

論 文

# ツーリズム産業を持つ小国経済モデルにおける 環境規制課税の及ぼす効果の包括的分析

岡本 久之

## The Effects of Environmental Tax on Small Open Economy with Tourism Industry: A Comprehensive Analysis

Hisayuki OKAMOTO

Abstract

In this paper I consider a South economy that produces a tradable goods and non-tradable goods (tourism), in which production of goods and services causes pollution. This type of economic model has been analysed by Chao and Sgro (2008), but they did not fully analyze the effect of tightening the pollution control on production, factor rewards and income distribution. Their interest lied only in deriving the optimal pollution tax and its nature. Nakai, Okamoto and Shimizu (2016) also investigates the model with more general utility function than Chao and Sgro (2008) and analyze the reduction in emmission cap on production and factor rewards through the terms of trade change. In this paper I investigate the effects of the environmental tax (pollution tax) on poroduction, factor rewards, and income distribution in the same model as Nakai, Okamoto and Shimizu (2016). First, I investigate the working of the model and doing comparative static analysis when the relative price of non-tradable goods, i.e. the terms of trade of tourism is given constant. Second, I examine the effects of immigration on the production side of the economy. Third, I investigate the demand side of the economy and examine the rise in pollution tax on the terms of trade of tourism and size of pollution. Finally, I examine the total effects of raising pollution tax on production, factor rewars and income distribution.

Keywords : Environmental Tax, Wage Inequality, Welfare, Tourism

JEL Classification : F11, F18, Q37, Q38

## 1. はじめに

ツーリズム産業を含む貿易モデルの分析が増加している<sup>1</sup>。その一つの理由は、ツーリズム産業の規模が、無視できない程度に大きなものになっていることにあるであろう。実際、先進国途上国を問わず、多くの国においてツーリズムはGDPの10%近くを占め、各国内の労働者に雇用機会を提供すると同時に、外貨獲得の重要な源泉の一つともなっている<sup>2</sup>。特に発展途上国の場合、経済発展（=工業化）の契機ともなる産業であることから、力を入れている国は多い。

途上国の工業化に関連しては、環境に対する配慮は欠かせない。と言うのは、もし途上国が様々な産業公害や環境問題を引き起こしてきた現在の先進工業国の轍を踏むならば、大気汚染問題や生態系の破壊と言った、現在でさえ種々様々な問題が生じている環境がさらに悪化し、取り返しがつかなくなる可能性が高いからである。

こうした環境問題の重要性を踏まえて、国際貿易の領域でも、貿易や開発と環境問題を分析する論文が1990年代以降多く書かれるようになってきた。特に2000年代に入ってから、その数は急上昇している。しかし、環境問題は、大気汚染問題や、自然生態系の破壊問題、あるいは地球温暖化問題と言った非常に広範囲の問題から、騒音問題やゴミ問題と言ったアメニティに直結する問題まで、非常に多岐にわたるため、展開される議論もさまざまである。が、本論文ではこの問題を小国経済を対象として、多少抽象的に取り扱う。

本論文では、環境問題を引き起こす汚染物質は財・サービスの生産に必然的に伴うものとするとし、生産を増やそうとすると汚染物質は増大するものとする。従って、財・サービスの生産の拡大は、より多くの財・サービスの消費を可能にし人々の効用を増加させると同時に、汚染物質の排出量を増加させることを通じて人々の環境を悪化させることになり、直接的に人々の効用を減少させ得るものとする。このような想定の下で、汚染排出量のコントロールが経済に及ぼす効果、財・サービスの生産や消費と貿易、所得の分配に及ぼす効果を包括的に検討することが本論文の目的である。

こうした問題の分析検討は、Copeland (2003) や Ishikawa and Kiyono (2006) で汚染物質に関するシステムティックな取扱い方法、すなわち汚染物質をあたかも投入物であるかのように取り扱う方法が確立されて以来、盛んとなっている。例えば Chao and Sgro (2008) は、Ishikawa and Kiyono (2006) のアプローチ方法に基づいて、ツーリズム産業と貿易財を生産する途上国モデルを用いて、最適汚染税の議論を行った<sup>3</sup>。

彼らの構築した貿易モデルは、貿易財とツーリズム・サービスの2種類の財を生産する途上国モデルで、各財の生産にはその産業特殊な労働と汚染物質を投入として用いる、と言うものである。ツーリズム・サービスは、現地で消費せざるを得ないので基本的には国内財であるが、外国からの観光客が訪れてそれを需要することから輸出財となる。一方、貿易財の方はツーリズム・サービスが輸出財となることから輸入財と言ったモデルで、途上国の一側面を表していると考えられる。こうした構造のモデルを用いて、Chao and Sgro (2008) は国内の

経済厚生を最大化する最適汚染税を求め<sup>4</sup>、その特徴を探ろうと試みている。

彼らの構築したモデルは、大変使い勝手の良いモデルで、いろいろの経済分析に用いることが可能と考えられる。特に、汚染の投入量が増えたり減ったりした場合に、経済にどのような影響が表れるのかは、興味深い点である。が、Chao and Sgro (2008) ではそうした分析が行われていなかった。そこで、仲井・岡本・清水 (2016) は、彼らが行わなかった分析を、より一般的な効用関数<sup>5</sup>を用いて分析し、汚染物質の供給量（従って投入量）の削減がどのような効果を及ぼすかを中心に、分析検討している。本論文は、仲井・岡本・清水 (2016) の分析を汚染物質に課されている価格を政府がコントロールすることが可能であると想定した上で、その価格の変更がどのような影響を及ぼすかを分析しようとするものである。すなわち、直接汚染物質に対する報酬を政府が決める政策（炭素税の設定のような）を想定した場合に、どのような結論が得られるのかを分析・検討するものである。その意味で、Chao and Sgro (2008) と仲井・岡本・清水 (2016) の分析の一拡張の試みである。

本論文は以下のように構成されている。次の第2節では、本稿で分析される小国貿易モデルの特徴が説明される。次いで、第3節では、モデルの生産サイドの比較静学分析行われ、熟練労働や未熟練労働の供給量の変化が、体系の生産サイドにどのような影響をもたらすかが検討される。第4節では、モデルの需要サイドの比較静学分析が行われ、汚染量の変化が経済厚生に及ぼす影響、交易条件に及ぼす影響が検討される。と同時に、汚染価格と汚染量との関係が分析される。そして、第5節では汚染量変化の総合効果が分析され、交易条件の汚染価格弾力性の大きさ如何で、汚染抑制のための規制の効果がどのように変わるかが示される。最後の第6節では、全体のまとめが述べられている。

## 2. モデル

本論文では、貿易財 ( $X_1$ ) と国内財 ( $X_2$ ) を生産する小国開放経済を考える。貿易財の生産には、熟練労働 ( $S$ ) が、また、国内財の生産には未熟練労働 ( $L$ ) が用いられるものと仮定する。財・サービスの生産に際しては、汚染が放出されるものとし、第  $i$  財を  $X_i$  単位生産することにより  $Z_i$  単位の汚染が排出されるものとする。いま、貿易財の生産からは  $Z_1$  単位、国内財の生産からは  $Z_2$  単位の汚染が排出されるものとする。この経済における全ての汚染放出量は  $Z=Z_1+Z_2$  となる。この国の政府は、汚染の放出1単位に対して対価  $r$  を課す<sup>6</sup> ことにより、環境規制を行うものとする。各企業は汚染の放出に対して対価の支払いを行う必要がある。従って、各企業は汚染をあたかも一種の生産投入物として用いて、財・サービスの生産を行っているかのようになるが、このような扱いで問題がないことは、先に紹介したように、既に Ishikawa and Kiyono (2006) で示されている。本論文もこのアプローチ法に従うことにすると、第1財及び第2財の生産関数はそれぞれ  $X_1=F^1(S, Z_1)$  及び  $X_2=F^2(L, Z_2)$  として表すことが出来る。ここでは無用の混乱を避けるために、各財の生産関数  $F^j$  ( $j=1, 2$ ) は通常の新古典派の性質（1次同次で強擬凹かつ2回連続微分可能）を持つものとする。

この小国経済は、国内居住者と外国からのツーリストの二つのタイプの消費者からなるものと仮定する。その内の国内居住者は両財を需要し、それらは  $D_i$  ( $i = 1, 2$ ) によって表わされるとする。他方、ツーリストは国内財のみ、すなわちツーリズム・サービスのみしか消費しないものとする。いま、簡単化のためにインバウンド・ツーリストの需要  $D_2^*$  はツーリズム・サービスの相対価格  $p$  のみの関数で、 $D_2^*(p)$  と表されると仮定する。

ところで、国内居住者の効用関数はコブ=ダグラス型で、 $u = D_1^\alpha D_2^\beta Z^{-\rho}$  ( $\alpha + \beta = 1$ ) と表されるものと仮定する。ここで  $\rho > 0$  であり、これは汚染による負効用の程度を表わすとする。

本論文では、全ての市場で完全競争が成立するものとして、モデルの均衡条件式を検討し、比較静学分析を行うこととする。最初に生産面の均衡条件式を検討しよう。

いま、 $w_1$  を熟練労働の賃金、 $w_2$  を未熟練労働の賃金とし、 $r$  を汚染  $Z$  に対する支払（汚染税）、 $p$  を貿易財  $X_1$  の価格をニューメレールとして表した国内財  $X_2$  の価格とすると、財市場の均衡条件式から、次の二つの式が得られる。

- (1)  $c^1(w_1, r) = 1$
- (2)  $c^2(w_2, r) = p$

ここで  $c^i$  は、第  $i$  財の単位費用関数を表すものとする。次に、熟練労働の賦存量を  $S$ 、未熟練労働のそれを  $L$ 、そして汚染の総量を  $Z$  とすると、生産要素の完全雇用条件に相当する式は、次のように表される。

- (3)  $c_r^1(w_1, r)X_1 + c_r^2(w_2, r)X_2 = Z$
- (4)  $c_w^1(w_1, r)X_1 = S$
- (5)  $c_w^2(w_2, r)X_2 = L$

ただし、 $c_r^i = \partial c^i / \partial r$ 、 $c_w^i = \partial c^i / \partial w_i$  ( $i=1, 2$ ) である。

ところで、この経済の財の需給均衡条件式は、総支出と総収入の一致条件式と国内財に対する需給均衡条件式で表わすことが出来るから、次の二つの式が成立しなければならない<sup>7</sup>。

- (6)  $E(p, Z, u) = R(p, Z)$
- (7)  $E_p(p, Z, u) + D_2^*(p) = R_p(p, Z)$

ここで、関数  $E(p, Z, u)$  は支出関数で、関数  $R(p, Z)$  は総収入 (GDP) 関数で、以下のよう

$$E(p, Z, u) \equiv \min \{ D_1 + pD_2 \mid u = D_1^\alpha D_2^\beta Z^{-\rho} \}$$

$$R(p, Z) \equiv \max \{ X_1 + pX_2 \mid X_1 = F^1(S, Z_1), X_2 = F^2(L, Z_2), Z_1 + Z_2 = Z \}$$

以上が、この小国モデルの均衡条件式であるが、このシステム全体は、 $S$ 、 $L$ 、 $r$ の3個の外生的に与えられると、(1)式～(7)式の方程式体系によって $w_1$ 、 $w_2$ 、 $Z$ 、 $p$ 、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $u$ の7個の内生変数が決まる体系となっている。また、この体系は(1)式～(5)式が生産側の方程式体系で、(6)式と(7)式が需要側の方程式体系になっている。この方程式体系をよく見ると、(1)式～(5)式の体系であたかも $p$ が外生変数であるかのように扱えば、通常の特種要素モデルと同じように解くことが出来る。そこで、以下の分析では、(1)式～(5)式の体系ではツーリズム交易条件 $p$ を所与とした形で解いて、汚染税 $r$ の変化が $w_1$ 、 $w_2$ 、 $Z$ 、 $X_1$ 、 $X_2$ にどのような変化を与えるかを検討した上で、(6)式と(7)式の体系から $r$ の変化が $p$ にどのような変化をもたらすかを検討し、その結果と生産サイドの分析結果を合わせて、最終的に汚染税 $r$ の変化が体系の内生変数にどのような効果をもたらすかを検討する。

### 3. 比較静学分析－生産サイドの分析－

ここでは、先に説明した手順に従って、生産サイドの比較静学分析を行うことにしよう。ここで行う生産サイドの分析は、第1財価格のみならず第2財価格も所与と仮定して分析を行うから、小国経済の特種要素モデルの分析に相当する。まず、財市場の完全競争条件(1)式と(2)式を全微分し整理すると、次のように表される。

$$(8) \theta_{s1} \hat{w}_1 + \theta_{z1} \hat{r} = 0$$

$$(9) \theta_{l2} \hat{w}_2 + \theta_{z2} \hat{r} = \hat{p}$$

ここで任意の変数 $x$ に関して $\hat{x}$ は $dx/x$ を表し、 $\theta_{ki}$ は第 $i$ 部門( $i=1, 2$ )における生産要素 $k$ のコスト・シェアを、従って例えば $\theta_{z2}$ は $\theta_{z2} = rc_r^2/p$ を表わすものとする。

次に、各部門における要素代替の弾力性（汚染の特種要素に対する代替の弾力性）を $\sigma_i$ とし、次のように定義する。

$$\sigma_1 = \frac{\hat{c}_w^1 - \hat{c}_r^1}{\hat{w}_1 - \hat{r}}, \quad \sigma_2 = \frac{\hat{c}_w^2 - \hat{c}_r^2}{\hat{w}_2 - \hat{r}}.$$

いまこの $\sigma_i$ と第 $i$ 部門における生産要素（汚染） $Z_i$ の配分シェアを表す $\lambda_{zi}$ を用いると、生産要素の完全雇用条件式より、次の関係式を導くことが出来る。

$$(10) \lambda_{z1} \hat{X}_1 + \lambda_{z2} \hat{X}_2 - (\lambda_{z1} \theta_{s1} \sigma_1 + \lambda_{z2} \theta_{l2} \sigma_2) \hat{r} + \lambda_{z1} \theta_{s1} \sigma_1 \hat{w}_1 + \lambda_{z2} \theta_{l2} \sigma_2 \hat{w}_2 = \hat{Z}$$

$$(11) \hat{X}_1 + \theta_{z1} \sigma_1 \hat{r} - \theta_{z1} \sigma_1 \hat{w}_1 = \hat{S}$$

$$(12) \hat{X}_2 + \theta_{z2} \sigma_2 \hat{r} - \theta_{z2} \sigma_2 \hat{w}_2 = \hat{L}$$

以上(8)式～(12)式をもとに、相対価格 $p$ と汚染量 $Z$ の変化が $X_1$ 、 $X_2$ 、 $w_1$ 、 $w_2$ 及び $r$

にどのような影響を及ぼすのかを分析しよう。そのために (8) 式～ (12) 式を見易いように行列表示すると、以下のように表される。

$$(13) \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \theta_{s1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_{L2} \\ \lambda_{z1} & \lambda_{z2} & -1 & \lambda_{z1}\theta_{s1}\sigma_1 & \lambda_{z2}\theta_{L2}\sigma_2 \\ 1 & 0 & 0 & -\theta_{z1}\sigma_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -\theta_{z2}\sigma_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{X}_1 \\ \hat{X}_2 \\ \hat{Z} \\ \hat{w}_1 \\ \hat{w}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \hat{p} \\ 0 \\ \hat{S} \\ \hat{L} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\theta_{z1} \\ -\theta_{z2} \\ \lambda_{z1}\theta_{s1}\sigma_1 + \lambda_{z2}\theta_{L2}\sigma_2 \\ -\theta_{z1}\sigma_1 \\ -\theta_{z2}\sigma_2 \end{bmatrix} \hat{r}$$

いま (13) 式左辺の行列を  $H$  と置いて、 $\det H$  を求めると  $\det H = -\theta_{s1}\theta_{L2} < 0$  となり、逆行列は次のように表される。

$$(14) H^{-1} = \frac{-1}{\theta_{s1}\theta_{L2}} \begin{bmatrix} -\theta_{z1}\theta_{L2}\sigma_1 & 0 & 0 & -\theta_{s1}\theta_{L2} & 0 \\ 0 & -\theta_{s1}\theta_{z2}\sigma_2 & 0 & 0 & -\theta_{s1}\theta_{L2} \\ -\lambda_{z1}\theta_{L2}\sigma_1 & -\lambda_{z2}\theta_{s1}\sigma_2 & \theta_{s1}\theta_{L2} & -\lambda_{z1}\theta_{s1}\theta_{L2} & -\lambda_{z2}\theta_{s1}\theta_{L2} \\ -\theta_{L2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\theta_{s1} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

この式を元に戻すと、以下の比較静学の結果が得られる。

### 3. 1. 熟練労働の増加

ここでは、第 1 財産業に特殊な熟練労働の供給が増えた場合を検討することにしよう。熟練労働の供給増加の原因としては、一般に未熟練労働を訓練した結果であるか、外国から高度な技能を持った労働者を移民として受け入れる場合を想定することが出来る。ここでは、後者の場合を想定したうえで、その効果を見てみよう。

(13) 式と (14) 式より、次の関係式を得ることが出来る。

$$(15) \begin{bmatrix} \hat{X}_1 / \hat{S} \\ \hat{X}_2 / \hat{S} \\ \hat{Z} / \hat{S} \\ \hat{w}_1 / \hat{S} \\ \hat{w}_2 / \hat{S} \end{bmatrix} = \frac{-1}{\theta_{s1}\theta_{L2}} \begin{bmatrix} -\theta_{s1}\theta_{L2} \\ 0 \\ -\lambda_{z1}\theta_{s1}\theta_{L2} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \lambda_{z1} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

従って、熟練労働の移民の受け入れは、第 1 財の生産を増加させ、汚染量を増加させることになる。他方、熟練労働の増加は、財価格が所与一定の下でかつ汚染税も一定である下では、熟練労働の賃金に影響を及ぼし得ない。従って、貿易財の生産の拡大とそれに伴う汚染の増加のみが実現する。

命題1 ( $p$  外生の場合)：このモデルの枠組みで、熟練労働の賦存量の増加は、第1財の生産を増加させ、汚染量を増加させるが、熟練労働の報酬を一定のままに置く。また、第2財の生産や第2財に特殊的要素の報酬も変化しない。

### 3.2. 未熟練労働の増加

ここでは、第2財産業に特殊的な生産要素である未熟練労働の増加の効果について検討する。まず、(13) 式と (14) 式より、次の関係式を得ることが出来る。

$$(16) \quad \begin{bmatrix} \hat{X}_1 / \hat{L} \\ \hat{X}_2 / \hat{L} \\ \hat{Z} / \hat{L} \\ \hat{w}_1 / \hat{L} \\ \hat{w}_2 / \hat{L} \end{bmatrix} = \frac{-1}{\theta_{S1}\theta_{L2}} \begin{bmatrix} 0 \\ -\theta_{S1}\theta_{L2} \\ -\lambda_{Z2}\theta_{S1}\theta_{L2} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \lambda_{Z2} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

熟練労働の場合と同様に、未熟練労働の賦存量の増加（人口増や単純労働の移民の受入）は、第2財の生産  $X_2$  を増加させると同時に、汚染量  $Z_2$  を増加させる。他方、未熟練労働の増加は、財価格が所与一定の下でかつ汚染税も一定である下では、熟練労働の賃金に影響を及ぼし得ない。従って、国内財の生産の拡大とそれに伴う汚染の増加のみが実現する。

命題2 ( $p$  外生の場合)：このモデルの枠組みで、未熟練労働の賦存量の増加は、第2財の生産を増加させ、汚染量を増加させるだけで、未熟練労働の報酬を変化させない。また、第1財の生産や第1財に特殊的要素の報酬は変化しない。

### 3.3. 教育訓練の効果

先に述べたように、熟練労働を増加させるには、高度な技能を持つ労働者を移民として受け入れるか、国内の未熟練労働を教育訓練によって熟練労働にする以外にない。ここで、後者を実行した結果について考察しよう。

この場合、熟練労働の人口増加分  $dS > 0$  は未熟練労働者数の減少分と一致するから、当然  $dS = -dL > 0$  が成立している。このことを考慮すると、未熟練労働を熟練労働にする教育訓練の経済効果は<sup>8</sup>、次のように表される。

$$(17) \quad \begin{bmatrix} \hat{X}_1 / \hat{S} \\ \hat{X}_2 / \hat{S} \\ \hat{Z} / \hat{S} \\ \hat{w}_1 / \hat{S} \\ \hat{w}_2 / \hat{S} \end{bmatrix} = \frac{-1}{\theta_{S1}\theta_{L2}} \begin{bmatrix} -\theta_{S1}\theta_{L2} \\ \theta_{S1}\theta_{L2} \\ -\lambda_{Z1}\theta_{L2}\sigma_1 + \lambda_{Z2}\theta_{S1}\sigma_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ (\lambda_{Z1}/\theta_{S1})\sigma_1 - (\lambda_{Z2}/\theta_{L2})\sigma_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Where  $dS = -dL$

(17) 式より、教育訓練によって未熟練労働を熟練労働に変える政策の効果は、熟練労働特  
 殊的な第1財産業の生産を増加させ、未熟練労働特特殊な第2財産業の生産を減少させる。そ  
 の結果、汚染の総量が増えるか減るかは各部門の要素代替の弾力性の大きさなどに依存して、  
 増える場合ばかりか減る場合もある。また、財価格と汚染税が所与一定の下では、このような  
 変化によって、熟練労働及び未熟練労働の賃金は変化しない。

命題3 ( $p$  外生の場合): このモデルの枠組みで、未熟練労働を教育訓練し熟練労働に変えた場合、  
 熟練労働を特殊要素として用いる第1財の生産は労働と同じ割合だけ増加し、未熟練労働  
 を特殊要素として用いる第2財の生産は労働と同じ割合だけ減少する。それに伴って、  
 汚染量が増加するかどうかは、汚染の初期配分と代替の弾力性の大小に依存する。また、  
 第1財の生産や第1財に特特殊の要素の報酬は変化しない。

### 3.4. 財価格の変化

最初に、第2財の相対価格が変化した場合を検討しよう。既に述べたように、ツーリズム・  
 サービスである第2財は、国内のツーリズムに関する需給によって内生的に決定される変数で  
 あるが、生産サイドのみを取り扱っているここでは、あたかも外生変数であるかのようにして  
 分析を行う。

$$(18) \begin{bmatrix} \hat{X}_1 / \hat{p} \\ \hat{X}_2 / \hat{p} \\ \hat{Z} / \hat{p} \\ \hat{w}_1 / \hat{p} \\ \hat{w}_2 / \hat{p} \end{bmatrix} = \frac{-1}{\theta_{s1}\theta_{L2}} \begin{bmatrix} 0 \\ -\theta_{s1}\theta_{Z2}\sigma_2 \\ -\lambda_{Z2}\theta_{s1}\sigma_2 \\ 0 \\ -\theta_{s1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ (\theta_{Z2}/\theta_{L2})\sigma_2 \\ (\lambda_{Z2}/\theta_{L2})\sigma_2 \\ 0 \\ 1/\theta_{L2} \end{bmatrix}$$

(18) 式より、価格変化については次のように表現することが出来る。

命題4 ( $p$  外生の場合): このモデルの枠組みで、財の相対価格の上昇は、上昇した財の生産  
 を拡大し、それ以外の財の生産を変化させない。従って、汚染量は生産の増加した財の  
 初期配分と代替の弾力性に依存して増加する。また、財価格の増加した財特特殊の要素の  
 報酬は比例倍以上に増加し、他の要素の報酬は不変のままである。

### 3.5. 汚染価格の変化

汚染税の変化が各財の生産と要素価格並びに汚染に及ぼす効果について、次に検討しよう。  
 (13) 式と (14) 式から、次の関係式を得ることが出来る。

$$(19) \begin{bmatrix} \hat{X}_1 / \hat{r} \\ \hat{X}_2 / \hat{r} \\ \hat{Z} / \hat{r} \\ \hat{w}_1 / \hat{r} \\ \hat{w}_2 / \hat{r} \end{bmatrix} = \frac{-1}{\theta_{s1}\theta_{L2}} \begin{bmatrix} \theta_{z1}\theta_{L2}\sigma_1 \\ \theta_{s1}\theta_{z2}\sigma_2 \\ \lambda_{z1}\theta_{L2}\sigma_1 + \lambda_{z2}\theta_{s1}\sigma_2 \\ \theta_{z1}\theta_{L2} \\ \theta_{s1}\theta_{z2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(\theta_{z1}/\theta_{s1})\sigma_1 \\ -(\theta_{z2}/\theta_{L2})\sigma_2 \\ -(\lambda_{z1}/\theta_{s1})\sigma_1 - (\lambda_{z2}/\theta_{L2})\sigma_2 \\ -\theta_{z1}/\theta_{s1} \\ -\theta_{z2}/\theta_{L2} \end{bmatrix}$$

(19) 式から明らかなように、汚染税の引上げは、汚染量を削減させることになり、汚染を投入として用いる各財の生産も減少させることになる。それと同時に、各財に特殊な要素の報酬率を低下させる。

命題5 ( $p$  外生の場合)：このモデルの枠組みで、汚染税の上昇は、生産における汚染の使用を減少させると同時に、両財の生産量を減少させる。また、各財の生産に用いられる特殊要素の報酬率を減少させる。

#### 4. 比較静学分析—需要サイドを含めた分析—

次に需要面を含めて、外生変数の変化が内生変数に及ぼす効果を分析しよう。まず、既に第2節で定義した支出関数  $E(p, Z, u)$  と各財の需要関数を具体的に求めると、以下のように求められる。

$$(20) E(p, Z, u) = \gamma p^\beta Z^\rho u$$

$$(21) D_2(p, Z, u) = E_p = \beta\gamma p^{-\alpha} Z^\rho u$$

$$(22) D_1(p, Z, u) = E - pE_p = \alpha\gamma p^\beta Z^\rho u$$

ただし  $\gamma \equiv (\alpha/\beta)^\beta + (\beta/\alpha)^\alpha = \alpha^{-\alpha}\beta^{-\beta} > 0$  である。これらを念頭に置きながら、需要サイドの均衡条件式 (6) 式と (7) 式を検討しよう。まず、(6) 式を全微分し整理すると次式が得られる。

$$(D_2 - X_2)dp + E_u du = (r - \rho E/Z)dZ$$

また、(7) 式を全微分し整理すると、次式が得られる。

$$\left( \frac{\partial D_2}{\partial p} + \frac{\partial D_2^*}{\partial p} - \frac{\partial X_2}{\partial p} \right) dp + \frac{D_2}{u} du = \left( r - \frac{\rho D_2}{Z} \right) dZ$$

以上2式を行列表示すれば、以下のようにまとめられる<sup>9</sup>。

$$(23) \begin{bmatrix} -D_2^* & E_u \\ C & D_2/u \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dp \\ du \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r - \rho E/Z \\ r - \rho D_2/Z \end{bmatrix} dZ$$

ただし、 $C \equiv \partial D_2 / \partial p + \partial D_2^* / \partial p - \partial X_2 / \partial p < 0$  と定義されている。(23) 式の左辺の係数行列の行列式を  $\Delta^*$  とすると、 $\Delta^* = -D_2^* D_2 / u - C E_u$  となるが、右辺第 1 項がマイナスで第 2 項がプラスのため符号が確定しない。しかし、ここでシステムの安定条件を仮定すると、 $\Delta^* > 0$  でなければならぬことが分かる<sup>10</sup>。以下では、この体系の安定条件を仮定した上で分析することにしよう。

#### 4. 1. 汚染量の変化の効果

ここで、(23) 式で表わされる体系の比較静学分析を行うことにしよう。まず、第 3 節では一定であると仮定していたツーリズム・サービスの相対価格  $p$  は、汚染量の変化によってどのような影響を受けるかを検討しよう。

$$(24) \frac{dp}{dZ} = \frac{1}{\Delta^*} \left\{ E_{pu} \left( r - \frac{\rho E}{Z} \right) - E_u (R_{pz} - E_{pz}) \right\} = \frac{1}{\Delta^*} (E_{pu} r - E_u R_{pz}) = \frac{1}{\Delta^*} \frac{rE}{pu} \left( b - \frac{p}{r} \frac{\partial X_2}{\partial Z} \right)$$

ここで  $b = pE_p / E$  は総支出額に占める国内居住者のツーリズム・サービスの消費の割合である。また  $p \cdot \partial X_2 / \partial Z$  は、汚染量  $Z$  の変化  $\Delta Z < 0$  によりツーリズム部門で可能な汚染量に対する支払いがどれだけ変化するかを測っており  $\Delta Z = \Delta Z_1$  ならば  $p \cdot \partial X_2 / \partial Z = r$  であるが、 $\Delta Z = \Delta Z_2$  ならば  $p \cdot \partial X_2 / \partial Z = 0$  となるから、 $(p/r)(\partial X_2 / \partial Z)$  は 0 から 1 の値を取り得る。従って、 $dp/dZ$  は正負何れの値も取り得る<sup>11</sup>。いま、 $dp/dZ = 0$  となるような第 2 財の生産に対する配分から奪われる  $\Delta Z < 0$  の臨界的な値を  $\Delta \tilde{Z}_2$  とすると、これよりも  $\Delta \tilde{Z}_2 < 0$  が小さければ（従って  $\Delta Z_2 < \Delta \tilde{Z}_2 < 0$  ならば）、交易条件は改善することになる（逆の場合は逆となる）。従って、次の命題が得られる。

命題 6：このモデルの枠組み内で、汚染量の削減により交易条件が改善するか悪化するかは、ツーリズム産業へ配分される汚染量の削減される部分 ( $\Delta Z_2 < 0$ ) が臨界値  $\Delta \tilde{Z}_2$  ( $\in (\Delta Z, 0)$ ) よりも小さいか大きいかに依存する。

言うまでも無く、命題 5 と 6 を合わせると、汚染価格が上昇する場合、ツーリズム交易条件が改善するか悪化するかは、それに伴って削減されるツーリズム産業の汚染量の削減幅が臨界値  $\Delta \tilde{Z}_2$  よりも小さいか大きいかに依存することになる。

次に、汚染量の変化が厚生に及ぼす効果を見るために (20) 式を解くと、次のような関係式を導くことが出来る。

$$(25) \quad \frac{du}{dZ} = \frac{-1}{\Delta^*} \left\{ D_2^* \left( R_{pz} - \frac{\rho E}{Z} \frac{b}{p} \right) + \left( E_{pp} + \frac{\partial D_2^*}{\partial p} - R_{pp} \right) \left( r - \frac{\rho E}{Z} \right) \right\}$$

(25) 式最右辺の分子第1項は  $R_{pz} - (\rho E/Z)(b/p) > 0$  ならばマイナスで、一方、第2項は  $r - \rho E/Z > 0$  ならばプラスとなり<sup>12</sup>、汚染量の削減が厚生に及ぼす効果については、汚染量の削減による直接的な厚生の改善の反面、汚染量の削減に伴って財の生産・消費が減少する事による厚生悪化効果のどちらが強いかに依存して、正負何れの値も取り得る。

ところで、 $R_{pz} - (\rho E/Z)(b/p)$ は次のように変形することが出来る。

$$(26) \quad R_{pz} - \frac{\rho E}{Z} \frac{b}{p} = \frac{\partial X_2}{\partial Z} - E_z \cdot \frac{b}{p} = \frac{1}{p} \left( p \frac{\partial X_2}{\partial Z} - b E_z \right)$$

(26) 式最右辺の括弧内の第1項は、汚染量が追加1単位増加した場合に第2財の生産がどれだけ増えるかを（第1財をニューメレールとして）表したものであり、一方、第2項は汚染量の追加1単位の増加による国内居住者の厚生損失を補うために必要な支出増の内、第2財の購入に費やされる支出額を（第1財をニューメレールとして）表したものである。通常、インバウンドのツーリストが来ている状況を考えると、前者の方が後者を上回っていると考えていいと推論出来るから、多くの場合(26)式はプラスであると想定出来る。

次に、 $r - \rho E/Z$ であるが、次式のように変形することが出来る。

$$(27) \quad r - \rho E/Z = r - E_z$$

$E_z$ は汚染量の削減に対する支払意思額を、従って国内居住者から見た汚染量の価値を表している。一方、 $r$ は汚染価格で汚染量の限界価値生産力に相当し、生産サイドから見た汚染量追加1単位の価値である。これはどちらが大きいとも、一概に言うことは出来ない。しかし、(26)式に関する議論を踏まえ(25)式を見ると、(27)式の符号が負であれば、汚染量の削減は確実に当該国の経済厚生を改善させることが分かる。従って、汚染量の削減が経済厚生を高めることが出来るのは、汚染価格が十分小さく、汚染量の追加1単位増加による厚生損失を下回っている場合に限られる。従って、次の命題が得られる<sup>13</sup>。

命題7：このモデルの枠組み内で、(27)式がもし非負ならば、汚染量の削減が経済厚生を改善し得るのは、汚染価格が汚染排出による限界的厚生損失を下回る場合に限られる。もし(27)式が正ならば、汚染価格が汚染排出による限界的厚生損失を下回らなくても、経済厚生は回復可能である。

#### 4. 2. 汚染量と汚染価格の関係

本論文で考察している財・サービス市場は完全競争的で、何れの部門の企業も利潤最大化行動を採用しており、従って費用最小化行動を前提として行動している。換言すれば、産業全体として、次のような最小化問題を解いている状態であると考えられる。

$$(P1) \min_{S, Z_1} C^1 = w_1 S + r Z_1 \quad s.t. X_1 = F^1(S, Z_1)$$

$$(P2) \min_{L, Z_2} C^2 = w_2 L + r Z_2 \quad s.t. X_2 = F^2(L, Z_2)$$

問題 (P1) は第 1 部門が、(P2) は第 2 部門が解くべき問題ということになる。この問題を解き、さらに汚染価格  $r$  と各産業の汚染量  $Z_1$ 、 $Z_2$  との関係を見ると、次のような関係が導かれる<sup>14</sup>。

$$(28) \quad dZ_1 = -\frac{(F_S^1)^2}{\Lambda_1} dr \quad \text{where } \Lambda_1 \equiv \frac{\partial C^1}{\partial X_1} \begin{vmatrix} F_{SS}^1 & F_{SZ}^1 & F_S^1 \\ F_{ZS}^1 & F_{ZZ}^1 & F_Z^1 \\ F_S^1 & F_Z^1 & 0 \end{vmatrix} > 0$$

$$(29) \quad dZ_2 = -\frac{(F_L^2)^2}{\Lambda_2} dr \quad \text{where } \Lambda_2 \equiv \frac{\partial C^2}{\partial X_2} \begin{vmatrix} F_{LL}^2 & F_{LZ}^2 & F_L^2 \\ F_{ZL}^2 & F_{ZZ}^2 & F_Z^2 \\ F_L^2 & F_Z^2 & 0 \end{vmatrix} > 0$$

従って、汚染価格  $r$  と汚染量  $Z$  との関係は、次のように表される。

$$(30) \quad dZ = -\frac{\Lambda_2 (F_S^1)^2 + \Lambda_1 (F_L^2)^2}{\Lambda_1 \Lambda_2} dr \equiv \Lambda dr \quad \text{where } \Lambda < 0$$

すなわち、汚染量と汚染価格は 1 対 1 で連続的に対応していることが分かる。従って、 $Z$  の値が決まれば対応する  $r$  の値が一意に決まることが分かる。よって、次の命題が得られる。

命題 8：このモデルの枠組み内で、各企業が費用最小化行動を取るならば、汚染量に関する規制をすることと、汚染価格を設定することとは実質上同等である。

従って、(30) 式の関係式から、汚染排出量について得られた結果を、汚染価格に関して翻訳することができる。

## 5. 比較静学分析—汚染の変化の総合効果—

さて、これまでの分析を踏まえて、汚染価格の変化がこのモデルの各変数に及ぼす効果を総合的に検討することにしよう。

第3節の分析から明らかなように、汚染価格  $r$  の変化は、直接的に各財の生産量、各要素報酬率、並びに汚染量に影響を与える。それと同時に、第4節の(24)式から明らかなように、汚染価格の変化がもたらす汚染量の変化は、交易条件に影響を与える。交易条件の変化は、(18)式の示すように、各財の生産と各要素の報酬率に影響を与えることになる。従って、それらを総合的に判断すると、汚染価格の変化は以下のように分析できる。

汚染価格  $r$  の変化を通じて各内生変数に及ぼす変化は、直接効果の部分と価格変化を通じ間接的に与えられる効果の部分の二つの部分からなる。実際、 $r$  の変化の効果は(18)式と(19)式から次のようにまとめることが出来る<sup>15</sup>。

$$(31) \quad \frac{dX_1}{dr} = \frac{\partial X_1}{\partial r} + \frac{\partial X_1}{\partial p} \frac{dp}{dr} = \frac{\partial X_1}{\partial r} = -\frac{\theta_{z1}}{\theta_{s1}} \sigma_1 \frac{r}{X_1} < 0$$

$$(32) \quad \frac{dX_2}{dr} = \frac{\partial X_2}{\partial r} + \frac{\partial X_2}{\partial p} \frac{dp}{dr} = -\frac{\theta_{z2}}{\theta_{l2}} \sigma_2 \frac{X_2}{r} \left( 1 - \frac{r}{p} \frac{dp}{dr} \right)$$

(31)式から、汚染価格  $r$  の上昇により貿易財の生産は減少することが分かる。他方、(32)式から、汚染価格  $r$  の上昇によりツーリズム産業の供給が増加するかどうかは、汚染価格の上昇の結果交易条件がどのように変化するかに依存して変わることが分かる。すなわち

$$(33) \quad \frac{r}{p} \frac{dp}{dr} > 1 \Leftrightarrow \frac{dX_2}{dr} > 0$$

となることが分かる。汚染価格上昇の結果ツーリズム交易条件が比例倍を超えて上昇するならばツーリズム産業の生産が増加することが分かる。

以下同様にして、直接効果と間接効果に分類して、各内生変数の変化を記述すると、次式のようになる。

$$(34) \quad \frac{dw_1}{dr} = \frac{\partial w_1}{\partial r} + \frac{\partial w_1}{\partial p} \frac{dp}{dr} = \frac{\partial w_1}{\partial r} = -\frac{\theta_{z1}}{\theta_{s1}} \frac{w_1}{r} < 0$$

$$(35) \quad \frac{dw_2}{dr} = \frac{\partial w_2}{\partial r} + \frac{\partial w_2}{\partial p} \frac{dp}{dr} = -\frac{\theta_{z2}}{\theta_{l2}} \frac{w_2}{r} \left( 1 - \frac{r}{p} \frac{dp}{dr} \right)$$

従って、汚染価格の上昇は貿易財部門に特殊的要素の報酬を引き下げる。一方、ツーリズム部門特殊的要素の報酬を引き上げるか否かは、ツーリズム交易条件の汚染価格弾力性に依存することが分かる。(35)式より、明らかに次の関係式が成立する。

$$(36) \frac{r}{p} \frac{dp}{dr} > 1 \Leftrightarrow \frac{dw_2}{dr} > 0$$

以上の分析結果をまとめると、次の表1ようになる。

(30) 式より、汚染価格の引き上げは汚染量の減少をもたらすから、直接的な効果として、一般に各財の生産を減少させると同時に、各財の生産に特殊的要素の報酬率を減少させると考えられる。が、前述したように汚染価格の上昇はツーリズム交易条件を変化させるために、間接的に各財の生産や要素報酬に影響を与える。表1によれば、この間接効果が直接効果を凌駕するようになるのは、ツーリズム交易条件の汚染価格弾力性( $r/p)(dp/dr)$ が1を超える場合であることが分かる。交易条件は、一般に汚染価格の引き上げによって悪化もすれば改善もするが、改善する場合でその汚染価格弾力性が1を超える場合は、ツーリズム部門の生産が上昇し、当該産業に特殊的要素（未熟練労働）の報酬が増大することになる。なお、貿易財部門は、(1)式から明らかなように、交易条件の変化による影響を受けないから、直接効果のみである。従って、次の命題が得られる。

命題9：このモデルの枠組み内で、汚染価格の上昇の直接効果は、各財の生産を減少させると同時に、各財の生産に特殊的要素の報酬を減少させる。間接効果は、ツーリズム産業のみに影響し、ツーリズム交易条件の汚染価格弾力性が1を超える場合はツーリズム財の生産が増加すると同時に未熟練労働の賃金が上昇する。

最後に、未熟練労働と熟練労働の賃金格差について、検討してみよう。表1から明らかなように、ツーリズム交易条件の汚染価格弾力性が1以上場合は  $w_1$  は低下し、 $w_2$  は増加するから、賃金格差 ( $w_1-w_2$ ) は明確に縮小する。しかし、ツーリズム交易条件の汚染価格弾力性が1より小さい場合は、当初の賃金格差の大きさ ( $w_1-w_2$ ) と、各部門汚染量のシェア ( $\theta_{z1}-\theta_{z2}$ ) 依存して、賃金格差は拡大する場合と縮小する場合があります、確定的なことは言えない。

表1：rの上昇が生産と要素報酬に及ぼす効果

$\frac{r}{p} \frac{dp}{dr}$	...	0	...	1	...
$\frac{dX_1}{dr}$	-	-	-	-	-
$\frac{dX_2}{dr}$	-	-	-	0	+
$\frac{dw_1}{dr}$	-	-	-	-	-
$\frac{dw_2}{dr}$	-	-	-	0	+

## 6. 分析のまとめ

本論文では、ツーリズム産業を持つ小国経済モデルで、財・サービスの生産において汚染物質を用いると想定した上で、環境汚染をコントロールするために汚染税を課し、その値を上昇させたときに、当該経済がどのように変化するかを中心に分析して来た。その結果については、命題1から命題9までで要約されているから繰り返しは避けるが、一点強調しておきたいことは、以下の点である。すなわち、ツーリズム産業は基本的に国内財であるために、小国モデルで国際価格が変化しなくても、環境規制の強化などを通じて財の需給が変化すると価格が変化し得ることから、ツーリズム交易条件の変化の程度に依存して、環境規制の強化の結果生産が増えることが可能であると言う点である。また、その結果賃金格差が縮小することもあり得ると言うことである。

本論文の分析では、環境規制の強化は汚染価格（炭素税）を引き上げると言う形でなされたが、直接的に汚染の使用枠を縮小するやり方でも分析は可能である。そうした方法で環境規制の効果を分析したのが仲井・岡本・清水（2016）であるが、本論文の命題9に相当する分析は、数量で規制すると場合分けのパターンが4種類に増加してかなり複雑化する。これは均衡条件式（1）から、汚染価格 $r$ が固定されると貿易財部門の変数は動きようがなくなるが、汚染量 $Z$ が固定されても均衡条件式（3）から、貿易財部門の変数は変化のしようがあるからである。その意味でも、価格による規制は非常に有効であることが分かる。

最後に、本論文ではツーリズム産業を持つ小国経済モデルに関して、環境規制に関する政策の効果を中心に比較静学分析を行ったが、ここで用いたモデルは、今後さらに幾つかの方向に拡張の余地のあるモデルである点と、環境規制方法に関しては改善の余地がある点は、本稿を終えるに当たって強調しておきたい。

## 注

- <sup>1</sup> ツーリズム産業に焦点を当てた貿易モデルによる経済分析は、最近盛んになってきている。まとまった文献としては Hazari and Sgro (2004) や Hazari and Hoshmand (2011) などがある。また、先駆的な文献には Copeland (1991) がある。近年では、環境問題との関連させた文献として、Beladi, Chao, Hazari and Laffargue (2009) や Chao, Laffargue and Sgro (2011) などがある。
- <sup>2</sup> WTTC (World Travel and Tourism Council) の調べによると、世界におけるツーリズム産業の直接経済効果は約 2 兆ドル (自動車産業の 2 倍以上) で、これは世界 GDP の 9.1% (約 6.3 兆ドル) に当たる。また、ツーリズム産業の雇用創出効果は、世界全体で約 2 億 5500 万人と試算されており、世界全体の雇用の 8.7% を占める重要な産業である、と主張されている。(The Comparative Economic Impact of Travel & Tourism, 2012 参照。) なお、これに対して日本では、付加価値は 24.5 兆円 (GDP の 5.2%) で、雇用効果は 419 万人 (全国就業者数の 6.5%) であると報告されている (データの詳細に関しては、JTB 総合研究所 <http://www.tourism.jp/tourism-database/glossary/tourism-industry/> を参照のこと)。「観光立国」を目指す国としては、まだ改善の余地があると言える数値である。
- <sup>3</sup> 同様の方法による分析は、Chao, Hazari, Laffargue and Yu (2008) や Beladi, Chao, Hazari and Laffargue (2009) 及び Hazari and Hoshmand (2011) などでも用いられている。
- <sup>4</sup> 最適汚染税率を求めるときに、彼らは十分条件を検討しておらず、求めた最適汚染税率は厚生を最小にしている可能性を否定できない。
- <sup>5</sup> 具体的には、Chao and Sgro (2008) では準線型の効用関数を用いられていたが、コブ = ダグラス型効用関数に一般化している。準線型では所得効果が現れないため、ツーリズム交易条件の変化が一方向のみとなってしまう、分析に偏りが出てしまう。
- <sup>6</sup> 以下では、この汚染の対価を汚染価格もしくは汚染税と呼ぶことにする。
- <sup>7</sup> Chao and Sgro (2008) や 仲井・岡本・清水 (2016) では明示的に述べられていないが、(6) 式は政府に集められた汚染税総額  $\tau Z$  がそのまま一括補助金として国民に渡され、それが財・サービスの購入に充てられることを意味している。モデルは、従って簡単明瞭となるが、汚染税をわざわざ徴収する政府の行動としては、もう少し改善の余地があると考えられる。
- <sup>8</sup> 単純化のために、ここでは教育訓練のコストやそれに掛る時間は無視している。ここでは、未熟練労働を首尾よく熟練労働に転換できた場合、どの様な状態になるのかのみを検討している。
- <sup>9</sup> (26) 式右辺第 1 項の 2 行目の係数は第 2 財の需要関数も供給関数も共に価格のゼロ次同次関数であるため  $\partial D_2 / \partial p_2 - \partial X_2 / \partial p_2$  と変形出来ることから導かれる。
- <sup>10</sup> いま、経済体系の調整式を  $\dot{p} = \varsigma [E_2(p, Z, u) + D_2^*(p) - R_2(p, Z)]$  と置くものとしよう (ただし  $\varsigma$  は調整速度を表す正のパラメタである)。この調整式の経済的意味は、第 2 財に対する超過需要は第 2 財の相対価格を上昇させる、と言うことである。このような調整の下で、この体系が安定的であるための必要十分条件は、当然  $d\dot{p} / dp < 0$  となることである。このとき、第 2 財への超過需要を
- $$B \equiv E_2(p, Z, u) + D_2^*(p) - R_2(p, Z)$$
- と表すものとする、この  $d\dot{p} / dp < 0$  と  $dB / dp < 0$  は同値である。(6) 式及び (7) 式より  $dp / dB = -E_u / \Delta^*$  となるので、体系が安定的であるための必要十分条件は  $\Delta^* > 0$  となることである。
- <sup>11</sup> ツーリズム交易条件  $p$  がどのように変化するかを図示すると、次頁の図 1 のように表すことができる。この図 (とその解説) から分かるように、どれだけ第 2 財の生産に汚染量が使われるかに依存して、交易条件は悪化したり改善したりする。

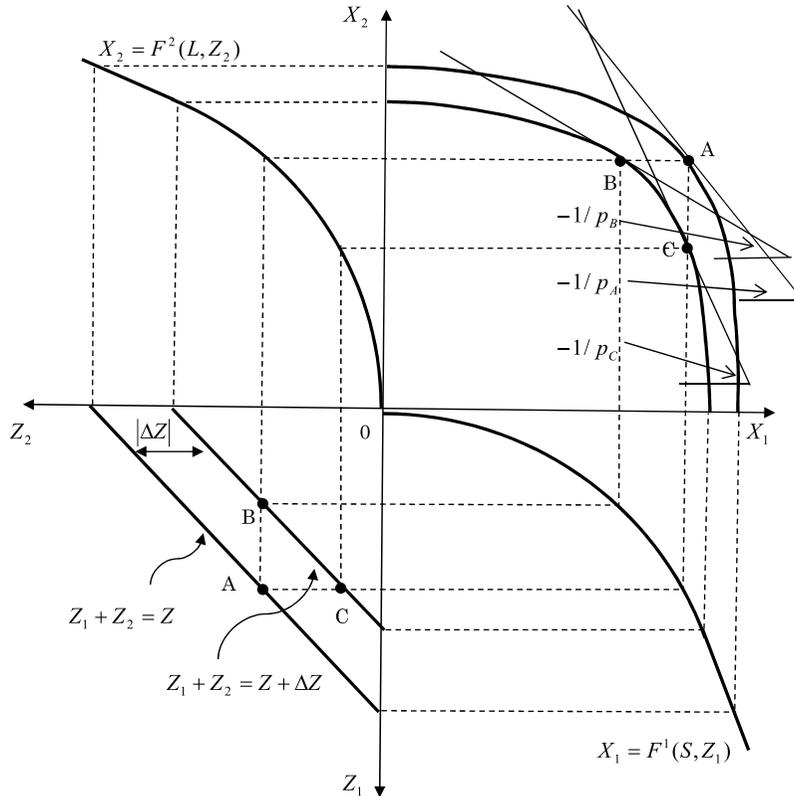


図 1：汚染量の変化に伴う交易条件の変化

◆解説：第 1 象限の点 A を通る曲線は汚染量が  $Z$  の場合の生産可能性曲線（PPF）で、点 A における接線の傾きは  $-1/p_A$  で、一方点 B と C を通る曲線は汚染量が  $Z + \Delta Z$  の時の PPF である。汚染の減少分（ $\Delta Z < 0$ ）がすべて第 2 財の場合、PPF の傾きは点 B を通る接線の傾き  $-1/p_B$  に一致し、他方、それがすべて第 1 財の場合、PPF の傾きは点 C を通る接線の傾き  $-1/p_C$  に一致する。図から明らかのように、交易条件の大小関係は、 $p_B < p_A < p_C$  となっており、第 2 財の生産のために使われる汚染の削減量が小さければ小さい程、交易条件は当初の値  $p_A$  よりも大きくなり、改善することが分かる。

<sup>12</sup>  $E_{pp} = b(b-1)E/p^2 < 0$  であり、 $\partial D_2^*/\partial p < 0$  かつ  $R_{pp} = \partial X_2/\partial p > 0$  である点に注意。

<sup>13</sup> この命題は、仲井・岡本・清水（2016）の命題 4 に他ならない。

<sup>14</sup> 生産関数は、①単調増加で、② 1 次同次で、③強擬凹、かつ④ 2 回連続微分可能であれば、限界生産費は正で、生産関数の縁付ヘッセ行列式は正となることを示すことが出来る。生産関数に関する仮定から、第 1 財についても第 2 財についても、縁付ヘッセ行列式は正である点に注意。

<sup>15</sup> 以下の式で登場する  $dp/dr$  は、 $dp/dr = (dp/dZ)(dZ/dr)$  を意味している。

## 参考文献

### 【邦語文献】

仲井翔、岡本久之、清水隆則、2016、「ツーリズム経済の環境政策が要素報酬と経済厚生に及ぼす効果の包括的分析」未刊行。

### 【英語文献】

Beladi, H., C-C. Chao, B. R. Hazari and J-P. Laffargue, 2009, "Tourism and the Environment," *Resource and Energy Economics*, Vol. 31, 1, pp.39-49

Chao, C-C. and P. M. Sgro, 2008, *Environmental Control, Wage Inequality and National Welfare for a Tourism Economy*, University of Rome, Rome, Italy.

Chao, C-C., and P. M. Sgro, 2013, "International Tourism: its Costs and Benefits to Host Countries," in *Handbook of Tourism Economics: Analysis, New Applications and Case Studies*, Edited by Clement A. Tisdell (World Scientific Pub Co) Chapter 26, pp.605-618.

Chao, C-C., B. R. Hazari, J-P. Laffargue, P. M. Sgro and E. S. H. Yu, 2008, "Tourism, Jobs, Capital Accumulation and the Economy," in *Tourism and Sustainable Economic Development: Macroeconomic Models and Empirical Methods*, Edited by R. Brau, M. L. and S. Usai, pp.105-123.

Chao, C-C., B. R. Hazari, J-P. Laffargue and E. S. H. Yu, 2008, "Environmental Regulations for a Small Open Economy with Tourism," *Frontiers of Economics and Globalization*, Emerald Group Publishing.

Chao, C-C., J-P. Laffargue, P. M. Sgro, 2012, "Environmental Control, Wage Inequality and National Welfare in a Tourism Economy," *International Review of Economics and Finance*, 22, pp.201-207.

Copeland, B., 1991, "Tourism, Welfare and De-industrialization in a Small Open Economy," *Economica*, 58, pp.515-529.

Copeland, B. R., and M. S. Taylor, 2003, *Trade and the Environment*. Princeton University Press, Princeton.

Hazari, B. R. and A. R. Hoshmand, 2011, *Tourism, Trade and Welfare. Theoretical and Empirical Issues*: 93-106. New York: Nova Science Publishers.

Hazari, B. R. and P. M. Sgro, 2004, *Tourism, Trade and National Welfare*, Amsterdam: Elsevier.

Ishikawa, J. and K. Kiyono, 2006, "Greenhouse-Gas Emission Controls in an Open Economy," *International Economic Review*, 47, pp.431-450.

Mohan, V., M. H. Nabin and P. M. Sgro, 2007, "Tourism, Congestion, Taxation and Strategic Interaction," *International Journal of Tourism Policy*, 1, pp.134-152.

World Travel and Tourism Council, 2016, *The Economic Impact of Travel & Tourism March 2016*.