

⇒ 論 説 ⇐

外部不経済のある生産技術を企業に自己選択させる
補助金・課税政策

濱 田 弘 潤*

概要

本研究は、外部不経済を生み出す生産技術を企業が自ら選択できる状況を考察し、規制当局が自国の社会厚生を最大にする最適な規制を、どう設定するかについて分析する。規制当局が技術選択を企業に直接強制できない場合、企業に技術を自己選択させるために、適切なインセンティブを与える必要がある。本研究では、技術を直接規制する代わりに、規制当局が補助金政策または課税政策を通じて企業に技術を自己選択させる状況を考察し、社会厚生を最大にする技術がどのように選択されるのかについて、分析結果を提示する。ベンチマークとして、外国企業が存在しない状況での最適な補助金・課税政策を示した後、外国企業が存在する状況を分析し、企業に技術を自己選択させる補助金・課税政策の下での技術選択の結果を示す。外部不経済の程度に依存して、企業に選択させる技術が直接規制のケースとは異なることが示される。主な結論は以下の通りである。第一に、外部不経済が小さい時には、直接規制とは異なり補助金・課税政策の下で、本国・外国企業共に外部不経済の高い技術を選択させる状況が現われる。第二に、補助金政策よりも課税政策の方が、外部不経済の高い技術の選択に寛容となる。第三に、外部不経済が大きい時、補助金・課税政策共に、両企業に対して外部不経済の低い技術を選択させるが、その閾値となる外部不経済の水準は、直接規制と比べて大きくなる。

Keywords: 外部不経済, 自己選択, 環境規制, 補助金・課税政策, クールノー均衡

JEL classifications: D43, D62, H23, L13, L51

* 住所：〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町 8050 新潟大学経済科学部
Tel. and Fax: 025-262-6538
Email: khamada@econ.niigata-u.ac.jp
ORCID iD: 0000-0002-4684-5477

1 はじめに

企業が生産活動を行うにあたって、生産費用は低い外部不経済の大きい生産技術と、生産費用は高い外部不経済の小さい生産技術との選択を、迫られている状況を考えてみよう。利潤最大化を目的とする企業は、外部不経済を一切考慮せずに技術を選択するので、生産費用は低い外部不経済の大きい技術を必ず選択するはずである。外部不経済を考慮した社会厚生最大化を目的とする規制当局は、企業の生産技術の選択を直接強制できるとは限らない。もし規制当局が企業の技術を直接規制できないのであれば、規制当局の望む技術を企業に自己選択させるために、企業に対して何らかのインセンティブを与える必要がある。

本論文は、外部不経済を生み出す生産技術を企業が自ら選択できる状況を考察し、規制当局が自国の社会厚生を最大にする最適な規制を、どのように設定するのかについて分析する。規制当局は通常、企業の持つ私的情報に関して情報の非対称性に直面し、企業の生産技術を直接観察できない可能性がある。また、たとえ生産技術を直接観察できたとしても、企業がどの生産技術を選択するかを規制当局が直接強制することは難しい。従って最適規制を考える際には、企業が生産技術を自己選択するように、適切なインセンティブを与える必要がある。とりわけ、環境汚染のような外部不経済が発生する生産技術の選択を考える場合、外部不経済の少ない技術を企業に選ばせるために、補助金・課税政策といった再分配政策を通じて企業利潤に影響を与え、適切な技術選択を促すインセンティブを提供しなければならない。

完備情報下で1国のみを考える場合、企業への補助金や課税は自国内の社会厚生への分配のみに影響し、社会厚生への大きさ自体には全く影響を与えない。従って、1国閉鎖経済を考える場合には、技術を直接規制できず企業に自己選択させるとしても、社会厚生を最大化する最善の技術選択は常に実現可能である。しかしながら、外国企業が存在する状況では、補助金・課税政策による企業へのインセンティブ付与は、外国企業への補助金であれば社会厚生への減少、課税であれば社会厚生への増加を伴う。このため、技術を直接規制できる状況と比べると、技術を企業に自己選択させる補助金・課税政策の下では、社会厚生を最大にする技術選択の結果が異なる。本研究では、最初にベンチマークとして、外国企業が存在しない1国内の状況での最適な補助金・課税政策を示し、その後で外国企業が存在する状況を分析する。補助金・課税政策を通じて自国企業と外国企業に技術を自己選択させる時に、外部不経済の程度に応じてどの生産技術が選択されるのかについて、分析結果を提示する。

本論文の執筆にあたり直接関係する参考文献として、Costinot (2008) を挙げておく。Costinot (2008) は2国モデルの枠組みで、外部不経済を生み出す生産技術に関する品質規制の問題を取り上げた。具体的には、2国間で生産物基準に関する貿易協定を、内国民待遇 (national treatment) とするか、相互承認 (mutual recognition) とするか、貿易協定に関する比較制度分析を行った。2国間で合意形成に現実的制約が存在する時、内国民待遇と相互承認のどちらが望ましいかは、外部不経済の大きさに依存して異なる。とりわけ、品質規制のみならず互換性規制についても分析を行い、完備契約よりも不完備で硬直的な契約について分析の主眼が置かれている。ところが、彼の

論文のモデル設定上の前提として、私企業の生産技術について完全情報を持つ政府もしくは規制当局が、企業の用いる技術を直接指定し強制できる状況を前提とした議論が行われている。

より現実的な想定としては、企業の選択する生産技術の情報に関して、規制当局と企業の間には情報の非対称性が存在する場合が多い。¹ 仮に情報の非対称性が存在しなくとも、統制経済ではなく経済活動の自由が保証される私企業に対して、規制当局が企業の技術選択に直接介入することは難しい。こうした状況を踏まえると、Costinot (2008) や彼が挙げている多くの先行研究が想定している技術の直接規制の仮定を緩め、企業が技術を自己選択する状況を考察する必要がある。² 言い換えれば、規制当局が企業に技術を自己選択させるインセンティブを与える最適規制を分析する必要がある。本研究では、規制当局が補助金または課税により企業に適切なインセンティブを与え、自国の社会厚生上、望ましい生産技術を選択させる状況を考察する。補助金・課税政策の下で外部不経済の大きさに応じて、望ましい生産技術の選択と社会厚生の大きさはどうなるのかについて、分析結果を提示する。

本論文が提示する主な結論は以下の通りである。第一に、外部不経済が小さい時には、直接規制とは異なり補助金・課税政策の下で、自国企業と外国企業共に外部不経済の高い技術を自己選択させる状況が現われる。第二に、補助金政策よりも課税政策の方が、外部不経済の高い技術の選択に寛容となる。第三に、外部不経済の程度が大きい時は、補助金・課税政策共に、自国・外国企業に対して外部不経済の低い技術を自己選択させるが、その閾値となる外部不経済の水準は、直接規制の時と比べて大きくなる。

本論文の構成は以下の通りである。第2節は基本モデルを説明する。第3節は、外国企業が存在する状況を分析するためのベンチマークとして、外国企業が存在しない1国閉鎖経済を考察し、最善を実現する最適な補助金・課税政策について示す。第4節は、外国企業が存在する状況での最適な補助金・課税政策について分析を行い、主な結論を提示する。第5節では、まとめと今後の課題について述べる。

2 モデル

本論文で提示するモデルは基本的に、Costinot (2008) と同じ設定に従う。ただし、2国の市場については扱わず、1国自国市場のみ扱う。また、品質基準 (quality standards) についてのみ分析を行う。³

はじめに、経済環境について描写する。第3節で分析するベンチマークでは外国企業が存在せず自国企業のみが存在する。第4節で分析する状況では、自国市場に自国企業と外国企業が1社ずつ

¹ とはいえ残念ながら本稿では、情報の非対称性については扱っていない。

² 外部不経済を持つ生産技術の直接規制に関する先行研究の紹介は、Costinot (2008) の第1節を参照せよ。その後の先行研究も多数あるが、文献紹介が本稿の目的ではないので省略する。

³ Costinot (2008) では互換性基準 (compatibility standards) についても分析を行っている。しかし互換性に関する生産技術の選択問題は、外部不経済とは逆に外部経済が発生する生産技術の議論であり、外部経済が発生することから、企業の私的利益追求と社会厚生最大化とが、必ずしも二律背反とはならない。また現実のビジネス慣行上も、政府による規制よりも企業間の交渉に委ねられることが多い。議論が複雑となるため、紙幅の関係上本稿では扱わない。

存在するものとする。本国 (domestic) 企業と外国 (foreign) 企業をそれぞれ、企業 d と企業 f で表す。分析の簡単化のため、両企業は同質的 (identical) であるとし、両企業は同質財を生産する。財を生産するために、2つの異なる生産技術が存在している。一つは環境汚染度の高い (high-polluting) 生産技術で、もう一つは環境汚染度の低い (low-polluting) 生産技術で、それぞれ生産技術 H と L と呼ぶ。技術 H は財の私的生産費用は低く、一定の限界費用を $c_H = 0$ に基準化する。外部不経済が大きく、生産量 1 単位当り汚染物質を $\theta \geq 0$ だけ発生する。一方、技術 L は財の私的生産費用が高く、一定の限界費用が $c_L = c (> c_H = 0)$ だけかかる。技術 L は生産量 1 単位当り汚染物質を全く発生させない ($\theta = 0$)。すなわち、技術 L は環境に優しい技術 (eco-friendly technology) である。企業が選択できる2つの生産技術は、本国企業・外国企業を問わず同じであるとする。企業は、1つの技術で財を製造すると仮定する。⁴

次に消費者について描写する。消費者は測度 1 で連続的に存在し、各消費者はいずれかの生産技術で作った財を、せいぜい 1 単位買うかそれとも全く買わないかを決める。財から得られる個人の効用 (utility) を u とし、財の 1 単位当りの価格を p とする。財生産に伴う外部不経済 (公害) は、本国の国民全体に影響する。製品 1 単位あたりの外部不経済を φ で表すと、各消費者の効用は以下の通りとなる。

$$U = \begin{cases} u - p - \varphi & \text{価格 } p \text{ で財を買う場合} \\ -\varphi & \text{財を買わない場合} \end{cases} \quad (2.1)$$

(2.1) より、消費者にとっての財の需要は、企業がどの技術で生産されたかに依存しない。すなわち、各消費者は集計された汚染に対してほとんど影響を与えないので、環境汚染度が高いか低いかにいう財の生産技術に対して無差別である。

さらに単純化して、個人の効用 u が閉区間 $[0, 1]$ 上に一様分布すると仮定する。測度 1、閉区間 $[0, 1]$ 上の一様分布で、価格 p を課す時の総需要は $D = 1 - p$ であり、本国企業 d と外国企業 f の生産量合計は $S = q_d + q_f$ なので、市場均衡の下で $D = S \Leftrightarrow 1 - p = q_d + q_f$ となる。従って、企業は次の共通価格 p を消費者に課す。

$$p = 1 - (q_d + q_f) \quad (2.2)$$

企業 d と企業 f がそれぞれ、 q_d と q_f の財を生産する時、外部不経済の水準は次式を満たすとする。

$$\varphi = \theta_d q_d + \theta_f q_f \quad (2.3)$$

ここで、 $\theta_i \in \{0, \theta\}$ は企業 $i = d, f$ の外部不経済の程度 (汚染度) を表す。

⁴ この仮定を置く代わりに、ある生産技術の導入には一定の固定費用が掛かると仮定すれば、均衡において企業は生産技術の一つだけ用いて財を製造することが示される。なぜなら、複数の技術を用いると企業利潤が必ず低下するからである。この仮定の下で企業は決して、異なる2つの技術を用いて財を生産しない。

両企業 d と f はクールノー競争を行い、自国市場に財を供給する。限界費用の仮定として $c < 1/2$ を置く。⁵

次に、クールノー複占均衡を導出する。企業 i の利潤は $\pi_i = (p - c_i)q_i$ で表される。利潤最大化の1階条件は以下の通り。

$$p - c_i - q_i = 0 \Leftrightarrow q_i = \frac{1 - c_i - q_j}{2} \tag{2.4}$$

両企業の反応関数(2.4)を連立して、クールノー均衡生産量 $(q_i, q_j) = (\frac{1-2c_i+c_j}{3}, \frac{1-2c_j+c_i}{3})$ を得る。財の購入から得られる消費者余剰は $\int_p^1 (u - p)du = Q^2/2$ であり、外部不経済を含めた消費者余剰を CS とおくと、 $CS \equiv (Q^2/2) - \int_0^1 \varphi du = (Q^2/2) - \varphi$ である。自国の社会厚生を W とおくと、社会厚生は消費者余剰と自国企業の利潤の合計 ($W \equiv CS + \pi_d$) である。補助金・課税政策を実施する時は、社会厚生から補助金を引き税金を加える。政府(規制当局)は、この自国社会厚生を最大化を目的とする。複占市場で、自国企業と外国企業がそれぞれ技術 H か技術 L を選択するので、全部で4通りのケースが存在する。自国企業 d が技術 k を、外国企業 f が技術 l を選択するケースを (k, l) ; $k, l = \{H, L\}$ で表す。例えば (H, L) は、自国企業が技術 H を、外国企業が技術 L を選択する状況である。均衡諸変数は表1にまとめられる。

表 1: 自国企業と外国企業の複占均衡

	(H, H)	(H, L)	(L, H)	(L, L)
(c_d, c_f)	$(0, 0)$	$(0, c)$	$(c, 0)$	(c, c)
(q_d, q_f)	$(\frac{1}{3}, \frac{1}{3})$	$(\frac{1+c}{3}, \frac{1-2c}{3})$	$(\frac{1-2c}{3}, \frac{1+c}{3})$	$(\frac{1-c}{3}, \frac{1-c}{3})$
Q	$\frac{2}{3}$	$\frac{2-c}{3}$	$\frac{2-c}{3}$	$\frac{2(1-c)}{3}$
p	$\frac{1}{3}$	$\frac{1+c}{3}$	$\frac{1+c}{3}$	$\frac{1+2c}{3}$
(π_d, π_f)	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{9})$	$(\frac{(1+c)^2}{9}, \frac{(1-2c)^2}{9})$	$(\frac{(1-2c)^2}{9}, \frac{(1+c)^2}{9})$	$(\frac{(1-c)^2}{9}, \frac{(1-c)^2}{9})$
φ	$\frac{2}{3}\theta$	$\frac{1+c}{3}\theta$	$\frac{1+c}{3}\theta$	0
CS	$\frac{2(1-3\theta)}{9}$	$\frac{(2-c)^2 - 6(1+c)\theta}{18}$	$\frac{(2-c)^2 - 6(1+c)\theta}{18}$	$\frac{2(1-c)^2}{9}$
W	$\frac{1-2\theta}{3}$	$\frac{2+c^2-2(1+c)\theta}{6}$	$\frac{2-4c+3c^2-2(1+c)\theta}{6}$	$\frac{(1-c)^2}{3}$

3 ベンチマーク：外国企業が存在しないケース

3.1 自国企業による独占

はじめに、外国企業が存在しないベンチマークとして、自国企業による独占のケースを考える。外国の経済主体が存在しない状況で、政府が補助金・課税政策によって自国の独占企業に技術を

⁵ Costinot (2008) では、 $c < 1/4$ を仮定している。その理由として、この仮定の下では、(i) 両企業は常に両市場に供給する。(ii) ある企業が技術 H で生産し、別の企業が L で生産する複占は決して最適でない。を挙げている。しかしながら、この仮定は最適な規制の分析を簡単にするための仮定であり、分析上の制約としては若干強い。均衡で両企業が正の生産をするのを保証するだけならば、仮定を緩めて $c < 1/2$ で良い。従って本稿では $c < 1/2$ を仮定する。

自己選択させる時、補助金や課税は社会厚生を経済主体間の分配には影響を与えるが、社会厚生の大きさ自体には影響を与えない。分配の公平性や政策実施の非効率性の問題が存在しない限り、企業に技術を自己選択させる補助金・課税政策は、直接規制と同じ最善の結果を常に実現できる。

独占企業が選択する2つの技術 H と L および消費者の効用については、基本モデルと同じ設定であるとする。独占企業の生産量を q^m とすると、企業は以下の共通価格 p に直面する。

$$p = 1 - q^m \quad (3.1)$$

外部不経済の水準は次式の通り。

$$\varphi = \theta q^m \quad (3.2)$$

企業は独占利潤 $\pi^m = (p - c_i)q^m$ を最大にする生産量 q^m を選択する。利潤最大化の1階条件 $p - c_i - q^m = 0$ より、独占生産量 $q^m = (1 - c_i)/2$ を得る。独占均衡の諸変数を表2に示す。

表2: 自国企業による独占均衡

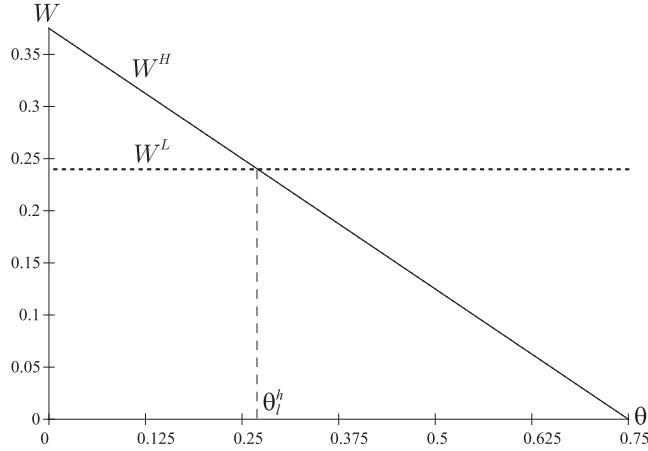
	H	L
c_i	0	c
q^m	$\frac{1}{2}$	$\frac{1-c}{2}$
p	$\frac{1}{2}$	$\frac{1+c}{2}$
π^m	$\frac{1}{4}$	$\frac{(1-c)^2}{4}$
φ	$\frac{\theta}{2}$	0
CS	$\frac{1-4\theta}{8}$	$\frac{(1-c)^2}{8}$
W	$\frac{3-4\theta}{8}$	$\frac{3(1-c)^2}{8}$

異なる生産技術の社会厚生を比較すると、次式が成立する。

$$W^H \geq W^L \Leftrightarrow \theta \leq \theta_l^h \equiv \frac{3c(2-c)}{4} \quad (3.3)$$

外部不経済の水準 θ が小さければ（大きければ）、汚染度の高い（低い）技術 H (L) の方が高い社会厚生をもたらす。図1に、 θ と社会厚生の大小関係を図示する。一方、独占利潤は $\pi^{mH} > \pi^{mL}$ が常に成立する。企業は常に技術 H を選び、技術 L を選ぶインセンティブはない。

もし外部不経済が小さければ $\theta < \theta_l^h \Leftrightarrow W^H > W^L$ が成立するので、汚染度の高い技術 H の方が社会厚生が大きく、政府は何もする必要がない。言い換えれば、企業と政府の間に技術採用に関して利害が一致している。反対に外部不経済が大きければ $\theta > \theta_l^h \Leftrightarrow W^H < W^L$ が成立するので、汚染度の低い技術 L を採用する方が社会厚生が大きい。技術採用に関して企業と政府の間に利害不一致が生じる。政府は独占企業に技術 L を選ばせるために、利潤減少分を補填するか、技術 H の


 図 1: 自国企業による独占の社会厚生 ($c = 0.2$)

選択時にペナルティを与える，すなわち課税する必要がある。⁶

第一に，補助金政策による独占企業への適切な技術選択を考える．政府は独占企業が技術 L を選ぶ時，補助金 s^m を与えるとする．以下の不等式が成立する時，独占企業は自主的に技術 L を採用する．

$$\pi^{mH} \leq \pi^{mL} + s^m \quad (3.6)$$

(3.6) の左辺は技術 H 選択時の企業利潤，右辺は技術 L 選択時の企業利潤に補助金 s^m を加えたものである．(3.6) を等式で満たす最小補助金を $\hat{s}^m \equiv \pi^{mH} - \pi^{mL} = c(2-c)/4$ と定義する．⁷ 自国内で補助金 s^m の大きさは社会厚生への分配のみに影響し，社会厚生自体には影響しない．すな

⁶ 本論文では，政府と企業間に情報の非対称性は存在しないが，政府は直接規制を実施せず企業に技術を自己選択させる状況を分析している．本論文とは異なる分析枠組みとして，情報の非対称性が存在する一方で，政府による直接的な数量規制が可能なケースを考えることもできる．この場合には，企業の生産量を直接指定し強制できるので，政府は次のメニュー契約 (menu contract) を提示する．技術 H と技術 L を選ぶ企業にそれぞれ，生産量と移転所得の組 (q^H, T^H) と (q^L, T^L) を選ばせるメニュー契約である．企業の誘因整合性 (自己選択) 条件は，企業が技術 L を選ぶ時， (q^L, T^L) が (q^H, T^H) より望ましい以下の条件となる．

$$\pi^{mL}(q^L, T^L; c) = (1 - q^L - c)q^L + T^L \geq \pi^{mH}(q^H, T^H; c) = (1 - q^H - c)q^H + T^H \quad (3.4)$$

企業が技術 H を選ぶ時， (q^H, T^H) が (q^L, T^L) より望ましい以下の条件となる．

$$\pi^{mH}(q^H, T^H; 0) = (1 - q^H)q^H + T^H \geq \pi^{mL}(q^L, T^L; 0) = (1 - q^L)q^L + T^L \quad (3.5)$$

である．このようなメニュー契約が実現可能ならば，政府は独占企業の実産量を直接規制できるので，情報レントの支払いは発生するが，外部不経済のみならず独占による過小供給の問題を同時に解決できる．本論文では，上記のような生産量を直接強制できる最適規制については考えず，生産量の選択自体は企業の自由な意思決定に委ねられる状況を考えている．

⁷ 最小補助金 \hat{s}^m をもらう時 (3.6) は等式で成立し，独占企業はどちらの技術を選ぶのも無差別であるが，分析の便宜上，利潤が等しい時は技術 L を選ぶものとする．最小補助金 \hat{s}^m から微小に正の値 ($\epsilon > 0$) だけ補助金を増やすことで，技術 L の確実な選択を独占企業に促せる．

わち、技術 L 採用時の社会厚生は常に、 $W^L = CS + (\pi^{mL} + s^m) - s^m = 3(1-c)^2/8$ である。⁸ 上記の補助金政策では、補助金は社会厚生の分配にしか影響を与えないため、社会厚生を最大にする望ましい技術が独占企業によって常に選択される。

第二に、課税政策での適切な技術選択を考える。技術 H を選んだ独占企業から、政府が t^m の税金を徴収するとする。以下の不等式が成立する時、独占企業は自主的に技術 L を採用する。

$$\pi^{mH} - t^m \leq \pi^{mL} \quad (3.7)$$

(3.7) の左辺は技術 H 選択時の企業利潤から税金を引いたもので、右辺は技術 L 選択時の企業利潤である。(3.7) を等式で満たす最小税金は $\hat{t}^m \equiv \pi^{mH} - \pi^{mL} = c(2-c)/4$ で、当然ながら最小補助金 \hat{s}^m と同じ額である。補助金と同様、税金 t^m の大きさは社会厚生の大きさ自体には影響しない。⁹ 補助金政策と課税政策の違いは、企業が技術 L を選べば政府の補助金支払いは必ず発生するが、税金 t^m の徴収は実現しない点にある。社会厚生は $W^L = CS + \pi^{mL} = 3(1-c)^2/8$ であり、上記の課税政策の下で、社会的に望ましい技術が常に自己選択される。

3.2 自国企業による複占

続いて、外国企業は存在しないが自国企業が2社存在する複占のケースを考える。外国の経済主体が存在しない状況では、社会厚生の一部が外国に流出することも、外国から社会厚生の一部が流入することがない。従って、自国企業が複占競争する場合でも補助金政策や課税政策を通じて、自国企業2社に望ましい技術を自己選択させることが可能である。

同質財を生産する自国複占企業 $i = 1, 2$ は、次の共通価格 p を消費者に課す。

$$p = 1 - (q_1 + q_2) \quad (3.8)$$

外部不経済の水準は以下の通りである。

$$\varphi = \theta_1 q_1 + \theta_2 q_2 \quad (3.9)$$

各企業 i は、複占市場で企業利潤 $\pi_i = (p - c_i)q_i$ を最大にする生産量 q_i を選択する。3.1節でみた独占とは異なり、複占市場では各企業がそれぞれ技術 H か L を選択するので、全部で4つのケースが存在する。企業1が技術 k を、企業2が技術 l を選択するケースを (k, l) ; $k, l = \{H, L\}$ で表すと、

⁸ ただし、補助金政策の実施に伴う非効率性があれば、社会厚生の大きさに影響を与える。例えば、規制の経済学で有名なテキストの Laffont and Tirole (1993) では、補助金支払いに関する非効率性のパラメータ $\alpha > 0$ が導入されている。もし、補助金1単位を集めるのに $(1 + \alpha)$ 単位の行政費用が掛かるとすると、補助金を支払わない方が望ましくなり、社会厚生は $W^L = CS + (\pi^{mL} + s^m) - (1 + \alpha)s^m = (3(1-c)^2/8) - \alpha s^m$ に変化する。本論文では、政策実施の非効率性については考えない。

⁹ 脚注8と同様に、課税に伴う行政費用等の非効率性があれば社会厚生は変わるが、本論文はそうした非効率性を考えない。さらに課税政策の場合、企業が技術 L を選ぶ限り均衡で課税は実現せず、非効率性が存在しても差し当たり問題は無い。

自国企業による複占均衡の諸変数は表3にまとめられる。社会厚生は消費者余剰と2企業の利潤の合計、 $W = CS + \pi_1 + \pi_2$ である。

表 3: 自国企業による複占均衡

	(H, H)	(H, L)	(L, H)	(L, L)
(c_1, c_2)	(0, 0)	(0, c)	(c, 0)	(c, c)
(q_1, q_2)	$(\frac{1}{3}, \frac{1}{3})$	$(\frac{1+c}{3}, \frac{1-2c}{3})$	$(\frac{1-2c}{3}, \frac{1+c}{3})$	$(\frac{1-c}{3}, \frac{1-c}{3})$
Q	$\frac{2}{3}$	$\frac{2-c}{3}$	$\frac{2-c}{3}$	$\frac{2(1-c)}{3}$
P	$\frac{1}{3}$	$\frac{1+c}{3}$	$\frac{1+c}{3}$	$\frac{1+2c}{3}$
(π_1, π_2)	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{9})$	$(\frac{(1+c)^2}{9}, \frac{(1-2c)^2}{9})$	$(\frac{(1-2c)^2}{9}, \frac{(1+c)^2}{9})$	$(\frac{(1-c)^2}{9}, \frac{(1-c)^2}{9})$
φ	$\frac{2}{3}\theta$	$\frac{1+c}{3}\theta$	$\frac{1+c}{3}\theta$	0
CS	$\frac{2(1-3\theta)}{9}$	$\frac{(2-c)^2-6(1+c)\theta}{18}$	$\frac{(2-c)^2-6(1+c)\theta}{18}$	$\frac{2(1-c)^2}{9}$
W	$\frac{2(2-3\theta)}{9}$	$\frac{8-8c+11c^2-6(1+c)\theta}{18}$	$\frac{8-8c+11c^2-6(1+c)\theta}{18}$	$\frac{4(1-c)^2}{9}$

4 ケースの社会厚生の大関係は、外部不経済の水準 θ に依存して次式の通りとなる。

$$W^{HH} \geq W^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \theta_{ll}^{hh} \equiv \frac{2c(2-c)}{3} \quad (3.10)$$

$$W^{HH} \geq W^{HL} = W^{LH} \Leftrightarrow \theta \leq \theta_{hl}^{hh} \equiv \frac{c(8-11c)}{6(1-c)} \quad (3.11)$$

$$W^{HL} = W^{LH} \geq W^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \theta_{ll}^{hl} \equiv \frac{c(8+3c)}{6(1+c)} \quad (3.12)$$

(3.10) から (3.12) より、 θ が小さければ（大きければ）汚染度の高い技術 H (L) の社会厚生が大きい。また、社会厚生の大関係を決定する θ の3つの閾値 θ_{ll}^{hh} , θ_{hl}^{hh} , θ_{ll}^{hl} の大小関係は、汚染度の低い技術 L の私的限界費用 c の大きさに依存している。 $c < 1/2$ の仮定の下で、3つの閾値の大小関係について次式が成立する。¹⁰

$$\text{If } c \left\{ \begin{array}{l} \in (0, \frac{1}{4}) \\ = \frac{1}{4} \\ \in (\frac{1}{4}, \frac{1}{2}) \end{array} \right\}, \quad \theta_{ll}^{hl} \left\{ \begin{array}{l} < \\ = \\ > \end{array} \right\} \theta_{ll}^{hh} \left\{ \begin{array}{l} < \\ = \\ > \end{array} \right\} \theta_{hl}^{hh}. \quad (3.13)$$

(3.13) より、技術 L の私的限界費用 c が小さい時 ($c \in (0, 1/4)$)、 θ の大きさに依存して社会厚生の大関係は次式を満たす。

$$\text{If } \theta \left\{ \begin{array}{l} \in [0, \theta_{ll}^{hl}) \\ \in [\theta_{ll}^{hl}, \theta_{ll}^{hh}) \\ \in [\theta_{ll}^{hh}, \theta_{hl}^{hh}) \\ \geq \theta_{hl}^{hh} \end{array} \right\}, \quad \begin{array}{l} W^{HH} > W^{HL} > W^{LL} \\ W^{HH} > W^{LL} \geq W^{HL} \\ W^{LL} \geq W^{HH} > W^{HL} \\ W^{LL} > W^{HL} \geq W^{HH} \end{array}. \quad (3.14)$$

¹⁰ $c = 1/4$ の時、 $\theta_{ll}^{hl} = \theta_{ll}^{hh} = \theta_{hl}^{hh} = 7/24$ である。

$c = 1/4$ の時は脚注10より、社会厚生的大小関係は次式を満たす。

$$\text{If } \theta \begin{cases} \in [0, \frac{7}{24}) \\ \geq \frac{7}{24} \end{cases}, \quad \begin{matrix} W^{HH} > W^{HL} > W^{LL} \\ W^{LL} \geq W^{HL} \geq W^{HH} \end{matrix} \quad (3.15)$$

c が大きい時 ($c \in (1/4, 1/2)$), 社会厚生的大小関係は次式を満たす。

$$\text{If } \theta \begin{cases} \in [0, \theta_{hl}^{hh}) \\ \in [\theta_{hl}^{hh}, \theta_{ll}^{hh}) \\ \in [\theta_{ll}^{hh}, \theta_{ll}^{hl}) \\ \geq \theta_{ll}^{hl} \end{cases}, \quad \begin{matrix} W^{HH} > W^{HL} > W^{LL} \\ W^{HL} \geq W^{HH} > W^{LL} \\ W^{HL} > W^{LL} \geq W^{HH} \\ W^{LL} \geq W^{HL} > W^{HH} \end{matrix} \quad (3.16)$$

図2に、 θ と社会厚生的大小関係を図示する。

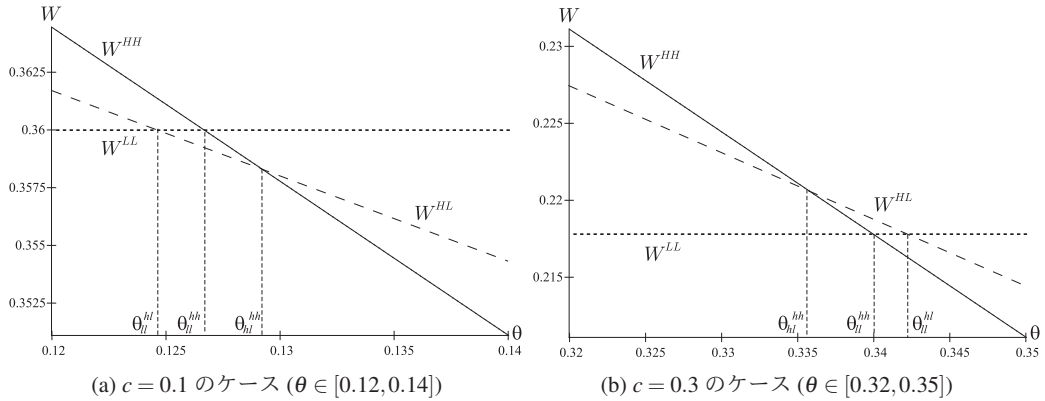


図2: 自国企業による複占の社会厚生

企業1の利潤の大小関係は θ に依存せず、常に以下の通りである。企業2も同様である。

$$\pi_1^{HL} = \frac{(1+c)^2}{9} > \pi_1^{HH} = \frac{1}{9} > \pi_1^{LL} = \frac{(1-c)^2}{9} > \pi_1^{LH} = \frac{(1-2c)^2}{9} \quad (3.17)$$

外部不経済を一切考慮しない企業にとって、自社が汚染度の高い技術を選び、他社が汚染度の低い技術を選ぶ時、低い私的限界費用により競争優位に立つため、利潤が最も大きくなる。他社がどの技術を採用しても自社は技術Hを選ぶのが強支配戦略である ($\pi_1^{HL} > \pi_1^{LL}$, $\pi_1^{HH} > \pi_1^{LH}$)。

3.2.1 限界費用が相対的に低いケース ($c \in (0, 1/4]$)

はじめに $c \in (0, 1/4]$ のケースを考える。(3.14)より、 W^{HH} か W^{LL} のいずれかで社会厚生が最大となり、 W^{HL} が最大となることはない。もし外部不経済が小さければ $\theta < \theta_{ll}^{hh} \Leftrightarrow W^{HH} > W^{LL}$ が成立する。汚染度の高い技術Hの方が社会厚生が大きく、企業は自ら技術Hを選ぶので政府は何

もする必要がない。

反対に、外部不経済が大きく $\theta \leq \theta_{ii}^{hh} \Leftrightarrow W^{HH} \leq W^{LL}$ が成立する時、汚染度の低い技術 L を採用した方が社会厚生が大きい。政府は、企業に自ら技術 L を選ばせるために、技術 L の選択に補助金を与えるか、技術 H の選択に課税する必要がある。

第一に、補助金政策を考える。 $W^{HH} \leq W^{LL}$ かつ $\pi_i^{HH} > \pi_i^{LL}$ のため、技術採用について政府と企業間に利害不一致が存在する。ここで政府が両企業に補助金 s^{LL} を提示し、 $\pi_i^{HH} \leq \pi_i^{LL} + s^{LL}$ が成立したならば、両企業は共に技術 L を採用するようになると思われるかもしれない。この制約式を満たす最小補助金は $\hat{s}^{LL} \equiv \pi_i^{HH} - \pi_i^{LL} = c(2-c)/9$ である。しかしながら、補助金 s^{LL} が小さい時には、補助金を与えた後の企業利潤の大小関係は次式を満たす。

$$\pi_1^{HL} = \frac{(1+c)^2}{9} > \pi_1^{LL} = \frac{(1-c)^2}{9} + s^{LL} \geq \pi_1^{HH} = \frac{1}{9} > \pi_1^{LH} = \frac{(1-2c)^2}{9} \quad (3.18)$$

両企業が協調して (H, H) から (L, L) に移行する時は補助金により利潤が増加するが、他社が技術 L を選択した時に自社が技術 H を選んで逸脱する誘因が、依然として残っている。従って、 (L, L) から (H, L) への逸脱を防止するためには、逸脱時に得られる利潤以上を保証しなければならない。このため政府は両企業により多くの補助金 s^{HL} を与え、 $\pi_1^{HL} \leq \pi_1^{LL} + s^{HL}$ を満たす必要がある。この時、両企業は逸脱せず技術 L を採用する。上記の制約を満たす最小補助金は $\hat{s}^{HL} \equiv \pi_1^{HL} - \pi_1^{LL} = 4c/9 (> \hat{s}^{LL})$ である。補助金 s^{HL} を与えた後の企業利潤の大小関係は次式を満たす。

$$\pi_1^{HL} = \frac{(1-c)^2}{9} + s^{HL} \geq \pi_1^{LL} = \frac{(1+c)^2}{9} > \pi_1^{HH} = \frac{1}{9} > \pi_1^{LH} = \frac{(1-2c)^2}{9} \quad (3.19)$$

上記の補助金の下で、社会厚生 $W^{LL} = CS + 2(\pi_i^{LL} + s^{HL}) - 2s^{HL} = 4(1-c)^2/9$ が実現し、社会厚生を最大にする社会的に望ましい技術が選択される。外国企業の存在しないベンチマークでは、補助金 s^{HL} の大きさは社会厚生への分配のみに影響し、社会厚生自体には影響しない。

第二に、課税政策を考える。課税でも補助金と同様に、社会的に望ましい技術の自己選択が実現可能である。政府が技術 H を採用する企業に課税するとしよう。政府が税金 t^{LL} を徴収し $\pi_i^{HH} - t^{LL} \leq \pi_i^{LL}$ が成立すれば、両企業共に技術 L を採用するようになると思われるかもしれない。この制約を満たす最小税金は $\hat{t}^{LL} \equiv \pi_i^{HH} - \pi_i^{LL} = c(2-c)/9$ である。税金 t^{LL} が小さい時、課税後の企業利潤の大小関係は次式を満たす。

$$\pi_1^{HL} = \frac{(1+c)^2}{9} > \pi_1^{LL} = \frac{(1-c)^2}{9} \geq \pi_1^{HH} - t^{LL} = \frac{(1-c)^2}{9} > \pi_1^{LH} = \frac{(1-2c)^2}{9} \quad (3.20)$$

両企業が協調して (H, H) から (L, L) に移行すれば課税されないが、他社が技術 L を選んで逸脱しない時に、自社が技術 H を選んで逸脱する誘因が残る。従って、企業の一方向的な逸脱を防止するために、逸脱時に得られる利潤を減らす税金 t^{HL} を課し、 $\pi_1^{HL} - t^{HL} \leq \pi_1^{LL}$ を満たす必要がある。この時、両企業共に逸脱せず技術 L を採用する。この制約を満たす最小税金は $\hat{t}^{HL} \equiv \pi_1^{HL} - \pi_1^{LL} = 4c/9 (> \hat{t}^{LL})$ である。補助金政策と課税政策の違いは、補助金政策では実際に政府が企業に補助金を支払うのに

対して、課税政策では実際には企業への課税は行われぬ。上記の課税政策の下で、両企業共に社会的に望ましい技術 L を自主的に選択し、社会厚生 $W^L = CS + 2\pi_i^{LL} = 4(1-c)^2/9$ が実現する。課税政策の場合、税金支払いは実現せず、 t^{HL} の大きさは社会厚生の大きさには影響しない。¹¹

3.2.2 限界費用が相対的に高いケース ($c \in (1/4, 1/2)$)

次に $c \in (1/4, 1/2)$ のケースを考える。(3.16)より、 θ の大きさに依存して W^{HH} , $W^{HL}(=W^{LH})$, W^{LL} の全てに社会厚生が最大となる可能性がある。(3.17)より各企業の強支配戦略は技術 H の採用である。 $\theta < \theta_{ii}^{hh}$ ならば W^{HH} が最大となり、両企業共に技術 H を自主的に選び社会厚生が最大となるので、政府は何もする必要がない。

$\theta \in (\theta_{ii}^{hh}, \theta_{ii}^{hl})$ の時は W^{HL} が最大となり、ある企業には技術 H を、別の企業には技術 L を選ばせる非対称な選択が、社会厚生を最大にする。例えば企業 2 は、技術 H の選択が支配戦略なので何もする必要はないが、企業 1 には、技術 L を自己選択させるインセンティブを与える必要がある。何もしなければ (H, H) が実現するので、企業 1 への補助金 s^{LH} を $\pi_1^{HH} \leq \pi_1^{LH} + s^{LH}$ を満たすように与える。最小補助金は $\hat{s}^{LH} \equiv \pi_1^{HH} - \pi_1^{LH} = 4c(1-c)/9$ である。このケースでは、1 企業のみ逸脱しなければよいので 1 企業のみ補助金を与える。社会厚生は $W^{HL} = CS + \pi_2^{LH} + (\pi_1^{LH} + s^{LH}) - s^{LH} = (8 - 8c + 11c^2 - 6(1+c)\theta)/18$ である。¹² 自国内では、補助金 s^{LH} の大きさは分配のみに影響し、社会厚生の大きさ自体には影響しない。また、課税政策でも同じ選択を実現できる。企業 2 は、技術 H の選択が支配戦略なので、インセンティブを与える必要はない。企業 1 には、技術 H 選択のペナルティとして税を課す。 $\pi_1^{HH} - t^{LH} \leq \pi_1^{LH}$ を満たすように t^{LH} を設定する。最小税金は $\hat{t}^{LH} \equiv \pi_1^{HH} - \pi_1^{LH} = 4c(1-c)/9$ である。1 企業のみ課税する政策であるが、均衡では技術 L が選ばれ実際には課税は実現しない。さらに、 t^{LH} の値は社会厚生の大きさには影響しない。

$\theta \geq \theta_{ii}^{hl}$ の時は W^{LL} で社会厚生が最大となる。この時政府は、両企業に補助金を与える必要がある。3.2.1 節において説明したように、政府が両企業に $\pi_i^{HH} \leq \pi_i^{LL} + s^{LL}$ を満たす補助金 s^{LL} を与えたとしても、他社が技術 L を選択する時に自社が技術 H に逸脱するのを阻止できない。逸脱防止のためには、逸脱時に得られる利潤以上を保証しなければならない。従って、 $\pi_1^{HL} \leq \pi_1^{LL} + s^{HL}$ を満たすような補助金 s^{HL} を与える必要がある。最小補助金は $\hat{s}^{HL} \equiv \pi_1^{HL} - \pi_1^{LL} = 4c/9$ である。この補助金政策の下で両企業は技術 L を選択し、最大の社会厚生 $W^{LL} = CS + 2(\pi_i^{LL} + s^{HL}) - 2s^{HL} = 4(1-c)^2/9$ が実現する。補助金 s^{HL} の大きさは分配のみに影響し、社会厚生の大きさには影響しない。同じ結果を課税政策でも実現できる。3.2.1 節で述べたように、他社が技術 L を選んで逸脱しない時に自社が技術 H を選ぶ一方的逸脱を防止するために、逸脱時の利潤を減らす課税を行う必要がある。 $\pi_1^{HL} - t^{HL} \leq \pi_1^{LL}$ を満たすように税金 t^{HL} を課す。最小税金は $\hat{t}^{HL} \equiv \pi_1^{HL} - \pi_1^{LL} = 4c/9$ である。この課税政策の下で両企業が技術 L を選択し、実際の課税支払い t^{HL} は発生しない。社会厚

¹¹ 特殊なケースとして、 $c=1/4$ かつ $\theta=7/24$ の時は、常に $W^{LL} = W^{HL} = W^{LH}$ が成立する。生産技術の選択にかかわらず、社会厚生は常に一定なので、企業に生産技術を選択させるいかなる政策も必要ない。

¹² 記号表現の細かい注意点として、企業 2 の利潤は $\pi_2^{LH} = \pi_1^{HL}$ である。

生 $W^{LL} = CS + 2\pi_i^{LL} = 4(1-c)^2/9$ が実現する。

4 外国企業が存在するケース

第3節のベンチマークでは、自国市場に外国企業が存在せず自国企業のみ存在するケースを扱った。本節では、外国企業が存在するケースを考え、社会厚生を最大にする最適規制について分析結果を提示する。

4.1 直接規制

Costinot (2008) は、本研究の設定と類似の分析枠組みで、自国市場に自国企業と外国企業が存在する時に、政府が企業の生産技術の選択を直接コントロールできる状況を分析している。4.1節では、政府が企業の生産技術を直接指定し強制できるケースを考える。以下ではこのケースを「直接規制」と呼ぶことにする。直接規制の下では補助金政策・課税政策を用いずとも、政府は自国企業と外国企業に、社会厚生を最大化する生産技術を強制できる。

第2節で提示した基本モデルの通り、自国企業と外国企業の生産量をそれぞれ q_d と q_f とおくと、(2.2) の逆需要関数 $p = 1 - (q_d + q_f)$ に直面する企業が、利潤 $\pi_i = (p - c_i)q_i$ を最大化する生産量を選択する。生産によって (2.3) で示した外部不経済 $\varphi = \theta_d q_d + \theta_f q_f$ が発生する。自国企業と外国企業のクールノー複占均衡における諸変数は、表1の通りである。自国市場が同じ複占競争であっても、自国企業しか存在しないケースと外国企業が存在するケースでは、社会厚生が異なる。3.2節で分析した外国市場が存在しないケースで、社会厚生は $W = CS + \pi_1 + \pi_2$ であり両企業の利潤を含む。一方、外国企業が存在するケースの社会厚生は $W = CS + \pi_d$ であり、外国企業の利潤 π_f を含まない。

技術選択に関する4ケースの社会厚生の大小関係は、次式の通りである。

$$W^{HL} > W^{LH}, \quad W^{HL} > W^{HH}, \quad (4.1)$$

$$W^{LH} \geq W^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \theta_{LL}^{LH} \equiv \frac{c^2}{2(1+c)}, \quad (4.2)$$

$$W^{HH} \geq W^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \theta_{LL}^{HH} \equiv \frac{c(2-c)}{2}, \quad (4.3)$$

$$W^{HL} \geq W^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \theta_{LL}^{HL} \equiv \frac{c(4-c)}{2(1+c)}, \quad (4.4)$$

$$W^{HH} \geq W^{LH} \Leftrightarrow \theta \leq \theta_{LH}^{HH} \equiv \frac{c(4-3c)}{2(1-c)}. \quad (4.5)$$

(4.2) から (4.5) の社会厚生の大小関係は、外部不経済の水準 θ に依存する。 $c < 1/2$ の下で、4つ

の閾値の大小関係は常に次式を満たす.

$$\theta_{LL}^{LH} < \theta_{LL}^{HH} < \theta_{LL}^{HL} < \theta_{LH}^{HH} \tag{4.6}$$

(4.1) から (4.6) より, 外部不経済の水準 θ の大きさに依存した社会厚生的大小関係は, 次式を満たす.

$$\text{If } \theta \begin{cases} \in [0, \theta_{LL}^{LH}) \\ \in [\theta_{LL}^{LH}, \theta_{LL}^{HH}) \\ \in [\theta_{LL}^{HH}, \theta_{LL}^{HL}) \\ \in [\theta_{LL}^{HL}, \theta_{LH}^{HH}) \\ \geq \theta_{LH}^{HH} \end{cases}, \begin{cases} W^{HL} > W^{HH} > W^{LH} > W^{LL} \\ W^{HL} > W^{HH} > W^{LL} \geq W^{LH} \\ W^{HL} > W^{LL} \geq W^{HH} > W^{LH} \\ W^{LL} \geq W^{HL} > W^{HH} > W^{LH} \\ W^{LL} > W^{HL} > W^{LH} \geq W^{HH} \end{cases} . \tag{4.7}$$

W^{HL} または W^{LL} のいずれかで社会厚生が大きくなり, W^{HH} と W^{HL} が厚生最大化を実現することはない. (4.7) より, 外国企業には必ず汚染度の低い技術 L を指定すればよい. この理由は, 技術 L の選択は, 外部不経済を抑えると同時に, 外国企業の生産費用を高くし自国企業を競争上優位にするからである. 自国企業は, 外部不経済 θ が小さい (大きい) 時, 汚染度の高い (低い) 技術 H (L) を選ぶ方が社会厚生は大きくなる. θ が小さい時は, 外国企業のみ技術 L を選ばせ, 自国企業を競争上有利にする方が望ましい. 図3に, θ と社会厚生的大小関係を図示する. 要約すると, 政府が生産技術を直接規制できるのであれば, 図3に示されている通り, θ が小さければ (H, L) の選択が望ましく, θ が大きければ (L, L) の選択が望ましい.

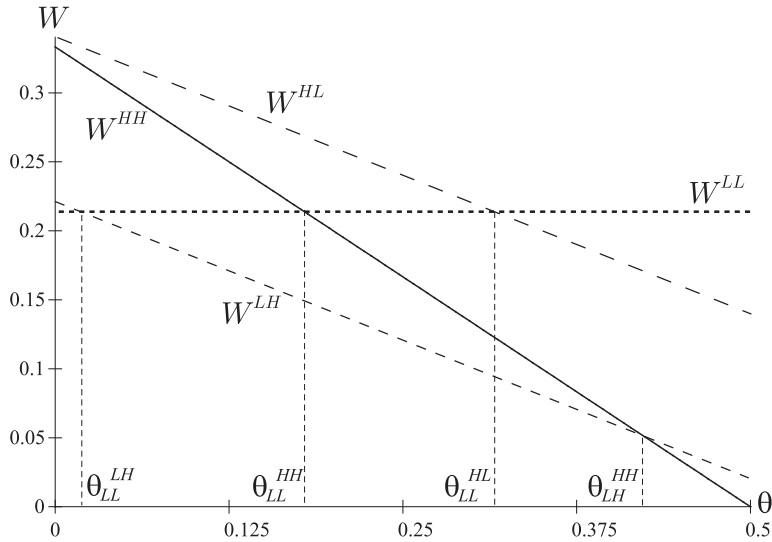


図 3: 直接規制の社会厚生 ($c = 0.2$)

次の4.2節と4.3節ではそれぞれ、自国企業と外国企業に対し補助金政策または課税政策を実施し、企業に生産技術を自己選択させる状況を考える。

4.2 補助金政策

補助金政策の下で、政府が企業に生産技術を自己選択させる状況を考える。自国市場に自国企業のみ存在し外国企業が存在しないケースでは、社会厚生は必ず自国内に留まるので（政策実施の非効率性がない限り）最大の社会厚生を必ず実現できる。このことは3節で示した。言い換えれば、外国企業が存在しないケースで補助金政策・課税政策は、最善（first-best）の結果を必ず実現できる。しかし外国企業が存在する状況において、外国企業に補助金を与えると自国の社会厚生の一部が外国に流出してしまう。反対に、外国企業への課税により自国の社会厚生が増加する。このため、外国企業を通じた社会厚生の増減の影響を考慮して、政府は適切な補助金政策・課税政策を実施する必要がある。第3節で議論したベンチマークの補助金政策を参考に、4.2節では、自国企業と外国企業が複占競争する状況での、最適な補助金政策について分析結果を提示する。

自国企業と外国企業の利潤の大小関係は、次式の通りである。

$$\pi_d^{HL} = \frac{(1+c)^2}{9} > \pi_d^{HH} = \frac{1}{9} > \pi_d^{LL} = \frac{(1-c)^2}{9} > \pi_d^{LH} = \frac{(1-2c)^2}{9} \quad (4.8)$$

$$\pi_f^{LH} = \frac{(1+c)^2}{9} > \pi_f^{HH} = \frac{1}{9} > \pi_f^{LL} = \frac{(1-c)^2}{9} > \pi_f^{HL} = \frac{(1-2c)^2}{9} \quad (4.9)$$

4.2.1 (H,H) の選択

(4.8)と(4.9)により、政府の政策がなければ両企業共に、他社の選択する生産技術にかかわらず、技術 H を選択するのが強支配戦略となる。従って、技術 (H,H) を実現するために政府は何もする必要がない。以下では、補助金政策後の社会厚生を \hat{W} で表すこととする。技術 (H,H) を自主的に選択させる時の社会厚生は $\hat{W}^{HH} = W^{HH}$ である。

4.2.2 (H,L) の選択

技術 (H,L) を実現したい場合、外国企業が技術 L を選ぶなら、自国企業は技術 H を選ぶのが支配戦略なので、自主的に技術 H を選択する。政府は自国企業に補助金を与える必要はない。しかし、外国企業が技術 L を選ぶと企業利潤が低下するので、外国企業に技術 L を自己選択させるためには、補助金により適切なインセンティブを与える必要がある。

外国企業に技術 L を選ばせる補助金政策を考える。(4.9)より、自国企業が技術 H を選ぶ時、外国企業が技術 H から技術 L に変更すると利潤が低下する。従って、外国企業に技術 L を選ばせるためには、 $\pi_f^{HH} \leq \pi_f^{HL} + s_f^{HL}$ を満たす補助金 s_f^{HL} が必要になる。しかしながら自国政府にとって、この補助金は社会厚生の国外流出となる。この制約式を満たす最小補助金は $\hat{s}_f^{HL} \equiv 4c(1-c)/9$ で

ある．外国企業に最小補助金 \hat{s}_f^{HL} を支払った後の自国の社会厚生は、 $\hat{W}^{HL} \equiv W^{HL} - \hat{s}_f^{HL} < W^{HL}$ となる．

4.2.3 (L,H) の選択

続いて、技術 (L,H) の自主的選択を考える．外国企業の支配戦略は技術 H の選択であり、外国企業に補助金を与える必要はない．一方、自国企業が技術 L を選ぶと利潤が低下するので、技術 L を自己選択させるためには、自国企業に適切なインセンティブを与える必要がある．(4.8) より、外国企業が技術 H を選ぶ時、自国企業が技術 H から技術 L に変更すると利潤が低下する．従って、自国企業に技術 L を選ばせるには、 $\pi_d^{HH} \leq \pi_d^{LH} + s_d^{LH}$ を満たす補助金 s_d^{LH} が必要になる．とはいえず自国政府にとって、自国企業への補助金は厚生への分配のみに影響し、社会厚生の大さには影響しない．この制約式を満たす最小補助金は $\hat{s}_d^{LH} \equiv 4c(1-c)/9$ である．自国企業に最小補助金 \hat{s}_d^{LH} を支払った後の自国の社会厚生は、 $\hat{W}^{LH} \equiv W^{LH}$ である．

4.2.4 (L,L) の選択

最後に、技術 (L,L) を実現したい場合に、両企業に技術 L を選ばせるための補助金政策を考える． $\pi_i^{HH} > \pi_i^{LL}$ より、技術選択に関して企業と政府の間に利害不一致が存在し、政府は両企業に補助金を与える必要がある．補助金 s_i^{LL} が $\pi_i^{HH} \leq \pi_i^{LL} + s_i^{LL}$ を満たせば、両企業は技術 L を採用すると思われるかもしれない．¹³ この制約式を満たす最小補助金は $\hat{s}_i^{LL} \equiv \pi_i^{HH} - \pi_i^{LL} = c(2-c)/9$ である．しかし補助金 s_i^{LL} が小さければ、補助金後の企業利潤の大小関係は次式を満たす．以下では自国企業の利潤のみ示すが、外国企業についても同様である．

$$\pi_d^{HL} = \frac{(1+c)^2}{9} > \pi_d^{LL} = \frac{(1-c)^2}{9} + s_d^{LL} \geq \pi_d^{HH} = \frac{1}{9} > \pi_d^{LH} = \frac{(1-2c)^2}{9} \quad (4.10)$$

両企業が協調して (H,H) から (L,L) に移行する時は、補助金で利潤が増加するが、他社が技術 L を選択している時に自社が技術 H に逸脱する誘因が発生する．従って3.2節での議論と同様に、逸脱防止のために逸脱時に得られる利潤以上を保証しなければならない．このため $\pi_d^{HL} \leq \pi_d^{LL} + s_d^{HL}$ を満たす補助金 s_d^{HL} を与える必要がある．補助金 s_d^{HL} を与えた後の自国企業の利潤の大小関係は、次式を満たす．

$$\pi_d^{HL} = \frac{(1+c)^2}{9} + s_d^{HL} \geq \pi_d^{LL} = \frac{(1-c)^2}{9} > \pi_d^{HH} = \frac{1}{9} > \pi_d^{LH} = \frac{(1-2c)^2}{9} \quad (4.11)$$

この補助金の下で両企業は逸脱せず、技術 L を採用する．最小補助金は $\hat{s}_f^{HL} \equiv \pi_d^{HL} - \pi_d^{LL} = \pi_f^{LH} - \pi_f^{LL} = 4c/9$ である．この時の社会厚生は $\hat{W}^{LL} = CS + (\pi_d^{LL} + \hat{s}_f^{HL}) - 2\hat{s}_f^{HL} = CS + \pi_d^{LL} - \hat{s}_f^{HL} < W^{LL}$ で

¹³ 両企業が対称的なので、結果的に補助金額は同じとなる．

ある．自国企業への補助金 \hat{s}^{HL} の大きさは分配にのみ影響し，社会厚生(social welfare)の大きさには影響しないが，外国企業への補助金は国富(national income)の国外流出となる．特に， $c > 1/3$ だと $\hat{W}^{LL} < 0$ となる．

4.2.5 生産技術と社会厚生

4.2.1節から4.2.4節の議論により，最小補助金 (\hat{s}_d, \hat{s}_f) の下で得られる自国の社会厚生について，表 4に要約する．比較のために直接規制のケース(direct regulation case)の社会厚生も示す．

表 4: 補助金政策(subsidy policy)の社会厚生

	(H, H)	(H, L)	(L, H)	(L, L)
(\hat{s}_d, \hat{s}_f)	$(0, 0)$	$(0, \frac{4c(1-c)}{9})$	$(\frac{4c(1-c)}{9}, 0)$	$(\frac{4c}{9}, \frac{4c}{9})$
W	$\frac{1-2\theta}{3}$	$\frac{2+c^2-2(1+c)\theta}{6}$	$\frac{2-4c+3c^2-2(1+c)\theta}{6}$	$\frac{(1-c)^2}{3}$
\hat{W}	$\frac{1-2\theta}{3}$	$\frac{6-8c+11c^2-6(1+c)\theta}{18}$	$\frac{2-4c+3c^2-2(1+c)\theta}{6}$	$\frac{(1-3c)(3-c)}{9}$

4.2.1節から4.2.4節で既に示したように， $\hat{W}^{HH} = W^{HH}$ かつ $\hat{W}^{LH} = W^{LH}$ が成立する一方， $\hat{W}^{HL} < W^{HL}$ かつ $\hat{W}^{LL} < W^{LL}$ が成立する．外国企業に補助金を与える必要のある場合には，直接規制の時と比べて，補助金政策(subsidy policy)の時の社会厚生が減少する．

4 ケース(four cases)の社会厚生 \hat{W}^{HH} , \hat{W}^{HL} , \hat{W}^{LH} , \hat{W}^{LL} の大小関係を比較すると， θ の水準に依存して次式が得られる．

$$\hat{W}^{HL} > \hat{W}^{LH}, \quad (4.12)$$

$$\hat{W}^{LH} \geq \hat{W}^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \hat{\theta}_{LL}^{LH} \equiv \frac{c(8+3c)}{6(1+c)}, \quad (4.13)$$

$$\hat{W}^{HH} \geq \hat{W}^{HL} \Leftrightarrow \theta \leq \hat{\theta}_{HL}^{HH} \equiv \frac{c(8-11c)}{6(1-c)}, \quad (4.14)$$

$$\hat{W}^{HH} \geq \hat{W}^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \hat{\theta}_{LL}^{HH} \equiv \frac{c(10-3c)}{6}, \quad (4.15)$$

$$\hat{W}^{HL} \geq \hat{W}^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \hat{\theta}_{LL}^{HL} \equiv \frac{c(12+5c)}{6(1+c)}, \quad (4.16)$$

$$\hat{W}^{HH} \geq \hat{W}^{LH} \Leftrightarrow \theta \leq \hat{\theta}_{LH}^{HH} \equiv \frac{c(4-3c)}{2(1-c)}. \quad (4.17)$$

$\hat{W}^{HL} > \hat{W}^{LH}$ の大小関係だけは θ に依存せず確定する．(4.13) から (4.17) の通り，社会厚生(social welfare)の大小関係は θ の大きさに依存する． $c < 1/2$ の下で，5 つの閾値(thresholds)の大小関係は次式を満たす．

$$\max\{\hat{\theta}_{LL}^{LH}, \hat{\theta}_{HL}^{HH}\} < \hat{\theta}_{LL}^{HH} < \hat{\theta}_{LL}^{HL} < \hat{\theta}_{LH}^{HH} \quad (4.18)$$

$$c \leq \frac{1}{4} \Leftrightarrow \hat{\theta}_{LL}^{LH} \leq \hat{\theta}_{HL}^{HH} \quad (4.19)$$

(4.12) から (4.19) より，外部不経済(external economy)の水準 θ の大きさに依存した社会厚生(social welfare)の大小関係は，次式を

満たす. $c < 1/4$ の時, 次の不等式が成立する.

$$\text{If } \theta \left\{ \begin{array}{l} \in [0, \hat{\theta}_{LL}^{LH}) \\ \in [\hat{\theta}_{LL}^{LH}, \hat{\theta}_{HL}^{HH}) \\ \in [\hat{\theta}_{HL}^{HH}, \hat{\theta}_{LL}^{HH}) \\ \in [\hat{\theta}_{LL}^{HH}, \hat{\theta}_{LL}^{HL}) \\ \in [\hat{\theta}_{LL}^{HL}, \hat{\theta}_{LH}^{HH}) \\ \geq \hat{\theta}_{LH}^{HH} \end{array} \right\}, \quad \begin{array}{l} \hat{W}^{HH} > \hat{W}^{HL} > \hat{W}^{LH} > \hat{W}^{LL} \\ \hat{W}^{HH} > \hat{W}^{HL} > \hat{W}^{LL} \geq \hat{W}^{LH} \\ \hat{W}^{HL} \geq \hat{W}^{HH} > \hat{W}^{LL} > \hat{W}^{LH} \\ \hat{W}^{HL} > \hat{W}^{LL} \geq \hat{W}^{HH} > \hat{W}^{LH} \\ \hat{W}^{LL} \geq \hat{W}^{HL} > \hat{W}^{HH} > \hat{W}^{LH} \\ \hat{W}^{LL} > \hat{W}^{HL} > \hat{W}^{LH} \geq \hat{W}^{HH} \end{array} \quad (4.20)$$

$c = 1/4$ の時, $\hat{\theta}_{LL}^{LH} = \hat{\theta}_{HL}^{HH}$ が成立するので, (4.20) の最初の 2 つの条件式が統合される. 従って, $\theta \in [0, \hat{\theta}_{LL}^{LH})$ ならば $\hat{W}^{HH} > \hat{W}^{HL} > \hat{W}^{LH} > \hat{W}^{LL}$, $\theta \in [\hat{\theta}_{LL}^{LH}, \hat{\theta}_{LL}^{HH})$ ならば $\hat{W}^{HL} \geq \hat{W}^{HH} > \hat{W}^{LL} \geq \hat{W}^{LH}$ が成立する. $c \in [1/4, 1/2)$ の時は $\hat{\theta}_{HL}^{HH} < \hat{\theta}_{LL}^{LH}$ が成立し, (4.20) の最初の 3 つの条件式が以下のように変わる. $\theta \in [0, \hat{\theta}_{HL}^{HH})$ ならば $\hat{W}^{HH} > \hat{W}^{HL} > \hat{W}^{LH} > \hat{W}^{LL}$, $\theta \in [\hat{\theta}_{HL}^{HH}, \hat{\theta}_{LL}^{LH})$ ならば $\hat{W}^{HL} \geq \hat{W}^{HH} > \hat{W}^{LH} > \hat{W}^{LL}$, $\theta \in [\hat{\theta}_{LL}^{LH}, \hat{\theta}_{LH}^{HH})$ ならば $\hat{W}^{HL} > \hat{W}^{HH} > \hat{W}^{LL} \geq \hat{W}^{LH}$ が成立する.

以上いずれのケースにおいても, 外部不経済の水準 θ が小さい時は \hat{W}^{HH} が社会厚生が最大となり, θ が中間的な領域では \hat{W}^{HL} が最大で, θ が大きい状況では \hat{W}^{LL} が最大となる. 外部不経済が大きくなるにつれて, 汚染度の低い技術を外国企業が, そして両企業が採用するのが社会厚生観点から望ましくなる. なお, \hat{W}^{LH} が社会厚生上最大となることはなく, (L, H) は決して選択されない. 図 4 に, θ と社会厚生の大小関係を図示する.

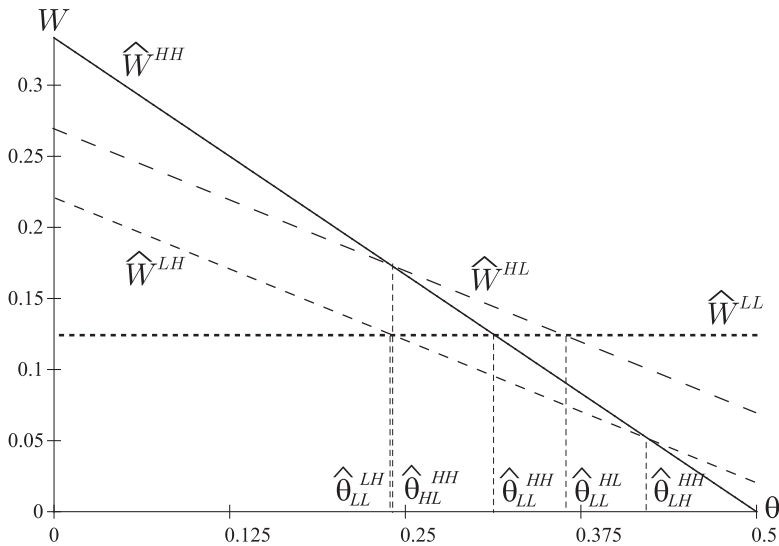


図 4: 補助金政策の社会厚生 ($c = 0.2$)

4.3 課税政策

4.2節では、政府が補助金政策によって企業に生産技術を自己選択させるケースを考察した。ところで外国企業の存在しないベンチマーク・ケースを扱った第3節では、補助金政策も課税政策も直接規制と同じ最善の結果を実現することを示した。対照的に、外国企業が存在するケースでは、補助金政策と課税政策は直接規制と異なる結果となり、さらに補助金政策と課税政策の結果も異なる。

4.3節では、政府が課税政策を用いて企業に生産技術を自主的に選択させるケースを考察する。課税政策では外国企業から徴収する税金が自国の社会厚生を増加させるので、外国企業に汚染度の高い技術を選ばせ、税金をあえて徴収する方が社会厚生が高くなる状況が出てくる。結果として、補助金政策と課税政策では、同じ外部不経済の水準 θ でも、自国政府にとって望ましい生産技術の選択が異なる場合が生じる。

4.3.1 (H,H) の選択

第一に、技術 (H,H) の自主的选择については、4.2.1節で述べたのと同様である。各企業にとって技術 H を選択するのが強支配戦略であり、政府の政策がなくとも技術 (H,H) は実現する。この時に実現する社会厚生は W^{HH} である。

4.3.2 (H,L) の選択

第二に、技術 (H,L) の自主的选择について述べる。4.2.2節で述べたように、技術 (H,L) を実現したい場合、外国企業が技術 L を選ぶ時、自国企業は技術 H を選ぶのが支配戦略なので、自主的に技術 H は選択され、政府は自国企業にインセンティブを与える必要はない。しかし、外国企業が技術 L を選ぶと利潤が低下するので、外国企業が技術 L を自己選択するには、技術 H を選んだ時に課税し逸脱を防ぐ必要がある。

外国企業に技術 L を選ばせる課税政策を考える。(4.9)より、自国企業が技術 H を選ぶ時、外国企業が技術 H から技術 L に変更すると利潤が減少する。従って、外国企業に技術 L を選ばせるには、 $\pi_f^{HH} - t_f^{HL} \leq \pi_f^{HL}$ を満たすように税金 t_f^{HL} を課す必要がある。自国政府にとって、この課税分は社会厚生の外から自国への流入となるが、実際にはこの課税政策は均衡外の結果 (off-path) であり、均衡上 (on-path) では実現しない。この制約式を満たす最小税金は $\tilde{t}_f^{HL} \equiv 4c(1-c)/9$ である。¹⁴ この課税政策の下で、外国企業に最小税金 \tilde{t}_f^{HL} を課す時、 (H,H) を実現する時の社会厚生が税金分だけ増加する。従って、外国企業にあえて技術 L を選ばせ、 (H,H) を実現する時の社会

¹⁴ 最小税金 \tilde{t}_f^{HL} は、自国政府が外国企業に技術 L を選ばせることのできる課税上限を意味する。もしこれ以上に t_f^{HL} を増やすと、自国政府は外国企業にあえて技術 H を選ばせ、 (H,H) を実現した方が税収が入る分、社会厚生が大きくなる。しかし、 $\pi_f^{HH} - t_f^{HL} < \pi_f^{HL}$ が成立し外国企業は必ず技術 L を選ぶので、 (H,H) は実現できない。

厚生が増加する。課税分増加する社会厚生を \tilde{W} で表すこととする。課税分増加する社会厚生は $\tilde{W}_{HL}^{HH} \equiv W^{HH} + \tilde{t}_f^{HL} > W^{HH}$ となる。

4.3.3 (L,H) の選択

第三に、技術 (L,H) の自主的選択を考える。4.2.3節で述べたように、外国企業の支配戦略は技術 H を選ぶことであり、外国企業に課税し選択を変えさせる必要はない。一方、自国企業が技術 L を選ぶと利潤が低下するので、技術 L を自己選択させるために自国企業に適切なインセンティブを与える必要がある。(4.8) より、外国企業が技術 H を選ぶ時、自国企業が技術 H から技術 L に変更すると利潤が減少する。従って、自国企業に技術 L を選ばせるには、 $\pi_d^{HH} - t_d^{HL} \leq \pi_d^{LH}$ を満たす課税 t_d^{LH} が必要になる。とはいえ自国政府にとって、自国企業への課税は厚生への分配のみに影響し、社会厚生の大きさには影響しない。この制約式を満たす最小税金は $\tilde{t}_d^{LH} \equiv 4c(1-c)/9$ である。自国企業に最小税金 \tilde{t}_d^{LH} を課した後の自国の社会厚生は、 $\tilde{W}^{LH} = W^{LH}$ である。

4.3.4 (L,L) の選択

第四に、技術 (L,L) の自主的選択を考える。両企業に技術 L を選ばせるための課税政策として、政府は企業が逸脱した場合、 t_f^{HL} を徴収する。4.2.4節で述べたように、両企業による一方的逸脱を防止するには、逸脱時に得られる利潤に課税しなければならない。従って、自国企業には $\pi_d^{HL} - t_d^{HL} \leq \pi_d^{LL}$ を満たす税金 t_d^{HL} を課す必要がある。税金 t_d^{HL} 課税後の自国企業の利潤の大小関係は、次式を満たす。

$$\pi_d^{LL} = \frac{(1-c)^2}{9} \geq \pi_d^{HL} = \frac{(1+c)^2}{9} - t_d^{HL} \geq \pi_d^{HH} = \frac{1}{9} > \pi_d^{LH} = \frac{(1-2c)^2}{9} \quad (4.21)$$

この時、両企業は逸脱せず技術 L を採用する。最小税金は $\tilde{t}_f^{HL} \equiv \pi_d^{HL} - \pi_d^{LL} = \pi_f^{LH} - \pi_f^{LL} = 4c/9$ である。一方、両企業に逸脱させて技術 H を選択させることで、技術 (H,H) の下で課税分社会厚生が増加する。この時の社会厚生は $\tilde{W}_{LL}^{HH} = CS + (\pi_d^{HH} - \tilde{t}_f^{HL}) + 2\tilde{t}_f^{HL} = W^{HH} + \tilde{t}_f^{HL} > W^{HH}$ である。自国企業への課税 \tilde{t}_f^{HL} は分配にのみ影響し、社会厚生の大きさには影響しない。一方、外国企業への課税 \tilde{t}_f^{HL} は社会厚生の増加につながる。

4.3.5 生産技術と社会厚生

4.3.1節から4.3.4節で求めた逸脱前後の社会厚生を、表5に要約する。ここで表5の \tilde{W} は、あえて逸脱させた時の課税収入を含む社会厚生を表す。W が逸脱させない時の社会厚生、 \tilde{W} が逸脱させた時に得られる最大の社会厚生である。

既に述べたように (H,H) は支配戦略均衡として実現するので、課税により逸脱防止のインセンティブを与える必要はない。このため、課税政策により社会厚生は変化しない ($\tilde{W}^{HH} = W^{HH}$)。

表 5: 課税政策の社会厚生

	(H,H)	(H,L)	(L,H)	(L,L)
$(\tilde{t}_d, \tilde{t}_f)$	(0, 0)	$(0, \frac{4c(1-c)}{9})$	$(\frac{4c(1-c)}{9}, 0)$	$(\frac{4c}{9}, \frac{4c}{9})$
W	$\frac{1-2\theta}{3}$	$\frac{2+c^2-2(1+c)\theta}{6}$	$\frac{2-4c+3c^2-2(1+c)\theta}{6}$	$\frac{(1-c)^2}{3}$
\tilde{W}	$\frac{1-2\theta}{3}$	$\frac{(1+2c)(3-2c)-6\theta}{9}$	$\frac{1-2\theta}{3}$	$\frac{3+4c-6\theta}{9}$

(L,H) は、自国企業に課税して技術 L を選択させる必要がある。逸脱しない時の社会厚生は W^{LH} で、自国企業が逸脱する時は (H,H) が実現する。自国企業の課税収入は自国の社会厚生の分配のみに影響し、社会厚生の大きさには影響しないので、逸脱時の社会厚生は $\tilde{W}^{LH} = W^{HH}$ を満たす。 W^{HH} と W^{LH} の大小関係は、(4.5) に示されている。

(H,L) の時は、外国企業に課税し技術 L を選択させる必要がある。一方、外国企業に逸脱させて税収を得る時の社会厚生の上限は $\tilde{W}_{HL}^{HH} > W^{HH} + \tilde{t}_f^{HL}$ であり、 W^{HH} より必ず大きくなる。同様に (L,L) の時は、両企業に課税することで技術 L を選択させる必要がある。一方、両企業に逸脱させて税収を得る時の社会厚生の上限は $\tilde{W}_{LL}^{HH} > W^{HH} + \tilde{t}_f^{LL}$ であり、 W^{HH} より必ず大きくなる。さらに $\tilde{t}_f^{LL} > \tilde{t}_f^{HL}$ より、 $\tilde{W}_{LL}^{HH} > \tilde{W}_{HL}^{HH}$ が成立する。このため、政府が外国企業からの税収を考慮して社会厚生を最大化する時、最も社会厚生が大きくなる逸脱は、(L,L) から両企業共に逸脱させて (H,H) を実現する場合である。この時の社会厚生の上限は \tilde{W}_{LL}^{HH} である。

逸脱させて得られる最大の社会厚生 \tilde{W}_{LL}^{HH} と、逸脱させない時の 2 つのケースの社会厚生 W^{HL} , W^{LL} を比較すると、次式を得る。

$$\tilde{W}_{LL}^{HH} \geq W^{HL} \Leftrightarrow \theta \leq \tilde{\theta}_{HL}^{HH} \equiv \frac{c(8-3c)}{6(1-c)} \tag{4.22}$$

$$\tilde{W}_{LL}^{HH} \geq W^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \hat{\theta}_{LL}^{HH} \equiv \frac{c(10-3c)}{6} \tag{4.23}$$

$$W^{HL} \geq W^{LL} \Leftrightarrow \theta \leq \theta_{LL}^{HL} \equiv \frac{c(4-c)}{2(1+c)} \tag{4.24}$$

(4.23) の $\tilde{W}_{LL}^{HH} \geq W^{LL}$ の閾値 $\hat{\theta}_{LL}^{HH}$ は、(4.15) で示した $\hat{W}^{HH} \geq \hat{W}^{LL}$ の閾値と同じである。また (4.24) は、(4.4) を再掲したものである。(4.22) から (4.24) までの 3 つの閾値 $\tilde{\theta}_{HL}^{HH}$, $\hat{\theta}_{LL}^{HH}$, θ_{LL}^{HL} の大小関係は、 c の大きさに依存して次式の通りとなる。

$$\text{If } c \begin{cases} > \\ = \\ < \end{cases} \tilde{c} \equiv \frac{5-\sqrt{19}}{3} \approx 0.2137, \quad \tilde{\theta}_{HL}^{HH} \begin{cases} < \\ = \\ > \end{cases} \hat{\theta}_{LL}^{HH} \begin{cases} < \\ = \\ > \end{cases} \theta_{LL}^{HL}. \tag{4.25}$$

技術 L の私的限界費用 c が小さい時 ($c < \tilde{c}$)、 $\tilde{\theta}_{HL}^{HH} < \hat{\theta}_{LL}^{HH}$ が成立する。(4.22) より、 $\theta < \tilde{\theta}_{HL}^{HH}$ ならば $\tilde{W}_{LL}^{HH} > W^{HL}$ が成立する。(H,H) と (H,L) を比較すると、外国企業に技術 H を選択させ税収増により社会厚生を高める方が望ましい。反対に $\theta \geq \tilde{\theta}_{HL}^{HH}$ ならば、税収は得られないが外国企業に技

術 L を選択させる方が望ましい。また、ここでの閾値 $\tilde{\theta}_{HL}^{HH}$ は、補助金政策の下で (H, H) と (H, L) の選択を決める閾値 $\hat{\theta}_{HL}^{HH}$ とは異なる。 θ が十分大きく $\theta > \theta_{LL}^{HL}$ の時は、 $W^{LL} > W^{HL}$ が成立するので、 (L, L) の方が (H, L) より社会厚生は大きくなる。

従って、 $c < \tilde{c}$ の時、課税政策の下で社会厚生の大小関係は、次式の通りとなる。

$$\text{If } \theta \left\{ \begin{array}{l} \in [0, \tilde{\theta}_{HL}^{HH}) \\ \in [\tilde{\theta}_{HL}^{HH}, \hat{\theta}_{LL}^{HH}) \\ \in [\hat{\theta}_{LL}^{HH}, \theta_{LL}^{HL}) \\ \geq \theta_{LL}^{HL} \end{array} \right\}, \quad \begin{array}{l} \tilde{W}_{LL}^{HH} > W^{HL} > W^{LL} \\ W^{HL} \geq \tilde{W}_{LL}^{HH} > W^{LL} \\ W^{HL} > W^{LL} \geq \tilde{W}_{LL}^{HH} \\ W^{LL} \geq W^{HL} > \tilde{W}_{LL}^{HH} \end{array} \quad (4.26)$$

(4.26) より、課税政策の下で外部不経済の水準 θ が小さい時 ($\theta \in [0, \tilde{\theta}_{HL}^{HH})$)、両企業に技術 L を選択させるよりも、両企業に逸脱させ技術 H を選択させる方が望ましい。一方、 θ が中間領域にある時 ($\theta \in [\tilde{\theta}_{HL}^{HH}, \theta_{LL}^{HL})$)、外国企業に技術 L を選択させる (H, L) が望ましい。最後に、 θ が大きい時 ($\theta \geq \theta_{LL}^{HL}$)、 (L, L) を選ばせるのが望ましい。 $c = \tilde{c}$ の時は $\tilde{\theta}_{HL}^{HH} = \hat{\theta}_{LL}^{HH} = \theta_{LL}^{HL}$ が成立し、(4.26) の4つの条件式が2つに集約される。 $\theta < \tilde{\theta}_{HL}^{HH}$ ならば $\tilde{W}_{LL}^{HH} > W^{HL} > W^{LL}$ 、 $\theta \geq \tilde{\theta}_{HL}^{HH}$ ならば $W^{LL} \geq W^{HL} \geq \tilde{W}_{LL}^{HH}$ となり、 θ が閾値を下回る時 (H, H) が選択され、 θ が閾値を超えると (L, L) が選択される。 (H, L) が選択されることはない。

一方、企業の私的限界費用 c が大きく $c \geq \tilde{c}$ の時に、課税政策の下で社会厚生の大小関係は、次式の通りとなる。

$$\text{If } \theta \left\{ \begin{array}{l} \in [0, \theta_{LL}^{HL}) \\ \in [\theta_{LL}^{HL}, \hat{\theta}_{LL}^{HH}) \\ \in [\hat{\theta}_{LL}^{HH}, \tilde{\theta}_{HL}^{HH}) \\ \geq \tilde{\theta}_{HL}^{HH} \end{array} \right\}, \quad \begin{array}{l} \tilde{W}_{LL}^{HH} > W^{HL} > W^{LL} \\ \tilde{W}_{LL}^{HH} > W^{LL} \geq W^{HL} \\ W^{LL} \geq \tilde{W}_{LL}^{HH} > W^{HL} \\ W^{LL} > W^{HL} \geq \tilde{W}_{LL}^{HH} \end{array} \quad (4.27)$$

限界費用 c が大きい時、自国企業のみ技術 H を選ばせる (H, L) は、社会厚生が最大にはならない。(4.27) より $\theta < \hat{\theta}_{LL}^{HH}$ ならば、両企業に技術 H を選択させ外国企業からの税収により社会厚生を高める方が望ましく、 $\theta \geq \hat{\theta}_{LL}^{HH}$ ならば、税収は得られないが両企業に技術 L を選択させるのが望ましい。このケースでは、 (H, H) または (L, L) と比べると (H, L) は社会厚生が下回るので決して選択されない。要約すると、課税政策の下で外部不経済の水準 θ が小さい時 ($\theta \in [0, \hat{\theta}_{LL}^{HH})$)、両企業に技術 L を選択させるより、外国企業に逸脱させて得られる税収を考えて、 (H, H) を認めるのが望ましい。一方、 θ が大きい時 ($\theta \geq \hat{\theta}_{LL}^{HH}$)、 (L, L) を選ばせるのが望ましい。図5に、 θ と社会厚生の大小関係を図示する。

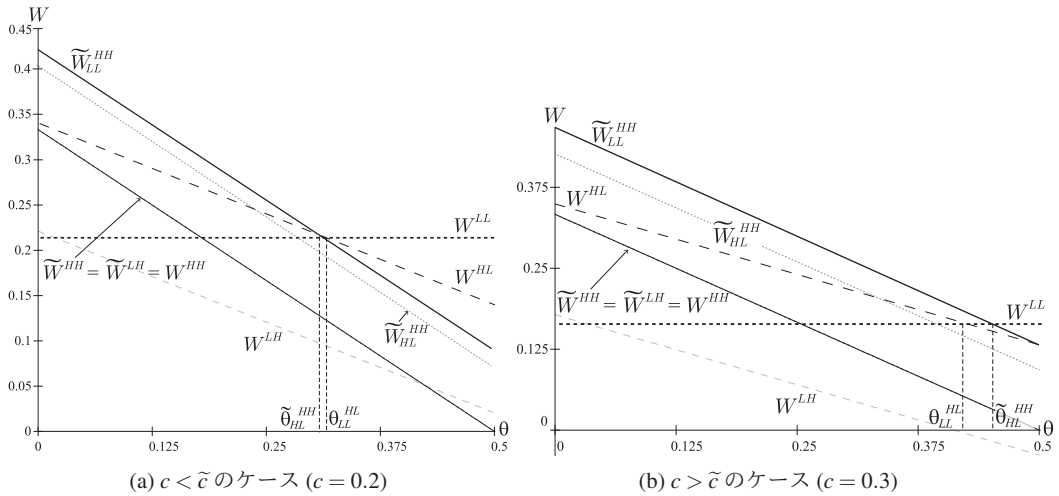


図 5: 課税政策の社会厚生

4.4 直接規制と補助金政策・課税政策の技術選択の違い

第 4 節を終えるにあたり、直接規制の場合と補助金政策・課税政策の場合の技術選択の違いについて述べる。4.1 節で示したように、政府が自国企業と外国企業の技術を直接規制できるケースでは、 (H, L) または (L, L) が選択され、 (H, H) が選択されることはなかった。特に外国企業には、必ず汚染度の低い技術 L を選択させるのが望ましい結果となった。対照的に、両企業に技術を自己選択させる場合には、補助金政策・課税政策共に (H, H) が選択される状況が現われる。

補助金政策で政府が両企業に技術を自己選択させる場合、外国企業に自主的に汚染度の低い技術 L を選択させるためには、補助金を与えねばならない。この補助金給付に伴う社会厚生への減少は、 θ が比較的小さい時、環境改善に伴う消費者余剰の増加によって相殺できない。従って、補助金を与えずに両企業が共に汚染度の高い技術を選択する (H, H) を実現する方が、社会厚生上望ましい。さらに、直接規制と補助金政策の θ の閾値を比較すると、外国企業に補助金を与えることで社会厚生が減少する分、 θ の閾値は補助金政策の方がより大きくなる。すなわち、外部不経済が十分大きくなければ、補助金政策の下で (H, L) から (L, L) には移行しない。

課税政策の下では、政府が外国企業に汚染度の高い技術 H を選択させて税収を得ることで、直接規制や補助金政策よりも高い社会厚生を実現できる場合がある。このため、 (H, H) が選択される θ の範囲が補助金政策の範囲よりも大きくなる。技術 L の私的限界費用 c が高い場合は、外国企業は技術 L から技術 H への逸脱により大きな利潤を獲得できるので、政府が技術 H を容認することで得る税収も大きくなる。結果的に、直接規制で社会厚生最大となる (H, L) よりも高い厚生を得ることができ、課税政策の下で (H, L) が選択されない範囲が増える。

図 3, 図 4, 図 5 を参照し、直接規制と補助金政策・課税政策の最適な技術選択を比較すると、図 6 の通りとなる。ここで $\hat{\theta}_{LL}^{HH} < \theta_{LL}^{HL} < \hat{\theta}_{LL}^{HL}$ が成立するので、 $\theta \in [0, \hat{\theta}_{LL}^{HH})$ の時、直接規制では (H, L)

が望ましいにもかかわらず、補助金政策では (H, H) が選ばれる。補助金を与えて外国企業に技術 L を選択させると補助金分厚生が減少するので、政府は補助金による企業へのインセンティブ付けを諦め、結果的に (H, H) が実現する。一方、 $\theta \in [\theta_{LL}^{HL}, \hat{\theta}_{LL}^{HL})$ の時、直接規制では (L, L) が望ましいにもかかわらず、補助金政策では (H, L) が選ばれる。外国企業に技術 L を選択させることはどちらのケースでも望ましいが、補助金政策の下で、 (L, L) を実現するのに必要な補助金は (H, L) 実現に必要な補助金を上回る ($\hat{s}_f^{HL} < \hat{s}_f^L$)。従って、 θ が十分大きく (L, L) の下で消費者余剰が十分改善しない限り、外国企業への補助金支払いの少ない (H, L) が選択される。これらの点が、直接規制と補助金政策の技術選択の違いである。

続いて、課税政策の技術選択と比較する。課税政策の下で $c < \tilde{c}$ ならば (H, L) が選択される余地はあるが、 $c \geq \tilde{c}$ ならば (H, L) は決して選択されない。たとえ (H, L) が選択されるとしても、直接規制や補助金政策と比べると (H, L) が選択される範囲が小さい。 $\hat{\theta}_{HL}^{HH} < \tilde{\theta}_{HL}^{HH}$ が成立するので、課税政策は補助金政策よりも、 (H, H) が選択される範囲が大きくなっている。理由は、補助金で外国企業の技術選択を誘導する場合、国富の一部が流出するのに対し、課税政策の下で外国企業への課税は税金分社会厚生が増加するので、たとえ外部不経済が大きくとも、外部不経済を上回る税金により厚生が増加するからである。なお $\tilde{\theta}_{HL}^{HH} \leq \hat{\theta}_{HL}^{HH} \Leftrightarrow c \leq \tilde{c}_{LL}^{HH} \equiv \sqrt{11} - 3 \approx 0.31662$ より、補助金政策と課税政策で (L, L) が選択される θ の閾値のどちらが大きいかは、 c の大きさに依存する。

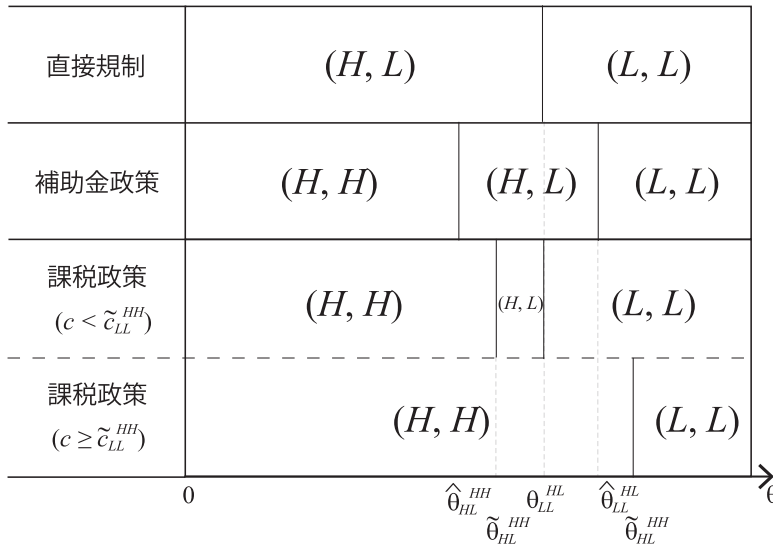


図 6: 直接規制，補助金政策，課税政策の技術選択

5 結論と今後の課題

本論文は、外部不経済を生み出す生産技術を企業が自ら選択できる状況を考察し、規制当局が自国の社会厚生を最大にする最適な規制をどう設定するかについて分析を行った。規制当局が企業の選択する技術を直接規制できない場合、技術を自己選択させるために適切なインセンティブを与える必要がある。本研究では、政府が補助金政策または課税政策を通じて企業に技術を自己選択させる状況を考え、社会厚生を最大にする生産技術がどのように選択されるのかを明らかにした。はじめに、外国企業が存在しないベンチマークでの最適な補助金・課税政策を明らかにした後、外国企業が存在する状況で、自国企業と外国企業が外部不経済を持つ生産技術を自己選択する状況を考察した。どの技術を企業に選択させるのが社会厚生観点から望ましいかが、外部不経済の程度に応じて直接規制のケースとは異なることを明らかにした。主な結論は以下の通りである。第一に、直接規制とは異なり補助金・課税政策の下で、外部不経済が小さい時には、自国企業と外国企業に外部不経済の大きい技術を自己選択させる状況が現われる。第二に、補助金政策よりも課税政策の方が、外部不経済の高い生産技術の選択に寛容となる。第三に、外部不経済の程度が大きい時は、補助金政策・課税政策共に、自国・外国企業に対して外部不経済の小さい技術を自己選択させるが、外部不経済の水準の閾値は直接規制の時と比べて大きくなる。

最後に、今後の課題を述べて筆を擱く。第一に、本論文の内容は、Costinot (2008) が分析した製品基準の国際的合意に関する比較制度分析を、生産技術の直接規制から企業の自己選択に拡張すると、結果がどう変化するかを考察するための分析上の出発点に過ぎない。本来であれば、2国モデルで両国企業の生産技術への規制制度の選択を考える必要がある。その分析のための準備段階として、自国内に外国企業が存在する場合に、自己選択させる最適規制がどうなるのかについて分析結果を示したものである。例えば、2国政府が戦略的に課税政策を実施する場合、近隣窮乏化政策に陥り、1国モデルとは異なる結論が得られる。また、2国政府による戦略的決定を踏まえて、国際的合意の制度選択を分析する必要がある。本研究で示された分析結果を足掛かりとして、2国モデルの製品基準の国際的合意に関する比較制度分析を行うことが、今後の研究課題である。第二に、本論文では製品の品質基準のみを扱い、互換性基準については考察していない。互換性基準は品質基準とは異なり、外部不経済ではなくネットワーク外部性等に見られる正の外部性が発生し、従来のビジネス慣行としても、政府が規制するより企業間の交渉に委ねられることが多い。しかし近年では、生成系 AI 規制やデジタル規制のように、互換性基準についても国家による規制が議論されている。従って、互換性基準についても、企業の自己選択の観点から最適な規制を議論することは意味があり、今後の研究課題と思われる。第三に、本研究は分析の簡単化のため、情報の非対称性の問題については扱っていない。とはいえ、Laffont and Tirole (1993) に代表されるように、情報の非対称性下の最適規制の設計問題を考えることは、環境規制に関して規制当局が置かれている現実的な状況を踏まえた政策提言を行う上で不可欠である。今後の課題として、企業の私的情報や外部不経済の程度に関する情報の非対称性を考慮したモデルの拡張が考えられる。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤研究 (C) No.19K01679, No.20K01629, No.23K01439 から研究助成を受けている。本論文に有り得べき誤謬は全て筆者に帰する。

参考文献

- [1] Costinot, Arnaud (2008) A Comparative Institutional Analysis of Agreements on Product Standards, *Journal of International Economics*, 75(1), 197–213.
- [2] Laffont, Jean-Jacques and Tirole, Jean (1993) *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*, Cambridge, MA, MIT Press.