

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2009～2011

課題番号：21683003

研究課題名（和文）サステナビリティ・イノベーション創出の国際比較分析

研究課題名（英文）International Comparative Analysis of the Creation of Sustainability Innovation

研究代表者

鎗目 雅（YARIME Masaru）

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号：30343106

研究成果の概要（和文）：

自然に関する科学的な知識の急激な進歩が、多くの分野における技術的な開発と普及を通じてイノベーションを引き起こし、それが長期間にわたって社会や環境に広範な影響を与えていくというダイナミックなプロセスを分析した。イノベーションを、多様な知識が社会的な制度環境のもと、異なるアクターによって生産・伝達・活用される知識循環プロセスという観点から捉えることで、様々な過程が互いにフィードバック作用を受けながら、ダイナミックな関係性をもっているシステムとして考えることが可能となった。具体的な技術や産業に関する国際比較分析を行うことで、サステナビリティ・イノベーションに向けた企業戦略、公共政策、制度設計に関する有用な知見が得られた。

研究成果の概要（英文）：

The processes of production, diffusion, and utilization of various types of knowledge are analyzed with long-term consequences for society. Sustainability science thus deals with dynamic, complex interactions among diverse actors creating, transmitting, and applying various types of knowledge under specific institutional conditions. There are many phases that can be identified in the production, diffusion, and utilization of knowledge by different actors, without necessarily involving coordination with one another. Gaps and inconsistencies inevitably exist among different phases in terms of the quantity, quality, and rate of knowledge processed. This effectively constitutes a major challenge in pursuing sustainability on a global scale. International comparative analysis of technological or sectoral innovation systems is useful to produce useful findings for corporate strategy, public policy, and institutional design for sustainability innovation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
総計	4,500,000	1,350,000	5,850,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経営学・経営学

キーワード：サステナビリティ、イノベーション、企業戦略、公共政策、制度設計、知識、ネットワーク、共進化

1. 研究開始当初の背景

これまで産学官連携の機能として重要だったのは、主として産業化を視野に入れた技術開発に対する協力であり貢献であった。しかし近年は、顕在化しつつあるさまざまな社会的課題に対しても、産学官はイノベーションに向けた新しい役割を果たすことが要請されている。特に、地球レベルでのサステナビリティの追求には、世界的規模の広範な視点からの議論が必要となり、社会における具体的な問題の原因は極めて複合的である。一方、大学が専門とする科学技術において知識の高度化と専門化が急速に進み、単独の研究者による社会的課題の解決能力に限界がみえている。このような状況下、大学が社会的課題の解決に関して積極的にアジェンダを発信し、民間企業の参加を積極的に募り、公的機関や非営利組織(NPO)と広く連携して、共同で問題の解決に向けた技術の開発と普及を目指す方向性が生まれてきている。

2. 研究の目的

本研究では、サステナビリティ・イノベーションを通じて、経済的及び社会的な価値を両立するような形で創成していくメカニズムについて、太陽電池、膜分離技術などをケースとして日本、アジア、米国、欧州を含めた国際比較分析を行う。科学技術、企業戦略、公共政策、制度設計の観点を含めて、定量的なデータを活用し、自然科学、工学、社会科学を包摂した新しい学融合的な方法論を開発し、イノベーション・システムの機能・構造・進化を分析することを目指す。社会的な問題はどのようにしてアクターに認識されるのか、それに対応して科学技術的知識はどのように創出され、社会においてどのように導入・活用されるのか、そして技術・戦略・制度をどのように組み合わせることで地球レベルのイノベーションが創成されるのか、構造的な観点から、ダイナミックな視点を踏まえて分析を行う。

3. 研究の方法

新しい学問的アプローチとしてのサステナビリティ・サイエンスを探求する上で、自然システムと社会システム間の相互作用に関する基本的な性質を理解することが極めて重要となっている。対象とする空間が広範囲に亘る、次世代を含む長期間に関わる、要素間の相互依存関係が複雑である、不確実性が極めて大きいという特徴から、自然科学、工学、社会科学を含めた学融合の観点からの共創が必要不可欠である。物質・エネルギーが移動・循環する物理的な流れによって自然環境に影響を与えると同時に、金融を含めた経済的な価値が取引を通じて流通すること

で社会的な影響を及ぼす。そうした自然環境、人工物、経済社会に関する様々な情報・知識が、産学官を含めたアクターの間で形成されたネットワークを通じて創出・伝達・活用される。知識の社会的循環の構造・機能がダイナミックに進化していくプロセスを包括的な観点から分析することは、サステナビリティ・イノベーションの中心的な問題であり、産業エコロジーと産業ダイナミクスを知識の社会的循環という観点から統合する試みである。

4. 研究成果

通常技術開発に関する産学官連携においては、競争力のある技術の開発に向けて産学官の利害が一致しやすく、関連する制度の形成にあたっては産学官のネットワークが円滑に機能する。対照的に、環境保全や社会の安全確保など外部性が高い課題に関しては、民間セクターと公的セクターの利益が必ずしも一致せず、従来からの産学官連携が必ずしも有効に機能しない可能性がある。特に地球レベルにおけるサステナビリティなど、ステーク・ホルダー間の利害を調整することが容易ではない社会的課題において、研究開発ネットワークにおける知識と中立性を通じて、産学官連携は技術変化の方向性と速度に大きな影響を与えることが可能である。産学官が共同でプラットフォームを形成し、関連するステーク・ホルダーを早い段階から巻き込むことによって、社会的課題に関する多様な視点や立場を理解し取り入れることが可能になる。その上で、新たな技術やシステムをステーク・ホルダーと共同で実際の条件において社会実験を行うことを通じて、社会レベルでのイノベーションを創出していくことが重要となってくる。研究開発を含めたネットワークの果たす機能は、その置かれた国や地域のイノベーション・システム特性によって制約される。従って、技術変化と制度形成を共進化させて社会に対するイノベーションの貢献を促進していくためには、産学官を結ぶネットワークと分析対象となる国や地域におけるイノベーション・システムの相互作用をさらに深く理解することが必要である。特に、将来的にグローバルなレベルでサステナビリティを追求していくにあたっては、アジアやアフリカにおける新興国と協働していくことは極めて重要となる。今後、ネットワークの国際的な連携を通じて、地球規模の社会的課題の解決に向けたイノベーションに貢献することが強く期待される。研究開発を含めたネットワークの果たす機能は、その置かれた国や地域のイノベーション・システム特性によって制約される。従って、技術変化と制度形成を共進化させて

社会に対するイノベーションの貢献を促進していくためには、産学官を結ぶネットワークと分析対象となる国や地域におけるイノベーション・システムの相互作用をさらに深く理解することが必要である。特に、将来的にグローバルなレベルでサステナビリティを追求していくにあたっては、アジアやアフリカにおける新興国と協働していくことは極めて重要となる。今後は、どのようにしてネットワークの国際的な連携を構築していくことが可能になるのか、戦略と制度設計を検討することで、地球規模の社会的課題の解決に向けたイノベーションに貢献することが強く期待される。

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 12 件)

1. Pohl, Hans, and Masaru Yarime, "Integrating Innovation System and Management Concepts: The Development of Electric and Hybrid Electric Vehicles in Japan," *Technological Forecasting and Social Change*, (2012), doi:10.1016/j.techfore.2012.04.012. 査読有
2. Kharrazi, Ali, and Masaru Yarime, "Quantifying the Sustainability of Integrated Urban Waste and Energy Networks: Seeking an Optimal Balance between Network Efficiency and Resilience," *Procedia Environmental Sciences*, **13**, 1663-1667 (2012). 査読有
3. Yarime, Masaru, and Yuko Tanaka, "The Issues and Methodologies in Sustainability Assessment Tools for Higher Education Institutions: A Review of Recent Trends and Future Challenges," *Journal of Education for Sustainable Development*, **6** (1), 63-77 (2012). 査読有
4. Yarime, Masaru, Gregory Trencher, Takashi Mino, Roland W. Scholz, Lennart Olsson, Barry Ness, Niki Frantzeskaki, and Jan Rotmans, "Establishing sustainability science in higher education institutions: towards an integration of academic development, institutionalization, and collaborations with stakeholders," *Sustainability Science*, **7** (Supplement 1), 101-113 (2012). 査読有
5. Shiroyama, Hideaki, Masaru Yarime, Makiko Matsuo, Heike Schroeder, Roland W. Scholz, and Andrea E. Ulrich, "Governance for sustainability: knowledge integration and multi-actor dimensions in risk management," *Sustainability Science*, **7** (Supplement 1), 45-55 (2012). 査読有
6. Jupesta, Joni, Rizaldi Boer, Govindan Parayil, Yuko Harayama, Masaru Yarime, Jose A. Puppim de Oliveira, and Suneetha M. Subramanian,

"Managing the Transition to Sustainability in an Emerging Economy: Evaluating Green Growth Policies in Indonesia," *Environmental Innovation and Societal Transitions*, **1** (2), 187-191 (2011). 査読有

7. Mutisya, Emmanuel, and Masaru Yarime, "Understanding the Grassroots Dynamics of Slums in Nairobi: The Dilemma of Kibera Informal Settlements," *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, **2** (2), 197-213 (2011). 査読有

8. Yarime, Masaru, "Understanding Sustainability Innovation as a Social Process of Knowledge Transformation," *Nanotechnology Perceptions*, **6** (3), 143-153 (2010). 査読有

9. Dijk, Marc, and Masaru Yarime, "The Emergence of Hybrid-Electric Cars: Innovation Path Creation through Co-Evolution of Supply and Demand," *Technological Forecasting and Social Change*, **77** (8), 1371-1390 (2010). 査読有

10. Yarime, Masaru, Yoshiyuki Takeda, and Yuya Kajikawa, "Towards Institutional Analysis of Sustainability Science: A Quantitative Examination of the Patterns of Research Collaboration," *Sustainability Science*, **5** (1), 115-125 (2010). 査読有

11. Baba, Yasunori, Masaru Yarime, and Naohiro Shichijo, "Sources of Success in Advanced Materials Innovation: The Role of 'Core Researchers' in University-Industry Collaboration in Japan," *International Journal of Innovation Management*, **14** (2), 201-219 (2010). 査読有

12. Yarime, Masaru, "Public Coordination for Escaping from Technological Lock-in: Its Possibilities and Limits in Replacing Diesel Vehicles with Compressed Natural Gas Vehicles in Tokyo," *Journal of Cleaner Production*, **17** (14), 1281-1288 (2009). 査読有

[学会発表] (計 29 件)

1. Kharrazi, Ali, and Masaru Yarime, "Quantifying the Sustainability of International Economic Flows: A Data-Intensive Approach," Poster Presentation, International Conference on Sustainability Science (ICSS) 2012, Arizona State University, Tempe, Arizona, United States, February 20 (2012).

2. Kudo, Shogo, and Masaru Yarime, "Sustainability in the Marginalization Process of Rural Community: Implication for Managing Ageing Society," Poster Presentation, International Conference on Sustainability Science (ICSS) 2012, Arizona State University, Tempe, Arizona, United States, February 20 (2012).

3. Satanarachchi, Niranji, Takashi Mino, and Masaru Yarime, "Conceptualizing Sustainability Dynamics: Towards an analytical framework emphasizing on the dimensions of a given human-natural systems' path movement and their implications on sustainability of the overall system-context unit," Poster Presentation, International Conference on Sustainability Science (ICSS) 2012, Arizona State University, Tempe, Arizona, United States, February 20 (2012).
4. Kharrazi, Ali, and Masaru Yarime, "Quantifying Sustainability of Integrated Urban Systems: Seeking an Optimal Balance Between Efficiency & Resilience," 18th Biennial International Society for Ecological Modelling (ISEM) Conference: Ecological Modelling for Global Change and Coupled Human and Natural Systems, Beijing, China, September 20-23 (2011).
5. Yarime, Masaru, "Dynamics of Sustainability Innovation Systems: Implications from Case Studies," Atlanta Conference on Science and Innovation Policy 2011, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, United States, September 15-17 (2011).
6. Yarime, Masaru, "Sustainability Innovation as a Social Process of Knowledge Transformation," Second International Conference on Sustainability Transitions, Lund University, Lund, Sweden, June 13-15 (2011).
7. Yarime, Masaru, "Encouraging Sustainability Innovation through a Process of Knowledge Transformation in Society," 17th Annual International Sustainable Development Research Conference, Earth Institute, Columbia University, New York, United States, May 8-10 (2011).
8. Mutisya, Emmanuel, and Masaru Yarime, "Urban Sustainability, Microfinance Technologies and Public Services: The Case of Nairobi, Kenya," 17th Annual International Sustainable Development Research Conference, Earth Institute, Columbia University, New York, United States, May 8-10 (2011).
9. Yarime, Masaru, "University as a Platform for Sustainability Innovation through Societal Collaboration and Experimentation between Academia, Industry, and the Public Sector," Keynote Speech, Alliance for Global Sustainability (AGS) Annual Meeting 2011, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, January 23-25 (2011).
10. Hirose, Yuta, and Masaru Yarime, "Strategies of Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) for Coping with Sustainability Challenges in Tokyo," Asia Pacific Academy of Business in Society (APABIS) Annual Conference 2010, United Nations University, Tokyo, November 4-5 (2010).
11. Suzuki, Ryoko, and Masaru Yarime, "Strategic CSR for Millennium Development Goals: Business models analysis to achieve both MDGs and corporate benefits by creating values for Sustainability," Asia Pacific Academy of Business in Society (APABIS) Annual Conference 2010, United Nations University, Tokyo, November 4-5 (2010).
12. Yarime, Masaru, "Dynamics of Knowledge Circulation for Sustainability Innovation," 22nd International CODATA conference on Scientific Data and Sustainable Development, Stellenbosch, Cape Town, South Africa, October 24-27 (2010).
13. Yarime, Masaru, "Analyzing the Process of Knowledge Dynamics in Sustainability Innovation: Towards a Data-Intensive Approach to Sustainability Science," Proceedings of 2010 Microsoft Research eScience Workshop, Berkeley, California, United States, October 11-13, 46-53 (2010).
14. Ryoko Suzuki, Dange M. Yadate, Jovelyn Ferrer, Jose Cristhian Veizaga Bellido, and Masaru Yarime, "A Taxonomical Analysis of Corporate Social Responsibility (CSR) Activities: The Case of TOYOTA," Poster Presentation, Japan Consortium for Human Security Education and Research Annual Meeting 2010: Human Diversity and Business, Komaba Campus, University of Tokyo, Tokyo, Japan, September 25-26 (2010).
15. Yarime, Masaru, "Understanding Knowledge Dynamics in Sustainability Innovation: Implications for the Transport Sector," Workshop on Governance of Innovation towards Sustainability: The Global Transport Sector, Stockholm, Sweden, September 16-17 (2010).
16. Yarime, Masaru, "Transition in Knowledge Circulation Systems in Sustainability Innovation," Annual Meeting 2010 of the Society for Social Studies of Science (4S), University of Tokyo, Komaba Campus, Tokyo, Japan, August 25-28 (2010).
17. Palavicino, Carla Alvial, and Masaru Yarime, "Sharing and shaping perceptions: Dialogues with expertise in participatory design of renewable energy technologies," Annual Meeting 2010 of the Society for Social Studies of Science (4S), University of Tokyo, Komaba Campus, Tokyo, Japan, August 25-28 (2010).
18. Mutisya, Emmanuel Musau, and Masaru Yarime, "The Accretion of Microfinance for Innovative Urban Sustainability: Opportunities and Challenges of Slums Growth in Sub-Saharan Africa," Annual Meeting 2010 of the Society for Social Studies of Science (4S), University of

Tokyo, Komaba Campus, Tokyo, Japan, August 25-28 (2010).

19. Xu, Qing, Masaru Yarime, and Motoharu Onuki, "Innovation System on Membrane Bioreactor (MBR) for Wastewater Treatment in China," Annual Meeting 2010 of the Society for Social Studies of Science (4S), University of Tokyo, Komaba Campus, Tokyo, Japan, August 25-28 (2010).

20. Palavicino, Carla Alvial, and Masaru Yarime, "Sharing and Shaping Perceptions: The Role of Expertise in the Co-Production of Renewable Energy Technologies," 9th Global Conference on Environmental Justice and Global Citizenship, Mansfield College, Oxford, United Kingdom, July 11-13 (2010).

21. Pohl, Hans, and Masaru Yarime, "Automakers and Battery Suppliers Role in Knowledge Base Development during a Potential Paradigmatic Shift in Technology," International Conference on Organizational Learning, Knowledge, and Capabilities (OLKC) 2010, Northeastern University, Boston, Massachusetts, United States, June 3-6 (2010).

22. Yarime, Masaru, "Knowledge Systems for Sustainability Innovation," Batumi - Spring - 2010 International Conference, organized by the Government of the Autonomous Republic of Adjara, Shota Rustaveli State University, International Foundation for Sustainable Development, Euro Mediterranean Academy of Arts and Sciences, and Intercultural Euro Mediterranean Center for UNESCO, Shota Rustaveli State University, Batumi, Georgia, May 7-9 (2010).

23. Yarime, Masaru, "Collaboration between University, Industry, and Society for Sustainability Innovation," Session on Co-Evolution of Science and Society for Sustainability Innovation, American Association for the Advancement of Science (AAAS) Annual Meeting 2010, San Diego, California, United States, February 18-22 (2010).

24. Yarime, Masaru, "From Corporate to Social Business Models for Sustainability Innovation: Concepts, Institutions, and Emerging Practices of Japanese Enterprises," Asia Pacific Academy of Business in Society (APABIS) 2009 Annual Conference, Griffith Business School, Brisbane, Australia, November 5-6 (2009).

25. Yarime, Masaru, "Establishing Sustainability Science as an Academic Field: Concepts, Methodologies, and Institutions," Society for Social Studies of Science (4S) 2009 Annual Meeting, Washington, D.C., U.S.A., October 28-31 (2009).

26. Yarime, Masaru, "Network of Research and

Policy Communities for Innovation: An Analysis of Co-Evolution of Technology and Institution," Atlanta Conference on Science and Innovation Policy 2009, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, United States, October 2-3 (2009).

27. Yarime, Masaru, "Eco-Innovation through University-Industry Collaboration: Co-Evolution of Technology and Institution for the Development of Lead-Free Solders," Paper presented at the DRUID Society Summer Conference 2009, Copenhagen Business School, Copenhagen, Denmark, June 17-19 (2009).

28. Dijk, Marc, and Masaru Yarime, "Emergence of Electric Engines and Co-evolution of the Car Engine Market: Post-1990 Path Creation in a Path Dependent Sector," Paper presented at the 17th GERPISA International Colloquium on Sustainable Development in the Automobile Industry: Changing Landscapes and Actors Research Programme on Sustainable Development in the Automobile Industry, Paris, France, 17-19 June (2009).

29. Yarime, Masaru, "Bringing Forth Sustainability Innovation in the Electronic Industry: The Case of Lead-Free Solders," Paper presented at the 2009 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology, Tempe, Arizona, United States, May 18-20 (2009).

〔図書〕 (計 11 件)

1. Yarime, Masaru, Carliell-Marquet, C., Lang, D., Le, Q.B., Malley, D., Matsubae, K., Ohtake, H., Omlin, A., Petzet, S., Scholz, R.W., Shiroyama, H., Ulrich, A.E., Watts, P., "Dissipation and Recycling: What Losses, What Dissipation Impacts, and What Recycling Options?," in Roland W. Scholz, Amit H. Roy, Fridolin S. Brand, Debbie Hellums, and Andrea Ulrich, eds., *Sustainable Phosphorus Management: A Transdisciplinary Roadmap*, Berlin: Springer, 発行確定 (2012) .

2. 上村康裕、鎗目雅、「開発途上国におけるグリーン・イノベーション：再生可能エネルギーとグリーン・マイクロファイナンスによる農村電化事業」、植田和弘、島本実編著、*グリーン・イノベーション (シリーズ・環境経営イノベーション)*、東京：中央経済社、発行確定 (2012) .

3. 鎗目雅、「産学官連携プラットフォームを通じたサステナビリティ・イノベーション」、*技術経営 (MOT) : 体系と応用*、吉田敏編著、東京：理工図書、発行確定 (2012) .

4. 鎗目雅、「サステナビリティと平和-多角的アプローチ：サステナビリティ・サイエンスの観点から」、武内和彦、勝間靖 編、

サステナビリティと平和、東京：国際書院、105-119 (2012).

5. Orsato, Renato J., Marc Dijk, Rene Kemp, and Masaru Yarime, "The Electrification of Automobility: The Bumpy Ride of Electric Vehicles towards Regime Transition," in Frank Geels, Rene Kemp, Geoff Dudley, and Glenn Lyons, eds., *Automobility in Transition? A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*, London: Routledge, 205-228 (2011).

6. Yarime, Masaru, "Challenges and Opportunities in Sustainability Science: A Perspective Based on Research and Educational Experiences," in Global University Network for Innovation (GUNI), ed., *Higher Education in the World 4: Higher Education Committed to Sustainability - From Understanding to Action*, Basingstoke: Palgrave Macmillan, 254-258 (2011).

7. Fadeeva, Zinaida, Laima Galkute, Heila Lotz-Sisitka, Dzulkifli Abdul Razak, Miguel Chakon, and Masaru Yarime, "University Appraisal for Diversity, Innovation and Change towards Sustainable Development: Can it be done?" in Global University Network for Innovation (GUNI), ed., *Higher Education in the World 4: Higher Education Committed to Sustainability - From Understanding to Action*, Basingstoke: Palgrave Macmillan, 308-313 (2011).

8. Alvia-Palavicino, Carla, and Masaru Yarime, "Sharing and Shaping Perceptions: Dialogues with Expertise in the Deployment of Renewable Energy Technologies," in Matthew Cotton and Bernardo Heisler Motta, eds., *Engaging with Environmental Justice: Governance, Education and Citizenship*, Oxford: Inter-Disciplinary Press, 189-200 (2011).

9. Yarime, Masaru, "Exploring Sustainability Science: Knowledge, Institutions, and Innovation," in Hiroshi Komiyama, Kazuhiko Takeuchi, Hideaki Shiroyama, and Takashi Mino, eds., *Sustainability Science: A Multidisciplinary Approach*, Tokyo: United Nations University Press, 98-111 (2011).

10. 鎗目雅,「サステナビリティ学とイノベーション—科学技術を駆使する」、小宮山宏、武内和彦、住明正、花木啓祐、三村信男 編、*サステナビリティ学 1: サステナビリティ学の創生*、シリーズ・サステナビリティ学 (全 5 巻)、東京：東京大学出版会、97-118 (2011).

11. Yarime, Masaru, *From End-of-Pipe Technology to Clean Technology: Environmental Policy and Technological Change in the Chlor-Alkali Industry in Japan and Europe*, Saarbrücken, Germany: VDM Verlag, 472 pages

(2009).

[その他]
ホームページ等

<http://www.sustainability.k.u-tokyo.ac.jp/users/yarime/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鎗目 雅 (YARIME Masaru)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・
准教授

研究者番号：30343106

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし