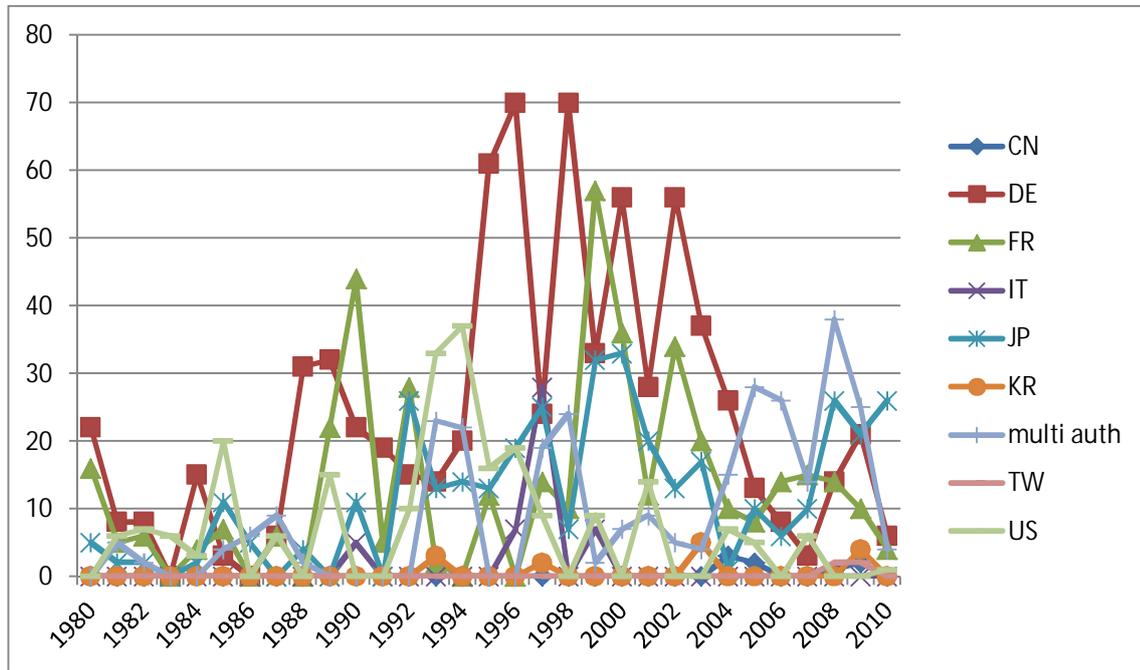
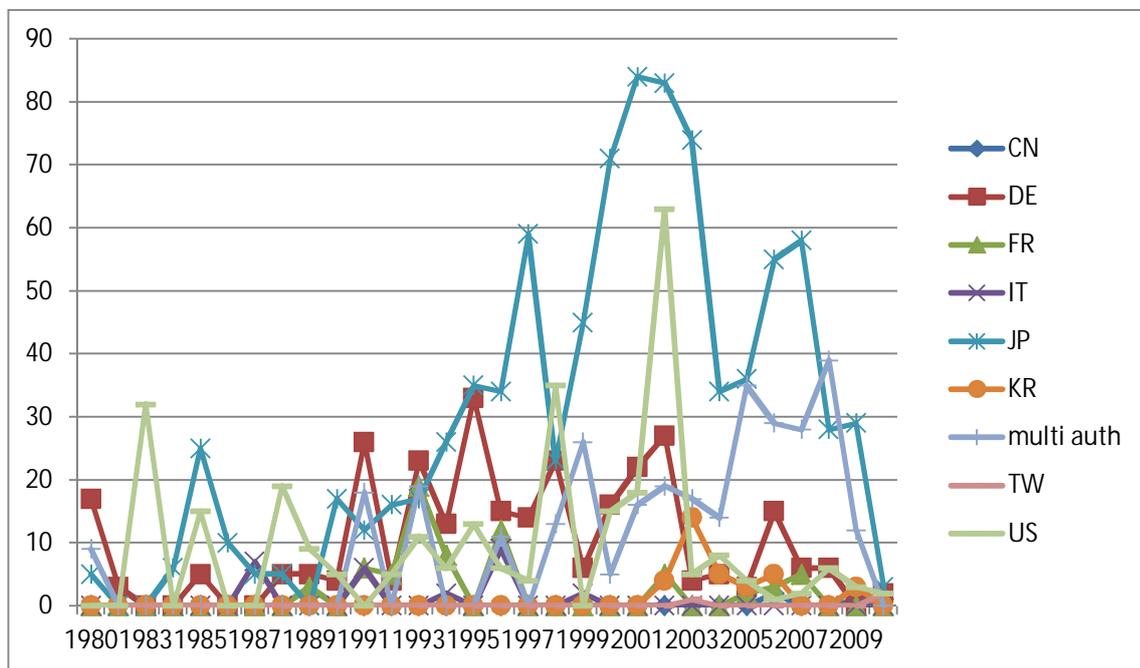


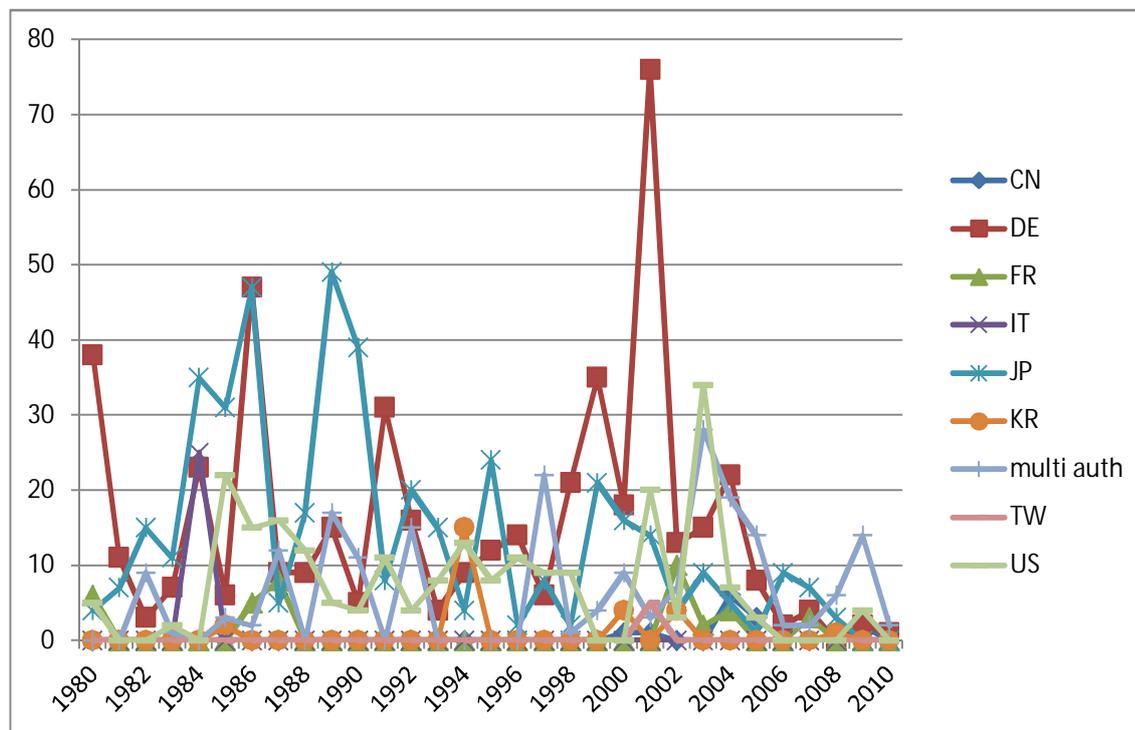
図表 91 国際特許出願 (EV クラスタ 5)



図表 92 国際特許出願 (EV クラスタ 6)



図表 93 国際特許出願 (EV クラスタ7)



図表 94 国 (地域) の国際特許出願の上位 10 か国 (地域) (クラスタ 1-7)

クラスタ1			クラスタ2			クラスタ3		
国	数	シェア	国	数	シェア	国	数	シェア
1 JP	3120	50.60%	1 JP	3274	49.82%	1 JP	3120	50.60%
2 DE	768	12.46%	2 DE	852	12.96%	2 DE	768	12.46%
3 multi auth	690	11.19%	3 US	784	11.93%	3 multi auth	690	11.19%
4 US	689	11.17%	4 multi auth	734	11.17%	4 US	689	11.17%
5 FR	271	4.40%	5 FR	266	4.05%	5 FR	271	4.40%
6 GB	144	2.34%	6 GB	148	2.25%	6 GB	144	2.34%
7 KR	102	1.65%	7 KR	108	1.64%	7 KR	102	1.65%
8 EP	63	1.02%	8 EP	63	0.96%	8 EP	63	1.02%
9 CH	56	0.91%	9 CH	48	0.73%	9 CH	56	0.91%
10 IT	42	0.68%	10 SE	43	0.65%	10 IT	42	0.68%
11 CN	37	0.60%	11 IT	39	0.59%	11 CN	37	0.60%
15 TW	19	0.31%	15 CN	37	0.56%	15 TW	19	0.31%

クラスタ4				クラスタ5			クラスタ6		
	国	数	シェア	国	数	シェア	国	数	シェア
1	ドイツ	277	28.88%	ドイツ	916	27.25%	日本	911	35.32%
2	日本	261	27.22%	フランス	609	18.11%	ドイツ	431	16.71%
3	米国	135	14.08%	日本	495	14.72%	米国	416	16.13%
4	多国籍	104	10.84%	米国	319	9.49%	多国籍	310	12.02%
5	フランス	60	6.26%	多国籍	302	8.98%	英国	160	6.20%
6	英国	33	3.44%	英国	176	5.23%	フランス	101	3.92%
7	中国	12	1.25%	AT	169	5.03%	CH	44	1.71%
8	カナダ	11	1.15%	CH	64	1.90%	AT	35	1.36%
9	CH	11	1.15%	SE	55	1.64%	韓国	34	1.32%
10	オランダ	10	1.04%	イタリア	49	1.46%	オランダ	33	1.28%
12	韓国	8	0.83%	EP	23	0.68%	イタリア	26	1.01%
18	イタリア	7	0.73%	韓国	16	0.48%	EP	5	0.19%
19	EP	6	0.63%	中国	8	0.24%	中国	4	0.16%
22	台湾	3	0.31%	台湾	4	0.12%	台湾	3	0.12%

#### クラスタ7

	国	数	シェア
1	ドイツ	945	35.85%
2	日本	634	24.05%
3	米国	320	12.14%
4	多国籍	234	8.88%
5	フランス	153	5.80%
6	英国	110	4.17%
7	カナダ	59	2.24%
8	オランダ	43	1.63%
9	イタリア	36	1.37%
10	韓国	26	0.99%
13	中国	13	0.49%
17	台湾	5	0.19%
18	EP	3	0.11%

### 3.3 EV の規制とイノベーション

有名なポーター仮説 (Porter 1991, Porter and van der Linde 1995) では、環境規制が企業にイノベーションへの圧力をかけ、そのイノベーションが成長・競争力を刺激する場合があるとされている。政策論争において大きな役割を果たしてきたこのポーター仮説は、20年が経過した現在でも引き続き学術研究を活性化させている。また、これまでにいくつかの実証研究によって環境規制の厳格さと研究開発・技術普及へのインセンティブの関係性が検討されており、一部の研究では環境規制と新技術開発の関係性に焦点が当てられている。

ここでは、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るものである。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する。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る。加えて、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する。

自動車産業は 1890 年代に急速な発展を始め、1899 年には 1,575 台の電気自動車、1,681 台の蒸気自動車、936 台のガソリン車が販売された。これら 3つの技術すべてにおいて初期の技術的問題が発生したが、ガソリン車メーカーが早々に解決策を見いだしたのに対して電気・蒸気自動車のメーカーはその不具合を減らすことができなかった、あるいはその意思がなく、1920 までにはガソリン車の優位性は明白なものとなった。この 100 年以上にわたる内燃機関の歴史を背景に、一般的に自動車セクターはエンジンのより抜本的な技術的変革を嫌っており、Cowan と Hulten (1996) (Cowan & Hulten, 1996) は「この束縛からの急激な脱却、すなわちガソリンから EV への移行が起こらないことは明らかと思われる」と予測している。

しかしながら、トヨタとホンダのハイブリッド車は 1990 年代後半以降著しい成長を遂げた。最新のニュースでは、米国およびノルウェーで日産の EV の売上が伸びているとのことである<sup>35</sup>。日本のメーカーによるこの束縛からの脱却、従来の自動車に代わる技術の開発のきっかけは何であったのだろうか。

内燃機関自動車 (ICEV) は圧倒的的主流になったが、その後 1973 年の石油危機をきっかけに EV への関心が再び高まり、多くの先進資本主義国、特に米国・フランスでは EV プログラムの作成が開始された。持続可能な移動手段実現のために開発された技術ポートフォリオの中では、BEV、HEV、HFCV が現在の主流 (ICEV) に対する有望な代替選択肢となる。この展開においては、電化による様々な選択肢間での著しい相乗効果が重要な役割を果たした。日本に関しては、早くも 1965 年に政府による EV 再開発プログラムが開始されている。ただしこれは基本的な技術研究プログラムと見なされていた。また、1971 年から 1976 年には通産省が主導する大規模国家プロジェクトに 1900 万ドルが投じられ、1976 年には日本の電気自動車委員会が 1986 年に 200,000 台の EV という目標を設定している。もちろん、この目標は達成されなかった。Åhman (Åhman, 2006) は、1970 年代初頭から EV 促進において日本政府が果たしてきた役割について、通産省の持続的・野心的政策に関わらず、EV の開発において限定的かつ非

<sup>35</sup> <http://green.autoblog.com/2013/11/04/nissan-leaf-is-norways-best-selling-car-evs-on-top-two-months/>

常に間接的なものであったと論じている。一方、1967年の汚染防止法によって課せられたより厳格な排出規制を管理するため1971年に環境庁が常任団体として新設されたものの、米国で行われていたように企業の戦略に影響を及ぼすことはできなかった。加えて、1988年の高排気量エンジン車の自動車減税は、当時の日本政府がまったくCO<sub>2</sub>排気量の低減を主目的としていなかったことを示している。

日本の自動車産業の発展は1930年代に始まり、輸出は1956年开始された。日本の自動車メーカーにとって最大の輸出市場は米国であるため、米国特許商標局（USPTO）に認められた特許数を数えるだけで技術力比較を概観することができる。EV分野でUSPTOから2つの特許を付与された最初の企業は1969年の日産であり、1970年のトヨタがこれに続いた。1950年から1970年の間にそれぞれ720件、233件の特許を得ているGM・フォードと比較し、日本のメーカーはEV技術分野において後発組であった。

### 3.3.1 背景および先行研究

ロサンゼルス地域における深刻な健康問題を受け、カリフォルニア大気資源委員会（CARB）はより厳格な基準の制定を目指すようになった。プログラムの策定中に、1990年のLAモーターショーにおいてGMが電気自動車「インパクト」（コンセプトカー）のデモンストレーションを行い、この数ヶ月後にはインパクトの生産開始が発表されてEVに採算性があることが示唆された。そしてこの出来事がCARBによるZEV規制の制定を促進することになったのである（Kemp 2005）。この規制は、GM、フォード、クライスラー、トヨタ、日産、ホンダ、マツダの七大自動車メーカーに対し、総売上の数パーセントを公害を及ぼさない無公害車のものであることを求めるものであった。ZEV導入の目標は当初、1998年以降2パーセント、2001年以降5パーセント、2003年以降10パーセントと設定された（Yarime et al. 2008）。Kemp（2005）が指摘しているように、カリフォルニアは世界の自動車市場の約4%、米国の自動車市場の約12%を占めているため、ZEV規制は大きな影響のある法令であった。さらにこのカリフォルニア立法は大きな関心を集め、米国のその他10州において同様の規制導入が決定されている。

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。

### 3.3.2 データおよび方法論

#### ・EV 技術の特定

WIPO（世界知的所有権機関）<sup>36</sup>がサポートする IPC 輸出委員会が策定した「IPC Green Inventory」に基づき、我々は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 の主要技術を特定した。ただし、主要グループレベルのその他の個所、すなわちその他の下位分類にも幅広く関連技術が分散していることが考えられる。IPC は関連する異なる技術分野に基づいて特許分類の階層システムを公表しているため、元々の IPC の構成から直接その他の下位分類や主要グループに属する関連技術を特定することはできない。

この問題に対処するため、我々は「IPC 共起」と呼ばれるアプローチを用いた（Suzuki & Kodama, 2004）。ひとつの特許に複数の IPC コードが割り当てられていることが多いため、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ることができる。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 コードを特定した。これらの 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」などがあつた。前述の IPC コードとは別に、我々はこれらを EV の近隣技術と呼ぶ。

現実には、「純粋な」電気自動車すなわちバッテリー電気自動車（BEV）またはプラグイン電気自動車にはエンジンはなく送電網からの電力のみが用いられる（HEV は推進に電気モーターと内燃機関の両方を用い、FCV は HEV と同じ理由によりバッテリー、および BEV と同じタイプの発電機・パワーエレクトロニクスを用いる）。この自動車の主な違いは燃料電池スタックと水素貯蔵である。当初 EV 用に開発され、後に HEV に採用されている技術もあり、FCV、HEV、EV の技術の間には相乗効果がある。これは筆者が特定した技術とも一致している。

#### ・仮説

自動車セクターでは知的財産を保護するために特許という手段が積極的に採用されているため、規制の影響は特許データにも反映されるはずである。特許価値の分布は大きく左に偏る（大部分が低価値特許であるため）ことがよく知られているが、従って単純に特許件数をカウントしても技術の進歩を示すことはできない。一方、技術的なブレイクスルーや広範な技術が登場した場合、または技術によってイノベーション活動が生じた場合には、ある特許に基づいてその特許の後に発行された特許には当該特許が引用されているはずである。従って、特許の価値が高いほど引用（すなわち被引用）が多くなる。

とはいえ、所定の特許の被引用件数は時間的に切り捨てられる。これは、我々はその時点までに受けた引用についてしか分からないからである。さらに重要なことに、特許の年代が異なれば切り捨ての度

<sup>36</sup> <http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/est/>

合いも異なることになる。これらの問題に対処するため、我々は Hall ら (Hall, Jaffe, & Trajtenberg, 2001) が提案した「固定窓比較法」を用い、公表後最初の 5 年間に於ける被引用数を計算した。

また、ZEV 規制の影響を評価するため、上で特定した IPC コードを用いて 1973 年から 2013 年までに米国特許商標局 (USPTO) が発行した 120,589 件の特許を PATSTAT から抽出した (2013 年 4 月時点)。使用したデータでは申請から公表までの平均的時間差を 3 年と見なし、1970 年以降公表された特許は 1970 年前後に開始された研究開発に対応させる。前述のように 5 年間の「固定窓」を採用することで、データセットからは USPTO により 1973 年から 2008 年までに発行された 94308 件の特許が得られた。

ZEV 規制が EV 産業のイノベーションに何らかのプラスの影響を与えている場合、規制制定後、1993 年以降に発表された被引用件数は 1993 年以前よりも多くなるのが想定される。また、この引用情報の変化は各種 EV 関連技術分野、および規制対象となった自動車メーカーに反映されている可能性がある。本研究では、GM、フォード、トヨタ、日産、ホンダ、マツダ、三菱自動車を対象とした。

### ・モデルの指定

特許データに基づくイノベーションに関するその他の実証研究と同様に、本研究では推定モデルに負の二項分布回帰を用いた。ポアソンの回帰モデルから拡張された負の二項モデルは、過分散というかたちで超過ポアソン変動が生じた事象件数のモデルを推定する上で望ましい。また、正確に影響を評価するため、Harhoff ら (Harhoff, Scherer, & Vopel, 2003) が提案しているようなその他の変数もいくつか含めている。

### ・変数およびサンプル

図表 95.: 従属変数・制御変数の概要

Variables	Description
Dependent variables	
All_tech allcite5	the number of citations received by patents in their first 5 years after published for all technologies related to EV
BEV allcite5	ibid. for Battery Electric Vehicles
HEV allcite5	ibid. for Hybrid Electric Vehicles
Fuel allcite5	ibid. for Hydrogen Fuel Cell Vehicles
Control variables	
size	family size of the patent
claim	number of claims
pub	number of non-patent publication the patent cited
pat	number of patent which the patent cited (backward citation)
pat_for	number of patent from foreign countries which the patent cited
nu_applt	number of applicant
nu_invt	number of inventor
toyota	firm dummy
honda	firm dummy
nissan	firm dummy
mazda	firm dummy
ford	firm dummy
gm	firm dummy
mitsubishi	firm dummy
yr78-07	year dummy

図表 96.: 記述統計:平均・標準偏差

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
allcite5	94308	4.15229	5.19377	0	147
size	94308	3.71396	2.838497	1	45
claim	94308	13.4641	11.68029	0	499
pub	94308	0.85863	3.943431	0	142
pat	94308	11.3948	13.05139	0	144
pat_for	94308	5.04756	6.661958	0	127
nu_applt	94181	1.0519	0.2808444	1	11
nu_invt	94181	2.20007	1.538523	1	23

図表 97.: ピアソンの相関:

	allcite5	size	claim	pub	pat	pat_for	nu_applt	nu_invt
allcite5	1							
size	0.0275	1						
claim	0.174	0.0549	1					
pub	0.1295	0.0852	0.1871	1				
pat	0.1316	0.1339	0.255	0.4241	1			
pat_for	0.0813	0.1615	0.166	0.2855	0.7923	1		
nu_applt	0.003	-0.0182	-0.0136	-0.0027	0.0005	0.0002	1	
nu_invt	0.0794	0.0701	0.0883	0.0635	0.1183	0.0909	0.1726	1

### 3.3.3 分析結果

#### ・各種 EV 関連技術への ZEV の影響

図表 98.: 年ごとの引用数の変化

VARIABLES	All_tech allcite5	EV_Main allcite5	HEV allcite5	Fuel allcite5	Proximal allcite5	station allcite5
yr78-82	0.63919*** [0.016]	0.42175 [0.365]	0.53675*** [0.119]	0.37522** [0.168]	0.62983*** [0.017]	0.73552*** [0.066]
yr83-87	1.06980*** [0.014]	0.00957 [0.364]	0.06818 [0.139]	0.47558*** [0.159]	1.07058*** [0.015]	1.00863*** [0.057]
yr88-92	1.16519*** [0.013]	1.05563*** [0.275]	0.72926*** [0.140]	1.64865*** [0.171]	1.14583*** [0.013]	1.56193*** [0.051]
yr93-97	1.43164*** [0.012]	1.38353*** [0.154]	1.66860*** [0.082]	1.41956*** [0.088]	1.41065*** [0.012]	1.84821*** [0.036]
yr98-02	1.33482*** [0.010]	0.90301*** [0.166]	1.68215*** [0.047]	1.61606*** [0.080]	1.32377*** [0.011]	1.45968*** [0.030]
yr03-08	0.90495*** [0.010]	1.07373*** [0.151]	0.98537*** [0.042]	1.00138*** [0.080]	0.89110*** [0.010]	1.14497*** [0.033]
Constant	0.33159*** [0.007]	0.31585*** [0.088]	0.73417*** [0.032]	0.44422*** [0.066]	0.33942*** [0.007]	0.23706*** [0.021]
lnalpha	0.04385*** [0.006]	-0.10637 [0.109]	-0.28853*** [0.033]	-0.23293*** [0.047]	0.04841*** [0.006]	-0.04916** [0.020]
Observations	120,589	455	3,461	1,706	114,012	10,769
Standard errors in brackets						
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, **** p<0.001, *** p<0.01, **						

ここでは、特許の被引用に対する時間効果を示している。制御変数を入れずに年ダミーを入れることで、1973年から2008年までの技術開発の波を認めることができる。

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規制によって変化が生じている。上述のように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（表の列2、5、6参照）。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ことを強く申し立てている。この積極的なロビー活動が功を奏し、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。

簡潔に言えば、表の列1に示しているように、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のである。BEV技術もまた、代替技術の進化を刺激した。

#### ・どのような特許が高価値となり、どの企業が価値の高い特許を保有しているか

以下に示すように、制御変数に乗せると、ファミリー特許数、請求項の数（特許の範囲）、引用された科学論文、被引用数、発明者数すべてが、関連技術全体としてこの産業分野の特許価値にプラスの影響を及ぼしている。反対に、外国特許の引用は特許価値にマイナスの影響を及ぼしている。また、申請者数の増加も特許の価値を引き下げている。これは、重要性が高いほど独占的であることを示唆している。しかしながら、BEV技術の場合には申請者数は特許の価値にプラスの影響を与えている。これは、BEVの主要技術がバッテリーに関連するものであり、全体として従来の自動車メーカーが強みを持っている分野ではないことが理由であると思われる。なお、バッテリー技術の開発にあたっては、ほとんどの自動車メーカーが電機メーカーとの連携を選択している。例えば、トヨタと松下、日産とNECが共同でバッテリー技術の促進に当たっている。

VARIABLES	All_tech allcite5	BEV allcite5	HEV allcite5	Fuel allcite5
size	0.00538*** [0.001]	-0.01538 [0.021]	-0.01341* [0.008]	0.00785 [0.010]
claim	0.01303*** [0.000]	0.01 [0.007]	0.00881*** [0.002]	0.01072*** [0.002]
pub	0.01504*** [0.001]	0.07970** [0.032]	0.00891* [0.005]	0.00232 [0.007]
pat	0.00899*** [0.000]	0.01532 [0.012]	0.00619** [0.002]	0.01127*** [0.004]
pat_for	-0.00769*** [0.001]	-0.0088 [0.015]	0.00106 [0.004]	-0.00728 [0.007]
nu_applt	-0.04116*** [0.012]	0.28452* [0.163]	-0.04427 [0.070]	-0.04717 [0.058]
nu_inv	0.03401*** [0.002]	0.06714* [0.038]	0.01787* [0.010]	0.0151 [0.015]
toyota	0.27380*** [0.021]	0.41437 [0.262]	0.14877*** [0.053]	0.27882*** [0.092]
honda	0.04337* [0.023]	-0.05312 [0.245]	-0.01352 [0.062]	0.11784 [0.081]
nissan	0.29413*** [0.023]	-0.04353 [0.300]	0.0653 [0.069]	-0.0063 [0.119]
mazda	0.23290*** [0.047]	0.68509 [0.615]	0.51601 [0.393]	
ford	0.25906*** [0.031]	-0.34265 [0.332]	0.01111 [0.071]	0.1325 [0.143]
gm	0.37927*** [0.027]	0.17437 [0.536]	0.59058*** [0.083]	0.44858*** [0.129]
mitsubishi	0.55093*** [0.068]		0.20991 [0.187]	0.24703 [0.345]
volkswagen	0.36473*** [0.090]		0.19696 [0.220]	0.44127 [0.938]
bmw	-0.36262*** [0.092]		-0.03476 [0.294]	-0.71225 [1.101]
hyundai	-0.41147*** [0.060]	-0.23635 [0.618]	-0.24812 [0.253]	0.0091 [0.269]
peugeot	-0.15546 [0.154]		-0.10224 [0.413]	-0.93709 [0.619]
Dummy of year	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	94,181	292	2,475	1,501
Standard errors in brackets				
.01, ** p<0.05, * p<0.1				

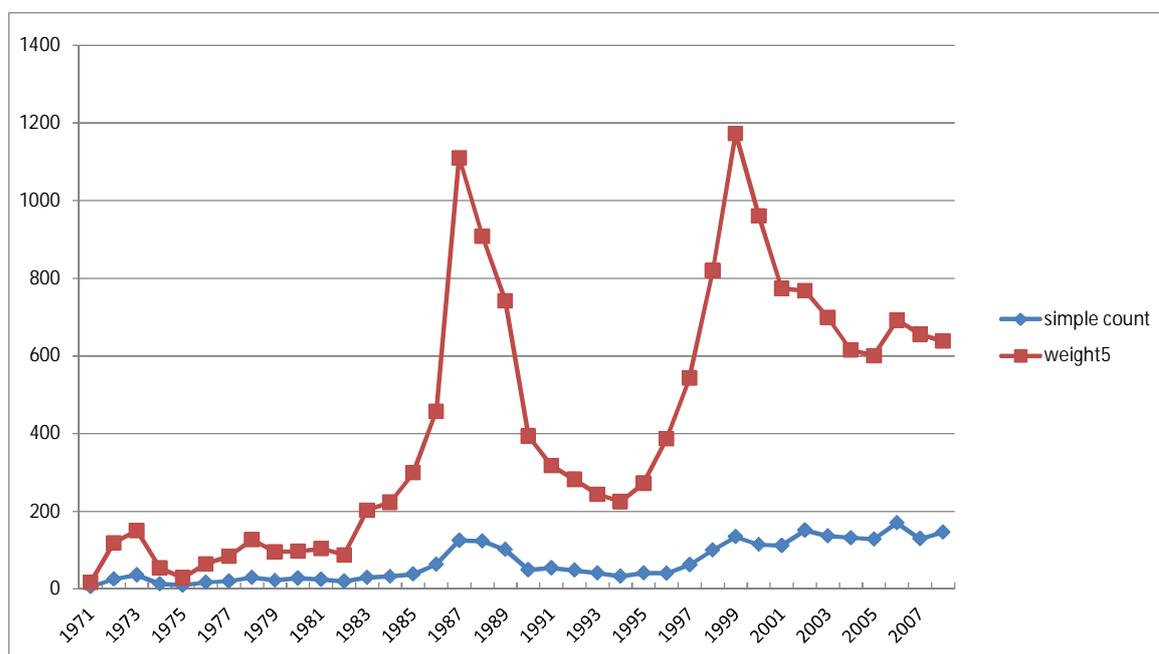
図表 99 企業別特許の価値分析

自動車メーカーに関して回帰結果が示していることは次の通りである。すなわち、ZEV 規制が課せられた「ビッグセブン」（クライスラーは破綻により名称が変更されており、クライスラーが申請した特許を特定することが困難なため、ここでは扱わない）はすべて、準拠集団と比べてより多くの被引用を得ている。特殊なケースは三菱である。三菱が申請した特許は他社からの引用率が最も高かった。しかし、我々が行ったインタビューによれば、三菱は従来のガソリン車にバッテリーを組み込んでいるが、同社は自社でバッテリーの研究開発を行っていなかったためである。BEV とガソリン車を同時に生産するためのこうした簡易な方法が注目を集め、高い引用率を得たものと思われる。またこれは、三菱が BEV そのもの、また HEV や燃料技術についても一切特許を保有していない理由でもある。なお、同社は近隣技術分野で基本特許を保有している。

HEV 技術に関しては、トヨタによる HEV 事業の著しい経済的成功にも関わらず、GM の特許はトヨタよりもはるかに価値が高い。これはトヨタが保有している技術の高度さを反映している可能性がある。GM の技術と比較して、トヨタの技術は模倣・吸収が難しいのである。燃料技術についても同じことが言える。

### 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

ここまで、主に ZEV 規制が特許価値に与える影響について規制の対象となった自動車メーカーに焦点を当てて論じてきたが、技術の質のみならず量においてもイノベーションの達成が必要となる。このことから、規制の影響を視覚的に確認するために特許の件数 と引用情報を加重した特許件数を比較した。



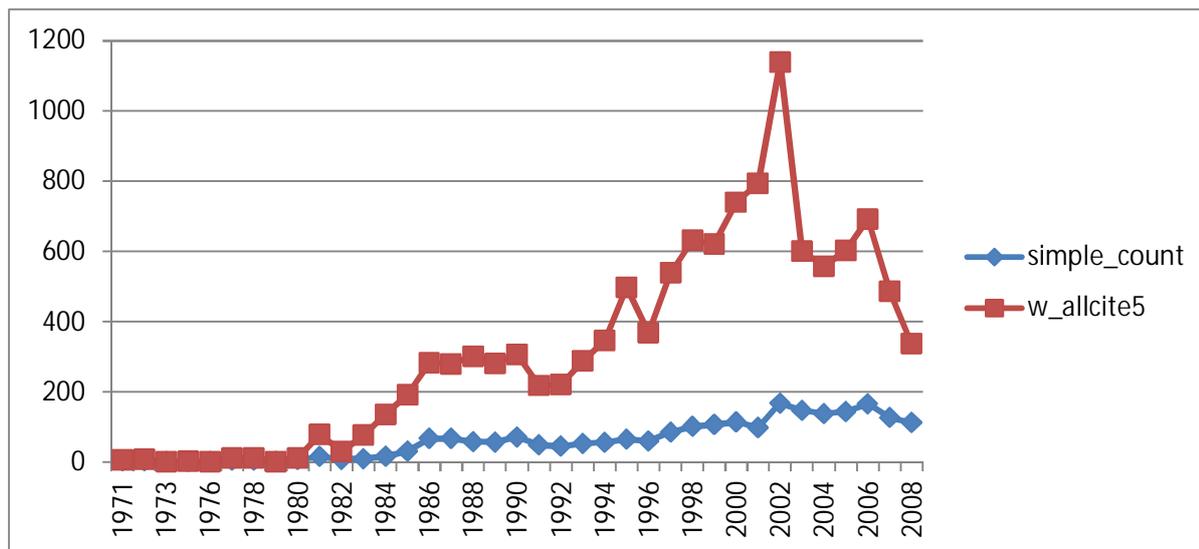
図表 100 : USPTO でトヨタが保有する特許の単純カウントと 5 年間引用情報を加重した特許件数の比較

上図に示しているように、特許数単純カウントはほぼフラットであるため明確な像がつかめないうが、加重した特許傾向ではトヨタの EV 技術開発における 2 つの波が確認できる。

トヨタによる EV 技術開発の第一の波は二度の石油危機によるものであった。その後、EV の研究開発はトヨタおよびトヨタグループの伝統的な関心領域・専門分野となっていった。この結果、トヨタは 1980 年代にはすでにこの分野で多くの主要技術を保有するようになっており、1980 年代半ばに最初のピークを迎えた。しかしこの取組みは 1980 年代の終わりに底を打った。実際、この時期のトヨタには大企業病の兆候があったとされており、人々は同社を「トヨタ銀行」などと揶揄していた。また、ほとんどの人々がこの技術は商用化には未成熟すぎると考えていたことも一因であった。しかしながら 1990 年代初め以降、EV への強力な後押しとなった ZEV 規制により、同社は再び継続的にこの分野に取り組み始めたのであった。

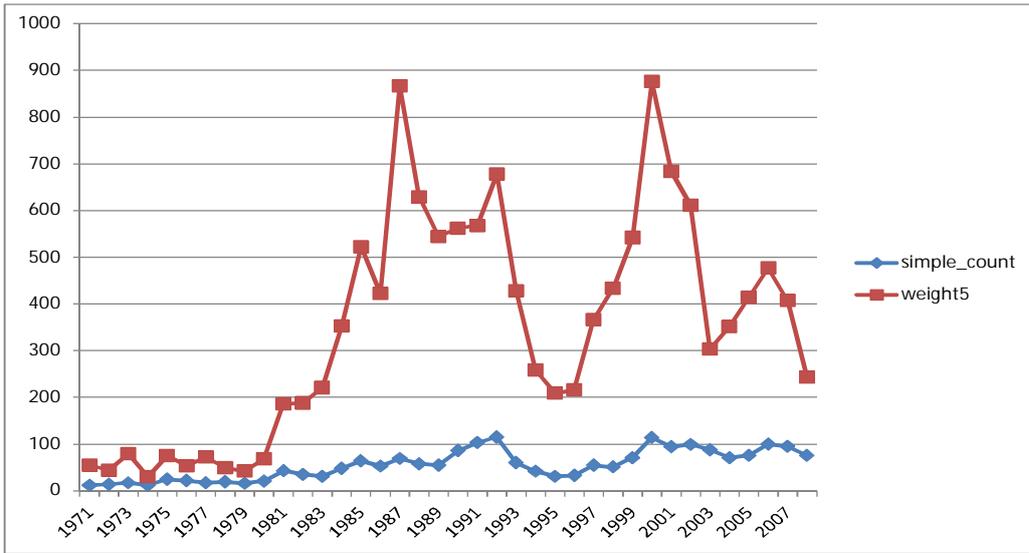
第二のピークは1999年に訪れていることが見て取れる。発明から特許公開までの時間差を考慮すれば、1990年代半ばにはトヨタはEV開発における重要なブレークスルーを経験していたと思われる。これは1997年のプリウス発表の成功とも一致する。

2000年以降にトヨタの加重特許トレンドが下降線になっているのは、恐らくは同社の特許の大部分がHEV技術関連であるために、EV関連のイノベーションが製品イノベーションからプロセスイノベーションへとシフトしていたことを示すものであろう。



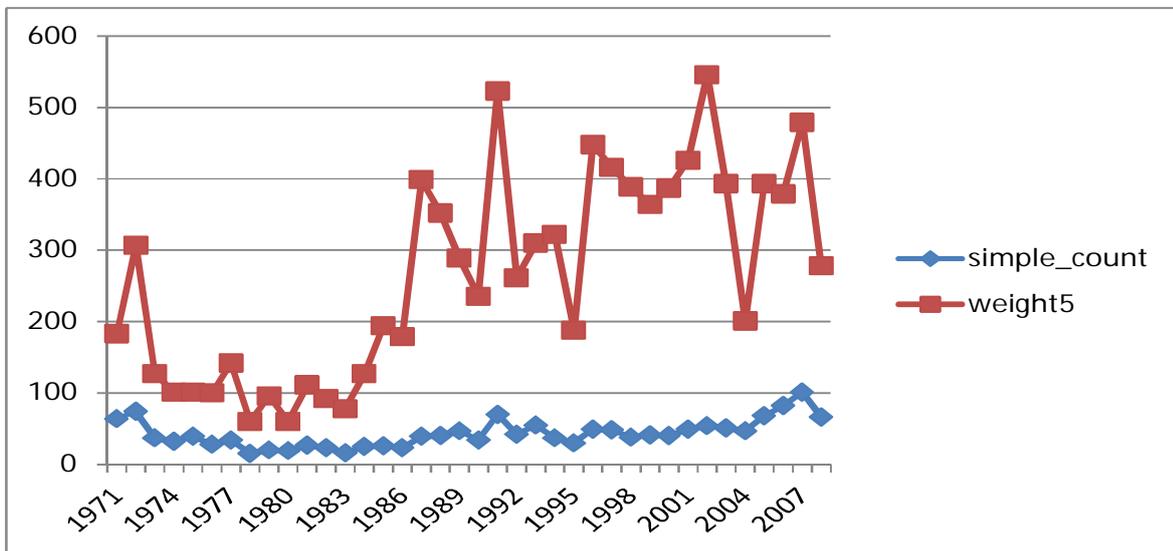
図表 101 : USPTO でホンダが保有する特許の単純カウントと5年間引用情報を加重した特許件数の比較

トヨタと比較して、上図に示すホンダはZEV規制導入後にこの分野での技術開発を開始している。ホンダは早くも1971年に革新的なエンジンを提案しており、意欲的な人物であった豊田英二も個人的に本田宗一郎を訪ねてホンダのエンジン技術のライセンスを求めたほどであった。しかしホンダはこの「大きな成功」の後、ZEV規制が導入されるまで代替技術開発に多くの労力を割かなかった。1990年代、ホンダは比較的軽量の車両と先進のエンジンによって市場に高燃費自動車を提供していたのであるが、図に示しているように、この1990年代における加重した特許トレンドではEV技術に関してはホンダがトヨタを追いかけていることが示されている。しかしホンダは1999年に「インサイト」の名称でHEV自動車を商用化し、なんとか日本市場以外で最初のHEVメーカーとなることができた(Pohl & Yarime, 2012)。このことは、図101に示しているように、1990年代終わりに加重特許という点においてホンダが最高のイノベーションパフォーマンスを見せていることと一致している。

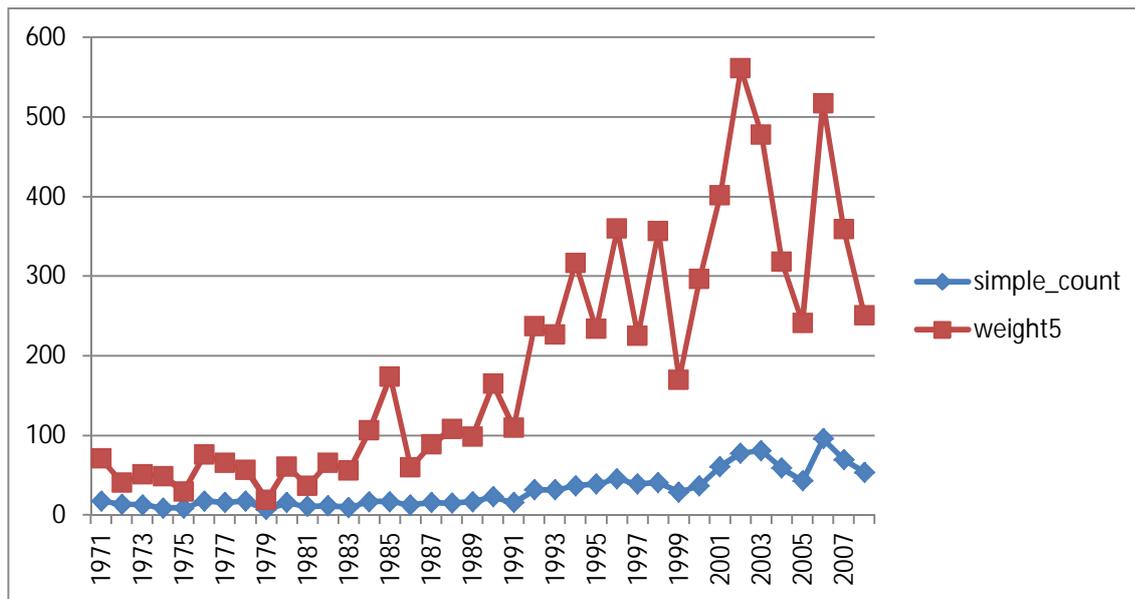


図表 102:USPTO で日産が保有する特許の単純カウントと5年間引用情報を加重した特許件数との比較

上図からは、日産が1980年代から積極的に代替技術の開発に従事しはじめたことが分かる。この期間は、1990年代までに日産が技術の世界一を目指すとした「プロジェクト901」ともきれいに一致している。しかしながらこの取り組みは、1980年代の終わりから1990年代初頭にかけて日産が財政危機に見舞われた時期に衰退した。規制が導入された後、特に1997年のプリウス発表後に、日産はEV技術への注力を再開している。



図表 103:USPTO でGMが保有する特許の単純カウントと5年間引用情報を加重した特許件数の比較



図表 104: USPTO でフォードが保有する特許の単純カウントと5年間引用情報を加重した特許件数の比較

上図に示しているように、GM は 1980 年代から EV 技術分野で優れたパフォーマンスを見せており、その後カリフォルニアで開催されたモーターショーにおけるコンセプトカー発表のエピソードと共にピークを迎えている。しかしパフォーマンスはジグザグ状になっており、同社の不安定な財務状況を表している。一方フォードは、図に明確に示されている通り、規制導入後に EV に対して相当な取り組みを開始している。

日本の自動車メーカーには米国のメーカーのような揺らぎはなかった。これは日本企業のイノベーション活動の粘り強さを表すものであろう。しかし一方で、このことは日本の自動車メーカーが米国の自動車メーカーほど米国現地政府の立法に対してロビー活動を行う力がなかったという事実に起因している可能性もある。結果として、このような不利が日本の自動車メーカーの企業家精神を促進し、今日のイノベーションの成功につながっているのかもしれない。

### 3.3.5 EV のイノベーション・パフォーマンスの判定

選択した 6 社の大手自動車メーカーによる代替技術イノベーションパフォーマンスを判定するため、我々は特許データセットを企業の財務データベースに結びつけ、独自のパネルデータセットを構築した。図表 105 には、売上と研究開発がイノベーションパフォーマンスにマイナスの影響を与えているという驚きの結果が示されている。これは、財務状況が良く研究開発費が大きい状況であっても企業はこの種の代替技術の研究開発を行わない、すなわち外部からの圧力がなければこの種のイノベーションは推進されないということを示唆している。また、これまでの図表を見ると、対象企業中でトヨタが最も高いイノベーションパフォーマンスを見せているが、サンプル数が 15 しかなかったことで財務データベースには直近 10 年間の情報しか入っておらず、この推計が正しいと結論することはできない。適切な財務データベースを用いて我々の特許データセットと結びつけ、本仮説を検証することで本研究をさらに進める必要がある。



### 3.4 結論

日本経済への波及効果が期待される 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分析を行った。特筆すべきは、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、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。

日本政府は 1970 年代に米国の例をならって急速に排出量規制を導入したが、カリフォルニア州の ZEV 規制への追随は早くなかった。本研究は ZEV 規制と EV 技術におけるイノベーションパフォーマンスの関係性を検証するものであり、本研究では、規制によってニッチ市場が形成される場合があること、規制の影響が十分に大きければ技術の発展が促進されることが示された。

同じ環境規制導入した場合でも、強く反応する企業もあれば、反応しない企業もある。そして、企業によって反応する技術分野としない技術分野がある。それは技術自身の成熟度、またそれぞれ企業の技術の蓄積と大きく関係している。

個々の自動車メーカーの技術分野を見た場合、どこも BEV 技術を重要視しなかったが、これは、BEV 技術自体が実用化に遠いことを表わしていると考えられる。その技術自体が伝統的な大手自動車メーカーの強い技術領域ではないと推定できる。そのため、最初に ZEV Mandate において BEV だけにターゲットを絞って指定したことは不適切であったことを示唆した。

そして、政策的にいくら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かどうかは、個々の企業の技術の軌跡に頼る部分が大いことが明らかである。たとえば、GM が HEV および燃料電池技術を重要視したのに対し、同じ米国のメーカーであるフォードはほとんど反応していないし、また、同じく HEV の実用化に成功したトヨタとホンダもそれぞれの技術を重要視する度合いは異なっている。

さらに、企業が商品化する時期もそれぞれである。現実的に商品化されていないからと言っても研究開発は着実に実施し、別の技術のルートを通じて、実用化を狙っていることも考えられる。たとえば、マツダの場合、現時点で BEV と HEV は商品化していないが、他の EV 関連技術を重要視し、別の軌道（例、エコディーセルやロータリーハイブリッド）で商品化する戦略をとっていることが示唆された。

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、規制や政策を策定する必要があると考えられる。特にいくつかの技術の選択肢があり、それぞれの技術がまだ未熟な開発段階で、不確実性の高い段階において、政策として意図的に特定の技術や企業を取り上げて成功者を選ぶ（pick winner）することは不適切であろう。

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過去の軌跡を念頭に入れる必要があることを示唆した。

最後に、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ものに対し、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。

## 4 . 中国 EV 特許分析および中国市場の洞察

### 4.1 EV に関する中国の国レベルの政策動向

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や科学技術の飛躍的發展を世界に示した。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、政府の推進する力強い政策があったことの結果でもあると言える。2006年にイノベーション型国家建設のマクロ目標を明確に打ち出してから、2008年に「国家知的財産権戦略綱要」の発表、2009年の第三回「特許法」、2010年第二回「特許法実施細則」、2010年「特許申請指南」など特許に関わる法律法規の改正するまで、中国政府は複数の政策措置の策定によって独自イノベーションを激励し、独自知的財産権の保有を激励し、イノベーション活動全体のために支援を行ってきたのである。このような知的財産権戦略は中国の知的財産権制度の自主的な運用により経済の発展と社会の成長を促進する重要な国家戦略であった。また、中国の独自革新能力の強化、社会主義市場の経済体制のさらなる改善、企業の市場競争力の強化と国家の核心的競争力の向上、対外開放の拡大の面でも有利であると認識されてきたのである。

#### 4.1.1 特許協力条約 (PCT) について

特許協力条約 (Patent Cooperation Treaty、PCT) は、複数の国において発明の保護 (特許) が求められている場合に各国での発明の保護の取得を簡易かつ一層経済的なものにするための条約である。同条約は、1970年に協定され、1978年に効力を発しはじめた。中国は、1994年1月1日にこの条約に加入し、正式なメンバー国となっている。中国知的財産権局 (特許庁) も、PCT 受理局、PCT 調査局および PCT 予備審査局となっている。

1994年の中国の PCT 出願件数は 103 件であったが、世界知的所有権組織 (WIPO) の最新の統計データによると、特許協力条約 (PCT) に基づく中国の国際出願は 2009 年から、連続 3 年間加速度的に増加し世界の首位に位置している。2012 年の中国の出願件数は 1 万 8627 件で、アメリカ、日本、ドイツ、中国がベスト 4 を占めている。

図表 108 . 2004 年 ~ 2012 年における中国の PCT 特許の出願件数の推移



出典：中国国家知的財産権局 [http://www.sipo.gov.cn/yw/2012/201203/t20120314\\_651914.html](http://www.sipo.gov.cn/yw/2012/201203/t20120314_651914.html)

図表 109 2012 年国際特許出願数の状況

順位	国別	PCT 出願件数
1	アメリカ	51,207
2	日本	43,660
3	ドイツ	18,855
4	中国	18,627
5	韓国	11,848

出典：日本特許庁 <http://www.jpo.go.jp/index/toukei.html>

また、2012 年の企業別の国際特許出願件数ランキングでは、中国通信大手の中興通信（ZTE）が前年に続き首位を位置している。第 1 位と第 4 位に中国企業がランクインし、全世界の PCT 出願においても中国が台頭してきていることが明らかとなった。これらの統計データに基づいて解析すると、中国の技術革新がアメリカ、日本、ドイツなど国に比べて最も急速に進んでいることが判る。

図表 110 2012 年企業別の PCT 出願件数の状況

順位	国別企業名	PCT 出願件数
1	中国 中興通信(ZTE)有限公司	3,906
2	日本 パナソニック株式会社	2,951
3	日本 シャープ株式会社	2,001
4	中国 華為技術有限公司	1,801
5	ドイツ ロバート・ボッシュ	1,775
6	日本 トヨタ自動車株式会社	1,652
7	米国 クアルコム株式会社	1,305
8	ドイツ シーメンス	1,272
9	オランダ 株式会社フィリップス エレクトロニクス	1,230
10	スウェーデン エリクソン	1,197

出典：日本特許庁 <http://www.jpo.go.jp/index/toukei.html>

上述したように中国が 2009 年から一気に国際出願件数が増加した原因について、中国社会科学院知的所有権センターの張玉瑞研究員は、「『第十一次五カ年計画』以降、中国の各レベル（省、市）の政府関係部門による一連の PCT 出願奨励及び支援政策の発表、実施は大きな推進作用を果たし、企業と地方の発明に対して良好な政策環境とイノベーションの基礎を作った」と分析した<sup>37</sup>。このように、PCT 特許の出願件数の増加は、中国政府が自国企業に多くの特許取得を奨励し、特に国際出願を行うために様々な促進策を施行してきたことが明らかである。そのほか、中国企業の研究開発への投資や海外直接投資の増加、特許制度の整備等が PCT 出願の増加をもたらしたという理由もある。

<sup>37</sup> [http://www.sipo.gov.cn/yw/2012/201301/t20130118\\_783400.html](http://www.sipo.gov.cn/yw/2012/201301/t20130118_783400.html)

#### 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

##### ・中国におけるイノベーション型国家建設の概観

「国家知的財産権戦略綱要」（以下「綱要」という）の制定のきっかけとなったのは、2002年11月6日の中国共産党第16回党大会報告で、当時の江沢民国家主席が「知的財産権制度をより健全なものに」の発言である。その後、2006年度における「第11次5ヵ年」計画要綱では、科学技術体制改革の統一計画とシステムの推進を強化し、社会全体の科学技術資源の効率的配置と総合集約の促進、科学技術成果の現実生産力への転化の加速化、各種イノベーション主体の活力を喚起し、ブレークスルー的な進展を獲得し、全面的に国家イノベーション体系建設を推進するというイノベーション型国家建設のマクロ目標を明確に打ち出した。これに基づいて、中国の科学技術活動は「自主的にイノベーションを行い、重点的に乗り越え、発展をサポートし、未来を導く」という指導方針に従って、中国の特色ある自主イノベーションの道を確認として歩み、自主イノベーション能力の向上を全科学技術活動の最重要課題と位置づけられた<sup>38</sup>。

また、2007年10月22日の中国共産党第17回党大会の報告は、独自革新能力を高め、革新型国家を建設することを極めて重要なこととして言及し、これが国民経済の良質で速やかな発展を促進するための最も重要な任務で、国家発展戦略の核心、総合国力強化の鍵と明確に位置づけた。「綱要」の発表と実施は、第17回党大会の精神を体現するもので、革新型国家の建設に関する重要な戦略決定である。

##### ・「国家知的財産権戦略綱要」の制定

上記のようなイノベーション型国家建設のマクロ目標の国家方針に基づいて、「国家知的財産権戦略綱要」が国務院、中国科学院など各関係部門の連携により作成され、2008年6月に公布された。

「国家知的財産権戦略綱要」の制定と実施は、中国の経済発展の過程におけるマイルストーンである。ここの二十数年の経済発展において、産業構造の急激的な変化への対応、集約型の労働体制からの脱出、自然資源の消費による発展モデルの変更、国家核心競争力の増強などのような、中国の経済発展において解決に急を要する問題も出てきた。これらの問題を解決するために、中国の経済はより多くの知的労働によるイノベーションの成果に頼り、創新型の国家を建設し、経済の持続的な発展を達成させることが必要である。これは市場経済の主体である企業に対して、積極的な技術革新の推進、文化作品の創作の促進、商標や商号の使用を求めるものである<sup>39</sup>。

「国家知的財産権戦略綱要」は、その目標として、5年以内に知的財産権のレベルを大幅に引き上げ、特に、中国国内における特許申請申請件数と年度の授権件数が世界の前列に入ること、国外の特許出願が大幅に増加することである。また、2020年までに知的財産権の創造・活用・保護・管理の能力を向上させイノベーション型国家を構築し、小康社会を構築することを目指している<sup>40</sup>。

「国家知識財産権戦略綱要」は、知的財産戦略目標をはじめ、戦略目標を達成するために、次の五つ重要な項目を示した。すなわち、知的財産制度の改善と充実； 知的財産権の創出と利用促進； 知的

<sup>38</sup> 「自主创新：转型发展的中国追求——十六大以来重大战略述评之二」

[http://www.most.gov.cn/yw/201210/t20121026\\_97429.htm](http://www.most.gov.cn/yw/201210/t20121026_97429.htm)

<sup>39</sup> 「国家知的財産権戦略綱要」を参照。

<sup>40</sup> 「国家知的財産権戦略綱要」の序言を参照。

財産権の保護強化； 知的財産権の濫用防止； 知的財産文化の形成という重要項目を示した。また、知的財産戦略目標を達成するために、次のような施策を示した。すなわち、「知的財産戦略目標を達成するために、知的財産権の創出力の向上、積極的な権利活用に対する奨励、関連する法制度の整備充実、法の執行力の強化及び行政管理能力の向上、さらに知的財産に関わる人材育成並びに対外交流活動の拡大をはかる。」

さらに、特許、商標、著作権、商業秘密及び植物新品種の創出、保護と運用管理について、具体的な施策をそれぞれ示した。例えば、特許に関して、具体的に次のような施策ポイントを示した。

国家戦略が求めた技術分野、例えば、生物医薬、情報、材料、製造技術、環境及び新型エネルギー、交通、航空宇宙産業において独自の技術と特許を保有し、ハイテク産業と新興産業の発展を促進する。

標準化に関わる施策を促進し、標準技術に特許を取り込む基準作りを進めるとともに、企業及び業界団体による国際標準の制定への参加を支援する。職務発明制度を改善し、職務発明の創造意欲を高めながら、特許権の実施を促進する利益の配分方を講ずる。特許審査制度を改善し、審査の質を向上させ、特許権の質を高める。特許権の保護と公衆利益の均衡を保ちつつ特許権の保護を強めるとともに、強制実施許諾制度を改善し、関連する政策、法規定を制定し、緊急時に公衆が必要な特許製品またはサービスをスムーズに受けられることを保証する。

### ・特許法に関わる各法律法規の改正

このように、中国は「イノベーション型（創新型）国家建設」というマクロの目標の下に、「国家知識財産戦略綱要」が打ちだされ、知的財産権の創出、運用、保護及び管理能力を高め、創造型国家を建設し、社会経済を発展させるという目標を掲げ、科学技術力の一段の強化を国の重要な政策と位置づけている。これらの戦略に基づいて、知的財産権に関わる法律法規である特許法と特許法実施細則の改正は、創造能力を高め、特許権の保護を強めることにより、技術革新の促進と中国の国際的競争力の向上と経済の高速発展に伴い知的財産の重要性が認識された結果としての能動的な改正とも言える<sup>41</sup>。これらの法律法規における海外特許の申請に関わる規定の改正と充実も PCT 出願を促進する政策の一環でもある。

#### 第三回特許法の改正

中国の特許法<sup>42</sup>が 2008 年 12 月改正され、2009 年 10 月 1 日より施行される。中国特許法は、1985 年 4 月の施行以来、1992 年、2000 年と 2 度大規模な改正を経て、今度が第 3 回目の改正となる。1992 年の改正は中米の間で締結した知的財産権覚書における中国の承諾の履行によるものであり、2000 年の改正は、WTO の加入にあたり、国内法レベルで TRIPs 協定における義務を適正に実施するためのものである。これまでの改正は、中国特許制度の国際調和化を目的とした改正であったが、今回の第三次特許法改正は中国の産業政策を強く意識した中国独自の特徴を有する内容となっている。

第三次特許法改正の主要な目的は、「革新型国家の建設へ向け、自主创新能力を高める」を目標とし、国家のイノベーション能力をさらに向上させるために特許権の保護の強化を図ることにあるが、そ

<sup>41</sup> 「条法司司长尹新天解答与全国人大常委会关于修改专利法决定有关的问题」

<http://www.sipo.gov.cn/zxft/zlfxg/http://www.sipo.gov.cn/zxft/zlfxg/>

<sup>42</sup> 特許（中国語で「專利」と言う）特許・実用新案・意匠の 3 つの分野を含む。

の一方で、特許権の濫用を防止し、公正な競争のための市場秩序と公衆の合法的権益を維持することが強く意識された改正も多く含まれている<sup>43</sup>。例えば、独自技術の開発の促進、無審査方式（実用新案・意匠）弊害の軽減、法律の安定性の維持とその適応性の向上、司法保護の補強、特許権者の利益と公衆の利益との調和、知財制度の国際調和、国際問題への対応策を重要項目としていた。

PCT 出願に関する第三回特許法の改正においては、同法第 20 条第 1 項には、「あらゆる企業又は個人<sup>44</sup>が中国国内で完成した発明又は実用新案について、外国に特許を出願する場合、まず国務院専利行政部門に秘密保持審査を受けなければならない」と規定されている。すなわち、中国で完成した発明または実用新案であれば、出願人の国籍を問わず、外国に出願を行う前に中国国務院専利行政部門（特許法における国家知識産権局、即ち特許庁の表記である）に秘密保持審査を申請し、その許可を得てから外国に出願することができる。この条項は中国国内で完成された発明を特許にする場合、最初に中国に出願する必要をなくし（改正前の旧法では必要ありと規定した）、他国（例えばアメリカ）に直接出願することを認めている。しかし、外国への出願に先立ち、出願人は国家機密保護を目的とした審査を受けるために該当発明を SIPO に届け出なくてはならない。この審査要件に違反した場合は中国で特許権を取得することは出来ない。「中国国内で完成された発明」に関する法的定義はないが、一般的には中国の発明家と中国以外の国の発明家とが中国国内において共同開発した発明というのが要件と理解されている。

## 第二回「特許法実施細則」の改正

「特許法実施細則」は 2001 年 6 月 15 に公布され、2002 年 12 月 28 日「国務院による『中華人民共和国専利法実施細則』の改正に関する決定」に基づき第 1 回改正を経て、2010 年 1 月 9 日「国務院による『中華人民共和国専利法実施細則』の改正に関する決定」に基づき第 2 回改正を行った。

第二回の改正では、特別に「第十章 国際出願に関する特別規定」を加え、特許法第 20 条の規定に基づき、特許協力条約（PCT）に基づく特許の国際出願の提出を受理することにかかわる事項を詳しく規定されている。すなわち、特許協力条約に基づいて提出しかつ中国を指定した特許の国際出願が国務院特許行政部門による処理の段階への移行に係わる条件と手続きは本章の規定を適用するものとする。

### 知的財産権局 2010 年「特許審査指南」の制定

国家知識産権局 2010 年「特許審査指南」では、「第三部分 国内段階に移行する 国際出願の審査」に関する規定を定めている。

すなわち、特許協力条約（即ち PCT）に基づいて提出された国際出願で、中国における発明専利又は実用新案専利による保護を受けたいを明記した場合は、国際段階の手続きを完了後に、特許法実施細則 103 条、104 条の規定に基づき、知的財産権局で中国国内段階移行（以下、国内段階移行という）手続を行うことにより、国内段階移行手続を開始しなければならない。国内段階移行手続には、特許協力条約の許容限度内で行われる方式審査と国内の公開、国際調査と国際方式審査の結果を参考に行われる実体審査、査定又は却下、及び生じえるその他の手続きが含まれる。同章では、国際出願の国内段

<sup>43</sup> 「専利法修改施行带来五大变化」[http://www.sipo.gov.cn/mtjj/2009/200910/t20091013\\_477725.html](http://www.sipo.gov.cn/mtjj/2009/200910/t20091013_477725.html)

<sup>44</sup> 中国特許法には、「単位」及び「個人」との表記が用いられるが、「単位」とは法人と法人格を有しない団体、組織も含まれ、「個人」とは自然人のことをいう。本文中には、便宜上特許法における「単位または個人」との表記を「企業または個人」と表記するが、中国特許法では単に「企業と個人」より広く解釈されるべき点に注意 15 されたい。

階移行となる条件の審査、国内段階移行における国際出願の方式審査及び国内段階移行における国際出願の事務処理などの内容に関わっている（序文より）。

#### 4.1.3 PCT 出願を促進する政策

イノベーション型国家を建設するために、2009年から中央政府及び地方政府は、「国家知識産権戦略綱要」に掲げた知的財産戦略にあわせて、知的財産権の創出活動について、それぞれ特許出願支援政策を制定し、実施してきた。国家知的財産権局の統計によると、2009年では、PCT出願への財政的支援件数が1146件、支援資金5285万元が拠出された<sup>45</sup>。各地方政府も積極的に対応して、様々な支援策を打ち上げ、地方財政もPCT出願への財政的支援を行っている。現在、この2.3年における中国のPCT出願件数の増加は中央政府の財政支援政策の誘導作用と推進作用が現れ始めていることの証であるといえよう。

##### (1) 中央政府の支援政策

「外国出願助成金管理弁法」の実施と内容

国家財政部は2009年9月27日に「外国出願助成金管理暫定方法」を公示し、国際特許出願を支持する資金を設置し、国内の中小企業、事業機関、科学研究機関などの国際特許出願に資金面でのバックアップを与えた。中小企業及び研究機関の国際出願に対する財政支援に力を入れ、中長期業の実質的な負担を軽減することにより、中小企業などの国内の申請者が国際特許を積極的に出願するよう奨励している。

「外国出願助成金管理暫定方法」によると、支援の対象は国内の中小企業及び研究機関であり<sup>46</sup>、これらの支援対象が国際出願を行った場合、出願から権利付与三年以内の官庁費用、調査費用及び代理人費用を国が援助することになっている。具体的には、国際出願について、指定国毎に最大10万元（約130万円）、最大5ヶ国まで援助金を支給する。

特許の申請対象につき、次のような条件を満たなければならない<sup>47</sup>。

- (1) 中国の産業の優位を發揮することに役立つ、国際競争力を備えること；
- (2) 国際市場の開拓、あるいは国際市場占有率を拡大する見込みがあること；
- (3) 特許技術の製品の予想は国際市場の容量が大きくて、将来性が良いこと；
- (4) 中国の優位にある企業が核心技術を持つことに役立つ；
- (5) 国際技術基準の制定に参加する見込みがあること；
- (6) 国家の知的所有権戦略の需要の方向誘導に合って、自主的創造能力の向上を役立つこと。

<sup>45</sup> 国家知的財産権局特許管理司副司长雷筱云の発言より。

<http://news.163.com/10/0527/15/67N0AGMV000146BC.html>

<sup>46</sup> 「外国出願助成金管理暫定方法」によると、支援対象の認定について、中小企業の場合、国家経済貿易委員会、旧国家発展計画委員会、財政部、国家統計局の「中小企業標準に関する暫定規定」（国経貿易中小企業[2003]の143号）に基づいて認定されたこと。事業単位の場合、国家機関編成部門から発行された事業単位法人証明書を持っていること。科学研究機関は工商部門、民政部門に登録された独立法人部門であること。企業法人、国家事業単位法人、あるいは民営非企業法人である。

<sup>47</sup> 2009年10月21日「国家知识产权局有关部门解答中央财政2009年度资助向国外申请专利的有关问题」

[http://www.sipo.gov.cn/zcfg/zcjd/200910/t20091021\\_478317.html](http://www.sipo.gov.cn/zcfg/zcjd/200910/t20091021_478317.html)

2009年から三年間の執行状況に基づいて、財政部は、財政資金の効果と資金管理を更なる発揮と強化のために、2012年4月14日に2009年の「外国出願助成金管理暫定方法」を改正し、“暫定”という語を削除し、新しい「外国出願助成金管理弁法」を公布した。

改正された「外国出願助成金管理弁法」では、「外国出願助成金管理暫定方法」の支援資金の内容について変わっていないが、外国特許出願への支持対象について、PCTルートの出願のほか、パリールートの出願も加えた（同弁法第2条）。また、資金の支持対象について、主に、国家知的所有権戦略の需要の方向誘導に一致し、自主的イノベーション創造能力の向上に役立つ、中国のハイテク産業と新興産業の発展の技術の領域を支える方向の技術であると定められている（同弁法第3条）。

#### 宣伝と国家知的財産権局により具体的措置の展開

2009年10月12日に、国家知的財産権局は、北京で「全国外国出願助成の工作会議」を開催し、國務院の20の部門、各地方知的財産権局の代表者、国内の中小企業、科学研究機関などに向け、海外での特許出願を支援する政策の宣伝を行った<sup>48</sup>。

これにより2010年度の国際出願への支援資金をめぐる申請・報告作業が全面的に始動するとともに、集中的な研修が行われた。

PCT出願のための支援資金を合理的に実行するために、国家知的財産権局は、次のような具体的措置を展開している<sup>49</sup>。

- (1) 全国の知的財産権局で申告システムを創設すること。国家知的財産権局は専門の機構を設立し、具体的作業を担当する；省級の知的財産権部門も国家知的財産権局の要求に応じて関係する担当機構を設立し、従業員を明確にすること；この基礎に基づいて、国家知的財産権局は省級の知的財産権部門との間の連動作業の構造に動き出し、同時に省級の知的財産権部門に管轄区域の内に次第に省、市、県との連動作業の構造の動き、下部の知的財産権部門が申告の過程中に重要な協力効果を十分に発揮することを求めている。
- (2) 中央部・委員会（部門）の方面で申告の疎通、調整の構造システムを創立すること。中央部門の申告を行うため、関連する担当者を確認し、情報の交流の構造システムを創立したこと。
- (3) 国家知的財産権局のウェブサイトの上で「外国出願援助コラム」（資助向国外申请专利工作专栏）を設立すること。集中的にポリシーファイルを発表すること；申請書のダウンロードサービスを提供する；問い合わせの電話と電子郵便箱をの公表、そして専門の従業員を手配し、申告者に相談サービスを提供すること。
- (4) 関係する業界の協会、特許代理機構などの機関と協力し、中小企業などに向け、中央の財政の出資援助の政策を解説し、宣伝すること。

国家知的財産権局は国家の産業、科学技術の政策をめくって、外国の特許の発展状況を研究して、外国特許の重点領域の指南と指導目録を編集整理して、積極的に特定項目資金の政策の誘導作用を発揮し、

<sup>48</sup> 国家知的財産権局 [http://www.sipo.gov.cn/yw/2009/200910/t20091012\\_477497.html](http://www.sipo.gov.cn/yw/2009/200910/t20091012_477497.html)

<sup>49</sup> 2009年10月21日「国家知识产权局有关部门解答中央财政2009年度资助向国外申请专利的有关问题」  
[http://www.sipo.gov.cn/zcfg/zcjd/200910/t20091021\\_478317.html](http://www.sipo.gov.cn/zcfg/zcjd/200910/t20091021_478317.html)

企業などの市場主体に海外で知的所有権を得るように激励して、中国の国外の特許出願の数量と品質を高めるを行う。

また、国家知的財産権局は、PCT 出願プロジェクト調査グループを設立し、各地の知的財産権局の PCT 出願担当の部門と交流会や研究会などを行い、積極的に現地の PCT 出願の状況と出願企業の意見を調査し、PCT 出願の支援政策の向上と強化について行っている。

## (2) 各地方政府の支援政策

中央政府の支援制度のほか、各地方政府もそれぞれ独自の知的財産権創出支援政策を打ち出した。ここで北京市、広東省及び上海市を例に、それぞれの支援政策を紹介する。

### 北京市政府の支援政策

2008 年 6 月 25 日、北京市知的財産権局は、「北京市特許申請出願援助金管理暫定方法」（以下「出願援助暫定方法」という）を公布した。同暫定方法第 7 条「援助範囲」では、PCT 出願またはその他のルートで外国で特許を申請する場合の出願費用に対する援助に関する内容を新しく規定されていた。この条文の新設は、2007 年 6 月の北京市知識産権局と中関村サイエンスパーク管理委員会の「中関村国家知識産権模範園区外国特許出願援助弁法」による北京市中関村の研究機関、企業などの外国特許出願の支援政策に基づいて、制定されてきたのである。すなわち、外国特許出願に対し、中関村サイエンスパーク以外に、北京市範囲で北京市から財政的援助を得ることができるのである。

北京市の出願援助暫定方法第 10 条によると、北京市に登録した企業が外国出願を行った場合、次のような助成金の援助を受けられる。すなわち、国際出願では、国際段階で 1 出願につき 1 万元、各国段階で 1 ヶ国につき 1 万元の助成金が支給される。その他のルートで外国出願を行った場合には、1 出願（1 ヶ国）につき 2 万元の助成金が支給される。また、1 発明につき数ヶ国に特許出願をした場合、最大 5 ヶ国まで助成する。かつ、1 企業につき年間最大 5 0 万元の助成金を受けられる。出願者は年度内（1 月 1 日～12 月 31 日）に外国で 10 出願以上を行った場合（10 出願を含む）、年度内に授権された発明特許に対し、1 項毎に再び 1 万元を支援する。

### 広東省

広東省の場合、2007 年 9 月 17 日に施行されてきた「広東省知的財産権局、財政庁外国特許出願援助方法」<sup>50</sup>によると、「外国特許出願の財政上の補助政策は、広東省知的財産権局が省財政庁と共同協力することによって、広東省の企業の外国特許出願の実際の状況に基づいて、年度支援資金の出資総額を確定し、各市レベルの知的財産権局が年度資金の出資総額の範囲内に、同市の外国特許出願の順序に対し、援助を行うことである」（同方法第 3 条）。なお、同方法では PCT 出願について明文の規定が設けられていないが、外国で特許の授権を獲得する場合の支援の金額につき、同方法第 9 条では、「米国、日本とヨーロッパ国家の発明特許の授権を獲得する場合、1 項を 3 万元。その他の国家の発明特許を獲得する場合、1 項を 2 万元。外国の実用新型、工業製品外観デザインの授権を獲得する場合、1 項を 5000 元。以上の出資援助は 2 ヶ国あるいは地区に限られている」と設けられている。

<sup>50</sup> 広東省人民政府 [http://www.gd.gov.cn/govpub/bmguifan/200809/t20080910\\_65293.htm](http://www.gd.gov.cn/govpub/bmguifan/200809/t20080910_65293.htm)

同方法第 10 条では、地元（市レベルの知的財産局）に財政支援政策がある場合、申請者が同地元で申請しなければならない。例えば、2011 年 9 月 22 日の「深セイ市知的所有権専門資金管理方法」<sup>51</sup>では、深セイ市に登録した企業が外国で特許の授権を獲得する場合、出願国別によって、一回で支援し、最大 2 ヶ国、同一申請者（企業、集団を含む）の年度支援総額が 2000 万元まで。具体的に、米国、日本とヨーロッパ国家の発明特許の授権を獲得する場合、1 項に 5 万元を支援する。その他の国家の発明特許を獲得する場合、1 項に 3 万元。PCT 出願について、企業の場合、1 出願が 1 万元、個人の場合、1 出願が 6000 元となっている。

### 上海市

上海市知的財産権局と財政局は 2012 年 6 月 29 日に新しく改正された「上海市特許助成弁法」を公示した<sup>52</sup>。これは、上海市の企業と個人に対する国内及び外国出願の援助政策である。同方法第 13 条によると、上海市に登録されている企業、または上海市の戸籍を持つ個人が外国出願の場合には、1 ヶ国につき 3 万元、最大 5 ヶ国まで助成金が支給される。支援の項目は、特許審査機構に支給する官庁費用と国内代理機関のサービス費用である。同一申請者の毎年度獲得する国外の特許出資援助総額が 100 万元以内である。

上述の「上海市特許助成弁法」に基づいて、浦東新区科学技術委員会は、2012 年 12 月 24 日に、新しい「浦東新区科技發展基金知的財産権助成金実行細則」を公布した<sup>53</sup>。外国特許出願の支援の場合、PCT 出願について、1 出願につき 7500 元；その他の国の出願（PCT 出願段階の国家段階を含む）で 1 ヶ国につき実際発生費用の 50%の補助を支給し、1 項が 1.25 万元以内の助成金が支給される。また、ハイテク領域に対し、外国特許の授権を獲得する場合、授権の日から連続 3 年間 50%の年間費用を補助し、1 項につき 1.5 万元以内を助成する。かつ、1 企業に対し、年間最大 25 万元以内の助成金を受けられる。

### ・効果と問題点

このように、イノベーション型国家の建設、「国家知識産権戦略綱要」に掲げた知的財産戦略目標を達成するために、中央政府及び各地の地方政府がそれぞれ支援政策を打ち出した。これらの政策の内容は地域によってそれぞれ異なっているが、国内または外国出願に対して、官庁費用分またはそれに相当する金額の資金援助を規定している。また、PCT 出願に対して、1 出願につき、5000 元～1 万元の資金援助が規定されている。これは、「国家知識産権戦略綱要」に示した知的財産権の創出を促進するための重要な政策の一つでもあり、出願人の資金面の負担が減り、研究活動で得た新しい技術について出願しそして権利を取得する意欲も向上することができる。

現時点で、PCT 出願件数の量が一番多く中国の発達地域に集まっている。前項からみてきたように、PCT 出願件数のランキング上位の地域は、比較的経済が発達した地域だけではなく、技術革新が活発している地域でもある。これらの地域の成果は、当該地域における技術革新の企業の後押しとは切り離せない。例えば、PCT 出願件数のトップ一位の広東省には、中興通信有限公司、華為技術有限公司など知

<sup>51</sup> 深セイ市場監督管理局（知的財産権局）

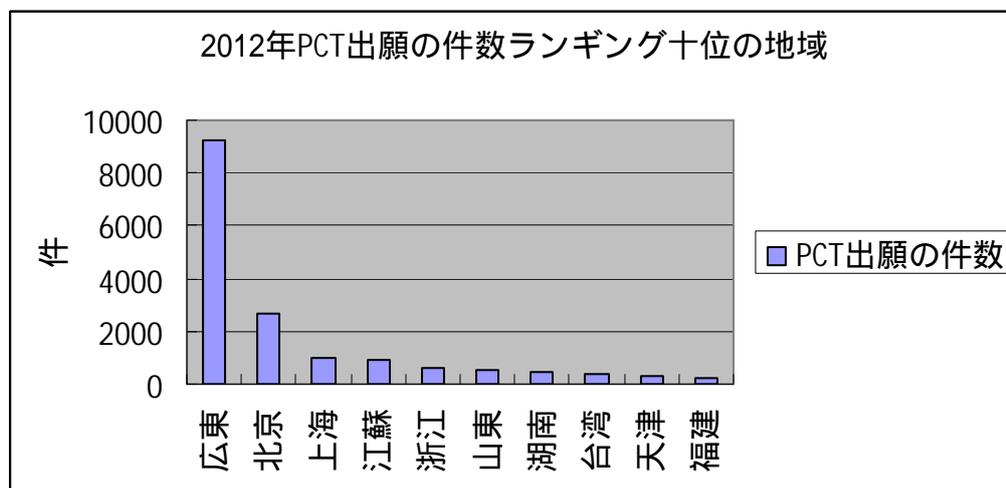
[http://www.szaic.gov.cn/zcwj/zscqgl/zscqgz/201110/t20111019\\_1746929\\_14077.htm](http://www.szaic.gov.cn/zcwj/zscqgl/zscqgz/201110/t20111019_1746929_14077.htm)

<sup>52</sup> 上海市知的財産権局 <http://www.sipa.gov.cn/gb/zscq/node9/node93/userobject1ai9829.html>

<sup>53</sup> 浦東新区科学技術委員会 <http://www.techpudong.gov.cn/site/show.aspx?Code=100309&ID=6262>

的財産財産権優位企業の発明創造が大量に集まっているため、当該地域の特許件数の増加によって力強い後押しとなっている。

図表 111 2012 年全国 PCT 出願件数ランキング十位の地域



出典：国家知的財産権局 [http://www.sipo.gov.cn/yw/2012/201301/t20130118\\_783400.html](http://www.sipo.gov.cn/yw/2012/201301/t20130118_783400.html) より

しかし、PCT 出願の支援政策について、2 年の実施を経て、政策の不備と問題も現れてきた。例えば、2011 年 7 月 21 日、国家知的財産権局の PCT 出願プロジェクト調査グループは湖南省知的財産権局と交流会を行い、湖南省の PCT 出願の現状について検討していた。同会議では、湖南省知的財産権局の鄧民生副局長は「湖南省の企業がグローバル競争に参与する技術的レベルが高くない、PCT 出願の申請と外国国家段階に進入する手段が足りない、外国の特許制度が分らない、PCT 出願の申請と外国国家段階の進入に関わる手続に詳しい人材がない、PCT 出願の申請の費用が高い<sup>54</sup>」と現時点の湖南省における PCT 出願の問題を指摘し、問題解決について「今後、国家知的財産権局は地方の PCT 出願申請に詳しい人材の養成、財政投入を拡大すべきである」と指摘している<sup>55</sup>。すなわち、PCT 出願に関する現時点の中央政府の財政上の支持政策について、当該支援政策が長期的政策であるが、今後中央財政からの資金助成のみならず、地方政府の財政上の支持の更なる向上がもっとも重要であると認識している。

#### 4.2 各地方政府の EV 自動車普及に関わる推進策

中国における 2009 年からの「十城千輛」プロジェクト（これは、2009 年から 2012 までの 4 年間で、中国の 10 ヶ所以上の都市で、1 都市あたり 1,000 台以上のエコカー（ハイブリッド車、電気自動車、燃料電池自動車）を導入するというものである。中国政府は、対象都市を選定し、地方政府が導入する

<sup>54</sup> 例えば、北京汇智万通知的財産権代理公司に問い合わせところ、アメリカに出願する場合、知的財産権代理の手数料を含めて、国内段階と外国段階の官庁費用などすべてを合わせて、1 出願の費用は全部 5~6 万元ぐらい掛かる。

<sup>55</sup> 国知局 PCT 专利申请资助课题组来湖南调研指导工作  
[http://www.sipo.gov.cn/dfzz/hunan/xwdt/ywdt/201107/t20110721\\_612367.htm](http://www.sipo.gov.cn/dfzz/hunan/xwdt/ywdt/201107/t20110721_612367.htm)

エコカーの購入費用や関連施設の建設費用に補助金を支給する)と2010年5月31日に財政部、科学技術部、工業と情報化部、国家発展改革委員会の「個人により新エネルギー自動車の購入の試点に関する知らせ」<sup>56</sup>など政策及び政策の補助範囲に基づいて、中国の各地方政府における純電気自動車の発展の政策の条件は主に次の類型に分けられることができる。すなわち、個人の購入に対する財政的補助がある5つの都市； 国家の二期の試点（モデル）都市に入るが、個人の購入に補助がない15つの都市； 国家の試点都市に入っていないが、省と市の企画と政策により支持される都市、純自動車の生産開始と生産見込みがある16つの都市。合計36つの都市である。

図表 112：都市の名称と政策の類型

政策の 類別	都市の名称	政策の類型
一類	上海、長春、深セン、杭州、合肥	個人の購入に対する財政的補助と公共サービス領域への拡大
二類	第一回目の北京市、上海市、重慶市、長春市、大連市、杭州市、済南市、武漢市、深セン市、合肥市、長沙市、昆明市、南昌市	公共交通、レンタル、公務、環境衛生、郵便など公共サービス領域への拡大
三類	成都、ハルビン、蘭州、洛陽、新郷、金華、株洲、スワトウ、貴陽、蕪湖、台州、南京、無錫、柳州、聊城、湘潭	地方政策がある、または産業基礎を有する。

2009年の「十城千輛」プロジェクトなどの新エネルギー自動車の促進に関する政策に基づいて、各地方のEV自動車の推進策は次の通りである。

#### 4.2.1 主要地方都市の普及支援

##### 北京市

早期の2001年の『北京市「第10カ五年計画」におけるハイテク産業の発展計画（《北京市“十五”时期高新技术产业发展规划》）』では、新型電池と清潔燃料車の重要構成品の具体的な発展の方向が提出された。その後の2008年の『北京市の中長期の科学と技術の発展計画綱要(2008 - 2020)（《北京市中长期科学和技术发展规划纲要(2008 - 2020)》）』では、高効率エネルギー・省エネルギーの燃料電池自動車、電気自動車などの新型自動車を研究と開発することも提出された。さらに、2010年の「北京市における新エネルギー産業の振興実施計画（《北京市振兴发展新能源产业实施方案》）」では、自動車生産企業の生産能力に基づいて、積極的に純電気自動車の開発と産業化を推進することにより、高蓄積エネルギーの動力電池、ハイ・パワーの永久磁石モータとコントロール・システム、電動真空システムと重用部品の生産企業の発展を支持することが提出された。

2012年の計画：

個人用新エネルギー自動車	充電スポット	充電スタンド
3万（EV2.3万/ハイブリッド0.7万）	100基	3.6万個
2010年、2011年と2012年にそれぞれ示範用車が1000車、5000車、24000車、総数3万車に達する。		

<sup>56</sup> [http://www.gov.cn/qzdt/2010-06/04/content\\_1620735.htm](http://www.gov.cn/qzdt/2010-06/04/content_1620735.htm)

北京市科学技術委員会、北京市財政局が2011年5月11日に公開された「北京市における新エネルギー自動車の個人購入に関する補助の試案」によると、北京市は発電スポット(充電スタンド)の建設の投資に30%の財政補助を行なうこと。充電施設は低速の充電スタンドを中心に、急速充電所、電池交換所を含む、3年内に低速充電スタンドが36000個を建設する見込み、車と充電スタンドの比率を1:1.2に達すること。そのほか、急速充電所の100基、電池交換所の1基、電池回収処理所の2基、専門的修理サービスステーションの10基、情報処理所の2基を建設すること。また、北京市は企業・国家機関と個人に電気自動車の利用を奨励し、応用の規模を拡大させ、金融機関に電気自動車の貸付など金融領域からの支持を支えている。さらに、北京市は、北京市電気自動車運営会社の設立を準備し、市場化の手段で新エネルギーの自動車の普及を加速している<sup>57</sup>。

2012年10月25日に、北京市科学技術委員会など部門の起草した個人電気自動車の購入向けの「北京市における純電動自動車乗用車の個人購入に関する管理方法(試行)(意見検討稿)」が公表され、電動自動車の購入がナンバー・プレートに限らず、抽選も参加しない。但し、購入を制限する<sup>58</sup>。しかし、一年間立っても、この個人に向け電気自動車の購入政策は、未だ決定されていない。

## 上海市

2012年まで、上海市現地の新エネルギー自動車の年間生産量を10万台程度に引き上げ、そのうち、乗用車が6万台；新エネルギー自動車産業の年間産業価値が300億元にし、そのうち、乗用車の産業が200億元となるよう促進するとある<sup>59</sup>。2015年まで、投資と生産額の規模につき、特定項目領域における5年研究開発と産業化について、新たに150億元を増加して投資し、その中の新エネルギー自動車が約100億元；年産の価値が930億元まで達して、同市自動車工業の全体生産額の20%に占めることとした<sup>60</sup>。

2012年の計画：

個人用新エネルギー自動車	充電スポット	充電スタンド
2万(EV1.9万/ハイブリッド0.1万) 3000車がレンタルにより促進する(2600車EV/400車ハイブリッド)	50基	2.5万個

現行の財政補助政策：個人により純電気自動車が購入する場合、最高10万～11万円の補助ができる。

上海市の財政補助は2000元/キロワット時、純電気自動車が最高で4-5万円補助して、ニューズ式モータービークルが最高で2万円補助する。また、新エネルギー自動車の領域の民間投資を激励するために、同市は発電設備などの関連施設の投資と建設及び電池のレンタル業務に従事する企業に対し、資金を支持することとした<sup>61</sup>。

<sup>57</sup> <http://www.ceh.com.cn/ceh/ztbd/jnjp/79039.shtml>

<sup>58</sup> <http://www.chinairn.com/news/20121025/147930.html>

<sup>59</sup> <http://auto.ifeng.com/news/special/qichechanye10/20100905/414862.shtml>

上海市新エネルギー自動車推進弁公室プロジェクト担当官—王哲博士の发言：『上海市节能与新能源汽车示范推广情况介绍』より

<sup>60</sup> <http://www.shanghai.gov.cn/shanghai/node2314/node2319/node2404/n30756/n30758/u26ai33370.html>

<sup>61</sup> <http://www.jhqcw.cn/News7841.shtml>

また、2012年12月25日上海市の発展改革委員会、市財政局、市経済情報化委員、市科委、市交通港口局、市公安局の共同制定した『上海市による個人の新エネルギー自動車の購入の奨励に関する試点の実施暫定方法』によると、上海市が新エネルギー自動車の補助金の政策を実施し、純電気自動車やハイブリッド自動車の生産企業に対し、最高4万～5万元を補助する。また、上海市は新エネルギーのナンバー・プレートに対し、特別の番号管理を明確にした。

### 重慶市

2007年、重慶市は「重慶市における自動車と部品の輸出商品生産基地の建設に関する意見（渝府発〔2007〕20号）」において、混合動力電気自動車の研究を展開し、新しい競争力を育成することを発表した。

2009年06月16日重慶市の「重慶市省エネと新エネルギー自動車の運行の示範に関する実施方案」（以下「方案」という）によると、2011年末までに1150台の省エネと新エネルギー自動車を普及する、そのうちに、300台の公務用車、700台のタクシー、50台のバス、100台の自家用車を含む。2012年まで、重慶市の新エネルギー自動車の生産販売量は24.2万台に達すること（長安、力帆、恒通、庆铃、渝安、隆鑫など企業を含む）<sup>62</sup>。生産目標は、2012年まで、5万台の純電気自動車と混合動力などの新エネルギー自動車の生産能力を達する。

2012年の計画：

個人用新エネルギー自動車	充電スポット	充電スタンド
1.6万	15基	0.5万个

重慶市の「新エネルギー自動車の財政補助の実施方法とプロセス（試行）」によると、重慶市における個人が新エネルギーを購入する場合、4.29万元（購入手当：3.6万元、道路手当：6900元/1台）。上述した「実施方案」の公務用車の300台に対し、6900元を補助する。700台タクシーに対し、一括道路手当の6900元を補助する。50台のバスに対し、一台に3万元を補助する<sup>63</sup>。

### 大連市

2012年の計画：

2012年までに、新エネルギー自動車の運営の車両総数は、2400車<sup>64</sup>。

個人用新エネルギー自動車	充電スポット	充電スタンド
1.6万	15基	0.5万个

財政補助の政策は、国家の補助範囲内の運営車両に限られている。

### 杭州市

杭州市は、これまで、電気自動車の産業を戦略と支柱産業に育成することを計画し、これにより杭州の低炭素型の都市の発展を動かすことを進んできた。2003年、「浙江省における環杭州湾産業発展計

<sup>62</sup> [http://www.cqnews.net/cqxwb/cqxwbjdxwtt/200906/t20090616\\_3343185.htm](http://www.cqnews.net/cqxwb/cqxwbjdxwtt/200906/t20090616_3343185.htm)

<sup>63</sup> <http://www.cworld.cn/news/policy/chanye/091108/19890.html>

<sup>64</sup> [http://www.chinajsb.cn/bz/content/2010-09/13/content\\_8093.htm](http://www.chinajsb.cn/bz/content/2010-09/13/content_8093.htm)

画（环杭州湾产业带发展规划」（浙政発[2003]48号では、積極的に電気自動車などの新型自動車の研究開発を支持すると明確されていた。また、2009年の「杭州市人民政府が市の自動車産業の快速発展に関する若干意見（《杭州市人民政府关于加快我市汽车产业发展的若干意见》）」では、電気自動車の産業化を促進すると提出された。

2012年の計画：

個人用新エネルギー自動車	充電スポット	充電スタンド	充電電池交換所	配送センター
2万	4基	3500個	38	145
半径1~2キロメートル以内に充電サービスを担当する充電所と電池交換所の設置を置くこと <sup>65</sup>				

財政補助の政策：個人が純電気自動車を購入する場合、12.3万元を補助することが可能<sup>66</sup>。

国家補助	地方補助	個人によりガソリン車を新エネルギーに買換えの場合の補助
6万	6万	0.3万

### 済南市

2012年の計画：

1610台の新エネルギー自動車を示範運営車として供給し、そのうちに、300台の新エネルギーバス、別に新たに9箇所の充電所を設置すること<sup>67</sup>。

### 武漢市

湖北省は2005年に「電気自動車の研究開発と産業化の推進に関する意見（《推进电动汽车研发及产业化意见》）」を発表した。2009年湖北省は新エネルギー電気自動車の“十二五”特定項目を計画し、電気自動車の研究開発体系を更に改善すると定めた。東風電気自動車株式有限会社の生産能力に基づいて、関係する大学、科学研究機関と企業を共同に、燃料電池の電気自動車の研究開発する実体を創立することを加速してきた。また、電気自動車の研究開発と産業化の資金に対して支持する力を大幅に拡大した。電気自動車の発展に関する特定項目の資金が設立され、2005年から2010年まで、省財政と武漢市財政が毎年それぞれ1000万元の資金を手配し、特定項目の燃料電池の電気自動車の研究開発と産業化を支持している。2020年までに、バッテリー交換可能の電動バスの促進することは武漢市の新エネルギー自動車の発展の重点となっている。

2012年の計画：

2500台の新エネルギー自動車を示範運営車として推進する<sup>68</sup>。

2015年の計画：

20座の新エネルギー自動車の充電所、2万個の充電スタンドの設立。

個人用新エネルギー自動車	充電スポット	充電スタンド
3.4万	89基	4.75万個

<sup>65</sup> [http://news.xinhuanet.com/local/2010-09/27/c\\_12612762.htm](http://news.xinhuanet.com/local/2010-09/27/c_12612762.htm)

<sup>66</sup> <http://www.hangzhou.gov.cn/main/wjgg/zxwj/zxwj/T345239.shtml>

<sup>67</sup> [http://www.in-en.com/article/html/energy\\_0733073332858773.html](http://www.in-en.com/article/html/energy_0733073332858773.html)

<sup>68</sup> <http://www.hbstd.gov.cn/info.jsp?id=34176>

## 合肥市

2012年の計画：

個人用新エネルギー自動車	充電スポット	充電スタンド
2.11万	20基	2.11万個

財政補助の政策：個人が純電気自動車を購入する場合、8万元を補助することが可能（地方が2万元を補助する）。

2011年～2012年、国家の財政補助金以外に、合肥市は、電池の容量によって補助金に与えて、一キロワット時ごとに1000元を補助し、最高金額が2万元以内に与える。レンタル会社は新エネルギー自動車を購入し、合肥市のナンバー・プレートを使用する場合、同様に合肥市の補助を獲得することができる。レンタルの新エネルギー車を使用する市民に対し、レンタル費用の50%を補助し、最高に車ごとには500元/月を補助し、2年間以内に補助する<sup>69</sup>。また、合肥市政府2012年5月17日の第99回常務会では、「新エネルギー自動車の試点活動の更なる促進に関する若干意見（草稿）」を原則的に可決された。そのなかには、新エネルギー自動車が“駐車特権”、ガソリン車が新エネルギー自動車の買い換えることが3000元の補助を享受する、新しく増えたタクシーが新エネルギー自動車の採用、新しい団地で10%以上の充電所の配置などを提出した。また、2012年2月14日、安徽省法制弁公室は「安徽省の車船税の実施方法（草案）」を公表し、新エネルギー自動車の車船税を半分に減らすか、全部で免れる。

## 海口市

2012年の計画：

3年の計画で1050台の電気自動車の運行を推進し、主に公共交通、公務、レンタル、観光地区、公用サービスの6の領域に広がること<sup>70</sup>。

個人用新エネルギー自動車	充電スポット	充電スタンド
1050	4基	200余り個

## 深セン市

2009年12月30日の「深セン市新エネルギー産業振興発展政策（《深圳新能源产业振兴发展政策》）」では、同市は、新エネルギー産業化の推進、新エネルギー自動車の研究開発、プロジェクトの建設、応用促進及び基礎施設の建設などに対し補助を与えると定められている。

2012年の計画

個人用新エネルギー自動車	充電スポット	充電スタンド
2.5万	10基	22200個

財政補助の政策：個人が純電気自動車を購入する場合、6万元を補助することが可能<sup>71</sup>

また、深セン市は試点都市の奨励政策を参考し、駐車料の軽減や免除、電気代の補助金、道路優先権および伝統のガソリン排量に対する汚染物質排出料金などを徴収する政策を研究し、公布する見込みである。これによって、各政府部門と個人が新エネルギーの自動車の購入と使用によって、伝統のガソリ

<sup>69</sup> <http://news.hf365.com/system/2011/11/17/011249847.shtml>

<sup>70</sup> [http://szb.hkwb.net/szb/html/2010-12/25/content\\_28384.htm](http://szb.hkwb.net/szb/html/2010-12/25/content_28384.htm)

<sup>71</sup> <http://www.evtimes.cn/html/201007/1755.html>

ン車の依存を制限する。同時に、新エネルギー自動車の公共交通サービスの領域の普及を増大し、新エネルギー自動車の範囲を広げる。

#### 4.2.2 企業と個人購入者の反応

このように、各地方政府がEV自動車の発展のために補助金など政策を推進してきたのが、中国における新エネルギー自動車の市場は決して計画通りに発展と拡大することが達成されていない。中国自動車協会の統計データによると、2012年に中国国内に新エネルギー自動車の販売台数がわずかに12791台（純電気自動車の11375台、ニュース式ハイブリッドカーの1416台）だけを販売していた<sup>72</sup>。2013年上半期の新エネルギー自動車の販売台数が5889台（純電気自動車の5114台、ニュース式ハイブリッドカーの775台）、昨年同期より42.7%に増加した<sup>73</sup>。他方、2012年7月の「省エネと新エネルギー自動車産業の発展計画(2012-2020年)」によると、推定の目標は2015年まで中国の電気自動車が累計で50万台まで販売し、2020年に500万台まで達成するとしている。しかし、昨年と今年の上半期のデータからみると、中国における新エネルギー自動車の販売目標を達成することは難しいだろう。

##### (1) 企業の反応—地方保護主義の障害

多くの企業にとって、発展の障害となる大きな原因は、インフラなど基礎設備の建設がまだ整備されていないこと以外に、各地方に“地方政府の財政補助が地元の企業しか補助されていない”。いわゆる「地方保護主義」の現象が現実的存在しているため、新エネルギー自動車産業の発展はなかなか進まない現状となっている。

例えば、比亞迪の内部関係者の話によると、比亞迪の生産する電気自動車は現在深センで販売する時に地方政府の補助金を獲得することができる。しかし、問題は、その他のモデル都市で比亞迪の新エネルギー自動車を販売することであれば、その現地で“現地化”の生産を実現する工場を建てなければならない。地方政府にとって、その以外の地方の企業に財政的補助金を与えることは、地方政府の角度から現実的ではないことである。現在、比亞迪は、新エネルギー自動車の生産基地を天津、北京、雲南、長沙など都市に置かれることによって、その地方政府から補助がもらえることが可能だと考えている<sup>74</sup>。

このように、各地方が新エネルギー自動車の補助金の範囲に対して現地の企業だけに限られるため、多くの企業が新エネルギー自動車を発展する過程で基本的に現地で“自分で生産販売する”になった。また、それぞれの地方政府の財政の状況は各地方の経済状況によってそれぞれ違うため、地方政府の補助金の金額を統一することと調和することも難関である。そのため、各地方の間における補助金政策の異なる現状を変更することが、中央にとって重点的に考慮すべき問題となっている。

##### (2) 個人の反応—重点施設の不足

個人の消費者にとって、市場で販売されている個人用電気自動車の種類が限られていることは一つの問題である。

<sup>72</sup> <http://zyqc.cc/Article/Detail/74636>

<sup>73</sup> <http://www.caam.org.cn/hangye/20130814/1105098501.html>

<sup>74</sup> <http://www.chinairn.com/news/20130305/100023387.html>

例えば、杭州市の場合、市場で販売する電気自動車のメーカーは、衆泰 5008、衆泰 M300、セイウチリマ、比亞迪 e6、荣威 E50 だけである。去年 2012 年に発売された輸入の電気自動車のシボレー沃藍達と国産の電気自動車のシボレーセイルは、杭州市で販売されていない<sup>75</sup>。

もう一つ大きな問題は、充電が不便であること。

例えば、上海市の場合、2012 年 12 月まで、同市が 12 基の発電所と 890 個の充電スタンドが出来上がった。しかし、これらの施設は主にグループ企業のために充電サービスを提供することである。現在、これらの施設は、公共駐車場、政府機関、電力会社の営業拠点など新エネルギー自動車と関係がある関係部門の内部場所に分布している。他方、個人用電気自動車の充電に向ける住民団地でのサービスを提供することは、まだ多く設置されず、とても理想的ではない現状である<sup>76</sup>。

個人消費者にとって、純電気自動車のメリットのところは、主にガソリンと比べ電気の使用のほうがか安であること。また、補助金と税金、ナンバー・プレートの費用の免除などにより、電気自動車の購入費用も安いこと。例えば、上海市場の荣威 E50 の販売価格が 23.49 万元ですが、中央と地方の補助を除く、14 万元で購入することができる。また、上海市のナンバー費用が普通 6 万元くらいかかるが、上海市が 2 万の電気自動車にナンバー・プレートを発行することも 6 万元を節約することができる。

## 今後の動き

今後、中国は大気汚染を減らすために、新エネルギー車の開発と発展を加速している動きが見られている。例えば、中国は 2013 年 9 月 17 日、大気汚染対策の一環として導入している純電気自動車（EV）など「新エネルギー車」の購入者に対する補助金制度を継続すると発表した。

2013 年 9 月 17 日に国家財政部から、国务院の許可に基づいて、2013 年～2015 年新エネルギー自動車の広がることを引続きに展開すると明らかにされた。財政部、科学技術部、工業と情報化部、発展改革委員会など 4 部・委員会は共同で「新エネルギー自動車の引続き広がることに関する通知」（以下「通知」という）を発表し、新エネルギー自動車の支持に関する財政的補助の具体政策を明確にした<sup>77</sup>。

同通知では、中央の財政補助の範囲は純電気自動車、ニュース式ハイブリッドカーと燃料電池自動車という新エネルギー自動車であると定められている。重点的に政府機関、公共機関、公共交通などの領域における新エネルギー自動車の応用を推進すること。補助の基準は新エネルギー自動車と同類の伝統自動車の値段差によって確定しながら、規模と応用効果、技術進歩の原因によって次第に退出する。モデル都市の充電施設の建設の投資額に対し、中央の財政は一定割合の財政を奨励し、民間の参与を奨励する。

また、同通知では、都市、特に特大な都市における新エネルギー自動車の推進を引続き行なうことが重要だと指摘されている。重点的に北京・天津・河北、長江デルタ、珠江三角洲などの省エネ・廃棄物削減の任務が比較的重い地区の中で積極性が高い特大な都市あるいは都市密集地域を選んで実施すること。関係する条件に一致する都市あるいは都市密集地域に新エネルギーの推進実施計画を制定し、次々に 4 部・委員会まで報告すること。4 部・委員会の審査を経て、モデル都市の名簿を確定する。その条

<sup>75</sup> <http://www.che168.com/list/479775.html>

<sup>76</sup> [http://whb.news365.com.cn/ewenhui/whb/html/2012-11/08/content\\_81.htm](http://whb.news365.com.cn/ewenhui/whb/html/2012-11/08/content_81.htm)

<sup>77</sup> [http://czzz.mof.gov.cn/zhongguocaizhengzazhishe\\_daohanglanmu/zhongguocaizhengzazhishe\\_zhengcefagui/201309/t20130922\\_991436.html](http://czzz.mof.gov.cn/zhongguocaizhengzazhishe_daohanglanmu/zhongguocaizhengzazhishe_zhengcefagui/201309/t20130922_991436.html)

件は、2013 - 2015 年、大都市あるいは重点地域に新エネルギー自動車の推進量が 10000 台以上、その他の地域が 5000 台以上。また、モデル都市における車両の推進は国内外のブランドの数量が 30%より低くなってはならなくて、地方のブランドの車を仕入れるを制限することを設置してはいけない。これらの規定はこれまでの地方主義の原因により新エネルギー自動車の推進の大きな障害を排除しようとしていると思われる。

同通知では、これまでのモデル都市における直接に資金補助の方法を変え、中央財政から直接に企業に資金を支給し補助することが明確されている。

#### 2013 年における新エネルギー自動車の推進に関する補助<sup>78</sup>

##### (1) 純電動自動車、ニュース式混合動力車の補助基準（単位：万元/台）

車両類型	純マイレージ R 継続運行里程(工况法、キロメートル)			
	80≤R < 150	150≤R < 250	R≥250	R≥50
純電動自動車	3.5	5	6	/
ニュース式混合動力車	/	/	/	3.5

##### (2) 純電気バス、ニュース式混合動力バスの補助基準（単位：万元/台）

車両類型	車長 L(メートル)		
	6≤L < 8	8≤L < 10	L≥10
純電動バス	30	40	50
ニュース式混合動力バス	/		25

その以外：スーパー蓄電器、チタンの酸リチウム純電動バスに 15 万元を補助する。

##### (3) 純電気専用車（主に：郵政、物流、衛生環境など）の推進に関する補助基準：電池の容量の一キロワット時ごとによって 2000 元を補助し、車ごとに総額に 15 万を上回らないでを補助する。

##### (4) 燃料電池自動車の補助基準（単位：万元/台）

車両類型	補助基準
燃料電池乗用車	20
燃料電池商用車	50

つまり 2013 年の新政策が旧補助政策に比べ、新通知は純電気自動車に向け重点的に推進するようになっている。また、財政補助について、旧補助政策が主に電池の電力効率に基づいて補助し、3000 元/Kw の基準により補助する、ニュース式モータビークル混合動力車に最高で 5 万元を補助、純電動自動車が最高で 6 万元補助する。新政策は純電気マイレージの続運行によって補助金を与えて、ニュース式モータビークル混合動力車の継続運行が 50 キロメートル以上であれば、補助金が 3.5 万元、純電気自動

<sup>78</sup>[http://czzz.mof.gov.cn/zhongguocaizhengzazhishe\\_daohanglanmu/zhongguocaizhengzazhishe\\_zhengcefagui/201309/t20130922\\_991436.html](http://czzz.mof.gov.cn/zhongguocaizhengzazhishe_daohanglanmu/zhongguocaizhengzazhishe_zhengcefagui/201309/t20130922_991436.html)

車が3.5~6万元になる。第一回の推進期間中に、大多数の企業が出したニュース式モーターサイクル混合電池のエネルギーが5万~15Kwの間にあり、補助金額の範囲は1.5~4.5万元で、純電気自動車は12万~25Kw間にあり、金額が3.6~6万元を補助する。

これに対して、業界の分析によると、新政策が旧新エネルギー自動車の補助政策と比較して、ニュース式に混合動力車の補助金額が5万元から3.5万元までに下がることは、政府により新エネルギー自動車の技術路線への支持に対する力度の分化することであり、純電気自動車が依然として中国の新エネルギー自動車産業の発展方向であると解されている<sup>79</sup>。技術路線の明確は、これから純電気自動車の更なる発展も進めていくであろう。新政策の公布によって、多くの地方政府は、各自の財政補助案を制定し、今後、明確の案も次第に発表することになるであろう。

#### 4.2.3 中国企業の例

HUAWEI と ZTE は従業員が数万人規模、年間売上高が数百億元にも達する大企業である。2009 年以後、国家知的財産権局の宣伝のきっかけで、これらの大企業のみならず、中小企業や民営企業の中でも、知的財産権の重要性を認識してきて、積極的に知的財産活動に力を注ぎ、成果を挙げている企業も増えてきた。HUAWEI,ZTE,中小企業の事例を紹介する。

・華為技術有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGY) <http://www.huawei.com/cn/>

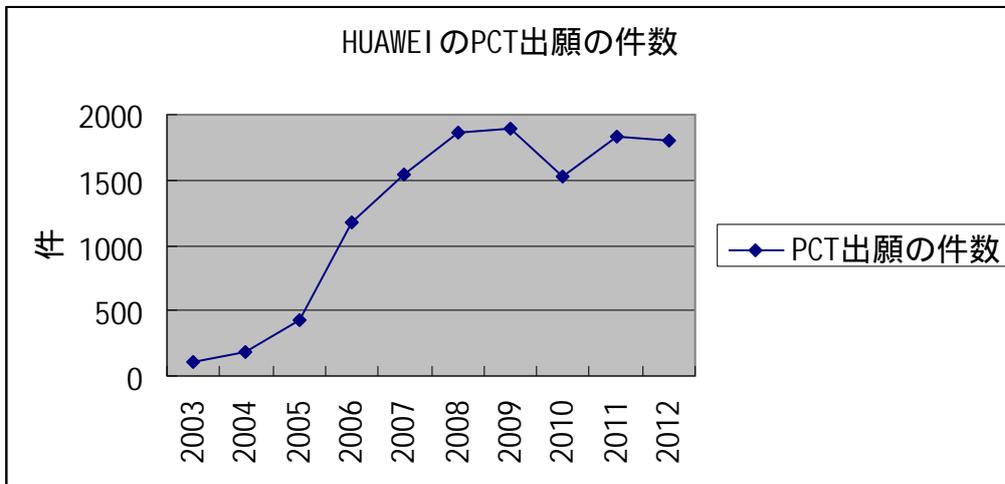
深セン華為科技有限公司 (Shenzhen HuaweiTechnology Co.,Ltd. 以下“HUAWEI” という) は1988年に設立された、広東省深セン市に本部を置く民間の通信機器メーカーである。主要業務はモバイル、ブロードバンド、通信ネットワーク、データ通信、通信付加価値サービス、端末などの設備・製品および関連サービスの提供である。2012年の総売上げは35,353百万ドル。

HUAWEI は、技術開発に従事している技術者が7万人、従業員の45%に占めている。中国のほか、ドイツ、スウェーデン、米国、フランス、イタリア、ロシア、インドなど16の研究所を設立し、研究開発活動に世界中の人材を活用している。2012年12月31日まで、PCT出願の総計が12,453件で、中国の特許が41,948件である。同社は、2012年の研究開発費用の投入が30,090百万元、総収入の13.7%に占めており、積極的に研究開発に投資し、研究開発の成果をもって知的財産権の創出に取り組んでいる。その中に、研究への投入が1,300百万元、十年間の研究開発費用の投入が130,000百万元を超えている<sup>80</sup>。このような研究開発活動を積極的に行った成果が、HUAWEIの出願件数及び次世代移動通信の国際標準規格作りに関する国際標準化機関への提案件数に表れている。

<sup>79</sup> <http://auto.sohu.com/20131028/n389064698.shtml>

<sup>80</sup> <http://www.huawei.com/cn/about-huawei/corporate-info/research-development/index.htm>

図表 113 HUAWEI の PCT 出願状況



出典：世界知的所有権機関（World Intellectual Property Organization、WIPO）が特許の国際出願件数（各年度の年速報値）の統計による

また、上図から分かるように、HUAWEI による PCT 出願は 2005 年以降急激に増えている。このように外国出願を重視する HUAWEI の特許出願戦略は、今後、グローバル市場における HUAWEI のプレゼンスを高める上でも大きく寄与するものである。これも中国政府が推し進める“走出去”戦略（海外進出戦略）にも一致している。

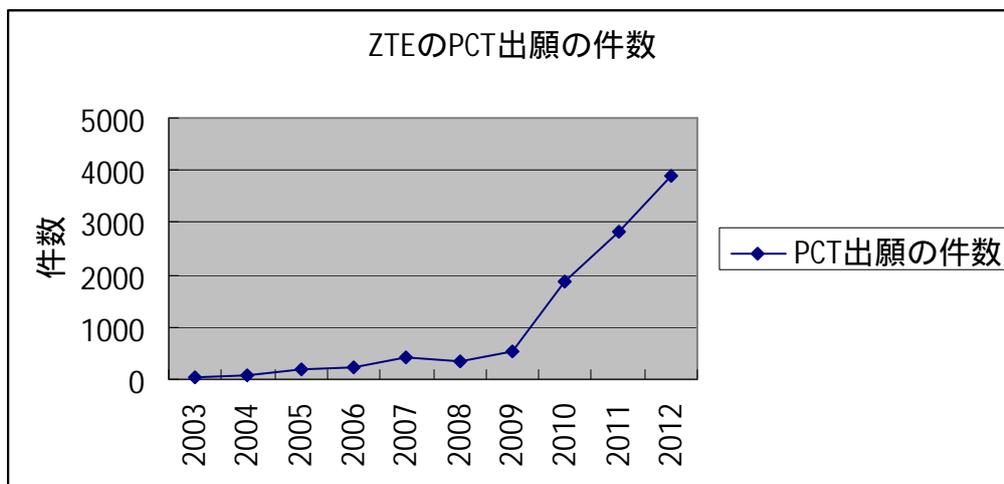
・中興通信有限公司（ZTE Co.,Ltd）<http://www.zte.com.cn/cn/>

中興通信有限公司（以下“ZTE”という）は 1985 年に設立された通信設備の開発、製造、販売を主な業務とする企業である。本部は広東省深セン市に所在する。中国のほか、スウェーデン、米国、フランス、インドなど 18 の研究所を設立し、従業員数は約 5 万人、そのうち研究開発担当者は約 35%、営業・市場開発担当者は約 30% を占める。この 4 年間、研究開発への投入は約 300 億元。ZTE は 135 の国および地域の通信キャリア約 500 社と提携関係を締結している。

2012 年、ZTE の売上高は 842.19 億元以上、そのうち、海外市場における売上高は 53%を占めた。2012 年の PCT 出願の総計が 3906 件で、世界トップに位置している。2012 年末まで、ZTE の PCT 出願量は 1.1 万件まで超えており、英、法、ドイツ、米などの主要な先進国と新興発展途上国を覆って、4G/LTE、雲計算および物流網、インテリジェント端末など新技術の領域の約 6 割を占めている<sup>81</sup>。

<sup>81</sup> [http://www.zte.com.cn/cn/press\\_center/news/201303/t20130321\\_391022.html](http://www.zte.com.cn/cn/press_center/news/201303/t20130321_391022.html)

図表 114 ZTE の PCT 出願件数の状況



出典：世界知的所有権機関（World Intellectual Property Organization、WIPO）が特許の国際出願件数（各年度の年速報値）の統計による）

この数年、ZTE の PCT 出願の件数の急激増加の傾向は、同社の知的所有権の戦略の変遷でもあると言われている。同社の首席法務官の郭小明氏の話によると、この 2 年の間に、ZTE の PCT 出願の増加する理由は、ZTE の欧米市場での業務の開拓のために護衛する効果を果たすことができるのである。すなわち、知的財産権における法的効果と市場への影響の重要性と認識されてきたのである。このような大規模の高い品質の特許を持つことは ZTE が欧米市場でより強い知的所有権の群を形成して、競争相手に強い抑止力を与えることと反撃することに役立つと思われるのである<sup>82</sup>。これは中国市場以外の外国市場開拓への一つの手法であると認識されてきたのである。

#### ・その他の中小企業

##### 北京華昊中天生物技術有限公司（Beijing Biostar Technologies, Ltd）

<http://www.biostar-pharm.com/>

北京華昊中天生物技術有限公司は 2007 年に北京中関村ハイテクパークで登録したハイテク企業である。チームメンバーは主にアメリカ留学の経験者から結成する。主に、抗腫瘍分子化学薬物と生物医薬の技術の開発と譲渡と技術サービスを行い、抗生物質の種類の新薬を開発している。

同社は 2007 年に国家重大新薬創制科学技術の重大な特定項目、国家 863 計画、科学技術部中小企業の技術イノベーション基金と北京市政府の科学技術プロジェクト（海淀科学技術委員会と中関村ハイテクパーク）などから支持している。すでに、国家特許発明が 2 項、PCT 国際特許が 1 項を持っている。いま、2 項の PCT 特許出願をしているところである。

十数年の研究開発を経て、同社は中国初のエジプト抗生物質の抗ガン剤の新薬の業務を行い、臨床 II-III 試験に合わせ、産業化基地の建設を計画しているところである。新薬の大規模の生産により、今

<sup>82</sup> [http://www.zte.com.cn/cn/press\\_center/news/201303/t20130321\\_391022.html](http://www.zte.com.cn/cn/press_center/news/201303/t20130321_391022.html)

後、一人当たりの癌患者の医療費の約 20 万元から 2 万元まで節約することができる。今後の発展について、同社は、新薬の産業化基地の建設を完成し、新薬の生産と販売、研究開発と同時に、積極的に全世界の知的所有権の革新薬の特許を持って業務に授權を与える業務を研究することになる<sup>83</sup>。このように、同社は取得した特許権及びそれに関連する技術を積極的に他社にライセンスすることで、会社の利益は年々増加していくことを狙っている考えである。

#### 煙台万潤精細化工株式有限公司 <http://www.valiant-cn.com/>

煙台万潤精細化工株式有限公司は、液晶材料、医薬中間体とその他の精密化学製品の研究開発、生産販売と輸出を行うハイテクノロジー企業である。会社の登録資本金が 13782 万元であり、資産総額が 15 億元である。研究者は 120 人ぐらい。会社の 1 年あたりの研究開発の投入はおよそ業務収入の 6% を占めている。1 年あたりは数十種類の新製品を開発し、現在すでに 1000 数種類の化合物を開発している。

同社は国際市場の異なる需要によって、新しい液晶単量体、液晶中間体、精密な化学製品、医薬の製品を絶えずに開発して、取引先のために優質製品とサービスを提供している。これまでに同社は 10 項の国家発明特許を持っている。国際市場に向け、PCT 特許 1 項を出願していることを通じて米国、日本、インド及び欧州各地において権利化を進めている。また、同社が保有している幾つかなの特許技術は、すでに国際標準規格または国家標準規格に組み込まれた。

これまで、各企業を考察してきたように、PCT 出願が急速に増加する背景は企業の創造能力の自主的に大幅に引き上げることと知的所有権から法的保護の意識が高まることが明らかである。それらの企業は中国国内市場から、海外市場の開拓を出て行くと同時に、ますます知的所有権を利用することを重視し、市場競争の厳しさを認識しながら、市場競争への参与の方法を積極的に模索している。これも、中国企業が中国政府の推し進める“走出去”戦略 - 「海外進出」戦略を実施する過程において自社の知的財産権を頼りに国際競争力、核心的競争力を高めることは企業の共通認識になっているからである。

しかし、多くの企業は、現時点の PCT 出願にかかわる政策について、①PCT 出願の資金が援助すべきプロジェクトに正確的に使用させるべきであること、②重大イノベーションプロジェクトを認定する場合、本領域の市場占有率、経済効果、社会効果に基づいて参考すべきであること、③申告手続では、“検索報告”と領収書の同時に申請することが難しいため、“検索報告”の手続が事後に報告すべきであること、④国家知的財産権局が外国の特許の政策に関する指導を行うことなど意見を提出している<sup>84</sup>。このように、PCT 出願に関する手続の複雑さ、莫大な費用、外国特許法律への認識不足、中央と地方政府の支持政策の存在する問題、一部の企業が支援政策の悪用など問題が、企業にとって PCT 出願への意欲の向上にも影響が及んでいる。

上述してきたように、中国における PCT 出願数の急速な成長は、中国のイノベーション能力がさらに強化されていることを示すだけでなく、一方で、中国のイノベーション主体の知的財産権運用能力が向上し、イノベーション主体は PCT ルートを利用して特許の国際的な保護を求め、国際競争力の向上を重視していることも反映している。

<sup>83</sup> <http://www.bda.gov.cn/cms/jryz/71667.htm>

<sup>84</sup> 国知局 PCT 专利申请资助课题组来湖南调研指导工作  
[http://www.sipo.gov.cn/dfzz/hunan/xwdt/ywdt/201107/t20110721\\_612367.htm](http://www.sipo.gov.cn/dfzz/hunan/xwdt/ywdt/201107/t20110721_612367.htm)

「国家知識産権戦略綱要」の公布から4年が経ち、これまでに政府主導型の知的財産活動推進策によって、企業の研究活動が盛んになり、国が推し進めている重要技術分野での技術革新が進み、新しい技術及びそれに伴う知的財産権が創出された事例が多く見られる。即ち、「国家知識産権戦略綱要」を中心とする国の知的財産戦略及びそれをサポートする支援政策が大きな成果を得たと言える。今後、「海外進出」の過程において、中国企業が特許保護の世界の最新動向とルールを遅滞なく理解し、知的財産権の運用力を引き続き向上させ、PCTルートを利用した特許の国際的保護を更に重視し、国際競争に参入する能力を引き上げることになるのであろう。

#### 4.3 中国のEV技術力及び外国による勢力分布

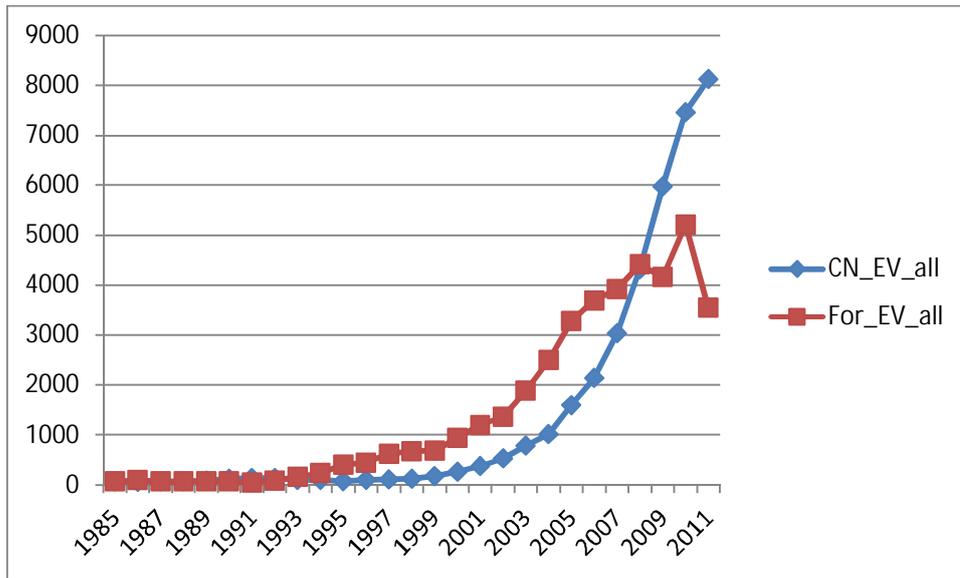
中国の特許局は、2010年に日本特許庁（JPO）を越え、米国特許商標庁（USPTO）を追い抜き、2011年に世界最大になった。概して、中国における特許申請の増加は主に内国者による申請の大幅な増加によるものであった（WIPO2012）。この章では、中国の特許、実用新案及び特許付与三つのデータベース、さらにそれらのデータベースとPATSTATのリンクを実現し、より正確に出願活動を把握することができた。また、それらのデータを探索することで、EV関連する技術（技術の特定の方法は日本部分と同一である）における中国出願人の技術力と外国出願人の出願、付与状況を比較しながら、中国の競争力の実態及び日本企業を含む外国企業の中国における勢力図を描くことを試みる。

EV関連技術に関する中国特許データベースより、IPCコードのB60L（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った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）を基にデータを取り出した。

##### 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

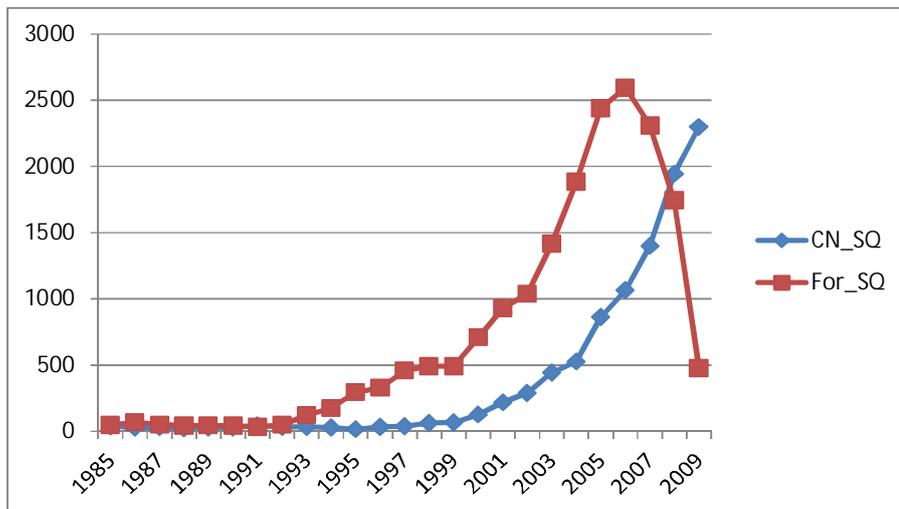
EV関連技術による内国出願人及び外国出願人の申請件数は2011年までの合計はそれぞれ37,012と39,814であり、外国出願人による出願はやや多めが、2008年を転換点になり、内国出願人による申請件数は外国出願人による年間出願件数を大幅に増加しなりつつある。

図表 115 . 発明特許の中国及び外国出願人による出願傾向



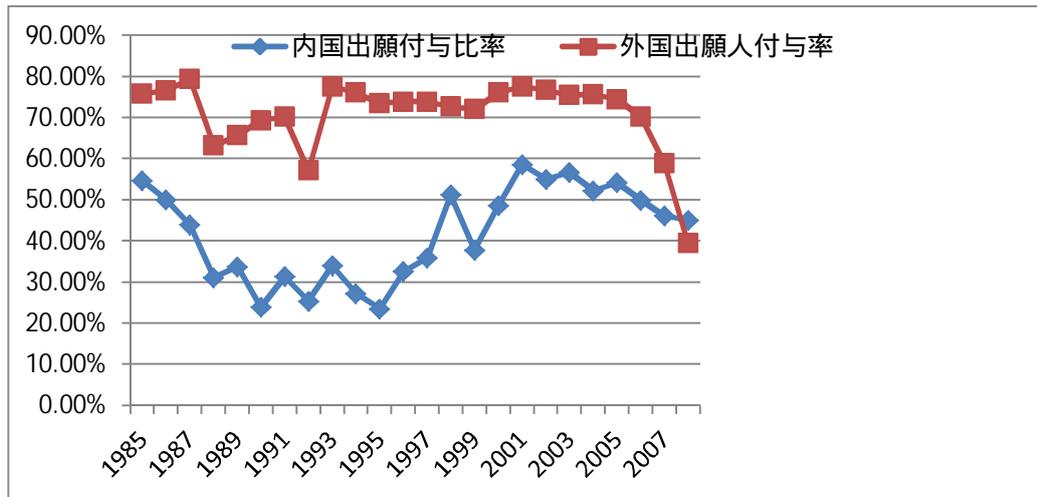
注) 本項の図表は SIPO のデータベースと PATSTAT とリンクして著者が算出した

図表 116 発明特許の中国及び外国出願人による付与傾向



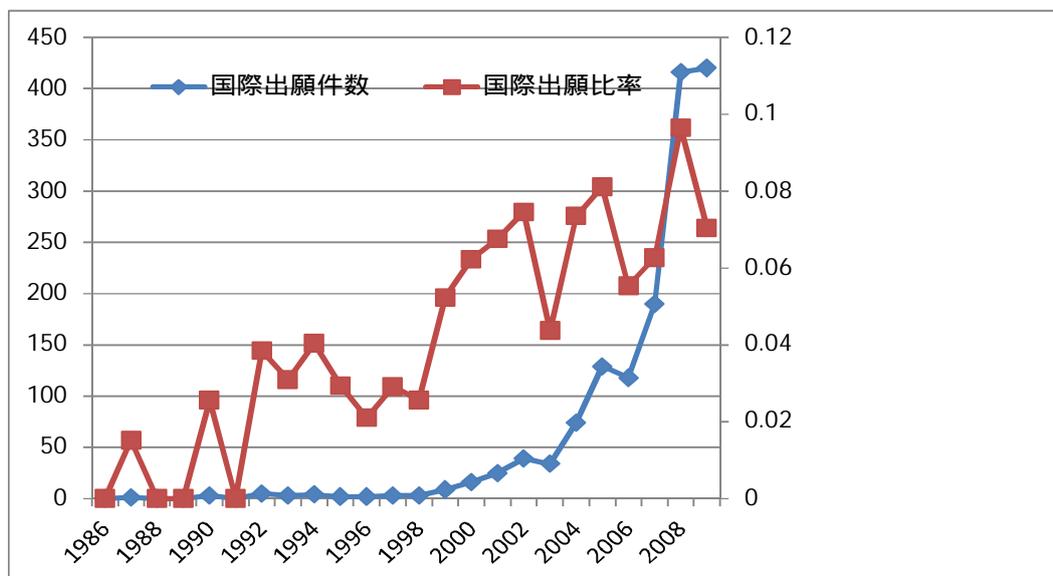
発明特許の付与件数は 2009 年まで国内出願人と外国出願人の総件数はそれぞれ 9,673 と 18,269 であり、外国出願人をもつ付与特許は国内出願人の約倍にある。しかし、2006 年に外国出願人による申請した特許付与はピークになり、その後付与件数が急激に減ることが分かった。一方、内国出願人による出願の付与件数は 2000 年から急速に増えつつ、2008 年から外国出願人の付与件数を超えることになった。

図表 117 発明特許の中国及び外国出願人による付与率の傾向



1990年代末、中国の中央政府及び各地の地方政府補助金などを出して発明特許の申請活動をサポートすることとした。そのような政策は特許申請の質にどのように影響を及ぼしたか、図表 118 に示したように、1999年に申請した特許の付与率は2000年に比べ10%低かったが、しかし、それは一時的な現象にすぎず、その後の傾向をみると、それらの政策は申請した特許の質に大きな影響がないようである。内国出願人の付与率は一貫して外国出願人の付与率よりかなり低かったが、外国出願人の付与率2000年後半からかなり落ちつつあることが分かった。

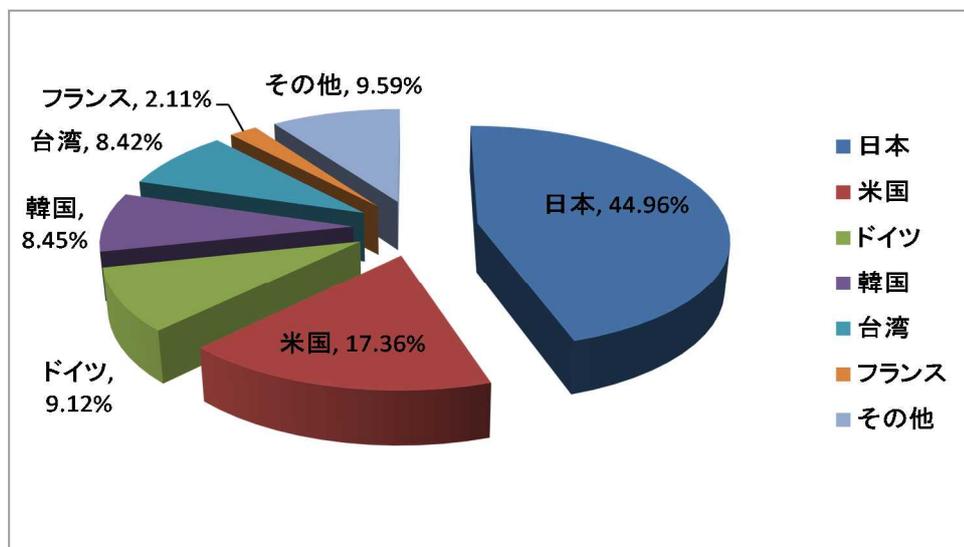
図表 118 中国出願人による発明特許の国際出願及び国際出願率の傾向



2000年以後、中国の中央政府及び各地の地方政府が発明特許の申請活動をサポートすることだけでなく、さらに企業などの国際出願活動にも強力に支援している。ただし、PCT出願といっても最終的に自国以外に出願しない場合もしばしばある。よって、中国の特許の国際出願の実態を判断するため、中国

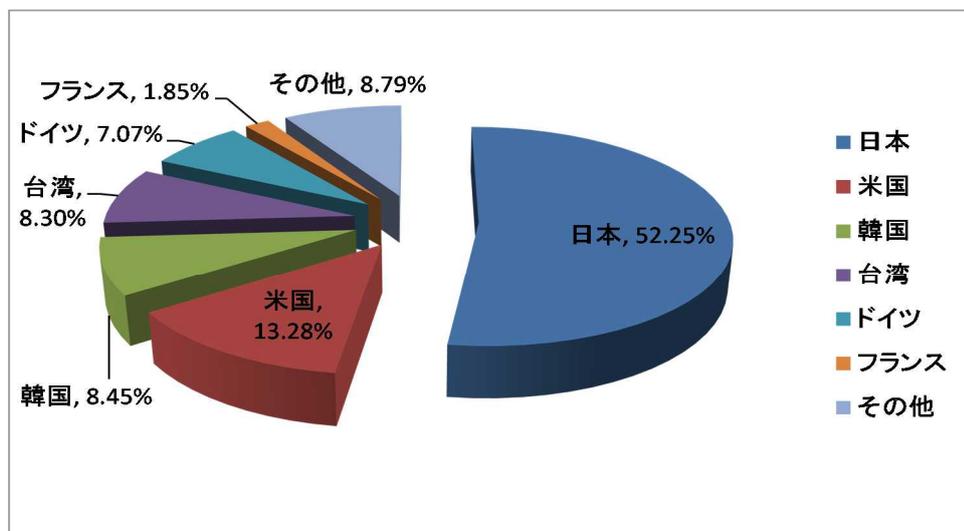
の特許データベースと PATSTAT とリンクして初めて把握できる。図表 121 に示したように、2000 年以後中国の国際出願の件数は急成長し続け、また、国際出願率も 2000 年以前の 3%台から 2000 年末の 10%台まで増えた。つまり、中国の EV 関連技術の国際舞台においてますます活発になることを証明した。

図表 119 外国出願人による特許申請出身国別内訳



EV 特許申請の最大の申請者は日本 (44.96%) であり、次に米国 (17.36%)、ドイツ (9.12%)、そして韓国 (8.45%)、台湾 (8.42%)、フランス(2.11%)がつづく。

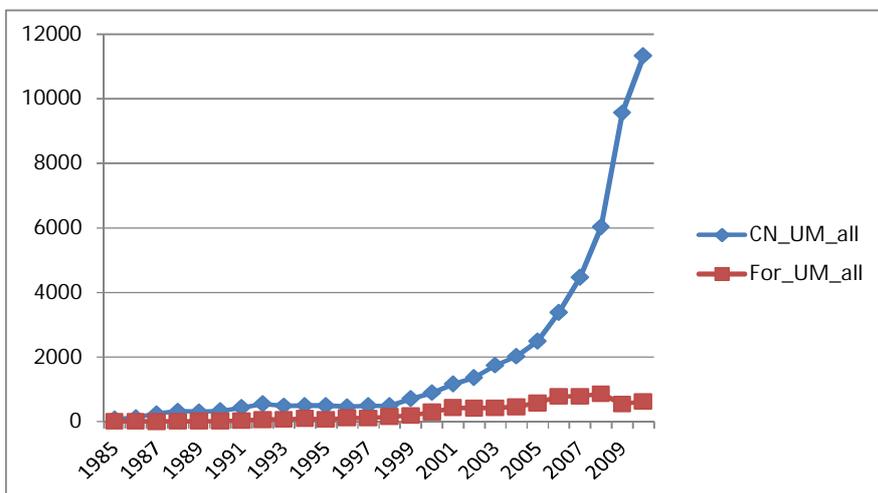
図表 120 外国出願人による特許付与出身国別内訳



EV 関連特許の付与件数を見てみると、日本は外国出願人の持つ特許件数の半分以上を占めることが分かった。次に米国 (13.28%)、韓国(8.45%)、台湾(8.30%)、ドイツ(7.07%)及びフランス(1.85%)がつづく。

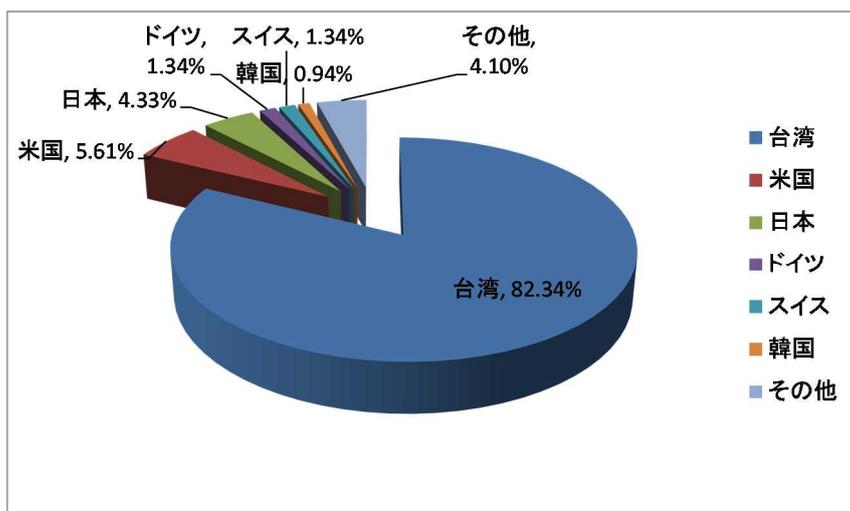
いていることがわかる。申請件数は外国出願人の中で第3位であったドイツは、付与の保有件数は第5位まで下がり、第3位には韓国がとってかわったことが分かる。

図表 121 実用新案の中国及び外国出願人による出願傾向



2000 年前後から、国の政策では発明特許出願に対して奨励・支援が行われたことに対し、実用新案に対しては、そのような補助策が出していなかった。しかし、現実では、2000 年以降実用新案の申請件数は発明特許よりより急増してきたことが以下の図からわかる。一方、外国人による実用新案の申請はかなりの低水準にとどまっている。

図表 122 外国出願人による実用新案出身国別内訳



外国出願人による実用新案出身国別を見ると、台湾は 82.34% を占め、次に、米国(5.61%)、日本(4.33%)、ドイツ(1.34%)、スイス(1.34%)、そして韓国(0.94%)である。日本が保有した実

用新案の件数は 152 件しかない。しかし、現実的に実用新案は中国特許システムの一つの重要な特徴とも言える。

#### 4.3.2 実用新案モデルの重要性について

以前、日本においても発明特許より実用新案が多かったが、特許法の改正により実用新案モデルの有効期間は 6 年へ短縮された結果、実用新案モデルでの申請数は激減した。日本で発明された技術を中国において特許出願しているが、中国では実際には企業間の訴訟に関して実用新案が多く含まれている。外国企業に見落としがちだが申請手続きが短い点以外にも実用新案には多くの利点がある。

##### (1) 法的保護の確保

中国特許当局は、実用新案モデルの申請に対して簡易査定を行うのみであり、調査などは行わない。通常は実用新案モデルは発明特許より法的には不安定であると考えられているが、中国の特許法は実用新案においては条件として課される発明の部分が低い基準で設定されている。実際の審査過程では、実用新案の発明性の評価については、参考文献は 1 つのみ義務づけられており、しかも教科書、説明書などのレベルでも可とされている。つまり、実用新案モデルは審査官が発明性について評価するのに 1 つの参考文献しか与えられないため、申請して実用新案として通る確率が高い上法的にも広く保護される。例えば、2009 年の中国での実用新案を含む特許訴訟において、シュナイダー天津会社（電力供給会社）がチント（地元企業）に対し \$ 2 3 million の支払を命じられたケースがある。その案件には実用新案が含まれていた。シュナイダー側は、チント側の実用新案モデルを無効化しようと特許再審査委員会に大量の書類を提出したが、実用新案モデルの発明性について否定するには不十分だと判断され却下された。

##### (2) 実用新案の保護領域

特許申請時には、審査官は複数の参考文献を参考にするため、申請者は発明自体の客観性への疑問を払しょくするために特殊性を付加する場合があります、それにより特許で規定されるスコープが狭まることがある。その場合には許可される特許の範囲が狭く定義されることがあり、実用新案で申請した場合には保護されるスコープが広く設定される傾向がある。

##### (3) 周辺技術の保護の確保

特許申請の場合、2 つ以上の参考文献を比較することで発明性が不足していると判断され申請を認められない場合が多くある。周辺技術などを実用新案で申請した場合、申請者は特許申請で却下されても、少なくとも周辺技術に関する何らかの保護を得ることができる。

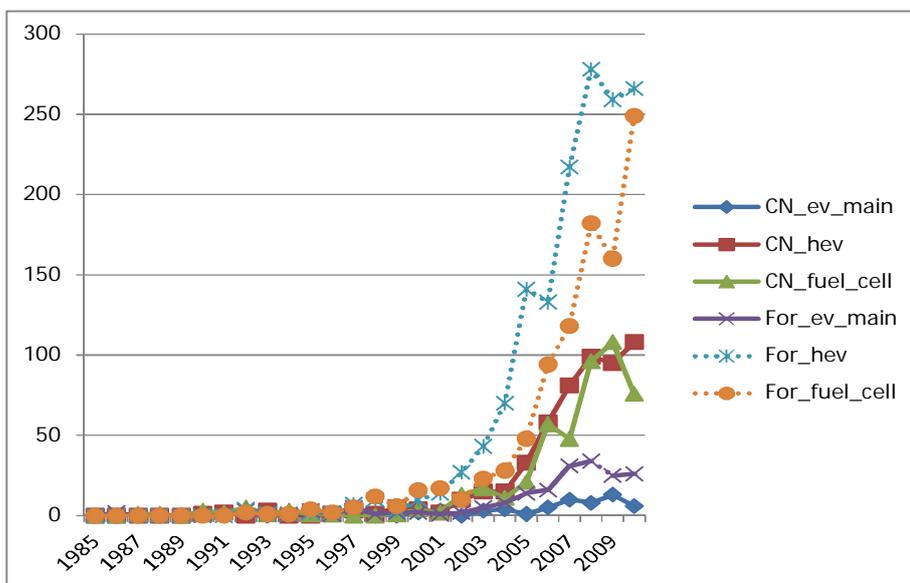
##### (4) 特許との共存

中国での特許の扱われ方においては、同じ申請者が特許及び実用新案モデルの両方を申請した場合、それぞれが発明性への判断や進歩性について影響を与えないということである。一般に、実用新案は短期間で許可され申請者の権利が即保護される。特許公開において申請者は、認められるまで権利を行使することができない。発明特許が認められた際には、審査官は申請者に対し双方の内容が同一であれば、

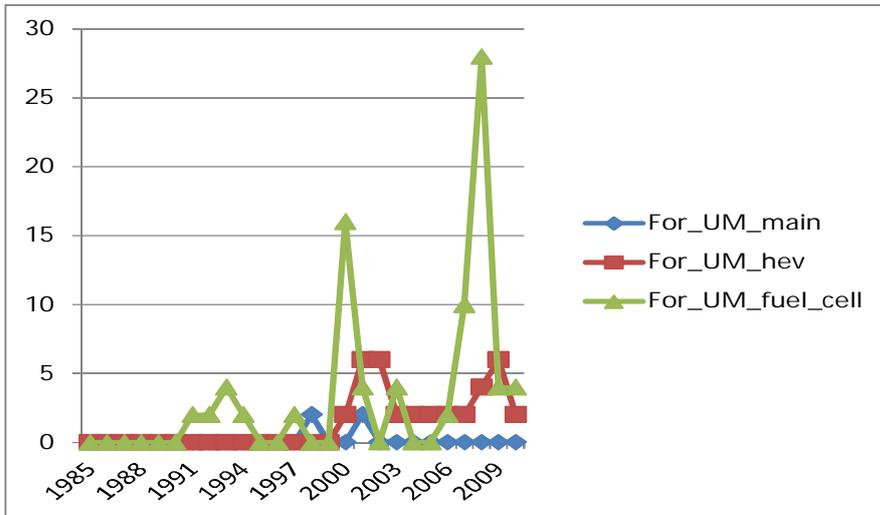
どちらか一方にするよう促す。仮に手続きの仮定において発明特許に大幅な修正などを加えた結果当初のものとは違ってしまった場合、申請者は実用新案も特許の権利も両方保持することができる。つまり、申請者にとっては、73 \$ 相当の実用新案申請手数料と弁護士代金を支払えば、即効力のある保護やいくつかのオプションが可能となる。

それにもかかわらず中国及び外国の企業へあまり勧められていない理由は、実用新案に関しては形式審査のため出願請負業者にとって見返りが少ないことや、中国の実用新案モデルについての知識が限られていることも一因である。実際は10年の保護期間があり、審査過程が簡易であり、当局からクレームがつきにくい一方、実用新案は物体や建築物、造形に関する改善や創造物を対象とするものであるためプロセス発明案件等には適当ではない。さらに、実用新案のような保護制度を持つ国にとっては、実用新案はそれほど重要ではなく二次的な保護と考えられ、外国の出願者は通常重要な方を選択して中国市場へ参入するため、実用新案を申請しないのである。これらの点を考慮すると、実用新案データ解析は中国の技術動向を分析する上で、本研究にとっても有用な分析となる。

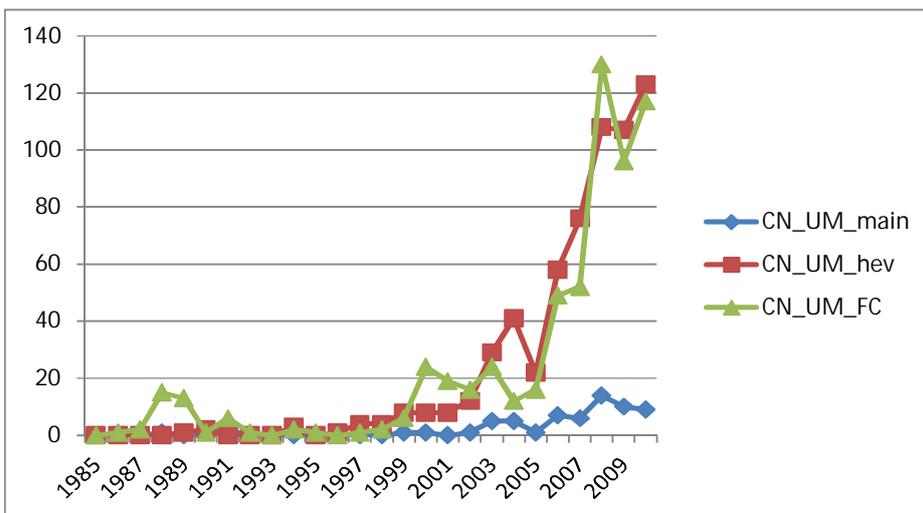
図表 123 発明特許の中国及び外国出願人による出願傾向（技術ごと）



図表 123 が示すように、外国出願人による申請された HEV 技術が 2000 年最初から急伸したことに對し、燃料電池電気自動車技術は 3 年ぐらいの時間のずれがあった。また、内国出願人による HEV 及び燃料電池電気自動車技術は 2000 年半ばから同時に、そして同じぐらいの速度で急成長してきた。ただ、いずれの技術分野でも、内国出願の件数は外国人出願件数に比べ 3 分の 1 程度にとどまっていることが分かる。



図表 124 実用新案の外国出願人による出願傾向（技術ごと）



図表 125 実用新案の内国出願人による出願傾向（技術ごと）

特許と同じように、内国人出願による HEV および燃料電池電気自動車技術は 2000 年半ばから、同じぐらゐのスピードで急成長してきた。しかし、いづれの技術分野でも、内国出願の件数は外国出願人よりずっと大きいシェアを占める。

### 4.3.3 トップ出願人について

中国の国内の特許付与件数ランキングを見ると、トップ 20 位の中に自動車メーカーは 2 社、共に電気自動車を生産した中国本土の企業である。自動車メーカーでない企業は 6 社、そのうち中国本土の企業は 3 社、本部は台湾企業グループに属した企業は 2 社、米国企業は 1 社。そして、大学は 10 社、半分を占めるに対し、研究所は 2 社である。

一方、実用新案の登録のランキングを見ると、自動車メーカーは 5 社、自動車メーカーでない企業は 9 社、そのうち中国本土の企業は 8 社、台湾企業は 1 社である。2 つの大学と 1 つの研究所及び二人の個人出願人である。

図表 126 発明特許付与及び実用新案登録件数トップ 20 出願人

順位	発明特許付与件数(国内居住者)				実用新案登録				発明特許付与件数(外国居住者)			
	出願人	件数	性格	深せん	出願人	件数	性格	深せん	出願人	件数	国・地域	深せん
1	比亚迪股份有限公司	398	本土企業	深せん	比亚迪股份有限公司	630	本土企業	深せん	Panasonic	1497	日本	深せん
2	清华大学	278	大学		浙江吉利控股集团有限公司	299	本土企業		トヨタ	1224	日本	
3	浙江大学	204	大学		天津力神電池股份有限公司	295	本土企業		Samsung SDI	606	韓国	
4	南京航空航天大学	184	大学		保定天威集团有限公司	251	本土企業		本田技研工業株式会社	578	日本	
5	上海交通大学	153	大学		中电电气集团有限公司	216	本土企業		通用汽车环球科技运作公	498	米国	
6	鸿海精密工业股份有限公司	145	台湾企業	深せん	深圳市比克電池有限公司	186	本土企業		SONY	452	日本	
7	北森网络能源有限公司	128	米国企業		浙江大学	120	大学		三菱電機	401	日本	
8	鸿富锦精密工业(深圳)有限公司	126	台湾企業	深せん	中国电力科学研究院	115	研究所		日立	312	日本	
9	中国科学院电工研究所	113	研究所		奇瑞汽车股份有限公司	106	本土企業		Delta Electronics Industria	289	台湾	
10	哈尔滨工业大学	103	大学		华南理工大学	94	大学		日産	277	日本	
11	西安交通大学	95	大学		中兴通讯股份有限公司	90	本土企業		東芝	235	日本	
12	中国电力科学研究院	88	研究所		卧龙电气集团股份有限公司	90	本土企業		SIEMENS AG	206	ドイツ	
13	天津大学	81	大学		中国西电电气股份有限公司	88	本土企業		LG Chem Ltd.	188	韓国	
14	深圳市比克電池有限公司	80	本土企業	深せん	东南大学	87	大学		Samsung Electronics Co.,	176	韓国	
15	华中科技大学	79	大学		重庆长安汽车股份有限公司	86	本土企業		ROHM	145	日本	
16	奇瑞汽车股份有限公司	78	本土企業		谭启仁	85	個人		崇賢科技股份有限公司	142	台湾	
17	东南大学	73	大学		鸿海精密工业股份有限公司	81	台湾企業		ヤマハ	141	日本	
18	中兴通讯股份有限公司	72	本土企業	深せん	上海市電力公司	79	本土企業		SONY	130	日本	
19	华为技术有限公司	70	民族企業	深せん	中国第一汽車集团公司	78	本土企業		LG Electronics	120	韓国	
20	重庆大学	68	大学		许晓华	77	個人		Denso	118	日本	

外国居住者による発明特許の付与件数をみると、パナソニックは三洋と合併することによってトヨタの付与件数を越え、第 1 位の座に就いた。そのトップ 20 の中に自動車メーカーは 4 社、それぞれ、トヨタ、ホンダ、GM 及び日産である。トップ 20 の中の日本企業は 12 社までのぼり、韓国企業は 4 社、米国企業は 1 社、ドイツ企業は 1 社及び台湾企業は 2 社である。

特許付与件数をみると、日本企業絶大のシェアをもつ、トヨタがもつ特許件数は中国本土企業の第一位である比亚迪より 2 倍多いことが分かった。しかし、比亚迪の自動車事業は 2003 年からスタートし、ほとんど国の大規模プロジェクトに参加したことがないにもかかわらず、資金面、政府の政策の支援、設備、人材など恵まれている国有の自動車メーカーや合併企業よりはるかに多くの特許数及び実用新案数を保有していることが興味深い。それに対し、特許ランキングの 16 位、実用新案の 9 位である奇瑞や、他の実用新案のトップ 20 に入った自動車メーカーはすべて国の大規模プロジェクトの参加者であり、国有企業である。

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。

また、特許付与のトップ 20 中の企業は第 7 位と第 16 位の以外のすべての 6 社は全て、深センに本部を置く企業であることがわかった。中国で、最初に開放政策に恵まれた新興都市は、外資の吸引力から、強力な内生型イノベーションを創出する力を持つことになりつつあることも分かった。それに特に台湾企業による知識の波及効果や、現地企業との融合度が他の外資企業より異なる戦略をとっていると考えられる。

#### 4.4 結論

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の効果から、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何が必要かについて、政府の供給側及び需要拡大に関する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る。中国の EV 関連技術の特許及び実用新案の分析を通じて以下のことがまとめられる。

- 1、中国国内の国有自動車メーカーは、特許保有件数より実用新案に大量に出願していることが分かった。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。日本オリジナル出願のほとんどは日本における特許出願なので、それゆえ、日本に居住する者が中国においても特許を出願することは理解できる。しかし、実際には、議論となるケースは実用新案に関するものが多く、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し、実用新案の効力を考えると、中国に進出する際の出願戦略を考える必要がある。
- 2、一方、政府の多彩な R & D プログラムによる支援は大学及び研究所に多くの知識の蓄積を形成されたといえる。中国に進出する場合、ローカライゼーションだけでなく、先端技術の開発の共同パートナーとしても考えられる。
- 3、関連技術領域にて、国の大規模プロジェクトにほとんど直接恵まれていない深セン地域が、高いイノベーション力を持つことが分かった。深センが特殊なイノベーション刺激策を実施してきたという可能性があると考えられる。それを解明することによって、日本の地方都市が戦略特区を利用してイノベーションを興すために参考になる政策が存在するのではないかと考えられる。
- 4、全体的見ると、中国の中央政府及び地方政府は、供給側の政策及び需要喚起策ともに、規制の手段も加えて、外国から技術導入も含め、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は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、関連技術の供給、たとえば、電池技術の技術力も成長しつつあるが、それはどこまで成熟できるのかが問題であろう。

## 5 . 事例研究

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、地中熱を利用した都市エネルギーシステムなど、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。

### 5.1 リチウムイオン電池関連技術の事例分析

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。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、特許分析で明らかにしたい。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。

#### 5.1.1 リチウムイオン電池技術-

##### ・環境制約の変化

世界人口が増加し、まさに人口爆発の様相を示している。1950 年には 25 億人だったが、2011 年には 70 億人を超え、2050 年には 93 億人を超えると予測されている（『世界人口白書 2011』）。特に、2020 年には中国の人口は約 14 億人、インドは約 13 億人に達する。この 2 か国だけで、世界人口の約 4 割を占めるのである。すでに、世界では食料問題が発生している。例えば、ロシア、ウクライナ、ベトナム、アルゼンチン、中国などの農業大国が、2008 年には穀物の輸出規制を開始した。これらは人口増に起因するものである。この穀物生産量は世界の中で容易に増やすことができない。『未来予測レポート 2013 - 2025（エネルギー編）自動車編』（日経 BP コンサルティング）によると、1970 年代から農地はほとんど増えていない。食料の増産は、品種改良や機械化、化学肥料の導入など、単収を向上させることで対応してきたが、水供給が十分にできないという問題に直面している。人口増加による物不足が様々なところで発生し始めている。これが環境制約である。

リチウムイオン電池に関連するところについては、エネルギー資源の制約がある。新興国は都市化が拡大し、購買力が増大した。新興国の都市ではほとんどが先進国の都市と同様の環境に届いている。さらに、技術力も向上し、自動車も新興国で製造が可能となっている。そして、自動車所有台数が増加し

ている。中国は2009年に新車販売台数は世界第一になった。中国の人口を踏まえると、今後、販売台数はさらに増加することが容易に見込める。ところが、中国、インドの自動車の燃料を石油で確保することは困難である。原油輸出大国のインドネシアでは2004年から原油輸入国に転じている。産油国のサウジアラビアも、国内需要の高まりから、原油の輸出量を減らしている。このようなトレンドの中、ガソリン車は、ハイブリッド車や電気自動車への転換がはかられようとしている。その中に、リチウムイオン電池が利用されているのである。自動車以外にも、パソコン、携帯電話、スマートフォンにもリチウムイオン電池が利用されている。最近では、家庭用の蓄電池にも利用されてようとしている。つまり、リチウムイオン電池は資源が限られる中で利用が拡大するという制約があるのである。

### ・リチウムイオン電池メーカーの競争力

1999年までは、リチウムイオン2次電池メーカーの市場シェアは、第1位から第5位までは国内メーカー（三洋電機、ソニー、パナソニック、三洋ジーエスソフトエナジー、NEC）であったが、2002年には第5位に韓国サムスンSDI社が入り、2011年には第1位に韓国サムスンSDI社、第2位にパナソニック、第3位に韓国LG化学社、第4位にソニー、第5位に中国ATL社が入った（『ものづくり大国の黄昏』（日経BPコンサルティング））。このように、あっという間に、韓国、中国勢に支配の主導権を握られようとしている。これはなぜか。

韓国メーカーの追い上げが激しく、中国メーカーも、韓国ほどではないが、急速に追い上げてきた。中国ATL（Amperex Technology）や中国BYD社である。さらに特徴づけられるのは、中国のリチウムイオン2次電池メーカーが米国企業と結び付いているところが伸びていることである。中国Tianjin Lishen Battery社とMaxwell Technologies(米国の二重層コンデンサ・メーカー)や米国のベンチャー企業であるCODA Automotive社である。コーダ・オートモーティブ社が米国で販売している電気自動車「コーダ・セダン」などに搭載されている。

技術面について、日本や韓国メーカーは、エネルギー密度を高めるために、Ni, Co, Mnの3元系材料であるLi(Co-Ni-Mn)O<sub>2</sub>を採用した2次電池の開発を進めているが、中国メーカーは、低コストな正極にリン酸鉄リチウムを用いている。これは低コスト以外に、安全性が高いこと、充放電サイクル寿命が長いことがあるが、短所として、放電電位が低いことがある。そのため、同じ体積ならば、1充電走行距離が短くなり、1充電走行距離が同じであれば、電池が大きく、重くなってしまふ。（マンガンは容量が小さいので、ラミネート型のマンガン系のリチウムイオン2次電池は低コストと安全。正極をコバルトにすると発火する可能性が高い。）

日本のメーカーの電池と韓国・中国メーカーの電池との大きな差は、安全性にある。韓国、中国メーカーの電池は発火事故が多い。2011年に電気自動車「シボレー・ボルト」が発火事故を起こしたが、これは韓国のLG化学社製であった。上海万博で使用していた電気自動車や電気バスが、上海万博閉幕後に、中国各地へ払下げされていき、その払下げ先で発火事故が起こっている。これらは中国の電池メーカーの製品である。これによってリチウム電池がすべて安全性が低いというレッテルが貼られてしまふことは、特に日本のメーカーにとっては避けたい状況である。

日本のメーカーの競争力が落ちている原因として、『ものづくり大国の黄昏』（日経 BP コンサルティング）および筆者によるリチウムイオン 2 次電池の研究者へのアリング調査結果から以下の原因が指摘できる。

#### （1）ライバル企業の圧倒的な投資戦略

投資資金に限りがある日本では、韓国など政府が全面的にバックアップ体制をとる韓国企業と違って投資戦略に限界がある。「日本メーカーは、市況が悪化すればとたんに生産量を絞り、設備投資を先送りにする。ところが韓国メーカーは、そうはしない。ときとして価格を度外視して多量の製品を市場に投入する。市況によっては、多額の損失が発生することもあるが、それでも増産の手はゆるめない。これは、短期的な利益を度外視してでもシェアを獲得しようとの姿勢の現れだろう。50%を超えるシェアを握れば、市場における価格決定力を手にすることができる。最大の顧客となることで、材料や設備の調達でも相当に有利になる。事業規模を拡大することで、量産のスケールメリットを大きくできるし、研究開発投資も大きくできる。」シェア競争をして、有利な立場に立とうとするのが韓国メーカーであるとしている。

#### （2）企業優遇策（法人所得税、減価償却、投資税控除）

一点目と連動するが、韓国などは政府による企業優遇策が存在することである。法人所得税の減免制度や、減価償却の優遇制度、投資税額控除などが用意されている。財務省のデータによると、2012 年 4 月の法人所得課税の実効税率は、韓国で 24.4%、日本は 35.64%となっている。また、韓国では政府が定める戦略分野について、所得が発生した年から 5 年間は 100%、2 年間は 50%減免される（経済産業省、「産業構造ビジョン 2010」）。そして、リチウムイオン 2 次電池はその戦略分野に含まれている。また、一般に、製造装置などの機械設備については、減価償却期間が短い方が企業にとっては有利であるが、日本では機械設備の減価償却期間は 5 年とされている。一方の韓国では一般的には 4 年と短い。さらに、設備の稼働率に応じた加速償却の仕組みが用意されており、これを利用すれば減価償却期間を実質的に 1 年まで短縮することができる。技術の進歩が速いリチウムイオン 2 次電池を扱うメーカーにとっては、非常に魅力的な制度となる。

#### （3）製造装置に依存する産業であること

完成度が高いリチウムイオン 2 次電池用製造装置を容易に入手できることが挙げられている。はじめは、電池メーカーと電池製造装置メーカーが共同で開発するが、一定の期間が経過すれば、その電池メーカーの競合他社にも販売することが可能になるため、最新鋭の装置でなくても、それなりに高性能な装置を韓国メーカーでも購入することができ、韓国企業は装置コストを低く抑えて利益をだしているものと思われる。

#### （4）技術者流出

技術者の流出も大きな要因である。2000 年ころから電子機器メーカーの業績が悪化し、電子部品を納めるメーカーの業績も悪くなった結果、リチウムイオン 2 次電池のメーカーも業績が悪くなり、リストラが起こったためである。技術者流出はそれ以前の 1996 年ごろから起こっており、韓国や台湾・中国企業などが積極的にそういった技術者を採用したということも背景にある。

#### (5) 日本メーカーの経営判断の遅れ

日本企業の多くは、技術的な要素ではなく経営判断の遅れにより失敗しているケースが多々あるという。電池関連メーカー経営陣が安全性を重視しすぎるなど保守的な経営となり、経営の判断が韓国などのライバル企業から大きく遅れ、失敗しているのである。技術者は変わったものと新しいものをやりたいと考えるのでコストが高く、最先端を狙う傾向があるが、企業経営も同じようにそれを狙ってしまい、必ずしも最先端技術ではなく安い商品の評価しないためであるという。また、事業を展開するにあたって、人件費だけでなく、装置コストを実際には採算計算に入れていないケースが多いという。これが盲点となり、経営者から全体のコストが見えておらず、経営の判断をあやまる傾向があるのである。

#### (6) 日本メーカーの品質保証のコストが高い

日本のメーカーは安全性を重視するあまり、品質保証のためのコストが高い。リチウムイオン2次電池の安全性を確保するため、自らの基準を上げて、数多くの検査をしなければならないという状況に陥っている（振動試験、衝撃試験、抜き取りなどの検査にかかるコストが多）。JIS基準が整うまでは、安全基準は自主基準であったが、2012年にJIS化された。実際は、JIS基準は国際基準であるIACに合わせて過剰なものを削った基準となった結果、自主基準の方が厳しい現状である。せっかくJIS基準があるのに、経営者は安全性の高い方を選択するので、実際は、JIS基準ではなく自主基準が使われている。この結果、各社がこだわっている安全性は高まるが、コストも高いことになる。しかもメーカー保証には使用後まで保証しなくてはならない。このままでは、価格が安くかつ安全性の低い他国メーカーが販売を拡大することになる。

#### (7) 基準が厳しすぎて市場が広がらない

高い安全基準を満たさなければ売ることができないという現実、使い方の多様性を探る可能性をもなくしている。たとえば、この商品は試験用という形で売り出し、大学や研究機関などで使ってもらうためのものとし、安全性の向上については、発信装置を付けて監視するといった形での販売が可能となればよい。安く試作品として売り出す代わりに、購入元は使用後の保証がないという条件で、通信機能を搭載しリチウム電池の安全性についてのデータ送付・監視を受け入れることとする。その間に使用データなどを集め、技術向上へフィードバックするという形をとると効率的である。使用側としても、常時安全性について監視・保守サービスが付帯していると考えれば、双方にとっても安全性について不安は抑えられる。技術開発はされても、市場へ普及する際にはどのような使われ方をするか未知な部分が大きいため、市場開拓の意味も含めて、他国メーカーより安全性の高い国内メーカーのリチウム電池の試験的導入などを可能とする選択肢を大きくする必要がある。

#### (8) 電力関連規制のために、リチウム電池の市場拡大や創意工夫の可能性が制限される

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、新たなビジネスの可能性や市場拡大の可能性が見込まれる。特定のエネルギー源を特定した買い取り制度は市場拡大の可能性をつぶしており、蓄電機能やHEMSの機能を排除しない形ので、市場拡大、需要拡大の視点も考慮し、管轄省庁の枠を超えた規制の制度設計が望まれる。

### (9) 国内規制が厳しすぎるので海外で実証試験

走行試験は国土交通省など規制が厳しすぎるため、国内で実証試験をやることは企業にとっては難しい。また、規制も省庁ごとに存在するため一つの商品でもいくつもの省庁に申請しなくてはならないので、規制のゆるい海外市場で試すという形をとっている。

日本企業がどこまで食い込んでいるかを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と考えている。リチウムイオン電池製造メーカーは、5、6年前と比較し、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、日本のリチウムイオン電池製造メーカーが、途上国に追いつかれ追い越されるのではないかと懸念される。

## 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

### ・リチウムイオン電池関連技術開発のシフト

世界同時金融危機を経て、2008年から2009年にかけて、グリーンニューディール政策が検討されはじめた。世界全体の温室効果ガスの排出量を今後10年～20年の間にピークアウトさせ、2050年までには少なくとも50%削減させる方向で対策をとる必要があった。そこで、この環境対策と経済危機対策の両方を克服し、将来の経・社会を強化しようとした。

そういった状況の中で東北大学は、リチウムイオン電池メーカーや地元の中小企業などを巻き込み、ライフスタイル提案型技術開発を行い、その後DC/ACハイブリッドシステム開発、震災復興のまちづくりを行ってきた。2007年から2008年の期間は、家庭用と自動車用のリチウムイオン電池（ラミネート型）の開発に差はなく、幅広い利用方法が探索されていた。この頃、自動車が伸びることがこの分野で言われており、家庭用においても電気自動車で使用するためのラミネート型のリチウムイオン電池を利用する方向で計画がたてられていた。

ところが、2009年に日本版グリーンニューディール政策が発表されはじめ、リチウムイオン電池メーカーの方針が大きく転換され、家庭用から自動車用へ社内資源がシフトし始めた。それ以降、現在に至るまで、大手リチウムイオン電池メーカーは、自動車用のラミネート型リチウムイオン電池の開発のため組織改革を行った。そして、電気自動車の普及のために、戦略と実行がなされた。リチウムイオン電池という有望な電池にかかわるリスクを減らす戦略がとられ始めた。完全に事業化フェーズに入ったのである。そして、東日本大震災が起きるまでは、家庭用リチウムイオン電池の開発は進まなくなった。

2010年7月に東北経済産業局では東北地域スマートグリッド研究会が立ち上がり、それ以降は各地でスマートグリッドやスマートシティ、あるいはスマートコミュニティ、スマートハウスに関する検討や技術開発が拡大した。しかし、家庭用蓄電池についてはそれほど着目されていなかった。2011年3月11日に東日本大震災があり、防災、独立電源、という視点で、再び、家庭用のリチウムイオン電池は注目され始め、家庭用はそれでもまだ重点が置かれていないが、自動車用と家庭用の両方が検討されようとしている。

政策として特定の技術や産業を指定することによる負の部分が浮き彫りとなった例であろう。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。本丸の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。

また、ヒアリングでえた政策的示唆となることは、官民のデータ蓄積体制の構築である。たとえば、国の資金を使ったプロジェクトや研究事業、補助金事業では、通信によるデータ収集・提出を義務化することによって、官民で利用できるデータの蓄積をすべきである。現在は、データの提出義務もなく、亜データが提出されたとしてもデータの種類も統一されておらず、データが提出されても放置されている状態であり、実証にも使われていない。実際には日産が販売したリーフにはすべて通信機能が搭載されており、独自に電池運用データを収集している。国は、電池の運用データ等国が民間からデータを購入することや、補助金事業で義務化した通信によるデータ収集・およびモニターによって得られたデータを管理し公開することが望ましい。それによってメーカーごとに細々と集めた規模の小さいデータで実証するのではなく、国が収集した大規模データによってリチウム電池の技術改善に使うという形が国内メーカー支援という意味でも建設的であり、国の資金の意味のある使いかたではないか。データ収集の仕様は、充電、走行距離、など項目さえ統一すれば収集をすることは簡単である。

### 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）

海外へ環境技術を基盤とした環境ビジネスを展開する企業やイノベーションを分析し、学術的に海外展開やイノベーションが促進するための政策を提言することを目的として、日本リファイン株式会社を選定し海外訪問調査を実施した。当社は中小企業であるが、技術に基づきシェアを拡大し、日本だけでなく、中国・蘇州、台湾へ進出した。日本リファイン株式会社の事業領域は溶剤のリサイクルであるが、その中で成長事業として、リチウムイオン電池の製造プロセスで使用する溶剤のリサイクルがある。リサイクル・プロセスを経ることにより、溶剤の質が向上するアップサイクルを特徴とする。この環境ビジネスの中では先駆的なアップサイクルビジネスをアジアへ展開する場合にどのような戦略をとっているか、どのような制約や壁が存在するかについて明らかにしたい。台湾事業については、液晶製造工場における溶剤リサイクル事業についても事例を分析する。

なお、電気自動車・ハイブリット車に使用するリチウムイオン電池とこの極板を製造するプロセスの中においては、溶剤の分離技術が重要である。リチウムイオン電池の極板製造プロセスで使用された溶剤（NMP）がガスとして排出されるが、その処理技術がキーテクノロジーとなっている。地球環境問題の影響を受けて、ガソリン車からリチウムイオン電池の電気自動車等へシフトが進んでいる。もちろん、スマートフォン、携帯、PC のリチウムイオン電池の利用増大もあるが、リチウムイオン電池のメーカ

ーは増加し、その製造過程において、有機溶剤を必ずしもリサイクルしない企業も広がっていった。その市場をつかんだのが日本リファインである。環境ビジネスが環境ビジネスを拡大している様子がわかる。環境的に不完全な環境ビジネスが、新たな環境ビジネスの市場を拡大しているのは皮肉かもしれない。しかし、グリーンニューディール政策が、電気自動車のリチウムイオン電池の開発を促進させ、その結果、その静脈ともいべきリサイクル産業を拡大させている。

### ・ 日本リファイン株式会社の概要

日本リファイン株式会社の創業者理念は、「人類が持続可能な社会を構築するための資源循環と環境保全を業とし社会に貢献する」とされている。目指す企業像は、「資源循環社会の実現に貢献するソリューションを提供し続けるグローバル企業」である。日本リファインは、有機溶剤のリサイクル事業を行っている。

有機溶剤とは、他の物質を溶かすために用いられる、常温で液体の有機化合物である。有機化合物とは炭素を含む化合物で、その種類は多く、工業的に使用されている。塗料、印刷インキ、医薬品、農薬、染料、接着剤、合成洗剤、化粧品などのファインケミカル分野、液晶パネル、半導体の製造工程、リチウムイオン電池の製造工程などで、数多くの業種で使われている。この有機溶剤をリサイクルする事業を行っている

1966年日本リファインの前身の大垣蒸留工業株式会社を創業したのが本事業の始まりであり、この創業の理念が独特である。川瀬泰淳氏（日本リファイン株式会社名誉会長）の起業は「もったいない」から出発しているのである。『「日本リファイン」の挑戦』（鶴蒔靖夫著、IN通信社、2012）によると、以下のような理念が創業の出発点にあることがわかる。

「排出される使用済み溶剤のおよそ九割が、そのまま自然・生活環境のなかに放出・廃棄されます。ここが問題であって、短絡的に人類の科学・化学を否定することではありません。ですから私は、リサイクル率がたったの9.4%という点に着目したわけです」日本大学工学科専門部電気科を卒業した川瀬は、昭和26年4月に電気塗装機株式会社に入社。静電気を利用しての自動車・家電製品の塗装に従事しつつ1950年代、すでに溶剤の使い捨て、むだづかいに着眼した。・・・それも、いま、主流となっている情緒的な地球環境汚染排除とは異なる視線、次元の思考法であり、与えられた資源は徹底的に使い切るのが正しい資源活用であるという認識なのだ。・・・それは、ただ単純に“もったいない”という意識であり、むかしから日本にあった合理的思考法である。戦後から10年経ち「消費は美德」といわれ、経済成長期まで日本は、ただひたすら使い捨て文化を享受した。（『「日本リファイン」の挑戦』（鶴蒔靖夫著、IN通信社、2012）p.30-31）

社会が高度経済成長の頃に、排出され無駄に捨てられている希少な資源を有効利用できないかという、古く日本社会に根ざしている“もったいない”という考えが創業の出発点にある企業である。

もう一つ独特な考えがこの企業の原点にある。「アップサイクル」という新しい価値を付与しながら再利用する考え方である。

「まず、最初に、正確に理解してもらいたいのは、わが社の場合は、単純なリサイクルではなく、アップサイクルなのです。そのため社名に『リファイン』（精製・精練）と謳っているのです。廃棄する資源（溶剤）を高純度に仕立て直し、新液（バージンレベル）よりすぐれた品質で循環させる。それが当社の仕事です」（『「日本リファイン」の挑戦』（鶴蒔靖夫著、IN通信社、2012）p.22）

廃棄しようとしていた資源を新品以上に上質にする、洗練する、磨き上げるといふ、従来のリサイクルという考え方ではなく、新規に価値を付与するポジティブな利用方法を追求する考え方が根底にある。この考え方は日本古来の考え方、そのものである。

例えば、『90歳ヒアリングのすすめ』（古川柳蔵・佐藤哲著、日経BP社、2010年）によると、以下のような考え方が暮らしの中で実践されていたが、これは日本全体に広がっている考え方である。自然と共生する暮らし方である。

「果樹の栽培をしていたので、12～3月には枝の剪定をする。切った枝は燃料として木小屋に蓄えていた。冬の間、1年分の燃料を確保しておく必要があった」（古川柳蔵・佐藤哲著、日経BP社、2010年）p.65）

「服も靴下もなんども縫って大事にした。着なくなった木綿の服でおしめをつくった。1枚の浴衣から7枚のおしめ（おむつ）がとれた。なんでも粗末にしないで利用できるものはなるべく利用したのでゴミが少なかった」（『90歳ヒアリングのすすめ』（古川柳蔵・佐藤哲著、日経BP社、2010年）p.86）

もったいない、大事に使う、循環利用するという考え方は、自然と共に生きてきた日本人の低環境負荷で持続可能な暮らし方の根底に存在しており、日本リファインの川瀬名誉会長の考え方も、この日本が伝承する考え方に一致する。その意味で日本発の経営理念に基づいた企業であると言えるだろう。

川瀬名誉会長の創業理念は、現在の川瀬泰人社長に引き継がれている。例えば、現在の日本リファインの経営の基本方針の中にも、「希少な資源の保全と環境問題の解決に取組み、持続可能な社会の構築に貢献します」という点がトップに位置づけられていることから明らかである。

<経営の基本方針> 日本リファインのHPより抜粋 (<http://www.n-refine.co.jp/>)

**希少な資源の保全と環境問題の解決に取組み、持続可能な社会の構築に貢献します**  
石油は、地球の中でもとりわけ企業の生産活動や人間の生活に直結する資源であり、昨今ではその希少性が指摘されています。日本リファイングループは石油由来資源の有機溶剤の循環リサイクルを進めることにより、限りある資源の延命に努め、さらにこの活動をグローバルに展開する事によって、地球環境問題の解決に取組み、持続可能な社会の構築に貢献します。

**顧客に感動を与える付加価値を提供し、顧客満足度を高めます**  
日本リファイングループは創業以来、蒸留をコア技術としながらユーザーのニーズに応えるさまざまな分離技術に挑戦し続けています。顧客の事業に貢献するため、刻々と変化するニーズをタイムリーに捉え、顧客から評価される技術を探求し、それを顧客の付加価値として提供し続けています。環境への意識がますます高まる中で資源循環社会の実現に向かって今後も寄せられる多様なニーズを真摯に受け止め、今まで誰も気づかなかった発想に基づく革新的な技術を開発し、新たな価値を創造し続け顧客満足度の向上をはかります。

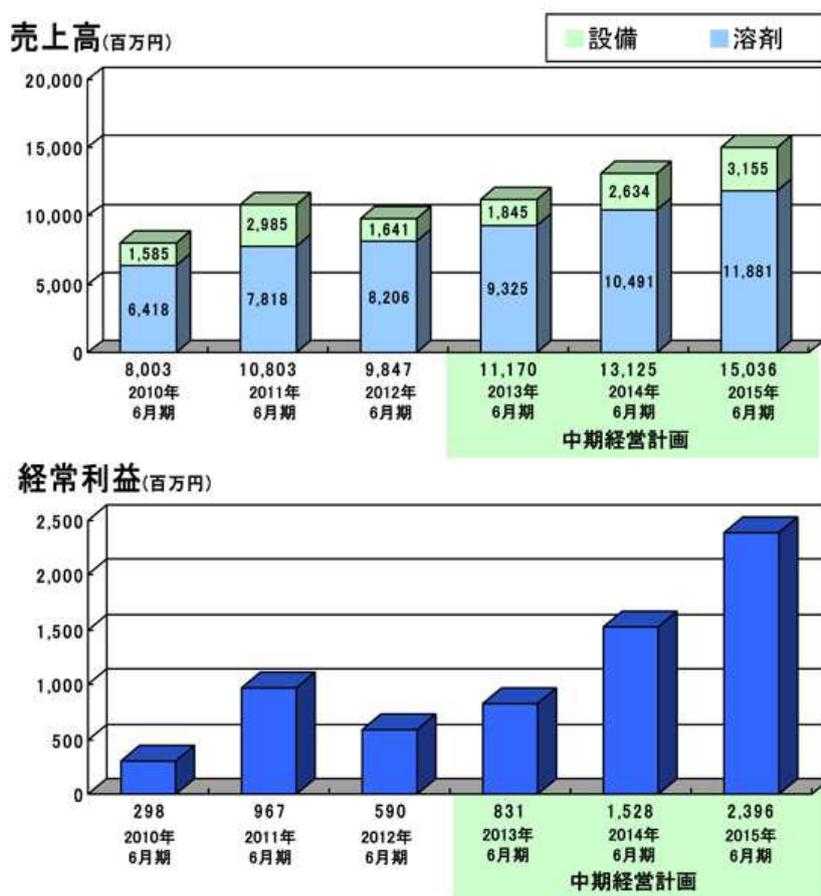
**安全で働きがいのある職場環境を整え、社員満足度の向上に努めます**  
日本リファイングループの重要な財産である社員が、安全でかつ能力を十分に発揮できる職場環境を整えます。さらには、社員が仕事を通じて自己の能力を存分に発揮して自己の成長を実現できるように支援し、社員満足度の向上に努めます。

**企業価値の最大化を目指し、株主満足度の向上に努めます**  
日本リファイングループは、強固な経営基盤の確立をはかるべく、日本、中国、台湾での3極体制を固めてまいります。さらに欧米への事業展開も視野に入れグローバルに安定的な利益の拡大と成長をはかり、企業価値を最大化することを目指します。

日本リファイン株式会社は、1966年設立し、売り上げは約100億円（連結、2011年）。経常利益は6億円（2011年）の事業規模である。2000年12月、台湾台北市に子会社「台湾瑞環股分有限公司」を設立し、2003年1月、中国江蘇省蘇州工業園区に子会社「蘇州瑞環化工有限公司」を設立した。2005年、中国蘇州工場稼働開始している。

以下の図は売上高・経常利益の推移と中期経営計画である。

図表 127 日本リファインの売上高・経常利益の推移



出典) 日本リファイン株式会社ホームページ  
 ( [http://www.n-refine.co.jp/index.php/jpn/node\\_414/node\\_435](http://www.n-refine.co.jp/index.php/jpn/node_414/node_435) )

図表 128 日本リファイン株式会社の沿革

年	月	沿革
1966	6	使用済溶剤の再資源化を目的として大垣蒸溜工業株式会社を設立。 (設立時資本金500万円)
1978	5	関東の生産拠点として、千葉蒸溜株式会社(現千葉工場)を設立。
	9	中央区日本橋室町に東京事務所を開設。
1987	5	輪之内工場を建設、生産を開始。
1991	7	千葉蒸溜を合併し、社名を日本リファイン株式会社に変更。
1993	3	日本車輛製造株式会社と共同で、濃縮乾燥装置「エルファイン」を開発。
1994	7	斜型蒸発濃縮装置ソルスターを開発。
1995	5	ソルスターが「分離技術賞」を受賞。
1996	3	溶剤の精製リサイクル事業に対して「通商産業省環境立地局長賞」を受賞。
1997	5	排水中の微量溶剤除去回収装置「ソルピコ」を開発。
	11	ソルピコが「名古屋市工業研究所長賞」を受賞。
	11	東京事務所を、千代田区丸の内に移転。
1999	5	ソルピコが「分離技術賞」を受賞。
2000	1	社長 川瀬泰淳(現名誉会長)が「千葉県ベンチャー企業経営者賞」を受賞。
	12	台湾台北市に当社の子会社「台湾瑞環股?有限公司」を設立。 (設立時：資本金3,000万台湾元、2010年度末現在：資本金1億600万台湾元)
2001	1	東京事務所を東京本社とする。
2002	2	輪之内工場がISO9001を取得。
	4	技術開発センターを設立。
2003	1	中国江蘇省蘇州工業園区に当社の子会社「蘇州瑞環化工有限公司」を設立。 (設立時：資本金60万米ドル、2010年度末現在：資本金725万米ドル)
	10	揮発性有機ガス回収装置「エコトラップ」を開発。
2005	6	剥離液再生装置「SRS」が「分離技術賞」を受賞。
	6	中国江蘇省蘇州工業園区に蘇州工場(蘇州瑞環)を建設、生産開始。
2006	7	大垣工場がISO9001を取得。
	10	株式会社トクヤマとの合併会社「蘇州徳瑞電子化学品材料有限公司」を設立。
	11	環境装置部がISO9001を取得。
2007	6	エコトラップが「分離技術賞」を受賞。
	7	千葉工場がISO9001を取得。
2008	6	技術開発センター研究棟を新設。
	6	経済産業省中小企業庁「元気なモノ作り中小企業300社2008」に選定。
2009	6	ISO14001を取得。
2011	6	台湾台南市に台南工場(台湾瑞環)を建設、生産開始。

出典) 日本リファイン株式会社ホームページより作成

## ・ビジネスモデル

日本リファインの事業内容としては、大きく4つの事業がある。トータルソリューション、精製リサイクル事業、環境エンジニアリング事業及び物流部門である。そして、日本リファインの環境ビジネスは2つの機能からなる。1つは溶剤を精製リサイクルする機能、もう1つは、様々な工場から排出される排ガス・排水中に含まれる微量溶剤成分を高効率で回収する装置を設計・製作する環境エンジニアリング機能である。この2つの機能を繋げることにより、溶剤の供給から排出までの流れにおいて、溶剤ユーザーが抱える様々な問題に対し、最適なソリューションを提案する。これがトータルソリューションに位置づけられる。

次世代自動車として注目が集まる電気自動車・ハイブリット車に使用するリチウムイオン電池、この極板を製造するプロセスの中においても日本リファインの分離技術が重要な意味を持つ。リチウムイオン電池の極板製造プロセスで使用された溶剤（NMP）がガスとして排出される際、日本リファインが導入するガス回収装置『エコトラップ』によりNMPを回収する。回収NMPは日本リファインの精製工場では電池グレード品質に精製し、再び極板製造プロセスに供給する。NMPの循環型リサイクルにより、資源の再生、CO<sub>2</sub>の削減、VOCの排出抑制、製造コストの削減を同時に達成している。

溶剤の新液を購入してリチウムイオン電池を生産する工場など溶剤を使用する工場がメインの顧客である。リチウムイオン電池を生産するプロセスでPVDFという樹脂を塗布させるために必要となるNMPという溶剤は使用後に揮発し、ガス化するので、『エコトラップ』により液化する。回収したNMPは新液よりも高品質（使用時に弊害となる不純物が少ない）に精製してその工場に再納品する。または、高品質の溶剤を他社に販売する。これら一連のトータルエンジニアリングをサービスとするビジネスモデルである。一般工業グレード品を購入し、それを高品質に精製して販売するビジネスも行う。

今までは、リチウムイオン電池の生産プロセスの中で、溶剤であるNMPの廃ガスがそのまま大気に廃棄されていた。これを無駄なくリサイクルで回収し、再利用することにより、原料のコスト削減及び廃棄物処理コスト低減による利益をユーザーとこの企業で分配する、環境と経済の両立が実現するビジネスモデルでもある。

中国・蘇州周辺地区においても、同様のビジネスモデルを展開している。企業は2003年1月に、100%子会社である蘇州瑞環化工有限公司 Suzhou Refine Co., Ltd.を設立し（以下、蘇州リファインと呼ぶ）、現在は順調に事業展開している。

競合企業は、蘇州にはほとんどいない。大手の化学品メーカーは既に自ら分留装置を持って行っている場合もあるが、大手ではない廃溶剤の量が少ない企業にとっては自社工場に設置するコストよりも、日本リファインに廃溶剤の処理を外注する方が低コストになる。あるいは電子関連産業など、化学品の知識が少ない企業では、自社でリサイクルすることが困難であることもあり、これらが日本リファインや蘇州リファインが存続できる市場であると言える。大手溶剤メーカーは、高純度品質の溶剤を目指すのではなく、低純度の溶剤を大量に低コストで購入したいという顧客に販売する戦略をとるため、日本リファインや蘇州リファインとは競合しにくい。蘇州リファインは、新液メーカーと競合する場合には、住み分けをしてwin-winの関係を探ろうとしている。

蘇州リファインでは、月1000トン～1200トンの原料を処理している。例えば、日本リファインの千葉の工場では、1500トン～2000トン、大垣では400トン～500トンの処理を行っているが、一つの

工場で 500 トン～1000 トン程度の処理量がビジネスを行う上で必要な量とされる。蘇州リファインは、蘇州周辺のビジネスが好調のため、2012 年 5 月に第 2 期目の増設が終わり、8 月に 1000 トン/月に到達した。

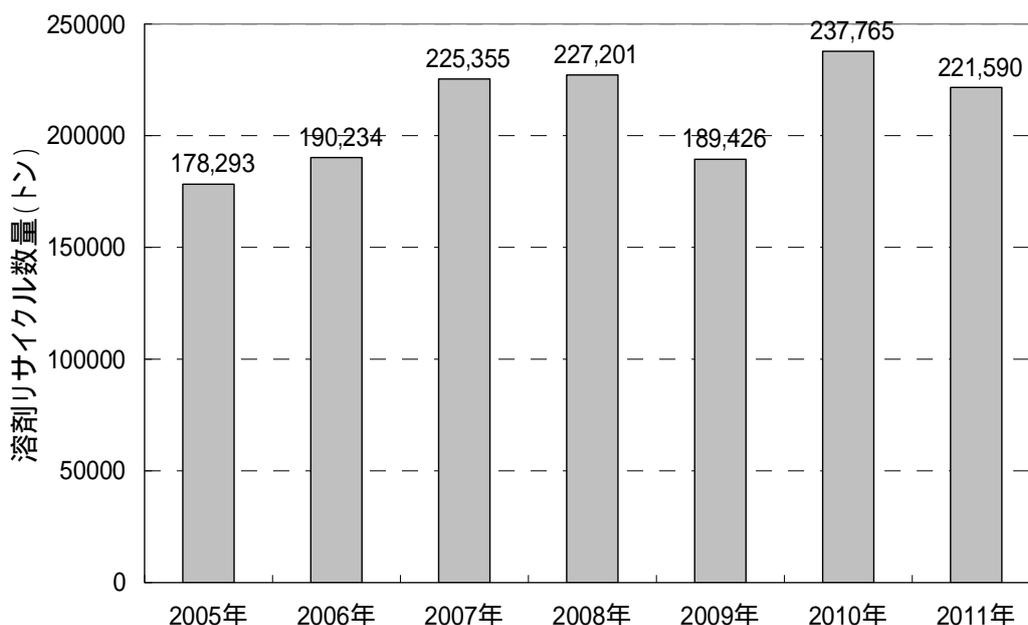
台湾リファイン (Taiwan Refine Co., Ltd.) は、2000 年に設立された。特に、液晶工場で使用されるレジスト剥離液のリサイクルを行うためのオンサイト型装置である SRS (Stripper Recycle System) を販売するビジネスで台湾に進出した。このころ、液晶テレビが発売され始めたころであり、多くの企業が投資を開始していた。この SRS を 3 台受注したのが台湾事業で最初の受注となった。ただし、この受注のときに、故障など修理するアフターサービスをしっかりする、具体的には、電話してから 2 時間以内に対応する、という条件を受け入れたため、当初は、アフターサービスをメインとする台湾リファインとなった。

液晶は 1990 年代に日本が始めて商品化したものだが、1990 年代に日本企業は日本に多くの投資をしなかった。日本企業は台湾メーカーを選択して、液晶の生産を始めた。例えば、大手日系企業は、技術を台湾に提供し、生産させるという方法をとった。2001 年に IT バブルが崩壊し、新たな投資をしない時期になっていった。逆に、液晶テレビが普及を開始し、毎年、会社が新投資を行うという状況であった。

液晶関連の日本企業や台湾企業は吸収・合併を繰り返した。東芝は華新グループと、三菱は大同グループと、IBM は ACER と、松下は UMC と提携した。台湾リファインは、最初にこの松下・UMC が建設した工場への設備受注をしたのである。

### ・環境技術の位置づけ

日本溶剤リサイクル工業会の資料によると、溶剤 (揮発性有機化合物) 全体の使用量は 246 万トン/年、このうち新品としては 197 万トン/年供給されている。使用後には 71 万トン/年以上が大気放出され、それ以外の 126 万トン/年は産業廃棄物として焼却処分されている。一方で、外部におけるリサイクルは年間 22 万トン/年 (溶剤リサイクル業者約 53 社)、溶剤ユーザーによるオンサイトリサイクルは 27 万トン/年である。溶剤のリサイクル率は使用量全体の 20.0%に過ぎない。溶剤リサイクル数量は、ほとんど変化なく推移している。



出典) 日本溶剤リサイクル工業会ホームページ資料より作成

図表 129 溶剤リサイクル数量の推移(トン)

溶剤の製造には石油が消費される。溶剤は揮発性有機化合物(VOC)に含まれ、蒸発しやすく、燃えやすい。従って、溶剤をリサイクルすることによって、石油消費が減少し、その結果、CO<sub>2</sub>排出量を削減することができる。しかし、これまでは溶剤を使い捨てるように、大気に放出して、リサイクルしてこなかったのが、多くのCO<sub>2</sub>を排出してきたのである。

経営理念のもったいないという考え方をいえば、リサイクルは当然のことであったが、それをやっていた企業は数多くある。この溶剤のリサイクルにより、企業の製造コストを削減することができるにもかかわらず、リサイクルを進めてこなかったのは、環境配慮を怠ってきただけでなく、経営のこともしっかりと考えずに進めてきたということである。

さらに、日本での事例ではあるが、リサイクルした後の高純度の溶剤を欲しがる市場がある。特に、日本リファインは、リサイクルすることによって、上記のメリット以外に、さらに質が向上した溶剤をリサイクル品として製造できるアップサイクルという点に着目しなければならない。医療品メーカーが、アップサイクル品である純度の高い溶剤を購入し、新薬開発に役立てるケースがある。記憶媒体メーカーも生産プロセスで、アップサイクル品である高純度の溶剤を購入するケースがある。日本リファインの事業は、液晶パネルやリチウムイオン電池の生産の拡大と共に、リサイクル事業を国内と中国、台湾において拡大してきた。しかし、それだけでなく、アップサイクルという考え方やそれに基づいた精製技術を基盤としていることから、溶剤リサイクル事業が、新たな新事業領域を開拓しはじめていえる。また、『エコトラップ』に使用されているような技術、つまり、ガスになってしまったものを回収し液に戻す技術など、最先端のハードウェアにかかわる技術については特許戦略を重視し、中国の特許庁へも特許出願し、ビジネス展開を進めているという。

## ・アジア展開

### < 中国進出 >

中国では循環と経済という標語が政策で使われたことから、蘇州でも環境意識が高い行政機関の人々が多いという。しかし、全体的には、溶剤をリサイクルするという考え方は蘇州の企業にはほとんどないのが現状と言われている。蘇州リファインの中では、まずは、中国における溶剤のリサイクルのイメージを変えなければならないという考えで進めている。蘇州リファインは、江蘇省の危険廃棄物経営許可書を持っているが、この認可には、李総経理の人格、人脈の努力があり、容易に取得することができた。中国ビジネスは「やりにくい」ということが言われることがあるが、蘇州リファインの総経理からみると、「やりにくい」とは思わなかったという。コミュニケーションを中国人のように通常通り行うことで何も問題は発生することなく、むしろ、信頼を勝ち取って、地元行政機関とうまく事業拡大に結び付けているという。

日本リファインの中国進出の場所は、長期間吟味した結果、蘇州工業園区を選定した。蘇州工業園区は、建設から16年間経過し、今年平均約30%の成長を遂げている。開発前に比較して、GDPは100倍、地方財政総収入は500倍以上増加している。1日平均で600万ドル近くの外資を誘致し、2日に1社の割合で外資企業が設立され、2週間当たり10万平米の建築面積が竣工している。総合発展指数において、国家クラス開発区の中で第2位となっている（蘇州工業園区製造業投資ガイドを参照）。2010年末まで、蘇州工業園区は累計で4000社の外資企業を招致している。そのうち、世界トップ500企業のプロジェクトが137件、1億ドル以上のプロジェクトが112件あり、10億ドル以上のプロジェクト7件が含まれている。業種は、IC、液晶ディスプレイ、自動車、航空部品、ソフトウェア・サービスアウトソーシング、バイオ医療、ナノ新材料・新エネルギー分野の企業が近接している。大手企業は、サムソン、パナソニック、富士フイルム、日立化成、旭化成、ダイキン、シーメンス、AMD、ボッシュ、ジョンソン&ジョンソン、エーザイ、ファイザー、大塚製薬などである。蘇州リファインの顧客が周囲に集結している状況であり、事業はほぼ独占しているのである。

前述した『エコトラップ』というNMPを回収する装置は、業種が同じであれば、回収した時点で一定の品質になるので、日本であっても中国であっても、企業によっても同じ粗NMPとして取り扱うことができる。したがって、どこの工場においても同じプロセスで製品化をすることが可能である。新規の顧客や廃溶剤を対象とする場合は、処理する溶剤を分析することから始める。精査の結果、処理コストを計算し、客先とリサイクルするかどうかの判断をするのである。精製リサイクル事業が、世界展開しても障壁にならない理由は、この技術的特徴にある。

蘇州リファインの中国での売上で最も多いのは、液晶剥離液である。二番目に多いのはNMP電池関連（ほとんどがリチウムイオン電池）である。この二つの領域が、特に、蘇州工業園区では成長している。中国ではまだ新工場新設が続いており、市場が拡大しているため、成長しているのである。

蘇州工業園区の企業が、蘇州リファインにリサイクル事業を発注する目的は、環境配慮が目的ではなく、溶剤をリサイクルすることによる生産コストダウンが目的である。日本企業の場合は、環境配慮を目的として、溶剤のリサイクルを希望することもあるが、中国企業は基本的には生産コストダウンを目的としているという。溶剤リサイクルにより、生産コストダウンができるという点が、中国でも環境

技術が普及、展開する大きな理由であると考えられる。CO<sub>2</sub> 排出量削減のためにリサイクルを進める企業はないが、コストダウンの結果、環境にも良いビジネスが展開できるというロジックなのである。

中国ビジネスでリスクがあるとすれば、資金回収のリスクがあげられる。中国では、支払い期日を守らない企業があり、よく発生する問題であるという。蘇州リファインとしては、キャッシュオンデリバリーを基本とし、それが不可能な場合には取引企業との間に商社を入れてリスク回避することもある。

蘇州リファインは、蘇州地域において、リサイクル技術力、管理力、規模を強みとして、ビジネスを展開していた。特に、NMP については、現地に小さな企業があるが、競争相手ではなく、また、同じ質のリサイクルレベルを行える企業が他にないのである。

#### < 台湾進出 >

台湾においては、これまで数多くの SRS を販売してきた。これは液晶工場では圧倒的シェアを誇っている。競合はほとんど存在しない。競合である 1 社は台湾で 1 基導入したに過ぎない。シェアを獲得した理由には台湾特有の理由がある。台湾には社員が転職する風土があるが、初期のころ、当時先行していた大手企業の工場から SRS を受注できたことが大きかったという。顧客である納入先の工場で働いていた担当者がやがて同業他社へ転職し、部長や研究所長になり、この人脈を使って、台湾市場を拡大することができたのである。現在は、さらに中国への転職が起こっている。このような伝播が起こるのは、そもそも SRS が技術的に信頼を得ているからである。

台湾では、最初は有機溶剤のリサイクル品が使えるのか、という疑いがあったが、大手企業がこの設備を採用し始め、実績をつくったことによって、台湾企業全般に理解が得られやすくなった。また、このリサイクルを行うことによって、生産コストが削減できるので、このコストダウンの意識が強い台湾企業に広まったと考えられる。

台湾リファインの強みは、溶剤の回収率が優れている、設備の操作性が優れている、アフターサービス（2 時間以内で対応）が優れている点にある。回収率が優れているのは、工場におけるコストダウンに直結するので大きな強みとなる。

また、台湾では廃棄物処理業開設に際し、厳しい基準がある企業によっては、本稼働できるまでに 7 年以上かかることがある。台湾リファインは、1 年以上この廃棄物処理業の免許を取得することができていないが、これを取得することができれば、さらに大きく有利になると考えられている。

台湾には、リチウムイオン電池の生産工場は数件（小規模のものしかない）があるが、基本的にはリチウムイオン電池については、台湾は研究開発の場所、中国は生産の場所と位置づけられている。

今後の台湾の市場としては、液晶と排水処理が大きい。特に排水処理のアンモニアと窒素については、法規制が強化されるので、市場になると言われている。そのほか、タッチパネル、透明スクリーン、有機 EL が将来市場になる可能性はある。

今後の台湾の市場としては、環境規制が厳しくなるので、排ガス、排水を効率的に処理する分野が伸びると考えられる。当社としても特にこの分野の技術開発が重要である。台湾リファインが販売した装置によって、年間 17 万トンの有機溶剤をリサイクルしている。日本の新品有機溶剤の量は 200 万トン、日本における有機溶剤のリサイクル量は全体で 22 万トンにすぎない。それと比較すると、この台湾での年間 17 万トンのリサイクルを行っている台湾リファインの事業の大きさがわかる。

## ・リサイクル化による生産コスト削減

日本リファイン株式会社の溶剤リサイクル事業は、日本が古来より持っている“もったいない”という自然との共生のための合理的な考え方に基づいた創業者の理念がもとになっている。その結果として、現在においても、その当時には普及していなかった液晶テレビの生産工程やリチウムイオン電池の生産工程に使用する溶剤のリサイクルを手がける企業へと変わっていき、“もったいない”の理念を維持し続けたのである。

一方、溶剤を使用する企業にとっては、日本リファインのこの事業は、溶剤のリサイクル化による生産コスト削減を実現するものである。創業当時は高度経済成長期だったので、溶剤を用いる企業にとっても、この生産コスト削減ができることに気がつかず、あるいは、気がついていても、無視して、ビジネスを行ってきたのである。近年、環境問題が深刻になり、企業はCSR活動を行うようになってきたためにリサイクルする企業が増えてきたが（近年は頭打ちしている）、依然として、中国などの途上国においては、無視されることがある。

ここで、日本リファインのケースで見落としてはならないことは、企業は自社の商品の生産工程において、“もったいない”ことを行い、コスト高になっているにもかかわらず、すなわち、企業経営にプラスに働くにもかかわらず、溶剤のリサイクルに手をつけなかったという事実である。そして、現在も、溶剤リサイクル率が向上しないという事実も同様である。環境と経済の両立は難しいと言われているが、実際は、その原因は、企業側が経営にとっても良いことも、環境にとって良いことも、両方にとって良いことも気がついていないという、認識の障壁なのである。

日本リファインの川瀬会長は、このことに気がつき、事業を始めたが、その気づきを与えたのは、日本古来より伝承される自然と共生するために必要な考え方であった。環境はもうからない、環境対策は金がかかる、というよく言われているが、限られた環境制約のもとで、合理的な企業経営を行うということが徹底されていないのが問題と言えるであろう。少なくとも、溶剤を利用している製造業においてはこの点は改善する必要がある。

以上の調査結果及び考察から以下のような政策インプリケーションが得られる。

### (1) 競争環境の提供

企業に対して、生産コスト削減を誘導する施策を検討すべきである。例えば、溶剤を使用している製造業に対して、環境配慮のために溶剤リサイクルを推進する施策や、企業経営のために溶剤を使用する企業の生産コストを削減するための生産工程変革とその技術開発競争を促す施策が考えられる。例えば、グリーンニューディール政策の一環として、生産コストを削減する、あるいは企業の競争力が向上することにつながる、環境対策への技術開発を支援すべきである。環境対策のみにしかならない技術開発よりも優先しなければ、企業の競争力を効果的に向上することができないと考えられる。

### (2) 成功事例の紹介

企業は、必ずしも、日本古来より伝わる“もったいない”などの限られた環境制約の中でいかに合理的に生き抜くかという知恵や理念にしたがって、経営を行っているわけではない。特に、かつて、資源やエネルギー制約が少なかったころに成功を収めた企業は、“もったいない”という理念から遠ざかっている人が多いのも事実である。したがって、環境と経済の両立を成功させた、本ケースのような事例とそのしくみを広く公表し、障壁が企業側の認識の方にもあることを共有すべきである。

### (3) 日本の最先端環境技術の共有

日本が高度成長期に気がつかなかった環境配慮という考え方は、現在の中国の発展期においても企業の中では不足している。例えば、蘇州工業園區においては、日本市場よりも、環境配慮やCSRの考えが浸透していない。中国において事業に成功するためには、本ケースを事例にすれば、環境配慮ではなく、生産コスト削減という事業が必要とされているのである。しかし、蘇州の行政機関は、中国の政策にも含まれていることから、環境配慮という考え方の重要性は認識しているのである。従って、日本企業の中国進出においては、中国進出企業あるいは地元企業にも経済メリットがあり、かつ、中国の行政機関にも環境メリットがあるという点は評価される可能性が高い。環境と経済の両面から行政機関の信頼を獲得することが重要である。そのためにも、経済発展には環境配慮が重要であることを中国の行政機関と最新技術や情報を共有すべきである。

## 5.2 エネルギーの見える化技術（ソフトウェア技術）

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する。業務用及び家庭用のエネルギー管理システムは、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とする。

### 5.2.1 大和ハウスと HEMS（Home Energy Management System）

大和ハウスは初めて家庭用の HEMS をアジア地域へ展開した。大和ハウスは、シンガポールの大手不動産開発会社シティ・ディベロップメント・リミテッド（City Developments Limited）の分譲する高級タワーマンション向けに、見える化技術を用いた HEMS（東芝ライテックの ECHONET Lite 対応機器）を導入したマンションを販売した。本件は、国際標準化を目指して取り組んできた ECHONET Lite 制御対応機器が海外で採用される初めての事例である。

東芝ライテックの製品は、家庭用分電盤に接続して電気、ガス、水の使用量を計測するエネルギー計測ユニットとエアコンの接続アダプターである。これらを活用することにより、住宅の電力使用量の見える化、エアコンの機器制御を行う。

ECHONET Lite は、エコネットコンソーシアムにおいて、2011 年 7 月に策定された HEMS 構築のための通信規格である。家電機器、スマートメーター、太陽光発電システム等を含む約 80 種類以上の機器の制御を規定し、2012 年 2 月、スマートコミュニティアライアンスの「スマートハウス標準化検討会」より、「公知な標準インターフェース」として推奨された。ガス、水の使用量計測についてパルス発信器付ガスメータ、パルス発信式流量計をそれぞれエネルギー計測ユニットへ接続する必要がある。

インターフェースとしては、住宅 API（Application programming Interface）を使用している。住宅 API とは、住宅内の家電や設備機器を統合的にコントロールするアプリを開発するためのコマンドセット（命令集）で、住宅制御用の API という意味から、住宅 API と呼ばれている。使い方は簡単であり、操作したい内容を記述した URL を投げると、その結果が XML で返ってくる。Web アクセス機能を持つ様々な端末から利用することができ、画面も端末の能力や目的に合わせて自由に設計することができる。

OSGi のバンドル群の一部として開発されており、実際の機器制御を行うエコーネットや接点制御装置等の通信ミドルウェアを含む、必要に応じて、追加・更新ができるようにしてあるものである。

大和ハウスがシンガポールで販売したマンションは、ECHELON という名のマンションで、Alexandra view に立地する。すべてで 5 0 8 軒あり、大和ハウスの D-HEMS が導入されているものは、1 5 2 軒のプレミアムユニットである。これは 4 3 階建てのマンションで、フロアは 40m<sup>2</sup> から 379m<sup>2</sup> であり、高級マンションである。すでにこの調査時にはすべてが販売済みであった。販売開始から 1 か月で完売した。マンションの完成は 2016 年である。

#### ・大和ハウス・東芝ライテックの海外展開の理由

大和ハウスが HEMS 搭載のマンションをシンガポールで販売することになったきっかけは、シンガポールのディベロッパーである CDL が独自に調査をして、大和ハウスにコンタクトをしてきたことであった。一方で、大和ハウスや東芝ライテックのエコーネット関係者は、エコーネットを海外に展開したいという考えがあった。大和ハウスとしてもエコーネットの海外展開は問題なかった。シンガポールの経済産業省は、エコ商品を進んで導入しようとしていること、シンガポールは環境配慮に積極的で、国として省エネをする施策もあり、海外展開が決定された。

#### ・海外展開の方法

シンガポールで販売しているマンションには、プラットフォームだけを出している。日本で制作したアプリをそのままシンガポールに販売するのではなく、アプリは現地で制作するのが良い。画面の設計は現地の技術者が好きなように制作し、飽きない画面制作をすることができるからである。もともと、アプリをエコーネット関係者ではない外部の組織が開発できるように、住宅 API を公開しているものである。

シンガポールでは、今は、マンションの一部としてエコーネットを販売しているが、今後は、シンガポールで HEMS を規格化して、エコーネットだけを現地で売ることを目指している。欧州の規格は KNX である。ビル管理が主体である。今はそこから家庭用に移行しようとしている。中国へも浸透しようとしている。KNX はスマートエナジープロファイルと融合できるのが特徴である。一方、日本のエコーネットを利用したマネジメントシステムは、温度制御などがきめ細かいのが特徴である。米国では、SEP2.0 があり、デマンドレスポンス用である。米国の HEMS は低価格が特徴である。韓国メーカーは、韓国国内市場がないが、日本の場合は、エコーネットの日本国内市場があり、有利である。アジアでエコーネットの発展形のエコーネットライト普及促進の組織を立ち上げようとして計画されている。日本の良さを出そうともしている。オタク、アニメ、初音ミクバージョンの見える化画面がすでに海外展開用に考えられている。今後は、シンガポールの事例を広告にして、富裕層がいるカタルや中東が候補地域とされている。

#### ・特許・技術開発

エコネットライトの特許はエコネット・コンソーシアムが保有している。年間 30 万円程度を支払い、コンソーシアムに入会することにより、エコネットライトを利用できる。基本的にはオープンにして世界標準を目指している。

かつては、アプリ開発はクローズして行ってきたため進化しないものだった。しかし、省エネは同じ画面が継続するとユーザーが「飽きる」という問題があり、API を採用することで飽きないように、進化するように大きく方針を変更した経緯がある。また、家電分野は WEB の世界をよく知らないことが多く、現在は、アプリ制作ができる人を他の分野で開拓している。例えば、ヤフーなどの WEB 分野や、大学生など若い人材を開拓している。家計簿にも様々な種類のソフトがあるように、見える化のアプリもその状態に近づけようとされている。

#### ・普及の阻害要因

現在は、家とエコネットライトの HEMS は一体化されており、HEMS 単独では購入できない。また、HEMS だけで販売されたとしても、HEMS 導入には電気工事が必要となる。これが、日本の HEMS を海外に導入して、販売・普及させる障壁となっている。

#### ・政策との関係

エコネットの開発は、通信の標準化の競争から始まったものである。その後、CO<sub>2</sub> 削減予算がつきやすくなり、経産省や NEDO の省エネを軸としたビジネス展開を進んできた。2009 年に見える化の効果測定した時には、5 ~ 25% 削減可能となった。見える化の効果について、スマートハウス実証プロジェクトなど、国と連携して評価が行われている。

スマートハウスやエコネットライトの担当は、経済産業省情報経済課である。エコネットをマレーシアに経産省主導で導入しようとしている。エコネットの勢いは、1997 年以降、活発化した。震災前に一旦勢いが落ち着いてしまっていた。しかし、震災以降は、再び勢いが増した。この背景には、震災以降の経産省の補助金が影響している。スマートコミュニティアライアンスがあり、事務局は NEDO である。

### 5.2.2 シンガポールの環境政策の概要

#### ・シンガポールの電力事情

シンガポールでは、発電燃料のほぼ 100% を海外に依存している。それらの約 8 割がマレーシアやインドネシアからの天然ガスで賄っている。特定国からの輸入に頼りすぎからリスクが高まった過去の経験に基づき、2013 年 5 月から LNG 輸入を開始し、発電燃料の多角化を目指している。シンガポールの経済戦略委員会の国家戦略提言では、太陽光発電やバイオマスなど再生エネルギーを、2020 年までにピーク時のエネルギー需要の 5% に引き上げ目標をたてた。

1995 年、政府の電力市場改革の一環として公共事業庁の電力・ガス部門を会社組織化、シンガポール・パワーが創立された。

2000年、シンガポール・パワーから発電部門を切り離し、各発電所を別会社化、競争原理の導入がなされた。

2001年、エネルギー市場監督庁が設立され、電力卸市場の運営会社としてエナジー・マーケット・カンパニーが発足した。

同じく2001年、大口電力利用者（2万キロワット時以上）から電力会社の選択を可能になった。2003年1月に電力卸市場での取引が開始され、2006年2月、電力市場自由化、1万キロワット時以上の大口利用者へと対象を拡大した。2014年4月、電力市場の自由化対象を8000キロワット時以上へと拡大し、2014年10月にはさらに自由化対象を4000キロワット時以上へと拡大する計画である。

EMA（エネルギー市場監督庁）のデータによると、太陽光発電設備容量は、2008年に非住宅が319KWP、住宅が43KWPであったのが、2012年には非住宅が9199KWP、住宅が791KWPへと増大した。変動電源の電力網への接続上限が350MWであったのを、2015年までに600MWへ引き上げの見通しである。

### ・シンガポール政府の環境長期目標

2006年4月12日京都議定書に批准（非付属書国）、2009年4月27日に2030年までの環境関連の行動計画「持続可能なシンガポールのためのブループリント」が発表され、2030年までに単位GDPあたりで35%のエネルギー消費量削減（2005年比）目標が設定された。

（主な目標）

- ・省エネ・ビルの認証制度「グリーン・マーク」取得を奨励する総額1億Sドルの「グリーン・マーク奨励制度」を開始
- ・リサイクルを70%に引き上げ
- ・30の公共住宅区域で太陽電池の実証試験。公共住宅の共有スペースのエネルギー利用を20%～30%削減目指す
- ・2011年までに、一般世帯向けエアコン、冷蔵庫について、エネルギー効率の最低基準を導入
- ・環境にやさしい自動車の普及促進に向け、電気自動車の実証実験を実施。
- ・ビルの屋上緑化を促進するための新しいインセンティブ策の導入
- ・経済をけん引する新たな分野として、「クリーン・テクノロジー」と「都市ソリューション」の両分野の育成を促進
- ・都心部のマリーナ・ベイと、西部ジュロン湖の両区域を、環境に配慮した持続可能な集中開発区へ
- ・公共分野において、環境に配慮したビルの建設、リサイクルの促進

### <ブループリントに基づく取り組み例1>

#### （1）省エネ・ビルの取り組み

- ・2030年までに国内の建物8割について省エネ・ビルの認証制度「グリーン・マーク」取得を目標
- ・グリーン・マーク制度は、建設庁が2005年1月に導入した環境に配慮した省エネ・ビルを奨励する制度。エネルギー効率、水効率、環境保護、屋内環境などの向上率によって、「認定」、「ゴールド」、「ゴールドプラス」、「プラチナム」の4段階のランクであった。

- ・2009年発表の「第2グリーン・ビルディング・マスタープラン」で、全ての大型新築公共施設については、より高い「プラチナム」、「ゴールド・プラス」の取得義務付け
- ・グリーン・マークの認証を受けた建物は2005年の導入以来、2012年3月までに約1000棟（国内の建物の約14%）

#### <ブループリントに基づく取り組み例2>

##### （2）環境にやさしい公共住宅、実証実験の取り組み

・公共住宅について、省エネ機器を導入してエネルギー効率を既存のフラットで30%、新築のフラットは20%向上させる、という目標を設定。これを受け住宅開発庁（HDB）は北東部の環境実験区ポンゴールに、2010年12月に初の環境配慮型公共団地「ツリーロッジ@ポンゴール」完成。グリーン・マークの最高基準「プラチナム」を取得。

- ・実際の住環境の中、企業と共同で実証実験

例）パナソニックとの共同実験（2011年～13年）

太陽電池による共有施設の照明の電力供給などエネルギーの地産地消

スマートメーター、ホームエナジー・マネジメント・システム設置の電力消費管理

#### <スマートグリッド実証実験>

（1）インテリジェント・エナジー・システム（IES）パイロット・プログラム

（2）ウビン島でのマイクログリッド実証実験

（3）ジュロン島のスマートグリッド大型実証実験プラント「パワーグリッド実証実験センター（EPGC）」（2011年11月開設）

#### <環境変化への国家戦略 2012>

温室効果ガス削減の主な柱は省エネの取組である。すでに発電燃料の8割がクリーンな天然ガスで、国土が狭く太陽光発電は限定的で、再生可能エネルギーへの転換は難しいためである。インセンティブ事例として以下がある。

- ・「エネルギー効率向上化設計スキーム（DfE）」（新施設の設計にエネルギーコンサルタントを雇うコストの最大8割を支援）
- ・「エネルギー効率向上支援スキーム（EASe）」（施設については、省エネサービスを提供する会社（ESCO）を契約するコストを最大50%支援）
- ・「省エネ技術助成金（GREET）」（省エネ機器への投資コストの最大20%を支援）

#### <新法「エネルギー管理法」（2013年4月22日施行）>

・年間54TJ以上の大口電力ユーザー（製造業、電力、ガス会社、水、下水処理会社等）について下記3項目を義務化。

- エネルギー管理士の配置
- 電力使用量、温室効果ガス排出量のモニター、定期報告
- エネルギー効率改善の計画書提出（毎年）

- (2013年10月22日から)大口ユーザー対象企業の登録
- エネルギー管理士の任命(登録後30日以内)
- (2014年4月1日から)エネルギー管理士の認定管理士(SCEM)の取得
- (2014年6月30日から)電力使用報告、エネルギー効率改善計画書提出

### <環境関連産業の育成>

政府は2007年、クリーンエネルギーのR&D、人材育成、地場企業の育成、国際化支援などに約7億\$ドルの予算をつけた。2015年までにクリーンエネルギー部門がGDPに17億\$ドルを貢献し、7000人の雇用創出を目標とした。特に、クリーンエネルギーの中でも太陽光を優先産業に位置づけた。

クリーンテクノロジー関連企業は、2011年3月末までに約1365社あった。2005年から2010年までに年平均9%で増加。

#### ・HEMS 認証支援センター

##### 設立概要

スマートハウス市場が拡大することが見込まれる中、節電・省エネの更なる推進をはかるために、異なるメーカー間の相互接続性を確保し、「見える化」や自動制御の実現、スマートメーターとHEMSの連携による多様なサービスの創出を目的に、スマートハウス標準化の検討が2011年11月7日に開始された。検討会では、HEMSの導入と家庭内機器及びHEMSとスマートメーター間の標準インターフェースとしてECHONET Liteの推奨、国内市場への普及と海外市場の開拓のための国際標準化の推進、2012年6月からはスマートハウス・ビル標準・事業促進検討会での決定事項を遂行する上での課題の検討と工程表の作成などが行われた。課題は、

- ・重点機器(創エネ・蓄エネ機器等)の下位層の特定・整備
- ・運用マニュアルの整備
- ・他社機器との相互接続検証と機器認証
- ・国際標準規格との融合・連携
- ・デマンドレスポンス技術・標準の調査・研究

が挙げられ、その中の、「運用マニュアルの整備」と「他社機器との相互接続検証と機器認証」が、HEMS 認証支援センターのミッションとなった。

#### ・ECHONET Lite とは

ECHONET Liteの強みは、きめ細かいサービスを実現できること、規格書をWebサイトで無償で公開していることである。IPベースに移行し、80以上の機器の細かい制御が可能なものである。このHEMSと接続する可能性が高い機器は8種類考えられている。スマートメーター、太陽光発電、蓄電池、燃料電池、電気自動車・プラグインハイブリッド自動車、エアコン、照明機器、給湯器である。

2013年5月15日、スマートメーターとBルートの通信に関するガイドラインが策定された。電力会社からスマートメーターにつながる道をAルート、スマートメーターから家庭のHEMSにつながる道をBルート、電力会社から第三者を通過し、家庭につながる道は、Cルートと呼ばれている。

スマートメーターとHEMSコントローラーのネットワーク構成として以下が決定された。

・HEMS サービスの制御の流れを念頭に置くと、HEMS 機器と、HEMS-TF が定める主要 8 機種を中心とした宅内機器との関係は、HEMS 機器側で統一的にコントロールすべきである。

・また、セキュリティ要件や将来性を考慮して、以下の 3 つの基本要件を設定する。

- 1 . IPv6 を利用する
- 2 . B ルートから他のドメインへ IP ルーティングで接続することを行わない
- 3 . スマートメーターと HEMS コントローラーは 1 対 1 の接続形態とする

HEMS 認証支援センターでは、HEMS 機器を展示し、自己認証用にも利用できる。HEMS 関連機器の自己認証を行うためのプラットフォームが提供されているのである。自動テストツールで認証仕様書の作成も可能となっている。2013 年 9 月には 470 名が見学しに訪問し、94 社の試験が行われている。また、ECHONET Lite のプロトコルが Web で公開されているため、誰でも対応したソフトウェアを開発することができる。これによって、様々な見える化技術が生まれる可能性がある。提供できるサービスとしては、エネルギーマネジメントシステムのほか、快適生活支援サービスやホームセキュリティサービスが挙げられている。

### 5.2.3 国内市場 SCSK の事例

#### ・サービス概要

SCSK は太陽光発電で大型蓄電池に蓄えた電力を、電力消費のピーク時に使うことで、電力会社と契約する電力の量を減らすことでコスト削減（支払の電気代の削減）システムを一般消費者用に開発した。気象情報や過去の電気使用履歴データから日々の消費電力のピークを予測、蓄電池のみでピークを乗り切る充放電計画を立てる。当日の電力消費量が計画と大きくずれそうな場合は放電量を自動的に修正する。契約電力を引き下げることで、電力コストは最大 2 割減らすことができる。

#### ・導入効果と見える化

導入効果は、電気料金の削減、有事の停電対策、低炭素社会への貢献である。この SCSK が開発したエネルギー管理システム PrimeEco は、出力 100kW の太陽光発電パネル、容量 100kwh のリチウムイオン電池、企業内のサーバーに導入するソフトウェアなどで構成される（記録（見える化）、予測、計画、充放電制御、監視）。直感的に電力利用状況がわかるように、3D グラフィック技術（SEGA の技術；ユーザーに飽きさせないため）を用いて「電力見える化」を行い、施設利用者のエコアクションを促進することを狙う。その効果は測定されていないが、事業として展開を開始した。

#### ・電力消費量削減パターン

予測には、気象情報（気温、天候、日射量）をインプットする。過去の気象情報やビルや工場の電力消費データと照らしあわせて翌日太陽光発電量と消費電力を予測する。これを考慮し、当日の電池の残量を決定し、自然エネルギーの最大利用とリチウムイオン電池の高寿命化を図る。

充放電計画には 4 種類あり、建物の管理者の意図を反映できる。蓄電池の放電では、充電した電力を使い切って電力消費量を最大限抑えるパターン、防災対策のため電気代を削減しつつも充電値を長

持ちさせるパターン、充電については太陽光発電の電力を建物内で全て使い切るパターン、積極的に売電するパターンがある。

#### ・開発と導入事例

導入費用は、50kW の契約をしている建物では 3000 万円から、100kW 超の契約をしている建物では 7000 万円から、導入にはいずれも 3 カ月程度かかる。

SCSK はソフト単体を 500 万円程度で販売する。年額 150 万円前後の利用量で国内外にクラウドで提供する計画である。今後 3 年間で 30 億円規模のビジネスに育てる計画がある。

SCSK は、平成 25 年 4 月から岩手県大船渡市の「吉浜地区拠点センター」で運用を開始した。このセンターは大船渡市の所有する出張所で、防災拠点も兼ねる。停電時に数日間電力を自給自足できる態勢とし、平常時には 15 - 30% の節電効果を見込んでいる。本センターは大船渡駅の隣に立地しており、駅を降りる人が見えるように 40 インチのモニターを設置している。

システム開発としては、「電力監視システム・大規模蓄電システムの個別開発」、「ホームネットワークサーバーの組み込みソフト開発」、自然エネルギー設備の導入効果予測・機器調達サービスとしては、「グリーンニューディール基金を利用した公共施設向け太陽光パネル・蓄電設備の調達支援」、スマートコミュニティ事業可能性調査としては、「岩手県末崎地区のコミュニティ調査」、「岩手県 JR 大船渡駅前のコミュニティ調査」、PrimeEco シリーズでは、先述した「大船渡市吉浜地区拠点センター向け PrimeEco 導入」や「SCSK 多摩センターオフィス向け PrimeEco 導入」の実績がある。

#### ・政策とのかかわり

本システム導入では、補助金・助成金制度が利用できる。「グリーンニューディール基金」県・市町村実施事業の補助率は 10/10 以内、民間事業者実施事業の補助率は 1/3 以内である。「定置用リチウムイオン蓄電池導入促進対策事業費補助金」の補助率は、上限の範囲内で 1/3 以内である。

本システム開発をする前に、SCSK は通信ネットワークを使ってインフラやパッケージができないかと検討していた。まさに新分野でキラコンテツをつくれなかと検討していた時に、鳩山内閣の CO<sub>2</sub> 排出量の 25% 削減や蓄電池の開発レベルの状況が変化して PrimeEco の開発が始まった。SCSK の多摩センターで実証試験を行い、その当時は 100kW の太陽光パネルと 100kWh の蓄電池で計画したが、リチウムイオン蓄電池を入手できなかったため、30kWh のリチウムイオン蓄電池で実証試験を行った。その背後では、東芝や日立が給電システムを検討はしていた。低炭素社会を念頭に、蓄電池の制御を先に考え始めた。

実証試験においては、経産省や NEDO を検討したが、ソフトウェア開発や省エネでないものには支援されないものであったため利用できなかった。大船渡市に導入した際も、ソフトウェアには国の補助がないので、自腹で購入しているのが現状である。

#### ・ビジネス拡大の可能性

本システムの世界販売は、各地によって、使用されているハード（機器）が違うので、同様のシステムを販売しにくい。そのため、SCSK はまずは国内から販売を考えている。ニーズは米国やドイツにある。しかし、蓄電池の価格が米国のように 15 万円/kWh ぐらいにならなければ進出できないと考えられ

ている。現在は日本のリチウムイオン蓄電池はこの2倍ぐらいの価格である。日本は電池開発で安全性検査にコストがかかり過ぎており高コストになっている。このビジネスが成功するためには、リチウムイオン電池の価格が10万円/kWh以下にならないと難しいと判断される。本システムは、必ずしも太陽光発電を使わないシステムも可能で、全体的に小型化が目指される。

アジア進出については、各国で電力需要や規格問題があるので簡単ではない。メンテナンスについては、現地にいるメーカーがサポートするのはメリットがあるので、さらにサービス業の海外展開が困難になる。

#### ・技術的特徴と行動変容あるいはライフスタイル変革の可能性

見える化技術の進歩としては、アンドロイドスティックを使用して、それを持ち歩けば、場所が異なるモニターでも見える化画面を見ることができるようになるというものがある。つまり、専用モニターを必要としないため、遠隔的に把握することができるようになる。

自然エネルギー利用を最優先するアルゴリズムに変えることもできるため、自然エネルギーを利用したと希望する人に対しては、コスト高にはなってもそのように設定を変えることができる。切り替えはSCSKの技術が行う。頻繁に切り替えると予測が困難になり最適化できないため、ある程度の期間は同じアルゴリズムで運用する必要がある。

「天気を手入力する」方法もあり得る。天気情報は通常はテレビやインターネットや携帯で入手することが多く、天気情報入力をせずに、手入力でコスト削減も可能である。このように人が関与することによってコスト削減、自然エネルギー利用促進が実現できるライフスタイル変革の技術も実現可能である。

従来の行動変容の技術は、『見える化』が主であった。ユーザーがどの程度エネルギーを使用したのか、という事実を把握するための見える化であった。ユーザーにエネルギー使用量を減らそうとする何らかの目標がある場合に、その目標を達成しようとする行動変容を期待した技術である。もともと環境問題に関心が高く、環境配慮行動をとりたいという態度が行動変容を促すとされるものである。環境省によりこの見える化の実証試験が大規模でされているところである。ライフスタイル変革は、一つの行動にとどまらず、考え方や価値観と行動を大きく変えることにより、環境負荷を下げる暮らし方に転換することを指す。例えば、現在は自然に合わせない暮らしをする社会であるが、これに対して自然に合わせて家の中の間取りを移動させたりする、自然に合わせる暮らしは、余計なエネルギーを使用しない暮らしなので、低環境負荷なライフスタイルである。このように、ライフスタイルの背景にあるコンセプトを大きく変えることにより環境負荷を下げるイノベーションのことをライフスタイル変革のイノベーションと呼ぶ。ライフスタイル変革のイノベーションを促進するための技術は、東北大学大学院環境科学研究科やそのほか一部の企業で開発が始まったばかりである。

SCSKの「天気を手入力するHEMS」が実現すれば、これは利便性を少しだけ手放すことにより、自分で操作する達成感が得られるという、利便性追求のエネルギーマネジメントシステムから、主体的に自ら関与するエネルギーマネジメントシステムへと大きくライフスタイルを変えるイノベーションの一つになりうると考えられる。不便な点を次々と無くし、人が関与しない技術が普及している中、あえて少

しの不便という制約を与えて、心豊かさを増やす技術が登場しようとしているのである。利便追求という豊かさの単一化から、多様な豊かさを求める方向へ転換しようとしているのである。

#### 5.2.4 BEMS 伊藤忠テクノソリューションズの事例

##### ・ビジネスの概要

伊藤忠は、改正省エネ法の後、IT をからめた省エネに取り組み、その後、省エネビジネスを展開した。2 年前から小中規模のビルを対象とした BEMS (Building Energy Management System) に対して補助金があり、C to C ビジネスとして、BEMS を流通システム (コンビニ) に導入することを始めた。BEMS の代理店が 5 社あり、これまで合計 4000 拠点に導入することができた。

##### ・BEMS 市場

最も BEMS の販売が多いのがエナリスという電力販売を狙っている BEMS の会社である。BEMS はコンビニサイズか大きな建物で投資回収しやすい。それよりも小さいと投資回収しにくい。2014 年 3 月に BEMS の補助金が終了するが、2013 年 11 月は駆け込み需要の最後の段階がきている。実際、BEMS 補助金は総額 300 億円だったのが、現在は 1 割か 2 割しか導入されていない。対象となるサイズは中小企業やコンビニで、50kW ~ 500kW の範囲である。最初は都内に広がった。最近では電力値上げ地域の関西、九州で増加している。

現在、BEMS と蓄電池との組み合わせははっきりしていない。太陽光は現在のところ売電が最も儲かるしくみだからである。

見える化の開発としては、伊藤忠では、関連会社ですべての空調管理のプロトコルを保有しているので、展開しやすく、伊藤忠のビジネス上の優位性となっている。

競争は価格競争になっている。機能差はあまりない。空調器メーカーも BEMS を売っている。

BEMS 導入の費用はおおよそ数百万円である。

##### ・政策とのかかわり

BEMS を普及させる最大の理由は、ビルに導入すると強制的に外部から電力を止めることができるので、震災後、特に計画停電時に利用できるようにしたいという経産省の狙いがあった。なので、経産省はこの BEMS の標準化には興味がない。

##### ・ビジネス拡大の可能性

伊藤忠が現在 BEMS 導入ビルのデータを持っているが、これを使用する場合は、顧客の許可が必要となっている。現在、天気情報は利用していないが、次回の案件から導入する計画である。外気と電気使用量の関係にはエネルギー管理システムとして関心が高い。

海外については、東南アジアを中心に展開することが検討されている。

##### ・ビジネス上の障壁

東京都内の商業ビルはテナントが入っているビルが多いため、BEMSを導入しにくい。BEMS導入による利益をだれが得るのがはっきり決めることができないからである。したがって、このようなビルは導入しにくい。飲食業、ホテル業は空調制御が主であるが、クレームが怖いので、導入しにくいという制約もある。

また、BEMS導入の工事をするときには停電する必要があることが障壁の一つでもある。

空調器の制御は、とりかえると数千万円かかる。古い空調は制御できない。そのため、BEMS導入の機会に、この際全部変えてしまおうという事例もあったという。

### 5.2.5 リチウムイオン電池・HEMSに関する考察

グリーンニューディール政策がビジョンとして示され、電気自動車においてリチウムイオン電池を利用する技術開発が加速したことによって、市場が大きく動くことになった。スマートフォンの拡大の影響もあるが、携帯、スマートフォン、PC、家庭用蓄電池を含めて、リチウムイオン電池の生産が加速し、東日本大震災の影響で、さらにそれが後押しされ、リチウムイオン電池生産に使用する有機溶剤のリサイクル需要が増大した。

本丸の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。

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。いよいよシンガポールへと海外進出をするようになった。しかし、家庭用蓄電池との連携はまだまだ不十分である。自力で新しい蓄電池管理のソフトウェア技術を開発して、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。東日本大震災が後押ししている。

今後、リチウムイオン電池を含めた環境関連のイマージングな領域では、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、いくつかの対策をとる必要があるだろう。

しかし、グリーンニューディール政策の号令と共に、リチウムイオン電池関連の産業の力学が変わり、良い面、悪い面が現れたことは事実である。これからどのような対策をとるかが重要である。

#### ・政策提言

以上のことから如何に政策提言として示す。

#### (1) 公共施設におけるリチウムイオン2次電池の導入と安全性の理解促進

日本のリチウムイオン電池に関する競争力を高めるためには、安全性を担保しながらコストを下げる必要がある。一部の不良によってリチウムイオン電池全体の信頼が失墜しており信用回復が重要である。教育機関や公共施設等にリチウムイオン2次電池を導入し、実際に使用し、多くの商品は安全であるということを示す。市場が拡大する段階では、過度の競争が起こり、低レベルの電池技術

によって、安全性が不十分なものが販売、利用される可能性が高い。リチウムイオン2次電池の安全性と信頼性の確保に力を入れるべきである。

#### (2) 市場拡大の可能性をせばめない政策

電気を蓄電したものを売電できるようになり、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。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り、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。

#### (3) 技術者育成

リチウムイオン電池などの電池関連の技術者の育成・強化が必要である。かつて、日本の電池関連技術者と共に、アジアへ技術が流出したが、電池技術の最適化はまだ実現していない。今後も、電池技術が重要な要因となる。現状の電池関連技術者では、量的にも不足している。電気自動車の開発に電池技術者が重点配分され、家庭用蓄電池の開発が遅れた事例もある。ビジネスチャンス为国として失う可能性が高い。技術者の流出を防ぐのは困難であるが、それ以上に優秀な技術者の育成に支援する策を検討すべきである。

#### (4) ソフト開発への支援

HEMSの実証試験においては、ソフトウェア開発や省エネでないものには支援されないものであったため、経済産業省やNEDOの支援策を利用できず、HEMSを大船渡市などの公共施設に導入した際も、ソフトウェアの国の補助がないので、自治体が自己資金で購入せざるを得ないのが現状である。ソフトウェア開発をオープンイノベーションで行おうとしている動きもあるが、HEMSがユーザーと接点があるソフトウェア開発が遅れを取ることが、普及に影響を及ぼすことになる。ソフトウェアがイノベーションを起こさなければ、すぐに「飽き」がきて、普及が促進されない。新しいサービスが創出されるイメージングな分野でもあり、エネルギーマネジメントシステム分野でソフトウェアに支援するしくみが必要である。

#### (5) 電池技術力の強化とHEMSの規格化との連携

HEMSの標準化と電池の技術開発の連携が十分にされていない。エネルギーマネジメントにかかわる重要な技術に、HEMSと電池の充放電管理、データ収集などの技術が連携しあうことで、省エネや自然エネルギーの最大利用の実現が可能となる。連携して、技術がカスタマイズされなければ、無駄なエネルギー利用が残ってしまい、CO2排出削減も軽減されてしまい、エネルギーコストの削減も軽減されてしまう。これまでは情報通信分野と電池分野は異なる分野であったが、これらを統合し、環境的に全体最適化の技術と新ビジネスの創出のためのコア技術の創出には統合して検討する必要がある。電池、スマートメーター、HEMS/BEMSをつなぐ検討をできる体制を省庁縦割りのまま後手後手で進むのではなく、競争力を高めるための包括的な視野で担当する武門を設置することも検討すべきである。

## (6) ビッグデータの利用

これまで数多くの実証試験が省庁の補助金などで行われてきたが、これらのデータを統合的に分析されることはなかった。現在、日産自動車は電気自動車の利用時のデータを常に把握し、データを収集してきており、そのビッグデータを分析し、新しいサービスやビジネス創出に活かそうとしている。しかし、必ずしも、全ての企業が実施しているわけではない。電気自動車、家庭用リチウムイオン蓄電池、ほか、実際に利用されている方法において、電池がどのような状態になるのか、どのように使用するのが長持ちするのかなど、使用方法に依存する部分が多い。これまで国が支援した実証試験などのデータを情報管理に配慮しながら、分析に利用することで、さらに電池技術の向上や新サービスの創出に貢献する可能性を秘めている。大きな事故が起こってしまう前に、新しいサービスイノベーションを起こすために、国で得られたデータの公開および分析をすべきである。

## (7) ライフスタイル変革技術の創出

完全に自動でエネルギー管理をする技術は、やがて、人の省エネ意識を失わせることにつながる。そして、エネルギーマネジメントシステムが導入されたとしても、エネルギーを実際に利用する人に依存するエネルギー消費の部分が大きく削減できずに終わるであろう。環境負荷を下げるライフスタイルに転換させるためには、利便性を追求する技術だけでは不十分なのである。HEMSの事例にあるように、人が関与することによって、さらに省エネが進むようになるソフトウェア技術が開発されつつある。まさに、ライフスタイル変革のイノベーションである。がまんの省エネではなく、エネルギー使用を減らすことに心の豊かさを感じるイノベーションである。これは環境省の政策にある「環境・生命文明社会の実現」にとって重要なライフスタイルデザインとそれに必要な技術開発の事例と言えるだろう。このような環境配慮をしたいというニーズが増加してきている先端に行く日本ならではの、新技術やイノベーションを、さらに創出するためのプラットフォームを早急に整備し、ソフト面ハード面の両面で支援し、ライフスタイルを大きく転換するコンセプトを生み出し、アジアや世界にこれらの環境技術を発信すべきであろう。世界市場ではまだ出現していないライフスタイル変革の環境技術を育て、アジアや世界に普及させることが日本の役割の一つである。

## 5.3 グリーンイノベーションと地熱利用

### 5.3.1 研究の背景と目的

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。再生可能エネルギーの一つである地熱に関しては、世界各国でも地熱への関心は高まっており、欧米やアジアでは我が国を上回る設備容量の伸びを実現している国もある。日本は世界第3位の資源国であり、資源の供給安定性からベース電源の一定部分を担うことが期待されている。また、国内外でグリーン経済・グリーン成長が唱えられる中、地熱技術に関しては、純国産資源活用の上有望であるのみならず、タービンをはじめとする製造業および地熱利用にむけたコンサルテーション・ファイナンス業務等関連産業への波及効果も期待されている。

しかしながら、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。いわば、この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。このため、本研究では、第1部フェーズとして地熱事業と温泉事業の共存が期待される技術としてバイナリーサイクル発電を取り上げ、その実装の成功に向けた要因を探る。また、第2フェーズとして、新たな技術として注目されるEGS（高温岩体発電）の海外での開発を取り上げ、国レベルの促進政策と開発との関連性を明らかにするものとする。

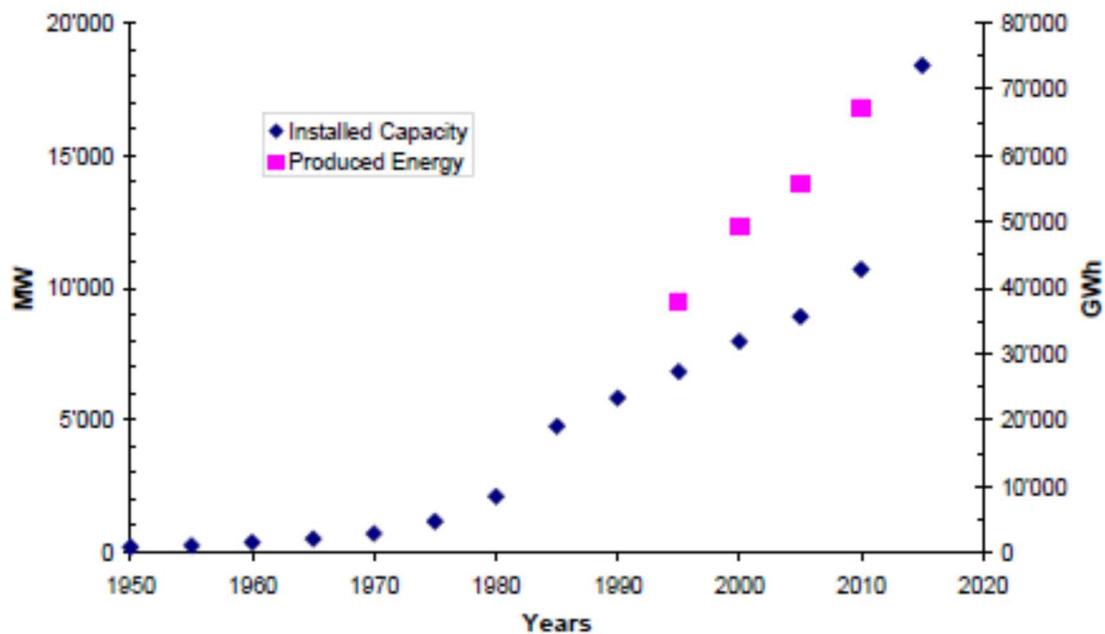
### 5.3.2 世界の地熱に関して

エネルギー需要の高まりやエネルギー自給の必要性の高まりを受け、世界各国において開発に向けた様々な動きが見られている。国際地熱協会によると、2005年の世界における地熱発電設備容量は、8,893 MWであったのが、2010年には10,715 MWへと増加が認められおり、5年間で設備容量は20%増加している。同協会は、現在検討されているプロジェクト数を考慮すると、2015年には世界における地熱設備容量が18,500 MWに達するものと見込んでいる。

2005年から2010年の間に設備容量を大きく増加させた国は、1) アメリカ 530 MW、2) インドネシア 400 MW、3) アイスランド 373 MW、4) ニュージーランド 193 MW、5) トルコ 62 MW となっている。増加率で見ると、1) ドイツ 2,774%、2) パプアニューギニア 833%、オーストラリア 633%、4) トルコ 308%、5) アイスランド 184%の5カ国の伸びが顕著である。

さらに、開発中のプロジェクトを抱えている国も増加している。2007年に地熱発電の開発を検討している国は46ヶ国であったが、2010年には、開発中または検討中の案件を抱える国は70ヶ国に達しているの見積もられている。

開発中の案件数が最も飛躍的に伸びているのは、欧州とアフリカの二地域である。欧州では、2007年に案件が確認されていたのは10カ国であったが、2010年には24ヶ国に増加している。また、アフリカにおいても、2010年に11ヶ国が地熱発電関連の案件を有している。



図表 130. 世界の地熱設備容量及び発電量の推移 (Bertani, 2010)

特に高温岩体発電が、オーストラリア、フランス、ドイツ、イギリス、アメリカ等で実際に運用されつつあり、新たな技術の展開が地熱利用の可能性を一層広げている。

国際地熱協会は、2010年の報告書において、世界各国における地熱発電関連の大きな要点として以下を挙げている(Bertani, 2010)。

- ケニアは、地熱発電設備容量を 2012 年までに 490 MW に、その後 20 年以内に 4,000 MW へと導入することを目標としている。
- ドイツでは、開発段階にある地熱発電所プロジェクトが 150 を超えている。2020 年までには 280 MW 超の地熱発電が利用可能になると見込まれている。
- トルコは 2013 年までに地熱発電を 550 MW 導入するという目標を掲げている。
- 現在、アメリカに次ぐ第二の地熱発電大国で 1,904 MW を発電しているフィリピンは、自国で使用している電源の約 18% が地熱由来である。
- エルサルバドルは、電力の 26% を地熱発電で賄っている。
- インドネシアは、国家エネルギー計画で、地熱発電を、2025 年までに 9,500 MW 導入するという目標を掲げている。
- アイスランドは、電力の 25% 及び熱需要の 90% を地熱エネルギーから得ている。
- アメリカの地熱設備容量は約 3,086 MW であり、世界の地熱発電を牽引している。

ただし、一般的に地熱発電プロジェクトは、一定のコストやリスクを伴うため、持続的かつ安定的に事業を運営していくには、政策的・制度的・資金的支援が必要不可欠である。これら世界の地熱プロジェクトを支える背景として、以下のような様々な支援が生まれている。

- 世界的規模の地熱開発は、地熱プロジェクトの資金調達に加えて、再生可能エネルギー

に関する地域協力を促進する国際機関を中心に推進されている。例えば、UNEP・世界銀行に支援されているアフリカ地溝・地熱開発機構 (ARGeo) は、アフリカ 6 ヶ国で掘削リスクを引き受けている。また、欧州復興開発銀行でも地熱イニチアチブが発足している。

- このように、新規開発に対する国際・多国間支援によって、地熱プロジェクトが増大しているが、さらにそれらの支援が、長期間に亘って継続し得るものなのか、また、地熱プロジェクト開発に伴うリスクに対処するのに十分なのかという観点も重要である。例えば地熱資源が豊富な東アフリカにおける資源アセスメントに対する支援は、案件開発に貢献している。地熱開発に関しては資源探索・掘削等の初期費用が開発上のネックとなるため、資源アセスメントの段階から継続的に支援を行っていくことは、開発地域における地熱エネルギー利用拡大に向け、不可欠であろう。
- 高温岩体発電技術により、かつては開発可能資源に乏しいとされていた地域や国（欧州諸国等）でも、積極的に地熱開発が推進されている。これらの開発の中には、固定価格買取制度等の政策により支援されているものも多い。

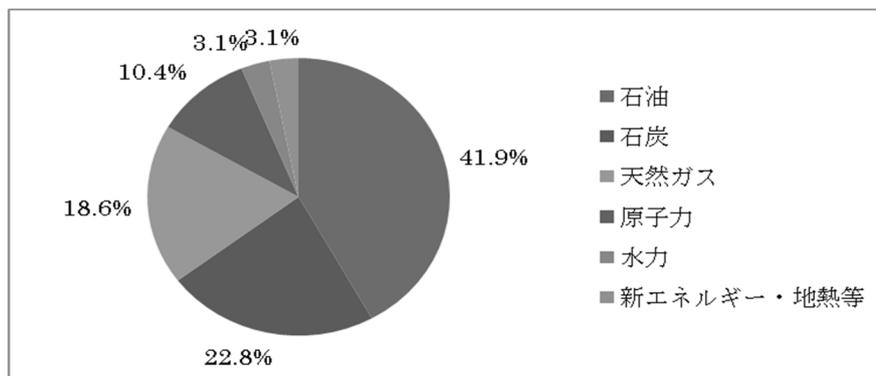
なお、最後の点にあるように、地熱発電の新たな展開として、高温岩体発電 (Enhanced Geothermal System) が世界的にも注目を受けている。高温岩体発電は、地下にある高温の岩体に地上から水を投入して、人工的に蒸気や熱水を発生させ、これを地上に回収することでタービンを回す発電方式であり、高温岩体発電は、天然の蒸気や熱水が得られない場所でも地熱資源の利用が可能となる（浦島・和田、2011）。

我が国では、(財)電力中央研究所が秋田県雄勝で、NEDO が山形県肘折で高温岩体熱の回収試験を実施したことがある。いずれも 2002 年度で終了し、その後は継続した試験は行われていない(電中研、2003)。

一方、環太平洋ほどの地熱資源に富まない国や地域では、有望な技術として注目を受けており、近年のドイツ等を含む欧州における地熱発電の伸びに寄与している。以下に見るとおり、国内における地熱開発は停滞しているが、日本のタービンメーカーは、性能と稼働実績が高く評価され、約 7 割の世界シェアを誇る。

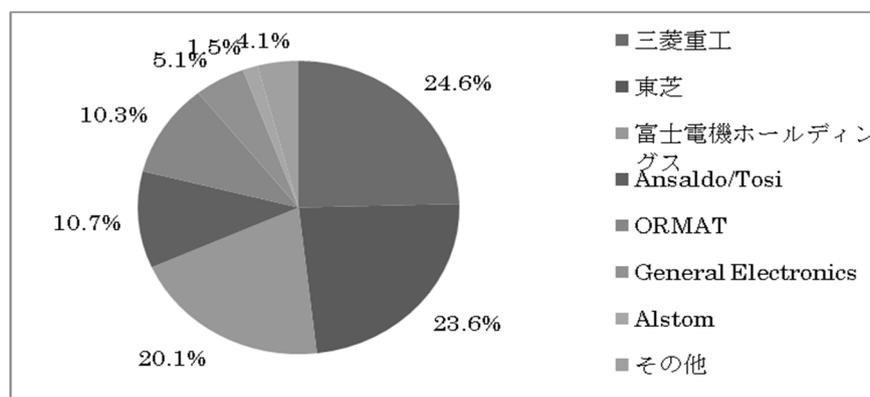
そもそも、日本の地熱タービン技術は、大型タービンに関しては火力発電等で培われた技術力で対応してきた経緯がある。すなわち、東芝など、火力発電等においてタービン開発に実績のある企業が、関連技術を応用することによって地熱タービン市場に参入している。また、小型地熱タービンに関しては、富士電機等を中心に開発が進められている。富士電機は国内初の実用地熱発電設備を藤田観光株式会社小湧園に導入して以来、国内外に地熱発電設備を納入している。元来、地熱蒸気は腐食性が高く、地熱発電用蒸気タービン設計にあたっては、腐食に対応する材料に関する知識・経験が重要であり、その信頼性向上には不可欠であるにもかかわらず、地熱発電を念頭に置いた耐酸腐食性コーティングや材料実験を着実にを行う企業は国際的に見ても多くはない。また、小型地熱タービンに関しては、他の国の企業(GE 等)は関連技術を放棄する傾向もある。そのようなビジネス環境の中、着実な技術改善により

信頼性向上に努める日本企業が、技術優位性を有し、現在のところ国際的に高く評価されている（諏訪2011年）。



(出典：エネルギー白書 2010)

図表 131：日本における一次エネルギー供給



(出典：2010年世界地熱会議資料)

図表 132：世界における地熱タービンのシェア (%)

### 5.3.3 日本における地熱に関して

一般的には日本はエネルギー資源小国ということが言われるが、それは化石燃料に由来した表現であり、化石燃料以外のエネルギー資源は決して少ないわけではない。例えば、地熱エネルギーに関しては、日本はインドネシア、アメリカに次いで世界第三位の資源量があるとされる。

そもそも地熱発電は、天候や季節に左右されない安定電源であり、ライフサイクル CO2 排出量は原子力以下、発電コストは再生可能エネルギー中で最も低いレベルであり、クリーンかつリーズナブルな発電方法である。また、東日本大震災では大規模発電所（原発、火力）が損壊し、電力供給に大きな影響を与えたが、地熱発電は早期に復旧し、大規模災害時における一定の有効性を立証した。

以上のような特長を有する地熱エネルギー資源を豊富に有するにも関わらず、日本では2000年以降地熱発電所の新設が無く、地熱エネルギーの国民の意識内での浸透も十分とはいえない。

この背景には、以下の点に関する政策的な後押しの不十分さが指摘されている（日本地熱学会）。

- 他電源とのコスト競争：原発のコストとの直接的な比較を受けてきた経緯の中で、地熱発電に必要な蒸気の価値が低く見積もられ、開発の足枷となってきた。
- 許認可に要するリードロス：温泉法の下での許認可に要する時間とそれに伴うコスト増が指摘されている。
- 国立公園開発規制：日本の地熱資源の約 8 割が国立公園内にある。2010 年・2011 年に一部規制緩和が行われたが、本格的な開発には更に大幅な見直しが必要である。
- 温泉事業者からの反発：地熱開発によって温泉湧出に影響が出るのではないかという懸念による。温泉へ影響しない地熱開発について、ステークホルダー間におけるコンセンサスを得る努力が必要である。

また、環境アセスメント関連の課題がある。環境影響評価法の施行後、新たに国内で開発された地熱発電所は無いが、過去には電気事業法の下で調査から運開まで平均で 10 年かかっていた。仮に現行のアセス枠組みで手続きを行った場合も、調査から発電所運開までに要する時間が諸外国の 2~3 倍も長く、コスト増につながり、地熱開発のインセンティブが働かない。また、地熱発電についての環境影響評価対象事業は、第 1 種事業：1 万 kW 以上、第 2 種事業は 0.75 万 kW 以上 1 万 kW 未満と規定されている。エネルギー種による違いがあり、単純な比較は難しいが、例えば水力発電についての「第 1 種事業：3 万 kW 以上、第 2 種事業：2.25 万 kW 以上 3 万 kW 未満」との乖離が見られる<sup>3)</sup>。アセス関連の制度が新たな地熱開発上の過度の負担となっていないか検討する必要がある。

これに対して、2012 年 2 月に環境省は国立公園内における地熱発電開発の規制緩和を行い、2012 年 3 月に「温泉資源保護に関するガイドライン（地熱発電関係）」を策定するなどして、これら課題の解決を図ろうと試みている。しかし、現在新たに地熱発電開発の候補地に挙げられている福島・山形県に渡る地域および北海道内の地域において、温泉事業者が中心となった反対団体が結成されるなど、今後、地域住民の反対による地熱発電開発の停滞が予想される(上地・錦澤・村山 2012)。

一方、近年、温泉発電に対する関心が高まっている。我が国には 2006 年時点で 27,000 以上の温泉源泉を有し（環境省、2007 年）、世界最大の温泉開発利用国であるとされる。このため、既存の温泉地域では地熱発電開発は立地の余地が少なく、温泉枯渇の危惧から歓迎されないこともある。我が国の温泉源泉は高温温泉が少なく、その用途はほとんど浴用利用であることから、高温温泉は熱エネルギーを生かすよりも捨てることに苦心する場合がある。なお、水より低い沸点を持つ媒体を温泉の熱で沸騰させ、その蒸気でタービン発電機を回して発電するシステムはバイナリー発電と呼ばれるが、昨今バイナリーサイクル発電の最低発電温度は 100 未満の領域に拡大しており、高温の熱エネルギーを捨てる代わりに、バイナリーサイクル発電システムを導入することで発電と適温化の両立が可能となることが期待されている。また、温泉発電ビジネスモデルの普及に伴い、温泉オーナーが地熱発電事業者となれば、地熱発電と温泉開発・利用の対立の構造の解消につながることを期待されている（日本地熱学会、2010 年）。

そこで、本研究は、実際に導入されたバイナリーサイクル発電を事例に取り、その社会的受容性について確認し、地熱発電と温泉開発・利用の対立の構造の解消への糸口を探るものとする。なお、社会的受容の問題は、我が国のみならず、諸外国でも地熱利用に際しての重要課題となっている。例えば、スイスでは、高温岩体発電に関し、地元住民との間で紛争が起こり、立地が困難となった例が報告され

ている（BBC, 2009）。また、インドネシアでも、国レベルでの地熱開発の計画があっても、地方自治体の理解を得ることが難しい場合などが知られている。このため、社会的受容についての考察を行うことは、国内における地熱開発のみならず、国際的な展開を考える上で鍵となるものと考えられる。

### ・松之山温泉について

松之山温泉には、10 個の源泉があり、19 件の温泉利用施設がある（平成21 年3 月末時点）。源泉1, 2 号および3 号は、市が所有、管理をしており、3 つの源泉からの温泉水を温泉街の配湯所に集めて、周辺のホテル・旅館に配湯している。源泉3 号は、平成19 年に掘削され、掘削後の調査では、624L/分の湧出量があった。現在は、井戸を絞り温泉街での使用量に合わせて260L/分の湧出量がある。源泉1 号および2 号は温泉街の中にある。一方、源泉3 号は、川に沿って温泉街から約1km 離れている。そこから温泉街までは埋設配湯管が敷設されている。源泉3 号からの温泉は、減圧所において供給量と温泉街での使用量とのバランスをとり、不要分は河川へ排出されていた。平成21年11 月26 日に、この河川への排出量について調査を行い、その時点では130L/分の温泉水が河川へ排出されていた。市担当者の話では、年間を通じて、ほぼ同じ量が河川へ排出されている（新潟県HP<sup>85</sup>）。



図表 133 松之山温泉位置図(新潟県)

### ・松之山バイナリー温泉発電にかかわる各関係者の便益・影響の認識と社会的受容性

バイナリー温泉発電システム実証試験に際しては、平成 21 年に新潟県が新潟県地域新エネルギービジョン「小規模地熱発電（バイナリー方式）導入の可能性調査」を行った。この調査を受け、環境省地球温暖化対策技術開発等事業（競争的資金）として、受託者：地熱技術開発株式会社、共同研究者：国立大学法人弘前大学及び独立行政法人産業技術総合研究所にて、平成 22 年度から 3 力年の予定で「温泉発電システムの開発と実証」として行われている。100 以下の温泉熱を利用するバイナリー発電システムとしては、我が国初の実用レベルの試験運転となる。

<sup>85</sup> ([http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML\\_Article/62/518/9,0.pdf](http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/62/518/9,0.pdf))

<松之山温泉バイナリーサイクル発電システムの諸元>

定格出力：87 kW

機器寸法：3.2 m × 3.6 m × 5.5 m（発電ユニットの幅 × 奥行 × 高さ）

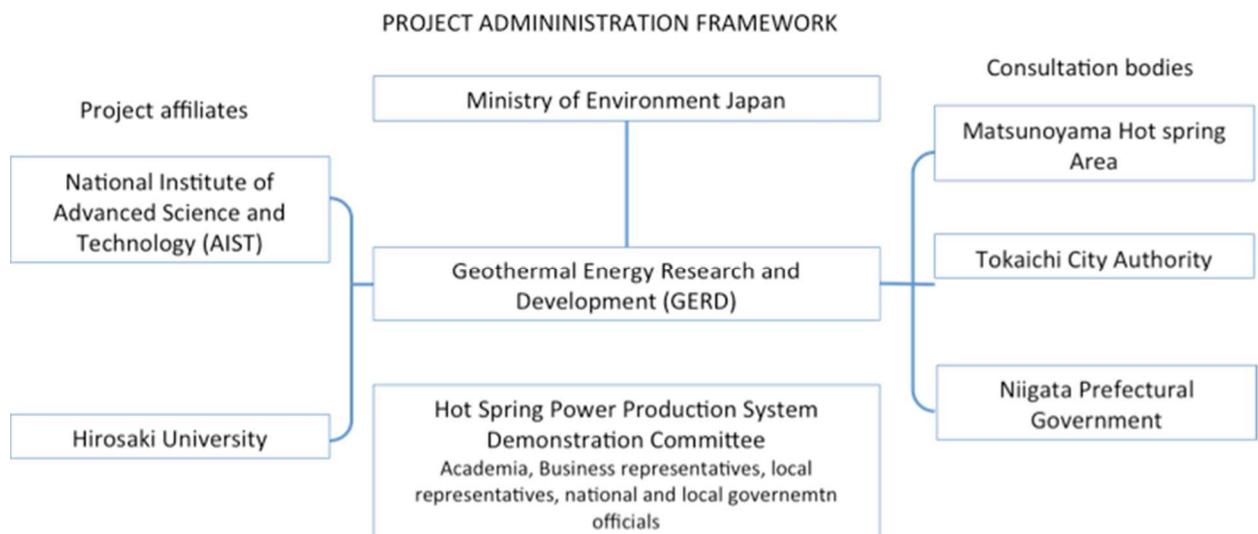
使用媒体：アンモニア - 水混合媒体

使用熱源：温泉（温度97℃）



図表 134 松之山温泉バイナリーサイクル発電設備概観

実証試験実施にあたっては、平成22年度・23年度には環境省を事業主体として「バイナリー地熱発電導入可能性調査検討委員会」も年各2回開催された（計4回）。また、温泉発電システム実証試験に係る検討会として、実証試験に関する技術的問題点・社会的課題等を関係者間で議論する枠組みが構築された。



図表 135 温泉発電システム実証試験に係る検討会 枠組み

そこで、本調査としては、システム実証試験に係る検討会及び松之山温泉関係者にヒアリングをもとに、ステークホルダーの洗い出し及び関係者意見聴取を行った。

当該地熱発電所の「システム実証試験に係る検討会」の議事録に基づき、当該発電所の建設および運用に伴う、便益および環境社会的影響については、以下の表にまとめたが、各関係者間でおおむね良好な反応が得られていることが明らかになった。

図表 136 当該発電所の建設および運用に伴う、便益および環境社会的影響に関する認識

	認知	便益	悪影響	その他
温泉事業者	バイナリー実証試験について行政の説明会があったことは認識しているが、参加はしていない。(バイナリー発電は、基本的に廃熱の有効利用であるため、懸念が少ないため。)	石油等化石燃料の価格が次第に上昇しつつある中、温泉発電等の代替エネルギーがエネルギー価格安定化に寄与していくことに期待。	-	ゆくゆくは温泉発電等により、地産地消のエネルギーが増えていくことが望ましい。
事業者 (温泉以外)		バイナリー試験運用が開始されてから、行政関係者の視察は増えた		中越地震の折は停電で大変だった。熱・電力の重要性を痛感。灯油等の供給のフレキシブルなエネルギー源の重要性を認識した(灯油により、照明・暖房・給湯が可能となり、心強かった)。
一般住民	3.11以降、電力に関する様々な問題が発生している。その解決策としてバイナリー発電は歓迎		温泉旅館関係者ではない一般であるため、影響はほとんど感じていない	

### 5.3.3.3 第一フェーズまとめ

今回の第1フェーズの調査を通して、バイナリーサイクル発電に関しては、基本的に廃熱の有効活用であることが地元関係者にも理解され、計画に対する地域の社会的受容性形成の一因となっていることが分かった。また、事業者である GERD が取りまとめ役となり、地元行政や、温泉事業者を中心とする地元住民の理解を得るために意見集約を行っている。計画自体は温泉資源に対して直接的な影響が少ないとはいえ、技術的信頼性の高いコンサルタントが、計画に対して積極的に説明を行い、技術面での問題点などが浮上した場合にタイムリーに議論できることは、計画推進においては非常に有効であると考えられる。特に、「システム実証試験に係る検討会」の場において、管理が難しい自然湧出の温泉設備に対する地熱事業者による技術的支援が非常に有効であること、地熱事業者と住民との間で密なコミュニケーションを図り、積極的に不安・改善点を聞き入れる枠組みが出来上がっていることなどが有効に作用していると考えられる。今回はバイナリーサイクル発電という比較的小型の発電システムの社会的受容の枠組みについて考察したが、技術選択・実装に関するコミュニケーションのあり方について得た知見は、より大型の地熱開発の際にも含意を有するものと考えられる。

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。社会的受容の向上のためには、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り、そのために日本の経験を分析し海外の開発事例に活かしていく視点が必要であろう。

第2フェーズとしては、国レベルの政策が実際の開発促進をいかに寄与するか明らかにすることを目的とし、EGS技術の実装に力を入れる欧州、特にスイスにおける地熱開発を事例として、革新的技術の導入を促す制度について考察する。

### 5.3.4 欧州における EGS の展開

スイスでは、脱原発政策や低炭素エネルギーへの移行を背景に近年地熱エネルギーの発電利用が進められようとしている。特に、東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故はスイス国民にも大きな衝撃を与えたものと見られ、脱原子力に向けた国民的意見が形成されつつある。原子力代替を模索する動きは、地熱発電及び発電に付随する熱の利用への注目度を上げている。

スイスは、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る訳ではなく、これまでの地熱利用は地中熱による暖房等に限られており、地熱発電はこれまで導入されてこなかった。しかし、ドイツ・フランスにおける高温岩体発電の事例による触発もあり、2006年からドイツ・フランスとの国境近くのパーゼルにおいて高温岩体式地熱発電開発プロジェクトが開始された。このパーゼルの開発は、後述する通り、掘削工事に伴いM3.2の地震が生じたことで2009年に中断が決定した。しかしその後も、ザンクトガレン等別の地域で新たな地熱開発が進行している。

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る。

そこで、両プロジェクトの開発事業者、地元行政、地質学の専門家へのインタビュー調査、および報道記事の分析をもとに、スイスにおける地熱開発の導入を促進する制度や、市民の地熱開発に対する社会・政治的受容性、地域的受容性、およびリスクコミュニケーション等の対策状況について調査を行った。調査は2013年8月11～20日にかけて行い、調査対象は連邦政府、地元行政、開発事業者等)、Geo Explorers Ltd.(パーゼル掘削工事事業者)、連邦政府エネルギー省担当官、Risk Dialogue Foundation(コンサルタント会社)、パーゼル市担当官、スイス地震協会、再生可能エネルギー研究者、チューリッヒ市議員とした。

まず、スイスの地熱・高温岩体発電を取り巻く制度的背景は以下の通りである。

- スイスの政治システムの大きな特徴は、26の州政府からなる連邦制を取っており、国、州・市などの各行政レベルにおいて直接民主主義(住民投票)を採用している点にある。このため、大きな支出を伴う事業を行う際には、これらの行政単位において住民投票が行われる。
- エネルギー政策は主に州や市が策定する。現在、連邦・州政府の各レベルで温暖化政策、再生可能エネルギー促進政策が進められている。エネルギー事業自体は主に州や市が運営するイン

フラ公社(シュタットベルケ)が管轄しており、エネルギー供給計画に行政の政策がダイレクトに反映される。

- 地熱資源に必ずしも恵まれていないスイスにおいて、複数の地熱事業が計画の遡上に上がっている背景には、シュタットベルケが電力と熱の供給による長期的な収支において有利な公算を見込んでいる点大きい。
- しかし同時に、事業失敗時におけるリスクテキングが連邦政府レベルの制度として確立していることも安心材料として特記できる。エネルギー政策に関する連邦政府の役割は、主に各自治体の連携を確保することにあるが、州等における事業促進を図るため、Development Fundと呼ばれる連邦政府予算が確保され、一定の条件を満たした地熱開発プロジェクトに対しリスク補償を行っている。
- また、スイスにおける地熱発電コストは、0.35～0.55USD/kW（高温岩体発電）といわれており、太陽光(0.28USD/kWh)や風力(0.24USD/kWh)に比べて割高である。このため、価格補助として連邦政府主導で固定価格買取制度(KEV-Kostendeckende Einspeisevergütung)も導入されている。KEVによる地熱への補助額は、0.25-0.44USD/kWhである(Geothermie.ch, 2013)。さらに、連邦政府レベルで投資減税や設置補助制度を導入する動きや、2016年から2020年操業予定のEGSに追加の補助の検討などがなされている。

このような制度的背景を基に、スイスでは複数地点において高温岩体発電が計画されてきた。主な計画地点はバーゼルとザクトガレンである。なお、これらの実際の開発においては、上述の制度的背景を基にしたプロジェクト立案とは別の問題ともいえる、プロジェクト実施上の課題（微小地震に伴う地熱開発に対する社会的受容性等）が発生しており、微小地震と地下資源管理という点で違いはあるものの、我が国における地熱開発に際して地域産業、特に温泉業との共生が求められていることと共通する点が多い。従って、以下両開発について市民の地熱開発に対する社会・政治的受容性、地域的受容性、およびリスクコミュニケーション等に留意しながら以下両開発経緯について考察する。

#### 5.3.4.1 バーゼル開発経緯

立地地域は、行政区分上のバーゼル市である。バーゼル市は人口164,800(国内第3位)、公用語はドイツ語である。地熱開発プロジェクトの開始時期は1997年、事業主体のGeopower Basel AGは、バーゼル・シュタット州公社として州全体の電力・熱の供給を担っており、事業目的も、発電及び地域暖房である。開発概要は、地下5,000mの高温岩体を水圧破碎で熱回収して発電(3MW)・熱利用(20MW)に充てる。開発には合計1億フラン(約100億円)以上かかると試算された中、州議会が当該計画に対する3,000万フラン(約30億円)の融資を決定した。



バーゼル 立地環境

バーゼル市はチェルノブイリ事故以前から脱原発を掲げ、省エネやエネルギーシフトに積極的であった。1997年に州インフラ公社(EWB)が開発計画を提案し、バーゼル・シュタット州が同意し、1999年に第1号となる掘削井の試掘工事開始、ただしこの時点では十分な資源が確認できなかった。しかし、2001年:バーゼル・シュタット州政府が掘削用に追加予算を確保し、2004年に本格的な掘削工事が開始された。順調に掘削作業は進められていたものの、2006年12月8日に地震発生(M3.4)後、2007年1・2月にも複数回の微小地震(M3.0以下)を観測した。

地震発生後、専門家の試算によりM2以上の地震誘発の可能性があることが報告された。なお被害に関しては、人的被害の報告はない。また、建物への被害報告を募ったところ、損害賠償として合計約4,000万フラン(約40億円)の請求があった。これらの請求に対して科学的な検証なしにほぼ満額が支払われたため、賠償金額総計が必ずしも被害額と一致していない点に留意が必要である。なお、掘削工事を請け負った事業者の代表者(個人)が訴追されたが、後日裁判で無罪の判決を受けている。

開発事業者、地震協会による専門的な分析を踏まえ、議員はリスク分析の実施を決定。州は20人の科学者からなる委員会を設置し、リスク分析を実施した。この結果、地熱開発および発電所運転によって引き起こされる可能性のある地震による建物被害の経済的リスクは、金額換算で年間600万フラン(約6億円)と試算され、この分析結果を受けて、2009年に計画中止が議会により決定された。

スイスにおいては一般住民を含む大多数に地震の経験が極めて少なく、構造物等についても特段の地震対策が行われていない。本来であれば高温岩体発電に伴う掘削に関連した地震対策、及び地震に関するリスクコミュニケーションを図る必要があったが、開発主体・事業者・行政の間では掘削時の騒音対策(防音窓設置)に重点が置かれた傾向がある(必ずしも地震に関するリスクが無視されていた訳ではなく、一定のリスク情報を含む調査結果は、Web上での公開やプレスリリースなどして発信されていたが、地震発生前まではあまりメディアに取り上げられなかったことが、リスク情報周知の点から後日反省点として挙げられることとなった)。

事業中止と地震発生 of 責任を掘削業者に求めるなど、バーゼルの事例では地熱開発を取り巻く制度の未成熟が見られる。被害請求に対して物理的被害状況の詳細な検証なしに支払いに応じた点も問題である。関係者からも、被害が対外的に過大に受け取られている点が懸念されている。

このような問題があるものの、パーゼルの事例はスイスにおける地熱開発のメルクマールとしての意義があり、開発を取り巻く制度・環境の今後の成熟を促す上で重要である。

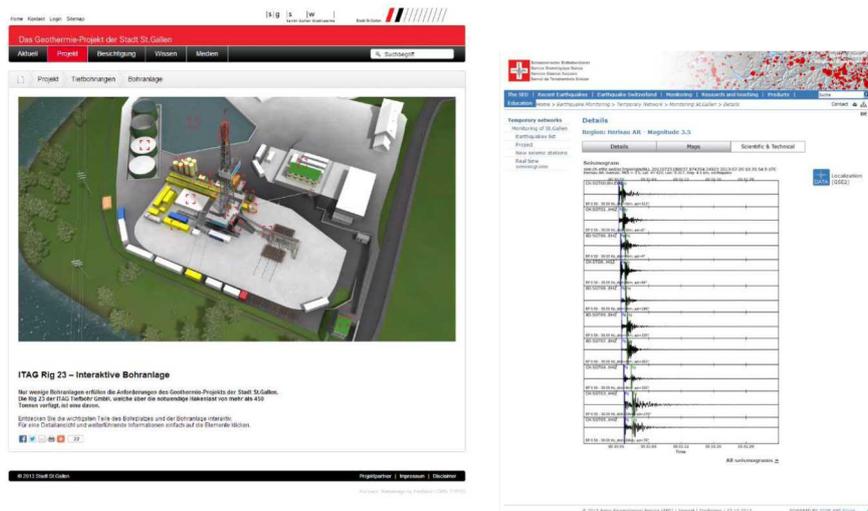
#### 5.3.4.2 ザンクトガレン開発経緯

ザンクトガレンの高温岩体発電計画概要は以下の通り。立地地域は行政区分上のザンクトガレン市内、市が廃棄物処理等を行う公共的施設群の一角に建設されている。ザンクトガレン市は人口72,600(国内第6位)の静かな町で、公用語はパーゼルと同様ドイツ語である。2007年に高温岩体発電が計画された。事業主体はザンクトガレン市電力公社であり、事業目的もパーゼルの事例と同じく発電、地域暖房である。地下約4,000mにあると見込まれている貯留槽から150～170℃の熱水をくみ出して発電・熱利用にあてる計画である。開発経緯としては、2007年に市議会が再生可能エネルギーの利用促進を軸に据えた計画を採択。2008年11月に同計画に基づき、市と市電力公社が地熱開発計画を発表した。総予算1億5,900万フラン(約150億円)は州と市の税金で歳出することとし、2012年5月に掘削工事が開始された。しかし2013年7月20日未明に地震が発生(M3.6)し、事業が一旦中止された。検証の結果2013年8月に工事が再開されることとなった。



ザンクトガレン 立地環境

事業計画に先立って、市がの住民投票賛成を実施、80%以上の賛成多数で計画が決定された。パーゼルでのリスク周知不全の反省から、ザンクトガレンにおいてはシュタットベルケを中心にインフォメーションセンターを設置し、地震発生装置による市民の地震体験や、工事サイトの見学ツアーの開催、専用Webサイトの開設などにより市民への情報提供が行われた。また工事の現況、および中長期工程の説明、工事サイト・設備の解説がなされている。工事現場に設置したWebカメラの映像をリアルタイムに配信、アーカイブも閲覧可能となっている。地震モニタリングの公開及びニュースレターの発行(月2回程度)も行われた。これらのリスクコミュニケーションにあたっては、市民との橋渡しを専門とするコンサルタントが活用されており、リスクコミュニケーション・コンサルタント専門職が育成・活用されている点も注目される。



ザンクトガレン 高温岩体発電プロジェクト 専用Webサイトの例

このようなリスクコミュニケーションを反映し、ザンクトガレンでもバーゼル同様に地震が発生したが、その後の展開において両ケースに大きな違いが見られた。2013年7月20日に発生した地震規模はM3.6、離れた都心部でも強い衝撃を観測した。ただし人的被害はなく、建物への被害報告が190件届けられ、被害補償請求額は当初総額5億フラン(約500億円)と見積もられた。ただし、届けられた被害状況についてはバーゼルの事例とは異なり、専門の検査官による検証がなされた。工事継続に関しては住民投票は実施せず、市議会で開発工事の継続について審議し、続行を決定。この間工事続行を希望する市民からの問い合わせもあるなど、市民の意向は前向きであった。

このように、両事例における開発開始に際しての制度的手続き、そしてリスク情報の提供方法などの面で違いが見られた。バーゼルでは地震誘発の可能性を予見していたにも関わらず、事前段階では積極的なリスク情報の公開を行われなかった。一方で、ザンクトガレンは地震誘発の可能性が小さかったにも関わらず、積極的なリスク情報の公開を行った結果、地震発生時に住民からの大きな反発を招くことがなく、工事続行が決定された。公社の存在および公的予算の投入を背景に地元政府が計画に関する情報公開や住民参加を行うなど、先導役を務めていた。住民投票実施のために情報公開や学習機会が確保され、それにより住民の計画に対する認知や理解が図られる可能性が確認された。

また、両事業共、地震に伴うパブリックアクセプタンスという事業障壁を経験しているが、バーゼルと異なりザンクトガレンでは開発に対する賛否を問う住民投票が行われたため、その判断材料として早い段階から地震などの環境リスクを含む様々な情報が提供され、十分に住民と開発側との間でコミュニケーションが図られた。この情報提供、市民参加のプロセスが住民の関心を高めると共に、リスク負担に対する住民の自発性を喚起したと考えられる。また、ザンクトガレンにおいては、専用ウェブサイトの開設、インフォメーションセンターの設置、地震発生装置によるシミュレーションの実施など様々なリスクコミュニケーションが図られていた。専用ウェブサイトでは、開発に至った経緯や地熱発電の基本的な知識、地熱開発の工程についての説明に留まらず、工事現場の状況をリアルタイムで撮影した映像や現在どのような工事作業を行っているかの説明、地震モニタリングを表示するなど、徹底した情報

公開を行っている。このように、開発の必要性や最低限の事業概要を説明するだけでなく、詳細な作業状況や地震などのネガティブな情報の公開、そしてそれらのデータに基づいたリスクコミュニケーションにより、住民からの信頼を獲得していると考えられる。

### 5.3.5 考察

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。エネルギーは、国際経済・外交等に結び付いた複雑な問題であり、直接的影響としては、安全保障、食糧問題、貧困問題、気候変動問題、間接的影響として電気・通信・製造・農業などのあらゆる産業への影響が考えられる。これらの問題に対する明確な「解」は現在まで得られているとは言い難く、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。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。

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。

熱源・電源の双方に有効であるはずの「EGS 技術」はその典型的な例である。EGS に関しては国内実証試験を行っていないだけで、微小地震等の地下探査・モニタリング技術など我が国企業の個々の技術はトップレベルである。しかし、海外では積極的に地熱及び EGS 技術を開発・導入することで新たな産業を非常に早いペースで呼び起こしている。このため、日本が先進的な技術を有しているという現状に甘んじて、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。

また、活気ある持続可能な社会の構築のためには、前述の通り多様なエネルギー源が効率的に利用されることは不可欠である。エネルギーの効率的な需給のひとつの大きな要素がエネルギーの地産池消であり、そのような形態を支えるためにはエネルギーに関する社会知の向上が重要である。東日本大震災以前は、原子力に関してゼロリスクが強調されたコミュニケーションが主流であったが、エネルギーを自ら生み出し、利用する地産池消社会成立のためには、エネルギー源に関してもリスクコミュニケーションのあり方が根本から問い直される。つまり、それぞれのエネルギー源に関し社会的なインフォームドコンセントが成立し、自立的なエネルギーデザインを各地域で確立することが求められる。また、エネルギー自給社会の構築に伴い、仮に地熱及び EGS 技術がさらに開発されれば、地熱開発事業および熱インフラ等の新事業のほか、家電製品から「家熱」製品への移行のための新製品の開発などの新たな

市場の可能性も増す。このように将来的にエネルギー関連新事業が民間から創出し始めるよう、制度設計していくことが必要である。

我が国の地熱に関しては、上述の通り、温泉との協調開発に関わる社会ルールの形成がボトルネックとなっているため、この解決に向けたコミュニケーション・合意形成プロセスを精査することが必要である。特に、EGSは、基本的にある程度の深度を確保すれば、地熱利用地域の拡大を図ることのできる技術であり、これにより自然公園保護や温泉事業との潜在的競合の回避が射程に入るが、その導入にあたってはやはり周辺関係者へのコミュニケーション・社会合意形成が重要である。

さらに、クリーンなエネルギーの自給率を上げることで、経済、外交上の「足枷」が無くなり、地政学に大きく影響を受ける現在の日本経済の構造が根本的に変換しうる可能性がある。また、従来型地熱発電に加えてEGSを日本で完成させた場合には、世界のエネルギーポリティクスへの影響力向上が見込まれる。すなわち、EGSの将来性を重視した欧州諸国、豪州のほか、韓国、中国でもEGSプロジェクトを開始しているが、技術的にまだ日本がリードしている現在の段階から国内フィールドで地熱EGS研究プロジェクトを始め、人工貯留層の効率的造成技術を確立すれば、エネルギーセキュリティ、技術輸出面での世界的影響力が大きい。これはエネルギー資源の規定する世界的パワーバランスにおいて、安定を促進し、我が国の優位を確立することになる。地熱及びEGSには技術的課題が多いが、むしろ不確実だが投資効果の高い当技術にこそ我が国が投資し、将来のエネルギー危機に備えることが必要であり、活気ある持続可能な社会のモデルとして世界をリードする責任があるだろう。

## 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

本研究では、GND 政策が経済（雇用）や産業にどのようにインパクトがあるのか、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、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 モデルで分析した。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。さらに、日本経済に影響が大きいと期待される日本の 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した。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。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、クラスター分析を行い、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。このように、GND 関連政策が経済、産業、そしてイノベーションへ与える影響を分析し、事例研究によって我が国の環境産業の国債展開など障壁について分析を実施した結果を以下に示す。

### (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（グリーンニューディール）に関する国際比較調査を行った結果明らかになったことは、GND の政策は国によって異なり、これまでの経済発展の過程で制度化されたシステムによる経路依存の影響がみられる。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。

2008年の金融危機以降、世界は「雇用なき回復」という問題を抱えている。短期的経済貢献や環境へのプラスの影響が指摘される一方、グリーン刺激策に対する批判も多く存在する。例えば、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いう指摘もある。また、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いう指摘もある。

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も認知されており、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。デンマークは短期的目標を「効率性」に置き、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。風力発電力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。韓国の短期的目標は、国家戦略としてグリーン関連産業にお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)、韓国では最大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、グリーンに関わる業種・サービス・プロセスなどの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。しかし、そのうちのどの部分がグリーン刺激策・グリーン関連政策に起因するものか現時点では特定はできない。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。これまでの既存の計量経済モデル

分析結果からは、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 年までに雇用効果としての影響は、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。分析のためのデータの確保やカリブレーション対処、不確実性を如何に最小限にすることなど更なる研究が求められている。

国によっては、新規産業への投資によって自国のグリーン産業の国際競争力を高めようという産業政策を持っている。例えば、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。

米国は 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調査を分析モデルを中心にを行った。

日本政府の実施した 2009 年度「低炭素革命項目」に投資された景気刺激策の数値を用いて、雇用への 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、刺激策(ショック)によって同期間の日本の雇用プラスの影響が生まれており、鉱業・採石、従業員の人件費、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。これらの主な影響の規模としては、1.38%~16.65%増であった。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・採石の増分が最も高かったという結果となった。今回は雇用と輸入について新しいモデルを構築したが、その結果、政策による刺激策の結果として輸入への影響が 50%増加しているのに対し、雇用は 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の一歩となるであろう。

GND 関連政策の経済への影響を評価するに際し、自動車産業はすそ野が広く日本経済に与える影響が大きいため、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 モデルを用いてさらに研究を進めた。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、電気自動車生産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進めた。その結果、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。

個別にみていくと、次世代自動車の普及シナリオが GDP に与える影響としては、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。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。また、電機機械や一般機械の生産を押し上げる力が大きいことがわかる。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。

ただ、普及については課題が多い。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、現在に至るまで続けている。エコカー減税とよばれるものである。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。この時、車齢 13 年以上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、HV 自動車の普及に大きく貢献したといえる。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。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、追従者出現の可能性は低くなる。

一方、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。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 を増し、同時に二酸化炭素排出量を減少させることは確実であり、次世代自動車の普及は長期的には望ましいと言える。

以上の分析を踏まえて以下に政策提言について示す。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。

#### ・充電インフラ整備の必要性

インフラとしての充電スタンドの不足が普及を妨げている大きな要因である。現在、充電器の設置はディーラーが大部分であり、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、ガソリンスタンドの減少も考慮すると充電インフラの整備が緊急の課題となっている。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なることは明らかである。すでにライフラインインフラとして存在する電力網を用いて、どこの電柱からも充電が可能となるような、水道のように蛇口をひねればどこでも充電できるようなインフラの実現に向けた取り組みが必要であろう。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ことである。

#### ・カーシェアリング奨励政策

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。若年層による自動車の購入数が減少している中で、利用方法の選択肢を拡大することは需要開拓にもつながる。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ろう。しかも、時間貸し駐車場などの設備に充電機能を装備し、カーシェアリングの利用を容易にする電力などにかかわる制度上の障壁を緩和することなどが求められている。

## (2) 特許データ・財務データによる分析

イノベーションについて分析（特許分析）に関しては、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。本研究においては明らかになったことは、日本国内に居住する者による中国における知的財産戦略において、この分析を通していくつかの課題が提起されたことである。これまで日本は 1990 年代半ばまでに大量の実用新案の出願を行っていた。しかし、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。日本オリジナル出願のほとんどは日本における特許出願なので、それゆえ、日本に居住する者が中国においても特許を出願することは理解できる。しかし、実際には、議論となるケースは実用新案に関するものが多く、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している。結論として、日本の企業には、中国における知的財産戦略に関する再考が求められている。

#### ・規制とイノベーションについて

日本政府は1970年代に米国の例をならって急速に排出量規制を導入したが、カリフォルニア州のZEV規制は、マスキー法導入の時と同じく日米自動車メーカーの研究開発にまたしても大きな影響を及ぼしたようである。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。実際、メーカーの戦略はZEV規制によって変化している。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おり、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、高いコストと狭い商品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ことを強く申し立てている。この積極的なロビー活動が功を奏し、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のである。BEV技術もまた、代替技術の進化を刺激した。ZEV規制が課せられた「ビッグセブン」はすべて、準拠集団と比べてより多くの被引用を得ている。特殊なケースは三菱である。三菱は従来のガソリン車にバッテリーを組み込んでいるが、同社は自社でバッテリーの研究開発を行っていないにもかかわらず、三菱が申請した特許は他社からの引用率が最も高かった。BEVとガソリン車を同時に生産するためのこうした簡易な方法が注目を集め、高い引用率を得たものである。またこれは、三菱がBEVそのもの、またHEVや燃料技術についても一切特許を保有していない理由でもある。なお、同社は近隣技術分野で基本特許を保有している。

HEV技術に関しては、トヨタによるHEV事業の著しい経済的成功にも関わらず、GMの特許はトヨタよりもはるかに価値が高い。これはトヨタが保有している技術の高度さを反映している可能性がある。GMの技術と比較して、トヨタの技術は模倣・吸収が難しいのである。燃料技術についても同じことが言える。トヨタによるEV技術開発の第一の波は二度の石油危機によるものであった。その後、EVの研究開発はトヨタおよびトヨタグループの伝統的な関心領域・専門分野となっていった。この結果、トヨタは1980年代にはすでにこの分野で多くの主要技術を保有するようになっており、1980年代半ばに最

初のピークを迎えた。しかしこの取組みは1980年代の終わりに底を打った。実際、この時期のトヨタには大企業病の兆候があったとされており、人々は同社を「トヨタ銀行」などと揶揄していた。また、ほとんどの人々がこの技術は商用化には未成熟すぎると考えていたことも一因であった。しかしながら1990年代初め以降、EVへの強力な後押しとなったZEV規制により、同社は再び継続的にこの分野に取り組み始めたのであった。

第二のピークは1999年に訪れており、発明から特許公開までの時間差を考慮すれば、1990年代半ばにはトヨタはEV開発における重要なブレークスルーを経験していたと思われる。これは1997年のプリウス発表の成功とも一致する。2000年以降にトヨタの加重特許が下降線になっているのは、恐らくは同社の特許の大部分がHEV技術関連であるために、EV関連のイノベーションが製品イノベーションからプロセスイノベーションへとシフトしていたことを示すものであろう。

ホンダはZEV規制導入後にこの分野での技術開発を開始している。ホンダは早くも1971年に革新的なエンジンを提案しており、意欲的な人物であった豊田英二も個人的に本田宗一郎を訪ねてホンダのエンジン技術のライセンスを求めたほどであった。しかしホンダはこの「大きな成功」の後、ZEV規制が導入されるまで代替技術開発に多くの労力を割かなかった。1990年代、ホンダは比較的軽量の車両と先進のエンジンによって市場に高燃費自動車を提供していたが、この1990年代における加重特許トレンドではEV技術に関してはホンダがトヨタを追い上げ、1999年に「インサイト」の名称でHEV自動車を商用化し、なんとか日本市場以外で最初のHEVメーカーとなることができた(Pohl & Yarime, 2012)。このことは、1990年代終わりに引用を加重した特許という点においてホンダが最高のイノベーションパフォーマンスを示していることと一致している。

日産が1980年代から積極的に代替技術の開発に従事しはじめたことが分かる。この期間は、1990年代までに日産が技術の世界一を目指すとした「プロジェクト901」ともきれいに一致している。しかしながらこの取組みは、1980年代の終わりから1990年代初頭にかけて日産が財政危機に見舞われた時期に衰退した。規制が導入された後、特に1997年のプリウス発表後に、日産はEV技術への注力を再開している。GMは1980年代からEV技術分野で優れたパフォーマンスを見せており、その後カリフォルニアで開催されたモーターショーにおけるコンセプトカー発表のエピソードと共にピークを迎えている。しかしパフォーマンスはジグザグ状になっており、同社の不安定な財務状況を表している。一方フォードは、図に明確に示されている通り、規制導入後にEVに対して相当な取組みを開始している。日本の自動車メーカーには米国のメーカーのような揺らぎはなかった。これは日本企業のイノベーション活動の粘り強さを表すものであろう。しかし一方で、このことは日本の自動車メーカーが米国の自動車メーカーほど米国現地政府の立法に対してロビー活動を行う力がなかったという事実に起因している可能性もある。結果として、このような不利が日本の自動車メーカーの企業家精神を促進し、今日のイノベーションの成功につながっているのである。

本研究はZEV規制とEV技術におけるイノベーションパフォーマンスの関係性を検証するものであり、本研究では、規制によってニッチ市場が形成される場合があること、規制の影響が十分に大きければ技術の発展が促進されることが示された。

同じ環境規制導入した場合でも、強く反応する企業もあれば、反応しない企業もある。そして、企業によって反応する技術分野としない技術分野がある。それは技術自身の成熟度、またそれぞれ企業の技術の蓄積と大きく関係している。

個々の自動車メーカーの技術分野を見た場合、どこも BEV 技術を重要視しなかったが、これは、BEV 技術自体が実用化に遠いことを表わしていると考えられる。その技術自体が伝統的な大手自動車メーカーの強い技術領域ではないと推定できる。そのため、最初に ZEV Mandate において BEV だけにターゲットを絞って指定したことは不適切であったといえる。

そして、政策的にいくら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かどうかは、個々の企業の技術の軌道に頼る部分が多いことが明らかである。たとえば、GM が HEV および燃料電池技術を重要視したのに対し、同じ米国のメーカーであるフォードはほとんど反応していないし、また、同じく HEV の実用化に成功したトヨタとホンダもそれぞれの技術を重要視する度合いは異なっている。

さらに、企業が商品化する時期もそれぞれである。現実的に商品化されていないからと言っても研究開発は着実に実施し、別の技術のルートを通じて、実用化を狙っていることも考えられる。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と考えられる。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、政策として意図的に特定の技術や企業を取り上げて対象を狭めることは不適切であろう。

ZEV mandate はカリフォルニア州が各自動車メーカーにとって無視できない大きな市場であったことで、影響力が大きく、開始から数年後に企業の反応を見極め、規制を改定し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。

最後に、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ものに対し、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。

そして、中国において施行されたさまざまな政策、とりわけ GND にかかわるものや特許政策を調査した。中国は「イノベーション型（創新型）国家建設」というマクロの目標の下に、「国家知識産権戦略綱要」を打ちだし、知的財産権の創出、運用、保護及び管理能力を高め、創造型国家を建設し、社会経済を発展させるという目標を掲げ、科学技術力の一段の強化を国の重要な政策と位置づけている。中国における EV 自動車普及策に関しては、「十城千輛」プロジェクトにより、2009 年から 2012 までの 4 年間で、中国の 10 ヶ所以上の都市で、1 都市あたり 1,000 台以上のエコカー（ハイブリッド車、電気自動車、燃料電池自動車）を導入するというものである。中国政府は、対象都市を選定し、地方政府が導入するエコカーの購入費用や関連施設の建設費用に補助金を支給している。しかし、2020 年までに 500 万台という目標の達成は難しい。現状での EV 車普及の障壁は、補助金にかかわる自治体の保

護主義、充電設備の不足、販売車種が限られていることなどがある。大気汚染の問題もあり、2013年の新政策はEVに重点が置かれることとなっている。

具体的な政策インプリケーションは以下の通りである。

・ **あらかじめ特定の技術や企業を選択し対象を絞ることは不適切**

規制を通じてイノベーションを促進しようとする場合、それぞれの技術の特徴を理解したうえで、規制や政策をデザインする必要があると考えられる。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、政策として意図的に特定の技術や企業を取り上げると、他の技術の芽を摘むことになり、結果として最適な技術導入を阻む可能性がある。（ロックイン効果）

・ **規制強化はイノベーションのきっかけを生む**

日本政府は1970年代に米国の例をならって急速に排出量規制を導入した。他方で、カリフォルニア州のZEV規制は米国市場で鎬を削っている世界の自動車トップメーカーの技術開発に大きな影響を及ぼしたといえる。本研究はZEV規制とEV技術におけるイノベーションの関係性を検証した結果、規制によってニッチ市場が形成される場合があること、規制の影響が十分に大きければ技術の発展が促進されることが示された。ただ、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。とりわけ、市場の大きさなどイノベーションに与える影響の大きさに影響を与える要因を忘れてはいけない。

・ **中国進出の場合は実用新案を考慮した戦略と大学などの共同パートナーの検討を**

全体的見ると、中国の中央政府及び地方政府は、供給側の政策及び需要喚起策ともに、規制の手段も加えて、外国から技術導入も含め、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は全般的に独自の研究開発力まだまだ弱いのが、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。政府の多彩なR&Dプログラムによる支援は大学及び研究所に多くの知識の蓄積を形成されたといえる。中国に進出する場合、ローカライゼーションだけでなく、先端技術の開発の共同パートナーとしても考えられる。また、外国企業は中国で急速に伸びている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し、実用新案の効力を考えると、中国に進出する際の出願戦略を考える必要がある。

・ **深センのイノベーション政策が参考に**

中国における特許付与のトップ20の中の企業は第7位と第16位の以外のすべての6社は全て、深センに本部を置く企業であることがわかった。中国で、最初に開放政策に恵まれた新興都市は、外資の吸引力から、強力な内生型イノベーションを創出する力を持つことになりつつあることも分かった。それに特に台湾企業による知識の波及効果や、現地企業との融合度が他の外資企業より異なる戦略をとっていると考えられる。国家プロジェクトなど大規模なプロジェクトに恵まれていない都市の躍進原因についてさらに調査することは興味深く、特区などの利用によって日本の地方都市にイノベーションを興すための施策の参考となるであろう

### （3）我が国環境関連産業の国際展開に関する事例分析

我が国環境関連産業の国際展開に関する調査（事例分析）として、GNDの対象となる燃料電池や地熱に関して国レベルでの長期目標とその実現を阻害する障壁などについて分析を行った。

### (1) リチウムイオン電池関連技術およびエネルギー管理システム (EMS)

グリーンニューディール政策がビジョンとして示され、電気自動車においてリチウムイオン電池を利用する技術開発が加速したことによって、市場が大きく動くことになった。スマートフォンの拡大の影響もあるが、携帯、スマートフォン、PC、家庭用蓄電池を含めて、リチウムイオン電池の生産が加速し、東日本大震災の影響で、さらにそれが後押しされ、リチウムイオン電池生産に使用する有機溶剤のリサイクル需要が増大した。

本丸の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、政策として特定の技術や産業を指定することによる負の部分の浮き彫りとなった例である。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、結果的に、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。本丸の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。

また、ヒアリングでえた政策的示唆となることは、官民のデータ蓄積体制の構築である。たとえば、国の資金を使ったプロジェクトや研究事業、補助金事業では、通信によるデータ収集・提出を義務化することによって、官民で利用できるデータの蓄積をすべきである。現在は、データの提出義務もなく、データが提出されたとしてもデータの種類も統一されておらず、データが提出されても放置されている状態であり、実証にも使われていない。実際には日産が販売したリーフにはすべて通信機能が搭載されており、独自に電池運用データを収集している。国は、電池の運用データ等国が民間からデータを購入することや、補助金事業で義務化した通信によるデータ収集・およびモニターによって得られたデータを管理し公開することが望ましい。それによってメーカーごとに細々と集めた規模の小さいデータで実証するのではなく、国が収集した大規模データによってリチウム電池の技術改善に使うという形が国内メーカー支援という意味でも建設的であり、国の資金の意味のある使いかたではないか。データ収集の仕様は、充電、走行距離、など項目さえ統一すれば収集をすることは簡単である。

電池やエネルギーの効率的使用という点で、エネルギー管理システムは重要な役割を果たす。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。やっとなシンガポールへと海外進出をするようになったが、そこで直面した課題は家庭用蓄電池との連携がいまだ不十分だということである。東日本大震災が後押しすることになったが、自力で新しい蓄電池管理のソフトウェア技術を開発して、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、ソフトウェアへの支援が欠落しており

政策のサポートなしで開発が推進された。今後はエネルギー、電池、HEM、ソフトウェアなど包括的な視点から政策を打ち出す必要があり、現状の省庁ごとの縦割りの管轄の弊害を取り除かなくては新領域の産業の障壁となるだろう。今後、リチウムイオン電池を含めた環境関連のイマージングな領域では、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、いくつかの対策をとる必要があるだろう。しかし、グリーンニューディール政策の号令と共に、リチウムイオン電池関連の産業の力学が変わり、良い面、悪い面が現れたことは事実である。これからどのような対策をとるかが重要である。

以下に政策提言を示す。

#### ・公共施設におけるリチウムイオン2次電池の導入と安全性の理解促進

日本企業が失いつつある競争力を高めるために、公共施設にリチウムイオン2次電池を導入し、実際に使用し、安全であるということを社会に示す。市場が拡大する段階では、過度の競争が起こり、低レベルの電池技術によって、安全性が不十分なものが販売、利用される可能性が高い。安く試作品として売り出す代わりに、購入元は使用後の保証がないという条件で、通信機能を搭載しリチウム電池の安全性についてのデータ送付・監視に協力する代わりに保守サービスを受けること等を可能とさせる。その間に使用データなどを集め、技術向上へフィードバックするという形をとると効率的である。使用側としても、常時安全性について監視・保守サービスが付帯していると考えれば、双方にとっても安全性について不安は抑えられる。技術開発はされても、市場へ普及する際にはどのような使われ方をするか未知な部分が大きいと、市場開拓の意味も含めて、他国メーカーより安全性の高い国内メーカーのリチウム電池の試験的導入などを可能とする選択肢を大きくする必要はある。リチウムイオン2次電池の安全性と信頼性の確保に力を入れるべきである。

#### ・市場拡大の可能性をせばめない政策

電気を蓄電したものを売電できるようになり、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。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規制が存在する。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り、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。

#### ・技術者育成

リチウムイオン電池などの電池関連の技術者の育成・強化が必要である。かつて、日本の電池関連技術者と共に、アジアへ技術が流出したが、電池技術の最適化はまだ実現していない。今後も、電池技術が重要な要因となる。現状の電池関連技術者においては、量的にも不足している。電気自動車の開発に電池技術者が重点配分され、家庭用蓄電池の開発が遅れた事例もある。ビジネスチャンス为国として失

う可能性が高い。技術者の流出を防ぐのは困難であるが、それ以上に優秀な技術者の育成に支援する策を検討すべきである。

#### ・ソフト開発への包括的な視点での支援を

HEMSの実証試験においては、ソフトウェア開発や省エネでないものには支援されないものであったため、経済産業省やNEDOの支援策を利用できず、HEMSを大船渡市などの公共施設に導入した際も、ソフトウェアの国の補助がないので、自治体が自己資金で購入せざるを得ないのが現状である。ソフトウェア開発をオープンイノベーションで行おうとしている動きもあるが、HEMSがユーザーと接点があるソフトウェア開発が遅れを取ることが、普及に影響を及ぼすことになる。ソフトウェアがイノベーションを起こさなければ、すぐに「飽き」がきて、普及が促進されない。新しいサービスが創出されるイメージな分野でもあり、エネルギーマネジメントシステム分野でソフトウェアに支援するしくみが必要である。

#### ・電池技術力の強化とHEMSの規格化との連携

HEMSの標準化と電池の技術開発の連携が十分になされていない。エネルギーマネジメントにかかわる重要な技術に、HEMSと電池の充放電管理、データ収集などの技術が連携しあうことで、省エネや自然エネルギーの最大利用の実現が可能となる。連携して、技術がカスタマイズされなければ、無駄なエネルギー利用が残ってしまい、CO2排出削減も軽減されてしまい、エネルギーコストの削減も軽減されてしまう。これまでは情報通信分野と電池分野は異なる分野であったが、これらを統合し、環境的に全体最適化の技術と新ビジネスの創出のためのコア技術の創出には統合して検討する必要がある。電池、スマートメーター、HEMS/BEMSをつなぐ検討をできる体制を省庁縦割りのまま後手後手で進むのではなく、競争力を高めるための検討する担当課を設置することも検討すべきである。

#### ・競争環境の提供

企業に対して、生産コスト削減を誘導する施策を検討すべきである。例えば、溶剤を使用している製造業に対して、環境配慮のために溶剤リサイクルを推進する施策や、企業経営のために溶剤を使用する企業の生産コストを削減するための生産工程変革とその技術開発競争を促す施策が考えられる。例えば、グリーンニューディール政策の一環として、生産コストを削減する、あるいは企業の競争力が向上することにつながる、環境対策への技術開発を支援すべきである。環境対策のみにしかならない技術開発よりも優先しなければ、企業の競争力を効果的に向上することができないと考えられる。

#### ・成功事例の共有

企業は、必ずしも、日本古来より伝わる“もったいない”などの限られた環境制約の中でいかに合理的に生き抜くかという知恵や理念にしたがって、経営を行っているわけではない。特に、かつて、資源やエネルギー制約が少なかったころに成功を収めた企業は、“もったいない”という理念から遠ざかっている人も多いのも事実である。したがって、環境と経済の両立を成功させた、本ケースのような事例とそのしくみを広く公表し、障壁が企業側の認識の方にあることを共有すべきである。

### ・日本の最先端環境技術の共有

日本が高度成長期に気がつかなかった環境配慮という考え方は、現在の中国の発展期においても企業の中では不足している。例えば、蘇州工業園区においては、日本市場よりも、環境配慮やCSRの考えが浸透していない。中国において事業に成功するためには、本ケースを事例にすれば、環境配慮ではなく、生産コスト削減という事業が必要とされているのである。しかし、蘇州の行政機関は、中国の政策にも含まれていることから、環境配慮という考え方の重要性は認識しているのである。従って、日本企業の中国進出においては、中国進出企業あるいは地元企業にも経済メリットがあり、かつ、中国の行政機関にも環境メリットがあるという点は評価される可能性が高い。環境と経済の両面から行政機関の信頼を獲得することが重要である。そのためにも、経済発展には環境配慮が重要であることを中国の行政機関と最新技術や情報を共有すべきである。

### ・ビッグデータの利用

これまで数多くの実証試験が省庁の補助金などで行われてきたが、これらのデータを統合的に分析されることはなかった。現在、日産自動車は電気自動車の利用時のデータを常に把握し、データを収集してきており、そのビッグデータを分析し、新しいサービスやビジネス創出に活かそうとしている。しかし、必ずしも、全ての企業が実施しているわけではない。電気自動車、家庭用リチウムイオン蓄電池、ほか、実際に利用されている方法において、電池がどのような状態になるのか、どのように使用するのが長持ちするのかなど、使用方法に依存する部分が多い。これまで国が支援した実証試験などのデータを情報管理に配慮しながら、分析に利用することで、さらに電池技術の向上や新サービスの創出に貢献する可能性を秘めている。大きな事故が起こってしまう前に、新しいサービスイノベーションを起こすために、国で得られたデータの公開および分析をすべきである。

### ・ライフスタイル変革技術の創出

完全に自動でエネルギー管理をする技術は、やがて、人の省エネ意識を失わせることにつながる。そして、エネルギーマネジメントシステムが導入されたとしても、エネルギーを実際に利用する人に依存するエネルギー消費の部分が大きく削減できずに終わるであろう。環境負荷を下げるライフスタイルに転換させるためには、利便性を追求する技術だけでは不十分なのである。HEMSの事例にあるように、人が関与することによって、さらに省エネが進むようになるソフトウェア技術が開発されつつある。まさに、ライフスタイル変革のイノベーションである。がまんの省エネではなく、エネルギー使用を減らすことに心の豊かさを感じるイノベーションである。これは環境省の政策にある「環境・生命文明社会の実現」にとって重要なライフスタイルデザインとそれに必要な技術開発の事例と言えるだろう。このような環境配慮をしたいというニーズが増加してきている先端に行く日本ならではの、新技術やイノベーションを、さらに創出するためのプラットフォームを早急に整備し、ソフト面ハード面の両面で支援し、ライフスタイルを大きく転換するコンセプトを生み出し、アジアや世界にこれらの環境技術を発信すべきであろう。世界市場ではまだ出現していないライフスタイル変革の環境技術を育て、アジアや世界に普及させることが日本の役割の一つである。

## (2) グリーンイノベーションと地熱利用

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。エネルギーは、国際経済・外交等に結び付いた複雑な問題であり、直接的影響としては、安全保障、食糧問題、貧困問題、気候変動問題、間接的影響として電気・通信・製造・農業などのあらゆる産業への影響が考えられる。これらの問題に対して、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。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、現状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。

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。

熱源・電源の双方に有効であるはずの「EGS 技術」はその典型的な例である。EGS に関しては国内実証試験を行っていないだけで、微小地震等の地下探査・モニタリング技術など我が国企業の個々の技術はトップレベルである。しかし、海外では積極的に地熱及び EGS 技術を開発・導入することで新たな産業を非常に早いペースで呼び起こしている。このため、日本が先進的な技術を持っているのにもかかわらず、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。以下に低減を示す。

### ・多様なエネルギー源の効率的な利用（地産地消）を

活気ある持続可能な社会の構築のためには、前述の通り多様なエネルギー源が効率的に利用されることは不可欠である。エネルギーの効率的な需給のひとつの大きな要素がエネルギーの地産地消であり、そのような形態を支えるためにはエネルギーに関する社会知の向上が重要である。東日本大震災以前は、原子力に関してゼロリスクが強調されたコミュニケーションが主流であったが、エネルギーを自ら生み出し、利用する地産地消社会成立のためには、エネルギー源に関してもリスクコミュニケーションのあり方が根本から問い直される。つまり、それぞれのエネルギー源に関し社会的なインフォームドコンセントが成立し、自立的なエネルギーデザインを各地域で確立することが求められる。また、エネルギー自給社会の構築に伴い、仮に地熱及び EGS 技術がさらに開発されれば、地熱開発事業および熱インフラ等の新事業のほか、家電製品から「家熱」製品への移行のための新製品の開発などの新たな市場の可能

性も増す。このように将来的にエネルギー関連新事業が民間から創出し始めるよう、制度設計していくことが必要である。

#### ・コミュニケーション・合意形成プロセスの精査を

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、社会科学の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し、提言への布石とすることとした。我が国の地熱に関しては、温泉との協調開発に関わる社会ルールの形成がボトルネックとなっているため、この解決に向けたコミュニケーション・合意形成プロセスを精査することが必要である。特に、EGSは、基本的にある程度の深度を確保すれば、地熱利用地域の拡大を図ることのできる技術であり、これにより自然公園保護や温泉事業との潜在的競合の回避が射程に入るが、その導入にあたってはやはり周辺関係者へのコミュニケーション・社会合意形成が重要である。

#### ・ステークホルダーを調整するガバナンス機能を

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。社会的受容の向上のためには、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り、そのために日本の経験を分析し海外の開発事例に活かしていく視点が必要であろう。

#### ・競争力強化のため国内フィールドで地熱 EGS 研究プロジェクト推進を

クリーンなエネルギーの自給率を上げることで、経済、外交上の「足枷」が無くなり、地政学に大きく影響を受ける現在の日本経済の構造が根本的に変換しうる可能性がある。また、従来型地熱発電に加えてEGSを日本で完成させた場合には、世界のエネルギーポリティクスへの影響力向上が見込まれる。すなわち、EGSの将来性を重視した欧州諸国、豪州のほか、韓国、中国でもEGSプロジェクトを開始しているが、技術的にまだ日本がリードしている現在の段階から国内フィールドで地熱EGS研究プロジェクトを始め、人工貯留層の効率的造成技術を確立すれば、エネルギーセキュリティ、技術輸出面での世界的影響力が大きい。これはエネルギー資源の規定する世界的パワーバランスにおいて、安定を促進し、我が国の優位を確立することになる。地熱及びEGSには技術的課題が多いが、むしろ不確実だが投資効果の高い当技術にこそ我が国が投資し、将来のエネルギー危機に備えることが必要であり、活気ある持続可能な社会のモデルとして世界をリードする責任があるだろう。

最後に

上記等の分析・調査を総合的な観点を踏まると、バランスのとれたエネルギー源の分散の奨励、新しい分野やエマージングな産業の可能を狭めないような政策の策定の重要性、また規制とイノベーションのかかわり、そして包括的な視点による政策の策定の重要性である。

リチウムイオン電池の事例や地熱の事例からも明らかであるが、太陽光や風力といった特定のエネルギー源のみを優先的に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。既存の省庁による縦割りなどの制度や規制の在り方が、既存の事業分野を超えた新たな分野において新規事業の創出を阻害する障壁となっている。結果としてアプライオリに技術を選択してしまうのではなく、パフォーマンススタンダードを用いるなどそれぞれの技術の発展の軌跡をたどるような柔軟かつ長期的な取り組みが求められている。例えば、これまでの既存の産業ごとに政策対応を展開するのではなく、蓄電池など新たな分野として既存のユーザー産業が多岐にわたる場合については、それに対応した蓄電池産業育成のための総合的な施策が求められる。

また、新しい技術の普及については、データの蓄積から知財戦略と公開まで行政の役割は極めて大きい。日本の自動車メーカーのEV車やPHEV車が海外の次世代自動車奨励策によって、海外での需要が拡大していることは事実である。それらの国の政府が充電インフラ整備を積極的に推進していることも後押しして、主力EV/PHEV車の輸出が最近急激に増加している。特にオランダやノルウェーでは政府のEV普及促進政策により各種の免税が受けられるほか、高速道路料金が免除され、渋滞時にはバス専用車線も通行可能となるなど、EVオーナーとなることで数々のメリットが得られるため、需要が急増している。平成23年度に当研究グループが研究を行った『日本の環境技術産業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』からも明らかのように、技術開発などの供給サイドの政策に加え、企業が投資コストを回収し持続的なイノベーションのための投資を行うためにも、需要刺激策が同時に実施されることが必要不可欠である。日本においてもインフラ整備を含めた需要拡大にもつながり、各メーカーの技術開発の投資回収によってさらに革新的な技術への投資が可能となり競争力の維持・向上につながるのである。

本研究において、ZEV規制からイノベーションが誘発されたことが特許分析からある程度明らかになったが、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と考えられる。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、政策として意図的に特定の技術や企業を取り上げてしまうとその当該技術にロックインされてしまう問題が生じる。そこで、特定の技術や企業を先に選んでしまうよりは、パフォーマンススタンダードを用いて、成果目標をクリアした技術や企業を後でリワードするなどの工夫がより効果的であると考えられる。その場合に、エントリーコストをできるだけ下げ、より多くの企業や新しい技術が参入できるように入り口を広げておくことが重要である。規制によりイノベーションが誘発されるというポジティブ・レギュレーションについては、ある程度の因果関係が今回の特許データ分析で明らかになったが、規制が具体的にどのような形で研究開発に影響を与えたかについては、実際に企業の研究開発現場でのヒアリング調査などさらに追跡的なマイクロ研究が必要である。そうすることで、新たな技術開発の方向を誘導するために規制を効果的に利用する際に、その導入のタイミングや規制の内容の設定の仕方をどうすれば効果的にイノベーションを起こすことに繋がるかより理解できる。

H23年度の研究においても、需要と供給の両方の要素がイノベーションに働いていることについて指摘したが、地熱関連産業にも言えることは、太陽光関連産業の失敗を教訓に、国内の規制緩和に併せてガバナンス機能を強化し、需要拡大のための規制緩和やエネルギー多様化の政策実施を積極的にするこ

とで、日本企業の相対的競争力の低下に対処可能であろう。政府あるいは公的セクターの役割と民間の役割のバランスをうまく取るようなシステムが必要であり、また、政策実行の最適なタイミングを考慮することが肝要である。例えば東日本大震後の日本の場合には、社会的な変化が起きつつあり、イノベーションへの障壁が低くなっている。つまり、新しいことが比較的容易に採択される傾向があるため、この時期にイノベーションを誘導するような幅広い政策を実施することも効果的である。

### III. 参考文献

Act on the Promotion of Renewable Energies in the Heat Sector (Heat Act, eewärmeg), 2004 available at [http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/ee\\_waerme\\_2010\\_en.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/ee_waerme_2010_en.pdf)>

Amadeo K. 2011, What Are the Details of the American Recovery and Reinvestment Act? Useconomy. Available at <[http://useconomy.about.com/od/usfederalbudget/a/Economic\\_Stimulus\\_Package\\_in\\_Detail.htm](http://useconomy.about.com/od/usfederalbudget/a/Economic_Stimulus_Package_in_Detail.htm)>

Andritz Hydro., 2011a. Hammerfest Strom Tidal Turbine Installed in Orkney, available at <http://www.hammerfeststrom.com/news/26-12-11-hammerfest-strom-tidal-turbine-installed-in-orkney/> [accessed 15<sup>th</sup> of November 2012]

Andritz Hydro., 2011b. SPR receives consent to develop the world's first tidal power array in the Sound of Islay, available at <http://www.hammerfeststrom.com/news/17-03-11-spr-receives-consent-to-develop-the-world-s-first-tidal-power-array-in-the-sound-of-islay/>

Barbier B.E, Linking green stimulus, energy efficiency and technological innovation: The need for complementary policies, available at < [http://transatlanticenergyefficiency.eu/sites/default/files/Green%20Stimulus\\_Barbier.pdf](http://transatlanticenergyefficiency.eu/sites/default/files/Green%20Stimulus_Barbier.pdf)>

Barbier B.E., A Global Green New Deal, Executive Summary, 2009. <http://www.uwyo.edu/barbier/publications/a%20global%20green%20new%20deal-executive%20summery.pdf>

Bertani, R., (2010), Geothermal Power Generation in the World - 2005–2010 Update Report, World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, April 25-30, 2010, available at: <http://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/WGC/2010/0008.pdf>

Bowen, Alex., 2012. 'Green' growth, 'green' jobs and labour markets. Policy Research Working Paper, No. 5990. The World Bank Sustainable Development Network. Office of the Chief Economist. Available at <http://elibrary.worldbank.org/content/workingpaper/10.1596/1813-9450-5990>

Campbell J.R, 2011, China and the United States—A Comparison of Green Energy Programs and Policies, Cornell University ILR School.

Changyong W. 2009, Facelift for China's Economic Stimulus Plan, Caijing. Available at <http://english.caijing.com.cn/2009-03-06/110114405.html>

Chateau, Jean. Saint-Martin, Anne. and Manfredi, Thomas. "Employment impacts of Climate Change mitigation policies in OECD: A General-Equilibrium Perspective", OECD Environment Working Papers, No. 32, 2011, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5kg0ps847h8q-en>

China Electricity Council., 2012. National Electric Power Industry Statistic, available at <http://tj.cec.org.cn/tongji/niandushuju/2012-01-13/78769.html> [accessed 15<sup>th</sup> of November 2012]

Climate Change And Biodiversity In Brazil, Key Facts And Figures, 2010. Secretariat For Social Communication Presidency Of The Federative Republic Of Brazil

Colliba, T.Z and Poff, E., 2009. The Green New Deal: Energizing the U.S. Economy. Friedrich Ebert Stiftung, Washington, available at <<http://library.fes.de/pdf-files/bueros/usa/06873.pdf>>

Corfee-Morlot, J. et al., 2012. Towards a Green Investment Policy Framework: The Case of Low-Carbon, Climate-Resilient Infrastructure. OECD Environment Working Papers, No. 48, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k8zth7s6s6d-en>

Danish Agreement on Green Growth, June 2009. available at [http://www.mim.dk/NR/ronlyres/54887891-D450-4CD7-B823-CD5B12C6867A/0/DanishAgreementonGreenGrowth\\_300909.pdf](http://www.mim.dk/NR/ronlyres/54887891-D450-4CD7-B823-CD5B12C6867A/0/DanishAgreementonGreenGrowth_300909.pdf) [accessed 16th of November 2012]

Danish commission on climate change policy, Green energy– the road to a Danish energy system without fossil fuels, 2010

Database of state incentives for renewable and efficiency (DSIRE), financial incentives. Available at <http://www.dsireusa.org/glossary/>

DBR (Deutsche Bank Research)., 2010. World Water Markets 2010. Frankfurt

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

Energici., 2012. South Korea -Renewable Energy Profile. Available at <http://www.energici.com/energy-profiles/by-country/asia-m-z/south-korea>

Federal Ministry of Economics and Labour, Communication and Internet Division. 2005. Innovation and New Energy Technologies, The 5th Energy Research Programme of the Federal Government, available at [http://www.fp7.org.tr/tubitak\\_content\\_files/270/ETP/PV/energyresearchprogramme.pdf](http://www.fp7.org.tr/tubitak_content_files/270/ETP/PV/energyresearchprogramme.pdf)

Federal Ministry for the Environment., 2011. Renewable Energy Sources in Figures, National and International Development, available at [http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/broschuere\\_ee\\_zahlen\\_en\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/broschuere_ee_zahlen_en_bf.pdf)

Fischedick M., 2004. Germany renewable act-success and ongoing challenges. In: ICORE conference for renewable energies Bangalore. India

Geoffrey L, 2008, A 'Green New Deal' can save the world's economy, says UN, the independent, 12th October.

Global Solar Thermal Energy Council., 2012. "If you start in the solar thermal market today, you'll be big in 2 or 3 years", available at <http://www.solarbuzz.com/news/recent-findings/china-pv-installations-forecast-surpass-both-us-and-japanese-markets-2011-0> [accessed 15<sup>th</sup> of November 2012]

Harris, Jim., 2009. Denmark a global leader in wind power. Available at <http://www.nationalpost.com/related/topics/story.html?id=2188119>

Huberty M. Et al. 2011, green growth: from religion to reality, The Berkeley Roundtable on the International Economy

Inderst, G., Kaminker, Ch., Stewart, F., 2012. Defining and Measuring Green Investments: Implications for Institutional Investors. Asset Allocations", OECD Working Papers on Finance, Insurance and Private Pensions, No.24, OECD Publishing.

Jorgensen C., 2009, Denmark – Greening the European economy: responses and initiatives by Member States and social partners, Eurofound: European industrial relations observatory online. Available at <http://www.eurofound.europa.eu/eiro/studies/tn0908019s/dk0908019q.htm>

Klein, C. 2012. Climate Change Policies in Germany: Make Ambition Pay. OECD Economics Department Working Papers, No. 982, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k92sn0f8dbt-en>

KPMG International Cooperative., 2012. Taxes and incentives forrenewable energy. KPMG International, Swiss. Available at <http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/taxes-incentives-renewable-energy-2012.pdf>

Krewitt W, Nitsch J., The German Renewable Energy Sources Act – an investment into the future pays off already today, Renewable Energy.

Ladislav O.S and Goldberger N., 2010, assessing the Global Green Stimulus, center for strategic and international studies. Available at <[https://www.twq.com/files/publication/010216\\_Ladislav\\_globalgreenstimulus\\_0.pdf](https://www.twq.com/files/publication/010216_Ladislav_globalgreenstimulus_0.pdf)>

Larsen J. And Bradbury J. 2010, WRI Summary of the Carbon Limits and Energy for America's Renewal Act, World resource institute

Larsen J. Et al. 2010 WRI Summary of The American Power Act (Kerry-Lieberman Discussion Draft), World resource institute

Licht, FO., 2011. World Fuel Ethanol, available at <<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g30819b40j.pdf>>

Lund, Henrik et al., 2010. Danish Wind Power Export and Cost. CEESA (Coherent Energy and Environmental System Analysis) Research Project Available at <http://www.energyplanning.aau.dk/Publications/DanishWindPower.pdf>

Matthews J, South Korea and China - New Champions of Green Growth?, 2004, fund global institute. Available at: < <http://www.funglobalinstitute.org/publications/articles/south-korea-and-china---new-champions-of-green-growth-293.html>>.

McKinsey & Company., 2009. Charting Our Water Future. Available at [http://www.mckinsey.com/App\\_Media/Reports/Water/Charting\\_Our\\_Water\\_Future\\_Full\\_Report\\_001.pdf](http://www.mckinsey.com/App_Media/Reports/Water/Charting_Our_Water_Future_Full_Report_001.pdf) .

Meyer-Ohlendorf N. Et al., 2009, Economic Stimulus in Europe – Accelerating Progress towards Sustainable Development? ESDN Meeting, Prague, available at [http://www.ecologic.eu/download/projekte/200-249/221-09/ESDN\\_Recovery\\_Report.pdf](http://www.ecologic.eu/download/projekte/200-249/221-09/ESDN_Recovery_Report.pdf)

Nautilus Institute., 2011. South Korea's Plans for Tidal Power: When a "Green" Solution Creates More Problems, available at <http://nautilus.org/napsnet/napsnet-special-reports/south-koreas-plans-for-tidal-power-when-a-green-solution-creates-more-problems/> [accessed 15<sup>th</sup> of November 2012]

NL Agency., 2011. China - Sustainable Energy Sector. Ministry of Foreign Affairs in Beijing, China, available at < <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/China%20-%20Sustainable%20Energy%20Sector%20-%2024.10.2011.pdf>>

Onshore Wind Power, Danish energy agency. Available at <http://www.ens.dk/en-US/supply/Renewable-energy/windpower/Onshore-Wind-Power/Sider/Forside.aspx> accessed 20<sup>th</sup> October 2012

OECD Science, Technology, and Industry Outlook, 2012 (日本分)  
[http://www.oecdtokyo2.org/pdf/theme\\_pdf/science\\_pdf/20120913stioutlook\\_CountryNoteJapan-J.pdf](http://www.oecdtokyo2.org/pdf/theme_pdf/science_pdf/20120913stioutlook_CountryNoteJapan-J.pdf)

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

Overview Renewable Energy Sources Act, German Energy Blog, Energy in Germany – Legal Issues, Facts and Opinions, available at [http://www.germanenergyblog.de/?Page\\_id=283](http://www.germanenergyblog.de/?Page_id=283) [accessed 20<sup>th</sup> of September 2012]

Park, Nohyoung., 2007. Sihwa Tidal Power Plant: a success of environment and energy policy in Korea, available at <[http://www.eer.wustl.edu/McDonnellMayWorkshop/Presentation\\_files/Saturday/Saturday/Park.pdf](http://www.eer.wustl.edu/McDonnellMayWorkshop/Presentation_files/Saturday/Saturday/Park.pdf)>

The Pew Trust., 2010. Who's Winning the Clean Energy Race? Growth, Competition and Opportunity in the World's Largest Economies. Available at

[http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Global\\_warming/G-20%20Report.pdf?n=5939](http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Global_warming/G-20%20Report.pdf?n=5939)

Pollitt H., 2011, assessing the Implementation and Impact of Green Elements of Member States' National Recovery Plans, Cambridge Econometrics. Available <  
[http://ec.europa.eu/environment/enveco/memberstate\\_policy/pdf/green\\_recovery\\_plans.pdf](http://ec.europa.eu/environment/enveco/memberstate_policy/pdf/green_recovery_plans.pdf)>

Promotion of Renewable Energy Act, Act no. 1392 of 27 December 2008. Global Denmark Translations, January 2009

Renewable Energy Policy Network (REPN)., 2012. Renewable 2012 – Global Status Report. REN21, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, available at <<http://www.map.ren21.net/GSR/GSR2012.pdf>>

Renewable Fuels Association., 2012. World Fuel Ethanol Production, available at  
<http://ethanolrfa.org/pages/World-Fuel-Ethanol-Production> [accessed 15<sup>th</sup> of November 2012]

Robins, N., Clover, R., and Singh, C., 2009. A Climate for Recovery - The colour of stimulus goes green. HSBC Climate Change, available at <[http://www.globaldashboard.org/wp-content/uploads/2009/HSBC\\_Green\\_New\\_Deal.pdf](http://www.globaldashboard.org/wp-content/uploads/2009/HSBC_Green_New_Deal.pdf)>

Romer C. And Bernstein J., 2009. The job impact of the American recovery and reinvestment plan. Available at  
<http://www.illinoisworknet.com/NR/rdonlyres/6A8FF039-BEA1-47DC-A509-A781D1215B65/0/2bidenreportarrajobimpact.pdf>

Rothwell, Jonathan., Grueber, Martin., Horowitz, Mitchell., and Muro, Mark ( 2011 ) Methodological Appendix for Sizing the Clean Economy: A National and Regional Green Jobs Assessment. Metropolitan Policy Program. Brookings.  
[http://www.brookings.edu/~media/research/files/reports/2011/7/13%20clean%20economy/0713\\_clean\\_economy\\_appendix.pdf](http://www.brookings.edu/~media/research/files/reports/2011/7/13%20clean%20economy/0713_clean_economy_appendix.pdf)

Saha D. And Weizsäcker J.,2009. Estimating the size of the European stimulus packages for 2009. Available at  
<http://aei.pitt.edu/10549/1/UPDATED-SIZE-OF-STIMULUS-FINAL.pdf>

Schattenmann M. , 2011. The role of the German Parliament in the approval and oversight of fiscal stimulus packages, Eurozone stabilization packages, and strategies to reduce fiscal deficits, Presentation to the 3rd Annual Meeting of OECD Parliamentary Budget Officials Stockholm, Sweden.

Sigmar G., 2009, available at <http://www.goethe.de/ges/soz/wsc/en4922410.htm>

Solar Market Research and Analysis., 2011. China PV Installations Forecast to Surpass Both the US and Japanese Markets in 2011, available at <<http://www.solarbuzz.com/news/recent-findings/china-pv-installations-forecast-surpass-both-us-and-japanese-markets-2011-0>>

Solar Market Research and Analysis., 2012. Asia Pacific Solar Photovoltaic Markets Soar 165% in 2011, Led by 2.9 GW of Installations in China, available at <<http://www.solarbuzz.com/news/recent-findings/asia-pacific-solar-photovoltaic-markets-soar-165-2011-led-29-gw-installations-c>>

Steiner A. And Sukhdev P. (2011) "Why the World Needs a Green New Deal?", Qfinance. Available at  
<http://www.qfinance.com/macroeconomic-issues-viewpoints/why-the-world-needs-a-green-new-deal?full>

The American Clean Energy and Security Act of 2009. Center for climate and energy solutions. Available at:  
<<http://www.c2es.org/federal/congress/111/acesa>> [Accessed 10<sup>th</sup> October 2012].

The Brookings Institute., 2011. Sizing The Clean Economy. Metropolitan Policy Program. Available at [http://www.brookings.edu/~media/Series/resources/0713\\_clean\\_economy.pdf](http://www.brookings.edu/~media/Series/resources/0713_clean_economy.pdf)

The Danish Government., 2011. Energy Strategy 2050 – from coal, oil and gas to green energy, available at <<http://www.kemin.dk/Documents/Klima-%20og%20Energipolitik/Energy%20Strategy%202050%20web.pdf>>

The World Bank., 2012. Inclusive Green Growth - The Pathway to Sustainable Development. Available at [http://siteresources.worldbank.org/EXTSDNET/Resources/Inclusive\\_Green\\_Growth\\_May\\_2012.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTSDNET/Resources/Inclusive_Green_Growth_May_2012.pdf)

U.S. Climate & Energy Legislation. World resources institute. Available at: <<http://www.wri.org/project/us-climate-action/us-climate-and-energy-legislation>> [accessed 15<sup>th</sup> October 2012]

U.S. State & Regional Climate Change Policy. World resources institute. [Online] available at <http://www.wri.org/project/state-regional-climate-policy> [accessed 15<sup>th</sup> of October 2012].

UN., 2011. World Population Prospects: The 2010 Revision. Department of Economic and Social Affairs. New York

UNEP., 2009. Global Environmental Outlook 4." United Nations Water, "World Water Development Report: Water for a Changing World". New York. Available at [www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/](http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/)

UNEP., 2011. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. available at [http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/ger\\_final\\_dec\\_2011/Green%20EconomyReport\\_Final\\_Dec2011.pdf](http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/ger_final_dec_2011/Green%20EconomyReport_Final_Dec2011.pdf) [accessed 16<sup>th</sup> of November 2012]

UNFCCC., 2011. Incheon Tidal Power Station - CDM Project. Available at <<http://cdm.unfccc.int/Projects/Validation/DB/F8LSVJFKUW79Q565TOAQK4G2YIHKZR/view.html> > [accessed 14<sup>th</sup> October 2012]

UNIDO., 2012. Renewable Energy in Industrial Application - An assessment of the 2050, available at <[http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/Energy\\_and\\_Climate\\_Change/Energy\\_Efficiency/Renewables\\_%20Industrial\\_%20Applications.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Energy_and_Climate_Change/Energy_Efficiency/Renewables_%20Industrial_%20Applications.pdf)>

United Nations Environment Program, 2009, overview of the Republic of Korea's national strategy for green growth, [http://www.unep.org/PDF/pressreleases/201004\\_unep\\_national\\_strategy.pdf](http://www.unep.org/PDF/pressreleases/201004_unep_national_strategy.pdf)

United Nations Environment Program, Success Stories Renewable Energy in China, available at <<http://www.unep.org/greeneconomy/successstories/renewableenergyinchina/tabid/29865/language/en-US/Default.aspx>> accessed 19<sup>th</sup> August 2012.

US climate action. World resources institute. [Online] available at: <http://www.wri.org/project/us-climate-action> [accessed 15<sup>th</sup> October 2012]

West L., 2009. U.S. Economic Stimulus Package Includes Billions for Energy and the Environment, use conomy. Available at [http://environment.about.com/od/environmentallawpolicy/a/econ\\_stimulus.htm](http://environment.about.com/od/environmentallawpolicy/a/econ_stimulus.htm)

Worldbank. "INFRA Update: Lessons from the implementation of Republic of Korea's Green Stimulus". June 2010 (accessed Jan. 15, 2013) [http://siteresources.worldbank.org/INTSDNET/Resources/5944695-1247775731647/INFRA\\_Korea\\_Newsletter.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTSDNET/Resources/5944695-1247775731647/INFRA_Korea_Newsletter.pdf)

経産省「電力需給対策関連予算について」(資料)  
[http://www.meti.go.jp/setsuden/pdf/120622/supply\\_120622\\_01d.pdf](http://www.meti.go.jp/setsuden/pdf/120622/supply_120622_01d.pdf)

経産省「平成23年度決算（エネルギー対策特別会計エネルギー需給勘定）」(資料)  
[http://www.enecho.meti.go.jp/info/data/23fy\\_kessan\\_enetoku.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/info/data/23fy_kessan_enetoku.pdf)

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」  
<http://www.env.go.jp/guide/budget/h24/h24-gaiyo-2/013.pdf>

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

浦島邦子・和田潤（2011）、「地域イノベーションと震災復興に寄与する地熱エネルギーの利用」科学技術動向 2011年11・12月号, 13-28.  
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt126j/report1.pdf>

電中研レビュー第49号, (2003), 「未利用地熱資源の開発に向けて—高温岩体発電への取り組み—」  
<http://criepi.denken.or.jp/research/review/No49/contents.pdf>  
新潟県 [http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML\\_Article/62/518/9,0.pdf](http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/62/518/9,0.pdf)

日本地熱学会（2010年）地熱発電と温泉利用との共生を目指して [http://staff.aist.go.jp/toshi-tosha/geothermal/onsen/report/Final\\_130510.pdf](http://staff.aist.go.jp/toshi-tosha/geothermal/onsen/report/Final_130510.pdf)

日本地熱学会, <http://www.soc.nii.ac.jp/grsj/proposal/proposal110405a.html>, 最終アクセス日（2012.1.1）

鶴蒔靖夫著(2012)『「日本リファイン」の挑戦』IN 通信社

古川柳蔵・佐藤哲『90歳ヒアリングのすすめ』日経BP社、2010年

角南篤、鈴木潤、他「平成23年度 環境経済の政策研究 日本の環境技術産業と国際競争力に関する分析・評価及びグリーン・イノベーション政策に関する研究」最終報告書 平成24年3月

伴金美「平成23年度 環境経済の政策研究 日本における環境政策と経済の関係を統合的に分析・評価するための経済モデルの作成」最終報告書 平成24年3月

Leontief, Wassily. Input-Output Economics, Second Edition. Oxford University Press, (1986).

Miller, RE and Blair, PD. "Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Cambridge University Press." Cambridge, UK (2009):

Miller, Ronald E., Karen R. Polenske, and Adam Z. Rose, eds. Frontiers of Input-Output Analysis. N.Y.: Oxford UP, 1989.

Annual Report on the Japanese Economy and Public Finance, 2009. Cabinet Office.  
<http://www5.cao.go.jp/keizai3/2009/0724wp-keizai/summary.html>

OECD Data <http://www.oecd.org/trade/input-outputtables.htm>

『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

Åhman, Max. (2006). Government policy and the development of electric vehicles in Japan. Energy Policy, 34(4), 433-443. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2004.06.011>

Cowan, Robin, & Hultén, Staffan. (1996). Escaping lock-in: The case of the electric vehicle. Technological Forecasting and Social Change, 53(1), 61-79. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0040-1625\(96\)00059-5](http://dx.doi.org/10.1016/0040-1625(96)00059-5)

- Dijk, Marc, & Yarime, Masaru. (2010). The emergence of hybrid-electric cars: Innovation path creation through co-evolution of supply and demand. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(8), 1371-1390. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2010.05.001>
- Hall, Bronwyn H., Jaffe, Adam B., & Trajtenberg, Manuel. (2001). The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools. National Bureau of Economic Research Working Paper Series, No. 8498.
- Harhoff, Dietmar, Scherer, Frederic M., & Vopel, Katrin. (2003). Citations, family size, opposition and the value of patent rights. *Research Policy*, 32(8), 1343-1363. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00124-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00124-5)
- Oltra, Vanessa, & Saint Jean, Maider. (2009). Sectoral systems of environmental innovation: An application to the French automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(4), 567-583. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.025>
- Pohl, Hans, & Yarime, Masaru. (2012). Integrating innovation system and management concepts: The development of electric and hybrid electric vehicles in Japan. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(8), 1431-1446. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2012.04.012>
- Suzuki, Jun, & Kodama, Fumio. (2004). Technological diversity of persistent innovators in Japan: Two case studies of large Japanese firms. *Research Policy*, 33(3), 531-549. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2003.10.005>
- R. Kepm, Zero emission vehicle mandate in California: misguided policy or example of enlightened leadership? In: C. Sartorius, S. Zundel (eds.), *Time strategies, Innovation and Environmental Policy*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2005.
- M. Yarime, H. Shiroyame and Y. Kuroki The strategies of the Japanese auto industry in developing hybrid and fuel-cell vehicles in L. K. Mytelka and G. Boyle (eds.) *Making Choices about Hydrogen*, IDRC, 2008.
- geothermie.ch. (2013). Einspeisevergütung. Retrieved 04.12.2013, from <http://www.geothermie.ch/index.php?p=Einspeiseverguetung>
- 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
- 日本自動車工業会、『2011 年度乗用車市場動向調査』、2012 年 3 月
- 次世代自動車振興センター、『平成 23 年度電気自動車等の普及に関する調査』、2012 年 3 月
- 次世代自動車普及戦略検討会、『次世代自動車普及戦略』、2009 年 5 月
- Boehringer, C. (1998), "The Synthesis of Bottom-UP and Top-Down in Energy Policy Modeling", *Energy Economics* 20, 233-248.
- Boehringer, C. and T.F. Rutherford (2008), "Combining Bottom-Up and Top-Down", *Energy Economics* 30, 574-596.
- Lau, M.I., A. Pahlke and T.F. Rutherford (2002), "Approximating Infinite-Horizon Models in a Complementarity Format: A Primer in Dynamic General Equilibrium Analysis", *Journal of Economic Dynamic & Control* 26, 577-609.
- Manne, A., R. Mendelsohn and R. Richels (1995), "MERGE A Model for Evaluating Regional and Global Effects of GHG Reduction Policies", *Energy Policy* 23, 17-34.

Mathiesen, L. (1987) , "An Algorithm Based on a Sequence of Linear Complementarity Problems Applied to a Walrasian Equilibrium Model: an Example", *Mathematical Programming* 37, 1-18.

Nordhaus, W.D. (1994), "Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change", MIT Press.

Paltsev, S. (2004), *Moving from Static to Dynamic General Equilibrium Economic Models*, (Notes for a beginner in MPSGE), Technical Note 4, Joint Program on the Science and Policy of Global Change, MIT.

Ramsey, F.P. (1928), "A Mathematical Theory of Saving", *The Economic Journal* 38, 543-559.

Rutherford, T.F. (1999), "Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: an Overview of the Modeling Framework and Syntax", *Computational Economics* 14, 1–46.

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [ A ランク ] のみを用いて作製しています。