

総合科学技術・イノベーション会議有識者議員懇談会

議事概要

- 日 時 令和2年9月24日（木）10：00～11：00
- 場 所 中央合同庁舎第8号館 6階623会議室
- 出席者 上山議員、梶原議員、小谷議員（Web）、篠原議員、
橋本議員、松尾議員（Web）、山極議員
原田プログラマネージャー
(事務局)
別府内閣府審議官、柳統括官、江崎審議官、柿田審議官、佐藤審議官、
高原審議官、千原審議官、河合参事官、清浦参事官、大塚政策企画調査官、
須藤プログラム統括
- 議題 日本学術会議「未来からの問い」について
I m P A C T 成果報告会

○ 議事概要

午前10時00分 開会

○上山議員 定刻になりましたので、只今より総合科学技術・イノベーション有識者議員懇談会を始めます。

公開で行います。

最初の議題は、日本学術会議の「未来からの問い」についてです。日本学術会議の山極会長からこの新しく出ました「未来からの問い」について、御報告していただいた後、意見交換をさせていただければと考えております。

それでは、早速ですが、山極議員、よろしく願いいたします。

○山極議員 皆さん、おはようございます。

今日は久しぶりに対面の場所に出てまいりました。

大分籠もっていましたので、中々慣れない説明になりますが、よろしく願いします。

これまで日本学術会議では、1949年の創立以来、50年、60年の節目に同じような文章を策定しています。これまでの文章はこの3分の1ぐらいでしたが、今回は非常に大部になりました。

2002年9月に50周年を迎えたときには「日本の計画 Japan Perspective」という吉

川弘之会長の下で作られたもの。それから、2010年4月には「日本の展望—学術からの提言2010」という金澤一郎会長の下に作られたものがございます。私の印象では、ここで申し上げるのは失礼ですが、結構難しすぎて一般の方は読んでも分からないという感じがしました。

今回目指したのは、やはり分かりやすい文章を書こうということと、もう一つは未来を見通して、2030年、2050年の社会がどうなっているかということを見通した上で、そこから現在に立ち返って、これから何をすべきか、ということを書いてくださいとお願いいたしました。学術の100年を構想した「未来からの問い」という題になった訳です。100年と申し上げますのは、これまでの70年、そしてこれからの30年、合わせて100年ということとです。

第24期、私が会長をしていた3年間は、社会との対話を重視いたしました。学術の力で日本の皆さんと緊密に協力しながら、明るい未来を築いていくための道標として、なるべく多くの人に読んでいただいて、研究者が何を考えているか、どういった未来を構想しているかということを知っていただきたいという願いが込められております。

1年半くらいにわたって、二十数人の委員からなる委員会を毎月開催いたしまして、構想を練りました。検討委員会の委員に、2030年、2050年のディストピアとユートピアを描いてもらって、どちらかというユートピアの方に向かって書いてくれと言った訳です。

総論を私が書いておりますが、最初に開いていただきますと、まず、「はじめに」がありまして、それはこれまでの経緯を書いてあります。その次の5ページに目次がございまして、第9章からなる各論とその前に私が書いた総論がございます。そして、特別章というものを付けております。

日本学術会議が100年を構想するところでは、私が日本学術会議の過去と現在、未来を少し考えてみたということとあります。これまでの教育、労働、老後における単線型人生ではなくて複線型の人生が主流になり始めているということ。複数の地域や組織に同時に属して、国境を越えることも含んだ、場所を頻繁に移動しながら仕事も余暇も楽しめる人生。それを可能にするためには政府や企業の制度設計を変える必要がある。国籍や住民票を二つ以上の地域で持ち、複数の組織に雇用されながら余暇を十分に取る権利が創出されるのであろう。

生涯教育が人生に色々な意味を与えるだろう。働きながら大学へ通い、あるいは大学の持つ情報ネットワークを利用して、年齢に関係なく能力を高める時代であろう。大学は学生を含め多様な人々が集い、様々な問題を話し合い、解決する場所として利用されるだろう。そして、

参加した人々がそれぞれの暮らしをデザインし、社会や世界に直接、間接に貢献できるようにネットで結ばれるようになるでしょう。

2030年には、留学生が増加して、日本社会への定着率が増えて、彼らが日本で活躍するためには大学で知識や技術を習得するだけでなく、産業界や実社会で日本の文化や人間関係を肌で感じる必要がある。また、大学は地域連携プラットフォームやネットワークを使って誰もが居住地や所属にとらわれず、世界中の知識が得られる場として機能していくことが求められる。

30年後の2050年の社会は、ICT技術の発展によりフィジカル空間とバーチャル空間の融合が顕著になることが予想される。ICTにより経済発展や社会的課題が解決できる超スマート社会の成熟期を迎えているかもしれない。世界では、ビッグデータの集積と分析など、科学技術を積極的に取り入れた手法が盛んになる。これらの技術の発展にはプライバシーとセキュリティの担保、多様性の許容、透明性の維持、説明責任の担保といった公平で信頼性の高いシステムやルールを完成させる必要がある。

新型コロナウイルスが制圧されれば、再び人や物が速度を上げてグローバルに動き出すであろう。時代とともに、世界のボーダレス化が進み、ネットを通じて世界中の人々が多様な情報交換を行い、宇宙にも人々が進出するようになる。人々はバーチャルなコミュニティだけでは満足できず、スポーツや音楽や学術を通じた交流会など様々な触れ合いを楽しんでいるはずだ。

新しい移動手段の開発による交通渋滞の解消と低コスト化に加え、住まいや働く場所は所有から共有へと変化し、あちこちでできた短期型のコミュニティがネットにつながれて、人々は自由にコミュニティ間を行き来できる。生涯現役の割合が増加し、高齢者を含め各世代に応じた活動により労働力が維持される社会が実現している。

AIとロボットの支援によって多くの仕事の内容が変化しているので、人々はベーシックインカムによってそれぞれの暮らしをデザインし、創造することに精力を傾けるようになっていくと思われる。

総論のまとめとしまして、現時点での科学技術への期待を肯定的にとらえたユートピアをここでは描きました。研究分野間や研究者間でもこの描き方については、大きな違いがございません。みんなが望む社会を実現するにはまだ多くの障害があると考えています。是非、それぞれの章を読み比べていただいて、研究者がどういった未来を予想しているのか。障害を乗り越えるために学術が何をすべきなのかということと一緒に考えていただきたいと思います。

簡単に各論を紹介いたしますと、第1章は、尊厳、公正、共生という三つの視点から多様性と包摂性に富む未来社会について記しております。第2章は、少子高齢化、人口縮小、貧困と格差の克服等の持続発展的な社会と多様性について記しております。第3章は、文化と持続可能な発展について記しております。第4章は、21世紀少子高齢化社会の医療現場で起こり得る、あるいは既に起こりつつある課題に学術がいかに対応し、どのような課題が残されているのかという医療の未来社会について記しております。第5章は、未来の知識社会の実現の途上にはICTの発展とそれを利用して、創造される様々な思考を介して、大きなパラダイムがダイナミックに形成されることが予想され、これらのダイナミズムと人と社会との新たな関係を構築する必要性があることから、知識社会と情報について記しております。第6章では、我が国の自然災害の増大と人口の減少という大きな変化にどう向き合うのか、という問いに対して、国土利用の在り方、農業、農村、食市場の展望、森林環境と林業の展望、海洋環境と水産資源管理の展望、野生動物等の管理について考察し、国土の資源管理について記しております。第7章では、現在社会が大規模なエネルギーの利用と環境問題への取組の強化なくしては成立しなくなっている中、エネルギー、環境の統合的問題について記しております。第8章では、日本の学術界が様々な先端的な研究分野でこれまで大きな国際貢献をしてきました。日本の学術が世界の学術に果たす役割について記しております。第9章の日本の学術の展望では、まず我が国の学術の最前線を担う科学者が執筆しております。

その次に学術を支える基盤について、人材の育成、研究費、研究の場となる組織について述べております。更には爆発的に増加している論文数に代表される激変する学術情報とその対応を我が国の立場で検討しております。その後、科学者としてのトレーニングを積んだ博士人材の活躍とその有用性について検討しております。

特別章として、今年コロナが発生してからの話ですが、学術会議ではコロナ後の世界の未来を考え、分かりやすく紹介するために、対談形式によりその展望を紹介する対談映像を学術会議のホームページ上で公開してまいりました。合計19の対談映像を現在公開しておりますが、この冊子では特別章としてそれらビデオ対談のテキストを追加しております。

随分分厚い本になってしまいましたので、読むのに時間がかかると思いますが、最後に索引を付けておりますので、キーワードを検索していただき、御自身の関連する分野、あるいは興味のある事象についてページをめくっていただければ幸いです。

以上です。

○上山議員 ありがとうございます。

それでは、只今の御説明について、有識者議員の間で意見、あるいは質問等がございましたら、お願いしたいと思います。

小谷議員、どうぞ。

○小谷議員 予習してこなかったのでお聞きします。

「未来からの問い」ということですが、若手の方との意見交換等されたのでしょうか。学術会議には若手アカデミーのような団体もありますので、このようなところと意見交換されたのか。もしくは執筆の中にそうした方が含まれているか。その辺りのことを教えていただければ幸いです。

○山極議員 これは3月31日にフォーラムをやって、若手アカデミーから代表が出て、これについてのコメントを付けるはずだったのですが、フォーラムがコロナでできなくなりましたので、それを映像として今ホームページで流しております。各演者が事前に撮ったビデオ映像を流して、それに対するコメントを若手のアカデミーからコメントしておりますし、この冊子の中にも若手アカデミーからの意見が含まれております。

確かにおっしゃるように、未来からの問いですから、未来を担う若者からの意見を聞く必要があるということで、随分そうした配慮をいたしました。

それから、最後のテレビ対談でも、高校生との対談が含まれておりまして、今、日本の高校生、家庭の方々が何を考えているかということも色々と考慮に入れております。

○小谷議員 どうもありがとうございました。

楽しみに読ませていただきます。

○上山議員 ほかにいかがでいらっしゃいますか。

松尾議員、どうぞ。

○松尾議員 山極議員、どうもありがとうございました。

私からの質問は、私もこれは余りにも長いのでしっかりと読めていないのですが、質問は、一つです。今、山極議員の最初の総論のところというのは、結構このCSTIの会議で議論したことを述べていただいて、おおむねここでの議論に沿っているのかなと。

それから、去年、学術会議からかなり長いリストが出されて、それを含めて学術会議から随分何回も来ていただいて、ここで議論をすり合わせたので、言い方は悪いですが、齟齬、考え方の違いは埋まってきているのかなという印象を持っています。

その上で、改めて山極議員の方から、今までこのCSTIで議論してきた内容が今回の第6期の科学技術基本計画の中に、間もなくまとめられようとしているのですが、今回のこの提言

で基本的に大きく異なっているところというのは何かございますか。これは本当は我々真面目に読んで、どこが違うかというのは見ないといけないのですが。

○山極議員 御存じのように、日本学術会議は1部、2部、3部とありまして、1部は人文・社会科学の研究者で構成されています。2部が医学、薬学、農学、生命科学。3部が理工学なのですが、C S T Iでの議論というのは、科学技術の方に偏りがちで、人文・社会科学の方からの意見というのは余り出てこなかった訳です。私自身もそうですが、人文・社会科学に精通しているのは上山議員ぐらいですから、中々そういった議論がまとまらないということがあったと思います。

ここは、人文・社会科学の研究者に相当力を入れて書いてもらいました。結構苦労しました、実情を話すと。というのは、ここでも言ったことがあります、人文・社会科学というのは余り未来を見通すようにはできてないです。過去を材料にして現在を語る。そうした意味では生命科学や理工学は、技術を積み上げで未来を語るようにできているのに対して、人文・社会科学というのは過去を反省するようにはできている訳です。中々未来を見通してくださいと言っても、「うん」とは言ってくれなかったというのがございます。提案を拒否されたこともあります。

でも、何とかしてくれということで、無理やり書いてもらいました。これも総論で断っていますが、未来を見通すというのは現在の延長線上として見ているだけであって、本当に未来がどうなっているのかということを実際には言えない訳です。ただ、現在、我々が抱えている問題が解決できるものとして考えた場合に、どういうアクションを起こしていったらいいのかということに注力していただきました。ですから、その部分はまだC S T Iで議論していないところも結構たくさん含まれていると思います。そこは是非読んでいただきたいなと思いました。

それから、もう一つ言えば、学術会議は様々な学者が集まっています、それをまとめるというのは至難の業なのです。対立する意見もありますし、全く違う方向に飛んでしまう意見もございます。それを考慮した上で、あくまでこれは個人の意見だということで、各章それぞれのサブタイトルを付けたところには名前を付して、個人の意見だということを明記いたしました。ですから、これは日本学術会議の総意ではないということは頭に入れておいていただきたいと思います。

私も全部きちんと頭の中に入っている訳ではありませんが、特に、力を入れたのは人文・社会科学のなところだということです。

○松尾議員 ありがとうございます。

以前、人・社系の提言については、たしか学術会議の方からまとまったものが出されていて、そこで余り具体的なものはなかったと思いますが、今回は大分具体的なところが書かれていると理解してよろしいでしょうか。

○山極議員 はい、かなり具体的な対策とか問題点について触れていると思います。

○上山議員 山極議員が来られてから、研究力パッケージもそうですが、学術会議との対話というのが結構進んだように思っておりますし、第6期についても色々な形でサポートしていただいているということは感じておりますが、学術会議の内部での我々ここでやっている議論についての反応といいますか、あるいは受け止め方みたいなものはどんな形で進んでいたのか。変わってきたのか。あるいはどうなのか。それがこうしたような提言の中にどういう形で反映されているかということをお聞きしたいなと思います。

○山極議員 まだそれほど伝わっているとは思えないですが、少なくとも過去よりは随分浸透してきたと思います。私が毎月メールニュースでC S T Iのことも伝えていますが、幹事会でもそれを述べています。上山さんがおっしゃるように、このC S T Iの席に日本学術会議の会員たちが出てきて、意見を述べさせていただくこともできましたし、意識が随分変わってきました。

特に、意識が変わった点と言えば、科学技術基本法が改正されて、第6期科学技術基本計画を作成する段階で日本学術会議のメンバーが意見を述べるような分科会ができました。しかも今度若手研究者の研究力強化と若手研究者支援パッケージの中に日本学術会議の意見が反映されているという、そうした自覚もあるので随分C S T Iとの密接な関係というのは理解されてきたかなという印象を持っています。

○上山議員 それは大変有り難いことです。

○山極議員 はい、私どもの方としても、非常に有り難いと思っています。

○上山議員 ほかにいかがですか。

篠原議員、どうぞ。

○篠原議員 山極議員のお話の中で、山極議員がこの3年間、社会との対話を随分重視したとおっしゃっていますが、いわゆる個人情報の問題もそうですが、新しい技術や新しい制度が出てきたときに、まだまだ社会がそれを受け付けない。それにはマスコミの問題等含めて要因はあると思いますが、そうした観点で、学术界と社会との対話をもっと幅広くやっていく必要があると思います。

先生がおっしゃるとおり、学術会議の中でも様々な意見があるということは、先生によって、

社会との対話で答えが違ってくると思われませんが、そうしたことを恐れずにもっと社会との対話をやっていく必要があると思いますが、それは学術会議の方でこれからも進めていただけるのでしょうか。

○山極議員 特に我々が注力したのは、若い世代を入れるということで、若手アカデミーの数を倍以上に増やしました。それから、色々なフォーラムをやる際に、高校生とか一般市民でも若い世代に声をかけて、なるべく発言の機会を設けたということと、それから最初にちらっと言いましたが、学術会議の発言というのは難しすぎて中々理解しにくいというのがあります。ホームページを易しくして、その発信の仕方を市民向けに作り替えたというところがあります。今はスマホでも見ることができますから。そういった色々な技術的な努力とそれから広報の改善というのが少し効いてきたかなという気がしています。

今、日本学術会議に登録している学協会が2,000以上ありますが、それぞれの学協会でも努力して、高校生との対話を実施したり、それから、日本学術会議でも夏の部会で、特に理工系の第3の部会では、高校生を呼んで、AIやICTの科学技術の発展について高校生の意見を聞くということもやっていますから、相当対話については努力をしたという気がします。今後もそれを続けていきたいと思っています。

特に、産業界からも、実は梶原議員にもフォーラムに登場していただいたのですが、科学と社会委員会の下に、政府・産業界分科会というのを設けて、そこに経団連から五十嵐仁一先生、経済同友会から小林いずみ先生をお呼びして、毎月のように分科会を開いて、産業界との連携というものを模索して、これまでに4回フォーラム、シンポジウムやってきました。これは全部公開です。その記録もきちんと取ってありますから、そういったことも少し努力の中には入っています。

○上山議員 橋本議員、いかがですか。

○橋本議員 先ほど、上山議員が言われたように、ここに学術会議の方に来ていただいて、色々議論、意見をいただいて議論していくということをもっともっと実はやっていきかけたので、少し尻切れトンボになった感はあるのですが、今後それは是非続けていってほしいと思うし、そうした機会があったら私も協力したいと思っています。

あと産業界とは今おっしゃったように色々あるみたいだということ、もう一つ非常に重要なところは政策当局です。政治家の方々から、アカデミアの意見をしっかり聞いて、それを政策に生かしたいということは、私の耳にもたくさん入ってきています。その点に対して、中々政治家とお付き合いをするというのは難しいとは思いますが、ただそこはもう避けては通れな

いといいますか、そこがやはり一番、学術会議の意見をしっかりと生かすという意味では、そこは非常に重要なルートなのだと思います。その辺りについてはどのように今後お考えですか。

○山極議員 私が日本学術会議の会長になったときは、余り学者の評判がよくなかったのです。勝手なことばかり言っていると、それから同時に私は国大協の会長でもあったので、国立大学に対する風当たりというのが相当強かった訳で、大学は教育を何もしていないとか、基礎研究ばかりやっていて、産業界と協力してないと、そうした嵐の中で引き受けましたから。政治家と話をするときには少し身構えなければならないということがありました。

ただ、色々な機会に対話を続けていくと、やはり期待が非常に大きすぎて、現状というのがどちらも少し擦れ違っているなという気がしました。まずは、その信頼関係を回復することが重要だと。私が社会との対話といった中には政府も入っています。政府や産業界も含めて社会との信頼関係というのを研究者が今高めないと、これから大学という組織も立ち行かなくなるし、それからせっかく色々な新しいアイデアが出てきても、政府や産業界を通じて世の中に出ていかない訳で、それが内に引き籠もっているのはやはり日本というのはどんどん劣後していきだろろうということで、研究者に積極的に政府の委員会に出てもらおうように言っています。それは大学でも言っていますし、学術会議でも言っています。そうしたことが少しずつ皆さんの自覚に響いてきたかなという気がしています。

やはり長年の負の歴史があって、政府や産業界と手を組むことをためらう風潮が研究者にあることは事実です。それは時代が違うのだということで、国際的な舞台上で活躍している方々はそうした懸念はほとんどないのですが、やはり歴史的にそうした負の遺産を背負っていますので、中々相互ににっこりと手を組みにくいというのがありまして、それが事実を積み重ねていき、成果を上げていけば、どんどん信頼関係が高まっていくだろうと思っていますので、今後その努力を続けていきたいと思っています。

○上山議員 梶原議員、どうぞ。

○梶原議員 産業界とアカデミアの距離感のところに關心があります。この本の策定にあたり対談や対話を重視し、分かりやすくということで、一般の人たちにとっても近くなってきている感じがします。日本学術会議として、産業界との対話を増やそうと変えていच्छやった中で、個々人の研究者の方々が産業界と接することによって、どう変わってきたのかとか、あるいは今後距離感がどのように変わっていかなければいけないか、その辺りのところを、産業界への期待も含めて、お伺いできればと思います。

○山極議員 やはり1990年代ぐらいまでは研究者の業績というのはやはり論文だという考

えが主流だったのです。論文はたくさん量産すること。特に、インパクトファクターの高い雑誌に掲載されること、というのが研究者の唯一の業績だった。それがやはり自分の研究が実装されて世に出ていき、世の中が変わる。

例えば、ノーベル賞では、赤崎先生のLEDとか、そうしたノーベル賞受賞者が世に出てくることによって、論文だけではなくて、自分たちの研究が社会に登場すること、反映されることというのが大きな成果だという意識に大分変わってきたと思います。

それから、これは政府からのムチもあって、いい面でも悪い面でも、産学連携が進んだということがあります。やはりそのままでは中々うまく立ち行かなかったところで、産業界のニーズと研究者のシーズを結び付ける、これはうちの大学でもそうですが、そうした組織を立ち上げて、実際にそれを推進するようなことをこの10年間ぐらいやってきましたから、そうした傾向がどの大学でも芽生え始めたというのは大きいと思います。

○上山議員 ひととおり有識者の議員の方々から御質問をいただきました。

松尾議員、まだありますか。

○松尾議員 簡単に。前にも言いましたが、今回のこの提言というのは、このCSTIとの対話も経て書かれた非常に貴重なものだと思うのですが、学術会議から出ている提言が大学の中とかアカデミアの中で、しっかり読まれているのかという疑問があって、今回は特に重要なので、これは是非、私も努力しますが、国大協としても努力しますが、是非学術会議の方でも、灯台もと暗しにならないように、アカデミアのコミュニティの中で広く読まれるように努力を是非お願いしたいと思います。以上です。

○山極議員 ありがとうございます。

私もこの3年間、提言やあるいは声明や報告を出しても、それがどこに対して向けられたものかということをはっきり明示して、特にそこに直接持って行って、その提言の内容をしっかりと説明してほしいということを徹底してきました。

同じように、ホームページに上がっているのですが、ホームページに上げただけでは読まないですね。だから、それを発信することをマスコミ等を通じてやっていこうということで、随分、働きかけてはいます。

松尾議員がおっしゃるように、この提言は色々な場所で利用していただけるものと思っていますので、これまでとは違って、市販しております。少し高すぎると言われているのですが、2,200円という値段が付いて、一般の書店で手に入ると思います。関係諸機関にはもちろんお配りいたしますので、是非利用していただければと思っています。

ありがとうございました。

○上山議員 どうもありがとうございました。

「未来からの問い」ということで、改めて読ませていただきながら、第6期の方でも考えさせていただきたいと思いますが、貴重な機会をいただきまして、本当にありがとうございます。

時間がそろそろ来ていますので、一つ目の議題の、日本学術会議からの「未来からの問い」という議題については、ここで終了したいと思います。

山極議員、どうもありがとうございました。

(原田PM 入室)

○上山議員 続きまして、二つ目の議題、I m P A C Tの成果報告会、意見交換をさせていただければと思います。

本日は、原田香奈子PMにお越しいただいております。

それでは、早速ですが、原田PMの方から御説明をよろしくをお願いします。

○原田PM 御紹介ありがとうございます。東京大学の原田と申します。

早速ですが、始めさせていただきます。

私どもは「バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命」というタイトルで、平成28年2月から3年1か月研究をさせていただきました。バイオニックヒューマノイドという言葉は初めてお聞きになった方もいらっしゃると思うのですが、これは私どもが提案している言葉として、生体忠実性を有する精巧なモデル、ダミーに、センサやアクチュエータを搭載したものをバイオニックヒューマノイドと呼んでおります。これをヒトや動物の代替として活用することを提案させていただきました。

また、このバイオニックヒューマノイドのコンセプトを提案するだけでなく、それで何が嬉しくなるのかというのを具現化するために、匠の手術ロボット、スマートアームを提案いたしました。

このイラストは正にI m P A C Tの公募に応募した際に作成したイラストです。こちらがI m P A C T終了後の写真です。正に公募時に描いていた夢をこのプロジェクトで実現することができました。

具体的に対象とするイノベーションについて簡単に御紹介申し上げます。

私ども手術支援を対象としましたが、従来の一般的な外科における手術は開腹手術ですので、患者にとって負担が大きいのですが、医師にとっては操作が容易な手術です。内視鏡手術に代表される低侵襲手術は患者にとって負担が小さいのですが、医師にとっては操作が困難という

問題がございます。ロボット手術は患者にとっても負担が小さく、医師にとっては操作が容易な手術というイノベーションとして世界に広まっております。

私どもはこのイノベーションを脳外科、眼科などの微細手術に広めるということを提案いたしました。

例えば、従来の開頭手術はこんなに大きく開頭しますので、患者にとっては非常に負担が大きいですし、医師にとっても操作が困難です。このように鼻から術具を入れて、脳の腫瘍を取るとか、眼球にシャープペンシルの芯ほどの細い術具を入れて眼底の手術を行うという低侵襲手術が行われており、これは患者にとっても負担が非常に小さいのですが、操作が非常に困難で熟練医しかできないという問題がございます。

ここでバイオニックヒューマノイドを活用しまして、医師に練習していただいたり、医師が何をしているのかというのを定量的に把握して、医療機器を開発するというのを提案いたしました。

その例としまして、ロボット手術を眼科、脳外科など微細手術を対象に行うことと提案しました。これは人の手が届かない場所で人より正確な手術を行うものとしてスマートアームを提案、製作いたしました。

少し長いのですが、プログラム成果の動画を作成しましたので、御覧いただければと思います。

(動 画)

○原田PM 少し長くて申し訳ございません。

もう一度、今、ビデオで紹介させていただいた内容について、簡単に整理させていただきます。

試行錯誤という言葉が出ておりましたが、例えば、医療機器の開発ですと、医師がもっと小さくと言っても、工学系の研究者はそれが5ミリなのか10ミリなのか分からないという医工間の理解不足の問題がございます。また、いいデバイスができたとしても、例えばこうしたビニールチューブを血管に見立てて評価するなど、性能評価の問題がございます。

動物評価は非倫理的であるだけでなく、動物でもできたというデモ的であるという問題がございます。臨床試験は膨大な実験とコストがかかりますし、最終的に却下される可能性もある。臨床応用まで辿り着いたとしても、最先端機器を使った事故は絶えません。

このように定性的な表現によるコミュニケーションが多いため、試行錯誤や手戻りが多く、開発期間やコストが増大するという問題がございました。また、技術の墓場行きが増え、研究

力・技術力が落ちるという問題がございます。また、医療機器開発だけではなく、医師のトレーニングについても同様で、患者が実質、練習台となっている場合がございます。

そこで、私どもはこうした試行錯誤、失敗して戻ってくるこの部分をなくして、一気に研究開発を加速するために、バイオニックヒューマノイドを提案いたしました。バイオニックヒューマノイドで、医師が何をしていたらいいかというのを理解したり、医師の練習で使っていたらいい、またバイオニックヒューマノイドで新しい機器を開発して定量的に評価する。それにより動物実験や臨床試験を削減することにつなげる。また、バイオニックヒューマノイドで機器の使用の訓練まで行う。そして、それだけではなく、コンセプトの普及を促す制度対応まで行うということをこのIMPACTプログラムで提案いたしました。

まとめますと、試行錯誤や手戻りのない定量的・効率的・倫理的なプロセスを実現し、医療機器産業にコンセプトを普及するというを目指して研究開発を行いました。ビジョンとしては、現在の定性的、試行錯誤的な医療から定量的・効率的、倫理的な医療にし、革新的技術を導入するというビジョンを提案いたしました。

組織体制としましては、先ほどビデオにも出てきましたが、バイオニックヒューマノイドを開発するグループ、スマートアームを開発するグループ、そして医師のグループ、産業応用を研究するパナソニックのグループで研究開発を行いました。私ども研究開発の体制の面でも非常にユニークな体制を構築いたしました。

私は、イタリアでポスドクをしていたのですが、ヨーロッパの共同研究は無理やり一緒にやらせることで共同研究ができる人材を育成するというをやっていました。それをどうしても日本でやりたいということで、共同研究を必須としてみんなで一つのものを作る、多施設連携・産学連携・医工連携の体制を構築いたしました。

例えば、こちらのスマートアームの方は、デンソーのアームに九州大学と高山医療機械が作ったツールが搭載され、このツールに東北大学のセンサが搭載されて、名古屋大学のユーザーインターフェースで動かし、それを東京大学のシステムを使って制御し、レンヌ大学がそのシステムを使ってスキルを評価するといったような、一緒にやらないとできないような体制を構築しております。これは現在のプログラム終了後の共同研究や、ほかの事業への展開を見据えた人材育成として有用であったと考えております。

先ほど、幾つかビデオにも出ておりましたが、少し技術的なところについても御紹介させていただきます。

このビデオにありますように、15ミクロンという高精度、高解像度の高コントラスト画像

を取得することに成功しまして、眼球の微細構造の計測を実現いたしました。

また、眼底の薄膜、3ミクロンの膜はそもそもその膜の特性を計測するセンサすらなかったのですが、センサを作るところから始めまして、ヒトの組織の計測、そしてモデルの計測を行いました。

また、眼球のモデルに従来よりもはるか高分解能のセンサを埋め込んで、医師の操作を定量化することに成功しております。また、試作品は学会に持ち込みまして、多数の医師による評価を受けました。

実際のアウトカムとしましては、脳外科専用機、眼科専用機、血管内手術専用機の三つの専用機を製作いたしました。こちらの二つはグッドデザイン賞を受賞しております。一番左のBionic-BrainはメドリッジというIMPACTに参加された研究者の方が起業された会社で事業化を行っております。

眼科のモデルは三井化学が現在事業化を計画中でして、Bionic-Vasculature、血管モデルはBlue Practiceという、こちらもIMPACTをきっかけに起業した方が事業化を進めております。頭部CGモデル、こちらについても現在事業化を計画しているところです。

標準化については、産総研のコンソーシアムにて、医療用立体モデルコンソーシアムをIMPACT参加者が中心になって設立しまして、現在も国際標準化活動を継続しております。

ロボットの方も簡単に御紹介いたします。私はもともと専門が手術ロボットなのですが、医師の方にどういうロボットが欲しいですかとお伺いすると、「鼻の奥のすごい狭いところで、革ジャンみたいな硬膜をきちんと縫いたい」とおっしゃったり、「眼底にある、豆腐の上にラップが乗っているような膜をやさしく剥がしたい」とおっしゃる。これをそのまま聞いてロボットを開発するというのは非常に難しく、作っても作り直しを繰り返せざるを得ないですが、バイオニックヒューマノイドを活用することで、3年という短期間でこのようなロボットを開発いたしました。特に、ツールはSurgical Robot Challengeという国際的なコンテストで優勝しております。

ロボットの評価においても、Bionic-Brain、このモデルを使って評価を行いました。鼻腔から一番近いところにある硬膜を縫うというタスクを対象としております。ヒトの硬膜に似せたモデルをこのようにカートリッジにして作りまして、鼻中隔に当たるところに衝突を検知するセンサを置いております。このビデオを実際のロボットで鼻の奥にある膜を縫っているところです。

このようなBionic-Brainを使っていますので、ロボットを使わない場合と、ロボットを使っ

ている場合を全く同じ条件で定量的に比較することができます。精度はもちろんロボットの方がいいですし、時間も人と同じくらいの速さでできます。ロボットの方が鼻腔内の衝突が小さいという結果が現在得られております。今は知能化ですとか病理用ロボットへの展開を進めているところです。

アウトリーチ活動としましては、子供を対象とする一般へのデモなどを行いましたし、国際学会での展示なども行っております。また、公開シンポジウムでは試作品の展示を行いました。

PMとしてのアウトリーチ活動も行いまして、『nature INDEX』の表紙に掲載していただいたり、ロボット系の最大規模の学会で、Plenary talkをさせていただいたり、ダボス会議で構想を紹介させていただいたり、学会誌で特集号を企画するということもさせていただきました。

以上が、ImPACTの成果になります。

ImPACTの制度についてコメントということだったのですが、特に素晴らしい点としましては、従来の研究費よりも広い範囲をカバー可能であった点が挙げられます。特に、医工連携、産学連携、国際標準化までを一つのプロジェクトでカバーできるというのは中々ほかにはないプログラムだと思いますし、現在、予算の公募などですと基礎研究などフェーズを対象として区切って公募があることが多いですが、今回基礎研究からアウトリーチまで様々なフェーズを一つのプロジェクトで実施できたというのは本当に素晴らしかったと思っております。

改善に向けた御提案としましては、やはりイノベーションという言葉でイメージされるものは人によって少し違っていたかなというのがございました。ですので、プログラム開始時に評価指標を示していただくと、目指す方向性や期待されることというのがより理解しやすいかなと考えております。

また、PM同士の交流はPM主導でということで、東大PMの会などを結成して、食事をしたりしていましたが、内閣府の方でより積極的にPM同士の交流を支援していただけるとシナジー効果が生まれやすいと考えております。

今回、ムーンショットの方にもPMとして採択していただきましたので、ImPACTの成果を生かして、ムーンショットでも研究開発を進めていきたいと思っております。

改めまして、このような機会をいただきましたことを感謝するとともに、150人以上のプログラム参加者に感謝を述べさせていただきたいと思っております。

ありがとうございました。

○上山議員 どうもありがとうございました。

では、只今の御説明について、御意見、御質問等がございましたら、どなたからでも結構ですが、お手を挙げてください。

松尾議員、どうぞ。

○松尾議員 原田先生、素晴らしいお話をありがとうございました。名古屋大学の松尾と言います。

2点、質問させていただきたいのですが、私も同じ医療の畑なので、病院長もやっています、こうしたシミュレーションツールというのは将来どんどん必要になってくるということで、一方で人権意識の高まりもありますから、これはどんどん広がるだろうと思います。

その上で、先ほど、お話があった標準化のところ、これをやっていくために例えばさっき少し学会の話が出てきたのですが、学会との連携とか、それはどのようにやっておられるのかというのが1点。

もう一つ、先ほどバイオニックヒューマノイドを用いて、医療機器開発をされているということだったのですが、そうすると普通はこれはヒトでテストしてやっていくのですが、PMDAなどの規制をクリアするために、PMDAなどという話をされているのか、この2点をお聞きしたいのですが。

○原田PM 御質問いただきましてありがとうございます。

まず、標準化についてなのですが、医学系の学会での標準化というお話と、あと物としてのモデルの産業としての標準化の二つのお話があると思っております。

今、私どもが進めている国際標準化はむしろモデルを作るメーカーさんにとっての標準化、どういう形で、このモデルなら医師の方の評価に使っていただける、もしくは医療機器の評価に使っていただけるというところをそうした3Dプリンターのメーカーさんですとか、医療用モデルのメーカーさんがたくさん入っていただいて、日本が主導する形で国際標準化を進めております。

学会との連携については、モデルを使ったハンズオンがポイント制度に関連し得るということで、医師の方にこうしたモデルを使った認定医制度への発展につなげていただくということをお願いしているところです。

もう一つ、PMDAのことなのですが、このIMPACTの成果のモデルの前のモデルをIMPACTが始まる前に、私は研究しております、そのときに手術ロボット評価用のモデルということではガイドラインというのをPMDAの方で出していただいております。なので、その発展という形で、引き続きこうしたモデルの方もガイドラインに含めていきたいと考えて

おります。

○松尾議員 ありがとうございます。

○上山議員 ほかにいかがですか。

橋本議員、どうぞ。

○橋本議員 少し聞き漏らしたのかも分かりませんが、社会実装の話で、全てこの三つのものは会社が事業化するというので、それと合わせてコンソーシアムも作っているというので展開していくのですが、これの成果の、知財の在り方とそれからここに関わった研究者に対する経済的なメリットが今後どうなっていくのか。それから、事業がどれぐらいの規模のものを期待しているのか。それがあって、研究に関わった方がどれぐらいそれに対して経済的な特許料収入とかそうしたものをどれぐらい期待できるのか。

それで更にそうしたものがどのように社会のエコシステムの中に回っていくのか。実は一番それに興味があって、これ自身はもちろんそうした経済では測れない大変重要なことだと十分分かった上で、その上で、あえてそれだけではなくてその結果出て来たものによって、何かしらの利益も出て、その利益がこうしたところに投資されてどんどんエコシステムによって広がっていくということが非常に望ましいです。という観点から見たときに、この仕事というのはどのように、成果というのは位置付けられるのでしょうか。

○原田PM 今すぐ正確な数字などはお答えできないのですが、知財は I m P A C T の中でプログラム中に取ったものを企業の方にライセンスするという契約を使って事業化を進めているところです。

研究者の方のインセンティブとしまして、このうちの一つは研究者御自身が起業されたものなのですが、それ以外に知財を取られただけの先生にとっても、余りそうしたインセンティブ目当て、目当てという言い方があれなのですけれども、がモチベーションになっていらっしゃる先生が余りいらっしゃらないというのが、大学全体がそうで、私自身もそうなのですが、余りこうした金銭的に研究者にとってどういうメリットがあったというお話はしてもないですし、聞いてないというのが正直なところです。

○橋本議員 やはりそうなのですね。そうなのかなと思って伺ったのですが、それは大変美しい話で、それがかつ先ほども言われたように、これは社会的にとっても、私もこの眼科手術を正にしたので、こうしたことの大変さというのはとても分かっているのですが、そうした意味において、社会貢献は非常に大きいのですが、一方で、やはりもう少し引いて見ると、これ自身がこうしたもの、よい成果が出たので、そこで利益が出て、それがまた更に投資されて、みたいな、

そうした循環というのが求められており、また、求めた方がいいのですね。でも、それはやはりPMとして、余りそこについては考えてこなかったし、周りからもそうしたサジェスションといえますか、そうしたディスカッションは全然なかった。美しい人たちの、心のきれいな、私のような人ばかりが集まった、そうしたプロジェクトだったと、そうしたことですかね。

○原田PM 実際は正におっしゃるとおりなのですが、やはりImPACTを通じて、一番、一番という訳ではないですが、ネックになったところが、大学のTLOによって、知財の方針などが違って、すぐに経済的な効果を生むことを求めるTLOの場合は、研究者に対しては「特許を出したかったら俺を倒してから行け」ではないですが、そうした形、TLOを説得しないと特許が申請できないとなってしまうと、研究者の方にモチベーションが余りなくなってしまって、やはり論文の方が、となってしまうところもあったので、今回ムーンショットとしてやりたいところは、まずムーンショットが始まってすぐに各大学のTLOと連携して、もちろん事業化もそうですが、もう少し長期的な視点で知財の方向性、どの知財をどのタイミングで誰が取るか。あとどういう形でインセンティブ、研究者のインセンティブ、大学のインセンティブを考えるかというところを議論していきたいと思っています。なので、反省点としては今後生かしていきたいと思っております。

○松尾議員 今の点で、若干意見よろしいでしょうか。

私は、病院長をやっていたときに、病院にシミュレーションセンターというのを作りました。これは何で作ったかと言うと、欧米のまともな病院だったら、みんな相当な規模のシミュレーションセンターを持っていて、ヒトで実際にやる前に、そこでトレーニングしないと、実際のオペをやらせないという規定みたいなものを作ってやっているのですね。

サジェスションは、そうするともしこうしたものを市場として考えた場合、病院は世界中に山ほどありますから、どれぐらいの市場規模があるのかというのを、一度どなたか調べるといいのかなと思います。以上です。

○原田PM ありがとうございます。

数字はすぐ出てこないのですが、一応市場規模は調べまして、世界の市場も調べた上で、特に三井化学などの大きな会社が入ってくださっているということは、その上で市場規模があると判断したということだと考えております。

また、海外にもたくさんシミュレーターがあるのは存じ上げていますが、余り妥当性を科学的に検証したシミュレーターがなくて、そこが正に国際規格で日本がリードしてやっているところですので、この方法で評価すれば、妥当性があるということが、保証されたモデルがどん

どん普及すれば、このバイオニックヒューマノイドの構想をベースにしたモデルが日本初でど
んどんできてくることを期待できると考えております。

○上山議員 よろしいでしょうか。

ほぼ大体お時間になりましたので、ここでI m P A C Tの報告会は終えたいと思います。

原田PM、どうもありがとうございました。

(原田PM 退室)

○上山議員 本日の公開で行う有識者議員の懇談会の議題は以上となります。

プレスの方は御退室をお願いします。

午前11時00分 閉会