

## 学際研究の分析・評価手法と促進に向けての実践例

○福成 洋 (エルゼビア・ジャパン株式会社), Jeff HORON (Elsevier, North America)

## 1. はじめに

既存の研究分野の枠に収まらない新興・融合領域や異分野連携から、画期的な研究の進展が得られることは少なくない。科学研究費補助金「新学術領域研究（研究領域提案型）」は、まさにこのような学際研究の推進を目的としている。

では、学際研究を企画・立案・実践していく上で、効果的・効率的な手法があるのだろうか？

本報では学際研究の促進を目的として、データベース解析を活用した研究支援の手法について事例を紹介しつつ、今後を展望する。

## 2. 研究の学際性分析

学際研究を、既存の学術領域のうち複数にまたがるような研究と定義する。学術領域の分類法は多々あるが、例えばエルゼビア社の抄録・引用文献データベース Scopus (スコープス) は、学術領域を大分類 4、中分類 27、小分類 307 分野の階層構造で定義し、収録雑誌ごとに属する分野を定めている。<sup>[1]</sup>

研究の学際性を考えるにあたって、ここではその対象を、学術論文等の発表文献（以下、論文）の集合（論文クラスター）とする。例えば次のようなものがある。

- 大学組織（学科・研究室など）から発表された論文の集合
- 文献データベースのキーワード検索で得られた論文集合
- 論文の引用関係から構築された論文クラスター

上記 3 点目の例として、研究機関や国が世界と比べて強みを有する研究テーマを可視化する研究戦略策定ツールである、エルゼビア社の研究マネジメントツール、SciVal Spotlight (サイバルスポットライト、以下 Spotlight)<sup>[2]</sup>における論文クラスターの学際性の検討事例を示す。

図 1 は、大学・研究機関における強み領域であるような論文クラスターをマッピングする、「Wheel of Science」と呼ばれる表示法である。

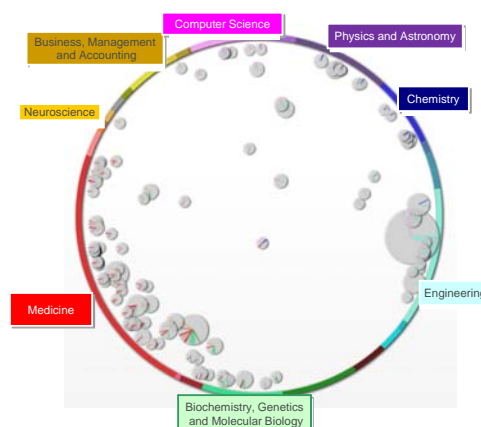


図 1 慶應義塾大学の強み領域マップ(2011)  
(SciVal Spotlight より)

外側の円周は既存の学問領域を、発表論文数の割合を反映して色別に示している。中の小さい円盤はコンピテンシーと呼ばれ、共引用分析<sup>[3]</sup>により構成された論文クラスターのうち、当該大学が強みを持つ研究領域を示している。引用関係に基づいて構成されるという性質上、原理的に既存の学術分野の枠組みという制約を受けない。

各コンピテンシーの位置は、コンピテンシーに含まれる論文（の収録されている雑誌）の学術分野割合に基づき、円周状の学術領域配置（Scopus 分類）からの重心位置として求められる。その結果、傾向としては、コンピテンシーの位置が円周から離れて中心に近いほど学際性が強い研究領域ということができる。

次に、学際研究とはある論文クラスターの収録雑誌が複数の学術分野にわたるものと見做せることで、学際性指標を文献<sup>[4]</sup>に倣い次式で定義する。

$$\text{Interdisciplinarity index} = 1 - \sum_i \left( \frac{\text{Total Number of Published Literatures in Journals of Field } i}{\text{Sum of All Fields for Number of Corresponding Papers in Each Field}} \right)^2$$

…式 1

上記 Spotlight の各コンピテンシーに、式 1 を適用することで、指標に基づいた学際性の評価が可能となる (図 2)。

強み領域ID	慶應の著者	キーワード	分野	学際性
2 (DC)	Okano H. Okano H. Kita Y.	Cells; Stem Cells; Spinal Cord Injuries	Neuroscience; Molecular & Cellular (44.5%); Clinical Cancer Research (41.4%); Protein Science (6.4%)	0.79
54 (EC)	Uemura D. Saruta T. Yamada K.	Calcium Channel Blockers; Dihydropyridines; Hypertension	Hypertension (54.7%); Chromatography; Electrophoresis (28.5%); Organic Chemistry (16.8%)	0.73
22 (DC)	Soga T. Tomita M. Suematsu M.	Metabolism; Cystathionine; Corynebacterium glutamicum	Molecular Medicine (27.1%); Biotechnology Bioengineering (19.4%); Bacteriology (19.2%)	0.73
23 (DC)	Yuzaki M. Horiuchi K. Kakegawa W.	Adiponectin; Metalloproteases; Disintegrins	Clinical Cancer Research (36.5%); Diabetes Metabolism (34.6%); Neuroscience; Molecular & Cellular (14.8%)	0.73
33 (EC)	Ohmura R. Mori Y. Miyoshi T.	Hydrates; Gas hydrates; Methane	Computational Chemistry (31.6%); Fluid Phase Equilibrium (25.2%); Molecular Physics (22.7%)	0.71
99 (EC)	Eisaga Y. Fierro S. Watanabe T.	Diamonds; Boron; Electrodes	Surface Coating Technology (36.6%); Electro Analytical Chemistry (32.2%); Electrochemistry (31.2%)	0.67

図 2 SciVal Spotlight による慶應義塾大学の強み領域の、学際性指標によるランキング

### 3. 学際的研究の評価方法

論文の評価において、その論文が他の論文に引用された回数 (被引用数) が用いられることが多い。また、論文の被引用数を基にした研究評価指標が各種考案されており、代表的なものに、研究者の評価指標として *h*-index、雑誌の評価指標としてインパクトファクター (IF) [3]がある。

これらの被引用数、及び被引用数を基にした指標は、そのままでは学術分野間の引用慣行の差異が考慮されていないため、分野横断的な比較や複合分野の評価への適用は適切でない。この欠点を補った指標として、論文及び論文集合の評価には Field Weighted Citation Impact (FWCI)、雑誌の評価には SNIP [5] および SJR [5] がある。

このうち、FWCI に関しては、「論文の被引用数を、その論文と同じ出版年・分野・文献種の論文の世界平均 (基準値) によって無次元化した指標」と定義される。この時の基準値は、その論文が期待される獲得被引用数と言え、FWCI が 1.0 の時は世界平均と等しいことを意味する。なお、その論文を含む雑誌が複数の分野に属する場合は、それぞれの分野の基準値の調平均をもって、その論文 (雑誌) に対する基準値とする。FWCI を用いることで、別の分野・文献種に属する論文集合同士のインパクトの比較、また複数分野にまたがる論文集合のインパクトの導出が可能となる。

### 4. 学際研究の促進の事例

#### (1) ネットワーク分析

学際研究が容易・自発的に進展しない要因とその解決策には、どのようなものがあるだろうか。一般に、同じ分野の研究者同士であれば日常的

にその研究動向を把握したり、学会等で接する機会もあるが、他分野の研究者についてはその存在さえも認識することは難しい。

また、通常研究者はその分野での専門知識の深堀に努めることを本務と考え、敢えて学際性の向上が自然発生的に目的意識に上ることは必ずしも多くないという理由もあるであろう。

学際研究を推進するため、上記のそれぞれの課題に関して、一点目には研究者データベースの活用が、二点目には学際研究を促す支援組織の存在が解決手段として考えられる。

#### (事例 1) 慶應義塾大学理工学部での「個別化研究」チームの編成

大学等の組織で、所与のテーマに沿った学際研究を推進しようとした場合、まずはそのテーマに適した研究者を学内で広く募ることとなる。この時、研究者データベース (DB) 等が活用されることが多い。以下、慶應義塾大学理工学部において、「個別化」というテーマで研究チームの編成を検討した事例について述べる。

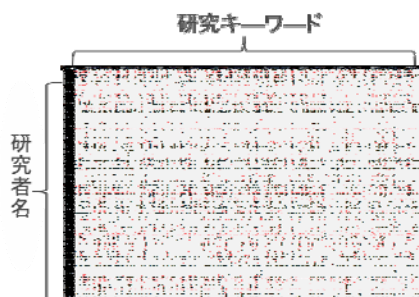
慶應義塾大学理工学部では、エルゼビア社の研究者プロファイリング DB サービス、SciVal Experts (サイバルエキスパート、以下 Experts) [6] を用いて、266 名の研究者をプロファイリングしている。Experts では登録研究者の論文情報が Scopus から毎週自動更新されるため、常時最新の研究情報が取得可能である。さらにその論文情報がセマンティック解析 (意味解析) され、研究者に特有の重み付き研究キーワード一覧が得られる (図 3)。



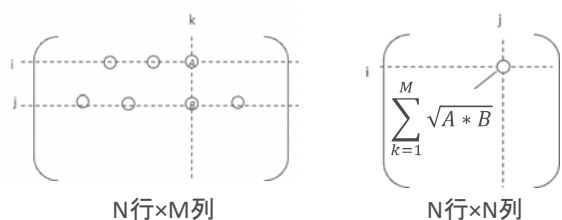
図 3 セマンティック解析により得られた重み付き研究キーワード群の例

以下の手順で、「個別化研究」に関連する研究チームの検討を行った。

- 1) まず、「個別化研究」に関連するキーワード群を作成する。
- 2) 上記キーワードを用いて Experts により関連研究者を検索、研究キーワードと研究者名のセットを作成する。
- 3) 研究キーワードと研究者名のペアを、マトリクスにまとめる(図 4(1))。縦軸が研究者名、横軸が研究キーワードを示し、行列の要素は当該行の研究者が各研究キーワードに対して持つ関連度合い(重み)となり 0.0~1.0 の値を取る。各行の要素の和が、その研究者の「個別化研究」への関連度を示す。
- 4) このマトリクスの係数行列において、図 4(2)の研究者 i と研究者 j のように、研究キーワードを共有する場合に、両者が「個別化研究」上の共通性を持つことが分かる。研究キーワードの共有度から、研究者間の類似性を、図 4(3)の隣接行列によって表す。
- 5) 研究者ネットワークの可視化結果を図 7 に示す。球は研究者を示し、大きさはその研究者が「個別化研究」に対して持つ関係性の深さを表す。研究者と研究者をつなぐ線は、「個別化研究」における研究者間の類似性を示しており、線が太いほど類似度が高い。



(1) 研究者 - 研究キーワードマトリクス



(2) 係数行列

(3) 隣接行列

図 4 研究キーワードを基にした研究者ネットワークの解析手順  
基に構築した研究者ネットワーク

図 5 において、赤・青・緑・黄の球で示すは、既に個別化関連のプロジェクトに参加している研究者である。本分析の結果、それまでは「個別

化研究」関連のプロジェクトに参加していなかったが、専門性を考慮すると、「個別化研究」に参画するポテンシャルのある研究者が周辺に多く認識された(黒色の球で示している研究者)。

今回の解析対象は理工学部内に限られてはいるものの、ポテンシャル研究者は、3 つある専攻のそれぞれから抽出されていることから、専攻という組織構造にとらわれず、専門性の類似度によって研究者間の近接度を評価することが可能であることが示されたと言える。

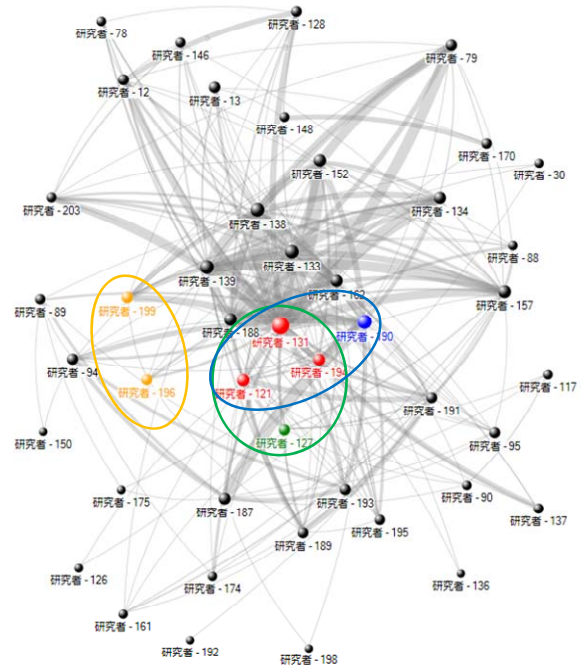


図 5 「個別化研究」に対する専門性の類似度を基に構築した研究者ネットワーク

## (2) Speed Dating (スピードデーティング)

事例 1 は、「個別化研究の推進」という基本方針が所与であり、それに見合う研究者を探索するという、いわば一方向の取り組みであった。

一方、研究者はそれぞれ異なるニーズやネットワークの目的を持っている。個々の研究者のニーズ・関心に沿ったネットワークを大規模・効率的に促す取り組みとして、Speed Dating がある。

Speed Dating は、集団の中からそれぞれのニーズとシーズが相互に満足するような相手を探していくマッチングイベントであり、例えるならば、お見合い(婚活)パーティーと類似する。Speed Dating の特徴的な点は、事前に得られた情報により、各参加者が「誰に会うべきか」について、その理由と共に推薦する仕組みを有することである。活用場としては、研究者同士のマッチング

の他、指導教員と学生のマッチングなどがある。

## (事例2) Global Cancer Conference での Speed Dating

2012年にテキサス州立大学 MD Anderson がんセンターの Global Academic Program によって、ノルウェーのオスロで開かれた Global Cancer Conference (GCC) で行われた取り組み<sup>[7]</sup>を通して、Speed Dating の概要を述べる。

まず GCC 参加者に、図6のようなアンケートを記入することが求められた。

主催者が全参加者のアンケートを回収・分析し、①興味のあるキーワードが同じで、②「提供可能な手法」と「指導求む」の手法が反対であるような研究者のペアを探し出す。そのようなペアが得られた場合、両者には図7のような推薦書が届けられる。

実際には推薦書が約200人に届けられた。そのうち60人ほどが、主催者が用意した「面会予約システム」を用いて面会を行った。ただし、この約60人以外に、本システムを用いず「非公式」に面会を行った数は測定されていない。

1. 関心のあるキーワードを選択してください			
<input type="checkbox"/>	キーワード1		
<input type="checkbox"/>	キーワード2		
<input type="checkbox"/>	キーワード3		
<input type="checkbox"/>	...		
2. 各手法について、経験/必要性の有無を選択してください			
	提供可能	指導求む	興味なし
手法1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
手法2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
手法3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

図6 Speed Dating における事前アンケート帳票の例

## 5. まとめと今後の課題

本報では、学際的研究について、学際研究の把握・評価の手法・ツールについて紹介および整理したあと、学際研究促進の日本・米国における実例を紹介した。

実践例として取り上げた慶應義塾大学理工学部、GCC およびミシガン大学での参加者は、一定程度同種の専門性を持つ研究者集団であり、必ずしも、学際研究を促進した例とは言えないかもしれない。しかしながら、過去に接点のなかった研究者を結び付けていく試みとして、学際研究促進においても大いに示唆に富む内容と考えられる。

今後実践例を積み重ねていく中で、効果的・画期的な学際連携の推進手法を開発していくことが望まれる。



	さん、こんにちは
アンケート結果に基づき、下記の方にお会いすることをお勧めします。	
氏名: _____	
所属機関: _____	
提供可能な経験・知識:	Cancer Survivorship
次の専門家を探しています	Global Clinical Trials Research, Personalized Medicine
二人とも、次に興味があります	Lymphoma

図7 Speed Dating で参加者に配られた推薦状の内容

## 6. 参考文献

- [1] Scopus Web Page, <http://www.scopus.com/>
- [2] SciVal Spotlight Web page, <http://japan.elsevier.com/products/scival/spotlight.html>
- [3] ”研究評価・科学論のための科学計量学入門”；藤垣他；丸善株式会社；2004
- [4] ”Holistic observation and monitoring of the impact of interdisciplinary academic research projects: An empirical assessment in Japan”；Anzai, T., Kusama, R., Kodama, H., Sengoku, S.；2012；Technovation 32 (6), pp. 345-357
- [5] “SJR and SNIP: two new journal metrics in Elsevier’s Scopus”；Colledge, L., De Moya-Anegón, F., Guerrero-Bote, V., López-Illescas, C., El Aisati, M., Moed, H.F.；2010；Serials 23 (3), pp. 215-221
- [6] SciVal Experts Web page, <http://japan.elsevier.com/products/scival/experts.html>
- [7] “Interventional Researcher Networking”；Horon, J., Tsai, T., Hill, J.；2011；VIVO Conference；Available at <http://jeffhoron.com/latest/2011/08/vivo-conference-2011-interventional-researcher-networking>