慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	貿易と環境 : 環境援助の理論分析
Sub Title	Trade and the environment : theory of environmental aid
Author	寶多, 康弘(Takarada, Yasuhiro)
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	2008
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.100, No.4 (2008. 1) ,p.969(85)- 985(101)
JaLC DOI	10.14991/001.20080101-0085
Abstract	地球温暖化をはじめとする国際協調が不可欠な環境問題の解決策の1つとして, 環境援助の役割は重要である。本稿の目的は, 環境援助に関する理論研究を概観して議論を整理するとともに, 今後の研究を展望することである。一般均衡の貿易モデルを用いた研究に焦点を当てており, この枠組みには産業間の相互作用を考慮に入れることができる利点がある。環境汚染をモデル化する際の留意点を示すとともに, 環境政策の下での技術移転の効果を分析する。 As one of the solution measures to environmental problems, starting with global warming, where international cooperation is indispensable, the role of environmental aid is important. This study offers a perspective on the future research on this subject, while organizing the debate through an overview of the theoretical studies on environmental aid. Focusing on research using a general equilibrium model of international trade, this framework has the advantage of being able to consider mutual interactions between industries. While showing the consideration points when proposing a model for environmental pollution issues, this study analyzes the effects of technology transfer under a given environment policy.
Notes	小特集 : 環境経済学の新展開(下)
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-20080101-0085

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.

貿易と環境 ―環境援助の理論分析―
Trade and the Environment ―Theory of Environmental Aid―

寳多 康弘(Yasuhiro Takarada)

地球温暖化をはじめとする国際協調が不可欠な環境問題の解決策の 1 つとして，環境援助の役割は重要である。本稿の目的は，環境援助に関する理論研究を概観して議論を整理するとともに，今後の研究を展望することである。一般均衡の貿易モデルを用いた研究に焦点を当てており，この枠組みには産業間の相互作用を考慮に入れることができる利点がある。環境汚染をモデル化する際の留意点を示すとともに，環境政策の下での技術移転の効果を分析する。

Abstract
As one of the solution measures to environmental problems, starting with global warming, where international cooperation is indispensable, the role of environmental aid is important. This study offers a perspective on the future research on this subject, while organizing the debate through an overview of the theoretical studies on environmental aid. Focusing on research using a general equilibrium model of international trade, this framework has the advantage of being able to consider mutual interactions between industries. While showing the consideration points when proposing a model for environmental pollution issues, this study analyzes the effects of technology transfer under a given environment policy.

「三田学会雑誌」100 巻 4 号（2008 年 1 月）

貿易と環境

——環境援助の理論分析——*

寶　多　康　弘†

要　　旨

地球温暖化をはじめとする国際協調が不可欠な環境問題の解決策の 1 つとして，環境援助の役割は重要である。本稿の目的は，環境援助に関する理論研究を概観して議論を整理するとともに，今後の研究を展望することである。一般均衡の貿易モデルを用いた研究に焦点を当てており，この枠組みには産業間の相互作用を考慮に入れることができる利点がある。環境汚染をモデル化する際の留意点を示すとともに，環境政策の下での技術移転の効果を分析する。

キーワード

環境援助，越境汚染，技術移転，環境政策，交易条件効果

1　はじめに

近年の貿易自由化と直接投資の拡大に伴って，世界の貿易規模は拡大の一途をたどっており，貿易の環境に与える影響についての関心が高まっている。(1) 貿易自由化の結果，各国において比較優位産業の生産が拡大するので産業構造が変化する。この産業構造の変化は，生産の効率性を高めて国民所得を増大させるので，通常，貿易は利益をもたらす。しかし，汚染を多く排出する産業や生産過程がある国に集中する可能性がある。国によっては貿易後に国内汚染が増大するかもしれない。また，環境政策が貿易や直接投資に影響を及ぼして環境に影響を与えることもある。環境規制が緩い国では，企業の環境対策コストが小さくてすむために，汚染を多く排出する生産工程の工場が多数立地し，汚染財の輸出国となることで国内汚染が増大するかもしれない。これらについての懸念か

＊　本稿の作成にあたっては 2007 年度南山大学パッヘ研究奨励金 I-A-2 の助成を受けている。

†　*E-mail address*: ytakara@ps.nanzan-u.ac.jp

(1)　本稿では貿易の環境への影響に焦点を当てており，直接投資の環境への影響については考察しない。直接投資については，例えば Grossman and Krueger（1993）あるいは Copeland and Taylor（2003）を参照せよ。

ら，貿易と環境の関連についていろいろな議論がある。[2]

本稿では，環境援助の効果に関する理論研究を概観して議論を整理するとともに，今後の研究を展望することを目的としている。一般均衡の貿易モデルを用いた研究に焦点を当てており，この枠組みには産業間の相互作用を分析できる利点がある。

貿易と環境の関連について経済分析を行うときに，貿易の環境への影響を 3 つの要素に分解することが議論を整理する上で有益である（Grossman and Krueger（1993）を参照せよ）。[3] その 3 つとは，規模効果（scale effect），構造効果（composition effect），技術効果（technique effect）である。

1 つ目の規模効果とは，生産や消費からの汚染排出率が一定で，かつ生産構造が所与の下で，経済成長（所得増加）により汚染量が増える効果のことをいう。貿易により生産効率が改善される結果，所得が増加して生産と消費が増えれば汚染は増加する。汚染排出率と産業構造が変わらないままに経済規模が拡大すれば，当然，汚染量は増加するということである。これは貿易に特有の効果ではなく，経済成長を促進する要因について一般的に成り立つことである。

2 つ目の構造効果とは，貿易によって産業構造が変化する結果，汚染量が増減することをいう。貿易による産業構造の変化は生産効率を高めるもので，貿易利益の源泉である。これは貿易後に相対価格（交易条件）が変化することで，企業の生産調整が行われることによって生じる。

ここで分かりやすく説明するために，閉鎖経済から開放経済への移行を考えてみる。閉鎖経済においては国内需要を満たすのは国内生産だけなので，様々な産業で生産が行われる。そのため，国内に汚染産業の生産はあり，汚染の悪影響はある程度存在する。開放経済においては各国の比較優位産業の生産が拡大し，比較劣位産業の生産が縮小する。産業の中には汚染を大量に排出する重工業のようなものもあれば，汚染をあまり排出しないサービス産業や農業のようなものもある。このため，どのような産業に比較優位を持つかによって，貿易開始前と比べて汚染が増加するか減少するかが決まってくる。

汚染をあまり排出しない産業に比較優位を持つ国は，貿易後に国内汚染は減少する。つまり，貿易の結果もたらされる汚染の減少から利益を得る。しかし，汚染を多量に排出する産業に比較優位を持つ国では，貿易後に国内汚染は増加する。つまり，貿易により汚染が増大して損失を被る。財に対する需要があれば，財はいずれかの国で生産される。比較優位産業が各国で異なる限り，貿易による汚染の影響はある国に偏る可能性がある。この効果は貿易があるがために顕著に表れる効果と考えられる。ここで留意すべきことは，各国の比較優位の構造は様々な要因で決まってくるので，一概にどの国が貿易後に汚染が増大するとはいえないことである。なぜなら，環境政策や貿易政策

---

(2)　貿易と環境に関する参考文献としては, Rauscher（1997), Copeland and Taylor（2003), Copeland and Taylor（2004）などが有用であろう。貿易があることで環境経済学の主な結果にどの程度の修正の必要性があるかについては，例えば Copeland and Taylor（2005）を参照せよ。

(3)　WTO（1999）や Copeland and Taylor（2003）も参照するとよいであろう。

といった政策要因，生産技術，生産要素賦存量や生産要素価格，規模の経済などに依存して比較優位の構造は決まるからである。

3つ目の技術効果とは，貿易の自由化後に生産方法が変化して汚染の程度が変化することをいう。貿易後に生産方法が変化すると考えることが妥当な理由として以下の2つがある。まず環境技術移転の可能性である。先進国ではあまり使われなくなった古い汚染低減技術であっても，環境技術の劣っている発展途上国では汚染の削減に効果がある場合が多いといえる。貿易の自由化で先進国の進んだ環境技術に発展途上国はアクセスしやすくなる。また，そうした技術は先進国では古いため移転コストがほとんどかからないことから，世界全体の汚染量に関心のある先進国は，技術をすすんで移転するだろう。次に貿易により所得が増大して豊かになる結果，より厳しい環境規制の導入が進むと考えられる。以前よりも豊かになることで，消費者はより環境に配慮した財を選好するようになり，企業に汚染低減技術の開発・導入を促し，政府はそのような消費者の嗜好の変化に対応すべく環境政策をより厳格なものへと変更するであろう。つまり，貿易により生産方法が環境負荷の小さいものへと変化することで，貿易が汚染を減少させる効果を持つのである。

環境汚染の外部性がある下では，貿易は必ずしも利益をもたらさないことはよく知られている。(4) この理由は上述した3つの効果が絡み合っているからである。貿易は確かに生産効率の改善により各国の所得を増加させる良い効果を持つ（通常の貿易利益）。それと同時に，貿易は環境面にも影響を与え，環境の悪化から損失を被る可能性がある。生産の拡大は汚染の増大をもたらす。貿易は所得の改善などを通じて，環境負荷の小さい生産方法や厳しい環境政策の導入を促進するので，汚染を減少させる良い効果を持つ。また，産業構造を変化させ，その変化次第では国内汚染を減少あるいは増加させる。したがって，これらの効果の相対的な大きさに依存して，貿易が利益をもたらすかどうかが決まるのである。貿易が環境に良いのか悪いのかは様々な要因に依存するので，詳細な分析が必要である。

適切な環境政策を実施すれば，たとえ自国に汚染産業が集中するとしても貿易で利益を得ることができる。これは閉鎖経済において外部不経済がある場合と本質的に同様のことである。ここで留意すべき点は，環境汚染が国内で留まるローカルな汚染と，他の国や地域にまで汚染の影響が及ぶグローバルな汚染とでは，対応が異なることである。消費により発生する汚染と生産過程で発生する汚染とには本質的な違いはない。ローカルな汚染のみが問題であれば，国内の環境政策を適切に実施することで貿易は利益をもたらす。国内消費から汚染が発生する場合は消費に課税したり，国内での生産過程で排出される汚染であれば生産に課税したりすればよい。一方，越境汚染の場合は，たとえ国内の環境規制を適切に行ったとしても，汚染による悪影響を完全に取り除くことはできない。自国の環境規制を強化しても，他国からの汚染の影響を受け続けることになるからである。こ

（4）　例えば Rauscher（1997）や Copeland and Taylor（2003）を参照せよ。

の場合は，輸入制限を用いて外国の生産を抑制するような貿易政策ではなく，汚染の削減に直接作用する国際協調による環境規制の導入や環境技術協力といった援助政策が望まれる。[5] このように，汚染のタイプによって環境政策のあり方が異なってくる。貿易モデルによる分析の意義はこのとき特にあるといえる。

越境汚染がある下では，国際協調としての環境援助の役割が重要となる。近年において，地球温暖化など地球規模での環境問題が重要視される中で，環境援助の重要性は高まっている。この背景として，発展途上国などでは，経済成長や国内産業の競争力を保つために厳しい環境規制を導入しない傾向がある。日本政府は政府開発援助（ODA）大綱において，重点課題の 1 つである「地球的規模の問題への取組」の中で地球温暖化をはじめとする環境問題を挙げている。[6] 環境援助についての定義づけが必ずしも統一されていないので，単純に各国・各種の統計を比較することは難しく，環境援助の実態を正確に把握することは容易ではない。具体的な環境援助（環境 ODA）の対象としては，居住環境（上下水道の整備，廃棄物処理施設の整備等），森林保全，公害対策（大気汚染対策，水質汚濁対策等），防災，自然環境保全，地球温暖化対策，環境問題対処能力の向上のための人材育成・技術移転などが挙げられる。統計資料によっては，例えば植林事業は林業分野に含めて環境分野に含めないということがある（詳しくは各種の統計を参照せよ）。

主要な援助国における環境分野の援助実績を見てみると以下のとおりである。2005 年において，日本は 3 億 100 万ドル，アメリカは 2 億 6,000 万ドル，ドイツは 1 億 2,800 万ドルで，日本やアメリカなどで環境分野の援助額が近年，増加傾向にある（外務省のホームページの「ODA ／分野別開発政策／環境」による）。[7] 経済協力開発機構（OECD）のホームページの統計資料によると，2004 年の環境に焦点を当てた援助は，日本では 32 億 900 万ドル，ドイツでは 14 億 2,500 万ドルである。また，アメリカの 2005 年における環境分野の援助実績はおよそ 4 億 6,300 万ドルである。[8] 統計資料によって数値は異なるが，近年において環境援助の重要性が高まっていることは確かであるといえる。

論文の構成は以下のとおりである。第 2 節では環境汚染がある下での援助の理論分析について概観する。第 3 節では汚染を理論モデルで定式化する方法によって，汚染の変化の効果が異なることを示す。第 4 節では環境規制がある下での技術移転の効果を小国モデルを用いて分析している。最

---

(5)　制限を加えようとする対象に直接的に作用する政策手段を用いることが，社会的損失を小さくすることができるというバグワッティの政策割当原理に基づいている。Bhagwati（1971）を参照せよ。

(6)　詳しくは外務省のホームページ＜ http://www.mofa.go.jp/mofaj/＞の「ODA ／分野別開発政策／環境」を参照せよ。

(7)　『ODA 白書 2006 年版』によると，日本の環境分野における援助実績は，2005 年度は 3,092 億円で，ODA 全体に占める割合は 29.4 %である。2003 年度や 2004 年度についての援助額も 2005 年度と同規模かそれ以上で，ODA 全体に占める割合は 40 %前後に達する。

(8)　詳しくは The U.S. Agency for International Development（USAID）のホームページ＜ http://www.usaid.gov/＞の統計資料を参照せよ。

後の第 5 節ではこれまでの議論を整理するとともに，環境援助の分析において残された課題についてまとめる。

2　環境汚染と援助の理論分析

ここでは環境汚染がある下での対外援助の理論分析を概観して議論を整理する。貿易モデルでの環境援助に関する既存研究は，その重要性にもかかわらずあまり多くないので，今後の発展が強く望まれる研究テーマであるといえる。環境援助に関する既存研究は大きく 2 つに分類することができる。1 つは環境汚染の浄化や汚染排出の低減といった環境汚染に関する技術を明示的に扱った研究である。もう 1 つは国際的な所得移転（トランスファー）による財に対する世界需要の変化を通じた間接的な環境改善の分析である。環境汚染に関する通常の仮定として，汚染は生産の過程で副産物として排出されて，生産に悪影響を及ぼすのではなく，消費者の効用を低下させるものとされている。具体的には，煤煙による健康被害のようなものを想定している。

まず環境汚染の技術についての既存研究を概観する。この分析には，(i) 援助供与国からの所得移転を通じて援助受入国に環境の改善活動を促すものと，(ii) 環境汚染を低減する技術を直接移転するものとがある。また，分析の枠組みとして，1 財モデルと 2 財モデルの分析がある。2 国 1 財モデルでの分析としては以下のようなものがある。[(9)] Niho（1996）は国際的な所得移転によって環境水準が改善して，供与国と受入国の両方の厚生が改善する可能性があることを示した。彼のモデルの特徴は，資源（生産要素は 1 つ）を財の生産か汚染の除去にどれだけ向けるかを政府が内生的に決定し，汚染はグローバルで，貿易は行われない。そして，グローバルな汚染関数や効用関数のパラメータに依存して，興味深い結果を得ている。Ono（1998）では，所得移転によって国際的な公共財としての環境を改善するための投資が受入国で促進されるならば，供与国と受入国の厚生は共に改善することを明らかにした。彼の論文では，資源は消費か環境改善のどちらかに向けられ，貿易はない。パレート改善的なトランスファーの存在は，環境を改善するための 1 単位の投資がどの程度環境の改善に貢献するかというパラメータに主に依存している。上記 2 つの研究はいずれも貿易がない 1 財モデルであるため，所得移転による汚染の削減効果が重要であり，2 財モデルで扱える産業構造の変化や交易条件効果を考慮に入れることができない。

次に 2 国 2 財モデルでの環境援助の効果について理解する上で重要なことを説明する。よく知られていることとして，均衡が安定的で distortion がないならば，国際的な所得移転（トランスファー）

---

(9)　汚染除去技術についての政府間の戦略的行動に関する分析は多数ある。例えば Buchholz and Konrad（1994）や Stranlund（1996）を参照せよ。いずれも 1 財の部分均衡モデルである。

は必ず援助供与国の厚生を悪化させ，受入国の厚生を改善するという結果がある。[10] より詳しく説明すると，トランスファー後に世界の財需要が変化して交易条件が変わって，その変化が供与国あるいは受入国のいずれかにとって有利に作用したとしても，トランスファーの直接的な所得効果（供与国では損失，受入国では利益）がいつも交易条件効果を上回るのである。この結果を言い換えると，均衡が安定的な下でトランスファー・パラドックスが生じるためには，distortion がなければならないということになる（例えば Bhagwati et al.（1983），（1985）を参照せよ）。トランスファー・パラドックスとは，援助供与国の厚生が援助を供与したにもかかわらず改善したり，受入国の厚生が援助を受け取ったにもかかわらず悪化したりすることをいう。distortion があることで，直接的な所得効果と交易条件効果以外の第 3 の効果が生じて，トランスファー・パラドックスが起こり得るのである（必ず生じるのではないことに留意すべきである）。

環境援助の 2 国 2 財モデルでは環境汚染が distortion として存在するので，トランスファー・パラドックスの可能性はある。Chao and Yu（1999）は，競争的な貿易モデルを用いて，環境の改善活動にひも付きの援助（tied aid）はパレート改善的になり得るのに対して，ひも付きではない所得移転（untied aid）は供与国の厚生を悪化させ，受入国の厚生を改善するという結果を得ている。[11] この論文の特徴は，環境改善の活動を明示的にモデルに組み込んでいるところである。そして，環境改善活動の費用は，環境税と援助によりまかなわれている。受入国が援助のうち何割を環境改善活動の財源として向けるかというパラメータが，ここでの援助の「ひも付き」の意味である。援助のうち環境改善の活動に用いられない部分は，すべて消費者への一括補助金（ひも付きでない援助）となる。

一般均衡の競争的な貿易モデルを用いた直接的な環境技術移転の研究としては，Itoh and Tawada（2003）と Takarada（2005）がある。ここでいう環境技術移転とは，受入国における汚染排出率の低下のことである。汚染排出率の低下自体の効果を明確に見るために，移転コストなどを考慮しないという単純化がなされている。このため，環境改善活動を明示的に扱った場合のように，その活動が生産要素市場を通じて財の生産に影響を与えることはない。これらの研究の特徴は，いずれも環境汚染（越境汚染も存在する）が生産に悪影響を及ぼす場合の分析である。地球温暖化のように気候を大きく変動させるような汚染の場合，農業生産のような環境依存型の産業では生産性が悪化するのではないかという懸念があり，そのような状況をモデル化したものである。こうしたモデル化の根拠となる様々な事例については，例えば Copeland and Taylor（1999），IPCC（2001），OECD

（10） この結果は n 国 m 財モデルで一般的に成立する。例えば Kemp（1995）や Brakman and Marrewijk（1998）を参照せよ。

（11） 供与国が受入国に対して援助の使途に関して制約を課す場合，その援助はひも付き援助（tied aid）と呼ばれる。ひも付き援助の場合，供与国にとって有利となるような使途の制約となるので，援助の使途は受入国にとって最適ではない。このため援助自体が distortion を生じさせることとなる。ひも付き援助については例えば Abe and Takarada（2005）を参照せよ。

（2001）を参照するとよいだろう。

論文の内容を見てみると，Itoh and Tawada（2003）では貿易後に完全特化する場合の環境技術移転の効果を分析している。この枠組みでは，例えば汚染財の生産に完全特化すると，汚染の影響を受ける環境依存型産業は国内にないので，汚染による悪影響はまったくないというケースが生じる。つまり，汚染の外部性があるにもかかわらず，その影響をまったく受けないことになる。これに対して，Takarada（2005）は不完全特化を許した状況で同様の環境技術移転の効果を分析している。貿易後に完全特化しないとき，国内に汚染産業と環境依存型産業が併存するので，貿易を行うからといって汚染の影響から逃れることができない。このため Itoh and Tawada（2003）よりは汚染の影響が大きく，異なった結果を得ている。Itoh and Tawada（2003）は，越境汚染があるならば，汚染除去技術の移転によって受入国と供与国の双方が得をする。これとは対照的に，Takarada（2005）ではたとえ越境汚染があるとしても，環境技術の移転は受入国の厚生を低下させ，供与国の厚生を改善する可能があることが示された。以上が環境汚染の技術についての既存研究である。

次に国際的な所得移転による世界需要の変化を通じた間接的な環境改善の既存研究を概観する。Naito（2003）は，2 国 2 財の競争的な貿易モデルを用いて，たとえひも付きでない援助でも，汚染を排出する財に対する限界消費性向が供与国において受入国よりも十分に大きいならば，両国の厚生が改善することを示した。トランスファーによって汚染財への世界需要が減少し，汚染排出量が低下することがこの結果の要因である。彼の研究では汚染は効用を低下させるものと仮定されている。これに対して Takarada（2007）では，汚染は生産性を低下させるものと仮定して，ひも付きでない援助により供与国と受入国が共に利益を得る可能性が示されている。[(12)] ここで注目すべき点は，パレート改善的なトランスファーの結果を得るための条件が両者では異なっていることである。この違いは汚染をどのようにモデルに組み入れるかという技術的な違いによるもので，第 3 節で詳しく説明する。ここでは違いを簡単に述べるにとどめると，汚染を効用関数に組み込む場合と生産関数に組み込む場合とでは，その定式化によって汚染の変化の効果が異なり，効用関数に組み込んだ場合に汚染の変化の効果が過小評価される可能性がある。環境汚染をモデル化する際に留意すべき点である。

上記の結果で重要な役割を担うのは交易条件効果である。トランスファー・モデルでは交易条件効果が重要な役割を担うことがよく知られている。Chao and Yu（1999）ではひも付きでない援助はパレート改善的ではないと主張していたので，Naito（2003）と Takarada（2007）の結果と一見すると矛盾している。この違いは Chao and Yu（1999）では，供与国と受入国の消費パターンは同一であると仮定しており，そのため交易条件効果が生じないのである。このため，トランスファー後

（12） パレート改善的なひも付きでない援助の存在は，いくつかの枠組みで示されている。例えば Turunen-Red and Woodland（1988），Djajić et al.（1999），Lahiri et al.（2002）などを参照せよ。

に通常発生する交易条件効果がないという特殊な状況での分析となっている。Niho（1996）と Ono（1998）においても 1 財モデルであるため，交易条件効果を考慮していない。このように，交易条件効果を考慮に入れるかどうかで環境援助の効果は大きく異なるので，モデル分析の結果を解釈する際に十分な注意が必要である。

ひも付きでない援助によっても環境汚染が低下して両国の厚生が改善するという結果は，環境援助の分析において興味深いものである。というのも，ひも付きでない援助はその仕組みが単純で，他の援助形態と比べると管理コストなどが小さいと考えられるからである。もちろん，単純な所得移転による環境改善の効果は限定的なため，汚染を低減することに関しては，直接的に作用する技術移転や汚染除去への資金援助といった形態が望ましいといえる。

3　汚染のモデル化と所得移転

この節では環境汚染をどのようにモデルで定式化するかによって，汚染の変化の効果が異なることを示す。環境汚染を一般的な形でモデルに組み込んで分析をある程度進めることはできても，鋭い分析を行って明確な結果を得るためには，ある程度の特定化が必要となる。汚染が効用に影響を与える場合と生産性に影響を与える場合とを考察する。その違いを明確にするために，2 国 2 財の競争的な貿易モデルにおいて，distortion を生まない国際的な所得移転（untied aid）を考察する。つまり，供与国では一括税でトランスファーが調達され，受入国では一括補助金でトランスファーが分配される。

3.1　汚染と効用関数

まず汚染が効用に影響を与える場合について，Naito（2003）に基づいて説明する。消費面について見てみる。以下のように効用関数 u を特定化する。

$$u = u(x_1, x_2, b) = v(x_1, x_2)z(b). \tag{1}$$

なお x_j は第 j 財の消費量，b は影響を受ける汚染の量である（汚染はグローバルでもローカルでもかまわない）。$v(x_1, x_2)$ は財の消費から得られる効用を表し，$z(b)$ は汚染量の減少関数である。つまり，汚染量 b が増加すると，財の消費量が一定であるとき効用は低下する。この定式化において，限界代替率は汚染量 b から独立である。[13] この点が後に重要であることが明らかになる。このとき支出関

（13） 財の消費から得られる効用と汚染からの影響が加法分離で，$u = v(x_1, x_2) + z(b)$ のような効用関数を考えても本質的な違いはない（例えば Chao and Yu（1999）を参照せよ）。このとき限界代替率は（1）式の場合と同じく汚染量から独立である。

数 e は次のように定義される。

$$e(p,b,u) \equiv \min_{x_1,x_2} \{px_1 + x_2 \,|v(x_1,x_2)z(b) \geq u\}. \tag{2}$$

なお p は第 2 財で計った第 1 財の相対価格である。

生産面は次の GDP 関数 $g(p)$ を用いて表す（GDP 関数については例えば Wong（1995）を参照せよ）。

$$g(p) \equiv \max_{y_1,y_2} \{py_1 + y_2 \,|f_j(v_j) \geq y_j, v \geq v_1 + v_2\}. \tag{3}$$

なお y_j は第 j 財の生産量，f_j は第 j 財の生産関数，v_j は要素投入ベクトル，v は要素賦存ベクトルである。汚染は第 1 財の生産のみから発生する。ある国での汚染の発生量 $B(y_1)$ は，その国での第 1 財の生産量に依存する。関数 B は y_1 についての増加関数である。

モデルは以下の 4 本の式で記述される。上付きの記号 N と S はそれぞれ援助供与国（ドナー）と援助受入国（レシピアント）を表す。また下付の記号は偏微分を表す。

$$e^N(p,b,u^N) = g^N(p) - T, \tag{4}$$

$$e^S(p,b,u^S) = g^S(p) + T, \tag{5}$$

$$e^N_p(p,b,u^N) + e^S_p(p,b,u^S) = g^N_p(p) + g^S_p(p), \tag{6}$$

$$b = B^N(g^N_p(p)) + B^S(g^S_p(p)). \tag{7}$$

なお T はトランスファーである。(4) 式と（5）式はそれぞれ N 国と S 国の予算制約式である。(6) 式は第 1 財の世界市場の均衡条件である。(7) 式は各国が影響を受ける汚染量 b を表し，それは各国で排出される汚染量の合計である（越境汚染がある状況である）。ワルラス法則より第 2 財の世界市場は均衡している。

ここで（4）式から（6）式を全微分したものをまとめると次の式を得る。

$$Adp + Bdb + \left(\frac{e^S_{pu}}{e^S_u} - \frac{e^N_{pu}}{e^N_u}\right) dT = 0; \tag{8}$$

$$A \equiv e^N_{pp} - g^N_{pp} - \frac{e^N_{pu}}{e^N_u}(e^N_p - g^N_p) + e^S_{pp} - g^S_{pp} - \frac{e^S_{pu}}{e^S_u}(e^S_p - g^S_p), \tag{9}$$

$$B \equiv e^N_{pb} - \frac{e^N_{pu}}{e^N_u} e^N_b + e^S_{pb} - \frac{e^S_{pu}}{e^S_u} e^S_b. \tag{10}$$

効用関数を（1）式のように特定したことから，興味深いことに $B = 0$ となる。以下でそれを説明する。限界代替率が汚染量 b に依存しないことから，国民所得を I とすると，ある国における第 1 財の需要関数 $c_1 = c_1(p, I)$ と支出関数 $e(p,b,u)$ の間には双対性より，$e_p(p,b,u) = c_1(p, e(p,b,u))$ の関係がある（上付きの記号をここでは省略している）。これを u と b について偏微分することで次の関係を得る。

$$\frac{e_{pu}}{e_u} = c_{1I}, e_{pb} = c_{1I} e_b. \tag{11}$$

なお pc_{1I} は第 1 財の限界消費性向を表しており，上級財のとき c_{1I} は正である。ここでは第 1 財は上級財と仮定する（この仮定は $B = 0$ を得るために不可欠な仮定ではない）。（11）式の関係は両国において成立するので，（10）式の B はゼロとなることが分かる。

上記の結果が得られる直感的な理由を説明する。汚染量 b の増加には 2 つの効果がある。効用を一定に保つために直接的には第 1 財の消費量 x_1 を増加させるように働く ($e_{pb} > 0$) とともに，間接的には汚染量の増加による効用の低下により第 1 財の消費量を減少 ($-e_{pu}e_b/e_u < 0$) させる。このモデルでの汚染の定式化においては，ちょうど前者の増加と後者の減少が一致する。このため，汚染量の変化は第 1 財の世界需要になんら影響を与えない。つまり，汚染量が変化しても交易条件は変化しない。したがって，交易条件の変化は，汚染があるにもかかわらず，汚染がないときの所得移転による変化と同一となる。

両国の限界消費性向が異なれば，トランスファーによって第 1 財の世界需要が増減するので，交易条件は変化する。これは環境汚染があるなしにかかわらず一般的に生じる。財の生産量が変化するので汚染量も変化する。よって，両国の限界消費性向が異なる限り，汚染の効果がまったくなくなるということはない。限界消費性向が同一のときは，交易条件は変化しないので汚染量も変化せず，トランスファーの効果は直接的な所得効果のみとなる。次のように，汚染の変化は（7）式を全微分することで得られる。

$$db = (B^{N'} g^N_{pp} + B^{S'} g^S_{pp}) dp. \tag{12}$$

右辺の括弧内は正である。（12）式は所得移転により交易条件が変化して第 1 財の生産量が変化し，それにより汚染量が変化することを表している。汚染を排出する第 1 財の相対価格が低下する場合，汚染量は減少する。

限界代替率が汚染量から独立となるような効用関数の定式化をしたとき，汚染量の変化は交易条件を変えない。一般的には，所得移転のような外生変数の変化があれば，財に対する世界需要の変化を通じて交易条件が変化する結果，汚染量は変化する。その汚染量の変化がさらに財の需要に影響を与えて交易条件が変化し，さらに汚染量が変化するという関係がある。この汚染の変化による副次的な効果がないのがここでの特徴である。

上記の汚染と交易条件の関係から，ひも付きでない援助で供与国と受入国の厚生が共に改善する可能性が高まっている。その理由を直感的に説明すると以下のとおりである。[14] まず供与国における第 1 財の限界消費性向が受入国よりも高いと仮定する（この仮定はパレート改善的な所得移転の必要条件である）。このとき，トランスファーによって所得の減った供与国での第 1 財の需要が大きく減り，所得の増えた受入国での第 1 財の需要が少しだけ増える。減少分の方が大きく，第 1 財の相対価格は低下するので，第 1 財の生産量は以前より低下する。通常の汚染のないトランスファー・モデル

（14） 厳密な証明は Naito（2003）の p.166 を参照せよ。

であれば，この交易条件効果は供与国に有利に働く（供与国が第 1 財を輸入する場合）としても，直接的な所得効果を上回ることがないので，供与国はトランスファーを与えることで損失を被る。ところが，汚染の外部性がある場合は汚染の増減という第 3 の効果がある。第 1 財の生産量が減少しているので，汚染がトランスファー後に低下している。これは両国にとって厚生を改善するものである。この効果は限界消費性向の差が大きいと大きくなる。そこで，環境改善の効果が十分に強くなると，供与国のトランスファーを与えることでの直接的な所得の損失と交易条件効果を上回り，トランスファーで利益を得るのである。ここでは汚染の変化後に副次的に財の需要が変化することがないので，汚染の変化は汚染の低下という良い効果しか生じない。そのため先の限界消費性向の大小関係が満たされる限り，汚染に関してはトランスファーは良い効果しかもたらさないのである。これが両国とも厚生が改善する鍵である。

もしも汚染の低下が追加的に需要を変化させて，汚染を逆に増やすように作用することがあれば，トランスファーによって汚染は当初よりは減らない。汚染の低下が十分でなければ，供与国はトランスファーによって損失を被ることになる。このような汚染の低下を減殺する可能性がないのが，上述した効用関数と汚染の特定化の場合である。では汚染の低下を減殺するような場合はあるのかといえば，それは次に説明する汚染が生産に影響を与える場合である。

3.2　汚染と生産関数

汚染が財の生産性に影響を与える場合について，Takarada（2007）に基づいて説明する。まず生産面について見てみる。汚染は財 M の生産過程で副産物として排出される。汚染は財 A の生産に悪影響を与えるだけで，財 M の生産には何も影響を与えない。[15] 汚染量 D により悪影響を受ける財 A の生産関数を次のように特定化する。

$$Q_A = m(D)F_A(v_A). \tag{13}$$

なお Q_A は財 A の生産量，$m(D)$ は汚染の影響を表す関数で，$m'(D) < 0$ と $0 < m(D) \leq 1$ とする。v_A は財 A の生産に投入される生産要素ベクトルである。$F_A(v_A)$ は汚染の影響がまったくないときの生産関数である。つまり，汚染があることで生産性が $m(D)$ で表されている分だけ低下する。GDP 関数は次のように定義される。

$$G(p, m) \equiv \max_{v} \{pF_M(v_M) + m(D)F_A(v_A) \,|v_M + v_A = v\}. \tag{14}$$

なお p は財 A で計った財 M の相対価格，$F_M(v_M)$ は財 M の生産関数，v_j は財 j の要素投入ベクトル，v は要素賦存ベクトルである。外部性を含んだ GDP 関数であるので，分析の便宜上，次の

（15） 汚染の悪影響が財 M にも財 A と同様にあったとしても，以下の結果は本質的に変わらない。

関数を定義する。

$$R(q) \equiv \max_{v} \{qF_M(v_M) + F_A(v_A) \,|v_M + v_A = v\}. \tag{15}$$

ここで $q \equiv \frac{p}{m(D)}$ である。関数 $R(q)$ の値は仮想的な価格 q の下での国民所得を表している。この仮想的な GDP 関数 $R(q)$ は通常の GDP 関数の性質を持つ。(14) 式で表した GDP 関数 $G(p,m)$ は価格に関して一次同次であることから，関数 $R(q)$ を用いることで $G(p,m) = m(D)R(q)$ のように書き表すことができる。そして GDP 関数には $G_p(p,m) = R_q(q) = Q_M$ の性質がある（例えば Helpman（1984）を参照せよ)。Q_M は財 M の生産量である。

モデルは以下の 4 本の式で表すことができる。なお上付きの記号は供与国 α と受入国 β，下付きの記号は編微分を表すものとする。

$$E^{\alpha}(p,u^{\alpha}) = G^{\alpha}(p,m^{\alpha}) - T, \tag{16}$$

$$E^{\beta}(p,u^{\beta}) = G^{\beta}(p,m^{\beta}) + T, \tag{17}$$

$$E^{\alpha}_p(p,u^{\alpha}) + E^{\beta}_p(p,u^{\beta}) = R^{\alpha}_q(q^{\alpha}) + R^{\beta}_q(q^{\beta}), \tag{18}$$

$$D = \lambda^{\alpha} R^{\alpha}_q(q^{\alpha}) + \lambda^{\beta} R^{\beta}_q(q^{\beta}). \tag{19}$$

$E^i(p,u^i)$ は i 国の支出関数である。ここでは汚染は効用に影響を与えないので，通常の支出関数である。最初の 2 本の式はそれぞれ供与国と受入国の予算制約式である。(18) 式は財 M の世界市場の均衡条件である。最後の（19）式は汚染量を表していて，λ^i は i 国における財 M の生産 1 単位から排出される汚染量である。[16] 財 A の世界市場の均衡条件はワルラス法則から満たされている。

汚染の変化の影響について考察する。(16) 式から（18）式を全微分してまとめると，次の式を得る。

$$Zdp + XdD + \left(\frac{E^{\beta}_{pu}}{E^{\beta}_u} - \frac{E^{\alpha}_{pu}}{E^{\alpha}_u}\right) dT = 0; \tag{20}$$

$$Z \equiv E^{\alpha}_{pp} - \frac{R^{\alpha}_{qq}}{m^{\alpha}} - \frac{E^{\alpha}_{pu}}{E^{\alpha}_u}(E^{\alpha}_p - R^{\alpha}_q) + E^{\beta}_{pp} - \frac{R^{\beta}_{qq}}{m^{\beta}} - \frac{E^{\beta}_{pu}}{E^{\beta}_u}(E^{\beta}_p - R^{\beta}_q), \tag{21}$$

$$X \equiv -\frac{E^{\alpha}_{pu} m^{\alpha\prime}}{E^{\alpha}_u m^{\alpha}}(R^{\alpha}_q p - m^{\alpha} R^{\alpha}) - \frac{E^{\beta}_{pu} m^{\beta\prime}}{E^{\beta}_u m^{\beta}}(R^{\beta}_q p - m^{\beta} R^{\beta}) + \frac{R^{\alpha}_{qq} p m^{\alpha\prime}}{(m^{\alpha})^2} + \frac{R^{\beta}_{qq} p m^{\beta\prime}}{(m^{\beta})^2}. \tag{22}$$

なお $R^i_q p - m^i R^i = -Q^i_A < 0$ である。(20) 式は先の効用に影響を与える汚染の場合の（8）式と同様のものである。ここで注目すべき点は，(20) 式の左辺第 2 項の X はゼロではないことである。両国において財 M が上級財である ($E^i_{pu} > 0$) ならば $X < 0$ である（下級財があるとき符号は不明である)。このことから，(8) 式のように限界消費性向の差からだけでトランスファーが相対価格を変

(16) ここでは議論の単純化のため，Takarada（2007）と異なり越境汚染の比率を各国で区別していないので，両国が影響を受ける汚染量は同一である。

化させるわけではない。ここでは，内生的な汚染の変化を通じて相対価格が影響を受ける。つまり，トランスファーによって汚染量が変化すると，それに伴って追加的な効果が発生する。

生産性に影響を与える汚染の場合，汚染量の変化は追加的な効果を持つ。これは効用関数に汚染を導入した先の場合と対照的である。生産関数に汚染が導入される場合の結果について以下で直感的に説明する。供与国と受入国の限界消費性向に違いがある限り，財の世界需要が変化する。これは効用関数に汚染を導入するケースであっても同じである。トランスファーによって汚染を排出する財 M の世界需要が減る場合，つまり財 M の限界消費性向が供与国において高い場合を考えてみる。このとき，財 M の相対価格は低下して，その生産量は低下するので汚染量は減少する。その結果，財 A の生産性は改善するので財 A の生産量は増加する。これは所得の増加を意味するので，財 M が上級財ならば財 M の需要が増加する。これは汚染の増加を意味する。この追加的な効果があるために，当初の汚染の減少効果の一部が減殺されてしまう。したがって，追加的効果がないときと比べて，汚染の減少の程度は小さくなるのである。

汚染の減少幅の違いから，パレート改善的なトランスファーの存在条件が Naito（2003）より Takarada（2007）の方がきつい条件となる。より正確に述べると，Naito（2003）では，供与国における汚染財の限界消費性向が受入国よりも十分に大きければ，トランスファーはパレート改善的である。このとき汚染財は上級財である。一方，Takarada（2007）では，トランスファーがパレート改善的であるためには，供与国における汚染財の限界消費性向が受入国よりも十分に大きく，かつ汚染財が受入国において下級財でなければならない（供与国において汚染財は上級財である）。つまり，汚染財が前者では上級財でよいのに対して，後者では受入国において下級財でなければならない。汚染を生産関数に組み込んだ場合，追加的な効果で汚染が増加するので，当初の限界消費性向の違いによる汚染の減少を大きくするために下級財の条件が必要なのである。直感的に説明すると，受入国で汚染財が下級財であると，トランスファーを受け取った後に受入国の汚染財に対する需要が増加するのではなく減少する。そして，供与国でも上級財である汚染財の需要がトランスファー後に減少するので，世界全体では汚染財の需要はかなり減少する。これが限界消費性向の違いによる汚染の低下を十分なものにする仕組みである。

4　技術移転と環境政策

環境政策の下での環境技術移転の効果を小国モデルで考察する。国内で環境規制が導入されていることで，技術移転の効果がどのように影響を受けるかを明らかにすることができる。環境政策があることで分析は複雑になるので，明確な結果を得るために小国モデルでの分析を行うこととする。ここでの分析により，環境規制の水準によって，技術移転の受け入れが望ましいかどうかについて判断することができる。

ここで用いるモデルは Takarada（2005）に基づいており，第 3.2 節のモデルと同様である。環境税（生産税）τ が汚染を排出する財 M に課されている。そこで，財 M の生産者価格は $p = p^W - \tau$ となる。なお p^W は財 M の財 A で計った国際価格で，小国であるので一定である。環境税の税収 T は一括補助金として消費者に分配するものとする。また越境汚染はないものと仮定する。消費者は国際価格に直面している。よって，モデルは以下の 3 本の式で表される。

$$E(p^W, u) = G(p, m) + T, \tag{23}$$

$$D = \lambda R_q(q), \tag{24}$$

$$T = \tau R_q(q). \tag{25}$$

環境技術移転を受け入れる結果，汚染排出率 λ が低下する。上記 3 本の式を全微分することで，汚染排出率の低下の効果を得ることができる。

$$\frac{dD}{d\lambda} = R_q \left(1 + \frac{\lambda R_{qq} p m'}{m^2}\right)^{-1}, \tag{26}$$

$$\Delta \left(\frac{du}{d\lambda}\right) = -R_q N; \tag{27}$$

$$\Delta \equiv E_u \left(1 + \frac{\lambda R_{qq} p m'}{m^2}\right), \tag{28}$$

$$N \equiv \frac{m'}{m}(pR_q - mR) + \frac{\tau R_{qq} p m'}{m^2}. \tag{29}$$

なお N は $\tau < 0$ ならば正であり，τ が正で十分に大きいならば負である。財 M は生産されるとする ($R_q > 0$)。

汚染排出率 λ の低下によって汚染量 D が減るための必要十分条件は $1 + \frac{\lambda R_{qq} p m'}{m^2} > 0$ である。この必要十分条件は $\Delta > 0$ であることを意味する。ここでは $\Delta > 0$ を仮定する。よって，技術移転は汚染量の低下をもたらすので，それ自体は望ましいものになっている。越境汚染のない小国モデルであるので妥当な仮定といえる。しかし，技術移転を受け入れて厚生が改善するかどうかは，環境税の水準に依存するので一概にいえない。

技術移転は厚生を悪化させる可能性がある。技術移転の結果，厚生が悪化するための必要十分条件は $-R_q N > 0$ である。これより汚染を排出する財 M に対する課税は次の不等式を満たさなければならない。

$$\tilde{\tau} > \frac{mQ_A}{R_{qq} p}. \tag{30}$$

上の式の右辺は非負である。つまり，環境税が正で十分に高い場合，技術移転の受け入れは厚生を悪化させる。言い換えると，税ではなく財 M に対して生産補助金を与えている場合 ($\tau < 0$)，技術移転の導入は厚生を必ず改善する。

直感的な解釈は以下のとおりである。課税により財の生産は歪んでいる。(30) 式のように環境税が十分に高い場合，財 M は過少生産で財 A は過大生産である。汚染を減らす技術移転を受け入れるならば，汚染が減少する結果，財 A の生産性が改善する。これにより財 A の生産が増加する。つまり，課税により過大であった財 A の生産がさらに拡大されてしまう。技術移転は課税の歪みをさらに大きくするものなので，技術移転による生産性の改善の良い効果を上回って，厚生を悪化させるのである。

上記のような逆説的な結果は，課税が最適であったり，課税がゼロに近かったりする場合は生じない。最適な環境税率を求めてみる。(23) 式から (25) 式を全微分することで，

$$\Delta\left(\frac{du}{d\tau}\right) = -\frac{R_{qq}}{m}\tau - \frac{\lambda R_{qq}m'}{m^2}Q_A \tag{31}$$

を得る。これより最適な環境税率は $\tau* = -\frac{\lambda m'}{m}Q_A \geq 0$ である。これを (27) 式に代入することで次の式を得る。

$$\Delta\left(\frac{du}{d\lambda}\right) = R_q\frac{m'Q_A}{m}\left(1 + \frac{\lambda R_{qq}pm'}{m^2}\right). \tag{32}$$

右辺は非正であるので，最適税率の下では技術移転は必ず厚生を改善する。

以上の分析結果より次のことがいえる。環境税率は最適な水準よりも低い水準に通常設定されているとするならば，環境技術移転の受け入れは厚生を改善するので望ましい。しかし，政府の考え方や国民の価値観などから，特定の汚染物質の影響について科学的評価が固まっておらず，現時点で理解されている影響からすると高すぎると考えられる環境税を課すことが，国によってはあるかもしれない。このような場合，汚染を低下させる技術移転を受け入れることは厚生を悪化させるので望ましくない。したがって，環境規制の程度によっては，必ずしも技術移転の受け入れは望ましいとはいえないのである。

5　おわりに

環境援助に関する既存の理論研究について概観するとともに，環境政策の下での技術移転の効果を分析した。近年，明確に意識され始めた地球温暖化をはじめとする 1 国のみでは対処・解決が困難な環境問題の解決策の 1 つとして，環境援助の役割はますます重要となっているといえる。このような中，環境援助の役割・効果について近年活発に研究がなされており，今後の発展が期待される。環境援助を貿易理論の枠組みで分析することに関して 3 点述べることとする。

第一に，環境汚染を一般均衡の貿易モデルに導入する際の留意点として，汚染の外部性をどのように定式化するかがある。第 3 節で示したように，汚染をモデルで特定化する方法によっては，汚染の変化の効果が異なってくる。そして，場合によっては汚染の影響を過小評価しかねない。汚染

の影響を効用関数に導入する場合，汚染の変化が財の需要に影響を与えない構造になっていると，汚染の変化の効果を過小に評価してしまう。どのようなタイプの汚染を想定するかなど，分析目的に合わせてどのようにモデル化することが適切かを慎重に判断すべきである。

第二に，環境規制のある下で環境援助の分析をすることの重要性である。環境規制が導入されていると，環境技術移転の効果が場合によっては正反対になる可能性があることを第 4 節で示した。通常，何らかの環境規制は各国で導入されているので，そのような状況下での環境援助の効果を分析することは重要であるにもかかわらず，まだ十分になされていないといえる。また，環境援助と受入国における環境規制の強化を組み合わせた供与国の対外的な環境政策についても，分析は十分になされていない。国内の環境規制と環境援助の調和についての分析が望まれる。

第三に，環境援助の理論分析は近年活発に行われている。しかし，対外援助のうち特に環境援助に焦点を絞った実証分析は，ほとんど行われていない状況にあるといえる。また，貿易と直接投資を通じた民間レベルでの環境技術の移転と，対外援助政策を通じた政府間の環境技術の移転の役割とその効果についても，理論的・実証的な分析が望まれる。

（南山大学総合政策学部准教授）

参 考 文 献

Abe, K. and Y. Takarada (2005) “Tied Aid and Welfare,” *Review of International Economics* 13, pp.964-972.

Bhagwati, J. N. (1971) “The Generalized Theory of Distortions and Welfare,” in J. N. Bhagwati, R. W. Jones, R. A. Mundell, J. Vanek (eds.), *Trade, Balance of Payments, and Growth*, North-Holland, Amsterdam, pp.69-90.

Bhagwati, J. N., R. A. Brecher, and T. Hatta (1983) “The Generalized Theory of Transfers and Welfare: Bilateral Transfers in a Multilateral World,” *American Economic Review* 73, pp.606-618.

Bhagwati, J. N., R. A. Brecher, and T. Hatta (1985) “The Generalized Theory of Transfers and Welfare: Exogenous (Policy-Imposed) and Endogenous (Transfer-Induced) Distortions,” *Quarterly Journal of Economics* 100, pp.697-714.

Brakman, S. and C. Marrewijk (1998) *The Economics of International Transfers*, Cambridge University Press, Cambridge.

Buchholz, W. and K. A. Konrad (1994) “Global Environmental Problems and the Strategic Choice of Technology,” *Journal of Economics* 60, pp.299-321.

Chao, C. C., and E. S. H. Yu (1999) “Foreign Aid, the Environment, and Welfare,” *Journal of Development Economics* 59, pp.553-564.

Copeland, B. R. and M. S. Taylor (1999) “Trade, Spatial Separation, and the Environment,” *Journal of International Economics* 47, pp.137-168.

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

Princeton.

Copeland, B. R. and M. S. Taylor (2004) "Trade, Growth, and the Environment," *Journal of Economic Literature* 42, pp.7-71.

Copeland, B. R. and M. S. Taylor (2005) "Free Trade and Global Warming: A Trade Theory View of the Kyoto Protocol," *Journal of Environmental Economics and Management* 49, pp.205-234.

Djajić S., S. Lahiri, and P. Raimondos-Møller (1999) "Foreign Aid, Domestic Investment and Welfare," *Economic Journal* 109, pp.698-707.

外務省（編）（2007）『政府開発援助（ODA）白書 2006 年版』国立印刷局。

Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1993) "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement," in P. M. Garber (eds.), *The Mexico-U.S. Free Trade Agreement*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, pp.13-56.

Helpman, E. (1984) "Increasing Returns, Imperfect Markets, and Trade Theory," in R.W. Jones and P. B. Kenen (eds.), *Handbook of International Economics Vol. 1*, North-Holland, Amsterdam, pp.325-365.

IPCC (2001) *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge.

Itoh, A. and M. Tawada (2003) "Environment, Trade and the Welfare Gains from the Transfer of Pollution Abatement Technology," *Papers in Regional Science* 82, pp.519-534.

Kemp, M. C. (1995) *The Gains from Trade and the Gains from Aid*, Routledge, London.

Lahiri, S., P. Raimondos-Møller, K. -y Wong, and A. D. Woodland (2002) "Optimal Foreign Aid and Tariffs," *Journal of Development Economics* 67, pp.79-99.

Naito, T. (2003) "Pareto-Improving Untied Aid with Environmental Externalities," *Journal of Economics* 80, pp.161-169.

Niho, Y. (1996) "Effects of an International Income Transfer on the Global Environmental Quality," *Japan and the World Economy* 8, pp.401-410.

OECD (2001) *OECD Environmental Outlook*, OECD, Paris.

Ono, T. (1998) "Consumption Externalities and the Effects of International Income Transfers on the Global Environment," *Journal of Economics* 68, pp.255-269.

Rauscher, M. (1997) *International Trade, Factor Movements, and the Environment*, Clarendon Press, Oxford.

Stranlund, J. K. (1996) "On the Strategic Potential of Technological Aid in International Environmental Relations," *Journal of Economics* 64, pp.1-22.

Takarada, Y. (2005) "Transboundary Pollution and the Welfare Effects of Technology Transfer," *Journal of Economics* 85, pp.251-275.

Takarada, Y. (2007) "Welfare Effects of International Income Transfers under Transboundary Pollution," *Environmental Economics and Policy Studies* 8, pp.143-157.

Turunen-Red, A. H. and A. D. Woodland (1988) "On the Multilateral Transfer Problem: Existence of Pareto Improving International Transfers," *Journal of International Economics* 25, pp.249-269.

Wong, K. -y (1995) *International Trade in Goods and Factor Mobility*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

WTO (1999) *Special Studies 4: Trade and Environment*, World Trade Organization, <http://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/special_study_4_e.pdf>.