

Title	研究チームの構成は科学における知識生産にどのような影響をおよぼすか？
Author(s)	伊神, 正貫; 長岡, 貞男; Walsh, John P.
Citation	年次学術大会講演要旨集, 27: 567-572
Issue Date	2012-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11086
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

2 E 2 6

研究チームの構成は科学における知識生産にどのような影響をおよぼすか？

○伊神正貴（文科省・科学技術政策研），長岡貞男（一橋大），
John P Walsh（ジョージア工科大）

1 はじめに

科学における知識生産の単位として、研究チームが重要になりつつある。論文著者の分析から、著者数が継続的に増加していること(Adams et al., 2005; Wuchty, Jones & Uzzi, 2007)、論文著者の所属が単一機関から複数機関に変化しつつあること、国際共著の割合が全分野において増加していることなどが示されている(NISTEP, 2012)。

研究チームの知識生産において、若手研究者が大きな貢献をしていることが幾つかの先行研究から示されている。カナダの論文の分析から、約 1/3 に PhD 学生が著者として含まれていることが明らかになっている(Lariviere, 2010)。また、雑誌サイエンスに掲載された米国論文の筆頭著者をみると、PhD 学生やポストドクターが、全著者における比率と比べて多く出現することが示されている(Black & Stephan, 2010)。我が国においても第1期科学技術基本計画においてポストドクター等 1 万人支援計画が実施されてから、ポストドクター数が大きく増えている。このことから、研究チームへのポストドクターの関与が米国などと同じく大きいことが予想される。

研究チームにおける研究者の専門分野の構成も重要である。サイエンスマップを用いた科学研究の時系列分析から、近年、学際的・分野融合的な研究領域が科学全般において萌芽していることが示されている(阪ら, 2010)。本報告では、分野融合のなかでも特に数学や計算機科学を専門とする研究者のかかわり方に注目する。バイオインフォマティクスや素粒子研究に代表されるように、近年の計測技術や機器の進展は、莫大な実験データを生み出している。一方で、それらを分析し、そこから科学的な知見を見出すには計算機科学の知識の利用が必須である。したがって、さまざまな分野の研究に計算機科学の専門家がかかわっていることが考えられる。また、細坪ら(2006)は、我が国では数学研究の環境は年々悪化している一方、欧米諸国では、数学研究と諸科学・産業技術との連携を重視し、数学研究全般を国家として推進していることが示されている。

以上の背景から、本報告では、研究者の構成として、若手研究者の関与および研究チームがカバーする分野の多様性(特に数学や計算機科学を専門とする研究者のか

かわり方)に注目する。まず、日本と米国の研究チームの構成の違いについて記述統計を示す。つづいて、研究チームの構成が論文の被引用数に及ぼす影響について試行的に分析した結果を示す。

2 分析に用いたデータ

分析には、一橋大学イノベーション研究センター、科学技術政策研究所、ジョージア工科大学の研究チームで実施した「Hitotsubashi University-NISTEP-Georgia Tech Scientists' Survey」(以降、科学者サーベイと呼ぶ)から得られたデータを用いた。2009 年度に日本の研究者を対象とした質問票調査を実施し、約 2,100 件の回答を得た(長岡ら, 2010)。米国調査については、米国のジョージア工科大学の協力を得て 2010 年度に実施し、約 2,300 件の回答を得た(長岡ら, 2011)。

科学者サーベイでは、調査対象論文の著者について、論文投稿時の地位、所属機関の部門分類、著者の専門分野、専門スキル、生誕国を尋ねている。ここで得られた情報を利用することで、研究チームの構成についての分析が可能となる。なお、調査対象論文の著者数が 6 人以下の場合はすべての著者について尋ね、著者数が 7 人以上の場合には、筆頭著者、最終著者、責任著者を優先的に抽出し、残りはそれら以外から無作為抽出した共著者について尋ねた。

また、科学者サーベイでは、被引用数が上位 1% である高被引用度論文をもたらした研究プロジェクトとそれ以外の論文(通常論文)をもたらした研究プロジェクトについてデータを収集しているため、両者のプロジェクトの違いについても分析が可能となっている。

本報告では、日本および米国の大学等における物理科学&工学、生命科学、臨床医学の研究プロジェクトに注目する。

3 若手研究者の筆頭著者としての関与

まず、筆頭著者の地位を分析することで、調査対象論文を生み出す上での若手研究者の関与を見る。ここでは、学生(学部、修士、博士)およびポストドクターを若手研究者とした。また、著者の配列が調査対象論文への貢献の

順番とされた論文についてのみ集計を行った。したがって、調査対象論文の研究成果に最も関与した著者の地位が示されている。

図1は各分野の通常論文と高被引用度論文について、筆頭著者が若手研究者である論文の比率を示した結果である。著者全体における若手研究者の割合(通常論文[高被引用度論文]、全分野)は日本が26%[27%]、米国が33%[34%]である。日本および米国ともに物理科学&工学、生命科学では、若手研究者の筆頭著者としての関与は、著者全体のそれと比べて上昇することが分かる。

日本と米国を比べると、米国の方が物理科学&工学、生命科学において若手研究者が筆頭著者である比率が高い傾向にある。

分野別の傾向をみると、とくに生命科学においてその関与が大きい。高被引用度論文の生命科学における若手研究者の筆頭著者としての関与は日本で52%、米国では64%である。

また、学生とポストドクターのバランスをみると、いずれの分野においても高被引用度論文においてポストドクターの比率が高くなっている。とくに米国の生命科学においては、約5割の論文においてポストドクターが筆頭著者となっている。

図1 著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされた論文における筆頭著者の地位(大学等)

日本	通常論文				高被引用度論文			
	回答数	若手 (%)	学生 (%)	PD (%)	回答数	若手 (%)	学生 (%)	PD (%)
物理科学&工学	448	31.0%	22.3%	8.7%	158	32.9%	18.4%	14.6%
生命科学	270	45.2%	34.1%	11.1%	66	51.5%	19.7%	31.8%
臨床医学	131	27.5%	18.3%	9.2%	50	42.0%	20.0%	22.0%

米国	通常論文				高被引用度論文			
	回答数	若手 (%)	学生 (%)	PD (%)	回答数	若手 (%)	学生 (%)	PD (%)
物理科学&工学	298	53.4%	37.9%	15.4%	129	56.6%	38.0%	18.6%
生命科学	177	60.5%	33.3%	27.1%	59	64.4%	13.6%	50.8%
臨床医学	131	25.2%	10.7%	14.5%	73	28.8%	2.7%	26.0%

注1: 著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされた回答を対象とした。

生命科学において若手研究者、とくにポストドクターの関与が高い理由として、1990年代からのゲノム科学の進展や日本および米国におけるライフサイエンスの重点化があげられる。科学者サーベイでは主に2001年から2006年に出版された論文を調査対象としている。この期間は日本では第2期科学技術基本計画に対応しており、米国で

は国立衛生研究所の予算倍増の時期と重なっている。このような研究資源の重点化、研究の大きな進展を背景として、多くの若手研究者がライフサイエンスを職歴として選んだことが、生命科学における高い若手研究者比率の原因と考えられる。

4 研究チームの学際性

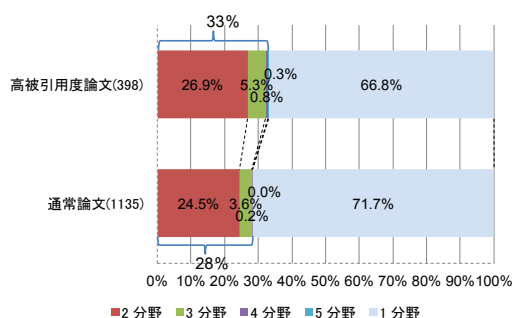
つぎに研究チームを構成する研究者の専門分野の構成をみる。ここでは、研究チームの学際性として、1)研究チームがカバーする専門分野数と2)専門分野の組み合わせを調べる。

図2に研究チームがカバーする専門分野数を示す。通常論文においては、日本および米国ともに約70%の研究チームが単一の専門分野の研究者から構成されている。

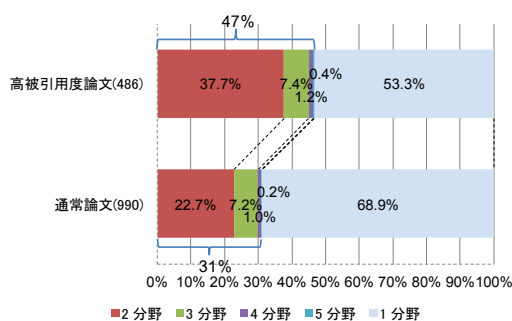
研究チームがカバーする専門分野数は、通常論文と比べて高被引用度論文において多くなっている。この傾向は、米国の高被引用度論文において、とくに顕著に表れている。米国の高被引用度論文を生み出した研究チームの約半数が、2つ以上の専門分野をカバーしている。

図2 研究チームがカバーする専門分野数(大学等)

(a) 日本



(b) 米国



つぎに専門分野の組み合わせをみる。図3に生命科学における専門分野の組み合わせ、図4に臨床医学における専門分野の組み合わせを示す。ここで各専門分野の円の面積は、その分野を専門とする研究者の出現頻度に比

例している。また、各分野を結ぶ線の太さは、研究チームにおける専門分野ペアの出現頻度に比例している。ここで示したのは、分析対象とした研究チームにおける専門分野ペアを全て足し合わせた結果である。

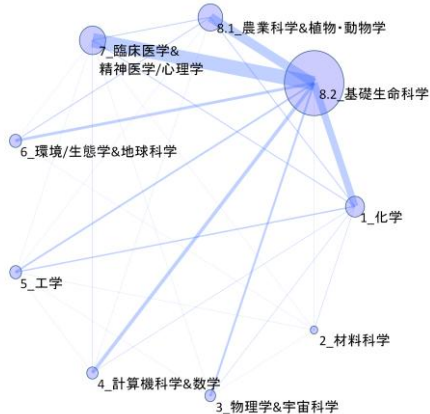
まず、生命科学に注目すると、日本および米国ともに、基礎生命科学を専門とする研究者の数が最も多い。また、基礎生命科学と農業科学&植物・動物学、臨床医学&精神医学/心理学、化学の組み合わせが多く出現していることが分かる。日本と米国で状況が異なるのが、計算機科学&数学を専門とする研究者のかかわり方である。米国の研究チームでは、基礎生命科学と計算機科学&数学のペアの出現頻度が、日本と比べて多いことが分かる。

日本と米国における研究チームへの計算機科学&数学を専門とする研究者のかかわり方の違いは、臨床医学においてより顕著にみられる。図4をみると、日本では臨床医学&精神医学/心理学と計算機科学&数学の組み合わせはほとんど見られないが、米国ではこの組み合わせが多く出現している。

このように日本と米国の研究チームを比較すると、特に計算機科学&数学を専門とする研究者の生命科学や臨床医学とのかかわりかたに大きな違いがみられることが明らかになった。

図3 専門分野間の共著関係(生命科学)

(a) 日本 (424)



(b) 米国 (455)

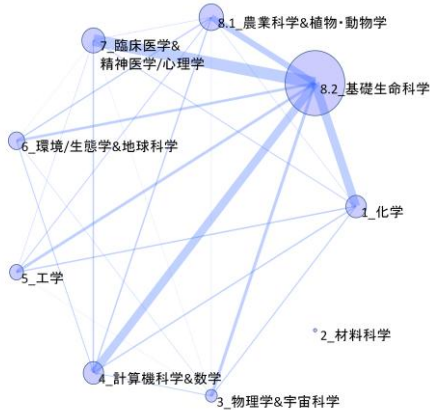
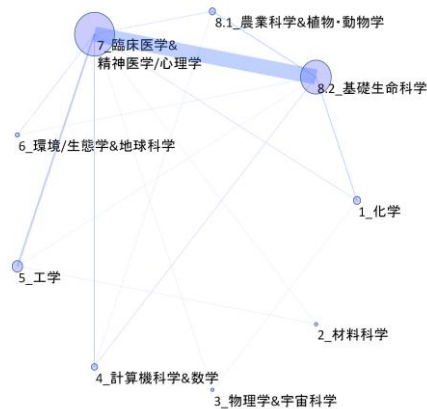
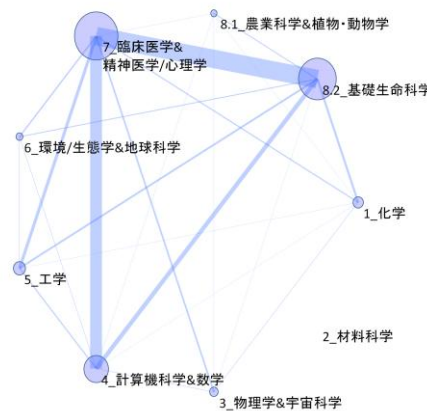


図3 専門分野間の共著関係(臨床医学)

(a) 日本 (211)



(b) 米国 (314)



5 研究チームの構成が論文の被引用数に及ぼす影響の試行的な分析

ここでは論文の被引用数を被説明変数、研究チームの構成を説明変数とした試行的な回帰分析の結果を示す。被引用数の意味については、さまざまな議論があるが、ここでは被引用数を研究の注目度と考え、被引用数が高いほど高い注目を浴びている論文と考える。

5-1 説明変数

研究チームの構成にかかわる説明変数として、筆頭著者としての若手研究者の関与、研究チームの学際性を考える。以下で、説明変数の内容について示す。

① 筆頭著者としての若手研究者の関与

記述統計でみたように、科学における知識生産に若手研究者は大きく関与しており、その関与は分野によって異なる。また、高被引用度論文と通常論文では、学生とポストドクターのバランスが異なることが分かった。

学生が筆頭著者の論文とポストドクターが筆頭著者の論文を比べると、前者については研究プロジェクトが学生の教育としての側面を持つことから、後者と比べて論文と

しての注目を浴びる可能性は小さくなることが考えられる。

そこで、若手研究者の筆頭著者としての関与にかんする説明変数として、つぎの2つのダミー変数を導入する。

- ポストドクターの筆頭著者としての関与
- 学生の筆頭著者としての関与

上記のダミー変数の係数は、若手研究者以外が筆頭著者であった場合を基準としたときの、ポストドクターや学生が筆頭著者であった場合の被引用数の変化を表す。

② 研究チームの学際性

研究領域の学際性を評価する指標として、バラエティ (Variety)、バランス (Balance)、差異 (Disparity) という3つの指標が用られる (Stirling, 2007)。ここでは、研究チームの学際性を計測するために、これら3つの指標を援用する。

本報告ではバラエティとして、研究チームがカバーする専門分野数 (N) を用いた。また、バランスとして次の式で計算される Shannon evenness を用いた。

$$-\sum_i p_i \ln p_i / \ln N \quad (1)$$

上記の式は研究チームの専門分野が単一の分野から構成されている場合に0となり、全ての専門分野が同じ重みで構成されている場合に1となる。

本報告では差異の指標として、研究チームに数学または計算機科学を専門とする研究者が含まれているか否かを用いた。

- 数学を専門とする研究者の関与
- 計算機科学を専門とする研究者の関与

これら2つの説明変数はダミー変数であり、研究チームに数学または計算機科学を専門とする研究者が含まれている場合に1、含まれていない場合に0とした。

研究チームの学際性については、被引用数に正および負のいずれの影響も与える可能性がある。異なる分野の知の結合という観点からは、新たな知識生産に寄与することが考えられる。他方で、複数の専門分野から構成される研究チームにおいては、研究のマネジメントが困難となる可能性もある。また、既存の分野と比べて、学際的な研究分野は、被引用数などの指標で不利になるとの先行研究もある (Rafols et al, 2012)。

5-2 推定方法

被説明変数を調査対象論文への2009年末時点の被引用数として、負の二項分布 (NB) 回帰モデルを用いて分析を行った。なお、推定の際には、著者数、研究プロジェクトで用いた研究開発資金、研究の着想から論文の出版までの期間、分野、論文出版から2009年までのタイムラグの

影響を制御した。

また、国際共著論文は、被引用数が高くなる傾向になることが示されていることから、共著の形態の影響についても制御を行った。

5-3 推定結果

日本についての推定結果を表1(a)に、米国についての推定結果を表1(b)に示す。

まず、ポストドクターの筆頭著者としての関与に注目すると、日本および米国ともに臨床医学において回帰係数が正で統計的に有意となった。また、日本については、物理科学&工学においても正で統計的に有意な回帰係数が得られた。

学生の筆頭著者としての関与については、生命科学において、日本および米国の両方で、負かつ統計的に有意な回帰係数が得られている。米国では、臨床医学においても負で統計的に有意な回帰係数が得られた。

また、研究チームの学際性に注目すると、日本についてはいずれの分野、いずれの説明変数についても、有意な結果は得られなかった。米国については、物理科学&工学において、計算機科学を専門とする研究者の関与について、正で統計的に有意な係数が得られた。また、臨床医学においては、数学を専門とする研究者の関与について、正で統計的に有意な係数が得られた。

他の説明変数に注目すると、とくに日本では国際共著のダミー変数の係数が、いずれの分野においても、正で統計的に有意な値となった。

著者数および研究プロジェクトで用いた研究開発費については日本および米国ともに正で統計的に有意な係数が、研究の着想から論文の出版までの期間については負の係数が得られた。研究の着想から論文の出版までの期間と被引用数の関係については、科学研究におけるプライオリティの重要性と整合的な結果と言える。

6. まとめ

本報告では、研究チームの構成と科学における知識生産の関連に注目し、日本と米国の研究チームの構成の違い、研究チームの構成が論文の被引用数に及ぼす影響について分析を行った。

記述統計からは、日本および米国ともに物理科学&工学、生命科学では、若手研究者の筆頭著者としての関与は、著者全体のそれと比べて上昇することが明らかになった。とくにポストドクターについては、高被引用度論文に筆頭著者として関与する割合が高くなっている。これらの結果は、若手研究者が科学における知識生産に大きく関与していることを示した結果と言える。

研究チームの学際性については、特に数学や計算機科学を専門とする研究者のかかわり方に、日本と米国で大きな違いがあることが確認された。とくに日本では臨床医学と数学や計算機科学の専門家が共同している研究チームはほとんど見られないが、米国では両者が共同している研究チームが多くみられた。

研究チームの構成と論文の被引用数の関連性に注目すると、臨床医学においてはポストドクターの筆頭著者としての参画と被引用数が正の相関をもつことが示された。また、生命科学においては学生の筆頭著者としての参画が被引用数と負の相関をもつことが明らかになった。この理由として、生命科学の研究の方が、研究室のヒエラルキーが強力なため(Stephan, 2012)、注目を浴びる論文の筆頭著者になるまでにより経験が必要なことなどが考えられる。

また、米国の臨床医学においては、数学を専門とする研究者の参画と論文の被引用数が正の相関を持つ。これらの論文の内容をみると、多くが治験にかかわる論文であった。このことから、数学を専門とする研究者とは主に統計の専門家であると考えられる。米国の研究チームに統計の専門家が関与している理由の一因として、米国には世界的な製薬会社が多く、国際的な治験を多く実施していることが考えられる。国際的な治験においては、試験デザインが重要であることから、我が国においても国際的な視野に立ち開発計画の立案と試験計画に参画できる統計家の育成が望まれている(山岡, 2011)。

本報告では、若手研究者の関与と研究チームの学際性に注目したが、ここで得られた結果を見た範囲でも、科学研究においては、研究チームをどのように構成し、どのようにマネジメントするかが、従来にも増して重要になっているといえる。

ここで紹介したのは、初歩的な分析結果であり、今後、さらなる分析を進めることで、研究チームの構成と科学における知識生産の関係の理解を深めていく予定である。

参考文献

- Adams, J.D., Black, G.C., Clemmons, J.R. & Stephan, P.E. (2005). Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from U.S. universities, 1981–1999, *Research Policy*, 34, 259-285.
- Black, G. & Stephan, P.E. (2010). The Economics of University Science and the Role of Foreign Graduate

Students and Postdoctoral Scholars. In Charles T. Clotfelter (Eds.), *American Universities in a Global Market* (pp. 129-161). Chicago: University of Chicago Press

- 細坪護挙, 伊藤裕子 & 桑原輝隆 (2006). 忘れられた科学 - 数学 ~主要国の数学研究を取り巻く状況及び我が国の科学における数学の必要性~. 科学技術政策研究所 Policy Study No. 12
- 長岡貞男, 伊神正貫, 江藤学 & 伊地知寛博 (2010). Knowledge Creation Process in Science: Basic findings from a large-scale survey of researchers in Japan. *IIR Working Paper*, WP#10-08
- 長岡貞男, 伊神正貫, John P. Walsh & 伊地知寛博 (2011). Knowledge Creation Process in Science: Key Comparative Findings from the Hitotsubashi-NISTEP-Georgia Tech Scientists' Survey in Japan and the US. *IIR Working Paper*, WP#11-09
- 科学技術政策研究所 (2012). 科学技術指標 2012. 科学技術政策研究所 調査資料-214
- Lariviere, V. (2010). On the shoulders of students? A bibliometric study of PhD students' contribution to the advancement of knowledge, *Abstracts of 11th International Conference on Science and Technology Indicators* (pp. 155-157).
- Rafols, I., Leydesdorff, L., O'Hare, A., Nightingale, P., Stirling, A. (2012) How journal rankings can suppress interdisciplinary research. A comparison between Innovation Studies and Business & Management. arXiv:1105.1227
- 阪彩香, 伊神正貫 & 桑原輝隆(2010). サイエンスマップ 2008. 科学技術政策研究所 NISTEP REPORT No.139.
- Stephan, P.E. (2012) *How Economics Shapes Science*. Harvard University Press
- Stirling, A. (2007). A general framework for analysing diversity in science, technology and society. *Journal of the Royal Society Interface*, 4, 707–719.
- 山岡和枝 (2011). 臨床試験・治験の最近の動向. 保健医療科学, 60, 1-2.
- Wuchty, S., Jones, B. & Uzzi, B. (2007). The increasing dominance of teams in the production of knowledge. *Science*, 316, 1030–1036.

表 1 試行的な推定結果(被引用数が被説明変数)

(a) 日本

日本	被説明変数: 2009年末の被引用数	物理学&工学 b/t	生命科学 b/t	臨床医学 b/t	自然科学 b/t
若手研究者の関与	若手研究者以外が筆頭著者(dummy)	-	-	-	-
	ポストドクターが筆頭著者(dummy)	0.6 [2.58]**	-0.09 [-0.47]	0.53 [2.03]*	0.53 [3.89]***
	学生が筆頭著者(dummy)	0.18 [0.95]	-0.32 [-1.85]+	-0.11 [-0.44]	0.03 [0.21]
学際性	バラエティ	0.33 [1.61]	-0.01 [-0.02]	0.32 [0.93]	0.16 [0.94]
	バランス	-0.8 [-1.52]	0 [0.00]	-0.41 [-0.53]	-0.5 [-1.09]
	数学が専門分野の研究者の関与(dummy)	0.27 [0.48]	-0.14 [-0.22]	-0.59 [-1.16]	0.3 [0.71]
	計算機科学が専門分野の研究者の関与(dummy)	0.37 [1.16]	0.26 [0.46]	0.21 [0.30]	0.26 [1.06]
	国内共著(dummy)	-	-	-	-
国際化	海外生誕の研究者を含んだ国内共著(dummy)	0.12 [0.48]	0.22 [0.77]	-0.25 [-0.81]	0.03 [0.18]
	国際共著(dummy)	0.44 [3.15]**	0.46 [2.57]*	0.53 [2.53]*	0.38 [3.88]***
	著者数(log)	0.06 [0.49]	0.85 [6.07]***	1.2 [6.11]***	0.45 [4.82]***
研究プロジェクトのサイズ	研究プロジェクトに用いた研究開発費 + 1 (log)	0.13 [4.33]***	0.31 [8.67]***	0.13 [2.52]*	0.13 [4.62]***
	論文出版までの期間 + 1 (log)	-0.6 [-4.87]***	-0.56 [-4.06]***	-0.44 [-2.26]*	-0.45 [-4.49]***
分野		YES	YES	NO	YES
論文出版から2009年までのタイムラグ		YES	YES	YES	YES
定数項		0.08 [0.16]	-2.14 [-2.64]**	-1.17 [-1.19]	-0.2 [-0.50]
Chi-squared		209.01***	219.32***	354.51***	386.18***
Log-likelihood		-2346.3	-1387.44	-761.56	-4555.59
Pseudo-R2		0.03	0.06	0.06	0.03
N		561	317	167	1045

+ p<0.1, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

(b) 米国

米国	被説明変数: 2009年末の被引用数	物理学&工学 b/t	生命科学 b/t	臨床医学 b/t	自然科学 b/t
若手研究者の関与	若手研究者以外が筆頭著者(dummy)	-	-	-	-
	ポストドクターが筆頭著者(dummy)	0.12 [0.59]	-0.09 [-0.46]	0.7 [2.84]**	0.18 [1.40]
	学生が筆頭著者(dummy)	0.29 [1.47]	-0.53 [-2.75]**	-0.97 [-3.13]**	0.03 [0.21]
学際性	バラエティ	-0.14 [-0.62]	-0.35 [-1.38]	-0.14 [-0.63]	-0.11 [-0.69]
	バランス	0.15 [0.26]	0.9 [1.36]	-0.07 [-0.10]	0.06 [0.17]
	数学が専門分野の研究者の関与(dummy)	-0.04 [-0.13]	0.03 [0.08]	0.86 [2.40]*	0.59 [2.57]*
	計算機科学が専門分野の研究者の関与(dummy)	0.91 [2.94]**	-0.28 [-0.50]	-0.05 [-0.10]	0.74 [2.64]**
	国内共著(dummy)	-	-	-	-
国際化	海外生誕の研究者を含んだ国内共著(dummy)	0.06 [0.23]	0.18 [0.87]	0.29 [1.08]	0.14 [0.88]
	国際共著(dummy)	-0.03 [-0.12]	0.07 [0.29]	0.53 [1.64]	0.13 [0.71]
	著者数(log)	0.45 [3.02]**	0.58 [3.69]***	0.79 [4.56]***	0.58 [5.75]***
研究プロジェクトのサイズ	研究プロジェクトに用いた研究開発費 + 1 (log)	0.2 [3.86]***	0.18 [3.35]***	0.1 [2.02]*	0.17 [4.67]***
	論文出版までの期間 + 1 (log)	-0.61 [-4.03]***	-0.76 [-4.15]***	0.06 [0.22]	-0.45 [-3.66]***
分野		YES	YES	NO	YES
論文出版から2009年までのタイムラグ		YES	YES	YES	YES
定数項		-0.5 [-0.67]	0.44 [0.57]	-1.83 [-2.74]**	-0.56 [-1.06]
Chi-squared		161.61***	116.53***	207.31***	310.71***
Log-likelihood		-1680.73	-1004.19	-817.09	-3539.56
Pseudo-R2		0.04	0.05	0.05	0.04
N		357	208	164	729

+ p<0.1, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

注 1: 科学者サーベイで、回答者の対象論文投稿時の所属が大学等であり、著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされたデータを用いて推定を行った。