

第10回革新的研究開発推進プログラム有識者会議 議事概要

- 日 時 平成27年5月28日（木）10：56～11：46
- 場 所 中央合同庁舎8号館 6階623会議室
- 出席者 久間議員、原山議員、内山田議員、中西議員、橋本議員、大西議員
事務局 森本統括官、中西審議官、中川審議官、松本審議官
真先参事官、福嶋参事官
- P M 佐野PM、鈴木PM、八木PM、山川PM、

○ 議事概要

午前10時56分 開会

- 久間議員 ただいまから、第10回革新的研究開発推進プログラム有識者会議を開催させていただきます。

本日の議題は、「研究開発プログラムの進捗状況について」です。I m P A C Tの研究開発プログラムにつきましては、革新的研究開発推進プログラム運用基本方針に基づいて、おおむね半年ごとにPMから有識者会議に対し、進捗状況について報告することになっています。本日は佐野PM、鈴木PM、八木PM、山川PMの4名から説明してもらいます。

進捗状況報告の前に、事務局から、研究開発機関の追加について簡単に説明してもらいます。よろしくお願ひします。

- 福嶋参事官 I m P A C T担当参事官の福嶋でございます。

プログラム・マネージャー（PM）による研究開発機関の追加設定について御説明申し上げます。

資料2を御覧ください。

I m P A C Tの運用基本方針では、PMによる研究開発機関の選定に当たりまして、PMが有識者会議に報告することになっております。また、PMと利害関係を有するなどPMに関係する機関を選定しようとする場合については、推進会議による承認が必要となっております。今般、5名のPMが研究開発機関の追加選定を行うこととなっておりますが、PMに関係する機関が含まれていなかったことから、推進会議による承認は必要とせず、本有識者会議に追加について報告するものでございます。

また、それぞれの研究開発機関の選定の必要性、妥当性については、レビュー会で確認済みとなっております。

以上、御報告いたします。

○久間議員 ありがとうございます。

それでは、早速PMから研究開発プログラムの進捗状況について報告してもらいます。

それぞれ説明に7分、その後、質疑応答に3分、合計10分でお願いします。

スペック等の目標を簡単に説明し、それから進捗状況を中心に説明してください。

最初は、佐野PMからお願いします。

○佐野PM プログラム・マネージャーの佐野でございます。よろしくお願いいたします。

「ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現」ということで進捗状況を御報告させていただきます。

まず、開発の概要でございますが、何回も御説明しているところではございますが、X線自由電子レーザー（XFEL）、それから産業用パワーレーザーを小型化いたしまして、どこでも使えるようにしたいということでございます。

XFELにつきましては、SACLA（サクラ）が4年前にもう既にできておりまして、いろいろ基礎科学に対して非常に大きな貢献をしているわけですが、やはり利用機会が少ないということで、それを身近なものにしたいということでございます。

それから、パワーレーザーのほうもやはりまだ大きいと、それからなかなか簡単には使えないという側面がございますので、それも手のひらサイズぐらいまでのものにして、どこでも自由に使いたいと。特に最近問題になっております社会インフラの保守への応用ですとか製造の革新等に使っていききたいということでございます。

達成目標でございますが、今お話ししましたXFELにつきましては、長さ10m以下の超小型のものにしたいということなんですが、IMPACTの期間中には、例えばこういった要素技術の開発、それから要素技術を組み合わせで拠点という形で、プラットフォームという形で実証していくという形にしていきたいと思っております。例えばレーザーで電子を加速する技術につきましては、今年度中に300MeVまでの加速を、それから拠点に移りまして新しく導入するレーザーを使って1GeVぐらいまで加速する。それから、アンジュレーターという磁石を組み合わせまして1KeV程度のX線を発生させるということをやりたいと思っております。

一方、拠点のほうは来年度までに整備を完了しまして、組み合わせ試験を I m P A C T 期間中にやって、実証をしていくということでございます。

超小型のパワーレーザーのほうなんです、新産業を振興する、あるいは社会インフラのメンテナンス等に使うということなんです、物としては2つつくります。手に乗る程度のハンドヘルドのものと、それからテーブルトップのものと、これを来年度、平成 28 年度までに完成させまして、29 年度、30 年度でユーザーに使っていただく、それから商品化、製品化を進めるということで考えております。

課題でございますが、ここにブルーで書いてございますもの、それから黒で書いてございますものが主な課題でございまして、その下に箇条書きにしておりますのが、方策といいますか手段でございます。

こちらは、後ほど成果とともに一緒にまた御説明したいと思っておりますが、ここでご説明しておきたいのは、どういう構成になっているかということでございます。

まず、プロジェクト2のほうの小型レーザーのほうは、先ほど申し上げましたような小さいものを2つつくって、お互いに競争するような形で実用化につなげていくということでございます。

それから、X F E L でございますが、これは拠点と言っておりますプラットフォームで要素技術を組み合わせまして実証していきますけれども、その要素技術としましては、レーザーで電子を加速させる技術、それからアンジュレーター、非常に小さい磁石を組み合わせたものになりますが、そのアンジュレーターの技術、それから計測・制御の技術、あるいは電源の技術等を開発していき、それらを 29 年度、30 年度で実証していくということでございます。

スケジュールでございますが、I m P A C T の期間5年間のスケジュールが書いてございます。

今申し上げました要素技術、ここでは1本で書いてございますが、それを2年間で開発して、拠点の整備が終了したところで、平成 28 年度の終わりに、播磨に移しまして組み合わせ試験をするということでございます。最終的には、1 G e V 以上の電子加速をして、磁石と組み合わせまして1 K e V の X 線ビームを出すということで考えております。

超小型のパワーレーザーのほうなんです、先ほど申し上げました2つのレーザーを 28 年度までに完成しまして、その後にユーザーで使っていただきながら商品化をするという

スケジュールでございます。

もうちょっと細かいスケジュールがこちらになります。ただ、基本的には同じでございます、要素技術のところを開発する4つの技術に分解した書き方になっております。28年度までに要素技術あるいはこちらのレーザーですと装置を完成させまして、こちらは実証、こちらはユーザーでの使用ということでございます。

まず、ここで解決施策の具体例ということで、少し技術的な内容を御説明したいと思います。

レーザー加速XFELなんですけれども、これは諸外国、特に欧米との非常に激しい競争になっております。我々の特徴をどこに出すかということが非常に大きな課題だと思っております。

欧米の取組は、特にパークレー等は非常に大きなレーザー、我々の10倍以上のレーザーを使いまして、いっぺんに電子を発生させ加速までしてしまうということで、既に1 GeV超の加速というのを達成しております。ただ、もともとプラズマは不安定なものでございますし、さらに高いエネルギーの非線形の領域で使うということで、彼らは安定した加速はまだできておりません。我々はそれを多段化・モジュール化しまして、かつモジュールに機能を分担することによって安定な加速を達成するという事で考えております。こちらのパワーレーザーのほうは後ほど別途御説明いたします。

こうすることによって、新しい課題としましては、どうやってモジュール間の位置精度を担保するかといったことが出てまいります。

進捗状況でございますが、播磨に拠点を設定いたしました。こちらは場所でございますが、SACLAの開発に使用した建屋内でございます。ここで実証していくということでございます。機器の配置の設計も完了しております。こちらは要素技術の開発でございます。大阪大学のほうで100 MeVまで電子ビームのレーザー加速が達成できております。

こちらは、さらにグレードアップということで、ピンク色の部分を増強しまして電子入射と、それから加速を独立に制御して、安全なレーザー加速を行うということで進めております。

こちらは、超小型レーザーの進捗状況でございますが、ユーザーとの協働によりまして仕様を決定して開発をスタートしたところでございます。これはマイクロチップレーザー(20 mJ)、手に乗るものをつくるということでございまして、発振器とアンプを組み合

わせて従来の 10 倍以上の出力を達成いたします。これの特徴的なところは、共振器の長さを変えることができまして、パルス幅を自由に定めることができます。これは従来のレーザーではできなかったものでございます。これによりましてプロセスの最適化等も可能になります。また、特に小さくした場合には、何でもそうでございますが、冷却が非常に問題になってまいりますので、常温接合の装置を使いまして、冷却の熱抵抗が少ない接合を達成することによりまして、レーザーデバイスの冷却を進めていく予定でございます。

マネジメント状況なんですけど、2つございまして、こちらの XFEL のほうは、どちらかといいますと分野融合あるいはクロスフィールドというような形の取組をしております。いろいろな分野の方、最先端の方を集めて新しい価値をつくっていくということでございます。こちらのパワーレーザーのほうはユーザーを巻き込んだ形の体制をつくっているということでございます。

企業出身の PM ということもありまして、1つのコミュニティにどっぷり浸かってきたわけではございませんので、こういったいろいろな分野の方々を総合して1つのものをつくっていくことができるというふうに考えています。

出口戦略につきましては、システム化と並行しまして、要素技術を例えば高性能化に使っていくようなことを考えています。

アウトリーチ、月並みでございますが、ユーザー、それから研究者との対話というのを非常に重視しておりまして、その中からニーズとシーズを把握するようなことをやっています。

以上でございます。

○久間議員 ありがとうございます。

それでは、御質問やアドバイスがありましたらよろしく申し上げます。

超小型 X 線自由電子レーザーは実用化まではまだ至らないだろうけれども、目標として 10m 以下での実証実験まではやりたいということですね。

○佐野 PM 長さが具体的に 10m ではないんですが、10m におさまるように各要素技術の開発を行います。

○久間議員 わかりました。

ほかにありませんか。

レーザー加速についてですが、プラズマデバイスで加速してその後アンジュレーターで X

線を発生させるという原理はわかっています。けれども、これを実現するのは非常に難しい。実現するための技術的なサプライズはどこにあるのですか。

○佐野PM 先ほど余り詳しく御説明できなかつたんですが、例えばこれ見ていただきますと、このチェンバーは数十 cm のもので電子を加速しているんですが、この中にプラズマができています。このプラズマの長さを変えると、このように加速エネルギーが変わってまいります。

ちょっと細かい字ですが、このプラズマの長さが 0.7mm のときに、このピーク 50MeV まで加速できています。2mm になりますと 100MeV ということで、約 1mm で 50MeV ぐらい加速できています。従来の技術ですと、50m 加速するのに最低でも 1m 必要になります。ということで、1,000 分の 1 の長さで加速できているというのは非常に大きな進歩だと思っております。

○久間議員 プラズマデバイスに革新性があるということを皆さん、頭に入れておいてください。

御質問等ありませんか。どうぞ。

○原山議員 私と久間さんは結構頻繁に議論させていただいているのですが、ひとつここで言っていたきたいのは、PMとして動いていて、どこに一番苦勞して、何がこういうところで知恵を使ったねという、その一つの体験をベースに話していただければと思います。

○佐野PM ちょっと申し上げにくいところでもあるんですが、最先端の世界一流の方に集まっていたきましてチームをつくっております。皆さん非常に個性的な方が多くて、やはりその分野で高度といいますか先端的なこともやられている方で、どうしても方向性が違います。理論の方、実験の方で取組の仕方も違う。1つの目標を共有していただきまして、それに向かって、スケジュールに沿って、同じ歩調でといいますか、協力し合いながらやっていく体制をつくるというのが一番苦勞したところかなと思っております。

○久間議員 よろしいですか。

どうもありがとうございます。引き続きよろしく願いいたします。

○佐野PM どうもありがとうございました。よろしく申し上げます。

○久間議員 続きまして鈴木PM、よろしく申し上げます。

○鈴木PM それでは、「超高機能構造タンパク質による素材産業革命」の進捗状況について、鈴木の方から報告させていただきます。

私たちのテーマは、クモ糸に代表される天然構造タンパク質を工業材料化して、私たちが使いこなそうというテーマでございます。

特徴として大きく3つあります。1つは天然、クモ糸もそうです。クモ糸、右に書いてありますように、高張力鋼の340倍の、いわゆるタフネス、エネルギー吸収があると言われています。ほかにもホーネットシルクだったり、蚕のレジリン、これは御存じのように体長の160倍を飛ぶというように天然ですばらしい材料があるということ、まずそれを我々は目指そうと。2つ目が、我々は微生物でこれをつくりますので、いわゆる枯渇資源に頼らないし、かつ微生物では常温で生きますので、低エネルギーでも可能である。さらには、遺伝子組換えだけで材料を変更することができるということで、同一材料・同一プロセスで生産も可能ということなのです。

そういったことを踏まえて、私どもいろいろな分野、宇宙分野から一般、スポーツ、アパレルまで使える可能性としてはあるというふうに考えております。

ただ、いろいろな課題があります。

まず1つ目が、構造タンパク質、我々、皮膚も髪の毛も爪も全部構造タンパク質ですので、こういったものというのは、20のN乗×20のN乗の無限の組み合わせがあります。ですので、我々がまず最初に取り組んだのは、天然ですばらしいものを採取してきまして、一方でこれをゲノムの配列解析をします。ただ、我々の一番の特徴は、実際とってきた昆虫類から糸を取り出して、その糸の物性もはかって、その配列と物性の因果関係を使うというところが今回の特徴です。特に非常に複雑な形状しておりますので、Spring-8、今までこういう分野で使ったことのない物性測定を今している最中でございます。

2つ目の課題が、従来の天然タンパク質は、なぜなかなか工業用材料にならなかったのか。実は、クモ糸は確かに物性、タフネスはすばらしいのですが、実はそれ以外の物性例えば、熱的特性、紫外線には非常に弱い。また逆に、紫外線に強いホーネットシルク、これは何年間も構造を維持しておりますが、そういったものは非常にいいけれども、クモ糸のような物性がないというように一長一短があるということで、プロジェクト1で出てきた配列解析のもとに合成して培養して生成していくということですが、そこで工業化というところで、こういった天然の課題を克服するようなところへ入れるというのが今回の特徴になっております。

そういった背景を踏まえましてすばらしい今回の構造タンパク質に関しては世界中、特に

欧米で開発されております。

今回、私どものコアの機関をスパイバー社がやっているわけですが、欧米はやはりベンチャーも何社か立ち上がっておりますが、やはりまだまだ学術的レベルでございます。スパイバー社は、下に書いてありますけれども、いわゆる量をつくれる体制が今もう確保している。ということは、先ほど言ったように、ここでつくったものが次の、いわゆる材料を加工するところでフィードバックがかかるという仕組みがもう既に完成している状況でございます。

実際そういった背景を踏まえまして、今回このような大きな2つの目標をつくって、4つのプログラムを走らせております。

先ほど申しましたように、左下ですけれども、天然タンパク質を採取して網羅的に解析するチーム、これは既に10月からスタートしている。右側は、これはスパイバー社をコアにしていろいろなアカデミア機関、それからエンジニアリング会社を参画させて素材を創出しております。ここまでが現在進んでいる状況です。4月から右の、いよいよ素材ができるけれども、じゃあ、本当に使える材料に、ここがまさに今公募をかけている段階でございます。さらにそこからステージゲート方式でリーディングカンパニーとくっついて、あと3年半しかないですので、やっていくという次第でございます。

現状の体制はこのほうに書かせていただいています。基本的には、まず技術があることが前提なんです、やはり今まで人類がなし得ていないものをやるわけですから、自由な発想だったりとがったり技術力ということをキーワードに産学のメンバーを探しております。結果、左にあるように、30代の研究者、リーダーが中心になっています。それだけでは不安ということで、プログラムアドバイザーの方は業界の権威の方を選定しています。

現状の目標値はここに書かせていただいております。先ほど申し上げましたように、昨年1、2を走らせて、まさに今から素材化をするような状況でございます。

現状の進捗状況でございます。これは先ほどからありましたように、採取をして配列、ここが一番肝なんですけれども、解析と物性のひもづけをしています。現状が1から3まで、こういったもののいわゆる箱、これはソフト状の箱でもありますが、ひもづけする箱が1つ完成しております。

2つ目に、天然の課題は、物性のガラスや、特に今回、熱安定性にばらつきがあるところは自由水と結晶水というところの際であるということがわかってまいりました。

そういった I m P A C T のターゲットは、先ほどいろいろあると言いましたけれども、高機能で高付加価値の宇宙船からスポーツ、アパレルまでやっていこうというふうに今考えております。

実際、現状 6 業界に対して今準備を進めさせていただいています。ここから 2 年間で開発していただいて、その中から、残りの 2 年で製品試作が出るようなチームと組んで精度ベースで産業界を選んで開発を進めていく方向で今進んでおります。

以上で御報告を終わります。

○久間議員 ありがとうございました。

それでは、御質問等ございますか。橋本先生。

○橋本議員 分析のほうはやればできると思うのですが、問題は、その分析した結果と、実際物をつくっていくところがちゃんと対応できるかどうかというところですね。分析のほうはどこまでできているというお話があって、2 番目のつくるほうはこれから公募をかけて進めるとのことですが、その前段階はどこまでいっているのでしょうか。具体的に何ができているんですか。

○鈴木 PM 今、実はクモ糸も形はできています。トン (t) スケールでできるという装置までつくっています。

○橋本議員 それは前からできていたやつですね。つまり、プロジェクトが始まる前からできていたわけですね。

○鈴木 PM そうです。ですから、それができているということで、今いよいよスタートするのが、今までは、今までできた遺伝子をただつくっていただけという形で、今後は、まさに今データがいろいろ出てきています。関連性というか、今特許までいったのは、先ほど言ったように自由水、水を制御するためには、この遺伝子をこうすればいいとか、ここをどうすればいいというところがひとつわかったので、そこをベースに……

○橋本議員 私が聞きたかったのはそこではなくて、解析というのは、いい成果が出るかどうかは別としても、やればできるんです。でも、その解析結果を物につなげるところというのは、これはどんなに努力してもできない場合はできないということがあるので、その解析結果のところは実際の物のところにちゃんとつながるか、つながった成果が出ているのかどうか聞きたかったのですけれど。

○鈴木 PM まだ、今物をつくる、まさに今つくる段階ではないです。

○久間議員 物をつくる前に自然界のサンプルを集めて物性を測定するわけで、今はその段階でしょう。その測定結果と、工業化する場合に要求される強度とか温度特性とかを関係付ける技術がどこまでできているかという御質問だと思うのです。完璧なものはずぐにできないとは思いますが。

○橋本議員 いやいや、完璧でなくていい。

○久間議員 だから、どこまでできているのかというご質問ですね。

○橋本議員 ええ、どこまでいっているのかと、そういうこと。

○久間議員 逆に、まだできないのはどこかということですね。

○橋本議員 ええ。そこが実は肝だと思っているんです。そこから量産化とか、それはまた課題はあると思います。でも、I m P A C Tとしての本当のポイントは、解析と実際の物性がどのように遺伝子と絡んでいて、それをやれば本当にそこがよくなるということが見えるかどうか、そこがこれのポイントだと思うんです。

○鈴木PM まだ多分答えにはなっているかというのはあるんですが、ここに書いてありますように、配列でアデニンを何個つくったら物性が上がるとか、そういったものがこのひもづけになっています。

それから、アミノ酸というのは20種類あると言いましたけども、どのアミノ酸が、何に効くんだというところの、50サンプル解析したと言っていますけども、これ、実は50個、さらっと層別して並べたもの、実に単独でそれぞれあるわけではなくて、それぞれこれはアデニンが何個あって連続しているものであるとか、そういうふうに並べて、右側に物性を並べている、そういうのが我々まだ箱って呼んでいるんですけども、これを今つくっている段階です。

わかったことは、さっき言ったように、まだ水分子の影響は、このアミノ酸の影響であるとか、そういうのはわかっていただけです。それがアデニンが、つまりクモにとってはアデニンが6個並んでいるのは特徴的なんですけども、実は、6個並ばなくても強い物性が出ることはわかってきています。まだ実は、だから、そういう箱を今まさにやっている最中です。ですから、答えにまだなっていないんですが、これから今言われたようなことで進めていきたいというふうに考えています。

○久間議員 サンプルを集めて、いよいよスタートしたということですね。

○鈴木PM はい。成分比も、この配列はこういう物性、でも、配列にこの物性が起因してい

るのに違う配列ももちろんいっぱいありますので、これはこういう物性しか出ていないとか、そういうことでございます。

○久間議員 ほかにはよろしいですか。

次回の報告を非常に楽しみにしておりますので、よろしく申し上げます。

続きまして、八木PM、お願いします。

○八木PM それでは、「イノベーティブな可視化技術による新成長産業の創出」のテーマについて状況をお話しします。

三次元可視化技術ってこのぐらいあるのですが、今回新たにもう一つの技術を入れ込もうというのが目指すものです。

そのところで産業でつくり上げていくものは、1つは非侵襲で血管を見る。それにより早期診断や予防への応用を行っていく。これは今までできていませんでした。

物質の内部を、物質の変化として可視化する。現在、CFRPというのが新しい素材ができていますが、それに対応したような評価技術はありません。そこに対応していきたいと思います。あともう一つやはり食品検査等の安全性にこの技術を活用したいと思っております。

では、世界の開発状況とは何か。3つの指針。1つは論文数、いわゆる研究がどのくらい進んでいるか。もう一つは出口の一つである臨床研究として見ています。最後は特許ですね。それぞれ見ていきますと、やはりアメリカというのが基礎研究のレベルが非常に高いです。ただ、今その中で先端技術として見た場合に、下の3つの方式というのがあります。1つはワシントン大学、もう一つは、ヘルムホルツ協会。あともう一つはキヤノンと京大がやっている技術、これをベースにこれからつくり上げていこうというのが今のプログラムになっています。

出口戦略でいきますと、ほとんどやはり医療に重点化されたような研究になっています。特にがん中心。これは始まったばかり。臨床研究を、ここに出ていますように、大体スタートした段階。それに対してまだ結果までいっていないというのが実は現状なんですね。実用化の面から見てみると、そうしますと、やはりスピードとか解像度においてはまだ十分ではない。あともう一つはレーザの価格が高過ぎて、なかなかこれでは産業の壁を越えることにはできていないだろう、というのが課題になっております。

では、それに対してどうするかです。1つは、1桁アップの性能を目指すということです。

右側に手の画像がありますけれども、撮影時間としては 100 秒ぐらい、広い撮影をするのですけど。それを今、ここに赤い点で打っていますけれども、約 1 桁以上の高速化を目指すということ。あともう一つは、リアルタイムであれば、1 桁以上の広いところを撮れるということを目指しています。

では、どうやって性能をアップするか。性能アップの要と申しますのは、実はセンサと、あとはレーザになります。この 2 つを開発していく。

もう一つのこのプロジェクトの重要な点は、先ほど言いました、価値がまだ実証できていない。そのために医療・研究、あと品質検査などの出口の人たちと一緒に有効性を検証していくというのが重要なポイントであります。そのために、実証用のプロトタイプを開発するというのが結構大きな開発になっていまして、それをしていくということです。

そのための開発体制というのをようやく築くことができました。

この体制としては、共通基盤、システム開発、価値実証、という 3 つの大きなグループ分けの中で動いていきます。現在 5 月ですけれども、研究参加者 96 名が参加していただいています。

このプログラムの特徴として、1 つは、システム化検討会議という検討会を設けて、その中で共通して横軸で仕様等々を決めるということです。

達成目標ですが。達成目標は、いわゆる基盤技術、センサ、あとレーザの開発・完了、あとはその可視化技術の完成、医療・美容のところの実用化の見通し、及び品質検査等の計測産業への応用の提示、ということをやっていこうと考えています。

時間軸ですけれども、3 年で要素技術を完成します。あともう一つは、価値の探索というのをこれと並行でやっていきます。それによって最後の 2 年間の中で実用化の見通し、いわゆるプロトタイプをつくり上げていきます。そして、それを用いた価値実証を行っていくというのがこのプログラムの大きな開発の流れであります。

現在、平成 26 年度の成果ですけれども、可視化技術のところは血管サンプルで、これはヒト組織ではありませんが、脂肪の光音響による可視化スペクトルというものをとることができています。また、レーザ、センサについては、それぞれ開発がようやくスタートしました。特にセンサは、こういう形状を決めることができて、それに対応して動き始めています。ここで赤でくくっていますが、これについては次のところでお話したいと思っています。

これは、アニメーションです。

なぜアニメーションを作ったかというところ。先ほど言いましたシステム化検討会というのをやって、その中でチーム、プロジェクトを横串でやっています。その中でどういう仕様が必要か、どういったものをやらなくちゃいけないかということ、を作るために、皆が簡単にわかるようにと作ったんですね。

これ、レーザ光が入ったセンサのところを見ています。

多分どういう形で使われるかということも実はこの中に描いてありまして、例えば患者さんなり普通の健康な方が座って、それで、手をこういった形で撮るということです。やはりこれは安全だということを、先ほど、一番初めに言いました。ですから、これは非常に目標として高いんですけども、こういった乳幼児の方の手も撮ることができるように是非したいな、と思っています。

リアルタイムは、見たいところをこういう形で動かしながら、そこのところで、血管がドクドクと動くようなものが見える、といったところです。

では、出口戦略に対してどういうことをやってきたかです。1つ目の産業用の検査については、いよいよ公募を始めました。もう一つは、非破壊検査協会は3,000人程度の会員がいらっしゃいますけれども、その中で光超音波特別専門委員会というのを組織していただきました。

どういったところで適用できるかということで、現行の装置でどこまでできるかということを実は考えます。

もう一つ、これはまだできておりませんが、準備中として「未来予想図」というのをつくって、そこからバックキャストして、また新しい技術の必要性を考えていきたいと思っております。

これは現行のもので、先ほど言いました手を撮ったものなのですが、大体1つ撮るのに100秒ぐらい掛かるのですが、ただ、様々なところに適用できるかどうかということもこういう画で見えています。

そういったところを踏まえて、いろいろな診療科の先生たちとも議論して、その中でようやく今この5つの診療科の先生たちを1つのチームにした形で、合同の実証研究を準備中でありまして。大体8月から9月ぐらいをめどにスタートしたいと思っております。

もう一つ、アウトリーチ、これが最後になります。

アウトリーチは、非常に重要だと思っております。そのために各研究機関から専門家による広報活動というのを行っております。1つは、ホームページを新しく刷新いたしました。あともう一つは、キックオフシンポジウム等をやっています。企業と大学から100名の方が参加していただいて、聞いていただきました。

こういった形で今この開発を進めています。

以上です。

○久間議員 ありがとうございます。

それでは、御質問、アドバイス等、お願いします。

では、中西議員。

○中西議員 センサーの仕様を決めましたということをおっしゃられなかったんですけど、これはどういう超音波センサーで、何が技術的なポイントなのかというのをちょっと教えてください。

○八木PM その下のほうに書いてあるのですが、1つは、センサの形が三次元化しているということです。それがまず一番大きいです。今までは、通常は2Dとかと言われていたのですが、今回3D超音波センサ、こんな形でおわん型をやります。あともう一つは、センサの数を従来のものと比べて四、五倍程度増やしています。これ、超音波と違うところは、一括で音を測るということをやります。そうすると、計測規模は結構大きいんですね。そういったところをこのプロジェクトの中で開発していこうと、これが一つです。

○中西議員 プロセッシングにする必要あるデータですね。

○八木PM GPUを思い切り動かしながら計算するというので。GPUも一番最先端のものを動かしてやらざるを得ないのですが、そういう形で動きます。

○久間議員 よろしいですか。

どうぞ。

○平野議員 さっき画像であった血管が出たのはイメージですか。

○八木PM これが目標です。

○平野議員 プロトタイプ機というのは、あの程度のことができるものを目指しておられますか。そうしないと評価できないですね。

○八木PM 目指します。やります。

○久間議員 ほかに質問等はありませんか。

このプロトタイプは、斬新なアイデアで設計していると思いますが、この研究課題はIMPACTでスタートしたわけではなくて、これまでにキヤノンと京都大学で10年間にわたって研究されている。だから、かなりのベースがあるわけですね。京都大学にこれよりも前のコンセプト機がありますよね。

○八木PM 光超音波は5~6年の研究ではありますが、おっしゃるとおり旧タイプのものがあります。1桁ぐらい性能が低いという、今自分たちが目標としているものと比べて1桁ぐらい低いものはありますので、来ていただいて見ていただいた。

○久間議員 言いたいことは、そういう継続研究なのだからこの1年の研究成果が、超音波センサーの設計だけではなくて、もっと大きな成果が出てきてもいいはずだということです。ゼロからの研究ではないので、それを期待していたわけです。

○八木PM 従来のもとの今の問題とを分けなくてはいけないとは思っていましたので、この話は。今回のセンサというのは……

○久間議員 センサーはわかりましたので、研究全体としての成果です。

○八木PM 研究全体ですか。

○久間議員 例えばさきほどGPUの話がありましたが、三次元の可視化が大幅に進んだなど、こういう成果の報告を期待しているのです。

○八木PM わかりました。

○中西議員 結構な規模ですから。

○久間議員 そうなのですよ。

○八木PM そうですね。今回そういったところのプロセッシングのほうは差し控えましたが、従来のものでは対応できませんので。

○久間議員 従来10倍の解像度で可視化しますとか、処理速度を10倍に上げますとか、そういう話をしてほしいと思います。

○八木PM わかりました。

○久間議員 ということでよろしいでしょうか。

では山川さん、お願いします。

○山川PM それでは、「脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現」ということで、進捗状況を報告させていただきます。

一番最初に全体の概要でございますけれども、今、皆さんも御承知のとおりグローバルに

見て脳科学技術は非常に進んでおります。ただ、多くの場合、医療分野に特化しているという、医療分野を注力しているところがございますので、ひとつ私どもとしては、日本オリジナルな戦略として民生応用というのを本気で進めて、世界に先駆けた脳情報産業をつくれなかと、非常に大それたことですがけれども考えている。

本日は、基本的には技術のトレンドということですので、その進捗及び目標みたいなのを御紹介させていただきます。

ここに書かせていただきましたとおり、何といたっても一番のポイントは、いわゆる簡易型のBMIインターフェイスのコアデバイスをつくれるかどうかというのがひとつつかかっております。

書いてございますとおり、縦軸というのは脳情報の量、それに対して横軸に簡明性といったときには、いわゆるMRIのように非常に高性能なものが撮れるけれども、非常にコストがかかったり、重さが大きかったりというのが一方で、NIRSみたいに、実は何を撮っているんだか正直よくわからないというところを、少なくとも2桁ぐらいのパワーアップを図るとというのが基本的な目標設定になっております。そのためには3つのアプローチをとって、今目下研究開発を進めているというところでございます。

実際にどんなことをやろうとしているかということは、もちろん携帯型BMIは大事なんですけども、それだけではなくて、それを使ったニューロフィードバックというのを実装するというのが今回の目標になっております。

そのためには、一番左に書いてございますとおり、まずはどんな脳機能をやりますか、脳機能をよくしますかという話でございます。その上で、対象の脳機能とその脳活動のパターンをどういうふうになっているかという同定するという行為があって、その上で携帯型BMIに実装して、実際にニューロフィードバックを導入することなんですけれども、1つ目の今水グループに関しては、既にいわゆる認知機能というものをしっかりとれるようにしようということですがけれども、本来であれば数時間かかる認知課題みたいなものを、短い時間のMRIのスキャンで撮れるようになったというのが現状で、ようやくこれでどういう脳パターンというのが見えてきましたので、ここからいよいよ携帯型に落とし込むというのをしているのが1つ目でございます。

2つ目に関してですがけれども、これは実は少し違ったアプローチをとっていて、最初から最後まで一遍にプロトタイプでいいから少し走らせましょうと、これは久間先生に一度見

ていただきましたけれども、いわゆる携帯型のBMIによって、いわゆるストレスの状態を見せてあげる。その結果として、それを見たことによって、自分がうまくそのストレスをレギュレートできるかというのをやっている。でも、実はこれ残念ながら、見れば見るほどある種ストレスがかかってどんどんひどくなるみたいな状態で、そういう意味では、実はどうやって、何をみせるのが本当にいいのか、それをどうやってレギュラーにしたらいいいのかというのが実は大きな課題になっていて、これを何としても超えなければならない。ただ、少なくとも実装までは1つなりは動いている。

一方で、山下グループが何をしているかということ、実は活動パターンを携帯型に実装するときには、簡易な計測器が、いわゆるMRIの信号にしっかり乗っているかというのをやらなきゃいけないので、そういった意味では、今同時計測をしていて、その中でNIRSの信号とMRI信号の再現性評価のようなことを今目下進めている次第でございます。

一方で、やはり出口といいますかアプリケーションというのをしっかり考えなきゃいけないこともございますので、先ほど申しましたとおり、基本的には医療分野で多くのグローバル企業はやっておりますけれども、国のプロジェクトもそうですけれども、私どもとしては、1つは健康、教育、情報といったようなアプローチの領域で、それぞれのある程度のボリュームのあるマーケットに対してアプローチをかけようというのが基本的な戦略でございます。

そんな中で、実際の評価指標、スペックというところが、すみません、恐縮ですけど、まず、可視化については、この右に書いてございますとおり、いかに多くのカテゴリー数を可視化できるかということと、それが推定の精度がどうなっているのかというのがひとつ肝になります。

実際に神谷先生の努力のところですけども、いわゆる脳サーチエンジンとして、今考えている脳のイメージから、いわゆる形容詞をかなりの数推定できるというのが現状でございます。

一方で健康領域としては、脳のアンチエイジングということで、いわゆる知性の推定、脳の構造、皆さんの脳の構造を見せていただくだけで知性がどれぐらいかというのがかなり当てたいかという議論はもちろんあるんですけども、見ていただくとかかなりきれいに当てられるように正直なりましたと。どうやって出すかというのは非常に倫理的な問題もあるので大事なんですけども、少なくとも技術としてはそこまで来た。ただ、あくまでも

知性だけですので、本当にこれだけでいいのかという議論もございますので、そういうところも含めてこれから検討を進めていく。

それについても、一方で、いわゆる制御精度というところになりますけれども、今度は脳ロボティクス領域で進めているところですが、実際にいわゆる制御するために何が大事かという、いわゆる遅延時間と正確性みたいなものが非常に大事になるんですけれども、その中で今結果が出ているところに関しましては、いわゆるアンドロイドフィードバックという形で、アンドロイドをBMIで動かすようなことをすることによって、短い遅延でより正確に制御をるところまで上がってきて、いよいよ一部結果が出てきたので、これをいかにステップアップしていくかというところが一つのポイントです。

一方で、それをなるべく早くマーケットに出して、プロトタイピングして、PDCAのサイクルをなるべく早く回そうというのが現状でございます。

一方で、今までのがこれまでの研究機関ですけれども、今回、今9個の研究グループの取組を御紹介させていただきましたけれども、それとは別に新しく13の研究グループを採択させていただきました。そこに関しては、基本的には開かれたところから集まっていたので、その方々を、9個を補完するようなグループと、9個に対して少し競合するようなグループという感じで分けて取組を進めていて、さらに研究開発活動が推進できればなというふうに思っている次第でございます。

最後になりますけれども、現在のPM活動の、先ほど原山議員からもございましたが、チャレンジと苦勞というところを少しだけ御紹介させていただきますと、恐らく今までの研究開発というのは、特に脳科学だと思いますけれども、学術的な発見が中心で、そういう分野で実績を非常に持つ研究者が、いわゆる研究を先導するようなリーダーシップとしてマネジメントをすると、これが多分基本的なスタイルだと思いますけど、今回のIMPACTのチャレンジ、これは恐らく政策の設計上の指針だと思っておりますけれども、脳科学に対しての新しさだけではなくて、実用としてのすごさというのも両輪で走らせたいというのが一つ。

一方で、脳の研究者についても、脳の研究者だけではなくて、関連するような異分野の方々にも実は御参加いただくような形をとっている。私自身としては、実際に研究を先導してやるわけではありませぬので、いかに脳科学と産業をうまく橋渡しするような仕組みづくりをするか、これに非常に力を入れている。そんな意味でいいますと、実は技術的な

イノベーションと並行するような形でマネジメントのイノベーションというのも進めようとしていて、近々、いわゆるチャレンジカップみたいなものをすることによって、脳情報のすそ野の拡大であったり、新しい標準化団体、これはB3Cという名前をつけていますけれども、いわゆる今30社ぐらいの企業が、実際に国際展開をしましよと議論して下さっておりますので、そういったところで進められればなというふうに思っている次第でございます。もちろんここも書かせていただきましたが、こういうことを言うと、二兎を追う者はどうだろうとか、ビジネスは本当にできるのか、サイエンスを軽視しているんじゃないのというような厳しい意見も正直いただいておりますけれども、何としてもこのIMPACTを実現したいというふうに思っている次第でございます。

以上、発表を終わらせていただきます。ありがとうございました。

○久間議員 ありがとうございます。

それでは、御質問をお願いします。橋本議員。

○橋本議員 大変夢のある研究を広くやって素晴らしいと思うんですが、逆に、このIMPACTの終了時の最終的な形態がどこにいくのかなというのがわからないところなのですが。

○山川PM おっしゃるとおりで、私としてはやはり少なくとも今12のプログラムを動かしております。そういう意味では、せめて、よく言われる3割、できれば半分ぐらいは実際のプロトタイプとしてお出しできるようなことをしたい。そのためにも、実は今年度中には、最初のプロトタイプを皆さんに見ていただいて、その中でおもしろそうなものといったら変ですけど、そこに対して研究開発をより投下して、そうじゃないところは大変すみませんけれども、御退場も含めて考えていただくという話で今進めております。

○橋本議員 それで、だから最後に書いた新しい視点でやるわけですが、例えばここから3つ選んでも、ほかに動いているのが3つか4つあったり、5つか6つか出てきますよね。脳という意味では確かに一致しているんですけど、ばらばら感があるんですよね。それでどうするんですか。

○山川PM 基本的には、それをまず一つはモデルケースとして皆さんに公開して、皆さんが使っていただく状態にする。それを……

○橋本議員 それは、そのうちの例えば1つが、そういうふうにみんなに使ってもらえるような形になれば成功と、こういう意味ですか。

○山川PM できれば12個あるので、最低でも3つは、ここで明言するとあれなのですが、

3つは何しろプロトタイプとして絶対出す。そんな中で、ヘルスケアで1つ、エデュケーションで1つ、情報で1つは少なくともやると考えています。

○橋本議員 ばらばらなんですね、そういう意味では。

○山川PM その意味では横はばらばらです。

○橋本議員 ばらばらなんですね。ただ、「脳」というキーワードでつながっているという。

○山川PM そうですね、おっしゃるとおりです。もともと、一方で、簡易計測というところに関して、恐らく皆さん共通の要素技術にはなると思うので、その部分はしっかりと着実な進歩をさせたいというのがもう一つです。

○橋本議員 あと、今の話に関係してくるところで、興味本位もあるのですが、どうやって知性を測っているんですか。

○山川PM すみません、今の時点では、いわゆる普通のIQをデータとして……

○橋本議員 IQ。見たらIQがわかるんですか。

○山川PM はい。よろしければ。

○橋本議員 ぜひちょっとみんなでやって。

○平野議員 MRIですね。携帯型MRIというのは可能なんですか。

○山川PM 携帯型のMRIは、今もちろんGE社とかがかけていますけどかなり時間がかかると思います。ただ、私たちはその手前なので、恐らく簡易型の、いわゆるMRIではなくてNIRSとかを使って、同時計測のリレーショナルデータベースを活用することで実装できないかと考えています。

○橋本議員 そうすると、EEG（脳波）程度のもので、ファンクションのMRIとかを組み合わせてデータを解析すれば、ある程度の相関も出てくるということですか。

○山川PM 一部は出るようなものもあるかと。

○橋本議員 形容詞とかの説明がありましたが、あれはそういうことですか。

○山川PM 形容詞……すみません、ここの2つのきれいに出ているデータというのは、基本的に今MRIでやっております。

○橋本議員 やはりMRI。

○山川PM もちろんおっしゃるとおりです。ただし、逆に言うと、こちら側の開発がうまく進んでいて、ある程度MRIと同等の性能が出て、もしかしたら、あるドメイン、例えば、知性までは難しいかもしれないですけども、恐らく認知機能ぐらいであれば、NIRSか

らかなり精度よく出るかもしれないというのが、今ある程度見えてきているところでございます。

○橋本議員 MRIを撮ると知性がわかっちゃう。

○平野議員 MRI、例えばサイコパスがみんなわかるじゃないですか。

○山川PM だから、そういう意味のはそんなに、うちのほうは全然違和感のない話で、普通の民間だとちょっと怖い話……

○平野議員 MRIを撮れば、この人の話を信用できるとか全部わかる。

○久間議員 どうぞ。

○原山議員 先ほどちらっと倫理の話がでましたが、具体的にどういう形でもって倫理の側面というのをこのプログラムの中に盛り込んでいく予定なんですか。

○山川PM 基本的に、できればですけども、一番最後にある標準化団体でやるときに、基本的によく標準化団体はデータフォーマットの標準化とかをよくするんですけども、実はその取り方についてのプロセスの標準化だったり評価の標準化みたいなところも今回入れようとしています。その中の項目にしっかりと、いわゆる倫理的な観点というのもひとつ標準仕様としてやらせていただいて、いろいろな大学さんでの倫理のとり方もそうですし、企業さんが使うときの倫理のとり方というのもひとつラインに入れていこうというのがここでの位置づけです。既に実は昔、研究倫理については私どもガイドラインもつくらせていただいているので、それを産業面でもどう使うかというところを入れようというふうに思っている次第でございます。

○久間議員 ありがとうございます。今日の発表も、これから何をしますという内容が多かった。例えば、MRIとEEGでは計測されるデータはかなり違うわけです。その時に、EEGのデータを補強するのに数理アルゴリズムを活用するという考えだと思いますが、ものすごく難しいでしょう。その研究が今どこまで進んでいて、さらにどのような開発をしなければいけないとか、そういう説明をしてほしいのです。本日の進捗報告は夢物語のプレゼンになっています。進捗報告会ですからね。よろしく申し上げます。

○山川PM わかりました。ありがとうございます。

○久間議員 研究が難しいことはわかっていますので。

○山川PM 頑張ります。

○久間議員 どうもありがとうございました。

それでは、4名のPMにおかれましては、研究開発プログラムの成功に向けて引き続きマネジメントに精力的に取り組んでいただきたいと思います。

最後に、事務局からお知らせがありますので、よろしくお願いします。

○福嶋参事官 お配りした資料の中に、A4横紙1枚でNHKのEテレの番組情報をお配りさせていただいています。これは3月24日に丸ビルで行いましたIMPACTのキックフォーラム、12名のPMが勢ぞろいしたIMPACTの取組について行われたフォーラムを1時間の番組で5月30日、今週末土曜日、午後2時から3時まで60分のプログラムで放映されるということで御案内させていただいておりますので、よろしかったら御覧いただければと思います。

○久間議員 どうもありがとうございました。

以上で第10回革新的研究開発推進プログラム有識者会議を終了いたします。

どうもありがとうございました。

午前 11時46分 閉会