

Discussion Paper Series A No.564

東アジアにおける経済構造変化とカーボンリーケージ
—2005年アジア国際産業連関表によるCO₂集約度の
計算についての推計をふまえて—

長谷部勇一（横浜国立大学）
藤川 学（(株)地域計画連合）
シュレスターナゲンドラ（横浜国立大学）

2012年3月

Institute of Economic Research
Hitotsubashi University
Kunitachi, Tokyo, 186-8603 Japan

「国際産業連関表による CO2 集約度の計算について」¹

長谷部勇一（横浜国立大学）

藤川学（(株) 地域計画連合）

シュレスト・ナゲンドラ（横浜国立大学）

はじめに

2011 年 12 月に南アフリカにおいて開催された「地球温暖化対策について協議する国連気候変動枠組み条約第 17 回締約国会議 (COP17)」において、京都議定書の 5 年間延長と、全ての国を対象とした新たな枠組みについて 2015 年までに合意することを柱とするダーバン宣言が採択された。枠組みは採択されたものの、先進国と新興国・途上国との対立は根深いものがあり、「共通であるが差異のある責任」の具体的あり方は依然模索の段階にある。対立の根底には、現在の温暖化ガス国内排出量を基準とすると過去の排出量の蓄積(積分)量が無視されるので先進国が有利になる、国内排出量ではなく公平性の観点からは一人当たり排出量で考えるべきである、という考え方の相違のほか、途上国は先進国への輸出により排出を肩代わりしていることを配慮すべきであるという問題がある²。これは、貿易を通じたカーボンリーケージ（貿易品に含まれる温暖化ガス（主に CO₂）が輸入国から輸出国へ移転するという問題）としても知られ、多くの研究が蓄積されてきた。

一般に製品に含まれる環境負荷の推計方法として、産業連関表を用いたトップダウン型と個々の製品に着目するボトムアップ型の方法がある。生産に伴う環境負荷は、当該の財の生産過程で直接発生するものに加えて、その財の生産に必要な資源、燃料、原材料など数多くの中間財の生産過程で発生する環境負荷を間接的に考慮することが必要である。そのため、多くの研究では中間財取引を含む産業連関表が使用されてきた。我が国で初めて本格的に作成された大気汚染 (SO₂) 排出原単位係数³を用いて、産業連関モデルにより貿易に伴う汚染物質の海外移転について明らかにしたのが、高橋・安原(1975)の研究である。これによれば、1960 年代から 70 年頃まで、アメリカ、イギリス、フランス、西ドイツ各

¹ 本研究は、平成 24 年一橋大学経済研究所・共同利用共同研究拠点事業プロジェクト「欧州およびアジアの国際産業連関表データベースの編成」の研究成果の一部である。

² 寺西(1992)は、地球環境問題を見る視点として、(1)越境型の広域環境汚染、(2)公害輸出による環境破壊、(3)国際分業を通じた資源と環境の収奪、(4)貧困と環境破壊の悪循環的進行、(5)地球共有資源の汚染と破壊、という 5 類型を提唱したが、カーボンリーケージ、土地や水資源のフットプリントなど、(3)に含まれる問題領域であり、現代的にも重要な視点である。

³環境庁(1972)において、産業ごとの生産単位当たりの汚染物質発生量(原単位)が推計された。

国は輸出による汚染発生量が輸入による回避量を下回り、貿易により汚染発生量が抑制されているのに対し、日本は逆に貿易により汚染発生量が増加していることが明らかにされた。その後も、一国を対象とした貿易による環境負荷の研究がなされてきたが⁴、そのほとんどは輸入した製品に含まれる環境負荷の推計において、輸入品が国内で生産されたと仮定して汚染排出量を推計するという方法がとられており、必ずしも海外で実際に生産された輸入品に含まれる汚染排出量が推計されたわけではなかった。そこで、近年、国際産業連関表を利用して、外国を含む各産業の汚染物質排出量のデータをもとにした研究が多くなってきている。

しかしながら、国際産業連関表は国際間の中間財、最終財の貿易取引を含むため、そのデータの収集、推計には多大な労力とコストが必要になる。理想的には、世界経済すべての国を対象としてより多くの産業部門を利用した環境負荷の推計が望ましいが、実際には、対象とする国や産業部門の数は限られており、様々の工夫が必要となっている。Manfred Lenzen, Lise-Lotte Pade & Jesper Munksgaard (2004) の整理 (図 1 参照) に寄れば、産業連関表を利用した研究においても国際貿易や産業部門ごとの二酸化炭素など汚染物質排出量のデータが限られていることから、(a)環境負荷の計算を一国表のデータだけで行う「自立経済(Autonomous Economies)」、(b)主要な貿易国の輸入データだけを利用する「片方向貿易(Unidirectional trade)」、(c)主要な貿易国の輸出と輸入のデータを利用する「多方向貿易(Multidirectional trade)」の 3 つのタイプに分け、デンマークを例に取り、(a)から(c)に至る方法で推計することでより正確な分析ができることを示した。(c)のタイプで推計する場合、貿易を行うすべての国のデータが必要になるが、実際にはデータの制約から主要国以外の国や地域を ROW(Rest Of the World;その他世界)として分離することが一般的である。ROW として統合する場合、それを完全に多方向貿易モデルとして扱うためには、ROW からの輸入だけでなく ROW への輸出に関しても、表 1 のように産業部門別にその販路先の推計作業が必要となる。しかし、この部分の信頼しうる統計を得ることは困難であり、輸出に関わる部分の産業別の推計は行わず、輸入に関する部分を含めた表 2 のような形式が有効である。アジア経済研究所で推計されているアジア国際産業連関表はこの形式であり、図 1 の(d)のように多方向+片方向貿易のモデルになっているといえよう。

<図 1 >

<表 1 >

⁴長谷部(1994)は、DPG (Deviation from Proportional Growth; 比例的成長からの乖離)分析を環境負荷の要因分析に応用して、1985 年から 1990 年にかけて日本経済は、CO₂、NO₂、SO₂の排出に関して、中間投入と固定資本投資の拡大によって、より環境負荷的な構造になったが、輸出の減少と輸入の拡大により全体的には環境負荷を若干減少させた効果を持っていることを明らかにした。

<表 2 >

このような形式の国際産業連関表を利用した研究には、藤川他（2002）、井村他（2005）、羅（2006）、渡邊・下田・叶・藤川（2009）、星野優子・杉山大志・上野貴弘（2010）などがある。いずれも、アジア経済研究所で作成されたアジア国際産業連関表をベースにして、各国、各産業の CO₂排出集約度の計算を行っているが、これら既存研究の多くは、外生国からの輸入に伴う CO₂排出は、外生国の生産条件や CO₂排出データが存在しないため、これらを捨象して内生国内の相互依存関係の分析しか行われていない。しかしながら、内生国の生産において中間財の輸入が多ければ多いほど、これらを捨象することは各国の CO₂排出を過小評価するという問題が生じる。金本圭一朗・外岡豊（2009）は、日本の 1 国表をベースにして比較的詳細な部門分類とそれに対応した CO₂ 排出量を推計し、輸入財に関してアメリカの産業別排出係数で代表するという方法で CO₂ 国際収支を推計したが、国際産業連関表を利用したわけではない。そこで本研究では、藤川他（2002）で提案された外生国（ROW）の CO₂集約度を内生国の CO₂集約度の加重平均と仮定して内生化する方法を発展させ、2005 年時点の中国、韓国、日本、アメリカを内生国とする国際産業連関表を独自に推計した上で、内生国および外生国の CO₂排出にかかわる相互依存関係を分析し、1995 年から 2005 年にかけての貿易に伴うカーボンリーケージの動向について検討を加えたい。

1. モデルと分析方法

本研究では、「多方向+片方向貿易モデル」にもとづいて CO₂排出の分析を行うものであるが、ROW の扱い方を数学的に多少工夫することに定式化を行う。表 1 のように ROW が完全に内生化する国際産業連関表が存在し、ROW の CO₂排出量データも存在するとすれば、以下のようにして CO₂集約度を計算することが可能になる。

$$\bar{t} = \bar{h}(I - \bar{A})^{-1} \quad -①$$

ここで、

$\bar{t} = (t^C, t^K, t^J, t^U, t^R)$; 中国、韓国、日本、米国その他国々のそれぞれの部門の CO₂集約度を並べた行ベクトル

$\bar{h} = (h^C, h^K, h^J, h^U, h^R)$; 中国、韓国、日本、米国その他国々のそれぞれの部門の直接 CO₂排出係数

$$\bar{A} = \begin{pmatrix} A^{CC} & A^{CK} & A^{CJ} & A^{CU} & A^{CR} \\ A^{KC} & A^{KK} & A^{KJ} & A^{KU} & A^{KR} \\ A^{JC} & A^{JK} & A^{JJ} & A^{JU} & A^{JR} \\ A^{UC} & A^{UK} & A^{UJ} & A^{UU} & A^{UR} \\ A^{RC} & A^{RK} & A^{RJ} & A^{RU} & A^{RR} \end{pmatrix} ; \text{中国、韓国、日本、米国、その他国々}$$

の投入係数ブロック行列

I ; 単位行列

「多方向+片方向貿易モデル」の場合、表3のように、 $A^{CR} = A^{KR} = A^{JR} = A^{UR} = A^{RR} = \mathbf{0}$ （ゼロ行列）とし、ROWから内生国の中間財、最終財の合計値を \bar{X}^R と定義すれば、形式的に5国モデルとなり、①式でCO₂集約度を定義できることになる。

<表3>

ここで、行列 \bar{A} を部分行列化し、次のようにブロックに分ける。

$$(I - \bar{A})^{-1} = \begin{bmatrix} I - A^{CC} & -A^{CK} & -A^{CJ} & -A^{CU} & \vdots & 0 \\ -A^{KC} & I - A^{KK} & -A^{KJ} & -A^{KU} & \vdots & 0 \\ -A^{JC} & -A^{JK} & I - A^{JJ} & -A^{JU} & \vdots & 0 \\ -A^{UC} & -A^{UK} & -A^{UJ} & I - A^{UU} & \vdots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \vdots & \dots \\ -A^{RC} & -A^{RK} & -A^{RJ} & -A^{RU} & \vdots & I \end{bmatrix}^{-1} \quad -②$$

第1ブロックは、内生4ヶ国モデルのレオンチェフ行列に相当するので、その逆行列をBとする。ここで、②式右辺の行列を内生国ブロックと外生国ブロックに分け、部分行列の逆行列として展開することにより、

$$(I - \bar{A})^{-1} = \begin{bmatrix} B & 0 \\ A^{RB} & I \end{bmatrix} \quad -③$$

が得られる。ここで、日中韓米の内生4ヶ国とROWを分けるために、 $t = (t^C, t^K, t^J, t^U)$ $h = (h^C, h^K, h^J, h^U)$ とおけば、 $\bar{t} = (t, t^R)$, $\bar{h} = (h, h^R)$ とおくことができるので、①式は、

$$(t, t^R) = (h, h^R) \begin{bmatrix} B & 0 \\ A^{RB} & I \end{bmatrix} \quad -④$$

となり、右辺を展開することにより、

$$t = hB + h^R A^{RB} \quad -⑤$$

$$t^R = h^R \quad -⑥$$

と解くことができる。これによれば、何らかの仮定で h^R または t^R を与えれば、内生国の4ヶ国のデータから計算される内生国で排出されるCO₂排出量 hB に、外生国で排出される $h^R A^{RB}$ を加えることで、全体としてのCO₂排出集約度を計算することができることを示している。

ここで、各国各部門のCO₂集約度を分解するために、各部門での直接CO₂排出係数ベ

クトル \bar{h} を対角行列化したものを、 $\langle \bar{h} \rangle$ とおけば、

$$\begin{aligned}\bar{T}_{mat} &= \langle \bar{h} \rangle (I - \bar{A}^{-1}) \\ &= \begin{bmatrix} \langle h \rangle & \vdots & O \\ \cdots & \vdots & \cdots \\ O & \vdots & \langle h^R \rangle \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B & \vdots & O \\ \cdots & \vdots & \cdots \\ A^R B & \vdots & I \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \langle h \rangle B & \vdots & O \\ \cdots & \vdots & \cdots \\ \langle h^R \rangle A^R B & \vdots & \langle h^R \rangle \end{bmatrix} \quad -⑦\end{aligned}$$

が得られる。 \bar{T}_{mat} の列和各部門のCO₂集約度を表すことになる。この⑦式をもとにすることで、各国の最終需要と貿易を通じたCO₂排出の国際的相互依存関係を分析することが可能になる。国際産業連関表の最終需要ブロックには、自国内の産業から購入される財・サービスの他、他国から購入分も計上されている。たとえば、中国の列を見ると F^{CC} は、中国国内から購入された最終財、 F^{JC} は日本から購入された最終財、 F^{KC} 、 F^{UC} 、 F^{RC} はそれぞれ韓国と米国とその他国々から購入された最終財を表している。したがって、中国の最終需要ベクトルを \bar{T}_{mat} に右から乗ずることで、中国の最終需要から誘発された各国の生産に伴う直接・間接のCO₂排出量を計算することが可能になる。これを一般化して表わせば、

$$\bar{F} = \begin{bmatrix} F^{CC} & F^{CK} & F^{CJ} & F^{CU} & E^C \\ F^{KC} & F^{KK} & F^{KJ} & F^{KU} & E^K \\ F^{JC} & F^{JK} & F^{JJ} & F^{JU} & E^J \\ F^{UC} & F^{UK} & F^{UJ} & F^{UU} & E^U \\ F^{RC} & F^{RK} & F^{RJ} & F^{RU} & O \end{bmatrix}$$

とし、

$$F = \begin{bmatrix} F^{CC} & F^{CK} & F^{CJ} & F^{CU} \\ F^{KC} & F^{KK} & F^{KJ} & F^{KU} \\ F^{JC} & F^{JK} & F^{JJ} & F^{JU} \\ F^{UC} & F^{UK} & F^{UJ} & F^{UU} \end{bmatrix}, \quad F^R = (F^{RC} F^{RK} F^{RJ} F^{RU}), \quad E = \begin{pmatrix} E^C \\ E^K \\ E^J \\ E^U \end{pmatrix}$$

とおけば、

$$\begin{aligned}\bar{T}_{mat} \bar{F} &= \begin{bmatrix} \langle h \rangle B & \vdots & O \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \langle h^R \rangle A^R B & \vdots & \langle h^R \rangle \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F & \vdots & E \\ \cdots & \vdots & \cdots \\ F^R & \vdots & O \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \langle h \rangle BF & \vdots & \langle h \rangle BE \\ \cdots & \vdots & \cdots \\ \langle h^R \rangle A^R BF + \langle h^R \rangle F^R & \vdots & \langle h^R \rangle A^R BE \end{bmatrix} \quad -⑧\end{aligned}$$

この $\bar{T}_{mat} \bar{F}$ は、本研究のデータセットにおいては各国、各地域15部門、最終需要は1部

門であるので、75 行×5 列となる。右辺の $\langle h \rangle BF$ は、60 行×4 列の行列であり、その第 1 列は中国の最終需要にもとづく中国、韓国、日本、米国の各産業部門で誘発される CO₂排出量となっており、第 2 列と第 3 列と第 4 列は同じく韓国と日本と米国の最終需要にもとづく各国の各産業で誘発される CO₂排出量であり、内生国内の CO₂誘発構造を表している。 $\langle h^R \rangle A^R BF$ は、15 行×4 列の行列であり、内生国の最終需要により内生国で誘発された生産のために外生国から輸入された中間財に含まれる CO₂排出量を表す。 $\langle h^R \rangle F^R$ は 15 行×4 列の行列であり、内生国の最終需要の内、外生国から直接輸入された最終財に含まれる CO₂排出量を表す。 $\langle h \rangle BE$ は 60 行×1 列の列ベクトルであり、内生国から外生国への輸出により内生国内で誘発された各産業の CO₂排出量を表す。 $\langle h^R \rangle A^R BE$ は 15 行×1 列の列ベクトルであり、内生国から外生国への輸出により内生国で誘発された生産のために外生国から輸入された中間財に含まれる CO₂排出量を表す。

したがって、 $\bar{T}_{mat} F$ の行和は内生化された 4ヶ国と外生化された地域の各産業で排出された CO₂排出総量を表す。これを各国、地域毎に集計すれば、各国、各地域内の生産に伴い排出された CO₂総量となり、「生産ベース」の CO₂排出量と呼ばれる。これに対して、 $\bar{T}_{mat} F$ の列和は、内生化された 4ヶ国の最終需要を満たすために、各国の各産業で排出された CO₂排出総量を表す。また、それぞれの列を各国毎に集計すれば、各国の最終需要を満たすために排出された各国、地域で排出された CO₂量となり、各国、地域内で発生した CO₂、各国、地域から輸入された CO₂を表す。この列和は「消費ベース」の CO₂排出量とも呼ばれる。

この $\bar{T}_{mat} F$ の転置行列を $(\bar{T}_{mat} \bar{F})^t$ とおいて、

$$\bar{T}_{mat} \bar{F} - (\bar{T}_{mat} \bar{F})^t \quad \text{----} \textcircled{9}$$

をとれば、対角要素（自国の最終需要を満たすため、自国内で発生した CO₂排出量）がゼロとなり、対角要素の右側の三角部分は、各行の国が輸出により他国のための生産に伴う CO₂排出量と各列の国の最終需要を満たすために輸入によって他国に発生させた CO₂排出量の差となり、CO₂排出の国際収支バランスを表すことになる。この値が黒字（プラス）であれば、全体として他国のために CO₂排出を「肩代わり」したこと、赤字（マイナス）であれば、全体として他国へ CO₂排出を「押し付け」たことを意味することになる。

最後に、ROW の財の CO₂排出集約度 t^R の決定モデルを示す。先に述べたように、もし表 1 のような世界全体の国際間産業連関表と各国・各産業部門の直接 CO₂排出係数 h がわかれば、①式によって、すべての国と地域の CO₂排出集約度は計算できることになる。しかしながら、通常は、費用と時間の関係で主要な対象国を内生国とし、それ以外の地域を「その他世界」(ROW)とし、ROW から輸入された財のみを内生国の投入として計上する形式の表が作成される。そのため、ROW から輸入財に含まれる CO₂排出を考慮できないので、通常は内生国内に限った CO₂誘発構造や CO₂貿易収支の分析が行われてきた。

たとえば、アジア経済研究所で作成しているアジア国際産業連関表は、日本とアメリカと中国を含む 10ヶ国を内生国としたものであるが、ROW には EU や湾岸諸国などが含ま

れ、それらの国・地域から輸入される財やそれに含まれる CO₂排出は無視できる程小さくはない。そこで、本研究では ROW の CO₂排出集約度を内生国の CO₂排出集約度から加重平均により推計するという方法を用いる。方法としては、内生国の算術平均をとる、内生国内でたとえば、日本のように CO₂排出集約度が低い国と同じであるとみなす、内生国内でたとえば、中国のように CO₂排出集約度が高い国と同じであるとみなす、というケースを想定して、複数のケースにより幅のある推計を行う。したがって、本研究は複数の結果が推計される一種のシナリオ分析になるが、ROW からの CO₂排出を含めた国際収支の分析が比較的簡単に行えるという利点を有する。

具体的な推計方法は、中国、韓国、日本、米国の各産業の CO₂排出集約度をそれぞれ $t_i^C, t_i^K, t_i^J, t_i^U$ とおき、それぞれのウェイトを $w_i^C, w_i^K, w_i^J, w_i^U$ とし、ROW の各産業の CO₂排出集約度を t_i^R とおけば、その加重平均は、

$$t_i^R = w_i^C t_i^C + w_i^K t_i^K + w_i^J t_i^J + w_i^U t_i^U \quad (\text{ただし、} w_i^C + w_i^K + w_i^J + w_i^U = 1) \quad \text{---⑩}$$

となる。

これをベクトルと行列で表示すれば、

$$(t_1^R, \dots, t_n^R) = (t_1^C, \dots, t_n^C, t_1^K, \dots, t_n^K, t_1^J, \dots, t_n^J, t_1^U, \dots, t_n^U) \begin{pmatrix} w_1^C & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2^C & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & w_n^C \\ w_1^K & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2^K & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & w_n^K \\ w_1^J & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2^J & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & w_n^J \\ w_1^U & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2^U & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & w_n^U \end{pmatrix} \quad \text{---⑪}$$

となる。ここで、 $t_i^C, t_i^K, t_i^J, t_i^U$ を要素とするベクトルをそれぞれ t^C, t^K, t^J, t^U とおき、 w_i^C, w_i^K, w_i^J からなるウェイトを対角要素とする対角行列を $\langle w^C \rangle, \langle w^K \rangle, \langle w^J \rangle, \langle w^U \rangle$ とおけば、⑩式は、次のようにも表わされる。

$$t^R = (t^C, t^K, t^J, t^U) \begin{bmatrix} \langle w^C \rangle \\ \langle w^K \rangle \\ \langle w^J \rangle \\ \langle w^U \rangle \end{bmatrix} \quad \text{---⑫}$$

本研究では、ケース【1】では、 $w_i^C = w_i^K = w_i^J = w_i^U = \frac{1}{4}$ とし、ケース【2】では、 $w_i^C = 1, w_i^K = w_i^J = w_i^U = 0$ 、ケース【3】では、 $w_i^K = 1, w_i^C = w_i^J = w_i^U = 0$ 、ケー

ス【4】では、 $w_i^J = 1$ $w_i^C = w_i^K = w_i^U = 0$ で、ケース【5】では、 $w_i^U = 1$, $w_i^C = w_i^K = w_i^J = 0$ として t^R を求めた。また、従来の研究との比較のために、ROWからの輸入を考慮しない内生国のみの排出量から計算される集約度を求めるため、ケース【6】として、 $w_i^C = w_i^K = w_i^J = w_i^U = 0$ とした計算も行った。日中韓米4ヶ国のCO₂排出集約度については、本研究では、⑦式、⑧式、⑬式により、ROWからの輸入財に含まれるCO₂排出量を考慮したCO₂排出集約度の計算を行った。具体的な計算式については、⑫式のウェイト行列をWとおけば、 $t^R = tW$ となるので、⑤式と⑥式より、

$$t = hB + tWA^R B \quad -⑬$$

となる。これより、tを求めても良いが、 $B = (I - A)^{-1}$ であることを考慮して、⑬式の両辺に $(I - A)$ を右から掛けることにより、

$$t(I - A) = h + tWA^R$$

となるので、この式からtを未知数として求めて

$$t = h\{I - (A + WA^R)\}^{-1} \quad -⑭$$

により、tと t^R を求めた。本研究では、US\$に変換したCO₂排出集約度となっており、単位は、千t/百万US\$（または、Kg/US\$）である。

2. データセット

2-1. 日中韓米15部門国際産業連関表について

1995年表と2000年表に関しては、アジア経済研究所で作成された10カ国24部門表を4カ国15部門表に統合したものを利用した。2005年表については、本校執筆時点（2012年1月）では公表されていないため、以下のような方法で独自に推計した。まず、ベースとなる日本、中国、韓国、米国の2005年表はOECDにより推計されたものを利用した。OECD表は、内生48部門で共通に定義され、しかも非競争輸入方式で作成されているため、基礎資料として使用した。部門の統合は、表4に基づいて行った。

<表4>

国際交易の部分については、できるだけ既存の貿易データを利用することで、忠実に国際間の投入構造を反映しようと考え、貿易データに基いた日中韓米国際間貿易マトリックスを構築し、より精度の高い産業別中間需要計、中間投入計を推計したうえでRAS法により日中韓米国際産業連関表を作成した。具体的には、UN COMTRADEからStandard International Trade Classification, Third Revision(SITC.3)「国際標準貿易分類」に基づ

き、最も詳細的な貿易データ（4 and 5-digit）をとり、SITC-BEC(Broad Economic Categories)コード変換表を用いて、商品別国際貿易データを財別に（中間財と最終財）分ける⁵⁶。さらに、SITC-ISIC(International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Revision 3)「国際標準産業分類」対応表に基づき、商品別データを産業別データに変換する⁷。変換された ISIC ベースの貿易データを ISIC-AIO コード対照表に基づき、国際産業連関表の産業コードに変換を行う。以上の作業により、表 1 の灰色の部分（産業ベース）の行合計を得ることができる。総投入（総産出）と付加価値部分は各国の OECD2005 年表からデータを入手できる。中間投入計（産業ベース）は総投入から付加価値と ROW の輸入を除くことにより算出する。各国の 2005 年表の最終需要項目から最終財輸入を控除し、それと総産出との差を取るにより、中間需要計（産業ベース）を得ることができる。これらをベースとして、灰色部分の各マス目の取引額を RAS 法によって推計することが可能となる。

2-2 二酸化炭素排出量の推計

CO₂排出量については、各産業部門で燃焼されたエネルギー量をもとに、その炭素含有量の比率を掛けて推計した。日本では、環境省環境研究所が基本表ベースで詳細な CO₂ 排出量データを作成しているが、4ヶ国共通に推計できる方法で推計した。CO₂排出は、セメント生産などからも排出されるが、本研究では考慮されていない。エネルギー消費量は、IEA(世界エネルギー機関)が公表するエネルギーバランス表 (Energy statistics and balances of OECD (Non-OECD) countries) の統計を用いた。この統計により、日本、中国、韓国、米国のエネルギーバランスデータが熱量 (TOE) ベースで得られる。対象としたエネルギーは、石炭、石油、天然ガスであるが、原油と石油製品を統合して「石油」として扱った。エネルギーバランス表での部門分類は 13 部門であるが、東アジアでの貿易関係に注目して、「機械」を「一般機械」、「電子電気製品」、「その他電気製品」の 3 つに細分し、エネルギー消費量を各部門の生産量より按分比例した。部門分類については、表 5 に基づいて行った。CO₂の排出については、化石燃料の消費燃料に排出係数（石炭 4.018 トン/Toe、石油 3.313 トン/Toe、天然ガス 2.317 トン/Toe、いずれも CO₂換算）を乗じることで計算した。

<表 5 >

⁵ United Nations Statistics Division (<http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regdnld.asp?Lg=1>)

⁶ SITC は HS (Harmonized Commodity Description and Coding System) 「品目銘柄の統一とコード化体系」より分類が粗くなる可能性があるものの、分類上の特徴として、製造に使われた原料、製造段階、商品の使用、技術的進歩などを反映している。

⁷ Eurostat correspondence tables (http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/rerelations/index.cfm?TargetUrl=LST_LINK&StrNomRelCode=SI TC%20REV.%203%20-%20ISIC%20REV.%203&StrLanguageCode=EN)

3. 実証結果

3-1 マクロ経済構造の変化と CO₂排出

CO₂排出量の分析の前に、日中韓米国際産業連関表に基づいた 1995 年－2000 年－2005 年にかけてのマクロ経済構造の推移とその特徴を見ておこう。図 2 は、4 カ国の名目の総生産額の推移を見たものである。中国は一貫して生産を大きく増加しており、1995 年から 2000 年にかけて 1.87 兆ドルから 3.11 兆ドル(+66.0%)へ、2005 年には 6.62 兆ドル(+112.9%)となり、1995 年から 10 年間で 253.4%の増加率(年率換算 28.7%)を示した。次いで韓国は、1997 年のアジア通貨危機の影響もあり 1995 年から 2000 年にかけて 1.06 兆ドルから 1.20 兆ドル(+13.4%)程度の成長であったが、その後急速に回復し 2005 年には 2.02 兆ドル(+68.3%)と大きく伸ばし、1995 年から 10 年間で 90.8%の増加率(年率換算 13.8%)を示した。他方、日本は平成不況が長引き 1995 年から 2000 年にかけて 9.75 兆ドルから 8.68 兆ドル(-10.9%)へ減少を示し、2005 年には 8.82 兆ドル(+1.6%)とやや回復したものの、1995 年から 10 年間では-9.5%の減少率(年率換算-2.0%)となった。米国は、中国ほどではないものの、13.5 兆ドル、17.9 兆ドル、28.8 兆ドルと順調に成長した(年率換算+7.9%)。

<図 2 >

<図 3 >

次に、本研究で推計された各国の CO₂排出量を見てみよう。図 3 によれば、中国が 1995 年の 30.8 億トンから 2000 年の 30.7 億トンとやや排出量を減少させたものの 2005 年には 49.9 億トンと大きく増加させ、10 年間で+62.6%、年率換算で+10.1%の増加を示し、CO₂排出大国となったことがわかる。次いで韓国は 1995 年の 3.8 億トンから 2000 年の 5.2 億トンへと大きく増加させたが、2005 年には 4.6 億トンと減少させ、10 年間で見ると+18.7%、年率換算で+3.5%の増加となった。日本は、1995 年の 12.4 億トンから 2000 年の 13.1 億トンへと増加したが、2005 年には 12.5 億トンとやや減少させ、10 年間では+1.3%、年率換算で 0.3%の増加を示した。米国は、1995 年の 52.5 億トンから 2000 年の 59.1 億トンと増加を示したものの、2005 年には 49.9 億トンとやや減少させ、年率換算では 0.8%の増加を示した。

次に、マクロレベルの排出係数、すなわち、総生産 1 単位当たりの CO₂排出量の推移を見たものが、図 3 である。これによると、中国の値は、水準そのものは高いもののこの 10 年間で 1.642→0.986→0.753 と大きく減少させ、-54.1% (年率換算-14.4%) だったことがわかる。韓国の値も、0.363→0.434→0.226 と 10 年間でみると-37.8%(年率換算-9.1%)と減少となった。米国の値も、0.390→0.329→0.197 と大きく減少させ、-49.5%(年率換算-6.6%)の減少率となった。それに対し日本の値は、0.127→0.151→0.14 と 2005 年でやや改善したが、10 年間で見ると+1.3%(年率換算+0.3%)の増大を示した。

<図 4 >

3-2 CO₂排出集約度

<表 6 >

2005 年に関する結果が表 6 である。まず、ケース【1】をもとにして、それぞれの国の部門別の大きさを見ると、中国については、石油石炭製品（参考のため、4カ国平均の集約度を示すと、4.87。以下同じ）がトップであり、続いて金属製品（3.62）、サービスその他（2.46）、一般機械（1.65）、輸送機械（1.46）となっている。サービスその他には、通常サービスの他に電力・ガス部門が含まれているため、比較的高くなっている。集約度の低い部門としては、鉱業（0.70）、農林水産（0.80）、電気電子機械（0.90）、食品・タバコ（0.99）、繊維衣服（1.15）となっており、主に1次産業と軽工業が並んでいる。

次に日本については、中国と同様、石油石炭製品（1.16）がトップで、続いて、非金属鉱物製品（0.72）、その他製造品（0.56）、金属製品（0.54）、化学製品（0.53）となっている。低い部門としては、繊維衣服（0.22）、食品・たばこ（0.23）、電気電子機械（0.24）となっている。韓国についても、石油石炭製品（1.24）がトップであり、非金属鉱物製品（1.23）、その他製造品（0.99）、金属製品（0.71）、サービス（0.61）と続いている。また、低い部門としては、電子電気機械（0.33）、鉱業（0.35）、輸送機械（0.40）食品・タバコ（0.41）、農林水産（0.44）となっている。米国に関しては、集約度の高い部門は、石油石炭製品（1.09）、非金属鉱物製品（0.96）、化学製品（0.58）、金属製品（0.51）であり、低い部門は、鉱業（0.21）、電気電子機械（0.34）、その他電気機械（0.35）となっており、全体的に日中韓米でおなじような傾向を持っていることがわかる。

また、国の比較では全体として中国の各部門がかなり高い値（15部門の単純平均値として、1.81）となり、続いて韓国（0.61）、米国（0.50）日本（0.42）となる。日本の各部門が全体的に低いが、米国との差は少なく、鉱業部門、石油石炭製品部門では米国のほうが低い点は注目される。

<図 5 >

1995-2000-2005年の部門別CO₂集約度の推移を見たものが図5である。これによれば、4カ国とも集約度の高い部門と低い部門の傾向はほぼ同じであることがわかる。その推移を見ると、中国のすべての部門が集約度を大きく減少していることが注目される。15部門の平均でみると、4.23→2.54→1.91であり、全体で54.9%の減少となっている。部門別に見ると、化学製品が68%減、その他電気機械が65%減、木材木製品が58%減となっており、いずれも1995-2000年にかけてCO₂排出集約度を大きく減少したことがわかる。

日本は、部門の平均が1995から2000年にかけてやや上昇したものの（0.51→0.53）、2000

年から 2005 年にかけて減少し (0.53→0.48)、全体として 5.0%の減にとどまっている。部門別に見ると、その他製造品 (-33%)、農林水産 (-29%) など減少した部門があるものの、非金属鉱業製品 (+50%)、電子電気機械 (+46%)、輸送機械 (+27%) など大幅に増加した部門もあり、金属、機械部門を中心にCO₂排出集約度が増加傾向にあることが注目される。

韓国については、部門平均集約度が、1.04→1.09→0.66 と推移しており、1995年から 2000年にかけてやや増加したものの、2000年から 2005年にかけて大きく減少させ、全体として 36%の減となっている。部門別に見ると、化学製品 (-68%)、金属製品 (-52%)、繊維衣服 (-37%) 一般機械 (-36%)、非金属鉱業製品 (-36%)、石油・石炭製品 (-36%) と重工業部門を中心に大幅に減少させたことが注目される。

米国については、部門平均集約度が、1.04→0.73→0.49 と大幅に低下し、全体では 52%の減となった。部門別にみると、非金属鉱業製品が若干上昇 (4.5%) した以外は減少し、特に、その他製造業 (-91%)、石油石炭製品 (-62%)、化学製品 (-43%) と大幅に減少させた。

<図 6 >

<図 7 >

次にウェイトの相異によるCO₂排出集約度の変化について見たものが、図 6 である。表 6 におけるケース【1】の 4ヶ国平均の CO₂排出集約度の各部門の値を 100%とした場合の相対的大きさを折れ線グラフにしたものである。投入技術や省エネ技術などの要因から、中国を基準とするケース (ROW からの輸入財が中国の CO₂排出集約度であると仮定) が最も高くなる。続いて、4ヶ国平均、韓国規準、日本基準となる。ケース【6】は、ROW からの輸入にともなう CO₂排出を含めないの当然一番低い値をとっており、ROW からの投入を含めないと各部門の集約度の大幅な過小評価になることがわかる。

また、参考のために図 7 が、1995 年時点の変化である。先に見たように 1995 年から 2005 年かけて、特に中国、韓国の各部門の CO₂集約度が大幅に減少しているの、日本を含む 4ヶ国平均で定義された ROW の集約度も減少していることになる。全体的に見ると、2つの時点とも、中国の各部門の集約度はウェイトの違いによる相異が少なくないが、日本と韓国と米国は非金属鉱物製品とその他製造品を除いた部門ではかなり大きな相違がみられる。特に、日本と韓国と米国の電気電子機械部門のように ROW からの中間財輸入が比較的大きい部門では、ROW からの中間財の CO₂排出集約度の与え方で大きな相違がでてきたことによる。

<図 8 >

最後に、内生国である日中韓米の 2005 年の CO₂集約度 (4ヶ国平均基準) を国別に分解

してみたのが、図8である。 \bar{T}_{max} の各列の要素を国毎に集計すれば、それぞれの部門で1単位の生産を行った際に各国内で排出される直接・間接のCO₂排出量を表す。これを元にして、各部門の排出集約度の値を100%とした時に、自国および他国で誘発されるCO₂排出量の割合を示したものである。

まず、中国について見ると、全体的には、CO₂排出集約度の平均値(1.91)の91.8%が自国内から、0.6%が日本から、0.4%が韓国から、6.8%がROWから排出されることがわかる。他国と比べると自国の排出割合が高いのが特徴であり、電子電気部門(81.0%)、その他電気製品部門(83.9%)がやや低く、ROWからのCO₂誘発が、それぞれ15.7%、12.2%とやや高くなっている。

それに対して、日本と韓国と米国は自国の割合が低く、ROWと中国からのCO₂排出が高くなっている。日本については、平均値(0.48)の67.9%が自国から排出されるが、中国から10.4%、韓国から0.7%、ROWから19.5%が排出されており、ROWや中国からの排出割合が高くなっている。部門別では、電子電気製品部門は自国が43.6%、ROWが29.7%、中国が22.9%になっており、60%近い割合が他国から排出されている。次いで繊維衣服部門も自国が45.5%、ROWが28.3%、中国が22.7%となっており、その他電気製品部門も自国から50.9%、ROWが29.7%、中国が21.7%であり、50%以上の割合で他国から排出されていることになる。韓国については、さらに他国に依存した排出となっており、集約度の平均(0.66)の61.6%が自国から、中国から11.1%、日本から3.2%、ROWから22.2%となっており、日本以上に他国からの排出割合が高くなっている。部門別に見ると、電子電気製品部門は自国割合が30.2%しかなく、ROWから38.5%、中国から20.9%、米国から5.2%、日本から5.1%となっており、約70%の割合で他国からCO₂を排出していることになる。それ以外では、化学製品部門40.7%、その他電気製品部門43.2%、輸送機械部門47.3%が自国排出であり、60%前後の割合で他国から排出されていることになる。

米国も日韓とほぼ同じ構造であり、平均値(0.495)の73.8%が自国排出、23.2%がROW、2.1%が中国からの排出となっている。部門別では、輸送機械(53.2%)、電気電子機械(58.5%)が自国排出の割合の低い部門となっている。

以上のように、CO₂排出集約度の値は、自国だけではなく他国からの排出にも依存すること、特に日本、韓国、米国の場合はその割合が高く、ROWからの輸入財に含まれるCO₂排出が無視できないことがわかる。

3-3 CO₂誘発構造とCO₂国際収支バランス

ここでは、各国の最終需要に基づき各国とROWへの生産が誘発され、それに伴ってどの程度のCO₂排出がなされたかを⑩式によって誘発分析の手法で明らかにする。本研究では、誘発されたCO₂排出を日中韓3カ国の国内だけでなく、中間財と最終財の輸入に伴うROWで誘発されたCO₂排出を考慮するので、ROWから輸入される各部門の財のCO₂排出集約度の想定により、3つのケース(ケース【1】三カ国平均基準、ケース【2】日本基準、

ケース【4】中国基準)で推計を行った。この場合、ROWで発生するすべてのCO₂排出が考慮されるわけではなく⁸、ROWから日中韓米4ヶ国へ輸出される財の生産にのみ関わるCO₂排出が含まれることに留意する必要がある。

<表7>

<表8>

<表9>

ROWからの輸入財のCO₂排出集約度を4カ国の平均としたケースを中心に見てみよう。表7(1)、8(1)、9(1)は、各年のCO₂誘発構造を表したものである。表を行方向に見ると、各国の最終需要とROWへの輸出によりどの程度のCO₂排出が誘発されたかを示す。たとえば、表9(1)の第1行目の中国は、中国国内最終需要を原因として中国国内で38.4億トンが排出され、韓国の最終需要(韓国への輸出)により0.3億トン、日本の最終需要(日本への輸出)により1.3億トン、米国の最終需要(米国への輸出)により1.4億トン、ROWへの輸出により8.5億トン、計49.9億トンのCO₂が中国国内で排出されたことを意味しており、これを生産ベースのCO₂排出量と呼ぶ。これに対し、表を列方向に見ると、各国の最終需要に対応した生産に伴い、自国内および他国、ROWでどの位のCO₂を排出させたかを示す。第1列は、中国の最終需要が起源となって総計41.8億トンのCO₂が排出され、そのうち中国国内で38.4億トン、日本からの輸入により日本国内で0.24億トン、韓国からの輸入により韓国国内で0.12億トン、米国からの輸入により米国内で0.17億トン、ROWからの輸入によりROW内で2.9億トンのCO₂が排出されたことを示しており、これを消費ベースのCO₂排出量と呼ぶ。

まず、表7(2)、8(2)、9(2)に基づいてCO₂誘発構造についてみると、基本的にはどの国も自国の最終需要に基づく排出が高い。中国については、自国最終需要による誘発は1995年から2005年にかけて、78.5%→81.1%→76.9%とその割合は若干減少し、その一方でROWへの輸出需要によるCO₂誘発を若干上昇させ、14.4%→10.9%→17.0%となった。日本と韓国と米国への輸出に伴うCO₂誘発も全体として減少させた。日本については、自国最終需要による誘発は、90.7%→88.5%→85.3%と高い水準にあり、自国の最終需要によるCO₂誘発が減少している。中国と韓国への輸出に伴うCO₂排出は2005年に急増し、それぞれ1.9%、1.0%となった。米国は2%前後で大きな変動はない。それに対し、ROWへの輸出に伴うCO₂排出は上昇し、6.7%→8.1%→9.1%となった。韓国については、1995年と2000年は自国最終需要に基づくCO₂誘発の割合が、74.8%、70.2%と低かったが2005年には77.4%と増加した。日本への輸出にともなうCO₂誘発は2%台でほとんど変わらないが、中国への輸出に伴うCO₂誘発が1.7%→2.9%→2.9%と推移した。米国も高い自国誘

⁸ ROWで発生したすべてのCO₂排出を計算するためには、ROWを含む完全な国際間産業連関表とROWの各部門の直接CO₂排出係数を必要とする。

発であり、91.5%→91.8%→93.1%と若干上昇させた。米国の場合、ROWへの輸出による誘発も7.4%→7.6%→6.0%と高い水準にあるのが特徴である。

他の基準ケースでも、日中韓米に関する部分は同じであるが、ROWのCO₂排出量がCO₂排出集約度の相違によって異なってくる。2005年時点でのROWからのCO₂排出総量で見ると、4カ国平均基準で20.6億トン、低い日本基準のケースが最も低い9.7億トン、中国基準が最も高い50.1億トンの推計となり、大幅な乖離が生じている。本研究では、ROWにはEU各国のほか、中国を除くBRICS、湾岸諸国など含まれるので、現実の値は4ヶ国平均と日本基準の間にあると思われる。

次に、消費ベースのCO₂排出の国別の割合を見たものが表7(3)、8(3)、9(3)である。これは、列方向の構成比をとったものである。これは、ROWのCO₂排出集約度の想定により、構成比が異なってくることに注意する必要がある。まず、中国であるが、総量としての消費ベース排出量は、1995年から2005年にかけて大きく増加した(4ヶ国平均基準 24.7億トン→26.0億トン→41.8億トン；中国基準 26.6億トン→27.5億トン→45.9億トン；日本基準 23.9億トン→25.2億トン→40.3億トン)。他国との関係では、1995年から2005年まで中国国内の排出比率は、4ヶ国平均の値で95.3%→94.0%→91.9%と非常に高い水準を示した。日米韓で合わせて1%から1.3%程度、ROWで4%~7%となっている。日本は、いずれの時点でも生産ベースをはるかに上回る排出量となっているもの(4ヶ国平均基準 15.6億トン→15.8億トン→15.2億トン；中国基準 21.8億トン→20.0億トン→19.4億トン；日本基準 13.3億トン→13.8億トン→13.7億トン)、この10年では若干ではあるが減少させた。国別の内訳では、自国内のCO₂排出割合が1995年から2005年にかけて、平均基準で71.2%→72.3%→70.2%となっており、ほぼ安定している。中国の割合は、平均基準で6.5%→5.0%→8.6%となっており、日本の最終需要に対応した生産によって中国でのCO₂排出は拡大している。他方、ROWの割合は、平均基準で19.5%→20.1%→18.9%と20%台でほぼ安定していることがわかる。韓国は、平均基準で3.9億トン→4.6億トン→5.1億トン；中国基準で、5.4億トン→5.9億トン→6.7億トン；日本基準 3.3億トン→4.1億トン→4.6億トン)である。国別の構成比では、自国の割合は平均基準で71.3%→74.5%→68.8%と推移している。中国の割合が、5.1%→2.9%→6.4%となっており、日本と同様この10年で中国からの輸入に伴うCO₂排出が拡大していることがわかる。米国は、平均基準で、54.9億トン→67.3億トン→66.0億トンと大量の消費ベース排出量となっている。注目すべきは、自国起源の排出割合が、875.0%→80.4%→79.90%と減少し、その分、ROWと中国からの割合が増加した。

CO₂誘発構造の表の対角要素は自国内の最終需要のために自国内で排出したCO₂量を表し、非対角要素は対応する両国間での輸出により排出したCO₂量と輸入により排出されたCO₂量となる。そこで、先の①で示したように、元の表と転置した表との差をとれば、CO₂排出の国際収支を表すことになる。

<表10>

これを示したものが、表10である、表を行方向に見れば、表側の国が表頭の他国との「輸出を通じて国内で排出したCO₂排出量」と「輸入により他国で排出されたCO₂排出量」との差を表しており、プラス（黒字）は、貿易を通じて他国でのCO₂排出を「肩代わり」したことを、マイナス（赤字）は、貿易を通じてCO₂排出を他国に「押し付け」たことを意味することになる。表において、各年ごとにウェイト基準のことなる3つのケースを示したが、内生4カ国に限ってみると、4カ国相互のバランスはどのウェイトでも同じになっている。この点は、 $\bar{T}_{mat}\bar{F}$ による計算においては、ある国の輸出や輸入に含まれるROWで生産された財のCO₂排出が相殺されるためであり、内生国相互のバランスを見るだけならば、ROWの集約度評価は関係ないことがわかる。

平均基準のバランス表によりながら、まず中国について見てみよう。中国のCO₂排出バランスは、1995年から2005年にかけて、+4.82億トン→+4.11億トン→+8.1億トンで推移しており、2000年以降その黒字を急速に増加させていることがわかる。国別のバランスをみると、対日本は一貫して大きな黒字となっており（0.87億トン→0.70億トン→1.06億トン）と大量に中国が日本のCO₂排出を「肩代わり」している関係にあることがわかる。対韓国では、+0.11億トン→-0.01億トン→+0.2億トンと推移しており、一時若干の赤字になったが2005年では黒字になった。対米国では、0.72億トン→1.38億トン→1.23億トンと、日本以上に「肩代わり」していることがわかる。対ROWとのバランスは、+3.11億トン→+2.04億トン→+5.6億トンとなり大幅な黒字になっている。

次に、日本のCO₂排出バランスを見てみる。1995年から2005年にかけて、-3.44億トン→-2.89億トン→-2.70億トンで推移しており、一貫して赤字であるものの近年その値を徐々に減らしていることがわかる。国別のバランスをみると、先に見たように対中国は一貫して大きな赤字となっており、日本からみると中国へ大量のCO₂排出を「押し付け」ている関係にあることがわかる。対韓国では、-0.06億トン→-0.07億トン→+0.02億トンと推移しており、ほぼ均衡している関係にある。対米国もほぼ同じ関係である。対ROWとのバランスは、一貫して赤字であり、-2.33億トン→-2.12億トン→-1.74億トンとなっている。

韓国について平均基準でみると-0.03億トン→+0.28億トン→-0.56億トンであり、一見小さく見えるが、この赤字幅を2005年の自国のCO₂排出量と比較してみると12.2%とない、他国に「押し付け」ている割合は高いといえよう。

米国のバランスも日本と同様、大幅な赤字であり、-1.44億トン→-8.25億トン→-9.31億トンと拡大する傾向にある。米国の場合、その大半ROWと中国からの赤字である。

なお、ROWのCO₂排出集約度の違いによるCO₂排出バランス表の相違については、三国平均と比べて日本基準はROWからのCO₂排出量を低く評価し、バランスも赤字幅は縮小に、黒字幅は拡大する傾向があり、中国基準では逆にROWからのCO₂排出量を高く評

価するため、バランスの赤字を拡大し、黒字幅を縮小する傾向がある、という点だけを指摘しておく。

4. 結びに変えて

本研究では、ROW からの CO₂排出を含めた国際産業連関モデルを用い、独自に推計した日中韓米国際産業連関表とそれに対応した CO₂排出量を推計し、主に CO₂排出集約度と CO₂誘発構造の実証分析を行った。その主要な結論は以下のようによまとめられる。

- 1) CO₂排出量については、IEA のエネルギー統計を利用して 1995 年、2000 年、2005 年の 15 部門別のエネルギー消費量をもとに CO₂排出量を独自に推計した。マクロの CO₂排出量については、中国が急速に増大させ、韓国も増大させてきたが、米国も含めて単位生産当たりの CO₂排出(CO₂排出係数)は減少させていること、それに対して日本は、CO₂排出量は 10 年間で若干減少させているものの CO₂排出係数を若干であるが増加させており、他の EU 諸国と比較するとまだまだ改善の余地があると思われる。
- 2) CO₂排出集約度の分析からは、マクロの排出係数の傾向と同様に、中国と韓国がこの 10 年間、ほとんどの部門で大きく縮小してきたことが明らかになった。中国では、化学製品、その他電気機械、木材木製品などで 60%近く縮小し、その他部門も 50%から 55%減少させた。韓国も、化学製品が 70%程度、金属製品も 50%程度減少させ、その他のほとんどの部門も 20%から 30%の削減を示した。また米国も多く部門で減少させてきたのに対し、日本では、石油石炭製品、農林水産、鉱業、化学製品などで 20%から 30%程度の減少したものの、非金属鉱物で 50%程度、電子電気で 30%程度、輸送機械、木材木製品でも 20%程度増加させ、全体として CO₂削減は停滞したことが示された。
- 3) 各部門の CO₂排出集約度は、ROW からの CO₂排出の含め方により変化すること、特に日本と韓国と米国のように中間財投入に占める輸入の割合が大きい国では大きく変化することが示された。部門平均値であるが、最も幅が少ない日本基準で評価した場合でも、2005 年時点で中国 5.0%、日本 15.9%、韓国 20.3% (平均基準では、11.9%、37.5%、48.2%)の差となり、ROW からの CO₂排出を含めることが重要であることが示された。
- 4) CO₂誘発分析では、まず生産ベースの CO₂排出の分析を行い、中国の大幅な増加は、主に自国内の最終需要に対応した CO₂排出が原因であること、日韓米とも近年中国への輸出により国内 CO₂排出が増大していることが示された。
- 5) CO₂ 排出に関する消費ベースの分析では、中国が生産ベースと同様急速に増大させているが、日本と米国は生産ベースを上回る拡大をしていること、また両国とも ROW と中国からの輸入に伴う CO₂排出が大きく、近年中国からの割合が 10%程度に高まっていることが示された。
- 6) CO₂排出の生産ベースと消費ベースの相違を見たものが、CO₂排出国際収支バランスである。これによると、日本は一貫して赤字国であり、他国に CO₂排出を「押し付けて」いる関係であること、ただし近年はその傾向は縮小していることが示された。ただし、

中国に対しては、CO₂排出の赤字が近年拡大している。

以上のように、貿易を通じた CO₂ 排出の国際移転、すなわちカーボンリーケージの様相が明らかになるが、それらは ROW の CO₂ 排出集約度の仮定にも依存している。より正確な推計をする上でも、より詳細な国際産業連関表の推計、国別部門別 CO₂ 排出量データが重要なデータベースとなる。今後の CO₂ 排出量削減の国際的交渉において、生産ベースのみならず消費ベース排出量の削減目標を組み入れるためにもこのようなデータベースの構築は重要な課題になるといえよう。また、消費ベース CO₂ 排出量をコントロールするため、現行の排出権取引の枠組みに、カーボンリーケージを含ませるような制度や、付加価値税で行われる国境調整（輸出財へのゼロ税率適用）が炭素税に関しても必要かどうかという検討も必要になってくるであろう。これにより、真にグローバルな CO₂ 排出削減につながる制度設計を目指すことが必要である。

<< 参考文献 >>

- 井村秀文・中村英佑・森杉雅史（2005）「日・米・アジアの産業・貿易構造変化と環境負荷の相互依存に関する研究」, 『土木学会論文集』, No. 790/VII-35, PD
- 岡本信広・猪俣哲史（編）（2005）『国際産業連関—アジア諸国の産業構造（IV）』, アジア国際産業連関シリーズ, No.65, 日本貿易振興機構アジア経済研究所。
- 環境庁(1972)『環境白書』大蔵省印刷局。
- 金本圭一郎・外岡豊（2009）「わが国の貿易に伴う CO₂ 排出量の推計」, 『エネルギー・資源』, Vol. 30, No. 2
- 近藤美則・森口祐一・清水浩（1994）「わが国の輸出入に伴う CO₂ 排出量の経時分析とその国際間 CO₂ 収支分析の応用」, 『エネルギー経済』第 20 巻 4 号
- 下田充・渡邊隆俊・叶作義・藤川清史（2009）「東アジアの環境負荷の相互依存—CO₂ の既存排出量・水と土地の間接使用量」, 『東アジアの経済発展と環境政策』, ミネルバ書房、第 2 章
- 高川泉・岡田敏裕(2004)「国際産業連関表から見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.
- 高橋毅夫・安岡宣和(1975)「資源・エネルギー制約と産業連関」、金子敬生『産業連関分析』有斐閣。
- 寺西俊一（1992）『地球環境問題の政治経済学』東洋経済新報社
- 長谷部勇一（1994）「経済構造変化と環境の要因分析—産業連関分析を適用して—」, 『エコノミア』, 横浜国立大学経済学会第 44 巻第 4 号
- 藤川学・居城琢（2002）「日本とアジア諸国間における二酸化炭素の国際収支—1990 年および 1995 年アジア国際産業連関表による分析—」, 『産業連関』 Vol. 10-3
- 星野優子・杉山大志・上野貴弘（2010）「貿易に体化した CO₂ 排出量の国際比較」, 『エネ

ルギー・資源』,Vol. 31, No. 4

羅星仁 (2006) 「東アジア地域の経済成長と二酸化炭素の帰属排出量」、羅星仁『地球温暖化防止と国際協調—効率性・衡平性・持続可能性』,第6章、有斐閣

Chen, Z.M., Chen, G.Q. (2011) 'Embodied Carbon Dioxide Emission at Supra-National Scale : A Coalition Analysis for G7, BRIC, and The Rest of The World' *Energy Policy*, pp.2899-2909

IDE(2001), Asian International Input-Output Table 1995

IDE(2007), Asian International Input-Output Table 2000

Manfred Lenzen, Lise-Lotte Pade&Jesper Munksgaard (2004) 'CO₂ Multipliers in Multi-region Input-Output Models', *Economic Systems Research*, Vol.16, No. 4

Minx, J.C., Wiedmann, T, Wood, R., Peters, G.P., Lenzen, M., Owen, A., Scott, K., Barrett, J., Hubacek, K., Baiocchi, G., Paul, A., Dawkins, E., Briggs, J., Guan D., Suh, S. and Ackerman, F (2009) 'Input-Output Analysis and Carbon Footprinting : An Overview of Applications' *Economic Systems Research*, Vol.21-3, pp.187-216

Mori, T. and Sasaki, H. (2007) "Interdependence of Production and Income in Asia-Pacific Economies: An International Input-Output Approach", *Bank of Japan Working Paper Series*, No.07-E-26, Bank of Japan.

Pan, J., Phillips, J. and Chen, Y. (2008) 'China's Balance of Emissions Embodied in Trade : Approaches to Measurement and Allocating International Responsibility' *Oxford Review of Economic Policy*, Vol.24, pp.354-376

Rhee, H.C., Chung, H.S. (2006) 'Change in CO₂ Emission and Its Transmissions Between Korea and Japan Using International Input-Output Analysis' *Ecological Economics* 58, pp.788-800

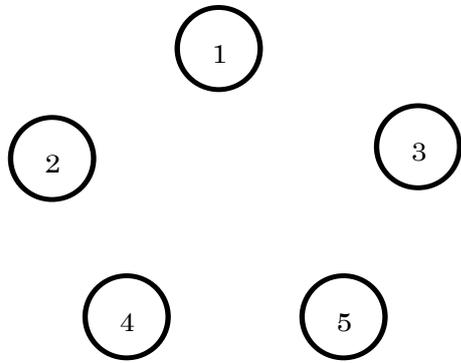
Robbie Andrew, Glen P. Peters and Jame Lennox(2009) 'Approximation and Regional Aggregation in Multi-Regional Input-Output Analysis for National Carbon Footprint Accounting', *Economic Systems Research*, Vol21 No3 pp.311-335.

Wiedmann, T (2009) 'Editorial : Carbon Footprint and Input-Output Analysis – An Introduction' *Economic Systems Research*, Vol.21-3 pp.175-186

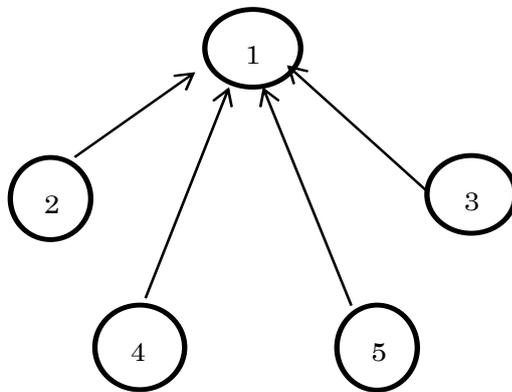
Wiedmann, T. (2009) 'A Review of Recent Multi-Region Input-Output Models Used for Consumption-Based Emission and Resource Accounting' *Ecological Economics* 69, pp.211-222

図1 国際間依存関係のモデル

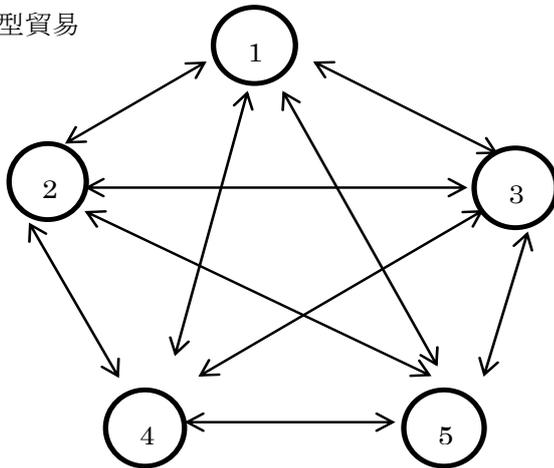
(a) 自立経済



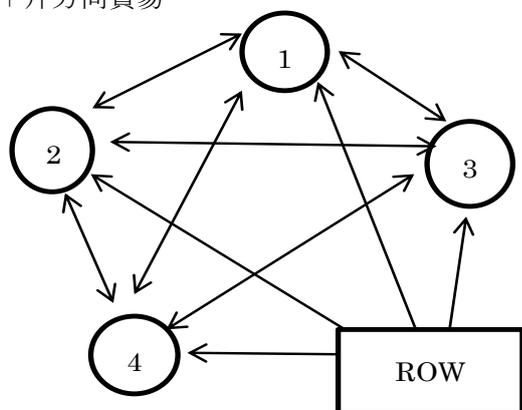
(b) 片方向貿易



(c) 多方向型貿易



(d) 多方向+片方向貿易



(出所) Lenzen, Pade & Munksgaard (2004) を一部修正。

図2. 総生産額の推移

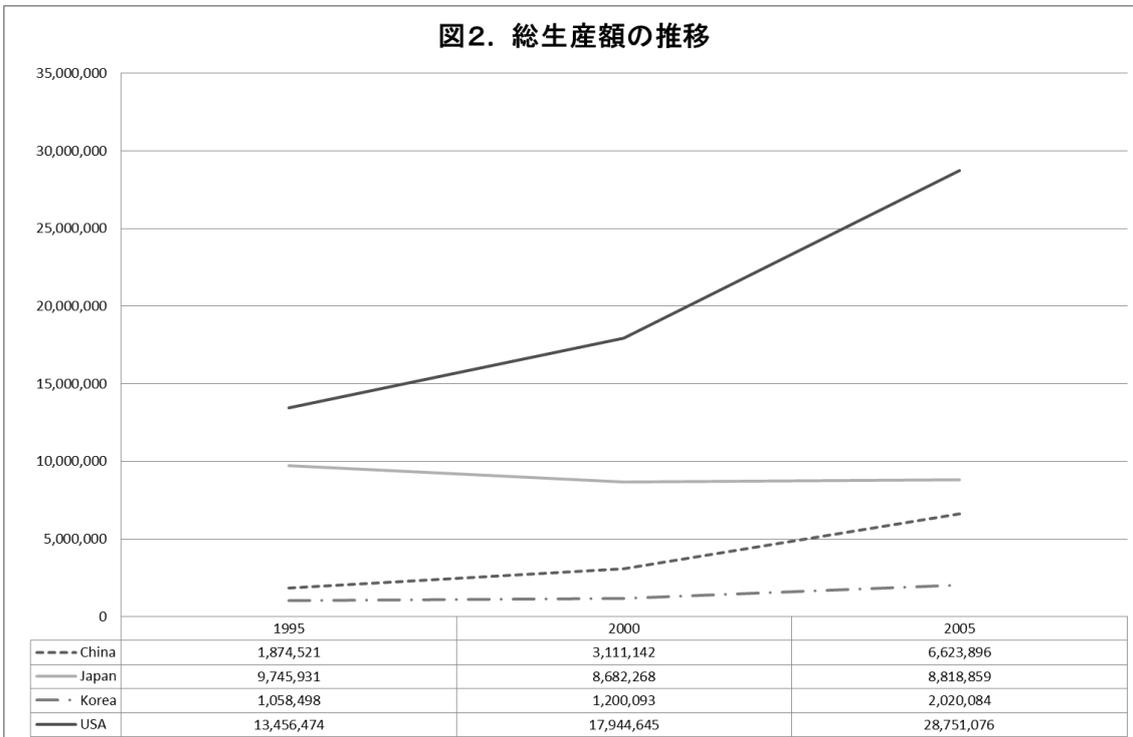


図3. CO2 排出量の推移

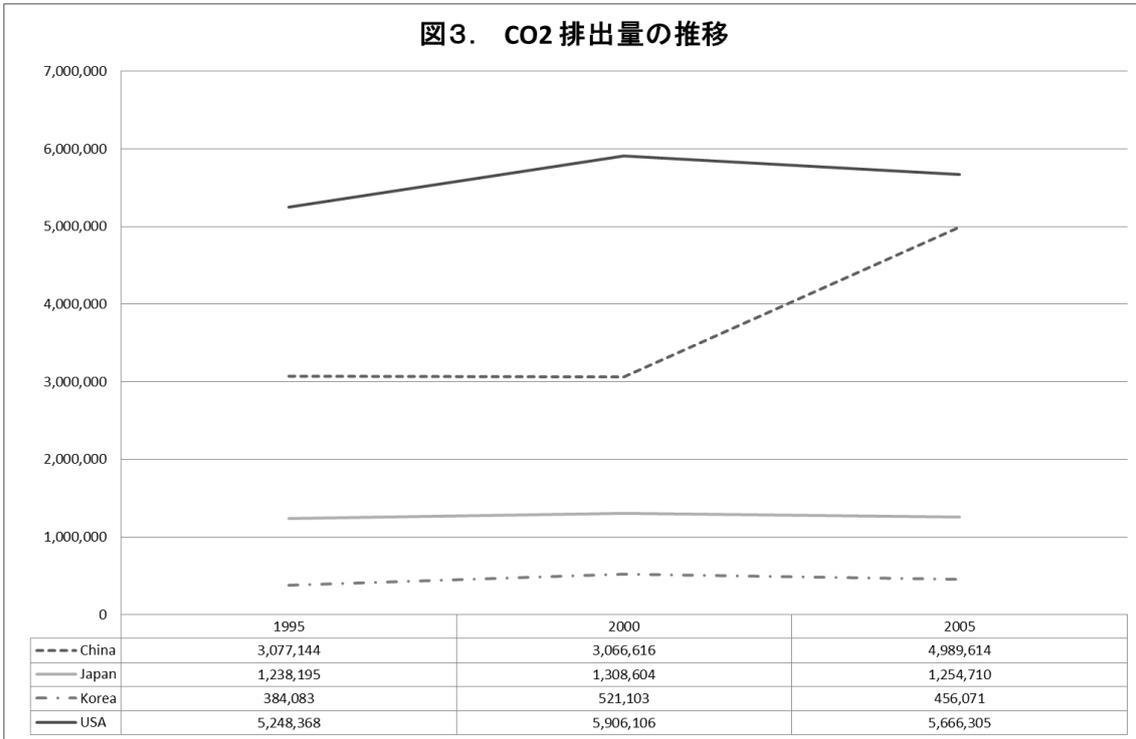


図4. マクロCO2排出係数の推移

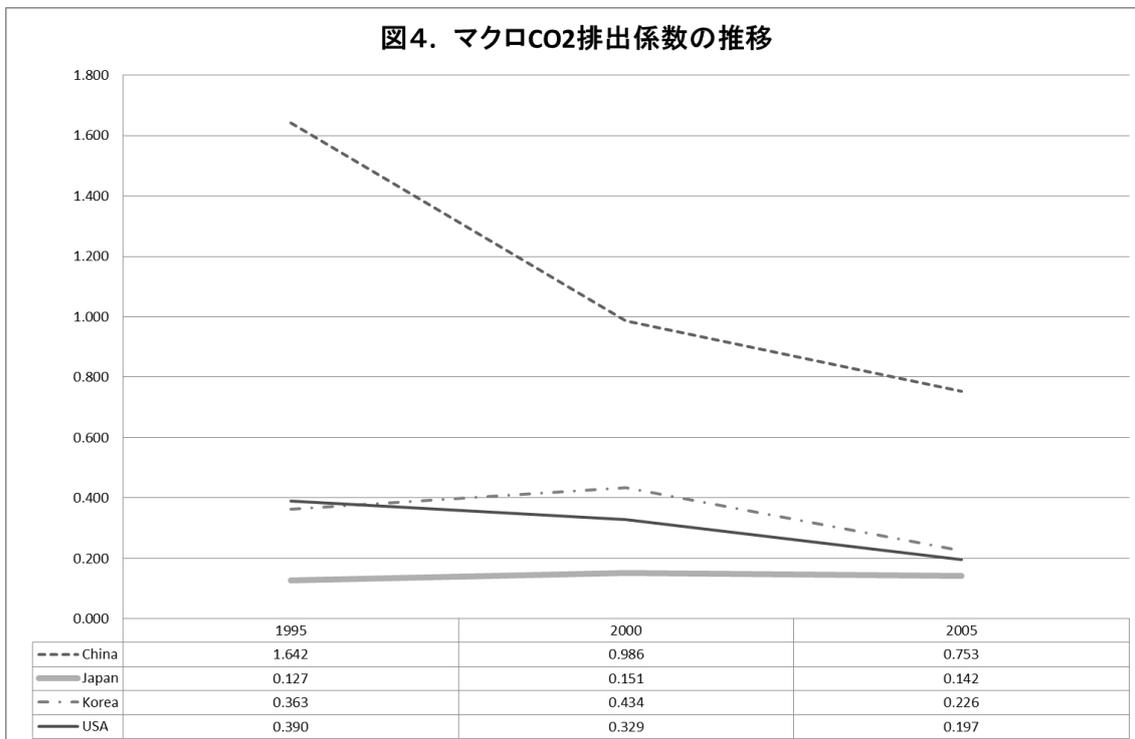
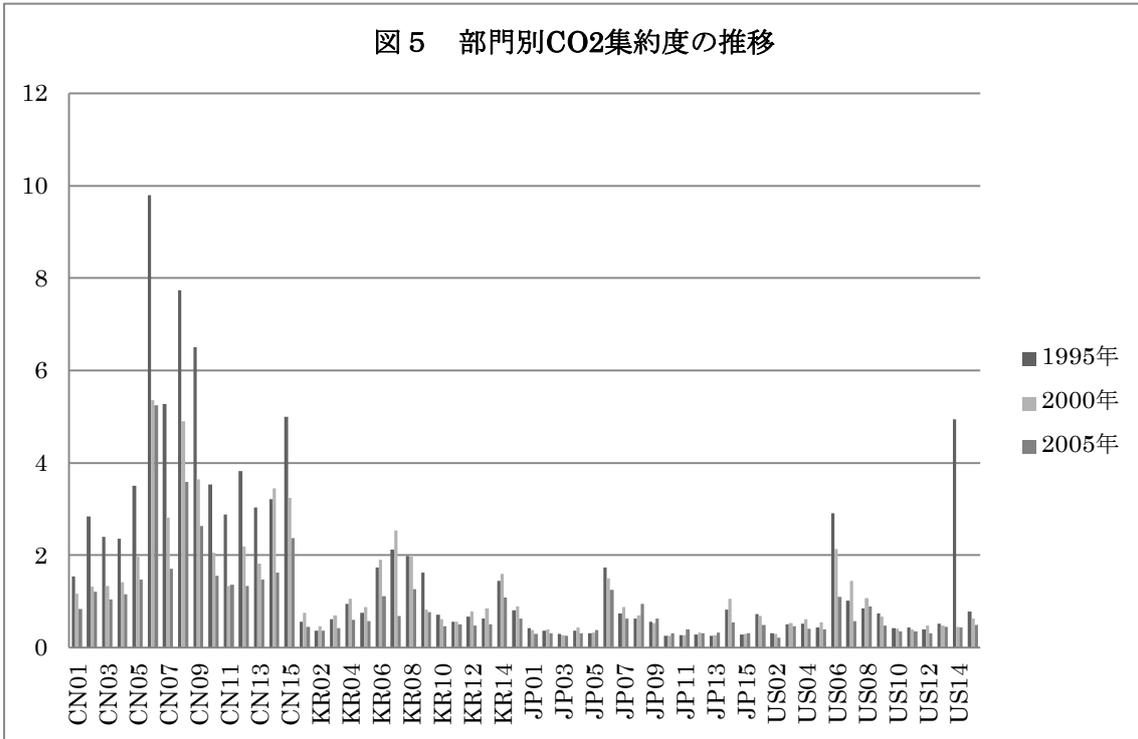
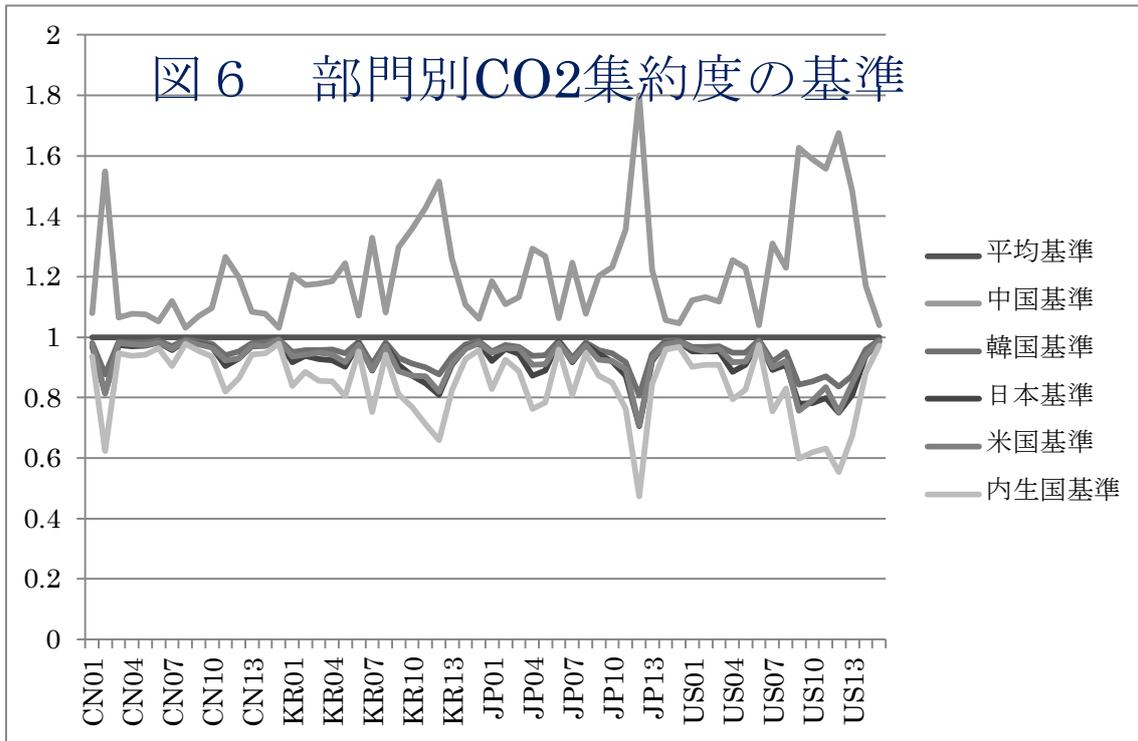


図5 部門別CO2集約度の推移





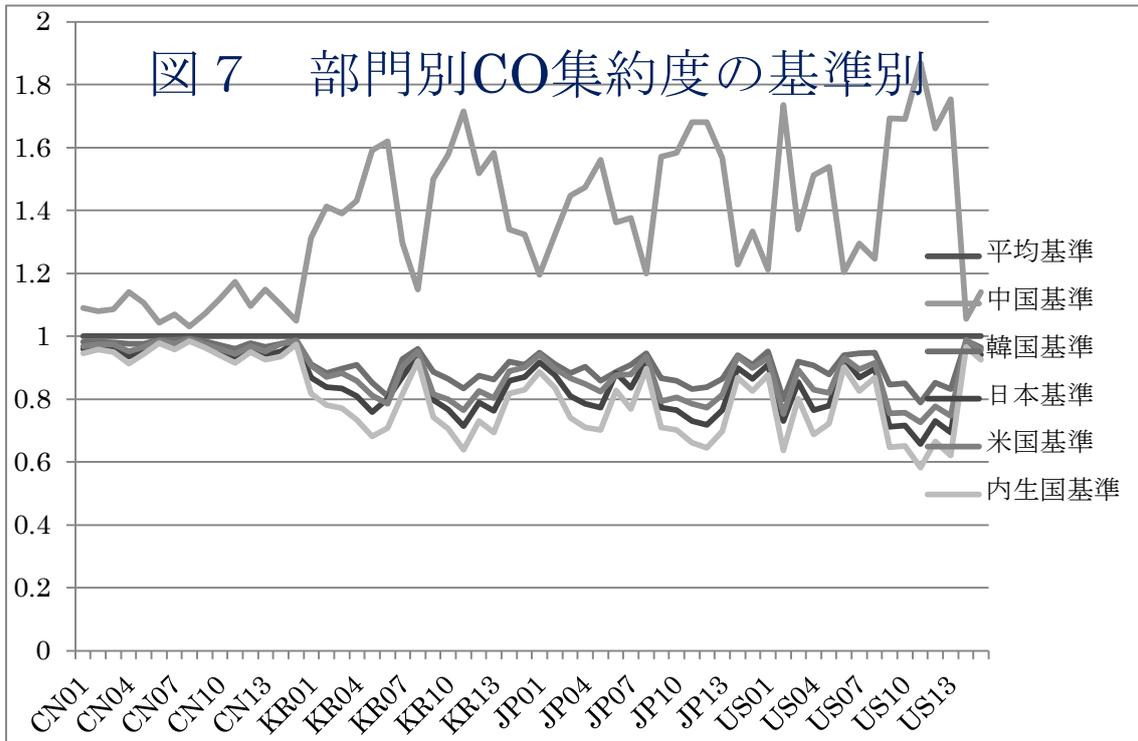


図8 CO2集約度の国別分解(平均基準)
2005年

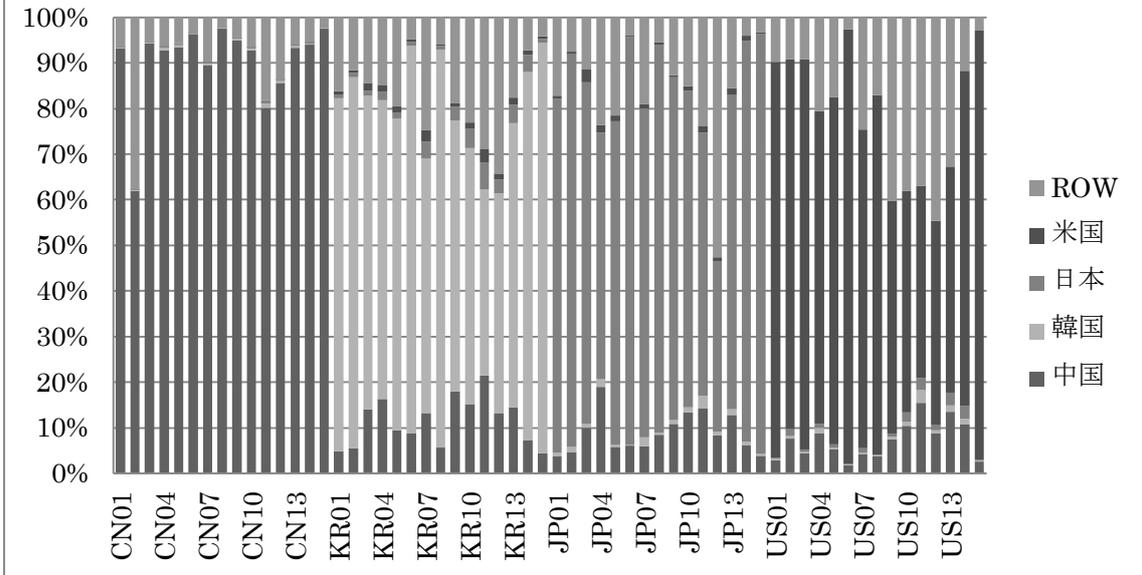


表1 完全国際間産業連関モデル (多方向貿易)

	Intermediate					Final Demand					Total
	China	Korea	Japan	USA	ROW	China	Korea	Japan	USA	ROW	
China	Z^{CC}	Z^{CK}	Z^{CJ}	Z^{CU}	Z^{CR}	F^{CC}	F^{CK}	F^{CJ}	F^{CU}	F^{CR}	X^C
Korea	Z^{KC}	Z^{KK}	Z^{KJ}	Z^{KU}	Z^{KR}	F^{KC}	F^{KK}	F^{KJ}	F^{KU}	F^{KR}	X^K
Japan	Z^{JC}	Z^{JK}	Z^{JJ}	Z^{JU}	Z^{JR}	F^{JC}	F^{JK}	F^{JJ}	F^{JU}	F^{JR}	X^J
USA	Z^{UC}	Z^{UK}	Z^{UJ}	Z^{UU}	Z^{UR}	F^{UC}	F^{UK}	F^{UJ}	F^{UU}	F^{UR}	X^U
ROW	Z^{RC}	Z^{RK}	Z^{RJ}	Z^{RU}	Z^{RR}	F^{RC}	F^{RK}	F^{RJ}	F^{RU}	F^{RR}	X^R
VA	V^C	V^K	V^J	V^U	V^R						
Total Inp	X^C	X^K	X^J	X^U	X^R						

表2 日中韓米国際産業連関モデル (多方向+片方向貿易)

	Intermediate				Final Demand				Export	Total Output
	China	Korea	Japan	USA	China	Korea	Japan	USA		
China	Z^{CC}	Z^{CK}	Z^{CJ}	Z^{CU}	F^{CC}	F^{CK}	F^{CJ}	F^{CU}	E^C	X^C
Korea	Z^{KC}	Z^{KK}	Z^{KJ}	Z^{KU}	F^{KC}	F^{KK}	F^{KJ}	F^{KU}	E^K	X^K
Japan	Z^{JC}	Z^{JK}	Z^{JJ}	Z^{JU}	F^{JC}	F^{JK}	F^{JJ}	F^{JU}	E^J	X^J
USA	Z^{UC}	Z^{UK}	Z^{UJ}	Z^{UU}	F^{UC}	F^{UK}	F^{UJ}	F^{UU}	E^U	X^U
ROW	Z^{RC}	R^{RK}	Z^{RJ}	R^{RU}	F^{RC}	F^{RK}	F^{RJ}	F^{RU}		
VA	V^C	V^K	V^J	V^U						
Total Inp	X^C	X^K	X^J	X^U						

表3 拡張日中韓米国際産業連関モデル

	Intermediate					Final Demand				Export	Total
	China	Korea	Japan	USA	ROW	China	Korea	Japan	USA		
China	Z^{CC}	Z^{CK}	Z^{CJ}	Z^{CU}	0	F^{CC}	F^{CK}	F^{CJ}	F^{CU}	E^C	X^C
Korea	Z^{KC}	Z^{KK}	Z^{KJ}	Z^{KU}	0	F^{KC}	F^{KK}	F^{KJ}	F^{KU}	E^K	X^K
Japan	Z^{JC}	Z^{JK}	Z^{JJ}	Z^{JU}	0	F^{JC}	F^{JK}	F^{JJ}	F^{JU}	E^J	X^J
USA	Z^{UC}	Z^{UK}	Z^{UJ}	Z^{UU}	0	F^{UC}	F^{UK}	F^{UJ}	F^{UU}	E^U	X^U
ROW	Z^{RC}	Z^{RK}	Z^{RJ}	Z^{RU}	0	F^{RC}	F^{RK}	F^{RJ}	F^{RU}	0	\bar{X}^R
VA	V^C	V^K	V^J	V^U	0						
Total Inp	X^C	X^K	X^J	X^U	\bar{X}^R						

表4 部門対応表

1 Agriculture, hunting, forestry and fishing	1	Agriculture, forestry and fishing
2 Mining and quarrying (energy)	2	Mining and quarrying
3 Mining and quarrying (non-energy)		
4 Food products, beverages and tobacco	3	Food, beverages and tobacco products
5 Textiles, textile products, leather and footwear	4	Textile and apparel
6 Wood and products of wood and cork	5	Wood and paper products
7 Pulp, paper, paper products, printing and publishing		
8 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel	6	Petroleum and coal products
9 Chemicals excluding pharmaceuticals	7	Chemical products
10 Pharmaceuticals		
11 Rubber & plastics products		
12 Other non-metallic mineral products	8	Non-metallic mineral products
13 Iron & steel	9	Basic metal products
14 Non-ferrous metals		
15 Fabricated metal products, except machinery & equipment		
16 Machinery & equipment, nec	10	Machinery and equipment
17 Office, accounting & computing machinery	11	Electronic and electrical equipment
18 Electrical machinery & apparatus, nec		
19 Radio, television & communication equipment		
20 Medical, precision & optical instruments	14	Other manufacturing products
21 Motor vehicles, trailers & semi-trailers	13	Transportation equipment
22 Building & repairing of ships & boats	14	Other manufacturing products
23 Aircraft & spacecraft	13	Transportation equipment
24 Railroad equipment & transport equip n.e.c.		
25 Manufacturing nec; recycling (include Furniture)	12	Other electric machinery and equipments
26 Production, collection and distribution of electricity	15	service sectors and unclassified
27 Manufacture of gas; distribution of gaseous fuels through mains		
28 Steam and hot water supply		
29 Collection, purification and distribution of water		
30 Construction		
31 Wholesale & retail trade; repairs		
32 Hotels & restaurants		
33 Land transport; transport via pipelines		
34 Water transport		
35 Air transport		
36 Supporting and auxiliary transport activities; activities of travel agencies		
37 Post & telecommunications		
38 Finance & insurance		
39 Real estate activities		
40 Renting of machinery & equipment		
41 Computer & related activities		
42 Research & development		
43 Other Business Activities		
44 Public admin. & defence; compulsory social security		
45 Education		
46 Health & social work		
47 Other community, social & personal services		
48 Private households with employed persons & extra-territorial organisations & bodies		

表5

IEA分類(2005年)	(15部門)	
	コード	部門名
エネルギー転換部門		
品種振替	neglected	
統計誤差	neglected	
発電	15	サービス部門
コジェネ(熱電併給プラント)	15	
熱発生	15	
ガス製造	15	
石油精製	6	石油と石炭製品
石炭製品	6	
液化製品	6	
他転換	6	
自家消費	6	
配送損失	6	
エネルギー消費部門		
鉄鉱業	9	金属製品
非鉄金属	9	
化学と石油化学製品	7	化学・石油化学製品
非金属鉱物	8	非金属鉱物製品
輸送機械	13	輸送機械
機械	10	機械と設備
	11	電子と電気機器
	12	その他電気機器
鉱業	2	鉱業
食品とタバコ	3	食品・飲料及びタバコ製品
紙、パルプ、および印刷	5	木材と紙製品
木材と木材製品	5	
建設	15	サービス部門
繊維と皮革	4	繊維と衣服
その他	14	その他製造業
運輸	15	
家計	neglected	
商業、公共サービス	15	サービス部門
農業/林業	1	農業
漁業	1	
その他	15	サービス部門

表6 日中韓米国の部門別CO2集約度（ROWのウェイト別） 2005年

	CN01	CN02	CN03	CN04	CN05	CN06	CN07	CN08	CN09	CN10	CN11	CN12	CN13	CN14	CN15	Average
平均基準	0.80	0.70	0.99	1.16	1.49	4.87	1.52	3.62	2.75	1.65	0.90	1.25	1.46	1.65	2.46	1.82
中国基準	0.86	1.08	1.05	1.25	1.60	5.12	1.70	3.74	2.94	1.81	1.14	1.50	1.59	1.78	2.54	1.98
韓国基準	0.78	0.61	0.97	1.14	1.47	4.81	1.47	3.60	2.71	1.61	0.85	1.19	1.43	1.63	2.44	1.78
日本基準	0.78	0.57	0.96	1.12	1.45	4.79	1.45	3.58	2.69	1.59	0.82	1.16	1.42	1.61	2.43	1.76
米国基準	0.78	0.57	0.97	1.13	1.45	4.78	1.46	3.58	2.68	1.59	0.83	1.16	1.42	1.61	2.44	1.76
内生国基準	0.75	0.43	0.94	1.09	1.41	4.70	1.37	3.54	2.62	1.54	0.74	1.08	1.38	1.57	2.41	1.70
	KR01	KR02	KR03	KR04	KR05	KR06	KR07	KR08	KR09	KR10	KR11	KR12	KR13	KR14	KR15	Average
平均基準	0.44	0.35	0.41	0.52	0.55	1.24	0.59	1.22	0.71	0.42	0.33	0.43	0.40	0.99	0.61	0.61
中国基準	0.53	0.41	0.48	0.62	0.68	1.33	0.79	1.32	0.92	0.57	0.47	0.65	0.51	1.09	0.65	0.73
韓国基準	0.42	0.34	0.39	0.50	0.52	1.22	0.54	1.20	0.66	0.38	0.30	0.38	0.38	0.96	0.60	0.59
日本基準	0.40	0.33	0.38	0.48	0.49	1.21	0.53	1.18	0.65	0.37	0.28	0.35	0.36	0.95	0.60	0.57
米国基準	0.41	0.33	0.39	0.49	0.50	1.21	0.53	1.18	0.63	0.37	0.29	0.35	0.37	0.95	0.60	0.57
内生国基準	0.37	0.31	0.35	0.44	0.44	1.18	0.45	1.15	0.58	0.32	0.24	0.28	0.33	0.92	0.58	0.53
	JP01	JP02	JP03	JP04	JP05	JP06	JP07	JP08	JP09	JP10	JP11	JP12	JP13	JP14	JP15	Average
平均基準	0.31	0.35	0.23	0.22	0.36	1.17	0.53	0.72	0.54	0.25	0.24	0.29	0.26	0.56	0.28	0.42
中国基準	0.36	0.39	0.26	0.29	0.46	1.24	0.66	0.78	0.64	0.30	0.33	0.52	0.32	0.59	0.29	0.50
韓国基準	0.29	0.35	0.22	0.21	0.34	1.15	0.49	0.71	0.51	0.23	0.22	0.23	0.25	0.55	0.28	0.40
日本基準	0.28	0.34	0.22	0.20	0.32	1.15	0.48	0.70	0.51	0.23	0.21	0.20	0.24	0.55	0.28	0.39
米国基準	0.29	0.34	0.22	0.20	0.33	1.14	0.49	0.70	0.50	0.23	0.21	0.21	0.24	0.55	0.28	0.39
内生国基準	0.25	0.33	0.20	0.17	0.28	1.12	0.43	0.68	0.47	0.21	0.18	0.14	0.22	0.53	0.27	0.37
	US01	US02	US03	US04	US05	US06	US07	US08	US09	US10	US11	US12	US13	US14	US15	Average
平均基準	0.48	0.21	0.46	0.39	0.39	1.09	0.58	0.96	0.51	0.37	0.34	0.35	0.44	0.41	0.48	0.50
中国基準	0.54	0.23	0.51	0.48	0.49	1.13	0.75	1.18	0.83	0.59	0.52	0.59	0.66	0.48	0.50	0.63
韓国基準	0.46	0.20	0.44	0.37	0.37	1.08	0.53	0.91	0.43	0.32	0.29	0.29	0.39	0.39	0.47	0.46
日本基準	0.46	0.20	0.43	0.34	0.36	1.07	0.51	0.87	0.40	0.29	0.27	0.26	0.36	0.38	0.47	0.44
米国基準	0.46	0.20	0.44	0.35	0.36	1.07	0.52	0.88	0.38	0.29	0.28	0.26	0.37	0.39	0.47	0.45
内生国基準	0.43	0.19	0.41	0.31	0.33	1.06	0.43	0.79	0.30	0.23	0.21	0.19	0.30	0.36	0.46	0.40

表7 1995年CO₂誘発構造

(1) CO₂誘発量

1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total	
平均基準	China	2,351,263,544	19,854,345	101,481,684	92,152,628	430,346,739	2,995,098,940
	Korea	6,142,271	275,952,217	9,657,076	10,506,183	66,514,440	368,772,187
	Japan	5,604,144	5,699,708	1,112,019,009	21,505,154	81,583,736	1,226,411,750
	USA	7,177,069	10,042,932	37,242,900	4,802,982,911	390,921,899	5,248,367,710
	ROW	96,032,339	75,629,147	302,431,674	559,110,459	142,716,564	1,175,920,184
	Total	2,466,219,367	387,178,349	1,562,832,343	5,486,257,334	1,112,083,378	
中国基準	1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	2,351,263,544	19,854,345	101,481,684	92,152,628	430,346,739	2,995,098,940
	Korea	6,142,271	275,952,217	9,657,076	10,506,183	66,514,440	368,772,187
	Japan	5,604,144	5,699,708	1,112,019,009	21,505,154	81,583,736	1,226,411,750
	USA	7,177,069	10,042,932	37,242,900	4,802,982,911	390,921,899	5,248,367,710
	ROW	286,644,947	229,920,548	921,963,315	1,714,228,518	436,539,633	3,589,296,962
	Total	2,656,831,975	541,469,749	2,182,363,984	6,641,375,393	1,405,906,447	
日本基準	1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	2,351,263,544	19,854,345	101,481,684	92,152,628	430,346,739	2,995,098,940
	Korea	6,142,271	275,952,217	9,657,076	10,506,183	66,514,440	368,772,187
	Japan	5,604,144	5,699,708	1,112,019,009	21,505,154	81,583,736	1,226,411,750
	USA	7,177,069	10,042,932	37,242,900	4,802,982,911	390,921,899	5,248,367,710
	ROW	23,465,927	19,504,163	73,380,738	126,727,176	33,608,994	276,686,997
	Total	2,393,652,955	331,053,364	1,333,781,407	5,053,874,051	1,002,975,808	

(2) CO₂誘発依存度

1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total	
平均基準	China	78.5%	0.7%	3.4%	3.1%	14.4%	100.0%
	Korea	1.7%	74.8%	2.6%	2.8%	18.0%	100.0%
	Japan	0.5%	0.5%	90.7%	1.8%	6.7%	100.0%
	USA	0.1%	0.2%	0.7%	91.5%	7.4%	100.0%
	ROW	8.2%	6.4%	25.7%	47.5%	12.1%	100.0%
	Total						
中国基準	1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	78.5%	0.7%	3.4%	3.1%	14.4%	100.0%
	Korea	1.7%	74.8%	2.6%	2.8%	18.0%	100.0%
	Japan	0.5%	0.5%	90.7%	1.8%	6.7%	100.0%
	USA	0.1%	0.2%	0.7%	91.5%	7.4%	100.0%
	ROW	8.0%	6.4%	25.7%	47.8%	12.2%	100.0%
	Total						
日本基準	1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	78.5%	0.7%	3.4%	3.1%	14.4%	100.0%
	Korea	1.7%	74.8%	2.6%	2.8%	18.0%	100.0%
	Japan	0.5%	0.5%	90.7%	1.8%	6.7%	100.0%
	USA	0.1%	0.2%	0.7%	91.5%	7.4%	100.0%
	ROW	8.5%	7.0%	26.5%	45.8%	12.1%	100.0%
	Total						

(3) CO₂排出起源

1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total	
平均基準	China	95.3%	5.1%	6.5%	1.7%	38.7%	
	Korea	0.2%	71.3%	0.6%	0.2%	6.0%	
	Japan	0.2%	1.5%	71.2%	0.4%	7.3%	
	USA	0.3%	2.6%	2.4%	87.5%	35.2%	
	ROW	3.9%	19.5%	19.4%	10.2%	12.8%	
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
中国基準	1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	88.5%	3.7%	4.7%	1.4%	30.6%	
	Korea	0.2%	51.0%	0.4%	0.2%	4.7%	
	Japan	0.2%	1.1%	51.0%	0.3%	5.8%	
	USA	0.3%	1.9%	1.7%	72.3%	27.8%	
	ROW	10.8%	42.5%	42.2%	25.8%	31.1%	
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
日本基準	1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	98.2%	6.0%	7.6%	1.8%	42.9%	
	Korea	0.3%	83.4%	0.7%	0.2%	6.6%	
	Japan	0.2%	1.7%	83.4%	0.4%	8.1%	
	USA	0.3%	3.0%	2.8%	95.0%	39.0%	
	ROW	1.0%	5.9%	5.5%	2.5%	3.4%	
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

表8 2000年CO₂誘発構造(1) CO₂誘発量

1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total	
平均基準	China	2,441,883,425	13,513,028	78,246,761	146,394,491	329,548,961	3,009,586,666
	Korea	14,463,059	345,117,588	12,849,156	19,071,486	100,250,862	491,752,150
	Japan	8,649,420	5,547,273	1,142,637,270	30,085,241	104,378,447	1,291,297,650
	USA	8,376,564	8,135,950	28,576,820	5,412,408,174	448,608,963	5,906,106,470
	ROW	125,204,557	91,188,970	317,558,125	1,124,001,104	160,334,837	1,818,287,593
	Total	2,598,577,024	463,502,807	1,579,868,132	6,731,960,496	1,143,122,070	12,517,030,529
中国基準	2000年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	2,441,883,425	13,513,028	78,246,761	146,394,491	329,548,961	3,009,586,666
	Korea	14,463,059	345,117,588	12,849,156	19,071,486	100,250,862	491,752,150
	Japan	8,649,420	5,547,273	1,142,637,270	30,085,241	104,378,447	1,291,297,650
	USA	8,376,564	8,135,950	28,576,820	5,412,408,174	448,608,963	5,906,106,470
	ROW	279,142,814	214,877,853	739,063,687	2,527,977,836	363,956,045	4,125,018,236
	Total	2,752,515,281	587,191,691	2,001,373,694	8,135,937,227	1,346,743,278	14,823,761,172
日本基準	2000年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	2,441,883,425	13,513,028	78,246,761	146,394,491	329,548,961	3,009,586,666
	Korea	14,463,059	345,117,588	12,849,156	19,071,486	100,250,862	491,752,150
	Japan	8,649,420	5,547,273	1,142,637,270	30,085,241	104,378,447	1,291,297,650
	USA	8,376,564	8,135,950	28,576,820	5,412,408,174	448,608,963	5,906,106,470
	ROW	46,805,515	34,091,975	112,915,069	392,556,974	58,682,023	645,051,556
	Total	2,520,177,982	406,405,813	1,375,225,076	6,000,516,365	1,041,469,256	11,343,794,492

(2) CO₂誘発依存度

2000年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total	
平均基準	China	81.1%	0.4%	2.6%	4.9%	10.9%	100.0%
	Korea	2.9%	70.2%	2.6%	3.9%	20.4%	100.0%
	Japan	0.7%	0.4%	88.5%	2.3%	8.1%	100.0%
	USA	0.1%	0.1%	0.5%	91.6%	7.6%	100.0%
	ROW	6.9%	5.0%	17.5%	61.8%	8.8%	100.0%
	Total	20.8%	3.7%	12.6%	53.8%	9.1%	100.0%
中国基準	2000年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	81.1%	0.4%	2.6%	4.9%	10.9%	100.0%
	Korea	2.9%	70.2%	2.6%	3.9%	20.4%	100.0%
	Japan	0.7%	0.4%	88.5%	2.3%	8.1%	100.0%
	USA	0.1%	0.1%	0.5%	91.6%	7.6%	100.0%
	ROW	6.8%	5.2%	17.9%	61.3%	8.8%	100.0%
	Total	18.6%	4.0%	13.5%	54.9%	9.1%	100.0%
日本基準	2000年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	81.1%	0.4%	2.6%	4.9%	10.9%	100.0%
	Korea	2.9%	70.2%	2.6%	3.9%	20.4%	100.0%
	Japan	0.7%	0.4%	88.5%	2.3%	8.1%	100.0%
	USA	0.1%	0.1%	0.5%	91.6%	7.6%	100.0%
	ROW	6.8%	5.2%	17.9%	61.3%	8.8%	100.0%
	Total	18.6%	4.0%	13.5%	54.9%	9.1%	100.0%

(3) CO₂排出起源

2000年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total	
平均基準	China	94.0%	2.9%	5.0%	2.2%	28.8%	24.0%
	Korea	0.6%	74.5%	0.8%	0.3%	8.8%	3.9%
	Japan	0.3%	1.2%	72.3%	0.4%	9.1%	10.3%
	USA	0.3%	1.8%	1.8%	80.4%	39.2%	47.2%
	ROW	4.8%	19.7%	20.1%	16.7%	14.0%	14.5%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
中国基準	2000年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	88.7%	2.3%	3.9%	1.8%	24.5%	20.3%
	Korea	0.5%	58.8%	0.6%	0.2%	7.4%	3.3%
	Japan	0.3%	0.9%	57.1%	0.4%	7.8%	8.7%
	USA	0.3%	1.4%	1.4%	66.5%	33.3%	39.8%
	ROW	10.1%	36.6%	36.9%	31.1%	27.0%	27.8%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
日本基準	2000年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	96.9%	3.3%	5.7%	2.4%	31.6%	26.5%
	Korea	0.6%	84.9%	0.9%	0.3%	9.6%	4.3%
	Japan	0.3%	1.4%	83.1%	0.5%	10.0%	11.4%
	USA	0.3%	2.0%	2.1%	90.2%	43.1%	52.1%
	ROW	1.9%	8.4%	8.2%	6.5%	5.6%	5.7%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

表9 2005年CO₂誘発構造

(1) CO₂誘発量

	2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
平均基準	China	3,839,486,372	33,078,059	130,500,994	139,976,424	846,572,219	4,989,614,068
	Korea	12,648,739	352,920,198	9,871,565	12,345,719	68,284,289	456,070,510
	Japan	24,406,692	12,240,669	1,070,465,523	33,506,499	114,090,118	1,254,709,500
	USA	17,066,037	8,557,446	25,550,988	5,273,268,319	341,862,420	5,666,305,210
	ROW	285,952,260	106,204,389	287,849,365	1,138,634,739	239,700,468	2,058,341,222
	Total	4,179,560,100	513,000,762	1,524,238,434	6,597,731,700	1,610,509,514	14,425,040,510
中国基準	2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	3,839,486,372	33,078,059	130,500,994	139,976,424	846,572,219	4,989,614,068
	Korea	12,648,739	352,920,198	9,871,565	12,345,719	68,284,289	456,070,510
	Japan	24,406,692	12,240,669	1,070,465,523	33,506,499	114,090,118	1,254,709,500
	USA	17,066,037	8,557,446	25,550,988	5,273,268,319	341,862,420	5,666,305,210
	ROW	696,225,743	263,442,446	703,208,983	2,759,219,557	591,997,245	5,014,093,975
Total	4,589,833,583	670,238,819	1,939,598,052	8,218,316,518	1,962,806,292	17,380,793,263	
日本基準	2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	3,839,486,372	33,078,059	130,500,994	139,976,424	846,572,219	4,989,614,068
	Korea	12,648,739	352,920,198	9,871,565	12,345,719	68,284,289	456,070,510
	Japan	24,406,692	12,240,669	1,070,465,523	33,506,499	114,090,118	1,254,709,500
	USA	17,066,037	8,557,446	25,550,988	5,273,268,319	341,862,420	5,666,305,210
	ROW	139,619,575	49,202,755	137,489,191	527,428,175	119,144,509	972,884,204
Total	4,033,227,414	455,999,127	1,373,878,260	5,986,525,136	1,489,953,555	13,339,583,492	

(2) CO₂誘発依存度

	2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
平均基準	China	76.9%	0.7%	2.6%	2.8%	17.0%	100.0%
	Korea	2.8%	77.4%	2.2%	2.7%	15.0%	100.0%
	Japan	1.9%	1.0%	85.3%	2.7%	9.1%	100.0%
	USA	0.3%	0.2%	0.5%	93.1%	6.0%	100.0%
	ROW	13.9%	5.2%	14.0%	55.3%	11.6%	100.0%
	Total	29.0%	3.6%	10.6%	45.7%	11.2%	100.0%
中国基準	2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	76.9%	0.7%	2.6%	2.8%	17.0%	100.0%
	Korea	2.8%	77.4%	2.2%	2.7%	15.0%	100.0%
	Japan	1.9%	1.0%	85.3%	2.7%	9.1%	100.0%
	USA	0.3%	0.2%	0.5%	93.1%	6.0%	100.0%
	ROW	13.9%	5.3%	14.0%	55.0%	11.8%	100.0%
Total	26.4%	3.9%	11.2%	47.3%	11.3%	100.0%	
日本基準	2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	76.9%	0.7%	2.6%	2.8%	17.0%	100.0%
	Korea	2.8%	77.4%	2.2%	2.7%	15.0%	100.0%
	Japan	1.9%	1.0%	85.3%	2.7%	9.1%	100.0%
	USA	0.3%	0.2%	0.5%	93.1%	6.0%	100.0%
	ROW	13.9%	5.3%	14.0%	55.0%	11.8%	100.0%
Total	26.4%	3.9%	11.2%	47.3%	11.3%	100.0%	

(3) CO₂排出起源

	2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
平均基準	China	91.9%	6.4%	8.6%	2.1%	52.6%	34.6%
	Korea	0.3%	68.8%	0.6%	0.2%	4.2%	3.2%
	Japan	0.6%	2.4%	70.2%	0.5%	7.1%	8.7%
	USA	0.4%	1.7%	1.7%	79.9%	21.2%	39.3%
	ROW	6.8%	20.7%	18.9%	17.3%	14.9%	14.3%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
中国基準	2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	83.7%	4.9%	6.7%	1.7%	43.1%	28.7%
	Korea	0.3%	52.7%	0.5%	0.2%	3.5%	2.6%
	Japan	0.5%	1.8%	55.2%	0.4%	5.8%	7.2%
	USA	0.4%	1.3%	1.3%	64.2%	17.4%	32.6%
	ROW	15.2%	39.3%	36.3%	33.6%	30.2%	28.8%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
日本基準	2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total
	China	95.2%	7.3%	9.5%	2.3%	56.8%	37.4%
	Korea	0.3%	77.4%	0.7%	0.2%	4.6%	3.4%
	Japan	0.6%	2.7%	77.9%	0.6%	7.7%	9.4%
	USA	0.4%	1.9%	1.9%	88.1%	22.9%	42.5%
	ROW	3.5%	10.8%	10.0%	8.8%	8.0%	7.3%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

表10 CO2国際収支バランス表

1995年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total	
平均基準	China	0	11,102,519	87,352,823	72,876,364	311,393,119	482,724,825
	Korea	-11,102,519	0	5,580,028	-532,102	3,185,604	-2,868,988
	Japan	-87,352,823	-5,580,028	0	-18,343,657	-232,765,935	-344,042,443
	USA	-72,876,364	532,102	18,343,657	0	-89,987,855	-143,988,460
	ROW	-311,393,119	-3,185,604	232,765,935	89,987,855	0	8,175,066
	Total	-482,724,825	2,868,988	344,042,443	143,988,460	-8,175,066	0
中国基準	China	0	11,102,519	87,352,823	72,876,364	140,824,174	312,155,879
	Korea	-11,102,519	0	5,580,028	-532,102	-146,788,943	-152,843,536
	Japan	-87,352,823	-5,580,028	0	-18,343,657	-828,184,683	-939,461,191
	USA	-72,876,364	532,102	18,343,657	0	-1,130,030,791	-1,184,031,396
	ROW	-140,824,174	146,788,943	828,184,683	1,130,030,791	0	1,964,180,243
	Total	-312,155,879	152,843,536	939,461,191	1,184,031,396	-1,964,180,243	0
日本基準	China	0	11,102,519	87,352,823	72,876,364	385,769,140	557,100,846
	Korea	-11,102,519	0	5,580,028	-532,102	64,465,077	58,410,485
	Japan	-87,352,823	-5,580,028	0	-18,343,657	12,894,024	-98,382,485
	USA	-72,876,364	532,102	18,343,657	0	340,482,920	286,482,315
	ROW	-385,769,140	-64,465,077	-12,894,024	-340,482,920	0	-803,611,162
	Total	-557,100,846	-58,410,485	98,382,485	-286,482,315	803,611,162	0

2000年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total	
平均基準	China	0	-950,031	69,597,341	138,017,928	204,344,405	411,009,642
	Korea	950,031	0	7,301,884	10,935,536	9,061,892	28,249,343
	Japan	-69,597,341	-7,301,884	0	1,508,421	-213,179,678	-288,570,482
	USA	-138,017,928	-10,935,536	-1,508,421	0	-675,392,142	-825,854,026
	ROW	-204,344,405	-9,061,892	213,179,678	675,392,142	0	675,165,523
	Total	-411,009,642	-28,249,343	288,570,482	825,854,026	-675,165,523	0
中国基準	China	0	-950,031	69,597,341	138,017,928	50,406,147	257,071,385
	Korea	950,031	0	7,301,884	10,935,536	-114,626,991	-95,439,541
	Japan	-69,597,341	-7,301,884	0	1,508,421	-634,685,240	-710,076,044
	USA	-138,017,928	-10,935,536	-1,508,421	0	-2,079,368,873	-2,229,830,757
	ROW	-50,406,147	114,626,991	634,685,240	2,079,368,873	0	2,778,274,958
	Total	-257,071,385	95,439,541	710,076,044	2,229,830,757	-2,778,274,958	0
日本基準	China	0	-950,031	69,597,341	138,017,928	282,743,446	489,408,684
	Korea	950,031	0	7,301,884	10,935,536	66,158,887	85,346,337
	Japan	-69,597,341	-7,301,884	0	1,508,421	-8,536,622	-83,927,426
	USA	-138,017,928	-10,935,536	-1,508,421	0	56,051,989	-94,409,895
	ROW	-282,743,446	-66,158,887	8,536,622	-56,051,989	0	-396,417,700
	Total	-489,408,684	-85,346,337	83,927,426	94,409,895	396,417,700	0

2005年	China	Korea	Japan	USA	ROW	Total	
平均基準	China	0	20,429,321	106,094,302	122,910,387	560,619,958	810,053,968
	Korea	-20,429,321	0	-2,369,104	3,788,273	-37,920,100	-56,930,252
	Japan	-106,094,302	2,369,104	0	7,955,511	-173,759,247	-269,528,934
	USA	-122,910,387	-3,788,273	-7,955,511	0	-796,772,319	-931,426,490
	ROW	-560,619,958	37,920,100	173,759,247	796,772,319	0	447,831,708
	Total	-810,053,968	56,930,252	269,528,934	931,426,490	-447,831,708	0
中国基準	China	0	20,429,321	106,094,302	122,910,387	150,346,476	399,780,485
	Korea	-20,429,321	0	-2,369,104	3,788,273	-195,158,157	-214,168,309
	Japan	-106,094,302	2,369,104	0	7,955,511	-589,118,865	-684,888,552
	USA	-122,910,387	-3,788,273	-7,955,511	0	-2,417,357,137	-2,552,011,308
	ROW	-150,346,476	195,158,157	589,118,865	2,417,357,137	0	3,051,287,684
	Total	-399,780,485	214,168,309	684,888,552	2,552,011,308	-3,051,287,684	0
日本基準	China	0	20,429,321	106,094,302	122,910,387	706,952,644	956,386,654
	Korea	-20,429,321	0	-2,369,104	3,788,273	19,081,534	71,383
	Japan	-106,094,302	2,369,104	0	7,955,511	-23,399,073	-119,168,760
	USA	-122,910,387	-3,788,273	-7,955,511	0	-185,565,755	-320,219,926
	ROW	-706,952,644	-19,081,534	23,399,073	185,565,755	0	-517,069,351
	Total	-956,386,654	-71,383	119,168,760	320,219,926	517,069,351	0