

|              |                                                                                                                                             |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 共引用文献クラスター分析に基づく学際・融合研究の地域間比較                                                                                                               |
| Author(s)    | 仙石, 慎太郎; 綿谷, 健治                                                                                                                             |
| Citation     | 年次学術大会講演要旨集, 27: 665-668                                                                                                                    |
| Issue Date   | 2012-10-27                                                                                                                                  |
| Type         | Conference Paper                                                                                                                            |
| Text version | publisher                                                                                                                                   |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/11108">http://hdl.handle.net/10119/11108</a>                                                           |
| 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                                                                                                                                      |

○仙石慎太郎, 綿谷健治 (京都大学)

学際連携・異分野融合研究(学際・融合研究)の評価に関しては多くの取り組みがなされている。筆者らは、学術文献の共引用構造に着目し、クラスタリング分析とキーワード検索により学術分野のまとまり(コンピテンシー)を抽出する手法を適用した。本研究では、幹細胞(stem cells)研究分野を事例とし、日英米中の4つの地域を対象に、各コンピテンシーの成長性と文献シェアによる定量的評価、学際分野と広がり(定性的評価)を行った。一連の取り組みは、こと基礎研究分野における体系的な研究評価、既存のマネジメント・フレームワークの適用可能性を強く示唆するものである。

## 1. はじめに

複数の研究分野にまたがる学際研究は、学問の新パラダイムやイノベーションの源泉として重要であり、学際研究を戦略的かつ効果的に進めていくための体系的なマネジメント手法へのニーズが高まっている。しかしながら、学際研究の自律的な展開を網羅的に観察し、かつ体系的に評価するための手法論は、十分に確立されていない。加えて、評価・モニタリングの定期的な実施、得られた評価結果の研究開発活動への反映、及び政策立案プロセスへの反映のための、実践的な方法論は未だ試行錯誤の段階にある。

本報告では、学際・融合研究の評価とマネジメント手法の開発を念頭に、学術文献の共引用ネットワーク構造分析を通じて学術研究の強み分野を「コンピテンシー」として表出する手法を用い、国レベルの研究開発事例研究を通じて、学際・融合研究の観察と評価の在り方を検討した。

## 2. 研究手法

### 2.1. データベースと分析ツール

我々は本研究を進めるうえで基盤となる学術論文データベースとして、Elsevier B. V. 社の SciVerse Scopus<sup>1</sup>を用いた。また、コンピテンシーの抽出・分析ツールとして、同社の SciVal Spotlight<sup>2</sup>を活用した[1]。Spotlight は、コンピテンシーと呼ばれる、学術研究の集積分野を同定・可視化するためのデータベースである。手法としては、論文間の共引用関係に基づくクラスター分析で抽出されたクラスター候補に対して、論文シェア(Article Share)、被引用文献数、新規性の3

点からスクリーニングをかけて、最終的にコンピテンシーを抽出する[2-4]。

### 2.2. 事例研究

事例研究の対象分野として、幹細胞(stem cells)研究とその周辺領域を設定した。幹細胞研究は今世紀に著しく進展した分野のひとつである。現在、幹細胞研究は生物学の範疇に留まらず、医科学、化学、物質科学、情報科学や政策科学の分野にも展開をみせている。加えて、将来の医薬・医療分野への応用を志向し、産官学連携の下での研究開発助成も活発化している。このことから、本研究アプローチの対象事例として扱うにあたり適当な研究分野と判断された。

調査に際しては、具体的には、コンピテンシーの選別キーワードに「stem cell」を指定することで、関連するコンピテンシーのみを抽出した。地域としては、日本、英国、米国及び中国の4か国を選出した。

## 3. 結果

### 3.1. 対象文献の抽出

結果を図1に示す。まず我々は、2007年から2011年の5か年間に発表され文献データベースに収載された文献を対象に、文献数の経年変化を観察した。結果、論文数は2007年の193万報から236万報に増加しており、その年平均成長率(CAGR)は4.4%であった。国別では、中国が15.8%、米国が3.5%、英国が3.1%、日本が1.1%であった。

次いで我々は、「stem cell」をキーワードに有する文献を抽出し、同様の分析を行った。結果、論文数は2007年の4万700報から6万4,200報に増加しており、その年平均成長率は12.1%であった。国別では、中国が24.8%、米国が11.0%、英国が10.4%、日本が

<sup>1</sup><http://japan.elsevier.com/products/scopus/>

<sup>2</sup><http://japan.elsevier.com/products/scivalspotlight/index.html>

7.1%であった。このように、全体及びいずれの国でも幹細胞研究分野の文献増加が観察され、とりわけ中国においてその傾向が顕著であった。

ここで、観察された文献数は、幹細胞研究の実情と照らし妥当な規模と判断されたことから、以降の分析では後者を母集団として実施する。

### 3.2. コンピテンシーの抽出と分布・属性解析

我々は先述の手法に則り、幹細胞分野に関連するコンピテンシーを抽出したところ、日英米中の各地域で各々14, 12, 114 及び 26 の独立したコンピテンシーが観察された。コンピテンシー数はその組成アルゴリズムに依存するため、数の差異がすなわち国別の研究開発力の差異を示すものではないが<sup>3</sup>、本分野における米国の突出と中国のプレゼンス拡大が示唆された。

次に、これら抽出コンピテンシーの各国における分布状況を、各コンピテンシーにおける平均被引用文献数及び平均成長率を二軸とするマトリクス上で観察した。また、各地域の全コンピテンシーの文献についても、同様の計算を行った(図 2)。結果、年平均成長率(加重平均値)は、日英米中の各地域で各々1.1, 6.5, 5.7 及び 3.6%であった。平均被引用部年数(加重平均値)は、各々7.5, 11.2, 12.1, 3.7 報であった。

更に我々は、各国において高成長率を呈しているコンピテンシーを幾つか抽出し、その学際的な広がりやを定性的に評価した。結果、米国においては、がん(a)、ヒトES/iPS細胞の機構解明(b)、マイクロRNA(c)、造血幹細胞(d)、生命倫理等(e)の学際研究が観察された。英国においては、加齢(f)、植物学(g)、ラマン分光法(h)、社会科学(i)等が観察された。日本では、発生生物学(j)、歯科学(k)、特定の稀少疾患<sup>4</sup>(l)が観察された。中国では、組織工学(m)、がん幹細胞(n)、歯髄再生(o)、高分子化学(p)、末梢神経再生(q)、間葉系幹細胞の臨床応用(r)、創薬科学(s)等が観察された。

### 3.3. 学際研究展開の詳細分析

我々は、得られたコンピテンシー内の文献掲載誌の分野属性をもとに、地域ごとにその構成を解析した。その結果を図 3 に示す。

各国内における分野構成の内訳をみたところ、いずれの国においても、割合第一位と第二位は医科学(Medicine)分野(35-40%)或いは生化学・遺伝学・分子生物学(Biochemistry, Genetics and Molecular Biology)分野(19-52%)であった。

<sup>3</sup> 原理的には、学際展開が多様なほど独立したコンピテンシー数は増加するが、このことは研究開発力の強弱を必ずしも説明しない。

<sup>4</sup> 後白質脳症症候群 (posterior leukoencephalopathy syndrome)。

一方、割合第三位以下の構成は、国別に異なる傾向が観察された。例えば第三位の分野を国別に観察したとき、日本はその他生物学(Other biology)分野が 13%を占め、その内訳は神経科学全般(5.4%)、歯科学全般(4.8%)、獣医学全般(0.7%)、免疫学(0.7%)等であった。英国では社会・人文科学(Social sciences and Humanity)が 16%を占め、その内訳は地理学・計画開発(5.5%)、社会科学全般(2.2%)、コミュニケーション(2.1%)、政策科学・国際関係論(1.6%)、リーダーシップ・経営管理学(1.5%)等であった。米国ではその他生物学が 8%を占め、その上位は神経科学全般(3.5%)、創薬科学(0.9%)等であった。中国では化学(Chemistry)が 16%を占め、その内訳は高分子化学・プラスチック(5.6%)、化学全般(2.2%)、創薬科学(2.1%)、表面処理・薄膜(2.0%)、分析化学(1.8%)、その他化学(1.5%)等であった。

## 4. 考察

### 4.1. 共引用構造に基づく学際性評価

本研究では、学術文献の共引用構造のクラスタリング分析を通じて、学術研究開発の強み分野を「コンピテンシー」として表出する分析アプローチを採用した。また、各コンピテンシーにおける文献数、文献数の平均成長率及び平均被引用数の3指標を評価軸に設定し、これら各々を顕在的な量的成果指標、潜在的な量的成果指標及び顕在的な質的成果指標とみなすことにより、国別の研究開発競争力を可視化し評価した。また、各国の全体及び各コンピテンシーの属性とその構成を、文献掲載誌の分野属性情報をもとに定性・定量的に評価した。そのもとに、前節で論じたように、特定分野における国際競争力を比較し、学際研究の広がりを確認し、政策課題の抽出と提言を試みた。これらの結果は、実態観察に基づく研究評価アプローチの、学術研究マネジメントへの活用を試みるものである。

共引用構造分析の手法論は確立済みであり、その妥当性は複数の先行研究により確認されている。我々はこれら既存の成果を踏まえつつ、本論において、とりわけ学際研究の体系的な観察・評価手法としての価値を改めて訴求したい。

### 4.2. 事例研究結果からの意味合い

幹細胞分野に着目した事例研究からは、以下の示唆が得られた。

文献数の経年・国際比較(図 1)では、幹細胞分野における伸びは各国において全分野に比べて顕著である一方、日本は全分野及び幹細胞分野のいずれにおいても最下位となった。文献数は必ずしも国・地

域の研究開発の競争力を代表しないが、科学計量学上の主要指標の一つとして従前より用いられてきた[5, pp.8]。従って、ナショナル・イノベーションの推進施策に対して一定の示唆を得ることはできるだろう。すなわち、少なくとも量的指標の限りにおいて、日本の全分野及び幹細胞分野における国際競争力獲得のための追加努力が必要と考えられる。

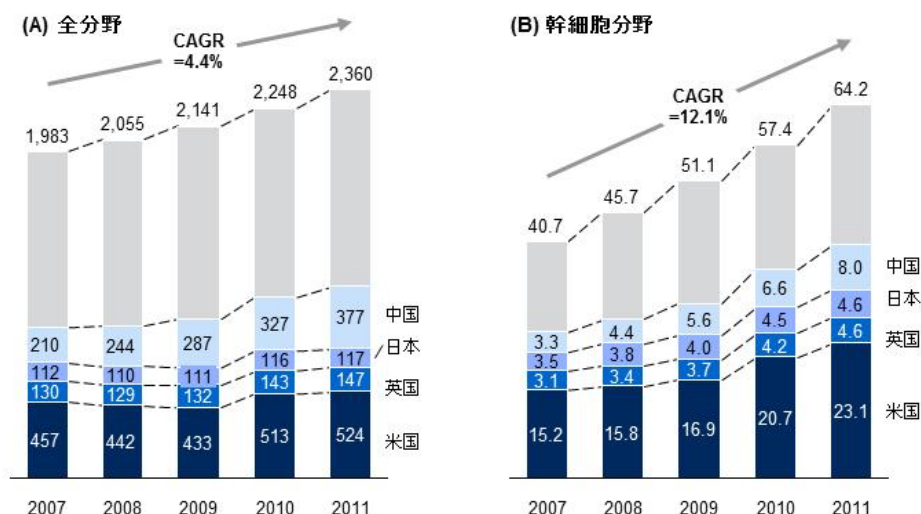
そして、求められるべき追加努力は、抽出コンピテンシーの詳細解析(図2)によって詳細化される。平均成長率を量的潜在指標、平均被引用数を質的顕在指標とみなし本結果を解釈すれば、日本の幹細胞研究は、発生物学等に代表される基礎研究の伝統的な強みを承継しつつ、高成長が期待される分野への研究資源の大胆な選択と集中を通じて、これら分野を皮切りに高生産性の達成を図るべきであろう。

さらに、選択と集中の対象領域は、特徴的なコンピテンシー(図2及び本文解説)及び全体構成(図3及び本文解説)により把握することができる。例えば、図2において日本固有のコンピテンシーとして抽出された稀少性疾患研究や歯科学との融合領域は、幹細胞とりわけヒト誘導多能性幹細胞(iPS細胞)に深く関連する分野でもあり、注目に値する。図3の関連分野の分野分布を何う限りでは、日本は米国の「後追い」感が否めない。英国の人文社会科学分野や中国の化学分野との研究展開に倣い、我が国固有の強みを活かした学際融合研究の進展が模索されるべきである。

## 5. 結びに変えて

本発表では、各国の特定分野の研究開発の進展状況、とりわけ学際研究の展開状況を定型的に観測・評価するための手法及び評価系を提案した。また、近年発展が著しい幹細胞研究分野を事例とし、我が国の研究開発の状況を、本系を用いて観測、評価した。

図1. 観測対象文献数の経年変化(単位は千報)



共引用構造分析の方法論は確立されており、その有用性は各所において検証されている。今後はより実践的な展開を志向した、実用的なツールキットの具備とプラクティスの蓄積が望まれる。また、政策提言に実効性を持たせるためには、国レベルの観察・評価と並行して、メゾスコピック、すなわち地域或いは産業クラスター・レベルの視座の獲得が必要と思われる。これら各点は、今後の研究課題としたい。

## 謝辞

本研究は文部科学省世界トップレベル研究拠点(WPI)プログラム、及び内閣府最先端・次世代研究開発支援(NEXT)プログラムのもと実施している。京都大学物質-細胞統合システム拠点(WPI-iCeMS)及び京都大学アカデミック・イノベーション・マネジメント研究会の諸氏には貴重な助力を頂いた。ここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] 仙石 慎太郎, 小玉 裕之, 「共引用文献クラスター分析に基づく学際・融合研究の多面的評価」, 2011年10月, 研究・技術計画学会第26回年次学術大会紀要.
- [2] Boyack, K. W., 2009. *Scientometrics* 79 (1), 27-44.
- [3] Klavans, R., Boyack, K. W., 2006. *Scientometrics* 68 (3), 475-99.
- [4] Small H., 1973. *J. Am. Soc. Info.* 24 (4), 265-9.
- [5] 玉田俊平太, 児玉文雄, 玄場公規, 「重点4 技術分野におけるサイエンスリンケージの計測」『RIETI Discussion Paper』, 2003年11月, 独立行政法人経済産業研究所.

図 2. 幹細胞研究に関するコンピテンシーの国別分布

2007-11 年に発表されたデータベース収載文献を対象とする。N 数はコンピテンシー数、各円の大きさは相対的な文献数を表す。記号 a-s の詳細は本文を参照。

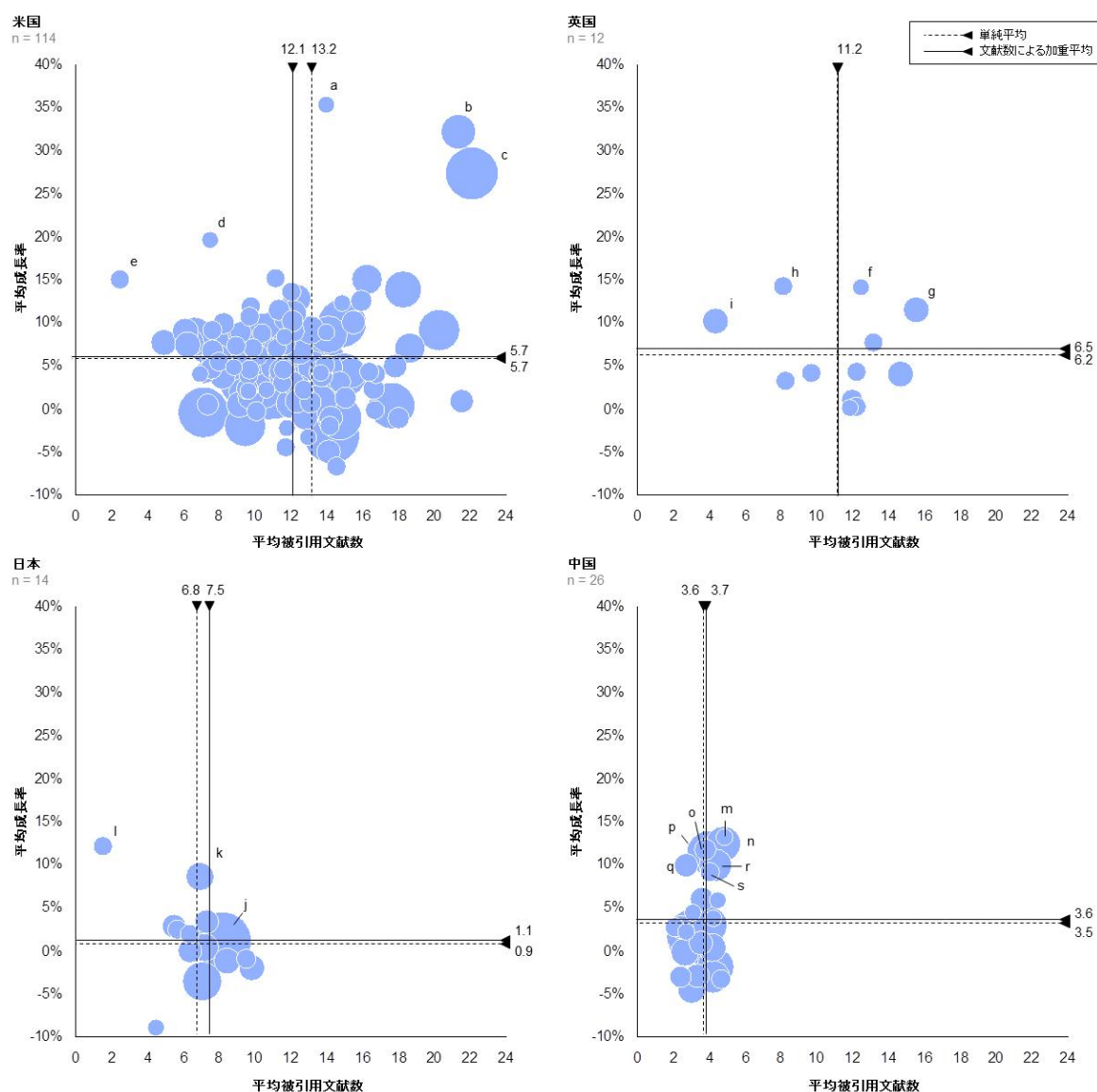


図 3. 対象文献の国別分野別分布

2007-11 年に発表されたデータベース収載文献を対象とする。合計値は文献数を表す。

