

開放経済における越境汚染と民営化

熊本大学 大野正久

要旨

近年、日本のみならず諸外国において、企業の効率的な財の生産活動を促進するために、公企業の民営化が推進されている。他方で、我が国では福島第1原発が事故後に国営化された事例もあるように、民営化あるいは国営化の産業政策は、国内企業の財の生産活動を効率化する目的だけでなく、環境政策の一環としても行使されているといえる。越境汚染等、グローバルな環境問題が今日重大な問題となっており、世界の環境も考慮した上で、グローバルな観点から各国における民営化あるいは国営化の効率性について検討することも必要になっている。さらに、このような問題を検討する上で、貿易財の消費が各国で盛んである現状より、国際貿易を考慮することも各国の産業政策についてより一般的な議論を行うためには必要である。そこで、本稿では越境汚染が存在し、各国において貿易財の消費が可能な状況下で、各国の政府による汚染排出企業の民営化政策について理論的な分析を行っている。

結果として、まず、汚染排出からの環境ダメージへの影響が小さい（大きい）場合には、民営化は自国の財の生産量を減少（増加）させることを示している。また、他国の民営化政策が自国の財の生産量に与える影響については、汚染排出からの環境ダメージへの影響が小さい（大きい）場合には、他国の民営化は自国の財の生産量を増加（減少）させることを示している。そして、各国の政府による民営化についての政策決定については、越境汚染がない状況では、各国の政府は国営化することに決定する均衡が実現するが、越境汚染が存在する状況では、各国の政府は民営化することに決定する均衡が実現することを示している。

キーワード：越境汚染, 民営化, 開放経済

JEL classifications: H23, Q53, Q58

Transboundary Pollution and Privatization in Open Economies

Kumamoto University Tadahisa Ohno

Abstract

Focusing on the international trade under transboundary pollution, this paper presents analyses of decision making with regard to the privatization of a polluting firm in each country. Results show that each government decides to nationalize a polluting firm if the transboundary pollution does not occur. However, it is apparent that each government decides to privatize a polluting firm if the transboundary pollution occurs.

Keywords: Transboundary Pollution, Privatization, Open Economies

JEL classifications: H23, Q53, Q58

開放経済における越境汚染と民営化

熊本大学 大野正久

1. はじめに

近年、日本のみならず諸外国において、企業の効率的な財の生産活動を促進するために、公企業の民営化が推進されている。他方で、我が国では福島第1原発が事故後に国営化された事例もあるように、民営化あるいは国営化の産業政策は、国内企業の財の生産活動を効率化する目的だけでなく、環境政策の一環としても行使されているといえる。越境汚染等、グローバルな環境問題が今日重大な問題となっており、世界の環境も考慮した上で、グローバルな観点から各国における民営化あるいは国営化の効率性について検討することも必要になっている。さらに、このような問題を検討する上で、貿易財の消費が各国で盛んである現状より、国際貿易も考慮することも各国の産業政策についてより一般的な議論を行うためには必要である。そこで、本稿では越境汚染が存在し、各国において貿易財の消費が可能な状況下で、各国の政府による汚染排出企業の民営化政策に関して理論的な分析を行っている。

汚染排出企業の民営化に関する先行研究としては、Beladi and Chao (2006)やWang and Wang (2009)などが挙げられる。Beladi and Chao (2006)では、独占企業である公企業が財の生産に伴い汚染物質を排出し、政府がその汚染物質排出量に対して環境税を課す状況を想定して、公企業の民営化が汚染物質排出による環境被害にどのような影響を及ぼすかを分析している。結果として、公企業の民営化により財の過小供給が生じ、これに対して政府は、財の供給量を増加させるために環境税率を低下させることで、汚染排出による環境被害が増大することを示している。また、Wang and Wang (2009)では、公企業と民間企業が存在する混合複占市場を想定し、公企業および民間企業の財の生産に伴い排出される汚染物質排出量に対して、政府が環境税を課す状況の下で、公企業の民営化が汚染物質排出による環境被害にどのような影響を及ぼすかについて分析している。結果として、公企業の民営化により、財の生産量が減少し、汚染物質排出量が減少することで、環境への被害を軽減できるが社会厚生は低下することを示している。

以上の先行研究においては、1国モデルで民営化が環境に及ぼす影響について分析されており、複数の国を想定して、企業の財の生産に伴い排出される汚染物質が他国にも波及する状況は想定されていない。財の生産工程において排出される二酸化炭素、硫黄酸化物等の大気汚染物質を対象とすると、汚染物質が他国にも波及するケースを想定することが一般的である。

越境汚染が存在する状況下での環境政策の理論的な研究については、環境政策の分権的決定についての研究が多くなされている。環境政策の分権的決定に関して越境汚染が存在する状況で分析されている先行研究に、Markusen (1975)やWellisch (1994)等がある。Markusen (1975)では分権下で決定される環境税率等の環境政策が過小な水準(汚染物質排出量が過大な水準)に至ることを示している。それに対して、Wellisch (1994)では、環境政策の分権的決定について、地域間の人口移動を考慮した分析を行い、社会的に効率的な資源配分になることを示している。

このような先行研究では各国の環境政策の決定について理論的に考察されているが、Beladi and Chao (2006)などにおいて議論されている公企業の民営化については議論されていない。

以上の先行研究の背景をふまえて、大野 (2013) では、2国モデルにおいて、越境汚染が存在する状況を想定した下で、各国の政府による民営化の政策決定について理論的な分析を行っている。具体的には、越境汚染の程度に注目して、各国における民営化の政策決定について分析を行っている。しかしながら、大野 (2013) では

財市場について閉鎖経済を想定した分析を行っており、開放経済を想定した分析は行われていない。国際貿易が盛んな今日では、財市場について開放経済を想定した分析を行うことが、より一般的であると思われる。

そこで、本稿では、大野（2013）を参考にして、越境汚染が存在し、開放経済を想定した下で、各国の政府による汚染排出企業の民営化政策について理論的な分析を行っている。

結果として、まず、汚染排出からの環境ダメージへの影響が小さい（大きい）場合には、民営化は自国の財の生産量を減少（増加）させることを示している。また、他国の民営化政策が自国の財の生産量に与える影響については、汚染排出からの環境ダメージへの影響が小さい（大きい）場合には、他国の民営化は自国の財の生産量を増加（減少）させることを示している。そして、各国の政府による民営化についての政策決定については、越境汚染がない状況では、各国の政府は国営化することに決定する均衡が実現するが、越境汚染が存在する状況では、各国の政府は民営化することに決定する均衡が実現することを示している。

2. モデル

国1と国2の2国から構成される状況を想定する。各国は同質的な国であるとする。各国には政府が存在し、各国内には同質的な住民と1社の企業が存在する。ここで、2国の人口は同一であり、1に基準化されているとする。企業は私的財を生産し、企業が生産した財は国内のみならず、他国の住民も消費できる状況を想定する。ここで、企業の財の生産に伴い汚染物質が排出されるとする。この汚染物質は自国のみに限らず、他国にも波及するとする。各国の政府は、このような汚染物質を排出する企業を民営化するか否かについての政策決定を行う。

いま、統合経済下における財の逆需要関数を $P = a - Q$ と表す。ここで、世界全体の財の需要量を $Q (\equiv q_1 + q_2)$ と表し、各国の財の需要量を $q_i (i = 1, 2)$ と表す。すると、財を Q 消費したときの市場全体の消費者余剰は $CS = \frac{1}{2} Q^2$ となる。

いま、対称的な国を想定しているので、各国の消費者余剰は $CS_i = \frac{1}{4} Q^2$ となる。

国 i における企業の費用関数を $C = cq_i$ と表す。国 i の企業の利潤を $\pi_i = Pq_i - cq_i$ と表し、逆需要関数を代入すると、企業の利潤は $\pi_i = Aq_i - q_i^2 - q_i q_j$ となる。ここで、利潤(3)式において、 $A \equiv a - c$ と定義する。

また、企業が財を1単位生産することに伴い、汚染物質が1単位排出されるとし、汚染物質による環境ダメージ関数を $D_i = \alpha(q_i + \lambda q_j)$ と表す。

ここで、環境ダメージ関数において、 α は汚染排出から環境に与えるダメージの程度を表し ($0 \leq \alpha \leq 1$)、 λ は他国から自国に波及する越境汚染の程度を表している ($0 \leq \lambda \leq 1$)。したがって、この環境ダメージ関数は、自国の汚染物質排出と他国から自国に波及する汚染物質による自国の環境ダメージを表している。

国 i の厚生は、国 i における消費者余剰と企業の利潤の合計から汚染物質による環境ダメージを差し引いたもので定義されるとする。すなわち、国 i の厚生を W_i と表すと、 $W_i = CS_i + \pi_i - D_i$ となる。

ここで、国 i の消費者余剰と国 i の企業の利潤、そして環境ダメージ関数を用いると、国 i の厚生は次式のようになる。

$$W_i = \frac{1}{4} (q_i + q_j)^2 + Aq_i - q_i^2 - q_i q_j - \alpha(q_i + \lambda q_j) \quad (1)$$

国 i の公企業の企業価値を V_i と表すと、 $V_i = k_i \pi_i + (1 - k_i) W_i$ となる。

ここで、 k_i は国 i における民営化の程度を表す ($0 \leq k_i \leq 1$)。企業価値に国 i の企業の利潤と国 i の厚生を代入すると、公企業の企業価値は次のようになる。

$$V_i = Aq_i - q_i^2 - q_iq_j + \frac{1}{4}(1 - k_i)(q_i + q_j)^2 - (1 - k_i)\alpha(q_i + \lambda q_j) \quad (2)$$

ここで、 $A > \alpha$ と仮定する。

タイムラインは次のようになる。まず、各国の政府が民営化の水準を独立的に決定する。その後、各国における企業が財の生産量を決定する。次節より、この問題をバックワードで解いていく。

3. 企業の問題

各国の企業は、企業価値 V_i を最大化するように財の生産量を決定する。(2)式より財の生産量の一階条件を求め整理すると、次の条件が得られる。

$$(1 - k_i) \frac{dCS_i}{dq_i} + \frac{dTR_i}{dq_i} = c + (1 - k_i) \frac{dD_i}{dq_i} \quad (3)$$

ここで、 TR_i は国 i の企業の収入を表し、 $(TR_i \equiv (a - q_i - q_j)q_i)$ と定義する。(3)式の左辺第一項目は、財の生産量を限界的に増加させたときの消費者余剰の増加分を表している。左辺第二項目は、財の生産量を限界的に増加させたときの企業の収入増加分を表している。したがって、(3)式の左辺は、財の生産の限界便益を表している。一方、(3)式の右辺第一項目は、財の生産の限界費用を表しており、第二項目は、財の生産量が限界的に増加することによる環境ダメージの増加分を表している。したがって、(3)式の右辺は財の生産の限界コストを表している。

条件(3)式より、国 i における財の生産量は次のように求められる。

$$q_i^r = \frac{2A - 2\alpha + Ak_j - Ak_i - 2\alpha k_j + 4\alpha k_i}{4 + k_j + k_i} \quad (4)$$

(4)式は、各国の政府による民営化の水準に対する企業の最適反応関数を表している。

(4)式について自国の政府による民営化の水準に関する比較静学分析を行うと、次のようになる。

$$\frac{dq_i^r}{dk_i} = \frac{-6(A - 3\alpha) - 2k_j(A - 3\alpha)}{(4 + k_j + k_i)^2} \quad (5)$$

(5)式より、 $A > 3\alpha$ を仮定すると、 $\frac{dq_i^r}{dk_i} < 0$ が成立し、 $\alpha < A < 3\alpha$ を仮定すると、 $\frac{dq_i^r}{dk_i} > 0$ が成立することが

わかる。さらに、 $A = 3\alpha$ を仮定すると、 $\frac{dq_i^r}{dk_i} = 0$ が成立する。したがって、次の命題が得られる。

命題1 汚染排出からの環境ダメージへの影響が小さい(大きい)場合には、自国の民営化により、自国の財の生産量は減少(増加)する。

命題1の解釈については、次のようになる。各国において公企業が民営化されると、企業は消費者余剰を考慮せずに財の生産量を決定するため、財の限界便益を過小評価することになる。他方で、公企業の民営化により、企業は自国の環境ダメージを考慮せずに財の生産量を決定するため、財の限界コストも過小評価することになる。このように、政府が公企業を民営化すると、企業は財の限界便益のみならず財の限界コストも過小評価することになる。ここで、汚染排出からの環境ダメージへの影響が小さい場合には、財の限界便益の過小評価の程度が、財の限界コストの過小評価の程度よりも相対的に大きいため、民営化は財の生産量を減少させることになる。他方、汚染排出からの環境ダメージへの影響が大きい場合には、財の限界便益の過小評価の程度が、財の限界コストの過小評価の程度よりも相対的に小さくなるために、民営化は財の生産量を増加させることになる。

次に、他国の民営化が自国の財の生産量にどのような影響を与えるかについて考察する。(4)式より、他国の民営化の水準について比較静学分析を行うと、次のようになる。

$$\frac{dq_i^r}{dk_j} = \frac{2(A-3\alpha)+2k_i(A-3\alpha)}{(4+k_j+k_i)^2} \quad (6)$$

(6)式より、 $A > 3\alpha$ を仮定すると、 $\frac{dq_i^r}{dk_j} > 0$ が成立し、 $\alpha < A < 3\alpha$ を仮定すると、 $\frac{dq_i^r}{dk_j} < 0$ が成立することが

わかる。さらに、 $A = 3\alpha$ を仮定すると、 $\frac{dq_i^r}{dk_j} = 0$ が成立する。したがって、次の命題が得られる。

命題2 汚染排出からの環境ダメージへの影響が小さい(大きい)場合には、他国の民営化により、自国の財の生産量は増加(減少)する。

命題2の解釈は次のようになる。汚染排出からの環境ダメージへの影響が小さい場合には、他国において民営化が促進されると、命題1より、他国の財の生産量が減少する。したがって、他国の財の生産量の減少により、自国における企業の財の販売収入に関する限界便益が増大する。このようなことから、他国の民営化により、自国の財の生産量は増加すると考えられる。他方、汚染排出からの環境ダメージへの影響が大きい場合には、他国において民営化が促進されると、命題1より、他国の財の生産量が増加する。したがって、他国における財の生産量の増加により、自国における企業の財の販売収入に関する限界便益が減少する。このようなことから、他国の民営化により、自国の財の生産量が減少すると考えられる。

5. 民営化についての政策決定

ここでは、各国の政府による民営化についての最適な政策決定について分析する。各国の政府は、企業の最適反応関数を読み込んだ上で、自国の厚生を最大化するように民営化の水準を独立的に決定する。ここでは、国*i*の政府は、民営化するべきか($k_i = 1$)、国営化するべきか($k_i = 0$)のどちらかを選択できる状況を考える。各国の政府が民営化の水準を決定したときに実現する国*i*の厚生水準を W_i^{lm} ($i = 1, 2$)と表す。ここで、 $l(=1 \text{ or } 0)$ は国1の政府による民営化の水準の決定を表し、 $m(=1 \text{ or } 0)$ は国2の政府による民営化の水準の決定を表す。各国の政府が民営化に決定したときの各国の厚生水準は等しくなり、次のようになる。

$$W_1^{11} = W_2^{11} = \frac{2A^2}{9} - \frac{\alpha(1+\lambda)A}{3} \quad (7)$$

各国の政府が国営化に決定したときの各国の厚生水準は等しくなり、次のようになる。

$$W_1^{00} = W_2^{00} = \frac{A^2 - A\alpha}{2} - \frac{(A-\alpha)^2}{4} - \alpha \frac{A - \alpha + A\lambda - \alpha\lambda}{2} \quad (8)$$

国1が国営化に決定し、国2が民営化に決定したときの国1の厚生水準は、国1が民営化に決定し、国2が国営化に決定したときの国2の厚生水準に等しくなり、次のようになる。

$$W_1^{01} = W_2^{10} = \frac{1}{4} \left(\frac{4A-2\alpha}{5} \right)^2 + \frac{3A^2-4\alpha A}{5} - \left(\frac{3A-4\alpha}{5} \right)^2 - \frac{(3A-4\alpha)(A+2\alpha)}{25} - \alpha \frac{3A-4\alpha+\lambda A+2\alpha\lambda}{5} \quad (9)$$

国1が民営化に決定し、国2が国営化に決定したときの国1の厚生水準は、国1が国営化に決定し、国2が民営化に決定したときの国2の厚生水準に等しくなり、次のようになる。

$$W_1^{10} = W_2^{01} = \frac{1}{4} \left(\frac{4A-2\alpha}{5} \right)^2 + \frac{A^2+2\alpha A}{5} - \left(\frac{A+2\alpha}{5} \right)^2 - \frac{(A+2\alpha)(3A-4\alpha)}{25} - \alpha \frac{A+2\alpha+3\lambda A-4\alpha\lambda}{5} \quad (10)$$

いま, $A=1, \alpha = \frac{1}{2}$ とすると, $k_j = 0 (j \neq i)$ のときには, $W_i^{10} - W_i^{00} = \frac{1}{40}\lambda - \frac{1}{80}$ となり, $k_j = 1 (j \neq i)$ のときは, $W_i^{11} - W_i^{01} = \frac{1}{30}\lambda - \frac{13}{900}$ となることからわかる. ここで, $\lambda=1$ を仮定すると, $W_i^{10} - W_i^{00} = \frac{1}{80} > 0$ となり, $W_i^{11} - W_i^{01} = \frac{17}{900} > 0$ となる. したがって, 次のような民営化の政策決定に関する均衡が実現する.

If $\lambda = 1$

	$k_2 = 1$	$k_2 = 0$
$k_1 = 1$	W_1^{11}, W_2^{11}	W_1^{10}, W_2^{10}
$k_1 = 0$	W_1^{01}, W_2^{01}	W_1^{00}, W_2^{00}

他方, $\lambda=0$ を仮定すると, $W_i^{10} - W_i^{00} = -\frac{1}{80} < 0$ となり, $W_i^{11} - W_i^{01} = -\frac{13}{900} < 0$ となる.

したがって, 次のような民営化の政策決定に関する均衡が実現する.

If $\lambda = 0$

	$k_2 = 1$	$k_2 = 0$
$k_1 = 1$	W_1^{11}, W_2^{11}	W_1^{10}, W_2^{10}
$k_1 = 0$	W_1^{01}, W_2^{01}	W_1^{00}, W_2^{00}

以上より, 越境汚染が完全にスピルオーバーする場合($\lambda=1$)には, 各国は, 民営化することに決定し, 越境汚染が存在しない場合($\lambda=0$)には, 各国は, 国営化することに決定する均衡が実現する. このような分析結果より, 次の命題が得られる.

命題3 越境汚染が完全にスピルオーバーする場合には, 各国の政府が汚染排出企業を民営化することに決定する均衡が実現するが, 越境汚染が存在しない場合には, 各国の政府が汚染排出企業を国営化することに決定する均衡が実現する.

命題3の解釈は次のようになる. 越境汚染が完全スピルオーバーする($\lambda=1$)状況では, 相手の国の財の生産量が増加すると, 相手国における汚染排出量は増加し, 越境汚染により, 自国にも多大な環境ダメージが生じる.

一方, 財市場においては, 両国の財生産に関して, 戦略的代替の関係が成立している. いま, $A=1, \alpha = \frac{1}{2}$ を仮定しているので, 汚染排出からの環境ダメージへの影響が大きい($\alpha < A < 3\alpha$)ケースであるため, 命題1より, 自国の汚染排出企業を民営化すると, 自国の財の生産量は増加する. したがって, 財市場における戦略的代替の関係より, 自国の政府は汚染排出企業を民営化することにより, 自国の財の生産量を増加させ, 財市場を通じて他国の財の生産量を減少させることができる. すなわち, 自国の民営化により, 他国の汚染排出量を減少させることができ, 越境汚染による環境被害を減少させることができる. 以上より, 越境汚染が完全スピルオーバーする状況下では, 各国は民営化するという政策に決定することが均衡になると考えられる.

他方、越境汚染が存在しない($\lambda=0$)状況では、相手の国の財の生産量が増加すると、相手国における汚染排出量は増加するが、自国には越境汚染による環境ダメージは生じない。いま、 $A=1$, $\alpha = \frac{1}{2}$ を仮定しているので、汚染排出からの環境ダメージへの影響が大きい($\alpha < A < 3\alpha$)ケースであるため、命題1より、自国の汚染排出企業を民営化すると、自国の財の生産量は増加する。したがって、財市場における戦略的代替の関係より、自国の政府は汚染排出企業を民営化することにより、財市場を通じて他国の財の生産量を減少させることができるが、越境汚染が存在しないため、自国の環境ダメージは他国の財の生産量の増減に依存しない。したがって、各国の政府には、自国の環境ダメージを低下させ厚生を高めるために、財の生産量を減少させようと国営化するという政策に決定するインセンティブが生じる。このようなことから、越境汚染が存在しない状況下では、各国は国営化するという政策に決定することが均衡になると考えられる。

参考文献

- [1] Beladi, H. and C. Chao (2006), "Does Privatization Improve the Environment?," *Economics Letters*, 93, pp.343-347.
- [2] Markusen, J.R. (1975), "Cooperative Control of International Pollution and Common Property Resources," *Quarterly Journal of Economics*, 89, pp.618-632.
- [3] Wang, L. and J. Wang (2009), "Environmental Taxes in a Differentiated Mixed Duopoly," *Economic Systems*, 33, pp.389-396.
- [4] Wellisch, D. (1994), "Interregional Spillovers in the presence of Perfect and Imperfect Household Mobility," *Journal of Public Economics*, 55, pp.167-184.
- [5] 大野正久 (2013), 「越境汚染と産業政策の有効性」, 九州経済学会年報, 第51集, pp.19-25.