

企業の環境技術投資に対する環境政策の影響について

On the Impacts of Environmental Policies upon Private Investment in Environment-related Technologies

松枝 法道¹

Norimichi Matsueda

This article surveys recent economics studies that address the impacts of various environmental policies upon individual firms' investment activities in the environment-related technologies. It can be shown in general that market-oriented policy instruments, such as an emission tax and systems of tradable emission permits, have relative advantage over command-and-control measures in terms of encouraging such investment activities. However, there are some important caveats that should not be overlooked by policymakers in the presence of market powers.

キーワード：環境政策、環境技術、投資、市場支配力

Key Words : Environmental Policies, Environment-related Technologies, Investment, Market Power

1. はじめに

近年、地球温暖化問題をはじめとする長期的な環境汚染の社会的影響が注目を集めるにつれて、環境問題に関連する技術進歩の重要性がますます強調されるようになってきた。これまでの人間社会の歴史を振り返ってみても、また、現在進行中の環境汚染の将来を予測する際にも、経済活動の環境に対するインパクトは技術進歩の方向とそのスピードによって大きな影響を受けることが容易に理解されよう。例えば、内燃機関の発明と発展は地球温暖化問題をより深刻なものとしてきたであろうし、将来における燃料電池などの技術開発にはその問題の抜本的な解決が期待されている。

環境政策に対する環境経済学の分析の視座は、技術進歩のない状況を前提とした静学的な経済効率性に関連したものが中心である²。しかし、この10数年

ほどの間に、より優れた環境技術の研究・開発や導入を推進するインセンティブを企業に与えることが、環境政策の重要な役割と見なされるようになってきた (Jaffe, Newell, and Stavins 2002)。より具体的には、これまで環境経済学において中心的であった議論では、生産量当たりの汚染物質の排出量が一定であるとした上で、「end-of-the-pipe」的な技術を用いて汚染物質の削減を行うことが暗に仮定されていたが、企業がより環境に優しい生産技術を導入することなどにより生産物一単位当たりの汚染物質排出量そのものを減少させることに対する環境政策の効果が注目を集めている。つまり、生産量を大幅に減らすことや、高価格であるend-of-the-pipe的な排出削減装置を備え持つことを超えて、より環境に優しい生産プロセスを企業が研究・開発する、および、導入するといったオプションを選択することへのインセンティブを環境政策が与えるという考え方である。

1 関西学院大学経済学部

2 静学的な経済効率性については、完全競争市場だけでなく他のさまざまな市場形態における環境税の働きをその観点より整理した拙稿(松枝 2005)を参照されたい。

特に、価格という市場シグナルを介して、それぞれの経済主体のインセンティブ構造を変化させることを目的とした「市場志向型」の環境政策は、汚染物質の排出水準を規定する、あるいは、生産技術や汚染物質を除去する手段を指令・統制するといった「直接規制型」の政策と比較して、そういったインセンティブを与える点においても優位性があると指摘されている。この展望論文では、技術進歩全般に関わる代表的な経済理論を振り返った後に、企業による技術改善活動を明示的に考慮した際に環境政策に対してどのような修正が加えられるべきかという問いに対する近年の経済学の文献を整理して紹介する。

2. 企業による環境技術の改善と 環境問題との関連性

まず、この節では技術進歩に関する経済学の見方を紹介することによって、環境技術の進展に対する基本的な見解を整理したい。最も一般的な技術進歩の解釈は、それを現代資本主義システムの進化する源泉と考えたSchumpeter(1950)によるものである。彼の理論によると、企業家は、たとえ一時的であれ、新製品・新技術の成功によってもたらされる市場支配力とそれに伴う利益を手に入れることを目的に、それらを開発し市場へ浸透させようとする。しかし、いくらか時が経てば、次なる企業家の同様な行為により、その場を取って代わられてしまう。この継続的なプロセスこそ、彼が「創造的破壊」と称したものである。

また、Schumpeter(1950)は、新しい製品や生産プロセスが市場に浸透するまでには三つの段階があると定義している。まず、「インベンション(発明)」の段階では、新しい製品や生産プロセスが科学的、あるいは、技術的に開発される。実

際に、発明された製品や生産プロセスのごく一部のみが商品化・実用化されるまでに至るが、この商品化・実用化の段階が「イノベーション(技術革新)」と呼ばれるものである。インベンションとイノベーションの二つの段階は、主に私企業によって行われる「R&D(研究・開発)」投資の成果として実現する。最終的には、商品化・実用化に成功した製品や生産技術が、企業や個人によって採用される「ディフュージョン(普及)」という段階を経て市場に浸透することになる。

研究・開発活動と総じて称されることの多い、インベンションとイノベーションの二段階が持っている一般的な特徴の中には、設備やそのほかの有形資産に対する投資活動と大きく異なるものが存在する。その一つに、投資の成果についての不確実性が研究・開発活動の場合には格段に大きいことが挙げられる。それは、研究・開発投資に対する期待利潤の分布の幅が大きいことをしめすだけではなく、一般にそういった投資が成功する確率は非常に低い。成功すれば大変大きな利潤をもたらすことを意味している。また、研究・開発活動を通じて形成された資産は、専門性が高いため大きな「サンク・コスト(埋没費用)」を要求する上に、無形のものが多いという特徴を持っている。このような性質を持っているため、研究・開発活動への投資については通常の形態でのファイナンスが困難であることが多い。

加えて、研究・開発活動の成功の結果生まれた資産は、「排除不可能性」という特徴を伴うことが多い。つまり、投資の成果が競争相手や下流の企業にスピルオーバーするのである(Arrow 1962)。このように、実際に研究・開発投資を行う企業がその成果からどれだけの利益を得ることができるかという「専有可能性(Appropriability)」が低下すると、自らが投資を行うインセンティブが弱められる(長岡・平尾 1997)³。このような性質によっ

3 この「専有可能性」という一般的な訳語については、意味の上から問題が指摘されており、長岡・平尾(1997)は「利益の確保可能性と理解したほうがわかりやすい」とコメントしている。

て、私的企業による研究・開発投資の水準は社会的に最適とみなされる水準よりも過小になる傾向がある。一方、研究・開発投資には通常大きな固定費用が伴うことを考慮した場合、Mankiw and Whinston (1986) や Suzumura and Kiyono (1987) らの「過剰参入定理」によると、投資水準が理論の上では過剰となる可能性もあるが、実証的な研究では、私的な研究・開発投資の水準が社会的な最適レベルを大きく下回っていることが指摘されている (Griliches 1992)。実際、ほぼすべての先進国において、研究・開発投資に対する様々な促進政策が存在している。

次に、新製品や新技術が市場に普及する際には次のような一般的な特徴が見受けられる。まず、新しい製品や技術が市場に浸透する際には、その浸透度に対して「収穫逓増」のメカニズムが働くケースが多い。その理由のひとつとして、近年「ネットワーク外部性」が注目されている。ネットワーク外部性とは、ある製品や技術の使用者数が増加するにつれ、それに対応した製品や技術の個別の使用者が、追加的な価値を享受することを意味している。また、収穫逓増という状況が生じる別の背景として、生産者が新たな生産技術を使う機会が増えるにしたがって習熟度を上げる「Learning by Doing」や、消費者が新製品に対する経験を重ねるにしたがってより高い効用を得る「Learning by Using」などの学習効果が挙げられる。

また、この収穫逓増のメカニズムがもたらす結果の一つに、技術への「ロック・イン」がある。ロック・インとはある特定の技術が比較的広く使用されるようになると、その技術から他の技術へ変更することの費用が非常に大きくなることを示している。技術へのロック・インが呈する潜在的な問題として、社会的にみて他の技術が広く採用されることが望ましいときにそれを実現させることが困難になることが考えられる。そのため、歴

史的に見て、市場均衡において必ずしも最適とはいえない技術が長期間にわたり採用され続ける可能性が存在している。そのように望ましくない「経路依存性」を克服することがどのような政策によって可能になるかというのは近年の経済学の重要な研究テーマのひとつになっている。

これまで、技術進歩に関する経済学の一般的な考え方を概観してきたが、次に、技術進歩についての大きく異なる二つの見解を紹介し、それらが環境技術の進展に対して持っているインプリケーションを考えてみよう。そのひとつは経済学においてよく「新古典派的」と称されるものであり、主流派経済学の流儀にならって利潤最大化を目的とする企業を仮定するものである。その骨子は、利潤最大化を迫及する企業による「相対価格」の変化への反応の結果として、技術進歩の方向とスピードが決定されるというものである。このような立場からは、市場志向型の環境政策に対し、直接規制型の環境政策は企業による優れた環境技術の研究・開発、および、導入するインセンティブを与えないものとして非難されることが多い。特に、技術を指定するような形の直接規制は問題があるとされる。もちろん、政策担当者が環境技術の研究・開発活動に関する正確な見通しをもっていれば、将来において採用されるべき技術を直接的に指定するような政策においても社会的な観点から望ましいスピードで技術進歩が実現される可能性もある。しかし、現実的には規制をする主体がそれほど十分な情報を持っているとは考えにくく、そのような「技術の強制 (technology forcing)」は、達成不可能な技術を指定することにより企業に予想以上の費用を課すことにより社会に大きな混乱を招いてしまうか、極端に安易な目標を設定することから不十分な技術進歩しかもたらさないという恐れがある。

また、新古典派的な立場から、環境技術の研究・開発を促進する効果に関してどのインセン

タイプ志向型な環境政策が優位性をもっているかという問題を検討した諸研究は、個別の事例において見られるいくつかの要素によるという曖昧な結果を導いている。例えば、Fischer, Parry and Pizer (1998) の理論分析によると、それぞれの環境政策が有する環境技術の進歩に対する促進効果についての優位性は、新しい技術の開発者がその技術によってもたらされる利益を自らが確保できる可能性(専有可能性)、研究・開発活動にかかる投資費用の大きさ、環境改善の便益をあらゆる関数の形状、汚染企業の総数などに依存していることが示されている。つまり、環境技術の進歩という観点からは、これらの様々な要素が社会的に望ましい環境政策の水準や形態を左右するものといえる。また、新古典派的な立場からの環境技術の普及についての議論は、次の「動学的効率性」に関するサブ・セクションにおいて詳しく検討する。

続いて、新古典派的な見方とは非常に対照的な、企業の研究・開発投資に関する「進化論的な見方」を簡単に紹介しよう。そのような考え方の根底には、私企業に対する「限定合理性」の仮定がある(Simon 1946)。限定合理的であるとは、それぞれの企業は、厳密な「optimizing behavior(最適化行動)」を行っているわけではなく、ある程度の結果で「satisfying(満足化)」することに甘んじているという見方である。さらに、研究・開発活動に関しても、企業は自らの利潤を最大化するという観点から投資を行うのではなく、何らかの「経験則」あるいは「慣例」に従って行動している結果であると考えられている。このタイプのモデルを使った実証分析の結果は、企業が実際に採用しているとされる経験則に依存することとなる(Winter, Kaniovski, and Dosi 2000)。

環境政策に目を向けると、企業が利潤最大化を目指した行動をとっていないという前提の下で

は、政策当局がより厳格な環境規制を行うことが企業にとって必ずしも利潤を減らすものとはならない。環境技術への投資に関してこのような見解を代表するものとして、Porter and van der Linde(1995)による「win-win仮説」が挙げられる。彼らによれば、それぞれの企業は意思決定において必ずしも最適な選択を行っているとは限らないため、より厳しい環境規制が「外的なショック」として働くことにより、企業にさまざまな非効率性を認識させる効果をもつ。そして、その非効率性を是正しようとする企業によって環境技術に対する研究・開発活動がより活発に行われることになるが、その際に「イノベーション・オフセット」と呼ばれる追加的な利益が発生する可能性がある⁴。イノベーション・オフセットとは、企業が当初最適化行動を行っていなかった場合、より厳しい環境規制に促されて技術進歩が行われることにより、その企業が規制にしたがう際の費用が低下するだけでなく、同様の規制下に置かれていない他国の企業に対して国際的な企業間競争における優位性を獲得するまでになることを意味している。つまり、彼らは、環境規制の強化が環境の水準を向上させるだけでなく、それにしたがう企業に対して純便益をもたらすという、適切な環境政策を行うことに対する戦略的な観点からの追加的な意義を指摘している。

3. 動学的効率性とは

それぞれの異なる環境政策の手段は、長期的な企業の行動に対して与えるインセンティブの点において、それぞれ異なったインプリケーションを持っている。その一つが「動学的効率性」と呼ばれるものであり、企業がより優れた汚染削減技術や環境にとってより優しい生産技術を導入するよう

4 Porter and van der Linde(1995)は実際の具体的な例を挙げてこのような主張を行ったが、その一般性に対しては懐疑的な経済学者が多い。Palmer, Oates, and Portney(1995)はその論文に対して理論的な立場と実証的な立場の両方から激しい反論を展開している。

な行動を促すことに関するものである⁵。動学的効率性の概念は、企業の研究・開発活動に対するインセンティブの大きさを表すものと混同されることが多いが、実際は「現時点である特定の削減技術を新たに導入するべきかどうか」という静学的な企業意思決定に関わる概念である。この節

では、Downing and White (1986) にならって、その理論を簡単な図を使って説明し、さらにその考え方に関する留意点についても指摘する。

図1には、ある企業が汚染物質の排出を削減する際の限界削減費用が描かれている。

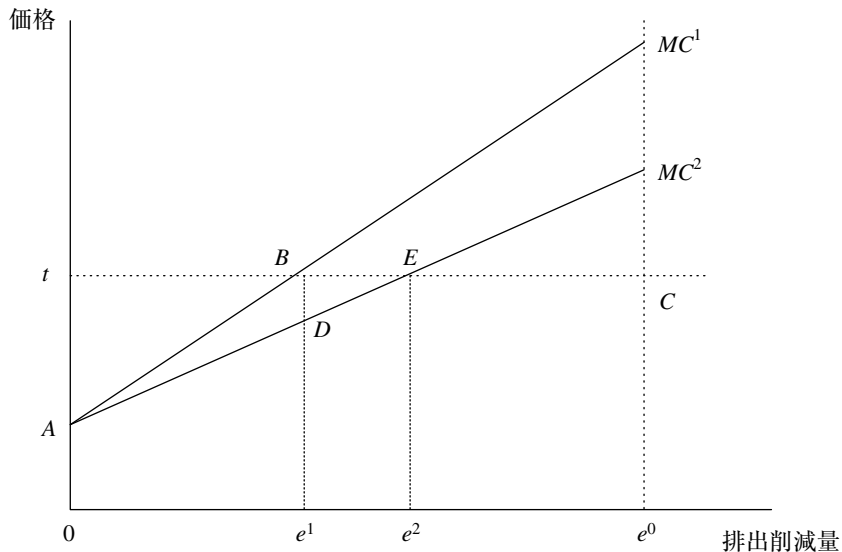


図1 より優れた環境技術を導入する便益

図1において、排出削減活動が全く行われない場合は e^0 の汚染物質が排出されている。まず仮に e^1 の水準の排出削減が直接規制型の排出制限によって求められているとしよう。企業の限界削減費用が MC^1 であるとすると、この企業は e^1e^0 にあたる汚染物質を排出し、排出削減に費やす費用は台形 $OABe^1$ の面積によって示される。もし政策当局がそれと同じ排出削減量を環境税の下で達成させようとするならば、排出税の税率は図中の t でなければならず、企業の支出は税の支払い分を加えた $OABe^1 + e^1BCe^0$ の部分の面積によって示される。

ここで、この企業がより優れた排出削減技術を

導入することにより限界削減費用を MC^2 に下げると選択肢が存在するとしよう。直接規制によって e^1 を達成する場合の削減費用の節約分は三角形 ABD の面積によって示される。それに対して、排出税が課せられている状況の下では、より効率の良い排出削減技術を使って e^2 まで削減量を増加させることからの節約分は三角形 ABE の面積となる。三角形 ABD の面積が三角形 ABE の面積よりも大きいことから、環境政策として排出税を採用した方が、排出量に対する直接規制と比べ、優れた排出削減技術を導入することに対して当該企業により大きなインセンティブを与えることがわかる⁶。

5 環境政策に対する動学的効率性の議論は、Downing and White (1986) が嚆矢となり、その後Milliman and Prince (1989) などの研究によって発展を遂げた。

6 なお、ここでは優れた技術が採用された後で、政策当局が政策を変更する可能性を考えていない。政策変更の可能性が存在するケースについては、Downing and White (1986) を参照されたい。

また、一言で直接規制といっても、上のような排出水準や環境水準に関するものだけでなく、採用する技術についての直接規制もこれまで広く行われてきた。後者のような直接規制においては、すでに指定された排出削減技術を導入した企業にとってその技術を向上させるインセンティブはまったく与えられないことは明白である。

排出権取引制度については、その企業が常に排出権市場における排出権の売り手である場合には、排出権の市場価格が t によって与えられるかぎり、排出税と同様の議論から、企業の優れた環境技術の選択に対して排出税と同等のインセンティブを与えることがわかる。しかし、排出権の市場均衡価格は排出権市場の構造に依存している。詳しくは拙稿(松枝 2004)を参照されたいが、排出権市場が不完全競争的である場合には、排出権の初期割当量が均衡価格に影響を与えることがわかっている。排出権の初期割当量にかかわらず、その市場価格が排出税と同じ t によって与えられるには、排出権の総量が排出税によって目標とされる環境水準と同一であり、かつ、排出権市

場が完全競争的でなければならない。動学的効率性の分析では排出権の価格が、当該企業の排出権の供給、あるいは、需要に関わらず一定であるという仮定を置くのが慣習であるが、この仮定が現実的でない場合には、静学的な経済効率性のみでなく、動学的効率性に関する政策的インプリケーションも大きく変化する可能性があることに留意されたい。

また、Malueg(1989)によって指摘されているように、Downing and White(1986)による動学的効率性の議論では、企業が排出権市場において売り手であることが前提となっていたが、排出権市場が成立する条件を考えると、企業が排出権市場における売り手でない場合についても注意を払う必要がある。実際、より効率的な技術の導入にも関わらず当該企業が排出権市場において排出権の買い手である場合には、排出権市場よりも排出水準に関する直接規制のほうがより大きな技術導入のインセンティブを与えることになる。そのことを次の図2を使って見てみよう。

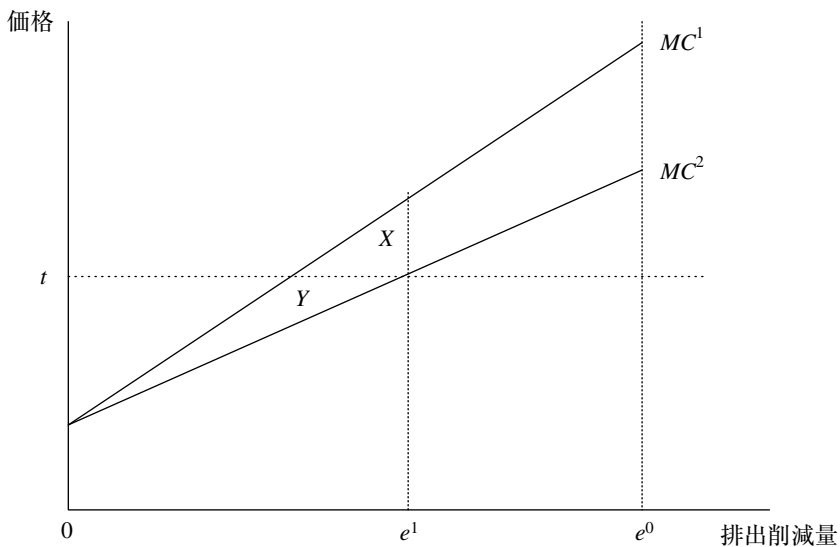


図2 排出権市場において企業が買い手であった場合

この企業にとって、 e^1 が直接規制によって課せられる排出削減水準である場合には、限界削減費用を MC^1 から MC^2 に低下させるような技術を導入することにより、 $X+Y$ の面積に相当する削減費用を節約できる。それに対して、排出権市場において排出権の価格が r である場合に、同様の技術を新たに導入することの便益は Y のみとなる。これは排出権が r という価格で購入可能であるため、排出権の買い手である企業が限界削減費用を低下させることの便益は、限界費用が r を下回る削減量においてのみ実現されることによる。もし排出権取引が認められない場合は e^1 までのすべての削減量に関して削減費用の低下が効果をおよぼすため、直接規制のほうが排出権市場よりもこの企業にとって排出削減技術の向上に対してより大きなインセンティブを提供するのである。つまり、排出権の買い手である企業にとって、排出権市場は安価な選択肢を提供し続けるがために、より優れた削減技術を導入するインセンティブを弱めてしまうのである。

さらに、このような動学的効率性の分析については、それぞれの企業のインセンティブに注目しているようでありながら、全ての企業が同様により優れた環境技術を採用することを前提としていることによって、実際には産業全体における新技術採用のインセンティブを測っている、という指摘がなされている(Requate and Unold 2003)。彼らは、特に排出権取引制度を導入した際に、ある企業の環境投資の結果として生じた排出許可証の市場価格の低下に他の企業が「フリーライド」しようとする可能性があるとして、そのような場合、より優れた環境技術の採用に対するインセンティブを与えるという役割に関して、それぞれの環境政策の優位性が変更されることを示している。

4. 寡占市場における環境政策と企業の研究・開発投資

これまでの議論では基本的に完全競争市場が前提とされていたが、この節では企業の環境関連技術への研究・開発投資に対して市場の競争性や、寡占市場における環境政策の持つ影響に言及したい。

本来、研究・開発投資とは企業が生産物市場においての優位性を獲得するために行う戦略的な行為であると理解されている。また、通常、研究・開発活動を行うために企業は多大な固定費用を拠出しなければならない(Ulph 1997)。こういった状況を考慮すれば、生産物市場に不完全競争的な要素が存在しているのではないかと考えることが経済学的に自然であるだろう。より優れた製品や技術の開発に成功した企業が、それによる利益をある程度独占的に獲得する権利を与えられることを目的に研究・開発をするというものである。Schumpeter(1950)も、独占力の集中が市場の不確実性を軽減し、高費用でリスクの大きい研究・開発活動を効率的な規模で行うことができると指摘している。また、この生産物市場における独占的レントが企業による研究・開発活動の源泉になっているという考え方は、マクロ経済学において昨今日覚しい発展を遂げている「内生的成長理論」においても広く採用されている(Romer 1990; Aghion and Howitt 1992)⁷。

このような考え方によれば、生産物市場の競争性を高めるような政策を採用することは技術進歩を妨げる効果を持つのではないかと推測される。しかし、Levin, Cohen, and Mowery(1985)による興味深い実証研究の結果として、市場の競争性と研究・開発活動のレベルには「逆U字型」の関係があることが報告されている。それは、市場の競

7 内生的成長理論は「持続可能な成長」という環境経済学の重要な研究テーマとの関わりにおいて近年注目を集めている。その入門的な解説についてはSmulders(1999)や中田(2001)を参照のこと。

争性が高いときには、企業数をさらに増加させることによって各企業による研究・開発活動の水準を押し下げてしまうが、競争性が十分に低い場合にはそれを高めることによって、それぞれの企業の研究・開発活動を誘発するというものである。彼らは、このような現象が生じる潜在的な理由の一つとして、生産物市場の競争性が十分に弱くなると企業の意思決定における官僚的な性格が強まることによりある種の「慣性」が生まれ、研究・開発活動も低下してしまう可能性を挙げている。

また、最終生産物市場ではなく、自然資源やエネルギー産業などの中間財市場での競争性を高めることは、上と同様な理由から、直接的には中間財の生産者による研究・開発活動に対するインセンティブを引き下げる影響を持つ可能性が高いが、その一方で、中間財の供給量を拡大させ、その価格の低下をもたらすことから最終生産物を生産する上での効率を向上させる効果もある。その結果、最終生産物の生産量が増加し、それが中間財への需要増へとつながることにより、中間財の生産者の利潤を増加させるとともに、中間財の生産者による研究・開発活動へのインセンティブを間接的に増大させる効果をもたらす可能性が指摘されている(Nakada 2002)。

最後に、排出税、排出権取引制度、および、排出量規制といった環境政策の実施が寡占市場における企業の研究・開発投資に対してどのような影響を持っているのかについての興味深い研究結果を紹介しよう。Montero(2002)は、最終生産物市場が(もし排出権取引制度が採用されている場合には排出権市場も)複占市場となることを前提として、それぞれの環境政策の施行が企業の汚染物質の削減費用を減らすことに貢献する投資額の規模にどのような影響をもっているのかを、各企業が最終生産物市場において、同質財の数量を決定

するクールノー競争を行っている場合と、異質財の価格を決定するベルトラン競争を行っている場合の両者に関して分析をおこなっている⁸。

政府がある一定量の環境水準を達成するべく何らかの環境政策をとった際、前節でも述べたように、企業はその規制を遵守するために必要な総費用を下げる目的で、より効率的な削減技術を開発し採用するインセンティブを持っている。Montero(2002)は、環境政策の実施が、それぞれの企業の環境技術への投資活動について、規制に従う費用を節約するという直接的な影響に加えて「戦略的影響」をも持たせることを、Fudenberg and Tirole(1984)やBulow, Geanakoplos and Klemperer(1985)らによって始められた寡占市場における「戦略的コミットメント」のアプローチにならって指摘している。つまり、一企業の環境技術への投資はその企業自身の環境規制へのコンプライアンス費用を下げるという利点だけでなく、相手企業の環境投資水準と生産物、および、排出権取引市場での行動に影響を与え、企業の投資規模はその相手企業の反応も配慮したものである。

この戦略的影響を考慮に入れると、どの政策がもっとも大きなインセンティブを与えるのかは、生産物市場における競争形態、需要曲線の形状などに依存するという不明瞭なものとなる。中でも、状況によっては直接規制型の環境政策の方が、市場志向型の環境政策よりも大きな投資インセンティブを与える可能性が存在するという点は注目に値する。とりわけ、クールノー競争、ベルトラン競争のいずれのケースであっても、グランドファーザーリングの下での排出権取引市場が、排出量規制よりも小さい環境技術投資のインセンティブしか与えないことが示されている。これまで経済学者は、非常事態を招くような環境問題な

8 それに加え、Montero(2002)は一企業の環境技術への投資の成果が他の企業の汚染物質の削減費用の低下にも貢献するという、投資のスピルオーバー効果についてもモデル化している。

どを除いて、市場志向型の環境政策の効率上の優位性を唱え続けてきたが、十分に起こりうる状況ともいえる寡占的な生産物市場や排出権取引市場の下において、企業の環境技術への投資を促進するという観点からは、その優位性は必ずしも保証されないのである。この点については、より発展的なモデル分析などを通じてさらなる検討が加えられるべき課題と言えるだろう。

5. おわりに

本稿では、企業による技術の改善活動を明示的に考慮した際に環境政策に対してどのような修正が加えられるべきかというテーマに関連する経済学的な議論を紹介した。第1節でも述べたように環境問題へのより効率的な解決策を実現させる上で、企業による生産、および、環境汚染防止技術の研究・開発活動の規模と方向性は非常に大きな鍵をにぎっていると考えられる。それにもかかわらず、これまでに十分な理論的、実証的な経済分析が行われ、それらが実際の環境政策に反映されているとは言い難いのが現状である。その一方で、昨今目覚ましい発展を遂げている、寡占理論、不確実性と不可逆性のもとでの動学的意思決定理論などの進展は、より現実的な政策的インプリケーションをもった分析アプローチを提供し、それらが環境政策の立案にも生かされていくことが期待される。

参考文献

- Aghion, P. and P. Howitt. (1992) 'A Model of Growth through Creative Destruction,' *Econometrica*, 60: 323-351.
- Arrow, K. (1962) 'Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention,' in R. Nelson, ed., *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Baumol, W. and W. Oates (1988) *The Theory of Environmental Policy*, 2nd Edition, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bulow, J., J. Geanakoplos, and R. Klemperer (1985) 'Multimarket Oligopoly: Strategic Substitutes and Complements,' *Journal of Political Economy*, 93: 488-511.
- Downing, P. and L. White (1986) 'Innovation in Pollution Control,' *Journal of Environmental Economics and Management*, 13: 18-29.
- Fischer, C., I. Parry, and W. Pizer (1998) 'Instrument Choice for Environmental Protection When Technological Innovation is Endogenous,' *Resource for the Future Discussion Paper*, 99-04, Resource for the Future, Washington, D.C.
- Fudenberg, D. and J. Tirole (1984) 'The Fat Cat Effect, the Puppy Dog Ploy, and the Lean and Hungry Look,' *American Economic Review*, 74: 361-68.
- Griliches, Z. (1992) 'The Search for R&D Spillovers,' *Scandinavian Journal of Economics*, 94: S29-S47.
- Jaffe, A., R. Newell, and R. Stavins (2002) 'Environmental Policy and Technological Change,' *Environmental and Resource Economics*, 22: 41-69.
- Levin, R., W. Cohen, and D. Mowery (1985) 'R&D Appropriability, Opportunity, and Market Structure: New Evidence on Some Schumpeterian Hypothesis,' *American Economic Review*, 75: 20-24.
- Malueg, D. (1989) 'Emission Credit Trading and the Incentive to Adopt New Pollution Abatement Technology,' *Journal of Environmental Economics and Management*, 16: 52-57.
- Mankiw, N. and M. Whinston (1986) 'Free Entry and Social Inefficiency,' *RAND Journal of Economics*, 17: 48-58.
- Milliman, S. and R. Prince (1989) 'Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control,' 17: 247-265.
- Montero, J-P. (2002) 'Market Structure and Environmental Innovation,' *Journal of Applied Economics*, 5: 293-325.
- Nakada, M. (2002) 'Deregulation and Its Impact on R&D Behavior for Environmental Technology,' Mimeo, Kyoto University.
- Palmer, K., W. Oates, and P. Portney (1995) 'The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm?,' *Journal of Economic Perspectives*, 9: 119-132.
- Porter, M. and C. van der Linde (1995) 'Toward a New Conception of the Economic-Competitiveness Relationship?,' *Journal of Economic Perspectives*, 9: 97-118.
- Requate, T. and W. Unold (2003) 'Environmental Policy Incentives to Adopt Advanced Abatement Technology: Will the True Ranking Please Stand Up?,' *European Economic Review*, 47: 125-146.

- Romer, P. (1990) 'Endogenous Technological Change,' *Journal of Political Economy*, 98: S71-S102.
- Schumpeter, J. (1950) *Capitalism, Socialism and Democracy*, 3rd Edition, Harper & Row, New York.
- Simon, H. (1947) *Administrative Behavior: A Study of Decision-making Processes in Administrative Organization*, Macmillan Company: New York.
- Smulders, S. (1999) 'Endogenous Growth Theory and the Environment,' in J. van den Bergh (ed), *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Edward Elger, Cheltenham, UK.
- Suzumura, K. and K. Kiyono (1987) 'Entry Barriers and Economic Welfare,' *Review of Economic Studies*, 177: 157-167.
- Ulph, D. (1997) 'Environmental Policy and Technological Innovation,' in C. Carraro and D. Siniscalco, eds., *New Directions in the Economic Theory of the Environment*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Winter, S., Y. Kaniovski, and G. Dosi (2000) 'Modeling Industrial Dynamics with Innovative Entrants,' *Structural Change and Economic Dynamics*, 11: 255-293.
- 長岡貞男・平尾由紀子(1997)『産業組織の経済学』、日本評論社。
- 中田実(2001)「環境保全と内生的成長理論」、環境経済・政策学会編『経済発展と環境保全』、東洋経済新報社。
- 松枝法道(2004)「排出権取引制度に対して不完全競争市場がもたらす問題点について」、関西学院大学経済学部研究会『経済学論究』第58巻第3号。
- 松枝法道(2005)「不完全競争市場での環境税に関する基礎理論」、関西学院大学経済学部研究会『経済学論究』第58巻第4号。