

## 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10月22日(木) 10:00～12:21
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(We b)、小谷議員(We b)、小林議員(We b)、 篠原議員(We b)、橋本議員(We b)、松尾議員(We b)、 梶田議員(We b) 須藤プログラム統括、 佐野プログラムマネージャー (文部科学省) 板倉科学技術・学術政策局長、杉野研究振興局長、 森大臣官房審議官(高等教育局及び科学技術政策連携担当) (経済産業省) 萩原大臣官房審議官(産業技術振興局・福島復興担当) (事務局) 別府内閣府審議官、赤石イノベーション総括官、柳統括官、 佐藤審議官、江崎審議官、千原審議官、柿田審議官、高原審議官、 清浦参事官、河合参事官、永井参事官、渡邊参事官、渡辺参事官、 赤池参事官、宮本参事官、篠澤企画官、中澤企画官、大塚政策企画調査官
議題	ImPACT成果報告会 基本計画について(知のフロンティアを開拓する多様で卓越した研究の推進) 基本計画について(指標)

### 議事概要

午前10時00分 開会

上山議員 皆様、おはようございます。定刻になりましたので、総合科学技術・イノベーション会議有識者議員懇談会を開催いたします。公開で行います。

本日の議題は、最初はImPACTの成果報告会として意見交換をいたします。ImPACTの成果報告会は今回で最終となります。

本日は佐野PMにお越しいただいております。

佐野PM、では、早速ですが、御説明の方をお願いいたします。

佐野PM 御紹介ありがとうございます。佐野です。

本日の御報告の内容ですが、最初に私のプログラムの構想・目標をお話いたしましたして、それから、実際に開発をいたしましたレーザー電子加速技術、それから超小型レーザーについて御説明したいと思います。それから、成果展開への取組ということで、社会実装・ベンチャー関係のお話、それから、マネジメント、制度に対する意見について御説明を行いたいと思っております。

まず、構想ですが、X線自由電子レーザー、パワーレーザーを超小型化して、どこでも使えるようにできないかということで最初の構想を考えました。

IMPACT終了時の目標ですが、XFEL自身はそのものをつくる訳にはいきませんので、実現に必要な基盤技術の確立ということで、レーザー加速、後で御説明しますが、レーザー電子加速の技術を確立するということを目指いたしました。

その下の小型レーザーの方ですが、こちらは、IMPACT終了時にレーザーの製品化とユーザーの試用開始しということを目指に設定いたしました。

まず、レーザー加速について少し御説明をしたいと思います。

上の方にございます写真は、理研の播磨地区にございますSACLAというX線自由電子レーザーです。長さは700メートルございまして、そのうち加速器が400メートル、アンジュレーターという磁石の組合せ、電子から放射光を発生させるアンジュレーターが200メートルございます。これを小さくするというので、加速器、電圧をかけて電子を加速してまいります。加速を効率的に行うためには高い電圧をかける必要がございますが、あまり高い電圧をかけますと放電を起こして壊れてしまうということで、レーザープラズマという技術を使います。これは、既に壊れているプラズマ、固体とか気体が既に電離して壊れてしまっているようなものをうまく制御して、波にして、電子を波乗りさせるような形で加速させるという技術です。

諸外国で競うように開発をしている技術でして、左にございますように、普通の加速ですと1メートル当たり20ミリオン・エレクトロン・ボルトぐらいですが、プラズマで加速しますと、ミリ当たり100ミリオンぐらい加速できるということが分かっております。これは、1979年に日本の田島先生が提唱されまして、今各国で競争的に開発が行われております。

その下ですが、SACLAのアンジュレーター、200メートルございまして、これは、約

1万個の磁石を規則正しく、1ミクロンの精度で水平に並べる必要がございます。地球の丸みも考慮して並べるような、そういったものになります。ということで、作るのも大変ですが、調整も非常に大変になります。ということで、我々の方は、複数個を一体化した素材に着磁をすることによって、非常に小型で調整があまり要らないアンジュレーターを作りたいということで開発を進めました。

まず、レーザー電子加速の原理を少し御説明いたします。

真空中のガスにジェットを吹きまして、そこに高強度のレーザーを照射しますと、強い電場で電子が押しのけられます。その押しのけられたレーザーが、電荷が中和するように、今度ぶつかり合うような形で戻ってまいりますので、こちらの黒いところで電子が発生いたします。その発生した電子が右下の、「電界強度」と書いてございますが、このブルーのところの加速電界で加速されるという原理になっております。

イメージですが、水面に落ちる水滴のイメージに似ております。一旦水が落ちて、水が押しのけられて、それがまた戻ってきてぶつかって、また跳ね上がるというイメージです。

それをいかに安定にさせるかということなのですが、左側がレーザーでプラズマを作ったときのシミュレーションです。下が、レーザーの出力が大きいとき、あるいはガス密度の大きいときに、強い電場ができるのですが、非常に不安定なといいますか、先ほどの電子を発生させるには良い条件ができます。それから、レーザーの出力を小さくしていきますと安定したプラズマができます。加速させるのに好都合なプラズマができます。諸外国では、実はこの下のプラズマを使っています、電子の発生と加速を同時に行っております。

右に絵がございますように、既に数GeV、文献によりますと8GeVまで加速されたというデータも出ております。ただし、担当者の話を聞きますと、100回打って1回ぐらいはきれいな加速ができると聞いておまして、安定性という意味では、左のプラズマを見ていただいても分かる通り、非常に不安定なものです。

ということで、我々は、電子入射と加速を別々の機能を持つチェンバーに割り当てることによって、最初の電子入射のところは強いプラズマで電子を発生されて、その後、安定なプラズマを作ったチェンバーで加速をすると、そうしたスキーム、そうした戦略を立てました。

それを実現するためのレーザーを設計いたしまして、このような形で、理研の播磨地区にレーザー加速をするプラットフォームを造りました。長さが大体60メートルぐらい。10メートルにはまだまだやらなければならないことがいっぱいあります。ただ、長さ60メートルのうちレーザーシステムが約35メートルございます。これは、この後御説明します小型レーザー

技術で、さらにこれを5メートルぐらいまで将来は小型化できると考えております。実際に電子を加速するところは、この「電子入射部」あるいは「電子加速部」と書いてあるところで、実際の長さは3メートルぐらいのものです。

実験結果ですが、まずは電子入射の結果です。

こちらの右上の「電子入射」と書かれているところのチェンバーを使って実験を行っております。この部分にレーザーを入射しまして、電子を加速や入射させたときの結果が右の写真になります。安定して、繰り返し再現性もよく、電子が入射できることが分かりました。

次は、電子加速です。入射させた電子を今度更に加速させるということで、二つのチェンバーを使いまして、両方にガスを吹かしまして、レーザーを同期させて、そこにプラズマの波を作ります。一つのチェンバーで発生した電子ビームを絞り込みながら、2番目のチェンバーに入射させることによって加速させることができます。

これがその結果ですが、まず、中段のところで御説明をいたします。

電子入射だけさせた場合なのですが、エネルギーとして75 MeVぐらいの加速された電子が出てまいります。

加速だけの機能を動作させますと、これは入射する電子がありませんので、ほとんどノイズだけが得られております。両方のチェンバーを有効化させますと、電子入射させた後、加速される訳でして、75 MeVの電子のうちの一部が更に加速されまして、155 MeVまで加速をされています。

ということで、4ミリのプラズマで大体80 MeVぐらいの加速ができているということでして、左下、画面が少し切れていますが、4ミリで80 MeV加速できるってことは1ミリで20 MeVの加速ということで、先ほどのSACLAが1メートルで20 MeVですので、3桁短い距離で同じエネルギーの加速ができたということです。

ただ、当然周辺の施設がございますので、そのまま1,000分の1の装置になるということではございません。

では今度、目標の1 GeVまで加速するにはどうしたらいいかということで、1ミリ当たり20 MeV加速できますので、50 MeVの安定なプラズマができるプラズマチャネルを開発いたしました。左の写真がそのプラズマチャネルでして、プラズマを作るために放電をさせまして、そこにレーザーと電子を入射させて加速を行います。

これが結果ですが、1.3 GeVのところ加速電子のピークが得られております。まだまだノイズは多いですが、50ミリのプラズマで1.3 GeV加速できたということで、加速勾

配としては26 MeV、1ミリ当たり26 MeVで、先ほどとほぼ同じ、同程度の結果が得られたということです。

次に、放射光の発生になりますが、そのようにして加速した電子を、このアンジュレーターに入射させます。アンジュレーターは磁石の対になっていて、交番磁場がありますので、左右に振られて放射光が出てくるということです。実際に出た放射光ですが、アンジュレーターの磁極の間隔を3ミリから20ミリまで変えていきますと、当然磁場の強度が変わりますので、光の強度も変わってくるということで、放射光の発生を確認することができました。

次は、超小型レーザーの話に移りたいと思います。

レーザーの市場は、御存じのとおり、今1.2兆円ぐらいございまして、5.5%ぐらいで成長しております。こちらはIMPACTを始めるときの調査ですが、現在も同じような状況かと思えます。ただ、今年は少しコロナの影響でどうなるか分かりませんが。

いずれにしても大きな市場ですが、ドイツ、アメリカ、中国がレーザーの市場のほとんどを押さえているというのが現状です。ここを何とかしないといけない。レーザーは基礎サイエンスにも非常に重要なツールですので、ここを何とかしたいというのが我々の考えです。

ということで日本は、ただ、日本は小型レーザーの技術、それからセラミックスレーザー媒質技術は非常に優れておりますので、こうしたものを核にして小型のレーザーを開発して、新しい市場を開拓できないかということで考えました。

開発したレーザー、写真がございしますが、目標は手のひらサイズで、レーザーポインターのように使えるレーザーで、パルスエネルギーが20ミリジュールぐらいを実現したいと。従来は、このレーザーですと大体3ミリジュールぐらいしか出なかったものを、1桁ぐらい出力を上げるということです。そうしますと、レーザー媒質、出力上げようとしますと、とても励起するのですが、中の温度は上がってしまっていて、形がずれたり、それから、場合によっては壊れたりしてしまいます。

そこで我々は、常温接合技術というのを開発して、冷却に優れた小型のレーザーを開発した訳です。その概念というのは、このように幾つかの部分にレーザー媒質を分けまして、間に透明媒質、熱伝導性の優れた透明媒質を挟み込みます。それを接合技術で一体化することによって、冷却性に優れ、かつ小型のレーザー媒質を開発いたしました。これは世界で特許等も取っております。そのキー技術が常温接合技術です。拡散接合は、温度を上げて接合する技術は実用化されておりますが、そうしますと、熱膨張率の違うものは中々接合できません。また、温度を上げますとコーティング等もうまく接合できないということがございます。常温で接合

できる、酸化物を接合できる技術を世界で初めて開発いたしました。

右に接合した素子の写真がございますが、例えばこの部分、少し色がついている部分、これはコーティングをしたものを接合したものです。

こうした技術ができますと、この右上にございますように、レーザー全体を一つのモノリシックな、一体のものにすることができます。この大きさが大体10ミリぐらいのものです。ということで、非常に小型です。小型ということは温度変化があっても変動が小さくて、温度が上がっても使える。それから、一体になっていますので、振動があっても使える。ということで、非常に使いやすいレーザーができたとえております。

一例ですが、こちらにございますように、レーザー自身を対象に沿って動かしてレーザーを照射することができる。これは今までは全く考えられなかったと思います。こうしたことができるようになったということです。正にレーザーポインターのように使えるようになってきたと思っております。

このレーザーがどれぐらいの位置にあるかという、ベンチマークです。

横軸がパルス、収差、繰り返しでして、縦軸が媒質、レーザー媒質当たりの出力を取ってございます。右上が小型で高出力のレーザーになります。

世界のパルスレーザー、カクイゴ【00:14:55】等も容量等も含めてプロットしたものがございますが、今、我々のレーザーは、世界最高出力密度になっていると自負しております。ただ、まだ小さいということです。

では、ほかの産業用のレーザーと比べたらどうかというのがこちらの絵になります。ファイバーレーザー、ディスクレーザーと比べたものです。

ファイバーレーザーも世界で使われておりますが、断面が小さいので、高いピークパワーのパルスを発生させることはできません。すぐ壊れてしまいます。

一方、ディスクレーザーの方は、面積が大きいので高いピークのレーザーを発振させることはできますが、金属で冷却しますので、非常に励起系が複雑になります。調整が難しかったり、装置も大きくなります。

一方、我々のものは、透明の冷却媒質を使うことができましたので、ディスクレーザーを多段化したようなレーザーにすることができるということで、励起も左からレーザーを、励起光を入れるだけの、非常にシンプルな構造のものができるということです。

その応用は、今幾つか既に進んでおりまして、IMPACTのメンバーに幾つか進めていただいております。

これは、例えばユニタックさんという中小企業がやっているものですが、あざ取りの装置です。従来のものは冷蔵庫ぐらいの大きさだったのですが、それを小型にして、しかも、サブナノにすることによって、治療効果が大きくて皮膚に対する負担が小さくなります。市場としては50億円ぐらいと言われております。

こちらは目の治療でして、緑内障、後発白内障の治療にはレーザーで目に小さな穴を開けます。そのとき、従来のレーザーですとパルス幅が長いので、目に入れるエネルギーが大体4ミリジュールぐらいです。それが、こちらになりますとレーザーが小さくパルス幅が短いので、エネルギーを落とすことができます。大体1ミリジュールぐらいで同じような効果が得られることが分かっております。ということで、目に入れるエネルギーが小さいということは使う方も非常に安心だということです。市場としましては大体年間140億円ぐらいの市場です。そのうち、既にこのニデックさんは従来の装置で3分の1の市場を押さえておりますので、レーザーが開発されれば、それを置き換えていく形で確実に売上げが上がるかと考えております。

それから、3番目の応用としては、例えば社会インフラの点検・検査があると思います。こちらは、今、日本でも年間2兆円ぐらいの費用を橋の点検・検査だけで使って、補修だけで使っているかと思えます。そういったものに、今後、非常に小型のレーザーを使って、例えばプラットフォームで使う、あるいはドローンに載せて使うということが将来できれば、かなり効率的に、有効にレーザーというものが使っていただけるのではないかと考えております。

今の社会実装あるいはベンチャーの話ですが、レーザー加速、超小型レーザーのもの、両方もプラットフォームをIMPACTで作りまして、その資産を受け継ぐような形で、かなり研究開発としては進んでおります。

ただ、社会実装の方はまだそれほどでもないというのが現状です。IMPACTの期間中に、超小型レーザーの電源と、それからプロトタイプの出荷までは達成いたしました。その後の製品化には、どうしても信頼性の確認などもございまして、今年の夏になっております。そのレーザーを使って、この後、皮膚治療用、あるいは眼科手術用のレーザー装置を仕上げていくということです。

一方、私自身も去年の4月、IMPACT終了直後に自分の会社を興しまして、実は、小型レーザーは海外からもかなりの引き合いがございまして、そのうちで確実な応用まで考えているアプリケーションに対して、私の方で対応しております。というのは、新しいレーザーを小さい会社が海外に市販するのは難しく、サービス体制等もございまして、私の方で海外については引き受けているという状況です。去年の8月から売上げは上がっておりまして、順調に事業

として継続させていただいております。

また、分子研に去年の4月に社会連携研究部門とコンソーシアムを設立いたしまして、この社会実装において役割が非常に大きいと考えております。

IMPACTのメンバーのうちの7社が参加、それから、中部地区あるいは全国から全部で26社に今加盟させていただいております、中には信用金庫ですとか地方自治体も入っております、こうした色々な職種の方と議論しながら社会実装、社会人再教育等を組織的に進めております。

また、この取組を更に強化するために、今、分子研では建屋1棟を丸ごと改修しております、約1,000平米を、来年度、我々の社会連携研究部門、それからコンソーシアムのために使うということで、今まで分散していた研究室を1か所に集めて、効率よく開発を、それから社会実装を進めていくということを考えております。

マネジメント、制度に対する意見ということで、これが最後になりますが、私自身は、終わったときは色々考えたのですが、今振り返って考えますと、IMPACTの制度は非常によかったなと思っております。

今実際、例えばCRESTですとかJSTですとかNEDOとかも一部、仕事ですが、お手伝いさせていただいておりますが、IMPACTの制度は非常によかったかなと考えております。何がよかったかということなのですが、その下のところに書いてある2点が特によかったと思っております。

途中で公募といいますか、体制を組み替えることができる。当然新しい、全く新しい技術を開発していきますので、最初は基礎研究、それから社会実装というように、だんだんフェーズが変わってきますので、当然体制は変えるべきだと思っております。

それから二つ目が、PM補佐を自由に選任できたというのが非常に大きくて、特に知財は、専任のPMの補佐を雇用することによって、今まで特許など書いたことないし、興味もないという大学の先生方に特許を書いていただきました。そういったことができて、基盤技術も大学だけで出願・権利化できたということで、これは将来の事業展開を進める上で、マルチライセンスができた、あるいは企業の都合で特許が使われなくなったりすると、そういったことが防げるというように考えておまして、知財戦略に大きく貢献できたと考えております。

御説明は、以上です。ありがとうございます。

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、御意見、御質問等ございましたら、どなたからでも結構

ですが、お手を挙げてくださいますか。

では、篠原議員、どうぞ。

篠原議員 ありがとうございます。

二つ質問があるのですが、一つは、後半おっしゃっていたハイパワーレーザーですが、医療応用という形で、染みや、眼科の治療などに使えるということは分かったのですが、ハイパワーレーザーというと、普通は、産業応用みたいなところ、いわゆる大きなものを作ったり、加工したりといった応用がまず頭に浮かぶのですが、今回作られたレーザーは、そうした産業応用にはあまり向かないのでしょうか。

それに絡んで、先ほど、今年の夏ぐらいからもう物を出しているというお話があったのですが、実際にこれからこれを製品として色々海外含めて展開していく場合に、何かまだ足りない部分があればお教えいただきたいというのが2点目です。

お願いいたします。

佐野PM 1点目の、産業応用に対してどう適用できるかというお話なのですが、産業応用の方は、既に現在の固定して置くタイプのレーザーが既に導入されているというのが現状かと思えます。それを置き換えていくというのは、リプレースのタイミングで進めることができると思っております。

先ほど説明はしなかったのですが、パルス幅が短くなるということで、熱影響が少なく、品質の高い加工ができるということも分かっております。小さくて効率も高いということで、どこでも使えるということで、工場で固定して使うよりは、むしろ補修とか、インフラの補修。最後の応用の一つに出てきました、例えばインフラの補修。一つは、例えば航空機の補修とかに使ったり、あるいは原子力に使ったり、そういったことができるのではないかと考えております。

2点目ですが、すみません、御質問をよく聞き取れなかったのですが、もう一度お願いできますでしょうか。

篠原議員 2点目は、今これを産業化していくということが始まっているようなのですが、これを産業化して規模を大きくしていくに当たって、何か足りないものとか、これからやらなければいけないことがあれば教えていただきたいと思えます。

今の1点目の続きですが、少しおっしゃっていた原子力の応用というのは非常に大事だと思っているのですが、私も細かなことは知らないのですが、パワーとかパルス幅以外に、ビームがどれくらい綺麗かみたいな、そういうことが大事だという話を聞いたことがあるのですが、

その辺りのビームの綺麗さみたいなことに関してはいかがなのでしょう。

佐野PM 手に乗るサイズでレーザーを作りますと、非常にきれいなビームというのは今のところ達成できておりません。

ただ、先ほど御説明しましたように、非常に冷却がうまくいきますので、まず発振器を作って、それをアンプするという形。ちょうどパソコンぐらいの大きさにはなってしまうのですが、そういったレーザーにしますと、非常にハイパワーで、ビームの品質も非常に良いものができます。ということで、かなりプロダクションにも使えると思っております。

それで、産業展開を進める上での問題点ということで御質問いただいたのかと思うのですが、制度体制なり、一番重要なのはやはりキラーアプリケーションと申しますか、どこに本当に使うのかというのがあるのだと思っております。

例えば、先ほど航空機、原子力の例を挙げましたが、航空機の場合ですと、10年に1度の整備のときにやはりこうしたレーザーを使いたいという、かなりシビアな要望を受けておりました、そういったところには使えるのではないかと思っております。

それから、恐らく原子力にも使っていけると思っております。

篠原議員 どうもありがとうございました。

私も、今NTTにありますが、NTTで持っているファイバーを使ってハイパワーレーザーを500メートルぐらい飛ばすということをやったことがあるのですが、いわゆる環境条件の問題とか、さっきお話のあったビーム品質とか、その辺りの要求条件が結構業界によってかなりシビアだったりしますので、是非今おっしゃったようなことを含めてうまくいくように進めていただければと思っております。

ありがとうございました。

佐野PM どうもありがとうございます。

上山議員 では、橋本議員、どうぞ。

橋本議員 橋本です。

このプロジェクトは最初から、そんなにすぐ社会実装できるイメージでもちろん聞いていなかったもので、そこは全然いいのですが、ただ、IMPACTというのは数十億円かけたプロジェクトで、それで出てきた結果、ベンチャーを作って、ベンチャーが色々製品を出していますと、それで市場のリプレースを行います、という説明ではやはりまずいと思うのです。市場をリプレースするベンチャーつくるために国費を数十億円もかけたのかということになってしまうので。もちろんそれは一つの生きる道として、それはそれでいいのですが、今、この前の質

問に答えられたような、今までできなかったことがこれによって達成できる、そのための手掛かりができたという説明が非常に重要なのだと思うのです。そのときに、では、I m P A C T が終わった後、どのようにつなげていくような仕組みで今やっているのかという御説明が重要で、今の小型レーザーの方の話ですと、そこが見えなくて。ベンチャーでいうと産業応用のところはあったのですが、例えば原子力に使えると思いますと言われていて、でも、思うだけでは多分それは使われなくて。せっかくこうしたものができたのだから、そうしたところに使うため、本当にキラアプリケーションになるようなものを使うための何か仕組みの中に入れていかないといけないと思うのですね。それが研究者だけでは、佐野 P M だけではもちろんできないでしょうから、そのためには、例えば内閣府と一緒に何かをやるとか、何かそうしたことも含めて、この I m P A C T の成果を本当に社会の変化につながるような、そうしたものにつなげていくための仕組みをつくらないといけないという観点において、どのようにやっているのですか。

例えば、このレーザーの話ですと、分子研が建物を一つ何か改装するってことを言っておられましたが、そのお金というのはどこから出ている話で、要するに、I m P A C T が終わった後、ベンチャーでやっている以外にどういう資金的な援助があって継続されているのか。それによって、先ほど述べたような、どこにつながっていくのか、つなげていくための仕組みができていくのかどうかということが分かると思うのですね。

それを併せて言うと、レーザー、電子加速の方もそうで、これも最初から、最後の1メートルぐらいのものができて、このプロジェクトの中でできるとは全然思っていなくて、だけど、トラックに積んであちこちに持って歩くようなことが目標なのだということは言っておられたのですが、結局、当初の目的は達成されたのですかね、これで。基盤ができたから、今は J S T の未来社会創造事業で、私は、これの P O をやっているのだから、昨日その会議がありましたから、この説明も少し聞いていますが、そこで十分にやれるのですかね。これはやはりお金のとてもかかる話だから、未来社会創造事業も結構大きなお金で年間数億円ずつは出ますが、I m P A C T に比べたら全然小さなプロジェクトですから、それで当初の目的たる最終的な1メートルか2メートルぐらいの、トラックで運んであちこちに持っていくというようなものを開発できるような体制が、現状においてできているのですか。

この2点、それぞれのプロジェクトについて伺いたいです。

佐野 P M 後者の方からお答えしますと、まだ体制は残念ながらできておりません。未来社会創造事業で今進めてはおりますが、そうした状況です。

前者の方ですが、先ほどお話をさせていただきました分子研のコンソーシアム、その体制を使って社会実装を進めているところです。そこには、金融機関、それから地方自治体、幸田町も入っていただいています。それから、岡崎市、名古屋市とも話をしております、最近の話題ですと、イノベーション、スタートアップ・エコシステム、そちらの方にも我々がかねて、一緒にやっているところです。

橋本議員 研究費はどこから入っている体制になっているのですか、今。

佐野PM 研究費は、主に研究開発、公的資金から充当しております。

橋本議員 大きなものはどこのお金ですか。

佐野PM 金額的には、先ほどの未来社会創造事業と、それから防衛装備庁のお金が大きいです。

橋本議員 未来社会創造事業はレーザー加速の方だけですよね。小型レーザーの方はやっていないですよね。

佐野PM はい。

橋本議員 小型レーザーの方のベンチャーなどで展開する取組み、あるいは分子研を改装してという、そうした公的資金はどこから出ているのですか

佐野PM 分子研の建屋の改修は、概算要求で取ったお金です。社会実装を進めるといことでお金を付けていただきました。

橋本議員 分子研がですね。

佐野PM あと、研究開発については、お手元の資料の25ページに資金が、大体全て記載されております。今年で終わってしまいますが、NEDOの高輝度・高効率次世代プロジェクトも走っております。それから、今年から防衛装備庁の安全保障技術研究推進制度が立ち上がっております。

橋本議員 これで、随分苦労されて色々な資金を集めているということは分かりますが、先ほど私が質問したような、IMPACTの成果が当初狙っていた方向に大きく展開するような体制が組んでいると思ってよろしいですか。

佐野PM はい。それは今、コンソーシアムに26社加わっていただいております、単なるコンソーシアムではないと思っております。かなり積極的に、外部資金といいますが、競争的資金も、そのメンバーの中で提案をしているような形で進めております。

橋本議員 コンソーシアムのメンバー、会社は研究費を出しているのですか。

佐野PM 共同研究で出しているのが今のところ4社、5社かと思えます。

橋本議員 どれぐらい出ていますか。

佐野PM 大きいところは年間2,000万円、小さいところは数百万です。

橋本議員 分かりました。どうもありがとうございます。

上山議員 では、小林議員、どうぞ。

小林議員 知財の件で、二、三質問したいのですが。

この27ページで、「有力な知財を多数創出」したとあります。一方で少し分からないのは、「公的機関単独の特許出願により活用が容易に」なったということです。民間との共願などと比べて、なぜ活用が容易になるのでしょうか。また、こうしたTIL Aのような技術は、一種、原子力などと同様に、国家の安全保障に関連するテクノロジーだと思うのですが、そうしたデュアル・ユース的なものを特許に書くことでオープンにしてしまうのがいいのか。やはりノウハウの部分というのは相当クローズにしておいて、代わりに商標登録的なアプローチをもっと増やすとか、そうした戦略性が間違いなく要ると思うのですが、その辺りの特許戦略をお聞きしたいのですが。

佐野PM 特許とノウハウの区別はアプリケーションによって相当違います。個別に判断をしております。

全体的に申し上げますと、基盤技術的なところは大学なり公的機関の単独出願で特許を取ってきました。これは、実用化する上で、ある会社と組んで共同研究なり委託なりを受けて実用化してもらうときに、その会社が万が一うまくいかなくてもほかのところと、あるいは競争しながら、開発することができるということです。それから、よくあるのは、企業と共願で取ったときに、企業が興味をなくすと、一方が拒むと特許は何もできなくなりますので、基盤技術を大学なりが単独で持っているというのは非常に重要かと思っております。

ただ、アプリケーションの特許は、当然アプリケーション・オリエンテッドで中身も変わりますので、基本的には企業さんの方で出すということです。大学側がコントリビューションしていれば共同出願になるという、そうした形を取っております。

既に20件弱は出願されておまして、海外含めて相当数が既に権利化されております。

小林議員 安全保障上の問題はドントケアでいいのですか。

佐野PM レーザーの一部はあるかもしれませんが。ただ、その辺りも気を付けておまして、当然、先ほどの接合技術、将来もしかして使える可能性あるのですが、その詳細については記載しておりません。記載しないような形で特許を取れるように努力をしています。

小林議員 ありがとうございました。

上山議員 安全保障のこととか、経済安全保障のことについてはまた議論を是非喚起していただきたいと思います。

では、松尾議員、どうぞ。少し時間押していますので、短めにお願いします。

松尾議員 では、簡単に二つだけ。

一つは、後半の高出力超小型レーザーなのですが、これの医療も含めた産業応用に当たって、例えば標準化などは新たに要するのか。既にレーザー技術で標準化されていて、それに合わせていくのか。もし新たな標準化が要るのであれば、それに対してどういう対応をされているのかというのが1点目です。

それから二つ目、前半の加速器のところですが、これは非常に小型化されるということで、各地で色々なことがやれるというお話だったのですが、実際には、そうした計画というのは、国なり、あるいは民間の方で、出ているのでしょうか。

この2点、お願いします。

佐野PM 後者の方から御説明しますと、今、ヨーロッパではかなり大きなプロジェクトがちょうど認められつつあるところですよ。イタリア政府が国として、EC-CTUの中で、IMPACTに比べると1桁くらい大きな、二つのプログラムと比べると1桁くらい大きなお金をかけて、開発がちょうど進んで、始まったところですよ。

あと、前者の方の標準化については、レーザーを、例えばレーザーの光量に対する標準化とか、測定に対する標準化、あるいはダメージ、それぞれに対する標準化とかはございますが、基本的に装置単体について、レーザー装置に対する標準化というのはほとんど進んでおりません。ということで、マイクロチップ、今、小型レーザーについては日本発といえますか、分子研発で世界の標準に今なりつつあると考えております。

松尾議員 ありがとうございます。

上山議員 ありがとうございます。

では、少し時間も押しておりますので、ここで終わりたいと思います。

佐野PM、本日はありがとうございました。

佐野PM どうもありがとうございました。

上山議員 IMPACTで得られた知見は今後、次期基本計画に生かしていきたいと思いますので、よろしく願いをいたします。

(説明者交代)

上山議員 それでは、次のセッションに入ります。基本計画についてです。

まずは「知のフロンティアを開拓する多様で卓越した研究の推進」というトピックに関しましてお話をさせていただきますが、文部科学省からは板倉科政局長、杉野研究振興局長、森大臣官房審議官、経済産業省からは萩原大臣官房審議官に来ていただいております。

では、内閣府の柿田審議官から御説明をお願いします。

柿田審議官 それでは、資料1に基づきまして御説明いたします。

本日の議論の範囲は、1ページの現状認識の囲みのところですが、特にアカデミアにおける閉塞感、研究力の相対的な低下という課題があり、これをあるべき姿としては、若手が誇りを持って研究に打ち込んで、卓越した成果を創出する、そして、健全なキャリアパスを作っていく、こうした方向に向かっていくということになります。

2ページが目次ですが、本日、大きく二つございまして、一つは若手の挑戦を支援するキャリアパス、ポストの問題も含めて、女性の活躍、博士課程学生の経済的支援を含む議論です。

もう一つが、科学技術基本法の改正を踏まえ、人文・社会科学も取り込んだ総合知、これを育み、生かしていく方策についての議論です。

3ページは、1月にまとめた研究力強化・若手研究者総合支援パッケージの図ですが、ここで書かれた施策あるいは目標を次期基本計画で実行、達成していくということを示しております。そのための具体論ということになります。

4ページ、先生方のお手元の資料には、これまでかなり議論を重ねてきた部分もございまして、今日改めて御議論いただきたい部分を示しております。

一つ目が博士課程学生の処遇向上についてのあるべき姿についてです。博士課程には、将来、優秀で社会のリーダーとなり得るような学生、こうした人たちが進んでいくということ。それから、博士を目指す学生は研究者として扱われる。その観点から、適正な対価が払われるのが当たり前になる。そして、博士人材がアカデミアのみならず様々なセクターで活躍していく。これがあるべき姿ではないかということです。

目標・指標としては二つございまして、パッケージにおいて、修士課程からの進学者数の5割相当が生活費相当額の経済的支援を受けられるということを目指しておりますが、これを2025年度までということで、次期基本計画期間中に達成するということ掲げてはどうかと。

それから、産業界における博士号取得者の採用者数を大幅に増やしていくということを入れてはどうか。これもパッケージで掲げていることです。

5ページに、これまでの基本計画あるいはパッケージにおける記載の対比を示しております。

6 ページに、今の問題についての基本計画期間中での具体策を書いておりますが、経済的支援については、在学中の生活から修了後のポストの獲得までを一体的に支援する新たなスキーム、これを文部科学省において検討いただいていますし、競争的資金から R A 経費を出すと。これをしっかり進めるためのガイドラインの策定、また関係府省の申合せ、これをきっちりやっていって実効性を高めていく。また、今検討中ですが、大学等のファンドも生かしていくということです。

キャリアパスについては、長期有給インターンシップを推進するということと、経済産業省が進めている 1 番、若手と企業とのマッチング、こうしたことによって更にキャリアパスの拡大を進めていくということです。

検討項目の 2 番、7 ページです。若手のポストの確保の問題です。

こちらについては、上の囲みにありますように、博士号取得後 10 年から 15 年頃までには様々な分野でしっかりと活躍できる、こうした展望を若い人たちが描けるような、そうした状態に持っていくことが大事であろうと考えております。

そういったことで、あるべき姿のところに書いていますが、研究者の世界においても、独立した研究者になれる展望が描けると。それから、アカデミア、産業界、行政、それから U R A 等のプロフェッショナル人材、そういった様々な場で活躍できるというキャリアパスが描けると。また、セクターを越えた流動も進むということを目指すということはどうかと考えております。

それで、下のところの具体的方向性の ( 3 ) 番、こちらについても新たな大学ファンドの活用や、( 6 ) 番に書いています、博士課程修了者の進路を継続的に追跡調査していくということも新たな取組として進めるべきだと考えています。

それから、その右側、目標・指標ですが、40 歳未満の本務教員 1 割というのは既に基本計画の目標値になっていますが、これに加えて、やはり安定したポストの拡充という観点から、35 ~ 39 歳の大学本務教員に占めるテニユア教員とテニユアトラック教員、これらを合わせた割合、これをある程度の数値、ここはまだ精査中ですが、新たな目標値を定めることとしてはどうかと考えております。

10 ページからは具体的な施策です。

12 ページがキャリアパスのイメージということで、上段が現状の姿のイメージで、博士課程修了者が産業界、U R A、アカデミア及び国研等に進んでいく訳ですが、これを下段に示すように 2025 年までには、「最優秀層」と書いていますが、その中から博士課程に進み、こ

このポイントは、向かっている矢印が産業界のところはかなり太くなっていくというイメージ。それから、UR A等のプロフェッショナル専門人材にも相当程度の人材が進み、そして、一番下のアカデミア、国研からも年数や経験を積む中で、それぞれ適性に応じてプロフェッショナル人材あるいは産業界、行政に移っていくと、こうした流れを作っていくことが大事ではないかということです。

検討項目の三つ目、女性研究者の活躍促進について13ページです。こちらは、目標・指標のところだけ少し御紹介しますが、現行の基本計画では女性研究者の新規採用割合の数値目標がありますが、これを引き続き掲げつつ、人文・社会科学系についても目標設定をしてはどうかということです。さらに、大学におきましても、職階別の女性の割合というものも、これは男女共同参画基本計画とも連動するような形で設定してはどうかというように考えています。

15ページが検討項目の4番、国際の関係ですが、あるべき姿の一番上ですが、やはり若手の人たちが海外の激しい競争環境下で研さんを積むと、そして、そのことが研究者としてのキャリアのステップアップにつながるという、こうしたことが当然の、分野にもよるかもしれませんが、そうした状況にしていくということが大事だと思いますし、また、世界中から優秀な人を引き付ける魅力的な拠点も作っていくということでもあります。

16ページにそれぞれの施策を書いています。これは時間の関係から省略いたします。

次の番、研究時間の確保ですが、こちらは、17ページですが、あるべき姿の緑色の二つ目の項目ですが、先ほどもありましたが、研究者、それからエンジニア、UR A、マネジメント人材、事務職員、こうした方々がそれぞれプロとして一体となったチーム型の研究体制を作っていくと、そうした中で研究のパフォーマンスも上がり、成果が最大化されるという状態に持っていくと。そのために、指標・目標としましては、大学等の教員に占める学内事務の割合を、今は全体の中で18%という数字がございますが、それを半減すると。これはパッケージでも掲げた目標です。

18ページが、そのためにやることとして、まず、UR A等の処遇とかキャリアパス、これの構築に資する質保証制度の運用でありますとか、こうした専門人材、プロフェッショナル人材の適切な処遇や評価をしっかりとやっていくことによって、より魅力ある職にしていくということをもって、研究者の研究時間も増やしていくということが大事であると考えます。

それから最後、19ページ、検討項目の5番目になりますが、人文・社会科学、それから自然科学も含めた総合知の活用についてです。

科学技術基本法の改正を踏まえた初めての次期基本計画になりますが、あるべき姿のところ

に書いています総合知、これは、人文・社会科学の知と自然科学の知の融合による知ということで、こうした知で複雑化する諸問題を解決するということが当たり前の社会にしていくと。それから、データ、人文・社会科学研究の特性を踏まえたデータ基盤等も進めていくということです。

20ページは具体的な方向性ですが、一番、科学技術・イノベーション政策のあらゆる段階で、こうした総合知を活用していくということで、例えば研究開発法人において各種事業を進める過程で、総合知で色々なことを考えていく。また、中期目標の改定の段階でもそういった取組を行うとか、国の試験研究機関、独法などは、今議論しておりますような基本計画とか様々、国の政策検討にも最大限、総合知の観点から貢献していくという、そうした状態を作っていくことが大事と考えます。

一番は競争的資金の関係ですが、目標設定、例えば戦略創造事業などにおける総合知活用を主眼としたような目標設定があってもいいのではないかと。また、科学技術・イノベーション創造推進費において、関係省庁が連携して取り組むような総合知型の課題設定をやっていくということ。WPIを例にしながら、国際的な研究拠点をつくる。さらに、若手の人材がこうした総合知の創出に挑めるような環境、そういったものを作っていく。

それから、ネットワークの形成。行政官とか研究者等とネットワークを作って、政策へのフィードバックをよりやりやすくしていくということ。

それから、21ページの一番は科研費等の充実の話です。

一番は人材育成です。大学はもとより高等学校の段階でもSTEAM教育が大変重要ですし、実社会を題材に問題発見・解決を試みていくような授業について、既存の事業を拡大する中で、総合知を育み、生かすような取組を進めることが大事であると考えます。

それから、DXの関係は、人文・社会科学について、分野の特性に応じたデータプラットフォームをつくる。また、大学図書館の在り方、支援の在り方、こうしたことをしっかり検討し、必要な取組を進めるということです。

最後に、これまでの議論、木曜会合でも様々、若手の問題等について議論していただきましたし、今日来ていただいております文部科学省、経済産業省、それから内閣府も合わせた局長級の連携協議会を何回も開いて議論をし、本日のまとめに至っております。是非これをベースに、また活発な御議論、御意見をいただきたいと思っております。

説明は以上です。

上山議員 ありがとうございます。

この木曜会合でこれまで議論した内容や研究力強化・若手研究者支援総合パッケージも含めたものをある程度総合しながらこうした案に至っておりますが、是非ともここで御質問あるいはコメントをいただければと思います。

では、橋本議員からどうぞ。

橋本議員 ありがとうございます。

随分まとまって、よくなったなと率直に思いますので、是非この方向でやっていただきたいと思っているのですが、3点ほどあります。

1点目は、12ページを見ていただいて、このページで説明できるのですが、やはり博士人材のキャリアパスを、毎回言っていますが、このようにライフサイクル全体で見るべきだというときに、今後2025年、下の方のものがポイントだと思っていまして、一つは、この中で、優秀な人たちが、まず入り口ですね、博士課程に入ってきた人たちは、まず優秀な層が入っていくのだということと、それから、そこを出た人が非常に優秀な人であるということは、これ、絶対マストですよ。ドクタを一取った人が優位。そうすれば、アカデミアでも産業界でも優秀な人が欲しいのだから行ける訳で、そのときのポイントとして、この前も申し上げたが、もう一回確認しますが、博士課程の充足率を言うと、この優秀層だけを入れるということではなくなるので、それは文部科学省の方でしっかりと充足率の話は外すということは明確にするべきだと思うのです。これが、1点目です。

2点目、私も、ずっと長いこと大学で博士を出してきた人間から言いますと、我が国においては、博士課程に来た人に博士を出せない、博士が取れない学生が出てくると、指導教員の指導が適切ではないという雰囲気があるのですよ。事実、そうした場合もあるのです。駄目な教員が指導して駄目ということだって、あるのですよ。それはもう駄目な教員が淘汰されていけばいいのですが、そうではなくて、まともな教員がしっかり教育しても取れない人が出てくるのです。今そうした人が出てきたときに、無理やり取らせないと困ってしまうのです。なぜかという、社会にも出ていけないし、それで責められるし、みたいな。これ、とても大きな問題でして、だから、無理やり取らせるってということがということがあり得る訳ですよ。なので、その辺りのコンセンサス、要するに学位を取れないで、優秀層が行かないと学位を取れないのだから分かったら、優秀層しか来なくなりますよねという。そうした当たり前のことなのだけど、学位審査を厳格にするということは、ここで明確に入れておくべきではないかと思えます。

3点目は、産業界に行った人はいいとして、アカデミア側に行った人は、この途中途中で、

例えば任期付きからテニュアトラックに入れない人、テニュアトラックでテニュアになれなかった人がいる訳ですが、その人たちがどこに行くかという、これも前回言いましたが、もう40歳ぐらいになった時点で産業界に行くということは、普通はほとんどない。となると、このUR Aとかマネジメント人材、エンジニア、この辺りのところに行ってもらわないといけない訳ですが、ここが今全く魅力的ではないので、魅力的という意味は、社会的な地位と、給与と、それから雇用形態、全てですが、ここを根本的に魅力的なものにするということはとても重要だということは前回言いましたが、今回の資料にもそこまで書いてくれていないのですよね。この辺りのポジションを研究者以上に魅力的なものにできるかということがとても、これはもう、これ、中々意思の要ることですが、そうしたことが必要ではないかと思います。是非検討していただきたいと思います。

それから最後、18ページですが、研究時間の確保の中で、ここに書かれていることは、全くそのとおりだと思います。それで、この中でも現場の人の意見をしっかり聴いてくださいということを書いて、それから最後に書かれていますから、そこから出てくるとは思いますが、実際調査した方がいいと思うのですが、私が大学の教員に、昔の同僚に電話すると、ほとんどいないのですよね。でも、最近、ほとんどいるのですよ。最近、コロナだからどこにも出ていけないからなのですよね。ということは何かというと、やはり大学の中の仕事もたくさんあったが、大学の外に出ていっているケースがとても多いということなのですね。大学の外に出ていくというケースは、多くは研究会という名の研究会なのです。日本は非常に研究会が多いのですよね。それでそうした、競争的資金を取ることに伴う研究会だったり、取ったことに伴う研究会だと思うのですが、それは必要な部分もありますが、それが過度に多くなっているということは間違いないと思うのです。ですので、今このコロナの対応でとてもよく分かりましたが、結局みんな、今電話したらほとんどの人がいてくれるので、とても話が通じやすいのですが、ということが可能なのだということが分かっていますので、そうしたことも含めて、デジタル化、DX、こうしたウェブ会議等々も全て、滞在時間を長くすることが大変重要だと思うので、その辺りのことも、どういう形で入れ込むかどうか分かりませんが、極めて重要な視点だと思いますので、コメントさせていただきました。

以上です。

上山議員 ありがとうございます。

少しだけ、橋本議員、例えばPh.Dで、最終的にPh.Dは取らなくても、別のディグリーみたいな可能性はないですか。例えばエンジニアというディグリーとか、それはUR Aとか

に行くみたいな。

橋本議員 今はないです。

上山議員 いやいや、そうした可能性、将来的な可能性はどうですか。

橋本議員 ぱっと聞いて、考えたことないから分からないですが。

上山議員 海外の大学で作っていました、そうしたのを。

橋本議員 ああ、そうですか。

上山議員 はい。

橋本議員 今の体制だととても無理ですね。今の状態では、要するに、これが駄目だったから、セカンドあるいはサードのポジションになろうと。

上山議員 そうですね、ええ。

橋本議員 そうした人たちがエンジニアに行くというのは負け犬になります。それは、うまい設計をしないといけないと思いますね。

上山議員 はい、ありがとうございます。また議論させてください。

では、その次、どうぞ、小谷議員。

小谷議員 大学院博士課程に優秀な学生さんが入ってくることは、大変重要だと思っています。日本人の学生だけではなくて、海外からも優秀な博士人材が来る道筋をつくるということも非常に重要です。

加えて、実は大学では学位プログラムがかなり充実してきていて、分野や部局を越えた学位プログラムが多数文部科学省の支援で行われていますが、これらをブランド化すると外から見えやすくなると思います。日本の大学ランキングを考えたときに、この大学に入りたいというブランドをつくるのは難しいかもしれませんが、プログラム自体を魅力的にすることで、そのプログラムをブランド化し、海外からの学生を引き付けるということがあり得ると考えています。

テニユアトラックに関しては、テニユアトラックの定義が非常に重要です。O I S T等ではテニユアトラックのプロセスを非常に明確に提示し厳格にやっていますが、プロセスが曖昧なままテニユアトラックと称している大学もあります。

一方で、大学のタイプと全く無関係にテニユアトラック制度を一律化してしまうということは、人材の流動化を考えたときには好ましくありません。大学ごとの人材育成の目的に合わせて、テニユアトラックをどのような審査基準で行うか多様化することで人材の流動が生まれます。アカデミアの中での人材の流動化を考えるうえで非常に重要だと思っています。

テニユアトラックの定義を厳格化するとともに、個別のテニユアトラックのやり方については多様化を認めるという形で運用できるようによろしくお願いします。

上山議員 ありがとうございます。

最初のブランドの方は個々の大学でもやれるべきことは相当あるということと、あと、テニユアトラックの問題は、やはり後でまた文部科学省からも答えがあると思います。ありがとうございました。

では、その次は梶原議員、どうぞ。

梶原議員 御説明ありがとうございました。

6ページ、産業界でのキャリアパス拡大で、インターンシップ、マッチングの仕組みということが書いてあるのですが、ここについては実績や効果をよく見ていく必要があると思います。11ページの研究者ポストのところ、10年～15年先にフォローしていくということが書かれているのですが、インターンシップ、マッチングの状況についてはもっと早くに、成果が出てくると思いますので、そういったフォローも含めていただきたいと思います。

また、企業の採用では、どの大学ということではなく、どんな学びをして、どんな業績があるのかを重視しますので、御説明でもあったように、産学協議会等を通じて、大学と産業界とで教育の在り方を定期的に見直していく等の取組が継続されることを期待しております。

9ページの「責任ある職」という表現を見て、これが、どういうイメージをされているのかなと思いました。職に就くということはいずれも責任があるはずなので、もう少しイメージが分かりやすいような言葉を使う方がよいと思います。

なお、人社系のところで総合知の記載があるのですが、この中でE L S Iについての表現が出てきていません。これまで自然科学系のところでE L S Iの観点で人社系との連携が必要だと言ってきましたので、当然含まれているということかもしれませんが、E L S Iについても言及すべきと思います。また、この中で、どのくらいの規模感の予算をこの分野に振り向けるかということには触れていないのですが、予算全体に占める割合や、その進捗の評価、あるいはフォローをどのようにやっていくのかということも検討すべきと思います。

最後に、女性についての取組は網羅的に、必要と思っていた施策があらゆる観点で考慮されており、これでよろしいかと思います。

ありがとうございました。

上山議員 ありがとうございます。

インターンシップとその検証については経済産業省からまたお答えいただきますが、E L S

Iの問題は、これまで人社というE L S Iばかりだったので、そうではないところというのを膨らませているためです。ですから、E L S Iはもちろん底流として、非常に大きな問題としてあると。またそれも表現の中に入れていきたいと思います。どうもありがとうございます。

その次は篠原議員、よろしくお願いします。

篠原議員 ありがとうございます。3点だけ。

1点目は、4ページに書いてある産業界による採用者数を約1,000名増加、2025年度という話がありますが、私も先ほどの橋本議員と同じで、今よりももっとドクターというものをよくしていくという施策を、例えば、2025年度までに給与を支払うということをやっていく訳ですから、本当にドクターがどんどん出てくるというのは2025年度より後だと思うのです。ですから、この産業界による採用者数が約1,000名増加するというのは、2025年度の目標にするのではなくて、2028年とか2030年の目標にしないと、今と同じドクターをたくさん採りなさいというメッセージにしかならないので、ここは延ばした方がいいと思っております。

それに関係して、いわゆる第6期基本計画ということで、5年を見ているのは分かるのですが、2025年度という単一の目標を置くのではなくて、2030年度ぐらいまで見通した上で2025年度のマイルストーンを置くということをやっていないと、少し場当たりのイメージが出てしまうのではないかと心配しております。

2点目が7ページなのですが、2025年度までに35～39歳の割合を増やすということがありますが、下手をすると、今37歳、38歳の人たちがまた割を食うという、過去経験したのと同じようなことが起こり得ると思うので、この35歳～39歳のところを見るのと同じように、そのタイミングでは40歳～45歳の人たちは当然ながらテニユアになっているといったイメージを出していただければと思っております。

3点目が、先ほど橋本議員もおっしゃった問題ですが、定員充足率の問題だけではなくて、学位授与率の問題とか、博士号を3年間で取らせるかどうかという、その辺りが大きな問題になっていると思うので、文部科学省には大学を評価するに当たって、そうしたところを一切見ないということをはっきり言っていただきたいと思ひますし、大学の学長さんとお話ししても、橋本議員みたいに、今のドクターには実は大したことない人間が含まれているということを知っているかもしれない方も、そうはおっしゃらないといったところが非常に大きな問題で、先日もある大学の学長さんから、ドクターは全て素晴らしいのだから全員給料を上げろと言われて、僕はそこでは反論しなかったのですが、そうした実態と違うことを大学側の方が言い続け

ていると、産業界から見ると不信感を持ってしまうことがあるので、その辺りはもう少し冷静に捉えた方がいいのではないかと思います。

以上です。

上山議員 ありがとうございます。これ、公開でやっておりますので、大変有り難い御意見だと思います。

それで、25年とか30年の問題、これ、少し重要な指摘なので引き取らせてください。

あと、学位を何年で取らせるかというのを含めて、これ、少しまた議論するべきかと思ひますし、後で文部科学省からも少しリプライをいただければいいかと思ひます。

ありがとうございました。

では、小林議員、よろしくお願ひします。

小林議員 僕は、ダイバーシティ、ジェンダーの点で一言申し上げたいと思ひます。女性研究者の活躍促進について、13ページと44から50ページで、色々なKPI、数値目標が書いてはあるのですが、何年までに達成するかが明確ではありません。13ページにある女性研究者の新規採用割合を30%にするというのは何年までなのか。44ページなどを見ますと、2025年で30%ぐらいなのかなという感じはしますが、やはり期限を明確にすべきかと思ひます。参考になる資料として、今年9月に経済産業省の経済産業政策局から出ている「ダイバーシティ2.0 一歩先の競争戦略へ」という提言の中に、ボストンコンサルティンググループから出ている表があるのですが、民間企業におけるデータで、総合ダイバーシティ指数をX軸にして、Y軸にイノベーションの成果、過去3年間に発売された製品が収益に占める割合をプロットすると、明らかに正の相関がある。つまり、やはりダイバーシティはイノベーション創出に寄与するというエビデンスもある訳で、そうしたものも引用しながら、もう少し数値目標をクリアにして欲しいと思ひます。よろしくお願ひします。

上山議員 ありがとうございました。

佐藤審議官などは、もうお尻を切って何年までにと書こうという割と強い御意見なのですが、それはいいことだと思います。ただ、先ほど篠原議員からありましたように、それは2025年がいいのか、28年がいいのか、あるいは、更に言うと、30年まで見据えたものを入れながらがいいのかというのは、これは少し重要な御指摘だと思いますし、今、女性研究者について、女性の活躍についても、やはり年限を切るべきだという御意見は大変重要な御指摘だと思います。これ、少し事務局の方でまた考えさせていただきたいと思っております。

小林議員 44ページを見ると、民間企業は甚だ悲しい状況で、目標値を設定しても中々進

抄していないという現実があるので、その辺りの原理原則の部分をより深めてもらいたい、明確に打ち出してもらいたいという気がします。

上山議員 そうですね。45ページは、これ、大学と、それから企業の研究者と、全部一遍分けてみると、中々企業の方も大変だというイメージを持ちました。ですから、一般に流布されている大学だけの問題ではないということなのだと思います。

橋本議員 44ページ、大変重要だと思うのですよね。大学で30%になりかけているのですが、企業が足を引っ張っているのだということ。

小林議員 年齢が上がるほど女性が減ってしまうというのもまた日本企業の実態なのです。社員全体で見れば四十数%いるのに、結果として、上にいけばいくほど女性が減ってくる、役員になるレベルだともっと急激に減ってしまう。そうした意味で、大学が一番優秀だというのは事実です。

上山議員 大学の方でも、上にいけばいくほど実はこぼれていくという現象があるということも事実だと思いますね。よろしくお願いします。

では、梶田議員、どうぞ。

梶田議員 ありがとうございます。

今日の御説明を伺って、新入りなので、既に議論されていることなのかもしれないのですが、まず、ページ4で、2025年までに修士課程からの進学者数の約5割相当が経済的支援が受給できるように目指すというのは、非常にいいことだと思います。

それで、小谷議員もおっしゃいましたが、人材の流動化という観点があって、これは多分、小谷議員は研究者としての流動化という意味でおっしゃったかと思うのですが、それとともに、私たちが考えないといけないのは、多くの今の大学院学生が大学から大学院の9年間を同じ大学で過ごしているという。若くて、色々なことを吸収できるときに、9年間、同じ場所に居続けているという、そうした現実が、これでいいのかということは考えないといけないと思っています。

例えば、全てアメリカがいい訳ではないですが、アメリカは、基本は、大学と大学院は同じところには行かないということになっているかと思います。

このように9年間同じところにいることで、例えば研究もタコつぼ化するようなことになっていくと思っています。したがって、何を言いたいかというと、例えば生活費相当額を補助するという今の場合に、せっかくですから、例えば、補助する条件として9年間に1度は別の大学に移る人を優先するような、そうしたことはできないのかということを考える、いいチャン

スではないかと思えます。

例えば、6ページにあります。JSPSのDCの採用についても、そうしたことを何かしらの考慮の際の一つとしても、考えてもいいような私は個人的には気はしております。

あと、少し今日の議論とは関係ないのかもしれないのですが、せっかく、大学院生ということと少し関連して発言させていただきたいのですが、本日の資料の64ページに、博士課程の人口当たりの、どのくらいの人がいるかという諸外国との比較があります。今日の資料にはありませんが、修士課程と比べたものも文部科学省の科学技術指標には出ていると思います。それで、驚くことに、日本の修士課程の人口当たりの学生数は、諸外国と比べて極めて低いです。このような状況で、本当に日本が科学技術とイノベーションでやっていけるのかということは、かなり抜本的に考える必要があるのではないかと私は思います。

ついでに言うと、19ページで、人文・社会科学の振興というお話がありますが、これについても、大学院生の数を見ると、修士課程も博士課程も諸外国と比べて圧倒的に人文・社会科学を学んでいる、研究している大学院生が少ないという現実があります。人文・社会科学を振興するのであれば、大学院学生、やはりきちんとそうした分野で受け入れるという、何かしら本気で考えないといけないのではないかと考えています。具体的にどうしたらいいという提案はないのですが、問題提起だけです。

以上です。

上山議員 ありがとうございます。

今度の博士課程への経済的支援と絡めて、大学間の移動というのは、これは本当に、私は個人的には、とても重要だと考えております。つまり、大学院に行くときに他の大学に行くというのが海外では一般化しています。そのために、ほかの大学の大学院も同時に魅力的であるという、そうした環境がつけられている必要があると思うのですが、それが今のところは実現していない。ある種、東大を頂点として縦の関係になっていまして、横の関係になっていないということが大きいのだと思っております。

それから、修士課程。これも先生の御指摘のように、ほとんど、もう今の高度知識社会においては修士レベルの知識がないと対応できなくなっているということですので、これは人文・社会科学も含めてですが、その支援どうするかということをやはり考えていく必要があると思っております。これもまた我々の方とそれから文部科学省の方で議論するということになるかと思えます。

よろしく申し上げます。ありがとうございました。

それでは、松尾議員、どうぞ。

松尾議員 どうもすみません、私から短く。

先ほど橋本議員からキャリアパスのイメージというのを出していただいて、私も大体、卒業後10年～15年、これぐらいで自分のキャリアパスを明確にして、その後色々分かれて進んでいくというのは、それぐらいで決めないと難しいだろうと思います。そのときに、少し言いたいのは、企業の方でも、研究をやって駄目だった人を採ってくれと言われても、中々それは難しいという話はこの間からあるのですが、大学の方も、研究の道に進んだが駄目だったので、U R A やエンジニアで採ってくれと言われても、これは大学としても困るのですね。これは企業と同じ理屈です。

言いたいことは、博士課程に優秀な人が入ってきて、将来色々なキャリアパスがあるのですが、その後、どういう方向に進むかっていうことは、可能性も含めて、やはり一定期間トレーニングをしていないと、いきなりU R A で活躍するとか、企業に行って活躍するというのは非常に難しいので、私は、博士課程というのをもっと多様にして、それでトレーニングしながらP h . D の素養を持って、それでふさわしいところに就職をしていくという、それを社会全体でそうした仕組みをつくらない限り、少し議論が何となくリニアになって、言い方は悪いのですが、その道に行けなかった人がほかのところへ仕方なく行くようなイメージがあるので、そうではなくて、もっと積極的に、初めからこうした人材を作っていくのだというのを、大学、企業、社会でイメージをしながら育てていく、それで高度な人材作っていくという、そうしたことは必要かなと思います。

以上です。

橋本議員 少し松尾議員、発言させてください。

上山議員 どうぞ。

橋本議員 先生がおっしゃったように、色々トレーニングしながら移っていくということに対しては大変賛成なのです。そこは全く賛成なのですが、ただ、私の経験では、研究職としては、例えば、テニュアトラックに進めなかったが、エンジニアとしては素晴らしい人で、とても満足している人というのは、例えばN I M S などですと、とても多いのです。今そうしたことをやっているのですね、実際に。

それはどうしているか。どういうことかということ、例えば、独力で論文書くのは得意ではないという人がいるのですね。研究能力などはあるのに、あるいは、とても分析機器の扱いとかが素晴らしい、解析能力もすごいのにという、そうした人にエンジニア職を勧めて、それでし

かも、エンジニア職を実は魅力的にしているのですね、私たちのところは。それで、最初少し躊躇するのですが、そこに移ったら、とてもそこで活躍してくれて、そうすると、その道が生きやすくなってですね。

ということで、意外と駄目だった人という、先生が言われたように、駄目ではなくて、これは、向き不向き、得意不得意の問題で、得意な、必ずしもドクター出たからといって論文を書くのがみんな得意な訳ではない訳でして、そのような形で、得意不得意で分かれていくのだという、そうした説明が必要です。だから、先生がおっしゃったように、駄目な人が行くというようなイメージを付けては駄目だというのは全くそのとおりだと思うのです。

松尾議員 はい、そうだと思います。

橋本議員 U R Aもエンジニアも魅力的なものにするということが重要だと私申し上げているつもりです。

小谷議員 すみません、関連なので、発言させていただいてよろしいですか。

上山議員 はい、どうぞ。

小谷議員 専攻ごとの大学院の教育は従来的なものが多いですが、大学院の学位プログラムは、例えば医学と情報科学のダブルメジャーで学位を取るとか、企業のニーズにも応えるようなアントレプレナーシップや、マネジメントを学びながら学位をとるプログラム等、多様化しています。そうした特色ある学位プログラムを企業の方にも知っていただき、また、海外の優秀な学生にも知ってもらうということが、これからの人材育成で重要だと考えています。

上山議員 ありがとうございます。

恐らくこれは、大学院の教育内容のようなことにも踏み込むので、今手が挙がっている篠原議員、どうですか。

篠原議員 デュアルラダーなのか、トリプルラダーなのか、分かりませんが、今のいわゆる博士課程の間の教員の指導というのは、おそらく一律の指導をしていると思うのです。だから、もっともっと、例えば大学のアカデミアの中で活躍していく人間なのか、それとも産業界で活躍するような人間なのかということを、もっと意識した教育を研究室の中でしていくことが僕は大事だと思っています。結果としてどうだったかではなくて、途中段階である程度、どのラダーを選ぶのかということを学生と話しながら、それにふさわしい指導をしていかないと、結局、結果で負け犬みたいになってしまうというのは本当に非常にかわいそうだと思いますし、あえて言うと、やはり大半の先生方が、自分の後継者を育てることか、若しくは自分の研究を

手伝わせる労働力として使っているということがあるのだとしたら、それはまずいと思うので、その辺りの研究室におけるドクター教育というものはっきり、もっとマルチラダー化していくというメッセージを出した方がいいのではないかと考えています。

すみません、以上です。

上山議員 ありがとうございます。

松尾議員 あと一つ、いいですか。

上山議員 はい、どうぞ。

松尾議員 松尾ですが、先ほど梶田議員が、大学院に上がってくるのは非常にリニアだとおっしゃったのですが、分野によっては必ずしもそうではなくて、自大学から自分のところの大学院に上がってくる率が非常に低い分野もあるのですね。特に人社系ではそのように感じています。もともと大学院に行く人は少ないのかもしれませんが、ほかの大学から来たり、あるいは留学生が来たりというのは非常に大きな部分を占めているのですね。ですから、少し分野ごとに見る必要もあるのかなと思います。理系は、工学などはもう修士まで行くのが当たり前になっていますから、そこでは多分下から上がってくる人は同じ大学で多いと思うのですが、少しその辺りも見えていかないといけないかと思っています。

以上です。

上山議員 そうですね、自然科学系はファシリティーズが問題ですから、中々そうはいかないということはあるかもしれません。

橋本議員、手挙がっていますか。どうぞ。

橋本議員 私、その観点で、梶田議員のおっしゃることは、全く一般論としては賛成なのです。学生がどんどん色々なところを経験して、雰囲気、大学を替えたり、研究室を替えたりということは大変重要なことだと思うのですが、現状、そうしたことを例えばルール化すると、先ほど上山議員言われたように、実は実際の今の構造が中々そのように横型でなっていないのです。

だから、例えばDC、学振のDC1ではないが、取った後、あれで研究室が替わらなければいけないというルールがあって、学位を取った後のポストです、学振の。そのときに、やはり実際指導していた学生が随分悩んで、困っていました。これは、研究室を移りたくないということではなくて、やはり自分の研究が続けられるところが中々ないということで困っていたということがあります。

梶田議員が言われるように、持っていくことは大変重要だと思うのですが、それを受け入れ

られるような体制を作っていく、そうしたことを一つの大きな目標に掲げて、政策を色々打っていくということが大変重要なと思います。

上山議員 今の御指摘は大変有り難いと思います。その方向に、できるだけ同じレンジでも行けるような関係を作っていくような支援という形は重要ではないかと思っております。

篠原議員、どうぞ。

篠原議員 マスターの件ですが、実は我々の研究所の場合には、バチェラーで採用することはほとんどなく、1人いるかどうかで、ほとんどはマスターかドクターですが、我々産業界、私など見てみますと、大学によって大学院というのをどう捉えているかが、二種類あるように見えるのです。ある大学は、6足す3で、要するに4年で卒業させるのではなくて、大学院と6年教育でやっていくのだとおっしゃっている大学もありますし、そうではないと、大学院というのは5年で一つなのだから、4プラス5でいくのだという形で、マスターコースの捉え方というのが大学によって少し違っているのではないかと思っております。

だから、マスターの重要性は私も非常に賛成しますので、大学院の修士課程の位置付けが何なのかというところが、もう少し国立大学の間で共通化されるといいのではないかと思います。

以上です。

上山議員 ありがとうございます。本当にそのとおりですね。これは、また文部科学省に話を聞きます。

その次は、小谷議員、どうぞ。

小谷議員 梶田議員、橋本議員の御指摘はどちらも大変重要で、移動することを前提にするためには、大学の中の共通基盤や教育の幅の広さ等、様々な環境が整わないとできないことであると思います。

ただ一方で、今のヨーロッパの研究の強みということに関しては、大学院レベルで国を越えて移動することを奨励して、そのような意欲のある学生に対して十分な処遇をしたというところにあるということはよく知られていることです。随分思い切ったことに踏み切ったなと当時は思っていたが、その結果が今の国際共著論文の強みや研究の幅の広さということにつながっているということは事実ですので、学生の移動ということはしっかりできるような仕組みを考えていく必要があると思っております。よろしくお願いします。

上山議員 ありがとうございます。

そのとおりですね。エラスムスができるまでからヨーロッパの国際共著ははるかに伸びましたか

ら、そのとおりだと思いますね。

ーとおり皆さんの御意見いただいたと思いますが、よろしいでしょうか。

よろしければ、文部科学省と経済産業省から、今までの議論に関するコメントバックをお願いします。例えば文部科学省でいえば、テニユアトラックを改めてどのように再定義するのかとか、そうしたことがあり得るのかということとか、学位の在り方を、3年でやる、4年でやる、5年でやるみたいなこともあるという、そうしたことの可能性。人文・社会科学も含めて修士が少ないということ。それから、国際的な人の移動の話。主に経済産業省に対して挙げたのは、インターンシップの問題が結構強い関心だったと思いますが、これらについては是非そちらの側からのコメントバックをいただいて、それでセッションを閉じたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

では、文部科学省から。

板倉局長 文部科学省の科学技術・学術政策局長です。

まず、小谷議員からの、テニユアトラックの定義のお話をいただきましたが、このテニユアトラック制度は、文部科学省でも十数年前に日本で導入しようということで、テニユアトラック導入のためのプロジェクトも立ち上げてスタートしましたが、当初は、テニユアトラックと称していてもポストが用意されていないような大学もございまして、そうしたのは実質的に、本当にテニユアトラックの効果が表れないので、できるだけしっかりポストを用意してテニユアトラックの募集をしていただくという奨励をしてきたところです。それで、今回の政策目標は安定的なポストということですので、やはりテニユアのポストをあらかじめ確保した制度であるべきではないかと考えております。

それから、研究者の移動について様々な御議論がありまして、これに対して答えがある訳ではございませんが、今、文部科学省でもポスドクの方の様々な処遇などについてもガイドライン作りを進めておりまして、その中でも、ポスドクの方がずっとある大学にもう10年間ぐらいいて、篠原議員から労働力として使うのは駄目だというお話もありましたが、そうやってしまっているようなポスドクの方もいらっしゃいますので、今そのガイドラインの議論の中では、やはり欧米のように、三、四年、ポスドクを一回やって、そこが駄目ならもう一回、別のポスドクコースを進んで、それで駄目ならほかのキャリアパスを探すという方がいいのではないかという議論が今なされているところです。

森大臣官房審議官 1点目として、大学院生、博士課程の学位取得と修業年限との関係ですが、現状において、例えば標準修業年限以内で学位取得している方というのは、理工系だと大

体7割ぐらいで、人文・社会系だと3割以下という状況です。

これについてはある程度、だらだらと教育をするということで、あるいは在籍するというのではなくて、しっかりと面倒見てほしいという点で、標準修業年限ということについて一定の目配せをするというのはあるかとは思いますが。一方で、先ほど橋本議員から、定員充足の関係も話にありましたが、きちんと質も確保するというのも非常に重要でして、そうした点では、ただ単に年限にこだわってするというのではなくて、やはりしっかりと、その課程において達成すべき目標というのは定められていて、プログラムという話ございましたが、それが示されていて、それに達した方に対して学位は出ていく、そうした形が望ましいのだろうとは思いますが、その辺りの議論というのは必要とは思ってございます。

それから、修士課程の学生については、国際的に比較いたしましても、欧米諸国について、こちらは3分の1ぐらいの人数ということです。これはもう人文・社会科学系は極端に低いという状況になっているということです。実際、修士課程の修了者のうち、9割ぐらいは就職されて、1割ぐらいが現状では大学院への、博士課程への進学という状況である訳ですが、そうした中で人文・社会系大学院の在り方というものも、特に私どもとしてもよく大学の先生方と今後とも議論しながら、その充実をどう図っていくかということが非常に大きな問題だと思っております。

杉野局長 前回、人文・社会科学の件でお話をさせていただく機会がございましたので、加えてお話をさせていただければと思っておりますが、梶田議員が御指摘されているとおり、人文・社会科学の場合、特に学部段階では欧米諸国と比べても十分な学生がいるのですが、これが大学院に入ると、修士であれ、博士であれ、極端に少なくなっているという実態があります。

若干歴史的な経緯を考えますと、かつては、30年ぐらい前まででしょうか、人文・社会科学の大学院に進学しても、まず学位をくれないという時代がずっとあった訳で、そこは、大学院教育に対する自然科学におけるイメージと人文・社会科学におけるイメージには、相当乖離がありました。平成の30年間というのは、恐らくそういった人文・社会科学における大学院教育の実質化を各大学でも頑張ってきたということだと思います。

最近では、私が知る限りでもかなり、人文・社会科学の大学院を出てきた方については、基本的なデータ処理の能力を備え、統計学を身につけ、色々な分野で即戦力として活躍できる高度な能力を備えた人がかなり増えてきているような気がします。年齢的にいうと40代以下の方々は、相当なレベルになってきていると実感しております。

こうしたことが、先ほどブランディングというお話もありましたが、もう少し日本の大学は

改善されてきているのだということを声高に主張していただきながら、同時に、その出口である産業界あるいは官界で、様々なジャンルで人文・社会科学の大学院教育を終えた優秀な人材を活用していくという機運を同時に盛り上げていただくということが、結果的に人文・社会科学における大学院への進学者を増やすことにもつながってくるのだらうと思っております。

どちらがニワトリで、どちらが卵かというのはあるのですが、どちらからやっても十分な満足感が得られる状況に近づいてきつつある、あるいは、その環境は整いつつあるという認識の下に、私どもも色々なところに働きかけていく必要はあると思っております。

以上です。

萩原大臣官房審議官 経済産業省です。

インターンシップについてお尋ねがございましたが、インターンシップはこれまでも、平成9年から基本的考え方なるものを作って、改定を繰り返しながらフォローアップを現状でもしてございます。足元の調査などもやってございます。

6ページに記載がございます長期有給のインターンシップの関係です。これは文部科学省さんの事業だと思えますし、それから、その下の若手研究者のマッチングの仕組みの創設というのは、今足元で公募をさせていただいてございます。若手の研究者の方が企業に提案できるような少額の研究費をお与えすることでマッチングを図るというものでして、たくさんの応募をいただいております。今審査をしているところですが、このフォローアップといいますか、その結果、どうなっていくのかというのはしっかりフォローして、フィードバックをかけていくということは非常に重要だと思いますので、インターンシップも含めて、しっかりやってまいりたいと思います。

ありがとうございます。

上山議員 橋本議員、手挙がっていますか。どうぞ。

橋本議員 一言だけです。

キャリアパスの話で、ポスドクに入った人がポスドクをやって、駄目だからどこどこに移るという考えを変えることが今とても重要だと思っているのです。とても重要です。

それで、例えばアメリカでいうと、NIHとかDOEのプログラムマネージャーは研究職の人たちが移っていますよね。すごい権限を持っていて、自信を持ってやっています。私の弟子でもそうしたのをやっている人がいますが、彼らは研究者よりも権限を持っているし、すごいプライドを持っています。

そのように、あるいは先ほどのエンジニアの話もそうなのですが、だから、ポスドクをやっ

て駄目だったからどこかに行くのではなくて、ポスドクをやっていて自分の適性を見つけて色々移っていく、というように意識を変える。我々からまず意識を変えるということが重要だと思いますので、改めてコメントさせていただきました。

以上です。

上山議員 ありがとうございます。全くそのとおりで、同意いたします。

今日のこのセッション、かなり充実した議論できました。ありがとうございました。

資料2に、「大学本務教員数および研究大学本務教員数の将来推計等について」というのがお手元に行っていると思います。今日は、これはまだ精査中ですので、議論の対象にしませんでしたが、ある種の教員数のシミュレーションみたいなこともやっていこうかと思っております。またこれについては議論させていただきます。

それでは、どうもありがとうございました。このセッションは、これで閉じたいと思います。

(説明者交代)

上山議員 それでは、次のセッションで、基本計画の指標についてです。以前もお諮りしましたが、それについて改めて我々の方から御説明したいということです。

中澤企画官と宮本参事官ですね。

中澤企画官 よろしく願いいたします。

資料1を御確認ください。ロジックチャートと指標の検討です。

これまで、このロジックチャートと指標については、何度か御議論させていただいておりますが、正に直前のセッション、今回、研究力ということでさせていただいたので、今回、改めて研究力のところを少し深掘りして御議論いただければと思います。

具体的には、6ページ目の研究力に関するロジックチャートの御議論をいただければと思うのですが、資料を幾つか追加したところ、手短かに御説明させていただきたいと思います。

資料1の、まず7ページ目です。

こちらは、直接研究力のところと一定連動がある部分ではございますが、資金循環のところについても今回ロジックチャートを追加させていただいておりますので、併せて適宜御確認いただければと思います。

大ざっぱなストーリーといたしましては、中央左上のところに幾つかボックスがございます。官民による卓越した投資、こちらがなされるというところ、それから、二つ下のところに、官民による挑戦的な研究開発への投資が拡充するという形で、投資の拡充を呼び込む訳ですが、特に下のところについては、正にこの右下の中に循環しているロジックチャートの絵がござい

ますが、ESG投資の拡充という流れがある中で、うまくこのマッチングで研究開発投資を伸ばしていく、全体として研究開発投資を拡充していくというイメージを描いているものです。

引き続きまして、9ページ目を御確認ください。

9ページ目以降、今回新たに補足資料として追加させていただいております。

趣旨は二つございます。

1点目ですが、この後、エビデンスグループの宮本参事官から他の分析資料を提供いたしますが、NISTEPあるいはe-CSTIの中で、色々な分析を今までも行ってありますし、これからもやっていくということにして、9ページ目のボックスの黒ポツが幾つかございますが、いずれにしても、研究開発の指標そのものの開発を今行っているというところもありますので、現段階においては直ちに測定可能ではない、こうしたものについても次期基本計画期間中に継続して指標の開発そのものを行っていくということも進めていければと考えてございます。

さらには、ちょうどタイミング的には国立大学法人の中期目標期間が、改定がございます。そういった方に、大学の評価にもこうした政策分析の新しいツールとしての分析手法、指標というところを反映させていければということも考えてございます。

11ページ目を御確認ください。

こちらも前回、正に研究力を計るアウトプット指標ということで、やはり論文とトップ10%論文の割合というところが主要な二つになってございましたが、ほかに候補は考えられないかということにして、これ、必ずしも候補になり得るかどうかは分かりませんが、例えば、こうしたことも側面的には見ていけるのではないかということ、11ページ目に幾つか挙げさせていただいております。

個別の説明は差し控えますが、11ページ以降に、それぞれのものについて、幾つか詳細な資料を参考までに付けてございます。

例えば上のポツの二つございますが、2点目などは、ノーベル賞も含めて、例えばガードナー賞とかフィールズ賞、幾つか、国際賞をピックアップしたりして、過去に日本がどのくらいそこで獲得しているかというデータを分析してみることも一つの指標なのではないかということも考えてございます。ただ一方で、やはりこのロジックチャートは、目的と手段とが往々にしてひっくり返ってしまうという部分もありますので、こうしたところについては議論が必要なのかと思っております。

簡単ではございますが、資料1の説明は一旦終えさせていただきます。

宮本参事官 それでは、資料2に基づいて説明をさせていただきます。

今回、ある分析結果について御紹介しますが、分析を実施した動機は、毎年毎年色々な課題等を明らかにしつつ様々な科学技術政策を展開している訳ですが、その中で、日本全体の研究力を諸外国と比べると、日本の研究力が下がったと指摘がなされているのですが、これはなぜかということ、また研究力が下がったことを指摘するときに使われる指標が論文数、被引用数といったデータなのですが、実際に何が起きているのかということをもう少し見える化できないかということを考えて実施したものです。

めくっていただきますと、まず、これは我々のエビデンスシステム、e-CSTIを作っている中で実施している訳ですが、日本全体でどういう研究資金がどういう形で投入されて、論文数、被引用数といった形でアウトプットが輩出されているのかということを見る化しようというものです。それを実施するに当たって、e-Radに集約されている競争的資金のデータ、それから、例えば運営費交付金の配分などe-Radに集約されていないデータもございまして、それは国大、国研、それから共同利用機関の方々の協力も得ながらそうしたデータを別途収集いたしました。こうした競争的資金あるいは非競争的資金、そういった全ての研究資金を統合し、それを書誌データ 今回はScopusを使っていますが の論文数、被引用数のデータとつなげ合わせました。実際につなぎ合わせるときには研究者個人を結節点として実施しています。

2ページ目、今申し上げたことの概要ですが、具体的には、国立大学86、共同利用機関4、研発法人29、合わせて119機関のうち117機関の協力を得まして実施しました。

3ページ目を見ていただきますと、平成18年度にこの全体の研究資金のデータを集め始めましたので、平成18年度が最新の総研究資金データということになります。これが合計で約6,093億円ということになっています。

それから、その対象のe-Rad研究者の数が8万2,000人ぐらいとなっています。

それから、2ページ目の一番上のところに書きましたが、アウトプットデータの分析を行うにあたっては、本来は資金の投入の後、タイムラグを経てアウトプットが出てきますので、一定のタイムラグを勘案して分析することがよりいいのですが、2018年度以前の研究資金データを入手できませんので、取りあえずアウトプットも2018年のScopusの論文データを用いて分析することといたしました。ファンディングの獲得の状況が、1年、2年、3年で大きく変わってしまうことがなければ、こうした前提を置いて大丈夫ではないかという仮説を置いて、取りあえず今回の分析をしたということでございます。

4 ページ目以降にその結果の全体像を示します。

4 ページ目を見ていただきますと、この約 8 万 2 , 0 0 0 人の人たちが、どういう年齢の分布なのかというのが下のグラフに描いてございます。

上の方に、それぞれの年齢ごとに、年間の総研究費として幾ら配分されているかというのを、それぞれの年代、年齢の平均値を取ったものが青いバー。それから、青いバーの途中に白い線が入っているかと思いますが、これは、中央値になります。ですから、この白いバーの下に半分の研究者がいるということになります。これを見ていただきますと、年齢が 3 0 歳ぐらいから 6 0 歳ぐらいにかけて、平均値としては年間の研究費が 1 人当たり 5 0 0 万円ぐらいから 9 0 0 万円弱ぐらいまで上がっていくということになってございますが、中央値を見ますと、大体 2 0 0 万から 2 5 0 万ぐらいの辺りでずっと年齢で変わらず、むしろ年齢が高くなると若干下がってきているという傾向もあり、年齢が大きくなると平均値と中央値の間のギャップがどんどん開いていくという傾向が見られます。

それから、次のページ以降ですが、4 ページ目に書かれていたような研究費の種類ごとに、具体的には運営費交付金等、科研費、科研費以外のその他競争的資金、あと民間からの受託研究費など、7 種類ぐらいの分類に分けて集計したものを 7 つのグラフで描いています。

主なものが 5 ページ目でございます。5 ページ目を見ていただきますと、左側、運営費交付金に関しましては、全研究者のうち、どの年代も大体 9 割以上の人たちが獲得しており、平均値でいうと約 2 0 0 万円、中央値でいうと約 7 0 万円、年齢にかかわらず大体その金額を獲得しているということが見受けられます。

次に、科研費については、これは年間大体 3 0 0 万円ぐらい、年齢にかかわらず配分されています。中央値については、若い人は平均値と中央値は相当近いのですが、年が上がってくると少しギャップが開いてくるという特徴がございます。

それから、科研費以外のその他競争的資金のところを見ていただきますと、年齢が上がるに伴って平均値としては 1 , 0 0 0 万円ぐらいまでどんどん上がっていきませんが、中央値はほとんど上がっていません。要するにほんの一部の人たちが非常に大きな金額を得ているという構図になっているということが見て取れる訳であります。

それから、6 ページ目、7 ページ目に、その他の資金の傾向を掲載しておりますが、少し額が小さいこともあり、説明は省略させていただきます。

7 ページまでは資金源ごとに、年齢ごとに集計したのですが、実際には、研究者個人に着目しますと、人によっては獲得している資金の組み合わせが異なっており、いろいろな資金を

多く獲得しておられる人もいる一方で、一部の資金しか獲得できていない人もおられるので、  
どういう組合せで資金を皆さんが獲得しているのかということ进行分析するために、幾つかのカ  
テゴリに分けて集計しました。その結果が8ページ目以降になります。

左の上のグラフを見ていただきますと、年間、色々な資金を獲得していたとしても、201  
8年度の年間資金のうちの50%超以上を運営費交付金に依存している人、年間の資金のうち  
半分以上科研費に依存している人、科研費以外のその他競争的資金に依存している人といった  
ような分類で研究者をグループ分けしました。全体の8万人の内訳を見ますと、運営費交付金  
に50%超以上依存している人たちは一番人数が多く3万人強います。次に多いのが科研費に  
依存している人。その他競争的資金に依存している人というのは少ないということが見て取れ  
るかと思えます。

8ページ目の一番右側のグラフを見ていただけると思いますが、それぞれのグループごとに  
年間獲得研究資金、平均すると幾ら獲得しているのかというものを計算したのになります、  
運営費交付金に依存している人は年間でいうと400万円弱、科研費に依存している人は50  
0万円弱となっています。その他競争的資金に依存している人は約2,800万円ということ  
でして、どのグループに属しているかによって1人当たり獲得している額は大きく異なります。  
また、運営費交付金に依存している人でも中央値は平均値よりも相当低くなっていることがわ  
かりますので、運営費交付金を獲得している額も人によって大きく異なっているということが  
見て取れます。

これで個人ごとにどのような種類の資金をどの程度の金額受け取っているかが分かる訳です  
ので、それぞれの個人ごとに、2018年に何本の論文を出し、論文ごとに被引用数は何本ぐ  
らい獲得しているのかということの関係进行分析したのが9ページ目以降です。

9ページ目の、まず、左上を見ていただければと思えます。論文数に着目しますと、運営費  
交付金に依存している人たちは年間に1本少々の論文を書いている一方、科研費に依存してい  
る人たちは2.5本強書いています。その他競争的資金に依存している人は4本弱ということ  
で、その他競争的資金を獲得している人たちは、やはり論文を多く出しているということが見  
えます。

ただ、先ほどのグラフにありましたように、獲得している資金がその他競争的資金の人は非  
常に多くなっていますので、資金当たりの論文数、論文の生産性を見ますと、順序は変わっ  
てきて、一番パフォーマンスがいいのは科研費、次に運営費交付金と、その他競争的資金は  
パフォーマンスが悪いという結果が得られました。

右側のグラフの被引用数の方を見ますと、論文当たり被引用数は、運営費交付金、科研費、その他競争的失禁のどのカテゴリーもあまり違いがないということですが、獲得資金の金額の違いがございますので、資金当たりで見ますと、被引用数についても論文数と同様の傾向にあることが分かります。

最後に、10ページを見ていただきますと、先ほどの9ページの分析で合ったような全部の論文の集計値を用いた分析ではなく、特に世界的に高く引用されている論文、すなわちトップ1%論文、トップ10%論文に限定して分析を行いました。その結果が10ページ目に示されています。

これを見ていただきますと、大体トップ10%論文の方の傾向は、先ほどの全体の、全論文の傾向とほぼ同様の傾向となっておりますが、トップ1%論文の方を見ますと若干違うところがございます。左側の点線で赤く囲ったところですが、金額当たりのトップ1%論文に着目した論文数が、全論文数で分析した時には運営費交付金に依存している人の生産性が科研費に依存している人よりもかなり差をつけられていたのですが、そのこのところの差がほとんどなくなっていることが分かります。並び立つくらい近くなっていて、運営費交付金のパフォーマンスが高いというところが見えてくるかと思えます。

今回の分析は資金の種類ごとに分けて平均値を用いながら分析を実施しましたが、実際には、先ほどありましたように、平均値と中央値の隔たりが結構大きいということになってございますので、それぞれの資金ごとに、もう少し中の分布の状況も勘案した形で分析を行うことにより、何が起きているのかというのを今後更に引き続き分析して、また皆さん方にフィードバックさせていただければと考えています。

私からは以上です。

上山議員 では、このたびの指標・ロジックチャートの話はとても重要だと思えますが、それをサポートするような資金の分析も今御覧になっていただきました。15分ほど時間延長させていただいて、議論させていただきたいと思えます。どなたからでもどうぞ。

まず、最初にお手が挙がったのが篠原議員です。よろしく申し上げます。

篠原議員 ありがとうございます。

今御説明いただいた分析が非常に面白いと思ったのですが、最後の方でトップ1%論文とかトップ10%論文というお話がございましたが、有名な国際会議の論文とか、そうしたのがカウントされていないのでしょうか。というのは、年間の活動費が200万円とか100万円を切っているような状態だと、いわゆる国際会議への出席というのはなかなかできないと思うの

です。いわゆる研究者一人の人間が最低限の学会活動、国際会議などを含めてやっていこうと思うと、とてもではないですが100万円などでは海外出張のお金も出ませんから、できないと思うのですが、この辺りのトップ1%論文ではなくて、いわゆる著名な国際会議への貢献という観点の分析というのはいかがなのか、教えていただければと思います。

宮本参事官 取りあえずこれは、世界の著名な論文誌とかに投稿されたものということでカウントしていますが、実際に国際会議で発表したかどうかというのは、多分別途そうしたデータが取ればやれると思うのですが、今のところ、まだそこは取れていないので、この中では行っておりません。

篠原議員 分かりました。分野によっては、いわゆる論文よりも国際会議の方が重要度が高い分野というのは最近とても増えていますので、是非この論文以外の国際会議についても、データの取得とか分析をお願いできればと思います。

以上です。

上山議員 プロシーディングズは中々、包括的にデータを取るのは難しいので。でも、確かに重要な点です。

あともう一つは、プレプリントのデータかもしれませんね。プレプリントで、アクセスされるかどうか分からないまま、全部放り込んでいるようなものということもあるかもしれません。それは少しまた追いかけてたいと思います。

ありがとうございます。

次は松尾議員ですね。どうぞ。

松尾議員 質問と意見です。

まず、5ページの、平均、年額のところの運営費交付金。1人当たりの獲得額というのは、その大学が発表している運営費交付金の中の研究費の総額を研究者で割った額なのですか。物件費なのですか。何をもちて運営費交付金からの研究費と言っているのですか。この点は、結構重要で、運営費交付金のパフォーマンスはどうかというのを考えるときに、一体、運営費交付金を何に充てているのかというのは非常に重要かと思います。

それから、意見なのですが、科研費や運営費交付金以外の競争的資金なのですが、これは、当然、それぞれの資金には目的がありますよね。科研費はもう当然自由な発想で研究をやって、それで論文を書いていくと。しかし、例えばJST、NEDO等々からの研究費というのは必ずしもそうしたものではなくて、ここでも議論されていますが、例えば社会実装を目的にするとか、企業との共同研究を目的にするということであれば、当然、論文という観点だけから見

ると減ってしまいますよね。この点は結構大きくて、というのは、研究のエンドポイントの一番大きな目標を立てるときに、もしトップ10%論文と研究費との関係だけでいくとやはりお金の使い方を誤るので、エンドポイントを考えるとにも重要なので、その辺りの要素があるのかなと思ったのですが、その点も是非コメントをお願いします。

上山議員 最初のポイントは宮本参事官からお願いします。

二つ目は、中澤企画官がやってくれたみたいに、結局、かなり研究のインパクトをどう計るかというところと関わっているのですね。これは、まだまだ実は世界中でうまくいっていないという状態です。ですから、第6期については、その指標を開発するというを目的とするというぐらいしか書けないかと思っております。だから、それを書くことによって、それはエンカレッジしていくということが出来るかと思っています。

宮本参事官からどうぞ。

宮本参事官 1点目の運営費交付金を、どうやって出したのかということですが、これは各大学で、財務諸表を作成する際に研究経費をカウントすることとなっており、その中から運営費交付金等由来のものを抽出していただくというを行っています。また、運営費交付金等につきましては、運営費交付金だけではなく学生王付近や色々な獲得外部資金研究費の間接経費を集めそれを原資として、間接経費を捻出しているわけですが、それらの支出がどこでいくらの金額されたかを大学の財務システムで各部局や研究室単位まで追っていきもらい把握したのになります。さらに、研究室単位まで追った後、研究室の中で、研究室に所属する e - R a d の研究者がそれぞれ幾らを使っているのかまでは詳細に捕捉ができないということでしたので、その場合には研究室に所属する e - R a d 研究者で均等按分するといった処理を行っていただき算出してもらおうといった方法を取って、収集しております。

松尾議員 そうすると、これは、必ずしも運営費交付金だけではないということですね。

宮本参事官 そうです。運営費交付金だけではなくて、間接経費収入とか学納金とか全部含めて、大学で自由度をもって運営できるもの、その中から研究経費として幾らで配分して執行しているかというところのデータとなっています。

松尾議員 分かりました。そのところは、これをもし外へ出されるときに、少し正確に出してもらったらいいかと思います。よろしくをお願いします。

上山議員 ありがとうございます。

では、橋本議員、どうぞ。

橋本議員 今、松尾議員が指摘された2点、全く同じ点ですね。

運営費交付金の中で、それ以外の間接経費も入っているということで、とにかく1人200万円というのにはあり得ない、全然実態を反映していないので、こうしたデータが出ると、何も知らないで話していると思われるのは非常にまずいので。

それで、運営費交付金以外のものも入っていると言いましたが、宮本参事官の説明だったら、そうであっても、各研究室に入ったお金なのだとおっしゃっているのです。それもやはりおかしいのですよね。我々の実感と合わないのですね。本部から、要するに大学の収入として得られたものの中で、各研究室に入ったお金を1人当たりにしたらこうだというのは、これでも全然おかしくて、200万ということは絶対にあり得ないのですよね。

なので、多分、中央経費が入っているのです、これ。中央経費がかなり入っているものを、なぜかそのような数値となって出ているので、そこは是非分かった上で、まだ今回はこれはクリアにできないと思いますが、実態の感覚とは全く違うということをつかんだ上で、取り扱っていただきたい。そうしないと、我々のコミュニティに関わってくるとおっしゃるので。というのが1点目です。

2点目も、松尾議員の言われたとおりでして、それ以外のお金というのは目的によって全然違うので、論文を書く生産性が下がるということは当然なので。逆に言えば、上山議員が言われたように、こうしたデータが出るように、別の視点が、指標が必要なのだということをつかんだためのデータとしてこれを使うというのはとても意味があると思うので、少しその辺りを工夫したいなと思います。

以上がコメントで、中澤企画官の出してくれた指標の話はとても重要なので、中澤企画官の資料の11ページについて、少しコメントさせてください。

まず、国際賞の受賞とかノーベル賞というのは、これは当然ながら随分昔の結果なので、ここから先、例えば5年間の計画をやったときに、5年以内にノーベル賞も、それから世界的に評価の高い国際賞も出てこないで、これは参考として使えるものの、今やっている政策がうまくいっているかどうかの指標にはならないと思うのですね。そこは考えないといけなくて、であるとすると、若手が得られる賞、国際的に結構今そうしたのが出ていますのでね、若手に与えるものが。そうしたのを持ってくると、それは今やっている政策に反映する可能性があるから、少しそうした観点で調べていただきたいと思いました。

それから、下から2番目のサイエンスマップ、これいいですね。サイエンスマップの研究領域における日本の参画度割合の中で、新しいところにどれだけ人が入っているかということ。これ、今とても日本は、いわゆる大陸型が多くて、アイランド型、スモールアイランド型が少

ないのだけど、それを、スモールアイランド型がどれくらい増えているかみたいなことはとても意味があると思うので、もう少し深掘りして検討するとよいかと思います。私も色々考えてみたいと思います。

それから3点目は、先ほど言った論文以外の評価ということに関わるのですが、クラリベイトが国立研究所のグローバルランキングというのをやっているのです。それは、イノベーション力をランキングしているのですね。イノベーション力はどうやって計っているのですかと少し聞いたら、きちんと教えてくれなかったのですが、少しヒントをくれて、例えば論文は、特許に引用された論文数がどれだけあるかみたいな、そうした少し違った指標を持っているのですね。マテリアルで大変活躍している細野さんが言っていたことを思い出しまして、細野さんは大きな仕事としてIGZOの話と、それから鉄系超伝導体の話があるのですが、IGZOは産業化していて、鉄系超伝導体は産業化していないのですが、論文の引用だったら鉄系半導体の方がとても多いと言っていると思うのですが、でも、特許に引用されているのは鉄系半導体はほとんどなくて、ほとんどIGZOがすごいのだと言っていて、全く違うということをやっていたのを思い出しまして。

そうした意味では、特許とひも付けされた論文とか、そうした観点があるので、是非少くクラリベイトの方に取材して、どこまで教えてくれるか分からないのですが、どういう評価をしているのかというのを聞き出すというのは一つの方法たるかなと思いました。

以上です。

上山議員 ありがとうございます。

運営費交付金由来の金は基盤経費ということですが、これは、もう少し詳しく分析して、中身をお見せするようにします。

宮本参事官 松尾議員から御指摘いただいた運営費交付金等の定義を明確に記載しておくべきとの御指摘につきましては、3ページ目のところに運営費交付金等の定義として間接経費、それから病院収入、学生納付金等を含むという説明を記載しておりますので、それだけコメントさせていただきます。

それからあと、運営費交付金の配分額が平均すると一人当たり200万円となっているのが大学の実感からすると大きすぎるのではないかと御指摘についてですが、平均値では確かに200万円なのですが、中央値で見ますと60万円、70万円になっており、これをもう少し細かく見ていきますと、例えば国立大学第1類型については大体平均60万円ぐらい、一方で、研究開発法人は1人600万円以上となっているということが分かってきていますので、機関

によって全然額が違うということがあるかと考えています。ただ、日本全国で平均を取ると200万円になっている模様でありますので、その辺り含めてどうなっているか、今後もう少し分析を進めていきたいと考えています。

私から以上です。

橋本議員 研究開発法人600万円も実態と合っていないので。

上山議員 赤池参事官、どうぞ。

赤池参事官 一言だけ。賞を指標化するときにはタイムラグが大事で、ほとんどの賞には必ずどういう成果によってというのがひも付いていることが多いので、それでタイムラグもしっかり考えるというのと、それともう一つは、領域、特許への引用、サイエンスリンケージという指標もございますが、これは、やはり少し分野ごとにより特徴がありますので、そうしたことも含めて、19ページ、10ページにあるように、指標の研究を進めていきたいと思っております。

上山議員 では、小谷議員、どうぞ。

小谷議員 資料2の6ページ目のその他の競争的資金で、高齢の方の金額は多いですが、この中に例えば寄付金のようなものが、寄付講座とか共同研究講座のようなものが入っているかどうか教えてください。大学では、60歳で給料が下がるので、自分の人件費をどこから稼がないと研究できないので、そのような形で使われているのか、それとも、純粹に研究費なのかという点が知りたいです。

上山議員 宮本参事官、どうぞ。

宮本参事官 これは、民間から来ている寄付金についてどうなっているのかと質問されたと理解しておりますが、民間から来ている寄付金につきましては7ページ目にありますように、これはその他競争的資金とは別に把握しています。ですから、民間から来ているものは、治験というのと寄付金というのと、それから民間からの受託研究費の3種類に分類して補足しております。

上山議員 よろしいでしょうか。

小谷議員 ありがとうございます。

上山議員 では、梶原議員、どうぞ。

梶原議員 資料1の研究力強化の指標についてですが、企業の投資は当然重要なのですが、ほかの外部資金も含めた全体を捉える指標も必要と思います。また、サイエンスマップのお話がありましたが、新規分野や融合分野について新しい指標を入れる方がよいと思います。

また研究力を論文数以外でも評価できるようにということで、御検討されていることが11ページに出てきているのだと思うのですが、この中、特に2番目、3番目の項目は過去のデータは取れるのでしょうか。全ての項目で過去のデータが取れるのか伺いたいと思いますのでお願いします。

上山議員 中澤企画官。

中澤企画官 過去から遡って取れるものが多いとは思いますが。ただ、現状、冒頭、篠原議員からもありましたが、国際的な学会での基調講演数のようなものというのは、少し範囲をどこにするかというようなこともあって、中々整理したデータは現状ないということが分かりました。

上山議員 よろしいでしょうか。

それでは、梶田先生、どうぞ。

梶田議員 ありがとうございます。

資料1の15ページなのですが、「Top X%補正論文数割合」ということで、日本がトップ10%論文割合が、10%に届いていないというのは知っていたのですが、20%も30%も、両方とも、世界の平均的ないい論文の割合より、日本は全体として下回っているという。これは、やはり深刻に受け止めないといけないデータだろうと思いました。今特に若い人が短期的な職をつないでいくということで、ただただ論文を書くということに精力を使ってしまっていますが、やはりいい論文を書くという、そうした姿勢を国として作っていかないといけないのではないかと思います。最低限トップ10%論文の割合は10%を超えるし、20%論文の割合は20%を超えると、研究力が世界平均以上になるという、そうしたことが必要なのではないかと、この絵を見て強く思いました。

そうしたことを見て、7ページの研究力強化の大きい図を見ると、「Top 10%論文数」というのが右上の方に青に赤丸で書かれています。ここにトップ10%論文の割合みたいなものも入れ、少し方向転換をして、数だけではなくて、研究の質ということも考えていく必要があるのではないかと、感想ですが、思いました。

以上です。

上山議員 ありがとうございます。

割合ですね。中澤企画官、どうでしょうか。

中澤企画官 恐縮です。1点補足させていただきます。

現状、この6ページ目を書き方も、すみません、これは、割合も含まれておりまして、かつ、

第5期基本計画の目標値としても、トップ10%論文の全体に占める割合を10%にするという目標設定はしているところ、それが今8.数%という状況です。

梶田議員 分かりました。ありがとうございます。

上山議員 シグナルとしては非常にインパクトのあるデータですので、それは指標として取り上げていきたいと思います。

ほかの方々、よろしいでしょうか。我々の方ではこんなことを準備しましたが、また更に内容が細かいものが出てくると思いますが、それでお話をさせていただきたいと思います。

では、この指標関連のセッションはこれで閉じさせていただきます。どうもありがとうございました。

午後0時21分 閉会