

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 平成29年8月10日（木）10：39～11：11
- 場 所 中央合同庁舎第8号館 6階623会議室
- 出席者 久間議員、原山議員、上山議員、内山田議員
山脇政策統括官、進藤大臣官房審議官、生川大臣官房審議官、
黒田大臣官房審議官、柳大臣官房審議官、室谷参事官
文部科学省 科学技術・学術政策研究所（NISTEP） 加藤所長、
同 科学技術・学術基盤調査研究室 伊神室長

〔議事概要〕

議題 科学技術指標2017及び科学研究のベンチマーキング2017について

○原山議員 おはようございます。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させていただきます。

本日の議題は1つです。科学技術指標2017及び科学研究のベンチマーキング2017についてということで、科学技術・学術政策研究所（NISTEP）からの御発表です。公開ということで開催させていただきます。

まずは、加藤所長から御説明頂きます。

○加藤所長（NISTEP） 科学技術・学術政策研究所 所長の加藤でございます。

本日は、昨日公表になりました当研究所の報告2件、「科学技術指標2017」と「科学研究のベンチマーキング2017」を御説明させていただきます。報告の取りまとめに当たりました当研究所の科学技術・学術基盤調査研究室長の伊神も同席させて頂いております。

それでは、まず「科学技術指標2017」から、概要を説明させて頂きたいと思います。

この「科学技術指標」が何なのかということですが、1991年に初めて公表し、2005年からは毎年公表しております。

科学技術活動を「研究開発費」、「研究開発人材」、「高等教育」、「研究開発のアウトプット」、「科学技術とイノベーション」の5つのカテゴリーに分類し、約150の指標を使っ

て、日本、主要国の状況を把握しています。時系列データが入手可能なものについては、80年代からの変化を示しています。

また、今回の2017では、25の指標につきまして、新たに掲載したものが20、また、可視化方法の工夫を図ったものが5つございます。新しい指標については、この資料の中で、「New」という印を付けてございます。

それでは、以下、ポイントですが、まず1番目として研究開発費です。研究開発費総額は、米国、中国に次いで3位です。2015年では18.9兆円、これは総務省の科学技術研究調査の値によるものです。

一方、OECDでは、国際比較の為に、大学の研究者の person 費を研究に専従したとした場合の換算を行っております。それに基づく17.4兆円ということです。

下の方に、部門別の研究開発費がございまして、いずれの国も企業が多いですが、特に日本、中国、韓国などは、企業で使われる研究開発費の割合が多いということです。

次に4ページ、科学技術予算の規模であります。それぞれの国の対GDP比率で示しておりますが、日本は最新の2015年で0.65%ということで、主要国の中では、韓国、中国、ドイツ、米国に次ぐ水準です。

韓国は、青色に×印で示していますが、2000年代に入って非常に勢いで伸びております。

また中国も、最近、揺らぎがございまして、やはり2000年代に入って非常に伸びてきているという状況です。

それから5ページ、研究開発費の負担セクターと、実際に使っているセクターの関係ですが、日本では、負担については、企業で約8割負担しており、使っているサイドで見ても、企業で約8割使われています。企業から大学への流れなどは、非常に小さいという状況です。

次に、研究開発費の状況ですが、政府から企業への支援です。

まず直接的支援について、これは政府から企業に直接流れるお金であります。これは対GDP比で、ほかの国と比べて最も小さい。左にグラフがございまして、濃い青が直接的支援ですが、最も小さいです。

それから、日本や米国では、政府からの直接的支援が大規模企業に集中しています。これが右側のグラフですが、政府による直接支援が、企業の規模で、どんなところにどれだけ行っているかということですが、日本ですと500人以上の規模のところは9割近くが行っておりますが、一方、ドイツや韓国を見ますと、非常に規模の小さいところ、500人未満のところは

半分以上が行っているというような状況であります。

続いて、人材の関係でございます。

7ページ、研究者数について、各国、研究に専従とした場合、何人に相当するかというフルタイム・イクイバレント換算をしたもので比較致しますが、日本は2016年で、66.2万人で、中国の162万、米国の135.2万に次いで第3位であります。

また、下に部門別研究者数がございます。日本は企業が最も多いですが、大学の研究者はフルタイム・イクイバレント換算すると13.7万です。それで、ほかの国を見て頂きますと、大学の研究者は、ドイツが10.2万、イギリスは日本より多い16.9万というような数になってございます。

次の8ページが、企業で働いている研究者の専門分野と、どの業界で働いているかという関係であります。

左側が研究者の専門分野で、これは大学で学んだ際の専門分野ではなく、今どの分野の仕事をしているか、それと所属する企業の分類ということで、日本では工学系の専門知識を持つ研究者が多く占めている一方、上に情報科学という部門がございます。7.7%ですが、その研究者の多くは情報通信業で働いていて、ほかのセクターに余りまだ入ってきていないというところでございます。

9ページは研究支援者の比較ですが、日本はテクニシャンより、その他の支援スタッフの方が多い傾向にあります。特に公的機関、これは国立研究開発法人などが入りますが、その他の支援スタッフには、管理や事務スタッフなども勘定しており、幾つかの国立研究開発法人では、大型のプロジェクト・マネジメントなどに関わる人材が非常に多く占めており、そうしたものが勘定されているということかと思えます。

10～11ページは、修士課程修了者の就職状況です。10ページは理工系の修士課程、博士課程修了者です。左が修士課程で、これは修士課程を修了した年度の翌年度の5月1日時点での数字ですが、約9割が就職しておりまして、ほとんどが無期雇用の職員として就職しております。

一方、右側の博士課程修了者ですが、就職している割合が約7割、無期雇用しているのが5割という状況です。

11ページが、新しい部分であり、人文・社会系の大学院修了者の進路です。

左が修士課程ですが、全体の6割が就職、それから、右が博士で全体の5割が就職ですが、

博士を見ますと、無期雇用の職員として就職しているのが約3割という状況です。

続いて、12ページが、各学位段階の取得者の状況です。

人口当たりで示していますが、各国共通として見られる傾向としては、学位が上がっていくほど、自然科学の割合が増えていく傾向がございます。最も右が博士号取得者ですが、日本は人口当たりで見ますと、2008年から13年に向けて下がっているという状況です。一方、ほかの国は非常に軒並み上がっているという状況であります。

13ページは研究開発のアウトプットということで、まず論文ですが、この表は分数カウントの値で示してございます。

下に分数カウント、整数カウントの説明がございまして、日本の研究機関と米国の研究機関が共著した場合、日本2分の1、米国2分の1と数えるのが分数カウントであり、論文生産への貢献度を示す。一方、整数カウントというのは、そのような場合、日本でも1本、米国でも1本という勘定をして、論文の生産への関与を示すということです。

これで見ますと、論文数については、全体の論文数については2003年から2005年では2位であったものが、2013年から15年では4位に落ちております。

また、Top10%、Top1%も、10年前は4位であったものが、9位に落ちているという状況です。

それから14ページ、論文の分野の傾向について、日本の状況が中央ですが、80年代前半では、基礎生命科学、化学、物理学の割合が多かったですが、その後、化学、基礎生命科学が減少して、最近、臨床医学というのが増えているという状況です。

15ページ、特許の関係であります。今回、特許では、パテントファミリーというもので勘定しております。これは優先権によって直接、間接に結び付けられた2か国以上への特許出願の束で勘定しております。出願数だけで勘定しますと、同じ中身で複数の国に出願していると、非常に数が重複して勘定してしまうということがあるので、今回、パテントファミリーという勘定の仕方をしていきます。

このパテントファミリー数で見ますと、日本は2000年代の初頭も1位であったし、現在も1位をキープしている。左側に表が2つございます。

一方、この表で、もう1個注目すべき点としては、韓国がパテントファミリー数で約3倍ぐらいになってきているというのと、10年前には、トップテンには入っていなかった中国、台湾が5位、6位というようなところを占めるようになってきているという状況です。

それから、パテントファミリーの技術分野の傾向ですが、全世界と日本、並べてありますが、日本は電気工学と一般機器の割合が、全世界の状況に比べて高いというのと、バイオテクノロジー・医薬品、或いはバイオ・医療機器の割合が世界全体と比べて低いという状況であります。

16 ページにまいりまして、技術とサイエンスのリンケージですが、論文を引用しているパテントファミリーの状況ですが、左側の表ですが、論文を引用しているパテントファミリー数で見ますと、日本は米国に次いで2位という状況です。

一方、更に右にありますのが、論文を引用しているパテントファミリーは、その国のパテントファミリー数全体のうちのどれぐらいの割合かというので見ますと、日本は9%ということ結構低い値になっています。ほかの欧米諸国は20%台などが多いですが、そういう状況です。

右側は今度、逆に、パテントファミリーに引用されている論文がどうかということですが、日本は米国に次いで2位であります。

また、日本で生み出された論文のうち、どれぐらいがパテントファミリーに引用されているかという数字が最も右にあり、1.5%で、ほかの国に比べて高い数字になっているということです。この辺りは全て、今回の新しい指標であります。

それから17ページ、技術分野ごとにどれぐらい論文を引用しているパテントファミリー数の割合があるかですが、これの一般機器、電気工学のところを御覧頂きますと、日本でのパテントファミリー数が世界と比べて相対的に多い分野ですが、論文を引用しているパテントファミリーの割合ということになると、欧米諸国よりも低いというような状況になっております。

それから、18ページですが、このパテントへの論文の引用、これは国境を越えてどんどん行われておりますが、パテントファミリーに多く引用されている論文分野は、左を見ますと、基礎生命科学、化学、臨床医学といった分野の論文がパテントに多く引用されている。

では、日本の論文はどの国のパテントファミリーに引用されているのかということが、19ページでありまして、この辺りも新しい情報ですが、材料科学や、物理学の分野の論文は、かなり日本のパテントに引用されております。

一方、臨床医学とか基礎生命科学を見ますと、日本の特許に引用されているのは3割程度ですが、むしろほかの国に多く引用されている。米国、ドイツなどの特許に多く引用されているという状況であります。

次に、イノベーションの関係ですが、技術とイノベーションの関係ですが、まず、テクノロ

ジー貿易収支ですが、左がハイテクノロジー、医薬品、電子機器、航空・宇宙、それから右がミディアムハイテクノロジーです。ハイテクノロジーで見ますと、日本は2011年以降、1を下回っておりまして、入超になっております。日本の場合は、輸出も輸入もほとんどが電子機器という状況です。

それから、右のミディアムハイテクノロジーですが、日本はこれらの国の中では、非常に高い状況であります。少しずつ減ってはいますが、高い状況です。日本の場合はほとんど自動車、機械器具が大きな割合を占めているという状況です。

21ページが、開業率、廃業率の関係です。開業率が廃業率より若干高いですが、他国と比較すると開業率、廃業率ともに低いということです。それから、時系列的にもほとんど変化がないといった状況です。

それから、22ページ、起業に無関心な人の割合の推移ですが、日本が非常にほかの国に比べて8割近くで高い水準にある。最近またそれが上がってきているという状況があります。

また、右は、起業後の企業生存率の推移ですが、日本の場合は一旦起業すると、結構長続きしている。5年後でも8割ぐらいがまだ続いているという状況です。

続いて、「ベンチマーキング」ですが、こちらは、データベースを基に、論文数や、Top 10%、1%などを使ってやっております。これは2008年から隔年でまとめており、今回6回目ということです。

今回は、特に、論文産出構造の時系列変化を部門別とか分野別の状況を出しておるのが、新しいところであります。

3ページは、先ほども御説明した論文全体の状況ですが、シェアでのランクが落ちてきている様子でございます。

それで、4ページ、5ページも、それぞれ整数カウント、分数カウントでの状況ですが、整数カウントで見ましても、若干横ばい、或いは伸びてはいるのですが、他国より伸び方が低いということで、結果的にシェアが下がっているということです。

分数カウントで見ますと、ほかの国が上がっているのに、日本は下がっているという状況があります。

また、6ページは、よく注目されるジャーナルに出ている論文のシェアということですが、左がNATURE、右がCELLですが、日本の状況は、近年は低下で、この2誌、どちらにおいても中国に逆転されているというような状況になってきています。

7 ページが、国際共著の状況ですが、世界的に国際共著の割合が増えております。日本でも、2003年から2005年は22%であったものが、2013、10年後では30.1%と、8ポイント上昇していますが、その下の英国、ドイツ、フランスなどを見ますと、伸び方ももっと大きくて、6割近くという状況です。

それから、下から2番目に中国があります。国際共著率、最近でも24%ですが、とにかく論文の数が多いので、最も右を見ますと国際共著論文数は約6万本という状況です。

8 ページが、国際共著の相手としての日本はどうかということですが、これは米国がどこの国の人と国際共著をやる傾向にあるかというのを見たものですが、全分野では、かつては4位だったものが、今8位に落ちている状況です。どの分野でも中国などが非常に高い、米国から見た場合、共著相手として高い存在になってきているということです。

9 ページからが、新しいところでして、論文の生産本数が伸び悩みになってきている訳ですが、これが論文生産セクター別に見た場合にどうかということがございます。

これが分数カウントでの数字ですが、まず、Ⅱで2000年代の頭を見ますと、企業での論文生産がまず減っている。それから、更にその後、Ⅲの比較では、国立大学での論文生産が減っているという状況で、ネットで3,000本減っています。

最近になると減り方は、おさまってはきていますが、やはり企業での論文生産が減っているということです。

Top 10%が右側ですが、やはり企業で減っているというのと、あと国立大学が最近でも減っているという状況です。こういうところが利いてきているということです。

それから、次は、分野の構成がどうなっているかですが、ここが、論文全体とTop 10%ですが、まず、日本全体の傾向を見ますと、ⅢとかⅣの比較ですと、物理学、化学、材料科学の減少が大きくて、一方、伸びているのは臨床医学や環境・地球科学の分野は伸びているということ。

それから、右側のTop 10%では、今、言ったような臨床医学、環境・地球科学、それから基礎生命科学の増加が主であって、化学、材料科学は減少で効いてきていますが、ネットとしては増えているということです。

一方、分数カウントになると、論文全体の状況は似たようなものですが、Top 10%、11ページの右側ですが、これを見ますと、臨床医学、環境・地球科学は増加側で効いていますが、化学、材料科学、物理学、基礎生命科学といったものの減少分が大きくて、ネットでマイ

ナスになっているという状況であります。

それから、その8分野の中の更に詳細な分野で見るとどうかということで、8分野のうちの4つの分野（材料科学、物理学、工学、臨床医学）について見ておりましたが、例えば材料科学ですと、「材料科学、総合」、「冶金、冶金工学」といったような分野での論文が減っている状況がございます。

それから臨床医学について、ここは最近増えているのですが、臨床医学の中で見て、この「複合科学」というカテゴリーの増え方が大きいですが、何かというと、複数の幅広い分野の論文を載せているジャーナルに載った臨床医学分野のものということです。

具体的にはNATURE、SCIENCEなど、このほか実際に多いのは、PLOS ONEというオープンアクセスジャーナルに載った論文が、ここでは非常に大きな部分を占めているという状況です。

まとめですが、過去10年間で論文数の伸び悩みが見られるとともに、Top 10%、Top 1%の世界ランクが低下傾向にあります。

論文産出構造ですが、論文数シェアの5割を占める国立大学の論文数が2000年代半ばから伸び悩んでいる。また、企業からの論文数が90年代から継続して減少しています。

研究活動の国際化は拡大しております。日本も進展していますが、それ以上に中国の存在感が増大しています。

分野別の状況、今、申し上げましたが、臨床医学の論文数が増加する一方で、物理、化学、材料科学の論文が減少している。また、こうしたそれぞれの分野内においても、研究内容に変化が起きているという状況です。

説明が長くなりましたが、以上です。

○原山議員 有難うございました。御質問、コメントがございましたら。如何でしょうか。

○久間議員 企業の学会活動が1980年代、90年代に比べると低下していて、企業の学会員数が激減しています。非常に問題です。質問ですが、全論文のうち企業から出ている論文数を、材料や電気といった分野別に、各国と比較したデータはありますか。あれば非常に参考になると思います。

○伊神室長（NISTEP） 分野別の企業の割合というのは、「科学研究のベンチマーキング2017」の報告書本体の74ページ、75ページの辺りからお示ししております。ただ、日本だけでして、ほかの国は、セクター分類が非常に困難で、今、我々の分析ではできておりません。74ページは、まず論文全体で企業の割合をお示ししておりますが、今、論文全体だと6%です。

以降、76、77で、分野別にどの分野だと企業の割合が高いか、低いかをお示ししております。

ざっと傾向を申しますと、最後に96ページのまとめの図を御覧ください。これは分野別にあります。論文数ですと企業の割合が高いのは、材料科学、計算機・数学、工学、この辺りで企業の割合は高いですが、いずれも過去10年で論文数は減っているという状況です。

○久間議員 なぜ質問したかといいますと、学会活動が、産業競争力にどう影響しているかを時間軸で中長期的に追ってみると、今後役立つデータが出てくると思うのです。

○原山議員 最後にPLOS ONEの話があり、かなり新しいトレンドですが、それが実質どうなっているか、中々見えなかったのですが、アクセスジャーナルの位置付けというのが少しずつ見えてきたと思っています。

それから、もう一つ質問といいますか、この中で分野ごとの話があるのですが、融合分野といった複数の分野が関わった際のトレンドというのがどうなっているのか、この中に入っていないかもしれませんが、NISTEPでしてフォローしているのでは。

○伊神室長（NISTEP） 今のこの分析の融合というのは、研究領域の融合ではなくて、いろいろなものが載っているジャーナルという意味です。

ダイレクトに融合研究を分析しているのは、前も御紹介したサイエンスマップになるのですが、その中で、日本は諸外国に比べると融合的な研究、サイエンスマップ上で融合と定義付けられるものに対する参画数は、ほかの国より低い状況になっております。

○上山議員 この減少自体は、基本的に共通認識だと思うのですが、研究開発投資に関しては、他国と比べて相対的には伸びていないといいますか、殆ど変わらない訳ですね。その中で、相

対的に位置が落ちている、どの分野においても。そのことを踏まえての疑問ですが、インプットの額が利いているのか、或いは研究者が属している機関なりの研究環境が利いているのか。後者のデータは少ないですね。例えばですが、レポートの中にあるデータでは、テクニシャンからは減っていて、研究支援スタッフが伸びている。多分明らかにテクニシャンでサポート役の研究をサポートする人がずっと減ってきているということですね。だから研究者の時間を奪っているということの裏腹なのだと思うのです。これはとても面白いのですが、これの時系列を知りたいなと思います。

そういった研究環境に対する政策の間違いが利いているのか、つまり大学とか研究開発法人における研究の環境、研究体制、そこが効いているのかといったことをもう少し考えるべき時期に来ていて、インプットの内容に応じたが必要なのではないかと考えております。単に、競争的資金を投げたらいいというだけではない問題が、構造的にあるのではないかと分析も必要かと考えております。

○加藤所長（NISTEP） 大変重要な御指摘でありまして、実は、政策研のほかのレポートでそういった、特に大学についてインプットがどう変化してきているか調査しております。

全体での額は、フラットな傾向ですが、やはり基盤的経費が減って、競争的資金が増えてきているという状況がある中で、大学間での配分がどうなっているか。そこでの変化が起きています。

それから研究時間についても、やはり最近、研究に使える時間が減ってきているという状況です。一つにはご指摘の通り、テクニシャンが減っているということがあるでしょうし、あと大学の中でも、とにかく委員会の類いが非常に多いといったような状況もあるかと思えます。

ですので、実際、日本の大学の研究者、ヘッドカウントに対して、フルタイム・イクイバレント換算すると研究に従事できている時間は3割程なのです。そこをどうやったらもう少し増やせるかとか、結構様々な複合的なことが利いていると思います。

あとは雇用形態の問題です。年齢層とか雇用形態の問題、やはり若手が先の見通しを持って挑戦的な研究をできるかどうか。それも重要なポイントではないかと思えます。

○上山議員 基盤的経費である運営費交付金が1%12年間にわたって減ってきた。1%の減少でいえば、中央の研究大学における1%と、地方の大学における1%のインパクトが全然違

うと思うのです。そのことを全く考えないで、一律に1%下げてきたという政策は正しかったのかどうかということも含めて、地方の国立大学におけるこの研究開発の環境の変化ということと、論文の減少みたいなことも考える必要があると思います。

○伊神室長（NISTEP） 別の調査ですが、トップ層の大学と地方の大学でアンケート調査を行い、年当たり基盤的に配分される額は幾らぐらいなのかを調査したところ、今の地方の大学は100万円を切ってしまっています。助教や准教も40～50万程度で、実験系の研究は恐らく、競争的資金を取らないと研究できないような状況になっている可能性があります。ただ、これは2012年時点の情報なので、今は更に、もしかしたら減っているかもしれない。そういった調査は一応ございます。

○原山議員 時間の都合もありますので、ここまでとさせていただきます。本日は有難うございました。

以上