

Title	国際的所得移転と環境問題
Sub Title	International income transfer and environmental problem
Author	吉岡, 忠昭
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	1992
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.85, No.2 (1992. 7) ,p.242(122)- 249(129)
JaLC DOI	10.14991/001.19920701-0122
Abstract	
Notes	論説
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19920701-0122

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

国際的所得移転と環境問題

吉岡 忠昭

1. 序

本稿は、二つの地域にまたがる公共財である環境の質の均衡水準に対して、所得移転がどのような効果を持つのかを検討する。環境問題については、これまでも様々な立場からの主張がなされているが、最終的には国内あるいは国際的な経済問題としてとらえられることが多い。たとえば、環境に関する何らかの課税や経済援助というかたちでの国際間の所得移転などが取り上げられることがある。課税と環境に関しては Siebert (1979, 1987) などいくつかの研究がなされている。ここでは、二つの地域（あるいは国）の間での所得移転が環境に与える影響について経済モデルを構築し、検討を加える。

本稿のモデルでは、各地域の代表的消費者が環境の質を公共財として認識していると想定する。環境の質は、それに対する選好の程度の差は存在しても、どの経済主体にとっても共通な変数であると考えられる。環境の質は、このような非排除性という公共財の性質を持つために、一般には、市場で取引されることはない。本稿では所得移転が環境の質に与える影響を実証的観点から検討することが目的であるために、規範的観点から導入された汚染許可証などの政策手段はモデルのなかには含めないことにする。以下では、環境の質の低下は汚染物質の排出によっておこるものとしよう。汚染物質は、各地域で消費財を生産する際に、その結合生産物として発生し地球上に排出される。例えば、二酸化炭素・メタン・フロンなどの温室効果ガス、あるいは、産業廃棄物などが汚染物質として挙げられよう。各地域の代表的消費者は、生産技術の制約の下に消費財の生産量を決めるとともに、自らの初期資源を使って汚染物質除去活動をおこなう。この除去活動は、例えば、フロン・ガス排出の大幅な抑制に関して取られた政府や企業の活動を挙げることができよう。このような汚染物質の排出と除去活動が世界の環境の質を決めるものとする。

公共財の私的供給の文献では、Warr (1983) が所得移転の中立性を指摘している。つまり、各消費者が公共財の供給をおこなうかぎりそのような消費者間で初期保有の再分配をおこなっても Nash 均衡配分を変化させないことをしめした。同様な公共財の自発的供給のモデルを使って、

Kemp (1984), Bergstrom and Varian (1985), Bergstrom, Blume and Varian (1986) らがこの中立性を詳しく研究している。本稿では、前述のような設定で、自発的供給のモデルと類似の中立性命題がみちびかれるのかどうかを研究する。

二つの地域の生産技術が同一であるという仮定のもとに、本稿では、所得移転が環境の質と消費の均衡水準を変化させないことを示す。所得移転を支払う地域はそれと同額だけ汚染除去への支出を減少させ、消費水準を変化させない。他方、所得移転を受け取る地域は、それと同額の汚染除去への支出を増加させ、消費水準を一定に保つ。汚染除去への支出の総額と排出の総量が不変なので、環境の質も不変である。このモデルでは、この二つの地域の間での所得移転は均衡配分と各地域の効用水準を変化させないことになる。

2. モデル

経済には二つの地域（あるいは国） $i=1,2$ があり、各地域の代表的消費者が存在するとしよう。地域 i の代表的消費者は初期資源を $\omega_i > 0$ だけ保有していて、そのうちの r_i を使って消費財を x_i 単位作ることができる。このときの地域 i の代表的消費者が持っている地域内の生産技術を

$$x_i = f_i(r_i)$$

と書く。初期資源を使う消費財の生産において、結合生産物としての汚染物質が発生し、それは地球全体の物理的環境の中に排出される。汚染物質の総排出量 e と各地域の消費財の産出 x_1, x_2 には

$$e = h(x_1 + x_2)$$

という関係が成り立つものとする。この汚染物質の排出に対して、各地域の消費者 i は初期資源のうちの s_i を汚染物質除去活動のために使う。この除去活動は、

$$a = g(s_1 + s_2)$$

という関係で表現され、 a の大きさだけ汚染物質の排出が食い止められる。汚染物質の純排出量は $e - a$ となり、環境の質 z が汚染物質の純排出量に依存することを、

$$z = q(e - a)$$

のように書くことにしよう。各地域の代表的消費者はこの環境の質を公共財と見なすので、消費者 i の選好関係は、

$$u_i = v_i(x_i, z)$$

という効用関数であらわされる。Siebert (1979) は、環境の質が排出と除去によってきまり、二国間の消費財の貿易が存在するモデルを作っている。しかしながら、代表的消費者については消費財の需要関数から出発しており、消費者の選好について十分には考慮されていない。市場で取引されない環境という公共財を考えているので、ここでは、消費者を需要関数ではなく効用関数によって特徴付けることにする。主体 i の初期資源の保有量は ω_i であるからその資源制約は

$$r_i + s_i = \omega_i$$

となる。以下では、消費財の生産と汚染物質除去活動に使われるものであって、直接に消費できるものではないこの初期資源を所得と解釈することにする。また、順序対 $(d\omega_1, d\omega_2) \neq 0$ のうちで、 $d\omega_1 + d\omega_2 = 0$ という条件を満たすものを所得移転と呼ぶ。

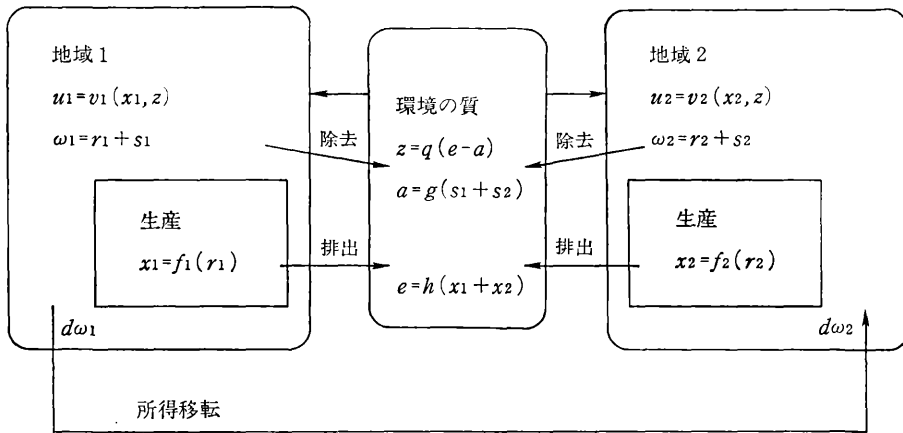
次に、このモデルでの均衡を定義する。均衡とは、各代表的消費者による消費量、消費財生産に投入される資源の量、汚染物質除去のために使われる資源の量、および、消費者の選択によって決まる環境の質を一組にした $((x_1^*, r_1^*, s_1^*), (x_2^*, r_2^*, s_2^*), z^*)$ であって、各 i について、 x_i^*, r_i^*, s_i^* と z^* は代表的消費者 i が他方の消費者 $-i$ の選択 $(x_{-i}^*, r_{-i}^*, s_{-i}^*)$ を与件として

$$\begin{aligned} r_i + s_i &= \omega_i \\ x_i &= f_i(r_i) \\ z &= q(h(x_1 + x_2) - g(s_1 + s_2)) \end{aligned}$$

の制約の下に自らの効用

$$u_i = v_i(x_i, z)$$

を最大化するように選ばれている。消費と環境の質をまとめた (x_i^*, z^*) を均衡配分と呼ぶことにする。代表的消費者が各地域内（あるいは国内）でそれぞれの消費財の生産と汚染物質除去活動を主体的に決定しているとみるのはかなり自然であり、Nash 均衡によるこの定義は説得的と言えよう。これらの関係をまとめると、それは図のように示される。



本稿では、できるだけ単純なモデルで考察を進めていくため、次に挙げるような仮定を置くことにする。

仮定 1 各 $i=1,2$ について、代表的消費者 i の効用関数 $v_i(x_i, z)$ は各独立変数に関して 2 回連続微分可能かつ強い準凹関数である。

仮定 2 各 $i=1,2$ について、消費財の生産技術は線形であって

$$y_i = f_i(r_i) = \beta_i r_i, \quad \beta_i > 0$$

のように特定化する。

仮定 3 汚染物質除去の活動，結合生産における汚染物質の発生，および汚染物質の純排出量と環境の質の関係についてはすべて線形であるとする。つまり，

$$\begin{aligned} g'(s_1 + s_2) > 0 & \quad \text{and} & \quad g''(s_1 + s_2) = 0 \\ h'(x_1 + x_2) > 0 & \quad \text{and} & \quad h''(x_1 + x_2) = 0 \\ q'(h(x_1 + x_2) - g(s_1 + s_2)) < 0 & \quad \text{and} & \quad q''(h(x_1 + x_2) - g(s_1 + s_2)) = 0 \end{aligned}$$

と仮定する。

3. 所得移転の中立性

前節の消費者による効用最大化は次のように書き換えることができる。代表的消費者 i は他方の消費者の選択 (r_i^*, s_i^*) を所与として

$$r_i + s_i = \omega_i$$

という資源の制約の下に，自らの効用

$$u^i = v_i(\beta_i r_i, q(h(\beta_1 r_1 + \beta_2 r_2) - g(s_1 + s_2)))$$

を最大化するように r_i^* と s_i^* を選択する。こうして書き換えられた最大化問題の一階条件は，各 $i=1, 2$ について

$$\frac{\partial v_i}{\partial x_i} \beta_i + \frac{\partial v_i}{\partial z} q'(h' \beta_i + g') = 0 \quad (1)$$

$$r_i^* + s_i^* = \omega_i \quad (2)$$

となる。

ここで，生産技術が二つの地域で同一である場合について考えてみよう。仮定 2 より生産技術は線形なので，二つの地域で共通の係数を $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ と書く。消費者 i の効用関数は， $u_i = v_i(\beta r_i, q(h(\beta R) - g(S)))$ となる。ただし， $r_1 + r_2 = R$ ， $s_1 + s_2 = S$ である。ここで，一階条件の式(1)は，

$$\begin{aligned} \frac{\partial v_i(\beta r_i^*, q(h(\beta R^*) - g(S^*)))}{\partial x_i} \beta + \frac{\partial v_i(\beta r_i^*, q(h(\beta R^*) - g(S^*)))}{\partial z} \\ \times q'(h(\beta R^*) - g(S^*))(h'(\beta R^*)\beta + g'(S^*)) = 0 \quad (3) \end{aligned}$$

となる。資源制約(2)から， $S^* = \omega_1 + \omega_2 - R^*$ である。式(3)に陰関数定理を適用できるなら， r_i^* は R^* と $\omega_1 + \omega_2$ の関数として解けることになる。したがって， r_1^* ， r_2^* ， R^* ， S^* はそれぞれ $\omega_1 + \omega_2$ の関数になる。こうして，均衡配分 (x_i^*, x_2^*, z^*) の各要素も $\omega_1 + \omega_2$ の関数であることが分かる。以上より，環境の質に対する所得移転の影響について次の命題を考えることができる。

命題 均衡を構成する各要素の値がすべて正であり，仮定 1，2，3 が満たされているとしよう。

もし、二つの地域で生産技術が同一である、すなわち、 $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ であるならば、所得移転が行われるとしても、均衡配分と汚染物質除去活動に対する資源の総使用量の均衡値は変わらない。つまり、各 $i=1, 2$ と $d\omega_1 + d\omega_2 = 0$ を満たす各 $(d\omega_1, d\omega_2) \neq 0$ について

$$\frac{dx_1^*}{d\omega_i} = \frac{dx_2^*}{d\omega_i} = \frac{dz^*}{d\omega_i} = \frac{d(s_1^* + s_2^*)}{d\omega_i} = 0$$

である。

証明

仮定 2, 3 の線形性に注意しながら、式(3)と(2)を全微分し、すべての微係数を均衡点で評価すると、

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial^2 v_1}{\partial x_1^2} \beta^2 + \frac{\partial^2 v_1}{\partial z \partial x_1} \beta (\beta h' + g') g' \right) dr_1^* + \left(-\frac{\partial^2 v_1}{\partial x_1 \partial z} q' h' \beta^2 + \frac{\partial^2 v_1}{\partial z^2} q' h' \beta (\beta h' + g') g' \right) dR^* \\ + \left(-\frac{\partial^2 v_1}{\partial x_1 \partial z} q' g' \beta - \frac{\partial^2 v_1}{\partial z^2} (\beta h' + g') g'^2 g' \right) dS^* = 0 \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial^2 v_2}{\partial x_2^2} \beta^2 + \frac{\partial^2 v_2}{\partial z \partial x_2} \beta (\beta h' + g') g' \right) dr_2^* + \left(-\frac{\partial^2 v_2}{\partial x_2 \partial z} q' h' \beta^2 + \frac{\partial^2 v_2}{\partial z^2} q' h' \beta (\beta h' + g') g' \right) dR^* \\ + \left(-\frac{\partial^2 v_2}{\partial x_2 \partial z} q' g' \beta - \frac{\partial^2 v_2}{\partial z^2} (\beta h' + g') g'^2 g' \right) dS^* = 0 \quad (5) \end{aligned}$$

$$dr_1^* + ds_1^* = d\omega_1$$

$$dr_2^* + ds_2^* = d\omega_2$$

が得られる。ここで、 $dS^* = ds_1^* + ds_2^*$, $dR^* = dr_1^* + dr_2^*$ である。所得移転の定義より $d\omega_1 + d\omega_2 = 0$ であるから、

$$dR^* = -dS^* = dr_1^* + dr_2^* \quad (6)$$

がなり立つ。一方、式(4)と(5)をそれぞれ $A_1 dr_1^* + B_1 dS^* = 0$ と $A_2 dr_2^* + B_2 dS^* = 0$ のように書いて、まとめると、

$$dr_1^* + dr_2^* + \left(\frac{B_1}{A_1} + \frac{B_2}{A_2} \right) dS^* = 0 \quad (7)$$

である。この(7)式を(6)式の関係を使って書き換えれば、

$$\left(\frac{B_1}{A_1} + \frac{B_2}{A_2} - 1 \right) dS^* = 0$$

となり、各係数がゼロでないかぎり、 $dS^* = dr_1^* = dr_2^* = dx_1^* = dx_2^* = dz^* = 0$ が含意される。したがって、各 $i=1, 2$ と $d\omega_1 + d\omega_2 = 0$ を満たすような各 $(d\omega_1, d\omega_2) \neq 0$ に対して

$$\frac{dx_1^*}{d\omega_i} = \frac{dx_2^*}{d\omega_i} = \frac{dz^*}{d\omega_i} = \frac{d(s_1^* + s_2^*)}{d\omega_i} = 0$$

である。

(証明終り)

次に、所得移転に関する中立性がなぜ生じるのかを見るために、簡単な例を作ってみよう。各地域 $i=1, 2$ の代表的消費者の効用関数を

$$u_i = (x_i)^{\alpha_i} z^{1-\alpha_i}$$

ただし、 $0 < \alpha_i < 1$ とする。生産技術は両地域で同一、つまり $\beta_1 = \beta_2 = \beta > 0$ であって、各 $i=1, 2$ について、

$$x_i = \beta r_i$$

とし、環境の質は

$$z = \zeta - \xi[\theta(x_1 + x_2) - \gamma(s_1 + s_2)]$$

という関係式で決まるものとする。また、代表的消費者 $i=1, 2$ の資源の制約は

$$r_i + s_i = \omega_i$$

である。ここで、 ζ, ξ, θ と γ はすべて正の値をとるパラメーターである。このように特定化すると、仮定 1, 2, 3 がすべて満たされるのは明らかである。

代表的消費者 $i=1, 2$ について、この特定化のもとでのそれぞれの効用最大化問題の一階条件は(1)式より

$$\begin{aligned} & \alpha_i (\beta r_i)^{\alpha_i - 1} \beta (\zeta - \xi \theta \beta R^* + \xi \gamma S^*)^{1 - \alpha_i} \\ & + (\beta r_i)^{\alpha_i} (1 - \alpha_i) (\zeta - \xi \theta \beta R^* + \xi \gamma S^*)^{-\alpha_i} (-\xi) (\theta \beta + \gamma) = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

である。ただし、 $R^* = r_1^* + r_2^*$ 、 $S^* = s_1^* + s_2^*$ である。資源制約(2)より $S^* = \omega_1 + \omega_2 - R^*$ であるので、(8)式を変形すると、各 $i=1, 2$ について

$$r_i^* = \left(\frac{\alpha_i}{1 - \alpha_i} \right) \frac{\zeta - \xi(\theta\beta + \gamma)R^* + \xi\gamma(\omega_1 + \omega_2)}{\xi(\theta\beta + \gamma)}$$

となる。これらに注意して、 r_1^* と r_2^* を加えあわせることで、

$$R^* = \frac{\left(\frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \right) (\zeta + \xi\gamma(\omega_1 + \omega_2))}{\left(1 + \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \right) \xi(\theta\beta + \gamma)}$$

を得る。したがって、

$$S^* = \omega_1 + \omega_2 - \frac{\left(\frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \right) (\zeta + \xi\gamma(\omega_1 + \omega_2))}{\left(1 + \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \right) \xi(\theta\beta + \gamma)} \quad (9)$$

である。さらに、 $r_2^* = \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} r_1^*$ であるから、

$$\begin{aligned} r_1^* &= \frac{\left(\frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \right) (\zeta + \xi\gamma(\omega_1 + \omega_2))}{\left(1 + \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \right) \left(1 + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \right) \xi(\theta\beta + \gamma)} \\ r_2^* &= \frac{\left(\frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \right) \left(\frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \right) (\zeta + \xi\gamma(\omega_1 + \omega_2))}{\left(1 + \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \right) \left(1 + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \right) \xi(\theta\beta + \gamma)} \end{aligned}$$

が導かれる。したがって、均衡配分は

$$x_1^* = \frac{\left(\frac{\alpha_1}{1-\alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1-\alpha_2}\right)\beta(\zeta + \xi\gamma(\omega_1 + \omega_2))}{\left(1 + \frac{\alpha_1}{1-\alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1-\alpha_2}\right)\left(1 + \frac{\alpha_2}{1-\alpha_2} \frac{1-\alpha_1}{\alpha_1}\right)\xi(\theta\beta + \gamma)} \quad (10)$$

$$x_2^* = \frac{\left(\frac{\alpha_1}{1-\alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1-\alpha_2}\right)\left(\frac{\alpha_2}{1-\alpha_2} \frac{1-\alpha_1}{\alpha_1}\right)\beta(\zeta + \xi\gamma(\omega_1 + \omega_2))}{\left(1 + \frac{\alpha_1}{1-\alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1-\alpha_2}\right)\left(1 + \frac{\alpha_2}{1-\alpha_2} \frac{1-\alpha_1}{\alpha_1}\right)\xi(\theta\beta + \gamma)} \quad (11)$$

$$z^* = \frac{\zeta + \xi\gamma(\omega_1 + \omega_2)}{1 + \frac{\alpha_1}{1-\alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1-\alpha_2}} \quad (12)$$

と求められる。式(9), (10), (11)と(12)から分かるように、均衡配分 (x_1^*, x_2^*, z^*) と汚染物質除去活動に使用される資源の総量 S^* は ω_1 と ω_2 について個別に依存せず、その和である $\omega_1 + \omega_2$ に依存している。各地域の所得と解釈される初期資源の保有量 ω_1 と ω_2 に対して、所得移転がおこったとしても所得の総和である $\omega_1 + \omega_2$ に変化はなく、命題の結論部分が成り立つことが分かる。均衡配分が不変なので、各地域の消費者の効用水準も不変である。

4. 残された問題

本稿の分析にはいくつかの残された問題が存在する。一つは、仮定2, 3での線形性を緩めることである。これらの仮定は、本稿では純粹に議論の流れを簡単にするために導入されたものであるが、理論的には、生産技術や汚染物質の排出・除去の技術には線形性よりも緩い仮定がおかれるべきであろう。第二に、Siebert (1979) のモデルで取り入れられていた二国間の消費財の貿易を考慮することである。本稿では、できるだけ単純なモデルをつかって所得移転の中立性がおこりうることを示すのが目的であったため、貿易は考慮しなかった。貿易があることで、中立性がどのような影響を受けるのかということも検討に値するであろう。最後に、地域間の生産技術の差を考慮することがある。先進国と途上国などの地域間に生産力の差がある場合に、環境問題と絡められた所得移転がしばしば主張される。先進国から途上国への所得移転が国際公共財としての環境あるいは双方の国の消費者の効用水準にどう影響するのかを検討することも興味深いことと思われる。本稿では、所得移転の中立性に焦点をあててきたが、これら残された問題の検討については、稿を改めて別の機会に譲ることにしたい。

引用文献

- Bergstrom, T. C. and Varian, H. (1985), "When Are Nash Equilibria Independent of the Distribution of Agents' Characteristics?", *Review of Economic Studies*, **52**, pp. 715-718.
- Bergstrom, T. C., Blume, L. and Varian, H. (1986), "On the Private Provision of Public Goods", *Journal of Public Economics*, **29**, pp. 25-49.

Siebert, H. (1979), "Environmental Policy in the Two-Country Case", *Zeitschrift für Nationalökonomie*, **39**, pp. 259-274.

Siebert, H. (1987), *Economics of the Environment*, Springer-Verlag, Berlin.

Kemp, M. C. (1984), "A Note on the Theory of International Transfers", *Economics Letters*, **14**, pp. 259-262.

Warr, P. (1983), "The Private Provision of a Public Good is Independent of the Distribution of Income", *Economics Letters*, **13**, pp. 207-211.

〔謝辞〕 本稿の作成途中で長名教授，大山教授，川又教授，塩澤助教授から頂いたコメントに感謝いたします。本研究は東京海上火災記念資金による助成を受けた。ここに記して感謝する。

（経済学部研究助手）