

「学際的研究」における分野間知識統合の解析と評価

—科学技術と社会の接点を中心として—

A Study on Assessment and Knowledge Integration of Interdisciplinary Studies

○平澤冷*、藤垣裕子*、植田一博**、伊地知寛博*、調麻佐志***、丹羽清**

○Ryo Hirasawa, Yuko Fujigaki, Kazuhiro Ueda, Tomohiro Ijichi, Masashi Shirabe, Kiyoshi Niwa

* 科学技術政策研究所、** 東京大学大学院総合文化研究科、*** 信州大学人文学部

*National Institutes of Science and Technology Policy, **University of Tokyo, ***Shinsyu-University

In this article, we analyzed the interdisciplinary research using methodologies as scientometrics, on-going observation, thinking process analysis using cognitive science, and from management point of view. The results indicate development process of research as well as obstacles for conducting the interdisciplinary research (disciplinary conflict). These results are utilized for management of future interdisciplinary research at the interface of science and society.

1. 研究目的

本研究は、科学技術と社会の接点にある課題を対象とする「学際研究」それ自体を研究対象とし、

1) 科学社会学的文献分析、2) 行動学的運上観察、3) 認知科学的思考過程分析、4) 組織論的構造化分析、などの多面的なアプローチを駆使して、学際的な「組織知」の産出過程を明らかにすることを目的としている。これらの手法により、学際研究における分野間知識統合の実態を解明し、さらに科学技術活動のカテゴリー化[1]の知見とあわせて、学際研究のあり方の評価と運営の指針を得ることを目的としている。

2. 研究経過

まず上記1) から4) に先がけて、研究対象である「学際的研究」の分類を行った。学際的研究はそのアウトプットをもとにⅠ：報告書の形で蓄積されるが専門ジャーナルに掲載されないもの、Ⅱ：専門ジャーナルに掲載されるが個別分野の知識の並列にすぎないもの、Ⅲ：専門ジャーナルに掲載され、かつ個別分野の知識の統合の見られるもの、に分けられる[2]。また特にⅡⅢの知識の統合や並列に関

しては、各個別分野のもつ「知のクライテリア」(Validation-boundary) の分析が必要であることが示された[3]。この知のクライテリアは専門ジャーナルにおける論文掲載諸君の基準と対応している。以上のことをもとに、専門ジャーナルをシステムの1つの単位とし、複数ジャーナルシステムの共同として学際研究を定義することが可能になった。このことは以下の2-1,2-2の研究に理論的見通しを与えることとなった。

2.1 科学社会学的文献分析

とくに学際研究を構成する各専門分野 Validation-boundary の設定については、Scientometrics (科学研究活動の量的分析：とくに引用分析を中心とした分析) 分野の先行研究を参考に、自然科学、人文・社会科学の知識産出の差をその論文のページ数、構成、および引用パタンの面からの分析を行った[4]。さらに学際分野の RonR については、環境科学および生物物理学を対象とした論文動向の統計学的分析から、分野間融合がどのように進行するかについての知見が得られた[5]。

また共著関係、特許によるグループ分析 (R & D動的連関図) に関しては、当研究グループの伊地

知らによって開発された手法であるが、これを用いた異分野研究者間のコラボレーション分析も進みつつある[6],[7]。この手法を研究室 (laboratory) を単位として応用した研究が理研の研究室を対象としてすすめられた。

2.2 行動学的運上観察

これは 2.1 の手法から得られた知見に具体的な洞察を与えることを目的としたケーススタディであるが、これに関しては2つの観察がすすんだ。1つは学際研究のアウトプットとして、「国民のニーズへの奉仕」が要求されている公共投資による学際研究プロジェクトの進行の観察であり、もう1つはアウトプットとして技術革新 (イノベーション) が求められている学際的協同の観察である。前者については、官公庁の助成を受けた「作業関連疾患の予防に関する研究」のプロジェクト (事業所レベルで具体的に使えるストレスマニュアルを作ることを目的としている) の運上観察と介入 (上記のクライテリア論の枠組みによる) および評価についての暫定的な結果が得られている[8]。このことは、analysis から synthesis へ向かうこの種の学際的プロジェクトの進行に、上記の枠組が有効であることを示している。後者については、総合的な研究・開発の事例である画期的な洗剤開発のプロジェクトにおける協調活動を詳細に分析した。その結果、協調活動によって新たな知識やアイデアが創発されるプロセスが示された[9]。

2.3 認知科学的思考過程分析

上記2) で述べた企業における研究開発の学際的協同について、さらに比較的短いタイムスパンで研究グループ内での協調活動について詳細に調べた。その結果、問題表現の具体化はなされずにメタな知識が suggest されるような協同、同じく問題表現の具体化はなされずに、近接領域に固有の具体的な知識が提供されるような協同、問題表現の具体化が行われた上で具体的な知識が提供されるような協同、

の3種類があることが明らかになった[9]。

さらに、学際分野における異分野摩擦がおこる理由として各専門分野における妥当性要求水準の内化があげられるが、その内化が問題表現、あるいは問題の formulation-process にどのような影響を及ぼすかについての研究を、プロトコル分析による詳細な思考過程分析を通して行った[10]。

2.4 組織論的構造化

上記3種のアプローチで解明した各局面を統合して、構造的に学際組織の運営論についての考察を行った。

3. 研究成果

科学技術活動は、3つのカテゴリーに分けられ、それはカテゴリーA (科学者共同体による自律的知識産出活動)、カテゴリーB (自律的知識産出でありながら、将来的に市民のニーズに合うような形で提供可能なもの)、そしてカテゴリーC (ニーズ指向の研究) の3つである[1]。このうちカテゴリーCはもともと「学際」であることが求められている、すなわちカテゴリーAのような既存のディシプリンに基づいた知識産出ではなく、ニーズに合わせてそれらの個別の知見を統合することが求められていると言っているだろう。そして、本研究における上記 2-1,2-2,2-3 の分析は、カテゴリーCの市民のニーズに合わせた科学技術活動に大きく分けて2つのものがあることを示唆している。1つは個別知識の synthesis が、市民のニーズに合わせてある種の指針、マニュアル、ガイドラインとして総合されるケース (たとえば環境基準、労働環境基準の設定、など) であり、もう1つは、個別知識の統合が、新しい技術を創出する形で現れるケースである。前者の指針、マニュアル、ガイドラインは、市民の快適な生活を維持するというニーズに答えており、後者の新技術はやはり、技術開発によってより快適な生活を展開するというニーズに答えているのである。と

もにニーズ指向、カテゴリーCに属していながら、知識の統合のされかたでは両者はかなり異なる様相を示しているといえよう。

さらに、妥当性要求水準 (validation-boundary) 概念をもとにした「異分野摩擦論」とそれをもとにしたプロジェクト介入は、学際研究運営に役にたつことが示された (2-1 の[4]、2-2、2-3)。また分野としての挙動と研究室としての挙動分析から、研究室運営では研究者の配置、分野としては研究者の移動が新分野の創出プロセスに寄与していることが示された (2-1 の[5],[6][7])。個々人の各分野における妥当性要求水準の内化については、2-3 の[10]において示された通りであるが、これは上記のプロジェクト介入と運営に役だつことが示唆される。

上記のように助成期間における研究成果は、多岐に渡っている。とくに今まで一口に「学際的研究」と言われていたものが、そのアウトプットによって上記のⅠⅡⅢに分類されたこと、およびカテゴリーC (ニーズ指向研究) の学際的研究がさらに2つに分類できることを示したのは意義のあることと考えられる。

4. 今後の課題と発展

今後は、今回得られた知見をもとに、さらに学際共同の運営と同時に学際教育との連携について研究を進展させることが考えられる。「社会に必要とされている」学際研究、それを行うことをサポートする学際教育との連携と内実を探ることは、社会のニーズにあった教育の有りようを探ることになる。学際研究とはどのように行われ、どのような性質を持つのか。そのような学際研究を遂行する人材はどのように養成され、どのようなカリキュラムのもとで教育されるべきであろうか。本研究はこのような視点から、学際研究を行う上で必要な人材を育成するためのカリキュラム論の試論に発展させることが可能である。

またさらに、「分野間知識統合」という課題は、個別のディシプリン間の知識統合にとどまらず、産学官間の知識の統合、あるいは科学技術と社会との中の知識統合 (すなわちニーズ指向の知識統合) といった、さまざまなフェーズで考えることが可能である。したがって、本研究の成果は「科学技術と社会の接点」を考える上で大きな示唆を与えるものと期待される。

参考文献

- 1) Hirasawa, R. Discussion Framework and Autopoietic Paradigm for Policy Creation, Hanout -paper, International Workshop on Strategic Models for the Advancement of National R&D Systems, 1997
- 2) 藤垣裕子、学際研究遂行の障害と知識の統合～異分野コミュニケーション障害を中心として～、研究技術計画、10、73-83,1995.
- 3) Fujigaki, Y., Filling the Gap Between Discussions on Science and Scientists' Everyday Activities: Applying the Autopoiesis System Theory to Scientific Knowledge, Social Science Information, 37(1), 5-22, 1998
- 4) Hayashi, T. and Fujigaki, Y. Analysis of the Differences in the Knowledge Production between Disciplines from the Style of Paper and Citation, *Scientometrics*, 46(1), 1999 (in press)
- 5) 藤垣裕子ほか、学際的研究における分野間知識統合の解析：環境科学と生物物理学を対象とした論文傾向の経年変化、研究技術計画学会第11回年次大会講演集、35-40、1996
- 6) Ijichi, T. and Hirasawa, R. 1997 R&D Organizational Process on Suspension System for Automobiles: A Comparative

Analysis Based on Patents and Academic Publications, in Kocaoglu, D., Anderson, T., Niwa, K., Milosevic, D. and Gregory, M. (eds.), *Innovation In Technology Management: The Key to Global Leadership*, PICMET'97, Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, Portland, Oregon, USA, July 27-31, 1997, 539-545.

- 7) Ijichi, T. and Hirasawa, R. 1999 R&D Organizational Process on Liquid Crystal Display: An Internationally Comparative Analysis Based on Patents, in *Technology and Innovation Management*, PICMET'99, Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, Portland, Oregon, USA, July 25-29, 1999, 438-445.
- 8) Fujigaki, Y., Theoretical Analysis on Interdisciplinary Collaboration as a Base of UnIG Collaboration: Knowledge Based Analysis, *International Conference on Technology Management*, 206-211, 1996.
- 9) 植田一博・丹羽清、研究・開発現場における協調活動の分析—「3人寄れば文殊の知恵」は本当か？ 認知科学, Vol.3, No.4, 102-118, 1996
- 10) 関 博文・植田 一博・藤垣 裕子・永野 三郎 (in press). 科学者による問題の定式化：そのタイプ分けと研究履歴との対応, 『認知科学』, vol.6(4)掲載予定

論文リスト (上記に加えて)

- 11) Hirasawa, R. Fujigaki, Y. Tomizawa, H., Kakizaki, F. Report on the NISTEP International Workshop in Tokyo: Strategic Models for the Advancement of National R&D Systems, *Book of Abstracts, A Triple Helix of University -Industry-Government Relations, The Future Location of Research*. 1998
- 12) 植田一博 (共著, 1999). 現実の研究・開発における科学者の複雑な認知活動：インタビュー手法によるデータ収集とその分析. 岡田・田村・戸田山・三輪(監修)『科学を考える：人工知能からカルチュラル・スタディーズまで14の視点』(北大路書房) 所収 (pp56-95).
- 13) Ueda, K. & Niwa, K. (1996). Restructuring of Knowledge in R&D Processes: A Case Study. Proceedings of the International Conference on Technology Management: University / Industry / Government Collaboration (UnIG'96), pp212--216.
- 14) Ueda, K. & Niwa, K. (1997). Cognitive Analysis of Collaborative Knowledge Creation in R&D Teams. Proceedings of Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET'97), pp524-527.
- 15) 植田一博・丹羽清 (1998). 現場の科学者はいかにして良い発想を生み出すのか？ -発想プロセスの認知科学的な分析と発想支援ツールへの提言. 『研究開発マネージメント』, vol.8(9), pp4-11.
- 16) 調麻佐志, 「恩讐の彼方に豊かな交流を」, 特集『「学際」研究の現在』, 経済セミナー1997年2月号, 22-25
- 17) 藤垣裕子, ジャーナルシステムからとらえる科学のダイナミズム～計測と認識論をつなぎ、異分野摩擦を超えるには, in 『科学を考える～人工知能からカルチュラル・スタディーズまで14の視点』(岡田猛ほか編, 北大路書房, 186-211, 1999