

# 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

すがぬまけんじ  
菅沼健司

## 要 旨

本稿では、「上流度指数 (upstreamness)」と呼ばれる指標について分析する。この指標は、サプライ・チェーンにおける、ある産業の最終消費者までの距離について、その間に経る生産段階の数として定義した指標である。国際産業連関表を用いて分析すると、世界全体でみたグローバル上流度は、2000年代半ばに大きく増加していた。この増加は、主として製造業によるものであるが、サービス業にも一定の寄与がみられる。製造業では、東アジア諸国・地域において、上流度が増加しており、この地域でバリュー・チェーンが深化した事実と整合的である。一方、サービス業では、先進国の対事業所サービスで、顕著に上流度が増加している。この点、日本の国内連関表を用いて仔細に分析すると、事業の外注化の受け皿となるリースや労働者派遣に加え、情報通信業など他の産業と結びつきやすい産業の発展が、上流度の増加を促していることが示された。本稿では、国、産業あるいは生産段階別の寄与度分解を行い、上流度指数を詳細に分析している。本稿で用いた分析手法は、付加価値との比較を通じた産業の国際競争力の分析や、投入・産出関係を通じた経済ショックの波及分析などに応用していくことが期待される。

キーワード： 上流度、グローバル・バリュー・チェーン、生産工程の細分化、産業連関表

.....  
本稿の作成に当たっては、Heiwai Tang 助教（ジョンズ・ホプキンス大学）、東京大学都市経済ワークショップ（2015年10月30日）、応用地域学会第29回研究発表大会（同11月28日）、および日本経済学会2016年度春季大会（2016年6月18～19日）の参加者、および日本銀行のスタッフから、有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝したい。ただし、本稿に示されている意見は、筆者個人に属し、日本銀行の公式見解を示すものではない。また、ありうべき誤りは全て筆者個人に属する。

菅沼健司 日本銀行金融研究所主査（E-mail: kenji.suganuma@boj.or.jp）

## 1. はじめに

サプライ・チェーンのグローバル化が進み、国と国の経済的な結びつきが強まる中、Timmer *et al.* [2014] が述べているように、グローバル・バリュー・チェーン (Global Value Chain: GVC) は、各国の間で生産工程の細分化が進んでいる。すなわち、それぞれの国が各々の特性を活かした生産工程に特化し、生産物を中間財として輸出入することで、GVC が深化してきている。こうした構造的な変化は、輸送コストの低下に加えて、様々な要因——自由貿易協定 (FTA) の締結、EU や ASEAN 等の経済統合、安価な労働力の利用拡大、そして情報通信技術 (IT) の進歩など——が絡み合っている。

こうした状況のもとで、貿易から得られる便益を増加させることは、産業施策や貿易政策において、益々重要な論点となっている。Krugman [1980] は、規模の経済が働くもとでは、国の経済厚生は、財の生産の差別化、すなわちある財の生産・輸出に特化し、他の財を輸入で補うことによって改善すると述べている。また Melitz [2003] は、企業の生産性が不均一であると仮定すると、経済全体の生産性は、貿易に伴って生産性の高い輸出企業へ労働や資本が集積することで高まると主張している。

もっとも、貿易から得られる便益は、各生産工程において均等に分布していない。iPhone を例にとると、ほとんどの付加価値は米国 (デザインや販売戦略)、並びに日本や韓国 (ハイエンド部品の生産) といった、生産の上流工程に位置する国に集中しており、中国 (部品の組立て) など、下流工程に位置する国の付加価値は非常に小さい。こうしたケースにおいては、下流工程を海外に移管して、より付加価値の高い上流工程に特化するような産業政策が、国の経済成長を促すと考えられる。

このような問題を考える上では、「ある国が GVC において、どの程度相対的に上流 (下流) に位置しているか」を数値化した指標を分析することが、有用である。この上流度指数 (upstreamness) は、Antràs and Chor [2013] において、「生産段階の数で測った、当該産業の最終消費者までの距離」として定義されている。近年、様々な国際産業連関表が公表されるようになってきたこともあって、世界全体でみた上流度を計測できるようになってきた。

以下のフローチャートは、この上流度指数を図式化したものである。表の左側の、コモディティや素材に関連する産業 (鉱業、石油精製、金属等) は、その財の産出物が下流工程の投入に「用いられる」ため、最終財からの距離は遠く、上流度指数は高くなる。一方で、表の右側の、最終製品に関連した産業 (一般機械、電気機械、皮革製品等) は、上流工程の産出物を「用いる」ため、最終財までの段階数は少なくなり、上流度指数は小さくなる。



上流度指数を用いることで、ある国に生じた経済ショックが別の国の経済にもたらす波及効果を分析できる。例えば、ある国の主要産業が、GVCの中で上流工程に位置している場合、その国の生産、輸出は、GVCの下流工程に位置する国の需要ショックの影響をより受けやすくなる。したがって、こうした外部の経済ショックが自国の経済に与える影響を考える上では、GVCの中で、どの国が自国の下流に存在しているのかを理解することが基本となる。また、GVCにおける各国の立ち位置と、その国の貿易から得られる便益を比較することは、産業の競争力を国レベルで考察する上でも重要である。

本稿では、上流度指数の分析の結果、主に以下の点を示す。まず、世界全体でみた上流度指数は、2000年代半ばに大きく増加した。この増加は、主に製造業がけん引する形で生じているが、サービス業もまた、押上げに寄与している。仔細にみると、製造業では、上流度の増加は東アジア地域において著しく、この地域で同時期にバリュー・チェーンが深化した事実と整合的となっている。一方、サービス業では、先進国を中心に、対事業所サービスの増加が目立つが、これはリースや労働者派遣といった、事業の外注化が進んだことや、情報通信業のような、他の産業と結びつきやすい産業が発展したことによるところが大きい。

本稿の構成は以下のとおりである。2節では、この分野における先行研究を概観するとともに様々な国際産業連関表を紹介する。3節では、上流度指数の計算手法と本稿で用いた産業連関表の詳細を述べる。4節では、世界全体、製造業、サービス業それぞれについて上流度指数を分析する。5節は、結論および今後の研究課題について述べる。

## 2. 先行研究のサーベイと国際産業連関表

本節では、上流度指数に関する様々な先行研究を概観する。まず、当指数の定義に関する研究を概観した後、これらの指数を用いた分析について言及する。次に、指数の算出に際して用いられる様々な産業連関表を概観する。最後に、これらの先行研究と比較しながら、本稿の位置づけや特徴を述べる。

## (1) 上流度指数の定義と分析

上流度指数<sup>1</sup>の研究が進んだのは、ここ数年、特に2010年以降である。この分野の先駆けとなった、Antràs and Chor [2013] (原論文は2011年に発表)では、ある産業の上流度指数は、「生産段階の数で測った、当該産業の最終消費者までの距離」と定義されている。一方、Fally [2012]は、「当該産業の産出物が、バリュー・チェーンの中で、最終消費者からの距離が遠い産業において用いられる場合、その産業は上流に位置する」との概念を用いて、間接的に上流度指数を定義した。これら2つの定義は、Antràs *et al.* [2012]において、等しい値となることが証明された。また、Antràs *et al.* [2012]は、上流度指数に関する第3の定義として、「産業間の投入・産出関係の1単位の変化に対する、当該産業の産出額の偏弾力性」、あるいは「当該産業の付加価値が1ドル増加した時の、他の全産業の産出額の増加額」を提唱し、この定義もまた、先の2つと同じ値になることを示した。それぞれの定義に基づく産業*i*の上流度は、以下の(1)~(3)式で示される<sup>2</sup>。Antràs *et al.* [2012]以降の先行研究では、直観的に理解しやすい(1)式を用いて上流度を分析している場合が多い。

$$U_i = 1 \cdot \frac{F_i}{Y_i} + 2 \cdot \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij} F_j}{Y_i} + 3 \cdot \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n d_{ik} d_{kj} F_j}{Y_i} + \dots \text{(Antràs and Chor [2013])} \quad (1)$$

$$U_i = 1 + \sum_{j=1}^n \frac{d_{ij} Y_j}{Y_i} U_j \quad \text{(Fally [2012])} \quad (2)$$

$$U_i = \frac{1}{Y_i} \sum_{j=1}^n \frac{\partial Y_i}{\partial d_{ij}} \quad \text{(Antràs *et al.* [2012])} \quad (3)$$

この上流度指数を用いた先行研究としては、以下のような研究が挙げられる。まず Antràs *et al.* [2012]は、米国の国内産業連関表を用いて、426産業(6桁分類)における上流度指数を計算した。彼らの研究によると、米国における各産業の上流度は、最小1(自動車)、最大4.65(石油化学)、平均2.09、標準偏差は0.85である。また、OECD-STANデータベースに格納されているEU16か国(当時)についても、各国41産業の上流度指数を同様に算出し、その順位相関係数が強い正の関係にあること、すなわち産業間の上流度の大小関係が、各国で似通っていることを示した。さらに、輸出上流度<sup>3</sup>については、一人当たりGDPと正の関係にある一方、金

1 本稿で用いている「上流度」は、先行研究の「産出上流度(output upstreamness)」に相当する。

2 それぞれの記号の説明は3節を参照。

3 産業別の上流度を、当該産業の輸出額が国全体の輸出額に占めるウエイトで加重平均したもの。

融の発展度合い（民間非銀行部門向け与信の GDP に対する比率）などとは負の関係にあることを示した。

Fally [2012] は、Antràs *et al.* [2012] と同様に米国の国内産業連関表を用いて産業別の上流度指数を求め、資本集約度や労働集約度などとの比較を行った。その結果、製造業における上流度指数は、資本集約度（労働集約度）とは正（負）の関係がみられる、としている。

これらの論文は、一国内の産業の上流度に焦点を当てたものであるが、最近では、多様な国際産業連関表が利用可能になってきたことから、GVC における国と国との間の貿易ネットワークも取り込んだ上流度指数の分析も進んでいる。

Fally and Hillberry [2015] は、日本貿易振興機構・アジア経済研究所（IDE-JETRO）の国際産業連関表を用いて、東アジア各国・地域の上流度指数を分析した。具体的には、上流度指数と、付加価値額・輸出額比率（Value-added content of export ratio: VAX）、並びに付加価値額・生産額比率の比較を行い、GVC の中で上流（あるいは下流）にシフトすることが、経済にとって望ましい結果に結びついているか否かを分析した。

Ito and Veniza [2015] は、Fally and Hillberry [2015] と同様に IDE-JETRO の国際産業連関表を用いて、1990～2005 年におけるアジア各国の製造業の上流度指数を分析した。特に上流度と付加価値との関係に焦点を当て、(i) 海外付加価値比率が各国でこの間上昇していること、(ii) 中国では、同比率は通説と異なり低い（すなわち国内付加価値比率が相応に高い）こと、(iii) サプライ・チェーンの両端にあたる、上流・下流工程においても、相対的に海外付加価値比率が低いことを示した。

Miller and Temurshoev [2015] は、World Input-Output Database (WIOD) の国際産業連関表を用いて、上流度指数を分析するとともに、原材料から当該産業までの段階数を測る指標である、下流度指数も分析した。これらの上流度および下流度は、中間財の国境を越えた貿易が深化することによって、影響を受けることを示した。

## (2) 国際産業連関表

前述したように、上流度指数の計算には、国と国、産業と産業の関係性が極めて重要になっており、産業連関表を用いることで、こうした財・サービスの貿易を分析することが可能になる。特に、本節 (1) で述べたように、国際間貿易を取り込んだ国際産業連関表が、近年様々な機関から公表されており、その充実度が増してきている<sup>4</sup>。以下では、それぞれの国際産業連関表の特徴点を整理する。なお、い

.....  
4 様々な国際産業連関表については、Johnson [2014] も参照。なお、本稿における国際産業連関表は、複数の国の産業が1つにまとめられた表、すなわち多国間における中間財の輸出入が計上された産

ずれの国際産業連関表についても、中間財、最終財ともに、対象国の間における貿易データが利用可能となっている<sup>5</sup>。

まず、本稿でも用いている WIOD は、国数では 40 개국・地域<sup>6</sup>、産業数では 35 産業について、1995 年分以降各年の産業連関表を公表している（直近は 2014 年に公表された 2011 年分）<sup>7</sup>。また、産業連関表の種類としては、国と国の中間財の輸出入関係を網羅した、国際産業連関表（World Input–Output Table）と、各国ベースの国内産業連関表（National Input–Output Table）の双方が公表されている。

次に、IDE-JETRO が公表している国際産業連関表（Asian International Input–Output Table）は、アジアの 9 개국・地域<sup>8</sup> および米国をカバーしている。1985 年分以降 5 年ごとに公表されており（直近は 2013 年に公表された 2005 年分）、産業の数は各国とも 76 分類（1995 年以前は 78 分類）となっているが、そのうち製造業が 49 分類と、製造業の分類が相対的に細かいことが特徴である。

この他、経済協力開発機構（OECD）が公表している国際産業連関表（Inter-Country Input–Output Tables）は、61 개국・地域（OECD34 개국+その他 27 개국・地域）が対象となっており、産業分類は 34 分類で固定されている。1995 年分以降 5 年ごとに公表されてきたが、2008 年分より毎年公表されるようになった（直近は 2015 年に公表された 2011 年分）<sup>9</sup>。

産業連関表は、上流度指数の計算のみならず、貿易と付加価値の分析において、幅広く利用されている。Johnson and Noguera [2012] では IDE-JETRO の国際産業連関表と OECD の各国の産業連関表を用いて、Johnson [2014] では WIOD のグローバル産業連関表を用いて、付加価値貿易とグロスの貿易額の差が近年拡大し、最終財の貿易額に比べて中間財の貿易額が大きく増加していることが示されている。Antràs and Yeaple [2014] では、米国の産業連関表と国際収支統計を用いて、米国企業の国際的な経済活動を分析している。また、Timmer *et al.* [2014] や Los, Timmer,

---

業連関表と定義し、世界の全ての国を網羅していない場合にも、この表記を用いる。

5 WIOD の産業連関表における、日本の電気・光学機械産業（以下、電機）の 2011 年のデータをとると、計 4,630 億ドルの生産に対し、韓国の金属産業の生産物が、中間財として 7.7 億ドル用いられた。また、この生産された 4,630 億ドルのうち 22 億ドルが、中国の輸送機械産業向けの中間財として輸出された。

6 このうち多くは先進国であり、27 개국は EU の構成国で占められる。EU の構成国が多いのは、EU KLEMS（産業レベルにおける産出・投入および生産性の国際比較を目的として、欧州委員会の資金拠出によって開始されたプロジェクト）を発展解消した形で、WIOD が作られた経緯による。残りの 13 개국・地域のうち、6 개국・地域はアジア（中国、インド、インドネシア、日本、韓国、台湾）、4 개국が米州（ブラジル、カナダ、メキシコ、米国）、3 개국がその他地域（豪州、ロシア、トルコ）である。ここに含まれない国・地域は、その他世界（rest of the world）として計上されている。

7 WIOD に関する詳細は、Dietzenbacher *et al.* [2013]、Timmer *et al.* [2015] を参照。

8 中国、インドネシア、日本、韓国、マレーシア、フィリピン、シンガポール、台湾、タイ。

9 この他、OECD は付加価値ベースの貿易統計（Trade in Value Added: TiVA）の公表を 2013 年より開始しており（2013 年に公表されたのは 2009 年分までで、直近は 2015 年に公表された 2011 年分）、こうした統計も、名目ベースと付加価値ベースの貿易額の乖離を分析する際に有用と考えられる。

and de Vries [2015] では、WIOD の国際産業連関表を用いて、GVC における企業活動を分析している。

このように、貿易論の研究者や政策担当者の中では、付加価値ベースの輸出額を切り出して捉えようとする動きが進んでいる。これは、国境を超えた企業の経済活動が進んで中間財の輸出が増加する中、グロスの輸出額では、産業の収益力に直結する付加価値ベースの輸出額を捉えることが難しくなってきたことを映じていると考えられる。

### (3) 本稿の特徴

本節 (1) で述べた先行研究と比較して、本稿は以下の 3 点で特徴的である。第 1 に、先行研究は上流度の水準に焦点を当てたものが多い中、本稿は、その変化を仔細に行っている。具体的には、WIOD が公表する国際産業連関表を用いて、世界全体でみた上流度指数の 1995～2011 年における各年の変化を算出し、上流度指数が構造的、また循環的にどのように変化しているかを分析している。第 2 に、上流度の変化を考察する際、各産業内の上流度の変化（産業内効果）と、各産業の産出額ウエイトの変化（産業間効果）に分けて分析することによって、上流度の変化の要因に踏み込んで考察している。第 3 に、上流度指数の構成方法を整理し直し、上流度の変化が、どの国のどの産業を主因として生じているか分析している。国別、および産業別の上流度として、具体的には、アジア各国の製造業、および先進国（特に日本）のサービス業に焦点を当てて、その特徴と変化に関する仔細な分析を行っている。

## 3. 研究手法

---

### (1) データ

本稿では、前述のとおり、基本的には WIOD が公表する国際産業連関表を用いて分析している。その上で、同産業連関表のみでは分析が難しい、サービス業を中心とした仔細な分類については、日本の国内産業連関表を用いて分析している。

WIOD の国際産業連関表を用いることの利点としては、2 節 (2) で示したように、1995 年以降 2011 年まで各年のデータが公表されているため、他の国際産業連関表と比べると、構造的、循環的双方の面から、上流度の変化を把握することが可

能となる点が挙げられる。この他、先行研究でも用いられている IDE-JETRO の国際産業連関表と比較した場合には、データのカバレッジがより大きい（WIOD が捕捉している 40 か国は、生産額ベースで世界の 85% を占める）他、産業分類として、製造業とサービス業の双方がバランス良く含まれている点が挙げられる。この点において、WIOD の連関表の利用は、製造業内の各産業に焦点を当てられることが多かった先行研究と比較して、製造業、サービス業の両面から上流度指数を分析するという本稿の趣旨に合致している。

一方で、日本の国内産業連関表は、総務省から 5 年ごと（2011 年のみ前回公表から 6 年後）に公表されている。同産業連関表では、各年次の表の他に、部門分類や価格等を時点間で比較可能にした、接続産業連関表が公表されている。本稿では、1995–2000–2005（平成 7–12–17）年の接続産業連関表（34 分類）に、2011 年の産業連関表（37 分類）を、分類調整を行って接続したデータを利用している<sup>10</sup>。また、4 節（3）のサービス業の分析においては、より詳細な分類である 185 分類表（2011 年は 190 分類表）を用いている。

分析に移る前に、国際産業連関表と国内産業連関表の違いについて簡単に触れる。国内産業連関表は、生産された財の利用用途について、海外向けのものが中間財と最終財に分かれておらず、全てが輸出（最終財）として計上されている。すなわち、中間財として計上される産出物は国内産業向けのみとなっている。後述するように、上流度指数は、産業連関表のうち中間財投入に大きく依存する。国際産業連関表を用いて算出された上流度が、開放経済における産業間の結びつきを示す指標になるのに対し、国内産業連関表を用いて算出された上流度は、閉鎖経済における国内の産業間の結びつきを示す指標となる。

表 1 は、これら 2 種類の産業連関表の特徴を簡単にまとめたものである。それぞれの産業連関表を用いて計算した上流度の比較は、補論 1 で述べるが、全体としては、国際産業連関表、国内産業連関表いずれから算出された上流度についても、ある程度似通った動きを示していること、ただし、その中で中間財輸出比率の高い製造業では、両者の間に一定の相違がみられることがわかる。

## (2) 産業連関表の構造

産業連関表は、表 2 のような構造になっている。この表において、 $Y_i$  は産業  $i$  の産出高、 $F_i$  は産業  $i$  の生産に対する最終需要、 $Z_i$  は同中間需要、 $a_{ij}$  は財  $j$  の生産に

10 2011 年の国内産業連関表を 1995–2000–2005 年の接続産業連関表に接続する際には、2011 年の 37 産業分類を 2005 年以前の 34 産業分類に組み替える必要がある。例えば、2005 年分類の一般機械は、2011 年分類では、はん用機械、業務用機械、生産用機械の 3 つに分割されたが、本稿では、これら 3 部門の数値を合計して、2011 年分類の一般機械を合成している。



表 1 産業連関表の比較（国際産業連関表と日本の国内産業連関表）

	国際産業連関表	国内産業連関表（日本）
公表主体	WIOD	総務省
産業数	35 産業 （全ての国、年で固定）	34 産業（1995-2000-2005 年） 37 産業（2011 年）
年	1995～2011 年 （各年）	1995、2000、2005、2011 年 （原則 5 年ごと）
国数	40 か国・地域＋その他世界	日本
名目・実質表	名目表（1995～2011 年） 前年価格表（1996～2009 年）	名目表 （1995、2000、2005、2011 年） 2005 年価格・接続表 （1995-2000-2005 年）

資料：WIOD、総務省。

表 2 産業連関表の構造

	中間財需要 ( $Z_i$ )			最終財 需要 ( $F_i$ )	生産額 ( $Y_i$ )
	産業 <sub>1</sub>	…	産業 <sub>n</sub>		
産業 <sub>1</sub>	$a_{11}$	…	$a_{1n}$	$F_1$	$Y_1$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
産業 <sub>n</sub>	$a_{n1}$	…	$a_{nn}$	$F_n$	$Y_n$
付加価値額	$V_1$	…	$V_n$		
生産額	$Y_1$	…	$Y_n$		

用いられる財  $i$  の産出高を表す。

上流度指数の計算に当たって、行列  $A$ 、 $\mathbb{Y}$ 、およびベクトル  $\vec{F}$ 、 $\vec{Y}$  を、(4) 式のよ  
うに定義する。また、行列  $I$  は  $n \times n$  の単位行列である。

$$A := \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}, \quad \vec{F} := \begin{bmatrix} F_1 \\ \vdots \\ F_n \end{bmatrix}, \quad \vec{Y} := \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \quad \mathbb{Y} := \text{diag}(\vec{Y}) = \begin{bmatrix} Y_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & Y_n \end{bmatrix}. \quad (4)$$

ここで、 $d_{ij}$  を、財  $j$  を 1 単位生産するのに必要な財  $i$  の量とすると、 $a_{ij}/Y_j$  で求められるため、行列  $D = (d_{ij})$  は、(5) 式のように、 $A\mathbb{Y}^{-1}$  によって与えられる。

$$D := \begin{bmatrix} d_{11} & \cdots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & \cdots & d_{nn} \end{bmatrix} = A\mathbb{Y}^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{Y_1} & \cdots & \frac{a_{1n}}{Y_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{Y_1} & \cdots & \frac{a_{nn}}{Y_n} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

### (3) 上流度指数の算出

上流度指数については、2 節 (1) で述べたように、先行研究で複数の計算手法が提案されているが、このうち本稿では、(1) 式の Antràs and Chor [2013] の計算手法を用いる。

産業連関表において、産業  $i$  の産出高 ( $Y_i$ ) は、産業  $i$  自身の最終需要 ( $F_i$ ) と、他の産業  $j$  の生産に用いられる中間投入 ( $Z_i$ ) の和で求められる (表 2)。ここで、 $Z_i$  はさらに (6) 式のように展開される。

$$\begin{aligned} Y_i &= F_i + Z_i = F_i + \sum_{j=1}^n a_{ij} = F_i + \sum_{j=1}^n d_{ij}Y_j \\ &= F_i + \sum_{j=1}^n d_{ij}F_j + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n d_{ik}d_{kj}F_j + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n d_{il}d_{lk}d_{kj}F_j + \cdots. \end{aligned} \quad (6)$$

(6) 式の 2 行目において、右辺の第 1 項は産業  $i$  に対する産業  $i$  自身の (直接的な) 最終需要、第 2 項は産業  $i$  に対する産業  $j$  の (直接的な) 中間需要、第 3 項は産業  $i$  に対する、産業  $k$  を経由した、産業  $j$  の (間接的な) 中間需要となっている。(6) 式のとおり、各項における最終需要に至るまでの段階数はそれぞれ、1 ( $i$  自身)、2 ( $i, j$ )、3 ( $i, k, j$ ) となっている。

(6) 式の両辺を産業  $i$  の産出額  $Y_i$  で割って基準化すると、(7) 式が得られる。

$$1 = \frac{F_i}{Y_i} + \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}F_j}{Y_i} + \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n d_{ik}d_{kj}F_j}{Y_i} + \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n d_{il}d_{lk}d_{kj}F_j}{Y_i} + \cdots. \quad (7)$$

ここで、産業  $i$  の上流度指数 ( $U_i$ ) は、(7) 式の右辺の各項に、最終需要に至るまでの段階数に応じてウェイトを付すことによって、生産段階の数で測った、最終財需要までの加重平均距離として (8) 式のように定義される。

$$\begin{aligned}
 U_i = & 1 \cdot \frac{F_i}{Y_i} + 2 \cdot \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij} F_j}{Y_i} + 3 \cdot \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n d_{ik} d_{kj} F_j}{Y_i} \\
 & + 4 \cdot \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n d_{il} d_{lk} d_{kj} F_j}{Y_i} + \dots .
 \end{aligned} \tag{8}$$

上流度ベクトルを  $\vec{U} = (U_1, \dots, U_n)^\top$  とすると、(4)、(5) 式のベクトル・行列表記を用いて、(9) 式のように表現できる。

$$\vec{U} = \mathbb{Y}^{-1} \cdot [I + 2D + 3D^2 + \dots] \cdot \vec{F} . \tag{9}$$

(9) 式の両辺に  $[I - D] \cdot \mathbb{Y}$  を掛けると、以下の (10) 式が得られ、上流度ベクトル  $\vec{U}$  は (11) 式のように変形される。

$$[I - D] \cdot \mathbb{Y} \cdot \vec{U} = [I + D + D^2 + \dots] \cdot \vec{F} = [I - D]^{-1} \cdot \vec{F} , \tag{10}$$

$$\vec{U} = \mathbb{Y}^{-1} \cdot [I - D]^{-2} \cdot \vec{F} . \tag{11}$$

(11) 式は、Antràs *et al.* [2012] において上流度指数の計算式として示されている式である。

ここで、(6) 式を用いると、産出額ベクトル  $\vec{Y}$  は (12) 式のように展開される。

$$\vec{Y} = [I + D + D^2 + \dots] \cdot \vec{F} = [I - D]^{-1} \cdot \vec{F} . \tag{12}$$

(12) 式において、 $[I - D]^{-1}$  はレオンチェフ逆行列と呼ばれる。(12) 式を (11) 式に代入し、(5) 式を用いて整理すると、以下の (13) 式が得られる。

$$\vec{U} = \mathbb{Y}^{-1} \cdot [I - D]^{-1} \cdot \vec{Y} = [\mathbb{Y} - D\mathbb{Y}]^{-1} \cdot \mathbb{Y} \cdot \vec{1} = [I - \mathbb{Y}^{-1}A]^{-1} \cdot \vec{1} , \tag{13}$$

ただし、 $\vec{1}$  は各要素が 1 の  $n$  次元ベクトルである。

行列  $B$  を (14) 式のように定義すると、上流度指数は (15) 式で表される。

$$B := \mathbb{Y}^{-1}A = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{Y_1} & \dots & \frac{a_{1n}}{Y_1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{Y_n} & \dots & \frac{a_{nm}}{Y_n} \end{bmatrix} , \tag{14}$$

$$\vec{U} = [I - B]^{-1} \cdot \vec{1} . \tag{15}$$

(15) 式は、Ito and Vezina [2015] における上流度ベクトルの表現と等しい。また、(15) 式における  $[I - B]^{-1}$  は、ゴースユ逆行列と呼ばれている (Miller and Temurshoev [2015])。

上流度指数の最小値は 1 である。上流度指数が 1 となる産業は、下流にいかなる生産工程を持たない、すなわち産業そのものが最終財であるケース ((6) 式において  $Z_i = 0$ 、 $Y_i = F_i$ ) となっている。一方、最大値は (8) 式より、定義上は無限大となり得るが、実際には、財が半永久的に中間財としてサプライ・チェーンに留まることはないため、上流度指数の値は有限となっている。WIOD の産業連関表を用いて計算した上流度指数は、国別では 1.5~3.0 の範囲に収まっており、産業別でも、日本を例にとると、最小値が 1.0、最大値が 3.7 となっている。

#### (4) 上流度指数の応用

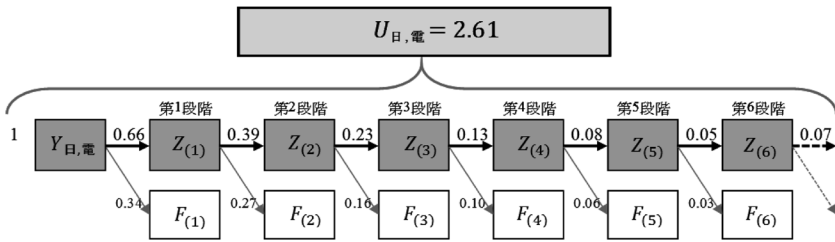
本節 (3) における上流度指数の定義および計算手法については、先行研究で分析されてきたものに準じている。本稿では、この計算式を拡張して上流度指数を分解し、その指数の含意を分析可能な形へと展開する。

(15) 式を変形すると、上流度指数は次の (16) 式のように変形される。

$$\vec{U} = [I + B + B^2 + \dots] \cdot \vec{1}. \quad (16)$$

(16) 式は、ある産業の上流度指数が、その産業の産出物を用いる、その段階以降全ての生産工程における投入量の無限和として計算されることを意味している。以下の分析で述べるように、この (16) 式は、上流度指数の分解に際して本稿の鍵となる重要な表現である。

(16) 式において、 $B = (b_{ij})$  は、財  $i$  が 1 ドル生産された時に、その財  $i$  を用いて生産される他の財  $j$  の産出高である。したがって、それぞれの段階における上流度指数は、その次の生産段階において、中間財として用いられる財  $i$  の割合として求められる。下のフローチャートは、この分解の過程を、2011 年の日本の電機産業を例として図式化したものである。先に述べたように、 $Z$  は中間財を、 $F$  は最終財を、それぞれ意味している。



フローチャートの左端に表されるように、産業の当初産出額 ( $Y_{日,電}$ ) を 1 とする。次に、第 1 段階においては、当初の産出額のうち、66% が次の生産工程において、中間財 ( $Z_{(1)}$ ) として用いられている。これが同段階における上流度指数 (0.66) として計上される。一方、残りの 34% については、財  $i$  自身の最終需要 ( $F_{(1)}$ ) として消費されるため、サプライ・チェーンからは離脱する。次の第 2 段階においては、当初産出額対比で 39% が、その次の段階の中間財 ( $Z_{(2)}$ ) として用いられ、第 2 段階の上流度指数 (0.39) として計上される。以下、このような計算を続けることで<sup>11)</sup>、上流度指数は最終的に、「当初産出物のうち、それぞれの段階における、中間財として用いられる割合の和」として計算される。この分解が、当指数を  $[I + B + B^2 + \dots]$  に置き換える、(16) 式の利点であり、どの産業  $j$  が、どの段階において、どの程度、産業  $i$  の上流度指数に寄与しているかを分析できる。また、産業のみならず、ある国の別の国に対する上流度の寄与度を求めることもできる。この点は、4 節で説明する。

### (5) 産業間の上流度の合成と変化の寄与度分解

本節 (4) で求めた各産業の上流度を合成することによって、国全体の上流度指数やグローバル経済の上流度指数を算出する手法を示すとともに、その変化の寄与度分解を示す。

$U_{ci}$  を、ある国  $c$  における産業  $i$  の上流度指数とする。国  $c$  全体の上流度指数  $U_c$  は、当該産業の産出額が国全体の産出額に占めるウエイト ( $Y_{ci}/Y_c$ ) を用いて加重平均することで、以下の (17) 式によって計算される。

$$U_c = \sum_{i=1}^n \left( U_{ci} \cdot \frac{Y_{ci}}{Y_c} \right). \tag{17}$$

.....  
 11 フローチャートにおいて、第 6 段階の右の数値は 0.07 となっている。ただし、これは第 7 段階の上流度ではなく、第 7 段階以降の全ての上流度の総和となっている (各段階の上流度指数は、段階数が増えるに従って減衰し、0 に限りなく近づくものの、無限に続くため)。第 7 段階以降の上流度は、産業の上流度全体から、第 1～第 6 段階までの上流度の和を差し引いて求められる。

国全体の上流度指数の変化  $\Delta U_c$  は、各産業の上流度指数の変化  $\Delta U_{ci}$  と、各産業の産出額ウェイトの変化  $\Delta(Y_{ci}/Y_c)$  といった、2種類の変化を用いて分解することが可能となる。前者を「産業内効果 (within effect)」、後者を「産業間効果 (between effect)」と定義する。それぞれの効果は、以下の (18) 式から近似的に分解できる。

$$\Delta U_c = \sum_{i=1}^n \left[ \Delta U_{ci} \cdot \left( \frac{Y_{ci}}{Y_c} \right) \right] + \sum_{i=1}^n \left[ U_{ci} \cdot \Delta \left( \frac{Y_{ci}}{Y_c} \right) \right]. \quad (18)$$

(18) 式において、右辺の第1項は産業内効果を表し、各産業の産出額ウェイトをある時点で固定した上で、その上流度指数の変化の和として計算される。一方、右辺第2項は産業間効果を表し、各産業の上流度指数をある時点で固定した上で、その産出額ウェイトの変化の和として計算される。

グローバル経済の上流度指数 ( $U$ )、およびその変化 ( $\Delta U$ ) は、各国の産出額が世界全体の産出額に占めるウェイト ( $Y_c/Y$ ) を用いて、(19)、(20) 式のとおり求められる。

$$U = \sum_{c=1}^m \left( U_c \cdot \frac{Y_c}{Y} \right), \quad (19)$$

$$\Delta U = \sum_{c=1}^m \left[ \Delta U_c \cdot \left( \frac{Y_c}{Y} \right) \right] + \sum_{c=1}^m \left[ U_c \cdot \Delta \left( \frac{Y_c}{Y} \right) \right]. \quad (20)$$

一方で、グローバル経済の上流度指数を産業別から計算する場合には、まず世界全体における各産業  $i$  の上流度  $U_i$  を、(21) 式のように各国の当該産業全体に占めるウェイト ( $Y_{ci}/Y_i$ ) を用いて加重平均し、その変化  $\Delta U_i$  を (22) 式のように求める。(21) 式の各産業  $i$  の上流度  $U_i$  についてそれぞれの産業の産出額が世界全体の産出額に占めるウェイト ( $Y_i/Y$ ) を用いて、(23) 式のようにグローバル上流度を求めると、その変化  $\Delta U$  は (24) 式のように求められる。グローバル上流度の集計値として (19) 式と (23) 式は一致し、その集計値の変化として (20) 式と (24) 式は一致する。ただし、各式の右辺のように異なる切り口での寄与に分解される。

$$U_i = \sum_{c=1}^m \left( U_{ci} \cdot \frac{Y_{ci}}{Y_i} \right), \quad (21)$$

$$\Delta U_i = \sum_{c=1}^m \left[ \Delta U_{ci} \cdot \left( \frac{Y_{ci}}{Y_i} \right) \right] + \sum_{c=1}^m \left[ U_{ci} \cdot \Delta \left( \frac{Y_{ci}}{Y_i} \right) \right], \quad (22)$$

$$U = \sum_{i=1}^n \left( U_i \cdot \frac{Y_i}{Y} \right), \quad (23)$$

$$\Delta U = \sum_{i=1}^n \left[ \Delta U_i \cdot \left( \frac{Y_i}{Y} \right) \right] + \sum_{i=1}^n \left[ U_i \cdot \Delta \left( \frac{Y_i}{Y} \right) \right]. \quad (24)$$

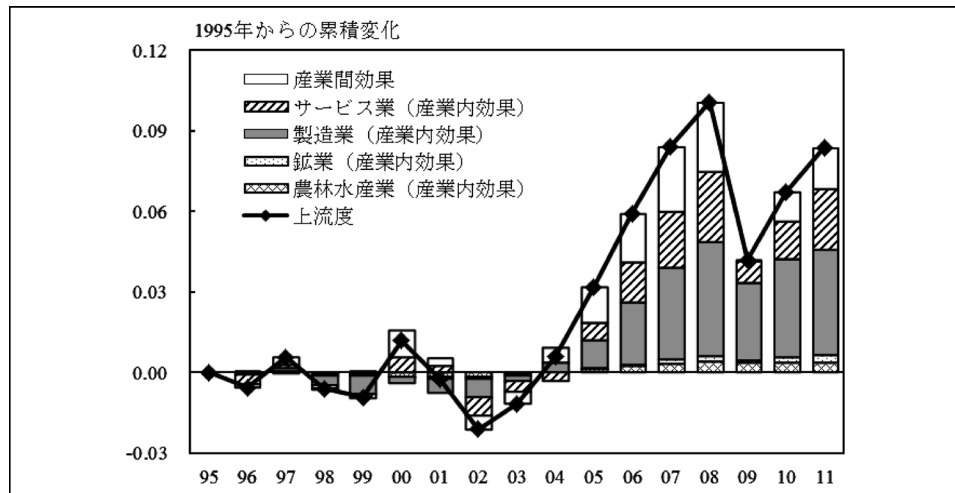
## 4. 分析

### (1) グローバル上流度指数

ここでは、3節で示した手法を用いて、上流度指数を分析する。図1、図2は、3節(5)のそれぞれ(24)式、(18)式を用いて、上流度指数の変化に関する産業別の寄与度分解を行ったものである。その際、産出額ウエイトの変化による影響を表す産業間効果については1つにまとめた上で  $(\sum_{i=1}^n U_i \cdot \Delta(Y_i/Y), \sum_{i=1}^n U_{ci} \cdot \Delta(Y_{ci}/Y))$ 、各産業の上流度の変化を表す産業内効果がより見やすくなるようにしている。

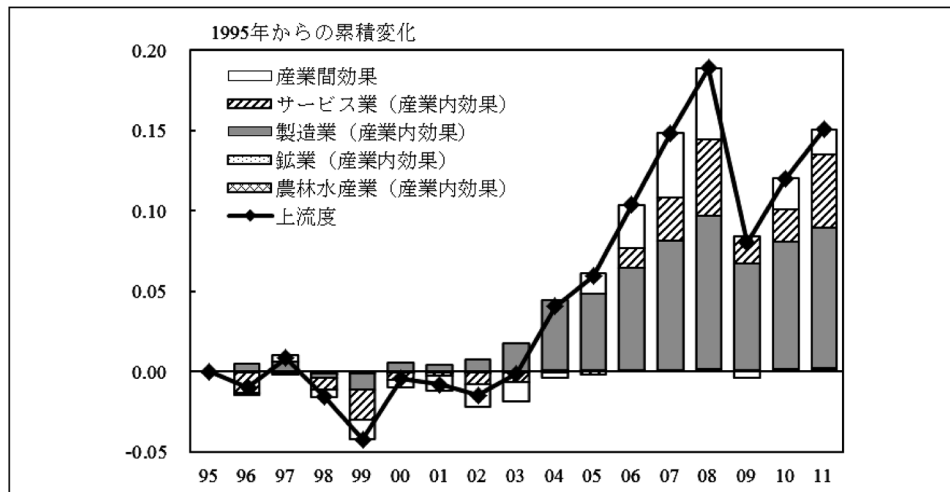
図1は、グローバル経済の上流度指数の1995～2011年における変化を示している。変化は、1995年からの累積変化で表されているため、長期的なトレンドを捉えていると解釈できる。上流度指数全体は2000年代半ばに大きく増加した後、国

図1 グローバル上流度（1995～2011年）



資料：WIOD

図2 日本の上流度（1995～2011年）



資料：WIOD

際金融危機の発生に伴って一時的に低下し<sup>12</sup>、再び上昇に転じたが、依然として既往ピークには戻っていない。業種別の寄与度をみると、産業内効果全体のおよそ3分の2が、製造業の変化によって説明されている。加えて、サービス業もまた相応に寄与していることがわかる。一方、残りの2つの産業、農林水産業と鉱業の寄与は、極めて小さい。

図2は、日本における上流度指数の累積変化を示している。全体の変化の傾向は、図1のグローバル経済と概ね似通っている。すなわち、上流度は、2000年代半ばに増加した後、国際金融危機に際して減少し、2010年以降再び増加に転じている。ただし、変化幅について比較すると、日本の上流度は、グローバル対比大きく上昇していることがわかる<sup>13</sup>。業種別の寄与度をみると、日本においても、グローバル経済と同様、製造業が産業内効果全体のおよそ3分の2を形成する一方、サービス業の寄与は残りの約3分の1となっていることがわかる。

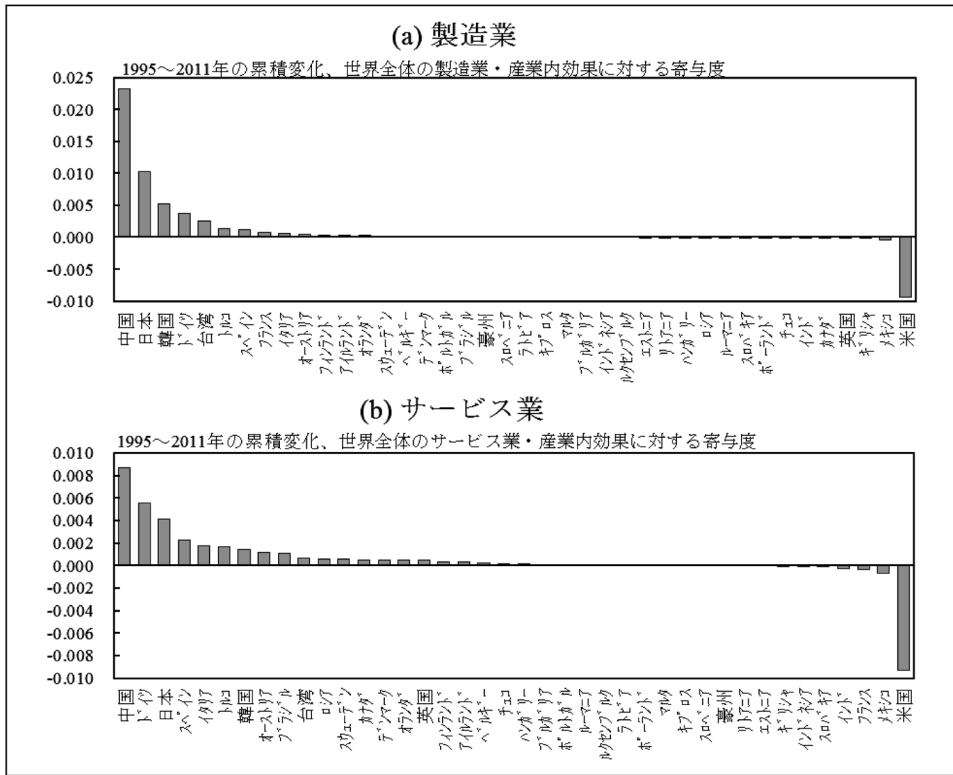
図3は、(22)式を用いて、グローバル上流度の産業内効果（1995～2011年の累積値）に対する、各国の寄与度（図3(a), (b)は、(22)式の $\Delta U_{ci} \cdot (Y_{ci}/Y_i)$ をそれぞれ製造業・サービス業*i*について集計したもの）を並べたものである。図3(a)の製

12 景気後退時には、資本財や耐久財といった、相対的にサプライ・チェーンが長い（＝上流度の大きい）財の需要が、非耐久財のようなサプライ・チェーンの短い（＝上流度の小さい）財の需要に比べて、大きく減少するため、全体の上流度を押し下げると考えられる。

13 上流度指数が増加することの解釈としては、各国、各産業がサプライ・チェーンにおいて上流へシフトする効果の他、生産工程の細分化が進み、その結果、最終財までの工程数が増加することも寄与していると考えられる。世界全体でみた上流度が増加しているという事実は、後者の効果を映じていると考えられる。一方で、日本の上流度が、グローバル対比大きく増加していることは、日本の産業が、下流工程の海外移管等により上流化を進めたことを示していると考えられる。



図3 産業内効果の各国寄与度：製造業とサービス業（1995～2011年）



資料：WIOD

造業においては、増加寄与の大きい5か国・地域中4か国・地域が、東アジア（中国、日本、韓国、台湾）に集中していることがわかる。これは、サプライ・チェーン・ネットワークが、2000年代にこの地域において深化したといった事実と整合的である。すなわち、生産工程の細分化に伴って、国境を挟んだ中間財の貿易が多くなったことで、これら4か国・地域全てにおいて上流度が増加したと考えられる。

一方、図3(b)のサービス業をみると、これら東アジア各国・地域の上流度は製造業同様に増加しているが、これは製造業と結びつきの強いサービス業の伸びによるものと考えられる<sup>14</sup>。一方で、製造業とは異なる特徴として、東アジア地域のみならず、ドイツ、スペイン、イタリアといった欧州先進国でも、上流度指数が増加していることがわかる。

この他、米国においては、製造業、サービス業いずれにおいても、上流度指数の低下がみられる。本稿では、米国における指数低下の理由の分析は行わないが、こ

14 例えば、運輸業の上流度は、財の輸送に際して計上されるため、製造業の上流度の変化に応じて変化しやすい傾向にある。

の変化の要因としては、米国の産業が、バリュー・チェーンにおいて、より上流に位置する産業（生産工程）を海外に移管して、最終財が消費者に届く直前の最終工程において、付加価値を生む産業（マーケティングなど）に特化しつつあることを示唆している<sup>15</sup>。

## (2) 製造業の分析

本節(1)では、製造業における上流度の伸びが東アジア4か国・地域において顕著であることを示した。ここでは、同地域で製造業の上流度指数が変化した要因を分析する。

図4は、(18)式を用いて計算した、東アジア4か国・地域における製造業の産業内効果(1995～2011年の累積値)を表している。全体的なトレンドは、全ての国・地域で似通っている。すなわち、上流度指数は2000年代初頭までは横ばいであったが、2000年代半ばに急上昇した。国際金融危機を経て、横ばいないし低下に転じた後、2011年においては、いずれも概ね金融危機以前の水準までは戻ってきている。もっとも、上昇トレンドに復しているか否かは、必ずしも明確ではない。

図5は、同じく(18)式を用いて、これらの国・地域における製造業の産業内効果を、製造業を構成する14部門に寄与度分解したものである。いずれの国・地域においても、共通点として、上流度の変化に対する電機産業の寄与が大きくなっていることがわかる<sup>16</sup>。

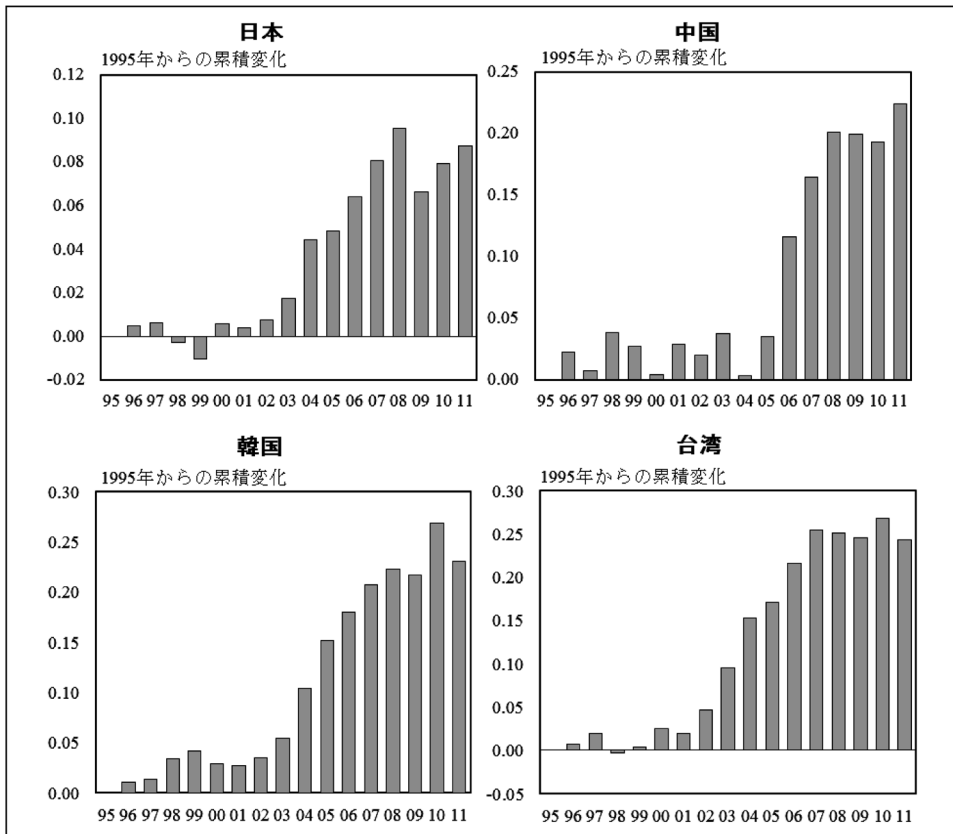
以下では、この電機産業における上流度の増加に対して、詳細な分析を行う。具体的には、(16)式を用いて、国別・産業別・段階別に上流度を増加させた要因について寄与度分解を行う。ここでは特に、どの国が増加に寄与したか、すなわち、どの国からの中間財需要が上流度の伸びをけん引したかに注目する。

図6は、日本の電機産業の産業内効果を寄与度分解したものである。2節(4)でみたように、図6(a)のフローチャートでは、2011年における産出額のうち66%が、第1段階において、中間財として次の下流工程で用いられたことがわかる。図6(b)では、1995年と2011年のそれぞれにおいて、各段階における中間財需要が、国内・海外いずれにおいて生じていたかを示している。2011年では、第1段階における66%の中間財需要のうち、43%（約3分の2）が国内需要、24%（約3分の1）が海

.....  
15 Fally [2012]では、米国におけるバリュー・チェーン上の付加価値は、広告産業や非資本集約型産業といった、より下流の産業へと推移してきており、これが上流度指数の低下と整合的であると説明されている。

16 図5では、金属や化学といった産業についても、この4か国・地域において上流度が増加している。ただし、これは実質ベース（数量要因）というよりは、むしろ価格要因、すなわち2000年代半ばのコモディティ価格の上昇を映じている可能性が考えられる（補論2を参照）。

図4 産業内効果：東アジア各国・地域の製造業（1995～2011年）

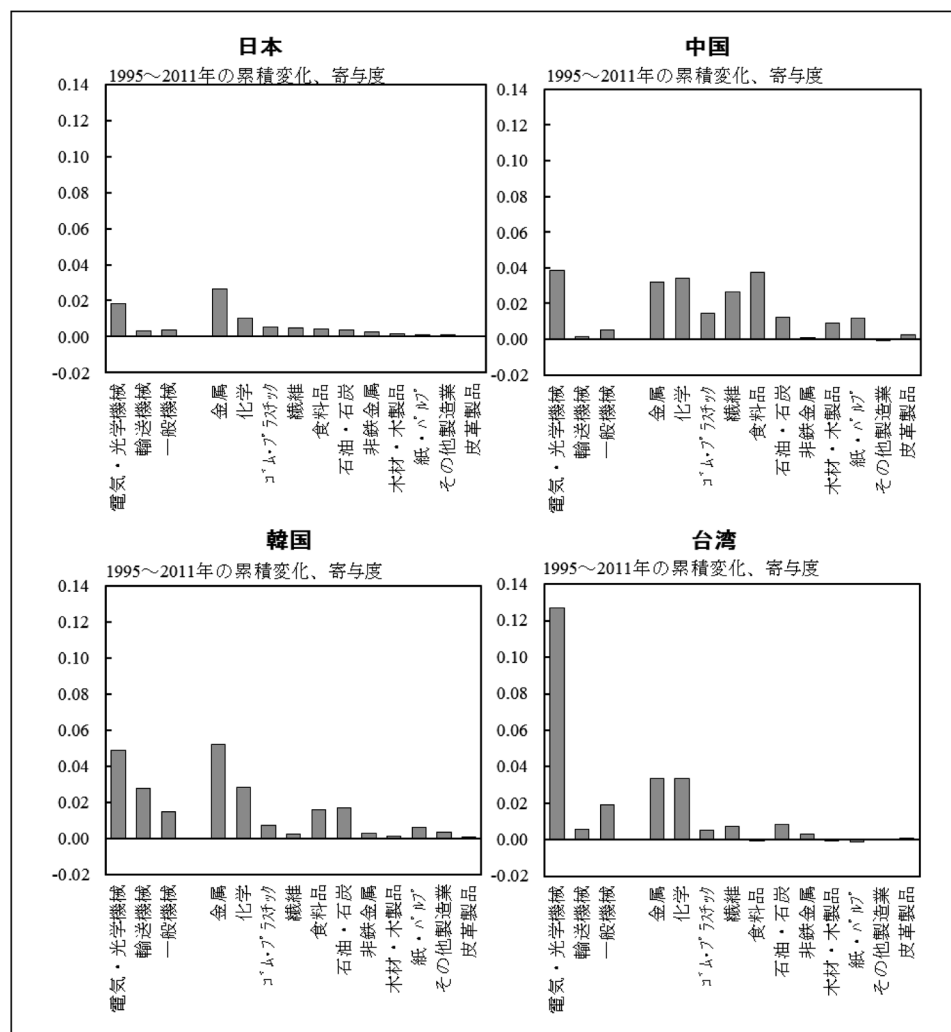


資料：WIOD

外需要であった。しかし、次の第2段階については、39%（当初産出額対比）の中間財需要のうち、海外需要（21%）が国内需要（18%）を上回っている。第3段階以降については、国内、海外いずれについても中間財需要は低下していくものの、海外需要が国内需要を常に上回っている。このことは、日本の電機産業の特徴として、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が、その後の工程については、海外において加工が進み、最終財として仕上げられていく傾向があることを背景としたものと考えられる。

図6(b)の2つのグラフを比較すると、1995～2011年にかけて、日本の電機産業の上流度は2.17から2.61へと増加しており、この増加のほぼ全ては海外の中間財需要の増加によるものであることがわかる。一方で国内の需要にはほとんど変化がないことがわかる。こうしたことから、日本の電機産業は、自国で生産された財を海外向けの中間財として輸出することで、GVCにおける上流度を高めていったこ

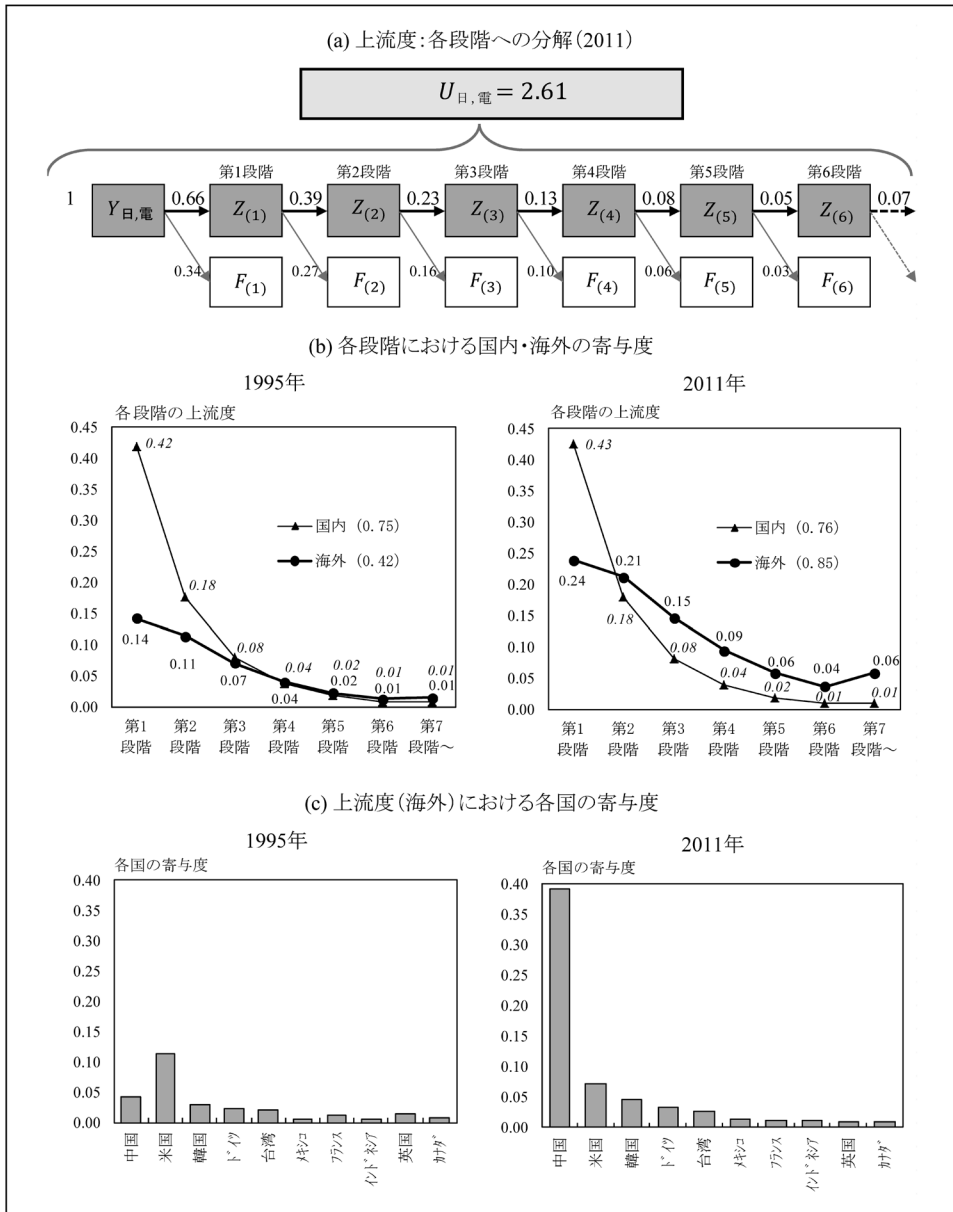
図5 産業内効果：東アジア各国・地域の製造業（産業別、1995～2011年）



資料：WIOD

とが示唆される。図 6(c) は、この海外中間財需要を、国別に分けたものであるが、海外需要の担い手が、この間大きく変化したことがわかる。2011 年現在においては、中国が最大の海外需要主体であり、およそ半分 (0.39 / 0.85) の中間財需要を占める。一方で、米国は 1995 年においては最大の需要主体であり、2011 年にも相応の需要を有してはいるものの、その寄与度は 0.11 から 0.07 へと縮小した。この他、韓国、ドイツ、台湾といったその他の国・地域の寄与が高まってきており、海外からの中間財需要は、量だけではなく需要先別にも変化があったことがわかる。

図6 上流度指数（日本、電機産業）



備考:(b)の括弧内は、国内、海外それぞれの上流度。  
資料: WIOD

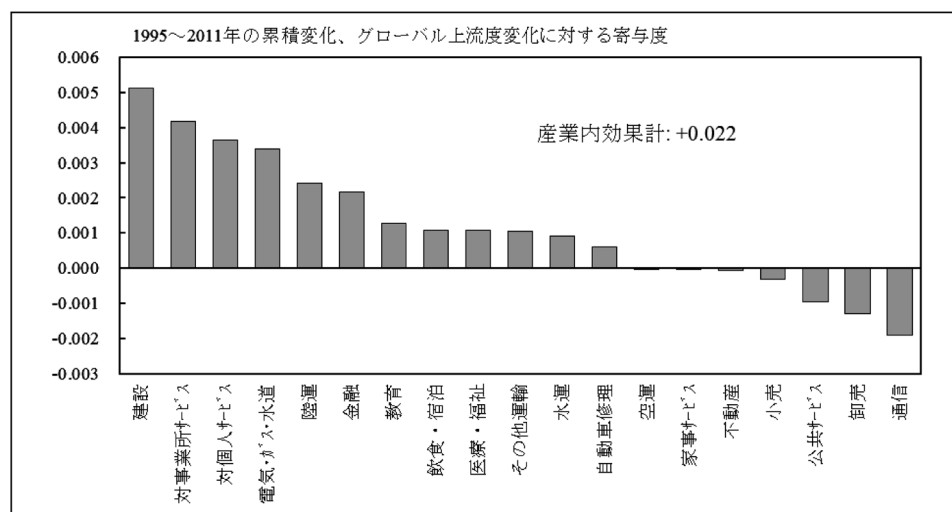
### (3) サービス業の分析

次に、サービス業の上流度指数が変化した要因について、分析を行う。具体的には、上流度の増加において寄与の大きい、対事業所サービス業に焦点を当てる。同産業の上流度においては先進国の寄与が大きいことから、日本を例としてより細目に踏み込んで詳細に分析する。

図7は、(22)式を用いて、サービス業のグローバル上流度の変化に対する産業内効果（1995～2011年の累積値）を、サービス業を構成する19産業に寄与度分解したものである<sup>17</sup>。寄与が最も大きいのは建設業であるが、これは2000年代半ばの資材価格の高騰を映じている可能性が考えられる。したがって、ここでは寄与度が2番目に大きい、機械リース・その他事業サービス（以下、対事業所サービス）に焦点を当てる。

図8は、同じく(22)式を用いて、対事業所サービスの産業内効果（1995～2011年の累積値）を、各国の寄与度に分解したものである。寄与度の大きい国は、中国を除くと、ドイツ、日本、英国、イタリアといった先進国に集中している。そこで、日本を例として、先進国における対事業所サービスの上流度の増加をより仔細に分析し、どのような対事業所サービスによって伸びがもたらされているのかを考察する。

図7 サービス業の上流度

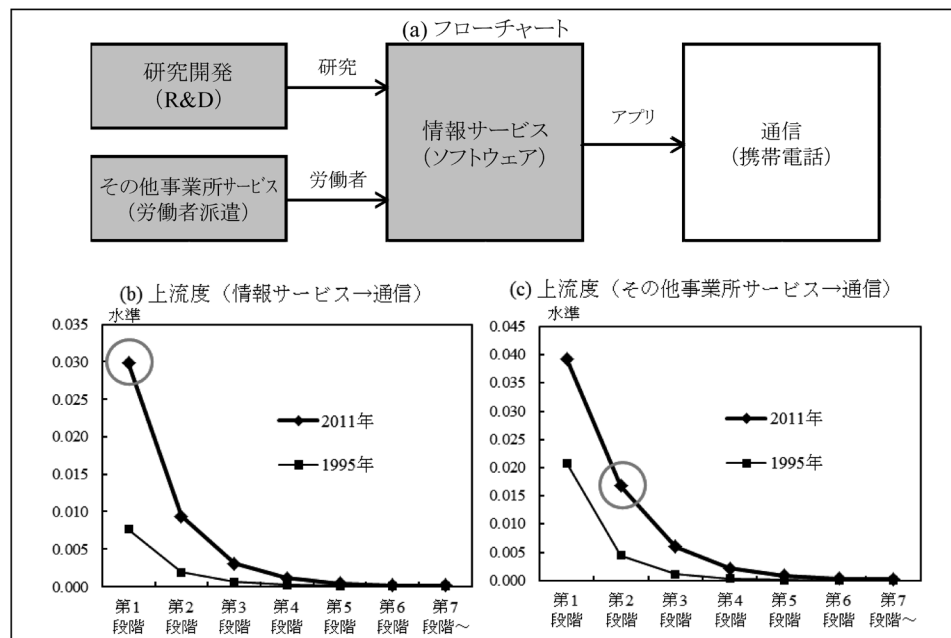


資料：WIOD

<sup>17</sup> 本稿では、サービス業は「農林水産業、鉱業、製造業のいずれにも含まれないもの」と定義される。したがって、建設業や電気・ガス・水道業もサービス業に含まれる。



図9 サービス業の上流度（日本：研究開発、その他事業所サービス）



資料：総務省

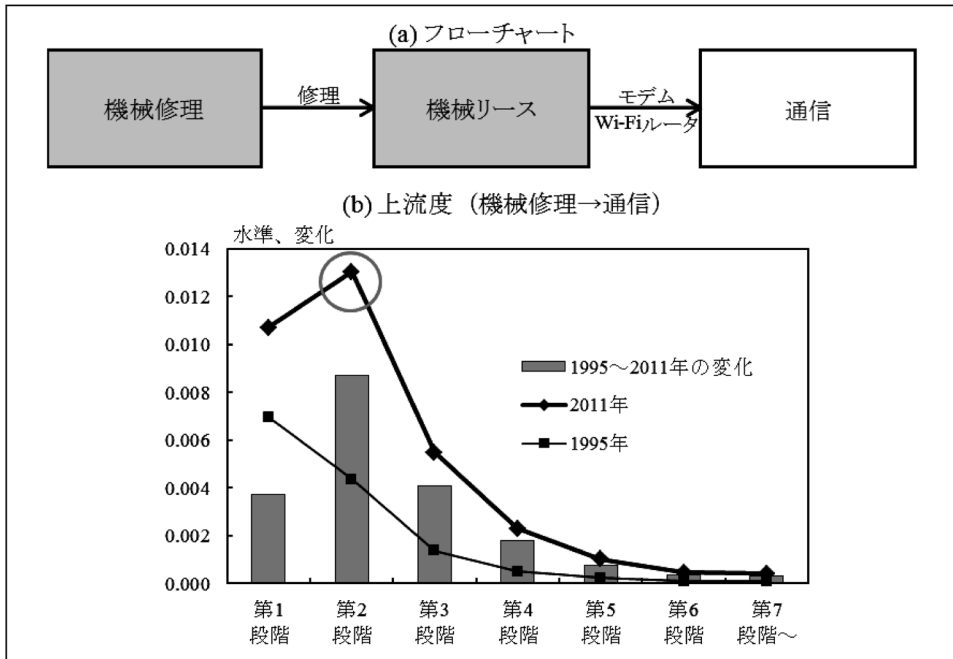
次の2つの事例は、(16)式を用いて、サービス業における上流度指数の増加を示したものである。第1の例は、図9(a)で示されるように、研究開発（Research and Development: R&D）とその他事業所サービス（ここでは、労働者派遣業）が上流、通信業が下流に位置している。これらの産業は、直接的ではなく、情報サービス業（ソフトウェア）を介してつながっている。図9(b)は、情報サービス業の通信業に対する上流度を示している。1995～2011年における増加は、主に第1段階で生じており、2つの産業間では、直接的な結びつきが強化されていることがわかる。一方、図9(c)は、その他事業所サービスの通信業に対する上流度を示している。この事例では、1995～2011年における上流度の増加は、第2段階でもみられる。第2段階における上流度の増加は、2つの産業*i*と*j*を例にとると、産業*i*のサービスが産業*j*に直接用いられるのではなく、いったん別の産業*k*に利用され、産業*k*のサービスが産業*j*に用いられることで、間接的に関係性を強めていることを示している。中間に相当する産業*k*を分析すると、情報サービスがこの2つの産業を結ぶ役割を果たしていることがわかった<sup>20</sup>。

.....  
 ため、連関表の違いの影響は製造業と比べて小さいと考えられる（補論1を参照）。

20 第1段階における上流度の増加は、(8)式の右辺第2項に相当する。ここでは、産業*i*が対事業所サービス業、産業*j*が通信業となる。一方、第2段階における上流度の増加は、同式の右辺第3項に相当する。ここでは、同様に産業*i*が対事業所サービス業、産業*j*が通信業となり、両産業を媒介す



図 10 サービス業の上流度（日本：機械修理）



資料：総務省

こうした一連の上流度の増加は、以下のように解釈される。1995～2011年にかけて、携帯電話の登場によって、通信業には大きな変化が生じた。携帯電話は、それまで通信業において主な役割を担っていた固定電話を置き換え、通信業の主要事業となった。携帯電話は、アプリケーションなど他のサービス業のアウトプットを用いるため、その結果、通信業はこれらの他の産業の上流度を高めることに寄与する。例えば、情報サービス業は、携帯向けアプリケーション・サービスの供給主体として、サプライ・チェーンにおいて通信業の上流に位置する。そして情報サービス業のさらに上流工程には、R&D（アプリケーションの開発など）やその他事業所サービス（労働者派遣）が位置する。したがって、これらの対事業所サービスに属する産業が、情報サービス業を間に挟む形で、通信業と間接的につながりを持つことになる。

第2の例は、図 10(a) に示されるように、機械修理業がサプライ・チェーンの上流に、通信業が下流に位置しており、機械リース業が両者を媒介している。なお機械修理業、機械リース業は、いずれも対事業所サービスに属する。図 10(b) は、機械修理業の通信業に対する 1995 年と 2011 年の上流度を示している。増加幅の

.....  
 る産業  $k$  として情報サービス業が存在している。

みならず、上流度の水準についても、第2段階が最も大きくなっており、機械修理業と通信業の結びつきは、直接的から間接的なものへと変化してきたと考えられる。

このような変化は、以下のように説明できる。1995年当時は、機械修理業と通信業は、固定電話の修理を介して、直接的に結びついていた。しかし、第1の例で示したように、1990年代後半以降、携帯電話やインターネットサービスが、通信業における主要な産業となった。インターネットが当初普及した際は、固定電話網を利用した接続が中心であったが、現在では、モデムやWi-Fiルータを用いた接続も相応に普及している。これらの機器は、しばしばプロバイダーから家計や企業へとリースされる（フローチャートの第2段階）。同時に、これらのプロバイダーは機器の所有者として、必要に応じて修理を行う（同第1段階）。このように、機械修理業と通信業が、機械リース業を媒介としてつながることで新しいサービス業のネットワークが形成されるようになった。

以上の2つは、対事業所サービスという特定のサービス業の上流度の増加要因を説明する事例に過ぎないものの<sup>21</sup>、近年のサービス業の環境変化を踏まえると、サービス業の上流度の増加は、一般的に大きく次の2つのパターンに集約されると考えられる。1つは、リースや労働者派遣といった事業の外注化、もう1つは、情報通信業をはじめとした、他のサービスを自己の中間投入として用いる、新しいサービス業の発展である。

## 5. 結論

本稿では、上流度指数を用いて、グローバル・バリュー・チェーン（GVC）の分析を行った。上流度指数は、産業連関表を用いて、生産段階の数で測った、ある産業の最終消費者までの平均的な距離で示される。本稿では、この指数の計算手法を拡張し、上流度を、1単位の当初産出額に対して、下流の各工程における中間財として利用される金額の総和として表現した。また、上流度指数を分解することで、ある国の上流度における各国別の寄与を分析できるようになった。例えば、日本の電機産業では、中間財の需要主体の過半が、中国をはじめとする海外となっている。

また、産業内効果に焦点を当てて、グローバル上流度指数の変化を仔細に分析した結果、グローバル上流度指数は2000年代半ばに、製造業（寄与度3分の2）、

21 本稿は、サービス業がサプライ・チェーンにおいて、他のサービス業の上流に位置する例を示した。一方で、事例としては多くはないものの、サービス業が製造業の上流に位置するケースも存在する。例えば、日本では、R&Dが輸送機械や化学の上流に位置しており、自動車や医薬品の開発がこうした事例に相当すると考えられる。

サービス業（同3分の1）の双方が寄与する形で、大きく増加したことが示された。製造業の増加は、東アジア各国・地域における電機産業で顕著であり、同時期にこの地域でサプライ・チェーンが深化した事実と整合的である。一方、サービス業では、先進国を中心とした対事業所サービスの寄与が目立っている。日本を例としてみると、この増加は主として、リースや労働者派遣といった事業の外注化の動き、並びに情報通信業のような、他のサービス産業と結びつきの強い産業の発展によるものであることを示唆した。

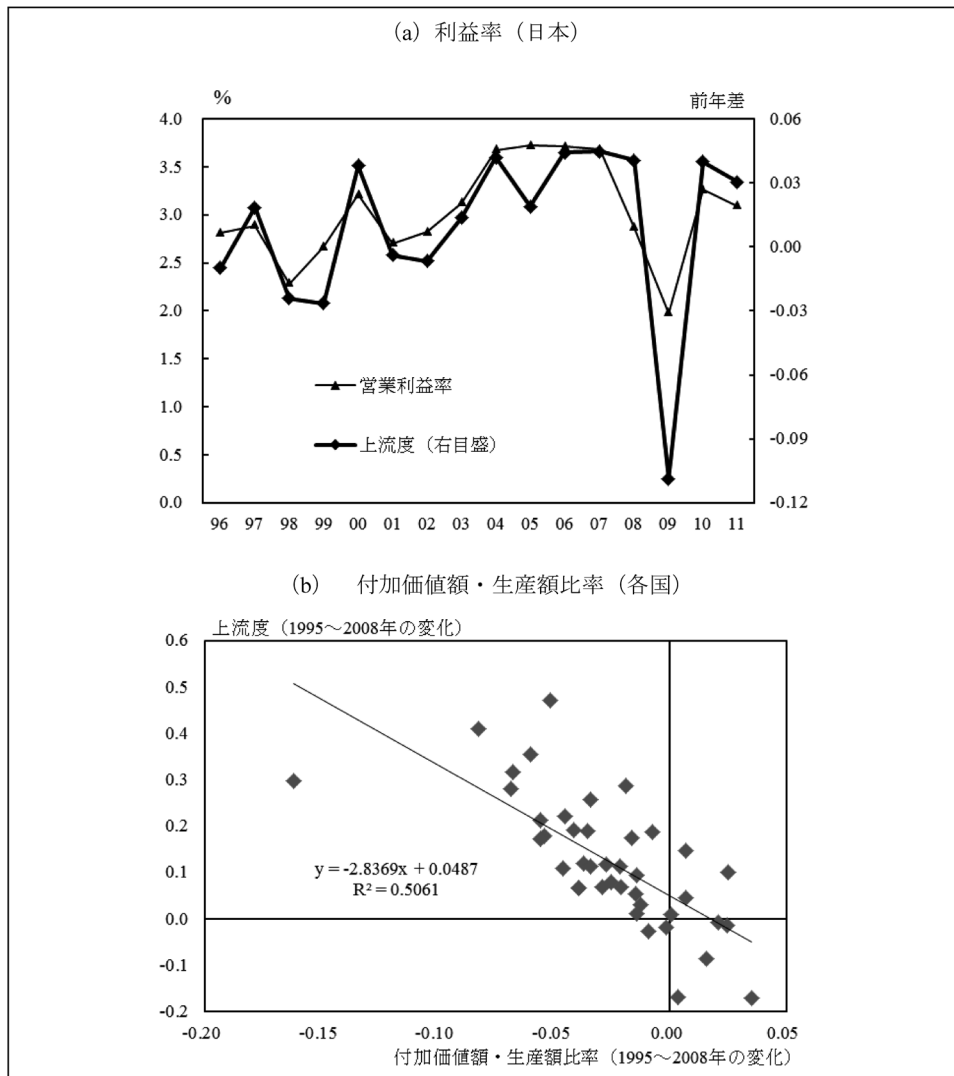
上流度指数は、様々な分野への応用が期待される。第1に、波及効果の分析、例えばグローバル金融危機時における貿易ネットワークの縮小と上流度の関係性の分析が考えられる。第2に、産業競争力の分析が考えられる。図11が示すように、上流度指数と企業収益の間には正の相関関係がみられるが、付加価値額・生産額比率（value-added ratio）との間には負の相関関係がみられる<sup>22</sup>。この点、Ito and Vezina [2015] は、上流度と国内付加価値比率は、Baldwin, Ito, and Sato [2014] が提唱する「スマイル・カーブ」、すなわち付加価値がバリュー・チェーンの上流と下流に集中した、U字型を描くと述べている。第3に、上流度指数と合わせて、Miller and Temurshoev [2015] で言及されている「下流度指数<sup>23</sup>」を分析することで、GVCの長さや各国の立ち位置をより深く理解できると考えられる。第4に、上流度指数の変化を価格効果と数量効果に分けることで、上流度の実質的な変化に相当する数量効果を分析することができる。この分解については、補論2で示す。

GVCにおける最適なポジションを見つけることは、貿易から得られる便益を増加させる上で極めて重要な課題である。産業政策、貿易政策を通じて、このような課題を解決していく上で、上流度指数は重要なツールの1つとなり得る。

.....  
22 この負の関係は、海外事業展開によって付加価値そのものも一定程度は流出していること、あるいは、製造業の上流にあるサービス業（研究開発など）と、下流にあるサービス業（マーケティングなど）が、産業連関表の分類上の制約などから、データ上分類できない、といった問題によるものと考えられる。

23 厳密には、下流度指数は「投入下流度（input downstreamness）」を意味する。

図 11 上流度と利益率、付加価値額・生産額比率



資料：財務省、WIOD。

## 参考文献

- Antràs, Pol, Davin Chor, Thibault Fally, and Russell Hillberry, “Measuring the Upstreamness of Production and Trade Flows,” *American Economic Review*, 102(3), 2012, pp. 412–416.
- , and ———, “Organizing the Global Value Chain,” *Econometrica*, 81(6), 2013, pp. 2127–2204.
- , and Stephen R. Yeaple, “Multinational Firms and the Structure of International Trade,” *Handbook of International Economics*, 4, 2014, pp. 55–129.
- Baldwin, Richard, Tadashi Ito, and Hitoshi Sato, “Portrait of Factory Asia: Production Network in Asia and Its Implication for Growth—The ‘Smile Curve’,” *Joint Research Program Series, IDE-JETRO*, 159, 2014.
- Bernard, Andrew B., J. Bradford Jensen, Stephen J. Redding, and Peter K. Schott, “Firms in International Trade,” *Journal of Economic Perspectives*, 21(3), 2007, pp. 105–130.
- Dietzenbacher, Erik, Bart Los, Robert Stehrer, Marcel P. Timmer, and Gaaitzen J. de Vries, “The Construction of World Input–Output Tables in the WIOD Project,” *Economic Systems Research*, 25, 2013, pp. 71–98.
- Fally, Thibault, “Production Staging: Measurement and Facts,” Working paper, 2012 (available at [https://are.berkeley.edu/~fally/Papers/Fragmentation\\_US\\_Aug\\_2012.pdf](https://are.berkeley.edu/~fally/Papers/Fragmentation_US_Aug_2012.pdf)).
- , and Russell Hillberry, “A Coasian Model of International Production Chain,” NBER Working Paper, No. 21520, 2015.
- Helpman, Elhanan, Marc J. Melitz, and Yona Rubinstein, “Estimating Trade Flows: Trading Partners and Trading Volumes,” *Quarterly Journal of Economics*, 123(2), 2008, pp. 441–487.
- Ito, Tadashi, and Pierre-Louis Vezina, “Production Fragmentation, Upstreamness, and Value-Added: Evidence from Factory Asia 1990–2005,” IDE Discussion Paper, 535, 2015.
- Krugman, Paul R., “Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade,” *American Economic Review*, 70, 1980, pp. 950–959.
- Johnson, Robert C., “Five Facts about Value-Added Exports and Implications for Macroeconomics and Trade Research,” *Journal of Economics Perspectives*, 28(2), 2014, pp. 119–142.
- , and Guillermo Noguera, “Fragmentation and Trade in Value Added Over Four Decades,” NBER Working Paper, No. 18186, 2012.
- Los, Bart, Marcel P. Timmer, and Gaaitzen J. de Vries, “How Global are Global Value Chains? A New Approach to Measure International Fragmentation,” *Journal of Regional Science*, 55(1), 2015, pp. 66–92.

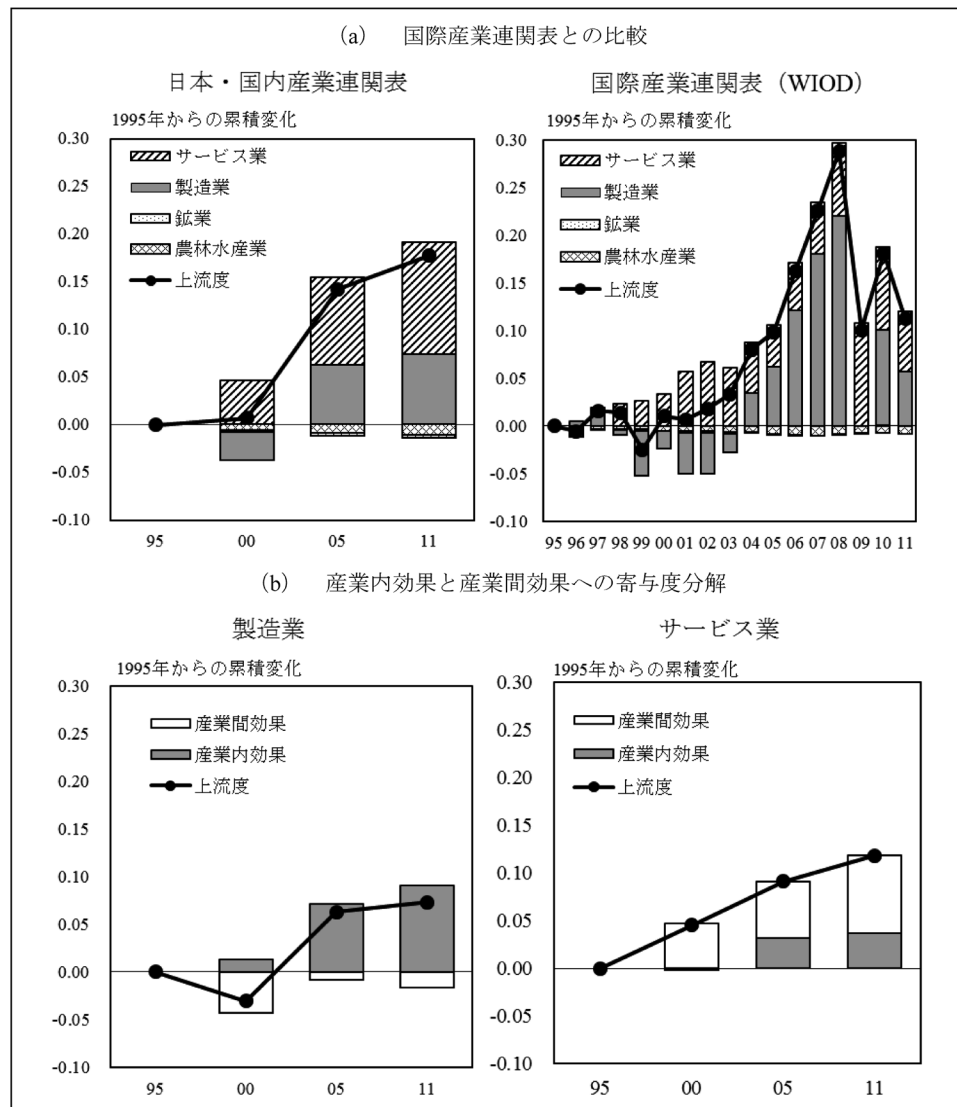
- Markusen, James R., “Expansion of Trade at the Extensive Margin: A General Gains-from-Trade Result and Illustrative Examples,” *Journal of International Economics*, 89(1), 2013, pp. 262–270.
- Melitz, Marc J., “The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity,” *Econometrica*, 71(6), 2003, pp. 1695–1725.
- Miller, Ronald E., and Umed Temurshoev, “Output Upstreamness and Input Downstreamness of Industries/Countries in World Production,” *International Regional Science Review*, 2015, published online before print.
- Timmer, Marcel P., Abdul Azeez Erumban, Bart Los, Robert Stehrer, and Gaaitzen J. de Vries, “Slicing up Global Value Chains,” *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 2014, pp. 99–118.
- , Erik Dietzenbacher, Bart Los, Robert Stehrer, and Gaaitzen J. de Vries, “An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database: The Case of Global Automotive Production,” *Review of International Economics*, 23, 2015, pp. 575–605.

## 補論 1 国際産業連関表と日本の国内産業連関表の整合性

本論 3 節 (1) で述べたように、国際産業連関表と日本の国内産業連関表、各々を用いて計算された上流度の違いは、海外の中間財需要が、上流度の計算に使われるか否か、という点にある。図 6 が示すように、各段階の上流度は、当初産出額に対するその段階の中間財需要の割合として表される。ここで、国際産業連関表では、海外需要が中間財需要と最終財需要に分かれて計上されているため、海外の中間財需要は上流度の計算に含まれる。一方で日本の産業連関表では、海外需要は全て輸出として最終需要に計上されるため、上流度指数の計算には用いられない。したがって、日本の産業連関表を用いて計算される上流度は、国内のサプライ・チェーンにおける各産業の立ち位置を示している。

図 A-1(a) は、双方の産業連関表を用いて計算された上流度を比較している。大きな動きは概ね似ており、上流度は 2000 年頃まで不変であったが、その後 2000 年代半ばに、製造業とサービス業双方にけん引される形で伸びている。ここで、両者の大きな違いは、日本の産業連関表から計算される上流度は、製造業の寄与度がサービス業対比小さい点にある。すなわち、国際産業連関表ベースでは、本論で述べたように上流度の伸びの過半が製造業となっているが、国内連関表ベースでは製造業の寄与は全体の 3~4 割程度に留まる。これは、日本の連関表から計算される上流度が、製造業の海外中間財需要を捕捉していないため、図 6 で示された海外需要の伸びを取り込んでいないことによる。一方、サービス業については、本論 4 節 (3) でみたように、国内需要が大半であるため、大きな違いはみられず、国内産業連関表ベース、国際産業連関表ベースいずれも増加している。また、図 A-1(b) において、上流度の変化を産業内効果と産業間効果に分けてみると、製造業では産業内効果が伸びをけん引している一方、サービス業では産業間効果が産業内効果を上回って伸びに寄与しており、サービス業の上流度増加には、対事業所サービスなどのより上流度の高い産業へのシフトが進んでいることも寄与していると考えられる。

図 A-1 上流度（日本の国内産業連関表）



資料：総務省、WIOD。



## 補論 2 価格効果と数量効果

### (1) なぜ価格効果と数量効果に着目するのか？

本論 5 節において、今後の研究として紹介したように、上流度の変化が、価格効果、数量効果いずれによるものかを分析することは極めて重要である。もしその伸びが価格効果である場合、産業別の変化の要因としては、本論で述べたようにコモディティ価格の変化などを映じているケースが考えられる。その他、国全体の変化の要因としては、ボーモル効果を反映していることが考えられる。ここで、ボーモル効果、またはボーモル病とは、生産性の向上なく賃金が上昇することを指し、経済の成熟に伴って、主要産業が製造業からサービス業へとシフトする際にしばしば見られる<sup>24</sup>。相対的に生産性の低いサービス業のウエイトが高まることで、経済全体の生産性は低下していくが、一方で、賃金は逆に上昇していく。このような場合においては、賃金上昇が企業の競争力を削ぐ可能性があるため、国にとっては便益をもたらさない可能性がある。

一方で、数量効果は様々な要因によって生じ得る。貿易量の変化は、貿易の外延 (extensive margin: 貿易国数、貿易企業数、貿易品目数) と、貿易の内延 (intensive margin: 貿易財あたりの貿易量) の変化に分解できる (Helpman, Melitz, and Rubinstein [2008] を参照)。Markusen [2013] は、事業の海外展開や垂直統合は、貿易の外延を増加させると主張している<sup>25</sup>。すなわち、それぞれの国が生産工程における特定の段階に特化する結果、中間財の貿易が増加し、数量効果によって上流度が増加する。加えて、製造工程から R&D、マーケティングへの移行、すなわち製造業のサービス化 (servicification) は、数量効果の押し上げに寄与する。この他、技術革新 (イノベーション) も、ハイエンド部品など上流工程の生産を可能にするため、数量効果による上流度の押し上げをもたらす。

### (2) 基準年産業連関表を用いた数量効果の算出

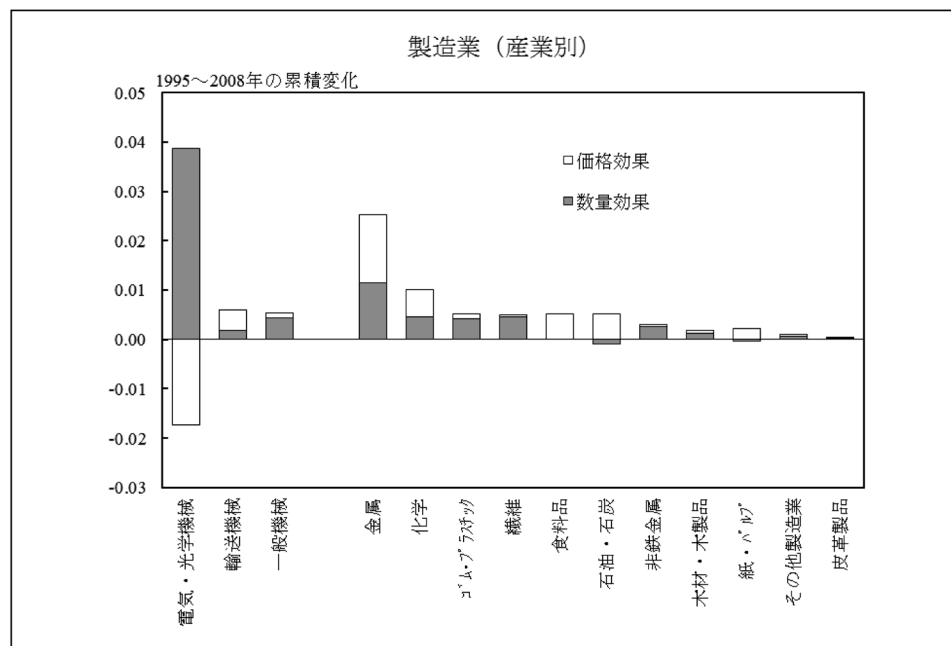
補論 2 では、価格効果と数量効果への分解に際して、基準年価格で実質化された産業連関表を用いる。日本の産業連関表を例にとると、接続表においては、名目表、基準年表の双方が公表されている<sup>26</sup>。価格効果は、基準年表を用いて計算され

24 したがって、このような変化は、産業間効果として計上されると考えられる。

25 この分野における実証分析として、Bernard *et al.* [2007] は、米国における貿易量の変化については、外延の方が内延よりも効果が大きいことを示した。

26 1995–2000–2005 年接続連関表における基準年は、2005 年となっている。

図 A-2 価格効果と数量効果への分解（日本）



資料：総務省、WIOD。

た数量効果を、全体の上流度指数の変化から差し引くことで求められる<sup>27</sup>。

図 A-2 は、日本の製造業における各産業の上流度を、価格効果と数量効果に分解したものである。本論 4 節 (2) で示したように、1995～2008 年における価格効果は、この間のコモディティ価格の上昇もあって、多くの産業で押し上げに寄与しており、金属産業では上流度の増加の約半分を占めている。一方で、電機産業においては、技術進歩による製品価格の下落を映じて、価格効果は押し下げに寄与しており、数量効果の押し上げ効果は上流度全体以上に増加していた。すなわち、数量効果を用いた実質ベースでみると、日本の製造業上流度の増加においては、電機産業の寄与がかなり大きかったことがわかる。

.....  
 27 WIOD では、基準年価格表は公表されておらず、名目表を除いて唯一利用可能な表は、前年基準 (previous year's price: PYP) の価格表となっている。ただし、PYP 表では基準年が固定されておらず、毎年変化する (例えば、1998 年 PYP 表の基準年は 1997 年、1997 年 PYP 表の基準年は 1996 年)。本稿では、各年の名目価格表の数値を同年の PYP 表の数値で割り、各年の価格変化率を算出した上で、これらを順番に掛け合わせて価格指数表を計算し、最後に名目価格表を価格指数表で割って、基準年価格表 (1995 年基準) を算出した。