日本の環境技術産業の国際競争力とグリーン・イノベーション

Japan's Competitiveness in Environmentally-friendly Technologies and Green Innovation

サブプライムローンから端を発した世界金融危機は、先進国のみならず新興国や発展途上国に世界的な不況をもたらした。その不況から抜け出す新たな経済成長のモデルが、低炭素、循環型、高資源効率の経済社会である。グリーンな新しい技術パラダイムの下で経済、環境、社会政策上の目的を効果的に統合し、環境の持続性を考慮した消費行動や産業構造の転換や、新たな技術パラダイムへのシフトが期待されている。

Faced with severe recession triggered by Lehman shock crisis, global society has committed in contributing economic recovery and in achieving environmentally and socially sustainable economic growth. Japan also needs techno-economic paradigm shift in pursuing green growth and well-coordinated efforts with other nations in addressing urgent challenges including the fight against climate change and environmental degradation, enhancement of energy security, and the creation of new engines for economic growth.

1. はじめに

米国のサブプライムローンの問題に端を発した世界金融危機は、先進国のみならず新興国や発展途上国に世界的な不況をもたらした。そして、その不況から抜け出す新たな経済成長のモデルとして登場したのが、低炭素でグリーンな経済成長をめざす「グリーン成長」である。諸外国でグリーン・ニューディール構想や計画が発表され、グリーンな新しい技術パラダイムの下で経済成長を図る路線への転換が明確になってきた。グリーン成長とは、環境維持と経済成長が連動しクリーンエネルギー活用や温暖化効果ガスの削減によって環境の基盤を復元可能な状態にしながら経済発展を進めることである。グリーン成長政策では経済、環境、社会政策上の目的を効果的に統合し、包括的でかつ一貫した政策が求められる。つまり、環境の持続性を考慮した消費行動や産業構造や技術の大幅な転換と、低炭素、循環型、高資源効率の経済へのグローバルなシフトが不可欠となる。

そして、その新たな経済成長を支える原動力として期待されているのが「グリーン・イノベーション」である。2009年のOECD閣僚会議では、「グリーン成長」戦略の重要性が認識され、環境への負荷を軽減する環境関連技術のイノベーションを促進させる政策や集中投資が全世界的に実施されることをうたっている。

日本でもこうした環境技術を産業戦略として推進していくことで、雇用を生み出し、ひいては経済の成長へと結び付けたいと考えている。また、持続可能な低炭素経済への移行のためには、クリーンな技術の開発や普及、環境関連商品やサービスの国際市場の発展のため国際協力が不可欠であるとも述べている。そうした中で、これまでの環境への負荷を考慮しない成長モデルから維持可能な成長モデルをベースとした経済社会構造へと大きく変換させるような破壊的創造、つまり新たな技術パラダイムへのシフトに期待が集まっている。

角南　篤
政策研究大学院大学　准教授

村上　博美
政策研究大学院大学　助教授

SUNAMI, Atsushi
Associate Professor,
National Graduate Institute for Policy Studies (GRIPS)

MURAKAMI, Hiromi
Assistant Professor,
National Graduate Institute for Policy Studies (GRIPS)

Declaration on Green Growth
Adopted at the Meeting of the Council at Ministerial Level OECD,
25 June 2009

DECLARE that we:

- **STRENGHTHEN our efforts to pursue green growth strategies as part of our response to the current crisis and beyond, acknowledging that "green" and "growth" can go hand-in-hand.**
- **ENCOURAGE green investment and sustainable management of natural resources.**
- **ENCOURAGE domestic policy reform, with the aim of avoiding or removing environmentally harmful policies that might thwart green growth, such as subsidies：to fossil fuel consumption or production that increase greenhouse gas emissions；that promote the unsustainable use of other scarce natural resources；or which contribute to negative environmental outcomes.**
- **ENSURE close co-ordination of green growth measures with labour market and human capital formation policies.**
- **STRENGTHEN international co-operation.**

（出典：OECD 閣僚会議「グリーン成長」宣言より、2009 年）

2. イノベーション（技術革新）とは

一般的に、「イノベーション」には、新たな技術開発のみならず、研究開発を支える組織や社会システムまでをも含んでいる。具体的には、1）新しいアイディアが生まれ（Invention：発明）、2）そのアイディアが商業ベースで実現可能な形に開発され（Innovation：商業化）、そして3）新しく有益な製品技術・プロセス技術が登場してから、その技術が時間の経過とともに市場や社会に拡散するプロセス（Diffusion：普及）という、3つの段階を経ている。つまり、そうした新たな技術が社会に成功裏に導入されることまでがイノベーションであるといえる。さらに,普及された技術からより高い水準の技術が開発されるという循環過程を経て技術の進歩や波及効果も期待される。

日本政府もグリーン・イノベーションを「生活・地域社会システムの転換及び新産業創出により、環境、資源、エネルギー等の地球規模での制約となる課題解決に貢献し、経済と環境の両立により世界と日本の成長の原動力となるもの」と認識している。そのため、環境・資源・エネルギー分野の革新的な技術等の研究開発と成果の実用・普及のための社会システムへの転換や、新たな発想を活用しライフスタイルや街づくりを推進する一方、グリーン・イノベーションの産業戦略方針として 以下を掲げている。

- 日本発の既存のエネルギー効率の高い技術の国内外への幅広い普及
- 太陽電池（太陽光発電）、蓄電池、燃料電池、超伝導、バイオマス、グリーンケミストリー、CCS（CO_2の回収・貯留）等の革新的技術の研究開発の加速
- 新たな科学的・技術的知見の「発掘」と「統合」による環境・資源・エネルギー分野におけるブレークスルー技術の研究開発

ただ、イノベーション政策に関する研究はまだ発展途上であり、イノベーションに対する政策的効果はこれまであまり明らかになっていない。近年、知識型経済が世界を巻き込んでますます顕著に広がっているが、イノベーションに対する関心も同様に先進国発展途上国問わず高まっている。

また、新技術の普及プロセスに政府が意図的に介入する政策についても、研究は始まったばかりであり、政府の介入が効果的に機能する状況としては、新技術についての情報の非対称性等による市場の失敗を回避するため、政府が情報と補助金の提供を行う程度であり、きちんと評価された政策手段は極めて少ないのが実情である。

2.1 グリーン・イノベーションと市場の課題

インドや中国などで顕著な経済成長と人口増加は、どちらも化石燃料の消費を増加させるため、二酸化炭素排出量を削減するには2つの方法に限定される。一つはエネルギー消費における炭素排出原単位（消費されるエネルギー単位において排出される炭素の量）を減らすことである。この値は天然ガスや風力エネルギー設備の配備により年々徐々に減少している。もう一つの方法は、エネルギー効率を上げることでエネルギー原単位（1GDPドルに対するエネルギー消費）を減らすことである。これにより、高効率の技術をもつ国はこれまでの同じエネルギー消費単位から、より大きな経済的生産が行えることになる。

どちらの方法も、新しい技術やこれまでの技術を進歩・改良させるための継続的な技術開発が必要不可欠である。特にこれらの環境への負荷を低減させる技術は先進国で主に開発されてから、他の途上国などの地域へ広がっていく傾向にある。つまり、途上国などの小規模な国ほど生産性向上に寄与する技術のほとんどが国外の技術であり、そういった技術が途上国へ広く伝播・普及するペースはかなり遅いことが課題である。クリーンな技術の採用を奨励するような環境規制などが必要であるが、経済成長を優先する途上国政府にとっては難しい選択でもある。

一方、イノベーションによって環境の負荷を抑制する技術が向上し、汚染抑制のためのコストや環境規制を適用するコストを下げることができる。時間が経過するに従い、低コストで環境規制を実施できる国が増えていくことになる。クリーン・エネルギー技術など受入国がその技術を採用するインセンティブを与えなければ、一般的になかなか先進国から途上国へ伝播されることはない。SO_2やNOxや鉛とちがって、経済発展の優先度が高い途上国では、なかなか二酸化炭素排出に関する厳しい規制を課すことは考えにくい。現実的には中国のように、ある程度の排出量削減は求めるものの、エネルギー効率技術などと抱き合わせなどで恩恵がなければ、なかなか普及していかないということである。

グリーン・イノベーション技術の開発と市場への普及を促進するためには、環境規制や市場での価格というインセンティブのみならず、政府によるR&D支援が大きなかぎとなると考えられている。新しいアイディアが生まれても、そのアイディアを開発するための投資がなければ商品化されず市場には出回らない。特に、民間企業による環境への負荷を軽減・抑制する技術に対するR&D投資へのインセンティブをどう高めるかという課題がある。

例えば、政府が環境規制を強化しなければ、環境への負荷を軽減する技術に対する需要が生まれず、民間によるR&D投資が増えないということがある。つまり、環境への負荷を抑制するという目的の技術に対して、企業が投資をする十分なインセンティブが見いだせないのである。投資が少ない一つの要因は環境における外的経済要因である。例えば、生産する過程で排出された物質が原因で起こる大気汚染などの公害があっても、市場が商品の生産過程に対して値段をつけるわけではない。つまり、政府による規制がない限り企業や消費者は排出量を抑制するというインセンティブを持たない。適切な政策的介入がなければ、排出を抑制する技術の市場の広がりは限定的であり、そのためのクリーンな技術を開発することによって得られる利益は少ない。ただ、エネルギー効率を高めることが排出量を抑えるだけでなく、生産コストを下げるという利点がある場合、企業は開発する利益はある。また消費者のクリーンな技術による製品に対する関心が高い場合、企業は環境にやさしい商品の特徴を宣伝し、他の商品との差別化を図ることも可能である。消費者が排出量を抑える技術を使って生産された商品に社会的利益を見出さない場合、市場によるインセンティブだけでは環境負荷抑制技術の開発を促進することは難しいといえる。

もうひとつの問題は、環境関連技術が公共財として捉えられることである。ほとんどの場合、新しい技術は広く社会全体の利益のための公共の知財ということになり、開発者への報酬が少ないことである。新しい技術が公的なものとなることで、波及効果として更なるイノベーションを誘発する可能性もあるが、こういった環境負荷抑制技術は社会全体にとっては有益であるが、開発者個人にとっての直接的な利益は低い。その結果、企業にとっては公共財となるような技術に関する研究に取り組むインセンティブが低くなってしまう。新技術の需要者は恩恵を受けるが、企業が投資分を回収できないため、環境にやさしい技術のR&Dは市場のメカニズムだけではそれほど多く供給されないといえよう。

2.2 規制とイノベーション

政府が環境規制を強化することで、環境負荷抑制技術の需要が増えるため、イノベーションが起こりやすくなるという関係が指摘されている。特に、気候変動に関する環境関連技術は京都議定書締結後に急増している。ただ、規制の条件や産業の種類などによって結果は一様ではないといえる。

日米独における大気汚染制御装置のイノベーションについて特許データをもとに分析した研究結果では、各国におけるイノベーションはあくまで自国の規制に対応したものであり、他国の環境規制に対応している様子は見受けられなかったとしている。つまり、各国の規制に基づく技術移転は直接的には起きていない。

例えば、一般的に電力産業は輸出商品ではないため、海外の市場の環境基準や規制にほとんど左右されない。例えば、石炭火力発電に関する大気汚染コントロール技術についての分析では、イノベーションは主に国内の規制に対応して生まれているということである。各国で急速に国内特許申請数が増加したのは、その国が発電所に影響する規制を施行した後に集中している。

一方、自動車産業のように、輸出商品として海外

市場で競争する産業においては、外国市場での規制がイノベーションを構築する場合がある、例えば最大の市場である米国が自動車排出量基準の規制を採択した際、米国における自動車の排気ガスに関する特許は海外勢がほとんどを占めていた。韓国の自動車メーカーは日米市場での厳しい排気ガス基準を満たすために高度な排出管理技術を早くから車に搭載し、自国の排出基準の規制をしたのはもっと後になってからという事実もある。風力発電と自動車産業の事例研究などを見てみると、政府の厳しい規制は環境技術のリードマーケット構築に寄与し、輸出能力を強化した、という分析結果もでている。

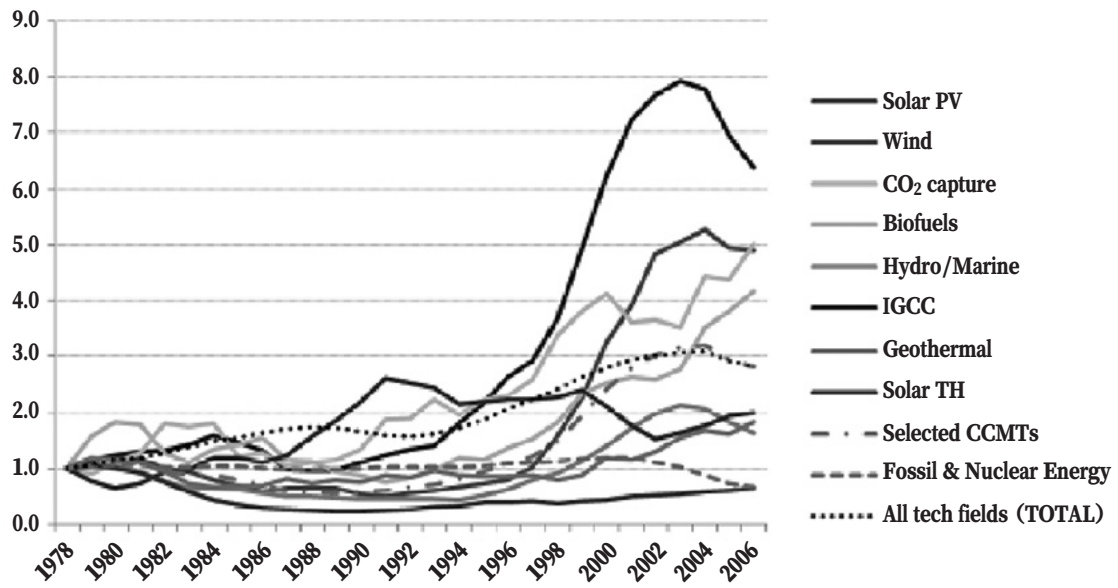
規制が遅れた国においてもイノベーションが起こっているケースもある。後発で規制を行った国では、棚卸のように外国の技術を使うのではなく、その技術が自国市場に合致するようカスタマイズするためのR&Dを行う場合が多い。見過ごされがちだが、既存の技術を自国条件に合うように修正を加えたりする過程でもイノベーションは起こっている。途上国の場合、海外の環境関連技術の知識は技術の直接的な導入という側面より、その国においての今後の環境技術発展の方向性を示す指標の役割を果たしている。

先進国においては、国内政策や気候変動に対処する国際協調的取組みがイノベーションへのインセンティブを高めたため、再生エネルギー技術の特許申請数が近年急速に増加している。同様に炭素税や排出量取引制度などによるエネルギー価格の高騰により、エネルギー効率や代替エネルギー技術のイノベーションも起こってきている。

環境技術イノベーションに対する政策的効果はこれまであまり明らかになっていないが、気候変動緩和技術（CCMTs）においては、京都議定書締結以降急速に環境技術のイノベーションが増えていることは事実である。（図1参照）その他一般のエネルギー技術に比べ、特に風力、太陽光、バイオマス、地熱、水力に関連する特許数が増加したことがわかる。

2.3 イノベーションの指標

環境関連技術のイノベーションを分析する方法として、研究開発費や特許データが用いられる。しかし、研究開発費のデータはあくまでもイノベーションプロセスの相対的なインプット情報としてであり、イノベーションの結果がどうであったかということとリンクしていない。それに比べて特許データは個々のイノベーションに関する詳細な情報を提供しており、技術革新の発信国や個人・企業名、関連技術の特許など有用な情報を得ることができる。ただ、必ずしも最も多く特許が申請されたイノベーションが普及しているとは限らない。特許を申請する企業は新しいプロセスというより新しい商品に対して行う傾向があり、各国の環境政策のシフトによってイノベーションの質が変化する流れまで正確に反映されていない可能性もある。ただ、現時点においては、グリーン・イノベーション研究に関して特許データ分析が最も有効ということは紛れもない事実である。



（出典：N. Johnstone "Climate policy and Technological innovation and transfer" 2010, OECD）

図１　世界における気候変動関連技術の特許数の伸び （1978 = 1.0）

3. グリーン・イノベーション政策

環境政策と環境汚染を解決するための技術的イノベーションがどうリンクしているかを理解することは重要である。特に気候変動の分野においては、その対応にかかる経済コストはイノベーションの速度に大きく影響される。政府による政策が気候変動緩和技術に関する開発と普及を加速させる役割を果たすと考えられているが、現時点では検証研究がそれほど蓄積しているわけではない。例えば、二酸化炭素排出量を減らすための政策はまだ実施してから数年しかたっていないため、これらの政策が実際にどのような効果をもたらしたのかまだ研究は不十分であるといえる。

3.1 政策の方向性

地球温暖化に対して早急に環境への負荷を低減するために、政府による主導的な取り組みを主張する声がある一方で、かつてのアポロ計画やマンハッタン計画のように政府が国策として技術革新を誘導する方法に疑問を呈する声も多い。グローバルな気候変動への懸念やリスクに対し、政府による技術政策はある程度必要であるが、それが根本的な解決策にはなりえず、国家主導方式では資源を無駄にし、達成する目的も限定されてしまうという現実からである。確かにアポロ計画やマンハッタン計画は、目的設定・資金・管理すべて連邦政府によって行われたが、その最終消費者は結局のところ政府であった。ところが、気候変動といったグローバルな問題に対処するための技術は、幅広く多様な業種にわたる中間・最終消費者によって実際に利用されなければならず、それに加え巨額の官民の資金拠出を伴う。そのため、地球温暖化への技術的解決策には長期間にわたる運用の費用対効果、利便性、システムへの信頼性が求められる。長期にわたり数々の技術が投入され試される中で、それらの技術がさらに進化し向上していくことを考慮すれば、現時点で達成すべき技術を特定せず、技術進化の動向によってプレーヤーが順応できるフレキシビリティを残しながら、長期的なビジョンと方向性を示すことが重要であろう。

3.2 規制と競争力の関係

政府による環境規制の方法については、技術や導入コスト、新しい技術の有用性などを十分に考慮しなければ、企業の競争力をそぐことにもなるので、きわめて慎重な検討が必要である。既存の技術を使っている企業が、新しい特定の技術の導入を強制されれば、コストが上昇する上、導入後に新しい技術が開発されたりした場合のリスクを負うことになる。

例えば、日欧の新技術転換政策の比較研究がある。欧州において製造過程における水銀排出量の規制を徐々に強化した政策が実施されたが、企業は生成された水銀を便宜的に除去あるいは無害化する直接型の技術や、水銀排出量を削減するプロセスの向上にR&Dの焦点をしぼり、新たに建設された工場でも水銀が生成される既存の生産ライン技術を維持した。つまり、水銀排出量を削減する技術が進化したために、水銀の発生を根本から抑さえる間接型の技術（クリーン技術）への転換が遅れたのである。環境負荷低減技術の転換は早くは進まなかったが、企業の競争力は温存されたといえよう。

一方で日本政府は、欧州のケースと同じ化学産業に対し水銀が生成されないプロセスへ転換を促進する政策を打ち出した。企業は水銀を削減するプロセスではなく、クリーン技術へのR&D投資を行った。日本政府は新技術への転換を短期間で促す政策をとったため、企業はその当時有力だった技術を取り入れたが、のちに不適切な技術だと判明したため急きょ企業は次の新技術を導入することになった。これによって企業の技術転換コストは必要以上に上昇した上、多大な投資が無駄になり、企業の競争力にまで影響を与えてしまう結果となった。このことから、特定技術の採択を短期間で迫るような政策ではなく、その産業にとって適切な技術の広範囲にわたる採択、及び最終段階までの技術の開発がかぎとなると結論づけている。

もちろん、環境規制政策がなければ、企業は排出量を削減するといったコストの高い技術をあえて採択するインセンティブはない。つまり、前述の例にあったように既存の製造プロセスから生成された汚染物質の排出量を減らすことに焦点を置くのか、それとも排出自体をなくすことが重要なのか、また、既存の化石燃料によるエネルギー発電よりコストが高い風力や太陽光などクリーン・エネルギー技術を奨励する政策をとるのか、政策の方向性についての決定には慎重な判断が求められるであろう。

競争力の底上げを考慮すれば、政府には長期にわたるR&Dへのインセンティブを奨励または支援する役割がある。例えば太陽光エネルギーを見てみても、研究は1970年代の石油危機にすでに始まっているのに、現時点ではまだ市場は小さくコストに問題を抱えている。環境規制によってグリーン・イノベーションを奨励しても、民間企業ははやり製品化に近い技術に焦点をあてる。つまり、政府の役割は、あらゆるエネルギー源の排出量削減を最終目的

とするのであるから、民間企業が長期的投資を行うにはリスクが大きい基礎研究や、市場ではまだ利益を得られない応用研究などの分野に資金的支援を行うことであろう。

3.3 市場メカニズムと誘導政策

環境負荷抑制のための規制に関していろいろな誘導政策がある。例えば、命令統制型規制は特定の実施濃度レベルを設定するもの（SO_2排出量など）や再生エネルギー源から生成される電力の割合を指定するものなどがある。市場メカニズムを利用した政策では排出量に対し価格を設定する方法がある。例えば、炭素税のようにフィーとして直接的に課すもの、または間接的な方法として米国のSO_2市場のように企業間での排出権利の売買を行うものや、EUの二酸化炭素排出量取引制度などがある。

一般に、市場メカニズムを利用した政策は、環境基準の継続的な向上に対し恩恵が得られるため、イノベーションに対しより大きなインセンティブを提供すると考えられている。一方、命令統制型政策は基準に満たない汚染業者を罰するが、基準を上回る優良業者に対し何もその努力を称賛しない。例えば、米国の大気浄化法（1990年）が制定される以前においては、新規の工場は硫黄酸化物を除去する排煙脱硫装置の設置が義務付けられていた。その結果、1990年以前のイノベーションは環境の負荷削減ではなく、環境脱硫装置のコスト削減に焦点があてられていた。1990年の大気浄化法の制定により、工場の排出源から硫黄酸化物を削除する排煙脱硫装置の能力をアップするイノベーションへシフトするという質の変化が明らかになった。

市場メカニズムを利用した政策は国によって効果にばらつきがあるという研究もある。再生エネルギー分野のイノベーションについてOECD25か国について調査を行い、価格ベースの政策である税額控除や固定価格買い取り制度と、量的制度である再生エネルギー命令統制型規制などの違いについての研究がある。例えば、企業が代替エネルギーを供給しなければならない命令に直面した場合、企業は製品化に一番近い技術に絞ってイノベーション努力を行う。それに対し、価格など直接的なインセンティブを付与した場合には、太陽光やエネルギー焼却炉などの技術のイノベーションに対し効果があったといえよう。ただ、競争の激しいこれまでのエネルギー技術と違ってそれほど熾烈な競争条件ではないことに留意する必要がある。

つまり、長期にわたるイノベーションを奨励したいと考えている政策担当者にとって、グリーン・イノベーションは市場の競争原理からは程遠い技術だということである。経済学者はよく広い意味での市場型環境技術政策（排出課金や市場が勝者を選ぶといった方法）を提唱するが、これは実際、短期的には企業が最も効果的な短期戦略を選ぶため、低い遵守コストとなってしまう。企業が製品化に近い技術に焦点を当てるため、市場メカニズムを利用した政策は、クリーンな環境技術の発展に必要な長期的な需要に対するR&Dのインセンティブを作り出すことができない。

これからわかることは、それぞれ両立がむずかしいということである。まだ費用対効果が少なく高価で新しい技術を採用することを奨励するか、投資税控除や技術命令統制型規制といった直接的政策が必要なのか。企業にとって費用対効果がない技術を使用することを強要される場合、遵守コストが問題になってくる。一つの解決策は、広い意味での市場メカニズムによる政策を用い、短期的な遵守を低いコストに抑え、研究開発プロセスを支援する方法を用いて、これからの新しい技術の研究を後押しすることだ。つまり、政策上焦点をおくべきことは、新しい技術の継続的な向上を奨励するものであり、その技術自体の採用ではないということである。

3.4 技術移転について

グローバルな環境問題に対応するためには、技術移転抜きに途上国へのクリーン技術の展開は難しい。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は技術移転を「いろいろなステークホルダーが共存する中で、ノウハウの流れや、気候変動への順応経験や気候変動を緩和する機器などの幅広いプロセスの集合体」と定義している。ただし、技術移転の方法によって途上国が得る恩恵が違う。まず、商品や製品が輸入という形で途上国に入る場合と、技術のノウハウや経験が現地に移転される場合（現地生産などで、現地の人を雇い訓練などを行う）では、後者の方が技術移転によって途上国のスキルを向上させ、現地における将来のイノベーションに結びつく可能性を持っている。

技術移転が起こるきっかけは、公的資金（政府、NGO）など援助金という形のものと、民間による投資がある。民間投資に比べ、ODAの資金の流入は少ないが、民間投資がない地域にとっては非常に重要なものになっている。気候変動の場合には国際協力の形をとる場合が多く、例えば、UNDPやUNEP,世界銀行などが共同で地球環境ファシリティ（GEF）を立ち上げ、グローバル環境を保護するための途上国プロジェクトへ資金を出している。

一方、民間企業は途上国に対して国際貿易、直接投資、ライセンス生産という3つの方法で技術移転

を行っている。環境にやさしい技術の移転に関しては、技術の性質やどれだけ環境政策によって外的経済要因が修正されるかが重要となってくる。

エネルギー消費を減らすことは企業にとってコスト削減につながるため、エネルギー効率に関するイノベーションは環境政策がなくても伝播する。途上国においても同様で、エネルギー効率の高い技術は政策の支援がなくても企業が生産コストを下げたいために普及する傾向がある。ただし、排出量を制限する政策がなければ、企業はエネルギー効率技術に投資を十分に行なわないことになるだろう。

ほとんどの環境負荷抑制技術は最初に先進国で開発されるが、これらの先進国の企業が途上国へ進出する際、最新鋭のクリーン・エネルギー技術を現地に導入するインセンティブがなく、古い技術を導入するケースが多い。多くの途上国は、先進国と同じような環境規制を敷いておらず、日本や米国など外資企業などにとって自発的に高度な技術を移転するインセンティブは低い。よって競争力の観点からも、いかに途上国の政府がクリーン・エネルギーを奨励するような規制を課すことができるかが重要なカギとなってくる。

4. 日本の国際競争力と課題

世界におけるR&DはほとんどOECDの先進国で行われており、環境政策によって環境にフレンドリーな技術の開発が誘導されている。日米独及び中進国・途上国14か国を対象にした分析では、公害を削減するための支出が増加する国ほど環境にフレンドリーなイノベーションが増えていることだ。再生エネルギー・二酸化炭素回収貯留・ビルのエネルギー効率技術などの気候変動に関するイノベーションはほとんど先進国で起こっており、特に日米独の3か国で全体の3分の2を占める。

そんな中で、環境技術など技術的には高い能力を持っているはずの日本企業が環境技術分野において国際的に真に競争力を有するかについては、これまで詳しく検証されてこなかった。先行研究においても、日本の環境技術における国際競争力が他の国と比較して非常に高いと分析されてきた。しかし、それらの分析方法ではそれぞれの国内市場特有の特徴や条件を考慮していない可能性がある。

例えば、日本国内の特許出願数は他の国に比べて相対的に多いが、それにはいくつか理由が考えられる。国内の技術力が優れているので国内特許数が多いという見方もあるが、それ以外に見かけ上多くなる要因がある。まず日本の国内市場は米国に次いで大きいことである。つまり、国内のマーケットの規模がある程度大きい場合には、国内市場だけで十分収益があり、2か国以上の国で特許を出願する必要性があまり見いだせない場合が多い。

さらに日本の場合、国内産業の業種の分布が電機産業や自動車産業などに偏っているために、特許数が相対的に多くなっている。つまり、電機機器に関する技術においては一種類の製品を作るために多くの製法特許をとる必要があり、医薬品などに比べて特許が量産されるという特徴がある。また、電機産業の国内競争が激しいために、それほど重要ではない技術に関してもライバル競争から特許を取得するなど特許数が増える傾向にある。近年特許制度については国際的調和が進んでおり、2か国以上の特許出願に関して制度上の障壁はほとんどないと考えてよい。つまり、日本のように国内市場の特殊要因があるため、国内出願特許数の単純な国別比較では競争率力の比較がむずかしいといえよう。

5. 本研究の目的と調査方法

グリーン・イノベーションは、日々の累積的イノベーションから技術パラダイムの転換をもたらす革新的イノベーションまで幅広く、技術のみならずビジネスモデルや市場創出の仕組みにいたるまで、様々な形態が求められている。そこで、政府の役割や官民の連携などイノベーション政策が果たす役割は大きい。そういう状況下で、本研究は省エネ、新エネの環境技術を分析可能な範囲で特定し、グリーン・イノベーションを促進するための政策の土台となる情報収集、分析、研究をその分析手法を同時に開発しながら行うことを目指している。

これまでの日本の環境イノベーションを分析すると、規制などの国の政策によって誘発される環境イノベーションがある一方、「環境問題解決に貢献したい」という需要側のニーズがイノベーションの原動力としても大きなかぎとなっている。日本の競争力向上や途上国での技術普及を高めるには、需要側の政策が今後重要となり、誘発形態の違いとイノベーションがどう関連しているのか、また環境技術を活用しイノベーションを可能にする日本国内産業のネットワーク・クラスターなど日本独自の優位性についても考慮し、世界の市場の動向を見極めた上で日本の新たな産業構造の構築に沿ったグリーン・イノベーション政策とイノベーションシステムの今後のあり方について分析・研究を行う必要があると考えている。

本研究では特許データを元に環境技術における日本の競争力優位性についての分析を行う一方、実際の日本の環境技術がどのように展開されているの

か、東南アジア、韓国、ブラジル、インド、中国など現地調査を行い日本の環境技術を海外展開し国際競争力を高めるビジネスモデルや、新たな資源循環システムの構築などについて分析・研究を行っている。これらの調査・分析を踏まえた上で、日本の環境関連技術産業に関するグリーン・イノベーション政策を策定する上で考慮すべき課題を示すことを目指している。環境技術産業の育成・奨励や環境保全などに関する国内政策、官民の役割分担、環境技術を輸出する際の対外政策など包括的なグリーン・イノベーション政策の形成に資する定量的かつ定性的な分析をまとめ政策目標にあわせて整理する。また、海外進出企業が直面する問題を踏まえ、日本で生まれた低環境負荷の概念や技術を有効に活用するための促進政策などについて選択肢を示す他に、各国の環境技術の対外輸出における政府の役割や、日本の環境関連技術の優位性を踏まえその実用性と世界市場での有効性について分析を行う計画である。

5.1 データ分析結果から

本研究では、環境技術における日本の国際競争力を定量的に分析するために、統計的手法による特許分析によって日本発の環境技術が世界の中でどのような位置を占めるかを分析し、国際競争力を数値によって具現化することを目指している。クラスター分析手法により、より細かい環境技術の分類を行い、2か国以上に登録している国際特許出願数を基にデータ分析をし、より具体的な環境技術分類においてどの国に競争力の優位性があるのか明らかにする。途中分析結果によれば、日本はエアコンや自動車に関する環境関連技術分野において若干優位性はあるものの、米国・ドイツの国際競争力が高くほぼすべての分野において圧倒的に優位性を持つことや、また韓国の競争力が太陽光発電分野で米国・ドイツ・日本を急速に追い上げていることが明らかになった。つまり、これまで包括的に日本が環境技術分野において特許出願数が相対的に多く、世界一の国際競争力を持つという通説に対し、日本がもつ世界一の技術分野はかなり限られている事実が明らかになった。

5.2 海外市場における制度・事例研究から考察する「競争力」について

新エネ、省エネ分野に関する幅広い環境技術について市場性や当該国の環境技術政策などの取り組みや、海外進出企業の直面する問題について調査を行った。具体的には、地熱発電（インドネシア）、環境教育を展開する企業（ベトナム）、アジア地域内で資源循環を構想しアジア地域へ進出をはかる企業（タイ、インドネシア）、そして日本の環境技術にとって潜在的に大きな市場の一つであるブラジルの再生エネルギー、固体廃棄物処理、水処理など環境政策市場について現地調査を行った。

これらの調査から明らかになったことは、日本企業の製品は質が高いがコストも高いという事実である。途上国への参入という点では、平均所得が低いことから、値段が高い製品は価格が障壁となりなかなかシェアを伸ばせない。一方、途上国では環境規制よりも経済発展を優先するため、現地政府は環境負荷抑制の規制や政策にあまり積極的ではない。日本企業もその国の規制や政策以上の環境負荷抑制技術をあえて導入せず、既存もしくは古い技術を用いて現地生産などを行っている。一部の例外は除いてほとんどの企業が現地の緩い環境規制レベルに合わせており、日本での工場排気基準や労働環境などのスタンダードを現地でも維持するという企業はなかなかないのが実情である。日本製品がこれらの途上国市場で競争力をつけるためには、投入する製品の価格・コストを下げる、もしくは当該国の環境規制の強化を働きかけることで、ある程度高い基準が実現可能であれば、日本の厳しい基準もクリアした質の高い製品の優位性が見込まれるであろう。前者の場合は、現地市場へ展開する際のカスタマイズ・コストを下げるために共同でR&D拠点を作る（もしくは政府が支援する）など方法がある。一方、環境規制を強化するという点については、現地政府への働きかけになるが、実際法律ができても運用ができないという問題がある。つまり、イニシャルコストはかかるが企業や産業の自主的なスタンダードづくりを奨励することが、長期的な視点でみた場合日本製品の競争力をつけるということにつながるのではないだろうか。

これは、導入の時点では企業が環境汚染防止のコストを負うことと、環境汚染がすすんでから後でコストを負うのは当該国、当該自治体であるという、コストの支払者の違いがあり、利益の受益者は社会（公共財）となることからインセンティブが働きにくい。当該政府が規制に積極的に取り組まない背景には、現時点においての環境負荷抑制コストは高いが、将来的に新技術の開発などでコストが低くなる可能性もあるためである。今の新しいクリーン・エネルギー技術も、もう少し時間が経過すれば、アクセスが容易な技術になり、排出量を削減するコストは下がると期待される。

6. 最後に

グリーン経済成長政策では、高コストの設備投資

などの負担や、市場化に時間がかかる技術に対する長期的な投資に対するインセンティブを設けることや、需要喚起及び補助金などの誘導策など政府の役割が重要視されている。そういった状況下でグリーン・イノベーションに関する政策決定や、政策の経済学的な評価手法など、政策の企画・推進を行うための基盤が必要である。各国政府の環境政策に関する動向や日本企業・産業の優位性についての分析情報を把握することは、環境政策に関する選択肢を増やすことにつながっていく。

以上のことを踏まえ「グリーン成長」を支える新たな技術経済パラダイム構築に向けて、日本として以下の取り組みが重要である。

1. 長期的な政策により技術革新と制度改革を実施する
2. 現在のICTパラダイムで普及している技術を積極的に活用する
3. 急進的及び漸進的イノベーション双方が必要であるが、積極的な政策誘導によって長期的な技術革新の方向性を与える
4. 多くの多様なアクターを対象とするネットワーク型のアプローチが必要
5. 政府内に司令塔的役割を果たす組織を設置し、省庁横断的な資源配分や産学官の連携による研究開発を促進する
6. 海外との連携も積極的に進め、イノベーションに不可欠な多元性と競争原理を確保する

途上国の経済が発展するにしたがって、環境汚染も増えていく。これらの途上国では環境規制よりも経済成長の優先順位が高く、グリーン技術の発展を奨励するような環境政策は必要である一方、経済成長を妨げるような要因は作りたくないと考えている。ただ、先行研究からも明らかなことは、グリーン技術の普及のスピードはゆっくりとしか進まないということである。ただし、エネルギー効率の高い技術は政策上の支援がなくても途上国で普及する傾向がある。つまり、環境汚染防止技術と省エネ技術を双方搭載させ、途上国へ展開することも日本の一つの戦略となるであろう。

対外的戦略についても日本が得意とする材料開発から製品開発までの一貫した高度な技術のみならず、他国との差別化を図るため国内の技術や国内の他産業との連携を模索することが求められている。中国やインド、韓国企業など価格競争がいっそう熾烈になる中で、日本企業は環境技術に関してはCSRも含めた新しい環境ビジネスモデルを模索する必要がある。つまり、日本企業が進出しそのビジネスが成功すれば良いだけという政策志向では不十分であり、同時に領域全体で環境負荷低減の両立を促し、現地の住民や国にとってもWin-Winとなるモデルを考えることが、国際競争力を高めることにつながっていくはずである。

《参考文献》

- Lanjouw and Mody（1996）"Innovation and the International Diffusion of Environmentally Responsive Technology", Research Policy 25：549-71
- David Popp（2009）"Policies for the Development and Transfer o Eco-Innovations; Lessons from the Literature", OECD Environment Working Papers No. 10 ENV/WKP（2009）5
- Masaru Yarime（2007）"Promoting Green Innovation or Prolonging the Existing Technology：
- Regulation and Technological Change in the Chlor-Alkali Industry in Japan and Europe." Journal of Industrial Ecology Vol. 11 No. 4
- Nick Johnstone（2010）"Climate Policy and Technological Innovation and Transfer： An Overview of trends and Recent Empirical results" OECD Working Party on Global and Structural Policies, ENV/EPOC/GSP（2010）10
- David C, Mowery, Richard R. Nelson, and Ben R. Martin（2010）"Technology Policy and Global Warming：Why New Policy Models are Needed." Forthcoming article
- H. Odagiri, A. Goto, A. Sunami, and R. Nelson eds.（2010）Intellectual Property Rights,
- Development, and Catch-Up： An International Comparative Study. Oxford University Press
- Steven L. Puller（2006）"The Strategic Use of Innovation to Influence Regulatory Standards" Journal of Environmental Economics and Management 52; 690-706
- Thomas A. Weber and Karsten Neuhoff（2010）"Carbon markets and Technological Innovation" Journal of Environmental Economics and Management 60：115-132
- Marian Beise and Klaus Rennings（2005）"Lead markets and regulation：a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations" Ecological Economics 52：5-17