

INPUT OUTPUT

アジア国際産業連関表

延長推計と国際生産ネットワーク分析への応用

*Asian International Input-Output Table:
Updating and Application for Analyses of International Production Networks*

アジア経済研究所
桑森 啓 編
Hiroshi Kuwamori

アジア国際産業連関表

延長推計と国際生産ネットワーク分析への応用

*Asian International Input-Output Table:
Updating and Application for Analyses of International Production Networks*

アジア経済研究所

桑森 啓 編

Hiroshi Kuwamori

本書は「クリエイティブ・コモンズ・ライセンス表示-改変禁止4.0国際」の下で提供されています。
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.ja>



本書は、第三者の出典が表示されている箇所を除き、①出典を明示すること、②内容を改変しないことを条件に、どなたでも転載・複製・公衆送信など自由に利用できます。商用利用も可能です。出典の記載例は以下をご参照ください。

〈出典の記載例〉

出典：「蔡英文再選——2020年台湾総統選挙と第2期蔡政権の課題——」(アジア経済研究所，2020)(該当ページの URL 表記，または該当ページ URL へのリンク)。

・第三者の権利を侵害しないようご注意ください

第三者が著作権を有しているコンテンツや、第三者が著作権以外の権利（例：写真における肖像権、パブリシティ権等）を有しているコンテンツについては、特に権利処理済であることが明示されているものを除き、利用者の責任で、当該第三者から利用の許諾を得てください。

・免責について

アジア経済研究所は、利用者が本書を用いて行う一切の行為（本書を編集・加工等した情報を利用することを含む）について何ら責任を負うものではありません。また、本書は、予告なく変更・移転・削除等が行われることがあります。

・作品利用時の連絡について

可能であれば、本書を利用された旨を下記までご連絡ください。

アジア経済研究所 学術情報センター 成果出版課

Tel : 043-299-9538 / E-mail : aib@ide.go.jp

まえがき

本書は、国際産業連関表の延長推計方法について検討するとともに、より直近のアジア国際産業連関表を作成し、アジア太平洋地域における国際生産ネットワークの分析を行うことを目的としている。

近年、グローバル・バリュー・チェーン（Global Value Chain）と呼ばれる生産プロセスの国を跨いだ国際分業の進展や、グローバル・サプライチェーン（Global Supply Chain）と呼ばれる企業による原材料の調達から生産・販売に至る国際的な供給網の最適化など、国際的な生産ネットワークの拡大・深化に伴い、これらの現象を分析するデータあるいはツールとして、国際産業連関表に対する注目が高まっている。

アジア経済研究所では、1970年代からアジア太平洋地域を対象とした国際産業連関表を作成・公表しており、この地域における国際生産ネットワークの分析に広く利用されてきたが、2013年に2005年を対象とするアジア国際産業連関表を公表して以降、表の作成は行われておらず、近年の国際生産ネットワーク変化を分析することはできない。近年では国際機関や欧米の研究機関によって、より大規模かつ直近の国際産業連関表の作成が行われるようになったが、機関ごとに対象とする国・地域や部門分類、利用可能な年次などが異なっており、アジア国際産業連関表を完全に代替することは難しい。

このような背景から、本書では、より直近の国際産業連関表を延長推計する方法について検討するとともに、実際にアジア国際産業連関表の延長推計を行って国際生産ネットワークの分析を行った。新たなデータを用いた分析に加え、汎用性の高い延長推計方法の提示により、さまざまな国際産業連関表データの整備や分析に資することが期待される。

なお、本書の審査過程において、匿名の所内レフェリーからは、丁寧かつ有益なコメントを頂いた。記してお礼申し上げる次第である。また、本書の編集作業においては、成果出版課の池上健慈氏に大変お世話になった。併せて感謝申し上げたい。

編 者

目次

まえがき i

序 章 本書のねらい

桑森 啓 1

第1節 本書の背景と目的 1

第2節 本研究の位置づけ 3

第3節 本書の構成 5

第1章 アジア国際産業連関表の延長推計方法

桑森 啓 9

はじめに 9

第1節 産業連関表の延長推計方法 9

1-1. 外挿法 10

1-2. RAS法(RAS Method) 11

1-3. その他の延長推計方法 17

第2節 RAS法への付加的情報の反映方法 18

2-1. 付加的情報の反映方法 19

2-2. 付加的情報を反映したRAS法のパフォーマンス比較 24

第3節 マイナス値の処理 28

3-1. マイナス値の処理方法 28

3-2. マイナス値の処理によるRAS法のパフォーマンス比較 30

おわりに 30

第2章 2015年アジア国際産業連関表の延長推計

桑森 啓・玉村千治 35

はじめに 35

第1節 延長推計の概要 35

1-1. 延長推計の手順 36

1-2. 延長アジア国際産業連関表の概要 37

第2節 入力データの収集・加工 42

2-1. 基準年次の産業連関表 42

2-2. 外生値	42
2-3. 外生値の二面等価とバランス調整	47
2-4. 付加的情報	49
第3節 推計結果	54
3-1. 修正RAS法による延長推計結果	54
3-2. 標準的なRAS法との比較	58
おわりに	65

第3章 東アジア諸国産業におけるGVCの基礎構造とその変化

玉村千治 67

はじめに	67
第1節 GVCの基礎構造および部門別GDPの源泉の分析方法	73
1-1. GVCの基礎構造の分析方法	73
1-2. 部門別GDPの源泉の分析方法	76
第2節 東アジアにおけるGVCの基礎構造とその変化	77
2-1. 中国産業のGVCの基礎構造と変化	79
2-2. 日本産業のGVCの基礎構造と変化	81
2-3. 韓国産業のGVCの基礎構造と変化	84
2-4. 台湾産業のGVCの基礎構造と変化	87
2-5. ASEAN産業のGVCの基礎構造と変化	89
2-6. 米国産業のGVCの基礎構造の変化	92
2-7. 小 括	95
第3節 部門別GDPの源泉とGVCの基礎構造	97
3-1. 電気機械	102
3-2. 輸送機械	103
まとめにかえて	105

第4章 アジアにおける国際サプライチェーンの構造 ——上流度・下流度指数の計測——

桑森 啓 107

はじめに	107
------	-----

第1節	国際サプライチェーンの計測に関する議論	108
第2節	上流度指数・下流度指数の概念と計測方法	110
2-1.	上流度指数と下流度指数の概念	110
2-2.	上流度指数と下流度指数の計測方法	111
第3節	計測結果	123
3-1.	上流度指数と下流度指数に基づく産業の特徴づけ	123
3-2.	全体的特徴	125
3-3.	国別上流度指数・下流度指数の計測	129
おわりに		143

執筆者一覧

本書のねらい

桑森 啓

1 本書の背景と目的

アジア経済研究所では、1970年代からアジアを対象とした国際産業連関表の作成を行ってきた。特に、代表的成果であるアジア国際産業連関表（以下、「アジア表」）は、1975年から定期的に作成されてきたが、プロジェクトとしては2013年に公表された2005年表の作成が最後であり、それ以降はアジア表の作成は行われていない¹⁾。

一方で、近年はOECDのICIO(Inter-Country Input-Output Table) やWIOD (World Input-Output Database) に代表される大規模な国際産業連関表が、欧米の国際機関や研究機関によって迅速に作成・公表されるようになり、これまでアジア表から得られていた情報やアジア表を用いて行われてきた分析を一定程度代替することが可能となった。しかし、アジア表も含めた主要な国際産業連関表データは、対象とする国・地域や部門分類、利用可能な年次などが異なり、それぞれに独自の特徴を有している。そのため、これらの表は補完的な役割を担っており、目的に応じた使い分けや併用がなされている²⁾。したがって、他の国際産業連関表データが利用可能となった現在においても、アジア表の持つ意義は依然

1) 作成・公表されてきたアジア表のうち、最初の1975年表については、アジア表から中国と台湾を除いた内生8カ国からなる「ASEAN国際産業連関表」として作成・公表されている。

2) たとえば、Baldwin and Lopez-Gonzalez(2015)においては、サプライチェーン貿易 (Supply-Chain Trade) をWIODを用いて計測・分析しているが、WIODには含まれていない東南アジアの国々をカバーするため、アジア表を用いて分析を補完している (Baldwin and Lopez-gonzalez 2015, 1712)。

として大きく、より直近のアジア表の利用に対する要請もまた大きい。しかしながら、他機関の表とは異なり、以下の理由からアジア表の作成には費用と時間が掛かるため、その作成は容易ではない。第1に、アジア表は他機関の表よりも詳細な部門分類を有しているため、多くの対象国において、既存の各国の表を他の情報を用いてさらに分割するなどの作業が必要となる。さらに、アジア表の対象年次の表が利用できない場合、詳細なレベルでの情報を収集した上で延長表を作成しなくてはならない。第2に、対象各国間の貿易取引については、大胆な仮定の下で機械的なアルゴリズムを用いて推計することが多い他の国際産業連関表とは異なり、各国で特別調査を実施して輸入財の需要構造を明らかにした上で、各国の産業間貿易を推計している。第3に、行方向と列方向のバランス調整にあたっては、他の国際産業連関表の作成に際して機械的な方法で誤差を消去するケースが多いが、アジア表の場合は誤差を消去するために、各国の各産業部門について輸出国および輸入国の貿易統計にまで遡って、その原因（誤差が品目格付けの齟齬に起因するものなのか、あるいは根本的な貿易統計の差異に起因するもののかなど）を特定した上で修正を行っている（マニュアル・バランシング）。したがって、アジア表の作成のためには、現地の統計機関や研究機関との連携が不可欠であるとともに、その作成には多くの時間と費用が必要となるため、これまでと同様の方法で新規に、かつ迅速にアジア表を作成することは現実的に困難であると言わざるを得ない。

このような背景から、本書では、2005年以降のアジア表の利用を可能にするための方法として、アジア表の延長推計について検討を行う。具体的には、RAS法を中心とする産業連関表の延長推計方法について、アジア表など国際産業連関表への適用可能性を検討するとともに、付加的情報の利用などの推計精度を向上させる方法についても議論し、国際産業連関表の延長推計に関する一般的な方法論を提示することを試みる。一定の精度を有する国際産業連関表を延長推計する汎用性が高い方法を確立することができれば、アジア表に限らず、その他の国際産業連関表や地域間産業連関表の推計にも応用することが可能となり、さまざまな分析の基礎データの作成に資することができると考えられる。

また、検討した延長推計方法を適用して、実際に2015年のアジア表（延長アジア表）を推計し、近年注目されているバリューチェーンやサプライチェーンに

関する分析も行う。分析を通じて、延長推計した表の妥当性についても示唆を得ることができると考えられる。

2 本研究の位置づけ

本節では、先行研究のレビューを通じて本研究の意義を明らかにする。本研究の主眼は、アジア表の延長推計にあるため、以下ではおもに国際産業連関表の延長推計に関する研究を取り上げる。

第1章で詳しく述べる通り、通常の産業連関表（一国表または地域表）の延長推計方法については、手法面、実証面ともにさまざまな研究が行われてきたが、国際産業連関表の延長推計に関する研究は非常に少ない。その背景としては、以下のような事情が考えられる。第1に、2000年代前半まではアジア表以外の国際産業連関表の作成事例がほとんどなく、国際産業連関表を用いた分析が、（特に欧米において）現在ほど盛んでなかったことがある。第2に、複数の国から構成される国際産業連関表の場合、通常の産業連関表と比較して延長推計のために必要となる情報が格段に多いため、延長推計が容易ではなかったことがある。とりわけデータの整備が欧米諸国に比べて十分でない途上国を対象とするアジア表の場合は、データの収集がより難しく、延長推計を行うハードルは高い。

このような状況の下、高川・岡田（2004）および奥田・鈴木（2005）は、アジア表を用いて国際産業連関表の延長推計を試みた数少ない実証研究である。高川・岡田（2004）は、速報性が高く情報を得やすいマクロレベルの貿易データを利用して、対象年次における中間取引と最終需要の総額と比率を推計した上で産業レベルに分割し、RAS法を適用してマクロの推計値に整合的な対象年次の投入係数を予測する方法（貿易－RAS法）を提案している。この方法を公表済みのアジア表に適用し、1985年および1990年から1995年への延長推計をそれぞれ行い、通常のRAS法や基準年次（1985年、1990年）の投入構造を対象年次（1995年）に当てはめる方法（Naïve法）と比較して、推計精度が向上することを確かめている。この検証結果に基づいて、高川・岡田（2004）では、貿易－RAS法を用いて1995年から2000年へのアジア表の投入係数を延長推計し、アジア太平

洋地域における経済相互依存関係の分析を行っている。

奥田・鈴木（2005）も、高川・岡田（2004）と同様、貿易データを用いて国際産業連関表をRAS法により延長推計する方法を提案している。奥田・鈴木（2005）では、①国際産業連関表を各国ごとに分割して国内取引と貿易取引を足し合わせた競争輸入型の産業連関表と、②貿易データを用いて各国間の部門別取引を記述した貿易マトリクス（地域間取引表）を作成した上で、2つの表の誤差をRAS法により同時に最小化するアルゴリズムを適用し対象年次の各国部分と貿易取引表を推計する方法を提示している。奥田・鈴木（2005）は、1990年と1995年のアジア表を用いて上記の方法の推計精度を検証した結果、Naïve法よりも推計精度が向上していることが確認されたとしている。この結果に基づき、高川・岡田（2004）と同様に1995を用いて2000年アジア表の簡易延長推計を行い、アジア太平洋地域の成長要因の分析を行っている。

また、国際産業連関表の理論的基礎となっている、国内を複数地域に分割した地域間産業連関表の延長推計にまで対象を拡げると、井原・申・陳（2015）が中部地方の9県を連結した中部圏地域間産業連関表の2005年から2010年への延長推計を行っている。井原・申・陳（2015）は、まず2010年の日本の産業連関表（延長表）の構造を用いて、各県の2005年表から2010年延長表を作成するとともに、2010年の国勢調査や物流調査の結果に基づいて地域間交易係数を推計し、これらの情報を用いて地域間産業連関表を推計している。また、実証研究ではないものの、Temursho et al.(2020) は、地域間産業連関表を延長推計する際に課される制約条件が相互に関係している場合（各地域に関する生産額や交易額とそれらを集計した国全体の生産総額など）などにRAS法を適用可能にする方法について議論を行っている。

これらの先行研究と比較した本研究の特徴としては、以下が挙げられる。

第1に、RAS法をベースとするアルゴリズムに基づいて延長推計を可能にする方法を提示するという点では、高川・岡田（2004）、奥田・鈴木（2005）、Temursho et al.(2020) と同様の試みと言える。これに対し、推計された地域産業連関表を、交易係数を用いて連結する井原・申・陳（2015）の延長推計方法は、特定のアルゴリズムに基づいたものではなく、その都度データの状況に応じた方法で推計を行うというアドホックなものである。

第2に、本研究では高川・岡田（2004）、奥田・鈴木（2005）と同様にRAS法をベースとした延長推計を行っているものの、国際産業連関表、とりわけアジア表の対象国におけるデータの利用可能性や問題点などを考慮して、①付加的情報の反映方法、②マイナス値の処理方法についても検討し、推計過程に組み込んでいる点に特徴がある。また、RAS法の適用に際してのデータ間の整合性を確認し、それを踏まえた延長推計を行っており、Temursho et al.(2020) の議論も一部取り込んで実証に応用していると言える。

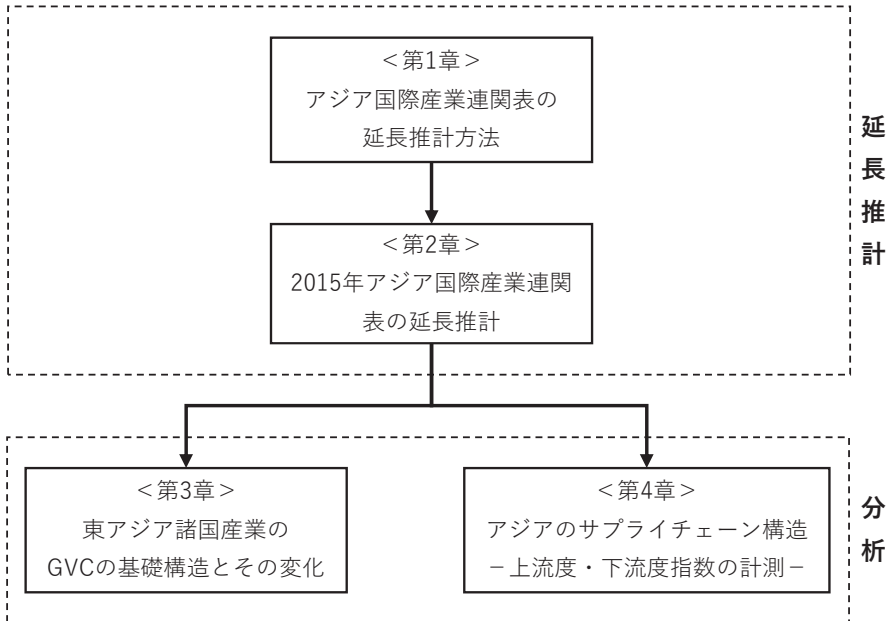
第3に、高川・岡田（2004）、奥田・鈴木（2005）が、アジア表を用いた分析に重点を置いて、おもに中間取引構造の推計方法を重視しているのに対し、本研究では、統計表としての側面も重視した推計を試みている。他の研究では貿易データの価格変換などは行っていないが、本研究では国際運賃・保険料や輸入関税・輸入商品税の推計も行い、内生国間の取引や輸出については生産者価格化するなどして、可能な限りアジア表の形式（項目や価格評価）を踏襲し、表全体の延長推計を行っている。

以上より、本研究はRAS法を用いた国際産業連関表の延長推計に関する事例の蓄積として、また従来からの推計方法改善の試みのひとつとして、一定の意義を有するものと考えている。

3 本書の構成

本書の構成は図0-1に示すとおりである。最初の2章では、アジア国際産業連関表の延長推計に関する議論を行っている。第1章においては、先行研究のレビューを通じ、本書で行う延長推計方法について議論している。第2章では、第1章において検討した延長推計方法を適用して、2015年の延長アジア国際産業連関表（延長アジア表）を作成している。後半の2章では、それぞれ異なるアプローチを用いて、作成した2015年延長アジア表を用いた分析を行い、アジア太平洋地域における産業間の生産ネットワーク（国際サプライチェーンあるいはグローバル・バリューチェーン（GVC））を明らかにするとともに、推計した延長アジア表の妥当性の確認を行っている。各章の概要とそれぞれにおいて得られた結果は以

図0-1 本書の構成



(出所)筆者作成。

(注)各章のタイトルは、一部短縮して表記している。

下のとおりである。

第1章では、国際産業連関表の望ましい延長推計方法について、先行研究の整理を通じて検討を行っている。アジア表の延長推計による予測精度の維持・向上に重要な役割を果たす付加的情報の活用も考慮すると、RAS法が最も現実的で予測精度の高い延長推計方法であることが明らかとなった。また、付加的情報のRAS法への反映方法についても検討した結果、断片的な情報を柔軟に反映することができ、RAS法の適用範囲を限定しない佐野（2011; 2017）の方法が、他の推計方法よりもわずかながら優れている可能性が示唆された。さらに、RAS法における反復計算（iteration）の収束を妨げたり、歪みの原因となり得るマイナス値の処理方法についても検討を行い、マイナス値をゼロに置き換えた上でRAS法を適用することが望ましいという結果が得られた。

第2章では、第1章において議論した延長推計方法を適用し、アジア表の延長推計を行い、その手順と推計結果について報告している。具体的には、①RAS

法による延長推計に最低限必要な外生値のみならず、利用可能な付加的情報を用いる拡張RAS法（佐野 2011; 2017）の適用、②反復計算（iteration）の収束を保証するとともに、マイナス値によって歪みが生じることを回避するために、マイナス値をゼロに置き換えるという2つの処理を組み込んだRAS法を適用することにより、2005年から2015年へのアジア表の延長推計を行った。また、上記の方法により推計した2015年延長アジア表と、外生値のみを用いた通常のRAS法を用いて延長推計した表との比較を通じて延長アジア表の妥当性についても検討を行い、通常のRAS法による推計結果よりも精度の高い延長表を推計できていることが示唆された。

第3章では、単位当たり最終財生産に伴う付加価値波及の構成をGVCの構造と捉え、東アジア諸国の産業部門ごとのGVC構造の特徴と時間的な変化を「電気機械」と「輸送機械」を中心に分析している。どの国の「電気機械」生産も「中国の電気機械」へ大きな付加価値連鎖を持ち、「輸送機械」生産においては同一部門のおもな連鎖先は日本と米国に限られる、などいくつかのファインディングが示された。続いて、各国部門別GDPの源泉（拠り所）とGVCの基礎構造との関係を観察し、各部門のGVCの基礎構造がその部門のGDPのおもな源泉（どの国の最終需要に依存するか）を指し示す、ということが示唆された。

第4章では、サプライチェーンの指標として、ある産業から最終需要者までの生産段階の多さ（長さ）を表す「上流度指数（Upstreamness Index）」および産業の生産工程の多さを表す「下流度指数（Downstreamness Index）」を、2000年のアジア表と2015年の延長アジア表を用いて計測し、アジア太平洋地域における国際サプライチェーン構造とその変化を明らかにすることを試みた。計測の結果、①中国、日本、米国の3カ国がこの地域におけるサプライチェーンの形成のほとんどを担っていること、②担い手の中心が2000年の日本と米国から、2015年には中国にシフトしたこと、③この地域の国際サプライチェーンは、電気機械産業を中心に形成されていることなどが明らかとなった。また、指数の性質として、各産業の上流度指数と下流度指数は、それぞれ産業の需要構造と生産構造（技術構造）を反映した指標と考えられ、変化の少ない安定した値を示すことも示された。

〔参考文献〕

〈日本語文献〉

- 井原健雄・申雪梅・陳延天 2015.「中部圏地域間産業連関表の作成について——産業連関表作成の現場から (6)」『産業連関』22(3): 91-106, 環太平洋産業連関学会.
- 奥田隆明・鈴木一生 2005.「アジア国際産業連関表の速報推計について」岡本信広・猪俣哲史編「国際産業連関——アジア諸国の産業連関構造 (IV)」アジア国際産業連関シリーズNo.65: 20-30, 日本貿易振興機構アジア経済研究所.
- 佐野敬夫 2011.「国際産業連関表作成のための情報システム」猪俣哲史・桑森啓・玉村千治編「2005年国際産業連関表の作成と利用 (Ⅱ)」アジア国際産業連関シリーズNo. 77: 95-130, 日本貿易振興機構アジア経済研究所.
- 2017.「各国産業連関表の延長推計の方法」桑森啓・玉村千治編『アジア国際産業連関表の作成——基礎と延長』研究双書No.632: 79-122, 日本貿易振興機構アジア経済研究所.
- 高川泉・岡田敏裕 2004.「国際産業連関表からみたアジア太平洋経済の相互依存関係——投入係数の予測に基づく分析」日本銀行ワーキングペーパーシリーズ, No.04-J-6.

〈外国語文献〉

- Baldwin, R. and J. Lopez-Gonzalez 2015. “Supply-chain Trade: A portrait of Global Patterns and Several Testable Hypotheses.” *The World Economy*, 38(11): 1682-1721.
- Temursho, U., J. Oosterhaven and M. A. Cardenete 2020. “A Multi-regional Generalized RAS Updating Technique.” *Spatial Economic Analysis*, 16(3): 271-286, 2021.

©Hiroshi Kuwamori 2022

本書は「クリエイティブ・コモンズ・ライセンス表示-改変禁止4.0国際」の下で提供されています。
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.ja>



アジア国際産業連関表の延長推計方法

桑森 啓

はじめに

本章では、産業連関表の延長推計方法について先行研究を整理・比較することを通じて、望ましいアジア表の延長推計方法を検討する。具体的には、まず代表的な延長推計の方法であるRAS法を中心に、先行研究の整理を行うことを通じて、アジア表に適用可能な延長推計方法について議論する。次いで、アジア表などの国際産業連関表の延長推計に際し、その精度の確保において重要な役割を果たす付加的情報（additional information）の反映方法とマイナス値の処理方法について検討する。

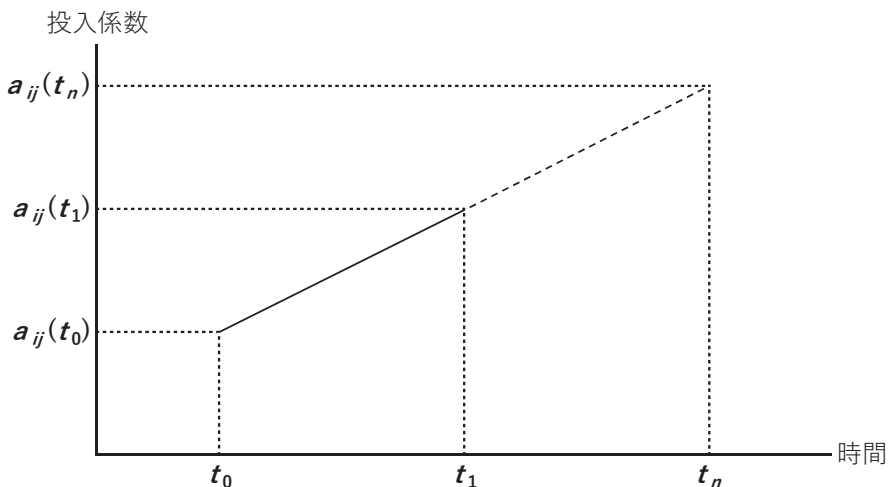
1 産業連関表の延長推計方法

産業連関表の延長推計とは、基準年次（ $t=0$ ）における産業連関表から、対象年次（ t ）の産業連関表を実際の調査に頼ることなく推計する方法（Non-survey techniques）のことである。方法により若干の違いはあるものの、対象年次における最低限の利用可能な情報（国内生産額、付加価値額、最終需要額など）が用いられるため、延長推計とは中間取引の構造を推計することにほかならない。

1-1. 外挿法

最も早くから用いられ、かつシンプルな産業連関表の延長推計方法として、「外挿法 (extrapolation)」あるいは「線形予測 (linear projection)」と呼ばれる方法がある（以下、「外挿法」）。外挿法とは、過去の複数時点の産業連関表が利用可能である場合に、その期間の傾向が将来も続くと仮定して、将来時点の取引構造を予測する方法である（図1-1参照）。

図1-1 外挿法のイメージ



(出所)筆者作成。

(注) t_0 および t_1 は、産業連関表が利用可能な過去の時点であり、 t_n は予測の対象時点である。

1960年代には、この方法による産業連関表の延長推計の予測精度を検証する試みが行われた。

Rey and Tilanus(1963), Tilanus and Rey(1964) およびTilanus(1966)によれば、オランダの10時点の産業連関表を用いて検証した結果、外挿法によって推計した投入係数を用いて中間需要額を推計した結果は、基準年次の表を用いて推計した結果よりも推計の精度が劣ることが報告されている。

Barker(1975)は、英国の産業連関表を用いて1963年の中間需要額を推計し直し、実際の中間需要額との比較を行った。1954年および1960年から投入構造が変化しないと仮定し、これらの投入係数表を用いて計算した1963年の産業別

中間需要額と、1954年および1960年の投入係数表から外挿法により推計した1963年の投入係数表を用いて計算した1963年の産業別中間需要額を、実際の1963年の中間需要額と比較した結果、外挿法による推計値が最も乖離が大きいという結果を得ている¹⁾。

Ghosh(1964) は、最終需要と国民総生産 (Gross National Product: GNP) が常に国内生産額 (Gross Output) の一定割合であるという仮定に基づいて国内生産額の予測を行い、その方法の精度を検証している (blow-up methods)。英国の1949年を対象としてこの方法により推計を行った結果、実際の国内生産額からの乖離が他の方法と比較して劣ることを明らかにしている (Ghosh 1964, 45-48])。

このように、外挿法はシンプルではあるが予測精度が低いため、近年ではほとんど用いられなくなっている (Miller and Blair 2009, 311)。

1-2. RAS法 (RAS Method)

(1) RAS法の概要

現在、産業連関表の延長推計に最も広く用いられているのが、「RAS法」である。RAS法は「反復計算 (iteration)」によって産業連関表の投入・産出のバランスを取りつつ対象年次の取引構造を予測する方法である。

反復計算によるデータの推計方法は、Deming and Stephan(1940) にまで遡ることができる。Deming and Stephan(1940) は、米国の人口センサスにおいて、サンプルから得られる情報を用いて、母集団の詳細な特性を推計する方法として繰り返し計算 (iterative proportion) による調整に言及している。

産業連関表に反復計算による延長推計を最初に適用したのはStone and Brown(1962) である。彼らの方法は、以下のとおりである。まず、図1-2に示される競争輸入型の産業連関表について考える。

1) Barker(1975) は、外挿法により得られる1963年の投入係数がマイナスになった場合は、その係数をゼロに置き換えることにより、マイナス値が出現するのを回避している。42部門からなる英国の産業連関表を用いて計測を行った結果、産業全体の乖離度は1954年の投入係数を用いた場合が0.2%、1960年の投入係数を用いた場合が3.3%、線形予測による投入係数を用いた場合が4.7%であった (Barker 1975, 30-31)]。

図1-2 産業連関表(競争輸入型)の表形式

$Z(t)$	$F(t)$	$L(t)$	$-M(t)$	$X(t)'$
$V(t)$				
$X(t)$				

(出所)筆者作成。

ただし,

$$Z(t) = \begin{bmatrix} z(t)_{11} & \cdots & z(t)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z(t)_{n1} & \cdots & z(t)_{nn} \end{bmatrix} : \text{年次 } t \text{ における中間取引を表す } n \times n \text{ 正方行列} \\ (n \text{ は産業部門数})$$

$$F(t) = \begin{bmatrix} f(t)_{11} & \cdots & f(t)_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(t)_{n1} & \cdots & f(t)_{nk} \end{bmatrix} : \text{年次 } t \text{ における最終需要を表す } n \times k \text{ 行列} \\ (k \text{ は最終需要項目数})$$

$$L(t) = [l(t)_1 \cdots l(t)_n]': \text{年次 } t \text{ における輸出を表す } n \times 1 \text{ 列ベクトル}$$

$$-M(t) = [-m(t)_1 \cdots -m(t)_n]': \text{年次 } t \text{ における輸入(控除)を表す } n \times 1 \\ \text{列ベクトル}$$

$$V(t) = \begin{bmatrix} v(t)_{11} & \cdots & v(t)_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v(t)_{p1} & \cdots & v(t)_{pn} \end{bmatrix} : \text{年次 } t \text{ における付加価値を表す } p \times n \text{ 行列} \\ (p \text{ は付加価値項目数})$$

$$X(t)' = [x(t)_1 \cdots x(t)_n]': \text{年次 } t \text{ における国内生産額を表す } n \times 1 \text{ 列ベクトル}$$

$$X(t) = [x(t)_1 \cdots x(t)_n] : \text{年次 } t \text{ における国内生産額を表す } 1 \times n \text{ 行ベクトル}$$

である。

ここで, 基準年次 ($t=0$) の表に加え, 対象年次 t について, 以下の図1-3における網掛けの部分の情報が利用可能であるとする。

図1-3 延長推計に必要な対象年次の情報(網掛け部分)

$Z(t)$	$F(t)$	$L(t)$	$-M(t)$	$X(t)'$
$V(t)$				
$X(t)$				

(出所)筆者作成。

すなわち、対象年次 t における国内生産額や最終需要などの外生値の情報は、生産統計や所得統計、貿易統計などから入手可能であることを前提として、その上で、中間取引部分を基準年次($t=0$)の表の構造を利用して推計するというのがStone and Brown(1962)による予測の考え方である。

対象年次における中間取引部分($Z(t)$)は、以下の4つの情報を用いて推計される。

$$A(0) = \begin{bmatrix} a(0)_{11} & \cdots & a(0)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a(0)_{n1} & \cdots & a(0)_{nn} \end{bmatrix} : \text{基準年次(0)の投入係数行列}$$

$$w(t) = \begin{bmatrix} w(t)_1 & \cdots & w(t)_n \end{bmatrix}' : \text{対象年次}(t)\text{の中間需要額合計}(n \times 1)$$

$$w(t)_i = \sum_j z(t)_{ij} = x(t)_i - \sum_k f(t)_{ik} - l(t)_i + m(t)_i$$

$$u(t) = \begin{bmatrix} u(t)_1 & \cdots & u(t)_n \end{bmatrix} : \text{対象年次}(t)\text{の中間投入額合計}(1 \times n)$$

$$u(t)_i = \sum_j z(t)_{ij} = x(t)_i - \sum_p v(t)_{pk}$$

これらの情報を用いて、対象年次の中間取引(額)は、次式により求められる²⁾。

$$(1.1) \quad Z(t) = A(t)\hat{X}(t) = \hat{R}A(0)\hat{S}\hat{X}(t) = (\cdots \hat{r}^h \cdots \hat{r}^2 \hat{r}^1)A(0)(\hat{s}^1 \hat{s}^2 \cdots \hat{s}^h \cdots) \hat{X}(t)$$

ただし、

2) 導出方法の詳細については、金子(1971)、Miller and Blair(2009)および佐野(2017)などを参照のこと。

$$\hat{r}^h = \begin{bmatrix} r_1^h & & O \\ & \ddots & \\ O & & r_n^h \end{bmatrix}, \hat{s}^h = \begin{bmatrix} s_1^h & & O \\ & \ddots & \\ O & & s_n^h \end{bmatrix}, \hat{X}(t) = \begin{bmatrix} x(t)_1 & & O \\ & \ddots & \\ O & & x(t)_n \end{bmatrix}$$

$$r_i^h = \frac{w(t)_i}{\sum_j r_i^{h-1} a(0)_{ij} s_j^{h-1} x(t)_j}, s_j^h = \frac{u(t)_j}{\sum_i r_i^{h-1} a(0)_{ij} s_j^{h-1} x(t)_j} \quad (i, j=1, \dots, n)$$

である。

なお、添え字の h は、RAS法における反復計算 (iteration) の第 h 回目のステップを表している。(1.1) 式に示されるとおり、基準年次の投入係数行列 ($A(0)$) の前後から修正係数行列 \hat{R} および \hat{S} を乗じることにより、対象年次 (t) の投入構造 ($A(t)$) を予測していることから、この方法はRAS法 (RAS method) と呼ばれる³⁾。

Paelinck and Waelbroeck(1963) は、1953年と1959年のベルギーの産業連関表を用いてRAS法の予測精度を検証している。Paelinck and Waelbroeck (1963) では、1959年のベルギー産業連関表の中間投入額および中間需要額をコントロール・トータル (Control Totals: CT) として用い、1953年の投入係数をRAS法により延長推計した結果と、1953年から投入構造が変化しないと仮定した場合 (naïve method) の結果を比較し、通常のRAS法 (Simple RAS) により延長推計された1959年の投入係数表は、1953年から投入構造が変化しないと仮定した場合よりも実際の1959年の投入係数表からの乖離が小さくなっており、RAS法による予測が有効であるとしている (Stone et al. 1963, 30-32)。

Morrison and Smith(1974) はさまざまなNon-survey techniquesを用いて、一国の産業連関表 (national input-output table) から特定地域の地域産業連関表 (regional input-output table) を推計し、各推計方法の評価を行っている。彼らは、1968年の英国産業連関表から、人口83,000人のPeterboroughという街の産業連関表をRAS法および7種類の地域分割法 (location quotient methods) により推計し、実際の調査に基づいて作成された1968年のPeterboroughの産業連関表 (Survey-based table) からの乖離を計測した。5種類の乖離指標を用いて乖離を計測した結果、いずれの指標においてもRAS法が最も乖離が小さいとい

3) 修正係数行列 \hat{R} および \hat{S} は、それぞれ代替効果による投入係数の変化と加工度の変化による投入係数の変化を表すとされている (金子 1971, 94-95; 宮沢 2002, 132-133)。

う結果が得られたとしている。

その他にも、1970年代から1980年代にかけて国レベルまたは地域レベルの産業連関表を用いてRAS法の妥当性を検証する試みが行われ、RAS法が他の方法よりも高い予測精度を持つことが示された（Allen and Lecomber(1975), Parikh(1979), Harrigan et al.(1980) ほか）。

(2) RAS法の拡張

上で述べた基本的なRAS法では、国内生産額や最終需要などの外生値の情報は、生産統計や所得統計、貿易統計などから入手可能であることを前提としていた。その前提に基づいて、中間取引部分を基準年次 ($t=0$) の表の構造を利用して推計するというのが基本的なRAS法の考え方であった。

しかし、現実には、対象年次の最終需要や付加価値に関しても、部門別の情報を得ることは容易ではない。国際産業連関表、なかでも統計の整備が不十分な途上国が含まれるアジア表の場合、中間取引額の部門別合計値を求めることはほとんど不可能と言わざるを得ない。そのため、RAS法の適用範囲を以下図1-4のように最終需要や付加価値まで拡大することにより、データ制約を緩和する方法がとられることも多い（Lecomber 1964; Allen and Lecomber 1975; European Commission 2008; 佐野 2011; 2017ほか⁴⁾）。

図1-4 データ制約を緩和した場合のRAS法による延長推計に必要な対象年次の情報（影付き部分）

$Z(t)$	$F(t)$	$L(t)$	$-M(t)$	$X(t)'$
$V(t)$				
$X(t)$				

（出所）筆者作成。

この場合、延長推計は以下の4つの情報を用いて行われる。

4) Allen(1974) は、このように、RASの適用範囲を広げてデータ制約を緩和する方法を「修正RAS法」(modified RAS method)と呼んでいる。一方、佐野(2011; 2017)では、同様の方法を「拡張RAS法」と呼んでおり、筆者によって呼び方が異なる点に注意が必要である。

$$\tilde{A}(0) = \begin{bmatrix} A(0) & \tilde{F}(0) \\ \tilde{V}(0) & O \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} a(0)_{11} & \cdots & a(0)_{1n} & \tilde{f}(0)_{11} & \cdots & \tilde{f}(0)_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a(0)_{n1} & \cdots & a(0)_{nn} & \tilde{f}(0)_{n1} & \cdots & \tilde{f}(0)_{nk} \\ \tilde{v}(0)_{11} & \cdots & \tilde{v}(0)_{1n} & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{v}(0)_{p1} & \cdots & \tilde{v}(0)_{pn} & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \text{基準年次 (0) の投入係数} \\ \text{行列} \\ ((n+p) \times (n+k)) \\ (\tilde{f}(0)_{ik} = f(0)_{ik} / \sum_i f(0)_{ik}) \\ (\tilde{v}(0)_{pj} = v(0)_{pj} / x(0)_j) \end{array}$$

$$\tilde{w}(t) = [\tilde{w}(t)_1 \cdots \tilde{w}(t)_n]' : \text{額 } (n \times 1)$$

$$\tilde{w}(t)_i = \sum_i z(t)_{ij} + \sum_k f(t)_{ik} = x(t)_i - l(t)_i + m(t)_i$$

$$\tilde{u}(t) = [\tilde{u}(t)_1 \cdots \tilde{u}(t)_n] X(t) : \text{合計額 } (1 \times n)$$

$$\tilde{u}(t)_j = \sum_j z(t)_{ij} + \sum_p v(t)_{pk} = x(t)_i$$

これらを (1.1) 式と同様に計算することにより，対象年次の表を延長推計することができる。すなわち，

$$(1.2) \quad Z(t) = \tilde{A}(t) \hat{X}(t) = \tilde{R} A(0) \hat{S} \hat{X}(t) = (\cdots \tilde{r}^h \cdots \tilde{r}^2 \tilde{r}^1) A(0) (\tilde{s}^1 \tilde{s}^2 \cdots \tilde{s}^h \cdots) \hat{X}(t)$$

ただし，

$$\tilde{r}^h = \begin{bmatrix} \tilde{r}_1^h & O \\ & \ddots \\ O & \tilde{r}_n^h \end{bmatrix}, \tilde{s}^h = \begin{bmatrix} \tilde{s}_1^h & O \\ & \ddots \\ O & \tilde{s}_n^h \end{bmatrix}, \hat{X}(t) = \begin{bmatrix} x(t)_1 & O \\ & \ddots \\ O & x(t)_n \end{bmatrix}$$

$$\tilde{r}_i^h = \frac{\tilde{w}(t)_i}{\sum_j \tilde{r}_i^{h-1} a(0)_{ij} \tilde{s}_j^{h-1} x(t)_j}, \tilde{s}_j^h = \frac{\tilde{u}(t)_j}{\sum_i \tilde{r}_i^{h-1} a(0)_{ij} \tilde{s}_j^{h-1} x(t)_j} \quad (i, j = 1, \cdots, n)$$

である。添え字の h は，(1.1) 式の場合と同様，RAS法における反復計算 (iteration) の第 h 回目のステップを表している。

しかし，制約を緩める反面，この方法による予測精度の低下は避けられない。McMenamin and Haring(1974) は，1963年のワシントン州の地域産業連関表を用いて1967年の延長表を作成し，①1963年の投入係数を用いた場合 (naïve

model), ②中間取引をRAS法により延長推計した場合, ③②のデータ制約を緩和し, RASの適用範囲を最終需要と付加価値にまで拡大した場合, の3つのケースについて延長推計を行ったところ, ②の中間取引のみを延長推計する標準的なRAS法が他の2つの方法よりも若干ながらよいパフォーマンスを示す結果が得られたとしている。また, 桑森・玉村・内田(2020)は, ①中間取引のみにRAS法を適用した場合, ②最終需要や付加価値までRAS法の適用範囲を拡大した場合の2つの方法を用いて, 日本の産業連関表の2000年から2005年への延長推計を行った。その結果, ①の通常のRAS法を適用した場合の方が, ②の制約を緩和してRAS法を適用した場合よりも, 実際の2005年表との乖離が小さいという結果を報告している⁵⁾。

1-3. その他の延長推計方法

ここでは, 上で議論した外挿法およびRAS法以外の延長推計方法について簡単にまとめておく。Lecomber(1975), Jackson and Murray(2004) および佐野(2017)では, 代替的な延長推計方法を紹介・検討している。RAS法も含め, いずれの方法も部門別中間需要額の合計値と部門別中間投入額の合計値を制約条件として, 基準年次の中間取引額 ($z_{ij}(0)$) と予測された中間取引額 (\hat{z}_{ij}) の乖離を最小にする問題として定義されているが, 最小化の対象となる目的関数が異なっている。以下の表1-1は, おもな方法をまとめたものである。

表中の1は, 他の方法との比較を可能にするために, RAS法を最小化問題として表現し直したものである。Lecomber(1975)は, RAS法が他の方法と比較して計算がシンプルである点が, 最も大きなメリットであるとしている(Lecomber 1975, 2)。Jackson and Murray(2004)では, 米国の産業連関表を用いて表1-1に示される方法を含む10の延長推計方法について予測精度を検証した結果, 総合的にRAS法が最も高い予測精度を示したという結果が報告されている(Jackson and Murray 2004, 144-145)。

5) 桑森・玉村・内田(2020)では, 日本の産業連関表を用いて2000年から2005年への延長推計を行った結果, ①の中間取引のみにRAS法を適用した場合の実際の2005年表からの乖離が0.61%であったのに対し, ②の最終需要や付加価値にまでRAS法の適用範囲を拡大して延長推計した表の乖離は1.91%であったことが報告されている(桑森・玉村・内田 2020, 46)。

表1-1 おもな延長推計の方法

	出典(名称)	目的関数	制約条件
1	Stone and Brown(1962) (RAS)	$\min_{\tilde{z}_{ij}} \sum_i \sum_j \tilde{z}_{ij} \ln \frac{\tilde{z}_{ij}}{z_{ij}(0)}$	$\sum_j \tilde{z}_{ij} = w_i$ $\sum_i \tilde{z}_{ij} = u_j$ $\tilde{z}_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j$
2	Almon(1968)	$\min_{\tilde{z}_{ij}} \sum_i \sum_j (z_{ij}(0) - \tilde{z}_{ij})^2$	
3	Friedlander(1961)	$\min_{\tilde{z}_{ij}} \sum_i \sum_j \frac{(z_{ij}(0) - \tilde{z}_{ij})^2}{z_{ij}(0)}$	
4	Matuzewski et al.(1964)	$\min_{\tilde{z}_{ij}} \sum_i \sum_j \frac{ z_{ij}(0) - \tilde{z}_{ij} }{z_{ij}(0)}$	
5	Theil(1967)	$\min_{\tilde{z}_{ij}} \sum_i \sum_j z_{ij}(0) \ln \frac{z_{ij}(0)}{\tilde{z}_{ij}}$	
6	Jackson and Murray(2004)	$\min_{\tilde{z}_{ij}} \sum_i \sum_j z_{ij} - z_{ij}(0) $	
7	Lahr(2001)	$\min_{\tilde{z}_{ij}} \sum_i \sum_j z_{ij}(0) z_{ij}(0) - \tilde{z}_{ij} $	
8	Canning and Wang(2005)	$\min_{\tilde{z}_{ij}} \sum_i \sum_j z_{ij}(0) (z_{ij}(0) - \tilde{z}_{ij})^2$	

(出所) Lecomber(1975), Jackson and Murray(2004), 佐野(2017)に基づいて筆者作成。

(注1) 表中で用いられている記号の意味は以下のとおりである。

$z_{ij}(0)$: 基準年次($t=0$)における(i, j)部門の中間取引額

\tilde{z}_{ij} : 推計された(i, j)部門の中間取引額

w_i : 第 i 部門の中間需要額合計

u : 第 j 部門の中間投入額合計

(注2) 1のStone and Brown(1962)と5のTheil(1967)との関係については, Bacharach(1970, 83-85)を参照のこと。

2 RAS法への付加的情報の反映方法

前節では、RAS法が他の延長推計方法と比較して高い予測精度を示してきたことを見てきたが、RAS法にもさまざまな課題が存在する。Polenske(1997)は、RAS法であっても、30%以上の誤差が生じることは決して珍しいことではなく、極めて限られた条件の下でのみ、正確な推計が可能であることを指摘している(Polenske 1997, 63, 81)。したがって、RAS法における欠点を補って延長推計の精度を向上させるため、基本的な外生値(中間取引額合計など)に加えて、付加的な情報を活用することにより、延長推計による予測の精度を改善する試みが行われてきた。本節では、アジア表の延長推計への適用を念頭に、RAS法に付加的情報を反映させる方法について検討する。

2-1. 付加的情報の反映方法

RAS法によって延長推計された表（延長表）の精度を改善する最も直接的な方法は、RAS法に用いる外生値以外の対象年次の取引に関する情報を組み込むことである。外生値以外にも所得統計や生産統計、貿易統計などの公的な統計資料から、より詳細な対象年次の情報が得られることは多い。また、部分的なサーベイを通じて対象年次に関する追加的な情報を収集し、反映させることができれば、延長表の精度を向上させることが可能となる。ここでは、RAS法に外生値以外の利用可能な情報（付加的情報）を反映させる方法について考察する。

(1) Allen(1974) の方法

Allen(1974) は、中間取引において追加的な情報（付加的情報）が利用できる場合、予測精度がどの程度改善するのかについて検証を行った。Allen(1974) は、付加的情報を反映させた場合のRAS法を以下の通り定式化した。

$$(1.3) \quad A(t) = \hat{R}A(0)\hat{S} = C + \hat{R}[A(0) - C]\hat{S} = C + \hat{R}ES$$

ただし、

$$A(t) = \begin{bmatrix} a(t)_{11} & \cdots & a(t)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a(t)_{n1} & \cdots & a(t)_{nn} \end{bmatrix} : \text{推計された対象年次 } (t) \text{ の投入係数行列} \\ (A(t) = \hat{R}A(0)\hat{S})$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix} : \text{付加的情報からなる行列}$$

$$E = [A(0) - C] : \text{RAS法を適用する基準年次の投入係数 } (a(0)_{ij}) \text{ により構成される行列}$$

である。

すなわち、外生的に中間取引に関する情報を得ることができる場合には ($c_{ij} > 0$)、基準年次の投入係数行列 ($A(0)$) における当該の取引 ($a_{ij}(0)$) をゼロに置き換えることによってRAS法の適用から除外し ($a_{ij}(0) = 0$, if $c_{ij} > 0$)、残った要素によって構成される行列 (E) にのみRAS法を適用した上で、付加的情報 (C) を後から外生的に追加することにより、対象年次 (t) の投入係数行列 (A

(i) を推計するというものである。なお、付加的情報からなる行列 C の要素 c_{ij} は、情報が得られない場合はゼロとなる ($c_{ij}=0$)。

Allen(1974) は付加的情報の活用により、どの程度予測の精度が向上するかについて、1954年と1963年の英国の産業連関表を用いて検討を行った。まず、対象期間中の中間需要額の変化に応じて各産業部門をランク付けし、変化の大きい部門から1963年の実際の投入係数を付加的情報として外生的に与え、(1.3)式に基づいて、その他の部門のみにRAS法を適用して推計することにより、付加的情報の増加に伴って予測精度がどの程度向上するかを検証した。その結果、付加的情報を活用せず、すべての中間取引にRAS法を適用した場合、中間需要額の合計値は実際の1963年の値から14.3%の乖離を示したのに対し、5%の係数を1963年の値に置き換えた場合、乖離が11.4%に縮小することが示された。Allen(1974) では、より多くの係数を付加的情報（実際の値）に置き換えた場合についても検証し、付加的情報の割合が多くなるほど誤差は縮小することを確認している。50%の係数を付加的情報に置き換えた場合、予測誤差が7.2%にまで縮小するという結果が報告されている(Allen 1974, 220, Allen and Lecomber 1975, 45-47)。

(2) Gilchrist and St. Louis(1999; 2004) の方法 (TRAS)

Allen(1974) の方法は、特定の取引（セル）に関する追加的な情報が利用できる場合のみを想定していたが、実際には、個々の部門や取引に関する情報までは得られなくとも、より集計したレベルでの情報であれば利用可能である場合も多い。たとえば、対象年次の表が、機密上の理由から極めて統合された分類でのみ公表されている場合が考えられる (Gilchrist and St. Louis 1999, 187)。

Gilchrist and St. Louis(1999; 2004) は、特定の取引に加え、部門が統合された産業連関表（統合表）が利用可能な場合に、付加的情報として延長推計に組み込む方法を提案している。その方法は以下のとおりである。

まず、(1.3) 式に示されるとおり、推計しようとする対象年次の投入係数行列 $A(t)$ において、既知である投入係数からなる行列を C とする。次に、特定の取引（セル）ではなく、投入係数行列における一定範囲の情報も追加的に利用可能であるとする。この付加的情報は、推計しようとする対象年次の投入係数行列 $A(t)$

の小行列 $G=PA(i)Q$ として表される。ただし、 P および Q は、それぞれ既知の行および列の集計行列 (aggregator matrices) である。ここで、 G に C を組み込むため、以下の行列を定義する。

$$(1.4) \quad G^C = G - PCQ$$

この付加的情報 G^C をRASに組み込む方法は以下のとおりである。まず (1.1) 式に示されるRAS法を、最初からステップごとに示すと以下ようになる。

$$(1.5) \quad A^1 = f^1 A(0) \quad \cdots \quad \text{ステップ1}$$

$$(1.6) \quad A^2 = A^1 s^1 = f^1 A(0) s^1 \quad \cdots \quad \text{ステップ2}$$

ここで、以下の行列を定義する。

$$(1.7) \quad H^1 = G^C \ominus [PA^2Q] \quad (\ominus \text{は要素ごとの除算を表す演算子})$$

H^1 の各要素は、付加的情報を表す行列 G^C の各要素の、(1.6) 式によって求められるステップ2の投入係数行列 A^2 における各要素に対する比となっている。したがって、以下の (1.8) 式のように A^2 に H^1 を乗じることによって、 A^2 において付加的情報 G^C の値を固定値として反映させることができる。

$$(1.8) \quad A^3 = T^0 \circ A^2 = [P'H^1Q'] \circ [f^1 A(0) s^1] \quad \cdots \quad \text{ステップ3}$$

ただし、 P' および Q' は、それぞれ P および Q の転置行列であり、演算子「 \circ 」は要素同士の積 (アダマール積) を表している。すなわち、RASの各段階において得られた投入係数行列に付加的情報に対する比を要素として持つ行列 H^k を乗じることにより、投入係数行列において付加的情報を反映させる部分の値を常に一定に保つことができる。RASの各段階のプロセスが (1.5) 式、(1.6) 式および (1.8) 式の3つのステップによって構成されることから、この方法はthree-

stage RAS(TRAS) と呼ばれる。

Gilchrist and St. Louis(1999) は、カナダの産業連関表を用いて、TRASのパフォーマンスを2つの方法により検証している。ひとつは、1984年のSaskatchewan州の地域表におけるU表とV表を統合して集計された付加的情報の投入係数行列 G を作成するとともに、モンテカルロ法により基準年次の投入係数行列を人工的に生成し、これらにTRASを適用して1984年の投入係数行列の推計を行った。もうひとつは、人工的に生成したデータではなく、実際の1984年と1990年の2時点の各地域表から付加的情報の投入係数行列を作成し、TRASを適用することにより延長推計を行っている。これらのTRASによる推計結果を通常のRAS法による推計結果と比較した結果、いずれの場合もTRASを適用した場合の方が、より正確な推計値が得られたことを報告している。

Gilchrist and St. Louis(1999) の方法 (TRAS) では、統合された産業連関表(統合表)を付加的情報として延長推計に反映させることができるが、対象年次の産業連関表が作成されていることが前提となっているため、TRASが適用可能となるのは、「対象年次の統合表が利用できる場合」という極めて限定的な状況に限られる。基本的に延長推計は対象年次の産業連関表が利用できない場合に行うものであり、特に国際産業連関表の場合は、対象年次の表自体存在しないため、TRASをそのまま適用することは難しいと思われる。

(3) 佐野 (2011; 2017) の方法

実際に延長推計を行う場合に得られる追加的情報は、マクロ経済統計などから得られる農業や製造業といった大雑把な分類での生産額や付加価値額、あるいは特別調査を通じて得られる断片的・部分的な情報であることが多い。佐野 (2011; 2017) は、こうした断片的な情報を、柔軟にRAS法による延長推計に反映させる方法を提示している。

佐野 (2011; 2017) は、①Allen(1974) が提案した特定の取引(セル)に加え、②産業連関表における一定範囲の取引の情報(例:部門別輸入総額など)が既知である場合のRAS法を用いた延長推計の方法を提案した。その手順は以下のとおりである。

(ステップ1)

まず、対象年次の国内生産額 $\hat{X}(t)$ を用いて、(1.5) 式に示されるRASの最初のステップにおける中間取引額を推計する。

$$(1.9) \quad Z^1 = A^1 \hat{X} = \hat{r}^1 A(0) \hat{X}(t)$$

ただし、

Z^1 : RASの最初のステップで推計された中間取引額行列である。

(ステップ2)

ステップ1で得られた中間取引額行列 Z^1 に以下の方法で付加的情報を反映させ、修正された中間取引額行列 \tilde{Z}^1 を作成する。

- (a) 特定の取引（セル）に関する付加的情報が利用可能な場合、当該の取引（セル）を付加的情報に置き換える。
- (b) 一定範囲の取引の合計値が付加的情報として利用可能な場合、 Z^1 におけるその範囲の構成比で配分した上で、その情報に置き換える。

(ステップ3)

ステップ2で得られた中間取引額の行列 \tilde{Z}^1 の右から \tilde{Z}^1 と外生値（部門別の中間投入額合計）の比である修正係数行列 s^1 を乗じることにより、修正された中間取引額行列 Z^2 を推計する。

$$(1.10) \quad Z^2 = \tilde{Z}^1 s^1$$

(ステップ4)

(1.10) 式で得られた中間取引額の行列 Z^2 に、ステップ2と同様の方法で付加的情報を反映させ、修正された中間取引額行列 \tilde{Z}^2 を作成する。

(ステップ5)

ステップ4で得られた中間取引額の行列 Z^2 の左から Z^2 と外生値（部門別の中間需要額合計）の比である修正係数行列 F^1 を乗じることにより，修正された中間取引行列 Z^3 を推計する。

$$(1.11) \quad Z^3 = F^1 Z^2$$

以下，同様のプロセスを繰り返すことにより，付加的情報を反映した対象年次の中間取引額が推計される。佐野（2011; 2017）の方法の特徴は，以下のようにまとめることができる。

第1に一定範囲の取引について，すべての取引（セル）に関する情報を得ることができなくても，合計値を得ることができれば，その情報を反映することができる点である。

第2に，付加的情報が利用可能な取引についても，RAS法を適用していることである。（1.3）式に示されるAllen(1974)の方法では，行列 C において付加的情報が得られる取引（セル）については，行列 E の対応する値はゼロに置き換えられ，RAS法の適用範囲から除外される。佐野（2011; 2017）の方法は，追加的情報が利用可能な部分についてもRAS法を適用することにより，より多くの広い範囲において「広く薄く」誤差を吸収することを意図している。

2-2. 付加的情報を反映したRAS法のパフォーマンス比較

上で紹介した付加的情報の反映方法について，数値例を用いてパフォーマンス比較を試みる。ここでは，情報量の違いによる比較可能性および国際産業連関表への適用可能性に基づいて，Allen(1974)と佐野（2011; 2017）による方法について比較を行う。

検討には，総務省から公表されている2005年と2015年の日本の産業連関表を27部門に統合した表を用いる。すなわち，2005年の構造と2015年の外生値および付加的情報を用いて，2015年の中間取引部分の延長推計を行う。表1-2に示されるとおり，推計方法と情報量が異なる4つのケースについて検討する。

表1-2 付加的情報の反映方法

ケース1	付加的情報を用いない通常のRAS法による延長推計を行う。
ケース2	27部門のうち、「6.化学製品」「7.石油・石炭製品」および「8.窯業・土石製品」の3部門について、2015年の投入構造が利用可能であると仮定して付加的情報として与え、それら3部門の投入構造を除外して、その他の部分にのみRAS法を適用して延長推計を行う(Allen(1974)の方法)
ケース3	27部門のうち、「6.化学製品」「7.石油・石炭製品」および「8.窯業・土石製品」の3部門について、2015年の投入構造が利用可能であると仮定して付加的情報として与えるが、その3部門の投入構造に対してもRAS法を適用して延長推計を行う(佐野(2011, 2017)の方法①)
ケース4	27部門のうち、「6.化学製品」「7.石油・石炭製品」および「8.窯業・土石製品」の3部門について、それぞれ2015年の①「1.農林水産業」および「2.鉱業」からの中間投入額の合計値、②製造業(3～16)からの中間投入額の合計値、③サービス業等(17～27)からの中間投入額の合計値が利用可能であると仮定して付加的情報として与え、RAS法を適用して延長推計を行う(佐野(2011, 2017)の方法②)

(出所)筆者作成。

(注1)部門分類については、章末の付表を参照のこと。

(注2)ケース2～4において、付加的情報が利用可能とする部門や範囲は、比較可能性や延長推計作業の利便性の観点から任意に選択したものである。

表1-2の各ケースはあくまでも任意に設定した一例にすぎないが、特定の部門の投入構造が利用可能であるという状況は、たとえば表の精度に大きな影響を及ぼすいくつかの重要な部門について特別調査を行うことにより、部分的な情報を収集する場合などが考えられる⁶⁾。表1-2の各ケースを情報量が多い順にランクづけすると、ケース2＝ケース3＞ケース4＞ケース1となる。

表1-2の各ケースについて、それぞれ延長推計を行い、以下の指標を計算して実際の2015年の表との乖離を求めることにより、そのパフォーマンスの評価を行った。

$$(1.12) \text{MAE} = \frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j |\hat{z}_{ij}(t) - z_{ij}(t)|$$

… 平均絶対誤差 (Mean Absolute Error, MAE)

6) 追加的な情報を収集するための産業部門（重要産業）を選定する基準としては、中間投入比率の大きさ (Simpson and Tsukui 1965) や逆行列係数により求められる波及効果 (multiplier) の大きさ (Jensen and West 1980) などがある。

$$(1.13) \text{ MAPE} = \frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j \left[\frac{|\hat{z}_{ij}(t) - z_{ij}(t)|}{z_{ij}(t)} \right] \times 100$$

… 平均絶対誤差率 (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

$$(1.14) \text{ RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j [\hat{z}_{ij}(t) - z_{ij}(t)]^2}$$

… 平方平均二乗誤差 (Root Mean Squared Error, RMSE)

$$(1.15) \text{ RMSPE} = \sqrt{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j \left[\frac{\hat{z}_{ij}(t) - z_{ij}(t)}{z_{ij}(t)} \right]^2}$$

… 平方平均二乗誤差率 (Root Mean Squared Percentage Error, RMSPE)

ただし、

n : 産業部門数 ($n=13$)

i, j : 産業部門 ($i, j=1, 2, \dots, 13$)

$\hat{z}_{ij}(t)$: 対象年次 (t) における (i, j) 部門の推計された取引額 (推計値)

$z_{ij}(t)$: 対象年次 (t) における (i, j) 部門の実際の取引額 (現実値)

である。

(1.12) および (1.13) の指標は推計値の現実値からの誤差の絶対値を用いているのに対し、(1.14) および (1.15) は、誤差を二乗することで、より大きなペナルティを与えている。また、(1.13) および (1.15) は、それぞれ (1.12) と (1.14) の誤差の現実値に対する割合を取ることで現実値からの相対的な乖離を計測している。

表1-3は、上記の乖離指標をそれぞれのケースについて計測した結果を示したものである。いずれの指標についても、その値が大きいほど、実際の2015年表からの乖離が大きく、予測精度が低いことを意味する。

表1-3 乖離指標の計測結果(付加的情報)

	MAE	MAPE	RSME	RMSPE
ケース1(RAS)	24.6268	7.3030	74.9533	57.5780
ケース2(Allen)	22.9051	5.5574	70.9848	53.5121
ケース3(佐野①)	22.8835	5.5573	70.9824	53.5120
ケース4(佐野②)	24.0994	6.7431	73.5445	52.6740

(出所)筆者作成。

表1-3より、情報量や推計方法の違いによる特徴について、以下の諸点を見出すことができる。

第1に、いずれの指標についても標準的なRAS法を適用したケース1よりも現実値（2015年表）からの乖離が小さく、付加的情報を用いた場合の方が、予測精度が改善する傾向があることがわかる。

第2に、ケース2～4の結果を比較すると、ケース2およびケース3は、RMSPEを除いてはケース4よりも誤差が小さいことがわかる。これは、より詳細な付加的情報を用いた方が、推計精度が向上する傾向があることを示唆していると考えられる。

第3に、外生値に加えて、同じ付加的情報を使用して延長推計を行ったケース2とケース3の指標を比較すると、いずれの指標においてもケース3の方がケース2よりも実際の2015年からの乖離が小さく、わずかではあるが高い予測精度を示しているものの、両者の値にはほとんど差はないことが見て取れる。本章のデータを用いた結果からは、付加的情報を与える部分をRAS法の適用範囲から除外したケース2と、付加的情報を与える部分についてもRAS法を適用し、「広く薄く」誤差を吸収することを意図したケース3の予測精度はほぼ同程度か、あるいはケース3の方が、場合によってはわずかに優れている可能性が示唆された。

第4に、指標の違いによる結果を比較すると、上に述べたケース4のRMSPEを除いては、各ケースの計測結果の大小関係に違いは見られず、絶対差（MAEおよびRMSE）と比率（MAPEおよびRMSPE）、また単純差（MAEおよびMAPE）と二乗差（RMSEおよびRMSPE）といった計算方法の違いが結果に及ぼす影響は大きくないことがわかる。

ここで得られた結果は、あくまでも統合された表を用いた一例にすぎず、部門

数や利用可能な付加的情報の多さにより、結果は異なってくる可能性がある。しかしながら、各延長推計方法のパフォーマンス比較の結果からは、通常のRAS法を用いる場合（ケース1）よりも付加的情報を利用して延長推計を行う場合の方が一般的に高い予測精度を確保できることが推測される。また、付加的情報の反映方法については、付加的情報が利用可能な部分についてもRAS法を適用し、「広く薄く」調整を行う佐野（2011; 2017）の方法（ケース3）と、付加的情報が得られる部分についてはRAS法の適用範囲から除外するAllen(1974)の方法（ケース2）が高い予測精度を示す結果が得られた。しかしながら、この2つの方法の優劣（「広く薄く」誤差を吸収することの影響）については、このデータにおいて顕著な違いは必ずしも見出されなかった。

3 マイナス値の処理

RAS法による延長推計に際してのもうひとつの大きな問題が、マイナス値の存在である。RASにおける反復計算（iteration）の収束のためには、その適用範囲の取引がすべて非負である必要があるが、屑・副産物の取り扱いや在庫変動、営業余剰の赤字などにより、産業連関表にはマイナス値が計上されることは一般的にあり得る。これらのマイナス値を放置すれば、RAS法の反復計算（iteration）が収束しなかったり、たとえ収束したとしても結果に大きな歪みを生じる可能性がある。また、ひいては分析のための各種係数が計算できない可能性もある。したがって、何らかの方法でこの問題に対処する必要がある。以下では、その処理方法を簡単に説明した後、日本の産業連関表を用いて処理方法のパフォーマンスを検討する。

3-1. マイナス値の処理方法

Junius and Oosterhaven(2003) は、マイナス値の処理方法として、以下の2つの方法を挙げている。

(1) マイナス値をゼロに置き換えてRAS法を適用する方法 (adapted RAS)

マイナス値を処理する方法として最も単純な方法は、産業連関表に存在するマイナス値をゼロに置き換えてRAS法を適用する方法である (adapted RAS)。Junius and Oosterhaven(2003) は、基準年次の取引を表す行列 A を、①非負値により構成される行列 P と、マイナス値（負値）の絶対値により構成される行列 N に分離し ($A=P-N$)、行列 P にのみRAS法を適用して対象年次の構造 \tilde{X} を推計した後、マイナス値（の絶対値）により構成される行列 N を差し引くことにより、対象年次の構造 X を推計する方法を示している ($X=\tilde{X}-N$)。これは、前節で検討した付加的情報の反映方法で紹介したAllen(1974) の考え方に近い方法と言える。

(2) マイナス値を存置してRAS法を適用する方法 (Generalized RAS, GRAS)

Junius and Oosterhaven(2003) は、マイナス値を除外してRAS法を適用する上述の方法には、情報量の喪失を最小限に留めるという点から問題があるとして、マイナス値を存置したままRAS法を適用する方法 (Generalized RAS, GRAS) を提案した。表1-1に対応する最適化問題としてGRASを表現すると以下ようになる。

$$\begin{aligned}
 & \min_{\tilde{z}_{ij}} \sum_i \sum_j |z(0)_{ij} - \tilde{z}_{ij}| \\
 & \text{s.t. } \sum_j \tilde{z}_{ij} = w_i \\
 & \sum_i \tilde{z}_{ij} = u_j \\
 & \tilde{z}_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j
 \end{aligned}
 \tag{1.16}$$

すなわち、(1.16) においては、マイナス値との乖離も絶対値をとることにより、収束条件が満たされなくなることを回避するとともにマイナス値を含む取引を反映させ、情報量の喪失を最小限に留めることを目的としている。Junius and Oosterhaven(2003) では、3部門からなる仮説的な産業連関表を用いて、GRASとAdapted RASのパフォーマンスを比較し、収束の度合いや情報量の喪

失などの点で、GRASが優れているという結果を報告している。

3-2. マイナス値の処理によるRAS法のパフォーマンス比較

上で説明したGRASはadapted RASと比較して優れたパフォーマンスを示す可能性があるが、前節で述べた付加的情報の反映方法との併用という点では、GRASはアルゴリズムが非常に煩雑となり、現実的な方法とは言い難い。そこで、アジア表の延長推計を想定し、ここではadapted RASとマイナス値の処理を行わない通常のRAS法との比較を行って、両者のパフォーマンスの比較を行った。データは、前節と同様、27部門に統合した日本の産業連関表を用いて2005年から2015年への延長推計を行った結果を用いる⁷⁾。

表1-4 乖離指標の計測結果(マイナス値の処理)

	MAE	MAPE	RMSE	RMSPE
RAS	53.14	13.85	159.85	115.79
Adapted RAS	46.16	13.61	153.84	113.82

(出所)筆者作成。

表1-4より、乖離指標の値の差はわずかであり、データによって異なる結果が得られる可能性もあるが、マイナス値を処理しない通常のRAS法を適用した延長表の方が、マイナス値をゼロに置き換えてRAS法を適用して推計した延長表よりも実際の2015年表からの乖離が大きいことがわかる。したがって、日本表を用いた結果からは、adapted RASを適用した方が精度の高い表を推計することができると思われる。

おわりに

本章では、産業連関表の延長推計方法について先行研究を整理するとともに、

7) 27部門表では集計度合いが大きく中間取引部分にマイナス値がほとんど存在しないため、ここでは対象範囲に最終需要や付加価値を含めている。したがって、標準的なRAS法の誤差指標に値も表1-3と表1-4では異なっている。

アジア表の延長推計を行うための望ましい方法について検討を行った。先行研究の整理からは、予測精度や延長推計に必要なデータの制約などから、RAS法が最も現実的な延長推計方法であることを確認した。次いで、延長推計による予測精度の向上に重要な付加的情報の反映方法とマイナス値の取り扱いについて検討した。その結果、付加的情報で置き換える部分に対してもRAS法を適用するとともに、断片的で大雑把な情報も柔軟に反映させることを可能にする佐野（2011；2017）の方法がアジア表など国際産業連関表の延長推計には適していることが示唆された。また、マイナス値の処理については、マイナス値をゼロに置き換えてRAS法を適用するadapted RAS法が望ましいことが示唆された。

次章では、本章で検討した方法をアジア国際産業連関表に適用し、直近の延長アジア国際産業連関表を推計する。

【参考文献】

〈日本語文献〉

- 金子敬生 1971.『産業連関の理論と適用』日本評論社.
- 桑森啓・玉村千治・内田陽子 2020.「アジア国際産業連関表の概要——作成方法と課題」桑森啓編『アジア国際産業連関表の評価と応用可能性』研究双書No.642, 日本貿易振興機構アジア経済研究所.
- 佐野敬夫 2011.「国際産業連関表作成のための情報システム」猪俣哲史・桑森啓・玉村千治編「2005年国際産業連関表の作成と利用（Ⅱ）」アジア国際産業連関シリーズNo. 77: 95-130, 日本貿易振興機構アジア経済研究所.
- 2017.「各国産業連関表の延長推計の方法」桑森啓・玉村千治編『アジア国際産業連関表の作成——基礎と延長』研究双書No.632: 79-122, 日本貿易振興機構アジア経済研究所.
- 宮沢健一著 2002.『産業連関分析入門<新版>』日本経済新聞社, 2002年6月.

〈外国語文献〉

- Allen, R. I. G. 1974. “Some experiments with the RAS method of updating input-output coefficients.” *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 36(3): 215-228.
- Allen, R. I. G. and J. R. C. Lecomber 1975. “Some Tests on a Generalised Version of RAS.” In *Estimating and Projecting Input-Output Coefficients*, edited by R. I. G. Allen and W. F. Gossling, Input-Output Publishing Company, London: 43-56.
- Almon, C. 1968. “Recent methodological advances in input-output in the United States and Canada,” Paper presented to the Fourth International Conference on Input-Output Techniques, Geneva, January 1968.

- Bacharach, M. 1970. *Biproportional Matrices and Input-Output Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Barker, T. S. 1975. "Some Experiments in Projecting Intermediate Demand." In *Estimating and Projecting Input-Output Coefficients*, edited by R. I. G. Allen and W. F. Gossling, Input-Output Publishing Company, London: 57-67.
- Canning, P. and Z. Wang 2005. "A Flexible Mathematical Programming Model to Estimate Interregional Input-Output Accounts." *Journal of Regional Science*, 45(3): 539-563.
- Deming, W. E. and F. F. Stephan 1940. "On a Least Squares Adjustment of a Sampled Frequency Table with the Expected Marginal Totals are Known." *The Annals of Mathematical Statistics*, 11(4): 427-444.
- European Commission 2008. *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*, 2008 edition, Eurostat Methodologies and Working papers, Luxembourg.
- Friedlander, D. 1961. "A Technique for Estimating a Contingency Table, Given the Marginal Totals and Some Supplementary Data." *Journal of the Royal Statistical Society*, 124(3): 412-420.
- Harrigan, F. J., J. W. McGilbray and I. H. McNicoll 1980. "Simulating the Structure of a Regional Economy." *Environment and Planning A*, 2(8): 927-936.
- Gilchrist, D. A. and L. V. St. Louis 1999. "Completing Input-Output Tables using Partial Information, with an Application to Canadian Data." *Economic Systems Research*, 11(2): 185-194.
- 2004. "An Algorithm for the Consistent Inclusion of Partial Information in the Revision of Input-Output Tables." *Economic Systems Research*, 16(2): 149-156.
- Ghosh, A. 1964. *Experiments with Input-Output Models: An application to the economy of the United Kingdom, 1948-55*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jackson, R. W. and A. T. Murray 2004. "Alternative Input-Output Updating Formulations." *Economic Systems Research*, 16(2): 135-148.
- Jensen, R. C. and G. R. West 1980. "The Effect of Relative Coefficient Size on Input—Output Multipliers." *Environment and Planning A*, 12(6): 659-670.
- Junius, T. and J. Oosterhaven 2003. "The Solution of Updating or Regionalizing a Matrix with both Positive and Negative Entries." *Economic Systems Research*, 15(1): 87-96.
- Lahr, M. L. 2001. "A Strategy for Producing Hybrid Regional Input-Output Tables." In *Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions*, edited by M. L. Lahr and E. Dietzenbacher, Palgrave Macmillan, New York: 211-242.
- Lecomber, J. R. C. 1964. "A generalization of RAS." Cambridge, Department of Applied Economics, Growth Project Paper, 196.
- Lecomber, J. R. C. 1975. "A Critique of Methods of Adjusting, Updating and Projecting Matrices." In *Estimating and Projecting Input-Output Coefficients*, edited by R. I. G. Allen and W. F. Gossling, Input-Output Publishing Company, London: 1-25.
- Matuzewski, T. I., P. R. Pitts and J. A. Sawyer 1964. "Linear Programming Estimates of Changes in input-output Coefficients." *Canadian Journal of Economics and Political Science*, 30(2): 203-210.
- McMenamin, D. G. and J. E. Haring 1974. "An Appraisal of Nonsurvey Techniques for Estimating

- Regional Input-Output Models.” *Journal of Regional Science*, 14(2): 191-205.
- Miller, R. E. and P. D. Blair 2009. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Second Edition, Cambridge University Press, Cambridge.
- Morrison, W. I. and P. Smith 1974. “Nonsurvey Input-Output Techniques at the Small Area Level: An Evaluation.” *Journal of Regional Science*, 14(1): 1-14.
- Paelinck, J. and J. Waelbroeck 1963. “Etude Empirique Sur L’Évolution Des Coefficients ‘Input-Output’.” *Economie Appliquée*, 16(1): 81-111.
- Parikh, A. 1979. “Forecasts of Input-Output Matrices Using the RAS Method.” *The Review of Economics and Statistics*, 61(3): 477-481.
- Polenske, K. R. 1997. “Current Uses of the RAS Technique: A Critical Review.” In *Prices, Growth and Cycles: Essays in Honour of András Bródy*, edited by A. Simonovits and A. E. Steenge, Palgrave Macmillan, London, 58-88.
- Rey, G. and C. B. Tilanus 1963. “Input-Output Forecasts for the Netherlands, 1949-1958.” *Econometrica*, 31(3): 454-463.
- Simpson, D. and J. Tsukui 1965. “The Fundamental Structure of Input-Output Tables: an International Comparison,” *The Review of Economics and Statistics*, 47(4): 434-446.
- Stone, R., J. Bates and M. Bacharach 1963. *Input-Output Relationships 1954-1966*, A Programme for Growth 3, Chapman and Hall, London.
- Stone, R. and A. Brown 1962. *A Computable Model of Economic Growth*, A Programme for Growth 1, Chapman and Hall, London.
- Theil, H. 1967. *Economics and Information Theory*, North Holland, Amsterdam, 1967.
- Tilanus, C. B. 1966. *Input-Output Experiments, the Netherlands 1948-1961*, Rotterdam University Press, Rotterdam.
- Tilanus, C. B. and G. Rey 1964. “Input-Output Volume and Value Predictions for the Netherlands, 1948-1958,” *International Economic Review*, 5(1): 34-45.

付表 部門分類

部門番号	部門名称
1	農林水産業
2	鉱業
3	飲料・食品
4	繊維製品
5	パルプ・紙・木製品
6	化学製品
7	石油・石炭製品
8	窯業・土石製品
9	鉄鋼
10	非鉄金属
11	金属製品
12	一般機械
13	電子・電気機械
14	情報・通信機器
15	輸送機械
16	その他製造業
17	建設
18	電力・ガス・水道
19	商業
20	金融・保険
21	不動産
22	運輸
23	情報通信
24	公務
25	教育・研究
26	医療・保健
27	その他のサービス

©Hiroshi Kuwamori 2022

本書は「クリエイティブ・コモンズ・ライセンス表示-改変禁止4.0国際」の下で提供されています。
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.ja>



2015年アジア国際産業連関表の 延長推計

桑森 啓・玉村 千治

はじめに

第1章では、RAS法を中心とする産業連関表の延長推計の方法について、特に国際産業連関表の推計において重要な問題である付加的情報の反映方法とマイナス値の取扱いに焦点を当てて検討を行った。本章では、第1章における検討に基づいた延長推計の方法を提示するとともに（以下、「拡張RAS法」）、その方法をアジア国際産業連関表（アジア表）の延長推計に適用し、2015年を対象としたアジア国際産業連関表の延長推計を行う（以下、「（2015年）延長アジア表」）。

まず、延長推計の方法（拡張RAS法）とデータについて説明し、その後、実際に延長推計を行った結果を報告する。また、標準的なRAS法により延長推計を行って作成した表との比較を通じて、推計した延長アジア表の信頼度について考察する。

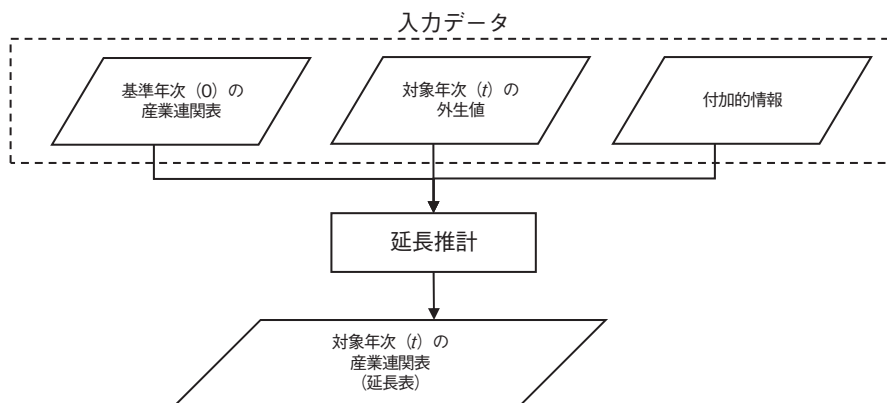
1 延長推計の概要

最初に、全体の見通しをよくするため、延長推計の流れと推計する延長アジア表の概要について説明する。

1-1. 延長推計の手順

RAS法を用いた産業連関表の延長推計の一般的手順は、図2-1に示すとおりである。推計方法により若干の差はあるものの、RAS法による延長推計には、①基準年次 ($t=0$) の産業連関表、②対象年次 (t) の基本的情報 (外生値) の2つの情報が最低限必要となる。この2つの情報をインプットとして、延長推計のアルゴリズムに通すことにより、延長表が推計される。なお、より詳細な情報が利用可能な場合は、③「付加的情報」(supplementary/additional information) として加味することにより、より精度の高い延長表を推計することが可能となる。これら入力データの収集・推計については、次節で詳述する。

図2-1 延長推計の一般的手順



(出所)筆者作成。

上で述べた入力データを用いて、本章で行う延長推計の具体的な方法は以下のとおりである。

- ①基準年次 (0) のアジア表の投入係数を計算する。マイナス値についてはゼロで置き換える。
- ②①の投入構造を用いて対象年次 (t) の外生値を配分する。
- ③②の結果のうち、対象年次 (t) の付加的情報が利用できる部分については付加的情報で置き換える。
- ④②～③の操作の結果、列方向に生じた誤差を列合計と列の外生値 (Control

Totals, CT) の比率（列調整係数）を各取引額に乘じることにより、列方向の誤差を消去する。

⑤④の結果に、対象年次の付加的情報を加味する（付加的情報で置き換える）。

⑥④～⑤の操作の結果、行方向に生じた誤差を行合計と行の外生値（Control Totals, CT）の比率（行調整係数）を各取引額に乘じることにより、行方向の誤差を消去する。

⑦誤差が一定の水準以下になるまで（または誤差が縮小しなくなるまで）、③～⑥のプロセス（反復計算（iteration））を繰り返す。

⑧最後に、列調整係数を乗じて（列方向のイタレーションを実施）、列方向の誤差を消去する。

⑨⑧の作業により生じる行方向の誤差は付加価値に足し込む（または差し引く）ことにより消去し、行および列をバランスさせる。

すなわち、本章では、第1章での延長推計の方法に関する検討結果に基づいて、佐野（2011; 2017）による付加的情報の反映方法（付加的情報によって置き換えられた取引についてもRAS法を適用）と、表に存在するマイナス値をゼロに置き換える処理を加えた「拡張RAS法」を適用する。

1-2. 延長アジア国際産業連関表の概要

上で述べた延長推計方法により推計される延長アジア表のレイアウトは、図2-2に示すとおりである。延長アジア表はアジア太平洋地域における10カ国を対象としているが、具体的な対象年次や部門分類は、これら対象国について得ることができる情報に依存する。以下では、各国のデータの利用可能性について述べ、延長アジア表の具体的な対象年次と産業部門数を決定する。

図2-2 延長アジア表のレイアウト

	中間需要(A)										最終需要(F)										輸出(L)			
	インドネシア	マレーシア	フィリピン	シンガポール	タイ	中国	台湾	韓国	日本	米国	インドネシア	マレーシア	フィリピン	シンガポール	タイ	中国	台湾	韓国	日本	米国	香港への輸出	インドへの輸出	その他世界への輸出	
コード	(AI)	(AM)	(AP)	(AS)	(AT)	(AC)	(AN)	(AK)	(AJ)	(AU)	(FI)	(FM)	(FP)	(FS)	(FT)	(FC)	(FN)	(FK)	(FJ)	(FU)	(LH)	(LG)	(LW)	(XX)
インドネシア	A ^{II}	A ^{IM}	A ^{IP}	A ^{IS}	A ^{IT}	A ^{IC}	A ^{IN}	A ^{IK}	A ^{IJ}	A ^{IU}	F ^{II}	F ^{IM}	F ^{IP}	F ^{IS}	F ^{IT}	F ^{IC}	F ^{IN}	F ^{IK}	F ^{IJ}	F ^{IU}	L ^{IH}	L ^{IG}	L ^{IW}	X ^I
マレーシア	A ^{MI}	A ^{MM}	A ^{MP}	A ^{MS}	A ^{MT}	A ^{MC}	A ^{MN}	A ^{MK}	A ^{MJ}	A ^{MU}	F ^{MI}	F ^{MM}	F ^{MP}	F ^{MS}	F ^{MT}	F ^{MC}	F ^{MN}	F ^{MK}	F ^{MJ}	F ^{MU}	L ^{MH}	L ^{MG}	L ^{MW}	X ^M
フィリピン	A ^{PI}	A ^{PM}	A ^{PP}	A ^{PS}	A ^{PT}	A ^{PC}	A ^{PN}	A ^{PK}	A ^{PJ}	A ^{PU}	F ^{PI}	F ^{PM}	F ^{PP}	F ^{PS}	F ^{PT}	F ^{PC}	F ^{PN}	F ^{PK}	F ^{PJ}	F ^{PU}	L ^{PH}	L ^{PG}	L ^{PW}	X ^P
シンガポール	A ^{SI}	A SM	A ^{SP}	A ^{SS}	A ST	A ^{SC}	A ^{SN}	A ^{SK}	A ^{SJ}	A ^{SU}	F ^{SI}	F SM	F ^{SP}	F ^{SS}	F ST	F ^{SC}	F ^{SN}	F ^{SK}	F ^{SJ}	F ^{SU}	L ^{SH}	L ^{SG}	L ^{SW}	X ^S
タイ	A ^{TI}	A TM	A ^{TP}	A ^{TS}	A ^{TT}	A ^{TC}	A ^{TN}	A ^{TK}	A ^{TJ}	A ^{TU}	F ^{TI}	F TM	F ^{TP}	F ^{TS}	F ^{TT}	F ^{TC}	F ^{TN}	F ^{TK}	F ^{TJ}	F ^{TU}	L TH	L ^{TG}	L ^{TW}	X ^T
中国	A ^{CI}	A ^{CM}	A ^{CP}	A ^{CS}	A ^{CT}	A ^{CC}	A ^{CN}	A ^{CK}	A ^{CJ}	A ^{CU}	F ^{CI}	F ^{CM}	F ^{CP}	F ^{CS}	F ^{CT}	F ^{CC}	F ^{CN}	F ^{CK}	F ^{CJ}	F ^{CU}	L ^{CH}	L ^{CG}	L ^{CW}	X ^C
台湾	A ^{NI}	A ^{NM}	A ^{NP}	A ^{NS}	A ^{NT}	A ^{NC}	A ^{NN}	A ^{NK}	A ^{NJ}	A ^{NU}	F ^{NI}	F ^{NM}	F ^{NP}	F ^{NS}	F ^{NT}	F ^{NC}	F ^{NN}	F ^{NK}	F ^{NJ}	F ^{NU}	L ^{NH}	L ^{NG}	L ^{NW}	X ^N
韓国	A ^{KI}	A ^{KM}	A ^{KP}	A ^{KS}	A ^{KT}	A ^{KC}	A ^{KN}	A ^{KK}	A ^{KJ}	A ^{KU}	F ^{KI}	F ^{KM}	F ^{KP}	F ^{KS}	F ^{KT}	F ^{KC}	F ^{KN}	F ^{KK}	F ^{KJ}	F ^{KU}	L ^{KH}	L ^{KG}	L ^{KW}	X ^K
日本	A ^{JI}	A ^{JM}	A ^{JP}	A ^{JS}	A ^{JT}	A ^{JC}	A ^{JN}	A ^{JK}	A ^{JJ}	A ^{JU}	F ^{JI}	F ^{JM}	F ^{JP}	F ^{JS}	F ^{JT}	F ^{JC}	F ^{JN}	F ^{JK}	F ^{JJ}	F ^{JU}	L ^{JH}	L ^{JG}	L ^{JW}	X ^J
米国	A ^{UI}	A ^{UM}	A ^{UP}	A ^{US}	A ^{UT}	A ^{UC}	A ^{UN}	A ^{UK}	A ^{UJ}	A ^{UU}	F ^{UI}	F ^{UM}	F ^{UP}	F ^{US}	F ^{UT}	F ^{UC}	F ^{UN}	F ^{UK}	F ^{UJ}	F ^{UU}	L ^{UH}	L ^{UG}	L ^{UW}	X ^U
国際運賃・保険料	BA ^I	BA ^M	BA ^P	BA ^S	BA ^T	BA ^C	BA ^N	BA ^K	BA ^J	BA ^U	BF ^I	BF ^M	BF ^P	BF ^S	BF ^T	BF ^C	BF ^N	BF ^K	BF ^J	BF ^U				BF
香港からの輸入	A ^{HI}	A ^{HM}	A ^{HP}	A ^{HS}	A ^{HT}	A ^{HC}	A ^{HN}	A ^{HK}	A ^{HJ}	A ^{HU}	F ^{HI}	F ^{HM}	F ^{HP}	F ^{HS}	F ^{HT}	F ^{HC}	F ^{HN}	F ^{HK}	F ^{HJ}	F ^{HU}				CH
インドからの輸入	A ^{GI}	A ^{GM}	A ^{GP}	A ^{GS}	A ^{GT}	A ^{GC}	A ^{GN}	A ^{GK}	A ^{GJ}	A ^{GU}	F ^{GI}	F ^{GM}	F ^{GP}	F ^{GS}	F ^{GT}	F ^{GC}	F ^{GN}	F ^{GK}	F ^{GJ}	F ^{GU}				CG
その他世界からの輸入	A ^{WI}	A ^{WM}	A ^{WP}	A ^{WS}	A ^{WT}	A ^{WC}	A ^{WN}	A ^{WK}	A ^{WJ}	A ^{WU}	F ^{WI}	F ^{WM}	F ^{WP}	F ^{WS}	F ^{WT}	F ^{WC}	F ^{WN}	F ^{WK}	F ^{WJ}	F ^{WU}				CW
輸入関税および輸入商品税	DA ^I	DA ^M	DA ^P	DA ^S	DA ^T	DA ^C	DA ^N	DA ^K	DA ^J	DA ^U	DF ^I	DF ^M	DF ^P	DF ^S	DF ^T	DF ^C	DF ^N	DF ^K	DF ^J	DF ^U				DT
付加価値	V ^I	V ^M	V ^P	V ^S	V ^T	V ^C	V ^N	V ^K	V ^J	V ^U														V
総投入	X ^I	X ^M	X ^P	X ^S	X ^T	X ^C	X ^N	X ^K	X ^J	X ^U	FI	FM	FP	FS	FT	FC	FN	FK	FJ	FU	LH	LG	LW	

(出所)筆者作成。

(注)外側の濃い網掛けの部分は、延長推計に最低限必要なデータ(外生値)を表す。
薄い網掛けの部分は、延長推計に際して利用可能な付加的情報を表す。

表2-1は、アジア表の対象10カ国について、2010～2018年の期間における各国の産業連関表の利用可能状況をまとめたものである。表2-1にあるとおり、経済協力機構（Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD）やアジア開発銀行（Asian Development Bank, ADB）などの国際機関やWorld Input-Output Database(WIOD)などの国際プロジェクトでは、毎年各国の表が作成・公表されているが、その多くは簡易な延長推計により作成された表であったり、各国の統計機関より提供された表をもとに加工したものであるため、より正確な表を推計するためには、各国の統計局が作成するオリジナルの基本表を利用することが望ましい。したがって、直近で最も多くの各国の基本表を利用することができる延長推計の2015年を対象年次とした。また、基本表を利用できない国々については、詳細な部門分類を持つ各国の延長表あるいはOECDが作成・公表している表を利用した。

内生部門数については、①部門数が少ない各国表の部門数に制約されること、②延長推計に用いる基準年次の表（図2-1の「基準年次（0）の産業連関表」に相当）の部門分類と整合的であること、③過去のアジア表との比較可能性、④さまざまな分析に耐え得るだけの部門数であること、などの要素を勘案して決定する必要がある。本章における延長推計に用いる②の基準年次の表は、最も直近の2005年アジア表であり、この2005年表を含む過去のアジア表との整合性や比較可能性を考慮する必要がある。これらアジア表や表2-1における各国表の利用可能状況を勘案した結果、内生部門数を16部門に決定した（表2-2）。

表2-1 産業連関表の作成状況(2020年12月1日現在)

	作成機関	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
インドネシア	BPS (BPS)	185×185 ^b (17×17 ^b)	-	-	-	-	-	-	-	-
	ADB	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	-
	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-	-	-
	WIOD	56×56	56×56	56×56	56×56	56×56	-	-	-	-
マレーシア	DOS	124×124 ^b	-	-	-	-	124×124	-	-	-
	ADB	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	-
	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-	-	-
フィリピン	PSA	-	-	65×65 ^c	-	-	-	-	-	-
	ADB	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	-
	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-	-	-
シンガポール	DOS	127×127 ^b	-	-	-	-	105×105 ^b	-	-	-
	ADB	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	-
	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-	-	-
	NESDB	180×180	-	-	-	-	-	-	-	-
タイ	ADB	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	-
	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-	-	-
	NBS	41×41	-	139×139	-	-	-	-	-	-
中国	(NBS)	(41×41)	-	(139×139)	-	-	(17×17)	-	-	-
	ADB	35×35	35×35	35×35	35×35	35×35	35×35	35×35	35×35	-
	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-	-	-
	WIOD	56×56	56×56	56×56	56×56	56×56	-	-	-	-

(出所)各機関のホームページなどに基づいて筆者作成。

(注1)作成機関は以下のとおり。

BPS：インドネシア中央統計庁，PSA：フィリピン統計庁，DOS：シンガポール国家統計局，NESDB：タイ国家経済社会開発庁

NBS：中国国家统计局，ADB：アジア開発銀行，OECD：経済協力開発機構，WIOD：World Input-Output Database

(注2)b：基本価格表はあるが，生産者価格表が存在しない(添え字がない場合は，生産者価格表が存在)。

c：購入者価格評価表

(注3)太字はベンチマーク表であることを示す。

(注4)中国のカッコ内の数字は，ホームページから利用可能な表の部門数を表す。

(注5)WIODのデータは43カ国からなる多国間表における当該国の情報。

表2-1 産業連関表の作成状況(続き)

	作成機関	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
台湾	NSB	-	526×526	-	-	-	-	-	-	-
	(NSB)	-	(56×63)	(56×63)	(56×63)	(56×63)	(56×63)	(56×63)	(56×63)	-
	ADB	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	-
	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-	-
韓国	WIOD	56×56	56×56	56×56	56×56	56×56	-	-	-	-
	BOK	403×403	403×403 ^b	161×161 ^b	161×161 ^b	161×161 ^b	165×165	-	-	-
	(BOK)	(161×161)	(78×78)	(161×161 ^b)	(161×161 ^b)	(161×161 ^b)	(165×165)	-	-	-
	ADB	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	-
日本	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-	-	-
	WIOD	56×56	56×56	56×56	56×56	56×56	-	-	-	-
	基本表	-	518×397	-	-	-	509×391	-	-	-
	延長表	-	516×395	516×395	516×395	516×395	516×395	-	-	-
米国	SNA表	96×96	96×96	96×96	96×96	96×96	96×96	96×96	96×96	-
	ADB	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	35×35 ^b	-
	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-
	WIOD	56×56	56×56	56×56	56×56	56×56	-	-	-	-
米国	BEA	71×71	71×71	403×405	15×15	15×15	15×15	15×15	15×15	15×15
	OECD	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	36×36 ^b	-	-	-
	WIOD	56×56	56×56	56×56	56×56	56×56	-	-	-	-

(出所)各機関のホームペーページなどに基づいて筆者作成。

(注1)各機関の名称は以下のとおり。

NSB：台湾行政院主計處，BOK：韓国銀行，BEA：米国商務省経済分析局

(注2)b：基本価格表はあるが，生産者価格表が存在しない(添え字がない場合は，生産者価格表が存在)。

(注3)太字の数字はベンチマーク表であることを示す。

(注4)台湾のカッコつきのデータ(2011～2017年)は商品(C)×産業(I)の延長表。

(注5)韓国のカッコつきのデータは，ホームペーページから利用可能な表の部門数を表す。

(注6)WIODのデータは43カ国からなる多国間表における当該国の情報。

(注7)米国のBEA データはSUTベース。

表2-2 2015年延長アジア国際産業連関表の概要

対象年次	2015年
内生部門数	16部門 ^(注)

(出所)筆者作成。

(注)具体的な部門分類については本章末尾の付表を参照。

2 入力データの収集・加工

2-1. 基準年次の産業連関表

図2-1に示される入力データのひとつとして必要となる基準年次（0）の産業連関表については、上で述べたとおり、直近の2005年アジア表を用いる。2005年アジア表は76部門で作成されているが、延長表は16部門で推計するため、2005年アジア表も16部門に統合したものを用いる。

2-2. 外生値

表2-3は、延長推計に使用した外生値データの一覧である。これらは、図2-2においては網掛け部分として示されている。以下では、それぞれのデータの収集・推計方法について述べた後、行方向と列方向のバランス調整（二面等価）について検討する。

表2-3 延長推計に用いる外生値データ

	インドネシア	マレーシア	フィリピン	シンガポール	タイ
1. 国別部門別国内生産額 (X^1, \dots, X^4)	OECD IOTs	2015年マレーシア表	OECD IOTs	2015年シンガポール表	OECD IOTs
2. 国際運賃・保険料総額 (BF)	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表
3. 外生国からの部門別輸入額 (CH, CG, CW)	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP
(1) 財輸入					
(2) サービス輸入					
4. 輸入関税・輸入商品税総額 (DT)	2005年アジア表 OECD IOTs	2005年アジア表 2015年マレーシア表	2005年アジア表 OECD IOTs	2005年アジア表 OECD IOTs	2005年アジア表 OECD IOTs
5. 項目別付加価値総額 (V)	OECD IOTs	2015年マレーシア表	OECD IOTs	OECD IOTs	OECD IOTs
6. 項目別最終需要総額 (FI, \dots, FI^4)	OECD IOTs	2015年マレーシア表	OECD IOTs	2015年シンガポール表	OECD IOTs
7. 外生国への輸出総額 (LH, LG, LW)	OECD IOTs	2015年マレーシア表	OECD IOTs	2015年シンガポール表	OECD IOTs
(1) 財輸出	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP
(2) サービス輸出					
	中国	台湾	韓国	日本	米国
1. 国別部門別国内生産額 (X^1, \dots, X^4)	OECD IOTs	2015年台湾表 (延長表) OECD IOTs	2015年韓国表	2015年日本表	2015年米国表 (SUT) OECD IOTs
2. 国際運賃・保険料総額 (BF)	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表
3. 外生国からの部門別輸入額 (CH, CG, CW)	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP
(1) 財輸入					
(2) サービス輸入					
4. 輸入関税・輸入商品税総額 (DT)	2005年アジア表 OECD IOTs	2015年台湾表 (延長表)	2015年韓国表	2015年日本表	2015年米国表 (SUT) 2005年アジア表 OECD IOTs
5. 項目別付加価値総額 (V)	OECD IOTs	2015年台湾表 (延長表)	2015年韓国表	2015年日本表	2015年米国表 (SUT) OECD IOTs
6. 項目別最終需要総額 (FI, \dots, FI^4)	OECD IOTs	2015年台湾表 (延長表)	2015年韓国表	2015年日本表	2015年米国表 (SUT) 2015年米国表 (SUT)
7. 外生国への輸出総額 (LH, LG, LW)	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP	UN Comtrade IMF BoP
(1) 財輸出					
(2) サービス輸出					

(出所) 筆者作成。

(注) 表中の略称は以下のとおり。

OECD IOTs : Organisation for Economic Cooperation and Development Input-Output Tables

UN Comtrade : United Nations Comtrade Database, IMF BoPs : International Monetary Fund, Balance of Payments Statistics

本章における延長推計に必要な外生値は、表2-3に示す7つのデータである。

(1) 国別部門別国内生産額 (X^I, \dots, X^U)

1.の部門別国内生産額は、いわゆるコントロール・トータル (Control Total, CT) と呼ばれる産業連関表において最も基本的かつ重要なデータであり、各国の生産統計や産業連関表、あるいは供給・需要表 (Supply Table/Use Table, SUT) から得ることができる。

(2) 国際運賃・保険料総額 (BF)

2.の輸入に掛かる国際運賃・保険料額は、国際産業連関表の作成に必要なデータのなかで、最も得ることが難しいデータのひとつである。今回の延長推計に際しても2015年の国際運賃・保険料額データを得ることはできなかったため、2005年アジア表を用いて、以下の手順で2015年のデータを推計した。

まず、内生国からの輸入に掛かる国際運賃・保険料率は2005年から変化はないと仮定し、以下のとおり各内生国の他の内生国からの輸入に掛かる国際運賃・保険料率の平均値を計算した。

$$(2.1) \text{FIR05}^s = \frac{\sum_r \sum_j \text{FI05}_j^{rs}}{\sum_{r(\neq s)} \sum_j \sum_i \text{mcif_05}_{ij}^{rs}}$$

$i, j = 1, 2, \dots, n$: 産業部門

$r, s = I, M, P, S, T, C, N, K, J, U$: アジア表の内生10カ国¹⁾

すなわち、内生国 s の2005年における他の内生国からの国際運賃・保険料率の平均値 (FIR05^s) は、その国の他の内生国からの国際運賃・保険料額の合計 ($\sum_r \sum_j \text{FI05}_j^{rs}$) をCIF価格評価の他の内生国からの輸入額の合計 ($\sum_r \sum_j \sum_i \text{mcif_05}_{ij}^{rs}$) で除したものである。

1) アルファベットによって表されるアジア表の内生10カ国は以下のとおりである。

インドネシア (I), マレーシア (M), フィリピン (P), シンガポール (S), タイ (T), 中国 (C), 台湾 (N), 韓国 (K), 日本 (J), 米国 (U)

(2.1) 式により得られた国際運賃・保険料率を、2015年における内生国 s の他の内生国からのCIF輸入額 ($\sum_{r(\neq s)} \sum_j \sum_i mcif_15_{ij}^{rs}$) に乗じ、内生国 s の2015年の国際運賃・保険料額 ($FI15^s$) を計算する。

$$(2.2) \quad FI15^s = FIR05^s \times \sum_{r(\neq s)} \sum_j \sum_i mcif_15_{ij}^{rs}$$

このようにして得られた各国の国際運賃・保険料をすべての内生国について足し上げることにより、外生値である2015年の国際運賃・保険料総額 ($FI15$) が得られる。

$$(2.3) \quad FI15 = \sum_s FI15^s$$

(3) 外生国からの部門別輸入額 (CH, CG, CW)

3.の外生国・地域からの部門別輸入額のうち、財輸入については、国連のUN Comtrade Databaseより得ることができる。本章では、HS4桁レベル (1254品目) で抽出したCIF輸入額を延長アジア表の16品目に集計した。

サービス輸入については、国際通貨基金 (International Monetary Fund, IMF) の国際収支統計 (Balance of Payments Statistics, BoP) より得ることができる。しかし、BoPからは相手国・地域別の詳細な情報を得ることができないため、「その他世界からの輸入 (Rest of the World, ROW)」に一括して計上した。

(4) 輸入関税・輸入商品税総額 (DT)

輸入に掛かる輸入関税・輸入商品税は、いくつかの国については、産業連関表に計上されている。利用できない国については、2005年アジア表より、以下の手順で2015年のデータを推計した。

まず、輸入に掛かる輸入関税・輸入商品税率は2005年から変化はないと仮定し、以下の通り輸入に掛かる輸入関税・輸入商品税率の平均値を計算した。

$$(2.4) DTR05^s = \frac{\sum_{R(\neq s)} \sum_j DT05_j^{Rs}}{\sum_{R(\neq s)} \sum_j \sum_i m05_{ij}^{Rs}}$$

$i, j = 1, 2, \dots, n$: 産業部門

$R = I, M, P, S, T, C, N, K, J, U, H, G, W$: アジア表の内生・外生13カ国・地域²⁾

$s = I, M, P, S, T, C, N, K, J, U$: アジア表の内生10カ国

すなわち、内生国 s の2005年における輸入関税・輸入商品税率の平均値 ($DTR05^s$) は、その国の輸入関税・輸入商品税額の合計 ($\sum_{R(\neq s)} \sum_j DT05_j^{Rs}$) を輸入額の合計 ($\sum_{R(\neq s)} \sum_j \sum_i m05_{ij}^{Rs}$) で除したものと計算される。

(3.4) 式により得られた輸入関税・輸入商品税率を、2015年における内生国 s のCIF輸入額 ($\sum_{R(\neq s)} \sum_j \sum_i m15_{ij}^{Rs}$) に乗じ、内生国 s の2015年の輸入関税・輸入商品税額 ($DT05^s$) を計算する。

$$(2.5) DT15^s = DTR05^s \times \sum_{R(\neq s)} \sum_j \sum_i m15_{ij}^{Rs}$$

このようにして得られた各国の国際運賃・保険料をすべての内生国について足し上げることにより、外生値である2015年の輸入関税・輸入商品税総額 ($DT15$) が得られる。

$$(2.6) DT15 = \sum_s DT15^s$$

(5) 項目別付加価値総額 (V)

項目別付加価値額は、各国の産業連関表の付加価値項目を、アジア表の項目分類に従い、「雇用者報酬」「営業余剰」「資本減耗」および「間接税および補助金」の4項目に集計した上で、すべての内生国について足し上げることにより求めた。

2) アルファベットによって表されるアジア表の内生・外生13カ国・地域は、上記の内生10カ国に、以下の外生国・地域を加えたものである。

香港 (H)、インド (G)、その他世界 (W)

(6) 項目別最終需要総額 (FI, \dots, FU)

項目別最終需要総額は、各国の産業連関表の最終需要項目を、アジア表の項目分類に従い、「民間消費支出」「政府消費支出」「国内総固定資本形成」および「在庫変動」の4項目に集計したものを用了。

(7) 外生国への輸出総額 (LH, LG, LW)

外生国への財輸出総額は、UN Comtrade Databaseより得ることができる。サービス輸出については、国際通貨基金 (International Monetary Fund, IMF) の国際収支統計 (Balance of Payments Statistics, BoP) より得ることができる。しかし、BoPからは相手国・地域別の詳細な情報を得ることができないため、「その他世界への輸出 (Rest of the World, ROW)」に一括して計上した。

2-3. 外生値の二面等価とバランス調整

表2-3に示されるデータ・ソースより収集・推計した対象年次 (2015年) の外生値は、図2-2に示されるとおり、アジア表における取引額を行方向に足し上げた合計値 (産出額) か、あるいは列方向に足し上げた合計値 (投入額) として定義される。同じ表における取引額の足し上げる方向が異なるだけであるから、行方向の合計値 (産出額) と列方向の合計値 (投入額) が一致する、いわゆる「二面等価の関係」が成立している必要がある。これは、以下の恒等式として表現される。

$$\begin{aligned} (2.7) \quad & (X^I + X^M + \dots + X^U) + (FI + FM + \dots + FU) + LH + LG + LW \\ & = (X^I + X^M + \dots + X^U) + BF + CH + CG + CW + DT + V \end{aligned}$$

しかし、表2-3に示されるように、外生値は各国の産業連関表や貿易統計など異なるデータから収集・推計されており、必ずしも (2.7) 式が成立する保証はない。そこで、(2.7) 式の二面等価が成立しているかどうかについて確認を行った。二面等価は、本来各国ごとの投入・産出関係において成立すべきものであることから、以下では各国ごとに産出額と投入額が一致しているかどうかを確認する。

表2-4 調整前の行・列バランス

(単位：億ドル)

	中 国	インドネシア	日 本	韓 国	マレーシア
<列>					
XX600	271,830	16,353	84,089	33,891	7,633
BF001	276	63	90	56	26
CH900	127	18	19	15	30
CG900	134	27	49	42	39
CW900	13,230	718	4,400	3,124	894
DT001	791	37	284	171	25
VV900	94,432	8,337	45,294	14,476	2,925
TOTAL	380,820	25,555	134,224	51,775	11,572
<行>					
XX600	271,830	16,353	84,089	33,891	7,633
FX900	105,993	8,557	46,566	13,654	2,635
LH001	3,305	21	350	304	95
LG001	582	117	81	120	81
LW001	12,152	721	3,469	8,184	909
TOTAL	393,862	25,769	134,556	56,154	11,353
<乖離>					
列－行	-13,042	-214	-331	-4,379	219
(列－行) / 行	-0.0331	-0.0083	-0.0025	-0.0780	0.0193

	台 湾	フィリピン	シンガポール	タ イ	米 国
<列>					
XX600	11,363	5,551	7,848	9,180	308,208
BF001	63	35	51	51	433
CH900	14	19	37	16	69
CG900	19	13	58	26	467
CW900	1,291	390	2,616	1,121	18,821
DT001	41	39	67	132	329
VV900	5,085	2,861	2,904	3,782	175,502
TOTAL	17,877	8,908	13,580	14,307	503,830
<行>					
XX600	11,363	5,551	7,848	9,180	308,208
FX900	4,428	2,992	2,239	3,490	185,362
LH001	380	62	411	118	371
LG001	29	4	110	53	215
LW001	1,024	411	2,514	1,470	18,838
TOTAL	17,225	9,020	13,122	14,311	512,994
<乖離>					
列－行	652	-113	457	-3	-9,164
(列－行) / 行	0.0379	-0.0125	0.0349	-0.0002	-0.0179

(出所)筆者作成。

表2-5 現地通貨から米ドルへの換算レート(2015年)

国	現地通貨／米ドル	為替レート ^(注)
インドネシア	Rupiah/US\$	13,389.41
マレーシア	Ringgit/US\$	3.9055
フィリピン	Pesos/US\$	45.503
シンガポール	S\$/US\$	1.3748
タイ	Baht/US\$	34.25
中国	Yuan/US\$	6.2275
台湾	NT\$/US\$	31.9
韓国	Won/US\$	1,131.16
日本	Yen/US\$	121.04

(出所) International Monetary Fund, *International Financial Statistics*台湾については, Asian Development Bank, *Key Indicators 2019*

(注) 各国の為替レートは2015年の期間平均値(Average of Period)である。

表2-4は、図2-2に示される外生値の列方向の合計値（(2.7) 式の左辺）と行方向の合計値（(2.7) 式の右辺）を比較したものである。なお、現地通貨単位で得られるデータについては、表2-5の2015年の年平均為替レートを用いて、すべてのデータが米ドルで集計できるように変換を行った。

表2-4の最下段に示される「行合計と列合計の乖離」より、列と行の合計値は一致しないことがわかる。(2.7) 式の恒等関係を成立させるためには、これらの乖離をいずれかの項目で吸収させる必要がある。ここでは、行方向の合計値を固定し、乖離を列のCW900（その他世界からの輸入）に足し込む（から差し引く）ことにより、二面等価を実現した。行方向の合計値を固定した理由は、①列方向には、国際運賃・保険料（BF001）や輸入関税・輸入商品税（DT001）のように2005年アジア表の数値から推計されたデータが含まれており、行方向の値に比べて精度が劣ると考えられること、②列方向の合計値を固定して行方向で調整しようとする、乖離を吸収しきれないケースが生じてしまうためである。

2-4. 付加的情報

2-2.において収集した外生値は、各国のデータを集計したものであるため、集計する前の国別の値を反映させることができれば、より精度の高い延長推計が可能となる。外生値以外に利用可能な各国別または部門別のデータを表2-6に付加的情報として列挙した。また、これらの付加的情報は、図2-2では薄い網掛け部分として示される。

表2-6 利用可能な付加的情報とデータ・ソース

	インドネシア	マレーシア	フィリピン	シンガポール	タイ
1. 国別国際運賃・保険料	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表
2. 国別輸入関税・輸入商品税	2005年アジア表 OECD IOTs	2005年アジア表 2015年マレーシア表	2005年アジア表 OECD IOTs	2005年アジア表 OECD IOTs	2005年アジア表 OECD IOTs
3. 国別部門別項目別付加価値額	OECD IOTs	2015年マレーシア表	OECD IOTs	2015年シンガポール表	OECD IOTs
4. 国別部門別項目別国内最終需要額	OECD IOTs	2015年マレーシア表	OECD IOTs	2015年シンガポール表	OECD IOTs
5. 外生国・地域への相手国別部門別輸出額	UN Comtrade OECD IOTs	UN Comtrade 2015年マレーシア表	UN Comtrade OECD IOTs	UN Comtrade 2015年シンガポール表	UN Comtrade OECD IOTs
6. 内生国・地域からの相手国別部門別輸入額	UN Comtrade OECD IOTs	UN Comtrade 2015年マレーシア表	UN Comtrade OECD IOTs	UN Comtrade 2015年シンガポール表	UN Comtrade OECD IOTs
7. 外生国・地域からの相手国別部門別輸入額	UN Comtrade	UN Comtrade	UN Comtrade	UN Comtrade	UN Comtrade
8. 部門別国内中間取引額	OECD IOTs	2015年マレーシア表	OECD IOTs	2015年シンガポール表	OECD IOTs

	中国	台湾	韓国	日本	米国
1. 国別国際運賃・保険料	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表	2005年アジア表
2. 国別輸入関税・輸入商品税	2005年アジア表 OECD IOTs	2015年日本表	2015年韓国表	2015年日本表	2015年米国表(SUT) 2005年アジア表 OECD IOTs
3. 国別部門別項目別付加価値額	OECD IOTs	2015年日本表	2015年韓国表	2015年日本表	2015年米国表(SUT)
4. 国別部門別項目別国内最終需要額	OECD IOTs	2015年日本表	2015年韓国表	2015年日本表	2015年米国表(SUT)
5. 外生国・地域への相手国別部門別輸出額	UN Comtrade OECD IOTs	UN Comtrade OECD IOTs	UN Comtrade 2015年韓国表	UN Comtrade 2015年日本表	UN Comtrade OECD IOTs
6. 内生国・地域からの相手国別部門別輸入額	UN Comtrade OECD IOTs	UN Comtrade OECD IOTs	UN Comtrade 2015年韓国表	UN Comtrade 2015年日本表	UN Comtrade OECD IOTs
7. 外生国・地域からの相手国別部門別輸入額	UN Comtrade	UN Comtrade	UN Comtrade	UN Comtrade	UN Comtrade
8. 部門別国内中間取引額	OECD IOTs	OECD IOTs	2015年韓国表	2015年日本表	OECD IOTs

(出所)筆者作成。

(注)表中の略称は以下のとおり。

OECD IOTs : Organisation for Economic Cooperation and Development Input-Output Tables

UN Comtrade : United Nations Comtrade Database

IMF BoPs : International Monetary Fund, Balance of Payments Statistics

(1) 国別国際運賃・保険料

(2.3) 式に示されるとおり、外生値の国際運賃・保険料総額 (BF) は、各国レベルで収集・推計されたデータを集計したものであるから、集計前のデータ ($FI15^a$) を用いることにより、より詳細に各国レベルで国別国際運賃・保険料を固定することができる。

(2) 国別輸入関税・輸入商品税

(2.6) 式に示されるとおり、外生値の輸入関税・輸入商品税総額 (DT) は、各国レベルで収集・推計されたデータを集計したものであるから、集計前のデータ ($DT15^a$) を用いることにより、より詳細に各国レベルで輸入関税・輸入商品税額を固定することができる。

(3) 国別部門別項目別付加価値額

外生値の項目別付加価値総額 (V) は、各国の産業連関表における部門別項目別付加価値額をすべての内生国について集計することにより算出している。集計前のデータを用いることにより、より詳細な付加価値額を固定することができる。付加価値については、すべての内生国について産業連関表が利用可能であるため (SUTを含む)、各国について延長アジア表の16部門について、4つの付加価値項目ごとに付加価値額を確定することができる。

(4) 国別部門別項目別国内最終需要額

外生値の国別項目別最終需要総額 (FI, \dots, FU) は、各国の産業連関表における部門別項目別最終需要額を全部門について集計することにより算出している。したがって、集計前のデータを用いることにより、より詳細な最終需要額を固定することができる。最終需要については、すべての内生国について国内取引と輸入取引が分離計上された各国の産業連関表が利用可能であるため (SUTを含む)、各国について、4つの最終需要項目別の部門別国内最終需要額を確定することができる。

(5) 外生国・地域への相手国別部門別輸出額

外生国・地域への部門別輸出額については、UN Comtrade Databaseより詳細な財別輸出額を得ることができるため、相手国別の輸出データを詳細な品目別に収集して延長表の共通部門分類に統合することにより、相手国・地域別および部門別の輸出額を得ることができる。

ただし、アジア表における輸出額は生産者価格で評価されているのに対し、UN Comtrade Databaseより得られる輸出額はFOB価格評価であるため、以下の手順で国内商業マージン・国内運輸コスト (Domestic Trade Margins and Domestic Transport Costs, TTM) を「剥ぎ取る」ことにより、生産者価格に変換した。

まず、各国の産業連関表をアジア表の16部門分類に集計した上で、輸出ベクトルにおける「15.商業・運輸」の金額を輸出総額で除することにより、内生国 r ($=I, M, P, S, T, C, N, K, J, U$) の輸出に掛かるTTM率 ($TTMR15^r$) を算出した。

$$(2.8) \quad TTMR15^r = \frac{e15_{15}^r}{\sum_i e_i^r}$$

$e15_{15}^r$: 内生国 r の「15.商業・運輸」部門の輸出額
(内生国 r の財輸出に掛かるTTM総額)

$\sum_i e_i^r$: 内生国 r の財輸出総額

(2.8) 式の値を、UN Comtrade Databaseより抽出・集計したFOB価格評価の輸出額 ($FOB15_i^{rS}$) に乗じ、各財 (部門) の輸出に掛かるTTM額 ($TTM15_i^{rS}$) を計算する。

$$(2.9) \quad TTM15_i^{rS} = FOB_i^{rS} \times TTMR15^r$$

(2.9) 式から得られる部門ごとのTTM額をFOB輸出額から差し引くことにより、生産者価評価の部門別輸出額を得ることができる。

$$(2.10) \quad Prod_i^{rS} = FOB_i^{rS} - TTM15_i^{rS}$$

(2.10) 式において差し引かれた部門別TTM額は、すべての部門について集計して「15. 商業・運輸」に足し込むことにより、生産者価格評価の相手国別部門別輸出額ベクトルが得られることになる。

このようにUN Comtrade Databaseより計算される輸出額は、各国の産業連関表（における輸出ベクトル）とは必ずしも整合的であるとは限らない。事実、幾つかの部門においては、外生国への輸出額が、国内生産額の大部分を占めてしまうケースや国内生産額を上回るケースが生じているため、こうした不整合が生じている部門については、(2.10) 式により得られた輸出額は付加的情報として使用しないこととした。

(6) 内生国・地域からの相手国別部門別輸入額

他の内生9カ国・地域からの輸入額は、UN Comtrade Databaseより相手国別部門別輸入額を得ることができる。アジア表では、内生国間の輸入表は生産者価格で評価されるが、UN Comtrade Databaseから得られる輸入額はCIF価格評価であるため、以下の手順で輸入に掛かる国際運賃・保険料およびTTMを剥ぎ取ることにより、生産者価格評価の相手国別部門別輸入額を推計した。

まず、(2.11) 式により2005年アジア表より推計した国際運賃・保険料率を1から差し引いた値を、以下のようにCIF価格評価の部門別輸入額 ($mcif_{15}^{rs}$) に乗じることにより、CIF価格の輸入額をFOB価格 ($mfob_{15}^{rs}$) に変換する³⁾。

$$(2.11) \quad mfob_{15}^{rs} = mcif_{15}^{rs} \times (1 - FIR05^s)$$

次いで、FOB価格から生産者価格に変換するために、(2.8) 式により計算したTTM率を乗じて生産者価格化した上で、剥ぎ取られたTTM額を集計して「15. 商業・運輸」に足し込むことにより、生産者価格評価の部門別輸入額を求めることができる。

3) ここでは、外生値の国際運賃・保険料の推計の場合と同様、輸入に掛かる国際運賃・保険料率は、2005年と2015年で変化しないと仮定していることに加え、各財（各部門）の間でも輸入に掛かる国際運賃・保険料率は同一であると仮定していることになる。

$$(2.12) \text{ mprod_15}_t^s = \text{mfob_15}_t^s \times (1 - \text{TTMR15}^r)$$

… 内生国 s の内生国 r からの第 i 部門の生産者価格評価の輸入額

(2.12) 式に示されるとおり、内生国 s の内生国 r からの輸入に掛かるTTM率は、輸出国である内生国 r の値を用いる必要がある点に注意が必要である。

また、(2.12) 式により推計される内生国 s の内生国 r からの輸入は、アジア表においては内生国 r から内生国 s への輸出としても扱われる。そのため、上の (5) で推計した外生国への輸出の場合と同様に、貿易統計から得られた他の内生国の内生国 r からの輸入額の合計（内生国 r からの他の内生国への輸出額の合計）が、各国の産業連関表から得られた内生国 r の国内生産額と必ずしも整合的であるとは限らない。したがって、(2.12) 式により得られた輸入額が、輸入相手国（輸出国）の国内生産額の大部分を占めてしまうケースや国内生産額を上回るなどの不整合が生じている部門については付加的情報として使用しないこととした。

(7) 外生国・地域からの相手国別部門別輸入額

外生国・地域からの部門別輸入額については、UN Comtrade Databaseから得ることができる。なお、アジア表においては、外生国・地域からの輸入はCIF価格で評価されているため、国際運賃・保険料やTTMを剥ぎ取る必要はない。

(8) 部門別国内中間取引額

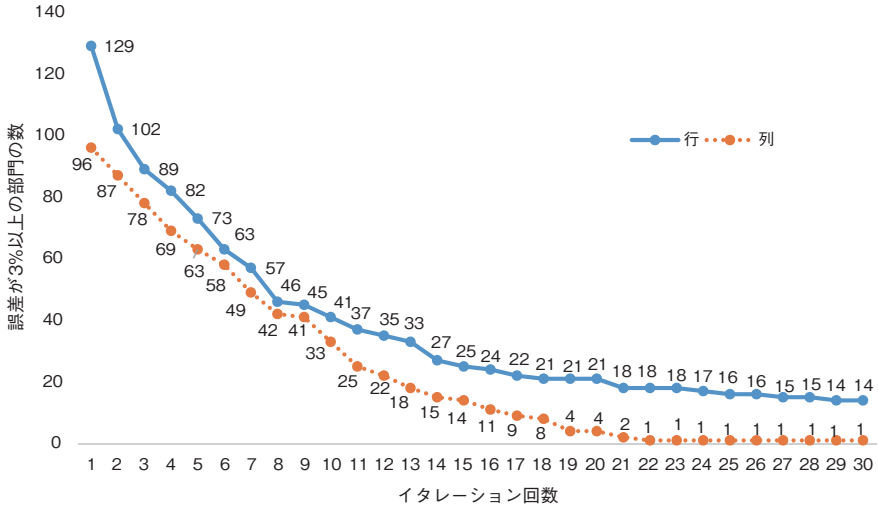
国内取引と輸入取引が分離計上されている非競争輸入型の各国の産業連関表を用いることにより、部門別国内中間取引額を確定させることができる。

3 推計結果

3-1. 修正RAS法による延長推計結果

前節で収集・推計した外生値および付加的情報に、第1節で説明した「拡張RAS法」を適用することにより、2015年延長アジア表の推計を行った。図2-3は、拡張RAS法の収束状況を示したものである。

図2-3 拡張RAS法の収束状況



(出所)筆者作成。

(注)拡張RAS法を適用するアジア表は行部門数が211, 列部門数が173である。

図2-3に示されるとおり、行方向と列方向について、それぞれ30回ずつ計60回の反復計算 (iteration) を行った結果、3%以上の誤差が残った部門が行方向については14部門、列方向については1部門であった⁴⁾。これらの誤差は、第1節で説明した拡張RAS法の手順 (⑧および⑨) により消去する。

表2-7は、上記の手順により推計された2015年延長アジア表の1部門縮約表である。調査に基づいて作成された2015年のアジア表 (真の値) が存在しないため、延長アジア表の妥当性を評価することは難しいが、外生値のみを用いた通常のRAS法による推計結果と比較することにより、断片的な評価や延長アジア表の特徴について検討を行った。

4) 誤差の基準を3%としたのは、これまでのアジア表の作成に際しては、分析利用に耐え得る表とするため、経験的に各部門の誤差を3%以下に縮小させるようにバランス調整を行っていたことに基づいている。

表2-7 2015年延長アジア国際産業連関表(1部門縮約表)

(単位：億ドル)

	中間需要									
	インド ネシア	マレー シア	フィリ ピン	シンガ ポール	タ イ	中 国	台 湾	韓 国	日 本	米 国
インドネシア	6,862	39	10	93	28	237	37	82	145	34
マレーシア	40	3,387	14	75	68	393	31	56	85	85
フィリピン	5	13	2,204	17	16	117	13	20	39	32
シンガポール	35	50	17	2,719	19	431	14	169	187	118
タイ	46	79	16	67	3,855	340	23	34	127	99
中国	134	203	45	190	172	155,062	176	507	604	1,203
台湾	11	42	25	85	26	830	4,497	77	91	102
韓国	35	27	14	21	32	1,315	59	15,196	135	124
日本	63	90	34	102	121	1,290	146	298	33,089	347
米国	51	69	33	316	86	1,028	107	299	559	118,670
国際運賃・保険料	34	16	20	27	30	327	44	39	49	118
香港からの輸入	8	21	14	12	18	404	19	83	23	23
インドからの輸入	11	8	3	14	10	102	5	11	9	56
その他世界からの輸入	926	750	353	1,479	896	18,758	1,294	2,959	4,030	16,425
輸入関税・輸入商品税	30	11	17	1	72	647	13	68	178	53
付加価値	8,060	2,826	2,733	2,629	3,732	90,547	4,884	13,992	44,739	170,720
国内生産額	16,353	7,633	5,551	7,848	9,180	271,830	11,363	33,891	84,089	308,208

(出所)筆者作成。

表2-7 2015年延長アジア国際産業連関表(1部門縮約表, 続き)

(単位: 億ドル)

最終需要										
	インド ネシア	マレー シア	フィリ ピン	シンガ ポール	タ イ	中 国	台 湾	韓 国	日 本	米 国
中間投入	インドネシア	7,748	10	3	14	9	28	4	6	114
	マレーシア	9	2,156	1	22	16	89	4	5	138
	フィリピン	8	2	2,605	3	7	44	3	3	65
	シンガポール	33	12	5	1,758	13	141	6	42	281
	タイ	34	17	15	18	2,774	99	13	8	190
	中国	114	70	10	75	90	96,607	113	1,232	3,036
	台湾	6	6	2	8	8	422	7	37	149
	韓国	22	6	2	6	8	412	13	12,395	181
	日本	42	24	15	24	54	785	105	91	43,990
	米国	39	24	9	113	26	513	51	79	209
国際運賃・保険料	21	4	5	5	9	132	11	11	29	213
香港からの輸入	6	7	5	6	8	101	10	30	6	71
インドからの輸入	4	2	1	10	3	16	1	2	8	90
その他世界からの輸入	584	288	385	341	529	7,518	455	902	1,183	12,468
輸入関税・輸入商品税	9	6	8	35	18	349	13	54	130	204
付加価値										
国内生産額										

(出所) 筆者作成。

表2-7 2015年延長アジア国際産業連関表(1部門縮約表, 続き)

(単位: 億ドル)

		輸出			国 内 生産額
		香港への 輸出	インドへ の輸出	その他世 界への輸 出	
中 間 投 入	インドネシア	119	21	681	16,353
	マレーシア	82	95	759	7,633
	フィリピン	4	62	239	5,551
	シンガポール	89	396	1,216	7,848
	タイ	50	110	1,086	9,180
	中 国	590	3,334	8,065	271,830
	台 湾	29	373	897	11,363
	韓 国	120	304	3,411	33,891
	日 本	89	289	2,299	84,089
	米 国	204	344	16,481	308,208
国際運賃・保険料					
香港からの輸入					
インドからの輸入					
その他世界からの輸入					
輸入関税・輸入商品税					
付加価値					
国内生産額					

(出所)筆者作成。

3-2. 標準的なRAS法との比較

ここでは、表2-3に示される外生値のみを用いて延長推計を行った標準的なRAS法（以下、「標準RAS法」）による推計結果との比較を通じて、表2-7に示される拡張RAS法による推計結果の特徴を検討する。

(1) 乖離度指標の計測

まず、拡張RAS法と標準RAS法の間で、表全体に生じる乖離の程度を把握するため、次式によって計算される標準誤差率（Standardized Percentage Error, STPE）を計算し、拡張RAS法により延長推計されたアジア表と標準RAS法により延長推計されたアジア表の間の乖離の度合いを計測する。

$$(2.13) \text{ STPE} = \frac{\sum_r \sum_s \sum_i \sum_j |z_{ij}^{rs} - \hat{z}_{ij}^{rs}|}{\sum_r \sum_s \sum_i \sum_j z_{ij}^{rs}} \times 100$$

z_{ij}^R は拡張RAS法により延長推計されたアジア表の取引額であり、 z_{ij}^S は標準RAS法により延長推計されたアジア表の取引額である。(2.13)式を用いて乖離度を計測した結果は表2-8に示すとおりである。

表2-8 乖離指標(標準誤差率)の計測結果

	標準誤差率(%)
表全体	20.13
(1)付加的情報により固定された取引	17.68
(a)国内中間取引	9.24
(b)国内最終需要	3.28
(c)付加価値	3.03
(d)外生国・地域への輸出	2.13
(2)付加的情報が利用できない取引	2.45
(a)輸入中間取引	1.83
(b)輸入最終需要	0.62

(出所) 2015年延長アジア表より計算。

表2-8より、拡張RAS法により延長推計されたアジア表と標準RAS法により延長推計されたアジア表との間には、20.13%の乖離が生じていることがわかる。表2-8では、この20.13%の乖離のうち、(1)拡張RAS法において付加的情報を利用して取引額を固定した部分と、(2)拡張RAS法において付加的情報が利用できないため、取引額を固定することができなかった部分に分けて、STPEを計測した結果も示してある。

付加的情報を用いて取引額を固定(特定)することができた部分は、(a)国内中間取引、(b)国内最終需要、(c)付加価値、(d)外生国・地域への輸出の4つの部分(計3,360セル)である。表2-6に示すとおり、上の(a)、(b)、(c)のデータは各国の産業連関表より収集・作成されている。各国の産業連関表には一部推計に基づく部分や延長推計による表も含まれるものの、各国の詳細な情報を最大限用いて作成された最も信頼度の高いデータと考えられる。また、(d)のデータは貿易統計を直接集計することにより作成されている。第1節の延長推計の手順で説明したとおり、拡張RAS法では付加的情報が利用できる部分についてもRASが適用されるものの、個々の取引に関する情報が利用できる場合には、最終的にはその部分が付加的情報により置き換えられることになる⁵⁾。したがって、拡張RAS法の結果推計された上の4つの部分の値は、最も現実値に近い値である

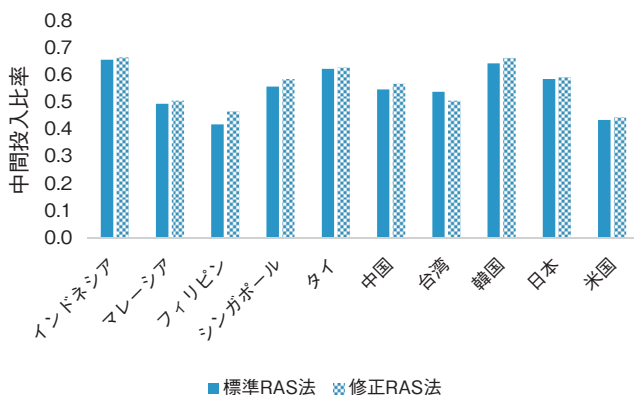
と仮定してよいと思われる。この仮定の下では、表2-8における（1）および（a）～（d）の計測結果は、標準RAS法により推計された延長表におけるこの部分の推計値の精度を表していると考えられる。

表2-8より、付加的情報を用いて取引を固定した部分の乖離度は17.68%であり、表全体における乖離の大部分を占めている。他方、付加的情報により取引を固定していない部分（33,143セル）の乖離度は合計で2.45%にすぎない。付加的情報によって固定した取引の数は、付加的情報を用いていない部分の約10分の1にもかかわらず、乖離の大部分を占めていることは、付加的情報を用いることにより、推計の精度を高めることができることを示唆している。

（2）中間投入比率の比較

2つの表の間の乖離をより詳細に検討するため、各国の中間投入比率を比較した結果を示したものが図2-4である。

図2-4 中間投入比率の比較(全産業合計)



（出所）2015年延長アジア表より計算。

（注）中間投入比率は、次式により計算。

$$Int_j^s = \frac{\sum_i \sum_j x_{ij}^s}{\sum_j x_j^s}$$

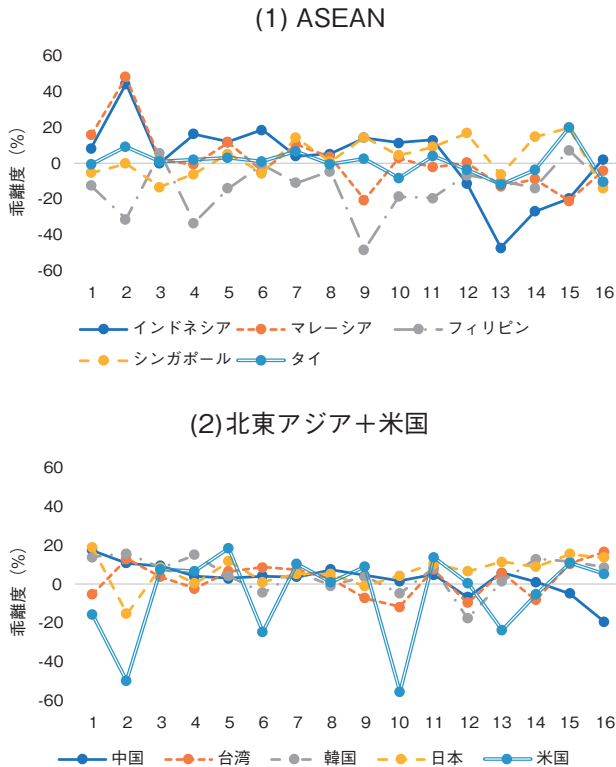
$\sum_i \sum_j x_{ij}^s$ ： 内生国sの中間投入額

$\sum_j x_j^s$ ： 内生国sの国内生産額

- 5) 厳密には、RASの結果残った誤差を吸収するため、収集した付加的情報からは若干のずれが生じるが、その誤差はごく僅かであり、拡張RAS法により延長推計された表には、収集した付加的情報がほぼそのまま反映されていると言ってよい。

図2-4より、フィリピンおよび台湾において、拡張RAS法と標準RAS法との間で、やや大きな乖離が生じているものの、そのほかは2つの推計方法の間で大きな乖離は生じていないように見える。しかし、全体としての乖離は小さくても、産業レベルでは大きな乖離が生じている可能性がある。そこで、産業部門ごとに乖離度を計測した結果を図2-5に示してある。上段の(1)はASEAN5カ国、下段の(2)

図2-5 中間投入比率の比較(各産業)



(出所) 2015年延長アジア表より計算。

図中の番号は産業部門を表す。部門名については、末尾の付表を参照のこと。

乖離度は、次式により計算。

$$dev_j^s = \frac{Int_j^s - \overline{Int}_j^s}{\overline{Int}_j^s} \times 100$$

Int_j^s : 拡張RAS法によって推計された2015年延長アジア表における内生国 s の産業 j の中間投入比率

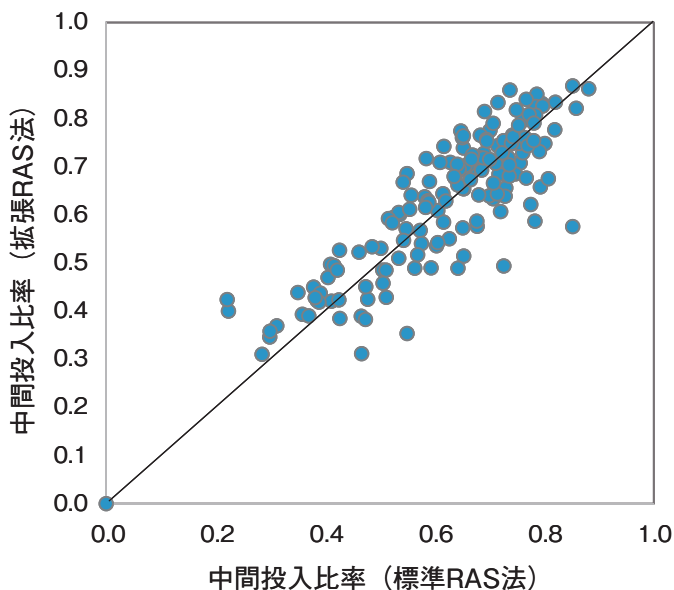
\overline{Int}_j^s : 標準RAS法によって推計された2015年延長アジア表における内生国 s の産業 j の中間投入比率

は北東アジアに米国を加えた5カ国の計測結果である。全産業平均とは対照的に、産業部門レベルでは、大きな乖離を示している産業があることがわかる。また、2つのグラフを比較すると、ASEAN5カ国の方が、米国を除く北東アジア4カ国よりも、2つの延長推計方法の間で乖離が大きい部門が多くなっている。

図2-5より、フィリピンや米国において、乖離が大きな産業が多くみられる。産業別では、「2.鉱業・採石業」「4.繊維製品」「6.化学」「9.一般機械」「10.電気機械」「13.電力・ガス・水道」において大きな乖離を示す国が存在する。特に、「2.鉱業・採石業」では、多くの国で大きな乖離が生じている。

図2-6は、横軸に標準RAS法に基づく中間投入比率の値、縦軸に拡張RAS法に基づく中間投入比率の値を、それぞれプロットした散布図である。もしも、2つの表の間で乖離が存在しなければ（同一国の同一部門の中間投入比率が一致すれば）、すべての点は、45度線上に位置するはずである。

図2-6 中間投入比率の比較



（出所）2015年延長アジア表より計算。

図2-6より、中間投入比率のペアのうち、45度線上にあるものは少なく、その周辺にばらついている。したがって、2つの表の間で中間投入比率にはかなりの乖離があることがわかる。なお、原点に位置しているのは、シンガポールの「2.鉱業・採石業」であり、シンガポールではこの部門の生産がないことから、中間投入比率もゼロとなっている。

(3) 後方連関効果の比較

産業連関表の利用者にとっては、推計方法によって分析にどのような影響が生じるかが重要な問題となる。そこで、基本的な分析指標である後方連関効果の計測結果を比較することにより、分析への影響を調べることにする。後方連関効果の指標としては、レオンチェフ逆行列の列和を用いる。

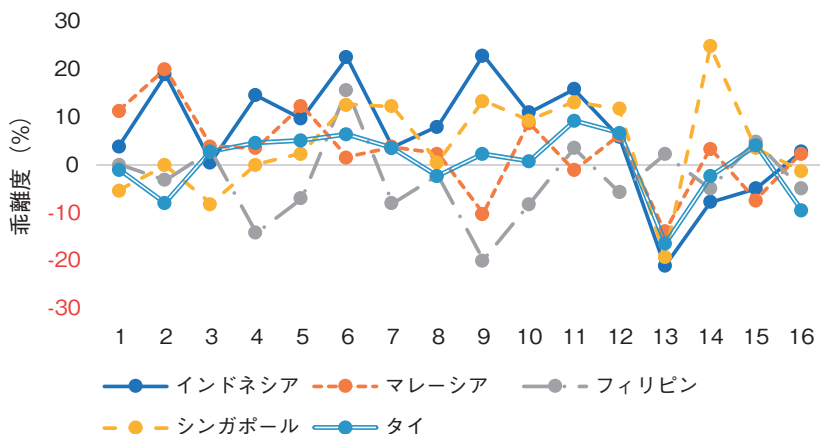
図2-7は、中間投入比率の場合と同様、2つの異なる方法で推計された表から計算された後方連関効果の乖離度を計測した結果を示したものである。

図2-7より、後方連関効果の乖離度は中間投入比率の場合と比較して小さくなっていることがわかる。中間投入比率の場合のように、極端に大きな乖離を示す部門はないものの、多くの部門で10%を超える乖離が生じており、推計方法の違いにより、分析結果にも少なからぬ影響が及ぶものと思われる。また、中間投入比率の場合と同様、2つのグラフを比較すると、ASEAN5カ国の方が、米国を除く北東アジア4カ国よりも、2つの延長推計方法の間で乖離が大きい部門が多くなる傾向がみられる。

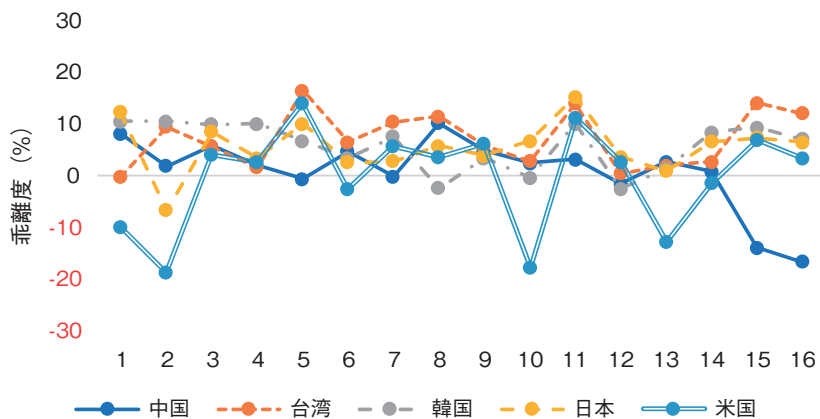
図2-8は、横軸に標準RAS法に基づく後方連関効果の値、縦軸に拡張RAS法に基づく後方連関効果の値を、それぞれプロットしたものである。中間投入比率の場合と同様、45度線上に位置するものは少なく、多くの後方連関効果の値には乖離が生じていることがわかる。また、45度線の両側に対照的に分散している中間投入比率の場合（図2-6参照）と異なり、後方連関効果は、ほとんどのプロットが45度線よりも上方に位置していることが特徴的である。このことは、推計方法により分析結果にシステマティックなバイアスが生じる可能性があることを示唆している。

図2-7 後方連関効果の比較(各産業)

(1) ASEAN



(2) 北東アジア+米国



(出所)2015年延長アジア表より計算。

図中の番号は産業部門を表す。部門名については、末尾の付表を参照のこと。

乖離度は、次式により計算。

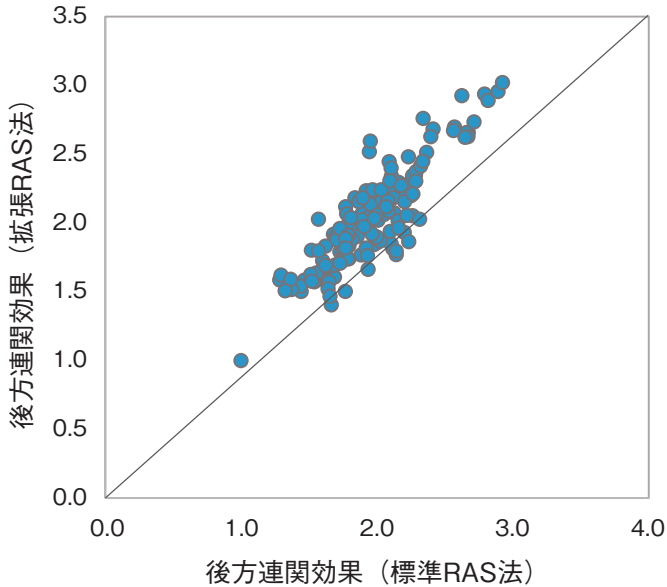
$$dev_inv_j^s = \frac{\sum_r \Sigma_i l_{ij}^{rs} - \sum_r \Sigma_i l_{ij}^{rs}}{\sum_r \Sigma_i l_{ij}^{rs}} \times 100$$

l_{ij}^{rs}, l_{ij}^{rs} : レオンチェフ逆行列表の要素

$\sum_r \Sigma_i l_{ij}^{rs}$: 拡張RAS法による2015年延長アジア表より計算された内生国sの産業jの後方連関効果(列和)

$\sum_r \Sigma_i l_{ij}^{rs}$: 標準RAS法による2015年延長アジア表より計算された内生国sの産業jの後方連関効果(列和)

図2-8 後方連関効果の比較



（出所）2015年延長アジア表より計算。

おわりに

本章では、第1章における延長推計の方法に関する議論に基づき、①付加的情報の利用、②マイナス値の処理（ゼロクリア）を加味した拡張RAS法を用いて2015年延長アジア表の推計を行った。

推計した延長アジア表について、外生値のみを用いた標準RAS法により推計した表との比較を行って延長アジア表の特徴や妥当性を検討した結果、付加的情報を用いることにより、推計精度を向上させることができる可能性が高い（外生値のみを利用した標準RAS法によって推計された延長表は、精度の確保が難しいと考えられる）ことが示唆された。また、2つの推計方法の間で、表全体では乖離が生じないものの、産業部門レベルでは大きな乖離やバイアスが生じており、分析にも影響を及ぼす可能性が高いことも明らかとなった。

[参考文献]

〈日本語文献〉

- 佐野敬夫 2011.「国際産業連関表作成のための情報システム」猪俣哲史・桑森啓・玉村千治編「2005年国際産業連関表の作成と利用（Ⅱ）」アジア国際産業連関シリーズNo. 77, 日本貿易振興機構アジア経済研究所, 95-130.
- 2017.「各国産業連関表の延長推計の方法」(桑森啓・玉村千治編『アジア国際産業連関表の作成——基礎と延長』研究双書No.632, 日本貿易振興機構アジア経済研究所, 79-122.

付表 2015年延長アジア表の部門分類

部門番号	部門名称
1	農林水産業
2	鉱業・採石業
3	食品・飲料・たばこ
4	繊維製品
5	その他の軽工業
6	化学
7	非金属製品
8	金属製品
9	一般機械
10	電気機械
11	輸送機械
12	その他の製造業
13	電力・ガス・水道
14	建設
15	商業・運輸
16	サービス

©Hiroshi Kuwamori and IDE-JETRO 2022

本書は「クリエイティブ・コモンズ・ライセンス表示-改変禁止4.0国際」の下で提供されています。
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.ja>



東アジア諸国産業におけるGVCの基礎構造とその変化

玉村 千治

はじめに

東アジアでは、企業レベルでの生産活動の分散立地と、産業レベルでの生産活動の集積形成とが同時に進行し、特に機械産業を中心にそれが盛んになり、国際的生産・流通ネットワーク、言い換えればサプライチェーン・ネットワークが形成されてきた。

一般に、企業の成長は、いかにこのサプライチェーン・ネットワークに参加しそれを深化させてすべての生産工程を最適化させることができるかに大きく依存している。

生産工程の最適化は、付加価値の生産性を一層高めることを目標とする。したがって、その生産工程における中間財のサプライチェーンは、効率性を求め国境をまたいだものとなっている。付加価値の高い（品質の高い）ものを可能な限り安価で投入し、高い付加価値をつけて次の工程（国内外の企業）へ可能な限り高価で販売する仕組みをすべての企業が求めるなかで、いわゆるグローバル・バリュー・チェーン（GVC：付加価値連鎖網）が構築されている。このGVCは常に動的で刻々変化していると考えられるが、その進展の方向性を探るために各時点での状況を把握することは重要である。

こうした意義を踏まえて、本章では、GVCを最終財生産に寄与する付加価値の連鎖（あるいは、最終財生産のために波及する付加価値の分布）と定義¹⁾し、まず、対象各国各部門の最終財生産に寄与するGVCの基礎構造、すなわち最終財単位

当たりのGVCについて、2005年と2015年のアジア国際産業連関表（以下、「アジア表」）を利用して各時点の特徴および2時点間変化を分析する。さらに、その基礎構造と各国各部門の最終財の需要構造が各国の部門別GDPを決めることを利用して、その部門別GDPの源泉（拠り所）とGVCの基礎構造の関係を考察する。分析の視点は、GVCの地域的な広がりと大きさの変化である。アジア表は東アジア諸国に米国を加えた表であるが、はたしてGVCはこの地域に均等に広がっているのか、それとも特定地域との結びつきなのか、あるいはこの地域外（域外）との結びつきが強いのかに関心の中心である。特に基礎構造の分析においては、近年国際分業が一層進展した電気機械と輸送機械に着目する。また、製造業のサプライチェーンとは密接に関係すると言われるサービス部門とこの2つの部門の連鎖も観察する。

GVCはおもに付加価値の国間連鎖を意味するので、これまで多くの研究では付加価値の輸出を中心に据え、実際の貿易統計との比較で論じられることが多い。そして、その展開として、たとえば米中貿易戦争において言われる米国の大幅な貿易収支赤字は、付加価値貿易収支でみるとそれほどまでの規模の赤字にはなっていないことなどが示されてきた。こうした研究の中心は実際の二国間貿易統計が中間投入財貿易の重複²⁾を含み両国間の正確な付加価値貿易を示していないとし、貿易統計（輸出統計）を付加価値の動きに応じた要素に分解する点にある（Hummels et al. 2001; Johnson and Noguera 2012; Koopman et al. 2014）。

一方、これらの議論に基づいた上でGVCをサプライチェーンとして捉え、GVCへの参加度を示す指数の考え方をOECDは提示している³⁾。

1) 内閣府（2014）では、GVCは以下の①～③に要約されるとしている。本章の定義は①を指している。

①GVCとは、複数国にまたがって配置された生産工程の間で、財やサービスが完成されるまでに生み出される付加価値の連鎖を表す。

②GVCへの参加には、2つの方法があり、ひとつは、他国の財やサービスの生産工程に自国の生産する中間財・サービスや資本財等の供給を行うことで、バリュー・チェーンの上流から下流に向けて参加する「前方への参加」であり、もうひとつの方法は、自国の生産する財やサービスの生産工程に他国から中間財・サービスや原材料等の供給を受けることで、バリュー・チェーンの下流から上流に向けて参加する「後方への参加」である。

③比較優位の変化に対応して財やサービスの供給・調達を行い、GVCへの参加度を高めることは、世界経済の活力を取り込みやすくとともに、国内拠点の生産性向上を促し、企業が付加価値を生み出す力を高めると考えられる。

2) 二国間を行き来するたびに輸出（入）として計上するということ。

本論では、こうした先行研究に対し、GVCの構造という視点から捉えようとするものである。すなわち、各国の各生産物の生産は自国・他国へ生産の波及効果を及ぼす。当然、付加価値の波及効果も伴う。たとえば、日本の自動車1台の生産需要は、自国・他国のいろいろな産業の（付加価値）生産を促し、結果的にはそれらの付加価値が累積されて日本の自動車1台が生産できるのである。こうした付加価値波及の構成を各国各財の生産に伴うGVCの構造と定義⁴⁾し、産業部門ごとのGVC構造の特徴と時間的な変化を比較分析することが中心となる。

上に述べたHummels et al.(2001), Johnson and Noguela(2012), およびKoopman et al.(2014)の研究, OECDの研究そして本論との関係は、おおむね次のように示すことができる。

3) OECDの明確な定式化が不明であるので、内閣府（2014）によると、脚注1）の①～③を踏まえて、資本財を除き中間財・サービスの供給・調達によるGVCへの参加度について、OECDの定義が次のように紹介されている。

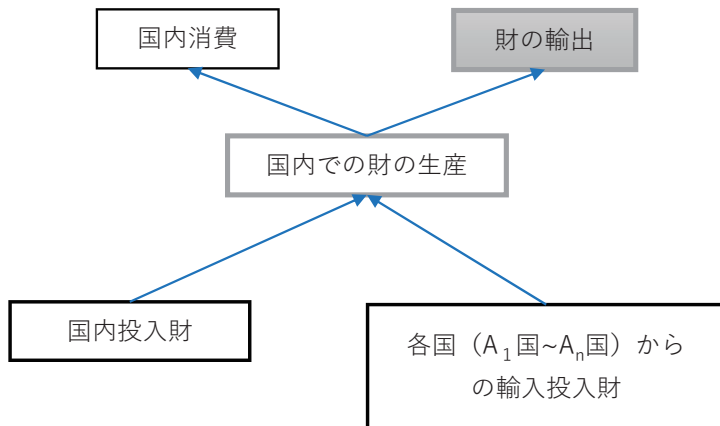
「OECDの定義では、GVCの参加度を示す指標（GVCI）として『前方への参加度』と『後方への参加度』があり、

- ・『前方への参加度（Forward Participation Index）』は、他国の輸出財・サービスの生産に中間投入として使用されている自国の輸出財・サービスの金額が、自国の輸出総額に占める割合を表す。
- ・『後方への参加度（Backward Participation Index）』は、自国の輸出財・サービスの生産に中間投入として使用されている他国からの輸入財・サービスの金額が、自国の輸出総額に占める割合を表す。
- ・そしてこれらの指標は国際産業連関表を用いて作成される。

たとえば、中国の輸出は、国内各産業の生産を誘発する。その生産誘発に応じて輸入財投入が必要となる。そのうち、日本からの調達分（付加価値額ベース）は日本の輸出のどのくらいの割合を占めるかが、日本の中国への前方への参加度といい、同様の考え方で、日本の輸出のための生産が誘発する輸入投入財のうち、ASEANからの投入財が日本の輸出に占める割合を、日本のASEANへの後方への参加度ということになる。

4) “連鎖”を意識して輸出財に限定したとしても、その生産構造は同一財の国内需要生産と変わらないので、ここで定義したGVC構造も同一である。

図A



(出所)筆者作成。

GVCの研究とは、バリューチェーンを文字どおり付加価値の連鎖（感覚的にいうと、付加価値のバトンリレー）を解明しようというのが中心である。図Aで示すように、輸出される財は、その生産のために国内投入財をはじめ多くの輸入投入財が利用されている。それら投入財にはその生産国（源泉国）の付加価値が含まれていて、輸出財とともに次の国へ引き継がれる付加価値である。これらの付加価値額（あるいは輸出額に占めるその割合）を計測することを研究するものである。かつての最終財の貿易のみしか存在しないような時代であれば、取引額である輸出額（貿易統計）と付加価値額とは同じになったが、複数の国が生産工程に顕著に関与するようになったこの20～30年では、取引額で計測した輸出額（貿易統計）と付加価値額の輸出で測った輸出額には大きな乖離が生じるようになった。そのため、多国間での投入産出関係を表す多国間産業連関表（国際産業連関表）が重要な役目を果たすようになった。個々の商品（最終財）に関し、その付加価値の源泉を各国に割り振ることができるようになったのである。

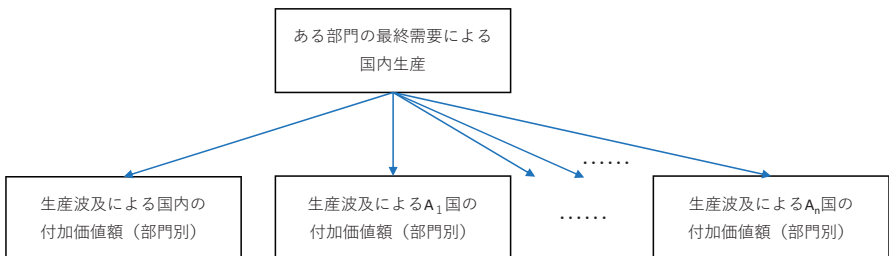
国際産業連関表の整備がなされるまでは、ある財の輸出額に占める付加価値の源泉の比率は非競争輸入型で作成された各国ベースの一国表を利用して計測された。Hummels et al.(2001) がその先駆的研究になる。その後、IDE-JETRO、OECD、GTAPなどで国際産業連関表が整備されるにつれ、各源泉で生じる付加価値額の計測の精度は高まってきた。Johnson and Noguera(2012) は、

GTAP Databaseを用い、2004年における貿易取引額（貿易統計）で計測した米中間貿易の不均衡と付加価値の貿易額による貿易不均衡を比較し、米国の赤字は後者の方が前者より30～40%小さくなることを示した。

一方で、最終財に至るまでの多くの生産工程の参加によって、いわゆる輸出取引額の付加価値額に関する二重計上の問題がその精度の障害となってきた。たとえば、B国で生産された部品がC国に輸出され、そこで組み立てられた製品がD国に輸出されるとき、B国での付加価値がB国からC国への輸出額およびC国からD国への輸出額の両方に計上されてしまうのである。（国際）産業連関表では商品貿易に関しては貿易統計を介して各国各産業の結びつきを示しているの、輸出額に占める付加価値額の各源泉での精度の高い計測は、この二重計上の解消と合わせて研究されるようになった。研究の中心は、レオンチェフ逆行列の微細な分解式により二重計上の項を付加価値の源泉項と分離することであり、いくつかの研究を経てKoopman et al.(2014, p.481 式(36); p.482 Figure1) によって形式的な分解式は得られた。

一方、OECDは、中間財の輸出の連鎖に焦点を絞り、自国の中間財輸出が輸出先国の中間財輸出に含まれる割合を付加価値額ベースで指標化したものをGVCへの「前方へ参加度」、自国の中間財輸出の生産のために投入する相手国からの輸入投入財の割合を付加価値ベースで指標化したものをGVCへの「後方への参加度」と定義した³⁾。この指標は、2005年と2010年のアジア表への適用で玉村（2020）によって試算されているが、輸出取引額の付加価値額に関する二重計上の問題は含まれたままである。

図B



（出所）筆者作成。

一方、本章でのGVCの定義は、複数国にまたがって配置された生産工程の間で、財やサービスが完成されるまでに生み出される付加価値の連鎖を表すものであるが、各生産工程で生成された付加価値額を国別部門別に集計すると図Bのように示すことができる。各部門の単位当たりの最終需要生産（輸出向けに限らない）によって各国各部門へ生じる付加価値の分布を理解しようというものである。付加価値のバトンリレーという連鎖構造を直接示すものではないが、最終需要生産がどの国のどの部門にどれだけ依存しているかを付加価値ベースで比較することが可能となる。方法論的には古典的な後方連鎖効果分析であり、レオンチェフ逆行列の多国間産業連関表への応用である。先に示したJohnson and Nogueira (2012) やKoopman et al.(2014) などの結果は、輸出財の生産における中間財の源泉毎の付加価値額計測を中心にしたものであるが、国内向け最終消費財でも自国以外の国・部門へ依存することは同じであるため、本研究は輸出財に限定せず最終需要全体の生産とした。したがって、財のみでなくサービス生産も扱えることは先の研究より扱いやすい上、対象各国のGDP生成における各国各部門の最終需要への依存度も一連の計算で計測できる利点がある。しかしながら、貿易統計における付加価値額の二重計上問題の回避は図られていない。先の研究との融合は今後の課題である。

さて、本論での分析は、2005年アジア国際連関表と第2章で示した2015年延長アジア国際連関表をベースに実施した⁵⁾。実際には、各表において全16部門を6部門に統合し、対象国は内生国である中国、日本、韓国、台湾、米国とASEAN5カ国は統合して1地域として「6か国・地域⁶⁾、6部門表」としたものを利用している。16部門－6部門対応表は第2節の表Aに掲げてある。

以下、第1節では、分析の方法をシンプルな形の国際産業連関表（3国1部門表）で提示する。第2節はその方法論に基づいて、GVCの基礎構造と2時点変化の特徴を抽出する。第3節では各国産業の部門別GDPの源泉（各国最終需要への依存）を計測し、GVCの基礎構造とGDP生成の関連性を検討する。

5) GVCは、FTAなどの進捗と深い関係があり、特にこの地域ではACFTA(中国ASEANFTA)の影響が大きい。このFTAは、2005年1月に物品貿易協定が発効し2007年7月にサービス協定が発効、そして2012年に改定があった。2005年表と2015年表の利用はその進捗の影響を把握可能とする。

6) 本章では以降、便宜上、6カ国として地域も「国」として記述してある。

1

GVCの基礎構造および部門別GDPの源泉の分析方法

1-1. GVCの基礎構造の分析方法

ここでは、3国1部門表を国際産業連関表のひな形として、産業連関分析の基本的なフレームワーク⁷⁾を以下のように準備する(表3-1, 表3-2)。

表3-1 国際産業連関表のひな形(3国1部門表)

	国	中間需要			最終需要			国内生産額
		< 1 >	< 2 >	< 3 >	< 1 >	< 2 >	< 3 >	
中間投入	< 1 >	X^{11}	X^{12}	X^{13}	F^{11}	F^{12}	F^{13}	X^1
	< 2 >	X^{21}	X^{22}	X^{23}	F^{21}	F^{22}	F^{23}	X^2
	< 3 >	X^{31}	X^{32}	X^{33}	F^{31}	F^{32}	F^{33}	X^3
輸入	< W >	W^1	W^2	W^3	FW^1	FW^2	FW^3	
付加価値額		V^1	V^2	V^3				
国内生産額		X^1	X^2	X^3				

(出所)筆者作成。

(注) Wは内生国である第1～3国以外のすべての国で、いわゆる「その他世界」である。

表3-2 投入係数表

	国	中間需要		
		< 1 >	< 2 >	< 3 >
中間投入	< 1 >	a^{11}	a^{12}	a^{13}
	< 2 >	a^{21}	a^{22}	a^{23}
	< 3 >	a^{31}	a^{32}	a^{33}
輸入	< W >	w^1	w^2	w^3
付加価値率		v^1	v^2	v^3
国内生産		1	1	1

(出所)筆者作成。

7) 基本的な産業連関分析については、宮沢(1975)、藤川(1999)を参照のこと。アジア表を直接応用した分析例には、玉村・桑森(2017)があり、本章とフレームワークが共通する。

国内生産額ベクトルと最終需要ベクトルを、それぞれ

$$X = \begin{bmatrix} X^1 \\ X^2 \\ X^3 \end{bmatrix}, \quad F = \begin{bmatrix} F^1 \\ F^2 \\ F^3 \end{bmatrix} \quad (\text{ただし, } F^i = \sum_{k=1}^3 F^{ik})$$

投入係数マトリクス

$$A = \begin{bmatrix} a^{11} & a^{12} & a^{13} \\ a^{21} & a^{22} & a^{23} \\ a^{31} & a^{32} & a^{33} \end{bmatrix}$$

とおくと、均衡産出高方程式

$$AX + F = X$$

より、

$$X = (I - A)^{-1}F$$

である。 $(I - A)^{-1}$ は一般にレオンチェフ逆行列と呼ばれ、

$$B = \begin{bmatrix} b^{11} & b^{12} & b^{13} \\ b^{21} & b^{22} & b^{23} \\ b^{31} & b^{32} & b^{33} \end{bmatrix}$$

と表記される。

本章で定義したGVCの基礎構造とは、次のとおりである。

たとえば第1国財に対する1単位の最終需要が生じた ($F^1=1$, $F^2=F^3=0$) とすると、各国への生産波及効果は行列Bの第1列で示される。すなわち、第1国= b^{11} 、第2国= b^{21} 、第3国= b^{31} である。このときに生じる各国の付加価値は、これらに対応する付加価値率を掛けたものになる。つまり、各国の生産における付加価値率からなる対角行列をVとすると、

$$V = \begin{bmatrix} v^1 & 0 & 0 \\ 0 & v^2 & 0 \\ 0 & 0 & v^3 \end{bmatrix}$$

であって、第1国財に対する1単位の最終需要を

$$F_O = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

と表記すると、均衡産出高方程式より、

$$\begin{aligned} VX &= V(I - A)^{-1}F_O \\ &= \begin{bmatrix} v^1 & 0 & 0 \\ 0 & v^2 & 0 \\ 0 & 0 & v^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b^{11} & b^{12} & b^{13} \\ b^{21} & b^{22} & b^{23} \\ b^{31} & b^{32} & b^{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} v^1 b^{11} \\ v^2 b^{21} \\ v^3 b^{31} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

各国に生じる付加価値は第1国 $=v^1 b^{11}$ 、第2国 $=v^2 b^{21}$ 、第3国 $=v^3 b^{31}$ となり、第2国、第3国に生じた付加価値は第1国財生産に寄与される付加価値（あるいは第1国への輸出付加価値）になる。

したがって、各国財1単位生産に対する付加価値構成を比較することにより、財生産の対外依存度（見方を変えれば各国の寄与度）がわかり、GVCの基礎構造が判明する。

対象国すべてが内生国である場合、表3-1のW（「その他世界」）が存在しないので、 $v^1 b^{11} + v^2 b^{21} + v^3 b^{31} = 1$ となる⁸⁾。つまり、金額単位で表現すれば、第1国財に対する最終財1米ドルの生産 $=1$ 米ドルの付加価値生産 $=v^1 b^{11} + v^2 b^{21} + v^3 b^{31}$

8) レオンチェフ逆行列

$$B = (I - A)^{-1}$$

より、

$$(I - A)B = I$$

である。具体的に記述すると、

$$\begin{bmatrix} 1 - a^{11} & -a^{12} & -a^{13} \\ -a^{21} & 1 - a^{22} & -a^{23} \\ -a^{31} & -a^{32} & 1 - a^{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b^{11} & b^{12} & b^{13} \\ b^{21} & b^{22} & b^{23} \\ b^{31} & b^{32} & b^{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Bの第1列に関してみると、

$$\begin{aligned} (1 - a^{11})b^{11} - a^{12}b^{21} - a^{13}b^{31} &= 1 \\ -a^{21}b^{11} + (1 - a^{22})b^{21} - a^{23}b^{31} &= 0 \\ -a^{31}b^{11} - a^{32}b^{21} + (1 - a^{33})b^{31} &= 0 \end{aligned}$$

これら3式を辺々加えると、

$$\begin{aligned} (1 - a^{11} - a^{21} - a^{31})b^{11} + (-a^{12} + 1 - a^{22} - a^{32})b^{21} + (-a^{13} - a^{23} + 1 - a^{33})b^{31} &= 1 \\ \therefore v^1 b^{11} + v^2 b^{21} + v^3 b^{31} &= 1 \end{aligned}$$

という付加価値構成になるということであり、この構成を基礎構造としたわけである。本論で用いるアジア国際産業連関表には外生国としてW(「その他世界」)が存在するため内生3カ国の合計は一般に $v^1b^{11}+v^2b^{21}+v^3b^{31} < 1$ となる。したがって、抜け落ちた「その他世界からの付加価値」分については $1 - (v^1b^{11} + v^2b^{21} + v^3b^{31})$ と仮定した⁹⁾。

1-2. 部門別GDPの源泉の分析方法

部門別GDPの源泉の分析は、GVCの基礎構造と各国各部門の最終財の需要構造が各国の部門別GDPを決めることを利用する。

先の3国1部門表で説明を進める。均衡産出高方程式より、 $X = (I - A)^{-1}F$ であるから、各国各部門(今の場合1部門であるが)の付加価値率からなる対角行列をVとすると、 $VX = V(I - A)^{-1}F$ すなわち、

$$\begin{bmatrix} v^1 & 0 & 0 \\ 0 & v^2 & 0 \\ 0 & 0 & v^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^1 \\ X^2 \\ X^3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v^1 & 0 & 0 \\ 0 & v^2 & 0 \\ 0 & 0 & v^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b^{11} & b^{12} & b^{13} \\ b^{21} & b^{22} & b^{23} \\ b^{31} & b^{32} & b^{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F^1 \\ F^2 \\ F^3 \end{bmatrix} \quad \dots\dots(*)$$

ここで、

$$(*) \text{ 式の左辺} = \begin{bmatrix} v^1X^1 \\ v^2X^2 \\ v^3X^3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{第1国のGDP} \\ \text{第2国のGDP} \\ \text{第3国のGDP} \end{bmatrix}$$

である。一方、

$$\begin{aligned} F &= \begin{bmatrix} F^1 \\ F^2 \\ F^3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F^{11} \\ F^{21} \\ F^{31} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F^{12} \\ F^{22} \\ F^{32} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F^{13} \\ F^{23} \\ F^{33} \end{bmatrix} \\ &= (\text{各国財への第1国の最終需要}) \\ &+ (\text{各国財への第2国の最終需要}) \\ &+ (\text{各国財への第3国の最終需要}) \end{aligned}$$

9) アジア表では、「貨物運賃・保険料」「関税・輸入商品税」も行項目に存在する。これらは投入比率としては微小であるため計測では加味していない。そのため、厳密に言えばここで計測した「その他世界からの付加価値」分は若干過大評価になっている。

であるから,

$$\begin{aligned}
 (*) \text{ 式の右辺} &= \begin{bmatrix} v^1 b^{11} & v^1 b^{12} & v^1 b^{13} \\ v^2 b^{21} & v^2 b^{22} & v^2 b^{23} \\ v^3 b^{31} & v^3 b^{32} & v^3 b^{33} \end{bmatrix} \left[\begin{pmatrix} F^{11} \\ F^{21} \\ F^{31} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} F^{12} \\ F^{22} \\ F^{32} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} F^{13} \\ F^{23} \\ F^{33} \end{pmatrix} \right] \\
 &= \left[\begin{matrix} v^1 \sum_{i=1}^3 b^{1i} F^{i1} \\ v^2 \sum_{i=1}^3 b^{2i} F^{i1} \\ v^3 \sum_{i=1}^3 b^{3i} F^{i1} \end{matrix} \right] + \left[\begin{matrix} v^1 \sum_{i=1}^3 b^{1i} F^{i2} \\ v^2 \sum_{i=1}^3 b^{2i} F^{i2} \\ v^3 \sum_{i=1}^3 b^{3i} F^{i2} \end{matrix} \right] + \left[\begin{matrix} v^1 \sum_{i=1}^3 b^{1i} F^{i3} \\ v^2 \sum_{i=1}^3 b^{2i} F^{i3} \\ v^3 \sum_{i=1}^3 b^{3i} F^{i3} \end{matrix} \right] \\
 &= \text{〔第1国の最終需要〕に対する生産による各国の付加価値額} \\
 &\quad + \text{〔第2国の最終需要〕に対する生産による各国の付加価値額} \\
 &\quad + \text{〔第3国の最終需要〕に対する生産による各国の付加価値額}
 \end{aligned}$$

となる。したがって、たとえば第1国のGDP生成に着目すれば、(*)式の両辺の第1行の対応関係から、

$$\begin{aligned}
 \text{第1国のGDP}(v^1 X^1) &= \text{自国の最終需要で誘発されるGDP}(v^1 \sum_{i=1}^3 b^{1i} F^{i1}) \\
 &\quad + \text{第2国の最終需要で誘発されるGDP}(v^1 \sum_{i=1}^3 b^{1i} F^{i2}) \\
 &\quad + \text{第3国の最終需要で誘発されるGDP}(v^1 \sum_{i=1}^3 b^{1i} F^{i3})
 \end{aligned}$$

とGDPの源泉(拠り所)に分解できる。ここで、右辺の第2項、第3項はそれぞれ第2国、第3国への付加価値輸出¹⁰⁾となる。

各国産業が1部門ではなく n 部門で構成されれば、部門別GDPとして同様の源泉に分解可能となる。本論では $n=6$ で考察する。

2 東アジアにおけるGVCの基礎構造とその変化

すべての生産は、投入産出を繰り返して最終財にたどり着く。したがって、最終財の生産は、世界各国の各産業に生産波及した結果、そこに生じる付加価値の

10) たとえば、Koopman et al.(2014: 465)。

合計に他ならない。単位当たり最終財生産に対して、この波及した範囲と大きさを示すのがGVC(グローバルな付加価値連鎖)の基礎構造である。本節では、この基礎構造を2005年と2015年のアジア表に基づいて計測し、特に各国各産業のGVCの広がりを中心にその変容を読み取る。

表A 16部門－6部門対応表

16部門分類		6部門分類	
コード	部門名称	コード	部門内容
001	農林水産業	001	農林水産業・鉱業・採石業
002	鉱業・採石業	001	農林水産業・鉱業・採石業
003	食品、飲料、たばこ	002	軽工業
004	繊維製品	002	軽工業
005	その他の軽工業	002	軽工業
006	化学	003	おもな製造業(軽工業を除く)
007	非金属製品	003	おもな製造業(軽工業を除く)
008	金属製品	003	おもな製造業(軽工業を除く)
009	一般機械	003	おもな製造業(軽工業を除く)
010	電気機械	004	電気機械
011	輸送機械	005	自動車
012	その他の製造業	003	おもな製造業(軽工業を除く)
013	電力、ガス、水道	006	その他(サービス等)
014	建設	006	その他(サービス等)
015	商業・運輸	006	その他(サービス等)
016	サービス	006	その他(サービス等)

(出所)筆者作成。

計測は最終需要100米ドル当たり生産の付加価値波及を国ごとに6産業について実施され、表3-3～表3-6はその結果をまとめたものである。この6産業はアジア表全部門16部門を統合したもので、全産業を網羅する。各部門の内訳(16部門と6部門の対応)は表Aに示されている。これらの表の読み方は次のとおりである。各国の各産業の付加価値波及先の産業を額の大きい順に第10位まで取り上げ、2005年と2015年を比較している。また、対象域内(6か国・地域、以下、域内)の合計は「域内」の欄に示し、対象域外(以下、域外)への連鎖の合計は「域外」欄に示してある。「自国外」とは、全体(100)から自国内連鎖の合計を差し引いたものである。

2-1. 中国産業のGVCの基礎構造と変化

表3-3に基づき国全体（6部門）の変化をみると、2005年から2015年にかけて、自国外への付加価値連鎖は拡大した（表の最下段を年次比較）。なかでも、輸送機

表3-3 最終需要100米ドル当たり生産の付加価値波及（中国）

順位	農水鉱(001)				軽工業(002)				工業(003)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	農(中)	66.1	農(中)	61.2	軽(中)	36.1	軽(中)	30.9	工(中)	40.7	工(中)	33.3
2	サ(中)	14.2	サ(中)	15.2	農(中)	18.1	農(中)	19.9	サ(中)	18.2	サ(中)	21.5
3	工(中)	7.5	工(中)	5.6	サ(中)	17.4	サ(中)	19.5	農(中)	10.0	農(中)	11.3
4	軽(中)	2.6	軽(中)	3.4	工(中)	9.3	工(中)	5.8	軽(中)	3.0	軽(中)	2.8
5	電(中)	0.5	電(中)	0.4	サ(日)	0.9	サ(米)	0.7	サ(日)	1.3	電(中)	1.0
6	サ(日)	0.4	サ(米)	0.3	サ(米)	0.7	サ(A)	0.5	工(日)	1.1	工(日)	0.5
7	輸(中)	0.4	サ(A)	0.2	工(日)	0.6	電(中)	0.4	電(中)	1.0	工(韓)	0.5
8	工(日)	0.3	サ(日)	0.2	電(中)	0.5	サ(日)	0.4	工(韓)	0.8	サ(日)	0.4
9	サ(米)	0.3	工(米)	0.2	輸(中)	0.5	工(日)	0.4	サ(米)	0.6	サ(A)	0.4
10	工(韓)	0.2	工(韓)	0.2	農(A)	0.3	農(A)	0.3	輸(中)	0.6	サ(米)	0.4
	域内	93.9	域内	88.0	域内	87.9	域内	81.1	域内	81.6	域内	74.5
	域外	6.1	域外	12.0	域外	12.1	域外	18.9	域外	18.4	域外	25.5
	自国外	8.7	自国外	14.1	自国外	18.1	自国外	23.3	自国外	26.5	自国外	29.9

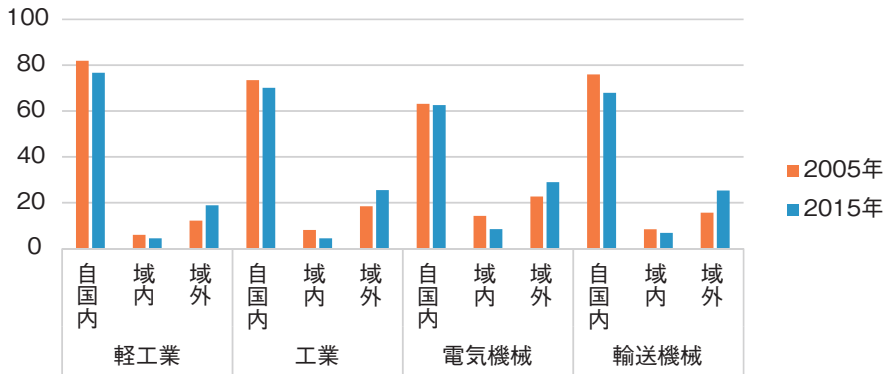
順位	電気機械(004)				輸送機械(005)				サービス(006)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	電(中)	22.2	電(中)	24.1	輸(中)	30.0	輸(中)	23.3	サ(中)	61.5	サ(中)	68.1
2	サ(中)	16.8	サ(中)	20.2	工(中)	18.0	サ(中)	21.1	工(中)	9.9	工(中)	6.3
3	工(中)	15.3	工(中)	11.4	サ(中)	18.0	工(中)	13.3	農(中)	9.4	農(中)	4.9
4	農(中)	5.9	農(中)	4.8	農(中)	6.7	農(中)	5.8	軽(中)	3.4	軽(中)	2.4
5	軽(中)	2.4	軽(中)	1.9	軽(中)	2.2	軽(中)	2.6	電(中)	1.0	電(中)	0.8
6	サ(日)	2.3	サ(A)	1.0	サ(日)	1.6	電(中)	1.9	輸(中)	0.8	サ(A)	0.3
7	電(日)	1.5	電(韓)	0.9	電(中)	1.0	サ(米)	1.0	サ(日)	0.8	サ(日)	0.3
8	電(韓)	1.1	サ(日)	0.8	工(日)	1.0	輸(米)	0.8	工(日)	0.5	サ(米)	0.2
9	サ(米)	1.1	電(日)	0.8	サ(米)	0.7	サ(日)	0.7	サ(米)	0.3	工(韓)	0.2
10	電(A)	1.1	電(A)	0.7	工(韓)	0.6	工(日)	0.6	工(韓)	0.3	工(日)	0.2
	域内	77.3	域内	71.1	域内	84.4	域内	74.7	域内	90.4	域内	85.3
	域外	22.7	域外	28.9	域外	15.6	域外	25.3	域外	9.6	域外	14.7
	自国外	36.9	自国外	37.4	自国外	24.0	自国外	32.1	自国外	14.0	自国外	17.4

（出所）2005年，2015年アジア表に基づき，筆者計算。

（注）表中の電(中)は，電気機械(中国)の短縮表記。他も同様。域内は対象6か国地域内。

械の拡大は大きい。そうしたなかで、域内への連鎖は縮小的で、GVCの拡大は一層域外へと文字通りグローバルになった。GVCの広さの拡大である。2015年時点での域外への連鎖の規模は、おもな製造業関連部門（工業，電気機械，輸送機械）で特に大きい（図3-1）。

図3-1 中国製造業生産による付加価値波及



（出所）2005年，2015年アジア表に基づき，筆者作成。

個別部門について，まず中国の「電気機械」の付加価値波及の構造をみる。この部門の自国外産業への連鎖の変化は少なく（36.9→37.4），域外連鎖は大幅に増大した（22.7→28.9）。つまり，域内への連鎖が縮小したことになる。

自部門（「中国の電気機械」）内での連鎖では若干の増大が認められたが，「電気機械」という同一産業間の連鎖をみると，

- ・ 2005年 「中国（22.2）」－「日本（1.5）」－「韓国（1.1）」－「ASEAN(1.1)」
計25.9
- ・ 2015年 「中国（24.1）」－「韓国（0.9）」－「日本（0.8）」－「ASEAN(0.7)」
計26.5

でわかるように，他国同一部門への連鎖が同程度の微量な縮小した形で表れている。また，2015年には韓国が上位になったとはいえ連鎖規模は小さく，この間の同一部門の連鎖構造には大きな変化がなかったと言えよう。

次に「中国の電気機械」の各国「サービス」への「付加価値波及（連鎖）」をみると，

- ・ 2005年 「中国 (16.8)」－「日本 (2.3)」－「米国 (1.1)」累計20.2
- ・ 2015年 「中国 (20.2)」－「ASEAN(1.0)」－「日本 (0.8)」累計22.0

である。サービスへの連鎖の大きさが、自部門（「電気機械」）の連鎖と同程度になるということが示されている。以下でみるように、製造業の生産活動では製造業自身の部門と同程度にサービス部門にも付加価値を発生させることは、重要な点である。

この部門のサービスへの連鎖では、2015年には自国への連鎖を拡大しかつての上位域内国への連鎖の規模は縮小した。

中国の「輸送機械」では、国内連鎖が縮小し国外への連鎖が大きくなった（24.0→32.1）。自部門内連鎖が大きく縮小した（30.0→23.3）ことによると考えられる。しかしながら、同一部門の域内他国への連鎖では顕著な連鎖先は存在しない。2005年では上位に位置する国はなく、2015年には「米国（0.8）」が小規模で現れた程度である。域外同一部門への連鎖拡大の可能性が予想される。実際、域外への総合的な連鎖は大きく拡大した（15.6→25.3）。

一方、「サービス」への連鎖では米国、日本も上位に位置してくる。具体的には、

- ・ 2005年 「中国 (18.0)」－「日本 (1.6)」－「米国 (0.7)」累計20.3
- ・ 2015年 「中国 (21.1)」－「米国 (1.0)」－「日本 (0.7)」累計22.8

となっていて、日米の順序は入れ替わったが構造的な大きい変化ではない。やはり、サービス部門への連鎖は大きい。

中国の6産業いずれもサービス産業への付加価値連鎖が大きい。域内では「日本のサービス」と「米国のサービス」への連鎖が大きく、2015年になって「ASEANのサービス」への連鎖も顕著になった。

2-2. 日本産業のGVCの基礎構造と変化

まず、国全体（6部門すべて）の変化（表3-4）の特徴として、中国と同様に自国外への付加価値連鎖がすべての部門で拡大したことがあげられる。また、域内への連鎖も中国と同様に縮小的で、GVCの拡大は一層域外へ向かった。

これら部門のなかで、国内自部門間連鎖では「サービス」が最も大きく86を超える。一般にサービス部門は国内自部門間連鎖が大きいことはここで掲げた表

表3-4 最終需要100米ドル当たり生産の付加価値波及(日本)

順位	農水鉱(001)				軽工業(002)				工業(003)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	農(日)	55.3	農(日)	54.0	軽(日)	47.4	軽(日)	46.8	工(日)	48.6	工(日)	50.4
2	サ(日)	23.1	サ(日)	22.1	サ(日)	26.4	サ(日)	22.9	サ(日)	24.5	サ(日)	18.3
3	工(日)	6.9	軽(日)	6.9	農(日)	6.7	農(日)	6.8	軽(日)	1.7	軽(日)	1.0
4	軽(日)	5.7	工(日)	5.4	工(日)	5.7	工(日)	5.0	電(日)	1.4	農(A)	0.9
5	輸(日)	0.8	サ(米)	0.6	サ(米)	1.1	サ(米)	1.2	農(A)	1.2	工(中)	0.7
6	サ(米)	0.6	農(A)	0.4	農(米)	0.5	農(米)	0.9	サ(米)	0.7	電(日)	0.6
7	農(A)	0.4	サ(A)	0.4	電(日)	0.4	サ(中)	0.5	農(日)	0.6	サ(中)	0.6
8	電(日)	0.4	農(米)	0.4	農(A)	0.4	サ(A)	0.5	工(中)	0.5	サ(米)	0.5
9	サ(中)	0.2	サ(中)	0.3	サ(中)	0.4	農(A)	0.4	サ(中)	0.4	サ(A)	0.4
10	サ(A)	0.2	輸(日)	0.2	農(中)	0.4	農(中)	0.4	工(米)	0.4	農(日)	0.3
	域内	94.9	域内	92.1	域内	92.0	域内	87.7	域内	82.6	域内	75.7
	域外	5.1	域外	7.9	域外	8.0	域外	12.3	域外	17.4	域外	24.3
	自国外	7.8	自国外	11.3	自国外	13.1	自国外	18.2	自国外	23.1	自国外	29.3

順位	電気機械(004)				輸送機械(005)				サービス(006)			
	2005年		2015年	電(日)	2005年		2015年		2005年		2015年	
1	電(日)	38.7	電(日)	43.6	輸(日)	40.2	輸(日)	40.1	サ(日)	86.7	サ(日)	85.4
2	サ(日)	28.1	サ(日)	19.0	サ(日)	28.2	サ(日)	20.6	工(日)	3.9	工(日)	3.5
3	工(日)	10.4	工(日)	9.7	工(日)	12.8	工(日)	12.7	軽(日)	2.1	軽(日)	1.6
4	軽(日)	2.2	サ(中)	1.5	電(日)	3.1	電(日)	3.0	電(日)	0.5	農(日)	0.4
5	サ(米)	1.3	電(中)	1.2	軽(日)	1.6	サ(米)	1.3	農(日)	0.5	サ(A)	0.4
6	電(米)	0.9	軽(日)	1.2	サ(米)	0.8	輸(米)	1.0	輸(日)	0.4	サ(米)	0.4
7	サ(中)	0.7	工(中)	1.0	農(A)	0.4	軽(日)	0.8	サ(米)	0.3	輸(日)	0.2
8	サ(A)	0.6	サ(米)	0.9	工(中)	0.4	サ(中)	0.7	農(A)	0.2	電(日)	0.2
9	工(中)	0.6	サ(A)	0.8	農(日)	0.4	工(中)	0.6	サ(A)	0.2	農(A)	0.2
10	電(A)	0.6	電(台)	0.8	サ(中)	0.4	工(米)	0.5	サ(中)	0.1	サ(中)	0.2
	域内	89.1	域内	83.8	域内	91.1	域内	84.6	域内	95.9	域内	93.5
	域外	10.9	域外	16.2	域外	8.9	域外	15.4	域外	4.1	域外	6.5
	自国外	20.0	自国外	26.2	自国外	13.7	自国外	22.5	自国外	5.8	自国外	8.6

(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者計算。

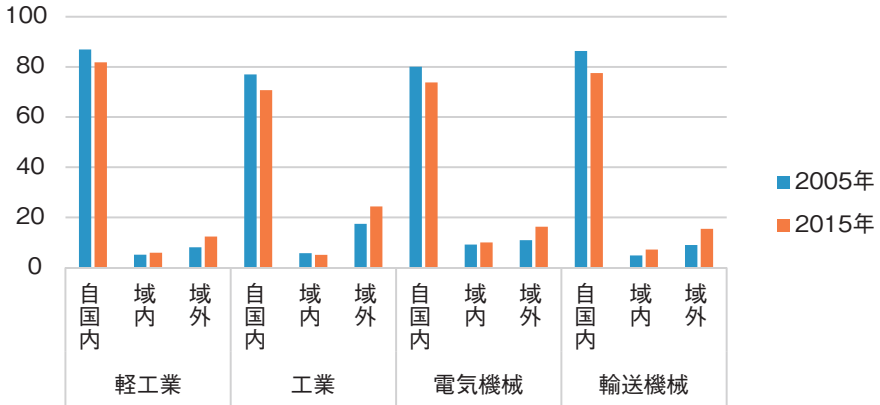
(注) 表中の電(中)は, 電気機械(中国)の短縮表記。他も同様。域内は対象6か国地域内。

3-3 ~ 表3-8で確認できるが, この大きさは米国とともに極めて大きい。

逆に最も連鎖の小さい部門は2005年の電気機械(38.7)であったが, 2015年には輸送機械(40.1)になった。これらの部門は日本に限らず多くの国・地域で

自部門連鎖が小さく、地域間・産業間分業が相対的に広がっているようである（図3-2）。

図3-2 日本製造業生産による付加価値波及



（出所）2005年，2015年アジア表に基づき，筆者作成。

個別部門について，まず，「日本の電気機械」についてみる。

同一部門内のおもな連鎖では，

- ・ 2005年 「日本 (38.7)」－「米国 (1.3)」－「ASEAN(0.6)」計40.6
- ・ 2015年 「日本 (43.6)」－「中国 (1.2)」－「台湾の (0.8)」計45.6

となり，自国部門内での連鎖が拡大しかつ，米国とASEANへの連鎖に代わり中国と台湾への連鎖が拡大した。

また，サービスへの連鎖も大きく，上位を占める連鎖は

- ・ 2005年 「日本 (28.1)」－「米国 (1.3)」－「中国 (0.7)」－「ASEAN(0.6)」
計30.7
- ・ 2015年 「日本 (19.0)」－「中国 (1.5)」－「米国 (0.9)」－「ASEAN(0.8)」
計22.2

であるが，2015年には大幅に縮小した。自部門への連鎖が縮小し，域内外へ連鎖が広がったとみられる。また，中国と米国の位置が入れ替わった。

全体として，米国の連鎖より中国への連鎖が上回ってきたと言えよう。

輸送機械については、日本の輸送機械の付加価値生産が両年ともに40程度で推移し変化はみられない。同一部門への連鎖の上位をみると2005年は存在せず、2015年になって米国への連鎖（1.0）をみるのみである。同一部門内の域内連鎖の広がりは大きくないと考えられる。

この産業でもサービス部門への波及の広がり大きい。おもな連鎖先は、

- ・ 2005年 「日本（28.2）」－「米国（0.8）」－「中国（0.4）」計29.4
- ・ 2015年 「日本（20.6）」－「米国（1.3）」－「中国（0.7）」計22.6

したがって、「日本のサービス」への連鎖は縮小したが、他への連鎖構造に大きな変化はない。

2-3. 韓国産業のGVCの基礎構造と変化

まず、全6部門の自国外への連鎖をみる（表3-5）と、先にみた日本との大きな違いが存在する。それは、韓国産業の生産活動では自国外への連鎖が、製造業関連部門を中心に非常に大きいことである。日本の連鎖が2015年で20～30程度であったのに対し、韓国では30～40という大きな規模になっている。また、域外への連鎖についても日本の10～20に対し、20～30と大きな値を示した。さらに個々の自部門内連鎖の規模は、日本に比べて小さく、特に製造業において顕著である。地域間・産業間分業の広がりが日本以上であることを示している。ただ、こうした点は後でみるように、台湾とASEANではより顕著であることに注意を払いたい。

そうしたなかで連鎖の大きさの変化をみると、域外への連鎖はどの部門も拡大したものの、自国外連鎖という意味では、大きな増加は「軽工業」以外ほとんどみられず、逆に縮小した部門も存在した。

域外への拡大に伴って、自国内も含めた域内連鎖の縮小があったと考えられる（図3-3）。

個別部門として、まず「電気機械」をみると、同一部門内のおもな連鎖では、

- ・ 2005年 「韓国（30.7）」－「日本（2.5）」－「米国（1.9）」－「ASEAN（1.1）」
計36.2
- ・ 2015年 「韓国（38.9）」－「中国（1.3）」－「日本（1.2）」－「台湾（1.0）」
計42.4

表3-5 最終需要100米ドル当たり生産の付加価値波及(韓国)

順位	農水産(001)				軽工業(002)				工業(003)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	農(韓)	62.0	農(韓)	56.9	軽(韓)	37.8	軽(韓)	29.2	工(韓)	41.6	工(韓)	40.7
2	サ(韓)	13.4	サ(韓)	14.9	サ(韓)	19.5	サ(韓)	19.9	サ(韓)	14.6	サ(韓)	16.9
3	工(韓)	6.6	工(韓)	6.0	農(韓)	10.8	農(韓)	8.5	工(日)	2.2	農(A)	1.1
4	軽(韓)	5.1	軽(韓)	5.2	工(韓)	6.8	工(韓)	7.5	サ(日)	2.1	電(韓)	1.1
5	サ(米)	0.7	サ(米)	0.6	サ(米)	1.5	サ(中)	1.5	農(A)	2.0	軽(韓)	1.0
6	サ(日)	0.6	電(韓)	0.5	農(中)	1.0	農(中)	1.5	サ(米)	1.3	工(日)	0.8
7	農(A)	0.5	サ(中)	0.5	サ(日)	1.0	軽(中)	1.5	工(中)	1.1	農(韓)	0.8
8	工(日)	0.5	サ(A)	0.4	サ(中)	0.9	サ(米)	1.4	軽(韓)	1.1	工(中)	0.8
9	サ(中)	0.3	農(中)	0.4	農(A)	0.8	サ(A)	0.8	農(韓)	1.0	サ(中)	0.8
10	農(中)	0.3	農(A)	0.4	工(日)	0.7	農(A)	0.7	サ(中)	0.9	サ(米)	0.7
	域内	92.1	域内	87.9	域内	85.5	域内	77.2	域内	72.5	域内	67.7
	域外	7.9	域外	12.1	域外	14.5	域外	22.8	域外	27.5	域外	32.3
	自国外	12.5	自国外	16.3	自国外	24.7	自国外	34.2	自国外	40.9	自国外	39.4

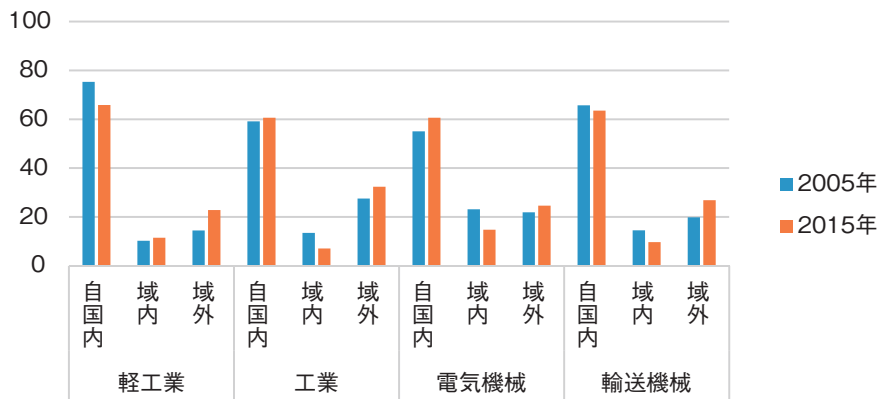
順位	電気機械(004)				輸送機械(005)				サービス(006)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	電(韓)	30.7	電(韓)	38.9	輸(韓)	31.7	輸(韓)	24.1	サ(韓)	76.7	サ(韓)	74.6
2	サ(韓)	15.5	サ(韓)	13.2	サ(韓)	15.8	サ(韓)	19.1	工(韓)	5.5	工(韓)	4.8
3	工(韓)	7.3	工(韓)	7.5	工(韓)	13.9	工(韓)	15.5	軽(韓)	1.8	軽(韓)	1.5
4	サ(日)	4.0	サ(中)	1.7	サ(日)	2.8	電(韓)	3.4	農(韓)	1.0	電(韓)	1.1
5	サ(米)	2.8	サ(米)	1.5	工(日)	2.2	サ(米)	1.1	サ(日)	0.8	農(韓)	0.9
6	電(日)	2.5	サ(日)	1.3	軽(韓)	1.8	サ(中)	1.1	サ(米)	0.7	サ(A)	0.8
7	工(日)	2.0	電(中)	1.3	電(韓)	1.7	工(中)	1.1	電(韓)	0.5	サ(米)	0.6
8	電(米)	1.9	電(日)	1.2	サ(米)	1.6	工(日)	1.0	工(日)	0.5	サ(中)	0.3
9	サ(中)	1.1	工(中)	1.1	工(中)	1.1	サ(日)	0.9	農(A)	0.5	サ(日)	0.3
10	電(A)	1.1	電(台)	1.0	サ(中)	0.9	軽(韓)	0.9	サ(A)	0.4	農(A)	0.3
	域内	78.1	域内	75.4	域内	80.2	域内	73.2	域内	90.7	域内	87.2
	域外	21.9	域外	24.6	域外	19.8	域外	26.8	域外	9.3	域外	12.8
	自国外	45.0	自国外	39.4	自国外	34.3	自国外	36.5	自国外	14.2	自国外	16.8

(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者計算。

(注) 表中の電(中)は, 電気機械(中国)の短縮表記。他も同様。域内は対象6か国地域内。

となり, 中国, 台湾への広がり陽表的になってきた。次に他産業への連鎖であるが, やはり「サービス」への連鎖が大きい。具体的には,

図3-3 韓国製造業生産による付加価値波及



(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者作成。

・ 2005年 「韓国 (15.5)」－「日本 (4.0)」－「米国 (2.8)」－「中国 (1.1)」
計23.4

・ 2015年 「韓国 (13.2)」－「中国 (1.7)」－「米国 (1.5)」－「日本 (1.3)」
計17.7

となり, ここでも中国への連鎖の拡大を見出すことができる。

また, この部門から外国の「工業」部門への連鎖として2005年にはおもに日本 (4.0) とされたが, 2015年には中国 (1.7) にとって代わられた。このように, 韓国の「電気機械」部門の生産活動においては, 近年では中国への付加価値連鎖の拡大が目立つようになってきた。

次に韓国の「輸送機械」であるが, まず特徴として, もともと小さかった国内自部門内の付加価値連鎖が一層縮小したことがあげられる (31.7→24.1)。ところが, 連鎖先の外国の同一部門として目立った国が2005年, 2015年とも存在しない。これは, 日本のケースでもほぼ同様であり, 域内での他国同一部門への連鎖は小さいと考えられる。また, 「サービス」部門への連鎖をみると,

・ 2005年 「韓国 (15.8)」－「日本 (2.8)」－「米国 (1.6)」－「中国 (0.9)」
計21.1

・ 2015年 「韓国 (19.1)」－「米国 (1.1)」－「中国 (1.1)」－「日本 (0.9)」
計22.0

と、ここでも中国への連鎖がやや強くなっていることがわかる。

全体として、自部門内連鎖の縮小が域外への連鎖拡大につながったとみられる。

2-4. 台湾産業のGVCの基礎構造と変化

全6部門の自国外への連鎖をみる（表3-6）と、自国産業の生産活動による自国外への連鎖が大きく、特に製造業関連部門は自国外への連鎖がかなり大きかった韓国と比べても同等かそれ以上の大きさを示している。この傾向は2005年当時からみられ、「電気機械」での大幅な縮小を除き、それほど大きな変化はない。域外への広がりも拡大したが、やはり「電気機械」が例外となっている。これは、「台湾の電気機械」内の連鎖が大きく拡大したためである（図3-4）。

では、着目する2部門について個別に観察する。

すぐ前でみたとおり、台湾の「電気機械」は自部門内の連鎖を倍近く拡大した。これによる同一部門内のおもな連鎖は、

・2005年 「台湾 (29.1)」－「日本 (2.8)」－「韓国 (1.8)」で累計33.7

・2015年 「台湾 (49.1)」－「中国 (1.6)」－「日本 (0.9)」で累計51.6

という変化になった。したがって、台湾の自部門連鎖拡大を除けば、その他への連鎖規模はあまり変化がない。そのなかにあって、2015年での中国への連鎖が陽格的になってきたのが特筆される。次に「サービス」への連鎖をみると、

・2005年 「台湾 (14.0)」－「日本 (5.3)」－「米国 (3.0)」－「中国 (1.5)」

計23.8

・2015年 「台湾 (13.0)」－「中国 (1.6)」－「日本 (1.2)」－「米国 (1.2)」

計17.0

となって、日本、米国への連鎖が縮小した。また、「工業」部門への連鎖もみると、おもな外国連鎖先は「日本」と「中国」となっている。以上から、台湾の電気機械のおもな外国連鎖先は、日本と中国が中心と言える。

次に台湾の「輸送機械」である。台湾の自部門内連鎖は2015年には若干縮小した。同一部門間の連鎖は、

・2005年 「台湾 (34.2)」－「日本 (2.3)」－「米国 (0.8)」 計37.3

・2015年 「台湾 (33.6)」－「日本 (1.3)」－「米国 (1.0)」 計35.9

であり、同一部門間の域内の大きな連鎖先として日本と米国という構成には変化

表3-6 最終需要100米ドル当たり生産の付加価値波及(台湾)

順位	農水鉱(001)				軽工業(002)				工業(003)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	農(台)	53.2	農(台)	55.0	軽(台)	32.4	軽(台)	32.1	工(台)	33.6	工(台)	29.2
2	サ(台)	17.1	サ(台)	14.6	サ(台)	20.9	サ(台)	21.7	サ(台)	15.6	サ(台)	15.4
3	軽(台)	3.8	工(台)	4.1	農(台)	6.5	農(台)	5.5	工(日)	3.7	工(日)	1.6
4	工(台)	3.4	軽(台)	1.6	工(台)	5.6	工(台)	5.2	サ(日)	3.3	農(A)	1.5
5	サ(米)	1.0	サ(米)	0.7	サ(米)	2.7	サ(米)	2.2	農(A)	1.7	電(台)	1.1
6	サ(日)	1.0	農(A)	0.5	サ(日)	1.9	農(米)	1.8	サ(米)	1.5	サ(日)	0.9
7	工(日)	0.8	工(日)	0.4	工(日)	1.5	農(A)	0.7	工(中)	1.3	工(中)	0.9
8	農(A)	0.6	サ(A)	0.3	農(米)	1.1	工(日)	0.7	工(米)	1.2	サ(中)	0.9
9	サ(A)	0.4	サ(中)	0.3	農(A)	0.9	サ(A)	0.7	サ(中)	1.0	サ(米)	0.8
10	農(中)	0.4	サ(日)	0.3	サ(A)	0.7	サ(日)	0.6	農(台)	0.8	農(台)	0.7
	域内	85.3	域内	80.6	域内	80.9	域内	75.7	域内	69.8	域内	57.3
	域外	14.7	域外	19.4	域外	19.1	域外	24.3	域外	30.2	域外	42.7
	自国外	22.2	自国外	24.3	自国外	34.4	自国外	35.0	自国外	49.0	自国外	53.1

順位	電気機械(004)				輸送機械(005)				サービス(006)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	電(台)	29.1	電(台)	49.1	輸(台)	34.2	輸(台)	31.6	サ(台)	80.7	サ(台)	78.9
2	サ(台)	14.0	サ(台)	13.0	サ(台)	15.5	サ(台)	16.8	工(台)	2.9	工(台)	2.2
3	サ(日)	5.3	工(台)	3.4	工(台)	7.5	工(台)	7.1	サ(日)	0.9	電(台)	0.8
4	工(台)	3.9	サ(中)	1.6	サ(日)	4.1	電(台)	2.1	サ(米)	0.7	軽(台)	0.6
5	工(日)	3.3	サ(日)	1.2	工(日)	2.6	サ(米)	1.5	軽(台)	0.7	サ(米)	0.4
6	サ(米)	3.0	電(中)	1.2	輸(日)	2.3	サ(日)	1.4	工(日)	0.6	農(台)	0.3
7	電(日)	2.8	サ(米)	1.2	サ(米)	1.5	輸(日)	1.3	農(台)	0.5	農(A)	0.3
8	電(韓)	1.8	工(日)	1.1	工(中)	0.9	工(日)	1.3	農(A)	0.4	サ(日)	0.2
9	サ(中)	1.6	工(中)	1.1	サ(中)	0.8	輸(米)	1.0	電(台)	0.3	工(日)	0.2
10	工(中)	1.5	電(日)	0.9	輸(米)	0.8	サ(中)	0.9	工(中)	0.2	サ(中)	0.2
	域内	78.2	域内	79.3	域内	77.2	域内	70.4	域内	89.9	域内	85.4
	域外	21.8	域外	20.7	域外	22.8	域外	29.6	域外	10.1	域外	14.6
	自国外	52.5	自国外	34.2	自国外	41.4	自国外	41.7	自国外	14.8	自国外	17.1

(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者計算。

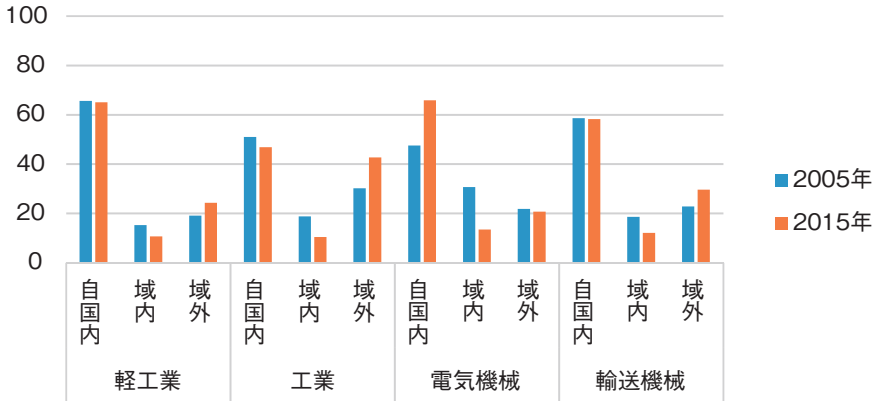
(注) 表中の電(中)は, 電気機械(中国)の短縮表記。他も同様。域内は対象6か国地域内。

がない。

「中国の輸送機械」の「サービス」への連鎖では,

・ 2005年 「台湾 (15.5)」－「日本 (4.1)」－「米国 (1.5)」－「中国(0.9)」

図3-4 台湾製造業生産による付加価値波及



(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者作成。

計22.0

・2015年 「台湾 (16.8)」－「米国 (1.5)」－「日本 (1.4)」－「中国 (0.9)」

計20.6

となって、日本の後退はあるものの、大きな構造変化はない。

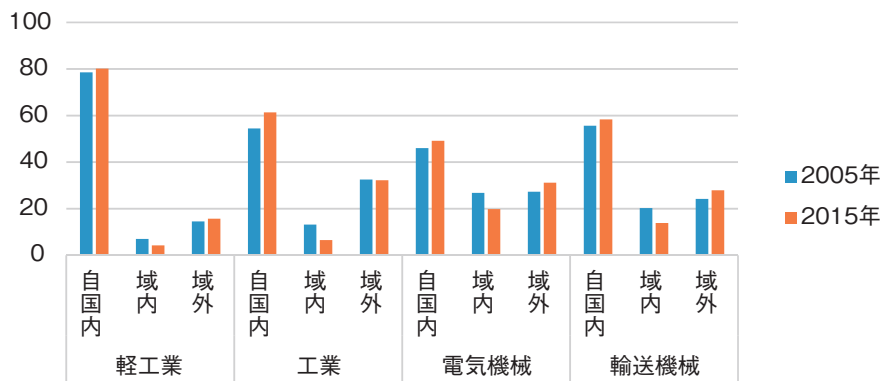
「台湾の輸送機械」のGVC構造は域内では日本、中国および米国への「輸送機械」と「サービス」への連鎖が中心であることに大きな変化がなかったと言える。

製造業関連部門に共通する点として、域内ではASEAN産業への連鎖がほとんどないことである。これは韓国とも共通する点である。

2-5. ASEAN産業のGVCの基礎構造と変化

ここでのASEANとは、2005年と2015年のアジア表において先行ASEAN5カ国（インドネシア、フィリピン、シンガポール、マレーシア、タイ）を統合して1地域としたものである。そのうえでASEAN6部門をみると（表3-7）、これまでみてきた諸国と傾向が異なり、2005年から2015年にかけて「農水鉱」を除き自国外連鎖が縮小している。特に「工業」の縮小は著しい（45.6→38.7）。自国内すなわちASEAN5カ国内での生産による付加価値連鎖が大きくなったということである。一方、域内連鎖は縮小した産業がほとんどで、域外への連鎖が若干拡大

図3-5 ASEAN製造業生産による付加価値波及



(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者作成。

した。ASEAN 内拡大－ASEANを除く域内縮小－域外拡大という構図である(図3-5)。

個別産業として, まず「ASEANの電気機械」をみる。自部門での連鎖は拡大した(26.3→30.9)。「電気機械」同一部門内のおもな連鎖は,

- ・ 2005年 「ASEAN(26.3)」－「日本(2.7)」－「米国(1.7)」計30.7
- ・ 2015年 「ASEAN(30.9)」－「中国(2.9)」－「日本(1.2)」計35.0

となって, 「中国の電気機械」への連鎖が浮上してきた。「サービス」へのおもな連鎖は,

- ・ 2005年 「ASEAN(13.8)」－「米国(4.5)」－「日本(4.0)」－「中国(2.0)」
累計24.3
- ・ 2015年 「ASEAN(11.9)」－「中国(3.2)」－「米国(3.0)」－「日本(1.3)」
累計19.4

で, ここでも中国への連鎖の上昇がみられる。その他への連鎖の比較的大きい部門として「工業」が認められるが, 2005年の「日本の工業(1.8)」に代わってやはり「中国の工業(1.8)」が上昇してきた。

以上のように, 「ASEANの電気機械」の生産による付加価値連鎖は, ASEAN内拡大－ASEANを除く域内縮小－域外拡大という構図のなかで, 中国への拡大が際立つようになってきた。

次に「ASEANの輸送機械」であるが、まず、自部門内の連鎖の規模に大きな変化はない。一方、これまで見てきたアジア諸国の「輸送機械」部門と異なり、域内他国の同一部門への連鎖がある程度存在する。

- ・ 2005年 「ASEAN(34.9)」－「日本 (2.3)」－「米国 (1.0)」計38.2
- ・ 2015年 「ASEAN(34.3)」－「米国 (1.5)」－「日本 (1.4)」計37.2

しかしながら、電気機械の中国同一部門への連鎖と異なり、「中国の輸送機械」への連鎖は陽表的になっていない。また、「サービス」への連鎖をみると、

- ・ 2005年 「ASEAN(11.4)」－「日本 (5.0)」－「米国 (2.2)」累計18.6
- ・ 2015年 「ASEAN(13.4)」－「米国 (2.3)」－「日本 (1.8)」累計17.5

となって、こちらも中国への連鎖は上位に現れない。

「ASEANの輸送機械」の生産による付加価値連鎖は、同地域の「電気機械」と同様に自国内拡大－ASEANを除く域内縮小－域外拡大という構図ではあるが、「電気機械」と異なり中国への大きな連鎖は認められない。

表3-7全体をみてわかるように、ASEAN産業の生産によって、韓国や台湾への大きな付加価値連鎖は見出せない。これは、韓国や台湾の産業で見た点と対称をなしている。

表3-7 最終需要100米ドル当たり生産の付加価値波及(ASEAN)

順位	農水鉱(001)				軽工業(002)				工業(003)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	農(A)	76.9	農(A)	73.8	軽(A)	41.4	軽(A)	36.9	工(A)	32.7	工(A)	32.6
2	サ(A)	7.8	サ(A)	8.4	農(A)	19.3	農(A)	24.2	サ(A)	11.1	農(A)	14.1
3	工(A)	2.6	工(A)	2.8	サ(A)	14.0	サ(A)	15.7	農(A)	8.9	サ(A)	12.7
4	軽(A)	2.0	軽(A)	2.2	工(A)	3.5	工(A)	3.0	サ(米)	2.4	軽(A)	1.4
5	サ(米)	0.5	サ(米)	0.3	サ(米)	1.1	サ(米)	0.7	工(日)	1.9	サ(米)	1.1
6	サ(日)	0.5	サ(中)	0.3	サ(日)	1.0	サ(中)	0.5	サ(日)	1.9	サ(中)	0.8
7	工(日)	0.3	工(中)	0.2	工(日)	0.7	農(米)	0.4	軽(A)	1.1	工(中)	0.8
8	輸(A)	0.3	サ(日)	0.2	サ(中)	0.5	農(中)	0.4	工(中)	1.0	工(日)	0.7
9	サ(中)	0.2	工(日)	0.1	工(中)	0.4	工(中)	0.3	工(米)	1.0	サ(日)	0.5
10	工(中)	0.2	農(中)	0.1	農(中)	0.4	サ(日)	0.3	サ(中)	0.8	農(米)	0.4
	域内	92.6	域内	89.3	域内	85.5	域内	84.4	域内	67.5	域内	67.8
	域外	7.4	域外	10.7	域外	14.5	域外	15.6	域外	32.5	域外	32.2
	自国外	10.3	自国外	12.7	自国外	21.5	自国外	19.9	自国外	45.6	自国外	38.7

順位	電気機械(004)				輸送機械(005)				サービス(006)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	電(A)	26.3	電(A)	30.9	輸(A)	34.9	輸(A)	34.3	サ(A)	67.2	サ(A)	69.6
2	サ(A)	13.8	サ(A)	11.9	サ(A)	11.4	サ(A)	13.4	農(A)	4.1	農(A)	3.6
3	サ(米)	4.5	工(A)	3.5	工(A)	5.1	工(A)	5.5	工(A)	3.9	工(A)	3.2
4	サ(日)	4.0	サ(中)	3.2	サ(日)	5.0	農(A)	3.2	軽(A)	2.1	軽(A)	1.7
5	工(A)	3.2	サ(米)	3.0	工(日)	2.9	サ(米)	2.3	サ(米)	1.5	サ(米)	1.1
6	電(日)	2.7	電(中)	2.9	輸(日)	2.3	サ(日)	1.8	サ(日)	1.2	サ(日)	0.5
7	サ(中)	2.0	農(A)	2.1	サ(米)	2.2	輸(米)	1.5	工(日)	0.7	サ(中)	0.5
8	工(日)	1.8	工(中)	1.8	農(A)	2.1	工(日)	1.4	輸(A)	0.7	電(A)	0.4
9	電(米)	1.7	サ(日)	1.3	電(A)	1.2	輸(日)	1.4	サ(中)	0.5	工(中)	0.3
10	農(A)	1.7	電(日)	1.2	輸(米)	1.0	軽(A)	1.0	電(A)	0.5	サ(台)	0.3
	域内	72.8	域内	68.9	域内	75.8	域内	72.1	域内	85.5	域内	83.2
	域外	27.2	域外	31.1	域外	24.2	域外	27.9	域外	14.5	域外	16.8
	自国外	54.0	自国外	50.9	自国外	44.4	自国外	41.7	自国外	21.5	自国外	21.1

(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者計算。

(注) 表中の電(中)は, 電気機械(中国)の短縮表記。他も同様。域内は対象6か国地域内。

2-6. 米国産業のGVCの基礎構造の変化

最後に米国産業の生産活動による付加価値連鎖構造をみる(表3-8)。

米国6産業は自国内での付加価値連鎖が大きい。これは, 日本や中国と類似す

るが、自国内連鎖規模から言えば米国がトップで日本、中国の順になる。しかし、日本と中国が域外への連鎖の拡大を一様に示したのに対し、米国6産業では産業によって拡大や縮小があって、一律の傾向は見出せない（図3-6）。

表3-8 最終需要100米ドル当たり生産の付加価値波及(米国)

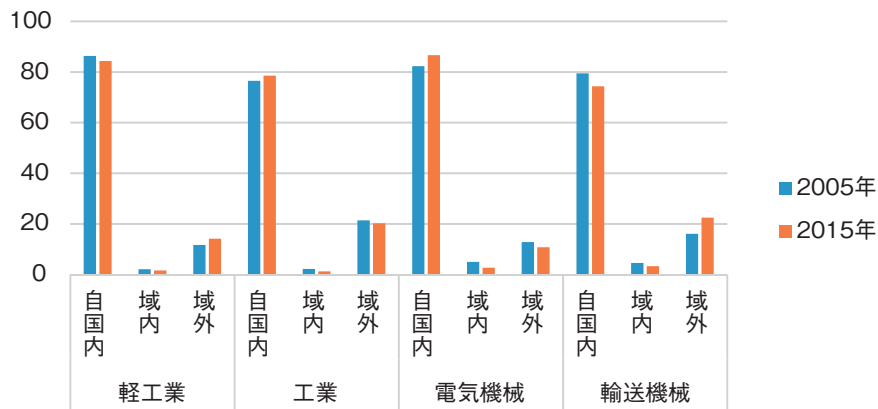
順位	農水鉱(001)				軽工業(002)				工業(003)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	農(米)	47.9	農(米)	67.2	軽(米)	41.1	サ(米)	32.9	工(米)	42.7	工(米)	46.3
2	サ(米)	35.0	サ(米)	17.9	サ(米)	31.3	軽(米)	32.2	サ(米)	27.2	サ(米)	23.3
3	工(米)	5.0	工(米)	3.0	農(米)	8.0	農(米)	14.0	農(米)	4.1	農(米)	6.5
4	軽(米)	2.0	軽(米)	1.6	工(米)	5.1	工(米)	4.3	軽(米)	1.2	電(米)	1.2
5	輸(米)	0.4	電(米)	0.3	電(米)	0.5	電(米)	0.8	電(米)	0.8	軽(米)	1.0
6	電(米)	0.3	工(中)	0.2	輸(米)	0.4	サ(中)	0.3	輸(米)	0.4	工(中)	0.3
7	サ(日)	0.2	サ(中)	0.2	サ(日)	0.2	工(中)	0.2	サ(日)	0.3	サ(中)	0.2
8	工(日)	0.2	サ(A)	0.1	サ(中)	0.2	サ(A)	0.2	工(中)	0.3	輸(米)	0.2
9	工(中)	0.2	輸(米)	0.1	工(中)	0.2	農(中)	0.2	工(日)	0.3	農(中)	0.1
10	サ(中)	0.1	農(中)	0.1	農(中)	0.2	軽(中)	0.1	サ(中)	0.2	工(日)	0.1
	域内	92.0	域内	91.0	域内	88.4	域内	85.9	域内	78.7	域内	79.8
	域外	8.0	域外	9.0	域外	11.6	域外	14.1	域外	21.3	域外	20.2
	自国外	9.3	自国外	9.9	自国外	13.7	自国外	15.7	自国外	23.5	自国外	21.5

順位	電気機械(004)				輸送機械(005)				サービス(006)			
	2005年		2015年		2005年		2015年		2005年		2015年	
1	電(米)	46.1	電(米)	68.5	輸(米)	41.9	輸(米)	32.1	サ(米)	88.2	サ(米)	87.9
2	サ(米)	28.0	サ(米)	13.6	サ(米)	25.4	サ(米)	27.2	工(米)	2.7	工(米)	2.1
3	工(米)	6.0	工(米)	3.4	工(米)	8.4	工(米)	9.8	軽(米)	1.5	農(米)	0.9
4	軽(米)	0.9	農(米)	0.6	電(米)	1.4	電(米)	2.7	農(米)	1.0	電(米)	0.7
5	農(米)	0.9	サ(中)	0.5	農(米)	1.2	農(米)	1.8	輸(米)	0.4	軽(米)	0.6
6	サ(日)	0.7	電(中)	0.5	軽(米)	1.1	軽(米)	0.8	電(米)	0.4	サ(中)	0.1
7	サ(中)	0.5	工(中)	0.3	サ(日)	0.9	サ(中)	0.5	サ(日)	0.1	輸(米)	0.1
8	電(日)	0.5	軽(米)	0.3	輸(日)	0.6	工(中)	0.4	工(中)	0.1	工(中)	0.1
9	工(中)	0.5	サ(A)	0.2	工(日)	0.5	輸(日)	0.4	サ(中)	0.1	サ(A)	0.1
10	電(A)	0.4	電(台)	0.2	工(中)	0.4	サ(日)	0.4	工(日)	0.1	電(中)	0.1
	域内	87.2	域内	89.2	域内	84.0	域内	77.6	域内	95.1	域内	92.9
	域外	12.8	域外	10.8	域外	16.0	域外	22.4	域外	4.9	域外	7.1
	自国外	17.8	自国外	13.4	自国外	20.6	自国外	25.7	自国外	5.8	自国外	7.7

(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者計算。

(注) 表中の電(中)は, 電気機械(中国)の短縮表記。他も同様。域内は対象6か国地域内。

図3-6 米国製造業生産による付加価値波及



(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者作成。

個別産業として、まず「米国の電気機械」をみると、これまでみてきた国々と異なり、自部門内連鎖が極めて大きく、2015年にはそれをさらに拡大した(46.1→68.5)。各国同一部門への連鎖は、

- ・ 2005年 「米国 (46.1)」－「日本 (0.5)」－「ASEAN(0.4)」計47.0
- ・ 2015年 「米国 (68.5)」－「中国 (0.5)」－「台湾 (0.2)」計69.2

となって、中国や台湾が2015年の連鎖先として上位になってはいるものの、規模は極めて小さい。この部門の生産によるサービスへの付加価値連鎖は、

- ・ 2005年 「米国 (28.0)」－「日本 (0.7)」－「中国 (0.5)」計29.2
- ・ 2015年 「米国 (13.6)」－「中国 (0.5)」－「ASEAN(0.2)」計14.3

という上位構成で、中国が上位に来たとはいえ規模は大きくない。他国のそのほかの部門への連鎖も小さく、「米国の電気機械」の生産で生じる付加価値は70%近くを米国が獲得する意味合いである。

次に「米国の輸送機械」であるが、「電気機械」に比べ国際分業の範囲は広がりがつ規模が拡大した(20.6→25.7)。それに呼応したように自部門内の付加価値連鎖の規模は縮小した(41.9→32.1)。同一部門内の連鎖は、2005年、2015年とも上位に「日本の輸送機械」のみを見出せるが連鎖規模は小さい。サービス部門への連鎖も「米国のサービス」が大きく、2015年には上位に中国もみえるようになったが規模は非常に小さい。

表3-8を一覧すると、米国産業のおもな連鎖先が、対象東アジア域内ではほとんど日本か中国になっている。ASEANと韓国が若干存在するが韓国は上位に見当たらない。しかしながら、日本や中国への連鎖規模自体は非常に小さい。東アジアにおいては、特に日本と中国が米国の生産活動による付加価値連鎖を受けるがその規模は、先に観察した中国および日本と比較すると、日本や中国の生産が米国へ連鎖する大きさほどには至らないという状況である。

2-7. 小 括

これまで各国別にみてきたGVCの基礎構造とその変化について、特徴的な点をまとめると以下ようになる。

①全部門を通しての特徴

- ・各部門の国間比較において、相対的に自国内での連鎖が大きいのは、米国、日本、中国である。
- ・同様の比較で、相対的に自国内での連鎖が小さいのは、台湾とASEANである。
- ・どの部門においても自国外へのGVCの拡大があったのは、中国と日本である。ASEANは製造業関連部門において、大枠でみると「ASEAN内拡大－ASEANを除く域内縮小－域外拡大」という構図である。
- ・韓国と台湾のASEANへの連鎖、およびASEANの韓国と台湾への連鎖については顕著な大きさが見出せない。
- ・どの部門もサービス部門への連鎖は大きく、総付加価値の20%前後になる。
- ・産業の性質上、「農水鉱」と「サービス」は自国内連鎖が他の部門に比べて大きい。

②「電気機械」と「輸送機械」の2015年時点のGVCの基礎構造の特徴（表3-9）

- ・どの国の「電気機械」生産においても同一部門のおもな連鎖先に「中国」が存在する。
- ・どの国の「輸送機械」生産においても同一部門のおもな連鎖先は日本と米国に限られる。
- ・両部門の生産におけるサービス部門への連鎖は大きく、おおむね20を超える。連鎖先は自国のサービス部門を除けば、日本、米国、中国が中心である。

表3-9で示される各国各部門のGVCにおける連鎖先は、最終需要100（＝付加

表3-9 2015年におけるGVCの基礎構造(電気機械, 輸送機械)の国・地域間比較

(各部門付加価値連鎖計=100)

国・地域	部門	自部門 内連鎖	同一部門への おもな連鎖先	サービス部門への おもな連鎖先	自国外 連鎖
中国	電気	24.1	韓(0.9), 日(0.8), A(0.7)	中(20.2), A(1.0), 日(0.8)	37.4
	輸送	23.3	米(0.2)	中(21.1), 米(1.0), 日(0.7)	32.1
日本	電気	43.6	中(1.2), 台(0.8)	日(19.0), 中(1.5), 米(0.9), A(0.8)	26.2
	輸送	40.1	米(1.0)	日(20.6), 米(1.3), 中(0.7)	22.5
韓国	電気	38.9	中(1.3), 日(1.2), 台(1.0)	韓(13.2), 中(1.7), 米(1.5), 日(1.3)	39.4
	輸送	24.1	おもな連鎖先なし	韓(19.1), 米(1.1), 中(1.1), 日(0.9)	36.5
台湾	電気	49.1	中(1.6), 日(0.9)	台(13.0), 中(1.6), 日(1.2), 米(1.2)	34.2
	輸送	33.6	日(1.3), 米(1.0)	台(16.8), 米(1.5), 日(1.4), 中(0.9)	41.7
ASEAN	電気	30.9	中(2.9), 日(1.2)	A(11.9), 中(3.2), 米(3.0), 日(1.3)	50.9
	輸送	34.3	米(1.5), 日(1.4)	A(13.4), 米(2.3), 日(1.8)	41.7
米国	電気	68.5	中(0.5), 台(0.2)	米(13.6), 中(0.5), A(0.2)	13.4
	輸送	32.1	日(0.4)	米(27.2), 中(0.5), 日(0.4)	25.7

(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者計算。

価値)を生産する各国各部門への寄与になる。たとえば,「日本の電気機械」が100の最終需要(=付加価値)を生産するとき, そのうち「中国の電機機械」=1.2,「台湾の電気機械」=0.2,「中国のサービス」=1.5,「米国のサービス」=0.9,「ASEANのサービス」=0.8が日本への寄与となっていることになる。次節では, この寄与する側から各部門のGDP生成の源泉を観察する。

3 部門別GDPの源泉とGVCの基礎構造

前節（2. 東アジアにおけるGVCの基礎構造とその変化）で示したGVCの基礎構造に、各国の最終需要構造（需要額）がウェイトとして掛かり、各国の各部門別GDP、そしてその合計である各国GDPが決定される。したがって、GDPは最終需要構造に大きく依存し、GVCの基礎構造がGDPの大きさを一意的に決定することはできず、また傾向も一般式としては表現できない。しかしながら、本節では、部門別GDPの最終需要依存度とGVCの基礎構造の比較検討を行い経験的な傾向を見出す。

各部門別GDPの実際の計算は、1-2.で示した方法で算出される。表3-10は、2005年と2015年について算出した結果である。実額で算出されるが、この表は各部門のGDPに対する割合で示してある。

この10年間のGDP¹¹⁾の変化をみると、中国が約4倍（2兆2,730億ドル→9兆547億ドル）¹²⁾、ASEAN約2.4倍（8,313億ドル→1兆9,980億ドル）を筆頭に多くの国が経済成長をしたなかで、日本だけがほぼ横ばいと低調であった。日本は米国に差を広げられ、中国に追い越され、ASEANには差を縮められて、GDP比で2005年に米国：日本：中国：ASEAN＝3：1：0.5：0.2であったが、2015年には米国：日本：中国：ASEAN＝4：1：2：0.5となった。

各国の部門別GDPの大きさの変化もおおむね同様の動きになっているが、各国の最終需要への依存度は、部門の特性によって異なる。自国の最終需要への依存が中心になるなかで、製造業関係部門は一般にその割合が「農水鉱」部門や「サービス」部門に比べ相対的に小さく、外国の最終需要への依存の割合が大きい。

ここで、「依存」と「寄与」に注意しておきたい。GVCの基礎構造でみれば、当該部門の単位当たり最終需要生産には各国各部門からの「寄与」が必要と言えるが、GDPの増大、すなわち経済成長を成し遂げるには、各国の最終需要の増

11) GDPは部門別GDPの合計であり、ここでは、表3-10の部門別GDPを合計しており、2015年のアジア表と一致している。

12) 現地通貨からドル変換に伴う為替レートは、2005年と2015年で異なり、ここでの分析はこれも織り込んだドルベースの名目表の比較である。

表3-10 付加価値の最終需要依存度

2005年		付加価値の最終需要依存度								部門別GDP (億米ドル)
		中国	日本	韓国	台湾	ASEAN	米国	域外	計	
中国	農水鉦	74.5%	1.0%	0.4%	0.8%	3.4%	5.3%	14.6%	100.0%	3,828
	軽工業	61.8%	1.1%	0.3%	0.8%	5.5%	8.3%	22.2%	100.0%	2,169
	工業	56.6%	1.1%	0.5%	1.5%	4.4%	9.7%	26.2%	100.0%	4,131
	電気機械	30.9%	0.9%	0.8%	2.1%	6.4%	17.4%	41.5%	100.0%	1,013
	輸送機械	75.0%	0.5%	0.2%	0.7%	2.1%	5.5%	15.9%	100.0%	477
	サービス	80.9%	0.5%	0.2%	0.6%	2.5%	3.8%	11.5%	100.0%	11,113
日本	農水鉦	2.4%	80.8%	0.3%	0.7%	2.5%	3.1%	10.3%	100.0%	609
	軽工業	2.9%	74.7%	0.3%	0.8%	2.5%	4.5%	14.3%	100.0%	2,205
	工業	8.7%	49.6%	0.8%	2.1%	4.3%	6.8%	27.6%	100.0%	4,301
	電気機械	10.7%	25.0%	1.1%	2.1%	4.9%	13.1%	43.1%	100.0%	1,325
	輸送機械	2.2%	37.3%	0.3%	0.9%	0.6%	11.4%	47.5%	100.0%	1,238
	サービス	1.8%	85.3%	0.2%	0.4%	1.1%	1.9%	9.4%	100.0%	34,875
韓国	農水鉦	3.5%	0.6%	67.6%	1.9%	9.3%	4.6%	12.6%	100.0%	257
	軽工業	5.4%	0.6%	57.6%	2.3%	3.0%	7.0%	24.0%	100.0%	446
	工業	12.8%	1.3%	31.0%	3.9%	4.7%	11.0%	35.2%	100.0%	1,223
	電気機械	15.1%	1.8%	8.0%	2.8%	7.0%	16.9%	48.5%	100.0%	449
	輸送機械	2.3%	0.4%	56.4%	1.9%	2.4%	13.1%	23.5%	100.0%	298
	サービス	3.1%	0.4%	76.9%	1.2%	1.9%	3.3%	13.1%	100.0%	5,646
台湾	農水鉦	4.0%	3.4%	1.3%	53.1%	9.5%	6.5%	22.2%	100.0%	84
	軽工業	2.0%	1.1%	0.7%	60.3%	4.6%	9.3%	22.1%	100.0%	131
	工業	5.5%	1.7%	1.0%	38.7%	6.5%	9.4%	37.2%	100.0%	436
	電気機械	10.1%	1.8%	1.5%	13.2%	9.0%	24.8%	39.6%	100.0%	306
	輸送機械	1.4%	0.9%	0.4%	68.8%	3.6%	7.5%	17.4%	100.0%	62
	サービス	1.7%	1.0%	0.4%	70.7%	3.2%	5.3%	17.8%	100.0%	2,540
ASEAN	農水鉦	1.0%	0.5%	0.4%	0.5%	92.8%	1.5%	3.3%	100.0%	1,404
	軽工業	1.2%	0.5%	0.4%	0.6%	92.1%	1.6%	3.6%	100.0%	820
	工業	4.5%	2.1%	1.8%	2.4%	67.8%	6.6%	14.8%	100.0%	858
	電気機械	6.6%	1.7%	1.2%	2.8%	51.4%	10.6%	25.7%	100.0%	480
	輸送機械	1.5%	0.4%	0.7%	2.1%	53.7%	15.5%	26.0%	100.0%	226
	サービス	0.9%	0.4%	0.3%	0.5%	92.3%	1.6%	3.9%	100.0%	4,525
米国	農水鉦	0.6%	0.4%	0.3%	0.8%	1.7%	84.6%	11.5%	100.0%	2,771
	軽工業	0.3%	0.2%	0.2%	0.3%	1.0%	89.9%	8.1%	100.0%	4,361
	工業	1.0%	0.6%	0.4%	0.7%	1.3%	77.9%	18.1%	100.0%	7,671
	電気機械	1.7%	0.7%	0.3%	1.1%	2.3%	68.3%	25.7%	100.0%	1,924
	輸送機械	0.6%	0.3%	0.1%	0.7%	1.1%	79.8%	17.4%	100.0%	3,006
	サービス	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	94.0%	5.2%	100.0%	103,873

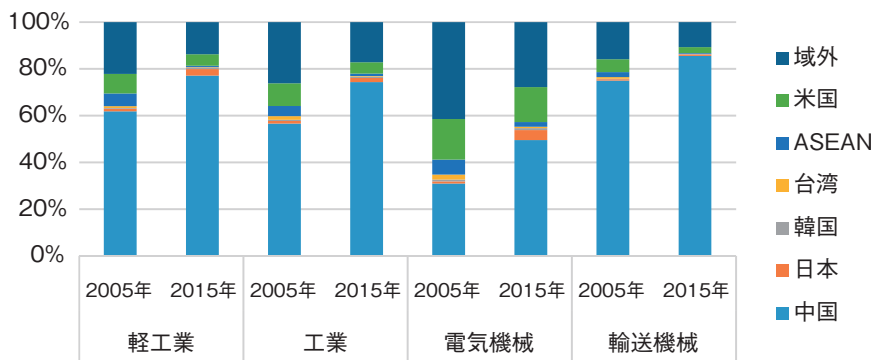
2015年		付加価値の最終需要依存度								部門別GDP (億米ドル)
		中国	日本	韓国	台湾	ASEAN	米国	域外	計	
中国	農水鉱	83.1%	1.6%	0.5%	0.1%	0.6%	3.3%	10.7%	100.0%	11,970
	軽工業	77.1%	2.8%	0.8%	0.1%	0.6%	4.9%	13.7%	100.0%	6,491
	工業	74.3%	1.8%	0.5%	0.2%	1.1%	4.9%	17.2%	100.0%	12,825
	電気機械	49.5%	4.3%	0.9%	0.6%	2.0%	14.9%	27.8%	100.0%	3,426
	輸送機械	85.5%	0.6%	0.2%	0.1%	0.3%	2.5%	10.7%	100.0%	1,640
	サービス	90.5%	0.8%	0.2%	0.1%	0.3%	1.8%	6.3%	100.0%	54,196
日本	農水鉱	2.0%	93.0%	0.4%	0.2%	0.4%	0.9%	3.1%	100.0%	540
	軽工業	2.5%	91.9%	0.4%	0.3%	0.5%	0.9%	3.6%	100.0%	1,843
	工業	11.6%	62.1%	1.5%	1.1%	2.3%	4.8%	16.5%	100.0%	4,261
	電気機械	20.9%	44.0%	1.8%	0.9%	2.9%	9.5%	20.0%	100.0%	1,031
	輸送機械	6.7%	43.4%	0.5%	0.6%	3.2%	19.6%	25.9%	100.0%	1,072
	サービス	1.6%	93.3%	0.2%	0.1%	0.4%	0.9%	3.5%	100.0%	35,993
韓国	農水鉱	6.1%	1.6%	75.2%	0.2%	0.6%	2.1%	14.2%	100.0%	306
	軽工業	8.3%	1.7%	66.5%	0.2%	0.8%	3.4%	19.1%	100.0%	510
	工業	16.9%	1.9%	41.5%	0.4%	1.7%	3.3%	34.3%	100.0%	2,071
	電気機械	15.8%	1.6%	27.2%	0.5%	1.1%	5.6%	48.2%	100.0%	1,052
	輸送機械	2.3%	0.2%	30.6%	0.1%	0.2%	2.9%	63.8%	100.0%	414
	サービス	3.2%	0.5%	83.9%	0.1%	0.3%	0.9%	11.2%	100.0%	9,640
台湾	農水鉱	5.9%	4.2%	0.3%	75.2%	1.2%	1.9%	11.3%	100.0%	104
	軽工業	9.1%	2.0%	0.4%	60.7%	1.6%	3.3%	22.8%	100.0%	144
	工業	23.7%	1.9%	0.8%	31.0%	3.0%	5.1%	34.6%	100.0%	518
	電気機械	34.7%	3.3%	1.5%	15.7%	2.2%	10.3%	32.2%	100.0%	754
	輸送機械	7.5%	1.7%	0.3%	51.2%	1.8%	11.7%	25.7%	100.0%	76
	サービス	7.9%	1.1%	0.3%	71.2%	1.7%	2.4%	15.3%	100.0%	3,289
ASEAN	農水鉱	6.4%	3.9%	1.6%	0.5%	65.1%	3.5%	19.0%	100.0%	3,397
	軽工業	3.9%	2.4%	0.7%	0.3%	68.4%	5.5%	18.7%	100.0%	1,663
	工業	9.2%	2.9%	1.0%	0.4%	47.5%	4.6%	34.4%	100.0%	1,743
	電気機械	18.9%	4.0%	1.2%	0.7%	22.4%	13.1%	39.8%	100.0%	754
	輸送機械	4.0%	1.8%	0.8%	0.2%	58.4%	5.3%	29.4%	100.0%	353
	サービス	4.0%	2.5%	1.1%	0.2%	73.6%	3.7%	14.9%	100.0%	12,070
米国	農水鉱	1.9%	1.5%	0.4%	0.2%	0.9%	76.4%	18.7%	100.0%	4,955
	軽工業	1.1%	0.9%	0.2%	0.1%	0.4%	85.8%	11.5%	100.0%	3,803
	工業	1.9%	0.6%	0.3%	0.1%	0.5%	70.3%	26.2%	100.0%	10,735
	電気機械	2.2%	0.7%	0.3%	0.1%	0.6%	70.5%	25.6%	100.0%	3,272
	輸送機械	6.6%	2.5%	0.8%	0.2%	2.3%	74.8%	12.8%	100.0%	2,910
	サービス	0.4%	0.2%	0.1%	0.0%	0.2%	92.4%	6.7%	100.0%	145,044

(出所) 2005年, 2015年アジア表に基づき, 筆者計算。

大に「依存」することになる。寄与したくても需要がなければ寄与できないわけである。したがって、各国の最終需要が各部門GDPの源泉と考えられるわけである。国際分業の進展が進めば源泉もひろがる。以下では、特に国際分業が進んでいるとみられる「電気機械」と「輸送機械」に着目し、「最終需要への依存」＝「GDPの源泉」という視点で、各国のこれら2つの部門別GDPの源泉の分布を観察し、前節でみたGVCの基礎構造との関連をみる。

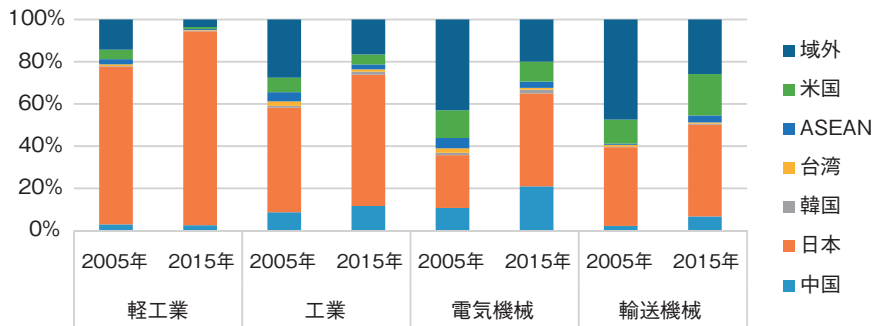
以下の図3-7～図3-12は、表3-10に基づき各国製造業4部門について付加価値の最終需要依存度の2005年と2015年の状況を図示したものである。

図3-7 付加価値の最終需要依存度(中国)



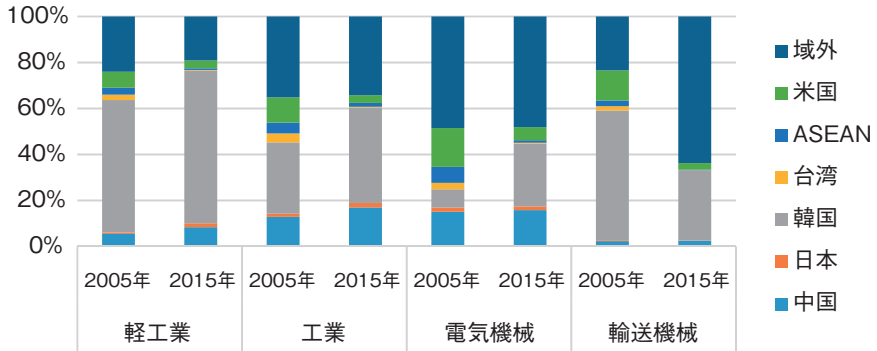
(出所)表3-10より筆者作成。

図3-8 付加価値の最終需要依存度(日本)



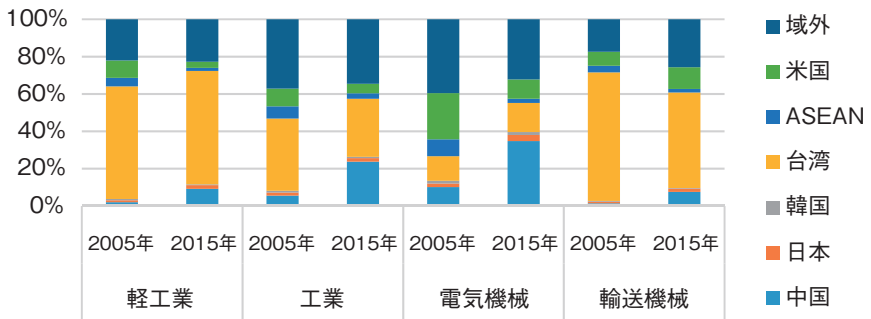
(出所)表3-10より筆者作成。

図3-9 付加価値の最終需要依存度(韓国)



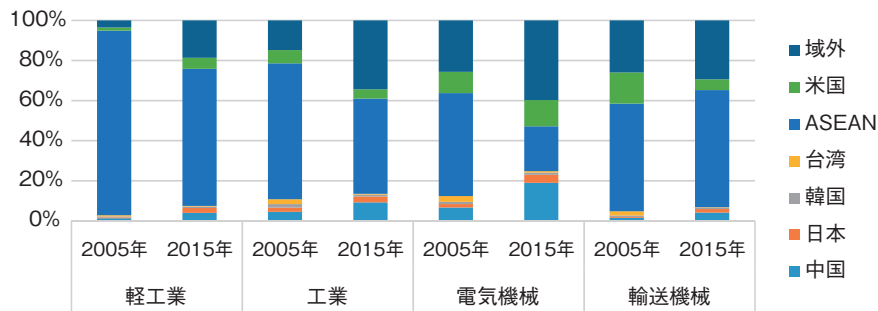
(出所)表3-10より筆者作成。

図3-10 付加価値の最終需要依存度(台湾)



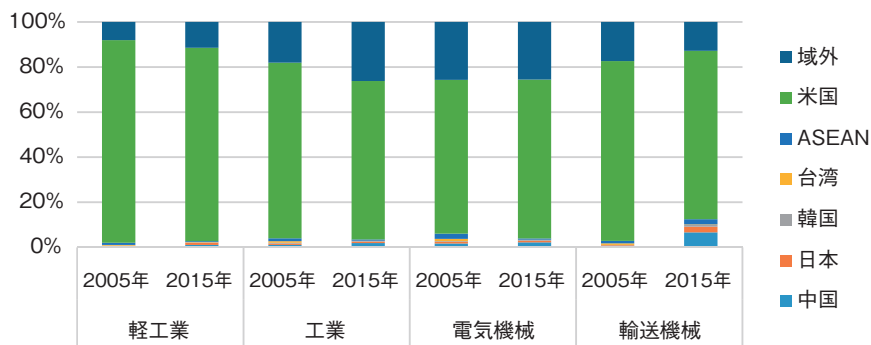
(出所)表3-10より筆者作成。

図3-11 付加価値の最終需要依存度(ASEAN)



(出所)表3-10より筆者作成。

図3-12 付加価値の最終需要依存度(米国)



(出所)表3-10より筆者作成。

3-1. 電気機械

表3-10で各国の「電気機械」部門GDPをみると、中国、韓国、台湾の「電気機械」部門が他の部門より大きい成長を示した。

また、東アジア諸国のこの部門の特徴として、自国最終需要への依存度は、極めて低いことがあげられる。2005年から2015年にかけてASEANを除き自国最終需要への依存度は増大したものの、他の部門に比べはるかに小さい。自国への依存度が低い分、中国や米国そして域外への依存が非常に大きく、かつその比重が中国へ大きく移動した点も特徴のひとつである。中国の最終需要は各国の「電気機械」部門GDP拡大の大きな源泉になっている。

一方、自国への依存度を一層縮小したASEANは、中国、米国、および域外をはじめ、韓国を除く諸国への依存度を拡大した。それに対し各国のASEANへの依存度は2005年には比較的高かったが、2015年には大幅に縮小した。この結果、ASEANの最終需要は各国の「電気機械」部門別GDPの源泉としての存在を低めた。

このような動きのなかで、第2節でみたGVCの基礎構造との関係を2015年について観察する。

表3-11は、GVCの基礎構造と最終需要依存度について、2015年の主要な点を表3-9と表3-10から取り出したものである。これをみると、GVC基礎構造において、最終財生産国Aへの上位寄与国Bの当該部門GDPの大きさは、結局Aの最終需要の大きさに依存することになる。単位当たりの寄与度が大きくても最終需要が小さければGDPの成長は望めないが、実態としては、寄与度の上位国が最終需要の大きさを享受できることになる。

表3-11より、具体的には次のとおりである。

「中国の電気機械」のGVC基礎構造は、総額100の付加価値生産に対し、韓国、日本、およびASEANの「電気機械」部門の寄与が大きい。逆に、これら3国の「電気機械」部門のGDPは、中国の最終需要に大きく依存している。こうした「寄与—依存」関係はほとんどの国でみられるが、「台湾の電気機械」のような例外もある。中国や日本の電気機械部門は基礎構造では台湾への寄与度が高いものの、両国の当該部門のGDP生成は台湾の最終需要に大きくは依存していないということである。

3-2. 輸送機械

各国の「輸送機械」部門GDPは「電気機械」と異なり、中国以外大きな伸びを示していない。

また、「電気機械」に比べ自国最終需要への依存度は高く、なかでも特に中国は高い。

各国への依存度の2時点間変化をみると、2005年にはどの国も米国への依存度が大きかったが、2015年にさらに拡大したのは日本と台湾のみであり、韓国

やASEANは大きく縮小した。韓国は自国や米国への依存に代わって、域外への依存を拡大し、ASEANは自国をはじめ中国や日本、域外へ拡大した。一方、「米国の輸送機械」の他国最終需要への依存は中国へは大きく拡大したものの、日本への拡大はわずかであり、台湾へは縮小した。

こうしたなかで「輸送機械」部門のGDPの源泉を表3-11でみると、自国への依存以外では米国や日本の最終需要への依存が中心である。結局、GVCの基礎構造での寄与度の上位国が最終需要の大きさを享受できることになる。

表3-11 GVCの基礎構造と最終需要への依存

(1) 電気機械

「電気機械」のGVC基礎構造 (除自国連鎖)		最終需要への依存
A [最終財生産国]	B [GVC上位連鎖国]	[Bの「電気機械」部門GDP]の [Aの最終需要]への依存度(1%以上)
中国	韓(0.9), 日(0.8), A(0.7)	韓(15.8), 日(20.9), A(18.9)
日本	中(1.2), 台(0.8)	中(4.3), 台(3.3)
韓国	中(1.3), 日(1.2), 台(1.0)	日(1.8), 台(1.5)
台湾	中(1.6), 日(0.9)	該当なし
ASEAN	中(2.9), 日(1.2)	中(2.0), 日(2.9)
米国	中(0.5), 台(0.2)	中(14.9), 台(10.3)

(2) 輸送機械

「輸送機械」のGVC基礎構造 (除自国連鎖)		最終需要への依存
A [最終財生産国]	B [GVC上位連鎖国]	[Bの「輸送機械」部門GDP]の [Aの最終需要]への依存度(1%以上)
中国	米(0.2)	米(6.6)
日本	米(1.0)	米(2.5)
韓国	おもな寄与国なし	該当なし
台湾	日(1.3), 米(1.0)	該当なし
ASEAN	米(1.5), 日(1.4)	米国(2.3), 日本(3.2)
米国	日(0.4)	日本(19.6)

(出所) 表3-9および表3-10より作成。

まとめにかえて

本章では、まず、対象各国各部門の最終財生産に寄与するGVCの基礎構造、すなわち最終財単位当たりのGVCについて、2005年と2015年のアジア表を利用して各時点の特徴および2時点間変化を、特に近年国際分業の進展が一層進んだとされる電気機械と輸送機械を中心に分析した。また、製造業のサプライチェーンとは密接に関係するといわれるサービス部門とこの2つの部門の連鎖も観察した。その特徴は、第2節の小括にまとめている。

さらに、GVCの基礎構造と各国の最終需要構造が各国のGDPを決めることを利用して、各国部門別GDPの源泉（拠り所）とGVCの基礎構造との関係を観察し、各部門のGVCの基礎構造がその部門のGDPのおもな源泉（どの国の最終需要に依存するか）を指し示すことが示唆された。

【参考文献】

〈日本語文献〉

- 桑森啓・玉村千治 2017.『アジア国際産業連関表の作成——基礎と延長』研究双書No.632, 日本貿易振興機構アジア経済研究所.
- 玉村千治 2020.「東アジア諸国の供給調達網への参加度の実態とASEANの課題——グローバル・バリュー・チェーン・インデックスの計測に基づいて」『創設50周年を迎えたASEANの課題と展望』アジア研究シリーズNo.101, 65-82, 亜細亜大学アジア研究所.
- 内閣府 2014.「グローバル市場と我が国産業の課題」『平成26年度年次経済財政報告』第3章第2節 (<https://www5.cao.go.jp/fj-j/wp/wp-je14/h03-02.html> 2022年1月24日アクセス).
- 藤川清史 1999.『グローバル経済の産業連関分析』創文社.
- 宮沢健一編 1975.『産業連関分析入門』日経文庫227, 日本経済新聞社.

〈外国語文献〉

- Hummels, D., J. Ishii, and K.-M. Yi 2001, “The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade.” *Journal of International Economics*, 54(1): 75-96.
- Johnson, R. C. and G. Noguera 2012. “Accounting for intermediates: Production sharing and trade in value added,” *Journal of International Economics*, 86(2): 224-236.
- Koopman, R., Z. Wang, and S.-J. Wei 2014. “Tracing Value-Added and Double Counting in Gross

Exports," *American Economic Review*, 104(2): 459-494.

©IDE-JETRO

本書は「クリエイティブ・コモンズ・ライセンス表示-改変禁止4.0国際」の下で提供されています。
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.ja>



アジアにおける国際サプライチェーンの構造

——上流度・下流度指数の計測——

桑森 啓

はじめに

サプライチェーンとは、原材料を調達・加工して製品を製造し、その製品（完成品）を消費者に届けるまでの一連のプロセスのことを指す。そこでは、原材料や部品、製品などが次の生産者や消費者に次々に鎖(chain)のように供給(supply)されていく。従来は、こうした生産工程や流通網は、ひとつの工場や地理的に近い場所で完結することが多かったが、輸送技術や情報通信技術の発達、あるいは貿易障壁の撤廃により、取引コストが大幅に低下した結果、企業はよりコストの低い場所に生産拠点を分散させることによって利益を増大させることができるようになった。その結果、サプライチェーンは国境を越えて国際化し、複雑な供給網が形成されてきた。なかでも、1990年代後半以降、多国籍企業による中国への生産拠点の移転が進んだ結果、アジア太平洋地域では、中国がこの地域の「工場」として発展し、この地域における国際サプライチェーンの構造を大きく変化させてきた。

本章では、アジア各国の産業間の取引を記述したアジア国際産業連関表（以下、「アジア表」）を用いて、生産プロセスの多さ（長さ）を表す指標である「上流度指数（upstreamness index）」および「下流度指数（downstreamness index）」を計測することを通じて、アジア太平洋地域における国際サプライチェーンの構造とその変化を定量的に把握することを試みる。産業連関表を用いてサプライチェーンの分析を行うことは、産業間あるいは事業所間の取引と企業間の取引や生産

工程間の取引が一致（あるいは近似）しているという仮定を置いていることになり、その妥当性については慎重な検討が必要であるが、上記の指数とサプライチェーンの長さとの間には正の関係が存在することが示唆されており、本章の分析は国際サプライチェーンの解明に一定程度資することができると考えられる。

1 国際サプライチェーンの計測に関する議論

国際サプライチェーンに関する議論は、マネジメントの分野において企業の効率的な財・サービスの流通形態や立地、取引関係についての概念的な議論が中心であったが、2000年代初頭から国境を越えた生産工程の分割などの分析するための概念としてグローバル・バリュー・チェーンが注目されてきたことに伴い、国際サプライチェーンを定量的に計測する試みも次第に行われるようになった（Gereffi and Lee 2012）。

Baldwin and Lopez-Gonzalez(2015) は、中間財貿易などの国を跨いだ生産に関わる貿易を「サプライチェーン貿易 (supply-chain trade)」と定義し、中間財輸入や再輸出などいくつかの指標を用いて国際サプライチェーンの特徴を分析した。国際産業連関表 (World Input-Output Database, WIOD) を用いた計測の結果、①サプライチェーン貿易はほぼ米国、中国、ドイツ、日本の4カ国 (Giant 4) によってその大部分が行われている、②世界の生産ネットワークはアジア (Factory Asia)、北米 (Factory North America)、欧州 (Factory Europe) の各地域ブロック内で発達しており、それ以外の地域間では発達していない、③サプライチェーン貿易は、1995年から2009年の間に北米や欧州で縮小し、アジアにシフトしてきた、④中国が世界の中間投入財の供給者として支配的な地位を占めていることなどを明らかにしている。

また、近年では産業連関表を用いてサプライチェーンあるいは生産プロセスの長さやそのなかにおける産業や国の位置づけを計測する試みが行われるようになった。その背景には、企業あるいは産業の生産物について、生産プロセスにおける位置づけを把握することは、生産工程の一部の外部に委託するアウトソーシングやオフショアリングといったサプライチェーン・マネジメントや国の産業政策

に重要な意味を持つことがある (Dietzenbacher et al. 2005, 406)。Dietzenbacher et al.(2005) は、産業間の結びつきの「強さ (strength/size of linkages)」のみならず、「経済的距離 (economic distance)」を考慮した「平均波及世代数 (Average Propagation Length, APL)」という指標を提案した。Dietzenbacher et al.(2005) は、スペインのアンダルシア地方のAPLを計測し、各産業間の距離や生産プロセス (production chain/production process) における位置づけを検討している。

一方, Fally(2012) は、APLとよく似ているが、産業間ではなく生産プロセスの末端に位置する最終需要者および生産プロセスの最初に位置する生産要素供給者との距離を測ることにより、産業や国の生産プロセスにおける位置づけを把握する「上流度指数 (Measure of Upstreamness)」および「下流度指数 (Measure of Downstreamness)」を提示した。Fally(2012) は米国の産業連関表を用いて上流度指数と下流度指数を計測し、下流度指数については食品関連産業が高い値を示す一方、上流度指数については鉱業や採石業などが高い値を示していること、米国がより付加価値が高く最終需要に近い産業にシフトしていった結果、過去50年の間に上流度を低下させてきたことなどを報告している。また、Antràs et al.(2012a; 2012b) は、OECD諸国について上流度指数を計測して各国の産業間の順位相関係数を調べ、上流度指数の序列は産業間で安定的であることを確認している。

Miller and Temurshoev(2017) はWIODを用いて、Fally(2012) やAntràs et al.(2012a; 2012b) と同様に産業や国の上流度と下流度を計測したほか、国際産業連関表の特徴を生かして上流度指数と下流度指数の変化が国内要因 (intra-country effect) によるものか、あるいは国外要因 (inter-country effect) によるものかを、構造分解の方法を用いて分析している。その結果、1995年から2011年にかけて世界のの上流度指数・下流度指数はともに上昇しているが、その大部分は国外要因によるものであることを明らかにしている。また、菅沼 (2016) もWIODを用いて上流度指数の分析を行い、北東アジア4カ国 (日本、中国、韓国、台湾) における上流度指数の上昇はおもに電機産業の寄与によるものであることなどを指摘している。

Ito and Vèzina(2016) および白 (2019) は、1990年から2005年までのアジ

ア表を用いて各国および産業（電気機械、輸送機械）の上流度指数と付加価値率との関係を調べ、両者の間にはU字型の関係が存在することを確認している。Ito and Vèzina(2016) および白 (2019) は、この結果は、生産工程の上流（設計・開発など）と下流（流通・サービスなど）においては利益率が高く、その間の工程（組立てなど）の利益率は低いというバリューチェーンにおける「スマイルカーブ」を実証的に支持するものであるとしている。

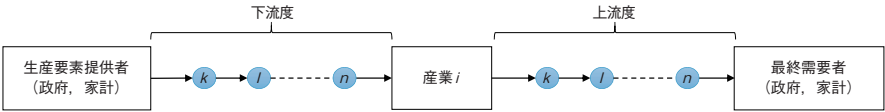
本章では、国際サプライチェーンを把握するための指標としてFally(2012) による上流度指数および下流度指数を計測する。上述の先行研究と比較した本研究の最も大きな特徴として、第2章で推計した2015年の延長アジア表を用いて分析を行っていることである。上に挙げたWIODやアジア表を用いた分析と比較してより直近の表を用いて上流度指数や下流度指数を計測することにより、先行研究において見出された産業の特徴や国際サプライチェーンの構造の2015年時点における状況の把握が可能となった。また、アジア表を用いることでWIODではカバーされていないASEAN諸国を含むアジア太平洋諸国について上流度指数・下流度指数の計測し、ASEAN諸国の上流度指数・下流度指数の値が北東アジアの国々と比較して低いこと、ASEAN域内での分業がほとんどみられず、中国、米国、日本への依存が強いこと、さらに依存先が日本と米国から中国にシフトしたことなどを明らかにした。

2 上流度指数・下流度指数の概念と計測方法

2-1. 上流度指数と下流度指数の概念

ここでは、上流度指数と下流度指数の概念について説明する。Fally(2012) は、(a) 産業 i の生産物が最終需要者に届くまでに通過する工場 (plants) の数、(b) 産業 i の生産物に体化された生産段階の数と定義し、それぞれを測る指標を提案した。Antràs et al.(2012a, 2012b) は、(a) を「上流度 (upstreamness)」と呼び、Miller and Temurshoev(2017) は (b) を「下流度 (downstreamness)」と呼んでいる。この「上流度」と「下流度」について、Miller and Temurshoev (2017) は、以下の図4-1に示されるような概念図を用いて説明している。

図4-1 上流度と下流度の概念



(出所) Miller and Temurshoev(2017, 4)に基づいて作成。

図4-1に示されるとおり、産業*i*は最終需要者である政府や家計に対して生産物を提供するが、生産物の性質により直接提供される場合もあれば、他の産業に中間財として提供され、加工されてから供給される場合もある。したがって、「上流度」は、産業*i*の生産物がどれだけの産業を介して最終需要者に届くか、言い換えると最終需要者からどれだけ離れているかを示している。一方、政府や家計は産業に対して資本や労働などの生産要素を提供する供給者でもある。図4-1の右側に示されるとおり、「下流度」は、産業*i*の生産のために、どれだけの産業を介して生産要素が提供されているかを示している。

2-2. 上流度指数と下流度指数の計測方法

ここでは、上で述べた上流度と下流度を定量的に把握する「上流度指数 (Upstreamness Index)」と「下流度指数 (Downstreamness Index)」の測定方法について述べる。Fally(2012) が提案した上流度指数と下流度指数は、産業連関表を用いて計算される。いま、図4-2のような産業連関表を考える。

図4-2 産業連関表のイメージ

Z	F	X'
V		
X		

(出所)筆者作成。

ただし,

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & \cdots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & \cdots & z_{nn} \end{bmatrix} : \text{中間取引額 } (n \times n \text{ 行列})$$

$$F = [f_1 \quad \cdots \quad f_n]' : \text{最終需要 } (n \times 1 \text{ 列ベクトル})$$

$$V = [v_1 \quad \cdots \quad v_n] : \text{付加価値 } (1 \times n \text{ 行ベクトル})$$

$$X' = [X_1 \quad \cdots \quad X_n]' : \text{国内生産額 } (n \times 1 \text{ 列ベクトル})$$

$$X = [X_1 \quad \cdots \quad X_n] : \text{国内生産額 } (1 \times n \text{ 行ベクトル})$$

である。

(1) 上流度指数の計算方法

図4-2において, 中間取引に関する投入係数は, 以下のように計算される。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{z_{11}}{x_1} & \cdots & \frac{z_{1n}}{x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{z_{n1}}{x_1} & \cdots & \frac{z_{nn}}{x_n} \end{bmatrix}$$

投入係数を用いると, 産業 i の国内生産額は, 次式のように表現することができる。

$$\begin{aligned} (4.1) \quad x_i &= z_{i1} + z_{i2} + \cdots + z_{in} + f_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \cdots + a_{in}x_n + f_i \\ &= \sum_j a_{ij}x_j + f_i \quad (i, j = 1, \cdots, n) \end{aligned}$$

この関係を, 右辺の国内生産額 x_j に逐次代入していくと, (4.1) 式は以下のように書き直される。

$$(4.2) \quad x_i = f_i + \sum_j a_{ij}f_j + \sum_j \sum_k a_{ik}a_{kj}f_j + \sum_j \sum_k \sum_l a_{il}a_{lk}a_{kj}f_j + \cdots$$

(4.2) 式の第1項は産業 i の生産額 (x_i) のうち, 家計などの最終需要部門に他の産業部門を介することなく直接販売される金額 (f_i) である。第2項は産業 i の生産物が他の産業 j ($j=1,2,\cdots,n$, n は産業の数) に対し, それ以外の産業を介することなく直接供給される金額 ($\sum_j a_{ij}f_j$) を示している。これに対し, 第3項は

産業*i*の生産物が他の産業*j*に対して最終的に供給される金額のうち、直接ではなく1つの産業*k*を介して間接的に供給される金額の合計 ($\sum_j \sum_k a_{ik} a_{kj} f_j$) であり、第4項は、産業*i*から産業*j*に対して、2つの産業 (*k*および*l*) を介して間接的に供給される金額の合計 ($\sum_j \sum_k \sum_l a_{il} a_{lk} a_{kj} f_j$) である。すなわち、(4.2) 式の右辺は、左辺における産業*i*の生産額（総生産量）の、他の産業に供給されるまでに要するステップ数ごとの内訳を示している。

もしも産業*i*の生産物が最終需要部門や他産業に直接供給される割合が高ければ、産業*i*が他産業との間に構築している生産プロセスは単純で短く、反対に多くの産業を介してその生産物を供給している場合は、産業*i*は他産業との間に複雑で長い生産プロセスを構築していると解釈することができる。したがって、(4.2) 式を利用して上述の関係を適切に定量化することができれば、生産プロセスの長さまたは複雑さからみた各産業の構造や特徴を理解することが可能となる。また、その指標を国際産業連関表に適用すれば、国を跨いだ生産プロセスも把握することができる。

(4.2) 式は、右辺を合計すれば、産業*i*の総生産額 x_i に一致するが、その実現のための右辺の各項の組み合わせは、投入係数によってさまざまなものがあり得る。たとえば、投入係数 a_{ij} の値が大きく、第2項 $\sum_j a_{ij} f_j$ の総生産額 x_i に占める割合が高ければ、第3項以降の総生産額 x_i の実現に占める役割は小さく、産業*i*の生産プロセスは総じて単純で短いと考えられる。反対に、投入係数 a_{ij} の値が小さく、第2項 $\sum_j a_{ij} f_j$ の総生産額 x_i に占める割合が低ければ、第3項以降の総生産額 x_i の実現に占める役割が大きくなり、産業*i*の生産プロセスは複雑で長いと考えられる。しかし、いずれの場合でも (4.2) 式においては、同じ総生産額 x_i であるため、それがどの程度複雑な生産プロセスを通じて実現された値であるかは明らかでない。したがって、生産プロセスの長さを明示的に表現した指標が必要となる。そのために、(4.2) 式の右辺を、以下のように修正することを考える。

$$(4.3) \quad 1 \cdot f_i + 2 \cdot \sum_j a_{ij} f_j + 3 \cdot \sum_j \sum_k a_{ik} a_{kj} f_j + 4 \cdot \sum_j \sum_k \sum_l a_{il} a_{lk} a_{kj} f_j + \cdots$$

(4.3) 式は、各項に、その式における順番を示す番号を乗じたものである。上述したように、後ろの項になるほど産業*i*の生産物が最終需要者に届くまでに多

くのステップを経ていること、すなわち生産プロセスが長いことを示しているため、各項に順番を示す番号を乗じることは、長いステップを経る生産プロセスに対し、より大きなウェイトを付与していることを意味する¹⁾。したがって、(4.3)式は、生産プロセスの「長さ」を測る指標と捉えることができる。この(4.3)式をベースとして、Antràs et al.(2012b) およびAntràs and Chor(2013) は、以下の指標を考案した。

$$(4.4) \quad u_i = \frac{1}{x_i} (1 \cdot f_i + 2 \cdot \sum_j a_{ij} f_j + 3 \cdot \sum_j \sum_k a_{ik} a_{kj} f_j + 4 \cdot \sum_j \sum_k \sum_l a_{il} a_{lk} a_{kj} f_j + \dots) \\ = 1 \cdot \frac{f_i}{x_i} + 2 \cdot \frac{\sum_j a_{ij} f_j}{x_i} + 3 \cdot \frac{\sum_j \sum_k a_{ik} a_{kj} f_j}{x_i} + 4 \cdot \frac{\sum_j \sum_k \sum_l a_{il} a_{lk} a_{kj} f_j}{x_i} + \dots$$

(4.4) 式における右辺の各項は、産業*i*の生産物が最終需要者に届くまでに要するステップ数を、各ステップ数ごとの生産額が産業*i*の総生産額に占めるシェアでウェイトづけしたものである。したがって、その和である u_i は、産業*i*が最終需要者から平均的にどれだけ上流に位置するかを示す指標と解釈される(Miller and Temurshoev 2017)。 u_i の値が大きければ、産業*i*の生産物が最終需要者に届くまでに多くの生産プロセスを経ていることになり、産業*i*は最終需要者からみて、より上流(upstream)に位置していることになる。反対に u_i の値が小さければ、産業*i*の生産物が最終需要者に届くまでの生産プロセスは短く、産業*i*は最終需要者の近くに位置していることになる²⁾。

(4.4) 式は無限級数展開であるため、行列を用いて計算可能な表現に直すと以下ようになる³⁾。(4.2) 式を行列表示すると、

-
- 1) どのようなウェイトを与えることが適切かについては、本章の最後に課題として挙げているように検討の余地があると思われるが、ここでステップ数を表す自然数を割り当てている理由は、(4.3)式において表される無限級数の和を(4.5)式で示されるように、逆行列によって計算可能にするためである。
 - 2) 上流度指数(u_i)の値は、それ自体に単位など直感的な意味があるわけではなく、各産業が最終需要者から平均的にどの程度離れているかを比較するための指標である。また、本章では名目価格の表を用いて計算されているため、異時点間の指標の値の比較に際しては、価格変動の影響を受けている点に注意する必要があるが、生産額をそのまま用いているわけではなく、シェアを取った上で算出しているため、ある程度他の年次との比較も可能と考えられる(後に示す下流度指数(d_i)についても同様)。

$$(4.5) \quad X = F + AF + A^2F + A^3F + \cdots = (I + A + A^2 + A^3 + \cdots)F = (I - A)^{-1}F = LF$$

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}; \quad I = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}; \quad L = \begin{bmatrix} l_{11} & \cdots & l_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & \cdots & l_{nn} \end{bmatrix}; \quad F = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix}$$

(4.5) 式の $L = (I - A)^{-1}$ はレオンチェフ逆行列である。したがって、(4.3) 式は、以下のように行列表示される。

$$(4.6) \quad (I + 2A + 3A^2 + 4A^3 + \cdots)F$$

ここで、 $2A + 3A^2 + 4A^3 + \cdots = (I + A + A^2 + A^3 + \cdots)(I + A + A^2 + A^3 + \cdots)$ であることを利用すれば、(4.6) 式はレオンチェフ逆行列の二乗として表すことができる。

$$\begin{aligned} (4.7) \quad (I + 2A + 3A^2 + 4A^3 + \cdots)F &= (I + A + A^2 + A^3 + \cdots)(I + A + A^2 + A^3 + \cdots)F \\ &= (I - A)^{-1}(I - A)^{-1}F \\ &= L^2F \\ &= HF \quad (H = L^2) \end{aligned}$$

よって、(4.4) 式は、以下のように行列表示され、上流度指数ベクトル U を計算することができる。

$$(4.8) \quad U = \hat{X}^{-1}HF$$

$$U = \begin{bmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}; \quad \hat{X}^{-1} = \begin{bmatrix} x_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & x_n \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} 1/x_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1/x_n \end{bmatrix}; \quad H = \begin{bmatrix} h_{11} & \cdots & h_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{n1} & \cdots & h_{nn} \end{bmatrix}$$

なお、(4.8) 式は通常の産業連関表（一国表）のケースであるが、複数国からなる国際産業連関表の場合、以下のように上流度指数は国別部門別に計算される。

3) 以下の行列表現については、Miller and Temurshoev (2017) に基づく（下流度指数における (4.13) 式および (4.14) 式についても同様）。

$$(4.9) \quad \tilde{U} = \tilde{X}^{-1} \tilde{H} \tilde{F}$$

$$\tilde{U} = [u_1^1 \quad \cdots \quad u_n^1 \quad \cdots \quad u_i^r \quad \cdots \quad u_1^m \quad \cdots \quad u_n^m]'$$

$$\tilde{X}^{-1} = \begin{bmatrix} x_1^1 & \cdots & 0 & & & & \mathbf{0} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & & & \\ 0 & \cdots & x_n^1 & & & & \\ & & & \ddots & 0 & & \\ & \vdots & & x_i^r & & \vdots & \\ & & 0 & & \ddots & & \\ & \mathbf{0} & & \cdots & x_1^m & \cdots & 0 \\ & & & & \vdots & \ddots & \vdots \\ & & & & 0 & \cdots & x_n^m \end{bmatrix}^{-1}$$

$$\tilde{H} = \begin{bmatrix} h_{11}^{11} & \cdots & h_{1n}^{11} & \cdots & h_{11}^{1m} & \cdots & h_{1n}^{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \cdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{n1}^{11} & \cdots & h_{nn}^{11} & & h_{n1}^{1m} & \cdots & h_{nn}^{1m} \\ & & & \ddots & & & \\ & \vdots & & h_{ij}^{rs} & & \vdots & \\ & & & & \ddots & & \\ h_{11}^{m1} & \cdots & h_{1n}^{m1} & \cdots & h_{11}^{mm} & \cdots & h_{1n}^{mm} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \cdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{n1}^{m1} & \cdots & h_{nn}^{m1} & \cdots & h_{n1}^{mm} & \cdots & h_{nn}^{mm} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{F} = [f_1^1 \quad \cdots \quad f_n^1 \quad \cdots \quad f_i^r \quad \cdots \quad f_1^m \quad \cdots \quad f_n^m]'$$

($i, j = 1, \cdots, n$: 産業部門, $r, s = 1, \cdots, m$: 国)

(2) 下流度指数の計算方法

下流度指数は、上流度指数と同様の手順で計算される。まず、図4-2より、中間取引に関する産出係数は、以下のように計算される。

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{z_{11}}{x_1} & \cdots & \frac{z_{1n}}{x_1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{z_{n1}}{x_n} & \cdots & \frac{z_{nn}}{x_n} \end{bmatrix}$$

すなわち、産業*i*において、1単位の生産に用いられる産業*j*の生産物のシェアは、 $b_{ji} = z_{ji}/x_j$ と表される。この産出係数を用いると、産業*i*の生産額 x_i は以下のバランス式で表される。

$$(4.10) \quad x_i = v_i + z_{1i} + z_{2i} + \cdots + z_{ni} = v_i + b_{1i}x_1 + b_{2i}x_2 + \cdots + b_{ni}x_n \\ = v_i + \sum_j b_{ji}x_j \quad (i, j = 1, \dots, n)$$

この関係を、右辺の国内生産額 x_j に逐次代入していくと、(4.10) 式は以下のように書き直される。

$$(4.11) \quad x_i = v_i + \sum_j v_j b_{ji} + \sum_j \sum_k v_j b_{jk} b_{ki} + \sum_j \sum_k \sum_l v_j b_{jk} b_{kl} b_{li} + \cdots$$

(4.11) 式の第1項は産業 i の生産額 (x_i) のうち、家計と政府によって提供される労働や資本などの生産要素の直接の投入額 (v_i) である。第2項は産業 i が直接投入する他の産業 j ($j=1,2,\dots, n$, n は産業の数) の生産物の金額 ($\sum_j v_j b_{ji}$) を示している。これに対し、第3項は産業 i が生産を行うために使用する産業 j の生産物のうち、直接ではなく2つの産業 (j, k) を介して間接的に投入する金額の合計 ($\sum_j \sum_k v_j b_{jk} b_{ki}$) であり、第4項は、産業 i が生産を行うために使用する産業 j の生産物のうち、2つの産業 (k および l) を介して間接的に投入する金額の合計 ($\sum_j \sum_k \sum_l v_j b_{jk} b_{kl} b_{li}$) である。すなわち、(4.11) 式の右辺の各項は、産業 i が産業 j の生産物を、どれだけのステップを経て投入しているかを示している⁴⁾。

もしも産業 i が産業 j の生産物を直接投入する割合が高ければ、産業 i と産業 j （あるいは産業 j が使用する生産要素の提供者としての家計と政府）との間に構築されている生産工程は単純で短く、反対に産業 i が多くの産業を介して産業 j の生産物を需要する割合が高ければ、産業 i は産業 j （または生産要素の供給者としての家計と政府）との間に、複雑で長い生産工程を構築していると解釈することができる。また、生産工程が長いほど、産業 i は生産要素の供給者である家計と政府から遠く、生産要素や他産業の生産物の需要においてより下流（downstream）に位置していると捉えることができる。したがって、上流度指数と同様に、(4.11) 式より、下流度指数を定義することが可能となる。(4.4) 式の上流度指数 u_i に対応する下

4) Miller and Temurshoev(2017) は、これを(4.2) 式で表されるサプライチェーンに対比する概念として「ディマンドチェーン (input demand chain)」と定義している。投入する側からみた生産工程の長さを表しているという点で、このディマンドチェーンもサプライチェーンの指標と考えることができる。

流度指数は、以下のように定義される。

$$(4.12) \quad d_i = \frac{1}{x_i} (1 \cdot v_i + 2 \cdot \sum_j v_j b_{ji} + 3 \cdot \sum_j \sum_k v_j b_{jk} b_{ki} + 4 \cdot \sum_j \sum_k \sum_l v_j b_{jk} b_{kl} b_{li} + \dots) \\ = 1 \cdot \frac{v_i}{x_i} + 2 \cdot \frac{\sum_j v_j b_{ji}}{x_i} + 3 \cdot \frac{\sum_j \sum_k v_j b_{jk} b_{ki}}{x_i} + 4 \cdot \frac{\sum_j \sum_k \sum_l v_j b_{jk} b_{kl} b_{li}}{x_i} + \dots$$

(4.12) 式における右辺の各項は、産業*i*の生産を行うために経由する生産要素の供給者からのステップ数を、各ステップ数ごとの生産額が産業*i*の総生産額に占めるシェアでウェイト付けしたものである。したがって、その和である d_i は、産業*i*が生産要素の供給者から平均的にどれだけ下流に位置するかを示す指標と解釈される (Miller and Temurshoev 2017)。上流度指数の場合と同様に、(4.12) 式の下流度指数を、行列を用いて表現すると以下ようになる。まず、(4.11) 式を、産出係数行列*B*を用いて行列表示すると、

$$(4.13) \quad X' = V + VB + VB^2 + VB^3 + \dots = V(I + B + B^2 + B^3 + \dots) = V(I - B)^{-1} \\ = V'G$$

$$X' = [x_1 \quad \dots \quad x_n]; \quad V = [v_1 \quad \dots \quad v_n]; \quad G = \begin{bmatrix} g_{11} & \dots & g_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{n1} & \dots & g_{nn} \end{bmatrix}$$

(4.13) 式の $G = (I - B)^{-1}$ は産出係数の逆行列であり、ゴッシュ逆行列と呼ばれる (Ghosh 1958)。したがって、(4.12) 式は、以下のように行列表示され、下流度指数ベクトル*D'*を計算することができる。

$$(4.14) \quad D' = V(I + 2B + 3B^2 + 4B^3 + \dots) \hat{X}^{-1} \\ = V(I + B + B^2 + B^3 + \dots) (I + B + B^2 + BA^3 + \dots) \hat{X}^{-1} \\ = V(I - B)^{-1} (I - B)^{-1} \hat{X}^{-1} \\ = VG^2 \hat{X}^{-1} \\ = VQ \hat{X}^{-1} \quad (Q = G^2)$$

$$D' = [d_1 \quad \cdots \quad d_n]; \quad Q = \begin{bmatrix} q_{11} & \cdots & q_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & \cdots & q_{nn} \end{bmatrix}$$

上流度指数の場合と同様、(4.14) 式は通常の産業連関表（一国表）のケースであり、複数年からなる国際産業連関表の上流度指数は以下のように国ごと部門ごとに計算される。

$$(4.15) \quad \tilde{D}' = \tilde{V} \tilde{Q} \tilde{X}^{-1}$$

$$\tilde{D}' = [d_1^1 \quad \cdots \quad d_n^1 \quad \cdots \quad d_i^r \quad \cdots \quad d_1^m \quad \cdots \quad d_n^m]$$

$$\tilde{V} = [v_1^1 \quad \cdots \quad v_n^1 \quad \cdots \quad v_i^r \quad \cdots \quad v_1^m \quad \cdots \quad v_n^m]$$

$$\tilde{Q} = \begin{bmatrix} q_{11}^{11} & \cdots & q_{1n}^{11} & & & q_{11}^{1m} & \cdots & q_{1n}^{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1}^{11} & \cdots & q_{nn}^{11} & & & q_{n1}^{1m} & \cdots & q_{nn}^{1m} \\ & & & \ddots & & & & \\ & \vdots & & & q_{ij}^{rs} & & \vdots & \\ & & & & & \ddots & & \\ q_{11}^{m1} & \cdots & q_{1n}^{m1} & & & q_{11}^{mm} & \cdots & q_{1n}^{mm} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1}^{m1} & \cdots & q_{nn}^{m1} & & & q_{n1}^{mm} & \cdots & q_{nn}^{mm} \end{bmatrix}$$

(3) 上流度指数と下流度指数の意味

上で定義された上流度指数 (u_i) と下流度指数 (d_i) の意味をまとめると、およそ表4-1のようになる。

図4-1の表記を利用して、この表の各グループ（ブロック）に含まれる産業のイメージを、最終需要者および生産要素提供者までの距離（工場（生産工程）の数）として示したものが以下の図4-3である。

図4-3より、上流度指数と下流度指数の値がともに大きい場合、産業*i*の生産のために必要となる工程および最終需要者に産業*i*の生産物が提供されるまでに経なければならないステップがともに多いことがわかる。反対に、上流度指数と下流度指数の値がともに小さい場合は、産業*i*の生産のために必要となる工程および最終需要者に産業*i*の生産物が提供されるまでに経なければならないステップがともに単純で短いことがわかる。

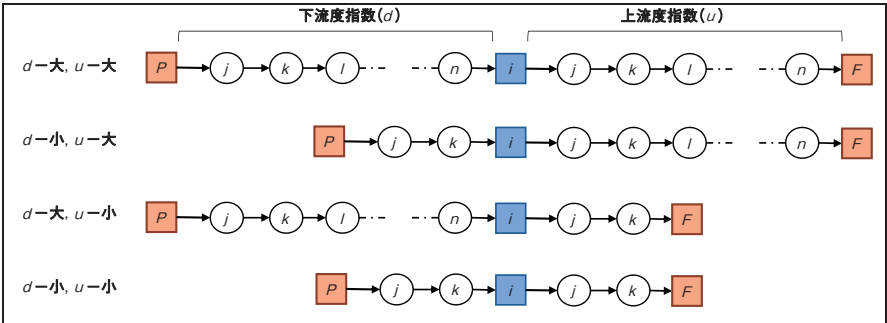
このように、ステップ（取引）の多寡（と各取引の大きさの加重平均の和）とし

表4-1 上流度指数と下流度指数の意味と産業の分類

		下流度指数(d_i)	
		大	小
上流度指数(u_i)	大	(上流度) 産業 i の生産物が最終需要者に届くまでに要する生産段階(通過する工場(plants))の数が多い。	(上流度) 産業 i の生産物が最終需要者に届くまでに要する生産段階(通過する工場(plants))の数が多い。
		(下流度) 産業 i の生産物が完成するまでに要する生産段階(通過する工場(plants))の数が多い。	(下流度) 産業 i の生産物が完成するまでに要する生産段階(通過する工場(plants))の数が少ない。
	小	(上流度) 産業 i の生産物が最終需要者に届くまでに要する生産段階(通過する工場(plants))の数が少ない。	(上流度) 産業 i の生産物が最終需要者に届くまでに要する生産段階(通過する工場(plants))の数が少ない。
		(下流度) 産業 i の生産物が完成するまでに要する生産段階(通過する工場(plants))の数が多い。	(下流度) 産業 i の生産物が完成するまでに要する生産段階(通過する工場(plants))の数が少ない。

(出所) Fally (2012, 6) および Miller and Temurshoev (2017, 11) に基づいて作成。

図4-3 上流度・下流度指数によって特徴づけられる産業 i のイメージ



(出所) 筆者作成。

(注) 図中のアルファベットは、以下を表す。

P : 生産要素の提供者(家計, 政府など)

i, j, k, l, n : 産業部門

F : 最終需要者(家計, 政府など)

て計算される上流度指数および下流度指数は、以下のような産業の特徴を反映していると解釈することができる。

まず、下流度指数については迂回生産の程度を反映していると考えられる。次節の表4-2において示される各産業の指数の計測結果からもわかるとおり、下流度指数の値が大きい産業はおもに加工度の高い製造業である反面、値が小さい産業は加工度の低い農林水産業とサービス業が占めている。したがって、下流度指数の値が高い産業の生産物（生産までのステップが長く取引の回数が多い産業の生産物）は、その生産のために多くの産業から投入し、また中間投入比率も高い産業の製品であるという特徴があると考えられる。

一方、上流度指数については、下流度指数に対応した表現を用いれば、最終需要者に届くまでに他産業を経る回数や他産業への供給が多い、いわば「迂回供給」の程度を反映していると考えられる。表4-2の計測結果からは、原材料や素材など他産業に投入（供給）される製品を生産する産業の上流度指数が大きくなっている。

また、上流度指数と下流度指数を計測し、各産業の生産プロセス（サプライチェーン）における位置づけを明らかにすることは、以下のような意義を持つと考えられる。第1節でも触れたとおり、企業的意思決定や国の政策に影響を与える。たとえば、Antràs and Chor(2013)は、企業が生産のアウトソーシングなどを決定する際には、その企業の生産プロセスにおける位置づけが重要な要因となっていることを確認している。また、各産業のサプライチェーンにおける位置を把握することは、ある国や産業において発生した経済ショックが影響を及ぼす国や産業を把握するために重要である。菅沼(2016)は、下流工程位置する国における需要ショックは、上流工程に位置している国の産業に影響を与えるため、海外における経済ショックの自国への影響を考える上では、どの国が自国の下流に位置しているのかを把握することが重要であるとしている。

(4) 分析上の課題

なお、(4.4) 式および (4.12) 式によって計測される上流度指数および下流度指数を用いて国際サプライチェーンの分析を行う際には、以下の点に注意が必要である。国際サプライチェーンは、異なる経済主体（企業、消費者など）が複

雑に関係する生産ネットワークであり、その関係を包括的に把握するためのデータあるいはツールとして、産業連関表の利用が試みられてきた。しかしながら、産業連関表はアクティビティ・ベースの分類に基づく産業間の取引を記述したものであり、企業や消費者などの経済主体間の取引を記述したものではない。(4.4)式および(4.12)式においては、投入係数を乗じる回数を取引回数(工程の数)とみなしているが、産業連関表の取引構造と企業間の取引構造は必ずしも一致せず、投入係数を乗じた回数は取引回数の最大値となり、過大評価になっている可能性がある。

産業連関表が記述する取引とサプライチェーンにおける取引が必ずしも一致しない可能性があることは、一部の研究において認識され、サプライチェーンを分析するための代替的な表が提案されてきた。Lin and Polenske(1997) および Polenske(1998) は、間接的にはあるが、企業の意思決定(サプライチェーン・マネジメントを含む)のため、生産工程ごとに分類した産業連関モデル(input-output process model)を提案し、日本の鉄鋼業や中国の鉄鋼企業における生産工程に焦点を当てた表(Enterprise input-output model)を作成している。一方、Albino et al.(2002) は、Polenskeらのモデルをベースにしつつも、より多くの経済主体が関わるより包括的なモデルを提案し、エネルギーに関するサプライチェーンを記述した表(物量バランス表)を作成している。しかしながら、これらの研究では、特定の企業や財のみを対象とした表の作成が試みられているのみであり、多くの財・サービスが関わるサプライチェーンの全体像を把握するには程遠い。また、生産工程の分類には着目しているものの、上記の産業間取引と企業間取引の違いについては、(特にAlbino et al.(2002)において)関心が払われているとは言い難い。

このように、企業間取引や生産工程と産業連関表における産業間取引との違いは認識しつつも、現実的には産業連関表に代わる適切かつ包括的なデータは存在しないのが現状であり、本章を含む産業連関表を用いたサプライチェーンの分析(上流度指数と下流度指数の計測)においては、(暗黙裡のうちに)産業と企業の取引構造がほぼ一致(類似)していることを仮定していることになる。その場合、各産業は投入構造に従って他産業の生産物を投入するため、産業間の取引(または投入係数)がゼロでないかぎり、投入係数の積は取引回数を表していると考え

られる。また、サプライチェーンにおいては企業間の取引だけでなく企業内の取引も対象となる。したがって、企業単位ではなく事業所単位での調査をもとにアクティビティ・ベースでの取引を記述した産業連関表は、サプライチェーンの計測に一定の有効性を持ち得ると考えられる。もちろん、この仮定の妥当性については慎重な検証が必要であるが、菅沼（2016）は産業連関表から計算される上流度指数とサプライチェーンとの関係について、相対的にサプライチェーンが長い資本財などは上流度が大きいこと、また1995～2011年における北東アジア諸国における上流度指数の値の上昇が、同時期にこの地域においてサプライチェーン・ネットワークが進化した事実と整合的であることを指摘しており（菅沼2016, 16-17）、産業連関表の取引関係に基づいて計算された上流度指数の値とサプライチェーンの長さの間には、正の関係が存在することが示唆されている。

3 計測結果

前節で定義された上流度指数と下流度指数を、アジア国際産業連関表に適用して計測を行う。ここでは、2000年アジア表と本書で推計した2015年延長アジア表を用いる。分析対象の年次を2000年と2015年にした理由は、2001年に中国がWTOに加盟しているため、その直前である2000年と直近の時点との比較を通じて、中国の経済発展と貿易拡大によってこの地域にもたらされたサプライチェーン構造の変化をより明確に捉えることができると考えるからである⁵⁾。

3-1. 上流度指数と下流度指数に基づく産業の特徴づけ

(4.9) 式および (4.15) 式をアジア表に適用して各産業の上流度指数・下流度指数を計測し、表4-1の区分にしたがって各産業を分類したものが表4-2であ

5) ここでは、中国のWTO加盟前の2000年と2015年の比較を行っているため、以下の上流度指数および下流度指数の計測結果には、①WTO加盟という質的な要因、②中国経済の台頭という量的な要因の2つの要因が反映されていることになる。本章の目的は、2時点間の構造変化を観察することであるから、上記2つの影響を区別して論じることにはしていないが、計測結果がこれら両方を反映した結果である点は認識しておく必要がある。

る（計算方法と結果の詳細は次節で説明）。なお、各指数の大小の区分は、全産業平均値を用いた⁶⁾。

表4-2 上流度指数と下流度指数に基づく産業の分類

		下流度指数(d_i)	
		大	小
<2000年>			
上流度指数(u_i)	大	5.その他軽工業 7.非金属製品 8.金属製品	1.農林水産業 2.鉱業・採石業 6.化学 13.電力・ガス・水道
	小	3.食品・飲料・たばこ 4.繊維製品 9.一般機械 10.電気機械 11.輸送機械 12.その他製造業 14.建設	15.商業・運輸 16.サービス
<2015年>			
上流度指数(u_i)	大	5.その他軽工業 7.非金属製品 8.金属製品	1.農林水産業 2.鉱業・採石業 6.化学 13.電力・ガス・水道
	小	3.食品・飲料・たばこ 4.繊維製品 9.一般機械 10.電気機械 11.輸送機械 14.建設	12.その他製造業 15.商業・運輸 16.サービス

(出所) 2000年アジア表, 2015年延長アジア表に基づいて筆者作成。

(注) 指数の大小の区分に用いた各指数の平均値は、それぞれ以下のとおりである。

上流度指数(u_i) : 1.710(2000年), 1.662(2015年)

下流度指数(d_i) : 1.669(2000年), 1.729(2015年)

6) 平均値を指標の大小の基準とする考え方は、産業連関分析において用いられるRasmussen(1957)の感応度係数(index of sensitivity dispersion)と影響力係数(index of power of dispersion)などでみられる。また、Miller and Temurshoev(2017)は、World Input-Output Database(WIOD)を用いて上流度指数(u_i)と下流度指数(d_i)を計測した結果について、各産業の平均値を計算し、小数点以下を四捨五入して $u_i, d_i \approx 1, 2, 3$ の場合に分類し、産業のグループ分けを行っている。

表4-2より、各ブロックに含まれる産業は2000年と2015年ではほとんど変化はない。分類が異なるものの、指数の大小の傾向は米国表を用いて上流度指数を計測したAntràs et al.(2012a; 2012b) やWIODを用いて上流度指数と下流度指数を計測したMiller and Tumershoev(2017) の結果とおおむね整合的である。したがって、表4-1に基づく分類は、各産業の基本的な生産構造や性質を反映していると考えられる。多くの産業は上流度・下流度のいずれか一方の指数の値が大きく、他方の値が小さいブロックに分類される。上流度指数の値が大きく、下流度指数の値が小さいブロックには、他産業に対して原料や素材を供給する産業が多く含まれる。一方、上流度指数の値が小さく、下流度指数の値が大きいブロックには、加工度の高い最終財を生産する産業が多く含まれている。極めて大雑把ではあるが、表4-2の結果より、各ブロックに含まれる産業は、より一般的に、およそ表4-3のように類型化することができると考えられる。

表4-3 上流度指数と下流度指数に基づく産業の特徴づけ

		下流度指数(d_i)	
		大	小
上流度指数(u_i)	大	中間財産業	原材料・素材産業
	小	最終財産業	サービス業

(出所)筆者作成。

次節では、アジア表を用いて上流度指数と下流度指数を計測し、表4-1に示される意味付けに沿って計測結果の解釈を行い、アジア太平洋地域における産業のサプライチェーン構造を明らかにすることを試みる。

3-2. 全体的特徴

まず、地域全体の上流度と下流度を俯瞰的に把握するため、(4.9) 式および(4.15) 式により計算された上流度指数と下流度指数を、次式に示すとおり各国・各産業の国内生産額が内生国全体の国内生産額に占めるシェアで加重平均することにより、対象国全体の指数を計算する。

$$(4.16) \quad u = \sum_r \sum_i u_i^r \cdot \frac{x_i^r}{x} = u_1^I \cdot \frac{x_1^I}{x} + u_2^I \cdot \frac{x_2^I}{x} + \dots + u_n^U \cdot \frac{x_n^U}{x} \dots \text{内生国全体の上流度指数}$$

$$(4.17) \quad d = \sum_r \sum_i d_i^r \cdot \frac{x_i^r}{x} = d_1^I \cdot \frac{x_1^I}{x} + d_2^I \cdot \frac{x_2^I}{x} + \dots + d_n^U \cdot \frac{x_n^U}{x} \dots \text{内生国全体の下流度指数}$$

ただし、

$r = I, M, P, S, T, C, N, K, J, U$: 内生国を表す国コード

$i = 1, 2, \dots, 16$: 産業部門

である。

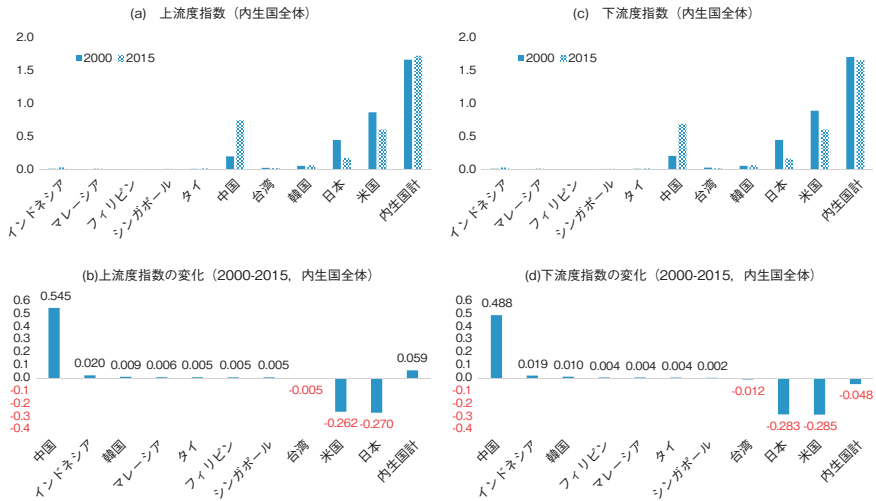
すなわち、内生10カ国をひとつの国あるいは地域と見做して指数を計算し、各国や各産業がその指数の大きさや変化にどの程度寄与しているかを確認する。

(1) 国別の寄与度と変化

図4-4は、内生国全体の上流度指数と下流度指数を計測し、その内訳を国別に示したものである。上段の (a) および (c) のグラフは、それぞれ2000年と2015年の上流度指数と下流度指数の値であり、下段の (b) および (d) のグラフは、それぞれの指数の2000年から2015年の間の変化を示している。ただし、下段のグラフは、変化の大きい順番に国を左から並べ替えてあるため、上段の国の並びとは異なる点に注意が必要である。

(a) および (c) より、内生国全体の指数の値をみると、上流度指数は、2000年が1.669、2015年が1.729であり、下流度指数は2000年が1.710と2015年が1.662であった。(a) と (c) のグラフには、この全体の値を国別に分解した内訳(各国の寄与)も示してある。上流度指数・下流度指数のいずれに関しても、2000年、2015年ともに中国、日本、米国の3カ国がシェアの大半を占めていることがわかる。たとえば、2000年における内生国全体の上流度指数の値は1.669であったが、そのうち中国が0.203、日本が0.451、米国が0.871であり、この3カ国で上流度指数全体の91.3%を占めている。2015年についてもこの3カ国の占める割合は89.0%であり、内生国全体における各産業の生産物の供給構造(サプライチェーン)は、この3カ国によって規定されていると言ってよい。下流度指数についても、この3カ国の占める割合が、91.1% (2000年) および89.9% (2015年) と上流度指数とほぼ同水準を示しており、内生国間の生産工程の長さ

図4-4 上流度指数と下流度指数の計測結果(内生国全体)



(出所) 2000年アジア表および2015年延長表より作成。

(注) (b)および(d)のグラフは、右端の「内生国計」を除いて、10カ国を左から値の大きな順番に並べてある。

も、この3カ国により決定づけられていることが明らかである。

しかしながら、下段に示される2000年から2015年の指数の変化((b) および (d))をみると、中国が上流度・下流度とも指数の値を大きく上昇させているのに対し、日本と米国は大きく値を低下させており、これら3カ国のプレゼンスは逆転している。たとえば、2000年には、内生国全体の上流度指数1.669のうち、中国(0.203)、日本(0.451)、米国(0.871)の占めるシェアは、それぞれ12.2%、27.0%、58.1%であったが、2015年には、1.729に上昇した内生国全体の上流度指数に占める3カ国の割合は、中国が43.3%(0.748)、日本が10.5%(0.181)、米国が35.2%(0.609)となっている。下流度指数でも同様の傾向がみられ、2000年から2015年の間に、日本と米国に代わって、中国がこの地域の上流度・下流度によって測られる生産ネットワークあるいは国際サプライチェーンにおけるハブとしての役割を果たすようになったことがわかる。

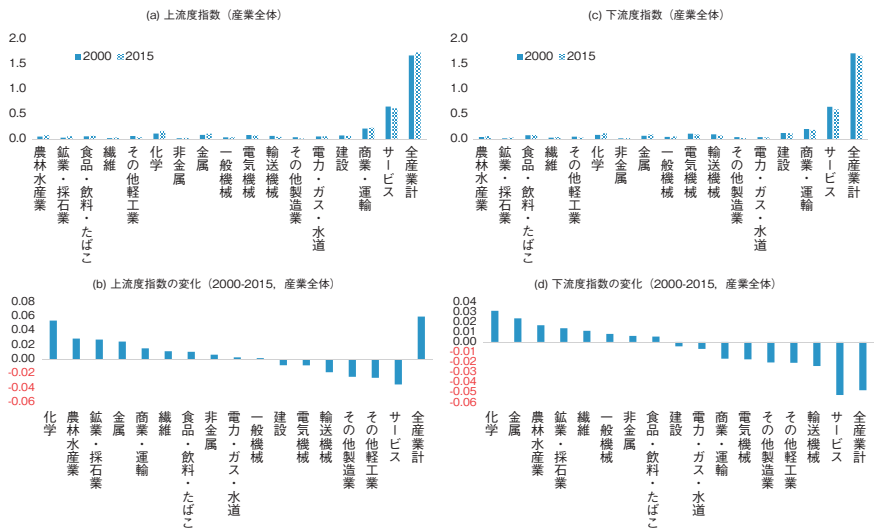
他方、他の内生国、特に東南アジアのASEAN5カ国が上流度指数に占める割合は、5カ国合計で2000年は3.4%(0.056)、2015年は5.7%(0.098)であり、極めて小さい。下流度指数についても2000年が3.6%(0.061)、2015年が5.7%

(0.094) と、上流度・下流度のいずれにおいても、国際サプライチェーンの形成にほとんど寄与していない。このような上流度・下流度における国別の寄与を明らかにできるのは、国際産業連関表の強みであり、特にASEAN諸国について詳細に把握できるのはアジア表の特色と言える。

(2) 産業別の寄与度と変化

図4-5は、産業全体の上流度・下流度指数とその内訳を示したものである。図4-4が(4.14)式と(4.15)式を内生国ごとに集計したのに対し、図4-5は産業ごとに集計したものであるから、全産業合計の指数の値は図4-4と同じである。

図4-5 上流度指数と下流度指数の計測結果(産業全体)



(出所) 2000年アジア表および2015年延長表より作成。

(注) (b)および(d)のグラフは、右端の「全産業計」を除いて、16の産業を左から値の大きな順番に並べてある。

(a) および (c) のグラフをみると、上流度・下流度指数ともに、「16.サービス」と「15.商業」の寄与が最も大きくなっており、2000年、2015年のいずれにおいてもこの2部門で、指数の約半分を占めている。これは、①他の多くの産業とかわりを持つこの産業の性質と、②全産業に占めるこれらの産業の生産額シェ

アが、他の産業と比較して大きいことに起因していると考えられる。これら2部門に比べて、その他の産業の値は非常に小さいが、「6.化学」「8.金属」「9.電気機械」の指数の値が、上流度・下流度とも比較的大きい。また、「3.食品・飲料・たばこ」から「12.その他製造業」までを集計した製造業全体でみると、上流度指数・下流度指数に占めるシェアは35～40%になる。

(b) および (d) のグラフは、より、2000年から2015年の間の指数の値の変化を示したものである。図4-4の国別の変化と比較すると、各産業の指数の変化は非常に小さいことがわかる。これは、多くの産業によって構成され、かつその構成比が経済発展や貿易の拡大などさまざまな要因によって変化する国レベルでは、指数の変化は大きくなりやすいと考えられるのに対し、表4-2および表4-3に示されるとおり、同一産業の生産構造（技術構造）や生産物の需要構造は国によって違いが少なく、また時間の経過によっても変化しにくく安定的であることによるものと考えられる。

2000年から2015年の間に値が上昇した産業は、上流度指数・下流度指数とも「6.化学」「1.農林水産業」「2.鉱業・採石業」「8.金属」で、上位4産業は同じであった。一方、下落幅が大きいのは「16.サービス」「5.その他軽工業」「12.その他製造業」「11.輸送機械」で、上流度・下流度とも下位4産業は同じであった。

内生国全体の上流度指数・下流度指数の計測結果より、2000年から2015年の間に、この地域の国際サプライチェーンの中心が、日本と米国から中国にシフトしてきた一方で、産業別の指数の大きさや序列には大きな変化はみられなかったことなどが観察された。

3-3. 国別上流度指数・下流度指数の計測

内生国全体の上流度指数・下流度指数では、指数の大きさに占める中国、日本、米国のプレゼンスが圧倒的であり、その他の国々、特に東南アジアのASEAN5カ国が占める割合は極めて小さく、5カ国を合わせても指数の5%程度を占めているにすぎず、これらの国々の特徴などは明らかにならなかった。ここでは、各国別に上流度指数・下流度指数を計測することにより、ASEAN5カ国を含めた内生各国の生産構造の特徴や、この地域のサプライチェーンへの関与の状況について検討する。

(1) 分析方法

まず、次式により国別の上流度・下流度指数を計算する。

$$(4.18) \quad u^r = u_1^r \cdot \frac{x_1^r}{x^r} + u_2^r \cdot \frac{x_2^r}{x^r} + \cdots + u_n^r \cdot \frac{x_n^r}{x^r} = \sum_i u_i^r \cdot \frac{x_i^r}{x^r} \quad \cdots \quad \text{国}r\text{の上流度指数}$$

$$(4.19) \quad d^r = d_1^r \cdot \frac{x_1^r}{x^r} + d_2^r \cdot \frac{x_2^r}{x^r} + \cdots + d_n^r \cdot \frac{x_n^r}{x^r} = \sum_i d_i^r \cdot \frac{x_i^r}{x^r} \quad \cdots \quad \text{国}r\text{の下流度指数}$$

すなわち、国別の上流度指数・下流度指数は、(4.9) 式および (4.15) 式により計算された上流度指数と下流度指数を、各国の各産業の生産額がその国の総生産額に占めるシェアで加重平均したものとして計算される。

また、以下の方法で (4.9) 式および (4.15) 式を分解することにより、各国の上流度指数・下流度指数に占める国内・国外の産業の寄与を計測する。

$$(4.20) \quad \tilde{U} = \tilde{X}^{-1} \tilde{H} \tilde{F} = \tilde{X}^{-1} (\tilde{H}_d + \tilde{H}_m) \tilde{F} = \underbrace{\tilde{X}^{-1} \tilde{H}_d \tilde{F}}_{\text{国内}} + \underbrace{\tilde{X}^{-1} \tilde{H}_m \tilde{F}}_{\text{国外}}$$

$$(4.21) \quad \tilde{D}' = \tilde{V} \tilde{Q} \tilde{X}^{-1} = \tilde{V} (\tilde{Q}_d + \tilde{Q}_m) \tilde{X}^{-1} = \underbrace{\tilde{V} \tilde{Q}_d \tilde{X}^{-1}}_{\text{国内}} + \underbrace{\tilde{V} \tilde{Q}_m \tilde{X}^{-1}}_{\text{国外}}$$

ただし、

$$\tilde{H}_d = \begin{bmatrix} \tilde{H}^{II} & & O \\ & \ddots & \\ O & & \tilde{H}^{UU} \end{bmatrix}; \quad \tilde{H}_m = \begin{bmatrix} O & & \tilde{H}^{IU} \\ & \ddots & \\ \tilde{H}^{UI} & & O \end{bmatrix}$$

$$\tilde{Q}_d = \begin{bmatrix} \tilde{Q}^{II} & & O \\ & \ddots & \\ O & & \tilde{Q}^{UU} \end{bmatrix}; \quad \tilde{Q}_m = \begin{bmatrix} O & & \tilde{Q}^{IU} \\ & \ddots & \\ \tilde{Q}^{UI} & & O \end{bmatrix}$$

である。すなわち、上流度と下流度を表す行列 (\tilde{H} および \tilde{Q}) を、国内産業との上流度・下流度を表す行列 (\tilde{H}_d および \tilde{Q}_d) と他の内生国との上流度・下流度を表す行列 (\tilde{H}_m および \tilde{Q}_m) に分解することにより、それぞれの寄与を明らかにすることができる。

さらに、 \tilde{H}_m と \tilde{Q}_m については、以下のとおり各内生国との上流度・下流度を表す小行列に分解することにより (\tilde{H}_m^{rs} および \tilde{Q}_m^{rs})、指数に占める国別の寄与を詳細に把握することが可能となる。

$$\begin{aligned}
 (4.22) \quad \tilde{U} &= \tilde{X}^{-1} \tilde{H}_d \tilde{F} + \tilde{X}^{-1} \tilde{H}_m \tilde{F} \\
 &= \tilde{X}^{-1} \tilde{H}_d \tilde{F} + \tilde{X}^{-1} (\tilde{H}_m^{IM} + \tilde{H}_m^{IP} + \cdots + \tilde{H}_m^{UJ}) \tilde{F} \\
 &= \underbrace{\tilde{X}^{-1} \tilde{H}_d \tilde{F}}_{\text{国内}} + \underbrace{\tilde{X}^{-1} \sum_{r(\neq s)} \sum_{s(\neq r)} \tilde{H}_m^{rs} \tilde{F}}_{\text{国外}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (4.23) \quad \tilde{D}' &= \tilde{V} \tilde{Q} \tilde{X}^{-1} = \tilde{V} (\tilde{Q}_d + \tilde{Q}_m) \tilde{X}^{-1} \\
 &= \tilde{V} \tilde{Q}_d \tilde{X}^{-1} + \tilde{V} (\tilde{Q}_m^{IM} + \tilde{Q}_m^{IP} + \cdots + \tilde{Q}_m^{UJ}) \tilde{X}^{-1} \\
 &= \underbrace{\tilde{V} \tilde{Q}_d \tilde{X}^{-1}}_{\text{国内}} + \underbrace{\tilde{V} \sum_{r(\neq s)} \sum_{s(\neq r)} \tilde{Q}_m^{rs} \tilde{X}^{-1}}_{\text{国外}}
 \end{aligned}$$

ただし、

$$\tilde{H}_m^{rs} = \begin{bmatrix} O & \cdots & \cdots & O & \cdots & \cdots & O \\ \vdots & \ddots & & \vdots & \cdots & \tilde{H}^{rs} & \vdots \\ & & \ddots & & \cdots & \cdots & \vdots \\ O & \cdots & \cdots & O & \cdots & \cdots & O \\ \vdots & & & \vdots & \ddots & & \vdots \\ O & \cdots & \cdots & O & \cdots & \cdots & O \end{bmatrix}; \quad \tilde{Q}_m^{rs} = \begin{bmatrix} O & \cdots & \cdots & O & \cdots & \cdots & O \\ \vdots & \ddots & & \vdots & \cdots & \tilde{Q}^{rs} & \vdots \\ & & \ddots & & \cdots & \cdots & \vdots \\ O & \cdots & \cdots & O & \cdots & \cdots & O \\ \vdots & & & \vdots & \ddots & & \vdots \\ O & \cdots & \cdots & O & \cdots & \cdots & O \end{bmatrix}$$

である。

(2) 国別上流度・下流度の計測結果

表4-4は、(4.18) 式と (4.19) 式を用いて、国別の上流度指数と下流度指数を計測した結果である。

表4-4より、上流度指数・下流度指数ともに、ASEAN5カ国（インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ）の指数の値は、北東アジア諸国（中国、台湾、韓国、日本）および米国と比較して低く、ASEAN5カ国では、北東アジアの国々に比べて、生産工程やサプライチェーンが単純で短い産業が中心になっていることが推察される。また、指数を国内と国外に分離した結果をみると、ASEAN5カ国の国内上流度・国内下流度の値およびシェアは、いずれも北東アジアおよび米国と比較して低く、国外の値が高い傾向がみられる。これは、ASEAN5カ国においては、北東アジア・米国と比較して、生産工程やサプライチェーンが長い産業が未発達であることを示唆していると考えられる。2015年にはASEAN5カ国の国内の指数の値が上昇し、国内における生産や供給に際し

表4-4 国別上流度指数・下流度指数の計測結果

		上流度指数(<i>u</i>)				下流度指数(<i>d</i>)					
		合計	国 内 (値) (シェア, %)		国 外 (値) (シェア, %)	合計	国 内 (値) (シェア, %)		国 外 (値) (シェア, %)		
<2000年>											
ASEAN5	インドネシア	1.636	1.172	(71.7)	0.464	(28.3)	1.529	1.370	(89.6)	0.159	(10.4)
	マレーシア	1.456	0.716	(49.2)	0.740	(50.8)	1.673	0.954	(57.0)	0.719	(43.0)
	フィリピン	1.442	1.076	(74.6)	0.366	(25.4)	1.465	1.076	(73.4)	0.389	(26.6)
	シンガポール	1.224	0.690	(56.4)	0.534	(43.6)	1.560	0.931	(59.7)	0.629	(40.3)
	タイ	1.444	1.088	(75.4)	0.355	(24.6)	1.608	1.203	(74.8)	0.405	(25.2)
	ASEAN5平均	1.440	0.948	(65.4)	0.492	(34.6)	1.567	1.107	(70.9)	0.460	(29.1)
東アジア・米国	中 国	2.144	1.970	(91.9)	0.174	(8.1)	2.207	1.956	(88.6)	0.251	(11.4)
	台 湾	1.467	0.976	(66.6)	0.490	(33.4)	1.603	1.164	(72.6)	0.439	(27.4)
	韓 国	1.616	1.298	(80.3)	0.318	(19.7)	1.644	1.326	(80.7)	0.318	(19.3)
	日 本	1.707	1.586	(92.9)	0.120	(7.1)	1.715	1.635	(95.3)	0.080	(4.7)
	米 国	1.595	1.562	(97.9)	0.033	(2.1)	1.640	1.588	(96.9)	0.051	(3.1)
	東ア・米国平均	1.706	1.478	(85.9)	0.227	(14.1)	1.762	1.534	(86.8)	0.228	(13.2)
内生国平均		1.573	1.213	(77.1)	0.359	(22.9)	1.664	1.320	(79.3)	0.344	(20.7)
<2015年>											
ASEAN5	インドネシア	1.680	1.432	(85.2)	0.248	(14.8)	1.574	1.453	(92.3)	0.121	(7.7)
	マレーシア	1.670	1.041	(62.3)	0.629	(37.7)	1.634	1.247	(76.3)	0.387	(23.7)
	フィリピン	1.624	1.404	(86.4)	0.221	(13.6)	1.529	1.361	(89.0)	0.168	(11.0)
	シンガポール	1.377	0.788	(57.3)	0.589	(42.7)	1.335	0.835	(62.5)	0.501	(37.5)
	タイ	1.533	1.066	(69.5)	0.467	(30.5)	1.512	1.230	(81.3)	0.282	(18.7)
	ASEAN5平均	1.577	1.146	(72.2)	0.431	(27.8)	1.517	1.225	(80.3)	0.292	(19.7)
東アジア・米国	中 国	2.080	1.986	(95.5)	0.094	(4.5)	1.938	1.786	(92.2)	0.152	(7.8)
	台 湾	1.611	0.992	(61.6)	0.618	(38.4)	1.366	1.113	(81.5)	0.253	(18.5)
	韓 国	1.527	1.221	(79.9)	0.306	(20.1)	1.557	1.303	(83.7)	0.254	(16.3)
	日 本	1.628	1.461	(89.7)	0.168	(10.3)	1.530	1.407	(92.0)	0.122	(8.0)
	米 国	1.494	1.449	(97.0)	0.045	(3.0)	1.497	1.465	(97.8)	0.032	(2.2)
	東ア・米国平均	1.668	1.422	(84.7)	0.246	(15.3)	1.578	1.415	(89.4)	0.163	(10.6)
内生国平均		1.622	1.284	(79.1)	0.338	(20.9)	1.547	1.320	(85.3)	0.227	(14.7)

(出所) 2000年アジア表および2015年延長アジア表より計算。

て関係する産業が増えて生産工程が複雑化していることがうかがえるが、依然として北東アジア・米国よりは低い水準に留まっている⁷⁾。

表4-4に示される各国の上流度指数と下流度指数を、産業別・相手国別により詳しく検討する。

7) 対象期間、対象国および計測方法が異なるものの、期間中に上流度指数・下流度指数がともに低下を示し、またその要因が国内上流度指数および国内下流度指数の寄与の上昇を国外上流度指数・国外下流度指数の寄与の低下が上回ったことによるものという結果は、Miller and Temurshoev(2017)の構造分解による計測結果(国外要因により上流度・下流度ともに上昇)とは対照的である。本章のデータを用いて、Miller and Temurshoev(2017)と同様の構造分解の手法を用いて国内と国外の寄与を計測したところ、日本を除いてやはり対照的な結果が得られた。この原因としては、アジア表とWIODというデータの違いのほか、対象期間の違い(1995～1999年、2012～2015年)が考えられ、この期間中に、大きな構造変化が生じた可能性がある。

表4-5には、各国の上流度指数と下流度指数について、産業別に値の大きい3部門を示してある。表4-5には上流度（1）および下流度（1）の2種類の指数の値が報告されているが、これらはそれぞれ（4.9）式および（4.15）式より得られた値であり、各国の各産業の上流度および下流度の大きさを測ったものである。一方、上流度（2）および下流度（2）は、（4.18）式と（4.19）式における右辺の各項の値であり、その合計値は表4-4の各国の「合計」に一致する。集計前の各産業の値を調べることで、表4-4における各国の指数の値に対する各産業の寄与度を知ることができる。

なお、表4-5には（1）の指数と（2）の指数のそれぞれに、（ ）と＜ ＞で囲まれた値が「シェア（%）」として報告されているが、それぞれがまったく異なる割合を表している。

（ ）で囲まれた（1）の指数のシェアは、上の指数の値に占める国内部分（国内上流度指数、国内下流度指数）の割合であり、このシェアをみることで、その産業がおもに国内の産業との間で国際サプライチェーンを形成しているか、あるいは国外の産業との間で国際的な国際サプライチェーンを形成しているかを知ることができる。たとえば、2000年のインドネシアの上流度（1）において、最も高い値を示す鉱業・採石業を例にとると、この産業における「シェア（%）」の値は29.4（%）となっている。これは、この産業の上流度指数の値2.795のうち、国内産業に対して供給している国内上流度指数の割合が29.4%であり、残り（71.6%）は他の内生国の産業に対して生産物を供給していることを意味している。

一方、＜ ＞で囲まれた（2）の指数のシェアは、その上に示されるその産業の指数の値が、（4.18）式と（4.19）式によって計算され、表4-4において各国の「合計」の欄に報告されている国別上流度指数に占めるシェア（寄与度）を示している。たとえば、表4-5によれば、2000年のインドネシアの上流度（2）において、最も高い値を示す産業は上流度（1）と同様、「鉱業・採石業」であり、その値は0.262となっている。この値を表4-4で報告されているインドネシアの国別上流度指数1.636で除した値、すなわち国別上流度指数に占める鉱業・採石業のシェア（寄与度）が＜ ＞に16.0% $(= (0.262 / 1.636) \times 100)$ として示されている。

表4-5 上流度指数・下流度指数の産業別分解(上位3部門)

(1) 上流度指数

		上流度(1)			上流度(2)		
		1	2	3	1	2	3
<2000年>							
インドネシア	産業	鉱業・採石業	金属製品	電・ガ・水	鉱業・採石業	商業・運輸	サービス
	指数値 シェア(%)	2.795 (29.4)	2.078 (62.8)	1.991 (81.8)	0.262 <16.0>	0.240 <14.7>	0.235 <14.4>
マレーシア	産業	鉱業・採石業	電・ガ・水	農林水産業	電気機械	サービス	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	2.343 (18.5)	1.906 (64.7)	1.838 (55.1)	0.305 <20.9>	0.252 <17.3>	0.157 <10.8>
フィリピン	産業	鉱業・採石業	非金属製品	化学	サービス	商業・運輸	食品・飲料・たばこ
	指数値 シェア(%)	2.386 (51.2)	2.131 (83.9)	2.090 (79.0)	0.324 <22.5>	0.200 <13.9>	0.190 <13.2>
シンガポール	産業	鉱業・採石業	非金属製品	電・ガ・水	サービス	電気機械	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	1.922 (65.3)	1.914 (77.6)	1.740 (70.6)	0.388 <31.7>	0.316 <25.8>	0.163 <13.3>
タ イ	産業	鉱業・採石業	農林水産業	電・ガ・水	サービス	商業・運輸	化学
	指数値 シェア(%)	2.577 (76.5)	1.968 (79.3)	1.965 (84.1)	0.269 <18.6>	0.242 <16.8>	0.148 <10.3>
中 国	産業	鉱業・採石業	電・ガ・水	金属製品	化学	サービス	農林水産業
	指数値 シェア(%)	3.411 (89.5)	3.162 (92.1)	2.903 (87.7)	0.284 <13.2>	0.272 <12.7>	0.194 <9.1>
台 湾	産業	鉱業・採石業	非金属製品	その他軽工業	サービス	電気機械	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	2.584 (72.1)	2.207 (76.6)	2.008 (72.8)	0.418 <28.5>	0.216 <14.8>	0.172 <11.7>
韓 国	産業	鉱業・採石業	金属製品	非金属製品	サービス	化学	金属製品
	指数値 シェア(%)	3.166 (79.1)	2.574 (68.6)	2.408 (83.1)	0.459 <28.4>	0.201 <12.4>	0.158 <9.8>
日 本	産業	金属製品	鉱業・採石業	その他軽工業	サービス	商業・運輸	化学
	指数値 シェア(%)	2.748 (85.1)	2.714 (94.1)	2.639 (94.9)	0.606 <35.5>	0.241 <14.1>	0.109 <6.4>
米 国	産業	鉱業・採石業	農林水産業	非金属製品	サービス	商業・運輸	化学
	指数値 シェア(%)	2.628 (96.3)	2.389 (93.8)	2.254 (97.5)	0.785 <49.2>	0.210 <13.2>	0.078 <4.9>
<2015年>							
インドネシア	産業	鉱業・採石業	化学	金属製品	サービス	商業・運輸	化学
	指数値 シェア(%)	2.902 (55.7)	2.357 (82.2)	2.043 (76.4)	0.313 <19.2>	0.282 <17.2>	0.209 <12.8>
マレーシア	産業	鉱業・採石業	非金属製品	化学	サービス	化学	鉱業・採石業
	指数値 シェア(%)	2.490 (45.5)	2.185 (54.1)	2.068 (48.7)	0.278 <19.1>	0.233 <16.0>	0.231 <15.9>
フィリピン	産業	鉱業・採石業	化学	金属製品	サービス	商業・運輸	食品・飲料・たばこ
	指数値 シェア(%)	3.139 (59.5)	2.207 (83.5)	2.188 (65.8)	0.342 <23.8>	0.292 <20.3>	0.229 <15.9>
シンガポール	産業	非金属製品	電・ガ・水	建設	サービス	商業・運輸	建設
	指数値 シェア(%)	2.509 (88.8)	1.845 (70.1)	1.845 (97.2)	0.481 <39.3>	0.437 <35.7>	0.132 <10.8>
タ イ	産業	鉱業・採石業	電・ガ・水	化学	商業・運輸	サービス	化学
	指数値 シェア(%)	2.677 (58.5)	2.087 (80.0)	2.002 (49.7)	0.338 <23.4>	0.254 <17.6>	0.224 <15.5>
中 国	産業	鉱業・採石業	電・ガ・水	化学	サービス	化学	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	3.496 (94.6)	3.047 (95.9)	2.850 (95.2)	0.386 <18.0>	0.270 <12.6>	0.235 <11.0>
台 湾	産業	鉱業・採石業	化学	電・ガ・水	サービス	商業・運輸	化学
	指数値 シェア(%)	2.772 (54.4)	2.424 (39.5)	2.216 (69.7)	0.364 <24.8>	0.304 <20.8>	0.295 <20.1>
韓 国	産業	鉱業・採石業	その他軽工業	農林水産業	サービス	化学	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	2.795 (80.6)	2.286 (85.0)	2.254 (93.7)	0.505 <31.2>	0.201 <12.4>	0.171 <10.6>
日 本	産業	鉱業・採石業	化学	その他軽工業	サービス	商業・運輸	金属製品
	指数値 シェア(%)	2.721 (86.7)	2.676 (74.6)	2.631 (91.3)	0.641 <37.6>	0.247 <14.5>	0.126 <7.4>
米 国	産業	鉱業・採石業	農林水産業	その他軽工業	サービス	商業・運輸	化学
	指数値 シェア(%)	2.371 (93.9)	2.003 (92.2)	1.991 (93.0)	0.875 <54.9>	0.206 <12.9>	0.079 <5.0>

(出所) 2000年アジア表および2015年延長アジア表より計算。

(注1) 上流度(1)は、(4.9)式から計算される国別産業別の上流度指数であり、上流度(2)は(4.18)式の右辺の各項の値である。

(注2) 上流度(1)における()で囲まれたシェアは、上段の指数の値に占める国内部分の割合を示す。上流度(2)における< >で囲まれたシェアは、(4.18)式の左辺によって表される国別上流度指数に占めるその産業のシェア(寄与度)を示している。

表4-5 上流度指数・下流度指数の産業別分解(上位3部門, 続き)

(2) 下流度指数		下流度(1)			下流度(2)		
		1	2	3	1	2	3
<2000年>							
インドネシア	産業	食品・飲料・たばこ	電・ガ・水	繊維製品	サービス	食品・飲料・たばこ	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	1.824 (93.9)	1.813 (95.0)	1.711 (75.8)	0.257 <16.8>	0.221 <14.5>	0.198 <13.0>
マレーシア	産業	食品・飲料・たばこ	電気機械	繊維製品	電気機械	サービス	食品・飲料・たばこ
	指数値 シェア(%)	2.068 (73.7)	1.956 (25.5)	1.866 (47.4)	0.483 <28.9>	0.275 <16.4>	0.132 <7.9>
フィリピン	産業	輸送機械	電気機械	食品・飲料・たばこ	サービス	食品・飲料・たばこ	電気機械
	指数値 シェア(%)	1.780 (51.3)	1.756 (26.1)	1.745 (89.0)	0.331 <22.6>	0.258 <17.6>	0.219 <14.9>
シンガポール	産業	電気機械	金属製品	輸送機械	サービス	電気機械	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	1.931 (32.8)	1.906 (50.2)	1.894 (55.1)	0.453 <29.1>	0.447 <28.7>	0.265 <17.0>
タ イ	産業	繊維製品	食品・飲料・たばこ	電気機械	サービス	商業・運輸	電気機械
	指数値 シェア(%)	1.911 (74.5)	1.901 (84.2)	1.855 (31.3)	0.327 <20.4>	0.247 <15.4>	0.179 <11.2>
中 国	産業	輸送機械	金属製品	建設	サービス	化学	建設
	指数値 シェア(%)	2.593 (86.3)	2.523 (88.3)	2.482 (88.4)	0.288 <13.1>	0.220 <10.0>	0.214 <9.7>
台 湾	産業	食品・飲料・たばこ	電気機械	繊維製品	サービス	電気機械	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	2.134 (78.8)	2.002 (45.1)	1.947 (70.9)	0.391 <24.4>	0.318 <19.9>	0.155 <9.7>
韓 国	産業	輸送機械	一般機械	食品・飲料・たばこ	サービス	輸送機械	建設
	指数値 シェア(%)	2.187 (75.7)	1.996 (75.5)	1.985 (85.7)	0.450 <27.4>	0.192 <11.7>	0.133 <8.1>
日 本	産業	輸送機械	電気機械	一般機械	サービス	商業・運輸	建設
	指数値 シェア(%)	2.505 (93.8)	2.094 (89.9)	2.066 (94.0)	0.587 <34.2>	0.215 <12.6>	0.156 <9.1>
米 国	産業	農林水産業	食品・飲料・たばこ	繊維製品	サービス	商業・運輸	建設
	指数値 シェア(%)	2.075 (97.7)	2.071 (97.7)	1.939 (92.0)	0.781 <47.6>	0.212 <12.9>	0.094 <5.7>
<2015年>							
インドネシア	産業	繊維製品	一般機械	その他軽工業	サービス	商業・運輸	食品・飲料・たばこ
	指数値 シェア(%)	1.998 (86.1)	1.977 (75.2)	1.842 (92.5)	0.339 <22.2>	0.215 <14.1>	0.177 <11.6>
マレーシア	産業	食品・飲料・たばこ	その他軽工業	電気機械	サービス	電気機械	化学
	指数値 シェア(%)	2.129 (82.9)	1.943 (81.8)	1.923 (42.7)	0.332 <19.9>	0.242 <14.5>	0.189 <11.3>
フィリピン	産業	食品・飲料・たばこ	金属製品	繊維製品	サービス	食品・飲料・たばこ	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	1.937 (92.5)	1.760 (85.9)	1.734 (85.0)	0.363 <24.8>	0.293 <20.0>	0.227 <15.5>
シンガポール	産業	建設	輸送機械	繊維製品	サービス	商業・運輸	電気機械
	指数値 シェア(%)	1.832 (65.7)	1.617 (41.3)	1.547 (35.9)	0.473 <30.3>	0.340 <21.8>	0.152 <9.8>
タ イ	産業	繊維製品	食品・飲料・たばこ	電気機械	サービス	商業・運輸	食品・飲料・たばこ
	指数値 シェア(%)	2.001 (79.5)	1.911 (89.5)	1.693 (47.1)	0.313 <19.5>	0.265 <16.5>	0.172 <10.7>
中 国	産業	繊維製品	輸送機械	一般機械	サービス	建設	化学
	指数値 シェア(%)	2.332 (89.7)	2.301 (87.8)	2.250 (91.0)	0.328 <14.9>	0.192 <8.7>	0.191 <8.6>
台 湾	産業	食品・飲料・たばこ	電気機械	一般機械	サービス	電気機械	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	1.699 (77.7)	1.635 (69.5)	1.596 (69.9)	0.373 <23.2>	0.296 <18.5>	0.196 <12.2>
韓 国	産業	輸送機械	食品・飲料・たばこ	繊維製品	サービス	電気機械	商業・運輸
	指数値 シェア(%)	1.991 (78.2)	1.893 (83.6)	1.857 (63.5)	0.517 <31.4>	0.164 <10.0>	0.157 <9.6>
日 本	産業	輸送機械	電気機械	食品・飲料・たばこ	サービス	商業・運輸	輸送機械
	指数値 シェア(%)	2.287 (86.4)	1.800 (79.1)	1.796 (87.8)	0.638 <37.2>	0.211 <12.3>	0.124 <7.3>
米 国	産業	食品・飲料・たばこ	その他軽工業	農林水産業	サービス	商業・運輸	化学
	指数値 シェア(%)	1.993 (97.4)	1.782 (96.3)	1.742 (97.7)	0.865 <52.8>	0.198 <12.1>	0.070 <4.3>

(出所) 2000年アジア表および2015年延長アジア表より計算。

(注1) 下流度(1)は、(4.15)式から計算される国別産業別の下流度指数であり、下流度(2)は(4.19)式の右辺の各項の値である。

(注2) 下流度(1)における()で囲まれたシェアは、上段の指数の値に占める国内部分の割合を示す。下流度(2)における< >で囲まれたシェアは、(4.19)式の左辺によって表される国別下流度指数に占めるその産業のシェア(寄与度)を示している。

上流度（1）をみると、2000年の日本（金属製品）と2015年のシンガポール（非金属製品）を除き、すべての国で鉱業・採石業が最も高い上流度を示している。これは、原油や天然ガス、鉄鉱石、石炭といった天然資源は、直接家計などの最終需要者に供給されることはほとんどなく、他の産業のエネルギーや原料として利用されるなど多くの産業を経た後から間接的に最終需要者に提供されるためである。その他には、電力・ガス・水道や化学、金属製品といったインフラや素材産業が上位を占めている。これら産業の国内シェアをみると、インドネシアとマレーシアの鉱業・採石業を除いて、国内シェアが70%以上を占めており、これらの産業の生産物は、大部分が国内産業によって需要され、国内の産業との間でサプライチェーンを発達させつつ上流度を高めていることが示唆される。

一方、上流度（2）では、いずれの国においてもサービスと商業・運輸が最も大きい値を示しており、この2産業のシェアが圧倒的に高い。これは、図4-5の内生国全体の上流度指数の計測結果と同様の傾向であり、これらの産業が多くの産業とかかわりをもっていることと各国の産業全体に占めるシェアが大きいことによるものである。

次に下流度（1）についてみると、各国とも「食品・たばこ・飲料」「繊維製品」「電気機械」「輸送機械」といった最終消費財を生産する産業が上位を占めており、これらの産業が他産業の生産物を投入し、多くのステップ（生産工程）を経て最終財を生産する生産プロセスの下流に位置していることを反映する結果となっている。国内シェアをみると、多くの産業が高い値を示しており、国内産業から投入して生産を行っていることがわかる。例外は電気機械であり、多くの国で国内シェアが50%未満となっている。このことは、電気機械産業では、内生国間で国際分業が進んでいることを示唆している。

下流度（2）をみると、上流度（2）と同様、サービスと商業・運輸が上位を独占しており、表4-4に示される各国の下流度指数の大きさに寄与していることがわかる。また、上流度指数・下流度指数のいずれについても上位の産業の変動は少ない。これは、各産業の生産構造（技術構造）や需要構造には国ごとの違いは少なく、また時間を経ても安定的であるという前節の議論をサポートする結果と言える。

次いで、表4-4に示される指数について、国外部分を相手国別に分解する。表

4-6は、(4.22) 式と (4.23) 式を用いて、表4-4における指数の国外上流度・国外下流度を相手国別に分解した結果である。

表4-6では、表側の国の国外上流度指数と国外下流度指数のうち、表頭の国が占める割合が高い値は、網掛けで強調してある。表4-6の(注)で説明されているとおり、国外の指数全体に占める割合が10%以上30%未満の値は薄い網掛け

表4-6 上流度指数・下流度指数の相手国別分解

(1) 上流度指数

		上流度指数(u)										
		合計	インド ネシア	マレー シア	フィリ ピン	シンガ ポール	タイ	中国	台湾	韓国	日本	米国
<2000年>												
ASEAN5	インドネシア	0.464	-	0.013	0.008	0.010	0.013	0.071	0.021	0.049	0.192	0.087
	マレーシア	0.740	0.016	-	0.014	0.057	0.026	0.106	0.035	0.048	0.186	0.251
	フィリピン	0.366	0.002	0.012	-	0.004	0.007	0.038	0.019	0.018	0.082	0.184
	シンガポール	0.534	0.011	0.061	0.015	-	0.022	0.089	0.031	0.031	0.064	0.209
	タイ	0.355	0.008	0.020	0.006	0.012	-	0.052	0.015	0.016	0.092	0.135
東アジア・米国	中国	0.174	0.003	0.004	0.002	0.004	0.005	-	0.007	0.017	0.051	0.083
	台湾	0.490	0.005	0.014	0.006	0.007	0.011	0.164	-	0.019	0.082	0.183
	韓国	0.318	0.005	0.007	0.004	0.005	0.006	0.103	0.015	-	0.065	0.108
	日本	0.120	0.002	0.005	0.001	0.004	0.005	0.026	0.009	0.012	-	0.055
	米国	0.033	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.006	0.003	0.005	0.015	-
内生国平均		0.359	0.005	0.014	0.006	0.010	0.009	0.066	0.015	0.022	0.083	0.129
<2015年>												
ASEAN5	インドネシア	0.248	-	0.009	0.004	0.015	0.007	0.117	0.008	0.021	0.050	0.016
	マレーシア	0.629	0.031	-	0.010	0.026	0.033	0.341	0.014	0.032	0.067	0.074
	フィリピン	0.221	0.005	0.007	-	0.005	0.008	0.111	0.007	0.012	0.032	0.033
	シンガポール	0.589	0.018	0.016	0.008	-	0.007	0.286	0.005	0.072	0.105	0.072
	タイ	0.467	0.026	0.028	0.009	0.015	-	0.225	0.009	0.018	0.076	0.062
東アジア・米国	中国	0.094	0.004	0.004	0.001	0.003	0.004	-	0.004	0.012	0.020	0.043
	台湾	0.618	0.007	0.012	0.010	0.015	0.008	0.439	-	0.024	0.043	0.061
	韓国	0.306	0.006	0.003	0.002	0.002	0.004	0.233	0.005	-	0.023	0.027
	日本	0.168	0.005	0.004	0.002	0.004	0.005	0.100	0.006	0.013	-	0.029
	米国	0.045	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.023	0.001	0.004	0.010	-
内生国平均		0.338	0.010	0.009	0.005	0.009	0.008	0.188	0.006	0.021	0.043	0.042

(出所) 2000年アジア表および2015年延長アジア表より計算。

(注) 網掛けの部分は、表側の国の表頭の国への依存度が高いことを意味する。薄い網掛けの部分は、表側の国の国外上流度および国外下流度に占める表頭の国の割合が10%以上30%未満であり、濃い網掛けに白抜き文字で示される部分は、表頭の国の占める割合が30%以上であることを示す。

表4-6 上流度指数・下流度指数の相手国別分解(続き)

(2) 下流度指数

		下流度指数(d)										
		合計	インド ネシア	マレー シア	フィリ ピン	シンガ ポール	タイ	中国	台湾	韓国	日本	米国
<2000年>												
ASEAN5	インドネシア	0.159	-	0.013	0.001	0.005	0.007	0.023	0.008	0.014	0.052	0.036
	マレーシア	0.719	0.029	-	0.010	0.063	0.032	0.055	0.050	0.043	0.263	0.175
	フィリピン	0.389	0.020	0.023	-	0.020	0.013	0.027	0.025	0.036	0.131	0.094
	シンガポール	0.629	0.020	0.084	0.004	-	0.021	0.059	0.026	0.032	0.231	0.152
	タイ	0.405	0.019	0.024	0.004	0.015	-	0.045	0.024	0.023	0.171	0.080
東アジア・米国	中国	0.251	0.013	0.008	0.002	0.005	0.005	-	0.037	0.040	0.092	0.049
	台湾	0.439	0.021	0.017	0.006	0.011	0.009	0.038	-	0.035	0.189	0.112
	韓国	0.318	0.027	0.012	0.002	0.005	0.004	0.045	0.011	-	0.114	0.096
	日本	0.080	0.011	0.006	0.001	0.001	0.003	0.014	0.005	0.007	-	0.031
	米国	0.051	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.009	0.005	0.005	0.024	-
内生国平均		0.344	0.016	0.019	0.003	0.013	0.010	0.032	0.019	0.024	0.127	0.082
<2015年>												
ASEAN5	インドネシア	0.121	-	0.014	0.001	0.005	0.012	0.042	0.003	0.008	0.018	0.018
	マレーシア	0.387	0.030	-	0.009	0.015	0.043	0.136	0.022	0.018	0.060	0.054
	フィリピン	0.168	0.011	0.011	-	0.006	0.011	0.043	0.015	0.010	0.027	0.032
	シンガポール	0.501	0.049	0.034	0.007	-	0.028	0.111	0.034	0.013	0.059	0.165
	タイ	0.282	0.016	0.032	0.006	0.005	-	0.089	0.010	0.015	0.054	0.055
東アジア・米国	中国	0.152	0.011	0.009	0.003	0.007	0.008	-	0.017	0.028	0.034	0.034
	台湾	0.253	0.023	0.014	0.005	0.003	0.009	0.077	-	0.019	0.055	0.048
	韓国	0.254	0.019	0.011	0.003	0.016	0.006	0.089	0.011	-	0.047	0.054
	日本	0.122	0.013	0.006	0.002	0.006	0.007	0.040	0.005	0.008	-	0.036
	米国	0.032	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.019	0.002	0.002	0.005	-
内生国平均		0.227	0.017	0.013	0.004	0.006	0.013	0.064	0.012	0.012	0.036	0.050

(出所) 2000年アジア表および2015年延長アジア表より計算。

(注) 網掛けの部分は、表側の国の表頭の国への依存度が高いことを意味する。薄い網掛けの部分は、表側の国の国外上流度および国外下流度に占める表頭の国の割合が10%以上30%未満であり、濃い網掛けに白抜き文字で示される部分は、表頭の国の占める割合が30%以上であることを示す。

によって示され、割合が30%以上の値は濃い網掛けに白抜き文字によって示されている。たとえば、2000年におけるインドネシアの国外上流度指数の値は0.464であったが、このうち日本の占める割合が最大で41.4% (0.192) であったため、この部分は濃い網掛けと白抜き文字で示されている。また、中国 (0.071)、韓国 (0.049) および米国 (0.087) もそれぞれ15.4%、10.7%、18.8%を占めて

いるため、これらの値は薄い網掛けの部分として示されている。

表4-6より、地域別の傾向をみると、上流度指数・下流度指数ともに、ASEAN5カ国（表側）の指数に他の域内国（表頭）が占める割合は、2000年および2015年のいずれの時点においてもほとんどが10%未満であり、ASEAN域内の産業の間では分業、すなわち生産工程における他国の産業への生産物の供給（上流度）や生産に際しての他国の産業からの投入（下流度）が行われていないことがうかがえる。同様に、北東アジア・米国（表側）の指数についても、ASEAN5カ国（表頭）が占める割合が10%を超えるのは、2015年の日本のインドネシアに対する0.013（10.3%）のみであり、この2地域間でも生産工程の分業はほとんど行われていないことがわかる。

対照的に、ASEAN5カ国（表側）の指数に占める北東アジア・米国（表頭）の割合は、上流度指数・下流度指数のいずれの値も非常に高く、網掛けの部分が多くなっていることから、ASEAN5カ国の他国の産業との分業は域内よりも北東アジア・米国との間で行われていることがわかる。また、北東アジア・米国の指数に占める他の北東アジア・米国の割合（中国、日本、米国）も高く、網掛けの部分が多くなっている。したがって、北東アジア・米国においては、域内での分業が一定程度進んでいることがうかがえる。

より詳細に、どの国との間で国外上流度指数と国外下流度指数が高い値を示しているかをみると、2000年時点では内生各国の国外上流度指数・国外下流度指数において大きな割合を占めているのは主として中国、日本と米国であり、すべての内生国とこれらの3カ国との指数が網掛けの部分として表されている。この3カ国のなかでも、上流度指数については米国の割合が特に高く、各国の産業が米国の産業に生産物を供給することを通じて上流度を高めていることが示唆される。一方、下流度指数については日本の割合が高く、各国の産業が日本の産業から中間財を投入し、生産工程を高度化させている状況があることが推察される。しかし、2015年になると、この2カ国に代わって、上流度指数・下流度指数ともに中国が最も大きな割合を占めるようになり、各国とも分業の相手国が中国にシフトしたことがわかる⁸⁾。

また、第2節で触れたとおり、菅沼（2016）は、ある国において経済ショックが発生した場合の他の国への影響を分析が可能となることを、上流度指数を計測

する意義として挙げている。表4-6における計測結果からは、上流度指数・下流度指数ともにASEAN5カ国は北東アジア・米国に大きく依存している反面、北東アジア・米国はASEAN5カ国にはほとんど依存していないことがわかる。このことは、ASEANの国において何らかの経済ショックが発生しても、国際サプライチェーンを通じて他のASEAN諸国や北東アジア・米国が受ける影響は極めて限定的であるのに対して、北東アジア・米国、特に中国、日本、米国のいずれかの国において経済ショックが発生した場合、他の北東アジア諸国やASEAN諸国は大きな影響を受けることを示唆している。

(3) 産業別国外上流度・国外下流度の計測結果

表4-6に示される相手国別の上流度・下流度について、どの産業において各国が分業を行っているか（国際サプライチェーンを構築しているか）を確かめるため、国外上流度指数・国外下流度指数を構成する産業のうち、上位3部門を報告したものが表4-7である。表中のシェアは、表4-6における国外上流度指数・国外下流度指数の合計値に占める相手国別産業別指数の割合である。たとえば、インドネシアの2000年の上流度指数における日本の鉱業・採石業のシェア21.9%は、当該国・産業の上流度指数の値0.102を表4-5におけるインドネシアの国外上流度指数の合計値0.464で除することにより得られた値である。

表4-7より、各国の分業構造について、以下の諸点を指摘することができる。第1に、ほとんどの国において、国外上流度指数・国外下流度指数ともに、網掛けの部分によって示される電気機械が上位に入っている。これは、各国の産業が生産物を他の内生国の電気機械産業に中間財として供給するとともに、他の内生国の電気機械産業からも、その生産物を自国の産業の生産のために投入しており、この産業が各国の上流度・下流度を高めることに寄与していることを意味する。ただし、2015年になると、電気機械の国外上流度におけるプレゼンスは低下し、

8) 日本、米国および中国がサプライチェーンにおいて支配的な役割を果たしているという構造は、2009年のWIODを用いて各国間のサプライチェーン貿易を分析したBaldwin and Lopez-Gonzalez (2015) においても見出されている。また1995年との比較において、サプライチェーン貿易における日本の地位の低下と中国のプレゼンスの拡大を指摘している。対象国や指標が異なるため一概に比較することはできないが、本章の計測結果からは、2015年において、日本とともに米国の地位の低下も併せて観察されている。

化学や商業・運輸が上位に入ってきている。

第2に、例外はインドネシアの国外上流度であり、2000年、2015年とも一貫して鉱業・採石業が上位を占めているが、これはインドネシアが石油などの資源輸出国であり、他の内生国の同産業にこれら資源を供給していることの反映であると考えられる。

第3に、相手国をみると、上流度・下流度および2000年・2015年を問わず、ほとんどが中国、日本、米国の3カ国によって占められており、各国の上流度・下流度を高める、すなわち内生国間の国際生産ネットワーク（国際サプライチェーン）を形成・複雑化する上で、この3カ国の産業が中心的な役割を果たしていることがわかる。表4-7では、これら3カ国のうち、同一国の電気機械産業が国外上流度・国外下流度のいずれについても上位に登場している場合も多く（例：2000年のマレーシアにおける米国の電気機械産業（上流度1位（15.3%）、下流度2位（14.0%）など）、これら3カ国の電気機械産業と他の国々の産業との間では重層的な国際生産ネットワーク（国際サプライチェーン）が形成されていることがうかがえる。また、日本と米国の産業は2000年においては上位をほぼ独占していたが、2015年には中国の産業に取って代わられており、中国がこの地域における国際生産ネットワーク（国際サプライチェーン）形成の担い手になっていることがわかる。他方で、東南アジアのASEAN5カ国や北東アジアの韓国・台湾の産業は、この地域における国際生産ネットワーク（国際サプライチェーン）の形成にほとんど資することができていないことがうかがえる。

表4-7の計測結果より、国外上流度指数・国外下流度指数によって測られるこの地域の生産ネットワーク（国際サプライチェーン）の多くの部分は、電気機械産業によって構成されていることが明らかとなった⁹⁾。また、電気機械産業を中心とする生産ネットワークの形成に、需要・供給の両面において中心的な役割（ハ

9) この結果は、WIODを用いて上流度指数を計測した菅沼（2016）とも整合的である。菅沼（2016）は、日本、中国、台湾、韓国の4カ国の上流度指数の累積変化のうち、電気・光学機器産業の値の上昇による寄与が大きいとしている。また、日本の電機・光学機器産業の上流度指数を国内と国外に分解し、各段階ごとにその大きさを計測した結果、第1段階は国内産業による需要が国外の産業による需要を上回っているものの、第2段階以降は国外の産業による需要が国内産業による需要を上回っており、生産された中間財が、直後の工程においては国内で加工されるものの、その後の工程においては海外において加工が進み、最終材として仕上げられていく傾向があるとしている（菅沼 2016, 19-21）。

表4-7 産業別上流度指数と産業別下流度指数(国外,上位3部門)

		上流度(国外)			下流度(国外)		
		1	2	3	1	2	3
<2000年>							
インドネシア	産業	鉱業・採石業	鉱業・採石業	鉱業・採石業	建設	輸送機械	商業・運輸
	国 シェア(%)	日本 21.9	韓国 5.9	中国 5.0	日本 5.6	日本 4.3	日本 3.4
マレーシア	産業	電気機械	鉱業・採石業	電気機械	電気機械	電気機械	電気機械
	国 シェア(%)	米国 15.3	日本 5.7	中国 4.8	日本 17.8	米国 14.0	シンガポール 4.7
フィリピン	産業	電気機械	商業・運輸	電気機械	電気機械	電気機械	電気機械
	国 シェア(%)	米国 22.4	米国 8.9	日本 6.9	日本 18.1	日本 11.9	韓国 3.5
シンガポール	産業	電気機械	電気機械	サービス	電気機械	電気機械	サービス
	国 シェア(%)	米国 23.2	日本 6.3	米国 5.2	日本 19.9	米国 11.5	日本 5.0
タ イ	産業	電気機械	商業・運輸	電気機械	電気機械	電気機械	輸送機械
	国 シェア(%)	米国 11.4	米国 4.9	中国 4.7	日本 12.1	米国 7.1	日本 6.5
中 国	産業	電気機械	化学	金属製品	電気機械	サービス	建設
	国 シェア(%)	米国 6.6	米国 6.5	日本 6.5	日本 6.3	日本 3.8	日本 3.8
台 湾	産業	電気機械	化学	電気機械	電気機械	電気機械	電気機械
	国 シェア(%)	米国 13.7	中国 6.4	中国 6.2	日本 18.4	米国 9.2	韓国 3.9
韓 国	産業	電気機械	化学	金属製品	電気機械	電気機械	金属製品
	国 シェア(%)	米国 12.3	日本 8.8	中国 5.2	日本 11.1	米国 9.2	日本 4.5
日 本	産業	電気機械	サービス	商業・運輸	サービス	電気機械	輸送機械
	国 シェア(%)	米国 11.1	中国 5.9	中国 5.5	米国 7.2	米国 6.5	米国 4.8
米 国	産業	サービス	商業・運輸	化学	サービス	輸送機械	電気機械
	国 シェア(%)	日本 8.4	日本 7.1	日本 4.8	日本 11.2	日本 9.3	日本 7.4
<2015年>							
インドネシア	産業	鉱業・採石業	鉱業・採石業	化学	建設	サービス	電気機械
	国 シェア(%)	中国 16.0	韓国 8.6	中国 7.8	中国 6.0	中国 4.6	中国 3.4
マレーシア	産業	電気機械	化学	商業・運輸	電気機械	電気機械	電気機械
	国 シェア(%)	中国 13.0	中国 10.8	中国 8.6	中国 16.8	日本 5.0	米国 4.1
フィリピン	産業	電気機械	商業・運輸	鉱業・採石業	電気機械	電気機械	食品・飲料・たばこ
	国 シェア(%)	中国 15.5	中国 12.9	中国 5.1	日本 6.1	日本 4.7	米国 3.9
シンガポール	産業	商業・運輸	商業・運輸	化学	商業・運輸	電気機械	サービス
	国 シェア(%)	中国 22.4	日本 11.7	中国 9.1	米国 10.8	中国 7.8	米国 7.4
タ イ	産業	商業・運輸	化学	電気機械	電気機械	輸送機械	化学
	国 シェア(%)	中国 12.6	中国 11.9	中国 8.6	中国 10.3	日本 4.6	米国 4.6
中 国	産業	電気機械	金属製品	化学	電気機械	電気機械	化学
	国 シェア(%)	米国 8.9	米国 7.3	米国 5.6	日本 4.1	韓国 3.3	米国 2.8
台 湾	産業	化学	電気機械	鉱業・採石業	電気機械	電気機械	電気機械
	国 シェア(%)	中国 22.8	中国 12.9	中国 5.1	中国 13.8	日本 7.9	米国 4.1
韓 国	産業	化学	電気機械	金属製品	電気機械	サービス	サービス
	国 シェア(%)	中国 24.1	中国 13.0	中国 8.8	中国 8.0	米国 5.1	中国 5.0
日 本	産業	金属製品	化学	商業・運輸	サービス	サービス	輸送機械
	国 シェア(%)	中国 11.3	中国 10.5	中国 9.9	米国 9.6	米国 5.9	米国 5.4
米 国	産業	商業・運輸	サービス	化学	サービス	建設	輸送機械
	国 シェア(%)	中国 10.6	中国 10.5	中国 9.1	中国 21.3	中国 7.1	中国 6.3

(出所) 2000年アジア表および2015年延長アジア表より計算。

(注1)表中のシェアは、各国の上流度指数・下流度の国外部分に占める当該産業の割合を示す。

(注2)薄い網掛けの産業は電気機械産業を示す。

ブ)を担ってきたのは、2000年時点では米国と日本であったが、2015年になるとその役割を中国が担うようになったことも明らかとなった。

■ おわりに

本章では、Fally(2012)により提案された財・サービスの生産・供給の過程でどれだけの産業が関わっているかを示す上流度指数および下流度指数を、アジア表を用いて計測することにより、アジア太平洋地域における国際サプライチェーンの構造を把握することを試みた。

産業間あるいは事業所間の取引と企業間の取引や生産工程間の取引が一致（あるいは近似）しているという仮定に基づいた留保付きの結果ではあるが、本章の計測結果より、およそ以下の諸点が明らかになったと考えられる。

第1に、産業別の上流度指数・下流度指数の計測結果から、各産業の指数の値や序列は2000年、2015年のいずれの時点においても変化が少ないことが示された。このことは、上流度指数・下流度指数は産業の本質的な生産構造・需要構造を反映した指数であるとみなすことができる。

第2に、アジア表の内生10カ国全体の上流度指数・下流度指数を計測した結果、中国、日本、米国の3カ国の寄与が指数の値の約90%に達しており、地域におけるサプライチェーンの形成のほとんどすべてを占めていることが明らかとなった。しかし、この3カ国の相対的な地位には2000年から2015年の間に変化がみられ、サプライチェーンの形成に果たす中心的な役割は、日本および米国から中国へとシフトしたことも明らかとなった。

第3に、上流度指数・下流度指数を国内・国外に分解し、国外部分を相手国別・産業別に分析した結果、内生10カ国間の国際サプライチェーンは、おもに電気機械産業によって形成されていることが明らかとなった。また、そのなかで中心的な役割を果たしていたのは2000年においては日本と米国の電気機械産業であったが、2015年には中国の同産業に取って代わられたこともまた明らかとなった。

本章の結果からは、上流度指数・下流度指数は、国際サプライチェーンを分析する上で、ひとつの有効な指標であると考えられる。しかし、従来の指標（中間

投入比率やレオンチェフ逆行列など)と比較して、指標の現実的な意味づけに乏しく、分析結果の解釈が難しいといった問題もある。したがって、実証分析の蓄積を通じて、指数の意味をより明確にするとともに、産業によってより明確な違いが出るように計測方法((4.4)式および(4.12)式において各項に乘じられているウェイトの与え方など)を改善することにより、指標の精緻化を図っていく必要があると思われる。

【参考文献】

〈日本語文献〉

- 菅沼健司 2016.「グローバル・バリュー・チェーンの長さ指標——製造業とサービス業」『金融研究』35(3): 1-34, 日本銀行金融研究所。
- 白映旻 2019.「東アジア生産ネットワークのキャッチアップ」『アジア太平洋討究』37: 181-192, 早稲田大学アジア太平洋研究センター。

〈外国語文献〉

- Albino, V., C. Izzo and S. Kühtz 2002. “Input-output models for the analysis of a local/global supply chain.” *International journal of Production Economics*, 78(2): 119-131.
- Antràs, P., D. Chor, T. Fally and R. Hillbery 2012a. “Measuring the Upstreamness of Production and Trade Flows.” *NBER Working Paper Series*, No. 17819.
- 2012b. “Measuring the Upstreamness of Production and Trade Flows.” *American Economic Review: Papers and Proceedings*, 102(3): 412-416.
- Antràs, P. and D. Chor 2013. “Organizing the Global Value Chain,” *Econometrica*, 81 (6) : 2127-2204.
- Baldwin, R. and J. Lopez-Gonzalez 2015. “Supply-chain Trade: A Portrait of Global Patterns and Several Testable Hypotheses.” *The World Economy*, 38(11): 1682-1721.
- Dietzenbacher, E., I. R. Luna and N. S. Bosma 2005, “Using Average Propagation Lengths to Identify Production Chains in the Andalusian Economy.” *Estudios de Economía Aplicada*, 23(2): 405-422.
- Fally, T. 2012. “Production Staging: Measurement and Facts.” University of Colorado – Boulder, mimeo.
- Gereffi, G. and J. Lee 2012. “Why the world suddenly cares about global supply chains.” *Journal of Supply Chain Management*, 48(3): 24-32.
- Ghosh, A. 1958. “Input-Output Approach in an Allocation System.” *Economica*, New Series, 25 (97) : 58-64.
- Hummels, D., J. Ishii and K-M Yi 2001. “The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade.” *Journal of International Economics*, 54(1): 75-96.
- Ito, T. and P.-L. Vèzina 2016. “Production fragmentation, upstreamness, and value added: Evidence from

- Factory Asia 1990–2005.” *Journal of The Japanese and International Economies*, 42: 1-9.
- Lin, X. and K. R. Polenske 1997. “Input-output modeling of production process for business management.” *Structural Change and Economic Dynamics*, 9(2): 205-226.
- Miller, R. E. and U. Temurshoev 2017. “Output Upstreamness and Input Downstreamness of Industries/Countries in World Production.” *International Regional Science Review*, 40(5): 443-475.
- Polenske, K. R. 1998. “Linked System of Enterprise, Regional and National input-Output Accounts for Policy Analysis.” In *Regional Science: Perspective for the Future*, 26-42, edited by M. Chatterji, Macmillan Press Ltd., London.
- Rasmussen, P. N. 1957. *Studies in Inter-Sectoral Relations*, North-Holland, Amsterdam.

©Hiroshi Kuwamori 2022

本書は「クリエイティブ・コモンズ・ライセンス表示-改変禁止4.0国際」の下で提供されています。
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.ja>



執筆者一覧

^{くわもり} ^{ひろし}
桑森 啓 (序章, 第1章, 第2章, 第4章)

アジア経済研究所 開発研究センター・主任調査研究員

^{たまむら} ^{ちはる}
玉村千治 (第2章, 第3章)

帝京大学経済学部 教授

—執筆順, 所属は刊行時—

〈表紙写真〉
和歌山の工場夜景（写真：アフロ）。

アジア国際産業連関表
——延長推計と国際生産ネットワーク分析への応用——

EPUB版 2022年3月22日発行
オンデマンド版 2022年3月31日発行

編 者 桑森 啓
発行所 独立行政法人日本貿易振興機構 アジア経済研究所
〒261-8545 千葉県千葉市美浜区若葉3丁目2番2
(電話) 043-299-9735

