

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 4 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24520893

研究課題名(和文) 欧州における地域的な環境革新システムの形成と環境技術の移転に関する研究

研究課題名(英文) A study on creation of environment-related regional innovation systems and transfers of environmental technologies in Europe

研究代表者

山下 潤 (YAMASHITA, Jun)

九州大学・比較社会文化研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90284562

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、各種の環境技術が蓄積されている欧州を対象に、これらの技術を生んだ地域的要因を明らかにした上で、地域的に創造された環境技術を海外へ移転される際に作用する要因を解明することを目的とした。結果として、スウェーデン・イギリスにおける環境産業の集積が大都市を志向し、特にスウェーデンにおいては、当該産業の多様性ではなく、専門性によって環境産業の集積がもたらされていることを明らかにした。またスウェーデンにおいては中央・地方政府による政策を通じた各種の支援が、一方イギリスでは、企業・非政府団体等の各種支援が、環境技術を海外へ移転する際に作用することも示した。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed at identifying determinants that yielded regional accumulations of environmental technologies in Europe and that transferred these technologies abroad. As a result, it was revealed that environmental industries were chiefly accumulated in metropolitan areas in Sweden and the United Kingdom. In Sweden, moreover, specialties rather than diversities had a strong influence on accumulation of these industries. It was also shown that various supports through the central and local government policies in Sweden, and by companies and non-governmental organizations in the United Kingdom encouraged overseas transfers of environmental technologies.

研究分野：人文地理学

キーワード：地域計画・地域政策 環境 イノベーション

1. 研究開始当初の背景

本研究は、2009-2011 年度に実施した科学研究補助金研究と同様に、地域構造に着目した地域政策研究である。2012-2014 年度の研究では、政策アクター論の視点から、行政、企業、市民等のアクターで形成されるソーシャル・ネットワークに着目し、地域政策研究を深化させた。具体的には、スウェーデン政府が補助金を助成し、地方自治体が実施した地球温暖化対策である地域投資事業 (LIP) を対象にした研究成果 (Yamashita, 2011 ; 山下, 2011) で、LIP 実施後に CO2 排出が削減されたにもかかわらず、ソーシャル・ネットワークが維持されていない事例が多くみられたことから、ソーシャル・ネットワークと CO2 排出削減に明確な相関がないことを明らかにした。

2009-2011 年度の研究過程で、LIP 実施期間に地方自治体の技術部門や会社によって創出された環境技術が CO2 排出削減に強く影響を及ぼすとともに、これらの主体が事業実施の際に中心的な役割を担っていたことが観察された。さらにこれらの環境技術がパッケージ化され、先進国・途上国の双方に移転されているという状況もみられた。具体的には、研究対象としたストックホルム市では、一般家庭から排出された廃棄物から市が有機系バイオマス抽出した後、このバイオマスを原料としてバイオガスを発生させている。このバイオガスが、公社が運営する地域熱供給や、県が運営する公共交通のバスで、化石燃料の代替燃料として利用された結果、エネルギー・交通分野で CO2 排出が大幅に削減された。そして廃棄物、地域熱供給、交通の各部門で培われた環境技術が個別ではなく、パッケージ化され、カナダや中国などの低炭素型都市の建設の際に活用されている。この点に鑑み、環境技術を地域的に創出する革新システムの形成要因と、これら技術の海外移転へ影響を及ぼす諸要因を解明する必要性を強く認識し、本研究を着想するに至った。

本研究は、革新システム論と技術移転論に依拠している。革新に関する従来の研究は、国内外の経済学、経営学、地理学等の分野で進められ、その蓄積は多い (Camagni, 1991 ; Cooke, 1992 ; Freeman and Soete, 1997 ; Porter, 1998 ; Scott, 1998 ; 松原, 1999 ; 友澤, 2000 ; 山本, 2005)。これらの研究では、技術革新を生み出す要素と要素間のネットワークが強調されており、Porter(1998)はその一例である。この研究は、空間的な近接性を考慮していないなどの問題を内包しているが (山本, 2004) この研究で示された 4 要素 (要素条件、需要条件、関連・支援企業、戦略と競争関係) からなる『ダイヤモンドモデル』は、先端技術産業の立地を解明する学術研究と、これらの学術研究の成果を踏まえた産業立地政策の双方で多用されている。

一方環境技術の革新に関しては、2005 年の京都議定書発効とも関連し、近年環境分野での特許数が急増しており、関連する研究も深化されつつある。環境技術の革新研究のなかで Cooke (2008) は、関連・支援企業間の空間的な近接性に加えて企業群の多様性が、環境技術を基礎とした地域的な革新システムを形成する上で重要であることを指摘している。しかし、これらの 2 要素に、ダイヤモンドモデルの 4 要素を加え、総合的かつ実証的に環境技術の地域的な革新システムの形成要因を分析した研究が十分蓄積されているとは言い難い。

他方、環境革新の技術移転に関する研究は海外を中心として近年活発化しつつあり (Worrel et al, 2001 ; Yang and Nordhaus, 2006)、エネルギー効率や再生可能エネルギーが主要な移転領域であることや (De Coninck, 2008)、輸出国の補助金や受入国の技術水準等が技術移転に強く作用していること (Dechezleprêtre et al, 2008) などが明らかにされている。しかしこれらの研究の多くがハードな技術の移転に焦点をあてており、右図で示すように土地利用で代表される計画デザインといったソフトな技術が廃棄物、エネルギー、建造物といったハードな技術に与える影響は大きいにもかかわらず、ハードな技術を調整・統合するソフトな技術の移転に関する研究は十分に蓄積されているとはいえない状況にある。

2. 研究の目的

上述した研究の背景を踏まえて、本研究では、各種の環境技術が蓄積されている欧州を対象に、これらの技術を生んだ地域的要因を明らかにした上で、地域的に創造された環境技術を海外へ移転される際に作用する要因を解明することを目的とした。

3. 研究の方法

2012 年度では、主に統計データを用いて、調査対象地域となる対象自治体を決定した。さらに、現地調査をもとに、次年度で対面調査をおこなう企業・研究機関等の範囲を確定する。2012 年度の成果を踏まえて、2013 年度では対象自治体での現地調査を通じて、環境技術の地域的な革新システムの形成要因を明らかにした。2014 年度では、地域的に創造された環境技術を海外へ移転される際に作用する要因を解明した。

具体的には、2012 年度に地域別に集計された環境関連特許数を用いて、環境産業の地域的な立地を検討した。その理由は Oltra et al. (2010) によって、環境関連の特許が、環境関連イノベーションを測るための良好な指標であると示されたことによる。本研究では、OECD によって集計された特許統計を用いた。本統計は、OECD 固有の統計区である Territorial Level 3 (TL3) ごとに集計されている。日本の場合 TL3 は都道府県にあたる。

したがって市区町村のような基礎自治体ごとの詳細な統計ではない点に留意し、産業集積を考察する必要がある。この統計区で集計された特許数を 1998 年から 2008 年まで合算した統計総数を用いて、環境産業の立地を検討した。

環境技術に関する OECD の 7 分類ごとに、環境産業の立地を検討した。7 分類とは、汚水・廃棄物処理や土壌汚染対策関連の技術を含む A. General Environment Management、風力・太陽熱・太陽光・地熱等によるエネルギー生成関連の技術からなる B. Energy Generation from renewable and non-fossil source、廃棄物発電やコージェネレーション等と関連した技術を含む C. Combustion technologies with mitigation potential、二酸化炭素回収貯留 (CCS) を中心とした種々の温室効果ガスの回収貯留関連の技術を含む D. Technologies specific to climate change mitigation、燃料電池や水素生成・輸送・貯蔵等に関する技術を含む E. Technologies with potential or indirect contribution to emissions mitigation、ハイブリッドエンジンや排ガス規制等を含む輸送機械と関連した技術を含む F. Emission abatement and fuel efficiency in transportation、建物内の熱・照明の効率化と関連した技術を含む G. Energy efficiency in building and lighting である。全環境技術の立地状況と比較することで、これら 7 分類にもとづく環境産業の立地状況とその特徴を明らかにした。

つぎに 2013 年度には、2012 年度と同様に、地域別に集計された環境関連特許数を用いて、環境産業の集積をもたらす要因を検討した。山下 (2013) は世界規模での環境産業が大都市に集中することを明らかにした。環境関係特許数をイノベーションの指標として用いたこの研究の結果から、人口集積による外部効果が先端産業の集積に影響を与えていることを示した。すなわち都市という狭い空間的な範囲に高密度に企業や専門家が集積することで、企業間や専門家間で技術や専門知識が容易に共有化される環境が生みだされ、結果として先端産業の成長が促進されるとする考えである。このような外部性は、知識スピルオーバー効果とも称されている (Jaffe et al., 1993)。

産業集積を促す外部効果は大きく二分される (Beaudry and Schiffauerova, 2009)。一つはマーシャル・アロー・ローマー型外部性 (以下、MAR 型) であり、もう一つはジェイコブス型外部性 (以下、Jacobs 型) である。前者の MAR 型では、産業集積地域での専門化もしくは産業の地域特化が地域の成長を促進すると考えられている。一方、後者の Jacobs 型では、専門化や地域特化ではなく、産業の多様性が技術革新や経済成長を促進すると考えられている。2013 年度には、環境産業の集積にあたる両外部性の影響を

討した。

2013 年度に用いたデータは、2012 年度と同様に、OECD によって集計された環境特許統計である。本統計は、OECD 固有の統計区である TL3 ごとに集計され、スウェーデンでは TL3 はレーン (län, county) にあたる。総レーン数は 21 である。本研究では、この統計区で、1998 年から 2008 年まで合算された統計総数を用いた。

2012 年度と同様に、環境技術に関する OECD の 7 類型ごとに、環境産業の集積への MAR・Jacobs 両外部性の影響を検討した。この 7 類型のうち、データの制約から E 類型を除く 6 類型に関して、重回帰モデルを用いて、MAR 型・Jacobs 型外部性の環境産業の集積への影響を吟味した。被説明変数はこれら 6 類型の特許数である。

説明変数は、就業人口、MAR 型外部性と Jacobs 型外部性を表す 3 変数である。就業人口 (*Employees*) として 16-64 歳人口を用いた。上述したように MAR 型外部性が産業集積地域での専門化もしくは産業の地域特化を表すため、下式で示される特化係数 (もしくは立地係数、 LQ_{ir}) が MAR 型外部性を表す指標として先行研究で多用されている (Beaudry and Schiffauerova, 2009, p.321)。

$$LQ_{ir} = (E_{ir} / E_r) / (E_{in} / E_n) \quad (1)$$

ここで E_{ir} : 地域 r における産業部門 i の就業者数

E_r : 地域 r における総就業者数

E_{in} : 全国レベルでの産業部門 i の就業者数

E_n : 全国レベルでの総就業者数

MAR 型外部性では、就業者の専門性が問われているので、各産業部門・全産業部門ごとの就業者数と総就業者数を用いて、特化係数が計算されることが多い。本研究でも特化係数を用いたが、上述した環境産業の 6 分類ごとの就業者数のデータをえられなかったため、就業者数を用いていない。このようなデータの制約から、本研究では就業者数に代えて、各部門の特許数、環境関連産業全体の特許数、全産業の特許数を用いて、特化係数を計算した。なお特化係数の値が 1 以上であれば地域への集積度が高く、逆に 1 を下回ると集積度が低いことを表している。

一方 Jacobs 型外部性を表す指標としてハーシュマン・ハーフィンダル指数が用いられることが多いが (Beaudry and Schiffauerova, 2009, p.322) 本研究では下式で示されるシンプソンの多様度指数 (D) を用いた。

$$D = 1 / \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad (2)$$

ここで P_i : 種 i の個体数が群衆の全個体数に占める割合

S : 群集に含まれる種の数

表1 特許数上位20地域 (Emissions abatement and fuel efficiency in transportation)

順位	地域名	特許数 (1998- 2008年)	世界シェア (%)	累積世界 シェア(%)
1	DE72: Stuttgart	2,830.9	14.40	14.40
2	JPE23: Aichi	2,290.2	11.65	26.05
3	DE90: Regensburg	601.2	3.06	29.11
4	US047: Detroit-Warren-Flint - MI	543.0	2.76	31.88
5	JPC11: Saitama	489.0	2.49	34.36
6	JPC14: Kanagawa	476.2	2.42	36.79
7	JPC13: Tokyo	410.4	2.09	38.88
8	US126: Peoria-Canton - IL	273.3	1.39	40.27
9	SE232: Västra Götalands län	258.7	1.32	41.58
10	DE93: München	249.6	1.27	42.85
11	FR105: Hauts-de-Seine	227.8	1.16	44.01
12	DE79: Bodensee-Oberschwaben	217.5	1.11	45.12
13	JPF27: Osaka	213.9	1.09	46.21
14	US118: New York-Newark-Bridgeport - NY-NJ- CT-PA	211.8	1.08	47.28
15	FR103: Yvelines	204.7	1.04	48.32
16	DE22: Braunschweig	188.0	0.96	49.28
17	DE51: Rhein-Main	173.9	0.88	50.17
18	JPC08: Ibaraki	171.6	0.87	51.04
19	US032: Chicago-Naperville-Michigan City - IL- IN-WI	171.4	0.87	51.91
20	JPC22: Shizuoka	170.9	0.87	52.78

本研究では、群集を21のレーン、種を環境産業6分類とおき代えて多様性指数を計算した。多様性指数の値が0に近いほど多様性が高く、1に近いほど単一の産業によって占められ、多様性が低いことを表している。

さらに、上記の手法をイギリスのTL3にも適用した。

最後に2014年度には、地域的に創造された環境技術を海外へ移転する際に作用する要因を解明することを目的とした。この目的を達成するため、まず予備調査では、2013年度に実施した調査結果を再検討し、現地調査を実施する自治体を絞りこむとともに、対象地域で実施する現地調査の調査項目を精査する。つぎに現地調査では、技術移転事業の規模と内容、参画企業とこれらの企業が有する環境技術、企業・非政府団体等の各種支援等の経済・技術的な要因と関連する調査項目に留意して現地調査をおこなった。最後に、予備調査と現地調査を踏まえて、環境技術の移転に作用した要因を明らかにした。

4. 研究成果

(1)2012年度の研究成果

2012年度には、まず予備調査では、OECDの環境関連特許データベースを用いて、環境関連特許の七分野のうち、データの制約から、六分野ごとに、世界規模で、環境産業の集積を国別・地域別に把握した。この予備調査の結果をもとに、調査候補地であるスウェーデンとイギリスならびに、予備の調査候補地であるデンマークの自治体で環境産業・クラスター関係政策の担当官やこれらを対象とする研究者に対して、環境産業・クラスターの

現状や課題ならびに関連する政策に関する対面調査を実施するとともに、関連資料を収集した。

上述した調査の結果、収集したデータを用いて、上述した研究の方法にそって、環境産業の地域的な立地を明らかにし、その成果の一部を国内学会で報告する一方で、査読論文で公表した。この査読論文で公表した成果の一部は以下の通りである。すなわち環境産業の地域的な立地の特徴を以下のように要約できる。環境産業の主要な立地国はアメリカ、日本、ドイツ、フランス、イギリスであり、上位三か国で特許数の約六割、上位五カ国で約七割を占めることによる。つぎに環境産業の立地点に関しては、既存の産業集積との関係から、例えばF分類 (Emission abatement and fuel efficiency in transportation) のように、アメリカのニューヨーク、ロサンゼルス、シカゴ、日本の東京、神奈川、ドイツのミュンヘンといった大都市に集中する傾向があった(表1)。最後に、環境産業を分類ごとにみると、再生可能エネルギー分野におけるデンマーク・ユトランド半島地域のように、上記の一般的な立地傾向とは異なる国・地域に環境産業が集積していることもわかった。

(2)2013年度の研究成果

2013年度には、環境技術を生む地域的な革新システムの形成要因を明らかにするため、上述した研究の方法にそって調査をすすめた。まず予備調査で、主に専門性の高い企業の空間的な近接性と企業の多様性に関連する調査項目を抽出した。この予備調査の結果をもとに、調査地であるスウェーデンとイギ

表2 重回帰分析の結果

Category	Employees	LQ	D	R ²
A	1.305E-04 ***	-3.778	-29.050	0.951 ***
B	3.530E-05 ***	6.661 ***	-4.982	0.822 ***
C	1.272E-05 ***	0.849 **	-0.449	0.810 ***
D	3.224E-06 ***	0.287 ***	-0.304	0.707 ***
F	1.512E-04 ***	35.871 **	-63.637	0.776 ***
G	1.379E-05 ***	1.202 ***	-1.749	0.933 ***

*** $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; * $p < 0.1$.

リスの4自治体で政策担当官や有識者に対して対面調査を実施するとともに、関連資料を収集した。最後に調査後の分析では、重回帰分析を用いてスウェーデン・イギリスにおける環境産業の集積を生む要因を検討した。

上述した重回帰分析を用いた研究結果の一部を国際・国内学会で報告する一方で、査読論文で公表した。論文の概要は以下の通りである。すなわちスウェーデン・イギリスにおける環境産業の集積が大都市を志向し、特にスウェーデンにおいては、MAR型外部性が卓越したことから、当該産業の多様性ではなく、専門性によって環境産業の集積がもたらされていることを明らかにした(表2)。すなわち都市規模を表す就業者数はA~Gのすべての類型において1%水準で統計的に有意である。また符合はすべて正であり、環境産業の集積に対して正の影響を及ぼしている。また専門性を表す特化係数もA類型を除いて、少なくとも5%水準で統計的に有意であり、正の符号を有することから、MAR型外部性が環境産業の集積に対して正の影響を及ぼしていたと考えられる。一方シンプソンの多様性指数は統計的に有意ではないため、Jacobs型外部性の影響力はなかったと考えられる。

(3)2014年の研究成果

2014年度に、上述した研究計画にそって調査をすすめ、主に企業・非政府団体等の各種支援と関連する調査項目に特に着目して予備調査をおこなった。この予備調査の結果をもとに、スウェーデンとイギリスの自治体で環境産業・クラスター関係政策の担当官やこれらを対象とする研究者に対して対面調査を実施するとともに、関連資料を収集した。最後にこれらの調査を踏まえて、スウェーデン・イギリスにおける環境技術を海外へ移転する際に作用する要因を検討し、結果の一部を公表した。すなわち、スウェーデンにおいては中央・地方政府による政策を通じた各種の支援が、一方イギリスでは、企業・非政府団体等の各種支援が、環境技術を海外へ移転する際に作用することを明らかにした。

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3件)

(1) Yamashita, J., Knowledge spillover

effects on agglomerations of environment-related industries, *World Technopolis Review*, 3-3, 2014年, 122-138. 査読有. <https://dx.doi.org/10.7165/wtr2014.3.3122>

(2) 山下 潤, 知識スピルオーバーの環境産業集積への影響 スウェーデンを事例として, *比較社会文化*, 20, 2014年3月, 87-92. 査読有. catalog.lib.kyushu-u.ac.jp/handle/2324/1456062/p087.pdf

(3) 山下 潤, 世界規模での環境産業の立地に関する予察的考察, *比較社会文化*, 19, 2013年3月, 65-72. 査読有. catalog.lib.kyushu-u.ac.jp/handle/2324/26211/p065.pdf

〔学会発表〕(計4件)

(1) Yamashita, J., Knowledge Spillover Effects on Agglomerations of Environment-Related Industries over the Globe, Annual Conference of the IGU Urban Commission 2014 Poznan, Adam Mickiewicz University, Poznan (Poland), 2014年8月13日.

(2) 山下 潤, スウェーデンにおける知識スピルオーバーの環境産業集積への影響, 日本地理学会春季学術大会, 国土館大学(東京都・世田谷区), 2014年3月27日.

(3) Yamashita, J., Agglomeration of clean technology industries in cities: An experimental analysis using patent statistics, International Geographical Union Regional Conference Kyoto 2013, Kyoto International Conference Centre, (京都府・京都市), 5th August 2013.

(4) 山下 潤, 特許データからみた環境産業の立地, 日本地理学会春季学術大会, 立正大学(埼玉県・熊谷市), 2013年3月29日.

〔図書〕(計1件)

(1) Yamashita, J., Knowledge spillover effects on agglomerations of environment-related industries: A case in Japan, in Hino, M. and Tsutsumi, J. eds., *Urban Geography of Post-Growth Society*, Tohoku University Press, Feb. 2015, pp. 225-245.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山下 潤 (YAMASHITA JUN)

九州大学・大学院比較社会文化研究院・

准教授

研究者番号：90284562