

《論文》

# スカイラインチャートによる 中国産業・貿易構造の実証分析

楊 淨

## 1. はじめに

改革開放以来、中国は貿易の自由化と直接投資の受け入れを通じて世界経済との一体化を進めており、中国の経済は大きく成長し貿易額も飛躍的に増大した。2001年のWTO加盟を経て、そのペースは一段と加速し、貿易の量的拡大とともに、その構造も途上国型から新興工業経済群（NIEs）型へと高度化してきた。本論文はスカイラインチャートを用いてこのような産業・貿易構造の変化に対して実証分析を行う。

スカイライン分析はレオンチェフ（1963）による考案され、輸出輸入の誘発効果を含めた産業構造と貿易構造を視覚的に表現した優れた分析ツールとして愛用されてきた。宮川（2005）はスカイライン分析の方法に、輸入内生モデルも加え、新たなスカイラインチャートの作成を提案し、幅を国内最終需要の誘発生産額構成比にし、また輸出入による誘発分の細分化を工夫した。本論文ではレオンチェフのスカイラインを従来のスカイライン、宮川提案のスカイラインを新スカイラインと呼ぶ。両方とも競争輸入型産業連関表に基づき作られ、中間需要と最終需要に使われる輸入品と国産品を区別していないため、加工貿易の多い国の輸出輸入のパターンを明確にすることが難しい。それに対して、非競争輸入型産業連表は国産品と輸入品のそれぞれの需給構造を示し、貿易構造の分析には非常に有効である。しかし、これまで中国の非競争輸入型産業連関表がなく、WIOD（The World Input-Output Database）によって

はじめて中国の非競争輸入型産業連関表が使用可能になった、非競争輸入型産業連関表によるスカイラインチャートの作成を提案する。

以下第2節では、スカイライン分析の理論基礎を示した上で、第3節において中国2014年の産業連関表を使って3つのスカイラインチャートと比較すると共に、非競争輸入型産業連関表によるスカイラインチャートが中国加工貿易の実態をより明白に表現できることを明確にする。第4節では、非競争輸入型産業連表から中国2000-14年のスカイラインチャートを算出作成し、当該期間の産業・貿易構造の変遷を確認する。

## 2. スカイライン分析の理論基礎

### 1) 従来スカイライン分析

従来のスカイラインは輸入外生型均衡産出高モデルを使い、スカイラインチャートは一般に、以下のような均衡生産量決定モデルを基礎として導入される。

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}(\mathbf{d} + \mathbf{e} - \mathbf{m}) \quad (1)$$

$\mathbf{x}$ ,  $\mathbf{d}$ ,  $\mathbf{e}$ ,  $\mathbf{m}$  はそれぞれ以下のように表されるベクトルである。

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}, \mathbf{d} = \begin{bmatrix} D_1 \\ \vdots \\ D_n \end{bmatrix}, \mathbf{e} = \begin{bmatrix} E_1 \\ \vdots \\ E_n \end{bmatrix}, \mathbf{m} = \begin{bmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_n \end{bmatrix}$$

$X_i$  は  $i$  部門の国内生産額を、 $D_i$  は  $i$  部門の国内最終需要額を、 $E_i$  は  $i$  部門の輸出額を、 $M_i$  は  $i$  部門の輸入額を表している。また、 $\mathbf{A}$  は以下のように表される投入係数行列である。

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}, a_{ij} = x_{ij}/X_j$$

(1)式により、国内生産額を以下の3の要因( $x^D, x^E, x^M$ )に分解することができる。

$$x = (I - A)^{-1}d + (I - A)^{-1}e - (I - A)^{-1}m = x^D + x^E - x^M \quad (2)$$

$x^D$  は国内最終需要を海外との取引なしで自国産だけで満たす場合に必要となる生産額であり、国内最終需要の誘発生産額(波及効果)と呼ぶ。 $x^E$  は仮に最終需要が輸出だけで、国内需要がないと想定した場合に、その輸出財を生産するのに必要となる生産額で、この生産額は輸出の誘発生産額(波及効果)と言う。 $x^M$  は仮に全ての輸入財を自国で生産すると想定した場合に、輸入財の生産に必要な仮想的な生産額で、輸入の誘発生産額(波及効果)と言う。

(2)式を  $x^D$  について解けば、以下の(3)式が導出される。

$$x^D = x + x^M - x^E \quad (3)$$

(3)式を部門別に表したものが、以下の(4)式である。

$$X_i^D = X_i + X_i^M - X_i^E \quad (i = 1, \dots, n) \quad (4)$$

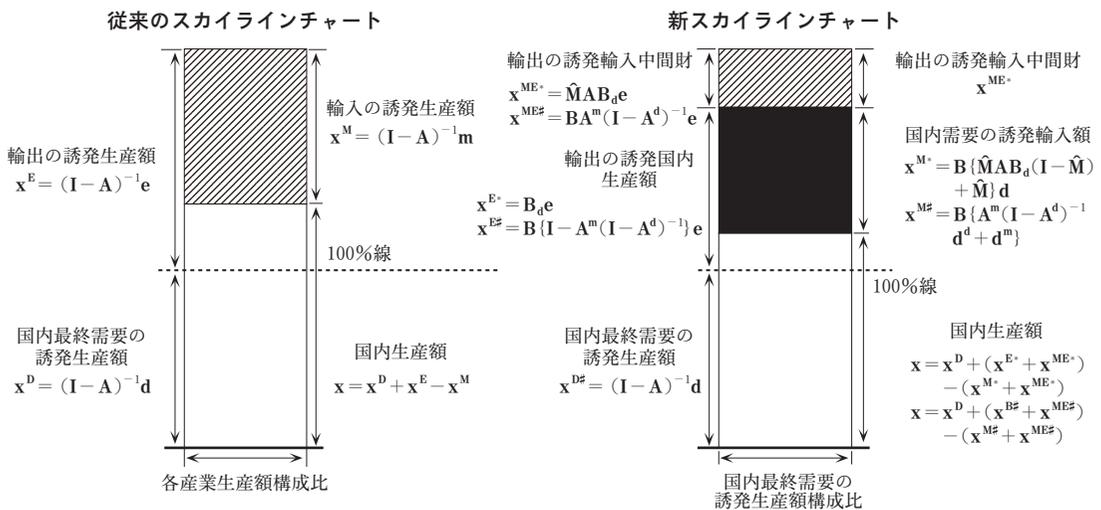
(4)式の両辺を  $X_i^D$  で割ることによって、(5)式を導出することができる。

$$1 = \frac{X_i}{X_i^D} + \frac{X_i^M}{X_i^D} - \frac{X_i^E}{X_i^D} \quad (5)$$

スカイラインチャートは(5)式が示したように、 $x, x^D, x^E, x^M$  の値を相対化して作成する。横方向は生産額構成比で、縦方向は、各最終需要によって生じる「波及効果」を「国内最終需要」による「波及効果」を基準に相対化したもので、「ビル街を遠くから見た、高さや幅が違う長方形が横に並んだ図」である。図1はそのうちの1棟のビルに相当すると考えられる。

図1の左には従来スカイラインチャートの基本の読み方を示している。長方形の横幅は各産業の生産額構成比  $S_i$  を表している。全ての産業についてこの長方形を描けば、右端は1になる。縦方向から見ると、上から1番目の点線は国内需要の誘発生産額  $x^D$  に対応する100%線である。輸出によって誘発される生産額の国内需要の誘発生産額に対する比率をこの100%線に上乘せする。それが一番天井の線になる。それで、一番天井の線

図1 スカイラインチャートの読み方



(注:「\*」と「#」のある式がそれぞれ競争輸入型スカイライン, 非競争輸入型スカイライン分析の式)

から100%線までの高さは輸出の誘発生産額  $x^E$  を表している。天井の線から輸入の誘発生産額の国内需要の誘発生産額に対する比率を差し引いた所に新たな線を引く。図を見やすくするために、天井の線から新たに引いた線までの部分を網掛けする。この部分は輸入の誘発生産額  $x^M$  を表している。この長方形の網掛けした部分を除いた部分は国内生産額  $x$  を表している。

## 2) 新スカイライン分析

近年では、企業の多国籍化に伴い、部品の生産と完成品の組み立てを別地域で行うケースなど、生産工程を細かく区切った複雑な生産ネットワークが構築されている。こういった生産工程の分散立地の結果として形成された産業構造と貿易構造を的確に把握するためには、国内需要を満たすために輸入されたものと最終的に輸出された商品の中間財として使われるものを区別して認識する必要がある。

新スカイラインは輸出輸入の誘発分について、多国から部品を輸入し、組み立てた製品を輸出するという現状を明らかにするために、輸入内生型モデルも使われている。しかし、競争輸入型産業連関表は、輸入の使用に関する詳細な情報がないため、輸入内生モデルの輸入  $m$  は国内需要(中間需要  $Ax$  + 国内最終需要  $d$ ) に依存して決まると仮定する。また、各産業の生産物に対するすべての中間需要と最終需要のうち輸入品の占める割合が同一であるという仮定もおいている。

従来のスカイライン分析では国内需要向けの輸入分と輸出需要向けの輸入中間財分が分離されていない。上の(2)式より明らかであるように、輸入分を表す  $x^M$  は、実際の輸入に加えて、その輸入品を自国で生産する場合に必要な全ての中間財の生産額合計として計算されることになる。

需給構造の特性および輸出入のパターンを的確に把握するという目的のもとでは、自国内で消費される輸入分と、最終的に輸出品の生産に用いられる中間財の輸入分を分離する必要がある。ここでは輸入係数を導入する。輸入係数は

$$m_i = \frac{M_i}{\sum_j a_{ij} X_j + D_i} \quad (6)$$

と定義する。(7)式を行列表記すると、

$$m = \hat{M}(Ax + d) \quad (7)$$

ここで、

$$\hat{M} = \begin{bmatrix} m_{11} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & m_{nn} \end{bmatrix}$$

となる。(7)式を産業連関表のバランス式に代入すると、以下の(8)式が得られる。

$$Ax + d + e - \hat{M}(Ax + d) = x \quad (8)$$

(8)式を  $x$  について解けば、以下の(9)式が導出される。

$$x = \{I - (I - \hat{M})A\}^{-1} \{(I - \hat{M})d + e\} \quad (9)$$

ここで(9)式を(7)式に代入すれば、以下の式を得ることができる。ただし、 $B_d = \{I - (I - \hat{M})A\}^{-1}$  である。

$$\begin{aligned} m &= \hat{M}d + \hat{M}AB_d(I - \hat{M})d + \hat{M}AB_d e \\ &= \{\hat{M}AB_d(I - \hat{M}) + \hat{M}\}d + \hat{M}AB_d e \end{aligned} \quad (10)$$

ここでは、 $\hat{M}d$  は国内最終需要に対する輸入分で、 $\hat{M}AB_d(I - \hat{M})d$  は国内最終需要によって誘発される国内生産分  $B_d(I - \hat{M})d$  の生産に使用される輸入中間財である。また、 $\hat{M}AB_d e$  は輸出によって誘発される国内生産分  $B_d e$  の生産に必要な輸入中間財を表している。(10)式によって、各部門の輸入は、国内需要によって誘発される部分と輸出によって誘発される部分に分割される。(10)式を(2)式の  $x^M = (I - A)^{-1}m$  に代入すると、以下の(11)式が得られる。ただし、 $B = (I - A)^{-1}$  である。

$$x^M = (I - A)^{-1}m = Bm = B[\{\hat{M}AB_d(I - \hat{M}) + \hat{M}\}d + \hat{M}AB_d e]$$

$$\begin{aligned} &= \mathbf{B}(\hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}\mathbf{B}_d(\mathbf{I}-\hat{\mathbf{M}})+\hat{\mathbf{M}})\mathbf{d}+\mathbf{B}\hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}\mathbf{B}_d\mathbf{e} \\ &= \mathbf{x}^{\mathbf{M}^*}+\mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*} \end{aligned} \quad (11)$$

$\mathbf{x}^{\mathbf{M}^*}$  は国内の需要によって誘発される輸入財を国内で生産する場合に必要な各部門の総生産であり、 $\mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*}$  は輸出によって誘発される輸入財を国内で生産する場合に必要な各部門の総生産である。

(2)式  $\mathbf{x}^{\mathbf{E}} = (\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}\mathbf{e}$  で計算される  $\mathbf{x}^{\mathbf{E}}$  には、輸出によって誘発される国内の生産だけではなく、輸出財の生産に使用される輸入中間財を国内で生産した場合の波及効果までが含まれていることになる。従って、ある商品が自国内で全く生産されておらず、輸出財の生産に大量使われる場合に、当該部門の  $\mathbf{x}^{\mathbf{E}}$  は実際よりずっと大きな値になる可能性が十分にあると考えられる。輸出入のパターンを明らかにするには、 $\mathbf{x}^{\mathbf{E}}$  をさらに、国内産財への生産誘発分と輸入中間財への誘発分に分割して分析を行う必要がある。国内産財への生産誘発分は  $\mathbf{B}_d\mathbf{e}$  で表現し、(11)式から輸入中間財への誘発分は  $\mathbf{B}\hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}\mathbf{B}_d\mathbf{e}$  で表すことができる。それで、 $\mathbf{x}^{\mathbf{E}}$  を以下のような分割を行う。

$$\begin{aligned} \mathbf{x}^{\mathbf{E}} &= (\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}\mathbf{e} = \mathbf{B}\mathbf{e} = \mathbf{B}_d\mathbf{e} \\ &\quad + \mathbf{B}\hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}\mathbf{B}_d\mathbf{e} = \mathbf{x}^{\mathbf{E}^*} + \mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*} \end{aligned} \quad (12)$$

(12)式の証明は文末の注に示す<sup>(註1)</sup>。

輸出を満たすための全生産額  $\mathbf{x}^{\mathbf{E}}$  が、輸出によって誘発される国内生産分  $\mathbf{x}^{\mathbf{E}^*}$  と、輸出によって誘発される輸入中間財を国内で生産する場合に必要な生産分  $\mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*}$  の二つの要因に分割されることができる。 $\mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*}$  は、輸出と輸入の両面から解釈できる。

以上より、次のようなバランス式が導出される。

$$\begin{aligned} \mathbf{x} &= \mathbf{x}^{\mathbf{D}} + \mathbf{x}^{\mathbf{E}} - \mathbf{x}^{\mathbf{M}} \\ &= \mathbf{x}^{\mathbf{D}} + (\mathbf{x}^{\mathbf{E}^*} + \mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*}) - (\mathbf{x}^{\mathbf{M}^*} + \mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*}) \end{aligned} \quad (13)$$

このバランス式をもとにして、スカイラインチャートを描けば、「輸入財を用いて輸出財の生産を行う」といった生産形態をスカイラインチャート上で明示することができる。

新スカイラインチャートと従来スカイラインチャー

トと違って、横方向は生産額構成比ではなくて、国内最終需要の誘発生産額構成比で、国内最終需要という観点からみた部門別の重要度を表す尺度である。縦方向は、各最終財消費によって生じる「波及効果」の比を、「国内最終需要」による「波及効果」を基準に相対化したものである。

図1の右側は一つの産業部門の新スカイライン図を表している。この図を使って新スカイラインチャートの基本の読み方を見てみる。新スカイラインチャートの横幅は国内最終需要の誘発生産額の構成比である。従来スカイラインチャートと同様に、新スカイラインチャートの縦各項目は国内最終需要の誘発生産額を比例として表している。従来スカイラインチャートと異なって、新スカイラインチャートは輸出と輸入の誘発生産額を分割して詳細に表している。上から1番目の点線は国内最終需要の誘発生産額  $\mathbf{x}^{\mathbf{D}}$  100%線である。この点線から天井までの部分は輸出の誘発生産額  $\mathbf{x}^{\mathbf{E}}$  を表す。この部分は輸出によって誘発される輸入中間財額  $\mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*}$  と輸出の誘発国内生産額  $\mathbf{x}^{\mathbf{E}^*}$  の二つの部分に分割されている。そのうち、一番上の黒色の部分は輸出の誘発輸入中間財額  $\mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*}$  を表していて、黒色と網掛けした部分を分ける線から100%線までの部分は輸出の誘発国内生産額  $\mathbf{x}^{\mathbf{E}^*}$  を表している。

網掛けした部分は国内需要によって誘発される輸入額  $\mathbf{x}^{\mathbf{M}^*}$  を表していて、黒色の部分は輸出によって誘発される輸入中間財  $\mathbf{x}^{\mathbf{ME}^*}$  を表している。それで、黒色と網掛けした部分は輸入の誘発生産額  $\mathbf{x}^{\mathbf{M}}$  と相当して、この部分を除いた部分は国内生産額  $\mathbf{x}$  を表す部分である。

### 3) 非競争輸入型産業連関表による新スカイライン分析

中国は加工貿易が多く、輸出品を生産するため、輸入中間財が多く使われ。この中国の輸出入のパターンを明白にするために、輸出の誘発分を輸入に対する分と国内生産に対する分及び国内最終需要によって誘発される輸入分と輸出によって誘発される輸入分を区別して扱う必要がある。

一方、非競争輸入型産業連関表では国産分と輸

入分を別々に計算することができるため、いずれの需要部門でも国産分と輸入分は実際の割合で分割されている。それで、非競争輸入モデルは輸出入のパターンを実態に近いほど表すことができる。国産分と輸入分をそれぞれ添字  $\mathbf{d}$  と  $\mathbf{m}$  を付けて、バランス式を表すと、

$$\text{国産分: } \mathbf{x} = \mathbf{A}^d \mathbf{x} + \mathbf{d}^d + \mathbf{e} \quad (14)$$

$$\text{輸入分: } \mathbf{m} = \mathbf{A}^m \mathbf{x} + \mathbf{d}^m \quad (15)$$

ただし、 $\mathbf{A}^d + \mathbf{A}^m = \mathbf{A}$ 、 $\mathbf{d}^d + \mathbf{d}^m = \mathbf{d}$  となる、(14)式から以下のモデル式が得られる。

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} (\mathbf{d}^d + \mathbf{e}) \quad (16)$$

$\mathbf{d}^d$ 、 $\mathbf{d}^m$  はそれぞれ以下のように表されるベクトルで、 $\mathbf{A}^d$  と  $\mathbf{A}^m$  は、以下のように表される投入係数行列である。

$$\mathbf{d}^d = \begin{bmatrix} D_1^d \\ \vdots \\ D_n^d \end{bmatrix}, \quad \mathbf{d}^m = \begin{bmatrix} D_1^m \\ \vdots \\ D_n^m \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{A}^d = \begin{bmatrix} a_{11}^d & \cdots & a_{1n}^d \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}^d & \cdots & a_{nn}^d \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A}^m = \begin{bmatrix} a_{11}^m & \cdots & a_{1n}^m \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}^m & \cdots & a_{nn}^m \end{bmatrix}$$

$D_i^d$  は国産品に対する  $i$  部門の国内最終需要額を、 $D_i^m$  は輸入品に対する  $i$  部門の国内最終需要額を表している。ただし、 $a_{ij}^d = x_{ij}^d / X_j$  であり、 $x_{ij}^d$  は、 $j$  部門の生産に投入される国産品の中間財  $i$  財の投入金額である。 $a_{ij}^m = x_{ij}^m / X_j$  であり、 $x_{ij}^m$  は、 $j$  部門の生産に投入される輸入品の中間財  $i$  財の投入金額である。(16)式を(15)式に代入すれば、以下の式を得ることができる。

$$\begin{aligned} \mathbf{m} &= \mathbf{A}^m \{(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} (\mathbf{d}^d + \mathbf{e})\} + \mathbf{d}^m \\ &= \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{d}^d + \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{e} + \mathbf{d}^m \end{aligned} \quad (17)$$

ここでは、 $\mathbf{d}^m$  は国内最終需要に使われる輸入分で、 $\mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{d}^d$  は国内最終需要によって誘発される国内生産分  $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{d}^d$  の生産に使用される輸入中間財である。また、 $\mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{e}$  は輸出によって誘発される国内生産分  $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{e}$  の生産に必要な輸入中間財を表して

いる。

(17)式によって、各部門の輸入は、国内需要によって誘発される部分と輸出によって誘発される部分に分割される。(17)式を  $\mathbf{x}^M = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{m}$  に代入すると、以下の(18)式が得られる。ただし、 $\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$  である。

$$\begin{aligned} \mathbf{x}^M &= (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{m} = \mathbf{B} \mathbf{m} \\ &= \mathbf{B} \{ \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{d}^d \\ &\quad + \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{e} + \mathbf{d}^m \} \\ &= \mathbf{B} \{ \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{d}^d + \mathbf{d}^m \} \\ &\quad + \mathbf{B} \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{e} = \mathbf{x}^{M\#} + \mathbf{x}^{ME\#} \end{aligned} \quad (18)$$

$\mathbf{x}^{M\#}$  は国内の需要によって誘発される輸入財を国内で生産する場合に必要な各部門の総生産であり、 $\mathbf{x}^{ME\#}$  は輸出によって誘発される輸入財を国内で生産する場合に必要な各部門の総生産である。

同じ方法で輸出の誘発生産額  $\mathbf{x}^E$  をさらに、国産財への生産誘発分と輸入中間財への誘発分に分割することができる。国内産財への生産誘発分は  $\mathbf{B} [\mathbf{I} - \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1}] \mathbf{e}$  で表現し、(19)式から輸入中間財への誘発分は  $\mathbf{B} \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{e}$  で表すことができる。それで、 $\mathbf{x}^E$  を以下のような分割を行う。

$$\begin{aligned} \mathbf{x}^E &= (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{e} = \mathbf{B} \mathbf{e} \\ &= \mathbf{B} \{ \mathbf{I} - \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \} \mathbf{e} + \mathbf{B} \mathbf{A}^m (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{e} \\ &= \mathbf{x}^{E\#} + \mathbf{x}^{ME\#} \end{aligned} \quad (19)$$

輸出を満たすための全生産額  $\mathbf{x}^E$  が、輸出によって誘発される国内生産分  $\mathbf{x}^{E\#}$  と、輸出によって誘発される輸入中間財を国内で生産する場合に必要な生産分  $\mathbf{x}^{ME\#}$  の二つの要因に分割されることを示すものである。

以上より、次のようなバランス式が導出される。

$$\begin{aligned} \mathbf{x} &= \mathbf{x}^D + \mathbf{x}^E - \mathbf{x}^M \\ &= \mathbf{x}^D + (\mathbf{x}^{E\#} + \mathbf{x}^{ME\#}) - (\mathbf{x}^{M\#} + \mathbf{x}^{ME\#}) \end{aligned} \quad (20)$$

このバランス式をもとにして、スカイラインチャートを描けば、非競争輸入産業連関表による新スカイラインチャートを描くことができる。

### 3. 中国 2014 年産業連関表による 3 つの スカイラインチャートの比較

本節では、前節で示したスカイラインチャートの基本知識を踏まえて、中国 2014 年 28 部門産業連関表のスカイラインチャートを描き比較する。本論文で OECD が 2016 年に (ISIC Rev4) 2008 SNA に基づいて発表した 2000-14 年の 56 産業部

門表を使用する。加工貿易が多いという中国貿易の特徴を明らかにするため、各製造業に関する部門分類をそのままに、いくつかのサービス業を統合整理して 28 部門表にした。部門対応は表 1 の通りである。

これから三つのスカイラインチャート (図 2) を比較してみる。

図 2-①は中国 2014 年従来のスカイラインチャートである。下から二番目の点線の下部分は各産

表 1 本論文 28 部門表と OECD の 56 部門表の分類対応表

本論文の部門分類	OECD の部門分類コード (ISIC Rev4)
1. 農林畜水産業	A01_A03
2. 鉱業と採石業	B
3. 食品飲料とタバコ製造	C10_C12
4. 衣料皮革と織物製造	C13_C15
5. 家具以外の木製品	C16
6. 紙と紙製品の製造	C17
7. 印刷と記録メディアの再生	C18
8. コークスと精製石油精製	C19
9. 化学製品の製造	C20
10. 基本医薬品と薬品の製造	C21
11. ゴムとプラスチック製品	C22
12. その他非金属鉱物製品	C23
13. 基礎金属の製造	C24
14. 機械装置以外の金属製品	C25
15. コンピューター・電子光学製品	C26
16. 電気機器の製造	C27
17. 機器装置の製造・修理	C28, C33
18. モーターとトレーラー製造	C29
19. その他の運送機器の製造	C30
20. 家具とその他の製造	C31_C32
21. 電気・ガス・上下水道	D35, E36, E37_E39
22. 建築業	F
23. 卸売	G45_G47
24. 水上輸送	H50
25. 空輸	H51
26. その他運送と支援活動	H49, H52, H53
27. 法律会計と本社の経営活動	M69_M70
28. その他産業	I, J58_J60, K64_K66, L68, M71_M75, N, O84, P85, Q, R_S, T, U

スカイラインチャートによる中国産業・貿易構造の実証分析

図2 3つのスカイラインチャート

図2-① 中国2014年従来スカイラインチャート

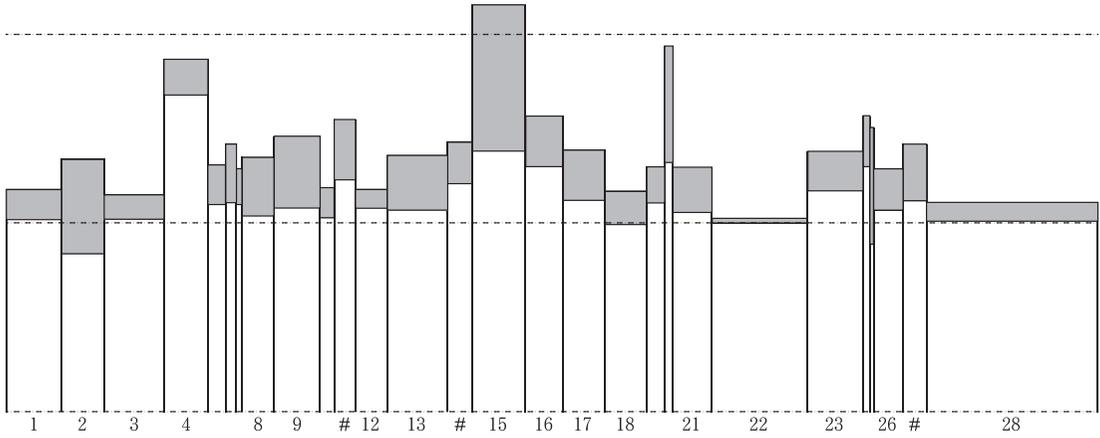


図2-② 中国2014年競争輸入型産業連関表による新スカイラインチャート

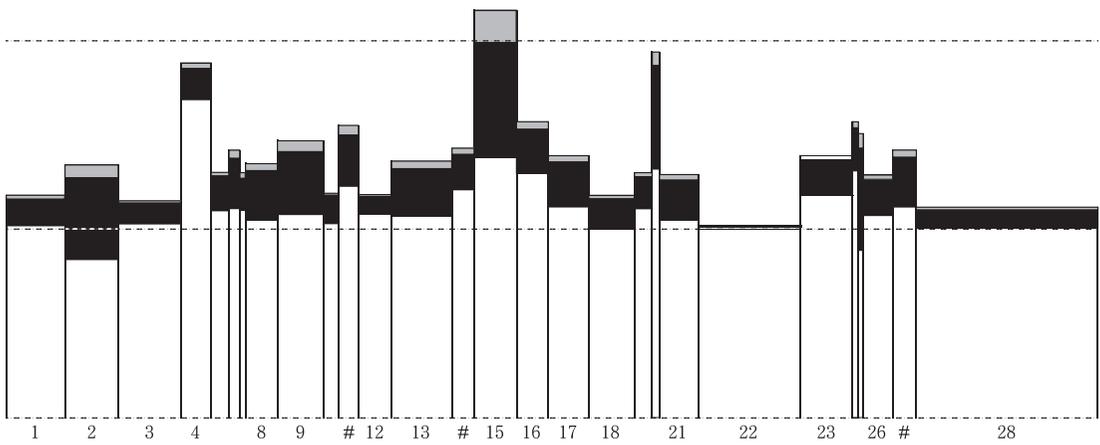
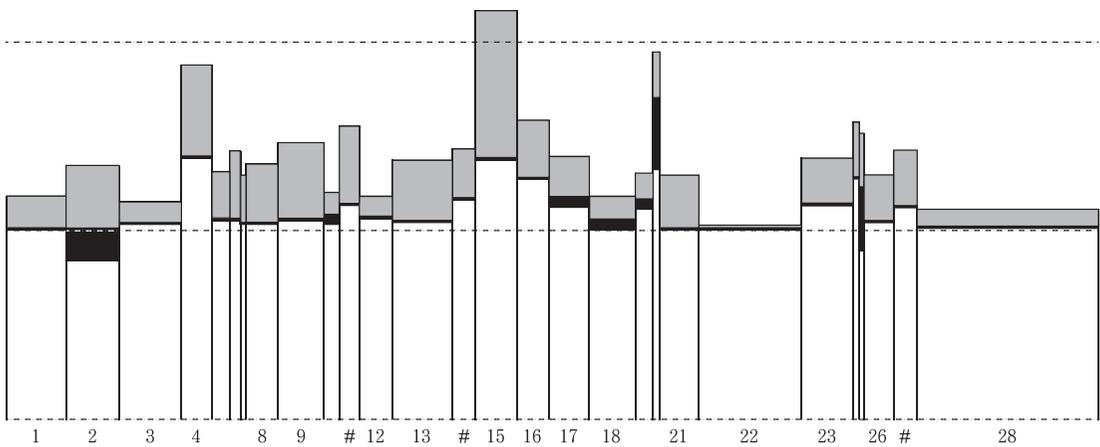


図2-③ 中国2014年非競争輸入型産業連関表による新スカイラインチャート



業の国内需要によって誘発される生産額で、点線から一番上の天井までの部分は輸出によって誘発される生産額を表し、網かけた部分は輸入によって誘発される生産額である。これを見ると、2 鉱業と採石業と 25 空輸以外の各産業は国内生産だけで国内需要を満たすことができる。中には 4 衣料皮革と織物製造、11 ゴムとプラスチック製品、14 機械装置以外の金属製品、15 コンピューター・電子光学製品、16 電気機器の製造、23 卸売などの産業部門の輸出によって誘発される生産額が輸入によって誘発される生産額より多いことが一目瞭然である。レオンチェフが行ったスカイライン分析の主たる目的は経済発展の段階が進むにつれて国内の需要を満たすのに十分な産業構造が構築されるという視点から、経済発展と産業構造の関係について分析を行う。経済発展に伴って国内の自給率が 100% に近付いていくことを示唆するものであった。

図 2-②は中国 2014 年の新スカイラインチャートで、従来のスカイラインチャートに比べて新スカイラインチャートの横幅は各産業の国内最終需要の誘発生産額構成比に変わったことによって、国内最終需要という観点から部門別の重要度を表すことができる。図 2-②を①と比較すると、①においては網かけた部分として表されていた輸入分が、輸出によって誘発される輸入分を表す網かけた部分と国内需要によって誘発される輸入分を表す黒色部分に分割されていることが分かる。このような処理によって、輸出入パターンの重要な特徴が見落としことなく表すことができる。総体から見ると、国内需要によって誘発される輸入額の黒い部分が輸出によって誘発される輸入分の網かけた部分より極めて多いことが分かる。

図 2-③は中国 2014 年非競争輸入型産業連関表によって作った新スカイラインチャートである。図 2-②と比べて、国内需要によって誘発される輸入額の黒い部分が大幅に減少し、輸出によって誘発される輸入分の網かけた部分が飛躍的に増大した。非競争輸入型産業連表は国産品と輸入品のそれぞれの需給構造を示し、貿易構造の分析には非常に有効であることが明白になった。また、中

国に対して、競争輸入型スカイライン分析では各産業の生産物に対するすべての中間需要と最終需要のうち輸入品の占める割合が同一であるという仮定が適切ではないといえる同時に、中国加工貿易が多いという実態も証明できる。

#### 4. 中国 2000-14 年の産業・貿易構造の変遷

前節で示した非競争輸入型の新スカイライン分析は加工貿易が多いという中国の産業・貿易構造の特徴を明確に表現できる。本節では、同じ手法で中国 2000-14 の産業・貿易構造の変化を確認する。

まず、表 2 と図 3 は中国 2001-14 年各産業輸出・輸入と生産額増加率の推移を示す。同図表から、中国は WTO の加盟に伴って、2001-04 年に中国の輸出・輸入と生産額が急激に増加し、2004 年の平均増加率が 36.9%、36% と 22.0% にもなり、2005-07 年に輸出と輸入の増加率が横ばいに、生産額の増加率が過去最大の 30.3% になった。2008 年世界経済危機の影響を受け、貿易増加の勢いが弱くなって、2009 年に輸出、輸入が最低値の -16.0%、-10.5% に減ってきた。景気の回復につれて、2010 年増加率は輸出が 31.3%、輸入が歴史最高値 38.0% になった。その後増加率がだんだん減少しつつある。

これからスカイライン分析の手法を用いて各産業構造・貿易構造の変遷を確認する。図 4 では中国 2000-14 年非競争輸入型産業連関表から算出作成したいくつかの時点の新スカイラインチャートを示す。

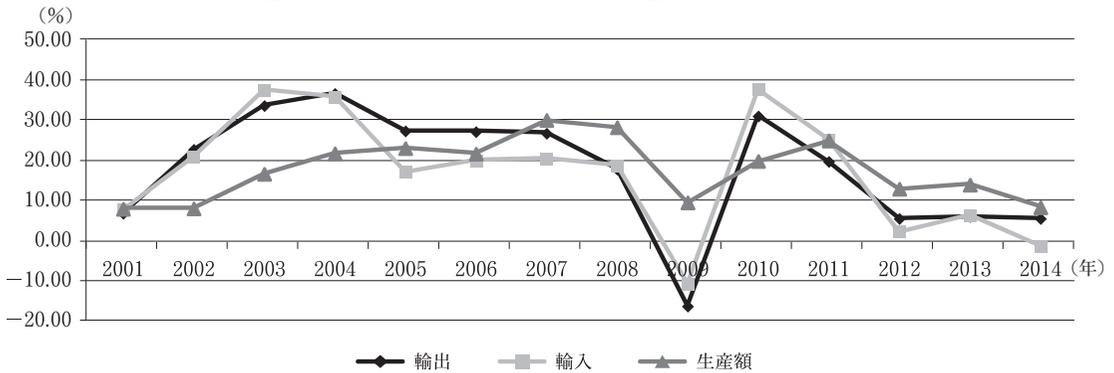
図 4 から中国産業構造と貿易構造の変化が読み取れる。横幅の変化から、国内最終需要という観点から各産業の重要度が見られる。図 4-①と②を比較すると、2000 年に比べて 2006 年の 1 (農林畜水産業)、4 (衣料皮革と織物製造)、23 (卸売) の重要度が低くなったが、13 (基礎金属の製造)、21 (電気・ガス・上下水道)、27 (法律会計と本社の経営活動) 等産業の重要度が高くなった。図 4-②と③の比較から、2009 年が 06 年より 15

スカイラインチャートによる中国産業・貿易構造の実証分析

表2 中国 2001-14 年各産業輸出・輸入と生産額増加率の推移

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	平均	
2001	輸出	-3.8	15.1	8.9	5.0	11.9	5.0	5.1	15.6	12.4	15.8	4.1	3.3	-10.3	9.6	6.4	2.5	20.2	11.2	5.9	0.4	14.3	4.1	8.9	12.3	12.3	11.9	8.9	20	7.1
	輸入	11.7	-6.9	4.8	0.0	-9.3	-6.2	-3.5	0.0	3.5	20.7	3.6	6.5	1.3	4.1	11.0	8.4	19.5	31.0	88.6	5.2	4.8	14.8	9.7	9.7	9.5	19.7	4.8	9.4	8.1
	生産額	5.1	10.9	6.3	1.2	19.3	14.4	14.4	31	0.0	0.0	10.0	-13.0	10.6	1.2	8.2	-2.5	10.5	13.0	13.0	-1.1	17.6	14.7	2.6	13.7	13.7	13.7	26.0	11.2	8.2
2002	輸出	32.4	7.1	16.5	14.1	27.3	19.1	19.1	25.1	20.8	22.7	19.2	25.3	26.6	25.8	36.0	17.9	32.1	33.1	22.1	16.3	30.0	9.8	30.3	17.9	17.9	16.4	30.3	17.0	23.0
	輸入	8.8	17.6	13.6	2.8	13.9	10.0	10.3	11.9	24.0	22.6	20.1	10.0	22.8	15.0	27.9	15.7	26.5	38.1	-7.6	17.0	32.4	23.5	26.6	21.9	22.4	26.8	30.8	36.4	21.3
	生産額	3.9	10.7	8.8	-0.8	9.6	9.3	9.3	37.3	3.2	3.2	7.0	-13.2	5.5	-0.3	13.7	0.5	10.2	20.6	20.6	-6.0	15.7	16.9	1.3	11.2	11.2	11.2	23.5	9.5	8.3
2003	輸出	40.2	5.8	24.6	31.5	28.8	6.4	5.3	33.1	39.0	51.2	24.1	29.0	60.8	31.7	57.8	37.9	47.5	71.9	67.2	25.6	13.8	41.7	6.5	24.4	23.3	12.9	19.7	-2.1	33.9
	輸入	58.8	59.2	34.0	4.2	12.4	12.8	20.9	40.7	32.3	31.0	39.2	28.3	58.8	22.8	44.9	30.3	41.2	79.9	22.8	62.3	43.9	31.7	37.2	-5.7	43.8	30.8	24.4	-1.4	37.8
	生産額	4.9	15.3	20.2	19.4	9.4	17.2	8.9	5.6	28.0	21.9	15.3	24.5	39.8	9.9	30.5	24.5	21.1	36.7	33.3	-2.2	15.4	14.9	6.4	1.4	5.7	11.2	33.8	14.2	16.9
2004	輸出	-11.6	10.5	28.2	27.8	48.3	3.0	1.2	32.3	39.6	31.1	35.1	35.2	83.8	43.8	52.7	40.2	59.6	76.9	24.5	10.9	38.1	59.2	16.1	43.9	42.7	30.8	30.5	6.3	36.9
	輸入	51.5	88.1	35.4	7.8	9.2	19.4	26.6	47.8	36.2	17.9	35.9	30.4	23.8	10.9	37.9	28.9	36.6	20.3	15.5	60.1	40.0	38.2	34.6	8.7	67.4	48.5	42.4	11.2	36.0
	生産額	23.0	22.9	17.5	19.1	34.0	21.9	13.0	37.9	20.3	14.4	21.3	26.9	35.2	27.1	51.6	32.0	28.0	10.7	7.9	-26.8	30.4	15.1	6.4	12.5	17.7	23.7	42.1	16.2	22.0
2005	輸出	29.0	22.9	23.7	27.5	23.0	2.8	3.0	-4.4	31.5	30.7	30.4	33.0	0.0	32.0	33.7	31.3	27.9	49.4	26.8	52.8	10.4	1.1	14.9	21.1	20.0	10.0	29.2	10.3	27.6
	輸入	13.2	45.5	13.3	-5.5	4.1	-1.4	7.5	19.2	18.6	21.6	17.9	11.7	13.8	2.8	19.9	10.1	2.7	2.4	20.7	55.0	13.5	10.3	21.3	-13.9	36.5	27.1	40.1	6.9	17.4
	生産額	5.6	48.1	24.0	20.1	8.9	20.6	11.6	24.6	32.7	26.0	11.7	35.3	30.4	13.7	36.9	30.6	16.2	23.1	19.9	89.0	27.1	13.2	-3.5	16.6	22.6	28.8	49.2	27.2	23.3
2006	輸出	3.6	-13.6	23.2	23.5	30.0	3.7	2.7	-6.6	21.9	34.8	24.8	27.0	45.6	32.9	27.0	31.9	39.5	42.3	45.8	28.6	20.7	47.4	22.1	35.5	34.3	23.3	37.3	9.1	27.4
	輸入	20.8	28.5	22.8	0.1	8.4	6.7	16.3	35.3	12.6	24.6	26.1	10.8	7.0	6.4	21.3	16.4	15.9	36.4	61.3	33.1	24.5	22.1	26.9	-3.9	51.2	33.6	15.3	22.7	20.2
	生産額	10.1	21.8	23.0	24.7	32.5	19.2	10.1	28.8	18.8	12.6	22.5	33.8	24.2	34.7	18.7	26.7	28.3	28.9	25.6	42.8	24.4	28.7	30.9	5.2	11.1	16.6	10.2	17.0	21.9
2007	輸出	25.5	-15.0	19.9	19.9	17.2	0.0	-1.9	22.5	33.8	38.4	19.7	16.4	16.5	32.1	17.9	31.2	69.2	62.6	34.0	29.8	13.3	61.4	28.5	31.2	30.1	40.6	44.5	34.9	27.0
	輸入	24.1	29.7	38.6	-2.5	7.7	11.3	12.4	3.5	19.5	39.8	15.7	12.9	23.7	6.8	11.6	10.3	20.0	28.8	7.4	55.9	51.4	30.9	23.8	5.8	54.8	15.8	45.0	86.1	20.8
	生産額	24.7	19.0	36.1	31.4	32.9	19.3	10.0	49.8	35.6	28.2	25.5	38.7	31.2	39.4	16.5	41.7	32.8	48.7	44.8	20.3	29.0	35.5	43.7	12.0	19.0	24.9	16.1	27.1	30.3
2008	輸出	-8.2	73.1	9.9	5.7	12.1	42.1	11.6	58.2	28.4	27.7	3.9	28.8	39.5	19.5	10.2	24.0	28.7	19.8	41.0	-0.5	-5.2	28.1	47.4	21.2	23.4	41.1	24.7	16.3	18.1
	輸入	34.2	57.3	33.3	4.8	1.2	12.2	-1.5	55.5	6.6	25.2	9.4	9.0	12.4	13.8	2.6	9.8	14.2	17.4	4.7	14.8	12.1	12.9	30.7	70.6	47.4	48.7	25.2	29.7	19.0
	生産額	28.9	57.0	38.9	21.6	17.7	21.7	23.4	23.2	33.3	36.5	26.9	26.0	38.4	26.0	13.8	46.5	33.3	33.1	29.8	-5.6	-7.8	34.2	36.9	9.2	22.1	26.8	25.9	29.2	28.5
2009	輸出	0.1	-46.4	-8.5	-14.5	-10.5	16.1	-2.7	-27.8	-30.1	-2.1	-18.6	-7.4	-49.8	-20.6	-14.2	-18.5	-18.6	-31.2	6.9	-13.1	-13.9	-11.0	6.8	-21.8	-20.3	-8.0	-9.6	-14.2	-16.0
	輸入	-11.5	-24.1	-6.4	-10.1	4.4	-2.6	-11.6	-32.2	-11	14.4	-1.9	-10.0	9.4	-5.0	-9.3	-8.3	-14.0	0.8	1.8	-8.6	-0.3	0.5	-9.5	28.7	7.1	-11.7	-7.4	-3.5	-10.5
	生産額	6.3	-8.5	8.9	11.0	36.9	17.7	19.3	9.1	2.2	4.7	13.4	28.0	-9.5	18.7	-6.7	-4.6	15.8	37.8	34.4	2.1	5.5	21.5	12.6	-9.0	3.5	7.3	10.0	16.5	9.8
2010	輸出	24.2	37.1	24.9	25.7	27.2	56.2	29.8	100.5	44.5	24.6	28.5	42.7	48.3	23.4	35.4	42.0	31.6	70.1	42.0	-12.3	37.2	26.0	30.6	22.3	24.5	43.7	10.4	22.5	31.3
	輸入	46.8	59.4	30.9	30.3	47.3	30.4	15.2	45.7	32.0	18.9	45.9	49.8	31.1	26.4	37.1	30.9	45.7	64.3	13.3	28.4	7.5	-1.1	43.0	60.0	37.4	32.7	-0.7	14.7	38.0
	生産額	16.1	25.2	22.9	10.8	-2.9	3.4	4.8	57.3	17.9	20.7	13.5	6.5	16.1	4.2	55.7	38.4	4.4	41.5	37.9	-15.7	13.7	20.1	24.5	-0.9	14.9	19.0	16.7	16.9	20.1
2011	輸出	7.3	36.0	24.0	16.8	28.3	57.3	27.0	38.4	33.9	13.0	21.5	30.0	38.0	24.2	10.3	18.4	24.8	30.6	13.7	22.2	21.0	35.0	35.3	10.1	12.1	30.3	14.5	15.8	20.0
	輸入	33.0	42.1	34.2	23.8	35.3	27.9	21.0	44.8	20.2	29.6	14.8	25.2	36.6	21.4	11.9	10.2	21.6	26.7	17.5	30.8	18.3	19.6	29.8	63.6	41.6	40.9	7.2	29.5	25.5
	生産額	22.8	36.3	31.7	18.8	28.7	21.3	14.3	33.3	33.3	32.9	21.9	31.7	28.7	22.4	20.9	24.7	24.5	20.2	20.2	21.6	17.9	25.5	27.4	22.9	22.9	22.9	22.8	23.1	25.2
2012	輸出	-7.9	-6.9	1.7	0.1	14.0	27.4	13.1	4.1	-5.1	2.8	9.4	22.6	1.6	15.4	7.1	10.4	-4.9	7.0	-2.2	33.0	42.2	8.3	15.1	-5.4	-3.7	11.7	-2.6	13.7	5.8
	輸入	8.5	0.5	9.9	6.6	-1.4	-5.5	-9.4	4.6	-4.7	16.2	1.6	11.3	10.6	3.3	7.7	-4.7	-20.2	0.0	11.9	-4.3	72.7	-10.0	10.7	32.2	10.6	7.8	1.8	23.1	2.6
	生産額	12.9	1.8	19.7	14.7	19.4	8.4	22.7	8.2	14.2	22.5	9.6	14.6	12.3	29.6	11.2	11.3	3.2	8.6	8.6	24.7	8.3	13.7	16.4	12.5	12.5	12.5	17.8	16.3	13.2
2013	輸出	7.6	3.1	10.4	11.7	6.8	14.5	17.5	11.9	8.0	8.4	10.2	15.6	4.5	8.9	6.0	13.1	9.0	9.6	-6.6	11.1	2.5	30.6	-6.9	-1.9	-1.9	-2.0	-6.9	4.6	6.3
	輸入	5.0	1.9	8.8	6.3	18.7	2.3	0.3	-2.4	3.1	10.6	2.1	2.9	30.0	5.7	5.2	0.2	-6.6	2.1	18.2	13.7	28.0	43.7	9.3	7.0	6.9	0.1	21.7	18.3	6.6
	生産額	10.9	15.8	15.7	13.8	19.2	9.8	18.9	5.2	14.3	21.0	15.2	18.8	10.9	15.1	12.2	14.0	14.2	17.3	17.3	17.1	15.8	13.0	15.1	11.7	11.7	11.7	15.8	15.9	14.2
2014	輸出	2.0	2.0	4.0	3.9	8.0	10.3	8.9	5.7	10.8	2.8	3.4	2.7	14.5	6.6	5.2	10.1	6.9	7.4	-2.4	9.3	12.9	-11.3	8.3	-2.8					

図3 中国 2001-14年の輸出・輸入と生産額の動向（増加率）



出所：表2から算出したデータにより作成。

(コンピューター・電子光学製品)の重要度が低下したことが分かる。

2006年から2(鉱業と採石業)を除いて、すべての産業では国内最終需要が国内生産だけで賄われる。各産業の規模が2000年より大きくなり、特に06年に4(衣料皮革と織物製造)、15(コンピューター・電子光学製品)、20(家具とその他の製造)と24(水上輸送)の4つの産業は国内需要より遥かに多い生産を行って、大量に輸出した。

図4-①から中国2000年の産業構造と貿易構造の特徴が読み取れる。まず、自国の生産だけで国内の需要を満たすのが難しく輸入に依存する産業がいくつあった。2(鉱業と採石業)、6(紙と紙製品の製造)、8(コークスと精製石油精製)、9(化学製品の製造)、13(基礎金属の製造)、15(コンピューター・電子光学製品)、17(機器装置の製造・修理)、18(モーターとトレーラー製造)等8産業があげられる。各産業で輸出によって誘発される輸入が存在しているのが分かる、輸入の依存度が大きいのが15(コンピューター・電子光学製品)、4(衣料皮革と織物製造)と9(化学製品の製造)である。また、国内需要によって誘発される輸入の割合が最も多い産業は15(コンピューター・電子光学製品)で、その次は16(電気機器の製造)、17(機器装置の製造・修理)である。

2006年に輸出によって誘発される輸入の量も

一層増加した、輸入の依存度の高い産業は15(コンピューター・電子光学製品)、4(衣料皮革と織物製造)と11(ゴムとプラスチック製品)などがあげられる。それに対して国内最終需要によって誘発される輸入の量が減少しつつある。28産業部門の中に国内最終需要によって誘発される輸入の割合が最も多い産業が25(空輸)になった。その次は2(鉱業と採石業)で、3位目は17(機器装置の製造・修理)である。

図4-③を図2-③と比べて見た結果、2(鉱業と採石業)は始終国内最終需要を国内生産で満たすことができぬ、輸入に依存する産業である。鉱業と採石業は資源産業で、生産技術がいくら発達しても、国内生産だけで内需要を満たすのが難しいと考えられる。2009-14年に輸出によって誘発される輸入の割合の多い産業は15(コンピューター・電子光学製品)、4(衣料皮革と織物製造)と11(ゴムとプラスチック製品)である。それに対して国内需要によって誘発される輸入の割合が多い産業は変わらず、ずっと1位は25(空輸)、2位は20(家具とその他の製造)、3位は2(鉱業と採石業)である。

2006年以来、国内生産が国内需要より遥かに多い産業が出てきた。本論文では高度輸出依存産業と呼ぶ。スカイラインチャート上でこういう産業の特徴は下から二番目の点線の上に白い部分(輸出によって誘発される国内生産と国内需要によって誘発される輸入の差額)が多い。この部分

スカイラインチャートによる中国産業・貿易構造の実証分析

図4 中国 2000-14年非競争輸入型産業連関表による新スカイラインチャートの比較

図4-① 2000年非競争輸入型産業連関表による新スカイラインチャート

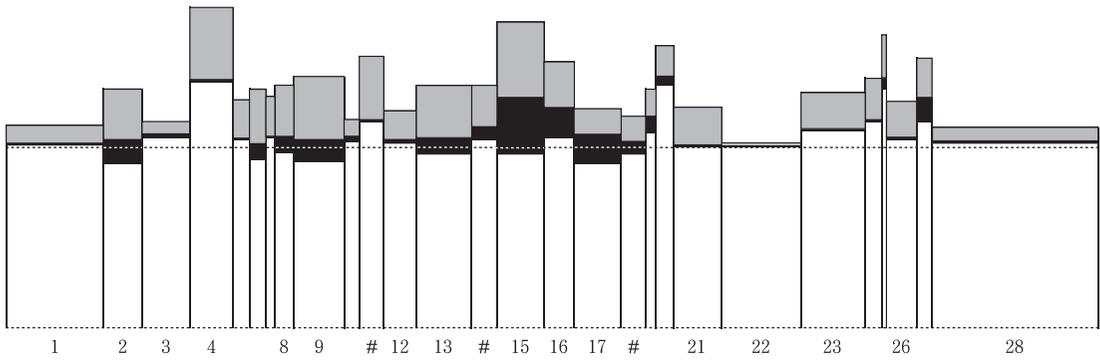


図4-② 2006年非競争輸入型産業連関表による新スカイラインチャート

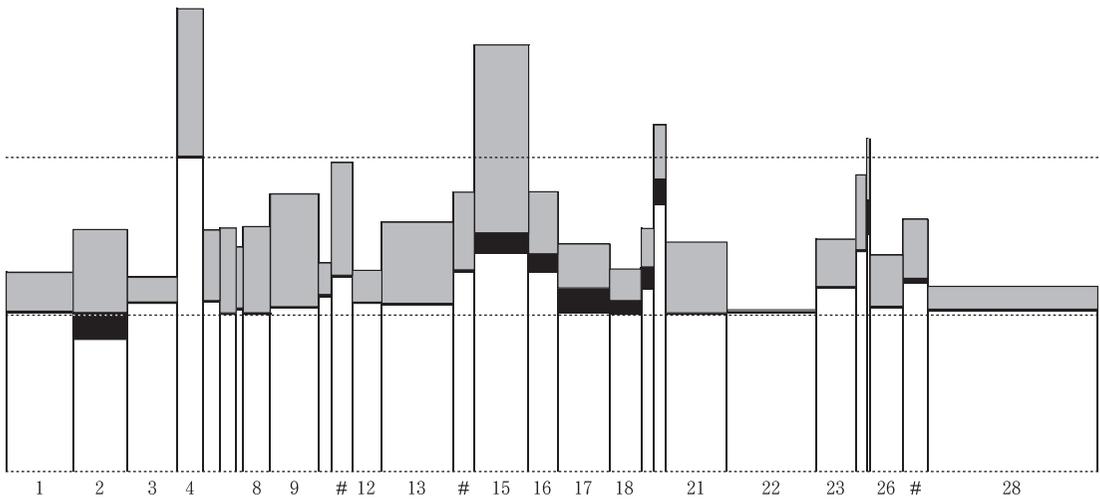
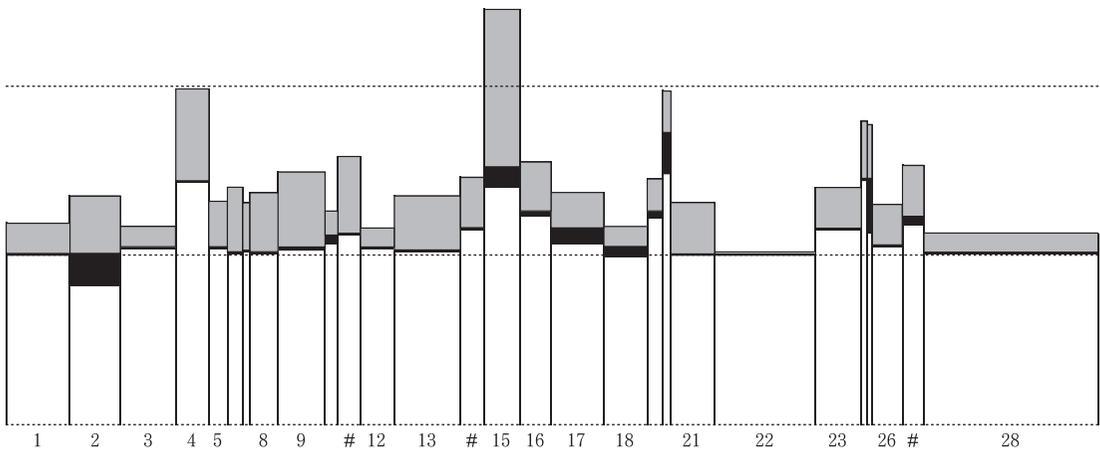


図4-③ 2009年非競争輸入型産業連関表による新スカイラインチャート



の変化はこの産業の技術力を反映できると思われる。

図2-③中国2014年の高度輸入依存産業は4(衣料皮革と織物製造), 11(ゴムとプラスチック製品), 14(機械装置以外の金属製品), 15(コンピューター・電子光学製品), 16(電気機器の製造), 17(機器装置の製造・修理), 23(卸売), 27(法律会計と本社の経営活動)などと考えられる。

## 5. 終わりに

本論文では、三つのスカイライン分析の比較から非競争輸入型スカイライン分析は中国の加工貿易が多いということが証明できたため、非競争輸入型スカイライン分析を提案した。非競争輸入型スカイライン分析により2000-14の中国の産業・貿易構造の変遷を確認した。

これまで中国の非競争輸入産業連関表がなく、WIODによってはじめて中国の非競争輸入型産業連関表が使用可能になった。2014年中国の競争輸入型スカイラインチャートと非競争輸入型スカイラインチャートの比較から、競争輸入型スカイライン分析では各産業の生産物に対するすべての中間需要と最終需要のうち輸入品の占める割合が同一であるという仮定が適切ではないと言える同時に、中国加工貿易が多いということも証明できた。

2001年から中国輸出、輸入と国内生産額が急速に増加しつつある。08年に輸出、輸入と国内生産額の増加率が大きくなり、世界経済危機の影響で09年の増加率がマイナスになって、景気回復後2010年に増加率また最高値になった。

産業別から見ると、2000年に自国の生産だけで国内の需要を満たすのが難しく輸入に依存する産業が2(鉱業と採石業), 6(紙と紙製品の製造), 8(コークスと精製石油精製), 9(化学製品の製造), 13(基礎金属の製造), 15(コンピューター・電子光学製品), 17(機器装置の製造・修理), 18(モーターとトレーラー製造)等8産業があげられるが、生産技術の発達につれて06年

から2(鉱業と採石業)だけになった。

スカイライン図の横幅、国内最終需要の観点から、1(農林畜水産業), 4(衣料皮革と織物製造)の重要度が低くなったが、13(基礎金属の製造), 21(電気・ガス・上下水道), 27(法律会計と本社の経営活動)等産業の重要度が高くなった。

2000年に、各産業で輸出によって誘発される輸入の割合高さ順は15(コンピューター・電子光学製品), 4(衣料皮革と織物製造)と9(化学製品の製造)である。また、国内需要によって誘発される輸入が最も多い産業は15(コンピューター・電子光学製品)で、その次は16(電気機器の製造), 17(機器装置の製造・修理)である。2006年に輸出によって誘発される輸入の量も一層増加した、高さ順では15(コンピューター・電子光学製品), 4(衣料皮革と織物製造)と11(ゴムとプラスチック製品)になる。11(ゴムとプラスチック製品)が初めて第3位になった。それに対して国内需最終需要によって誘発される輸入の量が減少しつつある。国内需最終需要によって誘発される輸入の割合の最も多い産業が25(空輸)に変わった。2位は(鉱業と採石業)で、3位は17(機器装置の製造・修理)である。

また2014年の高度輸入依存産業は4(衣料皮革と織物製造), 11(ゴムとプラスチック製品), 14(機械装置以外の金属製品), 15(コンピューター・電子光学製品), 16(電気機器の製造), 17(機器装置の製造・修理), 23(卸売), 27(法律会計と本社の経営活動)などと考えられる。

### 《注》

(i) (12)式は、以下のようにも表される。

$$e = \{I - (I - \hat{M})A\}^{-1}e + [(I - A)^{-1}\hat{M}A\{I - (I - \hat{M})A\}^{-1}]e$$

即ち、

$$(I - A)^{-1} = \{I + (I - A)^{-1}\hat{M}A\} \{I - (I - \hat{M})A\}^{-1}$$

さらに、

$$I - (I - \hat{M})A = (I - A) \{I + (I - A)^{-1}\hat{M}A\}$$

この式が成り立つことを証明すれば、(12)式が成り立つことが証明できる。式の右辺を展開することにより、以下のように、左辺の式が導出される。

$$(\mathbf{I}-\mathbf{A})\{\mathbf{I}+(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}\hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}\} = (\mathbf{I}-\mathbf{A})\hat{\mathbf{M}}\mathbf{A} = \mathbf{I} - (\mathbf{I}-\hat{\mathbf{M}})\mathbf{A}$$

これより(12)式が成り立つことが証明される。

#### 参考文献

1. 宇多賢治郎 (2003) 「スカイライン分析と分析用ツール (Ray) の紹介」『イノベーション & I-O テクニック』11 巻 2 号, 63 ページ, 環太平洋産業連関分析学会
2. 桑森啓 (1999) 「ASEAN 諸国の域内経済協力と経済統合 — 産業スカイラインによる分析 —」『イノベーション & I-O テクニック』第 9 巻 2 号, 環太平洋産業連関分析学会
3. 黒田昌裕 (1990) 「経済構造変化と国際競争力 — 日米経済の比較から —」『イノベーション & I-O テクニック』1 巻 3 号, 環太平洋産業連関分析学会
4. 武田晋一 (2005) 「スカイライングラフによる ASEAN 4 産業構造の推移比較」『国際開発研究』第 5 巻 1 号, 勁草書房
5. 武田晋一 (2006) 「1975-2000 年アジア産業構造の推移比較 — スカイライングラフによる分析を中心として」『イノベーション & I-O テクニック』第 14 巻 3 号, 環太平洋産業連関分析学会
6. 宮川幸三 (2003) 「日本・中国の産業構造および貿易構造の現状」『経済学季報』第 53 巻 1・2 号, 立正大学経済学会
7. 宮川幸三 (2005) 「スカイラインチャートによる産業構造分析の新たな視点」『イノベーション & I-O テクニック』第 13 巻 2 号, 環太平洋産業連関分析学会
8. 宮沢健一 (2002) 『産業連関分析入門 (第 7 版)』日本経済新聞社
9. 藤川清史 (1999) 『グローバル経済の産業連関分析』創文社
10. W. W. Leontief 山田勇。家本秀太郎訳 (1959) 『アメリカ経済の構造』東洋経済新報社
11. W. W. Leontief 新飯田宏訳 (1963) 「発展の構造」『産業連関分析』岩波書店