

平成23年度 環境経済の政策研究

日本の環境技術産業の優位性と国際競争力に関する分析・評価及び

グリーン・イノベーション政策に関する研究

最終報告書

平成24年3月

政策研究大学院大学

東北大学 国連大学

目次

I 研究の成果および進捗結果	5
1. 研究の成果	5
1.1 研究の背景と目的	5
1.2 2カ年における研究計画及び実施方法	7
1.3 本研究の成果	9
1.4 行政ニーズとの関連・位置づけ	9
1.5 政策インプリケーション	10
2. 2カ年における進捗結果	13
2.1 2カ年における実施体制（研究参画者と分担項目）	13
2.2 2カ年における進捗状況	14
2.3 ミーティング開催や対外的発表等の実施状況	21
II. 研究の内容	25
<要約>	25
1. 序論（規制とイノベーションについて）	34
1.1 イノベーションの定義	34
1.2 環境規制とイノベーション	36
1.3 グリーン・イノベーションと市場の課題	36
1.4 新しい政策パラダイム	40
1.5 韓国のグリーン・イノベーション戦略（参考）	42
1.5.1 新しいパラダイムと組織	42
1.5.2 韓国政府が特定した環境コア技術	43
1.5.3 27のコア技術の商品化戦略	45
1.5.4 再生エネルギー・クラスター形成と FDI 政策	47
1.5.5 済州島におけるスマートグリッド実証試験	49
2. 特許分析による日本の環境技術の国際競争力について	51
2.1 環境技術と特許データ	51
2.2 特許データによる日本の優位性	52
2.3 特許データ分析方法	54
2.4 日本の競争力に関する分析：公害関連技術	57
2.4.1 水処理分野	58
2.4.2 固形廃棄物処理分野	66
2.4.3 大気汚染緩和技術分野	72
2.5 日本の競争力に関する分析：気候変動関連技術	77

2.6	太陽光発電イノベーションに関する実証研究及び政策含意	81
2.6.1	特許出願の時系列分析から見た企業の技術力の動向	85
2.6.2	自国特許出願数と国際特許出願数トップ20の企業に関する時系列分析	88
2.6.3	日本企業の出願の特徴と国の大型プロジェクトの関係	90
2.7	太陽電池セルの世界市場シェアと国際特許出願	93
2.8	結論：特許分析による競争力について	100
3.	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	109
3.1	事例研究を行う目的	109
3.2	インドネシアにおける日本の地熱発電技術の現状と可能性	111
3.2.1.	地熱エネルギー概略	111
3.2.2	インドネシアにおける地熱発電事業：背景と目標値	116
3.2.3	目標達成に向けた取り組み：日本及び世界からの投資の現状	118
3.2.4	参入障壁と課題	121
3.2.5	インドネシア（地熱）に関する考察	123
3.3	ベトナムの市場とVINAX	125
3.3.1	VINAX 進出の経緯・背景	126
3.3.2	VINAX の営業力	128
3.3.3	ベトナムにおけるCSR活動	129
3.3.4	VINAX のトイレの環境関連技術	137
3.3.5	INAX の環境イノベーション・モデル	139
3.3.6	INAX ケースからの考察	140
3.4	ブラジル	142
3.4.1	調査の背景と目的	142
3.4.2	基礎公衆衛生関連分野	143
3.4.3	省エネ技術分野	151
3.4.4	再生可能エネルギー分野	161
3.5	中国環境技術市場と動向	172
3.5.1	中国における環境問題	172
3.5.2	中国政府による環境問題への対策	176
3.5.3	中国の目指すグリーン・イノベーションと低炭素経済	180
3.5.4	「十二五計画」	182
3.5.5	中国における都市開発の新しいモデル	185
3.5.6	天津エコシティー：「中新天津生態城」	192
3.5.7	中国における風力市場参入事例（デンマークのケース）	209
3.5.8	中国での改良イノベーションと技術標準への取り組み（花王上海）	222

3.6 インド	229
3.6.1 インドの環境技術市場と動向	231
3.6.2 インドにおける電力供給の現況	239
3.6.3 インドにおけるソーラーエネルギー開発	245
3.6.4 インド市場での日本企業の動向	254
3.6.5 インドの産官学連携	258
3.6.6 課題及び今後の可能性	259
3.7 アジア資源循環構想と日本の競争力について	261
3.7.1 DOWA の資源循環システム	262
3.7.2 DOWA の東南アジア事業	263
3.7.2 インドネシアにおける DOWA の事業	264
3.7.3 タイにおける DOWA の事業	266
3.8 結論：制度・事例研究からの競争力について	269
4. 結論：政策インプリケーションとグリーン・イノベーション政策	284
4.1 特許分析による競争力比較：政策インプリケーション	286
4.2 海外市場における制度・事例研究：政策インプリケーション	290
III. 添付資料	305
Appendix	305
参考文献	340

I 研究の成果および進捗結果

1. 研究の成果

1.1 研究の背景と目的

背景

近年、気候変動問題等地球的な課題を背景として低炭素社会構築を目指す動きがある一方、京都議定書後の新たな枠組みへの合意が得られないなど、経済状況に密接に関連する各国の足並みはそろっていない。日本も東日本大震災に伴う東電福島第一原発事故による化石燃料へのシフトや経済への打撃など直面する課題は多い。しかし、経済成長とエネルギー需要増大により、低炭素型や自然・再生エネルギーなど効率向上も目指したシステム導入やエネルギー源分散を通じたエネルギーの安定的な確保が求められている。

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かつて経済発展を進めることである。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、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。グリーン成長政策は経済、環境、社会政策上の目的を効果的に統合し、包括的かつ一貫した政策が求められる。環境関連技術の需要の創出と高コストで即市場化できない技術に対して研究開発インセンティブを付与し、消費や生産活動によって環境に悪影響を及ぼす分野については政府による政策介入が不可欠になる。

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ライフスタイルへ組み込むことを推進し、高効率なエネルギー利用や普及を行っていくことで、雇用を生み出し経済成長へと結び付けていくことが必要である。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拡大のため国際協力も重要であり、さらに需要を刺激する策も不可欠である。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。

低炭素社会の構築の上では、日本の先進的なインフラや環境技術の国際的な展開が可

能ではないかと考えるのが自然であろう。例えば、太陽光発電や蓄電池等の個別環境エネルギー技術や、地域熱供給、スマートグリッドや HEMS, BEMS 等のインフラにおいても日本の技術優位性が指摘されてきた。しかし一方で、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明らかにされてこなかった。国内の産業構造や社会システムの再構築を視野に入れ、大規模の設備投資や基礎研究支援、イノベーション、そして需要拡大によってコストを下げ広くグリーン技術を普及させるような包括的な視点や、特に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など、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。

これまでの環境技術に関する国際競争力比較研究においては、日本企業の環境技術における国内の特許出願数が多いため、他国に比べ日本の国際競争力が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。特に日本国内の特許出願数が他の国に比べて相対的に多い要因として、1) 国内産業の業種の構成が電機・自動車産業などに偏重していること、2) 業種として特許が量産されるという特徴があること、3) 国内企業数が多いためライバル競争が激化した結果特許出願数が増加する傾向があること、そして 4) 日本の特許制度上の制約：多項出願が実質制約されていたため、関連する発明が細かく分割されてしまうこと等がある。つまり、国内出願特許数などの単純な出願数の国別比較では真の競争力比較が難しいといえる。

一方、環境技術等を取り巻く事業環境としては、韓国・台湾及びその他の新興国企業等の市場参入に伴い、競争が激化し、たとえ高い環境技術を持っていたとしても日本企業による国際的環境技術展開は必ずしも容易ではない。中国やインド、韓国企業など価格競争がますます熾烈になる中で、日本企業は高い環境技術を使って海外市場で成功するための新しいビジネスモデルを模索する必要がある。環境技術等の国際的展開においては、技術優位性のみならず、環境技術のコスト問題の解決や、複雑な政治的社会的問題を踏まえて対処する能力や、技術導入後のメンテナンスにまで踏み込んだサービスの提供が求められている。

環境技術のみを売るのではなく、環境への意識を高めるような環境教育や、現地の直面している環境問題を解決する取り組みなど付加価値をパッケージにして提供するというような、その国際的展開を可能にするための包括的国家戦略や海外市場そのものを拡大する政策的支援等を含む国による「環境マーケティング戦略」が不可欠である。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。

目的

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す。

また、環境技術における日本の国際競争力の優位性について分析する。まず、本研究では特許データを用い、省エネ・新エネの環境技術を分析可能な範囲で特定する。そして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、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。また、実際の国際市場で環境技術を活用して日本企業がどう競争力を高められるのか実地調査を行い課題や障壁について分析する。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になっている。日本の競争力向上に求められる他国での技術普及をより高めるには、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。

1.2 2カ年における研究計画及び実施方法

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、特許データだけでは説明できないイノベーションの実体については事例研究で明らかにする。とりわけ、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、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・研究を行った。

本研究で検証する仮説として、以下の3つに焦点をあてている。

1. 日本の環境技術のほとんどは、国際的に見ても優位なものが多いにもかかわらず、世界市場では導入されていないのは、政府の技術の国際的な伝播を後押しする策が必ずしも十分でないからである。
2. 日本の環境技術の発展には、政府による環境規制が技術イノベーションに貢献した。
3. エネルギーの相対価格の上昇が、省エネ技術の開発と導入に大きな影響があった。

これらの検証仮説を踏まえて以下の研究を実施した。

(1) 特許データ分析による世界と日本の環境技術の競争力比較

環境技術の網羅する分野を定義・分類し、それに基づいて特許分析による環境技術の国際比較を行うことで、日本の環境関連技術の優位性について分析する。

① 環境関連技術のクラスター定義

まず、多義的な用語である「環境関連技術」とは具体的にどのような技術から構成されるのかを定義し、本研究で扱う範囲を規定する。技術の定義はフリーキーワードから出発し、1) 特許文献をフリーキーワードで検索する、2) ヒットした特許に付与されている IPC の集計を行う、3) 高頻度で出現する IPC をキーワードと関連付ける、4) IPC 間の co-occurrence とクラスター分析を行い「環境技術」の IPC での表現として適切な組み合わせをクラスター単位で定義する。

② 特許出願数の国際比較

上記で定義した IPC をもとに、全世界の特許情報をカバーする EPO-PATSTAT データベースを用いて、各技術クラスター別に各国の特許出願数を集計する。出願数の集計は、単純集計に加えてファミリーサイズで重みづけした集計や3年間累積前方引用で重みづけした集計を行い、数のみならず特許の質を考慮した指標を作成する。

③ 特許ファミリー分析に基づく技術移転の分析

技術のクラスター別に DOCDB 特許ファミリーにおけるホームカントリー（優先権主張国）とレシピエントカントリー（2次出願国）の分析を行い、技術の発生源と展開先を明らかにする。

④ トレンド分析による実情に近い国際競争力の評価

環境技術が脚光を浴び始めた 2000 年前後以降のトレンドを分析することによって実情に近い国際競争力の評価が可能となる。そのため、5 年区切りの時系列データを分析するなど、条件を変化させて取り組み、実情に近い国際競争力の評価を行った。

⑤ 業別の競争力分析

特許データに記載されている企業名や発明者名などの詳細情報を利用し、特定の環境技術に関し有力な企業の特許や共同出願企業および共同発明者ネットワークの分析などを行い、それらの変化と技術競争力の関連性について分析した。

(2) 環境技術に関連する各国の政府の政策や制度変更、実際に海外進出している企業が直面している課題や障壁や、需要の潜在性について分析する。本研究ではブラジル、東南アジア、インド、中国を対象地域とする。

① 新エネ、省エネ分野に関するできるだけ幅広い環境技術について市場性や当該国の現在の取り組みについて調査する。

② 環境関連技術に関する各国政府による政策動向についても調査する。

③ 海外進出企業の直面する問題について調査する。海外市場での日本の環境技術の実態調査を行い、優れた環境技術に基づき海外に展開している企業の直面している問題点や課題などを整理し、環境政策上どう対応できるか政策提言を示す。これまでのビジネスシステムとは形態が異なる新環境ビジネスシステムの可能性について分析を行う。

(3) 日本のグリーン・イノベーション政策についての考察

(1), (2)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。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。

1.3 本研究の成果

環境技術産業のベースにある技術を分類したうえで、統計的手法による日本企業が持つ優位性などについて国際競争力比較を行った結果を示した。これにより、客観的なデータ分析に基づく日本の国際競争力が他国と比べてどういう位置付なのかを明らかにすることができた。また、海外市場での日本の環境技術を展開している企業などの実態調査を通じて、海外に展開している企業などの直面している問題点や課題などを整理し、環境・イノベーション政策上どう対応できるか政策提言を示した。本研究の調査対象の各国における政府の環境政策に関する動きや、環境ビジネスに関する潜在的需要について調査し、今後の環境政策の地域的・世界的動向の分析結果を示した。それらを踏まえ、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。

1.4 行政ニーズとの関連・位置づけ

グリーン経済成長政策においては、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などへのインセンティブや、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評価など、政策の企画・推進を行うための基盤を提供する。本研究により、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ができ、環境政策に関する選択肢を増やすことができる。

環境技術のイノベーション政策（あるいはグリーン・イノベーション）で重要になる要素は、イノベーション一般にとっても重要な要素そのものである。その上で、環境政策にとって最も重要な視点は、研究開発に伴うリスクをいかに低減するかということと同時に、需要と供給の両方の要素を常に考慮することである。イノベーションにとって不確実性をどう管理していくかという視点に立つと、政府の環境政策に対する一貫的な姿勢が求められる。

また本研究では、需要と供給ではまず需要面を強調した視点で分析を進めているが、需要と供給の両方の要素がイノベーションに働いていることに留意すべきである。本研究の太陽光関連技術の特許分析でも明らかになったが、研究開発のサプライサイドの支援は行ったが、デマンドサイドからの太陽光発電の優遇強化の実施が消極的であったために、中国・台湾勢メーカーの躍進及び欧州メーカーに比べ日本企業の相対的地位の低下は著しい。政府あるいは公的セクターの役割と民間の役割のバランスをうまく取るようなシステムが必要であり、政策によって先に技術を選択してしまうのではなく、それぞれの技術の軌跡をたどるような柔軟かつ長期的な取り組みが求められている。そして、政府の政策だけではなく、環境問題に関係する民間のアクターを含んだ幅広い環境コミュニティの活動もイノベーションに大きな影響を与えている要因のひとつであることも忘れてはならない。

また、本研究の分析・研究成果を利用して、日本が対外的にどのような国際的な貢献をできるか選択肢が見えてくる。例えば、地域のグリーン経済成長のために、IPRを保護しながら開発コストの高いグリーン技術を世界やアジア周辺国に提供するような枠組みを検討するといったことである。また、環境技術をもつ日本企業が海外展開する際の具体的取り組みの指針や、政府がどういう面でそれを促進できるか政策的検討課題を示すことができる。

1.5 政策インプリケーション

環境イノベーションを推進するためには、規制と研究開発、そして普及が重要である。これまで政府による宇宙や原子力といった大型プロジェクトの場合は最終ユーザーに限られ、たとえば政府調達という方法で開発を促進してきた。他方、環境技術については、最終的なユーザーが多種多様であり、幅広く成果が普及することが求められる。普及しなければ環境イノベーションとしては成立しないのである。そうなれば、多大なコストを使って開発された環境技術は活かされず、低炭素・循環型の社会実現へつながらない。

したがって、将来の市場やニーズを的確に把握することが肝要であり、それを探る手がかりになる実装実験を行うことが重要である。実装実験などを通して得られたデータを基に、投資配分を決め規制を設けることでイノベーションを誘導していくことが重要である。それが結果的に競争力の増強につながっていくのである。将来のニーズを把握するためには、内外で行われている実装実験の有効性がその後の市場拡大へのカギになる。

現在求められているのは、環境の持続性を考慮した消費行動や産業構造、技術の大幅な転換と、低炭素・循環型・高資源効率な社会へのグローバルなシフトである。つまり、環境持続性と経済成長をうまく組み合わせるためには、経済、環境、社会政策上の目的を効果的に統合し、包括的かつ一貫した政策が必要不可欠なのである。そのためには、バラバラに行われている縦割り行政の下ではなく、窓口を一つにして国家戦略として打ち出す必要がある。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・推進を行うための人的リソース及びデータ蓄

積といったインフラが必要である。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のである。以上を踏まえて、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特に重要である。1) 長期的な政策により技術革新と制度改革を実施すること、2) 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を実施すること、3) 政府内に司令塔的役割を果たす組織を設置し、省庁間の縦割りの弊害を越えた資源配分や産学官の連携による研究開発を促進すること、そして4) 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ことである。以下に本研究の結果から導き出された政策インプリケーションをまとめて示す。

(1) デマンドサイドの政策の拡充を

今回の太陽光発電の分析で明らかにしたように、サプライサイドの政策とデマンドサイドの両方の政策を企画し、実施し、効果を分析し、改善していく努力が必要である。

(2) 長期的視野に立った継続的な国際知財戦略を

環境技術商品がコモディティ化し市場が飽和すれば低価格競争となり、初期投資コストや利益の回収が難しくなる。技術先行企業は、適切な知財管理と迅速な商品化による市場シェアの先行確保を通じて、先行投資を回収し、さらなる研究開発投資のインセンティブを得る。国としての継続的な知財戦略が必要なのは、国際特許で先行期間の技術優位性を守り、特許使用料や違法なコピーに対する訴訟で先行投資分を回収する意味もあるのである。

(3) 政策分析のためのインフラ整備を

今後政府が特許分析をするにあたり、政策として体系的で長期的なデータの蓄積や政策分析能力を備えた人材の育成など、データベースから政策分析ができるためのインフラを整備する必要がある。

(4) 環境都市は環境技術の将来のニーズ：国をあげてのサポートと国家戦略を

グリーン・イノベーションに関連する多様な環境技術の社会実装実験が可能なのは環境都市である。日本が環境技術の分野において競争力を持つためには、将来の市場ニーズを積極的に模索することが必要不可欠である。そのためには、現在の縦割り行政下で行われている別々の特区認定ではなく、包括的なスーパー特区への全面移行や、資金と人材の支援を強化する必要がある。特に人材については、JICAなどで途上国での環境アセスメントや市場分析ができるような人材を中央から地方へ派遣することで、地方の人材難を支援することが必要である。

(5) 国はスマートという新しい付加価値を検討し、新サービス産業を生み出すための新ビジネスモデル創出検討の施策に重点を

現状では、環境技術を駆使したスマートシティやスマートタウンをビジネスとして成功させるモデルがいまだ単調である。国は、積極的に戦略を練り、ビジョンを考える場を提供する必要がある。そのために研究会を開催し、異分野企業を集結させて、新サービス産業の議論を開始しなければならない。

(6) 国内産業の裾野拡大のための支援を

地熱発電に関しては国内の地熱エネルギー市場を拡大させるために必要な国内の政策的支援や、環境都市プロジェクトに関して国内で、多くの小さな単位のエコスタウン開発事業を推進し、その建設に当たるメーカー、ディベロッパーとの間の様々なネットワークや、マネジメントノウハウを蓄積させ、ビジネスモデルを確立するのが緊要であると考えられる。国内でのノウハウ蓄積や技術力増強が、海外での競争力強化へつながることになる。

(7) 「環境技術の日本」ブランドの構築を

日本の環境技術力を維持・向上させるために環境技術ブランド日本を確立する必要がある。また、相手国政府の省エネ施策の支援や、ライフスタイルの変更にに向けた省エネ広報等の推進が必要であり、現地の消費者が高い環境技術を評価するような環境を作り出すため、途上国政府の技術基準や政策・規制の検討の場に日本のプレゼンスを高めたり、現地の消費者へ直接訴えるキャンペーンが有効であろう。

(8) アジア市場進出の障壁を下げる施策を

現地のライフスタイルのトレンドを政府と企業の間で情報共有することや、政府がリスクを軽減するファンドや資金的支援の枠組みの提供を行うことや、途上国へ進出する日本企業には高い環境規制の適用を奨励する。また、コスト削減と企業の現地化を奨励し、人的ネットワークの構築や民間での調整や連合体での取り組みを奨励する。

(9) アジアと日本を環境的に Win-Win の関係に

現地住民にとってメリットがある日本企業の CSR 活動を奨励し、政府間での枠組み作りなど市場参入支援策を行うことや、技術標準や制度設計などに積極的に参加することが必要である。

(10) アジア域内の資源循環という方向を

日本・アジア資源循環モデルの要は日本、アジア諸国、企業の Win-Win の構造を創りあげることである。日本政府の役割は、希少金属を日本国内に獲得する戦略と共に、それを日本に留めずにアジア域内に循環させる政策を目指すことが重要である。

(11) 日本に環境のコア技術の拠点を

環境イノベーションが、環境規制や環境ニーズをドライビングフォースとしているメカニズムから推測できるのは、環境のコア技術開発で優位に立つためには、環境ニーズが高く、環境制約が厳しい先進国や日本国内が有利だからである。将来の厳しい環境制約を踏まえ

ると、日本は環境イノベーションを安定的に促進させるために、生活者の環境ニーズを高める施策も検討すべきである。

(12) 環境ニーズが途上国でも拡大するための支援を

アジア企業の環境配慮への水準が低いことがビジネスの阻害となっていることが多い。日本の公害問題の経験を何らかの方法によりアジア企業へ広く普及させる必要性がある。環境ニーズが途上国でも拡大するための支援をすることが重要である。

(13) 政府・民間の枠組みを超えた問題解決策の提示を

相手国が抱える社会問題と環境技術を政府と企業が横断的に包括プロジェクトとして取組解決策を提示できないか検討する必要がある。

(14) 産学連携・共同研究の推進を

インド、中国、ブラジルといった将来の市場の拡大が予測される国については、官民一体となった戦略的な研究開発の継続がますます重要であることから、産学連携による技術革新の促進が必要である。

やはり、政府の役割として最も重要なのは、研究開発に伴うリスクをいかに低減するかということであり、またデマンドサイドの施策をサプライサイドと組み合わせ市場拡大を後押しする視点であり、イノベーションに伴う不確実性をコントロールするための、政府の環境政策に対する一貫的な姿勢である。政策によって先に技術を選択してしまうことは避け、技術の軌跡をたどるような柔軟かつ長期的な取り組みが必要である。需要と供給の両方の要素が重要であること、そして、政府の政策だけではなく、環境問題に関係する民間のアクターを含んだ幅広い環境コミュニティーの活動もイノベーションに大きな影響を与えているということである。

2. 2カ年における進捗結果

2.1 2カ年における実施体制（研究参画者と分担項目）

分担項目

(1) 特許データ分析による世界と日本の環境技術の競争力比較

- ① 環境関連技術のクラスター定義・分類
- ② 特許出願数の国際比較
- ③ 特許ファミリー分析に基づく技術移転の分析
- ④ トレンド分析による実情に近い国際競争力の評価
- ⑤ 業別の競争力分析

(2) 世界的市場の環境政策の動向と環境技術の関する市場の潜在性について

(ブラジル、東南アジア、インド、中国)

- ①環境関連技術の市場性や当該国の現在の取り組み
 - ②環境関連技術に関する短期、中長期の各国政府による政策や動向
 - ③外進出企業の直面する問題や途上国における環境技術の普及について調査
- (3) 日本のグリーン・イノベーション政策についての考察

研究参画者

角南篤（政策研究大学院大学 政策研究科 准教授・ 科学技術・学術政策プログラムディレクター）	(2), (3)
鈴木 潤（政策研究大学院大学 政策研究科 教授）	(1), (3)
古川柳蔵（東北大学大学院 環境科学研究科 准教授）	(2), (3)
諏訪亜紀（国連大学高等研究所 リサーチ・フェロー）	(2), (3)
村上 博美（政策研究大学院大学 政策研究科 助教授）	(2), (3)

2.2 2カ年における進捗状況

分担項目（1）においては、特許データ分析による国際競争力比較を行った。これまでの伝統的な公害関連技術と新しい気候変動対策技術の双方に焦点をあて、H22年度では公害対策技術としては水処理、固形廃棄物処理、大気汚染緩和技術の3分野；そして気候変動対策関連技術の合計4分野について分析を行った。その結果、環境技術分野に関して、これまで根拠が不十分であった日本の環境技術に関する国際競争力の優位性の有無について、具体的な指標により明らかになったといえる。分析結果からわかることは、日本は空調や自動車に関する環境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ほぼすべての分野において強いことや、また韓国が特定の分野で日本・ドイツ・米国を猛烈に追い上げていることである。この結果に基づき、H23年度は5年区切りの時系列データを分析するなど、条件を変化させて取り組み、実情に近い国際競争力の評価を行った。また、太陽光関連技術において企業別の競争力分析にも取り組んだ。特許データに記載されている企業名や発明者名などの詳細情報を利用し、特定の環境技術に関し有力な企業の特定や共同出願企業および共同発明者ネットワークの分析などを行い、それらの変化と技術競争力の関連性について分析した。

分担項目（2）においては、実際に環境技術を持つ日本企業が海外市場で展開しているケースについて現地調査を行った。H22年度には、地熱発電に力を入れているインドネシアに展開している日本企業などの現地調査、また平均所得がそれほど高くないベトナムにおいて環境教育を行うNGOと協同し現地の環境への意識を高める活動を通して売上を伸ばす日本企業の調査、そして今後の市場の大きさからも重要視されるブラジルについて、廃棄物処理、省エネ技術、再生可能エネルギーなど幅広い対象について現地調査を行った。H23年度では、市場の大きい中国およびインドについて重点的に調査を行った。分担項目（3）については、これまでの分析・調査から明らかになった点について政策インプリケーションを示し、グリーン・イノベーション政策の課題や対外輸出における政府の役割、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し政策課題を示す。

(1) 特許データ分析による世界と日本の環境技術の競争力比較

①環境技術の網羅する分野について定義・分類

本研究では、EPO World Wide Patent Statistics Database (PATSTAT)を利用し、特許 IPC の共起性 (Co-occurrence) (Breschi et al . 2003, Suzuki and Kodama 2004) による技術の距離を測り、マクロ領域の技術に対してクラスター分析を行った。そしてその結果から技術間の関連性、距離を可視化し、技術の合理的な再分類を行った。

次に、上記の再分類された技術クラスターに従い、パテントを二種類——自国だけに申請したパテントの数及び自国以外の他の国にも申請したパテントの数 (パテント・ファミリー内のパテントは重複にカウントしない) ——に分けて集計した。一般的に、自国に留まらず他国にも申請するパテントの質は高く、国際的な競争力が高いと認識される。それによって、個々の技術分野における各国の技術的競争力を明らかにすることが可能となった。さらに、公害関連技術については、特定分野のコア技術のみならず、それらに深く関係する近隣技術のクラスターを同定し、それらに関しても国際的な技術競争力を明らかにした。

② 環境技術の国際比較分析

これまでの先行研究では、日本企業の環境技術における総特許出願数が多いことから、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ため、真の国際競争力比較分析とはみなせないと考える。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、それには国内の技術力が優れているので特許出願数が多いという理由以外にも複数の要因が関係している。まず日本の国内市場は米国に次いで大きい。外国出願には追加的な手続きコストや翻訳のコストがかかるため、企業は元々自国内での出願意欲が高いが、国内のマーケットがある程度大きく魅力的な場合には、その国内市場のシェアを占有しようとして地元企業の特許出願意欲が余計に高くなる。例えば中国も近年、国内出願数が急速に増大しているが、2か国以上に申請する特許数とは大きなギャップがあり、それは中国市場の規模が急速に成長していることが大きな要因であると考えられる。

さらに日本の場合、国内産業の業種の構成が電機産業や自動車産業などに偏っていることも、特許数が相対的に多くなっている一つの要因にもなっている。電機機器に関する技術においては、通常一種類の製品を作るために多くの製法特許を取得する必要がある、少数の物質特許によって強力な保護を得ることができる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、電機産業や自動車産業の国内企業数が多く競争が激しいために、相乗効果によってそれほど重要ではない技術に関しても他社にとられる前に特許を取得するなど特許数が増える傾向にある。さらに、1980年代には日本の特許制度が実質的

に多項出願を認めていなかったため、関連する発明が細かく分割されて出願されたという経緯もある。近年では特許制度については国際的調和が進んでおり、各国特許庁が特許性の有無を判断する基準はあまり差がなくなってきたが、日本のように国内市場の特殊要因があるため、国内出願特許数を含めた単純な出願数の国別比較では真の競争力比較が難しいといえよう。

本研究では上記の分析手法により、より合理的な環境技術の再分類を行い、2 以上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行った結果に基づいて、国際的な技術競争力の優位性について明らかにした。これによれば、日本は空調や自動車関連、太陽光発電等の環境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、ほぼすべての分野において圧倒的に強いことや、また韓国の国際競争力が急成長してきており、CCS 技術分野や太陽光発電分野においては、世界トップ 3 以上国である米国・ドイツ・日本を猛追していることなどが明らかになった。つまり、これまで包括的に日本が環境技術分野において総特許出願数が相対的に多く、世界一の技術競争力を持つという見方が通説となっていたが、本研究によって日本がすべての環境技術分野で世界一の競争優位性を持つわけではなく、世界一の技術力を持つ分野はかなり限られているという事実が明らかになった。

③ 特許出願数の国際比較（トレンド分析による実情に近い国際競争力の評価）

環境技術が脚光を浴び始めた 2000 年前後以降のトレンドを分析することによって実情に近い国際競争力の評価が可能となる。そのため、特許分析については、H22 年度の分析では過去 40 年の全特許を対象としたが、H23 年度は 5 年区切りの時系列データを分析するなど、条件を変化させて取り組み、実情に近い国際競争力の評価を行った。

④ 特許ファミリー分析に基づく技術移転の分析（企業別の競争力分析）

ある特定の環境技術に関してどこの企業が競争力をもっているのかといったピンポイントの分析も可能であるため、平成 22 年度は国別のマクロ分析が中心であったが、平成 23 年度は企業別の競争力分析にも取り組んだ。特許データに記載されている企業名や発明者名などの詳細情報を利用し、特定の環境技術に関し有力な企業の特許や共同出願企業および共同発明者ネットワークの分析などを行い、それらの変化と技術競争力の関連性について分析した。

④ 環境規制や環境技術奨励政策のイノベーションへの影響について

平成 22 年度の分析から明らかになった国際競争力に優位性を持つ日本企業や韓国の環境技術における国際競争力の急上昇について背景を調査・分析した。その結果、韓国企業の太陽光関連技術の伸びは急速ではあるが、半導体技術を基にしていることから半導体技術をもった企業が太陽光関連技術分野へ新たに参入したということ、またゼロからの伸びであったために急成長に映ったという面もある。韓国緑色成長委員会によれば、特に政府としてこれまで奨励政策は行っておらず、太陽光関連技術の特許数の伸びはゼロからの参入による自然な伸びであると述べた。日本企業に関しては、1974 年に発足したサンシャイン計

画¹によって1980年代に日本企業による国内特許数は一時的に伸びたが、長期的視野に基づいた国際特許取得が戦略的に行われず、2000年頃を境に相次いで中国・韓国企業の台頭が顕著になった時期と、80年代の技術の国内特許が切れた2000年ごろが一致しており、日本企業の開発した技術が中国・韓国企業へ流れた可能性は否定できない。

(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（INAX：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（DOWA ホールディングス：タイ、インドネシア）、ブラジルでは再生可能エネルギー、廃棄物処理、省エネ技術など市場について、中国においては環境都市や環境負荷低減商品（上海花王）や風力発電市場、そしてインドにおいては主に太陽光関連技術について現地調査を行った。

これらの調査・分析から明らかになったことは、ノウハウやビジネスモデル、運用形態、またあえて特許にしない技術など、海外進出している日本企業が持つ優位性は必ずしも特許を取得した技術ではないことである。よって、特許データ分析結果が日本企業の国際競争力をすべて反映しているというわけではない。

また、現時点までの調査の限りにおいては、途上国市場においても、必ずしも、自社製品の質を下げたり、汚染処理の基準レベルを日本より下げた企業が成功しているわけではないことである。海外に進出する際のそれぞれの企業のアイデンティティというところに帰属することであるが、やはり日本企業に期待されているのは、高品質と高い環境基準であり、そういう商品やサービスをいかにコスト面で折り合いをつけ現地市場へ提供することが、長期的に日本企業、日本の製品が海外市場で成功する大きな要因となるだろうと考えられる。

アジア市場進出において、ビジネスをカスタマイズする必要があることとしては、既存環境技術の改良（花王の洗濯洗剤）、商品・サービスの改良（花王の洗濯洗剤）、販路の開拓（INAXのトイレ、DOWAの廃棄物処理・リサイクル、花王の洗濯洗剤）、生産コストダウン（INAXのトイレ）である。いずれの場合においても、アジア市場進出を成功させるために、まず、市場シェアを拡大するのに重点が置かれていた。必ずしも、新たな環境技術の創出が鍵を握っているわけではない。商品・サービスによって、上記のように重

¹ サンシャイン計画はその基本方針に「エネルギーの長期的な安定供給の確保が国民生活と経済活動にとって重要であることに鑑み、国民経済上その実用化が緊要な新エネルギー技術について、1974年から2000年までの長期間にわたり総合的、組織的かつ効率的に研究開発を推進することにより、数十年後のエネルギー需要の相当部分をまかないうるクリーンなエネルギーを供給することを目標とする」と規定し、通商産業省工業技術院（現独立行政法人産業技術総合研究所）によって太陽、地熱、石炭、水素エネルギー技術の4つの重点技術の研究開発が進められた。

点の置き方が異なっていたことから自明であり、アジア市場における市場シェアの獲得には、環境のコア技術が鍵ではなかったということである。ところが、アジアの環境規制や環境ニーズが変化した場合には、鍵になる可能性はある。アジアにおける環境規制は、欧米あるいは日本の例を参考にして整備される傾向にあるからである（例えば、タイ、インドネシア、ベトナム、中国）。そして、企業は積極的に、環境規制や環境ニーズをターゲットとして、アジアで技術競争することで、競争優位に立つことができる可能性が高まるのである。実際に、事例調査では、企業が積極的にそれを試みていることが明らかとなった（花王の洗剤技術標準、DOWAの技術標準）。

一般的に日本企業の製品は質が高いがコストも高い。途上国への参入では、平均所得が低いことから、一般に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、環境汚染防止の規制や政策があまりとられていない。日本企業もその国の規制や政策以上の環境汚染防止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ため、バイクなどの排気による大気汚染など影響がでてきている。

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や生産・調達コストを下げる、もしくは当該国の環境規制を強化することで、日本の厳しい基準もクリアした質の高い製品の優位性で勝負する戦略、またその両方の戦略が考えられる。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現地調達や企業の現地化を目指すことや、数社共同でR&D拠点を作る（もしくは政府が支援する）などという方法が考えられる。調査で明らかになったのは、INAXのケースでは現地調達によりコスト減らし日本並の高品質を保ったまま、環境教育というCSRでブランド力を確立しシェアを席卷したことである。つまり、技術力を基盤とした品質の高さと、CSRという付加価値をつけ現地の消費者にアピールし、かつ技術イノベーションによって現地の土を利用するノウハウを会得し、コストの低い生産体制を確立、さらに市場の大きなシェアを獲得し成功していることだ。

一方、環境規制を強化するという点については、インドネシアのDOWAのケースが当てはまるが、政府機関にくいこんで協力して規制が作り上げられることで、相対的に厳しい規制法案が実現することがある。いかに深く政府へ働きかけができるかがカギになるが、実際法律ができて運用・実施ができないという問題がある。その場合には、いろいろな分野でコーディネートやビジネス展開に必要な総合能力が求められるため、何らかの国のバックアップ体制が必要となる。政府に深くくいこめない場合には、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、長期的な視点の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。

技術的優位性やイノベーションの可能性についていえば、例えば地熱において日本の技術は優位であるという認識があったが、技術開発力を実際に左右するのは、国内の関連技術のすそ野がどれだけ広いかということである。つまり、国内の市場を育てることが海

外競争力へつながっているということである。

一方、ベトナムのケースでわかるように所得水準がそれほど高くなくても日本の環境技術が売れるケースがあることである。つまり、NGO と協働し環境意識を高める活動を推進している日本企業が成功していることは、他の途上国においてもコストが高い日本の環境技術を展開する可能性があるということである。環境教育などのキャンペーンは政府としても取り組みが可能であり、政策インプリケーションとしては興味深いケースである。

また、高度な廃棄物処理技術を用いて、アジア地域の廃棄物回収とその金属の再処理によって再生資源のアジア資源流通を実現させようという企業についても調査を行った。日本の高度な環境技術や運用ノウハウは、日本にとっても死活的なアジアの経済発展を妨げずに、この問題回避に貢献するのに十分な力を持っている。コスト面で問題を解決すれば、日本の環境技術はすぐにでも東南アジアの公害問題を回避し、日本にとっても資源循環システムの拠点を確認でき、しかも長期的かつ持続可能な競争力を高めることが可能となるのである。

そして、今後の日本の環境技術の海外市場展開を考えるうえで、重要な鍵を握る市場として有望なブラジルは、豊富なエネルギー資源及び農産物資源を有するとともに、欧米市場への近接、大きな市場などの魅力を抱えており、有望な経済パートナーとなりえる。高い親日感情と日系人のエリート層の活躍を考慮すれば、潜在的に深い両国関係構築が可能であり、日本がグリーン・イノベーションで世界的な地位を確保していくためにブラジルとの多元的な関係構築は重要である。

また、中国及びインドについて日本の環境技術及び日本企業の競争力について調査を行った。中国およびインドの近年の急速な経済成長によって環境汚染も急速に進んでおり、両国の CO2 排出量は 2030 年には 31% を占めると予想されている。市場の規模としても大きいインドと中国に対し、日本が経済成長の過程で経験した公害対策技術などをどう途上国の市場へ伝播ができるのか、先進国からのクリーン・エネルギー技術の伝播・普及や技術移転をどのように進めていくのかが、グローバルな環境問題や経済成長の観点からもカギとなる。

中国政府は、気候変動に対処するための政策や措置を急ピッチで進めている。2009 年にコペンハーゲンで開催された国連気候変動枠組条約第十五回締約国会議(COP15)では、中国は 2020 年の GDP 単位当たりの CO₂ 排出量を 2005 年比で 40-45% 削減する自主行動目標を提出した。中国国内では低炭素経済の概念や循環経済、低炭素社会作りへの関心が高まりつつあり、2011 年に始まる第十二次五ヵ年計画では低炭素経済成長モデルへの転換を促すことが一つの柱となっている。その目標を達成するために、中国は省エネ、新エネ、林業、低炭素都市プロジェクトなどの領域にさまざまな取り組みを進めている。そんな中で特に、天津など中国政府が力を入れている環境都市、風力発電市場、上海花王において現地調査を行った。

特に環境都市の調査では、循環型経済モデル地域・国家生態工業モデル地域や、外国企業の関わりや戦略、外国企業との連携などについて調査した。さらに、すでに当該研究と関わった日本企業のヒアリングを通じて、中国の環境ビジネスに進出する時の問題意識を把握し、政府に対する期待を明らかにする。また、デンマーク政府が中国政府と共同で風力発電開発の市場形成を行った事例がある。このプログラムの背景には、風力発電開発について優位性を持つデンマークが、中国の政府、研究所、企業、教育機関の協力を得ながら、制度・計画そのものの変更を促すことによって、中国の風力発電供給量全体を底上げし、間接的にデンマーク風力発電メーカーの参入を図るといった国家的意図がある。日本の再生可能エネルギー技術の水準は、国際的にみて高いレベルにあるものの、価格・販売促進ルート等に関する問題もあり、諸外国、特に新興国への参入が必ずしも進んでいるとは言い難い。現在、新興国においても、再生可能エネルギー技術及び産業を政策的に育成しており、技術を有した国・企業が新興国市場で優位性を保つことは、次第に困難になってきている。中国における風力産業は、そのような新興国における技術キャッチアップが見受けられる典型的な事例と考えられる。今回の調査により、拡大する市場に照準を当てた諸外国・企業が、まず合弁企業等の設立によって参入するものの、国内産業優遇の政策等により、諸外国企業の市場におけるシェアを次第に落としていくといったパターンが見られることが明らかになった。

また、花王のアタック NEO を改良した洗濯洗剤の中国・上海進出の事例を分析し、日本発祥の環境技術がどのようにアジアへ伝播していくのか、その場合の制約にはどのようなものがあるのか、日本の環境技術がアジアへ伝播し、アジアにおける環境問題解決にどのように貢献できるのか、政府の役割は何かについて分析した。花王は、アジア各国のニーズに合わせて環境負荷を軽減する商品を販売しており、中でも、2.5倍濃縮液体で抜群の洗浄力と省資源（すすぎ1回を実現し、節水・節電・時短）を謳う洗剤アタック NEO が中国市場でも好成績を出している。中国では2010年9月に洗濯機洗い・手洗いどちらでも高い洗浄力を発揮し、すすぎの回数を減らせる液体洗剤「洁霸瞬清洗衣液」を発売し、好調な販売状況である。中国においては水環境が十分とは言えず、中国をはじめアジアの市場に進出することで、花王は日本においてではなく中国でアタック NEO 製品の改良を進めるイノベーションを起こす可能性もある。実際、上海のライフスタイルの調査を踏まえた洗剤技術の現地での研究開発や、中国の標準洗剤の技術標準化に関して、日本企業としては珍しく花王は自ら政府への働き掛けを行ったことが成功要因となった。つまり、日本企業がリスクをとれるよう、政府が情報環境を整え現地の情報を収集し、海外へ展開する日本企業とそのリスクについて共有すべきである。

一方インドでは、1990年代以降グローバル経済の波に乗り製造業よりも先にIT分野を中心にサービス業が発達する形で経済成長を遂げてきた。これは、製造業に必要な交通・電力等のインフラが圧倒的に不足していることに加え、経済の自由化を徐々に進めているなかでも依然税制や規制が複雑であることも発展を遅らせている。しかし、インド政府も

十分に雇用を確保できない等の問題意識から製造業の発展を重要視しており、こうしたインド政府の動きを後押しするためにも、日本とインド政府の間でデリー・ムンバイ間に産業大動脈を形成するという大きなプロジェクトも動いている。今後インドが、強みであるIT分野を中心としたサービス業を活かしつつ、どのように製造業を強化していくかがインドの更なる発展のカギを握る。

インドには鉄鉱石や生物資源など、多くの天然資源がある。しかし一方で、資源開発に伴う技術力が十分でないことも指摘されており、この分野での日本との協力も期待されている。クリーン・コール技術や、省エネ、新エネ技術分野は、日本がこれからインドで展開しやすい環境は整い始めていると考えられる。生物多様性をもとに、バイオ産業の発展も引き続き期待されていることから、日本もこうした分野でも少し先を見据えた共同開発への取り組みも起こすタイミングにきている。そこで資源開発に伴う技術力に関し、日印協力・共同開発の可能性についてや、日本の環境関連技術のインド市場への展開について調査を行った。

環境技術のイノベーション政策で重要になる要素は、イノベーション一般にとって重要になる要素そのものである。その上で、政府の役割として最も重要な視点のひとつは、研究開発に伴うリスクをいかに低減するかということであり、イノベーションにとって不確実性をコントロールするために、政府の環境政策に対する一貫的な姿勢が求められる。国際競争力のある日本の環境技術の発展と官民の役割について、定性的分析によりイノベーション政策を需要サイドと供給サイドの両方から、日本の環境技術産業の進化過程を規制やグリーン調達制度、研究開発助成などの効果に直目した分析を行い、世界市場の動向を踏まえた上で今後の成長を支えるイノベーションシステムのあり方を考案する。

また、特許データ分析を踏まえて、これまでの技術イノベーション誘導に関する政策的教訓となる失敗例も考慮し、実際に機能している政策や政府の取り組み方針の選択肢などを示す。事例調査については、現段階以上に質的にも量的にも蓄積が必要であり、その上で効果的で有効な政策提言が行えると考える。必ずしも現地市場で特許を取らずにノウハウという形で優位性をもつ方法や、技術的に必ずしも優位ではないがビジネスモデルや環境マーケティング戦略といった形で市場において成功をおさめる形もある。これから環境関連技術において特にポテンシャルの高い市場である中国、インド、そして日韓の競争力要因の比較分析を踏まえ、日本の環境技術及び企業が海外の市場へくわいこむためには、どのようなモデル、また政府による政策が効果的なのか提言を試みる。

2.3 ミーティング開催や対外的発表等の実施状況

会合開催

- ・ 2010年9月9日 10:30-12:30 キックオフ全体会合
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南篤准教授、鈴木潤教授、姜娟客員研

究員、村上博美助教授；諏訪亜紀国連大学高等研究所リサーチ・フェロー；
（環境省）井上課長補佐、宮永企画官補佐、久保課長補佐；（三菱総研）奥村研究員、宮原主任研究員、新井研究員

- ・ 2010年9月28日 10:30-12:30 内部会合「当プロジェクトの方向性について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、姜娟客員研究員、村上助教授；（国連大学高等研究所）諏訪リサーチ・フェロー；（東北大学）古川柳蔵准教授；（GRIPS・科学技術振興機構）原田千夏子主査、岡山純子フェロー
- ・ 2010年10月1日 10:00-12:00「市場推計に関する調査について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、村上助教授；岡山（GRIPS・科学技術振興機構）；（三菱総研）奥村研究員；（環境省）宮永企画官補佐、久保課長補佐
- ・ 2010年10月18日 15：30－16：30 全体会合「プロジェクトの方向性について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、村上助教授；（環境省）久保課長補佐、宮永企画官補佐；（三菱総研）宮原主任研究員、遠藤研究員
- ・ 2010年10月20日 13：00－15：00 東南アジア調査WG会合
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、姜娟客員研究員、村上助教授、諏訪国連大学フェロー；（東京大学大学院）遠藤百合子、水野裕、村松彩
- ・ 2010年10月25日 10:30-12:30 全体会合「仮説と分類について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、姜娟客員研究員、村上助教授；（国連大学高等研究所）諏訪フェロー；（東北大学）古川柳蔵准教授；（環境省）久保課長補佐、宮永企画官補佐；（三菱総研）橋研究員、宮原主任研究員、遠藤研究員
- ・ 2010年11月25日 13:30-14:30 ブラジル調査WG会合
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、村上助教授；（東京大学大学院）遠藤、M. Sasaki
- ・ 2010年12月1日 10：30－12：30 東南アジア・ブラジルWG会合、
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、姜娟客員研究員、村上助教授；諏訪国連大学フェロー；（東北大学）古川柳蔵准教授；（GRIPS・科学技術振興機構）岡山フェロー；（東京大学大学院）水野、村松、遠藤、M. Sasaki
- ・ 2010年12月1日 13：00－15：00 全体会合「進捗状況報告」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、姜娟客員研究員、村上助教授；諏訪国連大学フェロー；（東北大学）古川柳蔵准教授；（環境省）井上課長補佐、宮永企画官補佐；（三菱総研）遠藤研究員
- ・ 2010年12月10日 15:00-16:00 ブラジル調査WG会合
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、村上助教授；（東京大学大学院）遠藤、M. Sasaki
- ・ 2010年12月13日 13:00-15:00 東南アジア調査WG会合
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）姜娟客員研究員、村上助教授；諏訪国連

大学フェロー；（東京大学大学院）水野、村松、遠藤、M. Sasaki

- ・ 2010年12月16日 11:00-12:00 「規制とイノベーションについて」会合
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、村上助教授；諏訪国連大学フェロー；（GRIPS・科学技術振興機構）岡山フェロー
- ・ 2010年12月28日 11:00-12:00 ブラジル調査WG会合
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授；（東京大学大学院）遠藤、M. Sasaki
- ・ 2011年1月11日 10:00-12:00 中国調査G会合「中国調査について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、姜娟客員研究員；（国連大学）顧鴻雁研究員
- ・ 2011年1月24日 11:00-13:00 東南アジア・ブラジル調査WG会合
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）村上助教授；諏訪国連大学フェロー；（東京大学大学院）水野、村松、遠藤、M. Sasaki
- ・ 2011年2月1日 13:00-15:00 環境省会合「H22研究結果」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、姜娟客員研究員、村上助教授；（国連大学高等研究所）諏訪フェロー；（東北大学）古川柳蔵准教授；（環境省）久保課長補佐、宮永企画官補佐；（三菱総研）遠藤研究員；（GRIPS・科学技術振興機構）原田千夏子主査
- ・ 2011年4月19日 15:30-17:00 環境省会合「H23年度の研究計画について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、村上助教授；（環境省）久保課長補佐、宮永企画官補佐、大熊環境経済政策調査室長、弘内環境専門調査員
- ・ 2011年5月23日 15:30-17:00 内部会合「今年度の研究計画」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、姜娟非常勤研究員、村上助教授；（国連大学高等研究所）諏訪フェロー；（東北大学）古川柳蔵准教授；（GRIPS・科学技術振興機構）原田千夏子主査
- ・ 2011年7月4日 9:30-17:30 東北大会合「東北環境産業ヒアリング」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、姜娟非常勤研究員、村上助教授；（東北大学）古川柳蔵准教授
- ・ 2011年9月9日 13:30-14:30 全体会合「進捗状況報告」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、姜娟非常勤研究員、村上助教授；（国連大学高等研究所）諏訪フェロー；（東北大学）古川柳蔵准教授；（環境省）久保課長補佐、宮永企画官補佐
- ・ 2011年11月17日 13:00-14:30 インド・中国調査G会合「現地調査について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）姜娟非常勤研究員、村上助教授；（東北大学）古川柳蔵准教授；（東京大学大学院）谷津祥太郎
- ・ 2011年12月13日 13:00-15:00 環境省進捗報告「進捗状況及び今後の方向性について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、村上助教授；（環境省）増

田課長補佐、宮永企画官補佐

- ・ 2011年12月16日 13:30-15:30 インド調査G会合「インドの環境技術動向について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）村上助教授、（東京大学大学院）谷津祥太郎、（Sun and Sands Advisors）Sanjeev Sinha
- ・ 2011年12月26日 10:30-12:30 内部会合「進捗報告および課題について」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、姜娟非常勤研究員、村上助教授；（東北大学）古川柳蔵准教授
- ・ 2012年1月16日 10:00-12:30 内部会合「政策インプリケーションについて」
出席者：（政策研究大学院大学：GRIPS）角南准教授、鈴木教授、姜娟非常勤研究員、村上助教授；（国連大学高等研究所）諏訪フェロー；（東北大学）古川柳蔵准教授

対外発表

角南篤・村上博美「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」季刊環境研究 2011 No. 161, p183-191

諏訪亜紀 International Association for Energy Economics (IAEE) 京都学会発表

2012年2月20日－21日

発表内容（タイトル）：Indonesia Geothermal Backcasting Analysis: A Methodological Proposal for Policy Planning

姜・鈴木 アカデミック・ジャーナル寄稿予定

II. 研究の内容

< 要約 >

環境技術における日本の国際競争力の優位性についての研究である。まず、本研究の特徴は、大きく2つの方法によって分析を行っている。まず、1) 特許データを用いた分析の中で、省エネ・新エネの環境技術を分析可能な範囲で独自に分類し、そして国際競争力を定量的に数値によって具現化する。また、2) 実際の国際市場で環境技術を活用して日本企業がどう競争力を高められるのか実地調査を行い課題や障壁について分析する。日本の競争力向上に求められる他国での技術普及をより高めるには、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・研究を行った。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、特許データだけでは説明できないイノベーションの実体については事例研究で明らかにしようと試みた。とりわけ、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、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・研究を行った。

本研究で検証する仮説として、以下の3つに焦点をあてている。

1. 日本の環境技術のほとんどは、国際的に見ても優位なものが多いにもかかわらず、世界市場では導入されていないのは、政府の技術の国際的な伝播を後押しする策が必ずしも十分でないからである。
2. 日本の環境技術の発展には、政府による環境規制が技術イノベーションに貢献した。
3. エネルギーの相対価格の上昇が、省エネ技術の開発と導入に大きな影響があった。

これらの検証仮説を踏まえて研究を実施した。

(1) 特許データ分析による国際競争力比較

H22年度は公害対策技術としては水処理、固形廃棄物処理、大気汚染緩和技術の3分野；そして気候変動対策関連技術の合計4分野について分析を行った。その結果、環境技術分野に関して、これまで根拠が不十分であった日本の環境技術に関する国際競争力の優位性の有無について、具体的な指標により明らかになったといえる。分析結果からわかることは、日本は空調や自動車に関する環境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ほぼすべての分野において強いことや、また韓国が特定の分野で日本・ドイツ・米国を猛烈に追い上げていることである。技術分野別の優位性について個別に示す。

・水処理関連技術

水処理の全ての技術クラスターにおいては、自国出願数は日本が第1位であるのに対し、国際出願数は日本が全て世界第3位に位置していることがわかる。それぞれの技術クラスターにおける国際出願数の第1位と第2位は、ドイツもしくは米国であり、日本の国際特許数はトップの半分以下となっている。また、水処理の近隣技術を8つのクラスターに分類し分析した結果、水処理の近隣技術に関しても、国際出願数では日本がほぼ第2、3位に留まり、特に地下、水中の構造物分野では米国、ドイツ、イギリス、フランスに続く第5位でしかない。日本に技術的優位性があるといわれている半透膜は2位に位置するが、トップの米国の半分程度の国際出願数にとどまっている。

・固形廃棄物処理

国際出願数は固形・金属ごみリサイクル領域のみにあって、日本が世界第1位であるのに対し、家庭ごみ領域は世界第7位にとどまり、他の分野では全て第3位となっていることが分かる。加熱・焼却処理分野及び焼却炉関係は米国が第1位、ドイツが第2位であり、他の技術クラスターでは、プラスチック・リサイクル、回収・処理操作、家庭ごみ分野は全てドイツがトップで、米国が第2位である。また、固形廃棄物処理分野における近隣技術については、各技術領域の国内出願数は日本が依然トップであるのに対し、国際出願数は汚泥処理・利用、固化・固定化、成型の3つの分野では米国に次いで2位の位置を占める。しかし、燃焼・焼却、粉碎・減容、金属の再生・抽出、モルタル・コンクリートといった技術クラスターでは日本は米国、ドイツに次いで3位に位置づけられ、固形廃棄物処理の近隣技術においても、日本は米国に水をあけられている。

・大気汚染緩和技術

国内出願数は全て日本が第1位である。それに対し国際出願数は、排気ガス処理分野のみで日本が第1位であるが、直立形の炉分野はドイツ、米国、フランスに次いで第4位、その他は、全て2、3位であり、当該分野のトップは米国もしくはドイツであることが分かる。一方、大気汚染緩和領域の近隣技術においては、エアクリナー、空調、焼却炉、ろ過・吸着、触媒、排気マフラー、燃料電子制御とバーナーといった技術分野においては、国内出願数は日本がすべて第1位であると同時に、空調、排気マフラー、燃料電子制御領域の3分野において国際出願数も世界トップを占めている。大気汚染緩和領域の近隣技術については、日本の技術は競争力に優位性があるといえる。これは日本の電機、機械メーカーおよび自動車メーカーが多数存在し、しかも長期にわたって世界市場を技術的にリードしてきた結果であると解釈できる。しかし、エアクリナー、焼却炉、ろ過・吸着、触媒、バーナーの分野では依然米国がトップを占めており、大気汚染緩和領域の近隣技術においてドイツはトップではないが、2位の地位を確保している。

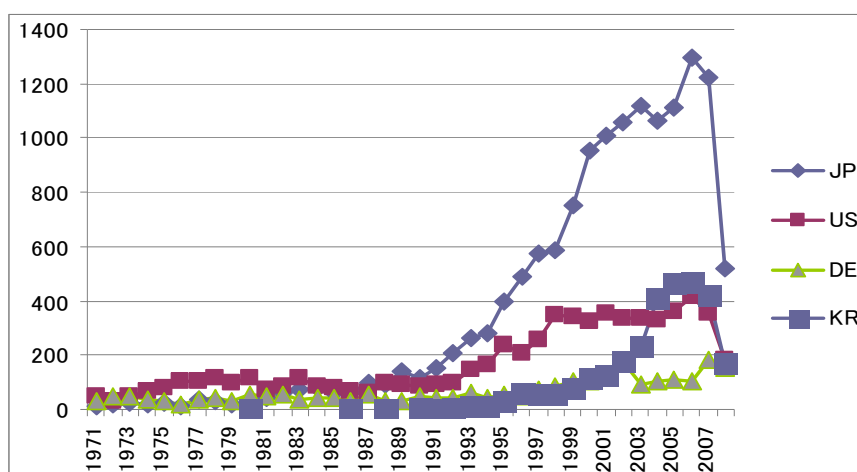
・気候変動関連技術

気候変動緩和及び適応関連技術に関して日本は、「半導体装置、部品の製造工程と処理方法」、「太陽熱利用装置」、太陽光発電（「半導体装置」、「整流,増幅,発振,スイッチング

装置」、「電池」)、温室効果ガス排出軽減に間接的に貢献する技術分野、発電・送電・配電技術分野、「電池、ハイブリッド車両」では優位性が認められたが、地熱技術、水力発電、燃焼、原子力、非化石燃料技術、風力発電などの分野では、トップのドイツ・米国に次いで3位以降の地位を確保するにとどまっている

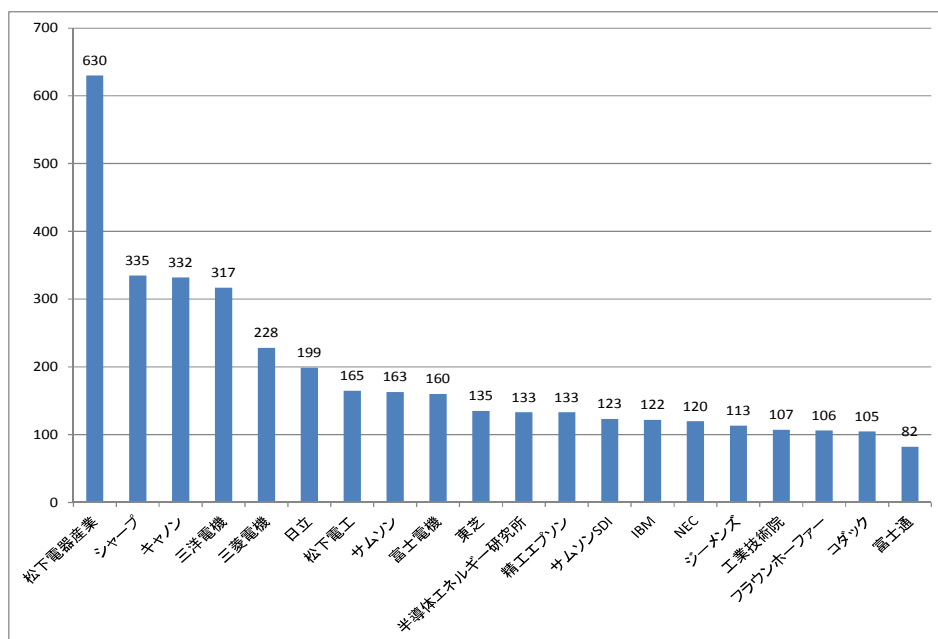
これらの優位性の結果に基づき、H23年度は5年区切りの時系列データを分析するなど、条件を変化させて取り組み、実情に近い国際競争力の評価を行った。また、太陽光関連技術において企業別の競争力分析にも取り組んだ。特許データに記載されている企業名や発明者名などの詳細情報を利用し、特定の環境技術に関し有力な企業の特許や共同出願企業および共同発明者ネットワークの分析などを行い、それらの変化と技術競争力の関連性について分析した。特に、太陽光発電の技術分野をケースとして取り上げ、企業(機関)単位での特許出願の時系列変化を調べるとともに、関連する政策や市場の変化をあわせて分析を行った。やはり日本、米国、ドイツが常に上位を占めるが、日米独に次ぐ出願数を示し、特に近年出願数を伸ばしているのは韓国であった。中でも日本に優位性がある太陽光発電技術分野でも、韓国が急成長していることがわかる(下図参照)。

(例) 太陽電池・電池クラスターの国際出願の動向：韓国の急成長

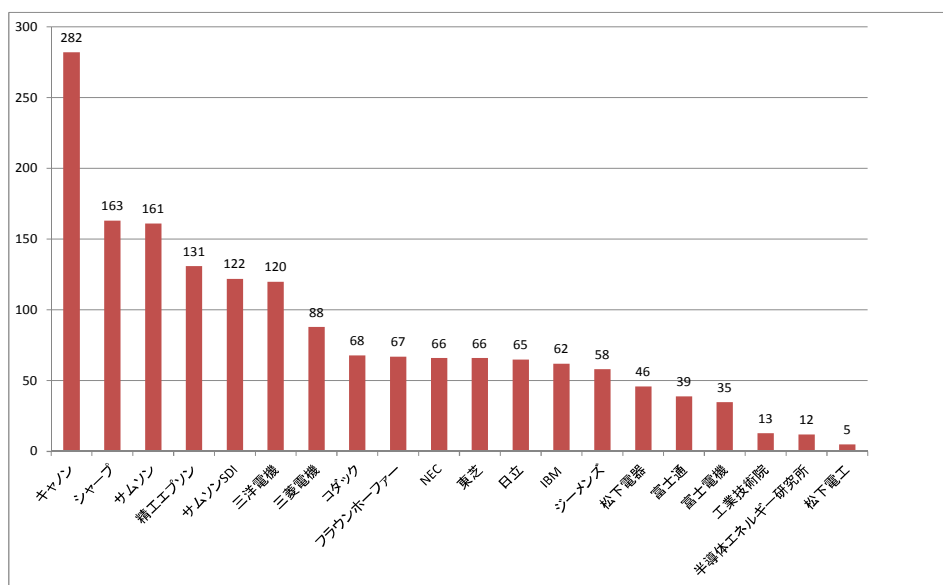


太陽光発電技術における自国内出願及び国際出願について、企業別で特許分析を行った結果(下図参照)、日本企業の中では、国内出願と国際出願を行っている企業に大きくばらつきがみられた。

太陽光発電技術における自国特許出願トップ20の企業（機関）



太陽光発電技術における国際特許出願トップ20の企業（機関）



分析結果では、日本企業は自国出願ではトップを多く占めるものの国際特許出願は必ずしも重要視していなかったことがわかる。国レベルにおいても、国際的な知財戦略を重要視していなかったことが推測される。

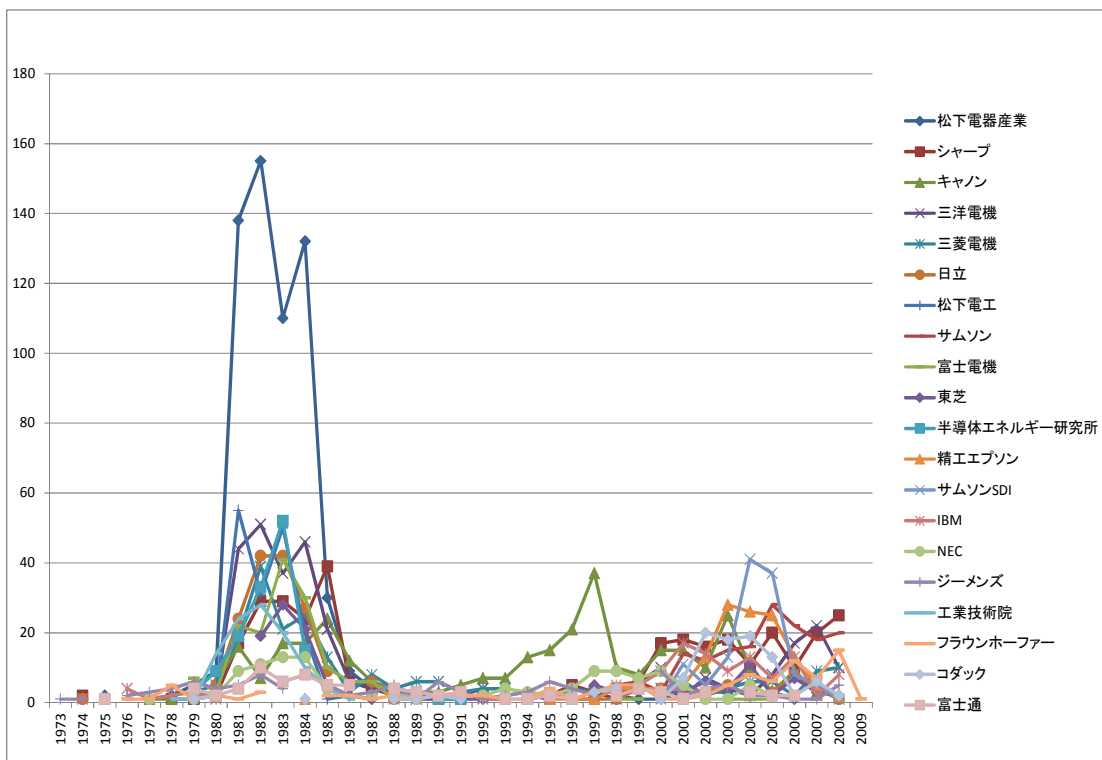
太陽光発電技術：自国特許出願ランキングと国際特許出願ランキングの比較

自国特許出願ランキング		国際特許出願ランキング		国際特許出願率
1 松下電器産業	630	1 キヤノン	282	45.9%
2 シャープ	335	2 シャープ	163	32.7%
3 キヤノン	332	3 サムソン	161	49.7%
4 三洋電機	317	4 精工エプソン	131	49.6%
5 三菱電機	228	5 サムソンSDI	122	49.8%
6 日立	199	6 三洋電機	120	27.5%
7 松下電工	165	7 三菱電機	88	27.8%
8 サムソン	163	8 コダック	68	39.3%
9 富士電機	160	9 フラウンホーファー	67	38.7%
10 東芝	135	10 東芝	66	32.8%
11 半導体エネルギー研究所	133	10 NEC	66	35.5%
11 精工エプソン	133	12 日立	65	24.6%
13 サムソンSDI	123	13 IBM	62	33.7%
14 IBM	122	14 ジーメンズ	58	33.9%
15 NEC	120	15 松下電器産業	46	6.8%
16 ジーメンズ	113	16 富士通	39	32.2%
17 工業技術院	107	17 富士電機	35	17.9%
18 フラウンホーファー	106	18 工業技術院	13	10.8%
19 コダック	105	19 半導体エネルギー研究所	12	8.3%
20 富士通	82	20 松下電工	5	2.9%

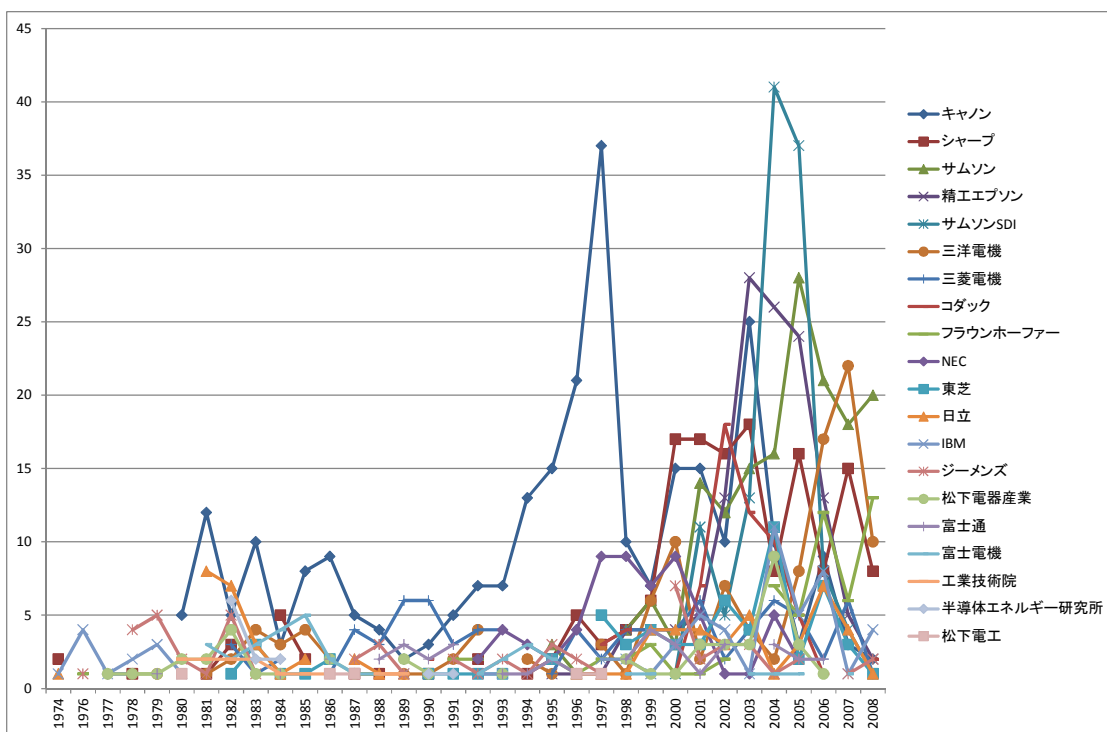
韓国は国際特許出願率（全出願中の国際出願の占める比率）で日本企業を超えてもつとも高く、サムソン SDI 及びサムソンであり、それぞれ 49.8%と 49.7%である。それに対し例えば、松下電器産業は 630 件という膨大な国内出願数に対して国際出願数は僅か 46 件であり、国際特許出願率は僅か 6.8%である。最も国際出願率の低いのが松下電工で、165 件の国内出願に対して国際出願はわずか 5 件のみであった。このことから、松下電器産業は国内出願に重きをおいており国際出願については重要視していなかったことが推測される。つまり、国際特許戦略は各企業にゆだねられており、例えば太陽電池セルではシャープや京セラは継続的に出願を行っており市場シェアを一応確保している。

1970 年代中ごろから日本のナショナルプロジェクトであるサンシャイン計画の太陽光発電研究開発は、米国やドイツで開始された同様の大規模な国家プロジェクトに少し遅れて開始されたが、その研究成果は大量の国内特許出願という形で、世界的にも例を見ないほどの量が得られている。しかし、当時の知財管理が世界戦略の視点を欠いていたことは明白である。そこでオープンにされ国際共有財となった知識が、それ以降の特に韓国メーカーの急速な技術キャッチアップに貢献したであろうと考えられる。それは以下の図からも明らかである。

太陽光発電技術：自国特許出願トップ20の企業（機関）の時系列変遷



太陽光発電技術：国際特許出願トップ20の企業（機関）の時系列変遷



つまり、1980年台に日本企業の国内特許出願の波が現れ、ちょうど特許がされる20年後の2000年以降韓国企業などが大量に国際特許出願を行った波ができていていることがわかる。

(2) 海外市場における制度・事例研究での競争力について

次に、これらの特許分析の結果を踏まえて、実際に海外市場で環境技術を基にした日本企業の展開について現地調査を行い、制度・事例研究からの競争力について分析を行った。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、実際に環境技術を持つ日本企業が海外市場で展開しているケースについて着目した。これらの調査・分析から明らかになったことは、ノウハウやビジネスモデル、運用形態、またあえて特許にしない技術など、海外進出している日本企業が持つ優位性は必ずしも特許を取得した技術ではないことである。よって、特許データ分析結果が日本企業の国際競争力をすべて反映しているというわけではない。

また、現時点までの調査の限りにおいては、途上国市場においても、必ずしも、自社製品の質を落としたり、汚染処理の基準レベルを日本より下げた企業が成功しているわけではないことである。海外に進出する際のそれぞれの企業のアイデンティティというところに帰属することであるが、やはり日本企業に期待されているのは、高品質と高い環境基準であり、そういう商品やサービスをいかにコスト面で折り合いをつけ現地市場へ提供することが、長期的に日本企業、日本の製品が海外市場で成功する大きな要因となるだろうと考えられる。

アジア市場進出において、ビジネスをカスタマイズする必要があることとしては、既存環境技術の改良（花王の洗濯洗剤）、商品・サービスの改良（花王の洗濯洗剤）、販路の開拓（INAXのトイレ、DOWAの廃棄物処理・リサイクル、花王の洗濯洗剤）、生産コストダウン（INAXのトイレ）である。いずれの場合においても、アジア市場進出を成功させるために、まず、市場シェアを拡大するのに重点が置かれていた。必ずしも、新たな環境技術の創出が鍵を握っているわけではない。商品・サービスによって、上記のように重点の置き方が異なっていたことから自明であり、アジア市場における市場シェアの獲得には、環境のコア技術が鍵ではなかったということである。ところが、アジアの環境規制や環境ニーズが変化した場合には、鍵になる可能性はある。アジアにおける環境規制は、欧米あるいは日本の例を参考にして整備される傾向にあるからである（例えば、タイ、インドネシア、ベトナム、中国）。そして、企業は積極的に、環境規制や環境ニーズをターゲットとして、アジアで技術競争することで、競争優位に立つことができる可能性が高まるのである。実際に、事例調査では、企業が積極的にそれを試みていることが明らかとなった（花王の洗剤技術標準、DOWAの技術標準）。

一般的に日本企業の製品は質が高いがコストも高い。途上国への参入では、平均所得が低いことから、一般に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、環境汚染防止の規制や政策があまりとられていない。日本企業もその国の規制や政策以上の環境汚染防止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ため、大気汚染など影響がでてきている。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

る製品の価格や生産・調達コストを下げる、もしくは当該国の環境規制を強化することで、日本の厳しい基準もクリアした質の高い製品の優位性で勝負する戦略、またその両方の戦略が考えられる。環境規制を強化するという点については、インドネシアのDOWAのケースが当てはまるが、政府機関と協力して規制が作り上げられることで、相対的に厳しい規制法案が実現することがある。いかに深く政府へ働きかけができるかがカギになるが、実際法律ができて運用・実施ができないという問題がある。技術的優位性やイノベーションの可能性についていえば、例えば地熱において日本の技術は優位であるという認識があったが、技術開発力を実際に左右するのは、国内の関連技術のすそ野がどれだけ広いかということである。つまり、国内の市場を育てることが海外競争力へつながっている。

そして、今後の日本の環境技術の海外市場展開を考えるうえで、重要な鍵を握る市場として有望なブラジルは、豊富なエネルギー資源及び農産物資源を有するとともに、欧米市場への近接、大きな市場などの魅力を抱えており、有望な経済パートナーとなる。また、ブラジルはクリーン・エネルギー大国であり、地球規模の環境問題の分野において国際的なリーダーシップを発揮している。2014年のワールドカップ開催、2016年のリオデジャネイロのオリンピック開催に伴うインフラ投資を梃子に今後一層の経済発展が期待されている。しかし、日本が得意とする環境エネルギー技術をブラジルで展開する上で、まだまだ障害となりうる構造的な問題も存在する。下水処理や廃棄物管理などの都市問題、貧困や所得分配などの社会的問題、環境問題、インフラの未整備、エネルギー・電力の制約、人的資源の開発、制度的問題などである。これらの制約要因を十分に理解しておくことは、ブラジルと同様の難しい市場環境へ入り込むための戦略を検討し、グリーン・テクノロジーを効果的に伝播する上で必要である。

中国での環境都市の調査では、循環型経済モデル地域・国家生態工業モデル地域や、外国企業の関わりや戦略などについて調査したが、日本企業はビジネスモデルを模索中であり、国内でのマネジメントノウハウなど蓄積することが急務である。また、デンマーク政府が中国政府と共同で風力発電開発の市場形成を行った事例も調査した。日本の再生可能エネルギー技術の水準は、国際的にみて高いレベルにあるものの、価格・販売促進ルート等に関する問題もあり、諸外国、特に新興国への参入が必ずしも進んでいるとは言い難い。現在、新興国においても、再生可能エネルギー技術及び産業を政策的に育成しており、技術を有した国・企業が新興国市場で優位性を保つことは、次第に困難になってきている。今回の調査により、拡大する市場に照準を当てた諸外国・企業が、まず合弁企業等の設立によって参入するものの、国内産業優遇の政策等により、諸外国企業の市場におけるシェアを次第に落としていくといったパターンが見られた。

インドでは、製造業に必要な交通・電力等のインフラが圧倒的に不足していることに加え、経済の自由化を徐々に進めているなかでも依然税制や規制が複雑である。しかし、インド政府も雇用確保の問題意識から製造業の発展を重要視しており、インド政府の動きを後押しするためにも、日本とインド政府の間でデリー・ムンバイ間に産業大動脈を形成

する大規模なプロジェクトも動いている。インドには鉄鉱石や生物資源など、多くの天然資源がある一方で、資源開発に伴う技術力が十分でないことも指摘されている。クリーン・コール技術や、省エネ、新エネ技術分野は、日本がこれからインドで展開しやすい環境は整い始めていると考えられる。生物多様性をもとに、バイオ産業の発展も引き続き期待されていることから、日本もこうした分野でも少し先を見据えた共同開発などの取り組みが必要である。

1. 序論（規制とイノベーションについて）

グリーンな経済成長の促進や、効率的な製造過程の導入や汚染を減少させる製品の開発などを通して持続可能な社会の達成のために産業・企業は環境や社会を包括的にとらえた取り組みが不可欠である。環境への負荷を減らす努力は末端処理技術から循環型へ、そして環境戦略と管理システムの統合へとシフトしている。環境への負荷を減らすエコ・イノベーションという言葉が使われるようになってきたのは、競争力を保持しながら同時に持続可能な成長を達成する企業・産業の貢献がますます求められているためであろう。本研究では、まず国の規制とイノベーションについてのかかわりについて述べた後、特許分析による競争力について、また海外事例調査から競争力や国としての政策がどう効果的に関与できる可能性があるかについて検討する。

一般的に環境政策とイノベーションとは深い関係があることは指摘されている。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。OECD（2008）による環境関連技術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レポートでも、環境政策がイノベーションに与える影響について優位性を示すものがあると結論付けている。たとえば、再生可能エネルギーの分野では、税制やクォータ制は特許の数を増やすことにつながっているとしている。ただ、規制の条件や産業の種類、また技術によってどの制度や政策が影響を与えているかは一律ではないため、具体的な政策評価につながる結論にはまだ至っていない。また、エネルギーの相対価格もイノベーションに大きく影響を与えているということである。企業による省エネ技術の開発には、オイルショックなど世界的なエネルギーコストの高騰がきっかけになっていることも事実である。さらに、相対価格の影響のみならず、特定な市場の動向にイノベーションが牽引されることもある。今後、時間軸を入れた分析をさらに深めることにより、特定の技術の成熟度がそれぞれ異なることから、イノベーションのタイプも時系列で変化することも明らかになる。本研究においても、技術の軌跡をそれぞれのケースでたどっていくことで、個々の政策とイノベーションの関係を明らかにすることには重要な分析となっている。

1.1 イノベーションの定義

イノベーションとは、新しい知識に基づき、製品・サービスを生み出す、あるいは生産工程を効率化することである。なかでも、科学技術に係る知識に基づくイノベーションは技術イノベーションと呼ばれ、その成果が大きな経済的価値を生むポテンシャルがあることから、産業の国際競争力の向上、さらには経済社会の発展に大きく貢献すると期待されている。天然資源が少なく、少子化により国内市場の縮小が避けがたい状況下にある日本としては、技術力をベースに、隣接する巨大なアジアマーケットを視野に入れたイノベーションを興すことが、持続的な経済社会を構築する上で極めて重要であるといえる。

技術イノベーションの概念は幅広いが、その内容は新しい製品を生み出すプロダク

ト・イノベーション、生産工程の変革により生産効率をあげるプロセスイノベーション、新たなサービスを創出するサービス・イノベーションに加え、近年では技術のみならずビジネスモデルや、市場創出を支援する政府の政策のイノベーションまでも範疇に入れるようになってきている。また、全く新たな技術の活用やイノベーションの結果として極めて大きな変革やパラダイムシフトが生じる革新的なイノベーションと、既存技術等の延長線上の改善・改革による漸進的なイノベーションとで区別する場合もある。

一方、技術イノベーションが生じる要因については、需要により喚起されるとする「需要プル」要因と、技術の供給により喚起されるとする「科学技術プッシュ」要因とに大別される。しかし、実際にイノベーションが生じるプロセスは極めて複雑であり、双方の要因が相互に関連して生じていると考えられている。例えば、刻々と変化するグローバルマーケットのニーズを捉えることが必要であるため、先進国の技術力が高いからといって必ずイノベーションが生じるわけではなく、むしろ市場に隣接する人口の多い途上国の方がより有利にイノベーションを起こす可能性もある。

また、イノベーションと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も含む広い意味で使われる場合もある。具体的には、1) 新しいアイデアが生まれ（Invention：発明）、2) そのアイデアが商業ベースで実現可能な形に開発される（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過程すべてがイノベーションであるといえる。

しかし、新しい技術が商品化され、市場において普及するには、研究開発から商品・製品の普及まで一定の期間を要する。この一連の期間、即ち企業が技術に対する投資を行ってから収益を得るまでの期間が長い場合、多くの企業はそもそも研究開発に踏み出さないか、あるいは、開発した技術・商品でなかなか収益が上げられない。また、新しいアイデアが生まれても、そのアイデ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。そこで、政府の介入により民間企業の環境への負荷を軽減する技術に対するイノベーションへのインセンティブを増加させることが考えられる。

このように、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、政府による政策的支援が大きな鍵となると考えられている。これをイノベーション政策という。具体的には、科学技術を振興するために政府が研究開発投資等を行う、あるいは、規制や政策の再構築により、新技術の需要を創出し、効果的に技術を伝播・普及させることが考えられる。

なお本研究で対象とする技術イノベーションは、基本的に環境への負荷を削減する技術や、環境汚染防止技術、汚染物質除去技術、汚染された環境の復元といった技術などを対象としたイノベーションであり、これを総称してグリーン・イノベーションと呼ぶ。また、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、さらに、技術のみならずビジネスモデルや市場創出を支援する政策イノベーションにいたるまで、様々な形態が求められており、本研究でもこれらの促進のために政策領域にどのようなイノベーションを起こすべきかについても考察する。

1.2 環境規制とイノベーション

従来、日本の環境技術関連のイノベーションは、公害関連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主であった。大気・水・土壌を中心とした環境規制、特に排出基準達成のため、日本の公害対策技術が著しく向上したこと、また、厳しい規制に対応した日本車が米国市場を中心に高い評価を受けた事例はよく知られている。

しかし、環境関連技術のイノベーションの背景にあるのは環境規制だけではない。環境問題解決への貢献意欲等、需要側のモチベーションがその原動力として大きく作用する場合もある。また、市場の成熟・競争の激化に伴い、収益性向上のため、より効率のよい環境技術が求められる場合もある。逆に言うと、環境政策・規制には、環境技術への貢献意欲に対する正当な経済的報酬を確保し、環境市場の成熟を促進し、技術コストが内部化されるよう市場環境を再構築する役割が期待されており、イノベーション政策の手段としても注目されている。例えば、再生可能エネルギー普及のための政策として、特に税優遇や固定枠制を導入することは、関連分野の特許活動の活発化させるなど、環境調和型の技術革新の誘導や、新しい市場を創出する効果があるとされている。

今後さらに日本の環境関連技術を国内だけでなく、国際市場で展開し、日本の競争力向上や途上国での技術普及を高めるには、従来型の環境規制だけではなく、世界の市場の動向を見極め、新たな産業・市場構造の構築に寄与する新たな政策パラダイムが必要となることは明らかである。例えば、経営学者のマイケル・ポーターは、国の科学技術政策の立案にあたって、「単なる科学や技術の政策ではなく、イノベーションを生み出す政策でなければならない」、「民間のイノベーションを刺激しようとする政策は科学や技術を超えて、競争や規制等の政策まで含んだものでなければならない」としている。われわれはそのような政策パラダイムに基づいた政策転換のあり方について取り上げる。

1.3 グリーン・イノベーションと市場の課題

既存の技術は幅広く社会・技術的システムに深く埋め込まれており、あらゆるところでイノベーションに対する障壁を作り出している。急進的なイノベーションが起きにくい障壁は、ある程度特定された、独立の要因が大きな役割を占める漸進的なイノベーションに比べ、多方面にわたりかつ、システミックである。通常、グリーン・イノベーションに対する障壁として考えられるものに以下のものがある。

1. 外的環境要因として、社会構成員（消費者、政策決定者、NGO など）からのグリーン・イノベーションに対する圧力が欠如していること。

2. 他者によって開発されたイノベーションをとりこむ財政的要因、技術的能力の欠如や、取り込むこと自体に低い優先度がつけられていること。
3. 既存の生産プロセスにおいて対応ができない、または対応するのにコストがかかりすぎること。

つまり、商品イノベーションを起こす機動力は、消費者とコストへの圧力、環境規制、そして企業の環境ポリシーである。プロセスイノベーションにとっては、環境規制よりも消費者からの圧力は主要な要素であった。一方、マーケットシェアが増えることが商品のグリーン・イノベーションを引き起こす主要な要因である一方、既存の規制を順守することはプロセス統合技術のイノベーションを起こす人にとって特別な意味を持つ。規制とグリーン・イノベーションの商品開発へのインパクトについては、因果関係が明確には証明されていないが、規制によって利益を増やすための市場のインセンティブを確立し環境（商品）イノベーションを奨励するといわれている。

既存の技術は幅広く社会・技術的システムに深く埋め込まれており、あらゆるところでイノベーションに対する障壁を作り出している。急進的なイノベーションが起きにくいのは、ある程度特定された、独立の要因が大きな役割を占める漸進的なイノベーションに比べ、障壁が多面にわたりがち、システムックであるである。それらを踏まえてグリーン・イノベーションを奨励する政策を取る際に考慮しなくてはならない主要な事項について以下に示す。

- 1) 環境技術変化には多様で幅広い障壁が存在することを認識することが重要である。よって政策は、特定の業者を選択することではなく、グリーン・イノベーションの方向性や速さに影響を与えるものでなければならない。
- 2) いくつかの違う政策アプローチを組み合わせることを検討することが肝要である。相互にかかわりあっている障壁があるということは、いくつかの政策ツールを組み合わせる必要があるということである。環境や技術政策に関する対策は、同時期に実施されうまく組み合わせられなければならない。例えば環境省と経産省の技術政策双方がコーディネートしながら、環境保全の条項やイノベーション、技術奨励を組み合わせ、それらにかかわるいくつかのアクターを巻き込む必要がある。
- 3) 短期的環境保全と急進的グリーン・イノベーションの奨励策のバランスを見つけることが重要である。そしてサブオプショナル技術にとらわれすぎないことである。つまり、環境汚染解決の結果を早く出すことと、急進的イノベーションを奨励することはトレードオフが存在する場合がある。また、短期的経済効率性とイノベーションの長期的奨励策にもトレードオフが存在する。環境政策はグリーン・イノベーションを奨励するだけでなく、適度な社会コストによって環境を保全することである。グリーン・イノベーションは生産や消費活動から環境的圧力を低減するために必要なツールであるため、政府はグリーン・イノベーションを明確に奨励する必要がある。

- 4) 社会や産業をとりまく環境が変化しているときに政策ツールを採択し、政策評価を行うことが重要である。変化する状況があるという場合は、新しい奨励策やツールを取り入れる絶好の機会が提供されることである。政策決定者はどの政策が機能したか、しなかったかを学ぶ必要がある。特に、次の3つのレベルで政策評価を分析する必要がある：まずモニターすることと政策実施の評価、持続可能なイノベーションシステムへの政策インパクトについてレビュー、そして政策プロセスの深化を図ることである。
- 5) イノベーションを推進する政策の限界を認識することが重要である。グリーン・イノベーションの障壁を取り払うことには限界があり、特定の事業者を選択しようとした場合、時として非生産的な結果をもたらすことがある。技術などの制度が成熟すれば政治力の強い利益団体を形成することにつながり、既存の業界の都合に合わない急進的イノベーションを排除し、環境規制へ影響力を行使することになる。往々にして、環境規制を作るときには、既存の技術力を前提に考慮されるため、グリーン・イノベーションを起こすだけの十分なインセンティブがつけられない結果となることに留意すべきである。。
- 6) グリーン・イノベーションの成熟のための政策を絶えず考慮することが重要である。グリーン・イノベーションは技術変化（発明、イノベーション、普及）というすべての段階において複雑なプロセスが再度フィードバックされ密接に絡み合っ起こる。よって政策ツールはすべての段階においてイノベーションをはぐくむツールでなければならない。
- 7) 本研究でも具体例が提示されたように、サプライプッシュとデマンドプル対策を同時に行うことが必要である。政府は如何に技術開発（サプライプッシュ）を支援するかと同時に、その環境技術の市場を作り上げるため、政府調達や買い取り制度などで需要を押し上げる（デマンドプル）必要がある。十分な需要がなければ、投資した環境技術において十分なコストの回収や競争力強化にはつながらない。
- 8) 多様性を保持しながら、別の技術発展の軌跡も排除しないフレキシビリティを持つことが肝要である。特定の技術にとらわれないように、幅広い技術的解決策を刺激するための政策を作り、技術的選択肢のフレキシビリティを残すことである。幅広い技術オプションを支援しなければ、結果的に新しい技術が発展する前の段階で特定の業者を選ぶことになり、イノベーションの可能性をつんでしまうことになる。
- 9) 政策実行は最適なタイミングを考慮することが重要である。安定期（イノベーションへの障壁が高い）と不安定期（イノベーションの障壁が低い）を見極め、比較的社會や産業状況の変化がある時期を選んで政策を打つことである。安定期では、既存の技術方式など簡単に捨てられないが、社會変動が起きている時期には新しいことが比較的容易に採択される傾向がある。また、グリーン・イノベーションは既存の節義や装置が減価償却された時期には比較的容易に受け入れやすいため、企業の資本サイクルも考慮し、絶好のタイミングを選ぶことで効果的な成果が得られる。
- 10) 急進的なグリーン・イノベーションを誘導するには規制の厳格度が死活的に重要

である。規制がどれだけ厳しいかはグリーン・イノベーションの方向性や速度に影響し、特に急進的なイノベーションを奨励する重要な要素となる。しかし重要なのは、長期的な順守というフレキシビリティを企業へ許容することである。また、アメと鞭を組み合わせることである。イノベーションを刺激するために環境規制の強制的な力は重要ではあるが、企業同士の情報交換の奨励や、教育戦略などによる場の提供なども行うと効果的である。

- 11) アクター同士の協力的、参加型のアプローチを奨励することが重要である。企業と規制官庁との協力的な関係、信頼に基づいた関係が情報の自由な交換を生み、政策決定者のイノベーションへの支援態勢が期待でき、投資者にとってはイノベーションに対するリスクの評価を低減できる。
- 12) サプライチェーン、ライフサイクル、マルチメディアの視点を取り入れることが肝要である。特定の商品のサプライチェーンの全行程を視野に入れたアプローチも必要である。商品の生産から廃棄過程までのすべての段階で同時にイノベーションへの圧力をかけることが可能となる。一方、プロセスと商品では障壁も違うので、プロセスイノベーションと商品イノベーションを一緒にせず、区別して政策を作ることが重要である。。

本来、環境関連技術は公共財として捉えられうる。環境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るものの、適切な政策的介入がない場合、その開発者への経済的利益が少ない場合が考えられる。その結果、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ふ。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、環境技術への投資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。したがって、環境技術のコストが回収されるように政策的に市場を設計し、整備していくことが重要となる。

このような傾向は途上国市場においてさらに顕著である。これまで環境汚染防止技術は先進国で主に開発されており、他の途上国などの地域へ伝播する傾向にある。つまり、途上国では国の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る傾向が強い。このため、受入国が環境技術を取り入れるよう、適切なインセンティブが与えられなければ、一般的になかなか先進国から途上国へ環境技術が伝播されることはない。例えば、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、なかなかクリーン・エネルギー技術が普及していかないということもある。

このように、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、環境への負荷を減らす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。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減らす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、排出を軽減する技術の市場の広がりは一時的であり、そのための環境技術を開発することによって得られる利益は少ない。

環境技術が途上国へ広く伝播・普及させるためには、それらが採用されるような市場を構築するための環境法・環境規制などの導入を支援する必要があるだろう。環境技術の移転については、当該 知的所有権の問題などがあり、技術・知識を有する企業等が技術の積極的移転を行うことが困難な状況がある。しかしながら、法や政策の移転の場合には少なくとも知的所有権に関する問題がおきることには考えにくいいため、法や政策の移転、さらにガバナンスや行政技術の積極的な移転等により、市場そのものの環境整備を行うことは、新たな技術市場を創出する上で有効な手段であると考えられる。

1.4 新しい政策パラダイム

環境技術のイノベーション政策（あるいはグリーン・イノベーション）で重要になる要素は、イノベーション一般にとって重要になる要素そのものである。その上で、環境政策にとってあるいは政府の役割として最も重要な視点のひとつは、研究開発に伴うリスクをいかに低減するかということである。イノベーションにとって不確実性をどう管理していくかという視点に立つと、政府の環境政策に対する一貫的な姿勢が求められる。政治によるリスクは、市場によるリスクと同様にイノベーションの担い手にとって管理しにくいものである。政府あるいは公的セクターの役割と民間の役割のバランスをうまく取るようなシステムが必要であり、政策によって先に技術を選択してしまうロックインを回避しそれぞれの技術の軌跡をたどるような柔軟かつ長期的な取り組みが求められている。本研究では、需要と供給ではまず需要面を強調した視点で分析を進めているが、需要と供給の両方の要素がイノベーションに働いていることも忘れてはならない。

リーマンショック後の経済危機からの脱出を目指して、いわゆる「グリーン・ニューディール」と呼ばれる政策が米国・韓国を皮切りに展開され、グローバルな潮流となっている。この中で、スマートグリッドに象徴されるような、再生可能エネルギーを大幅に活用可能な新たな電力システムの構築が、エネルギー分野におけるパラダイムシフトを促すイノベーションとして期待され、注目を集めている。

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. 現在の情報通信技術で環境負荷を低減させるという 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

グリーン・イノベーションで意味する環境関連技術とは、環境への負荷を低減する技術、環境汚染防止技術、汚染物質除去技術、汚染された環境の復元といった技術をすべて含む。そういった環境関連技術を国際市場に展開し、日本の産業競争力向上や途上国での環境関連技術の普及を果たすには、従来の環境規制だけではなく、世界の市場の動向を見極め、日本の新たな産業構造の構築に寄与するイノベーションを誘発させることを意図した新たな政策のパラダイムが必要となる。

従来日本が得意としてきた公害対策技術は、漸進的なイノベーションが中心であるが、最近の潮流となっている環境分野のイノベーションはパラダイムの変革を狙った革新的なイノベーションであるため、より経済的な付加価値が高くなることが期待される。日本の環境分野における技術イノベーションも、従来の公害対策型のイノベーションから脱却し、国際市場においても競争力を有するグリーン・イノベーションを先導する役割を目指すべきである。

なお、マイケル・ポーターによれば、産業の国際競争力は、その国の企業の競争環境を形成する以下の条件が重なった際に優位性を発揮できるとされる。

ポーターによる産業の国際競争力条件

- ⑤ 要素条件：ある任意の産業で競争するのに必要な熟練労働またはインフラといったその国の生産要素
- ⑥ 需要条件：本国市場における製品またはサービスに対する需要の性質
- ⑦ 関連・支援産業の存在：国内における、国際競争力を持つ供給産業と関連産業の存在
- ⑧ 企業の戦略、構造およびライバル間競争：起業、組織形態、経営を左右する国内条件および国内のライバル間競争の性質

本研究ではこれら国際競争力生み出す諸条件に配慮しながら、今後の政策のあるべき姿を検討するものとする。

1.5 韓国のグリーン・イノベーション戦略（参考）

本研究の参考として、韓国の緑色成長戦略について本研究と関連する分野について取り上げる。韓国は2008年2月に発足した李明博政権の下で、科学技術強国建設を掲げ「低炭素・緑色成長」の旗印のもと、環境を主軸においた国家戦略をはじめ韓国発のイノベーション成果を創出するため新成長動力ビジョンや需要指向の政策を次々と打ち出した。また、R&D投資を対GDP比5%とし、政府R&Dの5割を基礎・基盤研究に分配するなど基礎研究を強化する方針を決定した。韓国の大胆な政策転換は、大統領の指導力を源泉にしたトップダウン方式が大きく影響しており、大統領自ら原子力発電のトップ営業を行う傍ら、広く諸外国の市場を求めため米国・EU等とのFTA締結も積極的に推進してきた。この背景には、海外市場で活路を見出すことが国の経済に死活的にかつ密接にかかわるといふ危機感と、日米などの先進国との技術格差が縮小されないまま後発国経済が急速に追い上げている現実、そして組立中心の基幹産業によるイノベーション能力の相対的脆弱性に対する危機感、エネルギー効率に課題があると認識している。危機感の共有が大胆な政策へつながったという一面もある。

韓国はFTA締結などで市場開放を進める一方で、逼迫するエネルギー事情、エンジニアリング以外の技術的競争力、基礎・基盤科学技術研究には不安を抱えている。LGやSamsungは材料や部品を日独の企業に依存しており、東日本震災の際日本からの部品調達などに支障がでるなど韓国企業の日本企業への依存度の高さを認識した。そのため欧米とのFTAを武器に特に日独産業の中でも材料、部品、化学複合産業誘致に積極的な姿勢を示している。

韓国政府の戦略として特徴的なのは、大統領直轄に組織された緑色成長委員会が実質的に主導し、グリーンな成長を経済政策としてとらえ、省庁間の利害を調整し大統領の指導力の下、外国人の顧問団を活用し国家戦略としてのグリーン成長政策を実施したことである。

韓国が緑色成長政策により環境破壊を防ぎ持続可能な成長を進めるにあたり、新しいパラダイムとして、新しい成長と雇用をグリーン技術などを通じて推進することを国策として決定した。本研究では関連する部分や、韓国が独自の条件による27のコア技術を特定し投資の重点化を図ったことや、戦略的海外産業の誘致政策などを重点的に述べることにする。

1.5.1 新しいパラダイムと組織

新しいパラダイムとして、人々の考え方や行動を変えていこうという試みが行われた。建国60周年を機に、過去60年が「茶色成長」であるのに対し、次の60年は緑色成長を目指すという強い意志が表明されている。グリーン成長につながるテクノロジーは、新しい成長の原動力になる。グリーンエネルギー・パラダイム、そしてグローバルコミュニティへの貢献、さらには世界人類の生活の質の向上に貢献することである。世界の中でのモデル

国家を目指すという決断の下、気候変動の軽減、エネルギーの自立、そして経済成長に関する新しい原動力を創造し、さらには生活の質(QOL)を向上し、国際的なリーダーシップを発揮していくことを掲げている。

韓国政府は、大統領が議長を務める大統領直属の緑色成長委員会を組織し、低炭素・緑色成長に関する施策の調整・レビューを行った上で、それらのアクションプランを作成し実行する。09年2月に低炭素・緑色成長基本法の草案を作成し、7章65条項からなる基本法は2010年4月に施行された。基本法には何に優先度をつけるかが明確に示されている。さらに、具体的な目標を設定し温室効果ガスの削減・低減や、エネルギーセキュリティ、再生可能エネルギー供給が盛り込まれている。

その他に特筆すべきことは、2009年12月に韓国政府は「グリーン技術ネットワーク」を創設した。これは、グリーン技術を開発する上で死活的重要な情報をシステムチックに蓄積するワンストップ・ポータルである。以前は情報はあらゆるところ(KISTEPやKISTI, KIER, KETEP, KEITIなど²)から提供されていたが、グリーン技術ネットワークにおいては、27のコア技術に限った情報を提供する。つまり、基礎的技術情報、産業及び市場調査にとどまらず、実施された政策、研究開発、ロードマップ、海外からの情報などである。さらに、検索メカニズムも提供し、NSTISのデータベースからグリーン技術に関する特殊な検索も可能としている。技術開発のためにオープン・アーキテクチャとして構築され、グリーン技術の戦略的なロードマップを提供する一方で、グリーン技術専門家コミュニティ・ネットワークも作り上げている。

また、教育省、科学技術省、農林水産省、知識経済省、環境省、国土交通海上省と共同で国家グリーン技術賞も創設し、セクターごとにグリーン技術のパイオニアを表彰している。受賞するには、パフォーマンス、経済実効性、商業価値、企業や研究機関が開発したグリーン技術の実用性について評価が行われ、いろいろな段階の賞が授与される。例えば、大統領賞、首相賞、環境省賞というように。例えば、最初の大統領賞はLG化学の高出力・高エネルギーリチウムポリマー電池技術(2010年2月)に対して授与された。

1.5.2 韓国政府が特定した環境コア技術

一般的にグリーン技術と定義されるものは、新エネルギーや再生可能エネルギー、原子力エネルギー、インテリジェント交通車両、インテリジェントビル管理などであるが、近年は例えば公害や廃棄物の処理などさまざまな課題に対応して、IT、バイオテクノロジー、ナノテクノロジー、環境技術などすべてを融合した新しい技術を作りだすことを指すように

² KISTEP: Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning; KISTI: the Korea Institute of Science and Technology Information; KIER: the Korea Institute of Energy Research; KETEP: the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning; KEITI; the Korea Environmental Industry and Technology Institute; NSTIS: the National Science and Technology Information Service.

なった。2009年の緑色技術 R&D 包括計画においては、韓国政府は75に及ぶ潜在的技術を洗い出し、そのうち韓国に合致する経済成長・環境持続性・戦略的重要度を考慮した結果、韓国が独自に重点的に投資する27の技術を「コア技術」として特定した（以下参照）。

表1. 新成長分野及び27のコア技術

新成長分野	27のコア技術
IT融合システム	・電力IT及び電気機器の効率性向上技術
LED機器	・照明用LED・グリーンIT技術
再生可能エネルギー	・高効率2次電池技術 ・非シリコン系太陽光電池の量産及び核心基盤技術 ・バイオエネルギーの精査尿素技術及びシステム技術 ・高効率水素製造及び水素貯蔵技術 ・次世代高効率燃料電池システム技術 ・シリコン系太陽電池の高効率低価格化技術
低炭素資源産業（CCS） （CO2捕集）	・非CO2温室ガス処理技術 ・CO2捕集・貯留・処分技術
グリーン交通機関	・高効率低公害車両技術
低炭素資源産業 （原子力エネルギー）	・改良型軽水炉の設計及び建設技術 ・環境に配慮した高速増殖炉及び核燃料再処理システムの開発技術 ・核融合炉の設計及び建設技術
文化コンテンツ・ソフトウェア、国際教育	・バーチャルリアリティ技術
先進グリーンシティ	・生態空間整備及び都市再生技術
先端水処理	・水質評価及び管理技術 ・代替水資源確保技術 ・有害物質モニタリング及び環境浄化技術
その他	・環境に配慮した低エネルギー建築技術 ・気候変動予測及びモデリング開発技術 ・気候変動の影響評価及び適応技術 ・廃棄物低減・リサイクル・エネルギー化技術 ・環境への負荷及びエネルギー消費の予測を考慮したグリーンプロセス技術 ・環境に配慮した植物成長促進技術 ・インテリジェント交通・物流技術 ・石炭ガス化複合発電技術

出典: Global Green Growth Institute, “Green Growth in motion: Sharing Korea’s Experience”, 2011, p90

緑色成長委員会はグリーン技術の商業化戦略の中で、上記の27のコア技術を次の5つに分類し重点投資を行った。それら5つの分類は以下の通りである。

- 1) エネルギー源技術：限りのある化石燃料エネルギー源を再生エネルギーや低炭素エネルギー源へ代替する技術
- 2) エネルギー効率向上技術：既存の化石燃料エネルギーの効率を高め、汚染物質を削減し電力の効率使用を奨励する技術
- 3) 産業及び大気グリーン化技術：工業生産過程を再構築することや、資源利用を削減するための設備効率を高め、緑化エリアを提供する技術

4) 環境保護及び資源リサイクル技術：環境変化を予測したり、環境への負荷を評価したり、環境汚染物質の排出を管理したり、汚染されたエコシステムの再生などの技術

5) 大気汚染を生まない商業技術：生産過程を変えることで低炭素・グリーンな方法へ転換する技術

包括計画では、それらの技術を幅広く開発・実用化するため投資を拡大し、個々の戦略及び指針について、市場の基盤や規制対策について、さらに細分化した市場分析や戦略、対策、戦略を練った。

以下に緑色成長委員会が提言した具体的な短期・中長期投資計画の指針を示す。その中でも重要なことは、中期的目標の中で、「早期に市場優位性を獲得するための支援を行うこと」と明記されているなど、サプライサイドのみならず市場でのシェア獲得についても検討されていることである。

表 2：緑色成長委員会が提言した短期・中期・長期的投資計画

短期的目標	シリコン・ソーラーパネルや LED, 高度水炉などの試験や比較的短期間で生産や試験が行えるプロジェクトへ投資。
中期的目標	経済的に実現可能なプロジェクトに投資を集中。つまり早期に市場優位性を獲得するための支援を行うことであり、例えば高効率で低炭素の車や、グリーンプロセス、2次電池、非 CO2 プロセス、水処理・水品質管理、別の水源の確保、廃棄物削減とバーチャルリアリティなどのプロジェクトである。
長期的目標	グローバルに展開可能なパイオニア技術へ進化するプロジェクトへ投資。例えば、気候変動予測や、気候変動適応対策や評価、核融合炉、水素エネルギー、燃料電池、環境にやさしい農作物の生長、IGCC, 都市再生、環境にやさしいビル建設、スマートグリッド、CCS, などのプロジェクトである。

この投資戦略を決定する過程で、現在の投資規模、技術レベル、商業化のターゲット時期の複合要素が考慮された。短期的目標として明記された技術は、できるだけ早期に試験・生産・商業化されるべき技術であり、中期的目標として明記された技術は、市場において「First mover」である利点を活かさなければならない技術であるということである。長期的目標を設定するにあたり、グローバルに展開可能なパイオニア技術へ進化するものに投資するというねらいがある。

1.5.3 27のコア技術の商品化戦略

韓国政府は27のコア技術を特定し重点的な開発投資を行う一方、市場への普及戦略も同時に検討した。まず、1) 外的資源から必要な技術を確認するための現実的な対処についてまとめ、コア技術の国内生産を増やす方法を検討した。2) フルスケールの生産を試験

するために技術開発からの全プロセスを改良するインセンティブを提供し、3) 国内市場及び輸出市場を拡大するため、雇用増、二酸化炭素排出削減などを行うための戦略を提供した。具体的には、まず市場変化などの分析を行い、韓国の競争力（技術レベル、価格競争力、現地生産率など）を評価し、戦略の方向性を決め、ロードマップを描き、投資戦略とその基盤を創設し、期待される効果や将来的方向性を決めるという流れである。

(A) 市場動向・予測分析

第一段階として、市場動向・予測分析である。まず、普及戦略を構築するためにまず状況把握し、取りうる戦略について探査した。市場は常に変化し続けているため、現状を評価することはその後の方向性を決めるために重要であった。特に、市場の変化を察知し、市場評価や競争力の比較を行うことは早い時期でのもっとも優先度が高い作業であり、それを基に詳細な戦略方向性やロードマップが描かれた。

市場調査は将来の社会変化や技術開発に関するイシューの特定に役立つ。データや人口分布、競争者に関する調査は非常に重要であり、どの技術が将来の技術に影響を与えるか評価することは必要である。また市場予測によって潜在的なリスクや危険が、新技術の商業化の前に特定することも可能である。これらの分析には、グローバル市場予測、国内市場予測、グローバルマーケットシェア、内外の主要産業の動向も含まれている。

基本的な市場環境のマクロ分析（STEEPV 方法を採用）は、正確でかつ客観的評価を政策決定者に提供することが重要である。また、市場予測分析によって新技術の商業化の前に潜在的なリスクを特定することができる。それらの分析によって27のコア技術の市場総価値は15兆USドルと計算され、2020年には57兆USドル規模になると予測された。韓国の国内市場の規模は37兆USドルであるので、それを大きく上回る市場規模が予測された。

(B) 競争力分析

次にグリーン技術や産業の競争力について、市場分析の結果に基づいて韓国の国内技術レベル、韓国企業の占める割合を評価した。国内技術がどれだけ使われているか価格比率を反映した%で評価を行った。その結果、国内で提供できる技術レベルは世界で提供されているベストテクノロジーの44~65%となり、技術を現地で生産している割合（その産業における韓国の競争力を測る要素の一つ）は平均で、40~68%となった。特に技術開発で韓国が高いレベルを保持している分野はバーチャルリアリティ（大気汚染を生まない商業技術分野）であり、エネルギー効率技術は現地生産率が最も高い技術であることがわかった。しかし、環境保全や資源リサイクルにおいては、世界で提供されているベストテクノロジーの50%に過ぎず、気候変動予測や水資源品質管理や有害物質監視などの技術は30%以下という低い結果となった。

(C) 優先度の決定

分類技術ごとに 이슈を特定し何を優先して行うか決定した。エネルギー技術においては、再生エネルギーにおけるマーケットシェアを確立するための商業化に高い優先度がつけられた。エネルギー効率においては、韓国はさらに素材・原料の試験・生産・開発に力を入れる必要があり、産業のグリーン化においては、韓国はもっとユーザーフレンドリーで競争力のある技術にするために努力しなければならない。環境保全や資源リサイクルにおいては、韓国はさらに条件に合致するようリサイクル技術や気候変動への適応化できる能力を改善する必要があるという結論となった。

(D) 戦略・ロードマップ策定

詳細な戦略的方向性について決定し、ロードマップや投資戦略を確立し、期待される効果や基盤を確立するための対策が練られた。ロードマップには、既存の主要な国の戦略とも融合させると同時に、技術獲得や実用性、商業化戦略などのノウハウも反映させた。ロードマップを作成する際に常に意識したことは、戦略的製品の分析、製品にとっての死活的な技術の開発、開発ステージ毎の必要技術の確保と官民の役割分担である。まず、必要な技術の開発を行い、その中で最も市場での潜在的価値が高い戦略的製品を選ぶ。これは必要な支援メカニズムを組織するために行われた。さらに、選別された戦略的製品の中で、3～4のクリティカルな技術を特定し、R&D タイムテーブルと細かいゴールまでのステップなど具体的実施計画を策定した。これらの重要な技術に関する分析結果を使い、オリジナルな技術の開発、技術協力、投資環境の整備を進めるための対策を取った。

これらのグリーン技術開発に重要なのは R&D への人的資源であることは言うまでもない。2008 年ではグリーン技術への人的需要は 2 万人であったが、2012 年には 3 万 4 千人へ急増すると予測されている。7 千人については現在雇用されている研究者が対応できるが、研修などで 9 千人、新規雇用は 1 万 4 千人、そして外国人研究者 2 万 7 千人を想定している。つまり、自国のみではなく外国人研究者の獲得が重要な要素となっている。

1.5.4 新再生エネルギー・クラスター形成と FDI 政策

韓国は対欧米 FTA を武器に、外国人専用の部品素材工業団地を設置し外国からの部品素材産業の誘致を積極化させている。経済成長の新たな原動力の一つとして位置付けられた部品素材産業では、1) 2018 年までに部品素材の技術水準を先進国に比べ 90% まで発展させる、2) 輸出規模を 2008 年の 1800 億ドルから 2018 年には 5000 億ドルまで増進するという目標を掲げ、海外の優秀な部品素材企業の韓国への誘致と外国人専用の工業団地を積極的に推進している。特に力を入れる半導体は太陽光発電技術に密接に関係しており、産業の誘致は太陽光関連技術へも貢献が期待される。韓国は総 71 か国と FTA (2010 年) を推進しており、中国などの大規模な需要国との交渉も視野に入れ、中国及びアジアの内需市場へのアクセスの優位性を武器に部品素材のグローバル・ハブを目指している。アメリカ、

EU,シンガポールなどの先進国の関税撤廃スケジュールに関しては、FTA 発効後 1-2 年以内、チリなどの中進国に対しても 3 年以内の撤廃を見込んでおり、FTA 締結地域とは主要部品素材産業の無関税貿易が実現される予定である。

特に、部品素材専用工業団地について詳しく述べる。益山、浦項、亀尾、釜山鎮海 FEZ など 4 つの地域において、土地無償提供、税制優遇措置、現金支援などのインセンティブを付与している。4 つの工業団地のうち、3 つについては再生エネルギー産業を主要な柱の一つとして力を入れている。

表 3. 韓国政府の 4 つの部品素材専用工業団地の特徴

	面積	主要産業・育成戦略
浦項	327,240m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・再生エネルギー産業クラスター育成 (太陽エネルギークラスター、風力産業クラスター育成) ・鉄鋼産業 ・造船ブロック産業
亀尾	255,469m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・再生エネルギー ・ディスプレイ ・モバイル ・炭素素材
益山	2,794,000m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・再生エネルギー ・バイオ LED 複合産業 ・自動車産業 ・造船・機械産業
BJFEZ	399,368m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・機械部品産業 ・造船産業 ・自動車産業

出典：Investment Opportunities in Korea: Parts and Materials Industrial Park, Krea Trade-Investment Promotion Agency

特に、再生エネルギー産業に力を入れている各工業団地の特徴について以下に記す。浦項においては、再生エネルギー産業クラスターを育成する戦略を掲げ、太陽光エネルギー産業クラスター育成として、中東、東南アジア、韓国系メーカーの共同出資による生産基地の構築や、ポリシリコンからモジュールまでの垂直系列化された太陽光エネルギー産業生産クラスター構築を行っている。風力産業クラスター育成として、大型タービン発電機、タワー、浮遊式洋上発電団地など次世代の風力発電産業クラスターを育成している。また、半導体、ディスプレイなど先端技術をリードする国家ナノ集積センターとして、浦項部品素材産業振興院や再生エネルギー研究所、生命科学研究所が併設されている。

一方、亀尾工業団地は、再生エネルギー産業の新たな投資地として脚光を浴びており、太陽光エネルギー二次電池分野に LG 電子、STX ソーラー、新日本石油、GS カルテックスなど有数の企業が多数投資している。また、進出企業らのシナジー効果も現れている。例えば、GS カルテックスと新日本石油 (ENEOS) の合弁会社 PCT が設立され、環境にやさしいエネルギー貯蔵装置である高性能二次電池用炭素素材の生産も行われている。亀尾の特徴は、ディスプレイ、携帯電話半導体など先端 IT 産業が集積され、グローバル企業や

日本貴陽など 1800 社以上の部品素材産業がサプライチェーンを形成していることであり、再生エネルギー分野に大手企業からの大規模な投資が行われ、科学研究団地や電子情報技術院などが進出企業に R&D サポートも行っている。

益山の再生エネルギー産業では、風力、太陽光など再生エネルギー関連のある部品産業クラスターを構築して、グリーン成長産業発展を目指しており、主要 LED 研究センターが進出しバイオ LED 複合産業の集積地を目指している。

ほとんどの工業団地において、ICT 分野など国際競争力指数が高い情報通信インフラに加え、近隣に研究機関や理工系大学、実業系高校、R&D センターを備え、アメリカ、日本に次いで世界第三位の優秀な科学インフラを誇る人材供給にも力を入れている。誘致対象企業は外国人投資持分が 30%以上である企業であり、各公団から指定された入居業種に該当する場合となっている。誘致のための優遇政策として、ハイテク分野の投資額 100 万ドル以上、もしくは製造業分野の投資額 500 万ドル以上の企業に対しては土地の区分に応じて 50~100%賃料減免や、製造業分野の投資額 1000 万ドル以上、ロジスティクス分野投資額 500 万ドル以上の企業に対しては 5 年間法人税・所得税免除及び減免の特典や地方税の免除（8~15 年間 100%免除）などがある。また、技術移転効果や雇用創出規模などを考慮して外国人投資委員会で決定されれば、研究施設の土地購入費、建築費、資本財の購入費への支援、雇用補助金、教育訓練補助金、施設補助金などの現金支援も行われる。

1.5.5 済州島におけるスマートグリッド実証試験

韓国政府は2009年に、低炭素・グリーン成長戦略の一環として済州島をスマートグリッドの実装実験地区として選び、約7000世帯を対象にPV、風力発電、燃料電池、蓄電池等を導入し実証を行っている。2011年までに済州島をスマートグリッド化し、2030年には国内全てをスマートグリッド化する予定である。韓国はスマートグリッド産業においてグローバル・リーダーとなるため基盤強化を行うと同時に、スマートグリッド技術の商業化や産業輸出の基礎となることを目指している。韓国政府、韓国スマートグリッド研究所(KSGI)、韓国電力(KEPCO)、済州島特別区、LG、SKT、KTやサムソンなどの企業、韓国スマートグリッド協会、大学や研究機関などが参加しており、2009年から2013年の間に645億ウォンが投入される。実装実験では、官民の連携する協力体制を築くこと、いろいろな電力市場モデルの実験を行うこと、海外の企業にもオープンにすることが指針として掲げられている。5地区の10にわたるコンソーシアムが参加し、技術実装やビジネスモデルの実験を行っている。このプロジェクトによって全国レベルでエネルギー効率を高め、グリーンエネルギーインフラを敷設し、CO2排出量を減らすことをめざし、また、グリーン成長時代の新しい成長エンジンとなる産業を確保すること、そして個人が低炭素社会のグリーンライフを実現しながら生活の質を向上させる社会を目指している。

<まとめ>

以上のように、韓国においては大統領の強力な指導力の下、グリーン成長政策のための人員、資源、政策の優先度が高められ、外国有識者によるアドバイザリーグループの創設や、省庁の利害調整機関として緑色成長委員会がうまく機能している。政治決断及び、緑色成長委員会で決定した政策が実施される組織づくりなど、通常なら政策実行の過程で阻害されてしまう要因を取り除く努力がされている。積極的にスマートグリッドの実装実験を進めるなど、着々と将来のニーズに対してデータを集めており、環境都市については日本に先んじて手を打っている。実際にどれほど決定した戦略や行動計画が効果的に実行されたかについては、今後の検証が必要であるが、韓国の大統領制下での大胆な改革方針の決定過程や戦略作成過程、利害調整方法、そして政策の評価については今後参考になる部分が多々あると考えられる。

2. 特許分析による日本の環境技術の国際競争力について

2.1 環境技術と特許データ

従来、国や地域の科学技術・イノベーションに関する競争力を分析するためには、研究開発費の統計データが主要な指標として使われてきた。特に国レベルのマクロ分析において、各国政府機関の統計局などで整備されてきた研究開発費の統計データが、有効性を発揮してきた。しかし、技術発展のハイスピード化、高度化、複雑化に伴い、イノベーションに対するインプットである研究開発費の総額、研究者数などのデータに代わり、イノベーションにより密接な関係をもつ特許のデータが、技術競争力や国のイノベーション能力を測るための有効な手法となりつつある。

環境技術分野に関しては、OECD (2009a, 2009b) が、一般的な環境技術（大気、水、廃棄物）、エネルギー関連技術、気候変動緩和技術を対象に、イノベーション指標や技術移転の指標としてどのようなデータを採用すればよいかを検討している。まず、イノベーションの指標としてよく用いられる、研究開発費や研究者数については、環境分野の研究開発に対する政府予算の統計はまだ未整備であり、特に技術にブレイクダウンした額は不明である点、研究開発費はイノベーション・プロセスのアウトプットではなく、インプットを示す指標である点を指摘している。また、過去には商品分類に基づいて環境製品のリスト化が試みられたが、分類が広すぎ、イノベーションとの関連が不明瞭なため、イノベーションの指標にはならないという結論に達したと述べている。さらに、論文データはイノベーションのアウトプットの指標の一つではあるが、市場へのアウトプットの直接的な指標ではない。そこで、OECD は特許データを用いる方法を提案している。International Patent Classification (IPC) はサブクラスで約7万コードあり、技術分野を識別するには十分であり、特許出願頻度を環境技術のイノベーション指標として用いることが可能である。また、OECD ではパテント・ファミリーに着目し、他国への特許出願数を環境技術の移転の指標とする方法を提案している。

特許データは国際的に技術移転及びイノベーション政策を研究するための一つの重要な手法としても確立しつつある。もちろん、特許の数で技術の競争力、イノベーション能力を測るには様々な欠陥もあるが、利用可能なデータの制約等から考えると、特許データは世界的にほぼ標準化された有力な指標の一つであるということ是可以するだろう。

特許データ（主に PATSTAT）によって気候変動緩和技術の発展と国際的な技術移転における政策の役割を明らかにしようと試みた研究（OECD, 2010b）では、再生エネルギー、クリーン・コール技術分野を対象とし、過去30～35年のデータを分析している。分析結果として、イノベーションは多くの気候変動緩和技術において加速しており、京都議定書の可決と同時に加速が起きていると指摘している。国際的に競争力が高まっている技術（風力、太陽エネルギー、バイオ燃料、地熱、水力等）についてはイノベーションが加速しているが、他の技術（CCS等）に関する特許は、他のエネルギー技術と比べて落ち込んでい

ることが明らかになった。

また、国によって気候変動の緩和技術のイノベーションは異なる分野に特化することが指摘されている。例えば、日本、韓国は太陽光発電技術に強く、デンマークは風力技術、ノルウェーは水力・海洋技術に強いという特徴がある。さらに、中国、インド、南アフリカのような新興勢力も力を増しつつある。

2.2 特許データによる日本の優位性

通説では、日本の環境技術は高い競争力があるといわれている。しかし、特許データを如何に扱うか、如何に分析するかによって得られる知見は異なる場合もある。たとえば、気候変動対策関係の特許出願数で（1998年から2003年の5年間の分析対象、PATSTAT(EPO/OECD World Patent Statistical Database)に基づいた集計）世界各国の環境技術の競争力を測定した結果、日本が特許出願数で世界第一位であり、全出願数の40%以上を占めているという(Dechezlepretre et al. 2008)。さらに、技術分野別に見てもバイオマスが第2位であることを除けば、他の12の技術分野では全て世界第一位である。特に、メタン、廃棄物、照明分野では特許出願数は全体の半分以上を占めている。

OECDの報告書にも、気候変動に関するイノベーション、特に太陽熱、太陽光における特許数は日本が世界第一位であると分析されている(OECD, 2010b)。

図 1：気候変動対策関係の特許出願数の国際シェア（1998-2003）



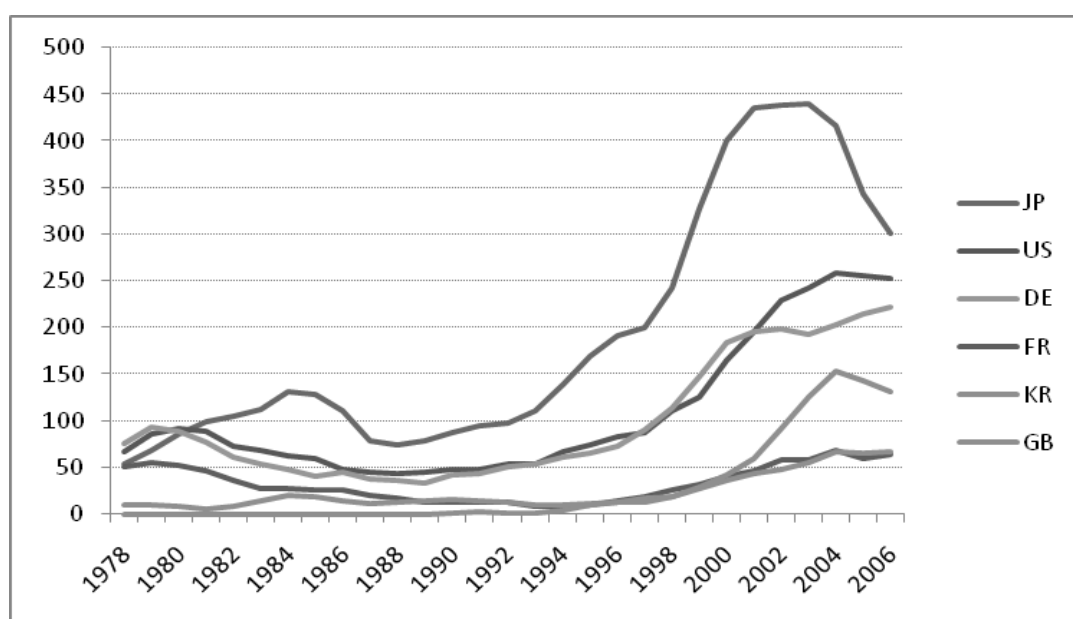
出典：Dechezlepretre et al. (2008), p.17.

表 4：気候変動対策関係の特許出願数の国際比較 (1998-2003)

国名	順位	シェア(%)	分野
日本	1	40.8	すべて
米国	2	12.8	風力、太陽光、水力、メタン、ビル
ドイツ	3	12.7	バイオマス、海洋、廃棄物、CCS、風力、太陽光
中国	4	5.8	セメント、地熱、太陽光、水力、メタン
韓国	5	4.6	照明、海洋、水力、バイオマス、セメント
ロシア	6	4.2	地熱、セメント、水力、CCS、海洋
フランス	7	2.4	セメント、CCS、ビル、バイオマス、水力
イギリス	8	1.9	海洋、バイオマス、風力、メタン
カナダ	9	1.5	水力、風力、CCS、海洋
ブラジル	10	1.1	海洋、ビル

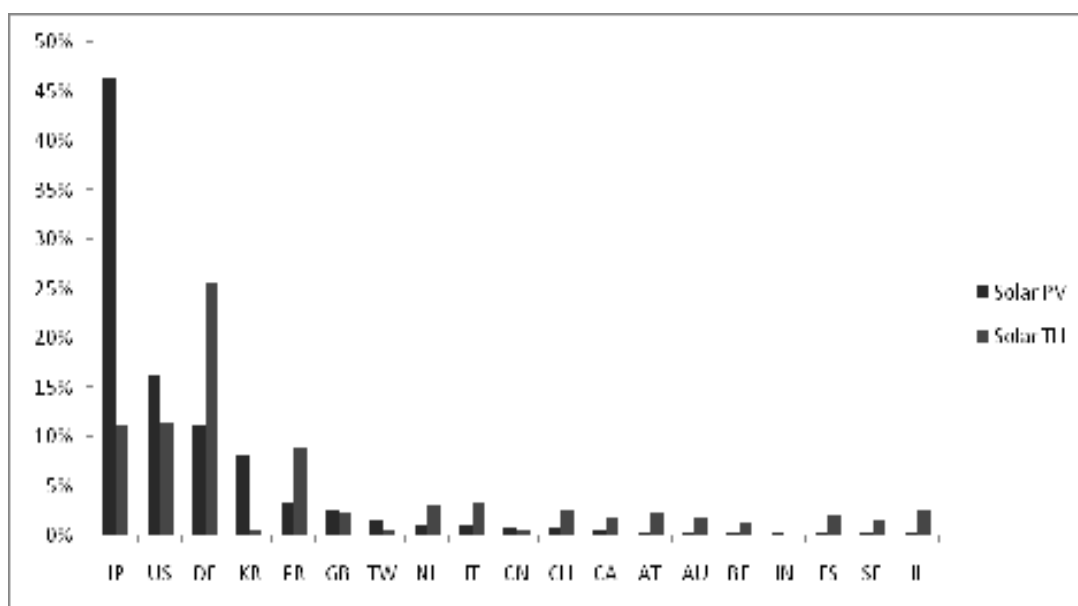
出典：Dechezlepretre et al. (2008), p.17.

図 2：気候変動関連技術に関するイノベーション動向



出典：OECD, 2010b p16”Trends in CCMT inventive activity”

図 3：太陽熱及び太陽光技術のイノベーションが多い国



出典：OECD, 2010b p17”Inventor countries for solar thermal and solar PV”

確かにこういった研究の結論は、一般的に日本の環境技術が大変強いとする通説と一致しているように思われる。しかし、彼らの分析方法論は、自国内での出願数が多くなるといういわゆるホーム・カントリー・バイアスを適切に考慮していない可能性が高い。

そこで、本研究では技術の「共起性」に基づき、各技術領域をより合理的かつ精緻に分類するとともに、ホーム・カントリー・バイアスを修正した日本の環境技術の国際競争力の実像を掴むことを試みる。

2.3 特許データ分析方法

2.3.1 技術のクラスター分析

本研究は基本的に EPO World Wide Patent Statistics Database (PATSTAT) を利用し、特許データを用いた分析を行うが、特許分類の定義が基本的に人為的であり、恣意性をもつという認識に基づき、より合理的に特定の技術領域における国ごとの技術競争力を測る方法を模索する。そのためにはまず、関連する技術分野の技術的な構造を明確にする必要があるが、ここでは IPC の共起性³ (Co-occurrence) (Breschi et al . 2003, Suzuki and Kodama 2004) による技術の距離を測り、マクロ領域の技術に対してクラスター分析を行う。技術間距離には共起度数に基づく基準化されたカイ二乗距離 (ファイ二乗測度) を用い、クラスター形成

³ 一つの特許に複数の IPC が同時に付与されている場合があり、これを「共起」という。

の手法としてはワード法（Ward's method）を用いる。その結果得られたデンドログラム（樹状図）で技術間の関連性、距離を可視化することが可能であり、クラスターごとに技術分野の再定義を行う。

さらに、再分類された技術クラスターごとに、特許を二種類——自国だけに出願した特許の数及び自国以外の他の国にも出願する特許（同一のпатент・ファミリーに属する特許は重複してカウントしない）——に分けて集計する。前節でレビューしたように、一般的に、自国内のみならず外国にも出願する特許の質は高く、技術移転が期待され、そのため、国際的な競争力が高いと認識される。これにより、国ごとの特許出願数で個々の技術分野における国際的位置づけを明らかにすることができる。

2.3.2 環境技術の分類について

本研究は OECD の定義に従い、環境技術を大きく二種類——汚染緩和及び廃棄物のマネジメントという従来型公害技術と、気候変動緩和技術——にわけ、分析することとする。

表 5： 汚染緩和及び廃棄物のマネジメント技術

POLLUTION ABATEMENT, CONTROL, PREVENTION and MONITORING	
air	AIR POLLUTION ABATEMENT
	Air pollution control from stationary sources
	Air pollution from mobile sources
water	WATER POLLUTION ABATEMENT (Water & wastewater treatment)
	Water & wastewater pollution abatement
solid	SOLID WASTE MANAGEMENT

それぞれの分野に対応する国際的に統一されて用いられている IPC については、http://www.oecd.org/document/55/0,3746,en_2649_37425_43383927_1_1_1_37425,00.htmlにて公表されている。これらを各分野のコア技術コードとし、IPC のメイングループ（IPC_MG）の共起性に基づいて近隣技術コード（コア技術コードと高い頻度で共起するコード）を同定し、それら近隣技術のクラスターについてもコア技術と同様の分析を行う。

一方、気候変動緩和技術については、我々はヨーロッパ特許局（EPO）の特許分類 European Patent classification (ECLA) による細分類を用いることとした。現段階では、当該技術領域では ECLA はもっともノイズの少ない分類であると考えられる。

ただし、ECLA コードが付与される対象の特許は欧州や米国、カナダ、オーストラリアで出願されたものに限定されているため、パテント・ファミリーのメンバーにそれらを含まない場合（日本国内のみで出願された特許や、日本と中国だけで出願されたものなど）は、ECLA=Y02 コード「気候変動関連技術」で抽出されていない可能性がある。このため、あらかじめ「パテント・ファミリーのメンバーに ECLA 付与特許を含まない場合」がどれくらいあるのかを検証した。ECLA=Y02 の特許に付与された IPC のメイングループ（IPC_MG）コードを持つ全ての特許で、JP が優先出願国になっているファミリー（日本発

の国際特許ファミリー) はトータルで 511,188 件である。そして、それらのファミリーのうち、下に示すように日本発の国際特許は 5%程度が ECLA コードが付与されておらず、件数が過小評価される可能性があることが判明した。このバイアスが技術分野によってどの程度異なるのかは検証できない (ECLA_Y02 コードと IPC コードの対応関係が不明なため) が、分野による差はそれほどないものと仮定すると、機械的に日本発の国際特許の数を 5%多くするとより正確になるとと思われる。読者はその点を踏まえた上で、これ以降の結果を解釈していただきたい。

表 6 : 気候変動関連 IPC を持つ INPAT の ECLA カバー率

気候変動関連IPCをもつInPatのECLAカバー率				
fam_size	with ECLA	without ECLA	total	
Biadic	169,474	15,824	185,298	8.54%
Triadic	101,906	7,012	108,918	6.44%
Quadadic	102,144	1,218	103,362	1.18%
Pentadic	60,623	160	60,783	0.26%
Hexadic	26,139	29	26,168	0.11%
Septadic+	26,653	6	26,659	0.02%
	486,939	24,249	511,188	
	95.3%	4.7%		
			104.98%	

注 : *Biadic : 2 国への出願、Triadic : 3 国への出願、以下同じ

また、ECLA=Y02 コードは、既存の IPC コードとの互換性を持たないため、IPC コードベースでの共起性に基づくコア技術と近隣技術が区別できない。このため、ECLA=Y02 内の 12 の技術分野 (表 7) についてはその分類を所与のものとしたうえで、各技術分野内の特許に付与された IPC_MG で、コア技術と近隣技術を区別せずクラスター分析を行うこととした。

表 7 : 気候変動緩和技術

TECHNOLOGIES OR APPLICATIONS FOR MITIGATION OR ADAPTATION AGAINST CLIMATE CHANGE	
CCS	CAPTURE, STORAGE, SEQUESTRATION OR DISPOSAL OF GREENHOUSE GASES [GHG] [N1006] Y02C
	CO2 capture or storage (not used, see subgroups) [N1006] Y02C10
geo	Geothermal energy [N1006] Y02E10/10
hydro	Hydro energy [N1006] Y02E10/20
	Energy from sea (tidal stream Y02E10/28) (not used, see subgroups)[N1006] Y02E10/30
solar	Solar thermal energy [N1006] Y02E10/40
photo	Photovoltaic [PV] energy [N1006] Y02E10/50
	Thermal-PV hybrids [N1006] Y02E10/60
wind	Wind energy [N1006] Y02E10/70
combu	Combustion technologies with mitigation potential [N1006] Y02E20
nuc	Energy generation of nuclear origin [N1006] Y02E30
elec	Technologies for an efficient electrical power generation, transmission or distribution [N1006] Y02E40
nonf	Technologies for the production of fuel of non-fossil origin [N1006] Y02E50
ind	Technologies with potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation [N1006] Y02E60
conv	Other energy conversion or management systems reducing GHG emissions [N1006] Y02E70

2.4 日本の競争力に関する分析：公害関連技術

本研究では、これまでの伝統的な公害関連技術と新しい気候変動対策技術の双方に焦点をあて、公害関連技術としては水処理、固形廃棄物処理、大気汚染緩和技術の3分野；そして気候変動対策関連技術の合計4分野について分析を行った。ここでは公害関連技術の3つの分野に対し、コア技術と近隣技術についての分析を示す。これにより上記の環境技術分野に関して、これまで根拠が不十分であった日本の環境技術に関する国際競争力の優位性の有無について、具体的な指標により明らかになったといえる。つまり、日本は特定の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、ほぼすべての分野において圧倒的に高く、日本は米国・ドイツに次ぐ3位の地位を平均的にしめる結果となった。

水処理についての国際出願数は、日本が全て世界第3位に留まり、それぞれの技術クラスターにおける国際出願数の第1位と第2位は、ドイツもしくは米国である。また、水処理の近隣技術に関しても、国際出願数では日本がほぼ第2、3位に留まり、特に地下、水中の構造物分野では米国、ドイツ、イギリス、フランスに続く第5位でしかない。

固形廃棄物処理分野におけるコア技術の国ごと出願数によると、国際出願数は固形・金属ごみリサイクル領域で日本が世界第1位であるが、家庭ごみ領域は世界第7位にとどまり、他の分野では全て第3位にとどまることが分かる。加熱・焼却処理分野及び焼却炉関係は米国が第1位、ドイツが第2位であり、他の技術クラスターでは、プラスチック・リサイクル、回収・処理操作、家庭ごみ分野は全てドイツがトップで、米国が第2位である。また、固形廃棄物処理分野における近隣技術の国ごとの出願数については、国際出願数は汚泥処理・利用、固化・固定化、燃焼・焼却、粉碎・減容、成型、金属の再生・抽出、モルタル・コンクリートといった6つの技術クラスターでは日本は2位もしくは3位に位置づけられ、それぞれの領域の1位は米国もしくはドイツとなっている。

大気汚染緩和領域のコア技術における国ごとの国際出願数は、排気ガス処理分野は日本が第1位であるが、直立形の炉分野はドイツ、米国、フランスに次いで第4位、その他は、全て2、3位であり、当該分野のトップは米国かドイツかであることが分かる。また、大気汚染緩和領域の近隣技術における国ごとの出願数をしてみると、エアクリーナー、空調、焼却炉、ろ過・吸着、触媒、排気マフラー、燃料電子制御とバーナーといった8つの技術領域では、国内出願数は日本がすべて第1位であると同時に、空調、排気マフラー、燃料電子制御領域の国際出願数も世界トップを占めている。これは日本の電気、機械メーカーおよび自動車メーカーが多数存在し、しかも長期にわたって世界市場を技術的にリードしてきた結果であると解釈できる。他の領域では依然米国かドイツがトップを占めている。以下、個別の技術分野の分析結果について詳細を述べる。

表 8 : 水処理分野の技術分類及び IPC

IPC	技術範囲
B63J4	Arrangements of installations for treating waste-water or sewage
C02F1	Treatment of water, waste water, or sewage
C02F3	Biological treatment of water, waste water, or sewage
C02F7	Aeration of stretches of water
C02F9	Multistep treatment of water, waste water or sewage
C02F11	Treatment of sludge
C05F7	Fertilisers from waste water, sewage sludge, sea slime, ooze or similar masses
C09K3/32	Chemistry; Materials for treating liquid pollutants, e.g. oil, gasoline, fat
E02B15/04	Devices for cleaning or keeping clear the surface of open water from oil or like floating materials by separating or removing these materials
E02B15/06	Cleaning or keeping clear the surface of open water; Barriers therefor
E02B15/10	Cleaning or keeping clear the surface of open water; Devices for removing the material from the surface
E03B3	Methods or installations for obtaining or collecting drinking water or tap water; Rain, surface or groundwater
E03C1/12	Plumbing installations for waste water
E03F	Sewers - Cesspools

表 9 : 水処理分野における IPC_MG の共起の度数集計

water_matrix water_raw_2_IPC_MG	B63J 4	C02F 1	C02F 3	C02F 7	C02F 9	C02F 11	C05F 7	C09K 3	E02B 15	E03B 3	E03C 1	E03F 1	E03F 3	E03F 5	E03F 7	E03F 9	E03F 11
B63J 4	0	305	102	0	101	40	0	0	22	0	20	29	11	3	3	0	0
C02F 1	305	0	21135	852	21090	11542	572	2010	3065	859	324	367	136	1549	98	23	117
C02F 3	102	21135	0	2023	6235	7703	692	146	250	86	48	251	42	548	26	10	216
C02F 7	0	852	2023	0	97	78	19	0	31	8	1	14	3	7	0	2	0
C02F 9	101	21090	6235	97	0	2406	157	7	9	178	103	37	9	78	38	5	22
C02F 11	40	11542	7703	78	2406	0	2371	130	34	5	18	38	4	137	131	23	36
C05F 7	0	572	692	19	157	2371	0	11	0	0	0	1	0	4	1	0	0
C09K 3	0	2010	146	0	7	130	11	0	721	0	0	1	0	1	0	0	0
E02B 15	22	3065	250	31	9	34	0	721	0	3	0	6	2	116	1	0	1
E03B 3	0	859	86	8	178	5	0	0	3	0	64	519	37	255	12	6	44
E03C 1	20	324	48	1	103	18	0	0	0	64	0	293	355	543	96	185	10
E03F 1	29	367	251	14	37	38	1	1	6	519	293	0	642	1692	292	43	56
E03F 3	11	136	42	3	9	4	0	0	2	37	355	642	0	1764	574	88	28
E03F 5	3	1549	548	7	78	137	4	1	116	255	543	1692	1764	0	1056	263	268
E03F 7	3	98	26	0	38	131	1	0	1	12	96	292	574	1056	0	349	21
E03F 9	0	23	10	2	5	23	0	0	0	6	185	43	88	263	349	0	6
E03F 11	0	117	216	0	22	36	0	0	1	44	10	56	28	268	21	6	0

表 10：水処理分野におけるクラスター再分類

排水・下水のばっき・段階処理	水面の曝気[3] 汚泥の処理; そのための装置[3] 水, 廃水または下水の多段階処理[3]
汚染物質の除去・処理	水, 廃水または下水の生物学的処理[3] 油または類似の揮発物の分離または除去による開放水面の層掃または層掃の維持のための装置(その他の水, 廃水または下水の処理C02F; 液体汚染物質, 例, 油, ガソリン, 脂肪, の処理材料C09K3/32) 液体汚染物, 例, 油, ガソリンまたは脂肪を処理するためのもの(物質の化学変化の影響により有害な化学剤を無害にするまたはより有害でなくする方法A62D3/00)
下水・汚水の処理設備	下水または汚水処理用設備(汚水の放出B63B29/15)[3] 下水道の「 飲料水またはタップウォータを取水または集水する方法または設備(水処理C02F)[4]
下水処理再利用	水, 廃水または下水の処理(3/00から9/00が優先)[3] 廃水, 下水スラッジ, へドロ, 試でい, または同様の残留物から遠られた肥料(スラッジの脱水, 乾燥または灰化の方法または装置C02F11/00)
下水管渠	下水管渠系 下水管を清掃するための装置または固定された設備, 例, 洗浄による(下水管路に配置された, 試験物止め, レーキ, ちりよけ格子またはその類似物5/14; 管の清掃一般, 管の層掃装置B08B9/02)
下水・排水家庭内設備	・排水用配管設備; それに結合される洗面器または噴水器(床の排水装置E03F5/04); 成し 下水系を操作するためのその他の・設または器具, 例, つまりの防止または・用のもの; 汚水ためのくみ出し。
下水・雨水の処理・設	下水または雨水を排除するための方法, 系統または・設 汚水ため(汚水ためのくみ出し7/00; 下水処理に特徴あるものC02F)

この技術分類に基づいて行った特許データ分析について、それぞれの技術分野における上位 10 か国ごとの国内出願数と国際出願数（パテント・ファミリー数）の集計結果を以下の表に示す。

この結果、表 11 に示されている通り、水処理の全ての技術クラスターにおいては、自国出願数は日本が第 1 位であるのに対し、国際出願数は日本が全て世界第 3 位に留まり、それぞれの技術クラスターにおける国際出願数の第 1 位と第 2 位は、ドイツもしくは米国であることが明確に示された。

表 11：水処理分野の各技術クラスター領域の国ごとの出願数

技術分野	国内出願数		国際出願数	
排水・下水のばっき・段階処理	日本	13746	ドイツ	896
	ドイツ	3349	アメリカ	403
	中国	1739	イギリス	179
	韓国	1633	スウェーデン	177
	アメリカ	1317	日本	163
	旧ソビエト	678	フランス	134
	フランス	660	スイス	119
	イギリス	606	オーストラリア	112
	オーストラリア	484	オランダ	93
	ブラジル	414	オーストラリア	85
汚染物質の除去・処理	日本	67505	アメリカ	7076
	中国	19962	ドイツ	3927
	アメリカ	9306	日本	3653
	韓国	6820	イギリス	1443
	ドイツ	5966	フランス	1384
	旧ソビエト	5868	韓国	481
	ロシア	3390	イタリア	473
	フランス	2134	スイス	454
	イギリス	1552	スウェーデン	453
	ポーランド	997	オーストラリア	377
下水・汚水の処理設備	日本	31183	アメリカ	1918
	中国	6769	ドイツ	1648
	アメリカ	3597	日本	1124
	ドイツ	3419	フランス	641
	韓国	3275	イギリス	624
	旧ソビエト	2084	スウェーデン	258
	フランス	1340	スイス	250
	ロシア	1091	オランダ	224
	イギリス	956	オーストラリア	202
	ポーランド	594	韓国	175
下水処理再利用	日本	24270	アメリカ	1811
	中国	7673	ドイツ	1334
	韓国	2517	日本	1134
	アメリカ	1935	フランス	406
	ドイツ	1858	イギリス	371
	旧ソビエト	903	韓国	175
	ロシア	783	スウェーデン	174
	フランス	504	スイス	152
	イギリス	315	イタリア	137
	東ドイツ	271	オーストラリア	129
下水管系	日本	8081	ドイツ	416
	中国	3370	アメリカ	277
	ドイツ	1491	日本	122
	アメリカ	1379	イギリス	122
	韓国	777	スイス	92
	イギリス	415	フランス	65
	フランス	402	イタリア	62
	ブラジル	272	スウェーデン	58
	スペイン	156	オーストラリア	46
	オーストラリア	155	オーストラリア	41
下水・排水家庭内設備	日本	2239	ドイツ	163
	アメリカ	402	アメリカ	157
	ドイツ	383	日本	56
	中国	168	スウェーデン	55
	フランス	165	フィンランド	44
	韓国	102	イギリス	38
	オーストラリア	101	オーストラリア	33
	イギリス	66	フランス	33
	ブラジル	63	オランダ	16
	カナダ	30	カナダ	14
下水・雨水の処理施設	日本	5211	ドイツ	352
	ドイツ	1130	アメリカ	202
	韓国	961	日本	93
	アメリカ	616	イギリス	73
	中国	506	スウェーデン	48
	フランス	156	スイス	44
	イギリス	132	フランス	43
	旧ソビエト	125	オーストラリア	42
	ハンガリー	96	オランダ	25
	ポーランド	75	オーストラリア	21

2.4.1.2 水処理の近隣技術

前章は、OECD の IPC に従った水処理分野のコア技術に関する分析であるが、現実的には水処理を行うためにはコア技術以外の技術も必要である。前述のように、それは当該技術領域の近隣技術と考えられ、技術の競争力を測る際、コア技術以外にそれらの近隣技術の競争力の高さも考える必要がある。水処理の分野において、コア技術の IPC_MG の出現頻度と、近隣技術の IPC_MG の出現頻度を集計したものが図 5 である。

これらの近隣技術について、コア技術と同様の手法によりクラスター分析を行い再分類した結果、本研究では 8 つのクラスターに分類した（図 6）。8 つのクラスターはそれぞれ、1) 混合器、2) 固形廃棄物の有用化、3) 半透膜、4) ろ過装置及び工程、5) ろ過材量、6) 水の浄化及びガスの処理プロセス、7) 殺生物剤など有害物質、8) 地下及び水中の構造物に分類された。各技術クラスター毎の国内および国際特許出願数を集計したものが表 12 である。

表 12 を見ればわかるように、水処理の近隣技術に関しては、自国出願数はコア技術と同じく、全ての分野で日本が圧倒的に第 1 位であるのに対し、国際出願数では日本が大体第 2、3 位に留まり、特に地下、水中の構造物分野では米国、ドイツ、イギリス、フランスに続く第 5 位でしかない。日本に技術的優位性があるといわれている半透膜は、1 位の米国の半分以下である。それぞれの国際出願数のトップは、ドイツもしくは米国であることが分かる。つまり、水処理の近隣技術においても日本の技術は、トップの米国の半分程度の国際出願数にとどまり、競争力という意味では米国には遠く及ばない実態が明らかになった。

図 5 : 各技術クラスター毎の国内および国際特許出願数

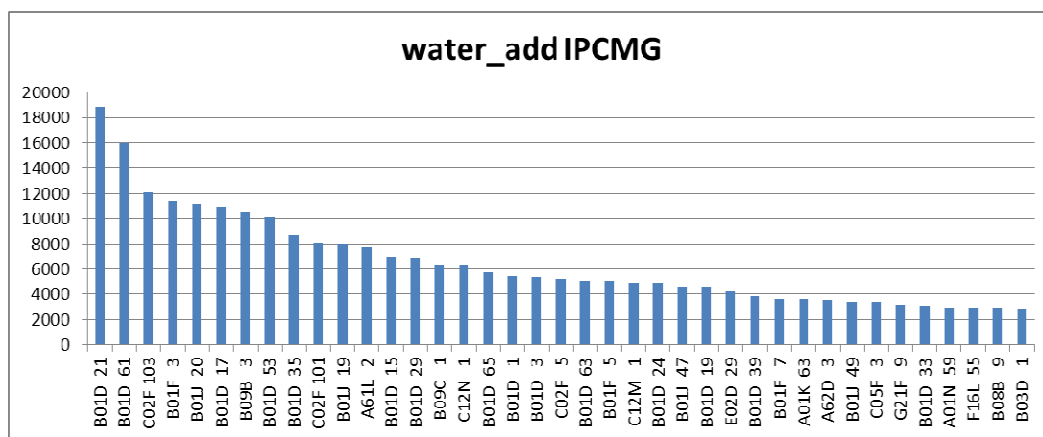
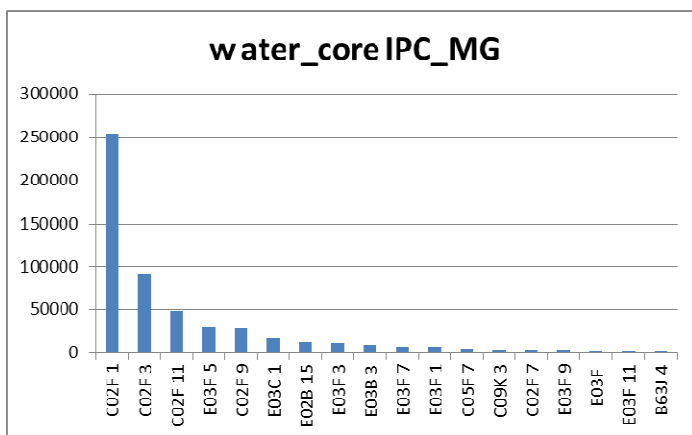


表 12：水処理分野における近隣技術領域の国ごと出願数

	DomPat		InPat				のカウン
	cluster	prior集計					
	clus 8	appln_auth	appln_auth(clus 8)	appln_auth	appln_auth		
1 混合機	1	1 JP	41143	1 US		7372	
	2	1 US	11863	1 DE		6389	
	3	1 DE	9753	1 JP		3164	
	4	1 CN	6663	1 GB		2022	
	5	1 SU	4934	1 FR		1744	
	6	1 GB	2852	1 IT		1025	
	7	1 FR	2664	1 CH		926	
	8	1 KR	1895	1 NL		634	
	9	1 RU	1116	1 EP		469	
	10	1 NL	921	1 AT		436	
2 固体廃棄物の有用化	1	2 JP	31654	2 US		16677	
	2	2 US	8503	2 DE		10256	
	3	2 CN	7687	2 JP		5539	
	4	2 DE	3172	2 GB		5251	
	5	2 KR	1545	2 EP		2280	
	6	2 SU	1336	2 FR		1712	
	7	2 GB	1333	2 CH		1540	
	8	2 FR	1128	2 IT		550	
	9	2 RU	1108	2 DK		394	
	10	2 EP	643	2 AU		391	
3 半透膜	1	3 JP	272420	3 US		84569	
	2	3 US	71611	3 JP		35687	
	3	3 CN	65796	3 DE		34282	
	4	3 SU	43005	3 GB		15353	
	5	3 DE	33707	3 FR		12499	
	6	3 RU	23382	3 EP		6322	
	7	3 KR	14298	3 IT		3540	
	8	3 FR	11202	3 KR		3133	
	9	3 GB	9847	3 CH		2913	
	10	3 PL	3512	3 NL		2735	
4 ろ過装置、工程	1	4 JP	69839	4 US		7843	
	2	4 US	15200	4 DE		6158	
	3	4 CN	12011	4 JP		2365	
	4	4 DE	10846	4 GB		2005	
	5	4 KR	4490	4 FR		1598	
	6	4 FR	3525	4 IT		871	
	7	4 SU	3341	4 CH		830	
	8	4 GB	3313	4 AT		444	
	9	4 RU	1178	4 NL		410	
	10	4 BR	1134	4 FI		387	
5 ろ過材料	1	5 JP	117160	5 US		25867	
	2	5 CN	20346	5 JP		13286	
	3	5 US	10758	5 DE		7508	
	4	5 KR	8354	5 GB		4529	
	5	5 DE	6916	5 FR		3203	
	6	5 RU	5915	5 EP		2635	
	7	5 SU	4607	5 KR		1412	
	8	5 FR	2339	5 DK		1052	
	9	5 GB	1305	5 IT		999	
	10	5 DD	790	5 CH		879	
6 水の浄化、ガスの処理プロセス	1	6 JP	55214	6 US		11396	
	2	6 US	7936	6 JP		6545	
	3	6 CN	7370	6 DE		5849	
	4	6 DE	4444	6 FR		2465	
	5	6 SU	4263	6 GB		2181	
	6	6 RU	3464	6 IT		519	
	7	6 KR	2235	6 EP		506	
	8	6 FR	1559	6 AU		478	
	9	6 GB	1449	6 NL		471	
	10	6 DD	639	6 CH		424	
7 殺生物剤など有害物質	1	7 JP	21889	7 US		4274	
	2	7 CN	2017	7 JP		2664	
	3	7 US	1768	7 DE		1779	
	4	7 DE	838	7 FR		662	
	5	7 KR	798	7 GB		466	
	6	7 RU	320	7 NL		227	
	7	7 SU	234	7 KR		222	
	8	7 FR	169	7 EP		200	
	9	7 GB	137	7 AU		195	
	10	7 EP	122	7 IT		134	
8 地下、水中の構造物	1	8 JP	38191	8 US		2434	
	2	8 US	5005	8 DE		1967	
	3	8 DE	4811	8 GB		1195	
	4	8 CN	4629	8 FR		957	
	5	8 KR	4238	8 JP		921	
	6	8 SU	2010	8 CH		313	
	7	8 GB	1526	8 IT		298	
	8	8 FR	1511	8 NL		236	
	9	8 RU	1283	8 CA		190	
	10	8 NL	384	8 NO		187	

2.4.2 固形廃棄物処理分野

2.4.2.1 固形廃棄物処理分野のコア技術

固形廃棄物処理分野におけるコア技術を、水処理と同様のプロセスで技術をグループ化した結果、本研究においては1) 焼却炉、2) 加熱・焼却処理、3) 回収・処理操作、4) プラスチック・リサイクル、5) 固形・金属ごみリサイクル、6) 家庭ごみ、の6つのクラスターに分類して分析を行った(表15)。

固形廃棄物処理分野の国ごとの出願数によると、各技術領域の国内出願数では日本は断然トップであるのに対し、国際出願数は固形・金属ごみリサイクル領域でのみ日本が世界第1位である。日本に競争力があると考えられていた家庭ごみ領域は、世界第7位にとどまり、技術分野での優位性は見られない結果となった。その他のすべての分野では日本は米国、ドイツに次ぐ第3位にとどまることが分かる。ごみ処理は埋め立てが一般的であるにもかかわらず、米国が加熱・焼却処理分野及び焼却炉関係の技術は世界第1位である。リサイクルが盛んなドイツは、プラスチック・リサイクル、回収・処理操作、家庭ごみ分野は全て世界トップで、米国が第2位となっている。

2.4.2.2 固形廃棄物処理の近隣技術

固形廃棄物処理分野における近隣技術については、同様なプロセスを経て7つのクラスターに分類した。それらは、1) 汚泥処理・利用、2) 固化・固定化、3) モルタル・コンクリート、4) 成型、5) 粉碎・減容、6) 燃焼・焼却、7) 金属の再生・抽出である。

固形廃棄物処理分野の近隣技術の国ごとの出願数については表17にあるように、各技術領域の国内出願数は日本が依然トップであるのに対し、国際出願数は汚泥処理・利用、固化・固定化、成型の3つの分野では米国に次いで2位の位置を占める。しかし、燃焼・焼却、粉碎・減容、金属の再生・抽出、モルタル・コンクリートといった技術クラスターでは日本は米国、ドイツに次いで3位に位置づけられ、固形廃棄物処理の近隣技術においても、得意分野においてすら日本は米国に水をあけられていることがわかる。

表 13 : 固形廃棄物処理分野の技術分類及び IPC

SOLID WASTE MANAGEMENT	
A23K1/06	Animal feeding-stuffs from distillers' or brewers' waste
A23K1/08	Animal feeding-stuffs from waste products of dairy plant
A23K1/10	Animal feeding-stuffs from meat, fish, or bones; from kitchen waste
A43B1/12	Footwear made of rubber waste
A43B21/14	Heels or top-pieces made of rubber waste
A61L11	Medical or veterinary science; Disinfection or sterilising methods specially adapted
B03B9/06	Separating solid materials; General arrangement of separating plant specially adapted
B09B	Disposal of solid waste
B09C	Reclamation of contaminated soil
B22F8	Manufacture of articles from scrap or waste metal particles
B27B33/20	Sawing tools for saw mills, sawing machines, or sawing devices; Edge trimmings
B29B17	Recovery of plastics or other constituents of waste material containing plastics
B29B7/66	Preparing material; Recycling the material
B30B9/32	Presses specially adapted for consolidating scrap metal or for compacting waste
B62D67	Systematic disassembly of vehicles for recovery of salvageable components
B65F	Transporting; Gathering or removal of domestic or like refuse
B65H73	Stripping waste material from cores or formers, e.g. to permit their re-use
C04B7/24-30	Hydraulic cements from oil shales, residues or waste other than slag
C04B11/26	Calcium sulfate cements starting from phosphogypsum or from waste, e.g. from
C04B18/04-10	Use of agglomerated or waste materials or refuse as fillers for mortars, concrete
C04B33/132-138	Clay-wares; Waste materials or Refuse
C05F9	Fertilisers from household or town refuse
C08J11	Recovery or working-up of waste materials
C09K11/01	Luminescent, e.g. electroluminescent, chemiluminescent, materials; Recovery
C10G1/10	Production of liquid hydrocarbon mixtures from rubber or rubber waste
C10L5/46	Solid fuels essentially based on materials of non-mineral origin; on sewage, sludge
C10L5/48	Solid fuels essentially based on materials of non-mineral origin; on industrial waste
C10M175	Working-up used lubricants to recover useful products
C22B7	Working-up raw materials other than ores, e.g. scrap, to produce non-ferrous
C22B19/28	Obtaining zinc or zinc oxide; From muffle furnace residues
C22B19/30	Obtaining zinc or zinc oxide; From metallic residues or scraps
C22B25/06	Obtaining tin; From scrap, especially tin scrap
D01B5/08	Mechanical treatment of natural fibrous or filamentary material to obtain fibres
D01G11	Textiles; Disintegrating fibre-containing articles to obtain fibres for re-use
D01G19/22	Textiles; Arrangements for removing, or disposing of, noil or waste
D21B1/08-10	Paper-making; Fibrous raw materials or their mechanical treatment; the raw
D21B1/32	Paper-making; Fibrous raw materials or their mechanical treatment; Defibrating
D21C5/02	Paper-making; Other processes for obtaining cellulose; Working-up waste pulp
D21H17/01	Paper-making; Pulping; Non-fibrous material added to the pulp; Waste products
E01H6	Street cleaning; Apparatus equipped with, or having provisions for equipping
E01H15	Street cleaning; Removing undesirable matter, e.g. rubbish, from the land, not
F23G5	Cremation furnaces; Incineration of waste; Incinerator constructions; Details
F23G7	Cremation furnaces; Incinerators or other apparatus specially adapted for cremation

表 15： 固形廃棄物処理分野の各技術クラスター領域の国ごと出願数

加熱・焼却処理	1	1 JP	36689	1 US	2684
	2	1 CN	5901	1 DE	1922
	3	1 KR	3901	1 JP	1446
	4	1 US	3824	1 FR	643
	5	1 DE	3220	1 GB	622
	6	1 RU	1632	1 IT	318
	7	1 SU	1374	1 CH	297
	8	1 FR	1136	1 AT	295
	9	1 GB	768	1 NL	220
	10	1 PL	557	1 KR	208
固形・金属ごみリサイクル	1	2 JP	26632	2 JP	1018
	2	2 KR	2633	2 US	898
	3	2 CN	2431	2 DE	738
	4	2 DE	882	2 FR	272
	5	2 US	625	2 GB	186
	6	2 RU	284	2 KR	172
	7	2 PL	274	2 IT	143
	8	2 FR	262	2 CH	74
	9	2 CZ	238	2 NL	72
	10	2 TW	179	2 AT	65
プラスチック・リサイクル	1	3 JP	7799	3 DE	610
	2	3 KR	1120	3 US	526
	3	3 DE	953	3 JP	471
	4	3 CN	755	3 IT	125
	5	3 US	672	3 GB	116
	6	3 RU	337	3 FR	96
	7	3 FR	229	3 AT	74
	8	3 SU	226	3 KR	47
	9	3 GB	157	3 CH	42
	10	3 BR	135	3 EP	36
回収・処理操作	1	4 JP	15606	4 DE	1585
	2	4 DE	2025	4 US	1406
	3	4 US	1852	4 JP	1014
	4	4 CN	1323	4 FR	286
	5	4 KR	970	4 GB	260
	6	4 FR	459	4 IT	223
	7	4 SU	421	4 CH	158
	8	4 GB	369	4 FI	114
	9	4 RU	318	4 KR	104
	10	4 PL	195	4 NL	94
焼却炉	1	5 JP	12702	5 US	1063
	2	5 CN	1365	5 DE	739
	3	5 DE	1325	5 JP	406
	4	5 US	1170	5 FR	201
	5	5 SU	968	5 GB	181
	6	5 KR	858	5 AT	106
	7	5 RU	521	5 KR	77
	8	5 FR	321	5 IT	76
	9	5 GB	238	5 CH	76
	10	5 PL	124	5 FI	71
家庭ごみ	1	6 JP	18064	6 DE	1006
	2	6 DE	4400	6 US	834
	3	6 CN	4164	6 FR	347
	4	6 US	3213	6 GB	283
	5	6 KR	1334	6 IT	270
	6	6 GB	998	6 NL	195
	7	6 FR	983	6 JP	162
	8	6 ES	963	6 CH	155
	9	6 BR	888	6 AU	108
	10	6 TW	421	6 SE	90

表 17： 固形廃棄物処理分野における近隣技術領域の国ごと出願数

	C7	DomPat		InPat	
		appln_auth	appln_auth(C7)	appln_auth	appln_auth(C7)
汚泥処理・利用	1	1 JP	255660	1 US	37551
	2	1 CN	74379	1 JP	17699
	3	1 US	31638	1 DE	14619
	4	1 KR	29879	1 GB	7028
	5	1 RU	21803	1 FR	5850
	6	1 DE	20616	1 EP	4049
	7	1 SU	15077	1 KR	2405
	8	1 FR	7664	1 IT	2209
	9	1 GB	5797	1 CH	2147
	10	1 PL	2709	1 NL	1514
固化・固定化	1	2 JP	154309	2 US	21399
	2	2 CN	23624	2 JP	16222
	3	2 US	17704	2 DE	12533
	4	2 SU	12626	2 FR	4549
	5	2 DE	12271	2 GB	4128
	6	2 KR	7525	2 FI	1067
	7	2 RU	6080	2 KR	1035
	8	2 FR	4242	2 EP	1014
	9	2 GB	3793	2 IT	986
	10	2 PL	1620	2 CH	930
燃焼・焼却	1	3 JP	138997	3 US	21140
	2	3 US	22950	3 DE	15031
	3	3 CN	21843	3 JP	12374
	4	3 DE	16630	3 GB	4504
	5	3 SU	8073	3 FR	4497
	6	3 GB	5208	3 EP	1389
	7	3 FR	4835	3 CH	1259
	8	3 KR	3888	3 IT	1220
	9	3 RU	2428	3 AT	1025
	10	3 BE	2271	3 KR	1012
粉碎・減容	1	4 JP	59194	4 DE	5283
	2	4 CN	15529	4 US	4313
	3	4 DE	12907	4 JP	1678
	4	4 US	11522	4 GB	1481
	5	4 SU	7972	4 FR	1002
	6	4 KR	4215	4 IT	673
	7	4 GB	3365	4 CH	641
	8	4 FR	2738	4 NL	486
	9	4 RU	2113	4 AT	427
	10	4 BE	1284	4 AU	346
成型	1	5 JP	91450	5 US	12585
	2	5 CN	7439	5 JP	9604
	3	5 US	7118	5 DE	9346
	4	5 DE	4955	5 GB	2519
	5	5 KR	2190	5 FR	2086
	6	5 SU	1949	5 IT	1185
	7	5 FR	1475	5 EP	792
	8	5 GB	1398	5 CH	662
	9	5 RU	590	5 AT	543
	10	5 NL	569	5 NL	528
金属の再生・抽出	1	6 JP	31878	6 US	5687
	2	6 SU	8524	6 DE	4441
	3	6 US	7019	6 JP	2411
	4	6 CN	6743	6 GB	1769
	5	6 DE	5203	6 FR	1477
	6	6 RU	3694	6 AT	1040
	7	6 FR	2520	6 AU	878
	8	6 GB	1992	6 CA	615
	9	6 KR	1856	6 IT	443
	10	6 BE	1592	6 FI	443
モルタル・コンクリート	1	7 JP	27751	7 US	2982
	2	7 CN	6252	7 DE	2294
	3	7 KR	3653	7 JP	2196
	4	7 SU	2450	7 FR	875
	5	7 US	2298	7 GB	721
	6	7 DE	2046	7 EP	262
	7	7 RU	1554	7 KR	211
	8	7 FR	797	7 IT	210
	9	7 GB	644	7 CH	190
	10	7 BE	307	7 AT	168

2.4.3 大気汚染緩和技術分野

大気汚染緩和領域のコア技術においては、ガス等ろ過装置・工程、分離剤・装置、排気ガス処理、ガスの前処理、ガスの分離と浄化及び直立形の炉、の6つの分野に分類した。表20の結果を見ると、国内出願数は全て日本が第1位である。それに対し国際出願数は、排気ガス処理分野のみで日本が第1位であるが、直立形の炉分野はドイツ、米国、フランスに次いで第4位、その他は、全て2, 3位であり、当該分野のトップは米国もしくはドイツであることが分かる。

一方、大気汚染緩和領域の近隣技術においては、エアクリナー、空調、焼却炉、ろ過・吸着、触媒、排気マフラー、燃料電子制御とバーナーといった8つの技術領域に分類した。そのすべての技術分野においては、表21によると国内出願数は日本がすべて第1位であると同時に、空調、排気マフラー、燃料電子制御領域の3分野において国際出願数も世界トップを占めている。大気汚染緩和領域の近隣技術については、日本の技術は競争力に優位性があるといえる。これは日本の電機、機械メーカーおよび自動車メーカーが多数存在し、しかも長期にわたって世界市場を技術的にリードしてきた結果であると解釈できる。しかし、エアクリナー、焼却炉、ろ過・吸着、触媒、バーナーの分野では依然米国がトップを占めており、大気汚染緩和領域の近隣技術においてドイツはトップではないが、2位の地位を確保している。

表 18： 大気汚染緩和技術分野の技術分類及び IPC

AIR POLLUTION ABATEMENT	
B01D46	Filters or filtering processes specially modified for separating dispersed particles from gases or vapours
B01D47	Separating dispersed particles from gases, air or vapours by liquid as separating agent
B01D49	Separating dispersed particles from gases, air or vapours by other methods
B01D50	Combinations of devices for separating particles from gases or vapours
B01D51	Auxiliary pretreatment of gases or vapours to be cleaned from dispersed particles
B01D53/34-36	Chemical or biological purification of waste gases
B01D53/48-52	Removing components of defined structure; Sulfur compounds
B01D53/54-58	Removing components of defined structure; Nitrogen compounds
B01D53/60	Removing components of defined structure; Simultaneously removing sulfur oxides and nitrogen oxides
B01D53/62	Removing components of defined structure; Carbon oxides
B01D53/64	Removing components of defined structure; Heavy metals or compounds thereof, e.g. mercury
B01D53/66	Removing components of defined structure; Ozone
B01D53/68-70	Removing components of defined structure; Halogens or halogen compounds
B01D53/72	Removing components of defined structure; Organic compounds not provided for - e.g. hydrocarbons
B03C3	Separating dispersed particles from gases or vapour, e.g. air, by electrostatic effect
C10L10/02	Use of additives to fuels or fires for particular purposes for reducing smoke development
C10L10/06	Use of additives to fuels or fires for particular purposes for facilitating soot removal
C21B7/22	Blast furnaces; Dust arresters
C21C5/38	Manufacture of carbon steel, e.g. plain mild steel, medium carbon steel, or cast-steel; Removal of waste
F01N3	Exhaust or silencing apparatus having means for purifying, rendering innocuous, or otherwise treating
F01N5	Exhaust or silencing apparatus combined or associated with devices profiting by exhaust energy
F01N7	Exhaust or silencing apparatus, or parts thereof
F01N9	Electrical control of exhaust gas treating apparatus
F01N11	Monitoring or diagnostic devices for exhaust-gas treatment apparatus
F23B80	Combustion apparatus characterised by means for returning flue gases to the combustion chamber
F23C9	Combustion apparatus characterised by arrangements for returning combustion products or flue gas
F23J15	Arrangements of devices for treating smoke or fumes of purifiers, e.g. for removing noxious materials
F27B1/18	Shaft or like vertical or substantially vertical furnaces; Arrangements of dust collectors
G08B21/12	Alarms responsive to a single specified undesired or abnormal condition and not otherwise provided
G08B21/14	Alarms responsive to a single specified undesired or abnormal condition and not otherwise provided
F23G7/06	Incinerators or other apparatus specially adapted for consuming specific waste or low grade fuels; or

表 19： 大気汚染緩和技術分野における技術のクラスター分析

3 排気ガス処理	11736	ガスまたは蒸気から粒子を分離する装置の組合せ	B01D 50	B01D 50	4	
	1127	信号または呼出し装置・指令発信装置・警報装置・・・有毒ガス警報(21/16が優先)・・・可燃性ガス警報(G08B 21)	G08B 21	G08B 21	21	
	1232	その他の方法によるガス・空気または蒸気からの分散粒子の分離	B01D 49	B01D 49	3	
	30874	気体または蒸気・空気からの分散粒子の静電力による分離(電気力もしくは静電力を利用した分離器を指す)B03C 3	B03C 3	B03C 3	7	
	1893	炭素鋼・炭素鋼・中炭素鋼または鉄鋼の製造・廃ガスまたは粉じんを除去	C21C 5	C21C 5	10	
4 ガスの前処理	18427	煙またはガス処理するための装置の配置(煙またはガスを処理するための装置それ自体. 方法はその他)F23J 15	F23J 15	F23J 15	19	
	98556	排気の清浄・無害化または他の処理する手段をもつ排気もしくは清音装置(電気的制御)F01N 3	F01N 3	F01N 3	11	
	4591	浄化されるガスまたは蒸気の補助的前処理(ガスの火災の防止AROC)蒸気または静電力による分離(特)B01D 51	B01D 51	B01D 51	5	
6 直立形の炉	1273	溶鉱炉・吹じん装置	C21B 7	C21B 7	9	
	629	炉・キルン・窯またはピルトー一般開放式焼結用または類似の装置(型/て/形または類似の直立形または球状)F27B 1	F27B 1	F27B 1	20	
5 ガスの分離と浄化	77766	ガスまたは蒸気からの揮発性溶剤蒸気の回収(蒸気からの化学的または生物学的浄化. 例: エンジ)B01D 53	B01D 53	B01D 53	6	
	471	固体燃料のみを用いる燃焼方法または装置(燃焼ガス又は燃料から放出される未燃ガスを導くための流路)F23B 80	F23B 80	F23B 80	16	
2 分離剤、装置	23753	分離剤として液体を用いるガス・空気あるいは蒸気からの分散粒子の分離(45/10が優先. 分留塔またはその)B01D 47	B01D 47	B01D 47	2	
	4933	燃焼生成物または燃焼ガスを再循環するための装置に特徴がある燃焼装置	F23C 9	F23C 9	17	
1 ガス等ろ過装置、工程	11453	特定の廃棄物または低級燃料(例: 化学薬品を焼き尽くすことに特に適した)焼却または他の装置	F23G 7	F23G 7	18	
	3527	特定の目的のための燃料または火炎への添加剤の使用(煙の発生を減少させるためのもの)・ばい煙除去C10L 10	C10L 10	C10L 10	8	
	18980	グループ1/00から5/009/0011/000に分類されないまたは前記グループにはない注目すべき共通した特徴 F01N 7	F01N 7	F01N 7	13	
	7289	排気ガス処理装置の電気的制御(排気ガス処理装置を監視または診断する装置)1/002個以上の燃焼機F01N 9	F01N 9	F01N 9	14	
	6983	排気エネルギーを利用する装置と結合または組み合わされる排気または清音装置(排気のための)排気系にF01N 5	F01N 5	F01N 5	12	
	6175	排気ガス処理装置を監視または診断する装置	F01N 11	F01N 11	15	
	75185	ガスまたは蒸気から分散粒子を分離するために特に改良されたろ過機またはろ過工程(ろ過機)24/00から3/B01D 46	B01D 46	B01D 46	1	

表 20 : 大気汚染緩和技術分野の各技術クラスター領域の国ごと出願数

	air_DomPat_stats			air_InPat_stats		
	clus_6	appln_auth	appln_auth	clus_6	appln_auth	appln_authのカウン
ガス等ろ過装置、工程	1 JP		24843	1 DE		4358
	1 US		4829	1 JP		4354
	1 DE		4661	1 US		3933
	1 CN		3190	1 FR		949
	1 KR		2577	1 GB		743
	1 SU		1288	1 KR		310
	1 FR		1174	1 IT		283
	1 GB		1039	1 CH		201
	1 RU		318	1 EP		137
	1 BE		248	1 AT		120
分離剤、装置	2 JP		8036	2 US		1218
	2 CN		3074	2 DE		860
	2 US		1569	2 JP		381
	2 DE		1514	2 GB		256
	2 SU		1512	2 FR		216
	2 KR		792	2 CH		117
	2 GB		498	2 IT		106
	2 FR		420	2 AT		88
	2 RU		359	2 KR		86
	2 NL		135	2 SE		65
排気ガス処理	3 JP		44977	3 JP		6238
	3 CN		6375	3 DE		5145
	3 DE		5378	3 US		4312
	3 US		5019	3 FR		967
	3 KR		2028	3 GB		683
	3 FR		1666	3 KR		349
	3 SU		1462	3 IT		286
	3 GB		1051	3 CH		275
	3 RU		609	3 AT		243
	3 BE		440	3 EP		206
ガスの前処理	4 JP		1927	4 DE		153
	4 CN		177	4 US		140
	4 SU		139	4 JP		77
	4 US		117	4 GB		30
	4 DE		111	4 FR		30
	4 KR		66	4 NL		18
	4 GB		28	4 CH		17
	4 FR		25	4 IT		11
	4 NL		21	4 FI		11
	4 RU		16	4 LU		9
ガスの分離と浄化	5 JP		24439	5 US		2263
	5 CN		3024	5 JP		1735
	5 US		1570	5 DE		1610
	5 DE		1394	5 FR		464
	5 KR		796	5 GB		329
	5 SU		391	5 KR		124
	5 FR		284	5 IT		113
	5 RU		282	5 NL		109
	5 GB		243	5 EP		106
	5 PL		231	5 AT		99
直立形の炉	6 JP		251	6 DE		9
	6 CN		59	6 US		8
	6 US		29	6 FR		5
	6 DE		24	6 JP		4
	6 GB		12	6 IT		3
	6 KR		10	6 CH		3
	6 SU		7	6 AU		2
	6 FR		4	6 AT		2
	6 CS		3	6 IR		1
	6 EP		2	6 LU		1

表 21 : 大気汚染緩和技術分野における近隣技術領域の国ごと出願数

		DomPat_stats		InPat_stats		のカウン	
		C8	appln_auth	appln_auth	C8		appln_auth
エアリーナー	1	1	JP	91831	1	US	11424
	2	1	US	17617	1	DE	8613
	3	1	CN	11594	1	JP	6282
	4	1	DE	11418	1	GB	2634
	5	1	KR	9125	1	FR	1981
	6	1	SU	4954	1	KR	1587
	7	1	GB	3534	1	IT	916
	8	1	FR	3366	1	CH	700
	9	1	RU	1633	1	NL	501
	10	1	TW	1163	1	SE	454
エアコン	1	2	JP	131700	2	JP	5119
	2	2	CN	19198	2	US	4587
	3	2	KR	14539	2	DE	3374
	4	2	US	10686	2	KR	2329
	5	2	DE	7279	2	GB	1216
	6	2	SU	3448	2	FR	1103
	7	2	FR	2489	2	IT	571
	8	2	GB	2133	2	CH	484
	9	2	TW	1338	2	FI	355
	10	2	RU	1012	2	SE	321
焼却炉	1	3	JP	129338	3	US	9587
	2	3	CN	24744	3	DE	6052
	3	3	US	11794	3	JP	5794
	4	3	KR	11006	3	FR	2410
	5	3	DE	8238	3	GB	1984
	6	3	SU	6466	3	IT	787
	7	3	RU	4903	3	KR	737
	8	3	FR	2683	3	CH	705
	9	3	GB	1843	3	AT	483
	10	3	PL	1348	3	AU	457
ろ過・吸着	1	4	JP	73902	4	US	21524
	2	4	US	20429	4	DE	13521
	3	4	CN	13538	4	JP	11542
	4	4	DE	11663	4	GB	4576
	5	4	SU	7929	4	FR	4564
	6	4	GB	3913	4	EP	1544
	7	4	RU	3795	4	KR	1236
	8	4	FR	3706	4	NL	1161
	9	4	KR	2397	4	IT	1067
	10	4	BE	1795	4	CH	949
触媒	1	5	JP	111200	5	US	24045
	2	5	CN	18121	5	JP	20337
	3	5	US	15799	5	DE	12494
	4	5	SU	7192	5	FR	5342
	5	5	DE	5066	5	GB	4780
	6	5	KR	4584	5	IT	1491
	7	5	RU	3759	5	EP	1485
	8	5	FR	2611	5	KR	1422
	9	5	GB	2410	5	NL	1139
	10	5	NL	1458	5	CH	664
排気マフラー	1	6	JP	77218	6	JP	16024
	2	6	US	12491	6	DE	11277
	3	6	DE	9054	6	US	9625
	4	6	CN	4600	6	GB	2310
	5	6	KR	3159	6	FR	2239
	6	6	FR	2839	6	IT	937
	7	6	GB	2584	6	CH	630
	8	6	SU	1489	6	EP	501
	9	6	RU	1208	6	AT	493
	10	6	NL	690	6	KR	356
燃料電子制御	1	7	JP	147864	7	JP	26803
	2	7	US	16500	7	US	14014
	3	7	DE	11950	7	DE	13581
	4	7	CN	8967	7	GB	3383
	5	7	SU	8220	7	FR	3128
	6	7	FR	4418	7	CH	983
	7	7	KR	4174	7	IT	915
	8	7	GB	3695	7	EP	748
	9	7	RU	2353	7	KR	741
	10	7	DD	822	7	AT	652
バーナー	1	8	JP	23858	8	US	2677
	2	8	US	5008	8	DE	2012
	3	8	CN	4195	8	JP	1102
	4	8	DE	3975	8	FR	851
	5	8	FR	2055	8	GB	665
	6	8	GB	1851	8	AT	372
	7	8	SU	1579	8	IT	335
	8	8	KR	1000	8	CH	240
	9	8	BE	822	8	NL	227
	10	8	RU	670	8	SE	146

2.5 日本の競争力に関する分析：気候変動関連技術

気候変動緩和及び適応関連技術に関しては、EPO の分類に従い、12 の技術領域に大きく分けられ、それぞれについて前述した方法でクラスター分析を行い、技術自体の構造によって再分類した。前述のように気候変動緩和及び適応関連技術に関しては日本国内のみの出願特許には ECLA コードが付与されないため、自国内出願数を集計することには意味はないので、気候変動関連技術以降は国際出願のみを集計対象とする。

表 22：気候変動緩和及び適応関連技術の分類及び ECLA

CCS	Y02C10	CAPTURE, STORAGE, SEQUESTRATION OR DISPOSAL OF GREENHOUSE GASES (GHG) [N1006] Y02C
	Y02C20	CO2 capture or storage (not used, see subgroups) [N1006] Y02C10
gse	Y02E10:10	Geothermal energy [N1006] Y02E10/10
hydro	Y02E10:20	Hydro energy [N1006] Y02E10/20
	Y02E10:30	Energy from sea (tidal stream Y02E10/28) (not used, see subgroups) [N1006] Y02E10/30
solar	Y02E10:40	Solar thermal energy [N1006] Y02E10/40
photo	Y02E10:50	Photovoltaic (PV) energy [N1006] Y02E10/50
	Y02E10:60	Thermal-PV hybrids [N1006] Y02E10/60
wind	Y02E10:70	Wind energy [N1006] Y02E10/70
combu	Y02E20	Combustion technologies with mitigation potential [N1006] Y02E20
nuc	Y02E30	Energy generation of nuclear origin [N1006] Y02E30
elec	Y02E40	Technologies for an efficient electrical power generation, transmission or distribution [N1006] Y02E40
nonf	Y02E50	Technologies for the production of fuel of non-fossil origin [N1006] Y02E50
ind	Y02E60	Technologies with potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation [N1006] Y02E60
conv	Y02E70	Other energy conversion or management systems reducing GHG emissions [N1006] Y02E70

2.5.1 CCS 技術分野

CCS 技術分野は7つ——1) 半導体装置、部品の製造工程と処理方法；2) 煙、ガス、有害物質の処理；3) 炭素とその化合物、水素、ガス；4) 浄化工程；5) 深掘井関係装置と工程；6) ガスタービン設備；7) 排気処理、消音装置——のクラスターに再分類した。

分析結果によると (Appendix 参照)、日本は最大クラスター技術である「半導体装置、部品の製造工程と処理方法」と「排気処理、消音装置」分野では第1位である。特に「半導体装置、部品の製造工程と処理方法」の分野では、2位の米国を大きく突き放しての1位であることは、国際競争力の優位性があるということを示している。「炭素とその化合物、水素、ガス」「浄化工程」「ガスタービン設備」ではすべて第2位であるため、「深掘井関係装置と工程」での第7位を除いては、相対的に CCS 分野での日本の優位性はあるといえる。注目すべき点は、「半導体装置、部品の製造工程と処理方法」や「浄化工程」の分野においては、韓国が日米独に次いで4位の地位を確保していることである。

2.5.2 地熱利用技術分野

地熱利用技術分野は6つ——1) 水、ガス処理；2) 太陽熱；3) ヒートポンプ；4) 風力原動機；5) 各種原動機；6) 熱交換、伝達装置——のクラスターに再分類した（表23、表24参照）。分析結果（Appendix参照）によれば、日本は「水、ガス処理」では第2位を占める以外は、すべて3位か4位にとどまっている。当該領域の「ヒートポンプ」はドイツがトップである以外の全ての技術クラスターでは米国が世界一位の地位を確保している。この分野では米国の圧倒的優位性が明らかになった。

2.5.3 水力発電技術分野

水力発電技術分野は4つ——1) 風力原動機、制御；2) 反動形の機械；3) 駆動、制御機械、機関；4) ダム工事——のクラスターに再分類した。全てのクラスターで日本は3位を占める（Appendix参照）。「ダム工事」の世界トップはフランスが占める以外に、他の3つのクラスターではトップは米国とドイツが分け合っている状態である。

2.5.4 太陽熱利用技術分野

太陽熱利用技術分野は6つ——1) 太陽熱利用装置；2) 熱交換装置、工程；3) 原動機；4) 太陽熱の使用；5) 蓄熱暖房、加熱器；6) 光学要素——のクラスターに分けられ、そのうち日本がトップになった分野は「太陽熱利用装置」であり、「熱交換装置、工程」と「光学要素」分野では第2位、残りの分野では全て3位となっている（Appendix参照）。やはりトップを常に占めるのは、米国とドイツであるが、その中でも米国は、熱交換装置・工程、原動機、光学要素の分野で1位を獲得し、ドイツは太陽熱の利用、蓄熱暖房・過熱器の分野で1位を獲得している。ただ、太陽熱利用技術分野の最大クラスターである太陽熱利用装置で日本がトップを取ったことは優位性の面でも、重要な意味がある。

2.5.5 太陽光発電分野

太陽光発電分野は5つ——1) 半導体装置；2) 整流,増幅,発振,スイッチング装置；3) 電池；4) 太陽熱利用；5) 電気的変量調整システム——のクラスターに分けられる。太陽光発電技術分野では、日本がトップになるのは「半導体装置」、「整流,増幅,発振,スイッチング装置」、「電池」の3つの分野であり、日本は2位以下に倍以上の差をつけて優位性を持つことが明らかになった（Appendix参照）。ただ、「太陽熱利用」では第3位、「電気的変量調整システム」では第2位となった。この分野では、日本、米国、ドイツが常に上位を占めるが、その米国・ドイツを猛烈に追い上げているのが韓国である。「半導体装置」、「整流,増幅,発振,スイッチング装置」クラスターにおいては、ドイツをおさえ米国に次いで3位を確保し、「電池」クラスターでは米国・ドイツに次ぐ4位に食い込んでいることが注目される。韓国の国際競争力の急成長を示す分野である。

2.5.6 風力技術分野

風力技術分野は6つ——1) 太陽エネルギーの使用と関連装置；2) 風力原動機；3) 発電機制御装置；4) 風力原動機の制御；5) 機械または機関；6) 機械的エネルギーを取り扱う装置——のクラスターに分けられ、日本がトップになった分野は「太陽エネルギーの使用と関連装置」と「発電機制御装置」である（Appendix 参照）。しかし、「風力原動機」そのものは9位にとどまり、他の3分野では3位か、4位しか占めていない。

2.5.7 燃焼技術分野

燃焼技術分野は8つ——1) 固形炭素質の燃焼；2) 分離；3) 燃焼制御；4) 暖房、加熱器；5) 焼却装置；6) 蒸気機関設備；7) 燃焼生成容積型機関設備；8) 蒸気発生——のクラスターに分けられ、「分離」領域では日本がトップを占め、「蒸気機関設備」と「燃焼生成容積型機関設備」分野では第2位である（Appendix 参照）。「蒸気発生」クラスターで4位以外は、すべての関係分野では3位を獲得している。しかし、この分野においても、「暖房・過熱器」や「分離」以外はトップは常に米国が占めている。

2.5.8 原子力技術分野

原子力技術分野は5つ——1) 原子炉の製造；2) 熱核融合炉；3) 原子炉燃料要素、制御；4) 原子炉の遮へい；5) 蒸気ボイラ——のクラスターに分けられ、「原子炉の遮へい」のトップはドイツであること以外、他のトップはすべて米国である（Appendix 参照）。「原子炉の製造」と「熱核融合炉」分野の第2位に日本があらわれる以外は、他の分野では日本は4位か、5位程度にとどまっている。

2.5.9 発電、送電、配電技術分野

発電、送電、配電技術分野は3つ——1) 発電装置及び配電網；2) 伝送装置と材料；3) 冷却または換気装置——のクラスターに分けられ、「発電装置及び配電網」と「伝送装置と材料」分野では日本はトップを占め、第2位と3位は米国もしくはドイツが占めている（Appendix 参照）。「冷却または換気装置」分野のトップ3は米国、ドイツに次いで日本は3位である。

2.5.10 非化石燃料技術分野

非化石燃料技術分野は4つ——1) 酵素学または微生物学；2) 有機化合物の製造；3) 固形燃料；4) 液体、ガス体燃料——のクラスターに分けられ、日本はトップをとることなく2位か3位を占めている（Appendix 参照）。トップは依然として米国か、ドイツである。「液体・ガス体燃料」分野では米国、日本とドイツに次いで、韓国が世界第4位に躍進したことが注目すべき点である。

2.5.11 温室効果ガス排出軽減に間接的に貢献する技術分野

温室効果ガス排出軽減に間接的に貢献する技術分野は8つ——1) 電氣的エネルギー；2) 物理化学的プロセス；3) 一次電池；4) 燃料電池；5) 二次電池；6) 電池の回路；7) 蓄熱；8) 発電機，電動機——のクラスターに分けられ、日本がトップになった分野は「電氣的エネルギー」、「一次電池」「二次電池」「燃料電池」「電池の回路」といった5つの領域である（Appendix 参照）ので、この分野での日本の優位性はあるといえる。「物理化学プロセス」、「蓄熱」、「発電機・電動機」の領域では日本は2位か3位かを占めるが、トップは依然としてドイツか米国である。韓国は「電氣的エネルギー」「一次電池」「燃料電池」「二次電池」「電池の回路」といった日本のお家芸ともなる分野ではすべて世界第4位に食い込んできている。さらに、その5つの分野では世界のトップ10に中国の名前も見ることができ、中国・韓国勢の躍進が明らかになった。

2.5.12 温室効果ガス排出軽減に貢献する他の融合技術とマネージシステム技術分野

温室効果ガス排出軽減に貢献する他の融合技術とマネージシステム技術分野は4つ——1) 熱関係；2) 電気分解；3) 電池、ハイブリッド車両；4) 原動機——のクラスターに分けられ、日本は「電池、ハイブリッド車両」分野で第1位を占めるが、他の分野は2位か3位に止まっている（Appendix 参照）。

以上特許データを「共起」に基づいて合理的に再分類し、パテント・ファミリー情報を用いて、公害対策環境技術と気候変動緩和及び適応関連技術における日本の国際競争力を測った。その結果、一般的に日本の環境技術が強いといわれている評価とおおむね一致していることが分かった。しかしながら、これまで日本の環境関連技術が世界トップという分析の結果とは違い、この領域における真の技術リーダーはドイツと米国であり、日本はドイツ・米国に次いでほぼ第3位という位置を確保していることが明らかになった。どのような技術クラスターにおいても常に国際特許出願数のトップ3位に入るドイツ、米国は、国際的な技術競争力が高く、日本企業が環境技術分野で国際展開していく上でも常にライバルとなるものと考えられる。

また、特定の分野では韓国の国際競争力の高さも明らかになり、さらに、一部の分野ではあるが、中国の技術的成長も証明されることとなった。

2.6 太陽光発電イノベーションに関する実証研究及び政策含意

前節までは、過去約40年間に申請された全特許をプールし分析対象として、概観的に各国の技術力を測定してきた。しかし、いうまでもなく技術は急速に変化しており、しかもその変化は技術分野ごとに大きく異なっている。また、各国においてもその主要なプレイヤー（企業や機関）は様ではなく、それぞれに異なる技術戦略や得意分野を持ち、政策や制度に対する反応も異なっているであろう。

本節では、太陽光発電の技術分野をケースとして取り上げ、企業（機関）単位での特許出願の時系列変化を調べるとともに、関連する政策や市場の変化をあわせて分析する。太陽光発電装置産業は、世界的に2004年以降、爆発的な急成長を遂げた産業セクターとして脚光を浴びている。しかし、そこには1970年代から導入されている各国の研究・技術政策（国家研究プロジェクトなど）や、より最近の需要サイドの刺激政策（太陽光パネル設置補助金や電力の買い取り制度など）がかかわっており、それらと企業の技術戦略の関係を探ることによって、環境技術に関する政策的、社会的なインプリケーションを得ることが可能になるものと考えられる。

前節で述べたように、特許データを技術分類の「共起」に基づいて再分類したところ、太陽光発電にかかわる5つの技術クラスター：1) 半導体装置；2) 整流、増幅、発振、スイッチング装置；3) 電池；4) 太陽熱利用；5) 電気的変量調整システムにおいて、日本発の特許がトップになるのは「半導体装置」、「整流、増幅、発振、スイッチング装置」、「電池」の3クラスターである。これらのクラスターでは、日本の出願数は2位以下の倍以上となっている（表24参照）。ただし、「太陽熱利用」クラスターでは日本は第3位、「電気的変量調整システム」クラスターでは第2位となった。

これらのクラスターでは、日本、米国、ドイツが常に上位を占めるが、日米独に次ぐ出願数を示し、特に近年出願数を伸ばしているのは韓国である（図8、図9、図10）。韓国は「半導体装置」、「整流、増幅、発振、スイッチング装置」クラスターにおいては、ドイツをおさえ米国に次いで3位を確保し、「電池」クラスターでは米国・ドイツに次ぐ4位の位置を占めている。次節ではこれら、日米独韓に加えて、近年急速に市場における存在の重みが増しつつある中国（後述）の5カ国を対象として、企業（機関）単位の分析を行うこととする。

表 23： 太陽光発電技術分野の再分類

	IPC_MG	C5	count	タイトル	
半導体装置	H01L 31	1	18321	赤外線、可視光、短波長の電磁波、または粒子線輻射に感応する半導体装置で、これらの輻射線	
	H01L 21	1	4923	半導体装置または固体装置またはそれらの部品の製造または処理に特に適用される方法または装置	
	H01L 27	1	3386	1つの共通基板内または上に形成された複数の半導体構成部品または他の固体構成部品からなる	
	H01L 51	1	2945	能動部分として有機材料を用い、または能動部分として有機材料と他の材料との組み合わせを用い	
	H05B 33	1	1173	エレクトロルミネッセンス光源(放電灯H01J61/00~65/00;光放出に特に適用される少なくとも	
	B05D 5	1	468	特別の表面効果、表面仕上げまたは表面構造を得るために液体または他の流動性材料を表面に塗	
	G09F 9	1	354	情報が個別素子の選択または組み合わせによって支持体上に形成される可変情報用の指示装置(可	
	H05K 3	1	244	印刷回路を製造するための装置または方法(表面構造または模様を作成する写真製版、そのため	
	C09K 11	1	241	発光性物質、例、電気発光性物質;化学発光性物質[2]	
	B05D 1	1	212	液体または他の流動性材料を適用する方法(5/00、7/00が優先)[2]	
	H01J 1	1	188	電子管または放電ランプの2以上の基本的な型に共通な電極、磁気制御手段、スクリーンあるいは	
	G03F 7	1	180	フォトメカニカル法、例、フォトリソグラフィ法、による凹凸化またはパターン化された表面、例、印刷表	
	B05D 3	1	168	液体または他の流動性材料を適用する表面の前処理;適用されたコーティングの後処理、例、液体	
	H01J 9	1	149	電子管、放電ランプまたはその部品の製造に特に適用される装置または方法(金属によるうつわま	
	B41J 2	1	118	設計されるプリンティングまたはマーキング方法に特徴があるタイプライタまたは選択的プリンティ	
	B41M 5	1	101	複製またはマーキング方法;それに使用するシート材料(感光剤を使用するものG03;エレクトログ	
	B05D 7	1	97	液体または他の流動性材料を特定の表面に適用するかまたは特定の液体または他の流動性材料	
	整流、増幅、発振、スイッチング装置	H01L 29	2	2226	整流、増幅、発振またはスイッチングに特に適用される半導体装置であり、少なくとも1つの電位障
		G02F 1	2	747	独立の光源から到達する光の強度、色、位相、偏光または方向の制御のための装置または配置、
		C23C 16	2	700	ガス状化合物の分解による化学的被覆であって、表面材料の反応生成物を被覆層中に残さないも
H01L 33		2	549	光の放出に特に適用される少なくとも1つの電位障壁または表面障壁を有する半導体装置;それら	
H01L 23		2	482	半導体または他の固体装置の細部(25/00が優先)[2、5]	
H01L 25		2	418	複数の個々の半導体または他の固体装置からなる組立体(1つの共通基板内または上に形成され	
H01L 35		2	254	異種材料の接合からなる熱電装置、すなわち他の熱電効果あるいは熱磁気効果を伴いまたは伴	
H04N 5		2	195	テレビジョン方式の細部(走査の細部またはそれらと走査用電圧の発生手段との結合H04N3/0	
G03G 5		2	190	たとえば光、熱、電子を照射して原画像の記録を行なうための記録材料;その製造、物質の選択(透	
C30B 29		2	180	材料または形状によって特徴づけられた単結晶または特定構造を有する均質多結晶物質[3、5]	
G01J 1		2	163	測光、例、写真の露出計(分光度測定3/00;放射温度測定に特に適合するもの5/00)	
H01S 5		2	163	半導体レーザ[7]	
C30B 25		2	135	反応ガスの化学反応による単結晶成長、例、化学蒸着(CVD)による成長[3]	
B23K 26		2	99	レーザービームによる加工、例、溶接、切断、穴あけ(レーザーH01S3/00)[2、3]	
電池		H01G 9	3	749	電解型コンデンサ、整流器、検波器、開閉装置、感光装置または感温装置;その製造方法[2]
		H01M 14	3	707	6/00~12/00に分類されない電気化学的な電流または電圧の発生装置;その製造[2]
		C23C 14	3	572	被覆形成材料の真空蒸着、スパッタリングまたはイオン注入法による被覆(放電にさらされる物体ま
		H02J 7	3	505	電池の充電または減極または電池から負荷への電力給電のための回路装置
		H01B 1	3	286	導電材料によって特徴づけられる導体または導電物体;導体としての材料の選択(材料によって特
		H01M 10	3	220	二次電池;その製造[2]
	C03C 17	3	196	繊維やフィラメントの形態をとらないガラス、例、結晶化ガラス、の被覆による表面処理(光学要素	
	C01B 33	3	155	けい素;その化合物(21/00、23/00が優先;過けい酸塩15/14;炭けい素31/36)[3]	
	H01B 5	3	140	形を特徴とする非絶縁導体または導電物体	
	B32B 27	3	132	本質的に合成樹脂からなる積層体	
	H01B 13	3	131	導体またはケーブルを製造するために特に使用する装置または方法	
	G04C 10	3	121	時計における電源装置[3]	
	B32B 17	3	112	本質的にシートガラス、またはガラス、スラグまたは類似の繊維からなる積層体	
	H01M 4	3	110	電極(電気分解用電極C25)[2]	
	B32B 9	3	104	本質的にグループ11/00~29/00に包含されない特殊な物質からなる積層体	
B32B 37	3	98	積層の方法または装置、例、硬化結合または超音波結合によるもの[8]		
太陽熱使用	F24J 2	4	2058	太陽熱の使用、例、太陽熱集熱器(太陽エネルギーを使用する蒸留または蒸発によるものC02F1/	
	E04D 13	4	930	屋根ふきと関連する特殊装置または器具、屋根排水(換気がわら1/30;換気スラブ3/40;内部	
	H02N 6	4	759	光輻射を直接的に電気エネルギーに変換する発電機(ソーラセルまたはその組立体H01L25/00	
	G02B 5	4	241	レンズ以外の光学要素(ライトガイド6/00;光学的論理素子G02F3/00)[4]	
	B64G 1	4	179	宇宙航行体[3]	
	G02B 6	4	174	ライトガイド;ライトガイドおよびその他の光素子、例、カップリング、からなる装置の構造の細部[4、	
	E04D 3	4	156	平らなあるいは曲った板(スラブ)または硬いシートを利用する屋根ふき(1/00が優先;多層防水用	
電気的変量調整システム	E04D 1	4	127	かわら、スレート、シングルまたはその他の小さい屋根ふき要素を利用する屋根ふき(屋根用支持	
	G05F 1	5	269	電力量の単一または複数の所望値からの偏差を系の出力部で検出し、系内の装置へフィードバック	
	H02M 7	5	169	交流入力-直流出力変換;直流入力-交流出力変換	
	H02J 3	5	151	交流幹線または交流配電網のための回路装置	

表 24： 太陽光発電技術分野の国ごとの出願数

	photo. InPat集計		appln_authのカウン
	C5	appln_no	
半導体装置	1	1 JP	8181
	2	1 US	4187
	3	1 KR	1731
	4	1 DE	1698
	5	1 GB	658
	6	1 FR	438
	7	1 EP	413
	8	1 TW	343
	9	1 NL	99
	10	1 AU	91
整流、増幅、発振、スイッチング装置	1	2 JP	2629
	2	2 US	1346
	3	2 KR	471
	4	2 DE	365
	5	2 GB	194
	6	2 FR	155
	7	2 TW	110
	8	2 EP	85
	9	2 CH	24
	10	2 IT	23
電池	1	3 JP	14225
	2	3 US	7189
	3	3 DE	3058
	4	3 KR	2927
	5	3 FR	1342
	6	3 GB	1031
	7	3 EP	412
	8	3 TW	308
	9	3 CN	283
	10	3 IT	243
太陽熱利用	1	4 DE	806
	2	4 US	718
	3	4 JP	435
	4	4 FR	264
	5	4 GB	167
	6	4 IT	129
	7	4 AT	119
	8	4 CH	103
	9	4 NL	57
	10	4 AU	54
電気的変量調整システム	1	5 US	414
	2	5 JP	381
	3	5 DE	301
	4	5 GB	58
	5	5 CH	50
	6	5 EP	41
	7	5 FR	40
	8	5 KR	29
	9	5 TW	17
	10	5 IT	16

図 8： 太陽電池・半導体装置クラスターの国際出願の動向

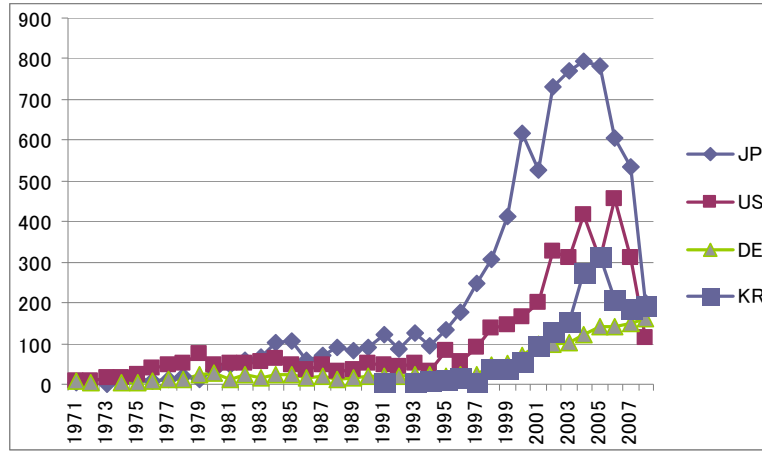


図 9： 太陽電池・整流,増幅,発振,スイッチング装置クラスターの国際出願の動向

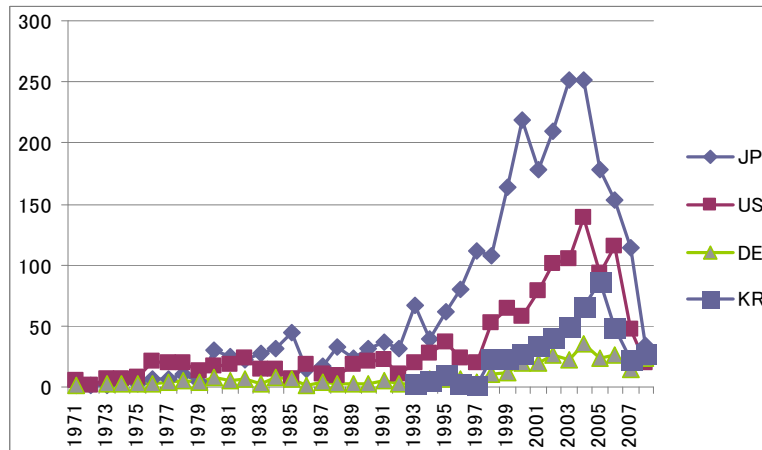


図 10： 太陽電池・電池クラスターの国際出願の動向

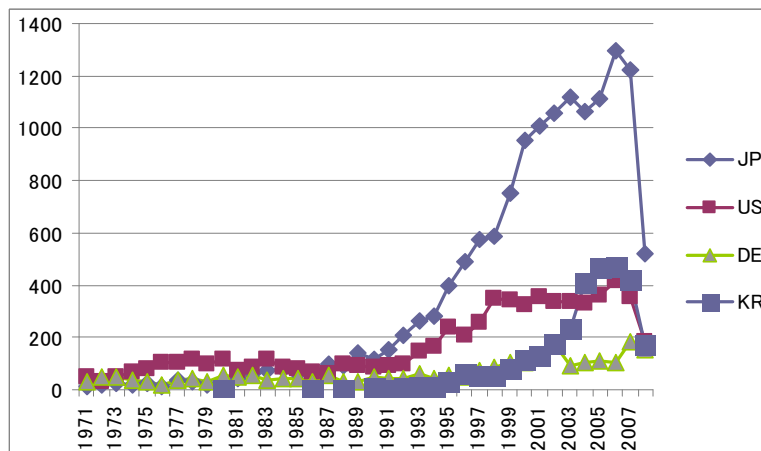


図 11： 太陽電池・太陽熱利用クラスターの国際出願の動向

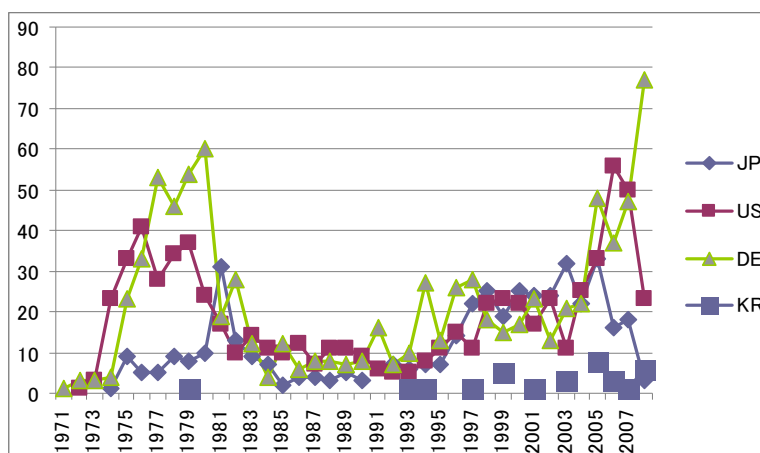
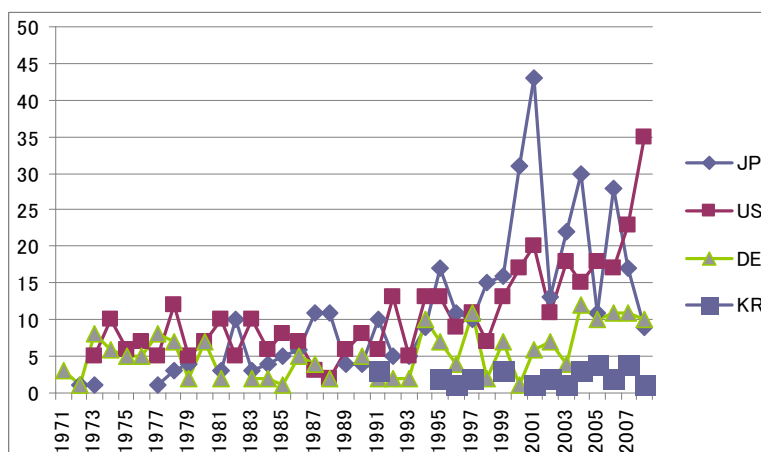


図 12： 太陽電池・電気的変量調整システムクラスターの国際出願の動向



2.6.1 特許出願の時系列分析から見た企業の技術力の動向

企業（機関）単位の分析を行う際に、常に問題となるのは名称の表記ゆれである。我々は、まず太陽光発電関連技術の特許を過去に2件以上出願した出願人を全てリストアップし、手作業によりそれらの名寄せを行った。名寄せは基本的に企業単体で行い、サムソンとサムソン SDI、松下電器と松下電工、三洋電気などは別企業とした（この作業では過去に1件しか特許出願をしていない出願人名称は対象としておらず（あまりにも数が多いため）、また手作業での名寄せ作業であるため、ある程度のエラーはありえる）。この結果から、自国出願数及び国際出願数におけるトップ20の企業（機関）を抽出し、検討の対象とした。

2.6.1.1 太陽光発電技術全領域におけるトップ 20 企業（機関）に関する概観

以下に自国特許出願と国際特許出願トップ 20 の企業（機関）との比較を行う。自国特許出願トップは松下電器産業がダントツであった。トップ 20 企業の中で日本企業（機関）は 14 企業（機関）を占め、1 位から 7 位まですべて日本企業という結果となった。韓国のサムソン及びサムソン SDI はそれぞれ 8 位と 13 位、また米国の IBM とコダックはそれぞれ 14 と 19 位、ドイツのジーメンスとフランホーファーはそれぞれ 16 位と 18 位である。

図 13： 自国特許出願トップ 20 の企業（機関）

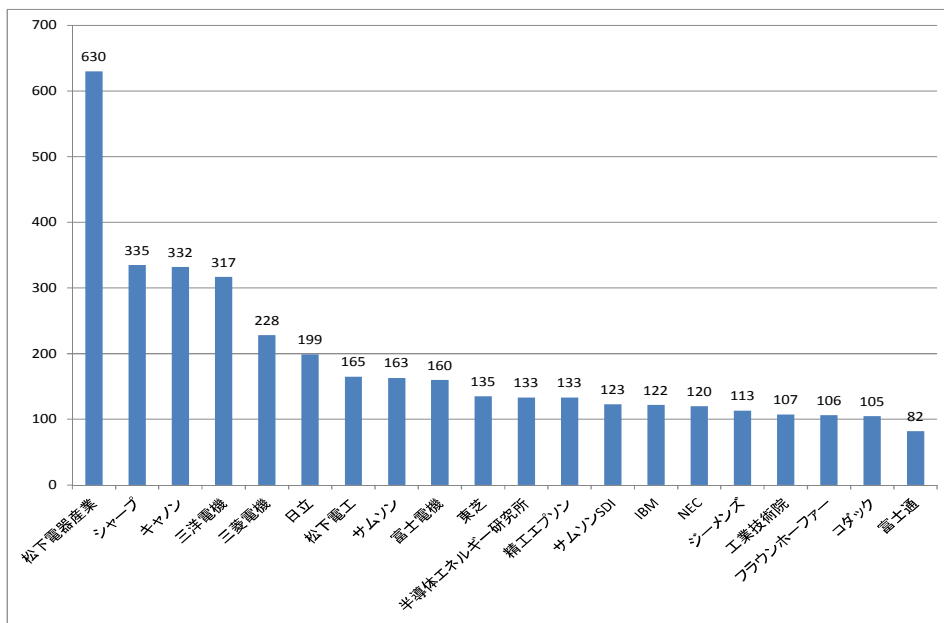
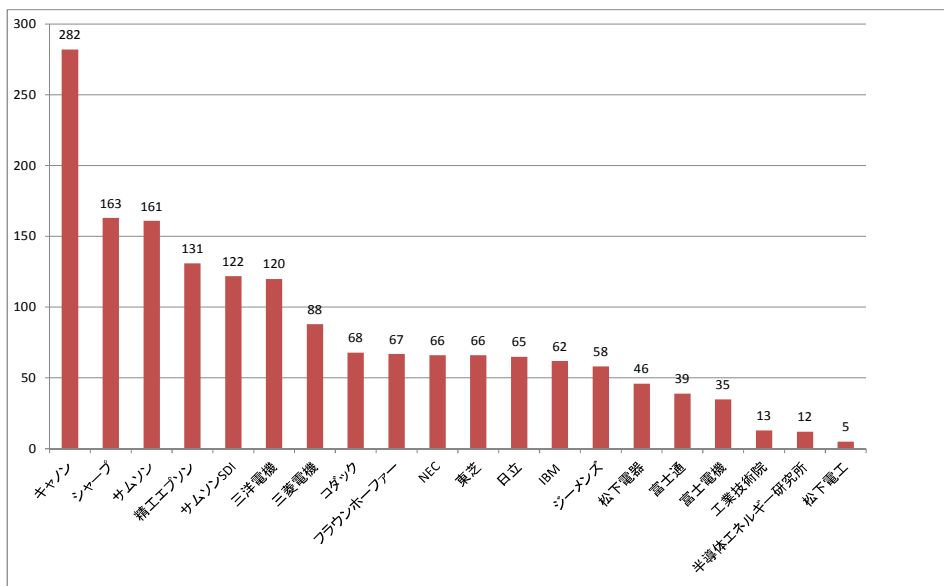


図 14： 国際特許出願トップ 20 の企業（機関）



一方、国際特許出願トップ 20 企業（機関）についての結果を見ると、トップ 20 社中の日本企業は 14 社である。1 位はキャノン、2 位はシャープであるが、韓国のサムソンとサムソン SDI が第 3 位と第 5 位に入っている。第 8 位と第 13 位はそれぞれ米国のコダックと IBM であり、ドイツのフランホーファーとジーメンスは第 9 位と第 14 位であった。特筆すべきことは、国内出願トップの松下電器産業は国際出願では順位が低く、国内出願では 3 位のキャノンが国際出願ではダントツの 1 位であることである。

表 25： 自国特許出願ランキングと国際特許出願ランキングの比較

自国特許出願ランキング		国際特許出願ランキング		国際特許出願率
1 松下電器産業	630	1 キヤノン	282	45.9%
2 シャープ	335	2 シャープ	163	32.7%
3 キヤノン	332	3 サムソン	161	49.7%
4 三洋電機	317	4 精工エプソン	131	49.6%
5 三菱電機	228	5 サムソンSDI	122	49.8%
6 日立	199	6 三洋電機	120	27.5%
7 松下電工	165	7 三菱電機	88	27.8%
8 サムソン	163	8 コダック	68	39.3%
9 富士電機	160	9 フラウンホーファー	67	38.7%
10 東芝	135	10 東芝	66	32.8%
11 半導体エネルギー研究所	133	10 NEC	66	35.5%
11 精工エプソン	133	12 日立	65	24.6%
13 サムソンSDI	123	13 IBM	62	33.7%
14 IBM	122	14 ジーメンス	58	33.9%
15 NEC	120	15 松下電器産業	46	6.8%
16 ジーメンス	113	16 富士通	39	32.2%
17 工業技術院	107	17 富士電機	35	17.9%
18 フラウンホーファー	106	18 工業技術院	13	10.8%
19 コダック	105	19 半導体エネルギー研究所	12	8.3%
20 富士通	82	20 松下電工	5	2.9%

自国出願と国際出願の順位の変化がみられる。自国出願数の順位より、国際出願数の順位が上位になる企業は、日本のキャノン、精工エプソン、NEC と富士通の 4 社及び韓国、ドイツ、米国のそれぞれの 2 社である。

一方、自国出願数では、圧倒的な優位を示した松下電器産業は国際出願数では 15 位にとどまっている。シャープと東芝は自国出願でも、国際出願でもともにそれぞれ第 2 位と第 10 位である。

国際特許出願率（全出願中の国際出願の占める比率）をみた場合、もっとも高いのは韓国企業のサムソン SDI 及びサムソンであり、それぞれ 49.8%と 49.7%である。

日本企業の中ではセイコーエプソンとキャノンの国際知財戦略が注目に値し、国際特許出願率はそれぞれ 49.6%と 45.9%である。それに対して、NEC、東芝、シャープ及び富士通はそれぞれ 35.5%、32.8%、32.7%、32.2%である。

ドイツのジーメンスとフラウンホーファー、そしてアメリカの IBM とコダックは共に、自国出願と国際出願がほぼ同数程度である。

一方、松下電器産業は 630 件という膨大な国内出願数に対して国際出願数は僅か 46 件で、国際特許出願率は僅か 6.8%である。最も国際出願率の低いのが松下電工で、165 件の国内出願に対して国際出願はわずか 5 件のみであった。このことから、松下電器産業は国内出願に重きをおいており国際出願については重要視していなかったことが推測される。

また、ドイツの応用研究機関であるフラウンホーファーが比較的高い国際出願率 (38.7%) を示しているのに対して、日本の工業技術院の国際出願数は 10.8%にとどまっている。

2.6.2 自国特許出願数と国際特許出願数トップ 20 の企業に関する時系列分析

自国特許出願トップ 20 の企業（機関）及び国際特許出願トップ 20 の企業（機関）のの時系列変遷を以下に示す。

図 15： 自国特許出願トップ 20 の企業（機関）の時系列変遷

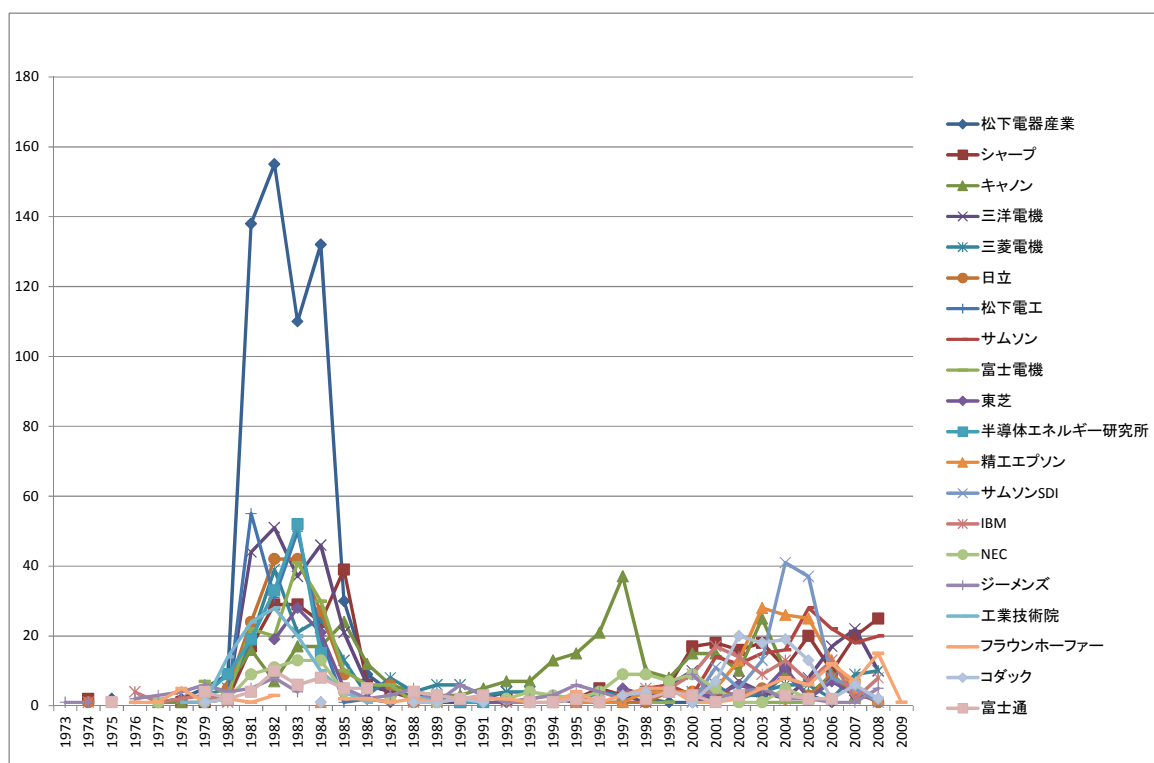
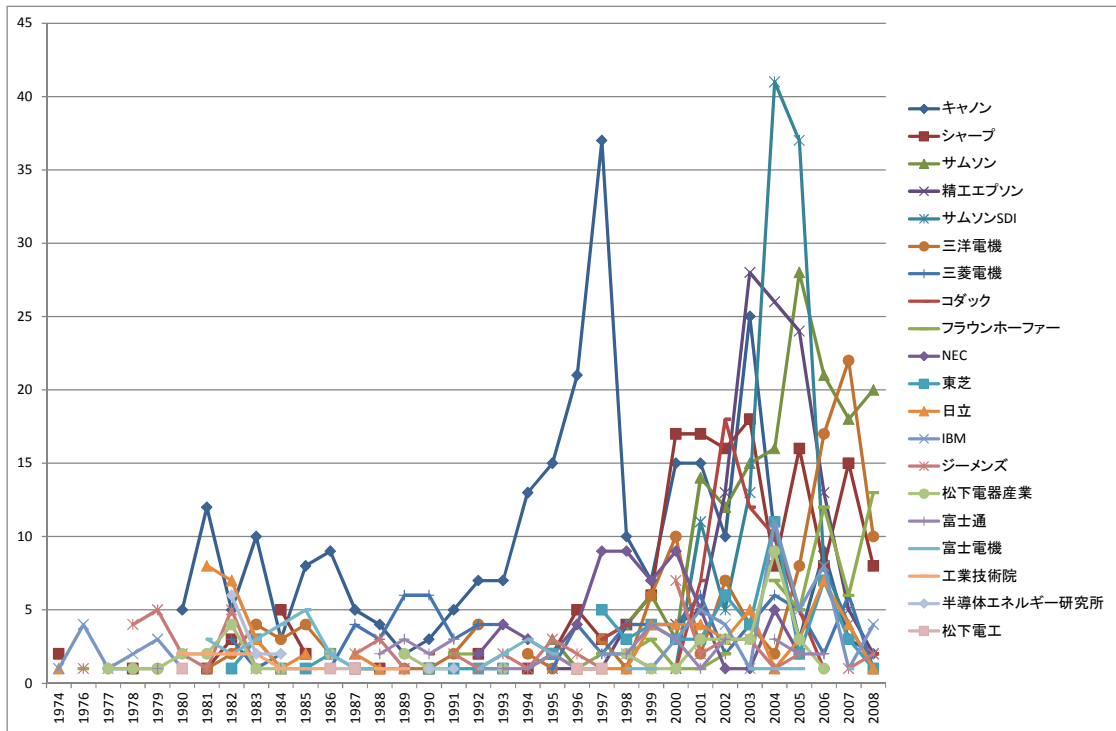


図 16： 国際特許出願トップ 20 の企業（機関）の時系列変遷



上記の時系列変遷から個別企業の出願パターンについていかに示す。

①松下電器：自国出願数は 1981 年から 1985 年の 5 年間に著しく集中している。それぞれ 138、155、110、132、30 であった。しかし、国際出願数は僅か 2、4、1、1、0 で、ほとんど国際出願しなかったともいえる。

②シャープ：自国出願数のピークは二回ある。第一回目は 1981—1985 年、それぞれ 17、29、29、24 と 39 であった。二回目は 2000 年以降、毎年 10 以上の特許を出願している。国際出願に関しては、第一回のピーク時には、僅か（それぞれ 1、3、0、5、2）であったのに対して、2000 年以降の国際出願数は自国出願数とほぼ同じであることが明らかになった。

③キヤノン：自国出願は 1981-1985 及び 1994 年以降に集中している。1981-1985 年の自国出願数は 16、7、17、17、24 に対して、国際出願数は 12、5、10、3、8 である。一方、1994 年以降の自国出願数と国際出願数はほとんど同じである。

④工業技術院の出願は 1980-1984 年の間に集中していたが、91 年以降、全く出願しなくなった。また、自国出願数より国際出願数は遥かに少なかったことが分かった。

④米国の IBM はもっとも早い段階（1974 年（自国出願）、1976 年（国際出願））から特許を出願している。しかし、1980 以降一旦中断し、1997 年から再び緩やかに特許を出しつつある。

⑤米国のコダック：もっとも最初に特許を出願したのが 1979 年であり、翌年の 1980 年に初めて国際出願を行っている。しかし、出願数が急に伸びたのは 2001 年からである。

⑥ドイツのジーメンスは1973年に自国出願を行っている。フラウンホーファーの最初の出願は1976年である。一方、国際出願はデータの記録が始まった1976年にそれぞれ出願を行った。その後、継続的にすこしずつ特許を出している。

⑦韓国のサムソン及びサムソン SDI は、初めて特許を出願したのがそれぞれ1995年と1996年である。しかし、急速に出願数の伸びが始まったのは2001年以降であり、自国出願を増やすと同時に国際出願も増やしたことが明らかである。

⑧全体的に、最も早い段階からこの分野で特許を出したのは、ドイツのジーメンス、日本のシャープ、日立、松下電器、及び米国のIBMである。韓国のサムソン及びサムソン SDI は90年代半ばごろ初めて当該技術領域に特許出願している。

<まとめ>

以上のことからわかることは、ドイツのジーメンス、フラウンホーファーはもっとも初期から継続的に、少しずつ特許を出願している。米国のIBMとコダックは早い段階から特許を出願しているが、中断期間も存在し、産業化段階になると再び活発に特許を出願している。韓国企業の後発性は特許出願から見て明らかである。国内出願・国際出願共に90年代半ばから始まり、その後僅か5、6年間で急速に出願数を伸ばしている。

日本企業は当該分野での特許出願は相対的に早い時期に開始している。また、多くの企業の最初のピークは80年代前半に集中していた。しかし、80年代前半には国際出願はほとんど出されていなかったことがわかった。代表的なのは松下電器である。また、工業技術院はドイツのフラウンホーファーと異なり、特許出願の継続性が見られず、1980年代の10年間のみに限って特許出願していたことがわかった。

2.6.3 日本企業の出願の特徴と国の大型プロジェクトの関係

1970年代の2度オイルショックをきっかけに、石油に代わるエネルギー開発の必要性を感じた日本政府は「新エネルギー技術研究開発計画(通称、サンシャイン計画)」(1974)を決定した。それによると、それまでに既に取り組んでいた原子力関係を除く、石炭の液化や地熱や太陽エネルギー等の開発がその対象であった。ただし、本格的に太陽光発電の研究開発が行われたのは、新エネルギー総合開発機構(現、NEDO)が設立された1980年以降であった。その後、一連のプロジェクトの実施により、日本の太陽光発電産業及び別の産業の成長に大きく貢献したという評価が与えられている。太陽光発電に関する研究開発費として、1990年代初めから補助金が急激に増加しており、2002年にピークを迎えてから急激に減少している。

図 17： 太陽光発電に関する研究開発費

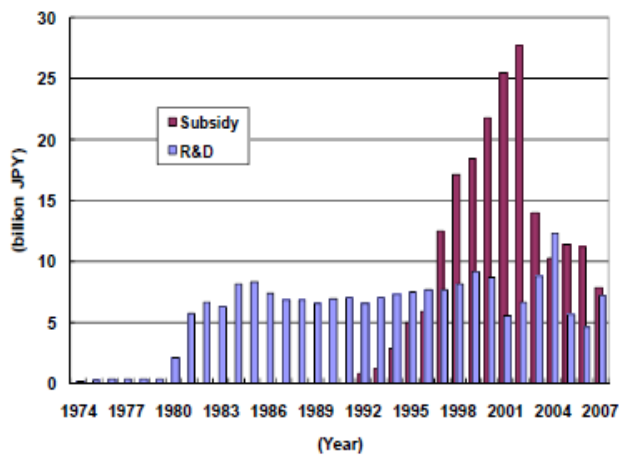
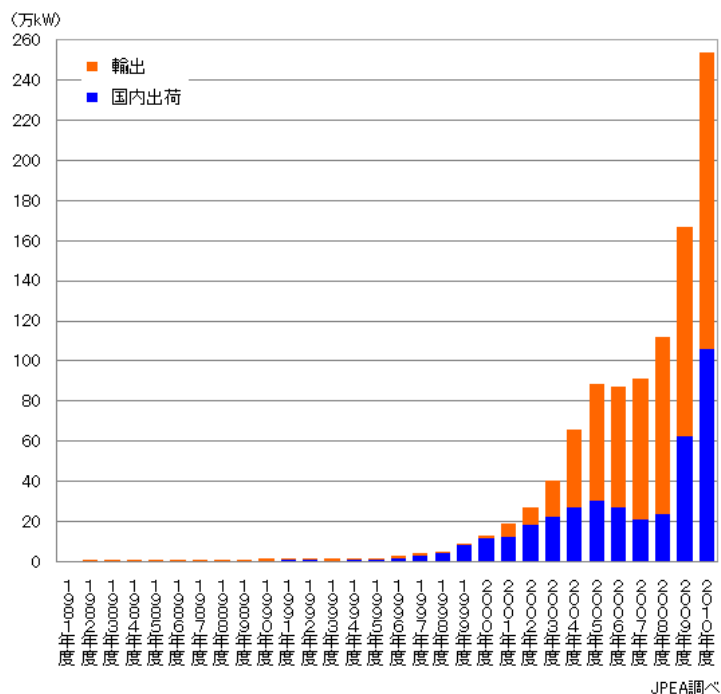


図 2.22 わが国における太陽光発電の研究開発と導入助成の予算額

Fig. 2.22 Annual budgets of R&D and subsidy programs for photovoltaics in Japan.

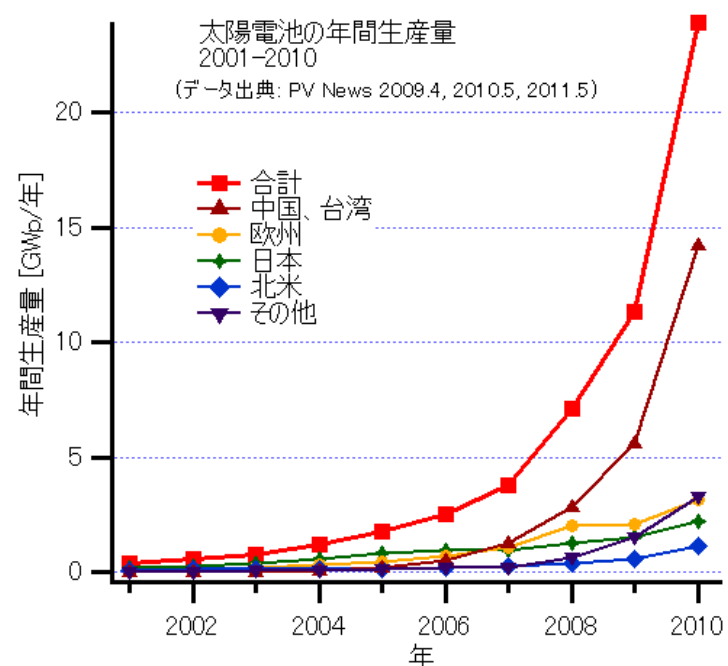
出典： 遠藤 2008 : p.24

図 18： 日本メーカーの太陽電池の出荷量の推移



出典： 太陽光発電協会 <http://www.jpea.gr.jp/04doc01.html>

図 19： 世界における太陽電池の生産量の推移



出典： PV News 2009.4 – 2011.5

確かに、新エネルギー財団（NEF）による住宅用太陽光発電への補助金制度『住宅用太陽光発電導入促進事業』（1994—2005年度）の施行によって、太陽電池の国内出荷量は順調に伸びてきた。しかし、当該制度の打ち切りの影響を受け、2006年-2008年の国内出荷額は減少している（図 18）。2009年からは補助制度の復活によって国内出荷量も急速に伸びることになった。一方、輸出は2004年に急増し、その後堅調に増えつつある。

しかし、世界全体でみると、中国・台湾勢メーカーの躍進及び欧州メーカーの成長ぶりと比べ、日本企業の相対的地位の低下は一目瞭然である。つまり、太陽電池の技術発展を推し進める政策があっても、需要及び市場を同時に拡大させる政策を打たなければ普及まで時間がかかり投資コストの回収もできない。電力業界などの圧力などもあり2009年までの日本の買い取り価格は販売価格と同じという消極的な需要誘導政策をとったため、国内市場が発展しない状態で出荷数が低迷した。そのため、世界市場がある時期を境に急激に拡大したときには、コスト面などで世界市場で渡り合うだけの国際競争力がついていないという現実と直面したと考えられる。

太陽電池の世界的需要が拡大したのは、2004年頃からであり市場全体が急速に成長しつつある（図 19）。その背景の一つにはドイツの「再生可能エネルギー法」第二次改正に代表されるように、デマンドサイドからの太陽光発電の優遇強化が実施されたことがあげられる。すなわち、太陽光発電からの電気の買い取り価格を通常の販売価格の約4倍に引

き上げるなどの措置が、世界中に大きな需要拡大の波を及ぼし、市場全体の牽引力になったものと考えられる。

2.7 太陽電池セルの世界市場シェアと国際特許出願

2010年の世界市場における、太陽電池セル製造メーカー上位各社の生産シェア（発電能力シェア）は次の通りである[8]（上位10企業のシェアの合計は44%）。

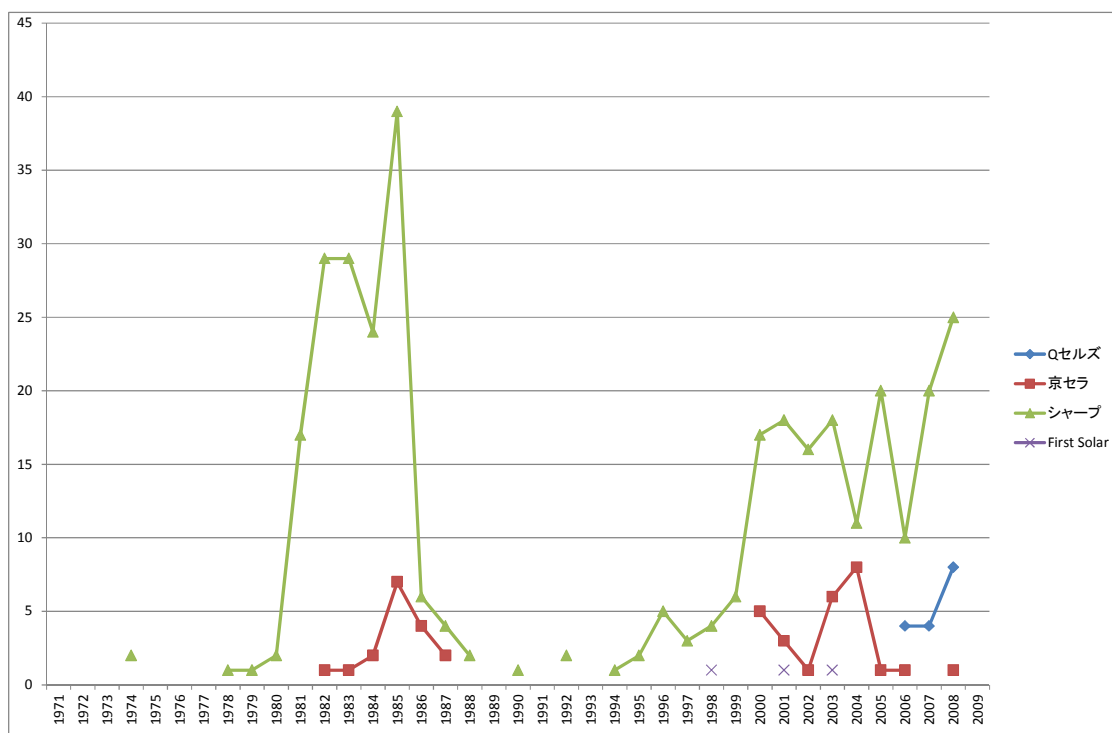
- ①中国 Suntech 6.6% 尚徳太陽能電力有限公司（2001年設立、2006年には太陽光発電モジュール&太陽光発電システムを製造販売する日本大手のMSKを買収して経営統合をした） 専業メーカー
- ②中国 Ja Solar 6.1% 晶澳太阳能（2005設立） 専業メーカー
- ③アメリカ合衆国/ ドイツ/ マレーシア First Solar 5.9%（1984年設立） 専業メーカー
- ④中国 英利(Yingli) 4.7%(1987年設立、1998年から進出) 多角化企業
- ⑤中国 Trina Solar 天合光能有限公司 4.7%（1997年設立） 専業メーカー
- ⑥ドイツ/ マレーシア Qセルズ 3.9%(1999年設立) 2007, 2008セル生産量世界一 専業メーカー
- ⑦台湾 Gintech 3.3%
- ⑧日本 シャープ 3.1%（2007年までセル生産量世界一） 多角化企業
- ⑨台湾 Motech 3.0%
- ⑩日本 京セラ 2.7% 多角化企業

2007年まで世界一のセル生産量を誇っていたシャープが、2007年にドイツのQ-Cellsに抜かれ、さらに、2010年現在では、中国で2001年に創立された若い企業 Suntech などにも抜かれ、世界8位でシェア3.1%にとどまっている。

国際市場のシェアのトップ10の企業には、中国本土の企業が4社入っているが、これらはすべて国際特許出願を行っていない若い企業であることが分かった。

国際特許出願を行っている企業は、第3位の First Solar、第6位のドイツのQセルズ、及び日本のシャープと京セラである。

図 20： 国際市場シェアトップ企業による国際特許出願数



上記の図から明らかなように、日本企業の中でトップであるシャープは最も早期段階から当該分野の研究開発を始め、国際市場を念頭に置きながら、継続的に研究開発を進め、粘り強く大量の国際特許を出願しつつあることである。つまり、世界市場での競争を視野に入れた国際特許戦略が結果を出しているといえるであろう。京セラは80年代半ばと2000年代前半に二つの出願ピークがあり、90年代には国際出願を行っていないことも分かった。

相当な歴史を持つFirst Solarは、1990年代以降、散発的に数件の国際特許出願を行ったのみであるが、若い企業であるQセルズは2000年代後半にかなり積極的に国際出願を行っていると思われる。

・中国の特許データに基づく中国環境技術（太陽光発電産業）の発展状況

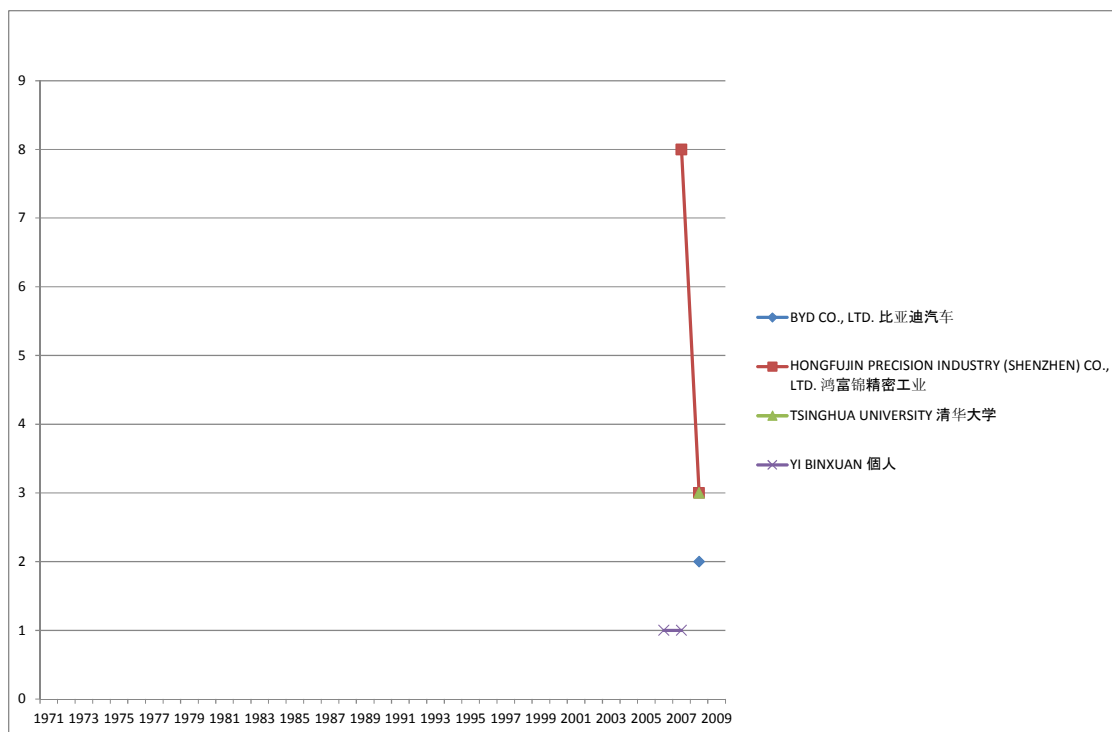
中国は政府主導で省エネルギー、再生可能エネルギー、環境技術の開発、普及を進めている。2006年から始まった第11次5カ年企画期間における中国の代表的なハイテク開発プログラムである「863」計画の中で、資源循環技術が重点とされ、太陽光、風力、バイオマス、クリーン・コール、石炭層ガスなどの技術開発が進められてきた。2011年の十二次5カ年計画にも環境保護、省エネ、省資源を重点発展領域として定めた。本節では特許データから太陽光発電産業の発展状況を探る。

中国の太陽光発電に関する研究は1958年の軍事目的の研究プロジェクトに遡る。その

後、1998年から始まった World Bank/GEF のプロジェクトをきっかけとして、産業化及び応用技術の進歩が大きく促進された。特に、2004年ドイツの電力法の改正は、中国企業の急成長に大きく貢献した。また、当該産業の発展のもう一つの特徴として、一部の企業は大学発ベンチャーなど緊密な産学連携を行っていることが分かった（ヒアリング結果から）。つまり、中国政府は長期的に大学や研究所に関連投資をしてきたため、一定の知的な蓄積が形成されるとともに人材が育成され、それが企業の技術吸収能力にも貢献するようになったものと考えられる。中国の経済発展地域では、すでに関連産業クラスターが形成されつつあり、2004年から連続して5年間、成長率は100%を超えている。そして2007年から太陽光電池セルの出荷量は、4年間連続世界第1位であり、2010年のセルの出荷量は他の全ての国と地域の出荷総量の1.5倍に達している。株式市場には数十社のセルメーカーが上場され、全国で約120社のセルメーカーが存在している。このような産業規模の急速な拡大に伴って製造コストも持続的に低下しつつあり、太陽電池セル製造は中国における数少ない国際競争力をもつハイテク産業領域にまで急速に成長を遂げた。

太陽光発電分野の国際出願を保有する中国企業はBYD という自動車メーカー、鴻富錦精密工業という電子部品メーカー、そして清華大学と個人発明者であった（図21）。一方、世界シェアの多く担うメーカーは全て、自社での国際特許出願を行っていない。

図 21： 太陽光発電分野の国際出願を保有する中国企業（機関、個人）



2006年以來、中国で製造された太陽光電池の95%以上が輸出されており（原材料の90%以上を輸入し、加工方法、技術、設備などもほとんど輸入に頼っている）、国内のマーケットはほとんど開拓されていなかった。この主な原因は、中国における太陽エネルギー産業の急速な発展が、基本的に欧州の太陽光発電市場に牽引されてきたためである。ただし、中国では太陽光発電産業の発展を加速するため、2009年7月に初めて「金太陽モデルプロジェクト」として、総合的な財政補助、技術サポート、市場浮揚政策の導入が決定された。

しかし、直近の2011年は中国太陽光発電産業の「厳冬」と言われ、ほとんどの企業は赤字を計上した。それに対応するため、中央政府及び各地の地方政府が多彩な支援策を打ち出し、国内市場の開拓に取り組み始めた。またそれと同時に、国家開発銀行などが強力な資金支援を開始している。そして、中国政府は国の第12回5カ年計画の期間（2011-2015年）に、建物屋上の太陽光発電の設置量を現在の9倍まで増やすという大胆な目標を立てている。

・過去の政策検証とインプリケーション

① 技術政策と知財戦略について

日本のナショナルプロジェクトであるサンシャイン計画の太陽光発電研究開発は、米国やドイツで開始された同様の大規模な国家プロジェクトに少し遅れて開始されたが（図22）、その研究成果は大量の国内特許出願という形で、世界的にも例を見ないほどの量が得られている。しかし、当時の知財管理が（意図的であるかどうかはさておき）世界戦略の視点を欠いていたことは明白である。そこでオープンにされ国際共有財となった知識が、それ以降の特に韓国メーカーの急速な技術キャッチアップに貢献したであろうことは想像に難くない。ナショナルプロジェクトにおける国際的な知財戦略の重要性は、最近、ますます高まっていると言えよう。

図 22： IEA 加盟国における太陽光発電の政府研究開発費

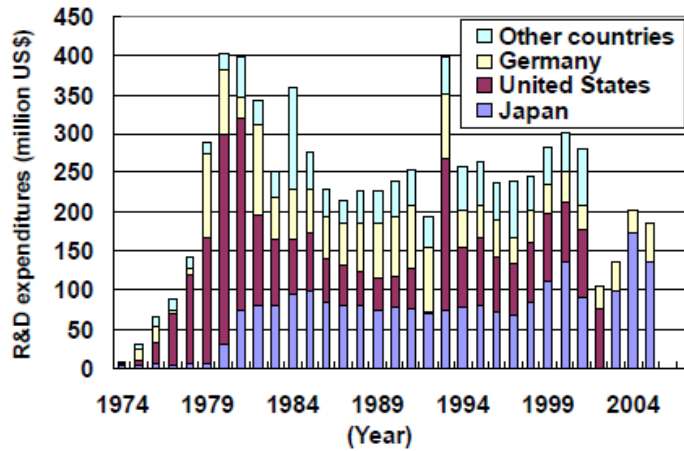


図 1.1 IEA 加盟国における太陽光発電の政府研究開発費
日本の 2002 年は欠落している

Fig. 1.1 Government energy R&D expenditure for solar photo-electric in the IEA countries, 1995 prices and exchange rates.

出典：遠藤 2008 : p.1

②イノベーション政策と市場成長について

太陽光発電に関するイノベーション政策を国内のみで振り返ると、NEDO の研究開発補助金と NEF による太陽光発電導入補助金、電力会社の買い取りによる事実上の補助金の 3 種類が切れ目なく機能し、国内市場の成長にうまく寄与したように見える (図 23)。しかし、技術的には相当のアドバンテージを持ち、国内市場もそれなりに成長した結果の日本企業の世界市場でのシェアは、前節で示したように惨敗である。欧州の例を参考にすると、これは第一にデマンドサイドの刺激政策、特に電力買い取り制度の設計が力不足であった点に主要因があると考えられる。前述のようにドイツでは、電力会社による固定価格買い取り制度の導入が、Qセルズなどの新興メーカーの成長を促した。

しかし一方、Qセルズの近年の不調や米国における Solyndra の破綻に象徴されるように、市場拡大の恩恵の大きな部分が中国メーカーの急成長に飲み込まれ、インカンベントおよび新興の技術リーダー企業には、その利益がほとんど還元されないという事態が生じつつあるのも事実である。これは、ある程度の性能の太陽電池はいまや、原料および製造装置を買って来さえすればほぼ誰にでも製造することができる、コモディティ商品と化しつつあることの裏返しでもある。

イノベーション・プロセスに関するこれまでの研究は、ほとんどの商品は、遅かれ早かれコモディティ化のフェーズを迎え、利益の回収が難しくなることは避けられないことを教えてくれる。先行する技術リーダー企業は、適切な知財管理と迅速な商品化による市

場シェアの先行確保を通じて、先行投資を回収しさらなる研究開発投資のインセンティブを得るのである。公的な研究開発支援や電力買い取りなどの支援政策は、このようなプロセスや企業戦略とタイミングを合わせて実施される必要がある。特に、エネルギーのような特殊市場においては、サプライサイドの技術政策とデマンドサイドの刺激政策の両方が適切に機能して初めて、研究開発と産業化のインセンティブが生まれ、市場成長と社会厚生の上昇および国際競争力の上昇が達成される。そしてグローバル経済の下では、そのタイミングを計るためには世界的な視野が必須である。日本における太陽電池関連の諸政策や企業行動は、このタイミングを逸したという印象を拭いきれない。

2011年に顕在化したヨーロッパ市場の低迷により、太陽電池に関連する多くの外国企業は日本を次の有望マーケットとみなし、意欲的な進出を開始した。それは、これまで国内市場をほとんど独占してきた日本メーカーが、外部からの大きな挑戦に直面することを意味している。かつて、DRAMのコモディティ化に直面し翻弄された日本の大手電機メーカーと産業政策当局は、その二の舞に陥ることなく、次の機会を捉えなければならない。

図 23 : 日本の太陽光発電に対する補助金

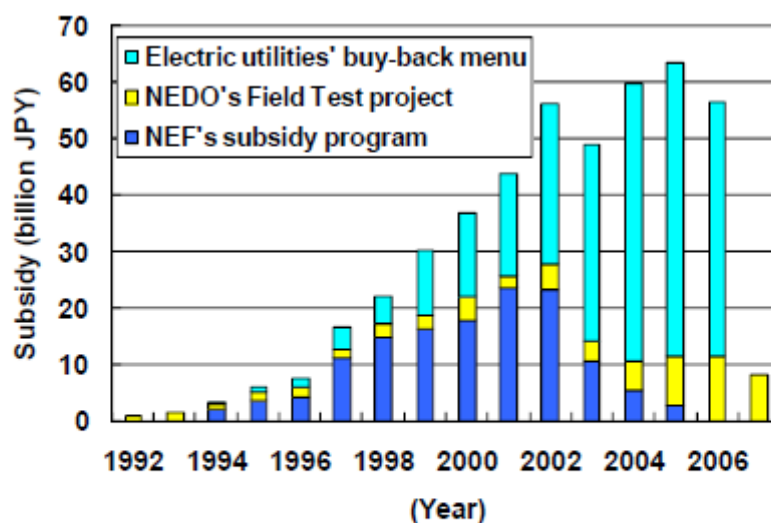


図 4.22 わが国の太陽光発電に対する補助金

Fig. 4.22 Annual subsidy to photovoltaics in Japan.

出典： 遠藤 2008 : p.61

③最後に

環境関連の技術とイノベーションは、公共経済学が言うところの「市場の失敗」が顕著な分野である。このような分野においては、市場の不完全性を補完するための政府の役割が重要であることは従来から指摘されている。今回の太陽光発電のケーススタディで明らか

にしたように、サプライサイドの政策とデマンドサイドの両方の政策を企画し、実施し、効果を分析し、改善していく努力が必要である。それらのいずれについても、しっかりとした政策分析に耐え得るデータの蓄積と適切な分析能力を備えた人材の育成が必要である。今回のケース・スタディで利用した特許等、サプライサイドの情報については各分野でかなりしっかりとしたデータが利用可能となりつつあるが、デマンドサイドの、特に市場や生産量に関するデータについては、民間や業界の断片的な情報を利用するしかなく、分析にもかなりの制約を受けることとなった。このようなデータを行政サイドとして体系的に収集していくことも、今後の環境関連産業を考える上では重要であろう。

2.8 結論：特許分析による競争力について

(1) 特許データ分析による世界と日本の環境技術の競争力比較

これまでの先行研究では、日本企業の環境技術における総特許出願数が多いことから、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ため、真の国際競争力比較分析とはみなせないと考える。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、それは国内市場の規模や、国内産業の業種の分布、競争関係など国内市場の特殊要因があるため、国内出願特許数を含めた単純な出願数の国別比較では真の競争力比較が難しいといえよう。

そこで、本研究では、前項目の分析手法により、より合理的な環境技術の再分類を行い、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行った結果に基づいて、国際的な技術競争力の優位性について明らかにした。これまで包括的に日本が環境技術分野において総特許出願数が相対的に多く、世界一の技術競争力を持つという見方が通説となっていたが、本研究によって日本がすべての環境技術分野で世界一の競争優位性を持つわけではなく、世界一の技術力を持つ分野はかなり限られているという事実が明らかになった。以下に技術分野別の分析結果をまとめる。

・水処理関連技術

水処理のコア技術については、本研究では当該技術分野を7つのグループに再分類し、IPCの定義を参照しつつ命名した各技術クラスターを分析の単位とした。水処理の全ての技術クラスターにおいては、自国出願数は日本が第1位であるのに対し、国際出願数は日本が全て世界第3位に位置していることがわかる。それぞれの技術クラスターにおける国際出願数の第1位と第2位は、ドイツもしくは米国であり、日本の国際特許数はトップの半分以下となっている。現実的には水処理を行うためにはコア技術以外の技術も必要であるため、近隣技術の競争力についてもデータ分析を行った。

水処理の近隣技術を8つのクラスターに分類し分析した結果、水処理の近隣技術に関しても、国際出願数では日本がほぼ第2、3位に留まり、特に地下、水中の構造物分野では米国、ドイツ、イギリス、フランスに続く第5位でしかない。日本に技術的優位性があるといわれている半透膜は2位に位置するが、トップの米国の半分程度の国際出願数にとどまっている。

・固形廃棄物処理

固形廃棄物処理分野におけるコア技術を6つのクラスターに分類し分析を行った結果、国際出願数は固形・金属ごみリサイクル領域のみににおいて、日本が世界第1位であるのに対し、家庭ごみ領域は世界第7位にとどまり、他の分野では全て第3位となっていることが分かる。加熱・焼却処理分野及び焼却炉関係は米国が第1位、ドイツが第2位であり、他の技術クラスターでは、プラスチック・リサイクル、回収・処理操作、家庭ごみ分野は全

てドイツがトップで、米国が第2位である。

また、固形廃棄物処理分野における近隣技術については7つのクラスターに分類し分析を行った結果、各技術領域の国内出願数は日本が依然トップであるのに対し、国際出願数は汚泥処理・利用、固化・固定化、成型の3つの分野では米国に次いで2位の位置を占める。しかし、燃焼・焼却、粉碎・減容、金属の再生・抽出、モルタル・コンクリートといった技術クラスターでは日本は米国、ドイツに次いで3位に位置づけられ、固形廃棄物処理の近隣技術においても、日本は米国に水をあけられている。

・大気汚染緩和技術

大気汚染緩和領域のコア技術では6つの分野に分類し分析した結果、国内出願数は全て日本が第1位である。それに対し国際出願数は、排気ガス処理分野のみで日本が第1位であるが、直立形の炉分野はドイツ、米国、フランスに次いで第4位、その他は、全て2, 3位であり、当該分野のトップは米国もしくはドイツであることが分かる。

一方、大気汚染緩和領域の近隣技術においては、エアクリナー、空調、焼却炉、ろ過・吸着、触媒、排気マフラー、燃料電子制御とバーナーといった8つの技術領域に分類した。その結果、すべての技術分野においては、国内出願数は日本がすべて第1位であると同時に、空調、排気マフラー、燃料電子制御領域の3分野において国際出願数も世界トップを占めている。大気汚染緩和領域の近隣技術については、日本の技術は競争力に優位性があるといえる。これは日本の電機、機械メーカーおよび自動車メーカーが多数存在し、しかも長期にわたって世界市場を技術的にリードしてきた結果であると解釈できる。しかし、エアクリナー、焼却炉、ろ過・吸着、触媒、バーナーの分野では依然米国がトップを占めており、大気汚染緩和領域の近隣技術においてドイツはトップではないが、2位の地位を確保している。

・気候変動関連技術

気候変動緩和及び適応関連技術に関しては、EPOの分類に従い、12の技術領域に大きく分け、それぞれについてクラスター分析を行い、技術自体の構造によって再分類した。

日本は、「半導体装置、部品の製造工程と処理方法」、「太陽熱利用装置」、太陽光発電（「半導体装置」、「整流,増幅,発振,スイッチング装置」、「電池」）、温室効果ガス排出軽減に間接的に貢献する技術分野、発電・送電・配電技術分野、「電池、ハイブリッド車両」では優位性が認められたが、地熱技術、水力発電、燃焼、原子力、非化石燃料技術、風力発電などの分野では、トップのドイツ・米国に次いで3位以降の地位を確保するにとどまっている。以下に個別分野の分析結果をまとめる。

1. CCS 技術分野

日本は「半導体装置、部品の製造工程と処理方法」と「排気処理、消音装置」分野では第1位である。特に「半導体装置、部品の製造工程と処理方法」の分野では、2位の米国を大きく突き放しての1位であることは、国際競争力の優位性があるということを示している。「炭素とその化合物、水素、ガス」「浄化工程」「ガスタ

ービン設備」ではすべて第2位であるため、「深掘井関係装置と工程」での第7位を除いては、相対的に CCS 分野での日本の優位性はあるといえる。

2. 地熱技術分野

日本は「水、ガス処理」では第2位を占める以外は、すべて3位か4位にとどまっている。当該領域の「ヒートポンプ」はドイツがトップである以外の全ての技術クラスターでは米国が世界一位の地位を確保している。この分野では米国の圧倒的優位性が明らかになった。

3. 水力発電技術分野

全てのクラスターで日本は3位を占める。「ダム工事」の世界トップはフランスが占める以外に、他の3つのクラスターではトップは米国とドイツが分け合っている。

4. 太陽熱利用分野

日本がトップになった分野は「太陽熱利用装置」であり、「熱交換装置、工程」と「光学要素」分野では第2位、残りの分野では全て3位となっている。やはりトップを常に占めるのは米国とドイツであるが、その中でも米国は、熱交換装置・工程、原動機、光学要素の分野で1位を獲得し、ドイツは太陽熱の利用、蓄熱暖房・過熱器の分野で1位を獲得している。ただ、太陽熱利用技術分野の最大クラスターである太陽熱利用装置で日本がトップを取ったことは優位性の面でも重要な意味がある。

5. 太陽光発電分野

日本がトップになるのは「半導体装置」、「整流,増幅,発振,スイッチング装置」、「電池」の3つの分野であり、日本は2位以下に倍以上の差をつけて優位性を持つことが明らかになった。ただ、「太陽熱利用」では第3位、「電気的変量調整システム」では第2位となった。この分野では、日本、米国、ドイツが常に上位を占めるが、その米国・ドイツを猛烈に追い上げているのが韓国である。「半導体装置」、「整流,増幅,発振,スイッチング装置」クラスターにおいては、ドイツをおさえ米国に次いで3位を確保し、「電池」クラスターでは米国・ドイツに次ぐ4位に食い込んでいることが注目される。韓国の国際競争力の急成長を示す分野である。

6. 風力技術分野

日本がトップになった分野は「太陽エネルギーの使用と関連装置」と「発電機制御装置」である。しかし、「風力原動機」そのものは9位にとどまり、他の3分野では3位か、4位しか占めていない。

7. 燃焼技術分野

「分離」領域では日本がトップを占め、「蒸気機関設備」と「燃焼生成容積型機関設備」分野では第2位である。「蒸気発生」クラスターで4位以外は、すべての関係分野では3位を獲得している。しかし、この分野においても、「暖房・過熱器」や「分離」以外はトップは常に米国が占めている。

8. 原子力技術分野

「原子炉の遮へい」のトップはドイツであること以外、他のトップはすべて米国である。「原子炉の製造」と「熱核融合炉」分野の第2位に日本があらわれる以外は、他の分野では日本は4位か、5位程度にとどまっている。

9. **発電、送電、配電技術分野**

「発電装置及び配電網」と「伝送装置と材料」分野では日本はトップを占め、第2位と3位は米国もしくはドイツが占めている。「冷却または換気装置」分野のトップ3は米国、ドイツに次いで日本は3位である。

10. **非化石燃料技術分野**

この技術分野では、日本はトップをとることなく2位か3位を占めている。トップは依然として米国もしくはドイツである。「液体・ガス体燃料」分野では米国、日本とドイツに次いで、韓国が世界第4位に躍進したことが注目すべき点である。

11. **温室効果ガス排出軽減に間接的に貢献する技術分野**

日本がトップになった分野は「電気的エネルギー」、「一次電池」「二次電池」「燃料電池」「電池の回路」といった5つの領域であるので、この分野での日本の優位性はあるといえる。「物理化学プロセス」、「蓄熱」、「発電機・電動機」の領域では日本は2位か3位かを占めるが、トップは依然としてドイツか米国である。韓国は「電気的エネルギー」「一次電池」「燃料電池」「二次電池」「電池の回路」といった日本のお家芸ともなる分野ではすべて世界第4位に食い込んできている。さらに、その5つの分野では世界のトップ10に中国の名前も見ることができ、中国・韓国勢の躍進が明らかになった。

12. **温室効果ガス排出軽減に貢献する他の融合技術とマネージシステム技術分野**

日本は「電池、ハイブリッド車両」分野で第1位を占めるが、それ以外分野は2位か3位にとどまっている。

・太陽光発電イノベーション

太陽光発電装置産業は、世界的に2004年以降、爆発的な急成長を遂げた産業セクターとして脚光を浴びている。しかし、そこには1970年代から導入されている各国の研究・技術政策（国家研究プロジェクトなど）や、より最近の需要サイドの刺激政策（太陽光パネル設置補助金や電力の買い取り制度など）がかかわっており、それらと企業の技術戦略の関係を探ることによって、環境技術に関する政策的、社会的なインプリケーションを得ることが可能となる。特許データを技術分類の「共起」に基づいて再分類したところ、太陽光発電にかかわる5つの技術クラスター：
1) 半導体装置；2) 整流、増幅、発振、スイッチング装置；3) 電池；4) 太陽熱利用；5) 電気的変量調整システムにおいて、日本発の特許がトップになるのは「半導体装置」、「整流、増幅、発振、スイッチング装置」、「電池」の3クラスターであることが分かった。これらのクラスターでは、日本、米国、ドイツが常に上位

を占めるが、日米独に次ぐ出願数を示し、特に近年出願数を伸ばしているのは韓国である。韓国は「半導体装置」、「整流、増幅、発振、スイッチング装置」クラスターにおいては、ドイツをおさえ米国に次いで3位を確保し、「電池」クラスターでは米国・ドイツに次ぐ4位の位置を占めていることが明らかになった。

・特許出願の時系列分析から見た企業の技術力の動向

企業（機関）単位の分析を行う際に、常に問題となるのは名称の表記ゆれである。我々は、まず太陽光発電関連技術の特許を過去に2件以上出願した出願人を全てリストアップし、手作業によりそれらの名寄せを行った。名寄せは基本的に企業単体で行い、サムソンとサムソン SDI、松下電器と松下電工、三洋電気などは別企業とした。この結果から、自国出願数及び国際出願数におけるトップ20の企業（機関）を抽出し分析を行った。

その結果、自国特許出願トップは松下電器産業がダントツであることが分かった。ただし、松下電器産業は630件という膨大な国内出願数に対して国際出願数は僅か46件で、国際特許出願率は僅か6.8%である。最も国際出願率の低いのが松下電工で、165件の国内出願に対して国際出願はわずか5件のみであった。このことから、松下電器産業は国内出願に重きをおいており国際出願については重要視していなかったことが推測される。

トップ20企業の中で日本企業（機関）は14企業（機関）を占め、1位から7位まですべて日本企業という結果となった。韓国のサムソン及びサムソン SDIはそれぞれ8位と13位、また米国のIBMとコダックはそれぞれ14と19位、ドイツのジーメンスとフランホーファーはそれぞれ16位と18位である。一方、国際特許出願率（全出願中の国際出願の占める比率）をみた場合、もっとも高いのは韓国企業のサムソン SDI及びサムソンであり、それぞれ49.8%と49.7%である。日本企業の中ではセイコーエプソンとキャノンの国際知財戦略が注目に値し、国際特許出願率はそれぞれ49.6%と45.9%である。それに対して、NEC、東芝、シャープ及び富士通はそれぞれ35.5%、32.8%、32.7%、32.2%である。

また、国際特許出願トップ20企業（機関）についての結果を見ると、トップ20社中の日本企業は14社である。1位はキャノン、2位はシャープであるが、韓国のサムソンとサムソン SDIが第3位と第5位に入っている。第8位と第13位はそれぞれ米国のコダックとIBMであり、ドイツのフランホーファーとジーメンスは第9位と第14位であった。特筆すべきことは、国内出願トップの松下電器産業は国際出願では順位が低く、国内出願では3位のキャノンが国際出願ではダントツの1位であることである。

以上のことからわかることは、ドイツのジーメンス、フラウンホーファーはもっとも初期から継続的に、少しずつ特許を出願している。米国のIBMとコダックは早い段階から特許を出願しているが、中断期間も存在し、産業化段階になると再び活発に特許を出願している。韓国企業の後発性は特許出願から見て明らかである。国内出願・国際出願共に90年代半ばから始まり、その後僅か5、6年間で急速に出願数を伸ばしている。

日本企業は当該分野での特許出願は相対的に早い時期に開始している。また、多くの企業

の最初のピークは 80 年代前半に集中していた。しかし、80 年代前半には国際出願はほとんど出されていなかったことがわかった。代表的なのは松下電器である。また、工業技術院はドイツのフラウンホーファーと異なり、特許出願の継続性が見られず、1980 年代の 10 年間のみに限って特許出願していたことがわかった。

<政策インプリケーション>

(1) 技術政策と知財戦略について

日本のナショナルプロジェクトであるサンシャイン計画の太陽光発電研究開発は、米国やドイツで開始された同様の大規模な国家プロジェクトに少し遅れて開始されたが、その研究成果は大量の国内特許出願という形で、世界的にも例を見ないほどの量が得られている。しかし、当時の知財管理が世界戦略の視点を欠いていたことは明白である。そこでオープンにされ国際共有財となった知識が、それ以降の特に韓国メーカーの急速な技術キャッチアップに貢献したであろうことは想像に難くない。ナショナルプロジェクトにおける国際的な知財戦略の重要性は、最近ますます高まっている。

(2) イノベーション政策と市場成長について

太陽光発電に関するイノベーション政策を国内のみで振り返ると、NEDO の研究開発補助金と NEF による太陽光発電導入補助金、電力会社の買い取りによる事実上の補助金の 3 種類が切れ目なく機能し、国内市場の成長にうまく寄与したように見える。しかし、技術的には相当のアドバンテージを持ち、国内市場もそれなりに成長した結果の日本企業の世界市場でのシェアは、前節で示したように惨敗である。欧州の例を参考にすると、これは第一にデマンドサイドの刺激政策、特に電力買い取り制度の設計が力不足であった点に主要因があると考えられる。前述のようにドイツでは、電力会社による固定価格買い取り制度の導入が、Qセルズなどの新興メーカーの成長を促した。

しかし一方、Qセルズの近年の不調や米国における Solyndra の破綻に象徴されるように、市場拡大の恩恵の大きな部分が中国メーカーの急成長に飲み込まれ、インカンベントおよび新興の技術リーダー企業には、その利益がほとんど還元されないという事態が生じつつあるのも事実である。これは、ある程度の性能の太陽電池はいまや、原料および製造装置を買って来さえすればほぼ誰にでも製造することができる、コモディティ商品と化しつつあることの裏返しでもある。

イノベーション・プロセスに関するこれまでの研究は、ほとんどの商品は、遅かれ早かれコモディティ化のフェーズを迎え、利益の回収が難しくなることは避けられないことを教えてくれる。先行する技術リーダー企業は、適切な知財管理と迅速な商品化による市場シェアの先行確保を通じて、先行投資を回収しさらなる研究開発投資のインセンティブを得るのである。公的な研究開発支援や電力買い取りなどの支援政策は、このようなプロ

セスや企業戦略とタイミングを合わせて実施される必要がある。特に、エネルギーのような特殊市場においては、サプライサイドの技術政策とデマンドサイドの刺激政策の両方が適切に機能して初めて、研究開発と産業化のインセンティブが生まれ、市場成長と社会厚生の上昇および国際競争力の上昇が達成される。そしてグローバル経済の下では、そのタイミングを計るためには世界的な視野が必須である。日本における太陽電池関連の諸政策や企業行動は、このタイミングを逸したという印象を拭いきれない。

2011年に顕在化したヨーロッパ市場の低迷により、太陽電池に関連する多くの外国企業は日本を次の有望マーケットとみなし、意欲的な進出を開始した。それは、これまで国内市場をほとんど独占してきた日本メーカーが、外部からの大きな挑戦に直面することを意味している。かつて、DRAMのコモディティ化に直面し翻弄された日本の大手電機メーカーと産業政策当局は、その二の舞に陥ることなく、次の機会を捉えなければならない。

<課題>

環境関連の技術とイノベーションは、公共経済学が言うところの「市場の失敗」が顕著な分野である。このような分野においては、市場の不完全性を補完するための政府の役割が重要であることは従来から指摘されている。今回の太陽光発電のケース分析で明らかにしたように、サプライサイドの政策とデマンドサイドの両方の政策を企画し、実施し、効果を分析し、改善していく努力が必要である。それらのいずれについても、しっかりとした政策分析に耐え得るデータの蓄積と適切な分析能力を備えた人材の育成が必要である。今回のケース分析で利用した特許等、サプライサイドの情報については各分野でかなりしっかりとしたデータが利用可能となりつつあるが、デマンドサイドの、特に市場や生産量に関するデータについては、民間や業界の断片的な情報を利用するしかなく、分析にもかなりの制約を受けることとなった。このようなデータを行政サイドとして体系的に収集していくことも、今後の環境関連産業を考える上では重要であろう。具体的には以下の通りである。

(1) 政府の政策分析のためのインフラ整備が急務

環境関連の技術とイノベーションは、公共経済学が言うところの「市場の失敗」が顕著な分野である。このような分野においては、市場の不完全性を補完するための政府の役割が重要であることは従来から指摘されている。今後環境省など政府が特許分析をするにあたり、政策として体系的で長期的なデータの蓄積や政策分析能力を備えた人材の育成など、データベースから政策分析ができるためのインフラを整備する必要がある。政策の長期にわたる追跡調査を行わなければ、なぜ技術はうまく開発できたのに普及しないかということが解明できず、その時その時の状況に振り回され政策を作ることになる。省庁や政府に、そういった体系的・長期的データのインフラや、データに基づく体系的な分析が知識として蓄積され、政策情報として整理されていれば、データや分析のインフラ自体が

日本企業の優位性を向上させるためのサービスとして提供できる。それこそが企業の負担を減らし個々の競争力を高めるための一角を築くものとなるだろう。

(2) 政策分析が行える体系的なデータの蓄積が急務

それらのいずれについても、しっかりとした政策分析に耐え得るデータの蓄積が必要である。今回のケース分析で利用した特許データ等、サプライサイドの情報については各分野でかなりしっかりとしたデータが利用可能となりつつあるが、デマンドサイドの、特に市場や生産量に関するデータについては、民間や業界の断片的な情報を利用するしかなく、分析にもかなりの制約を受けることとなった。例えば、技術支援政策と同時にどれだけ需要刺激政策をやったかというデータの収集や、現在あるようなフェーズやプロセスによってバラバラになっている統計をつなげる作業を行わなければ、効果的で意味のあるイノベーションや環境政策をつくるのが難しい。このような需要データを行政サイドとして体系的に収集していくことも、今後の環境関連産業を考える上では死活的に重要であろう。

(3) 政策分析能力を備えた人材の育成

体系的なデータ蓄積と同様、と適切な分析能力を備えた人材の育成が必要である。本研究で行ったような特許データ分析の手法や、データの取り扱い方、どういうデータを収集すべきかといった知見が不可欠である。現状では、体系的な追跡評価はできておらず、散発的なレポートがあるのみである。分析は技術を支える市場の特徴によるところが大きく、これまでのようなサプライサイドのみの目標設定や評価だけでは明らかに不十分であり、ニーズや需要サイドのバランスのとれた分析が必要である。政策研究大学院大学においても、環境省などから人材を派遣することができれば、データベースの処理方法・技法や、政策的なフィードバックまで結び付けられる適切な分析能力を高め、育成することは可能である。そういう人材を適材適所に増やすことで、さらに政策の企画及び効果についてのフィードバックが可能となる。

(4) Needs-Driven 分析の必要性

データ分析についての課題としては、本研究で用いたのは **Data-Driven** の技術分類であり、**Needs-Driven** ではないことである。**Data-Driven** では、これまでどうだったかということに関して分析はできるが、今後将来的にどうなるかという点については予測は行えない。また、強いところをもっと伸ばすのか、それとも脆弱な部分を伸ばすのかといった科学技術政策の方針の取り方によっても提言が左右されることになる。ただ、日本がこれまでたどった発展の軌跡やそれぞれの発展フェーズにおいてどういう技術分類が成長したか、という過去にさかのぼって分析するという事は可能である。例えば日本の技術発展の過程を、途上国の発展段階に当てはめて、発展分野の特定ができれば日本との技術協力分野での可能性を示唆できるということはあると考えられる。現在は企業が1から自前で調査してい

るが、政府側で発展段階やインフラの普及状況、技術開発レベルなどのデータを蓄積し、日本企業に提供するということが可能となれば、日本企業の競争力アップへ貢献ができると考えられる。今後の課題としては、将来の予測が可能となる **Needs-Driven** の分析をどう行うか、またどういうデータの収集が必要か検討することである。

3. 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

3.1 事例研究を行う目的

近年、気候変動問題等地球的な課題を背景として、低炭素社会構築が課題となっている。特に、急速な経済成長とエネルギー需要増大により、先進国のみならず途上国においても低炭素型のエネルギーシステム導入等を通じたエネルギーの安定的な確保や、環境負荷を低減しエネルギーの効率的な利用を推進する環境都市などの構築が進んでいる。

各国で低炭素社会の構築が進む中、日本の先進的なインフラや環境技術が実際に国際市場でどう展開しているのか。例えば、太陽光発電や蓄電池等の個別環境エネルギー技術や、地域熱供給、スマートグリッドやHEMS, BEMS等のインフラにおいても日本の技術優位性が指摘されているが、価格・コスト面で競争相手に後れを取っている。特に、環境技術等を取り巻く事業環境としては、韓国・台湾及びその他の新興国企業等の市場参入に伴い、競争が激化し、日本企業による国際的環境技術展開は必ずしも容易ではない。

前章の通り、特許データ分析による考察から、通説として日本の環境技術が圧倒的に高いということではなく、ドイツ・米国に次いで一定の相対的優位性は確認されたが、環境技術等の国際的展開においては、技術優位性に加えて他の要素が重要になってくる。例えば、環境技術のコスト問題の解決や、複雑な政治的社会的問題を踏まえてプロジェクトを創出する総合コンサルタント能力、技術導入後のメンテナンスにまで踏み込んだサービスの提供や、社会的ニーズに応えながら相手国の市場に浸透していく努力が求められている。

そもそも日本はこれまで主に欧米市場等の先進国に向けて高付加価値製品を輸出してきた。先進国においては経済の成熟レベルに大きな隔たりはなく、比較的公正な競争条件の下、市場の透明性は確保されている。しかし途上国市場への国際展開を考える上では、政治的・経済的リスクを背景とした困難な利益率確保等、大きなリスクを前提としなければならない。これまでの主に企業努力にのみ基づく日本環境技術の国際社会、特に途上国への積極的展開が必ずしも容易でなかったのは、まさにこの高リスク低リターンの市場背景に因るものと言えよう。少子化が進み日本国内の市場が縮小傾向にある以上、今後途上国を中心とした新興市場で環境技術を展開するには、まず、高リスク低リターンの市場で短期的な利潤をとるのか、または市場のシェアを確保し長期的には高付加価値商品も展開していくかの選択と覚悟、そして戦略が求められる。また、国家においても、企業と同様、環境技術を国際展開する上でのリスクとリターンについて把握し、進出する技術・企業をサポートするか否か、サポートするならばその目的は何か（経済戦略・外交戦略等）、どうサポートするのか（国内R&D支援、海外市場参入障壁の撤廃等）について、明確なビジョンが必要である。例えば、途上国では、従来までの先進国向け国際展開以上に、相手国の市場に付随するリスクを把握し、場合によっては官民を挙げて関連するリスクを軽減するために相手国の法制度や市場の成熟性を高め、公正な競争条件を確保していくようなサポートも必要であろう。

このように、環境技術を国際展開に際しては、環境技術を有する企業のみマーケティング戦略だけではなく、それら企業を支援するための包括的な体制や海外市場そのものを拡大する政策的支援等を含む国としての「環境マーケティング戦略」が不可欠である。ここでいう国としての環境マーケティングは、政府による明確な環境技術国際展開戦略とし、例えば相手国市場における競争条件の公平性の確保、参入障壁の撤廃や、リスク相分のリターン確保のための制度的支援を基に、相手国の環境・経済・社会に貢献しつつ、日本企業を含めたグローバルプレーヤーが公平な条件の下環境技術を展開する枠組みを含むものとする。

国の環境マーケティング戦略を考える上では、具体的な環境技術が、途上国や新興国においてこれまでどのように需要を取り込んできたのか、さらに、今後市場を拡大するにあたって途上国や新興国ではどのような課題があり、そのためにどのような環境技術が役割を果たすのかを把握した上で、必要な国際的政策協力等を理解し、実施していくことが必要である。このため、本研究では、事例研究により以下を明らかにする。

- ① 関係する日本企業によるヒアリングを通じて、代表する日本企業の知財戦略及びビジネスや R&D の国際展開戦略を明らかにする。
- ② 関係する日本企業によるヒアリングを通じて、政府（例えば環境省など）に対する要望などを把握し、政策提言を行う。

日米独などの先進国が気候変動に関する環境関連技術では大部分のイノベーションを主導しているが、急成長している国々、例えば中国、韓国、ロシア、ブラジルも世界のイノベーショントップ 10 にランクインしている。特にセメント製造、地熱、バイオマス技術に関してこれらの国々が検討している。こういう事実も考慮しながらケーススタディに関しては、まず第一にアジア諸国で課題となっているエネルギー技術に着目し、特に化石燃料代替として大規模な開発が期待されている地熱発電及びその関連技術・ビジネス展開について、インドネシアをフィールドとして調査・検討を行う。第二に、エンドユース向けの比較的高付加価値商品がどのように途上国市場で評価されるかについて、ベトナムにおける INAX 節水型便器を基に検証する。第三に、日本の外交戦略上、重要な鍵を握る市場の現状を把握するために、BRICS のうちの特にブラジルを取り上げ、その市場参入余地及び、技術協力可能性について検討した。そして、中国については、環境都市をはじめ風力発電市場への参入例を調査、環境負荷低減商品（上海花王）、そしてインドにおいては主に太陽光関連技術について現地調査を行った。

3.2 インドネシアにおける日本の地熱発電技術の現状と可能性

産業発展の著しい新興国諸国におけるエネルギー需要は、その経済発展とともに急速に増大しており、化石燃料代替としての新エネルギーや省エネルギー技術への需要が高まっている。しかし、途上国を含めた海外市場への日本技術の国際展開に際しては、そもそも技術に由来したリスク（技術リスク）や、相手国市場に関連したリスク（カントリーリスク）等、複雑な要素について考慮しなければならないにもかかわらず、現状では市場開拓は個別の企業等の努力に任されている部分が多い。しかし、これらの問題への解決に際しては、環境技術を有する企業のみ市場努力（一般的な環境マーケティング戦略）だけでなく、その国際的展開を可能にするための包括的国家戦略や海外市場そのものを拡大する政策的支援等を含む国による「環境マーケティング戦略」が不可欠である。

新エネルギーのひとつとしての地熱発電を例にとると、日本の地熱発電技術は国際的優位性を有し、日本のタービンメーカーも現状の市場範囲内においては一定のシェアを確保しているが、さらに大きな市場を開拓する上では、相手国の政策・法制度の整備や実施支援を行っていくことで、安定的な環境技術市場そのものを創出していくことが求められている。日本政府とインドネシア政府間では、二国間経済連携協定等を含む外交努力により地熱技術等の国際展開のための働き掛けが行われており、今後も、あくまでも内政干渉にあたらぬ範囲で、外交戦略を有効に活用しながら支援を行うことが必要であろう。

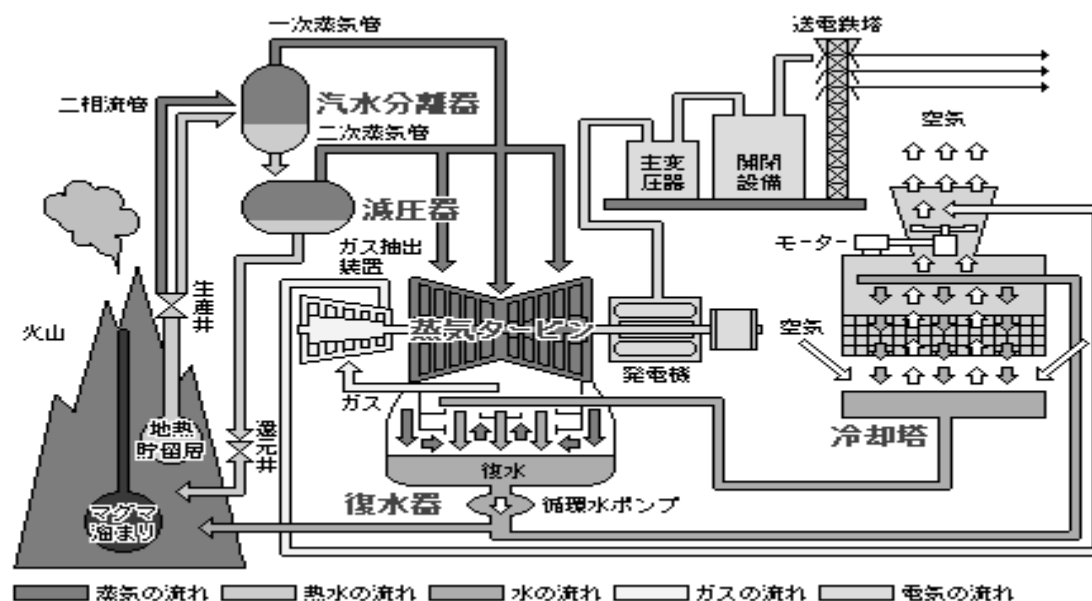
なお、外交努力による安定的な環境市場創造にあたっては、従来の環境技術移転という観点に加え、環境行政テクニックや行政マネジメント方法の移転なども視野に入れた政府間協力のあり方を検討することが必要と思われる。

3.2.1. 地熱エネルギー概略

地熱エネルギーとは、地中で生成され、蓄積されてきた地熱エネルギーであり、火山の噴火や温泉などによって地表に放出される。地熱エネルギーの利用は、蒸気発電（地熱発電）のような発電利用と暖房などの直接利用に分けられる。発電を目的とする利用では、地中から取り出される地熱エネルギー（蒸気）を発電する。暖房や温泉などの直接利用では、地下から取り出された熱水、温泉水などを利用する「熱水利用」や地中から定温の地熱エネルギーをヒートポンプで取り出す「地中熱利用」がある。

地熱発電は、1000～3000mの地下深くに存在する高温のマグマから供給される膨大なエネルギー（天然蒸気）を用いてタービンを廻して利用する。そのため、火力発電とは異なり、石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料を利用しない低炭素型の発電方式である。地熱エネルギーは化石燃料などの輸入に依存することなく国内で利用できる資源である。また、一般的な地熱発電の場合、比較的設備規模が大きく、安定的かつ半永久的に電力を供給できるとされている。

図 24：地熱発電エネルギー



(出所：北海道電力)

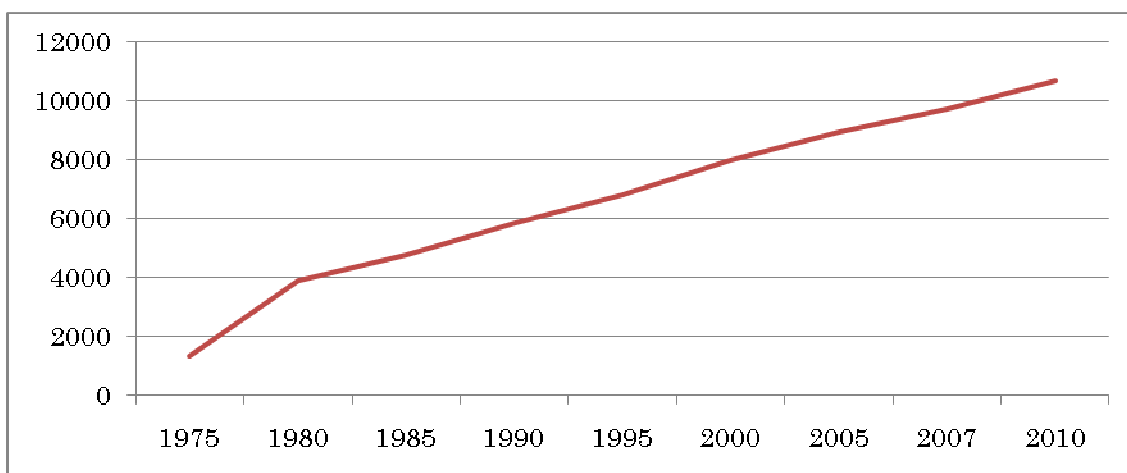
3.1.1.1 世界における地熱発電

世界各国において地熱資源開発が進められており、その発電容量は増加傾向にある。この背景には、エネルギー需要の高まりやエネルギー自給の必要性の高まりがある。特に 米国、欧米、東アジアで積極的に地熱発電事業が進められている。さらに、アフリカ、米国、インドネシア、日本、フィリピン、アイスランドなどで新規の地熱発電事業が計画されている。2010 年 6 月現在、世界の地熱発電設備容量の合計は 10,000MW 以上である。導入が進んでいるのは米国、フィリピン、インドネシア、メキシコ、イタリアの順で、上位 3 カ国で全世界の半分を占める。

しかし、地熱発電プロジェクトは膨大なコストやリスクを伴うため、持続的かつ安定的に事業を運営していくには金融的支援が必要不可欠である。例えばアフリカの African Rift Geothermal Energy Development Facility (ARGeo) は、世界銀行や国連環境機関、ヨーロッパ復興開発銀行などの支援を得て開発リスクに対応している。

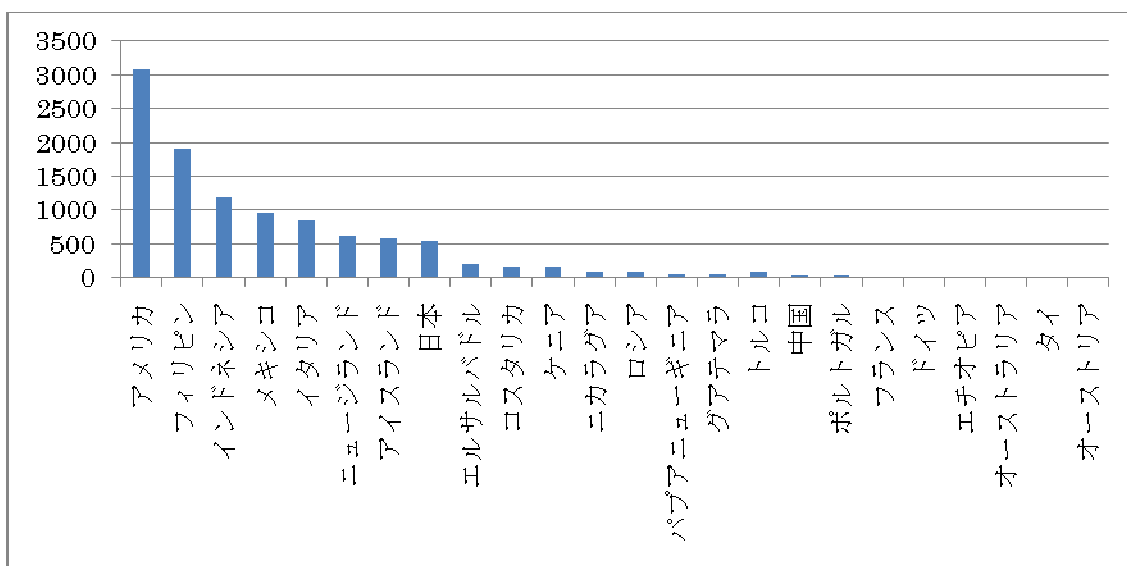
今後のエネルギー需要の高まりに伴い、2015 年までには世界における地熱設備容量は約 70% 増加すると推定されている。したがって今後の地熱発電プロジェクトの増加に伴い、技術面のみならず、投資環境の向上等に関しても各国による協調関係がさらに重要となるものと考えられる。

図 25：世界における地熱発電の設備容量 (MW) 1975 年 - 2010 年



(Bertani, 2007)

図 26：国別地熱設備容量(MW) 2010 年



(Holm, 2010)

3.2.1.3 日本における地熱発電と技術

日本にはおよそ 120 の活火山が存在しており、その地熱発電の潜在容量は 20GW 以上と推定されている。しかしながら、地熱発電所は九州と東北を中心として 18 地点 21 プラントに及ぶものの、地熱エネルギーが日本エネルギー供給量に占める割合は限定的である（火力原子力発電技術協会）。

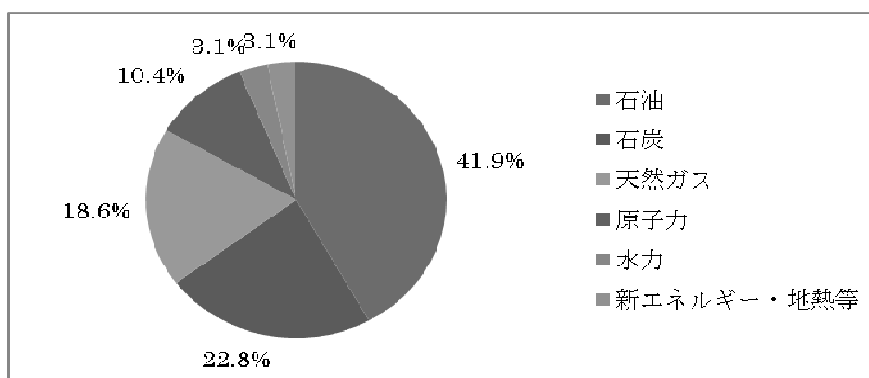
国内における地熱発電事業は、1960 年代から開始された。1973 年の第一次オイルショック後、新たなエネルギーへの需要が高まり、サンシャイン計画において地熱発電などのエネルギーの開発が積極的に進められた。1990 年代まで地熱発電事業は拡大していくが、2000 年以降からは開発は進められていない。地熱事業は、その熱資源の探索から開発まで長い期間を要すこと、かつ地熱有望地が温泉観光地や国立公園等に存在すること、事業に伴うコストが高いなどの問題が指摘されているが、これら多くの問題は地熱を日本エネルギーセキュリティの要に据えた適切な政策・規制緩和等の不在に起因するといわれている。

国内における地熱開発が停滞しているにもかかわらず、日本のタービンメーカーは、性能と稼働実績が高く評価され、約 7 割の世界シェアを誇る。インドネシアにおいても日本企業によるタービンの納入実績は顕著である。

そもそも、日本の地熱タービン技術は、大型タービンに関しては火力発電等で培われた技術力で対応してきた経緯がある。すなわち、東芝など、火力発電等においてタービン開発に実績のある企業が、関連技術を応用することによって地熱タービン市場に参入している。尚、前述のポーター仮説でも国内の関連・支援産業の存在が国家的技術優位性の条件となることが指摘されており、関連・支援産業の裾野の広さが、新たな技術市場への参入が繋がった可能性があることは興味深い。

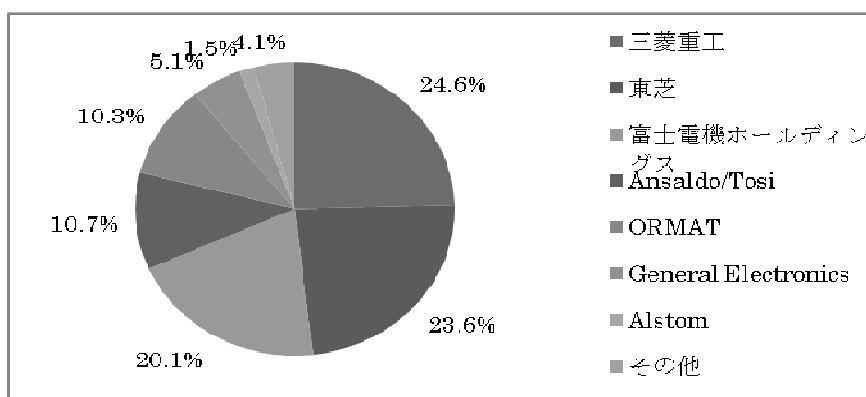
また、小型地熱タービンに関しては、富士電機等を中心に開発が進められている。富士電機は国内初の実用地熱発電設備を藤田観光株式会社小湧園に導入して以来、国内外に地熱発電設備を納入している。元来、地熱蒸気は腐食性が高く、地熱発電用蒸気タービン設計にあたっては、腐食に対応する材料に関する知識・経験が重要であり、その信頼性向上には不可欠であるにもかかわらず、地熱発電を念頭に置いた耐酸腐食性コーティングや材料実験を着実にを行う企業は国際的に見ても多くはない。また、小型地熱タービンに関しては、他の国の企業(GE 等)は関連技術を放棄する傾向もある。そのようなビジネス環境の中、着実な技術改善により信頼性向上に努める日本企業が、技術優位性を有し、現在のところ国際的に高く評価されている。

図 27：日本における一次エネルギー供給



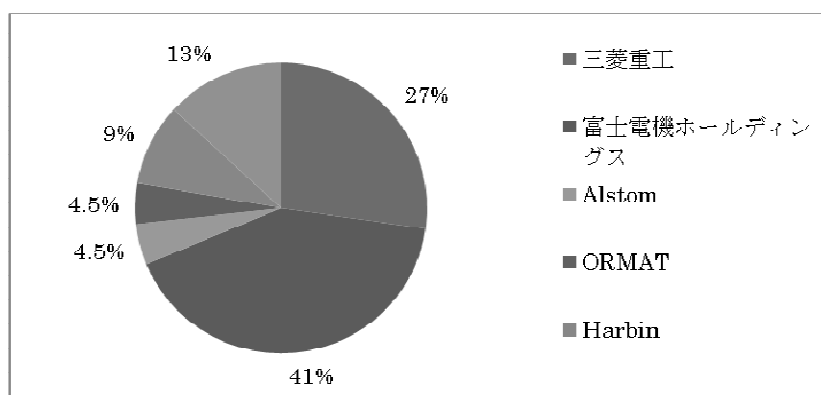
(出典：エネルギー白書 2010)

図 28：世界における地熱タービンのシェア (%)



(出典：2010年世界地熱会議資料)

図 29：インドネシアにおける地熱タービンシェア (%)



このように日本の地熱発電技術は市場占有率において国際的優位性を誇る。日本のタービンメーカーも、現状の市場範囲内においてはシェアを確保していることを強く認識している。しかしながら、高い技術力をさらに広く海外市場に展開させるためには、地熱タービン等の個別技術を有する企業だけではなく、地熱開発という経済的リスクを伴うプロジェクトをビジネスとして軌道に乗せるための金融ビジネス、物理的地熱ポテンシャルを特定する技術サポート、現地利害関係を調整するコーディネーター・コンサルタント等、総合的なビジネス展開が可能であり、かつ必要である。また、カントリーリスクを軽減し、市場そのものを拡大する必要がある。これら総合的ビジネスを創出し、コアとなるタービン技術のさらなる国際的展開を図る上で、どのような包括的な戦略や政策的支援が必要か以下インドネシアを中心に考察する。

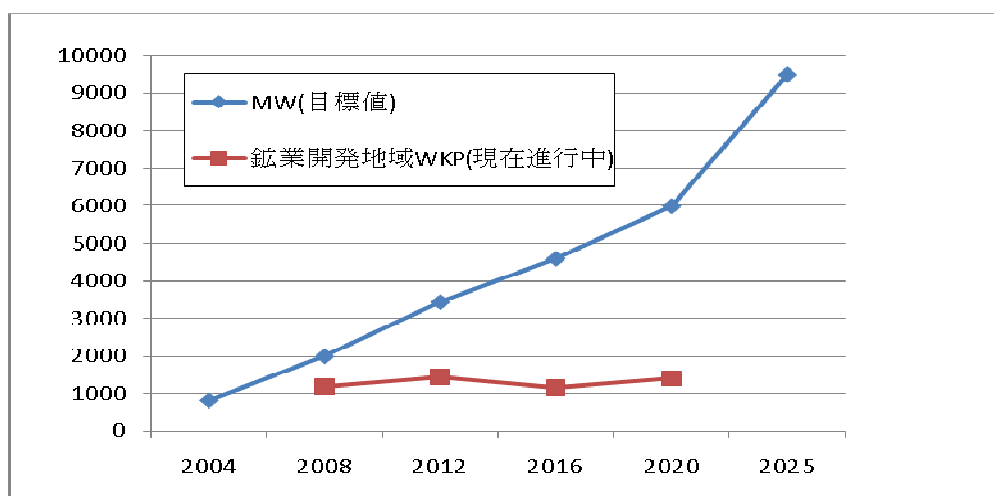
3.2.2 インドネシアにおける地熱発電事業：背景と目標値

インドネシアは環太平洋火山地帯に属し、日本の約5倍もある広大な国土に400以上の火山（うち活火山は約100ほど）を有する世界有数の火山国である。インドネシアにおける地熱開発は1970年代から始まり、海外政府や企業による技術的および財政的支援を受けながら、政府を中心にその探索・開発が行われてきた。近年のインドネシア国内の地熱発電量の増加は著しく、2009年は対前年比で12.9%増加、2000年比で2倍となった。なかでも西ジャワ州の地熱発電量は1,000MW超と大規模であり、国内全体の地熱発電量の9割に達している。インドネシアの物理的な地熱発電ポテンシャルは世界最大の27GWを誇るためさらなる発展が期待される一方、2009年12月現在1,200MWの設備容量は、その物理的賦与量に比べると限定的であると言わざるを得ない。

インドネシアは、中国に次いでアジア地域における第二の原油生産国であり、アジアで唯一のOPECメンバーであった。しかし、国内需要が上昇する一方で原油生産は減少し、2004年からは純輸入国となり、2008年12月には正式にOPECを離れた。また、インドネシアはカタール、マレーシアに次いで、世界第三位のLNG輸出国である。しかし、LNGに関しても、国内生産が近年における国内需要の上昇に追いつくことができず、輸出量は減少し続けた。このためインドネシアは、化石燃料への依存を軽減するべく近年特に再生可能エネルギー開発に注力している。

逼迫するエネルギー需給状況を改善するため、インドネシア政府は、エネルギー生産における再生可能エネルギーの割合の大幅引き上げを計画しており、2025年までに地熱エネルギーを9,000MWまで増やす目標を掲げている(GEA, 2010)。2005年に地熱ロードマップが策定され、2010年1月に大統領令として公布された。これにより2025年に9,500MWという地熱発電目標値が設定され、2025年までに国内の一次エネルギー需要のうち約5%を地熱エネルギーの利用によってまかなうことを構想している。

図 30：地熱ロードマップによる目標値及び現状



長期的な計画である地熱ロードマップ以外に、中期的な計画として第一次、第二次クラッシュプログラムがある。第一次クラッシュプログラムは、2006年に大統領令により公布され、2009年までの計画である。しかし、資金調達や地元の事情などさまざまな問題により Labuan 発電所の1号機(300MW)が運転を開始したのみで、その他の計画は実施が遅れている。第二次クラッシュプログラムは、第一次と比較すると、再生可能エネルギーの開発及び、独立電気事業者 (independent power producer, IPP) の導入が特徴である。地熱に関しては第二次クラッシュプログラムにのみ、計画に取り上げられている。また国営電力公社 PLN(Perusahaan Listrik Negara)は独自に電力供給事業計画を発表した。

表 26：第一次クラッシュ・第二次クラッシュプログラム、電力供給事業の概要

	第1次クラッシュプログラム	第2次クラッシュプログラム	電力供給事業計画 (RUPTL)
開発計画年	2006–2009	2010–2014	2010–2019
開発方式	PLN 100%	PLN 50.4% IPP 49.6%	PLN 57.6% IPP 42.4%
電源開発量	約10,000MW	約10,153MW	55GW
背景	緊急電源開発、 脱石油政策	緊急電源開発、 再生可能エネルギーの導入	緊急電源開発
電源種別	石炭 100%	地熱 39% 水力 12% 石炭 33% ガス 16%	石炭火力 58.8% ガス火力12.6% 地熱 10.8% 水力9.5%
法的根拠	2006年大統領令第71号	2010年大統領令第4号	2010年PLNが公表
開発所要資金	電源 80億US\$	電源 160億US\$ 送電設備 4億US\$	

3.2.3 目標達成に向けた取り組み：日本及び世界からの投資の現状

高い目標の達成のために、インドネシア政府は海外からの投資を積極的に受け入れる体制を整え、海外企業や政府との協働事業によって地熱開発を急速に進めようとしている。しかしながら、地熱発電事業を取り巻く市場環境は複雑である。例えば電力部門全体では、深刻な電力供給不足が続いている。これは需要サイドに於いて電力料金が政治的に低く抑えられた結果、需要増加に拍車をかけたこと、供給サイドとしては、燃料価格の高騰などの要因により既存の発電所の稼働率が低迷したこと、さらに、市場環境の厳しさから、新規参入の独立発電事業者(IPP)を含め、発電所の新設も進んでいないことなどが発電事業そのものが直面する課題となっている。このような電力業界の構図は、途上国によく見られる現象であり、インドネシアに限らず、同様の難しい市場環境へ入り込むための戦略が、グリーン・テクノロジーを効果的に途上国に展開する上で求められているといえるだろう。

また、インドネシアでは、1999年に法令第22号(LAW No.22)が制定され、地方分権化が進み、エネルギー政策や、その計画の策定も含む地域社会に関する行政を管理する権限が、地方政府に与えられた。すなわち、国家的レベルで重要度の高い戦略物資の管理は、中央政府の管轄とする一方、エネルギー部門における地方政府と中央政府の責任区分が明確化された。中央政府の責任と権限は、法の制定と公布、国家政策の規定、規格の制定とその実施、これらの諸手続きの制定などである。一方、州政府の責任と権限は、州政府の政令の制定と公布、管轄地域におけるエネルギー事業に対する指導・監督、管轄地域など行政管理上の諸規定の策定などである。さらに郡・市町村レベルの地方政府においても、州政府同様に管轄区域内での権限が認められている。地方政府は、地熱開発に関する権限を有しており、IPPによる入札の際にも入札委員会を運営する。しかし実際には地方政府の能力不足がみられ、入札制度に関しても不透明な面がある。例えば入札後権利を得た企業は再度、国営電力公社 PLN と売電価格の交渉を求められる場合があり、企業の新規参入やプロジェクトの効率化を妨げる要因となっている。

3.2.3.1 日本政府のインドネシア地熱発電への支援実績

インドネシアにおいて、これまで日本はODA等を通じた地熱プロジェクトを実施してきた。しかしプロジェクトの多くは海外援助であり、日本の技術を国際的に展開するためには、海外支援を超えて、新たなビジネスの枠組みを国家的に構築する必要がある。以下、これまでの日本及び諸外国のインドネシアに対する地熱支援について概観する。

1991年以降10年連続で世界最大の援助額規模を維持してきた日本の対インドネシア ODA 全体の中で、地熱発電分野への支援は、図31に示す通り、有償資金協力が5件、技術協力が1件の計6件である。2003年から2009年までの円借款総額に対しての地熱資源開発分野のシェアは、12.7%である。このように、インドネシア国の地熱法制定された2003年より日本政府は毎年度1件程度、支援を実施してきた。

図 31：日本の地熱資源開発支援実績（支援形態別）

年度 ¹⁾	有償資金協力 (円借款 ²⁾)			技術協力		
	案件名	億円	% ³⁾	案件名	研修員受入	専門家派遣
					人	人
2010	インドネシア国地熱開発技術力向上支援プロジェクト	未公表				
2009	ルムットバライ地熱発電計画	269.66	23.7			
2006				インドネシア国地熱発電開発マスタープラン調査	2	9
2005	カモジヤン地熱発電所拡張計画（調査・設計等のための役務（E/S））	9.95	1.1			
2004	ウルブル地熱発電建設事業	202.88	17.7			
2003 ⁴⁾	ラヘンドン地熱発電所拡張事業	58.66	5.6			
	03～09計	541.15	12.7			

注：1) 年度の区分は、円借款は原則として交換公文ベース、技術協力は予算年度による。

2) 円借款の累計は債務繰延・債務免除を除く。

3) 対インドネシア援助総額に占める地熱資源開発分野への支援実績のシェア。

4) 2003年度以前の実績はなし。

出典：外務省ODAホームページ、JICA掲載データを元に筆者加工。

また、対インドネシア地熱開発事業支援については、JICA、経済産業省、JBICによる教育支援等も行われてきた。

●技術協力（1）：JICA による支援

JICA は技術協力を通じた再生可能エネルギー分野への支援を行っているが、地熱資源開発への支援実績は未だに「インドネシア国地熱発電開発マスタープラン調査」の1件にとどまる。

●技術協力（2）：経済産業省による支援

経済産業省が技術協力に携わる主な目的は、①開発途上国の産業技術水準の向上および経済発展への寄与、②日本の開発途上国における経済活動（貿易・投資・技術提携）の拡大、といえる。これらの目的を果たすため、研修生受け入れ、専門家派遣、調査・研究協力、技術移転のための共同研究・技術指導などの技術協力を実施している。

●有償資金協力：JBIC による支援

JBIC は、円借款を通じた支援を行っている。地熱開発分野への支援は、2003年の「ラヘンドン地熱発電所拡張事業」に始まり、2010 年までに、5件の支援実績がある。事業内容は地熱発電所の建設等、事業に必要な資機材の調達・土木工事等を行うものが多い。

日本のインドネシア地熱技術支援・協力は、主に以上のような国際協力の枠組みに基づいて行われてきたが、さらに踏み込んだ国際政策や技術展開を図る上で、国際協力の枠組みを超えたビジネスモデル形成のための官民一体の動きが必要であると考えられる。特に、地熱開発という経済的リスクを伴うプロジェクトをビジネスとして軌道に乗せるため

の金融ビジネス、物理的地熱ポテンシャルを特定する技術サポート、現地利害関係を調整するコーディネート・コンサルタント等、総合的なビジネス展開が可能であり、かつ必要である。現在のところ、インドネシアにおける地熱開発に際しては、日本の特定の地熱技術会社にそのような業務が集中する傾向がある。今後個別地熱技術の市場そのものの拡大を期待するにあたっては、日本の技術と企業の特徴を引き出せるプロジェクトスキームを創出する能力を開発し、海外市場の開拓を図る地熱関連ビジネス・コンサルタント業務を育成する必要があるだろう。

なお、以下に見る通り日本以外の諸外国も積極的にインドネシア地熱市場に参入する動きがある。

3.2.3.2 海外企業の動向

近年、インドネシア政府は大規模な地熱事業の拡大を目標に掲げ、様々な外国政府および民間企業からの投資を受け付けている。最近では、Tata Power（インド）、Origin Energy（オーストラリア）、PT Supraco（インドネシア）の3社による提携のもとで、Sorik Merapiでの地熱開発事業の運営が取り決められた。

Chevron（米国）は早くからインドネシアの地熱開発事業に参画しており、Daraja と Salak の両地域において、630MW の地熱発電を行ってきた。さらに、米国政府とインドネシアは、地熱エネルギーの開発について協力関係を深めており、2010年には、United State Trade and Development Agency(USTDA)によって US-Indonesia Geothermal Development Initiative が発足された。USTDAは今後もインドネシアに対して1.6百万ドルの融資をしていく方針である。また、両国は、トレーニングプログラムや企業家同士の交流を促進しながら、商業的互惠関係を構築している。米国政府はインドネシアの再生可能エネルギー市場に参画することによって、両国におけるグリーン産業の創出を目指している(USTDA)。

米国だけでなく、ドイツ、オランダ、日本やアイスランドなど様々な外国政府や企業がインドネシアの地熱発電事業に興味を寄せており、各国による地熱事業への参画が積極的に進められている。ドイツ政府は、インドネシア政府に対して、地熱発電開発のための7百万ユーロの支援を約束した。さらに、世界銀行や国際金融公庫などの国際金融機関による支援なども期待されている。2010年、世界銀行はインドネシア政府に対して温室効果ガス削減のために400百万ドルの基金準備を約束した。

このように諸外国もインドネシアにおける地熱発電事業に注目し、資金や支援を提供し始めている中、日本の技術・市場優位性が今後も確保されるためには、企業のみならず国の戦略も欠かせないものと思われる。一方、インドネシア政府には、これらの資金や協力を効率的に地熱開発に利用するための政策の実施機関としての能力を向上させ、目標達成上有効に活用する取り組みが期待されている。

3.2.4 参入障壁と課題

上記の通り、国際支援・ビジネスの観点から様々な参入が図られている中、今後地熱市場そのものを拡大させることは、技術の国際展開に際し大きな意味を持つ。しかし日本企業による地熱発電技術の大幅な展開にあたってはさまざまな課題を克服する必要がある。例えばインドネシア地熱市場拡大に関してはこれまでも以下を含む様々な障壁が指摘されてきた。

- 不透明なエネルギー市場改革

2002年に制定された電力法に対し違憲判決が下され、1985年電力法が再度有効となる等、電力セクターの改革の進捗状況が不透明である。

- 発電能力の増強

電力セクターの財政問題を背景として、送電線等、発電所から利用者に届くまでの送電設備の耐久力に問題が多い。また、トラブルへの対応能力が弱い。

- 民間新規投資の妨げ

インドネシア国営電力会社 PLN と民間電力事業者間の買電契約において、その買電価格の指標・上限は省令によって定められている。しかし、同価格は近年の資源・エネルギーや資材価格の上昇を踏まえておらず、民間新規投資の妨げとなっている。

- 関税免税申請手続の煩雑・遅延

輸入関税免税取得プロセスを司る各省庁間の連携が薄く、事務処理能力に問題がある。例えば IPP の発電設備等の資本財輸入免税措置については、資源エネルギー省電力総局がマスターリスト承認、同承認済みマスターリストに基づく免税承認は関税局との二段階プロセスが手続きを煩雑化しており、免税取得の一元化など、合理化が求められる。

- 投資環境

これらはいわばインドネシア市場そのものに関連するリスクであり、いわゆるカントリーリスクと考えられる。これらカントリーリスクを克服し、地熱ロードマップ、クラッシュプログラムなどの開発計画を効果的に実行し、インドネシアの地熱市場そのものを広げるためには、エネルギー・鉱物資源省、環境省、地方政府、国営電力公社 PLN の包括的な取り組みが必要である。

インドネシア政府による取り組みとしては、確かにこれまでも、規制緩和等により、上記の問題に部分的な対応は行われてきた。例えば、2007年3月の新投資法は、新たな投資の基本法として従来の外国投資法と国内投資法を一本化し、内外無差別の原則や投資便宜、投資認可のワンストップ統合サービスなどに関する基本的な法的枠組みを示すものとなっている。また、再生可能エネルギー利用への税制・関税優遇措置の適用に関する2010年財務省令第21号(Decree No.21/PMK.011/2010)により、再生可能エネルギー産業に対する(1)所得税優遇措置、(2)輸入機械・設備(予備部品を除く)に対するVAT免除、(3)工業投資

開発のための機械・物品・材料に対する輸入関税免除、(4) 2010 年国家予算法に基づく税制優遇措置の優遇措置を認めた。

このようなインドネシア国内の動きだけではなく、日本とインドネシアの二国間において、貿易の自由化、円滑化を図るため、幅広く経済関係の強化が進められている。その一環として日本インドネシア経済連携協定(EPA)は2008年7月1日に発効され、特定の分野の輸入関税率が免除・削減されることとなった。輸入関税率の免除スケジュールについては、品目分類により関税率がEPA発効と同時に即日0%となるもの、段階に分けて関税率を0%まで引き下げるもの、その他の方式で関税率免除が行われるもの、MFN(最恵国待遇)関税率が適用されるもの、に分けられている。エネルギー補助セクター産業は、特定用途免除制度を通じた特別便宜の利用が可能な工業分野として指定され、主に①蒸気機械、タービン、リール産業 ②発電機械産業はこれに該当する。

このような二国間経済連携協定等の外交努力により、経済・貿易面で関係を強化することは、日本企業にとって国際競争力を高める結果につながるといえる。実際に、インドネシアでタービン製品のトップシェアを占める富士電機システムズも、そのような認識を示している。しかし、今後、日本企業がインドネシア地熱開発でさらに国際競争力を高め、その優位性を保つためには以下の課題に対応していく必要がある。

① 固定価格買取の検討 (背景にある問題：PLNの赤字財政、補助金)

固定価格買取制度は、事業の長期的収益性を確保上で重要な制度である。固定価格が保証されることにより、日本を含む諸外国の投資環境が安定することが見込まれる。2010年には、インドネシア財務省と国営電力公社 PLN は固定価格買取制度について議論し、現在も協議中である。

② 入札に関する透明性ある制度

地方政府は、地熱開発に関する権限を有しており、IPPによる入札に関する入札委員会を運営している。しかし、地方政府の能力不足や、不透明な行政運営により、入札後権利を得た企業が再度、国営電力公社 PLN と売電価格の交渉を求められる場合が見られる。このような行政運営は企業の新規参入やプロジェクトの効率化を妨げる要因となっており、売電価格決定にあたっての透明性を確保する仕組みが求められている。

① 税金の問題、法令の運用・施行の徹底

不透明・不明瞭な法体系・電力セクター改革動向は民間新規投資の妨げとなっている。地熱開発には、地方政府、環境省、財務省、エネルギー鉱物資源省等関係する機関が多数ある。それぞれの省庁間の調整を行い、計画を設計・実施する枠組みが必要である。以上のいわゆる「カントリーリスク」への対応のみならず、地熱発電に関しては、リードタイムが長期に亘るという特徴から以下の技術的リスク対策も求められる。

② 投資環境を整える制度

地熱フィージビリティスタディ・掘削や、政治的社会的問題の調整なども含めたコスト、リスクに見合ったリターンが確保できるよう、公正な市場を設計し、実現することが必

要である。また、そのためのアドミニストレーション・ガバナンスの構築が重要である。

③ イニシャルコスト及びリスクをシェアする制度

地熱開発には、初期調査、探査のために大規模な資金が必要とされるため、プロジェクト実施に際しては石油メジャー系企業のような潤沢な資金を有する資源開発会社が有利である。地熱独特の技術リスクを広く薄くシェアする仕組み作りが、今後の開発の鍵を握る。

④ 関連ビジネス・コンサルタント業務育成

地熱開発という経済的リスクを伴うプロジェクトをビジネスとして軌道に乗せるための金融ビジネス、物理的地熱ポテンシャルを特定する技術サポート、現地利害関係を調整するコーディネーター・コンサルタント等、総合的なビジネス展開が可能であり、かつ必要である。今後個別地熱技術の市場そのものの拡大を期待するにあたっては、日本の技術と企業の特徴を引き出せるプロジェクトスキームを創出する能力を開発し、海外市場の開拓を図る地熱関連ビジネス・コンサルタント業務を育成する必要がある。

なお、インドネシアに限らず、途上国一般において、各種政策や計画が中央政府等によって立案されても、それを実行するための仕組みや制度に問題があり、組織や人員が政策や計画の実行にむけて効率的に機能しないケースが見られ、その結果、育つべき市場が育たない事例がしばしば見られる。行政の効率的な運用のためには、技術移転だけでなく、行政技術移転の視点を持ち、日本の行政・マネジメント技術等のアドミニストレーション・ガバナンスの移転が果たす役割に注目する必要があるものと思われる。

3.2.5 インドネシア（地熱）に関する考察

産業発展の著しい新興国諸国におけるエネルギー需要は、その経済発展とともに急速に増大しており、化石燃料代替として地熱エネルギーへの関心も非常に高まっている。地熱発電のみならずその関連産業、さらには地中熱利用、中小地熱利用を含む多様な地熱利用システム技術を日本が確立し、国際展開することは、環境面、経済面でメリットだけでなく、日本のエネルギーセキュリティの観点から非常に意義がある。しかし、これらの問題への解決に際しては、環境技術を有する企業のみ市場努力（一般的な環境マーケティング戦略）だけでなく、その国際的展開を可能にするための包括的国家戦略や海外市場そのものを拡大する政策的支援等を含む「国家的環境マーケティング戦略」が不可欠である。現時点までもインドネシア政府により、地熱発電に関しての様々な政策や規制緩和・再構築が行われてきた。また日本政府とインドネシア政府の間では、二国間経済連携協定等を背景に地熱技術等の国際展開のための働き掛けが行われてきた。今後も、外交的ツールを弾力的に運用し、その範囲の拡大等を視野に入れつつ戦略的に支援を行うことが必要であろう。

また、日本の地熱企業は技術力を背景に国際市場で高い信頼を得ているにもかかわらず、タービン等の個別技術以外の地熱関連ビジネスが成長しているとは言い難い。地熱発電等環境技術の国際的展開においては、技術優位性のみならず、個別技術のコスト問題の解決や、複雑な政治的社会的問題を踏まえてプロジェクトを創出する総合コンサルタント能力や、技術導入後のメンテナンスにまで踏み込んだサービスの提供が求められている。地熱関連ビジネス・コンサルタント業務で遅れをとることは、今後個別地熱技術の市場そのものを拡大する際に大きなネックとなるため、日本の技術と企業の特徴を引き出せるプロジェクトスキームを創出する能力を開発し、海外市場の開拓を図る必要がある。コンサルタント能力育成・確保に関しては、国内のリソースのみならず、これらの分野に経験のある海外諸国等から国際的支援を得て行うことも視野に入れるべきであろう。さらに、地熱発電の国際的展開に関しては、カントリーリスクへの対応だけでなく、技術リスクへの対応も見据えた包括的戦略が必要である。この点については、世界銀行・アジア開発銀行等を中心として国際的な地熱ファイナンスの枠組みの構築に積極的に参加することが求められる。

なお、技術イノベーションとその国際的展開を図る上では、ポーター仮説にみる通り、国内市場・産業の発展が非常に重要である。しかしながら日本の地熱開発に関しては、これまで過剰とも思われる規制によってそのコストが増大するなど、政策的支援が十分ではなかった経緯がある。すなわち、日本国内市場においても、地熱関連技術が環境面・経済面において果たす役割は大きいものの、必要な政策の不在及び過剰な規制により国内地熱エネルギー利用は十分に進んでいるとは言えず、国内の市場規模が不十分であるために、必要な技術開発が滞っているおそれがある。これらの問題は2010年6月18日の閣議決定等により、次第に解決の方向にあるものの、さらに産業を育成する観点から国内地熱エネルギー市場を拡大し、技術育成を図ることが、ひいては日本の競争力向上につながるものと思われる。特に、諸外国においては地熱発電のみならず、熱水利用や地中熱利用など地熱由来の熱の直接利用なども大きな市場が広がっており、これらの需要に対応する技術力・マーケティング能力が求められている。今後は、地熱関連技術を、技術イノベーションという産業政策的観点からもサポートしていく体制が必要であろう。

3.3 ベトナムの市場と VINAX

ベトナムは社会主義国でありながら、市場主義経済の合理性という面も持ち合わせている。インフレが激しいが、一人当たりの GDP では 1100 ドル（2010 年予測値）、購買力平価では 3000 ドル（2010 年予測値）を超えている。ハノイなど都市部の地価高騰により突如裕福層が増え、市内にはベトナム人をターゲットにした高級ブランド店の進出が目立つ。一方、尖閣諸島問題などにより、中国からベトナムへの日本企業生産拠点の再シフトが進んでいる様子があり、工業団地などではひっ迫するベトナム人労働者の確保に苦勞している。さらにベトナムへの工場進出が進めば今後労働賃金の値上がり避けられないだろう。

ベトナムに着目したのは、一般に平均給与所得がそれほど高くない国ベトナムにおいて、決して価格としては安くない日本製品が市場でシェアを大きく確保し成功している点である。節水技術を用いた便器（VINAX）の売上が他社を突き放して圧倒的なシェアを確保している。これは製品の質の高さだけではなく、環境教育という重要な要素が大きな役割を果たしているといえよう。

今回着目したイナックス・ベトナム（VINAX）のケースの場合、環境教育を行う NGO と組んでベトナム消費者へ、環境への意識を高める CSR 活動を強くイメージづけたことが大きな成功要因として考えられる。NGO が現地の農村の生活の質向上や環境汚染防止教育のためにきめこまやかな行政アドバイスや、村の運営など本来政府が行うはずの機能を果たし、それが成功していることが CSR の成功の要素として考えられる。つまり、そういった CSR 活動の様子が販売店などの信頼を得ることにつながり、優良販路ネットワークを獲得することで売上を急激に伸ばした。G-G を目的とする JICA や 2 国間の政府対応では手ごとどかない、現地の需要側から上がってくる要望に対応し、小回りのきく NGO の支援によって、一日本企業の試みが日本全体のイメージアップにつながっている。

ベトナムでは、INAX による日本発のイノベーションと高い環境技術を基盤として、高品質のトイレを販売している。トイレの節水技術等の環境技術は、基本的には、日本と同様の販売商品・方法である。国営企業のトイレの技術レベルは日本のそれと比較して低く、VINAX のトイレの環境技術が他社と比較して明らかに強い競争力を持っていた。重要な点は、日本で投入している製品の環境技術のレベルを落とさずに、途上国の市場へ投入することである。VINAX の事例から示唆されるのは、環境イノベーションの源を生み出すのが日本の役割であり、アジア諸国の現地へビジネス展開し、企業の現地化をはかり、高度な環境技術を伝播し、ビジネスが成立するというモデルは、環境制約が厳しい世界情勢の中で一つの成功モデルになり得るといえることである。

また、「日本の環境技術は高価であり、アジアの競争に勝てない」とは言えないことを VINAX の事例は示している。この背景にあるコンセプトとして重要なのが、「企業の現地化」である。環境イノベーションの源は、日本における日本企業であったとしても、最終的には、ベトナムなどアジアの現地の人が雇用され、現地の人がマネジメントし、現地

の原料で生産され、現地の消費者に便益が残ることが持続可能な社会における企業の在り方であろう。VINAX の環境技術は日本発であるが、その他の点は現地化を強く推進してきた。原料を現地で調達することで他の業種で頭を悩ます原料調達のコストダウンを実現できた。従業員も管理職も現地採用が進み、日本人スタッフは数名となっている。これが基となり、コストダウンにつながり、環境技術で上回れることもなく、海外企業との競争に勝てたのである。

3.3.1 VINAX 進出の経緯・背景

INAX がベトナムへ進出を決めたのは、1990 年代前半であり、1996 年にハノイにおいて合弁会社を開始し、INAX, Hanoi Housing Investment & Development、伊藤忠商事で合弁会社 VINAX を設立した。その後、着実に生産体制を構築、現地化を目指しながら、販路を拡大し、トイレの売上を伸ばした（国営企業のシェアを獲得）。VINAX 独自調査によると、ハノイでのトイレのシェアは約 60%、ホーチミンでのシェアは約 50%であり、他社を引き離している。特に、国営企業からシェアを獲得したことが大きい。シェアを表す公のデータは存在しないが、市場には合計 5 社存在する。

この INAX のベトナム進出はベトナムの第一次投資ブームの時である。ベトナムは、第一次投資ブームが 1994 年から 1997 年であり、第二次投資ブームが 2005 年ごろ始まる。ただし、1997 年にはアジア経済危機により外国投資は激減する。このころベトナムへ進出するためには、基本的には合弁企業設立しか許されておらず、投資環境が悪く、1998 年から 2004 年あたりまで投資認可額は少ない。日本からの投資認可額は、1996 年において 591 百万ドル、2005 年において 437 百万ドル、2008 年において 7,654 百万ドルにまで増加した（ベトナム計画投資省他）。1988 年から 2008 年までの FDI 実行額累計では、日本が 1 位で 5,182 百万ドル（1046 件）、シンガポールが 2 位で 3,961 百万ドル（651 件）、台湾が 3 位で 3,094 百万ドル（1,940 件）、韓国が 4 位で 2,811 百万ドル（2,058 件）である（計画投資省、外国投資局資料、JETRO 作成データ）。第一次投資ブームと第二次投資ブームの間に長い年月の停滞期が存在している。この間に、ベトナム政府は投資関連法の整備を行い、外国投資 100%での製造業に認可を出し、法人税免除等さまざまな優遇政策を打ち出した。インフラ整備も政府開発援助（ODA）や自国の予算を使いながら、整備を進めた。地域で見ると、第一次投資ブームでは、南部のホーチミンに集中していたが、第二次投資ブームでは北部のハノイに集中している。INAX はブームの逆を進んでいる。1996 年にハノイに進出したのである。これは難しいところを最初に選んだという結果になった。

INAX の進出は、「輸出加工企業、外資独資、工業団地立地」というゴールデンパターンの進出例ではなく、一般消費者のボリュームゾーンを対象としたベトナム内需への進出パターンであった。JETRO の分析によると、「ベトナムへの製造業投資のメリット、デメリットは数多いが、端的に言えば、メリットは（1）安くて豊富な労働力、（2）8700 万人の新興市場である。デメリットは（1）部品・素材の現地調達が困難、（2）中間マネジャ

一層の薄さ、が挙げられる。デメリットの(1)は、製造業には相当厳しい条件となる。まず、ベトナムには製鉄高炉、石油化学コンビナートがない。特にチャイナプラスワンとして、中国から転進する企業はこれに困る。素材が手に入らないので、輸入しかないからだ。また、日系企業が求めるスペックの部品を造れる日系部品企業の進出数が少ない。これらのメリットとデメリットを最大・最小化したパターンが、「輸出加工企業、外資独資、工業団地立地」というゴールデンパターンの進出例で、この5~10年のベトナム投資ブームの主役である。富士通、キャノン、ブラザーなど大手メーカーや部品メーカー、縫製企業がこのパターンである」とされている。しかし、INAXの進出は、1996年であったにもかかわらず、ようやく近年注目されつつあるベトナム内需への進出パターンであった。輸出加工企業でもなかった。当時は輸入の粘土を加工してトイレを製造していたが、途中から現地の粘土を利用して一部の材料以外はベトナムで安価に調達した。また、VINAXは外資の独資ではなく、合弁企業でスタートし、途中から、独資に移行した。さらに、工業団地には入らなかった。それが功を奏し、現在工業団地で行われている人材の奪い合いから回避できており、低い離職率を維持している。

これはちょうど、ベトナムの最近の経済成長で日本製品を購入できる購買層が形成され始めている時期に合致し、VINAXはその意味で相当早く内需向けに進出したことが成功に大きく寄与していると考えられる。JETROの分析によると「最近、企業の関心を急速に集めているのが内需だ。2008年9月のリーマンショック前のジェトロ・ホーチミン事務所への投資相談は、7割近くがチャイナリスク回避等による製造業拠点としてのベトナムへの工場進出に関するものだったが、リーマンショック後の2009年6月ごろからは、在ベトナムの日系企業やベトナムの企業・人に向けた製品の販売に関する問い合わせが7割を占め、工場進出は3割くらいになっている。この背景には、(1)8700万人口のベトナムに最近の経済成長で日本製品を購入できる購買層が形成され始めている(市場)(2)リーマンショックからしっかりと立ち直れない日本の製造業が、海外での生産拡大よりも海外への販売攻勢を強めている(企業の戦略)、(3)世界貿易機関(WTO)に加盟したベトナムが2009年から販社、流通、小売、フランチャイズを外資100%企業にも認可し始めた(市場開放)などが挙げられる。」とされる。ベトナムの市場は、ここ数年は平均7%の経済成長を続けている。全国平均1000ドル程度の一人当たりの国内総生産(GDP)だが、ホーチミンは2600ドルまで伸びている。VINAXは、その意味で相当早く内需向けに進出した企業と言える。

ベトナムは南北に細長い。北部のハノイと南部のホーチミンはトラックで3、4日輸送にかかるので市場が大きく分断されている。したがって、北部から南部まで全国的に物流を築いている企業は少ない。現在、多くの内需を狙う企業は、ベトナム小売の半分以上を占める南部に進出するのが一般的で、味の素、エースコック、ヤクルト、久光(サロンパス)、ロート製薬は全て南部に工場がある。南部の様子をみて、北部へ進出する企業が多い。一方、人口の7割が住む農村部への製品の供給は工夫が必要とされている。ホーチミンのリテイル売上比のデータをみると(ベトナム統計総局)、ホーチミンは23.6%、ハノ

イは12.6%である。VINAXは、ハノイでは、2001年にVINAXのシェアが約37%であったが、2009年には約62%になった。その他の企業は10%以下であった。ホーチミンでは、VINAXの2009年のシェアは約50%であった。

VINAX社長は日本人であり、副社長には、出資比率が100%（2009年に買い取り終了）になった後にも、ベトナム人を入れている。VINAXを現地化することが最終目標であるためである。

知財については、商品の意匠はベトナムへ申請するが、トイレに関する技術の特許は、日本のINAXがベトナムの特許庁に特許申請・登録している。特に、水洗金具に偽物が多く出回っており、ベトナム政府にも抗議をしたが、摘発時の罰金が安いために当局の取り締まりによって解決することは限界がある。

ベトナムでは、輸入品には関税がかかるため、現地調達・生産を行う方がコスト競争力がある。そのため、現地で原材料の泥の大部分を調達し現地生産するVINAXはコスト面でも他の進出企業・産業種に比べると、ベトナムのボリュームゾーンを対象としたビジネス展開で十分利益がでることも大きな強みになっている。

3.3.2 VINAXの営業力

ベトナムにおけるVINAXのトイレの売上増加の成功要因は販路の獲得である。その販路の獲得の際、NGOと連携した環境教育のCSRを全面に出すことで、代理店や小売店の確固たる信頼を得たことが一つの要素であったと考えられる。つまり、他のメーカーのトイレを一般家庭へ販売する小売店をVINAXの販売網としておさえ、以前は他社のトイレを主に売っていた小売店をVINAX商品を主に売る小売店に転換し、有力な小売店を傘下にいれ地域の優良販売ネットワークをほぼ独占したことが大きい。自社製品の押し売りではなく、「ベトナムの環境を守る」というVINAXの活動が代理店や販売員へ心理的影響を与えたはずである。

3.3.2.1 トイレ販売の小売店の獲得

VINAXのトイレの販売方法は、2、3社の代理店と、それを経由した小売店（ハノイ2500店、ダナン300店、ホーチミン3000店）での販売である。小売店とは通りに面して並んでいる小さなショップである。この小売店でトイレを顧客に販売する。しかし、ベトナムで小売店の数を増やすのは容易ではない。この小売店には看板にVINAXのブランドを出しているが、ここでVINAXのトイレ以外のトイレも販売できる。競合他社の看板がある小売店でもVINAXのトイレを販売できる。7割がこのルートで一般消費者に販売される。3割は、ホテルなどに販売されるもので、日本国内で販売ルート獲得の勝敗が決せられる。代理店は小売店との間をつなぐ役割を持つ。代理店、小売店を他の外資系企業よりも先に支配することができたのが、売上増の要因の一つである。

3.3.2.2 小売店獲得の営業力の源泉

北部のハノイは、政治の中心地であり、四季があり、湿度が高い。伝統を大切にして、辛抱強い気質を持つと言われている。市場経済の経験は乏しく、中国の華南との経済緊密化が進んでいる。一方、南部のホーチミンは、市場経済の経験は豊かであり豊富な人口がある。雨季と乾季の二つであり、人はおおらかで楽観的と言われている。北ベトナム人は一度信頼を得るとその後は簡単に現地人の中に溶け込めるという気質があり、VINAXの小売店への営業はこの特徴も考慮されている。

VINAXは毎月1回独自に小売店に販売量の調査のために訪問し、各社の販売量の情報を得ている。毎月350店ほどの小売店を調査し、同時に、販促活動につなげている。売上とシェアは販売当初から増加傾向にある。

また、3年前から年1回、合計6000店を対象に、100の小売店を集めて懇談会を行っている。ベトナムでは社会貢献活動に対する評価が高いと言われており、懇親会ではVINAXのCSR活動の一環としての環境教育の実施状況をビデオで流し、小売店に報告している。

近年、さらにベトナムでのトイレの売り上げが増加している。それは、裕福層ではなく、ボリュームゾーンである一般消費者をターゲットとしているため、さらに市場が拡大している理由の一つであろう。代理店の9割はVINAXがおさえており、外資系の他社よりも先に掌握したのが勝因と考えられる。逆に、中国市場では他社に抑えられているので苦しい状況になっている。

VINAXのトイレの高い品質が認められたと考えられる。国営企業のトイレよりも故障率が圧倒的に少なく、小売店に挙げられるクレームの数が段違いに少ない。特に、消費者はトイレを購入する時に念入りにトイレの表面を確かめる気質を持っているので、日本のトイレのように傷が0.5mm以下のものは存在しないため、圧倒的に他社よりも品質が高くなっている。

VINAXは、現地人の社員教育を丁寧に進めたことも重要な要素である。ベトナム・ハノイ、フエなどの都会から離れた村での水に関する環境教育を、既にベトナムで活動を開始していたNGOと協働で、継続的に講師をINAXから派遣している。通常のCSR活動は、お金を出すだけ、単発だけで終わることが多い中、INAXは真摯に社員が現地でCSR活動を行っている。この活動をVINAXの現地営業マンが小売店などへ紹介し、営業マン全員への周知を行った。このCSR活動がうまく宣伝され、ベトナム現地社員の信頼獲得に重要な役割を果たしたであろう。環境教育というCSR活動を、現地社員の信頼獲得にもつなげることができたことが、ベトナムならではの成功要因であろう。

3.3.3 ベトナムにおけるCSR活動

VINAXとしては、環境教育活動は企業のブランド価値を向上させる活動として、戦略的に位置づけており、その中でも環境教育を行うNGOとの協働により、山間部や農村地域の地

域に密着したきめの細かい環境意識向上活動を行っている。その CSR 活動が重要なカギであるが、重要なことは、INAX はその活動を通して自社製品を売るという行為をしていないことである。日本や先進国の押し付けでもなく、企業の営利目的が表面にでるわけでもない、純粹に村の人のために働く NGO の人柄も成功要因の一つになっている。以下に、個々のケースとしてブリッジ・エーシア・ジャパンとシード・トウ・テーブルという 2 つの NGO との具体的な活動について述べる。

3.3.3.1 特定非営利活動法人ブリッジ・エーシア・ジャパンとの協働

1) 活動概要

INAX は、ベトナムで活動していた特定非営利活動法人ブリッジ・エーシア・ジャパン (BAJ) と協働で以下の活動対象地域において (主にフエ市)、環境教育活動を継続的に実施している。この活動対象地域は、当初、アイカイン地区で BAJ が活動を開始していたが、その時に、フエの行政の人に認められるようになり、新たな活動場所を紹介してもらうことができたという経緯がある。これらの地域は農村地域あるいは山間部の小さな村や町であり、INAX 本社から講師を派遣し、BAJ と協働で環境教育を実施するものである。

類似の CSR 活動は他企業で多々存在するが、資金だけ投入する、または、1 回実施して終了、というケースが多い中、INAX の場合は、継続的にかつ INAX 本社から人を派遣し、担当者がしっかりと活動を自ら行っている。このような事例は非常に珍しい。

<活動対象地域>	
2007 年度	フエ市フービン地区
2008 年度	フエ市フービン地区・フオンロン地区
2009 年度	フエ市フービン地区・フオンロン地区 クイニョン市ニョンビン地区
2010 年度	フエ市フービン地区・フオンロン地区・ トウイビェウ地区・トウイスワン地区 クイニョン市ニョンビン地区 ホーチミン市ビンタン区 (ゴイサオ中学校)

BAJ の活動は、毎日のように現場で行われている。日本の INAX 本社から社員がやってきては、小学校の授業の時間外に活動を行うのが基本的な活動方法である。子どもたちの年齢は通常の小学校に入る子よりも遅れている人たちもいる。これらの活動地区では、INAX は自社企業について宣伝するという事はない。

彼らにとっての環境問題はその地域特有の水の問題や食料確保の問題である。明らかに現在の日本が抱えている地球環境問題とは異なる。従って、異なる意識の人がベトナムで活動をする場合は、その活動が地域にとって良いこと、地域の人役に立つ活動でなければならない。現地へ赴くことはもちろんのこと、先進国の自己満足であってはならない

のである。BAJは活動方針として「自分たちができることをやっていく、地域のことに
なげていくことに心掛けて実践している」と掲げている。環境問題は全世界的な問題では
あるが、ベトナムの農村地区の人々に理解させることは難しい。彼らにとっての問題は、
全く別の問題であるからである。そのため、BAJは、「お金を渡す支援は多いが、お金以
外の貢献の仕方がある。日本人がベトナムに来ることに意味がある」と主張する。

実際に、INAXとBAJはこの点に心掛け活動をしているため、ベトナム人の評価は高
い。VINAXは、ベトナム人営業マン（ハノイ、ダナン）に対して本活動についてプレゼン
テーションを行っている。これらは恐らくVINAX営業所の営業マン全員であったであろう。
BAJによると、営業マンの反応が良好であったという。ベトナム人は社会貢献に対して評
価が高いと言われている。VINAXはベトナムにおける環境活動を現地のVINAXの営業マ
ンに認知させることを継続しているが、この日本法人のINAXによる地域に密着した環境
教育活動は、少なからず、トイレを販売する販売員の信頼獲得に貢献したものと考えられ
る。

現地のベトナム人の気持ちの中に友好的に入り込んでいく方法は、小売店獲得の営業
力の源泉の一つであろう。

以下はBAJからの提供資料に基づき、具体的な環境教育活動について述べる。

2) 環境テキストを用いた教育

INAXは、2007年に水の問題をテーマに環境テキストを作成し、2008年、2009年と子供た
ちの習得状況や現地からのニーズ等を考慮しながら内容を改定した。さらに、2010年には
土の問題をテーマに環境テキストを作成した。

対象地区内の小・中学校や地域の中でBAJが実施している子供クラスなどで、環境テ
キストを使いながら水の問題について子供たちが学習を継続してきた。また、地域の女性・
農家・高齢者などを対象に、市レベル・地区レベルの社会組織（女性同盟メンバーや老人
会メンバー）の協力を得ながら環境学習会を開催している。それらの日常的な学習に加え、
年2回、INAXの社員が現場を訪問し、子供から大人までの幅広い層を対象に環境学習授業
を実施している。環境テキスト内での水についての子供たちへの問いかけに対して、絵で
回答したり、学習を通して自分が理解したことを絵で表現したりする。自ら手を動かし、
考え、表現する要素が多く取り入れられている。この点はBAJとINAXが重点を置いてい
るものである。

3) 地域での環境活動の実施

環境テキストの学習から実践活動への発展として、水や土の問題に関連した以下の環境活
動を地域の中で実践している。INAXの社員の現場訪問時には、子供たちの地域活動に一緒
に参加したり、普段の活動の中でわからない専門的なことを子供たちが社員に質問したり
している。

① ごみの分別、生ごみからの堆肥づくり

ごみが直接川などに投げ捨てられるのを防ぐために、住民たちにごみの分別を呼び掛け、

子供たちが資源ごみ・生ごみを回収し、生ごみからは堆肥をつくっている。また、市場の魚売り場から出る魚のうろこや内臓の混じった排水が、市場裏の川に直接流れ込んでいたことから、魚ごみについても子供たちが回収し、堆肥づくりを行った。子供たちが自ら手を汚してごみを回収することに意味がある。

② 肥を使った農業の実践

「周りの川や土や生き物が昔と変わらず元気でいられるような農業」を目指し、子供たちが生ごみ等から作った堆肥を使って、無農薬や稲や野菜を栽培している。極力その土地の在来の種を探して栽培し、生産効率が悪くてもその土地の厳しい気候条件にも負けずに育つ様子に、子供たちは「その土地の風土に合った農業」というものを実感している。環境負荷を与えない従来型の農業の可能性について理解する重要な内容が含まれている。

③ 水質調査

水質調査パックテストを使って、地区内・市内の川や水路、市場からの排水などの水質を、子供たちや地域住民が調査し、水の汚染状況を確認している。パックテストの使い方は、初めはINAXの社員やBAJスタッフが子供たちに教えたが、今では事業開始当初から参加している子供たちが後輩にその使い方、表の見方、意味などを教える、という方法をとっており、いろいろな子供・大人たちが水質調査に参加している。人に教えることでさらに学ぶことができるという効果を有効的に取り入れている。

④ 川に親しむ活動

川を守る気持ちを育てるために、子供たちと一緒に船で川の上流や下流まで行って川遊びをし、川におちているごみの回収・川に生息する生き物の観察などの活動を実施している。環境負荷を下げることだけでなく、自然から多くの楽しみを得られるという持続可能な社会に重要な要素も取り上げられている。

⑤ 場からの排水や生活排水の処理

①で述べた、市場の魚売り場からの魚ごみ回収とあわせて、魚売り場からの排水を処理してから川に流すことを目的に、フェ市内の3つの市場で簡易浄化槽を設置した。また、フェ市フービン地区では、橋のたもとで暮らす7世帯からの生活排水が裏の川に直接垂れ流しになっていることを、その地域に住む環境グループの子供たちが憂慮し、7世帯からの生活排水を処理するための簡易浄化槽を設置した。設置にあたっては、事前に子供たちが地域の生活排水の流れについて地図を作成したり、地域の大人からの同意を求めめるために子供たちによる説明会を開いたりした。

簡易浄化槽にたまった汚泥は子供たちが随時汲み上げ、その汚泥も近郊農村にある堆肥場で堆肥化させている。

子供に自ら考え、正しいと思うことを主体的に地域の大人に説得し、同意を求めて、簡易浄化槽を設置するという活動は、自主的行動をとらせる効果を生み出すであろう。

⑥ 植物や土についての学習

身の回りの樹木や土について調べる活動を行い、植物の先生と地域に生えている樹木を観察したり、樹木の様々な効用についての話を聞いたり、枝や葉を使った遊び方を紹介してもらったりした。観察活動の際、子供たちは自然の中を歩いていて発見した小さな沼や水路の中まで足を入れて、冷たい水の感触を味わったり、どんな生き物がいるかを見てみたりした。こうした観察活動を行いながら、地域の中に様々な動植物がまだ残っていて、沼や水路の水がきれいに保たれているからこそ、こうした水とのかかわりを持つことができるということを子供たちと話し合っている。

土について調べる活動では、畑や草むら、家の庭、鉢植えなどから子供たちが土を採取し、草や木の生えている様子、日当たりぐあい、土の色、団粒の有無、かたさ、有機物の量などを観察している。それらの観察を通して、草や木の生育しやすい健康な土とはどういう土かということについて子供たちの理解を図っている。

⑦ 子供たちによる活動発表会や展覧会等の開催

子供たちを中心とした様々な地域環境活動を、地域の大人を対象に発表したり、複数の地区・都市の子供たちが集まって共に自分たちの活動を発表しあって経験交流する機会を設けている。また、2009年6月には、フエ市で伝統工芸フェスティバルのイベントが開催されたため、環境グループの子供たちもそのイベントに参加し、地域環境活動の写真や子どもたちが水に関する学習から学んで描いた絵画等を展示した。

また、2009年、2010年には中秋の名月を祝うイベントで、子供たちが龍舞グループを結成し、地域の家々をまわって龍舞を披露しながら環境啓発のビラを住民に配る活動を行った。

⑧ INAXのベトナム工場の見学、エコプロダクツ展への参加

本事業に参加している子供たちや行政関係者・教育関係者などが、2008年にはハノイにある衛生陶器工場、2009年、2010年にはバーリアブンタウ省にあるタイル工場を見学した。普段家庭の中で使われているトイレやタイルなどが作られている工程や、工場から出る排水をきちんと処理してから工場外に出していることなどを工場の社員の方々から説明されたという。工場見学の際には、工場の社員などを対象に、子供たちが環境活動について発表する機会が設定された。

2008年にはハノイでエコプロダクツ展が開催され、INAXブースで子供たちの環境活動を来訪各に紹介したり、子供たちによる活動発表会を行う機会があった。

3.3.3.2 特定非営利活動法人 SEED TO TABLE との協働

INAXは特定非営利活動法人 Seed to Table と連携しながら、ハノイ北部の小さな村での環境教育活動を継続実施した。これは、「地域を見つめ直す、現地の人に気づいてもらう、子供や青年団が主体的に参加できる、小さな村が継続的に、自立できるように」という、現地の人に喜ばれ、現地の人を楽しめる活動であった。地球環境を村の自立の問題としてとらえている。

継続した活動は、信頼の獲得を意味しており、ベトナムが農村地区で抱えている問題を代表する村を対象としている。日本や先進国の押し付けでもなく、企業の営利目的が表面にでるわけでもない。純粋に村の人のために働く NGO の人柄も成功要因であろう。このベトナム内でも珍しく、誰でもできるものではないタイプの社会貢献は、強い信頼関係を維持することにつながっており、恐らく、INAX の小売店でこの取組を紹介した場合に、純粋な社会貢献が評価され、INAX のブランドが向上したであろう。

通常、ベトナムにおいて容易に村で活動できない状況において、継続実施になっていることは、INAX の環境教育活動がベトナム・ナムソン村などの農民には大変喜ばれ、親しまれていることを裏付けるものである。

1) 活動の概要

Seed to Table は、ベトナムの人々と共に食・農・地域づくりに取り組む日本の非営利組織である。会員を入れて合計 80 名程度の組織である。Seed to Table は 2009 年 7 月に設立された。2010 年 4 月から INAX の支援を受け、ベトナム・ハノイにおいて環境教育の活動を開始した。本 NGO の活動地区は、ホアビン省タンラック群、ナムソン村（1500 人、高地）、フービン村（平地）である。ハノイから約 150km の北部に位置する。

活動の特徴は、「地域を見つめ直す。現地の人、特に子供や青年が気づけるように活動する」という点にある。ベトナム人の環境意識は高く、森林が大切、環境が大切ということはわかっているが、それ以上具体的なことはわかっていないのが現状である。そのようなベトナム人に対してどのように貢献できるかを考えなければならない。

最も苦勞したと言われているのは、最初にベトナム人の信頼を得ることであった。現在の環境教育活動の体制がしっかりと構築されるのに 4、5 年の時間を費やした。最初は、小中学校の先生と一緒にやっていたが、小中学校の先生が他の村に異動してしまい、ノウハウも一緒に移動してしまった。このような教訓をいかし、2009 年から、既存の青年団と一緒に活動を実施することにした。

活動の最初に行政の人を入れ、キックオフ会合を開催した（合計 63 名が参加）。まず、「水のゆくえ調査」を実施した。38 名が参加した。カメラを渡して、歩いて発見したことを写真にとり、ポスターを作成する。1 回目よりも 2 回目の方が充実するようにする。徐々に、20 歳代の青年団が中高生をガイドできるようになった。続いて、「水中いきもの調査」、水質調査、水に関する研修（INAX が講師；60 名参加）、ごみ置き場の設置（これまでは何も処理されていなかったが、コンクリート製のものを設置し、ここで燃やし処理できるようになった）、環境イベント開催（村人口 1500 人中 350 名参加）、全世帯に制作カレンダーを配布（約 2000 世帯）。堆肥研修（フービン村；63 名参加）を実施した。

詳細は後述するが、このように地元住民が地域を見つめ直し、現地の子供や青年が「自分たちで環境の大事さに気づく」ようにさせることに焦点を当てる活動の積み重ねが、本活動の特徴である。

2) 活動地域の特徴

ナムソン村には、コミュニティセンターや小中学校があるが、アクセスが悪い場所にある。以前は遠い町まで10kmぐらい歩かなければならなかったが、高校は多少近くに分校が開校した。電気が通ったのは2005年である。2003年ごろまでは道路は舗装されておらず、車がよくパンクしたりした。山岳地域なので自転車は乗れないが、最近バイクを購入できるようになり、バイクが移動手段になってきた。政府の貧困削減計画が2001年から開始され、この村も対象となっていた。家は高床式である。最近は天候リスクが強まり、天候によって作物被害が生じることがある。

農村だが、若いリーダーが数人おり、自分で考えて行動する人が多い。リーダーの役割は大きいようである。NGOによると、ナムソン村の人は、打てば響く人という印象があるという。ムホン民族であり、言語はムホン語、ベトナム語であり、英語は通じない。この村の人は、通常、成人すると農地を親からゆずり受けて、分家し農業を営む。

40歳から50歳台の人は兄弟が4、5人いる大家族があるが、村に相続する農地が少なくなってきたため、若い夫婦は子供は一人、二人程度にとどまっている。道教の影響があり、家族を大事にし自然を大切にす。村には昔から伝わる技術や知恵があり、世代間で共有されている。現在は年2回稲作を行っているが、以前は稲作1回でそれ以外は雑穀を育てていた。天候リスクの回避のために、コメの品種も多種にしていた。最近も、2005年から2009年にかけて、天候不順が続き天候リスクに対処するため、トウモロコシ単品ではなく雑穀も育てている。

NGOがナムソン村人に接する際、対等であることを態度で示している。現地の役人や共産党幹部は間違っても謝らないことが普通なので、約束が守れなかった場合には、素直に謝罪する対応を取った。最初は驚かれたが信頼を得るという意味では重要であった。

工場進出などが多いハノイでは、ハノイ近郊の農村の人々が雇用を求めて押し寄せており、山間部の人の雇用を吸収するほどの仕事はないのが現状である。若い人は短期間で出稼ぎに出て行く人もいたが、収入が村にいる場合とさほど変わらないことを知り、家族と一緒に仕事することを優先し、戻ってくる例が多くある。つまり、分が悪い出稼ぎには行かないという合理的な判断をする面も持っている。

村人の交通手段はバイクが主流であり、2万円程度の中国製のバイクが出回り、テレビも5000円程度で購入でき生活面では利便性が増した。牛などを一頭つぶしてバイクやテレビを購入する人がいる。2008年には携帯電話の電波塔が設置され、携帯電話が使えるようになった。家庭菜園も流行り始め、現在では各家庭で5,6種類の野菜を育てている。

Seed to Tableがここまで深く村を理解しているということは、浅い一時的な活動でないことを表している。

3) 教育活動

活動の最初に行政官も参加し、キックオフ会合を開催した(村民63名が参加)。まず、「水のゆくえ調査」という活動を実施した(38名が参加)。カメラを渡し、歩いて発見したこ

とを写真にとりポスターを作成するという調査である。初回よりも2回目の方が充実する内容に設計され、徐々に20歳代の青年団が中高生を引率できるようになった。続いて、「水中いきもの調査」、水質調査、水に関する研修（INAXが講師；60名参加）、コンクリート製のごみ置き場の設置（これまでは何も処理されていなかった）、環境イベント開催（350名参加）、全世帯に制作カレンダーの配布（約2000世帯）、堆肥研修（フービン村；63名参加）を実施した。

2010年度ナムソン村における環境教育事業計画によると、ベトナムの各村の課題は以下のように挙げられており、INAXとSeed to Tableは、それに対応した活動を実施した。活動の背景にある問題と活動の関係については、以下の通りである。これらの情報はSeed to table提供資料に基づいている。

①水の問題

- ・ナムソン村では山の湧水を生活用水としているが、近年その水量が減少し、生活・生産に支障をきたしており、生活用水施設で生じた汚水がそのまま道や水田に流れている。
- ・ディックザオ村では、複数の集落で水不足が深刻となっており、2つの集落で井戸水が汚染されている。
- ・マンドウック町では、汚染された水を浄化したものを生活用水として利用している。

この3つの村に対して、水の利用方法や水質について調べ、対策を考える活動を行った。

- (a) 「水のゆくえ」調査（各世帯での水の使い方の調査も含む。）
- (b) 水の生き物比較調査（水質調査を含む）
- (c) 簡易污水处理施設設置

②ごみの問題

- ・ナムソン村では、ビニール袋などのごみが増え村の中に散乱。定期的に清掃しているが、ごみを集める入れ物や場所が存在しない。
- ・ディックザオ村でもごみが村内に散乱。青年団が中心となって定期的に清掃を開始したが、環境についての村人の意識をさらに高めたい。
- ・マンドウック町では、ごみの分別・収集が課題。住民の意識をさらに高め、分別を徹底させたい。

これらの問題に対して、次の活動を実施した。

- (a) コンクリート製のごみ置き場設置⁵
- (b) ごみを収集し、定期的に燃やして処理を行う（屋根/蓋付）
- (c) 環境一般にするイベント開催（例：私の故郷イベント）
- (d) 環境をテーマにしたカレンダー⁶を作成。全世帯に配布。

⁵ ごみ置き場が必要なのは、洗剤、シャンプーなどのごみが最近増えてきており、それが村で散乱していたためである。処理するためのコンクリート製の処理場をつくり、ごみは焼却している。村人は向上心が強く、自分たちで処理場をつくるための技術を習得し、今では職人が村にいる。学校・保健所でも処理場を作りたいという要望もでてきた。

「私の故郷」イベントの余興の時に、NGO へのお礼として、ムホン民族の伝統である即興の歌とおどりが披露されたが、その時の即興テーマが、環境テーマにした歌であった。これは自発的に準備してくれた余興であり、自然のすばらしさ、失ってはいけないもの、という意識が浸透していることを示している。これは、Seed to table と INAX と村民の間で信頼関係が構築されている証拠であると言えよう。

4) ナムソン村での環境教育の特徴

Seed to Table へのインタビューによると、ナムソン村の青年団は向上心や学習意欲が強く、村の行政機関の協力が得られている、INAX のコミットメントが強くて、が特徴である。他の企業では、イベントまではやるが、単発や単年度で終了したりすることが多く、企業の宣伝を強いる、商品を販売することを要求するものもある。しかし「INAX はそのようなことはなく、バランスがとれていて素晴らしい、めずらしい企業である」ことが Seed to Table が継続して協働プロジェクトを行う要因であろう。また、NGO にないものを INAX がインプットしてくれる関係にあることも、NGO 側にとって INAX と協働するインセンティブになっている。INAX は体系的に水や土の知識を提供するのである。このような研修は、徐々に研修に深みを出せるため継続することに意味がある。1 か所の村で何度も継続してやる必要があり、研修も上級レベルへ上げるなどシリーズで段階的にできるのが良い。実際に、ここの環境教育では水以外に土をテーマにした研修も必要となっている。

また、通常は、NGO による活動は大きな村を対象にしたりすることが多い中、このように小さな村で実施する例が珍しい。他の NGO では中央政府とやりとりすることが多く、このケースでは村の行政機関とのダイアログを行っている。

このように、INAX のように小さい村で継続して活動しているケースは他には少ない。本事例はそこに価値があり、これは村人に信頼され感謝される要因の一つであろう。村人の関心は高く楽しんで参加しているという。徐々に NGO との人間関係が良くなっていく実感があり、毎回研修に 60 人程度コンスタントに参加する。希望者が多く、定員を絞って実施しているほどである。ナムソン村の環境教育活動のことは、ベトナム全国紙にはまだ掲載されていないが、ホアビン省のローカル新聞には掲載された。環境教育活動のことは、青年団を通じて近隣の村へと伝わっている。他の自治体からも様子を知りたいと声がかかり口コミなどで、活動は地域の外へ広がりを持ってきている。

3.3.4 VINAX のトイレの環境関連技術

(1) トイレの環境技術

VINAX のベトナム市場への展開とシェアの増加要因は、①商品の品質の高さ、②販売ルー

⁶ カレンダーは、環境教育活動の写真などが入ったもので、現地の人に気に入られ、長く家の壁に張られている。カレンダーには、「私たちの将来のため故郷を愛して環境を守りましょう！」と書かれている。

トとそこを通した販売力である。商品の品質の高さは、トイレの環境技術が他社と比較して強い競争力を持っていた。販売ルートを通した販売力は、ベトナムにおける環境教育活動を通した販売員の信頼獲得が大きな力となっているものと考えられる。

ベトナム人の商品へのこだわりは強い。トイレを購入する時には、トイレを裏返してひびが入っていないかどうかを確かめるほどである。このような市場の中で、VINAX のトイレは高い環境技術を基盤として、高品質の商品を販売している。

高い環境技術には、節水や省エネ技術がある。節水、エコマーク、プロガード（掃除がしやすい）などのマークをつけて販売している。節水については、他社は一度流すのに必要な水量は6リットルだが、VINAX は4.5リットルである。このような節水技術は、日本と米国が高く、欧州が低い。汚れを落ちやすくする「プロガード」は、清潔を保ち、節水技術にも関連する。これについては、富裕層に対しては、お手伝いさんがついているので、不要な機能になっているが、そうでない住民に対してはありがたい機能である。

(2) 環境配慮型トイレの生産技術

生産技術（不良品率の低さ）は日本が高い。VINAX の工場では、土など原料をそのまま工場内に入れ、それが最終的に最終製品のトイレなどが生産される。加工品から出発していないのが特徴である。ハノイ工場を設立当初は製品を日本に輸出していたこともあったが、現在は国内需要のために生産している。ハノイ工場では、1日700セット生産される。工場は24時間稼働である。停電対策のために、発電機を設置している。停電があると30秒で切り替わるようになっているので、停電があってもそれほど大きなダメージはない。主に需要が急激に増えているために、停電は月に5回ぐらいある。

不良品率は、一般的にはアジアは20%、欧米は10%、日本が5%（INAXは3%）程度である。ハノイの工場も日本の工場と同じレベルであり、品質も変わらない。むしろ、消費者の目がベトナムの方が厳しく、不良品には気をつけている。0.5ミリ以上のサイズの傷は不良品として扱われ、再度原料に戻し、材料は再利用して無駄なく使用している。

土のブレンドの仕方が重要なノウハウであり、新規参入が厳しい業種となっている。高価で良い土を使用すると良い質のものができるが、安い土で如何に質の高いものをつくるかがノウハウとなる。日本と同じ生産方法をベトナムに取り入れている。日本では機械化が進んでいるが、ベトナムでは人件費が安いので機械化よりも人が作業する方がコスト安である。離職率は12%程度であり、他社と比べて低い水準である。これにより生産工程に支障はでないものとなっている。

このように高度な環境技術と高度な生産技術に支えられているため、日本国外製品と比較すると故障の少ない、水道代のかからない、清潔なトイレとなっている。

ベトナムの小売店の販売員は、消費者からのトイレに関するクレーム対応を嫌う。その意味で、VINAX のトイレはしっかり故障少なく流れるため、販売員は国営企業の商品よりVINAX の商品を販売促進していると思われる。

3.3.5 INAX の環境イノベーション・モデル

ベトナム市場において、高度で競争力のある環境技術を搭載している VINAX のトイレは、それがベトナムの消費者が求める技術でないとしても、技術のレベルを下げて、ベトナムの消費者のニーズに合わせてカスタマイズするということはない。VINAX のベトナムにおける販売方法は、日本における販売方法と変わらないのである。環境技術を搭載していないトイレは安価に提供し、標準タイプよりも付加価値のあるプロガード、ハイパーキラミック、節水技術を搭載したトイレにオプションとして高い価格をつけて販売するのである。なお、高級トイレは全体の販売台数のうち約 2 割であり、通常のトイレの販売台数は約 8 割を占める。

イノベーションを技術開発からノウハウ、技術的アイデアの取得を経て、生産、販売、消費者への伝播までを含める広義の定義とするのであれば、INAX の場合は、イノベーションの基盤は日本で長期間にわたって開発された技術であり、それに基づき、ベトナムの現地の土を利用したトイレ生産への技術開発がなされ、ベトナムにおいて現地の土を調達する生産技術をしっかりと構築し、ベトナム市場へ販売する販売ルートと、NGO との協働による環境教育活動の実施を深く実施することで構築する方法を選択した。現在、この販売ルートで売り上げが増加しており、世界で最も高度な環境技術がベトナム社会に伝播するルートを構築したのである。ベトナムの経済成長のスピードは緩まない。環境負荷を可能な限り与えずに、清潔で節水できるトイレがベトナムに伝播すれば、それはベトナム人にとってもメリットであり、VINAX や INAX にとってもメリットとなる。INAX の活動が環境をベースに構築されているため、このようなアジアへのビジネス展開が可能となったと言える。実際に、日本で販売するよりも環境技術のレベルを落として、ベトナム市場で商品を販売している企業が存在する。アジア市場における環境規制が日本のそれと比較して緩い状況においても、INAX のように、高度な環境技術のレベルを下げずに販売することが日本の環境技術の役割を果たすことにつながるのである。

「日本の環境技術は高価であり、アジアの競争に勝てない」とは言えないことを示すのが、この事例である。この背景にあるコンセプトとして重要なのが「企業の現地化」である。環境イノベーションの出発は、日本企業であったとしても、最終的には、ベトナムなどアジアの現地の人々が雇用され、現地の人々がマネジメントし、現地の原料で生産され、現地の消費者に便益が残ることが持続可能な社会における企業の在り方であろう。VINAX の環境技術は日本発であるが、その他の点は現地化を強く図ってきた。原料を現地で調達することで他の業種で頭を悩ます原料調達のコストダウンを実現できた。従業員も管理職も現地採用が進み、日本人スタッフは数名となっている。これが基となり、コストダウンにつながり、海外企業との競争に勝つたのである。

この VINAX の事例からわかるのは、環境イノベーションの源を生み出すのが日本の役割であり、アジア諸国の現地へ高度な環境技術を伝播し、それでもなおビジネスが成立するモデルを構築することが重要である。持続可能な社会におけるグローバルカンパニーの

あり方に重要な問題が提起されるのである。

3.3.6 INAX ケースからの考察

(1) 企業の現地化と高い環境技術の伝播

ベトナムには、自動車、特にバイクがあふれ、大気汚染を引き起こしている。自動車、バイク市場を優位に進めているのが日本企業である。この日本企業の製品がこれらの問題を引き起こしている。環境技術の水準が低い製品が安価に販売されているため、日本の高度な環境技術がベトナムに伝播していない。大気汚染については、近年問題視され、環境規制を強化することが検討され始めている。このような現象は途上国では特に起こりやすい。日本で製造して途上国へ輸入する場合には、生産にかかるコスト高になると共に関税がかかる。現地生産した場合においても、生産のための原料を輸入した場合はコスト高になる。

VINAX の成功モデルは、環境技術を基盤とした「企業の現地化」に特徴を持つ。長期的な視野に立てば、地産地消と同じように、「企業の現地化」が持続可能な社会に向けたあるべき姿であろう。そのような社会に向かってグローバル企業はどのようなモデルに転換していくのか明らかではないが、移動のコストが高まれば、物や人の移動は最小限にしなければならないのは明白である。

「企業の現地化」を促進するためには、現地に対応するための技術開発が必要となる。特に、VINAX の場合は、土を原料として、トイレを生産しているので、「企業の現地化」を進めるためには、原料である土の現地化が必要となった。トイレ生産には、土の性質と製造方法が重要なノウハウの一つである。現地の土を利用して日本のトイレと同レベルの品質のトイレを生産できるかが技術開発課題であった。このように、「企業の現地化」に伴う技術開発に対して国が支援できるのが望ましい。「企業の現地化」は、途上国にとってもメリットがあり、日本企業にとってもメリットがあることであり、日本の高度な環境技術の途上国への伝播の障壁を下げるものとなるであろう。

(2) 現地住民にとってメリットの多い CSR 活動への支援

INAX が継続的に現地滞在の NGO と協働で環境教育活動を実施していた。この CSR 活動は、通常企業が行う、短期、単発、資金提供のみの CSR 活動とは異なり、地元住民と密着して、地元住民が主体的に環境問題を考えられるように教育する、現地住民にとってメリットの多い CSR 活動であった。この CSR 活動は、現地住民からの参加人数は減ることがなく、現地の住民が継続的な実施を望んでいるという高い評価を受けたものであった。

日本が抱える環境問題と、アジアの途上国が抱える環境問題とはその性質が大きく異なる。企業が先進国のステークホルダー向けに実施する先進国が抱える環境問題を解決する CSR 活動は、アジアの途上国の住民に対してはメリットが少ない。途上国へ進出する企業が実施すべき CSR 活動は、途上国に住むステークホルダーへのメリットが明確なものではない。このような現地住民にとってメリットの多い CSR 活動に対して、日本

政府が支援すれば、日本企業が現地でのビジネス展開に有利にはたらし、環境ビジネスという日本ブランドの新たな構築が実現できるであろう。

現地での CSR 活動にかかる費用は、日本企業から現地に派遣する人件費、旅費等及び現地において協働で活動する NGO の費用といったものであり、比較的安価である。継続的に実施することに意味がある現地住民にとってメリットの多い CSR 活動には、3年から5年程度のプロジェクト支援が有効であろう。プロジェクト評価においては、現地住民の評価結果を反映するものでなければならない。

(3) 日本の環境ニーズ拡大への支援

環境負荷低減に寄与する環境イノベーションは、環境規制や経営者の経営理念、あるいは環境配慮したいという環境ニーズに引っ張られてイノベーションが起こるのである（古川、2010）。VINAX で販売していたトイレの技術は、全て日本の INAX のイノベーションが原点にあるように、環境規制が緩く、環境ニーズがほとんど存在しない途上国においては、環境イノベーションが起こりにくい。

ベトナムでは水質の状態がしばらく悪い時期が続いていたが、ようやく上下水道がしっかりとしてきたというのが現状である。そのような状況の中で、数リットルの節水という技術開発が行われることはないであろう。日本の高まる環境ニーズに引っ張られて、あるいは経営者の経営理念から、INAX の環境イノベーションは生じたのである。そして、高度な環境技術を持った製品が日本企業のアジア展開によって、途上国の市場に伝播すれば、ベトナム住民に節水意識が薄くとも、途上国の環境負荷を下げることに貢献できるのである。

企業による環境イノベーションを促進させるためには、環境ニーズが影響を及ぼす市場で競争環境の中で環境イノベーションを促進させるのが良いだろう。日本では環境問題への関心度合いは極めて高く、様々なアンケート結果によると、9割以上の人々が環境問題に関心を持つ。世界の中でも先端を行っている日本の環境ニーズを維持し、さらに深めていくことができれば、環境イノベーションを促進させることにつながるだろう。従って、環境問題に対して意識を高めるイベント、報奨制度の実施は間接的ではあるが重要な政策である。

3.4 ブラジル

3.4.1 調査の背景と目的

ブラジル連邦共和国（以降「ブラジル」）は新興国（BRICs）として近年急速な発展を遂げており、2011年のGDP成長率予測は4.5%である。ブラジルは、豊富なエネルギー資源及び農産物資源を有するとともに、欧米市場への近接、大きな市場などの魅力を抱えており、有望な経済パートナーとして注目を集めている。また、ブラジルはクリーン・エネルギー大国であり、地球規模の環境問題の分野において国際的なリーダーシップを発揮している。また、主要施策である第二期（2011年～2014年）国家成長加速化計画における計9,589億レアル（約48.9兆円）の投資計画に加え、2014年のワールドカップ開催、2016年のリオデジャネイロのオリンピック開催に伴うインフラ投資を梃子に今後一層の経済発展が期待されている。

日本との関係においては、自動車部門、資源・エネルギー部門において日本企業の進出が徐々に増加しており、現在ではサンパウロを中心に日本商工会議所所属企業が約300社を数えるまでになった。中国やインドに加え、今後も日本の対ブラジル貿易・直接投資の拡大が期待されている。

ブラジルは今後の持続的な経済発展への戦略として一次産品依存の脱却、産業の高付加価値化に取り組んでいる。他方、日本は資源に乏しい一方、最先端の科学技術を有していることから、ブラジルと相互補完関係にあるといえる。日伯協力関係を強化することは、日本の資源・エネルギーの安定供給へ重要となってくるため、今後戦略的に展開することが必要である。またブラジルにおいて特筆すべき点は海外で最大の日系社会の存在である。50年に及ぶ政府開発援助や両国官民による交流の歴史から、日本に対して「親日」的な見方が幅広く定着している。その上、多くの日系人がブラジル社会でエリート層として活躍していることから、他国にはない両国関係の深さが潜在的に存在する。

以上の背景から、日本がグリーン・イノベーションで世界的な地位を確保していくためにブラジルとの多面的な関係構築が果たす役割は大きい。

他方、日本が得意とする環境エネルギー技術をブラジルで展開する上で、まだまだ障害となりうる構造的な問題も存在する。下水処理や廃棄物管理などの都市問題、貧困や所得分配などの社会的問題、環境問題、インフラの未整備、エネルギー・電力の制約、人的資源の開発、制度的問題などである。これらの制約要因を十分に理解しておくことは、ブラジルと同様の難しい市場環境へ入り込むための戦略を検討し、グリーン・テクノロジーを効果的に伝播する上で必要である。

ブラジルにおいて日本の環境エネルギー技術が展開するにあたり、いかなるモデルが考えられるか現地調査により明らかにすることを目的とする。構成として、まず水処理、廃棄物管理などの基礎公衆衛生分野における政府間協力を通じた技術伝播、次に省エネ技術分野における日本のLED照明技術の市場参入、そして最後に再生可能エネルギー分野にお

ける日伯のバイオマス燃料技術の共同研究のあり方と三つのモデルを考察する。その上で、日本政府としてそれぞれのモデルでどのような役割が期待されているかを明示し、日本の環境エネルギー技術が新興国に展開していくための政策提言を試みる。

3.4.2 基礎公衆衛生関連分野

急速な経済発展を遂げているブラジルにおいて下水処理や廃棄物管理などの社会問題が深刻化している。同国では約半数の人々が下水サービスを受けておらず、河川及び海洋の汚染が進んでおり水質悪化による住民の生活環境の悪化が問題となっている。また廃棄物においては経済成長に伴う排出量の急増による埋立処分場の逼迫や浸出水による河川や地下水の汚染が深刻化している。下水道、廃棄物処理システムは生活衛生環境の改善および自然環境保全の観点から、近年において全国政策の制定や補助金制度の制度の創設などの制度が重点的に整備されつつある。しかし、依然として不十分な組織体制、脆弱な財政基盤、人材不足などの技術面の問題、基礎公衆衛生問題の認識不足や処分場でのスカベンジング等の社会面の問題などがある。

日本は基礎公衆衛生分野にて水処理膜の分野、特殊な産業用途向けの超純水製造、ポンプ、配管等の分野や漏水防止に関連する技術、下水再生利用等の「省水」の分野においても高度な技術を有する。廃棄物処理分野においても焼却炉等の高度な技術を有する。ブラジルにおいてこのような技術のニーズはあるが、基礎公衆衛生サービスの管理体制（財政面、制度面、社会面、技術面）が不十分であることから、この分野においては政府間の協力における技術伝播が必要である。本節は日本の基礎公衆衛生分野の技術の参入余地、ならびに技術伝播を阻害する要因を抽出し、日本政府の働きかけのあり方を提言する。

3.4.2.1. ブラジルにおける基礎公衆衛生設備・管理の現況

(1) 水処理

ブラジルは世界一の水資源大国（国内流量）であり、IBGE（ブラジル地理統計院）の国家基本衛生調査によると上水道設備普及率は2008年までに99.4%に達している。一方で、約半数のわずか55.2%の人々が、下水サービスを利用しているにすぎないと報告している。表57は、2008年の地域別の下水設備の整備率（全5564市町村自治体、下水設備普及率）を示している。普及状況は地域によって大きく異なるが、そのなかでも農村部が多い北部は膨大な数の人々が下水サービスを受けていない。南部、南東部の都市部においても大量に流入してきた住民の未処理の生活排水や産業排水が大都市圏の主要な上水供給源である河川に流入し、水質を悪化させている。また、不十分な汚水処理が都市部の生活環境に悪影響を及ぼしている。ブラジルの下水処理施設における主な処理方式は通性池、好気性処理、嫌気性安定化池、生物膜法である。

表 27：下水道サービスの普及状況（IBGE 国家基本衛生調査, 2008 年）

地域	公共下水道に接続						公共下水道に未接続	
	下水処理施設あり					下水処理施設なし		
	計	計	予備処理	一次処理	二次処理			三次処理
ブラジル	55.2%	28.5%	21.0%	28.4%	57.1%	9.3%	48.3%	44.8%
北部	13.4%	7.6%	23.5%	29.4%	58.8%	23.5%	43.3%	86.6%
北東部	45.7%	19.0%	30.8%	34.9%	41.6%	7.6%	58.4%	54.3%
南東部	95.1%	48.4%	18.8%	24.1%	64.7%	7.3%	49.1%	4.9%
南部	39.7%	24.1%	18.9%	36.0%	50.7%	15.4%	39.4%	60.3%
中央西部	28.3%	25.3%	12.7%	20.3%	64.4%	9.3%	10.6%	71.7%

注： 予備処理：排水に含まれる粒径の大きい固形物や無機性の浮遊物を除去する処理。

一次処理：物理的・機械的な方法で不純物を除去する処理。

二次処理：生物学的な方法で不純物を除去する処理。

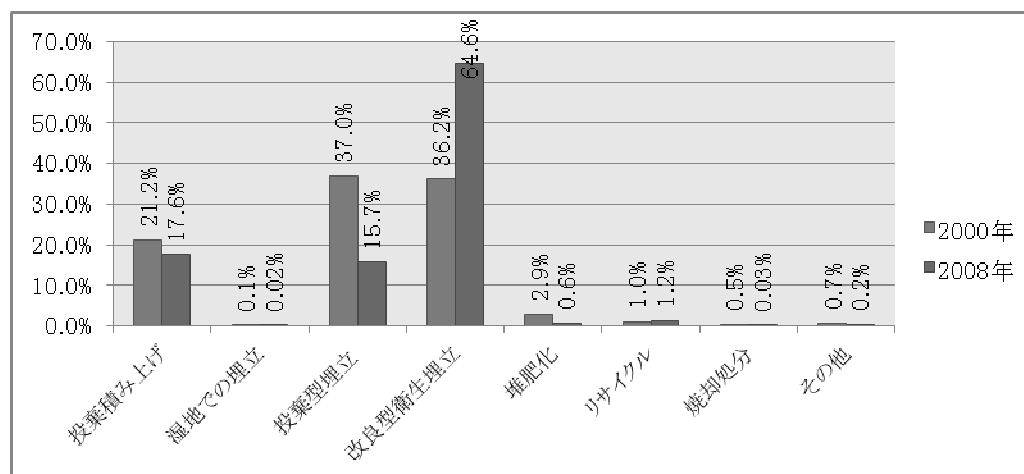
三次処理：化学的な方法で不純物を除去する処理。

出所：ブラジル地理統計院（IBGE）2008年国家基本衛生調査

(2) 廃棄物管理

2008年のIBGEの国家基本衛生調査によると、国内で1日に回収される約228,413トンの固形廃棄物のうち、最終処分方法として改良型衛生埋立場(sanitary landfill)に64.6%、投棄型埋立場(controlled dumping)に15.7%、そして17.6%が投棄積み上げ(open dumping)されている。焼却による処理は0.03%と、産業・医療廃棄物などに限られている。2000年の実績と比べ、投棄型埋立による処分が減少し、改良型衛生埋立の割合が増加していることから改善の傾向が見られるが、依然として廃棄物管理体制は不十分である。

図 32：ブラジルにおける固形廃棄物最終処理方法（IBGE 2000, 2008 年度国家基本衛生調査）



出所：ブラジル地理統計院（IBGE） 2000年、2008年度国家基本衛生調査を元に筆者が作成。

3.4.2.2 管轄省庁・関連機関・政策

ブラジルの基礎公衆衛生サービス（上下水道セクター、廃棄物管理）に対する連邦法、政策は以下の通りである。

- 国家公衆衛生法（法令第11,445/2007号） Federal Basic Sanitation Law
適切なサービス提供公衆衛生に係る国の行動指針と規制ガイドラインを法制化。
- 国家基礎公衆衛生計画（PLANSAB: National Sanitation Plan）, 2008
2007年に発布された国家公衆衛生法に基づき、基礎公衆衛生政策に関する国の行動指針を明記。

(1) 水処理

・連邦国政府レベル

連邦国政府レベルでは、都市省衛生環境局が上下水道セクターの管轄である。都市省は2003年に創設され、主に都市部の住居、水道、下水、交通などの不均衡といった都市問題に対する政策策定を行っている。都市省は2005年に「みんなのための衛生」（Saneamento para Todos）プログラムを通じて州・市自治体による基礎公衆衛生分野のプロジェクトに対する勤続期間保障基金（FGTS）等基金からの融資を行なっている。他の政策展開においては、その政策に下水処理との密接な関係を有する、保健省、農業開発省といった他の省庁との連携が図られている。

一方で環境省は、全国の水資源政策を統括し、その外局である水資源庁（ANA: National Water Agency）が政策実行機関として機能している。ANA は水資源協議会(National Council on Water Resources) の執行機関として、水資源の利用を規制、管理している。また上下水道セクターに関しては河川における取水・排水許可証の発給、使用料の徴収を行なっている。ANAは2001年に創設された補助金制度、PRODES (Basin Restoration Program) を運営している。PRODESは下水処理プラントの新設・拡充を支援し、施設の適切な運営・管理の推進を目的とする。投資案件の50%がANAによって融資され、資金は処理プラントの建設が竣工後、3年から7年の期間で国営貯蓄銀行(Caixa Economica Federal) によって創設された特別な口座に3か月毎に支払われる。これらの資金は処理プラントの完工後、処理性能（成分の除去効率等）が適切であることが実証された後に初めてプラントの事業者によって引き落とされる。したがってこの制度は経済的インセンティブを付与することによりプラントの適切な管理・維持を目的とした、アウトプット本位の画期的な制度である。 PRODESを通して2001年から2007年の間に下水処理インフラへ2.9億米ドルの投資が行われた。その内、ANAによる資金援助は9400万米ドルであり、32都市に41の下水処理施設が建設され、570万人に下水サービスの提供が行われた。

・地方自治体レベル

上下水道セクターは都市省を始めとする省庁の管轄であるが、サービスの提供は地方自治体（州の各市）が行っている。サンパウロ州においてはサンパウロ州を筆頭株主とし

た半官半民の企業であるサンパウロ州基礎公衆衛生公社（SABESP: Saneamento Basico do Estado de Sao Paulo）が各自治体から事業権（コンセッション）を得て州の全 645 市のうち、サンパウロ市等、都市部を中心に 365 市で取水、浄水、配水、下水収集、下水処理などを運営している。サンパウロ州基礎公衆衛生公社は 451 の下水処理施設を所有し、主な下水処理方式は通性池（146 施設）、嫌気性安定化池（137 施設）である。サンパウロ州基礎公衆衛生公社事業を行っていない州のその他の自治体では自治体の公企業、もしくは自治体から事業権を得ることで民間企業が運営を行なっている。

事業者のサービス提供に当たって州環境局の外局であるサンパウロ州環境公社（CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental）が上下水処理場に対しての環境管理、監督、モニタリング、許認可を行なっている。

(2) 廃棄物管理

・連邦国政府レベル

ブラジルの廃棄物処理に対する政策を担当する省庁は、環境省である。環境省は、全国環境審議会（CONAMA）と国立再生可能天然資源・環境院（IBAMA）を通じて、環境を汚染している、もしくは汚染する可能性のある固形廃棄物の基準を策定し、同時にその行き先の監視を行なっている。政策展開においては、その政策に廃棄物との密接な関係を有する、都市省、保健省、全国統合省、労働省といった他の省庁との連携が図られている。

ブラジルでは、今まで包括的な固形廃棄物の管理方法について連邦政府が州や市自治体を指導・サポートするためのガイドラインとなる全国的政策が不在であるが、初の「固形廃棄物全国政策」（法案第12305号）が、2010年8月、国会で可決された。この法案の主な点は、

1. 商業施設、家庭、産業施設、企業、病院で発生する廃棄物の量を低減し、土壌汚染を防止のためのガイドラインを提示。
2. リバース・ロジスティクス：ごみや廃棄物として排出された財の回収、焼却、処理、再資源化、再利用などにかかわる還元物流の仕組みの確立。ごみの散乱を避けることと廃棄物の減量化の目的とする。
3. 分別回収に係る責任の共有と経済インセンティブ、廃棄物の適切な処理方法を示す。生産者、輸入業者、代理店、消費者、固形廃棄物管理者による製品ライフサイクルを通しての責任の共有を明記。

・地方自治体レベル

水処理と同じく、廃棄物処理サービスは地方自治体の公企業、もしくは自治体から事業権を得ることで民間企業が運営を行なっている。

3.4.2.3 基礎公衆衛生分野における課題と課題克服に向けての動向

(1) 分野課題

下水処理において多くの地域では下水設備に接続されておらず、汚水の垂れ流し状態とな

っている。廃棄物処理サービスに関しては、各地方自治体の徴税体系の相違や廃棄物の収集・処分にかかる料金設定方法などの制度の確立が遅れており、運営資金の不足、機材更新の遅延等、事業の存続が危ぶまれる状況も依然として続いている。また、住民の関心不足、ウェイトピッカーの存在など特異な社会条件などがあいまって、基礎公衆衛生分野の行政の整備は不十分である。

また、IBGEによると2008年時点で水処理分野に係る計画・政策を有する自治体(計5564)はブラジル全体で18.4%のみである。地域別にみると、ブラジル全体で18.4%、北部が0.3%、北東部が2.9%、南東部が9.8%、南部が4.2%、中央西部が1.2%である。廃棄物管理も含む都市開発に係るマスタープランを策定している自治体の割合においてはブラジル全体で7.7%、北部が0.2%、北東部が1.8%、南東部が3.4%、南部が2.0%、中央西部が0.3%であり、水処理よりもさらに低い割合となっている。

(2) ブラジル国内の課題克服に向けての動向

近年基礎公衆衛生分野においてPRODESによる新規下水処理設備創設の補助金制度、廃棄物管理分野では2010年に「固形廃棄物全国政策」法案第12305号の制定など、取り組みが進みつつある。

さらに、2007年にはブラジル政府による第1期成長加速化計画(PAC: Programa de Aceleração do Crescimento, 2007~2010年)が発表され、基礎公衆衛生分野(水道、下水、固形廃棄物処理)への投資が重点分野のひとつとして明確に位置づけられている。2002年度には2億2000万リアルだった投資額が第1期計画では400億リアルに拡大された。さらに、2010年3月に第2期計画(2011年~2014年)が発表され、投資額を561億リアルに増加する計画である。しかし、水処理、廃棄物管理は依然として大きな都市衛生環境問題、あるいは公衆衛生問題として顕在化している。

(3) 海外援助機関による支援

ブラジルの基礎公衆衛生分野における主要援助機関は日本の他にUSTDA(米国貿易開発局)、IDB(米州開発銀行, Inter-American Development Bank)、世界銀行、ドイツ政府があげられる。IDBは過去5年間に16億2140万米ドルの援助を行ってきた。

(4) 日本による援助

・公的資金による援助

日本政府は、『国別データブック(ブラジル)』における「ブラジルに対するODAの考え方」において、「社会開発」を援助重点分野として明記し、都市部において農村部からの人口流入に伴う下水道、ごみ処理とそれに伴う深刻な都市問題に対する支援の重要性を指摘している。また、投資環境整備のためのインフラ整備への支援の重要性を指摘している。ブラジルは一般プロジェクト無償資金協力卒業国であるため、円借款、技術協力、草の根・

人間の安全保障無償資金協力を中心に協力を行っている。2010年までのブラジルの基礎公衆衛生分野に対しての援助実績は円借款が10件で1218.83億円（原則、交換公文ベース）、技術協力が3件で64.58億円（JICA経費実績ベース）の計13件である。そのうち、上下水道セクターへの支援が10件、廃棄物管理への支援が3件である。2010年には円借款案件「サンパウロ州沿岸部衛生改善計画」の第2フェーズが実施され、安定的な下水道サービスの提供及び生活環境の改善、自然環境保全を目的として、下水道施設及び環境モニタリングシステムの整備を目的とする。

・民間企業の進出状況

現在ブラジルには、サンパウロを中心に日本商工会議所所属企業が約300社展開している。表28は水処理関連市場に進出している日系企業を示す。廃棄物関連市場に関しては日本企業は展開していない。

表 28:ブラジル水処理関連市場における日本企業の動向

企業名	設立年	出資形態	事業内容・取り扱い製品
荏原製作所	1975	現地法人	水中モータ・ポンプ（4～12インチ、出力360HPまで、吐水量480立方メートルまで）の製造販売
栗田工業	1975	現地法人	有機・無機凝集剤、アニオン/カチオンポリマー、飲料水処理向けポリマー、汚泥脱水用ポリマー、生分解水処理装置用栄養素、植物性ポリマー、脱臭剤、発泡防止剤など水処理薬品事業を展開。フィルター、ポンプ、軟水器、化学薬品モニタリング・システム
カナフレックス・コーポレーション	1973	現地合弁会社	トータク、SANSUY、双日との合弁会社をブラジルに設立。工業用チューブ、ダクト、フレキシブル水管の製造販売。
クボタ	2003	パートナー・ビジネス	ローカル・パートナーであるCentroprojekt社を通じてMBR（膜分離活性汚泥法）技術を展開。
巴工業	2009	パートナー・ビジネス	遠心分離機メーカーChibrascenterとの間で、遠心分離機内部の内部部品の設計・設定に関する技術パートナー契約を締結。

出所：JETRO「ブラジル水処理関連市場における日本企業の動向」より引用。

3.4.2.4 基礎公衆衛生関連機器の市場規模

最新の水処理関連機器、廃棄物処理の市場規模の推計資料はないものの、過去に発表されたデータによりおよそその市場規模を捉えることができる。アメリカ合衆国商業省コマーシャル・サービスによって推計された2007年度のブラジルの環境関連機器・サービスの市場規模は約48億米ドルである。そのうち水道・下水道サービスは約23億米ドルで今後5年間の成長率は15%と予測されている。これは同省が発表した2004年の市場規模の11億米ドルから2倍以上の規模となっている。また、固形廃棄物処理セクターは約25億米ドル、今後5年間で15%の成長が期待される。

サンパウロ州基礎公衆衛生公社（SABESP）は2011年から2013年の間で上水分野に19.43億リアル、下水分野に25.18億リアルの投資を行う予定である。

3.4.2.5 日本企業の市場参入余地

(1) 水処理

ブラジルにおける水事業は多くが自治体の公企業、民間企業が長期のコンセッション契約を結んで運営していることから、日本の企業が新たに進出することは難しい。また、Veoliaなどの欧州系企業がすでに一部の地域において進出し、事業基盤を築いていることから後発の日本企業の単独での参入は難しいと考えられる。

水処理関連機器市場において必要な製品については国内のメーカーが存在する。しかし、比較的新しい技術については海外から輸入している。サンパウロ州環境公社は新技術として関心がある分野として、以下をあげた。

- エネルギー効率の改善
- 汚泥処理・利用
- 運用コスト低減を目的としたシステム・オペレーションやメンテナンスに係るソフトウェア
- 水道管・排水管の新技術
- 下水処理水の再利用
- 漏水管理、海水利用

また、現時点で輸入されている上記の機材の主要輸入相手先としては、ドイツ、米国、スペイン、イタリア、イスラエル、日本などとなっている。ブラジル全体での水処理関連機器の国別シェアは米国が60%、フランスが25%、日本が10%と推計されており、日本のシェアは小さい。また、上記のような高度な技術はサンパウロ州などの大都市において需要はあるが、他の地域ではコストの面から導入は難しい。したがって、この分野においては都市問題への支援の観点から日本政府の公的支援を通じて技術伝播を図ることが適切と考えられる。

(2) 廃棄物管理

ごみ処理関連機器のトレンドとしては、ごみの収集・運搬、続く埋立場での処理とその関連施設向けの機器のマーケットが圧倒的に大きい。また、特殊な処理機器を除いて、ほとんどの機器については国内メーカーが存在する。

有害産業廃棄物においても Veolia, Eco Processa（フランスの Lafarge とポルトガル Cimpor の合弁）、Tribel（バイエルグループ）、Essencis（Carmargo Correia とフランス Solvi の合弁）、Centrel of Obrech Group などの欧州系企業が進出している。これらの欧州系企業は現地で独自に事業展開し現地で事業基盤をすでに築いていることから、日本企業が新たに

この分野に処理事業として進出するのは困難である。廃棄物管理も水処理と同じく政府間協力を通じて技術の普及を図ることが適切である。

3.4.2.6 技術伝播を阻害する要因

(1) 投資に関するリスク

ブラジルでは、徴収を行う団体は連邦、州、自治体（ムニシピオ）であり、このため税金は、連邦税（輸入税（II）、所得税（IR）、工業製品税（IPI）、金融取引税（IOF）等）、州税（商品流通サービス税（ICMS）等）、市税（サービス税（ISS）等）があり、複雑な税制となっている。そのため経理・納税事務が煩瑣でコストアップ要因となっている。鉄道、道路、港湾、電力、通信などのインフラストラクチャーの未整備が技術ボトルネックとなっている。その上、過剰な労働者保護法制や治安の悪さなども現地への進出の阻害要因になっている。

(2) 地方自治体による不十分な下水処理、廃棄物管理体制

基礎公衆衛生は予算配分で相対的に問題の優先度が低く、この分野に対する財政的な基盤が脆弱である。これは、特に水処理、廃棄物管理の実施機関である地方行政において顕著である。そのため、下水インフラの未整備、ごみの収集区域の限定や、収集頻度の低下を招いている。また、多くの自治体においては、コストとサービスが意識されていないため財政基盤は改善されず、また、財政基盤が脆弱な地方政府にとって、財源の確保は最も解決が困難な課題のひとつである。加えて、組織管理能力の欠如が多くの自治体で見られる。

(3) 日伯双方の情報不足

日本の環境機器及び技術等のブラジル側への、積極的な情報提供及び広報活動が必要である。加えて、日本企業、関係機関へのブラジル市場環境情報等の一層の提供も必要である。

3.4.2.7 今後の協力体制

(1) 組織・日本政府による技術協力

・法整備について

廃棄物の投棄やオープンダンピング手法に対する法的抑止措置の整備、また実施能力強化が重要である。水処理に係る政策・計画の策定及び改善策の提案など協力が可能な分野である。

・人材育成について

地方自治体の水処理・廃棄物担当部局の組織や個人の階層のキャパシティ・ディベロップメントの支援を行うことが重要である。

・財政問題について

費用回収（財政確保）体制に関する提言や、政策アドバイザーの派遣が可能と考えられる。

(2) ブラジル国内の規制強化

・需要創出が重要である。

- ・国際機関との連携が必要である、

(3) 日伯双方の情報共有化

- ・両国の貿易拡大には双方の情報提供がかぎとなる。

3.4.3 省エネ技術分野

【概略】

1995年までブラジルの国内電力事業は、連邦電力および州電力公社を中心とした供給体制であったが、1996年より電力市場自由化を目指した改革が開始され、外資の導入と連邦および州レベルにおいて発電会社、配電会社、小売会社などの民営化が実施された。しかし、自然の条件に影響を受けやすい水力発電に依存する現在の供給体制および急速な経済発展に伴う電力需要の増大により、省エネルギー対策が課題となっている。

ブラジル政府は省エネラベリング制度やPROCEL（国家電気エネルギー節約プログラム）を実施した他、2001年にエネルギー効率法改定し、積極的に低消費電力化に対応してきた。それに伴い社会の環境・省エネへの意識が高まっていることから、ブラジルでは省エネ技術の需要は十分あると考えられる。

本節では、高いレベルを誇る日本の省エネ技術のブラジル市場参入余地について分析する。その中でも、もっとも注目されるべき技術としてLED照明を取り上げる。ブラジルの電球市場は未だ白熱電球から蛍光灯への移行段階にある。LED照明においてはサンパウロ州など環境への意識が高い地域において一部自治体やオフィスビルへの導入が始まったばかりである。しかし、ブラジルで2014年ワールドカップ、2016年夏季オリンピック開催に向けて、スタジアムなどのインフラ整備への大規模な投資が計画されている今、日本のLED照明は公共照明やスタジアムライトでの導入を通じてブラジル全体への普及に向けて絶好の機会を迎えていると言える。またLED照明は交換寿命が非常に長いことから、普及当初にマーケットシェアをとることが重要になってくる。そのためには国を挙げての広報活動と同時に、技術革新による価格低下の実現が重要になってくる。

3.4.3.1 電力セクターの概要

ブラジルは水力資源が非常に豊富であるため、国内の電力需要の67%を水力発電でまかなっている。総水力発電量は約80メガワットであり、そのうち、世界最大のダムになるパラナ川水系のイタイプダムの総出力は世界最大の1,260万kWである。国家電力監督庁（ANEEL）による2010年の水力以外の電源別発電電力量は表59が示すとおりである。

表 29：電源別発電設備容量（2010年）

電力供給源	発電設備容量			全体			
	プラント数	(kw)	%	プラント数	(kw)	%	
水力	-	875	80,090,015	67.16	875	80,090,015	67.16
ガス	天然	93	11,050,530	9.27	128	12,341,813	10.35
	LP	35	1,292,283	1.08			
石油	ディーゼル	826	4,000,284	3.35	855	6,524,087	5.47
	残油	29	2,523,803	2.12			
バイオマス	サトウキビ	315	6,049,646	5.07	387	7,698,391	6.46
	黒液	14	1,240,798	1.94			
	木材	40	327,827	0.27			
	バガス	11	48,712	0.04			
米	7	31,408	0.03				
原子力	-	2	2,007,000	1.68	2	2,007,000	1.68
石炭	-	9	1,594,054	1.34	9	1,594,054	1.34
風力	-	46	835,336	0.70	46	835,336	0.70
輸入	パラグアイ	-	5,650,000	5.46	-	8,170,000	6.85
	アルゼンチン	-	2,250,000	2.27			
	ベネズエラ	-	200,000	0.19			
	ウルグアイ	-	70,000	0.07			
全体			119,260,696	100.00	2,302	119,260,696	100.00

出所：国家電力監督庁(ANEEL), 2010年

鉱山エネルギー省（MME, Ministério de Minas e Energia）による 2007 年の部門別エネルギー消費の動向は以下のとおりである（最終年間エネルギー消費量：412,130TWh）。

- 産業部門: 192,616TWh (46.7%)
- 家庭部門: 90,881TWh (22.1%)
- 業務部門: 58,535TWh (14.2%)
- 公共部門: 33,718TWh (8.2%)
- 農畜産業部門: 17,536TWh (4.3%)
- エネルギー部門: 17,269TWh (4.2%)
- 運輸部門: 1,575TWh (0.4%)
- 運輸部門: 1,575TWh (0.4%)

3.4.3.2 管轄省庁・役割

電力セクターを管轄する省庁は、鉱山エネルギー省（MME）と外局の国家電力監督庁（ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica）である。1996年の法案第1699号によって設立されたANEELの機能は、電力の規制、執行機関として鉱山エネルギー省によって規定された法令および政策に従い、発電や送電および配電を規制または制御することである。エネルギー政策審議会（CNPE, Conselho Nacional de Política Energética）は鉱山エネルギー省の諮問機関であり、電力料金率や発電設備容量に係る電力部門の計画と政策の決定を行っている。電力セクター監視委員会（CMSE, Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico）は、電力供

給状況を監視する。

発電、送電事業は主に国営電力公社エレクトロbras (Eletrobras) が行っている。その他はサンパウロ州のサンパウロエネルギー公社 (CESP) やミナスジェライス州のミナスジェライス電力 (CEMIG) 社などの州営電力公社などが運営している。他方、配電は多数の民間事業者が行っている。

発電・送電網の運営は1998年に全国電力グリッドオペレーター (ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico) が行っている。ONSは発電事業者、送電事業者、配電事業者、電力輸出入会社、連邦政府から構成される非営利民間団体であり、ANEELの傘下にある。ブラジルには2大送電網 (北部と南東部) 及び多数の孤立したシステムがあり、電力市場の9割以上をカバーしている。電力商業化会議所 (CCEE) は電力の競売を総括し、2004年に設立された電力研究公社 (EPE) は、ブラジルの電力セクターの計画を策定するための研究を行っている。

3.4.3.3 省エネ技術の需要

日本の省エネ技術レベルは既に世界的に見ても高い水準にある。以下、ブラジルにおける省エネ技術の需要に影響を与えると考えられる要素について検討する。

(1) 国内電力需要と供給

電力需要に関して2002年以降は特に貿易輸出の急速な拡大と生産増に伴って、年々増加傾向にある。家庭部門においても、人口の増加や生活水準の向上により電力消費量の増加が著しい。鉱山エネルギー省 (MME) が2007年11月に発表した「国家エネルギー計画2030」(PNE 2030) では、2005～30年の電力需要の伸びを3.5～5.1%と見込んでいる。他方、電力供給においては、2001年に近年最悪の干ばつによる水力発電稼働危機を経験し、現在の電力供給の67%を水力発電に依存している供給体制の不安定さを露呈した。また、新たな水力発電所の新設が環境への配慮などの制限により難しいことから、電力消費量の削減が重要な国家課題となっている。

(2) ブラジル政府による省エネルギーへの取り組み

ブラジルの省エネルギーへの関心は第一次石油危機に始まる。当時は石油代替燃料の開発や自動車燃料の節約に向けた取り組みが実施されたが、その後、省エネへの施策として以下のプログラムが設置された。

・省エネラベリング制度 (PBE : National Labeling Program)

1984年に開発商工省傘下の国家度量衡・規格・工業品質院 (INMETRO: National Institute of Metrology, Standardization and Industrial Quality) によって省エネラベリング制度が実施された。当初は省エネルギーを達成した対象機器の製品について事業者が自主的に表示を行った。

・国家エネルギー効率法（法案第 10,295/2001 号）

2001年の国家エネルギー効率法によって連邦政府は、国内で使用されている機械や器具のエネルギー消費効率の最小レベルを確立した。この法律は、1984年のエネルギー効率法によって自主的なラベリングシステムを義務化し、エネルギー消費機器の省エネ基準を強化した。

・PROCEL（国家電気エネルギー節約プログラム）

PROCELは鉱山エネルギー省所管の下、国家レベルで推進している省エネルギー施策である。PROCELは1985年に発効した第1877号省間法に基づいて設置され、ブラジル国営電力公社エレクトロプラスが運営している。1991年には大統領命令で省庁レベルのプログラムから政府レベルに格上げされた。

このプログラムでは電気事業者に対し、純営業利益の少なくとも0.25%を省エネルギー策や研究開発に投資することを義務付ける制度が創設された(“wire-charge”)。この制度により1998年から2004年までに2億5千万米ドル以上の資金がエネルギー効率化を目的とする施策に投じられた。プログラムを通じた省エネ普及活動に関してはエネルギー効率に関する世界最大のセミナーである「Efficientia-98」や大学向けに公開講座を開講、また業界、企業、公共機関で働く仲介者、関係者、技術者のための能力開発講座および研修の推進が行われている。エネルギー効率に関する情報を提供する機関としてブラジルエネルギー効率情報センター（PROCES Info）も設立された。また、エネルギー効率の高い製品には省エネラベル（Procel シール）を国家度量衡・規格・工業品質院(INMETRO)と連携して与え、消費者や効率的で合理的なエネルギー使用について功績を残した専門家にはPROCEL賞を贈呈している。PROCEL開始以降、2009年までに10億リアル以上が投資され38000GWhの節電を実現した。すなわち、省エネにかかった費用1リアルにつき、約24リアルが節約された計算になる。国営電力公社エレクトロプラスは2009年に8717万リアルを投資し、5473GWhの節電、ピーク時間帯において2098MWの電力需要の削減を実現した。

先進国との省エネ施策推進の協力関係においては、世界銀行、IDB、ヨーロッパ連合、および USAID が支援を実施している。特に米国国務省管轄の USAID は、米国大統領発表の”National Security Strategy”（2006年）の方針に従って、対外支援活動の一環としてブラジルの省エネ推進措置に関する情報提供・普及活動への拠出を行っている。

国際的な支援とともに国内での PROCEL などの国家レベルの省エネ政策とそれに伴う国民の意識の高まりをうけて省エネ技術は、今後ブラジルにおいて十分参入の余地があると言える。その上、電力需要の高まりと電力供給の不安定さから政府の省エネに対する積極的な取り組み姿勢は今後も変わらない公算が高い。

(3) 電力料金

ブラジルの電力料金体制に起因する他の国に比べて高い電力料金は省エネ技術の需要を検討する際に考慮すべき重要な要素である。電気料金を構成する費用は ANEEL が発表する料

金率（タリフ）と各種税金や負担金である。電力料金率（タリフ）は2つのコンポーネントによって構成されており、発電や送電にかかる費用、また市場などにより価格が変動する部分（コンポーネント A）と設備の運転費用や設備投資費用や電力セクターに課せられる課金など、発電事業者がコストを管理できる部分（コンポーネント B）に分かれている。料金率は電力事業者の生産性、生産コスト、収益高、他国の料金率などの変動に応じ ANEEL によって毎年改定できる仕組みとなっている。電力料金率（タリフ）だけに注目すると、2006 年のブラジルの産業部門と家庭部門の平均電力料金率（タリフ）はそれぞれ(0.136012)、(0.173312)となっており、他の国と大差ない水準である。しかし、ブラジルの電力料金が高くなるのは、社会保障融資拠出金（COFINS）、社会統合基金（PIS）などの連邦税、商品流通サービス税（ICMS）等のなどの州税、公共照明サービス融資拠出金（CIP）等の市税などが加算され、電力料金の 50%以上を占めているからである。結果的に他の国と比べて高い電力料金が消費者に課せられることになる。この電力料金体系が今後も継続される公算が非常に高いことから、電力消費量を削減することを目的とする省エネ技術は、ブラジルにおいて需要があると考えられる。

現在ブラジルでは公共照明、オフィスビルの省エネ機器や産業の製造プロセス（モーター稼働システム）での省エネ技術が注目されている。その中でも本節では、省エネ技術分野において最も注目すべき技術として LED 照明のブラジル照明市場の参入余地について検討する。

3.4.3.4 LED 照明

3.4.3.4.1 LED 照明国際市場概要と日本の技術水準

近年の省エネルギーへの関心の高まりを受けて、電力消費量の少ない LED 照明に注目が集まっている。また、LED の性能向上や低コスト化の進展が期待されている中、今後 LED 照明が白熱灯や蛍光灯に代わる主照明になる時代が到来すると考えられる。特許庁は 2015 年には LED 照明の世界市場は 50.7 億米ドル(約 4560 億円)になると推計している。LED 照明の導入は省エネ対策への有効手段であると同時に、市場規模が全世界で急拡大されることが確実であることから、各国において技術開発、実用化に向けて国を挙げて取り組んでいる。特に米国、欧州、中国、韓国、台湾においては強力に主導されている。

表30は特許庁が過去18年間の特許出願動向分析、論文発表から見た研究開発動向、政策動向および市場環境についての分析を表にしたものである。特許庁によると、日本は大多数の技術において、米欧中韓を牽引している。現在は一部の自動車メーター/リアランプ、携帯電話のキー照明、道路用信号機への導入が先行している。今後一般照明や街路灯などへの普及には①総合発光効率の向上、②イニシャルコストの低減、③放熱性の向上などの課題がある。

表 30：日本の技術競争力・産業競争力のまとめ

注目研究開発テーマ	特許出願動向		研究開発動向 (英語論文発表件数)		政策動向		市場環境(世界)	
	近年の動向	米欧中韓との比較	近年の動向	米欧中韓との比較	近年の動向	米欧中韓との比較	近年の動向	世界市場規模
総合発光効率向上	横ばい	優位	増加	米欧より劣位	国の技術開発プロジェクトを実施	戦略的に推進、特に米中韓は国が強力で主導	自動車メーカー/アランブ、携帯電話メーカーへの普及が先行	世界市場は4.57億ドル(2008年)、2015年は10倍との予想
イニシャルコスト低減	横ばい	優位	増加	米欧と同等				
放熱性向上	増加	優位	横ばい	米欧より劣位				

注1) 研究開発動向は、英語論文を対象にしたため、近年増加傾向であるものを含め、日本からの発表件数は米欧に比べて少なく、厳密な意味での国際比較は難しい。

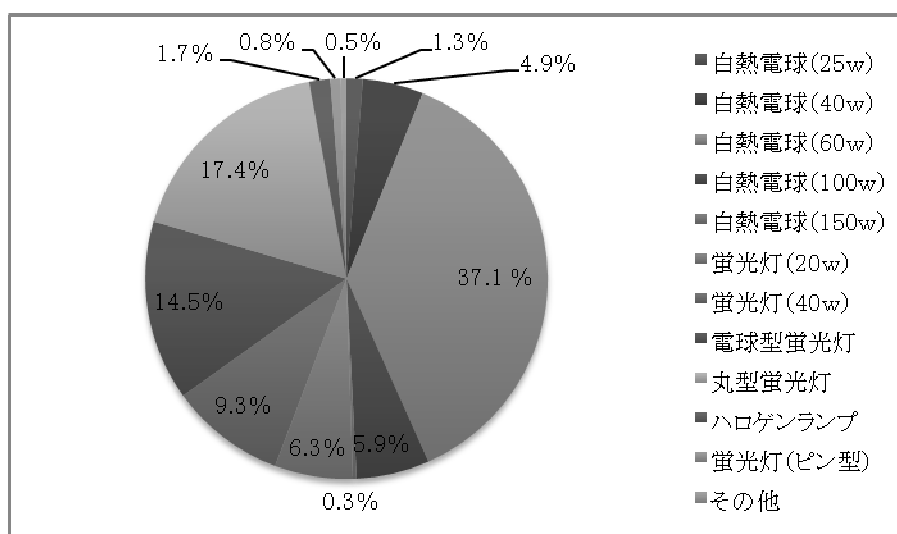
注2) 市場環境については、データの入手が困難であったため、世界の市場環境をまとめた。

国内のLED照明市場においては、様々な業界からの新規参入が相次いでいるが、国内最大手のパナソニック電工は、2015年度までにLED照明事業の売上1,000億円を目指しており、そのうち、海外市場で300億円の売上を目指している。この目標を達成するため、同社は、各国市場別のニーズ特性を把握するためのマーケティング活動とその結果を反映した販売促進を進めている。

3.4.3.4.2 ブラジル照明市場概要

ブラジル照明市場における電球の種類に関するデータ(2005年)によると、図33のとおり、全電球のうち白熱電球(50~150w)が49.5%と大きな割合を占めている。しかし、エネルギー効率の低さから、ここ10年間で急速に市場から消える傾向にある。また、世界的にも白熱電球が廃止する法令ができており、ブラジルでは法案が国会で未だ決議されていないものの、米国と同時期の2013年ごろに廃止される公算が高い。他方、電力消費が少なく多寿命である蛍光灯は過去5年間で毎年20%の成長を見せている。ブラジルにおいて蛍光灯が紹介されたのは2000年の国内の電力危機により消費電力の削減が広く奨励された頃である。当時の省エネ気運の高まりに伴い、白熱電球より割高にもかかわらず、消費者に好調に受け入れられ、現在は48.3%と大きなシェアを誇る。主なメーカーはオランダのPhilips社、ドイツSiemensグループのOsram社である。

図 33：ブラジル照明市場における電球の種類(2005年)



出所：ブラジル国営電力公社 (Eletrobras)、2005年

(1) 公共照明

公共照明はブラジル国内の電力消費の3.4%、年間103億kwh消費しているとされる。公共照明は、市内の景観のみならず、防犯の観点、また夜間における市民生活を補助するために重要なものと考えられている。ブラジル全土で1300万カ所設置されており、地方ごとの内訳は南東部46.21%、北東部21.39%、南部19.15%、中西部9.4%、北部3.85%となっている。現在、公共照明に利用されている電球種類の割合は表61のとおりである。

表 31：公共照明における電球の種類（2008年）

電球種類	個数	割合 (%)
ナトリウムランプ	9,294,611	62.93
水銀ランプ	4,703,012	31.84
混合使用	328,427	2.22
白熱電球	210,417	1.42
電球型蛍光灯	119,535	0.81
メタルハライドランプ	108,173	0.73
その他	5,134	0.03
合計	14,769,309	100

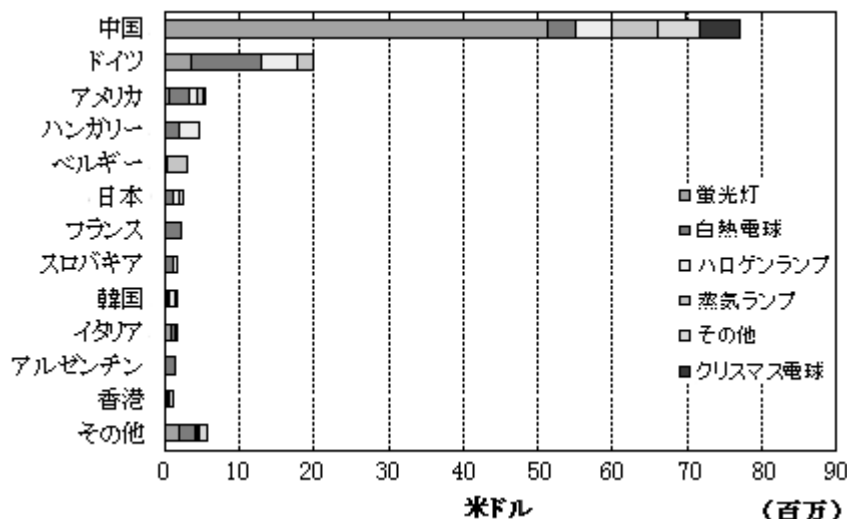
資料：ブラジル中央電力公社 (Eletrobras) 資料、2008年

(2) 電球輸入

ブラジル照明製品輸入協会(Associacao Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação, ABilumi)の推計によると、2006年の年間照明製品輸入額は約13億米ドルであり、そのうち中国からの輸入は77%である。ブラジル国内の白熱電球市場が縮小している中でも中国製

の安い白熱電球は依然多く流通している。一方で日本からの輸入額は約 300 万米ドルにとどまる。

図 34 : ブラジルの照明製品輸入元 (2006 年)



出所：ABilumi（ブラジル照明製品輸入協会）資料、2007年

(3) LED 照明

LED 照明がブラジルの照明市場に登場したのは 2008 年頃である。現在ブラジルにおいて販売されている LED 照明は国内生産されておらず、主にオランダの Philips 社、ドイツ Siemens グループの Osram 社からの輸入製品に頼っている。ブラジルは発光ダイオードの生産技術は保有しているが、LED 照明の生産に利用する段階までは至っておらず、今のところ大学等の研究開発に限られている。現在、LED 照明はブラジル国内において年間 10 億ドルの売り上げを記録しているが、本格的な市場参入は 2015 年以降と予想されている。

3.4.3.4.3 照明に係る省エネルギー政策

ReLuz（国家公共照明・信号機効率改善プログラム）

ReLuzは、PROCELの中の公共照明高効率化プログラムであり、公共照明と信号機に係る電力効率の改善及び都市部における夜間の防犯と生活水準の向上を目的としている。このプログラムは公共照明に係る年間の電力消費量の2.4TW削減とピーク時間に540MWの消費の削減を目的としている。このプログラムにおいては、2005年から2009年までに合計3000万レアルの投資を要し、111万箇所の公共照明の省エネが行われた。これによって、2005から2009年までにピーク時間帯における57MWの電力重要が削減され、24.812億kWhの電力の節約がされた。また、2009年には信号機省エネプロジェクト(Traffic Signal Energy Efficient Project)が開始され、パライバ州ジョアン・ペッソア市で信号機の電球が白熱ランプからLED電球へ交換され、導入電力の90%削減を達成した。

3.4.3.4.4 LED 照明の需要

LED 照明は高価格であるにも関わらず、省エネの観点から主に商業ビル、公共照明（街灯、信号）などでの導入が少しずつ始まっている。自治体においては、前述のパライバ州ジョアン・ペッソア市以外にサンパウロ市近郊のグアルーリョス市で 2,059 ヶ所の信号機に設置されている 5,370 個の白熱電球が LED 照明に交換されている。この計画には 75 万米ドルの投資が必要とされているが、投資コストの回収が 12 カ月間と早期に行えることから計画が実施されている。今後、投資コストが早期に回収できるとの認識が広まれば、他の自治体においても LED 照明の導入が増加すると見込まれる。

また、ブラジルでは、2014 年ワールドカップ、2016 年夏季オリンピックの開催に伴い、インフラ整備などへ総額 300 億米ドルの投資が計画されている。その中でも 2014 年ワールドカップ開催にあたり、国際サッカー連盟（FIFA）の要請により、環境にやさしいサッカー大会を目指す「グリーン・ゴール・プロジェクト」への対応がされる。2014 年ワールドカップの開催場所に正式に決定している 12 都市（ベロオリゾンチ、ブラジリア、クイアバ、クリチバ、フォルタレーザ、マナウス、ナタウ、ポルトアレグレ、レシフェ、リオデジャネイロ、サルバドール、サンパウロ）の試合会場となるスタジアムでは、省エネ技術の導入が計画されている。これらの開催都市では、ほとんどのスタジアムが大規模な改修工事の予定があり、またスタジアムの新設計画が決定している開催地もある。これらの計画において既存スタジアムに多く使用されている水銀灯に替わり、スタジアムの省エネのために LED 照明がスタジアムライトにおいて採用される可能性が高い。したがって、今日本の高性能かつ低消費電力の LED 照明の導入へ大きなチャンスを迎えている。また、導入が実現した場合の広報効果も大いに期待できる。

3.4.3.4.5 技術伝搬を阻害する要因

(1) 価格

ブラジルの照明市場への LED 照明の普及に向けての最大の障害は、価格にあるとよい。60 ワットの白熱電球の価格が平均 2 レアルなのに対し、LED 照明は同じ照度のもので平均 70 レアルと 30 倍以上と高価であることから現在は高いイニシャルコストにより普及にはまだ難しい状況にある。

(2) 日伯双方の情報不足

ブラジルにおいて LED 照明の省エネ基準が未だ確立されておらず、消費者にとって効率性や十分な情報がなく、すぐには購入しにくい状況である。また ReLuz（国家公共照明・信号機効率改善プログラム）において信号機が LED 電球に交換されているが、未だ試験的な段階にある。

一般的にブラジルにおいて日本の電化製品などの品質に対する信頼度は高いが、照明市場においては、オランダの Philips 社、ドイツ Siemens グループの Osram 社に比べ日本企業の認知度、シェアは低い。ブラジルの消費者は自分が認知しているブランドから性能対

価格比の最も良い製品を購入する傾向がある。そのため、日本のブランドの認知度を上げる施策が今後消費者の選択肢に入るブランドとして認知される為に必要である。

(3) 投資リスク

投資リスクに関しては種類が多く複層化している税、手数料による煩瑣な経理・納税事務によるコストアップが挙げられる。ブラジルでは、徴収を行う団体は連邦、州、ムニシピオ（市）であり、このため税金は、連邦税（輸入税（II）、所得税（IR）、工業製品税（IPI）、金融取引税（IOF）等）、州税（商品流通サービス税（ICMS）等）、市税（サービス税（ISS）等）があり、複雑な税制となっている。また、鉄道、道路、港湾、電力、通信などのインフラの未整備がブラジル市場への参入のボトルネックとなっている。

3.4.3.4.6 改善策・政策提言

日本の一般照明用 LED 照明は蛍光ランプ並みの総合発光効率が達成され、価格も 2009 年初めに 1 万円前後であったが、同年夏以降に参入が相次ぎ、一気に 4 千円まで低下し、販売も急速に拡大している。しかし、まだ既存の照明機器より高価格であり、イニシャルコスト負担が高いことから LED 照明普及のための価格低下を実現するためには、既存技術の改良ではなく、基盤的な研究開発を通じた大幅なブレイクスルーが不可欠である。今後、産学官連携によるさらなる研究開発投資、技術革新が必要である。

(1) 日伯双方の情報提供による利用需要の創出、拡大

日本の LED 照明のブラジル市場参入には、情報提供を積極的に行なっていく事が不可欠である。具体的な方策としては、日本製品の見本市・展示会の開催、自治体や企業への積極的な情報提供、広報活動などがあげられる。また、短期的に一般家庭への導入がまだ難しいことから、まずはオフィスビル、商業施設への導入促進を積極的に行い、LED 照明への理解を醸成に努める必要がある。近年の経済成長による中間層の拡大から、一般家庭への普及が進んだ場合、将来的には大きな市場になりうる。将来的にはテレビコマーシャルや雑誌・新聞記事での広告宣伝、小売などの販売現場への重点投資などのプロモーション活動が重要となる。同時に、ブラジル市場の情報等を日本の照明企業への提供することもさらなる普及へ重要となる。

(2) 投資環境の改善

税金の免除や需要を創出するためにブラジル政府の省エネ施策の支援が重要となる。ライフスタイルの変更に向けた省エネ広報等の推進が必要である。

(3) ワールドカップ、オリンピックスタジアムでの LED 照明採用に向けてのトップ外交

ブラジルにおけるワールドカップ、オリンピック開催は日本の LED 照明の導入・普及へ大きなチャンスである。したがって、スタジアムライトとしての採用に向けてトップセールスを通じて積極的に売り込む必要がある。また日本のメーカーへの補助金等金融支援を実施し価格競争力を高めることが重要である。

3.4.4 再生可能エネルギー分野

【概略】

ブラジルが再生可能エネルギーの導入を本格的に開始したのは1970年代の石油危機以降である。石油に過度に依存した供給体制を改善するためにエネルギー源の多様化、再生可能エネルギー開発利用が国家政策として推進された。この取り組みの結果、2009年時点のブラジルの一次エネルギー供給構成は石油37.9%、天然ガス8.8%、石炭4.8%、ウラン燃料1.4%、水力15.2%、バイオマス32.0%となった。すなわち、再生可能エネルギーがブラジルの一次エネルギー供給の47.2%と約半分を占めるようになった。これはOECD加盟国平均7.2%、世界平均12.7%と比べ非常に高い割合である。その中でもバイオマスはブラジル政府の積極的な研究開発投資、政策展開により、現在では世界最大のバイオエタノール輸出国、バイオディーゼル生産国である。しかし、ブラジルのサトウキビ由来バイオマス燃料生産は食糧との競合、環境への負荷などの懸念が示されている。そこで今後は食糧と競合しないセルロース系バイオマス資源を利用する第二世代バイオ燃料生産が期待されている。しかしブラジルの第二世代バイオ燃料技術開発は未だ実証段階にあり、実用化にはさらなる技術革新が必要である。

日本においては「バイオマス・ニッポン総合戦略（平成14年閣議決定、18年改定）」に基づき、バイオマス資源の利活用に取り組んでいる。日本にはバイオテクノロジーなど優れた科学技術の蓄積がある上、生物化学的なプロセスを用いて効率の高いバイオマスの変換技術が開発されていることから、世界に先駆けた画期的な技術の実用化が期待される。したがって、今後期待される第二、第三世代バイオ燃料技術の実用化に当たっては、日本の優れた先進的な科学技術が重要な役割を担うことができる。またバイオマス技術はバイオプラスチックの製造、廃棄物等を利用したバイオマス発電など周辺技術への応用が可能であることから、この分野における技術発展は、将来的な技術開発につながる基礎研究の推進や新たなビジネスモデルの創出の促進に寄与する。またブラジルと再生可能エネルギー分野において協力関係を築くことは、日本のエネルギー安全保障の確立においても重要である。したがって、ブラジルとは戦略的に関わっていくことが重要であり、そのためには人材・技術交流を進めることが必要である。また、アジア諸国においてもバイオマス燃料の導入を国策として取り組んでいることから、ブラジルと共同研究開発を実施し、実績を積むことは将来バイオマス関連産業が日本の競争力ある戦略的産業としての発展に繋がると期待される。

本節ではブラジルのバイオマス燃料分野を概観し、その優位性や経済性について言及したうえで今後の共同研究の実施可能性について検討する。また、日本の技術伝播を阻害する因子を抽出し、改善策の提示を試みる。

3.4.4.1 バイオマス燃料

(1) エタノール

ブラジルで生産されるエタノールの原料はサトウキビである。表 62 が示すとおり、サンパウロ製糖協会（UNICA: União da Indústria de Cana-de-Açúcar）によると 2008/09 年におけるサトウキビ生産量は 5.69 億トンであり、対前年度比の 14.8%の伸びとなっている。

2009 年時点における世界のエタノール生産量は 739 億リットルであるが、ブラジルはこのうち 249 億リットルと世界の生産量の 37.7%を占める、米国に次いで世界第 2 位の燃料用エタノール生産国である。輸出力は毎年増加傾向にあり、2008 年度の輸出力は 50.5 億リ

ットルであった。主な輸出先は米国（29.7%）、オランダ（26.0%）、ジャマイカ（8.5%）、エルサルバドル（7.0%）、日本（5.1%）である。

エタノール生産はブラジル中央部、南西部に集中しており、2005年以降のブラジルのエタノール生産の90%を担っている。その中でもサンパウロ州は国内の60%のエタノール生産を行い、次いでパラナ州（8%）、ミナスジェライス州（8%）、ゴイアス州（5%）が主な生産地である。サトウキビを原料とした砂糖・エタノール生産（サトウキビ栽培、収穫、砂糖・エタノール製造、品質管理）は法人である工場（USINA）が独自に一貫して行うことが多い。国家社会経済開発銀行（BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social）によるとブラジルには2008年時点で387の砂糖・エタノール工場が登録されている。そのうちエタノール専用工場は35%、砂糖専用工場は5%であり、一方で砂糖・エタノール双方の生産施設を有する工場は60%にも上り、多数を占めている。ブラジル農務省国家食料供給公社（CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento）によると、08/09年度の収穫において生産されたサトウキビの仕向け量は44%が砂糖、1%が酒精飲料、55%がエタノール生産とされている。

エタノールは主に道路、一部が鉄道によって国内に配給されている。無水エタノールは純ガソリンに混合されるため、ペトロブラス社を始めとする主要な石油企業に直接大部分が売られており、含水エタノールは多くの大・中・小規模の石油企業が工場から買い取り、それをガソリンスタンドへ配給している。

表 32：ブラジルにおけるサトウキビ、砂糖生産量及びエタノールの需給の推移

	05/06年度	06/07年度	07/08年度	08/09年度	09/10年度
1) サトウキビ					
作付面積（千ヘクタール）	5,815.0	6,390.0	7,086.0	8,211.0	9,674.0
生産量（百万トン）	387.4	425.5	495.7	569.1	—
2) 砂糖（百万トン）					
生産量	25.9	29.9	31.0	31.1	—
3) エタノール（百万リットル）					
生産量	15,800.0	17,860.0	22,390.0	27,200.0	28,450.0
無水	8,020.0	8,225.0	8,070.0	9,350.0	8,500.0
含水	7,780.0	9,635.0	14,320.0	17,850.0	19,950.0
輸入量	0.2	3.8	0.5	3.6	3.5
総エタノール供給量	16,485.2	17,913.8	22,255.5	26,858.6	28,208.5
国内需要	13,835.2	14,203.8	18,970.5	22,053.6	24,503.5
輸出量	2,600.0	3,845.0	3,630.0	5,050.0	3,700.0
総エタノール消費量	16,485.2	17,913.8	22,255.5	26,858.6	28,208.5

注：市場年度はその年の5月から次の年の4月までである。

出所：米国農務省（USDA）、サンパウロ砂糖協会（UNICA）、ブラジル農務省（MAPA）、ブラジル地理統計院（IBGE）

(2) バイオディーゼル

ブラジルは世界最大のバイオディーゼル生産、消費国である。ブラジル石油・天然ガス・バイオ燃料監督庁（ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis）によると2008年の生産量は12億リットルであり、2009年1月時点で37億リットルの設備容量を誇る。しかし生産は主に国内市場向けであり、中期的にも主要な輸出産業に成長するとは考えられていない。国内需要は植物性油を原料とするバイオディーゼルの石油ディーゼルへの3%混合義務化によって大きな影響を受ける。

バイオディーゼルの原料は生産される地域によって異なり、北部ではヤシ油、北東部ではとうもろこし油、中西部では大豆油が利用されている。

ブラジルにおけるバイオディーゼル生産促進は石油に代わるエネルギー源としての役割を超えて、開発が遅れて貧困や社会格差など重大な社会問題を抱える地域に産業を興し、植物油の生産者、特に小規模な家族農業従事者の所得の向上につながっている。

3.4.4.2 エネルギーセクター管轄省庁・役割

エネルギーセクターを管轄する省庁は、鉱山エネルギー省（MME, Ministério de Minas e Energia）であり、国の政策、関連法案の策定を行っている。ブラジル石油・天然ガス・バイオ燃料監督庁(ANP) は1997年の石油法（法案第9478号）によって設立され、エネルギーセクターの規制、執行機関である。バイオディーゼルにおいては農業開発省(MDA: Ministério do Desenvolvimento Agrário)が原料作物生産を行う農家に対し各種振興措置を行っている。

3.4.4.3 ブラジルの科学技術・イノベーション政策

現在のブラジルのバイオ燃料における強い競争力は、長年国家が中心となり研究開発を推進してきたことによるものである。ブラジルにおける科学技術の基礎研究や研究開発は、国家や公的機関、国営企業、国立大学が主に担ってきた。ブラジルの科学技術政策・戦略を決定する最高機関は科学技術審議会である。科学技術省（MCT: Ministério da Ciência e Tecnologia）は国の科学技術・イノベーション案件を総括管理する。科学技術省管轄下には企業研究融資機関(FINEP: Financiamento de Estudos e Projetos)（1967年）や科学技術審議会（CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico）（1951年）などがあり、研究機関への資金援助を行ってきた。1970年から1980年代は国内産業の保護主義の色彩が濃く、国営石油公社ペトロbrasをはじめ、国営航空機メーカー・エンブラエル社など国営企業が外資規制や公共投資により手厚い支援を受けた。しかし、1990年代の経済自由化に伴い、政府により私企業による研究開発を支援する政策が実施された。2003年には科学技術省(MCT)が主体となり、工業技術貿易政策 (PITCE: National Policy on Industry, Technology and Trade)、生産開発政策 (PDP: Policy for Production Development) を策定し私企業によるイノベーション活動を推進した。また商工開発省所管の国家社会経済開発銀行 (BNDES) はイノベーションを戦略的優先課題として据え、企業に対し長期融資など資金

面の支援を行った。私企業による研究開発・イノベーションを奨励する仕組みのための法整備に関しては、イノベーション法（法案第10,973/2004号）、グッドウィル法などが制定された。1990年以降の経済自由化により研究開発が民間セクターに委ねられるようになり、産業の国際競争力の獲得につながった。

現在バイオ燃料に係る研究開発は大学や国営石油公社ペトロブラス所管研究所、農牧畜研究公社（EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária）、国立バイオエタノール科学技術研究所（CTBE: Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol）などがネットワークを組んで行っている。

3.4.4.4 バイオマス燃料政策・制度

ブラジルのバイオマス産業は、1925年のエタノール燃料を利用した自動車走行実証実験以降、上述の科学技術・イノベーションシステムの下で先進的な技術を蓄積してきた。以下、エタノール、バイオディーゼルに係る政策・制度の変遷を記述する。

(1) エタノール

ブラジルでは1929年の国際砂糖価格急落以来、1931年のガソリンへのエタノール混合義務化や大統領令 22,789/1933 による砂糖・アルコール院（IAA: Instituto do Açúcar e do Alcool）を設立など、砂糖・アルコール市場への市場介入を開始した。ブラジルが本格的にエタノール生産に着手したのは1973年の第一次石油危機以降である。当時、76.9%と原油輸入に過度に依存した供給体制を改善すべく、ガソリンの代替燃料としてサトウキビを原料とし生産されるバイオエタノールの導入・普及が促進された。

ブラジル政府は1975年にバイオエタノールの国内生産の拡大、需要促進を達成するために国家アルコール政策（PRO-ALCOOL）を実施した。国家アルコール政策により、生産者介入価格および消費者売渡価格の固定がIAAによって行われ、低利融資制度により、新規増設工場設立が促進された。また、国営石油企業であるペトロブラスに対してバイオエタノールの販売独占および一部流通独占権が与えられた。1980年以降は含水エタノール100%で走る純エタノール対応車に対する優遇税制措置などが適用され、純エタノール対応車の需要および含水エタノールの需要は増大し、バイオエタノールの生産量も1975年の55.6万キロリットルから1989年の1,192万キロリットルへと増大した。

しかし、1980年代の債務危機を経て、世界銀行やIMFが推進する構造調整により、1990年にIAAが廃止され、燃料価格、販売および輸出の自由化が行われた。その結果、長年政府によって行われてきたバイオエタノール・砂糖市場への介入が大きく緩和され、現在、残された規制は農務省令554号に基づくガソリンへの無水アルコールの25%混合を義務付ける措置である。

(2) バイオディーゼル

・バイオディーゼル生産・利用国家プログラム（PNPB）

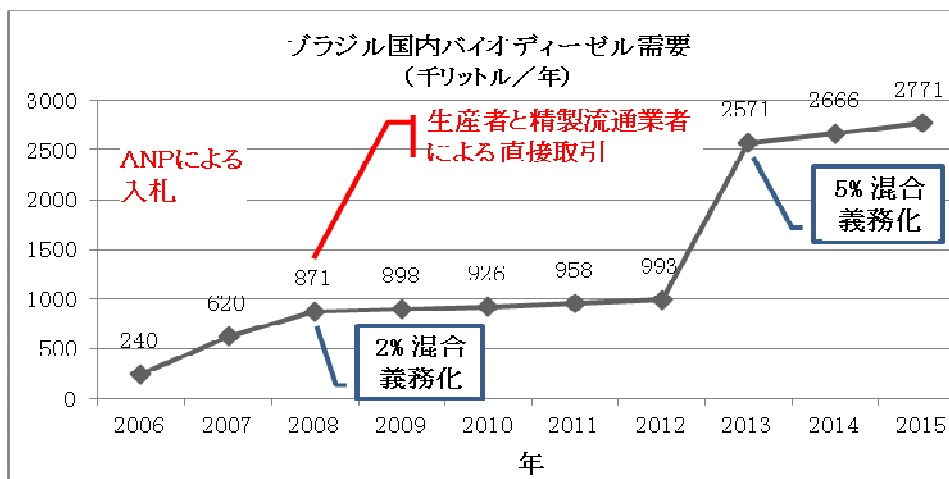
ブラジルでは2004年のバイオディーゼル生産・利用国家プログラム（PNPB: National Program

on Biodiesel Production and Use) の実施によってバイオディーゼルの国内導入・普及が開始された。2005 年にはバイオディーゼルの燃料利用を認め、また、法令第 11097/2005 号により、バイオディーゼルの石油由来のディーゼルに 2%混合することが許可された。2008 年以降は同割合の混合を義務化し、2013 年以降は 5%へ引き上げる計画である。ブラジル石油・天然ガス・バイオ燃料監督庁 (ANP) による入札制度は 2008 年の混合義務化以降は廃止され、エタノールと同様にバイオディーゼルも価格自由化へ移行される予定である。ブラジル連邦石油公社ペトロブラスは政府の混合義務化制度によりバイオディーゼル需要は 2008 年の 87.1 万リットルから 2015 年までに 277 万リットルに達すると予想している。

・バイオディーゼル投資支援プログラム

国家社会経済開発銀行 (BNDES) は2004年にバイオディーゼル振興措置として、バイオディーゼルにかかわる投資案件の80%~90%を上限とする低利融資制度を施行した。同融資は農業用機材購入など、バイオディーゼルの生産に関わる全てのプロセスを融資対象としている。また、農業開発省による家族農業強化プログラム (PRONAF: Programa Nacional de Fortacimento da Agricultura Familiar) においてバイオディーゼル原料の栽培への融資制度も設置された。税金優遇措置に関しては、法令第5.297号及び暫定措置227号により、バイオディーゼル生産に係るPis/Pasep (社会統合計画/国家公務員資産形成計画)、及びCofins (社会保障制度分担金) の減税措置が実施された。さらに、東北及び半乾燥地帯の家族農業者が原料のとうごま、ヤシ科 (デンドエなど) の種子をが生産した場合は、Pis/Pasep 関連税額が免除される。

図 35 : ブラジル国内バイオディーゼル概要



出所：ペトロブラス (Petrobras)

3.4.4.5 ブラジルのバイオマス燃料技術の優位性と開発研究動向

(1) エタノール生産技術と経済性

サトウキビの生産性は1977年に88%であったが、2003年には95～98%まで向上し、発酵効率は17%増加し、また現在はエタノールの生産効率が92%まで達する製造所がほとんどである。

また、ブラジルのサトウキビ由来エタノールは世界的に他の主要エタノール原料に比べ、エネルギー効率も高く、生産コストが高いことも特徴である。ブラジル国際貿易・交渉研究所 (ICONE, Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais) によると、エタノール生産における原料のエネルギー効率 (産出/投入比) はてん菜が1.9、トウモロコシが1.3～1.8、小麦が1.2であるに対し、サトウキビが8.3である。また、生産コストにおいてもブラジルのサトウキビ由来エタノールの生産コストは1リットルあたり0.22米ドルである一方、米国のトウモロコシ由来エタノールは0.3米ドル、カナダのトウモロコシ由来エタノールは0.33米ドル、EUのてん菜由来エタノールは0.53米ドル、EUの穀類由来エタノールは0.45米ドルであり、高い優位性を有する。

今後のエタノールの生産においてもブラジルは広大な未利用の可耕地を有していることから、さらなる生産の拡大が可能とされる。表63が示すようにエタノール生産用サトウキビの作付面積は340万ヘクタールと総耕地の1%程度の土地で生産されている。今後の砂糖およびエタノールの生産と貿易の見通しに関して、ブラジル砂糖・エタノール製造者団体 (UNICA) は、2016年までにサトウキビ生産量を5.6億トン、国内向け砂糖生産を1100万トン、輸出向け砂糖を2990万トン、国内向けエタノールを348億リットル、輸出向けエタノールを121億リットル、にそれぞれ増産する意向である。

表 33 : ブラジルの土地利用概況

(単位：百万ヘクタール)

ブラジル国土面積	851.0		
総耕地面積	354.8	国土面積比	総耕地面積比
1. 農耕地 (作付面積)	76.7	9.0%	21.6%
大豆	20.6	2.4%	5.8%
トウモロコシ	14.0	1.6%	3.9%
サトウキビ	7.8	0.9%	2.2%
エタノール生産用サトウキビ	3.4	0.4%	1.0%
オレンジ	0.9	0.1%	0.3%
2. 牧草地	172.3	20.2%	48.6%
3. 未利用の可耕地	105.8	12.4%	29.8%

出所：ブラジル砂糖・エタノール製造者団体 (UNICA)

(2) バイオディーゼル生産技術と経済性

バイオディーゼルに対する政府の支援は、社会的な側面があり、小規模家族経営生産者によって栽培された大豆を使用するように推奨することによって農村部の雇用を創出することに焦点を当てている。その為、先進的な技術の採用が困難であった。また、バイオディーゼルがブラジルのエネルギーマトリックスに導入されたのが2005年と比較的最近であることから、いまだ生産技術が未熟である。しかし、最近ではアブラナ、オオテンゲヤシ、デンデ（ヤシ科）、ババースーナツ（ヤシ科）、落花生など他の原料を利用した生産の開発研究が行われているが、未だ生産量が低く、不安定である上、コスト高であることから、本格的な生産体制は短期的には難しいと考えられる。

ブラジル政府はバイオディーゼル支援プログラムの枠組みにおいてヒマの種子を利用した接着剤、化粧品、潤滑剤、染料を生成への支援など、原料作物を利用した高付加価値の副産物の生産の支援をも行っている。また、技術開発に関しても研究機関への投資を積極的に行っている。

(3) 第2世代バイオ燃料技術

現在ブラジルで生産されているサトウキビなど糖質の多い農作物を発酵させて製造するエタノールは「第一世代バイオマス燃料技術」と称されている。しかし、食料との競合問題を解決するため、木材、牧草、もみ殻等の食料と競合しないセルロース系原料を用い、その製造技術も発酵のみならず、新たな酵素を触媒として活用する全く新しい化学技術によってバイオ燃料を製造する「第二世代（次世代）バイオ燃料技術」の研究開発が進んでいる。

現在、第二世代バイオ燃料の実証実験が進められているが、商業ベースの利用に向けては革新的な研究成果が必要とされる段階にある。企業研究融資機関（FINEP）は大学などの教育機関・研究機関に対し積極的に研究開発投資を行っている。2011年から2013年まで6億米ドルの投資を行う予定である。

3.4.4.6 バイオマス燃料の市場性と今後の動向

(1) 国際的な投資動向

世界的に見ても、バイオマス燃料への注目度は非常に高まっている。米国では2009年にオバマ大統領の署名により「2009年米国再生・再投資法（ARRA, American Recovery and Reinvestment Act of 2009）が成立し、約800億ドル以上がエネルギー分野に割り当てられ、その内、約720億円がバイオリファイナリーの実証・商業化支援等を含むバイオマスプログラムに投資された。

欧州委員会（EC）においては、2008年にバイオマス燃料、再生可能燃料の利用促進に関する指令2003/30を改定し、2020年までに一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を10%、エネルギー市場におけるバイオマス燃料のシェアを最低20%にする目標を設定した。また、EU加盟各国にバイオマス由来燃料、再生可能燃料の導入目標の設定を

義務づけている。さらに、今後、4年間で5200万ユーロの研究開発投資計画を2010年に発表した。これはイノベーションフレンドリーな市場の構築を目的とする「リード・マーケット・イニシアティブ」に沿ったものであり、20カ国から81の大学、研究機関、企業がさらに2800万ユーロを投資する計画である。今後更に研究開発投資の拡大とともに、産学官の連携の強化、国境を越えた研究者の相互交流を通し、研究開発をグローバルに進める方針を固めている。また2005年に発表された「行動計画」(Biomass Action Plan)においては税制優遇措置、バイオ燃料混合比率に関する規制、自動車産業への働きかけなどが盛り込まれている。

上述の通り、各国政府において地球規模の環境問題・温暖化およびエネルギー問題に対応するため、バイオマス燃料技術開発、利活用への取り組みが広がっている。しかし、中長期的なブラジルのサトウキビ・砂糖・エタノール複合経済の成長を検討する際に原油価格の動向に留意する必要がある。

(2) ブラジルにおける取り組み

ブラジル国営石油公社のペトロブラスは中南米最大の石油会社であるが、近年において最大のバイオ燃料供給者としても注目される存在になってきた。ペトロブラスは、2013年までに45億米ドルをバイオマス燃料(エタノール、バイオディーゼル)に投資し、輸出量も現在の約4.2倍の42億リットルに増やす考えである。そのなかでも24億ドルをエタノール生産に投資する見込みである。その中でも重点的に第2世代バイオ技術の開発に取り組み姿勢である。また、同社は17億ドルの投資を要し、2013年までに少なくとも8つの工場の建設を予定している。ペトロブラスは長年蓄積されたバイオ燃料技術、輸送経路などを所有していることから、共同事業・研究を実施することは日本企業国際競争力の維持・向上、バイオ燃料資源の開発・取得を促進するものである。

また、ペトロブラスは輸出強化のため、外資系企業との合弁開発も積極的に行っている。伊エネルギー大手のENI(伊炭化水素公社)やスペインのHemertik社とはヨーロッパ向けのバイオディーゼル生産および輸出販売の共同事業を、NNPC(ナイジェリア国営石油会社)とはナイジェリアの燃料エタノールプログラム実施支援や技術協力を、ポルトガル再生可能エネルギー大手のMartiferやエネルギー大手のGALPとはブラジルでのバイオディーゼル生産工場の共同設立を、また南アフリカ省の下部機関であるCEF(Central Energy Fund)とは燃料エタノールプログラム実施へ協力に向けた協力協定(MOU)を締結している。

日本との関係においては、ペトロブラスは日本の市場への本格的な参入を目指し、下表が示す通り、現在までに技術開発や事業の協力に関する覚書が7件も締結している。

また、ペトロブラスは2007年11月、日本の南西石油株式会社(本社 沖縄県)を買収し、今後、南西石油を日本とアジア地域への進出拠点として活用しようとしている。南西石油でブラジルのエタノールを混合した燃料を加工して、日本国内の独立系ガソリンスタンドに供給することも計画している。

表 34 ペトロブラスと日本企業との協力関係 (MOU)

企業名	覚書終結年度	概要
豊田通商	2010	ペトロブラスの子会社とバイオエタノールの長期引取契約を締結。2012年から10年間にわたって合計約140万キロリットル、700億円分のサトウキビ由来のバイオエタノールを引取り、全量を豊田通商が行うバイオPET事業の原料とする。
サッポロビール	2009	セルロース系資源(サトウキビの搾りかす)からバイオ水素生産の実証試験を実施。次世代エネルギーの実用化に向け、先端技術による共同研究を実施。
東京電力株式会社	2009	ペトロブラス社とエネルギー資源および電力事業の分野における情報交換、人的交流での協力をを行う。
日本貿易保険 (NEXI)	2008	NEXIとペトロブラス社による協同事業を促進するため、今後の進展が見込まれる石油・天然ガス・バイオ燃料関連のプロジェクトを対象として、両者間で情報交換を行う。
JBIC 国際協力機構	2007	ブラジル及び第三国でのバイオ燃料製造・販売事業に対して、日本向け輸出を将来の目標として、プロジェクトへの金融面での協力や実施状況等についての情報及び意見交換のために、両者間で定期的に協議を行う。
三井物産	2006	日本向けバイオエタノールの生産及び輸出版事業化調査を実施する合弁会社の設立。出資比率はそれぞれ50%。南西部マット・グロッソ州と中部ゴイアス州、南東部ミナス・ジェライス州で日本向けを最優先とする輸出専用のバイオエタノール生産工場の建設計画が進んでおり、年間計百万キロリットルの生産を開始する予定。
伊藤忠商事	2005	サンパウロ州に既設稼働中のヘヴァッピ (REVAP) 製油所 (精製能力日量25万バレル、同国第3位) について、1. 重質油精製能力の拡充、2. 環境対策強化に対応したディーゼル・ガソリンの改質を目的とし、三井物産とともに特定目的会社を設立。

出所：プレスリリースを元に筆者作成。

上記の通り、ペトロブラスはブラジルのエタノールの海外輸出に積極的に取り組んでおり、バイオ燃料の一大輸出産業への成長を牽引している。また、ブラジルのエタノール輸出の最大のボトルネックである脆弱な物流インフラの解消のため、ペトロブラスは2007年2月に三井物産とブラジルの建設グループであるカマルゴコヘイヤ社 (Construcoes e Comercio Camargo Correa S.A) とともに新たな輸送経路を確保のためにパイプラインシステム「エタノール輸出回廊」 (Ethanol Export Corridor) の協同事業実施の覚書を締結した。この計画により、ブラジル中部のゴイアス州セナドールカネードのターミナルからサンパウロ州のパウリーニャ製油所の燃料流通ターミナル基地を通り、リオデジャネイロ州のサンセバスチャン市のマリンターミナルに接続する800kmのパイプラインの建設が着工している。また、ティエテ・パラナ水路からパウリーニャ製油所の燃料流通ターミナル基地へ接続するパイプラインの建設も始まっている。この新規輸送経路構築により、2012年までに輸出能力を年間80億リットルに増強し、南アフリカ、韓国、日本への輸出を計画している。

3.4.4.7 研究協力ニーズ

ブラジルから第二世代バイオマス燃料技術開発分野での日本に対する研究協力の期待がある。研究協力ニーズのある技術分野は①原料農産物の開発、②原料の収集運搬効率化、③有効な培養前処理技術の開発、④変換プロセスの開発、⑤持続可能型バイオマス資源創出技術の開発である。最優先分野としてバイオ燃料を大量に生産できる作物を開発があげられる。大規模原料収集システムに関しては、山から木を安く下ろす方法、稲わらを効率よく集める機械等の開発がバイオ燃料の効率的な生産には重要である。中長期的なニーズとして前処理技術、転換技術の効率化があげられる。前処理技術に関しては、酵素や菌を用いた技術の開発が期待されている。エタノール変換技術においてはリグノセルロース系バイオマス酵素糖化プロセスの効率化が課題となっている。バイオディーゼルに関しては、大豆やヤシを利用した生産技術研究、植物油のエステル化による生産、廃棄物系バイオマスのバイオディーゼル燃料化に関する研究も注目されている。農業残渣（vinasse）を利用したバイオ燃料生産（バイオガス、高度コージェネレーションシステム）も複数の研究機関によって開始されている。今後はパイロットプラントの設立を含む協力が期待されている。バイオ燃料生産のサステナビリティに係る究においては、バイオ燃料の標準化や生産の持続性（サトウキビマッピング）、乾燥地を利用した原料作物の生産技術が注目されている。

3.4.4.8 政策提言

(1) 産学連携による次世代バイオ燃料技術革新の促進

日本においてもセルロース系バイオマス資源によるエタノール発酵技術の開発、実用化に引き続き取り組んでいくことが重要である。官民一体となった戦略的な研究開発の継続がますます重要であると言える。また、現在エタノールの貿易は量から行っても減敵的であり、今後の更なる貿易拡大には、グローバルな市場形成が重要である。両国間の協力を進めることで、アジアのみならずグローバル市場の形成に向けた取り組みを模索することが可能になる。

(2) 日本とブラジルの大学・研究機関との共同研究推進

日本の高等教育機関との共同研究においては、産業総合研究所とリオデジャネイロ大学のセルロース系原料からのエタノール生産に関する共同研究行っている。独立行政法人科学技術振興機構（JST）は「戦略的国際科学技術協力推進事業」を通じて日伯両国間においてバイオマス資源研究交流を行っている。このような研究交流をさらに推進することにより、日ブラジル間の科学技術分野における協力および日本の科学技術の将来の発展に資するものである。

(3) バイオマス燃料の持続的な生産・利用についての国際的な基準策定の検討への参画
EUや2005年のサミットにおいてバイオ燃料の持続可能発展を図ることを目的として設置

された GBEP (Global Environmental Partnership) 等では、持続可能なバイオ燃料の生産・利用について評価基準等を定めることとしている。日本においても、こうした議論を注視しつつ、バイオ燃料の生産・利用時の生態系への影響を充分配慮しつつ進めていくことが必要である(経済産業省資料引用)。ブラジルとの連携を進める中で、こうした欧米とブラジルの間で進んでいる基準策定に向けた動きをしっかりとフォローしておくことが必要である。

(4) 農業技術普及のための政府開発援助の枠組みでの支援

バイオマス燃料の持続可能な生産のためには原料を生産する農業技術の向上が不可欠である。サンパウロ州では機械化が50%であり、今後も生産技術の向上を推進する必要がある。これらの課題解決に対処し、ブラジルとともにバイオディーゼル生産を通じた地域開発モデルを確立し、知見と「good practice 事例」を蓄積することが必要である。今後の日本の高い技術力、経験を活用しブラジルのバイオマス燃料分野に向けて支援を実施することは、バイオマス燃料の供給安定化、経済性の向上だけでなく、日本の地球環境問題解決への取り組みに寄与するものである。また、農村部に対し支援をすることはブラジルにおいて雇用を創出するだけでなく、地域経済やひいてはブラジル国経済の発展に寄与し、二国間関係強化の一助になることが期待される。

3.5 中国環境技術市場と動向

2007年、中国は二酸化炭素（CO₂）など温室効果ガスの世界最大級の排出国になり、その動向に世界的に注目が集まっている。大国として国際社会への責任及び貢献が一層強く問われる中国政府は、気候変動に対処するための政策や措置を急ピッチで進めている。2009年にコペンハーゲンで開催された国連気候変動枠組条約第十五回締約国会議(COP15)では、中国は2020年のGDP単位当たりのCO₂排出量を2005年比で40-45%削減する自主行動目標を提出した。それを受けて、中国国内では低炭素経済の概念や循環経済⁷、低炭素社会作りへの関心が高まりつつある。2011年に始まる第十二次五ヵ年計画では低炭素経済成長モデルへの転換を促すことが一つの柱となっている。その目標を達成するために、中国は省エネ、新エネ、林業、低炭素都市プロジェクトなどの領域にさまざまな取り組みを進めている。

3.5.1 中国における環境問題

1978年の改革開放以来、中国経済は右上がりの成長を遂げてきた。特に、「社会主義市場経済」の目標をはっきりした1990年代半ば以降、経済成長は顕著である。1990-2008年までに年率9%の成長を遂げ、名目GDPは13倍までに増した。「世界の工場」となった中国は長期に亘って石炭、石油を大量消費した結果、また経済成長経済一辺倒の路線のため、深刻な環境問題に直面してきた。

今の中国には大気汚染、水質汚濁、土壌汚染のような従来型の公害問題からダイオキシン、環境ホルモン等の化学物質による新しいタイプの環境問題、さらには砂漠化や黄砂問題のような地域特殊的な問題から、CO₂の排出、省エネ、気候変動への対応というようにありとあらゆる環境問題がそろっているので、「環境問題のデパート」（小柳 2010）と言われている。

汚染は大気、水、土壌などあらゆる分野に及んでいる。一部地域での環境汚染は、既に国民の生命を脅かすほどのレベルに達している。中国国家環境保護総局は、毎年200万人以上のがんによる死亡者のうち、70%は環境汚染と何らかの関係があるとしている。また、中国全土では、環境汚染が原因と疑われるがん患者が集中する地区、いわゆる「がんの村」が点在しているが、メディア等で取り上げられているのは、被害が顕在化した地域のみである。

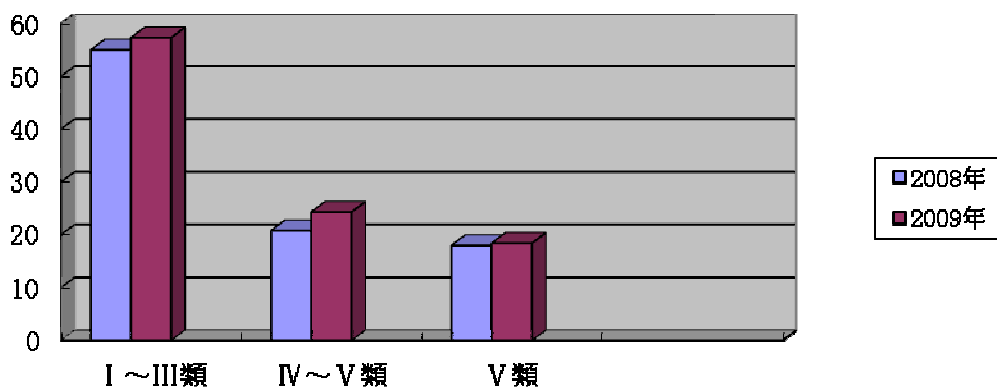
中国の水問題に関しては、温暖化と降雨量の減少という中で水資源に対する過剰開発が行われている。その弊害としては、河川の断流、湿地の委縮、地下水位の下降による井戸の廃棄と泉の枯渇、地盤沈下と地表割れ、地表植生の破壊と土壌の砂漠化、さらには沿海部における海水の浸透など、一連の生態環境問題が顕著になってきている。より広範囲

⁷ 2008年8月29日に「中華人民共和国循環経済促進法」が公布され、2009年1月1日に施行された。

に及ぶ深刻な事態は、大規模な工業化、地域利益至上主義による汚染工場の垂れ流しなどがもたらした水質の汚濁であるという指摘もある（張 2009）。現在、40%の中国の主要な湖や貯水池は工業・農業の排水の悪影響で使用できない状況である。

2010年5月に公布された『中国環境状況公報』（2009年）では、地表水の水質状況について、2009年七つ水系（陽子江、黄河、珠江、松花江、淮江、海河、遼河）は軽度汚染であると発表された。七つ水系Ⅰ～Ⅲ（きれいな水質）水質断面の比例は、57.3%、Ⅳ～Ⅴ（工業用水に使用可能な汚染水と農業用水に使用可能な汚染水）類は、24.3%、劣Ⅴ類（何にも使えない汚染水）は18.4%である。2008年（Ⅰ～Ⅲ類は55%、Ⅳ～Ⅴ類は18%、Ⅴ類は20.8%）に比べ、水質が若干改善した傾向が見られる（図36）。

図36： 2008年と2009年七つ水系の水質断面の変化状況



資料の出所：『中国環境状況公報』（2008年、2009年）

2009年、中国全土の廃水排出総量は589.2億トンであり、2008年の572億トンより3%増加した。COD化学的酸素要求量は1277.5万トン、2008年より3.3%下落した、アンモニア性窒素排出量は122.6万トン、2008年より3.5%減少した。

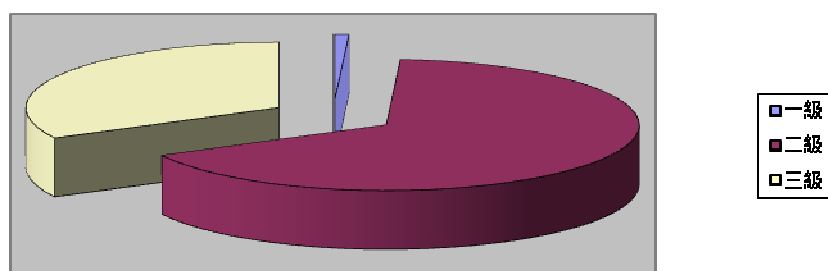
表35： 2006年～2009年に中国全土廃水と主要汚染物質の排出量の変化

廃水排出量（億トン）			COD（万トン）			アンモニア性窒素排出量（万トン）		
合計	工業	生活	合計	工業	生活	合計	工業	生活
536.8	240.2	296.6	1428.2	541.5	886.7	141.3	42.5	98.8
556.8	246.6	310.2	1381.8	511.1	870.8	132.3	34.1	98.3
572	241.9	330.1	1320.7	457.6	863.1	127	29.7	97.3
589.2	234.4	354.8	1277.5	439.7	837.8	122.6	27.3	95.3

出典：『中国環境状況公報』（2009年）より

一方、中国全土の都市の空気の質は全体的に良好であり、2008年より改善している。ただし、一部の都市の汚染状況は楽観的ではなく、酸水の汚染は比較的に厳しい。2009年全国612の都市に環境空気質量の観測を行った結果、一級基準を達成した都市は26都市(4.2%)、二級基準を達成した都市は479都市(78.3%)、三級基準を達成した都市は99都市(16.2%)、劣三級基準の都市は8都市(1.3%)となった。

図 37 : 2009年重点都市の空気質量の級別の比例



出典：『中国環境状況公報』（2009年）

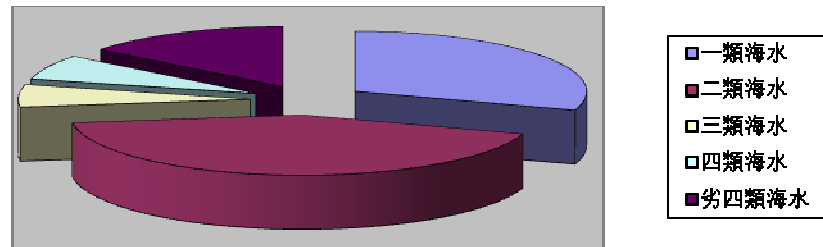
表 36 : 2009年全国酸雨の発生状況の統計

酸雨の発生頻率	0	0~25%	25%~50%	50%~75%	>75%
都会の数(個)	230	94	62	49	53
比例(% \forall)	47.1	19.3	12.7	10	10.9

出典：『中国環境状況公報』（2009年）

中国全土の近海海域の水質については、2009年は全体的に軽度汚染となっており、2008年と比べ、著しい変化が見られない。2009年、近海海域の観測面積は279,940平方千メートル、そのうち、一類、二類の海水面積は213,208平方千メートル、三類は18,834平方千メートル、四類、劣四類は47,898平方千メートルである。

図 38 : 2009 年海洋地域における水質の類別



出典：『中国環境状況公報』（2009年）

さらに、水不足という問題は中国にとって大きな問題である。今、中国では 300 都市で水不足であり、中でも 110 都市は水不足の問題が大変厳しい。水不足の地域は主に中国の華北、東北、西北と沿海地域である。2010 年以降、中国は厳しい水不足の時期に入る。専門家の予測によると、2030 年まで中国の水不足は 600 億立方メートルに達することになる。

また、自動車の普及、発電場や工場の増加に伴い、エネルギー消費と大気汚染物質の排出量が増大している。特に、中国は「石炭が豊富で、石油が不足、ガスが少ない」というエネルギー構造であるため、石炭の使用が全エネルギー構成のうち 70% と突出して高く、さらに石炭の 8 割は原炭のまま燃焼されていた。このような現状により、これから引き続き深刻な環境汚染を引き起こすことになる。例えば、2009 年観測された 488 都市のうち、酸性雨が観測されたのは 258 都市、52.8% を占める（2010 年 6 月 7 日に公布された『全国環境統計公報（2009 年）』）。2007 年に中国は米国を超えて、温室効果ガスの最大排出国になった。

中国の環境問題とエネルギー問題は、国内にとどまらず、アジア地域や地球規模に影響を及ぼしている。中でも懸念されるのが気候変動問題である。中国のエネルギー効率が極めて低いため、2007 年時点で世界第 1 位の二酸化炭素の排出大国となった。

現在の中国の状態は、日本が 120 年にわたる公害・環境問題の歴史をわずか 2~30 年で経験し解決しようとしていることである（杉本 2008）。日本は、19 世紀に発生した足尾鉍毒事件をはじめ、高度成長期（1955 年~1973 年）に多発した、水俣病、四日市ぜんそく、光化学スモッグ等の公害病などの公害・環境問題に直面してきた歴史がある。そして、今の日本の感覚からすると驚くべき、また、許されざるべき事態が進行している「がん村」は実はすべて、3~40 年前の日本でも見られた事態である。当時の日本では川は真っ黒で、工場の煙突からはモクモクと煙が出ていた。そして、人々が健康を害し病に倒れ、それが大変な問題であると気付くまで、真っ黒な川やモクモクと出る煙は経済成長の証として受け入れてきた。日本人全体が環境破壊や公害被害を許されざるものと認識したのはやはり

高度経済成長が終焉し、人々が豊かになり、食べることより健康への関心が高まった最近のことなのであると指摘している。つまり、中国が経済成長より公害・環境問題を優先することは現時点では難しいであろう。

3.5.2 中国政府による環境問題への対策

一方、環境汚染は人々の健康を害するだけでなく、経済成長を妨げる要因ともなっているという指摘もある。国家環境保護総局と国家統計局は、2004年における環境汚染による経済損失を同年のGDPの約3%に相当する5110億元（約7兆6500億円）と推計している。世界銀行の2007年時点の推計によると、中国の大気汚染と水汚染のコストはそれぞれGDPの3.5%、8%に上る。

また、環境問題は、中国にとって差し迫った重要課題の一つであり、社会や経済における不安定要素の一つともなっている。環境問題は、中国は人口が多く、国土が広大で、気候条件が複雑で、生態系が脆弱である。農牧業、林業、水資源等、あらゆる分野で気候変動の影響を受けやすい。そして、どんなに経済が発展し豊かになっても、その派生として気候変動問題の深刻化によってそこに住む多くの国民の健康への影響や、国民経済の重要な資産を毀損する可能性がある。未然にそのような環境被害を阻止することが、国家の重要使命であると中国政府は重く認識している。なぜなら、中国では「公害」をめぐって住民のデモなどが発生しているためである。

実は中国政府10年以上前から環境・公害問題の解決に腐心している。その先駆けは、1996年全人代第8次4回会議において「持続的発展戦略」をとることを、経済成長追求一辺倒の成長モデルからバランスが取れた発展モデルへと転換しようとしたことである。

そして、第十次5ヵ年計画（2001年－2005年）においては成長を年平均7%に抑え、二酸化硫黄など主要な汚染物質の排出量を10%削減するという目標を立てていた。しかし、実際にはGDPは年平均9.5%の伸びを示し、エネルギー消費は62%の増加、二酸化硫黄の排出量も28%の増加となった。2002年前後より経済が過熱経済と呼ばれるほどに急成長し、しかもその成長分野がエネルギーの多く消費する重厚長大産業であったため、エネルギー消費量が急膨張した。そうした国内状況の中で、環境規制の実施に当たる地方政府が環境対策の強化に消極的であり、いくら中央政府が成長の抑制を求めても、一部地域を除いては実施が難しい状況にあった。当時、豊かでない地域では豊かになる願望が、豊かな地域ではより豊かになるとの願望が強く、公害等の弊害には目をつぶり成長路線を突っ走った結果、ますます経済一辺倒になり、エネルギーの過剰消費と環境汚染の深刻化といった問題がますます顕在化した。

その転機になったのが、胡錦濤政権である。それまでの「粗放型」と称される高成長路線から、経済成長に対する評価はGDP成長率で表されるスピードではなく、成長の持続性で図られるべきであるという考え方で、「経済成長」と「環境保護」との両立へと転換しようとする「科学的発展観」（人間本位の全面的で調和の取れた持続可能な発展観）と

「調和のとれた社会」（その一部として「人と自然の調和」）という国家戦略を明確に打ち出した。

2004年に「循環型経済」、2005年「節約型社会」という新しい概念を次から次へ打ち出した。実行手段も、従来の政府管理型から、法的、経済的、技術的な手段も援用する方向に転換している。2005年2月28日に第10期全国人民代表大会常務委員会第14回会議に「再生可能エネルギー法」が採択され、2006年1月1日から実施されている。

3.5.2.1 「再生可能エネルギー法」の内容と実施状況

急速な経済発展を続ける中国では、その成長を支えるエネルギーの不足が深刻な問題となっている。一方、エネルギー源としては、豊富に存在する石炭に大きく依存しているため、結果として生じる環境汚染も問題となっている。そこで、2006年1月1日から実施された「再生可能エネルギー法」（2005年2月28日に第10期全国人民代表大会常務委員会第14回会議に採択された）の公布はエネルギー不足の解消と環境問題の緩和という二つの重要課題を同時に解決し、再生可能エネルギーに対する期待が高まっている。

a) 「再生可能エネルギー法」の内容：

再生可能エネルギー法は、第1章：総則、第2章：資源調査及び発展計画、第3章：産業指導及び技術援助、第4章：普及及び導入、第5章：価格管理及び費用分担、第6章：経済的奨励及び監督措置、第7章：法的責任、第8章：附則の全8章33か条から成る。

第1章：「再生可能エネルギー」

風力エネルギー、太陽エネルギー、水力エネルギー、バイオマスエネルギー、地熱エネルギー、海洋エネルギー等の非化石エネルギーを再生可能エネルギーと定義している。なお、水力発電へのこの法律の適用については、国務院のエネルギー主管部門が詳細を決定し、国務院の承認を得ることとする旨が特に言及されている（第2条第2項）。当初の法案には、出力5万kW以上の水力発電はこの法律の対象外とする旨が明確に記されていた。

第2章：「資源調査及び発展計画」

国務院のエネルギー主管部門は、再生可能エネルギーに関する資源調査の実施及び調整（第6条）、全国規模での中長期目標の設定（第7条）、開発及び利用に関する全国規模での計画策定及び実施（第8条）に責任を負うことが規定されている。

第3章：「産業指導と技術援助」

国務院のエネルギー主管部門は、再生可能エネルギー関連産業振興のためのガイドラインを策定し、公表すべきことが定められている（第10条）。また、国務院の規格行政主管部門は、再生可能エネルギーによる電力を、通常の電力網に供給する場合の系統連携に関する規格など、再生可能エネルギーの開発及び普及に必要な規格を策定し、公表すべきことを規定している（第11条）。国務院の規格行政主管部門とは、具体的には国家標準化管理

委員会を指す。更に、国は、科学技術振興計画の中に再生可能エネルギーを組み入れ、財政上の措置を講じて、その開発及び普及を促進すべきことを規定している（第 12 条）。

第 4 章：「普及と導入」

電力網企業への基準に適合した再生可能エネルギー電力の全量買取り義務（14 条）、罰則（29 条）を規定している。電力網企業による再生可能エネルギー発電事業者への系統連携に係るサービスの提供（14 条）。国務院建設行政主管部門による「太陽エネルギー利用システム及び建設一体化の技術・経済政策及び技術標準」の策定（17 条）。国による電力網が届かない地域におけるミニグリッドの建設（15 条）及び農村における再生可能エネルギーの開発利用（18 条）の促進。国によるバイオマス燃料の開発、生産及び利用の促進（16 条）。都市ガス及び熱供給企業への基準に適合したバイオマス資源を利用して生産されたガス及び熱に係るネットワーク連携義務（16 条）、罰則（30 条）も規定。石油販売企業の燃料販売網への基準に適合したバイオ液体燃料に係る受入義務（16 条）、罰則（31 条）も規定。

第 5 章：「価格管理及び費用負担」

国務院価格主管部門による再生可能エネルギー発電の種別・地区別の系統連携電力価格の設定・公表（19 条）。電力網企業が買い上げた再生可能エネルギー発電の販売価格が通常のエネルギーとの比較において割高な場合における販売電力価格への転嫁（20 条）。

第 6 章：「経済的奨励及び監督措置」

再生可能エネルギーの開発、実証及び普及への財政支援（24 条）、利子補給付きの優遇貸付措置（25 条）、国務院が定める税制上の優遇措置（26 条）。

b) 実施の状況：

2006 年 1 月 1 日「再生可能エネルギー法」が実施されてから、再生可能エネルギー市場規模が拡大され、さまざまな再生可能エネルギーが急速に成長してきた。例えば、水力発電設備容量が初めて 1000 万 kW を超え、累計設備総容量が 1.4 億 kW に達し、全体の技術的開発可能量の約 30% を占める。そして、風力発電は、2007 年末までの累計で、設置組立の完了した設備容量が 609 万 kW となり、2010 年の国家発展目標を超えた。また、太陽光発電の年間発電能力が 100 万 kW の新記録を達成、前年比で 60 万 kW の増加、世界第二位となる。次に、太陽熱温水器の年間生産能力が 2300 万 m² に、累計使用量は 1.3 億 m² 近くになり、世界の使用量の 60% を占める。あと、バイオマスの開発利用がかなり発展、その内、家庭用メタンガス槽が 2200 万箇所以上、大中規模のメタンガス設備は 3000 箇所以上となると指摘されている。

しかし、「再生可能エネルギー法」の実施は再生可能エネルギー市場の発展をもたらしたが、同法には次の問題が存在している。例えば、行政から太陽光発電設備などの強制的利用の措置がないという問題がある。つまり、行政から各企業や事業体に再生可能エネルギ

一設備の強制的な利用措置がない場合は、太陽光発電設備利用が広がることも難しく、2020年までにエネルギーの総量の15%をとという目標達成も課題となる。

さらに、太陽光発電業界のトップである皇明集团有限公司の会長黄鳴氏は自らの経営経験から次のような問題があると指摘している。まず、“三不利”の問題である。つまり、核心となる原材料は外国にあること、市場は外国にあること、太陽光発電が現れてからすぐ他の企業から模倣されること。また、太陽光発電の研究開発の導入が大変不足していること、基準の研究、産業のテスト、実験室の導入は未定であり、教育養成も足りない。プラント企業が少なく、知名度の高い企業への納税監視が厳しい。電気炉の代わりに太陽光発電用設備の利用も少ないなど問題がある。最後に、再生可能エネルギーの発展において、科学的エビデンスに基づく正しい資源の評価や管理に関する制度上の欠陥が多く、一部の領域は無秩序に発展することも大きな問題であると指摘されている。また、各部門における管理体制もバラバラである。例えば、バイオの開発利用において、メタンは農業部に管理され、バイオは国家発展改革委員会に管理されることになっていることが現実である。これらの問題が解決しないと、今後の再生エネルギーの発展にとって大きな障害になるおそれがある。

3.5.2.2 第十一次5ヵ年計画「十一五計画」

環境汚染への対処として、中国では環境保護の政策の制定や、各五ヵ年計画の中（第十次五ヵ年計画（「国民経済と社会発展第10次5ヵ年計画要綱（2001～2005年）」）（以下「十五計画」）や第十一次五ヵ年計画（「国民経済と社会発展第11次5ヵ年計画要綱（2006～2010年）」）（以下「十一五計画」）において、環境産業の発展に対する重視もますます高くなるようになった。このため、中央政府は地方政府に対し環境問題を重視するよう強い力を入れている一方で、財政面でも環境産業に関連する投資も急速に拡大させた。

例えば、環境保護に係る投資は環境保護目標の達成のための物的基礎である。

「九五計画」期間、環境汚染整備に対する投資は4,500億元で、GDP（国内総生産）の1.3%を占めた。国家と社会による実際投入は3,600億元、対GDP比0.93%であった。複数回に及ぶ推計を経た結果、「十五計画」期間における、環境保護投資（汚染整備、生態系保護への投資を指し、生態系整備に対する投資を除く）需要は7,000億元に上り、同期GDPの1.3%、同期社会全体固定資産投資の3.6%を占めた。

「十一五計画」の期間中の環境産業に係る各投資の規模は、1兆3750億元とされ、その内には、都市環境に関連する整備が6600億元、工業汚染源の対策に関連する投資が2100億元、新規建設に関連する環境保護の投資が3500億元、生態環境の保護に関連する投資が1150億元、核エネルギーの安全化投資が100億元、環境監督管理施設の建設投資が300億元、となっている。

「科学的発展観」に従って策定した「十一五計画」（2006—2010）では中国政府は重大な決意を持って臨んできた。その中に、省エネ・省資源・節水・土地節約・環境生態保

護を重視することが明記され、22 の具体的数値目標が示されているが、中でも8つの項目については拘束力のある目標として法律と同等の効力を持たせ確実に実行することが要求されている。

この拘束的目標の中には、一人当たりのGDPのエネルギー消費量の20%の低下、SO₂、COD（化学的酸素要求量）などの主要汚染物排出総量の10%の削減が掲げられており、これらの目標を政府が達成できない場合はしかるべき指導者が責任を取ることとなっている。

「十一五計画」では、経済発展の長期的な制約要因として、「耕地、淡水、エネルギー及び重要な鉱産物資源の相対的な不足、生態環境の脆弱、「経済構造の不合理」などを指摘するとともに、前の5カ年計画期間において、「経済成長方式の転換が緩慢、エネルギー資源消費が過剰、環境汚染が激化」という問題意識を踏まえて、経済成長と環境保全の関係について、「資源節約と環境保護により発展を推進し、経済成長方式の根本的な転換に重点を置き、資源導入の増加による経済成長から資源利用効率の向上による経済成長への転換を促進する」という方針が示された。

第6編を「資源節約型、環境に優しい社会の建設」として、「投入を少なく、産出を高く、消費を少なく、排出を少なく、循環を可能にして、持続可能な国民経済体系と資源節約型かつ環境にやさしい社会を構築する」ことが掲げられ、循環経済の発展、自然生態保護と再生、環境保護の強化、資源管理の強化、海洋・気候資源の合理的利用の各方面について施策が挙げられた。

「十一五計画」策定直後に開かれた第6回全国環境保護会議（2006年4月）で、温家宝総理は「三つの歴史的転換」

- ① 「経済発展」優先の考え方から「環境保護」との両立へ
- ② 「環境保護」が「経済発展」より遅れている現状を改める
- ③ 行政手段で環境を保護する現状を改め、法律、経済、技術及び必要な手段を総合的に運用して解決する

という環境重視の政策を打ち出し、「節能減排」という省エネ・排出削減運動が強力に展開されることとなった。

これまで述べたように中央政府は環境対策に積極的に取り組んでいるにもかかわらず、地方政府においては成長優先で環境対策についてはおざりな姿勢が見られ、計画で目標を定めても余り効果がなかった。このことから十一五計画ではその目標達成に拘束性を持たせるとともに「環境保護責任制を実施し、地方政府は環境の質に対してすべての責任を負い、環境保護目標の達成状況を幹部の成績評価の項目に加える」としている。

3.5.3 中国の目指すグリーン・イノベーションと低炭素経済

2008年9月のリーマンショックを契機に、「低炭素経済」という概念が一気に中国にも広がっている。持続可能な社会づくりだけでなく、経済の立て直しの面からも、低炭素型イ

ンフラ、産業構造、社会システムを作ることが不可欠との認識から、中国政府は、直後の2008年11月に、4兆元（50兆円）の大型経済対策を打ち出し、そのうち省エネ、環境関連投資は2100億元（3兆円）といわれている。

また、中国政府は2008年に「環境保護総局」（1998年設置）を「環境保護部」へ格上げし、「国家発展改革委員会」内に「気候変動対応司」を新設した。今までの環境政策の策定の方式と異なり、環境保護総局だけでなく国务院や各省庁も参加し、環境政策を共同で策定し実行する包括的な体制を整えた。その後中国では環境問題に関する法体系の整備が急ピッチで進んでいる。現在、中国の環境問題の主な担当省庁は、省エネなど気候変動の関連分野を管轄する「国家発展改革委員会」と廃物処理や循環型社会形成に取り組む「環境保護部」の2機関で、このほか科学技術部と国家エネルギー局も関わりを持っている。

象徴的なのはグリーン経済、低炭素経済、循環経済という議論が高まる中、2008年8月29日に「中華人民共和国循環経済促進法」が公布され、2009年1月1日に施行されたことである。中国が掲げる低炭素経済とは、

①エネルギー消費量とCO₂排出量を引き下げ、CO₂の排出削減と経済成長が両立する低炭素経済を実現させる。

②内外の資源エネルギー条件を生かし、低炭素経済の実現を加速する。

③クリーン石炭発電とコジェネレーション技術など、「節能減排」（省エネ・排出削減）技術と低炭素技術を向上させ、中国製品の国際競争力を高める。

④国際的な気候レジームの交渉と低炭素ルールの策定に参画し、気候変化の緩和と適応に努める。

また、中国の低炭素経済の実現のための戦略として、①気候変動に対応する法律・法規を制定し、マクロ管理体制を整備する。②低炭素発展の長期的かつ効果的な体制を築き、低炭素経済発展の秩序化を進める関連政策を打ち出す。③国内外の協力を強化し、低炭素技術システムを整備する。④利益関係者の協力体制を築き、全社会の各方面における積極性を十分に発揮し、宣伝、教育、研修などを通じて、気候変動に対応する意識と能力を向上させ、低炭素社会構築の共通認識を確立する。

その上で、中国は炭素排出の強制的な審査制度を試行し、温室効果ガスの排出制御に関する体制とメカニズムを模索し、特定の地域又は産業で試験的に炭素排出権取引を展開するとしている。グリーン経済と低炭素経済の発展に関する政策と措置を制定し、グリーン経済への投資を増加させ、グリーン消費を提唱し、グリーン経済の成長を促進している。このような低炭素排出を特徴とする新たな経済成長点を育成し、省エネを強化、エネルギー消費効率を高め、クリーン石炭、再生可能なエネルギー、先進的な原子力等低炭素とゼロ炭素の排出技術についての研究・開発と産業化を推進し、低炭素排出を特徴とする工業、建築と交通システムの構築に拍車をかける方針である。

3.5.4 「十二五計画」

2009年12月コペンハーゲンで開催された国連気候変動枠組み条約第15回締約国会議（COP15）で、温家宝総理が2020年までにCO2排出量をGDPあたり2005年比40～45%削減すると公表し、グリーン・イノベーション国家を建設する決意を世界舞台に披露した。

2011年から実行している第十二五ヶ年計画の中では、「資源循環と低炭素社会づくり」がキーワードになり、政府は省エネなどの環境対策投資を「十一五企画」の2.2倍の3兆1千億元⁸にまで拡充した。この「十二五計画」の中で環境産業、環境保護に関連する政策のポイントは、主に経済発展と環境保護の協調である。環境保護という基本的国策に基づいて、中央政府と地方政府が環境問題を更に重要視するようにして、今後、政策面のみならず、財政面でも環境関連の投資と環境関連市場の整備へ支持も強くなると考えられる。

まず、環境保護の点から厳しい環境政策の実施や法律の整備がうたわれている。すなわち、環境基準や法律責任などを含める環境政策の拘束力と執行の効率は「十一五計画」より一層厳格になる。例えば、各環境基準の導入の向上、厳しい環境監督管理措置の採用、生産能力低下技術の淘汰、汚染排出企業に対する厳格な基準の実施などである。また、環境保護法や水法、大気法など環境保護領域に関わる法律以外に、民法、刑法、物権法、経済法、資源法において環境保護の強化を求めている。また、経済的手段である、グリーン貸付、グリーン税収、グリーン保険、グリーン価格システム、グリーン証券などを通じて、国家経済政策は環境友好の方向に全面的にシフトしている。

次に、特殊地域において環境優先の戦略を実施する方針が見られる。すなわち、一部の特殊地域においては、国家の発展に関わる重大方策の中に、環境保護の観点を強化するため、地域と産業発展の企画と政策に関わる環境影響評価に対し、一票否決の権力を与えることなどが盛り込まれている。

また、環境汚染の対処方法や協同範囲が広がっている。例えば、単一指標のコントロールから多汚染物の総合コントロールへの転換や、工業汚染源の整理から多汚染源の共同的な排出削減への変更、そして、大気汚染の整理も単一都市の大気汚染整理から地域が連合して防止する方向に転換された。また、国家主導で総量コントロールの約束の下に、市場下の汚染排出権利の取引を大規模に促進し、汚染物コントロールのコストを減少するとみられている。

第6章「資源節約型、環境友好型社会の加速建設、生態文明レベルの向上」において、環境産業、環境保護関連する政策は、主にミドリ、低炭素の発展の目標に基づいて、省エネ・排出削減を重点にして、奨励と制約に関わる規制の整備、資源節約、環境友好の生産様式と消費モデルの構成の加速という目的をめぐって持続的発展が可能な能力の強化の下

⁸都市部の汚水・ごみ処理施設、煙・ガスの脱硫・脱硝施設の建設投資は6000億元を上回る。

に策定するのである。その主な内容は、①エネルギー消費と、二酸化炭素排出を下げることを制約性指標にして、温室気体の排出を制御すること。②循環型経済の大力発展すること。③ 資源節約と管理の強化。④環境保護の強度の増強。⑤生態保護と災害防止に関するシステムの建設の強化である。具体的な点については以下に述べる。

①について、温室気体の排出をコントロールするために、エネルギー消費に関する省エネ目標の考査の強化、省エネに関わる法律法規と基準の整備、省エネのプロジェクトの重点的实施、省エネの技術と製品の広がること、合同エネルギー管理などの方面から関係する政策を制定する。その他には、エネルギー消費の構造を調整し、非化石エネルギーの比重を増加する。温室気体排出と省エネ・排出削減の統計観測制度を設置し、気候変化の科学研究を強化し、低炭素技術の研究開発と応用を加速し、炭素排出の取引市場を軌道に乗せ、そして、積極的に気候変化に関わる国際協力を展開することである。

②について必要なのは、資源産出の効率を向上するために、企画の指導、財税金融などに関わる政策の策定である。その他には、関係する法律法規の整備や、生産者責任制度の実施によって生産、流通、消費など各環節から循環経済を発展することである。また、資源循環利用産業の発展、鉱産資源の総合利用の強化、産業廃棄物の循環利用の奨励、再生資源回収システム、ゴミ分類回収制度の改善、資源再生利用の産業化を推進することも含んでいる。

③について、節約優先の戦略を確実に実行し、資源利用総量のコントロール、供給と需要の双方向の調節、差別管理の実施などを全面的に実行すること。具体的には、エネルギーと鉱産資源の開発と保護の強化によって、エネルギーと鉱産資源戦略的接続区を形成させ、重要な鉱産資源の貯蔵体系を整備すること。その他には、土地管理制度の整備、水安全に関わる水資源の管理と有償利用、海水淡化、地下水の利用を厳格的にコントロールすることである。

④については、大衆の健康に関わる環境の問題である飲用水と空気、土壌汚染などに関する総合的管理を強化し、明らかに環境の品質を改善すること。特に、排出削減目標責任制度、汚染物排出削減と整理に関する政策の制定、汚染物総量のコントロール種類の増加、城鎮汚水、ゴミ処理施設の建設、重点流域の水汚染の予防・対策の強度の増大、都市の騒音汚染、重金属、危険廃棄物、土壌汚染処理、核放射管理を強化することである。その他には、汚染物排出基準と環境影響評価を厳格に実行し、法律執行と監督を強化すること、重大な環境事件についての事故責任追及制度を整備すること。環境保護の科学技術と経済政策、汚染者の料金支払い制度の創立、多元的な環境保護融資システムの建設によって、環境保護産業を発展することである。

⑤については、自然の保護と回復を優先して、源から生態環境の悪化から転換させることである。具体的には、重大生態修復工程を実施し、天然林の保護、休耕造林造草を行うことによって砂漠化、石漠化の総合的管理を進めて、草原と湿原を保護する。また、生態補償システムの建設を加速させ、生態機能区の保護と管理を強化すること。そして、水

利基礎施設の建設によって、大河の支流、湖と中小の河川の管理を進めて、都市と農村の洪水防止能力を強めること。そのほかには、地質災害易発区の評価システムを築き、早期警報システム、予防と治療システム、応急システムの建設を加速する。重点地区の地質災害の管理強度の増大、救援人員育成の強化、物資保障レベルを向上する。最後には、自然災害のリスク評価を推進することである。

以上のように、「十二五計画」の中の環境産業、環境保護に関連する政策のポイントは、主に経済発展と環境保護の協調の中に体现され、次の二つの方面から概観することができる。

まず、厳しい環境政策の実施は、「十二五計画」における環境保護の目標の制定方向を明らかにした。すなわち、環境基準や法律責任などを含める環境政策の拘束力と執行の効率は「十一五計画」より一層厳格になる。例えば、各環境基準の導入の向上、厳しい環境監督管理措置の採用、生産能力低下技術の淘汰、汚染排出企業に対する厳格な基準の実施などである。また、法律システムを整備する。例えば、環境保護法や水法、大気法など環境保護領域に関わる法律以外に、民法、刑法、物権法、経済法、資源法において環境保護の強化を求めることである。そして、経済的手段を利用して、ミドリ貸付、ミドリ税収、ミドリ保険、ミドリ価格システム、ミドリ証券などを通じて、国家経済政策は環境友好の方向に全面的に変更する。

次に、「十二五計画」では、特殊地域と領域において環境優先の戦略を実施する方針が見られる。すなわち、一部の特殊地域または領域において、環境質の状況について、経済発展を含める各方面の業績考量の基準とする。生存環境の保障と経済発展の確保のために、環境の積載能力を基礎とアンダーラインにして各計画の立案に対する約束目標を制定する。例えば、生態文明が政策執行の優先的準則の一つであり、生態文明の基本的要求に基づいて、国民経済と社会発展の企画を制定する。国家の発展に関わる重大方策の中に、環境保護の参与を強化する。地域と産業発展の企画と政策に関わる環境影響評価に対し、一票否決の権力を与える。また、厳しい環境政策の実行は、環境保護の深度と強度が影響し、中国の環境政策が「十一五計画」より更に執行度が高くなるであろう。

「十二五計画」における環境保護の目標が「十一五計画」の目標と比べてみると、まず環境汚染の範囲がもっと広がっていることがわかる。例えば、「十一五計画」における単一指標のコントロールから「十二五計画」における多汚染物の総合コントロールに転換することで、汚染物の整理モデルが一層複雑になる。また、工業汚染源の整理から多汚染源の共同的な排出削減へ変更される。そして、大気汚染の整理も単一都市の大気汚染整理から地域が連合して防止する方向に転換されたことである。「十二五計画」では、総量コントロールの約束の下に、市場下の汚染排出権利の取引を大規模に促進し、汚染物コントロールのコストを減少する国家目的がある。最後に、汚染物整理の目標について、「十一五計画」における総量コントロールの約束目標の以外に、「十二五計画」では新たに環境質の改善に関する指導目標が増加された。

「十二五計画」によると、「十一五期間」の1兆5400億元より21%拡大するほか、都市部の汚水・ゴミ処理施設、煙・ガスの脱硫・脱硝施設の建設投資は6000億元を上回る。

2010年4月16日に、国家発展改革委員会、国家環境部は、「国務院が省エネルギー・汚染物質排出削減に関する総合性方案の通知の印刷公布」における理念、省エネ・汚染物質排出削減の需要の充足、中国の環境保護の技術装備のレベルの向上、新しい経済成長点の養成、資源節約の促進、環境やさしい型社会の建設など目標を達成するために、「当国が発展を奨励する環境産業設備製品の目録（2010年版）」（以下「2010年目録」という）を公布した。

2010年目録によると、次の八つの領域、147項目の製品について、国家が奨励している。これらの八つの領域は、次の通りである。

- a) 水汚染整備の設備
- b) 空気汚染整備の設備
- c) 固定廃棄物処理の設備
- d) 騒音と振動防止装置の設備
- e) 環境観測・測定機器
- f) 省エネと再生可能エネルギー利用の設備
- g) 資源総合利用と清潔生産設備
- h) 環境保護材料と薬剤領域

2010年目録の中で、火力発電所脱硫装備、工業炉排煙脱硫装備、発電所の除塵設備も奨励しており、一部の自主的知的財産権、ハイテクの設備が重点奨励の項目に増加されている。それと同時に、2010年目録では、汚染コントロールと資源再生利用が結合する装備、廃棄物処理と省エネが結合する装備、厳格な排出基準に適応する環境保護の装備、温室気体排出の減少とコントロールすることができる技術の装備、都会化進展のために需要される重点環境保護の設備と製品に関する内容が優先的に確定されている。これは環境保護のために、環境産業にかかわる技術の強化と進歩を新しい経済発展点と捉えようとしているためであると考えられよう。

3.5.5 中国における都市開発の新しいモデル

中国は2050年までに都市化率を70%以上にすると目標を掲げているが、低炭素都市の建設は一つの柱になっている。中国はエコシティの建設により、これまでの輸出志向から内需拡大へと切り替え、農村部と都市部の格差是正も視野に入れている。

中国は低炭素経済の実証事業として、多くの都市を低炭素経済モデルとして、低炭素経済の発展を図ろうとしている。2008年1月、WWF（世界自然保護基金）は北京で正式に“中国低炭素都市発展プロジェクト”をスタートさせ、上海市と保定市（河北省）が、その最初の試験都市に選ばれた。WWFは現時点で、低炭素都市発展への取組みとして、中国の5都市をモデルプロジェクト都市に選定している。この5都市とは、上海（生態建築物モデル都市）、広州（持続可能な交通モデル都市）、攀枝花（バイオディーゼルオイル発展都

市)、伊春(生態保護・低エネルギー消費発展都市)、保定(新エネルギー製造業都市)である。それ以外に、珠海、杭州、貴陽、吉林、南昌、広元、カン州、無錫などの都市は“低炭素都市”構想をみずから出している。上海は崇明島などで炭素のゼロ排出を志向する「低炭素経済実践区」の建設を進めており、低炭素経済の発展推進を図っている。天津経済技術開発区は循環型経済モデル地域・国家生態工業モデル地域として、循環型、低炭素経済の構築に取り組んでいる。

「低炭素」環境経済目標は中国の「十二五計画」の重点となっている。国家発展改革委員会は、吉林、珠海、寧波など6つの都市を低炭素都市のモデル都市に指定し、低炭素都市建設のコンセプト作りを開始した。その内容は、低炭素産業、低炭素インフラなど都市運営においてのすべてが対象となっている。「低炭素都市」では、天津エコシティが一番脚光を浴びている。最大級の規模を有し、最も建設が進んでいるためである。それは中国最初の国家レベルの大規模環境都市であり、80年代中国における高技術工業園の建設のパイオニアとして名高くなったシンガポール政府とパートナーを組んで、両国政府の主導の下で進められている。2008年9月に正式着工された。

天津エコシティは天津市内より45キロ、北京より150キロ、天津港や天津空港にも近い好立地にある。地区の面積は34平方キロ、2020年に35万人の都市として完成する予定である。そこでは環境共生・省資源・資源循環効率化のコンセプトの下、再生可能エネルギー利用率20%以上、グリーン建築比率100%など22項目の国際的に見ても最高レベルの目標を掲げる最先端の環境都市が計画されている。

2008年初頭現在ほとんど道路も整備されていなかった荒地だったが、計画によると、開発面積は34km²、2020年の計画人口35万人、自然環境、生活環境、インフラ、資源の効率化と一体になった新しい開発モデルであり、科学技術政策、地域政策、都市政策、産業政策、環境政策及び社会政策の融合体でもある。

中新天津生態城では、国プロジェクトとして環境都市のモデルを構築し、全国に普及しようという考えである。計画人口が35万人となり、今後中国で最も需要の多い中型都市のモデルを作るためである。

環境都市のもう一つの狙いとしては、外国の技術を導入、消化、吸収及び定着の実験の場であるともいえる。たとえば、再生可能エネルギーシステムのように、環境都市の中では複数の技術がネットワークして機能している。そこで中国産技術の欠陥をすぐに発覚でき、改善すべきポイントも明らかにしやすく、ますます自前の技術レベルを磨き、レベルアップにつながるであろう。

エネルギー市場を主導してきたのは、主として発電機やエネルギーの消費設備を提供する企業であった。しかし、スマートグリッドやエネルギー・マネジメントシステムが普及すると付加価値の源泉はネットワークを司るこれらのエネルギー管理といった役割へ移行することになる。環境都市はエネルギーの需要と供給を高いレベルでネットワークすることができる受け皿となる。

環境都市というと、巨大な資金を投じ、先端的な技術を駆使するプロジェクトのイメージばかりが先行しがちであるが、天津エコシティでは、「能実現（実現可能）」、「能複製（複製可能）」、「能推广（普及可能）」という目標を掲げている。ここを起点に継続的な環境都市の建設が進むことを期待した、全国的な都市整備モデルということができるといえる。成功すれば、中国中に環境性の高い都市基盤が普及することになる。

現在、ほとんどの産業にとって、中国が世界最大の市場となることが明らかとなりつつあり、この市場での勝敗が世界中の市場に反映されるといってもいい、中国の環境都市での競争は世界の環境・エネルギー市場の帰趨を占う場になっている。巨大な環境産業市場に参入すべく、各国の企業は各国政府とも連携して戦略を駆使し、中国の環境モデル都市での受注競争を激しくしている。

3.5.5.1 中国の都市化政策と戦略

改革開放以来中国の高度成長を支えてきた原動力は、①外資誘致、②海外輸出（外需依存）、③国内産業投資、であったが、今後は従来と異なる成長モデルに戦略的転換している。つまり、①中国の企業の海外投資、②内需の強化、社会インフラ強化、都市化の加速化（外需依存からの脱皮）、③創新（イノベーション）立国（中長期創新政策の策定）を図ろうと喧伝されている。

例えば、「十二五計画」の中に、2011年—2015年の中期戦略として、①全国規模での都市化の強化、②新農村インフラ建設、③内需転換、消費拡大、④グリーンGDP、低炭素経済構築、⑤公共サービス補完、社会管理強化などが明記されたように、都市化のコンセプトは今までの単なるGDP重視、投資誘致から環境配慮、省エネ、持続性発展というパラダイムをとった新しい考えに切り替えることになった。中国の都市化政策は主導する政府部門によって分けられる。

(1) 国務院主導の地域経済発展戦略

中央トップダウン型の地域発展戦略として、その狙いは中国の国土面積が広さ、人口、経済、資源の分布の偏り等によって生ずる地域間で発展の不均衡の戦略的解決と、地域発展を原動力とした国家の経済成長である。これまで、経済情勢などに併せ、概ね5年ごとに戦略内容が変遷してきたが、現時点では

① 外需依存の東部開発から内需拡大の中部、西部、東北へシフトし、「四大戦略」と呼ばれる——「西部大開発戦略」（資源開発、投資移転）；「東北振興戦略」（伝統重工業拠点の復興）；「中部掘起戦略」（東部と西部の繋ぎ役）；「東部加速発展戦略」（都市化のレベルアップ、技術、人材、資本のリーダー役）——が強調されている。

② 国土開発の最適化、重点、制限、禁止等に関しては、その範囲、発展目標、発展の方向性及び開発の原則などを設定している。

③各地域の中で更に重点的な開発を推進するエリアを設定した。

「十二五計画」の中に、今後の地域発展戦略では、水、土地、エネルギーなどの資源消費の制限や環境排出の削減がより一層重要としている。

(2) 各省政府主導の広範囲都市経済圏発展戦略

地方政府を主導するボトムアップ型の地域発展戦略の狙いは、省内の大都市を中心として周辺複数地域を一体化した最適な経済発展である。概要的に、

① 省内の都市利用、発展効率の向上、工業化、情報化、現代サービス業等の発展のシナリオを設定する。

② 主な戦略骨子として以下のものが挙げられる。

(1) 大都市戦略（中核都市の規模拡大、工業化、都市化の要件の充足、土地、資源の利用効率向上など）

(2) 都市農村一体化（都市と農村の格差の縮小、農村人口から都市人口への転換の加速）

(3) 低炭素対策（温室効果ガス排出削減の目標達成）

「十二五計画」の中では、都市圏の中核都市の規模拡大が重点内容とされている。

(3) 国家環境保護部主導の国家級生態示範区

国家環境保護部は GDP 拡大一辺倒の都市開発とは異なる地域開発スタイル（地方政府トップの地域振興政策評価と別体系）を取り、生態環境保護と社会経済発展の調和のため、現地の経済・社会の全体的な発展の中に生態環境保護地域を組み込む狙いがある。（もともとは生態原理の応用による農業生産増加から発展であった）概要として：

① 生態学、生態経済学の原理を指針とし、環境保護を目的として、統一的計画の下、モデル地域を総合的に建設する。

② 都市配置計画、産業構造調整などが行われるとともに、住宅小区、工業パークなどの多くの建設プロジェクトを実施する。

③ 郷、県、市を基本単位として建設する（現在は県単位で重点的に行われている）。

④ 省政府を通して、国家環境保護部に申請する。国家環境保護部が審査し、認定する。認定結果は、国務院にも報告する。

⑤ 国家級生態示範区の建設と評価は、現地政府の行政上の業績評価基準となる。

2000 年から 2008 年までにすでに 389 カ所の生態示範区が認定された。今後も認定拡大予定がある。

(4) 国家発展開発委員会主導の低炭素都市開発

国家発展開発委員会は GDP 成長と環境保護を両立する新たな地域開発モデルを模索するため（地域トップの地域振興政策評価の新しい基準の模索）、2008 年初頭、世界自然保護基金（WWF）により、保定と上海が中国における低炭素都市に選定された。その後の 2009 年に、「中国持続可能発展戦略報告」において、中国の低炭素都市の方向性を提唱した。

2010 年 7 月 19 日、「低炭素都市モデルプロジェクトに関する通知」を公表し、5 省（広東

省、遼寧省、湖北省、陝西省、雲南省）及び8都市（天津市、重慶市、深セン市、アモイ市、杭州市、南昌市、貴陽市、保定市）をモデルプロジェクト対象に選定した。概要として：

- ①対象の省、市は、気候変動に対する取り組みを現地の地方版「十二五計画」に取り組み、低炭素都市発展計画を策定する。
- ②温室効果ガス排出目標を定めるとともに、排出権目標責任制を採用（併せて、排出データ管理システムを構築する）。
- ③産業構造調整、エネルギー構造の最適化、省エネ効果の向上、クレジット取引増加等の具体的措置を策定する。
- ④低炭素技術のイノベーションを加速し、低炭素の建築、新エネルギーなど戦略的新興産業を育成する。
- ⑤政府幹部への研修、低炭素ライフスタイルを提唱する。
- ⑥各地による実証実験のテーマを選定し、場所を選び、不動産開発業者、企業、インフラ事業者などと連携しながら、地方発展開発委員会、地方建設委員会、地方工業情報化委員会、地方国土局、地方環境保護局及び他の関連地方政府部門を共同に参画して、実施する。

(5) 環境保護部主導の国家環境保全モデル都市

中央政府が都市の環境保護レベルを認定する形を取っている。概要として：

- ①環境保護部が都市の環境保護水準について審査し、合格した都市に対して「環境保護モデルシティ」または「エコシティ」として認定する。
- ② 審査基準は、社会・経済状況、現状の環境及び環境の整備・管理状況など多数の項目に及ぶ。
- ③「環境保護モデルシティ」に合格と認定された都市だけが、「エコシティ」としての認定申請が出来る。
- ④ 認定された都市は、3年ごとに環境保護部の審査を受ける必要があり、基準に達しない場合は認定を取り消される可能性がある。
- ⑤ 現段階では全国 650 の都市の中に環境保護モデルシティは 71 カ所である。認定・評価基準は：
 - ・基本条件（3項目）：環境の査定結果が3年連続して省内上位にあり、重大な環境事故がないなど
 - ・経済発展（4項目）：一人当たりGDP、GDP一万元当エネルギーの消費量など
 - ・環境の質（5項目）：大気水準、飲用水水準など
 - ・環境整備（8項目）：汚水集中処理率、グリーンエネルギー使用率など
 - ・環境管理（6項目）：環境評価などの制度整備状況など
- ⑥環境保護モデルシティの71カ所のうち以下の6カ所都市全体をエコシティとして認定された。

- ・江蘇省の張家港市
- ・江蘇省常熟市
- ・江蘇省昆山市
- ・江蘇省江陰市
- ・江蘇省太倉市
- ・山東省榮成市

その認定・評価基準は以下の通りである。

- ・基本条件（5項目）：エコシティ建設計画があること、環境保護モデル都市であることなど。
- ・経済発展（5項目）：農民一人当年収、GDP一万元当エネルギー消費量など。
- ・生態環境保護（11項目）：大気水準、工業用水リサイクル率など。
- ・社会進歩（3項目）：都市化水準、集中暖房普及率など。

(6) 中央政府の関与なしに、各地方政府が主導する生態城（新城開発）

これは、郊外地域における地方政府独自の不動産開発ビジネスであると認識できる。概要として：

- ① 新城開発とは、人口急増などによる都市空間に対する需要増に対応し、都市中心部（旧市街区）から一定の距離にある郊外地域などで行われる不動産開発。
- ② 中央政府の意見よりも地方政府独自の計画の下に進められ、不動産会社と組んで行われることや、都市開発・運営ノウハウ吸収のために海外企業などとの共同実証プロジェクトとして行われることも多い。
- ③ 海外投資誘致などによる税収増が主な目的となるが、昨今の環境重視、生態重視の流れを踏まえ、開発地域の付加価値を高めるなどの意味合いで、単なる新城開発ではなく、「生態城」という名前がつけられることが多い。
- ④ 現在進められている多くのプロジェクトは、環境配慮型の建築物の建設が重視され、運営・管理、ソフトウェア、インフラ等の面での環境配慮はあまり重視されていない。現時点では生態城開発には国家レベルの基準などが無いが、今後、こうした地方発の動きと国家発展改革委員会主導の低炭素都市開発が連動して進められる可能性が考えられる。

(7) 国家環境保護部、商務部、科学技術部主導の国家生態工業モデル園區

新しいコンセプトによる既存の工業団地のグレードアップを目的にし、環境配慮の強化、魅力向上による新たな投資の呼び込みを狙っている。概要として：

- ① 中央政府（国家環境保護部）が主導する生態工業園區の基準に基づいて、既存工業団地をグレードアップする。

- ②生態工業園区内の各企業には、グリーン生産の実施、廃棄物の減少などが課せられるだけでなく、企業間のエネルギーや情報の交換により、園区内のエネルギー有効利用や資源循環が行われる。
- ③中央政府の中に、環境保護部と商務部、科学技術部が指導チームを作る（商務部は国家経済技術開発区の担当部門、科学技術部は国家級ハイテク産業開発区の担当部門、事務局は、環境保護部科学技術標準司）
- ④国家生態工業園区に認定されることにより、863計画などの国家重大プロジェクトの優先受け入れが可能となり、外資誘致の魅力アップにもつながる。

(8) 国家電網公司主導のスマートグリッドパーク

中国におけるこれまでの地域開発の流れとは全く異なる動きであり、スマートグリッド技術の応用・実証の推進を行っている。概要として：

- ① 国家電網公司と地域の電力会社が協力し、住宅コミュニティや都市商業地域をスマートグリッドパークとして認定する。
- ② 国家電網公司、地域の電力会社側が、再生可能エネルギー利用、分散式電源、電力メーター、エネルギー・マネジメント等の各種技術を提供し、スマートグリッドの実証を行う。国家電網公司が推進するスマートグリッド試験区の例は：天津中新生態園、上海世博園である。

(9) 新エネ自動車導入モデル都市

工業・情報化部、国家発展・改革委員会、科学技術部、財政部主導の現段階は全国 26 都市（例：北京、海、重慶、長春、武漢等）で新エネ自動車の導入の促進を目指している。概要として：

- ① 公共サービス分野における省エネ・新エネ自動車の購入に対して中央政府が財政支出。
- ② 関連設備の建設・保守に対して地方政府が財政支出。
- ③ 対象車両は、量産許可後に、「推薦車両カタログ」に掲載。
- ④ 対象都市を含め、国家電網公司、中国石油などが充電インフラ等を整備する。
- ⑤ 一部都市を対象に、個人購入に対し補助を行う。

スマートグリッド以外にも、様々なコンセプトでのモデル都市化の動きがある。例えば、再生可能エネルギーモデル都市や資源循環モデル都市などである。

概して、スマートグリッドパーク、新エネ自動車モデル都市のように、都市開発のコンテクストとは別に、特定の製品や技術の普及などを図る観点から推進されている動きが見受けられる。例えば、スマートグリッドパークの場合、国家電網公司自体には、各地域の開発を主導する本来的な動機は無いと思われることから、国家電網公司主導型スマートシティというのは基本的に想定されない。このため、スマートシティの開発は、本来の動

機を持つ地方政府が基本的に主導し、スマートグリッドなど都市の高度化をもたらす新たな技術を取り込みながら進んでいくものと思われる。

他方、現状では各地方政府自体には、そもそもスマートグリッドなどの新技術の内容や効果に対する知見が乏しいと思われることから、これらが生態環境保護、都市の魅力向上、ひいては、投資誘致促進、GDP 向上につながることを実証し地方政府の認識を高めていくことが重要であると考えられる。

3.5.6 天津エコシティ：「中新天津生態城」

「十二五計画」の中においては、経済構造の調整、都市化が重要な政策課題である。中国は2050年までに都市化率を70%以上にするという目標を掲げている。都市化によって、いままでの輸出志向から切り替え、内需拡大や農村部と都市部の格差是正につなげることを目指している。つまり、農家達の収入を増やすため、第一次、第二次産業への労働力シフトは不可避である。さらに、新型都市の建設を通じて、社会経済発展モデルの転換を促進し、人口、資源、環境、成長が有機的に作動し合い、クラスター型、循環型、低炭素型、エコ型、持続可能で、都市と農村の調和を取れた新しい発展モデルを目指している。

国家発展開発委員会主導の低炭素都市開発の中で、天津エコシティが一番脚光を浴びている。最大級の規模を有し、最も建設が進んでいるためである。それは中国最初の国家レベルの大規模環境都市であり、名称は「中新天津生態城」(SINO-SINGAPORE TIANJIN ECO-CITY)であり、国務院レベルで進められている中国初で最大規模の環境都市開発事業である。80年代中国における高技術工業園(蘇州工業園区)の建設のパイオニアとして名高くなったシンガポール政府とパートナーを組んで、両国政府の主導の下で進められている。2008年7月に正式着工された。

具体的には：

- 2006年5月： 国務院が天津濱海新区に環境都市建設を要請
- 2007年4月： シンガポールのゴーチョクトン上級相が温家宝首相に環境都市の共同建設を提案
- 2007年11月： 両国首相が環境都市建設の骨子に合意
- 2008年7月： 中国側が組織面での整備完了、正式着工
- 2009年6月： 初期開発区着工

天津エコシティは天津市内より45キロ、北京より150キロ、天津港や天津空港にも近く、天津濱海新区内のTEDA(開発区)北側に面する約34平方キロという好立地にある。

天津が選ばれた背景には、北京へ人口が集中する中、郊外都市を建設する目的があったためであろう。北京オリンピックの後、新幹線が北京から天津に開通した。これはすでに1984年に、中国の14か所が経済開発区に指定され、そのうちの一つが天津郊外のTEDA経済開発区であった。ここは企業や工場がならび、開発・解放の号令によって開発されてきた特区である。天津市にも分散されているものの人口1200万人都市である。TEDA近郊のビンハイ地区も人口200万人、2300km²のニュータウンエリアであり、これら両地区の国営企業を含むホワイトカラーをター

ゲットにしている。既に天津地区は、蘇州に並んで中国人にとってあこがれのエリアになっている。

投資規模（想定）は 2,500 億元（3 兆 5,000 億円）で、その内都市基盤整備などの初期投資は 300 億元（約 4,200 億円）である。

2020 年に 35 万人の都市として完成する予定である。

2010 年：居住人口 3 万人、労働人口 1.5 万人

2015 年：居住人口 20 万人、労働人口 10 万人

2020 年：居住人口 35 万人、労働人口 15 万人

建築面積は 2,400 万平方メートル

当該計画は、「十一五計画（2006-2011 年）」において、80 年代の深セン、90 年代の上海浦東に次ぐ第 3 ランドの重点開発地域として指定された天津濱海新区内に位置付けられる。そこでは環境共生・省資源・資源循環効率化のコンセプトの下、再生可能エネルギー利用率 20%以上、グリーン建築比率 100%など 22 項目の国際的に見ても最高レベルの目標を掲げる最先端の環境都市が計画されている。

2008 年初頭当時はほとんど道路も整備されていなかった荒地だったが、2011 年 11 月時点では道路ほぼ整備され、多くの建物がすでに完成されている。自然環境、生活環境、インフラ、資源の効率化と一体になった新しい開発モデルであり、科学技術政策、地域政策、都市政策、産業政策、環境政策及び社会政策の融合体でもある。

中新天津生態城地図



環境共生・省資源・資源循環効率化のコンセプトの下、開発にあたって拘束力のある再生可能エネルギー利用率 20%以上、グリーン建築比率 100%など 22 項目及び努力目標 4 項目の国際的に見ても最高レベルの目標を掲げる。その主な環境目標は以下の通りである。

- ① GDP 百万ドルあたりの CO2 排出量 150 トン以下
- ② グリーンエネルギーの利用比率は 20%以上
- ③ 域内建物はすべてグリーン建築（省エネ、節水、省資源などの基準を達成した建築物）
- ④ グリーン交通の利用比率は 90%以上（電車、電気バス、電気自動車を主体に高度道路交通システムを導入し、有害廃棄物をモニターすること）
- ⑤ ゴミのリサイクル率は 60%以上
- ⑥ 水リサイクルの比率は 50%以上（再生水、海水淡水化を利用する）

表 37： 主要な環境目標

CLEAN WATER		CLEAN ENVIRONMENT		CLEAN ENERGY	
ECOLOGY		GREEN BUILDING		CITY MANAGEMENT	
100% potable tap water	50% non-traditional resource	GREEN TRANSPORT		>20% renewable energy use	<150ton-c/mil US\$ GDP
Domestic water use <120 L/d per capital		100% green building		Free recreational/sports facilities within walking distance of 500m	>20% public housing provision
Local plant index >0.7	Grade IV Water bodies	100% non-hazardous treatment	Ambient air quality to meet Grade II >310 d/yr	100% barrier free accessibility	
Green space > 12 m2 per capital		Domestic waste generation < 0.8kg/d	Noise pollution 100% meet respective functional area standard	>50nos researches/engineers per 10000 labor force	
Zero loss of natural wetland		> 60% overall recycling rate		employment housing equilibrium index>50%	
				100% coverage	

出典：SSTEC

3.5.6.1 不動産分野に関する実施体制について

天津エコシティの不動産に関する投資開発は、シンガポールコンソーシアムと中国コンソーシアムが共同出資して設立された合弁会社、SSTEC（資本比率 50%：50%）が実施している。SSTECには実質シンガポール・中国双方の政府資本が入っている。シンガポールコンソーシアムは、シンガポール政府資本が入るケッペルグループ（50%）および民間投資家（50%）で構成されており、中国コンソーシアムは、国営企業である天津 TEDA 投資持株会社（35%）、中国開発銀行（20%）、投資家（45%）で構成されている。

図 39: 実質的にシンガポールが主導する合弁事業会社 SSTECH の出資体制

資本総額：40 億人民元



出典：SSTECH Website より

最高責任者はシンガポール側であり、中国側は土地、インフラ部門を担当し、シンガポール側は外国資本、エコシティのコンセプト、タウン・マネジメント及び外資の誘致などを担当している。その意味においては、エコシティの実質的デザインや環境基準はシンガポール側が主導的に進めており、環境都市開発運営におけるノウハウを構築しているといえよう。

SSTECH の経営組織（主導国）

総裁	シンガポール側
副総裁：都市企画と開発	シンガポール側
副総裁：ビジネス戦略と企画	シンガポール側
副総裁：土地とインフラ	中国側
副総裁：法人 [企業] 向けサービス	中国側
会計主任	中国側
最高財務責任者	シンガポール側

出典：SSTECH

そして、天津市政府はエコシティ管理委員会（Ecocity Administrative Committee：ECAC）を設立し、エコシティにおける許認可の窓口を行っている。天津エコシティの街づくりに関する環境基準として、グリーンビル評価基準（Green Buildings Evaluation Standards: GBES）を独自に定め、制定している。そのため、この環境基準を満たすことが条件として企業に課されている。環境都市のインフラ整備の原資となる開発負担金があり、すべての住宅開発業者がこれを天津市政府に納めている。

GBES 基準はシンガポール建設庁 BCA (Singapore)、天津市建設管理委員会、中国国家城郷建設部(Ministry of Housing and Urban-Rural Development, China)の 3 団体により開発・認

証されている。GBES 基準は省エネ、取り有効利用・屋外環境、室内環境品質、管理・運用、材料の有効利用、及び節水の6分野による総合認定で行われている。

2012年2月時点では、すでに多数の世界トップレベルの住宅開発業者——Farglory（台湾）、Samsung C&T（韓国）、Shimao（香港）、Sunway City Berhad（マレーシア）、Ayala land（フィリピン）、Tiong Seng Holdings limited（シンガポール）と三井不動産レジデンシャル（日本）——が誘致されている。現在11の開発プロジェクトが実施されている。そのほとんどはSSTECとの合資プロジェクトという形をとっている。

- ① Shimao プロジェクト: SSTEC と Shimao との合資プロジェクト
- ② Ayala プロジェクト: SSTEC と Ayala との合資プロジェクト
- ③ 三井と Tiong Seng プロジェクト: SSTEC、三井不動産レジデンシャルと Tiong Seng の合資プロジェクト
- ④ Farglory プロジェクト SSTEC と Farglory の合資プロジェクト
- ⑤ Sunway プロジェクト SSTEC と Sunway の合資プロジェクト
- ⑥ Samsung プロジェクト SSTEC と Samsung C&T の合資プロジェクト
- ⑦ Vanke プロジェクト
- ⑧ Vantone/TianFang プロジェクト
- ⑨ JiaMing Project 天津エコシティ JiaMing 都市開発株式会社
- ⑩ Keppel Project Keppel Land (45%)と Keppel Corporation (55%)の共同プロジェクト
- ⑪ Binhai Jia Yuan

また、投資パートナーは総数28社に及ぶ。シンガポール系は9社、その内Keppelグループは3社、STグループは3社であり、3分の1を占める。日本の日立とパナソニックもすでに参入している。

中新天津生態城における主要投資パートナー

シンガポール	Keppel, Keppel Integrated Engineering, Keppel T&T, ST Engineering, ST Electronics, ST Kinetics, LHT Holdings limited, Pan Asian Holdings Limited, Innoplan
米国	GM, Envision
香港	Neautus, SECTEC
台湾	Enersolar
欧州	Philips (オランダ), SIEMENS (ドイツ), Greenwave Reality (デンマーク)
中国	Singyes Solar, Chery, Huaman Brothers, 開心網、盛大在線、PICC 中国人民財産保険株式会社
日本	日立、パナソニック

出典：SSTEC

中新天津生態城の目標としては2020年完成を目指しているが、これでもかなりの速度で進行しており、企業も求められているスピードに対応して建設を行っている。販売が順調であれば、建設スピードを速めることは企業側にとってもプラスである。

三井不動産レジデンシャルは、SSTEC、シンガポールの Tiong Seng Holdings Ltd.との3社によるジョイントベンチャー形式で開発を行っている。それぞれが人材を派遣して開発・販売を進めている。三井不動産レジデンシャルが開発している「景杉」というマンション群は順調に販売を伸ばしており、他の不動産同様、中新天津生態城の物件は人気があることがわかる。この地区のマンションの販売状況が順調なのは、新しく創り上げた街であり、緑地を含む区画デザインに魅力を感じる顧客が多く、三井不動産レジデンシャルについては、日本での過去の実績に伴う信用が評価されている模様だ。家電などの日本企業ブランドも購買要因となっているようである。日本企業は、環境技術としては、HEMS（日立、パナソニック）、陶器（TOTO）、エアコン（パナソニック）が採用されている。日本製はコスト高だが、長持ちする、性能が良い、コンパクトなどの特徴を持つ。中国では日本ブランドは家電製品のイメージが強いため、不動産に対しても高い期待と信頼感が生まれている。また、実際に住宅を購入する顧客はエコ基準を満たしていることが購買の第一要因とはなっていないようだが、エコの良さにむしろ重きをおいて顧客に説明すると、ほとんどの顧客は納得しポジティブに捉えている。販売価格については、一般的に天津市（平均1万円/m²）に比べ若干割高となり、天津エコシティの物件は、大体1万円～1万3000円/m²であり、北京中心部の物件の平均2万円/m²より安価である。ただ、時期により変動するのであくまでも目安である。

現在中国では住宅バブルの懸念から、住宅物件を2件以上購入することに対して制限が設けられている。中国政府の方針に沿って2011年各地方政府より住宅購入制限令が發布され、2件目以上の購入の場合は、たとえば頭金の60%をすぐ支払わなければならないなど、各種制限がある。従って、顧客の中でこの制限が解除されるのを待っている人もおり、住宅市場は様子見の状態となっている。

中新天津生態城は開発条件としてエコ基準を制定しており、GBESに合致しているか検証が行われ、建設後天津政府が維持管理を行っていく上でモニタリング検査をする計画である。三井不動産レジデンシャルは、ユーザーの各種調査を進め、天津エコシティ内の次のマンション計画に反映させる計画であり、日本で構築したノウハウを発揮できる可能性がある。

環境技術がコスト高になったとしても、不動産としてはトータルバランスを考えており、環境技術は数多くある要素の一つに過ぎない。GBESが条例として物件に盛り込むことが条件となっているが、やはり、エコ物件であるかどうかは数多くある要素の一つに過ぎない。三井不動産レジデンシャルは中国進出してから3年程度だが、中国市場の経験を活かし日本でのビジネスへフィードバックすることもありえる。現在は環境イノベーションとしてはそのような事例はないが、エコシティの海外展開が日本の環境技術イノベーションに貢献する可能性は十分にあると考えられる。

3.5.6.2 インフラ及びエネルギー・マネジメント分野

SSTEC が不動産部門を担っているのに対し、天津エコシティ投資開発会社 (TECID) がインフラ整備を統括している。TECID には天津 TEDA 投資持株会社や国家開発銀行、天津市の投資家が出資しており、中国コンソーシアムを形成している。TECID の配下には、天津エコタウンの公共施設の整備、道路整備、景観緑化、水・電力、ガス・暖房の供給、下水処理、環境修復など一部にシンガポール資本を含むものの、ほとんどが中国側による出資となっている。

中新天津生態城においては、電力および熱エネルギーを含む複合的なエネルギー管理部分について日本企業3社が参加している。特に、天津エコシティの中心にある住宅施設、商業施設、下水処理施設やアミューズメント施設などが構築される清静湖周辺の地域においては、多様なエネルギー需給の混在が想定されるため、現在、日本総研、三菱重工業、日立製作所が連携して取り組んでいる。日本総研が全体の取りまとめを行うとともに市場環境の分析を行い、日立は、電力および熱エネルギーの需給管理システムおよび需要側システムの基本方針や機能仕様などの具体化、三菱重工業は、電力および熱エネルギーの供給側システムの具体化に取り組んでいる。

日本総研は、比較的初期の段階から天津エコシティへのコンサルティングに参加している。2008 年末に環境インフラ及び再生エネルギー計画のコンサルティングコンペがあり、中国や欧米の企業が参加する中で日本総研が契約を受注した。該当地域は公害でスモッグがあり太陽光はあまり効果的でなく、風もあまりない立地のため、地熱およびバイオを中心に計画を立て、個々の機器や技術を採用するのではなく、エコタウンの発展の過程でそのたびに最適なものを判断し、管理できるマネージメントシステムが取り入れられた。中国側には主要な研究拠点を確立することや日本企業の誘致を希望しており、また日本ではちょうどインフラ輸出の機運が高まっていた時期と一致した。しかし多くの日本企業は天津エコシティを単なる不動産開発と理解したり、最初の段階から投資を伴うリスクを負うことに消極的な姿勢があった。既に中新天津生態城の構想段階が終わり遂行段階に入ってきているが、初期段階からリスクを負う覚悟で参入しなければ、環境都市が出来上がったからの参入はさらに難しい。

日本総研は全体のとりまとめ及びコンサルティングを行うという視点から、以下の分野についてプロジェクトにかかわっている。

① 再生可能エネルギー利用計画策定

再生エネルギー利用率 20%以上という高い環境性、外部からの投資を惹きつける魅力ある先進的な計画、投資する事業者が納得する合理的な計画について策定している。

② 日本企業の誘致・プロモーションの支援

③ エネルギー・マネージメント・システムの計画策定

地域冷熱供給プラントの需要に合わせた最高効率運転、再生可能エネルギーのモニタリング、そして熱・ガス・水の複合遠隔検針、課金・アドバイスによる省エネ支援を行っている。

④ 太陽光発電推進計画の策定

⑤ 地域版マイクログリッドに関する共同研究

系統電力と電力のやり取りの安定化、再生可能エネルギーの高効率化、多様な需要・供給への対応、モニタリング&アドバイス、監視機能について行っている。

⑥ グリーン交通システムに関する共同研究

個人の自由な移動のサポート、既存の公共交通とのベストミックス、ICT化した需要対応による利便性の向上、需給調整による事業性の確保、地域エネルギーシステムとの連携について行っている。

天津エコタウンに参入している外国企業はシンガポール勢が多数を占めるが、インフラ部門でも韓国、オランダ、米国、スウェーデンの企業が一定の受注に成功している。例えば、シンガポールのケッペルグループは浄水、排水リサイクル、熱供給などを手掛け、PV World（シンガポール）は太陽光発電、DHV（オランダ）は下水処理場、Samsung C&T（韓国）はCBDのマスタープラン、Envac（スウェーデン）は真空ごみ処理システム、GE（米国）はガスコジェネレーション、GM（米国）はEV導入などを手掛けている。

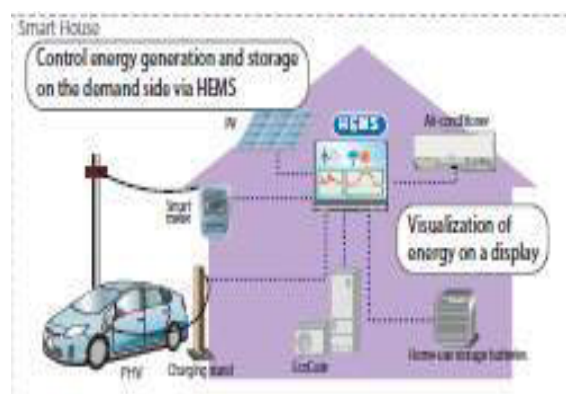
やはり、中国における環境都市プロジェクトを受注する外国企業には、日本企業には見られない戦略的な動きや強みを持ち、地方政府・大学などに対し積極的な働きかけを行っている企業が多い。例えば、シンガポールは華僑ネットワークという非常に大きな強みを活かし、かつ国家戦略としての都市運営にかかわるノウハウや豊富な資金をバックにトップセールで攻勢をかけている。また中国の他の地域の環境都市プロジェクトに参入しているシーメンスは中国の大学との戦略的提携を行い、環境配慮型の都市開発モデルで提携することや、地方政府との共同プロジェクトなど都市構想以前の段階から参入の機会をうかがう戦略を持っている。一方、GEなども新エネルギーや省エネなどの分野で政府や国営企業・大学との環境分野での協力契約を重ね着実に実績を作っており、政府や開発公社などとも太いパイプを持つ人材を配置し、人的ネットワークを駆使した情報量や、2000年から中国での研究開発を実施し2003年にはR&D拠点を上海に設置するなど、中国市場での足場を固めている。このことは、中国側から見れば中国市場へのコミットメントが高いと評価され、参入した場合のメンテナンスなど長期的信頼度が高いといえる。また、現地社員の担当レベルから部課長クラス、そしてトップクラスまで中国人を採用し、学閥や学友などを通して中国社会での多様な層でのネットワークを築いている。

現地にR&D拠点を置くことや、中国人社員のトップ採用など日本企業には中国市場への本格的参加を示すコミットメントという姿勢が未だ見えてこないことや、現地に拠点を

置いて中国側のニーズに即対応するような体制をどれだけとっていくことができるか、日本企業にとって今後の大きな課題である。

一方、日立製作所は日系企業の中でも中国に早くから進出しており、天津プロジェクトへは主に、家庭エネルギー管理システム (HEMS)、建築エネルギー管理システム(BEMS)、EV 充電インフラ、スマートグリッド、コミュニティーエネルギー管理システム(CEMS)などの領域において協力提携している。具体的には、SSTEC と三井不動産レジデンシャルが共同開発する住宅プロジェクトにホームエネルギー管理システム(HEMS)を応用しており、これは HEMS システムの日本以外の国では初めての実績となる。また、ビルエネルギー管理システム・コミュニティー、エネルギー管理システム・スマートグリッドなどに参加する機会を探っている。

図 40：住宅用ホームエネルギー管理システム (HEMS) イメージ



日立グループでは環境事業に力を入れており、CO₂ 排出量が少なく、より環境負荷の低い社会インフラを持つ次世代都市の実現に向けた事業を推進している。特に、インフラの重要な構成要素であるエネルギー、モビリティ、水環境、通信に関連する環境に配慮した事業、製品に力を入れている。国内では、2010年に社長直轄の組織としてスマートシティ事業統括本部を設立した。社内を横断するプロジェクトを実施するに当たり、社内の縦割りのカンパニー部門と連携し、新興国の都市人口が今後急速に増えていくため、エコシティの市場の将来性を見据え推進している。

スマートシティに関しては、中国を大きな市場としてとらえている。中国・広東省とシンガポール政府が建設に合意した次世代都市、広州ナレッジシティの開発プロジェクトに、日立は日本企業として初めて参画している。日立は、エネルギー・マネジメントや自然エネルギー、IT プラットフォーム、次世代交通といった分野でのソリューションを提供するため FS を進めている。さらに、大連市ともスマートグリッド、水処理、家電リサイクルの各分野における協業に合意し、技術や製品、ソリューションの提供を準備している。

また、インドにおいても低炭素型・環境対応インフラ整備を行っている。日印共同プロジェクトとして進められているインドでデリー・ムンバイ間産業大動脈(DMIC)構想は、首都デリーとインド最大の都市ムンバイ間およそ1,500キロメートルを高速貨物鉄道で結び、南北300キロメートルにおよぶ沿線の工業団地や港湾、道路などのインフラを総合的に開発しようとするプロジェクトである。そこで日立は、石油化学工業地帯であるグジャラート州ダヘジ地区にて、スマートコミュニティのFSを2010年度、2011年度に経済産業省より受託し、低炭素型のインフラパッケージを整備するための検討をしている。

日立製作所の強みは、エンジニアリングにあり、情報部門と制御部門の両方を自社内でもっていることである。競合他社としては、シーメンスやGEがあるが、それに加え各分野のプロフェッショナルが存在し、最近ではITベンチャーなどが台頭してきており(エコシステムをOS化しようという動き)、将来は強豪な競争相手となる可能性がある。

スマートシティ事業は、日立が注力している社会イノベーション事業の大きな柱となっており、2010年5月、日立とSSTECは天津エコシティの開発・建設に関する協力合意書を締結した。日立は中国でのスマートシティ事業に関する研究開発拠点を天津エコシティ内に設置し、中国の開発事業に密着しつつ高度なソリューション開発を行い、環境配慮型都市の建設に協力していく予定である。具体的な協力内容としては、CO₂の排出量削減と就業者の利便性を追求した環境配慮型区の建設にかかわる開発である。太陽光発電など新エネルギー分野の技術とソリューションの提供、エネルギーを効率よく制御するCEMSやBEMS、HEMSの導入、電気自動車(EV)の充電システムの開発やEV普及促進協議会への参画など、事業フィールドは多岐にわたる。また、今後はデータセンターなどの情報インフラの構築においても、協力していく予定である。日立は、天津エコシティにおける取り組みを通じて、中国国内でのスマートシティ事業の展開を強化していく予定である。ただ、エコシティ市場で現時点では事業利益を得ることが難しい上、企業単位で取れるリスクには限界がある。

天津のプロジェクトでは、中国とシンガポール政府の間で、GBES建築基準を適用するという決定がされている。シンガポール政府は、シンガポール主導の基準を中国の基準として採用を広め、また今後世界に展開してグローバルスタンダードにしていきたいという意図がある。GBESには日本の基準とは異なり耐震基準などは入っていない。日本政府にも、環境配慮の建築基準をスタンダードへとといった取り組みが期待される。

3.5.6.3 エコシティの今後

中新天津生態城では、国プロジェクトとして環境都市のモデルを構築し、全国に普及しようという考えである。計画人口が35万人となり、今後中国で最も需要の多い中型都市のモデルを作るためとされる。

環境都市のもう一つの狙いとしては、外国の技術を導入、消化、吸収及び定着の実験の場ともいえる。たとえば、再生可能エネルギーシステムのように、環境都市の中では複

数の技術がネットワークして機能している。そこで中国産技術の欠陥をすぐに発覚でき、改善すべきポイントも明らかにしやすく、ますます自前の技術レベルを磨き、アップにつながるに違わない。その点に関しては我々のヒアリング先の日本企業も全て意識をしながら、プロジェクトを進めている。

エネルギーの市場をリードしてきたのは、主として発電機やエネルギーの消費設備を提供する企業であった。しかし、スマートグリッドやエネルギー・マネージメント・システムが普及すると付加価値の源泉はネットワークを司るポジションへ移行することになる。環境都市はエネルギーの需要と供給を高いレベルでネットワークすることができる受け皿になる。

環境都市というと、巨大な資金を投じ、先端的な技術を駆使するプロジェクトのイメージばかりが先行しがちであるが、天津エコシティでは、「能実現（実現可能）」、「能複製（複製可能）」、「能推广（普及可能）」という目標を掲げている。ここを起点に継続的な環境都市の建設が進むことを期待した、全国的な都市整備モデルとすることができる。成功すれば、中国中に環境性の高い都市基盤が普及することになる。

現在、ほとんどの産業にとって、中国が世界最大の市場となることが明らかとなりつつあり、この市場での勝敗が世界中の市場に反映されるともいえ、中国の環境都市での競争は世界の環境・エネルギー市場の帰趨を占う場になる。巨大な環境産業市場を値踏み準備戦として、各国の企業はまず中国の環境モデル都市で参入の機会を増やし、経験やノウハウを活かし将来のニーズに対してどれだけ迅速に対応できるかが問われることになる。

3.5.6.4 江西省共青城におけるスマートコミュニティ技術実証事業

中国内陸部の中小都市は、今後、都市化の進展に伴って著しい成長が期待されている。このような都市の中で、江西省・共青城市は、今後数年間で人口が約5倍に増加すると想定され、経済成長が見込まれている。共青城は、1955年、全国各地から志願した共産党の青年たちにより農地の開墾が進み、「共青社」と呼ばれる共同生活体が設立された。1978年、中央政府より「共青城」と命名され、共産党と深い関わりをもって誕生した。主要産業は、紡績・アパレル産業、食品加工業、醸造業、建材製造、機械製造などである。特に、紡績・アパレル産業が盛んで、江西省経済貿易委員会より「江西省紡績・アパレル産業拠点」として認定された。近年、アパレル、観光、ハイテクの三大分野を中心に、農業から工業への転換を進めつつ、新興都市としてさらなる発展を志向している。

現在、共青城においては、国家电网公司の重点実証事業3カ所の一つとして、経済成長と低炭素化の両立と、経済成長に伴う都市の変化にも柔軟に対応することを目指したスマートコミュニティ事業が計画されている。つまり、共青城市の市政府と国家电网なども共同し、スマートコミュニティの中小都市向けの先進的なモデルの確立を目指している。概要として：

- (1) コミュニティ全体を協調して動作させ、効率的に計画・運用する統合 EMS の構築および実証
- (2) 多様な都市活動全体の環境改善や省エネルギーを推進し、マネジメントするシステムの実証
- (3) 実証エリアに再生可能エネルギーを導入したスマートグリッド関連技術の実証
- (4) 低炭素交通管理システムの実証

実証項目については：

① 太陽光発電システム（合計 1MW 程度）等を活用したスマートグリッドシステム技術及び関連技術（系統連系技術、制御技術、電力品質対策技術 電力品質対策技術など）の実証

・ 中国内陸部における共青城での工業都市開発に合わせて、優れたエコ社会モデル構築を目的として、工業エリアに太陽光発電設備（合計 1MW 程度）等を導入し、あわせて、その不安定な発電出力を安定化する技術を導入することにより電力システムの安定化の効果について実証する。

・ 太陽光発電設備用パワーコンディショナ等を活用した電力品質対策などの制御技術について実証する。

②工場・ビルおよび住宅における環境改善や省エネルギーに資する管理システムの実証

・ 地域全体の省エネルギー実現と負荷平準化などを目指し、将来を見越した労働環境・住空間環境を改善するための管理システムや、既存の工場・ビル・住宅の省エネルギー性能の評価等を行う管理システムについて実証する。

③ 地域マネジメント・システムによる電気自動車（EV）等の交通システム管理の実証

・ 急速充電をはじめ、EV に関する機器・インフラについては、各国において標準化に向けた動きが活発に行われている。中国においても今後 EV が普及していくと考えられることから、EV 等の交通システムを導入し、地域エネルギー・マネジメント・システムと連動して管理するシステムを実証する。

④ 統合 EMS の構築および実証

・ 中国独特の社会システムを考慮しつつ、最終的な運営者を想定した上で、地域全体のエネルギー政策目標を具体化する、実証項目①、②、③を連携した管理・統合する統合 EMS について機能設計・構築および実証する。

2011 年 6 月 22 日、NEDO は、中国で実施する初のスマートコミュニティ実証事業について、株式会社東芝、東芝ソリューション株式会社、東芝（中国）有限公司、株式会社スマートコミュニケーションズ、伊藤忠商事株式会社、伊藤忠（中国）集团有限公司および株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモの 7 社を委託先として決定した。2011 年度～2013 年度（事前調査期間は 2011 年 11 月末まで）、委託予定額は、事前調査約 3,000 万円、実証事業本体約 30 億円となっている。

3.5.6.5 日本の環境都市プロジェクト

国内でも各地でエコタウン・エコシティの試みが行われている。本研究では、北九州市及び豊田市へのヒアリングを行った。2012年初頭に内閣府は11の未来環境都市を選定したが、予算としては全体で10億円が確保されている。しかし韓国の済州島プロジェクトと比較すると、投資額や税制優遇措置は十分とはいえない。未来環境都市に選ばれた北九州市は国内自治体の中でも積極的に海外展開を模索しているが、国益となる環境モデル都市輸出を掲げているにも関わらず、国からの支援がほとんど得られておらず、実質的には国が地方自治体へ丸投げしている状態である。現状では、各市などが個別にエコタウン構想を作っており、海外へモデル輸出をする際に死活的に重要な実証実験データを戦略的にとり蓄積し分析するという包括的かつ戦略的視点が必要である。豊田市はトヨタの全面的な支援・協力の下、移動体を主としたエコタウン構想を進めているが、エコ住宅入居者の電力使用データなどの蓄積は予定しておらず、企業であるトヨタが収集している。日本のエコタウンプロジェクトを見る限り、実証実験を行うための国レベルの戦略が明確になっていない。人口分布や立地条件、農村や漁業といった主要産業条件などの違う地区を戦略的に選択し、体系的にデータを収集するということを今後どう行っていくか大きな課題となっている。東日本震災により、被災地でのエコタウン構想も進んでいる中で、日本政府として国を挙げての支援や、国のイニシアティブ及び戦略を明確にする必要がある。例えば北九州市では、技術のパッケージ化、金融支援など技術輸出のビジネスモデル確立といった幅広いサービスも提供している。その中には市場性の調査、実証実験のサポート、補助金申請のバックアップ、金融・情報面での支援、海外事務所によるビジネス支援、ビジネスミッションの派遣、ビジネス支援ツールの整備といった、本来国が支援すべき項目も地方自治体が担っている。財政的・人的資源に余裕のある自治体しか取り組みに参加できない現状となっている。国による本腰を入れた国家戦略の制定が求められている。

3.5.6.6 環境都市調査からの考察と政策的インプリケーション

環境都市ビジネスに関する日本政府の役割について検討する際に、シンガポール政府の試みが参考例となる。シンガポールは国土が小さく、他国の土地を利用して利益を出し、スキルを構築していかなければならないが、その特性からシンガポール政府は、国家戦略としてトップダウンでエコシティなどの開発案件の獲得に力を入れている。しかも中国とシンガポールは華僑ネットワークの強いつながりを持っており、その間に割って入るのは難しい。従って、日本でも同様に政府が交渉に力を入れれば、日本の不動産会社が中国のエコシティ開発に入り込むことが可能か、また日本政府が関与することで直ちに効果がでるかは明確ではない。現在中国政府は、韓国やシンガポールだけに開発させようとはしておらず、日本にも声はかけ一応バランスをとっている。そのバランスを変え日本企業にウェイトを重くすることよりも、個々の日本企業がリスクを取って投資を行い外国企業のように

に経験や対応実績を積み重ねていくために、企業がリスクを取りやすい政府の枠組み支援の強化が考えられる。

現時点では、個別技術については既に日本製品は優れており、採用される環境基準を満たす性能の良い技術や製品を多く海外エコシティへ提供しているが、一方で住宅やマンションのメーカー、不動産会社との連携が十分ではなく、まだ参入して間もない日本企業など個別の受注にとどまっている。今後は、マネジメント事業とのつながりを強化し、ネットワーク複合体を形成しながらシナジー効果を利用して環境技術を販売する方向性を模索する必要がある。日本の環境技術を持つ企業へのヒアリングがさらに必要だが、現時点では、既に展開している日本企業が環境都市ビジネスにおいて障壁や問題を抱えているという意識はない。シンガポール企業などのように政府の産業戦略を活用し、契約を優先的に受注することや、環境都市ビジネスのタウン・マネジメントやデザインの部分の主導権を握るといったことは、現時点では日本企業にとっては難しい状況である。

またシンガポール政府は、国のファンドを使って中国のある地域を買収して、そこにエコシティを設立し自国企業を送り込み収益を上げるという手法も実施している。日本政府がたとえば、中国にある地域を確保し、エコシティ事業として日本企業を投入することが可能であるかは今後の検討課題である。現在日本はフィージビリティ・スタディが主に行われ、それ以上踏み込んだ策は取られていない。現状においては、エコシティの市場はまだまだ小さいため事業利益を得るのは難しく、一企業でとれるリスクに限界がある。また、中国政府から見れば、リスクをとっていない日本企業になかなか受注させるということは考えにくい。また、日本企業の意味決定プロセスが遅いことがネックになっているケースもある。よって天津エコタウンのようにシンガポール企業や中国企業が優先的に受注する状況を大きく変えることはできない。よって、現在において有効な方法としては、例えば中国と共同で事業を行っているシンガポール政府・企業などのイニシアティブを通じて開発事業に参入するような動きであろう。

事実、シンガポールは蘇州シンガポール工業園の開発を通して費用対効果を検証したが、それほど利益を上げられなかったようだ。シンガポール政府は1994年に、中国の国務院の批准を受け、両国間重要なプロジェクトとして、蘇州シンガポール工業園区の開発に着手した。当時の荒涼とした農地から、国際競争力のあるハイテク工業園区と近代化、国際化、情報化の革新型、環境型のニュータウンまで造り上げた。実施方法として、中国とシンガポール両国は中新連合協理理事会を設立して「目標企画」「授権管理」「政策支援」などの重大課題に直接指導及び具体的援助を行い、園区のために“不特有特、比特更特”の発展環境を創造し、主要な経済指標は年平均増30%を上回り、総合的発展指数は全国の家級の開発区の第二位となった。しかし、ヒアリングによると、シンガポール側が蘇州シンガポール工業園のまちづくりのマネジメントから得られる費用対効果は、最終的にはマネジメントは現地に移管するため、利益のみを考慮すればそれほど魅力的ではないという結

果がでたという。日本企業にとって有効なのは、海外での経験を積むことや対応する能力を高めることを目的とし、少しでも参入機会を増やすことであろう。

新型都市開発ビジネスに参入するため、それが成り立つビジネスモデルの構築が急務であり、今回の調査を通じて、日本企業連合体などの連携が不十分であり、採算のとれるビジネスモデルが未だ確立していないことが問題である。単純にエコタウンに環境技術を販売するビジネスだけでなく、高コストの環境技術を補うほどの、新たな利益を生み出すビジネスを構築する必要がある。そもそも、日本においてもエコシティ建設はほとんど進んでおらず、まずは日本の環境技術を開発する企業は国内市場をターゲットとして重点的に環境技術開発を行う必要がある。国内で、多くの小さな単位のエコシタウン建設に当たるメーカー、ディベロッパーとの間の様々なネットワークや、マネジメントノウハウを蓄積し、ビジネスモデルを確立するのが緊要であると考えられる。その際、被災地の復旧地域で実施されるエコタウンプロジェクトなど、各自の省庁による縦割りではなく国のイニシアティブの下で地方自治体などと連携しながら、新型開発モデルに関する実験を行うことが望ましい。ビジネスモデルが見いだせれば海外進出も現実的となり、現状よりスムーズに戦略を練ることができるだろう。

海外での環境都市プロジェクトに日本企業が参入するメリットが大きいのは、海外展開を行う上で、海外市場の将来のニーズを把握する機会に恵まれることである。特に HEMS などから得られる需要動向や、その市場に特有のパターン、社会構造条件、人口構成などの実装条件での需要データやパターンを蓄積することが死活的に重要であり、参入している企業が収集できるデータを基に企業及び政府が連携して、将来の市場ニーズ予測のためのインフラとしてデータ蓄積を進める必要がある。

そのためにも、海外の関連事業に対してリスクを軽減するような低金利融資など日本企業にインセンティブを与え、例えば、日本政策投資銀行の支援項目に海外、特に新興国にも目を向けて、積極的参加させ、海外市場のニーズ情報の獲得、海外から得る経験を逆輸入し国内で活用するのみならず、海外市場を見据えた将来的な研究開発投資への判断を行うことなどが望ましい。

① まずは日本国内のエコシティ推進からノウハウを蓄積することが急務。

中国の新型都市開発ビジネスを参入している日本企業に多く見られたのは、利益を生み出すビジネスモデルが存在しないことである。例えばまず国内で、多くの小さな単位のエコシタウン開発事業を推進し、その建設に当たるメーカー、ディベロッパーとの間の様々なネットワークや、マネジメントノウハウを蓄積させ、ビジネスモデルを確立するのが緊要であると考えられる。被災地の復旧に当たって、省庁を超えた国のイニシアティブの下で地方自治体などと連携しながら、新型開発モデルに関する実験を行うことが望ましい。

② 企業連合体での役割分担、利益分配方法の確立が必要。

日本企業はいかに競争相手に対抗していくのかの対策として、一つは日本の企業連合、特に強強、大手と大手の連合という形でリスクを軽減する方法もある。実際、天津プロジェクトでは三菱重工・日立・日本総研の日本連合体が実現した。当初別々に天津プロジェクトに関わっていたが、日本企業による連合体でやるのが好ましいということで固まったが、今後はいろいろな分野の企業が連携し、コーディネートを行う企業が存在し、連合体の中でどのように利益を分配するかというモデルを模索すべきであろう。

③ 中国市場への本格的な参入のための人的ネットワーク構築の重要性。

日本企業は中国市場にうまく参入するための基本条件として、企業レベル、政府レベルでの人的ネットワークのつながりが弱い。中国へ進出している欧米企業は、トップに中国人を配置し、大学や出身地域などあらゆる層の人的ネットワークを駆使してビジネスを行っており、いまだに日本社員が現地トップを占める多くの日本企業とは大きな差がある。実際、欧米、韓国より日本政府が企業へのバックアップの度合い、トップセールを含め、かなり弱いという声があるが、政府間、省庁間での人的ネットワークの充実、現地での有用な情報を官民で蓄積し、ノウハウなど民間との連携をとることなど求められている。

④ 政府がリスクを軽減するファンドや資金的支援の枠組みの提供

環境都市ビジネスに限らず、一日本企業が取るリスクは大きい。海外進出する企業に対し、少しでもリスクを軽減する何等かの方法の模索が必要である。資金援助という形ではなく、リスクをとる企業にインセンティブを与えるような枠組み、例えば、政府ファンドで低利子でのローンなど検討する必要があるだろう。

⑤ 官民で海外市場のニーズや需要動向予測のための情報インフラの整備が必要。

海外での環境都市プロジェクトに日本企業が参入するメリットが大きいのは、海外展開を行う上で、海外市場の将来のニーズを把握する機会に恵まれることである。特に HEMS などから得られる需要動向や、その市場に特有のパターン、社会構造条件、人口構成などの実装条件での需要データやパターンを蓄積することが死活的に重要であり、参入している企業が収集できるデータを基に企業及び政府が連携して、将来の市場ニーズ予測のためのインフラとしてデータ蓄積を進める必要がある。

<今後の課題>

・中国における環境分野の産学連携に関して更なる調査の必要性

環境産業が発展するために、中国政府が全国各地の大学、研究機関及び企業に関連分野のイノベーション拠点づくり（国家重点研究室、国家エンジンリサーチセンター）に力を入

れている。また、上海花王の例からも明確なように、市場参入の成功のきっかけの一つになったのは産学連携の重要性にあった。環境都市ビジネスのみならず、今後ますます日本企業にとって重要な市場となる中国で、環境技術に関連した研究機関や大学などの拠点をどう効果的に市場展開へつなげていくか、さらにヒアリング調査を重点的に行い、自国企業、外国企業及び国内外の研究機関との連携状況を把握し、具体的なモデル、パターンを整理し政策インプリケーションを導き出すことが肝要である。

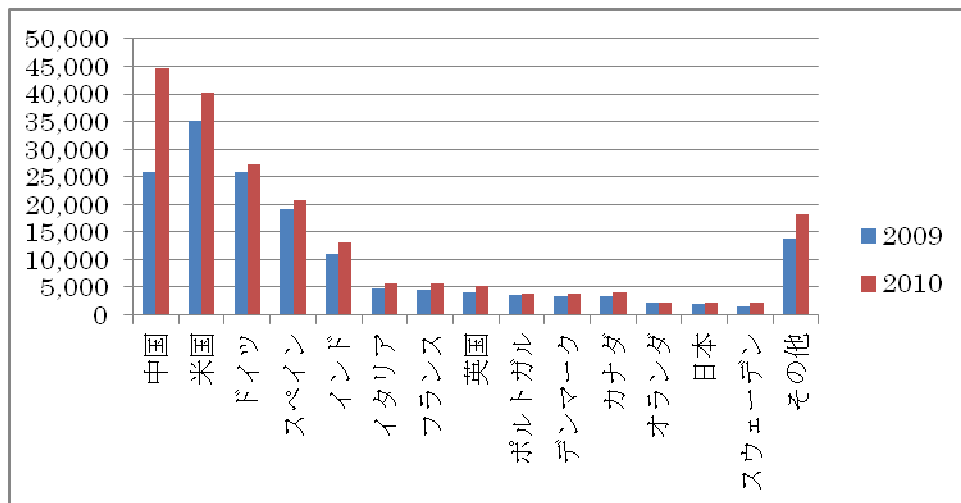
3.5.7 中国における風力市場参入事例（デンマークのケース）

現在、多くの国々が、再生可能エネルギー産業に注力しており、国内の再生可能エネルギー産業を活性化させるために様々な政策を実施している。中でも風力発電の発展はめざましく、デンマーク、ドイツ、スペイン、米国、英国、カナダ、オーストラリアなど、様々な国々で本格的に取り組まれており、風力発電タービンの世界市場は急速に成長している。

2010年には世界の風力発電の市場規模は、約197,039MWまでに達し、今後も増加傾向にある。現在、風力発電の導入量が最も大きいのは中国で、その次が米国である。初めに風力発電市場が勃興したのは、デンマーク、ドイツやスペインなどの欧州の国々であった。1990年代の後半より、斜陽化する自動車工業に代わり、欧州の雇用を支える新産業として期待されていたが(上田, 2007)、市場が飽和するに従い、欧州の風力発電市場は、2000年代中頃より冷え込み始め、代わりに米国、中国、インドにおいて風力発電市場が急速に拡大し始める。

現在、中国と米国は風力発電において世界で最も大きな市場であるが、とりわけ、中国の急速な風力発電の拡大は著しく、2010年には、44,733MWに及ぶ風力発電能力の設備を導入している。2010年末には中国の風力発電容量は、米国を抜いて世界一となり、風力発電市場への期待は、ますます大きくなっていくと予想されている (The New York Times, 2010)。また、中国の風力発電タービンメーカーの台頭も著しく、風力発電ビジネスの競争が激化している。

図41: 世界の風力発電設備の導入量(2010)単位 : MW

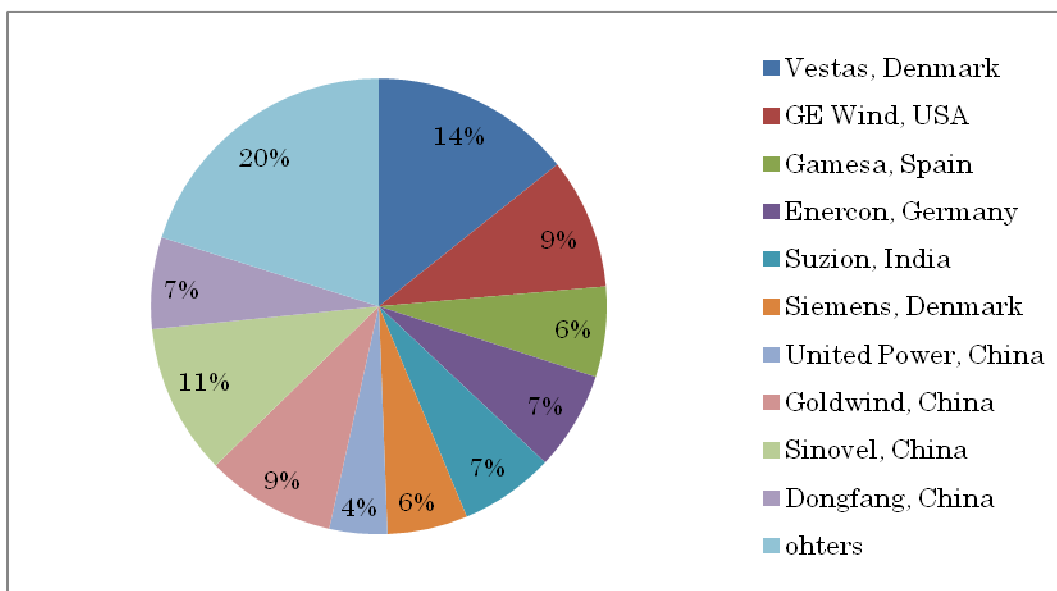


出典 : GWEC

・世界の風力発電メーカー

2010年の風力発電タービンの市場シェアでは、デンマークのVestasが最大手で14%のシェアを握り、次に中国のSinovelが11%のシェアを持っている。そしてアメリカのGE Windが9%のシェアである。そして、スペインのGamesaやドイツのEnerconが活躍している。世界の風力発電タービンメーカーの上位はデンマーク、米国、中国、ドイツの企業であるが、これらの国々では、政府による積極的な風力発電導入のための政策や制度が展開され、国内の風力発電市場が著しく成長している。そのため、企業の成長には、政府による国内の政策や制度、そして国内市場の大きさが関係していると考えられる。

図 42: 風力発電タービンの市場シェア (メーカー別/2010年)



出典：REN21

・日本の風力発電の現状

日本国内における風力発電は、これまで積極的には展開されてこなかった。日本において、風力発電の導入が遅れているのは、技術的な問題と事業構造的な問題があるとされる。技術的には、風力発電が電力系統の周波数変動要因になるため、連系可能量が制限されることが多々指摘されるが、問題はむしろ事業構造にあり、風力発電施設の建設コスト及び発電した電力の価格が、採算性に見合うだけのレベルに設定されてこなかったことが挙げられる。これらの風力発電事業者の事業構造を改善する取り組みを政策的に支援することが喫緊の課題である。

特に、これまで新エネルギー促進政策の要とされてきた「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS法）」においても、新エネルギー価格は、電力会社と事業者との相対交渉で決定し、事業者の希望する価格が確保されとは限らなかった。

こうしたコスト面の困難さから見られるように、日本の風力発電事業の将来は、2011年度に成立した固定価格買取制度の詳細（例：発電の種類や設置形態・規模ごとの買取価格及び買取期間の適切な設定等）によっても大きく左右されるであろう。

3.5.7.1 勃興する中国の風力発電ビジネス

経済成長著しい中国では、エネルギー消費量が年々増加を続けており、化石燃料に伴う温室効果ガスの増加が懸念されている。中国政府は、化石燃料依存からの脱却を図ろうとしており、2030年までにエネルギーの15%以上を再生可能なエネルギーから賄うとしている。(Zhao, Zuo, Feng, Zillante, 2011)。

将来的に中国では、再生可能エネルギー利用率を高め、太陽光パネルや風力発電事業などの再生可能エネルギーを将来の輸出産業として位置付けようとしている。中国政府は近年、風力発電産業を積極的に支援しており、風力発電市場は、2007年以降、急激に拡大し続けている。急速な再生可能エネルギー産業の成長を支えるのは、年率15%を超える電力需要増加と中国政府による再生可能エネルギー産業に対する政策的インセンティブである。2006年には、再生可能エネルギー法が施行され、2008年に再生可能エネルギー発展第11次5カ年計画が発表されている。2009年には、20億ドルを超える投資が行われており、積極的な投資が続いている(GWEC, 2011)。

さらに、再生可能エネルギー関連の補助金を拠出し、新エネルギーの発電比率を一定以上に高めるよう電力会社に指導するなど、再生可能エネルギーの普及を支援するための政策環境が整えられてきた。生産能力の増加に伴い、生産コストを大幅に下げることによって、ますます再生可能エネルギーの利用が進んでいる。

その結果、風力発電導入量は大幅に増加しており、今後も中国政府の Development Planning of New Energy Industry (新エネルギー産業開発計画) によると、2020年までに100GWの電力量を風力発電由来とすることを目標としており、今後も急速な勢いで風力発電事業が進められていくと考えられる。

さらに、中国は今後世界の風力発電ビジネスにおいて、先導的役割を担っていこうとしており、国内の風力発電メーカーに対して輸出戦略を促し、技術的な支援策を打ち出すなどしている。

(1) 中国における海外の風力発電メーカーの動向

巨大な電力需要を持つ中国の風力発電市場は、海外の風力発電メーカーにとって有望な市場であることは間違いない。とりわけ北部地方や南の沿岸部では豊かな風力資源が存在すると見込まれている(Mian, Dalia and Fuxia, 2011)。このため2000年代から、次第に海外メーカーが中国の風力発電市場に積極的に参入している。

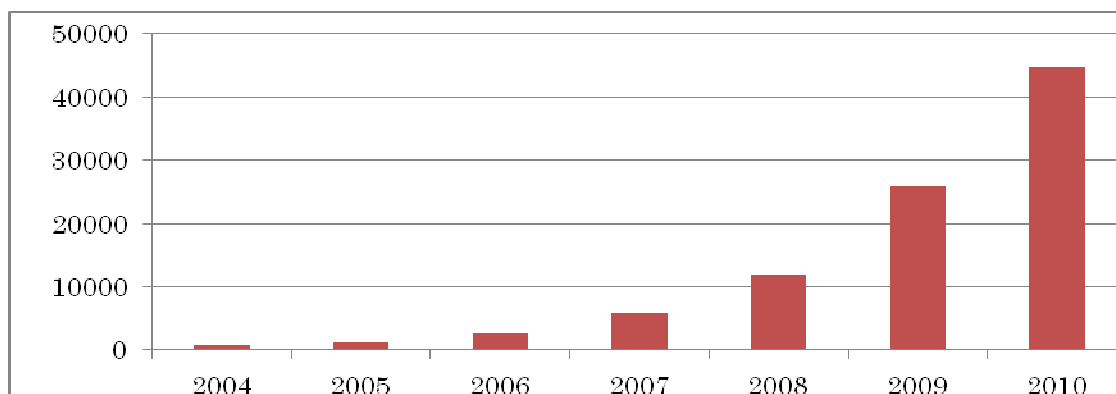
海外メーカーは、巨大な国内市場でビジネスを展開するために、中国政府が海外メーカーに対して、素材の調達から製品の開発まで、一貫して中国国内で生産するように促進

している中で現地化を進め、中国国内に工場を建設し、また、従業員を中国に派遣し、技術協力を行ってきた。

例えばスペインの大手風力発電メーカーである Gamesa も、現地化を積極的に進め、現地の技術者を訓練し、2005 年までに中国の風力発電市場において、約 1/3 までシェアを伸ばした。しかし 2000 年代中頃になると、中国の風力発電メーカーが次第に力を付け、次第に市場を席卷する一方、海外の風力発電メーカーは急速にシェアを落としてゆく。この背景には 2005 年以降、中国系の新規の風力発電メーカーが、中国政府による低金利のローンや安価な土地の提供、政府系の電力会社からの受注斡旋等、政府からの有利な条件を得ながら、風力発電市場でのシェアを拡大していったことが挙げられる。その結果、それまで順調にシェアを伸ばしていた Gamesa も急速にそのシェアを 3% にまで落とした(New York Times, 2010)。しかしながら、中国の風力発電産業は、海外メーカーにとって魅力的であることには変わりはなく、2010 年 11 月にはドイツの企業 Siemens が、上海に新たな工場を設けているなど、膨大な需要が海外企業の風力発電ビジネスを支えている (The New York Times, 2011)。

反面、中国政府による支援の下、急成長を遂げた国内大手の風力発電メーカーは、その技術を海外に輸出していこうとしており、中国最大手の Shinovel は、2015 年までに世界で最も大きな風力発電メーカーになることを目指している。今後、国内企業との厳しい競争下で、海外メーカーがどのようにシェアを拡大していくのかが注目される。

図 43: 中国における風力発電能力の推移(MW/ 2010)



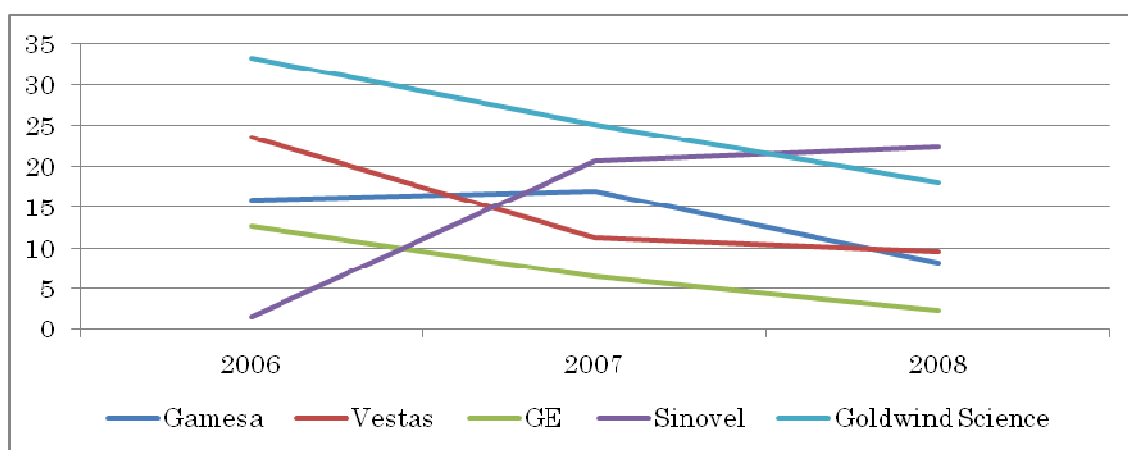
出典：China Wind Energy Association, 2010

表 38: 風力発電能力の導入量の将来予測 (MW)

年度	2010	2015 (計画)	2020 (計画)
河北省	4,160	8,980	14,130
モンゴル自治区(東)	4,211	13,211	30,811
モンゴル自治区(西)	3,460	17,970	38,320
吉林省	3,915	10,115	21,315
江蘇省	1,800	5,800	10,000
甘肅省	5,160	8,000	12,710
ウイグル自治区	0	5,000	10,800
合計	22,706	69,076	138,086

出典： (GWEC, 2011)

図44: 中国風力発電市場における企業シェアの推移(%)



出典：中国可再生能源学会・中国科学院広州能源研究所, 2009

(2) 中国における風力発電ビジネス進出

このように中国の風力発電ビジネスは急速に拡大を続けており、将来的にも、中国市場は魅力的であると考えられる。そのため、中国市場に早い段階から参入・展開し、現地でのプレゼンスを高めることは重要である。しかしながら、中国における風力発電事業においては、風力発電の3分の1が国有の電力網に繋がっていないことや、遠距離送電での電力ロスが高いこと、ほとんどの風力発電設備が近年に建設されており、大規模な風力発電開発の経験が浅いことなど、不安定な要素が存在しているのも確かである。

また、中国国内の風力発電メーカーは、中国政府によって優遇されており、コスト競争力のある中国企業に対して海外メーカーが市場で優位な地位を築くのは困難である。そ

のため、中国内においては、企業間や政府間等様々なレベルで、海外メーカーが現地の企業や政府と協力してビジネスに取り組んでいるケースが多い。

例えば GE は、中国の発電メーカーと合弁会社を設立し、中国の顧客向けに、風力タービンを製造・販売している。中国企業は、海外と国内企業双方に現地での調達や製造を求めており、国内製造を促進することで、中国の風力発電産業の活性化を図っている。このようにして、国内企業は、国内で資材の調達・製造を行い、政府から補助を得ながら成長していった。国内での風力発電用タービン開発による新製品や、風力発電用タービンの海外輸出等による経済効果を通じて、風力発電設備及び発電コストが削減され、風力発電産業が成長するなど、様々な利益が国内にもたらされる。

また、風力発電を含む新産業分野では、火力発電より多くの雇用機会を増やすといわれている。とりわけ、風力発電機器の製造、風力発電施設の建設や、中長期に渡る風力発電施設のメンテナンスやオペレーション作業など、風力発電事業は、多くの労働者を継続的に必要とするため、国内の風力発電産業を活性化させることも可能である。

近年、中国国内での調達や製造を限定させるような政策は、WTO の規則に反していると批判され、徐々に市場は開かれていっているものの、すでに国内の風力発電メーカーは、政府による優遇措置を受けずとも世界で競争していけるだけの規模、コスト競争力や技術力などを獲得している。そのため、今後も海外メーカーは、中国での風力発電市場において、現地企業との熾烈な競争を避けては通れない状況にある。

3.5.7.2 デンマーク政府による中国市場参入支援：WED (WIND ENERGY DEVELOPMENT PROGRAM)

デンマークで風力発電がとりわけ注目されるようになったのは、1970年代のオイルショックの影響からである。

1990年代には、デンマーク政府により「エネルギー2000 (Energi20)」が発表され、風力発電の本格的な普及と産業化が推し進められるようになった。その後1992年に「風力発電法」により電力生産に関する補助金制度が整備されるようになり、1996年には「エネルギー21 (Energi21)」が発表され、再生可能エネルギーの将来ビジョンが明確化されるようになった。風力発電の最大手であるデンマークの Vestas は、海外市場において、先行してシェアを伸ばしてきた。同社では、1970年代後半から、風力発電用タービンの研究開発 (R&D) や製造を積極的に進めており、1980年には、米国の風力発電市場で大きな成果を挙げている。現時点で Vestas は、風力発電用タービンの市場において有力な地位を築いている。現在までに、デンマークの風車メーカーは、ほぼ100%の風力発電設備を国外に輸出しているが、中国市場においては次第に力をつける現地企業との競争が激化し、市場のシェアを拡大するのが困難となってきている。

このように激化する市場を巡り、中国とデンマーク政府によって WED プログラム (The Chinese-Danish Wind Energy Development Programme) が進められてきた。このプログラムの

背景には、風力発電開発について優位性を持つデンマークが、中国の政府、研究所、企業、教育機関の協力を得ながら、制度・計画そのものの変更を促すことによって、中国の風力発電供給量全体を底上げし、間接的にデンマーク風力発電メーカーの参入を図るという国家的意図がある。

約3年に亘る取り組みの結果、WEDプログラムは、中国の再生可能エネルギー分野での、中国とデンマークの共同プログラムの成功モデルにもなっている (Sino-Danish Wind Energy Development Programme)。

<WEDプログラムの内容>

WEDプログラムは、風力エネルギー資源アセスメント、風力発電所計画及び設置後の事後評価、送電系統の統合、研修と普及の4項目で構成されている。

・風力エネルギー資源アセスメント

中国気象局 (CMA) は、パートナーであるデンマーク工科大学の Risoe 持続可能エネルギー国立研究所 (Risoe DTU) と協働で、風力資源アセスメント、マイクロ及びメゾスケールのモデリング、風力資源データベースの構築、中国北東部を網羅した数量的風況図の開発、同手法の全国展開に重点化した共同研究を実施した。

例を挙げると「中国におけるマイクロ及びメゾスケールのモデリング」プロジェクトの一部として、風況図の利用に関する報告書が発行されている。この報告書の目的は、利用可能なデータや、風況図を生み出す種々の要素及び手法概要を紹介することである。さらに「中国におけるマイクロ及びメゾスケールのモデリング」プロジェクトの結果を応用できるように、必要な情報を収集し、第三者へ説明することも意図している。

さらに、風況図の利用法、利用機会、風力計画や風力発電プロジェクト開発への数量的風況の適用方法、ケース・スタディ、ベストプラクティスについて、チェックリスト付きのガイダンスが簡潔に示されている。

・風力発電所計画

中国水力発電エンジニアリング・コンサルティング関連会社 (CHECC) は、海外の専門家と共に、大規模風力発電所の開発研究に対する需要に応えるため、中国の風力発電所開発に即したフィージビリティ・スタディ (FS) 用テンプレートを開発した。このテンプレートは、中国国内で普及しており国家規格として採用されている。また、この標準 FS 用テンプレートは、風力資源アセスメントに重点化しているだけでなく、環境アセスメント、省エネ、リスク分析といった視点も含まれている。

風力タービンの専門家グループは、メーカー20社の工場を視察することで、タービンについての情報収集を行った。それらの情報には、メーカー、単位データ (定格出力、ローター直径、カットイン風速、定格風速、カットアウト風速、風力発電設備の平均稼働率)、ローター (ブレード、ブレードの素材、ブレード番号、受風面積、スピナー長、ローター位置)、変速機、発電機、主軸ベアリング、制御システム、タワー、重量 (ナセル、

発電機、変速機、ローター、ブレード、タワー)、動力曲線、風力タービン発電システム(WTGS) 認証等が含まれている。

・送電系統の統合

中国電力研究所 (CEPRI) は、海外の専門家と共に、風力由来の電気と送電系統との接続改良、風力エネルギー市場の規制緩和、風力発電用タービンの信頼性向上、また、送電系統の安全運用確保のため、国家送電系統運用指針の改訂及び格上げを実施した。

送電系統の統合という点から一例を挙げると、中国デンマーク風力エネルギー開発 (WED) の下位プロジェクトとして、Datang Jilin Xiangyang 風力発電地区にて電力の配線研究が実施されている。同研究の目的は、吉林省 (Jilin) の既存送電網に、風力発電網を接続した際のインパクトを分析すると共に、風力発電の出力を制限し得る要因を特定することである。また、それらに対する技術的な解決策も提示されることになっている。

研究の成果は、風力発電地区での FS 調査、建設、風力由来の電気送電、他の風力発電事業建設に反映される予定である。同プロジェクトの報告書は以下の骨子から成る。

- i) 風量発電出力の特徴とその負荷との相互関係を分析する。それは主に、風力発電の出力変化と負荷変動間の相互関係を分析することである。
- ii) 送電構造を基準に負荷流量を計算し、風力発電の無効電力及び電圧との統合を目標年次ごとに分析する。その目的は、風力発電の送電系統負荷流量とバス電圧レベルに対する影響を把握するためである。それにより、送電線への過負荷や、節点電圧の超過を防ぐ。風力発電の電力系統の安定性に対する影響を分析する。具体的には、種々の外乱及び漏電下におけるシミュレーション、風力発電と地方電源系統間の相互作用、風力発電接続の安定制御スキーム等を考慮しつつ、風力発電により生じる電圧変動や系統連系の安定性の分析について分析を行う。

興味深い点は、WED の調査を基に、中国電力研究所 (CEPRI) が風力由来の電気と送電系統との接続改良、風力エネルギー市場の規制緩和、風力発電用タービンの信頼性向上、また、送電系統の安全運用確保のため、国家の系統運用指針の改定を行ったことである。系統連系は、風力発電由来の電力の送電には欠かせないものであり、一定の安定性のある系統の確保は市場の規模に大きな影響を与える。デンマークがこの部分に着目し、中国の系統連系指針の改定まで視野に入れながら、政府間協力の枠組みを構築したことは興味深い。

・研修と普及

WED は風力発電所の運営と管理、金融と保険、送電系統の統合、洋上風力発電技術、風力エネルギー教育等関連の研修を実施した。また、技術報告書の発刊、大学レベルの教科書作成、大学等教育機関での教育活動、上海 EXPO でのセミナー、東北三省でのワークショップや会議等を通じて、WED は業界内に一定のプレゼンスを得ている。

3.5.7.3 中国・デンマーク再生可能エネルギー開発 (RED) プログラム

WED プログラムと並んで、中国・デンマーク間の再生可能エネルギー分野における協力の柱として実施されているのが RED (Renewable Energy Development) プログラムである。RED プログラムは、中国の再生可能エネルギー開発を強化する目的で、2008 年 12 月に在中国デンマーク大使館と商務部との間で署名されて以降、両国政府により共同展開されている。デンマーク政府からの出資総額は、1 億デンマーククローネ（約 13.6 億円）であり、プロジェクトは 2009 年から 2013 年までの 5 年間に亘る。

RED プログラムでは、中国国家再生可能エネルギーセンター (NREC) を設立し、再生可能エネルギーの開発を促進する中国政府・社会を支援することを最終目的としている。これにより、全エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの大幅なシェア拡大、持続可能な発展の達成、中国での温室効果ガス排出量の削減を目指している。また、同プログラムは、再生可能エネルギー計画や戦略開発に関する中国の意思決定プロセスにも貢献している。

RED プログラムの主な構成要素は、能力開発と技術革新の 2 点である。能力開発の点では、再生可能エネルギーの開発に伴う中国政府の行政能力を強化し、NREC 設立に向けた活動を行っている。また、技術革新の観点からは、NREC 設立支援を目指し、再生可能エネルギーの技術革新に関与する両国団体・企業間の協力及び開発活動を促進している。中国は過去数年間に渡り独自の風力発電システムに関する規格、検査及び認証システムを構築し、その大半は国際規格 IEC 61400 シリーズから翻訳されている。当面の間、これらの規格に対して認証サービスを提供する中国の認定機関は、中国総合認証センター(China General Certification Center) 等数機関に限られる。同様に風力発電用タービン及び部品に課せられる検査実施能力を有しているのは、中国風力検査センター (China Wind Testing Center) と中国電力研究所 (China Electric Power Research Institute) のみであり、現在の中国における検査・認証システムは、未だに初期の発展段階にある。

また、中国では認証機関ごとに能力差が見られる。風力発電用タービンの認証は、負荷計算を行い、制御・保護システム及び機械的・構造的構成要素を査定する専門のソフトウェアと技術を要する複雑な業務である。現時点では、認証機関ごとに基本的な規格に関する理解が異なっており、各々が独自のガイドラインに基づいて認証を行っていることから、検査及び認証の妥当性の一貫性に欠けている。一方、風力発電地帯の所有者・開発者・投資家は、検査並び認証に関する十分な知識を有しておらず、評価適応明細書や検査・生産認証といった種々の証明書の違いを明確に理解していない。さらに、中国での風力設備に関する規格は、検査関連事項を中心に風力エネルギー設備の全容を網羅していない。

以上のように、現状では認証機関ごとに規格への理解や、参照するガイドラインが異なるため、諸外国の知見を活用して規格の整備、ガイドラインの一定化を図り、同時に風力エネルギー設備の全容を網羅したガイドラインに改訂したいという中国政府の意向が伺える。一方、デンマーク政府としては、風力発電開発における長年の経験から蓄積したノ

ノウハウを中国政府、研究所、企業、教育機関等に提供し、ガイドラインや規格の整備を促進することで、海外のメーカーが参画可能なプロジェクトを創出しようとしているのである。

3.5.7.4 デンマーク政府による他の支援

さらに、デンマーク政府は、中国のデンマーク貿易会 (The Trade Council of Denmark) を中心に、両国の法律・政治・ビジネスの専門家とエネルギー・環境チーム (The Energy and Environment team (E&E)) を結成している。E&E は、中国におけるエネルギー・環境分野でコンサルティング・サービスを提供しており、メーカーが中国の風力発電市場で取るべき戦略について助言を行っている。

この専門家チームは、上海、北京、重慶、広州、香港に設置されており、風力、太陽光、石炭・石油・ガス、電力発電、有機性廃棄物によるエネルギー生産、地域エネルギー、水、低炭素社会化等の主要産業分野における調査を通して、中国市場についての包括的知識を蓄積している。

この調査をベースに、E&E は環境技術を有するデンマークの企業集団「Green China」の一員である 12 のデンマーク企業に対して、中国市場への参入障壁の取り除き方や、効率的なビジネスの進め方、パートナーの選定や顧客（地方政府の役人や高官など）との相談会の設定など、市場調査及び政府間活動への支援について、セミナーやワークショップ等を通して、コンサルティングや支援を行っている。

このように、デンマーク貿易会は、経験豊富なデンマーク企業を通じて、中国政府とのパートナーシップを推進している。専門家チームの強みは、政府間の関係が重要な中国市場において、公的機関とのネットワークや市場で影響力を持つ関係者との繋がりを通して、政治体制に関する知識が得られることである。

特に、中国市場では政府間による対話が非常に重要であり、貿易会は、担当の政府機関との対話を促進し、政治的な決定にデンマーク企業が影響力を持つことが可能となるよう支援している (Ministry of Foreign Affairs of Denmark, The Trade Council)。例えば、在中国デンマーク大使館は、2007 年以降継続して中国風力会議のスポンサーを務めている。2007 年の会議では、デンマーク大使館代表が、自国の気候変動政策に関する基調講演を行い、デンマークの技術を披露した。また、2008 年の会議では、風力エネルギー会社に勤務する中国の中間管理職を同会議に招待し、学習及び交流の機会を提供している。

さらに、同大使館は風力開発における自国の経験を、産業界の専門家に紹介すべく「デンマーク風力技術の適用及び中国での解決策」「中国の風力発電所において想定され得るリスク分析」等のセミナーを開催している。

・Vestas の中国における風力発電ビジネス進出の動向

Vestas が初めて中国の風力発電市場に参入したのは 1986 年であった。以降、国内市場の縮小に伴い、2000 年代頃からは、中国に積極的に投資を行ってきた。同社はこれまでに中国

に7つの工場を所有しているが、そのうちの5つは世界的にも大規模な工場である。(Ministry of Foreign Affairs of Denmark)。

Vestas は、2005年に天津に生産施設を建設し、中国市場への進出を果たして以降、急速に中国でのビジネスを拡大している。現在は、同社最大の総合生産工場団地を天津に、中国本社を北京に設置し、工場を内モンゴル自治区内の省都フフホトに、グローバル調達機関を上海に、また最先端の製造工場を徐州に設けている。

中国で風力発電市場が急成長し始めた2005年以降、Vestas は2005年から2010年末までに中国 Datang Corporation Renewable Power Co. から800 MWを超える注文を獲得している。また、2010年6月30日時点で、2100 MWを超えるクリーンエネルギー発電ユニットが13省に納入している。

さらに Vestas は RMB 350 億を超える投資を行い、3000 人を超える従業員の雇用を創出することで、中国における確固としたプレゼンスを構築してきた。2010年10月12日に Vestas のグローバル・イノベーション・ネットワークに重要な意味を持つ、中国技術研究開発 (R&D) センターを完成させたことから、Vestas は同社が誇る最高のノウハウを中国に伝えるという意思表示をしたと言える。

3.5.7.5 まとめ及び中国における風力発電の展望

今後も中国経済の躍進は続いていくと予想されており、エネルギー需要もますます増加すると考えられている。

中国政府は低炭素社会に向けての戦略 (2050年までのロードマップ:中国風力発電発展ロードマップ 2050) を打ち出しており、風力発電は中心的な役割を期待されている。中国政府は、風力発電開発に莫大な投資をすることにより環境負荷を軽減すると同時に、大量の雇用 (2030年までに60万人) を創出しようと計画している。

さらに、第12次5カ年計画 (2011~2015) において、風力を含む新エネルギー産業が「戦略的新興産業」の1つとして位置づけられており、国内の風力発電開発が促進されると共に、輸出産業としての海外市場開拓まで想定されている。

中国政府による2050年までのロードマップが示しているように、中国の風力発電市場は拡大を続けていくと予想される。野心的な数値目標にあるように、今後も風力を含めて中国の再生可能エネルギー政策は積極的に進められるため、風力発電メーカーや関連企業にとって、中国の風力発電市場は大きな可能性を秘めていると言える。

・中国の風力発電ビジネスに参入する上での課題やリスク

中国国内の風力発電ビジネスに海外メーカーが参入する上で深刻な問題となっているのが、国内の部品を利用している風力発電メーカーへの中国政府からの補助金である。2011年、米国はこうした補助金がWTOの規則に反していると批判し、中国政府は補助金を停止することを決定している (BBC, 2011)。

中国は、WTOの中でも2番目に大きな貿易国であるにもかかわらず、WTOに対して補助金に関する情報をきちんと報告していないなど、情報の透明性が十分にされていないと批判されており、中国の風力市場において、今後も公平性が保たれるかどうかは不確実なため、制度面を十分に精査した上での参入が不可欠であると考えられる。特に、中国の風力発電市場では、政治的な働きかけが重要であり、デンマーク貿易会のように政府間での対話を促進し、自国企業の中国市場への参入を促進する等の積極的な努力が必要である。

また、風力発電市場はすでに設備過剰の問題が起きているように、国内メーカーによって廉価なコストで生産されているため、参入する上でコスト競争力が重要となってくる。そこで、核となる技術以外を中国国内で開発・生産する体制を整えていく必要があり、現地企業との協働が不可欠となってくる。

その他、中国の風力発電ビジネスに参入・展開する上で懸念されるのが、先進技術の流出である。中国市場で売買されている技術はすべて、中国企業によって吸収される危険性があり、実際に太陽電池市場の場合、技術を吸収した中国企業は、莫大な人的資本を用いつつ効率性を高め、廉価な太陽電池を大量に生産し、太陽電池市場を席卷していった。このため、風力発電等他の技術流出のリスクについても懸念する必要があることは言を俟たない。

・中国における日本企業の風力発電ビジネスの可能性

現在、成長する中国の風力発電市場では、国内及び海外メーカーによる競争が激化している。欧米では、デンマークのように政府と企業が協働で市場を開拓し、案件を受注している。一方で、中国やインドなどの新興メーカーは、コスト競争力を武器に競争力を高めている。日本企業もタービン・部品等の技術力のみならず、市場への参入方法で差別化を図らなければならない。

特に、日本の技術が必ずしも現地に適合するとは限らず、過剰な生産によって低価格競争が引き起こされている市場では、低価格を強みに新興メーカーが市場のシェアを伸ばしている。そのため、地域間での市場や政策の違いに留意し、コスト面での競争力を付けつつ現地のニーズを素早く汲み取り、日本の強みを活かした製品・サービスの提供が重要となってくる。技術革新に加え、現地生産体制の構築や、現地企業との連携により、コスト面でのデメリットを補いながら、技術力のある製品・サービスを展開していく必要がある。

また、中国市場では政府関係者との折衝や交渉が重要なため、現地での信頼を築いていく上でも、現地の多様な関係者と協働していくことが重要となる。

さらに、新興国市場における海外・国内企業間競争は激化する傾向にあり、そのような市場への参入を考える上では、企業自身のみのマーケティング戦略に頼るだけでなく、国レベルでの積極的な参入支援政策が求められる。

中国においては、デンマーク政府と中国政府によって WED プログラムの名の下、風力発電開発における制度、計画やその発電容量を改善することで、再生可能エネルギーによるエネルギー供給率を引き上げる試みがなされてきた。

このプログラムの背景には、風力発電開発について優位性を持つデンマークが、中国の政府、研究所、企業、教育機関の協力を得ながら、制度・計画そのものの変更を促すことによって、中国の風力発電供給量全体を底上げし、間接的にデンマーク風力発電メーカーの参入を図るという国家的意図がある。

我が国をベースとした企業が他国へ参入する際にも、国家的な市場参入支援が必要となる場合が今後さらに多くなっていくものと考えられ、国家的な環境マーケティング支援のための政策形成・改革が求められていくことが予想される。

3.5.8 中国での改良イノベーションと技術標準への取り組み（花王上海）

花王⁹のアタック Neo を改良した洗濯洗剤の中国・上海進出の事例を分析し、日本発祥の環境技術がどのようにアジアへ伝播していくのか、その場合の制約にはどのようなものがあるのか、日本の環境技術がアジアへ伝播し、アジアにおける環境問題解決にどのように貢献できるのか、政府の役割は何かについて分析する。

3.5.8.1 中国・上海における洗濯にかかわるライフスタイル

上海の人口は2010年において2302万人であり、巨大な都市である。流動人口は約898万人である。面積は6340.5km²であり、東京の3倍の広さを持つ。上海の一人当たりのGDPは11,453US\$/人であり、日本の約4分の1である。なお、中国全体の一人当たりのGDPは4,576US\$/人であり、上海の生活水準は高い。最低賃金は2011年に14%上昇している。

一般的に、中国人はどのようなライフスタイルだと断言することは、生活水準が既に多様化している中国の状況を踏まえると、困難であると思われるが、ヒアリング調査によると、中国人はきれい好きであり、日本人よりも清潔好きと言われる。花王の現地社員へのヒアリング調査によれば、上海人は、子供を大事にし、大人の衣類の菌が子供に移らないように洗濯機も別の物が販売されているほどである。そして、洗剤、シャンプーいずれも粘性があるものが好きであり、日本の流行りとは大きく異なることが明らかとなっている。

洗濯機は、ドラム式、2層式、脱水機が隣についている洗濯機、子供服専用洗濯機、などが上海市内のスーパーマーケットで販売されている。これらの洗濯機の使用方法は日本の場合と異なるようである。上海では洗濯機は大きな衣類を洗濯するために使用され、週2回程度使用されている。桶で手洗いを毎日行う習慣がついているのである。汚れている襟などを部分洗いする場合もある。スーパーマーケットでの買い物は、通常は消費者が車で来てまとめ買いをするため、大きめのサイズの袋詰めされた洗濯洗剤が販売されている。中国ではふけとりシャンプーが50%を占めると言われている。

⁹花王グループ（2011年3月時点）の概要：

- ・1887年設立。売上1兆1868億円。純利益467億円。研究開発費455億円。取得特許数13600件。職員数34743人。29カ国にオフィスを設置。
- ・中国には上海に事業所及び研究所を設立。アジアでは、ベトナム、タイ、マレーシア、シンガポール、インドネシア、フィリピン、台湾、オーストラリアで事業展開。欧州は、オランダ、UK、ドイツ、スペイン、スイスへ展開。その他、米国、カナダ、メキシコへ展開。
- ・売上の2番目に多い事業領域であるファブリック・ホームケア事業の売り上げはほぼ横ばいに推移しており、2011年には2790億円であった。最も多い事業はビューティケア事業で2011年の売上は5335億円。
- ・Kao Corporation Shanghai(上海花王有限公司)は、1993年8月に設立。Kao Commercial (Shanghai) Co., Ltdは2003年3月に設立。Kao (China) Research and Development Center Co., Ltdは2004年10月に設立。その他、関連会社がある。

花王は、上記のような洗濯の仕方が異なる状況を知り、上海における洗濯に関するライフスタイルの調査を行った。以下は、花王 News Release 2010 年 7 月 30 日版で公開されている。

花王は、都市部 600 世帯に調査を行った。その結果、約 9 割の家庭が洗濯機と手洗いを併用していることが明らかとなった。洗濯で使う水は、一世帯あたり年間約 3 万リットルであり、その約 8 割をすすぎで消費している。洗濯機の普及率は 97%であった。しかし、約 9 割の人は「洗濯機と手洗いを併用」し、洗濯機しか使わない人は 5%のみであった。また、洗濯機を使う頻度は平均週 2 回と低く、手洗いの頻度は毎日が 39%、週 4、5 回が 21%と高いことが明らかとなった。洗濯機のタイプは、自動式と二層式で約 9 割を占め、洗濯容量は約 9 割以上が 3~7kg、平均は 5kg（水量として 50 リットル）であった。

1 回の洗濯で使用する水量は、洗濯機では 150 リットル、手洗いでは 23 リットルであった。従って、洗濯機の方が約 6 倍の水を使用する。洗濯頻度を考慮すると一世帯が 1 年間で使用する水量は、洗濯機に 14,400 リットル、手洗いに 16560 リットルとなり、両方法で約半々ずつ使用していることがわかった。両者を合計すると、1 世帯あたり年間約 3 万リットルが洗濯に使用されていることが推定された。また、洗濯工程中のすすぎで使う水は、洗濯機の場合は約 7 割、手洗いの場合は約 9 割であった。すすぎで全体の約 8 割が消費されており、これより効率的なすすぎの必要性が示唆されたのである。

さらに、花王 News Release 2010 年 8 月 30 日版によると、洗剤の計量に関しても興味深い違いが発見された。上海では、洗剤を衣類に添加するとき、多くの人が自分の感覚で洗剤を入れており、きちんと「計量」している人は少数であることがわかった。また、このように本人の感覚で計量した場合、洗剤を余分に使う傾向があり、経済的でないだけでなく、洗剤が多いとすすぎの時の泡切れが悪くなり、すすぎが大変になる傾向が認められた。これまでの研究で、衣料用洗剤は適正量以上添加しても汚れ落ちは上がらないことが知られており、洗剤の正しい計量方法の啓発や製品の対応などが必要であることが明らかとなったのである。

そして、洗剤を溶かした液に、9 割の人が衣類のつけおきをし、つけおきの時間は 5~30 分であった。つけおきをする理由は、汚れをしっかりと落とすためで、その効果も実感されていた。また、つけおき終了後は、ほぼ全員が両手で衣類を持って、丁寧にもみ洗いをしていった。このように、汚れをしっかりと落とそうという、清潔意識の高さが認められたという。

すすぎは洗面器の中で行い、汚れると水を替えるためすすぎがほとんどであった。手ですすぎを何度も行うのは労力が必要であるが、多い人は 8 回もすすぎを行い、平均すすぎ回数は夏 3.9 回、冬 3.8 回であった。すすぎ終了の判断として、泡がなくなるまで、徹底的にする人がほとんどであった。そこで徹底的にすすぎをする理由を調べるため、「衣類が十分にすすげていないと気になること」を尋ねた結果、多くの人が「すすぎが足りないと、体や肌によくない」と答え、肌の健康を意識し、泡がなくなるまで丁寧にすすぐことが明らかとなった。ただ、こうした洗濯行動は、一般に水の使用量を増加させて水環境

に負荷をかけることにもつながる可能性があり、洗濯時の水使用量を減らすためにも効率的なすすぎの必要性が示唆された。

さらに本資料によると、普段の生活の中で衣類につく汚れと、洗濯によるおとしにくい汚れを調べた結果、代表的な汚れは、泥汚れ、シミ汚れ、食べ物の汚れ、汗、皮脂であることが明らかとなった。また、襟そでのシミ、食品の油、皮脂は、落としにくいことを実感していることがわかった。この中で最も気になるのはエリ・そでの汚れで、エリ・そでは直接肌に触れて皮脂がつきやすく、また汚れが黒ずんで目立つため、きれいに洗濯するのに苦労していることが明らかとなったのである。

3.5.8.2 花王の中国進出と中国におけるイノベーション

花王の中国進出の一歩として、花王上海有限公司が1993年4月に設立された。その後、2006年3月に花王中国研究開発センターが設立された。そして、現在、中国の研究所としてはこの花王中国研究開発センターと上海花王科学研究室がある。花王中国研究開発センター設立の最初の目的はヘアケアとスキンケア分野の研究開発であった。現地の人の肌の特徴を把握し、中国における関連情報を収集するために、まず大学教授とのネットワーク構築を進めた。ヘアケアやスキンケア商品は科学的な要素が大きく、中国における大学との連携が必要であった。この活動を2008年まで行った。

2008年11月、日本において2008年8月に発売されたアタック Neo（濃縮、一回すすぎ）を中国へ展開するための研究開発が花王中国研究開発センターで開始された。徐々に、中国人研究者を現地採用した。中国における研究者の採用は、競合他社に引き抜かれる可能性を踏まえないといけない。研究者の中では外資を転々と転職し、キャリアを高めようとする研究者が多いからである。

花王中国研究開発センターでは、2008年から洗濯の実態調査に乗り出した。アンケート調査、訪問調査を繰り返し、上記の日本と異なる洗濯の習慣と嗜好が明らかとなった。これは既に述べた通りである。日本で生まれたアタック Neo の環境技術をそのまま上海に販売しては売れないことが明らかである。アタック Neo で手洗いは必要洗剤量が少量になりすぎてうまくユーザーが適量を使えないためである。北京や上海などの大都市部での訪問調査による洗濯の様子を見る限り、計量してから洗剤量を決めている人はいなかったのである。また、アタック Neo は界面活性剤が洗濯後の衣類に残らないように、また、汚れ落としに集中するように技術や原理が設計されている。洗濯機洗いが中心の日本では、洗うときの泡立ち性はそれほど豊かである必要がないため、低泡性に設計されている。一方、洗濯機洗いと同時に手洗いも行う中国の洗濯習慣においては、手洗い時の揉みやすさという点で、洗うときの泡立ち性が非常に重要な機能となる。実際に日本のアタック Neo を中国の生活者に使ってもらったところ、泡立ちが物足りない、という声が多くきかれた。このような上海のライフスタイルの調査、それを踏まえた洗剤技術の研究開発を進め、ついに、2010年9月に中国にて、日本のアタック Neo の技術や原理を基盤としたアタックが

発売されたのである。日本の環境技術を基盤として、中国・上海のライフスタイルにカスタマイズしてイノベーションが起きたという事例である。

現在、上海において、洗濯洗剤を販売している企業は、Bluemoon（中国企業）、OMO、Tide などであり、花王のアタックは、やがて、これらの既存のメーカーに肩を並べるようになったのである。実際の上海の上層階級の人が買い物をするスーパーマーケットへ訪問すると、そこでは、花王のアタックは3番目のいい場所に商品が並ばれていた。この時点で花王の中国・上海進出は成功とみなしても良いだろう。

2.5.8.3 洗濯洗剤関連市場の状況

洗濯洗剤のうち、液体洗剤を始めて中国で出したのが2008年のBluemoonであった。オリンピックの飛び込みの選手をイメージキャラクターにして大きくシェアを伸ばした。ユニリーバのOMOは2009年に発売された。P&GのTIDEとアリエールが2010年に発売された。この時点で一気にこれらの先行企業が液体洗剤のシェアを大きく獲得してしまう可能性があった。花王のアタックは2010年9月に発売であった。競合他社の平均すすぎ回数は4回、花王のアタックはすすぎ1回であったので、この部分を差別化した。その他の抗菌などの項目は他社も同じように機能を持っていたので差別化ができない状況であったのである。しかし、洗剤の本質は「汚れをいかに落とすか」にあって、すすぎ1回という節水機能は本質的なメリットになっていないのは課題として残る。花王のアタックは、年間約1万リットルの節水に貢献するが、水不足が深刻化しているとは言え、現在の中国では、この年間約1万リットルという量は大きな問題となっていないのである。しかし、先行企業にシェアを取られているので、すすぎ1回を売りにし、価格は競合他社に合わせて販売されていた。

日本、中国の両方でこれらの関連技術の特許を取得しているが、洗剤技術については特許で守りきれない可能性がある。実際にも、競合他社は類似機能を持った商品を出してきた。販売されている洗剤を分析すればその配合情報が明らかにできるからである。洗剤技術においては、防衛特許というよりも、商品のブランドづくりに重点が置かれてきた。すすぎ1回というブランドが中国市場において成功要因となるかはまだ答えがでていないが、特許取得よりもブランドづくりを大事にする傾向にある業界である。ところが、すすぎ1回の技術については、他社は2年ほど追いかけてこなかった。花王も日本で苦労した技術であったから追隨をゆるさなかったのかもしれない。

花王の訪問調査によると、中国の洗剤の市場は1995年には100万トンを超えたと見られている。1998年には350万トンであった。日本の1990年代は100万トン、2011年には約80～90万トンを推移している。最近2年間で市場規模は沿岸部で2倍～3倍程度伸びていると思われる。中国全体で2倍程度伸びている可能性はある。

つめかえ洗剤は、日本ではエコとして解釈されているが、花王上海は中国ではそのような売り方をせず、競合他社と同じく、ケース売りをメインとしている。花王は新規に

参入する立場であるため、フォロワーとして競合他社と同じような販売を行う戦略をとっているのである。中国人のエコ意識を高める啓蒙活動を特に行うこともない。外資企業を中心に中国に対して液体洗剤の濃縮化の普及を進めているが、まだ実現できていない状況である。しかし、中国における花王の環境問題への取り組みは、日本と同等に実施しており、その結果、2008年5月に地域の環境友好企業を取得するにいたった。

3.5.8.4 洗剤の技術標準

中国における洗剤に対する規制は、国の定める標準洗剤の性能以上でなければならないとされている。中国の消費者センターが、販売されている洗剤と国に標準洗剤の性能を比較して、チェックしている。その性能が標準洗剤よりも悪い場合は、その事実について公表されることになっている。

中国の国家標準は、人に悪い洗剤が販売されるのを防ぐことを目的としている。中国の標準洗剤の技術に関して、花王は自ら政府への働き掛けを行ってきた。この働きかけには、日本企業では花王が唯一である。花王と外資が協力して、標準洗剤を決めている国の研究所へ働きかけているのである。基本的なプロセスとしては、国の研究所が、中国の大学教授に技術標準を決めるように依頼し、大学教授から技術標準が提案される。そして、その内容について花王や外資企業が確認し、技術標準を完成させるのである。このプロセスの中で、花王はかなり秘密技術情報を国の研究所へ提出してきた。しかし、この技術標準策定プロセスにかかわることのメリットは大きく、知財戦略よりも優先して、技術標準策定プロセスに働きかけるのである。

技術標準を定める国の研究所は、4.5年に1回技術標準を変えてきた。液体洗剤は近年、標準を変えたばかりである。粉末洗剤の場合は、1991年に合成洗剤の販売数が従来型の洗剤の販売数を越えた時期に技術標準が設定された。このときは、ヨーロッパとJIS基準を参考につくられた。その後、1997年、2004年、2008年に改定された。2004年の改正では、濃縮洗剤が技術標準に届かずアルカリを入れて技術標準を達成することをねらうメーカーが現れたため、規制が強化されたのである。

3.5.8.5 生活品の環境技術のアジア伝播プロセス

花王のアタックの事例は、ライフスタイルが国によって異なることが、環境技術とその伝播プロセスに影響を与えることを示す事例である。花王が環境配慮型製品としてアタックNeoを日本で販売しているが、これを中国・上海で販売する場合は、その技術の改良が必要とされた。それは生活用品を使う環境、生活用品の使い方とユーザーの好みが大きく異なるからである。生活用品の使い方は、環境技術にも影響を与えたのである。日本のライフスタイルに合わせた環境技術は、中国のライフスタイルに適應しないことがあるのである。そのため、海外事業展開の後に、環境イノベーションを起こす必要があった。花王の中国・上海への展開の例では、上海の人々の清潔度、洗濯の習慣（洗濯機と手洗いのバランス、洗

剤の計量はしない習慣)、商品の性質(洗剤の粘度)、気候(寒さ)、水不足という制約が日本のそれとは異なるため、日本の制約下で開発された環境技術をそのまま販売することができず、改良することが求められた。そのために、中国上海に設立した研究所が重要な役割を果たしているのである。

花王は中国以外に、アジアでは台湾、香港、シンガポール、マレーシア、インドネシア、オーストラリアでも販売している。伝統的に使用されている洗濯場の広さも商品設計に影響する。オーストラリアについては、洗濯機を主体とした洗濯をするため、日本と同じアタック Neo を販売しているのである。

異なるライフスタイル圏に対して、どのような商品を販売していくかが、環境技術に影響を与える場合は、企業としては、環境配慮型の技術を維持するか否かは重要な選択となる。仮に、海外での事業展開によって、日本では得られない環境イノベーションが起これるとすれば、それは海外進出によって、環境技術の進展が実現するので、環境的にメリットとなる。アジアには国が異なっても類似した自然環境やライフスタイル圏が存在するため、花王中国研究開発センターのような現地の研究所は、アジアの環境技術の知財の集積と天然資源の集積の拠点となる可能性はあるのだろう。

さらに、既存の技術普及がライフスタイルの固定化にも影響を与えていることが明らかとなった。中国の流通は日本のそれとは大きく異なり、商品を運んでいる途中で洗濯機などが破損するケースが多いという。道路の舗装が十分でないためである。洗濯機が故障した場合、工場で修理したとしても、また消費者の家に運ぶ途中で揺れて壊れてしまうのである。したがって、ハイアールなどのように、修理技術者を家に派遣するメンテナンスサービスを強化してうまくいっている企業もある。そして、洗濯洗剤という生活用品に関する環境イノベーションは、洗濯機という機器の技術に依存して生じる。洗濯機が旧型のものが中国という途上国に、日本の市場とは異なり、広く普及しているが、その旧型の洗濯機に合わせた洗剤を開発しなければならない。旧型洗濯機は衣類の洗い方が荒く、衣類が傷つきやすい。そのため、下着など傷つきやすい衣類は別に手洗いせざるを得ない。洗濯機の故障は多く、修理しても再び道路を移動中に振動で故障してしまうという販路の問題も大きい。このような状況が洗濯において手洗いが根強く定着している背景にある。

伝播プロセスの中には、標準洗剤の基準の決定など、商品に関係する技術標準や政策・規制に関する動向の情報収集に力を入れる必要があった。突然の変化が大きなコストになる技術標準は、知財を隠さずにも入手する価値があると言える。花王上海は、技術標準を定める国の研究所に対しては、日本企業の優れた技術に関する情報はほとんど隠さずに提供してきた。これが、最終的には中国と日本の技術の差を埋めることに貢献している。これは日本企業にとってもメリットが大きく、また、中国政府にとってもメリットがあることである。

3.5.8.6 政策インプリケーション

1) 現地のライフスタイルのトレンドを情報共有する

本事例は上海のライフスタイルにカスタマイズし、商品の販売を伸ばしているが、海外の政府系機関によると、現地のライフスタイルにカスタマイズしないで販売する企業が数多く存在している。現地の文化やライフスタイルに不慣れな企業にとっては特に注意が必要である。現地の日本政府系機関は、ライフスタイルが日本のそれと大きく異なるものについては情報を収集し、海外へ展開する日本企業とそのリスクについて共有すべきである。ライフスタイルは多くの産業分野が関わる重要な情報である。急速に先進国化する中で、ライフスタイルが大きく変化する可能性も大きい。

2) 「環境技術の日本」ブランドを構築する

途上国の行政機関は、技術基準や政策・規制を検討するにあたって、世界各地から最高の環境技術を求めている。技術の質が高い日本、という一般的に普及している日本ブランドに加え、「環境技術の日本」、という新たな日本ブランドを確立する必要がある。このためには、途上国政府の技術基準や政策・規制の検討の場において、日本企業のさらなるプレゼンスが必要である。ひと産業に一社の日本企業の存在では、環境技術の日本、というブランド構築には不足である。これまで以上に、このような場づくりや日本企業の参加を進める情報共有の場をさらに進めるべきである。

3.6 インド

インドでは、1990年代以降、グローバル経済の波に乗り製造業よりも先にIT分野を中心にサービス業が発達する形で経済成長を遂げてきた。2007年には世界金融危機の影響により経済成長が減速したにも関わらず、2009年後半にはGDPの成長率は7.9%にまで戻り、いち早く世界的な金融危機から抜け出している。このようにインドの経済は飛躍しているが、インド国内ではインフラの整備、特に交通、電力の供給、および水道の整備が遅れを取っている。これは、製造業に必要な交通・電力等のインフラが圧倒的に不足していることに加え、経済の自由化を徐々に進めているなかでも依然税制や規制が複雑であることも発展を遅らせている要因である。しかし、インド政府も十分に雇用を確保できない等の問題意識から製造業の発展を重要視しており、現在では自動車産業を中心に少しずつ大きくなっている傾向も見られ始めた。

また、こうしたインド政府の動きを後押しするためにも、日本とインド政府の間でデリームンバイ間に産業大動脈を形成するという大きなプロジェクトも動いている。今後インドが、強みであるIT分野を中心としたサービス業を活かしつつ、どのように製造業を強化していくかがインドの更なる発展のカギを握る。

インドには鉄鉱石や生物資源など、多くの天然資源がある。しかし一方で、資源開発に伴う技術力が十分でないことも指摘されており、この分野での日本との協力も期待されている。クリーン・コール技術や、省エネ、新エネ技術分野は、日本がこれからインドで展開しやすい環境は整い始めていると考えられる。インドでは石炭への依存度が高く、国内の50%以上の電力を供給しており、石炭そのものも輸入されている。次に大きいエネルギー供給源が水力発電である。しかし、インド政府は今後のエネルギー政策の中で太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーに注目しており、エネルギーにおける他国への依存性から脱却するための重要な戦略と位置づけている。また、生物多様性をもとに、バイオ産業の発展も引き続き期待されていることから、日本もこうした分野でも少し先を見据えた共同開発への取り組みも起こすタイミングにきている。そこで資源開発に伴う技術力に関し、日印協力・共同開発の可能性についてや、日本の環境関連技術のインド市場への展開について調査を行った。

背景

・経済改革前の混合経済体制（～1991年）

インドは1947年にイギリスから独立した後、西洋文明の影響を可能な限り排除し、独立した文化社会の形成を目指した。結果的に、公的部門が積極的に経済開発に関与する混合経済体制を採り、植民地支配の象徴である西洋型近代化の影響を最低限に抑えるため、外資の参入に対しては厳しく制限しており、輸入も国内で調達することが不可能なものに限るなど、極めて閉鎖的な経済システムを構築してきた。また、タタをはじめとする一部の財

関は温存されたものの、民間企業の活動はあらゆる面で産業ライセンス取得など政府による複雑な許可制度により制限されてきた。なお、タタは、インド社会において少数民族の出身で、ヒンズー教徒ではないことから、特別視されていたことも影響している。

1984年に発足したラジブ・ガンディー政権は、これまでの政権とは異なり、シンガポールなど他のアジア諸国の経済成長を意識し、徐々にではあるが近代化への道を開こうとした。たとえば、「新コンピューター政策」を掲げ、ハードウェアの輸入関税の大幅引き下げを実施するなど一部の経済自由化を進め、1991年頃から本格的に経済自由化に踏み出していった。

・経済自由化の時代へ（1991年～）

1990年代に入り、インドはこれまでの閉鎖的な経済政策から本格的に経済自由化路線に転じることとなった。この経済自由化に伴い、インドは年平均6%の急速な経済成長を遂げている。とりわけ、経済自由化路線にともなう経済成長が顕著となった1994年から1996年は第1次インドブーム期といわれるようになる。その後、2000年問題に端を発する世界的なIT景気のおかげで2000年は第2次インドブームを迎えた。更に2003年以降は年平均8%前後と極めて高い経済成長を遂げる中、第3次インドブームと位置づけられている。そして、2002年にスタートした第10次五ヵ年計画（2002-2007年）では、GDPの年平均成長率8%を目標と掲げたが、結果的にそれを上回る成長を遂げている。

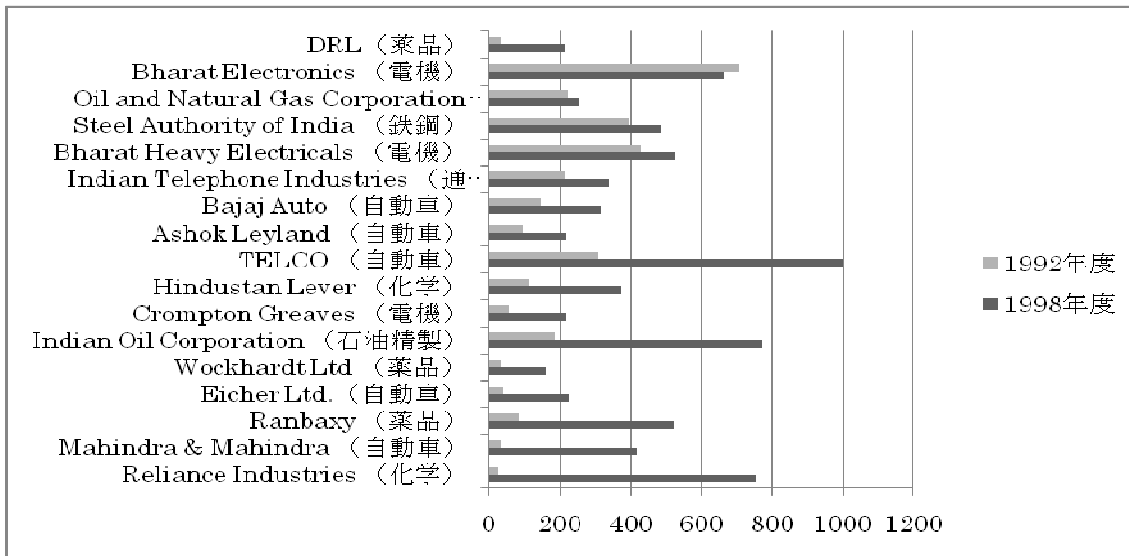
こうした経済成長の背景には、米国をはじめとする先進国のサービス産業のアウトソーシング先として、ITを中心とした低コストのサービスをインドが担ってきたことが指摘できる。したがって、インドの産業構造は、他の新興国とも違いサービス産業が経済に占める割合が発展段階初期より多くなっている。

表 39：インド産業部門別 GDP 構成比（%）

産業部門別GDP構成比(%)							
	1981-82	1985-86	1990-91	1995-96	2000-01	2004-05	2005-06
農業	41.8	38.6	34.9	30.6	26.1	22.2	21.2
工業	21.6	22.5	24.5	25.5	23.9	24.6	25.0
サービス業	36.6	38.9	40.6	43.9	50.0	53.2	53.8
GDP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0 ₇₃

1991年代以降は、ライセンス制度の廃止や改革によって競争環境が厳しくなり、特に大企業において、研究開発（R&D）を強化して新製品を導入したり、品質向上や生産の効率性改善を図ろうとする動きがみられる。主要なインド企業のR&D支出額の変化をみると、業種によっては偏りがあるものの、地場企業による研究開発が急速に活発化している様子がわかる。

図 45：インド企業の R&D 支出額（100 万ルピー）



(出所) 島根 良枝「インド産業部門の成長」アジア経済研究所 (2009)

経済成長を続けるインドにおいて、研究開発に対しても今後着実に伸ばしていこうとしている。現時点では、研究開発投資のレベルは中国に比べるとまだ低いですが、バイオ分野が牽引する形のイノベーションシステムが構築されつつある。今後は、こうした研究開発の伸びによる技術競争力の強化が製造業をはじめその他の分野にも広がることが期待されている。

3.6.1 インドの環境技術市場と動向

3.6.1.1 研究開発と科学・産業技術政策について

インドの研究開発の対 GNP 比率は約 0.8%程度といわれている。公共部門の負担割合は約 7割であり、高等教育機関は 3割程度を負担しているといわれる。分野別で見れば、R&Dについては国防関係、エネルギー、基盤的セクターについては政府主導で行われ、ITなどその他の分野では民間主導となっている。

科学技術政策 2003「第 11 次 5 ヵ年計画 (2007-2012 年) では、イノベーションがキーワードとなっており、技術移転や産学連携、ベンチャー支援、そして中小企業支援などを充実させている。例えば起業支援としてイノベーションファンドの設立や、インキュベーション、サイエンス・バイオパーク等の構想が行われている。また、バイオ、新エネルギー、製造部門にも着目し、それにより科学技術分野への投資に関して 220%増加を目指している。

次表やグラフからも明らかであるが、年々、研究活動も拡充してきており、基礎研究

の割合もかなり伸びている。この点は、基礎研究の割合が伸び悩んでいる中国と比べるとかなりインドの特色が色濃く出ているところである。

表 40：成長するインド経済と研究開発投資

成長するインド経済と伸びる研究開発投資

Table 2: Trends in GERD in India, 1992–2008

	GERD (current Rs million)	Nominal growth rate (%)	GERD (constant 2 000 Rs million)	Real growth rate (%)	GERD/ GDP ratio
1992	45 128	14	83 476	-0.16	0.76
1993	50 046	11	85 038	1.87	0.73
1994	60 730	21	93 824	10.33	0.77
1995	66 224	9	93 197	-0.67	0.72
1996	74 839	13	96 510	3.55	0.69
1997	89 136	19	106 647	10.50	0.71
1998	106 113	19	119 081	11.66	0.76
1999	124 732	18	129 542	8.78	0.77
2000	143 976	15	143 976	11.14	0.81
2001	161 988	13	156 879	8.96	0.84
2002	170 382	5	160 219	2.13	0.81
2003	180 002	6	163 037	1.76	0.80
2004	197 270	10	172 756	5.96	0.78
2005	216 396	10	179 600	3.95	0.75
2006	287 767	33	229 538	27.80	0.88
2007	329 416	14	248 954	8.46	0.87
2008	377 770	15	274 138	10.11	0.88

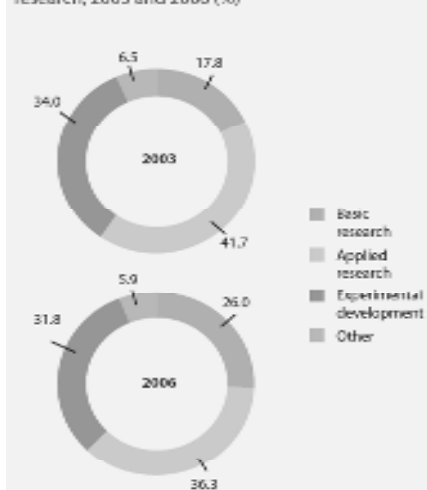
Note: The GERD/GDP ratio here differs from that in the Statistical Annex because the DST data are for the fiscal year from 1 April to 31 March, whereas UNESCO has allocated these to the previous year. The source of the GDP data used by UNESCO to calculate the GERD/GDP ratio is the World Bank's World Development Indicators, whereas the DST uses national data.

Source: Department of Science and Technology (2009) R&D Statistics

(UNESCO Science Report 2010)

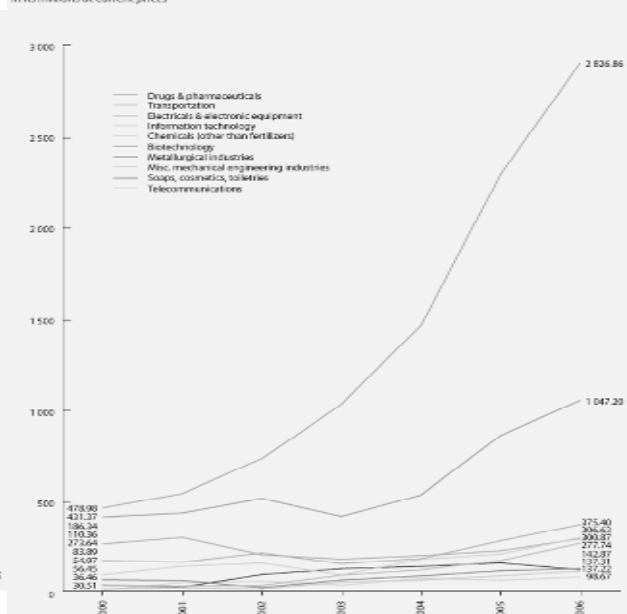
研究開発のタイプと分野

Figure 3: Distribution of GERD in India by type of research, 2003 and 2006 (%)



Source: Department of Science and Technology (2009) R&D Statistics

Figure 5: Distribution of GERD in India by industrial sector, 2000–2006
In Rs millions or current prices



(UNESCO Science Report 2010)

3.6.1.2 インドの環境・イノベーション政策

インドが力を入れている科学技術政策 2003「第 11 次 5 カ年計画（2007–2012 年）では、イノベーションがキーワードとなっており、技術移転や産学連携、ベンチャー支援、そして中小企業支援などを充実させている。例えば起業支援としてイノベーションファンドの設立や、インキュベーション、サイエンス・バイオパーク等の構想が行われている。また、バイオ、新エネルギー、製造部門にも着目し、それにより科学技術分野への投資に関して 220%増加を目指している。

インドの科学技術政策関係者の間では、イノベーションには二つの軸があるとの理解がなされている。一つ目は欧米日等の先進国に追いつき競争できるようなイノベーション、二つ目は国内の貧困層の生活改善を計るためのローテク技術の普及を前提としたイノベーションである。このビジョンの実現のため、2008 年には National Innovation Act のドラフトが作成され、公共事業、民間事業、および官民提携によるイノベーションを促進させる政策を打ち出し、イノベーションを対象として規制の緩和や、特許や知的財産の法的保護の強化を行う方針を明確にしている。また、2010 年には 2010~2020 の 20 年間を“decade of innovation”とし、National Innovation Council を設立すると共に学際的・国際競争的なイノベーションを促す政策を打ち出した。

また、イノベーションを起こすために欠かせない課題として、人材育成が挙げられる。科学技術政策 2003 では、研究開発費の対 GDP 比率を第 10 次五カ年計画の終了時（2007 年）までに 2%にまで上げることを目標として定められた。しかし、目標とされた時点では対 GDP の 0.8%にとどまり、現在でも 2%目標は達成されていない。また、第 10 次五カ年計画と第 11 次五カ年計画と比べると、Scientific department の予算が全体の 3.66%から 4.68%と増え、教育用の予算は 7.68%から 19.29%と飛躍している。

さらに、2002 年 12 月に発行された「インド・ビジョン 2020」にはインドが 2020 年までに目指すべき方針を具体的に挙げているが、その中で明確にされている 2020 年のインドはエネルギー、起業家精神とイノベーションで繁栄する国家と定義付けられ、その実現のために雇用確保と教育を国の最重要課題としている。

3.6.1.3 電力需給改革及び戦略

インドは 1990 年代の経済政策の転換によって高度経済成長を実現してきたが、電力供給不足もそれにともなって深刻化した。表 1 に示すように、1992–1997 年間の第 8 次五カ年計画から急に電源開発の目標達成率が落ち込んでいる。目標は近年飛躍的に高くなっており、第 12 次五カ年計画では目標が 1 億 kW になる予定である。

表 41: インドの各五カ年計画における電源開発の目標と実績

5カ年計画	目標 (1000kW)	実績(1000kW)	成率・%
第1次 (1951-56)	1300	1100	84.6
第2次 (56-61)	3500	2250	64.3
第3次 (61-66)	7040	4520	64.2
第4次 (69-74)	9264	4579	49.5
第5次 (74-79)	12499	10202	81.6
第6次 (80-85)	19666	14226	72.3
第7次 (85-90)	22245	21401	96.2
第8次 (92-97)	30538	16423	53.8
第9次 (97-02)	40245	19015	47.5
第10次 (02-07)	41110	21180	51.8
第11次 (07-12)	78000	—	—

出典 :インド電力省

20世紀におけるインドでは、State electricity board による発電から配電までの全システムを政府が担っていたため、電力政策の変遷はあまり見られなかった。しかし、経済政策の転換と共に高度の経済成長が始まると共に21世紀に入ってから、インド政府は積極的に電力政策の改革を展開している。近年のインドの電力政策の基幹にあるのが、2003年に発行された電力法（Electricity Act 2003）である。これは7つの、系統へ接続する際の技術的な基準に準ずる事を条件にした発電所の建設における許可の免除、関税の設定における過程の透明性と客観性の充実、送電への自由なアクセスなどを認めるなど、民間企業に電力開発の扉を開くと同時に市場に競争原理をもたらした。その他に、2003年の緊急改善計画（APDRP）、2005年の国家電力政策（National Electricity Policy）、2006年の総合エネルギー政策（Integrated Energy Policy）、農村電化政策（Rural Electrification Policy）、電気料金政策（National Tariff Policy）など、電力法に基づいて次々と積極的な政策を発行している。

緊急改善計画はインドの送電・配電による損失を抑えるための計画で、損失を15%まで下げる事を目標として掲げられた。これを実現する金銭的インセンティブとして、中央政府が送配電システムの強化に50%融資し、送配電による電力損失から発生する損失コストの50%を補助金として State Electricity Board に与えた。その結果、2002~2006年の間に総損失コストが1350億ルピーも削減することに成功した。また、抑えた電力の損失量は6000~7000MWにのぼり、従来の損失を加味して想定した場合必要とされていた、9000~11000MW分の新規の発電開発を避ける事に成功している。

2005年の国家電力政策は、2012年までに1kWh/世帯/日の電力を全ての世帯へ送る事を目標とした。

この政策では水力発電の持つ潜在的電力の開発、全国の電気系統の開発を主な目的とし、さらに距離と方向によって価格が変わる送電料金制度を導入した。同政策の延長で2006年には電気料金政策が設けられ、民間事業による開発に対する競争入札の応用、cross-subsidyによる課徴金の設定法、購入する電力の一部を再生可能エネルギー発電によるものにする事など、電力の売買に関する料金制度を統一した。

再生可能エネルギーに対する関心は、第10次五ヵ年計画の内容においても新再生可能エネルギー省によって明確にされていた。同計画期間中は再生可能エネルギーの開発に一定の成果を挙げたものの、太陽エネルギー開発においては大幅に遅れをとった。そのため政府は2008年にジャワハーラル・ネルー国家太陽光ミッション計画(JNNSM)を掲げ、2022年までに20GWの発電量を太陽から得ると共に、それに準ずる政策の改善を明確にした。また、2003年には水力発電を対象に「50000MW水力開発イニシアチブ」を発表し、2012年までに50GWの発電量を水力から賄えるようにする方針を打ち出している。

また、再生可能エネルギーによるオフグリッド発電を対象とする政策も近年確立されている。2003年電力法に基づいて2006年に農村電化政策が発行された。同政策では2009年までに全ての世帯に電力へのアクセスが造られ、2012年までに安定した電力を合理的な価格で提供すると共に、2012年までに1ユニット/世帯/日の電力供給がされるようにすることを目標とした。この目標を達成するために、ラジブ・ガンディ送電計画(Rajiv Gandhi Grameen Vidyutikaran Yojana; 以下、RGVY)が立案され、100人以上の住人がいる農村は全て電化させる計画を発表した。同時にRemote Village Electrification計画も立てている。これによって90%が中央政府の補助金、残りの10%はRural Electricity Commission公社にローンとして州政府に出される。これらの計画を実現させるために注目されているのが、Decentralized Distribution generationで、配電網の延長が非現実的な地域を対象に、バイオマスや風力など、地域内で収穫できるエネルギー源を使った発電所を建設する構想である。DDGによる発電量増量と農村の電化は、第11次五ヵ年計画中に5000MW分の発電所の設置が目標となった。

しかし、ウルトラメガパワープロジェクト(UMPPs)の名の下で、総発電量4GWに及ぶ大規模の火力発電建設プロジェクトも進行させており、依然として石炭への依存は今後変わらない見通しである。

また、マーチャント・プラント・イニシアチブ(MPPI)も立ち上げられている。これは既存一般電気事業者との長期契約に基づかず、販売先の自由度の高い仕組みで、10000MWの発電量がこのイニシアチブを通じて新たに開発される予定である。これも石炭を通じた発電を対象としており、32億トンの石炭が中央政府によって割り当てられている。さらに、2008年には米国と原子力協定を締結したことにより、原子力発電所の増設も進められている。

これら一連の政策によって、インドにおける発電開発事業者が大幅に増え、電源開発量の発電源も多様化してきた。一方で、新規に開発された電源量は常に五ヵ年計画によって定められた目標を大幅に下回っており、飛躍的に増大している目標に追いつくことができていない。

3.6.1.4 再生エネルギー

2009年10月、インド首相を中心とする委員会 National Action Plan on Climate Change は、2010年までに再生可能エネルギーの比率を5%に高め、その後10年間、毎年1ポイントずつ比率を上げていくという目標を打ち出した。再生可能エネルギーに対するインドの投資額は2009年が32億米ドル、2010年が40億米ドルである。2010年の投資額は世界第10位に相当する。世界第1位の中国（544億米ドル）と比較すると1割弱程度の規模だが、インド政府の計画によれば今後の伸びが期待できる。インドの再生可能エネルギーの規模は、水力が大きく風力が続く。今後は風力と太陽エネルギーの比率が高まる見込みである。

(1) 水力

世界銀行によると、インドは国内にある潜在的水力の23%しか使っていないという。また、アジア開発銀行もインドの水力発電は負荷率を60%と推定して計算しても、84GWの発電が可能であると報告している。インドの水力資源は膨大であり、2003年には「50000MW 水力開発イニシアチブ」を発表し、2012年までに必要な70GWのうち、50GWを満たすことを目標とした。しかし、2011年末の時点では、同イニシアチブの下で確保できている電力は15554MWに留まり、その他の水力発電を総合しても40GW未満である。

従来のインドでは、ナルマダ・ダム開発における紛争に見られるように、環境や近隣の住民に対する影響評価および対応策、土地の獲得、州政府間の合意形成など、様々な点において準備不足であったりしたため、水力発電の開発は遅れてきた。しかし、近年は中央政府と州政府による施策が打ち出されている。具体的な政策としては、各プロジェクトの徹底した事前評価の蓄積、認可・手続きにおける過程の合理化、独立行政委員会の設立、長期的融資の準備、生産された電力の販売制度の柔軟性の向上などが含まれる。インド政府は最適な電力システムとして40%を水力から、残りの60%を他の資源から電力を得るという目標を掲げている。

しかし、水力発電には地域的な偏りという問題点がある。潜在的水力の80%はインダス、ブラマプトラ、ガンジス川に集中しており、いずれも国土の北部を迂回するような形で流れている。したがって電力を供給できる地域は北部に限られるのが現実的である。

(2) 風力

2010年以前は、インドにおける風力発電は建設のインセンティブとして加速償却法を採用していた。そのため多くの風力発電所が発電の効率より収益性を求める非専門組織によって乱立し、資本所有者の中にはホテルチェーンやクリケット選手、映画俳優までいる程にまで至った。2010年までは業界は非常に断片化しており、資本所有者の上位25位だけで当

時の総発電量 13GW のうち 3GW 分を所有するに留まっていた。また、世界の風力発電のプラント負荷率の平均が 25~30%であるのに対し、インドでは平均が 15%であり、さらにグジャラート州やアンドラプラデッシュ州などは 10%にも満たなかった始末である。

これに対し、政府は加速償却法を発電量とその効率に基づくインセンティブと替え、州が固定か各買い取り制度や認証排出削減量 (CERs)、グリーン電力証書 (RECs) を市場に導入した。これによって国際機関・国内機関から融資を得られる独立系発電事業者が本格的に開発に参加するようになった。

風力発電は、主にインド北西部から南西部にかけて開発が進められている。風力発電の開発および稼働には、モンスーンが大きな影響を与えてくる。4月から9月にかけて南西部がモンスーンにさらされ、冬期には北東部により弱いモンスーンが到来する。このため風力発電所建設事業は、モンスーンによる大幅な遅延が生じないような計画が必要である。

(3) 太陽光エネルギー

インドの日照時間は 2,300 から 3,200 時間と推定されており、年間約 300 日とも言われ、10%のエネルギー効率で換算しても年間 50 万 TW の電力を発生させるだけのエネルギーになる日射量を受けている。しかし、太陽エネルギーは、その潜在的容量の大きさが認知されながらも、他の再生可能エネルギーと比べて開発が遅れてきた。第 10 次五ヵ年計画では再生可能エネルギーを対象とする開発の目標が設定されたものの、太陽エネルギーは進展がほぼなかったと言って良いほど大幅に目標を下回った。

このため第 11 次五ヵ年計画では太陽エネルギー開発が見直され、2022 年までに 22000MW 分の太陽エネルギーを新規開発する計画が立てられた。このためインド北西部および南部を中心として積極的に太陽エネルギー発電所の設立が進められており、特にラジャスタン州で開発が進められている。また、南隣のグジャラート州では、590MW の発電量を誇るソーラーパークを 2500ha の土地に造る計画も進められているなど、州政府による大規模な開発も進められている。また、太陽エネルギーの発電源の開発に留まらず、太陽電池を始めとする関連装置および裾野産業においてもグローバル・リーダーとなることを目標として掲げている。その目標へ達するために、太陽エネルギー分野においては研究機関の設立、人材育成事業の発展、積極的な産官学提携なども行ってイノベーションの促進させようとしている。

また、インドでは既存の送電網では電力を供給できない地域も多いが、これらの地域も電力政策において重視されてきた。安定した電力を発電し供給するための手段として、太陽エネルギーはオフグリッド発電の主要な電源との期待も高まっている。

(4) バイオマス

バイオマスによる潜在的発電量は 50-70GW とされており、そのうち既存の技術で開発可能な潜在的容量は 25GW である。これは他国では発電に投入される原料が不足されているのは対照的に、インドでは年間 5 億トンものバイオマスが生産され、そのうちの 1.2~1.5 億トンは余剰分となるほどであるため、今後の開発が期待される。現在な 25GW のうち 17GW

分は農業残渣によるものであるが、現在は 900MW 分しか導入されていない。また、安定した資源の投入が期待されるため、他の再生可能エネルギーと違って発電も安定しており、そのためプラント負荷率は 75~80%と高く推定されている。

バイオマス開発の政策においては二点課題がある。一つは、バイオマスの供給源である農耕地は家族で経営されており、よってバイオマス市場は多くの場合断片化している。そのため、大規模なバイオマス発電所を設立する場合は長期的に安定したサプライチェーンの構築が難しい。また、マッキンゼイの報告書によると、農民はバイオマス発電所の設立に伴って原料となる農業残渣の価格を上げる傾向にもあるため、安定した価格で供給されるような仕組みも求められている。しかし、太陽エネルギーと同じく、農村部においてはオフグリッドのバイオマス発電によって、近隣の農村のエネルギー需要を満たす事も可能であると見込まれている。

3.6.1.5 水処理環境についての現状

インドは世界の 16%の人口を擁する一方で、地球上の 4%の水源しか持たない。これに加えて、インドでは上水道の普及率が 88%であるのに対し、下水道の普及率は 31%にとどまっている。このため、インドにおける水資源へのアクセスは限られている。一方で、近年の経済発展は産業の急速な成長を促すと共に排水量も増加させ、生活水準の向上による一人当たりの水使用量の増加をもたらした。また、都市への人口集中による既存処理施設の処理能力不足が顕在化してきており、排水による環境汚染が問題となってきている。水の汚染の主な要因は工業排水、人の排泄物を含む未処理の都市排水、そして農薬を含む農業排水であり、汚染は地表水、地下水両方に及んでいる。

水の供給および公衆衛生管理は各州の管轄下にあり、さらに各州はそれぞれ水管理の権限を Panchayati Raj institutions (PRIs) や Urban Local Bodies (ULBs) に委託することができる。現在多くの州では水の供給は State Public Health Engineering Departments や Water Boards に任せている。このため、エネルギー政策に見られるような、中央政府による水政策における規制がない。

インド政府は 1987 年に国家水政策 (National Water Policy) を打ち出し、2002 年には改訂版 (NWP 2002) が発行された。それによると、水配分の優先順位が飲料水、農業灌漑水、水力発電、生態学、工業、運河の順に定められているだけでなく、既存の事業の性能の向上による水資本の利用の効率性向上、科学技術の応用による水質の向上、水の保全に繋がる伝統的および現代的手法の奨励、そして民間企業参加による水資源開発や運営の認可などを表明している。また、2005 年には国家都市再生計画 (Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission) を立ち上げ、第 11 次五カ年計画の年間に約 400 億ドルの投資によって都市部全人口に浄水供給と下水・衛生施設の提供を目標とする水インフラ整備計画を実行した。しかし、本計画は遅れており、投資額を 2 倍に増やす事で第 12 次五カ年計画中に目標へ達成させる予定である。

巨額の金額が水インフラの整備に投入される中で、民間企業による水のサービスへの参入も活発になっている。特にインドにおける水処理ビジネスへの外国企業による参入における競争が激しくなりつつある。同分野では、アフターサービスを必要としないような個々の技術を売り込みではなく、現地の関係者と組み、共同発展的で総合的なアプローチを取る企業がほとんどである。共同事業を組む事によって予備調査、設計、技術コンサルティング、運営・管理に至るまで、全てにおいてサービスを提供する方法によるエントリーが多い。米国の企業による参入が多いが、インドの企業は独自の技術開発と共に外国企業との戦略的な提携による技術能力の向上を目指しており、提携相手は米国以外にヨーロッパ、特にフランス、イギリス、オランダ、ベルギー、ドイツ、フィンランドが挙げられる。

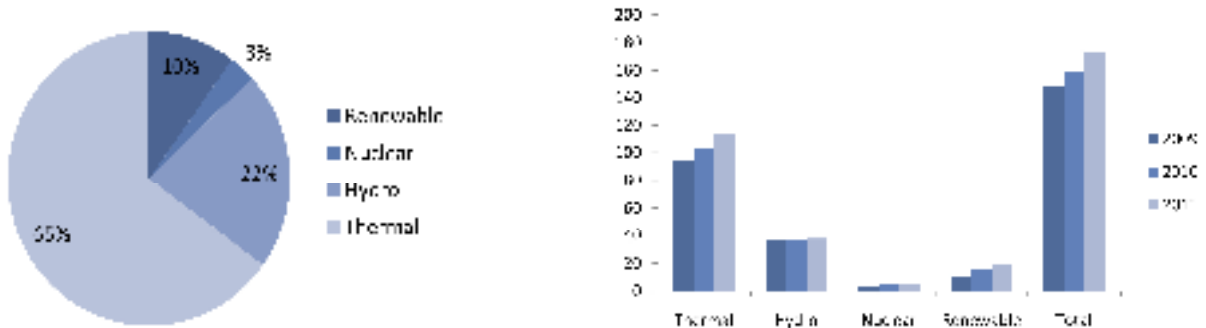
日本からは、2010年12月にはインド政府が同国西部で計画しているデリー・ムンバイ間産業大動脈開発という大規模地域開発事業を巡り、日本の企業連合が次世代送電網「スマートグリッド」を活用した都市整備事業だけでなく、水処理事業や輸送システム整備事業なども受注する見通しになった。日本企業が地域開発事業のインフラ整備全体を担うことになる。同事業には、国際協力銀行からも75百万ドルの融資もされている。

また、民間企業の中では、日立グループがインド進出と水処理事業への参入に近年力を入れている。日立製作所は2011年10月にバンガロール市に「日立R&Dセンター」を開設し、(1) 既存製品の改善などの技術開発、(2) 市場ニーズに即した新規事業の開拓、および(3) インドの大学や企業と提携して現地での先端技術開発に繋がる研究に力を入れる予定である。このうち、(2) では社会イノベーション分野を地域研究の対象の中心とするとしており、その中には水処理事業、都市交通、スマートシティなどが含まれる。これとは別に、日立プラントテクノロジーがインドとシンガポールに現地法人を設けると2011年12月に発表している。

3.6.2 インドにおける電力供給の現況

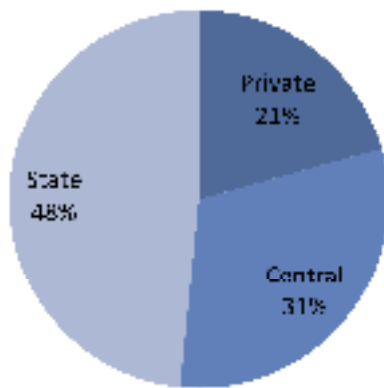
インド国内の電力供給の2011年時点での状況は表41と表42の通りである。電力開発の総容量は年々増加している。これは中央政府と州政府による取り組みだけではなく、民間企業のエネルギー市場参入が増えつつあるからでもある。一番大きな割合を占めているのが火力発電で、UMPPに見られるように、今後も大規模な開発が引き続き進められていく見込みである。しかし、一番大きく伸びると予想されているのが原子力発電と再生可能エネルギーである。再生可能エネルギーのうち、特に風力発電と太陽エネルギー発電による大規模開発やオフグリッドによる設置などが期待されている。

表 42： 2011 年時点での電力源の割合



出典：Brewin Dolphin

表 43： 2011 年時点での電力源の割合



出典：Brewin Dolphin

インド国内の送電網によって供給されている電力消費の現況は概ね表 42 の通りである。ニュー・デリーに事務所を構える Bureau of Energy Efficiency によると、一番大きな電力消費者は工業地帯であり、次に大きいのが農村部である。但し、インドの農村部の中には既存の送電網へのアクセスのない地域、或いは送電網をそこまで延長できない地域もある。都市部には電力生産量の 2 割が送電されており、残りは火力発電所によって消費されている。インドの送電・配電における損失のベンチマークは 25%で、10~14%以内であれば良好とされている。

表 44. インドの電力消費者の割合

電力消費の割合	消費者	備考
40%	工業地帯	欧米の2倍のコストを支払っている
30%	農村部	低コスト、或いは無償で提供
20%	都市部	発電コストは回収できている
8-10%	火力発電所	補助的な消費

出典: Bureau of Energy Efficiency

経済成長は今後も続くと共に電力の需要も増え続ける見込みのため、今後の電力政策においてさらなる発電源の開発による容量の増加、既存の電力供給システムの効率性の改善、石炭やバイオマスなどの発電資本の安定性の供給の確保などは必須である。また、市場原理の導入、市場へ参入するインセンティブの強化なども今後の電力政策において重要であり、インドの電力事情に大きな進展をもたらすであろう。さらに、行政の再編成なども検討の余地があると考えられる。例えば中央政府には電力の生産、輸送、販売などを担う電力省があるが、発電源となる資源に対しては石炭省、石油天然ガス省、再生可能エネルギー省などが個別に管理しており、縦軸に分業がなされている。これらのエネルギー関連の行政機関を一つにまとめることによる行政の効率化も考えられる。

3.6.2.1 電力行政にかかわる機関

電力の行政機関は大きく二つに分けられる – 中央政府およびその傘下にある諸機関と、州政府およびその傘下にある諸機関である。中央政府の下には電力省 (Ministry of Power) と再生可能エネルギー省 (Ministry of New and Renewable Energy) がある。電力の生産、送電、配電、発電所や系統システムなどの運営・管理を行っており、再生可能エネルギーから発電される電力も電力省の管轄下に入る。電力省はその下に中央電気機関 (Central Electricity Authority) を置き、系統システムの技術規格や安全性の基準の設定など、電力行政の中でも主に技術的な面を扱っている。一方、再生可能エネルギー省は主に再生可能エネルギーの技術開発、発電所の開発、振興などを担っている。

中央政府は国営の電力会社 National Thermal Power Corporation (NTPC) を所有しており、インドにおける火力発電の最大手である。NTPC はさらにその子会社として NTPC Vidyut Nigam Ltd. (NVTN) を設け、それに余った電力の売買 (power trading) の調整役を任せている。また、NVTN は国が発注する太陽エネルギー発電事業を全て扱う接点機関 (nodal agency) でもある。なお、再生可能エネルギー省はその管理下に Indian Renewable Energy Development Agency (IREDA) を置き、国営の再生可能エネルギー専用の融資機関として機能している。

国家電気行政委員会（Central Electricity Regulatory Commission）は国営および民間の発電所、州間の電気料金（tariff）の設定や規制を行う。また、電気料金の設定以外にも開発事業者間の競争の促進、州間の送電におけるアクセスの開架などによるエネルギー市場の発展にも力を入れている。

州政府は中央政府に似たように、その下に州電気行政委員会（State Electricity Regulatory Commission）を置き、国家電気行政委員会と同じような機能を州レベルで持たせている。また、各州には州の電力省があり、それらの下に州電力庁（State Electricity Board）がある。州営の発電所の運営および消費者への配電は SEB によって行われている。但し、インドの系統システムでは民間企業の参加が大いに奨励されているが、配電だけは全て公営である。これはインドでは社会に対して理念的に奉公すべき立場にあるという考えのもと、配電の運営を独占させる事によって消費者に対する電気料金の設定における競争および不当な価格を防ぎ、国民に対して料金を一律にさせるためである。

3.6.2.2 発電に使われる資源の概要

現在インドでは、表 44 のような形で電力開発が進められている。インドの電力の 50%以上は石炭による火力発電から供給されている。石炭による熱力発電は発掘の際に生じる汚染や燃やした際に大気汚染をおこすなど、環境へのインパクトが懸念されているが、現時点では一番安価な発電源である。しかし、石炭は輸入されており、火力発電所そのものが稼動のための予備電力として全国の電力の 1 割を消費している。このため、石炭による火力発電は発電の効率において課題が残る。火力発電の次に大きい電力がダム等による水力発電で、国内の電力の 2 割を供給している。2011 年 9 月末時点での発電の分布は以下の通りである。

表 45：インドの電力供給源の概要

	2011年1月31日		2011年9月30日		
	設置された容量 (MW)	割合 (%)	設置された容量 (MW)	割合 (%)	増設量 (MW)
火力	93838	54.47%	100953	55.36%	7115
水力	37367	21.69%	38706	21.23%	1339
再生可能エネルギー	18842	10.94%	20162	11.06%	1320
ガス	17456	10.13%	17743	9.73%	287
原子力	4780	2.77%	4780	2.62%	0
合計	172283		182344		

（出所: Ministry of New and Renewable Ene

表 45 でいう再生可能エネルギーとは、バイオガス、風力、小規模水力、太陽エネルギー、およびサーマルリサイクルの事を指している。インド政府はその経済政策において、輸入に依存しない経済的自立性を大事にしてきたが、これはエネルギー分野にも当てはま

ることである。第 11 次五ヵ年計画には、国内の再生可能エネルギー資源の開拓や原子力発電の建設によって、火力発電の源となる石炭や、発電所の建設に必要な鋼鉄などの輸入量を減らし、エネルギー生産における自立性も確立させる意向が示されている。再生可能エネルギーの政策を担う新エネルギー・再生可能エネルギー省は、インド国内の再生可能エネルギーの潜在性を表 45 のようにまとめられている。

表 46： 再生可能エネルギーのポテンシャル

バイオガス工場	12 MW
改良型レンジ	1,200 MW
風力	45,000 MW
小水力発電計画	15,000 MW
バイオマス	19,500 MW
太陽光発電	20 MW/sq. km
サーマル・リサイクル	2,500 MW
太陽光温水集光エリア	1 億 4,000 万 m ²

(出所: JETRO ニューデリー事務所)

再生可能エネルギーの中でも最も注目されている資源が太陽光・太陽熱両方の太陽エネルギーである。インドの日照時間は 2,300~3,200 時間と推定されており、年間約 300 日程度になる。10%のエネルギー変換効率で換算しても年間 50 万 TW の電力を発生させられるだけのエネルギーに相当する日射量を受けている事になるが、実際には太陽電池のエネルギー変換効率は 20%に近いものも生産されており、50 万 TW 以上の潜在的エネルギーがあると考えられる。しかし、今までの政策において、太陽光および太陽熱を利用する、太陽エネルギー発電の発展と普及における取り組みは遅れてきた。表 3 に示すように、電力省がまとめた第 11 次五ヵ年計画の報告書によると、第 10 次五ヵ年計画(2002~2007)の再生可能エネルギーによる発電量増加は風力とバイオマスにおいて目標を余裕で超えるほどの成果を挙げたが、他の再生可能エネルギー開発は目標を下回った。但し、小水力発電とサーマルリサイクル (Waste to Energy) はそれでもそれぞれ 2006 年までに目標の 63.6%と 31.2%相当の開発を行った事による一定の進展が見られた。しかし、太陽エネルギー発電のみ発電量 145MW 相当の開発を目標として立てたうち 1MW しか実際に着工せず、目標の 1%にも達しないほどの進展が見られなかった。これは太陽エネルギーによる発電は初期投資コストが高く、太陽エネルギーの利益は短期的なものより長期的なものである事に起因すると考えられる。

インド国内の太陽エネルギーはエネルギー資源としての規模が膨大でありながら未開拓であるため、今後の開発はエネルギー政策において重要な位置づけをされている。

表 47： 第 10 次五ヵ年計画中の再生可能エネルギー開発計画と実績（数値は MW）

Sources / Systems	Target	Achievement (2002-03 to 2005-06)	Target 2006-07
Wind Power	1,500	3,684	1,515
Biomass Power Bagasse Co-generation Biomass Gasifiers	700	532	228
Small Hydro (up to 25 MW)	600	388	132
Waste to Energy -MSW -Industrial Waste	80	25	13
Solar Power	145	1	
TOTAL	3,075	4,630	1,888

出所: Ministry of Power

3.6.2.3 既存のエネルギー政策の課題

インドの電力事情は経済的に非常に厳しい環境にある。まず、インドの発電量が足りず、国内の需要に応えきれないために供給が不安定である。さらに国土が広く送電の距離が長いため、送電経路が持つ電気抵抗により発生する、送電中の損失量も多くなってしまう。このため、現在多くの工場は停電に備えて自社発電施設を持っており、それらの稼働率も高い。また、盗電も深刻な問題であり、工業地帯や都市部で不法な導線を敷いて電力を消費している者もいる。盗電は、国や州政府は盗電を効果的に取り締まる事ができない。盗電による損失や送電からなるロス是全国の総発電量の 3 割にあたる。

国内の総発電量の 3 割が農村部に供給されているものの、国の政策により無償で提供されるか、あるいは州政府などが補助金を出して破格の低価格で供給しているため、これらの電力も各種の電力会社にとっては損失となっている。インドの人口は約 12 億人であるが、そのうち総人口の 6 割にあたる 7.4 億人が農村部に居住している。農村部への電力の無償提供については都市部から課金に対する声が強くなっているが、経済的負担のない形で電力を享受している農村部は国からの当たり前贈り物であるかのように受け止めている。さらに、農村部は人口の規模が大きい事から、選挙において強い影響力を持っているため、政治家が躊躇してなかなか課金制度が導入されない。但し、電力を未だに享受できていない村は 8 万以上あり、そのうちの 1 万 8 千におよぶ村落は既存のグリッドを延長しても届かない。また、電力にアクセスがある村落でも停電が頻繁に起こるなど、供給は農村部においても常に不安定である。また、農村部に送電される電力は国内の総生産量の 3 割であるにも関わらず、ほとんど生産コストが回収できていない。送電および盗電による損失と併せると、国内で生産された電力のうち、実質的に支払われている電力は全体の 4 割のみとなっている。

このような状況であるため、配電会社は非常に大きな損失を抱えているだけでなく、常に赤字を出し続けている状態が続いている。発電所や送電会社に対して支払いが遅れる、あるいは全く支払われないこともよくある。

3.6.2.4 農村部におけるオフグリッドの可能性

農村部へは再生可能エネルギーによる電力の供給が促されている。前述のように従来のグリッドでは届かない地域もあること、供給の対象地により近い場所で電力を生産・消費した方が効率がよい、などが理由として挙げられる。また、従来電力へのアクセスがまだない農村では代替エネルギーとして、灯油や乾電池を使ってきた。しかし、灯油は空気の質に悪影響を及ぼし、また乾電池も使い切った場合、ゴミの収集と処理の整備が整っていないインドでは不適切に廃棄される可能性が高い。さらに、灯油や乾電池は定期的に購入する必要があるが、灯油ランプなどに頼らざるを得ないような農村は、そのような消費材を買えるような町村から遠い。そのための移動と購入にかかる費用は農村の人間にとって大きな負担となっている。オフグリッドによって農村部で発電し、夜間も電力を供給できれば長期的には農家の家計にかかる負担を大幅に軽減する事ができるだけでなく、節約できた収入はそのまま購買力の向上も意味する。また、灯油ランプよりも強く安定した明かりを夜間提供できれば、子供が勉強できる時間も長くなるため生活水準の向上にも繋がると考えられる。したがって再生可能エネルギーによる農村の電化は、農村の環境と生活の両面において大きく改善をもたらすと期待されている。

新規に電力を供給することは、農村の発展そのものと新しい市場の開拓にも繋がる。農村へ電力を安定的に供給する事によって生活水準が上昇すれば、ラジオ、テレビ、冷蔵庫、その他様々な電機製品へのニーズも新たに生み出される。現在市場へのアクセスのない農村部に新たに私財への需要を作り出せば、そこからさらに農村部の経済力に合わせるなどして、新たな家電製品の開発におけるイノベーションが促進される可能性もある。

3.6.3 インドにおけるソーラーエネルギー開発

インドの電力政策における再生可能エネルギーの促進は、経済成長がもたらす電力需要に応えるだけでなく、環境技術の発展とグリーン・イノベーションを促す政府の動きと同時進行で行われてきた。

インドでは、2020年までに国内総生産（GDP）単位当たりの二酸化炭素（CO₂）排出量を2005年比で20～25%削減するとの数値目標を掲げている。また、2008年に発表された気候変動に関する国家行動計画（National Action Plan for Climate Change）では、国家の気候変動への緩和と順応を即すため、以下の八つの優先国家事業が選定された。

1. 太陽エネルギー
2. エネルギー効率の改善
3. 持続可能な居住環境

4. 水の保全
5. ヒマラヤのエコシステムの維持
6. 「緑のインド」
7. 持続可能な農業
8. 気候変動についての戦略的知識プラットフォーム

従来の電力発電における石炭への依存や、高い電力発電の潜在性を持っていながら比較的未開発であるため、太陽エネルギーはエネルギー資源の中でも特に注目された。電力供給の増加を持続可能な形で実現し、気候変動にも対応するために、インド政府は2009年にジャワハーラル・ネルー国家太陽光ミッション計画を立案した。

3.6.3.1 ジャワハーラル・ネルー国家太陽光ミッション計画（JNNSM）

インドの太陽エネルギーの潜在性を踏まえ、新エネルギー・再生可能エネルギー省は電力省と共同でジャワハーラル・ネルー国家太陽光ミッション計画（Jawaharlal Nehru National Solar Mission: 以下、JNNSM）計画を2008年に発表している。太陽エネルギー発電は、火力発電への依存度の緩和、電力供給の増加、国内の資源開発等の意義があり、JNNSMに象徴されるように真剣かつ意欲的に取り組まれている。JNNSMが狙う主な目標は以下の通りである。

1. 2022年までに20,000MWの太陽エネルギー発電量の開発を実現
2. 太陽エネルギー発電による電力の全国的な普及
3. インドをソーラーエネルギーにおけるグローバル・リーダーとして確立
4. ソーラー技術専門家の育成、及び研究・教育機関の充実

JNNSMは2010年から2022年までの12年間で3つの期間に分割し、表5に示すような目標を掲げている。JNNSMによる最終目標は送電網に20,000MWの電力が足され、その上に2,000MWがオフグリッドから生産されるようになる事である。また、それに伴って太陽エネルギー技術の現地化と独自の開発も促進し、新たな太陽エネルギー市場におけるリーダーとなる事である。また、JNNSMは国家による計画であるが、この一連の動きによる太陽エネルギー市場の活性化に合わせて、グジャラート州などの各州政府による太陽エネルギー事業も増えていく事が期待される。

表 48： JNNSM の概要

	第一期	第二期	第三期
	2013	2017	2022
総発電量 (MW)	1,000-2,000	4,000-10,000	20,000
オフグリッド (MW)	200	1,000	2,000
太陽熱収集面積 (100万m ²)	7	15	20
備考	既存のグリッドへの接続による容量追加 オフグリッドによる、電力へのアクセスの拡大 太陽熱技術の導入	第一期の経験を参考に全国への太陽エネルギー供給の拡大 競争的な太陽エネルギー参加による容量の向上	太陽熱の生産能力の改善 太陽熱の国内生産とマーケット・リーダーシップの確立

(出所: 新エネルギー・再生可能エネルギー省)

JNNSM は包括的な国家計画であるため、多角的に太陽エネルギーの計画を打ち出しているが、その主な推進事業は発電所の建設である。JNNSM による建設プロジェクトの入札は reverse bidding によって行われている。これは入札時に政府が電気料金の上限を設定し、それに対してより低い価格を提示できる開発業者が落札するシステムである。開発は 100% 外国直接投資でも良い。中央政府以外にも、ほとんどの州政府が発注する建設プロジェクトは reverse bidding によって入札が行われているが、例外がグジャラート州で、ここでは直接指名によるプロジェクト発注を行い、電気料金も固定して提示している。CERC によるとこのような形式で入札を行っているのは太陽エネルギーだけで、風力、バイオマス、小水力など、他の再生可能エネルギー発電の開発に競争入札を導入する予定はない。

JNNSM の下では、太陽エネルギー発電の電力を火力などの従来のエネルギーとバンドリングして売る事としており、そのための会社として NVVN が国営会社として太陽エネルギーを買い取り、隔各州が持つ公営の配電会社に販売する仕組みになっている。このため、JNNSM の下で太陽エネルギー発電所を建設する場合は既存のグリッドに繋ぐ以外に生産した電力を販売する方法はなく、発電された電力は、現時点では他の資源から生産されている電力と差別化されていない。

JNNSM が力を入れているのは発電所の増設による発電量の増加であるが、太陽電池および関連装置のマーケティングにはそれほど積極的ではない。JNNSM の規定の下では、薄膜太陽電池は海外製のものを使用しても良いが、結晶シリコン太陽電池は 100%インド製のものでなくてはならない。結晶シリコン型の太陽電池は薄膜型のそれと比べて生産コストが相対的に高いが、そのかわり変換効率も相対的に高く、そのため設置するために必要な土地も薄膜型の半分で済む。また、薄膜型と比べて結晶シリコン型の方がより安定的かつ高い効率で電力を生産できるという事で、よりバンカブルであると投資家から見なされている。さらに、近年薄膜型と結晶シリコン型のコストの差が縮まってきているため、結晶

シリコン型のさらなる国内生産と発電所への導入が期待される。ニュー・デリーのベッドタウンであるグルガーオン市にある、環境・サステナビリティ・再生可能エネルギー資源開発に対するコンサルティング・サービスを行っている Emergent Ventures India 社によると、発電所の開発プロジェクトにかかるコストの 65~70%が太陽電池モジュールによる。開発プロジェクトのコストを抑えるという観点からも、結晶シリコン型のコストの低下は開発業者のそれに対する優先傾向を今後さらに強くしていくと思われる。

3.6.3.2 JNNSM の成果と進捗

開発事業の 85%は、太陽光の放射線量・大気中のホコリの量が共にインドでも一番多いラジャスタン州での事業である。ラジャスタンはインドでも一番大きい州であり、砂漠がその面積の多くを占めている。表 50 にこれまでに JNNSM の下で発注された太陽光・太陽熱による発電プロジェクトの州別の統計を示しているが、これらのプロジェクトはほとんど全てがインド北西部と南部の東海岸沿いの案件である。特に北西部に案件が集中しており、太陽光・太陽熱の発電プロジェクト全 133 のうち、87 を獲得している。さらにこれらのプロジェクトのうち、インド連邦政府と我が国の経済産業省のパートナーシップによって取り組まれているデリー・ムンバイ間産業大動脈構想 (DMIC) プロジェクトがまたがっている 5 州 (ウッタル・プラデッシュ、ハリヤナ、ラジャスタン、マハラシュトラ) だけで 72 プロジェクトを獲得している。「移転」とは、州政府による料金に不安を感じたために、既に着手されている開発プロジェクトを州政府から JNNSM の下へ移転したものである。IREDA (Indian Renewable Energy Development Agency Ltd.) は新エネルギー・再生可能エネルギー省の管轄下にある公営会社で、再生可能エネルギー事業に出資する融資機関である。JNNSM の下、2011 年 12 月の時点では 2 回にわたる reverse bidding による太陽光発電の建設の入札が行われている。Emergent Ventures India 社の専門家によると、これまでの入札では表 7 のような結果が出ている。

表 49： JNNSM 第一期における太陽光発電所の入札状況

	Batch I (2010 年 7 月)	Batch II (2011 年 9 月)
発電総量の目標 (MW)	150	350
各発電所の発電量 (MW)	5	5, 10, 20
設定された料金最高額 (Rs./kW・hr)	<17.91	<14.5
落札された料金の額 (Rs./kW・hr)	10.95 ~ 12.96	7.49 ~ 8.44
落札者の国内・海外企業の割合	>90%	90%

(出典: Emergent Ventures India)

表 50： JNNSM の下で発注されたプロジェクトの数

太陽光プロジェクト	新規NVVN		移転		IREDA		合計	
	数	発電量 (MW)	数	発電量 (MW)	数	発電量 (MW)	数	発電量 (MW)
Andhra Pradesh	4	20			11	10.5	15	30.5
Chhattisgarh					2	4	2	4
Gujarat							0	0
Haryana					10	9.8	10	9.8
Jharkhand					8	16	8	16
Karnataka	2	10					2	10
Madhya Pradesh					3	5.25	3	5.25
Maharashtra	1	5	3	11	3	5	7	21
Orissa	1	5			8	8	9	13
Pondicherry					1	1	1	1
Punjab			2	7	7	8.5	9	15.5
Rajasthan	21	105	8	36	12	12	41	153
Tamil Nadu	1	5			7	7	8	12
Uttarkhand					3	5	3	5
Uttar Pradesh					5	8	5	8
合計	30	150	13	54	80	100.05	123	304.05
太陽熱プロジェクト								
Andhra Pradesh	1	50					1	50
Gujarat	1	20					1	20
Rajasthan	5	400	3	30			8	430
合計	7	470	3	30	0	0	10	500

(出典: Energetica India)

表 49 に示されている結果のうち、太陽光による発電に対して政府が当初掲げた 17.91Rs./kW・hr という電気料金が、2年と経たないうちに 7.49~8.44Rs./kW・hr という、半額以下の料金になってしまっている事は特筆すべきである。Reverse bidding の下で起こった開発業者による競争の結果、設定した料金に対して大幅に値下げしたことにより落札はできたかもしれないが、これらの事業の中には実現可能性が低く、長期的に見ても採算が取れないものもあるのではないかと懸念されている。また、これらの事業の入札過程において、従来のインドの財政難も手伝って、比較的小さい開発会社は担保つきでローンを組むことができず、できたとしても返済のレートが 12% と高く、厳しい環境となっている。その結果、太陽光発電建設の市場では、3、4 の巨大なプレーヤーが有利になって事業を独占しつつある。太陽エネルギー発電は長期的な便益によって利益を得ていくが、これらの事業は全て始まってから 2 年も経っていないため、現段階では電気料金が大幅に低く設定された事によって各プロジェクトの利益性がどのように影響されたか、などの具体的な評価・考察はまだできない。

3.6.3.3 JNNSM に残される課題

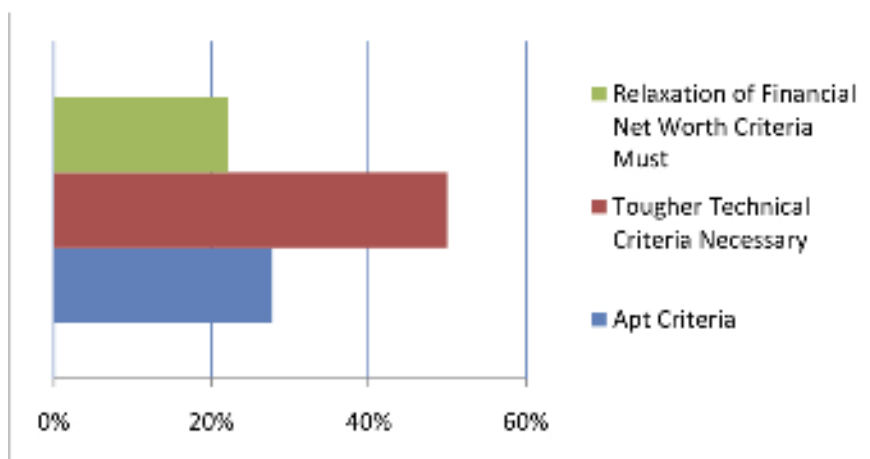
(1) 開発事業者が掲げる政策の問題点

世界銀行の調査と分析によると、太陽光発電・太陽熱発電の両方の開発事業者から幾つかの懸念事項が挙げられている。

まず、JNNSM による政策に幾つかの問題点が挙げられている。一つ目はプロジェクトの選考基準に関するものであり、図 1 に示すような評価にまとめられた。調査に参加した開発事業者のうち 28%が選考基準に納得しているものの、3 年もの間デベロッパーのエクイティが解放されないことは障壁になるだろうという意見がでた。

また、50%は技術面に懸念を感じ、技術面で求められている基準をより厳しくするべきであるとしている。インドでは太陽エネルギーの専門知識が希薄であるため、現場で採用される技術が少なくとも 2-3 年の実際の運営経験があるものに限定するべきであるとの見解をなしている。また、JNNSM の規定の下では国内生産された技術を採用するための基準を設けているが、それに対する意見は太陽光開発業者と太陽熱開発業者で分かれている。太陽光開発業者の 75%は、現在国内生産されている太陽光モジュールの容量ならびにそれらの生産容量の低さが全国的な太陽光発電所の開発の障壁となると考えている事が分かった。一方で、太陽熱発電の関係者の 90%は国産の基準を容易に満たすと考え、太陽光発電関係者の基準とは対照的な姿勢を示している。但し、これは太陽熱発電を対象とする開発の基準がまだ低く、JNNSM の示しているスケジュールでは第三期に本格的に生産能力の向上に取り組むからであると考えられる。

図 46： 世界銀行の調査による、JNNSM 政策の選考基準に対する見解



(出所: 世界銀行)

二つ目の主張として、NVVN による電力の購買はバンカブルではないという見解が示されている。これは既存の電力における支払いが機能しておらず、発電所に対する滞納や未

払いが蔓延している事に起因する信頼性の欠如を反映している。このため開発事業者は、NVVN が滞納した場合に代わりに開発業者に支払われる資金の設立を要望している。

政策面で掲げられた一番大きな懸念事項は、JNNSM が採用している reverse bidding の過程である。開発事業者は適切な関税は市場を推進するものであり、競争は市場の発展には大事であると考えている。しかし、JNNSM の第一期で競争的な入札を行うのは早すぎ、落札者によって劣悪な装置やモジュールが使われれば事業がうまくいかず、結果的に市場の拡大を妨げると主張している。それと同時に、開発事業者は安価なコストではなく高品質の技術を求める選考基準によって入札を行うべきだという見解を示している。

(2) データの必要性

インド国内の大まかな太陽エネルギー開発のポテンシャルは異論なく認められているが、国土の精密な日射の分布や定量的情報などの日射データ、ならびに太陽熱発電所の設計・プロジェクト評価に必要な照射量データが欠けている。先進国では日射図が開発されているのに対し、インドにはそのような図が作成されていない。現時点では、開発事業を進めるために様々な機関からデータを得ているが、米国から解像度 10km のサテライトで National Renewable Energy Laboratory (NREL) が提供しているもの、METEONORM によるグローバルな気象データベースから補間も含めて提供されているデータ、グローバルな気象情報評価をする会社 3TIER による解像度 2.6km のサテライトデータを使ったもの等、統一性が見られない。また、India Meteorological Department (IMD) はグラジャート州で地上測定を行っているが、これも限定的である上に、観測ステーションの設定や測定のパラメータが異なっているなど、データとしての統一的な扱いの全くできないものとなっている。現在開発を進めている業者はシミュレーションデータを基に事業を進めているが、既存のデータより精密な日射データを測定によって収集する必要がある。政府の指導の下で統一された測定方法を行い、データを蓄積する事によってデータの信頼性を確保する事によってより精密なコストと利益を算出でき、それによって融資を確保できるようになる。

詳しいデータの必要性は、太陽光発電の関連装置の性能についても同様である。インド国内での太陽光発電に関するデータがほとんどなく、現時点ではまだ 1 年分ほどしか蓄積されていない。JNNSM によって発注された事業はほぼ全てが始まってから 1~1.5 年しか経ってないため、受注された各プロジェクトの実際の性能において不明である点が多い。また、インドでは欧米に比べて大気内のホコリが 100 倍以上である。このため、例えばヨーロッパでは 1 ヶ月に 1 回モジュールを掃除すれば良いのに比べ、インドでは 1 週間に 1 回以上の掃除が必要になっている。さらに、インド・エネルギー資源研究所 (TERI: The Energy and Resources Institute) の専門家によると、砂嵐によって太陽光が遮られれば、40kW の発電電力が一気に 7.5kW にまで下がってしまう事例もあるという。インドでは、詳細な日照データ、太陽電池モジュールなどの性能、およびプロジェクト評価など、多方面からデータを蓄積していかななくてはならない。

(3) 人材開発

インドでは太陽光発電に詳しい人材が不足していることである。前述のデータの欠如に加えて、インドでは国内の環境に適した太陽光発電の技術のノウハウを持っている技術者が少ない。例えば、現在ダンピングに近い形で大量のソーラーパネルが中国からインドへ出荷されており、これらのモジュールは質の低い場合も多々ある。しかし、インドでは高品質のモジュールと低品質のモジュールを見分けられる人材がいない。これに対し、JNNSMは太陽光発電の研究所の設立や、インド工科大学ラジャスタン校ではNational Center of Solar Powerを校内に設立するなど、国内で太陽光発電の専門家を育成していくための取り組みが進められている。インドで最も必要とされているのはインド国内の気候や行政に詳しく、かつ技術的な知見を持った人材、即ちインドの事情と太陽光発電の両方に詳しい人材である。

もう一つの課題として、既存の太陽エネルギー技術は欧米の地理的条件で養われたものであって、必ずしもインドの気候条件に合うものではない。現在進められているプロジェクトの大多数は乾燥して多量の埃が空気に蔓延している特にラジャスタン州に多く、欧米にはない地理的条件である。JNNSMの計画の中では2013年から2017年の期間が第二期と位置づけられ、2010年から2013年の間の第一期の成果やデータを参考により具体的な戦略が形成されていくが、必然的にインドの気候にあった太陽電池の開発を促すイノベーションも起こると考えられる。

インドの気候に適した太陽光・太陽熱発電のイノベーションは、今後インドと似たような気候や地理的条件の国々に太陽光発電が取り入れられる際にも役に立つと考えられる。欧米や日本で開発された太陽エネルギー技術が適さない場合、インド発の同技術がより採用に値するような地域もあるであろう。そのような場合、日印で共同の技術開発を実現できれば、日本の技術がグリーン・イノベーションに貢献すると共に、インドが目指している太陽エネルギーにおけるリーダーシップを独自の技術をもってして確立する事ができるであろう。

3.6.3.4 民間の取り組み

(1) 太陽電池の生産

ソーラーパネルに限らず、インドではものを作れば売れる状態であり、需要に応えるためには品質より低コストであることが大事である。また、JNNSMの規定の下では、薄膜太陽電池は海外製のものを使用しても良いが、結晶シリコン太陽電池は100%国産のものでなくてはならない。結晶シリコン型の太陽電池は薄膜型のそれと比べて生産コストが相対的に高い代わりに変換効率もより高く、そのため設置するために必要な土地も半分で済む。インドではシリコンなど、太陽電池の生産に欠かせない資源は全て輸入しなくてはならないが、JNNSMによって輸入される資源や機材に課される税が免除され、セクターには優先的にローンが低金利で提供されるなどの措置を取っている。

JNNSMによる結晶シリコン型の政策も手伝って、多くの企業が積極的に太陽電池の市場に参入している。例えばインド・ソーラー社は2008年に創業した太陽電池を生産しているベンチャー企業だが、ドイツと日本の生産技術を導入しながら低賃金での生産を実現させ、わずか3年で国産太陽電池メーカーの代表格になっている。その他にもモザーベアやタタBPソーラー社などが太陽電池モジュールの生産を活発に進めるなど、企業の大小を問わず多くの国内企業が太陽電池の市場に参入している。また、タタBPソーラー社などは、自社の太陽電池を使って農村部へ電力を供給し、オフグリッドによる電化、揚水への電力供給など、農村への電力供給にも貢献している。

一方で、従来インドの太陽電池メーカーは、既に市場競争の激しいヨーロッパへ輸出する事も前提として生産してきたが、リーマン・ショック以降のヨーロッパの太陽エネルギー市場は勢いが弱まっているため、インドの太陽電池市場も勢いが弱まってしまっている。また、中国の企業とも競争を強いられている。

大きな課題として、これらのインド製の太陽光発電パネルの実際のパフォーマンスの精度はまだ未知であり、特に長期的な発電の効率性等は不明である事が挙げられる。現在、セルのメーカーは10年で10%しか劣化しないことを保証しているが、例えばはじめの1年間で4%も劣化してしまう可能性があるなど、これらの太陽電池を採用する立場にある開発業者からすれば品質の信頼性に欠けている。そのため、国産の太陽電池は実際に利用されている場面での細かなスペックを長期的に検証する事が必要である。インド独特の環境に適した太陽光発電の技術開発はまだこれからである。

(2) 太陽光エネルギー評価における課題

民間の間でも経済的な観点から太陽エネルギーへの関心は高まっている。2年前には20社あった太陽エネルギー系のEPC (Engineering, Procurement, and Construction) 会社が今では400社に膨れ上がっている。しかし、国産の太陽電池の実際の性能がまだ解明されていないのと同じように、インドのEPC会社も太陽エネルギーを対象とする経験が浅い。そのため太陽エネルギー専門家も少なく、同分野で働く人材の中には技術的な業務経験者を導入し、現場での試行錯誤を重ねてノウハウを蓄積している者が多い。

(3) 太陽光エネルギーの普及

都市部では環境問題に対する認識も強まりつつあり、自然環境維持の重要性を理解するようになり、環境教育も取り組まれるようになってきている。しかし、インドでは富の配分やインフラの発達に格差がみられるため、環境問題に対する認識は限定的である。したがって環境問題よりも他の課題が優先される傾向があり、市民が家電製品などを購入する場合も、日本と比べて環境に対する配慮を考慮した選択をしていない。

日本や欧米では太陽電池モジュールを屋根に設置するなどをした自家発電システムを取り入れている住宅もある。しかし、インドではこのようなビジネスはなく、当面は自家

発電を認める等の見込みもない。これは電力の管理が十分でない中で個人が自家発電を行った場合、違う発電器に違う計測器をつけなくてはいけなくなるなど、自家発電のシステムを認可したときに増える負担にまだ対応できないからである。したがって一般市民は送電系統から電力を享受するしかなく、何によって発電されたかの区別もつかない。太陽エネルギーに限らず、再生可能エネルギー発電による電力を再生不能エネルギーと差別化できれば、民間の環境配慮に対する意識の向上にも貢献できるのではと考えられる。

3.6.4 インド市場での日本企業の動向

日本は東日本大震災や長引く円高の影響等により、海外に生産の拠点をシフトする傾向にある。また、国内市場が縮小しつつあることもあり、新しい市場を求めて海外に目を向けざるをえなくなっている。これに対し、経済成長が著しく、人口も多いインドは日系企業にとって魅力的な国である。そのため近年インド国内に進出している日本企業の数が増加しており、2008年1月に483社あったインド進出日系企業が、2011年10月の時点では812社と、3年間で2倍になっている。尚、これら812社は日本の会社の事務所や支店などに留まらず、現地法人化された日系企業（100%子会社、および合併企業）、および日本人がインドで興した企業が含まれている。

JETROによると、日系企業による対印投資の全体的な方向性は、自動車会社の生産規模拡大に伴った裾野産業の進出加速、家電、医薬品、食品包装、環境技術などの本格的な進出、日系企業進出加速に伴うサービス業の進出、及び商品の現地化に向けた研究開発拠点の設置などが挙げられる。本調査は、インドにおいて日本企業がこういったところでインドとの太陽エネルギーに関する環境技術の協力が可能であるかについて調べたものをまとめたものである。

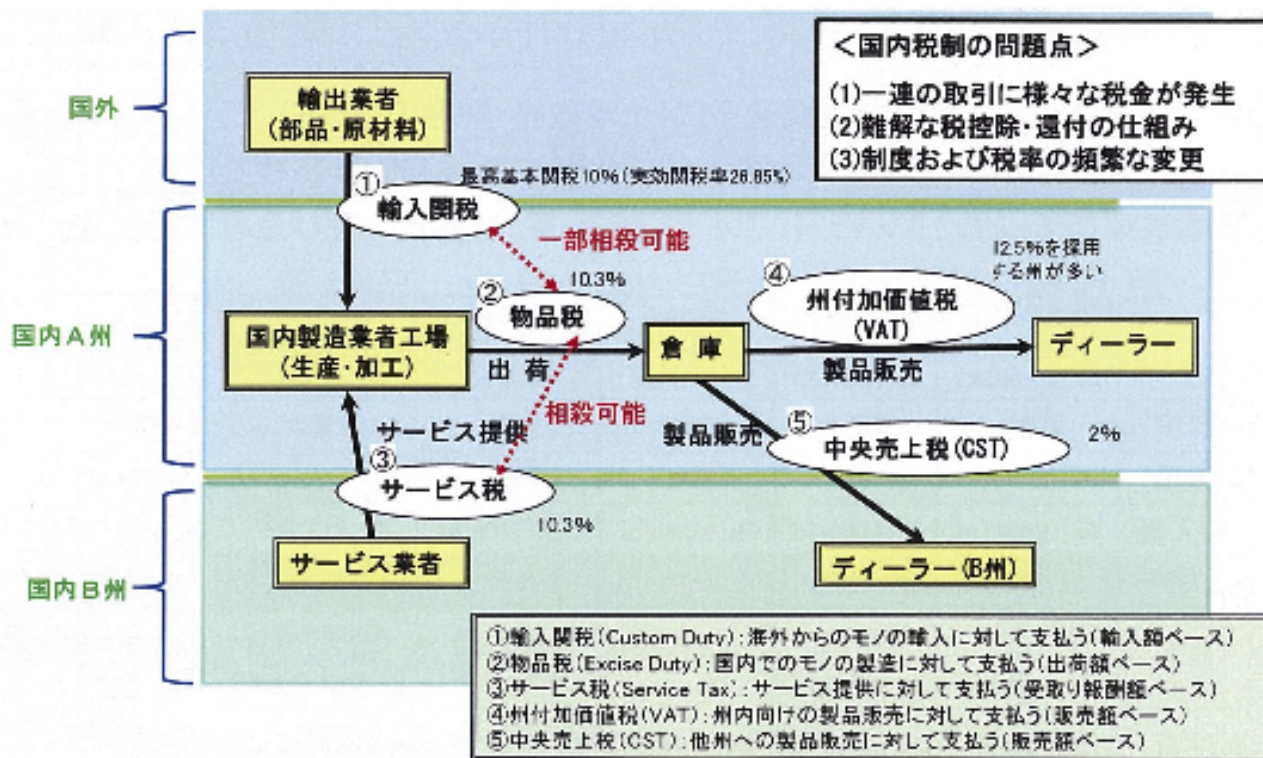
3.6.4.1 参入しにくいインドの市場

外資系企業による積極的なインド太陽エネルギー産業への参入に対し、日系企業の活動はほぼみられない。理由としては、まずインドの土地利用に対する規制が厳しく、生産用の土地取得および開発が難しい事が挙げられる。また、仮に土地が取得できたとしても、工業団地が不足しており、貸し工場もほとんどないため、インフラストラクチャーは自前で整備する必要がある。初期の投資コストも高くなってしまふ。これらの問題点を踏まえ、日系企業は慎重に準備を整えたうえで参入しているが、それだけの力を持つ企業は限られてくるため、既存の規制の下ではインドに進出できる企業は大企業に限られてしまふ。

関税の高さと複雑さにも対応しなくてはならない。図47と図48に表されているように、他国と比べてインドの関税はかなり高く設定されている。インドでは1990年代までの閉鎖的な経済政策の過程で、できるだけ国内企業で対応しようとする気質を身につけており、そのため今でも外部からは参入しにくい。現在、同国における企業の活動の足かせとなってきた間接税に対し、産業界から間接税体系の声を求める声が強くなってきている。しか

し、憲法改正を必要とする税法改定や税収の分配について、国と週の合意形成に時間がかかっており、目標としていた2012年4月の導入も難しくなってきた。さらにインドは貿易量が急増している反面、国内の主要港で貨物の滞留も問題になってきている。痛感の迅速化をはかるため、輸出入貨物の関税評価を「自己申告ベース」に移行する計画が示されている

図 47: インドの間接税の仕組み



(出典: JETRO ニューデリー事務所)

図 48: インドの輸入関税の仕組み

輸入関税率の計算方法(ただし、相殺関税率は現行物品税率に準拠)

	関税率	実効関税	計算内容
輸入額	-	100	
基本関税	10.0%	10.0	基本関税
	(小計)	110.0	輸入額+基本関税=(1)
相殺(追加)関税 (10%×教育目的税3%)	10.3%	11.33	相殺関税=(1)×0.103
	(小計)	121.33	輸入額+基本関税+相殺関税=(2)
教育目的税(3%)	3%	0.64	税額小計(21.33)×0.03
	(小計)	121.97	(2)+教育目的税=(3)
特別追加関税(4%)	4%	4.88	特別追加関税=(3)×0.04
	(合計)	126.85	
実効関税率(%)		26.85	

- ・部品・原材料で輸入し国内で製造加工する場合⇒国内製造品の物品税から黄色セル分が控除可能(計16.21)
- ・消費財の完成品輸入には国内小売価格(MRP)を基準に関税が算出され、特別追加関税は控除となる

出典: JETRO ニューデリー事務所

3.6.4.2 日本および外国企業の動向

インドの環境技術市場は拡大しているものの、日系企業がインド市場に入りにくいと同様に、欧米も参加しづらい状況である。JETRO ニュー・デリー事務所によると、再生可能エネルギー事業における非日系企業の最近の動向が以下の表 51 のように挙げられている。同資料はインド国内の主要メディアによる報道から抜粋されているが、事業を展開する際の政策が複雑であること、ならびに国内の企業が強く、欧米の企業もあまり参入していない。表 51 に記載されている欧米の 3 社はいずれも合併、あるいは共同開発という形で現地のパートナーを見つけ出している。なお、米国のアモニクス社は集光レンズ型太陽光発電システムにおいては世界最大手である。

欧米企業に比べ、日本による太陽エネルギー事業のインド進出は少ない。2011 年 4 月 1 日以降の日印の大手メディアによると、再生可能エネルギー分野での日系企業との提携は報道されていない。シャープや京セラなど、日本の太陽電池業界をリードするメーカーもインドに進出しているが、電機の販売など、太陽光発電とは別の事業を展開しているのが現状である。8 月 29 日に三菱重工業がタタ・グループと環境配慮型都市の事業化調査の覚書を締結した以外には環境技術の事例も見られないなど、総じて日本企業の環境技術関連の活動は欧米に比べて乏しい。

表 51: 2011 年 4 月 1 日以降公表された、現地及び外国企業の事例

企業名	外国企業(国)	事業内容
Powergear	Gestamp(西)	風力発電企業の合併
アストンフィールド	T-Solar(西)	アストンフィールドとの提携による太陽光発電所の建設
Thermax	アモニクス(米)	太陽電池の技術開発
スズロン・エナジー	なし	低速風力対応発電タービン販売
タタ・パワー	なし	再生可能エネルギー施設拡張風力主体に
サンダラム・ファスナー	なし	風力発電所向け機器の生産へ
ウィプロ	なし	太陽光発電所の建設に参入
BHEL	なし	アンドラプラデッシュ集に太陽電池工場を建設

(出典: JETRO ニューデリー事務所)

昭和シェル石油の 100%子会社であるソーラーフロンティアは、JNNSM および「グジャラート州計画」における複数の太陽光発電プロジェクトを対象として、30MW を超える CIS 薄膜太陽電池の供給契約を 9 月に締結している。同社は世界最大規模で 900MW の年産能力を擁する生産工場を 7 月よりフル稼働させているなど、太陽電池に特化した企業である。グジャラート州との契約を実現させたソーラーフロンティアは結晶シリコン型太陽電池よりも温度係数が低く、かつエネルギー変換効率が高いため、相対的に優れた発電量ができる。

3.6.4.3 日印共同による太陽熱技術開発の可能性

インド政府は、現時点では太陽熱発電に太陽光発電と比べてあまり力を入れていない。これは太陽熱発電システムが太陽光発電に比べて複雑であり、規模の経済の視点からして効率の悪い事が挙げられる。具体的には、25~30MW の発電ができる太陽熱発電の施設の導入のために \$70 億の投資、\$20 億の株式資本が必要であるとされている。まだ JNNSM の第一期段階にあるインドは太陽光発電に集中し、太陽熱発電は JNNSM の後期の方で力を入れる予定となっている。

太陽熱発電は、従来は欧米が中心になって研究を進めてきた。欧米ではパラボラ・トラフ型の太陽熱発電に着目して研究が進められてきた。これに対し、一旦太陽熱発電の研究・開発を断念した日本では近年見直され、タワー型太陽熱発電の研究が再開されている。パラボラ・トラフ型が大規模で平らな土地を必要とするため日本の国土には向いていなかったが、タワー型はトラフ型に比べて土地を節約できるので、2011 年に起きた東日本大震災による原子力発電所への被害からの懸念から、今後さらに代替エネルギーの研究が活発になると思われる。

タワー型の太陽熱発電はインド側にも興味がある。土地の節約が期待できるタワー型の太陽熱発電をニュー・デリーやムンバイなどの大都市近郊に設置して電力の供給が実現

できれば、送電・配電におけるコストや電力の損失の削減、ならびに盗電のリスクも低くなる。太陽エネルギー技術の現地化と同分野における専門家の育成に力を入れようとしているインドにとって、日本と共同で開発研究を行うことができれば、JNNSMの第三期に位置づけられているような、太陽熱による電力生産の改善に共同で取り組める。

3.6.5 インドの産官学連携

インド政府は研究者や専門家の育成、ならびに産官学連携の推進にも力を入れており、その一つの取り組みとしてインド工科大学の強化を図っている。インド工科大学は今まで7校あったが、2008年から2009年の間に8つの新しいキャンパスを設立している。そのうちの一つであり、インド北西部に位置するラジャスタン州の都市ジョドプールにあるインド工科大学ラジャスタン校は、再生可能エネルギーの研究と開発に力を入れている。

2011年には新再生可能エネルギー省からの委託とアジア開発銀行の補助金により、大学院生を対象とした **Centre of Excellence in Solar Energy** が設立されている。IIT ラジャスタン校は約 80 ヘクタール (200 acre) の土地を割り当て、一つの太陽学園を創る予定であり、生産能力および知的能力の向上、イノベーションや起業の促進を目的としている。同研究センターはそこに位置づけられ、ここでは太陽発電装置のテスト、太陽熱発電、風力などの他の再生可能エネルギーと太陽エネルギーとのハイブリダイゼーション、太陽熱冷凍、および太陽エネルギー装置用のマテリアルデザインを研究テーマとしている。また、同研究センターは、新再生可能エネルギー省がグルガーオン市に設けている太陽エネルギーセンター (**Solar Energy Centre**) の行っている研究プロジェクトを補完する事が期待されている。

この他に、ラジャスタン校には再生可能エネルギー研究所 (**Renewable Energy Laboratory**) が設立されている。同研究所は小規模の風力発電、太陽エネルギー発電、および固体高分子形燃料電池の設備を整えており、特に風力と太陽エネルギー分野における環境技術のイノベーションおよび環境リスク評価に集中している。具体的には、現時点では家庭用システムの開発を計画している。

ラジャスタン校はまだ新しく、エネルギー分野における修士課程および博士課程のプログラムは2011年7月に始まったばかりである。そのため、ラジャスタン校とその各所属研究所は企業や政府との共同研究に積極的である。2011年10月にはインド最大の石油・天然ガス公社の **IndianOil** 社と、発電所の関連装置や機器における大手インド企業の **Bharat Heavy Electricals** 社と覚書を締結し、太陽エネルギーの基礎研究、性能評価、および太陽技術の向上における協力体制を構築している。また、外国からは現時点ではフランス政府が強い興味を示し、学生の交換留学や教員の交流、学生のインターンシップ・プログラム等の実現に向けて動いている。また、フランスの電力公社アレヴァと提携し、ガスと太陽熱によるハイブリッド・エネルギー開発の R&D を行っている。

3.6.6 課題及び今後の可能性

インドの再生可能エネルギーに関する現状、課題、および今後の可能性を以下に示す。

- ▲ インドは電力の需要に応えるべく供給を増やし、今後も発電量の大きな割合を占める火力発電などに対する依存度を減らそうとしている。そのためにジャワハーラル・ネルー国家太陽光ミッション計画（JNNSM）を打ち立てて実行に移し、太陽エネルギーの技術開発や生産においてグローバル・リーダーになる事を目指している。
- ▲ JNNSM は太陽エネルギー発電所の建設に力を入れており、500MW 相当の建設プロジェクトが発注されている。太陽エネルギー発電所の建設は初期コストが高いが、グジャラート州を除いた州および国家によるプロジェクトが逆輸入システムを採用した事による市場競争、国際的な太陽光モジュールなどのコストの低下等により、建設の際の初期投入コストが下がりつつある。それに伴い、太陽エネルギーによる電力料金も大幅に下がってきている。
- ▲ しかし、インドは前々から電力システムが全国的に赤字経営となっており、投資金や生産コストを回収できない等の問題が起きている。JNNSM によれば、開発は 100% 外国直接投資でも良いが、外国の投資家もリスクを懸念して中々投資しない。
- ▲ 太陽電池や関連する装置を作っている企業は増えているが、インドの気候に対する適性はまだ不明である。これはメーカーが従来はヨーロッパ向けに生産してきた他、国内で使用されている太陽電池などのパフォーマンスに対するデータがまだ十分に蓄積されてないなど、適切な評価がまだなされていない。
- ▲ インドの太陽エネルギー政策におけるもう一つの大きな課題として、人材不足が挙げられる。国内の太陽エネルギー専門家はまだまだ少なく、彼らが持つ専門知識もインドの地理的条件や電力における経済システムとは違う欧米で培ったものが多い。これに対応するために太陽光の研究所が設立されたり、インド工科大学が太陽エネルギーに特化したカリキュラムを構築するなどの取り組みが進められている。

現時点でのインドでは太陽光発電の国家的な取り組みがまだ新しいこともあり、インド製の太陽電池の細かい技術的な問題点は徐々に明確になると考えられ、今はインド人による試行錯誤、そしてそれによるデータや知識の蓄積が大事である。そのため、太陽エネルギー発電の技術協力において、日印関係では以下のような可能性があると考えられる。

短期的には、インドでは太陽光電池は今後も作れば売れる見込みであるため、日本企業も事業ごとに太陽電池を売り込む機会もあると考えられる。JNNSM の規定により薄膜太陽電池に限られてくるが、インド国内の気候に適していることが実証されれば、需要が高い分だけ、製品の優位性を実証することができれば十分売れると予想される。また、発電所の開発業者は開発コストだけで勝負するのではなく、技術の質を入札の選考基準にする

べきとの声もある。コストは無視できない基準ではあるが、ソーラーフロンティアのような日本企業が今後品質の高い太陽電池を提供する事は可能であると考えられる。

また、インド国内ではこれからも太陽電池のセル、およびモジュールの生産が伸び、市場の競争もさらに大きくなっていくと考えられる。結晶型太陽電池の使用がインド産のみと規定されているが、品質、太陽光の変換効率、そして生産のスピードにおいて改善の余地がある。生産の工程に関わる機械や部品を作っている日本企業は、これらの太陽電池メーカーと共同で開発を行い、生産ラインの性能の改善やインドの気候に適した太陽電池の生産に関わっていくことも可能であるとする。

中長期的には、日本がインドの有望な学生や研究者を招致し、日本国内で共同開発を行う事が考えられる。インド人の太陽発電技術者育成の場を日本で提供するだけでなく、共同開発によってイノベーションを促す事も可能であると考えられる。また、現時点ではインドは太陽熱発電にあまり力を入れていないものの、いずれ需要が出てくるものと考えられる。欧米ではトラフ型の太陽熱発電施設が主流となっているのに対し、日本ではタワー型の太陽熱発電方法に近年力を入れている。タワー型はトラフ型に比べて建設に必要な土地面積が少ないために日本でも開発研究が行われているが、インドでも都市部に近い、或いは都市部内で建設する事によって送電・配電のコストを下げるメリットが見込まれる。そのため、この分野での技術開発、及びインドへの伝播には、今のうちから共同開発を行う事が良いのではと考えられる。

3.7 アジア資源循環構想と日本の競争力について

中国、アセアン、インドの急激な経済成長に伴う資源利用の増加は目覚ましい。日本は、資源をほとんど輸入に頼っており、このようなアジア近隣諸国の状況の中、資源の確保においては大きなリスクを抱えていることになる。既に、資源獲得競争が行われているところもある。中国は資源輸入国になりつつある。日本国内ではアジア主要都市で利用されている電気電子部品が有する希少な金属資源を循環させ、日本に設置する高度な製錬技術で希少金属を回収し、再びその希少金属を利用して製品を生産し、日本国内あるいはアジア内の近隣地域で利用されるシステムが確立されれば、究極的には日本企業の競争力を高め、日本にとって資源確保が容易になり、再利用資源流通市場の拠点となることが可能である。

アジアの途上国にとっては、日本の高度な資源循環に関する環境技術を利用し、有害廃棄物による汚染や公害被害を最小限に抑えることで、経済発展のネガティブ・コストを削減することが可能となる。アジアでは1990年後半から2000年代にかけて法規制がしっかりと制定されたものの、その実行に極めて重大な問題が発生している。有害物質が違法に廃棄され、地域環境に流出しているのである。有害物質が不法に投棄され、それが地下水に流れ込んでいる可能性が高い。また、貧困層もしくは業者が不法投棄物の中にある有価物を回収し、自国内のみならず近隣諸国へ流れているという。しかし、不法投棄物に混合した有害廃棄物やそれを回収するプロセスにおいて人々に害を与える可能性が高い。アジアの途上国内の所得格差の問題にこの公害問題が直撃し、貧困層への悪影響は既に始まっていると言われている。日本が過去に経験したつらい公害問題が再び起こり経済発展の足かせになる可能性がある。公害が実際に起こり、企業が責任を負うことになるリスクを考えれば、コンプライアンスや有害廃棄物の適正処理を選択するのであろうが、処理費用などの要因により、リスクをおかして安価な処理を選択する企業が存在するのである。実際は、国際企業は廃棄物の適正処理を実行しているが、現地企業まで適正処理が浸透していない。アジアの途上国には有価物が製品として増加し始めているが、このような理由により、住民に被害がでる可能性が高まっているのである。

アジアの途上国は、極めて活気に満ちている。新しいビジネスに成功する人が次々と登場し、裕福な生活を手にしている。10年前と比較すると経済が発展し、中古バイクから新車自動車が町を支配するようになった。タイ、インドネシアでは、一人当たりのGDPが急速に伸び、高速道路が整備され、ショッピング街が新しくなり、工業団地が拡大した。アセアン地域へ韓国、日本、台湾、中国の投資が拡大し経済発展が優先される一方、これらの国々の環境が破壊されている。経済発展と環境の両立は実現しておらず、日本が公害問題を起こした同じ道をたどっている。

このようなアジアと日本の関係において、日本の高度な環境技術や運用ノウハウは、日本にとっても死活的なアジアの経済発展を妨げずに、この問題回避に貢献するのに十分な力を持っている。コスト面での問題を解決すれば、日本の環境技術はすぐにでも東南ア

アジアの公害問題を回避し、日本にとっても資源循環システムの拠点を確保でき、しかも長期的かつ持続可能な競争力を高めることが可能となるのである。

3.7.1 DOWA の資源循環システム

DOWA ホールディングス（以降は DOWA）は、日本とアジア間の資源循環ビジネスを目指すことをビジョンとして掲げている。電気電子部品は希少な金属資源を有し、この希金属が膨大にアジア諸国の都市化に伴いアジアの主要各都市に集まっており、これを日本とアジア間で循環させアジア近隣地域で利用しあうというビジネスである。この金属資源に着目したのは、古くは「都市鉱山」という概念であった。DOWA は、資源が限られている日本において、この金属資源をそのまま廃棄、埋め立てるのではなく、可能な限り環境負荷をかけずに回収し、再びその地域内で再利用する資源循環システムのビジネスに着目した。

特に、DOWA グループの製錬ネットワークから 22 種類の元素を分離する技術やノウハウを 100 年間かけて築き上げてきた。同様に多種類の元素に分離する製錬所は、世界に 3 箇所しかない。UMICORE-HOBOKEN(ベルギー)、XSTRATA-HORNE (カナダ) とこの小坂製錬所¹⁰である。電気電子部品は回収量や処理量がこれまで少なかったため、鉱石と基盤など電気電子部品を混合して製錬する企業が多々存在しているが、それは電気電子部品だけに着目すると回収効率が悪いのである。DOWA は、この希少な製錬技術を資源循環ビジネスの要とし、壮大な日本・アジア資源循環ビジネス構想が生み出されたのである。つまり、アジア地域が保有する技術では製錬できないが、DOWA の高度な小坂製錬所の技術であれば製錬できる有価物を含む電気電子部品を小坂製錬所に集約させ、引き出した後に、再びアジアへその有価物を提供していくというビジネスである。この仕組みによれば、希少資源は日本の小坂製錬所を必ず通過して循環することになる。

森瀬ら(2007)によると、以下のような DOWA の戦略が記されている。

“中国へ進出した背景としては、経済発展を目論んだ中国政府の積極的な解放政策によって幾多の日系企業や欧米企業が競うように対中投資を重ね、目論見どおり急激な発展を遂げた一方、環境対策や適正処理体制の構築が追いつかず各地で深刻な環境破壊や健康被害を引き起こしているという事情がある。こうした事情にも関わらず、中国は今や世界中の金属スクラップをはじめとするリサイクル原料を飲み込まんとする勢いで、その旺盛な需要がとどまることを知らない。蘇州同和では、江蘇省周辺の日系企業を中心とする顧客の適正処理・高精度リサイクルのニーズに応えながら、徐々に事業エリアを拡げつつ、中国国内の模範的・先進的リサイクル拠点としてのプレゼンスを高めていく所存である。また、DOWA グループとしては、商慣習等の課題も多々あるが、蘇州同和に次ぐ中国国内の第二、第三の拠点を順次確保して、将来的には中国全土をカバーする総合リサイクル企業を目指す方針である。一方、日本や欧米諸国といった先進国のリサイクル原料は、中国のみならず東南アジア諸国にも大量に流出している。DOWA グル

¹⁰小坂製錬所：小坂製錬で鉱石原料・リサイクル原料に対応した新炉（2008年5月から稼働）。処理対象物は、電子基板、金銀銅、スクラップ、貴金属を含む残渣など。廃棄物発生量の削減、スラグ有効活用を通じて環境負荷を大幅に低減。長年の鉱山・製錬事業の中で、鉱石から微量に含まれる金・銀などの貴金属を回収する高い技術を基に秋田地区の DOWA グループ製錬ネットワークから 22 種類もの元素をリサイクル可能（Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Cd, Ge, Ga, In, Sn, Pt, Pd, Rh, Ru, Se, Te, Bi, Sb, Ni, Li, Co, S）。

ープでは2006年にシンガポールにも営業拠点を設けて（エコシステムジャパン（株）シンガポール支店）、東南アジア諸国からのリサイクル原料集荷体制の強化を図っている。既に日系企業や欧米企業がリサイクル原料を激しく奪いあっている東南アジア市場であるが、DOWAグループではバーゼル条約事務局や各国政府とタイアップしたプロジェクト等、小坂製錬所の技術力を活かした取り組みを進め、アジア地域における国際資源循環ネットワークの構築を目指している。”

とある。この後、DOWAグループは、東南アジアへ進出していくことになる。また、同様の論文において、国際資源循環ネットワークの構築に関するプロジェクトが紹介されている。「バーゼルー東南アジア携帯電話回収プロジェクト」である。

“本プロジェクトは、E-Wasteの適正処理のための国際ネットワーク構築を目指すものであり、バーゼル条約事務局、日本国環境省、DOWAエコシステム（株）¹¹の3者共同取り組みである。東南アジア3カ国（タイ・マレーシア・シンガポール）において、各国政府の協力の下で使用済み携帯電話を回収し、日本へ国際輸送し、DOWAグループ・小坂製錬所でリサイクルを行うスキームを試験的に構築することを目標としている。有害廃棄物の適正かつ安全な国際移動ならびに処理の枠組み構築を目指すバーゼル条約に基づいて推進される本プロジェクトは、2006年11月に東京にて3者間の契約を締結しており、2006年度中に3カ国における使用済み携帯電話の現況を調査し、2007年度に実際の回収と小坂製錬所におけるリサイクルを実施する予定である。将来的には、バーゼル条約の枠の中で、本プロジェクトのスキームをE-Waste全般へ適用すると同時に、アジア全域における展開を目指している。”

とある。このような経緯でアジア地域にDOWAがビジネス展開を実施した。

3.7.2 DOWAの東南アジア事業

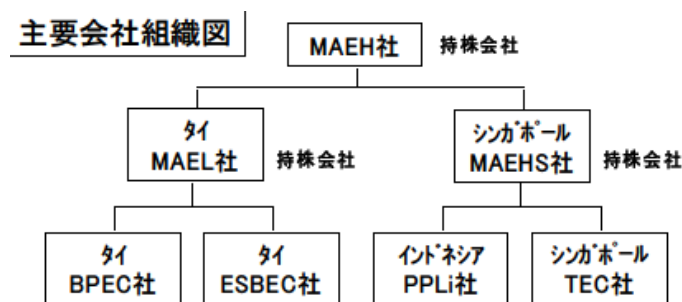
このような経緯を経て、DOWAはアジアと日本の資源循環ビジネスを成し遂げるためのアジアの拠点を探索し、2009年にMAEH社¹²を買収したのである。DOWAのビジネスは、政府から許認可を得る必要があるものが多い。一般に、許認可を得るプロセスは簡単に5年から10年かかると言われている。特に、アセアン諸国においては、地元企業、国営企業がひしめきあうため、有害廃棄物処理、非有害廃棄物処理、最終処分場など土地を利用する事業は、許認可を得るのは極めて困難である。DOWAはインドネシア、タイ、シンガポール、フィリピンを拠点とする廃棄物処理業を行うMAEH社の企業買収により、廃棄物処理

¹¹ DOWAエコシステムは、明治17年（1884年）に鉱山製錬会社としてスタートした同和鉱業株式会社（現DOWAホールディングス（株））より平成18年10月に分社し、環境事業に特化した会社として設立された。120年前からの鉱山・製錬で技術・ノウハウを蓄積してきた。現在では、リサイクル・廃棄物処理・土壌浄化の3つの事業を中核に、それらを有機的に結び付けるコンサルティング、低炭素社会に対応するべくグリーン・テクノロジー事業を加え、環境総合企業として幅広く環境事業に取り組んでいる。資本金10億円、1884年創立。設立2006年10月。従業員約2,000人（グループ全体）。株主構成DOWAホールディングス株式会社100%。

¹² MAEH（Modern Asia Environmental Holdings）社は、2000年に米国の大手廃棄物処理会社の海外部門（旧Waste Management International Inc.（WMI社））の元社員が設立した会社で、旧WMI社の施設やプロジェクトを継承してスタートした。DOWAエコシステムが2009年にMAEH社を買収した。MAEH社の各事業拠点は、ISO9001・14001、US-EPA（米国環境保護局）などの国際基準に適合している。最終処理施設は、シートからの漏洩を防ぐため3重の安全構造となっていたり、廃棄物の収集運搬には、GPS（衛星による位置確認）を利用した車両の運行管理やバーコードによる廃棄物の管理など、最新のテクノロジーを採用している。

事業などの許認可を得ることができたのである。2009年に買収が完了し、そこから、DOWAによるMAEH社の施設の運用が始まった。今までは軌道に乗せること、これまでの事業を引き継ぐ事が重要であるが、DOWAのこれまで築いた運用ノウハウで問題なく軌道に乗せることに成功している。

図 49：MAEH社と関連会社の関係¹³



3.7.2 インドネシアにおける DOWA の事業

2011年の世界経済見通しでは、インドネシアの経済成長率は、2010年は5.9%、2011年は6.2%、2012年は6.5%との見通しを示した（世界銀行）。インドネシアのGDPの約6割は民間消費によるもので、民間消費が経済成長を支えている構図である。中間層の増加に伴い自動車、液晶テレビなどの販売が好調に推移しているが、インフラの未整備が経済成長や投資環境のボトルネックとなっている。複雑な土地収用の手続きなどインフラ整備の促進のための制度改善が望まれる上、ジャカルタ市内の慢性的な交通渋滞や道路網・港湾整備・都市間鉄道などロジスティック・コスト削減のための輸送網整備、安定的な電力供給への不安等が日系企業の直面する主要課題となっている。インドネシアでは商標権や意匠権の侵害が多く、日本の特許庁によれば、ASEAN地域でタイに次ぐ被害状況であり、これらの90%は中国から輸入され、自動車や二輪のスペアパーツ、電子機器などに多い状況である。

このような経済発展と共に産業廃棄物の量は増加している。DOWAエコシステムはこの経済状況の中、2009年にMAEH社を買収すると同時に、その傘下にあったPPLi社（PT. Prasadha Pamunah Limbah Industri）の運用を開始した。

MAEH社は、東南アジア3カ国、4拠点で廃棄物処理事業を展開していた企業である。インドネシアでは、1拠点で最終処理施設や廃油・廃液処理施設などを保有し、廃棄物処理事業を行っている。インドネシアで唯一、有害廃棄物の最終処理の営業許可を所有して

¹³ BPEC及びESBECは運営会社であるWMS(Waste Management Siam)社により運営されている。WMS社は、MAE(Modern Asia Environmental)社によって所有されている。

いる企業である。タイでは、焼却処理施設と最終処理施設の2拠点を保有し、廃棄物処理事業を行っていた。タイ全土で廃棄物の大型焼却施設は2ヶ所しかなく、そのうちの1ヶ所である。インドネシアとタイの最終処理施設の敷地面積の合計は約100万㎡で、DOWAグループが秋田県に保有しているグリーンフィル小坂（民間の管理型最終処理施設としては日本最大級）の約10倍の広さとなっている。現在DOWAグループは、日本国内に300万㎡の最終処理容量を確保しているが、MAEH社の買収により合計で1,000万㎡以上を確保することになる。

・PPLi社

インドネシア国内で唯一、有害廃棄物の最終処理の許可を有し、また、廃油・廃液などの処理も行う廃棄物処理拠点であるPPLi社は、1994年に設立されたインドネシアの廃棄物処理企業であった。2000年になり、MAEH社に買収され、95%はMAEH社、BUMN(インドネシア政府)が5%株式を保有することとなった。

インドネシアでは一般廃棄物の処理水準が悪く、不法投棄があり、河川や公共処分場は公害が起こる可能性が高いと見られている。アスベストの問題も深刻である。インドネシア国内企業は、適正な処理をすると費用がかかるため、一般廃棄物の中に産業廃棄物を捨ててしまうことがあるという。規制はしっかりしているが、それを遵守させることが困難な状態である。不法投棄に対する罰則も厳しいものが設定されているが、それでも遵守されないケースが多い。

PPLiの有害廃棄物処理の基準（米国のEPA基準）は、インドネシアの有害廃棄物処理に関する法規制の基準となっている。これは、国際基準に準ずるものであり、厳しい基準であるため、他社が参入できにくいものとなっている。

インドネシアの廃棄物処理の現状では、日本のような公害問題が発生する可能性が高い。これにどう対処していくかはインドネシアにとっては重要な問題であり、DOWAにとっても、事業を拡大していく上で重要な問題である。不法に廃棄物が街中に放置され、その中から有価物だけを抜き取る役割の人がおり、その抜き取った残りが捨てられる。このような状態では、廃棄物処理業は、日系企業やグローバルな企業を相手にビジネスを展開するしか方法がなく、地元企業を顧客に引き込むことが出来ない。インドネシアにとっても、DOWAにとっても日本の公害の経験をインドネシア人に理解してもらう方法を探索する必要がある。

PPLi社は、自社の環境水準を国の基準にすることにより他社の参入を防ぐことにつながっている。有害廃棄物処理業者は、現在インドネシアでPPLi社一つである。インドネシア中の有害廃棄物が集荷され、PPLi社に集まっている独占状態である。これにより、圧倒的に有利に事業を進めることができるため、高度な環境技術水準を維持したまま、インドネシアの環境負荷を下げることができ、かつ、企業としては利益を出すことが可能となっている。

3.7.3 タイにおける DOWA の事業

(1) BPEC

BPEC は、2004 年に日本の NEDO、及びタイ (Ministry of Industry and the Industrial Estate Authority) の政府の相互協力によって、廃棄物焼却の熱を工業団地内で高度利用することを目的に設立された。

BPEC は、廃棄物回収・輸送、焼却処理を行っている。非有害廃棄物を取り扱っており、具体的には、産業及び事務所から出る一般廃棄物、事業所及び向上からの産業廃棄物、排水、廃水処理スラッジ、期限切れ製品およびオフスペック品、プラスチック、ゴムスクラップ、合成ゴム、タイヤ、皮革スクラップ、エポキシ樹脂、砂型 casting、スラッグダスト、灰、皮革ダスト、使用済触媒（非有害物のみ）、ガラス、鏡、陶器、レンズ、ディスク、金属スクラップ、建設廃棄物、都市非有害廃棄物である。

タイ国内に 4 箇所集荷拠点があり、そこから、BPEC の廃棄物処理場まで運ばれてくる。廃棄物が集荷拠点に集まった後、非有害か有害かの分離を行い、非有害のものにつき BPEC 焼却施設にて焼却処理を行う。運搬用のトラックには GPS が設置されており、いつでもこの場所を走行中か管理している。タイの法律に基づきマニフェストシステムを運用している。インドネシアにおける有害廃棄物の免許は取得が困難である。それは、近隣に有害廃棄物を取り扱っている国営企業が存在していることも理由の一つであろう。

そもそも、タイでは一般のゴミは埋め立てることが基本であるため、焼却設備は少ない。そのため、一般ゴミの埋立場は劣悪な状態になり、水を通して地下水汚染をもたらしている可能性がある。法律はしっかりと制定されているが、その施行に問題があり適正処理がなされていない事例が多い。その結果、訴訟にまで発展した事例がある。マプタプット訴訟は重化学系企業が集まるマプタプットという沿岸都市で起こり（2010 年結審）、憲法の下に新たに法律を制定することにつながった。廃棄物処理を埋め立てるのか、焼却するのかという議論はまだこれからである。

BPEC は、2009 年買収から約 2 年が経過したところであり、現在は運用を DOWA エコシステムが引き継いでいる。BPEC の焼却場の近くの工業団地の約 3 分の 1 の企業が非有害廃棄物を BPEC で処理している。しかし、他のタイ地元企業の埋立処理業者の方が、処理費用が安く（BPEC の費用は 2 倍～2.5 倍高い）、タイの現地人の交流が強いなどの理由から、BPEC は日系企業を重要な顧客としたビジネスを展開している。地元企業には廃棄物処理を行う Siam セメントという大きな地元企業が存在している。

買収により DOWA が手に入れた BPEC の技術（環境技術）は、米国基準、国際基準を満たしたものであり、タイ国内の他社と比べると水準は高い。そしてグローバル企業を第一の顧客としているため、国際基準という高い基準でタイ国内でサービスを提供している。グローバル企業はコンプライアンスを重視し、極めて適正に処理され、安全に管理されて

いることを求めているのである。しかし、現状では地元企業を顧客にできないため、事業の範囲に限界が存在している。

(2) ESBEC

この会社自体は 2000 年に設立されたものである。主な事業内容は非有害廃棄物の埋立及び廃水処理などであり、非有害廃棄物専用の処分場を保有している。EPA 基準の HDPE 二重遮水構造とガス回収処理を行う。バイオプラントでは、生物処理池による有機系廃液及び処分場浸出水の処理を行っている。自社トラック及びコンテナによる廃棄物の収集運搬も行っており、集荷の約 60% は日系企業である。競合する企業には GENCO、BWG (Better World Green) などがある。タイの工業省による廃棄物処理業者のランキングでは、銀賞を受賞したのは ESBEC および BPEC のみであった。これは他社と比較しても廃棄物マネジメントの質の高さを証明するものである。

・まとめ

- ① PPLi 社は、自社の環境水準を国の基準にすることにより他社の参入を防いでいる。これにより、圧倒的に有利に事業を進めることができるため、高度な環境技術水準を維持したまま、インドネシアの環境負荷を下げることができ、かつ、企業としては利益を出すことができる。
- ② 買収により DOWA が獲得した BPEC の技術（環境技術）は、米国基準、国際基準を満たしたものであり、タイでの基準を十分満たすものである。そして、国際基準を満たす高い基準を維持することを可能としている。グローバル企業は、コンプライアンスを重視し、適正に処理され、安全に管理されていることを求めるため、BPEC の第一の顧客となる。しかし、コスト高になる高度な適正処理を求めない地元企業を顧客にできないため、タイ国内の事業展開に限界がある。
- ③ DOWA といった企業からはどうしても解決できない問題がある。インドネシア、タイなどの新興国ではゴミの分別や廃棄物処理の適正処理の大切さを軽視している面がある。廃棄物処理のコストを、ビジネスに組み込まなければならないということをアジア企業や住民が理解する必要がある。このままでは、地域住民や現地企業が大きな損害を被る可能性がある。

・政策へのインプリケーション

(1) 資源循環の徹底

日本・アジア資源循環モデルの要は日本、アジア諸国、企業の Win-Win の構造である。少しでも Win-Win の関係が崩れてしまっはうまくいかな不安定なビジネスである。例えば、将来、日本に希少金属が少なくなり、アジアから小坂製錬所へ電気電子部品が集積し、製錬した金属を日本だけにとどめることがあつては、うまく機能しないと思われる。常に、部分的に製錬した金属がアジアへもどる循環が完結しなければならない。このバラ

ンスをとることができるのは日本政府である。企業は利益追求で行動する可能性は高く、高価に希少金属の全てを日本企業が買い取ることもありうる。このバランスを取るのは困難であろうが、アジア域内の資源循環の道を探るのであれば、現在の日本の高度な環境技術を基盤に壮大な構想であるアジア域内資源循環が達成できる可能性はある。日本政府は、希少金属を日本国内に獲得する戦略と共に、それを日本にとどめずにアジア域内に循環させる政策を目指すべきである。

(2) アジアのビジネス業界への環境研修

アジア企業の環境配慮の水準が低いことが、DOWAの廃棄物処理業にとってはビジネスの阻害となっている。適正な廃棄物処理を怠るとどれだけデメリットが大きいか、正しく理解しなければ、アジアの住民にとっても、アジア企業にとっても、大きな損失が生じる可能性がある。タイの公害訴訟が一つ政策にインパクトを与えたが、いまだ不十分である。日本の公害問題の経験を何らかの方法によりアジア企業へ広く普及させる必要がある。企業あるいは主力企業を集めたシンポジウムを頻繁に開催し、アジア・日本の両方の環境省主催のシンポジウムを開催するなど考えられる。日本企業の現地担当者は、アジアでかつての日本と同じことが起ころうとしていることを目の当たりにして憂えている。

3.8 結論：制度・事例研究からの競争力について

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、実際に環境技術を持つ日本企業が海外市場で展開しているケースについて現地調査を行った。地熱発電に力を入れているインドネシアに展開している日本企業などの現地調査、また平均所得がそれほど高くないベトナムにおいて環境教育を行う NGO と協同し現地の環境への意識を高める活動を通して売上を伸ばす日本企業の調査（INAX）、現地政府の技術標準活動に参加し市場へ食い込む日本企業（花王上海）、そして今後の市場の大きさからも重要視されるブラジル、インド、中国について、再生可能エネルギー、太陽光発電技術、省エネ技術など市場について幅広い対象について現地調査を行った。

一般的に日本企業の製品は質が高いがコストも高い。途上国への参入では、ボリュームゾーンの一般平均所得が低いことから、一般に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、環境汚染防止の規制や政策があまりとられていない。日本企業もその国の規制や政策以上の環境汚染防止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ため、バイクなどの排気による大気汚染など影響がでてきている。

また、これまでの調査の限りにおいては、途上国市場においても、必ずしも自社製品の質を下げたり、汚染処理の基準レベルを日本より下げた企業が成功しているわけではないことである。海外に進出する際のそれぞれの企業のアイデンティティというところに帰属することであるが、やはり日本企業に期待されているのは、高品質と高い環境基準であり、そういう商品やサービスをいかにコスト面で折り合いをつけ現地市場へ提供することが、長期的に日本企業、日本の製品が海外市場で成功する大きな要因となる場合と考えられる。

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や生産・調達コストを下げる、もしくは当該国の環境規制を強化することで、日本の厳しい基準もクリアした質の高い製品の優位性で勝負する戦略、またその両方の戦略が考えられる。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現地調達や企業の現地化を目指すことや、数社共同で R&D 拠点を作る（もしくは政府が支援する）などという方法が考えられる。調査で明らかになったのは、INAX のケースでは現地調達によりコスト減らし日本並の高品質を保ったまま、環境教育という CSR でブランド力を確立しシェアを席巻したことである。つまり、技術力を基盤とした品質の高さと、CSR という付加価値をつけ現地の消費者にアピールし、かつ技術イノベーションによって現地の泥を混合するノウハウを会得し、コストの低い生産体制を確立、さらに市場の大きなシェアを獲得し成功していることだ。

一方、環境規制を強化するという点については、インドネシアの DOWA のケースが当

てはまるが、政府機関と協力して一緒に規制を作り上げることで、相対的に厳しい規制法案を通すことができる。いかに深く政府へ働きかけができるかがカギとなるが、実際法律ができて運用・実施ができないという問題がある。その場合には、日本企業は技術開発のみならず、法律、経済リスク、技術的サポート、コーディネート能力、ビジネス展開に必要な総合能力が必要であり、一企業を支援できる国レベルの戦略、もしくは他業種企業連携によるバックアップ体制が必要であるということである。政府に深く政策決定プロセスにまで関与できる企業は例外だと考えられるが、それ以外の場合には、イニシャルコストはかかるが地道に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、長期的な視点で見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と考えられる。

技術的優位性やイノベーションの可能性についていえば、例えば地熱関連分野において日本の技術は優位であるという認識があったが、技術開発力を実際に左右するのは、国内の関連技術のすそ野がどれだけ広いかということも大きく影響することである。つまり、国内の市場を育てることが海外競争力へつながっているということも言えるのである。

一方、ベトナムのケースでわかるように所得水準がそれほど高くなくても日本の環境技術が売れる場合があることである。つまり、NGOと協働し環境意識を高める活動を推進している日本企業が成功していることは、他の途上国においてもコストが高い日本の環境技術を展開する可能性があるということである。環境教育などのキャンペーンは政府としても取り組みが可能であり、政策インプリケーションとしては興味深いケースである。

また、ノウハウやビジネスモデル、運用形態、またあえて特許にしない技術など、海外進出している日本企業が持つ優位性は必ずしも特許を取得した技術ではないこともわかってきた。よって、特許データ分析結果が日本企業の国際競争力をすべて反映しているというわけではない。この点については、H23年度の調査分析結果を検討した上で、政策インプリケーションへ反映する予定である。

また、高度な廃棄物処理技術を用いて、アジア地域の廃棄物回収とその金属の再処理によって再生資源のアジア資源流通を実現させようという企業についても調査を行った。日本の高度な環境技術や運用ノウハウは、日本にとっても死活的なアジアの経済発展を妨げずに、この問題回避に貢献するのに十分な力を持っている。コスト面での問題を解決すれば、日本の環境技術はすぐにでも東南アジアの公害問題を回避し、日本にとっても資源循環システムの拠点を確認でき、しかも長期的かつ持続可能な競争力を高めることが可能となるのである。

そして、今後の日本の環境技術の海外市場展開を考えるうえで、重要な鍵を握る市場の現状を把握するためにブラジルの調査を行った。ブラジルは、豊富なエネルギー資源及び農産物資源を有するとともに、欧米市場への近接、大きな市場などの魅力を抱えており、有望な経済パートナーとなりえる。高い親日感情と日系人のエリート層の活躍を考慮すれば、潜在的に深い両国関係構築が可能であり、日本がグリーン・イノベーションで世界的な地位を確保していくためにブラジルとの多面的な関係構築は重要である。

以下に個別のケースについての考察を示す。

<インドネシア：地熱発電>

地熱発電のみならずその関連産業、さらには地中熱利用、中小地熱利用を含む多様な地熱利用システム技術を日本が確立し、国際展開することは、環境面、経済面でのメリットだけでなく、日本のエネルギーセキュリティの観点から非常に意義がある。しかし、これらの問題への解決に際しては、環境技術を有する企業のみでの市場努力（一般的な環境マーケティング戦略）だけでなく、その国際的展開を可能にするための包括的国家戦略や海外市場そのものを拡大する政策的支援等を含む国家による「環境マーケティング戦略」が不可欠である。現時点までもインドネシア政府により、地熱発電に関しての様々な政策や規制緩和・再構築が行われてきた。また日本政府とインドネシア政府の間では、二国間経済連携協定等を背景に地熱技術等の国際展開のための働き掛けが行われてきた。今後も、外交的ツールを弾力的に運用し、その範囲の拡大等を視野に入れつつ戦略的に支援を行うことが必要であろう。

また、日本の地熱企業は技術力を背景に国際市場で高い信頼を得ているにもかかわらず、タービン等の個別技術以外の地熱関連ビジネスが成長しているとは言い難い。地熱発電等環境技術の国際的展開においては、技術優位性のみならず、個別技術のコスト問題の解決や、複雑な政治的社会的問題を踏まえてプロジェクトを創出する総合コンサルタント能力や、技術導入後のメンテナンスにまで踏み込んだサービスの提供が求められている。地熱関連ビジネス・コンサルタント業務で遅れをとることは、今後個別地熱技術の市場そのものを拡大する際に大きなネックとなるため、日本の技術と企業の特徴を引き出せるプロジェクトスキームを創出する能力を開発し、海外市場の開拓を図る必要がある。コンサルタント能力育成・確保に関しては、国内のリソースのみならず、これらの分野に経験のある海外諸国等から国際的支援を得て行うことも視野に入れるべきであろう。

さらに、地熱発電の国際的展開に関しては、カントリーリスクへの対応だけでなく、技術リスクへの対応も見据えた包括的戦略が必要である。この点については、世界銀行・アジア開発銀行等を中心として国際的な地熱ファイナンスの枠組みの構築に積極的に参加することが求められる。

なお、技術イノベーションとその国際的展開を図る上では、ポーター仮説にみる通り、国内市場・産業の発展が非常に重要である。しかしながら日本の地熱開発に関しては、これまで過剰とも思われる規制によってそのコストが増大するなど、政策的支援が十分ではなかった経緯がある。すなわち、日本国内市場においても、地熱関連技術が環境面・経済面において果たす役割は大きいものの、必要な政策の不在及び過剰な規制により国内地熱エネルギー利用は十分に進んでいるとは言えず、国内の市場規模が不十分であるために、必要な技術開発が滞っているおそれがある。これらの問題は 2010 年 6 月 18 日の閣議決定等により、次第に解決の方向にあるものの、さらに産業を育成する観点から国内地熱エネ

ルギー市場を拡大し、技術育成を図ることが、ひいては日本の競争力向上につながるものと思われる。特に、諸外国においては地熱発電のみならず、熱水利用や地中熱利用など地熱由来の熱の直接利用なども大きな市場が広がっており、これらの需要に対応する技術力・マーケティング能力が求められている。今後は、地熱関連技術を、技術イノベーションという産業政策的観点からもサポートしていく体制が必要であろう。

<ベトナム：VINAX>

このVINAXの事例から明らかなことは、環境イノベーションの源を生み出すのが日本の役割であり、アジア諸国の現地へ高度な環境技術を伝播し、それでもなおビジネスが成立するモデルを構築することが重要である。持続可能な社会におけるグローバルカンパニーのあり方に重要な問題が提起されるのである。

「日本の環境技術は高価であり、アジアの競争に勝てない」という通説は必ずしも正しくないことを示しているのが、この事例である。この背景にあるコンセプトとして重要なのが「企業の現地化」である。環境イノベーションの出発は、日本企業であったとしても、最終的には、ベトナムなどアジアの現地の人々が雇用され、現地の人々がマネジメントし、現地の原料で生産され、現地の消費者に便益が残ることが持続可能な社会における企業の在り方であろう。VINAXの環境技術は日本発であるが、その他の点では現地化を強く図ってきた。原料を現地で調達することで他の業種で頭を悩ます原料調達のコストダウンを実現できた。従業員も管理職も現地採用が進み、日本人スタッフは数名となっている。これが基となり、コストダウンにつながり海外企業との競争に勝てた一因になっているのである。

ベトナム市場において、高度で競争力のある環境技術を搭載しているVINAXのトイレは、それがベトナムの消費者が求める技術でないとしても、VINAXはベトナムの消費者のニーズに合わせて、技術・品質のレベルを下げカスタマイズするというところを行ってはいない。VINAXのベトナムにおける販売方法は、日本における販売方法と変わらないのである。環境技術を搭載していないトイレは安価に提供し、標準タイプよりも付加価値のあるプロガード、ハイパーキラミック、節水技術を搭載したトイレにオプションとして高い価格をつけて販売するのである。なお、高級トイレは全体の販売台数のうち約2割であり、通常のトイレの販売台数は約8割を占める。

イノベーションを技術開発からノウハウ、技術的アイデアの取得を経て、生産、販売、消費者への伝播までを含める広義の定義とするのであれば、INAXの場合は、イノベーションの基盤は日本で長期間にわたって開発された技術であり、それに基づき、ベトナムの現地の土を利用したトイレ生産への技術開発がなされ、ベトナムにおいて現地の土を調達する生産技術をしっかりと構築し、ベトナム市場へ販売する販売ルートを、NGOとの協働による環境教育活動の実施を深く実施することで、構築する方法を選択し、現在、この販売ルートで売り上げが増加しており、世界で最も高度な環境技術がベトナム社会に伝播するルートを構築したのである。ベトナムの経済成長のスピードは緩まない。環境負荷を

可能な限り与えずに、清潔で節水できるトイレがベトナムに伝播すれば、それはベトナム人にとってもメリットであり、VINAX や INAX にとってもメリットとなる。INAX の活動が環境をベースに構築されているため、このようなアジアへのビジネス展開が可能となったと言える。実際に、日本で販売するよりも環境技術のレベルを落として、ベトナム市場で商品を販売している企業が存在する。アジア市場における環境規制が日本のそれと比較して緩い状況においても、INAX のように、高度な環境技術のレベルを下げずに販売することが日本の環境技術の役割を果たすことにつながるのである。

(1) 企業の現地化促進と研究開発支援

VINAX の成功モデルは、環境技術を基盤とした「企業の現地化」に特徴を持つ。長期的な視野に立てば、地産地消と同じように、「企業の現地化」が持続可能な社会に向けたあるべき姿であろう。そのような社会に向かってグローバル企業はどのようなモデルに転換していくのか明らかではないが、移動のコストが高まれば、物や人の移動は最小限にしなければならなくなるのは明白である。

(2) 長期的な技術開発支援

現地に対応するための技術開発に対する国の支援が必要となる。特に、VINAX の場合は、原料である土を現地調達し生産するための、土の性質と製造方法が重要なノウハウの一つになっている。現地の土を利用して日本のトイレと同レベルの品質のトイレを生産できるかが技術開発課題であった。このように、現地生産に伴う技術開発に対して国が支援できるのが望ましい。「企業の現地化」は、途上国にとってもメリットがあり、日本企業にとってもメリットがあることであり、日本の高度な環境技術の途上国への伝播の障壁を下げるものとなるであろう。

(3) 現地のニーズをつかむ CSR 活動と奨励制度

日本が抱える環境問題と、アジアの途上国が抱える環境問題とはその性質が大きく異なる。企業が先進国のステークホルダー向けの CSR 活動は、アジアの途上国の住民にとってはメリットが少ない。INAX が現地滞在の NGO と協働で実施している地元住民密着型 CSR 活動は、環境問題をテーマとして扱っているが、地元住民に主体的に問題解決方法を促す教育であり、現地住民の意識改革を伴う活動であった。この環境教育 NGO 活動は、現地住民からの高い評価を受けた。このような現地住民にとってメリットの多い CSR 活動に対して、日本政府が支援すれば、日本企業が現地でのビジネス展開に有利にはたらき、環境ビジネスという日本ブランドの新たな構築が実現できるであろう。現地に進出する企業は、商品を無理やり買わせるような活動ではなく、あくまでも CSR という取り組みで NGO などと効果的にリンクすることが重要で、それが結局は一企業への売上につながっていくという例を示した点では、VINAX のケースは重要である。

(4) NGO 環境活動の奨励

現地で地道に活動している団体を奨励する活動も必要である。INAX が継続的に現地滞在の

NGOと協働で環境教育活動を実施したCSR活動は、他の企業が行う、短期・単発・資金提供のみのCSR活動とは異なり、地元密着型のものであった。日本政府として環境省が主導し、こういった地道なNGOの活動を奨励するような賞を設けて表彰することで、認知度も高まりNGOなどが現地で活動しやすい環境を整えることも可能である。日本企業を含む日本のブランドイメージ、しいては競争力をアップするためには、海外のフィールドで活動している日本のNGOや新たな取り組みなどに対し支援するスキームが政策として考えられる。また、環境省や外務省など省庁間での連携により、環境に力を入れ国際的に活動しているNGOを表彰することで日本のみならず国際社会での認知度を上げ、環境への取り組みを積極的に行っている日本のイメージを作り上げることは重要である。

(5) 企業家精神と環境の融合「環境 BOP ビジネス」

経産省やJICAが行っているBOP向けビジネスの支援に1社最大5000万円を支給するというBOPビジネス連携促進プロジェクトを例に、環境省主催で環境BOP資金を提供することも選択肢として考えられる。たとえば環境活動のための競争資金など、既存の大企業ではなく、企業家精神を奨励することにより、アイデアやイノベーションの促進、国内の中小企業の活性化や海外進出のきっかけにもなる。ブランド戦略として、日本の技術を売るために日本政府が環境意識を植え付けるためのマーケティングを行うことは検討に値する。

(6) 競争による環境イノベーションの促進

企業による環境イノベーションを促進させるためには、環境ニーズが影響を及ぼす市場という競争環境の中で、環境イノベーションを促進させるのが好ましい。日本では環境問題への関心度合いは極めて高く、様々なアンケート結果によると、9割以上の人々が環境問題に関心を持つ。世界の中でも先端を行っている日本の環境ニーズを維持し、さらに深めていくことができれば、環境イノベーションを促進させることにつながるだろう。従って、環境問題に対して意識を高めるイベント、報奨制度の実施は間接的ではあるが重要な政策となる。

(7) 日本の高い環境技術の伝播

環境負荷低減に寄与する環境イノベーションは、環境規制や経営者の経営理念、あるいは環境配慮したいという環境ニーズに引っ張られてイノベーションが起こる場合が多い。VINAXで販売していたトイレの技術は、全て日本のINAXのイノベーションが原点にあるように、環境規制が緩く、環境ニーズがほとんど存在しない途上国においては、環境イノベーションが起こりにくい。日本の高まる環境ニーズや経営者の経営理念により、INAXの環境イノベーションは生じたのである。そして、高度な環境技術を持った製品が日本企業のアジア展開によって、途上国の市場に伝播すれば、ベトナム住民に節水意識が薄くとも、途上国の環境負荷を下げることに貢献できるのである。

ベトナムには、自動車、特にバイクがあふれ、大気汚染を引き起こしている。自動車、バイク市場を優位に進めているのが日本企業である。この日本企業の製品がこれらの問題を引き起こしている。環境技術の水準が低い製品が安価に販売されているため、日本の高

度な環境技術がベトナムに伝播していない。大気汚染については、近年問題視され、環境規制を強化することが検討され始めている。このような現象は途上国では特に起こりやすい。企業が日本の高い環境基準を途上国へ導入するよう方向づけることが、長期的視点に立てば、途上国の環境問題に対する意識を高め日本の高い環境技術や製品の普及を助けることにもつながる。

<ブラジル>

ブラジルは、豊富なエネルギー資源及び農産物資源を有するとともに、欧米市場への近接、大きな市場などの魅力を抱えており、有望な経済パートナーとして注目を集めている。また、ブラジルはクリーン・エネルギー大国であり、地球規模の環境問題の分野において国際的なリーダーシップを発揮している。2014年のワールドカップ開催、2016年のリオデジャネイロのオリンピック開催に伴うインフラ投資を梃子に今後一層の経済発展が期待されている。

日本との関係においては、自動車部門、資源・エネルギー部門において日本企業の進出が徐々に増加しており、現在ではサンパウロを中心に日本商工会議所所属企業が約300社を数えるまでになった。日本に対して「親日」的な見方が幅広く定着しており、多くの日系人がブラジル社会でエリート層として活躍していることから、他国にはない両国関係の深さが潜在的に存在する。中国やインドに加え、今後も日本の対ブラジル貿易・直接投資の拡大が期待されている。以上の背景から、日本がグリーン・イノベーションで世界的な地位を確保していくためにブラジルとの多面的な関係構築が果たす役割は大きい。

他方、日本が得意とする環境エネルギー技術をブラジルで展開する上で、まだまだ障害となりうる構造的な問題も存在する。下水処理や廃棄物管理などの都市問題、貧困や所得分配などの社会的問題、環境問題、インフラの未整備、エネルギー・電力の制約、人的資源の開発、制度的問題などである。これらの制約要因を十分に理解しておくことは、ブラジルと同様の難しい市場環境へ入り込むための戦略を検討し、グリーン・テクノロジーを効果的に伝播する上で必要である。

特に、ブラジルから第二世代バイオマス燃料技術開発分野での日本に対する研究協力の期待が大きい。研究協力ニーズのある技術分野は①原料農産物の開発 ②原料の収集運搬効率化、③ 有効な培養前処理技術の開発 ④ 変換プロセスの開発 ⑤ 持続可能型バイオマス資源創出技術の開発である。最優先分野としてバイオ燃料を大量に生産できる作物を開発があげられる。中長期的なニーズとして前処理技術、転換技術の効率化があげられる。前処理技術に関しては、酵素や菌を用いた技術の開発が期待されている。エタノール変換技術においてはリグノセルロース系バイオマス酵素糖化プロセスの効率化が課題となっている。バイオディーゼルに関しては、大豆やヤシを利用した生産技術研究、植物油のエステル化による生産、廃棄物系バイオマスのバイオディーゼル燃料化に関する研究も注目されている。今後はパイロットプラントの設立を含む協力が期待されている。

(1) 投資環境の改善

税金の免除や需要を創出するためにブラジル政府の省エネ施策の支援が重要となる。ライフスタイルの変更に向けた省エネ広報等の推進が必要である。

(2) 水処理に関する法整備

廃棄物の投棄やオープンダンプング手法に対する法的抑止措置の整備、また実施能力強化が重要である。水処理に係る政策・計画の策定及び改善策の提案など協力が可能な分野である。

(3) 日伯双方の情報提供による利用需要の創出、拡大

省エネ分野においては、日本のLED照明のブラジル市場参入のため、情報提供を積極的に行なっていく事が不可欠である。具体的な方策としては、日本製品の見本市・展示会の開催、自治体や企業への積極的な情報提供、広報活動などがあげられる。また、短期的に一般家庭への導入がまだ難しいことから、まずはオフィスビル、商業施設への導入促進を積極的に行い、LED照明への理解を醸成に努めることが必要である。近年の経済成長による中間層の拡大から、一般家庭への普及が進んだ場合、将来的には大きな市場になりうる。

(4) ワールドカップ、オリンピックスタジアムでの LED 照明採用に向けてのトップ外交

ブラジルにおけるワールドカップ、オリンピック開催は日本の LED 照明の導入・普及へ大きなチャンスである。したがって、スタジアムライトとしての採用に向けてトップセールスを通じて積極的に売り込むことが必要である。また日本のメーカーへの補助金等金融支援を実施し価格競争力を高めることが重要である。

(5) 産学連携による次世代バイオ燃料技術革新の促進

日本においてもセルロース系バイオマス資源によるエタノール発酵技術の開発、実用化に引き続き取り組んでいくことが重要である。官民一体となった戦略的な研究開発の継続がますます重要であると言える。また、現在エタノールの貿易は量から行っても減敵的であり、今後の更なる貿易拡大には、グローバルな市場形成が重要である。両国間の協力を進めることで、アジアのみならずグローバル市場の形成に向けた取り組みを模索することが可能になる。

(6) 日本とブラジルの大学・研究機関との共同研究推進

日本の高等教育機関との共同研究においては、産業総合研究所とリオデジャネイロ大学のセルロース系原料からのエタノール生産に関する共同研究を行っている。独立行政法人科学技術振興機構（JST）は「戦略的国際科学技術協力推進事業」を通じて日伯両国間においてバイオマス資源研究交流を行っている。このような研究交流をさらに推進することにより、日ブラジル間の科学技術分野における協力および日本の科学技術の将来の発展に資するものである。

(7) バイオマス燃料の持続的な生産・利用についての国際的な基準策定の検討への参画

日本においても、世界的なバイオ燃料の持続可能発展を図る議論を直視しながら、バイ

オ燃料の生産・利用時の生態系への影響を充分配慮しつつ進めていくことが需要である。ブラジルとの連携を進める中で、こうした欧米とブラジルの間で進んでいる基準策定に向けた動きをしっかりとフォローしておくことが重要である。

(8) 農業技術普及のための政府開発援助の枠組みでの支援

バイオマス燃料の持続可能な生産のためには原料を生産する農業技術の向上が不可欠である。今後の日本の高い技術力、経験を活用しブラジルのバイオマス燃料分野に向けて支援を実施することは、バイオマス燃料の供給安定化、経済性の向上だけでなく、日本の地球環境問題解決への取り組みに寄与するものである。また、農村部に対し支援をすることはブラジルにおいて雇用を創出するだけでなく、地域経済やひいてはブラジル国経済の発展に寄与し、二国間関係強化の一助になることが期待される。

<アジア資源循環構想：インドネシア・タイ DOWA の事例>

日本・アジア資源循環モデルの要は日本、アジア諸国、企業の Win-Win の構造である。少しでも Win-Win の関係が崩れてしまっただけではうまくいかない不安定なビジネスである。例えば、将来、日本に希少金属が少なくなり、アジアから日本へ電気電子部品が集積し、製錬した金属を日本だけにとどめることがあつては、うまく機能しないと思われる。常に、部分的に製錬した金属がアジアへもどる循環が完結しなければならない。このバランスをとることができるのは日本政府である。企業は利益追求で行動する可能性は高く、高価に希少金属の全てを日本企業が買い取ることもありうる。このバランスを取るのは困難であろうが、アジア域内の資源循環の道を探るのであれば、現在の日本の高度な環境技術を基盤に壮大な構想であるアジア域内資源循環が達成できる可能性はある。日本政府は、希少金属を日本国内に獲得する戦略と共に、それを日本にとどめずにアジア域内に循環させる政策を目指すことが、長期的には日本及び日本企業がこの資源循環システムから恩恵をえることができる持続可能な方法である。

また、アジア企業の環境配慮の水準が低いことが、DOWA の廃棄物処理業にとってはビジネスの阻害となっている。適正な廃棄物処理を怠るとどれだけデメリットが大きいかわかり、正しく理解しなければ、アジアの住民にとっても、アジア企業にとっても、大きな損失が生じる可能性がある。タイの公害訴訟が一つ政策にインパクトを与えたが、いまだ不十分である。日本の公害問題の経験を何らかの方法によりアジア企業へ広く普及させる必要がある。企業あるいは主力企業を集めたシンポジウムを頻繁に開催し、アジア・日本の両方の環境省主催のシンポジウムを開催するなど考えられる。日本企業の現地担当者は、アジアでかつての日本と同じことが起ころうとしていることを目の当たりにして憂えている。以上の事例研究から明らかになった政策的含意をまとめると以下の通りである。

(1) ビジネスモデルや運用形態なども含む広義の日本企業の優位性の認識

ノウハウやビジネスモデル、運用形態、またあえて特許にしない技術など、海外進出して

いる日本企業が持つ優位性は必ずしも特許を取得した技術ではない。日本の高度な環境技術を基盤にアジア域内資源循環が達成できる可能性はある。

(2) 国内の関連技術市場を育てる

技術開発力を実際に左右するのは、国内の関連技術のすそ野がどれだけ広いかということである。つまり、国内の市場を育てることが海外競争力へつながっているということである。

(3) 政府による環境意識を高めるキャンペーン実施

NGO と協働し環境意識を高める活動を推進している日本企業が成功していることは、他の途上国においてもコストが高い日本の環境技術を展開する可能性がある。環境教育などのキャンペーンは政府としても取り組みが可能である。環境技術を有する企業のみならず市場努力だけでなく、その国際的展開を可能にするための包括的国家戦略や、海外市場そのものを拡大する政策的支援等を含む枠組みについても視野に入れる必要がある。

(4) アジアのビジネス業界への環境研修

日本の公害問題の経験を何らかの方法によりアジア企業へ広く普及させ、環境スタンダードを上げることにより、長期的視点で見れば日本企業へのビジネス機会が増えることになり、アジアにとっても非効率で経済的にも負担が大きい事象を避け双方にとって Win-win の状態を作り出す必要がある。そのためのアジア・日本企業のシンポジウムなどの開催など働きかけが可能である。

<中国>

2008年9月のリーマンショックを契機に「低炭素経済」という概念が一気に中国にも広がり、持続可能な社会づくりだけでなく、経済の立て直しの面からも、低炭素型インフラ、産業構造、社会システムを作ることが不可欠との認識されている。中国政府は、2008年11月に4兆元（50兆円）の大型経済対策を打ち出し、そのうち省エネ、環境関連投資は2100億元（3兆円）である。2009年1月から施行された「中華人民共和国循環経済促進法」では、①CO₂の排出削減と経済成長が両立する低炭素経済の実現、②低炭素経済の実現の加速、③クリーン石炭発電とコジェネレーション技術など、「節能減排」（省エネ・排出削減）技術と低炭素技術を向上させ、中国製品の国際競争力を高め、④国際的な気候レジームの交渉と低炭素ルールの策定に参画し、気候変化の緩和と適応に努めることを明記している。

また、中国政府は2008年にこれまでの「環境保護総局」を「環境保護部」へ格上げし、「国家発展改革委員会」内に「気候変動対応司」を新設するなど、組織面でも体制を整えている。今までの環境政策の策定の方式と異なり、環境保護総局だけでなく国务院や各省庁も参加し、環境政策を共同で策定し実行する包括的な体制を整えた。その後中国では環境問題に関する法体系の整備が急ピッチで進んでいる。

・環境都市について

その中でも、中国は2050年までに都市化率を70%以上にすると目標を掲げ、低炭素都市の建設は一つの柱になっている。中国はエコシティの建設により、これまでの輸出志向から内需拡大へと切り替え、農村部と都市部の格差是正も視野に入れている。中新天津生態城では、国プロジェクトとして環境都市のモデルを構築し、全国に普及しようという考えである。計画人口が35万人となり、今後中国で最も需要の多い中型都市のモデルを作るためとされる。環境都市のもう一つの狙いとしては、外国の技術を導入、消化、吸収及び定着の実験の場としていることである。たとえば、再生可能エネルギーシステムのように、環境都市の中では複数の技術がネットワークで機能している。そこで中国産技術の欠陥をすぐに発覚でき、改善すべきポイントも明らかにしやすく、ますます自前の技術レベルを磨き、競争力アップへつなげる意図がある。

今回の調査で明らかになったのは、新型都市開発ビジネスを参入するため、ビジネスモデルの構築が大切であることである。日本企業は現地に参入はしているものの、利益がでるビジネスモデルがまだ構築されておらず、リスクをとるような積極的な関与はまだ少ない。国内の環境都市ビジネスも未だ確立していないため、まず国内で、多くの小さな単位のエコシタウン建設において、メーカー、ディベロッパーのネットワークを構築し、様々なマネジメントノウハウを蓄積、ビジネスモデルを確立するのが緊要であると考えられる。被災地の復旧に当たり、その機会を最大限利用しながら、国のイニシアティブの下で地方政府などと連携し、新型開発モデルに関するビジネスモデルの模索を行うことが必要であろう。一方、海外の関連事業も企業にインセンティブを与え、例えば、日本政策投資銀行の支援項目に海外、特に新興国にも目を向けて、積極的参加させ、海外市場のニーズ情報の獲得、海外から得る経験を逆輸入し、国内で活用するなどが望ましい。

・花王

花王は日本国内の需要が減少傾向にあり、中国市場での需要獲得が企業の死活的利益であるという認識の上で、中国進出を行った企業である。1993年に花王上海有限公司を設立し、2006年3月に花王上海研究所を設立し、現地のライフスタイル研究及び大学との連携、現地研究員の採用、技術標準委員会への積極的参加により、2010年に発売された日本のアタックNEOの技術や原理を基盤とした商品が市場に浸透し成功を収めている。花王のケースは企業努力により成功しているパターンであり、特段政府の支援に対する要望はでなかったが、花王以外の日本企業が海外市場で成功するためには、政府は日本企業が海外でリスクを取りやすい環境を整えることが肝要であり、以下の点が重要であると考えられる。

(1) 現地のライフスタイルのトレンドを情報共有する。

本事例は上海のライフスタイルにカスタマイズし、商品の販売を伸ばしているが、海外の政府系機関によると、現地のライフスタイルにカスタマイズしないで販売する企業が数多く存在している。現地の文化やライフスタイルに不慣れな企業にとっては特に注意が必要

である。現地の日本政府系機関は、ライフスタイルが日本のそれと大きく異なるものについては情報を収集し、海外へ展開する日本企業とそのリスクについて共有すべきである。ライフスタイルは多くの産業分野に関わる重要な情報である。急速に先進国化する中で、ライフスタイルが大きく変化する可能性も大きい。

(2) 「環境技術の日本」ブランドを構築する

途上国の行政機関は、技術基準や政策・規制を検討するにあたって、世界各地から最高の環境技術を求めている。技術の質が高い日本、という一般的に普及している日本ブランドに加え、「環境技術の日本」、という新たな日本ブランドを確立する必要がある。このためには、途上国政府の技術基準や政策・規制の検討の場において、日本企業のさらなるプレゼンスが必要である。ひと産業に一家の日本企業の存在では、環境技術の日本、というブランド構築には不足である。これまで以上に、このような場づくりや日本企業の参加を進める情報共有の場をさらに進めるべきである。

・中国における風力市場参入事例（デンマーク）

現在、中国と米国は風力発電において世界で最も大きな市場であるが、とりわけ、中国の急速な風力発電の拡大は著しく、2010年には、44,733MWに及ぶ風力発電能力の設備を導入している。2010年末には中国の風力発電容量は、米国を抜いて世界一となり、風力発電市場への期待は、ますます大きくなっていくと予想されている。中国政府は近年、風力発電産業を積極的に支援しており、風力発電市場は、2007年以降、急激に拡大し続けている。急速な再生可能エネルギー産業の成長を支えるのは、年率15%を超える電力需要増加と中国政府による再生可能エネルギー産業に対する政策的インセンティブである。2006年には、再生可能エネルギー法が施行され、2008年に再生可能エネルギー発展第11次5カ年計画が発表されている。さらに、再生可能エネルギー関連の補助金を拠出し、新エネルギーの発電比率を一定以上に高めるよう電力会社に指導するなど、再生可能エネルギーの普及を支援するための政策環境が整えられてきた。しかしながら、中国における風力発電事業においては、風力発電の3分の1が国有の電力網に繋がっていないことや、遠距離送電での電力ロスが高いこと、ほとんどの風力発電設備が近年に建設されており、大規模な風力発電開発の経験が浅いことなど、不安定な要素が存在している。

現在までに、デンマークの風車メーカーは、ほぼ100%の風力発電設備を国外に輸出しているが、中国市場においては次第に力をつける現地企業との競争が激化し、市場のシェアを拡大するのが困難となってきている。このように激化する市場を巡り、中国とデンマーク政府によってWEDプログラム(The Chinese-Danish Wind Energy Development Programme)が進められてきた。このプログラムの背景には、風力発電開発について優位性を持つデンマークが、中国の政府、研究所、企業、教育機関の協力を得ながら、制度・計画そのものの変更を促すことによって、中国の風力発電供給量全体を底上げし、間接的にデンマーク風力発電メーカーの参入を図るという戦略である。約3年に亘る取り組みの結

果、WED プログラムは、中国の再生可能エネルギー分野での、中国とデンマークの共同プログラム成功モデルにもなっている

一方、日本国内における風力発電は、これまで積極的には展開されてこなかった。日本において、風力発電の導入が遅れているのは、技術的な問題と事業構造的な問題があるとされる。技術的には、風力発電が電力系統の周波数変動要因になるため、連系可能量が制限されることが多々指摘されるが、問題はむしろ事業構造にあり、風力発電施設の建設コスト及び発電した電力の価格が、採算性に見合うだけのレベルに設定されてこなかったことが挙げられる。これらの風力発電事業者の事業構造を改善する取り組みを国内において、政策的に支援することが喫緊の課題である。

(1) 核となる技術以外を中国国内で開発・生産する体制の必要性

風力発電市場はすでに設備過剰の問題が起きているように、国内メーカーによって廉価なコストで生産されているため、参入する上でコスト競争力が重要となってくる。低価格を強みに新興メーカーが市場のシェアを伸ばしているため、地域間での市場や政策の違いに留意し、コスト面での競争力を付けつつ現地のニーズを素早く汲み取り、日本の強みを活かした製品・サービスの提供が重要となってくる。技術革新に加え、現地生産体制の構築や、現地企業との連携により、コスト面でのデメリットを補いながら、技術力のある製品・サービスを展開していく必要がある。そこで、核となる技術以外を中国国内で開発・生産する体制を整えていく必要があり、現地企業との協働が不可欠となってくる。

(2) 政府による信頼醸成体制の整備

中国市場では政府関係者との折衝や交渉が重要なため、現地での信頼を築いていく上でも、現地の多様な関係者と協働していくことが重要となる。

さらに、新興国市場における海外・国内企業間競争は激化する傾向にあり、そのような市場への参入を考える上では、企業自身のみマーケティング戦略に頼るだけでなく、国レベルでの積極的な体制支援政策が求められる。

(3) 政府による市場形成、参入支援の枠組み整備

中国においては、デンマーク政府と中国政府によって WED プログラムの名の下、風力発電開発における制度、計画やその発電容量を改善することで、再生可能エネルギーによるエネルギー供給率を引き上げる試みがなされてきた。この背景には、風力発電開発について優位性を持つデンマークが、中国の政府、研究所、企業、教育機関の協力を得ながら、制度・計画そのものの変更を促すことによって、中国の風力発電供給量全体を底上げし、間接的にデンマーク風力発電メーカーの参入を図るという意図がある。我が国をベースとした企業が他国へ参入する際にも、国家的な市場参入のための、共同研究枠組みを整備するなどの支援が必要となる場合が今後さらに多くなっていくものと考えられ、政府・研究機

関による市場形成のための積極的なかわりや、それらの枠組みと日本企業との連携のための、政策形成・改革が求められていく。

<インド>

インドの経済は飛躍しているが、インド国内ではインフラの整備、特に交通、電力の供給、および水道の整備が遅れを取っている。これは、製造業に必要な交通・電力等のインフラが圧倒的に不足していることに加え、経済の自由化を徐々に進めているなかでも依然税制や規制が複雑であることも発展を遅らせている要因である。一方、インドには鉄鉱石や生物資源など、多くの天然資源がある。しかし、資源開発に伴う技術力が十分でないことも指摘されており、この分野での日本との協力も期待されている。クリーン・ユール技術や、省エネ、新エネ技術分野は、日本がこれからインドで展開しやすい環境は整い始めていると考えられる。インドでは石炭への依存度が高く、国内の50%以上の電力を供給しているが、インド政府は今後のエネルギー政策の中で太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーに注目しており、エネルギーにおける他国への依存性から脱却するための重要な戦略と位置づけている。

日本は東日本大震災や長引く円高の影響等により、海外に生産の拠点をシフトする傾向にある。また、国内市場が縮小しつつあることもあり、新しい市場を求めて海外に目を向けざるをえなくなっている。これに対し、経済成長が著しく、人口も多いインドは日系企業にとって魅力的な国である。しかし、外資系企業による積極的なインド太陽エネルギー産業への参入に対し、日系企業の活動はほぼみられない。土地利用に対する規制が厳しく、初期の投資コストが高いこと、高い関税、国内の主要港で貨物の滞留などがあり、既存の規制の下ではインドに進出できる企業は大企業に限られる。

今回行った太陽光発電に関する調査では、現時点でのインドでは太陽光発電の国家的な取り組みがまだ新しいこともあり、インド製の太陽電池の細かい技術的な問題点は徐々に明確になってくると考えられ、今はインド人による試行錯誤、そしてそれによるデータや知識の蓄積が大事である。そのため、太陽エネルギー発電の技術協力において、日印関係では以下のような可能性があると考えられる。

(1) 産官学連携による技術協力

短期的には、インドでは太陽光電池は今後も作れば売れる見込みであるため、日本企業も事業ごとに太陽電池を売り込む機会もあると考えられる。JNNSMの規定により薄膜太陽電池に限られてくるが、インド国内の気候に適していることが実証されれば、需要が高い分だけ、製品の優位性を実証することができれば十分売れると予想される。また、発電所の開発業者は開発コストだけで勝負するのではなく、技術の質を入札の選考基準にするべきとの声もある。コストは無視できない基準ではあるが、ソーラーフロンティアのような日本企業が今後品質の高い太陽電池を提供する事は可能であると考えられる。

(2) 日印の共同開発事業推進

中長期的には、日本がインドの有望な学生や研究者を招致し、日本国内で共同開発を行う事が考えられる。インド人の太陽発電技術者育成の場を日本で提供するだけでなく、共同開発によってイノベーションを促す事も可能であると考えられる。タワー型はトラフ型に比べて建設に必要な土地面積が少ないために日本でも開発研究が行われているが、インドでも都市部に近い、或いは都市部内で建設する事によって送電・配電のコストを下げるメリットが見込まれる。そのため、この分野での技術開発、及びインドへの伝播には、現段階から共同開発を行いニーズを把握しながら、将来の市場の獲得を視野にいれ行動すべきであろう。

4. 結論：政策インプリケーションとグリーン・イノベーション

環境技術のイノベーション政策（あるいはグリーン・イノベーション）で重要になる要素は、イノベーションにとっても重要な要素そのものである。つまり、規制と研究開発、そして普及ということが大きなカギとなる。これまで政府による宇宙や原子力といった大型プロジェクトの場合は最終ユーザーが限られ、たとえば政府調達という方法で開発を促進してきた。他方、環境技術については、最終的なユーザーが多種多様であり、幅広く成果が普及することが求められる。普及しなければ環境イノベーションとしては成立しない。多大なコストを使って開発された環境技術は活かされず、低炭素・循環型の社会実現へつながらない。したがって、将来の市場やニーズを的確に把握することが肝要であり、それを探る手がかりになる実装実験を行うことが重要なのである。実装実験などを通して得られたデータを基に、投資配分を決め規制を設けることでイノベーションを誘導していくことが重要である。それが結果的に競争力の増強につながっていくのである。つまり、現在スタートし始めている内外の実装実験の有効性が、その後の市場拡大へのカギとなる。

現在求められているのは、環境の持続性を考慮した消費行動や産業構造、技術の大幅な転換と、低炭素・循環型・高資源効率な社会へのグローバルなシフトである。つまり、環境持続性と経済成長をうまく組み合わせるためには、経済、環境、社会政策上の目的を効果的に統合し、包括的かつ一貫した政策が必要不可欠なのである。そのためには、バラバラに行われている縦割り行政の下ではなく、窓口を一つにして国家戦略として打ち出す必要がある。特に、高コストの設備投資などの負担や、実用化まで時間がかかる技術への長期的な投資、需要喚起などの誘導策など政府の役割がますます重要になってきている。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、政策の評価など、政策の企画・推進を行うための人的リソース及びデータ蓄積といったインフラが必要である。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のである。以上を踏まえて、新たな技術パラダイム構築に向けて、日本として以下の取り組みが特に重要である。

1. 長期的な政策により技術革新と制度改革を実施する。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
2. 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である。
3. 政府内に司令塔的役割を果たす組織を設置し、省庁間の縦割りの弊害を越えた資源配分や産学官の連携による研究開発を促進する。
4. 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。

その上で、環境政策にとって最も重要な視点のひとつは、研究開発に伴うリスクをいかに低減するかということも重要である。イノベーションにとって不確実性をどう管理し

ていくかという視点に立つと、政府の環境政策に対する一貫的な姿勢が求められる。また本研究では、需要と供給ではまず需要面を強調した視点で分析を進めているが、需要と供給の両方の要素がイノベーションに働いていることに留意すべきである。本研究の太陽光関連技術の特許分析でも明らかになったことは、研究開発のサプライサイドの支援は行ったが、デマンドサイドからの太陽光発電の優遇強化の実施が消極的であったために、中国・台湾勢・欧州メーカーの躍進に比べ結果的に日本企業の相対的競争力が低下したことである。政府あるいは公的セクターの役割と民間の役割のバランスをうまく取るようなシステムが必要であり、政策によって先に技術を選択してしまうのではなく、それぞれの技術の軌跡をたどるような柔軟かつ長期的な取り組みが求められている。また、政策実行の最適なタイミングを考慮することが肝要である。例えば東日本大震災後の日本の場合には、社会的な変化が起きつつあり、イノベーションへの障壁が低くなっている。つまり、新しいことが比較的容易に採択される傾向があるため、この時期にイノベーションを誘導するような幅広い政策を実施することも効果的である。そして、政府の政策だけではなく、環境問題に関係する民間のアクターを含んだ幅広い環境コミュニティの活動もイノベーションに大きな影響を与えている要因のひとつであることも忘れてはならない。

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とは避けられない事実である。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のは、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取るべき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つ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。以上の点を考慮しながら、本研究の結果と政策インプリケーションについて考察を記述する。

本研究では、特許データ分析による国際競争力比較として、これまでの伝統的な公害関連技術と新しい気候変動対策技術の双方に焦点をあて分析を行った結果、これまで根拠が不十分であった日本の環境技術に関する国際競争力の優位性の有無について、具体的な指標で明らかにすることができた。つまり、通説では日本の環境技術は高い競争力がある

といわれてきたが、本研究の分析結果からは日本は空調や自動車に関する環境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ほぼすべての分野においてトップを占め、日本は米国・ドイツに次いで3位の位置にいることや、また韓国の国際競争力が急成長し、特定の分野で米国・ドイツ・日本を猛追している実態が明らかになった。例えば韓国企業が力を伸ばしてきている太陽光発電関連の技術は、かつて日本企業が特許出願を量産した際に十分なデマンドサイドの政策や知財戦略の欠如が背景にあると考えられる。市場が十分に育たず日本企業が競争力を高める機会を逸し、韓国や中国企業に技術が流れ、それらを利する結果となったことも容易に推測できる。

イノベーション・プロセスに関するこれまでの研究から、ほとんどの商品は、遅かれ早かれコモディティ化のフェーズを迎え、初期投資コストや利益の回収が難しくなることは指摘されている。先行する技術リーダー企業は、適切な知財管理と迅速な商品化による市場シェアの先行確保を通じて、先行投資を回収しさらなる研究開発投資のインセンティブを得るのである。公的な研究開発支援や電力買い取りなどの支援政策は、このようなプロセスや企業戦略とタイミングを合わせて実施される必要がある。特に、エネルギーのような特殊市場においては、サプライサイドの技術政策とデマンドサイドの刺激政策の両方が適切に機能して初めて、研究開発と産業化のインセンティブが生まれ、市場成長と社会厚生の向上および国際競争力の向上が達成される。そしてグローバル経済の下では、そのタイミングを計るためには世界的な視野が必須である。日本における太陽電池関連の諸政策や企業行動は、このタイミングを逸したという印象を拭いきれない。本研究の結果から過去の教訓を今後の政策へ活かせるよう課題を示す。

また、環境技術を持つ日本企業の海外展開ケース等について事例調査を行った結果を基に、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の課題や対外輸出における政府の役割、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った。事例調査では、地熱発電に力を入れている日本企業（インドネシア）、環境教育を行う NGO と協働し現地の環境への意識を高める活動を通して売上を伸ばす日本企業（ベトナム）、アジアの資源循環構想を掲げる廃棄物処理企業、環境技術を用いた洗剤で市場へ浸透する企業（中国）、そして今後の市場の大きさからも重要視されるブラジル、インド、中国について、再生可能エネルギー、太陽光関連技術、省エネ技術分野など幅広い対象について現地調査を行った。また、分析・調査から明らかになった点について可能な限りにおいて政策インプリケーション及び課題について示す。

4.1 特許分析による競争力比較：政策インプリケーション

これまでの先行研究では、日本企業の環境技術における総特許出願数が多いことから、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ため、真の国際競争力比較分析

とはみなせない。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、それは国内市場の規模や、国内産業の業種の分布、競争関係など国内市場の特殊要因があるため、国内出願特許数を含めた単純な出願数の国別比較では真の競争力比較が難しいといえよう。本研究では、より合理的な環境技術の再分類を行い、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行った結果に基づいて、国際的な技術競争力の優位性について明らかにした。これまで包括的に日本が環境技術分野において総特許出願数が相対的に多く、世界一の技術競争力を持つという見方が通説となっていたが、本研究によって日本がすべての環境技術分野で世界一の競争優位性を持つわけではなく、世界一の技術力を持つ分野はかなり限られているという事実が明らかになった。（詳しい技術分類の優位性の結果については、2.8「結論：特許分析による競争力について」を参照されたい。）

その結果を基に、日本企業に比較的優位性がある太陽光発電の技術分野をケースとして取り上げ、企業（機関）単位での特許出願の時系列変化を調べるとともに、関連する政策や市場の変化をあわせて分析を行った。その結果、1970年代から導入されている各国の研究や国家研究プロジェクトなど技術政策、より最近の需要サイドの刺激政策（太陽光パネル設置補助金や電力の買い取り制度など）がかかわっており、それらと企業の技術戦略の関係を探ることによって、環境技術に関する政策的、社会的なインプリケーションを得ることが可能になると考えられる。特許分析結果から導き出される政策インプリケーションは以下の通りである。

(1) デマンドサイドの政策の拡充を

今回の太陽光発電の分析で明らかにしたように、サプライサイドの政策とデマンドサイドの両方の政策を企画し、実施し、効果を分析し、改善していく努力が必要である。世界全体でみると、中国・台湾勢メーカーの躍進及び欧州メーカーの成長ぶりと比べ、日本企業の相対的地位の低下は一目瞭然である。つまり、太陽電池の技術発展を推し進める政策があっても、需要及び市場を同時に拡大させる政策を打たなければ、普及まで時間がかかり投資コストの回収もできない。確かに、新エネルギー財団（NEF）による住宅用太陽光発電への補助金制度『住宅用太陽光発電導入促進事業』（1994—2005年度）の施行によって、太陽電池の国内出荷量は順調に伸びてきた。しかし、当該制度の打ち切りの影響を受け、2006年-2008年の国内出荷額は減少するなど、2009年からは補助制度の復活があったが、政府による一貫性に欠けるサプライサイド政策がとられた。しかも、電力業界などの圧力などもあり2009年までの日本の買い取り価格は販売価格と同じという消極的な需要誘導政策をとったため、国内市場が発展しない状態で出荷数が低迷した。欧州の例を参考にと、これは第一にデマンドサイドの刺激政策、特に電力買い取り制度の設計が力不足であった点に主要因がある。太陽電池の世界的需要が拡大したのは、2004年頃からであり市場全体が急速に成長した。その背景の一つにはドイツの「再生可能エネルギー法」第二次改正に代表されるように、デマンドサイドからの太陽光発電の優遇強化が実施されたことが

あげられる。すなわち、太陽光発電からの電気の買い取り価格を通常の販売価格の約4倍に引き上げるなどの措置が、世界中に大きな需要拡大の波を及ぼし、市場全体の牽引力になったものと考えられる。しかし、世界市場が急激に拡大したときには、日本企業はコスト面などで世界市場で渡り合うだけの国際競争力がついていないという現実と直面したと考えられる。

平成24年度から日本でも買い取り制度が始まるが、太陽光発電市場はすでにコモディティ商品となり低価格競争に突入している。2011年に顕在化したヨーロッパ市場の低迷により、太陽電池に関連する多くの外国企業は日本を次の有望マーケットとみなし、意欲的な進出を開始した。それは、これまで国内市場をほとんど独占してきた日本メーカーが、外部からの大きな挑戦と直面することを意味している。投資コストを回収しきれておらず価格面で不利な日本企業の製品は苦戦を強いられ、全量買い取り制度の実質的な恩恵を得るのは消費者と低価格商品を提供できる企業ということになる。その意味で、日本の太陽光発電産業へのこれまでの育成支援策の効果が限られたものであったといえよう。かつて、DRAMのコモディティ化に直面し翻弄された日本の大手電機メーカーと産業政策当局は、その二の舞に陥ることなく、次の機会を捉えなければならない。

(2) 長期的視野に立った継続的な国際知財戦略を

環境技術商品がコモディティ化し、市場が飽和すれば低価格競争となり、初期投資コストや利益の回収が難しくなる。技術先行リーダー企業は、適切な知財管理と迅速な商品化による市場シェアの先行確保を通じて、先行投資を回収し、さらなる研究開発投資のインセンティブを得る。つまり、国際特許で先行期間の技術優位性を守り、特許使用料や違法なコピーに対する訴訟で先行投資分を回収する。日本のナショナルプロジェクトであるサンシャイン計画の太陽光発電研究開発は、米国やドイツで開始された同様の大規模な国家プロジェクトに少し遅れて開始されたが、その研究成果は大量の国内特許出願という形で、世界的にも例を見ないほどの量が得られている。しかし、当時の知財管理が世界戦略の視点を欠いていたことは明白である。そこでオープンにされ国際共有財となった知識が、それ以降の特に韓国メーカーの急速な技術キャッチアップに貢献したと想像される。ナショナルプロジェクトにおける国際的な知財戦略の重要性は、最近、ますます高まっている。

また、これまでの日本企業による特許出願は個々の企業の戦略にゆだねられてきた。太陽光発電技術を例にとれば、日本企業は当該分野での特許出願は相対的に早い時期に開始していた。日本企業の中ではシャープとセイコーエプソンの国際知財戦略が注目に値し、国際特許出願率はそれぞれ49.6%と45.9%であった。それに対して、NEC、東芝、シャープ及び富士通はそれぞれ35.5%、32.8%、32.7%、32.2%である。一方、特許分析において急速に力をつけてきた韓国勢は、国際特許出願率もっとも高く、サムソンSDI及びサムソンがそれぞれ49.8%と49.7%である。国際競争力に優位性を持つ韓国の環境技術における国際競争力の急上昇については、半導体技術を基にしていることから半導体技術をもった企業が

太陽光関連技術分野へ新たに参入したということや、高い国際特許出願率にあるといえる。韓国緑色成長委員会によれば、特に政府としてこれまで奨励政策は行っておらず、太陽光関連技術の特許数の伸びは参入による自然な伸びであるという。

また、多くの日本企業の特許出願の最初のピークは80年代前半に集中していた。しかし、80年代前半には国際出願はほとんど出されていなかったことがわかった。特に松下電器産業は630件という膨大な国内出願数に対して国際出願数は僅か46件で、国際特許出願率は僅か6.8%。最も国際出願率の低いのが松下電工で、165件の国内出願に対して国際出願はわずか5件のみであった。このことから、松下電器産業は国内出願に重きをおいており国際出願については重要視していなかったことが推測される。これだけの国内特許を出願し技術力の高さを示しながら、2011年において太陽光発電市場で苦戦しているのは示唆的である。

ドイツのジーメンス、フラウンホーファーはもっとも初期から継続的に、少しずつ特許を出願している。米国のIBMとコダックは早い段階から特許を出願しているが、中断期間も存在し、産業化段階になると再び活発に特許を出願している。韓国企業の後発性は特許出願から見て明らかである。国内出願・国際出願共に90年代半ばから始まり、その後僅か5、6年間で急速に出願数を伸ばしている。また、ドイツのフラウンホーファーと異なり、工業技術院は特許出願の継続性が見られず、1980年代の10年間のみに限って特許出願していたことがわかった。つまり、日本の工業技術院という機関も長期的視野に立った特許戦略を持っていなかったことになる。以上のことから、長期的視野にたった国際特許戦略を奨励・検討することが重要であり、それが競争力を高める一つの要素になっていると考えられる。

(3) 政策分析のためのインフラ整備を

環境関連の技術とイノベーションは、公共経済学が言うところの「市場の失敗」が顕著な分野である。このような分野においては、市場の不完全性を補完するための政府の役割が重要であることは従来から指摘されている。今後環境省など政府が特許分析をするにあたり、政策として体系的で長期的なデータの蓄積や政策分析能力を備えた人材の育成など、データベースから政策分析ができるためのインフラを整備する必要がある。政策の長期にわたる追跡調査を行わなければ、なぜ技術はうまく開発できたのに普及しないかということが解明できず、その時その時の状況に振り回され政策を作るということになる。省庁や政府に、そういった体系的・長期的データのインフラや、データに基づく体系的な分析が知識として蓄積され、政策情報として整理されていれば、データや分析のインフラ自体が日本企業の優位性を向上させるためのサービスとして提供できる。それこそが企業の負担を減らし個々の競争力を高めるための一角を築くものとなるだろう。

① 政策分析が行える体系的なデータの蓄積が急務

それらのいずれについても、しっかりと政策分析に耐え得るデータの蓄積が必要であ

る。今回のケース分析で利用した特許データ等、サプライサイドの情報については各分野でかなりしっかりとしたデータが利用可能となりつつあるが、デマンドサイドの、特に市場や生産量に関するデータについては、民間や業界の断片的な情報を利用するしかなく、分析にもかなりの制約を受けることとなった。例えば、技術支援政策と同時にどれだけ需要刺激政策をやったかというデータの収集や、現在あるようなフェーズやプロセスによってバラバラになっている統計をつなげる作業を行わなければ、効果的で意味のあるイノベーションや環境政策をつくるのが難しい。このような需要データを行政サイドとして体系的に収集していくことも、今後の環境関連産業を考える上では死活的に重要であろう。

② 政策分析能力を備えた人材の育成

体系的なデータ蓄積と同様、と適切な分析能力を備えた人材の育成が必要である。本研究で行ったような特許データ分析の手法や、データの取り扱い方、どういうデータを収集すべきかといった知見が不可欠である。現状では、体系的な追跡評価はできておらず、散発的なレポートがあるのみである。分析は技術を支える市場の特徴によるところが大きく、これまでのようなサプライサイドのみの目標設定や評価だけでは明らかに不十分であり、ニーズや需要サイドのバランスのとれた分析が必要である。政策研究大学院大学においても、環境省などから人材を派遣することができれば、データベースの処理方法・技法や、政策的なフィードバックまで結び付けられる適切な分析能力を高め、育成することは可能である。そういう人材を適材適所に増やすことで、さらに政策の企画及び効果についてのフィードバックが可能となる。

4.2 海外市場における制度・事例研究：政策インプリケーション

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結果、明らかになったことは、ノウハウやビジネスモデル、運用形態、またあえて特許にしない技術など、海外進出している日本企業が持つ優位性は必ずしも特許を取得した技術ではないことである。よって、特許データ分析結果が日本企業の国際競争力をすべて反映しているというわけではなく、ビジネスモデルなどの詳細な検討も重要である。

また成功している企業に共通であったのは、途上国市場だからといって、自社製品の質を下げたり、汚染処理の基準レベルを日本より下げていないことである。海外に進出する際のそれぞれの企業のアイデンティティというところに帰属することであるが、やはり日本企業に期待されているのは、高品質と高い環境基準であり、そういう商品やサービスをいかにコスト面で折り合いをつけ現地市場へ提供することが、長期的に日本企業、日本の製品が海外市場で成功する大きな要因となると考えられる。

一般的に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。途上国への参入では、平均所得が低いことから、一般に値段が高い製品は価格が障壁となりなかなかシ

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、環境汚染防止の規制や政策があまりとられていない。日本企業もその国の規制や政策以上の環境汚染防止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ため、バイクなどの排気による大気汚染など影響がでてきている。

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や生産・調達コストを下げる、もしくは当該国の環境規制を強化することで、日本の厳しい基準もクリアした質の高い製品の優位性で勝負する戦略、またその両方の戦略が考えられる。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現地調達や企業の現地化を目指すことや、数社共同で R&D 拠点を作る（もしくは政府が支援する）などという方法が考えられる。調査で明らかになったのは、INAX のケースでは現地調達によりコスト減らし日本並の高品質を保ったまま、環境教育という CSR でブランド力を確立しシェアを席巻したことである。つまり、技術力を基盤とした品質の高さと、CSR という付加価値をつけ現地の消費者にアピールし、かつ技術イノベーションによって現地の泥を混合するノウハウを会得し、コストの低い生産体制を確立、さらに市場の大きなシェアを獲得し成功していることだ。後者の例でいえば、中国に進出している上海花王が当局の管轄する技術標準委員会にメンバーとして参加し、成分などの情報を開示する代わりに洗剤の技術標準を決定するプロセスにかかわるとい立場になることで、規制作りにかかわる中で貴重な情報を得ることができ競争力強化につながっている。

技術的優位性やイノベーションの可能性についていえば、例えば地熱において日本の技術は優位であるという認識があったが、技術開発力を実際に左右するのは、国内の関連技術のすそ野がどれだけ広いかということである。つまり、国内の市場を育てることが海外競争力へつながっているということである。環境都市ビジネスの例でも分かるように、海外で競争力があるプレーヤーとして活躍できるためには、国内での環境都市プロジェクトでのノウハウを蓄積し企業連合ネットワークを作り、ビジネスモデルを確立しなければ立ち往生してしまう現実がある。そのため、国として国家的戦略を持って投資を行い国内での足固めを積極的に行うことが必要不可欠であるといえる。

一方、ベトナムのケースでわかるように所得水準がそれほど高くなくても日本の環境技術が売れる場合があることである。つまり、NGO と協働し環境意識を高める活動を推進している日本企業が成功していることは、他の途上国においてもコストが高い日本の環境技術を展開する可能性があるということである。環境教育などのキャンペーンは政府としても取り組みが可能であり、政策インプリケーションとしては興味深いケースである。

以下に海外市場における制度・事例研究からの包括的な政策インプリケーションを示す。具体的な個々の事例分析結果や提言については、本文の「3.8 制度・事例研究からの競争力について」を参照されたい。

(1) 環境都市は環境技術の将来のニーズ：国をあげての国家戦略を

グリーン・イノベーションに関連する多様な環境技術の社会実装実験が可能なのは環境都市である。日本が環境技術の分野において競争力を持つためには、将来の市場ニーズを積極的に模索することが必要不可欠である。現在、国内外で環境都市プロジェクトが着工されているが、日本の国内のエコタウンプロジェクトは地方自治体任せであり、投資額も少額である。しかも、国内の実装実験は農村や都市など人口や地場産業など違う条件で行う必要があるにもかかわらず、戦略的ターゲットを持って選定していない。また、環境都市の定義が明確ではなく、グリーン、医療、農業とバラバラなものを、それぞれのルールで行っているため連携やコーディネーションができていない。一方、将来の市場拡大が見込まれるインド、中国、ブラジルといった地域の市場参入は、環境技術のイノベーションにとって死活的な将来の需要データ蓄積の機会であるにもかかわらず、国としての支援など積極的な取り組みがみられない。日本が環境技術を基に国内外に普及させ需要拡大を目指すのであれば、省庁の縦割りを超えた包括的な社会実験を国家戦略として行う必要がある。具体的には、

・縦割り行政の撤廃を

環境未来都市というだけではなく、医療、高齢少子化、交通などライフスタイルを考えればあらゆる業種が含まれる。医療や交通や環境などそれぞれが現在の縦割り行政の下で、別々の特区認定を行うのではなく、包括的なスーパー特区として社会実験を実施することが肝要である。経産省の低炭素や国交省の交通に関する実証実験をすべてまとめることや、また各省庁への特区申請のための煩雑な書類作りで資源が無駄にされているため、特区申請の窓口は一つするなど国家戦略の下で明確な制度を示すことが必要である。

・資金と人材を

韓国の済州島一か所での実装実験は総額 645 億ウォン（約 45 億円）であるのに対し、内閣府が選定した 11 の環境未来都市に対して現在用意されている予算は内閣府の約 10 億円である。しかも事業費の 2 分の 1 は地元市町村の負担である。投資規模が小さいこと、かつ地方自治体に任せきりで負担が大きくなる構造になっている。人材についても地方自治体では大幅に不足しており、国への申請書類を作るだけで疲弊している。中央から人材の派遣、特に JICA などで経験を多く持っている、途上国でのミッションを管理でき、環境アセスメントや市場分析ができるような人材、を多く地方へ送り込むことが肝要である。それによって、途上国の市場などニーズと直結させることが可能となり、効率的な社会実験の実施が期待できる。

(2) 国はスマートという新しい付加価値を検討し、新サービス産業を生み出すための新ビジネスモデル創出検討の施策に重点を

中国のエコタウンの事例調査から明確なのは、現状では、環境技術を駆使したスマートシティやスマートタウンをビジネスとして成功させるモデルがまだまだ単調であることである。環境技術をそのシティやタウンに販売するのみのビジネスモデルでは、スマートにするた

めに必要なコスト、例えば、自然エネルギー利用にかかるコストなどが余計にかかってしまうだけなのである。そのコストを誰が負担するかという議論に終始している。それを国民が負担するという構図はうまくいくはずがない。企業が怠ってはならないのは、スマートという新しい付加価値を検討し、新しいサービス産業を生み出すことである。現状では、その新しいビジネスモデルを描き切れておらず、国が積極的に戦略を練り、ビジョンを考える場を提供すべきである。そのためには、国は、研究会を開催し、異分野企業を集結させて、議論を開始しなければならない。

(3) 国内産業の裾野拡大のための支援を

① 地熱発電の必要な国内の政策的支援を

技術イノベーションとその国際的展開を図る上では、ポーター仮説にみる通り、国内市場・産業の発展が非常に重要である。しかしながら日本の地熱開発に関しては、政策的支援が十分ではなかった経緯がある。すなわち、日本国内市場においても、地熱関連技術が環境面・経済面において果たす役割は大きいものの、必要な政策の不在及び過剰な規制により国内地熱エネルギー利用は十分に進んでいるとは言えず、国内の市場規模が不十分であるために、必要な技術開発が滞っているおそれがある。東日本大震災を機に地熱発電が見直されているが、さらに産業を育成する観点から国内地熱エネルギー市場を拡大し、技術育成を図ることが、ひいては日本の競争力向上につながるものと思われる。今後は、地熱関連技術を、技術イノベーションという産業政策的観点からもサポートしていく体制が必要であろう。

② 日本国内のエコシティ推進からノウハウの蓄積を

中国の新型都市開発ビジネスを参入している日本企業に多く見られたのは、利益を生み出すビジネスモデルが存在しないことである。例えばまず国内で、多くの小さな単位のエコシタウン開発事業を推進し、その建設に当たるメーカー、ディベロッパーとの間の様々なネットワークや、マネジメントノウハウを蓄積させ、ビジネスモデルを確立するのが緊要であると考えられる。被災地の復旧に当たって、環境省のイニシアティブの下で地方自治体などと連携しながら、新型開発モデルに関する実験を行うことが望ましい。

(4) 「環境技術の日本」ブランドの構築を

日本の環境技術力を維持・向上させるために環境技術ブランド日本を確立する必要がある。途上国の行政機関は、技術基準や政策・規制を検討するにあたって、世界各地から最高の環境技術を求めている。技術の質が高い日本、という一般的に普及している日本ブランドに加え、「環境技術の日本」、という新たな日本ブランドを確立する必要がある。このためには、途上国政府の技術基準や政策・規制の検討の場において、日本企業のさらなるプレゼンスが必要である。花王の事例のように、ひと産業に一社の日本企業の存在では、環境技術の日本、というブランド構築には不足である。これまで以上に、このような場づく

りや日本企業の参加を進める情報共有の場をさらに進めるべきである。また、相手国政府の省エネ施策の支援や、ライフスタイルの変更にに向けた省エネ広報等の推進が必要であり、現地の消費者が高い環境技術を評価するような環境を作り出すため、現地の消費者へ直接訴えるキャンペーンが有効であろう。

(5) アジア市場進出の障壁を下げる施策を

① 現地のライフスタイルのトレンドを情報共有する

花王の事例は上海のライフスタイルにカスタマイズし、商品の販売を伸ばしているが、海外の政府系機関によると、現地のライフスタイルにカスタマイズしないで販売する企業が数多く存在していることが指摘された。現地の文化やライフスタイルに不慣れな企業にとっては特に注意が必要である。現地の日本政府系機関は企業と連携して、ライフスタイルが日本のそれと大きく異なるものについては情報を収集し、海外へ展開する日本企業とそのリスクについて共有すべきである。ライフスタイルは多くの産業分野が関わる重要な情報である。急速に先進国化する中で、ライフスタイルが大きく変化する可能性も大きいので、継続した情報の蓄積と更新も重要となる。

② 政府がリスクを軽減するファンドや資金的支援の枠組みの提供

環境都市ビジネスに限らず、海外進出する際には一日本企業が取るリスクには限度がある。海外進出する企業に対し、少しでもリスクを軽減する何等かの方法の模索が必要である。資金援助という形ではなく、リスクをとる企業にインセンティブを与えるような枠組み、例えば、政府ファンドで低利子でのローンなど検討する必要があるだろう。

③ 途上国へ進出する日本企業には、高い環境規制の適用を奨励

ベトナムには、自動車、特にバイクがあふれ、大気汚染を引き起こしている。そして、自動車、バイク市場を優位に進めているのが日本企業であり、これらの問題を引き起こしていると言われている。環境技術の水準が低い製品が安価に販売されているため、日本の高度な環境技術がベトナムに伝播していない。大気汚染については、近年問題視され、環境規制を強化することが検討され始めている。これは途上国では特に起こりやすい。日本で製造して途上国へ輸入する場合には、生産にかかるコスト高になると共に関税がかかる。現地生産した場合においても、生産のための原料を輸入した場合はコスト高になるからである。しかし、この悪評が日本の環境技術のブランドを下げることにもなり、将来、途上国への日本技術の伝播の障壁となりえること留意する必要がある。

④ コスト削減と企業の現地化を奨励

VINAX のモデルは、環境技術を基盤とした「企業の現地化」に特徴を持つ。長期的な視野に立てば、地産地消と同じように、「企業の現地化」が持続可能な社会に向けたあるべき姿であろう。移動のコストが高まれば、物や人の移動は最小限にしなければならないのは明白である。

「企業の現地化」を促進するためには、現地に対応するための技術開発が必要となる。特に、VINAX の場合は、「企業の現地化」を進めるためには、原料である土の現地化が必要となった。トイレ生産には、土の性質と製造方法が重要なノウハウの一つである。現地の土を利用して日本のトイレと同レベルの品質のトイレを生産できるかが技術開発課題であった。花王洗剤も現地の材料を使い生産を行っている。このような「企業の現地化」に伴う技術開発を奨励することが望ましい。「企業の現地化」は、途上国にとってもメリットがあり、日本企業にとってもメリットがあることであり、日本の高度な環境技術の途上国への伝播を広げることになるからである。

⑤ 人的ネットワークの構築を

日本企業は中国などの市場にうまく参入するための基本条件となる、企業レベル、政府レベルでの人的ネットワークのつながりが弱い。中国へ進出している欧米企業は、トップに中国人を配置し、大学や出身地域などあらゆる層の人的ネットワークを駆使してビジネスを行っており、いまだに日本社員が現地トップを占める多くの日本企業とは大きな差がある。実際、欧米、韓国より日本政府が企業へのバックアップの度合い、トップセールを含め、かなり弱いという声があるが、政府間、省庁間、官民間での人的ネットワークの充実、現地での有用な情報やノウハウなど蓄積し、民間との連携をとることが現実的な企業への支援となる。

⑥ 民間での調整や連合体での取り組みを奨励

一企業で海外プロジェクトを受注するには資金面、リスク、資源、マネジメントすべての面において難しい問題に直面する。今後海外ビジネスの受注をスムーズに行うため、企業連合体での役割分担、利益分配方法の確立が必要である。日本企業はいかに競争相手に対抗していくのかの対策として、環境都市ビジネスでは日本の企業連合、特に強強、大手と大手の連合という方法を取っていた。当初別々に天津プロジェクトにかかわっていたが、日本連合でやることによって、リスクが低減でき効率的な資源の利用が可能となる。理想的にはいろいろな分野の企業が連携しながら、コーディネートを行う企業が存在し、連合体の中でどのように利益を分配するかというモデルを模索すべく、企業連合のダイアローグや、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を推奨すべきであろう。

(6) アジアと日本を環境的に Win-Win の関係に

① 現地住民にとってメリットがある日本企業の CSR 活動を奨励

INAX が継続的に現地滞在の NGO と協働で環境教育活動を実施していた。この CSR 活動は、通常企業が行う、短期、単発、資金提供のみの CSR 活動とは異なり、地元住民と密着して、地元住民が主体的に環境問題を考えられるように教育する、現地住民にとってメリットの多い CSR 活動であった。この CSR 活動は、現地住民からの参加人数は減ることはなく、継続的に実施することを現地の住民が望んでいるという高い評価を受けたものであった。

日本が抱える環境問題と、アジアの途上国が抱える環境問題とはその性質が大きく異なる。企業が先進国のステークホルダー向けに実施する先進国が抱える環境問題を解決する CSR 活動は、アジアの途上国の住民に対してはメリットが少ない。途上国へ進出する企業が実施すべき CSR 活動は、途上国に住むステークホルダーへのメリットが明確なものでなければならない。このような現地住民にとってメリットの多い CSR 活動に対して、選択的に日本政府が表彰などを行い認識を高める活動を行えば、日本企業が現地でのビジネス展開に有利にはたらき、環境ビジネスという日本ブランドの新たな構築が実現できるであろう。

現地での CSR 活動にかかる費用は、日本企業から現地に派遣する人件費、旅費等及び現地において協働で活動する NGO の費用といったものであり、比較的安価である。継続的に実施することに意味がある現地住民にとってメリットの多い CSR 活動には、3年から5年程度のプロジェクト支援が有効であろう。プロジェクト評価においては、現地住民の評価結果を反映するものでなければならない。

② 政府間での枠組み作りなど市場参入支援戦略を

日本の再生可能エネルギー技術の水準は、国際的にみて高いレベルにあるものの、価格・販売促進ルート等に関する問題もあり、諸外国、特に新興国への参入が必ずしも進んでいるとは言い難い。現在、新興国においても、再生可能エネルギー技術及び産業を政策的に育成しており、技術を有した国・企業が新興国市場で優位性を保つことは、次第に困難になってきている。中国における風力産業は、その典型的な事例である。拡大する市場に照準を当てた諸外国・企業が、まず合弁企業等の設立によって参入するものの、国内産業優遇の政策等により、諸外国企業の市場におけるシェアを次第に落としていくといったパターンが見られた。激化する新興国市場における参入支援政策そのものについて新たなアプローチが必要である。例えば、政府間での共同研究の枠組みを作り民間へと連携するなど、市場参入支援政策が国レベルでも検討される必要がある。デンマーク政府と中国政府による WED プログラムでは、風力発電開発について優位性を持つデンマークが、中国の政府、研究所、企業、教育機関の協力を得ながら、制度・計画そのものの変更を促すことによって、中国の風力発電供給量全体を底上げし、間接的にデンマーク風力発電メーカーの参入を図るというものであった。技術的優位性を持つ分野では、産官学との連携なども含め、相手政府へ基準制定や制度といった面で協力しながら民間へ連携できるような体制も検討する必要がある。

③ 技術標準や制度設計などに積極的に参加

政府レベルのみならず、民間や企業レベルでも現地市場の技術標準や制度設計に積極的にかかわり、動向についての情報を直接収集するとともに、意思決定の場に参加し存在感を増すことは市場参入の大きな支援となる。花王上海のケースでいえば、日本企業で唯一技術標準委員会の常任メンバーとして、中国の標準洗剤の成分決定にかかわり一緒に議論することで、当局や中国企業とのネットワークができ、洗剤市場に深く浸透するきっかけと

なった。特に科学的エビデンスをベースにしたい中国当局側にとっても、企業からの成分の開示情報は有用であり、環境保全のための優位性のある技術力を吸収し、高いスタンダードの製品を市場へ出すということは日本企業及び現地当局にとっても Win-win の状態となる。これによって技術水準の高い成分が採択されれば日本企業にとっても、競争力を発揮できることになる。

(7) アジア域内の資源循環という方向を示す

日本・アジア資源循環モデルの要は日本、アジア諸国、企業の Win-Win の構造を創りあげることである。少しでも Win-Win の関係が崩れてしまえばうまくいかない不安定なビジネスである。例えば、将来、日本に希少金属が少なくなり、アジアから小坂製錬所へ電気電子部品が集積し、製錬した金属を日本だけにとどめることがあつては、うまく機能しないと思われる。常に、部分的に製錬した金属がアジアへもどる循環が完結しなければならない。このバランスをとることができるのは日本政府である。企業は利益追求で行動する可能性は高く、高価に希少金属の全てを日本企業が買い取ることもありうる。このバランスを取るのは困難であろうが、アジア域内の資源循環の道を探るのであれば、現在の日本の高度な環境技術を基盤にアジア域内資源循環が達成できる可能性はある。日本政府は、希少金属を日本国内に獲得する戦略と共に、それを日本にとどめずにアジア域内に循環させる政策を目指すべきである。

(8) 日本に環境のコア技術の拠点を

環境イノベーションが、環境規制や環境ニーズをドライビングフォースとしているメカニズムから推測できるのは、環境のコア技術開発で優位に立つためには、環境ニーズが高く、環境制約が厳しい先進国や日本国内が有利だからである。アジア市場において環境のコア技術開発で優位に立っていることは、それが基盤となり、アジア地域への商品・サービスのカスタマイズが先行的にできるため、長期的に競争優位に立てる可能性がある。規制や技術標準をリードするための信頼を獲得することも重要な要素である。一方、環境のコア技術開発で優位に立っていない場合は、短期的には規制や技術標準をリードするための信頼獲得が困難となり、規制対応コストが高まり、企業は不利になる。長期的にも、企業の技術ブランドが低下するであろう。その意味において、企業のアジア進出においては、環境のコア技術開発は極めて重要な要素となる。それを失敗すれば、環境規制や環境ニーズが厳しくなる将来においてさらに環境技術の競争が日本だけでなく世界的に激化する。そして、技術蓄積を長期的に行ってきた日本を拠点とする企業がそれに敗れてしまうと、雇用が失われ、同時に環境技術が失われ、環境負荷も削減することができなくなってしまう。その結果、環境技術で日本がアジア地域に貢献できなくなり、日本の国際交渉において劣勢となる可能性が高まるのである。

既にイノベーションを起こすためのノウハウや技術が日本企業に蓄積されているので、他のアジア地域と比較して日本において環境技術が創出されやすい。また、環境ニーズがあり、あるいは環境制約（資源・エネルギー・食料制約）が厳しい日本あるいは先進国において環境負荷を下げるイノベーションが起こりやすい（古川柳蔵『環境制約下におけるイノベーション』日刊工業新聞社（2010））ことが分かっている。実際に、INAXのトイレ、花王の洗濯洗剤、DOWAの廃棄物処理・リサイクル事業のアジア展開事例については、イノベーションは日本で起こり、それをアジア展開し、市場シェアを伸ばしている。

① 改良イノベーションは現地で

事例調査で明らかとなったことは、環境技術を基盤としたビジネスのアジア展開において重要なのは現地で商品イノベーションを達成するために現地でビジネスをカスタマイズすることである。環境ニーズがあり、あるいは環境制約が厳しい地域で実現する環境技術は、アジアの現在の環境規制などが障壁にならないからである。

アジア市場進出において、ビジネスをカスタマイズする必要があることとしては、既存環境技術の改良（花王の洗濯洗剤）、商品・サービスの改良（花王の洗濯洗剤）、販路の開拓（INAXのトイレ、DOWAの廃棄物処理・リサイクル、花王の洗濯洗剤）、生産コストダウン（INAXのトイレ）である。いずれの場合においても、アジア市場進出を成功させるために、まず、市場シェアを拡大するのに重点が置かれていた。必ずしも、新たな環境技術の創出が鍵を握っているわけではない。商品・サービスによって、上記のように重点の置き方が異なっていたことからわかるであろう。アジア市場における市場シェアの獲得には、環境のコア技術が鍵ではなかったということである。ところが、アジアの環境規制や環境ニーズが変化した場合には、鍵になる可能性はある。アジアにおける環境規制は、欧米あるいは日本の例を参考にして整備される傾向にあるからである（例えば、タイ、インドネシア、ベトナム、中国）。そして、企業は積極的に、環境規制や環境ニーズをターゲットとして、アジアで技術競争することで、競争優位に立つことができる可能性が高まるのである。実際に、事例調査では、企業が積極的にそれを試みていることが明らかとなった（花王の洗剤技術標準、DOWAの技術標準）。

日本の環境のコア技術の拠点が海外へ移転してしまい、競争に勝ったとしても、それに伴い、日本における先端的な環境のコア技術、ノウハウや技術蓄積がゆらぎ、日本の環境制約にあったコア技術が失われてしまう恐れがある。環境制約はこの20年で一気に厳しくなることが予想されているだけに、そのブレーキは日本に大きなブレーキとなるであろう。そして、日本が世界の地球環境問題に環境技術で貢献できなくなり、地球環境問題に関する国際交渉で不利に立たされ、国益に反する可能性が高まる。したがって、日本においてもそれを回避する施策が必要である。

つまり、日本企業が環境のコア技術を基盤としてアジア展開することは、国として大きなメリットがあるが、その結果、競争に負けること、あるいは、拠点を全てアジアへ移転してしまうことには国としてのデメリットになるということである。しかし、環境イノ

バージョンを促進させるためには、アジアに研究所を設立し、アジアにおいて環境イノベーションが生じるしくみを構築することにもメリットがある。例えば、現在はアジアでは水に関する制約が日本よりも厳しい。他にも、生活品のイノベーションの場合は、環境技術までがユーザーの使用方法に依存する場合がある。花王の事例は、それを示唆するものである。花王上海の ATTACK は、完全に新規なイノベーションではなく、ライフスタイルや生活者の使い方にあわせた技術の改良が必要であった。つまり、生活品に関する環境イノベーションに関しては、ユーザーの生活品の使い方によって、環境のコア技術の拠点をどこに置くべきかを決定していく必要がある。

②生活者の環境ニーズを高める施策を

環境のコア技術の拠点を日本国内にとどめるためには、日本に拠点を置く優位性がなければならない。将来の厳しい環境制約を踏まえると、日本は環境イノベーションを安定的に促進させるために、生活者の環境ニーズを高める施策を検討すべきである。東日本大震災によりエネルギー・食料システムの欠陥が明らかになった。生活者の環境配慮する意識は過去にないほど高まっている。この意識の高まりは戻る傾向にあるが、これをとどめるために、地域では自然エネルギーを最大限導入したスマートシティやスマートタウン構想を実現し、そこで展開可能なビジネスモデルと環境負荷低減の効果を実証し、アジアへ展開する準備をすべきである。

(9) 環境ニーズが途上国でも拡大するための支援を

①高度な環境技術の伝搬を奨励し、現地の環境ニーズ拡大を

環境負荷低減に寄与する環境イノベーションは、環境規制や経営者の経営理念、あるいは環境配慮したいという環境ニーズに引っ張られてイノベーションが起こる。VINAX で販売していたトイレの技術は、全て日本の INAX のイノベーションが原点にあるように、環境規制が緩く、環境ニーズがほとんど存在しない途上国においては、環境イノベーションが起こりにくい。

ベトナムでは水質の状態がしばらく悪い時期が続いていたが、ようやく上下水道がしっかりとしてきたというのが現状である。そのような状況の中で、数リットルの節水という技術開発が行われることはないであろう。日本の高まる環境ニーズに引っ張られて、あるいは経営者の経営理念から、INAX の環境イノベーションは生じたのである。そして、高度な環境技術を持った製品が日本企業のアジア展開によって、途上国の市場に伝播すれば、ベトナム住民に節水意識が薄くとも、途上国の環境負荷を下げることに貢献できるのである。しかし、やがて、途上国の生活水準が日本に追い付けば、途上国においても環境ニーズが大規模に拡大する可能性がある。

したがって、環境配慮することが大事であるということの認識を、日本と同じ生活水準にあるアジア地域の生活者にも持ってもらえるような施策が求められる。既に、東北大学、東京大学、京都大学、中国・清華大学、中国・同濟大学、韓国・KAIST、韓国・PO

STECH が参加し、RESDプログラム（Regional environment and sustainable development certificate program）などが実施され、同レベルの環境科学関連の大学院の博士課程の学生が環境について学び合う場が存在する。このように、環境リーダー養成をはじめとした、アジア地域の環境問題を考える場を国が提供支援することによって、長期的に、各国の環境ニーズの拡大に資することになる。

② アジアのビジネス業界への日本の公害問題経験の共有を

アジア企業の環境配慮の水準が低いことが、高いレベルの廃棄物処理業にとってはビジネスの阻害となっている。適正な廃棄物処理を怠るとどれだけデメリットが大きいのか、正しく理解しなければ、アジアの住民にとっても、アジア企業にとっても、大きな損失が生じる可能性がある。タイの公害訴訟が一つ政策にインパクトを与えたが、いまだ不十分である。日本の公害問題の経験を何らかの方法によりアジア企業へ広く普及させる必要がある。企業あるいは主力企業を集め、アジア・日本の両方の環境省主催のシンポジウムを開催するなど考えられる。日本企業の現地担当者は、アジアでかつての日本と同じことが起ころうとしていることを目の当たりにして憂えている。

(10) 政府・民間の枠組みを超えた問題解決策の提示を

相手国が抱える社会問題と環境技術を政府と企業が横断的に包括プロジェクトとして取組解決策を提示できないか検討する必要がある。例えばブラジルにおいて、日本が得意とする環境エネルギー技術展開する上で、まだまだ障害となりうる構造的な問題も存在する。下水処理や廃棄物管理などの都市問題、貧困や所得分配などの社会的問題、環境問題、インフラの未整備、エネルギー・電力の制約、人的資源の開発、制度的問題などである。例えば JICA と民間企業の連合体として対処する枠組みの可能性を検討する必要がある。これからの有望な市場であるインドやブラジル、中国などは、政府・企業連合体での解決策がますます求められていく。これらの制約要因を十分に理解しながら、難しい市場環境へ入り込むための戦略を検討し、グリーン・テクノロジーを効果的に伝播することが必要であろう。

(11) 産学連携・共同研究の推進を

インド、中国、ブラジルといった将来の市場の拡大が予測される国については、官民一体となった戦略的な研究開発の継続がますます重要であることから、産学連携による技術革新の促進が必要である。研究開発マネジメント自体に日本の国益があり、戦略を持つことが重要である。技術の普及先の市場のニーズを積極的に取り込むためにも、実証実験を海外で展開すべきであり、しゅみを現地政府と一緒に考える段階からかかわっていく必要がある。そのための人員の配置や、JICA を通じた環境アセスメントや市場分析の専門家なども配置し、日本のノウハウとして蓄積することが肝要である。例えばブラジルにおいては、次世代バイオ燃料技術革新の促進や、バイオマス燃料の持続可能な生産のためには原

料を生産する農業技術の向上が不可欠である。農業技術普及のための政府開発援助の枠組みでの支援など、今後の日本の高い技術力、経験を活用しブラジルのバイオマス燃料分野に向けて支援を実施することは、バイオマス燃料の供給安定化、経済性の向上だけでなく、日本の地球環境問題解決への取り組みに寄与するものである。インドやブラジルなどにおいては、日本と現地の大学・研究機関との共同研究推進が必要である。例えば、インド国内ではこれからも太陽電池のセル、およびモジュールの生産が伸び、市場の競争もさらに大きくなっていくと予想されるため、日本企業は、これらの太陽電池メーカーと共同で開発を行い、生産ラインの性能の改善やインドの気候に適した太陽電池の生産に関わっていくことも可能である。中長期的には、日本がインドの有望な学生や研究者を招致し、日本国内で共同開発を行う事が考えられる。インド人の太陽発電技術者育成の場を日本で提供するだけでなく、共同開発によってイノベーションを促す事も可能である。

<今後の課題>

マクロな国別特許データ分析による国際競争力比較、及び日本の環境技術が具体的にどう海外市場へ展開しているのかという点で東南アジア、ブラジル、中国、インドについて調査を行ったが、事例調査については、現段階以上に質的にも量的にもさらなる蓄積が必要である。また、将来の市場ニーズを理解し、国内の環境技術の研究開発へのオプションを与えることが必要不可欠であり、そのために環境技術がほとんど網羅されている国内外の環境都市プロジェクトの実装実験の比較を掘り下げて行うことは、非常に重要である。以下に個別の課題について示す。

(1) データ分析に必要なデータの拡充

今回行った Data-Driven 分析では、提供されているデータによって制約があるため、適切に分析するためには、新たなデータの拡充をしていく必要がある。ただ、Data-Driven 分析では、これまでどうだったかということに関して分析はできるが、今後将来的にどうなるかという点についての予測は行えない。日本がこれまでたどった発展の軌跡やそれぞれの発展フェーズにおいてどういう技術分類が成長したか、という過去にさかのぼって分析することは可能である。例えば日本の技術発展の過程を、途上国の発展段階に当てはめて、発展分野の特定ができれば、途上国に対して日本との技術協力分野での可能性を示唆できるということはあると考えられる。現在は企業が1から自前で調査しているが、政府側で発展段階やインフラの普及状況、技術開発レベルなどのデータを蓄積し、日本企業に提供するということが可能となれば、日本企業の競争力アップへ貢献ができると考えられる。今後の課題としては、将来の予測が可能となる Needs-Driven の分析をどう行うか、また、どういうデータの収集が必要か検討することである。

(2) 環境都市のビジネスモデル・内外の実装実験の比較調査実施の必要性

日本の競争力をアップするためには、どれだけ海外も含めていろいろな地域で行われている実装実験のデータを蓄積し、将来の市場やニーズの手がかりを判断できるかである。現在日本国内でも各地でエコシティが推進されており、環境のみならず高齢化や効率的なエネルギー利用など複合的な目的を持っているが、どういう構造で行われ、どういう環境で機能するのか模索中である。したがって、まず国内外で行われているエコタウンなどの実装実験の構造を調査分析し比較調査が不可欠である。北九州市などは積極的にアジアへの展開を模索しているが、必ずしも北九州市のモデルが海外へ展開する先の社会構造に合致しているかは予測できない。つまり、国内に限らず、海外で行われている実装実験の実施条件、人口構成、実施環境、社会・産業構造などを比較し、社会科学的に有効性や波及効果を検証する必要がある。たとえば、それぞれの環境都市実装実験で導入されている環境技術コンテンツや、機能、目的がそれぞれ違う上、社会実験で得られる結果は、その地域の文化、構成要員の行動様式によってそれぞれ影響を受ける。それらの国内外の実装実験比較を行うことにより、将来のニーズを把握するうえで有効な情報を蓄積することが可能となる。また、実証実験の結果を、それぞれの国が実際に活かしているのか、分析結果をどう判断し実用化しているのか、産業界はそれぞれの研究開発にどうつなげているのか、他国政府のイノベーション政策への影響も比較分析することは重要である。また、これらの実装実験の結果から、日本国内で実装実験を行う際の指標（条件や目的、注目すべき視点はどこに置くべきかといったことについて）についても提供することが可能となる。更なる国内外の実装実験の比較調査を行い、体系的なデータ収集を行い、そのデータを国内の官民で共有することで高度情報インフラを構築することは、今後死活的に重要となる。

(3) 将来の市場における環境分野の産学連携に関して更なる調査の必要性

環境産業が発展するために、中国・インド・ブラジル政府が全国各地の大学、研究機関及び企業に関連分野のイノベーション拠点づくり（国家重点研究室、国家エンジンリサーチセンター）に力を入れている。また、中国の上海花王の例からも明確なように、市場参入の成功のきっかけの一つになったのは産学連携の重要性にあった。環境都市ビジネスのみならず、今後ますます日本企業にとって重要な市場となる中国で、環境技術に関連した研究機関や大学などの拠点をどう効果的に市場展開へつなげていくか、さらにヒアリング調査を重点的に行い、自国企業、外国企業及び国内外の研究機関との連携状況を把握し、具体的なモデル、パターンを整理し政策インプリケーションを導き出すことが肝要である。

<最後に>

一般的に環境政策とイノベーションとは深い関係があることは前述したとおりである。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おり、OECD（2008）による環境関連技術のレポートでも、環境政策がイノベーションに与える影響について優位性を示すものがあると結論付けている。たとえば、再生可能エネルギーの分野では、税制

やクォータ制は特許の数を増やすことにつながっているとしている。また、エネルギーの相対価格もイノベーションに大きく影響を与えているということである。企業による省エネ技術の開発には、オイルショックなど世界的なエネルギーコストの高騰がきっかけになっていることも事実である。実際、東日本大震災後には除染技術など急激な需要が、技術イノベーションを誘発している傾向がみられる。さらに、相対価格の影響のみならず、特定な市場の動向にイノベーションが牽引されることもある。

特許分析において時間軸を入れた分析を行ったが、特定の技術の成熟度がそれぞれ異なることからそれぞれの他の技術についても時間軸分析を行うことで、イノベーションのタイプも時系列で変化することも明らかになった。本研究でも、太陽光関連技術に重点を置いてその軌跡をどったが、データ分析に時間がかかることから次の課題として進める必要があり、個々の政策とイノベーションの関係を明らかにするために重要な分析だと考えている。

国際的技術の伝播については、特に需要サイドからの影響を受けやすく、市場によって幅広く社会に浸透していくことが環境技術のイノベーションにとって、もっとも重要な要素であることはいうまでもない。そうした観点からも、ある特定の技術を他に先駆けて市場で技術を伝播していくことによる優位性（First Mover Advantage）は、早くから規制を導入することにより取得した技術が他国に先駆けて国際的に伝播していった北欧の例が指摘されている。加えて、国によってイノベーションに違いがでるのは、その国の持つそもそもそのイノベーション・システムに影響を受けており、そういった意味では、国特有のシステムも踏まえた分析を行うことが必要である。

本研究ではこうした議論をさらに国内外の事例をもとに深め、内外の環境都市に関する実装実験の比較を行うことを推奨する。実際に環境政策と一言で言っても、幅広く考える必要がある。とりわけ、環境技術のイノベーション政策で重要になる要素は、イノベーション一般にとって重要になる要素そのものである。

環境イノベーションを推進するためには、規制と研究開発、そして普及ということが大きなカギとなる。これまで政府による宇宙や原子力といった大型プロジェクトの場合は最終ユーザーが限られ、たとえば政府調達という方法で開発を促進してきた。他方、環境技術については、最終的なユーザーが多種多様であり、幅広く成果が普及することが求められる。普及しなければ環境イノベーションとしては成立しない。多大なコストを使って開発された環境技術は活かされず、低炭素・循環型の社会実現へつながらない。したがって、将来の市場やニーズを的確に把握することが肝要であり、それを探る手がかりになる実装実験を行うことが重要なのである。実装実験などを通して得られたデータを基に、投資配分を決め規制を設けることでイノベーションを誘導していくことが重要であり、それが結果的に競争力の増強につながっていくのである。

日本の競争力をアップするためには、どれだけ実装実験のデータを蓄積し、将来の市場やニーズの手がかりを判断できるかにかかっている。現在スタートし始めている国内外

の実装実験比較を行うことにより、将来のニーズを把握するうえで有効な情報を蓄積することが可能となる。また、実証実験の結果を、それぞれの国が実際にどう活かしているのか、分析結果をどう判断し実用化しているのか、産業界はそれぞれの研究開発にどうつなげているのか、他国政府のイノベーション政策への影響も比較分析することは重要である。また、これらの実装実験の結果から、日本国内で実装実験を行う際の指標（条件や目的、注目すべき視点はどこに置くべきかといったことについて）についても提供することが可能となる。更なる国内外の実装実験の比較調査を行い、体系的なデータ収集を行い、そのデータを国内の官民で共有することで高度情報インフラを構築することは、今後死活的に重要となる。

現在求められているのは、環境の持続性を考慮した消費行動や産業構造、技術の大幅な転換と、低炭素・循環型・高資源効率な社会へのグローバルなシフトである。つまり、環境持続性と経済成長をうまく組み合わせるためには、経済、環境、社会政策上の目的を効果的に統合し、包括的かつ一貫した政策が必要不可欠なのである。そのためには、バラバラに行われている縦割り行政の下ではなく、窓口を一つにして国家戦略として打ち出す必要がある。また、政府の役割として重要なのは、研究開発に伴うリスクを低減し、またデマンドサイドの施策をサプライサイドと組み合わせ市場を後押しする視点である。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、政策の評価など、政策の企画・推進を行うための人的リソース及びデータ蓄積といったインフラが必要である。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のである。

III. 添付資料

APPENDIX

表 52 : CCS (二酸化炭素分離固定化) 技術分野のクラスター分析

C01B	3	34	0*00000S						
C01F	11	44	0e	⇔					
B01J	20	23	0*0S	⇔					
C01B	17	37	0e	⇔	0000000S				
C01C	1	43	00000S	⇔	⇔				
C01B	23	39	0*0e	⇔	⇔				
C01B	31	40	0e	⇔	0e	⇔			
C01B	21	38	000e	⇔	⇔				
C01B	39	42	0000e		0000000000000S				
C07C	9	52	000*000S	⇔	⇔				
C07C	67	56	000e	⇔	0S	⇔			
C07C	1	50	000*0S	⇔	⇔	⇔			
C07C	29	55	000e	⇔	0e	⇔	⇔		
C10J	3	59	0000e		0000e	⇔			
C07C	7	51	000*000S	⇔	⇔				
F25J	1	84	000e	⇔	⇔				
C10K	1	60	000*0S	⇔	0e	⇔			
C10L	3	62	000e	⇔	⇔				
B01D	3	5	000000e						
F25J	3	85	0000e						
F01N	7	72	000S			000000000000000S			
F02D	45	78	0000000S						
F02D	41	77	000e		000000000000000S	⇔			
F01N	3	71	000*0S	⇔	⇔	⇔			
F01N	9	73	000e	⇔	0e	⇔	⇔		
F02M	25	79	0000e			⇔	⇔		
B01J	21	24	0S			⇔	⇔		
B01J	27	26	000S			⇔	⇔		
B01J	35	28	0e	⇔		⇔	⇔		
B01J	37	29	000000000000S			⇔	⇔		
B01J	23	25	000e	⇔		⇔	⇔		
B01J	29	27	000e	⇔		⇔	⇔		
B01J	19	22	0*0S	⇔		0000e	⇔		
C23F	11	65	0e	⇔	0S	⇔	⇔		
C25B	1	66	000e	⇔	0000S	⇔	⇔		
B01J	8	20	0*0S	⇔	000S	⇔	⇔		
C10K	3	61	0e	⇔	0e	⇔	⇔		
B01J	10	21	000e	⇔	⇔	⇔	⇔		
C01B	13	36	000e	⇔	⇔	⇔	⇔		
F17C	11	80	0000e		000e	⇔	⇔		
B01D	53	13	0*0S	⇔	⇔	⇔	⇔		
C09K	3	57	0e	⇔	0S	⇔	⇔		
C01B	33	41	000e	⇔	0S	⇔	0000e	⇔	
H05H	1	88	0000e	⇔	0e	⇔	⇔		
C23C	16	64	000000e			⇔	⇔		
C07B	37	49	00000S			⇔	⇔		
C07C	19	54	00000e			⇔	⇔		
C07B	35	48	0000000S			⇔	⇔		
C07C	17	53	0000e	⇔	000000000S	⇔	⇔		
H01L	21	86	000000e			⇔	⇔		
B01D	61	14	000*0S	⇔	⇔	⇔	⇔		
B01D	63	15	000e	⇔	00000S	⇔	0e	⇔	
B01D	67	16	000*0e	⇔	⇔	⇔	⇔		
B01D	69	17	000e	⇔	⇔	⇔	⇔		
A61L	9	1	0*000S		0000e	⇔	⇔		
H01M	8	87	0e	⇔	000S	⇔	⇔		
A61M	16	2	000*0e	⇔	⇔	⇔	⇔		
B01D	71	18	000e	⇔	⇔	⇔	⇔		
C01B	7	35	0000e		0e	⇔	⇔		
B01D	19	7	000*0S	⇔	⇔	⇔	⇔		
C02F	1	45	000e	⇔	0S	⇔	⇔		
B01F	3	19	0000e	⇔	0e	⇔	⇔		
B01D	39	8	000*0S	⇔	⇔	⇔	⇔		
B01D	46	10	000e	⇔	0e	⇔	⇔		
F24F	3	83	0000e			⇔	⇔		
C09K	8	58	00000S			⇔	⇔		
E21B	36	67	00000000S			0000000000000S	⇔		
E21B	41	68	0000e		000000000000000S	⇔	⇔		
B65G	5	33	00000*000e			⇔	⇔		
E21B	43	69	0000e			⇔	⇔		
F01K	23	70	000*0S	⇔	⇔	⇔	⇔		
F02C	3	74	000e			0000000000000000e	⇔		
F02C	7	76	00000000000000000000S			⇔	⇔		
F02C	6	75	0000e			⇔	⇔		
B09B	1	31	0000e			⇔	⇔		
C02F	11	47	00000000000000000S			0000e	⇔		
C02F	3	46	00000e			⇔	⇔		
C12M	1	63	0000e			⇔	⇔		
A62D	3	3	00000*0S		000000e	⇔	⇔		
A62D	101	4	0000e	⇔	0S	⇔	⇔		
B09B	3	32	00000e	⇔	0e	⇔	⇔		
F23G	7	81	0000e		0000e	⇔	⇔		
B01D	5	6	00000*0S	⇔	⇔	⇔	⇔		
B01D	45	9	0000e	⇔	⇔	⇔	⇔		
B01D	47	11	000S		0e	⇔	⇔		
B03C	3	30	00000S	⇔	⇔	⇔	⇔		
B01D	50	12	000e	⇔	0e	⇔	⇔		
F23J	15	82	0000e			⇔	⇔		

表 53 : CCS 技術分野の再分類

	C7	IPC_MG	count	タイトル	
半導体装置、部品の製造工程と処理方法	1	H01L 21	234	半導体装置または固体装置またはそれらの部品の製造または処理に特に適用される方法または装置 [2, 8]	
	1	B01D 71	185	材料に特徴のある分離工程または装置のための半透膜; そのために特に適合した製造工程 [5]	
	1	C02F 1	134	水、廃水または下水の処理 (3/00から9/00が優先) [3]	
	1	H01M 8	110	燃料電池; その製造 [2]	
	1	B01D 69	94	形状、構造または特性に特徴のある分離工程または装置のための半透膜; そのために特に適合した製造工程 [5]	
	1	B01D 46	69	ガスまたは蒸気から分散粒子を分離するために特に改良されたる過機またはろ過工程 (ろ過体24/00から35/00; ろ過体)	
	1	B01D 61	68	半透膜を用いる分離工程, 例, 透析, 浸透または限外ろ過; そのために特に適用される装置, 付属品または補助操作 (拡散)	
	1	A61M 16	67	ガスの取扱によって患者の呼吸器系に影響を与える装置, 例, 口うつし呼吸; 気道管 (機械的, 空気のまたは電気的手段, フ)	
	1	B01D 19	65	液体の脱気	
	1	A61L 9	53	空気の消毒, 殺菌または脱臭 (マスクによる空気の浄化A62B, A62D9/00; 排ガスの化学的または生物学的浄化B01D)	
	1	C07C 19	50	ハロゲン原子を含有する非環式飽和化合物 [5]	
	1	B01D 63	47	半透膜を用いる分離工程のための装置一般 [5]	
	1	C01B 7	43	ハロゲン; ハロゲン化水素酸	
	1	B01D 39	41	液体またはガス状流体用ろ過材	
	1	C07C 17	40	ハロゲン化された炭化水素の製造	
	1	B01D 67	38	分離工程または装置のための半透膜の製造に特に適合した工程 [5]	
	1	C07B 35	38	異種原子含有官能基の形成または導入を伴わない反応であって, 既に直接結合している2個の炭素原子間の結合の型の改	
	1	C07B 37	33	異種原子含有する官能基の形成または導入を伴わない反応であって, 直接結合していない2個の炭素原子間の炭素—炭	
	1	F24F 3	31	調整された1次空気を1個またはそれ以上の中央装置からその1次空気の2次処理を行なってもよい部屋または空間に設置	
	煙、ガス、有害物質の処理	1	B01F 3	30	混合される相に従う混合, 例, 分散, 乳化
2		F23J 15	130	煙またはガスを処理するための装置の配置 (煙またはガスを処理するための装置それ自体, 方法は, その処理に関連する自	
2		A62D 3	108	物質の化学変化の影響により有害な化学剤を無害にするまたはより有害でなくする方法 (燃焼による有害ガスの焼却F23G)	
2		B01D 47	86	分離剤として液体を用いる, ガス, 空気あるいは蒸気からの分散粒子の分離 (45/10が優先; 分留塔またはその部分構造	
2		B09B 1	63	固体廃棄物の投棄 [3]	
2		B01D 50	61	ガスまたは蒸気から粒子を分離する装置の組合せ	
2		A62D 101	57	化学変化を起こさせることにより無害化される又はより有害でなくされる化学物質 [2007, 01]	
2		F23G 7	56	特定の廃棄物または低級燃料, 例, 化学薬品, の燃焼に特に適合した方法または装置, 例, 焼却炉 (1/00が優先; 焼却炉	
2		C02F 3	55	水、廃水または下水の生物学的処理 [3]	
2		C02F 11	46	汚泥の処理, そのための装置 [3]	
2		C12M 1	44	酵素学または微生物学のための装置 [3]	
2		B09B 3	43	固体廃棄物の破壊あるいは固体廃棄物の有用物もしくは無害化 [3]	
2		B01D 45	28	重力, 慣性力または遠心力による, ガスまたは蒸気からの分散粒子の分離	
2		B01D 5	27	蒸気の凝縮, 凝縮による揮発性溶剤の回収 (8/00が優先; 凝縮器F28B) [3]	
2		B03C 3	26	気体または蒸気, 例, 空気, からの分散粒子の静電力による分離 (電気力もしくは静電力を利用した分離器を使って, 排気か	
3		C01B 31	684	炭素; その化合物 (C01B21/00, C01B23/00が優先; 過炭酸塩C01B15/10; カーボンブラックC09C1/48) [3]	
3		B01J 20	558	固体吸着組成物またはろ過助剤組成物; クロマトグラフィー用吸着剤; それらの調製, 再生または再活性化のためのプロセス	
3		F25J 3	520	液化または凝固の使用を含む気体混合物の成分を分離する方法または装置	
炭素とその化合物、水素、ガス		3	C01B 3	382	水素; 水素を含有する混合ガス; 水素を含有する混合物からのその分離; 水素の精製 (固体炭素質物質からの水性ガスま
		3	C10K 1	230	一酸化炭素含有可燃性ガスの精製 (水素および一酸化炭素を含有する混合物からの水素の遊離化C01B3/50)
	3	C07C 7	226	炭化水素の精製, 分離または安定化; 添加剤の使用 [5]	
	3	C10L 3	216	ガス体燃料; 天然ガス; サブクラスC10G, C10Kに包含されない工程により得られる合成天然ガス; 液化石油ガス [5]	
	3	C01B 21	208	窒素; その化合物	
	3	F25J 1	113	気体または気体混合物の液化または凝固方法または装置	
	3	C01B 17	105	いおう; その化合物	
	3	C01B 23	70	希ガス; その化合物 (液化F25J)	
	3	C01F 11	60	カルシウム, ストロンチウム又はバリウム化合物 (7/00が優先) [3]	
	3	B01D 3	56	蒸留またはそれに関連する液体がガス状媒質と接触するプロセス, 例, ストリッピング [2]	
	3	C07C 9	55	非環式飽和炭化水素	
	3	C01C 1	52	アンモニア; その化合物	
	3	C10J 3	52	固体炭素質燃料から一酸化炭素含有可燃性ガスの製造 (分解乾留式C10B)	
	3	C07C 1	47	いづれも炭化水素でない1個またはそれ以上の化合物からの炭化水素の製造	
	3	C01B 39	44	分子ふるい特性と塩基交換特性を有する化合物, 例, 結晶性ゼオライト; その製造; 後処理, 例, イオン交換または脱アルミ	
	3	C07C 29	41	6員芳香環に属していない炭素原子に結合している水酸基またはO—金属基をもつ化合物の製造	
	3	C07C 67	28	カルボン酸エステルの製造	
	浄化工程	4	B01D 53	5134	ガスまたは蒸気; ガスからの揮発性溶剤蒸気の回収; 廃ガスの化学的または生物学的浄化, 例, エンジン排気ガス,
		4	B01J 23	454	グループ21/00に分類されない, 金属または金属酸化物または水酸化物からなる触媒 (21/16が優先) [2]
		4	B01J 19	328	化学的, 物理的, または物理化学的プロセス一般 (繊維, より糸, 糸, 織物, 羽毛またはこのような材料から製造された繊維)
4		B01J 29	173	分子ふるいからなる触媒 [2]	
4		C23C 16	169	ガス状化合物の分解による化学的被覆であって, 表面材料の反応生成物を被覆層中に残さないもの, すなわち化学蒸着 (C	
4		B01J 35	152	形態または物理的性質に特徴のある触媒一般 [2]	
4		B01J 21	151	マグネシウム, ほう素, アルミニウム, 炭素, けい素, チタン, ジルコニウムまたはハフニウム, その酸化物または水酸化物か	
4		B01J 37	129	触媒調製のためのプロセス一般; 触媒の活性化のためのプロセス一般 [4]	
4		B01J 8	108	流体および固体粒子の存在下で行なう, 化学的または物理的プロセス一般; このようなプロセス用装置 (物質の造粒プロセス)	
4		C01B 13	92	酸素; オゾン; 酸化物または水酸化物一般	

表 54 : CCS 技術分野の国ごとの出願数

	CO2 InPct 集計		rank 順位のカウント
	G7	rank 順位	
半導体装置、部品の製造工程と処理方法	1	1 JP	5266
	2	1 US	3782
	3	1 DE	1966
	4	1 KR	1049
	5	1 FR	466
	6	1 GB	408
	7	1 EP	230
	8	1 TW	222
	9	1 IT	180
	10	1 NL	78
煤、ガス、有害物質の処理	1	2 US	626
	2	2 DE	483
	3	2 JP	304
	4	2 FR	184
	5	2 GB	96
	6	2 IT	61
	7	2 CH	49
	8	2 KR	43
	9	2 NL	41
	10	2 AT	40
医薬とその化合物、水素、ガス	1	3 US	1013
	2	3 JP	1386
	3	3 DE	941
	4	3 FR	327
	5	3 GB	282
	6	3 KR	210
	7	3 EP	142
	8	3 IT	86
	9	3 NL	62
	10	3 AU	44
浄化工程	1	4 US	2801
	2	4 JP	2281
	3	4 DE	1214
	4	4 KR	418
	5	4 FR	418
	6	4 GB	323
	7	4 EP	187
	8	4 IT	113
	9	4 NL	80
	10	4 CA	69
炭素捕捉技術と工程	1	6 US	124
	2	6 DE	26
	3	6 GB	13
	4	6 NO	12
	5	5 CH	12
	6	6 FR	10
	7	5 JP	8
	8	6 CA	8
	9	5 CH	4
	10	6 NL	2
ガスタービン装置	1	6 US	808
	2	6 JP	428
	3	6 DE	329
	4	6 CH	180
	5	6 GB	72
	6	6 FR	60
	7	6 EP	37
	8	6 KR	18
	9	6 AU	16
	10	6 AT	14
排気処理、閉合装置	1	7 JP	187
	2	7 US	138
	3	7 DE	101
	4	7 GB	22
	5	7 KR	18
	6	7 FR	14
	7	7 EP	7
	8	7 CA	7
	9	7 DK	7
	10	7 NL	3

表 56 : 地熱技術分野の再分類

	IPC_MG	C6	count	タイトル
水、ガス処理	C02F 1	1	50	水、廃水または下水の処理(3/00から9/00が優先)[3]
	B01D 53	1	32	ガスまたは蒸気分離;ガスからの揮発性溶剤蒸気の回収;廃ガスの化学的または生物学的浄化、例.
	C01B 17	1	14	いおう;その化合物
	B01D 19	1	11	液体の脱気
	C02F 5	1	11	水の軟化;スケールの防止;スケール防止剤またはスケール除去剤の水への添加、例. 金属イオン封鎖
太陽熱	F24J 3	2	832	燃焼によらない熱の発生または使用(太陽熱の使用2/00)
	E21B 43	2	124	深掘井から石油、ガス、水、溶解性または溶解性物質または鉱物の懸濁液を採取するための方法または
	E21B 7	2	38	削孔用のための特殊な方法または装置(削孔機の支持体、例. 樁またはマスト、15/00)[1, 7]
	E21B 36	2	35	坑井または井戸のための加熱、冷却、隔離装置、例. 永久凍結帯で使用するためのもの(熱を用いた削
	E21B 17	2	30	ドリルロッドまたはパイプ;たわみドリルストリング;ケリー;ドリルカラー;サッカーロッド;ケーシング;チュー
	E21B 33	2	26	坑井または井戸の密封またはパッキング
	E02D 5	2	24	基礎工事に特に適用される隔壁、杭またはその他の構造要素(工事要素一般F16)
	E21B 23	2	17	坑井または井戸の中で工具、バツカーまたはその類似のものを置換、設置、固定、解除または移動させる
	E21B 41	2	15	グループ15/00~40/00によってカバーされない機器または細部
	C09K 8	2	13	さく井または坑井用組成物;坑井または井戸を処理するための組成物、例. 完成作業または修繕作業用
ヒートポンプ	E21B 47	2	11	坑井または井戸の調査(削孔流体の圧力または流れの監視21/08;物理検層G01V)
	F25B 30	3	192	ヒートポンプ[5]
	F28D 20	3	123	蓄熱プラントまたは装置一般(特殊な適用に特に適合したもの;関連する箇所、例. F24D15/02、を参
	F24D 11	3	105	蓄熱体に貯えられた熱を使用する中央暖房方式(自蔵型蓄熱暖房ユニット15/02;蓄熱塊体は関連す
	F24J 2	3	85	太陽熱の使用、例. 太陽熱集熱器(太陽エネルギーを使用する蒸留または蒸発によるものC02F1/14;エ
	F24F 5	3	84	1/00または3/00に適用されない空気調和方式または空気調和装置
	F28D 15	3	80	閉鎖管中の中間熱伝達媒体が流路壁を通り抜ける熱交換装置
	F24D 3	3	49	温水中中央暖房方式(10/00、11/00が優先)
	F25B 13	3	43	可逆サイクルをもちいた圧縮式機械、プラントまたはシステム(除霜サイクル47/02)
	F25B 27	3	35	特殊なエネルギー源を用いる機械、プラントまたはシステム(30/06が優先)
	F25B 29	3	30	加熱と冷凍との組み合わせシステム、例. 交互または同時に作動するもの[5]
	F25D 23	3	29	一般的な構造上の特徴(21/00が優先)
	E01C 11	3	27	舗装の細部
	F24F 3	3	21	調整された1次空気を1個またはそれ以上の中央装置からその1次空気の2次処理を行なってもよい部
	F24D 15	3	17	他の家庭用または区域暖房方式
風力原動機	F25B 41	3	17	流体循環装置、例. 蒸発器からボイラに流体を移送する装置(ポンプそれ自体、ポンプの密封装置F04)
	F25B 49	3	12	制御または安全装置の配置と取り付け(冷凍機の試験G01M;制御装置一般G05)
	F25B 9	3	11	空気などの低沸騰点をもつ気体を冷媒にした圧縮式機械、プラントまたはシステム
	F03D 9	4	30	風力原動機特殊用途への適応;風力原動機とそれにより駆動される装置との組み合わせ(おもに駆動
	F03B 13	4	29	特殊用途のための機械または機関の適用;駆動するかまたは駆動される装置と機械または機関の組み
	F03G 3	4	22	他の原動機、例. 重力または慣性による原動機
	F03B 17	4	21	他の機械または機関
	F03D 1	4	20	ほぼ風力の方向に回転をもつ風力原動機(制御7/00)
	E02D 27	4	17	下部構造としての基礎
	各種原動機	F03G 7	5	847
F03G 4		5	338	地熱エネルギーから機械的動力を生み出す装置[5]
F01K 25		5	142	特殊な作動流体を使用するものであって、他に分類されない設備または機関;密閉サイクルで動作する
F03G 6		5	72	太陽のエネルギーから機械的動力を生み出す装置(太陽ボイラF24)[5]
F01K 21		5	51	他に分類されない蒸気機関設備
F01K 27		5	37	熱または流体エネルギーを機械的エネルギーに変換する設備で他に分類されないもの
F01K 23		5	34	2以上の機関が設備の外部へ出力を供給し、それらの機関が異なった流体で駆動されることを特徴とす
F01K 3		5	30	その内部で蒸気または熱のアクムレータまたは中間蒸気加熱器を用いることを特徴とする設備(排気
F01K 7		5	30	特殊な形式の機関を用いることを特徴とする蒸気機関設備(3/02が優先);特殊な蒸気系、サイクル
F02G 1		5	23	熱ガス容積型機関設備(設備内の燃焼により生成される作動ガスによって特徴づけられた容積型機関設
F01K 17		5	19	蒸気機関設備から抽出または排出された蒸気または復水の利用(給水を加熱するもの7/34;復水をボ
F02C 1		5	18	作動流体として熱ガス又は加熱されない圧縮ガスを使用することによって特徴づけられたガスタービン設
F01D 15		5	16	特定用途への機械または機関の適用;機関によって駆動される装置と機関との組み合わせ(調速または
F01D 25		5	16	他のグループに分類されない構成部品、細部または付属品
F01K 9		5	15	機関と共動するように配置または変形された復水器によって特徴づけられた蒸気機関設備(復水器を構
F04D 13	5	15	ポンプ装置または系(制御するもの15/00;液体および圧縮性流体を同時にくみ上げるもの31/00)	
熱交換、伝達装置	F01D 1	5	14	非容積形機械または機関、例. 蒸気タービン(軸推力を平衡させるために作動流体を軸方向の互に反対
	F28D 7	6	40	両熱交換媒体に対して不動の管状の流路群をもち、それらの媒体が相互に異なった側の流路壁と接触
	F28D 21	6	24	グループ1/00から20/00のいずれにも包含されない熱交換装置[4]
	F28F 1	6	23	管状要素;管状要素の組み立て(運動用に特に適したもの5/00)
	F28D 1	6	22	1つの熱交換媒体に対してのみ定置流路組立体を持ち、媒体が相互に異なった側の流路壁と接触し、他
	F28F 9	6	17	外箱;管寄せ箱;要素の補助支持;外箱の補助部材
	F25B 39	6	16	蒸発器;凝縮器
	F28F 13	6	15	熱伝達を修正、例. 増加、減少、するための装置(1/00~11/00が優先)
	F28F 27	6	14	熱交換または熱伝達装置のため特に適した制御装置または安全装置

表 57：地熱利用技術分野の国ごとの出願数

	C6	geo_InPat		合計 の カウント
		appln auth	appln auth	
水、ガス処理	1	1	US	988
	2	1	JP	511
	3	1	DE	458
	4	1	FR	177
	5	1	GB	130
	6	1	EP	59
	7	1	NR	52
	8	1	IT	49
	9	1	NL	28
	10	1	DK	23
太陽熱	1	2	US	232
	2	2	DE	113
	3	2	GB	37
	4	2	JP	36
	5	2	FR	29
	6	2	CH	28
	7	2	NO	21
	8	2	AT	16
	9	2	CA	12
	10	2	CN	11
ヒートポンプ	1	3	DE	1132
	2	3	US	874
	3	3	JP	453
	4	3	FR	351
	5	3	GB	228
	6	3	AT	207
	7	3	CH	144
	8	3	IT	140
	9	3	NR	123
	10	3	NL	98
風力発電機	1	4	US	439
	2	4	DE	388
	3	4	GB	193
	4	4	FR	111
	5	4	JP	89
	6	4	DK	78
	7	4	ES	70
	8	4	EP	60
	9	4	IT	58
	10	4	CH	57
各種発電機	1	5	US	945
	2	5	DE	371
	3	5	JP	363
	4	5	FR	119
	5	5	GB	113
	6	5	CH	87
	7	5	IT	52
	8	5	EP	30
	9	5	AT	30
	10	5	AU	27
熱交換、伝達装置	1	6	US	244
	2	6	DE	184
	3	6	FR	157
	4	6	JP	137
	5	6	GB	67
	6	6	CH	39
	7	6	NL	24
	8	6	NR	23
	9	6	AT	22
	10	6	IT	18

表 58 : 水力発電技術分野のクラスター分析

F04B	17	34	0*000				
H02K	7	41	02 00				
C02F	1	4	0*0002 00				
F03B	17	25	02 00				
F03B	15	24	00000002 000				
F03B	7	20	0*000	00			
F03B	9	21	02 000	00			
F03G	7	33	000002 00 0000000				
E02B	9	8	0000000002 00				
F03B	13	23	000*000	00			
F03G	3	32	0002 000002 000000000000000000				
F01K	25	16	00000002 00				
F03D	11	31	000*000	00			
H02P	9	42	0002 00				
B63B	35	1	000*00 00000000000002				
F03D	9	30	0002 00				
F03D	1	26	0000 002 000000000				
F03D	3	27	000000 00				
F03D	5	28	0002 00				
F03D	7	29	000002 00				
E02B	3	5	000000 00				
E02B	8	7	000000000000 00				
E02B	7	6	000002 000000000000000000000000000002				
E02F	5	9	0000000*02 00				
F16L	1	40	00000002 00				
F03B	3	18	0*00000				
F04D	25	37	02 00				
F04D	15	36	00000*02 00				
F16J	15	39	000002 00				
F03B	1	17	0*000	00			
F03B	5	19	02 00 00				
F01D	25	15	000002 002 00				
F01D	17	14	000*00 00				
F03B	11	22	0002 002 000000000000000000000000000002				
F04D	13	35	000002 00				
F01D	9	12	0000 00				
F01D	11	13	0000000000 00				
F04D	29	38	0002 00				
B63H	1	2	0000 002				
F01D	1	10	000 00				
F01D	5	11	0000000002 00				
B64C	11	3	00002 00				

表 59 : 水力発電技術分野の再分類

風力原動機、制御	F03D 3	1	391	風力の方向にほぼ直角な回転軸をもつ風力原動機(制御7/00)	
	F03D 9	1	302	風力原動機の特種用途への適応;風力原動機とそれにより駆動される装置と	
	H02P 9	1	286	所望出力を得るための発電機制御装置(ワードレオナード装置7/34;ベクトル)	
	F03D 1	1	226	ほぼ風力の方向に回転軸をもつ風力原動機(制御7/00)	
	F03D 11	1	153	このサブクラスの他のグループに分類されない細部,構成要素または付属品	
	F03D 7	1	124	風力原動機の制御	
	F03D 5	1	117	他の風力原動機(制御7/00)	
	B63B 35	1	95	特定の目的のため適用される船舶またはそれに類する浮揚構造物(貨物収容)	
	反動形の機械	F03B 3	2	2581	反動形の機械または機関;それに特有な部品または細部
		F03B 11	2	1612	グループ1/00から9/00に分類されない部品または細部(制御15/00)
F03B 1		2	888	衝動形機関,すなわち翼またはそれと類似したものの付いた回転体に高速液	
F04D 29		2	556	細部,構成部材または付属品(機械要素一般F16)	
F01D 5		2	306	ブレード;ブレード支持部材(ノズル箱9/02);ブレード等に装着した加熱,断	
F01D 1		2	218	非容積形機械または機関,例.蒸気タービン(軸推力を平衡させるために作動)	
F01D 25		2	122	他のグループに分類されない構成部品,細部または付属品	
B63H 1		2	115	水に直接作用する推進器(噴射推進11/00;プロペラの軸への取り付け23/	
F16J 15		2	91	密封装置(車両の可動屋根のための密封装置B60J7/195;車輛の窓,風	
F04D 15		2	86	制御,例.ポンプ,ポンプ装置または系の調節	
F01D 9		2	83	固定子(ケーシングの面に流通案内のないもの,調速,制御,安全装置は関連	
F04D 13		2	83	ポンプ装置または系(制御するもの15/00;液体および圧縮性流体を同時に	
F03B 5		2	78	無翼回転体,例.のこ歯状のもの,摩擦を利用しているもの,に特徴のある機	
F01D 17		2	76	流れを変えることによる調速または制御(逆転用1/30;ロータブレード位置の	
F04D 25		2	68	特に圧縮性流体のためのポンプ装置または系(制御27/00)	
F01D 11		2	61	作動流体の内部漏えいを防止または減少するための装置,例.各段間の漏え	
B64C 11		2	60	プロペラ,例.ダクト型プロペラ;プロペラおよび回転翼航空機用回転翼に共通	
駆動、制御機械、機関	F03B 13	3	4748	特殊用途のための機械または機関の適用;駆動するかまたは駆動される装置	
	F03B 17	3	3400	他の機械または機関	
	F03B 15	3	1846	制御(制御一般G05)	
	E02B 9	3	1263	水力発電;レイアウト,建設または設備,建造の方法または装置(水力原動機	
	F03G 7	3	520	機械的動力を生み出す装置または機構であって,他類に属しないものまたは	
	F03B 7	3	507	水車	
	H02K 7	3	366	機械と結合して機械的エネルギーを取り扱う装置,例.機械的駆動原動機または	
	F03B 9	3	217	無限鎖帯形機械または機関	
	F03G 3	3	117	他の原動機,例.重力または慣性による原動機	
	F04B 17	3	91	特定の駆動機関または原動機との組み合わせまたは適用に特徴のあるポン	
	C02F 1	3	64	水,廃水または下水の処理(3/00から9/00が優先)[3]	
	F01K 25	3	60	特殊な作動流体を使用するものであって,他に分類されない設備または機関	
	ダム工事	F16L 1	4	104	管の敷設または埋設;水上または水中での管の修理または接合(ハンダ付け
		E02B 3	4	92	河川,海岸またはその他海域の管理または利用に関する工事(ダムまたはせ
E02B 7		4	92	ダムまたはせき;レイアウト,建設,建造の方法または装置(堤防,海岸または	
E02F 5		4	73	特殊目的用掘削機または特殊目的用土砂移送機械	
E02B 8		4	68	ダムまたはせきの細部(開放水面の清掃または清潔の維持15/00)	

表 60： 水力発電技術分野の国ごとの出願数

		hydro. InPat集計	
		C4	appln appln. authのカウン
風力原動機、制御	1	1 DE	687
	2	1 US	675
	3	1 JP	158
	4	1 GB	145
	5	1 DK	138
	6	1 EP	122
	7	1 FR	107
	8	1 ES	100
	9	1 IT	88
	10	1 NL	50
反動形の機械	1	2 US	777
	2	2 DE	411
	3	2 JP	350
	4	2 CH	238
	5	2 FR	185
	6	2 GB	152
	7	2 AT	118
	8	2 TW	87
	9	2 SE	88
	10	2 IT	41
原動機、制御機械、機関	1	3 US	702
	2	3 DE	408
	3	3 JP	306
	4	3 GB	288
	5	3 FR	223
	6	3 CH	201
	7	3 AT	78
	8	3 IT	74
	9	3 NO	70
	10	3 AU	48
ダム工事	1	4 FR	31
	2	4 US	21
	3	4 JP	17
	4	4 GB	18
	5	4 DE	12
	6	4 IT	5
	7	4 CH	5
	8	4 NO	5
	9	4 AU	4
	10	4 KR	3

表 62 : 太陽熱利用技術分野の再分類

	IPC_MG	C6	count	タイトル
太陽熱利用装置	H01L 31	1	2156	赤外線、可視光、短波長の電磁波、または粒子線放射に感応する半導体装置で、これらの放射線エネルギーを
	E04D 13	1	1468	屋根ふきと関連する特殊装置または器具、屋根排水(換気がわら1/30;換気スラブ3/40;内部のみぞE04F
	E04B 1	1	425	建築構造一般;壁、例、間仕切り、床、天井、屋根のいずれにも限定されない構造(足場、せき板E04G;特殊な
	E04D 3	1	246	平らなあるいは曲った板(スラブ)または硬いシートを利用する屋根ふき(1/00が優先;多層防水屋根11/02)
	E06B 9	1	234	操作または保持機構をもつかまたはもたない開口のための遮へいまたは保護装置;同様構造の閉鎖材(5/10
	E04C 2	1	181	建築物の部分構造のための比較的薄い形状の建築要素、例、シート部材、スラブまたはパネル(材料またはその
	A01G 9	1	171	容器、温床または温室での花、野菜または稲の栽培(土なし栽培31/00)
	E06B 3	1	151	開口を閉じるための窓サッシ、戸板または同様の要素;開口のための固定または動く閉鎖部材の配置、例、窓の
	E04D 1	1	132	かわら、スレート、シングルまたはその他の小さい屋根ふき要素を利用する屋根ふき(屋根用支持材12/00)
	E04B 7	1	125	屋根;絶縁に関する屋根構造(床同様の屋根の構造5/00;天井9/00;温室A01G9/14;容器のための浮
	E04F 13	1	123	被覆またはライニング、例、壁面や天井に対するもの(床15/00;表面の装飾、モザイク作業B44、例、経師工
	E04H 4	1	102	水泳または水遊び用の水槽またはプール(浴槽用波動発生装置A47K3/10;分離B01D;水の処理C02F;汲
	E06B 7	1	74	戸または窓と関連する特殊な装置または手段(金網または類似の保護手段9/00)
	F28F 21	2	121	特別の材料の選択に特徴のある熱交換装置の構造
	B01J 19	2	97	化学的、物理的、または物理化学のプロセス一般(繊維、より糸、糸、織物、羽毛またはこのような材料から製造
	B21D 53	2	95	他の特定物品の製造(線材構造物の製造B21F;チェーンまたはチェーン部品の製造B21L)
	F28F 1	2	95	管状要素;管状要素の組み立て(運動用に特に適したもの5/00)
F28F 3	2	86	板状または積層板状要素;板状または積層板状要素の組み立て(運動用に特に適合する要素5/00)	
F28B 1	2	71	加熱方法の形式に特徴がある蒸気発生法(太陽熱の使用F24J2/00;蒸気が発生し他の装置を冷却するの	
F28F 9	2	69	外箱;管寄せ箱;要素の補助支持;外箱の補助部材	
F28D 1	2	68	1つの熱交換媒体に対してのみ定置流路組立体を持ち、媒体が相互に異なった側の流路壁と接触し、他方の熱	
F03G 6	3	1383	太陽のエネルギーから機械的動力を生み出す装置(太陽ボイラF24)[5]	
F03D 9	3	247	風力原動機の特用途への適応;風力原動機とそれにより駆動される装置との組み合わせ(おもに駆動される装	
F03G 7	3	241	機械的動力を生み出す装置または機構であって、他類に属しないものまたは他類に属しないエネルギーを用いる	
C02F 1	3	239	水、廃水または下水の処理(3/00から9/00が優先)[3]	
F01K 25	3	139	特殊な作動流体を使用するものであって、他に分類されない設備または機関;密閉サイクルで動作する設備で、	
F02G 1	3	115	熱ガス容積型機関設備(設備内の燃焼により生成される作動ガスによって特徴づけられた容積型機関設備3/0	
F03D 1	3	113	ほぼ風力の方向に回転軸をもつ風力原動機(制御7/00)	
F02C 1	3	94	作動流体として熱ガス又は加熱されない圧縮ガスを使用することによって特徴づけられたガスタービン設備(燃焼	
B60K 16	3	69	自然の力、例、太陽、風、からの動力供給に関する配置(自然の力、例、太陽、風、から動力を供給する電氣的排	
F04B 17	3	69	特定の駆動機関または原動機との組み合わせまたは適用に特徴のあるポンプ	
太陽熱の使用	F24J 2	4	17199	太陽熱の使用、例、太陽熱集熱器(太陽エネルギーを使用する蒸留または蒸発によるものC02F1/14;エネルギー
	H02N 6	4	175	光輻射を直接的に電気エネルギーに変換する発電機(ソーラ・セルまたはその組立体H01L25/00、31/00)[
	B64G 1	4	112	宇宙航行体[3]
	C03C 17	4	90	繊維やフィラメントの形態をとらないガラス、例、結晶化ガラス、の被覆による表面処理(光学要素の光学的被覆)
	G02F 1	4	69	独立の光源から到達する光の強度、色、位相、偏光または方向の制御のための装置または配置、例、スイッチン
蓄熱暖房、加熱器	F24D 11	5	794	蓄熱体に貯えられた熱を使用する中央暖房方式(自蔵型蓄熱暖房ユニット15/02;蓄熱塊体は関連するサブク
	F24D 17	5	592	家庭用温水供給方式(家庭用または区域暖房方式との結合1/00~15/00)
	F28D 20	5	507	蓄熱プラントまたは装置一般(特殊な適用に特に適合したもの;関連する箇所、例、F24D15/02、を参照);グ
	F24F 5	5	394	1/00または3/00に適用されない空気調和方式または空気調和装置
	F24D 19	5	314	細部(水加熱器または空気加熱器に関するものF24H9/00;一般的な熱交換および熱伝達装置に関するもの
	F25B 27	5	306	特殊なエネルギー源を用いる機械、プラントまたはシステム(30/06が優先)
	F24D 3	5	269	温水中央暖房方式(10/00、11/00が優先)
	F24H 1	5	201	熱発生手段を有する水加熱器、例、ボイラ、フロー式加熱器、貯湯式加熱器(7/00、8/00が優先;細部9/0
	F28D 15	5	197	閉鎖管中の中間熱伝達媒体が流路壁を通り抜ける熱交換装置
	F24J 3	5	162	燃焼によらない熱の発生または使用(太陽熱の使用2/00)
	F25B 30	5	135	ヒートポンプ[5]
	C09K 5	5	118	伝熱、熱交換、または蓄熱用物質、例、冷蔵庫;燃焼以外の化学反応によって熱または冷気を発生させる物質[
	F24D 5	5	106	温風気中央暖房方式(10/00、11/00が優先;空気調和F24F);排気ガス中央暖房方式
	F24H 9	5	102	細部
	G05D 23	5	86	温度の制御(電熱装置用自動閉鎖装置H05B1/02)
	F24F 3	5	68	調整された1次空気を1個またはそれ以上の中央装置からその1次空気の2次処理を行なってもよい部屋または
	光学要素	G02B 5	6	462
G01S 3		6	235	方向性を有しない超音波、音波、超音波、電磁波、または粒子放射の到来する方向を決定するための方位測定
G02B 7		6	205	光学要素用のマウント、調節手段、または光密結合
F21S 11		6	170	屋光を用いる非電氣的照明装置またはシステム
G02B 6		6	162	ライトガイド;ライトガイドおよびその他の光素子、例、カップリング、からなる装置の構造的細部[4、6]
G02B 3		6	139	単レンズまたは複合レンズ(人工眼A61F2/14;眼鏡レンズまたはコンタクトレンズG02C;時計用ガラスG04E
G02B 17		6	126	反射面を有し、かつ屈折素子をもちまたはもたない系(顕微鏡21/00;望遠鏡、潜望鏡23/00;他に分類され
G02B 27		6	87	他の光学系;他の光学装置(商店ウインドウ、展示ケースに特殊の光学効果を生じさせる手段、A47F、例、A47
G05D 3		6	86	位置または方向の制御(1/00が優先;数値制御用G05B19/18)
F21V 8		6	77	照明装置またはその系におけるライトガイド、例、光学繊維を用いた装置、の使用(ライトガイドそれ自体、他の光
G02B 19		6	73	コンデンサー(顕微鏡用21/08)

表 63：太陽熱利用技術分野の国ごとの出願数

	solar InPat集計		solarInPatのカウン
	CO	appInPatのカウン	
太陽熱利用装置	1	1 JP	2732
	2	1 US	1712
	3	1 DE	1178
	4	1 KR	372
	5	1 FR	302
	6	1 GB	223
	7	1 EP	140
	8	1 TW	121
	9	1 IT	85
	10	1 CH	82
熱交換装置、工程	1	2 US	554
	2	2 JP	381
	3	2 DE	385
	4	2 FR	218
	5	2 GB	111
	6	2 KR	65
	7	2 CH	54
	8	2 NL	25
	9	2 IT	24
	10	2 EP	24
原動機	1	3 US	672
	2	3 DE	428
	3	3 JP	186
	4	3 GB	121
	5	3 FR	111
	6	3 DK	75
	7	3 EP	65
	8	3 IT	48
	9	3 ES	43
	10	3 CH	37
太陽熱の使用	1	4 DE	782
	2	4 US	692
	3	4 JP	685
	4	4 FR	272
	5	4 GB	159
	6	4 IT	118
	7	4 KR	108
	8	4 CH	100
	9	4 AT	98
	10	4 NL	53
蓄熱媒体、加熱器	1	5 DE	774
	2	5 US	620
	3	5 JP	407
	4	5 FR	210
	5	5 AT	180
	6	5 GB	161
	7	5 KR	93
	8	5 CH	77
	9	5 NL	66
	10	5 IT	57
光学要素	1	6 US	192
	2	6 JP	178
	3	6 DE	61
	4	6 FR	38
	5	6 GB	34
	6	6 KR	20
	7	6 EP	13
	8	6 TW	11
	9	6 IT	8
	10	6 AU	7

表 65： 太陽光発電技術分野の再分類

	IPC_MG	C5	count	タイトル	
半導体装置	H01L 31	1	18321	赤外線、可視光、短波長の電磁波、または粒子線輻射に感応する半導体装置で、これらの輻射線	
	H01L 21	1	4923	半導体装置または固体装置またはそれらの部品の製造または処理に特に適用される方法または装置	
	H01L 27	1	3386	1つの共通基板内または上に形成された複数の半導体構成部品または他の固体構成部品からなる	
	H01L 51	1	2945	能動部分として有機材料を用い、または能動部分として有機材料と他の材料との組み合わせを用い	
	H05B 33	1	1173	エレクトロルミネッセンス光源(放電灯H01J61/00~65/00;光放出に特に適用される少なくとも	
	B05D 5	1	468	特別の表面効果、表面仕上げまたは表面構造を得るために液体または他の流動性材料を表面に	
	G09F 9	1	354	情報が個別素子の選択または組み合わせによって支持体上に形成される可変情報用の指示装置(可	
	H05K 3	1	244	印刷回路を製造するための装置または方法(表面構造または模様を作成する写真製版、そのため	
	C09K 11	1	241	発光性物質、例、電気発光性物質;化学発光性物質[2]	
	B05D 1	1	212	液体または他の流動性材料を適用する方法(5/00, 7/00が優先)[2]	
	H01J 1	1	188	電子管または放電ランプの2以上の基本的な型に共通な電極、磁気制御手段、スクリーンあるいは	
	G03F 7	1	180	フォトメカニカル法、例、フォトリソグラフ法、による凹凸化またはパターン化された表面、例、印刷表	
	B05D 3	1	168	液体または他の流動性材料を適用する表面の前処理;適用されたコーティングの後処理、例、液体	
	H01J 9	1	149	電子管、放電ランプまたはその部品の製造に特に適用される装置または方法(金属によるうつわま	
	B41J 2	1	118	設計されるプリンティングまたはマーキング方法に特徴があるタイプライタまたは選択的プリンティ	
	B41M 5	1	101	複製またはマーキング方法;それに使用するシート材料(感光剤を使用するものG03;エレクトログ	
	B05D 7	1	97	液体または他の流動性材料を特定の表面に適用するかまたは特定の液体または他の流動性材料	
	整流、増幅、発振、スイッチング装置	H01L 29	2	2226	整流、増幅、発振またはスイッチングに特に適用される半導体装置であり、少なくとも1つの電位障
		G02F 1	2	747	独立の光源から到達する光の強度、色、位相、偏光または方向の制御のための装置または配置、
		C23C 16	2	700	ガス状化合物の分解による化学的被覆であって、表面材料の反応生成物を被覆層中に残さないも
		H01L 33	2	549	光の放出に特に適用される少なくとも1つの電位障壁または表面障壁を有する半導体装置;それら
		H01L 23	2	482	半導体または他の固体装置の細部(25/00が優先)[2, 5]
		H01L 25	2	418	複数の個々の半導体または他の固体装置からなる組立体(1つの共通基板内または上に形成され
		H01L 35	2	254	異種材料の接合からなる熱電装置、すなわち他の熱電効果あるいは熱磁気効果を伴いまたは伴わ
		H04N 5	2	195	テレビジョン方式の細部(走査の細部またはそれらと走査用電圧の発生手段との結合H04N3/0
		G03G 5	2	190	たとえば光、熱、電子を照射して原画像の記録を行なうための記録材料;その製造、物質の選択(透
		C30B 29	2	180	材料または形状によって特徴づけられた単結晶または特定構造を有する均質多結晶物質[3, 5]
		G01J 1	2	163	測光、例、写真の露出計(分光度測定3/00;放射温度測定に特に適合するもの5/00)
		H01S 5	2	163	半導体レーザ[7]
		C30B 25	2	135	反応ガスの化学反応による単結晶成長、例、化学蒸着(CVD)による成長[3]
		B23K 26	2	99	レーザービームによる加工、例、溶接、切断、穴あけ(レーザーH01S3/00)[2, 3]
		電池	H01G 9	3	749
H01M 14			3	707	6/00~12/00に分類されない電気化学的な電流または電圧の発生装置;その製造[2]
C23C 14			3	572	被覆形成材料の真空蒸着、スパッタリングまたはイオン注入法による被覆(放電にさらされる物体ま
H02J 7			3	505	電池の充電または減極または電池から負荷への電力給電のための回路装置
H01B 1			3	286	導電材料によって特徴づけられる導体または導電物体;導体としての材料の選択(材料によって特
H01M 10			3	220	二次電池;その製造[2]
C03C 17	3		196	繊維やフィラメントの形態をとらないガラス、例、結晶化ガラス、の被覆による表面処理(光学要素の	
C01B 33	3		155	けい素;その化合物(21/00, 23/00が優先;過けい酸塩15/14;炭化けい素31/36)[3]	
H01B 5	3		140	形を特徴とする非絶縁導体または導電物体	
B32B 27	3		132	本質的に合成樹脂からなる積層体	
H01B 13	3		131	導体またはケーブルを製造するために特に使用する装置または方法	
G04C 10	3		121	時計における電源装置[3]	
B32B 17	3		112	本質的にシートガラス、またはガラス、スラグまたは類似の繊維からなる積層体	
H01M 4	3		110	電極(電気分解用電極C25)[2]	
B32B 9	3		104	本質的にグループ11/00~29/00に包含されない特殊な物質からなる積層体	
B32B 37	3		98	積層の方法または装置、例、硬化結合または超音波結合によるもの[8]	
太陽熱使用	F24J 2		4	2058	太陽熱の使用、例、太陽熱集熱器(太陽エネルギーを使用する蒸留または蒸発によるものC02F1/
	E04D 13		4	930	屋根ふきと関連する特殊装置または器具;屋根排水(換気がわら1/30;換気スラブ3/40;内部
	H02N 6	4	759	光輻射を直接的に電気エネルギーに変換する発電機(ソーラ・セルまたはその組立体H01L25/00	
	G02B 5	4	241	レンズ以外の光学要素(ライトガイド6/00;光学的論理素子G02F3/00)[4]	
	B64G 1	4	179	宇宙航行体[3]	
	G02B 6	4	174	ライトガイド;ライトガイドおよびその他の光素子、例、カップリング、からなる装置の構造的細部[4,	
	E04D 3	4	156	平らなあるいは曲った板(スラブ)または硬いシートを利用する屋根ふき(1/00が優先;多層防水)	
	E04D 1	4	127	かわら、スレート、シングルまたはその他の小さい屋根ふき要素を利用する屋根ふき(屋根用支持	
電気的変量調整システム	G05F 1	5	269	電力量の単一または複数の所望値からの偏差を系の出力部で検出し、系内の装置へフィードバック	
	H02M 7	5	169	交流入力-直流出力変換;直流入力-交流出力変換	
	H02M 3	5	151	交流幹線または交流配電網のための回路装置	
	H02J 3	5	151	交流幹線または交流配電網のための回路装置	

表 66： 太陽光発電技術分野の国ごとの出願数

	photo InPat集計		appln. authのカウン
	CS	appln. auth	
半導体装置	1	1 JP	8181
	2	1 US	4187
	3	1 KR	1731
	4	1 DE	1698
	5	1 GB	658
	6	1 FR	438
	7	1 EP	413
	8	1 TW	343
	9	1 NL	99
	10	1 AU	91
整流、増幅、発振、スイッチング装置	1	2 JP	2629
	2	2 US	1346
	3	2 KR	471
	4	2 DE	365
	5	2 GB	194
	6	2 FR	155
	7	2 TW	110
	8	2 EP	85
	9	2 CH	24
	10	2 IT	23
電池	1	3 JP	14225
	2	3 US	7189
	3	3 DE	3058
	4	3 KR	2927
	5	3 FR	1342
	6	3 GB	1031
	7	3 EP	412
	8	3 TW	308
	9	3 CN	283
	10	3 IT	243
太陽熱使用	1	4 DE	866
	2	4 US	718
	3	4 JP	435
	4	4 FR	264
	5	4 GB	167
	6	4 IT	129
	7	4 AT	119
	8	4 CH	103
	9	4 NL	57
	10	4 AU	54
電気的変量調整システム	1	5 US	414
	2	5 JP	381
	3	5 DE	301
	4	5 GB	58
	5	5 CH	50
	6	5 EP	41
	7	5 FR	40
	8	5 KR	29
	9	5 TW	17
	10	5 IT	16

表 68： 風力技術分野の再分類

	IPC_MG	C6	count	タイトル
太陽エネルギーの使用と関連装置	F03G 6	1	155	太陽のエネルギーから機械的動力を生み出す装置(太陽ボイラF24)[5]
	H01L 31	1	92	赤外線、可視光、短波長の電磁波、または粒子線放射に感応する半導体装置で、これらの放射線エネル
	F24J 3	1	72	燃焼によらない熱の発生または使用(太陽熱の使用2/00)
	E04B 1	1	49	建築構造一般;壁、例、間仕切り、床、天井、屋根のいずれにも限定されない構造(足場、せき板E04G;
	B23P 15	1	48	単一の他のサブクラスまたはこのサブクラスにおける単一グループに分類されない作業による特殊な物品
風力原動機	C02F 1	1	48	水、廃水または下水の処理(3/00から9/00が優先)[3]
	F03D 3	2	3643	風力の方向にほぼ直角な回転軸をもつ風力原動機(制御7/00)
	F03D 11	2	3624	このサブクラスの他のグループに分類されない細部、構成要素または付属品
	F03D 1	2	3397	ほぼ風力の方向に回転軸をもつ風力原動機(制御7/00)
	F03D 5	2	542	他の風力原動機(制御7/00)
	B64C 11	2	206	プロペラ、例、ダクト型プロペラ;プロペラおよび回転翼航空機用回転翼に共通な事項(回転翼航空機用と
	B64C 27	2	144	回転翼航空機;回転翼航空機特有の回転翼(降着装置25/00)
	B29C 70	2	75	複合材料、すなわち補強材、充填材、あるいは予備成形部品からなるプラスチック材料、例、挿入物の成
	B63H 13	2	65	水に係合する推進器を駆動する風力原動機により推進させるもの
	B63H 9	2	63	風により直接作用される推進装置;その設備(水中推進器を駆動する空気作動プロペラ13/00)
発電機制御装置	B64C 3	2	41	翼(安定板5/00;羽ばたき翼33/02)
	H02P 9	3	721	所望出力を得るための発電機制御装置(ワードレオナード装置7/34;ベクトル制御21/00;2台以上)
	H02J 3	3	297	交流幹線または交流配電網のための回路装置
	F03G 7	3	163	機械的動力を生み出す装置または機構であって、他類に属しないものまたは他類に属しないエネルギー源
	H02J 7	3	128	電池の充電または減極または電池から負荷への電力給電のための回路装置
	F24J 2	3	105	太陽熱の使用、例、太陽熱集熱器(太陽エネルギーを使用する蒸留または蒸発によるものC02F1/14;コ
	B60K 16	3	88	自然の力、例、太陽、風、からの動力供給に関する配置(自然の力、例、太陽、風、から動力を供給する
	B60L 8	3	78	自然力、例、太陽、風を動力供給源とする電氣的推進装置[5]
	F04B 17	3	71	特定の駆動機関または原動機との組み合わせまたは適用に特徴のあるポンプ
	F01D 15	3	55	特定用途への機械または機関の適用;機関によって駆動される装置と機関との組み合わせ(調速または
風力原動機の制御	H02H 7	3	42	特定の電気機械または装置、またはケーブルあるいは線路系統の区間保護に特に適用され、正常な動作
	F02C 6	3	40	複数形ガスタービン設備;ガスタービン設備と他の装置の結合(そのような装置に主な特徴のあるものに
	F03D 9	4	3384	風力原動機の特殊用途への適応;風力原動機とそれにより駆動される装置との組み合わせ(おもに駆動
	F03D 7	4	3018	風力原動機の制御
	E04H 12	4	254	塔;マスト;ポール;煙突;給水塔;そのような構築物を建造する方法(冷却塔5/12;道路標識用支持体
	B63B 35	4	117	特定の目的のため適用される船舶またはそれに類する浮揚構造物(貨物収容装置に特徴がある船舶2/
	F16H 1	4	100	回転運動伝達用歯車伝動装置(可変変速比をもつ回転運動伝達または逆転運動に特有なもの3/00)
	E02D 27	4	95	下部構造としての基礎
	E02B 17	4	89	杭または類似の支持物上の人工島、例、上昇可能な脚上の台;それらの建設方法(防舷材3/26;それ
	F16C 19	4	86	専ら回転運動のためのころがり軸受(調節できる軸受23/00、25/00)
F16H 57	4	85	伝動装置の一般的な細部(流体伝動装置の細部39/00~43/00;ねじおよびナットによる伝動装置)	
F16C 33	4	74	軸受部品;軸受または軸受部品の特別な製造方法(金属加工または類似の操作は関係クラスを参照)	
H02G 13	4	53	避雷用導体の据え付け;支持構体へのその固着(電撃の表示、計数または記録G01;避雷器H01C)	
B66C 23	4	52	ビーム、フームまたは片持梁として作動する三角形構造物を必須構成とし、これらが水平面、垂直面内	
機械または機関	F03B 13	5	453	特殊用途のための機械または機関の適用;駆動するかまたは駆動される装置と機械または機関の組み
	F03B 17	5	372	他の機械または機関
	F04D 29	5	271	細部、構成部材または付属品(機械要素一般F16)
	F01D 5	5	265	ブレード;ブレード支持部材(ノズル箱9/02);ブレード等に装着した加熱、断熱、冷却または振動防止手
	F03B 3	5	203	反動形の機械または機関;それに特有な部品または細部
	B63H 1	5	164	水に直接作用する推進器(噴射推進11/00;プロペラの軸への取り付け23/34)
	F01D 1	5	89	非容積形機械または機関、例、蒸気タービン(軸推力を平衡させるために作動流体を軸方向の互に反対
	F03B 15	5	80	制御(制御一般G05)
	F03B 7	5	72	水車
	F01D 25	5	70	他のグループに分類されない構成部品、細部または付属品
	F01D 7	5	65	作動中に調整可能なブレードをもつロータ;その制御(逆転1/30)
	F03B 11	5	59	グループ1/00から9/00に分類されない部品または細部(制御15/00)
	F04D 25	5	56	特に圧縮性流体のためのポンプ装置または系(制御27/00)
	F03B 1	5	49	衝動形機関、すなわち翼またはそれと類似したものの付いた回転体に高速液体の噴射が衝突するター
	機械的エネルギーを取り扱う装置	H02K 7	6	485
H02K 1		6	122	磁気回路の細部(一般の磁気回路または磁石、電力用変圧器の磁気回路H01F;継電器の磁気回路H
H02K 21		6	119	永久磁石を有する同期電動機;永久磁石を有する同期発電機(永久磁石付固定子鉄心1/17;永久磁
H02K 3		6	82	巻線の細部(線輪一般H01F5/00)
H02K 16		6	81	二つ以上の回転子または固定子を有する電機[2]
H02K 9		6	60	冷却または換気装置(磁気回路部分の通路1/20、1/32;導体中または導体間通路3/22、3/24)
H02K 15		6	57	電機の製造、組立、保守または修理するのに特に適した方法あるいは器具(集電装置の製造一般H01F
H02K 5		6	54	外箱;外枠;支持体(電気器具の外箱一般H05K5/00)
H02K 19		6	43	同期電動機または発電機(永久磁石を有するもの21/00)

表 70： 燃焼技術分野のクラスター分析

F01K	15	44	0%						
F02C	16	59	0%						
F01K	17	45	0%						
F01K	25	48	0%						
F01K	27	49	0%						
F03B	6	67	0%						
F03B	7	68	0%						
F01K	7	41	0%						
F01K	9	42	0%						
F01K	13	43	0%						
F01K	3	40	0%						
F01D	5	35	0%						
F01D	15	36	0%						
F01D	17	37	0%						
F01D	19	38	0%						
F01D	25	39	0%						
F02C	3	58	0%						
F22B	33	71	0%						
F01K	23	47	0%						
F02G	3	64	0%						
F01K	21	46	0%						
F02C	1	57	0%						
F02C	7	60	0%						
F02C	9	61	0%						
F23R	3	108	0%						
F01N	5	51	0%						
F02B	37	53	0%						
F02B	3	52	0%						
F02M	26	66	0%						
F02B	47	55	0%						
F02D	29	62	0%						
F02G	5	65	0%						
F02G	1	63	0%						
F02B	63	56	0%						
H02J	3	131	0%						
H02K	7	132	0%						
H02P	9	133	0%						
F24D	10	110	0%						
F24D	11	111	0%						
F24D	3	109	0%						
F24D	19	113	0%						
F24H	9	115	0%						
F25B	15	116	0%						
F25B	27	117	0%						
F25B	30	118	0%						
F24D	12	112	0%						
F24H	1	114	0%						
G05D	23	129	0%						
B00H	1	15	0%						
F22B	1	69	0%						
F22D	1	74	0%						
F22B	37	73	0%						
F22B	35	72	0%						
F28D	3	124	0%						
F28D	21	126	0%						
F28D	7	125	0%						
F28F	19	128	0%						
F28F	9	127	0%						
F23N	1	104	0%						
F23D	7	107	0%						
F23N	3	105	0%						
F23N	5	106	0%						
F23C	13	82	0%						
F23K	5	96	0%						
F27B	3	121	0%						
F27D	23	123	0%						
C21C	5	33	0%						
F23C	6	78	0%						
F23C	9	80	0%						
F23C	99	83	0%						
F23D	1	84	0%						
O03B	5	21	0%						
F23C	3	76	0%						
F23C	7	79	0%						
F23D	17	87	0%						
F23C	5	77	0%						
F23D	11	85	0%						
F23D	14	86	0%						
F23M	3	101	0%						
F23C	1	75	0%						
F23D	99	88	0%						
F23L	7	97	0%						
F23M	5	102	0%						
B00B	7	12	0%						
B01D	47	4	0%						
B01D	50	5	0%						
B01D	51	6	0%						
C01B	31	18	0%						
C10L	3	30	0%						
B01D	1	27	0%						
B01D	5	3	0%						
C01B	3	16	0%						
F01N	3	50	0%						
F25J	3	119	0%						
B01J	7	8	0%						
B01J	8	9	0%						
C01B	13	17	0%						
B01J	19	10	0%						
C10L	1	29	0%						
F02B	43	54	0%						
O07C	27	22	0%						
H01M	8	130	0%						
B01D	53	7	0%						
C10K	3	28	0%						
O07C	29	23	0%						
C21B	13	32	0%						
D21C	11	34	0%						
F23G	5	89	0%						
F23K	1	94	0%						
F23K	3	95	0%						
F22B	31	70	0%						
F23L	17	100	0%						
F27D	17	122	0%						
F23L	15	99	0%						
F23M	9	103	0%						
F23G	7	90	0%						
F23J	7	92	0%						
F23C	10	81	0%						
F23J	15	93	0%						
F23L	9	98	0%						
F23J	1	91	0%						
A62D	3	1	0%						
B00C	1	14	0%						
A62D	101	2	0%						
C10J	3	26	0%						
F20B	23	120	0%						
O02F	1	19	0%						
B03B	9	11	0%						
O02F	11	20	0%						
C10G	1	25	0%						
C10L	5	31	0%						
B09B	3	13	0%						
C10B	53	24	0%						

表 72： 燃焼技術分野の国ごとの出願数

	順位	燃焼技術分野の出願数		
		国	出願数	累計
燃焼技術分野の出願数	1	1 US	668	
	2	1 DE	444	
	3	1 JP	323	
	4	1 FR	180	
	5	1 GB	102	
	6	1 CH	61	
	7	1 AU	41	
	8	1 EP	41	
	9	1 FI	40	
	10	1 IT	39	
分機	1	2 JP	5432	
	2	2 US	5191	
	3	2 DE	2714	
	4	2 KR	898	
	5	2 FR	721	
	6	2 GB	671	
	7	2 EP	318	
	8	2 IT	189	
	9	2 TW	188	
	10	2 NL	129	
燃焼技術	1	3 US	780	
	2	3 DE	281	
	3	3 JP	199	
	4	3 FR	162	
	5	3 GB	75	
	6	3 IT	39	
	7	3 EP	38	
	8	3 KR	25	
	9	3 CH	25	
	10	3 AT	17	
燃焼、燃焼機	1	4 DE	438	
	2	4 US	247	
	3	4 JP	233	
	4	4 AT	114	
	5	4 FR	98	
	6	4 KR	78	
	7	4 GB	73	
	8	4 IT	33	
	9	4 CH	32	
	10	4 AU	22	
燃焼装置	1	6 US	363	
	2	5 DE	200	
	3	5 JP	136	
	4	5 FR	70	
	5	5 FI	55	
	6	5 GB	51	
	7	5 IT	34	
	8	5 CH	28	
	9	5 KR	21	
	10	5 AT	18	
燃焼技術分野の出願数	1	8 US	1768	
	2	8 JP	780	
	3	8 DE	642	
	4	8 CH	194	
	5	8 FR	178	
	6	8 GB	178	
	7	8 EP	73	
	8	8 IT	60	
	9	8 AT	43	
	10	8 KR	37	
燃焼技術分野の出願数	1	7 US	640	
	2	7 JP	473	
	3	7 DE	472	
	4	7 GB	116	
	5	7 CH	73	
	6	7 KR	72	
	7	7 FR	58	
	8	7 EP	48	
	9	7 IT	36	
	10	7 DK	30	
燃焼機	1	8 US	394	
	2	8 FR	228	
	3	8 DE	208	
	4	8 JP	157	
	5	8 GB	93	
	6	8 CH	62	
	7	8 NL	23	
	8	8 KR	22	
	9	8 IT	18	
	10	8 AT	17	

表 74： 原子力技術分野の再分類

	IPC.MG	C5	count	タイトル
原子炉の製造	G21C 21	1	632	原子炉またはその部分品の製造のために特に用いられる装置または方法(一般セクションB, 例. B23)
	C01G 43	1	270	ウラン化合物
	B01J 2	1	205	物質の造粒プロセスまたは装置一般(金属の造粒B22F9/00, スラッグの造粒C04B5/02, 鉱石またはスラグの造粒C01B21/00)
	C22C 16	1	196	ジルコニウムを基とする合金[2]
	C22F 1	1	187	非鉄金属または合金の熱処理によるか熱間または冷間加工による物理的構造の変化
	C22C 43	1	127	放射性物質を含む合金[2]
	C22C 38	1	102	鉄合金, 例. 合金鋼(合金鋼鉄37/00)[2]
	C01G 56	1	101	超ウラン元素化合物
	C22C 1	1	70	非鉄合金の製造(電熱法によるものC22B4/00; 電解法によるものC25C)
	C22C 32	1	70	その状態で加えたかまたは合金中で形成された酸化物, 炭化物, ほう化物, 窒化物, けい化物, またはその他
熱核融合炉	G21B 1	2	535	熱核融合炉[1, 8]
	H05H 1	2	459	プラズマの生成; プラズマの取扱い(熱核融合炉へのプラズマ技術への応用G21B1/00)
	C04B 35	2	333	組成に特徴を持つ成形セラミック製品; セラミック組成(炭化物, ダイヤモンド, 酸化物, ほう化物, 窒化物, けい)
	G21B 3	2	281	低温核融合炉, 例. 冷却型核融合炉と称されるもの[8]
	C01B 31	2	194	炭素; その化合物(C01B21/00, C01B23/00)が優先; 過炭酸C01B15/10; カーボンブラックC09C
	G21D 7	2	113	核融合または核分裂反応から直接発電を行なうための構成(放射線源から電気エネルギーを得るものG21H1)
	B01J 19	2	100	化学的, 物理的, または物理化学的プロセス一般(繊維, より糸, 糸, 織物, 羽毛またはこのような材料から製)
	C23C 16	2	86	ガス状化合物の分解による化学的被覆であって, 表面材料の反応生成物を被覆層中に残さないもの, すなわ
	B01J 3	2	68	物質の化学的または物理的変化を生じさせるため低圧または高圧を利用するプロセス; そのための装置(金属
	C04B 41	2	67	モルタル, コンクリート, 人造石またはセラミックスの後処理; 天然石の処理(冷間うわ葉以外のうわ葉C03C8)
原子炉燃料要素, 制御	C01B 3	2	64	水素; 水素を含有する混合ガス, 水素を含有する混合物からのその分離; 水素の精製(固体炭素質物質から
	G21C 3	3	7294	原子炉燃料要素またはその集合体; 原子炉燃料用物質
	G21C 1	3	3703	原子炉
	G21C 7	3	3260	原子核反応の制御
	G21C 15	3	2885	炉心を有する圧力容器内の冷却系; 特定の冷却材の選択
	G21C 13	3	2847	圧力容器; 格納容器; 格納一般(化学的または物理的方法B01J3/00, 圧力容器一般F16J12/00)
	G21C 5	3	1699	減速材または炉心の構造; 減速材用材料の選択
	G21C 19	3	1664	原子炉内, 例. その圧力容器内, で使用される燃料またはその他の物質の処理, 取扱い, または取扱いを容易
	G21C 9	3	1528	原子炉と構造上関連する緊急防護のための構成(緊急冷却のための構成15/18)
	G21D 1	3	1297	原子炉プラントの細部構造(制御3/00)
原子炉の遮へい	G21C 17	3	1233	監視; 試験(計測一般G01)
	G21D 3	3	1003	原子炉プラントの制御(原子核反応の制御G21C7/00)
	G21D 5	3	558	原子炉で発生した熱を機械的エネルギーに変換する原子炉および動力機関の構成
	G21F 9	3	296	放射性汚染物質の処理; そのための汚染除去装置[2, 5]
	F16J 15	3	154	密封装置(車両の可動屋根のための密封装置B60J7/195; 車輛の窓, 風防ガラス, 非固定式の屋根, 扉ま
	G21F 7	3	142	遮蔽されたセルまたは部屋
	F16L 55	3	133	管または管系中にまたはそれと連結して用いられる装置または付属品(F16L1/00からF16L53/00, F16L
	F04D 29	3	123	細部, 構成部材または付属品(機械要素一般F16)
	G21D 9	3	106	動力への交換以外の目的, 例. 建物の暖房, のために熱を供給する構成
	F16K 17	3	105	安全弁; 平衡弁(噴霧式薬剤容器用圧力軽減装置B65D83/70)
G05B 23	3	105	制御系またはその一部の試験または監視(プログラム制御系の監視19/048,)	
G21F 5	3	102	輸送または待運び可能な遮へい容器	
B23K 9	3	96	アーク溶接または切断(エレクトロスラッグ溶接25/00; 溶接用変圧器H01F; 溶接用発電機H02K)	
B23P 19	3	88	ある程度の変形を伴うかどうかに関わらず, 金属部品または金属対象物, または金属と非金属とによりなる部	
G05B 9	3	79	安全装置(7/00)が優先; プログラム制御系における安全装置19/048, 19/406; 安全弁F16K17/00;	
F04D 7	3	78	特殊な流体を扱うために適用したポンプ, 例. ポンプまたはポンプ部材のために特殊な材質を選択するもの(液	
F16L 3	3	73	管, ケーブルまたは保護管類のための支持, 例. ハンガ, ホルダ, クランプ, クリート, クリップ, ブラケット(地上ま	
G21G 1	3	69	電磁放射線, 微粒子線または粒子衝撃による化学元素変換装置, 例. 放射性同位元素の生成(熱核反応によ	
B23K 26	3	65	レーザービームによる加工, 例. 溶接, 切断, 穴あけ(レーザーH01S3/00)[2, 3]	
F16K 31	3	63	操作手段; 釈放装置	
G01M 3	3	59	構造物の気密性の調査(多孔性物質の透過性の調査, きずの存在の調査一般G01N)	
C23F 11	3	57	腐食のおそれがある表面への抑制剤の適用または腐食媒体への抑制剤の添加による金属質材料の防食(坑	
F04F 5	3	57	ジェットポンプ, すなわち流体の流れが他の流体の流れの速度によって引き起こされる圧力降下によって誘起さ	
原子炉の遮へい	G21C 11	4	938	原子炉と構造上関連する遮へい
	F16L 59	4	173	熱絶縁一般(建築物における断熱, 遮音E04B; 蒸気機関の断熱F01B31/08; 回転ピストン式機械または機
	G21F 1	4	153	材料の組成に特徴のある遮へい
	E04H 7	4	144	現場であるいは別の場所で土木工学技術を用いる大形貯蔵容器の建設または組み立て(塔関係12/00; 貯
	F16J 13	4	126	圧力容器のふたまたは類似の閉鎖部材一般(機関または類似のシリンダ用10/00; 密封装置15/02; 箱状
	G21F 3	4	105	物理的形態に特徴のある遮へい, 例. 細粒, または材料の形状に特徴のある遮へい
	F16J 12	4	81	圧力容器一般(そのためのふた13/00; 特別な応用は関連のサブクラス参照, 例. B01J, F17C, G21C)[
	E04B 1	4	74	建築構造一般; 壁, 例. 間仕切り, 床, 天井, 屋根のいずれにも限定されない構造(足場, せき板E04G; 特殊
	B65D 90	4	67	大形容器の構成要素, 細部または付属品(88/34~88/78)が優先[3]
	蒸気ボイラ	F22B 1	5	407
F22B 37		5	325	蒸気ボイラの構成部分または細部(空気または他のガス排出装置F16K24/00; スチームトラップまたはその
F28D 7		5	223	両熱交換媒対に対して不動の管状の流路群をもち, それらの媒体が相互に異なった側の流路壁と接触する熱
F28F 9		5	165	外箱; 管寄せ箱; 要素の補助支持; 外箱の補助部材
F28F 1		5	73	管状要素; 管状要素の組み立て(運動用に特に適したのも5/00)
F01K 3		5	63	その内部で蒸気または熱のアクキュムレータまたは中間蒸気加熱器を用いることを特徴とする設備(排気の再生

表 75： 原子力技術分野の国ごとの出願数

	nuc_InPat集計		appn_authのカウン
	C5	appn	
原子炉の製造	1	1 US	511
	2	1 JP	323
	3	1 FR	238
	4	1 DE	180
	5	1 GB	128
	6	1 KR	46
	7	1 NL	38
	8	1 IT	34
	9	1 CA	17
	10	1 AT	14
熱核融合炉	1	2 US	1827
	2	2 JP	1783
	3	2 DE	812
	4	2 FR	331
	5	2 GB	291
	6	2 KR	265
	7	2 EP	102
	8	2 IT	74
	9	2 CA	41
	10	2 CH	39
原子炉燃料要素、制御	1	3 US	5160
	2	3 DE	2672
	3	3 FR	2465
	4	3 GB	1807
	5	3 JP	1696
	6	3 CH	296
	7	3 SE	255
	8	3 IT	173
	9	3 KR	169
	10	3 NL	161
原子炉の運へい	1	4 DE	328
	2	4 US	243
	3	4 FR	207
	4	4 GB	148
	5	4 JP	78
	6	4 CH	33
	7	4 AT	23
	8	4 IT	15
	9	4 SE	14
	10	4 NL	14
蒸気ボイ	1	5 US	378
	2	5 FR	237
	3	5 DE	222
	4	5 JP	160
	5	5 GB	98
	6	5 CH	67
	7	5 NL	29
	8	5 IT	24
	9	5 KR	23
	10	5 AT	15

表 78： 発電、送電、配電技術分野の国ごとの出願数

	elec_InPat集計		
	C3	appr	appln_authのカウン
発電装置及び配電網	1	1 JP	2450
	2	1 US	1895
	3	1 DE	1015
	4	1 KR	315
	5	1 FR	232
	6	1 GB	214
	7	1 EP	147
	8	1 TW	142
	9	1 CH	99
	10	1 CN	57
伝送装置と材料	1	2 JP	593
	2	2 DE	545
	3	2 US	504
	4	2 FR	247
	5	2 GB	138
	6	2 KR	91
	7	2 CH	83
	8	2 EP	48
	9	2 AT	20
	10	2 IT	19
冷却または換気装置	1	3 US	208
	2	3 DE	113
	3	3 JP	81
	4	3 EP	35
	5	3 GB	33
	6	3 FR	22
	7	3 SU	11
	8	3 CH	11
	9	3 KR	8
	10	3 ES	6

表 80： 非化石燃料技術分野の再分類

	IPC_MG	C4	count	タイトル
酵素学または微生物学	C12M 1	1	1150	酵素学または微生物学のための装置[3]
	C02F 3	1	656	水、廃水または下水の生物学的処理[3]
	C02F 11	1	641	汚泥の処理;そのための装置[3]
	C12P 5	1	563	炭化水素の製造[3]
	C02F 1	1	238	水、廃水または下水の処理(3/00から9/00が優先)[3]
	C05F 17	1	186	たい肥にする方法に特徴がある肥料の製造[5]
	C05F 3	1	87	人間または動物の排せつ物、例、糞肥、からの肥料
	C12P 3	1	87	二酸化炭素を除く無機化合物または元素の製造[3]
	C05F 9	1	85	家庭または都市のしんかいから運られた肥料
	C02F 9	1	69	水、廃水または下水の多段階処理[3]
	B09B 1	1	59	固体廃棄物の投棄[3]
	C05F 7	1	58	廃水、下水スラッジ、へドロ、沈いで、または同様の残留物から運られた肥料(スラッジ)
	A01C 3	1	51	堆肥の取り扱;堆肥の散布(農肥用フォークA01D9/00;廃棄物またはしんか
	C05F 11	1	39	他の有機肥料
	有機化合物の製造	C12M 3	1	33
C12P 7		2	2065	酵素原子を含む有機化合物の製造[3]
C12N 1		2	702	微生物;例、原生動物;その組成物(原生動物、バクテリアまたはウイルス起源の物質)
C12N 9		2	483	酵素、例、リパーゼ(6.);酵素前駆体;その組成物(畜の洗浄用酵素含有剤A61K8/
C12N 15		2	445	突然変異または遺伝子工学;遺伝子工学に関するDNAまたはRNA、ベクター、例、プ
C12P 19		2	372	糖類を含む化合物の製造(ケトアルドシド7/58)[3]
C12P 1		2	225	微生物または酵素を使用してのグルコース/00~39/00に分類されない化合物また
C12R 1		2	212	微生物[3]
A23K 1		2	161	飼料
C12P 21		2	140	ペプチドまたは蛋白質の製造(単細胞菌体蛋白質C12N1/00)[3]
C13K 1		2	137	ぶどう糖(糖化糖からの分離3/00);ぶどう糖含有シロップ[2]
C07H 21		2	116	スクレオシドの糖類基が結合しているリン酸またはポリリン酸エステルを、それぞれ別々
A23L 1		2	110	食品または食料品;その調整または処理(その保存一般3/00)4]
C12N 5		2	107	ヒト、動物または植物の未分化細胞、例、セルライン;組織;その培養または維持;その
C12C 11		2	80	ビール発酵方法
C07H 14		2	72	21個以上のアミノ酸を含有するペプチド;ガストリン;ソマトスタチン;メラトリン;その
C12N 11		2	72	担体結合または固定化酵素;担体結合または固定化微生物;その調整[3]
C12Q 1		2	67	酵素または微生物を含む測定または試験方法(条件測定または検出手段を備えた測定
C11B 1		2	66	粗物質からの脂肪または脂肪油の製造
C12G 3		2	66	他のアルコール飲料の調製
C11D 3		2	62	1/00に包含される洗浄性組成物の他の配合成分
A01H 5		2	56	開花植物、すなわち、被子植物
A21D 8		2	54	生地仕込またはベーキングの方法(2/00が優先)
C12P 13		2	48	窒素原子を含む有機化合物の製造[3]
C12G 1		2	45	ぶどう酒または発泡性ぶどう酒の調製
A23J 1		2	40	食品用蛋白質組成物の採取;卵を割ることおよび卵白と卵黄の分離[4]
C12F 3		2	40	副産物の採取
D21C 3		2	36	セルロース含有材料のバルブ化(蒸解器7/00)
C08B 1		2	35	セルロース誘導体を製造するためのセルロースの予備処理
C08B 30		2	35	でん粉、分解しくは非化学的に変性されたでん粉、アミロース、またはアミロペクチン
C12P 17		2	33	窒素原子としての、N、S、Se、またはTeのみをもつ複素環式化合物の製造(13/04~
C12S 3		2	33	動物または植物材料または微生物の処理[5]
C10L 5		3	1987	固体燃料(液体燃料の固形)より製造するもの7/00;泥炭のブリケットC10F7/05
C10B 53		3	1738	特殊な固体原料または特殊な形態の固体原料に特に適用される乾留(い炭の湿式)
B09B 3		3	485	固体廃棄物の破壊あるいは固体廃棄物の有用物化もしくは無害化[3]
C10J 3	3	397	固体炭素質原料から一酸化炭素含有可燃性ガスの製造(分解乾留式C10B)	
F23G 5	3	197	廃棄物または低級燃料の焼却に特に適合した方法または装置、例、焼却炉[4]	
C10B 49	3	161	処理される固体物質の部分燃焼を含む熱運搬体で直接加熱する固体炭素質物の乾留	
C10G 1	3	160	油頁(けつ)岩、油砂、非溶融性固形炭素質原料または類似の原料、例、木材、石炭、	
B03B 9	3	151	分離プラントの全体的な配列、例、系統図	
C10L 9	3	136	固体燃料の燃焼性を改良するための処理	
C10L 11	3	135	焚き付具	
C10B 47	3	122	間接加熱による固体炭素質物の乾留、例、外部燃焼によるもの	
C10C 5	3	116	木酢液の製造(木材の炭化C10B)	
F23G 7	3	100	特定の廃棄物または低級燃料、例、化学薬品、の燃焼に特に適合した方法または装置	
C10B 1	3	83	レトルト	
C10B 57	3	81	上記に含まれないその他の炭化またはコークス化方法;一般的な乾留方法の特徴	
B30B 11	3	72	粉体状または可塑状態の材料から特定形状物品を作るために特に適合したプレス、例	
C10B 7	3	63	炉内に原料を送り込む機械的手段をもつコークス炉	
A62D 3	3	43	物質の化学変化の影響により有害な化学剤を無害にするまたはより有害でなくする方	
B30B 9	3	43	特殊な目的に特に適用するプレス	
F26B 3	3	40	加熱を伴うプロセスによる固体材料または物体の乾燥(特定の機械または装置におけ	
B09B 5	3	38	他の単一サブクラスまたはこのサブクラス内の他の単一グループに包含されない操作[
B29B 17	3	32	プラスチック含有廃棄物からのプラスチックまたはその他の成分の回収(化学的回収C	
F26B 17	3	32	前送り運動を伴う、ばらばらな材料、合成樹脂または流動化された形状のもの、可塑性	
液体、ガス体燃料	C10L 1	4	724	液体炭素質燃料
	C11C 3	4	269	脂肪、脂肪油、またはそれらから得られる脂肪酸の化学的変性による脂肪、脂肪油、ま
	B01D 53	4	271	ガスまたは蒸気分離;ガスからの揮発性溶剤蒸気の回収;廃ガスの化学的または生
	C07C 67	4	191	カルボン酸エステルの製造
	C07C 29	4	146	6員芳香環に關していない炭素原子に結合している水酸基またはO-金属基をもつ化
	C10L 3	4	141	ガス体燃料;天然ガス;サブクラスC10G、C10Kに包含されない工程により得られる各
	C10G 3	4	139	酸素含有有機原料、例、脂肪油、脂肪酸、からの液体炭化水素混合物の製造(非溶融
	B01J 19	4	128	化学的、物理的、または物理化学のプロセス一般(鑛維、より糸、糸、織物、羽毛または
	B01C 31	4	124	炭素;その化合物(CO1B21/00、CO1B23/00が優先;過炭酸塩CO1B15/10
	C01B 3	4	119	水素;水素を含有する混合ガス;水素を含有する混合物からのその分離;水素の精製
	C10L 10	4	109	特定の目的のための燃料または炎への添加剤の使用(固体燃料を連続炭化するため
	C07C 31	4	90	非環式炭素原子に結合した水酸基またはO-金属基をもつ飽和化合物
	C07C 69	4	86	カルボン酸のエステル;炭酸またはハロゲン酸のエステル
	F02C 3	4	80	作動流体として燃焼生成物を使用することによって特徴づけられたガスタービン設備(作
	B01D 3	4	78	蒸留またはそれに關連する液体がガス状物質と接触するプロセス、例、ストリップング[
	B01J 8	4	77	流体および固体粒子の存在下で行なう、化学的または物理的プロセス一般;このような
	C07C 51	4	76	カルボン酸またはその塩、酸ハロゲン化合物または酸無水物の製造[2]
	C11B 3	4	76	脂肪または脂肪油の精製
	C07C 1	4	69	いずれも炭化水素でない1個またはそれ以上の化合物からの炭化水素の製造
	C07C 27	4	64	2クラス以上の酸を含む化合物を同時に製造することから成るプロセス
	B01J 20	4	60	固体吸着組成物または過剰組成物;クロマトグラフィー用吸着剤;それらの調整、精
	C11C 1	4	56	脂肪、脂肪油またはろうからの脂肪酸の製造;脂肪酸の精製(廃棄物からの脂肪酸
	F02C 6	4	52	攪拌ガスタービン設備;ガスタービン設備と他の装置の結合(そのような装置に主な
	B01D 61	4	45	半透膜を用いる分離工程、例、透析、浸透または限外ろ過;そのために特に適用される
	H01M 8	4	45	燃料電池;その製造[2]
	B01J 23	4	44	グループ21/00に分類されない、金属または金属酸化物または炭化物からなる触
	C10G 2	4	40	炭素の酸化物からの組成の不明確な液体炭化水素混合物の製造[5]
	B01J 3	4	37	物質の化学的または物理的変化を生じさせるため低圧または高圧を利用するプロセス
	B01J 21	4	36	マグネシウム、ほう素、アルミニウム、炭素、けい素、チタン、シリコンウムまたはハフニ
	C07B 61	4	36	他の一般的方法[4]
	C07C 7	4	36	炭化水素の精製、分離または安定化;添加剤の使用[5]
	G01N 33	4	36	グループ1/00から51/00に包含されない、特有な方法による材料の調査または分
	F01K 23	4	35	2以上の機関が設備の外部へ出力を供給し、それらの機関が異なる流体で駆動され

表 81： 非化石燃料技術分野の国ごとの出願数

	nonf_InPat集計		
	C4	appln au	appln authのカウン
酵素学または微生物学	1	1 DE	465
	2	1 US	454
	3	1 JP	225
	4	1 FR	158
	5	1 GB	108
	6	1 NL	58
	7	1 CH	55
	8	1 IT	44
	9	1 DK	44
	10	1 EP	41
有機化合物の製造	1	2 US	1331
	2	2 JP	253
	3	2 DE	216
	4	2 DK	206
	5	2 GB	193
	6	2 EP	117
	7	2 FR	111
	8	2 AU	57
	9	2 KR	35
	10	2 IT	28
固体燃料	1	3 US	642
	2	3 DE	497
	3	3 JP	325
	4	3 FR	173
	5	3 GB	111
	6	3 FI	66
	7	3 IT	65
	8	3 CH	64
	9	3 CA	55
	10	3 EP	42
液体、ガス体燃料	1	4 US	6399
	2	4 JP	6211
	3	4 DE	3203
	4	4 KR	1131
	5	4 FR	852
	6	4 GB	689
	7	4 EP	430
	8	4 IT	248
	9	4 TW	179
	10	4 CH	161

表 82： 温室効果ガス排出軽減に間接的に貢献する技術分野のクラスター分析

C22C	11	65	0*0%						
H01M	8	111	0% = 0%						
C25B	11	71	000% = 0%						
C01B	31	41	0*0% 0%						
C01G	23	43	0% = 0%						
C04B	35	49	0*0%						
D01F	9	75	0% 0%						
C04B	41	50	000% 0%						
B22F	1	20	0%						
C22C	1	64	000%						
B22F	9	22	0% = 000%						
C22C	19	66	000% = 0000000%						
B01J	23	12	0*0%						
B22F	3	21	0% 0%						
B01J	21	11	0% = 0%						
B01J	35	15	0% 0%						
B01J	27	13	000%						
B01J	37	16	0% 0% = 000%						
B01J	31	14	000%						
B01J	20	10	0*0%						
C01B	21	39	0% 0%						
C01B	13	38	00000%						
C01B	3	36	000%						
C02F	1	48	000%						
C01B	6	37	000*0%						
F17C	11	82	000% 0%						
B01J	1	2	0% = 000%						
B01D	53	3	000%						
B01J	7	7	0% = 0%						
B01J	19	9	0*0%						
C10J	3	63	0% 0%						
B01J	8	8	000%						
F17C	1	80	000%						
F17C	5	81	000000%						
B60K	15	32	000%						
F17C	13	83	000%						
B60H	1	29	000*0%						
F28D	7	91	000% = 0%						
F02C	6	77	0000%						
F24H	7	85	000%						
F24J	2	89	00000%						
F24D	11	85	000%						
F25D	3	90	000% = 00000000000000000000000%						
F24F	5	86	0*0%						
F24H	1	87	0% 0%						
C09K	5	62	00000%						
F28D	15	92	000%						
F28D	20	93	000%						
C08F	8	51	0%						
H01B	1	101	0%						
C08K	5	59	000%						
C08L	101	61	0% 0%						
C08K	3	58	0%						
C08L	71	60	0% = 000000%						
C08G	73	54	0% 0%						
C08G	75	55	0% 0%						
C08G	65	53	000%						
C08G	61	52	0% 0%						
H01B	13	102	000%						
B01D	67	4	0%						
B01D	69	5	000%						
B01D	71	6	0% = 0%						
C08J	5	56	000%						
C25B	13	72	000% = 0000%						
B32B	3	25	0*0%						
B32B	27	28	0% 0%						
B32B	5	26	00000%						
D04H	1	76	0*0%						
H01M	6	110	0% 0%						
B29C	65	74	0*0%						
C08J	9	57	0%						
H01G	4	103	0*0%						
H01M	10	112	0% = 000%						
B05D	1	17	0*0%						
B05D	3	18	0% 0%						
B05D	5	19	0*0%						
C25D	5	74	0% 0%						
B32B	15	27	000%						
H01L	23	106	000%						
H05K	3	129	000%						
H05K	1	128	0000%						
H01L	31	107	000%						
C23C	14	67	000% = 0%						
C23C	16	68	000%						
C01B	33	42	000%						
C02F	1	98	00000%						
H01M	14	114	000%						
H01L	21	105	000%						
C01G	45	44	0*0%						
C01G	53	47	0% = 00000%						
C01G	49	45	0*0%						
C01G	51	46	0%						
C25B	9	70	000%						
C25B	15	73	000000%						
C25B	1	69	000%						
C01B	25	40	0*000% = 0%						
H01M	2	108	0% 0%						
A61N	1	1	0%						
H01G	9	104	000%						
H01M	12	113	0% = 0%						
G01F	23	94	0*0%						
H01M	4	109	0% 0%						
G01N	27	95	000%						
F03B	13	78	000*0%						
F16F	15	79	000% = 00000000%						
H02J	15	124	0000%						
H02K	7	125	000%						
H02J	3	121	0000%						
G04C	10	99	0*0%						
H02J	7	122	0% 0%						
B25F	5	123	0% = 0%						
F21L	4	84	000%						
H04M	1	127	0% 0%						
G06F	1	100	0*0% = 00000%						
H04B	1	126	0%						
H01R	13	118	000%						
H05K	5	130	000%						
H01R	4	116	0000%						
H01R	11	117	000%						
H05K	7	131	000%						
B60K	6	31	0*0%						
B60L	3	33	0% = 000%						
B60L	11	34	000%						
B60R	16	35	000%						
B60K	1	30	000%						
H01M	16	115	000%						
H02H	7	119	0%						
H02J	9	123	000%						
H02J	1	120	0% 0%						
G01R	31	97	00000%						
G01R	19	96	000%						

表 84： 温室効果ガス排出軽減に間接的に貢献する技術分野の国ごとの出願数

		Inventor 国別集計		出願数のカウント
		国	出願数	
電気的エネルギー	1	1 JP	9564	
	2	1 US	8665	
	3	1 DE	2933	
	4	1 KR	2187	
	5	1 FR	1289	
	6	1 GB	1191	
	7	1 CN	298	
	8	1 IT	282	
	9	1 EP	249	
	10	1 TW	245	
物理化学的プロセス	1	2 US	1988	
	2	2 JP	1308	
	3	2 DE	1089	
	4	2 FR	400	
	5	2 GB	226	
	6	2 KR	164	
	7	2 EP	168	
	8	2 CH	82	
	9	2 IT	75	
	10	2 NL	48	
一次電池	1	3 JP	4664	
	2	3 US	3557	
	3	3 DE	1388	
	4	3 KR	938	
	5	3 FR	718	
	6	3 GB	484	
	7	3 EP	187	
	8	3 IT	129	
	9	3 CN	78	
	10	3 CA	72	
燃料電池	1	4 JP	6067	
	2	4 US	4998	
	3	4 DE	2679	
	4	4 KR	1147	
	5	4 FR	748	
	6	4 GB	640	
	7	4 EP	300	
	8	4 IT	189	
	9	4 TW	172	
	10	4 CN	128	
二次電池	1	5 JP	12178	
	2	5 US	8118	
	3	5 DE	2788	
	4	5 KR	2584	
	5	5 FR	1028	
	6	5 GB	845	
	7	5 EP	425	
	8	5 TW	405	
	9	5 CN	212	
	10	5 IT	199	
電池の同族	1	6 JP	4230	
	2	6 US	2101	
	3	6 DE	1166	
	4	6 KR	540	
	5	6 FR	328	
	6	6 TW	211	
	7	6 GB	200	
	8	6 CN	195	
	9	6 EP	114	
	10	6 CH	49	
蓄電	1	7 DE	1116	
	2	7 US	860	
	3	7 JP	416	
	4	7 FR	335	
	5	7 GB	220	
	6	7 AT	189	
	7	7 IT	139	
	8	7 CH	138	
	9	7 NL	95	
	10	7 AU	88	
受電機、蓄電機	1	8 US	618	
	2	8 DE	421	
	3	8 JP	334	
	4	8 GB	203	
	5	8 FR	118	
	6	8 CH	104	
	7	8 IT	48	
	8	8 NO	44	
	9	8 EP	41	
	10	8 ES	38	

表 86: 温室効果ガス排出軽減に貢献する他の融合技術とマネージシステム技術分野
の再分類

	IPC_MG	C4	count	タイトル	
熱関係	F28D 20	1	526	蓄熱プラントまたは装置一般(特殊な適用に特に適合したもの; 関連する箇所, 例, F24D1)	
	F24J 2	1	229	太陽熱の使用, 例, 太陽熱集熱器(太陽エネルギーを使用する蒸留または蒸発によるもの)	
	F24D 11	1	123	蓄熱体に貯えられた熱を使用する中央暖房方式(自蔵型蓄熱暖房ユニット15/02; 蓄熱)	
	F24J 3	1	40	燃焼によらない熱の発生または使用(太陽熱の使用2/00)	
	C09K 5	1	34	伝熱, 熱交換, または蓄熱用物質, 例, 冷蔵庫; 燃焼以外の化学反応によって熱または冷	
	F24F 5	1	32	1/00または3/00に適用されない空気調和方式または空気調和装置	
	F25B 17	1	28	間欠作動形収容式機械, プラントまたはシステム, 例, 吸収または吸着式	
	F24H 1	1	25	熱発生手段を有する水加熱器, 例, ボイラ, フロー式加熱器, 貯湯式加熱器(7/00, 8/0)	
	F28D 15	1	24	閉鎖管中の中間熱伝達媒体が流路壁を通り抜ける熱交換装置	
	F24D 3	1	20	温水中央暖房方式(10/00, 11/00が優先)	
	F24D 17	1	20	家庭用温水供給方式(家庭用または区域暖房方式との結合1/00~15/00)	
	F25B 30	1	20	ヒートポンプ[5]	
	F24H 7	1	15	蓄熱式加熱器, すなわち, エネルギーが連続的に放出するために熱として塊体の中に貯え	
	F24J 1	1	12	化学反応熱により生じた熱を使用する装置または設備(加熱調理容器用A47J36/28; 自	
	F24D 19	1	11	細部(水加熱器または空気加熱器に関するものF24H9/00; 一般的な熱交換および熱伝	
	F25B 27	1	10	特殊なエネルギー源を用いる機械, プラントまたはシステム(30/06が優先)	
	F25B 29	1	10	加熱と冷凍との組みあわせシステム, 例, 交互または同時に作動するもの[5]	
	F28F 23	1	10	中間熱交換物質の使用に関する特徴, 例, 組成の選択	
	A01G 9	1	9	容器, 温床または温室での花, 野菜または種の栽培(土なし栽培31/00)	
	F24F 3	1	9	調整された1次空気を1個またはそれ以上の中央装置からその1次空気の2次処理を行な	
	F24H 9	1	9	細部	
	F28D 7	1	8	両熱交換媒に対して不動の管状の流路群をもち, それらの媒体が相互に異なった側の流	
	F28D 21	1	8	グループ1/00から20/00のいずれにも含まれない熱交換装置[4]	
	F25C 1	1	7	水の製造(3/00が優先)	
	F28D 17	1	7	不動の中間熱伝達媒体または同物質が相互の熱交換媒体と相い継いで接触する再生式	
	F28F 13	1	7	熱伝達を修正, 例, 増加, 減少, するための装置(1/00~11/00が優先)	
	電気分解	C25B 1	2	69	無機化合物または非金属の電解製造[2]
		C01B 3	2	33	水素; 水素を含有する混合ガス; 水素を含有する混合物からのその分離; 水素の精製(固
		C25B 9	2	24	槽または槽の組立体; 槽の構造部品; 構造部品の組立体, 例, 電極一隔膜の組立体[2, 7
		C25B 15	2	14	槽の保守または操作[2]
		F17C 11	2	13	容器内にガス溶剤またはガス吸着剤を用いるもの
		C02F 1	2	11	水, 廃水または下水の処理(3/00から9/00が優先)[3]
		B01J 19	2	10	化学的, 物理的, または物理化学的プロセス一般(繊維, より糸, 糸, 織物, 羽毛またはこ
		C10J 3	2	8	固体炭素質燃料から一酸化炭素含有可燃性ガスの製造(分解乾留式C10B)
		F02B 43	2	8	ガス状の燃料で作動することに特徴のある機関; そのような機関を含む設備(付加された燃
H02J 7		3	278	電池の充電または減極または電池から負荷への電力給電のための回路装置	
電池、ハイブリッド車両	H01M 10	3	114	二次電池; その製造[2]	
	B60L 11	3	70	乗物の内部に動力供給源をもつ電氣的推進装置(B60L8/00, B60L13/00が優先; 注	
	H02J 3	3	69	交流幹線または交流配電網のための回路装置	
	H01M 8	3	64	燃料電池; その製造[2]	
	B60K 6	3	39	相互または共通の推進のための複数の異なる原動機の配置または取付け, 例, 電気モ	
	B60W 10	3	34	異なる種類または異なる機能の車両用サブユニットの関連制御(乗物の内部に動力供給源	
	H01L 31	3	34	赤外線, 可視光, 短波長の電磁波, または粒子線放射に感応する半導体装置で, これらの	
	B60W 20	3	29	ハイブリッド車両, すなわち, すべて車両の推進に使用される2つ以上の種類の2つまたは	
	H02M 3	3	27	直流入力-直流出力変換	
	H02J 15	3	25	電気エネルギーを蓄積するための方式(そのための機械的な方式F01~F04; 化学的形態	
	G01R 31	3	23	電氣的性質を試験するための装置; 電氣的故障の位置を示すための装置; 試験対象に特	
	H02J 1	3	19	直流幹線または直流配電網のための回路装置	
	H02M 7	3	16	交流入力-直流出力変換; 直流入力-交流出力変換	
	H02J 9	3	13	非常用または待機電源の回路装置, 例, 非常用照明のためのもの(待機電池充電のため	
	H02J 17	3	13	電磁波による電力給電または電力配電のための方式[3]	
	H02N 6	3	12	光放射を直接的に電気エネルギーに変換する発電機(ソーラ・セルまたはその組立体H01L2	
	B60R 16	3	10	電気回路または流体回路で, 特に車両に適用, 他に分類されないもの; 電気回路または流	
	H01M 2	3	10	発電要素以外の部分の構造の細部またはその製造方法[2]	
	B60L 3	3	9	電氣的推進車両の保安目的の電氣的装置; 変化, 例, 速度, 減速, 動力の消費, の監視機	
	B60K 16	3	8	自然の力, 例, 太陽, 風, からの動力供給に関する配置(自然の力, 例, 太陽, 風, から動	
B60L 15	3	8	電氣的推進車両の推進, 例, 牽引モータの速度, の所定の駆動を行うための制御をする手		
G05F 1	3	8	電氣量の単一または複数の所望値からの偏差を系の出力部で検出し, 系の装置へフィ		
H01M 16	3	8	異なる型式の電気化学的発電装置の構造的組み合わせ[2]		
B60K 1	3	7	電氣的推進装置の配置または取付け(7/00が優先; 相互または共通の推進のための複		
F02D 29	3	7	機関の作動に不可欠な部品または補機以外の装置であって機関により駆動されるものに特		
原動機	F03D 9	4	133	風力原動機の特種用途への適応; 風力原動機とそれにより駆動される装置との組み合わせ	
	F03B 13	4	42	特殊用途のための機械または機関の適用; 駆動するかまたは駆動される装置と機械また	
	H02P 9	4	38	所望出力を得るための発電機制御装置(ワードレオナード装置7/34, ベクトル制御21/1	
	F03G 6	4	34	太陽のエネルギーから機械的動力を生み出す装置(太陽ボイラF24)[5]	
	F03G 7	4	25	機械的動力を生み出す装置または機構であって, 他類に属しないものまたは他類に属しな	
	H02K 7	4	25	機械と結合して機械的エネルギーを取り扱う装置, 例, 機械的駆動原動機または補助発電機	
	F02C 6	4	24	複数形ガスタービン設備; ガスタービン設備と他の装置の結合(そのような装置に主な特徴	
	F03D 3	4	22	風力の方向にほぼ直角な回転軸をもつ風力原動機(制御7/00)	
	F03B 17	4	18	他の機械または機関	
	B63B 35	4	14	特定の目的のため適用される船舶またはそれに類する浮揚構造物(貨物収容装置に特徴	
	F03D 11	4	14	このサブクラスの他のグループに分類されない細部, 構成要素または付属品	
	F03D 7	4	12	風力原動機の制御	
	F01K 25	4	10	特殊な作動流体を使用するものであって, 他に分類されない設備または機関; 密閉サイク	
	F03D 1	4	9	ほぼ風力の方向に回転軸をもつ風力原動機(制御7/00)	
	F03G 3	4	8	他の原動機, 例, 重力または慣性による原動機	
	F02C 1	4	7	作動流体として熱ガス又は加熱されない圧縮ガスを使用することによって特徴づけられた	

表 87: 温室効果ガス排出軽減に貢献する他の融合技術とマネージシステム技術分野の国ごとの出願数

		conv_InPat集計	
		C4	appl + appl_authのカウン
熱関係	1	1 DE	1503
	2	1 US	1195
	3	1 JP	643
	4	1 FR	509
	5	1 GB	313
	6	1 AT	287
	7	1 CH	192
	8	1 IT	170
	9	1 NL	134
	10	1 KR	120
電気分解	1	2 US	1573
	2	2 JP	1124
	3	2 DE	874
	4	2 FR	247
	5	2 GB	224
	6	2 KR	211
	7	2 EP	96
	8	2 IT	76
	9	2 CA	72
	10	2 CH	44
電池、ハイブリッド車両	1	3 JP	18677
	2	3 US	10965
	3	3 DE	5780
	4	3 KR	3792
	5	3 FR	1823
	6	3 GB	1502
	7	3 TW	636
	8	3 EP	551
	9	3 CN	454
	10	3 IT	430
原動機	1	4 US	1455
	2	4 DE	1041
	3	4 JP	448
	4	4 GB	381
	5	4 FR	276
	6	4 DK	157
	7	4 EP	152
	8	4 CH	148
	9	4 IT	139
	10	4 ES	139

参考文献

規制とイノベーション

- Battisti, & Stoneman, P. (2003). Inter- and intra-firm effects in the diffusion of new process technology. *Research Policy* 32 , 1641-1655.
- BeiseMarian, RenningsKlaus. (2005). Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. *Ecological Economics* 52, 5– 17.
- Carol M. Sanchez, W. M. (1998). Environmental regulatory influence and product innovation: the contingency effects of organizational characteristics. *J. Eng. Technol. Manage.* , 257–278.
- Dinica, V. (2006). Support systems for the diffusion of renewable energy technologies—an investor perspective. *Energy Policy* 34 , 461–480.
- Del R'io, P. 2002. *Industria, Cambio tecnol'ogico y Desarrollo Sustentable. Patronos de Adopci'on de Tecnolog'ias Limpias en la Industria del Papel.* [Industry, technological change and sustainable development: Patterns of adoption of cleaner technologies in the paper industry]
- Huber, J. (2008). Pioneer countries and the global diffusion of environmental innovations: Theses from the viewpoint of ecological modernisation theory. *Global Environmental Change* 18 , 360– 367.
- Jan Nill, R. K. (2009). Evolutionary approaches for sustainable innovation policies: From niche to paradigm? *Research Policy* 38 , 668–680.
- Keller, W. (2004). International Technology Diffusion. *Journal of Economic Literature* , 752-782.
- Ockwell, D. G., Haum, R., Mallett, A., & Watson, J. (2010). Intellectual property rights and low carbon technology transfer: Conflicting discourses of diffusion and development. *Global Environmental Change* 20 , 729–738.
- OECD Studies on Environment Innovation. (2008). Environment Policy, Technological Innovation and Patents. OECD.
- Pablo del Rio, J. C.-H. (2010). Policy Strategies to Promote Eco-Innovation An Integrated Framework. *Journal of Industrial Ecology* , 1-17.
- Popp, D. (2006). International innovation and diffusion of air pollution control technologies: the effects of NOX and SO2 regulation in the US, Japan, and Germany. *Journal of Environmental Economics and Management* 51 , 46–71.
- Porter, E. M. (1992). 国の競争優位. ダイヤモンド社.
- Puller, S. L. (2006). The strategic use of innovation to influence regulatory standards. *Journal of Environmental Economics and Management* 52 , 690–706.
- R.クルームズ、P.サビオツティ、V.ウォルシュ。(1989). 新経済学ライブラリ<別巻1> 技術革新の経済学. 親世社.
- Stoneman, P. (2010). *Economics of Innovation Volume 2 (Chapter 17)*. North Holland.
- Stoneman, P. (2002). *The Economics of Technological Diffusion*. Backwell.
- Tim Foxon, P. P. (2008). Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: some features of a sustainable innovation policy regime. *Journal of Cleaner Production* 16S1 , S148eS161.
- Tsoutsos, T. D., & Stamboulis, Y. A. (2005). The sustainable diffusion of renewable energy technologies as an example of an innovation-focused policy. *Technovation* 25 , 753–761.
- Verdolini, E., & Galeotti, M. (2010). At home and abroad: An empirical analysis of innovation and diffusion in energy technologies. *Journal of Environmental Economics and Management*.
- Weyant, J. P. (2010). Accelerating the development and diffusion of new energy technologies: Beyond the “valley of death”. *Energy Economics*.
- Worrell, E., Berkel, R. v., Fengqi, Z., Menke, C., Schaefer, R., & Williams, R. O. (2001).

- Technology transfer of energy efficient technologies in industry: a review of trends and policy issues. *Energy Policy* 29 , 29-43.
- Pablo del Rio, Javier Carrillo-Hermosilla, and Totti Konnola “Policy Strategies to Promote Eco-Innovation: An Integrated Framework” *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 14 No.4, 2010, p541-557
- Javier Carrillo-Hermosilla, Pablo el Rio, and Totti Konnola “Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies” *Journal of Cleaner Production*, 18 (2010), p1073-1083

特許分析

- OECD, 2009a, Using patent data as an indicator of international technology transfer.
- OECD Working Party on National Environment Policies, 2009b, Indicators of Innovation and Transfer in Environmentally Sound Technologies: Methodological Issues, ENV/EPOC/WPNEP (2009)1 /FINAL
- Popp, D. (2009), “Policies for the Development and Transfer of Eco-Innovations: Lessons from the Literature”, OECD Environment Working Papers, No. 10, OECD Publishing. OECD 2010a, Eco-Innovation in Industry: Enabling Green Growth.
- OECD Working Party on Global and Structural Policies, 2010b, Climate Policy and Technological Innovation and Transfer: An Overview of Trends and Recent Empirical Results, ENV/EPOC/GSP(2010)10/FINAL
- Veefkind, V., (2010) “Patent searches for climate change mitigation technologies –Y02”
<http://ictsd.org/downloads/2010/10/epo-2-patent-searches-for-climate-change-mitigation-technologies.pdf>
- Breschi, S., F. Lissoni and F. Malerba (2003) Knowledge relatedness in firm technological diversification, *Research Policy*, 32, 69-87.
- Suzuki, J. and F. Kodama (2004) Technological diversity of persistent innovators in Japan: Two case studies large Japanese firms, *Research Policy*, 33, 531-549.
- Dechezlepretre, A., A. Glachant, I. Hascic, N. Johnstone, Y. Meniere (2008) Invention and Transfer of climate Change Mitigation Technologies on a Global Scale: A study drawing on patent data, Final Report,
http://www.cerna.enscm.fr/Documents/Invention_and_transfert_of_climate_mitigation_technologies_on_a_global_scale_a_study_drawing_on_patent_data.pdf
- 『2011 中国光伏产业发展报告』 <http://www.china5e.com/show.php?contentid=164584&page=2>
- 中国エネルギー網 <http://www.china5e.com/show.php?contentid=205473>
- 産業構造審議会産業技術分科会・評価小委員会 『太陽光発電研究開発追跡評価報告書』 2011 年
http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougijutsu/taiyoukou_hatsuden/002_s01_00.pdf
 (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー技術開発部
 「2030 年に向けた太陽光発電ロードマップ (PV2030) に関する 見直し検討委員会」報告書
<http://app3.infoc.nedo.go.jp/informations/koubo/kaiken/BE/nedopressorder.2009-06-08.2039491773/gaiyou.pdf>
 JPEA PV outlook 2030

インドネシア

- 財団法人エネルギー経済研究所(2010 年) 「インドネシアにおける省エネルギーの現状と課題 -省エネルギー投資(鉄鋼・セメント)の採算性と補助金の効果について-」
- 坂口功(2010 年) 「インドネシアにおける温室効果ガス排出削減の潜在性と課題」 アジア太平洋研究所トリアルプロジェクト 50-55 頁
- 社団法人日本船舶工業会(2009 年 3 月) 「インドネシアの海事産業に関する調査」 p14-20
- 貿易・投資円滑化ビジネス協議会(2010 年) 「インドネシアにおける問題点と要望」

外務省「政府開発援助（ODA）国別データブック 2008」

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni/08_databook/pdfs/01-01.pdf

外務省「国別援助計画：インドネシア」

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/enjyo/indonesia.html>

外務省「無償資金協力」

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/data/gaiyou/odaproject/asia/indonesia/index_01.html

森瀬崇史, 仲雅之, 白鳥寿一 (2007) DOWA グループにおける再資源化・リサイクルの取り組み, *Journal of MMU* Vol.123, p.758-762

新エネルギー・産業技術総合開発機構(2000年) 「新エネルギー海外情報」12号, 15-28頁
法務省(2002年5月) 「インドネシアの司法制度と司法改革の状況」ICD NEWS 第3号

<http://www.moj.go.jp/content/000010257.pdf>

総務省(2008年10月)「インドネシアの行政」諸外国の行政制度等に関する調査研究 No.16

http://www.soumu.go.jp/main_content/000085173.pdf

“Clean Energy and Environment Program Fosters Greater U.S. Engagement in Indonesia” United States Trade and Development Agency (USTDA), accessed November 12, 2010,

http://www.ustda.gov/news/pressreleases/2010/SouthAsia/Indonesia/IndonesiaPOTUS_110910.asp

“Department of Energy Awards \$338 Million to Accelerate Domestic Geothermal Energy” The Department of Energy, <http://www.energy.gov/8233.htm>

“World Bank Helps Indonesia Increase Geothermal Energy” The New York Times, accessed November 10, 2010,

<http://www.nytimes.com/cwire/2010/03/22/22climatewire-world-bank-helps-indonesia-increase-geothermal-67858.html>

Manfred P. Hochstein and Sayogi Sudarman, “History of geothermal exploration in Indonesia from 1970 to 2000”, *Indonesian Geothermal Prospects and Developments* (June 2008): 220-266

Alison Holm, Lesile Blodgett, Dan Jennejohn and Karl Gawell (2010), “Geothermal Energy: International Market Update”, *Geothermal Energy Association*, pp. 7, accessed December 8, 2010

http://www.geo-energy.org/pdf/reports/GEA_International_Market_Report_Final_May_2010.pdf

Ruggero Bertani (2007), "World Geothermal Generation in 2007", *Geo-Heat Centre Quarterly Bulletin* (Klamath Falls, Oregon: Oregon Institute of Technology) 28 (3): 8-19, accessed

December 4, 2010, <http://geoheat.oit.edu/bulletin/bull28-3/art3.pdf>

権香淑 (2005) 「フィリピンの再生可能エネルギーに関する法制」外国の立法225(2005.8) <<http://www.ndl.go.jp/jp/data/publication/legis/225/022510.pdf>

ベトナム INAX

中西宏太著, 『ベトナム産業分析—この一冊でベトナムの今が分かる!』, 時事通信出版局, 173p(2010)

特定非営利活動法人ブリッジエーシアジャパン (BAJ) 提供資料 (平成 23 年 1 月 14 日) ブリッジ エーシア ジャパンホームページ, <http://www.baj-npo.org/>

Seed to Table ホームページ, <http://www.seed-to-table.org/about.html>

INAX 特集ベトナム環境教育活動同行記, <http://www.inax.co.jp/eco/vietnam/>

ブラジル

日本貿易振興機構 (JETRO) (2009) 「ブラジル水処理関連市場における日本企業の動向」—(2009) 「ブラジルにおける水処理担当省庁」

—(2009) 「ブラジルにおける水処理関連担当の自治体機関」

—(2009) 「ブラジルの水処理関連機器のバイヤーとなりうる企業」

経済産業省水ビジネス・国際インフラシステム推進室(2009) 「水ビジネスにおける日本業の「強み」、「弱み」 (経済産業省アンケート調査結果) 」

古川茂樹、開発金融研究所 (2005) 「持続可能な上下水道セクターに向けた民活の役割-

南米のケース-

- Da Motta, Ronaldo Seroa et al, IPEA (2004) “Efficiency and Regulation in the Sanitation Sector in Brazil”
- Garrido, Raymundo, Ministry of Environment “Water Resources National Policy in Brazil” Ministry of Cities (2008) “Pesquisa Nacional de Saneamento Basico”IBGE
- De Miranda, Ernani Ciriaco, Ministry of Cities (2004) “The Use of Information in Water Supply and Sanitation in Brazil”
- UK Trade & Investment (2010) “Brazil Opportunities in Environment & Water”
- Mercedes, Sonia S.P. et al “Barriers to Implementation of Waste to Energy (WTE) Technologies in Brazil”
- Wagner, Teresa, US Commercial Service (2008) “Brazil: Overview of the Environmental Sector in Brazil”
- 日本貿易振興機構 (JETRO) (2009) 「ブラジルが輸入品に頼らざるを得ない主要省エ関連機器」 <http://www.jetro.go.jp/world/cs_america/br/environment/trends/0912001.html>
- (2009) 「ブラジルで日本製品の競争力が見込まれる省エネ分野」 <http://www.jetro.go.jp/world/cs_america/br/environment/trends/0912002.html>
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構、NEDO (2004) 「動き始めたブラジルの代替エネルギー振興計画 PROINFA」 No.926
- 特許庁 (2009) 「平成 21 年度特許出願技術動向調査報告 LED 照明 (要約版)」
- 相川武利、山村洋、開発金融研究所 (2005) 「変貌するブラジル向け外国直接投資」
- 西島章次、神戸大学経済経営研究所(2007) 「ブラジルの経済改革の現状と今後の課題」
- ピクテ投信投資顧問(2008) 「経済成長に伴う電力需要の高まりを背景に成長するブラジルの電力業界」 グローバル公益株式マーケットニュース
- 三菱総合研究所/農林水産省 (2009) 「地球規模の問題に対する食料・農業・農村分野貢献手法に関する検討調査」
- 日本総研(2010) 「投資主導型に向かうブラジル経済」 NO.2010-029
- ABilumi (2007) “Mercado mundial da lampadas”
- ANEEL (2008) “Questions and Answers about Electricity Distributors’ Tariffs”
- De Alexandria Cruz, Paula de Tarso, Ministry of Mines and Energy (2006) “Energy Efficiency in Brazil”
- 内多允(2007) 「食料政策に波紋を投じたブラジル・米国のエタノール外交」 国際貿易と投資、No.68
- 科学技術振興機構(2010) 「科学技術・イノベーション政策動向～ブラジル～」
- 経済産業省 (2006) 「バイオマスニッポン総合戦略」
- 小泉達治、農林水産政策研究所 (2007) 「世界のバイオエタノール政策の展開と課題～米国・ブラジルを中心に～」 食・農・環フォーラム第80回学習会
- 資源エネルギー庁新エネルギー対策課 (2002) 「バイオマスエネルギー開発・利用戦略検討状況」
- 島内憲 「ブラジル政治経済情勢と日伯関係」
- 農畜産業振興機構(2006) 「ブラジルにおける砂糖およびエタノールの生産・流通事情について」
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 新エネルギー技術研究開発
- バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発(2010) 「バイオマスエネルギー先端技術研究開発」
- (2005) 「ブラジルにおける新エネルギー等実態調査」 特別号 新エネルギー海外情報 No.7
- (2005) 「バイオディーゼル混合に向けた法案が発効 (ブラジル)」 新エネルギー、No.952
- (2006) 「着々と進行する「バイオディーゼル生産・利用国家計画」 (ブラジル)」 バイオマス特集、No.983

- (2007)「アジアへの環境技術移転とバイオマス—CDMプロジェクトへ期待と展望—」地球温暖化特集、No.1008
- (2008)「セルロース系エタノールの商業生産(ブラジル)—ブラジル・米国の開発競争が過熱—」再生可能エネルギー特集、No.1023
- 手塚眞「米国およびブラジルにおける燃料エタノールの経済と政策」
- 山下慶洋(2009)「第二世代バイオ燃料の可能性～食糧問題とエネルギー問題の解決に向けて～」立法と調査、No.295
- Cohen, Joaquim Dib, Petrobras “Bioethanol and Biodiesel in Brazil” Da Motta, Ronaldo Seroa, IPEA (2009) “Eco-Innovation in Brazil”
- Filho, Nelson Narciso, ANP (2009) “The Oil and Gas Industry in Brazil” F.O Licht
- Janssen, Rainer et al, WIP (2010) “International Cooperation on the Sustainable Development of 2nd Generation Biofuels”, Germany.
- Lima, Rodrigo, ICONE (2008) “The Prospects of Sugarcane Expansion in Brazil: Impacts on Land Use Allocation and Changes”
- Velasco, Joel, UNICA (2009) “Biofuels: Food, Fuel and the Future?”
- 大野正人、岡かおる、坂本治 (2009) 「開発途上国の有害廃棄物管理法制度」資源環境政策、Vol.45, No.11
- 青木雅幸、野村総研 (2010) 「ブラジルの消費者市場における日本企業の事業機会」知的資産創造、2月号

インドネシア・タイ (DOWA)

- 日本貿易振興機構アジア経済研究所『アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書』経済産業省委託、2007年、p.18
- 古川柳蔵 (2010) 『環境制約下におけるイノベーション』東北大学出版会
- 森瀬崇史、仲雅之、白鳥寿一、‘DOWA グループにおける再資源化・リサイクルの取り組み’Journal of MMU Vol.123, p.758-762(2007)
- DOWA エコシステム株式会社パンフレット
- DOWA エコシステム提供資料、‘PT.PRASADHA PAMUNAH LIMBAH INDUSTRI, Integrated Environmental Waste Management Services’,33p.
- ESBEC パンフレット
- ESBEC 提供資料‘ESBEC 操業概況’,2010年10月1日
- BPEC パンフレット
- Waste Management Siam Ltd パンフレット
- ジェットロ提供資料 ‘インドネシアの経済概況’, ジェットロ・ジャカルタセンター, 2011年1月, 14p.
- DOWA 決算説明資料 http://www.dowa.co.jp/jp/ir/library_meeting.html
- DOWA 有価証券報告書 http://www.dowa.co.jp/jp/ir/library_portfolio.html
- DOWA アニュアルレポート http://www.dowa.co.jp/jp/ir/library_annual.html

中国

- 国家エネルギー局 <http://www.nyj.ndrc.gov.cn/>
- 国家発展改革委員会 <http://www.ndrc.gov.vn/>
- 中国環境保護部 <http://www.mep.gov.cn>
- 中国環境保護網 <http://www.chinaenvironment.com/>
- 環境保護部宣伝教育中心 <http://www.chinaeol.net/>
- 中華環境保護チャンネル <http://www.cctvcp.com/>
- 中国環境保護産業連盟 www.caepi.org.cn
- 中華環境保護基金会 www.cepf.org.cn
- 中国可再生エネルギー学会 www.cses.org.cn

中日友好環境保護中心 www.china-epic.cn
中国環境科学出版社 www.cesp.com.cn
中国環境科学研究院 www.craes.cn
中国資源総合利用協会 www.creia.net
中国省エネ排出削減網 <http://www.jnip.com.cn/>
エネルギー業界網 <http://www.cceec.com.cn/>
中国環境設備網 <http://www.hb114.cc/>
北京市環境保護産業協会 www.bjshjbhcyxh.com
広東省環境保護産業協会 www.gdepi.com.cn
中国環境保護産業協会水質汚染治理委員会 www.cwpcc.cn
循環経済専門委員会 www.pcce.org.cn
機動車污染防治委員会 www.cvec.org.cn
中国科学院可持续发展战略研究组 『2010 中国可持续发展战略报告』（科学出版社・2010）
中国経済信息网の調査報告-「2009 年度業界調査報告一環保」
杨东平主编『中国环境发展报告（2010）』（社会科学文献出版社・2010）
王金南ほか主编『中国环境政策（第六卷）』（中国环境科学出版社・2009）
王宁寰编著『节能减排-低碳经济的必由之路』（山东教育出版社・2010）
刘卫东 等著『我国低碳经济发展框架与科学基础』（商务印书馆・2010）
丁文广主编『环境政策与分析』（北京大学出版社・2008）
林定恕著『环境保护与发展战略』（中国环境科学出版社・2007）
国家環保総局環境企画院・国家信息中心『中国環境経済形勢分析與予測』（中国環境科学出版社・2008 年）
中共中央『第十一次 5 ケ年計画』
中共中央『第十二次 5 ケ年計画』
研究会編『中国環境ハンドブック 2009-1010』蒼蒼社
日本貿易振興機構北京センター『中国の環境産業に関する報告書』2009 年 3 月
（財）自治体国際化協会 北京事務所『地方自治体における対中国環境ビジネスの促進に向けて』2010 年 8 月
株式会社旭リサーチセンター『中国の環境問題と環境保護産業に関する報告』2005 年 9 月
中国環境問題研究会編（2008）『中国環境ハンドブック 2009—2010』蒼蒼社。
NEDO <http://www.nedo.go.jp/content/100117490.pdf>
杉本勝則「中国の環境問題とこれからの日中環境協力」
http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2008pdf/20080905035.pdf
中国科学院可持續發展戰略研究組、2009 年中国可持續發展戰略報告、科学出版社、2009
<http://finance.sina.com.cn/review/20080710/00055073826.shtml>《从中日能源效率对比透视中国节能政策》
牛文元主编（2009）『中国新型都市化報告 2009』科学出版社
牛文元主编（2010）『中国新型都市化報告 2010』科学出版社
井熊均・Wang Ting（2010）『中国環境都 』日刊工業新聞社。
小柳秀明（2010）『環境問題のデパート』蒼蒼社。
張玉林「海河流域の生態環境災難と社会対応」（2009）中国環境問題研究会編中国環境問題研究会編『中国環境ハンドブック 2009-1010』蒼蒼社。
中国経済信息网の調査報告-「2009 年度業界調査報告一環保」
<http://news.sina.com.cn/o/2005-02-01/09135008999s.shtml> 《高效开发煤炭资源应对能源危机与环境污染问题》
中国科学院可持續發展戰略研究組、2009 年中国可持續發展戰略報告、科学出版社、2009
周 瑋生（2010）「「一石多鳥」を目指す中国版グリーンニューディール政策一中国の低炭

素経済政策」 http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/1002low_carbon/r1002_syu.html
 井熊均・Wang Ting (2010) 『中国環境都』 日刊工業新聞社
 BBC. (2011) *China ends wind power subsidies after US challenge*. 8 June, 2011
 China Wind Energy Association, (2010). China Wind Turbine Installed Capacity Statistics 2010: 1-10
 Global Wind Energy Council (GWEC), (2011), Annual market update 2010, Wind Report Technology Roadmap –China Wind Energy Development Roadmap 2050- Summary 2011, International Energy Agency, Energy Research Institute
 Mian Yang, Dalia Patino-Echeverri and Fuxia Yang. (2011). Wind power generation in China: Understanding the mismatch between capacity and generation, Renewable Energy (2011) 1-7
 Ministry of Foreign Affairs of Denmark, the Trade Council, Energy & Environment Access China 2011.
 Ministry of Foreign Affairs of Denmark, Embassy of Denmark, Beijing
<http://www.ambbeijing.um.dk/en/menu/TheEmbassy/News/VestasCelebrates25thAnniversaryOnTheChineseMarket.htm>
 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, (2011), Renewables 2011 Global Status Report
 Sino-Danish Wind Energy Development Programme
<http://www.dwed.org.cn/en/index.asp>
 The New York Times. (14 Dec 2010) Keith Bradsher, To Conquer Wind Power, China Writes the Rules
 The New York Times. (3 Jan 2011) Jack Ewing Siemens Invests in Expanding Wind Power
 Zhao ZY, Zuo J, Feng TT, Zillante G. (2011) International cooperation on renewable energy development in China – a critical analysis, Renewable Energy 2011; 36: 1105-10
 上田 悦紀. (2007) 風力発電ビジネスの国際動向 日本風力エネルギー協会誌 風力エネルギー Vol31 No.4 通巻 84
 中国可再生可能源学会・中国科学院广州能源研究所. (2009), 「中国新能源与可再生能源年鑑 2009 創刊号」

インド

島根 良枝「インド産業部門の成長」日本貿易振興会 アジア経済研究所 (2009)
 UNESCO Science Report 2010: The Current Status of Science around the World (2010)
 Energetica India. The Government of India. “Jawaharlal Nehru National Solar Mission: Towards Building SOLAR INDIA”. 2008.
 研究開発戦略センター. “科学技術・イノベーション動向報告 ~インド編~”. 科学技術振興機構. 2009.
 鈴木信貴、新宅純二郎. “インドの経済発展とインド企業、日本企業のものづくり: 前編”. 赤門マネジメント・レビュー9 巻4号, 2010. 277-294.
 ソーラーフロンティア株式会社. “ソーラーフロンティア、インドで30メガワットを超える CIS 薄膜太陽電池を供給”. 2011.
 日本政策投資銀行. “太陽電池産業に押し寄せる3つの変化 ~スピード経営で台頭するインドや中国の新興勢力~. 今月のトピックス No. 121-4, 2008.
 Brewin Dolphin. “Indian Renewable Energy Sector Report.” 2011.
 Canada Pacific Gateway. “Asia Pacific Market Profile Environmental: India.” 2008.
 JETRO. インドの環境に対する市民意識と環境関連政策. 2011. 1-16.
 McKinsey & Company. “Powering India: The Road to 2017.” 2009.
 Ministry of Finance. “Position Paper on The Water and Sanitation Sector in India”. The Government of India. 2009.
 Ministry of New and Renewable Energy. “Report of the Working Group on New and Renewable Energy for XIth Five Year Plan (2007-12).” The Government of India. 2006.

Ministry of Power. “The Working Group on Power for Eleventh Plan (2007~12)”. The Government of India, 2007. 432-434.

Muneer, Tariq, Muhammad Asif, and Saima Munawwar. Sustainable production of solar electricity with particular reference to the Indian economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 9 (2005), 444-473.

Office of the Principal Scientific Advisor to the Government of India. “Report of the Working Group on R&D for the Energy Sector for the formulation of The Eleventh Five Year Plan (2007-2012)”. The Government of India, 2006. 109.

O3 Capital. “Investing in Power Sector in India.” 2008.

South Asia Energy Unit. “Report on Barriers for Solar Power Development in India”. Sustainable Development Department, the World Bank. 2010. 2-33.

韓国

“Green Growth Korea” Presidential Committee on Green Growth (www.greengrowth.go.kr)

“Investment Opportunities in Korea: Parts and Materials Industrial Park” Korea Trade-Investment Promotion Agency, 2011

“Green Growth in motion: Sharing Korea’s Experience” Global Green Growth Institute, 2011

「科学技術・イノベーション政策動向 韓国編～2010年度版～」独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

「韓国国家科学技術委員会（NSTC）改組の背景と新組織の概要」JST 研究開発センター海外動向ユニット、2011年6月

o