情報として流すということをお近藤先生は始められまして、非常に私は画期的なすばらしいお仕事だというふうに感じております。これはいろんな壁がどうもあるようでありまして、これは是非近藤先生にお願いして、それこそあるいは国の方でベンダーの壁とかセキュリティはもちろんでございますが、倫理的な壁なんかもいろいろあるんですが、これは疾患を持った患者さんの先ほど先生がおっしゃったようないろんな臓器にわたるという状態がこれからどんどん出てくるわけですね、高齢化に伴って。

ですから、それが見える形で我々の手元でいろいろ解析できるという点でも非常にいいですし、患者さんの側から言えば、いろんな臓器を同時に見ていただけるという点でもすばらしいというふうに思いますので、是非これは進めていただきたいなと思っております。1つだけ今私どもがやろうとしていること、このムーンショットは、疾患になる前も大事なんですね。今後なぜそういう疾患になっていくのか、例えば認知症で言えば、認知症の発症前、大体30年ぐらい前から認知症の芽が出始めてネットワークの変化が起こる、あるいは神経細胞が変化しているという状態がもう既に30年ぐらい前からあるんじゃないかということが少しずつ分かってまいりましたし、がんについても、がんが見つかって、これはがんであるということが分かる段階よりも相当前からそういうがんの芽のような、がんを発症するような環境ができてきているということもだんだん分かってきているようであります。私はがんの専門家ではございませんが。

ですから、そういうもののコホートデータ、ヒューマンデータというのが実は今後非常に重要になってくるということだと思います。もちろん病気になってからの進行をどう止めるのかということと、どちらが重要かというのは難しいところなんです、その前のところにもむしろこの場合は焦点を当てたいというふうに思っております。

それから、先生おっしゃっていただいたリバーストランスレーショナルリサーチというのは、最近の疾患の研究者は皆さんおっしゃっておられることですし、先生なんかは最初に提唱された概念でございますが、ベンチからベッドへ、それから、ベッドから逆にベンチへという流れが循環型になるというのは非常に重要でありまして、私どものPMあるいはPIの中にはそういう基礎系から臨床系あるいは違う領域の科学とか数学もそうですね。そういう人たちが連携して、循環型で思考できるようなシステムを作っているというのが今回の眼目

でございます。その辺をまたどういうふうにご利用したらいいか、どういうふうにやっていったらいいかはまたいろいろ御指摘いただけるとありがたいなと思います。本当にすばらしいコメントをありがとうございました。

○近藤委員 ありがとうございました。

○郷治委員 よろしいですか。

○平座長 どうぞ、郷治さん。

○郷治委員 どうもありがとうございます。

数理モデル解析でありますとかネットワーク解析を用いて、疾患になる前からコホートで分析をされているというのは大変すばらしいと思いました。私も最近まではネットワーク解析の研究室にいたものですから、大変感銘を受けた次第でございます。

祖父江先生への御質問というよりは、平副大臣への御質問になってしまうかもしれませんが、こういった疾患になる前からちゃんと分析して疾患を予防するという形の医療というのは、これまでの医療制度ではあまりなかったのかなと思うのですけれども、医療経済上は明らかに、疾患になってから治療するよりも、こちらの方が非常にコストも安く済みますし、多くの方の便益につながるので、こういった医療も厚労省様を始め、政府として国民に浸透させるような医療制度の改正というのも併せて行っていかれると、ムーンショットのプロジェクトにとどまらず、国全体がその実用化を進める課題先進国としての模範を世界に示せるんじゃないかと思しますので、是非そういった御検討もいただけるとよろしいかと思いました。

○平座長 私は防災も担当しているんですが、今までは防災は被害が出てからどう対応するのかですが、事前に手を打つことによって巨大地震とかスーパー台風も含めて、実際の財政負担がそれによって抑制できるという考え方もありますし、当然これはムーンショットをベースに、エビデンスベースドポリシーメイキングなので、複数年度にわたってそういうこともしっかり手を打った方が財政負担はしっかりコントロールできるということになれば、当然そういうふうに出てくるというふうに思います。

今、近藤先生の御指摘のデジタル面での標準化は、私はデジタルガバメントと技術を担当して、ありとあらゆるところで標準化の問題が出てきますので、これは内閣府として科学技術・イノベーション部局がやるのか規制改革部局がやるのか、あと標準化は別途知財の方でプロジェクトチームを作って、これは国内もそうですけれども、国際的な標準化の問題もありますので、内閣府の宿題としてどこかが電子カルテの標準化といったテーマをそこでいろ

いる厚労省との関係もあつたりすると思いますけれども、やるのかというのはビッグデータ、AIでも必須なので、今の提起は内閣府でどこが引き受けるのかはしっかりと宿題返しできるように内閣府の方に指示をしておきたいと思います。

ほかに御意見、御質問ございますでしょうか。

では、どうぞ上山先生。

○上山オブザーバー 僕はこれ本当に楽しみにしているというか、ちょっとワクワクするようなことなんですね。それで、ちょっとだけ素人ながらいろいろなことを聞きたいなと思っていたことがありまして、今日の発表を見させていただいたときに、基本的なフォーメーションは伝統的に重要な疾患に関する認知症、がん、その他についてのプロジェクトが走っている。ただ、もともとの狙っているところがホールボディネットワーク化とか作ると、そういうことではないかと思うんです。

この4つのところからそちらにどのような形で行くのか、具体的に言うと、実は僕、前に国立情報学研究所の喜連川先生とかと一緒に名古屋地域にターゲットを絞って、レセプトデータとかから全部のデータの一元化のプロジェクトを作ろうとしたことがあります。その時にもものすごく感じたのは、メディカルなプロフェッションと情報と数学系のタイプのプロフェッションはものすごく難しいというか、そもそもすごく大きな抵抗感が医学系の方々にあったように思いました。ものすごい対応が難しかった。僕は間に入って対応をずっとやっただけですけど。その経験から、このプロジェクトを推進していくときに数理学系とのネットワーク構成に関する相当突っ込んだ議論が多分必要だとは思いますが、これが具体的にどうなっていくんだろうかと。本当にそのところが膝詰めで議論できるようなことが実際に起こるんだろうかということがまず1つの疑問と。

それで、今、祖父江先生が途中でおっしゃったんですけども、祖父江先生からすると、この疾患の社会実装をやる場所、ヒトのところをかなりもうちょっと力を入れていきたいんだ。だから、コホート研究とかレジストリとか伝統的に医学の領域でやられているようなところをやっぱり使っていきたいんだということをおっしゃっておられたと思うんです。ヒト以外のアプローチと動物個体とか細胞、これはコホートだったらネットワークのところをずっと見られると思うんですが、ヒトのところをやる時にその要するに2つのプロフェッションの間のブリッジングの難しさですね。恐らくそこがブレイクしないとこのホールボディネットワークアトラスみたいな概念があるという気がしていて、祖父江先生のお話をムーンショットの最初るときから聞いていますけれども、その切り込みはすごく熱意を持

って大きなアンビションアンビションを持ってやっておられるということは分かるんですが、そのところの作り込みのことについて少し教えていただければ大変有り難いと思います。どうぞよろしくをお願いします。

○祖父江PD どうもありがとうございます。

先生おっしゃったとおりで、例えば医学系の中、この実際にはアドバイザリー会議の中でいろいろ議論もしながらずっと詰めてきているところがあるんですが、やはり数学を取り入れる、我々はやっぱり古典的なバイオロジーとか分子生物学とか、それから、そういうものが中心でやってきたんだから、数学なんかはどれぐらい本当に必要なんだろうという話が出てまいりまして、先生おっしゃったとおり、数学の人と、それから、バイオロジーあるいは医学の方の人がどれぐらい混ざり合って本当にいいものを作るのかというのは、非常に大きな、成功するかどうかのポイントになってくるだろうというふうに思っております。

そのために、私どもは各応募者ですね、PMの中に数人の、2人以上の数理学者を内蔵してほしいということを、常時その人たちと議論する場を作ってほしいということを言っております。ただ、今の段階でまだきちんとそれができているところとなかなかできていないところがございます。さらに、その内蔵されている数理学系のPIの人と恒常的に数理的なプランニングを立てる上で合原先生、合原先生は今非常に社会的ないろんな生物数理の理論を作っておられますけれども、そういう合原先生と合議しながら、更に二重にその中に入り込むということを作り込みというか、既にそういう形はできているんですが、更に作り込みの中でそれをやっていきたいというふうに思っています。

ただ一方では、医学、生物学の中にやはり数学が必要だという考え方も実は芽生え始めてきておりまして、それは何かというと、これだけ情報が巨大化して、しかも、不確定にいろんなものが同時に動くというような複雑系のフィールドであるということがだんだん医学の中でも認識され始めてきておりまして、やはり例えば脳の回路解析なんていうのは、今は数理学者が入るか入らないかでその成果が全然違ってまいります。ですから、そういうものを少しずつ見ていますので、我々は、少し前の名古屋地区でおやりになったところではありますが、私も名古屋でございますけれども、その頃とちょっと変わってきているんじゃないかというふうに期待はしております。それが1つ。

それから、もう一つはいかにこれをヒトに持っていくのか、ここがやっぱり非常に大きなポイントでございまして、これは本当の意味で健常からずっと1人の人を何十年も追いかけて、疾患発症から死に至るまでの連続的なデータの cohorts というのが世界的にも非常に少

ないんです。日本で言えば、東北メディカル・メガバンクとか、それから、久山町バンク、それから、滋賀県にあるバンクがございますが、こういうところは10万人規模で作っておりますけれども、必ずしもこれに合うデータがその中に内蔵されているかどうか、正常から疾患というところのコホートがあることにはあるんですね。遺伝子なんかは、あるいは血液なんかは使えるんじゃないかと私は思っているんですけれども、いろんな臨床情報を含めて本当にきちっとしたものであるかという、私は東北メディカル・メガバンクとも共同でいろいろやっておるんですけれども、目的に沿うかどうかとなると、ちょっとそこは若干問題もございまして、それを何とかクリアしたいというふうに思っております。

どうもありがとうございました。

○平座長 あと、時間も迫っているんですが、吉村先生、江田先生、お手が挙がっていますので、続けて吉村さん、江田さんの順でコメント、質問をお願いします。

○吉村委員 ありがとうございます。すばらしいお話をありがとうございました。

経団連も未病の段階からしっかりとヘルスケアを行っていくことによって、健康に効果があるということを「Society 5.0時代のヘルスケア」という提言でまとめておりまして、その考え方とここに共通するものがあると思って感銘を受けておりました。

未病の段階からケアするに当たって、先ほど医療制度の話が郷治さんからもあったのですが、それを医療費の中で賄うのかといったときに、医療費がかさむからやめろという意見が出てくることがあります。医療経済学上も、未病の段階からケアをすることで経済効果が生まれるかどうかというところは議論があると伺っています。その辺り、学問上ももう少し精緻な議論を深めるところもサポートしていただくとよいというのと、根本的な医療費の中身の組換えといった話は今日の話とは少し違うレイヤーだと思いますけれども、議論を深める必要があると思いました。

それから、標準化の話は先ほど平副大臣からもお話があったので大体理解しました。ベンダーも、医師、病院の希望に沿うように作っているだけですかという言い分というか理由もありますが、現実問題として同じベンダーで作ったシステム自体が繋がらないという事態が起こっている現状もございまして、是非ベンダー等を入れた議論も必要だと思います。他方で医師は本当に皆さん使いたいのかというのも一つあって、業界団体との連携と書いてある通り、医師会レベルでも理解を深めていただくための努力をされた方がいいと思いました。

1つだけ質問です。計測するに当たっての様々な機器をこれから開発していく必要があると理解したのですが、今存在しているものと比べて、計測機器の精度について飛躍的なイノ

バージョンが必要な状況だという御認識かどうか、機器のイノベーションへの期待があるか教えていただければと思います。

○平座長 すみません。続けて江田さんのコメントをお願いします。まとめて。

○江田委員 じゃ、簡潔にしたいと思います。ありがとうございます。

これ、健常のときからやっぱりある程度モニターをしていくという話だと思うんですけども、データの話とかいろいろ出ていましたが、今度はこれを提供する個人の方の受入れ、それから、原理の形成、先ほどサイバネテックスのことも出ていましたけれども、こちらもかなり重要になってくる課題だと思います。監視社会になるのか、あるいは皆さん協力して作り上げていく明るい未来になるのかというのは、今国際的にも大きな話題になっている部分でありますし、究極の個人情報でございますので、その辺りはどういうふうに補足していくのかというのが1つ目の質問と、もう一つは祖父江先生のみではないんですけども、どうも女性の研究者の方が少ないような気がして、是非皆様に頑張ってもらいたいと思います。それはコメントでございます。ありがとうございます。

○祖父江PD ありがとうございます。女性研究者のことはちょっと気になっておりまして、私も何とかしていきたいというふうには思っております、作り込みの中でまた考えたいと思います。

それから、先に質問されました例えば飛躍的な機器というか、そういうものをどう考えるんだということなんですが、例えば、がんなどの場合で、がんが塊として出てくればいろんなことが起こってきますから診断可能なんですけれども、例えば1か所にぽつんと出た、あるいはそれによるがんを作るためといいますか、がんを作るような環境変化がネットワーク的に起こった場合にそれを検知するというような段階になってくると、今の機器ではなかなか大変なんです。ですから、そこは恐らく飛躍的な非常に微量で体の中に流れているものを、例えば島津製作所の田中さんが考えられたんですかね、あのような質量分析みたいなものを更に高度に使ってやっていくという作業が今後ますます必要になってくるだろうというふうに思っております。

それから、もう一つは正常の段階からウェアラブルのデバイスを、ウェアラブルというとか何か非常に構えちゃうんですけども、例えば車の運転をしながら何かデータが出てくるとか蓄積されるとか、あるいはお風呂に入っているときに何かデータが蓄積されるとか、寝ているときにというような、そういう日常の中から何かデータを取っていくというのは比較的敷居が低いんですね。そういうことをコホート計算の中に、コホートスタディの中に取り入

れていこうという動きも少しずつ出てまいっておりますので、その辺は先生おっしゃったように倫理とか個人情報とか、そういうことを少し超えていけるかもしれないというふうに、ここも先生おっしゃるように非常に重要なポイントになると思いますので、またいろいろ御意見賜れればというふうに思っております。どうもありがとうございました。

○平座長 ありがとうございました。

それでは、時間になりましたので、この議題はここで終了させていただきたいと思います。ただいま頂戴いたしました御意見を踏まえ、研究開発を進めていくということによろしいでしょうか。

はい、特段異議がないということで、そのように進めさせていただきたいと思います。祖父江先生、ありがとうございました。

それでは、次の目標3の議論に移ります。JSTから説明をお願いいたします。

○古賀（JST） 目標3でございます。PDは福田先生でございます。福田先生、よろしくをお願いいたします。

○福田PD それでは、目標3における研究開発の進め方について説明させていただきます。

私は福田でありまして、現在、名城大学、IEEEのプレジデントとCEOをやっております。私は、今までは知能ロボット、その知能化及びその自己組織化あるいはマイクロ・ナノロボットの研究をしてまいりました。

それでは、次のスライドをお願いします。

このムーンショットの目標、私の担当の目標3としては2050年までにAIとロボットの共進化により自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現するというを掲げております。そこでは、ターゲットとしては2050年までに人が違和感を持たない、人と同等以上の身体能力を持ち、人生に寄り添って一緒に成長するAIロボットを開発できればと、そういうふうに思っております。そのためには2050年からバックキャストしますと、2040年、2030年、2025年度と行います。2030年には一定のルールの下で一緒に行動して、それで90%以上の人々が違和感を持たないようなロボットを開発したいと思っております。このロボットはもちろん人や環境から学習します。それともう一つは人から実際に学習すると同時に、私たちはロボットから学ぶということもあるかもしれませんので、トランスファーラーニングをするということで自己を高めることもでき、この相互作用により豊かな人生を過ごすことができると良いと思っております。

2つ目は2050年までに自然科学の領域において自ら思考し、行動し、自動的に科学的

な原理と解法の発見を目指すA Iロボットシステムを開発することを目的としております。2050年よりバックキャストにして2030年までには特定の問題に対して自動的に科学的解法あるいは原理解法の発見を目指すA Iロボットを開発したいと考えております。

次に、3つ目は2050年までに人が活動することが難しい環境で自律的に判断し、自ら活動し成長するA Iロボットを開発するということを考えております。2030年までに特定の状況において人の監督の下で自律的に動作するA Iロボットを開発することを目的として、人とロボットが共生する社会実現を考えております。次のスライドをお願いします。

そこで、自ら学習・行動する自己発展型ロボットでありますけれども、このキーワードは知識・意図・学習でありまして、もう一つは、その記憶、ビッグデータがあります。記憶、それから、情動・注意・共感、エンパシーがあります。ロボット自体はハードウェアなので、動力、アクチュエーション、センシング機能がありますが、現在のロボットをはるかに凌駕する賢いロボットを作りたいと考えております。それをA I技術と自己発展型学習機能を併せ持つロボットを作り高度な身体性、エンボディメントを持つ、賢いロボットの研究開発を目標としております。次のスライドをお願いします。

公募は6月2日まで行いまして、8月16、17日に面接選考を行い、その結果がもしよければ、採択させていただければと思っております。書類選考では、応募者は31人ありまして、採用は4名ということで候補者を見つけたところであります。9月の中旬からは、もしこれをお認めいただければ作り込みをし、ポートフォリオの構築に向けた研究計画の見直しをしたい、と思っております。次のスライドをお願いします。

現在、PMの候補については以下の4名を挙げています。1人は早稲田大学の菅野先生でありまして、1人に1台一生寄り添うスマートロボットということを考え、また、この研究プロジェクトでは柔軟な機械ハードウェアと多様な仕事を学習できるA Iと組み合わせたロボット進化技術を確立し、それにより2050年には家事、接客はもとより人材不足が迫る福祉・医療などの環境で人と一緒に活動できる汎用型A Iロボットの実現により、人・ロボットの共生社会を目指すということでございます。特にここでは人もロボットから学んで自己を高めるような、そういうことができると面白いと思っております。

次は、永谷圭司先生、東京大学の特任教授の先生ですが、多様な環境に適応する協調型A Iと小型群ロボットによるインフラ構築の革新のプロジェクトであります。インフラ構築A Iの研究開発、小型群ロボットの開発、ロボット群の協調動作に関する研究を行うことで、インフラ建設を革新し、建設業における人材不足の解消に伴う生産性の向上の実現を目指し

ます。それにより2050年には、建設現場のみならず極限環境下、月面基地、皆さんが住むような住宅あるいは被災地現場における災害の復旧におけるインフラ建設を実現しようと思っております。

次の3番目は原田先生で東京大学の機械工学研究科の先生です。人とAIロボットの創造的共進化によるサイエンスの開拓ということでありまして、人とAIロボットをシームレスに一体化し、その中で人とAIロボットの相互作用を自在に変えるシステム境界構成学、セーフトランスフォーマティクスを確立する、人とAIロボットの関わりを自在に変えることにより、未経験の環境でも対処できるAIロボットを開発する、それにより2050年にはサイエンス分野においてAIロボットに科学的原理・解法の発見を実現しようということを考えております。

4番目は平田先生、東北大学の先生ですが、誰一人残さない多様性と包摂性のある社会を実現するためにAIロボット群と創る新しいライフスタイルということを考えております。異なる形状、機能を有するAIロボット群が個人に適応し、振る舞いを生成し、成長段階や目的に応じて継続的な支援を提供するシステムを開発します。それらAIロボット群との共生により、2050年までに誰一人取り残さない多様性と包摂性のある社会を実現するというので、ここはヘテロジニアスな多数のロボット群を作り、それで人の環境あるいはブレインサイエンスも含めたシミュレーションのシミュレーターを作成し、それに基づきロボット群を動かすということを考えております。次のスライドをお願いします。

研究開発の進め方につきましては、ロボットはAIと非常に相性がいいところでありまして、AIロボットを作るためにはJSTの研究開発戦略センターの報告書に基づき、さらに第1世代AI、第2世代AI、第3世代AI、それとさらに2020年以降、第4世代AI、融合型へ、さらに2050年には第5世代AIロボット融合のAIを作るということでありまして。ロボットを作って、基本的には2000年から2030年、2040年にかけては自律的に判断・成長する、そういう統合型AI、それを目的としています。もう一つは上にあります、人に寄り添い成長する自己発展型学習ロボットを考えております。これにより共進化するAIロボットと人、人とAIロボットの共生を更に高め、人が豊かな人生を過ごせるようにしていきたいと思っております。次のスライドをお願いします。

これは4つのプロポーザルをいろいろ縦軸、横軸で見たところでありまして、横軸はロボット研究主体であり、右側はAI研究主体であります。上の方は人寄り、下の方は自律的に判断し、成長するための研究開発を示します。平田PMは上の方であり、菅野PMはその

真ん中の方であり、永谷PMはインフラ、下の辺りを狙って、原田PMはそれらを統合するような形のサイエンス開拓を行うということを考えております。次のスライドをお願いします。

ポートフォリオの構築のために各プロジェクトの内容を調整し、競争と協働を促そうと思っております。特に作り込みの機会におきましては、これを大いにお互いに何を研究しているかお互い知り合い、更にそれを他の研究との調整などを行いたいと思っております。

それから、海外研究機関、NSFや、IROS、これは私の作った国際会議でありますけれども、そういうところでもいろんな会議で大いに研究のパブリシティを高めたいと思っております。そのほか、EUあるいはオーストラリアの研究機関ともいろいろ連携を進めて、効率的かつ最先端の研究開発を進めようと思っております。私自身は現在IEEEというところの会長をやっていることもありまして、そのデータポートを利用・作りまして、お互いのデータを共有して使うことをいろいろ積極的に進めたいと思っております。

進捗状況に応じまして、社会実装を目指し、企業との連携も積極的に進めたいと思っております。特に社会実装の観点からAIロボットの社会受容性、安心・安全、ELSIの視点を含み、これの検討を進めたいと。特にこれからはロボットが外に出るためには制度上のいろいろな御援助も頂かないとなかなか社会に実装するときに非常に難しいかなと思っておりますので、政府の皆さんの御協力もお願いしたいと思っております。

それから、この目標であります、PMとPI間の連携・協調による相互作用を引き出すとともに、先ほどの萩田先生の目標1と連携した会議・ワークショップ等のイベントを定期的で開催し、世界の皆さんといろいろ協調して連携したいと思っております。

各PMの作成するデータマネジメントプランに基づき、適切な研究データの管理・利活用を図るようプロジェクトの実施体制を整備したいと思っております。

以上であります。よろしく申し上げます。

○平座長 ありがとうございます。

それでは、御意見、御質問のある方は挙手いただくようお願いいたします。いかがでしょうか。

橋本先生、お願いします。

○橋本委員 橋本です。どうもありがとうございました。

ちょっと素人なんですけれども、2点質問させてください。1点目はこの分野に限らないんですけれども、ここもそうですけれども、特にこの分野は今非常に世界的に競争が激しい、

非常にどんどん開発が進んでいる、そういう分野だと思うんですね。その中で我が国だけでいいですか、我が国のシステムだけでスタンドアロンということはもうあり得なくて、必ず国際的なスタンダードみたいなのができていく、あるいは研究開発も多分そういうような流れの中で動いていかないと、多分猛烈な勢いで今競争といいますか、動いていくことになると思うので、先生のお話の中でいろんな情報交換とか、それから、データ共有の話、いろいろ国際的なものも出てきましたけれども、そのレベルでよろしいんでしょうかというのがちょっと率直なイメージでして、欧米もそうだし、中国もそうだし、あちこちでものすごい勢いで、しかも、資金投入も猛烈にされている分野なので、我が国の限られた予算の中でそうやってやって、そういうところと何かちょっと情報交換するのは大丈夫なんだろうかと。もう少し抜本的な形での国際連携、共同開発みたいなのを考えなくてよろしいでしょうかというのが1点目です。

2点目はある意味でそれに関係あるんですけども、今回4人のPMの方を選ばれて、それが最後に二次元マップしたときに確かにこういう分け方をすると、こういうふうに分類されているんだなというのは、そういう説明を受けると分かるんですが、ちょっと引いてみますと、比較的私のような素人から見ると似たような、アプリケーションフィールドは多少違うんだけど、基本的にはAIとロボットと両方をやって、その分かる人がそこでAIとロボットのくっついた開発をするというふうに比較的同じような人たちが選ばれているんじゃないかなという気がします。何て言うのかな、今申し上げたように、世界がグアアっとこう動いている中で、それで大丈夫なんでしょうか。全然本当に素人なので失礼なことを申し上げていたらあれなんですけれども、そういったことを率直に感じたものですから、先生の見解を伺いたいと思います。

○福田PD 橋本先生、どうもありがとうございます。

日本は過去30年、40年前には、日本はロボット大国ということで世界に冠たる研究をしています。例えばヒューマンロボットというのは日本がナンバーワンだったんです。ところが、最近ではアメリカとかあるいは中国とかヨーロッパもいろいろやってくるようになっていきます。日本のロボットの優位性というのは必ずしも多くありません。特に最近の若手の研究を見ていると、どちらかというに近い、すぐできそうなものを狙われていることが多いものですから、このムーブメントという30年のスパンで考えて、そこで、応用だけでなく基礎からも含めて順番に少しずつ日本のロボット研究の優位性を是非取り戻したいということでもあります。

そのためには、おっしゃられるように日本だけでなく、このグローバルな社会におきましては、欧米の人たち、あるいはその他のいろいろな国の人たちと大いに共同してやることを意識しております。実際にこの提案の中には外国からのものもありました。残念ながら採択の候補にはなりませんでしたが、そういう人たちをもっと大いに取り込んで、大いに日本にも来ていただいて、あるいは今の時代はテレプレゼンス、バーチャルにも研究できる場所でもありますから、大いに相互に賢く連携していただければ良いと思っています。それをやるのが私の役目かなと思っている次第です。

2つ目の方はA I ロボットで、確かにロボットというと、皆さん見られると何か似たような、もちろん鉄腕アトムのようなロボットができれば、漫画の世界でありますけれども、それができれば問題ないかもしれません。今、日本はどちらかというとロボット技術は得意だったんですが、A Iの方が少し弱かったものですから、これをドッキングしまして、新しい賢いロボットを作るということをプッシュしようと考えております。そのためにはA Iの研究者にたくさん来ていただいて、ロボットとA Iの研究を進めます。

今回の年齢構成を見ますと、大体40代の方が2人、50代の方が1人、それから、60代の方が1人でございます。こういう構成で行ってまして、若い人に2050年のロボットを夢見て、少し少々失敗するようなことでもいいから新しいことをやっていただきたいと思っております。ロボットというのは皆さんよく御存じなものですから、鉄腕アトムだとか何かいろんなロボットの概念を皆さん小さいときから知っておられるので、何か似たようなものだと思われるかもしれませんが、ちょっと違います。特にインフラ構築ロボットというと、これは非常に極限環境で、月でも行ってロボットで住環境を作ろうということを目指し、それをやるためには2030年バックキャストिंगをして、2030年に地上で小型ロボット群で、住環境・インフラ作ってデモンストレーションしてもらおう、とそういうこともいろいろ考えて民間の会社の方々と一緒にコラボレーションしようと思っています。

○橋本委員 先生、簡単に。海外との連携ということで例えばグーグルと組んでやるとか、いや、組むと全部取られてしまいそうだけれども、いろいろあるんですが、私たちもちょっと別のことでそういうことも考えて交渉したりして、すごい大変なんですけれども、例えばそういうように単なる連携というよりは、どこかの例えばA Iだとそれはすごく強いわけで、そういうところと組んでやるんだ、一緒に例えばそういう戦略というものもあり得るんだと思うんですね。いや、分かりませんが。例えばそれぐらいの意味での海外との、要するに私が心配していたのは、この分野は猛烈なお金が今も入るし、今後も入る。そういう中で

ムーンショットは大きいとはいえ、そういうレベルから見たら非常に小さいので、その中で何か特徴を出して、かつ世界に打って出るためには、何かそういうような仕組み、仕掛けみたいなものも必要かなという気がしないでもないんですけども、それはなくても今先生言われたように非常に基礎的なところから戻って、過去日本に強みがあったロボットというのをベースにAIの研究者をどんどん入れることによって世界をリードできるというふうに思っておられるんですか。

○福田PD 先生、私はグーグルと聞きまして、実はあまりグーグルは考えていなかったのですが、正直な話ですけども、取られちゃいけないと思っております。グーグルの中にボストン・ダイナミクスという会社が実はありましたが、今はそこから飛び出しまして、ソフトバンクというところに入っております。そこで行っているロボットというのは非常に立派な研究をしまして、ハードウェア的には非常にいい研究をされている。そのところと日本は非常に似通ったことをある意味でやっているし、共通できることもあるし、AIを更に入れることで非常に私はいいいことだと思います。

単に私が言ったのは、基礎もやるということで、どちらかというところ、皆さんロボットというところ何か出来上がったものをイメージして作られるものですから、どうも基礎研究の事例を見ても、そこがちょっとおぎなりになっているんじゃないかと思っております。そこも強化し日本のロボット技術を、再び世界ナンバーワンにしようと思っております。このためのコラボレーション、グーグルであれいろいろ組めるところは組んでもよろしいかと思っております。

○橋本委員 分かりました。期待しておりますので、よろしく申し上げます。

○平座長 そのほか、いかがでしょうか。

須藤先生。

○須藤委員 どうもありがとうございました。

原田先生のプロジェクトはちょっと別にしまして、ほかの3名のプロジェクトは非常にアプリケーションがはっきりしていると思うんですね。明確になって、何をしようとしているかよく分かるんですが、逆に言うと、このムーンショットのプロジェクトで2050年までの間には、この3つのアプリケーション、このロボットを作りたいというふうに取りようによっては取れるんですけども、それでよろしいのでしょうか。

○福田PD はい、プロポーザル募集のときから私の方のロボットの基幹技術として挙げております。そこではセルフオーガニゼーション機能を持つAIロボットということをお願いいたしました。この中で、これに適応し、かついろいろやっていただけるようなところを対応

して、プレゼンテーションをお伺いして、かつ質問していろいろ考えた結果、このアプリケーションに該当する提案を採用・候補としました。人に寄り添うロボットは私は「ゆりかごから墓場まで」と思うんですが、そういう自己成長するロボットは結構非常に難しい。単なるデータロガーを作るだけではなく、ビッグデータ解析と計画まで非常に難しいというわけでした、簡単にアプリケーションと言われると、ちょっと研究者もうんとうなるんじゃないかと思います。そこを何とか研究開発して2030年にはこういう賢いロボットをお見せしたいと、思っている次第です。

それから、インフラ構築AIの方を見ますと、建築AIだけを見ると、施工以外設計手法、維持管理する事が重要であります。このサイクル3つが上手にかみ合わないと非常にまずいところであり、これに対応するAIロボットを研究開発するということです。一応私が応募者皆さんに質問したというのは、このロボットで今台風とか被災地、そういう川の水があふれそうだから、ロボットが上手にプランニングして、そこに無人で行って、タイルを打ち込んで災害防止工事をするような程度ぐらいは2050年にはできないのかねと。それは単にアプリケーションとしては超難関のプロジェクトだと思います。非常に危険なところに行くような、そういうAIロボットを、みんな若いですから、研究開発にチャレンジしていただければと思っております。

○平座長 どうぞ。

○須藤委員 すみません、批判ではなくて私は産業界のレベルですけれども、この3つのアプリケーションが本当にできたらすごく魅力的だと思うんですね。基礎的に非常に難しいのはよく分かるんですけれども、是非この期間内に日本にアプリケーションのロボットをある程度の形にさせていただけると、すごくいろんなところで使われるんじゃないかなと思いますので、よろしくお願いします。

○福田PD よろしく申し上げます。先ほどのロボットを社会に出すためには、法制度的なことともいろいろサポートいただければ有り難いと思っております。

○平座長 ありがとうございます。

そろそろ時間なので、ちょっと私から内閣府に幾つか指示したいと思いますけれども、永谷先生の建設AIロボットがアルテミス計画ということをやっている計画の中で、月面での技術の提供を求められていますので、部局としっかり連携、情報共有するということと、あと、今あったレギュレーションの問題は私5年前からずっと提起しているので、少なくともムーンショットでどれだけロボットを社会に大量に共有して、そのデータを収集するかということ

ですから、国家戦略特区を使うのか、グリーゾーン解消制度を使うのか、規制そのものを新たに作るかも含めて研究進捗とレギュレーションがちゃんと歩調が合うようにということは、しっかり関係部局とやってください。

それでは、そろそろ時間なので、よろしいでしょうか。ただいまの頂戴した御意見を踏まえて研究開発を進めていくということでよろしいでしょうか。

はい。では、御承認いただいたということでございます。福田先生、ありがとうございます。

それでは、先にいきたいと思います。

それでは、次に目標6の議論に移ります。JSTから説明をお願いいたします。

○古賀（JST） JSTです。

目標6は北川先生にPDを務めていただいております。北川先生、よろしく願いいたします。

○北川PD 北川です。聞こえますでしょうか。

○平座長 大丈夫です。

○北川PD それでは、始めさせていただきます。

目標6ですね。次のページ、お願いします。

まず、私は電電公社、NTTと大阪大学で約三十数年間、量子情報、量子コンピューティング関係の研究をしております。次、お願いします。

ムーンショット目標ですが、2050年までに経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型量子コンピューターを実現ということでありまして、ちょっと難しい言葉につきましては、次のページから2ページぐらいでまた説明いたしますので、ここでは誤り耐性型汎用量子コンピューターを実現するというのだけ見てください。

右側に社会を大きく変革させると書いてありますけれども、ここではいろいろな計算が今のスパコンよりも強力にできると。物質の量子状態をありのままに計算することによって、今のスパコンを超える計算ができるということを模式的に表しておりまして、結果的にSDGsで言いますと、2、7、9、13に貢献することを目指しております。次のページ、お願いいたします。

ここで、難しい言葉の誤り耐性型量子コンピューターということで、現在IBMとかグーグルがやっております量子コンピューターとの違いというのをこの図で説明したいんですけども、下の方にあります縦軸は量子ビットの数といいまして、量子コンピューターの大き

さみたいなのを表しておりまして、横軸は年になっています。今現在、2019年、2020年で五十数量子ビットの量子コンピューターというのをIBMとかグーグルが開発しております。昨年にはグーグルの量子コンピューターがスパコンをある意味で超えたということがネイチャーで発表されました。ただし、これらの量子コンピューターといえますのは非常に誤りが多くて、規模も小さいということで、NISQ、noisy intermediate scale quantum technologyと呼ばれております。小・中規模でノイズを含む量子コンピューターということでもあります。スパコンと比較すべきなのは、誤りをなくして大規模な計算ができるようにしたもので、上に書いております誤り耐性型汎用量子コンピューターということになります。

これは、まず、誤り耐性を持たせるためには、誤り訂正ということをやりますけれども、そのためには冗長性を持たせる必要があります。量子ビットの数がたくさん要することで、今100ビットぐらいですけれども、これを10の6乗以上にしないといけないということがあります。次のページをお願いいたします。

そのための戦略といたしまして、幾つか有望なハードウェアというのがあるんですけれども、単体では量子ビットの数をそんなにたくさんに増やすというのは、ちょっといろいろな個別の事情で難しいということがあるんです。そこで、それを量子的に通信でつなぎまして、大型化すると。今、古典のコンピューターでもクラスターとかありますけれども、そういう形で実現するというのを考えておりました。10年後にはある程度の中規模のコンピューターで誤り訂正を実現し、更にその10年後にはネットワーク化したもので誤り訂正を実現して、最終的に30年後に大きいもので誤り訂正を実現しようというものであります。そのためにそういう理論・ソフトウェアの研究も一緒にやる必要があるということでもあります。で、次、お願いいたします。

そのハードウェアの方針でありますけれども、今現在4つぐらい有望な方法がありまして、世界的にも超伝導、イオントラップ、光量子、半導体というのが並列して盛んに研究されております。それで、この中でどれが有望かというのは、現時点では分かっておりません。誰にも今のところ分かっていないと思います。では、次のページ、お願いいたします。

今回公募しまして、応募件数は9件と少なかったんですけれども、その中で7件有望なものを採択させていただきたいと考えております。今日認めていただきましたら作り込みに入って、スタートしたいと考えております。次のページ、お願いいたします。

採択候補でありますけれども、このハードウェアはさきほどの、競争している4方式全て

を採択したいと思っております、まず一番上はイオントラップですね。この高橋さんというPM候補は、イオントラップを光でつなぐということに関しては世界で一番の技術を研究しております、それを使って大型化していくということでもあります。

2番目の光量子コンピューターなんですけれども、これは古澤先生が独自に提案した方法で、ほかのコンピューターはまずコンピューターを作ってから誤り訂正して、それから誤り耐性というステップなんですけれども、これは一気に誤り訂正、誤り耐性まで目指すと、そういう研究であります。これは光集積化してチップ化するということをこのムーンショットでやろうとしています。

3番目が日立の水野先生なんですけれども、これはシリコンを使って量子ビットを集積化するということで、ここで一気に大型化を目指していこうというものであります。

最後の超伝導は、今現在GoogleとかIBMでやられているのが超伝導なので、最も現時点では進んでいるんですけれども、NECの山本剛先生は、それを更に集積度を上げて大型化して誤り耐性を目指そうというものであります。次のページ、お願いします。

次のページは通信ネットワークの2つ、横浜国大の小坂先生と大阪大学の山本俊先生、これはどちらかという横串で、量子のハードウェアをつなぐためのものなんですけれども、小坂先生は超伝導量子ビットに特化して、その光のインターフェースをやっております。山本先生は一般的にいろんな量子コンピューターをネットワーク化できるような技術を開発しようということでもあります。

一番下の小芦先生の理論・ソフトウェアなんですけれども、これはこうやってネットワーク化された量子コンピューターで実際に誤り訂正を行って誤り耐性を目指すための理論、ソフトウェアの構築ということでありまして、まずはハードウェア、それから、アーキテクチャの設計からコンパイラまで全部を含む非常に多層にわたる協調設計モデルを構築するということを目指しております。次のページ、お願いいたします。

これがポートフォリオですね。ポートフォリオなんですけれども、まずハードウェアは先ほど言いました4種類がありまして、横串としてそれをつなぐ通信ネットワークの研究と、もう一つの横串として、その中で誤り訂正、誤り耐性を実現していこうという理論・ソフトウェアの研究があります。この方針でありますけれども、その下に書いてありますようにハードウェアの4種類というのはいろいろ特色がありまして、先ほどの古澤先生の光量子というのは、一気に先回りして目標を目指す方式であります。それに対しまして左側の超伝導とイオンというのは、基本的には量子コンピューターとして動くということは分かっています、

それを大型化していこうという研究であります。一番右のシリコンというのは、これが唯一半導体というのはまだ量子コンピューターとして動くことが世界的に分かっていないものなんですけれども、ただ、集積度の点では一番期待されるということで、リスクはあるけれども、大きなアドバンテージが将来あるかもしれないということでもあります。

作り込みですけれども、この4つは競争していきます。ステージゲートでその後の進め方を判断します。通信ネットワークに関してはハードウェアとの連携とか相互の相補的な協力をしつつ、ステージゲートでハードウェアへのマージも含めて判断します。理論・ソフトウェアは基本的に先ほど言いましたように、この分野の目標自体の達成を導くような指導原理を打ち立てていただきたいというふうに考えております。ステージゲートでは、このムーンショットでやるかほかのいろいろな制度を使うか、民間の資金を入れるかなどを含めて判断していきたいと思っております。

最後のページをお願いいたします。

まず、ここで先ほど申し上げたように30年間掛かる目標ではあるんですけれども、30年間ずっと潜っているというわけにはいきませんので、できたところから可能な限り早期にクラウド公開と言いまして、研究者限定になるかもしれませんが、外から使えるような形にして社会実装の早期実現を目指すということ。それから、特に理論・ソフトウェアのところでは数理科学分野の研究者を取り込んで研究者の充実を図っていきたいということ。そして、30年間の長期のマラソンみたいなことになりますので、若手PMがイニシアチブを取れる未来志向の研究体制を構築するという。そして、同じく30年後の目標達成を担ってくれる若者の人材育成をこれは目標全体として行っていきたいと考えております。

産業界との連携も深めていきまして、あと、海外連携は基本的に競争が激しい分野ですので、どこまで協力が成り立つか分かりませんが、パフォーマーには海外の方も入ってまいります。日米欧の国際会議を中心にして国際連携を進めていきたいというふうに考えております。

あとは、データマネジメントに関しましては、PMの作成したプランに基づいて適切な管理・利活用を図るようにプロジェクト全体を整備していきたいと思っております。

以上です。

○平座長 ありがとうございました。

それでは、ただいまの説明について御意見、御質問のある方はどうぞ。

橋本先生、お願いします。

○橋本委員 この前と同じように、これも今、先生がおっしゃったようにものすごく競争の激しい分野で、そういう中で日本がどういうふうに目指すのかなと思っていて、それで、このムーンショットの中では、私は先ほどの説明でいくと、通信ネットワークとか理論・ソフトウェアとかその辺のところ、特に理論・ソフトウェアのところですかね、ここもあるので、ここが日本で大変強い人もいるというようなことも聞いていますし、その辺に集中的にこうやって押さえていくのかなと思っていたんですけども、今日のお話ですと、このムーンショットの中でハードウェアについても4種類全部とりあえずやるという話でした。シリコン量子とかはまだまだこれからですし、光量子は日本の古澤さんが大変強いと思うんですけども、先生のおっしゃったように超伝導とかイオントラップというのは世界で今バンバンやられていて、ものすごい投資もされていますよね。

そういう中で、これだけの限られたお金の中で超伝導とかイオントラップがハードウェアの開発において世界で勝っていくというのは、普通にやったら勝てないと思うんですよね。だから、何かこう戦略がないととても勝てないんだと思うんですけども、その辺はしっかり戦略があるから超伝導、イオントラップに関してもここでやると。単にソフトウェアとかイオンのそちらの方だけじゃなくてハードウェアの、しかも、最も競争の激しい超伝導とかイオントラップについてもこの中でやるという、そういう戦略が明確にあるというふうに思っただけでよろしいのでしょうか。

○北川PD ありがとうございます。

まず、超伝導に関しましては、確かに一番今世界で競争が激しいのは、IBMとかグーグルが動かしてしまったからという側面があるわけですけども、元はといえば、これはやっぱり2000年頃にNECの中村泰信先生らが日本で最初に超伝導の量子ビットというのを作ったということがあります。現在、日本でも中村先生のERATOやQ-LEAPでさっき言いましたNISQ領域の100量子ビットを目指したような研究というのは行われております。これ(NISQ)はもちろんグーグルとかIBMも実際動かしているんですけども、この次のステップといいますか、かなり遠い30年後の誤り耐性を目指したというところに関しては、ほぼ未着手なわけです、どこも。したがって、日本の戦略といたしましては、理論が強いこともありますので、ここの、まずほかのところはまだなかなか手が出せていないところに先回りして研究投資するということが有効と考えております。

これはイオントラップについても同様でありまして、イオントラップは研究人口が日本は少ないんですが、イオントラップの研究者はとびきり優秀です。ネイチャーとかにバ

ンバン論文を書くようなレベルの人たち。海外経験のあるPMでありまして、ここに関してはイオントラップを大きくしていくということには限界があるということをお早くから言っておきまして、中規模のものをつなぐんだということで光での接続というのを世界で最初の方にやり始めた人です。ということで、先回りのアプローチとしては、そういうつないでいくという技術と、それから、誤り訂正を真っ先に国を挙げて取り組むということだと考えております。

○橋本委員　そうですか。何かこの専門家の人たちからいくと、結構この辺は厳しいよという話も聞くものですから、私は素人なのであれなんですけど、そういう明確な戦略を持ってもらえるのは大変期待しておりますので、どうぞよろしく願いいたします。

○北川PD　ありがとうございます。

○平座長　ほか、いかがでしょうか。

江田さん、お願いします。

○江田委員　御説明ありがとうございました。

私はそれぞれ競争がかなり激しい部分でありますけれども、国としてのプロジェクトなので、4つ張っておくというのはとても大切だと思いますし、強いところをどんどん伸ばして行っていただきたいんですが、ステージゲートというか、どのくらいのタイミングで何かしらこう情勢が見えてくるんだと思うんですよね。これだけ競争が激しいので、どのようにその辺りをお考えなのかということをお聞きしたいと思いました。お願いします。

○北川PD　ありがとうございます。

その4つの部分ですね。一番難しいところは4つのハードウェアのどれが有望になるかということなんですけれども、これは今の時点でGoogleとかIBMとかがやっているレベルの話だと、明らかに超伝導とイオントラップが有利ということになっています。次に私たちがムーンショットで目指している一番大きな高い目標に関しては、まだどれが有望か全く分かっておりません、これが5年後に有望なものがあるのかということ、それもちょっと分かりません。

ただ、今回ここで非常に重要なのは理論・ソフトウェアのグループの役割でありまして、この人たちが研究によってどのハードウェアがどういうふう伸びていくということをおある意味で予測したり評価したりする指標を理論的に構築するということを目指しております。これを使いますと、ある程度技術の将来の伸びというものを判定することができるのではないかと考えておきまして、一応ステージゲートは5年後を考えておきまして、一般的

にこの4つのどれが強くなるかというのは理論的にある程度もしかしたら予想ができるかもしれない。そのときに難しいのは、日本が更にその中で勝てるかというまた別の問題がありまして、そこはPMが設定したいいろいろなマイルストーンをクリアしていつているかどうかということも併せて判断したいと考えております。

○平座長 ほか、いかがでしょうか。よろしいですか。

江田さん、もう一回。

○江田委員 すみません、もう一遍よろしいですか。ありがとうございました。

あと、人材育成の部分ですね。これはビジネスとして成り立っているときにはいっぱい人も入ってくるんでしょうけれども、ちょっと今厳しいんじゃないかと言われている日本では、今後かなり大変になってくると思います。その辺り、人材育成もやっていくというのが最後のページにありましたけれども、具体的にはどのようなことをお考えなんでしょうか。

○北川PD まず、30年後が目標なので、基本的には今子供の人が頑張ってもらわないといけないですから、高校生以下にもアウトリーチするようなことを考えておりまして、これはもうつい先日もアメリカでやっぱりそういう若年層にリーチするというのを発表されたんですけども、国としてもやっぱり若年層にリーチして、ここでは量子ネイティブと書いていますけれども、若い頃から量子に親しんだような人たちを育てて、ある意味で量子コンピューターって非常に難しい目標なんですけれども、量子コンピューターを作ること自体は非常にエキサイティングでワクワクするところがありますので、そういうところで若年層にアウトリーチしてというのがありますし、大学院生、この辺の育成を図っていく。

ただ、おっしゃいましたように非常に、何て言いますか、この業界自体が存在しないんですね、量子コンピューター業界というのが。それは教育の方でも存在しないのでありまして、大学の方に量子コンピューター専門の学部が今あるわけじゃありませんので、その辺も含めまして、この業界全体の研究人口を増やしていくということを考えたいと思います。

○江田委員 ありがとうございます。

○平座長 ほか、いかがでしょうか。よろしいですかね。

今、人材教育のところ、たしか経済産業省の所管でIPAが未踏プロジェクトというのをやってます。未だに踏まずで未踏プロジェクトですけども、未踏プロジェクトは結構人材を出してありまして、たしか量子技術をベースにした何かビジネスコンテストみたいなのをやっていたと思いますので、その辺ちょっと内閣府、IPAとよく連携して人材育成のところも対応してください。

あと、よろしいでしょうか。

それでは、どうぞ。

○北川PD 未踏では実際私どものPhDの学生も未踏で採択されて量子コンピューターをやっておりましたので、ありがとうございます。

それでは、ただいま頂いた意見を踏まえて研究開発を進めていきたいと思いますので、御了解をいただきたいと思いますが、よろしいでしょうか。

それでは、了承ということで先に進めさせていただきたいと思います。北川先生、ありがとうございました。

(6) 閉会

事務局から今後の進め方等について説明後、閉会。

以上