

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25380346

研究課題名(和文) 貿易による二酸化炭素排出と環境汚染：産業レベルの世界データによる実証分析

研究課題名(英文) Carbon dioxide emissions and environmental pollution caused by international trade: empirical analysis using industry-level world data

研究代表者

本間 聡 (Honma, Satoshi)

東海大学・政治経済学部・教授

研究者番号：70368869

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：中間財を考慮に入れて、国際貿易がCO2排出量に与える影響を分析した。分析の結果、1人当たり所得の成長率や初期の汚染の程度は、貿易に起因するCO2排出に関する汚染交易条件の変化率と負の相関をもつことがわかった。この結果は、汚染排出は長期的には収束することを示している。これは、汚染集約的な産業が先進国から発展途上国に移転するという汚染逃避地仮説とは異なる結果を示している。

研究成果の概要(英文)：We analyzed impacts of international trade on CO2 emissions, by taking account of intermediate trade. The empirical results show that the change rate of the pollution terms of trade with respect to trade-induced CO2 emissions is negatively related to the growth rate of GDP per capita and the level of the initial PTT. These results support the pollution emission converges in the long-run. This slightly differs the pollution haven hypothesis that asserts that pollution-intensive industries move away from developed countries to developing countries.

研究分野：環境経済学

キーワード：環境と貿易 貿易に内在化した汚染 汚染逃避地仮説 汚染収束

1. 研究開始当初の背景

一般に、貿易が一国の環境に及ぼす影響は、貿易の拡大に伴って輸出生産による汚染が変化する規模効果、貿易による実質所得の増大に伴って厳しい環境規制が導入されることで汚染が減少する技術効果、貿易によって汚染集約な産業と非汚染集約的な産業との構成が変化する構造効果の3つに分解される (Antweiler et al., 2001)。構造効果については、先進国の汚染集約的な産業が環境規制が緩い発展途上国に移転してしまうために、貿易が発展途上国の環境を悪化させるという汚染逃避地仮説が懸念されてきた。同仮説が成立する否かについては多くの実証分析が行われてきた。それらのアプローチは、(1)各国の汚染排出量を貿易変数で回帰する (Antweiler et al., 2001 など)、(2)汚染集約的な産業の貿易量を環境規制の厳しさで回帰する (Levinson and Taylor, 2008 など)、(3)輸出のための生産によって発生する汚染排出量を評価する (Levinson, 2009; Honma and Yoshida 2011, 2013 など)の3つに大別される。この中で(1)と(2)は貿易変数と環境変数の関係を実証モデルで推定することから間接的であるのに対して(3)は貿易によって発生する汚染排出量自体を観察するという点で直接的である。とは言え、一般的に公開されている統計は一国全体の汚染排出量であり、輸出生産のために排出された汚染 (あるいは輸入のために国外で排出された汚染) という統計は存在しない。そのため、(3)のアプローチは、CO₂ 排出係数を用いて貿易に伴う汚染排出量を算出することになる。Muradian et al.(2002)はその嚆矢といえるが、筆者らの知る限り、中間財生産によるCO₂ 排出量はほとんど考慮されてこなかった。

[参考文献]

- Antweiler, W., B.R., Copeland, and M.S., Taylor, 2001. Is Free Trade Good for the Environment? *American Economic Review*, 91(4), pp.877-908.
- Levinson, A. and M. S., Taylor, 2008, Unmasking the pollution haven effect, *International Economic Review*, 49(1), pp.223-254.
- Honma, S. and Y., Yoshida, 2011. Did international trade become dirtier in developing countries? On the composition effect of international trade on the environment, *Kyushu Sangyo Discussion Papers*, No. 52. pp.1-26.
- Honma, S. and Y., Yoshida, 2012. An empirical investigation of the balance of embodied emission in trade: industry structure and emission abatement, *Kyushu Sangyo Discussion Papers*, No. 57. pp.1-29.

Muradian, R., M., O'Connor, and J., Martinez-Alier, 2002, Embodied pollution in trade: estimating the 'environmental load displacement' of industrialised countries. *Ecological Economics*, 41(1), pp.51-67.

2. 研究の目的

本研究の目的は、国際貿易が輸出入国の環境に与える影響を明らかにすることである。その際に、精緻な分析を行うために、産業レベルでデータベースを構築し、中間財生産過程における汚染排出を考慮する。1人当たり所得水準が貿易の品目構成と汚染・CO₂ 排出収支 (輸出に伴う排出量 - 輸入先での排出量) にどのような影響を与えているのかを分析する。それによって、貿易が発展途上国の環境を悪化させるという汚染逃避地仮説を検証することを当初の目的としていた。けれども、研究を進めるにしたがって、初期の汚染水準が大きい国も一人当たり所得の増大に伴って汚染水準が低下するという収束仮説をもつに至った。また、CO₂ の大量排出の裏側にはエネルギー利用の非効率が存在することから、CO₂ 等に関する環境効率とともにエネルギー効率の評価を試みた。

3. 研究の方法

国際貿易が各国の環境水準に与える影響を明らかにするために、国際産業連関表である World Input-Output Database のデータを用いて、1995年から2009年までの期間で、中間財を考慮した、貿易に内在化されたCO₂ 排出量を計算した。対象は、先進国だけでなく、インド、中国、ロシア等の発展途上国も含む40ヶ国の35産業部門である。

上述の結果を用いて、Grether and Mathys (2013)と同様に、輸出入の構成がどの程度グーティーカを示す指標である汚染交易条件 (Pollution Terms of Trade、以下PTT) を各国に関して計算した。PTTは、Antweiler (1996)によって考案された指標で、輸出1ドル当たりに含まれる平均的汚染排出量と輸入1ドル当たりに含まれる平均的汚染排出量との比率として定義される。さらに、このPTTを被説明変数、1人当たり所得等を説明変数として、国際貿易が環境に与える影響について実証分析を行った。

以上の分析に関しては40か国に限定されていることから、我々の以前の研究 (Honma and Yoshida, 2011, 2012) で作成した硫酸化物や窒素酸化物などに関して構築された150か国に関するデータベースをCO₂ 排出量に関して拡張することを試みた。具体的には国連のComtradeデータベースに基づく各国の産業別輸出額とEU等によるEDGARデータベースに基づく産業別CO₂ 排出係数から貿易に内在化されたCO₂ 排出量を算出することができる。

CO₂ 排出の背景にあるエネルギー利用の非

効率性を評価するために、投入を労働、資本、エネルギー、産出を GDP または付加価値、望ましくない産出に CO₂ 等をとって、包絡分析法と確率フロンティア分析を用いた。ここでのエネルギー効率、効率的フロンティアからの距離に基づいて評価される。非効率の決定要因は、包絡分析法では評価された効率値を被説明変数とするトービットモデルによって、確率フロンティア分析では非効率に関する説明変数を入れて生産関数と非効率の推定式を最尤法で同時推定することによって、それぞれ推定できる。

【参考文献】

Antweiler, W. 1996. The pollution terms of trade. *Economic Systems Research*, 8(4), pp.361-366.
 Grether, JM, and N. A. Mathys, 2013, The pollution terms of trade and its five components. *Journal of Development Economics*, 100(1), pp.19-31.

4. 研究成果

(1) 貿易に内在化した CO₂ 排出量

分析の結果、国際貿易に関する CO₂ の排出収支に関して、中国やインドなどのような発展途上国は黒字、米国や日本などのような先進国は赤字となっている傾向が示された。例として、上記の 4 か国について、貿易に内在化された CO₂ 排出量（2009 年）を示すと図 1 の通りである。このことは先進国が発展途上国に CO₂ の排出をいわば肩代わりしてもらっていることを意味している。

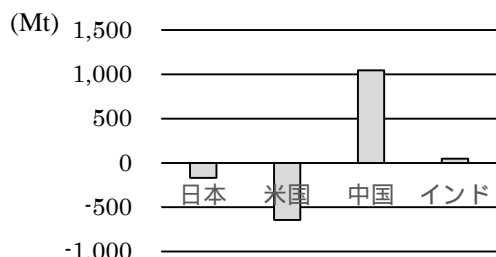


図 1 貿易に内在化された CO₂ 排出量 (2009 年)

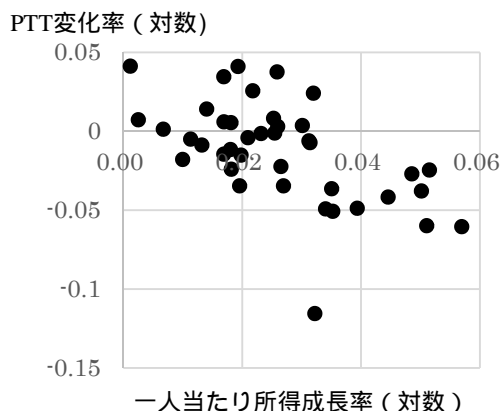


図 2 PTT 変化率 (対数) と一人当たり所得

成長率 (対数)

(注)横軸は(1/15)(2009 年一人当たり所得対数値 - 1995 年一人当たり所得対数値)、縦軸は(1/15)(2009 年 PTT 対数値 - 1995 年 PTT 対数値)である。

(2) 汚染交易条件 (PTT) の実証分析

上記の貿易に内在化した CO₂ 排出量に基づいて、前述の汚染交易条件 (PTT) を算出した。その結果は、先進国の多くは 1 以下、発展途上国の多くは 1 以上となった。この結果は先の貿易に内在化した CO₂ 排出量から当然の結果であるが、先進国は汚染集約的な財を輸入して非汚染集約的な財を輸出する傾向があり、発展途上国はその逆の傾向があることを意味する。さらに、PTT を被説明変数、1 人当たり所得等を説明変数として、国際貿易が環境に与える影響を実証分析で明らかにした。その結果は、1 人当たり所得の成長率が高い国や当初の PTT が大きい国ほど、貿易の構成がクリーンな方向に推移 (PTT は低下) する傾向を示すことがわかった。このことは、当初に汚染集約的な財の輸出と非汚染集約財の輸入に特化している国は所得の増加とともに PTT が改善する (輸出入の構成がクリーンになる) ということの意味する。以上の結果は、貿易に関する汚染排出は収束することを示唆しており、所得水準の低い国は汚染集約的な財の輸出に特化するという従来の汚染逃避地仮説とはやや異なるものである。以上の結果は 2015 年度日本経済学会春季大会で報告した (学会発表)。これらの結果は、パネルデータによる実証分析によって得られたが、ここでは直感的な理解が容易になるように結果を図示すれば、図 2 の通りである。本研究は、国際学術雑誌投稿に向けて推敲中である。

(3) データベースの拡張

一方、上述の 40 か国のデータベースを参照して、硫黄酸化物と窒素酸化物に関して構築された 150 か国に関するデータベースを中間財生産を考慮した CO₂ 排出量に拡張する作業は、両者の産業区分の違いや後者しか含まれない国の CO₂ 排出係数の問題などがあり、進行中である。この作業の中間的な成果物として 150 か国の輸出入に伴う汚染物質排出量を整理した雑誌論文 をディスカッションペーパーとして刊行した。現在、国際学術雑誌投稿に向けて推敲中である。

(4) エネルギー効率の評価

ところで、一国の CO₂ 排出量を削減するためには、国全体あるいは各産業部門のエネルギー効率を改善することが不可欠である。論文、図書 では、包絡分析法あるいは確率フロンティア分析を用いて主要先進国あるいは日本国内に関してエネルギー効率を評価した。これらの効率性評価では包絡分析法あるいは確率フロンティア

分析が用いられた。雑誌論文 とそれを日本語で加筆修正した図書 7 章では、世界平均に対する相対所得の高い国ほど貿易によって環境効率が高まることがわかった。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 7 件)

Honma, Satoshi, 2015, Does international trade improve environmental efficiency? An application of a super slacks-based measure of efficiency, Journal of Economic Structures, 4(13), pp.1-12. (査読有)

本間 聡, 2015, 我が国の製造業における電力消費のエネルギー効率, 中央大学経済研究所年報, 46, pp. 297-317. (査読無)

Honma, Satoshi and Yushi Yoshida, 2014, An account of pollution emission embodied in global trade: PGT1 and PGT2 database, MPRA Discussion Paper, 57489, pp. 1-75. (査読無)

Honma, Satoshi and Hu, Jin-Li, 2014, A panel data parametric frontier technique for measuring total-factor energy efficiency: An application to Japanese regions, Energy, 78, pp. 732-739. (査読有)

Hu, Jin-Li and Honma, Satoshi, 2014, A comparative study of energy efficiency of OECD Countries: an application of the stochastic frontier analysis, Energy Procedia, 61, pp.2280-2283. (査読有)

Honma, Satoshi and Hu, Jin-Li, 2014, Industry-level total-factor energy efficiency in developed countries: A Japan-centered analysis, Applied Energy, 119, pp. 67-78. (査読有)

Honma, Satoshi, 2014, Environmental and economic efficiencies in the Asia-Pacific region, Journal of Asia-Pacific Business, 15(2), pp. 122-135. (査読有)

[学会発表](計 5 件)

Honma, Satoshi and Yushi Yoshida, 2015, Testing the pollution haven effect: Accounting international intermediate goods trade, 日本経済学会, 新潟大学, 2015 年 5 月 25 日 (共著者 吉田裕司)

Honma, Satoshi, 2014, Optimal policies for international recycling between developed

and developing countries, 日本応用経済学会, 中央大学, 2014 年 11 月 14 日.

Honma, Satoshi, 2015, Metafrontier analysis for energy efficiency of regions in Japan, East Asian Association of Environmental and Resource Economics, Taipei, 2015 年 8 月 6 日 (共著者 Hu, Jin-Li)

Honma, Satoshi, 2013, Do a Kuznets curve and convergence exist in environmental efficiency? 環境経済・政策学会, 神戸大学.

Honma, Satoshi, 2013, Does international trade improve environmental efficiency? East Asian Association of Environmental and Resource Economics, Pusan.

[図書](計 2 件)

本間 聡. 2016. 『環境効率の実証分析』東海大学出版部.

本間 聡. 2016. 「エネルギー効率と経済成長」中央大学経済研究所研究叢書 65 『経済成長と経済政策』第 8 章, 中央大学出版部.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

本間 聡 (HONMA, Satoshi)
東海大学・政治経済学部・教授
研究者番号 (70368869)

(2)研究分担者

吉田 裕司 (YOSHIDA, Yushi)
滋賀大学・経済学部・教授
研究者番号 (40309737)