

# 国際地域間産業連関分析による資源価格の上昇が農産物価格に与える影響の考察

農研機構 農村工学研究部門 上田達己\* 國光洋二

## 要 約

本研究は、GTAP (Global Trade Analysis Project) 9 データベースを用いて、世界経済を 14 の国・地域および 57 の内生部門に分割したアイサード型の国際地域間産業連関表を作成し、産業連関分析の一つである均衡価格モデルを用いて、鉱物・エネルギー資源価格の上昇が各地域の農産物価格に与える影響を分析する。その結果、第一に、資源・農業(小麦)間の波及効果の地域相関をみると、農業(資源の需要)地域と、それに地理的に近い資源生産地域の相関が比較的強いことが明らかとなった。第二に、原油の価格上昇を端緒とした価格波及をみると、主に、大規模で機械化された農林水産業を行なっているとみられる農林水産物(小部門)や地域への波及が比較的大きいことが示唆された。具体的には、産物では、小麦、繊維作物、漁業の順で、また地域では、ロシア、東アジア、米国の順で波及効果が大きかった。

A study on the price effects of energy price increases on agricultural produce  
using international multi-regional input-output analyses

Tatsuki Ueda\* and Yoji Kunimitsu (Institute for Rural Engineering, NARO)

**Abstract**

This study examines the impacts of price increases in energy and mineral resources on prices of agricultural produce using an international multi-regional input-output table, which is compiled from the GTAP (Global Trade Analysis Project) 9 database. The table is of an “Isard” type and divided into 14 regions and 57 interindustry sectors. The results revealed: (1) Inter-regional linkages are relatively strong between the wheat sector in a region and energy sectors in the adjacent regions (in addition to Middle East). (2) Strongest linkages are observed between the world oil sector and specific sub-sectors (wheat, fiber crops, fishing) and regions (Russia, East Asia, USA) among agricultural sectors in the world. Those sub-sectors and regions are deemed to undertake relatively large-scale and/or more mechanized production, which may consume more fossil fuels.

JEL classifications: C67, F14, Q11, Q31, Q41

Keywords: International Multi-regional Input-Output analysis, Energy, Mineral resources, Agriculture

## 1. はじめに

世界の食糧生産を担う農林水産業は、太陽光エネルギーによる植物生産に基盤をおく産業であると同時に、農林業機械や漁船などの燃料やハウス等の冷暖房などへの直接投入、ならびに化学肥料や農薬をはじめとする中間投入財の製造過程(間接投入)において、各種の化石エネルギーを多く消費する産業でもある(宇田川, 1998)。他方で、化石燃料の価格は、世界の需給の短期的不均衡を反映して近年ますます不安定化している(IEA, 2008)。そこで、化石燃料価格の上昇が、我々の生存に不可欠な食糧の生産価格に及ぼす影響を分析することは重要な課題である。

このような分析のための経済モデルは、応用一般均衡(CGЕ)モデルや計量経済学モデルをはじめ様々あるが、その中でも、産業連関モデルは、CGЕモデルのように技術などの代替可能性をモデル化することは難しいものの、簡素な線形モデルであることから、CGЕモデルに比べ、産業部門や地域をより詳細に分割した産業連関表に基づいた解析が容易であるというメリットがある。そこで、産業連関分析の一種である「均衡価格モデル」を用いた価格波及の分析がこれまで行われてきた。

薬師寺ら(2000)は、1980～95年の全国産業連関表を用いて、各種財の輸入価格変動が耕種農業のコスト変動に与えた影響を分析し、原油・天然ガス、石油製品、農薬、化学肥料の各部門が期間中常に影響度が大きかったことを明らかにした。同様に、福田ら(2009)は、2000年全国産業連関表を用いて、原油・天然ガスの輸入価格が4.2倍上昇した時に、各部門の国内価格に及ぼす影響を分析し、農林水産・食品製造業では、唯一海面漁業の価格上昇が10%を超えることを明らかにした。しかし、これら研究は、国内表を用いた分析のため、国際貿易の状況に基づいた分析には至っていない。

玉村(2014)は、アジア経済研究所の開発した2005年アジア国際産業連関表を用いて、インドネシアとマレーシアの原油価格が上昇した際の価格波及効果を分析したが、アジア域外の産油国についての分析や、石油化学工業部

門などに比べて波及効果の小さい農林水産業についての分析は十分ではない。この他に、一般に入手可能な国際産業連関表としては、「World Input-Output Database」プロジェクトによる世界43カ国、56内生部門からなる表(Timmer et al., 2015)があるが、この表では農業は1部門に統合されており、またヨーロッパ諸国をはじめとする先進国を中心に作表され、その他の諸国は「その他世界」として一括されているため、発展途上国を含めた全世界の農業および天然鉱物・エネルギー資源(以下資源という)の生産・貿易の状況に基づいた分析は十分にできない恐れがある。

そこで本報告では、一般にCGЕモデルの分析に広く活用されている世界経済データベースであるGTAP(Global Trade Analysis Project, Purdue University)データベースを基に、産業部門を統合せずに国際地域間産業連関表を作成し、産業連関分析の一つである均衡価格モデルによって、資源価格の上昇が各地域の農産物価格に与える影響の分析を試みる。GTAPデータベースの特徴のひとつとして、農業が12の小部門に分割され、より詳細な分析が可能であることが挙げられる。さらに、先進国から発展途上国までを広くカバーする140の国・地域に分割され、独立したデータをもたない国・地域についても、その大部分が、「その他世界」ではなく、東アジア、東南アジア等の10の大地域のいずれかに属するかたちで統合されているため、これら大地域間の産業連関を分析する上で有益な構成となっている。

## 2. 分析方法

### 2.1. 国際地域間産業連関表の作成

本研究では、GTAP 9 データベースに格納されている最新の世界経済データである、2011年をベンチマークとしたデータを利用する(Aguilar et al. 2016)。このデータベースでは、内生部門は57部門に分割されている(表1)。詳細な産業部門間の連関を分析するため、オリジナルの内生部門を統合せずに産業連関表を作成する。

表 1 内生部門の概要

1	Paddy rice	29	Leather products
2	Wheat	30	Wood products
3	Cereal grains nec	31	Paper products, publishing
4	Vegetables, fruit, nuts	32	Petroleum, coal products
5	Oil seeds	33	Chemical, rubber, plastic prods
6	Sugar cane, sugar beet	34	Mineral products nec
7	Plant-based fibers	35	Ferrous metals
8	Crops nec	36	Metals nec
9	Cattle, sheep, goats, horses	37	Metal products
10	Animal products nec	38	Motor vehicles and parts
11	Raw milk	39	Transport equipment nec
12	Wool, silk-worm cocoons	40	Electronic equipment
13	Forestry	41	Machinery and equipment nec
14	Fishing	42	Manufactures nec
15	Coal	43	Electricity
16	Oil	44	Gas manufacture, distribution
17	Gas	45	Water
18	Minerals nec	46	Construction
19	Meat: cattle, sheep, goats, horse	47	Trade
20	Meat products nec	48	Transport nec
21	Vegetable oils and fats	49	Sea transport
22	Dairy products	50	Air transport
23	Processed rice	51	Communication
24	Sugar	52	Financial services nec
25	Food products nec	53	Insurance
26	Beverages and tobacco products	54	Business services nec
27	Textiles	55	Recreation and other services
28	Wearing apparel	56	PubAdmin, Defense, Health, Education
		57	Dwellings

表 2 地域統合の概要

No.	略称	地域の概要
1	Oceania	Australia, New Zealand etc.
2	China	
3	Japan	
4	East Asia	East Asia (excl. China, Japan)
5	SE Asia	Southeast Asia
6	South Asia	South Asia
7	USA	United States of America
8	N America	North America (excl. USA)
9	L America	Latin America
10	EU 28	European Union 28
11	ME_NA	Middle East and North Africa
12	SS Africa	Sub-Saharan Africa
13	Russia	
14	RoW	Rest of Europe, former Soviet Union (excl. Russia) etc.

注) 上記の国・地域の定義は、GTAP の定義に準拠した。また、No.2, 3, 7, 13 以外の大地域の括りは、GTAP のデフォルト設定を用いた。

一方で、地域区分については、オリジナルのデータベースは 140 の国・地域(以下、文脈に従い「地域」または「国」と略記)に分割されており、デフォルトでは、これらが 10 の大地域に統合される設定となっている。オリジナルの 140 地域を統合せずに産業連関表を作成することも理論

上は可能であるが、作表や逆行列の計算ないし結果の解釈が困難になる恐れがあるため、ここでは、デフォルトの 10 大地域を基本に、国内総生産が大きいアメリカ合衆国、中国、日本、および主要な資源生産国かつ農業国のひとつであるロシアを、それぞれ独立した地域として分割し、合計 14 地域に再編統合する(表 2)。

GTAP データベースを素材として国際地域間産業連関表(Multi-Regional Input-Output table; MRIO 表)を作成する手法は、Peters et al. (2011) によって詳細に紹介されており、本研究でもこの手法に従う。ただし、紹介されている 2 種類の手法のうち、ここでは、国際交易マージンを外生変数として取り扱う方法を採用する。以下に、手法の概要を述べる。

MRIO 表の対角ブロック(投入地域=需要地域)については、各地域の国内財への中間需要( $vdfm$ )ならびに最終需要(民間消費  $vdpm$ , 政府消費  $vdgm$ , 投資  $vdkm$ )のデータをそのまま割り当てる。一方で、MRIO 表の非対角ブロック(投入地域≠需要地域)については、GTAP データベースには直接的なデータが存在しないため、適宜推計する必要がある。そこで、「輸入財の各需要部門への配分係数」を別途計測して、それを GTAP から取得する「各財の地域間交易額」に乗ずることにより、各財の各部門・地域間の交易額を推計する。

具体的には、中間需要への配分額は(1)式で求められる。同式右辺の分数部分がここでいう配分係数である。なお、同式の交易額( $e_i^{rs}$ )は輸出国価格で評価されているため、(1)式で得られる中間取引額は、全て輸出国価格であることに留意されたい。

$$Z_{ij}^{rs} = \frac{(z^m)_{ij}^s}{vim_i^s} e_i^{rs} \quad (1)$$

$Z_{ij}^{rs}$ : 輸出地域  $r$  の投入財  $i$  に対する輸入地域  $s$  の部門  $j$  からの中間需要額

$vim_i^s$ : 輸入地域  $s$  の輸入投入財  $i$  に対する需要総額 ( $= \sum_r vim_i^{rs}$ )

$(z^m)_{ij}^s$ : 輸入地域  $s$  における輸入投入財  $i$  に対する部門  $j$  からの中間需要額 ( $vifm_{ij}^s$ )

$e_i^{rs}$ : 財  $i$  の輸出地域  $r$  から輸入地域  $s$  への交易額、輸出国価格 ( $vxml_i^{rs}$ )

(1)式により、ある輸入財は、その財の輸出地域にかかわらず、同じ配分係数のもとに、輸入

国の各需要部門へ配分される。例えば、日本が大豆を輸入する場合は、その輸入元である大豆生産国が、米国、カナダ、ブラジル…等にかかわらず、日本国内のデータのみから計測された一定の配分係数で各需要部門へ配分される。現実には、A 国産の大豆は主に食用として、B 国産の大豆は主に飼料用として、といった仕向け先の違いがあるかもしれないが、それを裏付けるデータが GTAP にはないので、それらの違いは捨象していることになる。

なお、(1)式で求められる取引額は、ある地域が複数の国からなる場合(すなわち米国、中国、日本、ロシア以外の地域)では、非対角ブロックのみならず、輸出地域=輸入地域( $r = s$ )の対角ブロックにおいても、正の値が計上されることがあり、これらは、各地域内で行われる国際取引を表している。これら地域内取引額を、前述の国内財の取引額に加算することにより、対角ブロックの地域内総取引額が求められる。

詳細は省略するが、最終需要(民間・政府消費、投資)への配分額も同様に求められる。さらに、国際輸送サービス部門( $vst$ )を最終需要部門のひとつとして追加し、他方で総生産額を  $tvom$  より求めると、行方向のバランスのとれた MRIO 表が完成する。

付加価値部門については、まず、賃金等の本源的生産要素( $vfm$ )や各種の税、補助金を GTAP より取得する。これらに、前述の中間投入額の列和を加えた総費用と総生産額( $tvom$ )を比較すると、MRIO 表の列方向には一般に残差が生じる。これは、前述のように、中間取引額をすべて輸出国価格で評価したことに起因している。したがって、これらの残差は、輸入国価格と輸出国価格の差額である交易マージンを表している。このように、このモデルでは、交易マージンを外生変数(付加価値部門のひとつ)として取り扱っている。

## 2.2. 均衡価格モデル

産業連関分析における均衡価格モデル(価格分析モデル)(宮沢, 2002; 玉村, 2014)は、産業連関表の行方向の均衡関係に着目する「均衡生産量モデル」に対し、列方向の均衡関係に着目したモデルである。すなわち、1円分の生産量を「円価値単位」として捉えることにより、金額ベースの産業連関表を物量表とみなし、列方向のバランス式(2式)を、1円価値単位分

の生産量を得るための固定的な費用(技術)構造を示す式であると考える。

$$\sum_i A_{ij} + \tilde{v}_j = 1 \quad (2)$$

$A_{ij}$ : 投入係数行列

$\tilde{v}_j$ : 第  $j$  財の 1 円価値単位の生産に必要な付加価値額

いま各財の価格ベクトルを  $p$  とし、(2)式を  $p$  円価値単位の生産に関する費用構造の式に変換し(3, 4式)、さらに  $p$  について解くと(5)式が得られる。

$$p'A + v' = p' \Leftrightarrow \quad (3)$$

$$A'p + v = p \quad (4)$$

$$p = (I - A')^{-1}v = [(I - A)^{-1}]'v \quad (5)$$

$v$ : 各財の  $p$  円価値単位分の生産に必要な付加価値額のベクトル

(5)式より、付加価値が  $\Delta v$  上昇した時、レオンチェフ逆行列の転置行列で表される固定された費用構造を通じた価格波及の結果、各財の価格が  $\Delta p$  上昇するという均衡価格モデルが導かれる。

さらに、(5)式を基に、ある特定の財の価格が上昇した時に、各財の価格がどれだけ上昇するかを分析する「特定製品の価格変動モデル」を導くことができる。その導出過程は玉村(2014)にゆずるが、いま第  $n$  財の価格上昇  $\Delta p_n$  が、それ以外の需要部門の投入費用の増加として一律に反映されると仮定すると、(6)式が導かれる。

$$\begin{bmatrix} \Delta p_1 \\ \vdots \\ \Delta p_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{n,1}/b_{nn} \\ \vdots \\ b_{n,n-1}/b_{nn} \end{bmatrix} \Delta p_n \quad (6)$$

$b_{ij}$ : レオンチェフ逆行列の要素

したがって、レオンチェフ逆行列の転置行列  $B'$  の第  $j$  列の各要素を、第  $j$  列の対角要素で除することにより得られる行列  $C$  の各要素  $c_{ij}$  は、「第  $j$  財の 1 単位の価格上昇が、第  $i$  財にどれだけの価格上昇をまねくか」を示す(7式)。

$$C = B'(b_{nn})^{-1} \quad (7)$$

$B'$ : レオンチェフ逆行列の転置行列

$(b_{nn})^{-1}$ :レオンチェフ逆行列の対角要素の逆数を要素とする対角行列

### 3. 分析結果

2.1 節で作成した MRIO 表から、2.2 節で導いた行列  $C$  (7式) を計測した。この行列から、価格波及の端緒となる部門(列部門)として、14 地域の資源生産 4 部門(表 1 の第 15~18 部門)を抽出し、価格波及を受ける部門(行部門)として、14 地域の農林水産業部門(表 1 の第 1~14 部門)を抽出し、(14 x 14)行(14 x 4)列の部分行列  $\tilde{C}$  を作成した。これに基づき、ある地域の資源価格 100%の上昇が各地域の農林水産業部門の価格に与える影響を考察する。

表 3 は、資源生産 4 部門と、ひろく世界的に取引される農産物である小麦部門との間の価格波及の地域相関を総括したものである。各表の最終行に、小麦部門の 14 地域の総生産額(表 4)の地域比率を重み係数とした加重平均値を示す。

まず、資源 4 部門を比較すると、原油が全般的に最も大きい波及効果を及ぼすことがわかる(表 3b)。さらに、石炭とその他資源では、中国、オセアニア、南アジア等の産出国の影響が比較的強いのにに対し、石油と天然ガスでは、中東・北アフリカ、ロシア、その他世界の産出国の影響が強いことが対照的である。これは、それぞれの資源の生産国が異なる地域に偏在していることを示唆している。

また、原油について地域相関をみると(表 3b)、各地域の小麦部門は、中東地域に加えて、地理的に近い原油生産国の影響を比較的大きく受けている。例えば、オセアニアや東・東南アジア地域(小麦)←東南アジア地域(原油)、南北アメリカ地域←同地域、EU 地域←ロシア・その他世界地域、といった相関が比較的強いのが特筆される。

表 3b の最終列に示す行和は、世界各地域の原油価格が同時一律に 100%上昇した際に、各地域の小麦価格が何%上昇するかを示している。同様の値を他の農林水産物についても計測し、表 5 に示す。表 5 の最終列、最終行に示す加重平均を求めるための重み係数は、表 4 に示す各地域・各農林水産物の総生産額の比

率を、それぞれ行・列方向について計算することにより求めた。

まず、各農林水産物の加重平均(列平均)を比較すると、小麦-繊維作物-漁業の順で大きい(表 5)。小麦や繊維作物は比較的大規模化・機械化が進んでいることから、また漁業では漁船を駆動するための燃料として、原油の投入(ただし石油精製部門を通じた間接投入)が比較的多いことを示唆している。他方で、コメへの波及が比較的小さいのは、主産地である東南アジアや南アジアで機械化が遅れていることにより、化石燃料の使用が比較的少ないことによると考えられる。

次に、各地域の加重平均(行平均)を比較すると、中東・北アフリカを除き、日本、東アジア、米国、北米、ロシアといった先進国を中心とする農業先進地域への波及が比較的大きい。

最後に、全世界の原油から米国小麦への価格波及効果(8.52%、表 5)を用いて、原油価格の変化から波及する米国小麦価格の変化率を予測し、それを実際に観測された米国小麦価格の変化率と比較すると、MRIO モデルは、2006~2016 年の平均で、実際に観測された米国小麦価格の変化率の約 10%を説明できることが明らかとなった。

### 4. おわりに

GTAP データベースを基に作成した国際地域間産業連関表を用いて、資源価格の上昇が農林水産物の価格に及ぼす波及効果を分析した。第一に、資源・農業(小麦)間の波及効果の地域相関をみると、農業(資源の需要)地域と、それに地理的に近い資源生産地域の相関が比較的強いことが明らかとなった。第二に、原油の価格上昇を端緒とした価格波及をみると、主として、大規模で機械化された農業を行なっているとみられる産物(小部門)や地域への波及が比較的大きいことが示唆された。

今後の課題としては、さらに下流の食品製造業に及ぼす影響や、温室効果ガス排出係数を用いた地球温暖化への影響分析が求められる。また、CGE モデル等との比較分析を行うことが望まれる。



表 4 各地域・各農林水産品の域内総生産額

Unit: million USD

Agric. regions	paddy rice	wheat	other cereals	vegetables_fruits	oil seeds	sugar cane_beet	plant fibers	other crops	cattle_sheep_goat_horse	other animal prod.	raw milk	wool_silk	forestry	fishing	sum
Oceania	268	7,909	2,797	12,424	1,969	1,250	3,238	4,667	15,436	5,191	13,837	4,724	8,773	4,575	87,058
China	83,862	35,898	61,439	282,035	32,201	8,048	17,428	5,749	64,277	274,294	19,362	12,543	61,379	110,346	1,068,861
Japan	19,846	430	148	31,740	346	621	73	21,040	5,946	15,460	8,209	825	6,001	19,098	129,783
East Asia	9,121	352	407	20,129	711	195	78	5,480	5,643	17,205	2,446	725	1,780	9,354	73,626
SE Asia	59,333	23	9,415	64,833	34,076	5,924	612	34,232	11,513	39,978	802	377	21,368	47,628	330,114
South Asia	48,332	35,155	14,842	110,356	34,537	19,495	26,494	78,807	24,176	27,405	81,984	6,270	24,702	6	532,561
USA	2,419	20,609	73,320	70,436	37,475	3,198	10,352	18,819	50,150	55,415	38,943	55	23,497	8,248	412,936
N America	69	8,580	10,148	21,953	9,587	3,021	1,547	7,840	7,808	16,607	9,454	61	18,550	5,906	121,131
L America	11,438	10,670	35,631	55,431	58,889	37,259	7,350	79,863	54,122	54,029	32,835	8,155	21,859	20,145	487,676
EU 28	1,285	40,077	36,529	87,203	22,371	5,541	1,278	85,025	46,439	88,195	71,898	632	53,023	30,368	569,864
ME_NA	8,002	34,295	21,461	125,409	6,892	4,445	12,469	5,726	20,106	27,989	32,121	5,940	5,109	11,839	321,803
SS Africa	17,913	3,084	49,366	125,993	23,741	4,506	5,982	29,701	23,702	15,720	6,402	1,300	19,543	18,546	345,499
Russia	597	9,064	4,328	29,951	2,968	1,561	42	111	5,583	15,392	12,483	802	14,326	5,514	102,722
RoW	977	11,740	10,122	33,866	4,591	1,889	3,558	4,788	13,380	14,680	15,249	3,846	6,829	13,769	139,284
sum	263,462	217,886	329,953	1,071,759	270,354	96,953	90,501	381,848	348,281	667,560	346,025	46,255	286,739	305,342	

表 5 全世界の原油価格上昇が各農林水産品の価格に及ぼす波及効果

Agric. Regions	paddy rice	wheat	other cereals	vegetables_fruits	oil seeds	sugar cane_beet	plant fibers	other crops	cattle_sheep_goat_horse	other animal prod.	raw milk	wool_silk	forestry	fishing	weighted average
Oceania	4.04	3.01	4.72	2.73	2.74	3.24	8.06	1.31	3.36	3.04	2.89	5.91	5.89	5.91	3.77
China	2.27	4.35	3.38	2.35	2.30	2.93	5.34	1.60	1.19	1.89	1.56	2.13	2.09	3.55	2.42
Japan	3.02	4.39	4.11	3.80	4.56	4.33	3.84	4.55	3.28	3.04	2.67	2.37	2.07	9.31	4.35
East Asia	3.97	6.25	3.99	5.60	2.92	4.77	7.19	9.86	2.27	3.42	2.87	2.69	2.83	12.46	5.60
SE Asia	2.32	4.59	2.19	2.54	2.30	4.77	3.42	2.71	1.22	2.44	2.46	4.48	3.04	6.34	3.05
South Asia	3.64	9.87	6.31	2.31	4.63	4.15	4.42	4.25	3.06	1.99	1.19	3.90	2.16	6.49	3.51
USA	8.41	8.52	6.18	4.24	3.75	3.17	4.13	3.70	4.98	5.21	5.35	5.17	1.70	9.96	5.04
N America	4.29	6.43	6.61	3.60	5.59	4.45	11.59	3.72	3.99	3.22	3.48	4.85	3.99	9.87	4.67
L America	3.16	3.72	3.48	2.46	3.96	3.22	5.03	3.26	2.49	2.78	2.78	4.98	3.57	3.46	3.18
EU 28	2.36	4.63	4.55	1.75	5.84	4.08	2.18	4.07	3.37	2.70	2.20	2.73	2.69	7.16	3.38
ME_NA	2.51	5.25	7.50	4.19	5.44	5.31	11.56	3.44	3.59	3.41	4.01	5.81	4.47	9.04	4.89
SS Africa	0.49	3.64	1.05	0.88	0.71	2.71	2.10	1.36	1.63	2.06	2.28	6.41	2.72	1.89	1.29
Russia	4.58	4.84	4.80	5.47	4.51	4.91	6.92	3.36	7.83	6.59	7.31	11.08	12.47	4.81	6.85
RoW	4.21	4.32	5.09	3.92	4.53	5.44	3.37	3.01	3.20	3.37	3.18	4.77	2.54	4.27	3.82
wt. average	2.65	5.84	4.34	2.75	3.58	3.72	5.62	3.59	2.92	2.70	2.81	4.27	3.22	5.47	

注) 数値は、全世界の原油価格が同時一律に 100%上昇したときの、表側の地域で生産される、表頭の各農林水産品の価格上昇率(%)を示す。

引用文献

Aguiar, A., Narayanan, B., and McDougall, R. (2016) An Overview of the GTAP 9 Data Base. *Journal of Global Economic Analysis*, 1(1), 181-208.

福田洋介, 近藤巧 (2009) 原油・穀物の輸入価格上昇による価格波及分析. 北海道大学農経論叢, 64, 53-57.

IEA (2008) World energy outlook 2008. International Energy Agency.

宮沢健一 (2002) 産業連関分析入門, 新版. 日本経済新聞社.

Peters, G.P., Andrew, R., and Lennox, J. (2011) Constructing and environmentally-extended multi-regional input-output table

using the GTAP database. *Economic Systems Research*, 23(2), 131-152.

玉村千治 (2014) 産業連関表による価格分析モデルの考え方とアジア表への応用. 玉村千治, 桑森啓編『国際産業連関分析論, 理論と応用』所収, 199-229, アジア経済研究所.

Timmer, M.P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., de Vries, G.J. (2015) An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics*, 23(3), 575-605.

宇田川武俊 (1998) 農林水産業におけるエネルギー消費. 農林水産技術研究ジャーナル, 21(10), 7-12.

薬師寺哲郎, 佐藤孝一 (2000) 農業部門のコスト変動要因. 農業総合研究, 54(4), 25-170.