

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月11日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2009～2012

課題番号：21243020

研究課題名（和文）サイエンスにおける知識生産プロセスとイノベーション創出の研究

研究課題名（英文）Research Project on the Knowledge Creation Process in Science and the Creation of Innovation

研究代表者

長岡 貞男 (NAGAOKA SADAŌ)

一橋大学・大学院商学研究科・教授

研究者番号：00255952

研究成果の概要（和文）：

日米の科学者を対象として「サイエンスにおける知識生産プロセス」にかかる大規模質問表調査（世界初の調査）を成功裏に実施し（2001年から2006年の論文対象。日米でそれぞれ2100人、2300人から回収）、パスツールの象限研究の重要性と成果、研究チームにおける若手研究者の役割、研究チームの国際化の原因と効果、研究とマネジメントの分離によるトレードオフ効果、プライオリティー競争の認識とその効果、等多くの新規の知見を得た。

研究成果の概要（英文）：

The project successfully completed the first large scale survey over the Japanese and US scientists on “Knowledge creation process in science” (2100 responses from Japan and 2300 responses in the US, focusing 2001-2006 published papers). Exploiting this, the research yielded new findings and insights on the importance and the effect of the research at Pasteur quadrant, the role of young scholars in team based research, the source and effect of internationalization of research team, the tradeoff involved in the separation of management and research, and the ex-ante recognition by the scientists of priority competition and its effect, and all the others.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	10,700,000	3,210,000	13,910,000
2010年度	9,600,000	2,880,000	12,480,000
2011年度	6,400,000	1,920,000	8,320,000
2012年度	6,400,000	1,920,000	8,320,000
総計	33,100,000	9,930,000	43,030,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・応用経済学

キーワード：科学・知識生産プロセス・セレンディピティー・パスツールの象限・科学的発見の商業化・研究チーム・国際共同研究 研究資金・競争

### 1. 研究開始当初の背景

日本では科学の国際競争力を高め、それを基盤としたイノベーション創出を強化することが重要な課題となっている。しかしながら、サイエンスの知識生産の過程とその生産性

やそのイノベーション創出への過程については、米国を中心として多くの事例研究を中心とした研究はあるものの、プライオリティー競争（最初の発見者であることを学会で確立することを目指した競争）、不確実性、

パスツールの象限研究など研究の目的類型別の頻度、知識ベース、研究チームの構成等を定量的に把握し、研究成果との関係で包括的な分析をした研究は存在しない。

## 2. 研究の目的

本研究では、日米の科学者を対象とした大規模な質問票調査を行い、サイエンスにおける知識生産プロセスとそのイノベーション創出過程を特徴付ける客観データを得、対象論文等の書誌データとも接合し、これに基づいて、サイエンスにおける知識生産プロセスとイノベーション創出のメカニズムについて研究を行うと共に、日本のサイエンスの国際競争力とそのイノベーション創出力を高めるための含意を得ることを目的とする。

## 3. 研究の方法

サイエンスにおける知識生産プロセスとイノベーション創出についての包括的な質問票調査を設計し、大学などの研究者の協力を得てプレテストを行ってこれを完成した。同時に科学論文データベース(トムソン・ロイター社の Web of Science)から 2001 年から 2006 年にデータベースに登録された論文をランダムに抽出し、調査対象論文の連絡著者の所属情報を調査し、調査依頼対象科学者のリストを作成した。論文抽出に当たっては、高被引用度論文(被引用度において上位 1%)の論文とそれ以外を階層化し、また 22 の科学分野ごとに階層化した。この結果、日米とも約 3000 の高被引用度論文と約 7000 の通常論文が調査対象となった。

これに基づいて、日本では 2009 年から 2010 年、米国では 2010 年から 2011 年にかけてそれぞれ約 4 ヶ月をかけて調査を実施した。その結果、日本では約 2100 の回収、米国では約 2300 の回答を得た。回収率は日本で 27%、米国で 26%であり、回答に時間がかかる質問票であったことを考慮すると高い水準であった。回収データを集計するとともに、計量経済学的方法で分析をした。

調査・研究は一橋大学イノベーション研究センター、文部科学省科学技術政策研究所、及びジョージア工科大学(ジョン・オルシュ教授)との協力でいった。

## 4. 研究成果

### (1) パスツールの象限研究の重要性とその成果

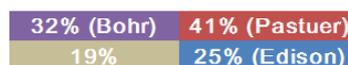
科学研究はその目的によって三つの区分に分けられる。現象の本源的な理解を求めることを目的としているボーアの象限研究、現実世界の具体的な問題解決を目的としているエディソンの象限研究、両方を目的としているパスツールの象限研究である。こうした各象限の研究がどの程度重要であり、また研

究成果をもたらしているかにつき、以下の知見が得られた。

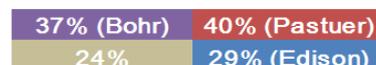
- ① 高被引用度論文をもたらした研究では、ボーアの象限が 45%(米国は 46%、以下同様)、エディソンの象限研究が 15%(11%)、パスツールの象限研究が 15%(33%)であった。
- ② パスツールの象限研究からの研究は、以下の図に見るように日米ともトップ 1%論文になる確率が最も高い。

#### Research performance: incidence of top 1% paper in the sample

##### US



##### Japan



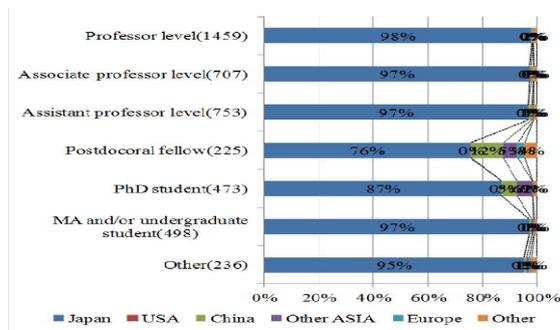
- ③ パスツールの象限研究は、ミッション志向の機関がファンドしている可能性が高く、平均的にはより多くの研究資源を利用していることが、その一つの原因であるが、著者の数や研究資金の大きさをコントロールしても、米国ではボーアの象限の研究と有意な差は無い(日本では、ボーアの象限の方が被引用度件数は高い)。
- ④ 次に特許出願やライセンスの実績については、パスツールの象限研究はエディソンの象限研究と比較して低くなく、ボーアの象限の研究よりも高い。
- ⑤ パスツールの象限研究のパフォーマンスがこのように高い理由として、産学連携による知識融合が一つの可能性であるが、それを支持する結果は得られなかった。研究リーダーの能力、2つの評価基準を満たしていることによるセレクション効果などが原因の候補であるが、更に研究を深めることが必要である。

### (2) 研究チームにおける若手研究者の役割

ポストドクは、例えば Science に掲載されている米国論文において、筆頭著者の 42%を占めるなど、科学の研究に大きく貢献していることが指摘されている。本研究では、若手研究者の研究への貢献を具体的に明らかにしている。

- ① 執筆者の順番が研究への貢献順である場合に限定しても、ポストドクが筆頭著者になる割合は高被引用度論文でより高い。例えば、ライフサイエンスの分野では、日本では通常論文で 11%、高被引用度論文で 32%、米国ではそれぞれが 27%と 51%

- であった。
- ② どのような場合に若手研究者が研究チームに参画するのかであるが、新しい分野、研究のスピードが重要視される分野、そして先端的な施設の活用が重要な分野では、若手研究者の貢献が大きいと予想される。統計的な検証を行ったところ、日本のデータでも米国のデータでもこのような仮説が支持された。
  - ③ またこれに加えて、日米とも外国が生誕国である学者が参加している、あるいは外国の機関との共同研究である場合に、ポストドクが筆頭著者となり易いことも明らかになった。これは、以下の図が示すように、ポストドクは研究者の中でも最も国際的な移動性が高く、国際的に研究チームを構成することで優秀な研究者の参加を確保できるからであると考えられる。



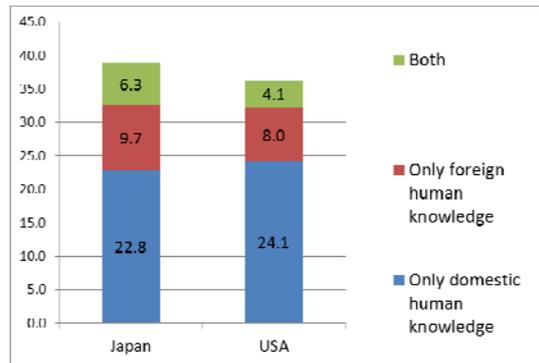
### (3) 研究チームの国際化の原因と効果

次に、研究チームの国際化(以下では国内と海外の研究機関に所属する研究者による共同研究)についても分析を行った。研究におけるチームワークが重要となっており、中でも複数の大学など研究機関をまたがるチームが重要になっていることが指摘されてきているが、本研究では研究を、単独組織の研究、国内複数組織にまたがる研究、そして国際的な組織間の協力を類型化して、分析を行い、以下の知見を得た。

- ① 各類型の研究の分布を通常論文と高被引用度論文で比較すると、後者の論文群で内外の組織にまたがる研究の比率が日米とも高い。日本では23%が41%に上昇し、米国では25%が34%に上昇する。
- ② 複数組織にチームを拡大することは、チームをより大きな研究者のプールから選択することを可能とすること、それに伴って活用し、また融合する知識の範囲が拡大すること、また基礎的な研究に国際的な資源を集めやすくなることによって研究の範囲とパフォーマンスを高めることができるが、反面、国際的な研究調整のコストが拡大する。本研究では、以下のように、こうしたモデルの含意を確認した。

- ③ 先ず、国際研究チームによって、外国の研究者に体化された知識が研究プロジェクトの着想に活用され、また国内の研究者の知識と融合されることが今回のサーベイの結果、明確となった。以下の図は、日本の大学の研究者と米国の大学の研究プロジェクトの着想において、外国の研究者に体化されている知識が非常に重要であった頻度を示している。日本のプロジェクトの着想の約10%、米国では8%の頻度で、外国研究者に体化されていた知識のみが非常に重要であり、日米それぞれ6%と4%では、外国と国内の研究者の知識が共にプロジェクトの着想に非常に重要であった。他方で、国内の研究者の知識のみが非常に重要であったのは、日米それぞれのプロジェクトの23%と24%であり、日本において外国研究者の知識はより重要である。

図 着想に非常に重要な知識源であった頻度(%, 国内研究者と外国研究者)



- ④ 次に、研究プロジェクトの調整コストは固定的なコストの性格が強い場合、複数組織の優位性が発揮されやすい大きなチームほど、複数の組織、特に内外の組織にまたがる研究になりやすいことが予想される。チーム規模の拡大によって当初は国内組織間の協力の割合が拡大し、次に内外の組織にまたがる研究内外の組織にまたがる研究チームの割合が拡大するので、この予想を支持される。
- ⑤ 第三に、現象の本源的な理解を求める基礎的な研究は、国際的な研究の公共財としての性格があり、研究資源確保の上で、国際共同研究に優位性があると予想される。現象の本源的な理解を求めることのみが非常に重要な目的であるボーアの象限の研究のシェアは、国際共同研究で最も高いことが確認された(日米とも国際共同研究のシェアの5割強がボーアの象限の研究であり、国内の共同研究の場合は日米とも約3分の1)。
- ⑥ 最後に、分野間の学際的な共同の場合に

は、加えて同時に国際的な共同研究とすることの研究の調整コストが大きくなること、他方で個別分野からリクルートされる研究者の数が少ないために、国際研究とすることで各分野の研究者のプールが大きくなることの優位性が小さいことから、チームの規模をコントロールすると、学際的な研究では国際研究は少ないと予想される。また、海外での研究経験は、国際的な共同研究の機会を発掘し、また調整コストを下げる上で重要であると考えられる。こうした予想も支持された。

#### (4) 研究とマネジメントの分離に伴うトレードオフ

このように研究ではチームが重要となっているが、その含意の一つはチームの経営が重要になっているということである。このことは、研究のプロジェクト・リーダーがマネジメントにより専念した方が良いか、それとも経営と研究の両方を担った方が良いかという問題を提起する。

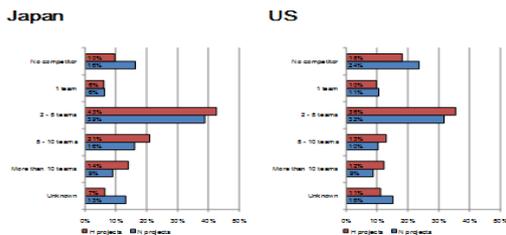
この点については、以下のトレードオフがあることが明らかとなった。すなわち、経営と研究を分離した方が、研究プロジェクトから得られる論文の数は大きくなる。他方で経営と研究が統合された場合の方が、セレンディピティーを追求しやすくなり、研究の質は高くなる。

#### (5) プライオリティー競争の認識とその効果

次に、プライオリティー競争が科学研究をどの程度ドライブしているのかについて分析を行い、以下の知見が得られた。

- ① 日米のかなりの多くの研究者は研究を開始する段階で競争を認識しており、その割合は上位1%論文の方が高い（以下の図を参照）。
- ② プライオリティーを失う危惧は、プロジェクトが公的な知識によるものである場合と若手研究者でより高い。
- ③ 研究開始から論文投稿までの期間は、プライオリティーを失う危惧が高いほど、また若手研究者ほど短い傾向にあり、競争は研究を加速化する重要な動機として機能している。

Number of potential foreign competitors recognized ex-ante (at the stage of project initiation)



Note 1: The upper figure is for the H1 projects and the lower figure is for the H2 projects.  
 Note 2: The weighted result of natural science.

#### (6) その他の重要な知見

この他、本研究では、日米における科学研究における知識生産とイノベーション創出過程における基礎的な知見として、以下を得た。

- ① 研究には大きな不確実性が伴う。主たる研究成果も研究過程も当初の予想通りであった確率は1割強に過ぎない(米国で14%、日本で11%)
- ② 日米とも科学者はしばしば当初提起していなかった問題への解答を見つけている(Serendipity)。その割合は高被引用度論文でより多い。
- ③ 研究の着想に最も重要であった知識源は日米とも文献である。これに続いて組織の同僚、客員研究員、ポスドク等も重要性が高い。知識源の所在は、どのカテゴリーでも米国の研究者では国内である割合が高いが、日本の研究者の場合は、研究者や施設に体化されているもの以外は海外が多い。
- ④ 挑戦的な研究目標の設定、チーム内の情報共有と議論、研究の分業とアウトソース、施設の改善、研究者コミュニティの開発など研究プロジェクトを積極的に経営する頻度は、高被引用度論文でより高い。
- ⑤ 研究の着想から実施まで日米とも1年からそれ以内である。プロジェクトを開始してから調査対象論文を投稿するまでの期間の長さは高被引用度論文の方が短い。
- ⑥ 米国の研究者の方が、研究ツールのデータベースやインターネットを利用した遠隔地の研究者をより活用している。
- ⑦ 日本では内部資金と外部資金の組み合わせでプロジェクトが実施されている場合が多いが、米国では外部資金のみのプロジェクトの方が多い。
- ⑧ 米国では、ミッション志向のファンディング機関が研究プロジェクトのかなり大きなシェアを占めている(高被引用度論文をもたらした論文の43%、全体の50%)。産業資金が占める割合は日米とも1割弱である。
- ⑨ 高被引用度論文をもたらした研究の方が商業化される可能性は、日米とも高い。
- ⑩ 特許のライセンス・譲渡の大半(7割から8割)は、ノウハウ供与が同時に行われている。
- ⑪ スタートアップにつながる研究は日米とも高被引用度論文をもたらした研究でも割合が小さい(米国で4%、日本で約2%、ただし米国の方が、プロジェクトとして想定されている範囲が狭く、研究の人月や論文数で約3分の1であるので、これを勘案すると日米で6:1となる)。

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① Sadao Nagaoka, Igami Masatsura and John P. Walsh, International Collaborations in Science, Why and How: Evidence from Scientists' Survey in the US and Japan, IIR ワーキングペーパー、査読無、Forthcoming、2013、pp. 未定
- ② Murayama Kota, Nirei Makoto and Shimizu Hiroshi, Management of Science, Serendipity, and Research Performance: Evidence from Scientists' Survey, IIR ワーキングペーパー、査読無、13-13、2013、pp. 1-26、<http://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/handle/10086/25672>
- ③ Igami Masatsura, Sadao Nagaoka, and John P. Walsh, Contributions of Young Scholars in Team-based Scientific Research, IIR ワーキングペーパー、査読無、13-02、2013、pp. 1-33、<http://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/handle/10086/25528>
- ④ Igami Masatsura, Sadao Nagaoka, and John P. Walsh, Impact of Research Team Characteristics on Knowledge Creation in Science: Descriptive Statistics from Hitotsubashi-NISTEP-Georgia Tech Scientists' Survey, Proceedings of 17th International Conference on Science and Technology Indicators、査読有、1、2012、pp. 415-428
- ⑤ Nagaoka Sadao, Masatsura Igami, John P. Walsh, Tomohiro Ijichi, Knowledge Creation Process in Science: Key Comparative Findings from the Hitotsubashi-NISTEP-Georgia Tech Scientists' Survey in Japan and the US, IIR Working Paper、査読無、11-09、2011、pp. 1-103、<http://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/handle/10086/19402>
- ⑥ Nagaoka Sadao, Masatsura Igami, Manabu Eto, Tomohiro Ijichi, Knowledge Creation Process in Science: Basic Findings from a Large-scale Survey of Researchers in Japan, IIR Working Paper、10-08、査読無、2010、pp. 1-130、<http://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/handle/10086/18788>

[学会発表] (計 27 件)

以下では招待講演を中心に、主要なものを記述する。

- ① Nagaoka Sadao, Understanding Innovation Process: Implications for Policy, Past, Present and Future of Science, Technology and Innovation Policy Research (招待講演)、2012年12月14日、政策研究大学院大学
- ② Nagaoka Sadao, Discovery Process in Science: Findings from the US and Japan Scientists Survey、Third Asia-Pacific Innovation Conference (招待講演)、2012年10月13日、ソウル国立大学、韓国
- ③ Shimizu Hiroshi、Management of Science, Serendipity, and Research Performance: Evidence from Scientists' Survey in the US and Japan, the 13th International Schumpeter Society Conference、2012年7月4日、The University of Queensland at the St Lucia Campus, Australia
- ④ Walsh P. John, The Role of Young Scholars in Scientific Research: A Comparison of the US and Japan, EUSPRI Conference on "Path-breaking Innovation. Understanding, Managing and Providing Support for Continuous Radical Change in Science and Innovation" (招待講演)、2012年6月28日、Department of Management, Economics and Industrial Engineering, Politecnico di Milano - Campus Bovisa, Italy
- ⑤ Nagaoka Sadao, International Collaborations in Science, Why and How: Evidence from Scientists' Survey in the US and Japan, EUSPRI Conference on "Path-breaking Innovation. Understanding, Managing and Providing Support for Continuous Radical Change in Science and Innovation"、(招待講演)、2012年6月28日、Department of Management, Economics and Industrial Engineering, Politecnico di Milano - Campus Bovisa, Italy
- ⑥ Nagaoka Sadao, Measuring Knowledge Flow and Collaboration for Scientific Discovery: Evidence from a Large Scale Scientists' Survey in Japan and the

US、OECD-KNOWINNO Workshop on  
“Measuring the Use and Impact of  
Knowledge Exchange Mechanisms” (招待  
講演)、2011年11月15日、Madison  
Building、USPTO Headquarters、USA

- ⑦ Igami Masatsura、Knowledge Creation  
Process in Science: Basic Findings  
from a Large-scale Survey of  
Researchers in Japan、4th  
BRICK-DIME-STRIKE Workshop “The  
Organization, Economics and Policy of  
Scientific Research” (招待講演)、2011  
年2月19日、University of  
Torino-Collegio Carlo Alberto、Torino、  
Italy

[その他]  
ホームページ等

一橋大学イノベーション研究センターのホ  
ムページ:

[http://www.iir.hit-u.ac.jp/iir-w3/index.  
html](http://www.iir.hit-u.ac.jp/iir-w3/index.html)

産学連携によるイノベーション過程の研究プ  
ログラムのホームページ:

[http://hitotsubashisgk.blogspot.jp/2011  
/12/gaiyo.html](http://hitotsubashisgk.blogspot.jp/2011/12/gaiyo.html)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

長岡 貞男 (NAGAOKA SADAŌ)  
一橋大学・大学院商学研究科・教授  
研究者番号: 00255952

### (2) 研究分担者

伊地知 寛博 (IJICHI TOMOHIRO)  
成城大学・社会イノベーション学部・教授  
研究者番号: 40344072

大湾 秀雄 (OWAN HIDEO)  
東京大学・社会科学研究所・教授  
研究者番号: 60433702

楡井 誠 (NIREI MAKOTO)  
一橋大学・大学院商学研究科・准教授  
研究者番号: 60530079

伊神 正貫 (IGAMI MASATSURA)  
一橋大学・大学院商学研究科・准教授  
研究者番号: 70371002

清水 洋 (SHIMIZU HIROSHI)  
一橋大学・大学院商学研究科・准教授  
研究者番号: 90530080

### (3) 連携研究者

ジョン・オルシュ (JOHN WALSH)  
ジョージア工科大学・教授 (Professor,  
School of Public Policy, Georgia  
Institute of Technology)

江藤 学 (ETO MANABU)  
独立行政法人日本貿易振興機構 ジュ  
ネーブ事務所長