

非対称的な2国間における一般所得移転の有効性*

熊 本 尚 雄†

1 はじめに

近年、とりわけ関心が寄せられている環境問題の1つに「地球温暖化問題」があるが、このような温室効果ガスの排出による外部不経済を考慮するためには、1国だけでなく複数の国による協調が必要不可欠であり、国家間の協力によってグローバルに効率的な環境改善成果が期待できる。¹⁾ しかしながら、成長と環境の質の向上という目標の間には、トレードオフの関係があり、多くの環境資源を利用することで既に経済成長を遂げてきた先進国と、今後それを利用して経済成長を遂げていこうとする発展途上国では2つの目標に対する選好が異なるため、両者の合意は困難であり、強制力にも問題が生じることとなる。²⁾

現に、地球温暖化の対応策をめぐるには、先進国と発展途上国の間で激しい意見の対立がある。先進国側では、世界的にみて最も効率的な温暖化防止対策を採用すべきであるという意見が強いのに対し、発展途上国側からは、温暖化の原因は先進国によるものであるため、政策の費用負担は先進国のみが負うべきであり、発展途上国の炭素排出量が先進国のレベルに達するまでは、発展途上国には発展のために炭素を排出する権利があるという意見が強く出されている。

しかしながら、地球温暖化は刻々と進んでおり、これ以上国際協定の締結およびそれに基づく温暖化対策を先延ばしにすることは、経済効率性の観点からも弊害が大きいことは明らかであり、一刻も早い先進国と発展途上国間の国際協定の締結が必要であると考えられる。³⁾

このような環境政策に対する先進国と発展途上国におけるスタンスの相違には、

それぞれの経済状況の差異が色濃く反映している。例えば、所得面で見れば、先進諸国は、環境に投資するに十分な所得があるが、発展途上諸国は、環境に投資する余裕がない。

こうした各国の経済状況の差異を縮小し、発展途上諸国に環境メンテナンスに投資させるインセンティブを与える政策手段として、各国間の所得再分配政策が考えられる。⁴⁾

現在、途上諸国に対し、環境メンテナンスを援助しているのは、例えば、日本の場合、国際協力事業団 (JICA)、国際協力銀行 (JBIC) など様々である。かつてはODAや旧海外協力基金 (OECF、現国際協力銀行) は、使途を事前に特定化した上での援助であったが、現在では、援助の使途を特定化しない一般所得移転である。

これまで所得移転が環境に与える効果を分析したのものとして、吉岡 (1992) がある。吉岡 (1992) は、各国の生産技術が同一であるという仮定の下で、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している。この吉岡 (1992) の分析は、Warr (1983)、Bergstrom and Varian (1985)、Bergstrom et al. (1986) 等による公共財の私的供給 (private provision) モデルを環境問題に応用したものである。Warr (1983) は、所得移転の中立性 (neutrality) を指摘し、各消費者が公共財の供給を行う限り、そのような消費者間で初期保有の所得再分配を行っても、ナッシュ均衡配分を変化させないことを示した。しかしながら、吉岡 (1992) では、両国の対称性という仮定の下での分析であるため、先進国から発展途上国への所得移転の効果を分析するには、不十分である。

環境問題における国際協調を動学ゲームのフレームワークで分析している先行研究として、Ploeg and Zeeuw (1991, 1992)、Xepapadeas (1994) や Zeeuw (1998) 等がある。しかしながら、Ploeg and Zeeuw (1991) や Zeeuw (1998) は、 n 国間の対称性という仮定の下で分析しており、その分析もフィードバック・ナッシュ解における汚染ストック水準とオープンループ・ナッシュ解における汚染ストック水準、ならびに協調解における汚染ストック水準の比較分析に留まっており、環境政策については何ら言及していない。Ploeg and Zeeuw

(1992) は, Ploeg and Zeeuw (1991) を拡張し, 各国が非協調的な行動をとった場合の均衡解が協調解と一致するような最適税体系について分析している。また, Xepapadeas (1994) は, 化石燃料を使用しなくても済むような技術進歩のメカニズム, および国際的に期待される長期的な技術水準と CO_2 の蓄積水準を達成するための政策について分析している。しかしながら, Ploeg and Zeeuw (1992) や Xepapadeas (1994) も対称性という仮定の下で分析を行っている。

本稿の目的は, 非対称的な2国間における国際的な一般所得移転の有効性を示すことである。但し, ここで, 本稿における非対称性とは, 各国の賦存量, 選好パラメータ, 汚染ストックの削減パラメータ等, 各パラメータの違いを意味する。また, 一般所得移転とは, 第三者である国際機関が, 1国から2国に対し行わせる使途を特定化しない所得移転である。

さらに, 本稿は以下の2つの特徴を持つ。まず, 消費が地球の汚染ストックを増加させ, その結果, 地球環境の質を低下させるという消費外部性を含んだモデルであるという点である。⁵⁾ これにより, 消費の増加が直接, 効用を増加させる一方で, 消費の増加により汚染ストックが増加し, 環境の質を低下させるため, 不効用を得るといふ, 消費と汚染ストックの蓄積間のトレードオフについて着目することができるようになる。2つ目の特徴は, 環境問題が汚染ストックの蓄積により生じる問題であることに着目するため, 動学ゲームとして定式化されることである。

本稿の構成は以下の通りである。

まず, 2節においてモデルを提示する。次に, 3節において, オープン・ループ・ナッシュ解を導出する。4節では, 1国と2国間の国際的な所得移転の効果について分析し, 3節のナッシュ解と比べて, 所得移転が地球環境の質と各国の厚生の上をもたらしするための条件を示す。また, 環境政策へのインプリケーションについても言及する。最後に, 5節において結論を述べる。

2 モデル

本稿では, 1国 ($i=1$) と2国 ($i=2$) から成る2国モデルを考える。 i 国

は、 t 期における非負の消費 c_{it} から正の効用を、汚染水準 P_t から負の効用を得るものとする ($U_t = u(c_{it}) - \omega_t v(P_t)$)。また、1国と2国の効用関数を、それぞれ(1)、(2)のように2次形式 (quadratic form) に特定化する。

$$U_1 = \left(c_{1t} - \frac{1}{2} c_{1t}^2 \right) - \omega_1 \left(\frac{1}{2} P_t^2 \right) \quad (1)$$

$$U_2 = \left(c_{2t} - \frac{1}{2} c_{2t}^2 \right) - \omega_2 \left(\frac{1}{2} P_t^2 \right) \quad (2)$$

但し、ここで、 ω_1 、 ω_2 は各国の各目標に対するウェイトを表すパラメータである。

各時点において、 i 国 ($i=1, 2$) は賦存量 $w_i \in \mathfrak{R}_{++}$ 単位を持ち、それを消費 c_{it} と汚染ストックを削減するための投資 m_{it} に配分する。但し、両国の賦存量には差異があり、1国における賦存量の方が2国よりも多いとする ($w_1 > w_2$)。

$$c_{it} + m_{it} = w_i \quad (3)$$

汚染ストックは、消費により増加し、メンテナンス行動により減少する国際的な負の公共財である。このメカニズムは、以下の(4)で表される。

$$\dot{P}_t = -\alpha P_t + \sum_i \beta_i c_{it} - \sum_i \gamma_i m_{it} \quad (4)$$

但し、ここで、 $\alpha \in (0, 1]$ は、汚染ストックが自然に浄化するスピード、すなわち、環境の自然浄化能力を表すパラメータである。 β_i は消費外部性、 γ_i はメンテナンス投資により達成される汚染ストックの削減率を表すパラメータである。地球温暖化を例にとれば、 β_i は(石炭などの)化石燃料の消費 (c_{it}) による二酸化炭素の排出率を、 γ_i は植林活動や溶鉱炉の排煙ろ過システムを向上させるための投資 (m_{it}) により、達成される二酸化炭素の削減率を表すものと解釈できる。消費外部性は、経済行動(消費)による廃棄や排出が汚染ストックを増加させるような状況を表している。

i 国は、(3)、(4)の制約の下、以下の(5)を最大化するように、消費量を決定する。

$$\max_{c_{it}} U_i = \int_0^{\infty} \exp(-\rho t) \left\{ \left(c_{it} - \frac{1}{2} c_{it}^2 \right) - \omega_i \left(\frac{1}{2} P_t^2 \right) \right\} dt, \quad i=1, 2 \quad (5)$$

3 オープン・ループ・ナッシュ解

このケースにおいては、1国、2国は初期時点で、お互いに相手国の消費量の時間的経路を全て所与として、自国のみを目的関数を最大化するように行動する。

ポントリヤギンの最大値原理 (maximum principle) に基づいて、まず1国の最大化問題を解く。経常価値 (current value) ハミルトニアンは以下の(6)のようにセットアップできる。

$$\mathcal{H}_{it} = \left\{ \left(c_{it} - \frac{1}{2} c_{it}^2 \right) - \omega_1 \left(\frac{1}{2} P_t^? \right) \right\} + \lambda_{it} \{ -\alpha P_t + (\beta_1 + \gamma_1) c_{1t} + (\beta_2 + \gamma_2) c_{2t} - \gamma_1 w_1 - \gamma_2 w_2 \} \quad (6)$$

この最大化問題を解くと、(7)が得られる⁶⁾

$$\dot{c}_{1t} = \omega_1 P_t (\beta_1 + \gamma_1) + (\alpha + \rho) (c_{1t} - 1) \quad (7)$$

ここで定常状態におけるオープン・ループ・ナッシュ均衡戦略を求める。⁷⁾ この時、定常状態におけるオープン・ループ・ナッシュ均衡戦略は、 $\dot{c}_{1t} = \dot{P}_t = 0$ のケースで与えられ、(8)、(9)により表される。但し、* (asterisk) は定常状態における各変数の値を表す。

$$c_1^{OLN} = \frac{(\alpha + \rho) - \omega_1 P^* (\beta_1 + \gamma_1)}{\alpha + \rho} \quad (8)$$

$$P^* = \frac{1}{\alpha} \{ (\beta_1 + \gamma_1) c_1^* + (\beta_2 + \gamma_2) c_2^* - \gamma_1 w_1 - \gamma_2 w_2 \} \quad (9)$$

一方、2国の定常状態におけるオープン・ループ・ナッシュ均衡戦略も、両国の経済構造の対称性より同様にして得られ、(10)で表される。

$$c_2^{OLN} = \frac{(\alpha + \rho) - \omega_2 P^* (\beta_2 + \gamma_2)}{\alpha + \rho} \quad (10)$$

したがって、両国がオープン・ループ政策をとる場合の汚染ストックの水準は(8)、(9)、および(10)より、以下の(11)で表される。

$$P^{OLN} = \frac{(\alpha + \rho) \{ (\beta_1 + \gamma_1) + (\beta_2 + \gamma_2) - \gamma_1 w_1 - \gamma_2 w_2 \}}{\alpha (\alpha + \rho) + \omega_1 (\beta_1 + \gamma_1)^2 + \omega_2 (\beta_2 + \gamma_2)^2} \quad (11)$$

上述したように、オープン・ループ・ナッシュ解においては、1国、2国は初期時点で、将来の消費の時間的経路を全て決定する。したがって、各国は通時的

な汚染ストック水準を観察することなく、初期時点において戦略(政策)を決定し、永久にこの政策に合意することになる(Reinganum and Stokey (1985))。8) このナッシュ均衡解は、燃料の使用量を長期的な計画に基づき決定するような不可逆性の強いエネルギー部門のケースにおいては、ある程度現実的なものとも考えることもできる。

しかしながら、各国がオープン・ループ・ナッシュ戦略を用い、それぞれ自らの政策目標の達成を目指して分権的に経済政策を採用すると、各国の利害が十分調整されず、各国の効用が低下するという非効率性を有することになる。この帰結は、以下に記すような両国のフリーライディングによりもたらされる。1国は汚染ストックの蓄積が増加してくると、2国が汚染ストックを削減してくれる(消費量を削減してくれる)ことを期待し、自国の効用の向上のみを考える。したがって、1国には自国の消費量を増加させ、メンテナンス行動への投資量を減少させるインセンティブが働く。一方、2国にも1国と同様のインセンティブが働き(同様の行動(政策)をとるため)、結果として汚染ストックが増加することとなるのである。

4 国際的な所得移転の効果

本節では、1国と2国間の国際的な所得移転が汚染ストックと両国の厚生にいかなる影響を与えるかということについて分析し、汚染ストックの削減と両国の厚生の向上が達成されるための条件を導出する。また、環境政策へのインプリケーションについても議論する。

ここでは、第3者である国際機関が1国から2国に每期強制的に国際的な所得移転 ε_t を行わせるものとする。但し、 $0 < \varepsilon_t < w_{1t}$ であるとする。この所得移転は、1国が一括形式(lump-sum fashion)で2国に賦存量の一部である ε_t を譲渡することを意味するものであり、汚染ストックの削減(環境メンテナンス)に投資をする余裕のある1国が投資をする余裕のない2国へ所得の一部を移転する状況を表すものである。

このケースでは以下の命題が得られる。

命題：もし、 $\gamma_2 > \gamma_1$ が成立するならば、すなわち、2国における汚染ストック削減率が1国におけるそれよりも高いならば、1国から2国への所得移転により、汚染ストックの削減 ($P^{OLN} > \tilde{P}^{OLN}$)、1国の厚生の上昇 ($U_1^{OLN} < \tilde{U}_1^{OLN}$)、2国の厚生の上昇 ($U_2^{OLN} < \tilde{U}_2^{OLN}$) の3目標とも同時に達成可能である。但しここで、 OLN は3節における非協力ゲームを行った場合、tilde は所得移転後を表すものである。

証明：本稿では、所得移転が有効であるということは、以下の3条件が成立することであるとする。

$$P^{OLN} > \tilde{P}^{OLN} \quad (12)$$

$$U_1^{OLN} < \tilde{U}_1^{OLN} \quad (13)$$

$$U_2^{OLN} < \tilde{U}_2^{OLN} \quad (14)$$

(12)が成立するためには、以下の(15)が成立しなければならない。

$$P^{OLN} - \tilde{P}^{OLN} = \frac{(\alpha + \rho)(\gamma_2 - \gamma_1)\varepsilon_t}{\alpha(\alpha + \rho) + \omega_1(\beta_1 + \gamma_1)^2 + \omega_2(\beta_2 + \gamma_2)^2} > 0 \quad (15)$$

したがって、汚染ストック水準が減少するためには、 $\gamma_2 > \gamma_1$ なる条件が成立することが必要である。

次に、(13)が成立する条件を導出する。まず、 c_1^{OLN} 、 \tilde{c}_1^{OLN} はそれぞれ、

$$c_1^{OLN} = 1 - \frac{\omega_1(\beta_1 + \gamma_1)}{\alpha + \rho} P^{OLN} \quad (16)$$

$$\tilde{c}_1^{OLN} = 1 - \frac{\omega_1(\beta_1 + \gamma_1)}{\alpha + \rho} \tilde{P}^{OLN} \quad (17)$$

と表されるので、以下の式が得られる。

$$c_1^{OLN} - \tilde{c}_1^{OLN} = - \frac{\omega_1(\beta_1 + \gamma_1)}{\alpha + \rho} (P^{OLN} - \tilde{P}^{OLN})$$

もし、 $\gamma_2 > \gamma_1$ が成立するならば、(15)より $P^{OLN} > \tilde{P}^{OLN}$ であるので、 $c_1^{OLN} < \tilde{c}_1^{OLN}$ が成立する。したがって $P^{OLN} > \tilde{P}^{OLN}$ と $c_1^{OLN} < \tilde{c}_1^{OLN}$ が成立するならば、効用関数

形から、 $U_1^{OLN} < \bar{U}_1^{OLN}$ が成立することがわかる。

(14)が成立する条件も、同様にして $\gamma_2 > \gamma_1$ が成立することであることが導出される。■

環境政策へのインプリケーション

1国が2国に所得移転を行うケースの分析は、環境に投資するに十分な所得のあるヨーロッパ諸国や日本、アメリカ合衆国などの先進国が環境に投資する余裕(所得)のない発展途上国に対し行う所得移転の状況に対応するものと解釈することもできる。ここでの結論は、「もし、2国における汚染ストック削減の効率性が1国におけるそれよりも高いならば、1国から2国への所得移転により、汚染ストックの削減、1国ならびに2国の厚生の上昇という3目標とも同時に達成することが可能となる」ということである。

現実には、先進国における汚染ストックの削減技術は、明らかに発展途上国のそれよりも高い。例えば、地球温暖化問題において発展途上国が協調することを拒んでいる一つの理由として「先進国には発展途上国と比べて発達した技術があるため、(同じ投資量で削減政策を行う場合には)より効率的に対策を実行することができるので、環境保護対策は先進国がすべきである」という意見が挙げられているという事実を考えれば明らかであろう。

しかしながら、ここで、政策の実行効率性を議論する場合には、技術面においてのみではなくコスト面をも考慮しなければならないということに留意されたい。したがって、コスト面では、明らかに先進国よりも発展途上国の方が安いことを考慮すると、先進国から発展途上国へ行う一般所得移転により、地球環境の質の向上のみならず、両国の厚生の上昇をも達成され得る可能性が、十分に考えられる。

したがって、先進国における政策決定者は、ODAのような移転が発展途上国の環境に対するメンテナンス行動に与える影響を考慮すべきである。

5 まとめ

本稿では、地球環境保護政策として、国家間の国際的な所得移転を考え、その移転が地球環境と各国の厚生に与える影響について分析を行った。

その結果、国際的な一般所得移転により、ナッシュ解に比べ、地球環境の質と共に両国の厚生が向上する可能性があることが示された。

しかしながら、本稿では、国際的な所得移転を、第3者である国際機関により外的に与えられるものとして分析をしてきたが、この相手国に対する移転支出を内生化して、本稿の拡張分析を行う必要がある。また、貯蓄可能な財を導入して、本稿の分析を更に拡張する必要性もある。したがって、これらの分析は、今後の課題としたい。

- * 本稿は、拙稿『環境問題における国際協調』3章の加筆修正版である。本稿の執筆に当たっては、浅子和美教授、鶴田忠彦教授（以上、一橋大学）、中泉真樹助教授（國學院大学）、細谷圭氏、林行成氏（以上、一橋大学大学院）及び、匿名の本誌レフェリーからの数多くの有益なコメントを頂いた。改めて感謝の意を表したい。言うまでもなく、有り得べき語謬の一切の責は筆者に帰すものである。

† E-mail address: ged1103@srv.cc.hit-u.ac.jp

- 1) こうした国際的な協調の必要性については、これまでも幾度となく議論されてきた（例えば、1992年のリオ＝デ＝ジャネイロでの国連環境開発会議（地球サミット）、1997年の京都會議（COP 3）、2000年のオランダ・ハーグでのCOP 6）。
- 2) Barret (1992) は、どの国も「何か」かなされる必要があるとは考えているかもしれないが、「誰が」「どの程度」環境改善を実施するのかについて意見が食い違っていると指摘している。
- 3) 早期の国際協定に基づく本格的な温暖化対策の必要性を必ずしも認めない意見も存在する（Mendisohn et al. (1994) を参照のこと）。これは、no regret policy と呼ばれるものであり、「地球温暖化問題についてはまだ不確実性が大きいので、現時点でコストのかかる温暖化対策をとると、投じた投資が結果的に無駄になる可能性があるため、現時点では、温暖化対策が無駄にならない対策（エネルギー効率を高める省エネルギー投資）のみを行うべきである」という考え方である。

しかしながら、國則・松村（1999）は、IPCC 報告書などに発表された、現在までの自然科学的な研究の蓄積を根拠に no regret policy は危険な考え方であると

言及している。また、遠い未来に技術革新によって大した費用なく炭素排出の削減に成功しても、それ以上に気候の変化がカタストロフィーを引き起こす閾値を越えてしまったら取り返しのつかない事態となり、人類の生存が危うくなって、過去の温暖化対策に関する過小評価を後悔しても遅すぎると指摘している。

- 4) 環境協定 (environmental agreement) に署名することで損失を被る国に対し補償するために、所得移転を考えるのは自然なことであると考えられる。換言すれば、署名国のなかで利益を得た国から損をした国、もしくは最も利潤を得られなかった国への所得再配分のメカニズムは、強制力を持つ協定が存在するための必要条件であり、すなわち、全署名国にとって協定が有益なものとなる基本的な必要条件であると言えよう。したがって、この所得再配分のメカニズムがうまく計画されたものであるならば、所得移転は協定に署名するのを拒む国がない(拒んでも有益ではないため)ことを保証するものと考えられる(こうした詳しい議論については、Chander and Tulkens (1993, 1995), Carraro and Siniscalco (1993) や Hoel (1994) を参照のこと)。
- 5) このような消費外部性を含んだワンショットのモデルとしては、Ono (1998) がある。

- 6) 必要十分条件は以下になる。

$$\bullet \partial \mathcal{H}_t / \partial c_{it} = 0 \Leftrightarrow 1 - c_{it} + (\beta_1 + \gamma_1) \lambda_{it} = 0 \quad \therefore 1 = c_{it} - \lambda_{it} (\beta_1 + \gamma_1) \quad (a)$$

$$\bullet \dot{P}_t = \partial \mathcal{H}_t / \partial \lambda_{it} \Leftrightarrow \dot{P}_t = -\alpha P_t + (\beta_1 + \gamma_1) c_{it} + (\beta_2 + \gamma_2) c_{2t} - \gamma_1 w_1 - \gamma_2 w_2 \quad (b)$$

$$\bullet \dot{\lambda}_{it} = -(\partial \mathcal{H}_t / \partial P_t) + \rho \lambda_{it} \Leftrightarrow \dot{\lambda}_{it} = \omega_1 P_t + (\alpha + \rho) \lambda_{it} \quad (c)$$

$$\bullet \lim_{t \rightarrow \infty} \exp(-\rho t) \lambda_{it} P_t = 0 \quad (d)$$

$$\bullet P_0 = \bar{P}_0 \quad (e)$$

(a)の両辺を時間 t について微分すると、以下の(f)が得られる。

$$0 = \dot{c}_{it} - \dot{\lambda}_{it} (\beta_1 + \gamma_1) \quad \therefore \dot{c}_{it} = \dot{\lambda}_{it} (\beta_1 + \gamma_1) \quad (f)$$

また、(a)により $\lambda_{it} = (c_{it} - 1) / (\beta_1 + \gamma_1)$ であるので、これと(c)を(f)へ代入すると、(7)が得られる。同様にして、(8)も導出することができる。

- 7) ここで言う定常状態とは、消費水準と汚染ストック水準が常に一定に保たれている状態を指す。尚、この微分方程式体系の安定性の証明には、「Jacobianの固有値 (eigen value) を解に持つ固有多項式 (polynomial) において、正の実部を持つ固有根の数は、 $[-1, \text{trace } J, -BJ + (\det J / \text{trace } J), \det J]$ のスキームにおける係数符号のバリエーションの数に等しい」という Benhabib and Perli (1994) による定理を用いる。その結果、 $\text{trace } J > 0$, $\det J < 0$ の2条件が成立しさえすれば、安定多様体 (stable manifold) が存在することが示される。証明の詳細については、熊本 (2001) を参照されたい。
- 8) オープン・ループ・ナッシュ解は動学的整合性 (dynamic consistency) を満たす。

参考文献

- Barrett, S. (1992) "International environmental agreements as games," In : Pet-
hig, R. (ed.) *Conflict and cooperation in managing environmental resources*,
Springer.
- Benhabib, J. and Perli, R. (1994) "Uniqueness and indeterminacy : on the dynam-
ics of endogenous growth," *Journal of Economic Theory* 63, pp.113-142.
- Bergstrom, T. C., and Varian, H. (1985) "When are Nash equilibrium Inde-
pendent of the distribution of agents' characteristics," *Review of Economic Stu-
dies* 52, pp.715-718.
- Bergstrom, T. C., Blume, L., and Varian, H. (1986) "On the private provision of pub-
lic goods," *Journal of Public Economics* 29, pp.25-49.
- Carraro, C., and Siniscalco, D. (1993) "Strategies for the international protection
of the environment," *Journal of Public Economics* 52, pp.309-328.
- Chander, P., and Tulkens, H. (1993) "Strategically stable cost-sharing in an eco-
nomic-ecological negotiations process," In : Maler, K G. (ed.) *International en-
vironmental problems . an economic perspective*, Kluwer Academic Press.
- (1995) "A core-theoretical solution for the design of cooperative agreements
on trans-frontier pollution," *International tax and Public Finance* 2, pp.279-
294.
- Hoel, M. (1994) "Efficient climate policy in the presence of free-riders," *Journal
of Environmental Economics and Management* 27, pp.259-274.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D., and Shaw, D. (1994) "The impacts of global war-
ming on agriculture : a Ricardian analysis," *American Economic Review* 84,
pp.753-771.
- Ono, T. (1998) "Consumption externalities and the effects of international in-
come transfers on the global environment," *Journal of Economics / Zeitschri-
ft für Nationalökonomie* 68, pp.255- 269.
- Ploeg, F. van der, and Zeeuw, A. J. (1991) "A differential game of international pol-
lution control," *Systems and Control Letters* 17, pp. 409-414.
- (1992) "International aspects of pollution control," *Environmental and Re-
source Economics* 2, pp.117-139.
- Reinganum, J. F., and Stokey, N. L. (1985) "Oligopoly extraction of a common pro-
perty natural resource : the importance of the period of commitment in dy-

- namic games," *International Economic Review* 26, pp.161-173.
- Warr, P. G. (1983) "The private provision of a public goods is independent of the distribution of income," *Economics Letters* 13, pp.207-211.
- Xepapadeas, A. (1994) "Induced technical change and international agreements under greenhouse warming," *Resource and Energy Economics* 16, pp.1-16.
- Zeeuw, A. J. (1998) "International dynamic pollution control," In : Hanley, N. and Folmer, H. (ed.) *Game theory and the environment*, Edward Elgar.
- 國則守生・松村敏弘 (1999) 「環境問題と国際協調—地球温暖化を中心として—」『経済研究』50, pp.32-43.
- 熊本尚雄 (2001) 「環境問題における国際協調」一橋大学修士学位請求論文.
- 吉岡忠昭 (1992) 「国際的所得移転と環境問題」『三田学会雑誌』85, pp.122-129.

[2001年8月27日受稿
2001年12月13日レフェリーの審査をへて掲載決定]

(一橋大学大学院博士課程)