

# 日本のイノベーション・システムにおける 知識の創出・伝達・活用の構造分析

## Structural Analysis of Knowledge Creation, Transmission, and Utilization in the Japanese Innovation System

鎗目 雅\*  
YARIME Masaru

イノベーション・システム、知識、構造分析、日本、共進化  
innovation system, knowledge, structural analysis, Japan, co-evolution

### 要旨

経済活動のグローバル化が進む一方、環境・資源・人口上の制約が顕在化する中で、如何にしてイノベーションを通じて社会的価値を創出・維持することができるか重要な課題となっている。日本のイノベーション・システムにおける知識の創出・伝達・活用の構造分析によって得られる教訓は大きい。多様な組織・個人の間形成される複雑なネットワークが生み出す科学技術データ・情報・知識の内容と、その生産・流通・活用に関わる制度が共進化しながら、システムの構造・機能をダイナミックに変化させていく過程を分析し、将来に向けた制度設計とアクション・プランが求められている。本研究では、日本において産学官を含めた行動主体間に発生する複雑なネットワークがイノベーションを創出していく際に、どのような科学技術的知識が生産され、その生産・流通・活用システムはどのような相互作用を通じて、その構造・機能をダイナミックに変化させていくのか、知識内容と知識生産の共進化の過程を分析する。科学技術を含めたデータ・情報の効果的・効率的な収集・分析・活用に関わる新たな学術体系を構築していくことを目指して、科学、工学、社会科学、人文学において蓄積されてきた知見を学融合的な観点から取り入れ、データ駆動型の学術的方法論の開発を行うとともに、社会におけるイノベーションの創出へ向けた制度のデザインとアクション・プランを提案する。

### 背景

近年“Knowledge-Based Economy”と言われるように、社会・経済活動における知識に基づく活動の重要性は飛躍的に高まっている(Foray and Lundvall, 1996)。科学技術に関する知識の内容は急激に高度化・専門化が進み、各学問分野の専門領域が細分化する一方、社会における様々な問題は複雑化・不透明化しつつあり、一つの組織が全体像を把握することはもはや不可能となっている。こうした状況の下では、知識が各領域・組織内で閉じた形で独立に生産される様式から、社会における行動主体が個別の境界を越えて知識の創出・伝達・活用を共同して行うことが重要となってきている。ネットワークを通じて多様な主体が共創的に取り組むことにより、単独では対処することが困難な複雑な問題に対して、従来得られなかった有効解を発見し、イノベーションの創出につなげることができる可能性がある(Freeman, 1991; Powell and Grodal, 2005)。企業活動に

おいては、知識生産のネットワーク化を基盤とした、オープン・イノベーションの役割も重要視されるようになってきている(Chesbrough, 2006)。伝統的に日本企業では、組織内で人材を研究開発・製造・販売など異なる部門間で移動させることによって知識の共有を図ってきたといわれるが、組織内外との有機的な連携を通じて、科学技術的知識をユーザーのニーズと組み合わせることで新しい機能を生みだし、それを広く社会において活用していくというイノベーション・プロセスの全体を正確に理解することが求められている(Branscomb, Kodama, and Florida, 1999)。

イノベーション創出をプロセスとして考えた場合、そのインプットとしての知識に関して、いくつか重要な性質が考えられる(Foray, 2004)。新しい知識は発見もしくは発明から生み出されるが、他のモチベーションに基づいた活動でも、学習(learning-by-doing, learning-by-using)によって知識は生み出されることが多いことが指摘される。また、

\* 東京大学大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻  
准教授

\* Associate Professor, Department of Human and Engineered  
Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences,  
University of Tokyo

知識創出の社会的な効果を大きくする性質として、知識は部分的に公共財的な性質（非排除性及び非競争性）を持っていること、知識は累積的であること、そしてこうした性質から、知識の創出においては正のフィードバックが働く可能性がある。一方、知識の社会的な便益を実現するのを妨げる可能性がある特徴としては、知識は文脈依存性が高く持続性が弱いこと、新しい知識は暗黙的で粘着性が高いこと、さらに知識は分散して存在し、かつ互いに分断されていることが挙げられる。こうした知識の特徴は、その生産・流通・活用を考える上で、人的・物理的・金銭的インプットを扱う際とは異なる制度的な仕組みを整える必要があることを示唆している。

伝統的に、大学は技術者や研究者を教育し産業界に供給するとともに、企業が問題解決のためにより高度な知識が必要となった際に、この要請に答えられるような知識の豊かで良質なプールとして機能することが期待されてきた(後藤, 2000)。日本においても、明治以来大学はある程度こうした機能を果たしてきたと考えられるが、近年、日本企業の競争力の低下に対する危機感を背景として、大学は産業界でのイノベーションの元となるシーズを創出し、産学が緊密な連携をすることによりイノベーションを促進すべきであるとの主張がなされている。米国では 1980 年にバイ・ドール法が成立して以来、過去 20 年以上にわたる産学連携の経験に基づいて、詳細な実証研究がなされつつあるが(Agrawal and Henderson, 2002; Cohen, Nelson, and Walsh, 2002; Mowery, Nelson, Sampat, and Ziedonis, 2004)、大学における知識の生産・移転のメカニズムとして、特許は必ずしも主要なものではないと指摘している。

近年、知的財産権の強化の流れを背景として、大学・公的機関においても特許の取得が重視されるようになってきており、かつてのようにオープン・サイエンスの領域が確固としたものではなく、その役割・存在意義が問われている(David, 2003)。しかしながら、大学における知識が産業界のイノベーションに与える影響として、科学論文のジャーナルでの出版、公開されたコンファレンスなどにおける発表といった非商業的なチャネルを通じた情報・知識の流れが重要であるという研究結果は、知的財産権を含めた制度の影響を慎重に検討しなければならないことを示唆している(Yarime, 2007b)。今後は、知識の創出・流通・活用プロセスにおいて、「知識 commons」などのオープンな領域と各企業・組織など

の私的な領域の間で適切なバランスを取ることで、知識の生産・流通に関わるアクターに対してインセンティブを与えると同時に、長期的な観点から多様・広範な領域における知識の利用による価値創造を促していく必要がある。

## 研究内容

本研究では、日本において産学官を含めた行動主体間に発生する複雑なネットワークがイノベーションを創出していく際に、どのような科学技術的知識が生産され、その生産・流通・活用システムはどのような相互作用を通じて、その構造・機能をダイナミックに変化させていくのか、知識内容と知識生産の共進化の過程を分析する。具体的には、科学技術研究に関するデータベースを活用して、共同研究・科学論文・特許・実用化のネットワークを構築しマクロ的な分析するとともに、大学・企業・公的機関を含めたケース・スタディーを通じてマイクロ・レベルの情報収集を行い、企業戦略及び公共政策・制度の観点から日米欧を含めた国際比較分析を行う。イノベーション創出においてデータ・情報・知識がどのような役割を果たしているのか検証し、どのようにして知識・情報インフラストラクチャを維持・活用していくことが可能か、産業におけるベスト・プラクティスの実証的な分析を通じて検討を行う。多様かつ膨大な知識を基盤として、ニーズとシーズを効率的に結びつけ、イノベーションに有効に創出していくための方向性を議論する。

特に最近の科学技術の研究においては、飛躍的に向上したコンピュータ・ネットワークの能力によって情報・データの収集・活用が加速的に進行し、イノベーションを質的に変革しつつある。しかしながら、多様かつ膨大な量の科学技術に関する知識は個別の領域・組織において互いに独立に生成・収集・蓄積されつつあり、必ずしも組織・分野を跨いだ形で知識が有効的に活用されているとは言い難い(Maurer, 2006)。e-Science や Cyberinfrastructure などの新しい試みが行われる過程において、知識の生産・流通・利用に関わる技術的・経済的・法律的な課題が顕在化しつつある。異なった背景・役割を組織の間での共有を可能とする、公共財的な知的基盤としての知識インフラストラクチャを構築し、オープンなアクセスを保証することで共創的に活用する必要がある。本研究では、如何にして大量かつ多様な知識の効果的・効率的な収集・流通・活用を行

い、新たなイノベーション・システムを構築していくことができるか、学融合的な観点から展望を行う。各セクターにおける知識の蓄積・管理・活用に関する状況について国際的な観点から分析を行い、イノベーション創出に関する新しい学術的な方法論の開発と、実行可能な制度のデザインとアクション・プランを検討する。公共財としての科学技術的知識の実効的かつ持続可能な活用には、知的財産権の保護及び管理との適度なバランスを取り、知識の供給者・利用者を含めたステーク・ホルダー間のインセンティブの適合性を考慮した制度設計を行うことで社会的便益を向上させることが可能となる。各学問領域において蓄積されてきた知見を学融合的に取り入れ、今後の科学技術パラダイムを学術的に探求・深化することで、持続可能な産業・経済・社会に向けたイノベーションの創成を目指す国際的な研究拠点を形成していくことが期待される。

本研究は、産学官を含めた多様なアクター間に発生する複雑なネットワークが知識を生み出し、イノベーションを創出するに際して、科学技術知識の生産・流通・活用システムが制度と共進化しながらその構造・機能をダイナミックに変化させていく過程を分析する。具体的には、産学官などにおけるコラボレーションに関するデータベースを活用して、共同研究・科学論文・特許・実用化のネットワークを構築しマクロ的な分析するとともに、大学・企業・公的機関などのアクターにインタビューなどを通じてマイクロ・レベルの情報収集を行い、企業戦略及び政策・制度設計の観点から分析を行う。マクロ・レベルの定量分析とマイクロ・レベルの具体的な情報を組み合わせることにより、イノベーションの創出において研究開発ネットワークがどのようなメカニズムで形成され、制度との相互作用を通じて共進化するのか、国際比較の観点から明らかにする。バイオ・IT・マテリアル分野などの先端科学分野におけるイノベーション全般を研究対象とし、大規模なデータベースを処理するための情報処理技術、統計分析、可視化手法、質問表調査・聞き取り調査の開発を含めて、一般的・包括的な視点からイノベーション・システムの構造分析の方法論の確立を目指す。

これまで、光触媒(馬場 and 鎗目, 2007)、鉛フリーはんだ(鎗目 and 馬場, 2007)、塩素・ソーダ製造技術(Yarime, 2007a)、ハイブリッド・燃料電池車(Yarime, Shiroyama, and Kuroki, 2007)などの領域に関して、イノベーション・プロセスのマクロ・ミクロ

の側面に関する定量的及び定性的な分析を行ってきており、知識の生産・流通・活用に関する新たな構造分析の手法に関する可能性を見出している。特に本研究領域においては、様々な個別技術に関する知見が得られており、それらを包括的に分析するためのより一般的なモデル化が期待される。本研究では、産学官連携を含めた多様なアクター間に発生する複雑なネットワークが知識を生み出し、環境イノベーションを創出するに際して、科学技術知識の生産・流通・活用システムが制度と共進化しながらその構造・機能をダイナミックに変化させていく過程を分析する。具体的には、産学官などにおけるコラボレーションに関するデータベースを活用して、共同研究・科学論文・特許・実用化のネットワークを構築しマクロ的な分析するとともに、大学・企業・公的機関などのアクターにインタビューなどを通じてマイクロ・レベルの情報収集を行い、企業戦略及び政策・制度設計の観点から日米欧を含めた国際比較分析を行う。科学技術データベースを基にして、イノベーション・プロセス全体の活動を時系列的に検証し、組織間での共同活動に着目したネットワーク分析によって、その構造・機能・進化がどう異なるのかをシステムの的に分析する方法論を開発する。同一の方法論を使い、各産業・国家におけるイノベーション・システムのモデル化・相互比較を通じて、適切な制度設計が可能となる。バイオ・IT・マテリアル分野などの先端科学技術を含めた幅広い領域を研究対象とし、大規模なデータベースを処理するための情報処理技術、統計分析、可視化手法、質問表調査・聞き取り調査の開発を含めて、より一般的・包括的な視点からイノベーション・システムの構造分析の方法論の確立を目指す。産学官連携、技術の国際標準化・認証、知的財産権の管理、知識・人材・資金の国際循環など、これからの日本にふさわしい企業戦略・公共政策の構想力の形成とその実行に関わる拠点の構築が期待される。

## 参考文献

- Agrawal, Ajay and Henderson, Rebecca (2002). "Putting Patents in Context: Exploring Knowledge Transfer from MIT." *Management Science*, **48** (1), 44-60.
- Branscomb, Lewis M., Kodama, Fumio, and Florida, Richard, eds. (1999).

- Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States.* Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Chesbrough, Henry (2006). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology.* Boston: Harvard Business School Press.
- Cohen, Wesley M., Nelson, Richard R., and Walsh, John P. (2002). "Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D." *Management Science*, **48** (1), 1-23.
- David, Paul A. (2003). "The Economic Logic of `Open Science` and the Balance between Private Property Rights and the Public Domain in Scientific Data and Information: A Primer," Esanu, Julie M., Uhler, Paul F., eds. *The Role of Scientific and Technical Data and Information in the Public Domain: Proceeding of a Symposium.* Washington, D.C.: National Academy Press.
- Foray, Dominique (2004). *The Economics of Knowledge.* Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Foray, Dominique and Lundvall, Bengt-Ake, eds. (1996). *Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy.* Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Freeman, Christopher (1991). "Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues." *Research Policy*, **20**, 499-514.
- Maurer, Stephen M. (2006). "Inside the Anticommons: Academic Scientists' Struggle to Build a Commercially Self-Supporting Human Mutations Database, 1999-2001." *Research Policy*, **35**, 839-853.
- Mowery, David C., Nelson, Richard R., Sampat, Bhaven N., and Ziedonis, Arvids A. (2004). *Ivory Tower and Industrial Innovation: University-Industry Technology Transfer Before and After the Bayh-Dole Act in the United States.* Stanford: Stanford University Press.
- Powell, Walter W. and Grodal, Stine (2005). "Networks of Innovators," Fagerberg, Jan, Mowery, David C., Nelson, Richard R., eds. *Oxford Handbook of Innovation.* Oxford: Oxford University Press.
- Yarime, Masaru (2007a). "Promoting Green Innovation or Prolonging the Existing Technology: Regulation and Technological Change in the Chlor-Alkali Industry in Japan and Europe." *Journal of Industrial Ecology*, **11** (4), forthcoming.
- Yarime, Masaru (2007b). "Toward Disciplinary Systems of Information Commons for Science." Paper presented at the 5th European Meeting on Applied Evolutionary Economics, Manchester, United Kingdom, May 17-19.
- Yarime, Masaru, Shiroyama, Hideaki, and Kuroki, Yusuke (2007). "The Strategies of the Japanese Auto Industry in Developing Hybrid and Fuel Cell Vehicles," Mytelka, Lynn K., Boyle, Grant, eds. *Hydrogen Fuel Cells and Alternatives in the Energy and Transport Sectors: Issues for Developing Countries.* Ottawa and Tokyo: IDRC Books and United Nations University Press.
- 後藤, 晃 (2000). *イノベーションと日本経済.* 東京: 岩波書店.
- 鎗目, 雅 and 馬場, 靖憲 (2007). "地球環境問題の解決に向けた新しい産学官連携: 技術変化と制度形成に関する日米欧比較," 馬場, 靖憲, 後藤, 晃, eds. *産学連携の実証研究.* 東京: 東京大学出版会.
- 馬場, 靖憲 and 鎗目, 雅 (2007). "緊密な産学連携によるイノベーションへの貢献: 企業の人材育成に関する分析," 馬場, 靖憲, 後藤, 晃, eds. *産学連携の実証研究.* 東京: 東京大学出版会.