

Title	技術特化と経済・技術規模
Author(s)	宮城, 和宏
Citation	年次学術大会講演要旨集, 26: 418-423
Issue Date	2011-10-15
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/10153">http://hdl.handle.net/10119/10153</a>
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

○宮城和宏（沖縄国際大学）

## 1. はじめに

技術特化と経済規模、技術規模の関係についてはこれまで多くの研究がおこなわれてきた（例えば、Aruchibui and Pianta, 1992ab; Laursen, 2000; Mancusi, 2001; Cantwell and Vertova, 2004; 宮城, 2008, 2009）<sup>1</sup>。これらの研究より明らかになったことは、規模に関する指標は GDP、人口、R&D 支出、特許数等、論者によって異なるものの、①経済大国（あるいは先進国）の技術活動は広範囲の領域にまたがっているが、小国（あるいは途上国）のそれは狭い領域に集中しているということ、②経済大国の特化パターンはかなりの程度持続的ということである。

以上の結果は、経済規模の拡大は当該国の技術領域を拡大させながら（技術の多様化）、当該国の技術特化パターンが持続することを意味する。つまり、規模の拡大は①技術活動の領域を拡大させる一方で、②技術活動の集約度をも高めるという 2 つの効果をも有することになる。それにもかかわらず、規模と技術特化の関係を分析する際、Mangani (2007) を除き、既存研究ではこれらの効果が十分、考慮されてこなかった<sup>2</sup>。本稿では、OECD 加盟国や東アジア諸国等合わせて 45 か国・地域の特許データを用いて、経済規模が技術活動に及ぼす影響を「技術バラエティ」と「技術集約度」の 2 つの効果に分解、定量化することにより規模と技術特化との関係を明らかにする。以下、2 で分析方法について述べ、3 で分析結果を提示、考察する。最後に結論を述べる。

## 2. 分析方法

### (1) 技術特化指標の問題点

以下では、本稿で 1 国の特許数の変化を「技術バラエティ」による貢献と「技術集約度」による貢献とに分解、定量化することの意義について明らかにしておきたい。

1 国の技術特化を分析する手法はこれまでいくつか開発されてきた。例えば、1 国の技術集中度をマクロ的に俯瞰する方法として産業組織論で集中度を測る指標として用いられてきたハーフィンダール指数 (HI) が特許を用いた分析にも援用されてきた。

$$HI_i = \sum_{j=1}^n \left( \frac{N_{ij}}{N_i} \right)^2 \quad (N_i : i \text{ 国の全特許数、} N_{ij} : i \text{ 国 } j \text{ 部門の特許数})$$

この指標によれば、技術集中度が高ければ高いほど、HI の値は高くなる。例えば、ある国の特許取得分野が 1 部門（特許は単数あるいは複数）のみであれば HI の値は 1 に、各部門の特許数が均等かつ特許を有する部門数が多いほど値はゼロに近づくことになる。例えば、ある国の特許が 36 部門中 1 部

<sup>1</sup> Archibugi, D., Pianta, M., 1992a. The Technological Specialization of Advanced Countries. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. Archibugi, D., Pianta, M., 1992b. Specialisation and size of technological activities in industrial countries: the analysis of patent data. *Research Policy* 21, 79-93. Laursen, K., 2000. Do export and technological specialization patterns co-evolve in terms of convergence or divergence? Evidence from 19 OECD countries, 1971-1991. *Journal of Evolutionary Economics* 10, 415-436. Mancusi, M. L., 2001. Technological specialization in industrial countries: patterns and dynamics. *Review of World Economics* 137, 593-621. Cantwell, J., Vertova, G., 2004. Historical evolution of technological diversification. *Research Policy* 33, 511-529. 宮城和宏「東アジア諸国の技術集中度、技術特化パターンと産業組織—特許データを用いた比較分析—」『開発技術』Vol. 14, 2008、同「技術特化パターンの構造変化に関する実証研究—東アジアのケース—」『経済政策ジャーナル』第 6 巻第 2 号, 2009。

<sup>2</sup> Mangani, A., 2007. Technological variety and the size of economies, *Technovation* 27, 650-660.

門かつ特許数 1 である場合、HI の値は 1 となり HI の指標からみれば技術集中度あるいは特化の程度が高いことになるが、これを特化していると言ってもいいものか疑問である。さらに、HI の数値結果のみでは、その数値のうち、技術バラエティの効果と技術集約度の効果がどれだけなのか、それぞれの貢献を知ることができない。

同様な問題は、部門レベルでの技術特化の分析において、これまで多用されてきた以下の指標についても指摘できる。

$$RTA_{ij} = (n_{ij} / \sum_i n_{ij}) / (\sum_j n_{ij} / \sum_i \sum_j n_{ij})$$

RTA<sub>ij</sub> : i 国 j 部門の技術特化指数

n<sub>ij</sub> : USPTO (米国特許商標庁) 等に登録された i 国 j 部門の特許数

ここで、RTA > 1 の場合、i 国の技術部門 j は、同国内で技術特化していることを、0 ≤ RTA ≤ 1 の場合は特化していないことを意味する。RTA=1 の場合、i 国 j 部門の特許シェアが、i 国特許の USPTO 全特許に占めるシェアに等しいことを意味する。

今回の分析で用いるサンプルの 1 つであるトルコが 2005 年に米国特許商標庁 (USPTO) で登録した特許について、この指標を計算すると以下ようになる。分析対象となる 36 部門中、トルコでは 29 部門で特許数が 0 のため 29 部門で RTA の値は 0 となる。一方、サブカテゴリーコード 11「Agriculture, Food, Textiles」の値は 52.4、39「Miscellaneous-Drug&Medical」は 20.6 と非常に大きい。よって、技術特許指標の数値のみでみればトルコはこの両分野に大きく特化しているように見える。しかし、両分野 (11 と 39) の特許数はそれぞれ 1 つにすぎない。これをどのように解釈すればよいのであろうか。トルコの 2005 年における特許登録した部門数は、36 部門中 7 部門にすぎず、7 部門それぞれに 1 つずつしか特許をもたない。すなわち、特許数は合わせて 7 つにすぎない。以上より、トルコはカテゴリーコード 11 と 36 の両分野に特化しているわけではない。よって、特化指数の値は過大評価されているといえよう。後述のように、これは単に技術バラエティの少なさと技術クラス当たり平均特許数 (技術集約度) の低さを反映したものにすぎない。

## (2) 技術バラエティと技術集約度

経済規模と技術規模との間には正の相関があると考えられるが、両者の間を介在しているのが技術バラエティ (EM: extensive margin) と技術集約度 (IM: intensive margin) である (Mangani, 2007)。すなわち、経済大国は小国に比べて、通常、技術的により広範囲の領域で活動する (EM の拡大) と同時に各領域内での活動はより活発となる傾向にある (IM の増加)。その結果、その国の技術規模も大きくなると考えられる。EM、IM は以下のように定義される。

j 国の  $EM_j = n_j$  (n<sub>j</sub>: j 国において 1 以上の特許を有する技術クラスの数)

j 国の  $IM_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} x_{ji}}{n_j}$  (j 国の技術クラス当たり平均特許数)

x<sub>ji</sub>: j 国が登録したクラス i の特許数

$IM_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} x_{ji}}{n_j} = \frac{x_j}{EM_j}$  より、

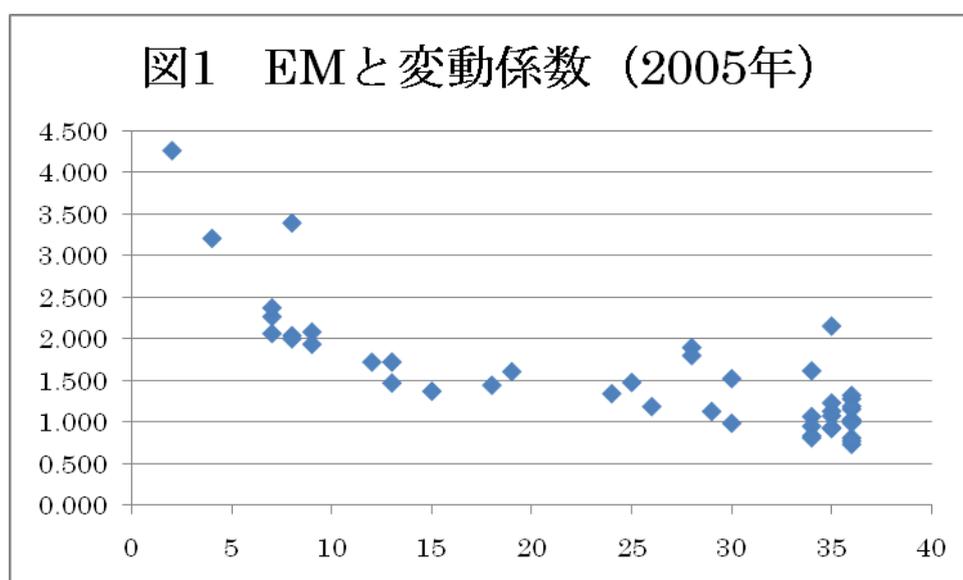
$x_j = EM_j \cdot IM_j$

以上の関係を基に、いくつかの国の 2005 年における特許数 (USPTO の登録特許) の違いを分析してみよう<sup>3</sup>。例えば、2005 年におけるフィリピンの特許数が 18 にすぎないのに対し、シンガポール 346 (フィリピンの約 19 倍)、台湾 5118 (284 倍)、韓国 4358 (242 倍) であった (付表 2)。この差は、フィリピンの EM (技術バラエティ) が 8 と小さいのに対し、シンガポール、台湾、韓国の EM がそれ

<sup>3</sup> 以下の分析で用いる特許統計は、全て USPTO に登録された各国の特許である。分析にあたって、数百の特許クラスを Hall, B.H., A.B. Jaffe and M. Trajtenberg (2001) The NBER citations data file: lessons, insights and methodological tools, NBER Working Papers 8498 の技術分類に従い、36 クラスに統合したものをを用いる (付表 1 参照)。

ぞれ 28、36、36 と大きいことで一部説明可能である。残りの部分は、フィリピンの IM（技術クラス当たり平均特許数）が 2.25 と小さいのに対し、シンガポール、台湾、韓国がそれぞれ 12.36、142.2、121.1 であることより説明可能となる。つまり、フィリピンの技術バラエティ、技術集約度が共に低いことがシンガポール、台湾、韓国との大きな差をもたらしているのである。またシンガポールの特許数はフィリピンに比べれば多いが、台湾、韓国のそれぞれ 15 分の 1、13 分の 1 にすぎない。これは経済規模の違いが影響しているものと考えられる。シンガポールの EM から、同国は台湾、韓国より狭い領域に技術特化していることを示唆している。なお、台湾、韓国の EM はそれぞれ 36 と同数であるが、台湾の特許数が韓国を上回っているのは、IM の値がより大きいからである。

なお、技術バラエティ（EM）と技術セクター間特許数の変動（ばらつき）程度の間には逆の関係がある（図 1）。図 1 は横軸に技術バラエティ（EM）を、縦軸に変動係数をとったものである。これより、技術バラエティの増加と共に特許数の部門間ばらつきの程度は概ね低下することがわかる。ただし、フィンランド、イスラエル、シンガポールのように一人当たり GDP でみた経済発展の程度は低くないが、経済・人口規模が比較的小さな国々では、EM が大きくても（フィンランド 35、イスラエル 34、シンガポール 28）、変動係数の値は相対的に高い（それぞれ、2.154、1.615、1.895）。つまり、技術特化のレベルは同じ程度の EM を有する国々に比べて高い。また人口規模は小さくないが、経済規模、一人当たり所得の低いフィリピンの EM は 8 と低い一方、変動係数の値は 3.397 と非常に高い。



### (3) 分析方法、データと推定結果

以下では、Mangani (2007) を参考に、1 国の経済規模、人口規模、一人当たり GDP が当該国の特許数、EM、IM に及ぼす影響を統計的に検証していく。2005 年に米国特許商標庁 (USPTO) 登録された OECD 加盟国、東アジア経済等 45 カ国の 400 以上の技術領域に分類された特許データを 36 の技術クラスに統合したものをを用いる（付表 1 参照）<sup>4</sup>。各国に関して、まず EM と IM を作成し、次に特許が申請され登録されるまでに数年間のタイムラグがあるため、ここでは 2003 年の GDP、人口、一人当たり GDP (PPP)、2005 年の全特許数、EM、IM を対数変換した数値を用いることにする（対数変換した GDP、人口、一人当たり GDP をそれぞれ YA、N、Y<sup>B</sup>/N とする）<sup>5</sup>。GDP と人口は規模変数、一人当たり GDP (PPP) は経済発展の変数である。推定にあたっては、OLS を用いたクロスセクション分析を行う。GDP、人口、一人当たり GDP の変化が全特許数の変化に及ぼす効果を EM と IM に分解し、各々の貢献度を測るために定数項を持たない形で推定した。

<sup>4</sup> 本研究では、OECD 加盟国のうち、スロバキアに関しては 2005 年の特許数が 0 であったことより、サンプルから除外している。なお Mangani (2007) では EPO (European Patent Office) の 2002 年の申請データを用いて分析可能な全ての国を対象にしている。

<sup>5</sup> GDP、人口、一人当たり GDP の出所は、World Economic Forum, Global Competitiveness Report 2004-2005。

表1 経済規模、人口規模、経済発展とEM、IM

説明変数	$Y^A$	Adj. $R^2$	N	Adj. $R^2$	$Y^B/N$	Adj. $R^2$
被説明変数						
全特許数	0.970*** (0.041)	0.926	1.394*** (0.133)	0.707	0.535*** (0.032)	0.863
EM	0.547*** (0.016)	0.963	0.792*** (0.068)	0.748	0.311*** (0.010)	0.955
	56%		57%		58%	
IM	0.424*** (0.035)	0.761	0.602*** (0.078)	0.567	0.224*** (0.024)	0.652
	44%		43%		42%	
サンプル数	45		45		45	

注1: 全ての変数は対数変換している。

注2: OLSによる(定数項なし)。

注3: \*\*\*は1%水準で有意であることを表す。

注4: Adj.  $R^2$ は自由度修正決定係数である。

注5:  $Y^A$ =2003年のGDP、 $N$ =2003年の人口、 $Y^B/N$ =2003年一人当たりGDP(PPP)

注6: 括弧内は標準誤差を表す。

表1は分析結果を示している。同表より、GDP、人口、一人当たりGDPがより大きな経済は、より多くの特許登録を行うことを示している。中でも人口に関する特許弾力性の値は1.394と最も高く、次いでGDPが0.970、一人当たりGDPの弾力性が0.535と最も低い。すなわち、経済・人口規模の拡大、一人当たり所得の上昇は特許数の増加を促すことになる。なお、Cantwell and Vertova (2004)において人口と特許の間の関係は弱いことが確認されている<sup>6</sup>。さらに同様な分析を行った Mangani (2007)では人口増の特許数増加に関する推定値は0.35となっており、GDP、一人当たりGDPによる値(それぞれ1.13、2.69)と比べて最も小さかった。一方、表1の推定結果では人口増の特許弾力性の値は1.394と最も大きくなっている。これはCantwell and Vertova (2004)の研究が8つの富裕国のみを対象にしていること、Mangani (2007)の研究では統計的に利用可能な全ての国、92か国を対象としているのに対し本研究では45のOECD加盟国、東アジア諸国・地域等を対象としていることが影響しているかもしれない。さらに、Mangani (2007)ではEPO (European Patent Office)の申請特許を利用しているが、本研究ではUSPTOの登録特許を用いている点も異なる。

次に、EMの効果を確認する。表1のEMの推定値は全てプラスかつ1%水準で有意となっており、経済規模、人口規模の拡大、一人当たりGDPの上昇は全て技術バラエティを増加させることがわかる。さらに経済規模、人口規模の拡大、一人当たりGDPの上昇による特許数増加のうちEMの貢献は56%~58%となっている。Archibugi and Pianta (1992a)、Cantwell and Vertova (2004)が指摘したように、経済大国は多くの部門に技術活動を拡大することが本研究でも確認された。一方、一人当たりGDPの増加が技術バラエティ(EM)を上昇させることは、技術特化と一人当たりGDPが負の関係を有することを意味している。これは、Pianta and Meliciani (1996)、Mangani (2007)と同様な結果である<sup>7</sup>。

最後に、IMの推定値は全てプラスかつ1%水準で有意となっており、経済規模、人口規模の拡大、一人当たりGDPの上昇は全て技術クラス当たり平均特許数(技術集約度)を増加させることがわかる。全特許数の増加に占めるIMの貢献度は経済規模の場合44%、人口規模で43%、一人当たりGDPで42%となっている。特許数増加のうち4割強は各技術クラスにおける技術集約度の高まりで説明できることになる。

<sup>6</sup> Cantwell, J., Vertova, G., 2004. Historical evolution of technological diversification. *Research Policy* 33, 511-529.

<sup>7</sup> Pianta, M., Meliciani, V., 1996. Technological specialization and economic performance in OECD countries. *Technology Analysis and Strategic Management* 2, 157-174.

### 3. 結論

本研究で明らかになったことは以下のとおりである。

まず第1に、クロス・セクション分析の結果、経済規模、人口規模、一人当たり GDP の増加は、特許の増加をもたらすことが確認された。本研究では、この特許数の増加を技術バラエティの増加 (EM) のよる部分と技術クラス当たり特許数の増加 (IM) の部分に分解してそれぞれの貢献度を定量的に明らかにすることを試みた。

第2に、特許数の増加のうち技術バラエティ (EM) による貢献は、GDP を説明変数として用いた場合に 56%、人口を用いた場合に 57%、一人当たり GDP では 58%であった。つまり、追加的特許登録数の 6 割近くが技術バラエティの増加によるものである。これは、多くの資源を有する大国 (GDP や人口)、先進国 (一人当たり GDP) では、多くの技術領域に投資を拡大し多様化させたとしても、それらの技術領域で規模の経済を通じて最少効率規模を達成できる可能性を示唆する。あるいは、大きな国際市場を有する場合、需要効果を通じて多くの部門で製品差別化のためのイノベーション努力が R&D 投資の多様化により誘発されるかもしれない。以上は、全て技術バラエティの拡大をもたらすであろう。一方、経済規模、人口規模において小国や一人当たり GDP の低い途上国では、資源面や規模の経済の達成等多くの制約に直面するため、その革新努力は限定された比較優位分野で行われるかもしれない。これは、小国や途上国が活動する技術領域を狭めるであろう。

第3に、特許数の増加のうち技術クラス当たり特許数 (IM) による貢献は、GDP を説明変数として用いた場合に 44%、人口を用いた場合に 43%、一人当たり GDP では 42%であった。以上より、規模の増加、一人当たり GDP の上昇による特許数の増加の 6 割近くは技術バラエティで説明され、残り 4 割強が技術集約度の上昇によるものであることが明らかとなった。なお、本研究で推定された係数の値は Mangani (2007) と大きく異なるが、EM、IM の貢献度は比較的近いものとなっている。特に一人当たり GDP による特許数増加について EM、IM それぞれの貢献度は完全に一致している点が注目される。

最後に本研究の限界について述べておく。表1において45カ国・地域のサンプルを用いて考察を行ってきたが、今後はサンプル数を拡大し、サブサンプルを用いて様々なグループについて同様な結果が得られるか検証する必要がある (例えば、富裕国のケースや最貧国のケース)。また今回、2005年のみの分析であったが、推定結果の頑健性を確かめる上でも、複数年を用いた場合、同様な結果が得られるかどうか検証する必要がある。

\*本研究は、独立行政法人日本学術振興会・科学研究費 (研究種目:基盤研究(C)、課題番号:22530295、研究代表者:宮城和宏) の研究成果の一部である。

付表1 技術分類

Sub-Cat. Code	Sub-Category Name
11	Agriculture, Food, Textiles
12	Coating
13	Gas
14	Organic Compounds
15	Resins
19	Miscellaneous-chemical
21	Communications
22	Computer Hardware & Software
23	Computer Peripherals
24	Information Storage
31	Drugs
32	Surgery & Medical Instruments
33	Biotechnology
39	Miscellaneous-Drug & Medical
41	Electrical Devices
42	Electrical Lighting
43	Measuring & Testing
44	Nuclear & X-rays
45	Power Systems
46	Semiconductor Devices
49	Miscellaneous-Elec.
51	Materials Processing & Handling
52	Metal Working
53	Motors, Engines & Parts
54	Optics
55	Transportation
59	Miscellaneous-Mechanical
61	Agriculture, Husbandry, Food
62	Amusement Devices
63	Apparel & Textile
64	Earth Working & Wells
65	Furniture, House Fixtures
66	Heating
67	Pipes & Joints
68	Receptacles
69	Miscellaneous-Others

付表2 各国のEMとIM(2005年)

国・地域	特許数	EM	IM
ニュージーランド	122	30	4.067
アルゼンチン	24	12	2.000
イスラエル	924	34	27.176
ノルウェー	220	34	6.471
ポーランド	23	13	1.769
ポルトガル	10	8	1.250
ルーマニア	7	4	1.750
ロシア	148	29	5.103
スロバキア	0	0	-
南アフリカ	87	24	3.625
スペイン	273	34	8.029
スウェーデン	1123	36	31.194
スイス	995	34	29.265
トルコ	7	7	1.000
イギリス	3148	36	87.444
アイスランド	20	9	2.222
アイルランド	156	30	5.200
イタリア	1296	36	36.000
オーストリア	462	35	13.200
カナダ	2894	36	80.389
ギリシャ	15	9	1.667
チェコ共和国	25	15	1.667
デンマーク	358	35	10.229
ドイツ	9011	36	250.306
ハンガリー	46	19	2.421
フィンランド	720	35	20.571
フランス	2866	35	81.886
ベルギー	519	35	14.829
ルクセンブルグ	41	18	2.278
エストニア	5	2	2.500
オーストラリア	906	36	25.167
オランダ	993	36	27.583
チリ	9	8	1.125
スロベニア	12	7	1.714
メキシコ	80	26	3.077
フィリピン	18	8	2.250
シンガポール	346	28	12.357
韓国	4358	36	121.056
台湾	5118	36	142.167
タイ	16	13	1.231
インド	384	28	13.714
インドネシア	10	7	1.429
マレーシア	88	25	3.520
香港	283	34	8.324
中国	402	35	11.486
日本	30341	36	842.806
データ出所: USPTO			