

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 6 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25380300

研究課題名(和文) 資源輸出国と輸入国の間の政策競争および政策協調に関する理論研究

研究課題名(英文) Theoretical Analysis of Policy Competition and Coordination among Resource Exporting and Importing Countries

研究代表者

太田 博史(OHTA, HIROSHI)

神戸大学・国際協力研究科・教授

研究者番号：50118006

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)： 枯渇資源を採掘し輸出する国とそれを輸入して消費する国の間の政策上の競争と協調について考える。輸出国は資源以外に収入の道を持たず、輸入国は資源の消費から便益を得るが同時に温暖化ガスの蓄積のような環境汚染による社会的損失を被る。環境汚染は過去から現在までに採掘・消費された資源の総量に応じて累進的に増進する。輸出国は輸出収入を最大にするように資源価格を設定し、輸入国は消費からの便益から汚染被害を引いたものを最大にするように環境汚染税を課す。このような国際間資源取引ゲームの結果、輸出国が決める資源価格は徐々に下落するが消費国内の資源価格は徐々に上昇し、資源に対する需要量は徐々に減少する。

研究成果の概要(英文)： Consider a policy competition and coordination among exporting and importing countries of an exhaustible resource. Resource exporting revenue is the sole source of income for the exporter and the importing country obtains benefit from consuming the imported resource but suffers from environmental pollution which aggravates progressively as the cumulative amount of excavated resource increases. Then, the exporter determines its export revenue maximizing price of resource, while the importing country imposes a pollution tax so as to maximize the benefit of resource consumption net of social damages from pollution. As the result of this international resource transaction game, the export price of resource gradually decreases but the domestic price of resource in the importing country increases and the demand for resource decreases over time.

研究分野：国際貿易論

キーワード：資源貿易 環境汚染税 動学ゲーム ナッシュ均衡 シュタッケルベルク均衡

1. 研究開始当初の背景

枯渇性あるいは再生可能資源を生産活動に利用する企業の最適行動に関する研究は古くから盛んに行われてきた。当初は企業や国家・地域のような単一の経済主体が占有する資源ストックを時間を通じてどのように採掘していけば、資源が枯渇するまでの自己の効用水準の割引現在価値を最大化できるかという問題がもっぱら研究された。時間に対する割引率が正であり、また資源の埋蔵量や価格、採掘や生産技術に不確実性がない限り、計画期間の初期には大量の資源を採掘し、時間の経過とともに採掘量を徐々に減らしていくことが望ましいのではないかという分析結果は大方の支持を得たのではないだろうか。その後、1970年代の後半からは、資源が再生可能でない限り、枯渇した後の社会の存続が問題であり、生き延びるためには当該資源以外の何らかの資産・資本を保持しなければならないのではないかという議論が展開された。そのような資産(典型的には蓄積可能物的資本)を天然資源が枯渇するまでにいかにして蓄積していくかを考える必要がある。そのためには各時点で採掘した天然資源をその時点ですべて生産活動のために消費してしまうのではなく、一部を資源以外の資本蓄積のための投資として残さなければならない。つまり採掘された資源の消費・投資比率を最適に選択するルールを確立することが目指された。その結果、天然資源とその他資本との価値の合計が時間を通じて一定になるように各時点での資源の消費・投資比率を決めることが最適であることが見出された。物的資本が天然資源を代替することになる。その後の研究は、天然資源と物的資本の両方が消費活動の直接の対象となる場合と、ともに生産要素として用いられる場合に分けられ、それぞれにおける資源の最適採掘経路が分析対象になった。その際、まずは資源は公有であるが物的資本は私有であるという想定のもとで分析が進められた。資源が公有であり、社会の構成員が各々の効用最大化に向けて自由に採掘活動を行えるなら、容易に「共有地の悲劇」が起こることが予想される。では、もし資源だけではなく蓄積可能物的資本も公有であれば「悲劇」はどうなるだろうか。われわれの過去の科学研究費補助金による研究によると、「共有地の悲劇」は天然資源ストックではなく物的資本ストックに起こることがわかっている。さらに、消費者の効用関数が「地位追求的」で、その程度が強ければ強いほど、各時点での物的資本ストックに対する消費財需要量の比率に関するナッシュ均衡解が社会的最適解より大きくなることが示された。社会的最適解においては、社会を構成するすべての経済主体が全く同じ量の消費活動を行うのに対し、ナッシュ均衡では各主体の最適消費量は他のすべての構成員の消費量の関数として規定され、均衡解においてはすべ

ての主体がそのもとでの消費量を変更する必要性を感じない。個別主体の意思決定を尊重する市場経済において、このようなナッシュ均衡が成立することを示すことには大きな意義があるものと思われる。

しかしながら、これまでの研究では、分析対象経済主体のいずれもが現状を変更したいと思わない状態を表すナッシュ均衡の存在が証明されたものの、対象経済主体は同じ国・地域内で活動する生産者または消費者に限られていた。天然資源にまつわる経済問題の多くはそれらが地球上地理的に偏在していることにより引き起こされていると考えられることができる。つまり、資源の生産国・地域と消費国・地域が明確に区別されることから起こる利害対立が同国・地域内で資源の採掘・消費活動が完結する場合の問題よりはるかに大きいと思われる。資源の生産国と消費国が別である時のそれぞれの経済厚生最大化に関する問題はどのようにして解くことができるかを考える必要がある。

2. 研究の目的

そこで、本研究では天然資源を採掘して輸出する国(あるいは複数の国々による輸出カトルテル)と、その貿易相手国である資源消費国(あるいは輸入国連合)という二つの異なる経済主体を考え、前者は資源の輸出価格、後者は資源の消費に伴う環境汚染の進行を食い止めるために課す汚染排出税をそれぞれの政策変数とする国際間取引がどのような特性をもつかを分析した。輸出国はなるべく高い価格で資源を輸出したいと考えるのに対して、輸入国にとっては経済活動の遂行上、資源の確保は避けて通れないが、資源の消費が環境汚染という社会的負担をもたらす以上、大量の資源を安い価格でどんどん輸入するという政策はとれない。環境汚染に配慮しながら経済成長を続けるためには資源の消費に課税して、資源に対する需要を最適な水準に導く必要がある。このような政策課題を持った国々の中の資源のやり取りにおいて、時間の経過とともに資源価格、資源埋蔵量、資源消費量および各国の経済厚生水準はどのように変化していくであろうか。また輸出国と輸入国はいずれが有利であろうか。一見すると資源の地理的偏在性により輸出国の方が圧倒的に有利であると考えられるかも知れないが、資源輸出以外に生きる手立てのない国々の場合、輸入国が汚染課税を強化して資源に対する輸入需要を抑制すると、輸出国は思うように輸出収入を増やせず経済厚生を増大させることが出来ないかも知れない。さらに、政策決定過程での主体間の力関係によりそれぞれの経済厚生水準がどのように変わるかも知れない分析が必要がある。力関係に差がない場合には、各国は互いに自己の意思決定が相手の戦略の変更をきたさないという条件の下で自己にとっての最適戦略を構築するが、一方が先に動いた場合、他

方（追従者という）はただその動きを前提としてその下での自己にとっての最適化を行うことを、先に動く側（先導者という）が承知しているか、によって結果が違ってこよう。相手の行動パターンを把握しているか否かという意味での力関係の差が、得られる経済厚生水準とどのように結びついているかを知ることには大きな意義がある。

3. 研究の方法

複数の経済主体間の時間を通じた意思決定とその結果もたらされる経済厚生水準の動きを分析するため、本研究ではダイナミック・ゲームを用いた。輸出国の戦略（=政策）変数は資源の輸出価格、輸入国のそれは環境汚染税率である。動学分析の要となる状態変数として、天然資源の過去からの累積採掘量を想定した。各時点で輸入国が被る環境汚染被害は当該時点での採掘量ではなく、過去から現在までの総採掘量によって規定されると考える。地球温暖化の程度は一時点での二酸化炭素排出量すなわちフローの排出量ではなく、過去からの蓄積つまりストックとしての排出量により大きく依存すると思われるからである。汚染による被害は状態変数の二次関数であり、累積採掘量の増大とともに益々汚染が深刻化する。簡単化のために、輸出国が資源を採掘する際の費用はゼロで、採掘された資源はすべてが輸出に回され、かつ輸出側には環境汚染は発生せず、汚染税は輸入国のみが用いるものとする。しかしながら本研究では、各時点での政策変数の値は輸出国・輸入国ともに状態変数である累積資源採掘量の線形関数であると仮定する。輸入国の消費者の効用は資源の利用（すなわち消費）から得られる便益とその他の財による便益の合計から環境汚染による健康被害や苦痛を引いたものである。資源の消費に対する需要は資源の国内価格に依存する。資源の国際価格は資源輸出国が提示する。国内価格は国際価格に環境汚染税を上乗せしたものである。輸出国が輸出量を増やそうとして輸出価格を引き下げたとしても、輸入国側は環境に配慮してより高い汚染税を課して国内価格の下落を防ぎ、資源輸入量増大を回避することによって汚染の累進を遅らせることが望ましいと考えるかも知れない。逆に輸出国が、時間割引率が正であることに鑑み、なるべく早い段階での短期的な収益確保を狙って輸出価格を上げたときに、同時に輸入国が汚染税率を上げれば、消費者が直面する資源価格が大きく跳ね上がり、資源に対する需要は大幅に抑制され、輸出国の輸出収入と輸入国消費者の効用がともに低下するかも知れない。また輸入国側が環境汚染の進展を恐れて早めに高率の汚染税を課せば、輸出側は高い輸出価格を設定することは難しくなる。いずれにしても、双方が互いに相手の出方に依存して自己の最適政策を構築する必要がある。国際間ゲームの成立である。本研究は

その国際間ゲームを表す数式モデルを構築し、輸出国・輸入国間の政策競争形態と経済厚生水準の関係を分析したものである。

ゲームの解法は標準的なハミルトン＝ヤコビ＝ベルマン方程式を用いた。輸出国グループは計画期間全体を通じた輸出収入の割引現在価値を、輸入国側は消費者の効用の割引現在価値を、それぞれ最大にするような資源価格および環境汚染税率を選択する。分析の最大の眼目は、このようなゲームにナッシュ均衡解が存在するか否かである。両者とも、政策変数はゲームの状態変数すなわち資源の累積採掘量の線形関数と仮定したので、両者はその形を決めるそれぞれ二つのパラメーターを持つ。ナッシュ均衡の存在は互いの最適戦略を表す線形関数を規定する二つずつ計4つのパラメーターが存在することを示すことで証明でき、かつそれら4つのパラメーターの組が一つしかなければ、それが唯一の（すなわちユニークな）ナッシュ均衡になる。

ナッシュ均衡の存在は、資源輸出と輸入国側それぞれが互いに相手の戦略を所与として自己の目的を達成するための最良の手を取ることを意味するが、その次に分析の対象となるのは、一方が他方の意思決定パターンを十全に把握したうえで、自己の最適戦略を決定し、他方はその下での最適化を図るというシュタッケルベルク均衡である。本研究では、二つの意思決定主体を考えたので、輸出側が輸入国側の最適政策関数の形状を知っているか、その逆かで二つのシュタッケルベルク均衡を考えることができる。

これら異なった二者間政策競争形態の優劣はどうなるだろうか。本研究では、上記三つの均衡に加えて、社会的最適すなわち輸出国と輸入国を合わせた世界全体の経済厚生を最大にするような最適資源採掘量を求め、その下での資源価格および累積採掘量の動きを捕捉することによって、都合四つの政策競争・協調形態間の優劣を吟味した。比較対象はそれぞれの形態下でもたらされる輸出国側、輸入国側および両者合わせた経済厚生水準の高さである。この比較は残念ながら解析的には導き出すことができず、いくつか想定を変えて実施した数値計算による。人口、資源に対する需要関数の形状、時間割引率および環境汚染による社会的損失の程度について異なった値を仮定して厚生水準を産出した。

4. 研究成果

輸出国と輸入国を合わせた全体の経済厚生を最大にするような協調政策が採られた場合、時間の経過とともに天然資源の国際価格の低下と環境汚染税の上昇をともなう国内価格は上昇するのに伴い、資源に対する消費需要（本研究の想定の下では、資源採掘量および輸出量に等しい）は徐々に少なくなっていき、資源が枯渇するまでに需要量は

ゼロになる可能性が高い。

輸出国と輸入国の政策競争にナッシュ均衡が存在し、しかもその解は唯一の解である。この解の下で、資源の国内価格は時間とともに上昇し、資源需要量は徐々にゼロに向かう。累積資源採掘量は徐々に増えるが、増え方は徐々に緩やかになる。

輸出国と輸入国を合わせた全体の経済厚生は、社会的最適化 ナッシュ均衡 輸出側が先導するシュタッケルベルク均衡 輸入国側が先導するシュタッケルベルク均衡の順に低くなっていく。ナッシュ均衡は完全な競争状態ではなく、社会的最適化は完全な競争状態を再現できることから、後者に比べて前者の場合の全体厚生水準が低いのは当然と思われるが、シュタッケルベルクより優位であるのは、シュタッケルベルクではナッシュ的状況に加えてさらに両者間で不完全競争性の程度に差があるためではないだろうか。最後に、輸出国が先導する方が優位であるのは、その場合の政策変数は資源価格を直接コントロールするのに対し、輸入国が先導するシュタッケルベルクでは政策変数は汚染税率であり、それを通じて資源輸入需要に影響を与えるため、いわば政策効果が間接的になり全体としての便益が幾分低下するためではないかと考えられよう。

本研究で構築したモデルは、政策変数と状態変数の間の線形性など、さまざまな単純化の上に成り立っていた。それらを一一つ緩めていくことが必要であると思われるが、達成される経済厚生水準の高低を用いて異なる政策競争・協調体制の望ましさのランキングを試みるためには、数式モデルがより複雑になるため解析的な解は期待できず、外生変数についてさまざまな想定をした上での数値計算に頼らざるを得ないものと思われる。その意味で、本研究の成果は現時点での理論分析の一つの大きな到達点を示していると考えられる。

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 3 件)

太田博史「排出量規制と最適生産量の動学分析」『国民経済雑誌』211 巻 2 号、1 頁 - 15 頁、2015 年 2 月

Katayama, Seiichi, Ngo Van Long and Hiroshi Ohta, “Carbon Taxes and Comparison of Trading Regimes in Fossil Fuels,” in E. Moser, W. Semmler, G. Tragler and V.M. Veliov (ed.), *Dynamic Optimization in Environmental Economics*, Springer-Verlag, pp. 287-314, 2014

太田博史「国際合併事業におけるナッシュ交渉と最適課税政策」『国民経済雑誌』207 巻 3 号、1 頁 - 14 頁、2013 年 3 月

〔学会発表〕(計 4 件)

Ohta, Hiroshi and Katayama, Seiichi, “Pollution and Production Control when Emission Standard Depends on Cumulative Emission,” International Atlantic Economics Conference, Altis Grand Hotel, Lisbon, Portugal, March 16-19, 2016

Ohta, Hiroshi and Seiichi Katayama, “A Dynamic Analysis of Pollution Control and Optimal Production under Endogeneous Emission Standard,” The 15th Eurasian Business and Economics Society Conference, ISCTE-IUL Instituto Universitario de Lisbon, Lisbon, Portugal, January 8-10, 2015

Ohta, Hiroshi and Seiichi Katayama, “Carbon Taxes and Comparison of Trading Regimes in Fossil Fuels,” The 11th Eurasian Business and Economics Society Conference, Institute of Economics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia, September 12-14, 2013

Ohta, Hiroshi and Seiichi Katayama, “Carbon Taxes in a Trading World,” The 10th Biennial Pacific Rim Conference, Western Economic Association International, 慶応義塾大学 (東京都), March 14-17, 2013

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織
(1) 研究代表者

太田 博史 (OHTA HIROSHI)
神戸大学・大学院国際協力研究科・教授
研究者番号：50118006

(2)研究分担者

片山 誠一 (KATAYAMA SEIICHI)
愛知学院大学・経済学部・客員教授
研究者番号：70047489

(3)連携研究者

()

研究者番号：