環境政策と集積 ： 新経済地理学からの考察

劉, 金昊

https://doi.org/10.15017/1806799

出版情報：九州大学, 2016, 博士（経済学）, 課程博士
バージョン：

平成 28 年度 学位請求論文

環境政策と集積
―新経済地理学からの考察―

九州大学大学院 経済学府経済工学専攻 博士後期課程

劉　金昊

目 次

第1章　序章

1.1　本論文の背景と目的

本論文の目的は新経済地理学 (New Economic Geography、以下で NEG とも呼ぶ) の枠組みで貿易自由化と環境政策が企業の集積に与える影響を考察し、分析することである。1940 年代以降、関税及び貿易に関する一般協定 (GATT) の締約に従い、国際貿易と国際資本移動の自由化は急速に進展し、世界経済の高度な成長を促進している。貿易と資本移動の自由化に従い、特定の地域への企業や人口の集積が引き起こされ、人間社会や人々の日常生活が著しく変貌した。特に、1980 年代以降、技術の発展とさらなる貿易自由化に従い、人口や企業の集積の勢いがさらに強まった。1975 年には世界中のメガシティは東京、ニューヨーク、メキシコシティの 3 都市のみであったが、2009 年には発展途上国の大都市の急激な成長もあり、世界中のメガシティが 21 都市まで急増している。2025 年には 29 都市まで増加すると予測される。こうした企業や人口の集積は、「集積の経済」を通じて製造業とサービス業の発展を促進し、経済成長を遂げ、人々に大きな便益をもたらす。

その人口や企業の集積は経済活動を活発化させる一方で、世界各国、特に発展途上国で大気汚染、交通渋滞、貧富格差の拡大など数多くの問題を招いている。その中で、「典型七公害」[1]をはじめとする環境問題が近年顕在化しており、人々の生活環境を悪化させている。例えば、人口の集積に伴う廃棄物や汚水の排出量増加による土壌劣化と水質汚濁は発展途上国の都市住民の健康を脅かす大きな原因となる。中国環境保護部によると、中国の生活ゴミの量は 1985 年の 4477 万トンから 2012 年には 1 億 7,081 万トンに急激に増加し、2030 年には 5 億トン前後に達すると予測されている。悪臭の発生、水（特に地下水）や空気の汚染、放置場所としての耕地の占用、堆積したゴミ山の爆発などの問題に発展している。特に近年排出された都市ごみが都市部から農村部に運ばれ、不法投棄された都市ごみには水銀やカドミウムが含まれ、それらの重金属及び生ごみが腐敗する過程で生じた病原性微生物などで地下水が汚染される。さらに、過去 20 年間に発展途上国での企業や人口の集積に伴い、窒素酸化物（NOx）や二酸化炭素（CO2）等の大気汚染物質の排出量が急激に増大した。それによって引き起こされる大気汚染は人々の健康に大きな影響を与えている。特に、PM10 や PM2.5 と呼ばれる大気中の粒子状物質は健康被害の大きな要因となっており、WHO は世界で毎年 300 万人以上が寿命を縮めていると指摘している。また、1990 年代以降、地球温暖化問題が人々の注目を引いている。地球温暖化がもたらす気候変動や異常気象の増加は、食糧の減産や砂漠化や生物種の絶滅などの問題を引き起こし、世界各国に大きな影響を及ぼす。企業や人口の集積による温室効果ガスの排出量の急増が地球温暖化問題を促進する大きな影響要因と見られる。こうした企業や人口の集積によって引き起こされる環境問題に対処するために、各国の政府は排出税や環境基準認証などの環境政策を実施したり、国際連合枠組条約 (UNFCCC) や京都議定書などの国際環境協定

[1]環境基本法第 2 条第 3 項に列挙されている大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、振動、悪臭、地盤沈下など 7 つの公害を俗に「典型七公害」と呼ぶ。

を取り込んだりする。これらの環境政策が貿易自由化の背景において、(環境政策の) 実施国及び未実施国の環境と経済に及ぼす影響を分析し、特に、環境政策が企業や人口の集積で果たす役割を解明し、企業や人口の集積に与えるを影響を明らかにすることは環境政策を考える上に重要である。

環境政策と企業の集積に関する多くの実証研究 (He (2006)、Levinson & Taylor (2008)、Kellenberg (2009)、Grether et al. (2012) など) によって、環境規制の強化は汚染集約的企業を環境規制の緩い地域に移転させることが観測されている。この現象は汚染避難地効果と呼ばれる。さらに、一部の実証研究 (Ederington et al. (2005)、Kheder & Zugravu (2008)、Wagner & Timmins (2009) など) が貿易自由化の背景で環境規制と企業の移転を考察し、貿易自由化に従い、汚染集約的企業が環境規制の厳しい地域から緩い地域に移転する現象、つまり汚染避難地仮説が成り立つことを提示している。一方、多くの実証研究 (List & Co (2000)、 Keller & Levinson (2002)、Eskeland & Harrison (2003) など) によって、汚染避難地仮説が成り立たないことも示されている。このような、汚染避難地効果が発生するメカニズムを理論的に追求し、汚染避難地仮説に関する実証研究の結果が分かれていることに対し、理論的な解釈を与えることも本論文の 1 つの目的である。

1.2 本論文の構成

本論文は、1990 年代に端を発した NEG のフレームワークを基本とし、環境政策と環境問題を内包する NEG モデルの構築を試み、そのモデルの枠組みの中で人口や企業の集積とそれに伴う環境問題を分析し、貿易自由化が環境政策の効果に与える影響と、環境政策が企業や人口の集積に及ぼす影響を分析する。本論文の構成は以下の通り与えられる。

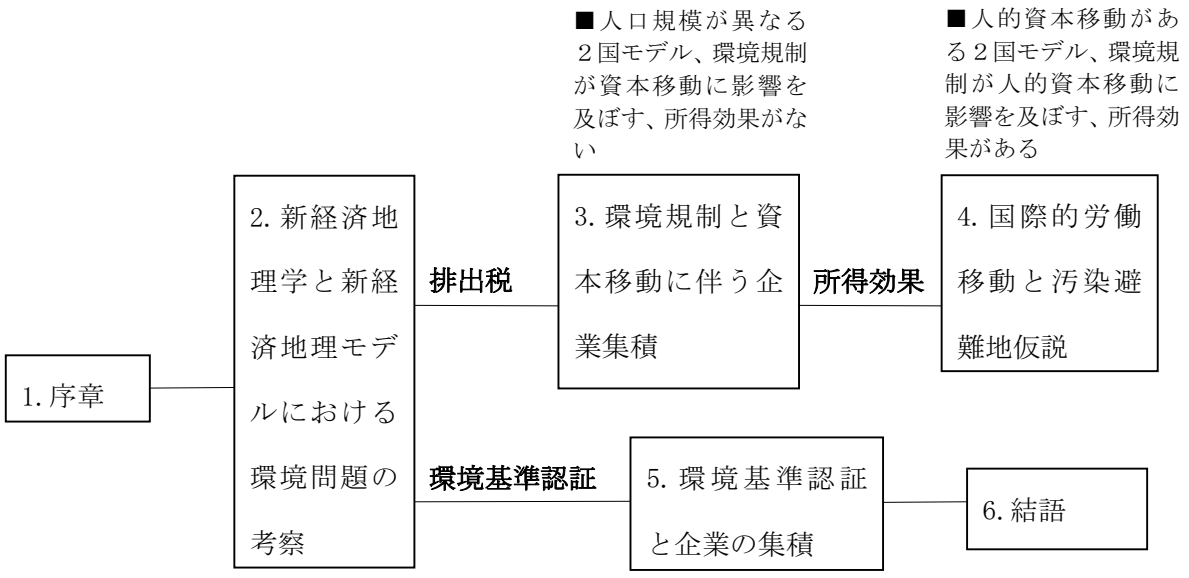
第 2 章では、新経済地理学の沿革と現状を示し、NEG のフレームワークで環境問題を取り扱う研究を説明し、本論文の位置付けを明確にする。

第 3 章では、NEG モデルで排出税の効果を考察し、資本移動に従う企業の集積と排出税の関係に対する分析を行う。特に、本章は、一方的な規制強化が既存企業の集積に及ぼす影響を考察する。NEG モデルで排出税に関する分析を行った先駆的な研究として、Pflueger (2001) があげられる。本章では、Pflueger (2001) によって提示されたローカルの汚染排出と排出税を含む NEG モデルを用い、市場規模が異なる 2 地域モデルで排出税が企業の集積に与える影響を考察する。本章は輸送費用の変化に着目し、一方的な環境規制の強化が地域間の資本移動と汚染排出に与える影響を分析する。さらに、本章は地域の市場規模が異なるという仮定の下で、汚染避難地効果が発生するメカニズムと、汚染避難地仮説に関する実証結果の分岐に関する議論を行う。

第 4 章では、第 3 章の議論で捨象された所得効果と、企業 (起業家) の移動に伴う物価水準の変動を考慮した上で排出税と企業 (起業家) の集積との関係を考察し、汚染避難地効果が発生するメカニズムを明らかにし、汚染避難地仮説に対する実証研究の結果が分かれている原因を解釈する。本章は Forslid & Ottaviano (2003) によって提示される起業家の移動を含む NEG モデルに汚染排出と排出規制を導入し、環境規制及び貿易自由化が企業 (起業家) の移動に与える影響を考察する。特に、第 3 章の議論は地域の市場規模が異なるという前提の下で展開されたが、本章では、地域の市場規模が企業 (起業家) の移動によって内生的に決定される。これにより、本章で汚染避難地効果と汚染避難地仮説に対し、より一般的な議論が展開される。

第 5 章では、環境基準認証が企業の立地選択に与える影響を明らかにし、企業の集積と環境基準認証との関係を理論的に解釈することを目的とする。第 3 章と第 4 章では、排出税を主な環境政策として議論を展開したが、第 5 章では、各地域の政府が一定の環境基準を制定し、自地域の環境基準に満たさない商品の販売を禁止するという環境基準認証制度の効果を考察する。このような環境政策に関する研究は比較的に少ない。NEG のフレームワークで環境基準認証の効果を考察する先駆的な研究として、 Ishikawa & Okubo (2011) があげられる。Ishikawa & Okubo (2011) は Martin & Rogers (1995) のモデルを用い、人口の多い地域 (国) の賃金率が高いという仮定に基づき、消費の環境外部性が存在する時に環境基準認証が企業の立地と汚染排出水準に与える影響を分析する。 分析の結果として、環境基準認証の実施前後の企業の立地分布の変化は環境規制の厳しさによって決定されることが示される。さらに、Ishikawa & Okubo (2011) では、環境基準認証の実施に従い、規制地域 (国) の企業シェアは上昇し、排出は増加する。非規制国の排出水準は環境基準認証の実施に従って下落する、すなわち、規制地域 (国) の政府は環境基準認証制度を通じて自国の汚染排出を削減できないことが示唆される。本章では、Ottaviano et al. (2002) に提示された線形的な NEG モデルを用い、人口の多い地域 (国) の賃金率が高いという前提を捨象し、より一般的な議論を展開する。また、本章では、輸送費用[2]の変化が (実施前後の) 企業の集積に与える影響も考察する。さらに、本章は企業のタイプ (環境基準認証を受けるかどうか) が内生的に決定される場合における企業の集積と貿易自由化の効果も分析する。

第 6 章では、本論文で得られた主な結論をまとめ、残された課題と今後の研究の方向性を提示する。なお、本論文の章構成は以下のチャートで表される。



[2]本論文で輸送費用が広義的であり、財の輸送でかかる費用だけではなく、関税などの費用も含んでいる。

第2章　新経済地理学と新経済地理モデルにおける環境問題の考察

2.1　新経済地理学

新経済地理学[1]とは、新貿易理論を基礎とし、企業の集積や都市の形成の原因とメカニズムを理論的に分析するフレームワークである。

Alonso (1964) を初めとする伝統的な地域経済学の研究は、収穫一定の仮定の下で、完全競争モデルに基づいて企業や労働者の集積を分析し、地域や都市の規模がどう決まるかを議論する。Helpman & Krugman (1985) は Dixit & Stiglitz (1977) によって考案される独占的競争市場モデルを用い、収穫逓増の生産技術と財の氷塊型輸送費用を含む新貿易理論 (New Trade Theory) を提示する。Krugman (1991) は地域間を自由に移動できる労働者を新貿易理論の枠組みに導入し、NEG の基本モデルである核・周辺モデル (Core-Periphery model、あるいは CP モデル) を確立する。Alonso (1964) や Henderson (1974) などの伝統的な議論と比べ、NEG モデルでは独占的競争市場と収穫逓増の生産技術の下で議論を展開するため、規模の経済性と差別化された財を処理できる。また、NEG モデルは地域間の輸送費用の存在を明示的に取り込み、分断された各地域の市場で企業や労働者の移動を分析できる。

NEG モデルにおいて、地域の間で生産物の交易が行われ、この交易には輸送費用が必要である。さらに、企業や労働者は立地する地域を選択できるため、この立地選択の結果として、企業や労働者が 1 つの地域に集積したり、各地域に分散したりする。企業や労働者の立地が集積力 (あるいは向心力) と分散力 (あるいは遠心力) という 2 つの力によって決定される。ここで、向心力は前方連関効果 (Forward Linkage Effect) と後方連関効果 (Backward Linkage Effect) によって生み出される。前方連関効果とは、労働者が財の種類が豊富で、物価水準が低い地域に立地する傾向があり、または企業が労働者の賃金率が低い地域に立地する傾向があることである。後方連関効果とは、企業が所得と需要が高い地域、あるいは大きな市場に立地する傾向である。もしある地域の労働力が豊富で、賃金率が低ければ、前方連関効果によって企業がこの地域に引き付けられる。企業の移転に従い、この地域における財の種類が増え、物価水準が下落する。それによって多くの労働者がこの地域に集まり、企業にとって大きな市場をもたらす。この時、後方連関効果によってより多くの企業がこの地域に引き付けられ、前方連関効果を強めていく。この 2 つの効果が相俟って、集積力を生み出す。

また、分散力は同じ地域における企業間の競争激化から生み出される。各財の間に一定の代替弾力性があるため、1 つの地域への企業集積に伴い、同じ地域における企業の間の競争が激しくなる。これによって、集積地における企業の利潤が減らされ、企業の分散を導く。こうして、集積力と分散力の相互作用で企業や労働者の移転と集積が決められる。

[1]「新経済地理学」と「空間経済学」という用語がよく混用される。Fujita (2010) により、空間経済学とは、空間に関わる価格システムや貿易パターンを用い、特定の地理空間内における経済主体の立地や経済活動の分布を分析する理論の総括である。この意味から言うと、新経済地理学は空間経済学の 1 つの分野となる。

2.1.1 CP モデル

前述の通り、CP モデルは新貿易理論に基づいている。Helpman & Krugman (1985) で提示された新貿易理論は、Dixit & Stiglitz (1977) の独占的競争市場モデルに氷塊型輸送費用を導入し、2 地域・2 部門モデルを提示する。生産技術の相違 (Ricardo (1817)) や生産要素賦存量の相違 (Ohlin (1933)) を貿易の源泉とする伝統的な貿易理論と違い、新貿易理論は、「規模の経済性」と「財の多様化に対する嗜好」を各国間の産業内貿易の発生要因として重視する。これによって、1 つの国が同じ産業分野の財の輸出と輸入を並行する現象が解釈される。また、新貿易理論では、輸送費用は輸送業者に支払う費用だけではなく、関税、非関税障壁、文化の相違などの制度的な費用も含んでいる。ゆえに、輸送費用の下落は、輸送技術とインフラ整備水準の向上の他、貿易自由化も意味している。Krugman (1991) はこのような、「規模の経済性」と「差別化された財」及び「氷塊型輸送費用」を前提とする新貿易理論に実質賃金率の高さに応じて地域間を移動する労働者を導入し、CP モデルを提示する。これによって、輸送費用や消費者の嗜好が変化する時、経済活動の空間構造がいかに変化するのかが示される。

CP モデルにおいて、経済は 2 つの地域と 2 つの生産部門からなる。2 つの地域を地域 $r(r = 1, 2)$ と表記し、2 つの生産部門は同質的な農業財を生産する農業部門と、差別化された財を生産する製造業部門である。農業財市場は完全競争的である。農業部門は収穫一定の生産技術の下で労働力を用いて生産を行う。農業部門において、1 単位の労働力投入で 1 単位の農業財が生産できると仮定される。農業財を価値基準財とすると、農業財の価格も農業財部門の賃金率も 1 になる。製造業部門の企業は収穫逓増の技術を用い、独占的競争市場の下で生産を行う。1 つの企業は 1 種類の財だけ生産できる。各財の貿易が地域間に行われる。農業財の貿易に輸送費用がかからない。製造業の財の貿易に氷塊型の輸送費用がかかる。輸送費用は $\tau - 1(\tau > 1)$ である。すなわち、τ 単位の製造業財を他地域に輸送する時、1 単位の財のみが到着する。

経済では非熟練労働者と熟練労働者が存在する。経済全体における非熟練労働者の総人数は $2L$ であり、両地域間に均等に固定して分布している。すなわち、$L_1 = L_2 = L$ が成り立つ。熟練労働者の総人数は H であり、地域 1 における熟練労働者のシェアを λ で表す。地域 1 と地域 2 の熟練労働者数はそれぞれ、λH と $(1 - \lambda)H$ である。λ は地域間の効用格差によって内生的に決定される。地域 r における消費者の効用は以下の CES 型効用関数で与えられる。

$$U_r = M_r^{\alpha} A_r^{1-\alpha} \tag{2.1}$$

ここで、α は全支出における製造業の財に対する支出シェアを表し、$0 < \alpha < 1$ とする。A_r は農業財の消費である。M_r は地域 r における差別化された製造業の財を集計した消費であり、以下の CES 型関数のように表される。

$$M_r = \left[\int_{i=0}^{n_1} m_{ri}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di + \int_{j=0}^{n_2} m_{rj}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \tag{2.2}$$

n_1 は地域 1 で生産された製造業の財の種類数であり、n_2 は地域 2 で生産された製造業の財の種類数である。さらに、N は一定であり、$N = n_1 + n_2$ とする。m_{ri} は地域 1 で生産された中間財 i の消費量であり、m_{rj} は地域 2 で生産された中間財 j の消費量である。σ は各中間財間の代替弾力性を表し、$\sigma > 1$ とする。地域 r における代表的消費者の所得水準を y_r とすると、地域 r の個人の予算制約は

$$y_r = \int_0^N p_{ri} m_{ri} di + A_r \tag{2.3}$$

ここで、p_{ri} は地域 r における財 i の価格である。この予算制約式の下で効用最大化問題を解くと、個人の需要関数が以下の通り与えられる。

$$m_{ri} = \frac{P_r^{\sigma-1}}{p_{ri}^{\sigma}}\alpha y_r \qquad M_r = \frac{\alpha y_r}{P_r} \qquad A_r = (1-\alpha)y_r \tag{2.4}$$

ここで、P_r は地域 r における製造業の財の価格指数であり、

$$P_r = \int_0^{n_1} p_{ri}di + \int_0^{n_2} p_{rj}dj \tag{2.5}$$

と定義される。

地域 r の総所得を Y_r と書くと、地域 r において、地域 1 で生産された財 i に対する総需要 q_{ri}、地域 1 で生産された財 j に対する総需要 q_{rj} は次のように表される。

$$q_{ri} = \frac{p_{ri}^{-\sigma}}{P_r^{1-\sigma}}\alpha Y_r \qquad q_{rj} = \frac{p_{rj}^{-\sigma}}{P_r^{1-\sigma}}\alpha Y_r \tag{2.6}$$

製造業企業は 1 単位の製造業の財を生産するために、b 単位の熟練労働を可変費用、1 単位の熟練労働を固定費用として投入しなければならない。地域 1 に立地する企業 i の利潤

$$\pi_i = (p_{1i} - bw_r)q_{1i} + (p_{2i} - \tau bw_r)q_{2i} - w_1 \tag{2.7}$$

を最大にするように財 i の価格を決定する。ここで、w_1 は地域 1 での熟練労働者の賃金率である。利潤最大化より、財 i の価格は次のようになる。

$$p_{1i} = \frac{\sigma}{\sigma-1}bw_1 \qquad p_{2i} = \frac{\sigma}{\sigma-1}\tau bw_1 \tag{2.8}$$

製造業企業の自由参入・退出により、均衡における製造業企業の利潤がゼロになる。(2.6) 式と (2.8) 式を (2.7) 式に代入することによって、企業 i の熟練労働者に対する需要は次のように表される。

$$1 + b(q_{1i} + \tau q_{2i}) = \sigma \tag{2.9}$$

地域 1 で熟練労働者の供給は λH であるため、地域 1 に立地する企業の数と地域 2 に立地する企業の数は次のようになる。

$$n_1 = \frac{\lambda H}{\sigma} \qquad n_1 = \frac{(1-\lambda)H}{\sigma} \tag{2.10}$$

(2.10) 式を (2.5) 式に代入すると、各地域の価格指数が以下の通り書き換えられる。

$$P_r = \frac{\sigma b}{\sigma-1}\left(\frac{H}{\sigma}\right)^{\frac{1}{1-\sigma}}[\lambda w_1^{1-\sigma} + \theta(1-\lambda)w_2^{1-\sigma}]^{\frac{1}{1-\sigma}} \tag{2.11}$$

ここで、$\theta \equiv \tau^{1-\sigma}$ と定義され、輸送費用の下落に従い、θ の値が上昇することが貿易自由化を意味する。さらに、各地域の総所得は以下の通り与えられる。

$$Y_1 = \lambda H w_1 + L \qquad Y_1 = (1-\lambda)Hw_2 + L \tag{2.12}$$

(2.6) 式、(2.8) 式と (2.11) 式を (2.7) 式に代入し、各地域における賃金率は次のように表される。

$$w_1^\sigma = \frac{\alpha}{H}\left[\frac{\lambda H w_1 + L}{\lambda w_1^{1-\sigma} + \theta(1-\lambda)w_2^{1-\sigma}} + \theta\frac{(1-\lambda)Hw_2 + L}{\theta\lambda w_1^{1-\sigma} + (1-\lambda)w_2^{1-\sigma}}\right]$$

$$w_2^\sigma = \frac{\alpha}{H}\left[\theta\frac{\lambda H w_1 + L}{\lambda w_1^{1-\sigma} + \theta(1-\lambda)w_2^{1-\sigma}} + \frac{(1-\lambda)Hw_2 + L}{\theta\lambda w_1^{1-\sigma} + (1-\lambda)w_2^{1-\sigma}}\right]$$

この賃金に関する 2 つの非線形の式により、解析的に解を求めることができないが、解が一意であることがわかる。短期的には、熟練労働者の地域分布が一定である。以上が、一定の λ のもとで各地域の財価格、所得、賃金が求められる短期均衡である。

長期的には、熟練労働者は実質賃金に応じて地域間を移動する。(2.4) 式より、地域 r の熟練労働者の実質賃金は次のように求められる。

$$V_r(\lambda) = \frac{\alpha^\alpha(1-\alpha)^{1-\alpha}w_r(\lambda)}{P_r^\alpha(\lambda)} \tag{2.13}$$

長期均衡における熟練労働者の分布は次の式によって決定される。

$$\dot{\lambda} = [V_1(\lambda) - V_2(\lambda)]\lambda(1-\lambda) \tag{2.14}$$

(2.14) 式より、$V_1(\lambda) = V_2(\lambda)$ あるいは $\lambda = 0, 1$ の時、長期均衡が達成される。さらに、$\lambda = 0$ の時、$V_1(0) < V_2(0)$ であれば、長期均衡が安定であり、$\lambda = 1$ の時、$V_1(0) > V_2(0)$ が成立すれば、長期均衡が安定である。$V_1(\lambda) = V_2(\lambda)$ を成立させる均衡解を λ^* とすると、$d[V_1(\lambda) - V_2(\lambda)]/d\lambda|_{\lambda=\lambda^*} < 0$ が成り立つとき、安定均衡となる。

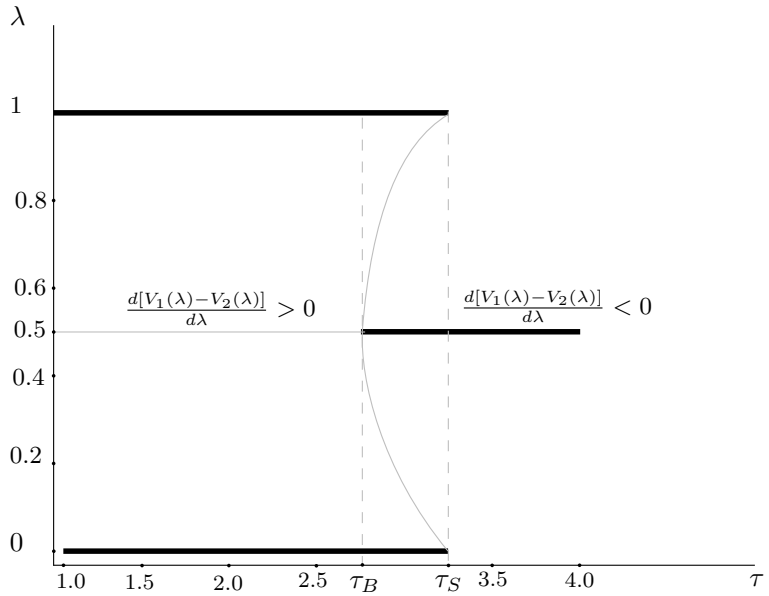


図 2.1: 輸送費用と安定均衡

図 2.1 は数値例を用い、輸送費用の変化に従う長期均衡の変化を描いている。ここで、$\sigma = 3$、$\alpha = 0.6$、$H = 200$、$L = 800$ とする。太線が安定均衡を表しており、細線が不安定均衡を表す。τ_S は全ての熟練労働者が 1 つの地域に集積する均衡の安定性を分ける輸送費用の閾値であり、サステイン・ポイントと呼ばれる。τ_B は熟練労働者が各地域の間に分散する均衡の安定性

を分ける輸送費用の閾値であり、ブレイク・ポイントと呼ばれる。$\tau > \tau_S$ の範囲内で、集積均衡が不安定であり、分散均衡が唯一の安定均衡となり、熟練労働者が両地域で均等に分布している。$\tau_B < \tau < \tau_S$ の時、集積均衡と分散均衡の両方が安定均衡となる。$\tau < \tau_B$ の範囲では分散均衡が不安定になり、集積均衡のみが安定均衡である。長期均衡に関する議論により、輸送費用が高い時、製造業部門は両地域に分散し、輸送費用が低い時、1 つの地域に集積することが分かる。中間程度の輸送費用のもとで、初期条件によって製造業企業は分散することも集積することもありうる。

2.1.2 新経済地理モデルの拡張

CP モデルは集積の要因と方向に対し非常に意義深い解釈を提示するが、モデルの設定と関数の形のため、解析的な分析を展開するのが難しい。ゆえに、CP モデルに基づく研究はしばしば数値シミュレーションにたよって議論を展開する。そして、CP モデルでは既存の企業や人口の移転と集積を議論できるが、企業や人口の成長に対する考察ができない。また、氷塊型の輸送費用が輸送される財の量ではなく価格に比例することが指摘されている。これらの問題点に対し、多くの研究が NEG のフレームワーク内で種々の新たなモデルを提示している。用いられる効用関数と輸送費用の形により、これらのモデルが 2 つのグループに分けられる。

1 つは CES 効用関数、あるいは準線形効用関数と氷塊型輸送費用を用いる NEG モデルである。Martin & Rogers (1995) は地域の間を移動する資本を含む Footloose Capital モデル (FC モデル) を提示し、NEG のフレームワークで資本の移動に伴う企業の集積を考察する。彼らは準線形効用関数を用い、資本レンタルに応じて移動する資本を移動要素とし、解析的に分析しやすい結果を得る。Forslid & Ottaviano (2003) は CP モデルの製造業部門の生産に関する仮定を変え、製造業部門の生産における可変費用が非熟練労働の投入と仮定することによって、各地域での均衡賃金率が明示的に得られ、CP モデルより解析上で取り扱いやすい Footloose Entrepreneurs モデル (FE モデル) を提示する。Fujita et al. (2001) は、製造業の部門の生産に労働と製造業の財の集計的な投入が必要であることを想定し、CP モデルに垂直的関連を導入し、Core Periphery Vertical Linkage モデル (CPVL モデル) を考案する。Robert-Nicoud (2005) は FC モデルに垂直的関連を導入し、Footloose Capital Vertical Linkage モデル (FCVL モデル) を提示する。Ottaviano (2007) は FE モデルに垂直的関連を導入し、Footloose Entrepreneur Vertical Linkage モデル (FEVL モデル) を示す。

Baldwin (1999) は FC モデルに資本の減耗と形成を導入し、投資部門を含む Constructed Capital モデル (CC モデル) を構築する。これによって、NEG のフレームワークで経済成長を議論できる。CC モデルでは、経済成長率は資本ストックの成長率と一致する。長期均衡で資本ストックが輸送費用や資本の減耗率などの外生的変数によって決定される。Martin & Ottaviano (1999) は知的資本と研究開発を NEG のフレームワークに導入し、知識あるいは技術が地域間に完全にスピルオーバーの前提の下で、内生的経済成長と集積を考察する Global Spillover モデル (GS モデル) を提示する。Martin & Ottaviano (1999) の考察により、輸送費用の低下が経済成長を促すが、企業の集積の程度が経済成長率との間には関係がないことが示される。Baldwin (2001) は GS モデルに基づき、地域間のスピルオーバーが不完全であるケースを考察する Local Spillover モデル (LS モデル) を考案する。GS モデルに比べ、LS モデルがより現実的な前提を踏まえ、集積の程度が大きいほど経済成長率は高くなることを示す。Baldwin & Okubo (2006)

はFCモデルに異質的な企業の生産を導入し、Melitz (2003) によって提示される新々貿易理論を新経済地理学のフレームワークに統合する。

もう1つのグループのモデルは氷塊型輸送費用の代わりに、輸送される財の量に比例する線形的輸送費用を用い、二次形式の効用関数の下で議論を展開する。Ottaviano (2001) は準線形の二次形式効用関数を基礎とし、線形的輸送費用と地域間を移動する資本を含むLinear Footloose Capital モデル (LFC モデル) を提示する。その後、Ottaviano et al. (2002) は同じ設定に基づき、地域間を移動する起業家を含むLinear Footloose Entrepreneurs モデル (LFE モデル) を考案する。CES型の効用関数に基づくモデルと違い、二次形式の効用関数を用いるモデルにおいて、ある地域における異質財の均衡価格はこの地域に立地する企業の数の増加とともに低下する。これによって、同じ地域に立地する企業の間に競争促進効果があることが確認される。さらに、これらのモデルにおいて、消費者の需要関数と企業の生産関数が線形的であるため、CPモデルの主な性質を保つと同時に、解析上の利便性が保証される。

2.2 新経済地理学モデルにおける環境問題の考察

一般均衡のフレームワークで環境問題と企業の立地に関する研究が数多くある。この中の多数は完全競争モデルを基礎とする。Copeland & Taylor (1994) は資本豊富な先進国と労働力豊富な途上国を想定し、貿易自由化に従い、汚染集積的産業が環境規制の厳しい先進国から環境規制の緩やかな途上国に移転することを示す。Copland & Taylor (1995) は所得が異なる国の貿易パターンを分析し、途上国の汚染排出が貿易自由化につれて 増加すると主張する。Markusen et al. (1995) は企業が複数の工場を持つことを想定し、各地域の政府が非協力的に排出税率を決定する時、各地域における工場の数と排出税率に関する考察を行う。Markusen et al. (1995) により、企業の汚染排出が引き起こす被害が高い時、各地域の政府は排出税を引き上げ、自分の地域から汚染企業を押し出す傾向があることが示される。

NEGモデルで環境問題や環境政策を考察する研究は比較的に少ない。主な研究は貿易自由化の背景で、環境政策や環境問題が企業と人口の移転に与える影響を考察する。Pflueger (2001) はFCモデルにローカルな汚染排出と排出規制を導入し、住民の汚染に対する容赦度が異なる2地域モデルにおいて、市場規模が同じである時、2国のナッシュ均衡排出税率を求め、ナッシュ均衡排出税率と最適排出税率との格差はパラメーター (輸送費用や生産要素の代替性) に依存することを示す。彼の考察により、輸送費用が一定である時、住民の汚染に対する容赦度が低い地域において、政府がより高い排出税率を定める傾向がある。これによって、排出規制が厳しい地域における企業が規制の緩い地域に移動し、汚染避難地効果が引き起こされる。Zeng & Zhao (2009) はFCモデルに越境汚染と排出税を導入し、汚染が農業部門の生産性にマイナスな影響を及ぼすという前提の下において、排出税が企業の集積に与える影響を分析する。Zeng & Zhao (2009) により、汚染排出が農業部門の生産性を損ない、農業財の価格を引き上げ、消費者の需要を減少させるため、排出規制の強化が需要を拡大させる効果がある。一方、排出税が企業から徴収されるため、排出規制の強化が企業の生産費用を引き上げる効果がある。企業の移転はこの2つの効果によって決定される。

Elbers & Withagen (2004) はFEモデルに基づき、企業の固定費用として徴収される内生的排出税を導入し、各地域の政府が非協力的に排出税率を決める時、排出税と起業家の集積との関係を考察する。Elbers & Withagen (2004) により、輸送費用がない自由貿易において、汚染

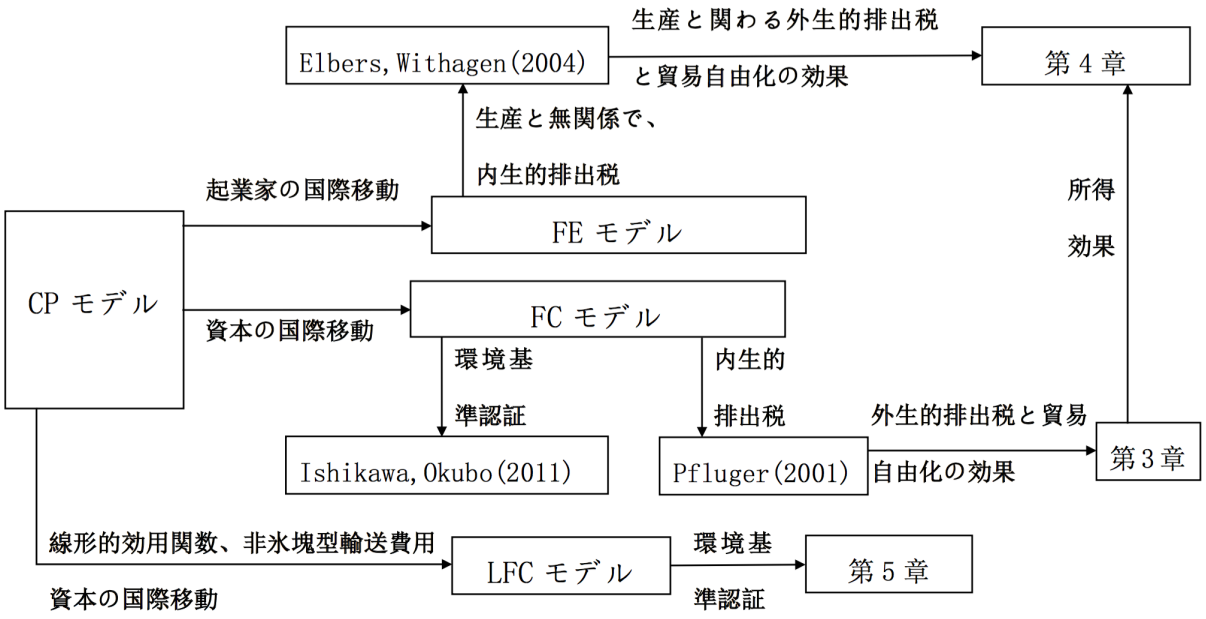
排出によって引き起こされる効用の損失が高い (低い) 時、各地位の政府が分散均衡を好んで高い (低い) 排出税率を定める傾向がある。輸送費用が非常に高い時、ナッシュ均衡における排出税率が社会的最適税率より低い。Lange & Quaas (2007) は FE モデルにローカルな汚染排出を導入し、環境の質の影響が起業家の移動に影響を及ぼす時、貿易自由化に従う起業家の移動を議論する。汚染排出が分散効果を持つため、この効果の強さは製造業部門の生産性と汚染排出の (マイナスの) 限界効用によって決められる。 Lange & Quaas (2007) により、分散経済を導く輸送費用と汚染排出量の閾値が求められ、汚染排出が引き起こす効用の損失の上昇につれ、集積均衡を導く輸送費用の値が下落することが示される。

Hosoe & Naito (2006) は CP モデルで越境汚染を考慮し、汚染が農業部門の生産性にマイナスな影響を及ぼす時、貿易自由化と労働者の集積を考察する。Hosoe & Naito (2006) はシミュレーションを通じ、越境汚染の割合の上昇が労働者の分散を導くことを示し、越境汚染の割合の変化によって、安定的な分散均衡が不安定な均衡になる可能性を示唆する。

Venables (1999) は FCVL モデルで排出税の効果を考察し、パラメーターの値によって複数の均衡が存在することを示す。Venables (1999) により、環境規制の一時的な強化は企業の移転を引き起こし、その後の規制緩和は企業の再度の移転を引き起こさない。Neary (2006) は Venables (1999) に基づき、製造業部門の生産に投入される集計的な要素の価格に関する一般的な設定を行い、環境規制が企業の移転を引き起こすメカニズムを示す。Neary (2006) により、企業の排出係数が異なる場合には、環境規制の強化は劇的な企業の移動を引き起こさない。Kyriakopoulou (2009) は LS モデルで排出規制の効果を考察し、企業の立地は排出規制と技術のスピルオーバーの割合とのトレードオフによって決定されることを示す。

2.3 本論文の位置付け

本論文の第 3 章は Pflueger (2001) に基づいており、FC モデルに外生的な排出税を導入し、貿易自由化に従う企業の集積と排出規制の効果に関する分析を行う。第 4 章は Elbers & Withagen (2004) に基づき、FE モデルで製造業部門の生産に関わる排出税の効果を考察し、貿易自由化の背景で一方的な規制強化と起業家の集積との関係を議論する。第 5 章は LFC モデルを用い、環境基準認証制度の効果を考察する。本論文の各章の位置付けは以下のチャートで表される。


生産と関わる外生的排出税
Elbers,Withagen(2004)
と貿易自由化の効果
第４章
生産と無関係で、
内生的排出税
起業家の国際移動
所得
効果
FE モデル
CP モデル
FC モデル
資本の国際移動
環境基
準認証
内生的
排出税
外生的排出税と貿易
Ishikawa,Okubo(2011)
Pfluger(2001)
自由化の効果
第３章
線形的効用関数、非氷塊型輸送費用
LFC モデル
環境基
準認証
第５章
資本の国際移動

第3章　環境規制と資本移動に伴う企業の集積

3.1　はじめに

1950 年代以降、グローバル化と貿易自由化は急速に進展している[1]。それにつれて、資本や企業の地域間の移動は頻繁になり、多くの途上国の近代化と都市化を促し、人間社会に大きな影響を与えている。一方、グローバル化や貿易自由化の進展と同時に、深刻な環境問題が発生し、各国の政府と市民の注意を引いている。環境問題の深刻化に対処するために、各国の政府は環境税や排出取引制度などの環境政策を実施し、自国における企業の汚染排出を規制する。貿易自由化の背景において、企業に対する排出規制が各国資本や企業の国際移動との相互作用を解明することは非常に興味深い問題である。

多くの実証研究により、ある国 (地域) が厳しい排出規制を行う時、その国 (地域) における汚染集約的企業の比較優位が海外にシフトすることがあり得ることが示されている。特に、各国の排出規制の厳しさが異なる場合には、汚染集約的企業は排出規制の緩い国に移転する傾向があり、汚染避難地効果が存在する。例えば、Ederington & Minier(2003) は 1978 年から 1992 年までのアメリカの輸入と環境規制のデータを用い、環境規制が純輸入に及ぼす影響が非常に強いことを発見し、この現象が汚染避難地効果を意味すると主張する。He (2006) は中国の 29 省の FDI と SO_2 のパネルデータを用い、FDI の進出選択が前年度の経済成長率と環境規制の厳しさに依存することを示し、強い汚染避難地効果を観測する。Levinson and Taylor (2008) は 1977 年から 1986 年までのアメリカの製造業の輸出と排出削減費用についてのデータを使い、環境規制が製造業に与える影響を検証し、汚染避難地効果を示す。Kellenberg (2009) は 1999 年から 2003 年までの アメリカの多国籍企業の FDI と輸入のデータを推計し、多国籍企業の成長の約 8.6% が投資先の環境規制の緩和の貢献によるものであることを示す。Kellenberg (2009) により、労働集約的産業は資本集約的産業より、環境規制の厳しさの影響を受けやすく、これらの産業での汚染避難地効果が顕著であることが示される。Grether et al. (2012) は 48 の国の 79 部門の輸入汚染量 (pollution content of imports) のデータを使い、先進国の環境規制の強化に従い、これらの国の輸入汚染量が上昇することを示し、汚染避難地効果を確認した。

一部の実証研究は貿易自由化の影響を考慮した上で環境規制に応じる企業の移動を考察し、汚染避難地仮説、つまり貿易自由化に従い、汚染集約的企業が環境規制の厳しい地域から緩い地域に移転するという仮説が成立することを示す。汚染避難地効果が多くの実証研究によって支持されるのととは違い、汚染避難地仮説に関する実証研究の結果は分かれている。例えば、Kheder & Zugravu (2008) は 1996 年から 2002 年までのフランスの多国籍企業の 55ヶ国への投資を調べ、環境規制が企業の立地選択に大きな影響を与え、この影響が FDI の規模の上昇に従って拡大することを示し、汚染避難地仮説が成立すると主張する。Wagner & Timmins (2009) はドイツの多国籍企業の貿易量と FDI のデータを用い、貿易量の拡大に従い、化学産業における

[1] 本章は劉 (2016) に基づく。

多国籍企業の環境規制が緩やかな途上国へのFDIが上昇することを示し、汚染避難地仮説の存在を確認する。

一方、Becker and Henderson (2000) は1963年から1992年までのアメリカの大気汚染のデータを使い、規制の厳しさが異なる州で汚染集約的企業の増加率が著しく違っていることを示す。Walker (2011) は1987年から1997年のアメリカの鉄鋼業のデータを用い、大気浄化法を実施する州で鉄鋼業企業が減少し、実施しない州で企業が少し増加することを検証する。一方、Ederington et al.(2005) はEderington & Minier(2003) と同じデータを使い、企業の削減費用が小さい時、企業の移動と貿易自由化との相関関係がないことを示す。Kahn and Yoshino (2004) は1980年から1997年かけての128ヶ国の34つの産業のデータで、汚染避難地仮説を支持する証拠がないと主張する。

本章の目的は貿易自由化の背景における排出税の効果を考察し、一方的な環境規制の強化が企業の立地分布に及ぼす影響を解明することである。その上、汚染避難地効果のメカニズムを明らかにし、汚染避難地仮説に関する実証結果の分岐を解釈することも本章の目的である。本章は企業の立地分布を主な研究対象とし、Martin & Rogers (1995) によって提示されるFCモデルに基づいて分析を展開する。Martin & Rogers (1995) に従い、本章のモデルでは、2つの地域 (地域1と地域2)、2つの財 (農業財と製造業の財)、2つの生産要素 (労働と資本) が存在する。地域1の人口規模が地域2より大きい。農業財市場は完全競争的であり、製造業の財市場に複数の独占競争的な企業が存在する。労働者は生産部門の間を移動できるが、地域の間を移動できない。資本は資本レンタル率の高さに応じて地域の間を移動する。製造業企業の操業に資本が必要であるため、企業の立地分布は各地域の資本レンタル率の高さによって決定される。本章はMartin & Rogers (1995) モデルに企業の汚染排出と政府の排出規制を導入し、2つの国が排出規制を行う時、企業の立地分布と各地域の排出水準が貿易自由化に従っていかに変化するのかを明らかにする。特に、1つの地域が一方的に排出規制を強化する時の企業分布と各地域の排出水準を考察し、汚染避難地効果のメカニズムを解明する。さらに各地域の社会厚生を分析し、貿易自由化と社会厚生についての議論を展開する。

以上の考察を通じ、資本が地域の間を移動する場合には、企業の立地分布は地域の市場規模と排出規制の厳しさによって決められることが示される。市場規模が大きい地域が一方的に排出規制を強化する時、この国の市場規模の優位が排出規制の強化によって相殺され、製造業企業は規制の緩やかな地域に移動する。この時、汚染避難地効果が現れる。また、資本の地域間の移動がない場合には、経済全体の排出量は輸送費用の下落に従って増加する。市場規模が大きい国の一方的な規制強化は排出のリーケージを引き起こすが、経済全体の排出を削減できる。さらに、本章の分析により、各国の社会厚生水準はこの地域に立地する企業の数と大体一致することが明らかにされる。

貿易自由化の背景で排出規制と企業立地問題を考察する理論研究が数多くある。この中で、多数の研究は完全競争市場モデルや不完全競争モデルに基づいている。Antweiler et al. (2001) は国間の技術水準と所得水準の相違を考慮し、2つの財 (ダーティー財とクリーン財) を含む完全競争モデルで資本の移転に影響を与える要因を考察する。その結果として、各国の技術水準の相違がなく、所得水準が異なる場合に汚染避難地効果が発生する。貿易自由化は環境問題の改善を促す。Silva & Zhu (2009) は2種類の汚染 (ローカル汚染とグローバル汚染) を含む完全競争モデルを用い、排出権取引の効果を考察し、汚染の被害関数が非線形である場合に汚染避難地効果が現れることを示す。

また、一部の研究はNEGモデルでこの問題を考察する。この中で、FCモデルに排出税を取

り組んで分析したものに Pflueger (2001) があげられる。Pflueger (2001) は FC モデルにローカルの汚染排出と排出税を導入し、住民の汚染に対する容赦度が異なる 2 地域モデルにおいて、同じ市場規模を持つ 2 地域のナッシュ均衡排出税率に関する分析を行う。分析の結果により、ナッシュ均衡における排出税率と最適排出税率との格差は各パラメーター (消費財の代替性や住民の汚染に対する容赦度など) に依存する。本章のモデルは Pflueger (2001) のモデルに依拠する。ただし、Pflueger (2001) とは異なり、本章は市場規模の異なる地域の環境規制の効果を考察する。また、Pflueger (2001) は閉鎖的経済と完全自由貿易のケースだけ分析するが、輸送費用の変化が資本の地域間の移動に与える影響に関する議論を十分に展開していない。本章は輸送費用の変化を着目し、一方的な環境規制の強化が地域間の資本移動と汚染排出に与える影響を分析する。それによって、汚染避難地効果に関する議論が展開される。

本章の 1 つの貢献として、排出規制と貿易自由化が資本移動に及ぼす影響を理論的に説明できたことがあげられる。本章では、排出規制が資本価格にマイナスの影響を及ぼすが、その効果が市場規模の優位を超えない限り、規制が緩やかな地域への資本移動が起こらない。排出規制のマイナスの効果が市場規模優位を超えると、貿易自由化に従い、規制の緩やかな地域への資本移動が起こり、汚染避難地効果が現れる。貿易自由化が国の市場規模の優位を強化するため、排出規制の排出削減効果は貿易自由化につれて弱くなる。また、貿易自由化が社会厚生に及ぼす影響を明らかにできたことが本論文のもう 1 つの貢献である。

本章の構成は、以下の通りである。次節ではモデルの基本構造を設定する。第 3 節は資本移動のない時の均衡に関する分析を行い、第 4 節では資本が地域間を移動する時の均衡に関して分析を行う。第 5 節では本論文の結論をまとめ、残された課題について記述する。

3.2 モデルの構造

考察する経済は 2 つの地域と 2 つの生産部門からなる。2 つの地域を地域 $r(r = 1, 2)$ と表記し、2 つの生産部門は農業部門と製造業部門である。農業部門の生産要素は労働力だけである。製造業部門は労働力と資本を用いて生産を行う。製造業企業の生産によって汚染排出が引き起こされる。農業財市場は完全競争的である。農業財の地域間の貿易は自由であり、輸送費や関税などの輸送費用費用がかからない。製造業の財市場は独占的競争である。製造業の財の地域間の貿易に輸送費用がかかる。ここで、氷塊型輸送費用を想定する。

この経済における消費者は労働者を兼ねている。労働市場は完全競争的であり、各労働者は 1 単位の労働力を保有し、非弾力的に供給する。労働者は地域の間を移動することができないが、同じ地域の両部門の間を移動できる。地域 1 と地域 2 における労働者の人数はそれぞれ、L_1 と $L_2(L_1 > L_2)$ と与えられる。経済全体の労働者の人数は $L_W = L_1 + L_2$ である。さらに、地域 1 の人口シェアは $s = \frac{L_1}{L_W}$ と定義され、地域 2 の人口シェアは $1 - s$ と定義される。$L_1 > L_2$ が成り立つため、$s > 1 - s$ が成立する[2]。

経済における総資本は K_W と記され、初期において各労働者の間に均等に分配される。資本市場は地域間を跨いで成立している。資本は短期的に地域の間を移動しないが、長期的には資本の価格に応じて地域間を自由に移動できると仮定する。

製造業部門は収穫逓増の技術を用い、独占的競争市場の下で生産を行う。1 つの企業は 1 種類の財だけ生産できる。経済における全ての製造業の財の種類の数は一定であり、N_W と記され

[2]後の議論により、s と $1 - s$ が各地域の市場規模を表す。

る。$N_W = n_1 + n_2$ が成り立つため、地域 1 に立地する企業のシェアは $s_n = \frac{n_1}{N_W}$ である。1 つの企業が操業するためには、1 単位の資本を固定費用として投入しなければならない。ゆえに、各地域の企業シェアがこの地域の資本シェアと常に一致する。地域 1 に立地する企業のシェア s_n が $s_n = \frac{n_1}{N_w} = \frac{K_1}{K_W}$ のように与えられる。記号を簡略化するために、以下の議論では、地域 1 の企業シェアと資本シェアを s_n で表し、地域 2 の企業シェアと資本シェアを $1 - s_n$ で表すことをする。

また、各地域の政府は製造業部門の排出に対して排出税を課し、その税収を自地域に居住する消費者に分配する。

3.2.1 消費者部門

消費者は製造業部門で生産される財と農業財の消費から効用を得て、排出から効用の損失を受けるとし、次のような準線形の効用関数を仮定する。

$$U_r = \alpha \log M_r + A_r - \phi D_r \tag{3.1}$$

ここで、α は消費者の製造業の財に対する選好の強さを表すパラメーターであり、α が大きいほど、消費者は多くの製造業の財を消費することを意味している。$\alpha > 0$ を仮定する。ϕ は消費者が排出から受けた効用の損失を表すパラメーターであり、$0 < \phi < 1$ とする。M_r と A_r はそれぞれ、地域 r での製造業の財の消費量と農業財の消費量を表している。D_r は地域 r の排出量である。経済の総排出量 D_W は $D_W = D_1 + D_2$ と定義される。

消費者は差別化された製造業の財の消費から次のように定義される効用 M_r を得る。

$$M_r \equiv \left[\int_{i=0}^{n_1} m_{ri}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di + \int_{j=0}^{n_2} m_{rj}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \tag{3.2}$$

m_{ri} と m_{rj} はそれぞれ、地域 r での地域 1 で生産された製造業の財 i の消費量と地域 2 で生産された製造業の財 j の消費量を表す。n_1 は地域 1 で生産された製造業の財の種類の数を表す。n_2 は地域 2 で生産された製造業の財の種類の数である。σ は各財の間の代替弾力性を表すパラメーターであり、$\sigma > 1$ である。

また、両地域の農業部門は収穫一定の技術を持ち、1 単位の労働力投入で 1 単位の農業財が生産できると仮定される。農業財を価値基準財とすると、その価格も農業財部門の賃金率も 1 になる。さらに、労働市場は完全競争的であるため、製造業における賃金率も 1 になる。地域 r に居住する代表的消費者の予算制約は以下の通り与えられる。

$$y_r = \int_{i=0}^{n_1} p_{ri} m_{ri} di + \int_{j=0}^{n_2} p_{rj} m_{rj} dj + A_r \tag{3.3}$$

ここで、y_r は消費者の所得であり、p_{ri} と p_{rj} はそれぞれ、地域 r での財 i の価格と財 j の価格である。(3.1) 式、(3.2) 式及び (3.3) 式より、効用最大化問題を解くと、地域 r における財 i と財 j に対する需要 m_{ri}、m_{rj} が次のように求められる。

$$m_{ri} = \frac{\alpha p_{ri}^{-\sigma}}{P_r^{1-\sigma}} \qquad m_{rj} = \frac{\alpha p_{rj}^{-\sigma}}{P_r^{1-\sigma}} \tag{3.4}$$

ここで、P_r は地域 r における製造業の財の価格指数であり、次のように定義される。

$$P_r \equiv \left[\int_{i=0}^{n_1} p_{ri}^{1-\sigma} di + \int_{j=0}^{n_2} p_{rj}^{1-\sigma} dj\right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \tag{3.5}$$

(3.4) 式から分かるように、効用関数が準線形であるため、消費者の所得が製造業の財に対する需要に影響を及ばさない。さらに、地域 r における代表的消費者の間接効用関数は以下の通り与えられる。

$$V_r = \alpha \log \alpha - \alpha \log P_r + y_r - \alpha - \phi D_r \tag{3.6}$$

3.2.2 製造業部門

製造業部門の企業は収穫逓増の技術を用い、独占的競争市場の下で生産を行う。1 つの企業は 1 種類の財だけ生産できる。製造業の財の生産に労働の投入と汚染排出が必要である。さらに、1 つの企業が操業するためには、生産量と無関係に 1 単位の資本を固定費用として投入しなければならない。Copeland and Taylor (1994) に従い、地域 r に立地する企業 $i(j)$ が x 単位の財を生産する時の費用は次のように与えられる。

$$\begin{aligned} C(x_i) &= bt_r^{\beta} x_i + R_r \\ b &\equiv \beta^{-\beta}(1-\beta)^{\beta-1} \end{aligned} \tag{3.7}$$

ここで、t_r は地域 r の排出税率である。R_r は地域 r における資本のレンタル率である。

製造業の財の貿易に氷塊型輸送費用がかかる。輸送費用は $\tau - 1$ である。製造業部門の企業は他の地域と 1 単位の財の貿易を行うために、$\tau(\tau > 1)$ 単位の財を輸送しなければならない。(3.7) 式より、地域 1 に立地する企業 i と地域 2 に立地する企業 j の利潤は次のように表される。

$$\Pi_i = (p_{1i} - bt_1^{\beta})m_{1i} + (p_{2i} - \tau bt_1^{\beta})m_{2i} - R_1 \tag{3.8}$$

$$\Pi_j = (p_{1j} - \tau bt_2^{\beta})m_{1j} + (p_{2j} - bt_2^{\beta})m_{2j} - R_2 \tag{3.9}$$

(3.4) 式と (3.5) 式を (3.8) 式、(3.9) 式に代入し、企業の利潤最大化問題を解くと、製造業の財 i と財 j の価格は次のように得られる。

$$p_{1i} = \frac{\sigma}{\sigma - 1} bt_1^{\beta} \qquad p_{2i} = \frac{\tau\sigma}{\sigma - 1} bt_1^{\beta} \tag{3.10}$$

$$p_{1j} = \frac{\tau\sigma}{\sigma - 1} bt_2^{\beta} \qquad p_{2j} = \frac{\sigma}{\sigma - 1} bt_2^{\beta} \tag{3.11}$$

(3.10) 式と (3.11) 式より、製造業の財の価格は地域の排出税率と輸送費用によって決定されることがわかる。さらに、地域 1 と地域 2 における製造業の財の価格指数は次のように表される。

$$P_1 = [n_1 t_1^{\gamma} + \theta n_2 t_2^{\gamma}]^{\frac{1}{1-\sigma}} \frac{b\sigma}{\sigma - 1} \tag{3.12}$$

$$P_2 = [\theta n_1 t_1^{\gamma} + n_2 t_2^{\gamma}]^{\frac{1}{1-\sigma}} \frac{b\sigma}{\sigma - 1} \tag{3.13}$$

ここで、γ は $\gamma \equiv \beta(1-\sigma)$ と定義され、排出税率が製造業の財の価格指数に及ぼす影響を表す。$\gamma < 0$ が成り立つ。θ は $\theta \equiv \tau^{1-\sigma}$ と定義され、貿易自由度を反映する。$\theta = 0$ のとき, 輸送費用が無限大な閉鎖経済を表し、$\theta = 1$ のとき、輸送費用が全くかからない自由貿易経済を表す。輸送費用の下落は貿易自由化を意味する。

(3.10) 式、(3.11) 式、(3.12) 式及び (3.13) 式を (3.4) 式に代入すると、各地域に居住する代表的消費者の財 i と財 j に対する需要は次のように表される。

$$m_{1i} = \frac{\alpha(\sigma-1)}{\sigma b}\frac{t_1^{\gamma-\beta}}{[n_1 t_1^{\gamma} + \theta n_2 t_2^{\gamma}]} \tag{3.14}$$

$$m_{2i} = \frac{\alpha(\sigma-1)\tau^{-\sigma}}{\sigma b}\frac{t_1^{\gamma-\beta}}{[\theta n_1 t_1^{\gamma} + n_2 t_2^{\gamma}]} \tag{3.15}$$

$$m_{1j} = \frac{\alpha(\sigma-1)\tau^{-\sigma}}{\sigma b}\frac{t_2^{\gamma-\beta}}{[n_1 t_1^{\gamma} + \theta n_2 t_2^{\gamma}]} \tag{3.16}$$

$$m_{2j} = \frac{\alpha(\sigma-1)}{\sigma b}\frac{t_2^{\gamma-\beta}}{[\theta n_1 t_1^{\gamma} + n_2 t_2^{\gamma}]} \tag{3.17}$$

ここで、n_1、n_2 が一定である時、τ の下落に従い、m_{1i} と m_{2j} が減少し、m_{1j} と m_{2i} が増加する。すなわち、各地域の企業の数が固定する場合に、輸送費用の下落に従い、輸入品の消費が拡大し、地域産品の消費が縮小する。(3.14) 式〜(3.17) 式より、企業 i の生産量 x_i、企業 j の生産量 x_j は次のように求められる。

$$\begin{aligned} x_i &= m_{1i}L_1 + \tau m_{2i}L_2 \\ &= \frac{\alpha(\sigma-1)}{\sigma b}\frac{T^{\gamma-\beta}}{t_2^{\beta}}\left[\frac{s}{\Delta_1} + \frac{\theta(1-s)}{\Delta_2}\right]\frac{L_W}{N} \end{aligned} \tag{3.18}$$

$$\begin{aligned} x_j &= m_{1j}L_1 + \tau m_{2j}L_2 \\ &= \frac{\alpha(\sigma-1)}{\sigma b}\frac{1}{t_2^{\beta}}\left[\frac{\theta s}{\Delta_1} + \frac{(1-s)}{\Delta_2}\right]\frac{L_W}{N} \end{aligned} \tag{3.19}$$

ここで、$\Delta_1 \equiv s_n T^{\gamma} + \theta(1-s_n)$、$\Delta_2 \equiv \theta s_n T^{\gamma} + 1 - s_n$ と定義され、T は $T \equiv t_1/t_2$ と定義される。各地域の人口シェア s と $1-s$ はそれぞれ、地域 1 と地域 2 の市場規模を表す。(3.18) 式 ((3.19) 式) では、カッコの中の第 1 項は地域 1 の消費者の財 $i(j)$ に対する需要であり、第 2 項は地域 2 の消費者の財 $i(j)$ に対する需要である。すなわち、地域 1(地域 2) に立地する企業 $i(j)$ にとって、カッコの中の第 1 項は内需 (外需) を表し、第 2 項は外需 (内需) を表す。製造業部門の企業は市場への自由参入・退出を想定し、均衡における製造業の企業の利潤はゼロになる。各地域で資本レンタル率 R_1、R_2 は次のように決まる。

$$R_1 = \frac{\alpha}{\sigma}T^{\gamma}\left[\frac{s}{\Delta_1} + \frac{\theta(1-s)}{\Delta_2}\right]\frac{L_W}{N} \tag{3.20}$$

$$R_2 = \frac{\alpha}{\sigma}\left[\frac{\theta s}{\Delta_1} + \frac{(1-s)}{\Delta_2}\right]\frac{L_W}{N} \tag{3.21}$$

また、(3.7) 式、(3.18) 式及び (3.19) 式より、各地域の排出量 D_1、D_2 と経済全体の排出量 D_W は次のように求められる。

$$\begin{aligned} D_1 &= \beta b t_1^{\beta-1} n_1 x_i && (3.22)\\ &= \epsilon L_W T^{\gamma-1} \frac{s_n}{t_2} \left[\frac{s}{\Delta_1} + \frac{\theta(1-s)}{\Delta_2} \right] \\ D_2 &= \beta b t_2^{\beta-1} n_2 x_j && (3.23)\\ &= \epsilon L_W \frac{(1-s_n)}{t_2} \left[\frac{\theta s}{\Delta_1} + \frac{(1-s)}{\Delta_2} \right] \\ D_W &= D_1 + D_2 && (3.24)\\ &= \frac{\epsilon L_W}{T t_2} \left[1 + (T-1)(1-s_n) \left(\frac{\theta s}{\Delta_1} + \frac{(1-s)}{\Delta_2} \right) \right] \end{aligned}$$

ここで、$\epsilon \equiv \alpha\beta(\sigma-1)/\sigma$ と定義される。

3.3 資本移動がないケース

この節では、資本が地域間を移動しない時、均衡における輸送費用と排出規制が各地域の排出量にどのような影響を与えるのかを議論する。

資本移動がないため、均衡における各地域の企業のシェア s_n はその地域の人口シェア s に一致し、$s_n = s$ が成立する。(3.23) 式と (3.24) 式より、均衡における地域 1 の排出量 D_1^S、地域 2 の排出量 D_2^S は次のように書き換えられる。

$$D_1^S = \frac{\epsilon L_W T^{\gamma-1}}{t_2} \left[\frac{s^2}{sT^\gamma + \theta(1-s)} + \frac{\theta s(1-s)}{\theta s T^\gamma + 1 - s} \right] \tag{3.25}$$

$$D_2^S = \frac{\epsilon L_W}{t_2} \left[\frac{\theta s(1-s)}{sT^\gamma + \theta(1-s)} + \frac{(1-s)^2}{\theta s T^\gamma + 1 - s} \right] \tag{3.26}$$

3.3.1 同一税率の下での均衡

両地域政府が同一税率 t を取る時、地域 1 の排出量 D_1^{SS}、地域 2 の排出量 D_2^{SS} と経済全体の排出量 D_W^{SS} は次のようになる。

$$\begin{aligned} D_1^{SS} &= \frac{\epsilon}{t} \left[\frac{s^2}{s + \theta(1-s)} + \frac{\theta s(1-s)}{\theta s + (1-s)} \right] L_W && (3.27)\\ D_2^{SS} &= \frac{\epsilon}{t} \left[\frac{\theta s(1-s)}{s + \theta(1-s)} + \frac{(1-s)^2}{\theta s + (1-s)} \right] L_W && (3.28)\\ D_W^{SS} &= D_1^{SS} + D_2^{SS} = \frac{\epsilon L_W}{t} && (3.29) \end{aligned}$$

(3.27) 式と (3.28) 式より、両地域政府が同一の排出税率を取る時、

$$0 \le \theta < \frac{\sqrt{s(1-s)} - s(1-s)}{s^2 - s + 1} \qquad \Rightarrow \frac{dD_1^{SS}}{d\theta} > 0 \quad \frac{dD_2^{SS}}{d\theta} < 0$$

$$\frac{\sqrt{s(1-s)} - s(1-s)}{s^2 - s + 1} < \theta \le 1 \qquad \Rightarrow \frac{dD_1^{SS}}{d\theta} < 0 \quad \frac{dD_2^{SS}}{d\theta} > 0$$

が得られる。ゆえに、輸送費用が高い場合には、輸送費用の下落あるいは貿易自由化に従い、地域 1 の排出量は増加し、地域 2 の排出量は減少する。輸送費用が低い場合には、輸送費用の下落につれ、その逆になる。両地域の相対排出は次のように表される。

$$\frac{D_1^{SS}}{D_2^{SS}} = \frac{s}{(1-s)}\left[\frac{(1-s)^2\theta^2 + s\theta + s(1-s)}{s^2\theta^2 + (1-s)\theta + s(1-s)}\right]$$

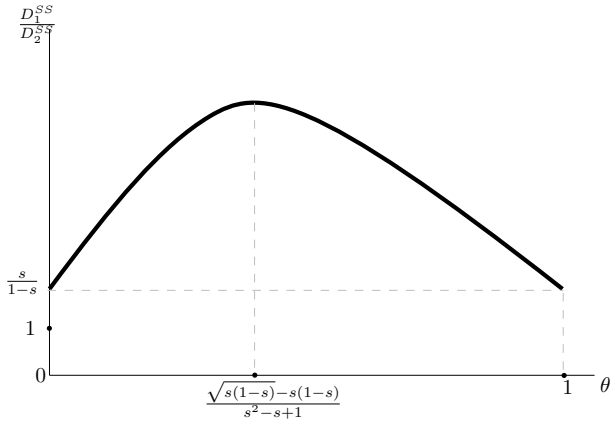


図 3.1: 資本移動がない時の相対排出と輸送費用 ($T = 1$)

図 3.1 では、両地域の政府が同じ排出税率を取る時の相対排出と輸送費用の関係が描かれる。均衡で $s_n = s$ が成立するため、より多くの企業は地域 1 に立地することがわかる。(3.18) 式と (3.19) 式より、地域 1 の製造業の財の生産量は地域 2 より高く、地域 1 の排出量も地域 2 より大きい。

(3.14) 式〜(3.17) 式より、資本の地域間移動がない時、各地域の消費者が輸入財に対する需要は輸送費用の下落に従って拡大し、地域内で生産された財に対する需要は輸送費用の下落に従って縮小する。輸送費用が高い ($0 \leq \theta < \frac{\sqrt{s(1-s)}-s(1-s)}{s^2-s+1}$) 時には、地域 1 で生産される財の輸出の拡大分は内需の縮小分を超えるため、地域 1 の企業の生産量は輸送費用の下落に従って増え、排出量は増加し、両地域の相対排出は上昇していく。その時に地域 2 で生産される財の輸出の拡大分は内需の縮小分より小さいため、地域 2 の企業の生産量は輸送費用の下落に従って減り、排出量は減少する。輸送費用が低い ($\frac{\sqrt{s(1-s)}-s(1-s)}{s^2-s+1} < \theta \leq 1$) 時には、地域 1 で生産される財の輸出の拡大分は内需の縮小分より小さいため、地域 1 の企業の生産量は輸送費用の下落に従って減り、排出量は減少する。その時に地域 2 で生産される財の輸出の拡大分は内需の縮小分を超えるため、地域 2 の企業の生産量は輸送費用の下落に従って増え、排出量は増加し、両地域の相対排出は下落していく。

3.3.2 一方的な規制強化

市場規模が大きい地域 (地域 1) が一方的に排出規制を強化し、排出税率を t から t_1 まで引き上げる場合には、(3.25) 式と (3.26) 式より、経済全体の排出量は次のように表される。

$$D_W^S = \frac{\epsilon L_W}{t}\left[\frac{s}{sT^\gamma + \theta - \theta s}(sT^{\gamma-1} + \theta - \theta s) + \frac{1-s}{\theta s T^\gamma + 1 - s}(\theta s T^{\gamma-1} + 1 - s)\right] \quad (3.30)$$

ここで、$T = \frac{t_1}{t} > 1$ が成立する。(3.27) 式〜(3.29) 式より、次の関係式が成立する。

$$D_1^S < D_1^{SS} \qquad D_2^S > D_2^{SS} \qquad D_W^S < D_W^{SS}$$

さらに、(3.25) 式と (3.26) 式より、

$$\frac{dD_1^S}{dt_1} < 0 \qquad \frac{dD_2^S}{dt_1} > 0$$

が得られる。地域 1 の税率の上昇に従い、地域 1 で生産された財の価格は高くなり、地域 1 で生産された財に対する需要が減り、地域 2 で生産された財に対する需要が増える。地域 1 の排出量は減少し、地域 2 の排出量は増加する。また、

$$\frac{dD_1^S}{d\theta} = \frac{\epsilon L_W T^{\gamma-1}}{t} s(1-s)\left[\frac{1-s}{(\theta s T^\gamma + 1 - s)^2} - \frac{s}{(sT^\gamma + \theta - \theta s)^2}\right]$$

$$\frac{dD_2^S}{d\theta} = \frac{\epsilon L_W T^{\gamma}}{t} s(1-s)\left[\frac{s}{(sT^\gamma + \theta - \theta s)^2} - \frac{1-s}{(\theta s T^\gamma + 1 - s)^2}\right]$$

$$\frac{dD_W^S}{d\theta} = \frac{\epsilon L_W T^{\gamma-1}(T-1)}{t} s(1-s)\left[\frac{s}{(sT^\gamma + \theta - \theta s)^2} - \frac{1-s}{(\theta s T^\gamma + 1 - s)^2}\right]$$

が得られる。ここで、$\frac{dD_1^S}{d\theta}$ と $\frac{dD_2^S}{d\theta}$ の正負は次の式によって決定されることがわかる。

$$\frac{1-s}{(\theta s T^\gamma + 1 - s)^2} - \frac{s}{(sT^\gamma + \theta - \theta s)^2} \tag{3.31}$$

(3.31) 式より、$T \geq \left(\frac{1-s}{s}\right)^{\frac{1}{2\gamma}}$ が満たされる時には、$\theta \in [0,1]$ に対して

$$\frac{dD_1^S}{d\theta} < 0 \qquad \frac{dD_2^S}{d\theta} > 0 \qquad \frac{dD_W^S}{d\theta} > 0 \tag{3.32}$$

が成立する。地域 1 の政府は高い排出税率を取る時、両地域の相対排出は輸送費用の下落に従って下落し、経済全体の排出量は輸送費用の下落に従って増加する。

$T < \left(\frac{1-s}{s}\right)^{\frac{1}{2\gamma}}$ の場合には、次の関係式が得られる。

$$0 < \theta < \theta^S \Rightarrow \frac{dD_1^S}{d\theta} > 0 \quad \frac{dD_2^S}{d\theta} < 0 \quad \frac{dD_W^S}{d\theta} < 0$$

$$\theta^S < \theta < 1 \Rightarrow \frac{dD_1^S}{d\theta} < 0 \quad \frac{dD_2^S}{d\theta} > 0 \quad \frac{dD_W^S}{d\theta} > 0$$

$$\theta^S \equiv \frac{s^{\frac{1}{2}}(1-s)^{\frac{1}{2}}T^\gamma - (1-s)}{sT^\gamma - s^{-\frac{1}{2}}(1-s)^{\frac{3}{2}}}$$

さらに、θ^S の定義と (3.30) 式より、

$$D_W^S\big|^{\theta=\theta^S}_{T<\left(\frac{1-s}{s}\right)^{\frac{1}{2\gamma}}} > D_W^S\big|^{\theta=1}_{T\geq\left(\frac{1-s}{s}\right)^{\frac{1}{2\gamma}}}$$

が成立する。$T < \left(\frac{1-s}{s}\right)^{\frac{1}{2\gamma}}$ の時の経済全体の排出水準は常に $T \geq \left(\frac{1-s}{s}\right)^{\frac{1}{2\gamma}}$ の時より高い。

命題 1 資本が地域の間を移動しない場合には、地域 1 の政府が排出規制を厳しく強化する時、経済全体の排出量は輸送費用の下落に従って増加する。地域 1 の政府がある程度排出規制を強化する時、高い輸送費用の下で経済全体の排出量は輸送費用の下落に従って減少するが、低い輸送費用の下では輸送費用の下落に従って増加する。

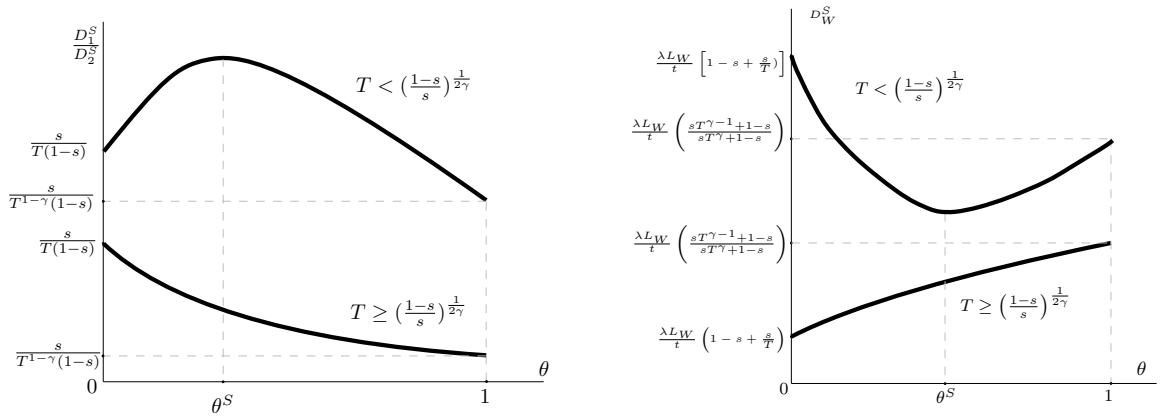


図 3.2: 資本移動がない場合における排出と輸送費用 ($T > 1$)

資本が地域の間を移動しない場合には、地域 1 の政府が排出規制を強化する時、相対排出および経済全体の排出量と輸送費用との関係は図 3.2 で描かれる。地域 1 の排出税率が高い水準に引き上げられる $\left(T > \left(\frac{1-s}{s}\right)^{\frac{1}{2\gamma}}\right)$ と、地域 1 の市場規模の優位は高い排出税率によって完全に相殺される。輸送費用が下落するほど、地域 1 で生産された財に対する需要は低くなり、地域 2 で生産された財に対する需要は高くなる。それによって、地域 1 の企業の生産量と排出量は減少し、地域 2 の企業の生産量と排出量は増加する。両地域の相対排出は下落し続ける。輸送費用の下落につれ、地域 2 の排出量の増加分が地域 1 の排出量の減少分を上回るため、経済全体の排出量は増加する。

一方、地域 1 の政府が一定の範囲内で排出規制を強化する $\left(1 < T < \left(\frac{1-s}{s}\right)^{\frac{1}{2\gamma}}\right)$ 時、地域 1 の規制強化は市場規模優位を完全に相殺していないため、地域 1 の製造業の生産は輸送費用の下落につれて拡大することがあり得る。高い輸送費用 ($0 < \theta < \theta^S$) の下において、輸送費用が下落するほど、地域 1 で生産される財の輸出の拡大分が内需の縮小分を上回り、地域 2 で生産される財の輸出の拡大分が内需の縮小分を下回る。地域 1 の企業の生産量と排出量は貿易自由化に従って増え、地域 2 の企業の生産量と排出量は貿易自由化に従って減少する。地域 1 の排出量の増加分が地域 2 の排出量の減少分を下回るため、経済全体の排出量は輸送費用の下落に従って下落する。低い輸送費用の ($\theta^S < \theta < 1$) 下では、地域 1 で生産される財の輸出の拡大分が内需の縮小分を下回り、地域 2 で生産される財の輸出の拡大分が内需の縮小分を上回る。両地域の相対排出は輸送費用の下落に従って下落していく。この時、地域 1 の排出量の増加分が地域 2 の排出量の減少分を上回るため、経済全体の排出量は輸送費用の下落に従って上昇する。

3.4　資本移動が存在する均衡

資本がレンタル率の高さに応じて地域の間を移動する場合には、企業シェアの変化は次の式によって決定される。

$$\dot{s_n} = (R_1 - R_2)s_n(1 - s_n)$$

この式より、均衡において、2 つの端点解 $s_n = 0$、$s_n = 1$ と 1 つの内点解 $0 < s_n < 1$ が提示される。端点均衡では、全ての製造業企業が 1 つの地域に立地する。内点均衡では、$R_1 = R_2$ が成立しなければならず、製造業企業が 2 地域間に分散する。ここで、端点均衡を集積均衡と呼び、内点均衡を分散均衡と呼ぶ。

さらに、資本が資本価格の高い地域に移動するため、$s_n = 1$ の時、$R_1 > R_2$ が満たされると、地域 1 での集積均衡は安定である。$s_n = 0$ の時 $R_1 < R_2$ が成立すると、地域 2 での集積均衡は安定である。$R_1 = R_2$ の時、$\frac{dR_1}{ds_n}\big|_{s_n = s_n^L} < 0$ が成立すれば、分散均衡は安定である。

3.4.1　同一税率の下での均衡

各地域の政府が同一の税率 t で排出税を課す場合には、$T = 1$ となる。(3.20) 式と (3.21) 式より、排出規制は各地域の企業分布に影響を及ばさない。このケースは第 2.1.1 節の議論と大体同じである。この場合には、(3.20) 式と (3.21) 式より、

$$R_1|_{s_n=0} - R_2|_{s_n=0} = \frac{(1-\theta)\alpha L_W}{\theta\sigma N}(s - \theta(1-s)) > 0$$

が常に成立するため、全ての企業が地域 2 に立地する均衡は不安定である。また、(3.20) 式と (3.21) 式より

$$R_1|_{s_n=1} - R_2|_{s_n=1} = \frac{(1-\theta)\alpha L_W}{\theta\sigma N}(\theta s - (1-s))$$

が得られる。$(1-s)/s < \theta \leq 1$ の時、$R_1 > R_2$ が成り立ち、全ての企業が地域 1 に立地する集積均衡は安定である。さらに、$0 < \theta \leq (1-s)/s$ の時、$R_1 = R_2$ が成立することが可能であり、分散均衡における地域 1 の企業シェア s_n^{LS} は次のように表される。

$$s_n^{LS} = \frac{1+\theta}{1-\theta}s - \frac{\theta}{1-\theta} \tag{3.33}$$

(3.33) 式より、$\frac{ds_n^{LS}}{d\theta} > 0$ が成り立つ。分散均衡における地域 1 の企業シェアは貿易自由化に従って上昇する。

また、(3.20) 式より、

$$0 \leq \theta < \frac{1-s}{s} \quad \Rightarrow \frac{dR_1}{ds_n}\big|_{s_n = s_n^{LS}} < 0$$

が得られる。θ が $\frac{1-s}{s}$ 以下にある時、分散均衡は安定的で、唯一の長期均衡である。θ が $\frac{1-s}{s}$ 以上になる時、(3.33) 式より、s_n^{LS} は 1 となり、均衡は地域 1 での集積均衡になる。この時、$R_1 > R_2$ が成り立ち、地域 1 での集積均衡は安定的で、唯一の均衡である。

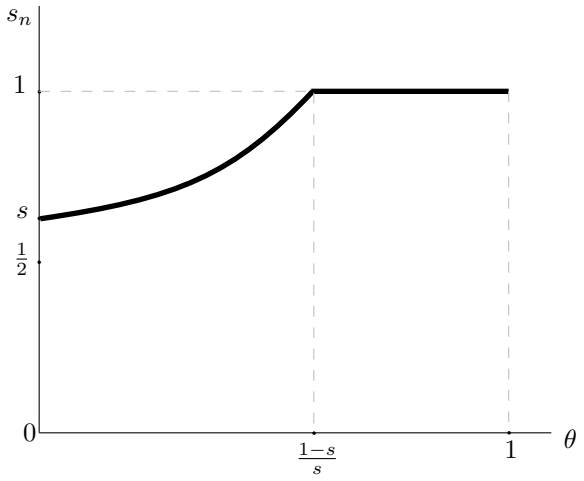


図 3.3: 貿易自由化と均衡における企業分布 ($T = 1$)

貿易自由化に伴う長期均衡の変化が図 3.3 によって描かれる。各地域の政府が同一の税率を取る場合には、排出規制は企業の分布に影響を及ばさない。貿易自由化に従い、均衡は分散均衡から市場規模が大きい地域での集積均衡になる。

(3.22) 式、(3.23) 式、(3.24) 式および (3.33) 式より、同一税率の下では、長期均衡における各地域の排出量は

$$D_1^{LS} = \frac{\epsilon L_W s_n^{LS}}{t} \qquad D_2^{LS} = \frac{\epsilon L_W (1 - s_n^{LS})}{t} \qquad D_W^{LS} = \frac{\epsilon L_W}{t} = D_W^{SS} \tag{3.34}$$

となる。(3.34) 式から、各地域の排出量はこの地域の企業シェアと排出税率の高さによって決定されることが分かる。各地域では、排出量は排出税率の上昇によって減らされる。輸送費用の下落に従い、地域 1 に立地する企業は多くなり、地域 1 の排出量は上昇する。また、θ が $\frac{(1-s)}{s}$ を超える時、すべての企業は地域 1 に集中し、地域 1 の排出量は経済全体の排出量であり、地域 2 の排出量はゼロになる。両地域は同じ排出税率を取る場合には、資本移動が存在する時の経済全体の排出量は資本移動がない時と同じ水準である。

3.4.2 一方的な規制強化

地域 1 の排出税率が t から t_1 に引き上げられる場合において、$T = \frac{t_1}{t} > 1$ が成り立つ。地域 1 の集積均衡において、資本レンタル率は次のように与えられる。

$$R_1\big|_{s_n=1} = \frac{\alpha L_W}{\sigma N} \qquad R_2\big|_{s_n=1} = \frac{\alpha L_W}{\sigma N T^\gamma}(\theta s + \frac{1-s}{\theta}) \tag{3.35}$$

T を所与とし、(3.20) 式と (3.21) 式より、次の式が満たされると、$R_1\big|_{s_n=1} > R_2\big|_{s_n=1}$ が常に成立し、地域 1 での集積均衡は安定的である。

$$\theta_{1F}^L \quad \leq \theta \leq \theta_{1F}^R$$

ここで、

$$\theta_{1F}^L \equiv \frac{T^\gamma - \sqrt{T^{2\gamma} - 4s(1-s)}}{2s} \qquad \theta_{1F}^R \equiv \frac{T^\gamma + \sqrt{T^{2\gamma} - 4s(1-s)}}{2s}$$

と定義される。定義より、$\theta_{1F}^L > \frac{1-s}{s}$ が得られる。T の値が大きいほど、θ_{1F}^L の値が大きく、θ_{1F}^R の値が小さく、地域 1 の安定的な集積均衡を導く θ の範囲は小さい。

また、地域 2 の集積均衡では、各地域の資本価格は次の通り与えられる。

$$R_1\big|_{s_n=0} = \frac{\alpha L_W}{\sigma N} T^\gamma \left[\frac{s}{\theta} + \theta(1-s)\right] \qquad R_2\big|_{s_n=0} = \frac{\alpha L_W}{\sigma N} \tag{3.36}$$

θ が次の範囲内にある時、$R_1\big|_{s_n=0} < R_2\big|_{s_n=0}$ が常に成立し、地域 2 の集積均衡は安定的で、唯一の長期均衡である。

$$\theta_{2F}^L < \theta \leq 1$$

ここで、$\theta_{2F}^L \equiv \frac{1-\sqrt{1-4s(1-s)T^{2\gamma}}}{2(1-s)T^\gamma}$ と定義される。θ_{2F}^L の定義より、T の値が大きいほど、θ_{2F}^L の値、つまり、地域 2 の安定的な集積均衡を導く θ の閾値は小さい。

θ_{1F}^R と θ_{2F}^L の定義より、$1 < T < [4s(1-s)]^{\frac{1}{2\gamma}}$ の時、$\theta_{1F}^R < \theta_{2F}^L$ が成立し、分散均衡の存在があり得る。$1 < T < [4s(1-s)]^{\frac{1}{2\gamma}}$ の時、$\theta \in [0, \theta_{1F}^L) \cup (\theta_{1F}^R, \theta_{2F}^L)$ であれば分散均衡が存在する。

(3.20) 式と (3.21) 式より、分散均衡における地域 1 の企業シェア s_n^L は次のように与えられる。

$$s_n^L = \frac{(1-\theta^2)T^\gamma}{(1-\theta T^\gamma)(T^\gamma - \theta)} s - \frac{\theta}{T^\gamma - \theta} \tag{3.37}$$

(3.37) 式より、θ が

$$\theta = \theta^L \equiv \frac{\sqrt{(1-T^\gamma)^2 + 4(2s-1)^2 T^{2\gamma}} - (1-T^\gamma)}{2(2s-1)T^\gamma}$$

になる時、地域 1 の企業シェアが $\frac{1}{2}$ になり、企業は両地域の間に均等に分布する。さらに、(3.20) 式と (3.37) 式より、分散均衡の安定性条件は以下の通り求められる。

$$\frac{dR_1}{ds_n}\Big|_{s_n=s_n^L} = \frac{\alpha L_W (1-s)(1-\theta T^\gamma)}{\sigma N s (1-\theta^2)^2 T^\gamma} (\theta - T^\gamma)(\theta^2 s + \theta T^\gamma + 1 - s) \tag{3.38}$$

ここで、θ_{2F}^L の定義より、$\theta_{2F}^L < T^\gamma$ が成立するため、$\theta < \theta_{2F}^L$ である限り、$\frac{dR_1}{ds_n}\big|_{s_n=s_n^L} < 0$ が成立する。

命題 2 **地域 1 が排出規制をある程度強化する場合には、分散均衡は安定的である。輸送費用が高い時、分散均衡における地域 1 の企業シェアは輸送費用の下落に従って上昇し、輸送費用が低い時、輸送費用の下落に従って下落する。地域 1 が排出規制を厳しく強化する場合には、地域 1 での集積均衡が存在せず、貿易自由化に従い、均衡が分散均衡から地域 2 での集積均衡になる。**

証明: (3.37) 式を (3.20) 式と (3.21) 式に代入すると、次の関係式が得られる。

$$\theta < \frac{s^{\frac{1}{2}} T^\gamma - (1-s)^{\frac{1}{2}}}{s^{\frac{1}{2}} - (1-s)^{\frac{1}{2}} T^\gamma} \Rightarrow \frac{dR_1}{d\theta}\Big|_{s_n=s_n^L} > 0 \qquad \frac{dR_2}{d\theta}\Big|_{s_n=s_n^L} < 0$$

$$\theta > \frac{s^{\frac{1}{2}} T^\gamma - (1-s)^{\frac{1}{2}}}{s^{\frac{1}{2}} - (1-s)^{\frac{1}{2}} T^\gamma} \Rightarrow \frac{dR_1}{d\theta}\Big|_{s_n=s_n^L} < 0 \qquad \frac{dR_2}{d\theta}\Big|_{s_n=s_n^L} > 0$$

θ_{1F}^L と θ_{1F}^R の定義より、

$$\theta_{1F}^L < \frac{s^{\frac{1}{2}}T^\gamma - (1-s)^{\frac{1}{2}}}{s^{\frac{1}{2}} - (1-s)^{\frac{1}{2}}T^\gamma} < \theta_{1F}^R$$

が得られ、次の式が成立する。

$$0 < \theta < \theta_{1F}^L \Rightarrow \quad \frac{dR_1}{d\theta}\Big|_{s_n=s_n^L} > 0 \qquad \frac{dR_2}{d\theta}\Big|_{s_n=s_n^L} < 0$$

$$\theta_{1F}^R < \theta < \theta_{2F}^L \Rightarrow \quad \frac{dR_1}{d\theta}\Big|_{s_n=s_n^L} < 0 \qquad \frac{dR_2}{d\theta}\Big|_{s_n=s_n^L} > 0$$

分散均衡において、輸送費用が高い場合に、貿易自由化に従い、地域 1 での資本レンタル率は上昇し、地域 2 での資本レンタル率は下落する。この時、地域 1 への企業移動が発生する。$\frac{dR_1}{ds_n}\Big|_{s_n=s_n^L} < 0$ があるため、企業移動に従い、地域 1 での資本レンタル率は下落し、地域 2 での資本レンタル率は上昇する。両地域の資本価格が企業の移動につれて再び等しくなり、地域 1 の企業シェアは高くなる。輸送費用が低い場合に、貿易自由化につれ、地域 1 の資本価格は下落し、地域 2 の資本価格は上昇する。この時、地域 2 への資本移動が発生する。企業移動に従い、両地域の資本価格が再び等しくなり、地域 1 の企業シェアは低くなる。 ■

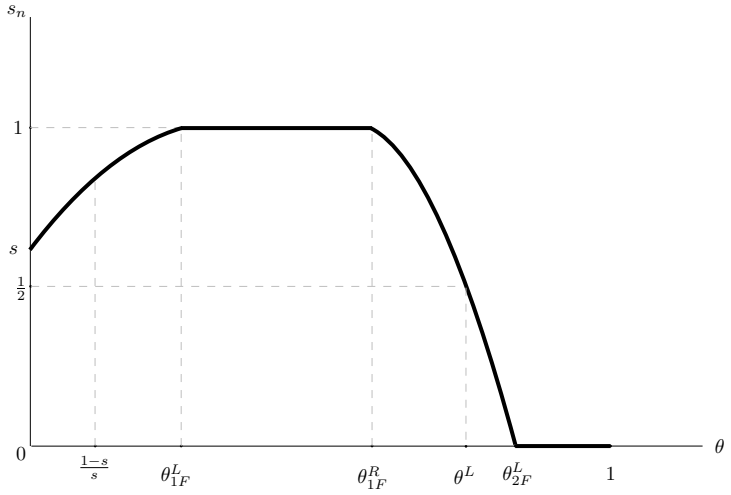


図 3.4: 貿易自由化と均衡における企業の分布 $(1 < T < [4s(1-s)]^{\frac{1}{2\gamma}})$

図 3.4 では、貿易自由化にともなう長期均衡の変化が描かれる。地域 1 が排出規制をある程度強化する場合 $(1 < T < [4s(1-s)]^{\frac{1}{2\gamma}})$ には、地域 1 の市場規模優位は排出規制の強化によって完全に相殺されない。輸送費用が高い時、均衡は分散均衡である。この時、貿易自由化に従い、均衡における地域 1 の企業シェアは上昇する。θ が θ_{1F}^L になる時、均衡は地域 1 での集積均衡となる。地域 1 での集積均衡において、貿易自由化に従い、地域 2 で製造業の財に対する需要が拡大し続け、地域 2 での資本レンタル率は上昇する。θ が θ_{1F}^R を超える時、均衡が再び分散均衡になる。さらなる貿易自由化につれ、地域 2 での資本レンタル率は上昇し、地域 1 での資本レンタル率は下落するため、均衡における地域 1 の企業シェアは貿易自由化に従って下落する。θ が θ_{2F}^L を超える時、均衡は地域 2 での集積均衡になる。

さらに、(3.20) 式と (3.21) 式より、$T > [4s(1-s)]^{\frac{1}{2\gamma}}$ の時、任意の θ の下で $R_1 < R_2$ が成立するため、地域 1 の集積均衡は存在しない。すなわち、地域 1 の政府が十分高い排出税率を取る場合には、地域 1 での集積均衡が成り立たない。θ_{2F}^L の定義より、$0 \leq \theta < \theta_{2F}^L$ の時、長期均衡は分散均衡である。$\theta_{2F}^L < T^\gamma$ が成立するため、(3.38) 式より、$\frac{dR_1}{ds_n}\big|_{s_n=s_n^L} < 0$ が成り立ち、分散均衡は安定的である。

命題 3 **一方的な規制強化が行われる場合において、地域間の企業移動は地域の市場規模と排出規制の厳しさによって決められる。地域 1 の政府がある程度排出規制を強化する場合に、貿易自由化に従い、企業はまず地域 1 に集積し、その後地域 2 に集積する。地域 1 の政府が厳しい規制を行う場合に、貿易自由化に従い、企業は地域 2 に集積する。**

地域 1 がある程度排出規制を強化する ($1 < T < [4s(1-s)]^{\frac{1}{2\gamma}}$) 場合には、(3.22) 式〜(3.24) 式より、地域 1 及び地域 2 での集積均衡では、各地域の排出量は以下の通り与えられる。

$$D_1^L\big|_{s_n=1} = D_W^L\big|_{s_n=1} = \frac{\epsilon L_W}{Tt} \qquad D_2^L\big|_{s_n=0} = D_W^L\big|_{s_n=0} = \frac{\epsilon L_W}{t}$$

地域 $r(r=1,2)$ での集積均衡において、経済全体の排出水準は地域 $r(r=1,2)$ の排出水準と等しくなる。(3.20) 式〜(3.24) 式より、分散均衡における地域 1 の排出量 D_1^L、地域 2 の排出量 D_2^L と経済全体の排出量 D_W^L は次のように表される。

$$\begin{aligned} &D_1^L|_{s_n=s_n^L} = \frac{\epsilon L_W}{Tt} s_n^L \qquad D_2^L|_{s_n=s_n^L} = \frac{\epsilon L_W}{t}(1-s_n^L) \\ &D_W^L|_{s_n=s_n^L} = \frac{\epsilon L_W}{t}\left(\frac{s_n^L}{T} + 1 - s_n^L\right) \end{aligned} \tag{3.39}$$

(3.33) 式と (3.37) 式より、地域 1 が規制強化前後の企業シェアの変化は以下の通り与えられる。

$$s_n^{LS} - s_n^L = (1+\theta)s\left[\frac{1}{1-\theta} - \frac{(1-\theta)T^\gamma}{(1-\theta T^\gamma)(T^\gamma-\theta)}\right] + \theta\left(\frac{1}{T^\gamma-\theta} - \frac{1}{1-\theta}\right) \tag{3.40}$$

(3.40) 式より、

$$0 < \theta \leq \theta_D \qquad \Rightarrow s_n^{LS} \geq s_n^L$$

$$\theta_D < \theta \leq 1 \qquad \Rightarrow s_n^{LS} < s_n^L$$

$$\theta_D \equiv \frac{s(1-T^\gamma)}{s+(1+2s)(1-T^\gamma)T^\gamma}$$

ゆえに、(3.34) 式と (3.39) 式より、排出量の変化は企業シェアの変化によって決定されるため、

$$0 < \theta \leq \theta_D \quad \Rightarrow D_1^L|_{s_n=s_n^L} < D_1^{LS} \qquad D_2^L|_{s_n=s_n^L} > D_2^{LS} \qquad D_W^L|_{s_n=s_n^L} < D_W^{LS}$$

$$\theta_D < \theta \leq 1 \quad \Rightarrow D_1^L|_{s_n=s_n^L} > D_1^{LS} \qquad D_2^L|_{s_n=s_n^L} < D_2^{LS} \qquad D_W^L|_{s_n=s_n^L} > D_W^{LS}$$

が成立する。輸送費用が高い時、地域 1 の排出量は減少し、地域 2 の排出量は増加する。地域 1 の規制強化は汚染のリーケージを引き起こす。経済全体の排出量は地域 1 の規制強化によって削減される。輸送費用が低い時、その逆になる。(3.39) 式から $\frac{dD_W^L}{ds_n^L} < 0$ が得られる。分散均衡で経済全体の排出水準は地域 1 の企業シェアの上昇につれて下落する。

命題 4 地域 1 が排出規制をある程度強化する場合には、輸送費用が高い時、分散均衡における経済全体の排出水準は輸送費用の下落に従って下落し、輸送費用が低い時、分散均衡における経済全体の排出水準は輸送費用の下落に従って上昇する。地域 1 が厳しい排出規制を行う場合には、分散均衡における経済全体の排出水準は貿易自由化につれて上昇する。規制強化の効果は貿易自由化につれて弱まる。

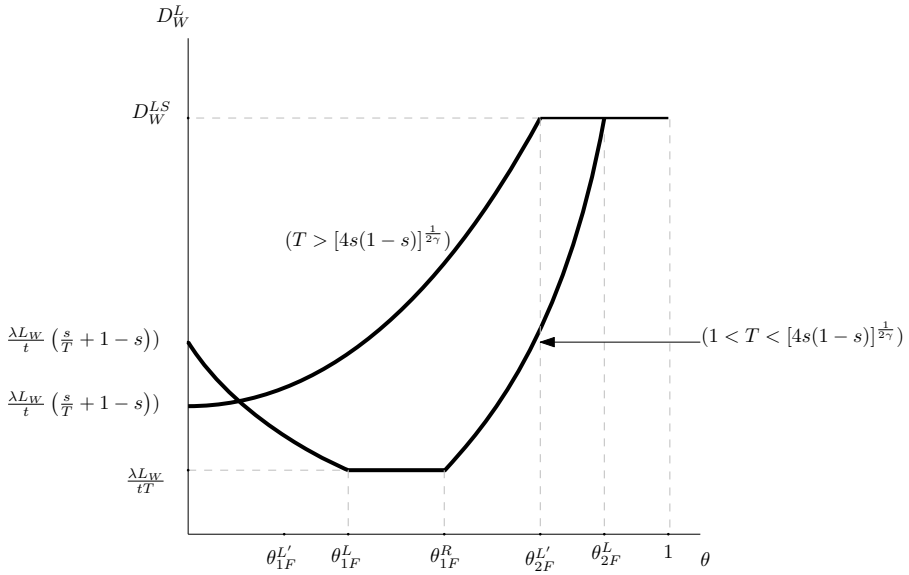


図 3.5: 長期均衡における経済全体の排出量と輸送費用

図 3.5 では、長期均衡における経済全体の排出量の変化が描かれる。地域 1 が排出規制をある程度強化する場合 $(T < [4s(1-s)]^{\frac{1}{2\gamma}})$ には、輸送費用が高い時、長期均衡が分散均衡となり、製造業企業は輸送費用の下落に従って地域 1 に移転し、高排出税率の下で生産を行う企業の数が増える。それゆえ、各地域で製造業の財の価格指数が上昇し、製造業の財に対する需要は縮小し、製造業の財の生産量は減少する。経済全体の排出量は貿易自由化に従って減少する。θ が θ_{1F}^L と θ_{1F}^R の間にある時、長期均衡は地域 1 での集積均衡となる。経済全体の排出量は地域 1 の排出量に一致する。θ が θ_{1F}^R を超えると、地域 1 の集積均衡が不安定になり、製造業企業は地域 2 へ移転する。輸送費用の下落に従い、地域 2 へ移転する企業の数は増えて行き、経済全体の排出量は増加していく。θ が θ_{2F}^L を超える時、長期均衡は地域 2 での集積均衡になり、経済全体の排出量は地域 2 の排出量に一致し、同一税率の下での排出量と等しくなる。地域 1 が厳しい排出規制を実施する場合 $(T > [4s(1-s)]^{\frac{1}{2\gamma}})$ には、輸送費用が高い時、長期均衡が分散均衡となり、製造業企業は輸送費用の下落に従って地域 2 に移転し、経済全体の排出量は輸送費用の下落に従って増加する。輸送費用の下落につれ、長期均衡が地域 2 での集積均衡となる。この時、地域 1 の規制強化が無効となり、経済全体の排出量は同一税率の下での排出量と等し

くなる。

3.4.3 社会厚生

(3.3) 式と (3.6) 式より、地域 r の社会的間接効用関数は次のように与えられる。

$$V_r = \alpha \log \alpha - \alpha \log P_{Mr} + L_r + n_r R_r + t_r D_r - \alpha - \phi D_r$$

(3.20) 式〜(3.23) 式より、上の式は次のように書き換えられる。

$$V_r = \alpha \log \alpha - \alpha \log P_{Mr} - \alpha + sL_W + [1 - \gamma + \frac{\phi\gamma}{t_r}]n_r R_r \tag{3.41}$$

Pflueger(2001) の議論に従い、両地域政府が同一税率を取る場合に社会計画者が存在することを仮定する。この社会計画者は経済全体の社会厚生 $V_1 + V_2$ を最大にするように排出税率を設定する。(3.12) 式、(3.13) 式、(3.20) 式、(3.21) 式及び (3.41) 式より、経済全体の社会厚生を最大にさせる排出税率 t^* は定数であり、次のように表される。

$$t^* = \frac{\phi(\sigma - 1)L_W}{2\sigma}$$

(3.41) 式より、長期均衡で $V_1|_{t=t^*} > V_2|_{t=t^*}$ が常に成立する。(3.33) 式と (3.41) 式より、

$$\frac{dV_1}{d\theta}\Big|_{s_n = s_n^{LS}} > 0 \qquad \frac{dV_2}{d\theta}\Big|_{s_n = s_n^{LS}} < 0$$

が求められる。

命題 5　長期均衡において、両地域の政府が同一の排出税率を取る時、市場規模が大きい地域における社会厚生水準は市場規模が小さい地域より高い。社会厚生の格差は貿易自由化に従って拡大する。

地域 1 の排出税率が t^* から t_1 に引き上げられる場合には、$T = \frac{t_1}{t^*} > 1$ が成り立つ。(3.41) 式より、

$$V_1\big|_{s_n=1} > V_2\big|_{s_n=0} \qquad \frac{dV_1}{d\theta}\Big|_{s_n=0} > 0 \qquad \frac{dV_2}{d\theta}\Big|_{s_n=1} > 0$$

が求められる。集積均衡において、地域 1 の社会厚生は地域 2 より高い。製造業企業がない地域では、製造業の財の価格が貿易自由化につれて下落するため、社会厚生は貿易自由化に従って上昇する。

分散均衡において、(3.37) 式と (3.41) 式より

$$\frac{dV_1}{ds_n}\Big|_{s_n = s_n^L} > 0 \qquad \frac{dV_2}{ds_n}\Big|_{s_n = s_n^L} < 0$$

が得られる。分散均衡で各地域の社会厚生は企業シェアの上昇に伴って上昇する。

一方的に排出規制を強化する場合には貿易自由化に従って社会厚生の変化は解析的に解けないが、数値のシミュレーションより、図 3.6 のように表される[3]。貿易自由化に従い、各地域の社会

[3]各パラメーターの値は次のように与えられる。$\alpha = 0.6$、$\beta = 0.4$、$\sigma = 2.8$、$N = 30$、$L_W = 50$、$s = 0.6$、$\phi = 0.7$

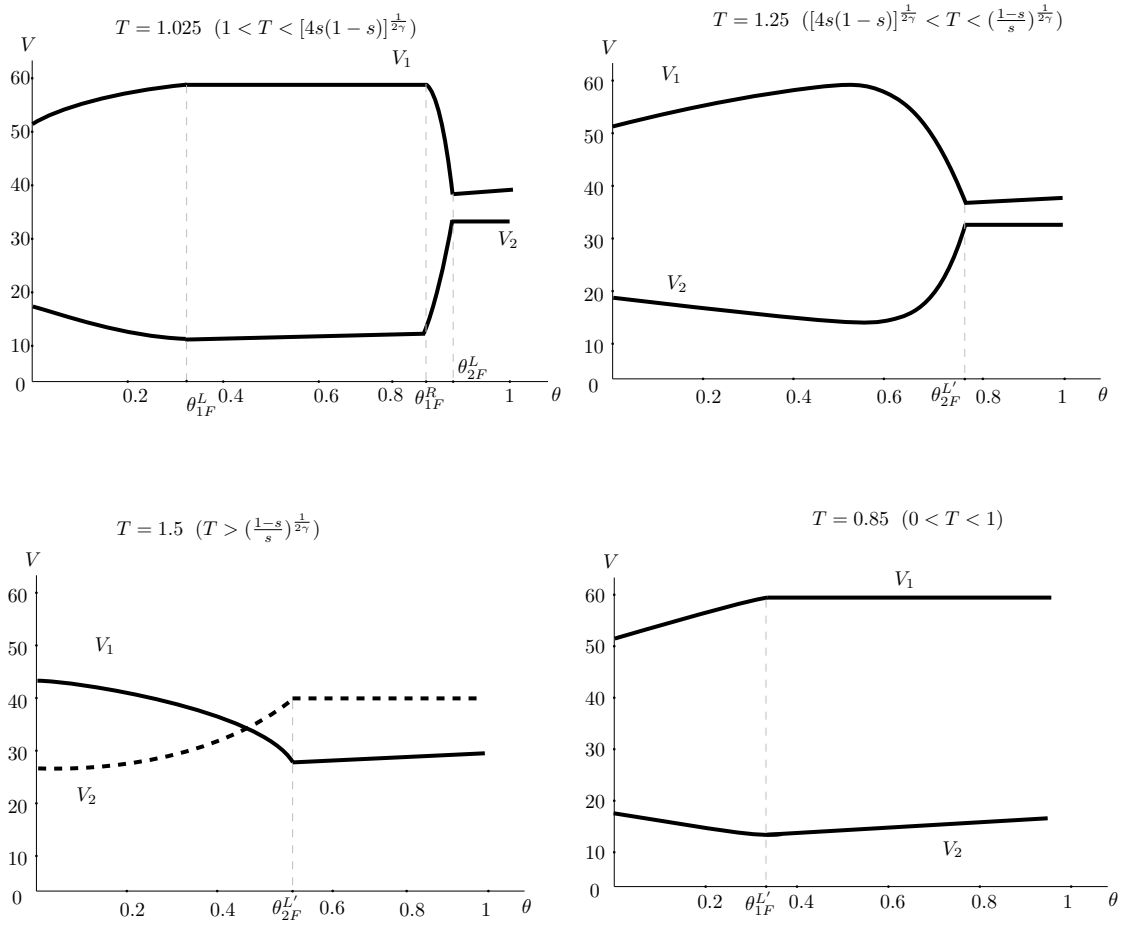


図 3.6: 長期均衡における社会厚生と輸送費用

厚生の変化は地域の企業シェアの変化と大体一致する。また、地域 1 が排出規制を強化する場合には、地域 1 の市場規模優位が排出規制によって相殺されない限り $(T < (\frac{1-s}{s})^{\frac{1}{2\gamma}})$、地域 1 の社会厚生は地域 2 より高い。地域 1 の市場規模優位が排出規制によって相殺される $(T > (\frac{1-s}{s})^{\frac{1}{2\gamma}})$ とき、地域 1 の社会厚生水準は貿易自由化に従って下落し、地域 2 の社会厚生水準は貿易自由化に従って上昇する。貿易自由化につれ、地域 1 の社会厚生水準は地域 2 より低くなる。

3.5 おわりに

本章は FC モデルにローカルな汚染排出と排出規制を導入し、貿易自由化の背景で一方的な排出規制強化が企業の集積と各地域の排出量に及ぼす影響を分析した。本章は輸送費用の低下に伴う貿易自由化と市場規模の異なりに着目し、外生的な排出税率の下で地域間の企業移動を議論した。

本章の分析は経済全体の排出量は一方的な規制強化によって削減されることを示した。さらに、本章の議論により、地域間の企業移動は地域の市場規模と排出規制の厳しさによって決められることが分かった。輸送費用が一定の下で、市場規模が大きい地域 (地域 1) の政府が規制

強化を行う時、地域の市場規模の優位が規制強化によって相殺されるため、排出規制が緩やかな地域への企業移転が引き起こされ、汚染避難地効果が現れる。また、高い (低い) 輸送費用の下で、輸送費用の下落に伴う貿易自由化が地域の市場規模優位を強める (弱める) ため、地域 1 の政府がある程度排出規制を強化する場合には、輸送費用が高い時、貿易自由化に従う企業の移転が発生せず、汚染避難地仮説が成立しない。輸送費用が低い時、貿易自由化に従い、規制が緩やかな地域への企業移転が発生し、汚染避難地仮説が成立する。地域 1 の政府は厳しい規制を行う場合には、地域の市場規模の優位が排出規制によって完全に相殺されるため、この時、輸送費用に関わらず、企業が規制の緩やかな地域へ移動する傾向が強く、汚染避難地効果が発生する。

しかしながら、本章は準線形の効用関数を用いて議論を展開したため、各地域の所得水準が企業の移転に及ぼす影響と、企業の移動が引き起こす地域の所得水準や物価水準の変化を考慮していなかった。現実には、このような、地域の所得水準と企業の移動との相互作用は企業の集積を左右する重要な要因である。この相互作用が環境規制の効果に与える影響、またはこの相互作用を考える上で、貿易自由化に従う企業の集積と環境規制との関係を明示することが興味深い課題である。さらに、本章では、集積力は外生的に与えられた市場規模の差異から生み出される。内生的な市場規模の下で、排出規制と企業の集積に対し、より一般的な考察を行う必要がある。これらの課題についての考察は第 4 章で行われる。

第4章　労働移動と汚染避難地仮説

4.1　はじめに

本章の目的は第3章の議論で捨象された地域の所得と企業の移動との相互作用を配慮し、NEGのフレームワークで排出税の効果を考察することである[1]。第3章と違い、本章はForslid and Ottaviano (2003) によって提示されるFEモデルに汚染排出と排出税を導入し、排出規制が起業家の移動に与える影響を考察する。さらに、本章は内生的な市場規模の下で、汚染避難地効果が発生するメカニズムを明らかにし、汚染避難地仮説に関する実証結果が分かれていることに対する一般的な解釈を与える。

汚染避難地効果や汚染避難地仮説に関する理論研究は主に完全競争モデルと不完全競争モデルに基づいている。Pething (1976) が新古典派貿易理論の仮定の下で、環境規制が貿易パターンに影響を考察し、環境規制が緩やかな国は汚染集約的な財で比較優位を持つことを示す。Brander and Taylor (1997) は環境財を消費する国と環境財を保護する国を想定し、貿易自由化に従い、環境財を消費する国におけるダーティー財を生産する企業の数が増加し、ダーティー財の輸出が増えることを提示する。

FEモデルで排出税を考察する研究として、Elbers and Withagen (2004) があげられる。Elbers and Withagen (2004) はFEモデルにローカルな汚染排出と、企業の固定費用として徴収される排出税を導入し、内生的な排出税の下で企業の集積を考察し、ナッシュ均衡における排出税率と最適排出税率の比較を行った。本章はElbers and Withagen (2004) と同じように、FEモデルで排出税に関する分析を行う。ただし、Elbers and Withagen (2004) において、排出税が企業の生産に関わらず一定の額で徴収されるため、排出税率の変化が企業の排出に影響を及ばさず、熟練労働者の立地だけに影響を及ぼす。これに対し、本章は企業の生産に関わる排出税を導入し、排出税が各地域の排出に与える影響を考察する。また、Elbers and Withagen (2004) は輸送費用がゼロである自由貿易経済と閉鎖的経済の下でのナッシュ均衡排出税率を求めているが、本章は輸送費用の下落に伴う貿易自由化に着目し、一方的な排出規制の強化が熟練労働者の移転に及ぼす影響を考察する。

本章のモデルで、企業の分散と集積を決定する要因が3つある。起業家の1つの地域への集積に伴い、同じ地域における企業の間の競争が激しくなり、企業の分散をもたらす。一方、起業家の移動に伴い、この地域における需要が拡大し、企業の集積を導く。この集積効果は貿易自由化に従って強くなる。さらに、排出規制の強化は最終財の価格を引き上げ、起業家の実質賃金にマイナスの影響を及ぼし、企業の分散をもたらす。その結果として、政府が排出を厳しく規制する時、規制強化がもたらす分散効果は非常に強く、この時、貿易自由化に関わらず、企業は規制の厳しい地域から緩やかな地域に移動し、汚染避難地効果が発生する。政府が排出規制をある程度強化する時、企業の移動は集積効果と分散効果のトレードオフによって決定さ

[1] 本章は劉 (2015) に基づく。

れるため、高い輸送費用の下では、企業は貿易自由化に従って移動することがない。この時、汚染避難地仮説が成り立たない。逆に、低い輸送費用の下では、汚染避難地仮説が成立する。

本章の構成は、以下の通りである。次節では各部門の行動に関する基本モデルを設定し、特に、企業の生産に関わる排出税を定義する。第 3 節では、異なる環境規制が各地域の起業家の移動に与える影響を分析する。その上で汚染避難地効果を理論的に検証し、汚染避難地仮説を説明する。さらに、各地域の排出量が輸送費用の変化に従う変化を考察する。第 4 節では本章の結論をまとめ、残された課題について記述する。

4.2 モデルの構造

考察する経済は 2 つの地域 $r(r = 1, 2)$ と 2 つの最終財部門 (農業部門と製造業部門) からなる。各地域に非熟練労働者と熟練労働者が存在する。非熟練労働市場は完全競争的であり、非熟練労働者は地域間を移動しないが、地域内の業界間を自由に移動できる。熟練労働者は実質賃金率に応じて地域間を移動する。経済全体における非熟練労働者の総人数は $2L$ であり、両地域間に均等に固定して分布している。すなわち、$L_1 = L_2 = L$ が成り立つ。熟練労働者の総人数は H であり、地域 1 における熟練労働者のシェアを λ で表す。地域 1 と地域 2 の熟練労働者数はそれぞれ、λH と $(1 - \lambda)H$ である。λ は地域間の効用格差によって内生的に決定される。

農業財市場と製造業の財市場は完全競争的である。農業財の貿易には輸送費用がかからず、製造業財の地域間の貿易がないと仮定する。各地域の政府がこの地域で発生する排出に対して排出税を徴収し、税収を地域内に居住する非熟練労働者に均等的に分配する。地域 r における排出税率を t_r とする。

4.2.1 最終財部門

農業財の生産に非熟練労働の投入が必要である。農業部門において、1 単位の労働力で 1 単位の農業財が生産できるとする。農業財を価値基準財とし、農業財部門で働く非熟練労働者の賃金率は 1 である。製造業部門の生産には中間財の投入と汚染の排出が必要である。地域 r における製造業部門の生産関数は次のように与えられる。

$$Y_r = GX_r^{\beta} D_r^{1-\beta} \qquad (0 < \beta < 1) \qquad (r = 1, 2) \tag{4.1}$$

ここで、Y_r は製造業の財の生産量であり、D_r は排出量である。G は技術水準を表すパラメーターである。X_r は N 種類の差別化された中間財の集合であり、以下の通り与えられる。

$$X_r = \left[\int_0^{n_1} x_{ri}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di + \int_0^{n_2} x_{rj}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \qquad (i \in [0, n_1], j \in [0, n_2]) \tag{4.2}$$

n_1 は地域 1 で生産された中間財のバラエティの数であり、n_2 は地域 2 で生産された中間財のバラエティの数である。さらに、N は一定であり、$N = n_1 + n_2$ とする。x_{ri} は地域 1 で生産されるバラエティ i の中間財の投入量であり、x_{rj} は地域 2 で生産されるバラエティ j の中間財の投入量である。σ は各中間財間の代替弾力性を表し、ここで、議論の単純化のために、$\sigma > 2$ とする。

製造業の財の市場は完全競争的であり、製造業部門の利潤最大化問題を解き、次の式が得られる。

$$P_{X_r}X_r = \beta P_{Y_r}Y_r \qquad t_r D_r = (1-\beta)P_{Y_r}Y_r \tag{4.3}$$

ここで、t_r は地域 r での排出税率であり、$t_r > 0$ とする。P_{X_r} は地域 r の中間財の価格インデックスである。さらに、製造業の財の価格 P_{Y_r} は以下の通り与えられる。

$$P_{Y_r} = \frac{1}{G}\left[\frac{1}{\beta^{\beta}(1-\beta)^{1-\beta}}\right] P_{X_r}^{\beta} t_r^{1-\beta} \tag{4.4}$$

ここで、P_{Y_r} は中間財の価格インデックスと排出税率によって決定されることがわかる。

4.2.2 中間財部門

Dixit and Stiglitz (1977) に従い、以下の費用最小化問題を解き、地域 r における各種類の中間財に対する需要 x_{ri}^d、x_{rj}^d が得られる。

$$min \quad \int_0^{n_1} p_{ri}x_{ri}di + \int_0^{n_2} p_{rj}x_{rj}dj \qquad s.t. \quad X_r = \left[\int_0^{n_1} x_{ri}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di + \int_0^{n_2} x_{rj}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

ここで、p_{ri} と p_{rj} はそれぞれ、地域 r での中間財 i の価格と中間財 j の価格である。

$$x_{ri}^d = \left(\frac{p_{ri}}{P_{X_r}}\right)^{-\sigma} X_r \qquad x_{rj}^d = \left(\frac{p_{rj}}{P_{X_r}}\right)^{-\sigma} X_r \tag{4.5}$$

さらに、中間財の価格インデックスは次のように表される。

$$P_{X_r} = \left[\int_0^{n_1} p_{ri}^{1-\sigma} di + \int_0^{n_2} p_{rj}^{1-\sigma} dj\right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \tag{4.6}$$

また、中間財部門は収穫逓増の技術を用い、独占的競争市場の下で生産を行う。1 つの企業は 1 種類の中間財だけ生産する。企業は 1 単位の中間財を生産するために、b 単位の非熟練労働を可変費用、1 単位の熟練労働を固定費用として投入しなければならない。地域 1 に立地する中間財企業 i が x_i 単位の中間財を生産する時の費用は以下の通り与えられる。

$$TC_i = bw_{1L}x_i + w_{1H}$$

w_{1L} は地域 1 での非熟練労働者の賃金率である。非熟練者は地域内の産業間を自由に移動できるため、中間財部門で働く非熟練労働者の賃金率は農業部門の労働者と同じであり、1 となる。$w_{1L} = w_{2L} = 1$ が成立する。w_{1H} は地域 1 での熟練労働者の賃金率を表す。各地域に立地する企業の数はこの地域における熟練労働者の人数によって決定される。経済全体における熟練労働者数は H であるため、各地域の中間財企業の数はこの地域における熟練労働者の人数と一致し、次のように表される。

$$n_1 = \lambda H \qquad n_2 = (1-\lambda)H$$

中間財の貿易に氷塊型輸送費用がかかり、輸送費用は $\tau - 1(\tau > 1)$ である。すなわち、他の地域と 1 単位の中間財の貿易を行うために、τ 単位の中間財を輸送しなければならない。地域 1

に立地する中間財企業 i と地域 2 に立地する中間財企業 j の利潤 Π_i、Π_j は次のように与えられる。

$$\Pi_i = (p_{1i} - b)x_{1i}^d + (p_{2i} - \tau b)x_{2i}^d - w_{1H} \tag{4.7}$$

$$\Pi_j = (p_{2j} - \tau b)x_{1j}^d + (p_{2j} - b)x_{2j}^d - w_{2H} \tag{4.8}$$

(4.5) 式を (4.7) 式、(4.8) 式に代入し、企業の利潤最大化問題を解き、各種の中間財の価格は次のように表される。

$$p \equiv p_{1i} = \frac{\sigma}{\sigma - 1}b \qquad p_{2i} = \frac{\tau\sigma}{\sigma - 1}b = \tau p \tag{4.9}$$

$$p_{1j} = \frac{\tau\sigma}{\sigma - 1}b = \tau p \qquad p_{2j} = \frac{\sigma}{\sigma - 1}b = p \tag{4.10}$$

(4.9) 式と (4.10) 式より、各地域における中間財の価格インデックスは以下の通り与えられる。

$$P_{X_1} = (n_1 + \theta n_2)^{\frac{1}{1-\sigma}}\, p \qquad P_{X_2} = (\theta n_1 + n_2)^{\frac{1}{1-\sigma}}\, p \tag{4.11}$$

ここで、θ は $\theta = \tau^{1-\sigma}$ と定義され、輸送費用の逆指標であり、貿易自由度を反映する。$\tau > 1$ より、$\theta \in (0, 1)$ が成り立つ。さらに、$\theta = 0$ は輸送費用が無限大な閉鎖経済を表し、$\theta = 1$ は輸送費用が全くかからない自由貿易経済を表す。

4.2.3 消費者部門

地域 r に居住する代表的消費者の効用関数は次のようになる。

$$U_r = \alpha \log c_{Y_r} + (1 - \alpha) \log c_{A_r} - \gamma D_W$$

ここで、c_{Y_r} と c_{A_r} はそれぞれ、地域 r での製造業の財の消費量と農業財の消費量を表している。D_W は経済全体の汚染排出量であり、$D_W = D_1 + D_2$ で表される。α $(0 < \alpha < 1)$ は消費者が製造業の財に対する選考を表すパラメーターである。γ は排出によって引き起こされた効用の損失を表すパラメーターである。地域 r における代表的消費者の予算制約は次のように表される。

$$e_{rL} = P_{Y_r} c_{Y_r} + c_{A_r} \qquad e_{rH} = P_{Y_r} c_{Y_r} + c_{A_r}$$

e_{rL}、e_{rH} はそれぞれ、代表的非熟練労働者の所得と代表的熟練労働者の所得である。効用最大化問題を解き、地域 r に居住する非熟練労働者と熟練労働者が各最終財に対する需要はそれぞれ、次のように表される。

$$c_{Y_{rL}} = \frac{\alpha e_{rL}}{P_{Y_r}} \qquad c_{A_{rL}} = (1 - \alpha)e_{rL} \tag{4.12}$$

$$c_{Y_{rH}} = \frac{\alpha e_{rH}}{P_{Y_r}} \qquad c_{A_{rH}} = (1 - \alpha)e_{rH} \tag{4.13}$$

(4.12) 式と (4.13) 式より、地域 r における製造業の財 C_{Y_r} に対する総需要と農業財に対する総需要 C_{A_r} はそれぞれ、以下の通り与えられる。

$$C_{Y_r} = c_{Y_{rL}} L + c_{Y_{rH}} n_r = \alpha \frac{(e_{rL} L + e_{rH} n_r)}{P_{Y_r}} = \frac{\alpha E_r}{P_{Y_r}} \tag{4.14}$$

$$C_{A_r} = c_{A_{rL}} L + c_{A_{rH}} n_r = (1-\alpha) E_r \tag{4.15}$$

ここで、E_r は地域 r における消費者全体の総所得であり、次のように定義される。

$$E_1 = e_{1L} L + e_{1H} \lambda H = L_1 + w_{1H} \lambda H + t_1 D_1 \tag{4.16}$$

$$E_2 = e_{1L} L + e_{1H} (1-\lambda) H = L_2 + w_{2H} (1-\lambda) H + t_2 D_2 \tag{4.17}$$

4.2.4 短期均衡

熟練労働者が短期的に地域間を移動しないと仮定する。この場合には、最終財市場の均衡で $C_{Y_r} = Y_r$ と $C_{A_r} = A_r$ が成立するため、(4.14) 式と (4.15) 式より、均衡において、次の式が成り立つ。

$$P_{Y_r} Y_r = \alpha E_r \qquad P_{A_r} A_r = A_r = (1-\alpha) E_r \tag{4.18}$$

さらに、(4.3) 式と (4.18) 式より、均衡では、各地域における中間財に対する需要と排出は次のように表される。

$$X_r = \frac{\alpha\beta E_r}{P_{X_r}} \qquad D_r = \frac{\alpha(1-\beta) E_r}{t_r} \tag{4.19}$$

(4.19) 式から、地域 r の汚染の排出量はこの地域の所得水準 (あるいは市場規模) と排出税率によって決定されることが分かる。(4.5) 式と (4.19) 式より、地域 r で各種類の中間財に対する需要は次のように表される。

$$x_{ri}^d = \left(\frac{p_{ri}}{P_{X_r}} \right)^{-\sigma} \frac{\alpha\beta E_r}{P_{X_r}} \qquad x_{rj}^d = \left(\frac{p_{rj}}{P_{X_r}} \right)^{-\sigma} \frac{\alpha\beta E_r}{P_{X_r}} \tag{4.20}$$

(4.11) 式より、短期均衡において、各地域における中間財の価格インデックスは以下の通り与えられる。

$$P_{X_1} = p H^{\frac{1}{1-\sigma}} \left[\lambda + \theta(1-\lambda) \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \qquad P_{X_2} = p H^{\frac{1}{1-\sigma}} \left[\theta\lambda + (1-\lambda) \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} p \tag{4.21}$$

ここで、各地域の中間財の価格インデックスはこの地域における熟練労働者の人数 (あるいは中間財企業の数) の増加に従って下落する。さらに、(4.20) 式より、各地域における地域 1 で生産される中間財 i と地域 2 で生産される中間財 j に対する需要はそれぞれ、以下の通りに求められる。

$$x_{1i}^d = \frac{\alpha\beta E_1}{(n_1 + \theta n_2) p} \qquad x_{1j}^d = \tau^{-\sigma} \frac{\alpha\beta E_1}{(n_1 + \theta n_2) p} \tag{4.22}$$

$$x_{2i}^d = \tau^{-\sigma} \frac{\alpha\beta E_2}{(\theta n_1 + n_2) p} \qquad x_{2j}^d = \frac{\alpha\beta E_2}{(\theta n_1 + n_2) p} \tag{4.23}$$

(4.7) 式、(4.8) 式、(4.22) 式および (4.23) 式より、地域 1 に立地する中間財企業 i と地域 2 に立地する中間財企業 j の利潤はそれぞれ、次のように表される。

$$\Pi_i = \frac{\alpha\beta E_1}{\sigma(n_1+\theta n_2)} + \frac{\alpha\beta\theta E_2}{\sigma(\theta n_1+n_2)} - w_{1H}$$

$$\Pi_j = \frac{\alpha\beta\theta E_1}{\sigma(n_1+\theta n_2)} + \frac{\alpha\beta E_2}{\sigma(\theta n_1+n_2)} - w_{2H}$$

中間財部門の自由参入・退出を想定し、均衡において、中間財企業の利潤はゼロとなり、熟練労働者の名目賃金率は以下の通り与えられる。

$$w_{1H} = \frac{\alpha\beta}{\sigma}\left[\frac{E_1}{\lambda+(1-\lambda)\theta} + \frac{\theta E_2}{\theta\lambda+(1-\lambda)}\right]\frac{1}{H}$$

$$w_{2H} = \frac{\alpha\beta}{\sigma}\left[\frac{\theta E_1}{\lambda+(1-\lambda)\theta} + \frac{E_2}{\theta\lambda+(1-\lambda)}\right]\frac{1}{H}$$

さらに、経済全体の総所得を $E_w = E_1 + E_2$ と定義し、熟練労働者の名目賃金率は次のように書き換えられる。

$$w_{1H} = \frac{\alpha\beta}{\sigma}\left[\frac{s}{\lambda+(1-\lambda)\theta} + \frac{\theta(1-s)}{\theta\lambda+(1-\lambda)}\right]\frac{E_w}{H} \tag{4.24}$$

$$w_{2H} = \frac{\alpha\beta}{\sigma}\left[\frac{\theta s}{\lambda+(1-\lambda)\theta} + \frac{1-s}{\theta\lambda+(1-\lambda)}\right]\frac{E_w}{H} \tag{4.25}$$

ここで、s は $s \equiv E_1/E_w$ と定義され、地域 1 の所得が経済全体の所得で占めるシェアを表し、地域 1 の市場規模の大きさを映している。(4.24) 式と (4.25) 式では、カッコの中の第 1 項は地域 1 からの需要であり、第 2 項は地域 2 からの需要である。短期均衡において、熟練労働者の分布 λ が一定であり、地域 1 の市場規模の拡大に従い、地域 1 における熟練労働者の名目賃金率は上昇し、地域 2 での名目賃金率は下落する。

(4.24) 式、(4.25) 式より、経済における熟練労働者全体の総所得は次のように表される。

$$w_{1H}\lambda H + w_{2H}(1-\lambda)H = \frac{\alpha\beta}{\sigma}E_w$$

さらに、(4.16) 式、(4.17) 式と (4.19) 式より、経済全体の総所得は以下の通り書き換えられる。

$$\begin{aligned} E_w &= 2L + w_{1H}\lambda H + w_{2H}(1-\lambda)H + t_1 D_1 + t_2 D_2 \\ &= 2L + \frac{\alpha\beta}{\sigma}E_w + \alpha(1-\beta)E_W \\ &= \frac{2\sigma L}{\sigma(1-\alpha)+\alpha\beta(\sigma-1)} \end{aligned} \tag{4.26}$$

(4.26) 式より、経済全体の総所得 (あるいは総支出) は一定であり、中間財の代替弾力性と消費者の選好によって決定されることがわかる。中間財の代替弾力性 σ が上昇すると、経済全体の総所得が下落する。消費者の製造業の財に対する選好 α が上昇すると、経済全体の所得規模が拡大する。

(4.16) 式、(4.17) 式、(4.24) 式、(4.25) 式および (4.26) 式より、短期均衡で地域 1 の所得シェア (あるいは市場規模) は次のように表される。

$$s = \frac{E_1}{E_W} = \frac{L + w_{1H}\lambda H + t_1 D_1}{E_W} = \frac{\Delta\left[(\sigma\epsilon - \alpha\beta)\Delta^* + 2\alpha\beta\theta\lambda\right]}{2\left[\sigma\epsilon\Delta\Delta^* - \alpha\beta\lambda(\Delta^* - \theta\Delta)\right]} \tag{4.27}$$

$$\epsilon \equiv 1 - \alpha(1-\beta) \qquad \Delta \equiv \lambda + (1-\lambda)\theta \qquad \Delta^* \equiv \theta\lambda + (1-\lambda)$$

(4.27) 式より、

$$\frac{ds}{d\lambda} > 0 \qquad \lambda > \frac{1}{2} \Leftrightarrow s > \frac{1}{2}$$

が成り立つため[2]、短期均衡では、各地域の所得はこの地域における熟練労働者の人数に伴って上昇する。熟練労働者が多い地域の総所得 (あるいは市場規模) は高い。さらに、(4.24) 式より、λ が上昇することは、カッコの中の第 1 項の分母を大きくし、w_{1H} を小さくする[3]効果がある。すなわち、ある地域に熟練労働者が多くなると、中間財企業の数も上昇する。これによって、地域 1 における中間財企業間の競争が激しくなり、地域 1 での熟練労働者の賃金率が押し下げられる。それと同時に、λ の上昇は s を増大させ、w_{1H} を大きくする効果がある[4]。すなわち、熟練労働者の人数の上昇は地域 1 の市場規模を拡大させ、賃金率を引き上げる。カッコの中の第 2 項の分子・分母は第 1 項と反対の効果を持つ。ゆえに、短期均衡において、各地域での熟練労働者の人数の上昇はこの地域の賃金率に 2 つの逆の効果をもたらす。

また、短期均衡における各地域の所得が輸送費用 θ の変化に従う変動は解析的に分析できない。ただし、(4.27) 式より、

$$s|_{\theta=0} = \frac{1}{2} \qquad s|_{\theta=1} = \frac{1}{2} + \frac{(2\lambda - 1)\alpha\beta}{2\sigma\epsilon}$$

が得られる。すなわち、閉鎖的経済では、中間財の貿易がないため、地域に立地する熟練労働者の人数 (あるいは中間財企業の数) は製造業の財の生産に影響を及ぼさない。各地域の所得は熟練労働者の分布と関係なく、1/2 となる。自由貿易の経済において、各地域の所得はこの地域における熟練労働者の人数によって決定される。

(4.19) 式より、各地域の排出量は次のように書き換えられる。

$$D_1 = \frac{\alpha(1-\beta)E_w s}{t_1} \qquad D_2 = \frac{\alpha(1-\beta)E_w(1-s)}{t_2} \tag{4.28}$$

ここで、各地域の排出量はこの地域の所得シェア及び熟練労働者の人数 (あるいは中間財企業の数) に伴って上昇する。さらに、(4.3) 式より、経済全体の排出量及び各地域の排出シェアは以下の通り与えられる。

$$D_W = D_1 + D_2 = \alpha(1-\beta)E_W \frac{t_2 s + t_1(1-s)}{t_1 t_2} \tag{4.29}$$

$$s_{D_1} \equiv \frac{D_1}{D_W} = \frac{s t_2}{s t_2 + (1-s)t_1} \qquad s_{D_2} = 1 - s_{D_1} = \frac{(1-s)t_1}{s t_2 + (1-s)t_1} \tag{4.30}$$

[2]証明について、付録 A.1 を参照。

[3]Forslid and Ottaviano (2003) により、これは市場押し出し効果 (Market Crowding Effect) と呼ばれる。

[4]同文により、これは市場規模効果 (Market Size Effect) と呼ばれる。

(4.29) 式より、

$$\frac{dD_W}{d\lambda} = \frac{\alpha(1-\beta)E_W(t_2-t_1)}{t_1 t_2}\frac{ds}{d\lambda} \qquad \frac{dD_W}{dt_1} = -\frac{s}{t_1^2} \qquad \frac{dD_W}{dt_2} = -\frac{1-s}{t_2^2}$$

が得られる。両地域の排出税率が同じである場合には、短期均衡での経済全体の排出量は熟練労働者の分布によらない。両地域の排出税率が異なる場合には、経済全体の排出量は、税率が低い地域での熟練労働者の人数に伴って上昇する。さらに、各地域の排出税率の上昇によって削減される排出量はこの地域の市場規模に比例している。(4.30) 式より、各地域の排出シェアは自地域の市場規模の拡大に伴って上昇し、自地域の排出税率の上昇に伴って下落する。

また、(4.3) 式、(4.4) 式と (4.14) 式より、短期均衡では、地域 r における製造業部門の単位あたり排出 d_r は次のように表される。

$$d_r \equiv \frac{D_r}{Y_r} = \frac{(1-\beta)P_{Y_r}}{t_r} = \frac{1}{G}\left[\frac{(1-\beta)P_{X_r}}{\beta t_r}\right]^{\beta} \tag{4.31}$$

(4.11) 式と (4.31) 式より、短期均衡では、輸送費用の下落に従い、中間財の価格インデックスが下落するため、各地域の製造業部門は中間財の投入を増やす。各地域の単位あたり排出は輸送費用の下落に従って下落する。

命題 1 短期均衡において、各地域の所得と汚染の排出量はこの地域における熟練労働者の人数に伴って上昇する。輸送費用の下落に従い、各地域における製造業部門の単位あたり排出は下落する。

4.3 長期均衡

長期においては、熟練労働者は実質賃金に応じて地域間を移動する。各地域における熟練労働者の実質賃金率は以下の通り与えられる。

$$v_1 = \alpha \log \frac{w_{1H}}{P_{Y_1}} + (1-\alpha)\log w_{1H} - \gamma D_W \qquad v_2 = \alpha \log \frac{w_{2H}}{P_{Y_2}} + (1-\alpha)\log w_{2H} - \gamma D_W \tag{4.32}$$

さらに、(4.4) 式、(4.11) 式、(4.24) 式と (4.25) 式より、地域間の実質賃金の格差 V が以下の通り表される。

$$V(\lambda,\theta) = v_1 - v_2 = \log\frac{\Delta^* s + \theta\Delta(1-s)}{\theta\Delta^* s + \Delta(1-s)} - \frac{\alpha\beta}{1-\sigma}\log\frac{\Delta}{\Delta^*} - \alpha(1-\beta)\log\frac{t_1}{t_2} \tag{4.33}$$

$V > 0$ の時、熟練労働者は地域 2 から地域 1 へ移動し、$V < 0$ の時、熟練労働者は地域 1 から地域 2 へ移動する。(4.33) 式で右辺の第 1 項は名目賃金率の格差を表し、第 2 項と第 3 項は物価水準の水準の格差を表す。さらに、(4.33) 式より、$dV/ds > 0$、$dV/dt_1 < 0$ が成り立つ。すなわち、熟練労働者はある地域の市場規模の拡大に従ってこの地域へ移動し、ある地域の排出税率の上昇に従って他の地域へ移動する傾向がある。

ここで、$0 < \lambda < 1$ の時に達成される長期均衡を分散均衡と呼び、$\lambda = 0$ あるいは $\lambda = 1$ の時に達成される長期均衡を集積均衡と呼ぶ。さらに、長期均衡の安定性条件は次のように与えられる。

$$\frac{\partial V}{\partial \lambda} < 0 \quad (0 < \lambda < 1) \qquad \text{(分散均衡)}$$

$$V(1,\theta) > 0 \qquad V(0,\theta) < 0 \qquad \text{(集積均衡)} \tag{4.34}$$

4.3.1 同一な税率の下での長期均衡

両地域の政府が同じ排出税率 t を定める時、V は次のように書き換えられる。

$$V(\lambda,\theta)=\log\frac{\Delta^* s+\theta\Delta(1-s)}{\theta\Delta^* s+\Delta(1-s)}-\frac{\alpha\beta}{1-\sigma}\log\frac{\Delta}{\Delta^*} \tag{4.35}$$

ここで、排出税率は熟練労働者の移動に影響を与えないことがわかる[5]。

(4.27) 式より、

$$\Delta|_{\lambda=\frac{1}{2}}=\Delta^*|_{\lambda=\frac{1}{2}}=\frac{1+\theta}{2}\qquad s|_{\lambda=\frac{1}{2}}=1-s|_{\lambda=\frac{1}{2}}=\frac{1}{2}$$

が成立するため、(4.35) 式より、$V(\frac{1}{2})=0$ が常に成り立つ。すなわち、熟練労働者が両地域間に均等に分布している時、分散均衡が常に存在する。さらに、(4.34) 式より、

$$\theta<\frac{\sigma-1-\alpha\beta}{\sigma-1+\alpha\beta}\equiv\theta_B\quad\Rightarrow\qquad\frac{\partial V}{\partial\lambda}|_{\lambda=\frac{1}{2}}<0 \tag{4.36}$$

が得られる。ここで、θ_B は分散均衡の安定性を決定する輸送費用の閾値であり、ブレイク・ポイントと呼ばれる[6]。(4.36) 式より、$\sigma>2$ と仮定されたため、θ_B が正であることが確保される。貿易自由度 θ が θ_B 以下 (あるいは輸送費用 τ が $\theta_B^{\frac{1}{1-\sigma}}$ より大きい) にある時、分散均衡は安定である。この時、熟練労働者の移入がもたらす市場押し出し効果は市場規模効果より強いため、熟練労働者が両地域に分散する傾向が強い。競争の貿易自由度 θ が θ_B 以下にある時、貿易自由度が θ_B より高い時、熟練労働者の移入がもたらす市場規模効果は市場押し出し効果より強いため、熟練労働者は 1 つの地域に集積する傾向が強い、分散均衡は不安定である。さらに、(4.36) 式より、θ_B は σ の増加関数であり、$\alpha\beta$ の減少関数である。それゆえ、中間財の間の代替性が強い時、熟練労働者は分散する傾向が強い。製造業の財への支出が高く、あるいは生産における排出のシェアが高い時、熟練労働者は 1 つの地域に集積する傾向が強い。

また、(4.27) 式より、地域 1 での集積均衡において、

$$\Delta|_{\lambda=1}=1\qquad\Delta^*|_{\lambda=1}=\theta\qquad s|_{\lambda=1}=\frac{1}{2}+\frac{\alpha\beta}{2\sigma\epsilon}$$

が得られる。(4.34) 式と (4.35) 式より、両地域の政府が同じ排出税率を定める場合には、地域 1 での集積均衡は以下の通り表される。

$$V(1,\theta)=\log\frac{\theta}{\theta^2 s+1-s}-\frac{\alpha\beta}{1-\sigma}\log\frac{1}{\theta}$$

さらに、(4.34) 式より、安定性条件は以下のように書き換えられる。

$$f(\theta)=2\sigma\epsilon\theta^{1-\frac{\alpha\beta}{\sigma-1}}-(\sigma\epsilon+\alpha\beta)\theta^2-(\sigma\epsilon-\alpha\beta)>0 \tag{4.37}$$

(4.37) 式より、

$$0<\theta<\left(\frac{\sigma\epsilon}{\sigma\epsilon+\alpha\beta}\right)^{\frac{\alpha\beta}{\sigma-1+\alpha\beta}}\qquad\Rightarrow\qquad\frac{df}{d\theta}>0$$

$$\left(\frac{\sigma\epsilon}{\sigma\epsilon+\alpha\beta}\right)^{\frac{\alpha\beta}{\sigma-1+\alpha\beta}}<\theta\leq 1\qquad\Rightarrow\qquad\frac{df}{d\theta}<0$$

[5] このケースで熟練労働者の移動は Forslid and Ottaviano (2003) の議論とほぼ同じである。

[6] θ の定義より、θ_B を輸送費用 τ で表記することもできる。ここで議論を簡潔にするために、貿易自由度 θ を使って分析を展開する。

が得られる。(4.37) 式より、

$$f(0) < 0 \qquad f(\theta_B) > 0 \qquad f(1) = 0$$

が成り立つため、$\theta \in [0,1]$ において、$f(\theta) = 0$ を満たす θ が存在する。ここで、$f(\theta) = 0$ の解 θ_s は集積均衡の安定性を決定する貿易自由度の値であり、サステイン・ポイントと呼ばれる。さらに、

$$\theta_B < \left(\frac{\sigma\epsilon}{\sigma\epsilon + \alpha\beta}\right)^{\frac{\alpha\beta}{\sigma-1+\alpha\beta}} \quad ; \quad f(\theta_B) > 0$$

が成立ため、$\theta_B > \theta_s$ が成り立つ。$\theta > \theta_s$ が満たされる場合、集積均衡が安定である。$\theta_s < \theta < \theta_B$ の場合、集積均衡も分散均衡も安定であるため、初期条件によって、熟練労働者が両地域に分散したり、1 つの地域に集積したりする。

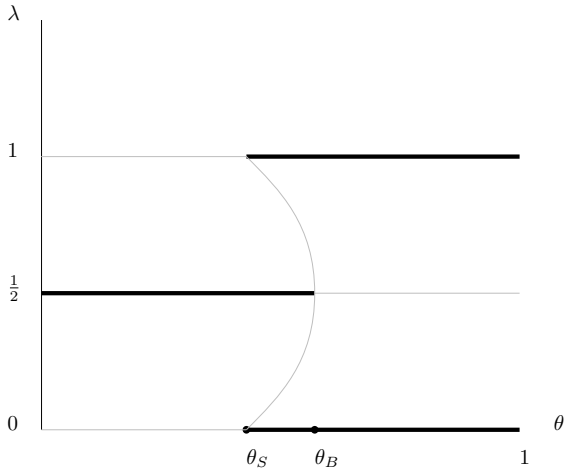


図 4.1: 貿易自由度と安定均衡

図 4.1 では、貿易自由度の上昇に伴って長期均衡の分岐が描かれる。太線で表されるのは安定均衡であり、細線で表記されるのは不安定均衡である。貿易自由度が低い時、中間財の輸送費用が高いので、熟練労働者は両地域に分散することによって、高い輸送費用が引き起こした実質賃金の損失を回避することができる。貿易自由度が高い時、中間財の輸送費用が低く、熟練労働者にとって、市場規模が大きい地域でもらえる実質賃金がより高いので、熟練労働者は市場規模の大きい地域に集中する。

両地域の政府が同一の排出税率 t を規定する時、各地域の排出量はこの地域の所得と一致する。(4.21) 式、(4.28) 式と (4.31) 式より、分散均衡において、各地域の排出量と製造業部門の単位あたり排出は次のように与えられる。

$$D_1|_{\lambda=\frac{1}{2}} = D_2|_{\lambda=\frac{1}{2}} = \frac{\alpha(1-\beta)E_W}{2t}$$

$$d_1|_{\lambda=\frac{1}{2}} = d_2|_{\lambda=\frac{1}{2}} = \frac{F}{t^\beta}\left(\frac{1+\theta}{2}\right)^{\frac{\beta}{1-\sigma}} \qquad F \equiv \frac{H^{\frac{\beta}{1-\sigma}}}{G}\left[\frac{(1-\beta)p}{\beta}\right]^\beta$$

また、集積均衡では、各地域の排出及び単位あたり排出は以下の通り表される。

$$D_1|_{\lambda=1} = D_2|_{\lambda=0} = \frac{\alpha(1-\beta)(\sigma\epsilon+\alpha\beta)E_W}{2\sigma\epsilon t} \qquad D_2|_{\lambda=1} = D_1|_{\lambda=0} = \frac{\alpha(1-\beta)(\sigma\epsilon-\alpha\beta)E_W}{2\sigma\epsilon t}$$

$$d_1|_{\lambda=1} = d_2|_{\lambda=0} = \frac{F}{t^\beta} \qquad d_2|_{\lambda=1} = d_1|_{\lambda=0} = F\frac{\theta^{\frac{\beta}{1-\sigma}}}{t^\beta}$$

分散均衡において、両地域の汚染排出量も単位あたり排出量も一致している。集積均衡では、熟練労働者が集積する地域の市場規模が大きく、製造業の財に対する需要が大きいため、集積地での汚染排出量は他地域より高い。さらに、集積均衡において、集積地での中間財の価格インデックスは他地域より低いため、製造業部門の生産でより多くの中間財が投入され、集積地での単位あたり排出は他地域より低い。

また、$0 < \theta < \theta_s$ の時、長期均衡は分散均衡である。この時、輸送費用の低下 (θ の上昇) に従い、中間財の価格インデックスは下落し、製造業部門でより多くの中間財が投入され、各地域の単位あたり排出は下落する。$\theta_B < \theta \leq 1$ の時、長期均衡は集積均衡になる。この時、熟練労働者が集積する地域の単位あたり排出は一定である。輸送費用の下落に従い、熟練労働者がいない地域での中間財価格インデックスは下落するため、この地域で単位あたり排出は下落する。

4.3.2 税率が異なる場合の長期均衡

この節で各地域の排出税率が異なる時の長期均衡を議論する。地域 1 の政府が一方的に排出税率を引き上げると仮定する。この時、$t_1 > t$ が成り立つため、(4.33) 式より、税率格差の拡大は熟練労働者の分散を導く効果がある。

地域 1 での集積均衡

(4.33) 式より、地域 1 の集積均衡は以下の通り与えられる。

$$V(1,\theta) = \log\frac{\theta}{\theta^2 s + 1 - s} - \frac{\alpha\beta}{1-\sigma}\log\frac{1}{\theta} - \alpha(1-\beta)\log T$$

ここで、$T \equiv t_1/t$ と定義され、地域間の税率格差を表す。$T > 1$ である。(4.34) 式より、地域 1 での集積均衡の安定性条件は次のように表される。

$$f_1(\theta) = T^{1-\epsilon}(\sigma\epsilon+\alpha\beta)\theta^2 - 2\sigma\epsilon\theta^{1-\frac{\alpha\beta}{\sigma-1}} + T^{1-\epsilon}(\sigma\epsilon-\alpha\beta) < 0 \tag{4.38}$$

ここで、長期均衡の安定性は貿易自由度と地域間の税率格差によって決定される。(4.37) 式と (4.38) 式より、$f_1(\theta) > f(\theta)$ が成立する。また、(4.38) 式より、

$$f_1(0) > 0 \quad f_1'(0) < 0 \quad f_1(1) > 0 \quad f_1'(1) > 0$$

が得られる。ゆえに、$\theta \in [0,1]$ にとって、$f_1(\theta)$ は唯一の最小値が存在する。(4.38) 式より、地域 1 の安定的な集積均衡を維持できる θ は次のように与えられる。

$$\theta_{a1} < \theta < \theta_{b1} \tag{4.39}$$

ここで、θ_{a1} と θ_{b1} は方程式 $f_1(\theta) = 0$ の 2 つの解である。この解の存在性及び大きさは T によって決定される。(4.38) 式より、

$$\frac{df_1(\theta)}{dT} > 0$$

が成り立つため、T が十分に高くなる時、$f_1(\theta)_{min} > 0$ があり、$f_1(\theta) = 0$ を満たす θ は存在しない。T が十分に低くなる時、$f_1(\theta)_{min} < 0$、$f_1(\theta) = 0$ を満たす解が 2 つある。

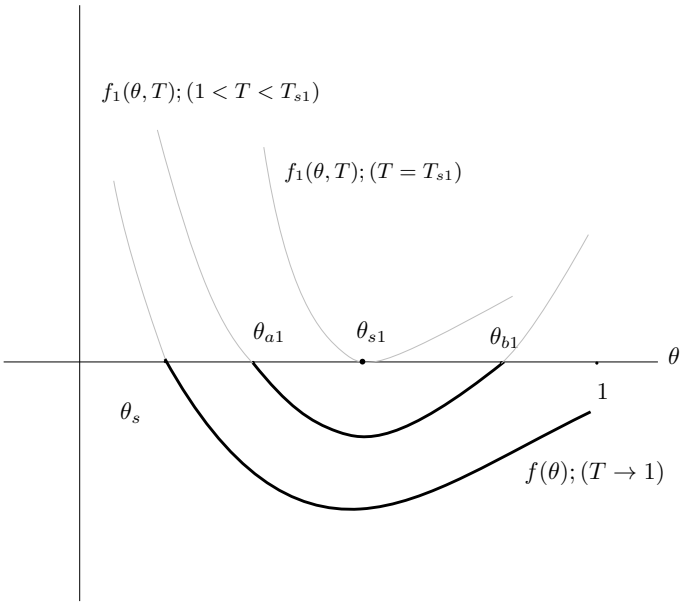


図 4.2: 税率格差とサステイン・ポイント ($\lambda = 1$)

図 4.2 では、税率格差が存在する時と存在しない時の安定性条件が描かれる。ここで、太線は安定均衡を表し、細線は不安定均衡を表す。T の上昇に従い、$f_1(\theta)$ の曲線が上にシフトする。

$f_1(\theta) = 0$ を満たす解が 2 つある時、T の上昇に従い、$f_1(\theta)$ の曲線は上にシフトし、θ_{a1} の値が増大し、θ_{b1} の値が減少する。すなわち、地域 1 の集積均衡が維持できる θ の範囲は地域 1 の排出税率の上昇にしたがって縮小する。

$f_1(\theta) = 0$ に 1 つの解が存在する場合には、(4.39) 式より、地域 1 の集積均衡を達成させる税率格差 T_{s1} が以下の通り与えられる。

$$T_{s1} = \left[\frac{(\sigma\epsilon)^2\theta^{2\phi}}{(\sigma\epsilon)^2 - (\alpha\beta)^2}\right]^{\frac{1}{2(1-\epsilon)}}$$

ここで、$\phi \equiv \alpha\beta/(\sigma - 1)$ と定義される。任意の $\theta \in [0, 1]$ にとって、地域間の税率格差が T_{s1} 以上になると、地域 1 の集積均衡が存在しない。

経済の初期均衡が地域 1 での集積均衡であることを仮定する。地域 1 が排出税率を引き上げる時、この地域の集積均衡の存在は排出税率の高さによって決定され、集積均衡の安定性は輸送費用によって決定される。地域 1 の政府が温室効果ガスの排出を厳しく規制し、非常に高い排出税 ($t_1 \geq t_2 T_{s1}$) を課する時、高い税率がもたらす実質賃金率の損失が非常に大きいため、熟練労働者が地域 1 から押し出される。この時、任意の輸送費用の下においても地域 1 での集

積均衡が存在しない。地域 1 の政府が比較的に低い排出税 ($t_2 < t_1 < t_2 T_{s1}$) を課する場合には、税率格差と市場押し出し効果などの分散効果と、市場規模効果の間にトレードオフがある。高い輸送費用 ($\theta < \theta_{a1}$) の下においては、分散効果は市場規模効果より強いため、地域 1 での集積均衡が存在しない。低い輸送費用 ($\theta > \theta_{a1}$) の下では、市場規模効果は分散効果より強いため、長期均衡は地域 1 での集積均衡になる。この時、貿易自由化に従い、輸送費用がある範囲内で下落しても ($\theta_{a1} < \theta \leq \theta_{b1}$)、熟練労働者の移動を引き起こさず、地域 1 での集積均衡が安定である。輸送費用がさらなる貿易自由化に従ってある水準以下 ($\theta > \theta_{b1}$) に落ちると、地域 1 の集積均衡が不安定になり、熟練労働者 (あるいは中間財企業) は地域 2 に移動する。

命題 2　地域 1 の政府が一定の範囲内で排出税率を引き上げる ($t_2 < t_1 < t_2 T_{s1}$) 場合には、貿易自由化に従い、熟練労働者は地域 1 に留まることがあり得る。

以上の議論からわかるように、地域間の排出規制の格差が存在しない場合には、熟練労働者 (中間財企業) は貿易自由化に従って 1 つの地域に集積する。地域 1 が一方的に排出規制を強化する場合には、貿易自由化に従い、熟練労働者 (企業) が必ず規制の厳しい地域から規制の緩やかな地域に移動するわけではない。地域 1 での排出規制が非常に厳しい時、貿易自由化に関わらず、熟練労働者 (企業) は規制の厳しい地域から規制の緩やかな地域に移動する。地域 1 がある程度排出規制を強化する時、一定の範囲内での貿易自由化は熟練労働者 (企業) の規制の緩やかな地域への移動を引き起こさない。これによって、汚染避難地仮説が常に成立するわけではないことが理論的に解釈される。

また、ある $\bar{\theta} \in [\theta_{a1}, \theta_{b1}]$ を所与とし、地域 1 の安定的集積均衡を維持できる最大の税率格差 T_{m1} は以下の通り与えられる[7]。

$$T_{m1} = \left[\frac{2\sigma\epsilon}{(\sigma\epsilon + \alpha\beta)\bar{\theta}^2 + (\sigma\epsilon - \alpha\beta)} \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \bar{\theta}^{\frac{\sigma-\alpha\beta-1}{(1-\epsilon)(\sigma-1)}} \tag{4.40}$$

(4.40) 式より、一定の輸送費用の下で、税率格差が T_{m1} 以下に抑えられる限り、地域 1 からの熟練労働者の離脱が起こらない。すなわち、T_{m1} は熟練労働者の離脱を引き起こさずに取れる最も高い排出税率を表す。さらに、(4.40) 式を θ に関して微分すると、次の式が得られる。

$$\theta \quad \leq (>)\theta^*_{m1} \Rightarrow \frac{dT_{m1}}{d\theta} \geq (<)0$$

$$\theta^*_{m1} \quad = \left[\frac{(\sigma - 1 - \alpha\beta)(\sigma\epsilon - \alpha\beta)}{(\sigma - 1 + \alpha\beta)(\sigma\epsilon + \alpha\beta)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

θ^*_{m1} は税率格差の閾値が最大にされる時のサステイン・ポイントである。θ が θ^*_{m1} 以下である場合、貿易自由化に従い、地域 1 の集積均衡が維持できる税率格差の閾値が高くなり、地域 1 の政府が (熟練労働者の離脱を引き起こさずに) 取れる排出税率が高くなる。θ が θ^*_{m1} を超えると、貿易自由化に従い、地域 1 の集積均衡が維持できる税率格差の閾値が低くなり。地域 1 の政府が (熟練労働者の離脱を引き起こさずに) 取れる排出税率が低くなる。言い換えると、θ が θ^*_{m1} の以下 (以上) にある場合には、貿易自由化に従い、地域 1 の政府が排出規制を実施する余地が大きく (小さく) なる。

[7] $f_1(\theta) = 0$ を T に関して解く。

また、(4.27) 式、(4.28) 式と (4.31) 式より、各地域の排出量及び単位あたり排出は以下の通り与えられる。

$$D_{1T}|_{\lambda=1} = \frac{\alpha(1-\beta)(\sigma\epsilon+\alpha\beta)E_W}{2\sigma\epsilon tT} \qquad D_{2T}|_{\lambda=1} = \frac{\alpha(1-\beta)(\sigma\epsilon-\alpha\beta)E_W}{2\sigma\epsilon t}$$

$$d_{1T}|_{\lambda=1} = \frac{F}{(tT)^{\beta}} \qquad d_{2T}|_{\lambda=1} = \frac{F\theta^{\frac{\beta}{1-\sigma}}}{t^{\beta}}$$

ここで、地域 1 の排出量と単位あたり排出は規制強化前より減少することが分かる。さらに、(4.26) 式と (4.40) 式より、地域 1 の集積均衡における最小排出量は次のように表される。

$$D_{m1} = \frac{(1-\epsilon)(\sigma\epsilon+\alpha\beta)}{\epsilon(\sigma\epsilon-\alpha\beta)t_2}\frac{L}{T_{m1}} \tag{4.41}$$

(4.41) 式より、地域 1 の集積均衡における最小排出量は T_{m1} の上昇に従って下落する。輸送費用が θ^*_{m1} である時、集積均衡における地域 1 の排出量は最も低い水準に抑えられる。

命題 3　地域 1 の集積均衡において、輸送費用の下落に従い、地域 1 の最小排出量はまず下落する。輸送費用がある水準以下に落ちる時、地域 1 の最小排出量は輸送費用の下落に従って上昇する。

地域 2 での集積均衡

(4.33) 式より、地域 2 の集積均衡は以下の通り与えられる。

$$V(0,\theta) = \log\frac{s+\theta^2(1-s)}{\theta} - \frac{\alpha\beta}{1-\sigma}\log\theta - \alpha(1-\beta)\log T$$

地域 2 での集積均衡の安定性条件は次のように表される。

$$f_2(\theta) = (\sigma\epsilon+\alpha\beta)\theta^2 - 2\sigma\epsilon T^{1-\epsilon}\theta^{1-\frac{\alpha\beta}{\sigma-1}} + (\sigma\epsilon-\alpha\beta) < 0 \tag{4.42}$$

(4.42) 式より、

$$f_2(0) > 0 \quad f_2'(0) < 0 \quad f_2(1) < 0 \quad f_2'(1) > 0 \qquad \frac{df_2(\theta)}{dT} < 0$$

が成立するため、$f_2(\theta)$ は唯一の最小値が存在し、この値はゼロ以下にある。ゆえに、方程式 $f_2(\theta) = 0$ は $[0,1]$ の範囲内で 1 つの解 θ_{s2} を持つ。すなわち、地域 2 の集積均衡では、サステイン・ポイントは唯一である。T の上昇は地域 2 での集積均衡を安定させる。さらに、(4.42) 式より、$d\theta_{s2}/dT < 0$ が成立するため、T の上昇に従い、地域 2 の集積均衡のサステイン・ポイントの値は小さくなる。さらに、$T = 1$ の時、θ_{s2} は θ_{s1} と一致するため、$T > 1$ の場合には、$\theta_{s2} < \theta_{s1}$ が成り立つ。

図 4.3 では、地域 2 の集積均衡が描かれる。T が上昇すると、$f_2(\theta) = 0$ の曲線が下方へシフトし、θ_{s2} は小さくなる。地域 1 が排出規制を強化する場合には、貿易自由化に従い、地域 2 での集積均衡は不安定から安定になる。

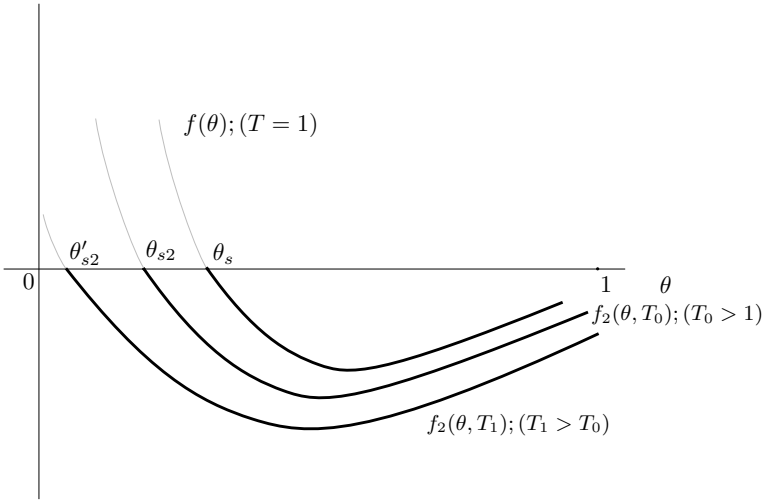


図 4.3: 税率格差とサステイン・ポイント ($\lambda=0$)

$\tilde{\theta}\in(0,\theta_{s2}]$ を所与とし、$f_2(\theta)=0$ を T に関して解くと、地域 2 の集積均衡を維持できる最小の税率格差 T_{m2} は次のように表される。

$$T_{m2}=\left[\frac{(\sigma\epsilon+\alpha\beta)}{2\sigma\epsilon}\tilde{\theta}^{1+\phi}+\frac{(\sigma\epsilon-\alpha\beta)}{2\sigma\epsilon}\tilde{\theta}^{\phi-1}\right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \tag{4.43}$$

ここで、一定の輸送費用の下では、地域 2 での集積均衡を安定させるために、地域間の税率格差 T は T_{m2} 以上に挙げられる必要がある。さらに、(4.43) 式より、

$$\theta \quad \leq (>)\theta^*_{m2} \quad \Rightarrow \frac{dT_{m2}}{d\theta}\leq(>)0$$

$$\theta^*_{m2} \quad =\theta^*_{m1}=\left[\frac{(\sigma-1-\alpha\beta)(\sigma\epsilon-\alpha\beta)}{(\sigma-1+\alpha\beta)(\sigma\epsilon+\alpha\beta)}\right]^{\frac{1}{2}}$$

が得られる。θ が θ^*_{m2} 以下 (以上) にある時、貿易自由化に従い、地域 2 での集積均衡を安定させる税率格差の閾値は小さく (大きく) なる。

(4.27) 式、(4.28) 式と (4.31) 式より、地域 2 の集積均衡において、各地域の排出量及び単位あたり排出は以下の通り与えられる。

$$D_{1T}|_{\lambda=0}=\frac{\alpha(1-\beta)(\sigma\epsilon-\alpha\beta)E_W}{2\sigma\epsilon tT} \qquad D_{2T}|_{\lambda=0}=\frac{\alpha(1-\beta)(\sigma\epsilon+\alpha\beta)E_W}{2\sigma\epsilon t}$$

$$d_{1T}|_{\lambda=0}=\frac{F\theta^{\frac{\beta}{1-\sigma}}}{(tT)^\beta} \qquad d_{2T}|_{\lambda=0}=\frac{F}{t^\beta}$$

ここで、地域 2 の集積均衡において、地域 1 の規制強化は地域 2 の排出量に影響を及ばさい。貿易自由化に従い、地域 1 の単位あたり排出は下落する。さらに、

$$D_{WT}|_{\lambda=1}-D_{WT}|_{\lambda=0}=\frac{\alpha^2\beta(1-\beta)E_W}{\sigma\epsilon t}\left(\frac{1}{T}-1\right)<0$$

が成立するため、地域 1 の集積均衡における経済全体の排出量は地域 2 の集積均衡より低い。

分散均衡

(4.33) 式より、地域 1 の政府が排出規制を強化する時、

$$V\left(\frac{1}{2},\theta\right) = -\alpha(1-\beta)\log T < 0$$

が成り立つ。初期に熟練労働者が両地域の間に均等に分布している時、地域 1 の実質賃金率は地域 2 より低いため、熟練労働者が地域 2 へ移動する。ゆえに、$\lambda = 1/2$ となる分散均衡が存在、$\lambda < 1/2$ となる分散均衡が達成される。(4.33) 式より、$dV/dT < 0$ が成立するため、地域間の税率格差が大きいほど、分散均衡における地域 1 の熟練労働者シェアは小さい。(4.33) 式より、分散均衡は以下の通り表される。

$$\left(\frac{\Delta}{\Delta^*}\right)^{\phi}\left[\frac{s/(1-s)+\theta(\Delta/\Delta^*)}{\theta s/(1-s)+(\Delta/\Delta^*)}\right] - T^{1-\epsilon} = 0 \tag{4.44}$$

ここで、(4.44) 式を満たす λ を λ_B で表す。

また、$T = T_1$ の時のブレイク・ポイントを θ_{BT_1} で表される。ブレイク・ポイントの定義により、$\theta \leq \theta_{BT_1}$ の時に $V = 0$ があり、$\theta < \theta_{BT_1}$ の時に $dV_B/d\lambda < 0$ があり、分散均衡が安定である。この時、微小な税率格差の上昇が起こると、$dV/dT < 0$ より、$\theta = \theta_{BT_1}$ で $V < 0$ があり、分散均衡が存在しない。新たなブレイク・ポイントは θ_{BT_1} より小さい。すなわち、ブレイク・ポイントの値は T の上昇に従って小さくなる。ゆえに、地域 1 の政府が一方的に排出規制を強化する時のブレイク・ポイント θ_{BT} は θ_B より小さい。さらに、(4.39) 式、θ_{a1} の値は税率格差の拡大に従って増大するため、税率格差の拡大に従い、θ_{B_T} は θ_{a1} より小さくなることがあり得る。この時、分散均衡と地域 1 の完全集積を同時に安定させる θ が存在しない。税率格差がさらに拡大すると、$\theta_{B_T} = \theta_{s2}$ が成り立つことがあり得る。

図 4.4 では、種々の税率格差が対応する長期均衡が描かれる。図 4.4 より、異なる税率格差の下では、貿易自由化が熟練労働者 (中間財企業) の移動に及ぼす影響は異なる。初期に熟練労働者が両地域に均等に分布する。図 4.4-a により、地域 1 の政府は排出規制をある程度で $(1 < T < T_0)$ 強化する場合には、高い輸送費用 (低い貿易自由度) の下では、長期均衡が分散均衡であり、地域 1 の熟練労働者シェアは規制強化前より小さい。この時、一定の範囲内での貿易自由化は熟練労働者の移動を引き起こさない。輸送費用が比較的に小さくなると、長期均衡が分散均衡と集積均衡のどちらかになる。輸送費用がさらに低くなると、長期均衡は集積均衡になる。この場合には、地域 1 の規制強化がもたらす押し出しの効果が弱いため、貿易自由化にしたがって熟練労働者 (あるいは企業) の移動と排出規制との関係が明確ではなく、汚染避難地仮説が成り立たない。

図 4.4-b と図 4.4-c により、地域 1 の政府は排出規制を比較的厳しく強化する場合 $(T_1 < T < T_{s1})$ には、輸送費用の下落 (あるいは貿易自由化) に従い、長期均衡はまず分散均衡であり、その後地域 2 での集積均衡になる。さらに、輸送費用が十分に低い時、長期均衡が地域 1 での集積均衡になる可能性がある。この場合には、地域 1 の規制強化がもたらす押し出しの効果が比較的に強いため、輸送費用が高い (貿易自由度が低い) 時、熟練労働者 (あるいは企業) は貿易自由化にしたがって規制の緩やかな地域 2 に移動する。しかし、輸送費用が十分に低い (貿易自由度が十分に高い) 時、熟練労働者の移動がもたらす市場規模効果は十分に高いため、熟練労働者が地域 1 に集積する可能性がある。図 4.4-d より、地域 1 の規制強化は非常に厳しい場合には、規制強化が非常に強い押し出しの効果をもたらすため、熟練労働者は地域 1 から地域 2 へ移動する。この場合に汚染避難地仮説が成立する。

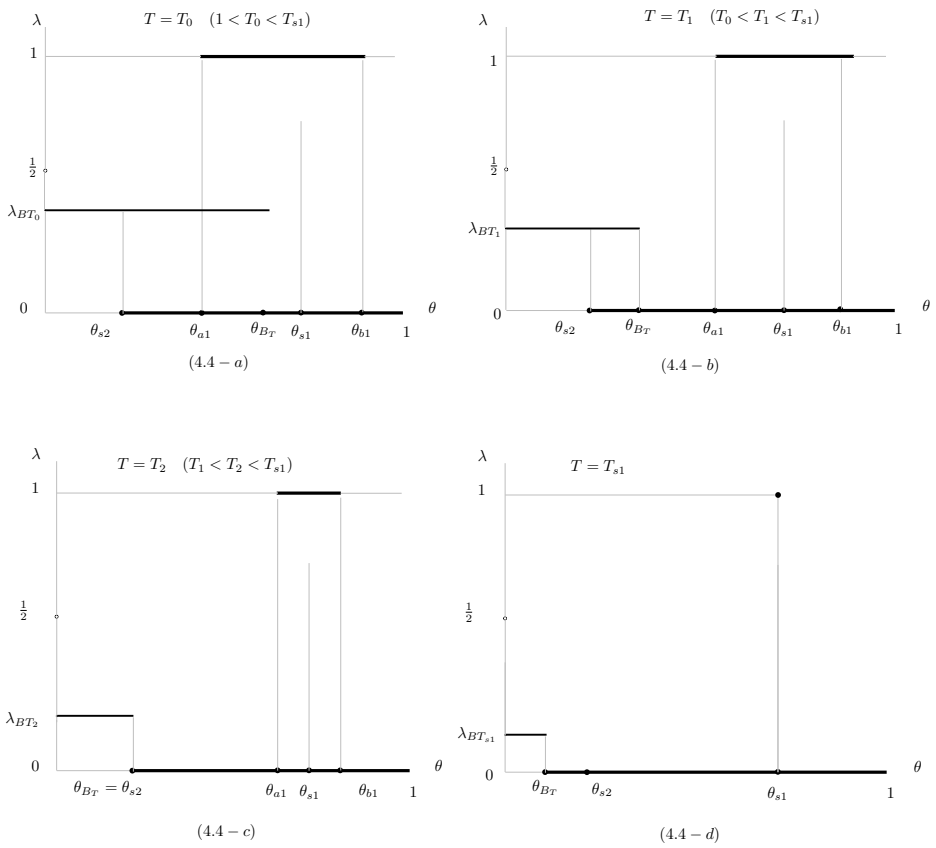


図 4.4: 税率格差が存在する長期均衡

また、分散均衡における各地域の排出量及び単位あたり排出は次のように表される。

$$D_{B1} = \frac{\alpha(1-\beta)E_1}{t_1} \qquad D_{B2} = \frac{\alpha(1-\beta)E_2}{t_2} \qquad D_W = \frac{\alpha(1-\beta)E_W}{t_2}\left(\frac{s}{T}+1-s\right)$$

$$d_{B1} = \frac{F}{(t_2 T)^{\beta}}\left[\lambda_B + \theta(1-\lambda_B)\right]^{\frac{\beta}{1-\sigma}} \qquad d_{B2} = \frac{F}{t_2^{\beta}}\left(\theta\lambda_B + 1 - \lambda_B\right)^{\frac{\beta}{1-\sigma}}$$

ここで、分散均衡において、$s < 1/2$ であるため、$D_{B1} < D_{B2}$ となる。さらに、$ds/d\lambda > 0$ より、分散均衡における経済全体の排出量は λ_B の下落に従って増加することが分かる。また、地域 1 が規制強化をする時、地域 1 の排出税率の上昇に従い、分散均衡における地域 1 の熟練労働者シェアが下落し、地域 1 の排出量がこの地域の需要の縮小に伴って減少する。一方、地域 2 の排出量はこの地域の熟練労働者シェアの上昇に従って増加する。それゆえ、経済全体の排出量が地域 1 の規制強化に従う変化は明確ではない。さらに、地域 1 の規制強化に従い、分散均衡における地域 2 の熟練労働者シェアが上昇し、地域 2 での中間財価格インデックスは下落するため、地域 2 での単位あたり排出は下落する。地域 1 では、排出税率の上昇と同時に、中間財の価格インデックスが熟練労働者のシェアの下落に伴って上昇するため、地域 1 の単位あたり排出はパラメーターの値 $(\beta、\sigma)$ によって変わる。

命題 4 地域 1 が一方的に排出規制を強化する場合には、分散均衡において、地域 1 の排出水準は地域 2 より低く、地域 2 の単位あたり排出は規制強化によって削減される。

4.4 おわりに

本章は FE モデルに排出税を導入し、所得効果を配慮して一方的な環境規制の強化が熟練労働者の分布に与える影響を分析した。本章の考察は、内生的な市場規模と所得水準の下で、汚染避難地効果が発生するメカニズムを解明し、汚染避難地仮説に関する実証結果が分かれることについて、一般的な解釈を与えた。考察の結果として、次のようなことが示される。

熟練労働者の移動がない短期均衡において、一方的な排出規制の強化が汚染のリーケージを引き起こし、経済全体の排出量を削減する。

熟練労働者が地域間を移動する長期均衡において、各地域が同じ程度の排出規制を行う時、熟練労働者は (輸送費用の下落に伴う) 貿易自由化に従って 1 つの地域に集積する。ある地域が一方的に排出規制を強化する場合には、熟練労働者が規制の緩やかな地域へ移動する傾向があり、汚染避難地効果がある。さらに、この地域がある程度規制強化を実施する時、高い輸送費用の下で、貿易自由化が熟練労働者の規制の緩やかな地域への移動を引き起こさない。この時、汚染避難地仮説が成り立たない。低い輸送費用の下では、貿易自由化に従い、熟練労働者が規制の緩やかな地域に移動し、汚染避難地仮説が成立する。この地域の規制強化が非常に厳しい時、貿易自由化に関わらず、熟練労働者は規制の緩やかな地域に移動し、汚染避難地効果が成り立つ。

また、ある地域が一方的に排出規制を強化する場合には、分散均衡において、規制強化を行う地域の排出水準は他の地域より低く、各地域の単位あたり排出は規制強化によって削減される。規制強化を行う地域での集積均衡において、高い輸送費用の下でこの地域の最小排出量は貿易自由化に従って下落し、低い輸送費用の下で最小排出量の変化は逆になる。

しかし、本論文では、排出税の効果だけを議論したが、他の規制手段 (排出権取引や環境基準認証) が企業の移動及び環境に及ぼす影響を考察していない。NEG のフレームワークで環境基準認証制度に対する考察は本論文の第 5 章で行われる。また、近年、NEG のフレームワークで企業の生産性の異質性を考慮し、企業の集積と国際貿易のメカニズムを分析する研究が多くなっている。企業の生産性の異質性を考慮した排出規制の効果の分析も本章での研究の 1 つの可能な拡張となりうるであろう。

付録

A.1 短期均衡における地域総所得

(4.27) 式より、短期均衡において、

$$\frac{ds}{d\lambda} = \frac{\alpha\beta\theta}{2\left[\sigma\epsilon\Delta\Delta^* - \alpha\beta\lambda(\Delta^* - \theta\Delta)\right]^2}F \tag{4.45}$$

$$F \equiv (2\lambda-1)^2[\sigma\epsilon(1+\theta^2) - \alpha\beta(1-\theta^2)] + 2\lambda(1-\lambda)(1+\theta)[\sigma\epsilon(1+\theta) - \alpha\beta(1-\theta)]$$

が得られる。ϵ の定義より、$\sigma\epsilon > \alpha\beta$ が成立するため、F が常に正であり、短期均衡で $ds/d\lambda > 0$ が成り立つ。

第5章　環境基準認証と企業の集積

5.1　はじめに

経済の発展と都市化の進展に従い、人間社会の日常消費財の種類と消費量が急激に膨らんでおり、それによって引き起こされる汚染問題は深刻になっている。例えば、アメリカ合衆国環境保護庁 (United States Environmental Protection Agency) によると、2007 年にアメリカで排出された揮発性有機化合物 (VOCs) と窒素酸化物 (NOx) の 50%は自動車によるものである。都市部の一酸化炭素 (CO) の 90%が乗用車の排出によって引き起こされる。また、中国環境保護部によると、自動車排出ガスは大気汚染の主な汚染源の 1 つになる。2013 年、自動車の排出は窒素酸化物排出源の 90%を占め、炭化水素 (HC) と一酸化炭素の排出源の 70%を占める。その他、洗剤や殺虫剤の乱用も水汚染と大気汚染を引き起こす。アメリカ合衆国環境保護庁により、殺虫剤の乱用は既に鳥類死亡の主な原因となり、この 75%は家庭で使われる。さらに、電子製品の廃棄と処理はこの数年間に中国で深刻な土壌汚染と水汚染を引き起こす。

上述のような日常消費に関わる環境問題に対し、各国の政府は様々な環境政策を作成する。その中で、よく使われるのは環境税 (ゴミ処理料金制度やガソリンの環境税) と環境基準認証である。環境基準認証制度を通じ、各国の政府は自国の環境基準に合わない商品の販売を禁止することができる。環境基準認証制度の代表的な一例はアメリカの 1970 年大気浄化法 (Clean Air Act) である。この法案は自動車の排出基準を明記し、基準を満たさない自動車の販売を禁じる。その他、中国が実施する強制認証制度[1]と、EU による石綿とフッ素製品の貿易を禁止する制度がよく知られる。

このような環境規制が環境及び産業構造、特に企業の立地にどのような影響を与えるのかは非常に興味深い問題である。本章の目的は環境基準認証が企業の立地選択に与える影響を明らかにし、企業の移転と環境規制との関係を理論的に解釈することである。

本章は Ottaviano et al. (2002) で提示される NEG モデルに消費の環境外部性と環境基準認証を導入し、環境基準認証の実施前後の企業の立地分布の変化を比較する。また、本章は輸送費用が環境と環境政策の効果に与える影響を考察する。Ottaviano et al. (2002) に従い、本章のモデルでは、2 つの地域、2 つの財 (農業財と製造業の財)、2 つの生産要素 (労働と資本) が存在する。地域 1 の市場規模が地域 2 より大きい。農業財市場が完全競争的であり、製造業の財市場が独占競争的である。労働者は生産部門の間を移動できるが、地域の間を移動できない。資本は収益率の高さに応じて地域間を移動する。また、製造業の財の消費は汚染を引き起こす。地域 1 の政府は汚染を抑えるために環境基準認証を実施し、環境基準を満たさない財の販売を禁じる。一方、製造業企業は環境基準を遵守するために一定の費用をかけなければならない。ゆえに、製造業企業は 2 つのグループ (環境基準認証を受けるものと受けないもの) に分かれる。環境基準認証を受けない企業は地域 1 から押し出され、地域 2 に移転する。環境基準認証

[1]中国政府が 2002 年に電子製品や自動車などの一般的な工業製品の安全性と環境保全に対して強制的認証を実施した。この認証を受けない商品の販売は禁止される。

を受ける企業は地域 1 に移動することがあり得る。それに、輸送費用の変化に従い、元々環境基準規制を受けない企業が認証を受ける可能性もある。

環境規制と企業立地に関する研究、特に大気浄化法をめぐる多数の実証研究は、環境規制が規制地域 (国) の汚染集約的企業の移転を促し、規制地域 (国) の企業の数を減少させることを示唆する (Becker & Henderson, 2000; Greenstone, 2002; Walker, 2011)。また、一部の研究は、大気浄化法の実施と企業の立地の間に顕著な相関関係がないと主張する (McConnell & Schwab, 1990; Levinson, 1996)。

環境規制と企業の立地の関係に対して理論的な分析を行う研究が多くある。その中で、多数の研究は生産が引き起す汚染あるいは生産の環境外部性を前提として議論を展開する。Markusen et al. (1991) は輸送費用を含む不完全競争的な 2 国モデルを提示し、企業が国境を跨いで工場を設立する場合には、各国の最適環境政策の厳しさが汚染が引き起こす効用の損失の大きさによって変わることを示す。Krumm & Wellisch (1995) は異なる規制手段の下で企業立地選択を分析し、汚染企業に対する補助金と排出税金の払い戻しがない場合に効率的な企業立地が達成されると主張する。Markusen (1997) は多国籍企業の立地選択が環境規制の強化に従っていかに変化するのかを分析する。分析の結果として、企業の環境規制に対する敏感さは貿易自由化に従って上昇することが示される。Ulph & Valentini (2001) は不完全競争モデルで異なる時点で実施される環境規制と企業立地との関係を考察する。その結果、企業の立地が決定される前に作成される環境規制は、企業の立地が決定される後に作成される環境規制より厳しい。Sanna-Randaccio & Sestini (2012) は市場規模が異なる 2 国を含む複占競争モデルを用い、 輸送費用が高い時、市場規模の大きい国が企業の離脱を引き起こさずに厳しい環境規制を行うことが可能であることを示す。しかし、前に述べたように、これらの研究は生産の環境外部性と排出税の前提として、環境政策と企業立地の問題を分析しており、消費の環境外部性と他の環境規制手段の効果や影響について言及していない。

消費の外部性と環境基準を考慮して企業の立地と環境問題を分析する研究は比較的に少ない。Copeland & Taylor (1995) は消費の環境外部性を含む完全競争的な 2 国・2 財モデルを構築する。このモデルでは、最適排出税率が消費財の限界排出率に一致することが示される。Fischer & Serra (2000) は 1 つの国内企業と 1 つの外国企業が存在するクールノー競争モデルを提示する。このモデルにより、外国企業が環境基準によって国内市場から押し出される時、国内の社会厚生は最大になることがあり得る。Haupt (2000) は独占競争的な 2 国モデルで環境基準と R&D との関係を考察し、規制国の財の種類が厳しい環境基準によって減らされることを主張する。Toshimitsu (2008) はダーティー財とクリーン財を含む複占モデルを提示する。 Toshimitsu (2008) により、政府が輸入したダーティー財に対して厳しい環境基準を定めると、環境の質と社会厚生は下がる。政府が輸入したクリーン財に対して厳しい環境基準を定めると、環境の質と社会厚生が向上する。 Ishikawa & Okubo (2010) は 2 種類の不完全代替財を含む複占モデルに基づいて環境規制が貿易に与える影響を考察し、厳しい環境基準が外国企業に環境により良い商品を生産させるが、より多くの排出を引き起こすことがあり得ることを示す。 Ishikawa & Okubo (2011) は NEG のフレームワークで環境基準認証が企業立地に与える影響を分析する。彼らは Martin & Rogers (1995) に提示される資本移動を含む NEG モデルを用い、人口の多い地域 (国) の賃金率が高いという仮定に基づき、消費の環境外部性が存在する時に環境基準認証が企業の立地と汚染排出水準に与える影響を分析する。分析の結果として、環境基準認証の実施前後の企業の立地分布の変化は環境規制の厳しさによって決定されることが示される。環境基準認証の実施に従い、規制地域 (国) の企業シェアは上昇し、排出は増加する。非規制国

の排出水準は環境基準認証の実施に従って下落する。すなわち、規制地域 (国) の政府は環境基準認証制度を通じて自国の汚染排出を削減できない。

本章の趣旨は Ishikawa & Okubo (2011) とほぼ同じである。ただし、Ishikawa and Okubo (2011) と違い、本論文は Ottaviano et al. (2002) に提示される NEG モデルに基づいている。それによって、人口の多い地域 (国) の賃金率が高いという前提を捨象し、より一般的な議論が展開できる。また、Ishikawa & Okubo (2011) の分析と異なり、本論文では、環境規制だけではなく、輸送費用 (関税や輸送費用など) の変化も (実施前後の) 企業の立地に大きな影響を与える。さらに、Ishikawa & Okubo (2011) においては、企業のタイプ (環境基準認証を受けるかどうか) が内生的に決定される場合には、企業の立地分布とタイプが同時に存在する内点均衡がない。本論文では、内生的に決められる企業のタイプと企業の立地分布を同時に成立させる内点解が存在する。

本章の 1 つの貢献は NEG のフレームワークで環境基準認証の効果に対する一般的な分析を行ったことである。また、輸送費用と環境基準認証の承認度との関係を明らかにしたことは本章のもう 1 つの貢献である。

本章の構成は、以下の通りである。次節ではモデルの基本構造が設定され、環境基準認証の実施前の均衡が求められる。第 3 節は環境基準認証が実施される後の均衡を求め、環境基準認証が企業の立地に与える影響を分析する。第 4 節ではモデルに対する拡張を行い、環境基準認証を受ける企業のシェアが内生的に決定される場合の状況を分析する。第 5 節では本論文の結論をまとめ、残された課題について記述する。

5.2 モデルの構造

考察する経済には、2 つの地域 ($r = 1, 2$) がある。生産要素として労働と資本が存在する。労働者は生産部門の間を移動できるが、地域の間を移動できない。資本は収益率の高さに応じて地域間を移動する。経済の総労働人口は L であり、各地域の人口はそれぞれ $L_r = sL$、$L_s = (1-s)L$ である。ここで、$s > 1/2$ を仮定する。1 人の人口は 1 単位の労働を非弾力的に供給する。経済における資本は K であり、各住民に配分される。各地域で使用される資本はそれぞれ、$K_r = \lambda K$ と $K_s = (1-\lambda)K$ である。ゆえに、$(s-\lambda) > 0 (< 0)$ は資本が地域 1(2) から地域 2(1) に移動することを意味する。生産部門として製造業部門が存在する。製造業市場は独占的であり、製造業市場に N 種類の財がある。各製造業企業が資本を用いて 1 種類の財 $i (i \in [0, N])$ だけ生産する。

5.2.1 消費者部門

各消費者は $\bar{q}_0$ の価格基準財を持っていると仮定する。全ての消費者が同質的である。Ottaviano et al. (2002) に従い、地域 r における消費者の効用関数は次のように与えられる。

$$
\begin{aligned}
U_r(q_0, q_i, q_j) = \quad & \alpha \quad \left(\int_0^{n_1} q_{ri} di + \int_0^{n_2} q_{rj} dj \right) - \frac{\beta - \gamma}{2} \left(\int_0^{n_1} q_{ri}^2 di + \int_0^{n_2} q_{rj}^2 dj \right) \\
& - \quad \frac{\gamma}{2} \left(\int_0^{n_1} q_{ri} di + \int_0^{n_2} q_{rj} dj \right)^2 + q_0 - \delta d_r
\end{aligned}
$$

ここで、q_{ri} は地域 1 で生産される財 $i(i \in [0, n_1])$ の消費量を表し、q_{rj} は地域 2 で生産される財 $j(j \in [0, n_2])$ の消費量を表す。q_0 は農業財の消費量である。n_1 は地域 1 で生産される製造業財の種類数であり、n_2 は地域 2 で生産される製造業財の種類数である。経済における製造業財の種類数が一定であり、$N = n_1 + n_2$ とする。d_r は地域 1 における汚染の排出量である。1 単位の製造業の財の消費は ϵ の汚染を引き起こす。α は消費者の製造業の財に対する選好の強さを表すパラメーターであり、$\alpha(\alpha > 0)$ が大きいほど、消費者は多くの製造業の財を消費することを意味している。δ は消費者が汚染からの被害を表すパラメーターであり、$\delta < \alpha$ を仮定する。$\beta - \gamma$ は消費者が製造業の財の多様性に対する選好を表し、$\beta - \gamma > 0$ である。β を所与とすると、γ が大きいほど、各製造業の財の代替性が強い。

各消費者は 1 単位の労働と $\bar{q}_0$ 単位の農業財を所有する。農業財を価格基準財とすると、消費者の予算制約は以下の通り与えられる。

$$\int_0^{n_1} p_{ri} q_{ri} di + \int_0^{n_2} p_{rj} q_{rj} dj + q_0 = y_r + \bar{q}_0$$

ここで、p_{ri} と p_{rj} はそれぞれ、地域 r での財 i と財 j の価格を表す。y_r は地域 r における消費者の所得である。$\bar{q}_0 \geq q_0$ と仮定される。

消費者が消費選択を行う輸送費用時に排出問題を配慮しないことを仮定する。消費者の効用最大化問題を解くと、地域 1 における製造業の財の需要量は以下の通り与えられる[2]。

$$q_{ri} = a - (b + Nc) p_{ri} + c P_r \tag{5.1}$$

$$q_{rj} = a - (b + Nc) p_{rj} + c P_r \tag{5.2}$$

q_{ri} と p_{ri} はそれぞれ、地域 r における地域 1 で生産された製造業の財 i の需要量と価格である。q_{rj} と p_{rj} はそれぞれ、地域 r における地域 2 で生産された製造業の財 j の需要量と価格である。a、b、c は以下の式で与えられる。

$$a = \frac{\alpha}{\beta + (N-1)\gamma} \quad b = \frac{1}{\beta + (N-1)\gamma} \quad c = \frac{\gamma}{[\beta + (N-1)\gamma](\beta - \gamma)}$$

P_r は地域 1 における製造業の財の価格指数であり、次のように定義される。

$$P_r \equiv \int_0^{n_1} p_{ri} di + \int_0^{n_2} p_{rj} dj \tag{5.3}$$

5.2.2 生産部門

Ottaviano et al. (2002) に従い、異質な製造業の財を生産する製造業企業と同質な農業財を生産する農業部門があるとする。農業部門は労働だけ雇い、完全競争市場の下で生産を行う。農業財の貿易には輸送費用がかからない。農業部門では、1 単位の労働が 1 単位の農業財を生産できる。製造業企業は生産を行うために、1 単位の資本を固定費用として投入しなければならない。地域 1 の企業シェアを λ で表すと、地域 1 と地域 2 に立地する企業の数はそれぞれ、λN と $(1 - \lambda)N$ である。

[2](5.1) 式、(5.2) 式の導出については、付録 A.1 を参照。

1 単位の製造業の財の (他の地域への) 輸送費用を τ とおくと、地域 1 に立地する企業 i の利潤は次のようになる。

$$\Pi_i = p_{1i}q_{1i}sL + (p_{2i} - \tau)q_{2i}(1-s)L - R_1 \tag{5.4}$$

R_1 は地域 1 での資本のレンタル率である。地域 2 における企業 j の利潤関数の形は (5.4) 式と対称的な形となる。ここで、各バラエティの価格の限界的な変化が価格指数に影響を及ぼさないと仮定する。製造業の財の価格は次のように求められる。

$$p_{1i} = \frac{2a + (1-\lambda)\tau cN}{2(2b + cN)} \qquad p_{1j} = p_{1i} + \frac{\tau}{2} \tag{5.5}$$

$$p_{2j} = \frac{2a + \lambda\tau cN}{2(2b + cN)} \qquad p_{2i} = p_{2j} + \frac{\tau}{2} \tag{5.6}$$

(5.5) 式と (5.6) 式より、同じ地域で生産される製造業の財の価格は財の種類によらず、輸送費用にのみ依存する。さらに、(5.1) 式、(5.2) 式より、製造業の財に対する需要は財の種類と関係なく、この財の価格と地域の価格指数によって決定される。また、輸送費用が

$$\tau_{trade} \equiv \frac{2a}{2b + cN}$$

を超えると、$p_{1j} - \tau < 0$ と $p_{2i} - \tau < 0$ となり、企業が輸出を止めるため、$\tau < \tau_{trade}$ を仮定する。

(5.3) 式、(5.5) 式、(5.6) 式より、各地域の価格指数は次のように表される。

$$P_r = \lambda N p_{ri} + (1-\lambda)N p_{rj} \tag{5.7}$$

(5.1) 式、(5.2) 式、(5.5) 式、(5.6) 式と (5.7) 式より、地域 1、地域 2 における製造業財の消費量 Q_1、Q_2 は次のように求められる。

$$Q_1 = sBLN\left[p_{1i} - \frac{\tau}{2}(1-\lambda)\right] \tag{5.8}$$

$$Q_2 = (1-s)BLN\left(p_{2j} - \frac{\tau}{2}\lambda\right) \tag{5.9}$$

また、製造業の財が消費される時に汚染を引き起こす。各地域の汚染排出水準は次のように表される。

$$d_1 = \epsilon sLN[\lambda q_{1i} + (1-\lambda)q_{1j}] \qquad d_2 = \epsilon(1-s)LN[\lambda q_{2i} + (1-\lambda)q_{2j}] \tag{5.10}$$

5.2.3 企業立地と地域の排出水準

(5.1) 式、(5.2) 式を (5.4) 式に代入すると、地域 1 における企業 i、地域 2 における企業 j の利潤は次のように書き換えられる。

$$\Pi_i = (b + cN)[sL(p_{1i})^2 + (1-s)L(p_{2i} - \tau)^2] - R_1$$

$$\Pi_j = (b + cN)[sL(p_{1j} - \tau)^2 + (1-s)L(p_{2j})^2] - R_2$$

企業の自由参入・退出を想定するので、利潤はゼロとならなければならない。(5.5) 式と (5.6) 式より、各地域における資本レンタル率は以下の通り与えられる。

$$R_1 = \frac{(b+cN)L}{4(2b+cN)^2}\{[2a+(1-\lambda)cN\tau]^2 s + [2a-2b\tau-(1-\lambda)cN\tau]^2(1-s)\} \quad (5.11)$$

$$R_2 = \frac{(b+cN)L}{4(2b+cN)^2}[(2a-2b\tau-\lambda cN\tau)^2 s + (2a+\lambda cN\tau)^2(1-s)] \quad (5.12)$$

資本はレンタル率の高さに応じて地域間を移動する。資本市場の均衡における製造業企業の立地分布は次の式によって決定される。

$$\dot{\lambda} = (R_1 - R_2)\lambda(1-\lambda)$$

資本市場の均衡では、2 つの端点解 $\lambda = 0$、$\lambda = 1$ と 1 つの内点解 $0 < \lambda < 1$ が存在しうる。端点均衡では、全ての製造業企業が 1 つの地域に集積する。内点均衡では、$R_1 = R_2$ が成立しなければならず、製造業企業が地域間に分散する。ここで、端点均衡を集積均衡と呼び、内点均衡を分散均衡と呼ぶ。

(5.11) 式と (5.12) 式より、分散均衡において、地域 1 の企業シェアは次のように表される。

$$\lambda^* = \frac{1}{2} + \frac{2a-b\tau}{cN\tau}(2s-1) \quad (5.13)$$

(5.13) 式より、$\lambda^* > s$ が常に成り立つ。すなわち、分散均衡では、市場規模が大きい地域の企業シェアはこの地域の市場規模シェアを上回る[3]。

また、(5.13) 式より、輸送費用の下落に従い、均衡における地域 1 の企業シェアは上昇する。輸送費用が

$$\tau \leq \tau_A \equiv \frac{4(2s-1)a}{2(2s-1)b+cN} \quad (5.14)$$

を満たす時、全ての企業が地域 1 に集積する。さらに、(5.11) 式と (5.12) 式より、$\tau = 0$ の時、$R_1 = R_2$ が常に成り立つため、企業の利潤は企業の立地選択と関係なくなり、企業の立地問題が議論できない[4]。ゆえに、企業の立地選択に対する分析を行う時、$0 < \tau < \tau_{trade}$ と仮定する。

(5.8) 式、(5.9) 式、(5.10) 式及び (5.13) 式より、分散均衡において、各地域の排出量は以下の通り与えられる。

$$d_1^* = s\epsilon BLN\left[\frac{a}{2b+cN} + \frac{2ab(2s-1)}{(2b+cN)cN} - \left(\frac{1}{2} + \frac{(2s-1)b}{cN}\right)\frac{b\tau}{2b+cN}\right] \quad (5.15)$$

$$d_2^* = (1-s)\epsilon BLN\left[\frac{a}{2b+cN} - \frac{2ab(2s-1)}{(2b+cN)cN} - \left(\frac{1}{2} - \frac{(2s-1)b}{cN}\right)\frac{b\tau}{2b+cN}\right] \quad (5.16)$$

(5.15) 式と (5.16) 式より、

$$d_1^* - d_2^* = \frac{\epsilon BLN(2s-1)}{2b+cN}\left[\frac{a(2b+cN)}{cN} - b\tau\left(\frac{b}{cN} + \frac{1}{2}\right)\right] \quad (5.17)$$

$$d_1^* + d_2^* = \frac{\epsilon BLN}{2b+cN}\left[a + \frac{2ab(2s-1)^2}{cN} - b\tau\left(\frac{1}{2} + \frac{b(2s-1)^2}{cN}\right)\right] \quad (5.18)$$

[3] Helpman and Krugman(1985) により、この現象は自国市場効果と呼ばれる。

[4] $\tau = 0$ の下で企業の立地問題は議論できないが、排出水準に対する分析はできる

が得られる。(5.17) 式より、$\tau < \tau_{trade}$ であれば、$d_1^* - d_2^* > 0$ が常に成り立つ。τ の上昇に従い、$d_1^* - d_2^*$ は減少する。また、(5.18) 式より、$d_1^* + d_2^*$ は τ の上昇に従って減少する。

命題 1 各地域の政府が排出規制を実施しない場合には、均衡において、地域 1 の排出水準は地域 2 より高い。輸送費用の低下に従い、地域間の排出水準の格差は拡大し、経済全体の排出水準は上昇する。

(5.5) 式、(5.6) 式、(5.13) 式より、均衡において、$p_{1i} < p_{2j}$、$p_{1j} < p_{2i}$ が成り立つ。地域 1 の製造業の財の価格は地域 2 より低い。ゆえに、地域 1 での製造業の財の消費量は地域 2 より多く、地域 1 の排出水準は地域 2 より高い。さらに、(5.8) 式、(5.9) 式及び (5.13) 式より、輸送費用の低下に従い、地域 1 での製造業の財の消費量は増加し、地域 2 での製造業の財の消費量は減少するため、地域間の排出水準の格差は拡大する。また、地域 1 の人口は地域 2 より多いため、輸送費用の低下に伴う地域 1 の排出水準の増加分は地域 2 の減少分より大きく、経済全体の排出水準は輸送費用の低下に伴って上昇する。

5.3 環境基準認証

5.3.1 環境基準認証制度の下での企業立地

地域 1 が環境基準認証を実施し、環境基準認証がない財の販売を禁じる場合の分析を行う。ここで、$\phi N (0 < \phi \leq 1)$ 種類の財が環境基準認証を取得すると仮定する。ϕ は外生的に与えられるものとする[5]。この時、環境基準認証のない財を生産する $(1-\phi)N$ の企業が地域 2 に移動する。地域 1 で販売される財の種類は ϕN となる。1 単位の環境基準認証財の消費が $\epsilon'(\epsilon' < \epsilon)$ 単位の汚染の排出を引き起こす。地域 1 の消費者の効用関数は次のようになる。

$$\begin{aligned} U_1(q_0, q_{1ei}, q_{1ej}) = \quad & \alpha \left(\int_0^{n_{e1}} q_{1ei} di + \int_0^{n_{e2}} q_{1ej} dj \right) - \frac{\beta - \gamma}{2} \left(\int_0^{n_{e1}} q_{1ei}^2 di + \int_0^{n_{e2}} q_{1ej}^2 dj \right) \\ & - \frac{\gamma}{2} \left(\int_0^{n_{e1}} q_{1ei} di + \int_0^{n_{e2}} q_{1ej} dj \right)^2 + q_0 - \delta d_1 \end{aligned} \tag{5.19}$$

ここで、q_{1ei}、q_{1ej} はそれぞれ、地域 1 で生産される基準認証財 ei に対する需要と地域 2 で生産される基準認証財 ej に対する需要を表す。n_{e1} と n_{e2} はそれぞれ、地域 1 で生産される基準認証財の種類数と地域 2 で生産される基準認証財の種類数であり、$\phi N = n_{e1} + n_{e2}$ である。地域 2 の消費者の効用関数は以下の通り与えられる。

$$\begin{aligned} U_2(q_0, q_i) = \quad & \alpha \left(\int_0^{n_1} q_{ri} di + \int_0^{n_2} q_{rj} dj \right) - \frac{\beta - \gamma}{2} \left(\int_0^{n_1} q_{ri}^2 di + \int_0^{n_2} q_{rj}^2 dj \right) \\ & - \frac{\gamma}{2} \left(\int_0^{n_1} q_{ri} di + \int_0^{n_2} q_{rj} dj \right)^2 + q_0 - \delta d_2 \end{aligned} \tag{5.20}$$

(5.20) 式により、地域 2 では、各種類の財 (環境基準認証財と環境基準を満たさない財) の代替率が同じであることが分かる。

[5] ϕ が内生的に決定されるケースは後節で議論する。

(5.19) 式で消費者の効用最大化問題を解くことにより、地域 1 の消費者の環境基準認証財に対する需要は以下の通り求められる。

$$q_{1ei} = a' - (b' + c'\phi N)p_{1ei} + c'P_1' \qquad q_{1ej} = a' - (b' + c'\phi N)p_{1ej} + c'P_1' \tag{5.21}$$

ここで、p_{1ei} と p_{1ej} はそれぞれ、地域 1 における基準認証財 ei と ej の価格である。また、a'、b'、c' は次の式で与えられる。

$$a' = \frac{\alpha}{\beta + (\phi N - 1)\gamma} \quad b' = \frac{1}{\beta + (\phi N - 1)\gamma} \quad c' = \frac{\gamma}{[\beta + (\phi N - 1)\gamma](\beta - \gamma)}$$

P_1' は地域 1 での新たな価格指数であり、次のように定義される。

$$P_1' \equiv \int_0^{n_{e1}} p_{1ei}di + \int_0^{n_{e2}} p_{1ej}dj$$

また、地域 2 での製造業の財に対する需要は次のように表される。

$$q_{2ei} = a - (b + cN)p_{2ei} + cP_2' \qquad q_{2ej} = a - (b + cN)p_{2ej} + cP_2' \tag{5.22}$$

$$q_d = a - (b + cN)p_d + cP_2' \tag{5.23}$$

q_{2ei} と q_{2ej} はそれぞれ、地域 2 での環境基準認証財 ei と ej に対する需要である。p_{2ei} と p_{2ej} はそれぞれ、地域 2 での環境基準認証財 ei と ej の価格である。q_d は地域 2 での認証されない財に対する需要である。p_d は認証されない財の価格である。P_2' は地域 2 での新たな価格指数であり、次のように与えられる。

$$P_2' \equiv \int_0^{n_{ei}} p_{2ei}di + \int_0^{n_{ej}} p_{2ej}dj + \int_0^{(1-\phi)N} p_d(i)di$$

さらに、環境基準認証財の限界費用を g とする。地域 1 における基準認証財を生産する企業の利潤、地域 2 における基準認証財を生産する企業の利潤は以下の通り与えられる。

$$\Pi_{ei} = (p_{1ei} - g)q_{1ei}^r sL + (p_{2ei}^s - g - \tau)q_{2ei}^s(1 - s)L - R_1'$$

$$\Pi_{ej} = (p_{1ej} - g - \tau)q_{1ej}sL + (p_{2ej} - g)q_{2ej}(1 - s)L - R_2'$$

地域 2 における認証されない財を生産する企業の利潤は次のように表される。

$$\Pi_d \quad = p_d q_d(1 - s)L - R_d$$

ここで、R_1' は地域 1 が基準認証制度を実施する場合における地域 1 での資本レンタル率であり、R_2' と R_d はそれぞれ、地域 2 での基準認証財を生産する企業の資本レンタル率と基準認証を受けない企業の資本レンタル率である。(5.21) 式、 (5.22) 式、(5.23) 式より、企業の利潤最大化問題を解くと、各財の価格は次のように求められる。

$$p_{1ei} \quad = \frac{2a' + 2(b' + c'\phi N)g + (1 - \lambda)c'\phi N\tau}{2(2b' + c'\phi N)} \qquad p_{1ej}^r = p_{1ei} + \frac{\tau}{2} \tag{5.24}$$

$$p_{2ej} \quad = \frac{2a + \phi cNg + \lambda\phi cN\tau}{2(2b + cN)} + \frac{g}{2} \qquad p_{2ei} = p_{2ei} + \frac{\tau}{2} \tag{5.25}$$

$$p_d \quad = p_{2ej} - \frac{g}{2} = \frac{2a + \phi cNg + \lambda\phi cN\tau}{2(2b + cN)} \tag{5.26}$$

ここで、環境基準を満たさない財は地域 2 だけで販売されるが、その需要は地域 2 の価格指数によって決められるため、その価格 p_d は輸送費用の影響を受ける。(5.26) 式により、地域 2 では、環境基準認証を受けない企業と環境基準認証を受ける企業の間に競争が存在することが分かる。(5.24) 式、(5.25) 式と (5.26) 式より、環境基準認証財の限界費用が

$$g_{pro} \equiv \frac{2a}{2b+cN}$$

を超えると、企業は環境基準認証財の生産を止めるため、$g < g_{pro}$ を仮定する。また、輸送費用が

$$\tau'_{trade} \equiv \frac{2a}{2b+cN} - g$$

以上の時、企業は環境基準認証財の貿易を止めるため、$\tau < \tau'_{trade}$ とする。

各地域の価格指数は次のように表される。

$$P'_1 = \lambda\phi N p_{1ei} + (1-\lambda)\phi N p_{1ej} = \phi N p_{1ei} + \frac{\tau}{2}(1-\lambda)\phi N \tag{5.27}$$

$$\begin{aligned} P'_2 &= \lambda\phi N p_{2ei} + (1-\lambda)\phi N p_{2ej} + (1-\phi) N p_d \\ &= N p_{2ej} + \frac{\tau}{2}(1-\lambda)\phi N - \frac{g}{2}(1-\phi)N \end{aligned} \tag{5.28}$$

各財に対する需要は以下のように書き換えられる。

$$q_{1ei} = B(p_{1ei} - g) \qquad q_{1ej} = B(p_{1ej} - g - \tau)$$

$$q_{2ej} = B(p_{2ej} - g) \qquad q_{2ei} = B(p_{2ei} - g - \tau) \qquad q_d = B(p_{2ej} - \frac{g}{2})$$

$$B = b + cN = b' + c'\phi N = \frac{1}{\beta - \gamma}$$

企業の利潤は次のように表される。

$$\Pi_{ei} = B(p_{1ei} - g)^2 sL + B(p_{2ei} - g - \tau)^2 (1-s)L - R'_1 \tag{5.29}$$

$$\Pi_{ej} = B(p_{1ej} - g - \tau)^2 sL + B(p_{2ej} - g)^2 (1-s)L - R'_2 \tag{5.30}$$

$$\Pi_d = B(p_{2ej} - \frac{g}{2})^2 (1-s)L - R_d \tag{5.31}$$

企業の自由参入・退出の仮定により、利潤がゼロになる。均衡における環境基準認証企業の立地分布は次のように求められる。

$$\begin{aligned} \lambda^*_e &= \frac{1}{M\phi\tau}\left\{2\left[(2s-1)b + sG(2b+cN)\right]\left(\frac{a}{b} - g - \frac{\tau}{2}\right)\right. \\ &\quad \left. +(1-\phi)(1-s)cN(g+\frac{\tau}{2})\right\} + \frac{1}{2} \end{aligned} \tag{5.32}$$

$$M \equiv cN + (2b+cN)\gamma sNBG \qquad G \equiv \frac{1}{2+\phi B\gamma N} - \frac{1}{2+B\gamma N}$$

(5.32) 式より、輸送費用が一定である場合には、環境基準認証を受ける企業が少ないほど、均衡における地域 1 の企業が多い[6]。全ての企業が環境基準認証を受ける時、地域 1 の企業シェアが最も小さく、次のように表される。

$$\lambda_e^*|_{\phi=1} = \frac{2a - 2bg - b\tau}{cN\tau}(2s-1) + \frac{1}{2}$$

$0 < g < g_{pro}$ である限り、$\lambda_e^*|_{\phi=1} > s$ が成立する。すなわち、環境基準認証制度の下においても自国市場効果が存在する。

また、輸送費用の低下に従い、均衡における地域 1 の企業シェアは上昇する[7]。輸送費用が

$$\tau \quad \leq \tau_{eA} = \frac{2(A_2 a - A_1 g)}{\phi M + A_1} \tag{5.33}$$

$$A_1 \equiv bA_2 - cN(1-s)(1-\phi) \qquad A_2 \equiv 2(2s-1) + \frac{2s(2b+cN)G}{b}$$

を満たす時、環境基準認証を受ける企業が全て地域 1 に集積する。(5.33) 式より、ϕ の値が大きいほど、τ_{eA} の値が小さい。

命題 2 地域 1 が環境基準認証制度を実施する場合には、輸送費用の低下に従い、均衡における地域 1 の企業シェアは上昇する。輸送費用が一定である場合には、環境基準認証を受ける企業が少ないほど、環境基準認証財を生産する企業は地域 1 に立地する傾向が強い。

(5.29) 式と (5.30) 式より、輸送費用の下落によって、企業の操業利潤は増加する。特に、地域 1 の操業利潤の増加分は地域 2 の増加分を上回る。この時、地域 1 での資本レンタル率は一時的に地域 2 でのレンタル率を超え、資本は地域 2 から地域 1 に移動し、地域 1 での企業数が増加する。さらに、地域 1 において、資本レンタル率は企業数の上昇に伴って下落するため、各地域の操業利潤は資本の移動に従って再び一致し、新たな均衡に達する。また、地域 1 で販売されるのは環境基準認証財だけであるため、輸送費用が一定であれば、環境基準認証を受ける企業が少ないほど、企業は地域 1 での販売から得られる利潤が高く、地域 2 での販売から得られる利潤が低いため、企業は地域 1 に移動する傾向が強い。

(5.13) 式と (5.32) 式より、環境基準認証制度の実施前後、地域 1 における企業数の変化は以下の通り与えられる。

$$(\phi\lambda_e^* - \lambda^*)N = \frac{N}{2b + [(1-s)\phi + s]cN}\left\{\frac{4s(1-s)(1-\phi)a}{\tau} - (1-s)(1-\phi)\left[(2s-1)b - \frac{\phi cN}{2}\right]\right.$$

$$\left. - \frac{2bg}{\tau}\left[\frac{(2s-1)(2b+cN) - \phi(1-\phi)(1-s)2b}{cN}\right]\right\} - \frac{(1-\phi)N}{2} \tag{5.34}$$

(5.34) 式により、経済全体の企業数 N が十分に多い時、遵守費用の上昇に従い、環境基準認証実施後の地域 1 における企業の数は少なくなる。全ての企業が環境基準認証を受ける時、実施前後の地域 1 における企業数の変化は次のように表される。

$$(\lambda_e^*|_{\phi=1} - \lambda^*)N = -\frac{2(2s-1)bgN}{cN\tau}$$

[6]証明について付録 A.2 を参照。
[7]証明について付録 A.2 を参照。

ここで、環境基準認証の実施に従い、地域 1 における企業数は必ず減少する。さらに、減少する幅は遵守費用の上昇に伴って拡大し、輸送費用の上昇に伴って縮小する。さらに、(5.34) 式により、遵守費用がゼロに近づいている時、任意の輸送費用 $\tau \leq \tau_{pro}$ の下において、環境基準認証実施後の地域 1 における企業数は実施前より増加する[8]。

命題 3 地域 1 が環境基準認証制度を実施する場合には、遵守費用の上昇に従い、地域 1 に立地する企業が減少する。全ての企業が環境基準認証を受ける場合には、基準認証の実施によって、地域 1 に立地する企業の数は減少する。遵守費用が非常に低い場合には、基準認証の実施によって、地域 1 に立地する企業の数は増加する。

全ての企業が環境基準認証を受ける時、基準認証の実施によって地域 1 から押し出される企業がないため、地域 1 での企業の競争の激しさは実施前と同じ程度である。この時、地域 1 の市場規模優位は遵守費用によって弱められるため、均衡における地域 1 での企業数は実施前より少なくなる。また、遵守費用が非常に低い場合には、地域 1 の市場規模優位は基準認証の実施によって強化されるため、均衡における地域 1 での企業数は実施前より多くなる。

また、(5.13) 式と (5.32) 式より、環境基準認証制度の実施前後、地域 1 における企業シェアの変化は以下の通り与えられる。

$$\lambda_e^* - \lambda^* = 2V_1 \frac{a}{b} - 2V_2 g - V_3 \tau \tag{5.35}$$

V_1、V_2 と V_3 は次のように定義される。

$$V_1 \equiv 2b\left(1 - \frac{M\phi}{cN}\right)(2s-1) + sG(2b+cN)$$

$$V_2 \equiv 2b(2s-1) + sG(2b+cN) - \frac{cN(1-s)(1-\phi)}{2}$$

$$V_3 \equiv 2b\left(1 - \frac{M\phi}{cN}\right)(2s-1) + sG(2b+cN) - \frac{cN(1-s)(1-\phi)}{2}$$

$0 < \phi < 1$ の時、$V_3 > 0$ が成り立つ。さらに、(5.35) 式より、ϕ が

$$\phi_e \leq \phi \leq 1$$

を満たす場合には、$V_1 a/b < V_2 g$ が常に成立し、λ_e^* は λ^* より小さい。ϕ_e は以下のように定義される。

$$\phi_e \equiv \frac{(Q-s)cN - 2b(2s-1) + 2\sqrt{[(Q-s)cN - 2b(2s-1)]^2 - 4Q[(s-(2s-1)bg/a)]}}{2Q}$$

$$Q \equiv (2s-1)(1-s) + \frac{bg(1-s)B\gamma N}{2a}$$

$0 \leq \phi < \phi_e$ の時、次の関係式が成り立つ。

$$\tau \leq \tau_e^* \quad \Rightarrow \lambda_e^* \geq \lambda^* \qquad \tau > \tau_e^* \quad \Rightarrow \lambda_e^* < \lambda^*$$

[8]証明について付録 A.3 を参照。

τ_e^* は以下の通り定義される。

$$\tau_e^* \equiv \frac{2(V_1 a - V_2 bg)}{bV_3}$$

命題 4 地域 1 が環境基準認証制度を実施する場合には、環境基準認証を受ける企業のシェアが ϕ_e 以上の時、地域 1 の企業のシェアは認証制度の実施前より少ない。環境基準認証を受ける企業のシェアが ϕ_e 以下の時、地域 1 の企業シェアの変化は輸送費用の高さによる。輸送費用が低い時、環境基準認証が実施された後の企業シェアは実施前より大きく、輸送費用が高い時、結果はその逆となる。

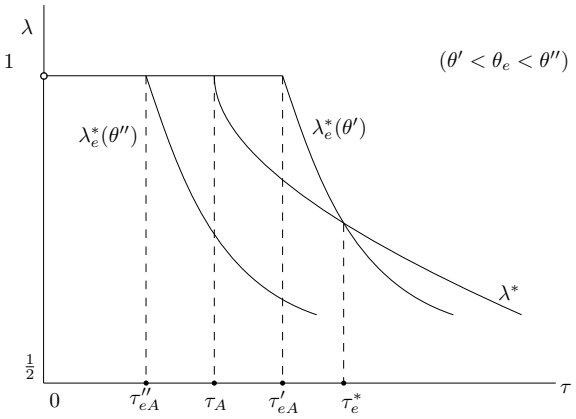


図 5.1: 環境基準認証前後の企業シェア

図 5.1 は、環境基準認証前後の企業シェアの変化を示している。環境基準認証の実施によって、環境基準認証を受けない企業は地域 1 から地域 2 に押し出される。環境基準認証を受ける企業にとって、環境基準認証を受けない企業の数が多いほど、あるいは地域 1 から押し出される企業の数が多いほど、地域 2 での競争は激しい。ゆえに、環境基準認証を受けない企業の数が多い (ϕ が小さい) 時、地域 1 で (環境基準認証を受ける) 企業のシェア (λ_e^*) が大きい。環境基準認証を受けない企業の数が多い ($\phi < \phi_e$) 時、環境基準認証実施後の地域 1 の企業シェアは実施前より高いことがあり得る。一方で、輸送費用の上昇は企業の利潤を減らし、企業の地域 1 への移動を抑える。その上、環境基準認証財の生産には限界費用が必要であるため、輸送費用の上昇が環境基準認証を受ける企業の利潤により大きな影響を与える。ゆえに、環境基準認証が実施された後、輸送費用の上昇に伴う地域 1 の企業シェアの下落幅は実施前より大きくなる。輸送費用の上昇に従い、地域 1 の企業シェアは下落する。輸送費用が高い ($\tau > \tau_e^*$) 時、地域 1 の企業シェアは実施前より小さい。また、環境基準認証を受けない企業の数が少ない ($\phi > \phi_e$) 場合には、環境基準認証によって引き起こされた競争はそれほど激しくならない。この時、輸送費用の変化が企業の立地選択に与える影響がさらに大きくなる。言い換えると、環境基準認証実施前より、地域 1 での集積均衡を維持する輸送費用の閾値が小さくなる。輸送費用の上昇に従い、実施後の地域 1 の企業シェアは常に実施前より小さいことがあり得る。

5.3.2 排出

(5.29) 式、(5.30) 式より、均衡において、

$$p^*_{1ei} = \frac{1-s}{s}p^*_{2ej} + \frac{2s-1}{s}g + \frac{2s-1}{4s}\tau \tag{5.36}$$

が成り立つ。ここで、p^*_{1ei}、p^*_{2ej} は $\lambda = \lambda^*_e$ の時の製造業財の価格である。さらに、(5.21) 式〜(5.28) 式より、均衡において、各地域の排出水準は以下の通り与えられる。

$$\begin{aligned} d^*_{e1} &= \epsilon'\phi BLN\left[(1-s)p^*_{2ej} - (1-s)g + \frac{\tau}{2}(s\lambda^*_e - \frac{1}{2})\right] \\ &= \epsilon'\phi BLN\left[(1-s)\frac{a}{2b+cN} - \left(1 - \frac{\phi cN}{2b+cN}\right)\frac{1-s}{2}g \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{(1-s)\phi cN}{2b+cN} + s\right)\frac{\tau\lambda^*_e}{2} - \frac{\tau}{4}\right] \end{aligned} \tag{5.37}$$

(5.37) 式から、地域 1 の排出水準はこの地域の企業シェアの上昇に伴って上昇することがわかる。輸送費用の下落 (上昇) に従い、地域 1 の排出水準は上昇 (下落) する。

$$\begin{aligned} d^*_{e2} &= \epsilon'\phi BLN\left[(1-s)p^*_{2ej} - (1-s)g - \frac{\tau}{2}(1-s)\lambda^*_e\right] + \epsilon(1-s)(1-\phi)BLN\left(p^{s*}_{es} - \frac{g}{2}\right) \\ &= (1-s)BLN\left\{\frac{(\epsilon'\phi - \epsilon\phi + \epsilon)a}{2b+cN} + \left[\frac{(\epsilon'\phi - \epsilon\phi + \epsilon)cN}{2b+cN} - \epsilon'\right]\frac{\phi(g+\tau\lambda^*_e)}{2}\right\} \end{aligned} \tag{5.38}$$

ここで、(5.38) 式の右辺の第 1 項は環境基準認証財の消費によって引き起こされた排出を表す。第 2 項は非認証財の消費によって引き起こされた排出である。(5.38) 式より、地域 2 において、地域 2 での環境基準認証企業のシェアの上昇、あるいは λ^*_e の下落に従い、環境基準認証財の消費によって引き起こされた排出は増加し、非認証財の消費によって引き起こされた排出は減少する。$\phi < 1 - 2\epsilon'/(\epsilon - \epsilon')\gamma BN$ の時[9]、地域 2 での排出は主に非認証財の消費によって引き起こされるため、地域 2 の排出水準は地域 2 の企業シェアの上昇に従って下落する。$\phi > 1 - 2\epsilon'/(\epsilon - \epsilon')\gamma BN$ の時、地域 2 での排出は主に環境基準認証財の消費によって引き起こされるため、地域 2 の排出水準は地域 2 の企業シェアの上昇に従って上昇する。

(5.25) 式、(5.37) 式、(5.38) 式より、経済全体の排出水準は次のように表される。

$$\begin{aligned} d^*_{e1} + d^*_{e2} = BLN\left\{(1-s)(2\epsilon'\phi - \epsilon\phi + \epsilon)\frac{2a + cN\phi g + cN\phi\tau\lambda^*_e}{2(2b+cN)}\right. \\ \left. + \epsilon'\phi\left[\frac{(2s-1)\tau\lambda^*_e}{2} - \frac{\tau}{4}\right] - (1-s)\epsilon'\phi g\right\} \end{aligned} \tag{5.39}$$

ここで、

$$(1-s)(2\epsilon'\phi - \epsilon\phi + \epsilon)\frac{cN}{2(2b+cN)} + \epsilon'\frac{(2s-1)}{2} > 0$$

が常に成り立つため、経済全体の排出水準は地域 1 の企業シェアの上昇に伴って上昇することがわかる。

[9] ここで、議論の単純化のために、N が十分に高いと仮定する。それによって、$2\epsilon'/(\epsilon - \epsilon')\gamma BN < 1$ が確保される。

命題 5 地域 1 が環境基準認証制度を実施する場合には、地域 1 の排出水準は輸送費用の下落に従って上昇し、地域 1 の企業シェアの上昇に伴って上昇する。環境基準認証を受ける企業のシェアが低い (高い) 時、地域 2 の排出水準は地域 2 の環境基準認証企業シェアの上昇に従って下落 (上昇) する。経済全体の排出水準は地域 1 の企業シェアの上昇に伴って上昇する。

(5.15) 式、(5.37) 式より、環境基準認証制度が実施される前後、地域 1 の排出水準の変化は以下の通り与えられる。

$$\begin{aligned} d_1^* - d_{e1}^* &= (1-s)BLN\left[(\epsilon-\epsilon'\phi)\frac{a}{2b+cN} + (\epsilon\lambda^* - \epsilon'\phi^2\lambda_e^*)\frac{cN\tau}{2(2b+cN)} + \epsilon'\phi g\frac{2b+(1-\phi)cN}{2(2b+cN)}\right] \\ &\quad + \frac{s\tau BNL}{2}(\epsilon\lambda^* - \epsilon'\phi\lambda_e^*) \end{aligned} \tag{5.40}$$

(5.40) 式より、$\lambda_e^*/\lambda^* \leq \epsilon/\epsilon'\phi$ である限り、地域 1 において、環境基準認証制度実施後の排出水準は実施前より低い。さらに、3.1 節の議論により、$\phi \geq \phi_e$ の時、$\lambda_e^* \leq \lambda^*$ が常に成り立ち、地域 1 の排出は環境基準認証の実施によって削減される。また、$\tau = 0$ の場合には、$d_r^* - d_{er}^* > 0$ が常に成立し、環境基準認証制度実施後の地域 1 の排出水準は下落する。

(5.16) 式、(5.38) 式より、地域 2 の排出水準の変化は次のように表される。

$$\begin{aligned} d_2^* - d_{e2}^* = \frac{(1-s)BLN}{2b+cN}\Bigg\{ &\frac{\phi(\epsilon-\epsilon')}{2}[2a - (1-\phi)(g+\tau\lambda_e^*)cN] \\ &+ b[\epsilon'\phi(g+\tau\lambda_e^*) - \epsilon\tau\lambda^*]\Bigg\} \end{aligned} \tag{5.41}$$

(5.41) 式より、全ての企業が環境基準認証を受ける時、$d_2^* - d_{e2}^* > 0$ が成立し、地域 2 の排出は環境基準認証の実施によって削減される。$\phi \to 0$ の時、$d_2^* - d_{e2}^* \to -\epsilon\tau\lambda^* < 0$ が成立する。すなわち、環境基準認証を受ける企業が十分に少ない時、地域 2 の排出は環境基準認証の実施によって増やされる。また、$\tau = 0$ の時、$d_2^* - d_{e2}^* > 0$ が成立する。自由貿易の下では、地域 2 の排出は環境基準認証の実施によって削減される。

(5.18) 式と (5.39) 式より、経済全体の排出水準の変化は以下の通り与えられる。

$$\begin{aligned} d_W^* - d_{eW}^* &= (d_1^* + d_2^*) - (d_{e1}^* + d_{e2}^*) \\ &= BNL\Bigg\{(1-s)\left[2\epsilon p_{2j}^* - 2\phi\epsilon'(p_{2ej}^* - g) - \epsilon(1-\phi)(p_{2ej}^* - \frac{g}{2})\right] \\ &\quad + \frac{\tau}{2}\left[(2s-1)(\epsilon\lambda^* - \epsilon'\phi\lambda_e^*) - \frac{\epsilon-\epsilon'}{2}\right]\Bigg\} \end{aligned} \tag{5.42}$$

(5.42) 式より、全ての企業が環境基準認証を受ける場合には、$d_W^* - d_{eW}^* > 0$ が常に成り立ち[10]、経済全体の排出は環境基準認証制度によって削減される。$\tau = 0$ の時、経済全体の排出水準は実施前より低い。

命題 6 環境基準認証を受ける企業のシェアが高い時、地域 1 の排出は環境基準認証の実施によって削減される。全ての企業が環境基準認証を受ける時、各地域の排出は環境基準認証によっ

[10] 証明について付録 A.4 を参照。

て削減される。また、自由貿易の下では、経済全体の排出水準は環境基準認証の実施前より低い。

5.4 企業のタイプ

環境基準認証を受ける企業のシェアが内生的に決定される場合には、均衡は以下の 3 つのケースに分けられる。

(1) $\tau = 0$ の時、すなわち、自由貿易の下では、(5.29) 式、(5.30) 式より、$R_1' = R_2'$ が常に成立する。この時、均衡における環境基準認証を受ける企業の分布 λ_e^* は任意である。均衡における環境基準を受ける企業のシェア ϕ^* が $R_2' = R_d$ を満たさなければならない。(5.25) 式、(5.26) 式、(5.30) 式と (5.31) 式より、ϕ^* は以下の通り与えられる。

$$\phi^* = \frac{2b + cN}{cN}\left[\frac{1+\sqrt{s}}{1-s} - \frac{2a}{(2b+cN)g}\right] \tag{5.43}$$

(5.43) 式より、このケースでは、g が

$$\frac{2a(1-s)}{(2b+cN)(1+\sqrt{s})} < g \leq \frac{2a(1-s)}{(2b+cN)(1+\sqrt{s}) - (1-s)cN}$$

を満たす時、$0 < \phi \leq 1$ が成り立つ。自由貿易の下では、環境基準を受ける企業のシェアは遵守費用によって決定される。遵守費用が低いほど、環境基準を受ける企業が多い。

(2) $\lambda_e^* = 1$ が成立する時、環境基準認証を受ける企業は全て地域 1 に立地する。この場合には、$R_1'|_{\lambda_e^*=1} = R_d|_{\lambda_e^*=1} > R_2'|_{\lambda_e^*=1}$ が成り立たなければならない。(5.24) 式、(5.26) 式、(5.29) 式及び (5.31) 式より、

$$\begin{aligned} F(\phi) &= \Pi_e|_{\lambda_e^*=1} - \Pi_d|_{\lambda_e^*=1} \\ &= s\left(\frac{\alpha - g}{2 + \phi\gamma BN}\right)^2 - (1-s)\frac{g+\tau}{2}\left[\frac{2\alpha}{2+\gamma BN} - (g+\tau)\left(\frac{1}{2} - \frac{\phi\gamma BN}{2+\gamma BN}\right)\right] = 0 \end{aligned} \tag{5.44}$$

が得られる。(5.44) 式より、

$$\frac{dF(\phi)}{d\phi} < 0$$

が成り立つため、$F(0) > 0$、$F(1) < 0$ が成立する時、$F(\phi) = 0$ を満たす ϕ が存在する。(5.24) 式、(5.26) 式、(5.44) 式より、$s/4(1-s) > 2/\gamma BN + 1$ の時、$R_1'|_{\lambda_e^*=1} > R_d|_{\lambda_e^*=1}$ は常に成立するため、(5.44) 式を満たす ϕ が必ず存在しない。また、$s/4(1-s) < 2/\gamma BN + 1$ の時、$N > 2(\beta - \gamma)/\gamma$ を仮定すると、$F(0) > 0$ が常に成立し、$F(1) < 0$ が成立することがあり得る。この時、τ と g の値によって、ϕ が (5.44) 式を満たすことがあり得る[11]。

ゆえに、環境基準認証を受ける企業が全て地域 1 に立地する場合には、地域間の市場規模の格差が大きい時、全ての企業は環境基準を受け、地域 1 に立地する。地域間の市場規模の格差が小さい時、輸送費用と遵守費用の高さによって、環境基準認証を受けない企業があり得る。

[11] 付録 A.5 を参照。

(3) $s < \lambda_e^* < 1$ と $0 < \phi < 1$ が同時に成立する時、一部の企業が環境基準認証を受け、環境基準を受ける企業が各地域に立地する。この場合には、$R_1' = R_2' = R_d$ が成り立たなければならない。(5.29) 式、(5.30) 式と (5.31) 式より、次の式が成り立つ。

$$(1-s)(p_d)^2 \quad = (p_{1ej} - g - \tau)^2 s + (p_{2ej} - g)^2 (1-s) \tag{5.45}$$

$$s(p_{1ej} - g - \tau)^2 \quad + (p_{2ej} - g)^2 (1-s) = (p_{1ei} - g)^2 s + (p_{2ei} - g - \tau)^2 (1-s) \tag{5.46}$$

(5.26) 式と (5.45) 式より、次の式が得られる。

$$p_{1ei} - g - \frac{\tau}{2} = \sqrt{\frac{(1-s)g}{s}\left(p_{2ej} - \frac{3g}{4}\right)} \tag{5.47}$$

(5.36) 式を (5.47) 式に代入すると

$$\frac{1-s}{s}(p_{2ej}^* - g) - \frac{\tau}{4s} = \sqrt{\frac{(1-s)g}{s}\left(p_{2ej}^* - \frac{3g}{4}\right)} \tag{5.48}$$

ここで、$0 < g < g_{pro}$ であれば、(5.48) 式を満たす解が存在する。(5.48) 式より、

$$p_{2ej}^* - g = \frac{\tau/2 + sg + \sqrt{sg(g+\tau)}}{2(1-s)}$$

が得られる。さらに、(5.25) 式、(5.32) 式と (5.48) 式より、環境基準認証を受ける企業のシェア ϕ は以下の通り表される。

$$\phi^* \quad = \quad \frac{\sqrt{sg(g+\tau)}}{\gamma BNg(g+\tau)}\left[\frac{4a}{b} - H(g + \frac{\tau}{2})\right] - \frac{2 + s\gamma BN}{(1-s)\gamma BN} \tag{5.49}$$

$$H \quad \equiv \quad \frac{2 + s\gamma BN + 2(1-s)(2s-1)}{s(1-s)}$$

(5.49) 式より、輸送費用の変化に従い、均衡における環境基準認証を受ける企業のシェアは以下の通り与えられる。

$$2\left(F_3 - \sqrt{F_3^2 - F_4}\right) \le \tau < 2\left(F_1 - \sqrt{F_1^2 - F_2}\right) \quad \Rightarrow \quad 0 < \phi^* \le 1 \tag{5.50}$$

$$F_1 \quad \equiv \frac{4a}{Hb} + \frac{g}{s}\left[\frac{2 + s\gamma BN}{(1-s)H}\right]^2 - g \qquad F_2 \equiv \left(\frac{4a}{Hb} - g\right)^2 - \frac{g^2}{s}\left[\frac{2 + s\gamma BN}{(1-s)H}\right]^2$$

$$F_3 \quad \equiv \frac{4a}{Hb} + \frac{g}{s}\left[\frac{2 + \gamma BN}{(1-s)H}\right]^2 - g \qquad F_4 \equiv \left(\frac{4a}{Hb} - g\right)^2 - \frac{g^2}{s}\left[\frac{2 + \gamma BN}{(1-s)H}\right]^2$$

ここで、$F_1 < F_3$、$F_2 > F_4$ が成立する。さらに、$g > 1$ を仮定すると、

$$\left(F_3 - \sqrt{F_3^2 - F_4}\right) < \left(F_1 - \sqrt{F_1^2 - F_2}\right)$$

が成り立つ。さらに、(5.49) 式と (5.50) 式より、$\tau < 2\left(F_3 - \sqrt{F_3^2 - F_4}\right)$ あるいは $\tau > 2\left(F_1 - \sqrt{F_1^2 - F_2}\right)$ の時、$\Pi_{er} = \Pi_{es} = \Pi_d$ を成立させる $\phi(0 < \phi \le 1)$ が存在しない。

(5.50) 式より、次の式が成り立つ。

$$2\left(F_3-\sqrt{F_3^2-F_4}\right)\leq\tau<2\left(F_1-\sqrt{F_1^2-F_2}\right)\quad\Rightarrow\frac{d\phi^*}{d\tau}<0$$

すなわち、$\Pi_{er}=\Pi_{es}=\Pi_d$ を成立させる ϕ が存在する時、輸送費用の下落に従い、環境基準認証を受ける企業が増加する。

命題 7 **ϕ が内生的に決定される場合には、貿易自由化に従い、均衡における環境基準認証を受ける企業のシェアは上昇する。**

$R_1'=R_2'=R_d$ を成立させる ϕ が存在する時、(5.29) 式、(5.30) 式と (5.31) 式より、輸送費用の下落に従い、全ての企業の利潤が増加する。その中で、環境基準認証を受ける企業の利潤の増加幅は環境基準認証を受けない企業より高いため、輸送費用の下落に従い、より多くの企業は環境基準認証を受ける。

5.5 おわりに

本章は環境基準認証制度が企業立地と排出水準に与える影響を考察した。特に、本章は市場規模が異なる 2 地域を含む NEG モデルに基づき、市場規模が大きい地域が環境基準認証を行い、環境基準を満たさない商品の販売を禁ずる時、各地域の排出水準と企業の立地がどのように変化するのかを分析した。

分析によって、先行研究と異なる結論が得られた。Ishikawa & Okubo (2011) は環境基準認証制度の実施が通常、規制地域の企業の数を増加させ、規制地域の排出を増加させること主張するが、本章では、環境基準認証制度の効果は環境基準認証を受ける企業の数と輸送費用の大きさに依ることが示された。環境基準認証を受ける企業の数が多い時、環境基準認証制度の実施が規制地域の企業の数を減少させ、規制地域及び経済全体の排出を減少させる。環境基準認証を受ける企業の数が少なく、輸送費用も低い時、環境基準認証が実施された後の企業シェアは実施前より大きく、規制地域の排出水準は実施前より高くなることがあり得る。さらに、企業のタイプが内生的に決定される場合には、環境基準認証を受ける企業の数が貿易自由化に従って上昇する。この点は規制当局の環境政策に対する 1 つの助言になるだろう。

ただし、本章は 2 次形式の効用関数を基礎にしており、社会厚生に対する議論が十分に展開されていない。また、本章の 1 つの可能な拡張は企業の生産性を導入することである。このケースにおいて、環境基準認証が実施される時、生産性が高い企業は遵守費用を払って基準を満たす財を生産するか、あるいは R&D を通じて新しい財を開発するかを選択できる。それに、現実には、規制当局は補助金を出して企業に環境基準認証を受けさせるケースが多い。これによって規制当局間の租税競争が引き起こされる可能性がある。補助金制度と規制当局間の租税競争に対する考察も今後の研究課題となる。

付録

A.1 需要の導出

地域 k の消費者効用最大化問題は次のように与えられる。

$$\begin{aligned} max \qquad & U_k(q_0, q_i) \\ s.t. \quad & q_0 = y_k + \bar{q}_0 - \int_0^N p(i)q(i)di \end{aligned}$$

この問題を解き、

$$\alpha - (\beta - \gamma)q(i) - \gamma \int_0^N q(j)dj - p(i) = 0 \qquad i, j \in [0, N] \tag{5.51}$$

が得られる。(5.51) 式を i で積分すると、

$$[\beta + (N-1)\gamma] \int_0^N q(j)dj = \alpha N - \int_0^N p(i)di \tag{5.52}$$

が得られる。(5.52) 式を (5.51) 式に代入すると、各地域における代表的消費者が製造業の財に対する需要を表す (5.1) 式、(5.2) 式が得られる。

A.2 環境基準認証を受ける企業の立地

環境基準認証を受ける企業の立地は以下の通り書き換えられる。

$$\lambda_e^* = \frac{I(\tau)}{M\phi\tau} + \frac{1}{2}$$

$$\begin{aligned} I(\tau) &= \frac{2s(2+\gamma BN) - 2 - s\gamma BN - (1-s)\phi\gamma BN}{2+\phi\gamma BN}(2a - 2bg - b\tau) + (1-\phi)(1-s)cN(g + \frac{\tau}{2}) \\ &= A(2a - 2bg - b\tau) + (1-\phi)(1-s)cN(g + \frac{\tau}{2}) \end{aligned} \tag{5.53}$$

(5.53) 式より、次の式が得られる。

$$\frac{dI(\tau)}{d\phi} < 0 \qquad \frac{dM\phi}{d\phi} > 0 \Rightarrow \qquad \frac{d\lambda_e^*}{d\phi} < 0$$

$$\frac{d\lambda_e^*}{d\tau} = -\frac{A(2a - 2bg)}{M\phi\tau^2} < 0$$

A.3 実施前後の地域 1 の企業数の変化

(5.34) 式により、遵守費用がゼロに近づいている時、実施前後の地域 1 の企業数の変化は次のように決定される。

$$\begin{aligned} & (\phi\lambda_e^* - \lambda^*)N \leq (>)0 \\ \Longleftrightarrow \quad & \frac{1-s}{2b + [(1-s)\phi + s]cN}\left[\frac{4sa}{\tau} - (2s-1)b + \frac{\phi cN}{2}\right] - \frac{1}{2} \leq (>)0 \end{aligned} \tag{5.54}$$

(5.54) 式より、

$$\tau \leq (>)\frac{4a}{2b(3-2s)+cN} \iff \phi\lambda_e^* \geq (<)\lambda^*$$

が得られる。さらに、

$$\tau'_{trade} < \frac{4a}{2b(3-2s)+cN}$$

が成り立つため、$\tau < \tau'_{trade}$ にとって、$\phi\lambda_e^* > \lambda^*$ が常に成立する。

A.4 実施前後の経済全体の排出変化

全ての企業が環境基準認証を受ける場合には、実施前後の経済全体の排出変化は次のように表される。

$$d_W^* - d_{eW}^* = BLN\left\{\frac{(1-s)(\epsilon-\epsilon')(a-b\tau)}{2b+cN} + \left[\frac{(1-s)(2s-1)}{2b+cN} + \frac{(2s-1)^2}{cN}\right]\left[(2a-b\tau)(\epsilon-\epsilon') + 2bg\epsilon'\right]\right\}$$

A.5 企業のタイプ

(5.24) 式、(5.25) 式、(5.29) 式、(5.30) 式より、この場合には、τ が

$$\tau < \frac{2(2s-1)(a-bg)}{2b(2s-1)+cN}$$

を満たす時、$\Pi_{er} > \Pi_{es}$ が常に成立する。さらに、(5.44) 式より、

$$F(0) = \left(\frac{\alpha-g}{2}\right)^2 - \frac{1-s}{4s}(g+\tau)\left[\frac{4\alpha}{2+\gamma BN} - (g+\tau)\right]$$

g_{pro} と τ'_{trade} の定義より、$g+\tau < 2a/(2b+cN)$ が常に成り立つ。ゆえに、$g+\tau \to 2a/(2b+cN)$ の時、$F(0)$ の値が最も小さくなり、次のように表される。

$$F(0) \to \alpha\left(\frac{1}{2} - \frac{2}{2+\gamma BN}\right)$$

ここで、N が十分に高く、$N > 2(\beta-\gamma)/\gamma$ と仮定すると、$F(0) > 0$ が常に成立する。

また、(5.44) 式より

$$F(1) = \left(\frac{\alpha-g}{2+\gamma BN}\right)^2 - (1-s)\frac{g+\tau}{2}\left[\frac{2\alpha}{2+\gamma BN} + (g+\tau)\left(\frac{\gamma BN-2}{2+\gamma BN}\right)\right] \tag{5.55}$$

(5.55) 式より、$g \to g_{pro}$ かつ $g+\tau \to 2a/(2b+cN)$ の時、$F(1)$ の値が最小になり、以下の通り求められる。

$$F(1) \to \frac{a^2\gamma BN}{(2+\gamma BN)^3}\left[\frac{\gamma BN}{2+\gamma BN}s - 4(1-s)\right] \tag{5.56}$$

(5.56) 式より、$s/4(1-s) > 2/\gamma BN + 1$ の時、$F(1) > 0$ が常に成り立ち、(5.44) 式を満たす ϕ が存在しない。$s/4(1-s) > 2/\gamma BN + 1$ の時、$F(1) < 0$ があり得る。この時、τ と g の値によって、(5.44) 式を満たす ϕ があり得る。

第6章　結語

従来の環境政策と企業の移転に関する理論的研究は主に完全競争モデルと不完全競争モデルに基づき、収穫一定の技術の下で、2つの輸出企業の比較優位や、1つの多国籍企業の工場の立地選択問題を分析してきた。しかし、現実世界では、規模の経済性と差別化された製品が企業の生産の主な特徴である。ゆえに、差別化された製品と規模の経済性を考慮し、環境政策が複数の企業の移転、あるいは産業集積に与える影響を考察することは、環境政策の作成上で非常に重要な課題となる。

本論文では、NEGのフレームワークで環境政策とを捉え、分析を行った。特に、本論文は環境政策と複数の企業の移動に着目し、排出税と環境基準認証が企業の集積に及ぼす影響を考察する。さらに、本論文の分析によって、汚染避難地効果と汚染避難地仮説に関する説明と解釈が与えられた。

第1章では、本論文の背景と構成について大まかな概略を述べた。

第2章では、新経済地理学の沿革と経緯について説明し、新経済地理モデルで環境問題と環境政策に関する研究を紹介し、本論文の各章の位置付けを示している。また、本章では、新経済地理学の基礎であるCPモデルを説明する。Krugman (1991) は、Dixit and Stiglitz (1977) で定式化された独占的競争モデルに財の (広義的な) 輸送費用を導入し、「規模の経済性」と「差別化された財」及び「氷塊型輸送費用」を主な特徴とするモデルを確立した。Krugman (1991) により、人口が地域間を移動できる場合には、製造業の財の輸送費用が高い時、人口が各地域に均等に分布する分散均衡は安定的な長期均衡である。技術進歩や自由貿易協定などによって引き起こされた輸送費用の低下、あるいは貿易自由化に従い、分散均衡は不安定な均衡となり、人口が1つの地域に集積する集積均衡が安定的な長期均衡になる。

近年、環境規制と国際貿易に関する多くの実証研究によって、汚染避難地効果の存在が確認されたが、汚染避難地仮説に関する実証研究の結果は分かれている。この2つの現象に関する理論的分析と、実証結果の差異に対する理論的解釈が第3章と第4章で行われている。

第3章では、FCモデルに汚染排出と排出税を導入し、排出税の効果を考察した。CPモデルの拡張モデルとして、FCモデルはNEGのフレームワークで地域間を移動できる資本を想定し、解析的に取り扱いやすい結果を示す。第3章ではこのモデルに基づき、排出税と企業の集積に関する分析を行い、解析上に分析しやすい結果を提示した。特に、第3章では、地域の市場規模が異なっているという仮定の下で、一方的な規制強化と貿易自由化が企業の集積に与える影響を考察した。第3章の考察を通じ、資本が地域の間を移動する場合には、企業の立地分布は地域の市場規模と排出規制の厳しさによって決められることが示された。市場規模が大きい地域は一方的に排出規制を強化する時、この地域の市場規模の優位が排出規制の強化によって相殺され、製造業企業は規制の緩やかな地域に移動する。この時、汚染避難地効果が現れる。さらに、高い輸送費用の下で貿易自由化が大きい地域の市場規模の優位を強化し、低い輸送費用の下で貿易自由化が市場規模の優位を弱めることが明示された。これによって、低い輸送費用とある程度の規制強化の下で、汚染避難地仮説が成立することが示された。また、資本の地

域間の移動がない場合には、経済全体の排出量は輸送費用の下落に従って増加する。市場規模が大きい地域の一方的な規制強化は排出のリーケージを引き起こすが、経済全体の排出を削減できる。さらに、各地域の社会厚生水準はこの地域に立地する企業の数と大体一致することが明らかにされた。

ただし、第 3 章の議論は地域の市場規模が異なることを仮定し、準線形の効用関数を用いて議論を展開した。これによって、各地域の所得水準と企業の移動との相互作用が捨象された。現実には、地域の所得水準は企業の移動を左右する大きな要因であり、企業の移動が移動先の所得成長を引き起こすことがよくある。さらに、第 3 章では、各地域の市場規模がこの地域の人口規模によって表され、企業を集積させる要因は市場規模の格差だけであるため、貿易自由化の効果は地域間の市場規模の格差に依存する。両地域の市場規模が同じである時、貿易自由化は企業の移動に影響を及ぼさない。さらに、第 3 章において、企業の移動を決定する主な要因は排出規制の格差と市場規模の格差のトレードオフである。市場規模の格差が極めて大きく、排出規制の格差が小さい時、汚染避難地効果も汚染避難地仮説も成り立たない。

第 4 章ではこのような現実を踏まえ、各地域の所得水準と企業の移動との相互作用を考慮して排出税と企業の集積に関する分析を行った。第 4 章の議論は FE モデルに基づいている。FC モデルは CP モデルの製造業部門の設定に対して僅かな変更を加えたが、明示的な解析解が得られた。第 4 章は FE モデルに汚染排出と排出税を導入し、一方的な規制強化が企業の集積に与える影響を考察し、汚染避難地効果と汚染避難地仮説に関する一般的な説明を行った。第 4 章の分析により、熟練労働者の集積が競争激化と需要拡大という 2 つの効果をもたらす。地域の規制強化は熟練労働者をこの地域から押し出す効果を持つ。各地域が同じ程度の排出規制を行う時、規制強化の押し出し効果がない。熟練労働者の移動が競争激化効果と需要拡大効果によって決められる。ある地域が一方的に排出規制を強化すると、この地域で規制強化の押し出し効果が生じ、熟練労働者の移動が 3 つの効果の相互作用によって決定される。この時、この地域に立地する熟練労働者が他地域へ移動する傾向が現れ、汚染避難地効果がある。特に、地域が排出規制を厳しく強化する時、輸送費用に関わらず、熟練労働者が規制の緩やかな地域に移動し、強い汚染避難効果が現れる。さらに、地域がある程度で排出規制を強化する時、一定の範囲内での貿易自由化が熟練労働者の移動を引き起こさず、汚染避難地仮説が成り立たない。

第 3 章と第 4 章の考察は、排出税が各地域の排出と企業の集積に与える影響を明らかにし、実証研究によって観測された 2 つの現象に対して理論的な解釈を与えた。このような、企業の集積と移動を考慮しながら排出税の効果を評価することは、政策上の 1 つの視点を提供するだろう。

第 5 章では、環境基準認証制度に対する分析を行った。環境基準認証制度を分析する研究は比較的に少ない。NEG のフレームワークで環境基準認証制度を考察する先駆的な研究として、Ishikawa & Okubo (2011) があげられる。Ishikawa & Okubo (2011) は、人口が多い地域での賃金率が高いことを仮定し、FC モデルで環境基準認証制度に対する分析を行った。環境基準認証制度の効果が輸送費用の影響を受けず、環境基準認証制度は実施地域の環境を悪化させる可能性を示唆した。さらに、Ishikawa & Okubo (2011) により、基準認証を受ける企業の数が内生的である時には、内点解が存在しないことが示された。第 5 章は Ishikawa & Okubo (2011) の仮定を捨象し、LFC モデルに消費の環境外部性と環境基準認証制度を導入し、環境基準認証制度の効果に対してより一般的な議論を展開した。環境基準認証の実施前後の企業の立地分布と汚染排出水準の変化に対する考察を通じ、第 5 章では、環境基準認証の効果は環境基準認証を受ける企業の数と輸送費用の高さ、及び遵守費用の高さによって決定されることを示した。

さらに、基準認証を受ける企業の数が内生的に決められる時の内点解に対する分析を行った。具体的には、1．実施地域に立地する企業の数は遵守費用と輸送費用の上昇に従って減少する。遵守費用が低い場合には、環境基準認証が実施地域の企業の数を増加させる。環境基準認証を受ける企業が多い場合には、環境基準認証制度が実施地域の企業の数を減少させる。2．環境基準認証を受ける企業の数が多い場合には、各地域の排出は環境基準認証の実施によって削減される。環境基準認証を受ける企業の数が少ない場合には、環境基準認証が実施しない地域の排出量を削減し、高い輸送費用の下で実施地域の排出量を増加させる。3．環境基準認証を受ける企業の数が内生的に決定される場合には、輸送費用の下落に従い、環境基準認証を受ける企業のシェアは上昇する。以上のような、遵守費用と輸送費用が環境基準認証制度の効果に及ぼす影響を明示することが、規制当局の環境政策に対する１つの助言になるだろう。

本論文では、環境政策と集積に関する問題を新経済地理学の枠組みでとらえて分析を行ってきた。貿易自由化の背景で環境政策が企業の集積で果たす役割を解明することは、グローバル化のすすんだ世界における環境政策の策定に対して、少しの貢献を与えるだろう。しかしながら、本論文では排出税と環境基準認証制度を考察したが、排出権取引制度など他の環境政策に対する分析を行わなかった。排出権取引制度と集積の考察を今後の課題とし、研究していきたい。また、新経済地理学の１つの新方向として、多くの研究は生産の異質性を考慮して企業の集積と国際貿易に対する考察を行っている。生産の異質性を考慮して環境政策の効果を考察することも１つの課題として研究していきたい。さらに、時間を考慮し、環境政策と集積を動学的なアプローチで分析することも今後の課題となる。

参考文献

[1] Alonso, W. (1964). Location and land use. Toward a general theory of land rent. Harvard University Press.

[2] Antweiler, W., Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2001). Is Free Trade Good for the Environment?. American Economic Review, 91(4), 877-908.

[3] Baldwin, R. E. (1999). Agglomeration and endogenous capital. European Economic Review, 43(2), 253-280.

[4] Baldwin, R. E. (2001). Core-periphery model with forward-looking expectations. Regional Science and Urban Economics, 31(1), 21-49.

[5] Baldwin, R. E., & Okubo, T. (2006). Heterogeneous firms, agglomeration and economic geography: spatial selection and sorting. Journal of Economic Geography, 6(3), 323-346.

[6] Becker, R., Henderson, V. (2000). Effects of air quality regulations on polluting industries. Journal of Political Economy, 108(2), 379-421.

[7] Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (1994). North-South trade and the environment. The Quarterly Journal of Economics, 755-787.

[8] Copeland, B. R.,& Taylor, M. S. (1995). Trade and the environment: a partial synthesis. American Journal of Agricultural Economics, 77(3), 765-771.

[9] Dixit, A. K., & Stiglitz, J. E. (1977). Monopolistic competition and optimum product diversity. The American Economic Review, 67(3), 297-308.

[10] Ederington, J., & Minier, J. (2003). Is environmental policy a secondary trade barrier? An empirical analysis. Canadian Journal of Economics, 36(1), 137-154.

[11] Ederington, J., Levinson, A., & Minier, J. (2005). Footloose and pollution-free. Review of Economics and Statistics, 87(1), 92-99.

[12] Elbers, C., & Withagen, C. (2004). Environmental policy, population dynamics and agglomeration. Contributions to Economic Analysis & Policy, 3(2), 3.

[13] Eskeland, G. S., & Harrison, A. E. (2003). Moving to greener pastures? Multinationals and the pollution haven hypothesis. Journal of Development Economics, 70(1), 1-23.

[14] Fischer, R., Serra, P. (2000). Standards and protection. Journal of International Economics, 52(2), 377-400.

[15] Forslid, R., & Ottaviano, G. I. (2003). An analytically solvable core- periphery model. Journal of Economic Geography, 3(3), 229-240.

[16] Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. (2001). The spatial economy: Cities, regions, and international trade. MIT press.

[17] Fujita, M. (2010). The evolution of spatial economics: from Thunen to the new economic geography. Japanese Economic Review, 61(1), 1-32.

[18] Greenstone, M. (2001). The impacts of environmental regulations on industrial activity: Evidence from the 1970 & 1977 clean air act amendments and the census of manufactures (No. w8484). National bureau of economic research.

[19] Grether, J. M., Mathys, N. A., & De Melo, J. (2012). Unravelling the worldwide pollution haven effect. The Journal of International Trade & Economic Development, 21(1), 131-162.

[20] Haupt, A. (2000). Environmental product standards, international trade and monopolistic competition. International Tax and Public Finance, 7(4-5), 585-608.

[21] He, J. (2006). Pollution haven hypothesis and environmental impacts of foreign direct investment: the case of industrial emission of sulfur dioxide (SO_2) in Chinese provinces. Ecological Economics, 60(1), 228-245.

[22] Helpman, E., & Krugman, P. R. (1985). Market structure and foreign trade: Increasing returns, imperfect competition, and the international economy. MIT press.

[23] Henderson, J. V. (1974). The sizes and types of cities. The American Economic Review, 64(4), 640-656.

[24] Hosoe, M., & Naito, T. (2006). Trans- boundary pollution transmission and regional agglomeration effects. Papers in Regional Science, 85(1), 99-120.

[25] Ishikawa, J., Okubo, T. (2010). Environmental and Trade Policies for Oligopolistic Industry in the Presence of Consumption Externalities. The International Economy, 2010(14), 59-76.

[26] Ishikawa, J., Okubo, T. (2011). Environmental product standards in north-south trade. Review of Development Economics, 15(3), 458-473.

[27] Kahn, M. E., & Yoshino, Y. (2004). Testing for pollution havens inside and outside of regional trading blocs. Advances in Economic Analysis & Policy, 3(2).

[28] Krugman, P. R. (1991). Geography and trade. MIT press.

[29] Keller, W., & Levinson, A. (2002). Pollution abatement costs and foreign direct investment inflows to US states. Review of Economics and Statistics, 84(4), 691-703.

[30] Kellenberg, D. K. (2009). An empirical investigation of the pollution haven effect with strategic environment and trade policy. Journal of International Economics, 78(2), 242-255.

[31] Kheder, S. B., & Zugravu, N. (2008). The pollution haven hypothesis: a geographic economy model in a comparative study. CES working papers, p. 83.

[32] Krumm, R., Wellisch, D. (1995). On the efficiency of environmental instruments in a spatial economy. Environmental and Resource Economics, 6(1), 87-98.

[33] Lange, A., & Quaas, M. F. (2007). Economic geography and the effect of environmental pollution on agglomeration. The BE Journal of Economic Analysis & Policy, 7(1).

[34] Levinson, A. (1996). Environmental regulations and manufacturers' location choices: Evidence from the Census of Manufactures. Journal of Public Economics, 62(1), 5-29.

[35] Levinson, A., & Taylor, M. S. (2008). Unmasking the pollution haven effect. International Economic Review, 49(1), 223-254.

[36] List, J. A., & Co, C. Y. (2000). The effects of environmental regulations on foreign direct investment. Journal of Environmental Economics and Management, 40(1), 1-20.

[37] Markusen,J. R., Morey E R, Olewiler N. (1991) Environmental Policy When Market Structure and Plant Locations are Endogenous[R]. National Bureau of Economic Research.

[38] Markusen, J. R., Morey, E. R., & Olewiler, N. (1995). Competition in regional environmental policies when plant locations are endogenous. Journal of Public Economics, 56(1), 55-77.

[39] Markusen, J.R. (1997). Costly pollution abatement, competitiveness and plant location decisions. Resource and Energy Economics, 19(4), 299-320.

[40] Martin, P., & Rogers, C. A. (1995). Industrial location and public infrastructure. Journal of International Economics, 39(3), 335-351.

[41] Martin, P., & Ottaviano, G. I. (1999). Growing locations: Industry location in a model of endogenous growth. European Economic Review, 43(2), 281-302.

[42] McConnell, V. D., & Schwab, R. M. (1990). The impact of environmental regulation on industry location decisions: The motor vehicle industry. Land Economics, 66(1), 67-81.

[43] Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra- industry reallocations and aggregate industry productivity. Econometrica, 71(6), 1695-1725.

[44] Neary, J. P. (2006). International trade and the environment: theoretical and policy linkages. Environmental and Resource Economics, 33(1), 95-118.

[45] Ohlin, B. (1933). Interregional and international trade. Harvard University Press.

[46] Ottaviano, G. I. (2001). Home market effects and the (in) efficiency of international specialization. Mimeo, Graduate Institute of International Studies.

[47] Ottaviano, G. I., Tabuchi, T., Thisse, J. F. (2002). Agglomeration and trade revisited. International Economic Review, 43, 409-436.

[48] Ottaviano, G. I. (2007). Models of " New Economic Geography ": Factor Mobility vs. Vertical Linkages. New directions in economic geography, 53-69.

[49] Pfluger, M. (2001). Ecological dumping under monopolistic competition. The Scandinavian Journal of Economics, 103(4), 689-706.

[50] Ricardo, D. (1965, Original 1817). The Principles of Political Economy and Taxation. Reprinted, J. M. Dent and Son. London.

[51] Robert-Nicoud, F. (2005). The structure of simple ' New Economic Geography ' models (or, On identical twins). Journal of Economic Geography, 5(2), 201-234.

[52] Sanna- Randaccio, F., & Sestini, R. (2012). The impact of unilateral climate policy with endogenous plant location and market size asymmetry. Review of International Economics, 20(3), 580-599.

[53] Taylor, M. S., Antweiler, W., & Copeland, B. R. (2001). Is free trade good for the environment?. American Economic Review, 91(4), 877-908.

[54] Toshimitsu, T. (2008). On the effects of emission standards as a non-tariff barrier to trade in the case of a foreign Bertrand duopoly: A note. Resource and Energy Economics, 30(4), 578-584.

[55] Ulph, A., & Valentini, L. (2001). Is environmental dumping greater when plants are footloose?. The Scandinavian Journal of Economics, 103(4), 673-688.

[56] Venables, A. J. (1999). Regional Integration Agreements: a force for convergence or divergence?. World Bank policy research working paper, (2260).

[57] Wagner, U. J., & Timmins, C. D. (2009). Agglomeration effects in foreign direct investment and the pollution haven hypothesis. Environmental and Resource Economics, 43(2), 231-256.

[58] Walker, W. R. (2011). Environmental regulation and labor reallocation: Evidence from the Clean Air Act. The American Economic Review, 101(3), 442-447.

[59] Kyriakopoulou, E., & Xepapadeas, A. (2009). Environmental policy, spatial spillovers and the emergence of economic agglomerations. FEEM Nota di Lavoro, (70).

[60] Zeng, D. Z., & Zhao, L. (2009). Pollution havens and industrial agglomeration. Journal of Environmental Economics and Management, 58(2), 141-153.

[61] 劉金昊. (2015). 産業集積に伴う汚染排出と環境規制. 経済論究, (153), 41-58.

[62] 劉金昊. (2016). 貿易, 環境政策と汚染避難地効果. 経済論究, (156), 33-54.