

## 寄稿2

# イノベーションシステムの可視化に向けた分析

審査第三部 生命工学 審査官 長部 喜幸  
科学技術振興機構 研究開発戦略センター フェロー 治部 眞里

### 抄録

経済協力開発機構(OECD)で行った分析結果を紹介させていただきます。医薬品産業の俯瞰、特許の質に関する分析手法の開発、基礎研究から応用研究を経て製品に至る「知識の流れ」の分析、国主導で行われる基幹技術の策定に資する分析、等の概要を以下に示しました。御興味ある箇所だけでも御一読いただければ幸いです。

なお、詳細なデータを御覧になりたい方は、注釈に示した元データを参照してください。

## 1. はじめに

イノベーションシステムにおける知識の流れを可視化することに、これまで経済協力開発機構(OECD)は多大な貢献をしてきたといっても過言ではない。OECDではイノベーションシステムの枠組みが提唱され、2010年には「イノベーション戦略」が上梓された。さらに、イノベーションの分析やその計測方法に対しても、OECD Science, Technology and Industry Scoreboard等を通じて提示している。

我々は、2013年から2015年にかけてOECD科学技術イノベーション局(旧科学技術産業局)経済統計分析課に在籍し、主に医薬品分野に着目し、イノベーションシステムの可視化に関する分析を進めてきた。本稿では、我々がOECD在籍中に発表した分析結果をもとに、イノベーションの分析やその計測方法について紹介する。

なお、本稿において示す見解は全て筆者の個人的見解であり、OECD、日本特許庁、又は科学技術振興機構の見解とは無関係であることを予めお断りしておく。

## 2. 新しい指標に基づく医薬品産業の俯瞰<sup>1)</sup>

2015年4月、医療分野の研究開発における基礎から実用化までの一貫した研究開発の推進・成果の円滑な実用化及び医療分野の研究開発のための環境の整備を総合的かつ効果的に行うため、日本医療研究開発機構(AMED)が設立された。

AMEDが実施する項目には、研究分野・研究テーマの取捨選択が関連しており、適切な取捨選択には、確固たるエビデンスに基づいた検討が必須といえる。現在までに、各国の医薬品産業の現状について、売上や研究開発費に基づいた分析からさまざまな問題点があげられている。例えば、OECDでは、研

1) この章の詳細は以下を参照されたい。

・長部 治部, 情報管理, Vol.56 (2013), No.7, Pages 448-458, 日本版NIH創設に向けた新しい指標の開発 (1)  
新しい指標に基づいた医薬品産業の現状俯瞰・将来予測, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/56/7/56\\_448/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/56/7/56_448/_article/-char/ja/)  
・長部 治部, 情報管理, Vol.56 (2013), No.9, Pages 611-621, 日本版NIH創設に向けた新しい指標の開発 (2)  
テクノロジー別にみた医薬品開発の現状俯瞰・将来予測, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/56/9/56\\_611/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/56/9/56_611/_article/-char/ja/)  
・長部 治部, 情報管理, Vol.56 (2013), No.10, Pages 685-696, 日本版NIH創設に向けた新しい指標の開発 (3)  
医薬品開発を担う事業主体に関する分析, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/56/10/56\\_685/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/56/10/56_685/_article/-char/ja/)

究開発費、貿易収支、当局が審査に要する期間などの指標により各国の医薬品産業を俯瞰した報告書が2008年9月に公表された<sup>2)</sup>。また、調査会社による医薬品の売上上位品目の報告や、各製薬企業による自社製品情報の発表があり、これらを収集することにより、医薬品売上の上位品目の開発国を調べた資料も公表されている。しかしながら、これらの指標からは、現在及び過去の研究開発能力や産業競争力が把握できるものの、今後の動向の把握は困難であった。

我々は、論文・特許データ、医薬品候補データ、及び各種企業データなどを有機的に連結した、医薬品産業の将来予測を可能にする新しい指標の開発を試みた。新しい指標により医薬品産業の将来図を俯瞰することで、AMEDや製薬企業における、政策決定・戦略立案に資するエビデンス提供を行えると考える。

我々は、製薬企業等が有する研究開発パイプライン（研究開発段階にある医薬品候補物質のこと。以下、「パイプライン」という）に着目し、分析を行った。医薬品開発は新規候補物質の探索などの「基礎

研究」からはじまり、「非臨床試験」→「治験」→「申請・承認」→「市販」というプロセスを経る。パイプラインは、必ず上記プロセスのいずれかに位置し、各段階のパイプライン数を分析することにより、各国が有する将来の医薬品の相対数を推定することができる。

なお、分析にあたっては、Evaluate社のデータベース EvaluatePharmaを用いた。EvaluatePharmaは、全世界の製薬・バイオテクノロジー業界（約7,560社）の研究開発パイプラインデータ（約45,000製品）、ライセンシングデータ、M&Aデータ等が収録されているデータベースである。

例えば、低分子化合物医薬品<sup>3)</sup>について、1986年から2012年までに開発された医薬品（または開発中の医薬品候補物質）をまとめたものが図1である。図1をみると、米国の「市販」数が圧倒的に多く、日本が2位、次いで韓国、スイス、ドイツ、フランス、英国などが続いている<sup>4)</sup>。（後の分析により、韓国のパイプラインはジェネリック医薬品が多いことがわかった<sup>5)</sup>。）

このように、パイプラインを収集・分析することで、その国の将来性を推測することができる。

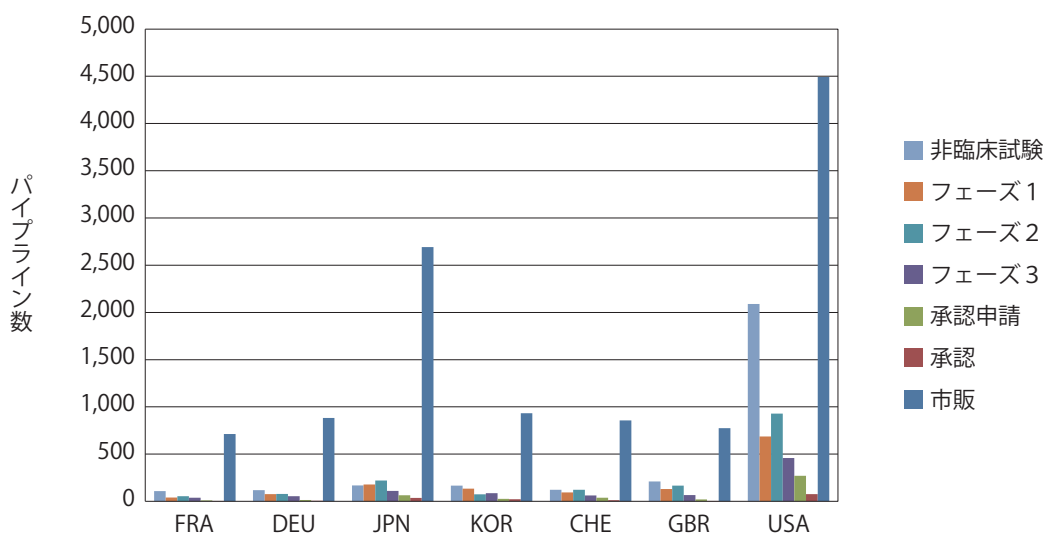


図1 各国の医薬品数・パイプライン数 (低分子医薬品)  
出所) Evaluate社のEvaluate Pharma®を基に作成

2) OECD. "OECD Health Policy Studies : Pharmaceutical Pricing Policies in a Global Market". OECD. 2008-09-24. <http://www.oecd.org/fr/els/systemes-sante/pharmaceuticalpricingpoliciesinaglobalmarket.htm>  
 3) 低分子医薬品とは「血液脳関門を含む細胞膜を容易に透過でき、経口投与が可能であるほどに低分子量の医薬品」と本稿では定義する。消炎鎮痛剤のアスピリンなどがその代表例。  
 4) また、バイオ医薬品についても同様に、1986年から2012年までのデータをまとめ、低分子化合物医薬品にも増して、米国の一人勝ちの状況が見て取れた。情報管理, Vol.56 (2013), No.7, Pages 448-458の図9を参照されたい。  
 5) 詳細は、情報管理, Vol.56 (2013), No.10, Pages 685-696の図1を参照されたい。

つぎに、パイプラインを有している事業主体に着目した分析を行った。

従来、化学合成に強みを持つ日米欧の大手製薬メーカーにおける研究開発体制は、自社研究所で生み出されたシーズを自社内で磨きあげ、製品化して市場に出し、その利益を再度自社の研究開発に回すといった「自前主義」が主流であった。しかしながら、十数年に及ぶ期間、増加の一途をたどる研究開発費を要する近年の開発状況に対処するため、新たなビジネスモデルの確立が必要となってきた。たとえば、海外ではメガファーマ同士の水平合併による資本力の拡大や、ベンチャー企業との機能分担が図られている。また、近年は、パイプラインを社外に求め、リスクを軽減しながら効率的に創薬を行う「オープンイノベーション」が注目され、オープンイノベーションモデルによるパイプラインは、従来の自前主義モデルによるパイプラインよりも、創薬の成功率が約3倍も高いという報告もある<sup>6)</sup>。

そこで、パイプラインを有する事業主体の規模や種類、および、ライセンス状況に着目した分析を行

うことで、複数段階にわたる医薬品開発のプロセス、特に開発段階においてカギとなり得る事業主体の把握を試みた。

Evaluate社のデータベースEvaluatePharmaを用い、パイプラインを有する事業主体を、「中小企業・ベンチャー」、「大企業」、「ジェネリック企業」、「製薬関連企業」、「大学」、「非営利団体」、「政府機関」、および「その他」の8分類に振り分けた<sup>7)</sup>。

まず、図2に、各国のライセンス実績を示した。ライセンス実績数は米国が圧倒的に多いことがわかる。これは、米国が有するパイプラインが最も多く、また米国市場も大きいためといえる。次いで日本のライセンス実績が多いが米国の三分の一程度である。

次に、ライセンス実績を上記8つの事業主体に別け、ライセンス実績の多い上位7カ国について国毎に集計したものが図3である。

米国においては、中小企業・ベンチャーのライセンス実績が最も多いのに対し、日本および欧州諸国では、大企業のライセンス実績が最も多い。図1で

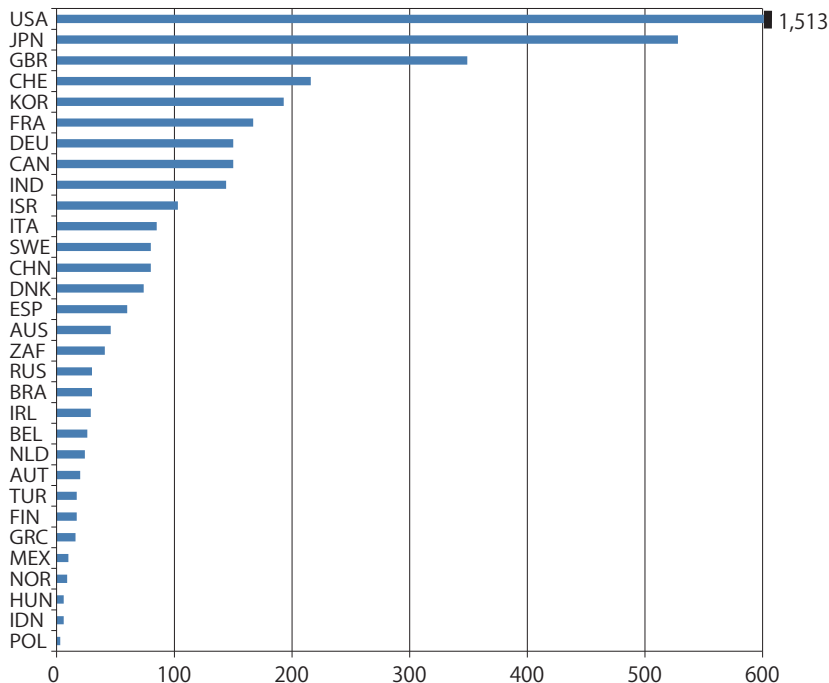


図2 各国のライセンス実績  
出所) Evaluate社のEvaluate Pharma®を基に作成

6) Deloitte, Executing an open innovation model : Cooperation is key to competition for biopharmaceutical companies, 2015, <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/life-sciences-health-care/us-lshc-open-innovation.pdf>

7) 詳細は、情報管理, Vol.56 (2013), No.10, Pages 685-696の表2を参照されたい。

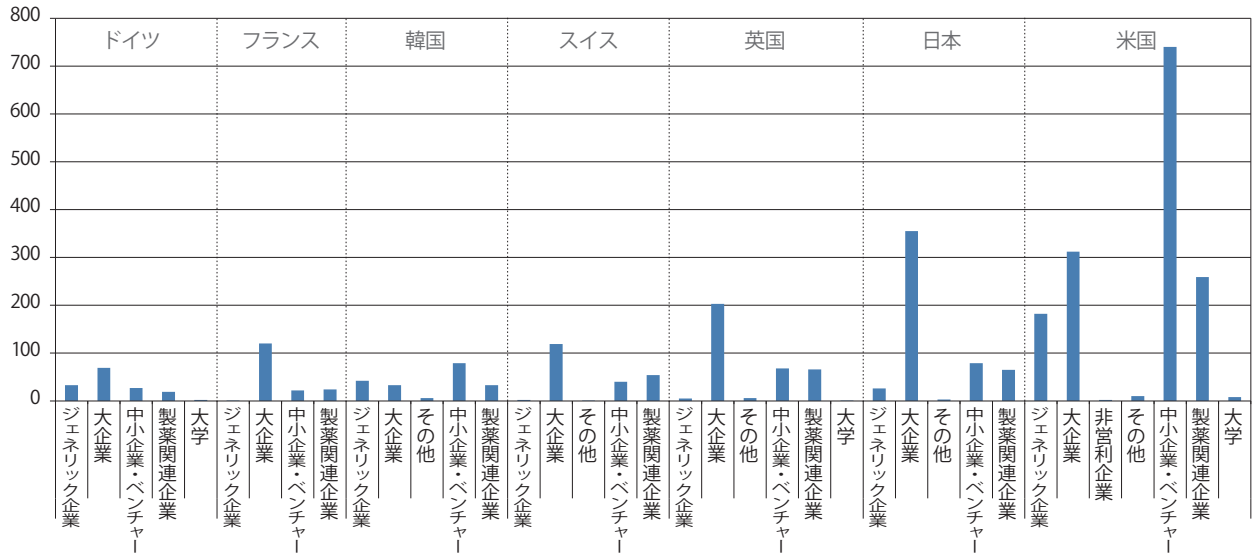


図3 各国のライセンス実績 (国別, 事業主体別)  
出所) Evaluate社のEvaluate Pharma®を基に作成

は、米国の優位性が顕著に見られたが、そのカギは中小企業・ベンチャーにあるものと推測される。

図4は、前述の図2のうち横軸を米国に限定したデータを、事業主体別に整理したものである。すなわち、ライセンシーとしての米国が、どの事業主体からパイプラインを導入しているかを示したものである。図4をみると、大学の有するパイプラインは、中小企業・ベンチャーに最も多く導入されている。また、ライセンシーとしての中小企業・ベンチャー(横軸の中小企業・ベンチャー)は、ライセンサーとしての中小企業・ベンチャーとの取引が活発である。

一方、ライセンシーとしての大企業(横軸の大企業)も、ライセンサーとしての中小企業・ベンチャーとの取引が活発である。

すなわち、米国におけるパイプラインの流れとしては、大学 → 中小企業・ベンチャー → 大企業といった一方的な流れだけでなく、大企業から中小企業・ベンチャー、または、中小企業・ベンチャーから他の中小企業・ベンチャーへという多方向への流れがある。このように多方向の流れを成立させる、中小企業・ベンチャーを中心とした「創薬のラウンドアバウト(円形交差点)」<sup>8)</sup>が開発の初期および中期段階に存在することが、米国の強みといえる。

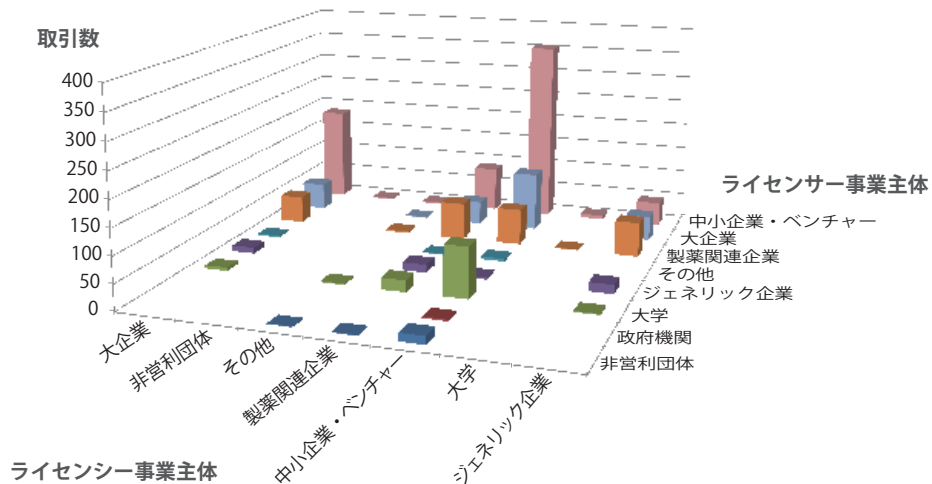


図4 米国のライセンス実績 (事業主体別)  
出所) Evaluate社のEvaluate Pharma®を基に作成

8) ラウンドアバウト：環道交通流に優先権があり、かつ環道交通流は信号機や一時停止などにより中断されない、円形の平面交差点の一方通行制御方式のこと。パリのシャルル・ド・ゴール広場(エトワール凱旋門)にある円形交差点などが挙げられる。

### 3. 特許の質に基づく競争力分析<sup>9)</sup>

上記のとおり、パイプライン情報を分析することにより各国の現状及び将来における新薬創出力を把握できることが示せたが、その前段階の基礎研究における状況は、どうであろうか。前段階の状況を示すには特許出願データが有力であるが、特許出願データには、出願だけで審査請求がされなかったもの、審査段階で拒絶されたもの、特許登録されたものの開発が断念されたもの等が混在しており、単に特許出願数をカウントしただけでは、必ずしも競争力分析に資するデータにはならない。

ここで我々の分析に必要なのは、特許登録後にパイプラインや医薬品の土台となった、いわば製品につながった特許を抽出することである。それには、パイプラインや医薬品に直結する特許を導出するための新しい指標が必要不可欠である。その新しい指標を使用すれば、製品につながるような特許を予測でき、イノベーション創出の基礎研究力を正確に把握することが可能となる。

そこで、IPCコードを使用し、糖尿病治療薬と細胞治療薬に関連する特許をThomson Reuters社の「Derwent World Patents Index (以下、DWPIとする)」から抽出した。さらに、(1)IPCコード数、(2)被引用特許数、(3)引用特許数、(4)特許が引用する非特許文献数、(5)1ファミリーを構成する特許数、を集計した。これを分析データ①とする。

次に、Thomson Reuters社のCortellis for Competitive Intelligenceに収録されたDiabetes Mellitus (糖尿病治療薬)とCell Therapy (細胞治療薬)における医薬品(プログラム)名、開発段階、起源会社名、アブストラクト、医薬品とリンクした特許情報等を抽出した。これを分析データ②とする。

IPCコードを使用して抽出された分析データ①において、分析データ②の中ですでに上市された、またはパイプラインとして開発中の医薬品の特許を【1】、それ以外を【0】の目的変数とし、分析データ①で示した(1)～(5)を説明変数として、二値ロジスティック回帰モデルにより解析を行った。

表1は、ロジスティック回帰分析の結果である。IPCコード数、被引用特許数、引用特許数、特許が引用する非特許文献数、1ファミリーを構成する特許数のうち、個々の研究開発テーマの進捗状況に関連した特許に相関が高いのは、IPCコード数、被引用特許数、特許が引用する非特許文献数、ということがわかる。被引用特許数、特許が引用する非特許文献数が多いほど、またIPCコード数が少ないほど<sup>10)</sup>、進捗状況に関連した特許と言える。上記指標は0.1%有意、1%有意と有意水準が高く、個々の研究開発テーマの進捗状況に関連した特許の指標となる可能性が非常に高いと解釈できる。

そして、二値ロジスティック回帰モデルおよび表1の結果により、式1を導出することができ、これにより、ある特許が医薬品につながった特許(又は

表1 ロジスティック回帰分析の結果

	係数	標準偏差	Z値	Pr(> z )	有意水準
切片	-0.055	0.0824	-0.664	0.50638	
IPC数	-0.009	0.0018	-4.89	1.01E-06	***
被引用特許数	0.0204	0.0031	6.645	3.03E-11	***
引用特許数	0.0037	0.0025	1.516	0.12958	
特許が引用する非特許文献数	0.0037	0.0014	2.626	0.00864	**
1ファミリーを構成する特許数	-0.00062	0.0041	-0.153	0.87859	

(注) \*\*: 有意水準 0.01(1%), \*\*\*: 有意水準 0.001(0.1%)

9) この章の詳細は以下を参照されたい。

・治部 長部, 情報管理, Vol.57 (2014), No.1, Pages 29-37, 日本版NIH創設に向けた新しい指標の開発 (4)   
 パイプラインにつながる特許の判別指標, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/57/1/57\\_29/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/57/1/57_29/_article/-char/ja/)

・治部 長部, 情報管理, Vol.57 (2014), No.3, Pages 178-186, 日本版NIH創設に向けた新しい指標の開発 (5)

パイプラインにつながる特許判別指標の応用, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/57/3/57\\_178/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/57/3/57_178/_article/-char/ja/)

10) この点に関し、後述の注釈18も参照されたい。

医薬品につながらなかった特許) と類似の挙動を示すか否かを計算できる。

$$M = -0.009X_1 + 0.020355X_2 + 0.003728X_3 + 0.003718X_4 - 0.00062X_5 - 0.05474 \quad (\text{式1})$$

(式中  $X_1 \sim X_5$  は、それぞれ上記 (1) ~ (5) を示す)

製薬企業の個々のパイプラインや医薬品につながった特許およびつながらなかった特許を比較した結果、つながった特許は式1のMの値が0より大きい傾向が強いことが判明した<sup>11)</sup>。そこで式1のMの値が0以上のものをパイプラインや医薬品につながった「精製特許ファミリー」として、国毎に特許ファミリー数(低分子医薬品)の再計算を行ったのが図5である。

特許ファミリー数および精製特許ファミリー数においては、米国が圧倒的に強く、日本がそれに続いている。前述のとおり、米国は他国に比して圧倒的に医薬品数・パイプライン数が多いことから、将来においても新薬を創出し続ける可能性が高い。精製特許ファミリー数も多いことから、今後もさらに新

薬を創出していく可能性が高いことがわかる。

日本に関しては、米国に次ぐ第2位の地位は維持できなくなると予想されると述べたが、日本の精製特許ファミリー数を1986-1995年と1996-2005年の2期間で比較すると、米国は増加しているが、日本は減少している。

また、中国の動向も注目すべきである。特許ファミリー数においては日本に続いているが、精製特許ファミリー数においては、特許ファミリー数に比して、圧倒的に少ないことがわかる。

このように、我々の開発した指標により特許データにおいても将来の競争力を推測できる。さらに、日本や中国は、特許ファミリー数は非常に多いが、パイプラインや医薬品につながるような特許は少なく、米国のように効率的な特許出願ではないということも分析できる。

#### 4. 医薬品研究開発における知識の流れ<sup>12)</sup>

イノベーション研究においては、地政学的空間、時間、組織の枠、共同研究等における「知識の流れ」が

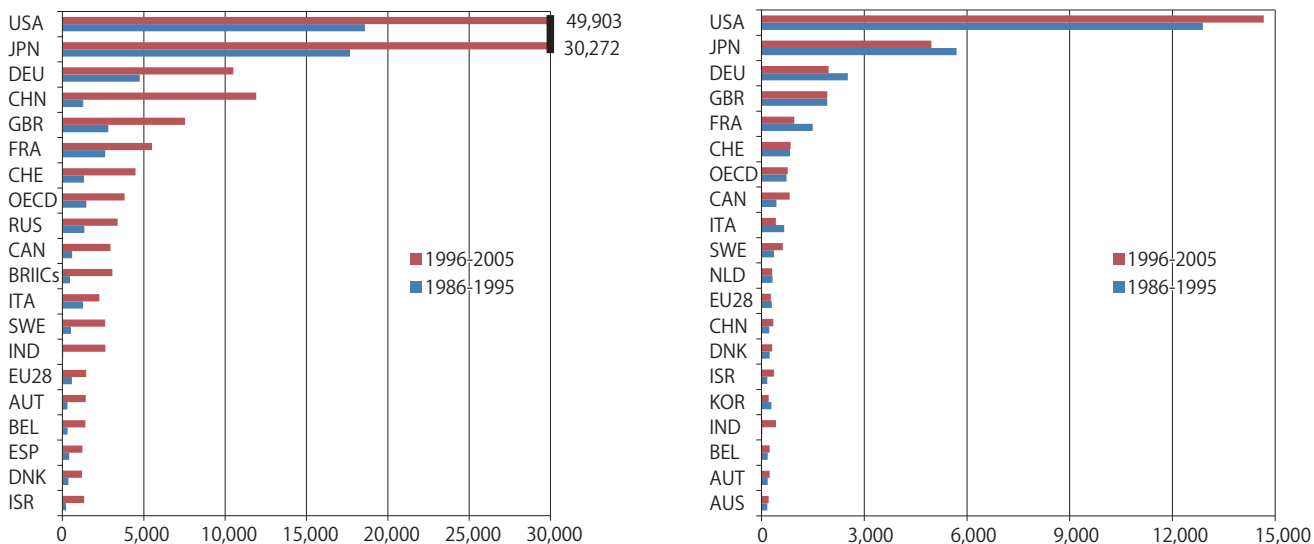


図5 特許ファミリー数(左)および精製特許ファミリー数(右)  
出所) Thomson Reuters Derwent World Patents Index, Derwent Patents Citation Index を基に作成

11) 詳細は、情報管理, Vol.57 (2014), No.1, Pages 29-37の図5を参照されたい。

12) この章の詳細は以下を参照されたい。

・治部 長部, 情報管理, Vol.57 (2014), No.8, Pages 562-572, AMED (日本版NIH) 創設に向けた新しい指標の開発 (8) 医薬品研究開発における知識の流れ, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/57/8/57\\_562/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/57/8/57_562/_article/-char/ja/)

その鍵であると過去の研究においていわれている<sup>13)</sup>。また、医薬品産業において、イノベーションの創出は競争力の根幹であることは論をまたない。そこで本稿では、パイプラインと密接につながった特許およびその特許に対して審査官および出願人が引用した特許および学術文献、さらに被引用特許の技術領域をマイクロスコピックに分析することにより、イノベーションにつながる「知識の流れ」を分析した。

本分析において使用したデータベースは、以下のとおりである。

- ・ 医薬品データベース：Thomson Reuters Cortellis for Competitive Intelligence
- ・ 特許データベース：Thomson Reuters Derwent World Patents Index（以下、DWPI）および Thomson Reuters Derwent Patents Citation Index（以下、DPCI）
- ・ 論文データベース：Thomson Reuters Web of Science

データ抽出および抽出日は、医薬品データベースについては2013年12月11日、他のデータベースに関しては2013年12月31日に抽出されたものである。国際特許分類（IPC）には、化合物または医薬組成物の治療活性に関する分類があり、特許文献にはサブクラスA61Pとして付与される。今回の分析では、A61Pが付与された特許文献を1981年から2011年までDWPIおよびDPCIから抽出した。また医薬品データベースに登録されている医薬品またはパイプラインとリンクした特許情報をすべて抽出し、これを医薬品につながった特許とした。

すべての特許に対して次の(1)～(4)を計算した。なお、前方引用と後方引用との関係は図6に示すとおりである。図6の特許Aが他の特許B、特許C、文献Dを引用していることを後方引用（Backward Citation）と呼び、特許Aが特許E、特許F、特許

Gから引用されていることを前方引用（Forward Citation）と呼ぶ。

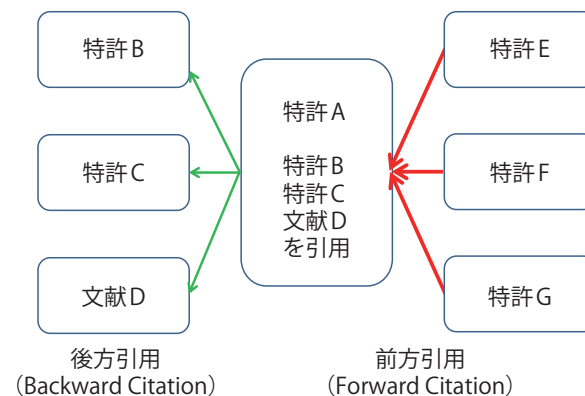


図6

### (1)サイテーション・ラグ

本稿では、対象となる特許（図6の特許A）の優先権主張年<sup>14)</sup>から、特許Aが引用している特許（特許B、C）の優先権主張年を引いたものを「後方引用（特許）のサイテーション・ラグ」と呼ぶ。引用している特許が複数ある場合は、その平均を導出した。特許Aが引用している学術文献（文献D）との関係においては、特許Aの優先権主張年と学術文献の出版年との差がサイテーション・ラグとなり、これを「後方引用（文献）のサイテーション・ラグ」と本稿では呼ぶ。特許の場合と同じく、複数の学術文献を引用している場合は、その平均を導出した。さらに、特許Aが引用されている特許（特許E、F、G）とのサイテーション・ラグに関しても、特許E、F、Gの優先権主張年から特許Aの優先権主張年を引いたものとし、これを「前方引用（特許）のサイテーション・ラグ」と本稿では呼ぶ。これに関しても複数の特許が特許Aを引用している場合は、その平均を導出した。

### (2)ジェネラリティー・インデックス

対象となる特許（図6の特許A）と後方引用およ

13) Lukach, Ruslan; Plasmans, Joseph. "Measuring knowledge spillovers using patent citations : evidence from the Belgian firm's data" CESifo Working Paper, 2002, no.754, Category 9 : Industrial organization.

14) DWPI特許データベースの最大の特徴は、世界41の特許発行機関が発行する特許情報を収録し、「各国に出願された同じ発明に関する公報を一つのファミリーとして集約し、発明単位で一つのレコードを作成している」ことである。ファミリーは、優先権番号を使用することによって集約するのが一般的だが、DWPIは、パリ条約の優先権データを待たずファミリー関係が明白でないものについても、DWPIの専門家集団が調査を加えて、ファミリーのメンバーとして収録するなど、発明の内容情報から、1発明に関する技術情報を1ファミリーとしている。そこで、1ファミリーとしてまとめられた優先権主張年のうち、もっとも早い年を使用して計算した。

び前方引用の関係にある特許に付与されているIPCコードを使用して、ジェネラリティー・インデックスを導出した。これにより、後方引用の場合、特許Aに影響を与えた過去の特許の技術領域の広さを、前方引用の場合、特許Aがそれ以降の特許に与えた技術領域の広さを数値化できる。IPCコードのサブクラスまで (IPCコードの先頭から4桁、たとえばA61K) およびメイングループまで (先頭から6桁、たとえばA61K31) を使用して、2種類のジェネラリティー・インデックスを本分析では導出した。ジェネラリティー・インデックスの導出方法に関しては、Mariagrazia Squicciarini の “Measuring Patent Quality : Indicators of Technological and Economic Value” を参照されたい<sup>15)</sup>。

### (3) サブジェクト・インデックス

対象となる特許 (図6の特許A) が引用している学術文献にトムソン・ロイター社が付与しているサブジェクトコード<sup>16)</sup>を使用し、どの程度の科学領域が特許Aに影響を与えているか、その領域の広さを数値化した。学術文献のサブジェクトコードは、1つの文献に複数付与されているものが多い。導出の方法は以下のとおりである。

$$G_i = 1 - \sum_{j=1}^j \left( \frac{N_{ij}}{N_i} \right)^2$$

$N_i$  は、特許Aが引用している文献数、 $N_{ij}$  は、そのうち任意のサブジェクトコード  $j$  をもつ文献数である。サブジェクト・インデックスは、(2) のジェネラリティー・インデックスを学術文献に応用したもので、本分析において新しく開発した指標である。

### (4) スコープ

対象となる特許 (図6の特許A) に付与されたIPCコードのサブクラスとメイングループを使用して、特許Aに付与されているサブクラスの数とメイングループの数をそれぞれ計算した。これは特許

Aがカバーする技術領域を数値化したものである。

### (5) 結果

表2に、各サイテーション・ラグの平均を示した。表2に示すように医薬品につながった特許および医薬品につながらなかった特許ともに前方引用 (特許)、後方引用 (特許)、後方引用 (文献) の間において、平均サイテーション・ラグに関しては、1%水準で有意差が認められた。

前方引用 (特許) の平均サイテーション・ラグについて、医薬品につながった特許では1.89年で、医薬品につながらなかった特許よりも平均サイテーション・ラグが短いことから、医薬品につながった特許は比較的早くに他の特許に引用される傾向が強い。それに比して、後方引用 (特許) は、医薬品につながった特許では5.64年と非常に長い平均サイテーション・ラグである。後方引用 (文献) についても、医薬品につながった特許では2.50年と比較的長くなっている。つまり、審査官は、医薬品につながった特許を審査する際、その発明の新規性および進歩性等を判断するために、医薬品につながらなかった特許を審査するのに比して、過去長い期間をさかのぼり、特許や学術文献の調査を行わなければいけなかったことを示している。

表2 各サイテーション・ラグの平均

		医薬品につながらなかった特許	医薬品につながった特許
サイテーション・ラグ	前方引用 (特許)	2.17	1.89
	後方引用 (特許)	3.4	5.64
	後方引用 (文献)	1.69	2.5

出所) Thomson Reuters社, Cortellis Competitive Intelligence, Derwent World Patents Index, Derwent Patents Citation Index, Web of Scienceを基に作成

ジェネラリティー・インデックスは0から1の間の数値で規定され、前方引用 (特許) の場合は、数

15) Squicciarini, Mariagrazia; Dernis, Hélène; Criscuolo, Chiara. "Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value". OECD/DSTI/DOC (2013) 3, 2013.

16) サブジェクトコードは、トムソン・ロイター社がデータベースの収録上作成している分野設定で、251分野で構成されている。1ジャーナルに対して複数のコードが付与されているものが多い。http://ncites.isiknowledge.com/common/help/h\_field\_category\_wos.html

値が高いほどその特許がそれ以降の特許に与えた技術領域が広いことを示し、後方引用の場合は、数値が高いほどその特許に影響を与えた過去の特許の技術領域が広いことを示している。表3にジェネラリティー・インデックスおよびサブジェクト・インデックス<sup>17)</sup>の各平均を示した。両指標において、医薬品につながった特許および医薬品につながらなかった特許とも1%水準で有意差が認められた。

医薬品につながった特許は、つながらなかった特許に比べて、広範囲の技術領域に属する特許に影響され、また、それ以降の特許に対し広範囲の技術領域に影響を与えていることがわかる。

表3 ジェネラリティー・インデックスおよびサブジェクト・インデックスの各平均

		医薬品につながらなかった特許	医薬品につながった特許
ジェネラリティー・インデックス	前方引用(特許)	0.46	0.5
	後方引用(特許)	0.52	0.73
サブジェクト・インデックス	後方引用(文献)	0.22	0.28

出所) Thomson Reuters社, Cortellis Competitive Intelligence, Derwent World Patents Index, Derwent Patents Citation Index, Web of Scienceを基に作成

表4にスコープの平均を示した。医薬品につながった特許および医薬品につながらなかった特許とも、1%水準で有意差が認められた。スコープは中心となる特許の技術領域を数値化したものであるから、この数値が高いほど、技術領域が大きく、応用範囲が広い特許ということになる。医薬品につながった特許は、自らがカバーする技術領域は狭く、特定の技術に特化した特許であることがわかる<sup>18)</sup>。

表4 スコープの平均

	医薬品につながらなかった特許	医薬品につながった特許
スコープ	0.16	0.15

出所) Thomson Reuters社, Cortellis Competitive Intelligence, Derwent World Patents Index, Derwent Patents Citation Index, Web of Scienceを基に作成

サイテーション・ラグ、ジェネラリティー・インデックス、サブジェクト・インデックス、およびスコープを概念的にまとめたものが図7である。赤線は医薬品につながらなかった特許を示し、青線は医薬品につながった特許を意味する。

医薬品につながらなかった特許は、後方引用(特許および文献)の技術領域は狭く、サイテーション・ラグも短いことから、発明の基礎となった知識の

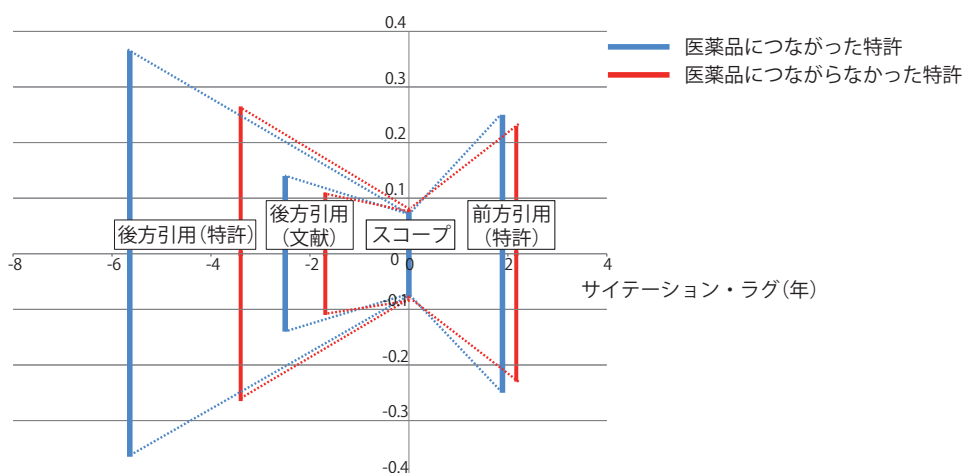


図7

17) ジェネラリティー・インデックスは、特許の質をみるうえで非常に有効な指標だといわれているが、特許が引用する学術文献に関する同じような指標はまだ作成されていない。ジェネラリティー・インデックスの概念を応用し、本分析において初めて、学術文献に関する指標が構築された。

18) 医薬品関連の特許は、通常、先ず権利範囲の広い物質特許を取得し、その後、結晶多形に関する特許、製造方法や製剤に関する特許、第2医薬用途発明に関する特許、さらには用量・用法に特徴を有する医薬発明に関する特許など、より権利の狭い特許の取得を試みる傾向にある。医薬品として有用なシーズほどこの傾向が強いといえ、上記「医薬品につながった特許は、自らがカバーする技術領域は狭く、特定の技術に特化した特許」という結果が導き出されたと考えられる。前述の「3.特許の質に基づく競争力分析」でも医薬品につながった特許はIPCコード数が少ない傾向にあった。(注釈10参照)

ソースは、比較的狭い領域から直近の知識を用いている傾向にあるといえる。

一方、医薬品につながった特許は、後方引用(特許および文献)の技術領域は広く、広範囲の技術領域に属する特許群や学術文献群がその発明の基礎となっているといえる。また、後方引用のサイテーション・ラグが比較的大きいことは、審査官が、過去長い期間にさかのぼり、特許や学術文献の調査を行い、それらを引用した結果といえる。また、医薬品につながった特許は、前方引用における技術領域は広く、将来の発明に対して広範囲に影響を与えているといえる。

特許の質を評価する指標に関しては多くの研究が行われているが、今回着目した「技術領域」や「サイテーション・ラグ」に着目した分析も、特許の質を評価する指標の1つといってもよいのではないだろうか。

## 5. 国主導で行われる基幹技術の策定<sup>19)</sup>

わが国においては、「科学技術基本法」(1995年11月15日施行)により、5年ごとに「科学技術基本計画」が策定され、当計画に基づいて科学技術政策が推進されている。現在の第4期科学技術基本計画は2011年度から2015年度までの5年間を対象としており、2016年度からは、新しく第5期科学技術基本計画がスタートする。

現在、科学技術・学術審議会総合政策特別委員会にて、「国の持続可能な成長の基盤であって、かつ、安全保障の基盤となる基幹技術」、すなわち「国家戦略コア技術」に関する議論が行われている。それによると、「国家戦略コア技術」の要件として、以下の4点があげられている。

- (1) 自立性・自律性：国の自立性・自律性を確保することに不可欠な技術
- (2) 長期性・不確実性・予見不可能性：当該技術の研究開発に長期間要し、大きな開発リスクを伴う技術

- (3) 競争優位性・独自性：国際的に高い競争優位性を現に有している、又は有する可能性が高い技術
- (4) 発展性：様々な分野への波及効果の高い技術

本稿では、4つの要件のうち(3)競争優位性・独自性および(4)発展性を軸に「国家戦略コア技術」の候補の策定に資するエビデンス提供のため、JST指標テクノロジーフロント、ジェネラリティー・インデックス、占有率という手法により検討した。

### (1) テクノロジーフロントの作成

テクノロジーフロントとは、特許から引用されている特許を対象に共引用を分析したもので、特に被引用度が高い特許を対象に共引用された特許のネットワークを可視化することによって、特許の専門領域を図示できるものである。一般に特許の専門領域を規定するものとしては国際特許分類等が用いられるが、日進月歩で発展する技術領域をリアルタイムに把握するためには、テクノロジーフロントのようなネットワーク形成による可視化が有用である。紙面の都合上、作成方法についての説明を割愛させていただくが、詳細はJ-GLOBAL foresightのHPを参照されたい<sup>20)</sup>。

### (2) ジェネラリティー・インデックス

前述「4. 医薬品研究開発における知識の流れ」の(2)と同じく、ジェネラリティー・インデックスを導出した。

対象となる特許Aに影響を与えた過去の技術範囲の広さと、特許Aの質との関係については、近年、日本人がノーベル賞を受賞した2つの研究、すなわち高輝度青色発光ダイオードおよびiPS細胞(人工多能性幹細胞)で説明できる。高輝度青色発光ダイオードについてみれば、セレン化亜鉛系化合物や炭化ケイ素を用いた研究が古くから行われていたものの、赤崎、天野らにより実現された単結晶およびp型結晶窒化ガリウム等の技術を用いて、中村らが窒化ガリウム・インジウムを用いた高輝度青色発光ダ

19) この章の詳細は以下を参照されたい。

・治部 長部, 情報管理, Vol.58(2015), No.1, Pages 40-48, 国主導で行われる基幹技術の策定に資する要素技術導出,  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/58/1/58\\_40/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/58/1/58_40/_article/-char/ja/)

20) テクノロジーフロント・J-GLOBAL foresight. [http://foresight.jst.go.jp/jst\\_indicators/tech\\_front/](http://foresight.jst.go.jp/jst_indicators/tech_front/)

イオードを実現させた。

また、iPS細胞についてみれば、それまで発生・分化が研究の主流であったES細胞研究にバイオインフォマティクス(生物情報科学)の技術を用いて、「受精卵から培養した生きた胚からではなく、遺伝子データベースからES細胞と同じような細胞を作る」というアイデアのもと、山中らがiPS細胞を発見した<sup>21)</sup>。

両研究に共通することは、異分野の情報を活用することにより、既存のパラダイムを破壊していることであり、この例からも、影響を与えた過去の技術範囲が多岐にわたる場合、パラダイム破壊的イノベーションが実現するといえる。もちろん、「ジェネラリティー・インデックスが大きい」ことがすなわち「パラダイム破壊的イノベーションの実現」とは一概にはいえないものの、同インデックスがイノベーションの実現の指標に大いに関連していると解することはできる。

同インデックスを「発展性」の指標とした。

### (3) 占有率

占有率を求めるために、各クラスターの優先権主張に着目した。1クラスターの中にはいくつかの特許ファミリーが存在し、各特許ファミリーには、基礎出願となった出願国が1つ存在する。テクノロジーフロントにより形成されたクラスターを構成する各特許ファミリーにおいて、優先権の基礎出願となった出願国を抽出し、クラスターにおいて、基礎出願となった出願国として占める各国の割合をここでは占有率と呼ぶ。

最初の特許出願は通常自国に出願され、その後、その出願を基礎出願として他国に優先権主張が行われる。したがって、クラスターを構成する特許ファミリーにおいて、優先権の基礎出願となった出願国としてA国の割合が多い場合、そのクラスターはA国の出願人の割合が多いといえる。すなわち、日本の占有率を求めることにより、そのクラスターにおける日本の競争優位性・独自性を測ることができる。

同インデックスを「競争優位性・独自性」の指標とした。

「発展性」及び「競争優位性・独自性」の両指標が高い215個のクラスターについて、技術内容を精査し、IPCに依存しない分析を試みた。各要素技術に分類したものが表5である。

表5では、自動車等の運輸技術がもっとも多く、次に光学技術、材料技術、半導体技術と続く。この結果は、わが国の製造業における優位性を反映しているといえる。たとえば、経済産業省の2013年度産業技術調査事業の報告書(「我が国企業の国際競争ポジションの定量的調査」)では、わが国における主要先端製品・部材の売上高と世界シェアが記載されており、それによると、2012年では、自動車、特にハイブリッド車、デジタルカメラ等の撮像機器、一眼レフ用光学レンズ、記録型DVDドライブ、シリコンウェハ、偏光板パネル等における世界シェアが高い。また、表5における6位印刷技術も、わが国が強い分野であり、同報告書では、複合機が世界シェア80%を占めている<sup>22)</sup>。このように、IPCに依存しない分析も、今後の政策決定に資するデータとしては重要といえる。

表5：要素技術ごとのクラスター分布

技術	件数
運輸技術	39
光学技術	30
材料技術	25
半導体技術	22
エネルギー関連技術	19
ICT周辺技術	15
印刷技術	15
有機EL	13
画像処理技術	10
医療・健康	10
その他	7
計測技術	7
遊戯	3

## 6. 分析結果の発表・反響等

以上紹介してきたように、2013年から2015年に

21) 山口栄一編. イノベーション政策の科学：SBIRの評価と未来産業の創造. 東京大学出版会, 2015, p. 348.

22) 我が国企業の国際競争ポジションの定量的調査 調査報告書, 株式会社富士キメラ総研.  
[http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2014fy/E004082.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2014fy/E004082.pdf)

かけて様々な雑誌<sup>23)</sup>・学会<sup>24)</sup>にて英語・日本語による研究結果の発表を行ってきた。その結果、以下のとおり多方面から反響を受けている。

#### ・サイエンス誌

2015年5月8日付けサイエンス誌の記事「Japan's NIH starts with modest funding but high ambitions」(邦題:「日本版NIH」, 低予算ながら高い目標をもってスタート)では、2015年4月に設立された日本医療研究開発機構及び我が国の医薬品産業の現状について取り上げられ、その中で、上記「2.新しい指標に基づく医薬品産業の俯瞰」のデータ、及び、筆者の医薬品産業に対するコメントが紹介された<sup>25)</sup>。

#### ・Institute of Scientific and Technical Information of China (ISTIC)

科学技術情報サービスの推進を目的として設立された中国・科学技術省所管の国立研究開発機関ISTICが発行する雑誌「情報工程」には、上記「2.」、 「3.」、及び「4.」に関する全データ・文章が中国語に翻訳され、ウェブを通じて広く紹介されている<sup>26)</sup>。これにより、我々の研究結果は日本語・英語・中国語で配信され、広く情報発信がなされている。

#### ・インディアナ大学Katy Börner博士との共同研究

科学技術データの分析と可視化を専門とするインディアナ大学Cyberinfrastructure for Network Science CenterのFounding DirectorであるKaty

Börner博士<sup>27)</sup>が、我々の活動に着目し、同博士と我々とで共同研究を開始した。内容は、上記「4.医薬品研究開発における知識の流れ」に関するものであり、研究成果は、2015年7月にイスタンブールで開催されたThe 15th International Conference on Scientometrics & Informetrics 2015 (ISSI 2015)で発表された<sup>28)</sup>。発表は好評を博し、特許や引用文献がカバーする領域の意味論的解析、及び、ファンディングデータをリンクさせた解析などが課題として挙がってきたところである。

#### 7. イノベーション政策の科学:SBIRの評価と未来産業の創造

上記「2.新しい指標に基づく医薬品産業の俯瞰」、及び「3.特許の質に基づく競争力分析」では、医薬品産業における日米の差が明確に出たが、それでは日本は如何にして後れをとったのであろうか？

「イノベーション政策の科学:SBIRの評価と未来産業の創造」では、SBIR(中小企業技術革新制度)の定量的な比較から、日米の政策の本質的な違いを解き明かした、実務者必携の書である。本書は、日本のイノベーション政策を定量的に米国と比較し、また日本の各産業でのイノベーションに関わる問題を明らかにした上で、これら問題を克服するためのイノベーション戦略について解説したものである。

「第5章 イノベーション指標の開発と現状」は治部・長部の共著であり、“OECD Science, Technology

23) 英語での発表は、例えば以下のものがあるが、本稿で紹介した内容と同様のものであるため詳細は割愛させていただく。

Future Information Technology, Lecture Notes in Electrical Engineering Volume 309, 2014, pp 549-554, [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-55038-6\\_86](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-55038-6_86)

24) 国際学会での発表は以下のとおり。本稿で紹介した内容と同様のものであるため詳細は割愛させていただく。

1.The 9th FTRA International Conference on Future Information Technology (FutureTech 2014)

<http://www.ftra.org/futuretech2014/Futuretech-14%20Programbook.v9.pdf>

2.The 9th Annual Conference of the EPIP Association (EPIP2014)

<http://www.epip.eu/conferences/epip09/docs/programme.pdf>

3.International Council for Scientific and Technical Information 2014 (ICSTI2014)

[http://www.prime-pco.com/icsti/icsti\\_2/speaker.html](http://www.prime-pco.com/icsti/icsti_2/speaker.html)

25) SCIENCE, 8 MAY 2015, Vol.348, Issue 6235, Page 616

26) 情報工程 <http://tie.istic.ac.cn/ch/index.aspx>

本稿執筆時点で4つの記事(基于新指标体系的制药产业现状俯瞰与未来预测, 制药行业特定技术的俯视与未来预测, 品开发主体分析, 在研药物关联专利的判别指标)が翻訳されている。

27) Katy Börner博士は当分野の第一人者であり、彼女の著書Atlas of Scienceは、2011年のASIS&T Best Information Science Book awardを受賞している。また、以下のTEDx BloomingtonやGoogleTechTalksで彼女の研究を垣間見ることができる。

Katy Börner's TEDx Bloomington talk on Maps & Macroscopes -- Gaining Insights from BIG Data. March 2013.

Katy Börner presents Scholarly Data, Network Science and (Google) Maps at Google, Inc., Mountain View California. Jan 2007.

28) 詳細は以下を参照されたい。Mari Jibu, Yoshiyuki Osabe, and Katy Börner, Knowledge Flows and Delays in the Pharmaceutical Innovation System, ISSI 2015, <http://www.issi2015.org/files/downloads/all-papers/0877.pdf>

and Industry Scoreboard 2013”を使用して、イノベーションプロセスを如何なる指標によって評価できるかを解説した。また「第11章『日本知図』の生成と分析」は他の著者らとともに治部が執筆を行った。



単行本『イノベーション政策の科学：SBIRの評価と未来産業の創造』  
山口 栄一（編集），東京大学出版会，348 ページ  
ISBN-10:413046115X  
ISBN-13:978-4130461153

## 8. 今後の展望

科学技術立国・知的財産立国を目指している我が国にとって、その源泉たる科学技術投資を充実させることは重要な課題といえる。一方で、官民あわせた総研究開発費（対GDP比）は主要先進国の中で最も大きい<sup>29)</sup>。

2015年6月1日に発表された「財政健全化計画等に関する建議」においては、政府部門の科学技術振興費について、予算額は平成元年度比で約3倍と社会保障費を超える大きな伸びとなっていることを指摘し、科学技術予算の費用対効果の向上や「量」から「質」への転換等が課題としてあげられている<sup>30)</sup>。上記ISSI 2015で示唆された課題の一つも、ファンディングの評価であった。

費用対効果の向上等のためには、イノベーション政策の評価、すなわち政策が実行された結果どのような効果があったのかを見極める指標作りが重要である。我々は、論文・特許データなどの科学技術に関するアウトプットの指標だけでなく、資源であるヒト・カネ等の投資に関するインプット指標にも着

目し、これらのリンケージを基にした分析が今後のカギになると考えている。そして、分析対象を全分野へと拡大し、引き続きイノベーションシステムの可視化に資する分析を目指しているところである。

## profile

長部 喜幸（おさべ よしゆき）

2000年東京大学薬学部卒，  
2002年東京大学大学院薬学系研究科（修士）卒，  
2002年特許庁入庁後，特許審査官，特許庁審査基準室，  
ベルギー国ルーバン・カソリック大学，  
経済産業省製造産業局生物化学産業課，  
経済協力開発機構（OECD），等

## profile

治部 眞里（じぶ まり）

ノートルダム清心女子大学情報理学研究所助教授，  
文部科学省科学技術・学術政策研究所を経て，  
2008年に科学技術振興機構に入構。  
2013年4月より経済協力開発機構（OECD）コンサルタント。  
2015年6月より，内閣府に出向。  
MBA（McGill大学）・医学博士（岡山大学）。  
The 11th European Meeting on Cybernetics and Systems  
Researchにおいて最優秀論文賞受賞。  
主な著書として，  
“Quantum Brain Dynamics and Consciousness”（John  
Benjamins），「脳と心の量子論」「マンガ量子論入門」（ともに  
講談社ブルーバックス）等がある。  
専門は科学技術政策。

29) 例えば「平成26年版科学技術要覧」等を参照。

30) 財政制度等審議会，財政健全化計画等に関する建議，平成27年6月1日

[https://www.mof.go.jp/about\\_mof/councils/fiscal\\_system\\_council/sub-of\\_fiscal\\_system/report/zaiseia270601/02.pdf](https://www.mof.go.jp/about_mof/councils/fiscal_system_council/sub-of_fiscal_system/report/zaiseia270601/02.pdf)