

公開資料

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）
科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム
研究開発プロジェクト
「ファンディングプログラムの運営に資する科学計量学」

研究開発実施終了報告書

研究開発期間 平成 23 年 11 月～平成 26 年 10 月

研究代表者 調 麻佐志
(東京工業大学大学院理工学研究科 准教授)

目次

1. 研究開発目標	3
2. 研究開発の実施内容	3
2-1. 実施項目	3
2-1-1. 研究者と実務家の協働に向けた場の形成	3
2-1-2. プロジェクトの選定プロセスを明確にする評価指標とその利用法の研究開発	3
2-1-3. 研究テーママップを中心とした政策ニーズに適合した Science Map の研究開発	4
2-1-4. 研究者の追跡とその評価や人的資源活用への応用	4
2-1-5. ファンディングプログラムやプログラム・マネジメントの評価を目的とした科学計量学指標によるプログラム横断型の分析	4
2-2. 実施内容	6
2-2-1. 研究者と実務家の協働に向けた場の形成	6
2-2-2. プロジェクトの選定プロセスを明確にする評価指標とその利用法の研究開発	8
2-2-3. 研究テーママップを中心とした政策ニーズに適合した Science Map の研究開発	21
2-2-4. 研究者の追跡とその評価や人的資源活用への応用	45
2-2-5. ファンディングプログラムやプログラム・マネジメントの評価を目的とした科学計量学指標によるプログラム横断型の分析	57
2-2-6. 「ファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集」の作成	75
3. 研究開発成果	77
3-1. 成果の概要	77
3-2. 各成果の詳細	78
3-2-1. 研究者と実務家の協働に向けた場の形成	78
3-2-2. プロジェクトの選定プロセスを明確にする評価指標とその利用法の研究開発	79
3-2-3. 研究テーママップを中心とした政策ニーズに適合した Science Map の研究開発	82
3-2-4. 研究者の追跡とその評価や人的資源活用への応用	85
3-2-5. ファンディングプログラムやプログラム・マネジメントの評価を目的とした科学計量学指標によるプログラム横断型の分析	87
3-2-6. 副次的な成果: 研究の国際化政策の限界	90
3-3. 学術的成果、人材育成やネットワーク拡大への貢献等	95
3-3-1. 学術的成果・国際的な研究ネットワークへの参画	95
3-3-2. 人材育成	95
3-4. 成果の発展の可能性	95
4. 関与者との協働、成果の発信・アウトリーチ活動	97
4-1. 研究開発の一環として実施したワークショップ等	97
4-2. アウトリーチ活動	98

5. 論文、特許等	100
5-1. 論文発表	100
5-2. 学会発表	100
6. 研究開発実施体制	102
6-1. 体制	102
6-2. 研究開発実施者.....	104
6-3. 研究開発の協力者・関与者.....	105

1. 研究開発目標

本プロジェクトは、実務家と研究者の相互作用を通じて互いの活動に対する理解を促進し、ファンディングプログラムの運営において実務家と科学計量学およびその周辺領域の研究者との協働を容易にする場を形成することを第一の目標とする。第二に、この相互理解に基づいて実務家が提案する研究ニーズや研究者が導き出す研究シーズを結びつけ、プログラム運営の現場で利用できる科学計量学を活用したアプローチ（単なる手法や指標の提案に留まらないその活用法も含めたアプローチ）を生み出すことを目標とする。

2. 研究開発の実施内容

2-1. 実施項目

2-1-1. 研究者と実務家の協働に向けた場の形成

本プロジェクトに先立つフィージビリティスタディからも明らかになったように科学計量学をファンディングプログラムに活用するためには、科学計量学に関する十分な理解とともに、プログラムの内容や実務についての深い経験と知識が求められる。両者を兼ね備えた人材をすぐに育成することは難しく、前者を持つ研究者と後者を持つ実務家との協働の作業が有効であると考えられる。そこで、そのような協働を実現する契機となるべく定期的にワークショップを開催し、当該分野のネットワーク形成に資することを目指した。

初期のワークショップは、①政策に使える既存エビデンスの実例を研究者が紹介し、それについて検討を行うというスタイルで実施した。さらに、本プロジェクトの展開に応じて、②本プロジェクトへのニーズを吸収することを目的に、研究開発デザインの紹介とそれに関する議論を行い、さらに③中間段階のものも含めプロジェクトの成果報告と検討を行った。加えて、④実務家から業務上見出された課題とその対応を提示し、それについて検討することで、研究者の実務理解を深めることを目指した。

さらに、当初計画にはなかったものの、研究開発を実施する過程で研究者と広い意味での実務家のコミュニケーションをより活性化する必要があることが明らかになったため、類似した目的と興味関心を共有する“科学技術イノベーション政策のための科学”の他プロジェクトと協働で2012年度末より政策デザインワークショップを企画・実施した。

2-1-2. プロジェクトの選定プロセスを明確にする評価指標とその利用法の研究開発

標準的なファンディングプログラムは、研究者が作成するプロポーザルを対象として、専門家によるピアレビュー（peer review；同様の専門家による評価）を通じて採択・不採択の決定が行われるため、専門性に強く依存するその過程は多かれ少なかれブラックボックスにならざるを得ない。ところが、現在の政策プロセスにおいて説明責任（accountability）は無視できない要素であり、ブラックボックスを開けることができなくとも、少なくとも政策判断が妥当であることをエビデンスに基づき説明することが求められる。

とくに、ファンディングプログラムは一つの政策的行為であるため、そのプロジェクト選定や資金提供の効果を明らかにするためには、研究者の継続的な研究活動の中でファンディングが有する効果を相対化して分析することが必要であり、その指標設定が求められる。これまでの研究評価の研究においては、研究者は特定のファンディングごとに仕事をしているのではなく、継続した活動の中で各種のファンディングが時期によって提供されていることが実態であることが

示唆されてきた。そのため、科学計量学的手法における指標の理論的検討に加えて、アンケート調査等の実施を行い、様々な分野やキャリアのステージの研究者の研究活動の実態やパフォーマンスへの影響要因の把握や、研究により得られるインパクトの多様性の把握を行い、それらを指標群へと落とし込み操作可能とすることをあわせて検証し、説明責任を担保する指標のリストを作成した。なお、最終的に本実施項目の一部は本報告書の中では別の実施項目（プログラム横断型の分析、2-1-5）にまとめる形で収録されている。

2-1-3. 研究テーママップを中心とした政策ニーズに適合した Science Map の研究開発

Science Map (科学の地図、map of science と表記) ないしは科学活動の可視化 (visualization) は科学計量学において常に重視されてきた研究トピックであり、様々な研究がなされている。一方で、情報工学やコンピューティングパワーの進化に伴いこれらの研究がシーズ・ドリブンで近年進展しているため、Science Map が具体的な政策目的に照らして利用するのが困難な方向に「進化」している。したがって、政策目的に照らして適切かつ具体的な Science Map を作成することが、今後の科学計量学分野における主要な研究トピックとなることが期待できるとともに、ファンディングプログラムの運営を支援する鍵となる開発目標になると考えられ、Science Map の研究開発を実施した。

2-1-4. 研究者の追跡とその評価や人的資源活用への応用

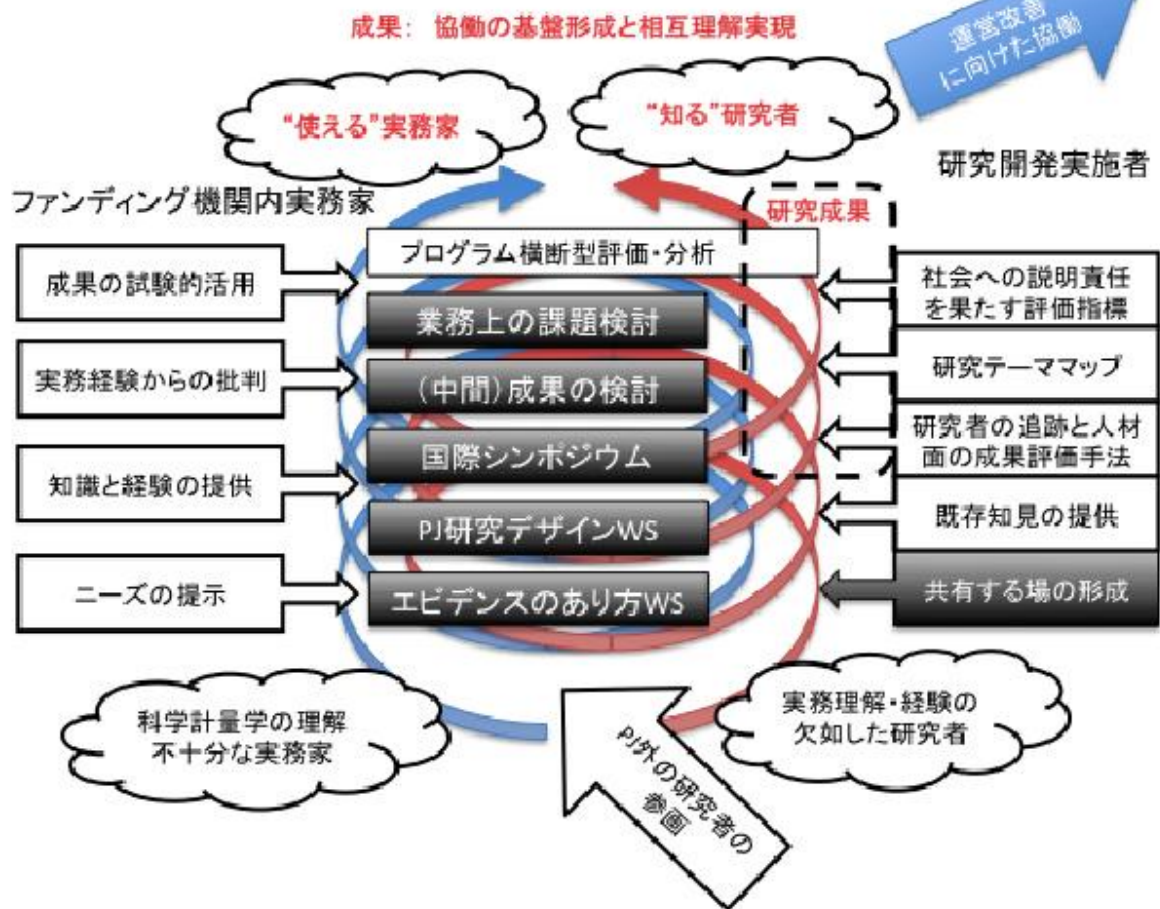
テキストマイニング技術等の進歩に伴い、研究者個人に着目した科学計量学的分析が近年盛んになっている。ところが、東アジア出身の研究者における同姓同名の取り扱いは、大量の研究者（表記）を自動的に処理して研究者個人に着目した研究を実施する際の障害となる。この問題を処理する決定的な方法はいまのところなく、たとえば、Web やジャーナルに掲載されている履歴を収集し、所属と名前の対応を取ることで同名異人を分類する手法や研究内容から逆に個人を同定する手法など、様々である。このような処理手法は大量のデータを一度に処理できるというメリットがあるものの、一定レベルのエラーは避けがたい。このようなエラーは、利用目的によっては十分許容できるレベルにあるものの、プロジェクトの事後評価や人的資源を活用する際の網羅性を確保する目的においては、しばしば許容しがたい。

そこで、本プロジェクトにおいては、特定かつ複数のファンディングプログラムを対象に精度の高い研究者の同定を行い、そのデータを使って人材面から事後的にプログラムを評価する手法を創出することを目指した。

2-1-5. ファンディングプログラムやプログラム・マネジメントの評価を目的とした科学計量学指標によるプログラム横断型の分析

現在、ファンディングプログラムやプログラム・マネジメントの評価は、主にファンディングの対象となった個々のプロジェクト（あるいは研究者）に対する評価の総和として実施されている。このようなデザインの評価では、たとえば、マネジメントのどこにボトルネックがあって改善を要するかを理解するのは困難である。ところが、類似のスキームで継続的に実行されたファンディングプログラムを横断的に分析することでこの問題を克服し、ファンディング機関のニーズに応えられる。しかも、それぞれが独自性を発揮するファンディング機関の各種活動の理解は学術的にも興味深いテーマであり、科学計量学の分野でも研究が盛んになりつつある領域でもある。そこで、本プロジェクトではファンディングプログラムの再評価を科学計量学的手法を用いて実施した。

ファンディングプログラムの運営に資する科学計量学 プロジェクト概念



実施スケジュール

項目	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度
評価指標とその利用法	←			→
Science Map	←			→
プログラム横断型評価			←	→
研究者の追跡とその評価	←			→
政策エビデンス WS	←	→		
研究開発デザイン WS	←	→		
中間報告 WS		←	→	
実務家 WS		←	→	
政策デザイン WS		←	→	

統合的な可視化表現

協働に向けた場の形成

2-2. 実施内容

2-2-1. 研究者と実務家の協働に向けた場の形成

2011/12/28 に開催した第一回ワークショップを皮切りに、本プロジェクトで 9 回（他団体との共催を含む）、他プロジェクトと協働で 8 回、合計で 17 回のワークショップを実施した。

平成 23 年度に実施した第一回のワークショップでは、プロジェクトの概略およびそれからの展開を説明し、その後のディスカッションで、とくに実務者からのニーズおよびプロジェクトに寄せられる期待について吸い上げることを試みた。その結果、当初プロジェクトで念頭に置かれた研究助成プログラムは JST の各プログラムを筆頭に原則 mission-oriented な研究を対象とするプログラムであったが、科学研究費補助金のように原則として curiosity-driven とされるようなプログラムも検討の対象となり、また論文および特許が計量書誌学的な分析の対象とされていたものがカンファレンスプロシーディングスも必要に応じて分析すべきであるという意見を実務家から得た（ただし、後者については資源制約によりプロジェクトには反映できなかった）。

ついで、平成 23 年度から 24 年度にかけて、科学計量学的なものに限らない様々な科学的なエビデンスがファンディングプログラムや政策の現場で活用されているか、また、どう活用すべきかについて検討するワークショップ（第二回～第六回）を実施した。これら一連のワークショップを通じてプロジェクトとして学んだことは、政策の現場におけるエビデンスの「重要性」とある観点からはアドホックなエビデンスの使用実態であった。さらに、同様のマネジメントや政策の現場と研究者の交流をはかるワークショップは、その後、JST/RISTEX の他プロジェクト

（「STI に向けた政策プロセスへの関心層別関与フレーム設計」および「科学技術イノベーション政策の経済成長分析・評価」）と共同で実施する政策デザインワークショップ（平成 24 年度 1 回、平成 25 年度 4 回、平成 26 年度 3 回）へと引き継がれ、実務に関する理解を深める機会となった。その結果として、現場でのエビデンスの使用時に、その誤用・濫用を防ぐために、プロジェクトで作成したファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集（以下、エビデンス事例集と略す）に、①科学計量学を評価に用いる際の問題点や評価論の節を加えるとともに、②各事例に使用上の注意事項を加えた。

平行して、研究開発成果が徐々に形を整え始めた平成 25 年度からは、成果の中間報告を実施するワークショップも開催した。まず、第七回のワークショップでは、本プロジェクトの成果の一つにかかわる「米国特許による学術論文引用」に関するワークショップを開催した。このワークショップでは、プロジェクト代表による進捗状況の報告とプロジェクト外の 2 名の研究者による特許による引用に関する講演が行われ、その後、総合討論を実施した。講演者のうち 1 名は本プロジェクトが取り組む課題の一つ（特許に示された非特許引用文献を文献データベースのレコードとマッチングする問題）に異なるアプローチで取り組み優れた成果をあげており、講演の中で関係者の依頼により科学研究費補助金の成果報告書に報告された文献と学術論文データベースのレコードの照合を行い、分析を進めていることを明らかにした。この応用先自体が新たなニーズを示したことに加えて、そこからヒントを得て、プロジェクトには複数の学術論文データベース（トムソン・ロイター社の Web of ScienceTM および PubMed）を結合することによる新しいエビデンスの作成に取り組むことができた。

第七回ワークショップに続いて、プロジェクト内の各開発項目の進捗状況を報告し、研究助成機関を含む関連の実務家からのフィードバックを得ることを目的とした第八回ワークショップを開催した。そこでは、特許による論文引用の同定が実用レベルにほぼ達したこと（プロジェクト終了時の現在は実用レベルに到達した）を報告するとともに、上記の科学研究費補助金の成果報告書への応用を紹介した。この応用例に触発されて、ある研究助成機関の関係者から成果報告書や申請書に記載された文献が Web of Science などのデータベースのどのレコードに相当するかが同定できるのであれば、日常業務において役立つというコメントを得た。このコメントに触発さ

れて、プロジェクトでは電子化された成果報告書から評価指標や Science Map を半自動的に作成するアプリケーションを開発した。

さらに平成 26 年度となり最終的な成果が概ね出揃った段階で、(すべてではないものの) プロジェクトにおいてこれまで蓄積してきたデータおよび開発した手法のいくつかを統合して紹介する第九回ワークショップ(「ライフサイエンス分野研究動向の可視化 -新たな医療分野の研究開発体制に向けての試み-」)を実施した。当該ワークショップの目的は、最終的な成果の取りまとめに向けて、当プロジェクトが生み出したエビデンスや手法を実務家に検討してもらい、成果の取りまとめの方向性に対してフィードバックを得ることであった。そのフィードバックの内容については、たとえば、事例集の各節の小節立て(利用場面を明記することやエビデンスが直接示すことと類推されることを別記すること、など)にも活かされた。

2-2-2. プロジェクトの選定プロセスを明確にする評価指標とその利用法の研究開発

平成 23 年度には、1) 既存の指標に関する理論的な検討、2) 諸外国を含めた優れた実践例の分析、3) 我が国独自の要因の検討を実施するとともに、4) 研究者の研究活動やパフォーマンスへの影響要因の把握やインパクトの多様性の把握を行うアンケート調査を実施するため、日本における大学評価で得られたインパクト面の指標の解析に着手し一分析結果を得た。

平成 24 年度は、1) プロジェクトの社会経済的な影響を事前および事後に評価する指標を策定するための研究開発およびアンケート調査を実施した。その中で、1-1) 基礎研究の経済的な影響を明らかにする代理指標を作成するために特許における学術論文の引用を同定する実用的な手法を開発するとともに、1-2) 社会的な影響を分析するのに利用可能な指標のセットを作成するために、我が国の研究評価の現場で利用された指標を調査し、不足している評価軸を明らかにした。また、2) 学術的な観点からの評価を具体的に実施するために必要な学術分野の分類を与えるクラスタリングの手法を開発し、さらに前年度の検討に基づいて、1) 項と合わせて 3) 研究者の研究活動やパフォーマンスへの影響要因の把握やインパクトの多様性の把握を行うアンケート調査を実施した。加えて、4) 論文中の謝辞を分析することにより、我が国の主要なファンディングプログラムの成果を学術論文データベースから抽出する手法の開発に着手した。

平成 25 年度は前年度に引き続き、研究開発の社会経済的なインパクトを評価するための指標を開発した。具体的には、①前年度の研究成果により利用可能となった特許による論文引用のデータを使用して、いくつかの科学技術リンケージ指標をデータベースに実装するとともに、②前年度のアンケート調査の本格的な分析結果などを用いて、社会的なインパクトを含む研究開発活動の促進に資する評価指標の体系を検討した。加えて、前年度の中間報告ワークショップでニーズがあることが明らかになった研究業績報告書などに示された学術文献のリストを論文データベースに紐付けし、基礎的な科学計量学的な分析を半自動化するプログラムを開発した。

さらに、標準的な学術論文の評価指標を整理し、多様な評価分析が実施可能なデータベースを構築した。このデータベースは後述のプログラム横断型評価で活用するとともに、それを用いて現在国内の研究機関・ファンディング機関・政策担当者にとって重要課題となっている研究の国際化が論文の質に与える効果についての分析を実施した。

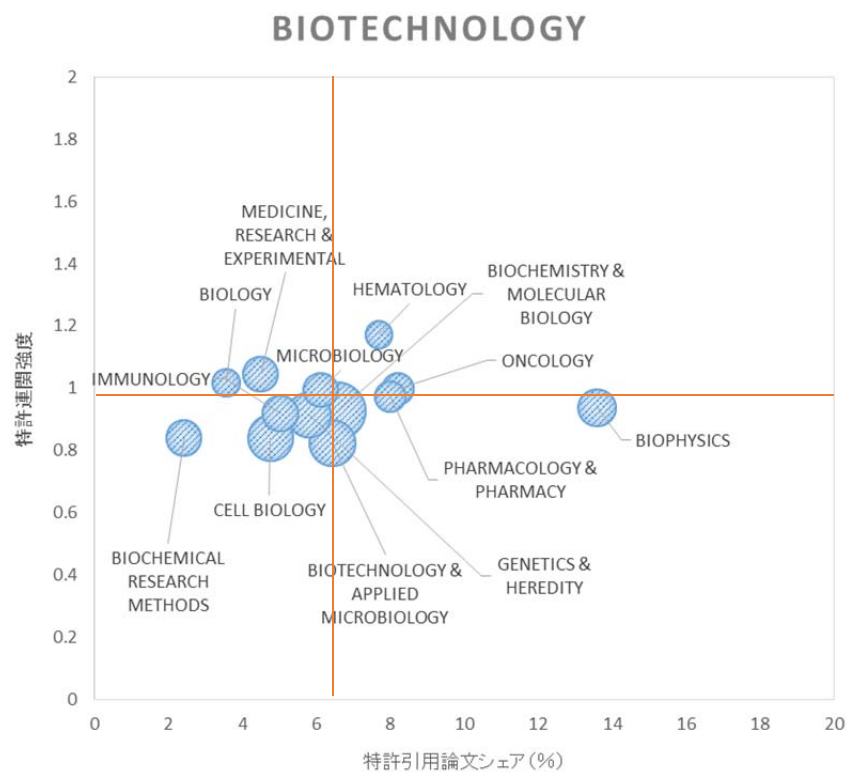
平成 26 年度は以上の成果の取りまとめに入るとともに、エビデンスを作成した。以下、具体的に成果を示す。

・ 特許による論文引用に着目した日本の学術研究の評価

内容：米国の特許データと学術論文のデータを組み合わせることで、日本で生産された科学知識が技術開発に貢献する度合いを量的に把握・可視化する手法を開発した。特許内で引用された非特許文献 (Non-Patent Reference, NPR)、とりわけその中に含まれる科学論文の本数は、科学と技術の関係性を知る上で有用な情報と考えられており、科学・技術連関を表す指標としてサイエンスリンケージ (特許 1 本あたりの引用論文数) が広く用いられている。サイエンスリンケージは主に国単位もしくは技術領域単位で算出されることが多いが、ひとつの技術には通常、複数の科学分野の成果が含まれているため、引用分析による評価の精度を高めるためには、引用された論文が属している科学分野の特異性を加味する必要がある。逆に、特定の技術に対して貢献する度合いが高い科学分野を抽出することで、ファンディングプログラムの設計に際して戦略に基づいた選択・集中の可能性を示唆する。そこで、ここでは特許による科学論文の引用を「技術領域」と「科学分野」の 2 つの軸で分類し、さらに科学分野ごとの技術領域に対する貢献の度合いを同時に可視化することにより、日本における学術研究と国際的な技術開発との間の関係を従来に比べて詳細に評価する手法を開発した。

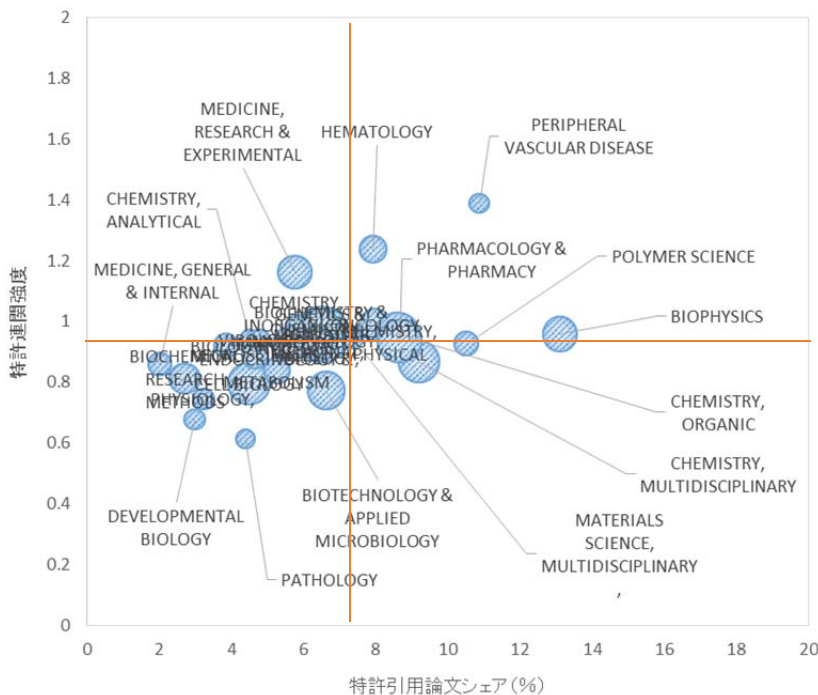
成果：日本の科学・技術連関を技術領域・科学分野別に把握するため、米国特許による学術論文（トムソン・ロイターのデータベース **SCI Expanded** に収録された論文）の引用情報を使用して、各技術領域に対する **SCI** の科学分野分類（サブジェクト・カテゴリ、**SC**）ごとに3つの指標、（1）日本の「特許引用論文シェア」（当該技術領域の特許が引用した全科学論文のうち、日本の科学論文が占める割合）、（2）日本発の論文の「特許連関強度」（日本の科学論文の平均引用回数を世界の平均で割った値、すなわち、日本の当該分野の研究成果と対象となる特定技術領域との結びつきの強さの代理変数）、（3）当該領域の技術への「貢献度」（当該分野の論文を引用する特許の比率）を算出し、それをバブルチャートで表現した。このチャートにより、特定の技術領域に対する日本の学術研究の位置づけが可視化される。

以下に示すバブルチャートの横軸は「特許引用論文シェア」を、縦軸は「特許連関強度」を表す。バブルのサイズは、その科学分野の論文がその技術領域で引用される度合いである「貢献度」を表す。なお、分析の対象とした特許データは、2005年から2009年までに米国特許庁（USPTO）に登録されたものである。また、技術領域の決定においては OECD(2008)および Shin et al. (2012) を参照し、「国際特許分類（IPC）」からその特許が属する技術領域を特定する手法を採用した。



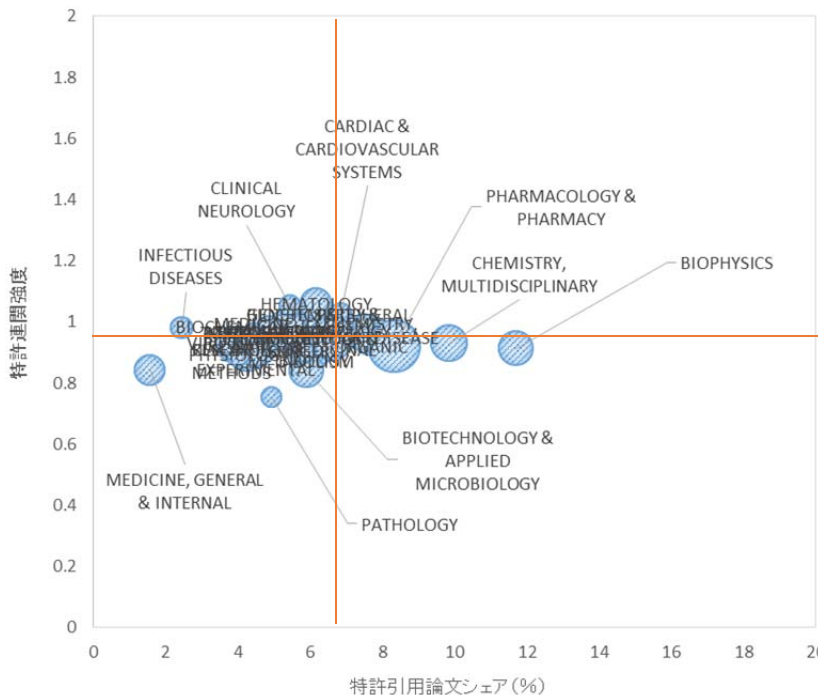
バイオテクノロジー領域

NANOTECHNOLOGY



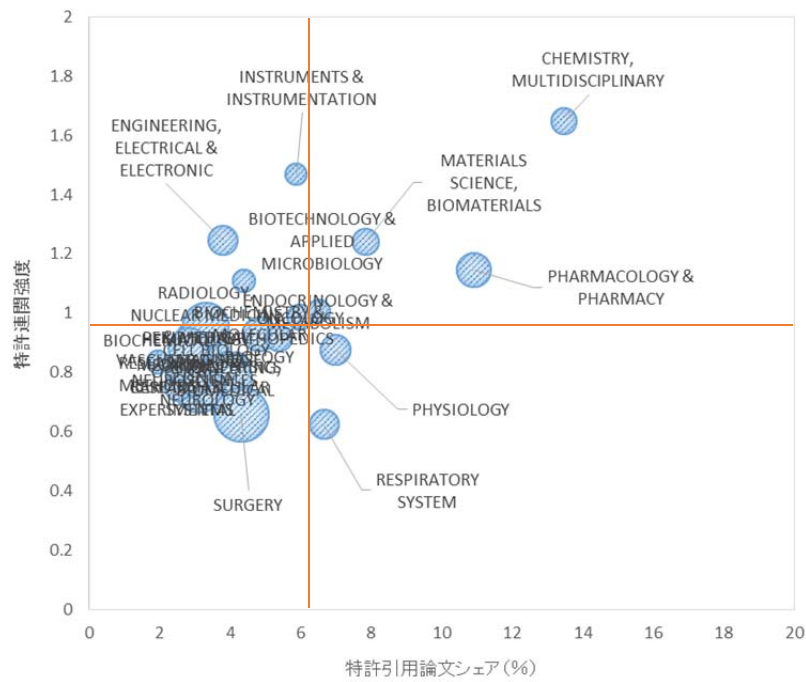
ナノテクノロジー領域

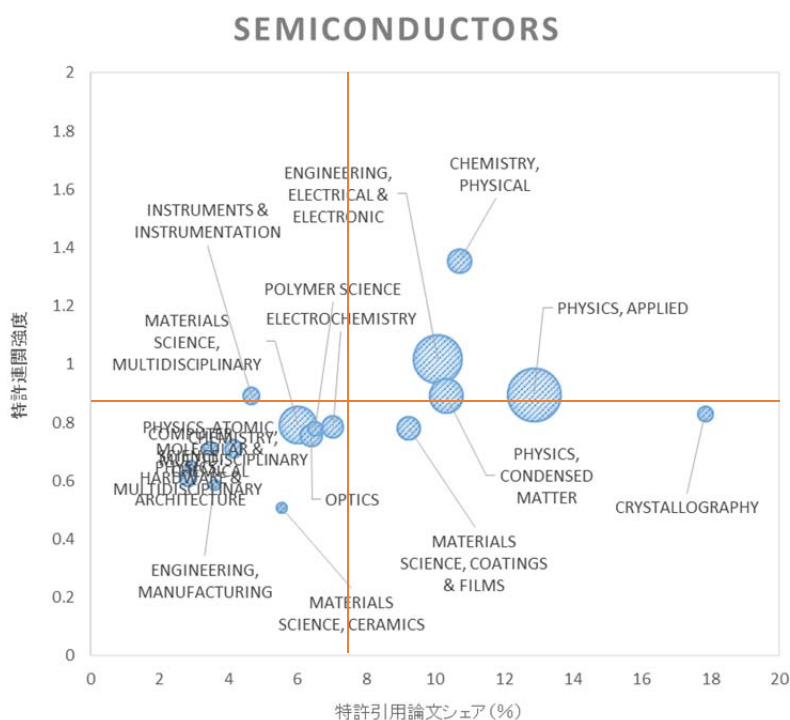
PHARMACEUTICALS



製薬関連領域

MEDICAL TECHNOLOGY





半導体領域

以上に示したのは、2005～2009 年における各技術領域での分析結果である。横軸は「特許引用論文シェア」を、縦軸は「特許関連強度」を示しているため、右に行くほど日本の論文が引用される割合が高く、上に行くほど引用回数の多い（≒技術側から評価の高い）ことを表している。赤い線は各軸での平均値を表しており、製薬関連領域で顕著に見られるように、強い特徴のない分野はこの周辺に集中することとなる。

医療技術領域における「Chemistry, Multidisciplinary」分野のように、右上に存在する科学分野ほど「引用される確率が高く」「繰り返し引用される」論文が生産されており、その技術領域で日本の科学研究が高く評価されているものであると判断することが出来る。また、光学領域が他の領域と比べて中心がかなり右に寄っているのは、引用された論文数が極端に少ない分野に影響されたためであるが、貢献度の比較的高い「Polymer Science」分野のシェアの高さが目立つ。バイオテクノロジー領域やナノテクノロジー領域における「Biophysics」分野、半導体分野における「Physics, Applied」分野も同様の傾向を示しており、これらの技術領域において各分野で生産された知識を利用した技術イノベーションを促進することが有効であると考えられる。

一方で、医療技術領域の「Instruments & Instrumentation」分野は、シェアは平均的であるものの特許関連強度に秀でており、評価が高い論文が生産されているものの論文数に伸ばす余地があると考えられるため、論文生産数を増やす方向で支援することにより、日本の科学研究の重要性を増すことができることが示唆される。

- 研究評価における文献計量学的指標の学術分野別の受容状況および分野の特性や文化をふまえた文献計量学的指標以外の重要指標のリスト

内容：ファンディングプログラムの評価において活用される指標は、文献計量学的指標に限るも

のではない。確かに文献計量学的指標は、プログラムやプロジェクトの生産性を見るだけでなく、共同研究の状況や、科学と技術のつながりなど、研究活動の多様な側面の分析をする際に活用できる。しかし、そもそも科学計量学により分析できるのは、英文ジャーナルを中心としたデータベースに収録された論文のみであり、それ以外の研究業績は分析対象にすらならないことは認識すべきである。このような前提を踏まえて、ここでは、文献計量学的指標の利用可能性を評価対象となる学問分野別に分析し、また、その他の指標群の存在とそこでの文献計量学の位置づけを明らかにした。

成果：大学の研究業績の評価という、多分野にわたって研究成果の「卓越性」を標準的枠組みで評価するような場面において、文献計量学がどれほど利用できるかを検討した。大学の研究評価は、様々な国で行われ、その多くはピアレビューを主たる方法としつつも、「informed peer review」と称されるように、評価対象の基礎的なデータや指標が評価者へ提供される。中でも近年、個別研究業績について文献計量学的データをよりシステマティックに評価者や大学側へ提供することが英国や豪州などで行われるようになった。同時に文献計量学的指標の利便性が向上しているがゆえに、偏重して利用されることや専門知識なしに不適切に利用されることに対して懸念も増している。さらに並行して、学術面以外の社会・経済・文化面でのインパクトも評価の局面で重視されるようになり、研究業績を評価する多面的な指標群を模索する動きがみられる。このような流れは日本でも同様であり、競争的資金の配分に指標が用いられるようになり、また、URAの専門職化などにより科学計量学的分析を導入する機会が増えている。そのために、本来科学計量学を利用した評価には適さない分野をかかえる大学は競争的資金を獲得しにくいなどの悪影響も生じている。その改善のために、どのような分野で文献計量学的指標が利用可能であり、それ以外の分野ではどのような指標が必要であるかを実証的に検討した。

ここで分析対象としたのは、日本の大学評価の一つである第一期国立大学法人評価（2008年度実施）において全国立大学の学部・研究科から提出された研究業績説明書である。研究業績説明書は、学部・研究科を代表する業績（教員数の半数を提出上限）と、大学全体の重点的研究領域における研究業績の2種類が提出され、あわせて19,626件であった。また、日本の結果を解釈するための対照として、英国における研究評価であるRAEの前回実施分（RAE2008）において大学から提出された研究業績リスト214,287件を用いる。英国では研究実施教員(Active Research Staff)一人あたり4件を上限に提出するため、日本の10倍以上の業績が提出されている。

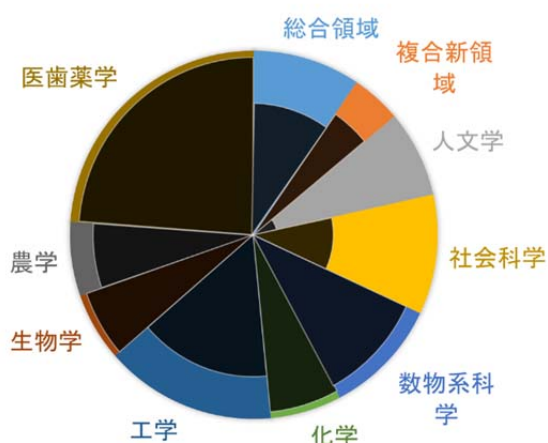
分野による文献計量学的データの利用可能性

大学自身が評価に提出するような優れた研究業績について、そもそも学術雑誌に掲載された論文の割合はどの程度か、またその中でどれくらいの割合が文献データベースの一つであるトムソン・ロイター社のWeb of Science (WoS) に収録されていたかを分析する。全分野を集計したところ、次表のような結果となった。

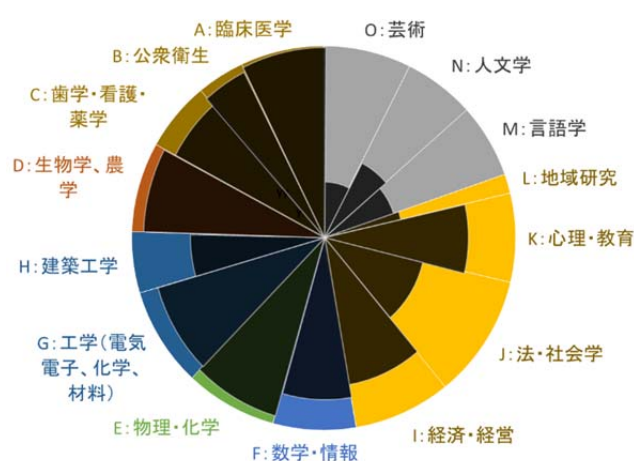
日英の全提出業績中の論文割合・WoS 収録割合

	提出業績数 (A)	うち、論文 「論文」(日本)あるいは 「Journal article」(英国)カ テゴリの業績数 (B)		WoS 収録数 (C)	研究業績全数での WoS 収録割合 C/A	論文中の WoS 収録割 合 C'/B
日本	19,626	16,158	82.3%	12,770	65.1%	78.8%
英国	214,287	161,261	75.3%	131,485	61.4%	81.5%

日英ともに提出業績のうちで、論文データベース収録の主たる対象となりうるジャーナル論文に相当する業績は7～8割である。さらに、WoS に収録されていた割合は、全提出業績の65%程度にすぎず、論文中では80%前後であった。また、下の2つの図は分野別の結果を示す。提出された研究業績に占める各分野の割合を円グラフで示し、各分野の中でWoS に収録されていた割合を面積比で黒く塗っている。



日本の国立大学法人評価での提出研究業績の分野割合と WoS 収録状況

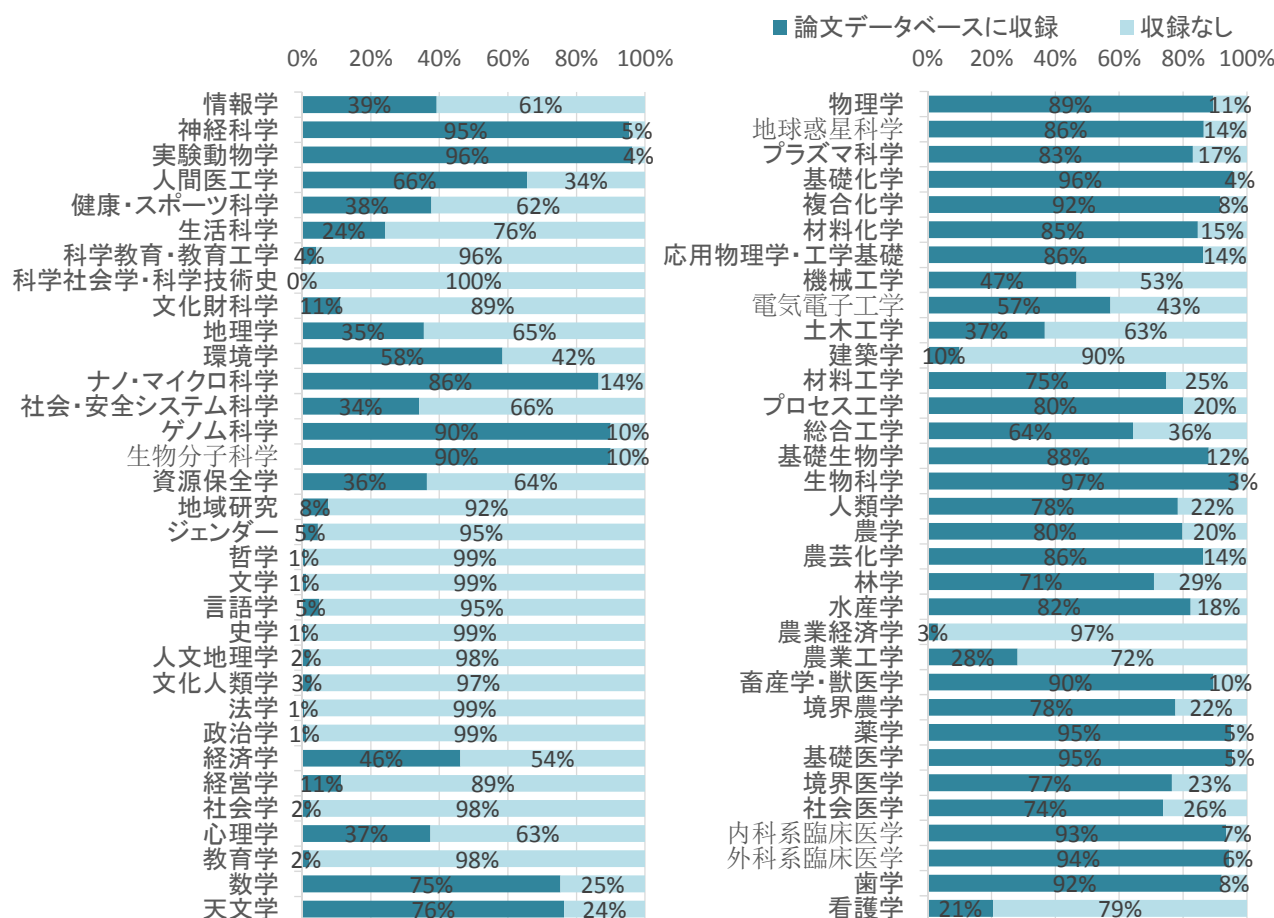


英国 RAE2008 での提出研究業績の分野割合と WoS 収録状況

文献計量学の利用が工学、社会科学、人文学における研究評価では適切でないことはしばしば指摘されることであるが、上の結果からは、大学を代表するような優れた業績であっても、文献計量学を利用した評価には限界がある分野が存在することが確認された。

実際には詳細な分科レベルでの違いも大きい。次図はその状況を示す。工学分野では機械、電気電子、土木、建築などの分野は低く、5割を下回るものもある。学際的な分野でも、たとえば情報学、環境学は5割程度であり、科学計量学の安易な利用には注意しなければならない。一方、人文・社会科学では、収録率は数%程度と、そもそも分析の対象とはなり難い。しかし、その中でも経済学と心理学は工学と同程度には収録された業績である。そのため、無理に分析を行えば、これらの分野のみを反映した評価結果がでることになりやすい。

上の2つの図はまた、日・英間の差異も示す。両者を比べると、そもそも提出業績の分野構成に大きな差異がみられる。英国では人文学・社会科学に相当する研究業績の提出がおおよそ半数を占める。この差異は、日・英の(国立)大学に所属する研究者の専門分野構成比の違いを反映していると考えられる。さらに、人文学・社会科学の業績のWoS収録率は英国のほうが高いが、全



分科別の WoS 収録状況

分野を集計すれば、研究業績のうちの「論文」の割合ならびに WoS 収録割合は日本のほうが高くなるという構造がある。

文献計量学的データとピアレビューの関係

つぎに、WoS に収録されている研究業績について、文献計量学的指標はピアレビューによる評価結果と相関するかを分析した。両者の関係の分析は既にいくつか存在し、ある程度の整合性が認めている。しかし、本分析で対象とした研究成果は、大学を代表する優れた業績の中でもさらにそれを「卓越」「優秀」「それ以外」と3区分したものである（下表）。このような上位層の中での判断における整合性はこれまでも明らかではなかった。通常、極めてすぐれた研究業績は引用数が高くピアレビューでも高く評価され、研究者にとっても代表業績でないものは引用もされずピアレビュー結果が低くなると想定可能である。しかし、多くの評価などで対象とされ、また、被評価者から提出されるのは、優れた研究業績のみである。これらの間で、実際にピアレビューと文献計量学に基づく評価の結果が整合するかは、検討が必要である。

段階判定の定義

学術面		社会、経済、文化面
SS (卓越)	「当該分野において、卓越した水準にある」 研究業績の独創性、新規性、発展性、有用性、他分野への貢献などの点において、客観的指標等から判断して、当該分野で学術的に最も優れた研究の一つであると認められ、当該分野ないし関連する分野において極めて重要な影響をもたらしている水準	「社会、経済、文化への貢献が卓越している」 以下の領域（略）において、客観的指標等から判断して、極めて重要な影響や極めて幅広い影響をもたらしている水準
S (優秀)	「当該分野において、優秀な水準にある」 SS にまでは至らないが、当該分野で学術的に優れた研究の一つであると認められ、当該分野ないし関連する分野において重要な影響をもたらしている水準	「社会、経済、文化への貢献が優秀である」 SS にまでは至らないが、重要な影響や幅広い影響をもたらしている水準
S 未満(A : 良好,B : 相応,C : それ未満)		

本分析では、WoS の 250 程度の分野分類(subject category)、ならびに ESI の分野分類を用いて、各論文が引用数でみて、該当する分野分類の同一出版年の論文(Article、Letter、Review)の中で上位何%に位置するかというパーセンタイル指標を用いた。複数の分野分類がふられている場合には、もっともパーセンタイルの値が良い（値が小さい）分野を用いた。また、評価実施年は 2008 年であったために、2008 年までの引用数と、その後 3 年が経過した 2011 年までの引用の 2 つを用いて差異を確認した。なぜならば、実際の評価の場面では、引用分析に適切な 3～5 年以上前に出版され、十分に評価される期間を経た論文が評価対象となるよりも、評価実施の直前に出版された研究業績が対象となることが多いためである。そのため、直近の引用数で利用可能性を検証する必要がある。

下表に示されるように、分析の結果、全ての論文を合計すれば、SS と判断された業績の中央値は WoS 分類を用いれば上位 11%程度、ESI 分類を用いれば 8%であった。引用期間によって中央値に大きな差異はない。

ピアレビューによる 3 段階判定ごとの引用数パーセンタイルの中央値

	SS 中央値	S 中央値	S 未満中央値
WoS 分野によるパーセンタイル (2008 年まで)	11.6%	26.3%	38.5%
WoS 分野によるパーセンタイル (2011 年まで)	11.0%	24.4%	35.4%
ESI 分野によるパーセンタイル (2008 年まで)	8.7%	25.6%	40.6%
ESI 分野によるパーセンタイル (2011 年まで)	8.3%	23.6%	36.5%
掲載雑誌の IF によるパーセンタイル (2008 年)	4.8%	10.5%	14.9%

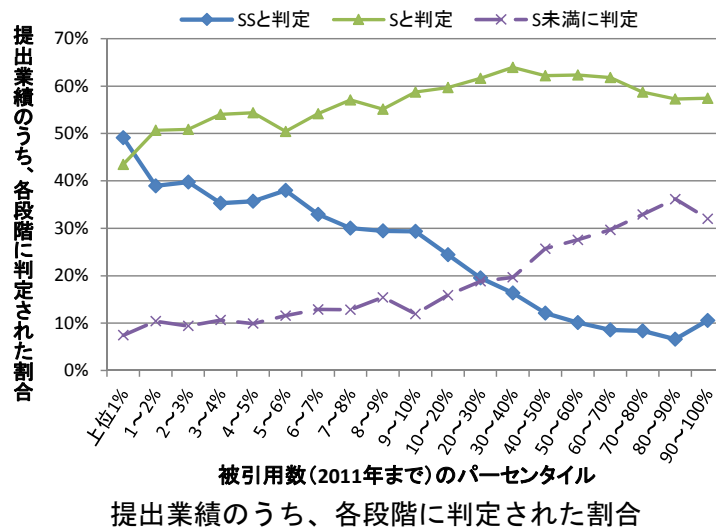
さらに、分散も考慮し、WoS への収録割合が高い分野のみを取り出して 3 群での差のノンパラメトリック検定（クラスカル・ウォリス検定）を行った。WoS、ESI、IF（インパクト・ファクター）でどこに差が顕著であるかは、分野により異なる。医歯薬学など、研究業績の WoS 収録率が高い分野では、どの指標をとっても統計的に 0.1%有意で、SS、S、S 未満の 3 群で中央値に差が見られる。しかし、経済学、心理学、スポーツ科学などの社会科学では、引用数では統計的に有意とならず、IF では有意となる。このことは、当該分野が引用される期間が自然科学よりも長いことや、必ずしも研究の質に十分な合意がないために、個別の論文の中身よりも、査読に定評のあるジャーナルに掲載されたことを判断に用いやすいことなどが推測される。他方で、土木工学、材料工学など引用数では有意となるが、IF では有意とならない分野もある。

また次表に示すように、SS と S とでは差異が見られるが、S と S 未満では統計的に有意な差異が見られない分科がみられた。すなわち、ピアレビューで極めて卓越しているとされる業績については引用数でも差がつきやすいが、それ以下での区分では整合性が十分ではない分科もある。

収録割合が高い分野でのピアレビュー結果との関係

No	分科	提出数	うち「学術」への提出	「学術」のうちの WoS 収録率	引用数のパーセンタイル			クラスカル・ウォリス検定		
					SS 中央値	S 中央値	S 未満 中央値	判定結果 による差	多重比較：SS・S 間に差があるか	多重比較：S・S 未満に差があるか
11	神経科学	348	334	98%	13.6%	20.8%	33.6%	**	**	**
23	ゲノム科学	70	66	92%	1.5%	17.2%	14.5%	**	**	-
24	生物分子科学	90	82	96%	9.5%	24.6%	33.9%	**	**	-
46	基礎化学	387	382	96%	17.3%	22.7%	39.1%	**	**	**
47	複合化学	567	534	94%	9.8%	16.7%	30.4%	**	**	**
58	生物科学	691	680	97%	9.3%	24.3%	41.5%	**	**	**
68	薬学	304	280	98%	8.0%	23.5%	30.1%	**	**	-
69	基礎医学	1401	1328	96%	5.7%	19.8%	32.9%	**	**	**
72	内科系臨床医学	1453	1355	94%	11.0%	21.0%	32.6%	**	**	**
73	外科系臨床医学	609	564	97%	9.2%	25.4%	34.7%	**	**	**
74	歯学	519	482	95%	10.9%	30.8%	32.2%	**	**	-

以上のように、3 群にわけた集計では、差異は見られた。しかし、個別業績レベルでみれば、下図に示すように、たとえ引用数が上位 10%に入る場合でも、SS,S のどちらに判断されたかは確定的でない。全体的に半数程度が判断の中間である S となり、引用数の高低によって、SS や S 未満に判定される確率変動している。これまでも、文献計量学的データは機関全体などの集計値には有効であるが、個別の論文や研究者を対象とする場合には不十分であることは指摘されてきた。本分析からも、個別論文単位では文献計量学に基づく判断がピアレビューを単純に代替できる可能性は低いことが示唆される。



研究の卓越性を示す文献計量学的指標以外の多様な指標

法人評価の現場では、大学側（教員）が、各研究業績がなぜ卓越していると考えられるかを、根拠データ等をもとに示し、レビューアーは最上位の SS の判断を下す場合には、判断材料に用いた根拠データをマーキングすることが求められた。このマーキングされた根拠データが各分野で教員・評価者が重要と考える代理指標の種類を示すと考えられる。

下表ではその中で数が多かったものを示している。被引用数は数物系でもっとも頻繁に上がり、21%の業績の判断根拠であった。他方、IF は医歯薬や生物学の 5 割以上で判断根拠とされていた。さらに、それ以外の分野では異なる根拠が頻繁に用いられている。人文学では新聞・一般誌ならびに、学術雑誌や専門書での書評が根拠である。ただし、件数ではなく、書評の内容や評者が判断の根拠となる。一方、社会科学でも書評は比較的多い根拠であるが、件数が用いられることが多く、具体的な内容は根拠とされていない。また、社会科学では、掲載した雑誌名や、査読のある雑誌へ掲載していることが根拠となる場合が多い。このことは、上記でピアレビュー結果が、引用数よりも IF との整合性が高いことと符号する。工学分野では招待講演・基調講演が判断材料となることが 4 割を超えている。技術開発や情報流通の即時性が求められる分野では、雑誌掲載よりも講演が重視されることがうかがえる。さらに研究を行った研究費がどのようなものであったかも根拠となっている。また、生物学では引用数や IF のほかに、Faculty of 1000 や Nature, Science などの主要雑誌における解説記事の掲載など、論文発表後の研究者間での評価（ポスト・ピアレビュー）を踏まえた指標が特徴的に現れている。

各分野での卓越性の代理指標

	引用			掲載雑誌のIF			受賞	新聞・一般紙での書評・紹介	うち、書評・紹介の内容	学術誌・専門書での書評・紹介・書評	掲載雑誌名	査読のある雑誌への掲載	招待講演・基調講演	Faculty of 1000	他研究者による解説記事: nature誌 News and Views, Scientist誌	特許化	製品化・実用化	研究を行った研究費
		うち引用数																
総合領域	11%	7%	31%	39%	16%	1%	1%	42%	1%	16%	4%	0%	1%	3%	4%			
複合新領域	15%	14%	18%	37%	13%	2%	5%	26%	1%	17%	0%	2%	1%	3%	5%			
人文学	5%	2%	0%	38%	26%	14%	19%	7%	2%	5%	0%	0%	0%	0%	3%			
社会科学	7%	4%	7%	35%	9%	1%	13%	36%	7%	7%	0%	0%	0%	0%	1%			
数物系科学	25%	21%	13%	28%	11%	0%	2%	31%	1%	29%	0%	2%	1%	0%	0%			
化学	14%	12%	11%	31%	15%	0%	0%	31%	0%	28%	0%	2%	1%	2%	6%			
工学	11%	9%	17%	56%	9%	1%	1%	28%	0%	41%	0%	0%	3%	5%	7%			
生物学	19%	16%	58%	9%	14%	0%	1%	67%	0%	11%	5%	6%	1%	0%	0%			
農学	17%	16%	53%	33%	15%	0%	1%	44%	0%	18%	2%	3%	3%	1%	3%			
医歯薬学	16%	12%	59%	19%	17%	0%	0%	57%	1%	13%	1%	3%	4%	3%	3%			
合計	14%	12%	30%	32%	14%	1%	3%	40%	1%	20%	1%	2%	2%	2%	3%			

ただし、この分析結果が示すものは集計値が多かった事項にすぎず、たとえば下表に示すように、工学では様々な根拠データが示されている。

人文学・工学分野での根拠データ例

人文学での根拠データ例	工学での根拠データ例
【学術面】 <ul style="list-style-type: none"> 研究成果に基づく受賞（学術賞、学会賞など） 学術誌や専門書での書評・紹介、その具体的な記述内容や評者。 新聞、一般雑誌、テレビでの書評・紹介、その具体的な記述内容や評者 論文の被引用数 著名な論文、書籍、教科書、辞典等における引用 国際的に評価の高い学術雑誌への掲載（インパクトファクター含む） 著名な叢書の一つとしての出版 海外における書籍の翻訳 論文集への選定 招待講演、基調講演、招待論文等 研究活動のための競争的資金 新たな共同研究や共同事業の進展 外部評価の結果 先端的研究成果に基づく新学術分野の創成（研究センター、学術団体、共同研究組織の設立など） 	【学術面】 <ul style="list-style-type: none"> 研究成果に基づく、学術面での受賞。 新聞、一般雑誌、業界誌、テレビでの研究成果の紹介・批評。 学術誌や専門書での研究成果の紹介・批評。 著名な学術雑誌への掲載（インパクトファクター含む） 被引用数。高被引用論文への選出。 著名な論文や講演、レビュー論文、教科書・辞典等における研究成果の引用・紹介とその扱われ方。 論文のアクセス数やダウンロード数。ならびに、それらの値が高い論文への選出。 掲載論文における注目論文や優秀論文としての選出。 著名な学術雑誌における研究動向解説論文・記事などによる解説。 招待講演、基調講演。 著名な学会や採択が厳しい学会における発表の選定。競争性の高い選定（たとえばポストドクトラル論文など）。 再録雑誌への採択。 研究成果を生んだ研究活動のための競争的研究費。研究成果に基づいて新たに獲得した競争的研究費。 研究費による事後評価の結果。
【社会・経済・文化面】 <ul style="list-style-type: none"> 研究成果に基づく受賞（芸術・文化賞、出版賞など） 新聞、一般雑誌、テレビでの書評・紹介、ならびに、その具体的な記述内容や評者 書籍の出版部数、教科書としての利用状況、図書館等での所蔵数 （特に芸術における）公演・発表などでの選定。来場者数。メディアでの評価 特許、ライセンス、製品化（たとえばマルチメディア語学教材やソフトウェアの製品化など） 政府のガイドライン等での研究業績の活用 	【社会・経済・文化面】 <ul style="list-style-type: none"> 社会・経済・文化面を重視した受賞（地方自治体、産業界等からの受賞）。 新聞、一般雑誌、業界誌、テレビでの紹介・批評。 研究成果物の展示会やその来場者数。 国内および国際特許化。ライセンス契約やその収入。 ソフトウェア、データ、装置・研究試料などの開発・公開、その利用状況や利用者側での成果。 研究成果に基づく起業。 国際標準への選定、政府・産業界等でのロードマップにおける選定。 製品化・実用化、ならびに、それにより企業にもたらされた売上高や期待される市場規模。 書籍の出版と出版部数。 研究成果の教材としての利用状況。 研究成果を生むための企業や政府・公共団体等との共同研究の状況や、その後の共同研究の申し出状況。 社会・経済・文化面への貢献を重視した研究費の獲得。 政策や規制・ガイドライン等への貢献。 政府や地方自治体などにおける研究成果の反映。 公共サービスでの研究成果の活用。 医療における工学分野の研究成果の活用（臨床応用への展開や利用状況など）。 研究成果やそれに基づく製品等の利用者における社会・経済・文化的効果（たとえば、環境面やエネルギー面での効果や課題解決）。

以上の分析から次のようなことが示唆される。

第一に、日本ならびに英国の大学について、学部・研究科を代表するような業績については、全分野合計でみれば、**65%**程度が論文データベースに収録されており、文献計量学的な分析・評価の対象とならない業績も多い。通常、人文・社会科学は科学計量学の対象となりにくく、また、工学がその次に不適合であることは言われている。しかし本分析からは、工学分野の中でも、人文・社会科学の中でも、**WoS** 収録状況には分科ごとに差異があることが示された。

第二に、文献計量学的指標による評価とピアレビューとの整合性は、多数の論文群の中央値などの集計としては整合する。ただし分野によって、**IF** のみと整合する、あるいは引用数のみと整合する場合もあるため、使用に留意が必要となる。また、個別論文単位でみれば、引用数が高くとも必ずしもピアレビューで高い評価がつくものではない。少なくとも両者が相互に代替することは不可能である。一方で両者のどちらの分析や判断が「絶対的に」正しいとは決して言えない。

第三に、文献計量学的なもの以外の指標について、分野ごとの典型的な例を示した。これら指標について、収集し、平均値などの全体的状況が分析できるものについては、今後分析対象としていくことが望まれる。

2-2-3. 研究テーママップを中心とした政策ニーズに適合した Science Map の研究開発

平成 23 年度は、1) 既存のマッピング手法に関する理論的な検討を行うとともに、2) マッピングの対象となるコンセプトを表現するキーワードの抽出手法の自動化について先行研究のサーベイを行い、その中に現れる各手法を用いて文章集合からキーワードを抽出することで、本開発項目の目的に適切な手法を明らかにし、さらに 3) 具体的な分野・事例に注目した異なるレベルのサイエンスマップ作成のため、生命科学分野における国際論文・国内プロシーディング・その他データへのアクセス方法の検討を開始した。

平成 24 年度は、23 年度の調査に基づき、試行的なメソ、ミクロレベルの Science Map を、それを専門家および実務家に提示し、その意見を聴取することで、マップの評価を行うとともに、改善すべき点を明らかにした。

平成 25 年度には、生命科学分野（神経科学分野、精神医学・心理学分野、多能性幹細胞研究分野）に注目した異なるレベルの Science Map の作成に取り組んだ。また、前年度明らかになった課題であるマップの作成・理解を容易にするため手法の開発を目指して、①マップの半自動生成ソフトを開発し、さらに②MeSH タームを利用した Science Map の作成を試行した。加えて、政策およびファンディングプログラムの変化とマップ変化の対応を分析することで、政策やファンディングプログラムのインパクトを事後的に評価する手法の開発を行った。

平成 26 年度には、これまで開発したマッピングの手法に加えて、以下 2 つの手法の研究開発に注力した。具体的には、第一に、実務家の Science Map の理解を容易にする手法として **Science Overlay Map** と呼ばれる可視化手法に注目した上で、これまでよく使われてきた **heat map** という可視化手法（基本的に量的データの可視化のみに使われるべき手法）を補完する質的なデータの可視化手法の研究開発を行った。第二に、米国特許による論文データから、国の学術研究の技術的な応用に関する強みを可視化する手法の開発を実施した。

さらに、以上の開発の成果を活用して、他の研究開発項目で作成したデータを可視化して表現することで、よりわかりやすい形でのエビデンスを提示することに成功した。以下、具体的に成果を示す。

・ 研究パフォーマンスを含むライフサイエンス研究分野の現状及び動向を示すマップ

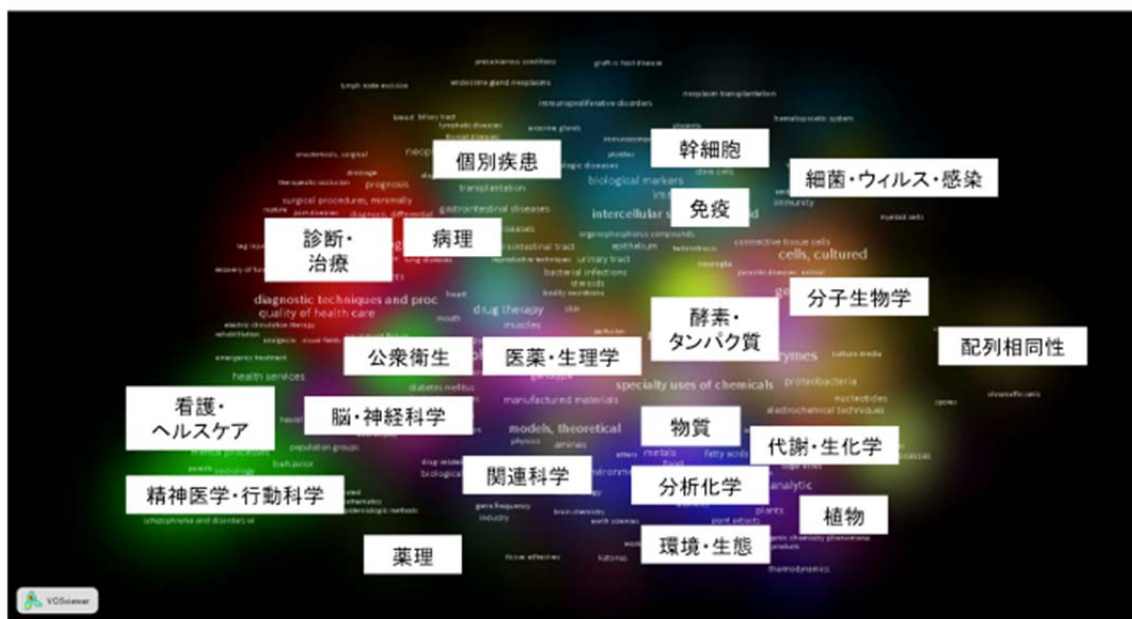
内容:ここでは、ライフサイエンスという幅広い研究領域の全体像を対象に、**Science Overlay Map** という手法を使って研究の現状や動向を可視化し、日本のライフサイエンス研究の全体像の一端をエビデンスとして提示する。当該のエビデンスは、ライフサイエンス分野における新しいファンディングプログラムの設計・構想時における分野の事前評価（現状把握）やプログラムの目的についてタックスペイヤーに対して説明する責任を果たす際に有効であろう。

なお、**Science Overlay Map** は、科学研究トピックの状況を二次元に配置したマップを定め、そのマップ上に他の情報（本事例では論文数や学術論文による引用指標 や特許による引用指標）を重ね合わせることで、各分野の状況や変化を視角的に把握することを可能にする表現である。

成果:ライフサイエンス分野を対象として、時間的／空間的に幅広い像を描き、その潜在的な構造変化の手がかりをつかむことを支援する俯瞰的なマップを **Science Overlay Map** の手法を使って作成した。具体的には、MeSH タームと呼ばれるライフサイエンス分野のキーワードを使って作成したライフサイエンス分野を可視化するマップに対して、論文数、被引用数、特許による被引用数などの情報を付加 **Science Overlay Map** を提供する。**Science Overlay Map** とは、科学研究トピックの状況を二次元に配置したマップを一つ定め（**basemap** と呼ぶ）、そのマップ上に他の情報を重ね合わせることで、各分野の状況や変化を視角的に把握することを可能にする可

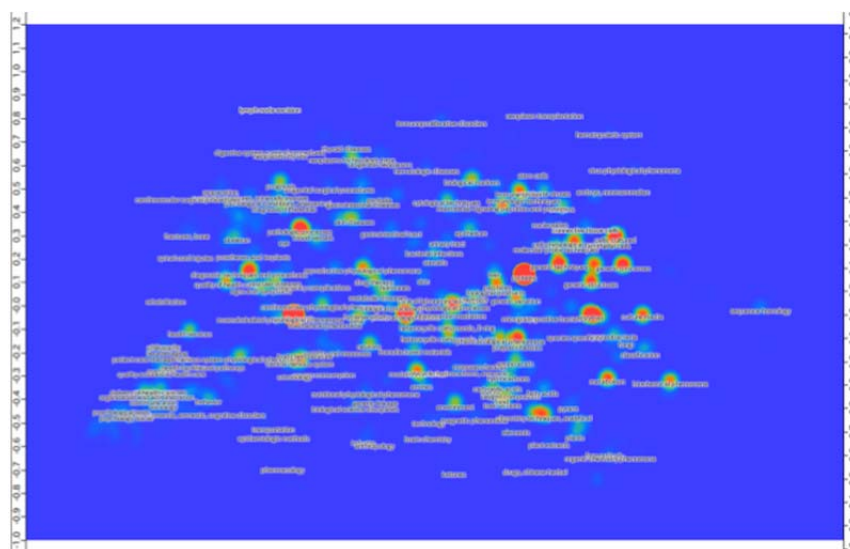
視化表現である。すなわち、一般的な地図を例とすれば、**basemap** は測量によって得られる実測図に、**Science Overlay Map** は場所に関する科学的情報やその分析結果を表現した主題図に相当する。

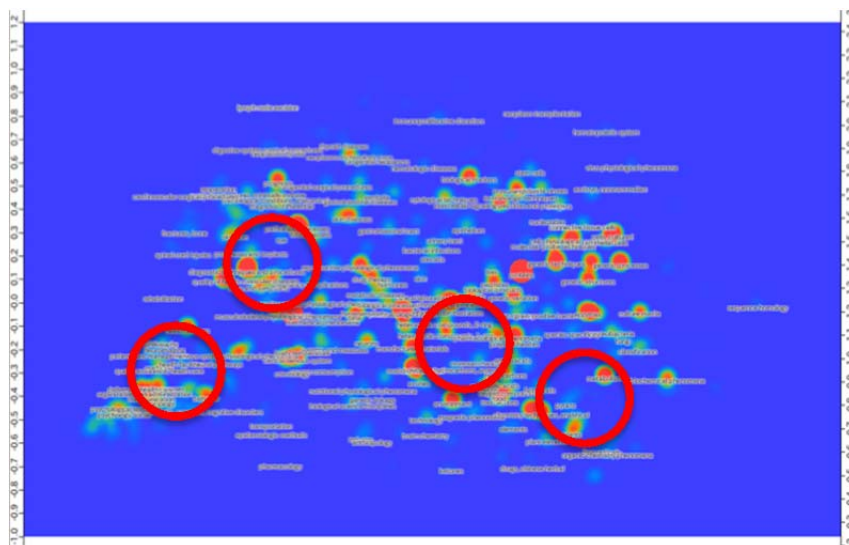
以下、参考までに **Science Overlay Map** の見方を簡単に説明する。まず、どのような研究分野がどこに位置するかを示すのが **basemap** である。**basemap** に示される分野の配置に対して、どれくらいの量の研究成果が、あるいはどのような「質」の成果が生産されたかを色で表現したのが、**Science Overlay Map** である。原則として、色が赤に近いほど成果の量が多く／「質」が高く、青に近いほど少なく／低い。ただし、質は代理変数を用いて評価しているので、その解釈には常に注意が必要である。



ライフサイエンス分野の basemap

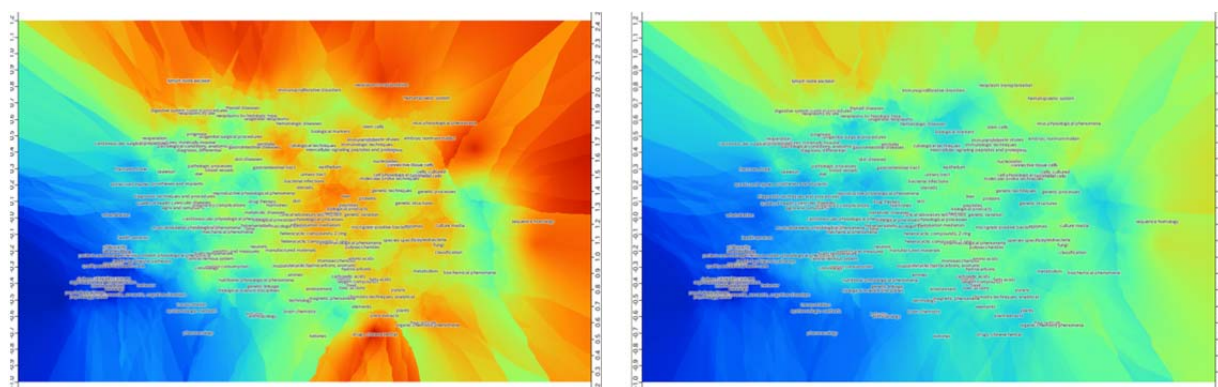
マップ中、右に基礎研究、左に臨床研究が配置されている。また、下部は関連する科学分野や物質などが集まっており、中央上部は個別疾患や病理関係のトピックが集まっている。





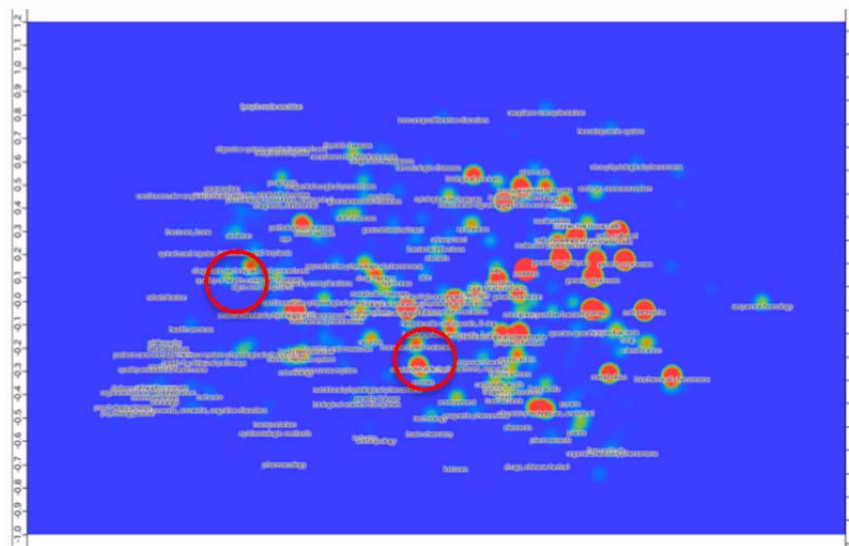
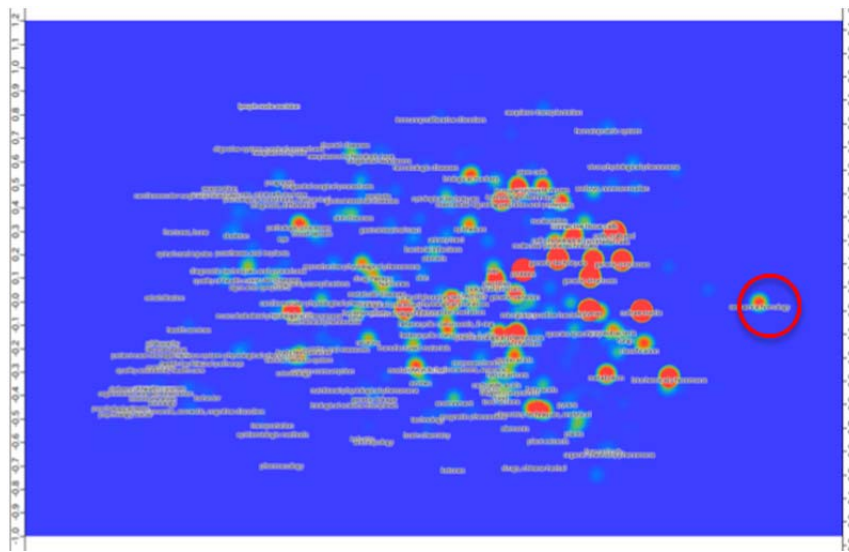
世界の論文数の変化（2000 年と 2010 年の二時点比較）

さらに、上図のようにライフサイエンス分野では全領域で論文数は増加しているが、とくに精神医学・行動科学、病理・診断技術、システムバイオロジー、分析化学の分野で論文数が伸びている。



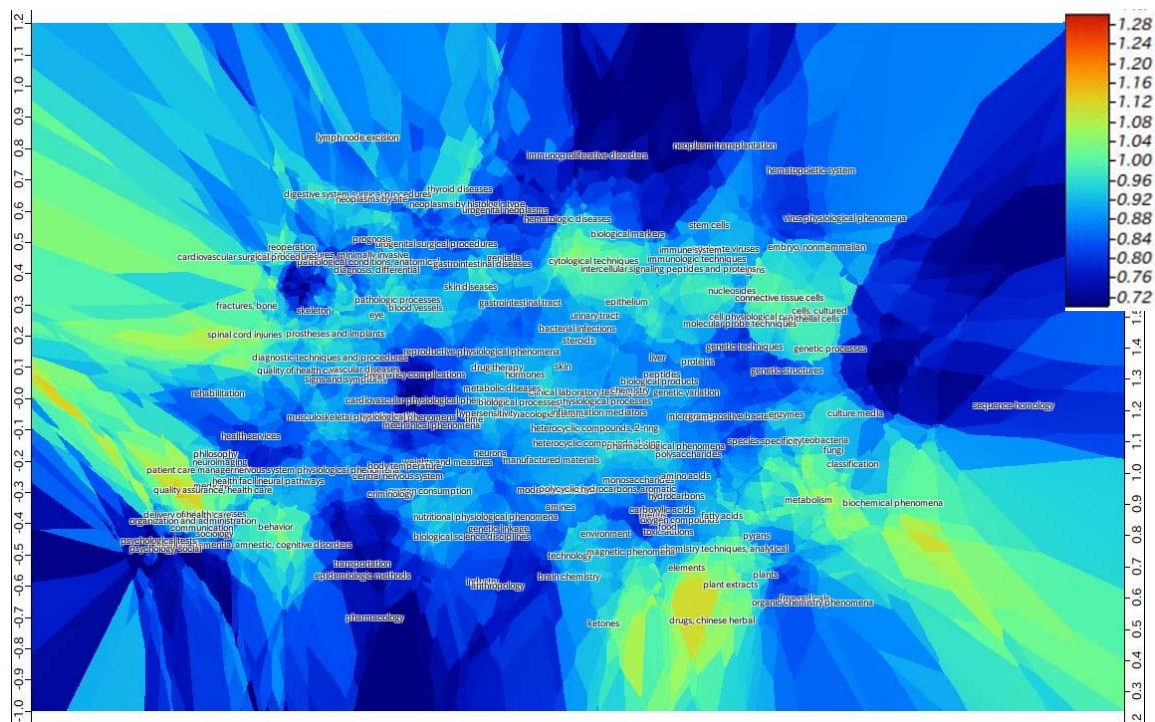
日本の論文シェアの変化（2000 年（左）と 2010 年（右）の二時点比較）

日本の論文シェアが全領域で急激に低下している。

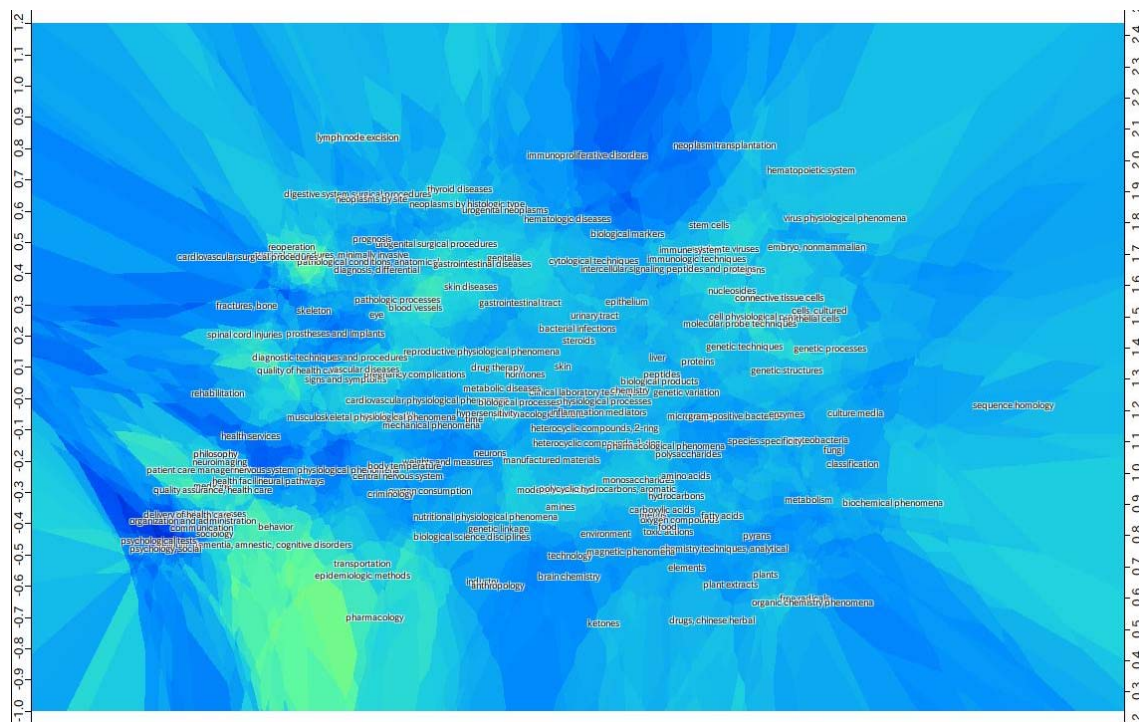


米国特許に引用される論文トピックの変化(2001 年登録特許による引用と 2011 年の引用の比較)

配列相同性に関する論文への米国特許による引用が減少し、診断技術・システムバイオロジーへの引用が増える。

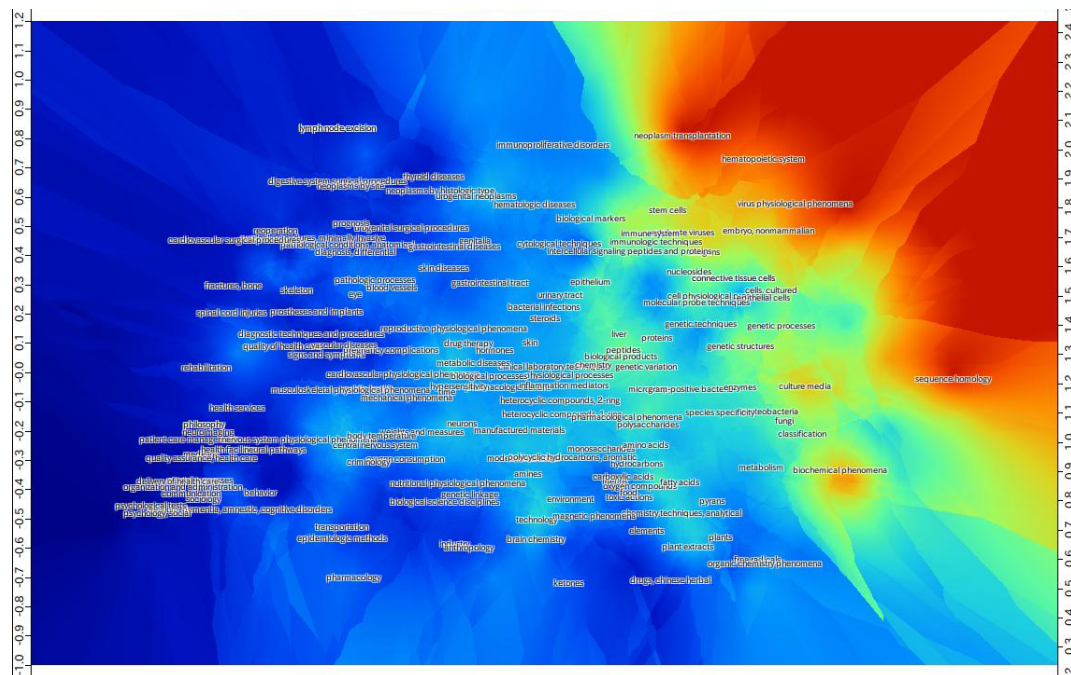


日本の被引用数上位 1%論文比率／世界同比率

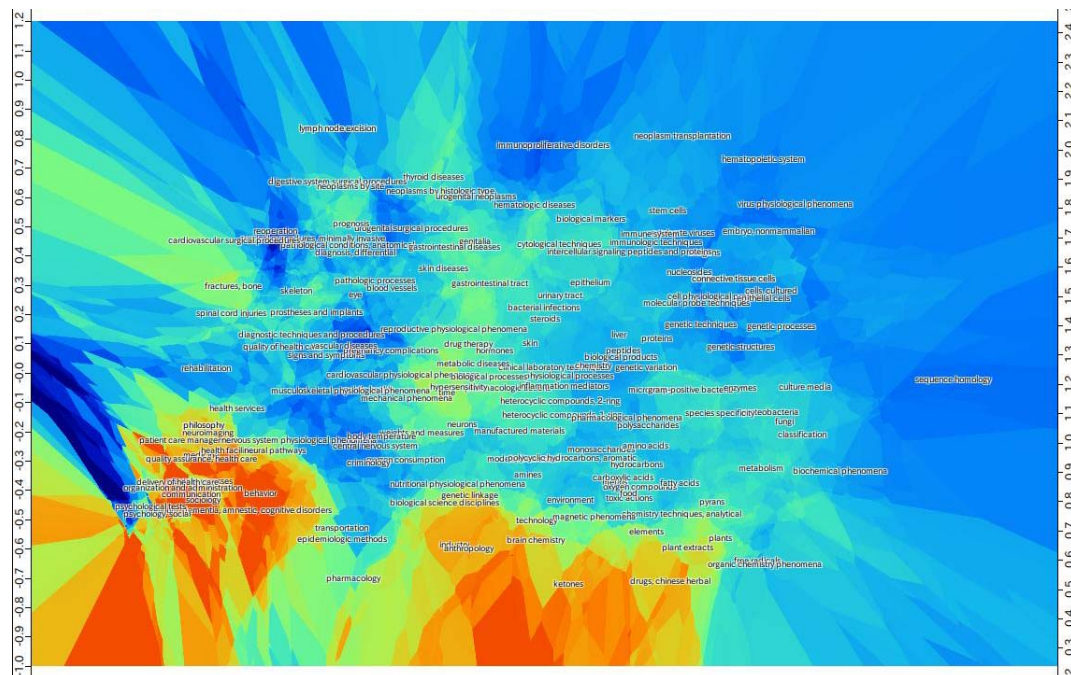


日本の被引用数上位 10%論文比率／世界同比率

公衆衛生やヘルスケア関連の領域と漢方を除くと、日本の卓越した論文（被引用数で上位 1% 以内の論文）の比率は世界平均（＝1）よりかなり劣っているが、優れた論文（被引用数で上位 10%以内の論文）になると全般的に世界の平均に近づく。



基礎系の研究成果が特許によく引用されている。



世界の論文数や日本発の論文数が少ない非主流領域以外では米国特許による引用が少ない中で、医薬・生理学関連の領域で相対的ながら日本が健闘している。

世界の論文数はライフサイエンス研究のほぼ全ての領域で着実に増加している。ところが、今世紀始めに基礎研究分野で 10%を超えるほど高かった日本の論文シェアは急激に低下し、ほとん

どの分野で日本の全分野平均（約 6%）を多少超える程度となっている。しかも、被引用数上位 1%、10%に含まれる論文の比率でみると、マクロレベルではライフサイエンス研究の各領域における日本の研究成果への評価を低くせざるを得ない。ライフサイエンス分野においても日本のプレゼンスが危機的状況にある。

近年、米国特許による被引用数が相対的に増加している領域は、病理・診断技術、システムバイオロジーなどの領域で、逆に配列相同性に関する特許は減少している。その意味で現在のライフサイエンスの技術化がより応用的かつ統合的な分野で進んでいると考えられ、米国の後追いになる危険性はあるものの、ファンディングプログラムが取り上げるべきテーマの方向性を示唆する。

日本だけでなく世界全体でも臨床系よりも基礎系の論文がより多く出版されている。その世界の状況と比べても日本の論文出版は基礎系に集中しており、バランスを欠いている。

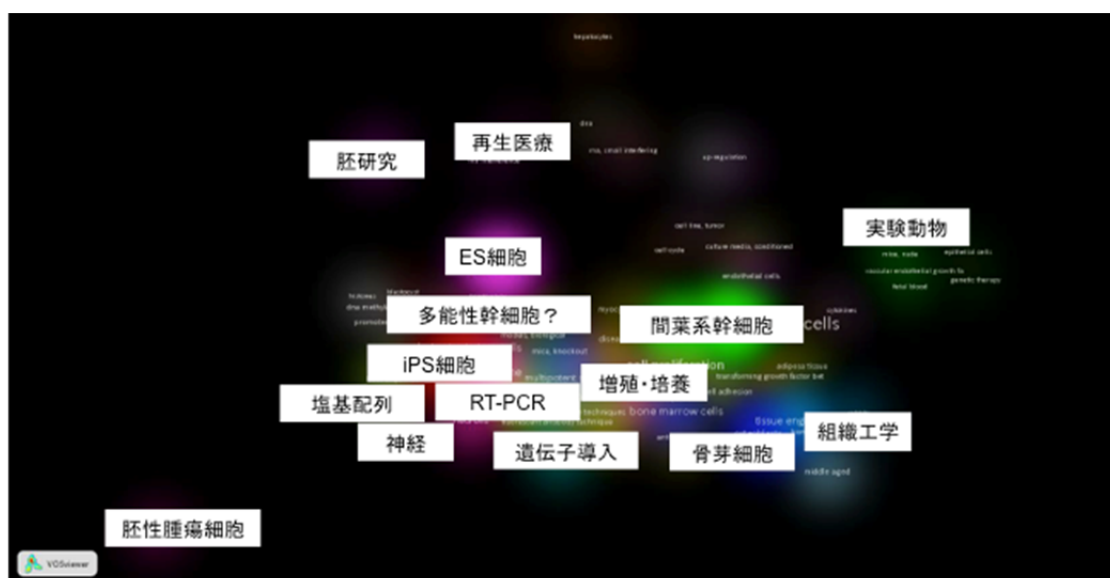
日本の論文で相対的によく特許に引用されるのは公衆衛生やヘルスケアなど通常特許による引用数が少ない研究領域および医薬・生理学系の領域と推定される領域である。

・ 研究パフォーマンスを含む多能性幹細胞研究の現状及び動向の可視化

内容：前項につづき Science Overlay Map を使って、多能性幹細胞研究領域を対象に、その現状および動向を可視化し、当該領域の状況を示すマップを示す。

成果：多能性幹細胞研究分野を対象として、時間的には幅広く、空間的には絞った像を描き、その潜在的な構造変化の手がかりをつかむことを支援するマップを Science Overlay Maps の手法を使って作成した。

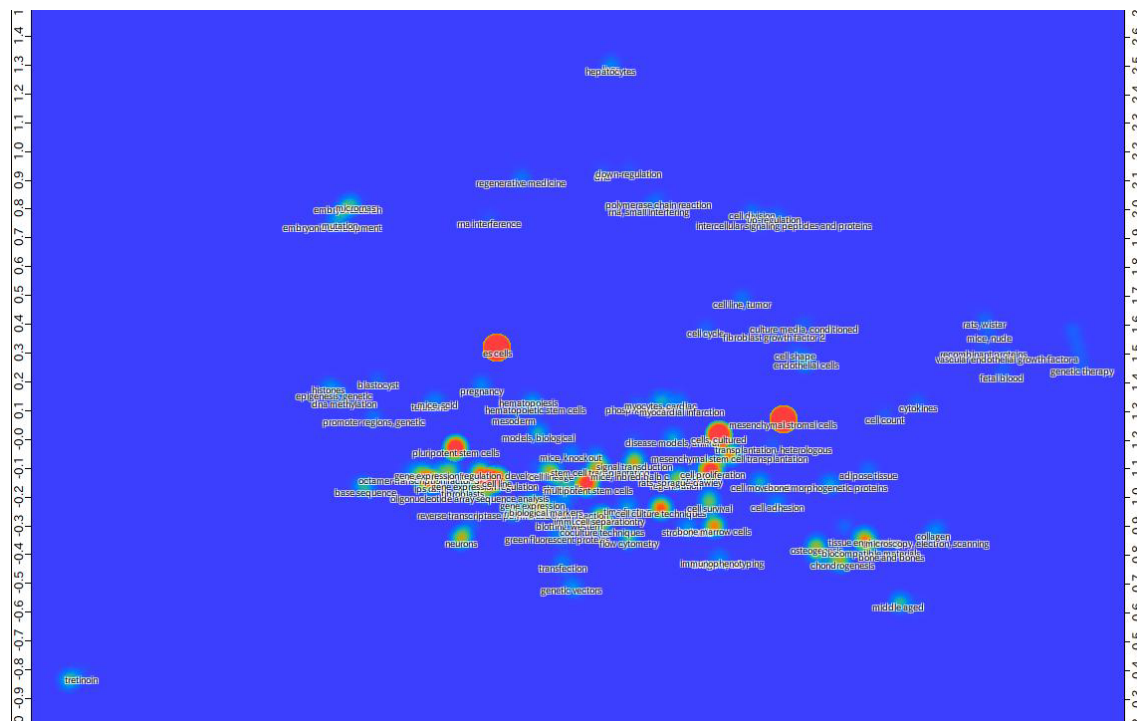
具体的には、MeSH タームと呼ばれるライフサイエンス分野のキーワードを使って作成した多能性幹細胞研究を可視化するマップに対して、論文数、被引用数、特許による被引用数などの情報を付加した Science Overlay Map を提供する。



多能性幹細胞研究領域の basemap

basemap において、ES、iPS、間葉系幹細胞などの主要な研究ターゲットが分離して配置されており、さらに、その作成や解析に使われる技法が関連性に従って、それぞれのターゲットとなる幹細胞の近辺に配置されている。とくに中央には、すべての多能性幹細胞研究で共有される技

法が数多く現れている。また、ES と iPS の間に両者を包含する多能性幹細胞（pluripotent stem cells）というキーワードが現れていることや、研究活動のピークを過ぎ、かつ他と比べて異質な胚性腫瘍細胞が周辺（左下隅）に追いやられていることは注目に値する。

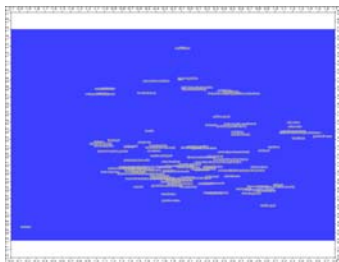


世界の多能性幹細胞研究の論文数（分数カウント、1999～2011 年出版論文）

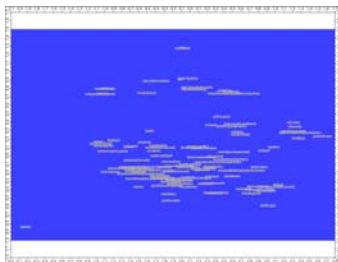
上図より ES、iPS、間葉系幹細胞という 3 つの柱に論文生産が集中していることが明らかになる。

次の図は世界の多能性幹細胞研究の論文数の推移を表す。図から、間葉系幹細胞→増殖・培養⇔ES→その他技術→iPS という順番で論文数が増加していったことが確認できる。また、多能性幹細胞研究の応用としては右下の組織工学領域が立ち上がったところであり、再生工学は 2010 年時点ではマイナーなトピックであった。

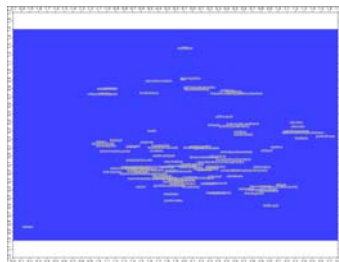
2000



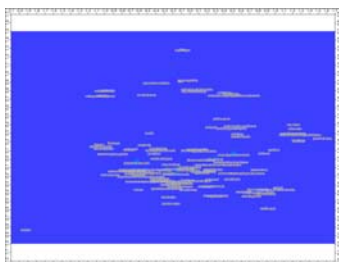
2001



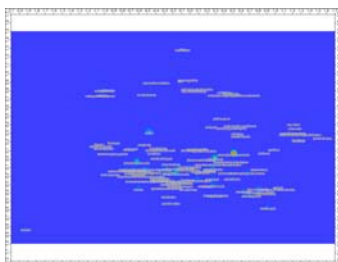
2002



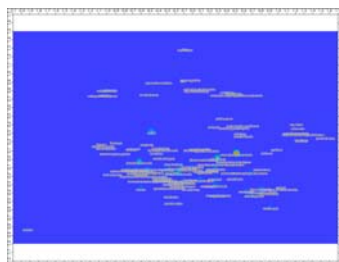
2003



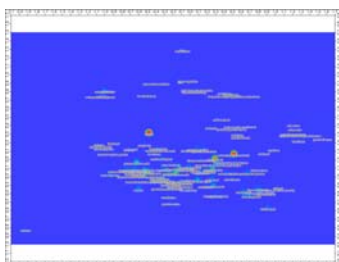
2004



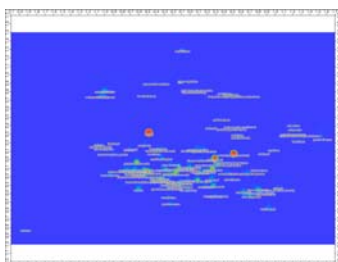
2005



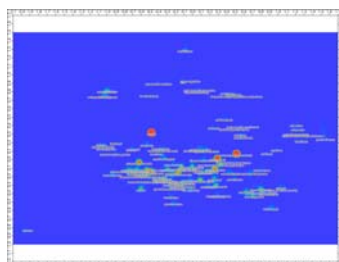
2006



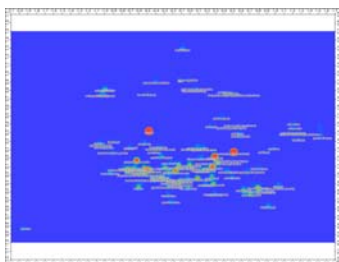
2007



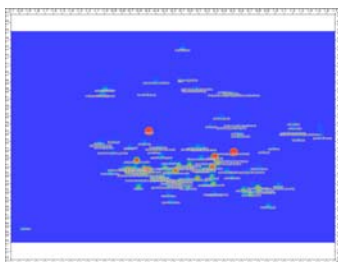
2008



2009

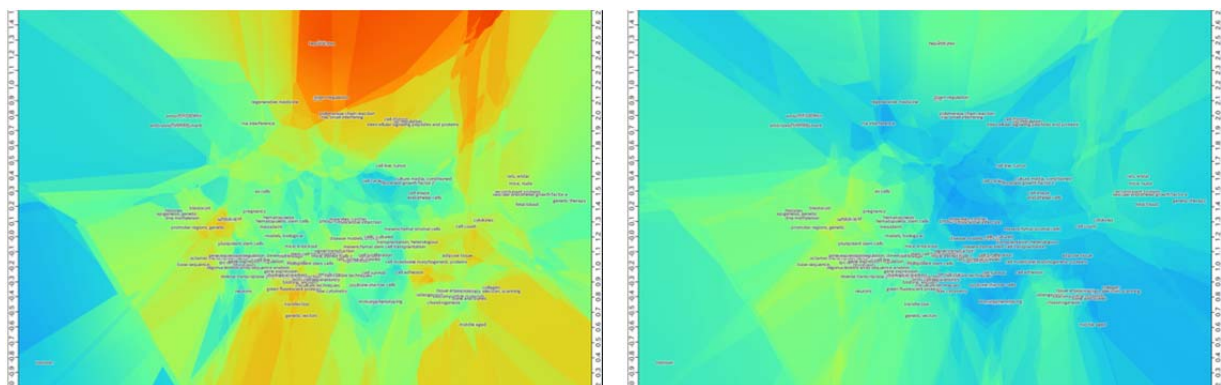


2010



世界の多能性幹細胞研究の論文数の推移（分数カウント、2000～2010 年移動平均）

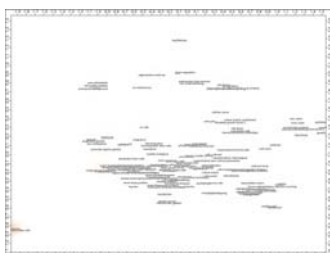
続いて次の図は多能性幹細胞研究分野における日本の論文シェアを示す。図から、とくに ES および iPS の研究では依然として日本シェアが高いものの、全体的に多能性幹細胞研究論文のシェアが急激に低下していることが確認される。日本の論文数は増加していることから、量的に世界からキャッチアップされたと推定できる。



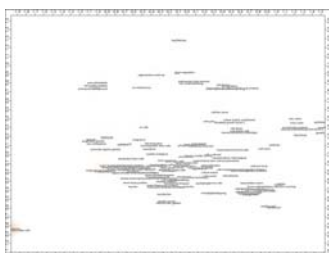
日本の多能性幹細胞研究の世界に占める論文シェアの変化
(2000年(左)と2010年(右)の二時点比較)

次図は、米国特許に引用された多能性幹細胞研究論文トピックが、特許登録年によってどのように変化したかを示すものである。全体としては、急激かつ多極的（間葉系幹細胞、ES、iPS など）な多能性幹細胞研究の特許化が進行している。その中で、当初引用が多かった胚性腫瘍細胞研究論文の引用は相対的にはピークを過ぎたことが示された。

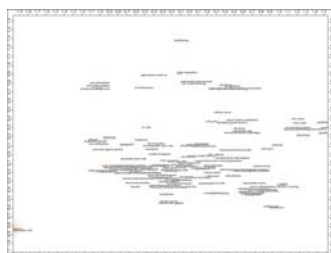
2001



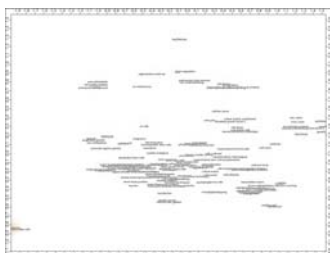
2002



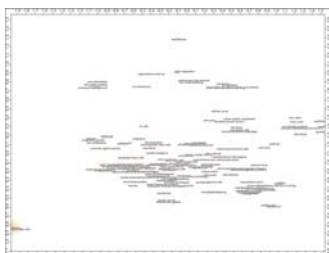
2003



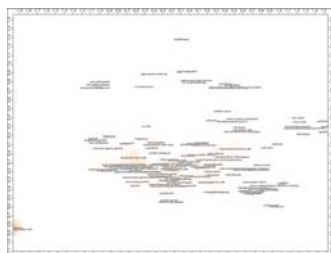
2004



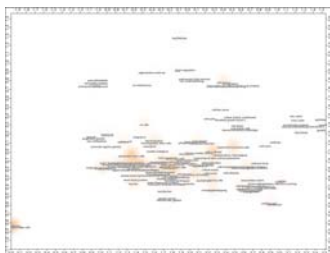
2005



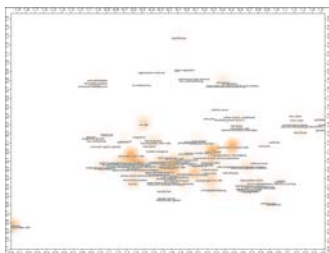
2006



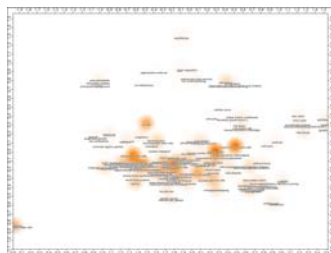
2007



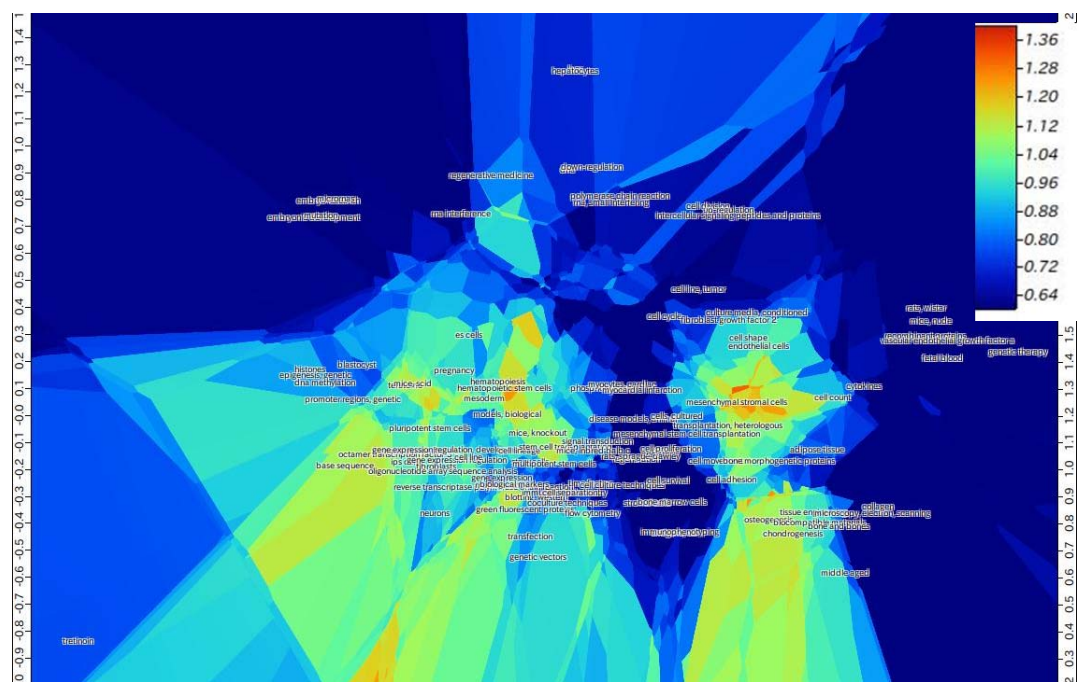
2008



2009



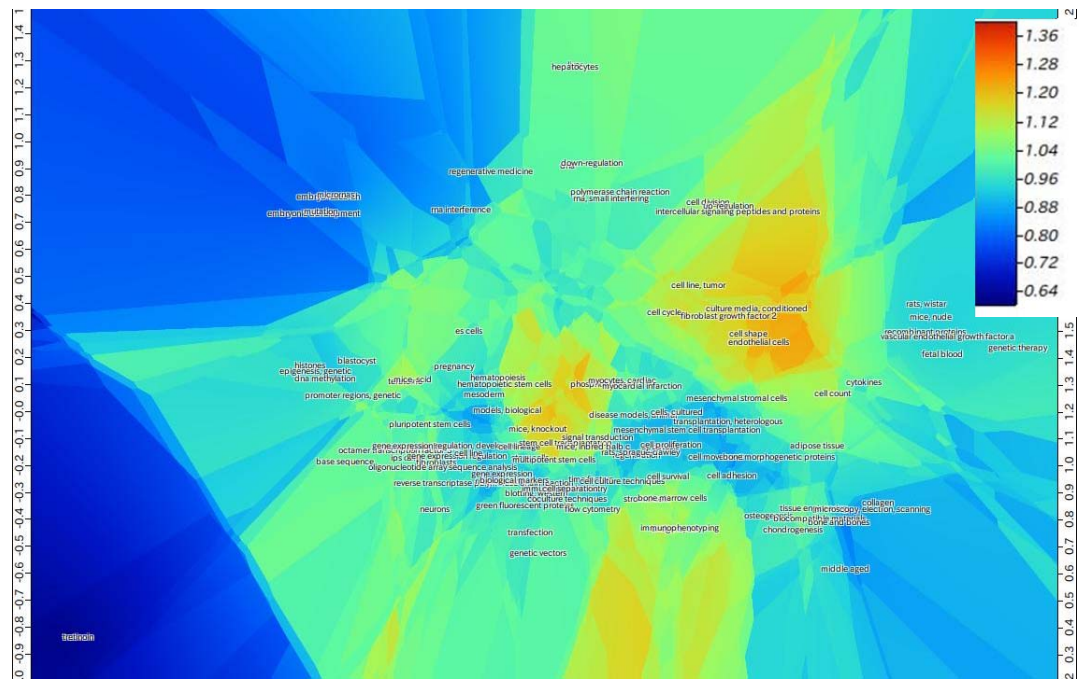
米国特許に引用される多能性幹細胞研究論文トピックの特許登録年による変化



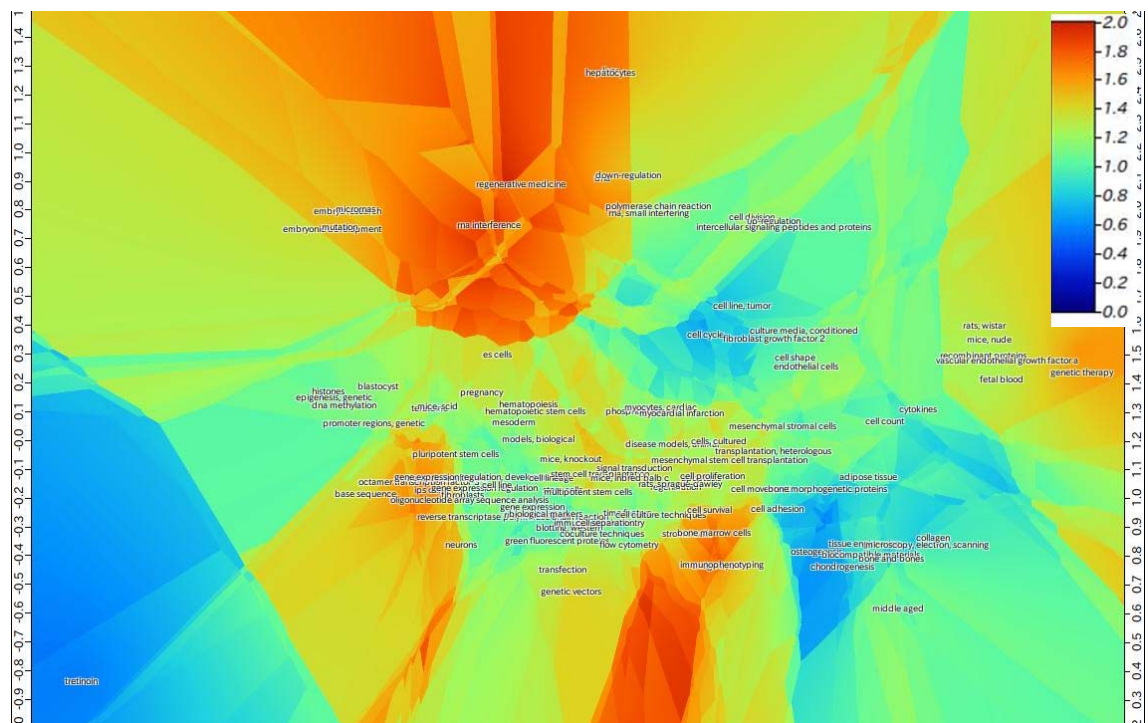
日本の被引用数上位 1%論文比率／世界同比率

上図は、多能性幹細胞研究分野における日本の卓越した論文（被引用数上位 1%以内の論文）の比率を世界の同じ比率で割ったものを示す。図上では青が目立ち卓越した論文が少ないように見えるが、柱となる ES、iPS、間葉系幹細胞のいずれでも世界平均から期待される以上に卓越した論文を出版している。

次図は同様の指標を優れた論文（被引用数上位 10%以内の論文）で計算して、可視化したものである。極度に比率の低いところが減り、優れた論文は偏りなく各領域で生産されている。



下の図は、多能性幹細胞研究分野において、日本の論文のうち米国特許に引用されたものの比率を同じく世界の比率で割ったものを示す。多能性幹細胞研究領域では、日本発の論文が米国特許に非常によく引用されている。



以上をまとめると、多能性幹細胞研究には、3つの柱（ES、iPS、間葉系幹細胞）があり、いずれにおいても、日本は数多くの論文を出版している。しかも、これらの柱における卓越した論

文の比率が明確に世界平均を上回っており、また研究領域のほぼ全域で優れた論文の比率が世界平均を超えていることから、iPS だけでなく多能性幹細胞研究領域全体で日本は国際的な競争力を持つと言える。

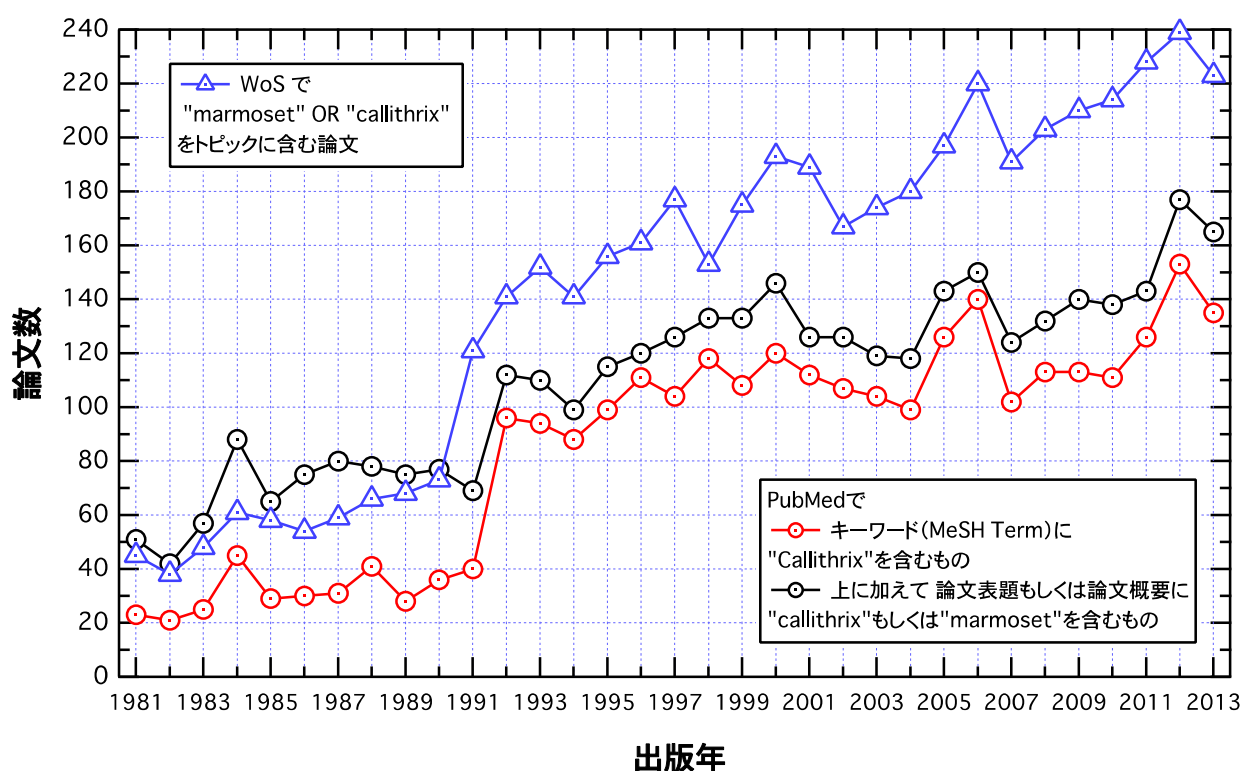
論文数を基準として判断するならば、多能性幹細胞研究領域は間葉系幹細胞→増殖・培養＝ES→その他技術→iPS という順に立ち上がっており、一つの種類の多能性幹細胞で培われた技術や知識が別種の多能性幹細胞研究に活用されていったことが示唆される。その意味では、特定の種類の多能性幹細胞研究にのみ政策的に注力することは、他の分野の展開を妨げかねない。

一方、これら多能性幹細胞研究の応用としても注目されている再生医療および組織工学であるが、世界的には 2010 年時点では組織工学の立ち上がりは見られるものの、再生医療についてはまだのようである。仮にこの時点で再生医療への大きな投資を検討するのであれば、世界に先駆ける機会とみなすべきか、逆に時機尚早とみなすべきか、入念な検討が求められたと考えられる。

・ マーモセット研究を対象とした研究の規模および日本のプレゼンスの可視化

内容：ここでは、可視化を特定の研究対象に適用した具体例として、脳科学に対する研究開発事業を扱った。わが国では、2015 年度より「革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト」の事業が開始される。この事業の主要な研究開発ターゲットは、脳科学を始めとする生命科学において、近年の注目を集めているモデル動物「マーモセット（主にコモンマーモセット、学名 *Callithrix jacchus*）」である。そこで、この研究開発ターゲットに関して論文刊行状況に基づく現況の可視化を実施した。

結果：本分析により示されるエビデンスは、マーモセット研究全体の規模、および当該領域における日本のプレゼンス、関連する周辺研究を表すキーワードの 2 次元図である。以下に示すように、まず研究の規模に関しては、マーモセット研究はまだ論文の数が少なく萌芽分野であることが明らかになった。次に日本のプレゼンスについては、論文数という観点からは十分なプレゼンスを持っているものの被引用数の多い論文の数はまだ少なく、日本がプレゼンスにおいて発展途上であることが示唆された。最後に、関連する周辺研究のキーワードを二次元図にしたところ、マーモセット研究は脳科学研究以外にも、疫学的方法や生殖・筋骨格の生理学的プロセスなどの研究で用いられていること、日本は生化学に関連する論文が相対的に多いことが示された。

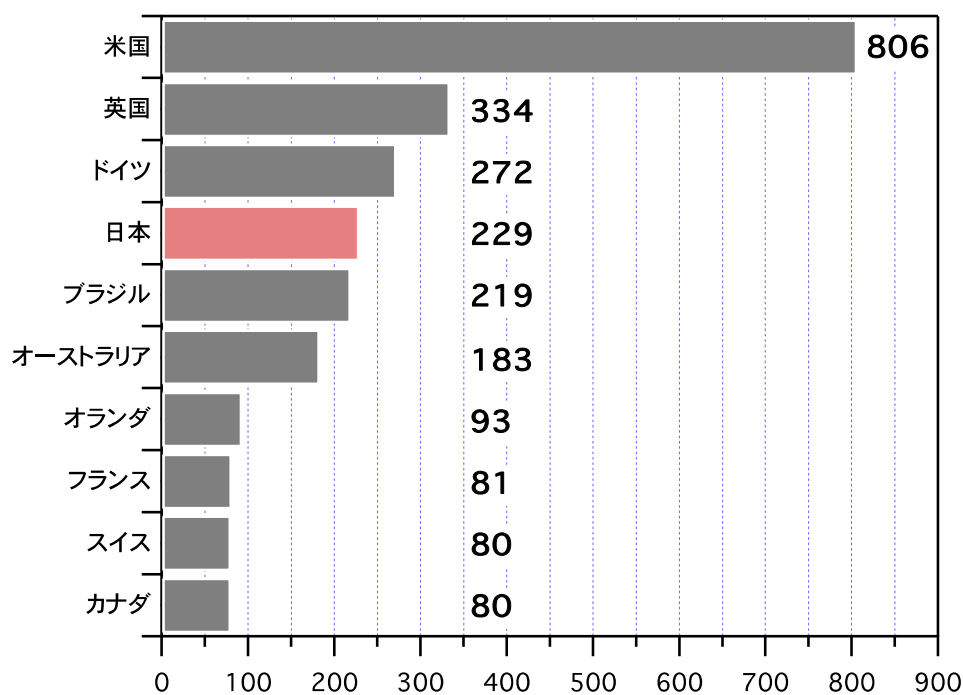


上図は、2種類の論文データベース（Web of Science と PubMed）に収録されているマーモセット関連論文の数の時系列推移である。図からは、当該研究が1992年頃から立ち上がり現在に至るまで増加を続けている、拡大中の研究領域であることがわかる。次表は、2004年から2013年の直近10年に関して、Web of Scienceにおいてマーモセット関連論文が所属している研究分野を示す。分野全体の論文数と比較してマーモセット関連の論文の数は非常に小さい。

マーモセット関連論文の規模（2004-2013の直近10年）

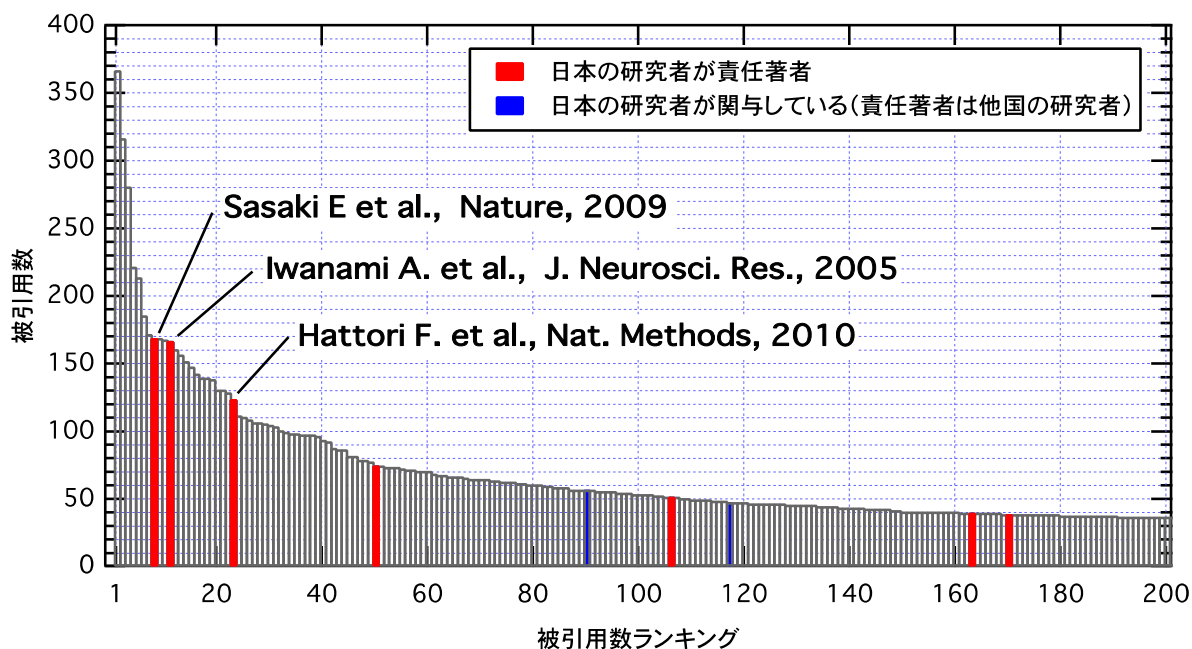
研究分野	マーモセット論文数	分野全体の論文数
神経科学, NEUROSCIENCES	581	324,787
動物学, ZOOLOGY	464	100,158
行動科学, BEHAVIORAL SCIENCES	228	53,205
獣医学, VETERINARY SCIENCES	174	124,941
薬理学・薬学, PHARMACOLOGY PHARMACY	145	318,396

次の二枚の図は、マーモセット研究における日本のプレゼンスを表す。上の図は、2004年から2013年の論文に関与した国の上位10ヶ国である（重複を認める整数カウントによって集計した）。ブラジルやオーストラリアが上位に位置していることと、中国がまだ参入していない分野であること、が特徴的である。米国が非常に強く、英国、ドイツ、日本が続く状況は科学論文全体の傾向と同様であり、日本は国際的に大きなプレゼンスを持っている。一方、下の図は、同様の論文集合を、引用された回数（被引用数）でソートしたものである。これを見ると、日本は論文数と比較して、被引用数の多い論文が少ない。



2004-2013に発表された2105報の論文の内訳
(上位10ヶ国)

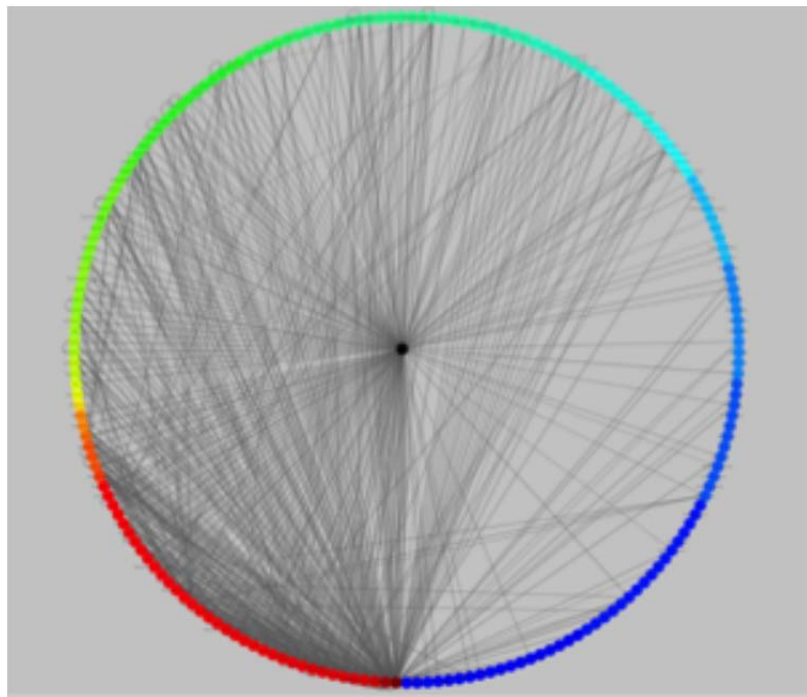
マーモセット関連論文数の上位10国



マーモセット関連論文の被引用数

次の図と表は、マーモセット研究分野の周辺に位置するキーワードを示すものである。研究開発投資が、周辺のどのような分野に関連・波及するものであるかを示すエビデンスとなる。2004年以降に刊行された論文のうち、Web of Science と PubMed の両方に収録されている論文を対象

にし、PubMed 内で各論文に付与されているキーワードを円環状に配置した。中心の黒点は、PubMed 内でマーモセットを指すキーワードとして設定されている [Callithrix] である。円環状に配置された、各キーワードを表す点は、そのキーワードを含む論文数の順に並べ、論文数の多いものを赤色側に、少ないものを青色側に色付けした。また、同時に付与されることが多いキーワード同士は線で結んだ。さらに、図で論文数が多いと示されたキーワードに着目して、論文数の上位 10 語を表にしたものを表にした。表は、世界全体の論文数および 30 回以上引用された論文の数、日本の研究者が責任著者である論文数および 30 回以上引用された論文の数を示している。



マーモセット関連論文の周辺キーワードのマップ

マーモセット研究の周辺キーワード（上位 10 語）

Gallithrix と同時に論文に書かれるキーワード	世界全体		日本の研究者が 責任著者	
	論文 数	30 回以上 引用された 論文の数	論文 数	30 回以上 引用され た論文の 数
脳, Brain	348	71	44	1
疫学的方法, Epidemiologic Methods	167	16	19	0
生殖生理学的プロセス Reproductive Physiological Processes	135	13	15	0
知覚, Perception	133	26	4	0
生化学, Biochemistry	122	17	19	1
薬物の生理的影響, Physiological Effects of Drugs	106	20	12	0
成長と発達, Growth and Development	105	13	11	0
筋骨格の生理学的プロセス Musculoskeletal Physiological Processes	99	14	11	0
治療用途, Therapeutic Uses	95	13	12	0
神経組織タンパク質, Nerve Tissue Proteins	90	15	8	1

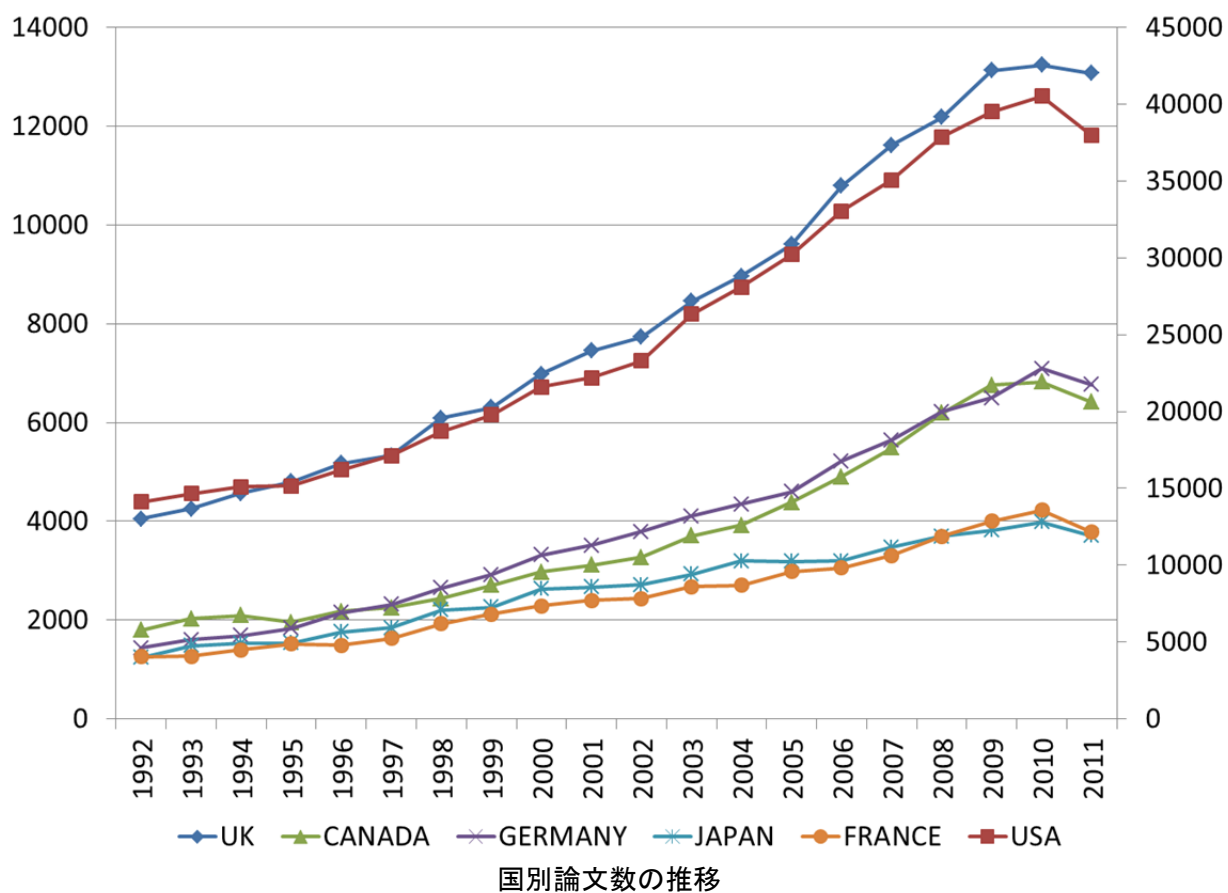
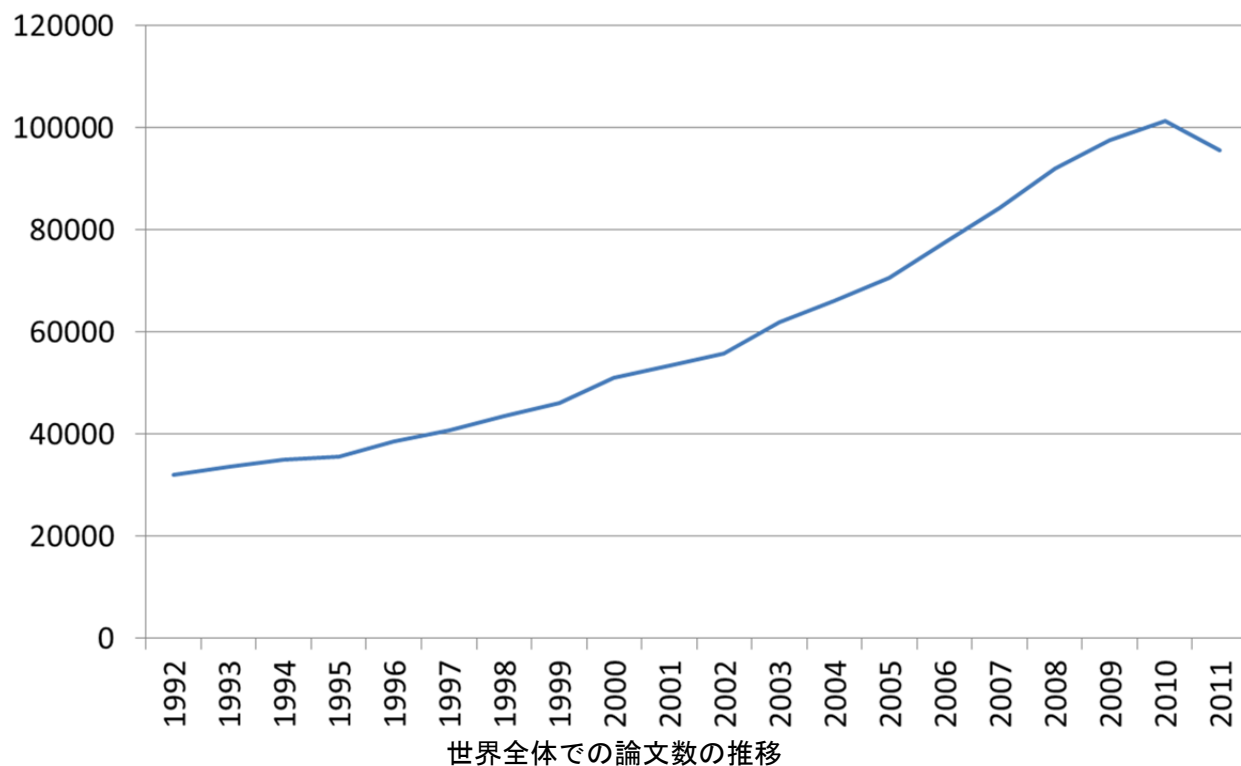
以上の分析から、第一に、マーモセット研究が萌芽状態にあることが示唆された。第二に、本研究領域は日本発祥ではなく、上位の国の中では日本は相対的に後から本格的に参入したことから、すなわち、研究領域としても萌芽状態にある中で、日本はさらに遅れて参入しており、2015 年度からの事業によって日本がこの領域でどれだけ伸びるかに注視が必要であることが確認された。第三に、マーモセット研究は脳科学研究以外にも疫学的方法や生殖・筋骨格の生理学的プロセスなどの研究で用いられていること、日本は生化学に関連する論文が相対的に多いことが示されており、また今後の発展により、薬物の生理的影響や治療用途などの臨床に近い領域への波及にも注目して評価する必要があると示唆される。

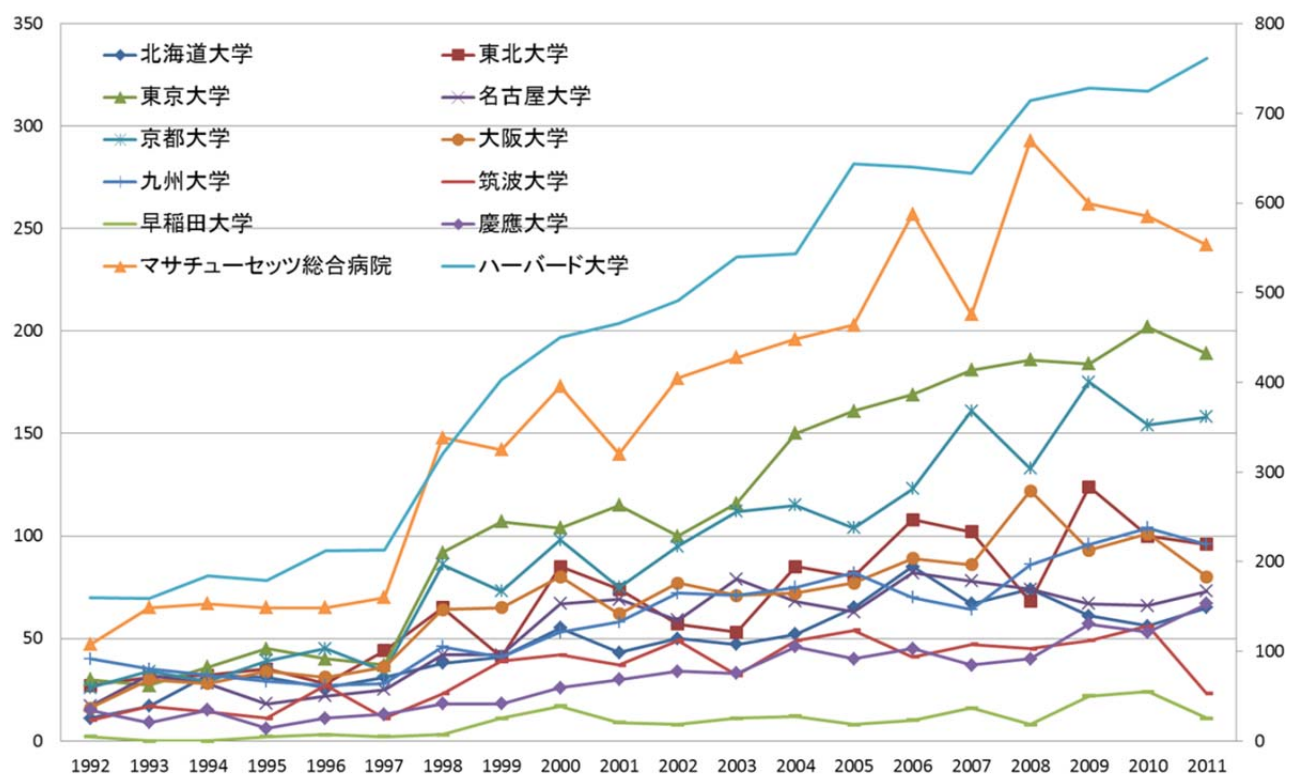
・ 神経科学・精神医学・心理学分野における研究トピックスの変化の可視化

内容：PubMed ならびに SCI Expanded の結合データを用いて研究動向の可視化をした。とりわけ、PubMed データベースに含まれる各論文の内容を示唆するキーワード MeSH と著者所属機関の両方が使用可能になる点がこのデータセットを活用した分析の特徴である。ここでは、[Psychiatry and Phycology]という分野分類に関わる MeSH タームを持つ論文データセットを対象として、精神医学・心理学分野の動向変化を明らかにする。

成果：PubMed と SCI Expanded の結合データを用いて世界の神経科学・精神医学・心理学分野の研究動向の時間的変化の可視化を行った。大量の論文が出版される研究領域においては、通常よく行われる論文のタイトル中に登場する頻出語に注目した主要研究テーマ分析は、多くの一般語の混在により実施が困難になる。したがって、ファンディングプログラムにおける実務的なプロセスにおいては、出来る限り少ない手順工程で簡便に検討できる注目語の選択が望まれる。本分析では、PubMed に収録された論文に付与された MeSH タームに注目することで、この作業ハードルを下げることを試みた。今回は、[Psychiatry and Phycology]の MeSH を持つ論文の書誌情報 XML データの収集を行い、さらに、PubMed データベースには著者所属機関国などの情報が付与されていないことを顧みて、SCI Expanded データとのマッチングを行い、基本情報の補足を行った上で、可視化の作業を行った。以下に結果を示す。

下の 3 つの図は、世界全体、国別、主要機関別、それぞれの論文数の推移を示している。



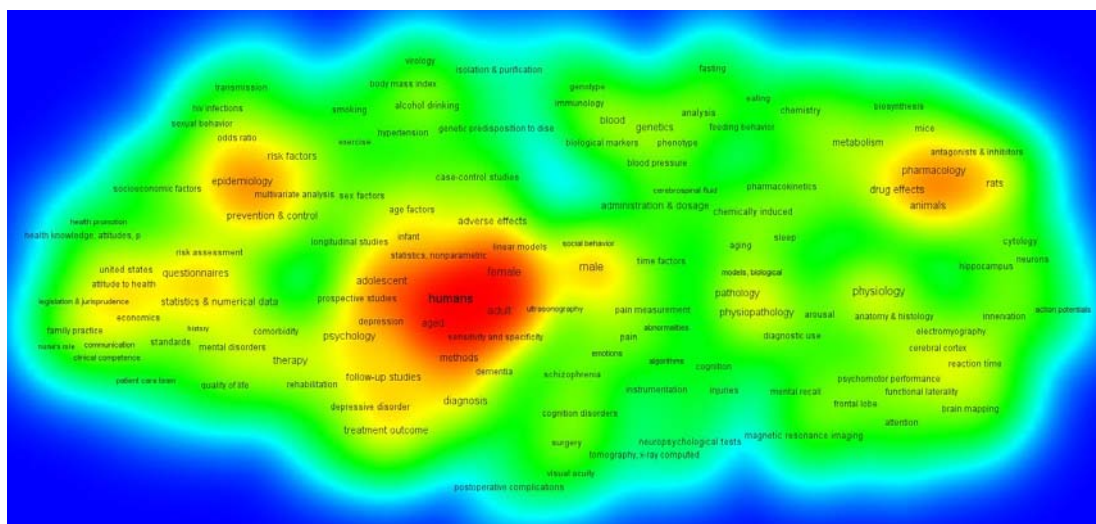


機関別でみた論文数の推移

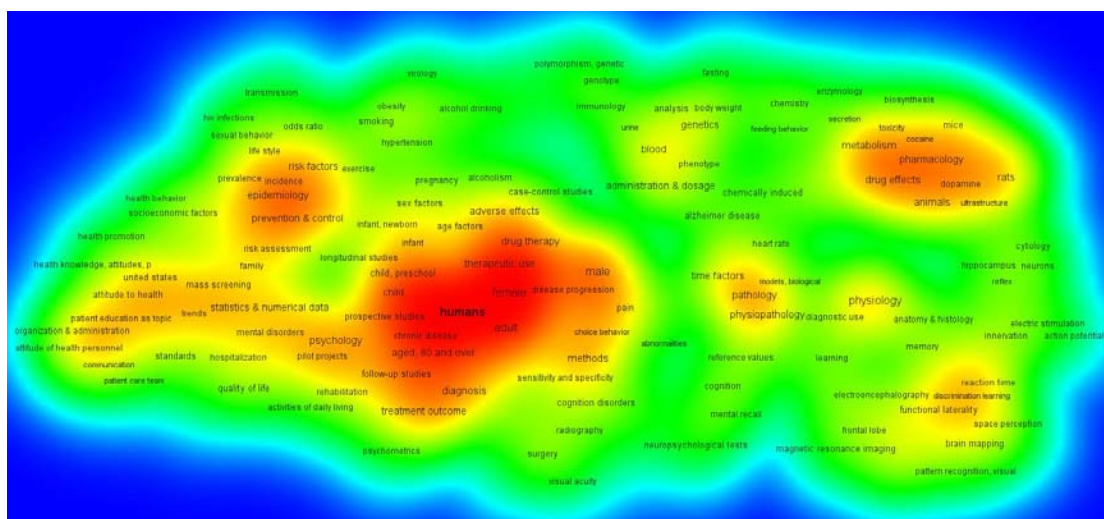
次表は、対象期間を5年毎に区分した際のMeSHの登場率の増減変化である。

頻出 MeSH における登場率増加上位 30 語

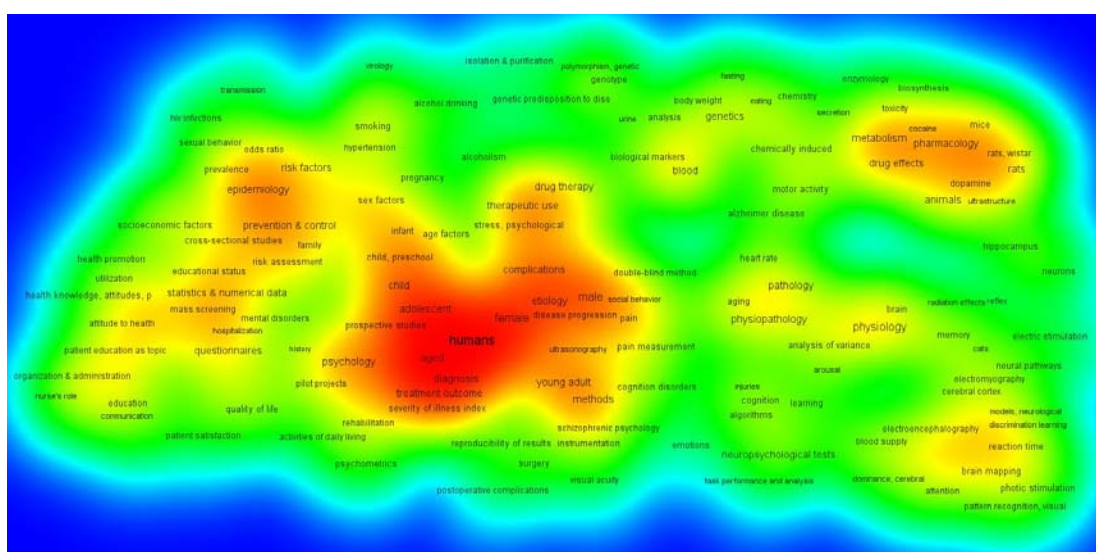
Phase1→2	登場率変化	Phase2→3	登場率変化	Phase2→3	登場率変化
methods	2.050	methods	7.665	young adult	11.549
questionnaires	1.516	epidemiology	2.663	female	3.362
treatment outcome	1.484	questionnaires	2.200	methods	2.673
severity of illness index	1.284	psychology	1.777	psychology	2.627
magnetic resonance imaging	0.911	statistics & numerical data	1.696	humans	1.878
genetics	0.893	ethics	1.251	questionnaires	1.815
standards	0.765	organization & administration	1.245	cross-sectional studies	1.613
genetic predisposition to disease	0.720	female	1.244	male	1.589
statistics & numerical data	0.681	standards	1.222	statistics & numerical data	1.546
quality of life	0.636	time factors	1.171	adolescent	1.433
statistics, nonparametric	0.618	metabolism	1.093	epidemiology	1.337
organization & administration	0.594	physiology	1.078	health knowledge, attitudes, practice	1.104
muscle, skeletal	0.590	drug therapy	1.052	neuropsychological tests	1.009
logistic models	0.584	photostimulation	0.921	middle aged	0.983
disease progression	0.582	prevention & control	0.903	aged, 80 and over	0.806
genotype	0.580	quality of life	0.898	prevention & control	0.769
analysis of variance	0.540	magnetic resonance imaging	0.897	pathology	0.746
depressive disorder, major	0.519	cross-sectional studies	0.878	organization & administration	0.687
cognition disorders	0.486	therapeutic use	0.876	stress, psychological	0.665
case-control studies	0.469	attitude of health personnel	0.868	psychometrics	0.641
sensitivity and specificity	0.462	nurse's role	0.808	socioeconomic factors	0.640
cytology	0.461	risk assessment	0.805	polymorphism, single nucleotide	0.635
chi-square distribution	0.441	cognition disorders	0.793	quality of life	0.593
polymorphism, genetic	0.436	disease models, animal	0.786	depression	0.576
health status	0.380	treatment outcome	0.773	disease models, animal	0.556
predictive value of tests	0.379	neuropsychological tests	0.753	cooperative behavior	0.533
chemistry	0.360	severity of illness index	0.728	interviews as topic	0.532
decision making	0.342	united states	0.719	risk factors	0.524
patient satisfaction	0.321	education	0.708	photostimulation	0.520
risk assessment	0.311	ethnology	0.659	education	0.511



頻出 MeSH 共語 Map (1997-2001)



頻出 MeSH 共語 Map (2002-2006)



頻出 MeSH 共語 Map (2007-2011)

上の3つの図は、各期間で登場率1%以上の275個のMeSHタームに注目してMeSH間共語

分析の結果であり、当該分野のキーワード間の繋がりを可視化したものである。この結果から、領域内の研究テーマの変化が示唆される。

以上の分析から以下のことが示唆される。

まず明らかに当該領域の論文数は増大してきた。しかし、論文数上位 6 か国に注目すると、①アメリカ／イギリス、②ドイツ／カナダ、③フランス／日本と伸び率で 3 つのグループに分けることができ、当初論文数に大差が無かった②と③のグループにおいて論文数の伸び率に違いが生じている点は興味深い。また、国内研究大学に特に注目した機関別論文数推移では、東京大学や京都大学を中心として、1990 年代後半に論文数が大きく伸びたタイミングがあることが確認された（ただし、同時期にハーバード大学なども同様の論文数推移を見せており、論文数増加の背景要因については更なる調査が必要である）。

登場率 1%以上の MeSH に注目した MeSH 間共語分析と分析結果に関する専門家へのインタビューから、2000 年代前半から中盤にかけてヒトゲノム研究の進展に伴う変化、とりわけ家族性変異による疾患に関するキーワードを中心とした変化が確認された。2000 年代に入り、神経性疾患研究においても網羅的研究が行われるようになった経緯が反映されていると考えられる。また 2000 年代後半に入ると神経疾患についてのゲノムワイドな研究実施に関するキーワードのネットワークが強化されつつあることが見出された。遺伝学的研究の進展に伴い、疾患の原因遺伝子を見つけ、バイオリジカルマーカーを探索し、創薬につなげるという展開が、当該領域でもより大規模に行われるようになったことを背景とした変化と考えられる。

- ・ ファンディングプログラムに提出された成果報告書から半自動的に可視化・評価のためのデータを生成するアプリケーション

内容：ファンディングプログラムに提出された成果報告書から、評価指標や Science map のデータを半自動的に生成するアプリケーションを作成した。現段階で作成可能な評価指標やマップ自体はありふれたものであり、現段階でエビデンスとしての価値は十分ではないものの、科学計量学の専門家ではない人材へ科学計量学のツールの利用を拓く可能性がある。

成果：ここでは、ファンディングプログラムに提出された電子化された成果報告書を半自動的に処理し、そこに含まれる論文について、その評価指標と当該論文を位置づける可視化のためのデータ（代表的なネットワークデータの可視化ソフトウェアである Pajek と VOSviewer に入力可能なファイル）を生成するアプリケーションを作成した。

当該のアプリケーションの入力としては、以下のような JST の研究領域「脳を創る」研究領域事後評価用資料を使用した。

研究領域「脳を創る」研究領域事後評価用資料内の書誌情報（PDF からのコピーの抜粋）

K. Aihara: "Chaos Engineering and its Application to Parallel Distributed Processing with Chaotic Neural Networks," Proceedings of the IEEE, Vol.90, No.5, 919-930 (2002).

N. Masuda and K. Aihara: "Bridging Rate Coding and Temporal Spike Coding by Effect of Noise," Physical Review Letters, Vol.88, No.24, 248101 (2002).

Y. Horio, K. Aihara, and O. Yamamoto: "Neuron-Synapse IC Chi-p-Set for Large-Scale Chaotic Neural Networks," IEEE Trans. Neural Networks, Vol.14, No.5, pp. 1393-1404 (2003).

Hideki Kawahara and Hisami Matsui: Auditory Morphing based on an Elastic Perceptual Distance Metric in an Interference free Time-frequency Representation, Proc. ICASSP'2003, vol.I, p.256-259, 2003.

David R. R. Smith, Roy D. Patterson, Richard Turner, Hideki Kawahara and Toshio Irino, The

processing and perception of size information in speech sounds, Journal of the Acoustical Society of America, Vol.117, Issue 1, 2005.(印刷中)

その結果次のような評価指標に関する出力が得られた。

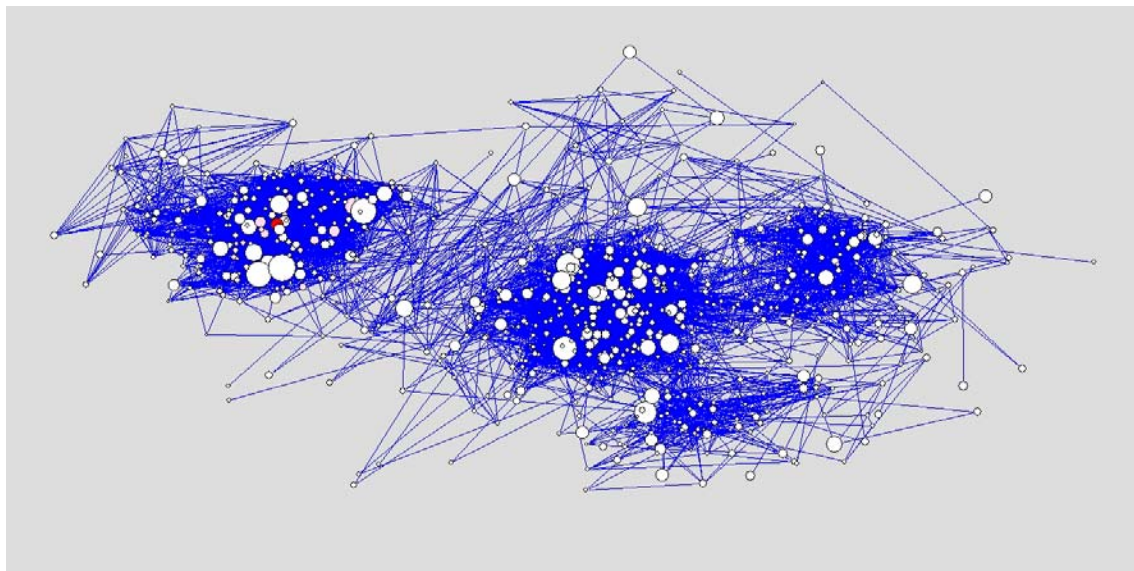
評価指標に関する出力（抜粋）

	国 際 共 著	被 引 用 数	出版 年	分野	平 均 引 用 数	引 用 数 上 位 %	分野	平 均 引 用 数	引 用 数 上 位 %	分野	平 均 引 用 数	引 用 数 上 位 %
K. Aihara: ``Chaos Engineering and its Application to Parallel Distributed Processing with Chaotic Neural Networks " Proceedings of the IEEE Vol.90 No.5 919-930 (2002).	0	50	2002	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	13.0	5%						
N. Masuda and K. Aihara: ``Bridging Rate Coding and Temporal Spike Coding by Effect of Noise " Physical Review Letters Vol.88 No.24 248101 (2002).	0	35	2002	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	16.8							
Y. Horio K. Aihara and O. Yamamoto: ``Neuron-Synapse IC Chip-Set for Large-Scale Chaotic Neural Networks " IEEE Trans. Neural Networks Vol.14 No.5 pp. 1393-1404 (2003).	0	22	2003	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	11.9		COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	9.8		COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	6.0	10%
Hideki Kawahara and Hisami Matsui: Auditory Morphing based on an Elastic Perceptual Distance Metric in an Interference free Time-frequency Representation Proc. ICASSP2003 vol.I p.256-259 2003.												

各論文が国際共著か否か、どの研究分野の論文か、当該分野で被引用数上位 n%に入るか、などが自動的に得られる。

さらに、研究成果がどの研究分野でどのような地位を占めているかを可視化するために、以下

のような Science Map（一例）を描くためのファイルを出力することができる。当該のファイルに対応するフリーアプリケーションソフト（Pajek および VOSViewer）で開くだけで、マップは描かれる。



acoustics 分野に属する研究成果のマップ (Pajek による可視化)

上図内の○は当該分野で卓越した論文（被引用数上位 1%の論文）を示し、その中でも赤丸はプログラムの成果として報告書に記載された論文を表す。ピンクの○はプログラムの成果そのものではないが、プログラムの成果の中で優れた論文（被引用数上位 10%の論文）と共引用の関係にある論文を示す。すなわち、ピンクの○はプログラムから優れた関連論文がでていることを表す。

近年、書誌データベースのベンター上位 2 社は、科学計量学的な分析を実施・支援するツールを充実させているものの、原則として様々なキーワードを使ったデータベースの検索結果ないしは機関、研究者個人を単位とした分析に適用されるものである。そのため、研究プロジェクトやプログラムの成果を評価する際には、かなりの部分で手作業に頼らざるを得ない。しかし、以上で示したアプリケーションを利用すれば、大幅な省力化と分析手続きの標準化が可能になる。その意味では、ここに示した指標や可視化の手法は基礎的なものが多く現時点で実用には耐えないものの、分析作業の自動化は、今後ファンディングプログラム内で標準的な科学計量学的評価が定常化するならば、社会的実装の一つの方向性を示すものである。

2-2-4. 研究者の追跡とその評価や人的資源活用への応用

平成 23 年度は、1) 先行研究のレビューを行うとともに、2) 公開された履歴書や論文データ等に基づく研究プロジェクト運営に資する評価方法の検討、3) ターゲットとするファンディングプログラムないしプロジェクトの検討を進め、公表された各種資料からプロジェクト終了後の研究者の成果を把握可能な基礎研究事業を中心に研究を進めることとし、比較的评价に係る情報が豊富な ERATO のプロジェクトを取り上げて研究者追跡の試行を開始した。

平成 24 年度は、1) 人工知能研究領域を対象として、引用される／されない論文著者の経歴把握可能性の検証と移動特性を分析することにより、研究者の精密な追跡の可能性と限界を明らかにするとともに、2) ファンディングプログラムの効果として研究領域の拡大を評価する手法を開発するため、鳥インフルエンザ領域の研究者の追跡データを用いて、有力研究者を中心に研究領域が形成される過程を分析した。

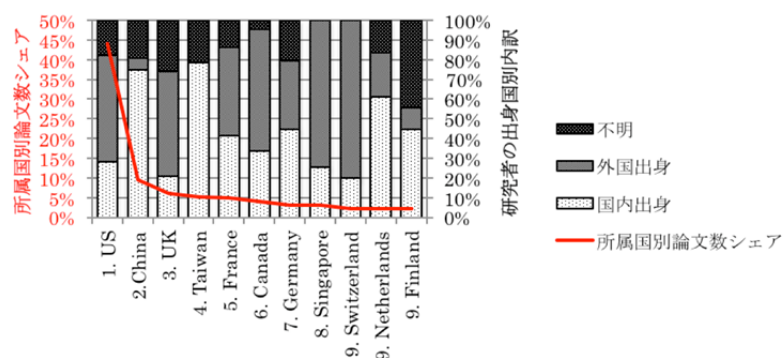
平成 25 年度は前年度実施した「鳥インフルエンザ」領域で主要な役割を果たしている研究者の分析を進化させ、新たに導入した人的ネットワークの指標を利用して、卓越した研究者とそうでない研究者が持つ人的ネットワークの違いを分析した。

さらに平成 26 年度には、ファンディングプログラムの影響を分析するために、「鳥インフルエンザ」領域の個人研究者の追跡結果と NIH による助成情報を掛け合わせることで、ファンディングプログラムのキャリア形成に与える影響についてエビデンスを作成した。また、近年とくに注目を集めている研究者の国際移動が主要国の研究パフォーマンスに与える影響について、分野は限られているものの、分析を実施し、わが国に求められる方策にかかるエビデンスを作成した。以下、具体的に成果を示す。

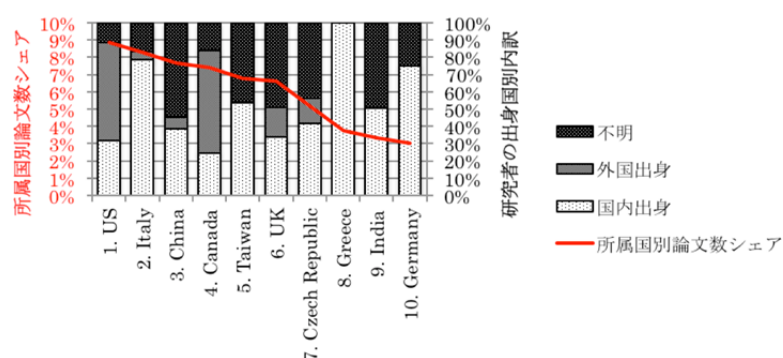
・ 人工知能分野における高被引用論文の著者の国際移動の特性と各国の論文生産への影響

内容：公開された履歴書などをデータソースとして活用し、研究者の国際移動が各国の高被引用論文生産に与える影響を評価した。科学技術イノベーションの重要な担い手である優秀な研究者は基本的に限られた人的資源であり、世界的にその育成や国際的な獲得競争が繰り広げられる状況にある。わが国においても、若手研究者の海外派遣や海外からの研究者受入の拡大が推進されているが、そのような施策の立案に当たっての検討資料として、研究者の動態とそれが高被引用論文生産に与える影響についてのデータは有効と考えられる。なお、以下に示す分析は、特定分野（人工知能）を対象とした分析であるが、その手法は科学技術論文を主要な学術メディアとする分野であれば他でも適用可能である。

成果：ここでは、研究者の国際移動が各国の卓越した論文（被引用数上位 1 % 論文）の生産に与える影響を評価するため、2004～2006 年に発表された人工知能分野の高被引用論文を対象として、主に二つの指標（所属国別論文数と出身国別論文数）を使って分析を行った。卓越した論文における傾向を明らかにするため、卓越した論文とほぼ同数（全論文の 1%）の引用されていない論文をランダムサンプリングし、比較対象とした。一編の論文を多数の研究者が共著しているケースにおいては、個々の研究者が過大評価されることを避けるため、論文数の集計は著者数による分数カウント（n 人の著者がいる場合には、各著者に 1/n 編の論文を割り当てる方式）を採用している。分析においては、研究者の出身国に関するデータソースとしてインターネットで公開されている履歴書および略歴、または雑誌論文に記載された略歴を用いた。したがって、サンプル数は相対的に少ないので、分析結果は原則として論文数順位上位 10 カ国に限定して提示する。

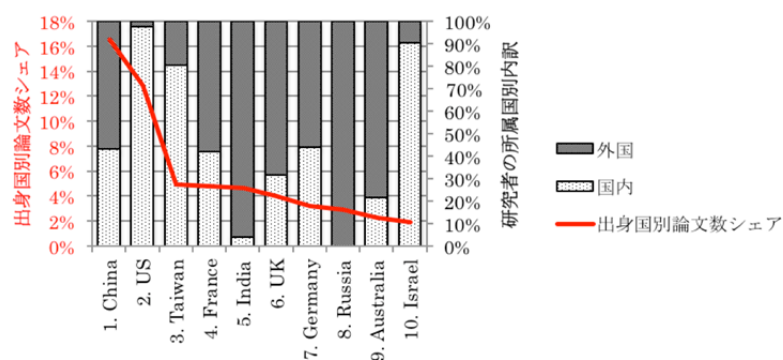


所属国別論文数上位 10 カ国とその出身国別の内訳（卓越した論文）

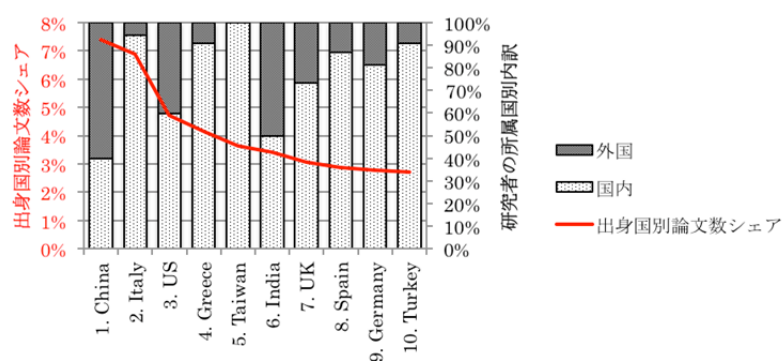


所属国別論文数上位 10 カ国とその出身国別の内訳（引用されない論文）

上図は、多数の高被引用論文を生産する国の多くにおいて、卓越した論文の生産が外国出身研究者によってなされていることを示す。ただし、米国とカナダは引用の多寡に関係なく外国出身者の貢献が高く、多様なポテンシャルの研究者を受け入れて研究活動を実施しているものと考えられる。一方、中国は、引用されない論文における出身不明者が多く評価には一定の留保が必要であるが、引用の多寡に関わらず国内出身者の貢献が外国出身者の貢献を上回っており、国内の論文生産がほぼ全面的に国内出身者によってなされていると考えられる。

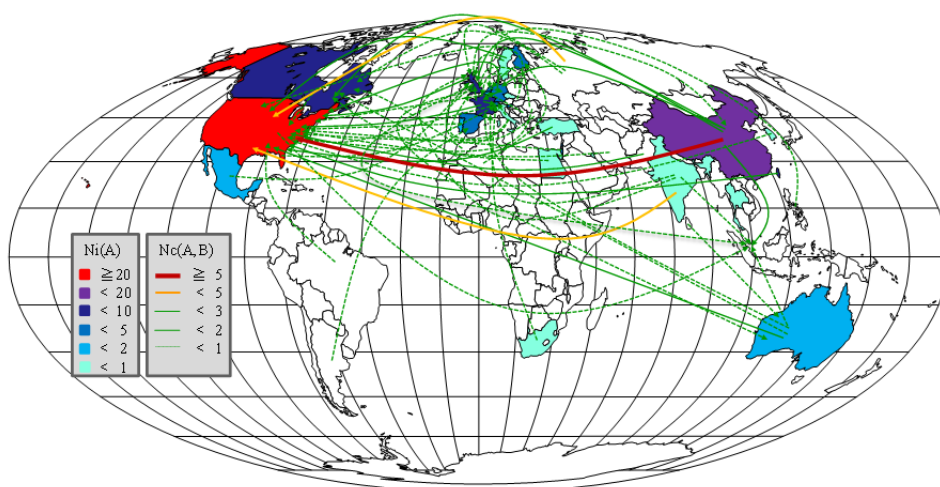


出身国別論文数上位 10 カ国とその所属国別の内訳（卓越した論文）

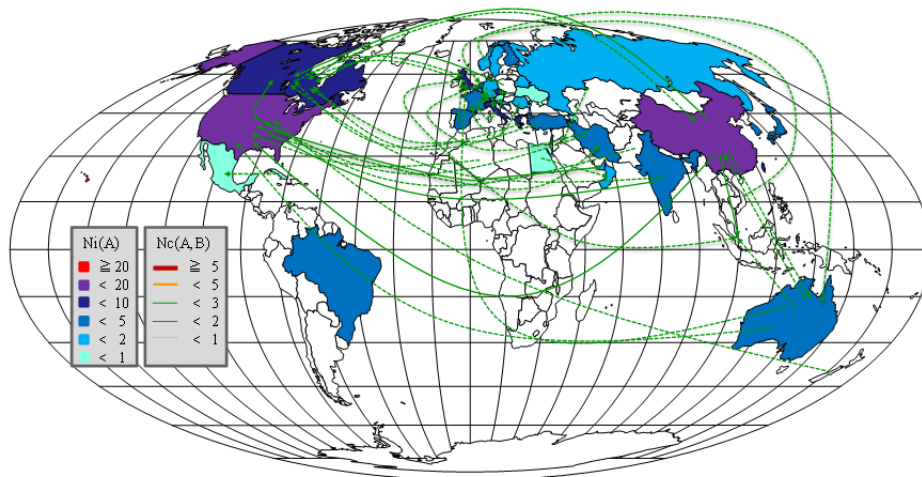


出身国別論文数上位10カ国とその所属国別の内訳（引用されない論文）

出身国別で比較すると、所属国別論文数においてトップに位置する米国は卓越した論文と引用されない論文の両方において凌駕しており、世界でトップの研究人材輩出国として機能していることがわかる。一方、アジアでは他に台湾、インドが卓越した論文および引用されない論文を産出する人材を多く出している。これらの国／地域の所属国別内訳は大幅に異なり、中国は卓越した論文・引用されない論文とも40%強が国内出身者によるものであるのに対し、台湾はいずれも大半が国内出身者によるものである。さらに、インドは卓越した論文の大半が外国機関所属者によるものであるのに対し、引用されない論文における外国機関所属者の貢献は50%に止まる。

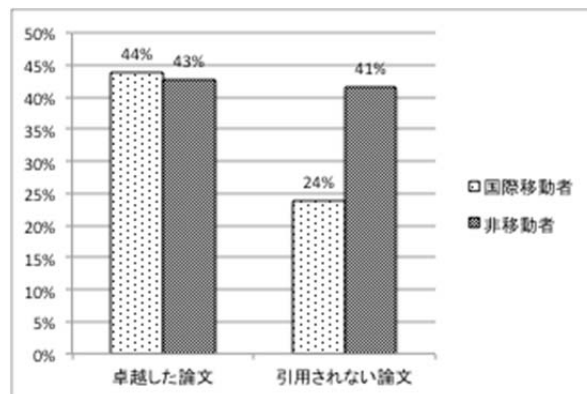


各国出身研究者の移動先論文数への貢献（卓越した論文）



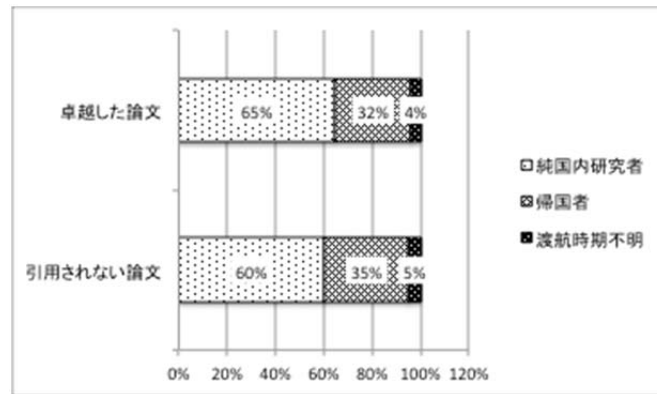
各国出身研究者の移動先論文数への貢献（引用されない論文）

各国出身研究者の移動先国の所属国別論文数への貢献は、卓越した論文については、中国及びインド出身者の米国論文への貢献が大きい。また、アジアにおいては、シンガポールが小規模ではあるが外国出身研究者を活用して卓越した論文を生産している。引用されない論文についても、中印両国を始めとして多くの国の出身者が米国論文に貢献しているが、卓越した論文の場合と比べて多くない。

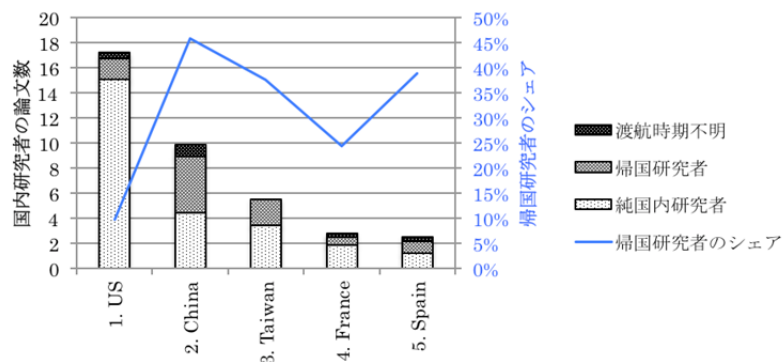


国際移動者と非移動者の論文における研究助成金記載率

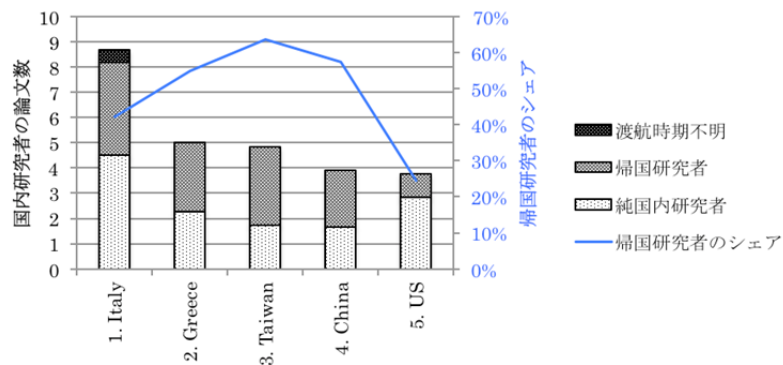
国際移動者がどの程度ファンディングによる支援を受けているかを把握するために、個々の論文を収集し、論文の謝辞（acknowledgements）に記載された研究助成金情報を抽出・分析した。謝辞にはどの著者が助成を受けていたかは必ずしも記載されていないため、論文に記載された助成機関から当該論文の全著者が直接的・間接的に支援を受けたものとみなし、著者数で案分して集計を行った。国外から流入した研究者（国際移動者）と国内出身研究者（非移動者）の、助成金の記載状況を見ると、非移動者については卓越した論文と引用されない論文で記載率にほとんど差がないが、国際移動者の記載率については卓越した論文の44%に対し、引用されない論文は24%とほぼ倍の開きがある。すなわち卓越した論文を生産するプロジェクトでは、国際移動者に対して非移動者と同じ割合で直接的・間接的な支援がなされているのに対し、プレゼンスの低いプロジェクトでは国際移動者への支援が十分になされていない可能性がある。



国内論文への帰国研究者の寄与



各国の国内論文への帰国研究者の寄与（卓越した論文）



各国論文への帰国研究者の寄与（引用されない論文）

全体について、国内研究者による論文（国内論文）の内訳を見ると、引用の多寡によらず 30% 強が海外から帰国した研究者によって発表されている。さらに国内論文の上位国の内訳を見ると、やはり引用の多寡によらず、米国は帰国研究者のシェアが低く、中国、台湾は高い。

渡航研究者と国内研究者の共著パターン

卓越した論文			引用されない論文		
#	渡航先	出身国	#	渡航先	出身国
1	UK	Mexico	1	US	China
2	US	Belgium	2	US	China
3	US	China	3	US	China

4	Canada	Egypt	4	Canada	Turkey
5	US	Turkey	5	Switzerland	Netherlands
6	US	France	6	Mexico	Cuba
7	Canada	China	7	US	India
8	US	France	8	US	China
9	US, UK	China			
10	UK	China			
11	US	China			
12	UK	Switzerland			

海外へ渡航した研究者と出身国の研究者との共著論文については、卓越した論文は 12 編（全体の 9%）、引用されない論文は 8 編（同 6%）であった。研究者の渡航先は、卓越した論文・引用されない論文とも英語圏の国が大半を占める。一方研究者の出身国で見ると、中国が卓越した論文で 5 編（42%）、引用されない論文で 4 編（50%）と突出して多い。

以上の分析が示唆することは以下の通りである。

第一に、人工知能分野では、優れた人材を大規模供給する国（中国、インド等）がそれを活用する国（米国）に人材を送りこんで多くの卓越した論文が生産されている。

第二に、優れた論文は外国出身研究者が直接的ないし間接的に研究助成金（その多くは公的なファンド）を得られる環境で生産されることが多い。仮に記載された助成金がどれも同等の規模であると考えれば、フェローシップの拡大等優秀な外国人への研究助成の充実が、我が国の研究論文生産の促進要因になる可能性がある。

第三に、中国の優秀な中国系研究者の活用政策の効果が本分析によっても示唆された。中国は、米国を中心とした先進諸国に派遣した研究者が現地で高い成果を上げているのみならず、そのような研究者が中国機関の研究者と共同研究を行い、さらには（帰国促進政策によって）帰国して本国で高い成果を上げている。この点は同じく卓越した論文を多く生産しているインド人研究者が渡航後帰国しない傾向を示していることと好対照である。

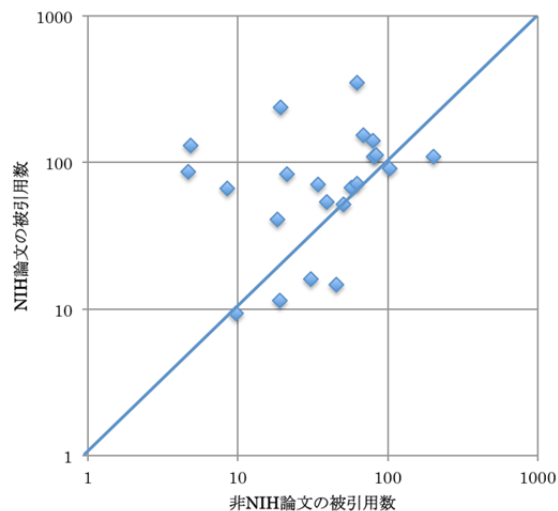
・ 研究助成の論文へのインパクト、新規共著者増加効果、および卓越した研究者による研究者としての成長過程における NIH 助成金の活用状況の分析

内容：研究助成は直接的には質の高い研究成果を生み出す役割を担っているものの、並行して、多様な研究者をその目的のために結集させ、個々の研究者の人的ネットワークを充実させる機能や、研究活動を通じて個々の研究者自身の研究能力を向上させる機能も担うと考えられる。そこで、研究助成が個々の研究者の論文生産や人的ネットワークの形成に与える効果について試行的な分析を実施した。分析対象分野は、近年社会的要請を受けて急速に拡大した鳥インフルエンザ研究である。

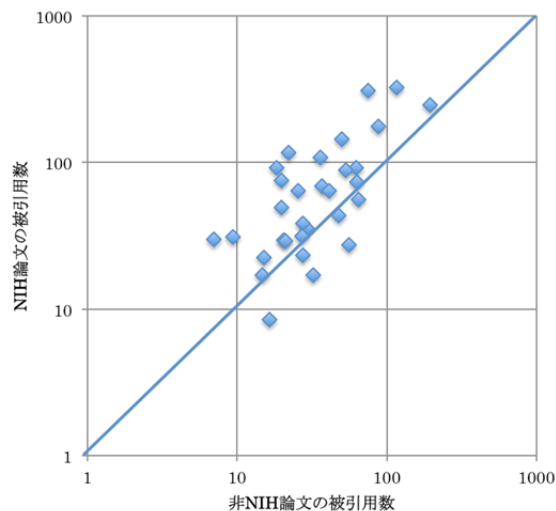
成果：まず、1987-2002 年に博士学位を取得した研究者を研究対象として抽出し、それらの研究者が 2000～2013 年の 14 年間に発表した論文を分析の対象とした。論文は、発表時期によって第 1 期（2000-2004）、第 2 期（2005-2009）、第 3 期（2010-2013）に区分し、第 3 期は各研究者の成果の評価期間とした。すなわち、第三期の結果で（論文当たり平均被引用数 20 を閾値として）卓越／非卓越研究者を区分した。当該分野で主要な役割を果たし、データが整備され長期的な追跡が可能な米国の国立衛生研究所（National Institute of Health: NIH）の研究助成が当該分野の研究者の活動に与える影響を分析する。以下、分析結果を示す。

はじめに、NIH ファンドを受けた論文と受けない論文について、共著者数、論文 1 編あたり新

規共著者数、被引用数、卓越研究者と非卓越研究者の NIH 助成金活用状況等を分析した。なお、分析は、各期において NIH 論文と非 NIH 論文の両方を発表している研究者を対象として実施した。



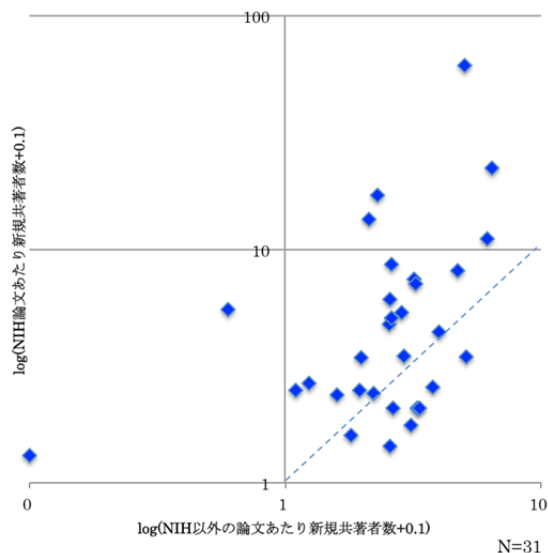
ウィルコクソン検定の結果 $p=0.009274^{**}$
(第 1 期:2000-2004, N=22)



ウィルコクソン検定の結果 $p=0.0000357^{**}$
(第 2 期:2005-2009, N=31)

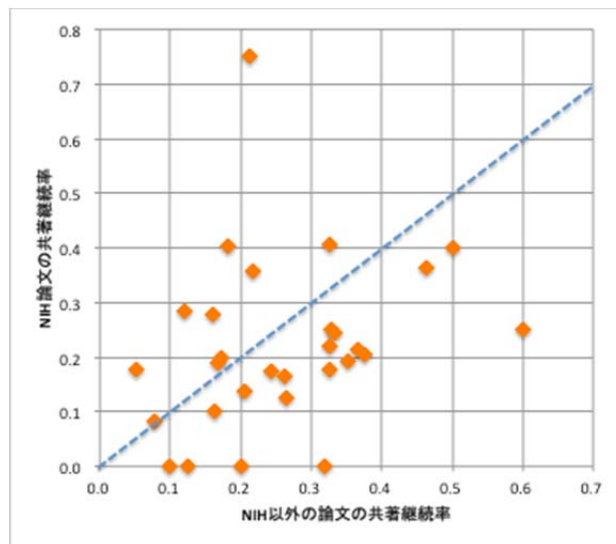
NIH 論文と全論文の平均被引用数の比較

NIH (の助成を受けた) 論文は、第 1 期・第 2 期とも非 NIH 論文と比較して平均被引用数が有意に高い傾向がある。



ウィルコクソン検定の結果 $p=0.0003868^{**}$

論文 1 編あたりの新規共著者数



ウィルコクソン検定の結果 $p=0.1079$

NIH 論文と非 NIH 論文の共著継続率 (第 1 期の共著者のうち第 2 期に出現した者の割合)

論文 1 編あたりの新規共著者数を NIH 論文とそれ以外の論文について比較すると、NIH 論文

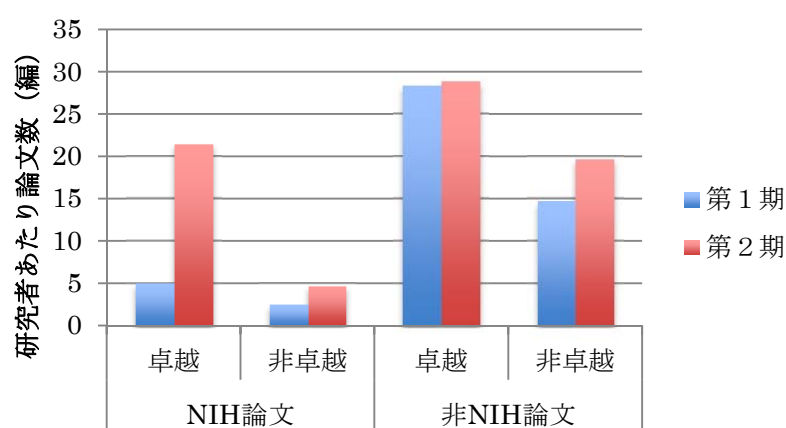
の方が有意に多い。一方、第1期に NIH 論文で得られた共著関係の継続率については、ウィルコクソン検定の結果からは統計的な有意差は見られなかった。

続いて、卓越した研究者とそうでない研究者の NIH で助成されたプロジェクトへの参画状況を比較したのが次表である。

卓越研究者と非卓越研究者の NIH プロジェクト参画状況（研究者1人あたり平均値）

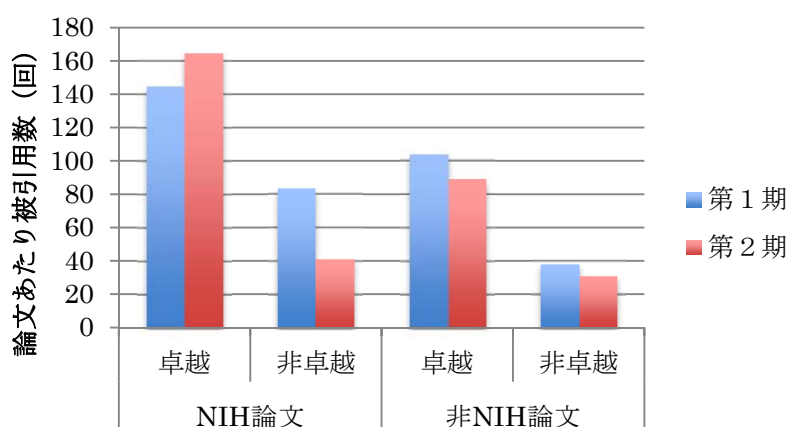
		卓越（6人）			非卓越（39人）			卓越／非卓越	
		第1期(a)	第2期(b)	b/a	第1期(c)	第2期(d)	d/c	第1期(a/c)	第2期(b/d)
全論文	論文数	33.3	50.3	1.5	17.2	24.4	1.4	1.9	2.1
	論文あたり被引用数	117.8	113.2	1.0	47.1	35.5	0.8	2.5	3.2
	研究者あたり異なり共著者数	90.5	208.8	2.3	49.1	87.5	1.8	1.8	2.4
	論文あたり共著者数	4.9	7.4	1.5	5.1	6.3	1.2	0.9	1.2
NIH論文	NIH論文発表者の比率	67%	100%	1.5	49%	67%	1.4	1.4	1.5
	NIH論文数	5.0	21.5	4.3	2.5	4.7	1.9	2.0	4.6
	NIH論文あたり被引用数	144.9	164.5	1.1	83.4	41.5	0.5	1.7	4.0
	研究者あたり異なり共著者数	34.3	123.8	3.6	21.4	31.1	1.5	1.6	4.0
	NIH論文あたり共著者数	6.3	12.2	2.0	8.6	10.0	1.2	0.7	1.2
	PI経験者比率	33%	33%	1.0	8%	15%	1.9	4.1	2.2
	PIとして発表した論文数	1.5	13.7	9.1	0.2	1.6	6.5	6.2	8.6
	PIとして発表した論文あたり被引用数	78.4	91.1	1.3	86.5	42.0	0.5	0.9	2.3
	PIとして発表した論文の研究者あたり異なり共著者数	16.5	165.5	10.0	11.7	30.2	2.6	1.4	5.5
	PIとして発表した論文あたり共著者数	4.1	6.5	1.6	5.2	4.7	0.9	0.8	1.4
非NIH論文	非NIH論文発表者の比率	100%	100%	1.0	100%	97.4%	1.0	1.0	1.0
	非NIH論文数	28.3	28.8	1.0	14.7	19.7	1.3	1.9	1.5
	非NIH論文あたり被引用数*	103.9	89.0	0.9	38.1	31.4	0.8	2.7	2.9
	非NIH論文の研究者あたり異なり共著者数	73.0	104.7	1.4	41.0	72.9	1.8	0.9	0.9
	非NIH論文あたり共著者数	4.5	5.4	1.2	4.9	5.8	1.2	1.8	1.4

卓越グループはキャリアの初期からほぼすべての指標で非卓越グループを凌駕している。以下では本表を元に顕著な傾向について確認する。



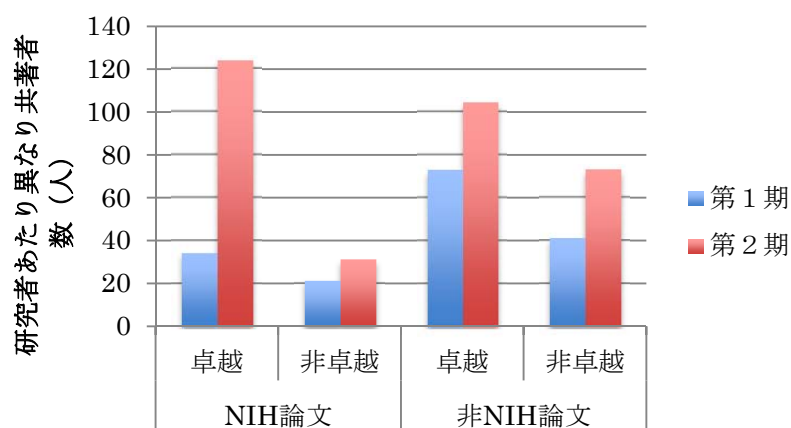
卓越研究者と非卓越研究者の NIH 論文数

卓越研究者・非卓越研究者とも NIH 論文よりも多くの非 NIH 論文を公表しているが、卓越研究者の NIH 論文数は第2期に顕著に増加して、非 NIH 論文との差が小さくなっている。卓越グループは、第2期には全員が NIH 論文を発表しており、第1期と第2期の比は、NIH 論文数が4.3倍、そのうちPIとの共著論文も3.6倍と非卓越グループより大幅に増加している。

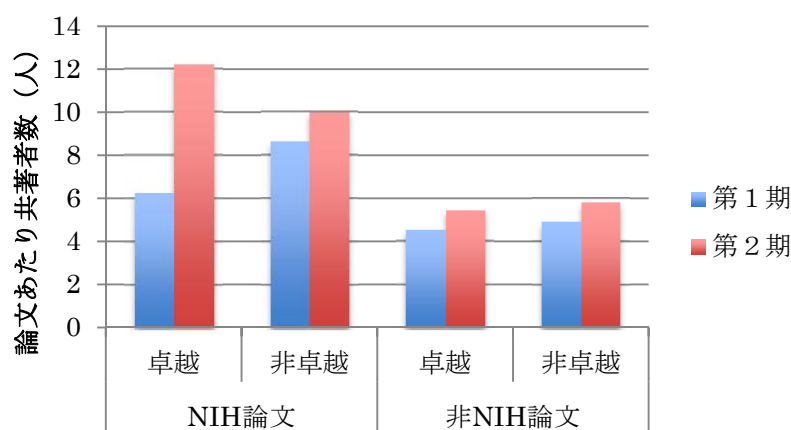


卓越研究者と非卓越研究者 NIH 論文および非 NIH 論文の被引用数

卓越研究者の NIH 論文は、卓越研究者の NIH 論文や非卓越研究者の NIH 論文よりも多く引用されている。また、卓越研究者は、第2期論文は引用を受ける期間が短くなるにもかかわらず、第1期よりも多くの引用を得ている。

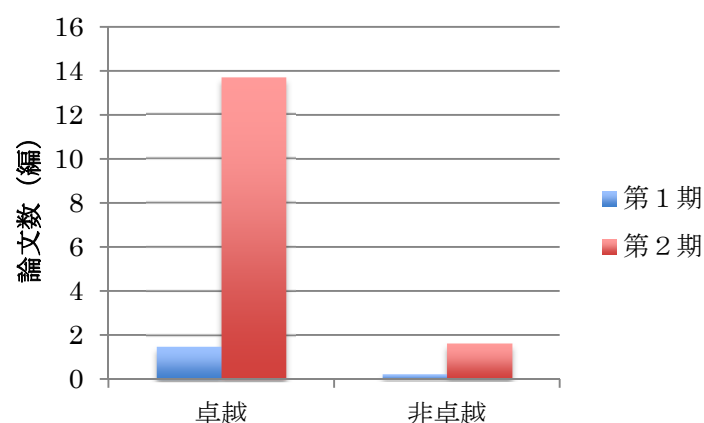


卓越研究者と非卓越研究者の NIH 論文および非 NIH 論文における異なり共著者数



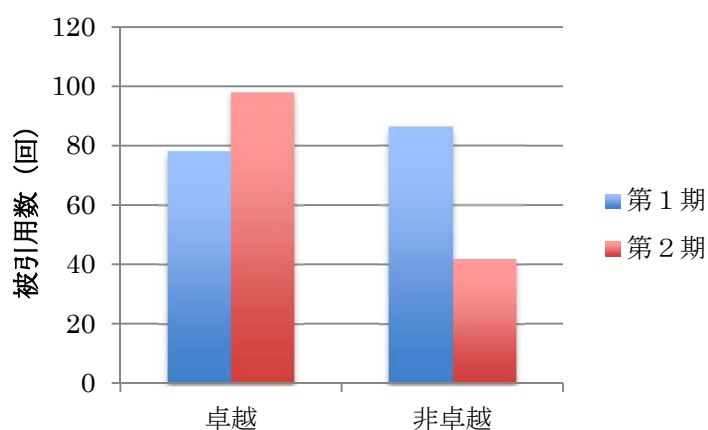
卓越研究者と非卓越研究者の NIH 論文および非 NIH 論文における論文あたり共著者数

卓越研究者は NIH 論文において、非 NIH 論文あるいは非卓越研究者の NIH 論文より、多くの共著者を擁しており、また第2期において異なり共著者数（重複を排除した共著者数）が大幅に伸びている。一方、論文あたりの共著者数は、第1期においては非卓越研究者を下回っており、それが第2期に大幅に伸びて非卓越研究者を逆転している。すなわち、卓越研究者は、キャリア中期により大規模な NIH プロジェクトに関与するようになったと考えられる。



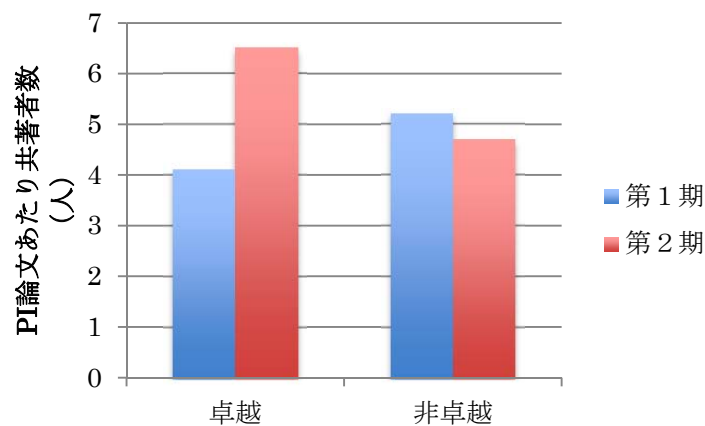
卓越研究者と非卓越研究者が NIH の PI として発表した研究者あたり論文数

サンプル中において NIH の PI 経験者は少数（計 8 人）であり、以下で提示する結果の解釈には一定の留保を要するが、サンプル中の卓越研究者は、第 1 期から非卓越研究者より多くの NIH 論文を PI として発表し、かつ第 2 期にその数を著しく増加させている。



卓越研究者と非卓越研究者の NIH の PI としての論文あたり被引用数

第 1 期においては、卓越研究者が PI として発表した論文の被引用数は、非卓越研究者をむしろ下回っている。しかし、第 2 期には、引用期間が短くなっているにもかかわらず被引用数を増加させ、非卓越研究者を逆転している。単純に解釈するのであれば、若手段階では非卓越研究者と PI としての能力に差がなく、キャリアの中期に差が開いたと考えられる。



卓越研究者と非卓越研究者がNIHのPIとして発表した論文の論文あたり共著者数

卓越研究者は自らがPIとなっているプロジェクトについても、第1期においては非卓越研究者よりも小規模な体制で実施していたが、第2期には論文あたり共著者数を大幅に増加し、非卓越研究者を逆転している。

以上の分析から、次のことが示唆される。

研究者は、NIHの研究助成を得ることで、より多く引用される論文を執筆し、さらには、より多くの新たな共同研究者と出会う機会を得ている。その意味で、鳥インフルエンザ分野において、NIHの研究助成は高い効果を研究者にもたらした。

とくに卓越した研究者に目を向けると、彼ら／彼女らはキャリアの初期段階から非卓越研究者よりNIHの助成金を直接／間接に得る機会が多く、かつその後のNIHとの関係強化によって、非卓越研究者との間での実績の差を広げている。彼ら／彼女らのNIHとの関係は、必ずしも自らPIとしてではなく、プロジェクトメンバーや外部の共同研究者のような位置付けの場合が多い。

さらに、研究者のキャリア開発の面からは、卓越した研究者であってもキャリア初期にPIとして推進したプロジェクトで発表した論文は必ずしも突出したものではなく、非卓越研究者と差はキャリア中期に明らかになること、成熟した後も自らPIとして関与した論文が、プロジェクトメンバーないし外部の共同研究者として参画したNIHのプロジェクト論文より必ずしも多く引用されないことにも注意が必要である。

2-2-5. ファンディングプログラムやプログラム・マネジメントの評価を目的とした科学計量学指標によるプログラム横断型の分析

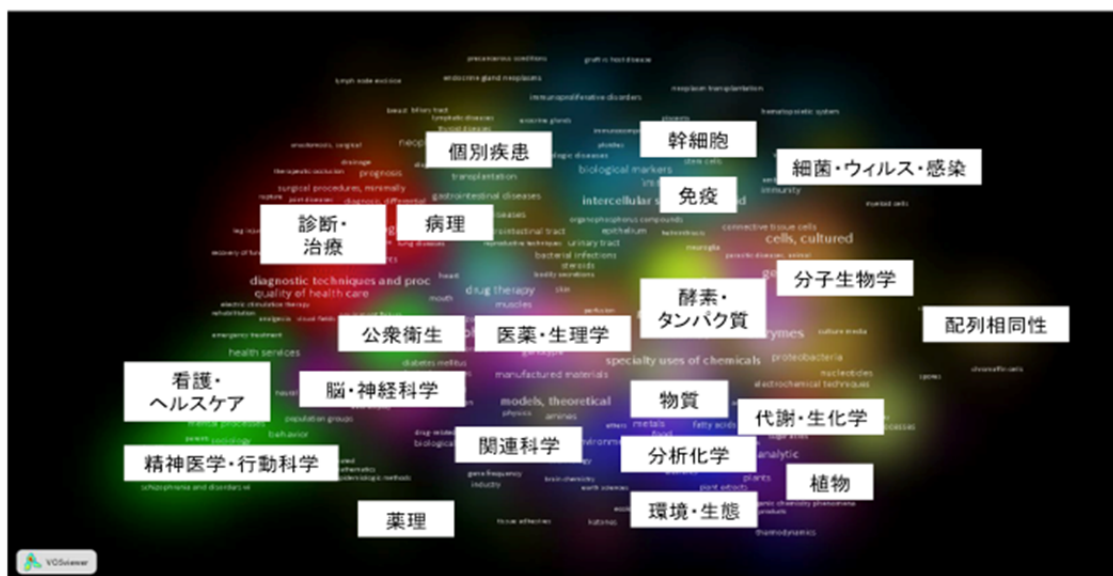
ファンディングプログラム横断型の分析を実施するための予備的な研究開発として、平成 24 年度より論文データベースに収録された謝辞データを利用して、各ファンディングプログラムの成果として出版された学術論文を同定する手法を開発してきた。平成 24 年度には、主としてデータベースベンダーが謝辞をコーディングしたものを利用してプログラムの同定を実施した。しかし、十分な正確さが確保できないため、年度の途中から平成 25 年度にかけてはデータベース内に登録された生の謝辞データを利用する手法へと切り替え、コーディングの粒度には課題が残ったものの、正確さに関しては分析に耐えるファンディングプログラムと成果を結びつける手法の開発に成功した。その結果として、平成 25 年度には、国内ファンディングプログラムに関するマルチファンディング（単一の研究室に複数のファンディングプログラムから助成が行われる状況）について現状分析を試行するとともに、記述の 2 つの開発項目（評価指標および Science Map）の成果を利用し、国内の主要なファンディングプログラム・制度が論文の質にあたえる効果の分析を行った。さらに、本研究開発項目および上記 1、2 の結果を融合する研究プラットフォームの設計を行った。

平成 26 年度には、上記の研究プラットフォームを利用して、プログラム横断的な分析に基づくエビデンスを作成した。さらに、2-2-2 節で述べたアンケート調査結果の分析結果と科学計量学的エビデンスを結合することで、多角的なプログラムの解析を実施し、その結果をエビデンスの形にまとめた。以下、具体的に成果を示す。

・ 2010 年に各ファンディングプログラム（群）が生み出した論文（成果の代理変数）の分布

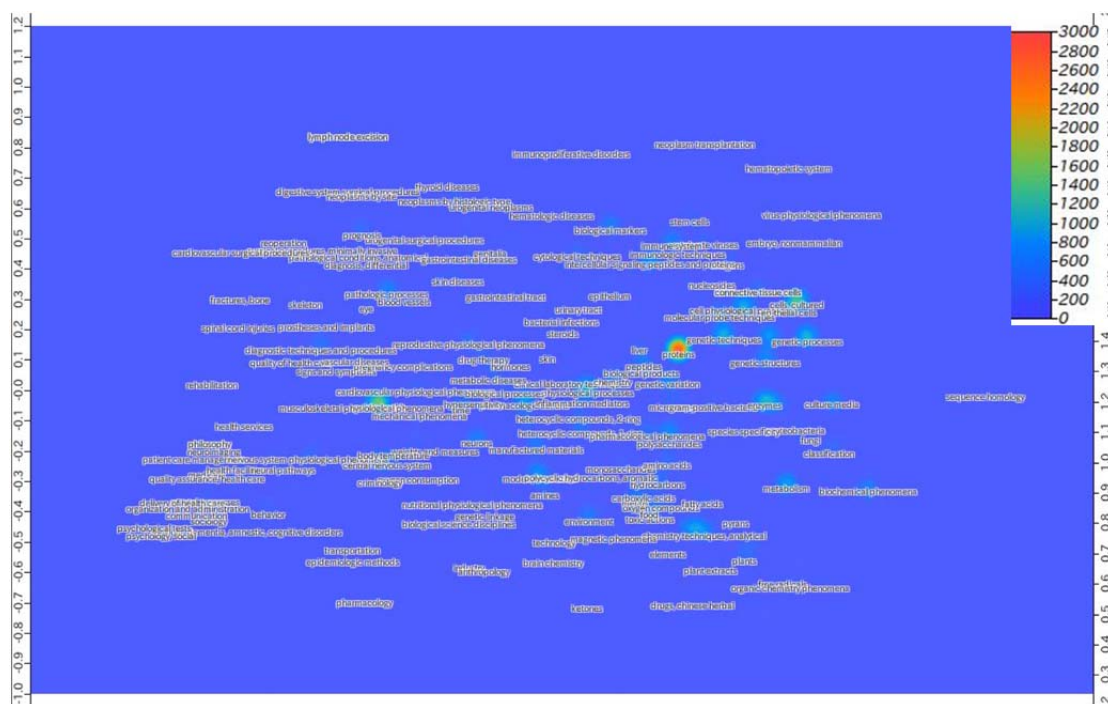
内容：学術論文の謝辞（acknowledgements）で言及されたファンディングプログラムがその成果として当該論文の生産に寄与しているという仮定に基づき、わが国の 4 つの代表的なファンディングプログラム（群）ないしは制度（科研費、厚労科研費、JST プログラム、NEDO プログラム）に支援された成果、および公的な競争的研究資金全般により支援された成果がどう分布しているかを可視化するマップを作成した。マップ作成の対象とした研究分野は、マクロの例としてのライフサイエンス研究全般およびミクロの例としての多能性幹細胞研究である。

成果：ライフサイエンス分野および多能性幹細胞研究における研究の内容やトピックを表すキーワードを使って作成したライフサイエンス研究および多能性幹細胞研究のトピックを可視化した基準となるマップ（basemap）に対して、論文データベースに収録された謝辞情報に基づいて同定したファンディングプログラム（群）による助成情報を付加した Science Overlay Map をエビデンスとして作成した。具体的には各プログラム（群）より助成を受けて出版された論文の数およびシェア（わが国の論文全体に占めるシェア）を色の変化によって表現している。作成されたマップは以下の通りである。



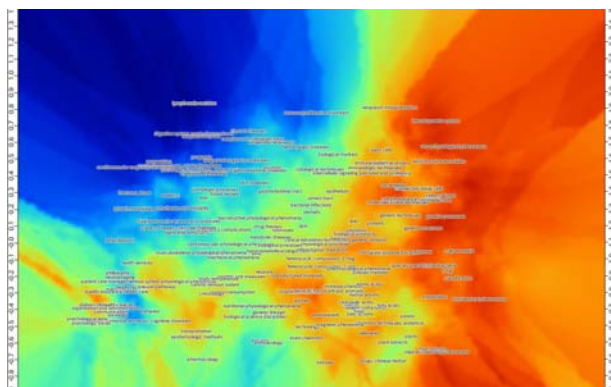
ライフサイエンス研究分野の basemap (再掲)

左側に臨床系、右側に基礎系の研究分野／トピック、下部に周辺科学技術分野／トピックが配置されている。

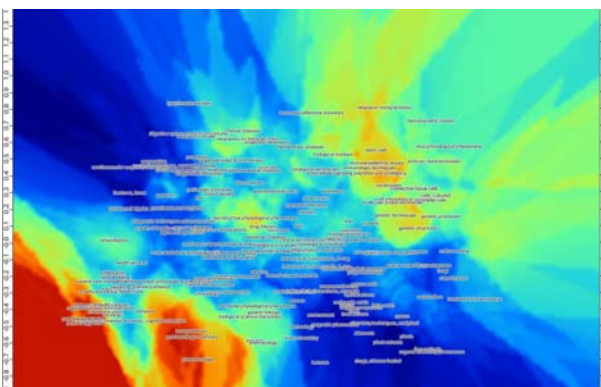


公的な競争的研究資金全体の成果（2010 年出版の助成を受けた論文数の分布）

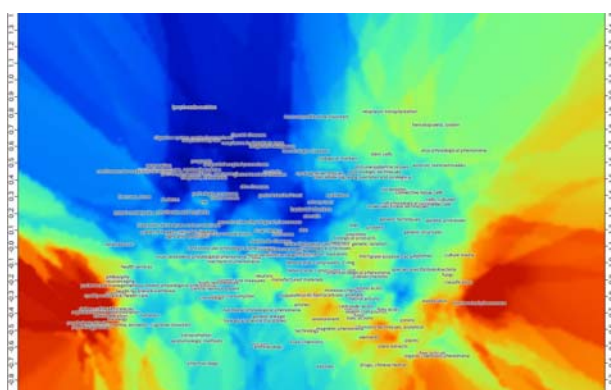
右上のスケールは論文数（分数カウント）を表す。ライフサイエンス研究分野では論文数を基準にするとタンパク質関連（中央右赤い部分）が助成対象のコアとなっている。ただし、そもそもタンパク質がライフサイエンス研究の主要な一分野であるので「過剰」と判断すべきではない。



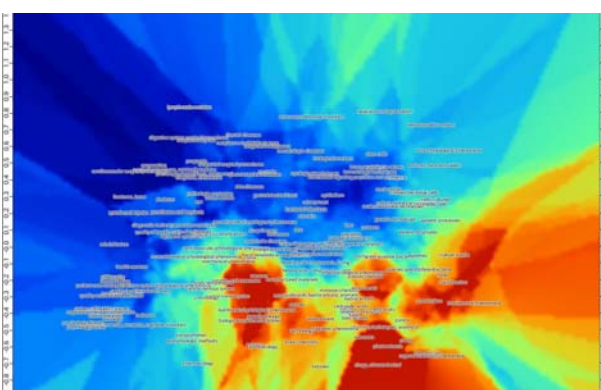
科研費のシェア



厚労科研費のシェア

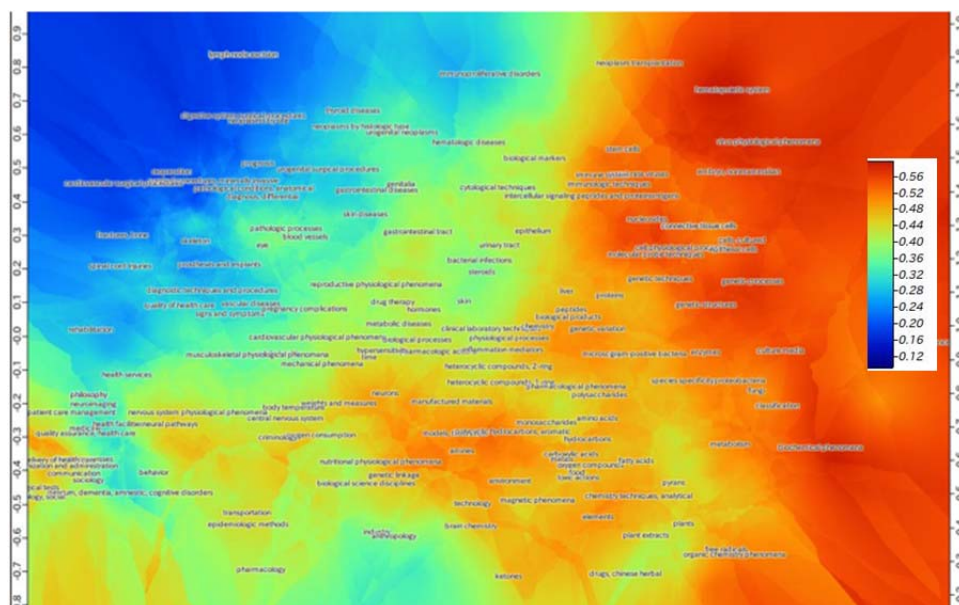


JST プログラム (群) のシェア



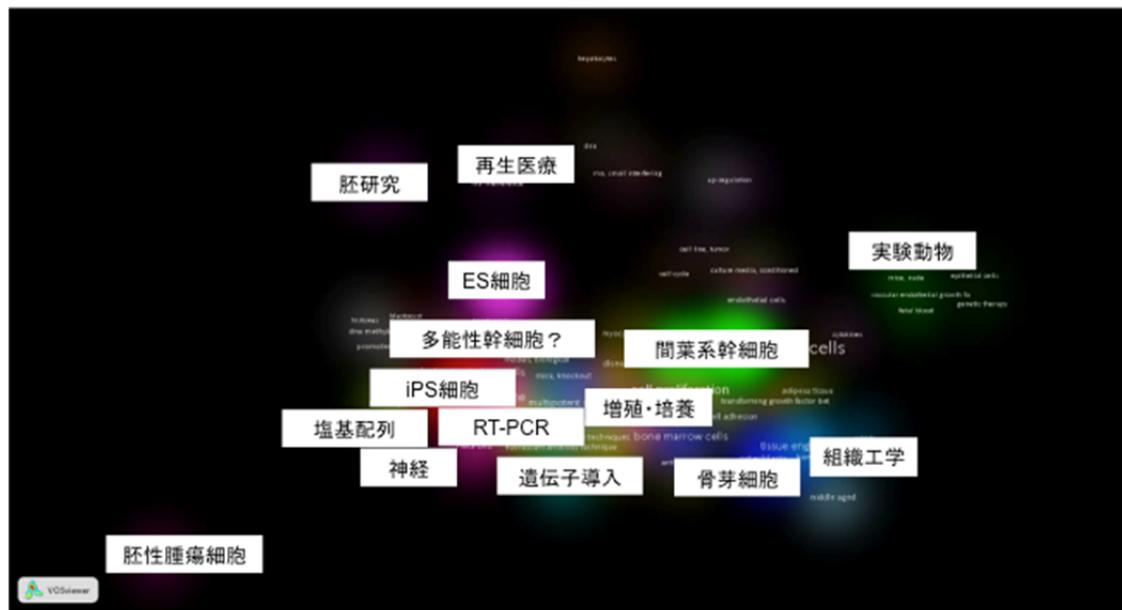
NEDO プログラム (群) のシェア

各ファンディングプログラムの助成を受けた論文の日本発論文に占めるシェア（相対値）

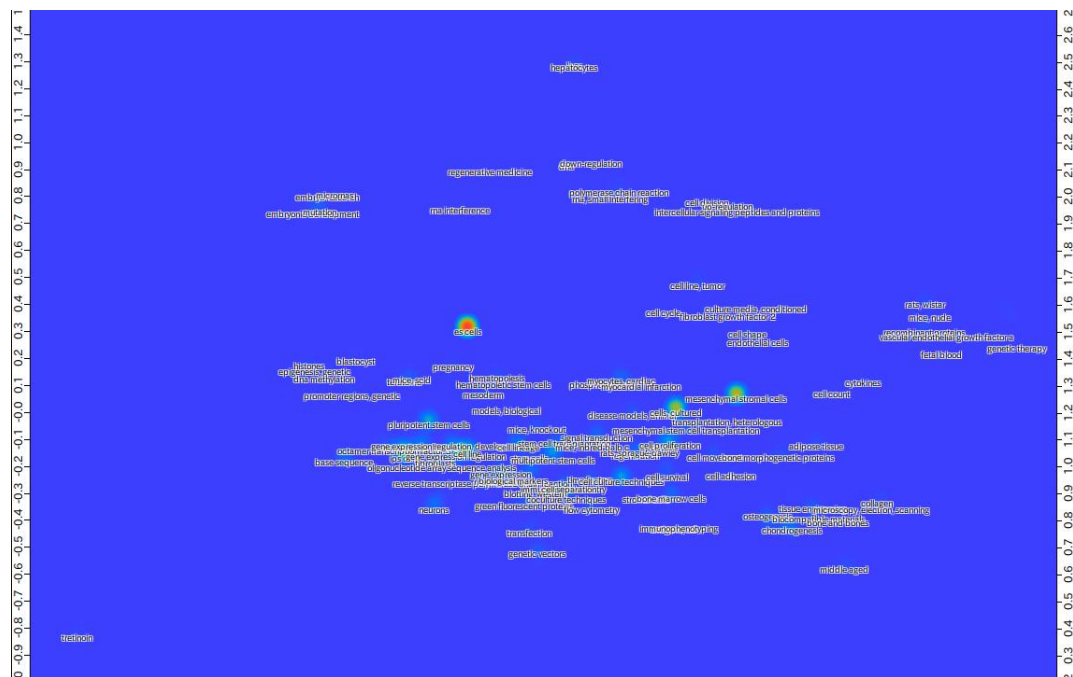


公的な競争的研究資金で助成された論文がわが国発の論文に占めるシェア（2010 年）

とくに基礎研究分野が公的資金によって支えられており、また各ファンディングプログラムの特徴を活かしたプロファイルが明確に表れている。

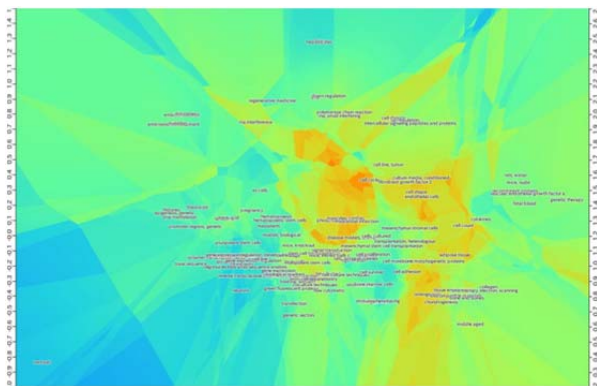


多能性幹細胞の basemap

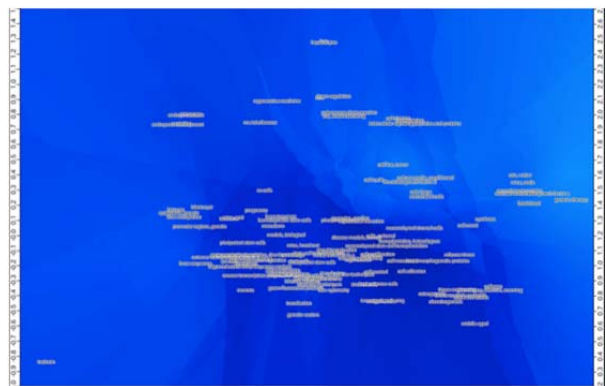


公的な競争的研究資金で助成された多能性幹細胞論文の数（分数カウント、2010 年）

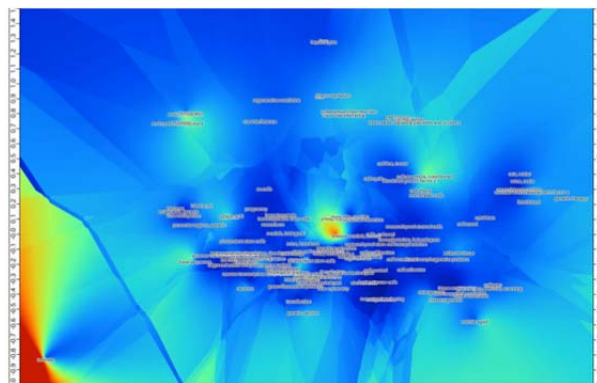
2010 年時点では ES>間葉系幹細胞>iPS の順に論文数が多い。



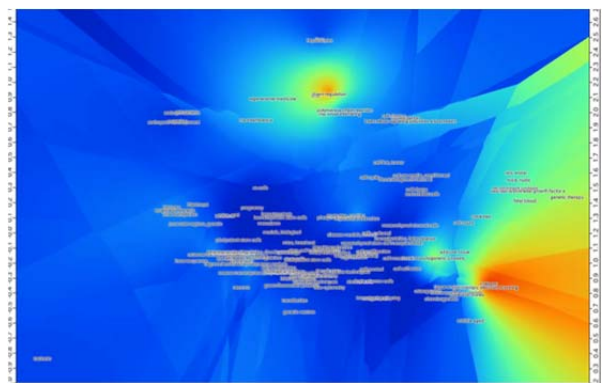
科研費のシェア



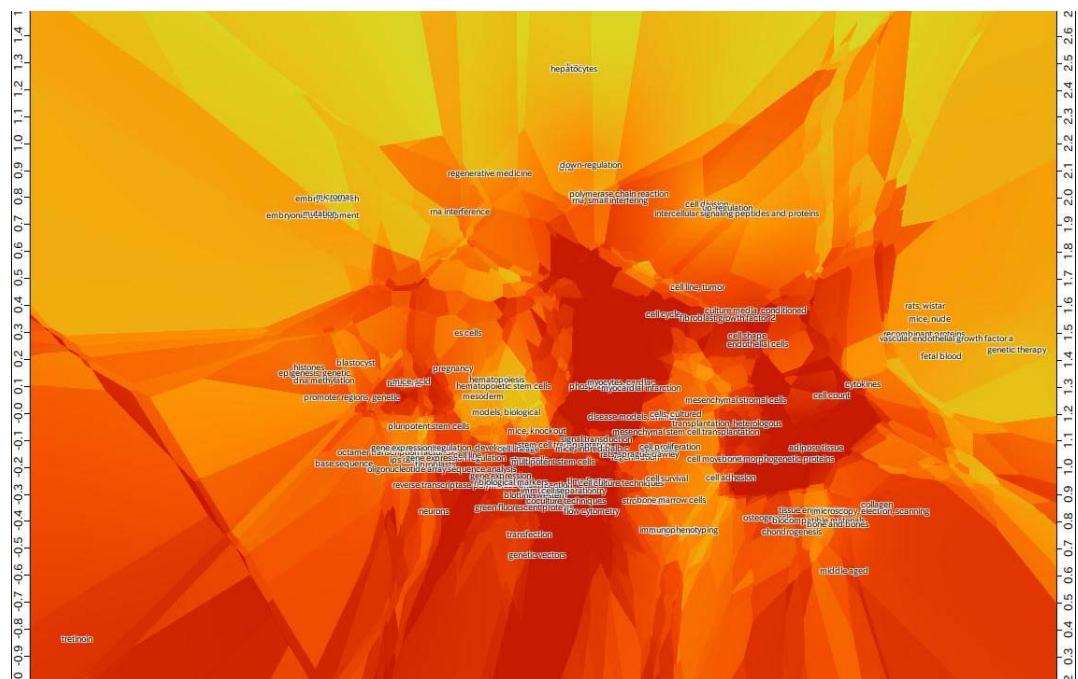
厚労科研費のシェア



JST プログラム (群) のシェア



NEDO プログラム (群) のシェア



公的な競争的研究資金で助成された多能性幹細胞論文の同日本論文におけるシェア (2010 年)

多能性幹細胞研究領域において各ファンディングプログラムの助成を受けた論文の日本発論文に占めるシェア

ライフサイエンス研究全般を俯瞰すると、基礎系の研究トピックにおけるアウトプット (論文

出版)に公的な競争的研究資金が貢献している。また、ここで取り上げた各ファンディングプログラム(群)はそれぞれの行動原理や役割にしたがって、研究開発投資を行っている。ただし、わが国発の論文数に対するシェアから判断する限り、公的な競争的研究資金(とりわけ厚労科研費)による臨床研究、個別疾患研究への支援が手薄に映るものの、これらの研究はおそらくプライベートセクターからの資金で研究が進められていると推測される。

一方、多能性幹細胞研究は、他のライフサイエンスの基礎研究と同等かそれ以上に公的研究助成により支えられており、各ファンディングプログラムはそれぞれの特性にしたがって独自の助成パターンを示している。とりわけ、NEDOの助成には独自性があり、他の助成機関とはさほど競合しない領域に注力している点で興味深い。一方、厚労科研は行政目的への貢献が問われるなどの独自の役割があるためか、2010年の段階では多能性幹細胞研究にはあまり関与していない。当該領域がより臨床研究に近づいたときに、どのように切り替えていくかの戦略形成が今後おそらく重要になるだろう。

・ 国の中でのファンディングプログラムの関係や各プログラムの相対的位置づけ

内容：研究活動にファンディングがいかなる影響を与えているのかは、ファンディングプログラムの評価における基本的な問いである。しかし、評価の場面において陥りやすい誤りが「project fallacy」である。これは、資金を受領した研究者の研究活動が、あたかも当該プログラムの研究活動のみに支えられているかのように暗に仮定して、評価を行うことである。政策形成者は、しばしば「資金の受領者は、本プログラム資金のもとで優れた論文を書き、賞を得た」というように、あるファンディングと研究成果を一对一に対応づけて、ファンディングの正当性を主張する。しかし実際には、研究者は一つのファンディングのもとで3~5年と限定された期間の研究活動を単発で行っているのではなく、研究者はもっと長期的に研究活動をすすめている。各ファンディングは、研究者のそのような長期的な研究活動の一時期の一部分に関係しているに過ぎない。このような見方をとると、ファンドをもとにそのファンドを受けた研究者の成果をみるのではなく、ファンドを受けた研究者側から受領していた複数のファンドの中での当該ファンディングプログラムの相対的な役割を見なければならないことが必要となる。

そこで、トムソン・ロイター社のWeb of Scienceに収録された論文のうち責任著者の住所が日本の著者による論文を対象に、データベースに収録されている謝辞(acknowledgments)のデータを分析し、複数の資金によって論文が形成されている状況を分析した。

成果：以下のように、拠点型資金が戦略的資金と共同受領されているなどの状況が示された。その意味については、ビブリオメトリクス分析により資金による共著の違いなどの関係がみられることから、異なる種類の共同研究などの活動を支援している可能性が示唆され、より詳細には別途、質問紙調査などをする必要性が示唆される。

まず、下表は謝辞中の各プログラムの出現数の分析結果を示している。謝辞のある論文のうち、57.4%に科学研究費補助金への謝辞が一つ以上記載されており、5.8%に厚生労働科学研究費補助金が言及されている。科学研究費補助金、厚生労働科学研究費補助金は主には小規模なプロジェクトを助成するものである。実際に謝辞の記載された論文のうちの6割程度に記載されているということから、日本の研究論文を支える基盤的資金として現に存在していることが明らかになった。次に、多くの謝辞が見られたのはCOE型の資金である。グローバルCOEプログラムは8.8%であり、WPIは2010年当時の採択数は6センターのみと少数であったが1.0%を占めている。さらに、特徴的な結果であったのは、文部科学省の私立大学等経常費補助金特別補助「ハイテク・リサーチ・センター整備事業」への謝辞も1.5%存在していたことである。大学や研究センターといった組織を対象とした拠点型資金が既に研究活動を支える一定の役割を担っている。

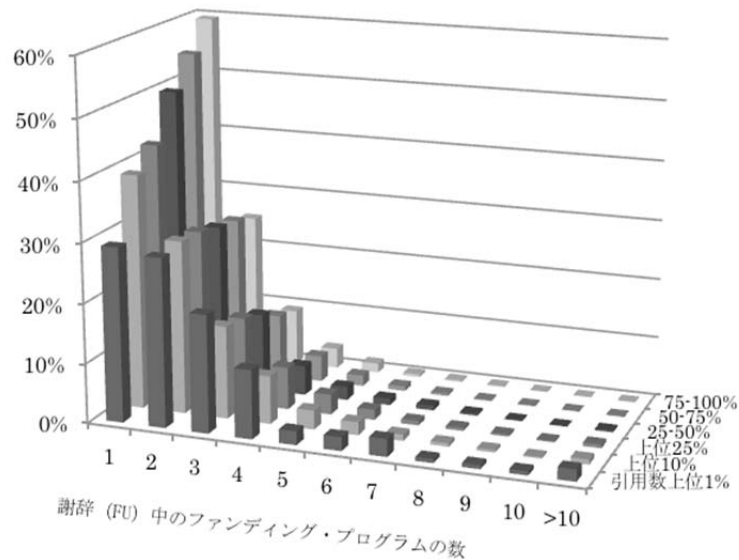
さらに、戦略研究の資金として、かつて 1990 年代半ばに政府出資金により設立されたプログラムである、科学技術振興機構の CREST や若手研究者むけのさがけ (PRESTO)、医薬基盤研究所の「保健医療分野における基礎研究推進事業」、生物系特定産業技術研究センターの「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」や「イノベーション創出基礎的研究推進事業」などが数の上では多く言及されているプログラムとなっている。

日本の論文における各ファンディングプログラムへの謝辞の割合 (N=31, 808)

種類	プログラム名	Article 数	謝辞のある Article中の割合
小規模プロジェクト助成	科学研究費補助金 (KAKENHI)	18, 259	57. 4%
	厚生労働科学研究費補助金	1, 830	5. 8%
戦略研究	CREST	915	2. 9%
	さがけ (PRESTO)	313	1. 0%
	医薬基盤研究所「保健医療分野における基礎研究推進事業」	226	1. 0%
	生物系特定産業技術研究支援センター「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」「イノベーション創出基礎的研究推進事業」	254	0. 8%
トップレベル研究者助成	最先端研究開発支援プログラム (FIRST)	151	0. 5%
COE 助成	グローバル COE プログラム	2, 802	8. 8%
	世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI)	316	1. 0%
	文科省私立大学等経常費補助金特別補助「ハイテク・リサーチ・センター整備事業」	469	1. 5%
政策主導プログラム	文科省ターゲットタンパク研究プログラム	169	0. 5%
	文科省ナノテクノロジーネットワークプロジェクト	118	0. 4%
産業向けプログラム	NEDO による資金 (※ほとんどプログラム名の記載無し)	1, 632	5. 1%
クラスタープログラム	文科省知的クラスター創成事業	106	0. 3%

ついで、複数のファンディングプログラムの共起関係に着目したエビデンスを次図に示す。次図は一論文中のファンディングプログラムの数を論文の引用数グループごとに示している。実際に複数のプログラムから資金を得ている論文が多く、また引用数が高い論文ほどプログラムの数が多い。そのため、ファンディングプログラムの評価方法を検討する上でも、どのようなファン

ディングプログラムが、どれほど同時に受領されているのかの状況を把握することが第一に必要となる。



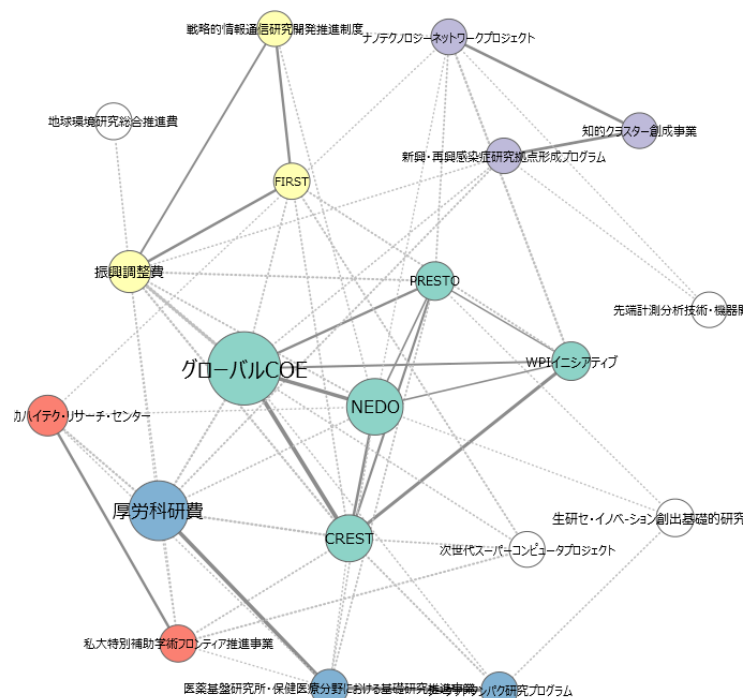
ファンディングプログラム数と被引用数の関係

謝辞におけるファンディングプログラムの共起関係

	件数	科研費	グローバルCOE	振興調整費	CREST	ERATO	PRESTO(さががけ)	WPIイニシアティブ	FIRST	総務省戦略的情報通信研究開発推進制度	環境省地球環境研究総合推進費	NEDO(プログラム特定せず)	厚労科研費	医薬基盤研究所保健医療分野における基礎研究推進	生研センターイノベーション創出基礎的研究推進事業
科研費	18,259	100%	10%	2%	2%	0%	1%	1%	1%	0%	0%	3%	4%	1%	1%
グローバルCOE	2,802	64%	100%	3%	4%	0%	2%	1%	1%	0%	0%	5%	2%	0%	0%
振興調整費	592	48%	16%	100%	4%	0%	2%	0%	2%	1%	1%	5%	2%	0%	0%
CREST	915	49%	13%	2%	100%	0%	2%	3%	1%	0%	1%	5%	5%	1%	1%
ERATO	69	57%	19%	3%	4%	100%	3%	0%	1%	1%	0%	4%	7%	0%	0%
PRESTO(さががけ)	313	66%	15%	4%	5%	1%	100%	1%	0%	0%	0%	7%	3%	2%	1%
WPIイニシアティブ	316	49%	11%	1%	9%	0%	1%	100%	2%	0%	1%	4%	0%	0%	0%
FIRST	151	68%	19%	8%	7%	1%	1%	3%	100%	3%	0%	5%	2%	1%	0%
総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度	99	41%	13%	7%	4%	1%	0%	0%	4%	100%	0%	12%	0%	0%	0%
環境省 地球環境研究総合推進費	188	36%	7%	3%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	100%	2%	1%	0%	0%
NEDO(プログラム特定せず)	1,632	30%	8%	2%	3%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	100%	2%	1%	1%
厚労科研費	1,830	45%	4%	1%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	100%	3%	0%
医薬基盤研究所 保健医療分野における基礎研究推進	226	47%	4%	0%	3%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	6%	27%	100%	1%
生研センター イノベーション創出基礎的研究推進事業	254	42%	2%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	4%	2%	1%	100%

上の表では、一つの論文の謝辞の中に、複数のファンディングプログラムが同時に記されている割合を示している。表側（左列）のプログラムへの謝辞がある論文の何%が、表頭（上行）のプログラムへの謝辞があるかを示す。

同様に、次図では、共起の割合（同時に謝辞が掲載される割合）が高いものを線で結んでいる。ただし、科研費は数が多く、ほとんどのプログラムと共起関係になるために省略した。



ファンディングプログラムの共起関係

表および図からはセンター型資金の間の同時受領の関係が見える。たとえば、WPI への謝辞がある論文の 11%にはグローバル COE への謝辞もある。また、センター型資金と戦略研究との間にも関係が見られ、CREST への謝辞がある論文の 13%、さがけ（PREST）の 19%、FIRST の 19%がグローバル COE への謝辞も有している。これらの値は、上述のように日本の論文のうちの 8.8%がグローバル COE の謝辞を有していることと比較すると高い。すなわち、拠点型資金は、それ単独ではなく、選択性の高いファンディングプログラムで行われている活動の基盤ともなっていることが推察される。ただし、これらが即座に「同一の研究課題に資金を重複して受領している」というような否定的な解釈につながるものではない。

さらに、下表では一部のファンディングプログラムを抜粋して、各プログラムへの謝辞がある論文の著者の所属機関の割合を示している（共著では分数カウント）。FIRST や WPI は国立大学が 70～80%を占めており、既に高い研究基盤を有する組織や個人に選択的に資金が配分されているのに対し、それらが形成される以前の 21 世紀 COE プログラムではより幅広く資金が配分されていた。一方、CREST や RISTEX、発展研究など戦略領域や社会課題が定まっているプログラムでは私立大学からの謝辞も多いなど、資金受領者の構成自体が結果として異なっている。

各プログラムへ謝辞のある論文の著者所属機関

	国立 8 大学	国立 8 大学以外	公立大学	私立大学
21 世紀 COE プロ	42%	33%	6%	20%
GCOE プロ	63%	20%	4%	13%
WPI イニシアティブ	70%	23%	1%	7%
FIRST プロ	80%	9%	2%	9%
CREST	54%	25%	6%	16%

ERATO	61%	25%	4%	10%
PRESTO	59%	25%	5%	11%
RISTEX	39%	28%	5%	28%
発展研究	36%	34%	6%	24%

加えて、下表では論文の共著形態の割合を示している。グローバル COE プログラムを受領している論文は、大学間の共著や大学と企業との共著割合が、謝辞のある論文全体（大学を著者を含むもののみ）と比べて有意に低く、拠点型資金により拠点内（大学内）での研究が誘引されている可能性が高いことが示唆される。一方、WPI では日本の大学と海外の大学・研究機関等との共著割合が有意に高く、WPI、FIRST、CREST では日本の公的研究機関との共著が高い。これらの結果は、ファンディングが研究成果の量のみでなく、研究活動に対して影響をおよぼしていることが推察されるとともに、複数のファンディングを受領することが多面的な共同研究を実現する可能性も示唆される。

ファンディングプログラムとの共著割合

	大学著者を含む論文	大学-大学共著	大学-公的研究機関共著	大学-民間企業共著	大学-海外共著
グローバル COE	2,791	31.2%**	20.8%	5.6%**	18.2%
WPI	200	29.0%*	38.5%**	5.0%	27.5%**
FIRST	123	39.8%	48.0%**	10.6%	20.3%
CREST	863	43.6%**	53.9%**	7.0%	16.0%
日本からの公的資金は科研費のみ	12,116	34.6%	13.7%**	5.6%**	14.8%**
全体	29,211	36.3%	20.2%	7.9%	17.2%

（全体との母比率の差の検定結果 **：p<0.01, *p<0.05）

以上の成果から以下が示唆される。

第一に、日本の論文群のなかで各ファンディングプログラムがどの程度の貢献をしているかであるが、上述のように科研費が半数以上に関与しているとともに、各種のプログラムの関与が見られる。同時に、COE 型の資金や、私立大学の高度化のための資金など、機関単位の基盤的な競争的資金の役割が大きいことが明らかとなり、国立大学向け運営費交付金や私立大学向けの助成金が減少するなか、基盤的なファンドが重要となっている。

第二に、project fallacy 概念が提起したように、実際に多くの論文は複数のファンドによって産出されている。とくにグローバル COE や WPI などの機関・組織単位の資金の上に、CREST などの戦略的研究が行われ、さらに NEDO などの産学連携を促す資金も投入されているという形態が示唆された。各プログラムはこのような図式の中で自らの立ち位置を確認する必要がある。

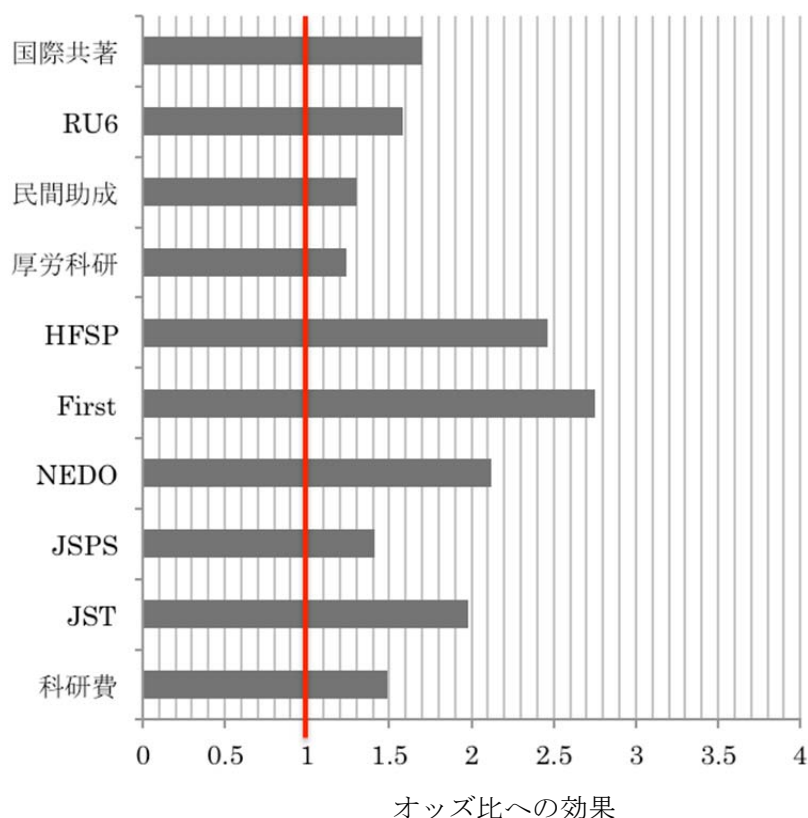
第三に、プログラムによって共著状況などには差異があることが示され、プログラムを複数受領していることは単なる重複ではなく、異なる形式の研究活動に対して資金が措置されている可能性があることが示された。より詳細な分析が必要であり、それによりプログラムの正当化につながる。

・ 2010 年の論文の引用情報に基づいて評価した各ファンディングプログラム（群）が生み出した成果の質

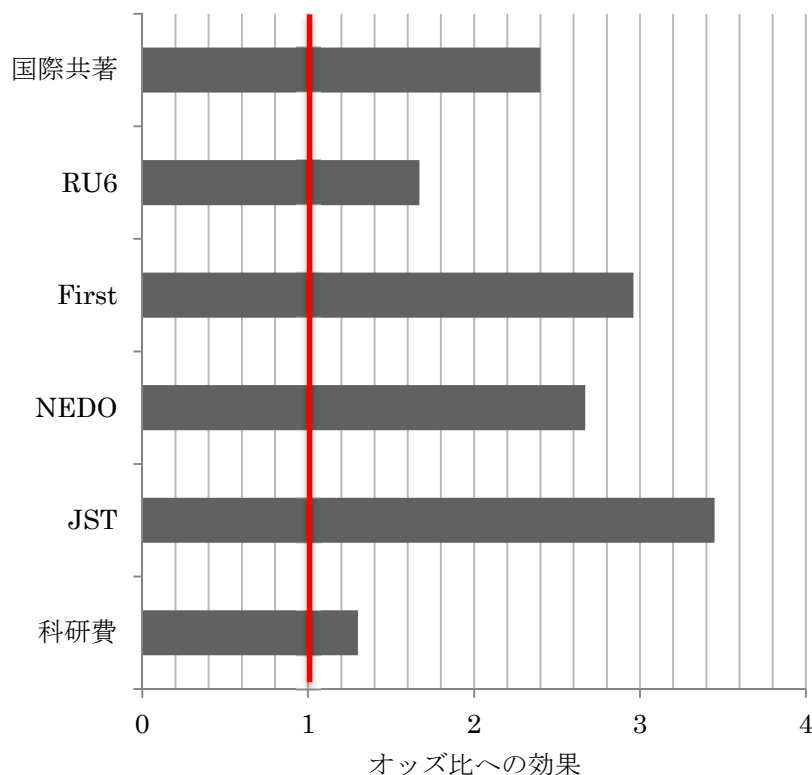
内容：論文の質を表す指標（引用指標）に与える効果という観点から、複数のファンディングプログラム（群）の成果を横断的に評価した。既述のように、一つの研究グループに対して複数のファンディングプログラムから研究助成がなされるマルチファンディングが現在一般的に行われているため、特定のファンディングプログラムだけを取り出して実施した評価においては、結果

的に他のプログラムからの影響がないものとみなしてしまい、その成果を過大評価する蓋然性が高い。そこで、わが国の機関が関与した学術論文が被引用数上位 1%あるいは 10%に含まれるかを被説明変数、各ファンディングプログラムからの助成の有無を説明変数とするロジスティック回帰を実施し、そこから得られるオッズ比（ファンディングプログラムの助成を受けることによる被引用数上位への入り易さの変化を示す数）への効果（多項ロジスティック回帰分析で定められた回帰係数）を質の指標とした評価を実施した。

成果：研究成果の質を論文の被引用数から計算した引用指標によって評価した。具体的には、下図にも示される特定のファンディングプログラム（群）から助成を受けることによって、同分野の論文の中で被引用数が上位 10%（優れた論文と呼ぶ）あるいは上位 1%（卓越した論文と呼ぶ）となる確率がどれだけ上昇したかを推計し、その違いをオッズ比と呼ばれる数値への効果で表現した。オッズ比への効果が高いほど、プログラムから期待される成果の質が高いことを表す。統計処理の結果でオッズ比への効果が 1 と変わらない（正負いずれの影響も見られない）とみなされる場合には、グラフから当該項目を除いている。ここで、とりあげたプログラム（群）は科研費、厚労科研費、JST プログラム（群）、NEDO プログラム（群）、学振のプログラム（JSPS）、ヒューマンフロンティアサイエンスプログラム（HFSP）、最先端研究開発支援プログラム（FIRST）、次世代研究開発支援プログラム（NEXT）、各種民間助成であり、公的な競争的資金の約 3/4 をカバーしている。ただし、2010 年は NEXT については開始早々につき成果がほとんどなく、最終的には分析から除いている。



優れた論文の生産に与える効果（2010 年論文）



卓越した論文の生産に与える効果（2010 年論文）

分析の結果が示唆することは以下の通りである。

第一に、（被引用数上位 10%以内という意味で）優れた論文の生産に有意な効果（「正味」の効果）を与えるか否かを判断基準とすれば、ここでとりあげた研究助成制度／プログラムは一定程度うまく機能したと評価される。このことは、個々のプログラムが機能しているだけでなく、マルチファンディングとなっても「正味」の効果が残っているという意味で国の助成システム全体としてもある程度有効に機能していることをも期待させる。

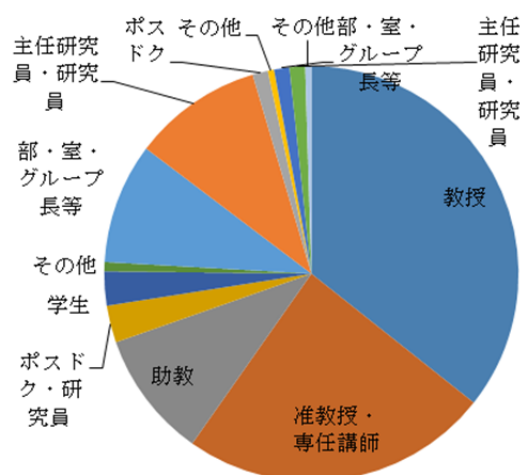
第二に、大型の助成がなされる JST、NEDO、FIRST は質に対する効果が大きく、規模が成果の質につながっていると評価できる。とりわけ上記のファンディングプログラム（群）は、卓越した論文に対しても正の効果を示しており、プログラムとしてその使命の一端を果たしていると考えられる。

第三に、科研費の重要性がここでも示唆された。なぜなら優れた論文だけでなく、JST や NEDO などの大型助成の効果には劣るとはいえ、卓越した論文の生産に対しても正味の効果を有しているからである。逆に、厚労科研費は科研費とくらべて成果の質に与える効果において見劣りすることは多少懸念される。しかし、このことが直ちに厚労科研費という制度に問題があることを意味するわけではない。厚労科研費は学術研究振興を目的とする科研費とは異なる機能を有しているため、論文の被引用数が伸びやすい「基礎研究」志向の強い科研費と同等の成果を示さないことは当然であり、むしろファンディングプログラムの機能の違いが示された可能性もある。

・ 研究者の視点から評価したファンディングプログラムおよびその運営の研究活動への寄与

内容：ここでは、研究者の立場から、自己の研究活動に最も影響があったファンディングプログラムは何か、そのプログラム資金のもとで研究内容や研究体制は変化したのか、その点も含めてどのような効果があったと考えるか、またプログラム運営のどのような視点が効果に寄与したのかを調査・分析した。

結果：すでに示した謝辞の分析対象となった論文の著者に対してアンケート調査を行った。ただし、謝辞分析において、科研費、厚労科研費の2つ以外のファンディングプログラムの資金を一つ以上得ていた者を調査の母集団としている（科学研究費補助金、厚生労働科学研究費補助金をあわせて得ていたとしても母集団に含む）。これは、科学研究費補助金、厚生労働科学研究費補助金を得ている者は謝辞分析対象論文の6割と多く、単にそのまま全体を母集団にすると、回答が科学研究費補助金、厚生労働科学研究費補助金に極端に偏ることが想定されたためである。回答数は404件であり、回答者のプロフィールは下図の通りであり、大学の所属者が78.0%と多くを占めている。



回答者のプロフィール

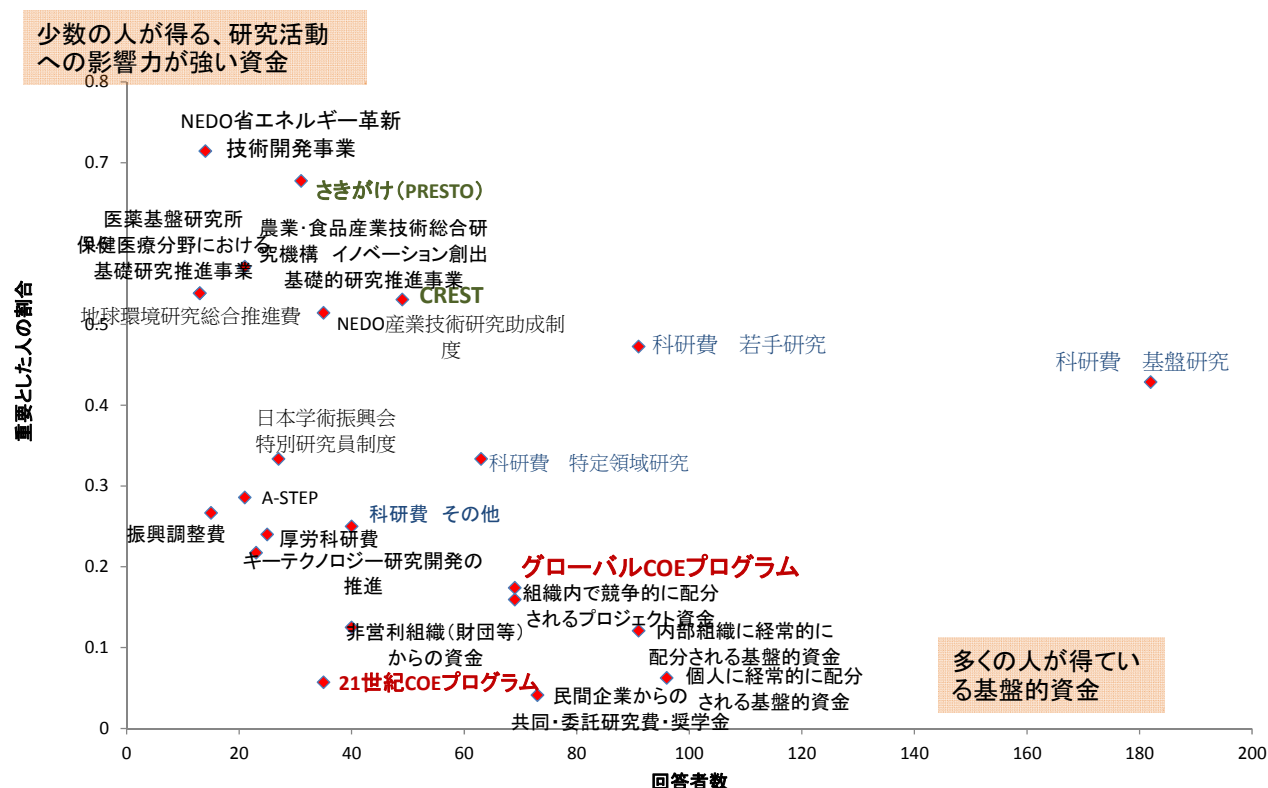
研究者の視点からみた「自己の研究に影響があった資金」

調査回答者における研究資金の受領件数は平均3.3件であり、その中で公的外部資金（すなわち、運営費交付金や財団、民間企業からの資金を除く）は2.2件であった。

次図で、横軸に回答者404人のなかで各プログラム資金を受領していると回答した者の数、縦軸にその中で「回答者の研究活動をすすめるのに最も影響があった資金」と回答した者の割合を示している。

回答からは、上述のような母集団をとっても科研費の基盤研究や若手研究の受領者は多く、それらの者の中で半数はその資金が研究活動に最も影響があった資金と回答している。一方で、この図では右下にいくほど、多くの人が受領しているが影響力が低い資金であり、左上にいくほど少数の者のみが受領しており、それらの人の中では影響力が大きかった資金となる。そのような視点から見た場合に、右下には組織から経常的に配分される資金などがならぶとともに、21世紀COEプログラム、グローバルCOEプログラムなどが近い場所に位置する。また、企業や非営利組織からの資金もほぼそこに位置する。特にこれらの拠点型資金は、受領者は多くとも、研究活動への影響は少なく、運営費交付金などの基盤資金とほとんど変わらない位置づけとして研究者に受け止められている。一方、左上には、NEDOの省エネルギー革新技术開発や産業技術研究助成制度、JSTのさきがけ研究、CREST、さらに医薬基盤研究所や農業・食品産業技術総合研究機

構の資金が位置する。これらは第一期科学技術基本計画の際に政府出資金によって形成された、いわゆる戦略研究（社会・経済的課題の解決に長期的に貢献する知識基盤の構築を目指した基礎・基盤的研究）対象とした資金であり、それらが研究活動の進展に結びついていることが見える。



回答者における各ファンドの受領者数と、受領していた複数のファンドの中で当該ファンドを「研究活動に最も影響あり」と回答したものの割合

ファンディングプログラムによる研究内容・研究体制への影響

次の2つの表では研究内容や研究体制の継続性について、いくつかのプログラムの受領者の回答を示している。たとえば、科研費の基盤研究や若手研究は、研究者のそれ以前の同一研究課題かそれを発展された課題の実施について、それ以前の研究実施体制のままで支援している。すなわち、研究者自身が長期的に行っている研究内容と体制に資金を提供しているものである。それに対し、グローバル COE プログラムでは各個人の研究課題は継続するものであるが、「所属する機関・組織のミッションや目標に適合するように、自ら設定した」と回答した割合が42%であり、「所属機関内での組織横断的な実施」をしている割合が33%である。つまり、あくまでもそれまでと同様の継続的な研究課題であるが、あらためて自らの研究課題を組織ミッションの中で（変更せずに）位置づけて、組織内で他の研究者との交流を増すなどの組織的体制へと変えている。さらに、CREST やさきがけでは大きく異なる。資金を得ることでこれまでと異なる研究課題に取り組み始めた者が3割を超え、CREST では半数以上がこれまでと異なる組織体制で実施をしている。

このような傾向は、複数のプログラム間で回答傾向が異なることを確認することで浮き彫りになるものであり、各プログラムが目指している研究活動との適合性から、効果がでているかを評価するための材料となる。

研究活動の設定者と継続性

		研究課題の設定者						研究課題の継続性		
	回答数	1. 回答者が自由に設定	2. 資金提供側による領域が示され設定	3. 所属機関・組織のミッションや目標に適合するように設定	4. 所属する機関・組織により研究課題が設定	5. 参加する研究グループにより研究課題が設定	6. 資金提供側により設定	1. 自身が以前から実施していた研究課題を概ね継続させた。	2. 自身が以前から関連する研究課題を行っており、新たな展開をした。	3. 自身の以前の研究課題とは異なる新たな研究課題に取り組んだ。
科研費 基盤研究	73									
科研費 若手研究	42									
CREST	25									
さきがけ(PRESTO)	21									
科研費 特定領域研究	19									
NEDO産業技術研究助成制度	18									
グローバルCOEプログラム	12									
農業・食品産業技術総合研究機構 イノベーション創出基礎的研究推進事業	12									
内部組織に経常的に配分される基盤的資金	11									
組織内で競争的に配分されるプロジェクト資金	11									

研究実施体制とその継続性

	研究体制						研究体制の継続性			
	1. 個人や単一の研究室による実施	2. 他の機関に所属する同一分野の研究者による実施	3. 所属機関内での組織横断的な実施	4. 産・学・官などのセクターを超えた共同による実施	5. 国際的な共同による実施	6. 学際的な共同による実施	1. 以前から実施していた研究体制を、概ね継続させた。	2. 以前から実施していた研究体制を中心に、やや新たな共同研究者を含めた。	3. 以前の研究体制とは異なる新たな研究体制を構築した。	4. 資金提供側の要請にあわせて研究体制を新たに構築した。
科研費 基盤研究										
科研費 若手研究										
CREST										
さきがけ(PRESTO)										
科研費 特定領域研究										
NEDO産業技術研究助成制度										
グローバルCOEプログラム										
農業・食品産業技術総合研究機構 イノベーション創出基礎的研究推進事業										
内部組織に経常的に配分される基盤的資金										
組織内で競争的に配分されるプロジェクト資金										

ファンディングプログラムにおける研究資金の使途

ほとんどのプログラムで装置の新規購入や試料の購入に用いられているが、CRESTや農業・食品産業総合研究機構イノベーション創出基礎的研究推進事業では有期雇用研究者や研究支援者の雇用に用いられており、前述のように新規の研究課題にむけて研究体制を新たに構築することが可能となっている。一方で、グローバルCOEでも有期雇用者の雇用は、先述のプログラムほどではないが、なされている。しかし、研究支援者（技術者）の雇用がなされない。また、大学

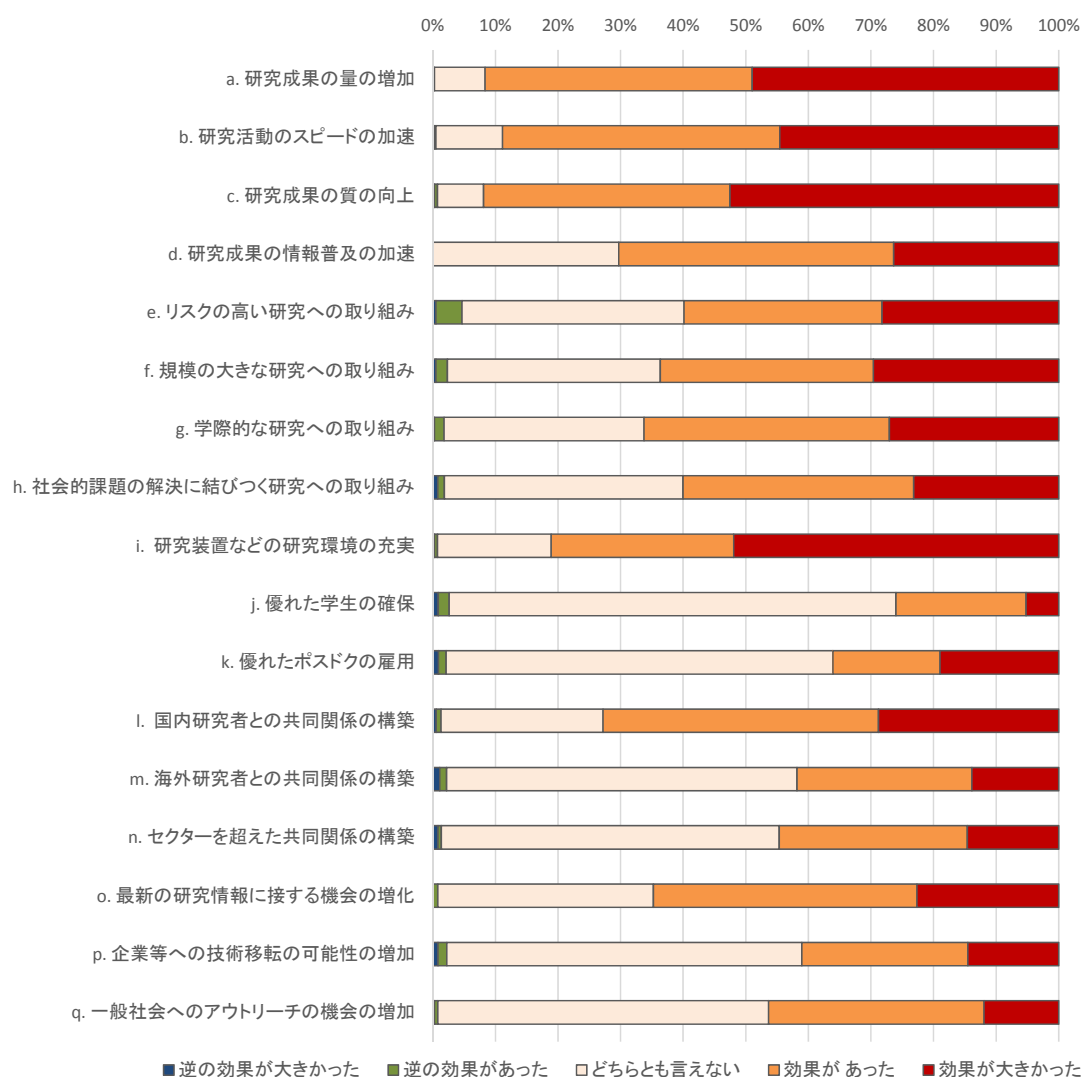
院生の雇用とともに、国内外からの研究者の招聘やシンポジウム開催などのネットワーキングのために資金が用いられている。このような使途はプログラムの制度的制約に強く影響されるものであり、(本プロジェクトでは実施できなかったが) 支援したい活動に適切に資金が使われているかについての分析が今後必要である。

研究資金の使途

	回答数	1. 回答者自身の給与	2. 有期雇用研究者(ポスドク等)の雇用	3. 大学院生の雇用(リサーチアシスタント等)	4. 国内研究者の招聘(客員研究者など)	5. 海外からの研究者の招聘(客員研究者など)	6. 研究者(技術者)の雇用	7. 研究者(事務員)の雇用	8. 研究用設備・装置の新規購入	9. 既存の研究用設備・装置の維持費用	10. 研究用の試料の購入	11. シンポジウム等の100人以上が参加する会合
3. 科学研究費補助金 基盤研究	73	0%	12%	8%	3%	3%	15%	8%	53%	41%	75%	3%
4. 科学研究費補助金 若手研究	42	0%	14%	2%	2%	0%	2%	5%	69%	24%	74%	0%
6. 戦略的創造研究推進事業 CREST	25	16%	84%	32%	4%	20%	48%	40%	88%	36%	56%	28%
8. 戦略的創造研究推進事業 さきがけ(PF)	21	5%	14%	5%	0%	0%	14%	0%	95%	57%	90%	0%
2. 科学研究費補助金 特定領域研究	19	0%	21%	5%	11%	5%	16%	16%	74%	53%	84%	11%
45. NEDO産業技術研究助成制度	18	11%	28%	6%	0%	0%	22%	6%	94%	17%	78%	0%
12. グローバルCOEプログラム	12	8%	42%	33%	17%	17%	8%	25%	58%	17%	67%	17%
44. 農業・食品産業技術総合研究機構	12	0%	75%	8%	0%	0%	58%	33%	83%	8%	67%	8%
62. 内部組織に経常的に配分される基盤的	11	18%	18%	9%	0%	0%	9%	0%	55%	45%	73%	0%
63. 組織内で競争的に配分されるプロジェ	11	0%	18%	0%	0%	0%	18%	9%	64%	36%	100%	0%

ファンディングプログラムにおける効果

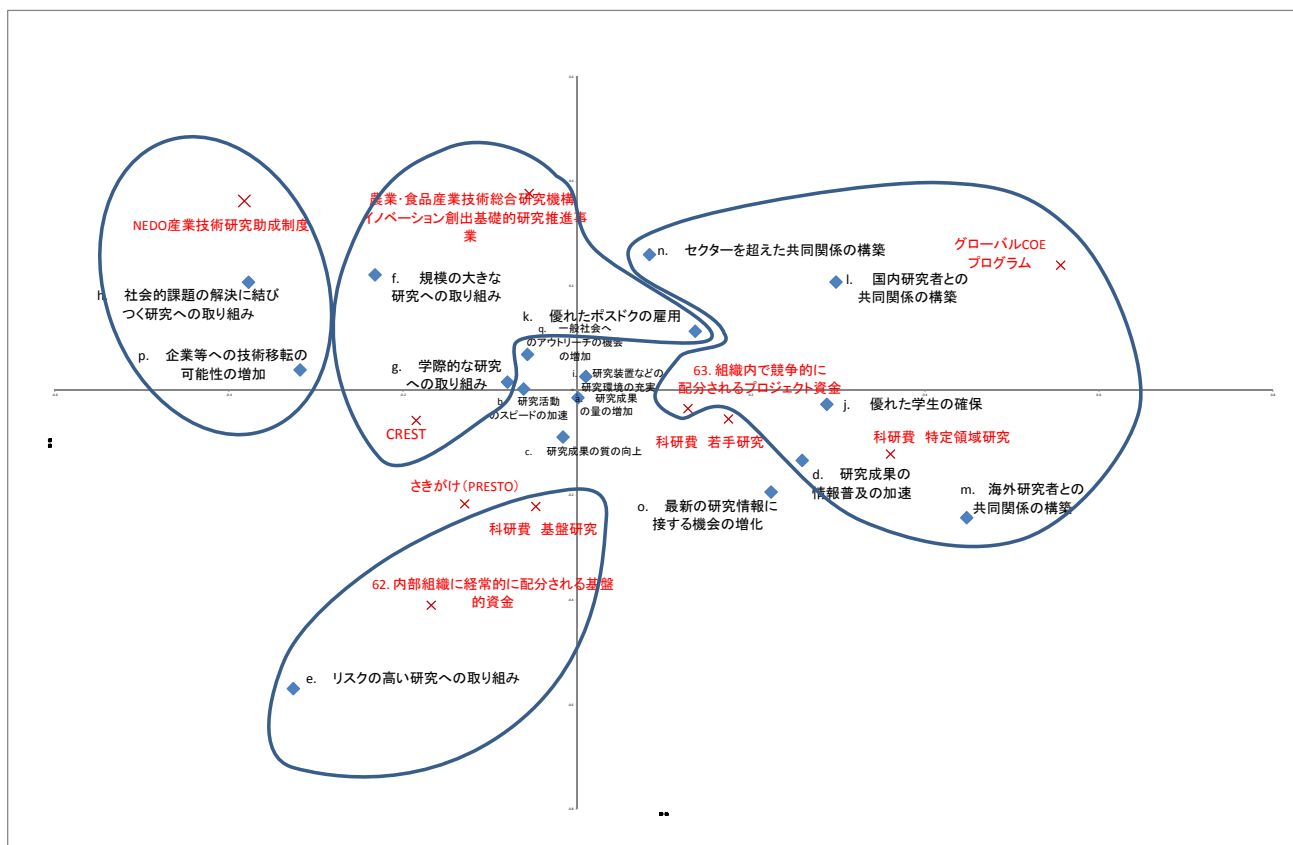
それでは、ファンディングプログラムは研究活動にどのような効果をおよぼしているのだろうか。下図には、全ての回答について研究活動の効果を示している。この結果自体は、回答者の構成によって変わるものであるために参考にすぎないが、研究活動の量、スピード、質への効果を認識している回答者は多く、研究環境、共同研究、研究情報の入手などの面での回答が多い。



研究資金制度の効果についての認識（全回答）

さらに、次図では回答数が10件以上のプログラムについて、効果の項目との間の関係をコレスポンディング手法により二次元上に示している。すなわち、プログラム名に近いところに記載された項目の効果が得られているという傾向を示している。図中のグルーピングはクラスター分析により、プログラムと効果をあわせてグループ化（クラスター化）したものであり、同じグループのプログラムは同じグループ内で示された効果を持つという特徴があることを示している。

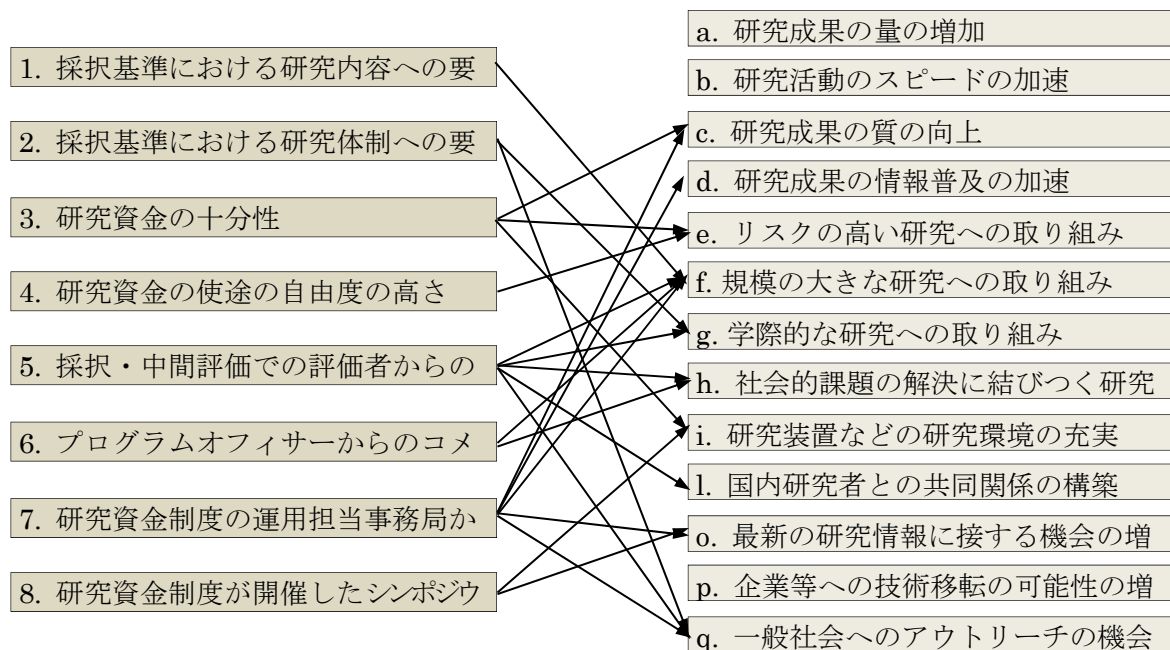
CRESTやイノベーション創出基礎的研究推進事業は規模の大きな研究や学際的な研究を推進し、優れたポストクを雇用するという効果を有している。一方、グローバルCOEや科研費の特定領域研究は国内研究者との共同関係を形成し、優れた学生確保に貢献している。また、内部で経常的に配分される資金や科研費基盤研究はリスクの高い研究への取り組みを促進している。NEDOの産業技術研究助成制度は他プログラムと比して、社会的課題の解決に結びつく研究の促進や企業等への技術移転の可能性の増加に寄与していることが示されている。



各プログラムと効果との関係（コレスポンディング分析）

ファンディングプログラムのマネジメント要素と効果との関係

では、このような効果がプログラム内のどのような要素により実現されるのか。質問ではプログラムのマネジメントの構成要素をきいており、それと効果との一般的関係を分析したものが次の図である。図には、各プログラムについて右に示すような効果が得られたか、左に示すマネジメントのどの要素が影響したかを回答いただいた結果を示している。線は、左のマネジメント要素を挙げた場合に効果の平均値が有意($p<1\%$)で高いものを線で結んでいる。評価者からのコメントや、資金制度の運用担当事務局からの支援が複数の要因に影響している関係が見られ、プログラム運営において人的な要素が影響していることがうかがえる。また、学際的研究の推進のためには、採択段階においてその基準で研究実施体制に要求が示されていることや、採択・中間評価でのコメントが有効に機能していることがわかり、学際研究を促進するための意図的な仕掛けを採択段階で求めておくことが重要であることがわかる。



研究資金制度以外に影響を与えた要因

以上の結果から以下のことが示唆される。

第一にファンディングプログラムは、そもそも単に研究者の研究をすすめるという効果をもたらすだけでなく、研究者に様々な点で効果をもたらしている。いかなる効果が研究者に得られているかを確認し、プログラム目的を踏まえた効果を実現するための適切な設計が必要となることである。

第二にこのような視点からプログラムに関する調査をみれば、各プログラムの特徴がみえてくる。たとえば、拠点型プログラムが研究活動にもたらす影響の大きさは運営費交付金と同程度に低いものである。それは、研究者はそれまでの研究活動を継続してすすめているという回答からも理解できる。他方で、自らの研究を組織の中で定位し、学内や国内の研究者との情報交流を進めている状況もみられ、極めて緩やかな形で組織的研究活動や新たな交流・共同へつながっていく基盤を形成しているとみることができる。一方で、CRESTなどの戦略的プログラムは新たな研究課題に新たな体制で取り組んでいる場合も多く、学際研究や規模の大きな研究が促進されている。そこにはポストドクや研究支援者の新規雇用がプログラム資金で可能となっている状況がみられる。このような特徴を調査により定量的かつ他のプログラムと比較可能な形で示すことで、本来のプログラム目的に効果が整合しているかをより具体的に議論することが可能となる。

第三にそのような効果を生む要素についても、示唆が得られた。すなわち、申請段階で要件に明確に変化を求める事項を定めることが学際研究や規模の大きな研究には影響し、また、運用担当事務局が研究実施中にも支援していくことが研究情報の交流や社会へのアウトリーチに影響している。そのようなマネジメント側の意義を今後、十分に検討すべきことが示唆された。

2-2-6. 「ファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集」の作成

平成26年度の夏より、本プロジェクトでは最終的な成果をとりまとめ、社会実装に結びつける手段として、「ファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集」の作成を行った。

プロジェクトでは本報告書でこれまで報告してきたように、科学計量学を活用したファンディングプログラムの運営に資するエビデンスを作成するために研究開発を進め、その過程で、具体的なエビデンスや、エビデンスを伝えるための表現技法、さらにはエビデンスの元となるデータ

およびデータベースを成果として生み出した。

しかし、これら成果であるエビデンスや表現技法、あるいはデータが、ファンディングプログラムや科学技術政策にかかる実務で活用されるには、(1) プロジェクトの成果の存在が潜在的利用者である実務家に伝わり、さらには、(2) その使用法やメリットが実務家に認知され、その上で(3) 実際に使ってみようという実務家が現れ、(4) 成果が現場のニーズに合わせる形でカスタマイズされなければならない。そこで、プロジェクトでは、ファンディングプログラムの運営や科学技術政策に携わる実務家をいわば見込み顧客とみなし、プロジェクトの成果であるエビデンス等の使われ方を示すための見本帖としてエビデンス事例集を作成することにした。すなわち、エビデンス事例集を通してプロジェクトは、科学計量学を活用して、どのようなエビデンス（ファンディングプログラムの運営に役立つエビデンス）が生み出せるかのサンプルを提示し、さらには注意事項やエビデンスの展開可能性、参考文献を示すことで、実務家が、自らの手で、あるいは科学計量学者と協働しながら、必要なエビデンスを作成し、そのエビデンスに基づいたファンディングプログラムの運営（あるいは広くは科学技術政策の策定・運営）が行われることを促進することを目指した。

このような目的のために各エビデンス事例は、4つのパートから構成することにした。第一のパートは事例のエグゼクティブサマリーにあたる「ポイント」である。第二のパートは、当該のエビデンスがどのようなものかを端的に表した「エビデンスが示すこと」、そのエビデンスが利用される状況を示す「利用場面」、エビデンスの中身を具体的に示す「エビデンスの内容」、その実践的な含意を示す「エビデンスが示唆すること」からなる。実務家にとってこのパートが、当該のエビデンス事例が業務に関連があるかを判断する材料となるよう執筆した。

第三のパートは、そのエビデンスが業務に関連した場合に他にどのようなエビデンスがあるかを示す「当該の場面において他に利用可能なエビデンス」、各エビデンスの中から当該のエビデンスを利用する理由に相当する「本エビデンス事例が優れている点」から構成される。このパートは、実務にそのエビデンス事例を適用するかを考えるための判断材料を示す。第四のパートは、いわば使用上の注意を示す「本エビデンス事例において注意すべき点」、事例をカスタマイズする際のヒントとなる「課題と今後の展開」および「参考となる文献やWebページ」、具体的に当該エビデンスを作成するための手順を簡単に示した「エビデンスの作成方法」からなり、当該のエビデンス事例を適用する際に必要となる情報を示す。とくに、「注意すべき点」については、当プロジェクトで実施した複数のワークショップから得られた知見を利用しながら、実務家が「正しく」エビデンスを利用することを支援できるように設定された項目である。

エビデンス事例集に示したエビデンスは、本報告書でここまでにもその多くを収録したが、その全体を収録することは本終了報告書の主旨とは合わないのでは行わない。エビデンス事例集に関心がある読者はこちら（<http://scmfp.blogspot.jp/search/label/contact>）より別途プロジェクト宛に請求いただきたい。

3. 研究開発成果

3-1. 成果の概要

本プロジェクトでは以下の成果が得られた

(1) 研究者と実務家の協働に向けた場の形成

プロジェクトが開催した17回（共催等を含む）のワークショップを通じて延べ450名を超える当該・関連領域の研究者および実務家による継続的な相互作用が実現した。その結果、研究者と実務家のネットワークが形成され、当該ネットワークを通じて5件の研修等の講師依頼があり、また新たな国際共同研究プロジェクトの企画が立ち上がり研究助成を申請中であるなど、共同のための場の形成が進んだ。

(2) プロジェクトの選定プロセスを明確にする評価指標とその利用法の研究開発

評価指標の研究開発の結果として、特許による論文引用に着目した学術研究評価のための3つの指標（「特許引用論文シェア」、「特許関連強度」、当該領域の技術への「貢献度」）を開発し、またそれを利用する手法としてバブルチャートによる表現を提案した。また、その具体的な利用例として日本の学術研究を評価単位として分析を行った。平行して、国立大学法人評価時の評価データの再分析を実施することによって、文献計量学的指標の研究評価における利用可能な範囲を明確にする文献計量学的指標の学術分野別の受容状況を示すとともに、分野の特性や文化をふまえた文献計量学的指標以外の重要指標のリストを作成した。

(3) 研究テーママップを中心とした政策ニーズに適合した Science Map の研究開発

ライフサイエンス分野を対象として、時間的／空間的に幅広い像を描き、その潜在的な構造変化の手がかりをつかむことを可能にする俯瞰的なマップを開発した。平行してミクロな科学分野を可視化する手法を開発することを目指し、多能性幹細胞研究を対象として、同様の可視化表現を実施した。さらに可視化を特定の研究対象に適用する手法の開発を目指し、現在注目を集めている脳科学に対する研究開発事業を想定して、科学計量学的手法に当該分野の事前評価のための可視化を行うとともに、ライフサイエンス分野の文献データベース PubMed ならびに商用学術文献データベース SCI Expanded の2つのデータベースを、当プロジェクトの研究開発成果を用いて結合したデータベースを活用し、神経科学・精神医学・心理学分野における研究動向の可視化を行った。最後に、成果の社会実装のための一つの試みとしてファンディングプログラムに提出された電子化された成果報告書を半自動的に処理し、そこに含まれる論文について、その評価指標と当該論文を位置づける可視化のためのデータを生成するアプリケーションを開発した。

(4) 研究者の追跡とその評価や人的資源活用への応用

ネット上や論文上に記載された経歴に関する公開情報などを活用して詳細な研究者の追跡を行った上で、そこから得られたデータを用いて、①高被引用論文の著者の国際移動の特性と各国の論文生産への影響に関するエビデンスを作成するとともに、②研究助成の論文へのインパクト、新規共著者増加効果、および卓越した研究者の成長過程における NIH 助成金の活用状況の分析を実施した。その結果、とくに米国は世界各国、中国やインド、ロシアから優秀な研究者を受け入れて高被引用論文を生産しており、そのような高被引用論文の生産においては、外国出身者にも直接的ないし間接的に助成金が利用される傾向にあることを確認した。さらに、研究者は、NIH の研究助成を得ることで、より多く引用される論文を生産し、加えてより多くの新たな共同研究者と出会う機会を得ている。とくに卓越した研究者の育成に目を向けると、彼らはキャリアの初期段階から非卓越研究者より NIH の助成金を直接的／間接的に得る機会が多く、かつ中期における NIH との関係強化によって、非卓越研究者との実績の差を広げていることを明らかにした。

(5) ファンディングプログラムやプログラム・マネジメントの評価を目的とした科学計量学指標によるプログラム横断型の分析

学術論文の謝辞において言及されたファンディングプログラムがその成果として当該論文の生産に寄与しているという仮定に基づき、わが国の4つの代表的なファンディングプログラム（群）ないしは制度（科研費、厚労科研費、JST プログラム、NEDO プログラム）に支援された成果、および公的な競争的研究資金全般により支援された成果がどう分布しているかを可視化するマップを作成した。それによってライフサイエンス研究全般を俯瞰した結果、とくに基礎系の研究トピックにおけるアウトプットに公的な競争的研究資金が貢献していることなどが確認された。ついでトムソン・ロイター社の Web of Science に収録された論文のうち責任著者の住所が日本の著者による論文を対象に、データベースに収録されている謝辞のデータを分析し、複数の資金によって論文が形成されている状況を分析し、日本の論文群のなかで各ファンディングプログラムがどの程度の貢献をしているかを明らかにした。また、この貢献を定量的に把握するために、日本の研究機関が関与した学術論文が被引用数上位1%あるいは10%に含まれるか否かを被説明変数、各ファンディングプログラムからの助成の有無を説明変数とするロジスティック回帰を実施し、そこから得られるオッズ比を質の指標とした評価を実施し、優れた論文の生産に有意な効果を与えるか否かを判断基準とすれば、本プロジェクトでとりあげた研究助成制度／プログラム（科研費、厚労科研費、JST、JSPS、NEDO、FIRST、HFSP、民間財団助成研究費）は一定程度うまく機能したと評価されることをあきらかにした。同時に、これらの結果を研究者の視点から見直すために、アンケート調査とその解析を行い、ファンディングプログラムが研究者にもたらす様々な効果を確認した。

（6）副次的な成果：研究の国際化政策の限界

本プロジェクトの主に派生的な成果として、研究の国際化（国際共著の推進）により研究の質を高める政策には限界があることが示唆された。確かに国単位でみれば国際共著論文は引用指標が高いという相関関係があるものの、①日本の有力研究大学の国際共著率はすでに米国の有力大学の一部のそれと同程度になっているにもかかわらず、研究の質を表す引用指標においては歴然たる差があり、しかも、②機関単位でみると、国際共著のメリットは研究力がさほどでない大学にとってこそ顕著である。すなわち、国際共著は研究成果の質に対する少なくとも主たる／本質的な要因ではないことが示唆される。

3-2. 各成果の詳細

3-2-1. 研究者と実務家の協働に向けた場の形成

・ 成果の具体的内容

本プロジェクトが主催する9回のワークショップ（第一回ワークショップ（2011/11/28）～第九回ワークショップ（2014/7/4））および他プロジェクトと協働で実施した8回のワークショップを通じて延べ450名（各回の参加者数は4-1参照）を超える当該・関連領域の研究者および実務家による継続的な相互作用が実現した。その結果、研究者と実務家のネットワークが形成され、当該ネットワークを通じて、数え方にもよるが当プロジェクトのメンバーに対する5件の研修等の講師依頼（4-2-3参照）があった。さらには、当該ワークショップを通じて得られたネットワーク（国際ワークショップに講師として参加した研究者を含む）において新たな国際共同研究プロジェクトの企画が立ち上がり、現在、JSPS 国際共同研究事業欧州との社会科学分野における国際共同研究プログラムに対して研究助成を申請中である。

加えて、ワークショップを通じて、当プロジェクトのメンバーは、自らの研究に対するニーズの吸い上げ（例えば、curiosity-driven なプログラム運営における科学計量学の活用）や新たなシーズの発掘（複数データベースの結合）、実務理解の進化（政策形成過程に関する理解の深化、実務の現場でのエビデンスの使用時の問題点の把握）を実現するとともに、研究者と実務家の相互理解の第一歩となる活動（評価に用いる際の問題点や評価論、科学計量学的なエビデンスを使

用する際の注意などの提供）を実行した。

- ・ 誰に与えうる成果であるか

現段階で、当該成果たる研究者・実務家のネットワークを直接的に活用できるのは、ネットワークの内部に位置する研究者および実務家（ファンディングプログラムのスタッフ、政策担当者）に限られる。

- ・ 成果の今後の展開、課題

形成された人的ネットワークを通じて PO や URA を対象とした研修・講演依頼があったことから WS を通じて形成された人的ネットワークは、今後の政策形成等に有効であると期待できるものの、現段階ではあくまで期待に留まる。今後はこのネットワークを通じた社会実装を実現することが肝要であり、そのためには当該ネットワークを維持・拡大する活動を実施しなければならない。本プロジェクトメンバー内ではそのような活動として科学計量学の研究会を定期的に開催する準備を行っている。

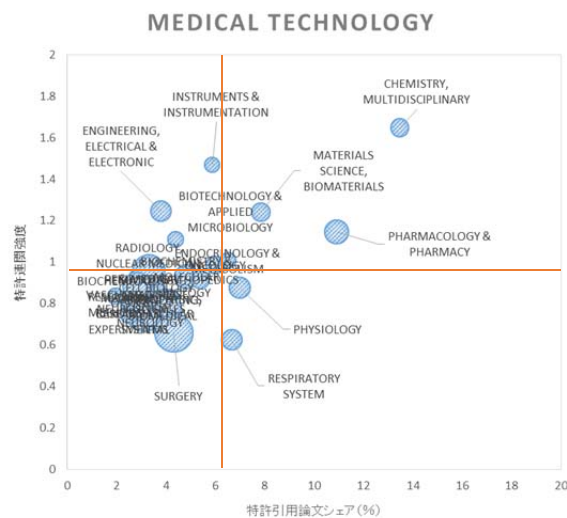
- ・ 成果の入手・利用方法

成果の性質上、当該ネットワークの外部からの入手・利用は困難であるが、上記の研究会に参画することによりネットワークへの参画が可能になる。そのため、プロジェクトのウェブページ (<http://scmf.blogspot.jp/>) を通じて告知を行う。

3-2-2. プロジェクトの選定プロセスを明確にする評価指標とその利用法の研究開発

- ・ 成果の具体的内容

本プロジェクトでは評価指標の研究開発の結果として、特許による論文引用に着目した学術研究評価のための3つの指標（当該評価単位の「特許引用論文シェア」（当該技術領域の特許が引用した全科学論文のうち、当該評価単位の科学論文が占める割合）、当該評価単位の論文の「特許連関強度」（日本の科学論文の平均引用回数を世界の平均で割った値、すなわち、当該評価単位における当該分野の研究成果と対象となる特定技術領域との結びつきの強さの代理変数）、当該領域の技術への「貢献度」（当該分野の論文を引用する特許の比率））を開発し、またそれを利用する手法としてバブルチャートによる表現を提案した。さらに、具体的な利用例として日本の学術研究を評価単位として分析を行った。当該分析の結果、たとえば、医療技術領域に対して「測定・測定機器（Instruments & Instrumentation）」分野は、「特許引用論文シェア」は平均的であるものの特許連関強度に秀でており、技術的な観点から評価が高い論文が生産されてはいるものの論文数に伸ばす余地があると考えられるため、論文生産数を増やす方向で支援する、すなわちプロジェクトとして選定することにより、日本の科学研究のこの技術分野の重要性を増すと期待できることが示唆される（下図参照）。



医療技術領域に対する日本の科学研究の貢献（再掲）

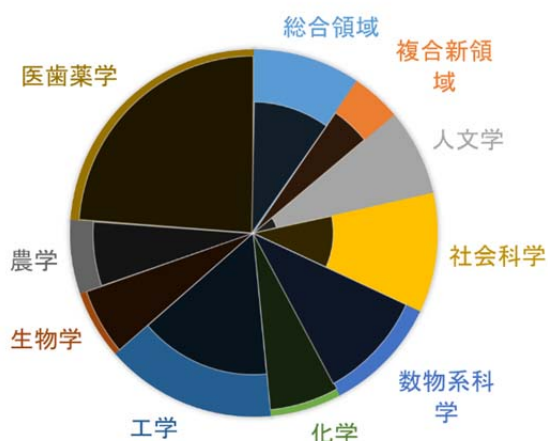
さらに、国立大学法人評価時の評価データの再分析を実施することによって、文献計量学的指標の研究評価における利用可能な範囲を明確にする科学計量学的指標の学術分野別の受容状況を示すとともに、分野の特性や文化をふまえた文献計量学的指標以外の重要指標のリストを作成した。

日英の大学評価時における全提出業績中の論文割合・WoS 収録割合（再掲）

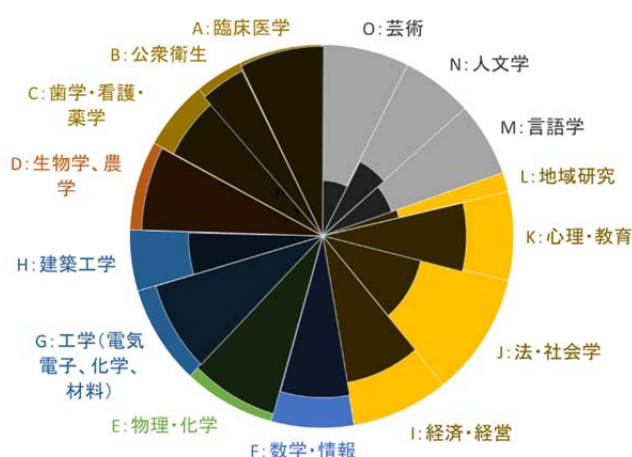
	提出業績数	うち、論文 「論文」（日本）あるいは 「Journal article」（英国）カ テゴリの業績数		WoS 収録数	研究業績全数での WoS 収録割合	
					論文中の WoS 収録割 合	
	(A)	(B)		(C)	C/A	C'/B
日本	19,626	16,158	82.3%	12,770	65.1%	78.8%
英国	214,287	161,261	75.3%	131,485	61.4%	81.5%

前者については、たとえば、上の表が示すような分析を実施し、以下のようなエビデンスを得た。すなわち、国立大学の法人評価時において、「優れたもの」として評価機関に提出するような研究業績であっても論文は 8 割前後、そのうち実質的に科学計量学的分析の対象となるデータベース収録の論文は 6 割強であり、優れた研究業績の約 1/3 は文献計量学的指標で評価はできないことを明らかにした。

さらに、分野別でみると（下図）、バラつきは顕著である。あきらかに、人文社会系の研究を文献計量学的指標で評価するのは無理であるし、近年振興されているいわゆる学際的研究領域でも相当数の優れた研究業績が文献計量学的指標による評価から漏れてしまう。伝統的な研究領域である工学も同様である。



日本の国立大学法人評価での提出研究業績の
分野割合と WoS 収録状況（再掲）



英国 RAE2008 での提出研究業績の分野割合
と WoS 収録状況（再掲）

さらに、後者については下表が示すように、現実の研究開発／評価の現場では、多様な指標／根拠に基づいて研究成果の卓越性が判断されている。したがって、研究開発成果の評価を文献計量学的指標のみで行うような状況に陥ることなく、評価指標／根拠の多様性を確保するためには、それ以外の指標（定性的なものを含む）を利用することは極めて重要である。

各分野での卓越性の代理指標（再掲）

	引用			掲載雑誌のIF			受賞			新聞・一般紙での書評・紹介			学術誌・専門書での書評・紹介\書評			掲載雑誌名			査読のある雑誌への掲載			招待講演・基調講演			Faculty of 1000			他研究者による解説記事: nature誌 News and Views, Sciencecast			特許化			製品化・実用化			研究を行った研究費																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

・ 誰に与える成果であるか

前者の特許による論文引用に着目した学術研究評価のための指標は、ファンディングプログラムの運営に関与する実務家が、とくに、プログラムの設計時およびプロジェクトの選定時に利用できる他、科学技術政策担当者および企業の研究開発担当者に注目すべき科学領域を明らかにするためにも利用可能である。

一方、後者の科学計量学的指標の学術分野別の受容状況および文献計量学的指標以外の重要指標のリストは、研究開発プロジェクトの事前／事後の評価を含む研究評価の多くの局面で利用可能なエビデンスないしは知見である。

・ 成果の今後の展開、課題

前者に関して本プロジェクト内では技術領域を特許の国際的な分類である IPC に、学術分野を

トムソン・ロイターのデータベース上の分類一つである **subject categories** にそれぞれ依拠して分析を実施したが、より精度の高い対象決定を行うのであれば、これらの分類では解像度が低すぎる場合もあり得る。キーワードによる分類など新たな分類手法を導入することで、より狭い技術領域・科学分野に的を絞った分析の導入を検討することで、使用目的の粒度に応じたエビデンスの作成を可能にすることが望ましい。また、特許による論文引用の地域による傾向差が指摘されていることを鑑みて、今後は日本および欧州の特許においても同様の分析を行ない、比較検討していくことも図るべきである。

後者に関しては、わが国と比較して、評価先進国である英国において、文献計量学的指標がカバー可能な範囲が限定的と認識されている。この状況を鑑みれば、わが国の状況は将来的にさらに文献計量学的指標のカバレッジが狭くなる方向に変化する可能性があり、継続的なモニタリングが大切であろう。

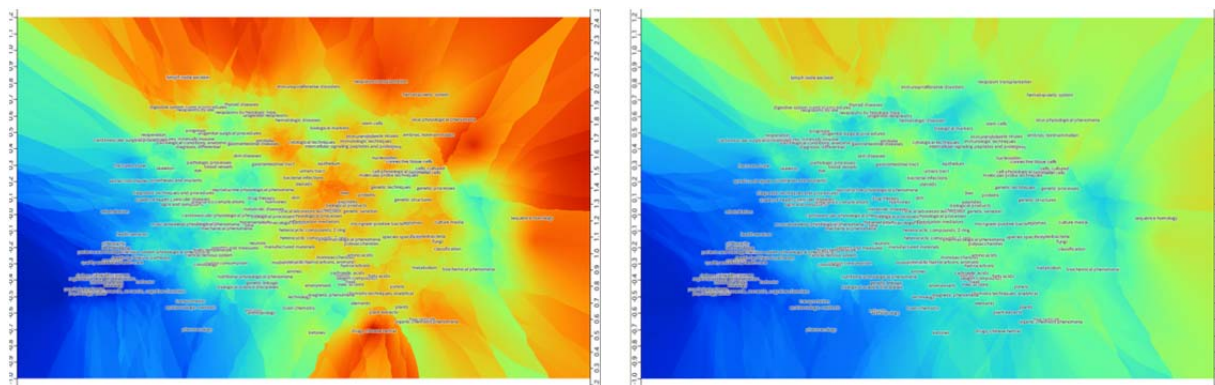
- ・ 成果の入手・利用方法

ここで示した実質すべてのエビデンスは本プロジェクトが発行した『ファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集』に収録されており、残部があるかぎり無償頒布している（問い合わせ先：RISTEXscientometricsPJ [アットマーク] googlegroups.com）。

3-2-3. 研究テーママップを中心とした政策ニーズに適合した **Science Map** の研究開発

- ・ 成果の具体的内容

本プロジェクトにおいては、以下の 5 項目の研究開発を実施し、4 種類のエビデンスとその利用法を得るとともに、1 つの（萌芽的な）アプリケーションを開発した。



ライフサイエンス分野における日本の論文シェアの変化（再掲）

① 研究パフォーマンスを含むライフサイエンス研究分野の現状及び動向を示すマップ

ライフサイエンス分野を対象として、時間的／空間的に幅広い像を描き、その潜在的な構造変化の手がかりをつかむことを支援する俯瞰的なマップを **Science Overlay Map** の手法を使って作成した。具体的には、**MeSH** タームと呼ばれるライフサイエンス分野のキーワードを使って作成したライフサイエンス分野を可視化するマップに対して、論文数、被引用数、特許による被引用数などの情報を付加した可視化表現をエビデンスとして提供し（たとえば、前図）、当該のエビデンスから以下が示唆された。

世界の論文数はライフサイエンス研究のほぼ全ての領域で着実に増加している。ところが、今世紀始めに、ライフサイエンスの多くの分野、とくに基礎研究分野で 10%を超えるほど高かった日本の論文シェアは急激に低下し、日本の全分野平均（約 6%）を多少超える程度にまでなってい

る。しかも、被引用数上位 1%、10%に含まれる論文の比率で判断する限り、マクロレベルではライフサイエンス研究の各領域における日本の研究成果の質は決して高くはない。

近年、米国特許による被引用数が相対的に増加している領域は、病理・診断技術、システムバイオロジーなどで、逆に配列相同性に関する特許は減少している。その意味で現在のライフサイエンスの技術化がより応用的かつ統合的な分野で進んでいると考えられ、米国の後追いになる危険性はあるものの、ファンディングプログラムが取り上げるべきテーマの方向性を示唆する。

日本だけでなく世界全体でも臨床系よりも基礎系の論文がより多く出版されている。その世界の状況と比べても日本の論文出版は基礎系に集中しており、バランスを欠いている。ただし、この違いは研究分野による発表言語の違いの影響も受けていると考えられることにも注意が必要である。また、日本の論文で相対的によく特許に引用されるのはヘルスケアなど通常特許による引用数が少ない領域および医薬・生理学系と推定される領域である。

以上のようにマクロレベルで見ると、全般的に日本のライフサイエンス研究は、論文数が減少する中で、引用指標でも世界水準に劣っており、ファンディングプログラムや政策手段を活用した何らかのテコ入れがすぐに必要とされる状態にある。

② 研究パフォーマンスを含む多能性幹細胞研究の現状及び動向の可視化

前項のマクロな可視化に対して、ミクロな科学分野を可視化する手法を開発することを目指し、多能性幹細胞研究を対象として、同様の可視化表現をエビデンスとして作成し、以下が示唆された。

多能性幹細胞研究には 3 つの柱（ES、iPS、間葉系幹細胞）があり、いずれの柱に関しても、日本から多くの論文が出版されている。しかも、これらの柱のトピックにおける卓越した論文の比率が明確に世界平均を上回っており、また研究領域のほぼ全域で優れた論文の比率が世界平均を超えていることから、iPS だけでなく多能性幹細胞研究全域で日本が国際的な競争力を持つことがわかる。しかし、他国の追い上げにより論文シェアは低下している。

論文数で判断するならば、多能性幹細胞研究領域は間葉系幹細胞→増殖・培養＝ES→その他技術→iPS の順に立ち上がっており、ある種類の多能性幹細胞で培われた技術や知識が別種の多能性幹細胞研究に活用されていったことを示唆する。その意味では、特定の種類の多能性幹細胞研究にのみに政策的にフォーカスすることは、このような展開を妨げかねない。ファンディングプログラムや政策策定をやる際の「選択と集中」には十分な注意が求められる。一方、これら多能性幹細胞研究の応用としても注目されている再生医療および組織工学であるが、世界的には 2010 年時点では組織工学の立ち上がりは見られるものの、再生医療についてはまだである。

③ マーモセット研究を対象とした研究の規模および日本のプレゼンスの可視化

特定の研究対象に適用した具体的な事例として、現在注目を集めている脳科学に対する研究開発事業を想定して、科学計量学的手法に当該分野の事前評価のための可視化を行った。わが国では、2015 年度より「革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト」の事業が開始される。この事業の使用な研究開発ターゲットは、脳科学を始めとする生命科学において、近年の注目を集めているモデル動物「マーモセット（主にコモンマーモセット、学名 *Callithrix jacchus*）」である。この研究開発ターゲットに関して論文刊行状況に基づく現況の可視化を目指して、マーモセット研究全体の規模、および当該領域における日本のプレゼンス、関連する周辺研究を表すキーワードの 2 次元図を作成した。その結果、マーモセット研究はまだ論文の数が少なく萌芽分野であり、論文数という観点から日本は十分なプレゼンスを持っているものの被引用数の多い論文の数はまだ少なく、日本がプレゼンスにおいて発展途上であることが示唆された。さらに、マーモセット研究は脳科学研究以外にも、疫学的方法や生殖・筋骨格の生理学的プロセスなどの研究で用いられており、日本は生化学に関連する論文が相対的に多いことが確認された。

④ 神経科学・精神医学・心理学分野における研究トピックスの変化の可視化

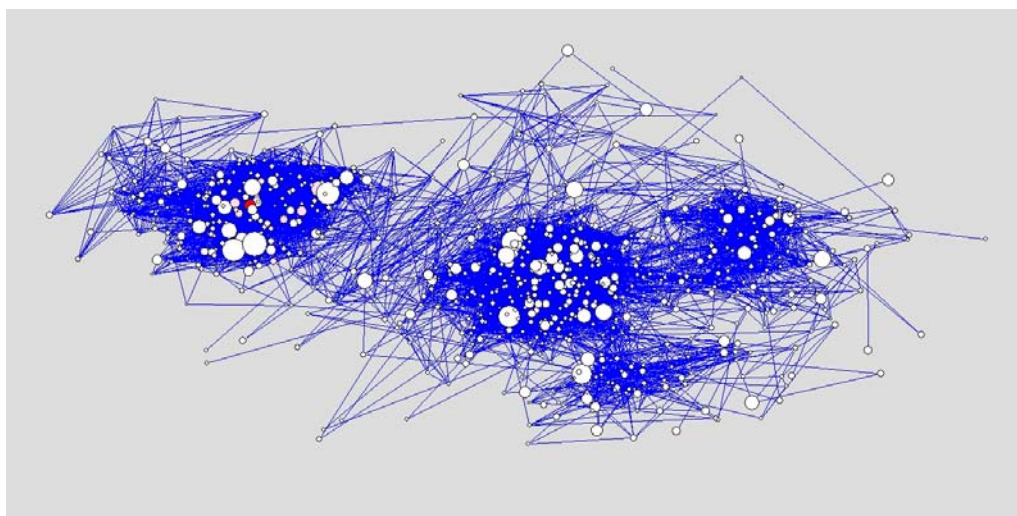
ライフサイエンス分野の文献データベース PubMed ならびに商用学術文献データベース SCI Expanded の 2 つのデータベースを、当プロジェクトの研究開発成果を用いて結合したデータベースを活用し、神経科学・精神医学・心理学分野における研究動向を可視化した。

その結果、当該分野においても 2000 年代前半から中盤にかけてヒトゲノム研究の進展に伴う変化、とりわけ家族性変異による疾患に関するキーワードを中心とした変化が発生していることが確認された。さらに、2000 年代後半に入ると神経疾患についてのゲノムワイドな研究実施に関するキーワードのネットワークが強化されつつあることが見出されるなど、当該の可視化手法によって、分野の研究動向を容易に把握することが可能になった。

⑤ ファンディングプログラムに提出された成果報告書から半自動的に可視化・評価のためのデータを生成するアプリケーション

ファンディングプログラムに提出された電子化された成果報告書を半自動的に処理し、そこに含まれる論文について、その評価指標と当該論文を位置づける可視化のためのデータを生成するアプリケーションを作成した。現段階で作成可能な評価指標やマップ自体はありふれたものであり、現段階でエビデンスとしての価値は十分ではないものの、本成果は科学計量学の専門家ではない人材へ科学計量学のツールの利用を拓くアプリケーションとして位置づけられる。

たとえば、研究成果がどの研究分野でどのような地位を占めているかを可視化するために、以下のような Science Map（一例）を描くためのファイルを出力することができ、当該の出力ファイルに対応するフリーソフト（Pajek および VOSViewer）で開くだけで、マップは描かれる。



acoustic 分野に属する研究成果のマップ (Pajek による可視化、再掲)

・ 誰に与える成果であるか

原則として可視化は、当該分野ないしは科学計量学の専門家でない人材等に対して、多様な切り口で研究分野の現状や動向、あるいは成果の分布などを理解しやすくするための手法であり、ここに例示したような可視化された成果は、ファンディング機関内の実務家や政策担当者、さらには市民などにも利用可能である。

- ・ 成果の今後の展開、課題

①・② ここで作成したマップ (science overlay map) は、ファンディングプログラム (群) による助成を同様にマップ上に付加することが可能であることからわかるように、多様な情報が表現できることに特徴がある。今後更に多様な指標を開発し、幅広い観点からライフサイエンス研究の理解を進めるために、ファンディングプログラム関係者のニーズに合った情報について聞き取り調査等を通じて確認し、その内容を表現しなければならない。

③ 本プロジェクトで得られた成果は、二次元図上の可視化の具体例であり、研究開発のターゲットとなるキーワードを設定したのみであるため、基本的な情報の提示に留まっている。設定したキーワードに関わる研究者へのヒアリングや、研究開発事業のプログラムオフィサー、担当部局の行政官などとの議論を通じて、具体的な分析課題を設定できれば、より有益な情報をエビデンスとして示すことができる。

④ マッピングが威力を発揮する場面は、時系列比較や国別比較を通じたテーマの探索にある。今回分析は比較的表面的なものに留まっており、政策的含意を引き出し得るテーマの可視化を実現するためには、世界的なトレンドと日本におけるトレンドの違いなどを探索するなど深掘り的な分析が必要である。

⑤ アプリケーションの実現可能性を本プロジェクトでは確認した。したがって、今後は社会実装に向けて、具体的な使用現場 (ファンディングプログラムの運営や政策形成過程) で必要とされる指標やマップ等を把握する調査を実施することが望ましい。

- ・ 成果の入手・利用方法

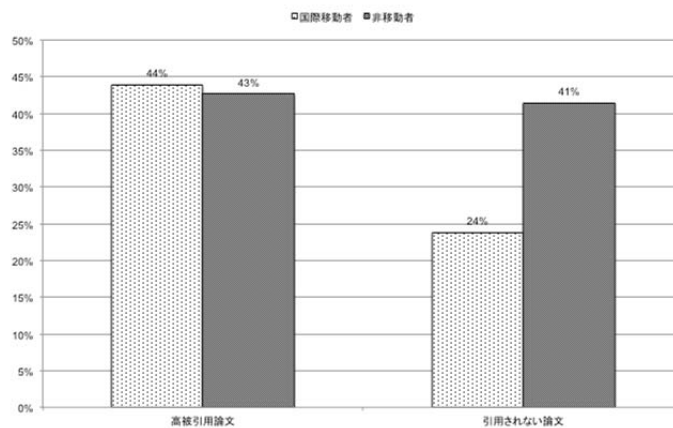
アプリケーションのコードを除き、ここで示した実質すべてのエビデンスは本プロジェクトが発行した『ファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集』に収録されており、残部があるかぎり無償頒布している (問い合わせ先: RISTEXscintometricsPJ [アットマーク] googlegroups.com)。

3-2-4. 研究者の追跡とその評価や人的資源活用への応用

- ・ 成果の具体的内容

本研究開発項目においては、ネット上や論文上に記載された経歴に関する公開情報などを活用して詳細な研究者の追跡を行った上で、そこから得られたデータを用いて、①高被引用論文の著者の国際移動の特性と各国の論文生産への影響に関するエビデンスを作成するとともに、②研究助成の論文へのインパクト、新規共著者増加効果、および卓越した研究者の成長過程における NIH 助成金の活用状況の分析を実施した。その結果、以下のようなエビデンスが得られた。

①米国は世界各国、特に中国とインド、ロシアから優秀な研究者を受け入れて高被引用論文を生産している。高被引用論文の生産においては、外国出身者にも (直接的ないし間接的に) 助成金が利用される傾向にある (次図)。逆に国内出身者が執筆した引用されない論文においては、国内出身者が執筆した高被引用論文とほぼ同じ比率で助成金が記載されているのに対し、外国出身者が執筆した引用されない論文には外国出身者が執筆した高被引用論文より低い比率でしか謝辞 (acknowledgements) に助成金情報が記載されていない (次図参照)。引用の多寡によらず国内研究者 (出身国と論文発表時の所属国が同じ研究者) のうち 30%強が外国から帰国した研究者により発表されており、国内研究者による発表論文上位国の中では、中国と台湾がその比率が高く米国は顕著に低い。



謝辞に記載された研究助成情報の有無

②研究者は、NIHの研究助成を得ることで、より多く引用される論文を生産し、加えてより多くの新たな共同研究者と出会う機会を得ている。特に卓越した研究者に目を向けた場合、彼らはキャリアの初期段階から非卓越研究者よりNIHの助成金を(直接的／間接的に)得る機会が多く、かつ中期におけるNIHとの関係強化によって、非卓越研究者との実績の差を広げている。彼らのNIHとの関係は、必ずしも自らPIになることではなく、プロジェクトメンバーか外部の共同研究者のような位置付けの場合が多い。ただし、彼らがNIHのプロジェクトからどのような研究上の利益を得たかは、本エビデンスの範囲では判断できない。

研究者のキャリア開発の面からは、卓越した研究者であってもキャリア初期にPIとして推進したプロジェクトで発表した論文は必ずしも突出したものではなく、非卓越研究者と差はキャリア中期に明らかになること、成熟した後も自らPIとして関与した論文が、プロジェクトメンバーないし外部の共同研究者として参画したNIHのプロジェクト論文より必ずしも多く引用されないことに注意が必要である。

- ・ 誰に与える成果であるか

ファンディング機関内の実務家および科学技術政策担当者。

- ・ 成果の今後の展開、課題

商用文献データベースの「進化」に伴い、研究者の名寄せ済みデータが文献データベース Scopus において本プロジェクトの途中で利用可能となった。本プロジェクトは、言うならばそれらの名寄せを手作業で実施したものであり、今後はこのようなデータベースデータを活用して、研究者レベルの追跡とその評価を大規模データで実施し、上記の成果を検証しなければならない。一方で、出身国という情報はデータベースの名寄せデータが整備されたとしても自動的に同定できるものではなく、名寄せデータの整備によって、本研究開発項目の意義が皆無となったわけではない。

- ・ 成果の入手・利用方法

ここで示した実質すべてのエビデンスは本プロジェクトが発行した『ファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集』に収録されており、残部があるかぎり無償頒布している（問い合わせ先：RISTEXscientometricsPJ [アットマーク] googlegroups.com）。

3-2-5. ファンディングプログラムやプログラム・マネジメントの評価を目的とした科学計量学指標によるプログラム横断型の分析

・ 成果の具体的内容

本研究開発項目では、以下の成果を得た。

① 各ファンディングプログラム（群）が生み出した成果の分布

学術論文の謝辞（acknowledgements）で言及されたファンディングプログラムがその成果として当該論文の生産に寄与しているという仮定に基づき、わが国の4つの代表的なファンディングプログラム（群）ないしは制度（科研費、厚労科研費、JST プログラム、NEDO プログラム）に支援された成果、および公的な競争的研究資金全般により支援された成果がどう分布しているかを可視化するマップを作成した。

その結果、ライフサイエンス研究全般を俯瞰すると、とくに基礎系の研究トピックにおけるアウトプットに公的な競争的研究資金が貢献している。また、取り上げた各ファンディングプログラム（群）はそれぞれの行動原理や役割にしたがって、研究開発投資を行っていることが確認できた。ただし、論文数に対するシェアから判断する限り、公的な競争的研究資金（とりわけ厚労科研費）による臨床研究、個別疾患研究への支援が手薄に映る。

一方、多能性幹細胞研究においては、他のライフサイエンスの基礎研究と同等かそれ以上に公的研究助成により支えられており、各ファンディングプログラムはそれぞれの特性にしたがって独自の助成パターンを示している。とりわけ、NEDO の助成には独自性があり、他の助成機関とはさほど競合しない領域に注力している。一方、厚労科研は行政目的への貢献が問われるなどの独自の役割があるためか、2010 年の段階では多能性幹細胞研究にはあまり関与していない。

日本の論文における各ファンディングプログラムへの謝辞の割合 (N=31, 808)（再掲）

種類	プログラム名	Article 数	謝辞のある Article 中の割合
小規模プロジェクト助成	科学研究費補助金 (KAKENHI)	18, 259	57. 4%
	厚生労働科学研究費補助金	1, 830	5. 8%
戦略研究	CREST	915	2. 9%
	さががけ (PRESTO)	313	1. 0%
	医薬基盤研究所「保健医療分野における基礎研究推進事業」	226	1. 0%
	生物系特定産業技術研究支援センター「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」「イノベーション創出基礎的研究推進事業」	254	0. 8%
トップレベル研究者助成	最先端研究開発支援プログラム (FIRST)	151	0. 5%
COE 助成	グローバル COE プログラム	2, 802	8. 8%
	世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI)	316	1. 0%

	文科省私立大学等経常費補助金特別補助「ハイテク・リサーチ・センター整備事業」	469	1.5%
政策主導プログラム	文科省ターゲットタンパク研究プログラム	169	0.5%
	文科省ナノテクノロジーネットワークプロジェクト	118	0.4%
産業向けプログラム	NEDOによる資金（※ほとんどプログラム名の記載無し）	1,632	5.1%
クラスタープログラム	文科省知的クラスター創成事業	106	0.3%

② 国内の各ファンディングプログラム間の関係やプログラムの相対的位置づけに関するエビデンス

トムソン・ロイター社の Web of Science に収録された論文のうち責任著者の住所が日本の著者による論文を対象に、データベースに収録されている謝辞(acknowledgments)のデータを分析し、複数の資金によって論文が形成されている状況を分析した。

その結果、第一に、日本の論文群のなかで各ファンディングプログラムがどの程度の貢献をしているかが明らかになった。内訳をみると、上の表のように科研費が半数以上に参与しているとともに、各種のプログラムの関与が見られる。同時に、COE 型の資金や、私立大学の高度化のための資金など、機関単位の基盤的な競争的資金の役割が大きいことが明らかとなり、国立大学向け運営費交付金や私立大学向けの助成金が減少するなか、基盤的なファンドが重要となっている。

第二に、多くの論文が複数のファンドの貢献によって産出されていることが確認された。とくにグローバル COE や WPI などの機関・組織単位の資金に重ねて、CREST などの戦略的研究が行われ、さらに NEDO などの産学連携を促す資金も投入されているという形態が示唆された。

第三に、プログラムによって共著状況などには差異があることが示され、プログラムを複数受領していることは単なる重複ではなく、異なる形式の研究活動に対して資金が措置されている可能性があることが示された。

③ 引用情報に基づいて評価した国内の各ファンディングプログラム（群）が生み出した成果の質

前項でも示されたように、一つの研究グループに対して複数のファンディングプログラムから研究助成がなされるマルチファンディングが現在一般的に行われているため、特定のファンディングプログラムだけを取り出して実施した評価においては、結果的に他のプログラムからの影響がないものとみなしてしまい、その成果を過大評価する蓋然性が高い。そこで、日本の研究機関が関与した学術論文が被引用数上位 1%あるいは 10%に含まれるか否かを被説明変数、各ファンディングプログラムからの助成の有無を説明変数とするロジスティック回帰を実施し、そこから得られるオッズ比への効果（ファンディングプログラムの助成を受けることによる被引用数上位への入り易さの変化を示す数）を質の指標とした評価を実施した。

その成果として以下を示すエビデンスが得られた。

第一に、優れた論文の生産に有意な効果（「正味」の効果）を与えるか否かを判断基準とすれば、本プロジェクトでとりあげた研究助成制度／プログラム（科研費、厚労科研費、JST、JSPS、NEDO、FIRST、HFSP、民間財団助成研究費）は一定程度うまく機能したと評価される。

第二に、大型の助成がなされる JST、NEDO、FIRST は質に対する効果が大きく、規模が成果の質につながっていると評価できる。とりわけ上記のファンディングプログラム（群）は、卓越した論文に対しても正の効果を示しており、プログラムとしてその使命の一端を果たしている。

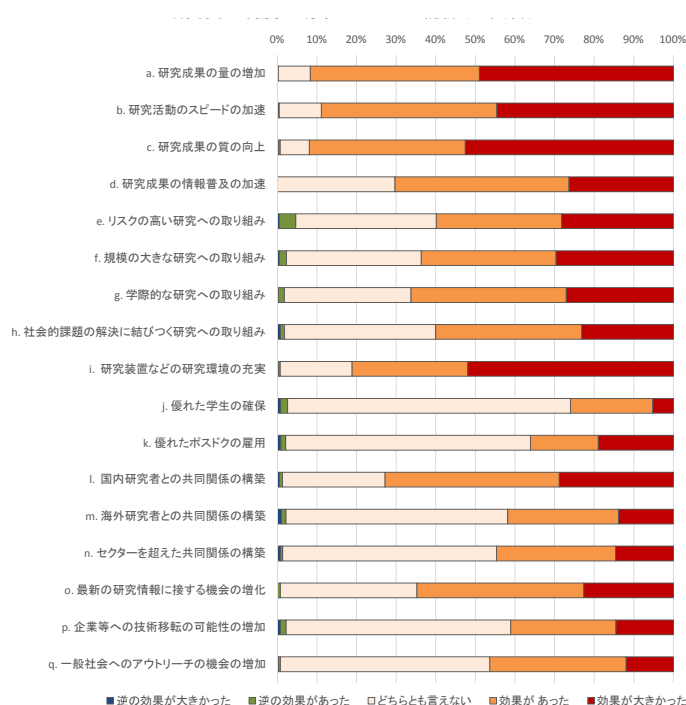
第三に、科研費の重要性がエビデンスによっても示唆された。なぜなら優れた論文だけでなく、JST や NEDO などの大型助成の効果には劣るとはいえ、卓越した論文の生産に対しても正味の効果を科研費は有しているからである。

④ 研究者の視点から評価したファンディングプログラムおよびその運営の研究活動への寄与

研究者の立場から、自己の研究活動に最も影響があったファンディングプログラムは何か、そのプログラム資金のもとで研究内容や研究体制は変化したのか、その点も含めてどのような効果があったと考えるか、またプログラム運営のどのような視点が効果に寄与したのか等を分析するために、アンケート調査を実施し、その解析を行った。

その成果が示唆することは以下の通りである。

第一にファンディングプログラムは、そもそも単に研究者の研究を進めるという効果をもたらすだけでなく、研究者に様々な点で効果をもたらしていることが確認された（下図参照）。



研究資金制度の効果についての認識（再掲）

第二にこのような視点からプログラムに関する調査結果を解析すれば、各プログラムの特徴がみえてくる。たとえば、拠点型プログラムが研究活動にもたらす影響の大きさは運営費交付金と同程度に低いものである。それは、研究者はそれまでの研究活動を継続してすすめているという回答からも理解できる。他方で、自らの研究を組織の中で定位し、学内や国内の研究者との情報交流を進めている状況もみられ、極めて緩やかな形で組織的研究活動や新たな交流・共同へつながっていく基盤を形成しているとみることができる。一方で、CREST などの戦略的プログラムは新たな研究課題に新たな体制で取り組んでいる場合も多く、学際研究や規模の大きな研究が促進されている。そこにはポストドクや研究支援者の新規雇用がプログラム資金で可能となっている状況がみられる。

第三にそれらの効果を生み出すことに有効な要素についても以下の示唆が得られた。すなわち、申請段階で要件に明確に変化を求める事項を定めることが学際研究や規模の大きな研究には影響し、また、運用担当事務局が研究実施中にも支援していくことが研究情報の交流や社会へのアウ

トリーチに影響している。そのようなマネジメント側の意義を今後、十分に検討すべきことが示された。

- ・ 誰に与える成果であるか

ファンディング機関内の実務家および科学技術政策の担当者。

- ・ 成果の今後の展開、課題

①成果となる本エビデンスにおいて、論文数やシェアといった研究成果の量的な側面のみを対象としている。なぜなら、本研究プロジェクトでアクセス権を所有する学術文献データは 2011 年出版までの論文であり、一方で謝辞情報を使つてのファンディングプログラムの同定が可能な期間は 2010 年からであり、被引用数を質の指標とした分析に十分なデータが確保できなかったからである。今後、データの蓄積に応じて、各ファンディングプログラム（群）が生み出した成果の質の分布、たとえば、どのような研究領域で科研費により助成を受けた卓越した成果が生み出されているかを分析する必要がある。

②本研究プロジェクトでは 2010 年のデータのみを取り扱ったが、他の年についても分析可能である。そのように範囲を広げた分析によって、プログラムの改廃が 3-5 年の短期間で行われる日本のダイナミックな動きを分析できる。ただし、ファンディングプログラムの評価という点では、様々なプログラムが短期的に生まれ消えることは、その中でどのようなファンディングがいかなる効果を生んでいるかを把握するためのデータ数が不足することや、たとえ結果が得られても運営改善に直接的に反映しにくいことになる。そのため、ある程度の類型化・集計を行って分析しなければならない。

③謝辞情報から助成機関を同定する際には必ず残るエラーは避けられないものの、本研究プロジェクトにおいても政府系の競争的研究資金は概ね網羅された一方、科学技術白書で定義された政府系競争的研究資金と比較するとロジスティック回帰に投入した被説明変数は、全体の $3/4 (+\alpha)$ をカバーするが、それ以外のファンディングプログラムの効果は今回のエビデンスでは考慮されていない。将来的には、少なくとも公的な競争的研究資金をほぼ網羅した分析を実施する必要がある。さらに、本分析では、科研費、JST などプログラム群ないしは助成制度を効果の分析単位とした。しかし、卓越した論文の生産に対する科研費の正の効果は、科研費の中でも大型のもの（たとえば、基盤研究 A や新学術領域）による可能性もある。したがって、有用なエビデンスを得るためにも、分析単位を細かくした分析を実施することが望ましい。

④本研究プロジェクトで実施したこのような調査・分析は、各ファンディングプログラムにおけるモニタリングや事後評価において定期的の実施され、それによりデータをつみあげていくべきである。今後、そのような体制構築を検討すべきであろう。

- ・ 成果の入手・利用方法

ここで示した実質すべてのエビデンスは本プロジェクトが発行した『ファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集』に収録されており、残部があるかぎり無償頒布している（問い合わせ先：RISTEXscintometricsPJ [アットマーク] googlegroups.com）。

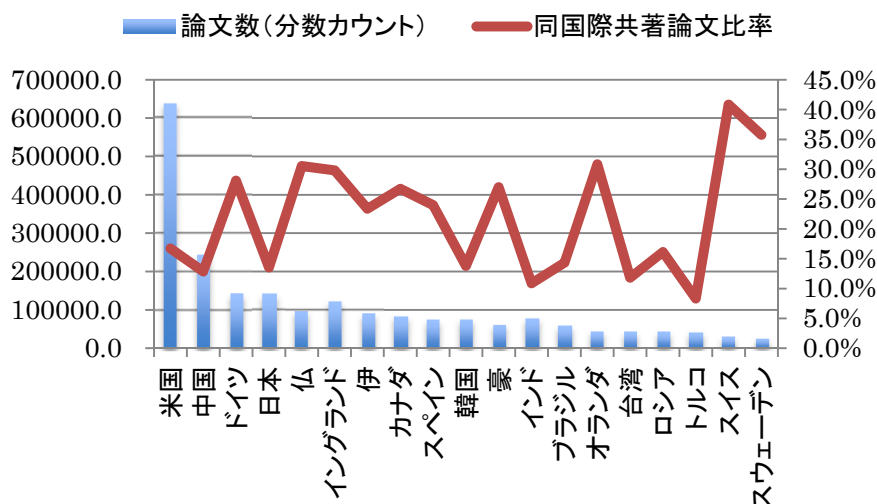
3-2-6. 副次的な成果: 研究の国際化政策の限界

- ・ 成果の具体的内容

研究の国際化、とりわけ国際共同研究の促進は、現在の科学技術政策、なかでも高等教育機関を対象とした場合の重要課題である。そこには様々な理由が考えられるものの、主たる理由は国際共同研究の成果の質が高いことである。そのことは科学計量学が指摘した。すなわち、国際共著論文はそうでない論文よりも被引用数が高いのである。しかし、相関関係は必ずしも因果関係

を意味するわけではないため、国際共同研究を増やせば研究の質が向上するかは定かで無い。

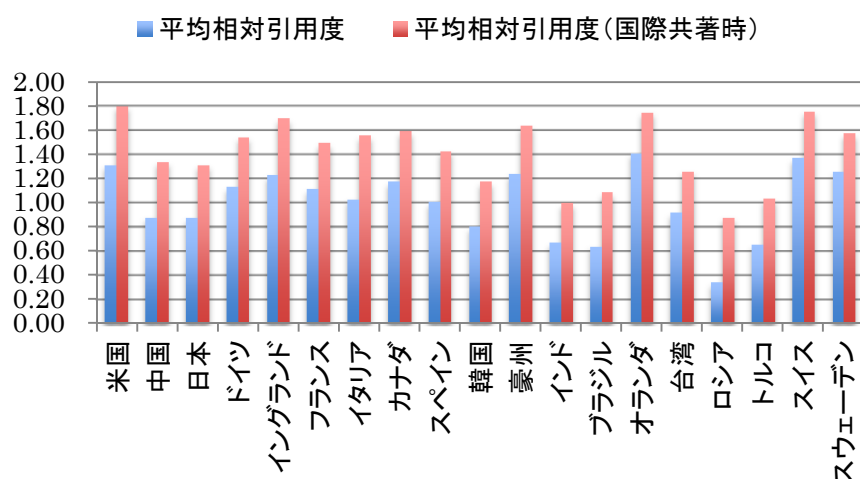
この点に関して、本プロジェクトで実施した分析（データベース作成時にそのテストのために実施した分析）の結果からは、仮に相関関係だけでよしとするにしても国際化政策による研究の質向上には限界があることが、以下のように示唆された。依然として国際化そのものは研究にとって重要であることは否めないものの、研究成果の質向上（や大学ランキング上昇）を目的とした研究の国際化推進は見直すべきであろう。



主要国の論文数と国際共著比率（2010・11 年）

上図は論文生産数の多い主要国の論文の国際共著比率を示している。国際化に関してまず図から、従来指摘されてきたことであるが、欧州諸国は国際共著率が高いことがわかる。しかも、米国の国際共著率が低いことと合わせて判断すれば、地政学的な理由がその背景にあることは間違いない。一方で、次図が示すように、国レベルで見ると、国際共著時には平均相対被引用度（研究の質の代理変数で高いほどよい）が高まることも確認される。

しかし、機関別に集計すると、そう単純ではないことがわかる。まず、次表が示すように、日本の上位研究大学が関与する論文の国際共著比率は近年の急激な上昇により、それらの大学よりも研究力が高いと目される米国の有力大学の一部と同程度になっている。仮に、国際共著により研究成果の質が高められ被引用数が増えるのであれば、テキサス大学やペンシルバニア大学（U Penn）と同クラスの成果を引用指標が示すはずである。一例となる平均相対被引用度で比較してみても、国内有力大学は全くこの2大学に届かない。



主要国の平均相対被引用度 (2007-9 年)

機関別論文数と国際共著の状況 (2010-2011、左は整数カウント、右は分数カウント)

	国名	機関名	論文数	国際共著比率	論文数 (F)	国際共著比率
1	中国	CHINESE ACAD SCI	41727	26. 2%	24842	15. 2%
2	米国	HARVARD UNIV	27982	37. 4%	12195	22. 5%
3	ロシア	INST PROBLEMS MECH ENGN	23319	26. 1%	16395	13. 3%
4	米国	UNIV TEXAS	19131	26. 6%	10082	13. 3%
5	ドイツ	MAX PLANCK GESELL	17793	66. 3%	7183	45. 5%
6	カナダ	UNIV TORONTO	17195	46. 6%	8179	28. 2%
7	米国	JOHNS HOPKINS UNIV	16749	34. 0%	7984	17. 7%
8	フランス	CNRS	15543	55. 0%	5303	41. 4%
9	日本	東京大学	15198	30. 1%	7368	17. 6%
10	米国	UNIV MICHIGAN	15069	29. 5%	8311	15. 0%
11	ブラジル	UNIV SAO PAULO	14590	29. 5%	8293	16. 5%
12	米国	UNIV WASHINGTON	14553	30. 9%	7145	16. 1%
13	米国	UCLA	14235	34. 2%	7203	18. 3%
14	米国	SCRIPPS RES INST & SCRIPPS CLIN	14215	35. 3%	7169	20. 0%
15	米国	STANFORD UNIV	13581	34. 6%	7077	18. 6%
16	イングランド	IMPERIAL COLL LONDON	13523	55. 5%	6456	33. 1%
17	イングランド	UCL	12883	56. 2%	5751	34. 2%
18	米国	UNIV TEXAS	12691	34. 8%	6753	19. 4%
19	米国	UCSF	12608	28. 6%	6295	14. 7%
20	米国	UNIV ILLINOIS	12510	31. 3%	7109	16. 6%
21	イングランド	UNIV OXFORD	12441	60. 8%	5939	37. 7%
22	韓国	SEOUL NATL UNIV	12346	25. 1%	6407	14. 0%
23	米国	UNIV WISCONSIN	12202	31. 2%	6763	16. 2%
24	米国	UNIV PENN	12197	27. 2%	6402	13. 7%
25	米国	COLUMBIA UNIV	12152	34. 0%	5939	18. 0%

26	米国	UNIV PITTSBURGH	12078	26.6%	6558	13.5%
27	イングランド	UNIV CAMBRIDGE	11899	58.6%	5894	36.6%
28	米国	MAYO FDN & CLIN	11831	24.2%	7342	10.4%
29	米国	UNIV MARYLAND	11770	35.0%	5688	19.0%
30	米国	UNIV MINNESOTA	11741	30.3%	6386	15.8%
33	日本	京都大学	11083	27.0%	5895	15.3%
41	中国	ZHEJIANG UNIV	10251	24.7%	6706	14.0%
50	中国	BEIJING UNIV	9210	33.8%	5148	19.0%
51	中国	SHANGHAI JIAO TONG UNIV	9036	24.0%	5638	13.3%
53	日本	大阪大学	8960	25.2%	4648	14.4%
54	台湾	NATL TAIWAN UNIV	8806	25.8%	4313	15.5%
55	日本	東北大学	8784	30.5%	4618	18.6%
56	米国	MIT	8750	41.6%	4423	23.6%
59	シンガポール	NATL UNIV SINGAPORE	8419	53.2%	4598	34.2%
111	日本	九州大学	6074	23.3%	3354	14.8%
112	日本	北海道大学	6050	25.2%	3196	15.1%
125	日本	名古屋大学	5776	26.3%	2777	14.9%
198	日本	東京工業大学	4421	28.8%	2415	15.5%

次表は機関ごとの相対被引用度を全体および国際共著時に計算した値、および両者の比を示している（左端の数字は相対被引用度順に並べた際のランキング）。すでに指摘したように国際共著率が同程度の大学であっても平均相対被引用度は大きく異なっている。

確かに、下表にあるように、ゲッティンゲン大学を唯一の例外として、国際共著時の方が平均相対被引用度は高い。しかし、平均相対被引用度が高い、すなわち研究力が高いと考えられる大学ではその比率は1.1前後であり、下位の大学では1.3～1.5程度と高い。端的に言って、研究力の高い大学では研究成果の質を高める目的での国際共著の拡大にはあまり意味がないのである。なぜこのようなことが起きるかについて仮説を挙げることはできるものの、少なくともこの結果は、成果の質を高める方策としての国際共同研究の促進は本質的な対応ではないことを示唆する。

機関ごとの平均相対引用度（2007-2009）

	COUNTRY	INSTITUTE	論文数(分数 カウント)	平均相対被 引用度	平均相対被 引用度(国 際共著時)	国際/全 体
1	USA	ROCKEFELLER UNIV	1048.5	2.82	3.07	1.09
2	GERMANY	UNIV GOTTINGEN	3500.5	2.18	1.53	0.70
3	USA	HARVARD UNIV	18868.6	2.17	2.45	1.13
4	USA	MIT	6984.3	2.14	2.28	1.07
5	USA	CALTECH	4314.2	2.01	2.03	1.01
6	USA	PRINCETON UNIV	3330.0	1.99	2.28	1.15
7	USA	UC SANTA BARBARA	3089.9	1.96	2.31	1.18
8	USA	UC BERKELEY	8663.0	1.91	1.92	1.01
9	USA	STANFORD UNIV	10935.5	1.89	2.21	1.17
10	USA	RICE UNIV	1755.2	1.83	1.87	1.02
11	USA	SLAC NATL ACCELERATOR LAB	149.3	1.80	2.00	1.11
12	ENGLAND	LONDON SCH HYG & TROP MED	863.3	1.77	2.08	1.18
13	SINGAPORE	DUKE NUS GRAD MED SCH	64.1	1.76	2.32	1.32
14	SWITZERLAND	EPFL	2821.6	1.75	1.89	1.08

15	FRANCE	UNIV VERSAILLES	508.9	1.74	1.81	1.04
16	ENGLAND	UNIV CAMBRIDGE	8859.0	1.73	1.97	1.14
17	ENGLAND	UNIV OXFORD	8446.4	1.71	2.02	1.18
18	USA	YALE UNIV	8297.3	1.71	2.02	1.18
19	USA	UCSF	9505.8	1.69	2.35	1.39
20	USA	MASSACHUSETTS GEN HOSP	4606.6	1.68	2.44	1.45
21	USA	TUFTS MED CTR	717.2	1.68	2.27	1.35
22	SWITZERLAND	ETH	5990.0	1.67	1.83	1.10
23	FRANCE	ECOLE SUPER PHYS & CHIM IND VILLE PARIS	336.5	1.66	1.83	1.11
24	USA	JOHNS HOPKINS UNIV	12492.9	1.64	2.19	1.34
25	USA	NORTHWESTERN UNIV	7801.2	1.63	2.05	1.26
26	USA	COLUMBIA UNIV	9470.1	1.63	2.17	1.33
27	USA	UNIV PENN	10437.7	1.63	2.17	1.33
28	NETHERLANDS	UNIV UTRECHT	4054.1	1.62	1.75	1.08
29	NETHERLANDS	ERASMUS UNIV ROTTERDAM	1436.8	1.62	2.24	1.38
30	USA	CARNEGIE MELLON UNIV	2175.3	1.62	1.65	1.02
71	香港	香港科技大学	2111.8	1.46	1.67	1.15
95	中国	DONG HUA UNIV(東華大学)	984.4	1.42	1.72	1.21
102	SINGAPORE	NATL UNIV SINGAPORE	6736.1	1.41	1.49	1.06
448	日本	京都大学	10178.9	1.12	1.56	1.39
466	日本	東京大学	12648.4	1.11	1.54	1.38
512	日本	東京工業大学	4286.2	1.09	1.24	1.14
566	日本	奈良先端科学技術大学院大学	680.4	1.06	1.48	1.40
567	日本	首都大学東京	810.1	1.06	3.74	3.53
578	日本	自然科学研究機構	377.6	1.05	1.30	1.23
595	日本	大阪大学	8318.0	1.04	1.43	1.37
706	日本	名古屋大学	4899.7	0.98	1.34	1.38
727	日本	東北大学	7918.9	0.96	1.30	1.35
881	日本	九州大学	5665.4	0.88	1.08	1.22
909	日本	慶応大学	2945.5	0.87	1.38	1.59
928	日本	筑波大学	2970.2	0.85	1.29	1.51
930	日本	北海道大学	5543.9	0.85	1.14	1.33
1147	日本	早稲田大学	1649.8	0.74	1.08	1.47

- ・ 誰に与える成果であるか

政治家、高等教育政策担当者、ファンディングエージェンシーの実務家、高等教育機関のマネジャーおよび URA

- ・ 成果の今後の展開、課題

ここで成果を示した分析は、国ないしは機関を分析の単位としているが、個人を分析単位とした分析が今後必要である。すなわち、①個別研究者の論文の中から、国際共著時とそうでない論文との引用指標の違いを比較すること、および②どのような研究者（端的にはどのような研究力の研究者）が国際共著に参画しているかを分析することで、国際共同研究の意味や効果がより正確に理解できよう。

- ・ 成果の入手・利用方法

ここで示した実質すべてのエビデンスは当プロジェクトが発行した『ファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集』に収録されており、残部があるかぎり無償頒布している（問い合わせ先：RISTEXscientometricsPJ [アットマーク] googlegroups.com）。

また、本項に関連して、成果として示したデータの一部と同様のデータは、Leiden CWTS

University Ranking のサイト (<http://www.leidenranking.com/>) から無償で得ることができる。こちらは毎年更新されるので、実用的である。

3-3. 学術的成果、人材育成やネットワーク拡大への貢献等

3-3-1. 学術的成果・国際的な研究ネットワークへの参画

本プロジェクトの中で開発した書誌データのマッチング手法は、公開された手法の中では最高水準の正確さを誇っている。そのため、国際的にも多少なりとも注目を集めており、国際学会参加時に複数の共同研究の提案を受けた。それら提案の中で、手始めにシンガポール国立大学ビジネススクールの Wong 教授 (<https://apps-bschool.nus.edu.sg/asp/staffprofile/cv.asp?id=174>) と国際共同研究を進めることになった。

3-3-2. 人材育成

本プロジェクトに研究員として参画した川島浩誉氏は、プロジェクト参画時には科学技術政策等に関心が高く、一定の知識を備えていたものの、脳神経科学およびデータ処理を専門とし、必ずしも十分には科学計量学の専門性を身につけていなかった。しかしながら、本プロジェクトで研究開発に携わり、さらにはプロジェクトの他のメンバーとディスカッションをしていく過程で科学計量学の専門性を身につけ、それが評価されて科学計量学の専門家として科学技術・学術政策研究所にポジションを得た。

3-4. 成果の発展の可能性

主に以下の4点の課題が残った。

1) 「顧客」の獲得

フィージビリティスタディの段階から、本プロジェクトを実施する過程でワークショップを通じて、多くの実務家と接触する機会があり、かつ多様かつ貴重なアドバイスや実務家のニーズについての意見を頂戴した。その結果を活かして、最終的な成果としてのエビデンス事例集を当プロジェクトで作成することができたものの、「事例」の提供と研究開発成果の社会実装の間には未だ大きなギャップがある。とくに、科学計量学的な指標やエビデンスは、その使用目的に応じてテーラメイド的に構成されるべきであるだけに、顧客となる実務家の具体かつ実践的な要望を知ることが成果の社会実装に向けた第一歩となる。目先は、その種の要望を伝えてくれる見込顧客を得るために、社会実装のためのサンプル集に関心があるセクターに広く配布するとともに、エビデンス事例集を題材にした講演などを行い、「顧客」を獲得していく活動を行う計画である。

2) 助成金データへのアクセス

3-2-4 でも指摘したように、ファンディングプログラムの分析や評価等を行う際に、助成金と成果がリンクしたデータ（端的には研究成果報告書の類）は最も重要なデータの一つである。確かに、現状でも各報告書へのアクセスを許可する助成制度／プログラムは存在するものの、それらを（たとえば、年度単位で）一括してダウンロードできるような状況がなければ、実質的には分析の対象とはなり得ない。1) 項とも関連するが、今後は研究助成機関との連携をはかるとともに、政策のための科学事業のデータ整備基盤事業などを通じて、上記のようなサイトの整備等の働きかけをしなければならない。

3) データ・エビデンスの更新

単に科学計量学の研究を実施するだけであれば、必ずしも最新データが必要とはされないものの、その成果を社会に実装する際にはほぼ間違いなく最新データが求められる。プロジェクト内でアクセス権を購入したデータはプロジェクト終了時である現在すでに古いものとなっているが、データアクセス権の更新は高価ため、プロジェクト内でのデータ更新は諦めざるをえなかった。しかし、社会実装に向けてはデータの更新は必須であろう。とくに、少なくとも、ほぼ無に近い状況から萌芽状態を駆け抜け 10 年足らずで一大研究領域となった多能性幹細胞研究分野については、データの更新は必須であろう。

4) 個人レベルデータを使用した分析

本プロジェクトにおいて、使用したデータベースの制約により個人レベルデータの分析は、手作業でマッチングできる小規模なものにとどまった。しかし、近年、とくに書誌データベース Scopus の Author Identifier の充実により、個人レベルデータの活用はホットな研究領域となっている。しかも、たとえば 2-2-4 節で示したように、個人レベルデータの活用は実務面でも有用な情報を提供する蓋然性が高い。そのためにも、個人レベルデータが利用可能なデータベース利用環境を整える必要があるが、その前段階として、本プロジェクトの代表は個人レベルデータを活用した分析を NUS の Wong 教授と共同研究で進めている。

4. 関与者との協働、成果の発信・アウトリーチ活動

4-1. 研究開発の一環として実施したワークショップ等

名 称	年月日	場 所	参加人数	概 要（テーマ）
第一回 WS	2012/1/12	大学評価・学位授与機構 竹橋オフィス	20 名（除関係者）	プロジェクトの紹介と今後の展開
第二回 WS	2012/2/18	J S T 東京本部別館	50 名（除関係者）	政策におけるエビデンスとしての科学の使われ方
第三回 WS	2012/3/1	大学評価・学位授与機構 竹橋オフィス	17 名（除関係者）	DFG におけるプログラム評価と統計的モニタリング
第四回 WS	2012/3/27	霞が関ナレッジスクエア	約 30 名（除関係者）	あるべきプログラム評価の実践に向けた具体的な方策
第五回 WS	2012/6/16	東京工業大学蔵前会館	約 70 名（除関係者）	東日本大震災をめぐる政策とエビデンスの現状
第六回 WS	2012/8/25	東京工業大学キャンパス・イノベーションセンター	34 名（除関係者）	法定及び政策の文脈において「科学的エビデンス」の不定性
第七回 WS	2013/2/1	J S T 東京本部別館 2 階会議室	19 名（除関係者）	特許における学術論文の引用
政策エビデンス WS 第一期第一回	2013/3/14	STANDARD 会議室虎ノ門 Annex1	22 名	政策プロセスのあるべき姿についてのブレインストーミング
第八回 WS	2013/3/15	東京工業大学キャンパス・イノベーションセンター	13 名（除関係者）	プロジェクトの進捗状況の報告
政策エビデンス WS 第一期第二回	2013/4/25	STANDARD 会議室虎ノ門 Annex1	約 40 名	政策に関する理論と実践
政策エビデンス WS 第一期第三回	2013/5/21	交流カフェエキスパート倶楽部	約 30 名	政策デザインを考える
政策エビデンス WS 第一期第四回	2013/7/1	交流カフェエキスパート倶楽部	約 30 名	政策形成プロセスをロジック化する
政策エビデンス WS 第一期第五回	2013/8/6	交流カフェエキスパート倶楽部	約 30 名	政策のポンチ絵をまとめる

政策エビデンス WS 第二期第一回	2014/4/25	STANDARD 会 議室虎ノ門 Annex1	約 20 名	フォローアップから見え てきた科学技術基本計画 の課題
政策エビデンス WS 第二期第二回	2014/6/9	交流カフェエキ スパート倶楽部	17 名	研究・イノベーションを 支援するための情報のあり 方
第九回 WS	2014/7/4	霞が関ナレッジ スクエア	22 名（除 関係者）	ライフサイエンス分野研 究動向の可視化
政策エビデンス WS 第二期第三回	2014/8/29	TKP 虎ノ門会議 室	約 20 名	芸術・文化支援のあり方

4-2. アウトリーチ活動

4-2-1. 書籍、DVD など論文以外に発行したもの

(1) 『ファンディングプログラムの運営に資するエビデンス事例集』、ファンディングプログラムの運営に資する科学計量学プロジェクト作成、2014 年 11 月 20 日。

4-2-2. ウェブサイト構築

Scientometrics conducive to management of funding programs

<http://scmfp.blogspot.jp/>

2011 年 12 月 15 日立ち上げ

プロジェクト終了時の延べアクセス数：10,229 （内訳は下記の通り）

日本	6,816
アメリカ合衆国	1,232
ウクライナ	561
ロシア	320
フランス	132
ドイツ	97
中国	93
ラトビア	75
台湾	70
ポーランド	56

4-2-3. 学会以外のシンポジウム等での招へい講演等

- (1) 川島浩誉. URA 初級・中級者向け研修会における講師「研究力調査・分析」, 2014 年 12 月 9 日, TKP 虎ノ門ビジネスセンター（東京）, 予定.
- (2) 林隆之. 科学技術振興機構 PO 研修, 「評価論の基礎」, 2014 年 10 月 29 日, 科学技術振興機構（東京）.
- (3) 調麻佐志. 第四回 URA シンポジウム, 「データから見る大学ランキング」, 2014 年 9 月 17 日, 北海道大学（北海道）.

- (4) 林隆之. 科学技術振興機構 PO 研修, 「科学技術イノベーション政策における評価 (概論)」, 2014 年 8 月 26 日, 科学技術振興機構 (東京).
- (5) 林隆之. 大学評価・学位授与機構大学質保証フォーラム, 「大学の多様化・機能強化と指標の調和に向けて」, 2014 年 8 月 1 日, 学術総合センター (東京).
- (6) 林隆之. 科学技術振興機構 PO 研修, 「欧州における研究評価の教育コース」, 2014 年 4 月 8 日, 科学技術振興機構 (東京).
- (7) 林隆之. 平成 25 年度研究開発評価ワークショップ (実務者研修), 「組織的な研究開発活動のアウトカムをいかに設定し測定するか?」, 平成 25 年度研究開発評価ワークショップ (実務者研修), 2014 年 2 月 5 日, 大阪大学 (大阪).
- (8) 林隆之. 大学評価・IR 研究会, 「大学の研究活動をいかに評価するか: その手法と新たな課題」, 2013 年 11 月 15 日, 九州大学 (福岡).
- (9) Takayuki Hayashi. G8 Working Group on Research Assessment. University research evaluation in Japan: current status and new challenges. 2013 年 11 月 1 日, Tokyo.
- (10) 林隆之. 千葉大学情報環境機構・統合情報センターセミナー, 「教育研究活動の分析を通じた大学の意思決定支援: 現状と可能性」, 2013 年 7 月 24 日, 千葉大学 (千葉).

5. 論文、特許等

5-1. 論文発表

5-1-1. 査読付き (7件)

- (1) Yasuhiro Yamashita, Daisuke Yoshinaga. Influence of researchers' international mobilities on publication: a comparison of highly cited and uncited papers. *Scientometrics*, 101(2), pp.1475-1489, 2014, <http://link.springer.com/article/10.1007/s11192-014-1384-6>.
- (2) Masashi Shirabe. Identifying SCI covered publications within non-patent references in U.S. utility patents, *Scientometrics*, 101(2), pp.999-1014, 2014, <http://link.springer.com/article/10.1007/s11192-014-1293-8>.
- (3) 林隆之. 「大学の機能別分化・強化と評価指標の課題」『研究技術計画』, 29(1), pp.18-30, 2014.
- (4) Masashi Shirabe. Approach to identify SCI covered publications within non-patent references in patents, *Proc. of 14th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference*, pp.123-135, 2013.
- (5) Yasuhiro Yamashita and Daisuke Yoshinaga, To what extent can researchers' international movement be grasped from published data sources, *Proc. of 14th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference*, pp.1681-1695, 2013.
- (6) 標葉隆馬、林隆之. 「研究開発評価の現在－評価の制度化・多元化・階層構造化」『科学技術社会論研究』, No.10, pp.52-68, 2013.
- (7) 調麻佐志, 「科学計量学と評価」, 『科学技術社会論研究』, No.10, pp.16-27, 2013.

5-1-2. 査読なし (2件)

- (1) 岡村麻子, 標葉隆馬, 野澤聡, 原泰史, 深谷健, 小林信一, 「科学技術イノベーション政策研究の様相」『研究技術計画』, 28(1), pp.9-22, 2013.
- (2) 調麻佐志 (2013), 「科学技術イノベーション政策のための科学」, 『研究技術計画』, 28 (1), 97-105.

5-2. 学会発表

5-2-1. 招待講演 (国内会議 0件、国際会議 1件)

- (1) 林隆之 (大学評価・学位授与機構). Comments and discussion for the session 2, 科学技術政策研究所「科学技術イノベーション政策のためのデータ基盤の構築に関する国際会議」, 東京, 2012年2月28日.

5-2-2. 口頭発表 (国内会議 11件、国際会議 1件)

- (1) 吉永大祐 (東京工業大学), 調麻佐志 (東京工業大学). 米国特許による科学論文引用を利用した日本の研究開発の特徴についての分析, 研究技術計画学会第29回年次学術大会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀), 2014年10月18~19日.
- (2) 調麻佐志 (東京工業大学). ライフサイエンス研究分野動向の可視化, 研究技術計画学会第29回年次学術大会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀), 2014年10月

18~19 日.

- (3) 林隆之 (大学評価学位授与機構), 土屋俊 (大学評価学位授与機構). 研究成果の「卓越性」指標の多様性, 研究技術計画学会第 29 回年次学術大会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀), 2014 年 10 月 18~19 日.
- (4) 標葉隆馬 (総合研究大学院大学), 川島浩誉 (NISTEP), 調麻佐志 (東京工業大学). 神経科学分野を事例とした計量分析, 研究技術計画学会第 28 回年次学術大会, 政策研究大学院大学 (東京), 2013 年 11 月 2~3 日.
- (5) 林 隆之 (大学評価学位授与機構). 我が国のファンディング・プログラムの制度間構造と研究促進効果, 研究技術計画学会第 28 回年次学術大会, 政策研究大学院大学 (東京), 2013 年 11 月 2~3 日.
- (6) 吉永大祐 (山形大学), 山下泰弘 (山形大学). 共著ネットワークを利用した若手研究者のキャリア形成分析, 研究技術計画学会第 28 回年次学術大会, 政策研究大学院大学 (東京), 2013 年 11 月 2~3 日.
- (7) 山下泰弘 (山形大学), 吉永大祐 (山形大学). 研究者の国際移動の追跡—高被引用論文生産形態の特徴—, 研究技術計画学会第 27 回年次学術大会, 2012 年 10 月 27~28 日, 一橋大学.
- (8) 川島浩誉 (東京工業大学), 調麻佐志 (東京工業大学). 論文の引用関係の科学計量分析に基づく新たな排他的研究領域分類の提案, 研究技術計画学会第 27 回年次学術大会, 2012 年 10 月 27~28 日, 一橋大学.
- (9) 川島浩誉 (東京工業大学), 調麻佐志 (東京工業大学). 学術論文の出版における「日本のプレゼンスの低下」とは、何が低下しているのか?, 研究技術計画学会第 27 回年次学術大会, 2012 年 10 月 27~28 日, 一橋大学.
- (10) 調麻佐志 (東京工業大学). 米国特許が引用する学術論文の計量書誌学的分析, 研究技術計画学会第 27 回年次学術大会, 2012 年 10 月 27~28 日, 一橋大学.
- (11) 標葉隆馬 (総合研究大学院大学), 川島浩誉 (東京工業大学), 調麻佐志 (東京工業大学). 神経科学分野を対象としたコンセプトマップ比較, 研究技術計画学会第 27 回年次学術大会, 2012 年 10 月 27~28 日, 一橋大学.
- (12) Takayuki Hayashi (大学評価学位授与機構). Possibility and Limitation of Indicators on the Social and Economic Impacts of University Research: Experience of Japanese University Evaluation, 17th International Conference on Science and Technology Indicators, Motreal, 2012 年 9 月 5-8 日.

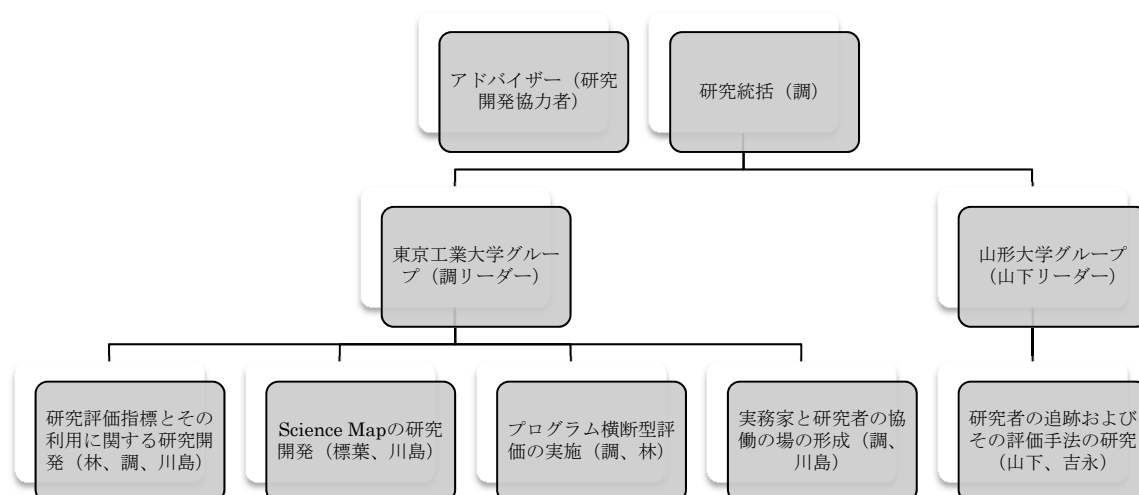
5-2-3. ポスター発表 (国内会議 0 件、国際会議 1 件)

- (1) Hirotaka Kawashima (東京工業大学). and Masashi Shirabe (東京工業大学), Granular and Exclusive Clustering of Scientific Journals with Constraints by Essential Science Indicators, STI conference 2013, Berlin, Sep. 2013.

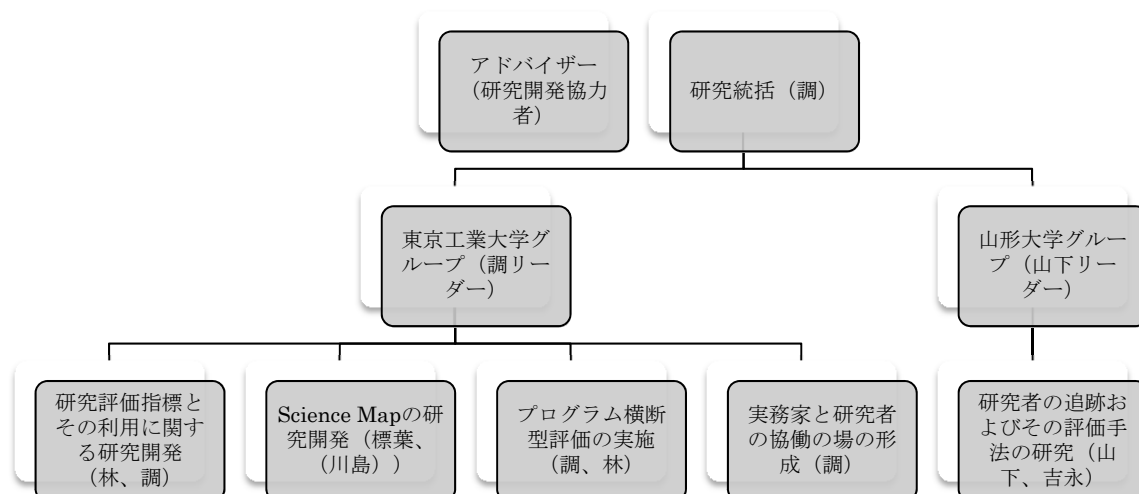
6. 研究開発実施体制

6-1. 体制

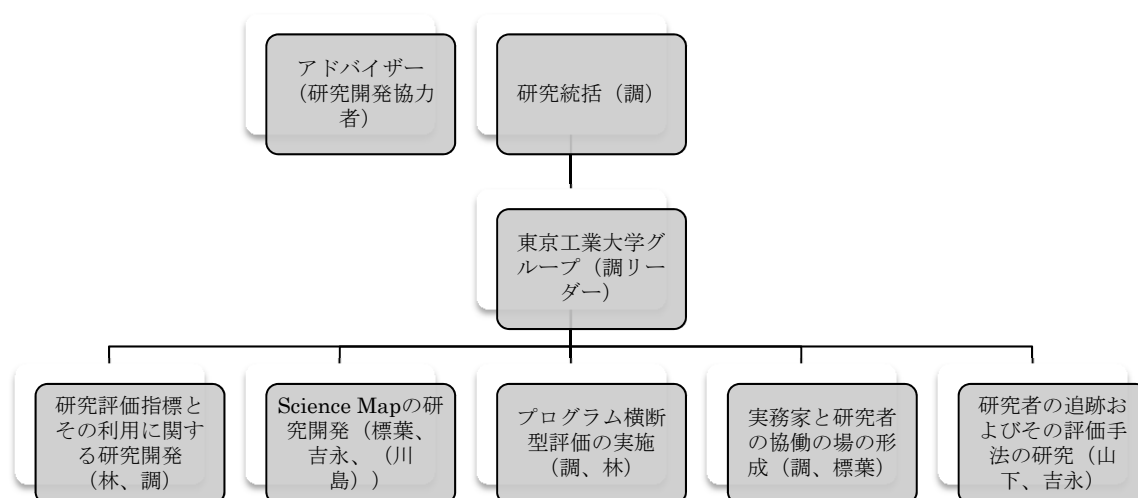
開始時（～2013 年 12 月）



中間期（2014 年 1 月～3 月）



プロジェクト終了時（2014年4月～11月）



【特記事項】

- ・ 実施体制の変更や資源配分の見直し

以下のように、プロジェクトの実施体制および資源配分の見直しを行った。

- (1) 川島産学官連携研究員がその専門性を評価され科学技術・学術政策研究所に研究員として着任したことにより、研究開発実施者を継続することが困難になったため、研究開発実施者を離任した。しかし、その専門知識はプロジェクトに欠かせないものであり、改めて研究開発協力者となることを要請し、協力者としてデータ処理および Science Map の作成・解釈に関する知見の提供を継続していただいた。
- (2) プロジェクト期間中であるにもかかわらず、山下山形大学リーダーの雇用が打ち切られる可能性が発生したため、不測の事態に備えて、東京工業大学グループが山形大学グループを吸収する形で両グループを併合した。加えて、研究開発項目「研究者の追跡及びその評価手法の研究」と他の研究開発項目の成果の融合が困難であることが明らかになってきたため、当該項目への資源配分を大幅に縮小するとともに、それ以外の研究開発項目における研究開発を、手法の開発から具体的なエビデンスの作成によりフォーカスすることにした。それと同時に、それぞれの研究開発項目のシナジー効果を狙って、(1) 分析対象とする研究分野の中心をライフサイエンス分野におくとともに、(2) プロジェクトで実施したアンケート調査データと科学計量学的データの統合的な分析を行った（全科学技術分野対象）。

川島研究員の離職はプロジェクトの展開にとって明らかな痛手であったものの、同研究員の担当の一つであったデータベース作成の作業が一段落したあとの離任であり、また研究開発協力者として引き続きプロジェクトへ関与したため、プロジェクトにとっては最小限のロスに留められた。とくに、川島研究員は、脳神経科学領域の専門知識を持つため、次項の学際性を通じてもプ

プロジェクトに貢献してただけに、引き続きの関与は本プロジェクトの遂行の鍵であった。

一方、グループの統合およびシナジー効果を目指した研究開発内容の焦点化については、当然ながら「研究者の追跡およびその評価手法の研究」項目における成果の縮小をもたらしつつも、作成したエビデンスの質を高めるとともに、全体としての成果の統一性を高めたと考えられる。

・ 学際性

本プロジェクトは科学計量学の専門家が集まって構成されたプロジェクトであり、その意味で学際性は当初期待できるものではなかった。しかし、2名の研究開発実施者がライフサイエンス分野の修士号ないしは博士号を持っていたため、結果として、プロジェクト内にライフサイエンス分野の準専門家を抱えることになった。彼らはまた、ライフサイエンス分野の専門家へのゲートキーパーとしても十分に機能し、プロジェクトに対して学際性をもたらした。たとえば、ライフサイエンス分野の可視化手法を開発においては、できあがったマップからその手法が適切であるかどうかを都度確認しながら開発を進める必要があり、さらに、最終的な段階に近づいた際にはマップの解釈について専門家インタビューを実施してその妥当性を検証しなければならなかった。そのような作業を当該分野の専門性を全く有していない人材だけで実施することにはおそらくかなりの困難を伴ったと考えられるが、それを回避することができた。また、そのような別の専門性を抱えていたからこそ、前項で述べたように、分析対象とする研究分野の中心をライフサイエンス分野にすることができ、それは成果の質を高めることにつながった。

6-2. 研究開発実施者

※研究開発実施期間：平成23年11月21日～平成26年11月20日

（なお、平成27年3月31日まで成果取り纏め期間を設けた）

（1）東京工業大学グループ（リーダー氏名：調麻佐志）

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する研究開発 実施項目	研究参加期間				備考
					開始		終了		
					年	月	年	月	
調 麻佐 志	シラハ マサシ	東京工業 大学	准教授	研究統括、評価指 標、横断型評価、 場の形成	23	11	26	11	
林 隆之	ハヤシ タカユキ	大学評価 学位授与 機構	准教授	評価指標、横断型 評価	23	11	26	11	
標葉 隆馬	シネハ リュウマ	総合研究 大学院大 学	助教	Science Map、場の 形成	23	11	26	11	
川島 浩誉	カワシマ ヒロタカ	東京工業 大学	産学官 連携研 究員	評価指標、場の形 成	24	4	25	12	25 年 12 月、離職 により研究開発 協力者へと変更

(2) 山形大学グループ（リーダー氏名：山下泰弘）

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する研究開 発実施項目	研究参加期間				備考
					開始		終了		
					年	月	年	月	
山下 泰弘	ヤマシタ ヤスヒロ	山形大学	准教授	研究者の追跡	23	11	26	11	26 年 4 月、山形 大学グル ープと東 京工業大 学グルー プの統合 によりグ ループ移 動
吉永 大祐	ヨシナガ ダイスケ	山形大学	助教	研究者の追跡、 Science Map	24	2	26	11	同上

6-3. 研究開発の協力者・関与者

氏 名	所 属	役 職	協力内容
内田 信裕	科学技術振興機構	JSTPO	実務家との共同に関する知見提供
加藤 真一	科学技術振興機構	JSTPO	実務家との共同に関する知見提供
小西 隆	科学技術振興機構	JSTPO	実務家との共同に関する知見提供
川島 浩誉	科学技術・学術政策研究所	研究員	データ処理および Science Map の作成・解釈に関する知見提供