

# 特許間引用と技術普及：東アジアのケース

張 星源

(岡山大学)

優 克剛

(太成学院大学)

平成 16 年 3 月 27 日

## 概 要

本稿では、2002 年までにアメリカ特許商標庁 (USPTO) に登録された各国の特許データを用いて、韓国、台湾、シンガポール、中国、マレーシア及びタイという東アジア六ヶ国・地域における特許の出願現状を分析するとともに、こうした国・地域の特許間引用情報を基づき、日本をはじめ、アメリカ、ヨーロッパ諸国などの先進国の特許への引用データを国際標準産業分類 (ISIC) を用いて整理し、国際貿易が先進国から東アジアへの技術普及、又は、技術スピルオーバーにどのような影響を与えるかを計量的に分析することを試みる。

本稿の分析結果は、東アジア六ヶ国・地域と先進国の間の国際貿易は技術普及、又は、技術スピルオーバーに重要な役割を働いていることを示している。

## 1 はじめに

1980 年代なかばより東アジアは著しい経済発展を成し遂げた。なかでは特に台湾と韓国の経済発展は飛躍的なものであり、特に、この 2 ヶ国・地域が先端技術分野に関する新しい技術と製品の開発に大きな成功を収まっており、技術水準も先進国との差を著しく縮小してきたのである。そして 1990 年代の初頭より、中国は平均にして 8% 台の成長率で高度成長期に入り、いまや”世界の工場”とも称され、その技術水準の向上も世界的に認められつつある。ASEAN もアジア金融危機を乗り越え、堅実な発展を保持するように努めているのである。

いうまでもなく、東アジアのミラクルな経済発展は、それぞれの国及び地域における技術水準の向上に支えられ実現されたものであり、その技術水準の向上にはアメリカや日本などの先進国からの技術普及、又は、技術スピルオーバーという欠かさない要因があると考えられる。しかし、一国の技術水準は定義しがたいものである。同時に、技術普及、又は、技術スピルオーバーはどのように行われたか、については、明確な結論がまだ得ていないのは実情である<sup>1</sup>。

近年では、一国又は一つの企業の特許出願情報をその国又は企業の技術水準の代理指標として、特許間に存在する引用関係を用いて、国の間、又は企業の間、技術スピルオーバーを分析することは盛んになってきている。しかし、特許制度に関しては、国によって差異が生じる場合がある。例えば、特許権の賦与について、日本では先出願主義が取られているのに対して、アメリカでは先発明主義が取られているのである。そして、特許を出願する際、出願者はこの特許に関わる先行特許の情報を開示することはアメリカや一部のヨーロッパの国には義務付けられているが、日本ではこのようなことは必要とされていない。また、先進国に比べ、途上国の特許制度は必ずしも健全なものであるとは限らない。そのために、アメリカの特許商標庁 (the U.S. Patent and

<sup>1</sup>Griliches (1990) には、技術経済学の分野においては、技術スピルオーバーをいかに確認、或いは、計測するかは、一つ大きな未解決な問題であるとの指摘がある。

Trademark Office (USPTO)) やヨーロッパ特許庁 (the European Patent Organisation (EPO)) に登録した各国の特許情報をベースにして、研究開発に関する国際比較分析や技術スピルオーバーの研究は数多く見られるようになった。例えば、Jaffe et al. (1993), (1999) の先進国間、そして、Maurseth and Verspagen (1999) のヨーロッパの国の間のスピルオーバーに関する研究をそれぞれ USPTO と EPO の特許データに基づいて行われたものであるという。また、Branstetter (2000) は USPTO に登録した日本企業の特許データ、及び、こうした企業のアメリカにおける直接投資 (FDI) データを用いて、企業レベルでの日米の間の技術スピルオーバーを分析した。ただ、このような研究の対象は主に先進国の間に限られて、先進国から途上国への技術スピルオーバーについては、殆ど行われていない。

Hu and Jaffe (2001) は、初めて韓国と台湾を分析の対象とし、USPTO の特許データを利用し、日米の特許への引用が韓国と台湾の技術向上への影響について分析を行った。それによると、アメリカと日本への特許引用は韓国と台湾の先進国の技術キャッチアップに大きな影響を与えたことがあると同時に、韓国と台湾の技術形成は既に先進国の技術を模倣する段階から卒業したといえる。しかし、USPTO 特許データという限られた情報のもとで一層踏み込んだ分析を行うのは困難である。そのために、彼らの研究は技術スピルオーバーのことを触れたが、そのルートを実証的に検討するまでには至っていない。

他方、技術普及、又は、技術スピルオーバーに対して、国際貿易がどのような影響を与えているかは注目されつつある。Coe and Helpman (1995) は、OECD 諸国において、一国の研究開発投資が国際貿易を通じて他の国生産性向上に影響を与えることを実証的に示した。それ以来、海外直接投資や地理、または、文化的な要因を加えた研究は数多く見れてきている<sup>2</sup>。先進国からの資本財の輸入は途上国に技術スピルオーバーがもたらすかどうかということはよく検討されているが、途上国からの先進国への輸出はどのような役割を担っているかはより新しい課題ともいえる。これまでに、海外直接投資により技術スピルオーバーをもたらされたことについて、3つのメカニズムが働いているといわれている<sup>3</sup>。すなわち、デモンストレーション効果、人的な流動、及び、提供企業と買手企業とのリンケージである。このようなメカニズムは貿易を行う企業間に存在するかどうか、そして、このようなメカニズムは企業のイノベーションとはどのような関連があるかは注目されつつある<sup>4</sup>。この課題を検討する一つの試みは MacGarvie (2002) である。MacGarvie (2002) は EPO 特許間引用情報を含むフランス企業データに基づき、企業の輸入及び輸出と企業の特許間引用との関わりを分析した。その結果は、フランス企業のうち、国際貿易を行う企業はより多くの特許引用を行う。特に輸出企業が、競争相手を分析することや買手とのコミュニケーションなどによって、より新しい技術を獲得することができることを示している。

本稿では、Hu and Jaffe (2001) の延長線に立って、分析対象を中国、シンガポール、タイ、そして、マレーシアに拡大するとする。同時に、MacGarvie (2002) などの先行研究を踏まえて、こうした国・地域と諸先進国間の貿易データを用いて、国際貿易の技術スピルオーバーに与える影響を検討する。論文の構成は以下の通りである。第2節では、USPTO における特許間引用データを説明し、分析対象国・地域の特許登録及び特許間引用現状を分析する。第3節では、実証分析に用いられるモデルを説明、推定結果についての分析を行う。そして、第5節において本稿で行われた分析の結果をまとめ、その限界と今後の展開の可能性を述べる。

<sup>2</sup>例えば、Sjoholm (1996), Eaton and Kortum (1996), Keller (1999), や Keller (2001) などがある

<sup>3</sup>MacGarvie (2002), pp.7

<sup>4</sup>MacGarvie (2003) はそれについてのサーベイを行った。

## 2 東アジア国・地域の特許出願及び特許間引用の現状

### 2.1 特許間引用データについて

特許間引用とは、具体的に、出願特許に関わる先行特許のことである。USPTO に出願しようとする出願者には出願申請書にすべての先行特許の記入が義務付けられている。ただ、どの特許が先行特許になるのかに関する最終的な確認は特許審査官によって行われる。審査に際して、審査官は出願者の先行特許に関する記入忘れや意図的な隠す行為を確認すると同時に、その先行特許を踏まえて、出願者の特許権の保護範囲に関わる請求範囲に妥当性があるかどうかを明確することになっている。ある特許は他の先行特許を引用すること自体は、先行特許と出願しようとする特許の間の技術関係を示すものであると考えられる。従って、特許間引用情報は、二つのイノベーション活動の間に存在するある種の技術普及、又は、技術スピルオーバーを解明するための重要な情報であるといえる。

日本の国内出願に関しては、このような特許間引用情報を開示する制度はまだ存在していない。近年では、特許を受けようとする発明に関する先行技術のうち、出願人が出願時に知っている文献を明細書に記載しなければならないとする先行技術文献開示義務制度の導入を検討している。この先行技術文献開示義務制度の導入については、産業構造審議会知的財産政策部会の下に設置された法制小委員会において議論され、その方向性が示されたところであるといわれている<sup>5</sup>。

Hall, Jaffe and Trajtenberg (2001) は USPTO に開示された上述の特許間引用情報を注目し、1963 年から 1999 年までの USPTO に既に登録したアメリカ及びその他の国・地域の特許データを特許の出願及び登録の時点をはじめ、出願者の所属(会社及び国)、出願した特許の分類 (USPTO 特許分類や自らが作った特許技術大分類、細分類など)、そして、引用した特許と引用された特許のリストをまとめ、アメリカ経済研究所 (NBER) の Web により公表した<sup>6</sup>。さらに、最近では、Hall らはこのデータベースに特許の国際分類 (IPC) を加え、特許データを 2002 年までに拡張したという<sup>7</sup>。本稿では、このデータベースを用いて、各国の特許を国際標準産業分類で整理し、産業レベルで先進国と東アジア国・地域との間の技術普及、又は、技術スピルオーバーを解明することを試みる<sup>8</sup>。

### 2.2 東アジアの国・地域別の出願概況

#### 1. 特許の登録件数と技術分類について

表 1 では、韓国、台湾、シンガポール、中国、タイやマレーシア 6ヶ国・地域とアメリカ、日本、ドイツ、イギリス、フランス、カナダの 1985 年、1995 年、2002 年に USPTO に登録した特許件数が示されている。表 1 により、1985 年において、この 6ヶ国・地域の特許登録件数は諸先進国にはるかに及ばなかったが、2002 年の時点では、様子が一変したことが見て取れる。特に 1995 年以降、6ヶ国・地域の USPTO への出願の勢いが凄まじく、韓国と台湾の登録件数は 2002 年において既にイギリスの 3781 件、カナダの 3352 件を超えていることがわかる。

国際標準産業分類で東アジア 6ヶ国・地域の特許技術に関する幾つかの特徴を見ることが出来る。まず、韓国、台湾やシンガポールの特許について、コンピュータ関連 (1 番目のセクター) 及び電子 (2 番目のセクター) が全産業に占める割合はそれぞれ 47.3%、34.1%と 64.5%となっており、いわゆる IT 関連セクターに集中していることがわかる。この点について、Hu and Jaffe (2001)

<sup>5</sup>特許庁『特許行政年次報告書 2001 年版』を参照せよ。

<sup>6</sup><http://www.nber.org/data/> を参照せよ。

<sup>7</sup><http://emlab.berkeley.edu/users/bhhall/index.html> を参照せよ。

<sup>8</sup>USPTO の特許を国際標準産業 (ISIC) に分類する方法について Verspagen et al. (1994) を参照した。

は、近年韓国と台湾のこうした分野における活発な技術革新が、ハイテク産業に大きな成功を収めたことの主因になったと指摘している。同時に、ハーフィンダール指数から示されるように、韓国、台湾、シンガポールの値は日米欧諸国により大きい。諸先進国に比べ、それらのイノベーションの構造的な違いが見られる。他方、中国について、USPTO に登録した特許の技術分類の分布は、ハーフィンダール指数から見ると、韓国、台湾、シンガポールと異なっていることがわかる。しかし、中国の登録件数は現時点ではまだ少ないから、そのイノベーション活動を構造的に分析するのはこれからであるかもしれない。

## 2. 特許間引用について

表 2 では、1991 年から 2002 年までに引用された特許の登録国別の登録件数と割合を示すものである。すべての対象国・地域において、アメリカと日本の特許が最も引用されている。両国の割合を合計するとほぼ 9 割りに達しており、そのうち、アメリカの割合は高い。ただ、韓国の場合、アメリカと日本の割合は約半々であることがわかる。USPTO に登録した特許から見る限り、アメリカと日本は東アジア 6 ヶ国における技術イノベーション活動に与えた影響は最も大きいと見て取れる。表 2 の引用件数のところに自国への引用件数も示されている。Hall, Jaffe and Trajtenberg (2001) によれば、自己引用 (self citation) は技術スピルオーバーに関する研究において、重要な情報である。自己引用の割合の高さはその国、又は、企業のイノベーション活動に関わる技術移転の内在化 (internalized) を表すものである。明らかに、韓国と台湾の自己引用件数はそれぞれ既にアメリカと日本を除くその他の先進国への引用件数の合計を超えており、出願する分野において自らの技術基盤は相当に強いものであることが伺われる。

図 1 では、1991 年から 2002 年まで東アジア 6 ヶ国・地域に引用された諸先進国の特許の登録時点を示している。それによると、韓国、台湾、シンガポールにより引用された特許の 6 割は 1990 年以降に登録されたものであることがわかる。この 3 ヶ国・地域はより新しい技術成果を引用していることは、自らのイノベーションの分野もより先端的であるからであると考えられる<sup>9</sup>。

# 3 実証分析のモデル及び推定結果

第 2 節で分析されたように、東アジア 6 ヶ国・地域の特許はアメリカや日本など先進国の特許をより多く引用しているのは明らかである。こうした特許間引用は諸先進国と東アジア 6 ヶ国・地域との間には技術普及、又は、技術スピルオーバーが存在することを示している。即ち、東アジア 6 ヶ国におけるイノベーション活動の成果には諸先進国の先行研究の成果が含まれているのである。しかし、一方で、はじめに議論されたように、このような技術スピルオーバーをどのように実現したか、どのようなルートを通じて行われたかについて、明確的な結論はまだ見つからない。本節では、東アジア 6 ヶ国・地域と諸先進国との間の国際貿易はこのような技術スピルオーバーにどのような影響を与えるかを検討する。

## 3.1 推定モデル

特許間引用件数はゼロを含むカウントデータ (count data) である。その特徴は、データの値は非負の整数という点である。本稿では、MacGarvie (2002) と同様に、Hausman, Hall and Griliches (1984) によって提案された負の二項分布 (negative binomial distribution) 回帰モデルを用いて、国際貿易の国間の技術普及、又は、技術スピルオーバーへの影響を分析する。

まず、ある東アジア国・地域の第  $i$  産業が第  $t$  時点においてある先進国の特許を引用した件数、

<sup>9</sup>Hu and Jaffe (2001) には、この点について、やや踏み込んだ議論がある。

$n_{it}(i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T)$  をポアソン分布に従うと仮定する。

$$P(n_{it}|\lambda_{it}) = \frac{\exp(-\lambda_{it})\lambda_{it}^{n_{it}}}{n_{it}!}$$

ここでは、 $\lambda_{it}$  はガンマ分布に従うと仮定する。このガンマ分布は次のように定義される。

$$f(\lambda_{it}) = \frac{\delta^{\gamma_{it}}}{\Gamma(\gamma_{it})} \lambda_{it}^{\delta-1} \exp(-\lambda_{it} \gamma_{it})$$

さらに、各産業の特性を表すために、以上のガンマ分布のパラメータ  $\delta$  を  $\delta_i$  におき、 $\delta_i(1 + \delta_i)$  はパラメータ  $(a, b)$  をもつベータ分布に従うと仮定すると、ランダム効果をもつ負の二項分布帰帰モデル (the negative binomial random effects model) が得られる。その密度関数は

$$P(n_{i1}, n_{i2}, \dots, n_{iT}) = \frac{\Gamma(a+b)\Gamma(a+\sum_t \gamma_{it})\Gamma(b+\sum_t n_{it})}{\Gamma(a)\Gamma(b)\Gamma(a+b+\sum_t \gamma_{it}+\sum_t n_{it})} \prod_t \frac{\Gamma(\gamma_{it}+n_{it})}{\Gamma(\gamma_{it})\Gamma(n_{it}+1)} \quad (1)$$

によって得られる。

ところで、 $\gamma_{it}$  は特許間引用件数を決定する外生的な説明変数  $X_{it}$  の関数とし、

$$\gamma_{it} = \exp(X_{it}\beta) \quad (2)$$

と仮定する。本稿では、次のような説明変数を用いることにする。

- (1)  $i$  産業の  $t$  時点のある先進国からの輸入額対全輸入額の比率。
- (2)  $i$  産業の  $t$  時点のある先進国への輸出額対全輸出額の比率。
- (3) ホスト国、即ち、東アジア 6ヶ国・地域の  $i$  産業の  $t$  時点の特許登録件数。
- (4) ある先進国の  $i$  産業の  $t$  時点の特許登録件数。

USPTO に登録された特許について出願するから登録するまでには平均的に 2 年の審査期間を要するといわれている<sup>10</sup>。他の特許を引用することは物理的に出願する時点の前に既に実施されたと考えられる。それゆえ、 $t$  時点で登録された特許に関する引用情報は 2 年前のものであると考えてもよい。本稿の実証分析にあたり、以上の説明変数について 3 期前の観測値を利用することにする。従って、推定サンプルは 1994 年から 2002 年までになる。

本稿で利用された貿易データは OECD により提供されている International Trade by Commodities Statistics ITCS (SITC/CTCI Rev. 2) から抽出したデータである。このデータは SITC 産業分類コード 5 桁によって分類されている。上記のモデルを推定するために、各国間の貿易額を OECD により作成された SITC と ISIC のコンコードダンス表を用いて国際標準産業に分類した。分類されたデータの一部を表 3 で示している。

ある産業セクターにおいて、先進国からの設備などの資本財の輸入は設備に体化された技術とその産業に伝えてくる役割があるという。他方、先進国への輸出は、輸出品を生産するメーガにとっては、先進国の市場を通じて、先進国のイノベーションの成果に関する情報をいち早く入手できる場が提供されると期待される。自国において、特許を多く出願することは、この国の技術吸収力の強さを意味するもので、引用対象となる先進国の特許が多ければ多いほど、引用できる機会が多いと考えられる。従って、上記の説明変数と非説明変数との間に正の関係が望まれている。

### 3.2 推定結果

(1) 式と (2) 式で示されたモデルの推定は最尤推定法により行われている。東アジア 6ヶ国・地域を別々で推定し、推定結果は表 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, と 4-5 にまとめられている。

<sup>10</sup>Hall, Jaffer and Trjtenberg (2001), pp. 9

まず、韓国に関する推定結果を見ると、すべてのケースにおいて、アメリカ及び日本からの輸入という説明変数について、有意かつ正の推定値が得たことがわかる。ドイツなどのその他の先進国については、有意な結果が得ていない。同時に、日本に関する推定値は 0.059–0.068 と推定され、アメリカの 0.042–0.056 より大きいことが見て取れる。こうした値は、日本、又は、アメリカからの輸入が全輸入に占めるシェアが 1%を増やすと、こうした国への引用件数は約 5、6%を増加することを意味する。1970 年以降、韓国政府は海外からの直接投資を厳しく制限する政策を取っているという。それにより、海外からの資本財の輸入は技術移転の重要なルートとなり、特に日本から輸入は韓国の資本輸入財の 4 割、又は、5 割までに占めているという<sup>11</sup>。これは表 4-1 の推定結果の一つの裏付けであると考えられる。

他方、輸出について、有意的な結果が認められなかった。そして、自国の特許という説明変数について、有意の負の結果が示された。韓国の他の先進国への特許引用データと登録データの推移を見ると、近年になって、特許登録件数の伸び率と引用件数の伸び率の間にずれが生じていることがわかる。例えば、本稿で利用されたサンプルにおいて、コンピュータや電気機械産業（1–5 産業セクター）の最近 3 年の登録件数の伸び率は平均で 38.2%に上っている一方で、引用件数の伸び率は 2.6%にとどまっている。このことは負の推定結果を導く一つの理由であると考えられる。しかし、なぜ輸出のパラメータが有意に推定されていないかについては不明である。

台湾とシンガポールに関する推定結果は表 4-2 と表 4-3 で表されている。台湾については、日本に関する輸入パラメータが有意且つ正で、アメリカに関するパラメータが有意ではないのに対して、輸出のほうは、輸入と正反対の結果が示された。シンガポールについては、台湾とは正反対な結果が得られた。そして、他の先進国に関する輸入及び輸出には、台湾、シンガポールは韓国と同様に有意な結果が得られなかったが、自国特許登録件数や先進国の特許登録件数については、概ね有意且つ正の結果を得たといえる。

先進国のある産業への輸出のシェアを増やすことが、自国の同産業の特許間引用を促すことになることは、台湾とシンガポールの推定結果により明らかにされた。輸出自身が自国産業のイノベーションに正の影響を与えるのは興味深い。最近では、台湾における外資系企業の R&D 投資に関する Liu and Chen (2003) の実証分析の結果にも、企業の売上高に占める輸出のシェアが高いほど、企業の R&D 投資が高いということが示されている。

表 4-4 では中国に関する推定結果を表している。輸入と輸出の推定値については、全般的に、有意でないが、アメリカと日本からの輸入に関して、推定モデル II 及び IV ではそれぞれ 10%有意水準を持つことが示されている。自国特許登録件数という説明変数について、有意且つ正の結果が得られなかった。中国の諸先進国の特許への引用件数を登録の時点から見ると、1995 年では、353 件になったが、1996 年では、168 件に低下し、そして、1998 年までは 300 件のところにとどまっていることがわかる。しかし、その後、出願の急増とともに引用の件数も急ピッチで伸び始め、2002 年では、1578 件の引用を行った。付表 2 は、中国のサンプルを 1998 年から 2002 年までに限定して推定した結果である。明らかに、先進国からの輸入は中国のイノベーションにかなり有意な正の影響を与えたことになってきている。同時に、中国の自国特許登録件数についての推定係数は有意且つ正で推定されている。それは中国自身における先進国からの技術を吸収する能力が高まっていることを示唆している。

表 4-5 はタイとマレーシアに関する推定結果を示すものである。それによると、アメリカと日本からの輸入及びそれぞれの国の登録件数という説明変数について、有意且つ正で推定されているのに対して、輸出、ドイツなどのその他の先進国からの輸入及び自国の登録件数に関する推定値は有意でないことがわかる。その他の東アジア国に比べ、タイとマレーシアの USPTO への出願規模ははるかに小さい。しかし、アメリカと日本からの輸入をルートとして、技術スピルオー

<sup>11</sup>Hu and Jaffe (2001), 10 ページを参照

バーの効果はこの2つの国に確かに存在していることは明らかである。

## 4 結び

本稿では、2002年までにアメリカ特許商標庁 (USPTO) に登録された特許に関する情報を用いて、韓国、台湾、シンガポール、中国、マレーシア及びタイという東アジア六ヶ国・地域における特許の出願、及び、日本をはじめ、諸先進国の特許への引用現状を分析した。同時に、こうした特許データと国間の貿易データを国際標準産業分類 (ISIC) に整理し、国毎の先進国から東アジアへの技術普及、又は、技術スピルオーバーの構図を構築することを試みた。

分析の結果を全般的にみると、東アジアの国・地域と諸先進国の間に行われている国際貿易は技術普及、又は、技術スピルオーバーに重要な役割を働いていることがわかった。そして、東アジア国・地域の特許出願で表された技術競争力や技術吸収力は急速に増大し、技術普及、又は、技術スピルオーバーにプラス効果を与えていることが明らかになった。

しかし、本稿で示された実証結果の一部は安定性を欠いており、予想と異なり、又は、互いに矛盾している推定結果は散在している。こうした問題を生じる原因の一つのは特許と貿易データの産業分類方法にあると思われる。同時に、同じな貿易財といっても、資本財と非資本財は異なる性格をもつことはよく指摘されている。このような違いは技術普及、又は、技術スピルオーバーにどのような影響を与えるかを検証することは重要である。

## 参考文献

- [1] Branstetter, B. (2000), “Is Foreign Direct Investment a Channel of Knowledge Spillovers? Evidence from Japan’s FDI in the United States,” NBER Working Paper 8015
- [2] Coe, D. and E. Helpman (1995), “International R&D Spillovers,” European Economic Review, Vol. 39, No. 5, pp. 859–887
- [3] Eaton, J. and S. Kortum (1996), “Trade in Ideas: Patenting and Productivity in the OECD,” Journal of International Economics, Vol. 40, No. 3/4, pp. 251–278
- [4] Griliches, Z. (1990), “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey,” Journal of Economic Literature, Vol. 28, No. 4, pp. 1661–1707
- [5] Hall, Bronwyn H., Adam B. Jaffe and Manuel Trajtenberg (2001), “The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools,” NBER Working Paper 8498
- [6] Hausman, J. A., B. H. Hall and Z. Griliches (1984), “Econometric Models for Count Model with an Application to the Patent–R&D Relationship,” Econometrica, Vol. 52, No. 4, pp. 909–938
- [7] Hu, Albert G. A. and Adam B. Jaffe (2001), “Patent Citations and International Knowledge Flow: The Case of Korea and Taiwan,” NBER Working Paper 8528
- [8] Jaffe, Adam B., Manuel Trajtenberg and Henderson, Rebecca (1993), “Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations,” Quarterly Journal of Economics, 108(3), pp. 577–598

- [9] Jaffe, Adam B. and Trajtenberg, Manuel (1999), "International Knowledge Flows: Evidence from Patent Citations," *Economics of Innovation & New Technology*, 8(1-2), pp. 105-136
- [10] Keller, W. (1999), "How Trade Patterns and Technology Flows Affect Productivity Growth," NBER Working Paper 6690
- [11] Keller, W. (2001), "The Geography and Channels of Diffusion at the World's Technology Frontier," NBER Working Paper 8150
- [12] Liu, Meng-chun and Shin-Horng Chen (2003), "International R&D Deployment and Locational Advantage: A Case Study of Taiwan," NBER Working Paper 10169
- [13] MacGarvie, M. (2002), "Do Firms Learn from International Trade? Evidence from Patent Citations and Micro Data," mimeo, Department of Economics, University of California at Berkeley
- [14] MacGarvie, M. (2003), "International Trade and Knowledge Diffusion: A Survey of Recent Empirical Evidence," mimeo, Boston University School of Management
- [15] Maurseth, Per Botolf and Verspagen, Bart (2002), "Knowledge Spillovers in Europe: A Patent Citations Analysis," *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 104 (4) pp. 531-45.
- [16] Sjöholm, F. (1996), "International Transfer of Knowledge: The Role of International Trade and Geographic Proximity," *Weltwirtschaftliches Archiv* 132, pp. 97-115
- [17] Verspagen, B., T. van Moergastel and M. Slabbers (1994), "MERIT Concordance Table: IPC-ISIC (rev. 2)," MERIT Research Memorandum, 94-004, Maastricht



Figure 1. The Percent of Cited Patents

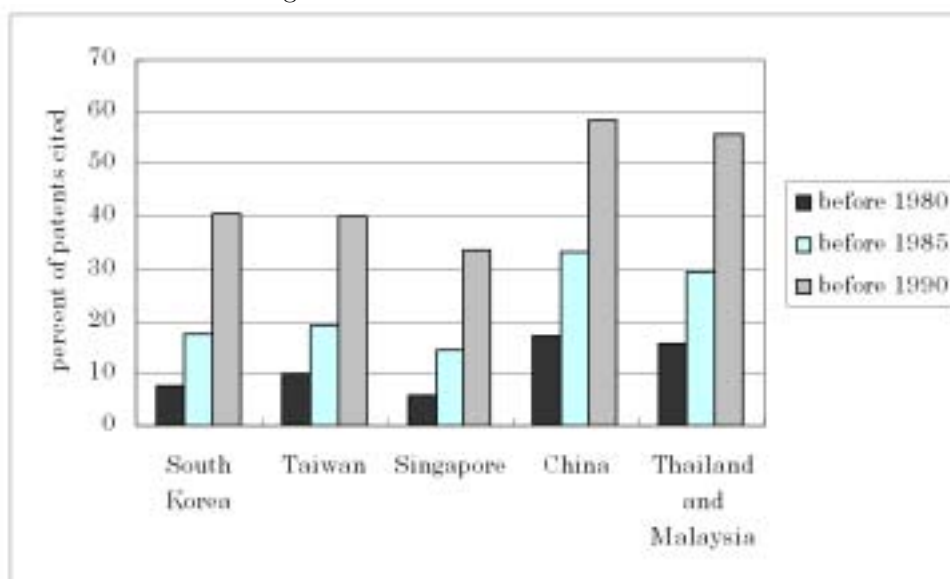


Table 1 Number of Patents Granted in USPTO for Eastern Asian Countries and Regions

	United States	Japan	C4 <sup>(1)</sup>	South Korea	Taiwan	Singapore	China	Thailand and Malaysia
	Number of Patents Granted							
1985	40403	13540	13331	41	174	9	1	4
1995	52203	22495	16080	421	907	15	58	15
2002	87037	34887	22590	3786	5423	410	319	99
	Fractions of Industry Sector in 2002 (%)							
1	12.7	15.5	5.8	14.4	6.7	15.2	4.8	5.1
2	14.1	18.6	9.3	32.8	27.4	49.3	8.0	23.2
3	7.6	11.6	7.9	10.3	14.2	6.1	29.5	11.1
4	17.9	18.5	15.4	14.6	9.8	8.8	8.7	22.2
5	10.7	9.2	16.0	7.0	8.2	6.1	10.9	12.1
6	4.2	4.1	6.5	3.0	1.1	1.2	5.4	2.0
7	8.3	3.9	11.8	3.4	1.3	0.2	9.0	4.0
8	0.3	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	1.6	0.0
9	0.5	0.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
10	2.7	4.0	5.8	3.1	2.6	1.0	2.6	1.0
11	0.4	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
12	1.1	1.0	1.9	0.4	1.5	0.0	1.0	1.0
13	0.4	0.6	1.0	0.4	0.1	0.5	0.3	0.0
14	0.2	0.6	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0
15	8.9	4.6	9.4	4.3	14.3	7.1	9.3	13.1
16	0.6	0.3	0.5	0.3	0.3	0.7	1.0	1.0
17	0.7	0.2	0.5	0.4	1.3	0.2	1.0	1.0
18	0.5	0.3	0.4	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0
19	0.7	0.8	0.8	0.8	0.2	0.0	0.3	0.0
20	1.9	1.6	1.5	1.4	2.6	0.7	1.3	2.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	5.7	4.3	4.0	2.8	7.7	2.7	5.4	1.0
	Sum of Computer and Electronics Sectors							
	26.8	34.1	15.0	47.3	34.1	64.5	12.8	28.3
	Herfindahl index							
	0.107	0.124	0.101	0.171	0.144	0.287	0.139	0.153

Note: (1): C4 denotes Germany, UK, France and Canada.

Table 2. Citations Made by Eastern Asian Countries and Regions in 1991–2002

Cited Countries	South Korea	Taiwan	Singapore	China	Thailand	Malaysia
Number of Citations						
United States	61362	80278	8247	3803	719	1016
Japan	50073	26715	2824	1110	166	258
Germany	4117	4867	302	346	54	77
UK	2138	1933	195	138	35	34
France	2113	2237	194	217	22	25
Canada	1521	2500	109	115	19	34
Home Country	12204	28537	319	346	8	24
Fractions of Citations (%)						
United States	50.6	67.7	69.5	66.4	70.8	70.4
Japan	41.3	22.5	23.8	19.4	16.4	17.9
Germany	3.4	4.1	2.5	6.0	5.3	5.3
UK	1.8	1.6	1.6	2.4	3.4	2.4
France	1.7	1.9	1.6	3.8	2.2	1.7
Canada	1.3	2.1	0.9	2.0	1.9	2.4

Table 3-1. Fractions of Import Goods in 2001

Industry Sector	South Korea	Taiwan	Singapore	China	Thailand	Malaysia
1	3.9	5.3	9.5	4.7	4.7	4.8
2	18.0	19.0	22.8	14.7	20.2	36.9
3	7.6	8.0	8.6	8.8	7.1	7.9
4	7.5	9.7	5.8	5.3	4.2	5.2
5	10.3	10.7	11.0	15.1	15.5	9.5
6	15.4	15.2	9.5	13.6	11.4	7.7
7	0.9	0.9	0.8	0.6	1.0	0.5
8	1.1	0.4	1.4	0.6	0.4	0.2
9	0.2	0.1	1.4	0.2	0.3	0.4
10	3.6	3.8	4.2	6.4	9.0	6.3
11	6.1	4.6	11.9	5.9	3.5	3.1
12	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3
13	4.6	2.6	1.6	4.0	5.1	3.8
14	2.7	2.1	0.9	1.8	1.4	1.4
15	5.5	7.8	4.0	4.8	4.7	5.0
16	5.2	3.2	1.7	2.0	2.8	1.6
17	1.9	1.4	0.7	4.5	1.8	0.6
18	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	0.8
19	1.5	1.6	0.9	1.6	2.0	1.5
20	2.0	1.6	1.0	2.8	1.6	1.3
21	0.3	0.3	0.1	0.5	0.3	0.2
22	0.7	0.6	0.7	0.6	1.3	0.7

Table 3-2. Fractions of Export Goods in 2001

Industry Sector	South Korea	Taiwan	Singapore	China	Thailand	Malaysia
1	13.5	29.9	47.3	9.6	13.9	28.2
2	26.4	19.2	23.6	10.6	16.2	43.2
3	5.0	7.3	4.2	8.8	7.7	4.2
4	1.4	2.3	4.7	3.7	3.5	2.3
5	4.1	5.2	1.7	2.9	2.9	1.0
6	5.0	4.9	8.3	2.7	3.0	2.6
7	0.1	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0
8	5.5	0.3	1.8	0.5	0.4	1.7
9	0.9	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1
10	14.0	1.9	0.2	0.7	2.5	0.2
11	0.6	0.3	1.1	0.2	0.2	0.0
12	0.1	1.8	0.1	0.8	0.5	0.1
13	2.8	1.2	0.1	0.6	0.5	0.2
14	0.4	0.3	0.1	0.5	0.4	0.2
15	3.6	7.7	0.7	4.5	2.8	1.0
16	1.9	1.8	1.2	3.5	13.4	1.7
17	8.9	6.6	2.0	25.5	14.9	3.5
18	2.2	3.5	0.6	10.9	4.5	3.2
19	0.7	0.6	0.1	2.0	2.1	0.6
20	0.9	0.3	1.1	0.9	0.5	0.3
21	0.2	1.7	0.2	3.7	3.6	5.0
22	1.9	2.9	0.3	6.9	6.6	0.7

Table 4–1 Estimates of the Negative Binomial Model for South Korea

Estimate Coefficients	I	II	III	IV
Constant Term	0.95862 (5.93) <sup>(1)</sup>	1.11670 (8.71)	1.17871 (8.81)	1.10820 (8.03)
Ratio of Import from US	0.05555 (2.28)	0.04206 (1.95)		0.04567 (1.95)
Ratio of Import from JP	0.05970 (2.51)	0.06805 (2.98)		0.06794 (2.97)
Ratio of Import from C4 <sup>(2)</sup>		0.08919 (1.44)		0.08568 (1.37)
Ratio of Export to US	0.00149 (0.06)		-0.00023 (-0.01)	-0.00612 (-0.25)
Ratio of Export to JP	0.00520 (0.12)		-0.00108 (-0.02)	0.01112 (0.25)
Ratio of Export to C4			0.03106 (0.63)	0.03060 (0.62)
No. of Patents in Host Country	-0.00126 (-3.92)	-0.00090 (-4.03)	-0.00089 (-3.99)	-0.00093 (-4.03)
No. of Patents in US	0.00010 (4.16)	0.00007 (3.60)	0.00009 (4.22)	0.00008 (3.68)
No. of Patents in JP	0.00018 (2.36)	0.00010 (1.53)	0.00013 (2.16)	0.00010 (1.52)
No. of Patents in C4		0.00023 (2.42)	0.00023 (2.50)	0.00023 (2.38)
Time	0.20637 (22.16)	0.20614 (27.09)	0.20125 (26.35)	0.20650 (26.97)
<i>a</i>	0.52837 (5.39)	0.57274 (6.43)	0.56167 (6.44)	0.57445 (6.42)
<i>b</i>	1.04677 (4.34)	0.86292 (5.53)	0.85383 (5.50)	0.86296 (5.49)
Log Likelihood	-1774.9	-2441.1	-2447.3	-2440.8

Note: (1): Student-t test statistics in parentheses

(2): C4 denotes Germany, UK, France and Canada.

Table 4-2 Estimates of the Negative Binomial Model for Taiwan

Estimate Coefficients	I	II	III	IV
Constant Term	1.66235 (12.18) <sup>(1)</sup>	1.84125 (15.96)	1.89271 (16.72)	1.80862 (15.31)
Ratio of Import from US	0.03028 (0.87)	0.03093 (0.97)		0.02308 (0.72)
Ratio of Import from JP	0.06837 (2.88)	0.05773 (2.56)		0.05901 (2.61)
Ratio of Import from C4 <sup>(2)</sup>		0.10700 (1.65)		0.10506 (1.62)
Ratio of Export to US	0.04744 (2.35)		0.03583 (1.82)	0.03659 (1.82)
Ratio of Export to JP	0.01049 (0.29)		0.01713 (0.45)	0.01385 (0.39)
Ratio of Export to C4			0.03901 (0.90)	0.03802 (0.86)
No. of Patents in Host Country	0.00021 (1.14)	0.00028 (1.89)	0.00030 (2.31)	0.00024 (1.66)
No. of Patents in US	0.00004 (2.01)	0.00006 (4.12)	0.00005 (3.12)	0.00005 (2.86)
No. of Patents in JP		0.00011 (2.81)	0.00010 (2.42)	0.00011 (2.57)
No. of Patents in C4	0.00010 (2.26)	0.00015 (1.84)	0.00016 (1.94)	0.00014 (1.59)
Time	0.16084 (21.63)	0.14682 (24.20)	0.14758 (24.26)	0.14926 (24.14)
$a$	0.59134 (5.25)	0.67001 (6.29)	0.66523 (6.29)	0.67737 (6.28)
$b$	0.96436 (4.47)	0.88882 (5.68)	0.87723 (5.69)	0.89760 (5.67)
Log Likelihood	-1762.6	-2454.0	-2456.8	-2452.2

Note: (1): Student-t test statistics in parentheses

(2): C4 denotes Germany, UK, France and Canada.

Table 4-3 Estimates of the Negative Binomial Model for Singapore

Estimate Coefficients	I	II	III	IV
Constant Term	-1.04914 (-6.20) <sup>(1)</sup>	-0.98873 (-6.39)	-0.93128 (-6.42)	-0.99683 (-6.43)
Ratio of Import from US	0.11040 (1.92)	0.10724 (2.18)		0.10192 (1.85)
Ratio of Import from JP	-0.00849 (-0.28)	-0.00169 (-0.06)		-0.01288 (-0.44)
Ratio of Import from C4 <sup>(2)</sup>		0.23989 (1.76)		0.20454 (1.35)
Ratio of Export to US	-0.00038 (-0.03)		0.01462 (1.17)	0.00163 (0.11)
Ratio of Export to JP	0.12061 (1.86)		0.13129 (2.15)	0.12827 (2.04)
Ratio of Export to C4			0.03044 (0.87)	0.01455 (0.38)
No. of Patents in Host Country	0.00850 (1.27)	0.00972 (1.79)	0.01771 (3.61)	0.01103 (1.88)
No. of Patents in US	0.00017 (5.95)	0.00018 (6.88)	0.00019 (8.12)	0.00018 (6.83)
No. of Patents in JP	0.00038 (5.16)	0.00043 (6.35)	0.00035 (5.63)	0.00040 (5.91)
No. of Patents in C4		0.00042 (2.47)	0.00054 (3.99)	0.00044 (2.55)
Time	0.19106 (9.52)	0.16682 (9.70)	0.15801 (9.19)	0.16432 (9.44)
$a$	0.83064 (4.57)	0.96925 (5.47)	0.98444 (5.44)	0.98270 (5.43)
$b$	1.12530 (3.50)	1.14377 (4.30)	1.18794 (4.21)	1.16687 (4.22)
Log Likelihood	-1009.2	-1360.8	-1361.3	-1359.2

Note: (1): Student-t test statistics in parentheses

(2): C4 denotes Germany, UK, France and Canada.



Table 4–4 Estimates of the Negative Binomial Model for China

Estimate Coefficients	I	II	III	IV
Constant Term	-1.01710 (-5.46) <sup>(1)</sup>	-1.11253 (-7.03)	-0.92394 (-5.91)	-1.06031 (-6.40)
Ratio of Import from US	0.09420 (1.48)	0.11036 (1.80)		0.10571 (1.70)
Ratio of Import from JP	0.06825 (1.62)	0.06356 (1.52)		0.07883 (1.93)
Ratio of Import from C4 <sup>(2)</sup>		0.09187 (1.52)		0.09359 (1.56)
Ratio of Export to US	-0.01433 (-0.38)		-0.00699 (-0.19)	-0.00886 (-0.24)
Ratio of Export to JP	-0.23849 (-2.40)		-0.19452 (-2.00)	-0.22154 (-2.25)
Ratio of Export to C4			-0.16601 (-1.45)	-0.15947 (-1.40)
No. of Patents in Host Country	-0.01183 (-1.05)	-0.01432 (-1.51)	-0.01593 (-1.69)	-0.01619 (-1.71)
No. of Patents in US	0.00016 (6.02)	0.00017 (6.69)	0.00017 (7.20)	0.00017 (6.56)
No. of Patents in JP	0.00047 (6.43)	0.00045 (6.43)	0.00051 (7.54)	0.00048 (6.81)
No. of Patents in C4		0.00069 (4.96)	0.00076 (5.90)	0.00072 (5.14)
Time	0.19864 (9.95)	0.19967 (11.98)	0.19692 (11.76)	0.20281 (12.19)
$a$	1.21391 (4.43)	1.28515 (5.34)	1.31775 (5.29)	1.35757 (5.24)
$b$	1.99029 (3.35)	1.60047 (4.18)	1.72565 (4.07)	1.79023 (4.02)
Log Likelihood	-976.17	-1324.9	-1325.2	-1321.5

Note: (1): Student-t test statistics in parentheses

(2): C4 denotes Germany, UK, France and Canada.

Table 4–5 Estimates of the Negative Binomial Model for Thailand and Malaysia

Estimate Coefficients	I	II	III	IV
Constant Term	-1.72304 (-8.01) <sup>(1)</sup>	-1.77640 (-9.49)	-1.77121 (-9.26)	-1.81780 (-9.33)
Ratio of Import from US	0.12020 (2.95)	0.12153 (3.19)		0.11720 (2.99)
Ratio of Import from JP	0.08839 (1.79)	0.08223 (1.81)		0.08907 (1.89)
Ratio of Import from C4 <sup>(2)</sup>		0.02289 (0.16)		-0.02016 (-0.13)
Ratio of Export to US	0.00593 (0.25)		0.02016 (0.98)	0.01124 (0.49)
Ratio of Export to JP	-0.05373 (-0.43)		0.01973 (0.17)	-0.04414 (-0.37)
Ratio of Export to C4			0.06301 (0.80)	0.07050 (0.86)
No. of Patents in Host Country	0.00472 (0.22)	0.00582 (0.29)	0.02520 (1.08)	0.00665 (0.33)
No. of Patents in US	0.00017 (5.37)	0.00019 (6.50)	0.00021 (7.60)	0.00019 (6.36)
No. of Patents in JP	0.00033 (3.08)	0.00035 (3.78)	0.00043 (4.26)	0.00037 (3.61)
No. of Patents in C4		0.00074 (4.06)	0.00070 (4.36)	0.00074 (4.06)
Time	0.22344 (9.11)	0.21134 (10.01)	0.20298 (9.60)	0.21100 (9.95)
$a$	1.13964 (3.88)	1.46861 (4.42)	1.48813 (4.30)	1.50667 (4.34)
$b$	1.14963 (2.88)	1.41959 (3.25)	1.52467 (3.05)	1.49294 (3.12)
Log Likelihood	-716.2	-970.2	-974.6	-969.6

Note: (1): Student-t test statistics in parentheses

(2): C4 denotes Germany, UK, France and Canada.

Table A1. List of Industry Sectors used in the Analysis

Industry Sector Code	ISIC code
1	3825 (Computers & office machines)
2	3832 (Electronics)
3	3830 (except 3832) (Electric mach., ex. electronics)
4	3850 (Instruments)
5	3820 (except 3825) (Other machinery)
6	3510+3520(except 3522) (Chemistry, except pharmacy)
7	3522 (Pharmacy)
8	3530+3540 (Oil refining)
9	3841 (Shipbuilding)
10	3843 (Motor vehicles)
11	3845 (Aerospace)
12	3840 (except 3841, 3843, 3845) (Other transport)
13	3710 (Ferrous basic metals)
14	3720 (Non ferrous basic metals)
15	3810 (Metal products, ex. Machines)
16	3100 (Food, beverages, tobacco)
17	3200 (Textiles, clothes, etc.)
18	3550+3560 (Rubber and plastic products)
19	3600 (Stone, clay and glass products)
20	3400 (Paper, printing and publishing)
21	3300 (Wood and furniture)
22	3900 (Other industrial products)

Table A2 Estimates of the Negative Binomial Model for China in 1998–2002

Estimate Coefficients	I'	II'
Constant Term	-0.64209 (-2.76) <sup>(1)</sup>	-0.36101 (-1.52)
Ratio of Import from US	0.35132 (3.11)	
Ratio of Import from JP	0.14626 (2.87)	
Ratio of Import from C4 <sup>(2)</sup>	0.18577 (2.72)	
Ratio of Export to US		0.13495 (1.74)
Ratio of Export to JP		-0.04597 (-0.32)
Ratio of Export to C4		0.03191 (0.16)
No. of Patents in Host Country	0.02188 (2.22)	0.02043 (2.05)
Time	0.34073 (11.5)	0.34040 (11.4)
$a$	1.0579 (5.39)	1.0176 (5.41)
$b$	1.0694 (4.60)	0.9936 (4.49)
Log Likelihood	-877.7	-884.2

Note: (1): Student-t test statistics in parentheses

(2): C4 denotes Germany, UK, France and Canada.