九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

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

山下, 潤
九州大学大学院比較社会文化研究院社会情報部門社会変動講座

https://doi.org/10.15017/1456062

出版情報：比較社会文化. 20, pp.87-92, 2014-03-25. 九州大学大学院比較社会文化学府
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

『比較社会文化』第20号（2014）87～92
Bulletin of the Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University
vol.20 (2014), pp. 87～92

論 文

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―

Knowledge spillover effects on agglomerations of environment-related industries: A case in Sweden

2013年12月12日受付，2013年12月30日受理

山　下　　潤*
Jun YAMASHITA

キーワード：イノベーション，環境産業，外部効果，知識スピルオーバー，OECD特許統計

要　旨

都市への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が従来の研究で明らかにされている．このような外部効果は，知識スピルオーバー効果とも称されている．本稿では，OECDによる環境関連特許データを用い，スウェーデンを対象地域として，都市への人口集積によるマーシャル・アロー・ローマー型（MAR型）・ジェイコブス型（Jacobs型）外部性の環境産業の集積への影響を明らかにすることを目的とした．結果として，MAR型・Jacobs型外部性とも環境産業の集積に正の影響を与えていた．しかしMAR型外部性のみ統計的に有意であることを明らかにした．

1　はじめに

経済と環境の関係を論じる際に持続可能な発展という概念が今日まで多用されてきた．しかし近年，持続可能な発展を疑問視する学説が示されるようになっている．持続可能な発展は，ブルントラント委員会による報告書にもとづき，将来世代のニーズを損なうことなく，現在の世代のニーズを満たすような開発・発展と定義されることが多いが，その主たる目的は経済成長にともなう温室効果ガスなどの環境負荷の増大という関係を断ち切り，両者をデカップリングすることにある．しかし経済と環境のデカップリング，すなわち経済成長の維持と環境負荷の軽減を両立することが困難となった現状に鑑み，持続可能な発展が依拠する経済成長そのものを疑問視する新たな経済・社会像を提示した各種の理論が示されるようになった（Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2012）．これら新たな経済・社会像はポスト持続可能な発展論ともいえ，グリーン成長，Degrowth論，Post-growth論などが含まれる．

UNDPやOECDによって提唱されたグリーン成長の骨子は経済をグリーン化することにある．このことは，経済・産業を環境への負荷の少ない構造へと転換することを意味している．本研究が扱う環境産業も既存の構造をより環境負荷の少ないものへと転換するという意味で当該カテゴリーに含まれる．経済をグリーン化することで，経済成長を維持する一方で，貧困を解消するとともに，雇用を確保し，環境を保全することが可能となる．したがって既存の経済・産業構造を環境にやさしい形態へ改変する点を除けば，グリーン成長は旧来の経済・社会像と同じであり，経済成長を肯定的にとらえている．この点で，持続可能な開発の概念とあまり変わりない．

これに対してDegrowth論やPost-growth論では経済成長が肯定的にとらえられていない．Degrowth論の中心課題は生産や消費の削減である．したがってマクロ経済学的にみると，地球の環境容量を超えた人工物の生産や，生産のための資源の消費で計算されるGDPで代表される経済成長が否定的にとらえられている．Degrowthという用語はジュージェクス・レーゲンによる造語とされる（Bonaiuti, 2011）．このようなジュージェクス・レーゲンの思想はその弟子であるデイリーの

＊地域構造講座

定常状態の経済へと発展されている．自然資本のストック量が一定である定常状態の経済では，経済成長が無い状況も想定される．さらにPost-gorwth論では，経済成長がなくとも，環境容量内で，生活の質を向上できる経済・社会像が示されている．その急先鋒はジャクソンである（Jackson，2009）．ジャクソンは，Degrowth論が資源の有限性を前提としない既存のマクロ経済に立脚するため，生産・消費の削減にのみ依存するDegrowth論は安定的でないと指摘する．そのため，まずは環境容量を前提とする生態経済学にもとづく新たなマクロ理論の必要性を提唱している．その上で経済成長に代わる人的な繁栄（human flourishing）を最終な目標とする新たな社会像としてPost-growth論を提案している．しかしDegrowth論，Post-growth論とも，現段階では，明確な経済理論を示しているとはいいがたい状況にある．このような，経済成長に代わる新たな経済・社会像の提示にかかわる上記の状況に鑑み，以下では，グリーン成長に寄与する環境産業の集積について検討する．

環境産業の集積に関して都市の規模効果が考えられる．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（以下，MAR型）外部性であり，もう一つはジェイコブス型（以下，Jacobs型）外部性である．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．MAR型と類似した概念としてポーター型外部性（以下，Porter型）がある．両者とも，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る点は共通している．しかし両者は以下の点で異なる． MAR型では，集積をもたらす要因が地域内での当該産業の独占的な環境にあることに力点がおかれる．他方，Porter型では，ある地域内で，競争的な環境におかれた企業群によって技術革新が促進される点が強調されている．

67の査読論文にもとづき，Beaudry and Schiffauerova（2009）は産業集積に関するMAR型・Jacobs型双方の外部性とも「正の」影響を及ぼしていると結論づけた上で，両者の特徴を次のようにまとめている．①産業大分類で集計された産業区分での分析ではMAR型が，中分類では両者が，小分類ではJacobs型が卓越する．②地理的な集計との関係では，産業大分類かつ小地域で集計された産業や，産業小分類かつ大地域で集計された産業に対してはMAR型・Jacobs型とも影響が小さく，その中間で分類・集計された産業区分を用いた分析では両者の影響がみられた．③従来型産業と先端産業に関しては，前者に対して，MAR型がいくぶんJacobs型より影響が大きい一方で，先端産業に関してはJacobs型の影響がMAR型より大きい．またその中間的な産業では両者が作用する．④産業のライフステージに関しては，その初期でJacobs型が，終期でMAR型の影響が顕著である．この点はスウェーデンの12の製造業を対象としたNeffke et al.（2012）の研究でも確認されている．⑤経済成長に代わり，特許数や研究・開発費の総額などで代表させるイノベーションを被説明変数とした場合，産業小分類や中分類の産業区分を用いた分析ではJacobs型が，大分類ではMAR型が卓越する．

これ以外にもBeaudry and Schiffauerova（2009）は国別でも２つの外部性の影響を検討している．スウェーデンに関しては，１事例をもとに，MRA型のみが正の影響を及ぼしていることを示した．一方日本に関しては，４事例をもとに，MAR型・Jacobs型のいずれか１つが各１事例で，双方の影響が２事例で確認されている．しかし両国において研究の蓄積が十分であるとはいいがたい．また上述した先端産業に対する２つの外部性の影響に関しては，ICT・バイオ産業が主たる対象とされ，環境産業を扱った研究は少なく，イノベーションを被説明変数とした研究の蓄積も十分とはいえない．このような状況に鑑み，本稿では，OECDによる環境関連特許データを用いて，都市への人口集積によるMAR型・Jacobs型外部性の環境産業の集積への影響を明らかにすることを目的とした．以上の研究目的を踏まえて，次章では両外部性の影響を明らかにするための研究方法について述べる．ついで，この研究方法にもとづく結果を３章で示す．最後に４章で，本研究で両外部性の影響の特徴をまとめるとともに，今後の課題も若干示す．

２　研究方法

上述したように本研究の対象は環境産業である．本稿では，地域別に集計された環境関連特許数を用いて，環

境産業の集積を検討した．その理由はOltra et al (2009)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．

Table 1 Classifications of environment-related patents by OECD

A. GENERAL ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
1. Air pollution abatement (from stationary sources)
2. Water pollution abatement
3. Waste management
i. Solid waste collection
ii. Material recycling
iii. Fertilizers from waste
iv. Incineration and energy recovery
v. Landfilling [n.a.]
vi. Not elsewhere classified
4. Soil remediation
5. Environmental monitoring
B. ENERGY GENERATION FROM RENEWABLE AND NON-FOSSIL SOURCES
1. Renewable energy generation
i. Wind energy
ii. Solar thermal energy
iii. Solar photovoltaic (PV) energy
iv. Solar thermal-PV hybrids
v. Geothermal energy
vi. Marine energy (excluding tidal)
vii. Hydro energy - tidal, stream or damless
viii. Hydro energy - conventional
2. Energy generation from fuels of non-fossil origin
i. Biofuels
ii. Fuel from waste (e.g. methane)
C. COMBUSTION TECHNOLOGIES WITH MITIGATION POTENTIAL (e.g. using fossil fuels, biomass, waste, etc.)
1. Technologies for improved output efficiency (Combined combustion)
i. Heat utilisation in combustion or incineration of waste
ii. Combined heat and power (CHP)
iii. Combined cycles (incl. CCPP, CCGT, IGCC, IGCC+CCS)
2. Technologies for improved input efficiency (Efficient combustion or heat usage)
D. TECHNOLOGIES SPECIFIC TO CLIMATE CHANGE MITIGATION
1. Capture, storage, sequestration or disposal of greenhouse gases
i. CO2 capture and storage (CCS)
ii. Capture or disposal of greenhouse gases other than carbon dioxide (N2O, CH4, PFC, HFC, SF6)
E. TECHNOLOGIES WITH POTENTIAL OR INDIRECT CONTRIBUTION TO EMISSIONS MITIGATION
1. Energy storage
2. Hydrogen production (from non-carbon sources), distribution, and storage
3. Fuel cells
F. EMISSIONS ABATEMENT AND FUEL EFFICIENCY IN TRANSPORTATION
1. Technologies specific to propulsion using internal combustion engine (ICE) (e.g. conventional petrol/diesel vehicle, hybrid vehicle with ICE)
i. Integrated emissions control (NOX, CO, HC, PM)
ii. Post-combustion emissions control (NOX, CO, HC, PM)
2. Technologies specific to propulsion using electric motor (e.g. electric vehicle, hybrid vehicle)
3. Technologies specific to hybrid propulsion (e.g. hybrid vehicle propelled by electric motor and internal combustion engine)
4. Fuel efficiency-improving vehicle design (e.g. streamlining)
G. ENERGY EFFICIENCY IN BUILDINGS AND LIGHTING
1. Insulation (incl. thermal insulation, double-glazing)
2. Heating (incl. water and space heating; air-conditioning)
3. Lighting (incl. CFL, LED)

本稿では環境関連の特許として，OECDによって集計された特許統計を用いた[1]．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．研究対象地域としてスウェーデンを選択したが，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．本稿では，この統計区で，1998年から2008年まで合算された特許数を用いた．

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（Table 1）．この表で示したように７類型とは，汚水･廃棄物処理や土壌汚染対策関連の技術を含むＡ類型（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類型（Energy Generation from renewable and non-fossil sources），廃棄物発電やコジェネレーション等と関連した技術を含むＣ類型（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類型（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類型（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類型（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類型（Energy efficiency in building and lighting）である．

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．叙述したように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，*LQir*）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）．

$$LQir = (Eir / Er) / (Ein / En) \quad (1)$$

ここでEir：地域rにおける産業部門iの就業者数

Er：地域rにおける総就業者数

Ein：全国レベルでの産業部門iの就業者数

En：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．本稿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,本稿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・ハーフィンダール指数が用いられることが多いが(Beaudry and Schiffauerova，2009，p.322)，本稿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.

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{S} P_i^2 \qquad (2)$$

ここでPi：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

本稿では，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．

最後に，重回帰分析の結果得られるレーンごとの標準誤差を用いて，環境産業の地域的な集積を把握した.

3　研究結果

重回帰分析の結果，スウェーデンにおける環境産業の集積に関してはMAR型外部性が卓越することを明らかにした(Table 2)．６類型すべてで決定係数は0.7以上あるとともに１％水準で統計的に有意である．３変数に着目すると，都市規模を表す就業者数(*Employees*)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(*LQ*)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．前二者と異なり，シンプソンの多様性指数(*D*)の符号は負である．同指数は値が高いほど多様性が低いことを示したことから,マイナス符号は多様性が高いほど産業の集積に対して正の影響を与えていることを示している.しかし同指標は統計的は有意ではないため,Jacobs型外部性の影響力はなかったと考えられる．

Table 2 Reults derived from applicaions of the multi-regression model

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 ***

Statistically significant at: *** 0.01; ** 0.05; * 0.1.

スウェーデンにおける環境産業の集積に関して，本稿で明らかにしたMAR型外部性が卓越するという点は，Beaudry and Schiffauerova (2009) の指摘と２つの点で合致する．すなわち，イノベーションを被説明変数とした場合，産業大分類を用いた分析ではMAR型が卓越するという点と，国別にみると，スウェーデンではMRA型のみが正の影響を及ぼしていたとする点である．

重回帰分析の結果をもとに環境産業の地域的な集積をみると，当該産業が大都市圏に集積していることがわかる．スウェーデンの三大都市圏はStockholm län，Västra Götaland län，Skåne länであり，それぞれ人口規模第１位，２位，３位のストックホルム市，ヨーテボリ市，マルメ市をそれぞれ有する．Table 3は1.0以上の標準残差のみを示している．これをみると，Stockholm länでC類型が，Västra Götaland länでAとF類型が，Skåne länでD類型が最大値を示している．さらに，これらの三大都市圏に続き，第４位の人口規模を有するウプサラ市を有するUppsala länでB類型が最大値を示す．したがってSödermanland länでの集積がみられるG類型を除いて，他の５類型は大都市圏に集積していることから,環境産業の集積に関して人口集積の外部効果がみとめられた.

4　むすび

本稿ではOECDによる分類と特許データを用いて，大都市への人口集積によるMAR型・Jacobs型外部性の環境産業の集積への影響を明らかにすることを目的とした．研究結果を以下のように要約できる．まずMAR型・

Table 3 Standardised Residuals in 21 Swedish counties

Län (county)	Category A	Category B	Category C	Category D	Category F	Category G
Stockholm			2.552			1.735
Uppsala		2.212				
Södermanland						2.041
Östergötland						
Örebro						
Västmanland		1.432				
Jönköping						
Kronoberg	1.134					
Kalmar						
Gotland						
Blekinge						
Skåne				2.761		
Halland				1.094		
Västra Götaland	1.228			1.490	3.096	
Värmland						
Dalarna						
Gävleborg						
Västernorrland						
Jämtland						
Västerbotten						
Norrbotten						

Note: The figures, which are more than one, are only shown in this table.

Jacobs型外部性とも環境産業の集積に正の影響を与えていた．しかしJacobs型外部性は統計的に有意でなかったため，MAR型外部性のみ環境産業の集積に影響を与えていることを明らかにした．この点は従来の研究で得られた，スウェーデンではMRA型のみが正の影響を及ぼしていたとする知見と合致する．さらに先行研究で示された，イノベーションを被説明変数とした場合，産業大分類ではMAR型が卓越するという知見とも同じ結果がえられた．

このように，本研究では，環境産業の集積に対する外部性の影響を明らかにすることができたが，いくつかの課題が残されている．まず本稿ではデータの制約から特化係数を算出する際に，従来の研究で用いられることが多かった就業者数でなく，特許数を用いた．産業小分類で集計された就業者数を組み替えることにより，上述した環境産業７類型で就業者数を算出することも可能であると考えられる．このようなデータを用いて再度，外部性の影響を検討することも今後，視野に入れるべきである．つぎに外部性を表す指標として，本稿ではMAR型に対しては特化係数を，Jacobs型に関してはシンプソンの多様性指数を用いたが，指標のとり方によって環境産業の集積への影響が異なることが指摘されている（Beaudry and Schiffauerova, 2009, p.334）．複数の指標を用いる必要性に関しては,非説明変数に関しても同じである．本稿ではイノベーションを代表する指標として環境産業関連特許を取り上げたが，環境産業内での研究開発費等をイノベーションの指標とすることも考えられる.今後は，これらの課題を考慮し，環境産業の集積への知識スピルオーバーの影響をより明確にする必要があるといえる．

謝辞

本研究を進めるにあたり，平成24-26年度科学研究費助成金（基盤研究（C）『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』課題番号:24520893, 研究代表者:山下　潤）の一部を使用した．

注

[1] 以下のURLからデータを得た.
http://www.oecd.org/sti/innovationinsciencetechnologyandindustry/oecdpatentdatabases.htm

参考文献

山下潤（2013）：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，19，65-72.

Beaudry, C. and Schiffauerova, A.（2009）: Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. *Research Policy*, 38, 318–337.

Bonaiuti, M.（2011）: *From Bioeconomics to Degrowth: Georgescu-Roegen's 'New Economics' in Eight Essays*. Routledge.

Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water Management（2012）: *Future Dossier: Alternative Economic and Social Concepts*. Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water Management.

Jackson, T.（2009）: *Prosperity without Growth: Economics for a Finite Planet*. Earthscan.

Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. and Henderson, R.（1993）: Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *Quarterly Journal of Economics*, 108, 577–598.

Neffke, F., Henning, M., Boschma, R., Lundquist, K.-J. and Olander, L.-O.（2011）: The dynamics of agglomeration externalities along the life cycle of industries. *Regional Studies*, 45, 49-65.

Oltra, V., Kemp, R. and de Vries, F. P.（2009）: Patents as a measure for eco-innovation. *Working Paper of GREThA*, 2009-05, 1-19.

Knowledge spillover effects on agglomerations of environment-related industries: A case in Sweden

Jun YAMASHITA

ABSTRACT

Previous studies revealed that externalities derived from the population concentration in urban areas positively affect agglomerations of high-tech industries. Such externalities are termed as the knowledge spillover. Using the OECD environment-related patent statistics, the purpose of the present study is to explicate the Marshall-Arrow-Romer (MAR) and Jacobs externalities, which result from population concentration in urban areas, on agglomeration of environment-related industries in Sweden. As a result, both externalities positively influenced the agglomeration of these industries. It was revealed, however, that only the MAR externalities were significant.

Keywords: innovation, environment-related industry, externalities, knowledge spillover, OECD patent statistics