

『平成 24～25 年度 環境経済の政策研究

グリーンニューディール政策等の産業影響分析と我が国環境技術の国際展開手法の検討～次世代自動車・蓄電技術、及び地熱に関する研究開発を事例に～ 最終報告書』

平成 26 年 3 月

政策研究大学院大学

東北大学 国連大学

目次

研究計画・成果の概要等	3
1. 研究の背景と目的	3
2. 研究計画及び実施方法	4
3. 2年間における実施体制	6
4. 研究の実施内容 概要	7
5. 本研究の成果	8
6. 行政ニーズとの関連及び位置付け	9
7. 研究成果による環境政策への貢献	9
8. 対外発表等の実施状況	9
研究の内容	11
研究成果の要約	11
Summary of study results	17
1. 序論～規制とイノベーションについて	23
2. グリーンニューディール政策の国際比較及び経済的影響について	26
2.1 グリーンニューディール政策の概念	26
2.2 グリーン経済刺激策及びグリーンニューディール政策の国際比較	28
2.2.1 米国	30
2.2.2 ドイツ	36
2.2.3 デンマーク	41
2.2.4 韓国	45
2.2.5 中国	49
2.2.6 日本	53
2.3 政策、財政優遇措置、財政活動の比較	57
2.4 グリーン・ニューディール政策の評価手法の調査	63
2.4.1 CGE モデル (Computable General Equilibrium)	63
2.4.2 マクロ計量モデル	64
2.4.3 CGE 手法による気候変動緩和政策の経済分析評価例	66
2.5 日本のグリーン・ニューディール政策の雇用への影響	69
2.6 CGE モデルによる次世代自動車普及の経済効果分析	80
2.6.1 次世代自動車の生産・販売の推移	80
2.6.2 次世代自動車販売の予測と実績	81
2.6.3 次世代自動車普及のための減税と補助金	83
2.6.4 次世代自動車普及の経済的影響を分析するための動学的 CGE モデル	85
2.6.5 次世代自動車普及の経済的影響	91
2.7 結論	97
3. 特許分析：EV 技術に関する日本の国際競争力	100
3.1 特許データ分析方法 — 技術のクラスター分析	100
3.2 主要 EV 技術に関する知的財産活動の概要	101
3.2 EV の主要技術及び近隣技術分析	107
3.3 EV の規制とイノベーション	123
3.3.1 背景および先行研究	124
3.3.2 データおよび方法論	125
3.3.3 分析結果	127
3.3.4 トヨタ、ホンダ、日産、GM、Ford の EV に関するイノベーション・パフォーマンス	130
3.3.5 EV のイノベーション・パフォーマンスの判定	133
3.4 結論	135
4. 中国 EV 特許分析および中国市場の洞察	137
4.1 EV に関する中国の国レベルの政策動向	137
4.1.1 特許協力条約 (PCT) について	137
4.1.2 中国におけるイノベーション型国家建設に基づく知的財産権戦略の展開	139

4.1.3 PCT 出願を促進する政策	142
4.2 各地方政府のEV自動車普及に関わる推進策	146
4.2.1 主要地方都市の普及支援	147
4.2.2 企業と個人購入者の反応	152
4.2.3 中国企業の例	155
4.3 中国のEV技術力及び外国による勢力分布	159
4.3.1 発明特許申請、付与と実用新案の動向及び国内出願人と外国出願人の勢力分布	159
4.3.2 実用新案モデルの重要性について	164
4.3.3 トップ出願人について	167
4.4 結論	168
5 事例研究	169
5.1 リチウムイオン電池関連技術の事例分析	169
5.1.1 リチウムイオン電池技術	169
5.1.2 グリーンニューディール政策による負の技術開発シフト	173
5.1.3 リチウムイオン電池関連等のリサイクル技術（日本リファイン株式会社）	174
5.2 エネルギーの見える化技術（ソフトウェア技術）	185
5.2.1 大和ハウスとHEMS（Home Energy Management System）	185
5.2.2 シンガポールの環境政策の概要	187
5.2.3 国内市場 SCSK の事例	191
5.2.4 BEMS 伊藤忠テクノソリューションズの事例	194
5.2.5 リチウムイオン電池・HEMS に関する考察	195
5.3 グリーンイノベーションと地熱利用	198
5.3.1 研究の背景と目的	198
5.3.2 世界の地熱に関して	198
5.3.3 日本における地熱に関して	201
5.3.4 欧州における EGS の展開	206
5.3.5 考察	211
6 結論 ～ GND とイノベーションに関する政策インプリケーション	213
III. 参考文献	230

研究計画・成果の概要等

1．研究の背景と目的

(1)背景

2008年に世界は、食糧問題、燃料や金融危機と言った数多くの危機に直面し、世界規模でのイニシアチブとビジョンがより問われるようになり、このような課題への一つの解決策として、グローバル・グリーンニューディールが導き出された。国際連合環境計画（UNEP）の定義によると、グリーンニューディール政策（以下 GND）は、短期的には雇用増加を目的とし、中長期的には持続可能なグリーン経済¹及び経済成長の基盤となることを目指す、景気刺激策の中でもグリーンな要素を含む政策群である。本研究においては、GNDを「短期的には経済活性化のため、かつ長期的にはグリーン経済の基盤となる制度を作るための政策群」と定義している。諸外国でGND構想や計画が発表され、企業やイノベーションという観点から、日本に優位性のある新エネ・省エネ技術の競争力を強化するには、技術への投資促進、需要の創出、グリーン消費の普及・拡大といった包括的アプローチが重要であり、環境持続性と経済成長をうまく組み合わせ、経済、環境、社会政策上の目的を効果的に統合することが重要である。GNDにおいて重要なのは、長期的な視点において持続可能なグリーン成長を実現するために、グリーン技術の業種横断的な共同体や分散型の地域システムの構築、イノベーションの基盤となるようなインフラ整備を推進する必要がある。一方、国際的に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に対応して、CO2削減やパートナーシップなど国際的な枠組み作りを通して低炭素・省エネ志向な国際環境の創造が必要である。また、新エネ・省エネ技術など技術的には高い能力を持っている日本企業が、海外市場での競争力を高めるために、官民合同での海外展開や、インフラパッケージ輸出、国際標準化などを加速する状況にある。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オンを与え、海外展開する際の課題や海外市場でのニーズ動向を理解し、他国政府の政策への反映などについて更なる調査・分析を行い、それらを勘案し我が国への政策インプリケーションや対外戦略を提示することが重要である。

(2)目的

各国のGNDの具体的施策や取組みを調査した上で、GND政策が如何に市場・産業への普及に影響しているか客観的データや事例分析を基に分析する。まず、各国のGNDの概念整理と類型化し、GND政策の影響について評価している研究について調査を行い、我が国におけるGND政策の経済・産業への影響を分析するためにi/o分析およびCGE分析を実施し、特許分析を行い、さらに事例調査で具体的な事業展開の課題に焦点を当て、技術競争力やイノベーションにどのようなインパクトがあるのか調査研究することを目的とする。またその結果を踏まえ、企業は投資配分や研究開発を進めイノベーションを誘導し、結果的に競争力の増強を行うためにどのような戦略があるか、規制や奨励政策の方向性、需要拡大策など選択肢を示す。それぞれの政府が掲げるGND政策の環境・経済・社会的目標との関連性や、産業界の研究開発への影響、また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り、特許データ分析に加え事例調査や現地調査を組み合わせ、将来の市場やニーズの手がかりの判断、研究開発・技術イノベシ

¹ グリーン経済とは、それに関連した雇用によって生み出す財やサービスの確立とともに、環境的な利益があるもの、また関連する技術やスキルによって価値が付加された経済活動のことと定義している。（The Brookings Institute, 2011）

ヨンの軌跡と企業業績との関係、海外展開に際し日本企業が抱える課題を踏まえ、政策インプリケーションを導き出す。

2．研究計画及び実施方法

本研究では各国の GND 政策を比較分析し、我が国の GND 政策が実際に次世代自動車等の環境技術イノベーションにどう影響を与えているか、また、市場・経済への影響も含めて企業の資源配分やイノベーション戦略にどのような影響を与えているか、という点に注視しながら調査・分析を行う。具体的には(1) 各国の GND 政策の比較分析及び経済的影響に関する調査、(2) 特許データ・財務データによる分析、(3) 我が国環境関連産業の国際展開に関する事例分析、(4) 政策インプリケーション、の4項目について調査研究・分析を実施する。成果については随時国内外において公表していく。

(1) 各国の GND 政策の比較分析及び経済的影響に関する調査

GND 政策の類型化及び整理

GND に関する研究はまだ新しいものであり、各国の GND 関連政策を整理・分類し、各国の GND 政策が実際に環境技術イノベーション関連の研究開発の方向性にどう影響を与えているか、また、日本の GND 関連政策が市場・経済・雇用などへどのような影響を与えているか、という点に注視しながら精査を行う。

GND 関連政策の経済・産業への影響分析

GND 関連政策の我が国経済への影響を評価するに際し、グリーン関連政策・投資による経済的影響分析については特に次世代自動車産業に着目し、産業関連表を含む CGE モデルを用いて研究を行う。本研究で使用する CGE モデルは、生産関数に基づくトップダウン型技術選択だけでなく、個々の詳細な技術情報を重視するボトムアップ型技術選択を取り入れることができるハイブリッド型モデルであり、電気自動車生産技術を含む次世代自動車の投入構造に基づいたアクティビティーを新たに追加し、次世代自動車が市場メカニズムに基づいて採択される条件について明らかにする。特に、新技術の市場での採択に当たっては、既存の生産技術だけでなく、研究開発投資による技術構造の変化やインフラ整備も重い要な役割を果たすことから、それらの経済効果についても取り入れながら分析を行う。

(2) 特許データ・財務データによる分析

環境関連政策が市場・産業への影響も含めて企業の資源配分やイノベーション戦略にどのような影響を与えているか、特許データなどを用いて分析を行う。特許データによる技術開発と環境政策の影響分析として、EPO Worldwide Patent Statistical Database, Osiris (世界企業財務データ)、CNIPR(中国実用新案特許データベース)を用い、トレンド分析や、特許データに記載されている企業名や発明者などの詳細情報を利用した特許ファミリー分析、技術力の分布分析など統計分析を行う。また、企業のイノベーションのパフォーマンス、技術の軌道を分析する。本研究では以下の2分野について重点的に分析を行う。

日米の自動車企業の技術開発の経緯に対する環境政策の影響分析

特許データ、財務データを用いて、日米の自動車企業の時系列の研究開発の成果及び、売上データなどとの関連性も含め市場での成果をもとに、環境政策や規制などからの影響について分析を行う。

中国企業の実用新案を基にした技術競争分析

近年中国では実用新案が爆発的に増えており、中国の国内企業は特許より実用新案を出す傾向にあり、中国国内メーカーがグリーン政策やEVなど自動車産業の新しい環境技術開発へどう影響を与えたか中国政府が公開している実用新案特許データセットをもとに中国環境技術の発展状況の中での位置づけや、技術力の分布、発展の傾向測定などの分析を行う。

(3) 我が国環境関連産業の国際展開に関する調査(事例分析)

環境関連技術の市場潜在性、海外進出企業・自治体の直面する問題についての事例調査として、東アジアを中心に日本の成長戦略としても規模的にもインパクトの大きい地域に焦点を当てる。GNDの対象となる新・再生可能エネルギー・省エネ、次世代自動車産業の環境関連技術、燃料電池、地熱発電など、国レベルでの長期目標とその実現を阻害する障壁を明らかにし、イノベーション戦略が果たす役割や将来像とその実現戦略について分析を行う。また我が国の関連産業の海外市場への参入を後押しするための政策について、インプリケーションとして導出することを目指し、我が国の官民連携戦略や、ライフスタイル提案型イノベーションなどについても勘案しながら分析を行う。本研究が重点を置く事例調査として以下に示す。

リチウムイオン電池関連技術のアジア展開事例分析

2009年のグリーンニューディール政策の影響がどこまで及んでいるのか、GNDの影響、リチウムイオン電池メーカーの企業内の資源配分の変化、それによる、技術開発のシフトの有無について、事例調査、特許分析で明らかにする。また、このシフトによって、国際競争力にどのような影響を与えているのか、自動車用及び家庭用のリチウムイオン電池の両方を分析することで、政策的インプリケーションを得ることを目的とする。日本リファインのリチウムイオン電池の溶剤リサイクルのアジア展開についても踏まえ、また、リチウムイオン電池だけでなく、それを管理するエネルギーマネジメントシステム(HEMSなど)の事業まで範囲を広げ、GNDが関連産業にどのように影響を与えたのか、技術とビジネスの国際競争力を維持するためには、政策として注意すべき点があるのかヒアリングを行った結果を踏まえ検討する。

地熱発電の事例分析

「新成長戦略」における「グリーン・イノベーション」やGNDに関連する規制緩和の流れ、東日本大震災等を受け、地熱発電に関する諸規制緩和が行われ、国内地熱開発に関して斜め掘削、国立公園等内での開発が増えている。それらの規制緩和が、実際の地熱エネルギー開発に対してどのような効果を有しているか、日本国内の実際の開発事例・雇用創出・技術開発への影響等について調査・分析を行うとともに海外の地熱規制事例などその影響についても調査を行う。

エネルギーの見える化技術(ソフトウェア技術)のアジア展開の事例分析

業務用及び家庭用のエネルギーマネジメントシステムは、日本では進んでおり、これらのソフトウェア技術あるいはサービス業のアジア展開に必要な要件を明らかにする。対象は大手電機メーカーとする。

(4) GNDとイノベーションに関する政策インプリケーション

上記等の分析・調査を総合的な観点を踏まえて検討を行い、GND政策が経済成長へどのように寄与するか、イノベーション政策へ与える影響、我が国の環境産業の展開など個別ケースによる分析を蓄積し、規制改革、制度改革を視野に入れたグローバル戦略や、イノベーションやライフスタイル等新たな社会・経済の在り方も含め政策インプリケーションについて提示する。それと同時に、特許分析の結果から日本の自動車に関する新しい環境関連技術と規制や環境政策についての影響を踏まえ、GND政策を策

定する上で考慮すべき課題を示す。事例調査・分析から GND がどう研究開発に影響しているかなど、イノベーションにつながる効果、産業構造・雇用への影響、ライフスタイル等新たな社会・経済の在り方を見据えた分析、など政府のイノベーション政策への影響など政策インプリケーションを検討する。

3. 2年間における実施体制

本研究では各国の GND 政策を比較分析し、各国の GND 政策が実際に環境技術イノベーション関連の研究開発の方向性にどう影響を与えているか、また、市場・経済への影響も含めて企業の資源配分やイノベーション戦略にどのような影響を与えているか、という点に注視しながら調査・分析を行う。具体的には：

(1) 各国の GND 政策の比較分析及び経済的影響に関する調査

GND 政策の比較分析と必要な概念整理と類型化および雇用影響分析 (I/O 分析)

GND 政策と次世代自動車と産業への影響 (CGE 分析)

(2) 特許データ・財務データによる分析

環境関連政策が市場・産業への影響も含めて企業の資源配分やイノベーション戦略にどのような影響を与えているか、特許データなどを用いて分析を行う。

日米の自動車企業の技術開発の経緯に対する環境政策の影響分析

中国企業の実用新案を基にした技術競争分析

(3) 我が国環境関連産業の国際展開に関する調査(事例分析)

環境関連技術の市場潜在性、海外進出企業・自治体の直面する問題についての事例調査

リチウムイオン電池関連技術のアジア展開事例分析

地熱発電の事例分析

エネルギー見える化技術の事例分析

(4) GND とイノベーションに関する政策インプリケーション

< 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)	(1)、(4)
伴金実 (大阪大学経済学部 教授)	(1)、(4)
鈴木潤 (政策研究大学院大学 政策研究科 教授)	(2)、(4)
Patarapong Intarakumnerd (政策研究大学院大学 政策研究科 教授)	(1)、(4)
古川柳蔵 (東北大学大学院 環境科学研究科 准教授)	(3)、(4)
諏訪亜紀 (国連大学高等研究所 リサーチ・フェロー)	(3)、(4)
村上博美 (政策研究大学院大学 政策研究科 助教授)	(1)、(4)

4. 研究の実施内容 概要

GND 比較調査から、各国の重点政策は国内政策・産業政策の戦略と密接に関連している。米国の場合は、2011年のシェールガス発見により R&D 予算配分の焦点が大きく変動することが予測され、また日本も政権移行により政策の転換が予想される。また将来的なエネルギー需要もそれに伴って変わり、エネルギー市場全体への影響も大きい。そのような将来エネルギー需要の動向も踏まえ、グリーン関連政策・投資による経済的影響、産業やイノベーションへの影響について分析・調査を行った。まず、各国の GND の具体的な施策や取組みを調査した上で、我が国における GND 政策に焦点を当て影響について分析を行った。我が国の GND 政策が如何に市場・産業へ影響しているか測るために 2009 年度補正予算の中で低炭素革命項目として割り振ったものをとりあげ、I/O モデルによって雇用への影響を分析した。グリーン経済成長をよりの確にとらえるため、CGE モデルを用いて経済全体へすそ野の広い影響が想定される自動車産業に焦点を当て分析を試みた。次世代自動車の普及によってどれだけ経済効果があるか CGE モデルで分析を行った。具体的には動学的予算制約に基づいて、将来にわたる家計の効用の割引現在価値を最大にする動学的最適化モデルに基づいた Forward Looking 型 CGE モデルを用いて、GND 政策の産業（次世代自動車産業）への影響を分析した。まず、わが国における次世代自動車の生産と販売の推移から『次世代自動車普及戦略』で予測されたシナリオと現実の推移とのギャップを明らかにし、同時に、普及戦略の一環として採られてきたエコカー減税・エコカー補助金との関連について明らかにする。さらに、自動車技術を明示的に取り入れた動学的 CGE モデルを用いて、普及戦略シナリオの可能性を評価するとともに、普及戦略が実現したときの日本経済と CO2 排出削減に与える影響について明らかにした。

さらに、その際日本の EV 技術が普及すると仮定し、特許データを用いて日本メーカーに競争力があるか優位性について同時に分析する。本研究グループが開発した新たなクラスタ技術分類手法を用いて分析を行ったことであり、特筆すべきは EV の技術の各分野における競争力について深い知見を得るために、関連技術間の関係性を示すために使用される IPC の「共起(co-occurrence)」アプローチを採用し、「コア技術」だけではなく「近隣技術(proximal technologies)」を含む関連技術を特定する新しい方法論を開発したことである。一方、日本のライバルである中国も積極的にこの分野において追いつきつつあり、中国の動向を調査・分析することは重要である。その分析方法を用いて中国特許、実用新案データベースの他に、中国の特許付与データベースとも連結し、クラスタ分析を行い、EV 技術に関する日本企業の競争力や外国企業の勢力図をより精緻に描くことを試みた。また、また、EV 技術に関して財務データと特許データ分析を連携し企業のイノベーションの推移を分析し、企業の技術力とパフォーマンスの関係を探った。これにより、規制導入に関するイノベーションの推移を明らかにすることができ、企業が EV 関連技術を開発・利用したデータから日米メーカーのパターンが明示化された。財務データと連携させることで、企業の財務状況・技術開発資金の大きさには関係なく、EV 技術の開発と利用は、規制導入によって日米メーカーの開発と利用が一気に高まり、規制が改定されると代替技術の開発スピードは鈍化した。つまり、代替技術のイノベーションには、規制が大きなインパクトであることが明らかになった。

そして、当該産業領域を育成するため、文献調査に加え、日本の自動車メーカーに対する聞き取り調査を行い、中国において施行されたさまざまな政策、とりわけ環境規制に関する政策について調査を行った。さらに、日本国内市場及び中国市場において電気自動車事業を成功させるために求められているものは何かについてヒアリングを行い、政府の供給サイド及び需要サイドの政策に対するインプリケーションを明らかにすることを試みた。

自動車産業の主要技術であるバッテリーは、蓄電池産業全体として日本の技術の優位性があるか自動車のバッテリーのみならず家庭用蓄電池も含めた広い意味での産業としてとらえる必要がある。特にリチウムイオン電池関連産業を事例研究として取り上げ、日本企業の競争力および動向について明らかにすることは、グリーンニューディール政策の影響範囲を把握する上では重要である。リチウムイオン電池製造メーカーは、実際のリチウムイオン電池製造メーカーとの共同研究事例を踏まえると、5、6年前と比較すると、韓国・中国企業の後塵を拝している。これらの調査結果を踏まえ、日本のグリーンニューディール政策とリチウムイオン電池関連企業の競争力強化と環境負荷低減の関係（競争力向上と政策の影響の範囲）について明らかにすべく努力した。

次の2つの事例研究は、主に日本の環境技術の国際展開における問題を探るという視点でも調査を行った。まず、地熱に関する事例研究に関しては、「新成長戦略」における「グリーン・イノベーション」やグリーンニューディールに関連する規制緩和が、地熱産業・組織・人材の創造と活性化を通じた「グリーン成長」へいかに寄与するか明らかにすることを目的とし、製造業における地熱技術関連特許に関する調査として、我が国地熱タービンメーカーにおける特許数・種類に関する基礎情報の収集、およびデータ収集・分析等を行った。さらに地熱資源が必ずしも豊富とはいえないスイスにおいて、限られた資源を有効に活用する新たな技術である高温岩体発電を促進する制度的枠組みとその対応策を把握することで、今後の地熱開発を行う際の制度設計及び社会的受容性に関する有効な知見が得られると考えられ、スイスにおける地熱開発及び革新的技術の導入を促す制度について調査した。

さらに、エネルギーの見える化技術（ソフトウェア技術）のアジア展開の事例分析を行った。業務用及び家庭用のエネルギーマネジメントシステムは、日本では進んでおり、これらのソフトウェア技術あるいはサービス業のアジア展開に必要な要件を明らかにする。対象は大手電機メーカーなどを取り上げた。

最後に、上記等の分析・調査を総合的な観点で踏まえて検討を行い、GND政策が経済成長へどのように寄与するか、イノベーション政策へ与える影響、我が国の環境産業の展開など個別ケースによる分析を蓄積し、規制改革、制度改革を視野に入れたグローバル戦略や、イノベーションやライフスタイル等新たな社会・経済の在り方も含め政策インプリケーションについて提示する。それと同時に、特許分析の結果から日本の自動車に関する新しい環境関連技術と規制や環境政策についての影響を踏まえ、GND政策を策定する上で考慮すべき課題を示す。事例調査・分析からGNDがどう研究開発に影響しているかなど、イノベーションにつながる効果、産業構造・雇用への影響、ライフスタイル等新たな社会・経済の在り方を見据えた分析、など政府のイノベーション政策への影響など政策インプリケーションを検討する。

5．本研究の成果

GND政策がイノベーション政策へ与える影響、我が国の環境産業の展開など個別ケースによる分析を蓄積し、規制改革、制度改革を視野に入れたグローバル戦略や、イノベーション等新たな社会・経済の在り方も含め政策インプリケーションについて提示する。GND政策は、経済成長戦略として重要視されてきているが、需要サイドに根本的な視点を置き、新たなイノベーションが広く社会に広がる過程で産業全体へのインパクトを持つかという点が重要であり、GND政策推進国であるEU、米国等における各国の官民の取り組み、技術競争力やイノベーションへのインパクト、技術の普及等について調査結果を示す。環境技術産業の育成・奨励、規制や市場拡大に関する国内政策、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我が国のGND政策の形成に資する分析をまとめ整理し、GND政策を策定する上で考慮すべき課題を示す。

6. 行政ニーズとの関連及び位置付け

グリーンニューディール政策やグリーン投資においては、高コストの設備投資等の負担や、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、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、日本のグリーンニューディール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適用する。本研究により、各国政府のグリーンニューディール政策やグリーン関連政策に関する動向や、グリーンイノベーションについての日本の環境技術に関する優位性についての分析情報を把握することができ、グリーンに関する環境・経済政策策定に対して選択肢を増やすことができる。

7. 研究成果による環境政策への貢献

GND に関する政策決定や、グリーン・イノベーションなど政策の企画・推進を行うための基盤を提供する。本研究により、海外展開の際の日本企業・産業・自治体の抱える課題や優位性についての分析情報を把握することができ、我が国のグリーン成長戦略に関する選択肢を増やすことができる。また、グリーン成長の分野でアジアの成長をともに取り組みため、環境技術をもつ日本企業が海外展開する際の具体的な取り組みの指針や、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。

8. 対外発表等の実施状況

(1) 2012-2013 年度の打ち合わせ等開催実施状況を以下に示す。(敬称略)

2012 年 7 月 27 日 環境省にて打ち合わせ

参加者：永島室長、増田、菊池、君塚、角南、村上

2012 年 8 月 31 日 11:30~13:30 政策研究大学院大学において内部打ち合わせ

参加者：古川、諏訪、Jupesta, Muhammed, 鈴木、姜娟、角南、村上

2012 年 9 月 14 日 GND 政策研究グループ打ち合わせ

参加者：Intarakumnerd, Jupesta, Muhammed, Abikoye, 角南、村上

2012 年 10 月 1 日 10:00~12:00 環境省にて打ち合わせ

参加者：菊池、山本、明石、上田、君塚、角南、村上

2012 年 10 月 17 日 政策研究大学院大学において内部打ち合わせ

参加者：Intarakumnerd, Jupesta, Muhammed, 角南、村上

2012 年 10 月 30 日 3:00-4:00pm GND 政策研究グループ打ち合わせ

参加者：Intarakumnerd, Jupesta, Muhammed, Abikoye, 角南、村上

2012 年 11 月 7 日 11:30~13:30 政策研究大学院大学において内部打ち合わせ

参加者：古川、諏訪、Jupesta, Muhammed, 鈴木、姜娟、角南、村上

2012 年 11 月 13 日 4:00-6:00pm OSIRIS データワークショップ

参加者：Jupesta, Muhammed, 鈴木、姜娟、村上、草羽、増田 (BVD)

2012 年 11 月 15 日 2:30-3:30pm GND 政策研究グループ打ち合わせ

参加者：Intarakumnerd , Jupesta , Muhammed , Abikoye , 角南、村上

2012年12月4日 13:00 - 15:00 環境省にて打ち合わせ

参加者：上田、弘内、君塚、明石、山本、菊池、角南、村上

2012年12月17日 10:30-12:30 政策研究大学院大学において内部打ち合わせ

参加者：上田(環境省)、Intarakumnerd, 鈴木潤、姜娟、古川、諏訪、Jupesta , Muhammed , 角南、村上

2013年1月11日 10:30 - 12:30 GND グループ打ち合わせ

参加者：Intarakumnerd , Jupesta , Muhammed , 角南、村上

2013年2月4日 13:00 - 15:00 環境省にて打ち合わせ

参加者：上田、弘内、君塚、明石、山本、菊池、角南、村上

2013年5月17日 13:00 - 15:00 政策研究大学院大学において内部打ち合わせ

参加者：伴、Intarakumnerd, 鈴木潤、姜娟、古川、諏訪、Andres Molina , 角南、村上

2013年6月25日 10 - 12:00 環境省にて打ち合わせ

参加者：環境省、角南、村上

2013年10月21日 13:00 - 14:00 政策研究大学院大学において内部打ち合わせ

参加者：古川、角南、村上

2013年10月30日 13:00 - 15:00 政策研究大学院大学において内部打ち合わせ

参加者：伴、Intarakumnerd, 鈴木潤、姜娟、諏訪、Andres Molina , 角南、村上

2013年12月11日 13:00 - 15:00 政策研究大学院大学において内部打ち合わせ

参加者：伴、Intarakumnerd, 鈴木潤、諏訪、Andres Molina , 角南、村上

2014年1月15日 13:00 - 14:00 政策研究大学院大学において内部打ち合わせ

参加者：古川、角南、村上

2014年1月24日 13:30 - 15:30 環境省にて打ち合わせ

参加者：環境省、角南、村上

(2) 对外発表

Joni Jupesta, Aki Suwa et al. "Stakeholder Analysis on Geothermal Development: A Case Study in Japan", presenting at Earth Governance System: Complex architectures, multiple Agents. Tokyo Jan. 2013

Juan, Jiang and Jun Suzuki (2013) "Analysis of Core and Proximal Technologies for Electric Vehicles in China" Portland International Conference on Management Engineering and Technology 2013 (PICMET'13), in San Jose, USA (July 31-August 2, 2013)

村上博美、角南篤「我が国のグリーン成長戦略の現状と課題：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」『環境情報科学』、42(3), p37-42, 2013年 環境情報科学センター

上地成就・諏訪亜紀・柴田裕希「スイスにおける地熱開発に伴う地震発生のための社会的影響とその対策」日本地熱学会 平成25年千葉幕張大会(2013年11月5日-7日)

研究の内容

研究成果の要約

GND 政策が経済や産業へどのように寄与するか、イノベーション政策へ与える影響、我が国の環境産業の展開など分析を実施し、それと同時に、特許分析や事例分析から日本の自動車に関する新しい環境関連技術と規制や環境政策についての影響を踏まえ、GND 政策を策定する上で考慮すべき課題を提示する。

<GND 政策国際比較>

GND（グリーンニューディール）に関する政策は国によって異なり、需要、必然性、可能性および国の産業戦略に左右される。目標を達成するための促進剤として、GND 政策は短期的には雇用機会の増大を、長期的には再生可能な資源エネルギーの利用促進を基により安定した経済成長を喚起することを目指している。グリーン産業への投資や GND 政策は、経済回復及び雇用創出のための一つの方向性を示すものであり、真の経済成長を実現するためにはさらに戦略的で長期にわたるクリーンエネルギー技術等の新規産業や低炭素社会への転換のための投資が必要であり、問題はそれらの投資をどう持続させていくことができるかである。

一方、GND 景気刺激策が雇用創出に及ぼす効果については、一連の政策から期待される雇用推測値は示されており、米国における GND による雇用創出力は各国の中でも多く 2010 年に最大 260 万人、ドイツでは最大 37 万人（2009～2010 年）、中国では最大 160 万人（2009～2010 年）、韓国では 96 万人（2009～2010 年）と期待値が示されていた。しかし、それぞれのグリーン政策に関する雇用効果を評価することは現時点ではまだ課題が多く、グリーンに関する雇用数ということで統計を明示している国が多い。しかもグリーンな雇用とは何を示すのか定義が多様であり、一概に比較することはできないが、例えば米国政府はグリーン製品・サービスに関わる雇用として 310 万人という値を示している。ただ、その内どの部分がグリーン刺激策・グリーン関連政策によるものか特定はできない。CGE モデルや計量経済モデルを用いて分析した研究がいくつかあるが、実際の諸条件に近い形での分析には仮定条件の設定や産業分類方法などに課題がある。また分析のためのデータの確保にも課題があり、不確実性を如何に最小限にするか更なる研究が求められている。これまでの既存のモデル分析からは、種々の気候変動緩和政策が雇用や環境へ影響を与えることは確かであるが、シミュレーションの結果 2030 年までに影響を受ける雇用は、OECD 及びヨーロッパ諸国の 1%以下という限られた効果であるという結果がでている。

GND のとらえ方については国によって異なる。中国、韓国は GND 政策を自国のグリーン産業の国際競争力をあげるための産業政策として位置付けている。再生可能エネルギーに対し国家として予算配分を行っている上位 3 か国はアジア諸国であり、中国、韓国、日本である。これらの国はクリーンエネルギー経済国として最先端の位置にあると自負しており、クリーン技術の研究開発への大規模な支援、製造キャパシティの構築、国内市場の拡大のための施策、インフラ構築への支援を行っている。クリーンエネルギー経済社会への移行の過程でイノベーションが生まれ、経済インフラの変革やビジネス、経済成長の源も新たな産業にシフトしていくことで国内雇用が創出されると考えられる。再生可能エネルギーの発展に関して、一般的には、供給側に補助金を支給するよりもむしろ、需給側を刺激する政策介入がなお不可欠となっている。一連のこうした政策の効果について結論を下すには、さらに長期的な経験的証拠に基づいた綿密な比較研究が必要である。

<GND 政策の経済・産業への影響>

各国の GND の具体的施策や取組みを調査した上で、我が国における GND 政策に焦点を当て影響について分析を行った。我が国の GND 政策が如何に市場・産業へ影響しているか測るために 2009 年度補正予算の中で低炭素革命項目として割り振ったものを取りあげ、OECD 編纂データに基づく投入産出分析(I/O 分析)手法を用い雇用への影響を対象とし、2009 年度の日本経済において実施された GND 政策の影響の規模を算出した。その結果、政策ショックによって同期間の日本経済、特に家計部門と雇用にプラスの影響が生まれており、特に雇用に関しては鉱業・採石部門、自動車・トレーラー・セミトレーラー、研究開発、機械・装置、繊維製品、レザー、フットウェア、非金属、ゴム・プラスチック製品といった部門でプラスの影響がみられた。

グリーン経済成長をよりの確にとらえるため、CGE モデルを用いて経済全体へすそ野の広い影響が想定される自動車産業に焦点を当て分析を試みた。グリーン成長戦略として維持可能な社会を念頭に次世代自動車の普及によってどれだけ経済効果があるか CGE モデルで分析した。低炭素社会を実現するための次世代自動車普及戦略は、グリーン・イノベーションを押し進め、日本経済の成長に寄与することが期待される分野でもある。次世代自動車の普及が経済に対してどのような影響を与えるかを評価する方法として、本研究グループではトップダウン型技術選択とボトムアップ型技術選択を結合した動学的 CGE モデルを新たに開発し、その中で自動車部門を、既存自動車と次世代自動車である HV 自動車、プラグイン HV 自動車と EV 自動車の計 4 部門に分割することで、2020 年までの次世代自動車の普及とその経済的影響について評価した。次世代自動車の普及の日本経済に与える影響については、シミュレーション結果によれば明らかに GDP を増加させる効果がある。その要因として、自動車産業自動車だけでなく電機機械やその他の産業に裾野を広げることによる。次世代自動車は、車体と動力だけでなく、高度な情報システムの詰め込まれたものであり、それが経済全体に好影響を与える要因ともなっている。次世代自動車の普及は、裾野産業が自動車だけにとどまらず、電機機械や一般機械に広がることで経済に対して好影響を与えることから成長戦略として大きな貢献が期待できる。

自動車部門の二酸化炭素排出量を減少させる切り札として考えられている EV 自動車の普及が世界的にも注目され、各国で開発競争が進められている。プラグイン HV 自動車と EV 自動車は、低炭素社会の実現には不可欠の技術であるが、前者については小型車には不向きであること、後者は走行距離の短さがネックとなり、普及が遅れがちとなることが明らかにされた。また、市販されている EV 自動車の走行距離が短いことが、購入を躊躇させる要因となっている。その意味で、普及のためには、補助金だけでなく、充電インフラの整備や走行距離を長くするための技術開発が急務であることが分かった。走行距離の問題を解決するために、PHV(プラグインハイブリッド)自動車が注目を集めているが、エンジンと電池の双方を搭載する必要があることから、軽自動車や小型乗用車でなく、サイズの大きい普通自動車となることから、販売価格も EV 車自動車を上回ることで普及の妨げとなっている。ただ、HV 自動車の普及はガソリン価格が高止まっていることから、燃費性能が評価され予想以上のペースで販売比率が上昇しており、今後ともその傾向は続くと考えられる。

次世代自動車の普及は自動車利用部門の二酸化炭素排出を削減する効果があるが、その一方で各産業の生産を刺激することで、日本全体としての二酸化炭素排出量を増加させてしまう可能性も明らかになった。ただ、本論文シミュレーションでは、二酸化炭素排出量に制約を置いていないことから、二酸化炭素価格はゼロとされていることに留意が必要である。もし、二酸化炭素排出に制約を置くことで二酸化炭素に価格付けがされれば、ガソリン・軽油価格を上昇させることで、次世代自動車、特に EV 自動車の普及に貢献し、二酸化炭素削減の有力な手段となることが期待される。その意味で、二酸化炭素排出量の削減には、

次世代自動車の中でも、特にプラグインHV自動車やEV自動車の普及が望まれる。

<特許データおよび財務データ分析>

次世代自動車産業の経済効果を分析したが、さらに、日本のEV技術が普及すると仮定し、特許データを用いて日本メーカーに競争力があるか優位性について同時に分析を行った。本研究グループが開発した新たなクラスタ技術分類手法を用いて分析を行った。具体的には、EVの技術の各分野における競争力について深い知見を得るために、関連技術間の関係性を示すために使用されるIPCの「共起(co-occurrence)」アプローチを採用し、「コア技術」だけでなく「近接技術(proximal technologies)」を含む関連技術を特定する新しい方法論を開発し、それを用いてイノベーションや競争力に関して特許分析を行った。欧州特許庁(EPO)の世界特許統計データベース(PATSTAT、2012年4月版)を利用して、電気自動車(EV)の領域における日本の国際競争力の技術的状況を把握するために、まず、国際特許分類(IPC)コード"B60L"を利用してPATSTATから電気自動車の「コア技術」を検索し、国別にEV技術に関連する特許と実用新案(UM)の動向を探るため時系列のデータ調査を行った。本研究では、EV技術のコア技術および近接技術双方を含む7つのクラスタに分類し、それぞれクラスタ1:電気的推進装・モーター; クラスタ2:電気的推進車両のためのコントロール; クラスタ3:電気的推進車両のための制動と伝動システム; クラスタ4:磁気浮上式鉄道; クラスタ5:電気的推進車両の電力供給; クラスタ6:電気的推進車両のブレーキ・システム; クラスタ7:リニアモーター(鉄道)とした。日本は7つのクラスタすべての特許及び実用新案出願で上位にランクされるという結果となった。

一方、近年中国は経済の急成長を遂げ、独自イノベーションにより国際特許件数の増加により科学技術の飛躍的發展を世界に示した。ただし、中国のこういった躍進については、PATSTATの中には含まれておらず、独自に中国の実用新案データベースを購入し、同分類について分析を行った結果、中国のメーカーによるEV技術の開発も伸びていることが明らかになった。このような特許件数の急速な増加、イノベーション力の明らかな増強の背景には、政府の力強い政策推進の結果でもある。中国の特許局(中国專利局)は、2010年に日本特許庁(JPO)を越え、2011年に米国特許商標庁(USPTO)を追い抜き、世界最大となった。したがって、中国の市場についても同様に見識を備えることが重要であり、本稿では中国の特許及び実用新案データベースに基づいて、中国のEV技術の開発と展開についても分析を行った。その結果、グローバルな技術競争力の観点から、日本はIPCクラスレベルのEVの主要技術について優位に立っており、また、EV製造自体に直接関連するIPCメイングループレベルに対応するコア技術及び近接技術についても優位に立っている。ただし、発明特許のトップにある中国の大学出願者の多さは中国のイノベーションシステムの中に大学の強さも表したと同時に、中央政府及び地方政府の多彩なプログラムによる知識基盤型経済の構築の努力の成果とも言える。中国の中央政府及び地方政府は、供給側及び需要刺激策とともに、外国から技術導入や規制の手段も加えて、一気にEV大国になることを目指している。現段階では自動車メーカー全般的に独自の研究開発力まだまだ弱い、大学への投資により、人材の育成や、知識の蓄積そして、技術の吸収力はぐっと上がったことが推測できる。一方、日本企業の中国における知的財産戦略においては課題がある。日本は1990年代半ばまでに大量の実用新案の出願を行っていたが、日本の特許法が改正され、実用新案の有効期限が6年に短縮され、それ以降、実用新案の出願数は減少している。しかし、実際には、中国でトラブルとなるケースは実用新案に関するものが多く、中国での外国人出願者は、その迅速な助成金処理を除き実用新案の利点の多くを見落としている。日本の企業は中国における知的財産戦略に関して再考が必要であろう。

次に、成熟産業における規制がどのように技術の潜在的パラダイムシフトを引き起こすかについて実証的エビデンスの提供を試みた。手法としては、IPC 輸出委員会が策定した「IPC Green Inventory」に基づき、主要グループレベルの国際特許分類（IPC）コード「B60L9」、すなわち「車両外部電源による電気推進」によりEVの主要技術を特定。「IPC 共起」と呼ばれるアプローチを用いて、ひとつの特許に複数のIPCコードが割り当てられている問題に対し、統計的頻度を検証することで、異なるIPCコードセクションまたは主要グループに属している技術間の距離指標を得た。IPCコード「B60L9」を含むすべての特許文書の抽出にはEPOのPATSTAT（World Wide Patent Statistics Database）を採用し、共起するIPCコードの頻度を集計することで主要グループレベルにおいて最も発生頻度の高い43のIPCコードを特定。これらをEVの近隣技術とし、IPCコードには、「燃料電池を電源とする電気推進（水素自動車（FCV））」を示す「B60L11」、ハイブリッド電気自動車（HEV）を示す「B60K6」、電気自動車のステーションを示す「H02J7」などが入る。具体的には、我々が構築した新たな特許データセットを採用することによって、無公害車（ZEV）規制がイノベーションのパフォーマンス、および電気自動車（EV）技術開発の技術的軌跡にどのように影響しているかを検討した。また、3つの代替技術、すなわちバッテリー電気自動車（BEV）、ハイブリッド電気自動車（HEV）、液体水素燃料電池自動車（HFCV）の技術について論じ、企業財務データベースとも連携させ、米国カリフォルニア州で実施された無公害車ZEV規制がいくつかの大手自動車メーカーにもたらした影響についても評価した。ZEV規制がイノベーションのパフォーマンス、および電気自動車（EV）技術開発の技術的軌跡にどのように影響しているかを検討した結果、BEVとHEVの技術を比較すると、被引用件数からは、1980年代後半に自動車メーカーが燃料電池技術の開発に注力していたことが示唆されている。しかしながら、メーカーの戦略はZEV規制によって変化した。たとえば、GMの実用BEV試作機のデモンストレーションがZEV規制制定のきっかけとなっているが、このために、当時は電気自動車以外にZEVに対応できる実現可能なオプションはないと考えられていたのであり、自動車メーカーはこの技術の開発に注力していたのである。重要なインフラを含むほとんどの価値あるBEV技術（ステーション、その他の近隣技術など）はZEV規制後5年以内に生み出されている。しかしながら、高いコストと狭いレンジが技術上の致命的問題として報告されており、その後は実用化に向けての失望の期間が続いたため、自動車メーカーはCARBに対しEVの本格的な導入には技術面で深刻な課題があると主張し、積極的なロビー活動が行われ、CARBは1996年にZEV規制を改訂することを決定した。これを受け、1998年から2002年にわたりBEV関連特許の価値はその前の5年間と比較して低下し、その他の代替技術、特にHEV技術のブームが始まった。

回帰の結果からは、1990年代以前はHEV技術はそれほど開発されていなかったことが示唆される。そしてZEV規制後は、HEV技術の開発が盛んになった1990年代後半にピークに達している。これは、10年にわたって持続され商業的成功へとつながった価値ある発明を反映したものである。

HEVと同様、BEV技術の挫折とZEV規制の改訂によって自動車メーカーの焦点はHFCV技術へと戻った。このように、この分野の進歩は1990年代後半以来の高い特許価値を反映したものであり、2000年代半ばの進展に貢献することになったのである。なお、この選択肢に対する信念を崩壊させたのは、燃料電池にかかる高いコストとインフラの問題であった。つまり、ZEV規制は全体として、この産業におけるあらゆる種類の技術について最も価値の高い特許を生み出したといえる。

BEV技術もまた、代替技術の進化を刺激したといえよう。ZEV mandateは開始から数年後に企業の反応を見極め、多様な技術を対象に加えてきたことが今日のHEVの興隆を導いた重要な原因の一つであると考えられる。すなわち、規制を企画、導入する場合、また、規制の効果を測定する場合、一、二の企業だけ

に注目するのではなく、技術の特徴を理解したうえで、個々の企業の技術の軌跡を念頭に入れる必要がある。そのため、規制を通じてイノベーションを促進しようとする場合、それぞれの技術の性格を理解したうえで、規制や政策をデザインする必要がある。特にいくつかの選択肢があり、それぞれがまだ未熟で、不確実性の高い段階において、政策で意図的に特定の技術を選択することは不適切である。

< 事例研究 >

1) リチウムイオン電池関連技術

2009年のグリーンニューディール政策の影響がどこまで及んでいるのか。本研究では、この事例を調査し、GNDの影響、リチウムイオン電池メーカーの企業内の資源配分の変化、それによる、技術開発のシフトの有無について、事例調査を行った。その結果、リチウムイオン電池分野は、GND政策によって負の影響を受けた例である。日本のリチウムイオン二次電池メーカーの競争力は過去10年余りの間に著しく減退し、現在は中国や韓国企業がトップとなっている。GND政策によって、自動車産業にかかわるリチウムイオン電池技術開発が奨励されたため、自動車搭載用リチウムイオン電池開発へは技術者がシフトし、標準化や安全性の基準を整備することに注力され、電気自動車の販売を実現し、軌道に乗せるところまで導いたが、家庭用蓄電池には技術者不足となり、停滞することになった。その結果、家庭内で蓄電池を利用する技術開発が遅れ、関連する家庭内のHEMSの開発に良い影響を及ぼさないことになった。つまり、自動車産業でのリチウム電池にのみ政策的優遇や奨励が行われた結果、家庭用リチウム電池から資源や経済的支援が失われてしまったことは、技術開発力のみならず技術者の流出も招いたという痛い失敗となった。

また、電力にかかわる規制などが、HEMSやBEMSなどエネルギー管理を含めた包括的な電力効率的使用など新しい事業や市場の拡大の障壁となっている。蓄電したものを売電し、夜間に安い電気を購入して、昼間に売電できるようになれば、利益を生み出す事業展開が可能となる。たとえば、現在太陽光発電電力の買い取り制度では、蓄電した電力は除外されている。そのため、電力系統に蓄電機能を組み入れることができないという制約が存在する。最終電力消費者（家庭）に対して、蓄電機能やHEMSを組み入れ、差益をとってもよいというインセンティブを与えれば、新たなビジネスや市場拡大の可能性が見込まれる。特定のエネルギー源のみを奨励するのではなく、蓄電も含めた大きな枠組みで政策を検討する必要がある。新規事業の創出を阻害してはいけない。例えば、潮流発電を含む不安定な自然エネルギーの発電電気を蓄電することにより、自然エネルギーを有効利用する新規事業の可能性が広がる。そして、電力需給の最適化と平準化が可能となる。その結果、日本の市場において、リチウムイオン2次電池の需要を維持し、国内電池メーカーの競争力を高め、海外市場で競争できる体質へ転換することができるだろう。

2) GND政策と地熱発電

東日本大震災以降、電力の安定供給と長期的なエネルギーミックスの見直し、再生可能エネルギーの開発が課題となった。ただし、短期的な経済効率性・不完全な環境影響把握に基づいたエネルギー源選択が行われているのが現状である。一方、国際市場では、我が国における地熱エネルギー要素技術自体は世界標準を競うレベルにあり、タービン等核となる技術に関しては世界トップのシェアを富士電機・三菱電機・東芝等の企業が占める。しかしながら、開発と導入を包括的につなげて社会システムへと昇華する機会が少なかった。このため、タービン技術は高水準にあるものの、関連する技術群には海外の技術向上のペースに後れをとりつつあるものも多い。また、エネルギー政策を産業・技術にかかわる成長戦略として捉える観点が薄かったことから、有望な再生可能エネルギーの技術革新が立ち遅れ、世界的競争で不利になるなど、国際競争力育成の観点から不利益が生じつつある。そして、現況のまま成長分野の革新を先延ばしした場合は、中期的将来において重大な損失につながる恐れがある。日本が先進的な技術を有

しているにもかかわらず、基礎・応用面の技術開発を積極的に進めない場合には、海外企業との競争において大きく出遅れる可能性がある。また、世界展開を想定した技術展開では、開発に要する一連の技術の統合化が必須であるが、現状は地下と地上といったように個別技術に分断され、資源探査からエネルギー変換、利用に至るトータルでの開発ノウハウをパッケージ化することに失敗している。逆に言うならばここに我が国の地熱技術革新の重大な可能性がある。

一方、東日本大震災を機に日本国内でも地熱発電に関する規制緩和が始まったが、地元のステークホルダーとの合意形成がもっとも課題となる点である。地熱利用においては、温泉法・環境影響評価法・電気事業法等の各種関連規制・制度上の問題、また、合意形成上の問題として、地熱開発の有望地と考えられる地域の多くには伝統的な温泉利用が存在しているが、地熱事業者と温泉事業者との間で対立が生じ、多くの場合で高い開発障壁となっている事柄が挙げられる。また、日本に限らず、世界各国において、地熱に関する社会的受容やそれに関連する仕組み・制度に問題があり、組織や人員が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見られる。スイスの事例調査では、必ずしもフラッシュ発電に必要な高温の地熱資源に恵まれていない中で、これまでの地熱利用は地中熱による暖房等に限り、地熱発電はこれまで導入されてこなかった。脱原発政策や低炭素エネルギーへの移行を背景に地熱エネルギーの発電利用を進めているが、対立構造を超える技術選択や社会的合意の枠組みが出来上がらなければ、新たなエネルギー源開発や、それに伴うグリーン成長が困難となる。社会的受容向上のためには、国・地方自治体・開発事業者・地域住民等、関連するステークホルダー間の関係をコーディネートしていくためのガバナンス構造の構築が必要である。これまで技術的な研究は(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)等を中心に多くなされてきた。しかし、社会科学的立場から技術の実装を図る上での課題となる、社会的合意形成・制度論・参加論・経済・地域経営学等に関する研究は非常に少ないため、本研究では地熱技術を、どのように実装していくか具体的な事例を通じて社会的な観点から分析することの重要性を取り上げた。

3) エネルギーの見える化技術

エネルギーの見える化技術(ソフトウェア技術)のアジア展開の事例について分析を行った。業務用及び家庭用のエネルギーマネジメントシステムは、日本では進んでおり、これらのソフトウェア技術あるいはサービス業のアジア展開に必要な要件を明らかにするため、大和ハウス株式会社やSCSK、伊藤忠テクノソリューションズ等の企業を調査対象とした。リチウムイオン電池だけでなく、それを管理するエネルギーマネジメントシステム(HEMSなど)の事業まで範囲を広げ、GNDが関連産業にどのように影響を与えたのかについても調査を行った結果、HEMSの分野は、もともと通信技術関連として、1990年代から開発されていたが、省エネというコンセプトの中、多種の企業や技術が融合する分野であるため、経済産業省を主体として、標準化の動きが活発化し、欧米とは異なるECHONET Liteの開発と普及が進んでいる。しかし、シンガポールへの海外進出の例を見る限り、家庭用蓄電池との連携はまだまだ不十分であり、それが障壁となって海外展開がうまく進んでいない。ソフトウェアに対する支援策が存在しないため、自力で新しい蓄電池管理のソフトウェア技術を開発し、日本独自の見える化技術と、新サービスの創出を実現したものの、政策のサポートなしで開発が推進された。今後、リチウムイオン電池を含めた環境関連の新規事業領域では、環境ビジネスを拡大し国際競争力を持つためには、この事例に学び、縦割り規制による新規事業の発展に障壁となっている規制の弊害を撤廃することや、ソフトウェア開発も含んだ包括的支援など本事例を参考に対策をとる必要があるだろう。

Summary of study results

This study analyzes how Green New Deal (GND) policies contribute to the economy and industry, their impact on innovation policies and the development of Japan's environmental industries, as well as presenting issues to be considered when designing future GND policies. For this, this study analyzes patents and case examples, and examines Japan's new environment-related automobile technologies and regulations and their impact on environmental policies.

International comparison of GND policies

Nations have differing Green New Deal (GND) policies, which are affected by demand, necessity, potential and each nation's industrial strategies. As an accelerator for achieving targets, GND policies aim to increase employment opportunities in the short term and to obtain stable economic growth in the long term through promoting renewable resources and energy. Green industry investments and GND policies point a way to economic recovery and job creation. Genuine economic growth requires more strategic and longer-term investments, investing in new industries, including clean energy technology industries, and switching to a low-carbon society. One question is how such investments can be sustained.

Concerning how GND economic stimulus policies impact on job creation, the numbers of jobs that a series of policies expect to create were estimated. The U.S. has the highest GND job creation potential; up to 2,600,000 jobs were expected to be created in 2010. The figures were up to 370,000 jobs in Germany from 2009 to 2010, up to 1,600,000 jobs in China from 2009 to 2010 and up to 960,000 jobs in Korea from 2009 to 2010. At present, however, many issues still exist for assessing each green policy's employment impact, and many nations only have statistical data on the numbers of green-related jobs. In addition, the definition of green-related jobs varies depending on the nation, making comparisons difficult. For example, the U.S. government states that 3,100,000 jobs relate to green products and services, but specifying which part of these jobs was actually created by green stimulus policies and green-related policies is impossible. Some studies analyzed job creation using CGE models and econometric models. Analyzing under realistic conditions presents issues such as setting hypothetical conditions and industry classification systems. Obtaining data for analyses is also problematic; further studies are required to discover how to minimize uncertainty. Existing model analyses indicate that climate change mitigation policies certainly impact on employment and environment. According to simulation results, however, the impact is very limited, and only 1 percent, or less, of jobs is affected by these policies in OECD and European nations.

GND positioning varies depending on the nation. In China and Korea, GND policies are positioned as industrial policies for strengthening the international competitiveness of their green industries. The top three nations that allocate national budget for renewable energy are all Asian nations: China, Korea and Japan. These nations, proudly considering themselves at the leading edge as clean energy economic nations, massively support clean technology research and development, develop manufacturing capacity, take measures to expand domestic markets and support infrastructure development. In the process of moving into a clean energy economy and society, innovations will occur, economic infrastructures will change, and businesses and sources of economic growth will also shift into new industries. These changes will create domestic employment. In general, policy interventions stimulating demand are still necessary to develop renewable energy, rather than merely granting subsidies to suppliers. In order to determine the effectiveness of these policies, in-depth comparative studies based on longer-term empirical evidence are required.

Impact of GND policies on the economy and industry

After researching several nations' specific GND policies and approaches, we focused on Japan's GND policies and analyzed their impact. In order to measure how Japan's GND policies impact markets and industries, we looked at items allocated as the Low Carbon Revolution items in the supplementary budget for FY 2009. We applied the input-output analysis method on the data edited by the OECD to examine the employment impact of GND policies implemented in FY 2009, calculating the scale of impact on the Japanese economy. The results indicated that the policy shocks positively impacted on the Japanese economy in FY 2009, particularly on the household sector and employment. Particularly positive employment impact was observed in mining and quarrying, automobile, trailer and semi-trailer, research and development, machinery and equipment, textile, leather, footwear, nonmetal, rubber and plastic product manufacturing sectors.

To understand green economic growth more accurately, we focused on the automobile industry, which is expected to impact on the wider economy, and analyzed the industry using a CGE model. Thinking of a green growth strategy for a sustainable society, we used the CGE model to analyze how much economic impact the spread of new-generation vehicles would have. The spread of new-generation vehicles for a low-carbon society is expected to promote green innovation and contribute to Japanese economic growth. In order to assess how the spread of new-generation vehicles impact on the economy, our group developed a new dynamic CGE model combining top-down and bottom-up technology choices. We subdivided the automobile sector into four subdivisions of conventional vehicles that lead to three types of new-generation vehicles, which are hybrid vehicles (HV), plug-in hybrid vehicles (PHV) and electric vehicles (EV), to assess the spread of new-generation vehicles until 2020 and the economic impact. Concerning the impact of the spread of new-generation vehicles on the Japanese economy, the simulation indicated that the spread certainly had impact on, and increased, the GDP. This is because the impact expanded beyond the automobile industry, impacting on electric, machinery and other industries as well. New-generation vehicles are equipped with advanced information systems, rather than merely being bodies and motors. This is one reason for their positively impacting on the overall economy. The spread of new-generation vehicles positively impacting on their supporting industries such as electric and general machinery industries, in addition to automobile industries, will positively impact on the economy, and is promising as a growth strategy.

HV are thought to be certain to reduce carbon-dioxide (CO₂) emissions, and attract worldwide attention. Many nations are participating in the HV development race. Technologies for PHV and EV are essential for achieving a low-carbon society, but PHV are inappropriate for small-size vehicles and EV can only travel very limited distances on one charge. Due to these reasons, the spread of PHV and EV is slow. As EV available can only travel very limited distances on one charge, consumers hesitate to purchase them. To promote EV spreading, providing more charging stations and developing technologies for longer travel distances are urgently needed, rather than merely granting subsidies. PHV attract attention as a solution for the issue of limited travel distances, but they need to be equipped with both engines and batteries. This makes PHV unsuitable for small vehicles; most PHV are ordinary-size vehicles that are more expensive than EV. This hinders PHV from spreading. The HV ratio of total automobile sales is increasing more rapidly than expected, which will continue, because gasoline prices continue to be high.

Although the spread of new-generation vehicles reduces the CO₂ emitted by the industry sectors that use automobiles, the spread may also increase Japan's total CO₂ emissions by stimulating production of many industries. However, CO₂ emissions were not restricted in our simulation; the CO₂ price was therefore zero. If CO₂ emissions are restricted and a CO₂ price is set, gasoline and light oil prices will increase, promoting the spread of new-generation vehicles, particularly EV. These are expected to be powerful measures for CO₂ reduction. From this perspective, the spread of new-generation vehicles, particularly PHV and EV, is desirable in order to reduce CO₂ emissions.

Analyzing the patent and financial data

In addition to analyzing the economic impact of new-generation vehicles, we assumed that Japanese EV technologies will become widely used and analyzed whether Japanese manufacturers have competitive superiority, using patent data. For these analyses, a new cluster technology classification method, which our group developed, was used. Specifically, in order to more deeply understand competitiveness in each EV technology field, we applied the co-occurrence approach of the International Patent Classification (IPC), which is used to indicate relationships between related technologies, to develop a new method for identifying related technologies that include proximal technologies as well as core technologies. We used this method to analyze patents in terms of innovations and competitiveness. We used the European Patent Office (EPO) Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT, April 2012) to understand the global competitiveness of Japanese technologies in the EV field. First, we searched core EV technologies from PATSTAT, using IPC code B60L, and conducted time-series data research to discover the trends for each nation for patents and utility models (UM) that relate to EV technologies. In this study, both core EV technologies and their proximal technologies were respectively classified into the following seven clusters:

Cluster 1: Electric propulsion devices and motors

Cluster 2: Controlling electrically propelled vehicles

Cluster 3: Braking and transmission systems for electrically propelled vehicles

- Cluster 4: Magnetic levitation trains
- Cluster 5: Power supply for electrically propelled vehicles
- Cluster 6: Brake systems for electrically propelled vehicles
- Cluster 7: Linear-motor trains

The results indicated that Japan ranks highly, in terms of both patents and UM, in all seven clusters.

In recent years, the Chinese economy has grown rapidly. With innovations and an increased number of international patents, China has proved to the world that their science and technology have rapidly progressed. This rapid progress, however, is not reflected in PATSTAT. We purchased a Chinese UM database and analyzed it based on the same classifications; the analysis showed that Chinese manufacturers have also developed an increased number of EV technologies. These rapidly increased patents and strengthened innovation capabilities resulted from the Chinese government's strong implementation of their policies. In terms of the number of patents being applied for, the Chinese Patent Office became larger than the Japan Patent Office (JPO) in 2010 and the U.S. Patent and Trademark Office (USPTO) in 2011, and is now the largest in the world. Therefore, a deeper understanding of the Chinese market is important. In this article, we also analyzed the development and spread of Chinese EV technologies, based on the Chinese patents and UM database. The results indicated that, concerning global technological competitiveness, Japan still has competitive superiority in major EV technologies at the IPC class level. Japan also has competitive superiority in core and proximal technologies corresponding to the IPC main group level, which directly relates to EV production itself. In China, universities account for the largest part of applicants for patents for inventions, indicating the strength of universities in Chinese innovation. This also results from Chinese national and local governments conducting a wide variety of programs to establish a knowledge-based economy. Chinese national and local governments are working to very rapidly make China a major EV nation through supply and demand stimulation, introducing technologies from abroad and regulatory measures. At present, Chinese automobile manufacturer research and development capabilities are generally still weak. We assume that investing in universities has significantly improved their human resource development, knowledge accumulation and capability to absorb technologies. Japanese companies' intellectual property strategies in China also have issues. Until the mid-1990s, Japan was making many UM applications. Since the Japanese Patent Act was revised and the validity period for UM was shortened to six years, UM applications have decreased. Many conflicts in China, however, occur concerning UM. Overseas applicants in China often have oversight of many UM advantages, apart from the prompt subsidy handling. Japanese companies must reconsider their intellectual property strategies in China.

We also tried to present empirical evidence concerning how regulations in mature industries cause a potential paradigm shift in technologies. Based on the IPC Green Inventory developed by the IPC Committee of Experts, we identified major EV technologies using the main group level IPC code, B60L9, which is "External propulsion with power supply external to vehicle." For the issue of a single patent having multiple IPC codes, we examined the statistical frequencies using an approach called IPC co-occurrence, and obtained distance indices between technologies belonging to different IPC code sections or different major groups. We used EPO's PATSTAT (World Wide Patent Statistics Database) to extract all patent documents that include IPC code B60L9. We counted IPC codes that co-occurred with B60L9, and identified the top 43 codes that co-occurred most frequently. These codes are for technologies proximate to EV technologies, and include B60L11, which is "Electric propulsion with power supply from fuel cells (fuel cell vehicles (FCV))," B60K6, which is hybrid electric vehicles (HEV), and H02J7, which is charging stations for electric vehicles. Using the new patent dataset that we developed, we examined how zero-emission vehicle (ZEV) regulations impact on innovation performance and the trajectory of EV technology development. We also examined three alternative technologies: battery electric vehicle (BEV), hybrid electric vehicle (HEV) and hydrogen fuel cell vehicle (HFCV) technologies. We assessed the impact of the ZEV regulations implemented in California on some major automobile manufacturers, also using business and financial data. In order to examine how the ZEV regulations impacted on innovation performance and the trajectory of EV technology development, we compared the citation counts for BEV and HEV technologies. The results indicated that automobile manufacturers focused more on developing fuel cell technology in the late 1980s, but their strategies changed because of the ZEV regulations. For example, GM's demonstrating their prototype BEV triggered implementing the ZEV regulations. For this reason, EV was thought to be the only feasible option for ZEV at that time; automobile manufacturers focused their development on EV technologies. Many valuable BEV technologies, including charging stations and other proximal technologies, were developed within five years of

implementing the ZEV regulations. The high costs and small ranges, however, were reported as fatal disadvantages for EV; manufacturer work toward practical EV use produced only disappointing results for some time. Therefore, automobile manufacturers, claiming that full-scale EV introduction had severe technological difficulties, lobbied to persuade the California Air Resources Board (CARB) to revise the ZEV regulations, and CARB decided to do so in 1996. Due to the revision, BEV-related patents decreased in value from 1998 to 2002, compared to the previous five years, and other alternative technologies, particularly HEV technologies, increased greatly.

Regression indicated that the development of HEV technologies advanced little before the 1990s. After the ZEV regulations, the development of HEV technologies increased greatly, peaking in the late 1990s. This reflects important inventions that were maintained for ten years and led to commercial successes.

As with HEV, automobile manufacturers, after failing to develop BEV technologies and the revision of the ZEV regulations, once again looked toward HFCV technologies. The progress in this field reflected the high patent value continued from the late 1990s, and contributed to the progress in the mid-2000s. Interest in HFCV then collapsed due to the high costs of fuel cells and infrastructure issues. The ZEV regulations, as a whole, generated the most valuable patents for all types of technologies in this industry.

BEV technologies also stimulated the advancement of alternative technologies. A few years after the ZEV mandate became effective, feedback from companies was examined and the area of technologies covered by the mandate was expanded, which led to today's HEV popularity. When planning and introducing regulations, and measuring their impact, considering the trajectory of each company's technologies, as well as understanding the characteristics of such technologies, are required, rather than paying attention to one or two companies. Therefore, when using regulations to promote innovation, the regulations and policies need to be designed with an understanding of the characteristics of each technology. Particularly, when several options exist, and all of them are still immature and uncertain, implementing policies to select specific technologies is inappropriate.

Case Studies

(1) Lithium-ion battery related technologies

How far does the impact of the Green New Deal policies in 2009 reach? In this study, we conducted case research on the GNP impact, changes in corporate resource allocation within lithium-ion battery manufacturers, and whether such changes caused a shift in technology development. The results indicated that the GND policies negatively impacted on the lithium-ion battery sector. During the last ten years or more, Japanese manufacturers of lithium-ion rechargeable batteries significantly lost competitiveness. Today, Chinese and Korean companies top the list. The GND policies promoted developing lithium-ion battery technologies for the automobile industry. Therefore, many engineers shifted to developing lithium-ion battery technologies for automobiles; they focused on standardization and developing safety standards. Thanks to them, electric vehicles became available and EV sales were successful. However, the development of household rechargeable batteries suffered from the shortage of engineers. This delayed the development of technologies using rechargeable batteries at home, negatively impacting the development of the related Home Energy Management System (HEMS). The policies favoring and promoting lithium-ion batteries only for the automobile industry had resulted in the household lithium-ion battery sector losing its resources, economic backing, technical development capabilities and engineers. This was a painful failure.

In addition, regulations for electric power are an obstacle for new businesses and market growth, including HEMS, Building Energy Management System (BEMS) and other energy management and comprehensive and efficient use of electricity. If selling stored electricity, buying cheap electricity at night and selling it in the daytime become possible, profitable businesses can be conducted. For example, the current system for purchasing solar-generated electricity does not cover stored electricity. Therefore, electric power systems are not permitted to have storage. If end users of electricity (households) are permitted to have storage and HEMS in their systems, and are given incentives, such as making marginal profits, opportunities will exist for new businesses and market growth. Policies must be considered within a broader framework, including electricity storage, rather than promoting particular energy sources. Creation of new businesses should not be disturbed. For example, storing electricity generated by tidal power and other unstable natural energy sources opens up the possibility of new businesses that efficiently use natural energy, enabling the optimization and equalization of electric power supply and demand. As the result, demand for lithium-ion rechargeable batteries will be maintained in the Japanese market, strengthening Japanese battery manufacturer competitiveness and enabling manufacturers to compete overseas.

(2) GND policies and geothermal power generation

After the Great East Japan Earthquake, a stable electricity supply, long-term review of the energy mix and renewable energy development became issues. At present, however, energy sources are selected based on short-term economic efficiency and incomplete environmental impact information. In the international market, Japan's geothermal power generation technologies are world-class. Concerning turbines and other core technologies, Japanese companies, such as Fuji Electric Co., Ltd., Mitsubishi Electric Corporation and Toshiba Corporation, have the largest market share. However, comprehensively connecting the development and introduction and sublimating technologies into social systems has been rare. For this reason, despite the high-level of turbine technologies, many related technologies are struggling to keep pace with overseas technologies, which are advancing rapidly. In Japan, energy policies were rarely considered as growth strategies for industries and technologies. This prevented Japan from promptly innovating promising renewable energy technologies, made Japan fall behind in global competition, thus causing disadvantages in terms of strengthening international competitiveness. If Japan continues to be reluctant to innovate in growth fields, heavy losses may result in the medium-term future. If Japan, despite owning advanced technologies, fails to more aggressively develop basic and applied technologies, Japan may fall significantly behind in the competition with overseas companies. When developing technologies for global deployment, integrating a series of technologies for development is essential. At present technologies are divided into individual technologies, such as underground and aboveground technologies, failing to create total development know-how from resource exploration and energy conversion to utilization in a single package. Conversely, great innovation potential exists for Japan's geothermal power generation technologies.

After the Great East Japan Earthquake, easing regulations for geothermal power generation started; consensus building with local stakeholders is the largest issue. As for geothermal utilization, there are issues of relevant laws, regulations and systems, including the Hot Springs Act, Environmental Impact Assessment Act and Electricity Business Act. As for consensus building, hot springs have been traditionally utilized in many promising geothermal development areas. In such areas, conflicts often occur between geothermal and hot spring businesses, which are a high barrier against development. In Japan and many other nations, there are issues in social acceptance of, and mechanisms and systems for, geothermal utilization, hindering organizations and manpower from functioning efficiently in some cases. The result is that markets that should grow actually fail. In case research in Switzerland, which is not rich in the high-temperature geothermal resources required for flash power generation, geothermal energy has only been utilized for heating and not for power generation. In an environment marked by policies breaking with nuclear power generation and transitioning to low-carbon energy, utilizing geothermal energy for power generation is promoted. Without technology choices transcending conflicts and the social consensus framework, however, developing new energy sources and green growth from such development is difficult. In order to improve social acceptance, establishing a governance mechanism is essential for coordinating between stakeholders, including national and local governments, developers and local residents. The New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) and other such organizations have conducted many technical studies. Studies concerning social consensus building, systems, participation, economy, community management and other such issues have been limited. For this reason, our study emphasized the importance of analyzing how geothermal technologies should be implemented from social perspectives and through specific cases.

(3) Technologies for visualizing energy

We analyzed Asian cases of implementing energy visualization software technologies. Japan has advanced industrial and home energy management systems. In order to identify factors required to implement such software technologies and service businesses in Asia, our research covered companies such as Daiwa House Industry Co., Ltd., SCSK Corporation and ITOCHU Techno-Solutions Corporation. The research subjects included HEMS and other battery management systems, as well as lithium-ion batteries themselves, and also researched how the GND impacted on related industries. The development of HEMS originally started as a communication-related technology in the 1990s. For HEMS, however, many different companies and technologies have been integrated under the concept of energy saving. The Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry took the initiative in promoting standardization, and ECHONET Lite, a protocol different from European and American protocols, was developed and became widely used in Japan. As far as penetration into the Singapore market is concerned, the coordination with household-use rechargeable batteries is still unsatisfying, preventing overseas market penetration from being successful. Since there were no support measures for the software, software technologies for managing rechargeable batteries were developed without any policy measures, creating Japan's proprietary visualization

technologies and new services. In order for Japan's environmental businesses to grow and become internationally competitive, lessons should be learned from this case example, and vertically divided administrative regulations disturbing expansion of new businesses should be eliminated and comprehensive support measures, including support for software development, should be taken.

1. 序論～規制とイノベーションについて

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。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様ではないため、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、特定の市場の動向にイノベーションが牽引されることもある。時間軸を入れた分析をさらに深めることが重要であり、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ためである。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。

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求められているが、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。これまで電力、機器、管理ツールなどがばらばらに規制があり、東日本大震災以降特にエネルギーの多様化・効率的利用が求められているにもかかわらず、行政側には縦割り規制など包括的視点への配慮が行き届かず、新規事業の拡大や潜在的需要の拡大の妨げとなってきた。環境への負荷を減らし、新たな領域での成長を促すエコ・イノベーションという言葉が使われはじめた背景には、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・産業の活動を促し、そしてその活動を妨げないよう行政側には包括的視点からの規制の制度設計がますます求められている。

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取り組み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。詳しくは『H23 年度環境系座会いの政策研究：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』を参照されたいが、環境技術等のイノベーションは一般に普及しなければイノベーションとは言えない。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。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 (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、本研究では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理解している。『H23 年度環境系座会いの政策研究：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』において、研究開発支援や補助金などにより技術開発を奨励すると同時に、需要拡大のための政策を同時に実施しなければ、その環境技術の市場は広がらず、後発の韓国や中国企業に利益を奪われる結果となっていることを示した。本研究で取り上げた、EV などの次世代自動車や、リチウムイオン電池、地熱タービン、エネルギー見える化技術など、日本が優位性をもつ環境技術がありながら、市場形成・需要拡大のための施策が十分にとられておらず、現状では開発投資や政府補助金などの投資額に対して日本企業は市場から得られるリターンが十分に得られておらず、このままでは中国・韓国などの企業に結果的に果実を譲り渡すことになる可能性がある。

規制と技術イノベーションの関係について本研究においても、特許データおよび企業財務データを用いて、当グループが開発した手法により、カリフォルニア州の ZEV 規制がイノベーションに与える影響について分析した。これまで多くの研究で、この規制への順守が求められたことで自動車メーカーによる ZEV 開発が大きく前進したと論じられてきた。そのうちいくつかの研究ではケーススタディによる ZEV 規制の影響を検討するため大手自動車メーカーに焦点が当てられている (Kepm 2005, Ahman 2006, Yarime et al. 2008, (Oltra & Saint Jean, 2009), (Dijk & Yarime, 2010), (Pohl & Yarime, 2012))。また、単純に特許件数をカウントすることでトレンドを示し、企業の技術戦略と ZEV 規制の関係を明らかにしようとした研究もある。しかしながら、いずれも関連技術の特定方法を示したり ZEV 規制の影響について包括的に検討したものではない。本研究はこのギャップを埋めることを目指すものである。

分析の結果、バッテリーEV を奨励対象とした厳しい排出量規制が敷かれたが、高コストと対象となる技術の幅の狭さ、インフラ未整備が問題となり事実上導入は進まなかった。一方、ZEV 規制の緩和に伴い、BEV から HEV 技術開発へのシフトが鮮明になり、1990 年代後半にピークとなるなど商業的成功へつながった技術開発となった。つまり ZEV 規制は当初の設定方法に課題はあるものの、自動車産業においてあらゆる技術に関して価値の高い特許を生み出す原因になった。BEV 技術が実用化から遠い技術であり失敗はしたが、代替技術である HEV 技術などへの開発刺激を与えたといえよう。実際に企業財務データと特許データを関連付けて分析した結果、財務状況がよく研究開発費が大きい状況であっても企業は EV 技術に対して、外部からの圧力がなければ自ら研究開発は行なわずイノベーションは推進されないということが示された。本研究の対象企業中、トヨタが最も高いイノベーションパフォーマンスを示しているが、財務データベースのデータ不足から、適切な財務データベースを用いてのさらなる検証が必要と考えられる。

重要な点は、いくら政策的にプッシュしたからといって、最後にイノベーションを実現できるとは限らない。個々の企業の技術開発の軌跡による部分が大きいことが明らかであり、また企業によって商品化

する時期がまちまちである。つまり、規制を通じてイノベーションを促進しようとする場合、それぞれの技術の性格を理解した上で、規制や政策を策定する必要があるということである。特にいくつかの技術の選択肢があり、それぞれがまだ未熟な開発段階にある場合、政策として意図的に特定の技術などを取り上げて他の選択肢を排除することは不適切であることが示唆されている。また、今回の分析により明らかになったのは BEV の関連技術はサイエンス基盤型技術の性格を持つのにに対し、燃料電池の関連技術は技術応用型の性格を持つことである。そのため、燃料電池に関する国の支援は、共同研究型ではなく、インフラ支援や、個別企業支援の方が効果的であると考えられる。一方、BEV の関連特許は基盤的で、物質特許の性格が強いため、大プロや研究組合などの形態が効果的であると考えられる。これは今後当該技術分野に政府がどのような形で介入すべきかについて重要な示唆を与えている。

2. グリーンニューディール政策の国際比較及び経済的影響について

2.1 グリーンニューディール政策の概念

2008年に世界は、食糧問題、燃料や金融危機と言った数多くの危機に直面し、世界規模でのイニシアチブとビジョンがより問われるようになった。このような課題への一つの解決策として、グローバル・グリーンニューディールが導き出された。国際連合環境計画（UNEP）の定義によると、グリーンニューディール政策（以下 GND）は、短期的には持続可能なグリーン経済²及び雇用増加を目的とし、中長期的には持続可能な経済成長の基盤となることを目指す、景気刺激策の中でもグリーンな要素を含む政策群である。本研究においては、GNDを「短期的には経済活性化のため、かつ長期的にはグリーン経済の基盤となる制度を作るための政策群」と定義している。

国際連合環境計画がまとめた GND の広義の 3 大目的は以下の通りである：

1. 世界経済の回復への膨大な貢献、雇用の保護および創出、社会・環境的弱者の保護
2. 炭素エネルギー依存および生態系の劣化を縮小し、クリーンで安定的な経済発展の軌道へ乗せること、
3. さらに、持続可能で包括的な経済成長の実現のために、国連ミレニアム開発目標（MDGs）の達成および極度の貧困の撲滅を 2015 年までに図る。

一方、世界銀行は「グリーン成長」を「資源の効率的利用による成長、公害や環境への影響を最小限に抑えたクリーンな成長、また自然災害にも耐えうる環境管理を行いながら、経済発展を持続すること」と定義し、グリーン経済を通じて、持続的発展（経済の持続性、環境の持続性、社会の持続性）へ寄与すると考えている。グリーンな成長を達成するために広義な「グリーン政策の枠組み」が提案され、この計画は 5 つの重要な要素から成りたっている。

(1) 各国政府は目標を定め、政府内で政策調整に取り込むこと。具体的には、インフラと気候変動のために明確でありかつ長期的なビジョンとターゲットを持つこと、また、政策調整およびステークホルダーの積極的な関わりや、多段階に及ぶ政府内のガバナンスも含む。

(2) 低炭素・気候変動に強いインフラ（LCR）への投資および市場のインセンティブを刺激するために政策を変革する。例えば、合理的な投資政策による開放的な競争市場の創出や、市場原理に基づく規制方針による炭素の価格化、弊害を伴う補助金の排除と市場の失敗の軌道修正などである。

(3) 環境を配慮した新しいグリーン技術への移行をサポートする具体的な金融政策、規制、手段や方法の確立を行うこと。例えば、長期的な投資および保険市場をサポートするための金融改革、リスクを最小にするため、もしくは市場の流動性を増加させる革新的な金融メカニズムおよび、LCR 投資への経過的かつ直接的サポートの導入も含む。

(4) 活用できる資源およびキャパシティー・ビルディングの融合。グリーン技術への R&D、LCR のイノベーションを支える人的・制度的能力構築、施行と監視、気候のリスクおよび脆弱性評価などを含む。

(5) グリーンビジネスの促進および消費者行動の奨励。情報政策、企業による報告や消費者の関心向上プログラム、公共的アウトリーチ活動などを含む³。

² グリーン経済とは、それに関連した雇用によって生み出す財やサービスの確立とともに、環境的な利益があるもの、また関連する技術やスキルによって価値が付加された経済活動のことと定義している。（The Brookings Institute, 2011）

³ Corfee-Morlot et al, 2012

グリーンな雇用についての定義は多様である。グリーン刺激策によってグリーンな雇用が創出され、例えば農業、製造業、R&D、行政の分野において環境の質の保持や復元、持続性に寄与する雇用のことをグリーン雇用と定義する専門家もいる(Bowen, A. 2012)。とりわけ生物多様性とエコシステムの保護、エネルギー使用の節約、水資源の利用の効率化、経済の非炭素化など、次世代へつなげる技術をもち、廃棄物や環境汚染を最小化する分野での雇用も含むものもある。産業界の視点からも、このグリーン雇用は環境サービスという枠を超える広義的な意味でとらえられている。一般的には、財・サービスの環境への悪影響が既存の代替物による影響よりも小さい場合の雇用を意味している。

例えば米国政府(労働統計局)のグリーン雇用の定義は、1)天然資源の保存や環境への利益のためのサービス提供や製品生産に関わる雇用、もしくは2)天然資源の利用を最小限に抑えたもしくは環境にやさしい生産過程を構築するための責任が含まれる仕事、を指す。グリーン雇用の集計方法として、グリーン製品・サービス(Green Goods and Services: GGS)調査により、産業別、州別のグリーン製品・サービスの生産に関わる雇用数を計算し、4半期ごとの雇用・賃金統計によって実施される。製品・サービス(アウトプット)に対して、生産過程(プロセス)の形態の雇用数も明らかにするために、Green Technologies and Practices (GTP)調査を行い、産業別・国レベル・地方レベルのグリーン技術及び実施プロセスについて調査を実施する。この中で、GTP調査の際、労働者が勤務時間の半分以上をグリーン技術・実施プロセスに費やしている場合のデータも提供する。2010年統計データ値は、GGSが310万人(全米雇用の約2.4%)。そのうち、民間セクターにおける雇用は230万人、公的セクターにおける雇用は86万人)となっている。同様にGTPでは85万人の統計値が出ている。

ドイツにおいては、経済刺激策には、企業向け寛大な償却規則、天候に配慮した住宅リフォーム奨励措置などが盛り込まれている。こうした消費は、気候保護や省エネを中心とするインフラ投資を伴う減税と組み合わせられている。政府によるグリーン刺激策を受け、導入プロジェクトの件数が増加し、雇用創出をはじめとする相乗効果が表れている。例えば、風力発電施設の設置によりドイツ国内では25万人の雇用が創出されている。したがって、ドイツにおける政府のグリーン刺激策に伴う雇用創出効果の計算方法は、気候変動や再生可能エネルギーを重視したインフラ事業に対する政府の支出や奨励策に基づいて雇用期待値が計算されたといえよう。ちなみに、2012年発表の国際労働機関ILOのデータによれば、EU全体においては1460万人の生物多様性の保護や天然資源・森林の回復に関わる(直接・間接)雇用が既に存在しているという。また、デンマークの場合、雇用創出の数値は、輸送技術やインフラ事業に対する政府のグリーン刺激策および建設セクターの雇用増加を目的とした助成金を基に算出されている。一方、国内の風力産業は2万8,400人の直接雇用を創出している。このように、想定される雇用数は配分された予算を基に算出されている。これらの雇用推定値と実際のグリーン関連雇用は、グリーンな定義や統計方法によってまちまちとなっている。

UNEPは「グリーン度」の定義には幅があると議論を投げかけている。つまり、「どの技術、財、ビジネスやビジネス活動を用いるかで「グリーン」の度合いが違ってくる。救済的な対策や対応が後手に回る対策から、先手を打ってでるような対策まで分けることができる。」言い換えれば、事後の環境汚染を除去するよりも、発生するまえに汚染を食い止める方が「グリーン」なのである。環境問題を解決するための議論および産業やその中での雇用の環境へのインパクトを、雇用の「グリーン度」を明確にすることにより活性化できると提言する専門家もいる。

グリーン刺激策は未だに幅広い意味で使われている。単独で存在する場合もあるが、社会的責任投資、持続的・長期的な投資などの似たような概念として使われている。本稿では、このような経済刺激策の国

別比較とその影響について検討し、米国、欧州の2カ国（ドイツとデンマーク）およびアジアの2カ国（韓国と中国）について記述する。また、これまでグリーン刺激策を通して経済への影響を分析するための評価分析手法についても考慮する。これらの国々は、他国に比べてグリーンな政策が積極的に行われているため、日本に対して参考となる事象や示唆ができると思われるからである。

2.2 グリーン経済刺激策及びグリーンニューディール政策の国際比較

2008年の経済・金融危機に際し、環境にやさしい技術やインフラに投資することで持続的な経済成長を目指すグリーンニューディール政策の考え方が示され、世界規模で景気刺激策の中で経済回復及び環境的利益の双方の目的を達成しようと試みられた。世界的にグリーン景気刺激策が実施されたが、“グリーン”についてどう定義するかによって財政出動額に違いが出てくる。

まず、景気刺激策の中で経済的目標と環境保全に関する目的は必ずしも同じスパンでは考えられておらず、主に経済的施策については短期的な改善を目指しているのに対し、環境に関する施策については長期的な視野に立った対策となっている。国際比較の中で“グリーン”政策として実施されている主なものは、1) エネルギー効率への投資、2) 交通インフラへの投資、3) 自動車買替策（低燃費車廃棄）、4) 再生可能エネルギーへの投資、5) エコ・イノベーション支援への資金提供となっている。その中でも特に、エネルギー効率化やインフラ投資、気候変動緩和に関する政策が中心となっていると言える。

グリーンをどう定義するかという点については、例えばHSBCによると全世界において5120億ドル（世界の全景気刺激策の約16%）相当がグリーンなプロジェクトに投資されているという。しかし、中には低炭素電力発電や、ビルや自動車に対するエネルギー効率化への投資、鉄道やグリッドのインフラ投資、水・廃棄物処理なども含んでいる。またHSBCの値は刺激策以外にも年次財政出動分を含めるなど広義にとらえている。もう少し厳密にエネルギー関連のグリーン景気刺激予算に限定するならば、その額は約3480億ドル（全刺激策の約11%）と指摘する研究もある(Ladislav and Goldberger, 2010)。一方、“クリーンエネルギー”という定義の下では、さらに小さな値となる。新エネルギーへの支援ということで定義した場合、再生可能エネルギー、エネルギー効率化、先進交通機関、スマートグリッドや他のクリーンエネルギー技術に限定され、その結果、13か国の財政出動のうち1770億ドル相当がクリーンエネルギーに合致する(Robins, 2009)。広義の定義の下では、中国がグリーン景気刺激額において最大国となり、米国が続く。しかし、クリーンエネルギーのみの定義の下では、米国が最大の財政出動を行い、中国が2番ということになる。これらを見る限り、何をもちいてグリーン景気刺激策と定義するかは、その国がどういった環境上の目的を達成しようとしているのかで違ってくるといえよう。

また、グリーン政策の実施時期によっても国によってばらつきがある。2008年に実施した国もあれば2009年にスタートした国もあり、また、国によっては複数の刺激策を打ち出したところや、予算プロセスの中で刺激策の延長を行った国もある。それらの刺激策の実施が迅速であったかどうかについては、法案が通過した時期、プロジェクトの財政支援の種類、融資なのか補助金なのか等の条件を検証する必要がある。いくつかの国は、ルールの設定、補助金や税制優遇や融資保証が遅れたりして、実際にグリーン刺激策の実施額は2009年で約22%と推測され、残りは2010年及び2011年に施行されたと考えられている(HBSC, 2009)。例えば米国の例で言えば、グリーン刺激策のほとんどの予算を管轄しているエネルギー省によれば2009年にはたったの6.4%しか執行されていないとのことだった(米国エネルギー省)。

グリーンな雇用はどれだけ生み出されているかということに関しては、米国におけるグリーン製品・サービスに関わる雇用が2010年現在で310万人となっており、また全世界の再生可能エネルギーセクタ

ーに雇用されている数は500万人近くになっている。これらの値は2006年～2010年の雇用数の倍以上の値となっている（国際労働機関, 2012）。しかし、グリーンな政策が実際にどう経済的影響を与えたのかについての評価分析は、計量経済モデルなどの分析手法など過去のデータを基にするため、低炭素及び資源効率化による経済成長という経験がまだそれほど蓄積されているわけではない。また、既存の経済理論では、どういった環境政策と経済政策のバランスが最適な結果を生み出すのか誘導する知識が十分ではない。つまり、クリーンな生産技術の普及がどのように雇用需要につながるのか分析手法など不確実性が未だ大きい。

各国で実施された景気刺激策については、その中のグリーンに割り当てられる予算が限られていることから、直接的な経済回復への短期的貢献度は低く、ヨーロッパにおいては乗数効果は約1.5倍(Pollitt, 2011)程度と言われている。また、ヨーロッパで顕著なのは、景気刺激策による投資増大により資本比率の高い製品（自動車や重機等）産業は恩恵を得ているということである。グリーン投資の実施によって乗数効果が高いのは、同様に資本効率が高い産業であり、これらの産業への一時的インパクトはある程度あると言える。例えば、新車買替補助金（低燃費車廃棄補助金）という形で官民の資金を誘導し短期的経済効果がある施策もある。一方、米国および中国は規模の大きい景気刺激策を実施しており、韓国は景気刺激策の75%をグリーン政策が占めるというものである。ただ、国の経済規模や国内の自動車産業の規模やインフラ整備状況などによってどういった刺激策のパッケージが最適かは一概には言及できない。

一方、雇用への影響としては、一時的な雇用の増加へはつながっているが、新たに雇用を作り出したというより、インフラ整備などの公共投資において建設業やエンジニアリングといった分野で、本来減少するはずだった雇用が保持されやや横ばいという形で推移している。よって雇用増の分野は特殊な技能を必要とする主に男性中心の職種に限定されている。

経済活動が中心であるため、直接的・短期的な環境への影響はマイナスであると考えられている。特に建設業界などのエネルギーや資材需要増加により、環境への負荷がかかっているためである。一方で、長期的な視点からみれば、環境への影響はプラスになるという考え方もある。つまり、グリーン景気刺激策によりエネルギー需要は一時的に増加するが、長期的にはエネルギー消費が減少し温室効果ガスの排出が減ると考えられるためである。各国が重点政策として実施している低燃費車廃棄スキームはインセンティブ付与により短期的は人々が車の買替を行うが、長期的に持続する政策とはいえないと指摘している。

また、エネルギー効率化や再生可能エネルギーへの投資策は、個々の恩恵は少ないが、比較的長期にわたる環境への影響が期待される。エコ・イノベーションへの研究開発費などへの投資は、短期的には経済回復への貢献はほとんどないが、長期的に経済的基盤やグローバルな環境改善に対して影響があると考えられている。

一般的に共通しているのは、短期的・長期的利益のバランスをうまくとるということである。短期的利益は経済的なものに限られ、必ずしもグリーン政策である必要はない。グリーン政策をエコ補助金などで支援することで後押しが可能である。特にエネルギー効率を高めることや化石燃料の輸入減少、グローバルな燃料価格からの影響を最小限に抑えるといった、指標では表せない長期的な利益が得られるであろう。

2008年の経済・金融危機への対応として実施された景気刺激策の中のグリーンな要素（グリーンニューディール政策等）について整理し、その影響について比較調査した結果を述べる。本研究においては主に5か国（米国、ドイツ、デンマーク、韓国、中国）についてその傾向と重点政策について比較を行った。

2.2.1 米国

米国は、2008年の危機に対して速やかに大規模の景気刺激策を宣言した。主に3つの種類の財政出動であり、1) 2008年10月に成立した緊急経済安定化法(EESA)、2) 2009年2月に成立した米国再生・再投資法(ARRA)、3) 2010年予算である。米国の景気刺激策は透明性が高く財政出動などの情報が最も得られやすいものであった。ARRAにおいて合意された7870億ドルのうち、全刺激策の7%程度である、670から800億ドルがグリーンもしくはクリーンエネルギーへの投資に配分された。政府による財政支援の他に、ARRAは投資インセンティブの延長及び条件緩和を行った。これらの法の目的は経済成長への刺激と雇用増加である。当時の政権はこの刺激策により300~400万人の新たなグリーンセクターにおける雇用に推定しており、議会予算局は60万から160万人の雇用が保持もしくは増加すると予測していた(グリーンに関する雇用に必ずしも限らない)。これは、米国政府が効率化を高めることによって、エネルギー効率プロジェクトが短期的な国内雇用創造の源となると考えていたからである。

ただし、多くの政策の実施が2010-2011年度にずれ込んだこともあり、当初目指していた短期的な経済回復への影響は限られていた。刺激策の優先順位はインフラ構築などに関わる建設産業や、国内の再生可能エネルギー市場を拡大させるため再生可能エネルギー関連事業に与えられ、ほとんどエネルギーもしくは気候変動に関する投資に集中している。グリーン政策は直接的投資が主であり、また長期のインパクトに焦点を当てているため、経済成長や雇用の増加に対して限定的な効果にとどまることが指摘されている⁴。

米国では、グリーン成長の基本的考え方として、グリーンエネルギーに基づく経済を創出することを目的としている。グリーン成長に焦点をあてた法律は、2009年に署名された緊急経済安定化法(P.L.111-5)、米国再生・再投資法(American Recovery & the Reinvestment Act stimulus)である。2009年の刺激策(総額GDPの7%)のうち、グリーン関連分野には12%配分されたと言われている。主要な政策は2009年から2010年に予算化されたが、実施期間は10年など長期にわたっている。刺激策の対象として、家庭のエネルギー削減、エネルギーの価格の安定化、低炭素経済の構築、雇用の創造、代替エネルギーの生成、そしてよりグリーンな経済を作り出すことである(Pollitt, 2011)。

米国では国家・州レベルで「グリーン」な法案が議会や国会で認められるようになった。例えばカリフォルニア州議会では、「カリフォルニア地球温暖化解決法令」⁵のような議会议案等が通った。GND政策の実施以来、温室効果ガスは縮小し、経済全体の中ではグリーンに関係する雇用が200万(推測値)へ増加すると報告されている(Campbell, 2011)。また、グリーン成長戦略を開始するために、さまざまな機関や官庁が設置された。具体的には、環境配慮ビル、グリーン経済発展、シカゴ州戦略、連邦エネルギー規制委員会などが含まれている。以下にグリーン成長イニシアティブの関係機関を示す。

図表1. 米国における監督官庁及び機関

No.	行政機関・団体	グリーン成長イニシアティブ
1.	シカゴ州(シカゴ州戦略)	環境配慮型ビル計画、
2.	連邦エネルギー規制委員会(FERC)	グリーン経済開発
3.	エネルギー省(DOE)	
4.	米国環境保護局(EPA)	
5.	高等研究計画局-エネルギー(ARPA-E)	

⁴ Chateau, Saint-Martin, and Manfredi "Employment impacts of Climate Change mitigation policies in OECD" OECD Environment Working Papers, No. 32, 2011

⁵ the California Global warming Solutions Act, Green LA, Plan NYC

これらの新しい法律や関係機関の設置は、米国の投資合計額が G20 加盟国の中で 2 位へ降格したことが背景にある。財政状況の厳しさや国家政策の枠組みが弱いことで、大胆な投資に制約がかかったといえよう。2006 年及び 2007 年のエタノールに関する投資は 2008 - 09 年では息切れしたが、次世代のバイオ燃料やエネルギー効率、スマートグリッドに関しては投資は増加した。その結果、2009 年に実施された風力及び太陽光に関する長期投資への税金優遇によってクリーンエネルギーへの投資がある程度確保された。米国の場合は、製造業よりベンチャー金融や技術イノベーションが主流であることを考慮する必要がある。グリーン経済を達成するための政策として、明示された方針や法案を以下に示す。

図表 2. 米国の主要なグリーン政策

政策	年	ターゲット
1. ワックスマン・マーキー法 (ACESA)	2009	クリーン技術を活用する環境配慮型ビル経済および気候変動問題への取り組み（気候およびエネルギー解決策）。この法案はエネルギー効率、農林分野関連の補正、クリーンエネルギー、クリーンエネルギーへの移行および世界規模の環境汚染の縮小（世界資源研究所）。
2. ケリー・ボクサー法 (CEJAPA)	2009	温室効果ガスの基準排出量、R&D、新たな「グリーン」なプログラムをつくることなどの承認。
3. ケリー・リーバーマン法 (The American Power Act)	2010	米国再生法の中でも規定されている炭素制限や、エネルギーと温室効果ガスの縮小。
4. クリーンエネルギー標準法 (The Clean Energy Standard Act)	2012	クリーンエネルギーから供給される電力の一定の割合を規定し、もし規定違反の場合は 2015 年までに罰金支払い。

グリーン経済を達成するための政策として、2009 年のワックスマン・マーキー法 (ACESA) や、H.R.2454 は気候変動問題への取り組みと環境配慮ビルの拡大を推進する法律制度などが制定された(Center for Climate & Energy Solution)。これらは、エネルギーの効率性、農業と漁業関連の補正、クリーンエネルギー、クリーンエネルギーへの移行と世界規模での環境汚染の縮小をはかる法案である。

2012 年のクリーンエネルギー標準法 (S.2146、2015 年までにある一定のクリーンエネルギーの割合を保証し、達成されていない場合は罰金が科せられる)、エネルギーと温室効果ガスの縮小を意図するケリー・リーバーマン法案 (APA)、S.2877 炭素限界規制と再生エネルギー法案(CLEAR 法案とも言われているこの法案は米国国内での化石燃料からきている炭素の販売を規制している)、カリフォルニア州地球温暖化解決法案(Larsen, and Bradbury, 2010)、ケリー・ボクサー法案 (CEJAPA は温室効果ガスの基準排出量、R&D、新たな「グリーン」なプログラムをつくることなどを容認している) や州ごとによる温室効果ガスに対するイニシアチブなどの多様な法案が他にも存在する。

これらの法案は大半、エタノールの生産、地熱エネルギー、再生可能エネルギー、とりわけバイオマスエネルギーに焦点を当てている (Campbell, 2011)。税金 (税制優遇の対象: エネルギー効率を使用している住居、電気自動車 (EV) やエネルギー分配機器等、クリーンエネルギープログラム (風力、太陽光、バイオ燃料、エネルギー効率、地熱など) に 2 年間で平均 10 億ドル、再生可能エネルギーへの税額控除、効率的な民間事業の展開を向上した企業・個人には 1500 ドルの税額控除 (30%が控除対象となっている:

2008-2010年)および製造部門でのエネルギー効率の良い家電製品税額控除の実施(食器洗い機、洗濯機、冷蔵庫、エネルギー効率のビルを建築する業者等にも税額控除を実施することなども含む)などをアメリカのグリーン景気刺激策は含んでいる(West L., 2009)。それらに加え、このグリーン刺激策にはリベート(エネルギー効率の良い家電製品へのリベートプログラムやエネルギースタープログラム)、ローン(水・エネルギー配分の効率性および再生可能エネルギープログラム、配電、エネルギーの信頼性プログラム、エネルギーローンプロジェクトの保障などがここには含まれる)、補助金(低所得の家計がエネルギーコスト削減をできるように補助金の提供、また企業が直接現地で代替的燃料(エタノール、バイオディーゼルもしくは液体水素燃料)のポンプを設置すると、設置費用の30-50%が税額控除の対象となる)。さらに州のプログラム、研究機関、政府補助金および政府投資によって景気刺激対策は振り分けられている⁶。州レベルでは、公益事業の改革と建築基準法の緊縮を推進するエネルギープログラム、多様なインセンティブを使い200万世帯のエネルギーの効率の改善を図っている。研究の分野では、科学研究での雇用機会の拡大、環境を配慮したビルディングのR&Dへの資金調達、エネルギーの効率性および再生可能エネルギーの研究支援を行っている。また設備容量が少なくとも300kWであり、投資価値が最低1460万USドルである太陽光(PV)発電所の設置は最大50%の政府補助金が寄与される⁷。そしてエネルギー効率性プロジェクトおよびDOD、清潔な水の確実な提供のための土地改良局の改善、過去のエネルギー研究用地および武器生産の浄化、新たなエネルギー伝達のネットワークおよび医療保険技術に対し、政府は今では投資を増やしている。

米国が重要視しているのは、情報通信技術のICTインフラ及び燃料効率である。多くの経済刺激策の中でICTインフラやネットワークによる経済回復を謳っている。つまり、ICTインフラを活用することによって社会的課題への解決策や革新的サービスがけん引役となり経済回復されるというものである。特に経済刺激策が焦点を当てるのは、ICTインフラに関する2つの分野である。一つは、これまでつながっていなかった地域へブロードバンド網を拡大するのに、既存のネットワークを用いながら高速接続を可能とするものである。

景気刺激策の中で、既存の無線通信インフラ関連のものは主要の二つの分野をカバーしている：接続なしのエリアに広帯域を拡大させることと高速通信を促進するために既存のネットワークを改善およびアップグレードすることである。国全体に普遍的なブロードバンドを提供することによって、どの政策もネットワークへのアクセスの地域間、とりわけ農村部やへき地でのギャップ・格差を縮小することに試みている。

自動車産業を救済するために、米国政府は税金還付など優遇税制措置、特別な投資枠組みなどを用意している。しかしそれらの措置を甘受するためには、高エネルギー効率のエンジンや自動車の生産を満たす必要があり、新しい車の購入意欲を高めるインセンティブの増加も要求している。米国では、電動輸送を発展させる必要があり、連邦政府は古い自動車を買替えて代替燃料を使う新しい自動車を普及させる施策を検討している。

⁶ Database of State Incentive for Renewable & Efficiency (DSIRE)

⁷ Ladislav and Goldberger, 2010

図表 3. 米国の ICT および低燃費自動車への投資

	計画投資	目標	普及的ターゲット	高速ターゲット
ICT	72億米ドル	ネットワークがない地域やへき地へのブロードバンドの普及。ブロードバンドを学校、図書館、医療機関や他の事業者に促進。	n.a.	データスピード 最小値は設定されていない
	パッケージの額	クリーン技術との関連性	新車購入のインセンティブ	
低燃費自動車	174億米ドル	n.a.	n.a.	

出典: OECD (2009), Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth. Accessed on 10 December 2012 from <http://www.oecd.org/science/innovationinsciencetechnologyandindustry/42983414.pdf>

予算及び政策対象

米国にとっての刺激策パッケージの目標および対象は、中流家庭の経済負担の軽減（税控除、失業保険の拡大、州財政支援など）、インフラへの多額の投資（道路、公共輸送、高速鉄道、電気供給用のスマートグリッドおよびブロードバンド）、国民の医療保険の保障および医療分野の近代化（健康記録・カルテのデジタル化と電子化を含む）である。また主要な科学および工学研究機関への財源の拡大、教室・図書館や研究所の近代化、再生可能エネルギーの生産と投資への支援が含まれている。

刺激策の金額面においては、インフラ投資、教育、時にはグリーン技術が1、2番目に重要な歳出項目となっている。米国にとっては、インフラと教育が長期的な財政的刺激策の最優先事項となっている。

図表 4. イノベーションに関する米国の投資額

	インフラ	科学、R&D、イノベーション	教育	グリーン技術
% of GDP (2009年5月)	0.7%	0.11%	0.58%	0.41%
	(1000億米ドル)	(160億米ドル)	(830億米ドル)	(59億米ドル)

Source: OECD (2009), Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth. Accessed on 10 December 2012 from <http://www.oecd.org/science/innovationinsciencetechnologyandindustry/42983414.pdf>

米国の R&D に関する予算配分は、2008 年から 2009 年の間に増加したが、2009 年の金融危機により、2009 年から 2010 年の間には減少している。国の歳出の中で、防衛と宇宙開発は最も大きいシェアを持っている。

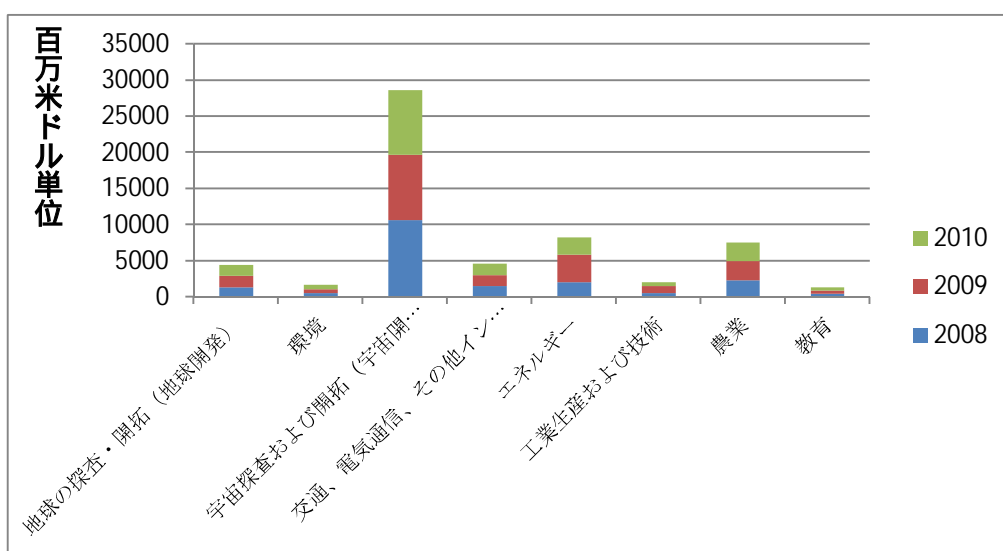
図表 5. 米国の R&D 予算配分

支出 (百万米ドル)	年次		
	2008	2009	2010
地球の探査・開拓 (地球開発)	1300	1677	1447
環境	548	565	597
宇宙探査および開拓 (宇宙開発)	10672	9060	8889
交通、電気通信、その他インフラ	1475	1536	1576
エネルギー	2076	3794	2392
工業生産および技術	518	963	580
農業	2332	2629	2624
教育	428	464	480
防衛	84206	84771	85104

出典: OECD (2012), "Government budget appropriations or outlays for RD", OECD Science, Technology and R&D Statistics (database). doi: 10.1787/data-00194-en (Accessed on 10 December 2012)

米国の R&D への民間投資は、2009 年時点で 186 億米ドルであった。5 年ぶりに米国は G20 の中でトップの座を失った。景気後退と優遇税制への投資家の疑念が年明けには投資を縮小させ、2008 年のレベルから 40% 低下したのである。2 月に行われた州の再生可能エネルギー基準、長期生産の制定、投資への税額控除がかなり投資を誘発した。米国は技術イノベーション関連のベンチャーキャピタル・未公開株式投資ではリードしているが、まだ投資家たちは、アメリカ連邦議会での気候およびエネルギー法案化が長期的な投資を保障することを期待した (The Pew Trust, 2010)。

一方、経済規模で比較すると、米国の「クリーンエネルギーと投資」は他の G20 の国々と比べ時期的に遅れていることがわかる。例えば、中国は米国の 3 倍の額を 2009 年に投資した。米国は、効率的にクリーンエネルギー分野での雇用と製造業の底上げを行うことを模索しており、クリーンエネルギー投資の誘発を起こす政策評価をすることができると考えている。とりわけ、米国の政策立案者にとってはこの効率的に雇用を生み出すことが重要である。なぜなら、国家レベルでのクリーンエネルギーを誘導する政策を積極的に進めなければ、他の G20 の国からさらに遅れをとることになるからである。



図表 6. 米国のイノベーションへの予算配分(防衛部門を除く)

再生可能エネルギー分野においては、米国はエタノール生産、地熱発電、バイオマス発電に重点を置いている (Campbell, 2011)。米国の太陽光の操業度は 2011 年に 5.7% に達し、風力タービンの製造業は 8.8% のマーケットシェアを誇っており、両分野で米国は世界の上位 10 か国に入っている (REPN, 2012)。石油、石炭、原油の消費が減る一方、ガスは 2003 年と 2006 年の間には一時減少したが、言座では若干増加している傾向である。風力発電、地熱、太陽光、バイオ燃料、水および電力は増加してきた。2000 年から 2010 年の間、産業、交通および非エネルギー分野での消費は減少した。100kW までの小規模の風力発電は、米国の米国資本コストは 3000 ~ 6000 米国ドル/kW であり、一般的なエネルギーコストは 15 から 20 米セント/kWh である。輸送燃料としてのバイオディーゼルでは、米国の大豆による予想生産コストは 55~82US セント/リットルであり、トウモロコシによるエタノール生産コストは 40US セント/リットルとなっている。つまり依然として再生可能エネルギーの生産コストは高く、シェールガス革命により一般エネルギーコス

トがおさえられると予測されることから、再生可能エネルギーへの投資については今後の見通しは不透明となっている。

・経済的影響について

米国の景気刺激策の中のグリーン政策は、多種多様にわたり複雑であったため、評価モデルでの分析は難しいケースとしてとらえられている。既に行われている分析によれば、2009 - 10年のGDPの0.5%押し上げる効果があったと言われている(Pollit, 2011)。グリーン政策への予算の3分の1以上はスマート機器を含む電力グリッドの設置へ投資されており、この投資に対する効果として、送電ロスの減少、将来的な再生可能エネルギーインフラの構築、スマート機器による効率化の長期的な利益が考えられる。これらの数値化は難しいが、全般的な利益としての短期的・長期的効果はあると認識されている。税優遇措置による再生エネルギーの支援により、米国内での再生エネルギーのシェアは若干増加している。環境への影響としては長期的であり、自動車の新しい燃料の開発や商用化を進めるためのインフラ構築である。現時点では高速鉄道への投資からのインパクトは明らかではない。

どの部分の投資がどの分野の雇用へ影響があったと判断するのは難しいが、将来的な雇用の増加は見込まれており、追加的な雇用の増加は投資指向の産業や研究開発の分野で可能性がある。生産性の向上については電力グリッドの改善により少量の燃料で電力が生産され、相対的に低い価格での電力提供が可能となる。イノベーションが期待される分野は、代替燃料の開発や自動車関連産業と考えられる。

図表 7. 米国のグリーン政策の経済的影響（推測値）

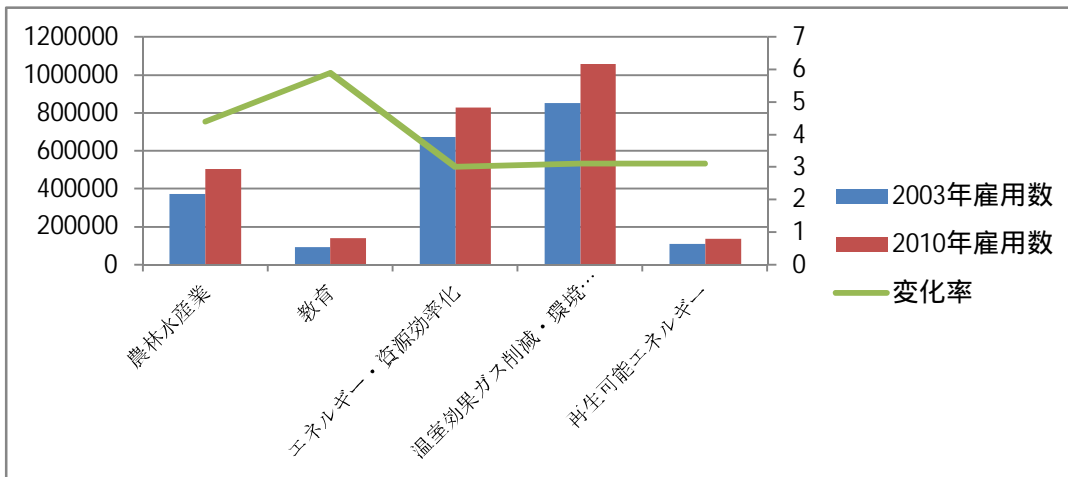
	2009	2010	2011	2012	2013	2020
GDP	0.65	0.23	0.09	0.04	0.00	0.02
雇用	0.08	0.06	0.03	0.00	-0.03	0.01
家計支出	0.16	0.21	0.09	0.04	0.00	0.03
投資	4.85	0.78	0.21	0.06	-0.04	-0.03
輸出	0.03	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
輸入	1.37	0.29	0.08	0.00	-0.02	0.00
物価	-0.21	-0.08	0.05	0.10	0.08	-0.04

数値はベースラインからの%差を示す。

出典：Cambridge Econometrics, E3MG

クリーン経済に関わる産業についてのみの雇用数の変化を表した研究によれば、以下の図のように、総合的にみれば2003年から2010年の間に3%から5.9%の雇用の伸びがみられる。

図表 8. クリーン雇用数に関する 2003 年から 2010 年の変化（人、%）



出典：Brookings Institution, Metropolitan Policy Program

クリーン経済の研究によれば、総合数で見ればクリーン経済分野の雇用は化石燃料やバイオ技術産業の雇用数を上回っており、クリーン経済雇用は米国の成長を将来的に高める経済基盤構築に大きく貢献している。ただし、将来における政策の変更や課題などによる不確静的要因も考慮しなければならず、多くのクリーン経済部門はまだ発展の初期段階であると言える。今後の商業化による技術の普及や雇用の拡大には、資金調達や成長へ向けたイノベーションへつなげることが必要である。

2.2.2 ドイツ

ドイツは2009 - 2010年の間に景気刺激策として800億ユーロの規模(2008年のGDPの3.2%相当)を打ち出し、その中でグリーンに関係する予算は106億ユーロ(全景気刺激策の約13.3%)となっている。ドイツのGNDは気候変動への対処やグリーンな環境整備に焦点をおいており、その中でも特に、建物や自動車のエネルギー効率性を促進し、経済成長を誘発することに重点が置かれている。国内の自動車産業が多いため交通関係への予算配分が目立つ。ドイツはPVとバイオ・ディーゼル生産に強みをもっており、GNDを促進するために数多くの政策を打ち出している。たとえば、2009年の再生可能エネルギー資源法案(EEG)は環境保護および気候を保護するためにあり、化石燃料の節約、エネルギー供給のコスト削減などを通じて持続可能な発展を促す政策が目立つ。これら政策の主な目的は、ドイツ国内で再生可能エネルギーのシェアを拡大することと気候変動問題へ取り組むことである。以下の表に主な政策を示す。

図表 9. ドイツにおける主要なグリーン政策

No.	政策	ターゲット
1.	再生可能エネルギー源法(EEG)	化石燃料の節約やエネルギー供給のコストを縮小させることなどにより、環境と気候を保護する。環境と気候問題に根本的に取り組む法案である。
2.	ドイツエネルギー産業法	グリッド生産者はエネルギー発電関連の産業に普遍的にグリッドを提供するという義務を課すもの。
3.	再生可能エネルギー熱法	2020年までに再生可能エネルギーによる熱暖房を24%までに上昇させることが目標。住宅用と非住宅用の建造物が対象となり、暖房は再生可能エネルギーから供給すること。

出典：Fischedick, 2004

例えば、2009年に成立したドイツエネルギー産業法、再生可能エネルギー熱法等は2020年までに発電用のエネルギーを14%再生可能エネルギーにすることを促進している⁸。住居用・商用の建造物・ビルすべてが、これらの政策の対象となっており、熱供給は再生可能エネルギーからであることを規定している。建造物の所有者はどの再生可能エネルギーを使うか決めること（熱供給での再生可能エネルギー法）ができるが、この法令は社会へ追加的にコストを生んでいるという指摘もある(Krewitt and Nitch)。

さらにドイツは刺激策及び再生エネルギーの持続的な奨励のための投資を行っており、以下の表にこれらの経済刺激策及びグリーンプロジェクトへの投資について示す。

図表 10. ドイツにおけるグリーン景気刺激策及びグリーン奨励策

No.	年次	金額	対象
1.	2008年11月	33億ユーロ	エネルギー高効率ビルへの改築、ビル等の建造物からCO ₂ 排出量削減するプログラム(2億ユーロ)、中小企業でのエネルギー効率を促進・支援するための特別融資プログラム(3億ユーロ)、高エネルギー効率ビルの改築のためのKfWローンおよび助成金(25億ユーロ)等。
2.	2009年1月	40億ユーロ	公共インフラ整備に投資、その内7.5億ユーロがエネルギー効率のアップグレード用に投資。また別枠でLänder自治体への公共インフラ投資。そのうち、学校などの教育機関でのエネルギー効率の促進に配分。
3	2009年	5億ユーロ	グリーン税控除(研究開発費)
4	2009年	18億ユーロ	自動車税改正(2009年7月よりCO ₂ 排出量を勘案した税制へ)
5	2009年	25億ドル	公的交通機関などのインフラ整備
6	2009年4月	50億ユーロ	自動車買替スキーム
7	2009年	5億ユーロ	ハイブリッドもしくはクリーン自動車技術への開発支援
8	2009年	6億ドル	低炭素エンジン開発支援(融資)
9	2011年	9億ユーロ	エネルギー効率化、企業の環境保護、住宅改築等のインセンティブ付与
10	2012年	1プロジェクト当たり最大2500万ユーロ	KfW再生可能エネルギープログラムとして再生可能エネルギー技術の基盤強化
11	2012年	最大4億ユーロ	KfW沖合風力エネルギープログラム
12	2011-2014年		エコ税とエネルギー税控除の廃止等。

出典：Robins, 2009; Federal Ministry of Economics and Labour, 2005; Meyer-Ohlendorf N. et. al, 2009; KPMG International Cooperative, 2012; Klein, 2012.

グリーン刺激策の対象は経済の新旧交代を促すものであり、特に建物やビルの改築・高エネルギー効率化、グリーン技術や買替奨励策等である。特に33億ユーロが配分されたプログラムにおいては、エネルギーコストの削減や、製造業及び建設業において2万5千の雇用を生み出すと試算されている(Meyer-Ohlendorf et.al, 2009)。2009年と2010年の間に「グリーン」なプロジェクトを発足し、特に国民へ再生可能エネルギー、とりわけ太陽光を利用するようインセンティブを与えている。2008年の11月および2009年の1月に二つのグリーン成長刺激策が打ち出され、一つ目のグリーン成長刺激策は、グリーン成長

⁸ Overview Renewable Energy Sources Act

基金を設けている：エネルギー効率建築物に 30 億ユーロ、CO₂削減を促進するために 2 億ユーロ、中小企業向けのエネルギー効率性をサポートする融資に 3 億ユーロ、KfW 投資とエネルギー効率性の建築物に 25 億ユーロの基金がそれぞれ設けられている(Saha D. and Weizsäcker J.,2009)。

二つ目の経済刺激策は、さまざまな分野に投資を行っていることである。公共施設へ 40 億ユーロ、エネルギー効率性のアップグレードに 7.5 億ユーロが投資されることになっている。他にも公共施設や自治体へ配分され、特にエネルギー効率性に関連している教育機関に与えられた(Meyer-Ohlendorf N. et al. 2009)。

グリーン成長刺激策のターゲットは、経済の近代化、車から廃棄物の低下及びグリーン技術の促進であったが、そういったグリーン刺激策のうち効果がみられたのは、排気ガス容量の多い車種の破棄・買替奨励策によって車の販売が 2009 年の 8 月に 28%伸びたことである。2009 年の 9 月には 200 万台の車が破棄処分され、2009 年において 540.8 トンの二酸化炭素の排出量が抑えられたという(HIS global insight, 2010)。

再生可能エネルギー分野での雇用は増加しているものの、世界的な経済不況および経済政策の変更があったため、全体的にドイツでの経済成長は鈍化している。ドイツの経済成長率は 2008 年には 16%であり、2010 年には 8%となり、2011 年には半減している。他の技術面においては、備品の製造、インストレーション、プロジェクトオペレーション段階においてのバリューチェーンが雇用の創出に重要である。ドイツでは再生可能エネルギーの分野で、2010 年に 63.7%の新しい雇用を創出しており、運用及びメンテナンスに 19.1%、バイオエネルギー燃料の準備に 15.2%の雇用を創出(Renewable Energy Policy Network, 2012)。

ドイツは太陽光発電操業容量の点では世界をリードしており、2011 年末には 100 万個目の PV システムを全てグリッド化した。FIT および価格が低下すると予想されたため、少し遅いスタートであったが、7.5GW もの PV がその年の終わりに新たに設置された。良い気候と既存の FIT レートを甘受するために、12 月だけでもこの半分の量を人々が先を争って設置した。これによってドイツでは合計 24.8GW が発電されており、これらはドイツの電力発電の 3.1%に値している(2010 年では 1.9%であったので、着実に増加している)。ピーク時の予想される需要は 8%である。PV システムの設置数と規模は継続的に増加している。2012 年 3 月には、ドイツは 1.1GW の規模のプラントを作ることを予定している(REPN, 2012)。

ドイツはバイオマスからの電力発電において最大のシェア(17.6%)を保持しており、またヨーロッパ諸国の中では、エタノール生産国(2011 年、8000 万リットル)としてもよく知られている。ドイツはヨーロッパ地域のバイオガスの 61%を生産している。2001 年から 2010 年の間、ドイツのバイオマス関連発電所は年 18%を上回る増加率で急速に拡大していった。バイオメタン・グリッドに関して、ドイツはヨーロッパの中でも技術が進んでいる国々の上位 5 番に入っており、ドイツにおいて最も技術が発展した分野である。2006 年に初めてドイツにバイオメタン・グリッド発電所が設立され、2011 年にはすでに 84 の発電所が稼働している。ドイツにおける最も大きな近代化・都市化に関する公共事業のプロジェクトは、エネルギー確保のセキュリティー、雇用、価値創出面に貢献している。世界の経済大国のひとつであるドイツのエネルギー転換プロジェクトの推進は、今後フロントランナーとして世界に影響を与えるであろう。

EU における技術関連政策

米国と同じように、EU は ICT インフラと低燃費の自動車の普及を重要視している。「ヨーロッパグリーン車イニシアチブ」が発足し時期とこの目標が重視されるようになった時期は重なっている。このイニシアチブは、スマートエネルギーインフラおよび広範囲の技術の研究による再生可能エネルギーの普及および、環境汚染を起こさないエネルギー源の利用を可能にする技術革新を目指している。

図表 11. ドイツの ICT 及び燃料効率車への投資

計画投資	目標	対象	スピード目標
ICT 推定 1.5 億ユーロ (USD 219 million)	ブロードバンドネットワークの普及拡大。2010年までにネットワークに繋がってない地域もアクセスできるようにする。2010年末までに全独レベルでブロードバンドを普及させる。	2014年までに、全世帯の¾は高速なインターネットにアクセスできること（2018年までに全世帯目標）。	50MB/s
パッケージの金額 低燃費車 15億ユーロ	クリーン技術との関連性 有り	新車購買のインセンティブ 有り	

Source: OECD (2009), Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth. Accessed on 10 December 2012 from <http://www.oecd.org/science/innovationinsciencetechnologyandindustry/42983414.pdf>

予算配分について

ドイツにとっては、長期金融刺激策の最優先分野は教育であり、インフラがそれに続く。またドイツ政府にとって、全予算配分の最優先投資先は工業生産と技術であり、その次に防衛、宇宙開発が続いている。

図表 12. ドイツのイノベーションに対する投資

	インフラ	科学、R&D、イノベーション	教育	グリーン技術
% of GDP (2009年5月)	0.5% (115 億ユーロ)	0.1% (14 億ユーロ)	0.6% (145 億ユーロ)	0.2% (57 億ユーロ)

Source: OECD (2009), Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth. Accessed on 10 December 2012 from <http://www.oecd.org/science/innovationinsciencetechnologyandindustry/42983414.pdf>

図表 13. ドイツの R&D に対する予算配分

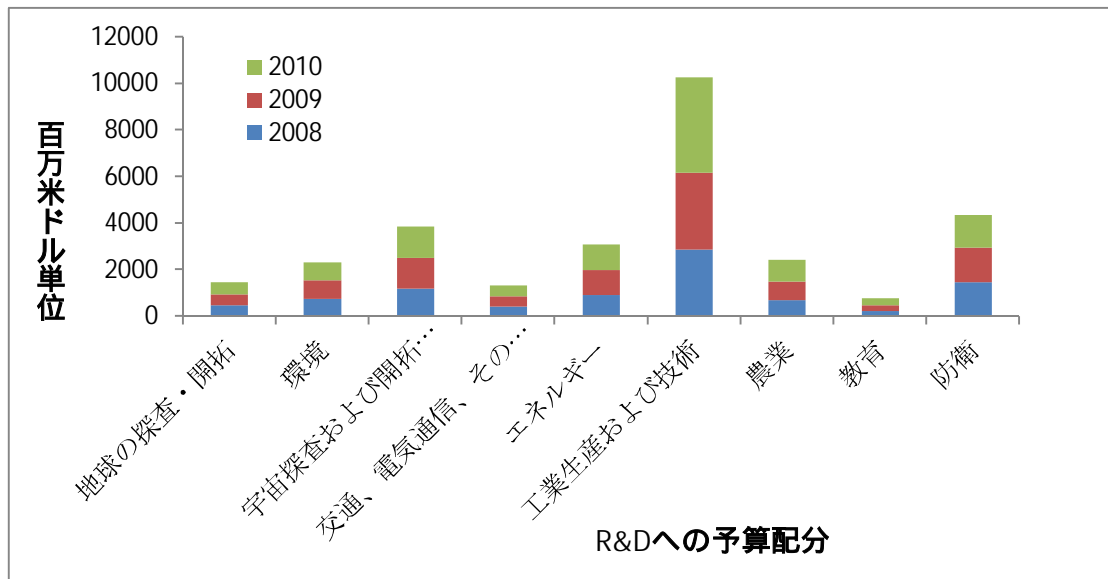
支出単位(100 万米ドル)	年次		
	2008	2009	2010
地球の探査及び開拓 (地球開発)	466.201	478.036	521.628
環境	736.264	792.563	784.866
宇宙探査および開拓 (宇宙開発)	1190.644	1318.87	1341.624
交通、電気通信、その他インフラ	405.144	457.21	448.157
エネルギー	896.205	1083.091	1090.512
工業生産および技術	2870.823	3289.726	4108.38
農業	689.721	788.317	951.781
教育	228.983	240.506	294.703
防衛	1462.458	1468.464	1424.629

Source: OECD (2012), "Government budget appropriations or outlays for RD", OECD Science, Technology and R&D Statistics (database). doi: 10.1787/data-00194-en (Accessed on 10 December 2012)

ドイツは製造分野と設置される容量において、クリーンエネルギーの支持提唱者であり、とりわけ太陽光の分野を重視している。ドイツは、2009年に43億米ドルをクリーンエネルギーに投資している (The Pew Trust, 2010)。米国と比べて大きく違う点は、防衛費よりも工業生産及び技術に多く投資していることである。

ドイツは風力と太陽光エネルギーにおいて、ヨーロッパの中で最も大きな市場を持っている。オフショア（沖合）風力発電については、市場のシェアは比較的小さい方だが、技術が進化し市場が拡大している。特に、規模の大きいタービンを用いてより深く、より沖合に拡大している。水力については、ドイツ

は2011年末時点において、施工された再生可能エネルギーによる電力容量が、中国、米国、ブラジル、カナダに次ぐ世界トップレベルとなっている。



図表 14. ドイツの R&D 予算配分動向

ドイツでの再生可能エネルギーは全エネルギー消費量の 12.2%を占めており、電力消費量の中では 20%を占めている。ドイツの連邦環境省（2011）によれば、再生可能エネルギーは原子力、石炭、火力よりも多くの電力を供給している。2011 年に発電された全再生可能エネルギー（122TWh）のうち、風力が最も大きなシェア（38.1%）を持っており、その次にバイオマス（30.3%）、水力（16%）および太陽光（15.6%）となっている。

ドイツは世界の中でもグリーンエネルギーをリードする有数の国となった。グリーンエネルギー市場は、2006 年の 80 万人から 2010 年には 320 万人もの顧客数になり一般消費は膨らんでいる。ドイツは需要面においても、再生可能エネルギー源から提供される暖房の使用を促進するための支援策をとっている。2011 年のドイツの暖房需要は 10.4%となり再生可能エネルギーでの供給が可能となっており（そのほとんどがバイオマス源）、2009 年の 8.9%や 2010 年の 10.2%からさらに供給が増加している。ドイツは他のヨーロッパ諸国の主要バイオマスエネルギー消費の約 61%を占めている。⁹

経済・環境への影響について

ドイツ政府による低燃費車廃棄施策及び自動車税変更により、短期的には大きな影響があったと考えられる。つまり GDP は予算配分直後 2009 年にベースラインよりも多少増加がみられる（以下の表参照）。グリーン関連政策による雇用への影響はプラスであり、雇用全般において増加すると推測される。これは主に、グリーン関連政策による需要の増加（特に自動車セクターの需要の増加）によるものであると考えられる。環境へのインパクトについては、短期・長期ともにプラスであると推測されている。これはエネルギー消費の緩やかな減少と二酸化炭素排出量の減少、また交通関連産業への研究開発投資からの長期的恩

⁹ Renewable Energy Policy Network, 2012

恵が得られると考えられる。イノベーションについては、エネルギーや炭素生産性向上によるエネルギー効率の改善による短期的な恩恵や交通産業への研究開発による長期的なプラスの影響が期待される。

図表 15 ドイツのグリーン関連政策の経済的影響（推測値）

	2008	2009	2010	2011	2012	2020
GDP	0.00	0.62	0.05	-0.01	0.02	-0.01
雇用	0.00	0.12	0.06	0.01	0.02	0.00
家計支出	0.00	1.06	0.03	0.03	0.02	-0.02
投資	0.00	0.60	0.40	0.07	0.07	0.00
輸出	0.00	0.13	0.01	-0.02	0.00	-0.01
輸入	0.00	0.45	0.18	0.08	0.03	-0.01
物価	0.00	-0.07	0.04	0.02	0.04	0.06
CO2 排出量	0.00	-0.06	-0.14	-0.14	-0.13	-0.09
エネルギー消費	0.00	-0.10	-0.21	-0.22	-0.19	-0.14

数値はベースラインからの%差を示す。
出典：Cambridge Econometrics, E3MG

2.2.3 デンマーク

デンマークのグリーン成長は化石燃料からエネルギーをシフトさせること、温室効果ガスの排出の制限および環境に優しい技術に投資することであり、よりグリーンで且つ強い経済成長を目指している。以下に主なグリーン関連政策を示す。

図表 16. デンマークの主要なグリーン政策

No	政策	年	予算	ターゲット
1.	グリーン成長条約 (GGA)	2009	135 億デンマーククローネ	より良い環境の保全および農業開発の促進。海洋環境のアクションプラン(APAE)で設定されていた目標達成の問題への取り組み。 規制、生産、技術などを通して環境（自然環境および気候）と経済成長の双方の達成を目的とする。（デンマークの農林水産省） デンマークの農業開発プログラム 2010-2013 はグリーン成長の一部として含まれている。
2.	デンマーク気候変動政策委員会	2008		長期的にデンマークの化石燃料依存を低下もしくは削減させるために、既存の課題に取り組む。2050 年までの化石燃料の削減を目指す。また、エネルギー効率化の拡大、高い水準の経済成長、温室効果ガスの削減、持続的成長の達成のための環境保護。エネルギー供給の安全確保等に取り組む。
3.	再生可能エネルギー促進法	2008		環境、気候そしてマクロ経済状況を考慮しながら、再生可能エネルギーの生産を拡大し、化石燃料依存を低下させ、エネルギー供給の安全保障を確保する(Global Denmark Translations, 2009)。
4.	グリーン交通政策	2009	125 億ユーロ	温室効果ガスおよび交通機関による雑音被害の削減、渋滞の低下、より良い公共交通機関、自転車のためにより良い環境、グリーン交通技術の推進、インフラ設計時に環境考慮を含めること (Jorgensen C., 2009)
	グリーン税改革		29 億ユーロ	グリーンチェックなどの所得税からの控除、汚染やエネルギー消費情報への課税強化等(Pollitt, 2011)
	住宅改築補助金		2 億ユーロ	省エネなどの住宅改築用補助金。主な目的は建設業における雇用の増加。

2009年のグリーン成長条約（Green Growth Agreement 以下 GGA）は、より良い自然環境の保持、農業発展の促進および水資源環境の問題に対処するアクションプラン（APAE）である。GGAの主な目的は規制、生産、技術などを通じて環境（気候および自然環境）と経済成長を統合することである¹⁰。135億DKKが2015までグリーン成長に投資される。デンマークの2010年から2013年の農村開発プログラムは、グリーン成長のサブセットである。¹¹

グリーン成長のフレームワークのために、デンマークはいくつかの政策を用意している。例えばデンマーク気候変動委員会(2008)は長期的な化石燃料への依存もしくは削減を目指している。この法案により、デンマークは2050年までに化石燃料を完全に削減することになった。

デンマークの政策の諸目的には、エネルギー効率の増加、高い水準の経済発展、温室効果ガスの削減、環境にやさしい持続可能な成長、エネルギー供給の確保などがある。

2008年の再生可能エネルギー促進法令は、気候、環境およびマクロ経済的な要素を考慮したうえで再生可能エネルギーの源の拡大をはかり、化石燃料への依存度を低下させることが目的である(Global Denmark Translations, 2009)。この法令は、4つの計画から成る陸上での風力タービンの開発および古い風力タービンの処理の仕方を扱っている(デンマークエネルギー省)。しかしこの法令は地熱発電をサポートしていない。グリーン交通政策としても、温室効果ガスおよび交通機関による雑音被害の削減、渋滞の低下、より良い公共交通機関、自転車のためにより良い環境、グリーン交通技術の推進、インフラ設計時に環境考慮を含めることに取り組んでいる。GNDを扱う機関やプログラムは以下の通りである。

図表 17. デンマークにおけるグリーン監督官庁及び関係機関

No.	機関名
1.	デンマークグリーン研究所
2.	グリーン開発・証明プログラム(GUDP)
3.	ForskVE
4.	デンマークの省エネルギー信用会社
5.	グリーン交通センター
6.	エネルギー技術開発研究(ETRD)
7.	エネルギー開発・照明プログラム(EDDP)
8.	デンマークエネルギー機関(DEA)
9.	環境保護庁
10.	デンマーク国立環境研究所(NERI)

デンマークはここ数10年間、エネルギー効率と再生可能エネルギーのインセンティブを誘発するためいくつかの強化対象を設定してきた。2012年の初めには、2050年までに国の目標として、電力、暖房、燃料を100%再生可能エネルギーでまかなうことが定められた。また包括的な戦略として、デンマーク国内全体の建造物の改築および化石燃料から再生可能エネルギーの効率使用というエネルギーシフトを目標としている。電気自動車をサポートする政策も開始されつつあるが、これらの電力が再生可能エネルギー

¹⁰ デンマーク農水食産省（ministry of food, agriculture and fisheries of Denmark）

¹¹ Agreement on Green Growth, 2009

から発電されるとは限らない。また、ハイブリッドカーや電気自動車への輸入税を低めに設定するなどの政策もデンマークで実行されている。

デンマーク政府によるICTおよび低燃費車に関する公式なレポートや発表がされていないため、米国やドイツのように重点項目は明確ではないが、デンマークの町は太陽熱や再生可能エネルギーの使用で有名であり、デンマークの町であるマールスタルとドロニングルンドは63Mwth (9万m²)の太陽熱を2011年の間に記録している。デンマークの総設置容量は213Mwthとされている(デンマーク政府、2011年)。よって欧州諸国においてはドイツと並んでデンマークが世界をリードしていることになる。デンマークは風力タービンの商業化でも知られており、今日でな世界の中の風力タービンの半分がデンマーク製行業による生産である。(デンマーク外務省、2010年)

予算配分

総額 156 億ユーロがグリーン刺激政策のために配分されており、デンマークの経済刺激政策の中で、グリーン成長政策にあてはまる政策は以下の通りである。特にグリーン交通方針は 125 億ユーロの価値があると推測され、交通による温室効果ガスの排出および雑音を削減、自転車のためのより良い環境、環境に優しい技術を使った交通手段の促進、よりよい公共の交通機関の普及、道の混雑の低下、環境を配慮したうえで公共事業を行うことがこの方針の目的である(Jorgensen C., 2009)。この方針は他にも、グリーン車税、国内の道路の有料化導入、建設事業での雇用の増加・建造物の建設およびメンテナンスへの補助金制度の見直し計画などが含まれている。

- グリーン交通政策：125 億ユーロが配分され、グリーン車税などのイニシアティブを含んでおり、中でも主要政策としてデンマーク全土に道路利用料金制を導入した。
- グリーン税改革：29 億ユーロが配分されている。
- 改築補助金スキームの見直し(2 億ユーロ)：このスキームの目標は建設業および建造物のメンテナンス分野での雇用の増加させることである。

デンマークにおける R&D の予算配分をみると、工業生産および技術が優先的であり、優先順位は次にエネルギー分野であり、最後に農業部門となっている。

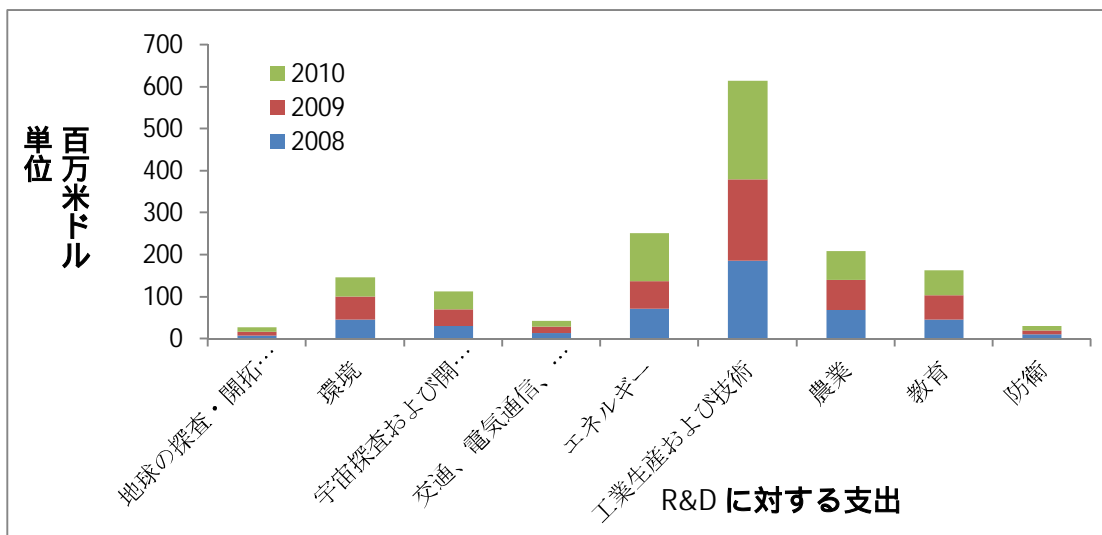
図 18. デンマークの R&D に対する予算配分

支出単位(million US\$)	年次		
	2008	2009	2010
地球の探査・開拓(地球開発)	8.262	9.726	9.916
環境	46.204	54.969	45.226
宇宙探査および開拓(宇宙開発)	31.002	40.07	42.445
交通、電気通信、その他インフラ	14.453	15.292	13.827
エネルギー	72.464	64.961	114.245
工業生産および技術	185.928	194.364	234.469
農業	69.756	70.325	68.638
教育	46.217	57.962	59.293
防衛	10.684	10.334	9.662

Source: OECD (2012), "Government budget appropriations or outlays for RD", OECD Science, Technology and R&D Statistics (database). doi: 10.1787/data-00194-en (Accessed on 10 December 2012).

1984年以降、デンマークは風力発電に戦略的に取り組むようになった。今では28,400のデンマーク人が直接この産業で雇用されている。デンマークの2008年の風力発電関連輸出は90億米ドルであり、全体の輸出のおよそ7.2%を占めている。「コミュニティパワー」がデンマークの成功のカギとなっている。つまり、風力発電の全プロジェクトの実に65%という圧倒的な数を農家が所有しており、他の24%をコミュニティが所有していることである。このように重要な風力発電市場をデンマークが作り上げてこられたのは、人々が風力発電を設置する場所およびその業績に深くコミットし、コミュニティが風力発電に関する意思決定を行うからである。これはコミュニティベースの強い経済開発である。ローカルな所有が多いということは利益がコミュニティに落ちることを意味している(Harris, 2009)。

2010年から2011年にかけて、デンマークの電力供給量のなかの風力発電のシェアは増加し、26%にもおよぶ。デンマークの沖合の風力発電容量は2011年には857MWになった。デンマークの風力発電タービン生産のシェア製造業のシェアは、2011年には20%にまで達し、世界の上位10か国に入った。



図表 19. デンマークにおける R&D への予算配分動向

風力発電の使用により CO₂削減コストは、2004年から2008年の間には20ユーロ/トンであった。さらには、デンマークの風力タービンはエネルギー税を免除されている。

デンマークの風力タービンは、電力消費者が払う電力料金を通して補助金を受けている。つまり、補助金によって2004年から2008年の間には、平均的に消費者価格を0.54クローネ/kWh増加させた。しかしその反面、電力消費者は風力タービンから利益を得ることができた。風力タービン自体の金額が電力マーケット Nord Pool で価格が低下したからである。それによって2004年から2008年の間には、消費者価格を0.27クローネ/kWh低下させ、実質的には差し引きにより消費者価格を0.27クローネ/kWh増加させるのみとなった。これは最終的な消費者価格の1~3%である。2008年には、さらに差し引き効果により0.05クローネ/kWh低下させた。よってデンマークの風力タービンの消費者価格への影響はごくわずかであったということが言える(Lund, Henrik et al. 2010)。

2.2.4 韓国

韓国のグリーン成長政策の最も重要な目的は、気候変動問題に国際的観点からも積極的に取り組むこと、環境に配慮しながら韓国民の生活の質を上昇させ、グリーン技術等において新しい成長エンジンを促進することである。特に、グリーン産業によって韓国の経済競争力を高めるための大きな戦略の一部として位置付けられている。韓国の景気刺激策は 2008 年 12 月と 2009 年 1 月の 2 回にわたって打ち出された。最初の刺激策は 260 億米ドル相当であり「2009 年予算と経済的困難に対する公的資金オペレーション計画」と命名され、都市経済や地方の交通網拡大のためのインフラ整備を目的とした。2 番目の刺激策は 2009 年の 1 月に出され、約 381 億米ドル相当であり「グリーンニューディール雇用創造計画」という名の下に気候関連の投資に焦点を当てている。韓国政府の狙いは、将来の経済成長エンジンを作り、新しい雇用を作り出すことで経済不況から回復することであった。財政出動により 36 のプロジェクトを支援し、インフラ構築、エネルギー効率化、及び環境保全の分野で 96 万人の雇用を作り出すことを目指した。

刺激策と 5 ヶ年計画のうち、グリーンに関するものは約 599 億米ドル相当であるといわれている。これは割合でいえば各国と比べても突出した額となっている。内訳は、306 億ドルを低炭素エネルギーに、152 億ドルをエネルギー効率に、138 億ドルを水と廃棄物の資金として研究に配分している。2013 年から利用開始のローンの保障金額にも 56 億ドル投資している。これらの資金を基に、気候変動とエネルギーの自給、クリーンエネルギーの開発の研究へ配分している(UNEP, 2009)。

図表 20. 韓国のグリーンニューディール及び関連政策

No.	政策	年	予算額	対象
1.	577 イニシアティブ	2008-2012	GDP3.2% の R&D 予算配分を、2012 年までに 5%へ。	李明博政権下での科学技術の基本計画及び韓国の文部科学省 (MEST) に基づく。この計画は再生可能エネルギーも対象にしており、李大統領は韓国を 577 イニシアティブにより世界の中で最も高い科学技術を持つ国にすることを目標とした。(Zysman and Huberty, 2011).
2	景気刺激策 「2009 年予算と経済的困難に対する公的資金オペレーション計画」 「グリーンニューディール雇用創造計画」	2008 年 12 月 2009 年 1 月	641 億米ドル (グリーンに関連する部分は 5 ヶ年計画と合わせて 599 億ドル相当)	都市経済や地方の交通網拡大のためのインフラ整備を目的とした 世界的な金融危機の問題に取り組むため、グリーン産業を支援し 95 万人の新しい雇用創出を目標とする。GND の目標は：省エネ、低炭素交通網の開発、温室効果ガスの削減、水資源の保護、ビル建物産業および ICT の整備 (IRC, 2009)。
3	グリーン成長のための 5 年計画	2009-2013	836 億米ドル (UNEP, 2009).	低炭素およびグリーン成長のビジョン構築を目的とする。この計画は 10 の政策および 3 つの戦略 (気候変動および独立のエネルギー確保、ライフスタイル改善と新たな成長エンジン)、および 50 のコアプロジェクトを含んでいる。

韓国政府はこれらの政策の実施も迅速であり、2009 年の最初の 6 か月で 20%の資金が使われ、2010 年には 260 億米ドル相当が執行されたと推測されている(HSBC, 2010)。2009 年 7 月には、短期景気刺激策を長期プログラムへ発展させ、GND 政策は「グリーン成長のための 5 ヶ年計画」となり、836 億米ドル相当の予算配分を決めた。

図表 21 2009-2013 における 5 ヶ年計画(億米ドル)

	2009	2010-11	2012-13	Total
[1] 気候変動及びエネルギー自給対策	67	227	149	443
CO2排出量削減	8	17	19	44
石油への依存削減及びエネルギー自給の向上	22	44	51	116
気候変動によるインパクト受容支援	37	167	79	283
(2)新成長エンジンの創造	37	83	102	223
将来の成長エンジンとしてのグリーン技術の開発	16	33	39	88
産業のグリーン化	6	14	16	36
最先端産業の発展	12	30	42	85
グリーン成長のための政策インフラ整備	2	5	6	14
(3)生活質向上及び国の発展強化策	40	82	95	217
グリーン交通やグリーンシティ	37	74	86	197
ライフスタイルのグリーン革命	3	6	6	15
グリーン成長においてグローバルリーダーとなるべく国のステータスを向上	1	2	2	5
合計	136	376	324	836

出典：世界銀行、INFRA UPDATE 2010

韓国政府は再生可能エネルギー技術の世界市場のシェアを当時の 2% から 2013 年には 8% へ拡大すること¹²も視野に入れている。そのため、エネルギー効率化事業にはこれらの予算の大部分を配分した。2009 年 7 月、韓国は GND への予算配分を 310 億ドルから 5 ヶ年計画として 600 億ドルへ拡張、クリーンエネルギーの研究開発に重点投資を行った。2008 年以来、韓国の大統領府直轄の緑色成長委員会が GND 政策の司令塔となり、韓国政府は低炭素経済を実現するために大規模の予算を設けるなど積極的な動きがみられた。

特に、先進国の一員としてとして低炭素経済のためのターゲットを明確にし、世界的なリーダーシップを発揮してきた。先進国のみが加盟でき、グリーン成長のイニシアチブである NAMA の提案、李政権による科学技術基本計画（2008-2012）や環境科学技術省を通じて数多くのプロジェクトを開始している。これらのプロジェクトは、再生可能エネルギーの R&D 予算を GDP3.2% から 2012 年までに 5% までに上昇させることを目的としている。韓国の景気刺激策は各国の中でもグリーンに配分される予算が最も多く、主に 3 つの分野（低炭素電力、エネルギー効率化、水及び排水）の種類に分類される。グリーン関連施策は 2009 - 2010 年の GDP 及び雇用にプラスの影響があると考えられ、再生可能エネルギー分野に焦点を当てているため、二酸化炭素排出量が最大 2% 減少すると推測される(Pollitt, 2011)。韓国の大統領は現に、韓国を「577 イニシアチブ」の中で世界トップ 7 の最先端技術を目指すことを表明した(Zysman and Huberty, 2011)。

韓国のグリーンニューディール政策は、自国産業の国際競争力を増加させ、将来の成長産業を創りあげるという「産業政策」の一環としての意図が強く読み取れる。5 力年計画のグリーン成長（2009-2013）は低炭素・グリーン成長のビジョンを構築するため、10 の政策方針、3 つの戦略と 50 の核となる計画から成り立っている。グリーン技術の発展、気候変動、エネルギーおよび持続的な交通手段の開発へと、短期、中長期投資の産業育成戦略が示されている。

図表 22 韓国のグリーン技術への戦略投資プラン

セクター	コア技術	投資の特徴
気候変動	気候変動のモデル構築と監視 気候変動評価と順応	短期・ゆるやか 短期・ゆるやか

¹² The Economist, "Asia's green-tech rivals: Clean-energy competition in the region will be intense," November 13, 2009

エネルギー源技術	シリコンベースの太陽光セル バイオエネルギー 軽水炉 次世代高速増殖炉 水素エネルギーR&D 高効率燃料電池	短期・集中型 短期・ゆるやか 短期・ゆるやか 長期・集中型 長期・集中型 長期・集中型
効率化改善技術	プラント成長促進技術 統合ガス化複合サイクル グリーン乗用車 交通及び流通のインテリジェントインフラ グリーンシティや都市再生 グリーン建物 グリーンプロセス技術 高効率LED・グリーンIT IT複合電子機器 2次電池	長期・集中型 長期・集中型 中期・集中型 短期・ゆるやか 長期・集中型 長期・集中型 中期・集中型 短期・集中型 長期・集中型 中期・集中型
エンドパイプ技術	CO2確保・保管・プロセス 非CO2プロセス技術 水質評価及び水質管理 代替水資源 廃棄物リサイクル 危険物プロセス及び監視のためのR&D	長期・集中型 中期・集中型 中期・集中型 中期・集中型 中期・集中型 長期・集中型
バーチャルリアリティ R&D	バーチャルリアリティ	中期・集中型

出典：世界銀行 INFRA Update, 2010

2009年には韓国政府は韓国輸出入銀行を通して2000万米ドルをアジア開発銀行が管理する炭素基金へ投資した。基金はクリーン開発メカニズム案件に投資し、排出量減少分を配当として投資家へ配るものである。韓国政府が実施している刺激策及び5ヵ年計画においてグリーン関連への投資内訳は以下のようになっている。

図表 23 景気刺激策及び5ヵ年計画のグリーン要素内訳(合計 599 億米ドル)

	GND	5ヵ年計画	グリーン合計
低炭素電力	150	159	309
エネルギー効率	19	133	152
水・排水処理	138	0	138
合計	307	292	599

出典：Pollitt, 2011

グリーン成長の法的な根拠は、2010年1月13日に定められた「グリーン成長基本法」である。グリーン成長と関連している政策には国家排出権取引の枠組みに関する法案（emissions trading scheme (ETS)）や、韓国のカーボンポイント制度やグリーンカードプログラムがある(Matthews, 2012)。韓国環境公社（KECO）や各種関連センター、韓国森林サービス団体などが低炭素やグリーン成長計画等に含まれるグリーン政策を実施及びモニターしている。

図表 24. 韓国のイノベーションへの投資

	インフラ	科学、R&D、イノベーション	教育	グリーン技術
% of GDP (2009年5月)	グリーン投資は50兆ウォン（360億米ドル）（GDPの5.14%）が割り振られているが、詳細については公表されていない。			

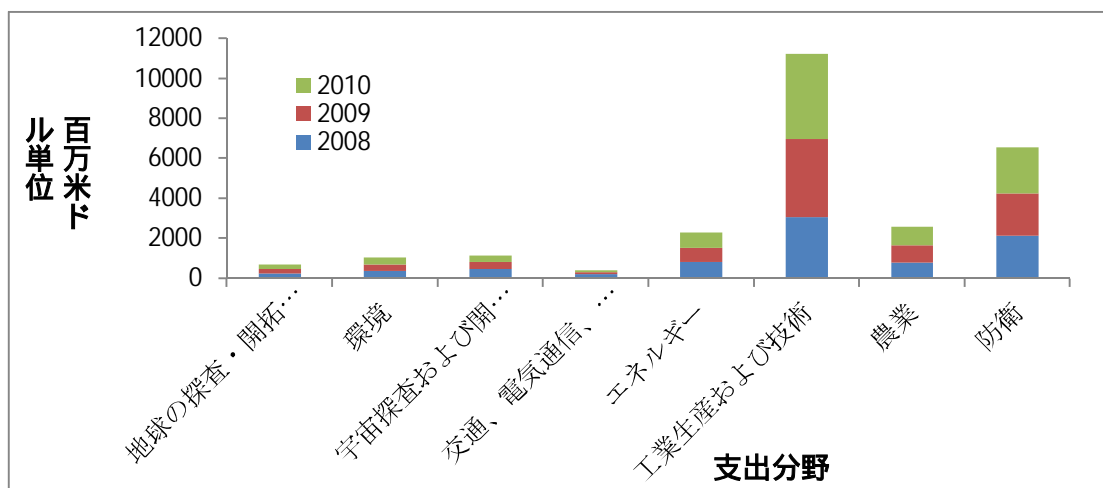
出典: OECD (2009), Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth. Accessed on 10 December 2012 from <http://www.oecd.org/science/innovation/science/technologyandindustry/42983414.pdf>

韓国はとても明確なクリーンエネルギーの目標を持っているが、2009年の韓国の2000万米ドルの投資はG20の中では19番目の投資額となる、ロシアとサウジアラビアより少し上位にあり、その差はごくわずかな額である。韓国は660メガワットの風力および太陽光発電を持っているが、2011年までには3ギガワットまで拡大する予定である。また同時にエネルギー生産の5%を再生可能エネルギーから得ることを試みている。相対的に見れば、韓国のクリーンエネルギー刺激策は278億米ドルであり、G20か国の中では最も規模が大きいといえる。(The Pew Trust, 2010)。韓国にとって、工業産業および防衛部門が優先されており、その次にエネルギー分野に予算が配分されている。

図表 25. 韓国の R&D への予算配分

支出単位 (百万米ドル単位)	年次		
	2008	2009	2010
地球の探査・開拓 (地球開発)	248.489	229.104	221.741
環境	385.804	321.432	327.651
宇宙探査および開拓 (宇宙開発)	481.399	326.806	325.179
交通、電気通信、その他インフラ	199.975	104.395	109.144
エネルギー	812.475	701.11	771.718
工業生産および技術	3077.556	3887.786	4256.376
農業	775.59	880.135	911.156
防衛	n.a.	n.a.	n.a.
地球の探査・開拓 (地球開発)	2144.606	2115.48	2288.464

Source: OECD (2012), "Government budget appropriations or outlays for RD", OECD Science, Technology and R&D Statistics (database). doi: 10.1787/data-00194-en (Accessed on 10 December 2012)



図表 26 韓国の R&D 投資動向

2011年には、韓国の再生可能エネルギーは毎年4.57%増加し、5年間では7.49%の成長となった。これは、世界の6%である平均成長率よりも高い(Energici, 2012)。

韓国が計画している再生可能エネルギーの開発計画では、太陽光、太陽熱、バイオエネルギー、風力エネルギー、水力エネルギー、燃料電池、石炭の気体化と液化化、海洋エネルギー、廃棄物処理によるエネルギー、地熱エネルギーおよび水素エネルギーがある。一方、韓国の潮力発電は2011年では254MWの容量を持っており、これは全世界の潮力発電容量である527MWの約半分弱を占める。この発電所は始華湖にあり、1966年から操業しているフランスのランス潮力発電所の240MWを超え世界最大の潮力発電所である。2010年の再生可能エネルギー供給義務化基準および韓国政府の積極的な「グリーン成長」の後押しにより、始華湖潮力発電所は韓国の西海岸に位置する6つの発電所の中で最大潮力発電所になることが期待されている(Nautilus Institute, 2011)。

経済・環境への影響について

韓国のグリーン政策はそのほとんどが投資関連であるが、金融危機以降比較的早く対策を打ち出したため、2009 - 2010年の間にプラスの経済効果が表れたとみる専門家がいる一方、韓国経済の性質からいえば輸入品（特に機械や資本投資の多い製品）に投資され、国内生産の上昇はそれほどないとみる専門家もいる(Pollitt, 2011)。計量経済モデル(E3MG)を用いて諸仮定条件を踏まえ分析した研究によれば、2009 - 2010年のGDPへの押し上げ効果は期待より低い1%にとどまる。雇用創出を謳っている政策ではあるが、雇用に関する情報は開示されておらず0.5%(2009年)という推測値にとどまり、雇用増分は伝統的な男性中心の産業、建設産業及びエンジニアリング分野に集中していると考えられる。ただ、グリーンニューディールの中身である“グリーン”の定義に疑問があがっているが、5ヵ年計画が実施されれば、2009 - 2013年間の生産波及効果は1411億ドルから1604億ドルと推定されており、グリーン産業における雇用創出が160万～180万人と期待されている(世界銀行 INFRA Update, June 2010)。低炭素への投資やエネルギー効率により排出量が減少すると考えられ、韓国のエネルギー消費及び二酸化炭素排出量は最大で2%程度減少すると推測される。また、投資需要が存在しなくてはならず、将来の電力需要の増加のために再生可能エネルギーの要領を増やす必要がある。化石燃料の輸入の減少により長期的な利益は確保できると考えられる。生産性の向上についてはマイクロレベルでは考えられ、エネルギー効率の改善により少しのインパクトはあるが、イノベーションに対する直接的な効果はあまり期待できないとみる専門家もいる。

2.2.5 中国

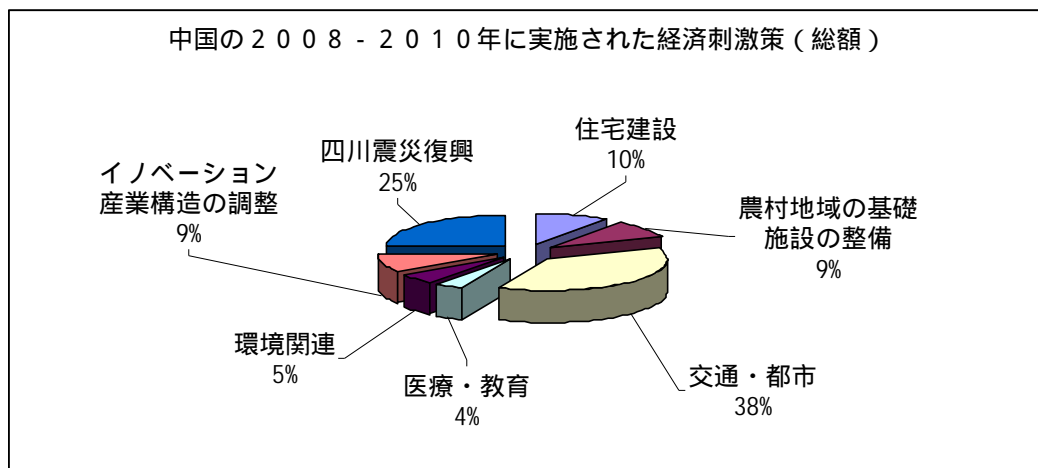
中国では、GNDは新しい雇用の創出、炭素の排出量の縮小、自然の生態系の回復および維持を通じて貧困問題に取り組むことが明記されている。2008年末、中国は5860億米ドル相当の刺激策(2年間で実施)を用意した。2009年3月には刺激策の予算配分を変更し、実質環境関連プロジェクトへの予算配分を減少させた。修正された刺激策の内容は、地方開発、社会保障プロジェクト、及び技術発展である。一方で、そのうちの程度が気候変動関係の予算配分とされたかは明らかではないが、HSBCの推測では約2000億ドル相当が気候変動関連プロジェクトへ配分されたのではないかと記されている。グリーン予算のうち約半分の1000億米ドル分は大量のインフラプロジェクト、特に鉄道システムに配分され、80億ドル相当がエネルギー効率化への投資として配分計画が立てられたという。700億ドル相当を450マイルの超高压電力網プロジェクトを含むグリッドに配分している。このように、中国では鉄道網、電力網と水関連の活動にグリーン投資が行われており、5ヵ年の投資計画が主流である(HSBC, 2009)。第11期の5ヵ年投資計画(2006-2010)では、エネルギー技術を対象として予算配分を行っている。それに比べ、第12期の

5カ年間計画では、エネルギー効率と再生可能エネルギーが引き続き重点項目の対象となっている。中国政府は4兆6800億米ドル規模の予算を環境産業に投資しているという調査もでている(Campbell, 2011)。

中国政府による発表では、2008年以降の世界的な金融危機の影響を受け、同年11月5日に、温家宝総理は国務院常務会議で、これから2年の間に、4兆元の投資計画を発表した。同計画の中に、2100億元（約3兆200万円）にも及ぶ環境関連分野への大規模投資が計画された。

図表 27 2008年4兆元経済刺激策における投資計画の内枠

投資分野	投資項目	投資額
住宅建設	都市部低所得者向け低賃貸住宅、低価格分譲住宅、バラック地区の改造等	約4000億元(約5兆8000億円)
農村地域の基礎施設の整備	農村における水利、電気、ガス等のインフラ建設	約3700億元(約5兆3000億円)
交通・都市インフラ・水利	鉄道、幹線道路、空港、水利等の重大基礎設備建設と都市送電網の改造	約1兆5000億元 (約21兆6000億円)
医療・教育	医療衛生、教育、文化等	約1500億元(約2兆1600億円)
環境関連	省エネ、汚染削減と生態環境整備	約2100億元(約3兆300万円)
イノベーション産業構造の調整	産業関連技術の自主創造と構造調整	約3700億元(約5兆3000億円)
四川震災復興	災害(四川震災)復興関連投資	約1兆元(約14兆4000億円)



出典：中華人民共和国国家發展和改革委員会 http://www.sdpc.gov.cn/xwzx/xwtt/t20090306_264928.htm) により作成

中国政府発表の数字によれば、4兆元の資金が住宅建設と基礎施設に配分されており、全体の57%に占めている。これらの基礎施設の建設、特に空港や地下鉄の建設からGDPの回復率が一般固定資産の投資により低く、短期間の間に省エネ・排出削減の効果がみられないと考えられている。4兆元投資の中で、2100億元が省エネ・廃棄物削減と生態工事の建設の分野に投資することとなっていた。調査によると、2009年6月まで、総額2100億元の20%に近い408億元の資金が省エネルギーの領域に直接投資したことが明らかである¹³。これらの投資は主に「十大重点省工事業」¹⁴（①石炭燃焼工業ボイラー・キルンの改造、②地域熱電併給、③余熱余圧利用、④石油節約・石油代替、⑤電機システム省エネ、⑥エネルギー消費システム最適化、⑦建築省エネ、⑧エコ照明、⑨政府機関省エネ、⑩省エネモニタリング・技

¹³ 世界自然基金会(WWF) = 中国国務院發展研究センター『中国经济刺激计划对气候与能源的影响』参照。

¹⁴ 「十大重点の省工事業」とは、「11・5計画」に提出された省エネルギー十大重点事業である。

術サービスシステム)の建設である。この投資は毎年約1900万トンの標準石炭を節約し、およそ2010年の全国の省エネルギーの総量の14%を占める。それ以外に、4兆元投資の中に800~1000億元が原子力発電プロジェクト(福清の原子力発電など)に流れ、以降毎年約1400万トンの標準石炭の省エネルギーの能力があると考えられている。

4兆元投資計画の中に3700億元がイノベーション産業構造の調整に投入することとなっていた。その中に800~1000億元が原子力発電プロジェクトに投資するほか、その他の資金は、電子情報、装備製造、バイオなどハイテク領域に投入することになっている。これは省エネ・排出削減に間接的な促進の役割が果たすことができると期待されている。

中国では、主に風力、火力、太陽光発電、熱水が注目されている。中国の政策は、気候変動と関連しているビジネスや家庭へ解決策を提供する方向へと発展してきた。それらはおもに環境保全、自然災害からの保護、生態系の回復および維持、気候変動、節水、資源保護管理に重点を置いている。

UNEPのグローバル・グリーンニューディール/グリーン経済イニシアティブの筆頭エコノミストであり、コンサルタントでもあるバルビエ氏によると、中国は経済刺激策の3分の1以上(GDPの3%と同等)を高速鉄道や風力・太陽光・高エネルギー効率照明の分野に投資しているという。グリーン成長と関連している中国の政策および行政機関は、中国の再生可能エネルギー産業協会と2008年の中国循環経済促進法を含んでいる。グリーン経済計画の範囲内だけでも、中国はPV製造では世界一である。中国は太陽光エネルギーで機動する掃除機を作った世界初の国であり、熱活性化エネルギーの利用を促進しており、世界で最も大きな太陽熱温水システムの市場を持っている。2009年には約150万もの雇用を創出したと推測されている。(UNEP, renewable energy in china)

中国のグリーン政策では、一定容量以下のエンジンを持つ車への販売税に対し、5~10%減税を(2009-2011)行っている。政府投資による生物多様性および環境保全も行われている。具体的な投資額としては、3500億人民元(510億米ドル)が生物多様性保護と環境保護、自然保全と管理、低炭素刺激策に使われている。「エコプロジェクト」に使われている資金は、廃棄物および水資源の浄化や森林再生に使われており、73億米ドルが省エネルギーの分野に投資されている。他にも、研究(代替エネルギー使用自動車へのR&D)や大量生産を可能にするための代替エネルギー自動車への補助金が政府から支援されている。北京がイニシアティブをとり都市部で大量に電気自動車を促進しているため、100億人民元(15億米ドル)もの補助金(2009年から3年間)が、代替エネルギーで走行する電気自動車の開発のために自動車産業へと支援されている¹⁵。

中国のエネルギーデータによると、2000年から2006年の間、中国の石炭と石油の消費が著しく増加していることがわかる。ここ数年で中国での経済活動が拡大したこと、中国へ多くの企業・工場が進出していることが原因だと推測できる。他のエネルギー供給は石炭と石油と比べると、わずかに増加したのみである。産業のエネルギー消費率も交通分野や非エネルギー分野などと比べ、著しく拡大しており、供給側と同じ様相を示していることがうかがえる。

グリーン経済刺激策の目的は、1万6千kmの鉄道網を構築し、6000億人民元を2009年末までに投資することである(HSBC, 2009)。また政府は2010年の5月までに、さらに290万台以上の環境汚染に悪影響を及ぼす自動車を削減することを目指している。

¹⁵ Steiner A. and Sukhdev P. 2011

2009 年末までには、およそ 2000 の長・中型規模のバイオガス消化槽が企業に設置され、2010 年末までに中国のバイオガス発電の容量は 800 メガワットとなった(NL. Agency, 2011)。

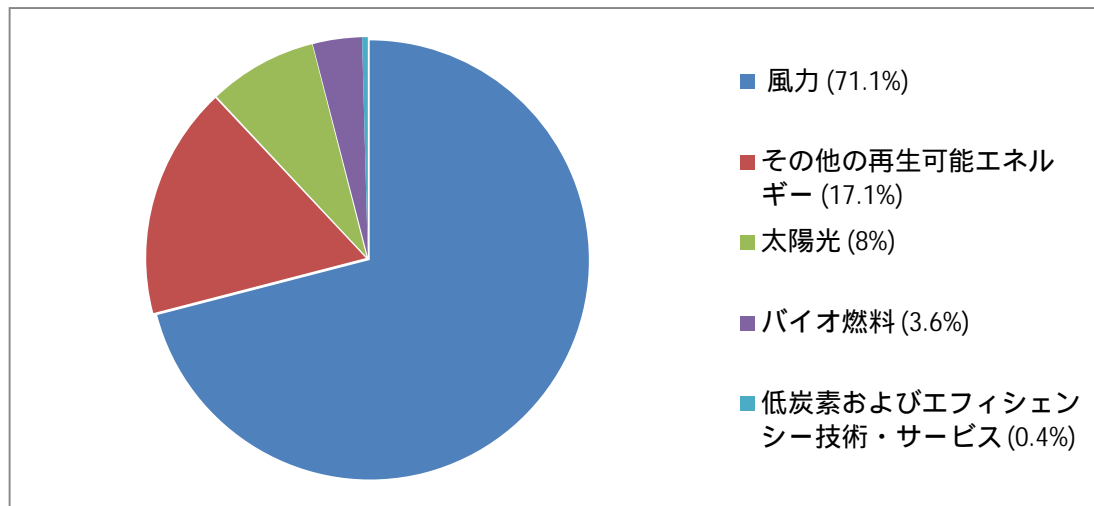
2010 年の中国の地熱の直接利用分は、21TWh となっている。2011 年の一年間で、およそ 663TWh の水力発電が行われ、さらに 2011 年には新たに 21.3Gw の容量の発電所が設置された。この分野における中国のプレゼンスは重視されるようになっており、クリーン開発メカニズム (CDM) 配下のプロジェクトまで拡大している。実際に、パイプラインの水力発電プロジェクトの 61%は中国国土で行われている。中国は国内のエネルギー需要の増加、特に農村部における電力需要の高まりにもに対応できるよう積極的な投資を行っている。

図表 28. 中国の刺激策の中のグリーンに関する予算配分

対策	内容	予算
新車買替 (古車廃棄)	容量 1.6L 以下の新車への消費税を 5%カット	4 億米ドル
代替エネルギーへの R&D		15 億米ドル
エネルギー効率	主にグリッドと鉄道 (2009 - 2010)	1790 億米ドル
自然保護および管理		300 億米ドル
合計		2140 億米ドル

出典：Pollitt, 2011

2009 年に中国のクリーンエネルギーへの投資は 50%増加し、中国は初めて G20 をリードすることになった。2009 年に中国は 346 億ドルを投資した。主に風力および太陽光が国のクリーンエネルギーのターゲットとなった。強い製造業および輸出市場を構築した中国は、いま国内の需要にこたえるために、クリーンエネルギー発電容量を構築し再生エネルギーのターゲットを達成しようとしている。



図表 29. 再生エネルギー分野別投資内訳

出典: The Pew Trust, 2010. Who's Winning the Clean Energy Race? Accessed on 11 December 2012 from http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Global_warming/G-20%20Report.pdf?n=5939

中国の主要なグリーン投資は鉄道網、電気グリッドおよび水関連の事業において行われている。15 億米ドルが代替エネルギー車への補助金パッケージに配分され、目標は電気自動車の大量生産である。(HSBC, 2009a)

2011年以降、ヨーロッパ、日本および米国を追い越し中国は太陽光発電のPV製造では世界一となった(Solar Market Research and Analysis, 2011)。太陽熱発電と冷却設備に関しては、現在中国がリードしている。2012年末には、18ギガワット増加し、総合的な容量は135.5ギガワットとなり、これは世界の稼働容量のおよそ58%と推測されている(Global Solar Thermal Energy Council, 2012)。それに加え、追加された太陽光温水暖房と冷却システムの容量を合わせて81%となり、12カ国の中では2010年にはトップであった。このように中国は世界の太陽光システム産業を数年にわたってリードしてきた。

エネルギー供給のため中国政府は、17.6ギガワットの風力発電所を設置した。これは世界市場の44%に相当するが、2010年には若干設備量が低下したため、2011年は中国にとって最も新規発電所設置の容量が少ない年であった。2011年末には、中国でのべ62.4GWもの容量が風力発電からまかなわれており、この量は世界の全容量の4分の1以上であり、5年前の中国の風力発電の能力の24倍にもなる。

浙江省に位置する潮力発電所のおかげで、中国は2011年までに3.9メガワットの電力・エネルギーを生産する予定だ。太陽光発電PVの使用率は中国では4.4%だが、2011年には世界の中でのトップ10の国に入る。それに加え、大規模なプロジェクトがそれぞれ中国の市場に介入しており、世界で一番容量の大きい発電所(220メガワット)は中国の青海省にある(Solar Market Research and Analysis, 2012)。

また、中国は世界の中では3番目に大きいエタノールの生産国であり、アジアの中では最大である。2011年時点において、21億Lものエタノールを生産した。中国は他の再生可能エネルギーの材料の生産も促進しており、中国のペレットの生産および消費は拡大し、2011年の生産量は75万トンであった。このように、拡大するエネルギーのニーズに応えるために中国政府は莫大な投資を行っていることがわかる。この中でも注目すべき点は、中国政府は積極的に、農村部での拡大する電気の需要へ供給を提供する努力を行ったことである。

2.2.6 日本

2008年の経済危機および世界的に地球温暖化問題が注目されるようになった近年、日本でも環境を配慮した経済刺激政策案が議論されるようになった。アメリカのオバマ大統領政権およびEU各国の政権方針に影響を受け、日本でもグリーンニューディール(以下GND)への政策方針が2009年から始まった。日本でのGNDは、日本の環境省の「緑の経済と社会の変革」(2009年)の概念を軸に、環境省、経済産業省や同省の資源エネルギー庁のような公的機関が数多くの政策を今まで打ち出してきた。この「緑の経済と社会の変革」は、国・地域への環境を配慮した設備や建造物の導入する「エコ改造」、エコカーやエコ家電などの「エコグッズ」および再生可能エネルギー(以下再エネ)への投資などを促進する「エコファイナンス」から成り立っている。日本では特に、「エコグッズ」および資源である化石燃料の依存から抜け出すために、再生可能エネルギーが推進されている。さらに2012年には、日本政府は「グリーン成長戦略」を策定することを決定した。国内民間部門の技術を利用し、温室効果ガス排出量を1990年比で25%削減することが目的である。日本の「経済危機対策関係経費」として2009年度の補正予算として打ち出された中に、グリーン関連である「低炭素革命項目」が盛り込まれた。短期的需要喚起に焦点が置かれ、研究・開発等の予算規模は小さく、低炭素社会を目指す長期的視点はあまり見られない。総額14兆6987億円のうち、グリーン要素へ配分されたのは10.7%であり、その内訳は以下の通りである。

図表 30 日本の景気刺激策（2009 年度補正予算「経済危機対策関係経費」）
 総額 14 兆 6987 億円（うち低炭素革命項目 1 兆 5775 億円）

低炭素革命項目の内訳	予算規模
新エネルギー・省エネルギー技術普及促進費公共施設への太陽光発電の普及など	6,081億円
環境対応車・省エネルギー製品普及等対策費「エコカー購入補助」、「家電エコポイント」等	8,665億円
低炭素交通・物流基盤整備等推進費、道路整備、低公害車の開発促進など	298億円
資源開発推進対策費、リサイクルの推進など	731 億円
計	1 兆 5775 億円
（研究・技術開発）	1429 億円

出典:財務省資料より作成

日本の最大の特徴としては、2011 年 3 月 11 日に経験した災害がある。他の GND を促進する国々よりも、資源への依存度が高い日本は、燃料・エネルギー確保および自然災害へ強く、環境を考慮した施設が重要である。よって「災害に強く環境負荷の小さい地域づくり」が日本政府の今後の課題となっている。この目的を達成するために、日本国政府は GND 基金制度を平成 21 年に導入された制度を震災後改造した。本来は地球温暖化問題を解決するためにつくられた基金なのだが、今では災害にも耐えられる再エネの施設の導入されるようになっている。具体的には、再エネの導入に係る計画策定事業、公共施設における再エネ等導入事業、民間施設における再エネ等導入促進事業、風力・地熱発電事業等支援事業のような事業がある。設立当初には、55 億円が地域に投資されたが、平成 24 年には 121 億円が投資されている¹⁶。

日本では、他の先進国のように GND とははっきり提示されているグリーンな経済刺激策は存在しない。前述でのべた、日本での環境保護を配慮した各省が、いくつかの政策を出している。近年の状況としては、平成 24 年度の「日本再生戦略」では、グリーンな社会を創造するために 380 億円が投資された。再生可能エネルギー発電支援のための大型蓄電システム緊急実証事業に 296 億円、電力需要給対策のための自家発電設備導入緊急支援に 80 億円および環境配慮型設備投資の緊急支援に 4 億円が投資されてきた。他にも、再生可能エネルギーの導入を促進する RPS 法等が存在する。

重視されている政策の一つとしては、再生可能エネルギーの導入がある。2002 年にできた RPS 法は、電気事業者に、再生可能エネルギーを促進するために補助金を渡す制度である。対象電力は風力、太陽光、地熱、バイオマスエネルギーおよび水力である。平成 23 年の時点では、新エネルギー等電気の利用の目標量は、平成 23 年度では 128,2 億 kWh であり 24 年度の 6 月末までは 32,05 億 kWh であった。

日本の科学・技術・イノベーションシステムでは、世界有数の大手企業が R&D 投資額を占めていることが特徴である。国内 R&D 支出総額（以下 GERD）の 77%を日本企業が占めており、R&D 集約度の高さは OECD の中でも有数である。2010 年の GDP 比では、R&D への支出額は 2.49%を占めていた。R&D は主に、ハイテク製造業とミディアム・ハイテク製造業（テレビ通信機器、自動車など）に集中している。また 2010 年の日本の GERD は GDP 比の 3.26%（1410 億米ドル）であり、OECD や EU の水準を上回っている。R&D 集約度もスウェーデン、デンマーク、韓国に並ぶ割合である。しかし実質ベースでは、日本の GERD は 2005-2010 の間に停滞した。経済危機により企業支出が減少したからである。政府は、景気対策費のう

¹⁶ 環境省、総合環境政策局環境計画課資料「（新）再生可能エネルギー等導入推進基金事業」

ち 86 億米ドルを科学技術分野に投資し、厳しい財政状況でも科学技術予算を維持している。エネルギー、グリーン技術や科学のように、拡大している分野も存在する。

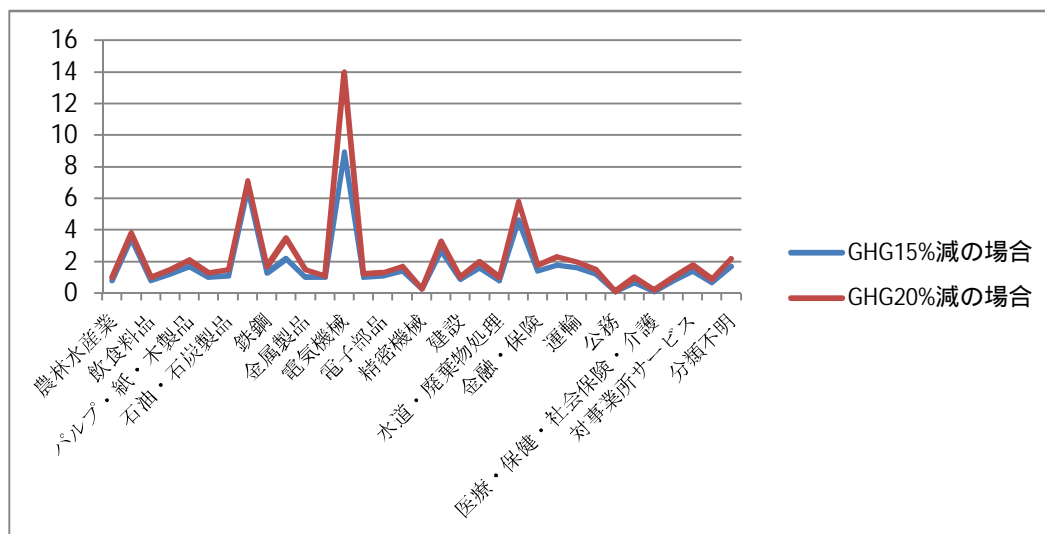
日本の ICT 分野での顕示技術優位指数 (revealed technological advantage, RTA) は高くかつ増加している。ICT インフラ、とりわけ無線ブロードバンドアクセスはよく整備されており、健全な技能基盤を日本は持っている。

2010 年に、日本は「新成長戦略」として、2020 年までに GERD の割合を GDP 比の 4% までに達成する目標をあげている。また第 4 期科学技術基本計画 (2010 ~ 2015 年) では、グリーン・イノベーションとライフ・イノベーションの促進が重要な課題とされており、2011 年の東日本大震災の復興には 2100 億米ドル以上の費用が必要であり、このプロジェクトも科学技術政策の重要な軸とされている。

2009 年度の補正予算では研究・技術開発等の予算規模は約 1429 億円であり、長期的な R&D 支援としての割合としては少ないといえよう。だが日本政府は再生可能エネルギーへの補助金を設けており、この政策は促進されているが、具体的な予算の数値は出ていない。2013 年度の環境省の予算要求においても、特別重点要求項目としてグリーン成長国家の実現を掲げているが、中長期的な技術開発分野への投資はそれほど多くはない。

環境省および経済産業省によると、2006 年時点の環境ビジネスの市場規模約 50 兆円あり、雇用者数は約 170 万人近く拡大することが日本の GND に期待することができる。日本政府の「グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」では、2020 年までに環境分野で 4680 億米ドル超の新規需要と 140 万人の雇用創出が目標とされている (OECD Science, Technology and Industry Outlook, 2012)。

「新成長戦略」の中で温室効果ガスの 25% 削減 (2020 年まで) と 80% 削減 (2050 年まで) という目標を達成するためには、産業・発電・業務・運輸部門が新エネルギーに対応した設備投資、家計部門が太陽光発電の導入や省エネ家電への買い替え、建物の断熱工事が行われることが想定されている。そのグリーン投資から得られる経済・雇用効果について国立環境研究所の試算がでている。例えばその中で温室効果ガスの 15% 削減を目標とした場合、上記部門の投資需要合計は 6 兆 8250 億円と推定され、それを 11 年間均等に支出すると仮定した場合、その産業別別の 1 年あたりの生産波及効果と雇用効果の試算は、それぞれ生産波及効果が 15 兆 8360 億円、雇用波及効果が 91 万人となっている。また、温室効果ガスを 20% 削減した場合の生産波及効果は 20 兆 4070 億円、雇用波及効果が 115 万人となっている。



図表 31 日本のグリーン投資による雇用波及効果試算 (雇用の伸び、%)

具体的な内訳を見てみると、空調・ヒートポンプ給湯器などの電気機器が最も多く、建物の断熱改修を行う際の鋳型ラスへの投資需要も大きいためそれに伴う雇用効果が期待される。乗用車では省エネカ の部門では需要増加が見込まれるという結果が出ている。

しかしながら、政権移行による政策の変更により、当初の温室効果ガス 25%削減という目標は取り下げられたことや、グリーン投資の実績についてのデータや、グリーン雇用の定義など、試算の際のモデル構築にあたり諸条件の追加及び見直しが必要と考えられる。

2.3 政策、財政優遇措置、財政活動の比較

中所得～高所得の国々における、グリーンニューディール（GND）に関連する国内レベルおよび州/郡レベルの政策は以下の表の通りである。

図表 32：中所得～高所得の国々におけるグリーンニューディール政策

国	規制政策						財政優遇措置				財政活動	
	固定価格買取制度（上乘せ分の支払い含む）	電気事業会社クオータ義務/RPS	余剰・使用電力の相殺（ネットメータリング）	バイオ燃料利用の義務/強制	再生可能熱利用の義務/強制	グリーン電力証書	設備投資補助金、助成金または割戻し	投資または生産税控除	売上税、エネルギー税、CO2税、VAT等の減税	エネルギー・プロダクション・ペイメント	公共投資、融資または助成金	一般競争入札
米国	□	□	□	■	□	□	■	■	■	□	■	□
中国	■	■		■	■		■			■	■	■
ドイツ	■			■	■		■	■	■		■	
デンマーク	■		■	■		■	■	■	■		■	■
韓国*		■	■	■		■	■	■	■		■	

■ 国レベル

□ 州/郡レベル

*韓国は、2011年度を通じて実施した固定価格買取制度に代えて2012年度にRPS（再生可能エネルギーポートフォリオ基準）を導入した。

出典：REPN, 2012

バイオ燃料の利用義務化/強制化は、多様な財政優遇メカニズムのなかで、明らかにすべての国で人気の政策となっている。公共投資、融資、助成金も、財政活動メカニズムとしてすべての国で採用されている。電気事業会社クオータおよびネットメータリング政策は規制政策としてそれほど普及しておらず、エネルギー・プロダクション・ペイメントという財政優遇措置を採用しているのは中国（国内レベル）と米国（州/郡レベル）だけである。一般競争入札は近年盛んに利用されるようになった財政手法である。また、州/郡レベルの政策は米国でのみ一般的に浸透している。金融恐慌を機に金融機関が流動性不足に陥り、クリーンエネルギー市場に成長資金を提供できなくなったため、各国政府は市場に介入して、クリーンエネルギー・プロジェクトの資金調達を支援するよう要請された。市場刺激策として各国政府が講じた対策として、一般投資家にも税額控除適用の道を開くことで市場参加を容易にするタックス・エクイティ法、R&D クレジット（研究開発費の控除）、実証プロジェクト、政府インフラのグリーン化などが挙げられる。こうした再生総合対策は、環境分野における未曾有の規模の世界的な雇用・資本・技術の流れを持続可能な成長に昇華させるような、より先進的かつ長期的なグローバル経済刺激策となることを目指している。

図表 33.グリーンニューディール政策の要点

国	期間	雇用創出効果(単位万人) ***	弱点に特化した取り組み	環境への影響	財政		生産性とイノベーション	目標	
					支援(10億米ドル)	赤字		(10億米ドル/セクター別)	将来像 ²
米国	2009～2017	267.5 ¹⁷ 310 (GGS) ¹⁸ 85.4(GTP)	明確な政策対象は設定されていないものの、建物のエネルギー効率および水/廃棄物セクターに最大規模の資金支援が行われている。	電気供給網や高速鉄道インフラへの投資を筆頭に、定量化は困難。	94.1(国家再生総合対策の12%)	グリーン資金の要素は比較的小規模で、財政赤字に及ぼす影響はない。	少ない燃料入力による発電。	BEE (27.4) LCV(4) R(9.59) WW (15.58)	家庭エネルギーの削減。 天然ガス、再生不能エネルギー、石油の価格の安定化。 低炭素経済の構築。 雇用機会の創出。
中国	2009～2010	160.6	鉄道、電気供給網、水/廃棄セクターが最大規模の資金援助を得ている。	不明瞭ながらも、短期での環境効果が期待できそうである。300億米ドルを投じた様々な環境措置から多少の恩恵が期待される。	221.3(国家再生総合対策の37.8%)	中国は高い貯蓄率と急成長が並存し、実際的な影響はない。	生産性は近い将来改善が見込めそうである。イノベーションについては、車両向け代替燃料に資金を投じた成果が現われそうである。	LCV(1.5) R(98.65) G(70) WW (51.15)	風力(2015年までにオングリッド100GW、洋上5GW、2020年までに洋上30GW)、ソーラー(2015年までに15GW-1GW CSP)、水力(2015年までに284GW)、バイオ燃料(2011～2015年で500万トンのエタノール燃料使用)。
ドイツ	2009～2010	37.2	明確な政策対象は設定されていないものの、エネルギー効率の追求に最大規模の資金援助	エネルギー消費およびCO2排出量が緩やかに減少。輸送、研究開発による長期的な恩恵が	13.8(国家再生総合対策の13.2%)	高い貯蓄率を背景に、財政赤字に及ぼす影響はない。	エネルギー効率政策は、短期的ながらも持続的な改善につながりそ	BEE(10.39) LCV (0.69)R (2.75)	暖房と冷房(2020年までに熱供給量の14%を再生可能エネルギーで賄う)。

¹⁷この雇用推測値は、Brookings-Battelle Clean Economy Database(2010)に基づく。

¹⁸米国労働統計局、2010年現在のGGS(グリーン製品・サービスに関わる雇用)値及び、2011年現在におけるGTP(グリーン技術・プロセスに勤務形態の半分以上関わる)雇用の値。グリーン雇用と呼ばれるものは一般的にはGGSを指していると考えられる。

			が費やされている。	見込めそうである。			うである。 ハイブリッド 等のクリーン な車両生産技 術に発展。		
デン マーク	情報 なし	情報なし **	明確な政策対象は 定義されていない ものの、輸送、電 気、冷暖房のセク ターが優先されて いる。 ²	輸送セクターの CO2 排出量削減。	19.8 (国家再生 総合対策全体 中)	高所得の国で あり、財政赤 字への影響は ない。	グリーンな輸 送技術。 風力による再 生可能エネル ギー。	輸 送 (15.8)、 税 制 改 革 (4)	風力 (2020 年までに電力消費の 50% 達成目標)、冷暖房 (2020 年までに 39.8%、2050 年までに 100%)、輸送 (2020 年までに 10%、2050 年までに 100%)、産業 (2050 年までに 100% 再生可能エネルギー化)。
韓国	2009 ~ 2012	96	具体的な政策対象 への言及はないも の、水/廃棄、鉄 道、ならびに建物 のエネルギー効率 セクターが最大規 模の資金援助を得 ている。	エネルギー消費と CO2 排出量が若干 削減。 短期的に CO2 排出 量の増加効果をも たらす可能性が高 い。第 3 次対策は 原材料消費と土地 活用にマイナスの 影響を及ぼした。 西岸部のその他の 主要なプロジェクト は、潜在的な生態 系破壊を訴える大 規模な反対に直面 してきた。 ³	30.7 (国家再生 総合対策の 80.5%)	韓国は比較的 国家債務が少 なく、財政赤 字への影響は ない。	化石燃料の輸 入縮小。 エネルギー効 率推進政策が 多少の影響を 及ぼしている 以外、大きな 要因は見当た らない。イノ ベーションへの 直接的な効果 は見られない。	BEE (6.19) LCV (1.80) R (7.01) WW (13.89)	太陽熱 (2030 年までに 2,046 GWh)、ソーラー PV (2030 年までに 1,971 GWh)、風力 (2030 年までに 16,619 GWh)、小水力 (2030 年までに 1,926 GWh)、森林バイオマス (2030 年までに 2,628 GWh)、バイオガス (2030 年までに 161 GWh)、地熱 (2030 年までに 2,803 GWh)、海洋 (2030 年までに 6,159 GWh)、大水力 (2030 年まで 3,860 GWh)。

BEE=建物エネルギー効率、LCV=低炭素車両、R=鉄道、WW=水/廃棄、G=グリッド方式。出典：Robin 他 (2009)、REPN (2012)、UNFCCC (2011)

**ただし、EU の試算値は、現在 EU 圏内だけで、風力エネルギーの直接雇用が 15 万人、再生可能エネルギー部門は最大 110 万人の雇用創出に寄与していることを示している (REPN、2012)

***グリーン景気刺激策による雇用創出効果の推定方法

A. 米国

Brooking 研究所のグリーン経済刺激策および実雇用に関する算出する手法については、1) グリーン雇用の定義の明確化（環境目的および機能）、2) 国の狙いと照らした適合性の確認、3) 主たる職務権能として、社内のエネルギー効率の推進、または自社の汚染や公害の削減に關与する従業員、もしくはその他の環境に配慮したプロジェクトへの關与者のいる会社/企業/部門の特定等について考慮されている。

米国政府（労働統計局）のグリーン雇用の定義は、1) 天然資源の保存や環境への利益のためのサービス提供や製品生産に關わる雇用、もしくは2) 天然資源の利用を最小限に抑えたもしくは環境にやさしい生産過程を構築するための責任が含まれる仕事、を指す。雇用の数え方として、グリーン製品・サービス(Green Goods and Services: GGS) 調査により、産業別、州別のグリーン製品・サービスの生産に關わる雇用数を計算し、4半期ごとの雇用・賃金統計によって実施される。製品・サービス（アウトプット）に対して、生産過程（プロセス）の形態の雇用数も明らかにするために、Green Technologies and Practices (GTP) 調査を行い、産業別・国レベル・地方レベルのグリーン技術及び実施プロセスについて調査を実施する。この中で、GTP 調査の際、労働者が勤務時間の半分以上をグリーン技術・実施プロセスに費やしている場合のデータも提供する。

2010年統計データ値は、GGSが310万人（全米雇用の約2.4%。そのうち、民間セクターにおける雇用は230万人、公的セクターにおける雇用は86万人）となっている。同様にGTPでは85万人の統計値が出ている。

出典：米国政府労働統計局 <http://www.bls.gov/green/overview.htm#Definition>

B. ドイツ

ドイツ初の経済刺激策には、企業向け寛大な償却規則、天候に配慮した住宅リフォーム奨励措置などが盛り込まれている。こうした消費は、気候保護や省エネを中心とするインフラ投資を伴う減税と組み合わせられている。

政府によるグリーン刺激策を受け、導入プロジェクトの件数が増加し、雇用創出をはじめとする相乗効果ももたらされてきた。例えば、風力発電施設の設置によりドイツ国内では25万人の雇用が創出されている。したがって、ドイツにおける政府のグリーン刺激策に伴う雇用創出効果は、気候変動や再生可能エネルギーを重視したインフラ事業に対する政府の支出や奨励策に基づいて算出された。

2012年発表の国際労働機関ILOのデータによれば、EU全体においては1460万人の生物多様性の保護や天然資源・森林の回復に關わる（直接・間接）雇用が既に存在しているという。

C. デンマーク

デンマークの場合、雇用創出効果は、輸送技術やインフラ事業に対する政府のグリーン刺激策および建設セクターの雇用増加を目的とした助成金から算出された。例えば、国内の風力産業は2万8,400人の直接雇用を創出している。

D. 韓国

韓国は2009年1月19日に雇用創出のための「綠色ニューディール事業」推進方策（Green New Job Creation Plan）を導入し、2012年度までに総額360億米ドルを支出する方針を示した。この計画は、基本的に、複数の省庁にまたがる多様な事業の融合・スリム化を図り、最大96万人の雇用創出を目標に掲げており、2009年度には建設セクターを中心に14万9,000人の雇用が創出された。こうして創出された雇用は政府環境のグリーン・プロジェクトから算出されている。

E. 中国

中国の雇用創出効果は、輸送インフラ開発や再生エネルギー源設備を中心とする政府の大規模～中規模事業から算出されている。

図表 34. 国内クリーンエネルギー政策の比較

国内クリーンエネルギー政策	米国	ドイツ	デンマーク*	韓国	中国
炭素捕捉			√		
炭素市場		√	√	√	
再生可能エネルギー基準		√	√	√	√
クリーンエネルギー 優遇税制	√	√	√	√	√
自動車効率基準	√	√	√	√	√
固定価格買取制度		√	√	√	√
政府調達	√	√	√		
グリーンボンド			√	√	√

*デンマーク：EU加盟国として

出典：The Pew Trust のHP より（2010）「Who's Winning the Clean Energy Race?」

アクセス日：2012年12月11日 http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Global_warming/G-20%20Report.pdf?n=593

図表 35. 2011 年再生可能エネルギーの成長と投資動向

国	セクター	増強能力	開発	投資動向
米国	発電	2011 年、国内発電の 39% をカバー。	2011 年、9 つの州で、再生可能な非水力発電エネルギーによる電力が消費電力の 10% 以上を占めた。10 年前はわずか 2 州に過ぎなかった。 米国の発電量に占める、再生可能な非水力発電エネルギーの割合は 2009 年の 3.7% から 2011 年には 4.7% にまで伸びた。 2011 年の米国の主なエネルギー生産に占めるすべての再生可能エネルギーは、2010 年の 10.9% から約 11.8% にまで伸びた。	米国の 2011 年の業績は 2010 年より 57% 増と格段に向上し、510 億米ドルに達した (REPN、2012)。
中国	バイオエネルギー発電施設 発電	2011 年末、再生可能 MSW を含む米国内のバイオエネルギー発電施設の設置済み総発電能力は約 13.7 GW で、2010 年 (13.3 GW) 比で約 3% 増加 (REPN、2012)。 2011 年は、他国と比較して再生可能エネルギーによる発電量が伸び、推定 282 GW を記録。このうちの 1/4 (70 GW) は非水力発電であり、90 GW 相当は同年に新設された発電能力である。	再生可能エネルギーの有割合は 1/3 を超え、再生可能な非水力発電エネルギーは 1/5 を上回った。中国で最初のバイオマス発電施設が稼働し始めたのは 2006 年であるにもかかわらず目覚ましい成長を遂げている。	2011 年、17%、つまり 520 億米ドルに達した (REPN、2012)。
ドイツ	水力発電 電力、暖房、輸送	2011 年末での設置済み発電総能力は 4.4 GW で、2010 年から 10% 増加。 水力発電総能力は 12.25 GW (China Electricity Council、2012)。 2011 年、再生可能エネルギーは、ドイツのエネルギー総消費の 12.2%、電気消費の 20% (2006 年の 11.6% から増加)、暖房需要の 10.4% (6.2% から増加)、空輸を除く輸送用燃料の 5.6% を占めた。	ドイツは電力ニーズの 46% 以上を風力発電で賄っている。2011 年のソーラーPV の電力能力は上位 10 か国の 35.6% を占めている (REPN、2012)。	2011 年は、12% 減の 310 億米ドル (研究開発除く) (REPN、2012)。
デンマーク	風力	2011 年、洋上の風力発電能力は約 857 MW に達した。		デンマークには 198 億米ドル相当が投じられた。
韓国	潮力発電施設	2011 年、韓国西岸の始華湖にある 254 MW 相当の潮力発電施設が、海洋から得る再生可能エネルギー源として、稼働を開始。		GND の財政刺激策として、韓国には 307 億米ドル相当が投じられた。

2.4 グリーン・ニューディール政策の評価手法の調査

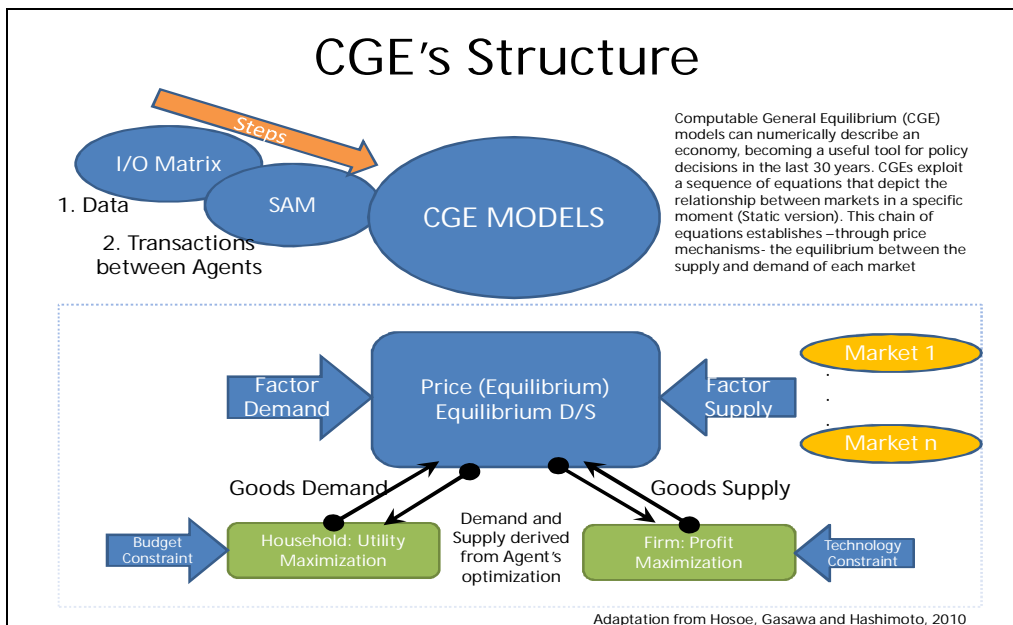
GND 政策の雇用への影響を量的に推測するためには、計量経済分析等の手法を用いることは有用である。ある一定期間において、GND 政策と雇用をそれぞれ反映する変数の相互作用について説明する方程式を仮定することが重要である。例えば、グリーン産業の技術分野における補助金は、生産供給を増加させることに寄与するため、当該産業における雇用需要を押し上げることになる。

一方で、正確性と意味のある結果を導き出すためには、システム方程式を含む大きなモデルが必要であり、それは大量のデータ及びモデル構築に際し詳細を検討する時間が不可欠となる。さらに、計量経済手法におけるシステム方程式を用いる際、意味のある結果を導き出すためにはより多くの仮定が必要であり、つまり、結果の信頼性を突き詰めればつきつめるほど、多くの時間が必要となる。

グリーンニューディール政策の評価手法として使用されているものについて調査を行ったが、主に2つのアプローチ、つまりCGE（産業関連モデルも含む）、マクロ計量経済モデルが存在する。以下に概要を示す。

2.4.1 CGE モデル (Computable General Equilibrium)

近年CGEモデルは経済を数値で表すため政策決定の際の有用なツールとなりつつある。世界銀行等の国際機関を中心に開発政策の分析用具として1970 年前後からまずILO（「世界雇用プログラム」）で、そして世界銀行で活発に使われた社会会計行列（SAM: Social Accounting Matrix）の研究で用いられ、開発政策の形成・分析の用具として発展してきた。



図表 36 CGE 概念図

長期データが必須となる計量経済モデルと違って、単年度のデータからも分析が可能であるCGEモデルは、環境政策などの分析を行う際に有用だという認識が広がっている。しかし一方で、多くの仮定に基づいているCGE手法はカリブレーション（実状況に合致させるための調整）の改善や、パラメータ

の決定により実証性が必要だと指摘されている。上記の図にあるように、CGEモデルは企業などの分析に限定されるI/Oモデルとは違い、多様なファクターの相互作用を考慮し、それらの影響を複合的に分析できるツールとなっている。そのため、直接規制にしても間接規制にしても、環境負荷の大幅な低減をめざす環境政策の効果を分析しようとする場合等に適していると考えられている。

CGE手法を使ったグリーン政策分析の例は、ライアン、ミラー、デミゲル(2003)¹⁹のチリにおける大気汚染削減の政策オプションを評価するケースを参考に見ることができる。彼らのモデルは、ECOGEM-Chileモデルと命名され、セクター乗数で表された静的モデルであり、職種別、所得別、複数の貿易国、特定の生産要素なども考慮されている。特に重要な特性は、そのモデルが二酸化炭素排出量を減らすためにエネルギーの代替をも考慮した点である。

CGE分析を行う際、必要なデータセットはいくつかある²⁰が、一つは中央銀行や政府統計などから提供されるインプット・アウトプットマトリックス(I/O行列)である。しかし、ほとんどの先進国において最新データはそれほど新しいものではないということである。米国は1年ごとにデータ更新を公開しているが、日本などは5年ごとの更新となっており、現状を反映するようなデータセットを用いることができないことが分析のネックとなっている。つまり、古いデータを用いて、その当時の仮定条件が現状に合致しているか判断しなくてはならず、真に実情を反映するモデル構築には障壁が多いといえる。

統計や必要なデータセットを得ることができた場合、次に社会会計行列(SAM)を構築しなくてはならない。これが実際のCGE分析に使われるデータとなるが、このSAMは包括的で一貫性のある計量経済データベースとなるよう適切に調整されなくてはならない。ここで調整がうまくできなければ、分析結果に信頼性がもてなくなる。SAMは経済における多様なエージェントのトランザクションであり、行列のフォーマットで書かれている。それぞれのエントリーは経済を形作るエージェント間の流れを示している。

CGEモデルのカリブレーションが完結すると、上記のSAMインプットファイルをGeneral Algebraic Modeling System(GAMS)というソフトウェアに投入する。このソフトウェアを用いることで、需要、生産、ファクター需要、市場、ファクター市場条件、価格方程式や効用関数等を考慮して、経済の効用を最大限にすることができる。そういった状況を作っておき、政策導入などの”ショック“を与え分析を行うことができる。ただし、先に述べたようにこのCGEツールは分析に必要なデータが得られて初めて可能となるのであり、ツール自身の目的は、より多くの情報や政策シミュレーション結果等を提供し、政策決定の際に政策ミスを減少させ、より現実に近いマルチセクター分析を提供することである。

正確性の問題やデータ確保の問題などCGE分析の弱点はあるが、この手法は政策決定者等の判断材料となる有用な情報を提供できるといえる。

2.4.2 マクロ計量モデル

計量経済モデルは過去の関係式を基本にできており、規模の大きい(長期にわたる)データセットを用いて発展させる。方程式のパラメータは、国民会計の枠組みの中で正式な計量経済理論によって推

¹⁹ワーキングペーパーは以下のサイトでアクセス可能。

http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/3/14843/doc_cepaldemiguelCGE.pdf

²⁰GTAP(Global Trade Analysis Project)によるデータでは、2国間貿易、生産、消費、製品・サービスの消費、物価などの包括的データが提供されている。<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/pricing.asp>

測される。計量経済の特定化にもよるが、計量経済モデルは短期的な分析に向いている。このモデルは、過去の行動との関係式が将来の状況においても有効だと仮定することがベースとなっている。マクロ計量モデルは主にEU分析（E3ME: Energy-Environment-Economy Model for Europe）に用いられている。これは、ヨーロッパの経済・エネルギーシステム及び環境の分析を行うコンピュータベースのモデルである。E3ME 構造は欧州連合によって定義された国民会計システム(ESA95)をベースとしており、エネルギー需要及び環境排出量ともリンクしている。労働市場も詳細にカバーされており、労働力、需要、供給、賃金と勤務時間の関係式一式も利用している。総計で、計量経済的に推測された関係式を 33 セット保持しており、GDP の要素である消費、投資、国際貿易、物価、エネルギー需要、材料需要などを含んでいる。各関係式一式はセクター別、国別に分離することができる。

E3ME の過去のデータベースが網羅しているのは 1970 年から 2008 年であり、主なデータ源は Eurostat, DG Ecfm's AMECO database, OECD の STAN データベースから提供されている IEA 等である。データギャップについてはカスタマイズされたアルゴリズムソフトを用いて推定をしている。

モデルの主要なデータ範囲は以下の通り。

- 29 개국 (欧州連合 27 개국 プラス ノルウェイ と スイス)
- 42 の 經濟セクターを含み、16 の サービスセクター 及び エネルギーセクターの分離が可能。
- 家計支出の 43 カテゴリを含む。
- 12 の 多様な燃料タイプ 及び、19 の 燃料ユーザーを含む。
- 4 種の大気への排出タイプ、京都議定書でモニターされている 6 つの温室効果ガスを含む。
- 13 種の家計タイプ (所得格差、社会経済的弱者) を含む。

E3MEの強みは以下の3つの分野にある。

- 經濟、エネルギーシステム、環境の密接な関係の統合が可能であり、それぞれの要素の両方向のつながりを持っていること。
- 詳細なセクター別のモデル分類の分離が可能であり、詳細なシナリオ分析も可能であること。
- モデルの計量経済分類を行うことで、短期、中期、長期的動向の評価が可能となること。

ヨーロッパにおけるグリーン政策の経済・環境への影響について分析した研究(Pollitt, 2011) があるが、それはこの E3ME 手法を用いたものである。この E3ME という計量経済モデルは、経済・エネルギーシステム・環境というつながりを考慮できる点で、日本のケースにも適用することが有用と考えられる。ただし、このモデルは非常に詳細にわたるシステムであり、特定の GND 政策の GDP への影響や、セクター別の雇用、燃料別・セクター別二酸化炭素排出量について提供できるとは考えられるが、E3ME タイプの計量経済モデルを構築するには、少なくとも以下の課題を解決する必要がある。

1. **時間の制約**：EU が行った E3ME モデルは 1999 年から構築が始まっており、少なくとも 8 つの別々のプロジェクトの実行に関わりながら研究を続けてきた。同じようなモデルを構築するには 10 年ほどの年月がかかるが、簡易モデル構築を目指すのであれば、それほど長期間はかからないと考えられる。
2. **データの確保**：E3ME におけるデータベースは 1970 年から 2008 年までの 38 年間をカバーしており、そのデータは主に Eurostat, DG Ecfm's AMECO database and the IEA, OECD の STAN デー

データベース等から得ている。日本のデータは政府統計等から得られるとは考えられるが、モデルに最適なデータの処理に多くの時間が必要だと考えられる。

3. **複雑度のレベル**：モデル自体の複雑度は、どれだけ詳細な結果を得たいのかということに大きく影響される。例えば E3ME は計量経済的に推測された 33 の方程式を用いて、雇用、GDP、二酸化炭素排出量への影響などといった詳細なアウトプットを要求している。

本研究で雇用の数値を推測するためには、大きなモデルを構築する必要性があり、より多くのデータが必要となる。現状において雇用の推測値を出すことができる最も適切な手法は CGE であるが、カリブレーションのプロセスにおいて課題がある。CGE の中でも、静的モデルとダイナミックモデルが存在するが、静的モデルにおいては技術進化を考慮しない条件であるため、GND 政策によるグリーン技術への R & D 支援等の影響を考慮しないことになり、推測値の不確実性が懸念される。

2.4.3 CGE 手法による気候変動緩和政策の経済分析評価例

国レベルの経済的影響について分析した CGE モデルがあるが、全て標準化した気候変動緩和シナリオを用いたにもかかわらず、分析結果の値がすべて違っている。このことから、如何にモデル構築の際に仮定条件を精査することが必要であるかわかる。しかしながら、結果を見てみると同じような傾向を示している。例えば、グリーン政策などの新しい政策が打ち出される場合や、または経済的ショックに見舞われた場合、労働市場への影響は大きく、賃金面での調整が起こる。その結果、ネットとしての雇用効果は小さい一方、衰退産業（炭鉱や化石燃料を多く使う産業）からクリーンエネルギー産業や CO2 排出量の少ない産業へ労働力の急激なシフトが見て取れる。ただし、その国が比較的フレキシブルな労働市場を持っていることが条件となる。また、実賃金が減少傾向にあり、エネルギーコストが増加し生活費を圧迫しているといえる。

グリーン成長政策は実施時期についても時間的な課題がある。つまり、それらの政策は短期的にコストや経済調整を必要としているということである。CGE モデルによって移行コストを評価することはできるが、長期的な時間軸での、緩和政策による雇用増は得られていない。また、イノベーションについては予測することは難しく、グリーン技術のイノベーションを刺激するような環境政策の潜在的影響については、得ることができない。

図表 37 CGE 手法による気候変動緩和政策の経済分析評価例

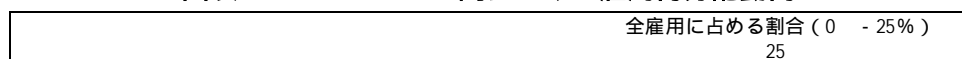
	シナリオ	経済的影響（推測値）通常のレベルからのデビエーション	労働市場モデル条件
Boeters et al. (2010) WorldScan Model	目標：エネルギー消費 20%削減 政策：エネルギー消費に関する課税 実施時期：2001年（静的モデルシミュレーション）	最低値ベースの（失業率、実賃金）について： フランス（0.27pt, -3.5%） ドイツ（0.22pt, -3.7%） 英国（0.15pt, -2.8%） イタリア（0.27pt, -3.9%） スペイン（0.17pt, -3.9%）	集团的賃金交渉；外的労働供給等。一方、賃金交渉の実測値との調整が不十分、労働組合の相対的な交渉力をモデルの中に組み込む必要性あり。
Montgomery et al. (2009) MNR-NEEM	目標：温室効果額排出量の削減（2050年までに2005	GDP、雇用及び実賃金について <米国>	フルタイムであれば賃金調整必要。

and MS-MRT models	年レベルより 83%削減) 政策:キャップ&トレード プログラム(消費者に金額補てん) 実施時期:2010 - 2050 年	GDP: -1.0% (2030), -1.5%(2050) 雇用: -2.2m (2030), -3.6m (2050) 実賃金:-510 US\$(2030), -1250 US\$ (2050)	
International Council for Capital Formation (2005a-d) DRI-WEFA model	目標:2050 年には排出量を 2000 年レベルから 60%削減 政策:国際 CO2 排出権取引メカニズム 実施時期 2005 - 2025	米国 (GDP -2.0% in 2020; 雇用-0.1% in 2020) イタリア (GDP -1.6% in 2025; 雇用-1.25% in 2025) スペイン(GDP -4.1% in 2025; 雇用-2.9% in 2025) ドイツ(GDP -1.4% in 2025; 雇用-1.6% in 2025) 英国(GDP -1.1% in 2025; 雇用-1.25% in 2025)	実質賃金はインフレ期待値、失業率と調整する必要あり。労働力供給は外的要因ととらえる。
Commission of the European Communities (2008) GEM-E3 model	目標:2020 年までに、温室効果ガスの少なくとも 1990 年レベルから 20%削減、2020 年までに再生可能エネルギーシェア 20%。 政策:EU 取引メカニズム。 実施時期:2005-2020 年	ヨーロッパの GDP 及び雇用の推測値: GDP -0.35% in 2020 雇用 -0.04% in 2020	労働供給は elastic ではなく、労働組合との賃金交渉は中間値を取る。

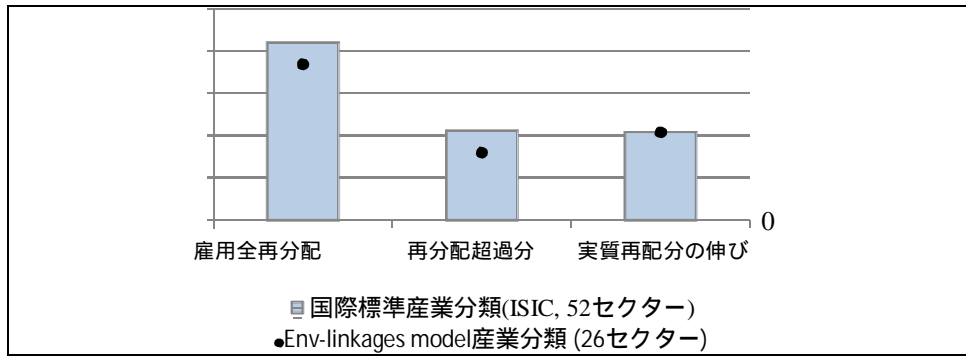
出典: Chateau, J., A. Saint-Martin and T. Manfredi (2011)

また、このほかにも ENV-Linkages モデルでの分析がある²¹。それによると、気候変動緩和シナリオで諸条件を設定し政策が実施された場合、2030 年には太陽光及び風力発電セクターにおいてヨーロッパ及び OECD 加盟国の中の雇用は 25%から 40%高くなるという結果がでていいる。それに対して、化石燃料や炭鉱セクターにおける雇用はヨーロッパ及び OECD 加盟国において 30%以上減少する。それ以外のセクターでは、原油・石油関連セクターで 13%減、農業(米、家畜)セクターにおいても 5 - 8%の減少がみられ、食品、建設、サービス、繊維、製造業、森林、化学、製紙などのセクターにおいては、ほとんど増減がみられない。また、鉄鋼、交通サービス、非メタルなどのセクターにおいては 4 - 9%の増加、水力・地熱、原子力エネルギー分野では、雇用が 20%程度増加するとみられている(Chateau, Saint-Martin and Manfredi, 2011)。

図表 38 1995-2005 の間における雇用再分配動向



²¹ OECD ENV-Linkage モデルにおいては、ダイナミック CGE モデルを用いており、15 か国・地域及び 26 の産業セクターを考慮している。5 つの電力発電セクター、農林水産業 5 産業、エネルギー集約産業、石油・ガス産業、石油精製産業、交通、サービス、建設、製造業などを含んでいる。技術革新については考慮していないが、既存の代替生産技術はエネルギーセクターに取り込んでいる。モデルは主に各国の経済データベースを利用し、静的方程式は GTAP をベースとした SAMs を元に構築している。



出典：Chateau, Saint-Martin and Manfredi, 2011

ただし、これらのセクター別雇用については、セクターの拡大による雇用創造は OECD 加盟国では 0.4%に過ぎず、ヨーロッパでは 0.3%である。つまり、2030 年までに気候変動緩和政策によって影響を受ける雇用は、OECD 及びヨーロッパ諸国の 1%以下ということになる。ただし、セクターをどう定義するかについては産業の分類方法によって変わってくることから、セクター別分析には更なる慎重な分類が必要である。

ENV-Linkageモデルのシミュレーション結果から、気候変動緩和政策を実施することによって、環境及び雇用の再分配に影響を与えることが明らかになった。CO2排出量は減少し、化石燃料の使用が多い産業での雇用が減少することである。だが、図表38からもわかるように、セクターを超えての雇用再分配は非常に限られていること、また全雇用創造数に占めるクリーンエネルギーセクターの雇用も限られていることである。一方、理論上では労働市場の流動性を条件としているため、実情に近い労働市場の硬直性を考慮すれば、炭素税や労働に関する減税などにより社会保障の改善は見込まれるという。ENV-Linkageモデルを含むCGEモデルでの分析では、気候変動による潜在的な経済損失については考慮することができないため、実際には、気候変動による経済及び雇用へのダメージは大きいと考えられる環境破壊が進んだ中での緩和政策からの経済的恩恵についても含むことができない。

以上の調査結果より、今後計量経済モデル及びCGEモデルを用いて雇用などを含む経済的な影響を分析する場合、以下の選択肢を示すことができる。

	マクロ計量経済モデル	静的 CGE モデル	ダイナミック CGE モデル
仮定	過去の長期データを基に長期の変数同士の関係を分析。過去に GND 経験値がなく、将来起こりえる技術革新を分析することは難しい。	仮定条件として GND の投資などによる技術進化や技術革新がないとするモデル	静的モデルに比べ、投資ファクター（資本を増やし減価償却として代替）や、新しい政策が実施される場合、時間変化による技術進化を仮定条件として追加可能。
複雑度	セクター、エージェントとの関連性が複雑となる。例えば、42 産業セクター、16 サービスセクター、43 種類の家計支出、12 の燃料タイプに対して 19 の別のユーザー、4 種の大気排出ガスの監視等を含む。これらのセクターやエージェントをモデルの中でどう連結するかが課題。	基本標準モデルを使えば、ダイナミック CGE ほど複雑ではない。	静的モデルに加え計算式が格段に多く必要。例えば、グリーン経済をプロセスする際、投資が時間変化によってどう伸びていくか、また技術進化をどう変えていくか、等の関係式が多雨う必要。
データ	幅広いセクターに関するマイクロデータと結合された長期データ（30 年）が必須。そういうデータを提供していない国もあり、提供していてもそういうデータセットを収集するのに時間がかかる。	I/O, SAM、貿易統計など GTAP データベースでの提供。	I/O, SAM、貿易統計など GTAP データベースでの提供。
実現度	ヨーロッパ諸国を対象に分析した E3MG モデルと同様なものを作るのは容易ではない。	基本標準モデルを用いた場合、数か国程度の分析が可能。	ダイナミックモデルを用いた場合、限られた国の分析が可能。

2.5 日本のグリーン・ニューディール政策の雇用への影響

リーマンショック金融危機後 2009 年ごろから、主要各国でグリーンニューディール政策²²と呼ばれるものに公的資金が投じられてきた。これらの投資に関しては、経済全体への影響としては、投資効果が勝り、その後数年間においても経済への間接的影響を誘発するものと期待された。しかし、GND 政策などの投資は特定の経済分野を活性化し、経済全体へのプラスまたはマイナスの直接・間接的影響を誘発する可能性が高いが、その効果の規模は不明瞭なままである。

分析結果を先に述べると、ここでは雇用への影響を対象として、2009 年度の補正予算において実施された GND 政策（経済危機対策関係経費総額 14 兆 6987 億円のうち、低炭素革命項目として配分された 1 兆 5775 億円）の直接的・間接的影響の規模を算出した。OECD 編纂データに基づく投入産出分析(I/O 分析)を実施したところ、投資額（ショック）によって同期間の日本経済にプラスの影響が生まれており、鉱業・採石、人件費、自動車・トレーラー・セミトレーラー、研究開発、機械・装置、繊維製品、レザー、フットウェア、卑金属、ゴム・プラスチック製品といったセクターで最も大きな影響がみられた。これらの主な影響としては、1.38%～16.65%増であった。

²² グリーンニューディール政策：幅広い概念であり、国によって意味が異なる。また、装飾的な言葉として受け取られる場合もあるが、実際のかつ広範な意味では簡略化して地球温暖化と金融危機への対応を狙った政策提案パッケージとすることができよう。

これは、従業員の労働と報酬に対してモデルを適用することで得られたものであるが、興味深い特徴としては、鉱業・採石分野の雇用増が最も高かったという結果となった。次は雇用と輸入について新しいモデル（モデル2）を構築した。

その結果、政策による刺激の結果として輸入セクターが50%増加しているのに対し、労働セクターは57.11%の増加であった。かなりの生産品目の生産が大きく輸入に依存しており、こうした製品を生産するのに必要な収入レベルも高いことから、日本のような経済ではこのようなことが起こるのは想定範囲内である。これらの結果は一貫性があり、日本経済全体がどのようにこの投資の影響を受けているかを完全に理解するために寄与の一步となるであろう。従って、2009年に日本政府によってGND政策のもとに実施された公共投資（ショック）を基礎とし、次のことを意図して分析を行った。

- a. 日本経済の労働セクターに対するこれら投資の直接的影響の測定
- b. 日本経済にもたらされた総体的影響の測定
- c. 日本経済のその他セクターにもたらされた間接的影響の測定

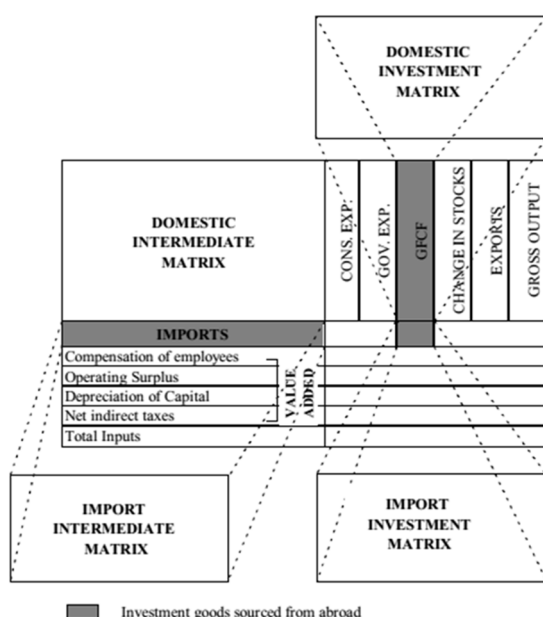
・データ概要

上記の目的を達成するため、本研究で使用する情報の要件を設定した。分析に使用した情報の特徴は次の通りである。

- a. 量的：影響を数値測定するための必須条件
- b. 国間比較：2009年に6ヶ国がこの政策を開始したことを考慮し、それぞれの影響の比較を有意なものとして考慮した。このために、標準化データベースを使用する必要があった。
- c. 非集計：非集計データは本分析で相当の役割を果たしている。情報が硬直的な方法で極端に集計されている場合、セクターへの影響を指摘できる可能性が低くなる。

国際貿易分析プロジェクト（GTAP）データベースとOECDデータベースの2つのデータベースを評価した。上述の条件を満たしたデータベースは投入産出メトリクスのOECDデータベース（2000年代中）であった。具体的には、本分析に用いた投入産出メトリクスは2005年のものであり、分析対象期間（2009）と大差ないものと見なすことができる。また、投入産出分析に用いるデータの提供が意図されていないGTAPデータベースでは、本分析の目的においてカギとなる研究開発セクターのデータが欠如していた。2008年の危機後、市場の条件（特に雇用）は変化したが、様々な選択肢を検討した結果、このデータがより適切であった。

- 経済を映し出すデータ：I-Oマトリクス（2000年代中盤。2005年に編纂されたデータ）出典：国内産業間取引（37×37）、最終需要（37×12）、社会会計マトリクス（12×37）の正方向列を表すOECDデータベース
- ショックを表すデータ：GND政策の予算において日本政府が行った投資。具体的には日本の景気刺激策（2009年度補正予算「経済危機対策関係経費」）総額14兆6987億円のうち、低炭素革命項目1兆5775億円を基にした（財務省資料より）。『平成24年度環境経済の政策研究』グリーンニューディール政策等の産業影響分析と我が国環境技術の国際展開手法の検討～次世代自動車や新エネルギーの創電・蓄電技術の研究開発を事例に～報告書参照。
- 値は100万米ドル単位



図表 39: 標準投入産出マトリクス

GND 政策実施としてカウントする投資は次のように分類する。

1. 公共施設の新エネルギー・省エネ技術促進費による太陽光発電普及
2. アンチコスト経済および自動車購入助成金普及のための環境に優しい自動車・エネルギー製品、
コンシューマーエレクトロニクスなど
3. 低炭素運搬・物流設備（有料連結、道路整備、低公害車両の促進）全面展開を促進。
4. リサイクルの促進など、リソース開発促進施策の費用
5. 研究・技術開発

投資金額については表 24 もしくは、添付資料に米ドルまたは日本円で記載している。

・データの限界

OECD の投入産出表は雇用に関する主要分析を実施するのに十分なすべての要件を満たしていた。輸入と労働に関する二つ目のモデルでは、産業間の関係性に関して利用可能なデータがなく、別途計算を行った。投入の部の輸入セクターをどのように取得したかについての段階的説明については、方法論の部に記載している。データをコンテキスト化し 2005 年（投入産出マトリクスが作成された年）と 2009 年（本分析で使用するデータ）をつなげる試みを行ううえで、OECD データは極めて有用であった。I/O 分析には、基準期間と分析対象期間の間の条件が必要となる。危機後にこの条件が変化したことは見て取れるものの、これらのモデルに利用できるものとしてはこれは全体として最も適した代用データである。

・方法論

利用可能なデータと本研究の目的に基づいて、GND 政策の評価に用いる方法論を選択した。本分析では、静的投入産出分析と静的 CGE モデルを用いた。I/O モデルでは特定の単独セクターの状況を示すことが

できる一方、計算可能一般均衡（CGE）モデルでは投入産出手法よりも著しく少ないデータで類型的影響を評価することが可能である。

この場合は特に、投入産出分析がより適切であると判断した。理由は以下の通りである。

- a. 簡易集計： 研究開発は GND 政策の対象セクターのひとつであるため、このセクター単独の影響を測定することは重要である。CGE モデルを実行するために必要な GTAP データベースの集計ではこのセクターの説明ができないが、投入産出では可能であるため、CGE モデルは除外された。
- b. 政策的ショックの規模に基づくモデル選定： ショック全体の規模は経済規模に比して小さい。つまり、CGE モデルではすべての市場における均衡を求めるため、影響の規模を過小評価する恐れがある。投入産出分析は基本的に線形方程式のシステムであり、制限を課さなければならぬという制約がないため、取得された値が過大評価される可能性がある。経済規模を考えればショックは小さいため、過大評価は過小評価よりも可能性が低い。
- c. モデルの一般性： I/O 分析は CGE モデリングよりも一般的である。従って GND 政策を適用するその他の国でも分析を再現しやすく、このことは最終的に分析をより豊かなものにする。

これら 3 つの理由から、I/O モデルの分析を行うこととした。

・ モデル概要

a) 公共投資ショック後の雇用の変化、そして補足的に b) 輸入を対象とした投入産出分析。公共投資ショック後の雇用の変化についての分析を実施した。おおまかに本分析は以下の項目に基づくものである。

- 最終需要と総生産に直接影響を及ぼすショック（投資）によってもたらされた産出の変化。ショックは 2009 年度（平成 21 年）の 3 つのセクターを対象とした。
- 変化は、期待産出に適した労働要件の観点から得られた差異によって得られる（修正最終需要 = ベースシナリオ FD + ショック）
- 変化を確認するには（シナリオ 0 - シナリオ 1）、労働・家庭（本来外生性）が内生性にならなければならない、従って総生産を計算しショックの結果生じた総生産と比較するには必要な動労需要を確認しなければならない（外生性 L&H vs. 本モデルの内生性 L&H）。

より具体的には本モデルにおける前提は次の通りである。

- 経済全体を「産業間セクター」（37×37 マトリクス）と「最終需要セクター」（12×37 マトリクス）の 2 つの主要セクターに分ける。これらはそれぞれ下位セクターに分割される。
- 産業間セクターの総生産は通常、その他の産業間セクターの投入として使用できる（単独で、または最終需要セクターで）。
- 2 つの積を連結しない。産業ごとにひとつの斉次積のみとする。
- 価格、消費需要、ファクターサプライを所与とする。
- 規模に対して収穫一定とする。
- 生産の外部経済・不経済はないものとする。
- 厳格に固定した比率で投入の組み合わせを採用する。投入は産出レベルに対して一定の比率のままとする。これは異なる項目間の代用はないこと、技術の進展がないことを含意する。また、

生産の固定投入係数がある。

- 投入産出フローは1年とし、そのため静的投入産出分析と呼ぶ。従って、将来の期間における貯蓄および研究開発は考慮しない。
- 労働セクター（本稿の主目的）は投入産出マトリクスでは外生性であるため、ここでの目的はこれを内生性とし、残りの最終需要における変化から得られた総生産の変化を確認することである。

投入産出の数学的定式化

モデル1：雇用・家計（内生性）

オリジナルの OECD 投入産出マトリクスに基づき、かつ IIS（産業間セクター）マトリクス（37×37）（ $A = [3center] a_{11} \dots a_{137} \dots a_{371} \dots a_{3737}$ ）を提示する産業間係数マトリクスは、 A を列行列（ $x = [1center] x_1 \dots x_{37}$ ）によって分割して得られ、総生産高を表す。

また、最終需要マトリクスを表すサブマトリクス F_0 は $F_0 = \begin{bmatrix} f_{11} & \dots & f_{112} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{371} & \dots & f_{3712} \end{bmatrix}$ によって得られる。

列ベクトル s （ F_0 のjth 合計によって得られた列ベクトル f_0 に追加された $s = \begin{bmatrix} s_1 \\ \vdots \\ s_{37} \end{bmatrix}$ など）で表される一連

のショックを測定する手順は $L = (I - A)^{-1}$ である。ここでは、対角単位マトリクス $I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ と係

数マトリクス A の差異を設定し転置を行うことでレオンティエフマトリクス L が得られる。

レオンティエフマトリクス L と呼ばれるこの結果を $f_0 + s$ で乗算し、観測されたショックの結果としての総生産の新しいベクトルである x_1 を得る。

ショック前後の総生産の変化（以下 Δ デルタと呼ぶ）を得るには、以下の2つのシナリオを構築する必要がある。

L F₀

L F_{other}

分析の目的は産出の変化、特に労働のような元々の外生性セクターの変化を確認することであるため、マトリクス B を設定することは必須である。マトリクス B では、i) LABR 従業員人件費の行セクターと ii) 家庭最終消費の列セクターが含まれ、両方を内生性とし以下のように 38×38 の正方行列が得られる。

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{137} & h_{c1} \\ \vdots & \ddots & \dots & \vdots \\ b_{371} & \dots & b_{3737} & h_{c37} \\ h_{r1} & \dots & h_{r37} & \end{bmatrix}, \text{ および最終需要を次のように設定。 } f_{\text{other}} = \begin{bmatrix} h_1 \\ \vdots \\ h_{37} \\ 0 \end{bmatrix} \text{ これは } f_0 - \begin{bmatrix} h_{c1} \\ \vdots \\ h_{c1} \end{bmatrix} \text{ 以上の}$$

違いではない。次に内生性の労働・家庭のレオンティエフマトリクスを設定し、 $L = (I - A)^{-1}$ を適用。

L_{new} が得られる。

この時点で、Bの $h_{r1} \dots h_{rc}$ で得た最終需要値および最終需要 f_0 を使用し、 f_{new} を得る。これは $f_{new} + s$ となり x_{new} が得られる。これが観測されたショックの結果としての新しい一連の総生産である。

x_1 と x_{new} の違いは、労働・家庭を内生制にした後の総生産の変化であり、ここから経済全体へのショックの影響が得られる。

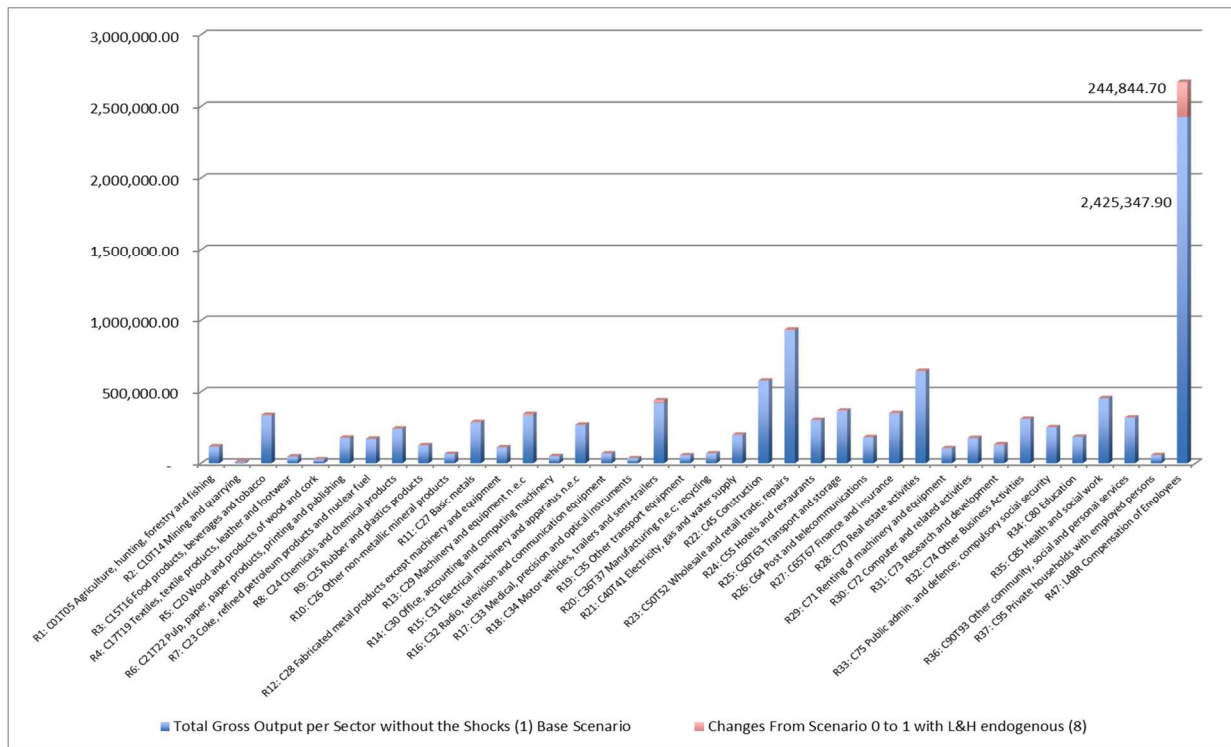
モデル1により、鉱業・採石、従業員の件数、自動車、トレーラー・セミトレーラー、研究開発、機械・装置、繊維製品、レザー、フットウェア、卑金属、ゴム・プラスチック製品の各セクターの主な増分が示された。これらは、最も影響が大きかった上位10セクターである。最も大きな影響が集中したのは鉱業・採石セクターであった。この状況は予期されたものであったが、このように大きな影響は想定されていなかった。

I/O 分析結果 (モデル1 サマリー)

Sector	Total Gross Output per Sector without the Shocks (1) Base Scenario	Final Demand (Original Final Demand + Shocks) (2)	New Final Demand (New Final Demand + Shocks) (3)	Total Output per Sector after the shocks keeping L&H exogenous (4). Scenario 0	Increment in % (5)	Total Output per Sector after the shocks closing the model with respect to Labor & Households (6). Scenario 1 with L&H endogenous.	Increment in % (7)	Changes From Scenario 0 to 1 with L&H endogenous (8)
R1: C0T05 Agriculture, hunting, forestry and fishing	116,702.12	17,077.24	(14,872.71)	116,744.72	0.04	117,863.551989	1.00	1,161.43
R2: C0T14 Mining and quarrying	9,119.65	(139,409.88)	(139,411.34)	9,814.20	7.62	10,637.746575	16.65	1,518.09
R3: C15T16 Food products, beverages and tobacco	335,239.91	212,142.70	(44,551.66)	335,258.10	0.01	338,386.432602	0.94	3,146.53
R4: C17T19 Textiles, textile products, leather and footwear	46,692.05	16,587.09	(33,054.56)	46,816.49	0.27	47,470.440505	1.67	778.39
R5: C20 Wood and products of wood and cork	26,848.76	(9,390.76)	(9,884.67)	26,907.97	0.22	26,983.552261	0.50	134.79
R6: C21T22 Pulp, paper, paper products, printing and publishing	176,585.63	18,205.40	(2,145.29)	177,246.04	0.37	178,160.157726	0.89	1,574.53
R7: C23 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel	169,661.44	30,183.06	(17,769.16)	170,284.72	0.37	171,385.089392	1.02	1,723.65
R8: C24 Chemicals and chemical products	240,159.45	37,365.68	11,511.18	241,087.70	0.39	242,048.867356	0.79	1,889.42
R9: C25 Rubber and plastics products	123,891.11	15,511.26	8,394.26	125,142.65	1.01	125,595.962547	1.38	1,706.86
R10: C26 Other non-metallic mineral products	64,745.80	4,296.62	1,592.00	65,037.39	0.45	65,163.353752	0.64	417.55
R11: C27 Basic metals	284,537.67	11,001.31	10,279.30	288,347.06	1.34	288,864.317811	1.52	4,326.65
R12: C28 Fabricated metal products except machinery and equipment	111,279.92	9,177.10	5,478.12	111,838.62	0.50	112,081.343737	0.72	801.43
R13: C29 Machinery and equipment n.e.c.	334,625.70	208,972.58	185,777.02	343,358.13	2.61	343,875.530113	2.76	9,249.83
R14: C30 Office, accounting and computing machinery	50,135.43	40,945.47	31,392.67	50,198.51	0.13	50,298.096216	0.32	162.66
R15: C31 Electrical machinery and apparatus n.e.c.	267,656.66	111,940.69	106,196.85	269,341.94	0.63	269,724.158858	0.77	2,067.50
R16: C32 Radio, television and communication equipment	68,580.40	61,061.93	22,428.52	68,695.13	0.17	69,030.903821	0.66	450.50
R17: C33 Medical, precision and optical instruments	34,747.06	23,885.69	15,968.98	34,803.43	0.16	34,896.162586	0.43	149.10
R18: C34 Motor vehicles, trailers and semi-trailers	422,791.56	217,182.25	168,249.69	439,473.26	3.95	440,388.335458	4.16	17,596.78
R19: C35 Other transport equipment	55,696.23	29,584.80	28,751.24	55,723.89	0.05	55,765.411997	0.12	69.18
R20: C66T37 Manufacturing n.e.c.; recycling	68,156.04	19,555.27	3,212.82	68,462.79	0.45	68,789.210874	0.93	633.17
R21: C40T41 Electricity, gas and water supply	197,801.22	68,774.37	732.34	198,562.81	0.39	199,691.780605	0.96	1,890.56
R22: C45 Construction	577,436.18	508,074.37	508,074.37	577,633.16	0.03	578,006.223906	0.10	570.04
R23: C50T52 Wholesale and retail trade; repairs	928,000.34	584,808.33	155,641.71	930,148.41	0.23	935,156.061894	0.77	7,155.73
R24: C55 Hotels and restaurants	300,717.34	300,717.34	2,700.66	300,717.34	-	303,157.649809	0.81	2,440.31
R25: C60T63 Transport and storage	365,130.79	164,763.61	31,679.00	366,119.06	0.27	368,112.270972	0.82	2,981.48
R26: C64 Post and telecommunications	181,215.66	74,211.02	(176.25)	181,600.00	0.21	182,700.616806	0.82	1,484.95
R27: C65T67 Finance and insurance	348,169.26	103,302.79	1,308.66	349,129.41	0.28	351,303.253708	0.90	3,133.99
R28: C70 Real estate activities	641,055.36	556,421.21	248.46	641,379.38	0.05	646,365.037301	0.83	5,309.67
R29: C71 Renting of machinery and equipment	104,801.75	8,216.20	1,312.01	105,326.90	0.50	105,744.435546	0.90	942.69
R30: C72 Computer and related activities	175,676.57	90,157.86	79,843.66	176,048.16	0.21	176,498.331598	0.47	821.76
R31: C73 Research and development	128,186.81	16,394.39	16,394.39	131,784.52	2.81	132,120.467890	3.07	3,933.66
R32: C74 Other Business Activities	308,296.16	26,291.69	21,912.24	309,402.77	0.36	310,676.007248	0.77	2,379.85
R33: C75 Public admin. and defence; compulsory social security	251,563.74	245,913.01	238,143.03	251,594.03	0.01	251,685.941759	0.05	122.20
R34: C80 Education	184,019.71	180,851.73	131,860.98	184,035.36	0.01	184,450.339142	0.23	430.63
R35: C85 Health and social work	454,855.85	447,413.53	354,747.40	454,856.04	0.00	455,627.780917	0.17	771.93
R36: C90T93 Other community, social and personal services	317,092.89	241,065.61	22,859.71	317,284.99	0.06	319,429.976003	0.74	2,337.09
R37: C95 Private households with employed persons	56,312.95	(2,435.37)	(2,613.74)	56,614.83	0.54	56,896.737692	1.04	583.79
R47: LABR Compensation of Employees	2,425,347.90					2,670,192.60	10.10	244,844.70

ただし、モデル1で得られた結果に関しては、鉱業・採石セクターの挙動についてさらに追加調査を行うことが望ましいと考える。

2005年と2009年の日本の生産実績を検討し、日本の生産鎖の産業特性に関する情報を分析したところ、日本経済にとって輸入が影響力のある一大セクターであることが分かった。



モデル2：輸入・雇用・家計（内生性）

上記のすべての情報を考慮し、輸入と雇用・家計を対象とした第二のモデル（モデル2）による検討を実施した。この第二モデルを実行する目的は、雇用・家計セクターに留まらず、これら2つのセクターがどのように連携しているかを確認し、日本が実質的に「影響を輸出している」のかどうかを確認すること（理論的には日本経済はより多くのリソースを輸入しているため）である。

これを行うため、本モデルでは雇用・家計に加えて輸入を内生性とする必要がある。

ただ、このことを想定していなかったため、我々はこの時点になって2005年の日本の投入産出にはSAMセクション（行ベクトル \mathbf{m} ）に詳細な輸入データが含まれていないことに気づいた。

このことから、前回必要であった、ベクトル \mathbf{m} と \mathbf{M} が内生的であったマトリクス $\mathbf{C} =$

$$\begin{bmatrix} z_{11} & \dots & z_{137} & h_{c1} & \mathbf{M}_{c1} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{371} & \vdots & z_{3737} & h_{c37} & \mathbf{M}_{c37} \\ h_{r1} & \vdots & h_{r37} & & \\ \mathbf{m}_{r1} & \dots & \mathbf{m}_{r37} & & \end{bmatrix}$$

を得るため、以下の計算を行った。

行ベクトル $[\mathbf{m}_{r1} \ \dots \ \mathbf{m}_{r37}]$ は既知であるため、競合する輸入列ベクトル $\begin{bmatrix} \mathbf{M}_{c1} \\ \vdots \\ \mathbf{M}_{c37} \end{bmatrix}$ を用いて計算を行う。

この手順は近似法タイプIとして知られており、我々が $\hat{\mathbf{C}} = \hat{\mathbf{u}}^{-1}\mathbf{z}$ と呼ぶメトリクスを生成する。ここでは、 $\hat{\mathbf{u}}^{-1}$ は中間産出の行ベクトルに対応し、 \mathbf{z} はオリジナル投入産出マトリクス（ 37×37 ）の国内産業間関係のマトリクスを指す。

その後、列ベクトル $\begin{bmatrix} M_{c1} \\ \vdots \\ M_{c37} \end{bmatrix}$ を産業間産出に割り当てるため、 \tilde{M} の近似である $\tilde{M} = m\hat{C}$ を得る。従っ

て $\tilde{M}i = m = Mi$ が有効であるため、輸入を伴う国内取引への近似計算を行うことができる。このため、 $Z = \tilde{D} - \tilde{M}$ が可能である。ここでは、 \tilde{D} が国内取引の新しいマトリクスであり、前に算出した \tilde{M} がオリジナルよりも大きな新しい付加価値ベクトルを生成する。ここには産業間輸入関係に対応する産業間関係が含まれる。従って、 $m_{137} = v_0 - v_{new}$ となる。

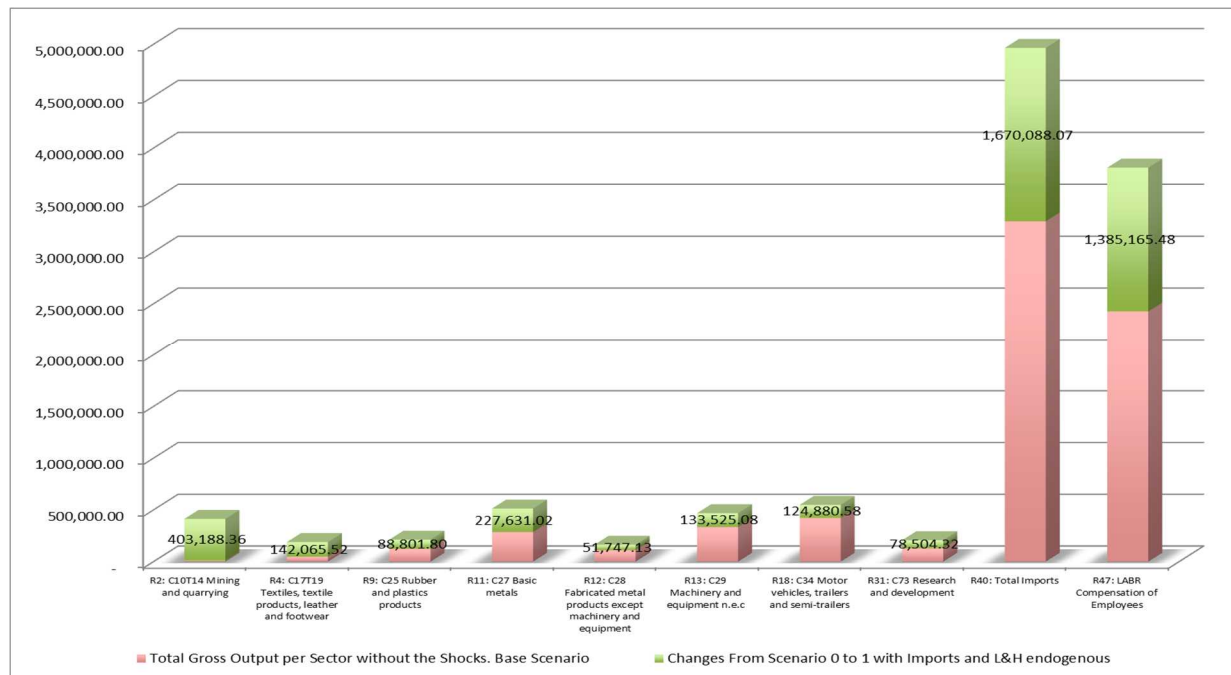
ベクトル $m_{r1} \dots m_{r37}$ を得たら、モデル1の手順をサイド行う。今回はモデル1の結果に $\begin{bmatrix} M_{c1} \\ \vdots \\ M_{c37} \end{bmatrix}$ および $[m_{r1} \dots m_{r37}]$ を加える。

・分析結果

政策的刺激を直接受けたセクターへの影響は、実際の刺激額 176 億米ドルに対して 3078 万米ドルとなった。以下のサマリーを見ると、概して、モデル1で得られた結果に基づくと、2009年の日本経済全体は上述のショックにより 3316 億米ドルの算出増加を経験している。従業員の報酬に関して言えば、2448 億米ドルの増加が報告された。それ自体としては、家庭は最大の恩恵を受けており、その金額は 8684 万 6000 米ドルに上った。乗数効果としては投資額の最大 18 倍に上る。

10 分析結果（モデル2のサマリー）

Sector	Total Gross Output per Sector without the Shocks, Base Scenario	Total Output per Sector after the shocks closing the model with respect to Imports + Labor & Households. Scenario 1 with Imports and L&H endogenous.	Increment in % (7)	Changes From Scenario 0 to 1 with Import + L&H endogenous
R40: Total Imports	3,294,043.72	4,964,131.79	50.70	1,670,088.07
R47: LABR Compensation of Employees	2,425,347.90	3,810,513.39	57.11	1,385,165.48



図表 40 本モデルに使用した 2009 年度補予算の低炭素革命項目投資（ショック）の一覧

	Shock Denomination	Hundred million yen	Millions of Dollars	Sector affecting the shock
1	Spread of Solar Power Generation of new energy and energy-saving technology promotion cost for public facilities	6,081	6,246	R13: C29 Machinery and equipment n.e.c
2	Environmentally friendly vehicles and energy products to disseminate anti-cost econ and car purchase subsidy, consumer electronics etc	8,665	8,900	R18: C34 Motor vehicles, trailers and semi-trailers
3	Low carbon transportation and logistic equipment, to promote fee-based consolidation, road preparation, low pollution cars. Full Development to promote.	298	306	R13: C29 Machinery and equipment n.e.c
4	Resource development promotion measures costs, such as the promotion of recycling	731	751	R31: C73 Research and development
	Total	15,775	16,203	
5	Research and Technonology Development	1,429	1,468	R31: C73 Research and development
	Grand total	17,204	17,670	R47: LABR Compensation of Employees

為替レート: 1 米ドル = 97.361 円 (2009 年度の平均為替レート)

より具体的には、政策的刺激の対象となったセクターへの直接的影響は、自動車・トレーラー・セミトレーラーで 4.16%、研究開発で 3.07%、機械・装置で 2.7%の増加であった。間接的影響は鉱業・採石で 16.65%、従業員の人件費で 10.10%、繊維で 1.67%、卑金属で 1.52%、ゴム・プラスチック製品で 1.38%の増加であった。モデル 2 での追加分析では、輸入が日本経済のカギとなる相当量のリソースを表していることが分かった。この結果によると、全体の輸入量は影響を受けたセクターによって 50.70 で増加しており、輸入材にも著しい影響があった。なお、従業員の人件費は 57%で増加していた。

モデル 1・2 を比較すると鉱業・採石は極めて輸入への依存度が高く、これによって輸入セクターは労働セクターに実に近いがそれでもまだ及ばない押し上げ幅となった。通常、公共政策においては言葉による政策発表と政策実施とその結果に乖離がある。言葉は顕示選好と見なされるが、非顕示選好は特定の政策の導入後にしか明らかにならない。従って、顕示選好理論/コンセプト (Samuelson, 1938) を基礎とすることで、意味が広範で国によって異なることもある GND コンセプトをより正確に描写することができる。

具体的には、これは言葉 (行動の前段階) である顕示選好と、この場合には費用 (リソース割り当て後に顕示される) である非顕示選好の間の比較によってなされる。本研究の目的は質的ではなく量的分析に焦点を当てているため、ショックによって生じた影響を分析しモデル 1・2 による測定を行うことで状況を示すことができる。

従って、投入産出分析の解釈に基づき、検討すべき要因が 2 つある。

- 優先度：ショックの選定・度合い (規模)
- 時間枠：ショックがより作用する可能性があるのはいつか

投入産出マトリクスの結果を示すことで、検証可能なコンセプトに近づきやすくなる。

2009 年、日本は GND 政策を短期的労働需要、鉱業・採石 (主に輸入) 投入を引き上げることとし、必然的に、機械・装置および自動車の算出増加にも直接つながるものである。一方、研究開発セクター (これも優先セクターであるが上昇トレンドとしてはより下位にあった) では、間接的なプラスの影響が想定され、中長期的に各種セクターに広がっていくと思われる。3 つの対象セクター (自動車・トレ

ーラー・セミトレーラー、研究開発、機械・装置)に課せられた刺激策による影響を測定するために実施した方法論では短期的な政策的ショック(1期間)しか測定できず、日本政府が検討した主要な目的は、i.)金融危機の克服、ii.)金融安定化、iii.)医療改革、iv.)気候変動に対する日本の政策枠組みの改善であったため、これらは達成されつつあったとすることができる。

この達成を確認する手がかりは次の通りである。

- より多くのお金の家計に流れたため、マネーフロー上昇の見込みが高い。
- ショックの規模は経済規模に比して小さく、短期的な増分が長期的により大きな効果を引き起こす慣性を生み出す可能性は低い。これは、このダイナミクスを補足できる動的モデルで確認する必要がある。従ってこれらの認識は現時点では確認されたものではない。
- エビデンスに基づき、ショックの対象となったセクターにおける原材料要求の高まりによって輸入も上昇した。つまり、影響の大部分は国外に流れたということである。

上述の状況を鑑みて、政策に関する推奨事項は次の通りである。

- 刺激策(ショック)の規模：この時点では短期的なプラスの効果を生み出すには十分であったが、規模は小さい。この状況を打破するためには最大級のショックが必要である。
- 対象セクター：エビデンスにより、ショックは適切にターゲティングされていたことが示されている。つまり、影響を受けたセクターは政府の(その時点での)非顕示選好の達成に寄与した。
- 人々の認識：労働セクターには10%増分の影響があったため(モデル1)、専門職レベルではショックによって改善の実感を与えた可能性が高い。ただし、輸入に対する大きな影響が報告されているため、輸入業者にとっても良かった可能性が高い。
- ショックのダイナミクス：1年を超える期間においてショックがどのようにセクター間の影響を誘発するかについては、モデルが静的であったため多くのことを述べるできない。その後の期間に発生した影響はプラスであった可能性が高いが、その度合いと他セクターへの作用については分からない。
- より正確にショックを分析するには動的投入産出分析が必要である。

これらのモデルで得られた結果を検討すると、2009年に実施されたGND政策により日本経済は好影響を受け、最も大きな恩恵は労働セクターにあったとできよう。また、輸入セクターが50%で上昇していることから、日本はこの影響の相当部分を「輸出」したということが分かった。

本研究の初期段階では、目的・目標は最終的に設定したものよりもより野心的なものであった。当初の目的は日本、ドイツ、デンマーク、米国、中国、韓国で2009年から2011年に実施されたGND政策が労働に与えた影響を比較することであった。

しかしこれらの目的が縮小した理由は主に2つある。それはデータの可用性とデータの集計である。その他の国のショックに関するデータは曖昧かつ不正確であり、比較はほぼ不可能であった。選択した方法論は確認された制約に対応したものであり、これらの実施によって今後の分析において克服しなければならない弱点も明らかになった。この種の分析では通常そうであるように、常にトレードオフを評価することで現在利用可能な成果が得られている。

しかしながら、この結果は1期のみのものである。この分析では、ショックがどのように日本に作用したか、そして今後の分析の方向性を理解するのに十分な情報は提供されたといえよう。

今後の課題として：

1. 研究対象のすべての国の投資について正確なデータを収集すること。
2. CGE モデルを利用するため、研究開発セクターを非集計する必要がある。つまり、このセクターをその他のセクターから分離するために追加の研究を行う必要がある。
3. 長期的な影響（1期以上）を捕捉するため、動的投入手法および/または動的 CGE 分析を実施する必要がある。

加えて、1と2を実現するために必要な時間は1年、さらにモデリングそのものにももう1年かかると思われる。上述のステップを実施することで、GND 政策に関する考えをより正確に理解することができるようになり、さらなるショックの対象となるセクターをより精密に選定する助けとなると思われる。

2.6 CGE モデルによる次世代自動車普及の経済効果分析

(大阪大学経済学研究科 伴金美)

国立環境研究所による日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2012年度速報値)によれば、2012年度における運輸部門と家計部門の自動車燃料から排出されるCO₂は2億2,626万トンであり、燃料起源の総排出量12億651万トンの19%を占めている。エネルギー制約や地球環境問題を解決し、低炭素社会を実現するために、自動車に対する対策は重要な課題となっている。

それに対して、環境省は「次世代自動車普及戦略検討会」を設置し、2050年の自動車社会を見据え、既存の自動車や2010年代始めに実用段階にあると想定される各種の次世代自動車の技術的・経済的特性と世界的なエネルギー市場の動向も踏まえ、ボトムアップ型技術モデルを用いて2050年までの次世代自動車普及のシナリオを検討し、2009年5月に『次世代自動車普及戦略』として取りまとめている。

一方、低炭素社会を実現するための次世代自動車普及戦略は、グリーン・イノベーションを押し進め、日本経済の成長に寄与することが期待される分野でもある。わが国の自動車産業は、これまでも内燃エンジン自動車の開発・製造において世界的にも技術的優位性を持ち、強い国際競争力を維持してきた。その中で、世界でエネルギー・環境問題の観点から次世代自動車の開発競争行われており、それが日本の自動車産業の競争力強化にどのように貢献するかだけでなく、日本経済の成長に対してどのような貢献するかを明らかにすることが求められている。

本章では、第一に、わが国における次世代自動車の生産と販売の推移を明らかに、『次世代自動車普及戦略』で予測されたシナリオと現実の推移とのギャップを明らかにし、同時に、普及戦略の一環として採られてきたエコカー減税・エコカー補助金との関連について明らかにする。第二に、自動車技術を明示的に取り入れた動学的CGEモデルを用いて、普及戦略シナリオの可能性を評価するとともに、普及戦略が実現したときの日本経済とCO₂排出削減に与える影響について明らかにする。

2.6.1 次世代自動車の生産・販売の推移

以下の表は次世代自動車であるEV(電気自動車)、PHV(プラグインハイブリッド)及びHV(ガソリンハイブリッド)について2005年度から2012年度の国内販売台数とその比率を示している。なお、対象となる自動車は、普通乗用車、小型乗用車と軽自動車である。それによれば、次世代自動車の販売比率は2009年に著しく高まり、2012年には20%に達している。それを支えたているのはHV自動車販売の動向である。

それに対して、EV自動車とPHV自動車は0.7%程度の低い水準にとどまっている。ただ、HV自動車の代表車種であるトヨタプリウスについて言えば、1997年の発売開始から2001年までの5年間の累計販売台数は56,700台であり、本格的な増加傾向を示したのは2003年9月のフルモデルチェンジ以後である。その後、2004年半ばからのガソリン価格の高騰で、販売量が一段と増加した。それに対して、本格的販売がEV自動車は2010年4月からであること、PHV自動車は2011年11月からであることを考えると、販売増加ペース遅いものの、1997年から2003年の初代プリウスを上回る勢いにある。

図表 41 次世代自動車（軽自動車を含む乗用車）販売台数（万台）

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EV	3	15	62	46	1,625	7,070	13,217	16,403
PHV	0	0	0	0	165	214	3,753	13,149
HV	60,871	88,573	88,438	109,739	452,098	447,626	633,417	857,303
次世代小計	60,874	88,588	88,500	109,785	453,888	454,910	650,387	886,855
総販売台数	4,755,369	4,557,330	4,390,344	3,908,881	4,175,456	3,880,266	4,009,988	4,439,092

出所 次世代自動車振興センター

図表 42 次世代自動車（軽自動車を含む乗用車）販売比率

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EV	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.3%	0.4%
PHV	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.3%
HV	1.3%	1.9%	2.0%	2.8%	10.8%	11.5%	15.8%	19.3%
次世代小計	1.3%	1.9%	2.0%	2.8%	10.9%	11.7%	16.2%	20.0%

出所 次世代自動車振興センター

次世代自動車普及の上で重要な指標は生産台数である。国内販売は減税や補助金などの政策的な対応に大きく左右されるが、輸出台数は国際競争力を如実に反映する。図表 43 と図表 44 は次世代自動車の生産台数と輸出比率を示している。それによれば、2012 年の次世代自動車生産の輸出比率は 32%であるが、種別で見れば、HV32%、PHV63%、EV45%であり、PHV 自動車と EV 自動車の輸出比率が高いことに注目する必要がある。HV も 2008 年までは 70%を超えていた。自動車産業の国際的競争力を高めることが戦略的に望まれるのであれば、輸出比率の動向にも注意を払う必要がある。

図表 43 次世代自動車（軽自動車を含む乗用車）生産台数を（万台）

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
HV	260,653	333,273	516,437	407,727	821,946	729,682	1,028,162	1,244,770
PHV	0	0	0	0	515	251	8,472	35,782
EV	1	5	18	26	1,744	16,169	42,036	29,757
次世代	260,654	333,278	516,455	407,753	824,205	746,102	1,078,670	1,310,309
総生産台数	9,154,147	9,787,234	10,104,399	8,554,399	7,708,731	7,741,063	7,911,073	8,190,914

出所 次世代自動車振興センター

図表 44 次世代自動車（軽自動車を含む乗用車）輸出比率

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
HV	77%	73%	83%	73%	45%	39%	38%	31%
PHV					68%	15%	56%	63%
EV					7%	56%	69%	45%
次世代	77%	73%	83%	73%	45%	39%	40%	32%
総販売台数	48%	53%	57%	54%	46%	50%	49%	46%

出所 次世代自動車振興センター

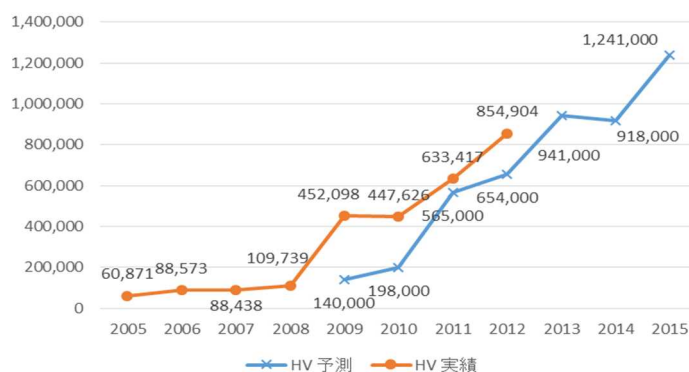
2.6.2 次世代自動車販売の予測と実績

2009 年 5 月に公開された環境省の『次世代自動車普及戦略』には、2050 年までの長期にわたる次世代自動車の販売台数についての予測値の記載がある。そのうち、次ページの図表には 2015 年までの予測値と 2012 年までの実績値の推移を示している。

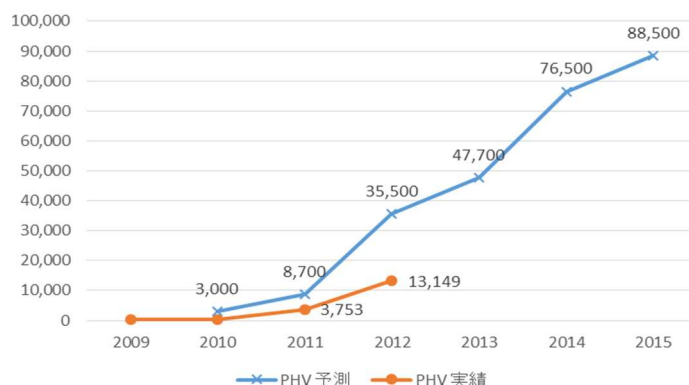
図表 45 によれば、HV 自動車販売実績は 2009 年時点で予測を大幅に上回っている。2008 年の販売実績が 109,739 台であることから 2009 年の販売を 27%増としたが、実際には同年の販売実績は前年を 4 倍上回る 452,098 台にも達している。その要因として考えられるのは時節で述べる 2009 年 4 月から 2010 年 9 月まで実施されたエコカー補助金である。補助金終了後に販売台数が落ち込んだが、このエコカー補助金が 2011 年 12 月から 2012 年 9 月まで再実施されることで、2011 年と 2012 年 HV 自動車販売増に大きく寄与したと考えられる。補助金終了後も、HV 自動車販売台数の増加は止まらず、2013 年暦年でも人気車種のトップに君臨している。

それに対して、EV・PHV 自動車に対しても HV 自動車と比較して高額なエコカー補助金を実施されたが、販売実績は予測を大幅に下回り、2012 時点での EV 自動車の販売実績は予測の四分の一、PHV の販売実績は三分の一にとどまっている。HV 自動車に対する補助金は、早々に使い切ってしまう状況であったが、EV 自動車と PHV 自動車は使い切ることができず、翌年に繰り越されている状況にある。

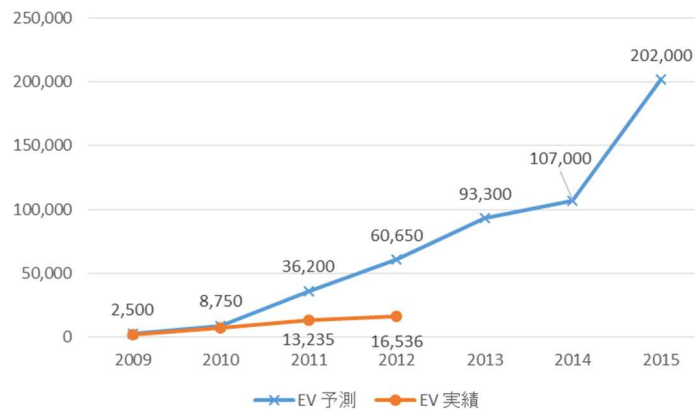
図表 45. HV : 予測と実績 (台)



図表 46 PHV : 予測と実績 (台)



図表 47 EV：予測と実績（台）



2.6.3 次世代自動車普及のための減税と補助金

次世代自動車普及のために、政府は2009年から購入時の自動車取得税と自動車重量税を免除し、自動車税についても翌年度50%減免する措置をとり、現在に至るまで続いている。エコカー減税とよばれるものである。例えば、プリウスの特別仕様車であるSマイコーデ243万円の場合、自動車取得税104,100円、自動車重量税22,500円、自動車税19,500円の計146,100円の減税が受けられる。

さらに、エコカー補助金制度が取り入れられ、2009年4月から2010年9月と2011年12月から2012年9月までの二度実施された。補助金額は、第一期において小型・普通車は10万円、軽自動車は5万円の補助金が支給された。この時、車齢13年以降の車を廃車する場合にはスクラップインセンティブとして、小型・普通車で25万円、軽自動車で12万5千円が支給された。第二期ではスクラップインセンティブはとられなかったが、小型・普通車で10万円、軽自動車で7万円の補助金が支給された。エコカー補助金制度はエコカー普及とよりも、リーマンショックで急減した自動車需要を喚起するためのものと言えるが、上図に示されるようにHV自動車の普及に大きく貢献した。

また、低炭素社会実現のために、政府はその効果の期待されるEV自動車及びPHV自動車に対して、2009年から別途「クリーンエネルギー自動車導入促進対策費補助金」制度を導入している。例えば、日産リーフSの場合、消費税込み販売価格299万円に対して78万円の補助金と前述のエコカー減税165,100円により、実売価格は204万円に引き下げられている。PHV自動車の場合は、当初補助金上限45万円が2013年に35万円引き下げられたものの、三菱アウトランダーEの場合、消費税込み販売価格340万円に対して35万円の補助金とエコカー減税175,600円により、実売価格は287万円である。

EV自動車はPHV自動車と比較して小型車であり車両価格も低く、燃料費用を考えれば、ガソリン車と比較しても十分に競争できる状況にある。それにも関わらず、図表47に示されるように、普及のスピードが遅い。その原因としてしばしば指摘されることであるが、EV自動車の走行距離の短さに対する消費者の抵抗感が強いことにある。深刻な問題は、次世代自動車振興センターの『平成23年度電気自動車等の普及に関する調査』によれば、EV自動車の利用者について利用開始後に強く認識されると

いう点である。伝道者としての役割を持つEV自動車の新規購入者が口を揃えて言う状況では、追隨者出現の可能性は低くなる。

その原因は、充電スタンドの不足によるところが大きい。以下の図表は、都道府県別の充電スタンドの設置状況であるが、充電器の設置はディーラーが大部分である。しかも、30分程度で充電可能な急速充電器は全国でも1600基程度にとどまっており、充電インフラの整備が緊急の課題となっている。それに対して、政府は2012年度の補正予算として、次世代自動車充電インフラ整備促進事業として1,004億円を計上しており、その成果が期待されるところである。

図表 48 充電設備設置状況 (2004 年)

	急速	普通		急速	普通		急速	普通
北海道	71	181	石川	19	90	岡山		
青森	19	81	福井	18	72	広島	41	55
岩手	23	86	山梨	17		山口	24	
宮城	26	118	長野	34	112	徳島	13	33
秋田	32	93	岐阜	21		香川	9	37
山形	21	77	静岡	75	261	愛媛		
福島	46	117	愛知	85	576	高知	16	30
茨城	23	103	三重	30	70	福岡	46	150
栃木	50	129	滋賀	21	102	佐賀	23	55
群馬	36	75	京都	39	184	長崎		
埼玉	94		大阪	60	322	熊本	21	125
千葉			兵庫	66	181	大分	16	
東京	122	205	奈良	7	46	宮崎	21	
神奈川	156	366	和歌山	16	29	鹿児島	15	81
新潟	47	74	鳥取	33	55	沖縄	28	34
富山			島根	22		全国	1602	4405

出所 次世代自動車振興センター

図表 49 ガソリンスタンドの減少率 (1996 年 ~ 2011 年)

北海道	-31%	石川県	-39%	岡山県	-40%
青森県	-28%	福井県	-37%	広島県	-40%
岩手県	-38%	山梨県	-28%	山口県	-38%
宮城県	-40%	長野県	-29%	徳島県	-34%
秋田県	-26%	岐阜県	-34%	香川県	-38%
山形県	-40%	静岡県	-37%	愛媛県	-33%
福島県	-30%	愛知県	-42%	高知県	-36%
茨城県	-31%	三重県	-34%	福岡県	-44%
栃木県	-36%	滋賀県	-40%	佐賀県	-39%
群馬県	-35%	京都府	-42%	長崎県	-30%
埼玉県	-37%	大阪府	-47%	熊本県	-39%
千葉県	-38%	兵庫県	-34%	大分県	-32%
東京都	-50%	奈良県	-41%	宮崎県	-34%
神奈川県	-41%	和歌山県	-36%	鹿児島県	-31%
新潟県	-27%	鳥取県	-35%	沖縄県	-22%
富山県	-32%	島根県	-35%	全国合計	-37%

EV 自動車の普及は、自動車産業の国際競争力を高め、裾野産業としてのバッテリー及び充電機器産業などの育成という観点からも重要視されるが、人口減少にともなう過疎地でのガソリンスタンドの減少に対応する側面からも重要と思われる。図表 49 は、1996 年から 2011 年までの都道府県別のガソリンスタンドの減少率を示している。実は、ガソリンスタンドの減少は東京や大阪のような人口密集地でも深刻であるが、元々ガソリンスタンド数が多く、東京や大阪のガソリンスタンドは、平均的に 2 平方キロに 1 店舗である。しかし、人口の少ない都道府県では 10~20 平方キロに 1 店舗であり、特に北海道の場合 41 平方キロに 1 店舗である。そのガソリンスタンドがさらに減少することになれば、地方にとって事態は深刻である。それに対して、電力網はライフライン・インフラとして必ず存在することから、自動車を動かすための重要なエネルギー源と成ることは明らかである。その意味で、EV 自動車の走行距離を伸ばすことができれば、ガソリンスタンドの過疎化は問題とならなくなる。EV 自動車の普及の目的としては、人口減少への対応という視点も重要であろう。

EV 自動車の普及に有力なもう一つの方法は、カーシェアリングである。日本自動車工業会『2011 年度乗用車市場動向調査』によれば、車の利用目的として「買い物・用足し」の比重が高まり、走行距離も短くなる傾向にあることから、EV 自動車を所有するのではなく、シェアリングすることの方が経済性の観点から優れている。しかし、「所有」と「シェアリング」は考え方の変革を必要とすることから難しさが伴う。購入価格を抑える政策的な対応だけでなく、「シェアリング」を優遇する政策的な対応も必要となる。

2.6.4 次世代自動車普及の経済的影響を分析するための動学的 CGE モデル

次世代自動車の普及が経済に対してどのような影響を与えるかを評価する方法として産業連関表モデルと CGE モデルがある。産業連関モデルは財・サービスの詳細なアクティビティーに基づいた分析が可能であるが、レオンチェフタイプの固定係数型生産関数に基づく静学モデルである。また、量と価格が分離されることで、相対価格の変化がアクティビティーを変化させる代替プロセスが排除されている。さらに、生産に伴って生み出される所得と最終需要との関係が分離されており、予算制約の概念もない。したがって、最終需要としての次世代自動車の影響を分析する場合、所得制約の下で既存自動車や他の財・財サービスなどの最終需要財の減少を考慮しないことから、生産に対する影響を過大に評価する可能性がある。そこで、本節では、動学的予算制約に基づいて、将来にわたる家計の効用の割引現在価値を最大にする動学的最適化モデルに基づいた Forward Looking 型む CGE モデルを用いて経済的影響を明らかにする。

モデルの基本構造

・動学的最適化モデル

Forward Looking モデルの基本となるのは、貯蓄・投資の決定を家計の動学的最適化行動から導出するモデルとして知られている Ramey 型最適成長モデル²³である。このモデルは 1 財からなるマクロモデルで

²³ Ramsey (1928)

あるが、Nordhaus(1994)の DICE モデル、Manne, Mendelsohn and Richels (1995)の MERGE モデルの Global 2200 モデルでも使われており、次のような動学的最適化問題として定式化される。

$$\begin{aligned}
 \max_{C_t, Les_t} \quad & \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t u(C_t, Les_t) \\
 \text{s.t.} \quad & Y_{i,t} = f(K_t, L_t) \\
 & I_t = Y_t - C_t \\
 & K_{t+1} = I_t + (1-\delta)K_t \\
 & L_t = D_t - Les_t \\
 & D_{t+1} = (1+n)D_t
 \end{aligned} \tag{1}$$

ここで、 Y_t : 所得、 C_t : 消費、 I_t : 投資、 K_t : 資本、 L_t : 労働、 D_t : 利用可能時間、 Les_t : 余暇時間、 ρ : 割引率、 δ : 資本減耗率、 n : 生産年齢人口増加率である。評価関数である効用関数は、消費財と余暇から生じるものとする。すなわち、消費と余暇は代替関係にあり、労働供給は家計の消費と余暇の選択によって決まるモノとされる。

ここで、制約付き動学的最適化を解くために、次のラグランジュ式²⁴を用いる。

$$\begin{aligned}
 \Psi = \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t & u(C_t, Les_t) + \lambda_1 (f(K_t, L_t) - I_t - C_t) \\
 & + \lambda_2 (I_{t-1} + (1-\delta)K_{t-1} - K_t) + \lambda_3 (I_t + (1-\delta)K_t - K_{t+1}) \\
 & + \lambda_4 (L_t - Les_t)
 \end{aligned} \tag{2}$$

このとき、最適化のための1階の条件は次のように表される。

$$\frac{\partial \Psi}{\partial C_t} = \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t \frac{\partial u(C_t, Les_t)}{\partial C_t} - \lambda_1 = 0 \tag{3}$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial Les_t} = \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t \frac{\partial u(C_t, Les_t)}{\partial Les_t} - \lambda_4 = 0 \tag{4}$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial K_t} = \lambda_1 \frac{\partial f(K_t, L_t)}{\partial K_t} - \lambda_2 + \lambda_3 (1-\delta) = 0 \tag{5}$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial I_t} = -\lambda_1 + \lambda_3 = 0 \tag{6}$$

ここで、 $\lambda_1 = p_t$ 、 $\lambda_2 = pk_t$ 、 $\lambda_3 = pk_{t+1}$ とすれば、

²⁴ Lau, M.I., A. Pahlke and T.F. Rutherford (2002)

$$p_t = \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t \frac{\partial u(C_t, Les_t)}{\partial C_t} \quad (7)$$

$$pk_t = (1-\delta)pk_{t+1} + p_t \frac{\partial f(K_t, L_t)}{\partial K_t} = (1-\delta)pk_{t+1} + p_t rk_t \quad (8)$$

$$p_t = pk_{t+1} \quad (9)$$

ここで、 p_t : 生産物価格、 pk_t : 資本価格、 rk_t : 資本の限界収益率である。(8)式で表される漸化式を解けば、

$$pk_t = \sum_{j=0}^{\infty} (1-\delta)^j p_{t+j} rk_{t+j} \quad (10)$$

となるが、資本価格は投下した資本から将来得られる資本収益の割引現在価値となる。

・混合相補問題

Mathiesen(1987), Lau, Pahlke and Rutherford (2002)及び Paltsev (2004) は、動学的最適化行動から導出される条件式を、CGE モデルを構築するために重要な役割を果たす、(i) ゼロ利潤条件、(ii) 市場均衡条件と(iii) 所得収支条件の3つに整理し、混合相補問題²⁵として定式化できることを示している。

(i) ゼロ利潤条件

$$c(rk_t, w_t) \geq p_t \perp Y_t \geq 0 \quad (11)$$

$$p_t \geq pk_{t+1} \perp I_t \geq 0 \quad (12)$$

$$pk_t \geq (1-\delta)pk_{t+1} + rk_t \perp K_t \geq 0 \quad (13)$$

(ii) 需給均衡条件

$$Y_t \geq C_t + I_t \perp p_t \geq 0 \quad (14)$$

$$K_t \geq Y_t \frac{\partial c(rk_t, w_t)}{\partial rk_t} \perp rk_t \geq 0 \quad (15)$$

$$L_t \geq Y_t \frac{\partial c(rk_t, w_t)}{\partial w_t} \perp w_t \geq 0 \quad (16)$$

(iii) 所得収支条件

²⁵混合相補問題を解くための経済モデルの記述は、GAMS (The General Algebraic Modeling System)のサブシステムである Rutherford (1999)の MPSGE(Mathematical Programming System for General Equilibrium Analysis)を用いている。

$$M = pk_0K_0 + \sum_{t=0}^{\infty} w_t L_t \quad (17)$$

ここで、 $c(rk_t, w_t)$: 単位生産費用、 w_t : 賃金、 M : 生涯所得である。単位生産費用は、次の費用最小化問題の解である。なお、生産関数について一次同次を仮定している。

$$c(rk_t, w_t) = \min_{K_t, L_t} rk_t K_t + w_t L_t, \quad s.t. \quad f(K_t, L_t) = 1 \quad (18)$$

(11)式から(17)式で表される混合相補問題の経済的意味は、

- 生産物の市場価格が生産費用を下回る時は生産されない。生産されるのは、市場価格と生産費用が一致したときに限られる。
- 投資によって得られる資本収益の割引現在価値が投資財費用を下回る時は投資されない。投資が行われるのは、資本収益の割引現在価値が投資財費用と一致するときに限られる。
- 市場において、需要が供給を下回れば、市場価格はゼロとなり、生徒なるのは需要が供給と一致するときである。
- 生涯所得は、初期時点の資産と、それ以降に労働で産みだした所得の和である

動学モデルでの投資決定のメカニズムは重要であり、投資はペイすることが分かって初めて投資されるということであり、Forward Looking 型 CGE モデルにはそのメカニズムが明示的に組み込まれている。また、貯蓄・投資で蓄積された資本から生じる所得も、消費を控えて生み出されたものであることから、所得の繰り延べと同じであり、最終的には、生涯所得は初期資産とそれ以降の総労働所得の総和で表される。

・CGE モデルにおける輸送の扱い

財としての自動車部門は、既存自動車、HV 自動車、PHV 自動車と EV 自動車の 4 財・4 産業部門²⁶に分割する。HV 自動車は、内燃機関を主とするが既存自動車と比較して制御装置、電池とモーターの比重が高く、アクティブーとして電機機械の中間投入の比重を高く設定する。EV 自動車は、内燃機関を必要とせず、その分制御装置・電池・モーターなど電機機械の中間投入比率はさらに高く設定される。PHV 自動車は HV 自動車と EV 自動車の中間として扱っている。

産業部門のうち、自動車を利用するのは自家輸送と陸上輸送部門の 2 部門と家計部門でとしている。自家輸送部門は、産業連関表では自家輸送が独立した部門として扱われているが、仮設部門という位置づけのため付加価値が計上されていない。仮設部門のまま自家輸送を中間投入だけからなる複合財として扱うことも可能であるが、CGE モデルでは運輸サービス間の代替関係を分析するには、自家輸送についても他の運輸サービスと同様に資本と労働を使用する生産する部門として扱う必要がある。そこで、自家輸送（旅客）についてはバス + ハイヤー・タクシー部門、自家輸送（貨物）については道路貨物輸送部門と中間投入に対する労働所得、資本所得の比率が等しいと仮定して付加価値を推計している。さ

²⁶CGE モデルの基礎データは 2005 年社会会計表に基づいているが、その時点で存在する技術は既存自動車と HV 自動車のみであり、PHV 自動車と EV 自動車は存在しない、本論文では、これらの新たな技術を CGE モデルに取り入れる方法として Boehring (1998) 及び Boehring and Rutherford (2008) によるトップダウン技術とボトムアップ技術を融合する方法を用いている。

らに、推計された付加価値は、元々の各産業の付加価値に含まれていることから、各産業の付加価値からそれを差し引く必要がある。ここでは、推計された自家輸送部門の労働所得および資本所得を各産業の自家輸送投入額の構成比で各産業に配分し、各産業の労働所得および資本所得から控除する。

自家輸送と陸上輸送部門から排出される二酸化炭素排出量は、中間投入としての化石燃料に応じて排出されるものとする。排出係数は、既存自動車、HV自動車、PHV自動車とEV自動車の保有台数に応じて変動するのとしている。

家計部門の消費は、輸送部門と非輸送部門の2部門に分割されている。輸送部門は、輸送に関わるガソリン・軽油、既存自動車、HV自動車、PHV自動車とEV自動車、PHV自動車及びEV自動車で使われる電力、陸上輸送及びその他の輸送、自動車保険とレンタカー・リースカーへの支出からなり、非輸送部門は残余の支出からなる。家計の輸送部門の二酸化炭素排出量は、使用されるガソリン・軽油に排出係数を乗じて求められ、産業部門と同様に、排出係数は既存自動車、HV自動車、PHV自動車とEV自動車の保有台数に応じて変動するのとしている。

図表 50 財・産業部門

記号	財・産業	記号	財・産業
agr	農林水産業・食料品	cns	建設業
t_w	繊維・木材製品	ely	電力
chm	化学製品	wtm	水道
f_f	化石燃料	trd	卸・小売り
mtl	金属製品	fin	金融
ome	一般機械	rts	道路輸送
ele	電機機械	owts	自家輸送
auto	既存自動車	ots	その他輸送
hv	HV自動車	cmn	情報通信
phv	PHV自動車	e_r	教育・研究開発
ev	EV自動車	bsrv	対企業サービス
ote	その他輸送機器	psrv	対個人サービス
omf	その他製造業	gsrv	公務

財・産業部門

本論文では、上図に示されるように、既存自動車、HV自動車、PHV自動車とEV自動車を含めて26財・26産業部門で分析する。

カリブレーションとベースライン解の設定

動学的CGEモデルは、基準年となる社会会計表を2005年の産業連関表に基づいて作成していることから、計算期間を2005年から2020年までの15期間とする。ベースラインは2種類設定している。

ベースラインでは、HV自動車、PHV自動車とEV自動車の車種別販売比率を目標値とし、2005年から2008年までを車種別販売比率の実績値²⁷に合うようにカリブレートする。それに基づいて、2009年から実施されたエコカー減税とエコカー補助金を取り入れ²⁸、それが2013年以降も続くとしてシミュ

²⁷ 図表 52 および図表 53 は、軽自動車を含む乗用車に限った比率であるが、CGEモデルではバスや貨物自動車も含めていることから比率は若干小さくなる。

²⁸ 2009年4月から2010年9月に実施されたスクラップインセンティブは考慮していない。

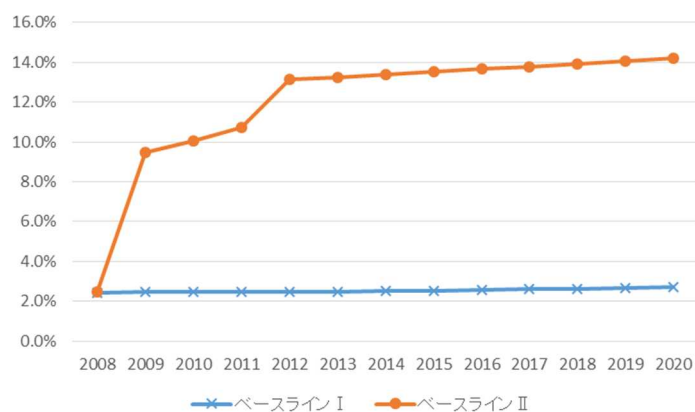
レーション解を計算している。次ページの図表によれば、2009 年以降の HV 自動車販売比率の上昇は、エコカー減税とエコカー補助金だけでは十分に説明できていない。PHV 自動車と EV 自動車の販売比率について、エコカー減税とエコカー補助金なれば販売比率はゼロのままとなることから、初年度の販売には貢献したと考えられる。ただ、次年度以降の販売比率の上昇については、HV 自動車と同様に、エコカー減税とエコカー補助金だけでは十分に説明できていない。

そこで、ベースライン として、2009 年から 2012 年まで車種別販売比率の実績値を目標値としてカリブレートしている。カリブレーションは、

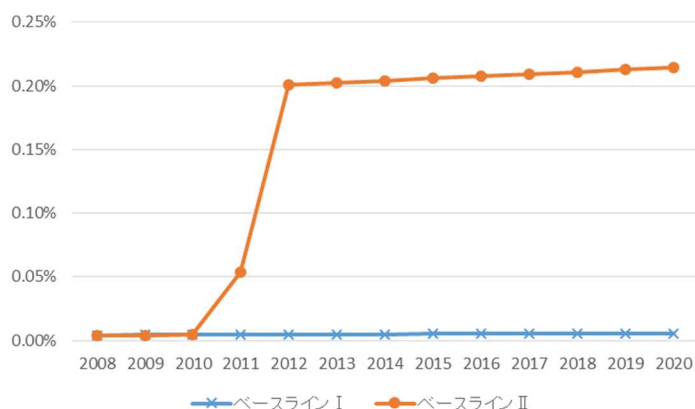
- (1) 家計のエコカー嗜好の変化を効用関数のシフト
- (2) 陸上輸送。自家輸送部門におけるエコカー比率の上昇となる生産関数のシフト
- (3) 海外市場における次世代自動車への需要のシフト

として扱い、2013 年以降については、シフトが維持されるとして 2020 年までを計算し、それをベースライン とする。

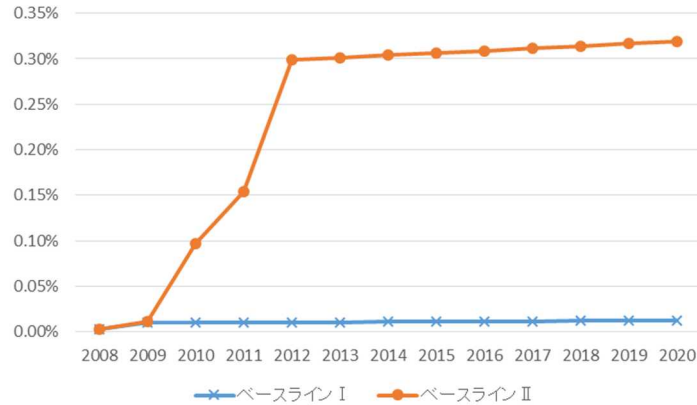
図表 51 HV 自動車販売比率：ベースライン &



図表 52 PHV 自動車販売比率：ベースライン &



図表 53 EV 自動車販売比率：ベースライン &



2.6.5 次世代自動車普及の経済的影響

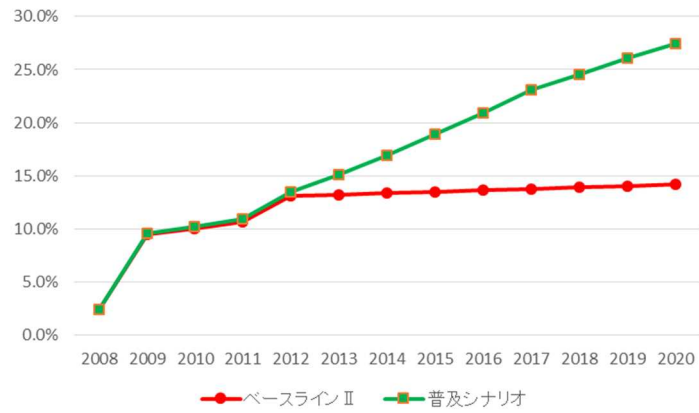
・ベースライン と普及シナリオ

ここでは、普及シナリオが実現したときの経済的影響を試算する。普及シナリオとは、家計によるエコカー嗜好の高まり、陸上輸送。自家輸送部門におけるエコカー比率の上昇生み出す技術変化、海外市場における次世代自動車への需要の増加などによって生じるものとする。これら需要のシフトによる次世代自動車の増加は、CGE モデルの外から与えられる外生的な要因によるものであるが、予算制約が組み入れられ CGE モデルでは、他の財・サービスに対する需要は内生的に調整される。ただ、本節のシミュレーションでは、次世代自動車を含めた自動車総販売台数はベースライン と普及シナリオで同じとなるように、すなわち、次世代自動車の販売増加が既存自動車の販売減少で代替されるような調整が行われるものとしている。自動車販売の純増が経済に過剰に好影響を与えない措置である。なお、普及シナリオの実現可能性については、技術モデルで別途検討している。

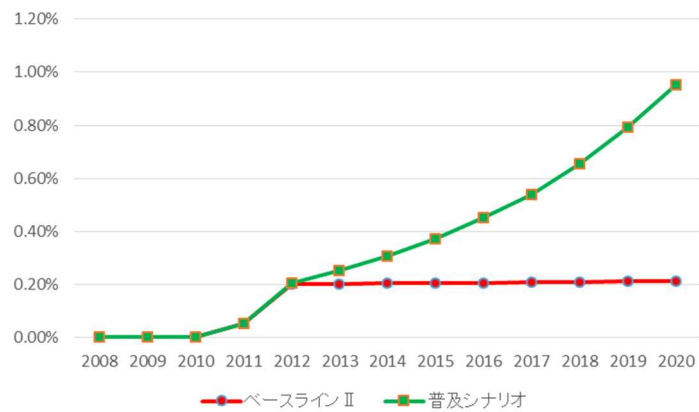
シミュレーションによれば、2020 年における販売比率は、HV 自動車の場合、ベースラインシナリオの 14.2%に対して、普及シナリオが実現すれば 27.5%へ大幅に上昇する。一方、PHV 自動車は 0.21%から 0.95%に上昇し、EV 自動車は、0.32%から 1.43%に上昇する。なお、2020 年における販売比率は、2009 年から 2012 年までの普及実績に 2020 年までの技術モデルによる予測に基づいて別途試算した数値を設定している。しかし、その比率は、『次世代自動車普及戦略』における 2020 年の次世代自動車の予測値、HV 自動車 35%、PHV 自動車 10%、EV 自動車 5%を大幅に下回るものである。特に、PHV 自動車と EV 自動車については大幅に下回る。しかし、平成 23 年度『電気自動車等の普及に関する消費者意識調査』を前提とすれば、嗜好や生産技術の改善だけでなく、バッテリーの低価格化と走行距離の大幅

な改善が技術モデルに課されるが、2020 年まで 6 年間で実現することは困難であり、PHV 自動車 10%、EV 自動車 5%の目標達成は課題である。

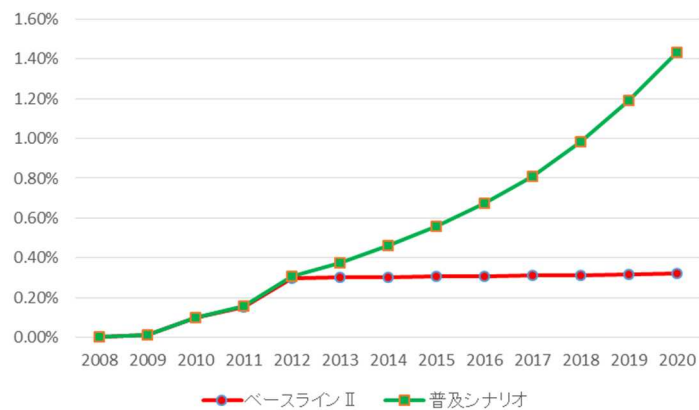
図表 54 HV 自動車販売比率：普及シナリオ



図表 55 PHV 自動車販売比率：普及シナリオ



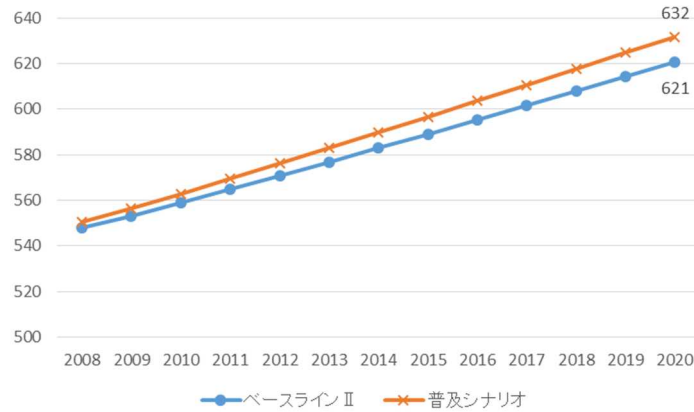
図表 56 EV 自動車販売比率：普及シナリオ



・マクロ経済に与える影響

以下の図に普及シナリオが GDP に与える影響を示している。それによれば、すべての時点で GDP を押し上げる効果があり、2020 年の GDP は 621 兆円が 632 兆円に 11 兆円増加する。エコカーの普及が GDP を押し上げることが分かる。その原因の一つとして、内燃エンジンが電池・電動モーター・制御装置に代替されることで、自動車生産の裾野が広がり、付加価値全体を押し上げるためと考えられる。

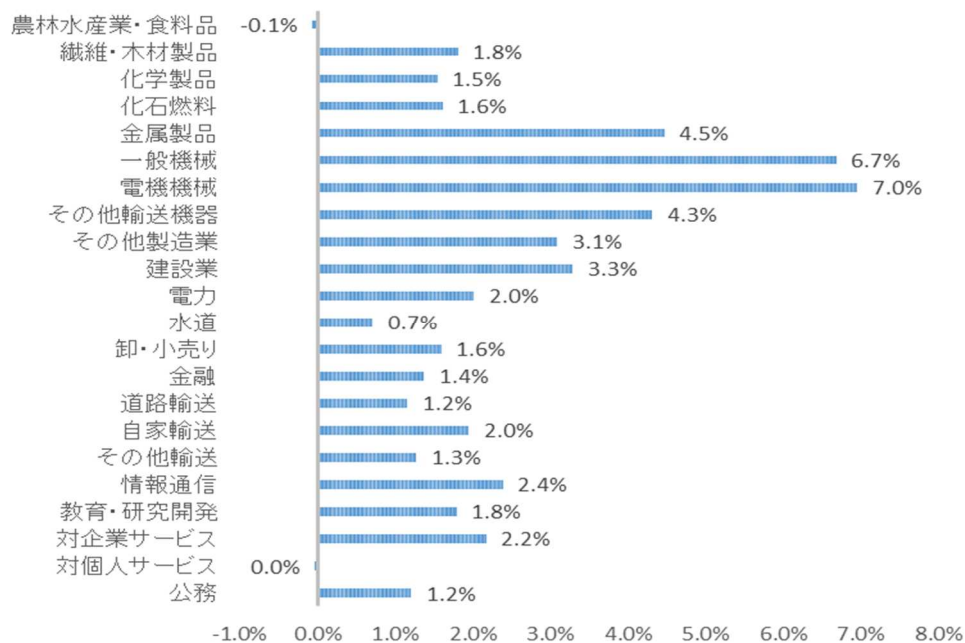
図表 57 GDP に与える影響 (兆円)



・産業に与える影響

各産業の生産に与える効果は下図に示されている。それによれば、電機機械や一般機械の生産を押し上げる力が大きい。EV 自動車及び PHV 自動車の普及には、充電設備などのインフラ整備も伴うことから、建設業、金属業や情報通信部門の生産増も寄与する。

図表 58 産業生産に与える影響



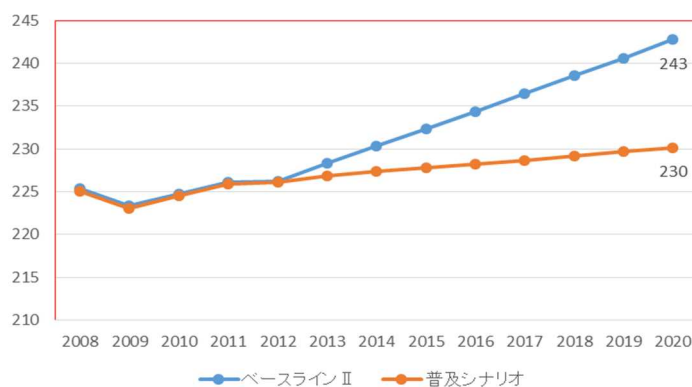
・二酸化炭素排出に与える影響

次世代自動車の普及は、二酸化炭素排出量の2割を占める自動車部門の排出量の削減が目的である。図表59は自動車利用による二酸化炭素排出量を示したものである。それによれば、2020年時点の二酸化炭素排出量は、2億43百万トンから2億3千万トンに13百万トン減少している。PHV自動車とEV自動車の普及が低いことから、減少幅はあまり大きくはない。2020年以降、充電スタンドなどのインフラが整備されることで普及が進むことが期待される。

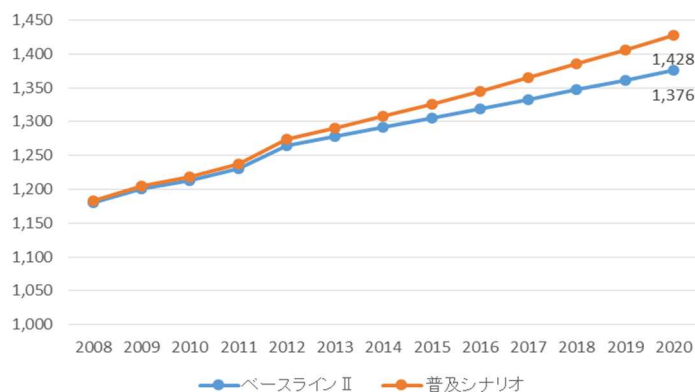
問題は、日本全体の二酸化炭素排出量が増加することである。下図によれば、2020年時点の二酸化炭素排出量は、1億3,760万トンから1億4,280万トンに520万トン増加する。その原因は、図13で示されるように、次世代自動車の普及が他産業の生産増をまねくことで二酸化炭素の総排出量が増加することを意味している。

その意味で、次世代自動車の普及はGDPを押し上げるものの、二酸化炭素排出量を増加させることから、グリーンニューディール政策と言えるかどうか難しい。ただ、前述したように、EV自動車やPHV自動車が将来的に増加すれば、GDPを増やし、同時に二酸化炭素排出量を減少させることは確実にあり、次世代自動車の普及は長期的には望ましいと言える。

図表59 自動車利用による二酸化炭素排出量（百万トン）



図表60 二酸化炭素総排出量（百万トン）



考察

日本の二酸化炭素排出量の2割を占める自動車部門からの排出を削減化するために、HV自動車、PHV自動車とEV自動車などの次世代自動車の普及が望まれている。おりしも、リーマンショックによる世界的な景気後退の中で、急落した自動車需要を補う目的で、エコカー減税やエコカー補助金を用いて次世代自動車の需要を喚起する政策がとられた。その結果、HV自動車の販売比率は2008年には2.8%であったものが、2009年には10.8%に急上昇し、その比率はその後も年々増加傾向にある。

それに対して、自動車部門の二酸化炭素排出量を減少させる切り札として考えられているEV自動車の普及が世界的にも注目され、各国で開発競争が進められている。しかし、市販されているEV自動車の走行距離は短いことから、購入を躊躇させる要因となっている。その意味で、充電インフラの整備も望まれるところであり、普及に時間を必要とする状況にある。走行距離の問題を解決するために、PHV(プラグインハイブリッド)自動車が注目を集めているが、エンジンと電池の双方を搭載する必要があることから、軽自動車や小型乗用車でなく、サイズの大きい普通自動車となることから、販売価格もEV自動車を上回ることで普及の妨げとなっている。

本論文では、次世代自動車の普及を促す要因と政策効果についてCGEモデルを用いて評価するとともに、普及が日本経済にどのような影響を与えるかを評価した。

まず、普及を促す要因として、エコカー減税やエコカー補助金によるインセンティブの効果は、普及の初期段階では有効であるが、普及率を持続的に高める効果については限定的であることが分かった。

むしろ重要なのは、次世代自動車に対する嗜好の変化の役割である。特に、2008年から2009にかけてのHV自動車の販売比率の急拡大は、HV自動車への認知度が高まり、エコカー補助金とエコカー減税がそれを後押ししたことによる。さらに、ガソリン価格の上昇も、節約志向からHV自動車の普及につながったと思われる。ただ、ガソリン価格とEV自動車の電気料金を比較すれば、エコカー補助金を考慮したEV自動車の価格はHV自動車の価格と比較して遜色はないのに普及速度が遅い。もちろん、HV自動車の登場は1997年であることを考えれば、また走行距離の短いことを考慮すれば、EV自動車の普及が進まないのは自然かもしれない。その意味で、EV自動車やPHV自動車の普及には、充電インフラを含めた環境整備が望まれるところである。

次世代自動車の普及の日本経済に与える影響については、シミュレーション結果によれば明らかにGDPを増加させる効果がある。その要因として、自動車産業自動車だけでなく電機機械やその他の産業に裾野を広げることによる。次世代自動車は、車体と動力だけでなく、高度な情報システムの詰め込まれたものであり、それが経済全体に好影響を与える要因とも成っている。

最後に、次世代自動車の普及は自動車利用部門の二酸化炭素排出を削減する効果があるが、その一方で各産業の生産を刺激することで、日本全体としての二酸化炭素排出量を増加させてしまう可能性も明らかになった。ただ、本論文シミュレーションでは、二酸化炭素排出量に制約を置いていないことから、二酸化炭素価格はゼロとされていることに留意が必要である。もし、二酸化炭素排出に制約を置くことで二酸化炭素に価格付けがされれば、ガソリン・軽油価格を上昇させることで、次世代自動車、特にEV自動車の普及に貢献し、二酸化炭素削減の有力な手段となることが期待される。

2.7 結論

GND（グリーンニューディール）に関する政策は国によって重点をおく分野が異なり、需要、必然性、可能性および国の産業戦略等に左右される。目標を達成するための促進剤として、GND 政策は短期的には再生可能な資源エネルギーの利用促進と雇用機会の増大を、長期的にはより安定した経済成長を喚起することを目指している。グリーン産業への投資や GND 政策は、経済回復及び雇用創出のための一つの方向性を示すものであり、真の経済成長を実現するためにはさらに戦略的で長期にわたるクリーンエネルギー技術等の新規産業や低炭素社会への転換のための投資が必要であり、問題はそれらの投資をどう持続させていくことができるかである。

2008 年の金融危機以降、徐々に景気回復が進んでいるが世界では「雇用なき回復」という課題を抱えている。グリーン刺激策に対する批判として、迅速な実施ができないことや投資に対するリターンが低いことが指摘されている。つまり、革新的プロジェクトや資本集約型のプロジェクトは規制や計画上迅速な実施が難しく、施行が遅れており、また長期的にしかリターンが出ないエネルギー研究開発への支援という形で予算が配分されたためである。また、グリーン関連の予算は主に政府系の機関へ配分されるため、民間のような効率的な資本投資ができず効果が上がりにくいという批判や、グリーン刺激策の中に盛り込まれている環境保全などは経済成長へ貢献しないのではないかと指摘もある。しかし、適切な形でかつエネルギー政策と連携したグリーン関連政策を実施すれば、CO2 排出量削減等の成果が確実に上がると考えられている。米国エネルギー情報局によれば刺激策によって 2013 年までに CO2 排出量 1.3%の減少が期待できるという。一方、雇用増を期待されたセクターへの投資は、実際には国内の製造業等での雇用ではなく、海外(中国など)の風力や太陽光パネル製造業者に対する雇用を生んだのではないかと指摘もある。米国では主に建設業やタービン組立、太陽光パネル設置といった雇用が生み出されたが、海外での製造業における雇用創出に貢献したという指摘がある²⁹。

各国のグリーン関連投資については、それぞれ重点分野が存在する。中国はグリーン刺激策の一環としてエネルギー集約産業や大規模なインフラ投資を行っている。厳密に言えばこれらは「グリーン」ではないが、GND 景気刺激策は、鉄道、電気供給網および水関連事業に重点を置いており、政府は、都市・周辺地域との接続性を確保して農村地域経済の底上げを目指しているようである。短期的には、明らかに国内経済を高い水準で維持することを望んでおり、長期的には、炭素排出量の削減および自然の生態系の再生と維持を目標としている。一方、ドイツは自動車産業へ焦点を当てており、GND 政策の短期的目標を、車両や建物のエネルギー効率を改善することで経済成長を促し、再生可能エネルギー源の割合を増やすこと、長期的には再生可能エネルギー分野での雇用機会の増大を目標としている。現在、ドイツは欧州におけるソーラーPV と風エネルギー資源の先進国として認知されており、上記の他に、国内経済の安定・近代化を短期的目標に掲げる。「効率性」はデンマークの GND 政策の短期的目標を象徴する言葉であり、デンマークは化石燃料からのエネルギーシステムの転換を図っている最中である。風力発電の併用で先行するデンマークは長期的目標として、2050 年までに、電気、熱、燃料を完全に再生可能エネルギーで賄うことを掲げている。韓国の目標は、国家戦略としてグリーン関連産業にお

²⁹ 風力・再生可能エネルギー政策調査プロジェクト(Interactive wind project map and Renewable Energy Policy Project report by American University)における調査では、米国内で補助金を受け取った風力関連事業者が部品やタービンなどの輸入を行ったため、それによる海外での雇用創出が 4500 あまりとなったと指摘している。

いて競争力を高めることであり、エネルギー効率を高めインフラ投資を進め、それによる雇用創出と経済効果の確保およびエネルギー源の多様化を図ることである。長期的には、気候変動への適応、エネルギーの自給およびクリーンエネルギーに重点を当てた研究・開発に取り組むことである。

一方、GND 景気刺激策が雇用創出に及ぼす効果は国により異なっている。GND 政策やグリーン刺激策によって期待される雇用推測値は示されており、米国における GND による雇用創出力は各国の中でも多く 2010 年に最大 260 万人、ドイツでは最大 37 万人（2009～2010 年）、中国では最大 160 万人（2009～2010 年）、韓国では 96 万人（2009～2010 年）と期待値が示されていた。しかし、それぞれのグリーン政策に関する雇用効果を評価することは現時点ではまだ課題が多く、グリーンに関する雇用数ということで統計を明示している国が多い。しかもグリーンな雇用とは何を示すのか定義が多様であり、一概に比較することはできないが、例えば米国政府はグリーン製品・サービスに関わる雇用として 310 万人という値を示しているが、そのうちどの部分がグリーン刺激策・グリーン関連政策によるものか特定はできない。CGE モデルや計量経済モデルを用いて分析した研究がいくつかあるが、実際の諸条件に近い形での分析には仮定条件の設定や産業分類方法などに課題があり、引き続きモデル調整が不可欠である。また分析のためのデータの確保にも課題があり、不確実性を如何に最小限にするか更なる研究が求められている。ただ、これまでの研究結果から言えることは、気候変動緩和政策が雇用や環境へ影響を与えることは確かであるが、シミュレーションの結果 2030 年までに影響を受ける雇用は、OECD 及びヨーロッパ諸国の 1%以下という限られた効果であるということになる。

再生可能エネルギーに対し国家として予算配分を行っている上位 3 か国はアジア諸国であり、中国、韓国、日本である。これらの国はクリーンエネルギー経済国として最先端の位置にあると自負しており、クリーン技術の研究開発への大規模な支援、製造キャパシティの構築、国内市場の拡大のための施策、インフラ構築への支援を行っている。この戦略により、中国は風力・太陽光容量及び製造において急激な成長を見せており、中国企業は現在世界の上位 4 つの風力事業者となり、太陽光パネルの世界需要の 30%を占める。また、タービン製造についても 1 メガワット当たり 90 万米ドルと、ヨーロッパ事業者の半分のコストで可能となっている。伝統的にイノベーションにたけ製造業にも強みを持っていた国々もまだクリーンエネルギー経済という領域で重要な役割を持つことができる。クリーンエネルギー経済社会への移行の過程でイノベーションが生まれ、経済インフラの変革やビジネス、経済成長の源も新たな産業にシフトしていくことで国内雇用が創出されると考えられる。

次に雇用への影響を対象として、2009 年度の日本経済において実施された GND 政策の直接的・間接的影響の規模を算出した。OECD 編纂データに基づく投入産出分析(I/O 分析)を実施したところ、ショックによって同期間の日本経済にプラスの影響がでており、鉱業・採石、従業員の人件費、自動車・トラクター・セミトラクター、研究開発、機械・装置、繊維製品、レザー、フットウェア、卑金属、ゴム・プラスチック製品といったセクターで大きな影響がみられた。2009 年に実施された GND 政策により日本の雇用は好影響を受け、大きな恩恵は雇用セクターにあったと言える。また、輸入セクターが 50%で上昇していることから、日本はこの影響の相当部分を「輸出」したということが分かった。

次に、経済・産業への影響を分析するため、トップダウン型技術選択とボトムアップ型技術選択を結合した動的 CGE モデルを開発し、その中で自動車部門を、既存自動車と次世代自動車である HV 自動車、プラグイン HV 自動車と EV 自動車の計 4 部門に分割することで、2020 年までの次世代自動車の

普及とその経済的影響について評価した。リーマンショックによる世界的な景気後退の中で、急落した自動車需要を補う目的で、エコカー減税やエコカー補助金を用いて次世代自動車の需要を喚起する政策がとられ、自動車部門の二酸化炭素排出量を減少させる切り札として EV 自動車の普及が世界的にも注目され、各国で開発競争が進められている。プラグイン HV 自動車と EV 自動車は、低炭素社会の実現には不可欠の技術であるが、前者については小型車には不向きであること、後者は走行距離の短さがネックとなり、普及が遅れがちとなることが明らかにされた。普及のためには、補助金だけでなく、充電インフラの整備や走行距離を長くするための技術開発が急務であることが分かった。次世代自動車の普及の日本経済に与える影響については、シミュレーション結果によれば明らかに GDP を増加させる効果がある。次世代自動車の普及は、裾野産業が、自動車だけにとどまらず、電機機械や一般機械に広がることで経済に対して好影響を与えることから成長戦略として大きな貢献が期待できる。それに対し、HV 自動車の普及はガソリン価格が高止まっていることから、燃費性能が評価され予想以上のペースで販売比率が上昇しており、今後ともその傾向は続くと考えられる。次世代自動車の普及は、自動車燃料を起源とする二酸化炭素排出を減少させるが、経済を拡大させることで二酸化炭素排出を増加させる可能性のあることが示された。その意味で、二酸化炭素排出量の削減には、次世代自動車の中でも、特にプラグイン HV 自動車や EV 自動車の普及が望まれる。

3. 特許分析：EV 技術に関する日本の国際競争力

(政策研究大学院大学 鈴木潤、姜娟)

特許分析では、欧州特許庁 (EPO) の世界特許統計データベース (PATSTAT、2012 年 4 月版) を利用して、電気自動車 (EV) の領域における日本の国際競争力の技術的状況を把握することを目的とする。一方、よく知られているように、中国の特許局 (中国專利局) は、2010 年に日本特許庁 (JPO) を越え、2011 年に米国特許商標庁 (USPTO) を追い抜き、世界最大となった。したがって、中国の市場についても同様に見識を備えることが重要である。本稿では中国の特許及び実用新案データベースに基づいて、中国の EV 技術の開発と展開も明らかにする。

3.1 特許データ分析方法 — 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³⁰ (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 Patent・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。

この章で、我々はまず、国際特許分類 (IPC) コード "B60L"³¹ を利用して PATSTAT から電気自動車の「主要技術 (main technologies)」を検索する。このコードは「電気機器または電気推進車両の推進、車両用の磁気浮上式サスペンション、車両用の電気力学的ブレーキシステム、一般」を表す。同時に、国別に EV 技術³²に関連する特許と実用新案 (UM) の動向を探るため時系列のグラフを示す。加えて、真のグローバル競争力を把握するため、「Patentファミリー」の計上を通し国内発明者の「ホームカ

³⁰ 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。

³¹ 本稿で、我々は EV の「主要技術」として IPC のクラスレベルの対応技術すなわち "B60L" を参照している。

³² (電氣的推進車両の推進装置、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、車両の電氣的伝動装置の配置または取付け、電氣的推進車両の補助装置への電力供給、車両の機械的連結器と結合している電氣的連結装置、車両の電氣的暖房、車両用電氣的制動方式一般、車両用磁氣的懸架または浮揚装置；電氣的推進車両の変化の監視操作；電氣的推進車両のための電気安全装置)。

ントリー・バイアス（自国偏重）」を考慮に入れた上で³³、選択した国及び地域、具体的には、米国、ドイツ、フランス、イタリア、イギリス、日本、中国、台湾、韓国の動向を表した。

世界中で申請された EV の主要技術の特許及び実用新案の出願の総数はそれぞれ 94,471 件と 9,172 件である。その中で、8,885 件の特許のみが国際特許出願である（実用新案として提出された国もある）。

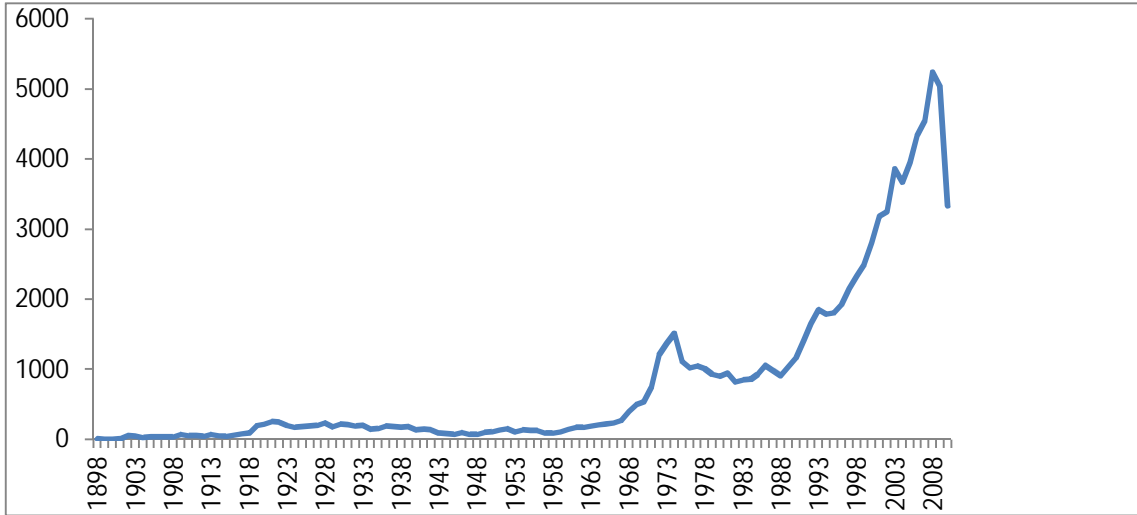
3.2 主要 EV 技術に関する知的財産活動の概要

図表 62 は 1980 年代初頭以来実質的に EV の主要技術が急速に伸長してきたことを示している。また EV 関連技術の R&D（研究開発）活動の長い歴史があったことも示している。この技術分野の初期の寄与は、ドイツ（1898 年以降）、フランス（1902 年以降）、イギリス（1905 年以降）、米国（1911 年以降）によるものであった。実用新案の出願については、1980 年代初頭から 1998 年まで世界の出願は下降線を辿るが、1999 年以降は継続的に増加している。一方、表 61 は世界での国際特許出願が 1980 年代半ば以降大幅に増加してきたことを示している。

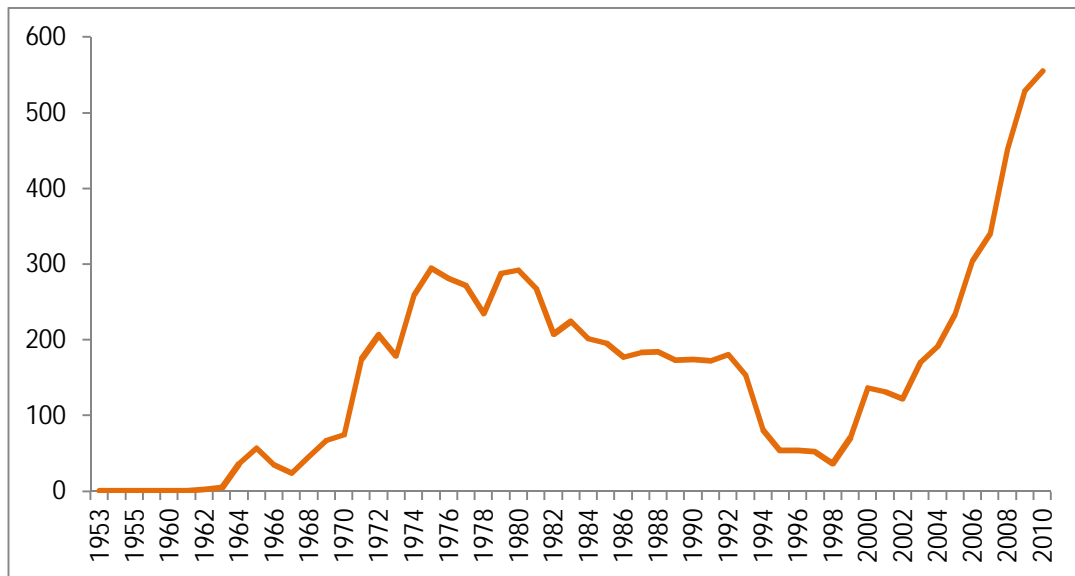
日本によるこの分野の最初の出願が記録されたのは 1964 年のことで、その後急速かつ継続的に数を伸長してきた。対照的に、図 66 に示すように、日本の実用新案の出願は、1970 年代の終わりにピークに達した後、1994 年にほぼゼロとなるまで大幅に減少している。その後、日本の実用新案出願の動きは見られない。一方、中国の実用新案の数は、2001 年及び 2002 年のわずかな減少を除いて、1998 年以降は継続的な増加を示している。世界の実用新案の出願は、1980 年代初頭から 1998 年まで下降線を辿ったが、1999 年以降、主に中国の国家知識産権局（SIPO）における申請の持続的増加を反映して、継続的な増加を示している。日本は特許及び実用新案の両方でトップにランクされて、それぞれ世界全体の 40.54%と 54.10%を占めている。さらに、日本の国内居住者が世界の国際特許出願の最も大きな割合をなし、これは世界全体の 42.32%を占め、ドイツと米国がそれぞれ 16.95%と 11.85%と続いている。さらに国際特許出願の日本の増加率は他の国と比較して最も高いことがわかる。ただし、残念ながら、1998 年より日本の国際出願は減少してきている。対照的に、増加率は低いですが、ドイツの国際特許出願が 1990 年代初頭から増加している。米国に関しては、ほとんどの期間でほぼ同じレベルを維持しているが、2000 年代初頭に国際出願の単独的な急増が見られる。

³³ 詳しい手法については、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量に関する分析・評価及びグリーンイノベーション政策に関する研究」参照のこと。

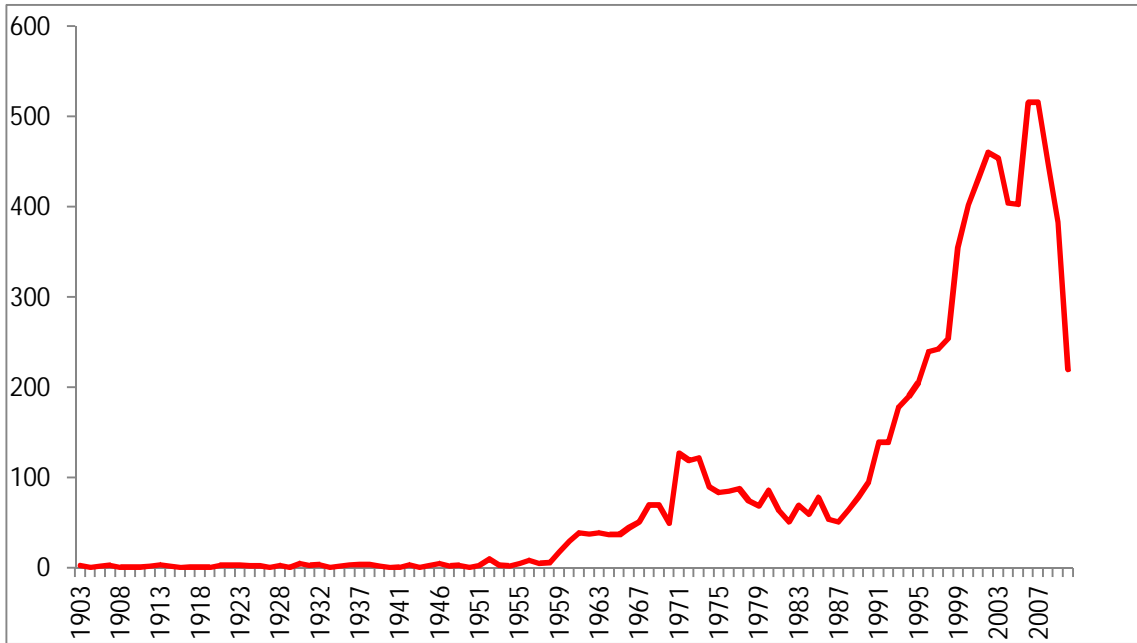
図表 62. 世界におけるEV主要技術の特許出願動向



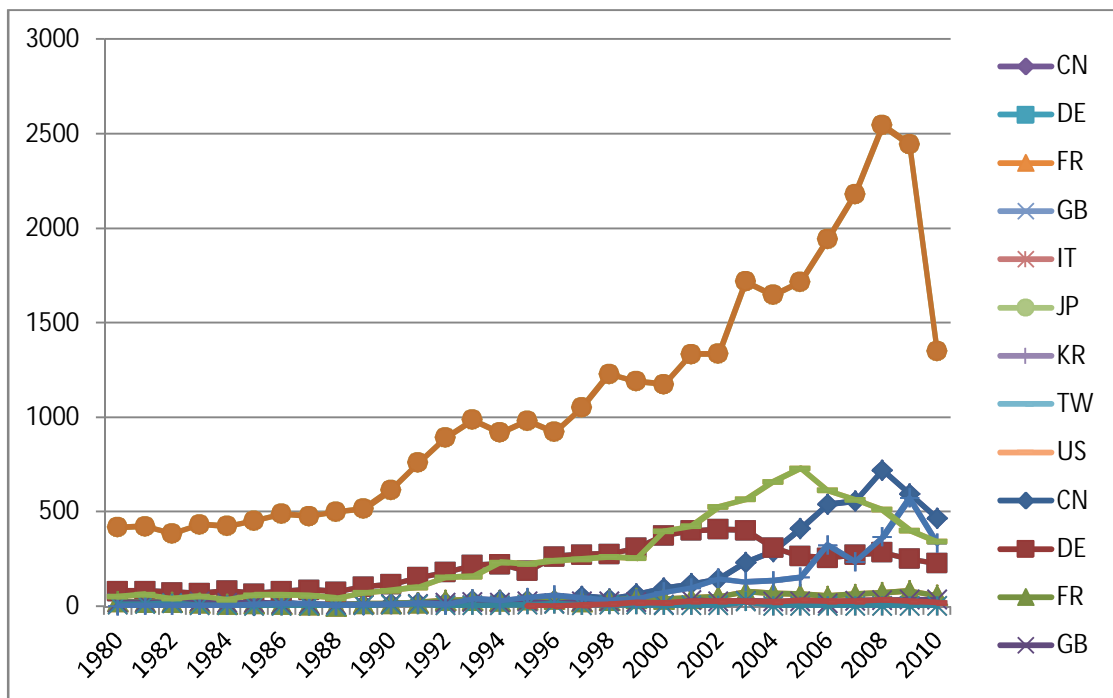
図表 63. 世界におけるEV主要技術の実用新案申請動向



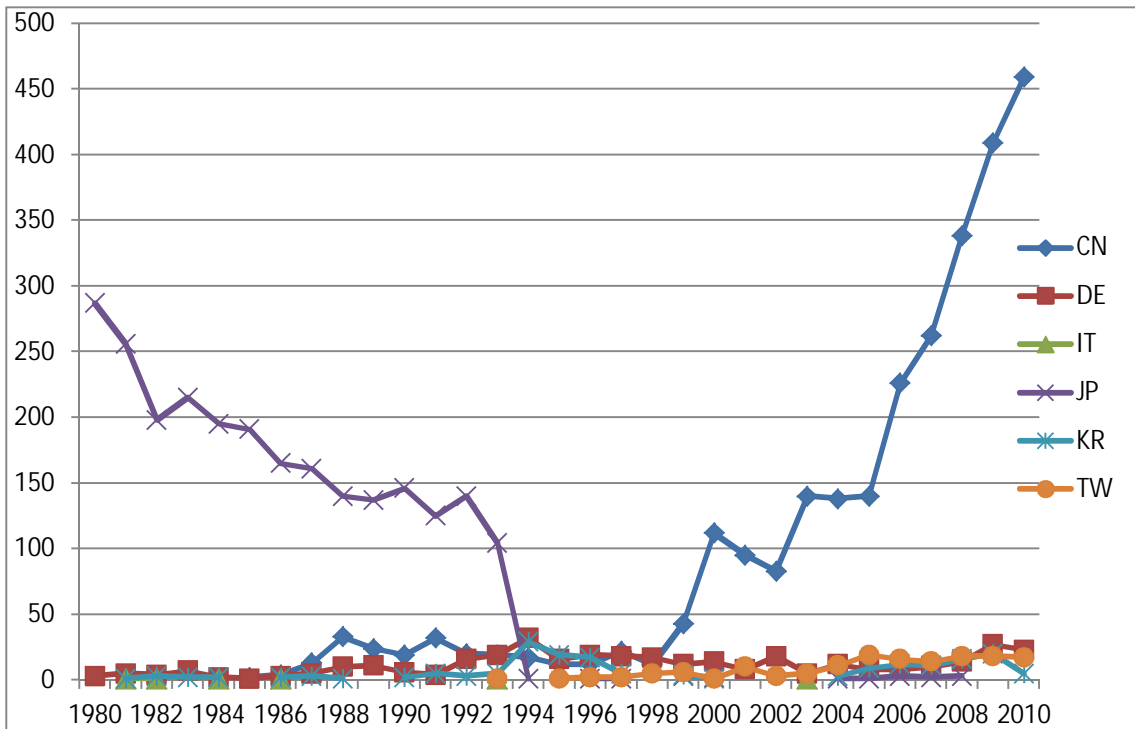
図表 64. 世界におけるEV主要技術の国際特許出願動向



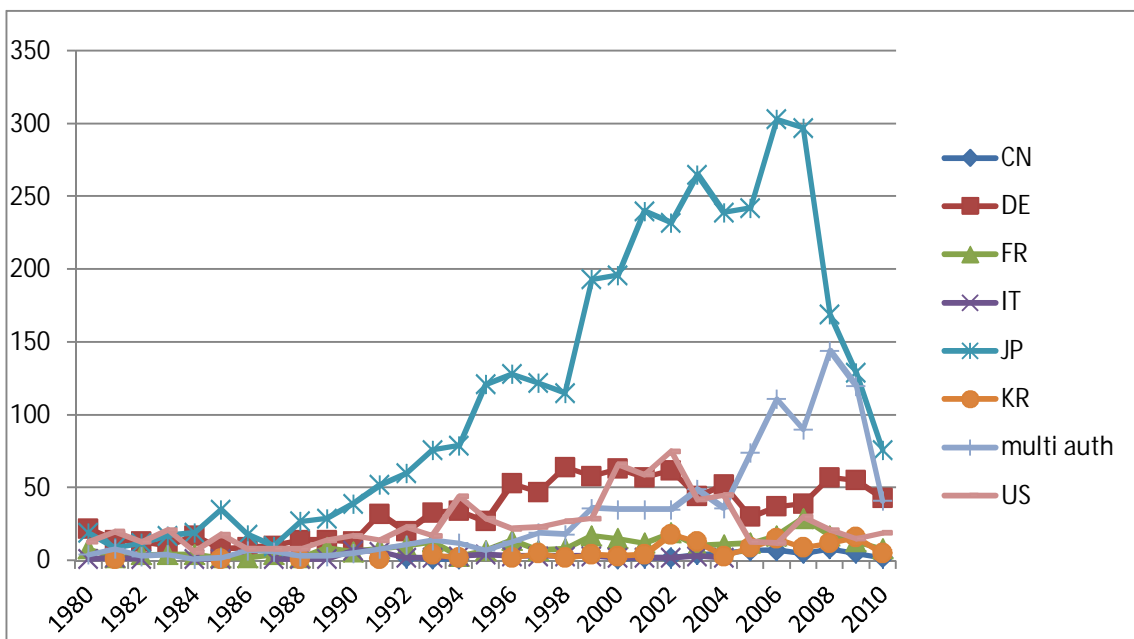
図表 65. 国別特許出願数 (EV 主要技術)



图表 66. 国別 实用新案出願数 (EV 主要技術)



图表 67. 国別国際特許出願数 (EV 主要技術)



図表 68 特許及び実用新案出願上位10か国(EV 主要技術)

特許出願数				実用新案出願数			
	国名	出願数	シェア		国名	出願数	シェア
1	日本	38300	40.54%	1	日本	4962	54.10%
2	ドイツ	11324	11.99%	2	中国	2948	32.14%
3	米国	11212	11.87%	3	ドイツ	435	4.74%
4	中国	4874	5.16%	4	ロシア	278	3.03%
5	欧州特許機関	4873	5.16%	5	韓国	181	1.97%
6	フランス	3923	4.15%	6	台湾	154	1.68%
7	韓国	3065	3.24%	7	スペイン	49	0.53%
8	英国	2865	3.03%	8	ウクライナ	27	0.29%
9	ロシア	2835	3.00%	9	チェコ	25	0.27%
10	カナダ	1610	1.70%	10	ブラジル	24	0.26%
18	イタリア	466	0.49%	15	イタリア	6	0.07%
20	台湾	322	0.34%				

図表 69 主要技術分野における国際特許出願数上位 10 か国及び地域 (EV 主要技術)

	国名	出願数	シェア
1	日本	3760	42.32%
2	ドイツ	1506	16.95%
3	米国	1053	11.85%
4	多国籍	986	10.10%
5	フランス	496	5.58%
6	英国	264	2.97%
7	韓国	131	1.47%
8	チェコ	111	1.25%
9	オーストリア	90	1.01%
10	欧州特許機関	80	0.90%
11	イタリア	73	0.82%
13	中国	53	0.60%
15	台湾	26	0.29%

図表 70 特許及び実用新案 (UM) の上位 10 各国

クラスタ 1				クラスタ 2				
特許		UM		特許		UM		
国	数	国	数	国	数	国	数	
1	日本	24695	1	日本	1866	1	日本	2905
2	米国	5850	2	中国	1257	2	米国	1784
3	ドイツ	5311	3	ドイツ	194	3	ドイツ	188
4	スペイン	3404	4	ロシア	63	4	欧州特許機関	155
5	中国	3025	5	韓国	63	5	中国	112
6	韓国	2094	6	台湾	52	6	フランス	82
7	フランス	1546	7	スペイン	15	7	韓国	21
8	英国	1026	8	ブラジル	12	8	ロシア	17
9	カナダ	958	9	チェコ	11	9	英国	12
10	ロシア	823	10	AT	7	10	カナダ	10
17	イタリア	217	16	イタリア	4	17	イタリア	2
19	台湾	198				19	台湾	

クラスタ 3				クラスタ 4				
特許		UM		特許		UM		
国	数	国	数	国	数	国	数	
1	日本	24695	1	日本	1866	1	日本	991
2	米国	5850	2	中国	1257	2	中国	123
3	ドイツ	5311	3	ドイツ	194	3	ドイツ	40
4	スペイン	3404	4	ロシア	63	4	韓国	13
5	中国	3025	5	韓国	63	5	ロシア	5
6	韓国	2094	6	台湾	52	6	ウクライナ	2
7	フランス	1546	7	スペイン	15	7	台湾	2
8	英国	1026	8	ブラジル	12	8	スロバキア	2
9	カナダ	958	9	チェコ	11	9	イタリア	1
10	ロシア	823	10	AT	7	10	ベルギー	1
17	イタリア	217	16	イタリア	4	13		
19	台湾	198				24	台湾	

クラスタ 5				クラスタ 6				
特許		UM		特許		UM		
国	数	国	数	国	数	国	数	
1	日本	2659	1	日本	1022	1	日本	90
2	ドイツ	1677	2	中国	309	2	中国	55
3	米国	1137	3	ドイツ	118	3	ドイツ	12
4	フランス	838	4	ロシア	69	4	台湾	3
5	英国	585	5	韓国	27	5	スペイン	1
6	ロシア	565	6	チェコ	7	6	フランス	
7	EP	456	7	ES	7	7	英国	
8	中国	320	8	TW	6	8	AU	
9	韓国	294	9	PL	6	9	カナダ	
10	AT	207	10	UA	6	10	韓国	
19	イタリア	52	14	IT	1	17	イタリア	
23	台湾	27				20	台湾	

クラスター

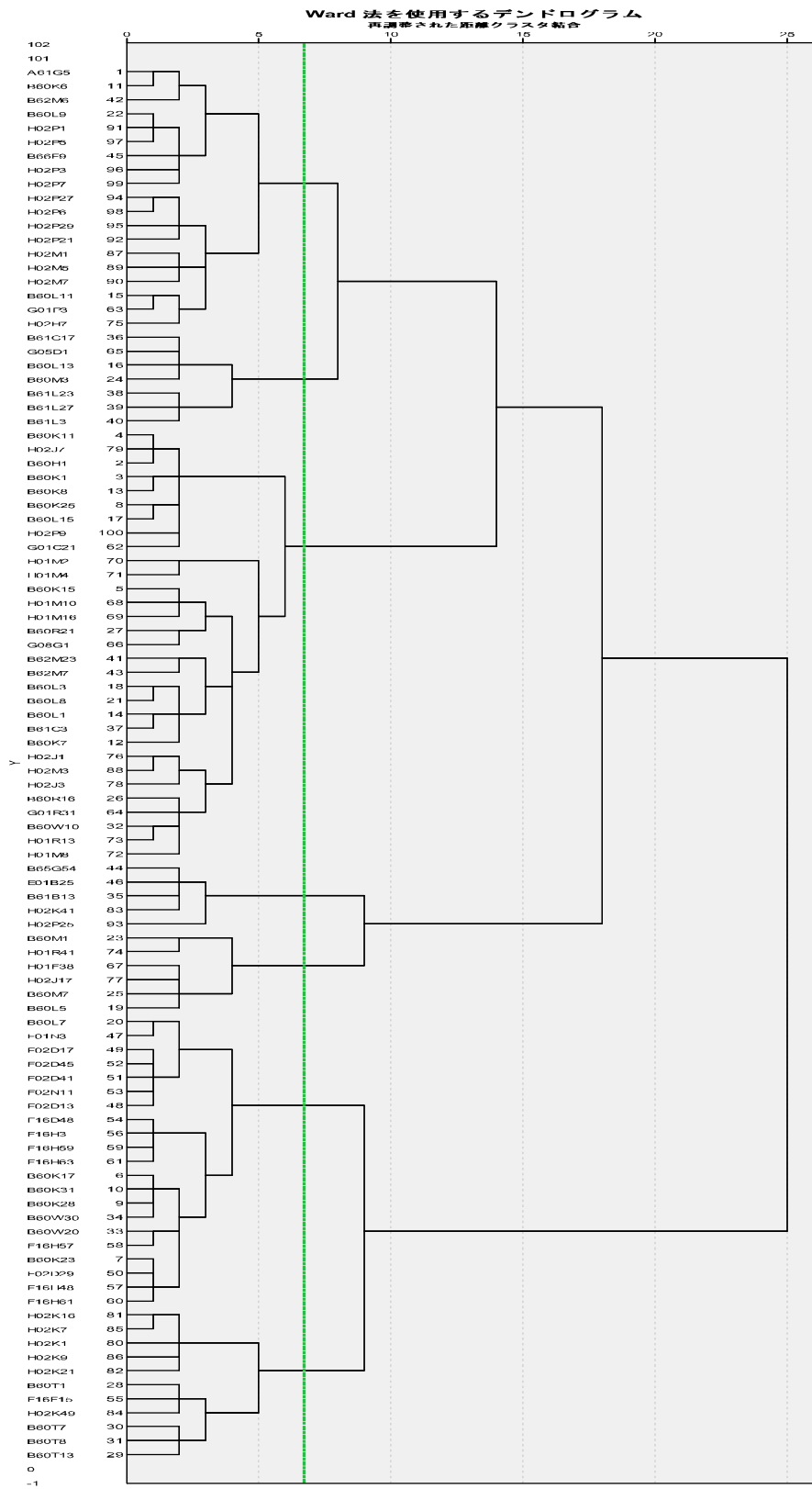
特許			UM		
国	数		国	数	
1	日本	2949	1	日本	582
2	ドイツ	590	2	中国	22
3	米国	508	3	ドイツ	14
4	スペイン	213	4	ウクライナ	1
5	フランス	176	5	ロシア	1
6	中国	173	6	韓国	1
7	カナダ	143			
8	英国	130			
9	AU	110			
10	ロシア	73			
12	韓国	61			
13	イタリア	60			
26	台湾	9			

3.2 EV の主要技術及び近隣技術分析

我々は、EV の技術の各分野における競争力について深い知見を得るために、関連技術間の関係性を示すために使用される IPC の「共起(co-occurrence)」アプローチを採用し、「コア技術」だけではなく「近接技術(proximal technologies)」を含む関連技術を特定する新しい方法論を開発した（次ページの図表 71 参照）³⁴

³⁴本稿では、我々は EV のクラスターの「コア技術」及び「近接技術」として IPC メイングループレベルの対応技術を参照する。

図表 71. EV 技術のクラスター分析



図表 72. EV 技術のクラスター定義

No.	disranking	count of applid	IPC MG	Title
1	1	73633	B60L11	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; 相互または共通推進のための電気モータおよび内燃機関からなる原動力の配置または取り付
1	2	71119	B60K6	相互または共通の推進のための複数の異なる原動力の配置または取り付け, 例, 電気モータおよび内燃機関からなる混合型推進方式 [5, 2007, 10]
1	10	16024	B60L9	車両の外部から動力を供給する電氣的推進装置 (B60L8/00, B60L13/00) が優先 [5, 6]
1	18	7560	H02P27	直流電動機の速度またはトルク調整または制御装置 (起動 1/00; 停止または減速 3/00; ベクトル制御 21/00) [2, 8]
1	21	5540	H02M7	交流入力-直流出力変換, 直流入力 交流出力変換
1	22	5098	H02P3	電動機, 発電機または回転変換機の停止または減速装置 (電子整流子を有する同期電動機の停止 6/24; ステップ起動する電動機の停止 8/24; ベクトル制御 21/00) [2, 4, 8]
1	24	4581	H02P27	供給電圧の種類に特徴を有する交流電動機の制御装置または制御方法 (起動 1/00; 停止または減速 3/00; 2以上の電動機からなるもの 5/00; 電子整流子を有する同期電動機
1	34	2664	H02P5	2以上の電動機の速度またはトルク調整または制御に特に適した装置 (起動 1/00; 停止または減速 3/00; ベクトル制御 21/00) [1, 8]
1	48	1623	H02P6	回転子の位置に依存する電子整流子を有する同期電動機または他の電動機の制御装置, それに用いる電子整流子 (ステッピングモータ 8/00; ベクトル制御 21/00) [3, 4, 6]
1	52	1409	H02H7	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, 正常な動作状態からの異常変化の場合に自動スイッチングを行なわせる非常保護回路を
1	55	1335	H02P21	ベクトル制御による電氣的推進装置または制御方法, 例, 磁界オリエンテーション制御によるもの [6, 8]
1	57	1251	B60F9	荷重または荷重ありし目的のために, かばったまたは荷重物を昇降するための装置 (建物の中にあるか, 建物に付随している可動または移送可能なリフトであって, 建物または他
1	58	1230	B62M6	付加的な動力源を備えた車両の牽引推進, 例, 内燃機関又は電気モータを備えるもの [2010, 01]
1	59	1131	H02M1	変換装置の制御 [1, 2007, 01]
1	63	1055	H02P29	交流電動機および直流電動機双方に適した調整装置または制御装置 (起動 1/00; 停止または減速 3/00; 2以上の異なる電圧および電流源に接続可能な電動機の制御 4/00; べ
1	64	1049	A61G5	病人または身体障害者に特に適したすまたは個人輸送手段 (病人または身体障害者が身体の一部を形成しない装置または用具を操作できるようにする装置 A61F4/00; 身体障
1	70	980	H02P1	電動機または回転変換機の起動装置 (電子整流子を有する同期電動機の起動 6/20, 6/22; ステップ起動する電動機の起動 8/04; ベクトル制御 21/00) [4, 8]
1	94	597	H02M5	交流相互間の変換, 例, 電圧, 周波数または相数の変換用
1	97	563	G01P3	直線速度または角速度の測定; 直線速度の差または角速度の差の測定 (5/00 から 11/00) が優先; 計数機構 G06M)
2	3	67100	B60W10	異なる種類または異なる機能の車両用サブユニットの連動制御 (乗物の内部に動力供給源をもつ単なる電氣的推進車両の推進のための B60L11/00) [8]
2	4	39314	B60L15	電氣的推進車両の推進, 例, 牽引モータの速度, 特定の駆動を行うための制御をする手段, 回路または装置, 推進場所, 車両の他の場所または同一列車の他の車両からの遠隔操
2	5	31493	B60L3	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, の監視操作
2	9	16898	H02J7	電池の充電または放電または電池から負荷への電力供給のための回路装置
2	13	1042	H01M8	燃料電池; その製造 [2]
2	14	9968	H01M10	二次電池; その製造 [2]
2	17	7971	B60L1	電氣的推進車両の補助装置への電力供給 (乗り物一般の信号装置または照明装置の配置, その取り付けや支持, またはそのための回路 B60Q) [6]
2	20	6767	B60K1	電氣的推進装置の配置または取り付け (1/00) が優先; 相互または共通の推進のための複数の異なる原動力の配置または取り付け (6/00; 電氣的動力伝達装置 17/12; 電氣的推
2	26	4090	B60R16	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, 電気回路または流体回路の要素の配置で, 特に車両に適用, 他に分類されないもの [3]
2	28	3073	G01R31	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; 試験対象に特徴のある電氣的試験用の装置で, 他に分類されないもの (測定用導線, 測定用探針 1/06; 2
2	30	2844	H02M3	直流入力-直流出力変換
2	32	2737	B60L8	自然力, 例, 太陽, 風を動力供給源とする電氣的推進装置 [5]
2	39	2162	H01M2	発電要素以外の部分の構造の制御またはその制御 [2]
2	41	2122	H02P9	所望出力を得るための発電機制御装置 (ワールドオーダー装置 7/34; ベクトル制御 21/00; 2台以上の台数の発電機による回路網への給電 H02J; 蓄電池を充電するためのもの H
2	44	1775	B60H1	暖房, 冷房または換気装置 (他の空気処理を行なう暖房, 冷房または換気装置, 関連する他の処理, 3/00; 窓, ドア, 屋根部分, または類似物の開放のみによる換気 B60J; 車両の
2	54	1383	B60K7	牽引車輪内または牽引車輪に保持するモータの配置 (ロータスクート駆動機構 A63C17/12)
2	56	1288	B60K9	メイングループ 1/00 から 7/00 の 1 に分類されない電氣的制御 (排気ガス処理装置の電氣的制御 F01N9/00; 点火, 潤滑, 冷却, 始動, 吸気加熱の機能のうちの一つの電氣的制御はそ
2	60	1099	B60K11	推進装置の冷却に関する配置 (内部空間の加熱 B60H; 内燃機関の冷却それ自体 B01P)
2	66	1030	H02J1	直流幹線または直流配電網のための回路装置
2	67	1001	B62M7	モータまたはエンジンの位置に特徴のある自動自転車 (付加的な動力源, 例, 補助的内燃機関または電気モータ, を付設した牽引推進 6/00; エンジンの位置に特徴のあるフレーム
2	68	997	H01M4	電極 (電氣分解用電極 C25) [2]
2	69	986	G08G1	道路上の車両に対する交通制御システム
2	75	823	G01C21	航行, グループ 1/00 から 19/00 に分類されない航行装置 (乗物による対地移動距離の測定 22/00; 乗物の位置, 道路, 高度, または姿勢の制御 G05D1/00; 車両にナビゲー
2	76	817	B60K25	補機駆動装置 (16/00) が優先; 車両に搭載されたタイヤ膨脹用ポンプの配置 B60C23/10; 補助機関の駆動装置 F02B) [5]
2	77	770	H02J3	交流幹線または交流配電網のための回路装置
2	82	715	H01M16	異なる型式の電氣的化学的発電装置の構造の組み合わせ [2]
2	85	681	B60R21	事故又は他の交通危険の場合乗員又は歩行者を負傷から保護又は防止するための車両の装置又は部品 (車両における安全ベルトまたは身体用設備 22/00; 救命用装置, 設備ま
2	91	638	H01R13	他の構成要素の取付を特徴とする伝送装置, 他の伝送装置
2	96	562	B60M23	電氣機関車または動力車 (動力変換装置に特徴のあるもの 9/00; 電氣的な特徴 B60L, H02)
2	98	561	B61C3	燃焼機関の燃料供給に関する配置, 燃料タンクの取付または構造 (タンク一般 B65D, F17C; 燃焼機関への可燃混合物またはその成分の供給 F02M) [5]
2	99	560	B60K15	異なる型式の電氣的化学的発電装置の構造の組み合わせ [2]
3	6	24015	B60L7	車両用電氣的駆動方式一般 [4]
3	7	23424	B60W20	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 つまたはそれ以上の原動力 (例, 電動機と内燃機関) を有する車両, に特に適した制御システム [8]
3	12	14747	F02D29	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って駆動されるものに特有な制御, 例, 機関からの信号による機関の制御 [2]
3	15	8903	F16H61	回転運動を伝達するための変速あるいは逆転駆動装置の制御機能 [5]
3	16	8487	B60K17	車両の動力伝達装置の配置または取り付け (トルク伝達車 B60B35/12; 変向できない車輪による操向のために動力伝達装置と操向装置が結合したもので B62D11/00; クラッチそれ
3	25	4297	F16H59	回転運動を伝達するための変速あるいは逆転駆動装置のための制御入力 [5]
3	27	3297	F02D41	燃焼可能な混合気またはその成分の供給の電氣的制御 (43/00) が優先 [4]
3	29	2892	F02N11	電動機による機関の始動 (相互または共通推進のための電気モータおよび内燃機関からなる原動力の配置または取り付け B60K6/20) [1]
3	35	2650	F16H63	可変速比をもつ回転運動伝達用または逆転用歯車装置 (変速機構または逆転機構 9/00 - 63/00)
3	36	2535	F16H63	回転運動を伝達するための変速あるいは逆転駆動装置の制御出力 [5]
3	43	1836	F02D45	グループ 1/1/00 から 43/00 に分類されない電氣的制御 (排気ガス処理装置の電氣的制御 F01N9/00; 点火, 潤滑, 冷却, 始動, 吸気加熱の機能のうちの一つの電氣的制御はそ
3	45	1771	B60W30	特定の単一のサブユニットの制御に関するものではない道路走行用車両の連動制御システムであって目的によって特徴づけられるもの (例, 車両用サブユニットの連動制御を用いたシ
3	53	1390	B60K28	車両に特に適合されたまたは配置される推進装置制御用の安全装置, 例, 潜在的な危険状態時の燃料供給または点火の停止 (電気推進車両用 B60L3/00, 特定のサブユニットの制
3	61	1096	F16D48	クラッチの外部制御 [6]
3	65	1042	F02D17	個々のシリンダを休止させて機関を制御するもの, 機関を安全動作または無負荷状態とするもの (吸気または排気弁の作動機構を制御または不動作の状態とするもの 13
3	73	930	F01N3	排気の清浄, 無害化または他の処理をする手段をもつ排気もしくは消音装置 (電氣的制御 9/00; 排気処理装置を監視するための装置 11/00) [4]
3	79	732	B60K23	車両の動力伝達装置用制御装置の配置または取り付け, またはその部品で, 他に分類されないもの (変向できない車輪による操向のために動力伝達装置と操向装置が結合したもので B
3	83	700	F02D13	吸気または排気弁の作動特性, 例, タイミング, の変更による機関出力の制御 (弁装置の変更 F01L)
3	88	653	B60K31	車両速度を自動的に制御する車両付属品であって, 単一のサブユニットのみで作用するもの, すなわち, 車両速度が任意に設定した速度を越えるのを防止し, または車両運転者が選
3	89	650	F16H57	駆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の細部 25/00; 輪, ポーデン機構, クランク, 歯車, 軸受, 枢軸, クロスヘッド
3	90	644	F16H48	差動駆動装置 [6]
4	11	15454	B60L13	モジュール車両, 懸垂車両またはトラック式鉄道用の電氣的推進, 車両用電氣的懸架または浮揚 [4, 6]
4	31	2816	B61L3	車両または列車上の制御装置のために路線に沿って設けられた装置, 例, 制動強化のためのもの, 警報信号を動作させるためのもの
4	50	1568	G05D1	陸用, 水用, 空中用, 宇宙用運行体の位置, 道路, 高度または姿勢の制御, 例, 自動操縦 (無線航行方式または他の法を用いる類似の方式 G01S)
4	71	953	B61L23	路線に沿った, あるいは車両間または列車間の制御, 警報あるいは類似の保安装置 [4]
4	74	832	B61C17	部品の配列または配置, 他に分類されない細部または付属品; 制御装置および制御方式の使用 [2]
4	80	722	B60M3	車両における集電装置に接続する供給線への給電, 回生力を消費するための装置 (車両に給電される電力の電圧を変化させることによる鉄道車両の制御 B60L; 動力配分一般 H02
4	95	594	B61L27	集中制御方式
5	8	18867	B60L5	電氣的推進車両の動力供給線のための集電装置
5	46	1709	H02J17	電磁波による電力給電または電力配電のための方式 [3]
5	47	1669	B60M1	車両における集電装置に接続するための動力供給線 (集電装置 B60L5/00)
5	51	1501	B60M7	特殊形態の電氣的推進車両に用いられる動力線または軌条, 例, 懸垂鉄道, ロープウェイ, 地下鉄道
5	84	692	H01F38	特定の応用または機能のための変成またはインダクタンスの適用 [6]
5	92	625	H01R41	電気回路の移動部分と固定部分間の接触を保持するための半回転無電磁装置 (先端がフックまたは類似の形になっているもの 11/12; 電氣的に推進される車の給電線に対する集
6	19	692	B60T3	車両の位置または路線状況の変化に適合するための車輪駆動力の調整装置, 例, 制動力の配分を制限または変更するための装置 (動力制動方式において有効な制動シリンダの致
6	37	2520	H02K7	機械と結合して機械的エネルギーを取り扱う装置, 例, 機械的駆動原動力機または補助発電機, 電動機との結合
6	38	2396	B60T13	補助動力または駆動動力を用いて制動装置から最終制動動作への制動動作の伝達, そのような伝達装置が組み込まれた制動方式, 例, 空圧制動方式
6	62	1081	B60T1	制動要素, すなわち制動効果を起こす部品の構成
6	72	953	B60T7	制動をきかせる制動装置
6	78	718	H02K21	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; 永久磁石付回転子鉄心 1/27)
6	81	719	H02K49	電動クラッチ, 電動ブレーキ; 電氣的または磁氣的に作動するクラッチまたはブレーキ F16D27/00, F16D29/00, F16D65/34, F16D65/36; 磁性粒子クラッチ F16D37/00
6	86	657	H02K1	磁氣回路の細部 (一般の磁氣回路または磁石, 電力変圧器の磁氣回路 H01F; 継電器の磁氣回路 H01H50/16)
6	87	656	H02K16	二つ以上の回転子または固定子を有する電機 [2]
6	93	618	H02K9	冷却または換気装置 (磁氣回路部分の通路 1/20, 1/32; 導体中または導体間を通る 3/22, 3/24)
6	100	543	F16F515	機構の振動防止 (乗物座席懸架装置 B60N2/50); 不釣合力, 例, 運動の結果として生ずる力, を回避または減少させる方法または装置 (機械または構造物の静的または動的につ
7	23	4948	B61B13	他の鉄道方式
7	33	2712	H02K41	固体とその移動通路に沿って移動する磁界との間の電磁力で固体を動かす推進装置
7	40	2114	I1825	特殊鉄道の軌道 (方式 B61B; 道路上の車両軌道 E01C9/02)
7	42	2084	H02P25	交流電動機の種類または構造の細部に特徴を有する交流電動機の制御装置または制御方法 (起動 1/00; 停止または減速 3/00; 2以上の電動機からなるもの 5/00; 電子整流
7	49	1594	B65G54	他に分類されない機械的でないコペヤ [3]

本研究では、EV 技術を 7 つのクラスターに分類した。その中には EV のコア技術及び近隣技術の双方を含むものとする。以下に 7 つのクラスター分類について示す。

クラスター 1: 電氣的推進装置・モーター; クラスター 2: 電氣的推進車両のためのコントロール; クラスター 3: 電氣的推進車両のための制動と伝動システム; クラスター 4: 磁気浮上式鉄道; クラスター 5: 電氣的推進車両の電力供給; クラスター 6: 電氣的推進車両のブレーキ・システム; クラスター 7: リニアモーター (鉄道)。

図表 71 に示すように、クラスター 1、2、3 は全体クラスター内のトップ 3 からなる最大クラスターすなわちコア技術のクラスターであり、クラスター 4、5、6、7 は、様々な近隣技術と申請数の両方の観点からなる比較的小さなクラスターすなわちその分野内の近接技術である。

クラスター 1、2、3 に関わる特許及び実用新案の特許庁への出願の傾向が、主要技術の傾向と相関していることは明らかである。さらに日本によるクラスター 1、2、3 に関わる国際特許出願の傾向も主要技術の傾向と同様の動きを示す。日本は 7 つのクラスターすべての特許及び実用新案出願で上位にランクされている。

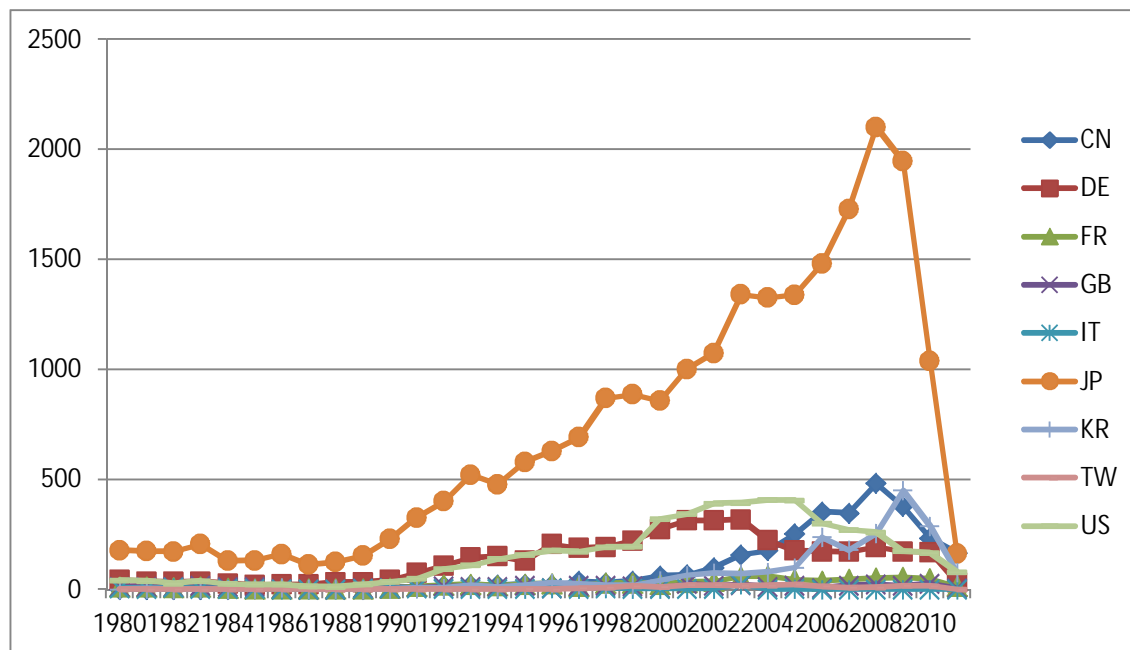
しかし、特許庁(JPO)によると、その約 10 年後に回復しているが、クラスター 4 (磁気浮上式鉄道) の特許出願は 1992 年に、クラスター 5 (電氣的推進車両の電力供給) は 1995 年に減少に転じた。特許庁(JPO)へ特許を申請した件数を比較すると、クラスター 6 (電氣的推進車両のブレーキシステム) は 1990 年以降も堅固な増加を示したが、一方、クラスター 7 (リニアモーター (鉄道)) は同じ時期より減少している。

実用新案に関しては、主要技術の傾向と同様、特許庁(JPO)へのすべての申請は 1990 年代半ば終止符が打たれた。しかしながら、SIPO においては、クラスター 1 (電氣的推進装置・モーター)、クラスター 2 (電氣的推進車両のためのコントロール)、クラスター 3 (電氣的推進車両のための制動と伝動システム)、クラスター 5 (電氣的推進車両の電力供給)、及びクラスター 6 (電氣的推進車両のブレーキシステム) について 1990 年代の終わり以降実用新案申請の伸長が見られる。クラスター 4 (磁気浮上式鉄道) とクラスター 7 (リニアモーター (鉄道)) に関しては出願数に明白な変化は見られていない。別の言い方をすれば、中国は EV 自体に直接関連する技術について優れた実績を示したが、実用新案出願等の EV の近接技術については積極的ではなかった。

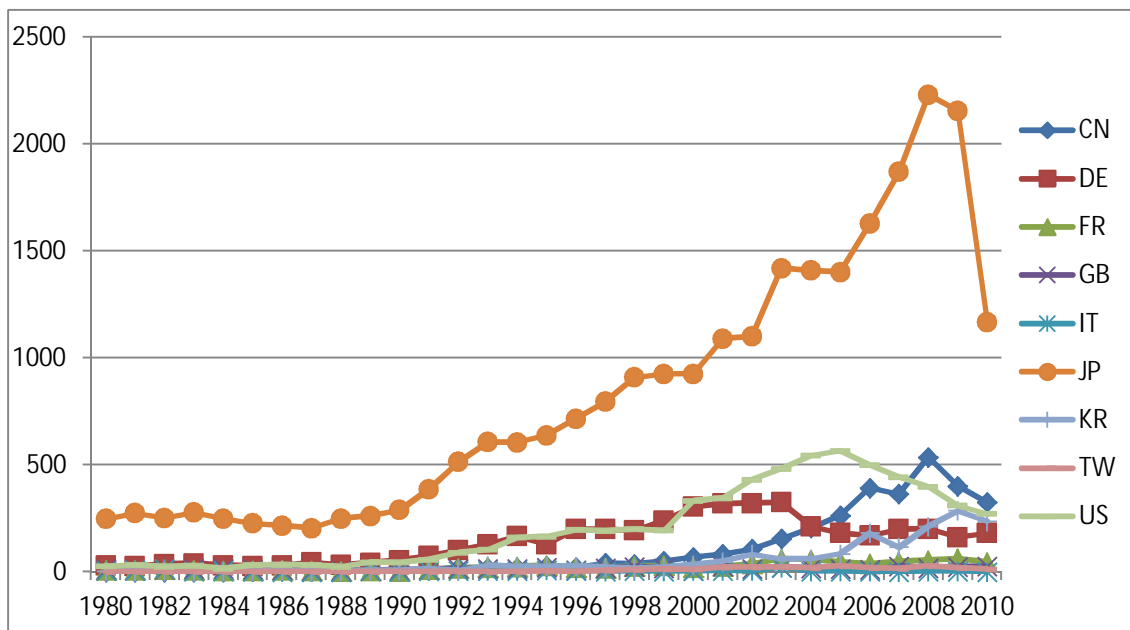
図表 70 は国際特許出願数の計上に基づく国際競争力を示している。日本国内に居住する者はクラスター 1、2、3 と 6、すなわち、電氣的推進装置・モーター、電氣的推進車両のためのコントロール、電氣的推進車両のための制動と伝動システム、電氣的推進車両のブレーキシステムに関して他の国に比べて著しく優位に立つ。特に、日本国内に居住する者による出願は EV のコア技術であるクラスター 1、2、3 の合計数の半分を占める。EV の重要な技術であるクラスター 6 に相当する電氣的推進車両のブレーキシステムについても日本はその総計の 35% 以上を占める。クラスター 4 (磁気浮上式鉄道) 及びクラスター 7 (リニアモーター (鉄道)) については、日本のシェアはドイツに続いて第 2 位にランクされた。図表 94 によるとクラスター 5 (電氣的推進車両の電力供給) については、日本はドイツとフランスに続いて

第3位で、全体の14.72%を占めるに過ぎない。すべてのクラスターの傾向を見てみると、クラスター1、2、3に関しては各々で1990年代初頭以降持続する増加が見られるが、一方、他のクラスターに関しては大きな変動が見られる。

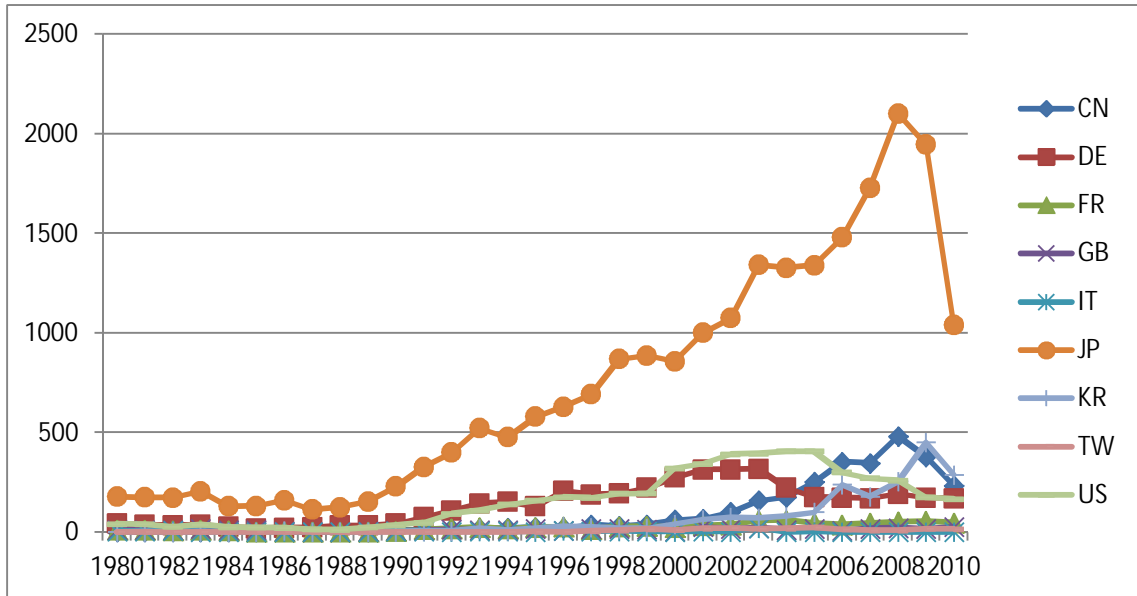
図表 73：特許出願数（EV クラスター 1）



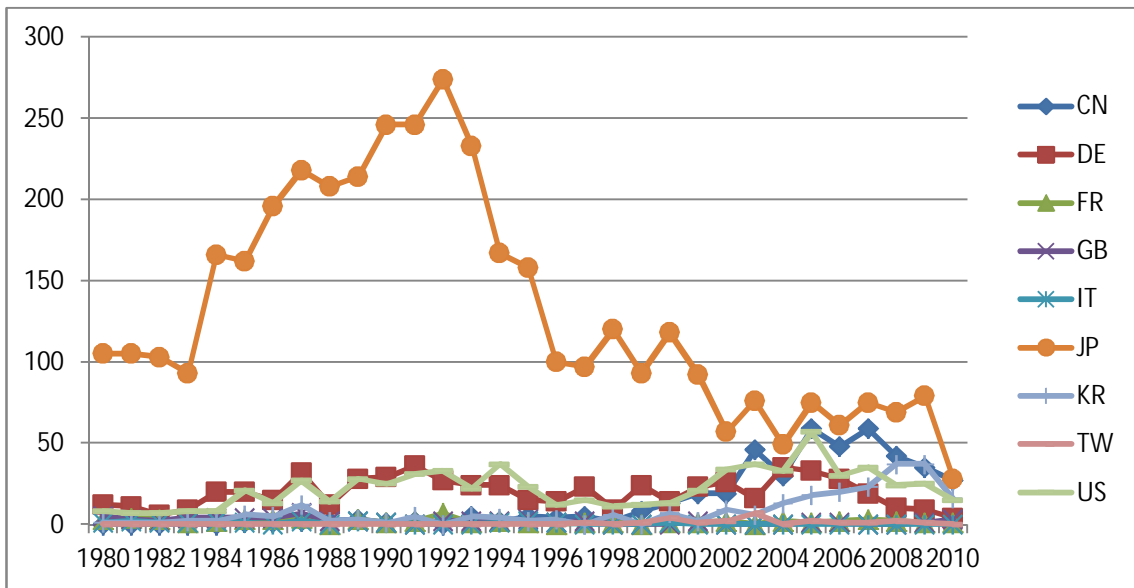
図表 74：特許出願数（EV クラスター 2）



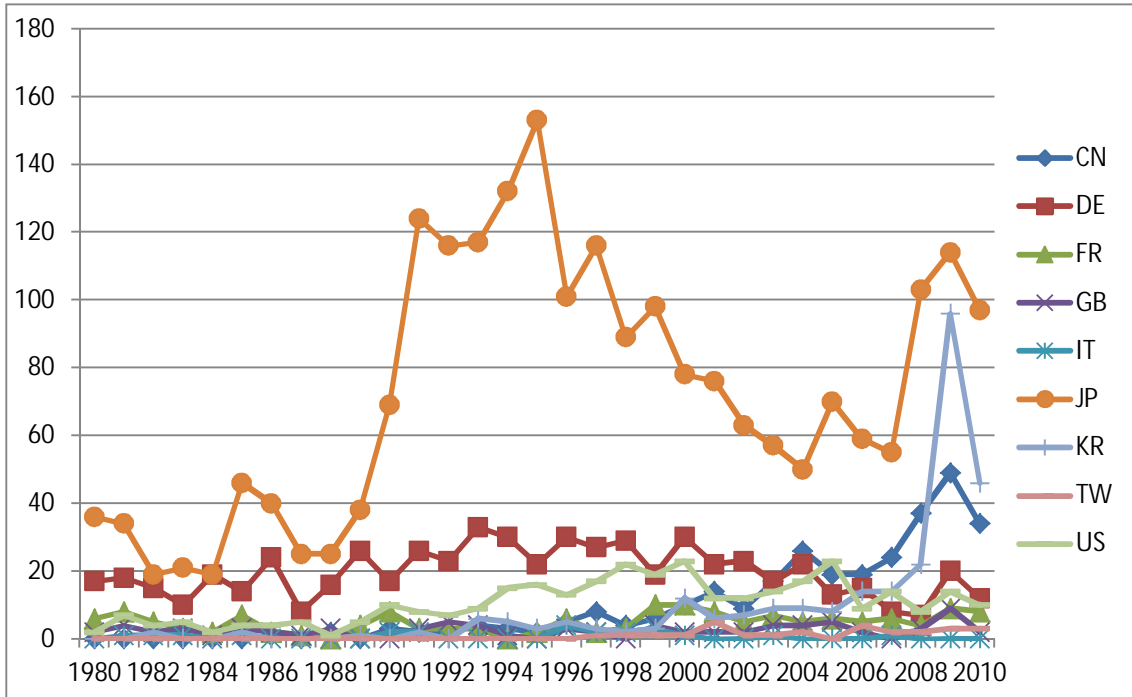
図表 75 特許出願数 (EV クラスタ 3)



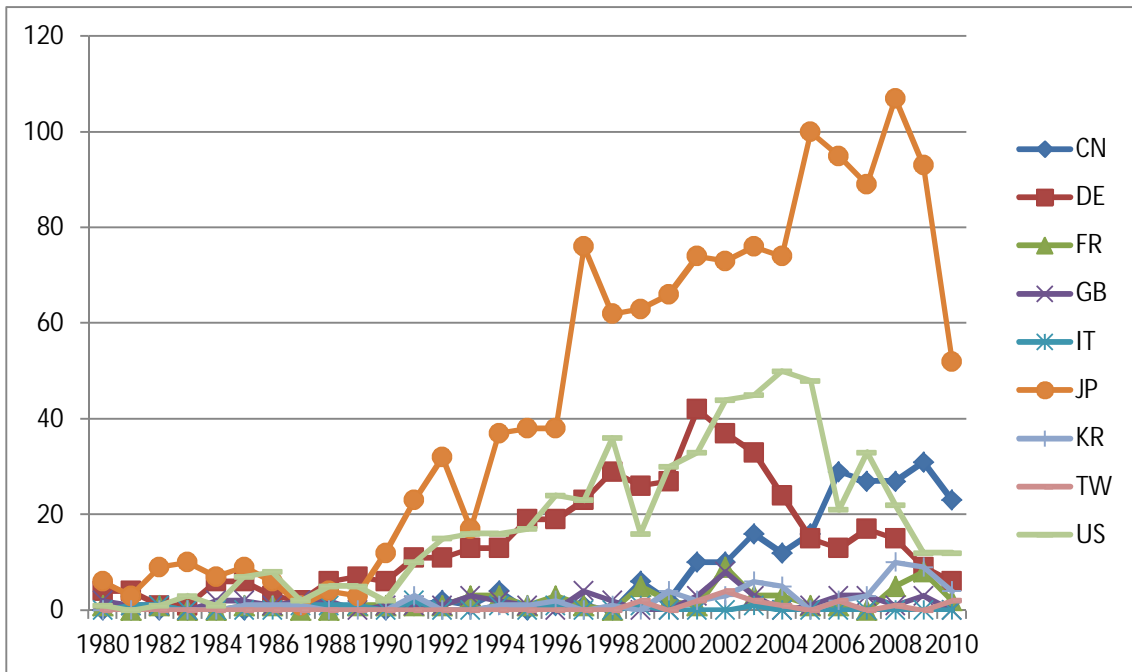
図表 76 特許出願数 (EV クラスタ 4)



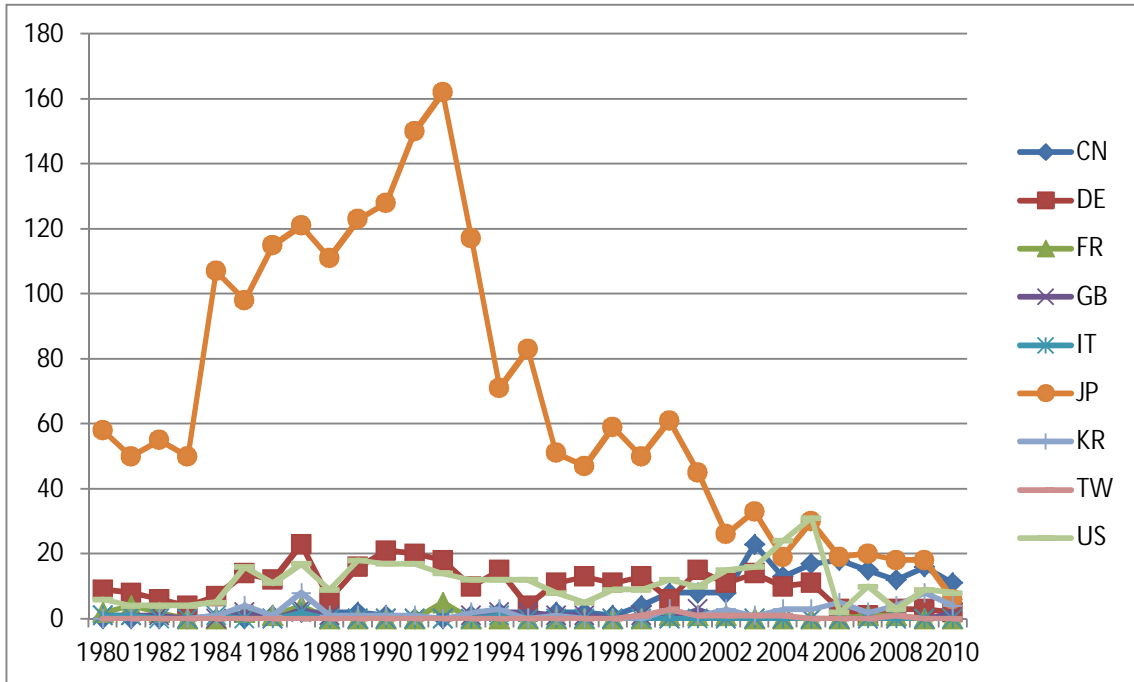
図表 77 特許出願数 (EV クラスタ 5)



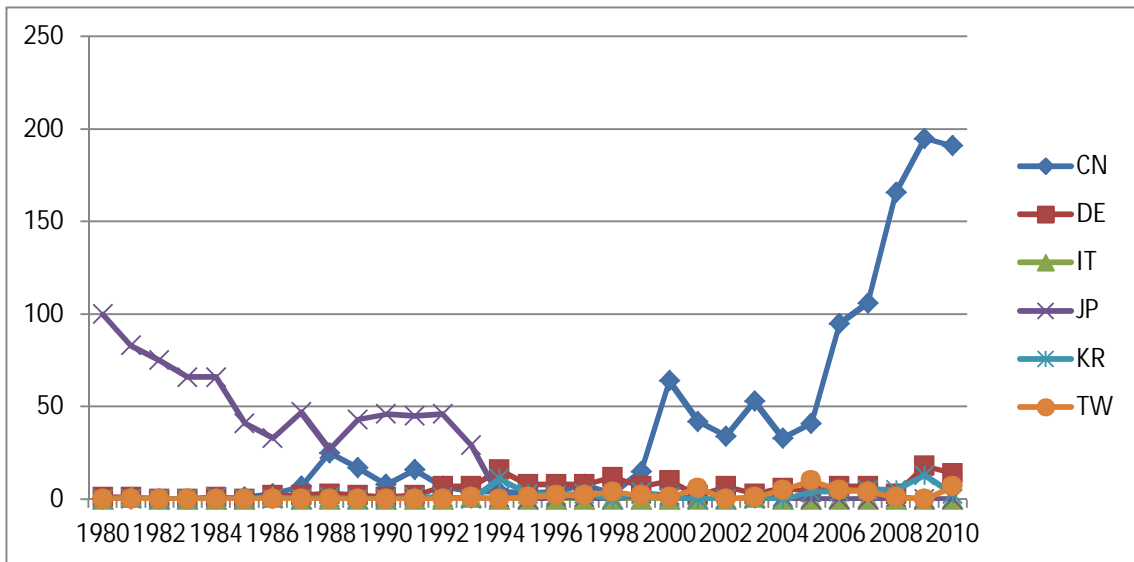
図表 78 特許出願数 (EV クラスタ 6)



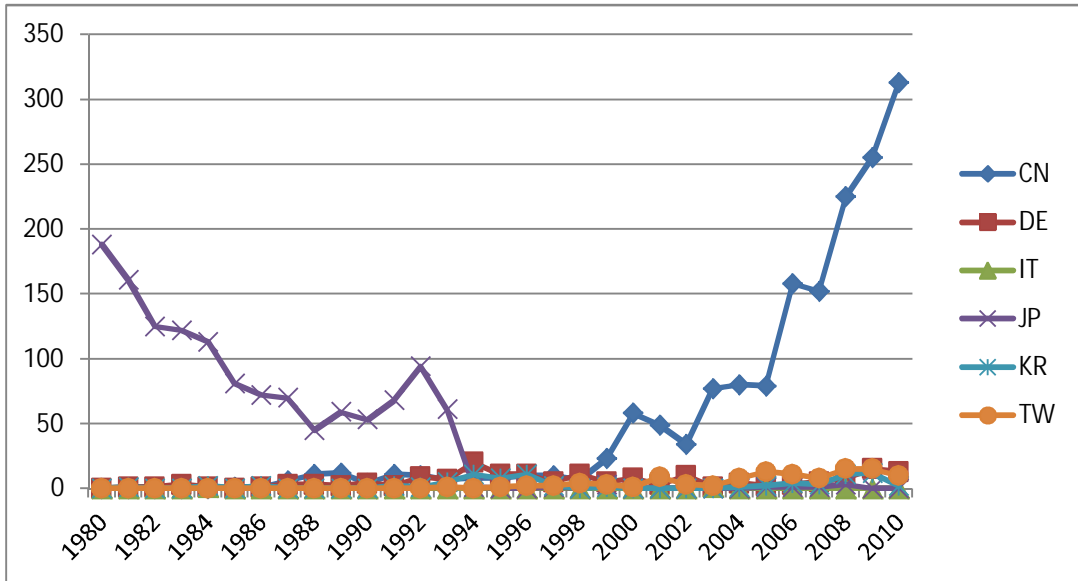
図表 79 特許出願数 (EV クラスタ 7)



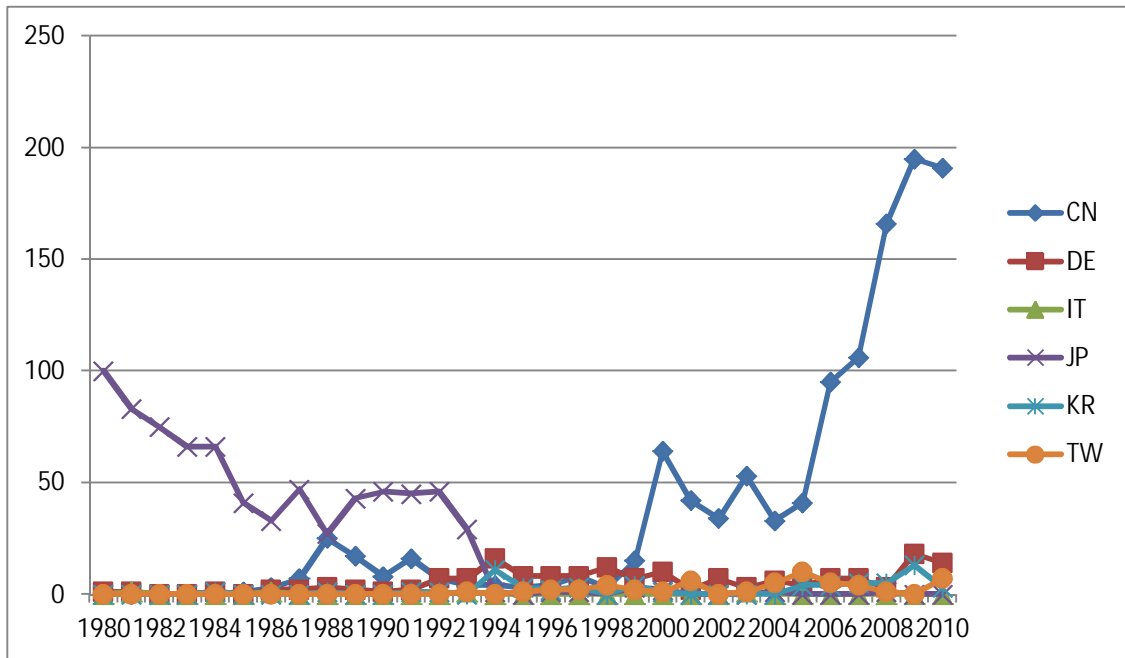
図表 80 実用新案出願 (EV クラスタ 1)



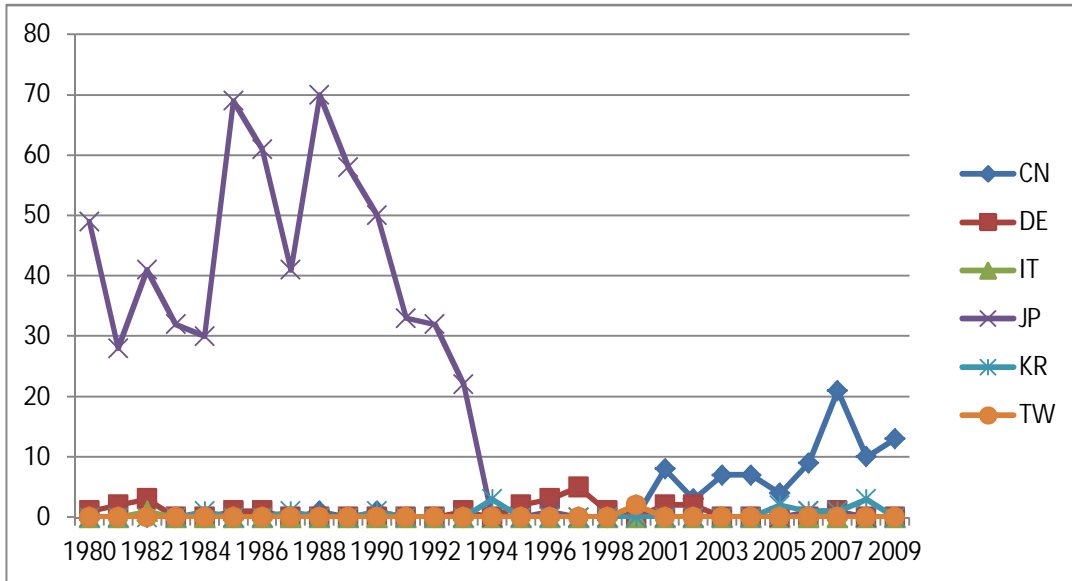
図表 81 実用新案出願 (EV クラスタ 2)



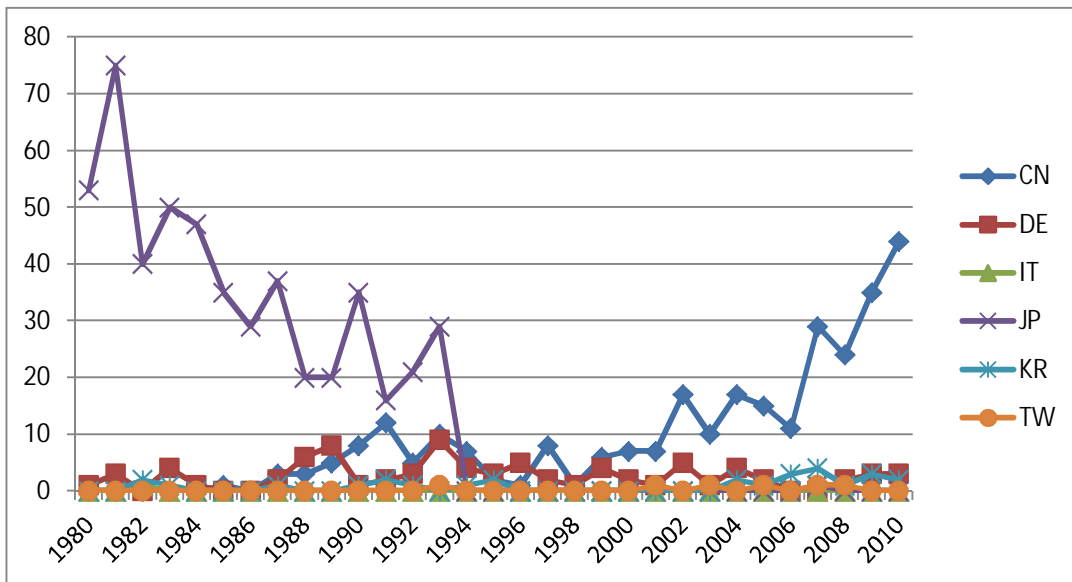
図表 82 実用新案出願 (EV クラスタ 3)



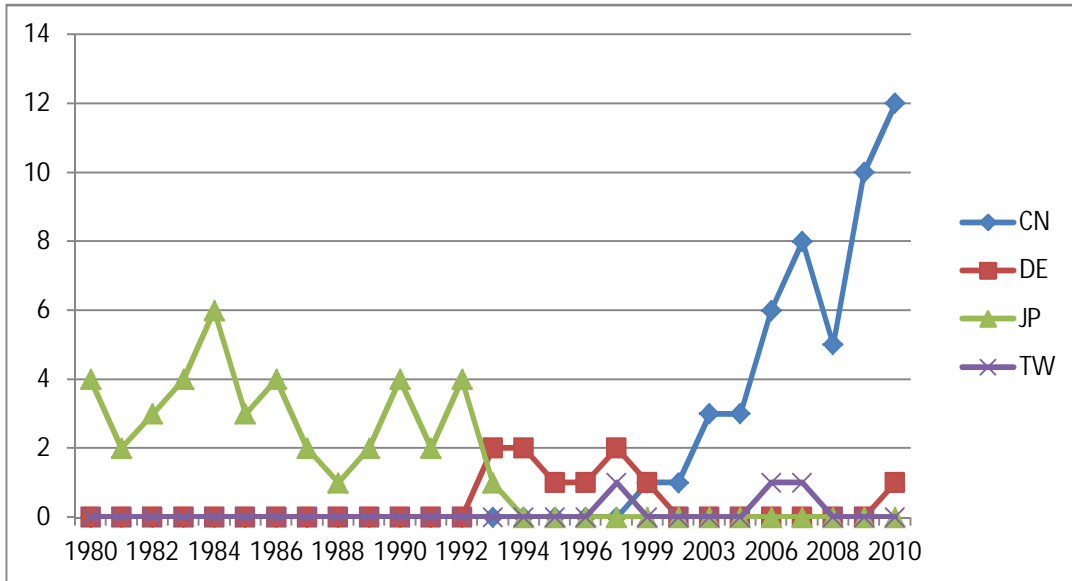
図表 83 実用新案出願 (EV クラス4)



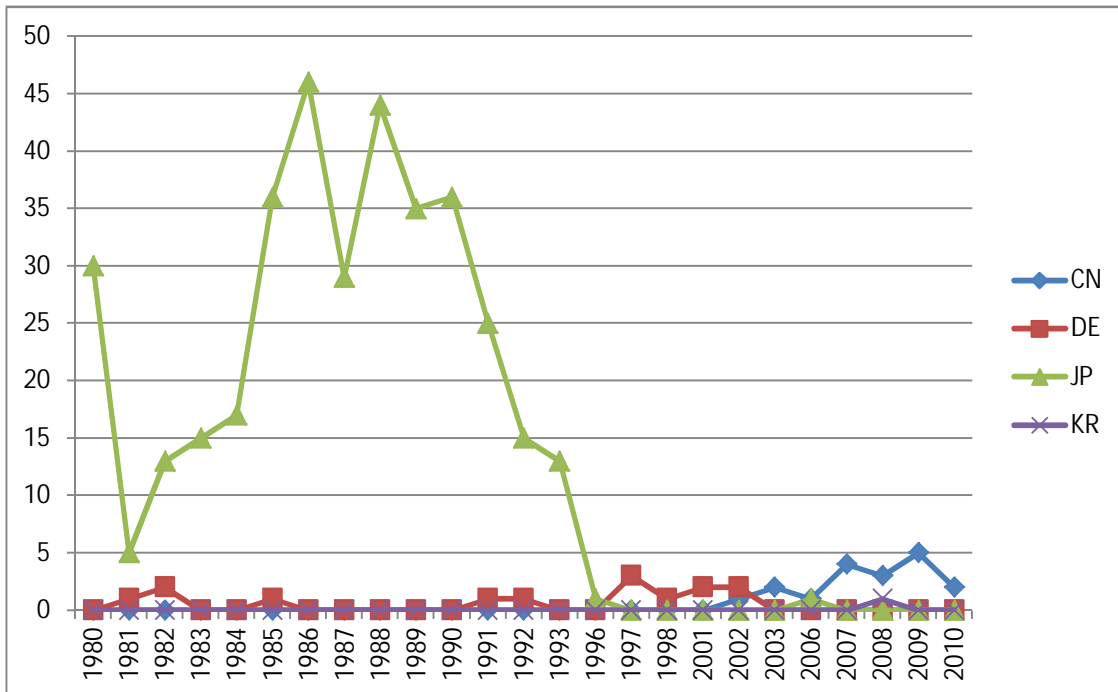
図表 84 実用新案出願 (EV クラス5)



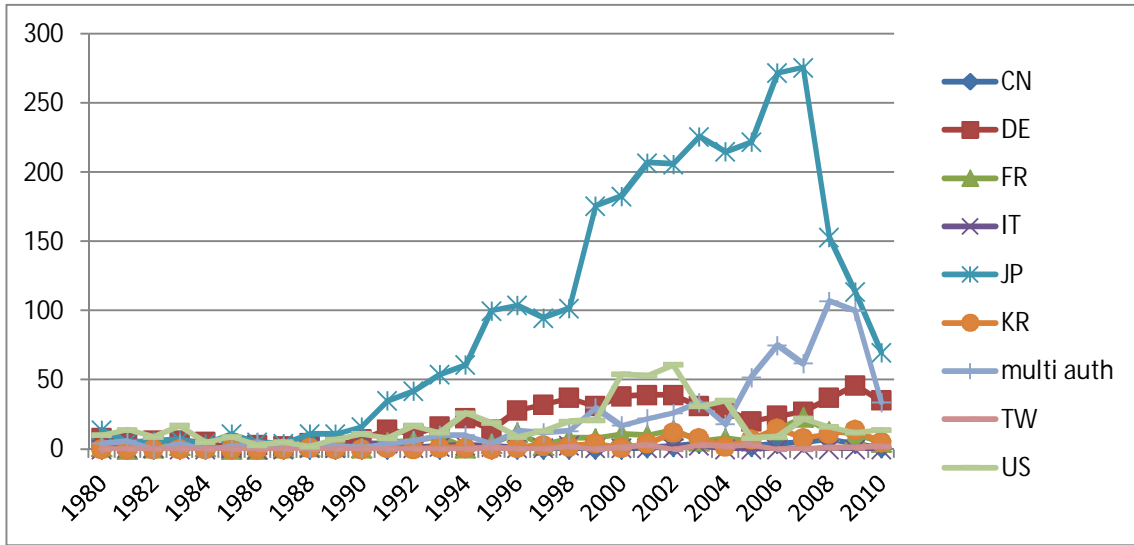
図表 85 実用新案出願 (EV クラスタ6)



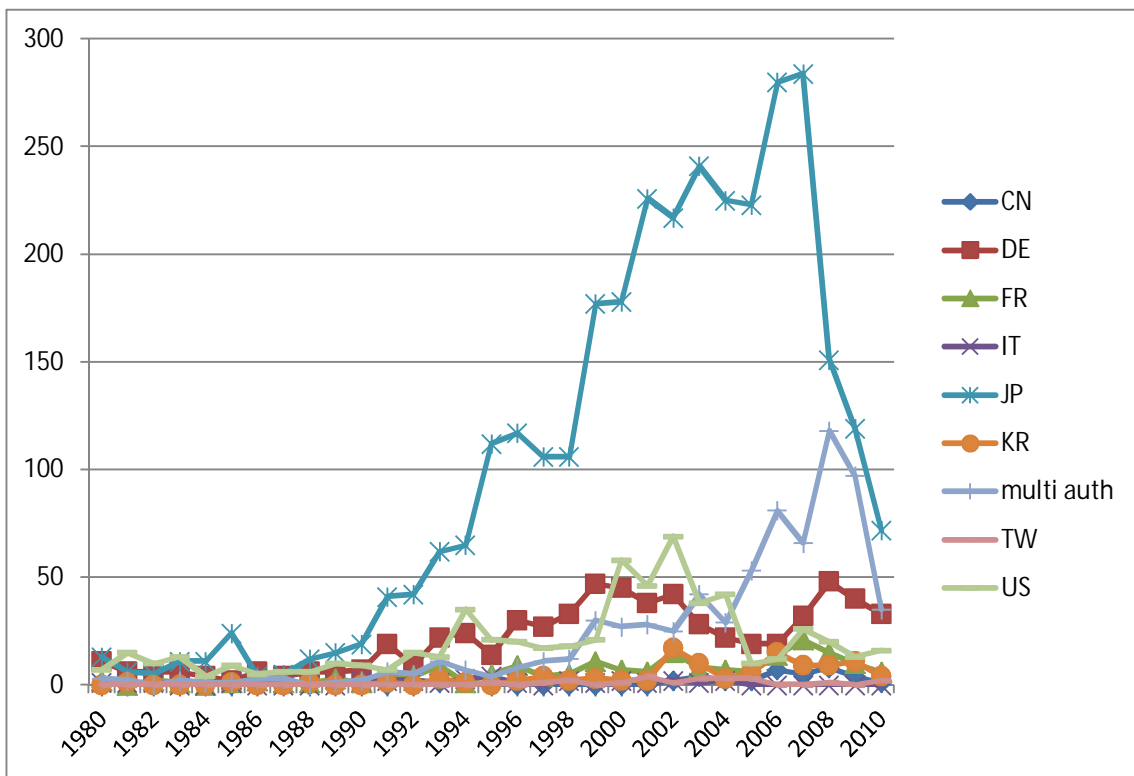
図表 86 実用新案出願 (EV クラスタ7)



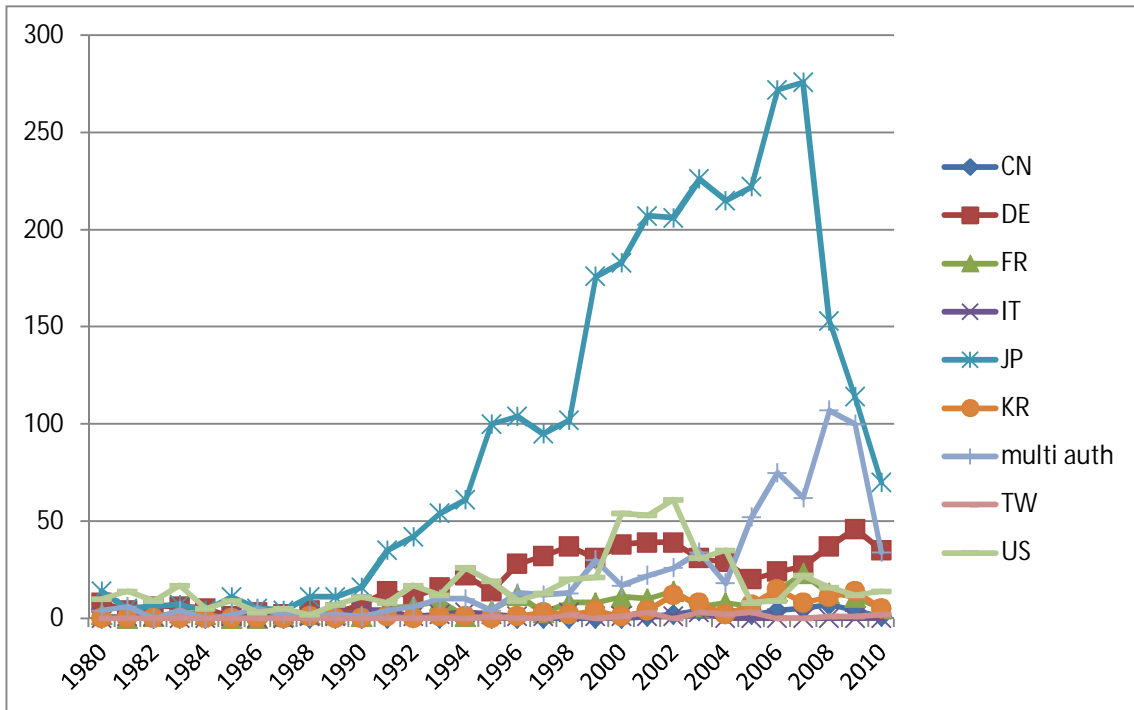
図表 87 国際特許出願 (EV クラスタ 1)



図表 88 国際特許出願 (EV クラスタ 2)



図表 89 国際特許出願 (EV クラスタ3)



図表 90 国際特許出願 (EV クラスタ4)

