

# 東アジア・東南アジアの工程間分業の 進展と技術普及の実証分析

福田佳之<sup>†</sup>

## The Empirical Analysis of the Advance of the Inter-Process Division of Labor and the R&D Spillovers in the East and Southeast Asian Economies

Yoshiyuki Fukuda

East Asia and Southeast Asia have been maintaining rapid growth since the 1980s owing to the R&D spillovers brought about by the inter-process division of labor as a consequence of regional economic integrations. This article, based on the framework of Nishioka and Ripoll (2012), conducted an empirical analysis on the relationship between the R&D content of trade in intermediate goods and productivity at the industry level. The results indicated that the estimated value of the coefficient for the R&D content from the developed countries was significantly positive, confirming that the R&D spillovers through the inter-process division of labor had led to an increase in industry-level TFP. The R&D spillovers were particularly noticeable in industries such as machinery, that saw active R&D activities in the developed countries. The analysis results remained unchanged, although the R&D activities in the East Asia and Southeast Asia were added as an explainable variable. For NIEs, the estimated value of the added variable's coefficient was significantly positive while the estimated value for the R&D content from the developed countries was NOT. This suggests that the effects of the R&D spillovers from the developed countries were not uniform, but were influenced by factors such as their income levels.

### 1. はじめに サプライチェーンにおける技術普及

1980年代以降、東アジアと東南アジアの両地域は高い経済成長を続けてきた。IMF（国際通貨基金）によると、1980～2017年までのアジア新興地域の経済成長率は7.4%と同期間の世界の経済成長率の3.5%を大きく上回っている。中でも中国（同期間平均9.6%）に代表される東アジアやASEAN5（同5.3%）などの東南アジアの経済成長がアジア新興地域の経済をけん引しているといっ

てよい。東アジアと東南アジアの両地域の高成長の理由の一つとして、両地域が貿易・投資の自由化を推し進め、世界との経済統合を進展させてきたことがある。1990年代から2000年代にかけての東アジアをめぐる貿易・直接投資は急増しており、中でも機械業種は著しい増加を示した。

アジア地域の経済統合の動きは当初において欧州と異なっていた。欧州では自由貿易協定（Free Trade Agreement: FTA）など地域内での貿易などを優遇する制度が設立されることで貿易・直接投

---

<sup>†</sup> 株式会社東レ経営研究所産業経済調査部：Toray Corporate Business Research Inc., Industrial and Economic Research Department. E-mail: Yoshiyuki\_Fukuda@tbr.toray.co.jp

資が拡大した（制度誘導的地域統合）。一方、アジア地域ではITの活用による情報伝達のスピードアップと調整コストの低下、そして貿易・投資政策の自由化を背景に、多国籍企業が主体となって貿易・投資を増やして国境を越えたサプライチェーンを張り巡らした。その結果、アジア地域は「市場誘導型地域統合」が進むこととなった。

「市場誘導型地域統合」とは、「ある地域・国において貿易・投資政策の自由化などによって経済が活発化するとビジネスチャンスが増え、それらを捕らえようとしてヒト、モノ、カネ、情報などがその地域に集中すること」を指す（浦田（2007））。1980年代においてNIEs、次いでASEAN、そして90年代には中国において「市場誘導型地域統合」がスタートし、2000年代に入って中国のWTO加入や多数のFTAがアジア地域に設立され「制度誘導的地域統合」の影響が強まることで貿易・投資の拡大が加速した。このような両地域の地域経済統合の進展は貿易や対内直接投資の増大を通じて、生産、雇用、そして投資資金だけでなく、両地域が先進国の進んだ技術や効率的な経営ノウハウなどを入手する機会を増やし、生産性まで高めることで高い経済成長の持続を達成したとみられる。つまり、東アジアや東南アジアが先進国などとの貿易・投資を通じて享受した技術普及が両地域の生産性向上を通じて高い経済成長の持続に寄与したといえる。言い換えると、アジア地域の持続した高い経済成長を分析するにあたり、地域統合の進展によって生じた技術普及に焦点を当てる必要がある。

本研究は、東アジアと東南アジアの両地域の工程間分業と技術普及の関係について実証分析するものである。1980年代以降、NIEs・ASEANでは多国籍企業主導による国境を越えた工程間分業の進展でサプライチェーンが強化され、中間財等の貿易が拡大している。工程間分業を進める企業は最終財等の品質を確保するため、中間財を効率かつ高品質で生産するためにマニュアル供与、技術指導、組織運営や経営のノウハウの提供等の技術移転の誘因を持つ。またアジア域内でサプライチェーンが形成されれば、チェーン内の企業は供給者責任を果たすために域内企業間で密なコミュニケーションが生じ、技術移転が促進されることとなる。その結果、中間財の国際取引を通じて関連する知識が輸出国から輸入国に移転して技術普及が生ずる。そこで東アジアと東南アジアの両地域において工程間分業の進展による技術普及の発生が、生産性上昇にどの程度まで影響を与えたか実証的に明らかにすることが本研究の目的である。

ただ工程間分業は業種ごとに進捗の程度が異なっている。実際、中間財貿易や対内直接投資は被仕向国の業種によって多様であるだけでなく、仕向側の国や業種によって結びつきが異なる。その結果として生じた技術普及も被仕向国の業種によるばらつきや仕向国の業種との結びつきによって影響を受けると考えられる。また工程間分業を示す中間財貿易の態様を貿易統計で正確に把握することは難しい。貿易統計の分類では最終財と中間財の関係を把握するのにとどまっており、さらに業種間の中間財取引関係について細かく把握することができない。

そこで工程間分業と技術普及の関係について実証分析するにあたってNishioka and Ripoll（2012）の研究開発成分のフレームワークを採用する。Nishioka and Ripoll（2012）は国際産業連関表を使って国内外のサプライチェーン上で取引された中間財の中に含まれるR&Dストック（研究開発）の成分について業種別に定量化して、これらの研究開発成分が産業別に見た全要素生産性に及ぼす影響を実証分析している。

このNishioka and Ripoll（2012）の研究開発成分の手法を用いることで、どの国から、どの業種か

ら技術等の情報を得て技術普及が生じているかを統合的に取り込んだ実証分析を行うことができる。具体的には、OECD 国際産業連関表を用いることで、国内外の業種間のばらつきや結びつきを考慮することが可能となり、技術普及の発信源である R&D ストックのウェイトを適切に行うことができるだけでなく、直接的な取引に起因する技術普及だけでなく、そのための中間財生産が反復的に生じることを考慮した間接的な技術普及の影響も取り込むことができる。

分析結果について要約すると、東アジアと東南アジアの両地域の生産性上昇は、国境を越えた工程間分業の進展と先進国由来の技術普及の拡大によって影響を受けていることが明らかになった。とりわけ機械業種などの高研究開発業種において先進国からの技術普及が顕著に表れている。また ASEAN4 や中国において技術普及による生産性上昇は確認されるものの、韓国、台湾、シンガポールの NIEs においては確認されておらず、先進国由来の技術普及の影響力は一様でないことを示唆する。

本研究の構成は以下の通りである。第 2 章で先行研究を紹介し、第 3 章で実証分析で採用するモデルと利用データについて解説する。第 4 章で分析結果を示し、第 5 章で結論と今後の課題について触れる。

## 2. 先行研究

### (1) Coe and Helpman (1995)

国際貿易と技術普及の関係について実証分析を試みたのは Coe and Helpman (1995) である。彼らは、OECD21 ヵ国とイスラエルの計 22 ヵ国のカントリーデータを使って、自国の研究開発ストックだけでなく、他の先進 21 ヵ国の研究開発ストックの存在が技術普及を通じて自国の全要素生産性にどの程度まで影響を及ぼすのか以下の実証モデルに基づき、実証分析を行った。

$$\log F_c = \alpha_c + \beta^d \log S_c + \beta^f \log S_c^f$$

$$\log F_c = \alpha_c + \beta^d \log S_c + \beta^f M_c \log S_c^f$$

$F_c$  : c 国の全要素生産性

$S_c$  : c 国の研究開発ストック

$S_c^f$  : 輸入を通じて得られる c 国の海外研究開発ストック, 具体的には  $S_c^f = \sum_{c \neq c'} m_{cc'} \cdot S_{c'}$

$m_{cc'}$  : c 国の総輸入に占める c' 国からの輸入シェア

$S_{c'}$  : c' 国の研究開発ストック

$M_c$  : c 国の GDP に占める輸入シェア

各国の研究開発ストック  $S_{c'}$  は各国で支出された研究開発投資をベースとして恒久棚卸法を用いて算出する。

下式は、上式と異なり、海外研究開発ストックに GDP に占める輸入シェアを掛け合わせており、先進国からの技術普及に際して当該各国の先進国からの輸入の規模の相違を考慮している。これは、当該各国によって外国経済への開放度が異なることで海外研究開発ストックの影響力も変化することを考慮している。当該国内の研究開発ストック、外国の研究開発ストックの係数の推計値両方ともに正で有意であると想定している。外国の同推計値が正で有意と想定しているのは外国の研究開発ス

ストックが技術普及を通じて影響を及ぼすためである。

分析結果によると、当該国の全要素生産性は自国の研究開発ストックだけでなく、輸入に関連する技術普及によっても影響を受ける。上式の説明変数の係数に対する推計値を見ると、当該国の研究開発ストックは0.097であるのに対して海外のそれは0.092とほぼ変わらない<sup>1</sup>。さらに輸入開放度が高い国ほど海外からの技術普及の影響力が大きい。また、大国（G7）は自国の研究開発ストックに影響を受ける一方、小国（それ以外の15ヵ国）は海外からの技術普及に影響を受ける。

研究開発ストックの全要素生産性に及ぼす弾力性を見ると、国内研究開発ストックの全要素生産性に対する弾力性について、G7は0.234に対して、それ以外の15ヵ国は0.078とG7の三分の一程度に過ぎない。一方、海外研究開発ストックの同弾力性については、開放的な15ヵ国の方がG7に比べて概して大きいという分析結果を示している<sup>2</sup>。

## (2) 福田 (2016)

業種別までブレイクダウンして技術普及に関する実証分析を行ったものはいくつかあるが、内外での業種間における中間財取引のような結びつきまで考慮したものは少ない<sup>3</sup>。

福田 (2016) は1976年から2006年までのNIEs・ASEAN7ヵ国・地域（韓国、台湾、シンガポール、タイ、マレーシア、フィリピン、インドネシア）の製造業17業種データに基づき、同地域の先進国からの中間財投入を経路とした技術普及に関する実証分析を行った。Coe and Helpman (1995)と同様に、先進国からの中間財投入額をウェイトとして先進国の研究開発ストックを積み上げて説明変数として扱った。

$$\log F_{cit} = \alpha_{cit} + \beta^i \log S_{cit}^f + D_c + D_i + D_t + \varepsilon_{cit}$$

$$S_{cit}^f = \sum_{c' \in \text{日米欧}} S_{c'it}^f = \sum_{c' \in \text{日米欧}} \sum_{i' \in \text{製造業}} imd_{c'ic'it} S_{c'it}^f$$

$F_{cit}$  : t時点におけるc国i業種の全要素生産性

$S_{cit}^f$  : t時点の海外からの中間財投入を通じて得られるc国i業種の研究開発ストック

$imd_{c'ic'it}$  : t時点におけるc'国i'業種から投入されたc国i業種の中間財輸入の、先進国からの同輸入全体に占めるシェア

先進国からの中間財投入を通じて得られた研究開発ストックは技術普及を通じて影響を及ぼすことからその係数の推計値 $\beta^i$ は正で有意であることを想定している。

さらにCoe and Helpman (1995)と同様に、先進国からの輸入規模を考慮したモデルを構築する。ただ算出された研究開発ストック全体に対して輸入規模の調整を直接行うのではなく、投入されたそれぞれの業種の中間財について調整している。

$$\log F_{cit} = \alpha_{cit} + \beta^{Mf_i} \log M \cdot S_{cit}^f + D_c + D_i + D_t + \varepsilon_{cit}$$

$$M \cdot S_{cit}^f = \sum_{c' \in \text{日米欧}} \sum_{i' \in \text{製造業}} MS_{c'it}^f$$

$$MS_{c'it}^f = (IMD_{c'ic'it} / GDP_{ci}) \cdot imd_{c'ic'it} S_{c'it}^f$$

$IMD_{cic'i}$  : c' 国 i' 業種から投入された c 国 i 業種の間接財投入額 (期間平均)

$GDP_{ci}$  : c 国 i 業種の付加価値額 (期間平均)

輸入規模を調整して算出した同研究開発ストックも技術普及を通じて影響を及ぼすことから、その係数に対する推計値  $\beta^{Mfi}$  も同じく正で有意であることを想定している。海外からの中間財投入額について、アジア経済研究所が発表しているアセアン国際産業連関表 1975 年版、アジア国際産業連関表 1990 年版、同 1995 年版、同 2000 年版、同 2005 年版を用いて算出している。

分析結果によると、先進国研究開発ストックの係数に対する推計値は概ね正で有意であり、また輸入規模のコントロールにかかわらず、推計結果に大きな変化は生じなかった。また海外からの中間財取引経路の技術普及の影響力は、輸入全体の経路と比較して NIEs・ASEAN7 ヵ国・地域では最大 4.4 倍程度、ASEAN4 に限定すると最大 5.6 倍程度増大した。

### (3) Nishioka and Ripoll (2012)

先進国・途上国 32 ヵ国の製造業 13 業種を対象とした Nishioka and Ripoll (2012) は研究開発ストックに含まれる知識がサプライチェーン上などで中間財取引を通じて伝わっていくとして、抽出した研究開発成分を使った技術普及の実証分析を行った。研究開発成分 F は OECD 国際産業連関表を用いて産業生産一単位に不可欠な研究開発ストック額 D と中間財生産高 I を掛け合わせることで算出される。

D は以下の通りに定義される。

$$D = [D_1 \ D_2 \ \dots \ D_h \ \dots \ D_N], \quad D_h = [D_{h1} \ D_{h2} \ \dots \ D_{hj} \ \dots \ D_{hG}]$$

ちなみに  $D_{hj}$  は h 国 j 産業の生産一単位に不可欠な研究開発ストック額である。D は産業レベルの研究開発ストック S と最終財生産高 Q の間で以下のような関係となることから算出される。

$$D = SQ^{-1}$$

$$S = [S_{11} \ S_{12} \ \dots \ S_{1G} \ S_{21} \ S_{22} \ \dots \ S_{2G} \ S_{31} \ \dots \ S_{hj} \ \dots \ S_{NG}]$$

$$Q = \begin{bmatrix} Q_{11} & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & Q_{12} & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \dots & \ddots & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & Q_{1G} & 0 & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & 0 & Q_{21} & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & 0 & \dots & \ddots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & Q_{hj} & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & \dots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & Q_{NG} \end{bmatrix}$$

$S_{hj}$  は h 国 j 産業の研究開発ストック、 $Q_{hj}$  は h 国 j 産業の最終財生産高である。

中間財の生産高 I は最終財生産高 Q に産出投入係数 B をかけあわせることで算出される。

そして研究開発成分 F についてまず直接的な一回きりの中間財投入に含まれる研究開発成分は以

下のように表すことができる。

$$F^d = DI = DBQ$$

ただ、中間財を生産するのに、その中間財が必要であり、さらにその中間財を生産するのに、同じく中間財が必要となる。それら全てを積み上げた中間財生産高は以下の通りとなる。

$$BQ + \sum_{n=1}^{\infty} B^n(BQ) = \sum_{n=0}^{\infty} B^n(BQ) = (I - B)^{-1} BQ$$

したがって製造業種の一連の生産フローにおいて投入される中間財合計に含まれる研究開発成分 F は以下のように算出される。

$$F = D(I - B)^{-1} BQ$$

Nishioka and Ripoll (2012) は、分析対象を製造業 13 業種全体だけでなく、高研究開発産業（化学、電機、光学機器、輸送機器）と低研究開発産業（食品、繊維、木材、紙製品、ゴム、樹脂、窯業・土石製品、鉄鋼・非鉄金属・金属製品、一般機械）のサンプルに分けて分析している。13 業種全てを対象とした分析では、取引される中間財の研究開発成分の全要素生産性に対する弾力性は 0.041 とプラスで有意となるが、高研究開発産業に絞ると、同弾力性は 0.082 と倍増する。一方、低研究開発産業では有意な同弾力性は確認されなかった。次に説明変数を、被説明変数と同一業種かそうでないかに分けて分析すると、同一業種の場合、研究開発成分の全要素生産性への弾力性は有意となったが、同一業種でない場合、同弾力性は有意とはならなかった。また説明変数を国内と海外に分けると、海外の同弾力性は有意だが、国内のそれは有意ではなかった。さらに被説明変数と同一の業種について大国（G5）とそれ以外の国に分けた場合、大国もそれ以外の国についても同弾力性は有意となったが、大国の方が技術普及の影響力が強いことが明らかとなった。いずれにおいてもこれらの関係は高研究開発産業のサンプルにしか見られない特徴であり、低研究開発産業のサンプルでは有意な関係を見てとることはできなかった。

### 3. 関連データと実証モデル選択

#### (1) データ

対象国について、東アジアについては中国、韓国、台湾を取り上げ、東南アジアについては ASEAN5（シンガポール、タイ、マレーシア、インドネシア、フィリピン）を取り上げている。対象期間については、東南アジア（シンガポール、タイ、マレーシア、フィリピン、インドネシア）と韓国の 6 カ国について 1975 年から 2005 年まで、台湾と中国について 1990 年から 2005 年までとしている。同期間において東アジアや東南アジアにおいて技術普及に影響を及ぼした貿易や投資の自由化が実施されている。また分析業種は製造業を取り上げており、技術普及の進捗が業種によって異なることを考慮して 17 業種までブレイクダウンしている<sup>4</sup>。

業種別全要素生産性について中国は独立行政法人経済産業研究所（RIETI）のデータベース CIP3.0、台湾は行政院主計處の「中華民國・臺灣地區 多因素生産力趨勢分析報告」各年版のから作

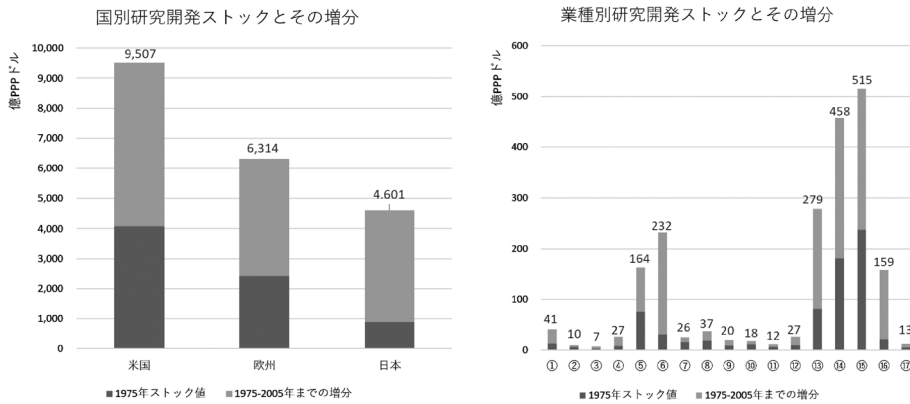


図1 先進国の研究開発ストックの推移

(注) 製造業 17 業種について①食品・飲料・タバコ, ②織物・衣類・皮革, ③木材・家具, ④紙・紙製品・印刷, ⑤化学, ⑥医薬品, ⑦石油化学・同製品, ⑧ゴム・プラスチック製品, ⑨窯業・土石製品, ⑩鉄鋼, ⑪非鉄金属, ⑫金属製品, ⑬一般機械 (事務用機械含む), ⑭電気機械・情報通信機械, ⑮輸送機械, ⑯精密機械, ⑰その他製造業。

(出所) OECD ANBERD データベースに基づき筆者作成。

成・抜粋した。他のアジア諸国については公的な統計等が整備されていないため、各国の生産統計等から付加価値額、資本投入量、労働投入量、労働シェアを業種別に抽出して Törnqvist 指数に基づき全要素生産性の計算を行った<sup>5</sup>。

業種別の研究開発投資は OECD の ANBERD データベースから各国通貨建てで採用した。対象国はデンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、アイルランド、イタリア、日本、オランダ、ノルウェー、スペイン、スウェーデン、英国、米国の 13カ国。1990 年代後半以降のデータについて、改訂された産業分類コード ISIC (International Standard Industrial Classification) の Revision3.0 で研究開発投資が分類されているために、適宜、旧来の同 Revision2.0 の産業分類に組み替えて一貫性を保持した。業種別研究開発ストックへの転換については、先進国 13ヶ国の業種別研究開発投資を各国の GDP デフレーター (1990 年基準) で実質化した後に、OECD が発表している 1990 年時点の購買力平価でドル建てに変換した。その後、恒久棚卸法により減価償却率 10%として同研究開発ストックを算出している。なお、先進国 13カ国の製造業全体の研究開発ストックは 1975 年時点で 7,200 億ドル (1990 年時点購買力平価換算) 程度であったが、2005 年には 2 兆ドル (同) を超えている。業種別にみると、⑤化学、⑥医薬品、⑬一般機械 (事務用機械含む)、⑭電気機械・情報通信機械、⑮輸送機械、⑯精密機械の同ストックが他業種に比べて大きい (図 1)。

業種別に見た研究開発成分は前節 2 (3) で説明した Nishioka and Ripoll (2012) の手法で算出している<sup>6</sup>。国際産業連関表は独立行政法人日本貿易振興機構アジア経済研究所が作成・公表しているアセアン国際産業連関表 1975 年版、アジア国際産業連関表 1990 年版、同 1995 年版、同 2000 年版、同 2005 年版を採用することとした。アジア経済研究所が作成・公表しているこれらの産業連関表は、香港を除く主要な先進国及び、中国や NIEs・ASEAN をカバーしていて、国境を越えた産出投入状況を分析するのに適している。中国、NIEs<sup>7</sup>、ASEAN4 の研究開発成分は 1975 年時点では合計

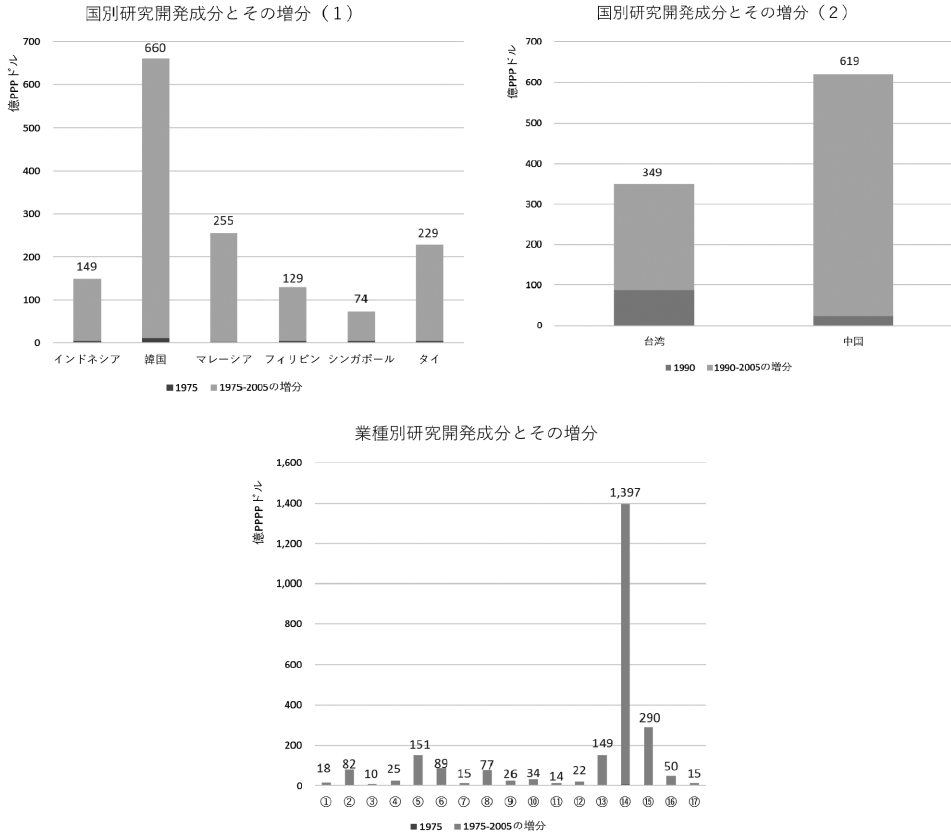


図2 研究開発成分とその増分

(注) 製造業 17 業種について①食品・飲料・タバコ, ②織物・衣類・皮革, ③木材・家具, ④紙・紙製品・印刷, ⑤化学, ⑥医薬品, ⑦石油化学・同製品, ⑧ゴム・プラスチック製品, ⑨窯業・土石製品, ⑩鉄鋼, ⑪非鉄金属, ⑫金属製品, ⑬一般機械 (事務用機械含む), ⑭電気機械・情報通信機械, ⑮輸送機械, ⑯精密機械, ⑰その他製造業。

(出所) アジア国際産業連関表, OECD ANBERD データベースに基づき筆者作成。

37 億ドルであったが, その後増加して 2005 年には同 2,464 億ドルと 30 年間で 50 倍以上増加している。業種別にみると, 2005 年時点で⑭電気機械, 情報通信機械が 1,397 億ドル程度と全体の 6 割を占める (図 2)。なお, アジア国際産業連関表は 5 年おきに発表されるため, 発表されていない期間においては線形補間して投入している。

中国や NIEs・ASEAN の研究開発活動を示すものとして同地域で出願された特許データに着目した。OECD Patent Statistics からアジア地域の居住者による優先日に基づく PCT 特許出願数の, 特許技術で分類された累積数を採用し, Lybbert and Zolas (2014) の特許技術と ISIC Rev.3.0 の索引一覧表を利用して特許技術による同累積数を業種別の同累積数に転換した。中国, NIEs, ASEAN4 の 2005 年時点での PCT 特許出願累積数は 3.4 万件を超え, 韓国がその過半を占め, 次いで中国, シンガポールが多い。業種別にみると, ⑤化学, ⑥医薬品, ⑬一般機械 (事務用機械含む), ⑭電気機械・情報通信機械, ⑯精密機械の同ストックが他業種に比べて大きく, 先進国の研究開発ストックと同様



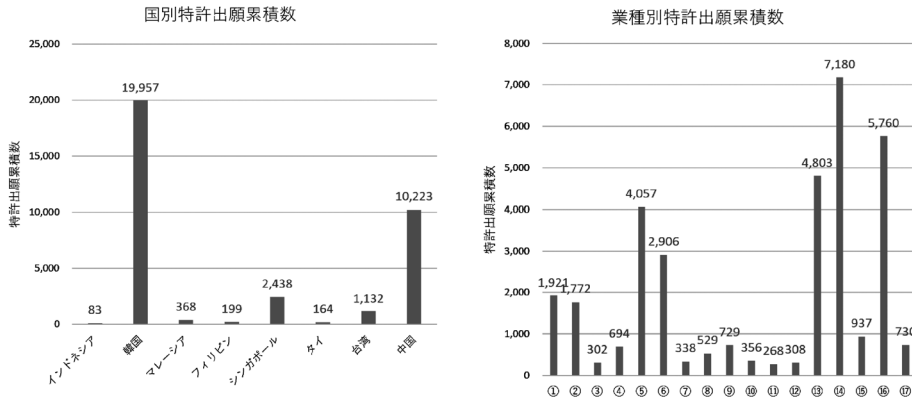


図3 東アジア・東南アジアの特許出願累積数

(注) 製造業 17 業種について①食品・飲料・タバコ, ②織物・衣類・皮革, ③木材・家具, ④紙・紙製品・印刷, ⑤化学, ⑥医薬品, ⑦石油化学・同製品, ⑧ゴム・プラスチック製品, ⑨窯業・土石製品, ⑩鉄鋼, ⑪非鉄金属, ⑫金属製品, ⑬一般機械 (事務用機械含む), ⑭電気機械・情報通信機械, ⑮輸送機械, ⑯精密機械, ⑰その他製造業。

(出所) OECD Patent Statistics に基づき筆者作成。

の動きを示す一方, ⑮輸送機械の PCT 特許出願累積数は相対的に低く, 先進国の研究開発ストックとは異なる動きを示している (図3)。

## (2) 実証モデルの選択

Nishioka and Ripoll (2012) に基づき, 以下のような実証モデルを構築して実証分析を行う。c はアジア7カ国・地域, i は製造業 17 業種, t は期間を示す。なお, 説明変数として投入するデータは対数転換している。

$$\log TFP_{cit} = \beta_0 + \beta_1 F_{cit}^d + \alpha_{ct} + \alpha_i + \varepsilon_{cit} \quad (1)$$

$$\log TFP_{cit} = \beta_0 + \beta_1 F_{cit} + \alpha_{ct} + \alpha_i + \varepsilon_{cit} \quad (2)$$

$$\log TFP_{cit} = \beta_0 + \beta_1 F_{cit}^d + \beta_2 ARS_{cit} + \alpha_{ct} + \alpha_i + \varepsilon_{cit} \quad (3)$$

$$\log TFP_{cit} = \beta_0 + \beta_1 F_{cit} + \beta_2 ARS_{cit} + \alpha_{ct} + \alpha_i + \varepsilon_{cit} \quad (4)$$

$TFP_{cit}$ : t 時点における c 国 i 業種の全要素生産性

$F_{cit}^d$ : t 時点における c 国 i 業種で投入される直接的な研究開発成分

$F_{cit}$ : t 時点における c 国 i 業種の製造フロー全体で投入される研究開発成分

$ARS_{cit}$ : t 時点における c 国 i 業種の特許出願累積数

(1) では先進国からの研究開発成分について直接的な一回きりの中間財投入において含まれる研究開発成分を説明変数として組み込んでいる。(2) では生産フロー全体で投入される中間財全体に含まれる研究開発成分を説明変数としている点が (1) と異なる。

(1) (2) では先進国由来の研究開発成分のみを説明変数として組み込んだモデルであり, アジア地域の研究開発ストックについては説明変数として組み込んでいない。その理由として, 先進国に比べてアジア地域の同ストックが小さく無視できるとすることと, データ制約による。ただ, 実際にはア

ジア地域の研究開発ストックは無視できるほど小さいわけではなく、とりわけ近年においてはかなり増加してきている。そこで(3)(4)においてはアジア地域の特許出願の累積数を研究開発ストックと見立てて説明変数として組み込んだモデルを構築した。

いずれの実証モデルにおいても先進国研究開発ストック由来の研究開発成分  $F_{cit}$  をアジア各国が享受すればするほど、全要素生産性  $TFP_{cit}$  が上昇すると想定している。

なお上の実証モデルにおいて固定効果について国・期間要因 ( $\alpha_{ct}$ ) と業種要因 ( $\alpha_i$ ) と二つにまとめてモデル化している。これは、アジア国際産業連関表に起因する計測誤差と全要素生産性の動向に影響を与える他の要因の存在という二つの問題点を考慮したことによる。いずれの問題点も国・期間要因の固定効果に反映されると考え、実証モデルに組み込んでいる (Nishioka and Ripoll (2012))。

#### 4. 分析結果

##### (1) 実証モデル (1) (2) について

表1は実証モデル(1)(2)に基づき、実証分析を行った結果をまとめている。直接的な一回きりの中間財投入に含まれる研究開発成分を説明変数とした実証モデルでは(第1~3列)、製造業17業種全体のサンプルについて(第1列)、先進国由来の研究開発成分の係数の推計値は0.024と正で、1%水準で有意となっており、サプライチェーンを経由した先進国からの技術普及が確認される。研究開発ストックが比較的大きい高研究開発業種(⑤化学、⑥医薬品、⑬一般機械(事務用機械含む)、⑭電気機械・情報通信機械、⑮輸送機械、⑯精密機械)に限ると(第2列)、同推計値は0.085と製造業全体の3倍以上の大きさとなり(1%水準で有意)、それ以外の業種の研究開発成分の係数の推計値はプラスとならなかった(第3列)。サプライチェーン経由の先進国からの技術普及は高研究開発業種によって主導されていることがわかる。

生産フロー全体で投入される中間財合計に含まれる研究開発成分を説明変数とした実証モデルでは(第4~6列)、製造業17業種全体のサンプルでは先進国由来の研究開発成分の係数の推計値は0.026と正で1%水準で有意であった。第1列の直接的な研究開発成分を説明変数として組み込んだ実証分析の結果と比べると、同係数の推計値は増加している。高研究開発業種の同推計値は0.092とこちら

表1 実証モデル(1)(2)の分析結果

説明変数	実証モデル(1)			実証モデル(2)		
	(1) 製造業全体	(2) 高研究開発業種	(3) 低研究開発業種	(4) 製造業全体	(5) 高研究開発業種	(6) 低研究開発業種
$\beta_1$ 研究開発成分	0.024*** (0.005)	0.085*** (0.009)	-0.01 (0.007)	0.026*** (0.006)	0.092*** (0.010)	-0.017** (0.008)
$\beta_0$ Constant	4.057*** (0.096)	3.987*** (0.152)	4.276*** (0.111)	4.172*** (0.085)	3.621*** (0.182)	4.351*** (0.120)
Observations	3,238	1,157	2,081	3,238	1,157	2,081
R-squared	0.611	0.697	0.635	0.611	0.700	0.635

(注) 高研究開発業種は、⑤化学、⑥医薬品、⑬一般機械(事務用機械含む)、⑭電気機械・情報通信機械、⑮輸送機械、⑯精密機械。低研究開発業種はそれ以外の11業種。下段カッコ内は標準誤差。\*\*\*は1%有意水準、\*\*は5%有意水準、\*は10%有意水準。

(出所) 筆者作成。

も第2列の分析結果と比べると増加しており、生産フロー全体でみてもサプライチェーンを経由した先進国から技術普及が確認される。

(2) 福田 (2016) との比較

NIEs と ASEAN4・中国にサンプルを分けて行った実証分析 (表2 (2) (3)) では、NIEs について先進国からの普及した研究開発成分の係数の推計値はプラスではあったが、有意とはならなかった。その一方、ASEAN4・中国のサンプルでは同係数の推計値は 0.030 とプラスで有意 (1%水準) であった。次に東アジア・東南アジア地域で工程間分業が進展している機械4業種にサンプルを限定すると (表2 (4))、先進国由来の研究開発成分の係数の推計値は 0.080 と製造業全体のそれと比べて3倍以上となり、1%水準で有意となった。このことは、同地域で工程間分業が進展する機械業種を中心に技術普及が顕著となっていて、生産性の上昇に影響していると考えられる。なお、第1列から第4列の分析結果は実証モデル (1) に基づいたものだが、実証モデル (2) による分析結果 (表2 第5列～第8列) で見ても同様の結果となっている。

この分析結果は、福田 (2016) の分析結果と一致している。福田 (2016) では実証モデルの定式化やサンプル国として中国が含まれていないなどの相違点はあるが、アジア国際産業連関表から抽出した中間財投入額を研究開発ストックのウェイトとして用いた実証分析を行っている。その分析結果によると (表3)、先進国からの研究開発ストックの係数の推計値そのものは今回の分析結果と異なるものの、NIEs サンプルにおいて同推計値はプラスだが有意ではなく、ASEAN4 については1%水準で有意となった。さらに機械業種においても先進国由来の研究開発ストックの係数の推計値は1%水準で有意となるだけでなく、製造業全体のそれと比べて上回る。このことは輸入規模のコントロールの有無にかかわらずあてはまる。したがって今回の Nishioka and Ripoll (2012) の手法に基づく先進国由来の研究開発成分を説明変数とした技術普及分析においても先行研究を裏付ける結果となっている。

(3) 中国, NIEs・ASEANの研究開発ストック (ARS) を変数追加した実証モデル (3) について

先進国からの技術普及とアジア地域の全要素生産性に関する実証分析を行う場合、技術普及源である先進国由来の業種別研究開発ストックに加えて、技術普及の恩恵を受ける地域の業種別研究開発ストックデータが説明変数として不可欠である。生産性の上昇は主として国内の研究開発活動によるも

表2 NIEs, ASEAN4 & China, 機械4業種の分析結果

説明変数	実証モデル (1)				実証モデル (2)			
	(1) 製造業全体	(2) NIEs	(3) ASEAN4 & China	(4) 機械 4業種	(5) 製造業全体	(6) NIEs	(7) ASEAN4 & China	(8) 機械 4業種
$\beta_1$ 研究開発成分	0.024*** (0.005)	0.008 (0.008)	0.030*** (0.008)	0.080*** (0.011)	0.026*** (0.006)	0.002 (0.008)	0.036*** (0.009)	0.088*** (0.012)
$\beta_0$ Constant	4.057*** (0.096)	4.623*** (0.101)	4.295*** (0.116)	3.634*** (0.224)	4.172*** (0.085)	4.684*** (0.109)	4.375*** (0.126)	3.709*** (0.196)
Observations	3,238	1,258	1,980	772	3,238	1,258	1,980	772
R-squared	0.611	0.611	0.612	0.762	0.611	0.611	0.612	0.765

(注) 機械4業種は、⑬一般機械 (事務用機械含む)、⑭電気機械・情報通信機械、⑮輸送機械、⑯精密機械。下段カッコ内は標準誤差。\*\*\*は1%有意水準、\*\*は5%有意水準、\*は10%有意水準。

(出所) 筆者作成。

表3 福田(2016)の第5章で採用した実証モデルに基づくパネルデータ分析結果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	製造業全体	製造業全体	NIEs (3カ国・地域)	NIEs (3カ国・地域)	ASEAN4	ASEAN4	機械4業種	機械4業種
先進13カ国研究開発ストック(産業連関を考慮した中間財ウェイト)	<b>0.086</b> 0.023 ***		<b>0.051</b> 0.031		<b>0.136</b> 0.032 ***		<b>0.550</b> 0.078 ***	
先進国からの輸入シェア*先進13カ国研究開発ストック(産業連関を考慮した中間財ウェイト)		<b>0.298</b> 0.036 ***		<b>0.032</b> 0.029		<b>0.131</b> 0.028 ***		<b>0.464</b> 0.060 ***
R <sup>2</sup>	0.250	0.024	0.543	0.531	0.139	0.149	0.366	0.436
N	2956	2956	1258	1258	1698	1698	704	704

(注) 固定効果モデルか変量効果モデルかの選択は、ハウスマン検定により、(1)(3)(6)は変量効果モデル、(2)(8)は固定効果モデルを決定した。(5)(7)はハウスマン検定統計量が負となってしまったため、選択できない。ひとまず推定量の一致性を考慮して固定効果モデルを採用したが、変量効果モデルでの分析による係数の推計値と大差はない。なお、変量効果モデルには、国、業種、期間ダミーを入れて推計。機械4業種は、⑬一般機械、⑭電気機械・情報通信機械、⑮輸送機械、⑯精密機械。下段は標準誤差。\*\*\*は1%有意水準、\*\*は5%有意水準、\*は10%有意水準。

(出所) 福田(2016)表5-6, 89頁。

ので、先進国からの技術普及は見せかけの可能性もあるためである。ただ東アジアや東南アジアの両地域の業種別研究開発投資、なかでも東南アジアの同データは長期にわたって整備されていないため、入手することは難しい。

一方、特許出願データについて研究開発活動全ての結果を示しているわけではなく、ライバル企業のけん制など研究成果を守る目的以外で出願されることもあるため、その解釈に注意が必要である。しかし、同データの入手は比較的容易であり、両地域においても1970年代後半から入手できる。そこでこれらの地域におけるPCT出願に基づく特許出願の累積数を業種別研究開発ストック(ARS)の説明変数としてみなし、変数追加した実証モデル(3)(4)に基づいて実証分析を行った。PCTを利用した特許出願はPCT加盟国に同時に申請することとなり、その出願費用は一国内の特許出願のそれと比べて割高である。PCT特許出願は出願特許が一定の研究活動を行うことで守るべき価値を有するものとみることができる。

実証モデル(3)(4)に基づく分析結果は表4の通りである。いずれの分析結果も先進国由来の研究開発成分の係数の推計値は大きく変動することはない、その有意水準や符号が変化することはない。先進国からのサプライチェーンを経由した技術普及は見せかけではなく、実際に生じているといえる。

一方、東アジア・東南アジア両地域の業種別研究開発ストック(ARS)の係数の推計値は高研究開発業種サンプルにおいてプラスで10%水準で有意、NIEsサンプルにおいてプラスで1%水準で有意となった。高研究開発業種やNIEsサンプルでは出願特許の累積数が多く、国内の活発な研究開発活動が生産性上昇に影響を及ぼしたとみることができる。とりわけNIEsサンプルでは先進国からの技術普及が確認されていない一方、国内の業種別研究開発ストックの水準が生産性の上昇に有意に影響を及ぼしている。NIEsの生産性の動向に影響を及ぼすものとして国内研究開発活動の重要性を示唆している。

表4 東アジア・東南アジアの研究開発活動を説明変数として追加した実証モデルに基づく分析結果

説明変数	実証モデル (3)					
	(1) 製造業全体	(2) 高研究開発 業種	(3) 機械4業種	(4) 低研究開発 業種	(5) NIEs	(6) ASEAN4 & China
$\beta_1$ 研究開発成分	0.025*** (0.005)	0.082*** (0.010)	0.074*** (0.012)	-0.011 (0.007)	0.002 (0.009)	0.033*** (0.008)
$\beta_2$ 特許出願累積数	-0.0143 (0.010)	0.0362* (0.020)	0.0452* (0.026)	-0.0511*** (0.016)	0.0322*** (0.012)	-0.0539*** (0.014)
$\beta_0$ Constant	4.490*** (0.123)	3.480*** (0.205)	3.358*** (0.275)	4.984*** (0.142)	4.258*** (0.097)	5.758*** (0.134)
Observations	3,234	1,157	772	2,077	1,258	1,976
R-squared	0.612	0.698	0.763	0.637	0.613	0.615
説明変数	実証モデル (4)					
	(1) 製造業全体	(2) 高研究開発 業種	(3) 機械4業種	(4) 低研究開発 業種	(5) NIEs	(6) ASEAN4 & China
$\beta_1$ 研究開発成分	0.027*** (0.006)	0.089*** (0.010)	0.083*** (0.012)	-0.018** (0.008)	-0.004 (0.009)	0.038*** (0.009)
$\beta_2$ 特許出願累積数	-0.014 (0.010)	0.035* (0.020)	0.042 (0.026)	-0.052*** (0.016)	0.035*** (0.012)	-0.053*** (0.014)
$\beta_0$ Constant	4.565*** (0.109)	3.088*** (0.234)	3.458*** (0.250)	5.252*** (0.152)	4.193*** (0.083)	5.802*** (0.148)
Observations	3,234	1,157	772	2,077	1,258	1,976
R-squared	0.612	0.701	0.766	0.638	0.613	0.615

(注) 高研究開発業種は、⑤化学、⑥医薬品、⑬一般機械（事務用機械含む）、⑭電気機械・情報通信機械、⑮輸送機械、⑯精密機械。低研究開発業種はそれ以外の11業種。機械4業種は、⑬一般機械（事務用機械含む）、⑭電気機械・情報通信機械、⑮輸送機械、⑯精密機械。下段カッコ内は標準誤差。\*\*\*は1%有意水準、\*\*は5%有意水準、\*は10%有意水準。

(出所) 筆者作成。

## 5. 終わりに 結論と課題

1980年代以降、NIEs・ASEAN、90年代以降では中国が加わったアジア地域で多国籍企業主導による国境を越えた工程間分業が進展した。結果として、国境を越えて中間財のやり取りが増加するなど国際サプライチェーン上での貿易が拡大している。

工程間分業を進める企業は最終財等の品質を確保するため、サプライヤーに技術移転の誘因を持つ。実際、サプライチェーンが形成されれば、チェーン内の企業は供給者責任を果たすために企業間で密なコミュニケーションが生じ、技術移転が促進されることとなる。その結果、中間財の国際取引を通じて関連する知識が輸出国から輸入国に移転して技術普及が生ずることとなる。本研究の目的は、東アジアと東南アジアにおける工程間分業の進展が技術普及を通じてどの程度まで生産性の上昇に影響を与えたか実証的に明らかにすることである。

工程間分業と技術普及の関係について実証分析するにあたって Nishioka and Ripoll (2012) の研究開発成分のフレームワークを採用した。国際産業連関表を用いることで、国内外の業種間のばらつきや結びつきを統合的に考慮することが可能となり、技術普及の発信源である R&D ストックのウェイトを適切に行うことができる。さらに、直接的な取引に起因する技術普及だけでなく、そのための中間財生産が反復的に生じることまで考慮した間接的な技術普及の影響も取り込むことができる。

分析結果をまとめると、東アジア・東南アジアの業種別の生産性上昇は、国際的なサプライチャー

ンでの取引を通じた先進国に由来する技術普及によることが明らかになった。これらの生産性上昇は機械業種を含めた高研究開発業種で生じている技術普及によるところが大きい。サンプルをNIEsと中国・ASEAN4に分けて分析すると、中国・ASEAN4では先進国由来の技術普及が有意に確認される一方、NIEsでは先進国からの技術普及が生じていない。この結果は福田（2016）の先行研究に合致する。なお、同地域の特許出願数を研究開発活動変数として追加した分析でも先進国由来の技術普及の有意性は変わらなかった。

NIEs サンプルについてそれぞれの国・地域での研究開発活動変数の係数の推計値は正で有意になっており、NIEs では国内での研究開発活動の方が先進国からの技術普及よりも生産性上昇に与えている。このことは先進国からの技術普及の、生産性上昇に及ぼす影響力は一樣ではなく、例えば所得や技術が一定水準を超えると、国内での研究開発活動など他の要因の方が重要性を増すことを意味しているのでないだろうか。

今後の研究課題について技術普及の実証モデルに他の説明変数を組みこんで、その精緻化に努めたい。それと同時に、アジア地域の工程間分業の態様は国・地域や業種によってさまざまであり、工程間分業を分類化してそのカテゴリーによって先進国由来の技術普及の影響がどのように異なるのか分析してみたい。

## 註

- <sup>1</sup> Coe and Helpman (1995) の輸入を通じた技術普及について Keller (1998) が異議を唱えている。彼は、 $m_{cc}$  に輸入シェアではなく、ランダムな数値を当てはめても  $\beta'$  は正で有意であることを示すなどして技術普及の経路は輸入以外に存在することを指摘している。また、Lichtenberg and van Pottelsberghe (1998) は、 $m_{cc}$  について、東西ドイツ統一のような国家統合が発生した場合に集計バイアスの影響を受けやすいと説明しており、解決策として先進国からの輸入を当該先進国の GDP で除して作成したウェイトで積み上げた研究開発ストックを説明変数として採用することを提案し、それに基づき分析している。
- <sup>2</sup> Coe and Helpman (1995) はパネル時系列データの処理に不十分であるなどの問題を抱えており、係数に対する推計値にバイアスが生じていた。そのため、同論文では係数に対する推計値の t 値等を報告していない。2000 年代前半に確立したパネル時系列データ処理方法を使って再度分析を行ったのが Coe, Helpman and Hoffmaister (2009) であった。その分析結果は Coe and Helpman (1995) の結論を裏付けるものであった。
- <sup>3</sup> Keller (2002a) は 1970～1995 年までの 14 先進国 12 製造業のデータを使って、二国間距離と技術普及についての分析を行っており、同距離が長くなるにつれて技術普及力が弱まることを明らかにしている。また Keller (2002b) は 1970～1991 年までの 8 先進国 13 製造業の産業連関表等のデータを使って内外の研究開発ストックの全要素生産性に対する影響を分析したところ、各産業の全要素生産性の半分を当該産業の研究開発ストック、その 30% を国内他産業の同ストック、そして 20% を海外からの研究開発ストックからの技術普及で説明されるところとした。産業連関表を用いて産業間の中間財のやり取りを考慮した研究開発ストックを算出しているが、各国の産業連関表はすべて米国のもので代替している。Schiff and Wang (2006) は 1976～1998 年までの OECD15 カ国に、途上国 24 カ国を加えた 39 カ国製造業 16 業種のデータを用いて先進国・途上国からの輸入を経路とした海外研究開発ストックの技術普及に関する実証分析を行い、先進国からの海外研究開発ストックの技術普及の影響力に比べて途上国からの技術普及の影響力は小さく、さらにタイムラグが伴うことが明らかとなった。海外研究開発ストックを算出する際に the Global Trade Analysis Project (GTAP) database version 4 における 90 年初めの輸入国の産業連関表からウェイトを計算している。他の実証分析については福田（2016）第 5 章第 2 節参照。
- <sup>4</sup> 製造業 17 業種は以下の通り、①食品・飲料・タバコ、②織物・衣類・皮革、③木材・家具、④紙・紙製品・印刷、⑤化学、⑥医薬品、⑦石油化学・同製品、⑧ゴム・プラスチック製品、⑨窯業・土石製品、⑩鉄鋼、⑪非鉄金属、⑫金属製品、⑬一般機械（事務用機械含む）、⑭電気機械・情報通信機械、⑮輸送機械、⑯精密機械、⑰その他製造業。
- <sup>5</sup> アジア各国の業種別の全要素生産性の算出に当たり、付加価値データを基にしている。また業種別デフレータに関する統計が整備されておらず、各国の物価統計等を活用することで実質化対応した。詳細は福田（2014）。
- <sup>6</sup> アジア地域の研究開発ストックについては基礎となる研究開発投資データが長期にわたって入手できないため、算出していない。
- <sup>7</sup> 以下、NIEs について韓国、台湾、シンガポールを含むものとし、香港は含んでいない。

## References

- Coe DT and Helpman E. 1995. International R-and-D spillovers. *Eur Econ Rev* 39(5): 859-87.
- Coe DT, Helpman E, Hoffmaister AW. 2009. International R&D spillovers and institutions. *Eur Econ Rev* 53(7): 723-41.
- Keller W. 1998. Are international R & D spillovers trade-related? Analyzing spillovers among randomly matched trade partners. *Eur Econ Rev* 42(8): 1469-81.
- Keller W. 2002a. Geographic localization of international technology diffusion. *Am Econ Rev* 92(1): 120-42.
- Keller W. 2002b. Trade and the transmission of technology. *Journal of Economic Growth* 7(1): 5-24.
- Lichtenberg F and van Pottelsberghe B. 1998. International R&D spillovers: A comment. *Eur Econ Rev* 42(8): 1483-91.
- Lybbert, Travis J. and Nikolas J. Zolas. 2014. "Getting patents and economic data to speak to each other: An 'Algorithmic Links with Probabilities' approach for joint analyses of patenting and economic activity." *Research Policy* 43(3): 530-42.
- Nishioka S and Ripoll M. 2012. Productivity, trade and the R&D content of intermediate inputs. *Eur Econ Rev* 56(8): 1573-92.
- Schiff M and Wang Y. 2006. North-south and south-south trade-related technology diffusion: An industry-level analysis of direct and indirect effects. *Canadian Journal of Economics-Revue Canadienne D Economique* 39(3): 831-44.
- Urata S. 2004. The shift from 'market-led' to 'Institution-led' Regional Economic Integration in East Asia in the late 1990s. RIETI Discussion Paper Series 04-E-012, pp 1-29.
- 浦田秀次郎 (2007) 「市場誘導型から制度誘導型にシフトする東アジアの地域経済統合」『国際経済』第5巻, 第8号, 47-68頁。
- 福田佳之 (2014) 「アジア太平洋地域は生産性主導の経済成長に転換できたのか—東アジア・東南アジア地域の製造業種別全要素生産性の計測—」『アジア太平洋研究論集』28号, 85-102頁。
- 福田佳之 (2016) 「NIEs・ASEANにおける技術普及と生産性」早稲田大学アジア大会太平洋研究科博士課程請求論文, 1-174頁。