



京都大学大学院経済学研究科
プロジェクトセンター
ディスカッションペーパーシリーズ

産業連関表を用いたベトナムの汚染 逃避地仮説に関する一考察

マイ ゴック ゲン

No. J- 10-001

2011年1月

〒606-8501

京都市左京区吉田本町
京都大学大学院経済学研究科
プロジェクトセンター

産業連関表を用いたベトナムの汚染 逃避地仮説に関する一考察

マイ ゴック グェン*

2011年1月19日

要 旨

汚染逃避地仮説によると、環境規制の水準の差異が、各国の比較優位を決める上で重要な要素になる。従って、貿易自由化は環境規制の緩い国を汚染財の生産に特化させ、環境被害を及ぼすことになると考えられる。貿易相手国と比べ、ベトナムは比較的緩い環境規制を適用している国である。本研究は1989年、1996年、2000年、2005年の4ヶ年におけるベトナムの産業連関表を用いて汚染逃避地仮説の検証を行った。分析の結果、当該期間においてベトナムが汚染逃避地とはなっていなかったという結果が得られた。

* 京都大学大学院経済学研究科博士後期課程。〒606-8501 京都市左京区吉田本町

1. はじめに

貿易自由化が環境に及ぼす影響には、様々な要因が関与している。なかでも、環境規制の違いと生産要素賦存量の違いの双方に大きく依存する。それゆえ、国際貿易と環境汚染の関係を説明する仮説として、次の二つが提唱されている。一つは、ヘクシャー＝オリーン・モデルに代表される要素賦存量仮説である。この仮説は、生産要素の相対的な賦存量が貿易構造を決定する仮説である。また、汚染集約的な財(汚染財)は、多くの場合に資本集約的でもある(Copeland and Taylor, 2003, p.219)。従って、ヘクシャー＝オリーン定理より、要素賦存量仮説の下では資本が相対的に多く賦存する国は資本集約財(それは同時に汚染財でもある)の生産・輸出を行い、国内の汚染を深刻化させうる。逆に、資本が相対的に少ない国は汚染財の生産に比較優位をもっていないため、その生産が貿易自由化により縮小し、汚染が抑制されうるといえる。

もう一つが汚染逃避地仮説 (pollution haven hypothesis) である。これによると環境規制の水準の差異が、汚染財と非汚染財に関する貿易構造を決める上で重要な要素になる。従って、貿易自由化は環境規制の緩い国を汚染財の生産に特化させ、環境被害を及ぼすことになると考えられる(Cope and Taylor, 2003)。ここで、仮に先進国においては環境規制が厳しく、発展途上国においては緩いと考えよう。その場合、汚染逃避地仮説を採用すると貿易自由化によって環境規制の厳しい国(先進国)から環境規制の緩い国(発展途上国)へ汚染財の生産移転が起きると予測できる。すなわち、貿易は発展途上国の環境を悪化させると考えられる。言い換えれば、先進国の環境規制の方が厳しいために、発展途上国が汚染財を輸出し、クリーンな財を輸入するようになると考えられるのである。

本稿では、先進国で生産する財と発展途上国から輸入する財を比較して、前者が後者より環境負荷が小さければ汚染逃避地になるという意味ではなく、途上国内で生産・輸出する財が輸入財を国内で生産した場合より環境負荷が大きければ汚染逃避地になるという意味で汚染逃避地問題を扱っている。

本稿の目的は、ベトナムにおける汚染逃避地仮説の検討を行い、さらにその経年的変化を分析することにある。ベトナムは、貿易相手国と比べる場合、とりわけ比較的緩い環境規制を適用している発展途上国であると考えられる。本稿では、1989年、1996年、2000年と2005年の4ヶ年の産業連関分析を行うことによって、ベトナムを汚染逃避地とみなすことが出来るのかどうかを考察する。

現在、ベトナム経済は、東アジアで中国に次ぐ高成長率を維持している。戦争終了から10年後の1986年に採択されたドイモイ政策¹⁾の下で、海外直接投資流入により輸出向け工業生産が拡大し、これが高成長の原動力となった。それ以降、輸出入活動が活発化し、国民生活の向上に多大な貢献を果たした。1986年~2005年の輸出の成長率は21.2%であり、GDP成長率の約2倍となったのである。

また、ドイモイ政策以降のベトナムは著しい経済成長を経験してきた。この歴史的な変化に貢献したのは貿易と海外直接投資であるので、その過程でベトナムが汚染逃避地であったかどうかを分析することには意義があろう。そこで、本稿では、市場経済が本格化する前の1989年、一定の経済成果が挙げられた1996年、ドイモイをさらに促進させた2000年、そしてドイモイ政策実行開始から約20年経った2005年という4つの時点を分析する。これによって、ベトナムの経済発展段階で重要なこの17年間における貿易・経済の成長が国内の大気汚染と関係があるかどうかを考察する。

ベトナムは、経済的に成功を遂げている一方で、同時に深刻な環境問題に直面している。たとえば、2000年以降に起きた社会的問題として、化学調味料生産を中心とした食品メーカーであるヴィダン社と金属メーカーであるトゥンクアン社が環境保護規定に違反し大きな環境汚染を生んだことが挙げられる。ヴィダン社は、1994年から南部のある川に有害な工業排水を流しており、生態系を破壊していたことが発覚した。にもかかわらず、2004年にこの会社が環境保護に関する優良企業として賞に推薦されたのである。また、トゥンクアン社が北部の地元の川に数年前から未処理の汚水を排出していたことも明らかになった。この台湾系の2社の製品が国内販売だけでなく、海外にも多く輸出されている。

さらに、大気汚染についてみると、ベトナムの年間CO₂排出量は1980年の1400万トン(炭素換算)から2005年には8000万トンへと急速に増加している。これは1980年排出量の471%であり、1989年排出量の383%である。SO₂排出量についても、1995年には19.4万トンであるが2005年にはその2倍以上の41.5万トンに増加した。また、ベトナムの温室効果ガスは(CO₂換算)2010年の1.38億トンから2030年の4.23億トンへと大幅に上昇すると予測されている。この20年間以上の経済成長速度、そして今後の各産業の発展計画から見れば、ベトナムにおける汚染排出量や温室効果ガスがますます増大するに違いない。

以上の例で分かるように、制度的欠陥や人的・物的資源の不足、あるいは利害関係者の関心の低さから法規の整備・対策がなされていないことなどによって、環境問題が深刻になりつつある。それにも関わらず、ベトナムでは工業団

地・加工団地の環境保護基準を下げるという議論が起こっている。そもそも、2006～2010年の社会経済開発計画の中では100%の工業団地と加工団地に汚染防止施設を整備することを目指していた。しかし、現時点では目標の45%にしか整備されていない。また、汚染防止施設の運転費用が高額で、稼働率が低くなり効率的に運営することができない工業団地・加工団地もある。このような状況のなかで、今後5年間の計画では100%整備するという目標を70%に下げるといった意見がでてきている。なおかつ、立地条件が都会の工業団地ほど恵まれていない地方の工業団地にとっては、目標を70%に下げることによって海外直接投資の誘致の際に有利になるのではないかという目論見も隠れている。

ところで、発展途上国では、「発展」ということは農業から工業へとシフトすることを意味する(Temurshoev, 2006)。多くの発展途上国は工業化を促進している段階であり、国民の所得水準が上昇している一方で、国内の環境基準が相対的に緩いために汚染逃避地になる可能性が高くなると考えられる。従って、大量の直接投資で工業化の促進と貿易の拡大を進めているベトナムの経済・社会・環境の状況を考えると、ベトナムが汚染逃避地になっているのではないかと想像できる。発展途上国の一例として、また東南アジア地域の今後の経済の展望や環境問題を考える題材として、ベトナムの重要性は高く、研究に値するものだと考えられる。

本稿では4ヶ年の産業連関分析から、ベトナムを汚染逃避地とみなすことはできないという結果が得られた。つまり、貿易自由化によってベトナムの環境汚染が悪化されるというよりは、むしろCO₂とSO₂の純排出量が減少し、環境が改善されると考えられる。

排出量以下、第2節では先行研究を紹介し、第3節ではDietzenbacher and Mukhopadhyay (2007)の産業連関分析方法を用いてベトナムにおける汚染逃避地仮説を考察する。ベトナムのエネルギー源の特徴として、原油を産出するが国内に精油所を持たない(2009年まで)ために、また、外貨を獲得するためにその全てを輸出している。従って、現在国内で流通され、生産で使われている石油は輸入によるものである。また、石炭については国内で産出でき、余剰分は輸出しているため、輸入は行っていない。この特徴は第3節で展開される方程式に直接的に関係するものである。

第4節でその分析結果を簡潔に述べ、改めて結果に基づいて議論する。Dietzenbacher and Mukhopadhyay (2007)は研究の結果に関する説明が不十分であった。本稿は第5節では、ベトナムの実情に基づいて、なぜ現時点ではベトナムが汚染逃避地とみなされないのかについての解釈をまとめ、第6節で結論を述べる。

2. 先行研究と本稿の課題

一般に、一国の環境規制はその国の産業競争力に影響を与える。しかしながら、汚染逃避地仮説についての先行研究が示した結果は様々である。たとえば、Machado et al. (2001)は、国際貿易がブラジル経済におけるエネルギー消費とCO₂排出量に与える影響を評価した。そして、1995年の非エネルギー財輸出に使用したエネルギー総消費量と発生したCO₂総排出量が非エネルギー財輸入のそれらの量より大きい、つまり汚染逃避地仮説が正しいという結論を導き出した。

また、Cave and Blomquist(2008)は、EUの環境規制が強化された時期(1993-1999)に、所得が低くあまり民主的でない国から汚染財が輸入されていたのかを検討し、すべての地域の貿易相手国をみると、EUのエネルギー集約的貿易のデータは汚染逃避地仮説を支持できるが、有毒物質集約的な貿易の場合は支持できないという結論を下した。

これらの研究に対して、Temurshoev (2006)は、産業連関表を用いてアメリカ及び中国における汚染逃避地仮説と要素賦存量仮説の検証を行った。貿易増加に伴うCO₂、SO₂、NO₂純排出量が、中国では減る一方でアメリカでは増えるという結果が出された。そして、アメリカが資本集約財を輸出していないということを示した。従って、汚染逃避地仮説と要素賦存量仮説の双方が棄却され、汚染物質の貿易の問題は未解決のままであると主張した。

本稿に最も関連する研究であるDietzenbacher and Mukhopadhyay(2007)の論文は、インドを発展途上国の実例として汚染逃避地仮説の実証分析を行っている。具体的には、産業連関分析を用いてインドが汚染逃避地と見なされるかどうかを調べた。10億インドルピーの追加的輸出によって発生するCO₂、SO₂、NO_xの追加排出量を計算し、これを同量の追加的輸入に伴うインドにおける汚染度の低下と比較している。この研究によると、上述した発展途上国の場合の汚染逃避地仮説を支持する研究とは逆に、インドでは貿易増加に伴うCO₂、SO₂、NO_x純排出量が減ることが分かった。1996/1997年と1991/1992年を比べると、時間とともにその純排出量の減少幅が拡大しており、インドが汚染逃避地から遠く離れていくことを示唆している。

以上のように、ヨーロッパ、OECD諸国、アメリカ等の先進国とブラジル、中国、インド等の発展途上国が先行研究では取り上げられていたが、汚染逃避地仮説の是非は不明確で、まとまった結果にはなっていない。

Dietzenbacher and Mukhopadhyay (2007)は、インドのCO₂、SO₂、NO_x排出量を推定しているが、そこで取り扱われたのは1991/1992年と1996/1997年の2ヶ年のデータのみである。それに対して、本稿では、CO₂、SO₂を対象をしぼり、

1989年, 1996年, 2000年, 2005年という4ヶ年のデータを用いることとする。ベトナムの産業連関表は1989年が54部門, 1996年が97部門, 2000年と2005年が112部門で作成されている。この4ヶ年の産業連関表の部門数を52に統合した(表1)²⁾。次に, ベトナムにおいて輸出を十億ベトナムドン増やした場合のCO₂及びSO₂の排出量の変化量を計算する。そしてこれを, 十億ベトナムドンの輸入増加によって減少するCO₂及びSO₂の排出量と比較する。これにより, 貿易の増加によって発生したCO₂及びSO₂の純排出量を求め, その結果から環境が悪化しているのか, 改善しているのかが分かる。もし前者であれば, ベトナムは汚染逃避地となっていると考えられる。

3. IOモデルの展開

3.1 IOモデル

本稿では静学的産業連関モデルの開放経済、競争輸入型・輸入外生モデルを扱う。均衡生産モデルの基本方程式は(1)のように表現される。

$$\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{f} \quad (1)$$

ここで, \mathbf{x} は生産量 (100万ベトナムドン- mvn)であり, \mathbf{f} は最終需要である。投入係数 a_{ij} は $a_{ij} = d_{ij}/x_j$ より得られ, このとき d_{ij} が i 産業から j 産業に投入する量(mvn)を表し, x_j は j 産業の生産量を表す³⁾。これをもとに生産決定モデルがえられる。

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{f} \quad (2)$$

ここでレオンチェフ逆行列 $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ を \mathbf{L} と表記すれば(2)は次のように書き換える。

$$\mathbf{x} = \mathbf{Lf} \quad (3)$$

次に, 1単位の最終需要 \mathbf{f} を満たすためにどれだけの追加化石燃料が必要かを計算する。ここで対象となる化石燃料は二つであり, 財1が石炭と褐炭で, 財2が石油製品(燃料油, ガソリン等)である。ここでは簡単化のため, それぞれを石炭と石油と呼ぶ。重要なエネルギーとして天然ガスがあるがIEAの統計で, ベトナムのCO₂源のほとんどは石油と石炭(90%以上)ということより化石燃料を石油と石炭だけに絞ることにする。全ての石炭と石油が中間財として使用された場合, 燃焼されてCO₂とSO₂を排出すると仮定する。一定の最終需要を得るために生産過程のどこかで石炭と石油が必要な量だけ燃焼されると考えられる。以下では, \mathbf{A} 行列の2行(石炭と石油)をそれぞれ \mathbf{a}_1 と \mathbf{a}_2 とする。

ここで、ベトナムの統計データが不足しているために、最終の産業連関表しか入手できないという問題が生じる。しかし、ベトナムのエネルギー源の特徴について前述したように、石炭は国内生産ができるために輸入していない一方で、石油は国内精製できずに 100%輸入しているという特徴を生かすことができる。このようなエネルギー源の特徴より、最終の産業連関表を使うことができる。

\mathbf{a}_1 ベクトルの第 j 要素は 1 単位の j 最終財あたりに使われた石炭の量を表す。一方、 \mathbf{a}_2 ベクトルの第 j 要素は 1 単位の j 最終財あたりに使われた石油の量を意味する。

最後に、(3)から、 $\mathbf{a}_1\mathbf{x} = \mathbf{a}_1\mathbf{L}\mathbf{f}$ と $\mathbf{a}_2\mathbf{x} = \mathbf{a}_2\mathbf{L}\mathbf{f}$ という関係が導かれる。

3.2 CO₂, SO₂ 換算率の推定

次に、石炭・石油の投入量から CO₂, SO₂ 排出量に換算する。まず、石炭・石油の金額ベースを石油換算トン(*toe*)に換算する。ここでは、千トンの石油換算トン(*thousand toe*)を用いる。その後、CO₂, SO₂ 排出量(百万トン-*mt*)を推定する。

石炭・石油の消費量を得るために、エネルギーバランス表⁴⁾を使う。そのデータと産業連関表のデータが一致するように産業連関表とエネルギーバランス表の部門数を若干整理し、表 2 の結果が得られた(表 2 左側)。百万ドルの石炭・石油がどれくらいの量に換算できるかは、産業連関表の金額ベースとエネルギーバランス表に掲載されるエネルギー量から計算できる(表 2 右側)。

a. CO₂ 換算率

まず CO₂ 排出量は次の 4 つの決定要因の積からなる。

$$G = y_1 \times y_2 \times y_3 \times y_4$$

G: CO₂ 排出量

y_1 : エネルギー総消費量

y_2 : 排出係数(CO₂ 排出係数を石炭に関しては $t\text{CO}_2/\text{toe} = 3.721$, 石油に関しては $t\text{CO}_2/\text{toe} = 2.792$)⁵⁾

y_3 : 酸化される二酸化炭素の割合(ここでは 98%とする)

y_4 : *toe*/百万ドルの比率(表 2 右側)

c_1 : 石炭の CO₂ 換算率

c_2 : 石油の CO₂ 換算率

$$c_1(\text{または } c_2) = y_2 \times y_3 \times y_4$$

これより、石炭からの CO₂(*ton*)排出量は $G(\text{石炭}) = c_1 \times y_1$, 石油からの CO₂ 排出量は $G(\text{石油}) = c_2 \times y_1$ で推定できる

b. SO₂ 換算率

SO₂ 排出量削減のために有効な脱硫装置の設置資金が確保できれば、SO₂ 排出量を大幅に削減することができる。しかしながら、ベトナムでは脱硫装置は殆ど普及していない。また、仮に脱硫が行われるとしても確かな情報が入手できないため、本稿の推定では発生した SO₂ が全て排出されると仮定する(すなわち脱硫率は 0%)。

SO_x 排出量の算出式は次のように書く。

$$H = z_1 \times z_2 \times z_3 \quad 6)$$

H : SO_x 排出量

z₁ : 燃料消費量

z₂ : 燃料含有硫黄分

z₃ : SO_x の排出係数

石炭と石油の SO₂ 換算率をそれぞれ s₁, s₂ で表す。ここでも CO₂ の場合と同様に、まず換算率 s₁, s₂ を計算する必要がある。

z₄ : 酸化される二酸化硫黄の割合(ここでは 98%とする)

z₅ : toe/百万ドンの比率

z₆ : 分子量の比

石炭(石油)の SO₂ 換算率は次の数式から算出される。

$$s_1 (s_2) = z_2 \times z_3 \times z_4 \times z_5 \times z_6$$

そして、石炭(石油)からの SO₂ (ton) 排出量は次の式で表わされる。

$$H = s_1 (s_2) \times z_1$$

ここで、z₂ と z₃ を確定する必要がある。石炭含有硫黄分に関しては 1987 年のデータしか得られない。アジア各国の石炭含有硫黄分の図表⁷⁾によると、ベトナムのこの数値は 0.2%である。従って、研究対象期間を通じてはこの同じ数値であると仮定する。

石油含有硫黄分に関しても最新情報を入手することは非常に困難である。上述したように、ベトナムは国内で石油生産ができないために硫黄分が高く品質の悪い原油を輸入している。また、石油は輸入している重油 1 種類のみが流通している。この重油は硫黄分を 3%含有しており、燃焼すると必然的に二酸化硫黄が発生する(財団法人地球・人間環境フォーラム, 2002)。以上の議論より、4 ヶ年の数値は同じと仮定し、石油は重油という一つの種類しか使われていないという仮定のもとで、ベトナムの石油含有硫黄分を 3%とする。

次は、SO₂ 排出係数についてであるが、まず石油の SO₂ 排出係数を推計する。重油の SO_x 排出係数は全ての産業部門において 20.0*S(kg/ton)である(排出係数の S は燃料含有硫黄分を表す%値なので、ここで 3%とする)。ベトナム自然

環境省のデータベースに習い，以下のように kg/ton から ton/toe に換算する．

$$\begin{aligned} \text{石炭} : 0.566 \text{ toe/ton} &\rightarrow \text{SO}_2 \text{kg/ton 石炭} = 0.001 \text{ ton} / 0.566 \text{ toe} \\ &= 0.00177 \text{ ton SO}_2 / \text{toe} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{石油} : 1.030 \text{ toe/ton} &\rightarrow \text{SO}_2 \text{kg/ton 石油} = 0.001 \text{ ton} / 1.030 \text{ toe} \\ &= 0.00097 \text{ ton SO}_2 / \text{toe} \end{aligned}$$

次に，石炭の SO_2 排出係数を推計する．本来であれば産業別の詳しい燃料成分データが必要となるが，石炭の燃料種の情報も得られないため，ここでは石炭は一種類だけであると仮定する．工業部門と輸送部門は同じ数値で， $15.5 * S$ であり，その他の住居，農業，商業等は $12.0 * S$ である．従って，52 部門を以下の三つに分ける．

工業部門　：部門 5～部門 42，

輸送部門　：部門 46，

その他部門：部門 1～部門 4；部門 43～部門 45；部門 47～部門 52．

このうち前者二つの部門の排出係数を $15.5 * S$ (kg/t)として，その他部門の排出係数を $12.0 * S$ (kg/t)として推定する．推計した石炭の SO_2 換算率は $s_1(1)$ と $s_1(2)$ で表す．なお， c_1 ， c_2 ， $s_1(1)$ ， $s_1(2)$ ， s_2 の結果は第4節でまとめて提示する．

3.3 追加輸出入に占める産業別の割合

本稿では Dietzenbacher and Mukhopadhyay (2007)の手法を取り入れ，輸出と輸入を十億ベトナムドン増やしたときに，ベトナムの $\text{CO}_2 \cdot \text{SO}_2$ の量が増えるか減るかを分析することにより，ベトナムにおける汚染逃避地仮説の考察を行う．そのためにまず，国の輸出入が十億ベトナムドン増加したとき，産業別にどれだけの追加的な金額の増減が生じるかを計算する．

輸出と輸入はこの4ヶ年とも同じ金額で増加するが，ここで2000年の価格を基準価格とする．時間の推移での比較を可能にするため，消費者物価指数を用いる．各4ヶ年の指数はそれぞれ，1989年12月：100，1996年12月：466.4，2000年12月：524.3，2005年12月：675⁸⁾，である．すなわち，2000年の十億ドンの価値は1989年には190,730,498ドンであり，1996年には889,567,042ドン，2005年には1,287,430,860ドンである．

追加輸出入に占める各産業の割合の計算は，例えば，2000年の実際の輸出ベクトルが \mathbf{e} であれば，追加輸出は $\Delta \mathbf{e} = (1000/241,894,792) \times \mathbf{e}$ である．(かっこ内の分母は2000年の輸出総額である)．輸入追加金額も同様にして計算できる．1単位の j 財の追加最終需要を生産するのに必要となる石炭と石油の燃焼によって発生する CO_2 の追加排出量は $(c_1 \mathbf{a}_1 + c_2 \mathbf{a}_2) \mathbf{L}$ で表わされる．

ここで $c_1 \mathbf{a}_1 + c_2 \mathbf{a}_2 = \gamma$ と書き換え，一定の最終需要変化量に対する CO_2 の総追加

排出量は次の方程式で表わされる。

$$(c_1 \mathbf{a}_1 + c_2 \mathbf{a}_2) \mathbf{L} \mathbf{f} = \gamma \mathbf{L} \mathbf{f}$$

ベトナムの追加輸出が生み出す CO₂ の追加排出量は $\gamma_V \mathbf{L}_V (\Delta \mathbf{e}_V)$ と表現できる。逆にベトナムの追加輸入によって減少する CO₂ 排出量が $\gamma_V \mathbf{L}_V (\Delta \mathbf{m}_V)$ である。ここで、下付き添え字の V はベトナムを意味する。

ベトナムにおける貿易の上昇によって追加的に発生する排出量を $\Delta \pi_V$ とする。 $\Delta \pi_V$ は次の方程式からなる。 $\Delta \pi_V = \gamma_V \mathbf{L}_V (\Delta \mathbf{e}_V - \Delta \mathbf{m}_V)$

この分析では、 $\Delta \pi_V$ がプラスかマイナスかを見ることにより汚染逃避地仮説を考察する。同じように、SO₂ の総追加排出量を次の方程式で表す。

$$(s_1 \mathbf{a}_1 + s_2 \mathbf{a}_2) \mathbf{L} \mathbf{f} = \gamma \mathbf{L} \mathbf{f}$$

同様に、SO₂ に関しても、 $\Delta \pi_V$ の数値を見ることで汚染逃避地仮説の考察ができる。

4. 分析結果

表 2 では百万ドンの石炭と石油の量を各年ごとに *toe* へ換算した。その結果に基づいて、百万ドン分の石油・石炭を消費した時に排出される CO₂・SO₂ の量、いわゆる CO₂ 換算率・SO₂ 換算率が推定できる(結果は表 3 を参照)。また、4 ヶ年の追加輸出(輸入)が生み出す CO₂・SO₂ の追加的排出量(輸入の場合は減少量)の結果を表 4 で提示する。

CO₂ 排出量については、この 4 ヶ年とも輸出増加による排出増加量が、輸入増加による排出減少量より少ない(表 4)。従って全体で見ると、貿易増加によって CO₂ 排出量全体が下がる効果があると言える($\Delta \pi$ がマイナス)。つまり、貿易増加によって CO₂ 純排出量が減少する。

次に SO₂ 排出量についても、 $\Delta \pi$ は 4 ヶ年すべてでマイナスになっている(表 4)。つまり 4 ヶ年とも貿易が増加することで SO₂ 排出量は減少する。従って、SO₂ 排出量においても貿易自由化によって大気汚染は改善したと考えられる。

汚染逃避地仮説が支持される場合には、輸出増加による排出増加量が輸入増加による排出減少量より大きいため、全体で純排出量が増加し、汚染がより深刻になるはずである。なぜならば、汚染逃避地仮説のもとでは、国が汚染財を輸出し、国内の産業の中で相対的にクリーンな財を輸入することになるはずだからである。しかし、以上のように、4 ヶ年の貿易増加と CO₂、SO₂ 排出量の関係を見ると、 $\Delta \pi$ がマイナスになっているという結果が得られたため、ベトナムは 2005 年までは汚染逃避地ではないといえる。

なお、表 4 の ratio は、同じ貿易増加量(ここでは十億ベトナムドンの増加)に対する CO₂ または SO₂ の排出量に関する増加量と減少量の比率を表すものである。

これが小さければ小さいほど排出量の減少量が増加量よりも大きくなり、全体の排出量が少なくなる。ここで CO₂ と SO₂ の ratio はそれぞれ逆の傾向に向かっていることが表 4 から読み取れる。CO₂ の場合の比率は、1996 年は 1989 年より下がっていたが、2000 年と 2005 年は上昇する傾向にある。SO₂ については、増加量と減少量の比率は 1989 年から 1996 年の間は微増していたが 1996 年以降一貫して低下傾向にある。言いかえれば、輸出増加で発生した SO₂ 排出量は輸入増加で減少した SO₂ 排出量よりも小さく、しかもその比率は小さくなっている。従って、時間が経つにつれて CO₂ は汚染逃避地の状態に近づいているが SO₂ は汚染逃避地の状態から離れている傾向があると考えられる。

次に 4 ヶ年の部門ごとに詳細にみていくと、CO₂ の場合、輸出に関連する汚染と輸入に関連する汚染は主に次の部門によるものであった。

輸出：その他の鉱業、皮製品、石炭、繊維製品、鉄金属製品、農業、加工水産物とその副産物、パルプ・紙製品。

輸入：肥料・殺虫剤・農薬、金属製品、繊維製品、鉄金属製品、設備・機械、石油製品、パルプ・紙製品、電気製品。

一方、SO₂ の場合は輸出に関連する汚染は、繊維製品、その他の鉱業、加工水産物とその副産物、皮製品、石炭、水産業、農業という 7 部門が、輸入に関連する汚染は設備・機械、肥料・殺虫剤・農薬、繊維製品、鉄金属製品、金属製品、石油製品、輸送業の 7 部門が上位であった。

CO₂ と SO₂ の両方を見た場合、輸出に関連する汚染はその他の鉱業、皮製品、繊維製品、石炭、農業という部門が、輸入に関連する汚染は肥料・殺虫剤・農薬、金属製品、繊維製品、鉄金属製品、設備・機械の部門が上位であった。

以下では、汚染度による効果は汚染度効果、輸出輸入の割合によるものは規模効果とそれぞれ呼ぶ。既に述べたように、輸出増加が生み出す追加排出量は $\gamma_V L_V(\Delta e_V)$ で表わされ、輸入増加によって減少する排出量は $\gamma_V L_V(\Delta m_V)$ である。排出量の増加分を決める要因は少なくとも二つある。それは第一に、 $\gamma_V L_V$ (汚染度効果をあらわす係数) であり、第二に Δe_V または Δm_V (規模効果をあらわす係数) である。 $\gamma_V L_V$ は、簡単に言えば、1 単位の財を生産するときが発生する排出量である。これが大きければ大きいほど追加排出量が多くなる。同様に、 Δe_V 、 Δm_V は追加輸出と追加輸入であるわけだが、これもまた大きければ大きいほど排出量増加分が大きくなる。逆に、 $\gamma_V L_V$ 、 Δe_V 、 Δm_V が小さければ小さいほど排出量増加分が小さくなる。

全体をみてみると、輸出に関連する汚染と輸入に関連する汚染の上位 5 部門の殆どは、輸出輸入の割合が上位 5 部門に入っているものである。また、CO₂ についても SO₂ についても輸出と輸入の双方において、汚染度効果よりも規模

効果ははるかに大きい。SO₂の場合は、汚染度効果と規模効果の両方において、輸入の方が輸出より大きいため、4ヶ年とも輸入に関連する汚染の方が輸出に関連する汚染よりも排出量が大きくなって、さらに1996年以降排出量の増加量と減少量の比率が小さくなっている。CO₂の場合、汚染度効果と規模効果は輸出と輸入において同じぐらい効いているので、1996年以降排出量の増加量と減少量の比率が大きくなっている。

5. 考察

これまで多くの理論研究が汚染逃避地仮説を導出してきた⁹⁾にも関わらず、汚染逃避地仮説が実証研究で支持されることは少なく、その理由について多くの議論がなされてきた。その議論の一つは、環境コストは絶対的には高いが、企業の総費用に占める割合は2%以下であるというものである(Cole, 2004)¹⁰⁾。つまり、厳しくなった環境規制によって失われる先進国の競争力はごく僅かなものであるという考え方である。他の議論では、環境規制の緩い国は投資を阻害する別の要因があるという理由をもって、汚染逃避地仮説、すなわち重工業の生産拠点の移転の証拠があまり見当たらないことを説明していた。たとえば、汚職、貧弱なインフラ、不明確かつ信頼できない法律制度等である。外国人投資家は国際的な評価に関心を持っているので、環境規制の緩さを活かしていると判断されたくないこともある。また、先進国において、GDPに占める殆どの汚染集約産業のシェアは減っているが、製造業で見られるように、生産レベルが実際には減らないことが多い(Cole, 2004)。Dam and Scholtens(2008)は、社会的責任の強い企業は環境規制の緩い国に拠点を置くのを避けるが、社会的責任が希薄な企業はそのような国に生産を移動すると主張した。これらの研究は先進国の観点から汚染逃避地仮説を見ていたが、次に投資受け入れ国としてのベトナム国内の視点から考察しよう。

5.1 経済的要因

なぜベトナムで貿易増加によって大気汚染が改善されたという結果が得られたのか。その理由は貿易の仕組み・構造とベトナムの経済の発展段階の特徴にあると考えられる。

まずは貿易の仕組み・構造についてである。ベトナムでは原材料などを輸入、加工し、それを再輸出するケースが多い。そして、機械や設備の部品を購入し、国内で組み立て輸出するパターンが多い。従って、国内の生産工程においてそれほど環境負荷になっていないのが現状である。つまり労働集約的産業にベトナムの比較優位がある。人的資本集約産業の輸出の割合は90年代中頃から上

昇していたが、僅かな伸び率しかない。

例えば、1997年の製造業は工業部門全体の80%も占めているため、この分野の発展が経済全体の成長を左右していたといえよう。製造業の中では、飲料・食品、繊維・衣服、皮革製品、木材・家具などが主要な産業である。これらの産業は、アジア太平洋諸国を中心とする成長地域との貿易が盛んになった過程で輸出が拡大した労働集約的産業である(トラン・ヴァン・トウ、2006)。また2005年になっても、輸出額の約7割は原油、電気製品・部品、衣類、履物、海産物加工品、米、木材といった産業である。つまり、2005年までは輸出と輸入をあわせてみると、工業のなかでもまだ軽工業を中心とした労働集約的産業が主力である。ベトナムは高い経済成長を遂げているが、重化学工業等の資本集約的産業へ移行する産業構造の変化が本格的に始まっているとはいえないのである。

産業連関表から4ヶ年を通じて輸出の割合が最も高いのは商業、農業、その他の鉱業、皮製品、繊維製品、加工水産物とその副産物であった。これらの産業の1単位の財を生産するときに発生するCO₂とSO₂の排出量は他産業と比べてかなり小さい。これに対して、輸入の割合が高い産業は、設備・機械、石油製品、金属製品、繊維製品、電子製品である。52部門の中でこれらは、1単位の財を生産するときに発生する排出量が比較的多い産業である。つまり、ベトナムはクリーンな財を輸出し、汚染財を輸入しているといえる。

次は発展段階の特徴についてである。過去約35年間にわたって工業化が急速に進展してきた東アジア地域において、ベトナムの経済発展はどのように位置づけられるのだろうか。80年代から日本や韓国、台湾などの新興工業地域に加えてASEAN諸国や中国も工業品の輸出に本格的に参加した。現在、各国の輸出の工業化率(総輸出に占める工業品の比率)は80%を上回っている(図1)。これに対して、ベトナムの工業化はまだ初期段階にあり、輸出の工業化率がようやく50%を超えるようになったところである。

発展の指標として、輸出の工業化率だけでなく、工業品の輸出構造も重要である。東アジア各国の輸出構造が高度化しており、特に機械各種のシェアが大きくなっている。2002年にそのシェアはタイで45%、マレーシアで60%、中国でも40%に上っている。他方、ベトナムでは(上記でも述べたが輸出は Apparel, 履物など労働集約的軽工業品が中心であり)機械のシェアは8%に過ぎない。

ASEAN諸国の中でも、他国と比べてベトナムは新加盟国であり、計画経済から市場経済へと移行しつつある国でもある。植民地時代の影響を根強く持った農業中心の経済体制が特徴である。労働力の6割以上は農業部門、人口の7割

は農村で生活をしているベトナムは、その経済体制から簡単に脱却することはできないであろう。更にベトナムの公的機関による専制制度の廃止・改善への動きは、シンガポール、マレーシア、タイ等他のアジア新興国に比べ、大きく遅れを取っているといわれている。

貿易の規模からみても、ベトナムの現在の輸出額は ASEAN 諸国の中で 6 位、世界全体の輸出額に占める割合は 0.3% である。輸出額が百億ドルを超えたのは 1999 年であるが、韓国と台湾は 1978 年に、マレーシア、インドネシア、タイは 1980 年にそれを達成していた。

Rostow(1960)によると、すべての社会は農業を基盤とする「伝統的社会」から、先進地域の影響または侵略を受けて工業化を開始する「離陸のための先行条件」、経済成長が社会の正常な状態となる「離陸」、持続的成長が経済活動の全面に及ぶ「成熟への前進」の段階を経て、主導部門が耐久消費財とサービスに移行する「高度大衆消費時代」へ進んでいくというように、経済的次元から 5 段階に分類できると述べた。

以上のような現状と Rostow (1960)の発展段階の分類を参照してみると、ベトナムは「離陸のための先行条件」段階と「離陸」段階の間にある。すなわち、離陸のための先行条件がほぼ整い、離陸に入ろうとしている段階である。

このようにベトナムでは輸出主導型工業化が進んでいるが、東アジア地域内の他国と比べるとまだ後発国のグループに入っている。従って、環境負荷の大きな工業製品を輸出して高度成長を達成する段階に上がってきていないために汚染逃避地仮説と逆の結果が推計されたと思われる。

5.2 エネルギー消費の要因

次に、ベトナム国内のエネルギー消費の特徴に注目しよう。この 20 年間、都市の人口が増え、それに伴って交通機関の需要が増大し、市内を走る輸送トラックも増加してきた。そして交通渋滞も深刻な問題となっている。特に交通渋滞は石油(ガソリン)の浪費に繋がり、更に排出ガスが大量に放出されてしまう。また輸出入の増加は石油の需要を増加させ、排出ガスの量にも大きな影響を与える。従って、輸出に関連する汚染と輸入に関連する汚染が多い部門の中に輸送業が入っているのである。

もう一つ重要な特徴は、ベトナムにおけるエネルギー消費の内訳では家庭用エネルギー消費量が最も多いということである。

図 2 から、家庭用エネルギー消費量は日本・ヨーロッパ諸国で微増しているが、米国では微減傾向にあることが読み取れる。要するに、先進国においては大きな変動がないが、ベトナム、インド、タイなどのアジアの途上国において

は一人当たりの家庭用エネルギー消費量の増加率が大きいのである。特にベトナムは 90 年から大幅に伸び続けている。

本研究では、消費過程ではなく生産過程で発生した排出量を対象として取り上げた。2005 年のデータによると、ベトナムの約 60% のエネルギー消費は家庭での消費である。ベトナムでは、エネルギー消費量が増加し、大気汚染の悪化が観察されるが、それは必ずしも生産や貿易のためではなく、生活用のエネルギー消費量によるものであることも考えられる。従って貿易の増大は必ずしも大気汚染を深刻化させる唯一の要因ではないといえるであろう。

加えて、ベトナムは現在国内で産出した原油を輸出し、精油や石油製品を 100% 輸入しているため、輸入に関連する汚染には石油の影響が大きいという理由も挙げられる。2009 年 2 月には精油所が完成し、その後国内で石油の生産ができるようになってきている。これから大気汚染がどのようになるかが今後の課題になると思われる。

6. 結論

本稿では、貿易自由化によってベトナムが汚染逃避地になるかどうかについて分析を行った。分析から得られた主要な結論は、現発展段階のベトナムでは大気汚染の面において汚染逃避地仮説は支持されないということである。この結論は、輸出増加は汚染を増加させるが、輸入増加が汚染を減少させ、更に減少量が増加量より大きいということから分かった。

2005 年まではベトナムは汚染逃避地ではないが、1996 年以降、貿易が拡大するにつれ、CO₂ については汚染逃避地に近づいているように見えるが SO₂ については汚染逃避地から離れているのである。

以上の結果は、輸出と輸入で同じ量を追加するという仮定で導き出されたものであったが、実際には、ベトナムは年々輸入超過で、実際の輸出と輸入の割合を使って推定した場合、結果はより明瞭になり、ベトナムは 2005 年までは大気汚染の面において汚染逃避地ではないと一層確実にいえる。

汚染逃避地仮説に対して、資本賦存量の多い国、すなわち相対的にエネルギー使用量の多い国における輸出増を通じて、環境負荷を強めるという要素賦存量仮説がある。また、前述したように Copeland and Taylor(2003)によると、殆どの汚染集約産業が資本集約産業でもある。もしこれが正しければ、ベトナムでは資本集約産業ではなく、労働集約産業が発達しているので汚染財を生産・輸出していないと考えられよう。つまり、今回の分析結果からは、ベトナムの場合汚染逃避地仮説というよりも要素賦存量仮説の方が整合的であるということも考えられる。

先行研究においても同様の考察がなされている。Dietzenbacher and Mukhopadhyay(2007)によれば、インドは汚染逃避地ではないという結果が出された。インドでは1992年と1997年のデータを、ベトナムではそれより長い期間のデータを用いて推定したが、結果は同じであった。

では、インドとベトナムがともに汚染逃避地ではないと考えられる理由は同じだろうか。インド経済は他の発展途上国と異なって、危機に陥った1991年度を除き、安定したGDP成長率を維持してきた。また、農業部門のシェアが低下傾向にあり、製造業の成長率が1990年代以降に減速し、ソフトウェア産業等サービス産業の急成長が見られた。90年代の貿易構造について、最大の輸出品は織物、宝石、機械、化学品であり、最大の輸入品は石油、非電気機械、宝石類、鉄鋼である。この時期インドは軽工業やサービス産業に比較優位を持っていた。

以上より、ベトナムが労働集約産業に比較優位を持っていたのに対して、インドはサービス産業と軽工業に比較優位を持っていたと言える。このように二国の産業構造に違いはあるものの、両国共に経済発展の初期段階にあり、相対的に環境負荷の少ない産業に比較優位を持っているということから、貿易の拡大が汚染の増加につながらなかったと考えられる。

1節で述べたように工業団地の汚染防止施設の整備率を70%に引き下げて海外直接投資を誘致する狙いもあるが、ベトナムは労働集約産業に比較優位を持っているということから考えるとそれらの外資企業も労働集約的な産業の企業が多く、環境規制が緩やかになったからといって投資を必ずしも増やすとは限らない。従って、投資誘致のために環境規制を引き下げることがあまり効果的ではないかもしれないといえる。

本研究で残された課題も少なくない。研究の範囲ではCO₂とSO₂しか研究しておらず、炭化水素や窒素酸化物など、他の大気汚染物質については分析できていない。また、大気汚染以外の汚水や土壌汚染等についての研究も残されている。またベトナムは今後発展するにつれて産業構造が変化していくと予想される。2005年時点では汚染逃避地ではないがCO₂とSO₂が逆の方向に動いている。工業化の促進と共に労働集約産業の代わりに重化学産業が発展していくと予測されるがそのとき汚染逃避地になるかどうか。そして汚染逃避地にならないように環境政策決定がどのように取り組むかということも今後の課題として残されている。

注釈

- 1) ドイモイ政策の主な内容：計画経済から市場経済へのシステム転換と対外開放である。システム転換は企業形態の多様化(民間企業，外資系企業の活動の促進)，競争原理の導入などによって労働・資本などの経済資源の効率的利用をもたらす。開放政策は，经济管理・運営に関する新しい知識，アイデアが導入され，マクロ経済政策の改善に役立ち，輸出が拡大し，国内資源を有効に活用できた。
- 2) 統計総局のスタッフへのヒアリング結果と資料参考の結果。
- 3) ここで使われるデータは元の産業連関表データから各産業の輸入額の分を除いた生産量である。実際にある産業に対する需要増加の全部が国内生産の増加に対応するわけではなく，その一部は輸入で賄われる。各部門の輸入はそれぞれの産業の生産物に対する国内需要に比例すると仮定する（藤川,2008）。

ここでまず輸入係数を計算するが輸入係数も投入係数と同様に国内需要の水
準に関わらず一定であると仮定される。輸入係数の方程式が

$$m_i = \frac{\text{import}_i}{M_i + f_i^D}$$

m_i : i 産業の輸入係数

M_i : 中間需要

Import_i : i 産業の輸入

f_i^D : 国内最終需要

各産業の国内生産額は以下のように表記できる

$$d_{ij} = (1 - m_i) d_{ij}'$$

d_{ij} : 輸入が入っていない場合の i 産業から j 産業に投入する量

d_{ij}' : 輸入が入っている場合の i 産業から j 産業に投入する量

- 4) International Energy Agency, 1999, 2003, 2008, Energy Balances of Non-OECD countries 1996-1997, 2000-2001, 2005-2006
- 5) Nguyen, T.A.T. (2005)
- 6), 7) 科学技術庁—科学技術政策研究所 (1992), 『アジアエネルギー利用と地球環境，エネルギー消費構造と地球汚染物質の放出の動態』大蔵省印刷局。
- 8) General Statistical Office (1996～2007), Vietnam statistical Yearbook, Statistical Publishing House, Hanoi.

- 9) 汚染逃避地仮説についての理論研究としては、代表的なものとして、2国2企業のクールノー競争モデルを用いた Markusen et al. (1993)や、ヘクシャー・オリーモデルを用いた Copeland and Taylor (2003)などがある。
- 10) Cole(2004)ではたとえば Walter (1973,1982), Tobey(1990), Dean (1991)が挙げられている。

参考文献

- Cave,A.L and C.G.Blomquist (2008), “Environmental policy in the European Union: Fostering the development of pollution havens?”, *Ecological economics*, Vol. 65, pp. 253-261.
- Cole,A.M.(2004), “Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages”, *Ecological Economics*, Vol.48,pp. 71-81.
- Copeland, B.R. and M.S.Taylor (2003), *Trade and the environment:Theory and Evidence*, Princeton:Princeton University Press.
- Dam,L.and B.Scholtens (2008), “Environmental regulation and MNEs location: Does CSR matter”, *Ecological Economics*, Vol.67, pp.55-65.
- Dean,J.(1991), “Trade and the environment: A Survey of the Literature”, Background Paper prepared for the 1992 World Development Report, World Bank.
- Dietzenbacher,E.and K.Mukhopadhyay (2007), “An Empirical Examination of the Pollution Haven Hypothesis for India : Towards a Green Leontief Paradox ? ”, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 36, pp. 427-449.
- 藤川清史(2008), 『産業連関分析入門 Excel と VBA でらくらく IO 分析』, 第1版第2刷発行, 日本評論者.
- General Statistical Office (1996～2007), *Vietnam statistical Yearbook*, Statistical Publishing House, Hanoi.
- General Statistical Office (1999, 2003), *Input- Output Table of Vietnam in 1996, 2000*, Statistical Publishing House, Hanoi.
- International Energy Agency(1992), *Energy Statistics and Balance of Non-OECD countries 1989-1990*, IEA Statistic.
- International Energy Agency (1999,2003,2008), *Energy Balances of Non-OECD countries 1996-1997, 2000-2001, 2005-2006*, IEA Statistic.
- 科学技術庁—科学技術政策研究所 (1992), 『アジアのエネルギー利用と地球環

- 境, エネルギー消費構造と地球汚染物質の放出の動態』大蔵省印刷局.
- Machado, G., R. Schaeffer and E. Worrell (2001), "Energy and carbon embodied in the international trade of Brazil: an input-output approach", *Ecological Economics*, Vol. 39, pp.409-424.
- Markusen, J.R., E.R. Morey and N.D. Olewiler (1993), "Environment policy when market structure and Plant location are endogenous", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol 24, pp.69-86.
- Ministry of Natural Resources and Environmental of Vietnam (2007), Report on National environment condition 2007, MoNRE, Hanoi
- Ministry of Natural Resources and Environmental of Vietnam (2001), Database of Vietnamese energy 1985-1999, MoNRE, Hanoi
- 中上 英俊 (2005) 「世界の暮らしとエネルギーに関する調査」報告会『フォーラム・エネルギーを考える』.
- Nguyen, T.A.T. (2005), "Evaluation of energy productivity in Vietnam using input-output table", Doctor thesis, Kyoto University.
- Rostow, W.W. (1960), 『経済成長の諸段階 — 一つの非共産主義宣言』 / 木村健康ほか訳 (1961) ダイヤモンド社.
- Temurshoev U. (2006), "Pollution Haven Hypothesis or Factor Endowment Hypothesis: Theory and Empirical Examination for the US and China", CERGE-EI Working Paper, Charles University, No.292.
- Tobey, J. (1990) "The effects of domestic environmental policies on patterns of world trade: an empirical test", *Kyklos* Vol.43, Issue 2, pp.191-209.
- トラン・ヴァン・トウ (2005) 「東アジアにおける分業と FTA の新展開」馬田・浦田・木村編『日本の新通商戦略』文眞堂.
- トラン・ヴァン・トウ (2006), 「東アジアの工業化の波及とベトナム」, 『ていくおふ特別寄稿』.
- 財団法人地球・人間環境フォーラム (2002) 「日系企業の海外活動に当たっての環境対策(ベトナム編)」『平成 13 年度日系企業の海外活動に係る環境配慮動向調査報告書』 31,45 ページ.
- Walter, I. (1973), "The pollution content of American trade", *Western Economic Journal*, Vol. 9, pp.1.
- Walter, I. (1982), "Environmentally induced industrial relocation to developing countries", in S. Rubin (eds.), *Environment and Trade*, Allanheld, Osmun and Co., New Jersey.

表 1 (中) 部門名

番号	部門名	番号	部門名
1	農業	27	プラスチック製品
2	畜産	28	その他の化学製品
3	林業	29	金属製品
4	水産業	30	設備・機械
5	石炭	31	電子製品
6	金属鉱業	32	鉄金属製品
7	その他の鉱業	33	非鉄金属製品(設備・機械を除く)
8	食料品(9～15以外の食料品)	34	繊維製品
9	野菜・果物加工品	35	カーペット・敷物
10	酒・ビール・ノンアルコール	36	皮製品
11	砂糖	37	その他の工業製品
12	お茶・コーヒー	38	出版社製品
13	タバコ	39	石油製品
14	加工水産物とその副産物	40	電力・ガス
15	その他の食料品	41	水道
16	セラミック, ガラス, 磁器製品	42	建設
17	れんが, タイル	43	商業
18	セメント	44	修理業
19	その他の建設資材	45	ホテル・外食産業
20	パルプ・紙製品	46	輸送業
21	木製品	47	通信・放送
22	化学製品(23～28以外の製品)	48	金融・保険
23	肥料・殺虫剤・農薬	49	研究
24	薬品	50	行政・防衛
25	ゴム製品	51	教育・医療・文化・スポーツ
26	合成洗剤・石鹼	52	その他のサービス(不動産・旅行など)

表 2(小) エネルギー消費量 及び百万トン(金額)相当の石油・石炭の量

年度	エネルギー消費量 (thousand toe)		百万トン(金額)相当の石油・ 石炭の量(toe/百万トン)	
	石炭	石油	石炭	石油
1989	3321	2522	13.2175948	2.01081835
1996	5598	6262	1.48018644	0.48992892
2000	5580	8437	1.43749535	0.26337969
2005	18142	11991	1.5289739	0.1498

表 3(小) 石油・石炭の百万トン当たりの CO₂・SO₂ 排出量 (ton/mvn)

		CO2	SO2(x 10 ⁻³)
1989	石炭	c1= 176.7297	s1(1)=0.0028 s1(2)=0.0022
	石油	c2=20.1737	s2= 0.0689
1996	石炭	c1= 19.7913	s1(1)=0.0003 s1(2)=0.0002
	石油	c2=4.9152	s2=0.0168
2000	石炭	c1= 19.0000	s1(1)=0.0003 s1(2)=0.0002
	石油	c2=3.0000	s2=0.0090
2005	石炭	c1= 20.4436	s1(1)=0.0003 s1(2)=0.0002
	石油	c2=1.5031	s2=0.0051

表 4(小) 貿易増加による排出量の変化(ton)

		1989	1996	2000	2005
CO2	$\gamma L \Delta e$	535.5446	123.5206	93.1157	237.8470
	$\gamma L \Delta m$	808.8246	289.9994	151.7146	296.6504
	$\Delta \pi_v$	-273.2800	-166.4788	-58.5988	-58.8034
	ratio	0.6621	0.4259	0.6138	0.8018
SO2 (x 10 ⁻³)	$\gamma L \Delta e$	0.0085	0.0120	0.0015	0.0088
	$\gamma L \Delta m$	0.0130	0.0175	0.0024	0.0174
	$\Delta \pi_v$	-0.0044	-0.0055	-0.0009	-0.0087
	ratio	0.6568	0.6846	0.6123	0.5027

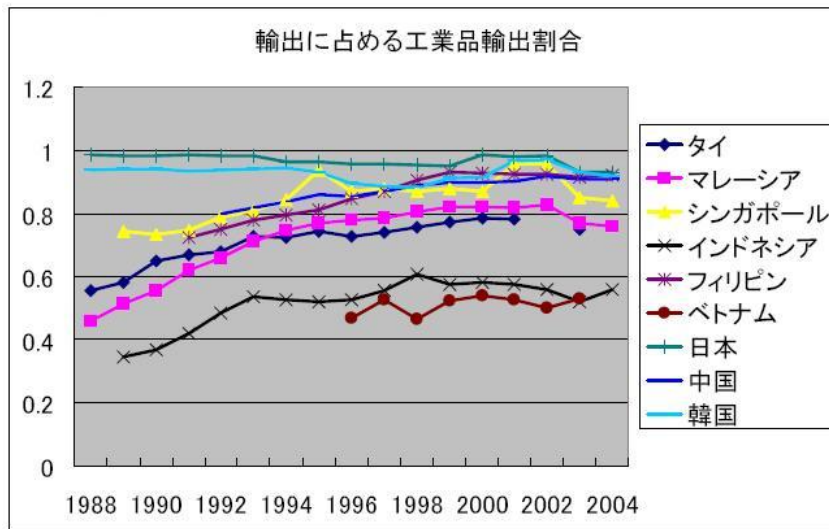


図 1(小) 東アジア諸国の輸出に占める工業品輸出割合
出所)トラン・ヴァン・トゥ(2005)

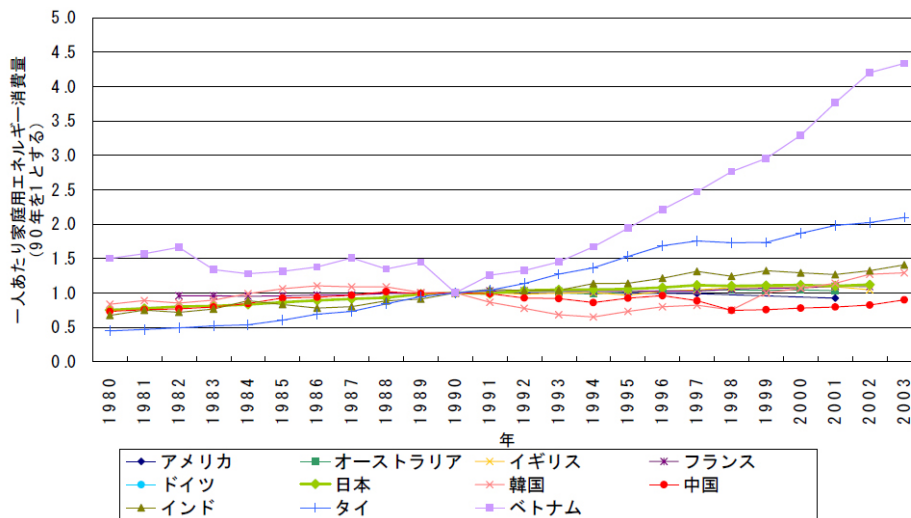


図 2(小) 各国の一人当たりの家庭用エネルギー消費量の推移
出所) 中上 英俊(2005)