

## 東アジアの貿易と環境

～東アジアリンク CGE モデルによるシミュレーション分析～

尹 清洙：長崎県立大学経済学部准教授

藤川清史：名古屋大学国際開発研究科教授

• 論文の要旨：

本稿は JETRO/IDE の「アジア国際産業連関表 2000 年」を用いて、「東アジア国際連結 CGE モデル」を構築し、東アジア地域の自由貿易協定(FTA)や炭素税の経済効果を実証的に計量することを目的としている。また、グローバルの貿易と環境問題の実証分析によく使われている GTAP (Global Trade Analysis Project), GTAP-E モデルとのシミュレーション結果の比較が行われる。GTAP のデータが地域「内」産業連関表として推計されているのに対して、JETRO/IDE の国際産業連関表が地域「間」産業連関表である特徴を生かし、本モデルが構築されている。

## 1. はじめに

本報告の目的は東アジアの貿易と環境に関する相互依存関係を応用一般均衡モデルの枠組みで実証的に明らかにすることを目的としている。

近年中国の持続的な高度経済成長に伴って、東アジアの相互依存関係は急速に深まっている。また中国と ASEAN、日本と ASEAN、韓国と ASEAN という ASEAN を基軸とした自由貿易協定 (FTA) や経済連携協定 (EPA) が結ばれ、すでに実行に移される時代になってきた。

他方では、大国に君臨しつつある中国は格差問題や環境汚染などの様々な問題を抱えており、持続的な成長への課題は大きい。特にエネルギー利用効率はいまだに非常に悪く、CO<sub>2</sub> の排出量もすでに世界一となっている。そのため、昨年 12 月に行われた COP15 では中国への排出削減への要請は強かったものの、発展途上国としての中国の反発は予想以上に強く、結局「コペンハーゲン合意」を採択することができなかった。各国の利害を乗り越えて地球全体の観点からの合意を得るためには、世界の生産の拠点である発展途上国における排出量の実態を明らかにしなければならない。このような課題に対して先行研究として下田・渡辺・叶・藤川 (2009) がある。そこでは国際産業連関表によるアジア太平洋地域の産業連関構造と環境負荷の相互依存に関する実態が実証的にあきらかにされている。その研究の延長としてわれわれは東アジアに焦点を当てて、FTA が東アジアの経済厚生や地球環境に与える影響を応用一般均衡モデルの枠組で数量的に考察したい。

このようなグローバルの貿易や環境問題の実証分析によく用いられているのが、GTAP モデルである。

GTAP モデルとは、アメリカパデュー大学の Thomas W.Hertel 教授を中心として、国際貿易が世界各国経済に与える影響を評価する目的で 1992 年に設立された国際貿易分析プロジェクトが開発した応用一般均衡モデルである。その成果は、T.W.Hertel(1997)にまとめられている。その後、Burniaux LM and Truong(2002)らにより、生産関数や消費関数にエネルギー代替を組み込んだ GTAP-E モデルが開発され、国際排出量取引やカーボン・リンケージの分析も可能になった。なお、アメリカコロラド大学の Thomas F.Rutherford(1999)教授によって GAMS(General Algebraic Modeling System)バージョンも開発されている。

GTAP モデルは世界各国の多くの研究機関や何十人規模の研究者によってデータやモデルが維持されており、共通の土俵で国際政策協調の分析ができるという利点があり、そのため世界経済政策分析の公共財として世界各国より何百人の研究者に愛用されている。日本においても伴ほか (1998) らによって GTAP モデルを用いた貿易・投資自由化と環境政策の評価が行われている。

しかし、「GTAP データでは、地域産業連関表の用語を使えば、地域「内」産業連関表として各国 IO 表が推計され、それが輸出入マトリックスによって国際的に連結されることになる。それに対して、JETRO/IDE の国際産業連関表は、地域「間」産業連関表として推計されており、地域「内」産業連関表ではない。つまり、中間投入においても最終需要においてもすべての国が直接に投入産出関係にある統合された世界産業連関表である」<sup>1)</sup>。そのため、JETRO/IDE の国際産業連関表を用いれば、GTAP モデルを補完し相互確認が可能だけでなく、GTAP モデルではできない地域「間」分析も可能となる。このような課題に挑戦して本モデルが開発された次第である。

本モデルは以下のような特徴をもっている。

- ①「アジア国際産業連関表 2000 年」+「GTAP 第 6 版の各国関税（保護）率」を用いて国際連結社会会計表(Social Accounting Matrix, 略として SAM)を構築。
- ②「日本・中国・韓国・ASEAN 5・台湾・米国」の 6 つの国・地域が内生化。
- ③MPSGE(Mathematical Programming System for General Equilibrium analysis)によるモデルの表現と GAMS による解法<sup>2)</sup>。

## 2. データ（国際連結社会会計表：SAM）の構築

CGE モデルを構築するには、まず基準均衡の経済活動を描写した SAM というデータベースを作成しなければならない。

SAM は産業連関表を主なデータソースとし、それを多少拡張するだけで容易に作成できる。産業連関表は中間財の取引を通じた諸部門間の相互依存関係を明らかにしたものであり、産業構造・付加価値構造・最終需要構造が解明されている。すなわち、国民経済計算の統合第 1 勘定「国内総生産と総支出勘定」の基礎統計としての性格を持っているのである。それに対して、SAM はその産業連関表を踏まえた上で、その付加価値がどのように経済主体間に配分され、その会計がどのように最終需要の合計と一致するか、また最終需要部門がどの程度の貯蓄を行うかを明らかにしたものである。すなわち、国民経済計算統合第 2 勘定「国民可処分所得と処分勘定」および第 3 勘定「資金調達勘定」も含

---

1) 尹 (2006) に対して、大阪大学の伴金美教授より、大変貴重なコメントを頂いた。それが本モデルの開発のきっかけとなった。ここで深く感謝申し上げる次第である。

2) GAMS と MPSGE に関しては小平(2003)、伴 (2003)、細江他(2004)などが詳しい。特に伴 (2003) のホームページよりリンクされる <http://www.gams.com> 及び Thomas F.Rutherford 教授のホームページ <http://nash.colorado.edu/mainpage/mpsge.htm> より上記に関する有益な情報を得ることができる。なお、本稿で使用した MPSGE プログラムは Rutherford(1999)の研究成果に多くを依存している。

めた全ての経済的取引を一つのマトリックスに表したものである。

今回のモデルの構築に当たって、使用した産業連関表は JETRO/IDE によって提供された「アジア国際産業連関表 2000 年」である。

その国際産業連関表を「日本・中国・韓国・ASEAN5・台湾・米国」の 6 つの国・地域に統合し、産業は GTAP モデルとの比較分析のため、伴(2010)に従った。但し、JETRO/IDE の産業連関表では石油と天然ガスが元々統合されているので、同じ産業分類にした。また電力とガス供給も分離できないので同じ産業分類にした。すなわち、農林水産業、石炭、石油・天然ガス、石油製品、電力・ガス供給、エネルギー集約財、食品、労働集約財、自動車、機械、輸送、サービス等の 12 部門に集計した。そして RAS 法を用いて統計誤差項を調整し、整合性が取れた東アジア国際産業連関表を構築した。

次に、東アジア国際連結 SAM の構築過程を説明する。

SAM の実質構築に関しては細江他(2004)などが詳しい。しかし、一国モデルの解説に留まっている。ここでは尹(2007)に依存しながら、東アジア国際連結 SAM を構築した。図 1 がそのフローチャートであるが、詳細については大会当日に詳しく説明したい。

次に、このデータセットを基にモデルの特定化を行い、モデルを構築した。

### 3. モデルの構造

本モデルのマクロ枠組は図 2 に示されている。

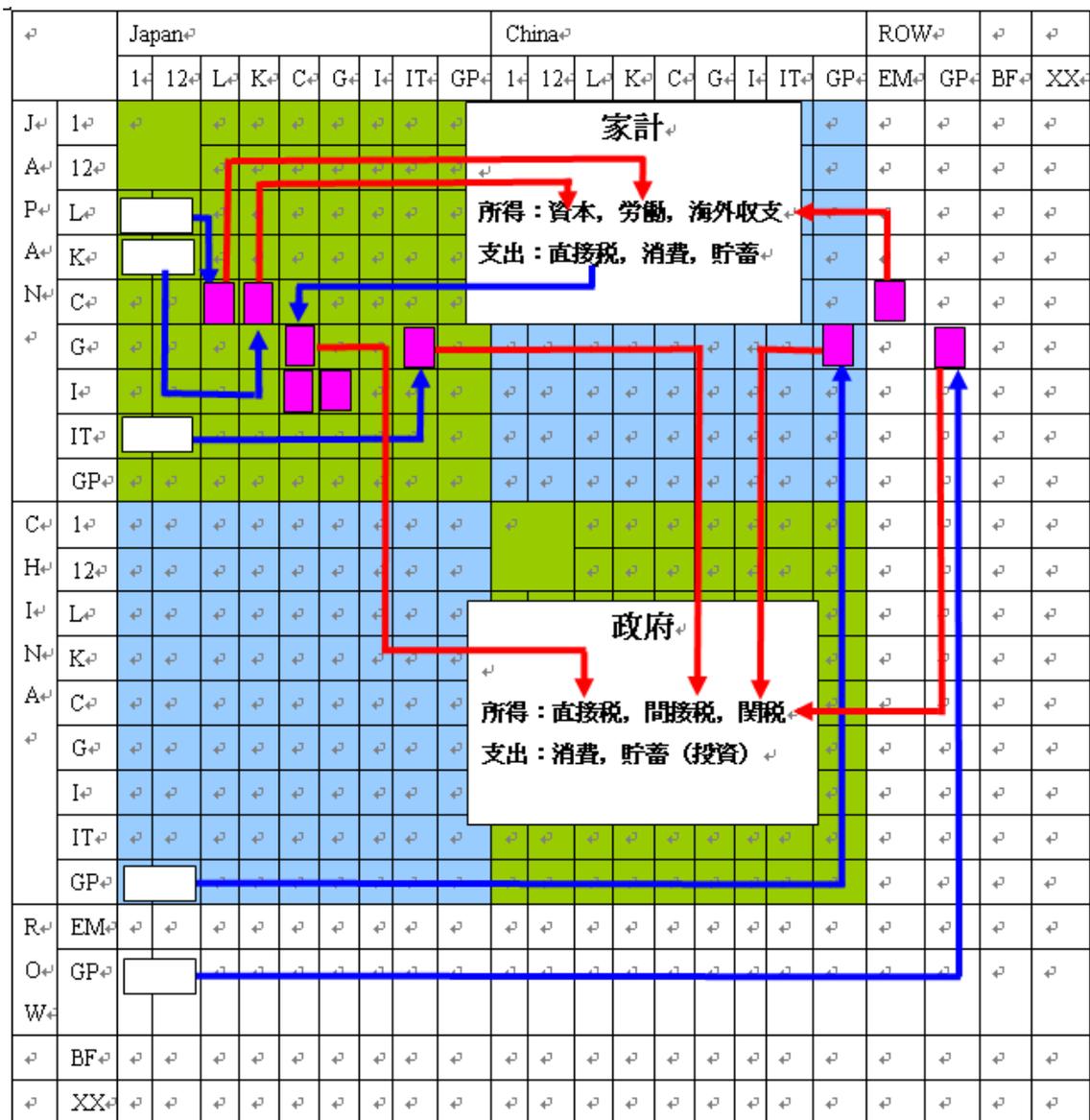
すなわち、各国・地域の国内生産 ( $Zir$ ) は「地域内向け供給財」<sup>3)</sup> ( $Dir$ ) とその他世界への輸出財 ( $Xir$ ) からなる。そしてその他世界からの輸入財 ( $Mir$ ) と地域内向け供給財 ( $Dir$ ) を合成してアーミントン合成財 ( $Aijrs$ ) になる。アーミントン合成財は家計・政府・投資によって最終需要として消費され、企業には中間財需要として投入される。また、地域内の中でアーミントン合成財の移出入も行われる。

このモデルでは代表的なエージェント ( $RAr$ ) が導入されているが、そのエージェントは基本的に家計ブロックの行動を示している。企業部門に労働と資本を提供し、賃金と資本収益を受け取る。また、その他世界からの経常赤字も受け取る。その一方で政府 ( $GOVr$ ) に直接税 ( $dt$ ) を支払う。また、貯蓄も行うがその金額は一定とされる。すなわち、家計消費は以下のように定義される。

家計消費 = 労働賃金 + 資本収入 + 経常赤字 - 直接税 - 民間貯蓄 (民間投資)  
他方、政府は家計より直接税、企業から間接税 ( $idt$ )、地域内のアーミントン

<sup>3)</sup> ここでいう地域内というのは、内生化された日本・中国・韓国・ASEAN5・台湾・米国 6 つの国・地域を指す。

図 1：2000 年東アジアリンク SAM のフローチャート



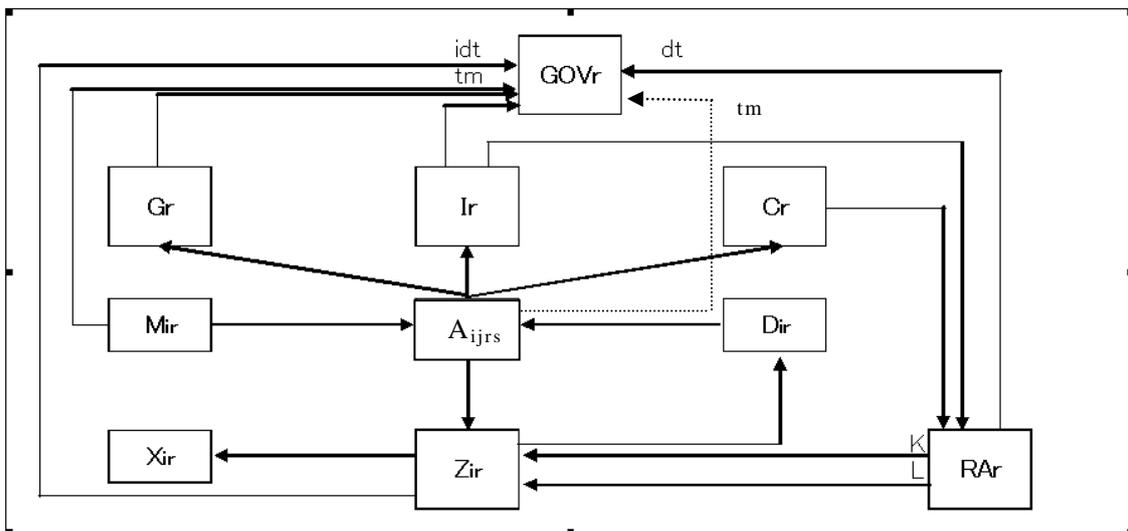
(ここで、1,12 は 12 分類の産業、L と K は生産要素である労働と資本、C は家計、G は政府、I は投資、IT は間接税、GP は GTAP の関税、BF は輸送費、EM はその他世界との貿易、XX は総投入 (総産出) を意味する。出所：尹(2007)より。)

ン部門と外国部門より関税 (tm) を受け取り、それで消費と貯蓄 (一定) を行う。すなわち、政府は以下のように定義される。

$$\text{政府消費} = \text{直接税} + \text{間接税} + \text{関税} - \text{政府貯蓄 (政府投資)}$$

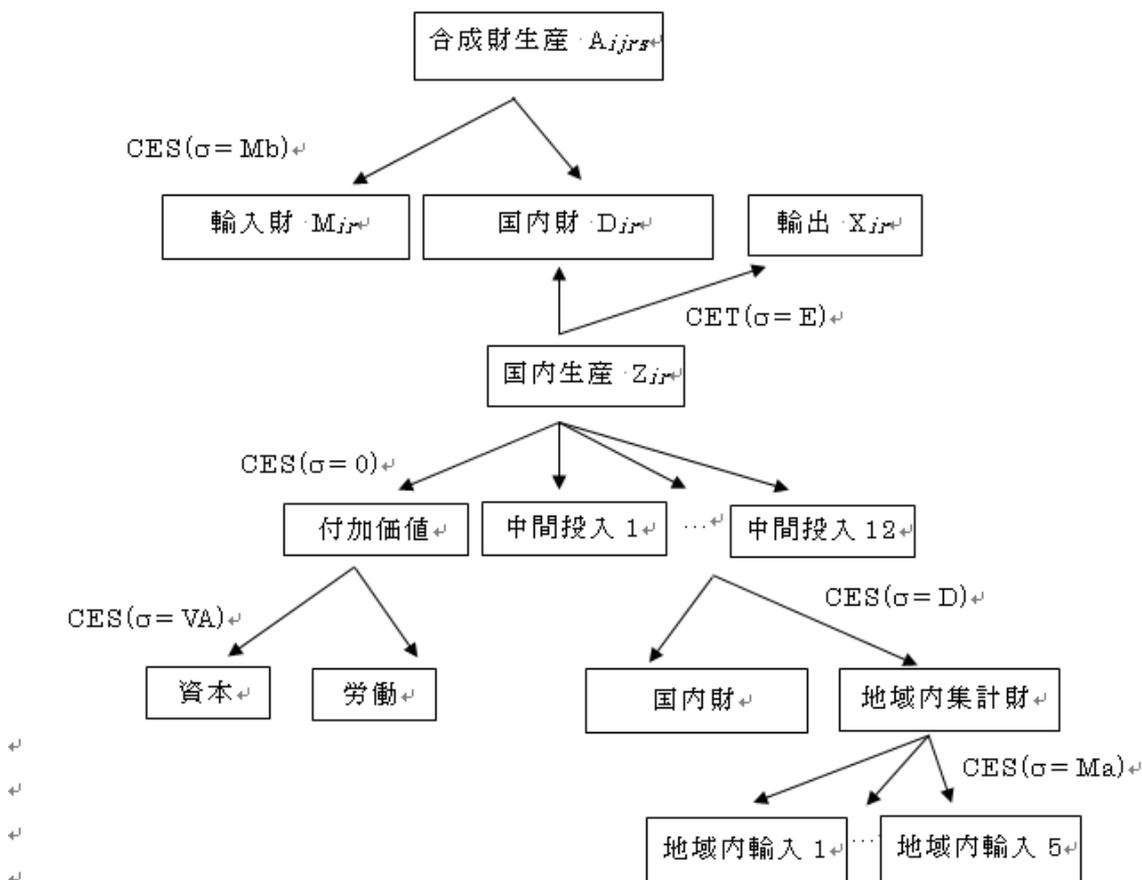
次には、各国の生産部門と消費部門の構造をもっと詳しく見てみる。

図 2：本モデルのマクロ枠組み



(出所：尹(2006)より.)

図 3：本モデルの生産構造



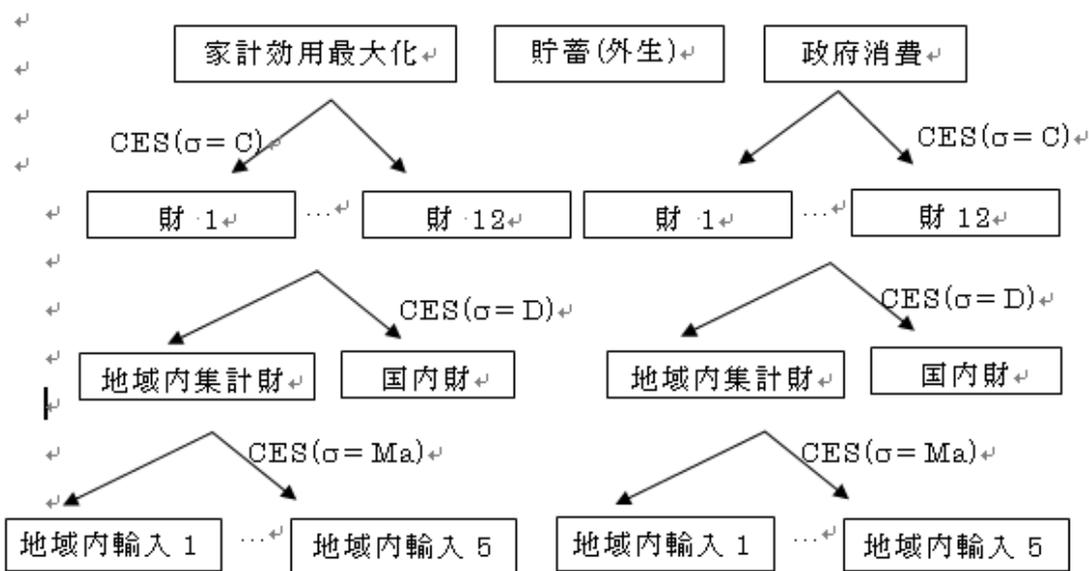
(出所：尹(2006)を基礎に筆者加工作成.)

図 3 に本モデルの生産部門の構造が示されている。

すなわち、まず企業は家計から購入した資本と労働に加えて、12 部門からなる地域内中間投入財を使って、利潤が最大になるように、国内生産  $Z_{ir}$  を行う。その際に、付加価値部門においては CES(Costant Elasticity of Substitution)型生産技術、そして付加価値部門と中間投入各部門においてはレオンチェフ型生産技術が仮定されている。

そして、国内生産  $Z_{ir}$  は、CET(Constant Elasticity of Transformation)関数によって地域内向け供給財  $D_{ir}$  と輸出財  $X_{ir}$  が決定される。次にその地域内向け供給財  $D_{ir}$  は CES 関数によってその他世界からの  $M_{ir}$  と結合し、アーミントン合成財を生産する。

図 4：本モデルの消費構造



(出所：尹(2006)より筆者加工作成.)

図 4 に本モデルの消費部門の構造が示されている。

生産部門において生産されたアーミントン合成財は企業に中間財需要として、地域内の需要として移出された後その残りの部分は最終需要として消費される。その際に、家計の効用最大化行動により家計消費が決まり、同じく政府の効用最大化行動により政府消費が決まる。

また、家計消費は CES 関数で各財に振り分けられ、さらに各財は CES 関数で各地域財に振り分けられる。

政府の消費決定の基本構造も家計消費と全く同じである。つまり、本モデルでは GTAP モデルと同様に政府支出が内生変数として扱われ、マクロ計量モデ

ルで政策変数として外生扱いされた時とは本質的に異なっている。

このように国内生産と消費が決定され、1 国閉鎖経済モデルではその残差として貯蓄額が決められ、貯蓄と均等するように投資が行われる。

また、ここでは国際間の取引が存在するので、開放経済モデルの閉じ方の問題が存在する。本モデルでは為替レートが内生化され、経常収支が外生となっている。

#### 4. シミュレーション分析

シミュレーションのシナリオおよび推計結果などについては大会当日に詳しく説明したい。

##### ・ 参考文献

- 尹清洙(2006)「北東アジアリンク CGE モデルの構造とシミュレーション」『産業連関』第 14 巻 3 号,20-32 頁.
- 尹清洙(2007)「国際貿易・環境政策分析用の東アジアリンク社会会計表の作成－2000 年アジア国際産業連関表を用いて－」『長崎県立大学論集』第 41 巻 3 号,1-29 頁.
- 小平裕(2003)「Mathematica と MPSGE による応用一般均衡分析」『成城大学経済研究』第 161 号, 69-112 頁.
- 下田充・渡辺隆俊・叶作義・藤川清史(2009)「東アジアの環境負荷の相互依存」『東アジアの経済発展と環境政策』, ミネルヴァ書房.
- 伴金美・大坪滋・川崎研一・小野稔・松谷萬太郎・堤雅彦・木滝秀彰・小野博(1998)「応用一般均衡モデルによる貿易・投資自由化と環境政策の評価」『経済分析』第 156 号.
- 伴金美(2003) <http://ban.econ.osaka-u.ac.jp/kban/> (2003 年度大学院授業ノート).
- 伴ひかり(2010)「東アジア自由貿易協定の環境負荷－GTAP-E モデルによるエネルギー代替の影響についての分析」『名古屋大学科学研究費基盤研究 C 報告会発表論文』
- 細江宣裕・我沢賢之・橋本日出男(2004)『テキストブック 応用一般均衡モデリング』東京大学出版会.
- Hertel,T.W. ed.(1997), *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*, New York: Cambridge University Press.
- Rutherford, T. F.(1999), “Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: an Overview of the Modeling Framework and Syntax”, *Computational Economics* 14,pp.1-46.