

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22500238

研究課題名(和文)共著論文の計量分析から見る研究者の国際ネットワーク

研究課題名(英文)Empirical analysis on factors associated with international scientific collaboration

研究代表者

加藤 真紀(KATO, Maki)

横浜国立大学・研究推進機構・特任教員(講師)

研究者番号：80517590

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：研究活動の国際化が進む中で、国際共著論文の国の組み合わせに関係する要因や、その質の高さに影響する要因は、十分に解明されていない。そこで本研究は論文のメタ情報を用いた計量的分析によりこれら課題の解明を試みた。この結果、NatureとScienceに発表された論文の分析からは、国際共著に参加した2ヶ国共に研究開発投資が多く、留学生の交流が多く、EUに加盟している国間での国際共著論文の多さが示された。化学論文のデータベースを用いた分析からは、国際共著論文数が多い研究者は、そうでない研究者よりも研究パフォーマンス(論文の数と平均被引用数)が高いことが示された。このような傾向は日米英中で共通だった。

研究成果の概要(英文)：Under internationalization of research activities, two major themes have still not been investigated: factors related to international co-authorship and the reasons behind the higher citation rates of internationally-collaborated articles. Therefore, this study examines those two themes by empirical analysis using meta-information of academic papers. One of the results gained from analysis on papers published in the past 20 years in Nature and Science using a count data regression model indicated several factors that have a positive relationship with the production of academic papers: investment on R&D and the number of researchers, the number of international students, and European Union membership. Analysis using a database of papers in the field of chemistry showed positive correlations between research performance (number of papers and their times cited) and the degree of international collaboration.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・図書館情報学・人文社会情報学

キーワード：国際共著 国際移動 研究ネットワーク 計量書誌学 知識創造

1. 研究開始当初の背景

これまでのところ、社会経済学的な視点から各国の論文生産を実証的に分析する研究は研究代表者が知る限り存在しない。本研究の目的は、従来、実態把握の域を出なかった途上国の論文生産を、研究者の国際ネットワークを中心にマクロ計量分析を通じて明らかにすることである。本研究の特色は、国際共著論文の相手先選択に国間の距離や留学生の移動など空間的分析を含めることや、研究開発と経済成長の因果関係の双方向性を分析することである。また本研究では、事例的な定性調査により、途上国研究者が国際誌に論文を発表するインセンティブや共著先選択等の研究実態を把握し、これらをマクロモデル作成に反映させ実証分析を試みる。

2. 研究の目的

近年、日本の研究力は相対的に低下している。その原因の1つとして、質が高い(平均被引用数が多い)とされる国際共著論文数の増加率の低さが指摘されている。しかし、国際共著を行う際の国の組み合わせに関係する要因や、国際共著論文の注目度の高さによってもたらされるのかは、十分に解明されていない。そこで本研究はトムソンロイター社より提供されている Web of Knowledge (WoK)から2種類のデータベースを作成し、これら課題の解明を計量的分析により試みた。

3. 研究の方法

以下に各分析の仮説とモデル、データ、推定法を示す。なお、仮説とモデルはデータの活用可能性による影響を受けている。

3.1 仮説とモデル

(1) 国際共著を行う際の国の組み合わせに関係する要因

仮説 1: 国単位の論文生産に、当該国の研究開発投資、研究者数、研究者間の競争や共同、公用語としての英語は影響を与えるのか

仮説 2: 国際共著論文の発表数に、参加国間の要因(研究開発投資、研究者数、留学生数、言語や距離の近さ、EU加盟)は影響を与えるのか

仮説 3: 研究者の国際移動には、移動先と移動元の要因(研究開発投資、研究者数、留学生数、言語の一致や距離、EU加盟)は影響を与えるのか

各仮説のモデル式は、以下の通りである。

仮説 1

$$\begin{aligned} \ln Paper_{(i,t)} &= \alpha_0 \\ &+ \alpha_1 \ln RFund_{(i,t)} \\ &+ \alpha_2 \ln RPeople_{(i,t)} + \alpha_3 \ln RExchange_{(i,t)} \\ &+ \alpha_4 \ln RComp_{(i,t)} + \alpha_5 Eng_{(i)} \\ &+ \varepsilon_{(i,t)} \end{aligned}$$

国  $i$  期間  $t$  の指標は次の通り。

$Paper_{(i,t)}$ : 論文数

$RFund_{(i,t)}$ : 研究開発投資  
 $RPeople_{(i,t)}$ : 研究者数  
 $RExchange_{(i,t)}$ : 留学生数  
 $RComp_{(i,t)}$ : 研究者に対する博士学生比率  
 $Eng_{(i)}$ : ダミー変数(英語=1, その他=0)  
 $\varepsilon_{(i,t)} \sim IN(0, \sigma^2)$

仮説 2

$$\begin{aligned} \ln ICPaper_{(i,j,t)} &= \beta_0 \\ &+ \beta_1 \ln(RFund_{(i,t)} \cdot RFund_{(j,t)}) \\ &+ \beta_2 \ln(RPeople_{(i,t)} \cdot RPeople_{(j,t)}) \\ &+ \beta_3 \ln IStud_{(i,j,t)} + \beta_4 Lang_{(i,j)} - \beta_5 \ln Dist_{(i,j)} \\ &+ \beta_6 EU_{(i,j,t-1)} + \varepsilon_{(i,j,t)} \end{aligned}$$

$ICPaper_{(i,j,t)}$ : 国際共著論文数

$IStud_{(i,j,t)}$ : 国  $i$  と国  $j$  間の留学生数

$Lang_{(i,j)}$ : ダミー変数(共通の公用語=1, その他=0)

$Dist_{(i,j)}$ : 国  $i$  と国  $j$  の首都間の距離

$EU_{(i,j,t)}$ : ダミー変数(国  $i$  と国  $j$  が共に EU 加盟=1, その他=0)

仮説 3

$$\begin{aligned} \ln Rmobile_{(i,j,t)} &= \gamma_0 \\ &+ \gamma_1 \ln \max\{RFund_{(j,t)} - RFund_{(i,t)}, 0\} \\ &+ \gamma_2 \ln \max\{RPeople_{(j,t)} - RPeople_{(i,t)}, 0\} \\ &+ \gamma_3 Lang_{(i,j)} - \gamma_4 \ln Dist_{(i,j)} + \gamma_5 EU_{(i,j,t)} \\ &+ \varepsilon_{(i,j,t)} \end{aligned}$$

$Rmobile_{(i,j,t)}$ : 国  $i$  から国  $j$  へ移動した研究者数

(2) 国際共著論文の注目度の高さを説明する要因

仮説 1: 研究者のパフォーマンスと国際共著論文の注目度の高さとの正の関係は Abramo et al. (2011)とは異なるデータセットを用いても確認されるのか

仮説 2: 研究者のパフォーマンスは国際共著論文の注目度の高さを完全に説明するのか(研究者のパフォーマンスを調整しても国際共著論文の注目度は1か国論文よりも高いのか)

仮説 3: 国際共著は研究者個人のパフォーマンスの向上と関係するのか(国際共著論文と1か国論文の両方を発表した研究者の1か国論文の注目度は1か国論文のみを発表した研究者の注目度よりも高いのか)

仮説 4: 国際移動を経験した研究者は経験していない研究者よりも研究パフォーマンスが高いのか。

各仮説のモデル式は、以下の通りである。

仮説 1:

$$ICI(P): f(x_j) = \alpha_0 + \alpha_1 P_j + \alpha_2 AQ_j$$

$$ICI(FP): f(x_j) = \beta_0 + \beta_1 FP_j + \beta_2 AQ_j$$

仮説 2:

$$ICR(P): f(x_j) = \gamma_0 + \gamma_1 P_j + \gamma_2 A Q_j$$

$$ICR(FP): f(x_j) = \delta_0 + \delta_1 F P_j + \delta_2 A Q_j$$

仮説 3: モデルは仮説 1 と同様だが、対象は 1 か国論文のみとする

仮説 4:

$$IMove(P): f(x_j) = \theta_0 + \theta_1 DICI_j + \theta_2 P_j + \theta_3 A Q_j$$

$$IMove(FP): f(x_j) = \mu_0 + \mu_1 DICI_j + \mu_2 F P_j + \mu_3 A Q_j$$

各変数の意味は以下の通りである。

パフォーマンス指標:

- Productivity (P): 主要著者としての論文数 (整数カウント)
- Fractional Productivity (FP): 主要著者としての論文数 (分数カウント)
- Average Quality (AQ): 平均被引用数 (出版年で調整)

国際指標:

- International Collaboration Intensity (ICI): 主要著者としての国際共著論文数 (整数カウント)
- International Collaboration Rate (ICR): 論文数に対する国際共著論文数の比率
- International Collaboration Amplitude (ICA): 国際共著をした国数

### 3.2 データ

主に 2 種類のデータベースを使用した。2 種類のデータベースのうち 1 つは、科学分野のトップクラス論文である Nature と Science に 1989 年から 2009 年までに発表された article で構成され、分析の対象となる論文数は 36,208 本となった。もう 1 つのデータベースは、英語論文を重視し国際共著率向上の可能性を残す分野として化学分野を選び、同分野の論文のうちインパクトファクターの高い 18 雑誌の 1985 年から 2005 年までに掲載された article を抽出した。分析対象論文数は 188,081 本、研究者数は 49,599 人である。

### 3.2 推定法

国際共著を行う際の国の組み合わせを分析する際は、カウントデータ回帰モデルを用いて推定を行った。国際共著の注目度を分析する際は、先に研究者のパフォーマンスによる影響を提唱した Abramo(2011)を基とし、基本的な分析手法は同論文に従った。また日本の状況を米国、英国、中国と比較した。

### 4. 研究成果

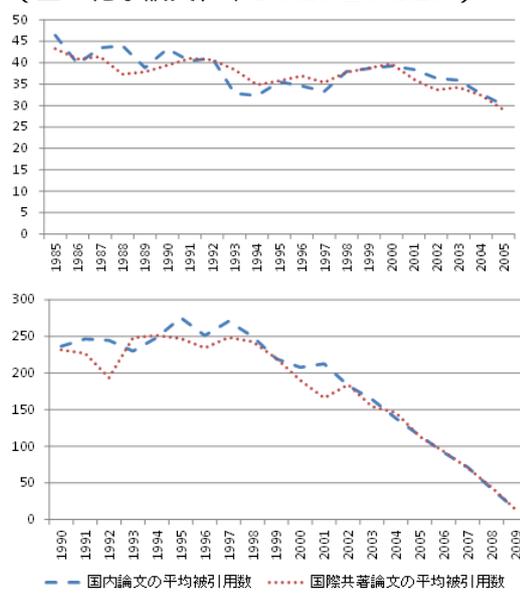
本研究によって示された主要な結果は以下のとおりである。

#### (1) 国際共著論文の注目度 (平均被引用数)

1ヶ国だけの著者によって書かれた化学論文 (国内論文) と国際共著によって書かれた

化学論文 (国際共著論文) の平均被引用数は殆ど変わらない。この傾向は Nature と Science でも同様である。

平均被引用数の推移  
(上: 化学論文、下 Nature と Science)



この結果は、研究の前提に疑問を呈する。すなわち、本研究は国際共著論文の注目度の高さに着目して開始されたものだからである。しかし逆に、既存研究によってもたらされた結果は論文の水準を考慮していない可能性も示唆される。すなわち国際的にトップクラスの論文誌は、国際共著の利点が作用しない状況が想像される。

一方で国による違いも示されている。日本、英国、中国の研究者が筆頭著者である化学論文においては、国際共著論文の平均被引用数の方が国内論文の平均被引用数よりも高い。米国では逆である。それ以上に米国のみが平均被引用数 (AQ) を大きく上回り、日本と英国は異なる状況も既存研究と異なり注目性に値する。

	All papers			Japan		
	Number of papers	Ratio	AQ	Number of papers	Ratio	AQ
Domestic Papers	155,613	82.74%	1.00	17,976	92.38%	0.95
International Papers	32,468	17.26%	0.99	1,482	7.62%	1.02
Total	188,081	100.00%	1.00	19,458	100.00%	0.95

	United Kingdom			United States		
	Number of papers	Ratio	AQ	Number of papers	Ratio	AQ
Domestic Papers	10,172	77.73%	0.86	60,348	90.04%	1.16
International Papers	2,914	22.27%	0.96	6,675	9.96%	1.14
Total	13,086	100.00%	0.88	67,023	100.00%	1.15

	China		
	Number of papers	Ratio	AQ
Domestic Papers	6,222	86.61%	1.16
International Papers	962	13.39%	1.24
Total	7,184	100.00%	1.17

#### (2) 国際共著論文を行う国の組み合わせに関係する要因

データ: Nature、Scienceの論文

2ヶ国共に研究開発投資が多く、留学生の交流が多く、EUに加盟している国間での国際共

著が多い。また情報技術や航空システムの発達にもかかわらず、これまで指摘されたように距離が遠い国間では国際共著は少ない。この傾向は化学論文のデータを用いても同様である。

国際移動先に移動元より多くの研究者がいる場合や、移動先と移動元の公用語が一致した場合や双方がEUに加盟している場合に、研究者の国際移動が多い。距離は影響しない。

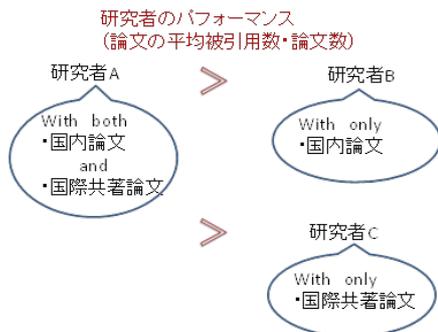
### (3) 国際共著論文の質の高さに関係する要因 データ：化学論文

国際共著論文数が多い研究者は、そうでない研究者よりも研究パフォーマンス（論文数や平均被引用数）が高い。例えば研究者単位のパフォーマンスと国際共著論文数や論文率の間の相関係数を見ると、いずれも正かつ1%有意水準の係数が示されている（以下表中色付け参照）。

	論文数 (整数カウント)	論文数 (分数カウント)	平均被引用数 (年で調整)	国際共著論文数	国際共著論文率	共著外国数
論文数 (整数カウント)	1	0.7896***	0.2246***	0.4170***	0.2553***	0.4745***
論文数 (分数カウント)		1	0.1340***	0.2439***	0.0835***	0.3439***
平均被引用数 (年で調整)			1	0.1273***	0.0840***	0.1854***
国際共著論文数				1	0.9574***	0.8079***
国際共著論文率					1	0.7549***
共著外国数						1

研究者数: 49,599; 有意水準: \*\*\*p < 0.01

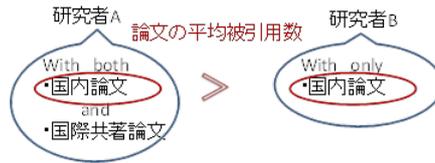
国際共著論文と国内論文の両方の論文を発表している研究者は、どちらか片方のみを発表している研究者と比較して、論文数が多く平均被引用数も10%以上高い。この結果は、単純に国際共著論文を発表した研究者のパフォーマンスが高いということではなく、国内外に研究者ネットワークを持つ、すなわち最も広いネットワークを持つ研究者のパフォーマンスが高いことを示唆している。



他方、国際共著論文と国内論文の両方を書いている著者の国際共著論文と国内論文の被引用数を比較したところ、国際共著論文の被引用数が多い。すなわち、国際共著論文の被引用数が多いのは、研究者のパフォーマンス以外の要因が影響を与えている可能性があると考えられる。



国際共著論文と国内論文の両方を発表している研究者の国内論文の平均被引用数は、国内論文のみを発表している研究者の論文の平均被引用数よりも高い。よって国際共著論文の発表は、研究者の能力および能力向上と関係する可能性がある。



国際移動をした研究者は、国際移動をしていない研究者よりも論文数が多く、国際共著も多いことも示された。

### (4) 日本の特徴

データ：化学論文

日本の研究者のうち国際共著論文と国内論文の両方を発表した研究者の研究パフォーマンスは、どちらかを発表していない研究者よりも10%以上高い。このような傾向は米国・英国・中国でも同様である。

研究者区分	数	割合	平均被引用数 (年で調整)
国内論文のみ	3,240	77.70%	0.79
国際共著論文のみ	189	4.53%	0.77
国内論文と国際論文の両方	741	17.77%	0.93
合計	4,170	100.00%	0.82

注意：平均被引用数は年で基準化されているため、1が平均を表し、1.1は平均より10%多いことを意味する。

日本の研究者うち、国際共著論文をより多く発表した研究者のパフォーマンスは、発表していない研究者よりも高い。以下表参照。このような傾向は米国・英国・中国でも同様である。

	論文数 (整数カウント)	論文数 (分数カウント)	平均被引用数 (年で調整)	国際共著論文数	国際共著論文率	共著外国数
論文数 (整数カウント)	1	0.8775***	0.2820***	0.4014***	0.3203***	0.5113***
論文数 (分数カウント)		1	0.2229***	0.3310***	0.2484***	0.4632***
平均被引用数 (年で調整)			1	0.11504***	0.1245***	0.2653***
国際共著論文数				1	0.9816***	0.7266***
国際共著論文率					1	0.6961***
共著外国数						1

研究者数: 4,170; 有意水準: \*\*\*p < 0.01

日本の研究者のうち国際移動をした研究者(2ヶ国以上で論文を発表している研究者)が国際共著と国内論文の両方を発表する割合は7割を超える。一方国際移動をしない研究者のうち、国内論文のみを発表する割合は8割を超える。このような傾向は米国・英国・中国でも同様である。

研究者の経験国数	国内論文のみ		国際共著論文のみ		国内論文と国際論文の両方		合計人数
	数	割合	数	割合	数	割合	
1	3,153	83.08%	174	4.58%	468	12.33%	3,795
2以上	87	23.20%	15	4.00%	273	72.80%	375

#### (5) 結論と今後の課題

世界的にトップクラスの学術誌である Nature と Science に発表された論文のうち国際共著論文を行った国の組み合わせをカウントデータ回帰モデルにより分析した。この結果、2ヶ国共に研究開発投資が多く、留学生の交流が多く、EU に加盟している国間での国際共著が多いことが示された。この傾向は化学論文のデータを用いても同様である。さらに国際移動先に移動元より多くの研究者がいる場合や、移動先と移動元の公用語が一致した場合や双方が EU に加盟している場合に、研究者の国際移動が多いことが分かった。これは、世界の研究をリードする国々は、さらに結びつきを深めていることを意味する。研究者が多い国はさらに研究者を増やし、研究成果を高めることが可能になる。研究開発における国間の乖離が示唆される。

化学分野の論文を用い研究者単位に分析を行った。この結果、研究者のパフォーマンスと国際共著論文数は正の関係を持つことが示された。これは世界的な傾向であり、日本も同様の結果を示した。しかし研究者のパフォーマンスのみが国際共著論文の注目度の高さを説明するわけではない。なぜなら研究者のパフォーマンスを調整した(国内論文と国際共著論文の両方を発表している研究者のみを対象にした)場合でも、国際共著論文の注目度の高さが示されたためである。しかしながら国際共著は研究者がよりパフォーマンスが高まってから増加する可能性も考えられる。そこで本結果は、今後、研究者のキャリアと併せて分析・検討する必要がある。

日本の国際共著率が低い背景を理解するためには、日本の研究者がどのように国際共著に関わるのか、研究資金や研究者の研究環境およびパフォーマンス等の研究者属性に着目した調査が求められる。

#### 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 10 件：うち査読有 3 件)

##### 【査読有】

1. 加藤真紀 (2013). 国際移動をする高度専門人材の滞在地選択：日本の博士留学生を事例とした実証分析. 国際開発研究, vol.22(1), pp.41-54
2. Maki KATO & Asao ANDO. (2013). The relationship between research performance and international collaboration in chemistry, *Scientometrics*, vol. 97(3) pp.535-553.
3. 加藤真紀. (2011). 学術論文の分析から見る途上国の研究活動. 国際開発研究 vol. 20(1), pp15-30

##### 【査読なし】

1. Maki KATO & Asao ANDO. (2013). Empirical analysis on factors associated

with international scientific collaboration, 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 Discussion Paper No. 95

2. 加藤真紀・鐘ヶ江靖史・茶山秀一. (2012). 博士課程修了者調査2011：我が国の博士課程における研究指導・教育に関する調査. 科学技術・学術政策研究所 調査資料. No.217
3. 鐘ヶ江靖史・加藤真紀・茶山秀一. (2012). 博士課程修了者の就職意識・活動に関する調査研究. 文部科学省科学技術政策研究所 調査資料. No.212
4. 加藤真紀・星越明日香・茶山秀一. (2012). 日本の大学教員の女性比率に関する分析. 文部科学省科学技術政策研究所 調査資料. No.209
5. 加藤真紀・鐘ヶ江靖史・茶山秀一. (2012). 我が国の博士課程修了者の大学院における修学と経済状況に関する調査研究. 文部科学省科学技術政策研究所 調査資料. No.206
6. 加藤真紀. (2011). 論文の被引用数から見る卓越した研究者のキャリアパスに関する国際比較. 文部科学省 科学技術政策研究所. Discussion Paper No. 78
7. Maki KATO and Hidekazu CHAYAMA. (2010). Analysis on Research Activities in Developing Countries and International Networking of Researchers. NISTEP

【学会発表】(計 10 件：うち国際学会 3 件)  
【国際学会】

1. Maki KATO and Asao ANDO. The relationship between cultural diversity and scientific knowledge creation: An empirical analysis. 53rd annual Western Regional Science Association meeting. San Diego (United States). Feb. 2014
2. Maki KATO. Analysis of the Ratio of Women in Science in Japan. 17th International Conference on Science and Technology Indicators. Montréal (Canada). Sept. 2012
3. Maki KATO and Asao ANDO. The relationship between research performance and international collaboration in chemistry. 2nd Asian Seminar in Regional Science. Kokura (Japan). Sept. 2012

##### 【国内学会】

1. 加藤真紀. 国際共著論文の被引用数が多い理由：研究者のパフォーマンスの高さとの関係：研究・技術計画学会 第 28 回年次学術大会 2013 年 11 月 2 日 -3 日
2. 加藤真紀. 国際移動をしたスター研究者と出身途上国との繋がり：出身国と国際共同研究をする誘因を中心として：国際開発学会第 24 回全国大会 大阪大学 2013 年 11 月 30 日-12 月 1 日
3. 加藤真紀. 高度専門人材の国際移動：日

本の博士留学生を事例として. 国際開発学会第 23 回全国大会 神戸大学 2012 年 12 月

4. 加藤真紀. 日本の大学教員に占める女性比率の推移. 研究・技術計画学会第 27 回年次学術大会. 同年次学術大会講演要旨集 pp118-121. 一橋大学. 2012 年 10 月
5. 加藤真紀. 日本の博士課程学生による論文生産. 研究・技術計画学会第 27 回年次学術大会. 同年次学術大会講演要旨集 pp397-400. 一橋大学. 2012 年 10 月
6. 加藤真紀. 途上国出身の高被引用研究者の国際移動と出身国との繋がり. 国際開発学会 第 22 回全国大会. 名古屋大学. 2011 年 11 月
7. 加藤真紀. 博士人材に聞く大学院過程の教育・研究・資金. 研究・技術計画学会 第 26 回年次学術大会 山口大学. 2011 年 10 月

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

加藤 真紀 (KATO, Maki)  
横浜国立大学・研究推進機構・特任教員(講師) 研究者番号：80517590

### (2) 研究分担者

安藤 朝夫 (ANDO, Asao)  
東北大学・大学院情報科学研究科・教授  
研究者番号：80159524