



新興国における技術革新と国際貿易について : ブラジル、インド、中国の事例から

内田, 雄一郎

(Citation)

国民経済雑誌, 210(3):69-82

(Issue Date)

2014-09

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81009001>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81009001>



新興国における技術革新と国際貿易について：
ブラジル，インド，中国の事例から

内 田 雄 一 郎

国民経済雑誌 第210巻 第3号 抜刷

平成26年9月

新興国における技術革新と国際貿易について： ブラジル，インド，中国の事例から

内 田 雄 一 郎

1990年から2006年までのブラジル，インド，中国における輸出，輸入，技術の変化とこれらの変化の関係を分析した。輸出と輸入の変化に関しては，これら3カ国では一定の輸出と輸入特化のパターンが長期化していることが判明した。技術の変化では，中国，特にインドにおいては技術比較優位の無い産業が依然として数多くあり，技術特化のパターンも持続性が長いことが示唆された。しかし，ブラジルではこれら2カ国に比べるとこのパターンに変化が認められ，技術比較優位を有する産業が多いことが分かった。輸出と輸入の変化と技術の変化との関係については，これら3カ国では輸出活動先行型の技術革新というよりも輸入活動先行型の技術革新を示唆する変化が数多く見られた。

キーワード 技術革新，国際貿易，ブラジル，インド，中国

1 は じ め に

新興国，特に BRICs（ブラジル，ロシア，インド，中国）諸国の急速な経済成長が注目されるようになって久しいが，近年これらの国の経済成長の鈍化，あるいは行き詰まりといったことが指摘されるようになってきた。本論文では BRICs 諸国の内，ブラジル，インド，そして中国に焦点を当て，1990年から2006年の間に貿易構造が如何に変化し，それに伴う技術の進歩がどのようなものであったかを考察する。

高度経済成長期には貿易量の急速な増加と共に技術力の向上，技術の進歩といった技術面での変化が見受けられる。貿易，特に輸出活動と技術の進歩の関係はしばしば“learning by doing”という概念から説明されてきた。この概念は古くは Arrow (1962) や 1980, 90年代には Romer (1986) や Lucas (1993) らが理論面から経済成長達成の主要な要因の一つと捉え内生的経済成長論の観点から説明している。他方，Nelson (1987)，Bell (1984)，Lall (1985, 2000) らは，特に発展途上国における技術進歩を説明する上で重要な要因としてこの概念を捉え，大まかに言うと learning by doing とは企業等のミクロ単位で外国の優れた技術を学び，輸出活動等を通してその技術を実践的に習得し自らの技術として吸収していく過程のことで

ある。

発展途上国の技術進歩あるいは技術革新というテーマは1980、90年代に盛んに議論され、特に東アジアの新興工業国についての論文を目にすることが多々あったが、近年はこの勢いに陰りが見えていることが否めない。しかし2011年には査読付学術誌である *World Development* の7号誌で“Foreign Technology and Indigenous Innovation in the Emerging Economies”と題して特集欄を設けて新興国における技術進歩、技術革新といったテーマの論文を掲載し、このテーマが依然として研究者の興味を誘うものであることを示唆している。他方、この特集から分かるように研究対象国に変化が見られ、台湾や韓国といった東アジアの新興工業国の名は身を潜め、本論文でも扱うブラジル、インド、中国といった新興国が研究対象となることが近年顕著になっている。

さて、本論文ではこれら新興国、即ちブラジル、インド、中国を研究対象国とし、第一にこれらの国で貿易と技術の形態が如何に変化したかを明らかにし、第二に主要研究目的として、Uchida and Cook (2005) が東アジアの新興工業国を対象にした研究で明らかにした learning by doing 成功のパターンがこれら3カ国でも見受けられるかを明らかにする。第2節では本研究の研究手法とデータについて、第3節では研究結果について述べ、第4節で結論する。

2 研究手法とデータ

本論文の研究手法は、輸出、輸入、技術に関する比較優位指標を算出し、これらの変化を分析するという手法を採る。輸出と輸入の比較優位指標については Balassa (1965) が発表した標準的な比較優位指標 (RCA) を使い、技術の比較優位指標は Balassa の比較優位指標を応用して Soete (1987) が発表した技術比較優位指標 (TCA) を用いた (計算方法は Uchida and Cook (2005) を参照)。これらの指標を算出した後、Laursen and Engedal (1995) が発表した“symmetric RCA” (SRCA) と“symmetric TCA” (STCA) に変換し、これらの指標がマイナス1からプラス1の間に収まるようにした。

先に述べたように研究対象国はブラジル、インド、中国とし、研究対象期間についてはデータが得られた1990年から2006年とした。さらに上記指標の5年ごとの平均値を計算することによりこの期間を3つの期間に分割し、第一期間 (1990年から1994年)、第二期間 (1996年から2000年)、第三期間 (2002年から2006年) の指標を使って分析することにした。輸出と輸入のデータは United Nations Commodity Trade Database (SITC, 3-digit level, Revision 2) から取得し、技術のデータは特許数を使用し、National Bureau of Economic Research (NBER), US Patents Database (USP, 3-digit level) から取得した。しかしこれら2つのデータベースでは産業分類のシステムが相違しており、上記 SRCA と STCA を同時に分析する

ことが不可能なため、Uchida and Cook (2005) が使用した産業分類対応表を用いて、製造業に属する産業を28の産業に分類し直すことによりこの相違を無くし、SRCA と STCA を同時に分析できるようにした（この28の産業については付録を参照）。

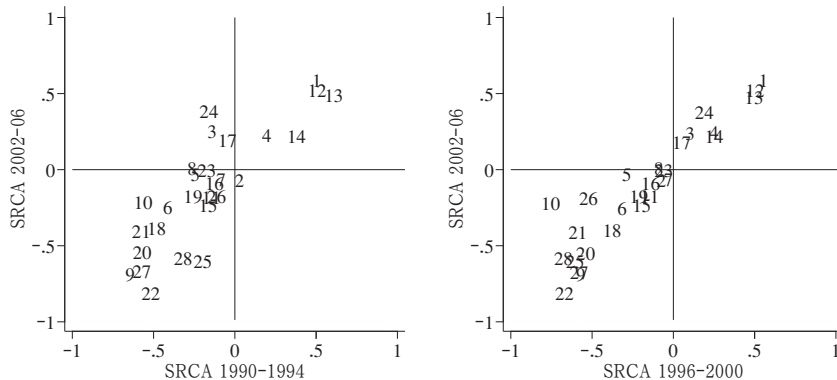
3 分析結果

3.1 輸出の変化の分析

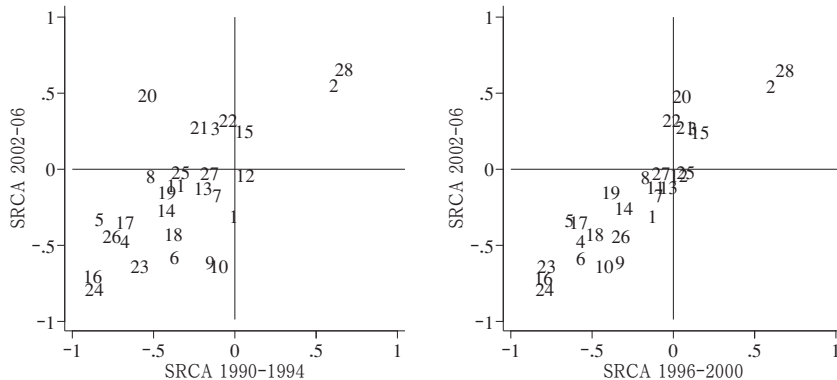
図1に輸出の変化を示した。この図ではY軸は先述の第三期間（2002-2006年）に固定し、X軸については左側の図では第一期間（1990-1994年）、右側の図では第二期間（1996-2000年）として変化を分析した。それぞれの図では、左上、左下、右上、右下と4分割されており、左上にある数字で表した産業が第三期間で比較優位があったが第一期間あるいは第二期間では比較優位の無かった産業を、右上にある産業は両方の期間で比較優位のあった産業を示している（即ち $0 < \text{SRCA} \leq 1$ にある産業が比較優位を有するということ）。

図1 輸出の変化

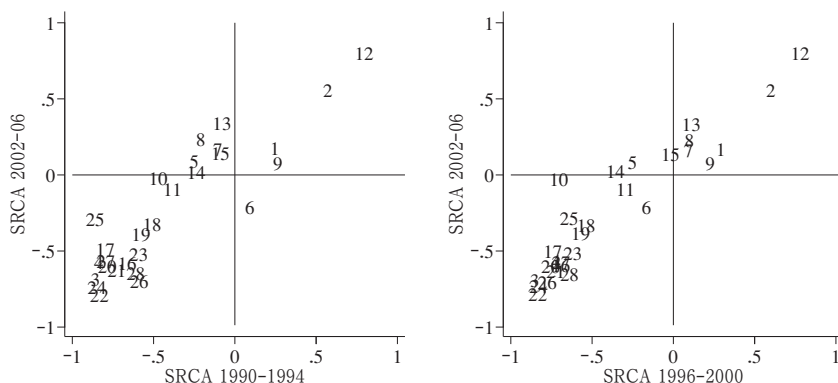
1-1 ブラジル



1-2 中国



1-3 インド



まずブラジルについて、数少ない産業のみが輸出の比較優位の変化を示し、多くの産業では比較優位の有無の長期化が見て取れる。この数少ない産業とは3の木製品、17の農業機械、24の航空機である。これらの産業では1990年代前半では比較優位を有さなかったが、1990年代後半に比較優位を有する産業となり比較的短期間でこの変化を遂げたことが分かる。中国でもブラジルで見受けられた傾向が確認でき、特に中国では1990年代前半には3つの産業のみが比較優位を有し、1990年代に比較優位の変化を遂げた産業は、3の木製品、20のコンピュータ、21の電気機器である。同じようにインドでもこの比較優位の有無の長期化が認められ、この有無に変化が認められる産業は、7の化学、8の農薬、13の鉄の3つの産業のみである。したがってこれらの国では多くの産業で比較優位有無の長期化あるいは輸出特化のパターンの持続性が認められる。またこのことは1990年代から2000年代中頃にかけて比較優位が無いままの産業（左下にある産業）が数多く存在しているということからも分かる。

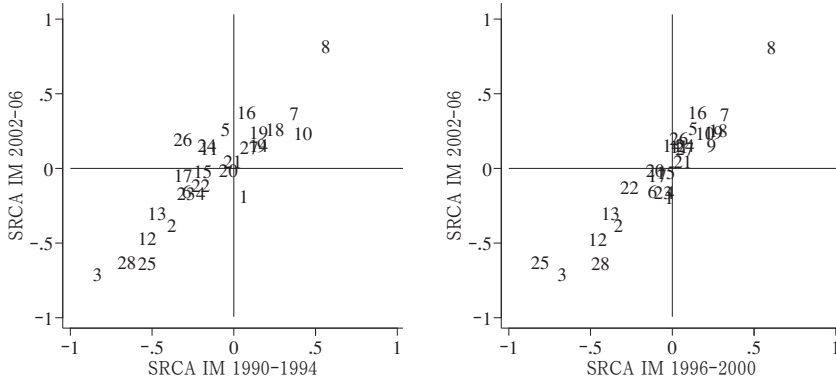
3.2 輸入の変化の分析

図2に輸入の比較優位、即ち輸入依存の高いあるいは低い産業を示した。全体的に言えることは、輸出の比較優位の産業分布に比べて、特にブラジルと中国で左上と右上に多くの産業が現れており、これらの国あるいは産業では輸入依存度が高いことが分かる。また、これら3カ国で1990年代前半に右上に現れていた輸入依存度の高い産業の多くが1990年代後半から2000年代中頃まで右上に現れ続けていることから、これらの国では輸入においても比較優位のパターンの長期化あるいは輸入特化のパターンの持続性が見受けられる。

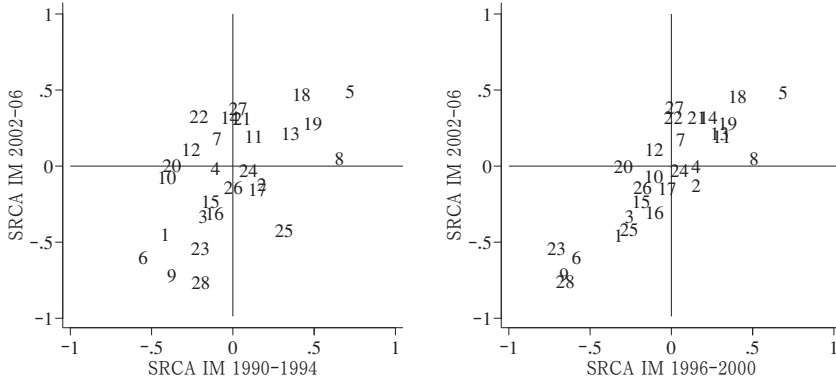
1990年代前半から2000年代中頃までの間に輸入の比較優位に変化が見られた産業については、1990年代に左上から右上に移動した産業、即ち輸入依存を高めた産業がいくつか見られる。これらの産業は、ブラジルでは5のプラスチック、14の非鉄、24の航空機、26の鉄道設備の4つの産業、中国では7の化学、14の非鉄、22の電子機器の3つの産業である。イン

図2 輸入の変化

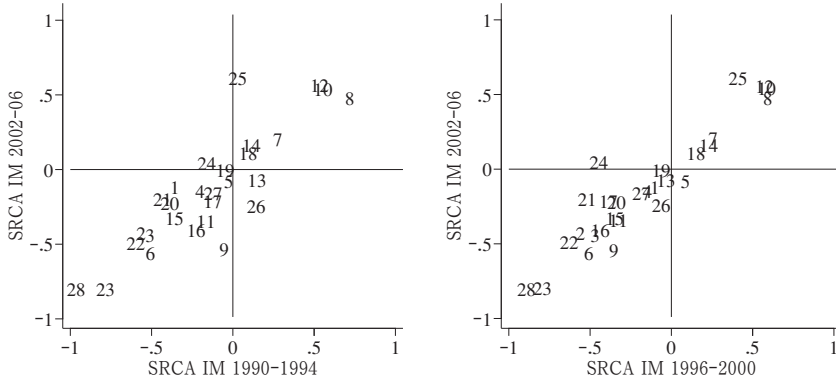
2-1 ブラジル



2-2 中国



2-3 インド



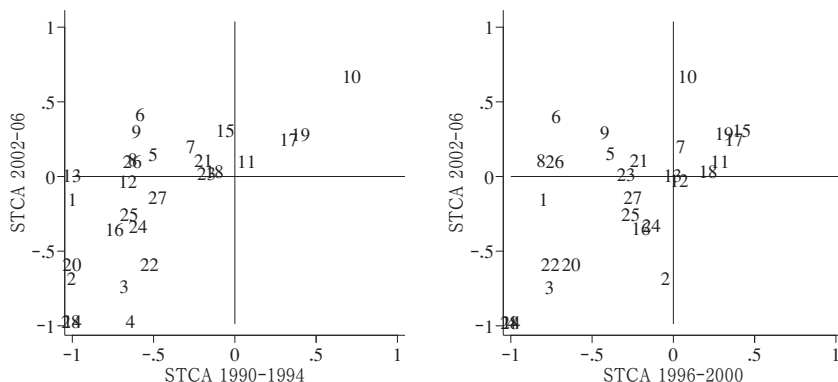
ドではこのような変化は見られない。このように輸入の比較優位の変化を顕著に示した産業が少ないことから、これら3カ国では輸入特化の持続性が比較的長いことが分かる。

3.3 技術の変化の分析

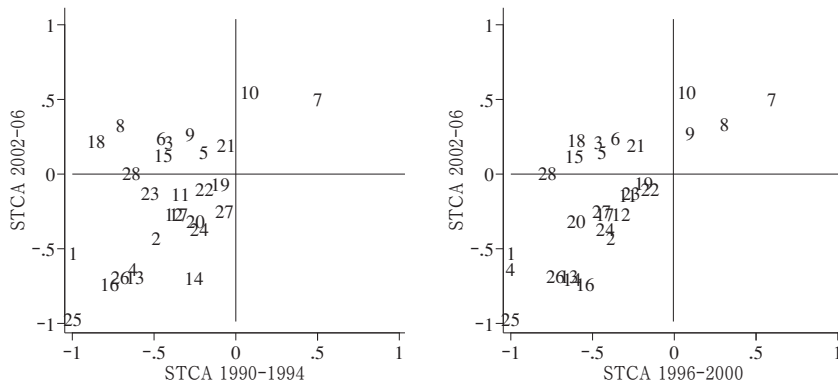
図3に技術比較優位の変化を示す産業分布を表した。前出の2つの図と同様にこの図でも $0 < STCA \leq 1$ にある産業が技術比較優位を有する産業である。まずブラジルについて、左上と右上に現れた産業の数が多いことが分かる。このことはブラジルでは技術革新あるいは技術力向上に向けた活動が活発であることを示唆している。右上にある産業を見てみると、4つの産業（10の石油・ガス、11のゴム、17の農業機械、19の工業機械）が1990年代前半から2000年代中頃まで続けて技術比較優位を有し、これらの産業では技術力の持続性が長いことが示されている。また1990年代に左上から右上に移動した産業は、7の化学、15の金属製品、18の金属加工機械の3つの産業であり、これらの産業では技術力向上あるいは技術知識蓄積の増加を達成したことがうかがえる。そして右の図の左上にある7つの産業（5のプラスチック、6の洗面用品、8の農薬、9の製薬、21の電気機器、23の自動車、26の鉄道設備）については2000年代に技術比較優位を有する産業になったことを示しており、これらの産業では

図3 技術の変化

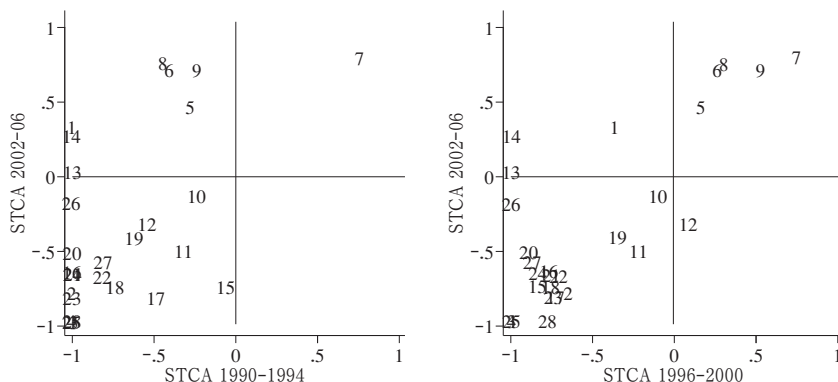
3-1 ブラジル



3-2 中国



3-3 インド



技術力向上が急速であったことが分かる。

このような急速な技術力の向上は中国でも認められ、2000年代にブラジルと同じく6つの産業（3の木製品、5のプラスチック、6の洗面用品、15の金属製品、18の金属加工機械、21の電気機器）が右の図の左上に現れた。数少ないながら右上にある技術比較優位を比較的長く有する産業を見てみると、1990年代前半には7の化学、10の石油・ガス産業のみであったが、1990年代後半より8の農薬、9の製薬産業が加わった。中国と同じように、インドでも右上に現れた産業は少ないが、1990年代前半に7の化学産業のみであったのが1990年代後半より5のプラスチック、6の洗面用品、8の農薬、9の製薬産業が加わった。これらに加え、2000年代には1の食品、13の鉄、14の非鉄産業が左上に現れ、2000年代中頃までに合計8つの産業が技術比較優位を有する産業となった。

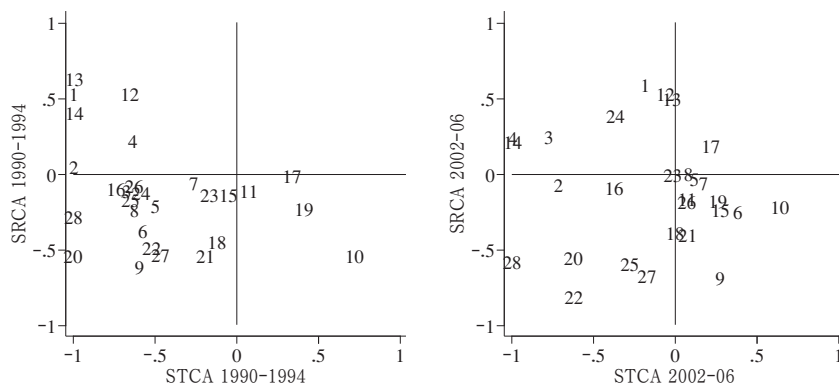
したがって、これら3カ国では特に2000年代になってから技術革新、あるいは技術力向上に向けた動きが活発化したことがうかがえる。この反面、2000年代に左上と右上にある産業の数を見ると、ブラジルが15、中国が10、インドが8つの産業となっており、ブラジル以外の2カ国では依然として左下にある半数以上の産業が技術比較優位を有さない産業のままであることが特徴の一つである。

3.4 輸出と技術の変化の分析

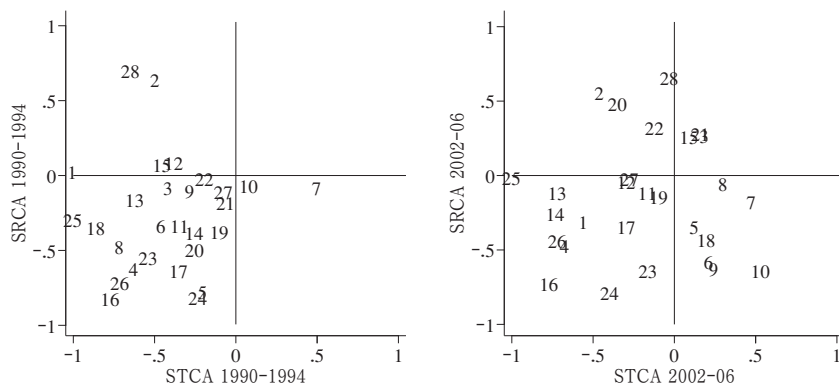
図4に輸出活動と技術革新の関係を表した。紙数制限の関係上、第二期間（1996-2000年）を除き第一期間（1990-1994年）を左側に第三期間（2002-2006年）を右側に表示した。この図ではY軸は輸出（SRCA指標）をX軸は技術（STCA指標）を表し、それぞれの図では(0, 0)を中心に4分割して表示した。この4分割された図では、左上にある産業は輸出活動を通して技術、技術的ノウハウを習得し始めた段階、右上にある産業はこれらを習得し輸出と技術両方の比較優位を有するようになった段階、右下にある産業は国内において活発に

図4 輸出と技術の変化

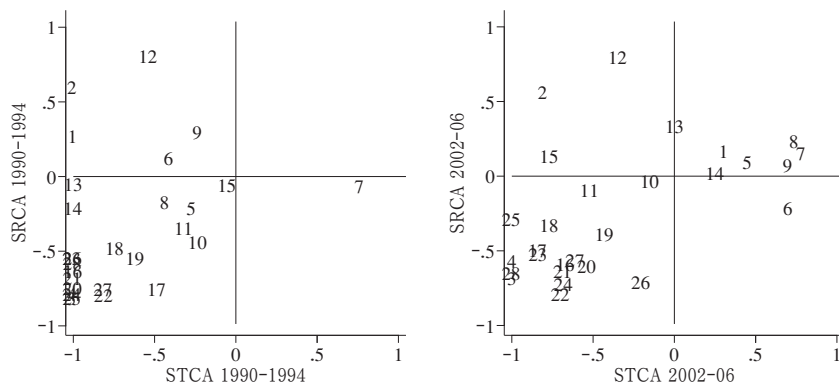
4-1 ブラジル



4-2 中国



4-3 インド



技術力を向上させる活動をしているが輸出実績にはつながっていない段階と捉えることができる。

図にある産業の動きを分析すると大きく分けて4つのパターンがある。第一の動きは左下

から左上への移動で、輸出活動を通して“learning by doing”が行われていることを示唆し、第二の動きは左上から右上への移動で、“learning by doing”の成功を示している。そして第三の動きは右下から右上への移動でこれは所謂“technological push”を示す動きであり、第四の動きは左下から右下への移動で、国内における努力により技術力を向上させているが輸出の成功には結びついていないことを示す。

これら4つの動きに着目してそれぞれの国を分析すると、ブラジルでは3の木製品、24の航空機産業が第一の動きを示し輸出の比較優位のみを有するようになり、17の農業機械産業は第三の動きを示し、元来技術比較優位のみ有していたが後に“technological push”により輸出比較優位も有するようになった。ブラジルにおいて特徴的なのは第四の動きを示した産業（即ち技術比較優位のみ有するようになった産業）が多いことであり、国内における技術革新、技術力向上に向けた活発な活動の存在が示唆されている。そしてこの動きを示したのは5のプラスチック、6の洗面用品、7の化学、8の農薬、9の製薬、15の金属製品、21の電気機器、26の鉄道設備産業である。

中国では、20のコンピュータ、22の電子機器産業が第一の動きをとり“learning by doing”の初期段階を示している。15の金属製品産業は第二の動きを示し、輸出と技術の比較優位を有するようになった。3の木製品、21の電気機器産業は1990年代後半に第一の動きをとり、2000年代に第二の動きをとった結果、右上に現れるようになった。中国で特徴的なことの一つは第三の動き（technological push）を示した産業が皆無なことである。第四の動きについては5つの産業がこの動きを示し、これらは5のプラスチック、6の洗面用品、8の農薬、9の製薬、18の金属加工機械産業である。したがって、中国ではいくつかの産業において技術革新、技術習得に向けた動きが認められるが、図から分かるように数多くの産業では輸出と技術両方の比較優位を持たない状態のままである。

インドでは、13の鉄、15の金属製品産業が第一の動きを見せ、輸出活動を通して技術を学ぶという段階に入ったことを示している。第二の動きは1の食品、9の製薬産業に見られ、これらでは輸出と技術の比較優位を有するようになった。5のプラスチック、7の化学産業は第三の動きをとり、結果として輸出と技術の比較優位を有するようになった。インドの特徴の一つは第四の動きを示した産業が無いことにある。そしてもう一つの特徴は、これまで着目している4つの動き以外の動きを示す産業の存在である。この動きは3つの産業で見られる。6の洗面用品産業は左上から右下に移動し、輸出の比較優位を失ったが技術の比較優位を有するようになった。これは“learning by doing”の何らかの協調の失敗（coordination failure）を示しているのかもしれない。さらに8の農薬、14の非鉄産業では左下から右上への移動が見られ、当時のインドでは海外直接投資や多国籍企業の進出に消極的であったことを考えると、国内企業の急速な発展を示しているのかもしれない。中国と同じようにインド

でも右上にある産業が皆無であった状態からいくつかの産業がここに現れるようになったが、依然として多くの産業が左下にある状態が続いている。

3.5 輸入と技術の変化の分析

図5に輸入と技術革新の関係を表した。それぞれ図では、左上にある産業では国内企業の技術力、生産能力不足のため輸入に依存している産業、右上にある産業は輸入依存が依然として高いながらも技術比較優位を有する産業、右下にある産業は輸入依存が低く、国内企業の努力によって技術の比較優位を有する可能性のある産業を示す。

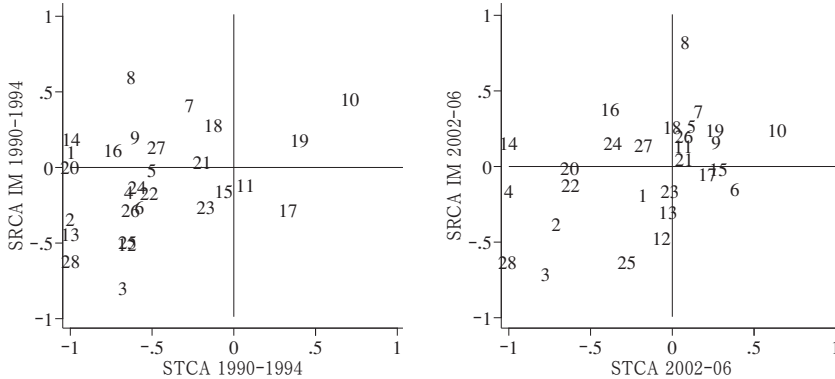
これらの図における産業の移動を分析すると、大きく分けて4つの動きがある。第一の動きは、左下から左上への移動で技術、生産能力不足のため輸入依存が増した産業を示し、第二の動きは、左上から右上への移動で輸入活動を通して輸入部品あるいは製品から技術を学び技術比較優位を有するようになった可能性のある産業を示す。第三の動きは、右下から右上への移動で技術比較優位を有していたものの輸入依存度が増した産業を示し、第四の動きは左下から右下への移動で輸入依存度が低いまま技術比較優位を有するようになった産業を示す。

これらの動きに着目して分析すると、ブラジルでは24の航空機産業が第一の動きを見せ、技術比較優位を有しないまま輸入の依存度が高まった。7つの産業（5のプラスチック、7の化学、8の農薬、9の製薬、18の金属加工機械、21の電気機器、26の鉄道設備）が第二の動きをとり、輸入依存が高いながらも輸入製品、部品から技術を学び技術比較優位を有するようになった可能性のある産業となった。11のゴム産業は第三の動きを示し、技術比較優位を有するようになったと同時に輸入依存度が高まった産業である。6の洗面用品、15の金属製品は第四の動きをとり、国内企業の努力により技術能力を高めた可能性があることを示す。ブラジルの特徴は図から見て取れるように、右上にある産業の数が増加したことにあり、これはブラジルの企業が技術能力を高めるため輸入活動を通して活発に外国の技術を習得している可能性を示唆している。

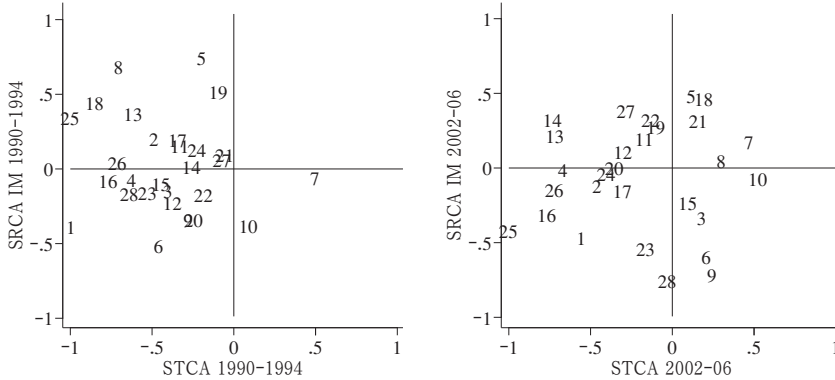
中国では12のコンクリート・ガラス、22の電子機器産業が第一の動きをし、技術比較優位の無いまま輸入依存を高めた。第二の動きは4つの産業（5のプラスチック、8の農薬、18の金属加工機械、21の電気機器）に見られ、これらの産業では急速に輸入依存が高くなると同時に技術比較優位をも有するようになった。7の化学産業は第三の動きをし、元々技術比較優位を有しておりまた輸入依存が低かったが、この依存度が高まった。3の木製品、6の洗面用品、9の製薬、15の金属製品産業は第四の動きをし、輸入依存が低いまま技術比較優位を有するようになった。全体としては数多くの産業が左上と左下にあり、技術比較優位が無い産業が依然として多いことを示している。

図5 輸入と技術の変化

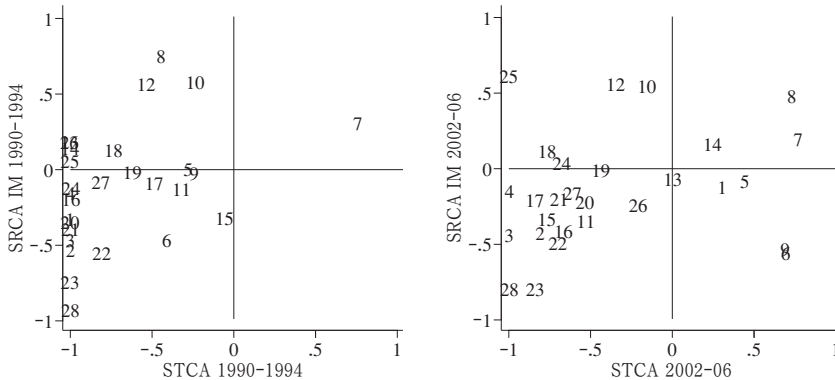
5-1 ブラジル



5-2 中国



5-3 インド



インドでは、24の航空機産業が第一の動きをし、技術比較優位の無いまま輸入依存度を高めた。8の農薬、14の非鉄産業は第二の動きをとり、輸入依存度が高いまま技術比較優位を有するようになった。インドでは第三の動きをとった産業は無かったが、この逆の動きを5

のプラスチック産業がとり、技術比較優位を有しつつ輸入依存度を低めたことが分かる。第四の動きについては、1の食品、6の洗面用品、9の製薬産業がこの動きをし、輸入依存度が低い中で技術比較優位を有するようになった。インドにおいては、左下にある輸入依存度が低いと同時に技術比較優位も有さない産業が数多く存在することが特徴的である。

4 ま と め

ここまでブラジル、インド、中国における輸出、輸入、技術の変化とこれらの変化の関係を分析した。輸出の変化に関しては、これら3カ国において4分割された図で左下から左上あるいは左上から右上へ移動した産業が数少なく、輸出特化のパターンが持続的である、または長期化していることが判明した。この特徴は輸入の変化にも見られ、輸入特化のパターンも持続性が長く、大きな変化を見せた産業が少ないことが分かった。技術の変化では、2000年代に図の左上と右上に現れた産業が中国、特にブラジルにおいて顕著であり、これらの国では比較的短期間で技術革新、技術力の向上に関する活動が活発になったことが示された。他方、中国、特にインドにおいては左下にある技術比較優位の無い産業が依然として数多くあり、またこれらの国の図における産業分布のパターンに大きな変化が見られないことから、技術特化のパターンも持続性が長いことが示唆された。しかし、ブラジルではこれら2カ国に比べるとこのパターンに変化が認められると同時に技術比較優位を有する産業が多いことが分かった。

技術の変化と輸出の変化の関係については、Uchida and Cook (2005) の東アジアの新興国に関する研究では、4分割された図において左下から左上と左上から右上、あるいはこの2つの動きのコンビネーション、即ち輸出活動を通した learning by doing と輸出活動先行型の技術革新が韓国、香港、シンガポールで見られたが、ブラジル、インド、中国においてはこれらの動きを示した産業が数少なく、技術の変化と輸出の変化の関係では東アジアの新興国との相違が見られる。逆に技術の変化と輸入の変化の関係では、図において左下から左上と左上から右上、あるいはこの2つの動きのコンビネーション、即ち輸入活動を通した learning by doing と輸入活動先行型の技術革新が特にブラジルと中国で数多く見られ、これらの国では輸入製品・部品から外国の技術を学ぶということが技術革新あるいは技術力向上の重要な要因となっていることを示唆している。

このようにブラジル、インド、中国における輸出、輸入、技術の変化と輸出あるいは輸入の変化と技術の変化の関係を明らかにしたが、本研究のようにこの種の研究においては技術革新を特許数で定量化することが多い。しかしこの定量方法を使うと、仮にある分野で先進国が10の特許数を保有し、新興国でも同じく10の特許数があるとする、この2カ国の技術のレベルは同じということになる。この問題は以前より指摘され、何らかの調整をする必要

があることは明らかである。近年この問題を調整する際に必要なデータが入手できるようになり、本研究に続いてこの問題を考慮し、同じ研究対象国に対する研究が現在進行中であり、近々さらに詳細なことが明らかにできると考える。

付 録

産業分類表

1	Food and kindred products
2	Textiles, apparel and leather
3	Furniture, wood products and home fixtures
4	Paper, paper products and printing
5	Plastic materials and synthetic resins
6	Soaps, detergents, cleaners, perfumes, cosmetics and toiletries
7	Chemistry and chemical products
8	Agricultural chemical
9	Pharmaceuticals
10	Petroleum refineries and natural gas extractions
11	Rubber and plastic products
12	Stone, clay, glass, and concrete products
13	Primary ferrous products
14	Primary and secondary non-ferrous products
15	Fabricated metal products
16	Engines, turbines, motors and parts
17	Farm, construction, mining and material handling machinery and equipment
18	Metal working machinery and equipment
19	Industrial machinery and equipment
20	Computing and office machines
21	Electrical apparatus, equipment and machinery
22	Electronics
23	Motor vehicles and parts
24	Aircraft and parts
25	Ship and boat building and repairing
26	Railroad equipment
27	Professional and scientific instruments
28	Amusement devices

出典：Uchida and Cook (2005) 原文

参 考 文 献

- Arrow, K. J. (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing," *Review of Economic Studies*, 29(3), 155-173.
- Balassa, B. (1965), "Trade Liberalisation and 'Revealed' Comparative Advantage," *Manchester School*, 33(2), 99-123.
- Bell, M. (1984), "Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries," in Fransman, M. and King, K. (eds.), *Technological Capability in the Third World*, 189-209,

- Macmillan, London.
- Lall, S. (1985), *Multinationals, Technology and Exports*, Macmillan, London.
- Lall, S. (2000), "The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98," *Oxford Development Studies*, 28(3), 337-369.
- Laursen, K. and Engedal, C. (1995), "The Role of the Technology Factor in Economic Growth: A Theoretical and Empirical Inquiry into New Approaches to Economic Growth," *mimeo*, University of Aalborg.
- Lucas, R. (1993), "Making a Miracle," *Econometrica*, 61(2), 251-272.
- Nelson, R. (1987), "Innovation and Economic Development: Theoretical Retrospect and Prospect," in Katz, J. (ed.), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*, 78-93, Macmillan, London.
- Romer, P. M. (1986), "Increasing Returns and Long-run Growth," *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Soete, L. (1987), "The Impact of Technological Innovation on International Trade Patterns: The Evidence Reconsidered," *Research Policy*, 16, 101-130.
- Uchida, Y. and Cook, P. (2005), "The Transformation of Competitive Advantage in East Asia: An Analysis of Technological and Trade Specialization," *World Development*, 33(5), 701-728.
- World Development (2011), "Foreign Technology and Indigenous Innovation in the Emerging Economies," Special Section edited by Fu, X., Pietrobelli, C. and Soete, L., 39(7), 1204-1270.