

## ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議（第3回）

### 議事概要

日時	令和2年12月25日（金）14：00～16：00
場所	中央合同庁舎第8号館6階623会議室（ウェブ会議）
出席者	
座長	三ッ林裕巳 科学技術政策を担当する内閣府副大臣
座長代理	吉川  昶  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
関係府省	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）

渡辺その子 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  
萩原 崇弘 経済産業省大臣官房審議官（産業技術環境局・福島復興担当）  
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

#### 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  
網澤 幹夫 B R A I N 新技術開発部審議役  
三島 良直 A M E D 理事長  
釜井 宏行 A M E D 研究開発統括推進室 次長

#### P D

千葉 一裕 B R A I N（目標5 PD）  
東京農工大学 学長  
平野 俊夫 A M E D（目標7 PD）  
量子科学技術研究開発機構 理事長

#### < 議事概要 >

##### 1. 開会

冒頭、三ッ林副大臣（座長）、吉川大臣政務官（座長代理）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1～6における前回の助言への対応等について

三ッ林座長 本議題では科学技術振興機構（JST）が担当する目標1、2、3、6、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、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が担当する目標4の順番で議論を進めます。

それでは、目標1、2、3、6について議論します。JSTには前回の会議での助言を踏まえ、研究開発の作り込みをしていただいております。ここではJSTからその結果を報告していただきます。それでは、JSTからの説明をお願いいたします。

古賀部長（JST）（資料2-1に基づき説明）

目標1、2、3、6における前回の助言等の対応につきまして御説明いたします。

目標順に作り込みについて御説明いたしますが、まず作り込みの内容についての概要です。今回、9月中旬にPMが採択されまして作り込みを実施しました。PMの提案がそのまま研究開発プロジェクトになるということではなく、採択の後、作り込みフェーズでもってPDの構想とPMの提案をすり合わせて、より目標達成に効果的な体制にブラッシュアップをすることを目指したものです。右の吹き出しにありますように、戦略推進会議の御助言、それからPDのポートフォリオなどを含めて検討しまして、研究開発計画の詰めを行ったものです。今月からプロジェクトを開始するということになっております。

目標1についてです。このページには掲げておりませんが、少し説明いたしますと、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会ということで、アバターといった自分の分身が遠くにあるという概念です。遠隔操作により、例えば自宅にいながら工場の機械を動かしたり、海外から日本での介護を行う機械を動かしたりといったようなもの、あるいはロボットスーツのように自分自身の能力を拡張して重いものを動かしたり、あるいは何かの装置を頭に付けると学習スピードが速くなるとか、誰もが場所や能力の制約を超えて社会活動に参画できる社会を目標としております。

このような社会へ向かう技術開発のポートフォリオが、この3ページの表です。横軸にアプリケーションとして3つ掲げております。縦軸には開発要素としてこの3つを掲げております。

アプリケーションとしては左の方から空間、時間の解放、脳の制約からの解放、身体の制約からの解放というアプリケーションがあります。それぞれ空間、時間からの解放とは、自宅にいながら会話や画像などを通して仕事やイベントに参加できるということで、もう既に

今このようにウェブで会議をやっているということになっておりますけれども、かなり進化して、ロボットのようなアバターを遠隔操作しながら、また、逆に遠隔でアバターと接する人も、違和感なくリアル感たっぷりに対話や行動ができるというようなサービスです。

脳の制約からの解放というのは、脳における知覚とか認知を拡張しようとするもので、例えば触った感覚なども含め体験できるというようなサービスです。熟練工の感覚を体験共有とかそういうこともできるのではないかと考えています。

それから身体からの解放は、物理的に移動や動作が困難な例えば高齢者の人などが、アバターを通じて社会に参画できるというサービスでして、究極的には、考えただけで遠くのもの操作できるというようなサービスが考えられます。

それから縦軸のそれぞれの研究開発要素としましてミドルウェアというのがありますが、これはあたかもスマホのように、全世界の人がいろいろな機能を持ったアバターが相互接続できるというような基盤的な技術開発です。

それから第3層というコア技術は、これはそれぞれのものがありまして、音声、画像、触覚技術、制御技術をしっかりやらないといけないとか、そのような要素技術です。

第4層が基礎研究・E L S Eと書いてありますが、これは造語でして、E t h i c a l L e g a l S o c i a l a n d E c o n o m i c a l I s s u e、経済的な観点を入れて、倫理、法律、社会、経済も入れた問題を解決しないと、このようなものは社会で実用化しないということで、この辺の研究開発課題があります。

作り込みにはこのポートフォリオの中で各PMの特徴が生かせるように、かつ目標達成に向けた成果の最大化を図るために、提案時の研究開発項目とか課題をある程度見直したものです。特に早期の実現性が高い空間、時間は今でもウェブでというような話がありますが、それを石黒PMとそれから挑戦的な計画というカテゴリーに金井PM、南澤PMが分けてより効果的な体制としたものです。

次のページはそれぞれ具体的なものですが、簡単に御説明しますと、石黒PMはホスピタリティのある対話を軸に早期の社会実装実現に向けて、コロナ的な研究開発要素も含めて重点化いたしました。横断的なものというのは実証実験ですとか国際標準化ですとかミドルウェア、基盤的なところですが、あとはE L S E課題、こちら辺を重点的に石黒PMにはやっていただきます。

それから金井PMには、脳活動を調べるということですので、安全性を確保した将来の挑戦的な課題とともにスタートアップの柔軟なマネジメントも同時に行って、余り遠くのご

とばかりではなくて、近くのところも気にかけるような体制に挑戦いただくということにしました。

南澤PMにしましては、体験共有ができるアバターということで、身体的な経験を、世界的な認証システムをいち早く構築するということに重点化したものです。

それで主な予定機関、予算については御覧のとおりでして、予算につきましては、ここ2年間の金額ということになります。

次のページにいきまして、目標1のマネジメント方針です。ここに書いてあります下線部は前回の推進会議での御助言にも関係し、後で御説明するものもありまして、まずは今回のコロナの影響で、遠隔操作のカテゴリーの急速な発展等が必要ですので、まずはコンソーシアムを早急に立ち上げまして社会実装に向けた取組を加速させます。

それから国際標準化への取組ですが、ELSEへの取組などが重要なテーマとなります。

それからロボットの要素技術もあるので、目標3との連携を図ります。

次のページ、目標2の説明です。目標2は、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会の実現です。例えば認知症や糖尿病などは徐々に悪くなってきます。認知症ならば、今の状況では例えば脳だけをいろいろ研究開発する。糖尿病ならば膵臓だけという、限られた臓器が主な研究対象でしたが、最近の研究では、例えば認知症でしたら脳と腸が関係あるとか、糖尿病ですと膵臓と脳と肝臓が関係ありそうとか、今まで関係が注目されていなかったつながりが分かってきました。また、このように人間の中の臓器や神経系などのネットワークを把握しながら、そのネットワークのひずみが継続されれば将来病気になる前兆と捉えて、病気にならないようにする目標です。

最初の行にあるように、臓器・組織・細胞間ネットワークデータベース構築により、疾患の早期予測・予防へと繋げるという提案です。ポートフォリオは、図にあるように、いまだに治療法が見つからない病気で早期予防などが強く望まれている癌、糖尿病、認知症、感染症を出口とした研究開発体制としています。さらに、このようなネットワークとつなぐと大量かつ複雑なデータの分析をする必要が出てきます。ですので、臓器細胞とかデータなどのライフ系のアプローチと、AI等の数理的データ解析技術などによるアプローチを組み合わせ、両方がうまく機能しながら研究を進めるということが大事でして、将来的には統合データベースによるネットワークシミュレーターの開発に繋げようというものです。

次のページ、7ページ、8ページにはそれぞれのプロジェクト概要があります。簡単に申しますと、合原PMは、数理研究の専門家としまして、他のPMの研究から出てくるデータ

を含めて数理系の研究開発を行うとともに、この目標全体のデータベースを図るということに重点を置いた研究開発体制にします。それから大野PMは難治性の癌。それから片桐PMは糖尿病及びそれから併発する疾患。次のページでは、高橋PMは認知症、松浦PMは未知のウイルス感染に対応した研究開発を進めて、生体の統合的なネットワーク機能の解明を目指していくというものです。主な委託予定機関ですとか金額は御覧のとおりです。

次のページにいきます。マネジメント方針です。ここの下線部は前回の戦略推進会議での御助言に係るものです。ここは製薬などの企業との連携や、今後、研究成果に応じた企業導出を図っていくことや、まだまだ連携が望まれる医学・生命系の研究者と数理系の研究者の交流もこれからも図っていく。それから、コホートや症例研究などの既存のデータベースからの利用も図っていかないといけないということです。また、取得するデータの共有や利活用に当たっては、個人情報の取扱いには十分な配慮を行うというものです。

次は目標3です。目標3は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の実現です。目標1が、人間が遠隔操作で機械を動かす、人間が機械を動かすというものでしたが、この目標3ではAIロボットが自律して社会に存在する。そして人間をサポートするというものです。技術的に言いますと、今までAIは人間が情報を与えて高性能化し、ロボットの動きは人間がプログラミングしてそのとおりに動くという範囲でした。この目標3では、AIロボット自身が周りの環境からデータを自ら取得しながら、環境の中で自ら成長して活動していくということを目指しております。

ポートフォリオとしては、3つのカテゴリーがターゲットになっています。1つ目は人間のそばにいて人間の生活をサポートするというカテゴリーで、例えば家の中の家事や介護というのが挙げられます。2つ目は人間がいないところで活動するカテゴリー、例えば災害の現場でとか宇宙などで活動するAIロボット。3つ目のカテゴリーは、大量のデータの取得と分析・解析を、PDCAを回しながら新たなサイエンスの実現を得るというカテゴリーで、例えば生物実験をAIロボットがやって新しいサイエンスの芽を見出す。そのような3つのカテゴリーがあります。

この図で言いますと、縦軸が人間に寄り添うのか、人間がいないところでやるのか、それから横軸は、AIの研究が主体なのか、ロボットの研究を主体的にやるものかというところでして、平田PMは主に人間に寄り添うロボットの開発、永谷PMは自然災害や宇宙での作業、菅野PMはその中間と、原田PMはサイエンスの開拓に位置付けられています。

次のページでは、各PMのプロジェクト概要と委託予定機関、それから予算です。菅野P

Mは1台で様々な生活支援を行うAIロボットの研究。永谷PMは自然災害や月面での作業をサポートするAIロボットの研究。原田PMはAIロボットによる新たなサイエンスの創出を目指すものです。平田PMは、複数のAIロボットが個人に対して適応しながらサポートするAIロボットの研究です。

次のページでは、マネジメント方針です。海外機関、NSF、Horizon Europe、Australia、それからIROSという世界的なロボットの国際学会等との連携を進めて、これを是非、最先端の研究開発を進めます。

社会実装の観点からは、やはりAIロボットの社会受容性ということが非常に重要になってきますので、安心・安全、ELSIの視点を含めて検討します。

それから目標1にもありましたように、目標1と目標3の連携・協調による相乗効果を図っていきます。

続きまして、目標6です。目標6は誤り耐性型汎用量子コンピューターの実現です。既存のスーパーコンピューターでも計算に時間が掛かる問題をあっという間に解いてしまうというのが、量子コンピューターに求められていることでして、この量子コンピューターは量子現象という物理現象を利用したコンピューターです。

ポートフォリオとしては、この目標は最終的にはコンピューターとして利用できないといけませんので、ただ単に計算素子の部分だけをピックアップするのではなくて、ソフトや通信のような研究もカバーするような体制としております。さらに計算素子のハードウェアは、世界的に見てもまだ将来何が勝ち残るのか分からない状況です。そこで将来有望と考えられる4つの方式、超伝導、イオントラップ、光、シリコンを使ったものを取り上げています。この図の下半分に書いてありますように、これら4つのカードや2つの通信方法を競争的に推進して、ステージゲートでその後の進め方を判断するものです。

次のページ以降が、各PMの概要と予定の機関です。山本PMは超伝導、高橋PMはイオントラップ、古澤PMは光量子、水野PMはシリコン半導体の集積化によるものです。小坂PMは超伝導計算素子の結果を外に出すインターフェースの部分。山本PMは超伝導以外の計算素子の結果を外に出すインターフェース部分。小芦PMはコンピューター全体のアーキテクチャの理論研究を担って、総合的に研究開発を進めていくというものです。

次のページです。マネジメント方針としては以下のようなことが挙げられます。まずは4つの方式のハードを競争的に推進して、3年後のステージゲートでは見直しするほか、非常に初期的であるものも計算できるようにしてクラウド化するようなことで国際的にアピール

します。それから、この分野は未開拓の地なので、数理の研究者と連携しながら更なる理論研究の発展を行っていきます。

それから人材育成の御助言がありましたので、若手研究者、学生らを対象にサマースクールなどを継続的に実施していきます。

以上で目標6までざっと御説明いたしました。また次のページからは御助言への対応ということで目標ごとに書いております。

まず目標1への御助言、スタート時点の採択は3人だが、作り込みをどうするかが大事ということです。確かにプロジェクトは3件ですが、この下に、先ほど見ていただきましたように多数の研究開発機関が、それぞれ長期的な視点、あるいは目標に早期にスピントアウトができるようなサブプロジェクトなど、様々な取組を組み合わせたプロジェクトとなるような研究開発構成としております。

次のページ、次は目標1の、第1層のアプリ層から第4層の基礎研究・E L S E 課題まで、どの層にも取り組む中核的な機能を担うメンバーがいた方がよいのではないかと、それからE L S Iについても横串のようなものが必要ではないかと、という御助言に対しましては、先ほど申しましたように石黒PMがかなり基盤的なところを担うとともに、コンソーシアムを早期に立ち上げて、このコンソーシアムには既に今見込みとしては10社程度が入りますが、今後また増やしていく予定です。

それからまた、社会実装の前の実証試験ということで、石黒PM自身がプロデューサーを務める大阪・関西万博を活用するとか、あるいは国家戦略特区、竹芝にあるようですが、それを活用したプロジェクトを進めていきます。

それからE L S I 課題に関しましては、目標ごともまた横串で連携するような体制を取っておりまして、E L S I の横串支援という形で体制を取っています。そのE L S I 支援につきましては企業人あるいは弁護士、学識有識者の方々が集まっております。それらの方々の活用も進めながら運営します。

目標1と3、データを共有してフィードバックできるようなプラットフォームを、全体で構築できるよう検討をなささいということに関しましては、目標1、目標3の連携をする中で、必要なデータの共有化や相互利用を促します。既に1と3の合同会議を11月下旬に開催し、これからもこれらの活動を含めてやっていきたいと考えています。

目標2です。臨床から新しいものが出てきますということでしたが、今回、具体的な疾患を出口としてプロジェクトを計画しております。そのために臨床で得られたデータや、研究



ではモデル動物による基礎的なものを含めて研究開発を展開していくということ。それから東北メディカル・メガバンク、ながはま0次コホートなどの既存のコホート研究や、あるいはほかの症例とか臨床の知見も生かされるような、そういうデータも取り込みながら研究開発を進めていきます。また、医学以外の分野としては、先ほど御説明しました数理学ととも一体となって研究開発プロジェクトの推進をします。

次のページは、目標3で、世界的に競争が非常に激しい分野ですので、国際競争力の強いところと取り組む仕組みができないかということです。Horizon EuropeだとかNSFなどと積極的な情報交換を行っています。最近では、日米科技合同委実務者級会議でPDが発表したところ、共同ワークショップの提案がなされるなど、強い関心を示されています。引き続き国際連携のための取組を進めたいと考えています。

次のページは、目標の6の人材育成の御助言についてです。内閣府において検討が進められている量子技術イノベーション戦略において人材育成施策というのがありまして、ここの連携も図っていくとともに、体制づくりにおきましても若手研究者の積極的な参画を促してきました。それから、先ほど申しましたようにサマースクールなどをする予定もあります。

以上で説明を終わります。

三ツ林座長 ありがとうございます。

前回、目標2に関して電子カルテの標準化について御指摘を近藤委員から頂戴いたしました。これに関して厚生労働省から説明をお願いいたします。

(回線の不具合により、厚生労働省からの説明はなし)

河合参事官 順番を変えて次に、今のJSTの説明に関しての質問、御意見を頂いてよろしいでしょうか。

三ツ林座長 承知しました。それでは、厚生労働省がつかないもので、JSTのただいまの説明について御質問、御意見はありますか。

近藤委員 すみません、少し資料に目を通させていただいたので、お話をさせていただきたいと思います。

これは昨年の11月29日に次世代医療ICT基盤協議会の標準的医療情報システムに関する検討会のデータですが、少し心配な点が一つあります。

情報としては標準化を目指しているのですが、一番目のページの目的のところ、主な課題が1、2、3と対応が書いてありますが、技術は10年単位で推移する、統一された電子カルテ、画一化された製品は現実的でないというような結論がなされています。確かにハー

ドとしての科学は10年ごとに変わっていくことは間違いありません。しかしながら、捉えられたデータ、これについてはずっと継続されて、それは新しい電子カルテでもそれを見ることができるような、閲覧することができるような仕組みにすべきだろうと私は思っています。ある程度科学そのものは確かに10年ごとに変わるかもしれませんが、情報についてはずっとつながるようなものにすべきではないかと私は思っております。

現在、そういうことを原則にして、MEJを中心としてそういうものがないものかといつて、多くの医療機関、アカデミー、日本医師会の方々とお話をしながら、集められた粒を上手に使っていく方向で、今、再検討をお願いしたいと思って始めたところです。

確かに技術革新がどんどん続いて、それを推奨すべきということで、物事はデファクトスタンダードというような新しい考え方もありますが、理論立てというか柱立てとかそういうのはある程度できるので、しっかり作っておかないと、競争的などところとしっかり、20年もたっていますから、その辺のところはしっかり情報をうまく利用するところでやっていく方向でいかないといけないなと思っています。これは昨年のお話ですから、今のコロナの対応ができていないというのも正にそのいい例だと思いますし、情報を正しく使うという方向で、もう一回この点は再検討をお願いしたいと思っています。

三ツ林座長 ありがとうございます。

河合参事官 厚生労働省が接続できないようなので、近藤委員の御意見は厚生労働省の方によく伝えてまた改めてフィードバックをさせていただきます。

近藤委員 よろしく申し上げます。

三ツ林座長 次に、目標5について議論いたします。BRAINも前回の助言等を踏まえ研究計画の作り込みをしていただいておりますので、その結果を報告させていただきます。それでは、BRAINから説明をお願いいたします。

千葉PD（資料2-3に基づき説明）

目標5のプログラムディレクターをしております東京農工大学学長の千葉です。

前回の戦略推進会議で頂きました助言の対応状況を中心に御説明します。

ムーンショットの目標5は、2050年までに微生物や昆虫等の生物機能をフル活用し、完全資源循環型の食料生産システムを開発すること、2050年までに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としています。2030年までに、この2つについてのプロトタイプ開発・実証をするとともに、ELSIの議論を進めて2050年までにグローバルに普及させることを目標としております。

次、ここに書きましたポートフォリオは、現在の食料生産に関わるスキームになっております。農業それから畜・水産業がメインですけれども、様々な問題がありまして、メインのところでは温室効果ガスが大量に発生するというのが現状でして、2050年までに20億人以上が増加するに当たって、このスキームをそのまま拡大することは完全に不可能であるというふうに認識しております。要するに、ここの周りの赤い文字で書いたような問題の大きな要因となっているのは、食料生産あるいは食料供給に関する人類の活動です。これを解決する大きな方法として、例えば昆虫それから微生物と書いてありますが、これが食料生産に大きく関わることによって解決できるパーツが、計算上はこの効果が極めて大きいことが明らかになっています。この大きな流れの実現が、この目標5の課題です。FSも含めて10課題を選び、その重要なポイントを担うという位置付けになっています。

それから参考ですが、これは本年のダボス会議で示されましたグローバルリスクのランキングです。この1位から5位全てが環境関連で、ここは全て食料生産が大きく関係しています。逆に言いますと、本課題というのは非常に大きな責任を担っていると認識しています。

本日は前回頂いた御助言に対する当面の方針を説明いたします。

まずKPIの設定についてどういったKPIで進捗を判断するのか、最終的な効力を考えて設定するようアドバイスを頂いております。各プロジェクトの研究開発の推進に対しては、2030年の目標を掲げた上でバックキャストしたKPIを設定しています。7ページから11ページに10課題の全てのKPIを明確に文字に示しております。それで前回、この表現がなかったので御指摘を頂いたと思いますので、今回選んだ10課題について2030年と、それから2024年、それから2022年、そういう年度を区切った形でのKPIというのを定めさせていただいたということで、これは全部口頭で話しますと時間が掛かりますので、お手元の資料を御覧いただいて御確認いただければと思います。

それから12ページに資金配分の方針についてお答えします。特にFS採択についても、FSだから少額ということにならないようにという御意見を頂いております。これについては十分検討させていただいております。2021年度末にステージゲートを設けて本格研究に進めるかどうかの判断をしますが、その間にも、単にステージゲートの通過を目標とするのではなくて、2030年の目標、目指す姿を踏まえて開発する技術の優位性、外部資金の獲得を含めた研究活動のスキームの構築、それから国際標準や国際的な交渉材料の創出ができるかという観点から、PMに加えてPDアドバイザーとの議論を進めて、技術開発可能性を見落とすことのないように取り組みます。これはかなり国際的にも高い関心事になってお

りまして、また、各国が標準化も想定していることが想定されますので、日本の強みや科学的な根拠というものを明確にしていくことを、大きなKPIの課題にしています。

次です。社会実装の方策です。目標5の研究成果の社会実装は、社会科学のアドバイザーを入れるよう助言を頂きました。また、昆虫食の社会受容についての理解だけではなくて、文化を変える方法も検討するようとのアドバイスを頂いております。社会受容については10のプロジェクトそれぞれにアドバイザーはおりますが、目標全体の達成の観点から横断的な外部アドバイザーを加えることとしています。また、昆虫食の社会受容については昆虫食の普及に関する取組を行っている若手実業家等と連携することによって多角的な取組を推進しています。私PDの方針としても、社会実装をできるだけ早く具現化していくということをして全てのチームに投げかけておりまして、かなり勢いのある研究開発になると考えております。

ただいま御説明しました内容を含めまして、目標達成のためのPDマネジメント体制を图示したものがこれです。説明は省略させていただきます。

次のページです。国際連携の重要性については国際基準などを戦略的に進めるアドバイスを頂いております。これについては、環境保全と食料生産の両立について科学的なエビデンスを持って情報発信を行って、国際的な議論が我が国主導でできる環境を構築したいと思っています。これは世界的にそれぞれの国が自分の在り方をベースに恐らく戦略的に進めてくると思いますが、日本としての非常に重要な観点、あるいは科学的な根拠というのが存在しています。これをしっかりアピールすることを今回のムーンショットで確立していきたいというふうに思っています。

最後に今後の予定です。採択結果の公表以降、私は新聞社主催の講演会などの機会を利用して目標5の理解を深め、応援していただける方を増やしていくように努めてまいりました。また、EUをはじめとする国際連携も進めております。プロジェクトの契約締結に至りましたら開発内容等の情報の開示やプロジェクトマネージャー(PM)の連絡先も公表して、新たな連携が進むことを期待しています。研究開発開始後もこのような取組を加速していきたいと思っています。説明は以上です。

三ッ林座長 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はありますか。

(質問等はなし)

三ッ林座長 それでは、次に目標4について議論いたします。NEDOは、これまでの助言

等を踏まえてプロジェクトの契約を進めています。これに関する進捗状況について説明をお願いします。

山田室長（NEDO）（資料2 - 4に基づき説明）

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ものです。これを実現するためのプロジェクトマネジャー、プロジェクトの公募を行ってきました。これは第1回の戦略推進会議で御承認いただきましたプロジェクト構成の考え方、資金配分の方針を説明した資料の一部ですが、これに基づきましてPM、プロジェクトの採択審査を進めてきました。

補足説明のスライドなので省略させていただきます。

具体的な採択プロジェクトはお手元の資料の最後の一覧としてまとめていますが、第2回戦略推進会議で御報告したとおり、プロジェクトマネジャーの採択を決定しています。その後、各機関との契約締結も完了し、既に各プロジェクトは研究を開始しています。冒頭お示したムーンショット目標の資源循環のイメージに採択プロジェクトで取り組む技術開発を当てはめると、今お示ししているような図のイメージとなります。

現在、プログラムディレクターのマネジメントを支援するため、各プロジェクトのマネジメント体制の具体化を進めているところです。目標4のプログラムディレクターは公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）の山地副理事長にお願いしていますが、さらに技術分野ごとにサブプログラムディレクターを設置し、その下に技術的観点、社会実装の観点など多面的なマネジメントを行うべく産学の有識者からなる分科会を設置し、プログラムディレクターのマネジメントを支援する体制を構築しています。

お示ししている図の第一分科会は大气からの二酸化炭素回収に化学プロセスを用いるプロジェクト、それを対象として日本LCA推進機構の稲葉理事長にサブPDとしてマネジメントをサポートいただきます。第二分科会は大气からの二酸化炭素回収、あるいは農地由来の温室効果ガスの排出削減、こういったものに微生物の機能を活用する技術開発を行うものを対象として、東京大学の石井先生に、第三分科会は汚染物質としての窒素化合物の回収や無害化を目指す事業を対象に、横浜国立大学の窪田先生に、第四分科会は海洋性分解性プラスチックの開発を行うものを対象に、東工大名誉教授の土肥先生にそれぞれサブPDをお願いします。

さらに、各分科会の対象プロジェクトの特性に応じまして、ELS Iと社会実装の課題解決に知見のある方、LCAの専門家、エンジニアリングの視点でコメントいただける方など、

またアカデミアに限らず産業界からも研究所長等の有識者に参画いただける予定です。

以降の資料は採択案件の一覧です。次の中間評価を行う2022年度までの配分額、参画機関との契約額総額と併せてお示しします。赤字の部分は契約過程で提案時と名称の変わったプロジェクト名です。各プロジェクトの説明は省略させていただきます。説明は以上です。  
三ツ林座長 ありがとうございます。ただいまの説明について御意見や御質問はありますでしょうか。

江田委員 基本的な質問で大変恐縮ではありますが、見極め型に技術型とビジネス型とありますが、これについて補足説明していただけますでしょうか。

山田室長（NEDO） 見極め型につきまして、御指摘のとおり技術見極め型と社会実装の見極め型の2つがあります。新市場の創出が求められ、技術自体の評価が鍵となるものが技術見極め型です。同様に技術の見極めを行うのですが、特に既にある市場の技術と代替していく必要があって、市場の適応性を特に極める必要性があるものを社会実装見極め型と分類しています。いずれも技術の可能性を見極めるという観点では同じですが、その視点が技術の可能性なのか社会受容性に重きを置くものなのか、この辺りの差があるものと考えております。

江田委員 ありがとうございます。したがって、社会実装見極め型においてはある程度の企業や戦略の方に関わってくるということですね。技術の有効性のみではないという。

山田室長（NEDO） 企業もそうですし、現在社会で使われております規格でありますとか、そういったものに照らし合わせて果たして使いものになるかというところが鍵になるかと思えます。

江田委員 ありがとうございます。

三ツ林座長 それでは須藤委員、お願いします。

須藤委員 最初の頃の戦略推進会議でも質問しましたが、ムーンショットプロジェクトはグローバルな知見を集めて推進するというところでスタートしたと思えます。海外のPMがあまり入ってのではないかと質問したときには、PMは入っていないが実際、下で実施するメンバーには海外の色々な知見を集めてやりたいという御回答があったと思えますが、今日の説明を聞いてもどうも日本国内のメンバーだけでまずは進めているような気がします。特に環境問題は世界中でいろんな知見があると思えますので、もう少しグローバルにメンバーを集めた方が良いのではないかと思いますがいかがでしょうか。

山田室長（NEDO） 実は第1回の頃には一部プロジェクトに採択先の中に海外の機関が

入っているところが何か所かあったのですが、現在採択先に海外機関が入っているところは、途中の交渉過程を経て、今、1大学しか残っていないというのが正直なところですが。ただ、海外との連携やコミュニケーションがそれによって全くなかったわけではなくて、体制には入っていないものの、議論は引き続き継続する、コミュニケーションを継続して今後の共同事業を企画するといったことは各プロジェクトマネージャーの方で検討が続いております。海外の知見を取り込んでいくということについては引き続き努力したいと思っています。

三ッ林座長 それでは、時間になりましたので、次の議題に移りたいと思います。これ以降の議題は非公開となりますので、プレスの方は御退出をお願いいたします。

(プレス退出)

#### 4. 目標7における研究開発の進め方等について(非公開)

三ッ林座長 次の議題は、目標の7における研究開発の進め方等についてです。

それでは、日本医療研究開発機構(AMED)から説明をお願いいたします。

平野PD(資料3に基づき説明)

それでは、AMEDが推進いたしますムーンショット目標7における研究開発の進め方について御説明します。私はこの目標7のPDを務めております平野です。本日はよろしく御願いたします。

これが本日の流れですが、この中で5番目の研究開発の進め方等について、あるいは6番目の採択案(PM候補)について御承認、御助言のほどよろしく御願いたします。

私は現在、量子科学技術研究開発機構の理事長をしております。専門は免疫学ですが、前職の大阪大学の総長あるいは現在の量子科学研究開発機構(QST)の理事長として、異分野融合の進め方、あるいは社会実装までいろんな経験を有しています。また、CSTIの有識者議員を4年間務めましたので、IMPACTであるとかSIPの作り込みも経験しましたし、科学技術基本計画5期の検討にも参加いたしましたので、国の科学技術計画の方針であるとか、あるいは基礎研究と社会実装をどういうふうにつなげるかと色々考えてきました。よろしく御願いたします。

ムーンショット目標7は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イナブルな医療・介護システムを実現ということで、その中のサブターゲットとしては、日常生活の中で自然と予防ができる社会の実現である、あるいは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であ

るとか、負荷を感じずにQOLの劇的な改善を実現することが書いてあり、3つのターゲットそれぞれがお互いに連携しています。これらのターゲットをそれぞれできるだけ高いレベルで実現することによって、結果として100歳まで人生を楽しめる医療・介護システムを実現する。かなり道のりは厳しいと思いますが、一言で言えば、いかにQOLを高めるかということだと思えます。

PMを募集するに当たり、この目標に私の方からPDとして、以下のような補足事項を付け加えました。まず大胆な発想に基づき、挑戦的かつ非連続的であることを求める。健康長寿社会実現のために医療提供そのもの、又は医療後の生活全てのQOLの維持が非常に重要である。今までの医療というのは病気を治すことに主眼があったのですが、QOLの維持を最優先することが健康長寿社会実現のためには非常に重要なキーワードになる。それから、生活習慣病の最も基本的なキーワードは慢性炎症である。免疫や睡眠の制御に加えて、炎症の制御という観点が非常に重要で、QOLを維持した上で生活習慣病をいかに克服するか、加齢とともに乱れるこれら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ことが非常に大事な視点である。また、国際連携として海外の機関とも積極的に連携して研究開発を行うことが望ましい。

こういう補足の下、9月1日から10月27日まで約2か月間公募を行いました。その結果、86件の応募がありました。書類選考を行い16件に対して11月30日から12月1日の2日間かけて面接審査を行いました。本日、戦略推進会議にPMの採択候補を御提案するものです。今後1月下旬にPMを採択し、1月から2月にかけてプロジェクトの更なる作り込みを行い、3月以降に契約する、こういう予定になっています。先ほど言いましたように、PDとしてはうれしい悲鳴というか、全部で86件の応募がありました。私がターゲット1、2、3とできるだけ連携するようなプロジェクトを求めた結果もありまして、全体に1、2、3とカバーできています。提案された予算のピークは大体20億円前後です。

募集した属性別応募分布については、国立大学が最も多く57件、それ以外に民間を含めて色々な機関が応募してきました。それからPMの平均年齢は55歳です。性別では男性が80件、女性が6件です。ただ、これはPMだけの話ですが、研究分担者等を含めると女性が大体3割、若手研究者が5割で、それなりに女性の方、若手研究者も含まれているということになります。PMと分担者合わせた合計の応募数は1,158名。そして、その中で海外機関に所属する分担者は32人、海外分担割合は3%で、海外では28施設が参画いたしました。



引き続いて、研究開発の進め方についてお話しさせていただきたいと思います。これは100年間に死因がどのように変わったかということを表している。100年前は肺炎とか胃腸炎とか、いわゆる感染症で亡くなってしまっていた。平均年齢もこの頃は僅か50歳ちょっとです。それが天然痘などのワクチンの開発やペニシリンなどの抗生物質の開発等によって伝統的な感染症が激減しました。その結果、平均寿命が50歳から80歳に延びました。その結果、加齢に伴う病気、がんとか心臓血管疾患、脳血管疾患、こういうものが死因の上位に表れてきました。

この現状を考えますと、平均寿命は確かに84歳と延びたのですが、健康寿命というのは依然として73歳です。すなわち平均寿命と健康寿命のギャップが10年あるわけです。我々は平均しますと10年間不健康な、極端な場合は寝たきりになって過ごして最終的に亡くなるということが現状です。不健康時間を限りなくゼロにする、このギャップをゼロにするということが健康長寿社会実現化には必須だと思います。これをゼロに限りなくしていくと、限りなく平均寿命が生物学的寿命に近づいていきます。極端なことを言えば、100歳を踏み越えて恐らく人間の場合120歳ぐらいが生物学的寿命と言われておりますから、ここまで近づいていくということになります。つまり120歳まで生きて、いわゆる完全な老衰で特に病気をすることなく死んでいく、これが健康長寿社会です。これを実現するためには加齢に伴う主たる疾患、すなわちがんであるとか心臓血管疾患、脳血管疾患、それからアルツハイマーのような認知症、そういうものの予防あるいはQOLを重視した治療が重要になってきます。

そういう考えに基づいて、先ほど言いました86件の中から最終的に本日PM候補として提案させていただくのが4件のPM候補と1件のFSとしてのPM候補です。すなわち柳沢PMは睡眠制御、阿部PMはミトコンドリア制御、村上PMは微小炎症の制御、中西PMは加齢細胞の制御、栗田PMは組織胎児化とありますが簡単に言えば四肢の再生であります。少しそれぞれを説明させていただきます。

それぞれが複数のターゲットに関与しています。例えば、柳沢PMは1と2をカバーします。睡眠と冬眠の2つの眠りの解明と操作を開拓して新世代医療を展開します。加齢に伴って睡眠障害が出てきます。そうしますと免疫機能が低下する。そうすると新型コロナウイルス等の様々な感染症に弱くなりますし、免疫が低下すると万病の元であります。実際に睡眠の乱れによって寿命が縮まっていく。あるいは認知症であるとか鬱病、あるいは糖尿病であるとか心臓疾患、がんが増えるということが統計的に証明されています。柳沢PMのプロジ

エクトは一言で言うと、この睡眠をいかに制御して健康を取り戻すかということであります。例えば、ショートスリーパー、短時間睡眠でも非常に元気な人がいますが、これを人為的に誘導できれば、3時間のショートスリープでも健康な生活を送れるようになる。あるいは、レム睡眠がうまくいかないと認知症や鬱病になりやすくなりますが、レム睡眠を制御することによってこれらの疾患を予防できることが期待されます。

熊は冬眠しますが、人間はできません。柳澤PMは最近冬眠中枢を見付け、これを制御してネズミを人工冬眠することに成功しました。人間にもし応用できれば、例えば災害でたくさんの方が救急状態になったときに人工冬眠を導入して順番に治療していく、ということも考えられます。

阿部PMはミトコンドリア制御です。ミトコンドリアというのはエネルギーを作っていますが、ミトコンドリアの機能は加齢とともに弱っていく。そうしますと、例えば、筋肉が衰えて介護状態になる。これは非常に端的な例ですが、これだけではなくミトコンドリアでエネルギーが供給されないと、当然免疫機能をはじめ様々な臓器の障害が起こる。あるいは炎症が起こる。そのことによって様々な加齢に伴う疾患が起こってきます。

阿部PMはミトコンドリアと腸内細菌の連携というのを長らく研究されていて、その延長線上にミトコンドリアの機能をどう制御するかという基本的なことを解明して、ある程度その見通しが付いた。ミトコンドリアと腸内細菌の連携を極めていって、ミトコンドリア機能を制御することによって最終的に例えば要介護を予防する。あるいは慢性炎症疾患やがんの発症を予防する。分かりやすく言えば、様々な腸内細菌を制御してミトコンドリアを制御するような食品であるとかサプリメント、治療薬の開発につながっていくということになります。

次に村上PMは、病気につながる血管周囲の微小炎症を標的とする量子技術ニューロモデュレーション医療による未病時治療法の開発を行います。難しいことが書いてありますが、端的に言えば、我々は日頃ストレスいっぱい受けている。光や痛みのストレスとか、心の悩みや緊張感、あるいは怪我によるストレスなど、色々なものがありますけれども、これらのストレスは結局神経を伝わって、それらの神経領域の血管に微小炎症を起こす。それがどんどんたまりにたまっていくと、癌や認知症など加齢に伴う病気が起こる。このプロジェクトは、量子科学技術を使って微小炎症を検出できる診断技術を開発します。さらに、ニューロモデュレーションと言いますが、神経を例えば分かりやすく電気刺激のようなもので刺激してやることによって、その神経支配領域にある微小炎症を取り除くことによって未然に病気

を防ぐというプロジェクトです。もしうまくいけば画期的な話です。

中西PMは、炎症誘発細胞の除去と難しいことが書いてありますが、簡単に言えば老化細胞を除去して老化の促進を制御するということです。これは皆さん年取ってきますと、私たちの体の中には60兆くらい細胞があると言われていますが、脳も含めているんなところで老化細胞が出現する。この老化細胞というのがくせ者でして、老化細胞が引き金になっているんな炎症を起こす。そのことが結局先ほどから言っている癌、糖尿病、動脈硬化、認知症など、様々な加齢に伴う病気に全部関係してきます。さらに炎症により老化が促進されます。このプロジェクトは端的に言えば、老化細胞を私たちの体から除去するという魔法のような話ですが、決して魔法ではなくて実際彼らは老化細胞のマーカーを見付けています。既にネズミを使用して体内の老化細胞を検出したり、それを除去することに成功しています。これを人にも応用していこうというプロジェクトです。実現すれば老化の速度を抑制することができます。

最後に栗田PMです。このプロジェクトは四肢の再生という魔法みたいな話です。イモリは足を切断しますと、再び足が生えてきますが、ネズミやヒトではこのような魔法は起こりません。皆さん御存じのように山中先生が発見したiPS細胞がありますが、iPSは試験管の中で遺伝子を導入して線維芽細胞などを幹細胞に戻しているんなものを作ろうというものです。このプロジェクトは試験管ではなく、体の必要な部分に遺伝子導入をして、その場でiPSみたいなものを誘導して、手足を作ろうというものです。実現性が低いプロジェクトですが、もし実現可能となればすごいことですから、FSとして取ったら良いのではないかということになりました。

何回も言っておりますが、年取りますと慢性炎症が徐々に進行していきます。これは加齢のみならず、肥満や飲酒、いろんな神経性のストレスでも起こります。あるいは喫煙、感染、持続的な組織損傷などの積み重ねでも慢性炎症が進行します。その結果、色々な病気が起こってくる。それに対して、柳沢PMは睡眠制御、阿部PMはミトコンドリア制御、村上PMは微小炎症制御、そして中西PMは加齢細胞そのものを除去する。このような手段で慢性炎症を制御していく。これらの研究は単に日本だけで行うのではなく、ハーバード大学、オックスフォード大学、あるいはノースウェルヘルスなどの、海外の大学や、研究機関と連携を取って進めていきます。すでに5人の海外研究者が参加を予定している。

さらにこれはこういう過程で様々な先進的な計測器も開発される。例えば、加齢細胞センサやミトコンドリアセンサ、微小炎症検出量子センサなどです。この中で私1つ期待してい

るのは量子センサです。電子デバイスで使われているような量子科学技術をセンシングに使って、感度を4～5桁も上がるような感度にする。そういうことを開発して微量な炎症を検知できるようになる。さらに、栗田PMは四肢などの再生、これちょっとほかの領域とはかけ離れますが、ターゲット3において、切断した足が再生すればQOLは劇的に改善されます。

これ以外にも、例えば、ミトコンドリアと腸内細菌が非常に関係していると先ほど言いましたが、腸内細菌の代謝産物というのは全身に影響します。脳から心臓、血管、免疫系、全てに影響する。今後は腸内細菌の制御や免疫制御も加える必要があると考えています。免疫が低下しますと、これは長生きできません。新型コロナウイルスにかかっても免疫が駄目な人はすぐに重症化します。また、様々な生体指標の次世代計測器の開発というのも非常に重要です。来年度以降にエンジニアリング志向のプロジェクトも組み込んでいきたいと考えています。

こういうことを統合して慢性炎症を制御することによって最終的に健康長寿社会を実現したいと考えています。目標を達成するために進捗状況等をPD、AMEDが主導して確認しまして、それを柔軟かつ機動的な資金配分計画を行っていききたいと考えています。また、申請書類を精査して、PM間の連携を図るとともにオーバーラップしている部分を整理して取組の重複排除するとともに、横串も入れて、より一層の目標達成に向けて効果的、効率的な資金配分を行っていききたいと思っています。作り込みでやっていくが、FS採択候補、これは研究内容からして最初は恐らくスモールスタートで良いと思っています。その後、可能性があれば強化していく。3年で進捗をみつつまずは採用したいと考えています。

ムーンショットは単に基礎研究だけでなく最終的に社会実装までもっていくことが求められます。当然それぞれのプロジェクトは社会実装を念頭に入れています。具体的には2030年を目処に健康状態の僅かな変化を超感度にキャッチするための各種の計測技術、先ほど言った量子科学技術に基づいたものを筆頭に、既存のものを改良する、あるいは既存のものをこれに応用していく、そういうものを実際に開発して得られた健康状態の情報から健康の維持・改善をサポートする手法を開発していきます。最終的に社会実装するために企業と連携しなければなりません。それから自治体とも連携していかなければならないと思いますが、そういう可能性を適宜そのステージに応じて検証していききたいと思っていますし、生体情報や医療情報などの収集・利活用をしていくためには、ELSIの研究者の支援も必須です。法的・倫理的・制度的側面の問題解決を進めていきたいと思っています。

既に一部、数理・AIデータ解析の研究者が参画予定です。膨大な生体情報の解析、AI技術改良などを進めていただきます。各PMの作成するデータマネージプランに基づき適切な研究データの管理、利活用を図ります。国際連携は海外の有力な研究者が分担者として参画、既に5名の研究者が具体的に分担者として参画予定です。1名が研究協力で参画予定です。国際アドバイザーの受入れ等もそれぞれが計画しています。さらに国際的な研究グループとの連携やPM及び分担者の人的ネットワークの活用なども進めていきたいと思いを。目標2と基本的なゴールは似ています。今日、目標2を聞かせていただいたのは、目標2というのは癌、糖尿病、認知症、感染症で縦割りになっていて、臨床サイドから攻めていこうという手法です。我々は縦割りじゃなくて、お話ししましたように、炎症制御というのは、癌、認知症、感染症であれ、全てに関係しています。加齢そのものが慢性炎症です。そういう目標2が縦割りと言え、こちらは横串です。目標2が臨床サイドから攻めていくと言え、こちらは基礎研究の方から攻めていくということで、常に目標2とは適宜情報交換してできるところは連携していきたいとPDとしては考えています。

最後のスライドは、各PM候補者の案、私が説明したことを表にしたものです。よろしくをお願いします。

三ツ林座長 御説明ありがとうございました。ただいまの説明につきまして御質問や御意見等はありませんでしょうか。

須藤委員 他のプロジェクトの目標は全て2050年がターゲットですが、目標7は2040年をターゲットに置かれているということで、もう少し2040年に置いた意味というのを教えていただけますでしょうか。

平野PD これは総理を本部長とする政府の健康・医療戦略推進本部が定めたもので、内閣官房の方に聞いていただきたいと思いを。確かにこの内容からしたら2050年でもいいと思いを、でも2040年でも現在の科学の進歩、あるいは企業との連携のスピードとか色々なことを考えると、2040年でも今日お話しした一部はゴールまで行き着くと思いを。

渡辺次長 2040年としましたのは、確かに目標から言うと2050年で揃えても良かったですが、今の団塊ジュニアの世代の方々が、高齢者のボリュームゾーンになってくるというのが2040年ですので、チャレンジングではありますが、できましたらそこにより多くの方が裨益する方がいいだろうということで2040年と、目標として10年早めさせていただいております。

須藤委員　そういうことで、少し早めたということであればなおさらお聞きしたかったのは、今回は、ターゲットは2040年になっていると、もう少し産業界、企業のメンバーを入れて、早く世の中に出せるような仕組みを今から考えておかないと、ターゲットが10年早まったということを考えると、少し難しいかなという気がします。当然、これからもエンジニアリング系を集めると言われているので、考えていらっしゃると思いますが、その辺をもう少し補強した方が良いと思いますが、いかがでしょうか。

平野PD　ありがとうございます。ごもっともだと思います。2040年まで20年という期間があります。どのようなプロジェクトも当然、まずムーンショットですと言うからには社会実装しなければなりません。社会実装しなければムーンショットとは言えないです。ただし、同じ社会実装するのでも、非常にハードルが低い目標であれば、これまたムーンショットとは言えないですね。要するに、ブレークスルーが伴わないようなプロジェクトだったら、5年で私は十分だと思いますが、20年というのはかなりの時間があるので、この間にやはり私たちはできるだけブレークスルーを進めたい。高層ビル建てるときに、基礎工事がしっかりしていればしているほど高いビルが建つわけですね。基礎工事がおそまつであればあるほど小さなビルしか建たない。ただし、それは時間との競争がありますから、1年でビルを建てるといえば、基礎工事も適当にして、適当なビルを建てる。しかし、10年あるいは20年あるとなれば、それなりにやっぱり高みを目指したい。

もちろん、今おっしゃるように、これは社会実装を無視しているわけじゃなくて、それぞれのPMも、例えば2030年には一部実装しようという具体的な目標を掲げています。例えば柳沢PMも、地域医療ネットワークを2030年までには構築するとあります。あるいは、先ほどの阿部PMのミトコンドリア制御も、今までの彼の実績で、かなり腸内細菌とミトコンドリアのインタラクションの中から、ある化合物を具体的に見付けています。そういうもの、当然、企業と連携してそれらを2030年頃までには臨床にもっていきたいということもありますし、先ほどの村上PMも、ニューロモデュレーションというのは、これは色々ハードルもあるかもしれませんが、具体的にマウスでは可能で、外国では一部、人間でもこういう神経を電気刺激することによって、ある種の難病を治療するということが臨床試験されています。だから、2040年までに結果出ないというものではなくて、2030年頃にはかなり目処が立つのではないかと思います。中西PMの老化細胞でも着実にデータは出ていますし、実際、彼は2030年までに、臨床にもっていかようとしています。やはりムーンショットは社会実装というのを強調していますので、それはかなりPM候補の皆さん意識して

おられると思いますが、やはり高みを目指した社会実装したい。私も高みを目指した社会実装、ムーンショットをさせていただけるならPDを引き受けるということで引き受けたので、余り低い山は登りたくないと思っています。

途中で、いろいろ皆様方の御指導とかいろいろお聞きして、適宜、そのタイミングで企業とかを積極的に連携を推進して、できるところから実績を作っていきたいと思っています。

ただ、エンジニアリングが少ないと言われましたけれども、一応、今回採用したそれぞれのPMもそれぞれの目的に応じた先進センサの開発というのは、それなりの技術の人、工学系の人と連携して開発しようとしています。それだけでも一応できるのだが、もう少し本格的に、また違う角度からエンジニアリング的に良い人がいたら、組み込んでいくことは、今後の検討課題だと考えています。

須藤委員 ありがとうございます。

平野PD どうもありがとうございます。よろしくお願いします。

橋本委員 魅力的な目標で、お話も大変魅力的で、目標を達成するためには基礎研究が大変重要だということもよく理解できます。そういう意味では大変優れた、我が国を代表する優れた研究者を集めて、更に研究を加速するということは、大変良いと思います。

ただ、私が気になったのは、ストーリーは必要であると思います。2030年までのターゲットがありますが、そこから2040年に向けて、今おっしゃったようなことを実現するためのストーリー、それはやはり説明していただかないと、専門家は分かるけれども私たちには分かりません。なので、そこで今掲げている2030年にこういうことを達成します。それが達成できたら、最終的な2040年のターゲットまでにはこうこうこういうことをやって2040年のそこにつなげるという、その部分の説明です。色々な道があり得るんだと思いますが、そういうことも含めての説明です。

ここでもう一つ、私分からないのは、端的に言って、2030年までに、と掲げたターゲットのことができれば、そこから先は、サイエンスブレークスルーは必要なくて、テクニカルなエンジニアリングブレークスルーがあれば良いのか、それともやっぱりそこから先は幾つかのサイエンスブレークスルーが必要なのかということが分からなかったです。そのようなことを、やはり我々にも分かるような形で説明していただくというか、そういうことを提示していただく必要はあると思います。今日は結構ですので、今後、是非そのようなストーリー作りをしていただきたいと思います。

平野PD ありがとうございます。今現状では各PMがそれぞれのロードマップで、例えば

2023年、2025年、要するに、3年後、5年後、そして、2040年にはこうしますというバラバラのロードマップが提案されています。もちろん、今現状では、PDが介入できないので、PM採択が正式に決まれば、当然PMたちを集めまして、すり合わせをして、作り込みをして、この目標7として全体としてのロードマップ、例えば3年後、5年後、あるいは2030年にはこのようなことが多分できるだろうというものを作っていく。2040年に目標達成しようと思ったら、2030年の時点でサイエンスブレークスルーが終わって、場合によっては、前臨床を終わって、臨床フェーズ1であるとか、あるいは社会実装の試験的な実装など、そういうことが始まっていなければ、多分駄目だと思います。そうしないと、中々2040年に社会実装までいかない。今現在、各PMのマイルストーンを見ても、2030年に、ある程度社会実装が見えてくる内容がかなりあります。

橋本委員 実は、ムーンショットのプログラムを作るときにずっと言ってきたのですが、ムーンショット型研究開発制度としては最大10年間しか予算を保証していない。だけどターゲットは2050年、または2040年であれば、制度終了後は10年間、20年間あって、その後どうするのか。その後は、普通に、つなげると言うが、誰が責任を持ってそこをやるのかと、私はいつもこう言ってきた。これはよくある話で、10年後には役人の人たちがみんないなくなるし、制度を作った私たちもいなくなっている。

だから、こういう長期的な目標を掲げたプロジェクトというのをやるのは大変魅力的なんだけれども、実はその後、切れた後の10年間、20年間でどのようにつないでいくのかということまで、我々は担保するような仕組みをしっかりと作っていかなければいけないと思っています。

ということは、この10年間の間に、そういうことを打ち込んでいかないといけないので、先ほど申し上げたようなストーリーというのは、大変重要だというふうに理解しています。

平野PD それはおっしゃるとおりですが、これは10年のプロジェクトで、その後資金が切れたらどうするのかについては、国が10年、20年、50年のレンジをもって、国の政策として考えるべきことかと思います。

橋本委員 私が言ったことは、CSTIの中でこの問題を作っていくとき、議論するとき、国が責任持たないといけないという趣旨です。

上山オブザーバー 今のような大上段の話は是非またCSTIの方に来ていただいて、木曜会合かなんかで議論する方が良いと思いました。テクニカルなこと少しだけ聞かせてください。ここ基礎研究のど真ん中をいこうという、そういう宣言だとは思いますが、それはすごく



良い、平野先生らしいなと実は思いました。一方で、この2040年に向けて、目標ブレークスルーまで行くまでに、相当マネジメントやるということが書いてありますが、特に基礎研究的なこういう議論をやっていくと、やっぱり安定してずっとやっていくということが重要になってくると思います。その資金配分の方針のところはPDが主導して進捗状況を確認して、柔軟かつ機動的な資金配分計画を行っていくと書いてあるわけです。基礎研究で、柔軟かつ機動的な資金配分を、どこでどういうタイミングでフレキシブルに見極めていってやっていくのかなと、これは一つ目の疑問です。

もう一つは、エンジニアリングが少ないというものの、FSでやっているのは、生体エンジニアリング的な要素も含んでいるわけですね。そうすると、先生が最初に一番ど真ん中に書かれておる慢性炎症の話とは、かなりずれる話ですが、先生目から見られて、これがどうして選ばれたのか。つまり、非常に可能性があると思うのか。あまりにもチャレンジング、無謀でチャレンジングだけれども面白いと思われたのか。その辺の多分エンジニアリング的なものの中で、これを選んだのはなぜなのかという疑問です。

もう一つはELSIの問題です。ELSIの問題は、基礎研究に関して、もちろんいっぱいありますが、エンジニアリングに踏み込んだ途端、問題が大きくなります。ただ、エンジニアリング的なものは現状では志向しない、しかし今の柔軟かつ機動的な資金配分をして、やがてはエンジニアの方に向けていこうと思っておられるのであれば、ELSIの話はやがては結構出てくると思います。しかし、現状のプロジェクト配分で、これだけ大上段にELSIの問題やりますよと言われると、この基礎研究でどの程度のことのELSIの研究者を巻き込んだようなマネジメント体制をお考えになっているのかなという、疑問に思いました。

この3つを是非補足説明いただければ、大変有り難いと思います。よろしくお願いします。平野PD 栗田PMは、確かにおっしゃるように、この4つとはストーリー的には離れます。目標7のターゲット3には当てはまりますけれども、ほかの4つとの連携は余りない。ただ、これを選定した際に、評価委員10人ぐらいの中で喧々譁々のディスカッションがありました。結果的に選んだのは、やはり四肢が再生するというのはムーンショット的である。それと、それなりの研究実績がある若い人であるということで、FSとして採用して3年間見てもみようということになりました。

だから、おっしゃるように、他のプロジェクトとの連携はこのプロジェクトに関しては余りありません。ただ、ターゲット3では、これこそ四肢が切断されるとか、あるいは高齢化で再生能力が弱ってくるわけですから、火傷や怪我しても皮膚の治りが悪くなるわけですね。

そういうものをこういう手法で四肢が生えることではないにしても、できれば、それなりに健康長寿社会に貢献するだろうというのが趣旨であります。

それから、資金配分。これは柔軟にやっていくと言っている。しかし、どういうタイミングでやるのかと聞かれたときに、私個人的な本音を言えば、いろんなことの情勢が許されれば、お金を配分して5年間放っておくことが一番であると考えている。ただし、これだけのお金を使って、しかも社会実装も一応視野に入れているので、本当は基礎研究であれば研究者のやりたい意向は尊重すべきですが、結果を聞きながら、適当なタイミングで、社会実装を本当にどの程度、その人が真剣に考えているのかを見極めていきたいと思います。もちろん毎年ヒアリングをするわけですが、特に3年、5年に話を聞いて、資金配分を見直すなり、場合によっては減額する、あるいは増額するとか、組替えもしていきたいと思います。

それから、E L S Iの問題はおっしゃったように、基礎研究のときには具体的になかなかイメージ湧かないかもしれませんが、各PMの提案を見ても、それなりにE L S Iのことも考えている。例えば、柳沢PMは、睡眠制御をすると、例えば3時間でもピンピンできるような制御も可能になってきたときに、これやはりそれが良いことなのか悪いことなのか、例えば「8時間も寝ないで、3時間で良いじゃないか。あとは働くように」という同調圧力とか、そういう問題も出てくる。だから、そういう問題をしっかり考えていくということは提案にも書いてあります。それから村上PMも、最初から法学部の専門家を研究者、分担者入れようとしています。それから、阿部PMのミトコンドリアの話にしても、健康寿命、延伸するのが本当に良いのか。介護費用の削減が本当にどの程度なのか、その辺を考えなければいけないと書いてある。どこまで真剣に考えるか、具体的に考えるかというのは、段階によって違うと思うが、それぞれのPMは、社会実装を念頭に置いているので、E L S Iのことは考えています。私もPDとしては、社会実装するからには、やはりそのことも考えていかなければならない。

ただ、それはどのタイミングで社会実装されるか。10年後、20年後、30年後なのか、社会情勢やE L S Iの考え方は色々と変わっていきませんが、それは常に頭の中に置いておかないようにしていきたいと思います。また、いろいろ教えていただければと思います。

近藤委員 100歳まで生きようと思うと、免疫機能を高めていくということであろうと思いますが、平野先生も触れられましたけれども、幹細胞の話もされておりました。結局、具体的にこの長寿を再生につながる話とすると、やっぱり自然の中の再生というと、やっぱり幹細胞になるのかなという気がしますが、具体的に各分野において、幹細胞をどのように機

能させることができるのかという方向での先生のお考えを教えていただければ有り難いです。平野PD 現在、採択候補になっている4件は、再生とは少し外れています。もちろん、栗田PMの四肢再生は再生そのものです。

健康長寿の考え方として、一つは、例えば再生医療を行うことによって、失われた機能を取り戻すというアプローチがあると思います。なので再生医療に重きを置いて、この目標7を達成しようと思えば、そういう人を集めてやればいいと思います。もう一つ、一方では、加齢に伴って、色々な老化細胞が増えてくる。それ以外に色々なストレスとか神経刺激とか、喫煙であるとか、肥満であるとか、そういうことによって色々な炎症が起きる。それは急性炎症じゃなくて、慢性炎症でじわりと起こっている。そういうものが蓄積されていくことによって、更に老化が促進されていきます。あるいは免疫も乱れていきます。あるいは、新型コロナウイルスでサイトカインストームという状況がありますけれども、これも制御を逸脱した炎症です。免疫も衰える、感染も起こりやすくなる。癌もほとんど炎症が元になっておこる疾患です。炎症を取り除けばほとんどの癌は起こらない。癌は遺伝的なことがプライマリーに起こるのは5%ぐらいで、ほかの95%は、ほとんどが喫煙や肥満に起因する生活習慣病です。動脈硬化しかり、心臓疾患しかり、糖尿病しかり。これらは老化に伴って、いろんなストレスの蓄積、肥満、喫煙、生活習慣、そういうのが蓄積された結果、炎症状態が起こる。それを基盤にして、色々な加齢に伴う疾患が起こる。

だから、この目標7で、4つのプロジェクトは、この炎症を、いろんな手法で取り除く。そのことによって、老化の促進を抑制するという事です。若返らすのではなく。放っておけば120歳まで老化が進んでいき、自然に老衰で亡くなる。それを、80歳とか70歳で亡くなるのは、老化が促進されて病気になって亡くなるのですが、その老化の促進を抑制するという考え方です。それ以上生きようと思ったら再生医学が必要です。

このアプローチでは、生物学的寿命と考えられる120歳以上は生きられません。ネズミはどれだけ頑張っても2年か3年です。犬でも、どれだけ頑張っても15年しか生きられない。生物学的寿命を突破しようと思ったら再生医学しかないです。

目標7は、再生医学を取り入れて、120歳を突破して、200年も1万年も生かせるようなプロジェクトではありませんし、120歳を突破するとなれば深刻なELSIの問題が出てきます。幸いにも今のところは、120歳に歯止めがあります。だから、120歳まではELSIのことはあまり考えなくても良いのです。それを超すためにはELSIを真剣に考えないといけない。本当にそんなことして良いのかということです。世の中120歳を突

破して、1万年も生きるようなことになったら大変なことです。それは本当に人類にとって良いことかを考えなければいけない。

120歳まで生きるためには、とにかく色々な手法で炎症を取り除いていく。炎症を起こすと免疫も落ちる。とにかく、炎症制御による老化制御という考え方は世界的な潮流です。炎症制御により加齢に伴う疾患を制御するのが目標7の考え方です。

近藤委員 例えば、Muse細胞ってありますよね。あれ見ると、例えば壊れかかった細胞をファゴサイトしてそれを再生していく。つまり、老化をしていくとか、様々ないろんな流れの中で、そういうのは活性化していくと、壊れかかったものを次々にまた元どおりにしていくと、自分の体の中でやっていくことをプロモーションすると、改めて120まで生きるのではないかという気がします。

平野PD そういうアプローチもあると思います。今回、応募した中にはそういう提案がありませんでした。私も、応募がないと採用できないのです。

近藤委員 そうですね。

平野PD 86件の中から、評価委員の皆さんが必死で書類審査をしてくださいました。評価委員は、単に医学だけじゃなくて、工学の人、企業の人、数理の人、経済の人、臨床の先生もいらっしゃいました。各分野の人が喧々諤々と書類審査をして選びました。

三ッ林座長 どうも活発な御議論、ありがとうございます。それでは、時間になりましたので、議論は終了させていただきます。ただいま頂戴した御意見を踏まえて、この研究開発を進めていくことでよろしいでしょうか。

(異議なし)

三ッ林座長 ありがとうございます。それでは、閉会の議事に移ります。

## 5. 閉会

三ッ林座長 本日は長時間にわたり御議論をありがとうございました。最後に、事務局から今後のスケジュール等について説明をお願いします。

河合参事官 本日頂戴した助言等への対応ですが、メールにて委員に送付いたします。また、座長、座長代理のところには御説明に上がります。次回日程ですが、今回は今後1年間の研究の成果の振り返り、そして、新しい目標を今検討していますので、そちらについてPM採択の部分に関して御意見を頂戴する予定です。こちらの方は、来年度末ということになりますので、令和4年2月頃を現在は予定しております。

三ッ林座長 ありがとうございます。

電子カルテの標準化に関しましては、近藤委員からの改めての御指摘、御示唆を頂きました。厚生労働省にしっかりと伝えさせていただきまして、後日、近藤委員はじめ、皆様にフィードバックできるよう、事務局で対応させるようにいたします。

それでは、会議を終了いたします。

本日は活発な御議論を頂き、ありがとうございました。

以上