

(ア) エネルギー供給技術の動向

エネルギー供給技術の低炭素化のための技術開発において重要となる指標は、「CO₂ 排出量」、「発電効率」、「コスト」の関係である。CO₂ の低排出量に寄与できる技術であっても、発電効率が悪くコスト高となる場合には、実用化や普及において大きな障害となる。

発電方式別の CO₂ 排出量、コスト、設備利用率（効率）に関するデータを整理し示す。また、CO₂ 排出量 - コストの関係をマップ化する。

従来系エネルギーでは、技術の成熟もあり、CO₂ 排出量は高い数値であるが、発電コストや設備利用率は高い水準にある。一方、水力、太陽光、風力といった再生可能エネルギーにおいては、コストが従来系エネルギーと比較して割高であると同時に、設備利用率は圧倒的に低い。特に太陽光では、CO₂ 排出量は少ないが、発電コストが他の発電方式よりも圧倒的に高く、設備利用率も圧倒的に低い。

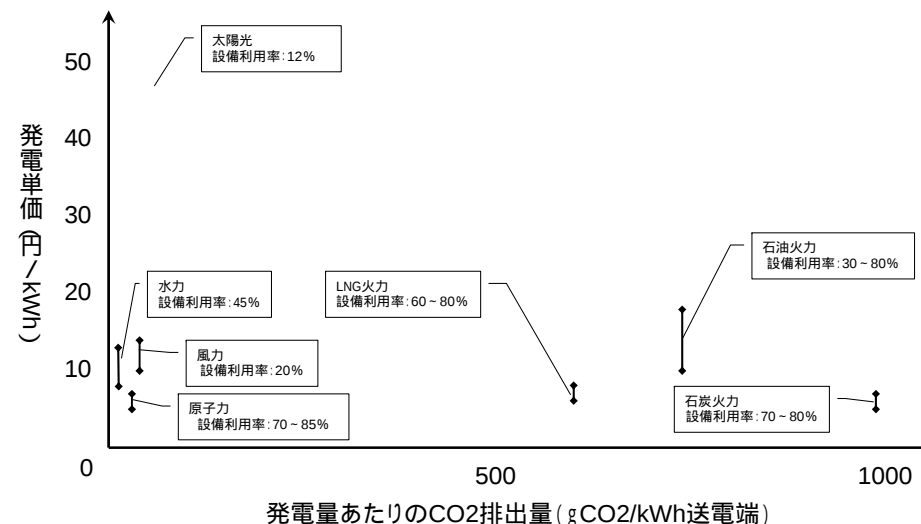
図表 52 発電方式別 CO₂ 排出量、コスト、設備利用率

発電方式	発電量あたりの CO ₂ 排出量 (gCO ₂ /kWh 送電端)	発電単価 (円 / kWh)	設備利用率 (%)
石炭火力	975	5.0 ~ 6.5	70 ~ 80
石油火力	742	10.0 ~ 17.3	30 ~ 80
LNG 火力	608	5.8 ~ 7.1	60 ~ 80
原子力	22	4.8 ~ 6.2	70 ~ 85
水力	11	8.2 ~ 13.3	45
太陽光	53	46	12
風力	29	10 ~ 14	20

注) 設備利用率 (%) = 1 年間の発電電力量 / (定格出力 × 1 年間の時間数) × 100 %

出典：経済産業省、エネルギー白書 2008 年版

図表 53 単位発電量当たりの CO₂ 排出量 - コスト



出典：「エネルギー白書 2008 年版」(経済産業省) のデータを基にみずほ情報総研が作成

そのため、全体的な技術開発の方向性としては、

- エネルギーの低炭素化のための技術開発 低 CO₂ 化
- 再生可能エネルギーへの転換のための技術開発 低コスト化・高効率化

となっている。エネルギー供給技術の課題と解決策、並びに研究開発や社会システムの動向については図表 9 に整理した。

(イ) エネルギー需要技術の動向

低炭素社会の実現に向けて、エネルギー需要側では、供給されたエネルギーを高効率に利用する、または省エネ化を進めてスマートに利用することが求められる。これらのニーズに応えるべく技術開発が進められている代表的な技術開発項目を以下に示す。

図表 54 エネルギー需要に関する代表的な技術開発項目

技術分類	適用部門	代表的な技術開発項目
エネルギー需要技術	輸送部門	・ ハイブリッド・電気自動車 ・ 燃料電池自動車
	産業部門	・ 革新的製造プロセス
	民生部門	・ 高効率照明 ・ ヒートポンプ ・ 省エネ住宅
	部門横断	・ 電力貯蔵、水素製造 ・ パワーエレクトロニクス

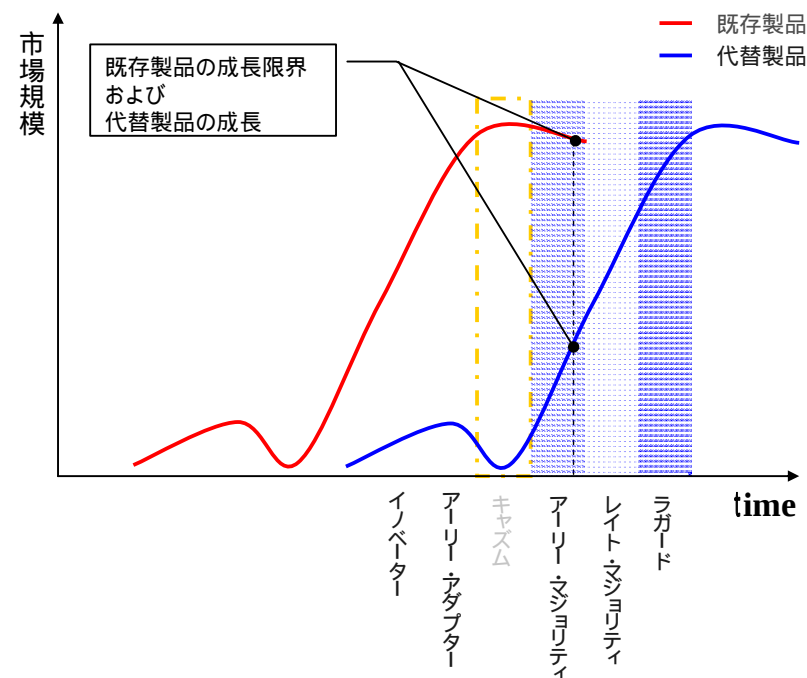
(各種資料よりみずほ情報総研が整理)

これらの機器の適用部門は、輸送部門、産業部門、民生部門、部門横断と多岐に及ぶが、概して言えることは、既に普及している技術や製品の代替技術であることである。一般的に代替製品が普及する際には、既存製品のシェアを置き換えつつ、代替製品自身のキャズム¹⁵を超えることが必要となる。まず前者の既存製品のシェアを置き換えるためには、性能優位性が高い、またはコスト優位性が高い、あるいは代替製品の使用を促進する状況の形成などの要因が考えられ、後者のキャズムを超えるた

¹⁵ 1991年にジェフリー・ムーアが提唱。商品やサービスが社会に普及する過程において、ターゲットとすべき顧客セグメントを、イノベーター、アーリー・アダプター、アーリー・マジョリティ、レイト・マジョリティ、ラガードの5つに区分し、アーリー・アダプターとアーリー・マジョリティの間にある大きな溝(普及障壁)としてキャズムが存在する。特にハイテク分野で新しい技術を普及させ、メインストリーム市場を形成するためには、この溝を乗り越えることが重要視されている。

めには、製品に用いられている技術の先進性を広く周知すると共に導入実績を高めることが重要となる。(次図参照)

図表 55 代替製品の普及イメージ



出典：各種資料を基にみずほ情報総研が作成

すなわち、代替製品普及のためには、以下の項目を満たすことが求められる。

- 性能優位性の向上
- コスト優位性の向上
- 代替製品を使用を促進する状況の形成
- 製品に用いられている技術の先進性の広範な周知
- 導入実績の向上

“性能優位性”を高めるのは技術開発であり、“製品に用いられている技術の先進性の広範な周知”はプロモーションであり、共に製品の製造事業者が主体の活動である。一方、“コスト優位性の向上”と“導入実績の向上”は相関が強く、導入実績が増えることにより量産化が進み、コストが下げられるという関係にある。本調査で取りあげたエネルギー需要技術も例に漏れず導入実績がまだ少なくコスト高となり、低コスト化が課題となっているものが大半である。“導入実績の向上”のためには、当該製品が低炭素社会の実現に大きく寄与することも鑑み、公共調達などが有効である。“代替製品を使用を促進する状況の形成”の際たる例は、規制や制度の施行である。

以上から、エネルギー需給技術に関しては、製品の製造事業者による技術開発に加えて、政府や地方自治体の社会システム整備に係る支援を行うことが非常に重要となることがわかる。国内調査における、エネルギー需給技術の課題と解決策、並びに研究開発や社会システムの動向を考慮し、エネルギー需給技術における技術開発や社会システム整備の方向性を整理するとともに、技術開発項目毎に国内技術開発動向をまとめた。

図表 56 エネルギー需給技術における技術開発や社会システム整備の方向性

適用部門	代表的な技術開発項目
性能優位性の向上	信頼性の向上＜技術開発＞ ・ デバイスの耐久性向上 ・ 輸送機械の航続距離の向上・軽量化
コスト優位性の向上	低コスト化＜技術開発＞ ・ 製造プロセスの高効率化 ・ 高価部材（貴金属等）の使用量削減
代替製品を使用を促進する状況の形成	制度の創出＜社会システム整備＞ ・ 導入補助金の支給 規制の創出＜社会システム整備＞ ・ 排ガス規制
製品に用いられている技術の先進性の広範な周知	プロモーション＜社会システム整備＞
導入実績の向上	公共調達＜社会システム整備＞ ・ 公共車両 インフラ整備＜社会システム整備＞ ・ 燃料（水素、給電等）供給のインフラ整備

イ 社会システム

エネルギー技術に関する研究開発・社会システム以外の社会システムについての動向をまとめた。

(ア) 社会システムの全体的な傾向

社会システムについては、大きく成文法（法律・政令・省令、指針・規則・条例、制度）と成文法以外（技術開発支援、各種活動、各種予測）に分類できる。成文法は基本的に官主導（官公庁、地方自治体、管轄機関等）で行われるが、成文法以外の活動はこれに加え、民間企業、大学等、NPO 等も加わるものである。我が国において社会拡大可能性の大きい社会システムについて、図表 12、図表 13、図表 15～図表 17において項目「社会拡大可能性」の調査で“ ”（当該項目が社会に普及した場合に、その影響が世界規模のもの）を付したものを抽出し、図表 57にまとめた。

日本の社会システムは特に法律の影響力が大きい。特にエネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）、新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネルギー法）、環境基本法などの効果は極めて大きいものであると思われるため、今後は温対法、バイオ燃料等新たな環境政策の枠組みに入る法律の影響力が絶大なものとなることが予想される。同様に、公的セクターの各種戦略、計画、方針、指針、制度、ガイドライン、各種活動の影響も大きい。

また、民間企業や各種団体主導の社会システムのなかには影響力の大きいものもあるが、民間から自発的な制度、ガイドラインを提言する傾向は全般に弱い。一方、欧州はグリーンピースをはじめ EIA、WWF など NGO、NPO の政策への影響力が伝統的に強く、最近では REACH 規制、RoHS 規制等へ大きな影響を与えていると言われている。その結果、

企業活動を行ううえで、NGO、NPO の影響力を無視できない状況となっている。

ただしこの傾向は必ずしも企業にとって望ましくない展開ではなく、欧州の企業は NGO、NPO からの監視に應えることで、結果的に世界的な競争力を高めることとなっている側面もある。このことは、特に公害問題と密接に関わる化学産業において、欧州の企業が世界的にも強い競争力を有していることから推測できる。

これらを踏まえ、社会システムの全体的な方向性として、以下の 2 点を挙げることができる。

○ 公的セクターの社会影響を考えた適切な社会システムの設計

本節で述べたとおり、公的セクターの設計する社会システムの影響力が極めて大きいことから、今後は、複数の社会システムの相互の影響力を分析し、適切な社会システムを構築していくことが求められる。

特に、第 2 次大戦後で主要な役割を果たした省エネ・新エネ・公害問題に関する法律は、単一の目的（エネルギー消費の低減化、脱化石燃料、公害解決）に沿って設計されたものであった。これに対し今後は、低炭素社会、循環型社会、自然共生社会が融合された次世代環境社会といふべき社会に向けた社会システムを設計することが求められている。

○ 民間の社会システムの影響力の拡大化

公的セクターによる社会システムだけが影響力が強くなるだけでは、社会全体が本当に求める次世代環境社会に向かわなくなる可能性も充分にある。そこで今後は、民間セクターによる社会システムの影響力を増すことも、状況に応じて必要になるものと思われる。特に、公的セクターの設計する社会システムに対する監視機能、強化機能としての役割や、

市民運動・草の根運動をバックアップし国民が実感できる環境保護活動 が求められていくものと思われる。
 への啓蒙、さらには海外の NPO、NGO と対峙する機関としての役割等

図表 57 我が国において社会拡大可能性の大きい社会システムの例

分類	項目
法律・政令・省令・規則	エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法)、エネルギー政策基本法、環境基本法、工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準(平成 21 年経済産業省告示第 66 号)、新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法(新エネルギー法)、地球温暖化対策の推進に関する法律(温対法)、特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律、農林漁業有機物資源のバイオ燃料の原材料としての利用の促進に関する法律(農林漁業バイオ燃料法)、流通業務の総合化及び効率化の促進に関する法律(物流総合効率化法)
戦略、計画、方針、指針	京都議定書目標達成計画、地球温暖化対策推進大綱、持続可能な地域づくりのためのガイドブック、自然再生基本方針、環境会計ガイドライン、バイオマス・ニッポン、サステイナブル都市再開発ガイドライン～都市再開発にけるミニアセス～、農林水産省生物多様性戦略、環境エネルギー技術革新計画、Cool Earth - エネルギー革新技術計画、エコツーリズム推進基本方針、低炭素社会づくり行動計画、新成長戦略(基本方針)、地球温暖化対策地方公共団体実行計画(区域施策)策定マニュアル、緑の経済と社会の変革、低炭素社会づくり行動計画及び研究開発戦略、地球温暖化対策推進大綱、総務省環境配慮の方針、国土交通省環境行動計画、生物多様性国家戦略、経団連環境自主行動計画、低炭素社会実行計画、経済危機脱却後を見据えた新たな成長戦略 - 新たな需要が期待される5つの分野と持続的な成長を支える政策の3本柱 - "
制度、ガイドライン	環境パフォーマンス評価、エコアクション 21、チャレンジ 25 キャンペーン(旧 チーム・マイナス 6%)、クールビズ・ウォームビズ、エコレールマーク制度、エコポイント制度、低炭素地域づくり面的対策推進事業、環境省エコハウスモデル事業、フィードインタリフ制度、拡大生産者責任制度、環境マネジメントシステム、カーボンフットプリント制度、ライフサイクルアセスメント、モーダルシフト、環境会計、グリーン購入、クリーン開発メカニズム、共同実施、排出量取引、グリーン電力証書システム
各種活動	環境モデル都市、eco japan cup 2009、環境コミュニケーション大賞、ストップ温暖化大作戦～CO2 削減「一村一品プロジェクト」～

ウ 海外との比較

前節の各国の社会システムの調査結果を踏まえ、各国の政策の比較を行った。比較は、特に各国が目標値を定めている地球温暖化ガス排出量削減目標、並びにエネルギー政策目標について比較整理を行った。

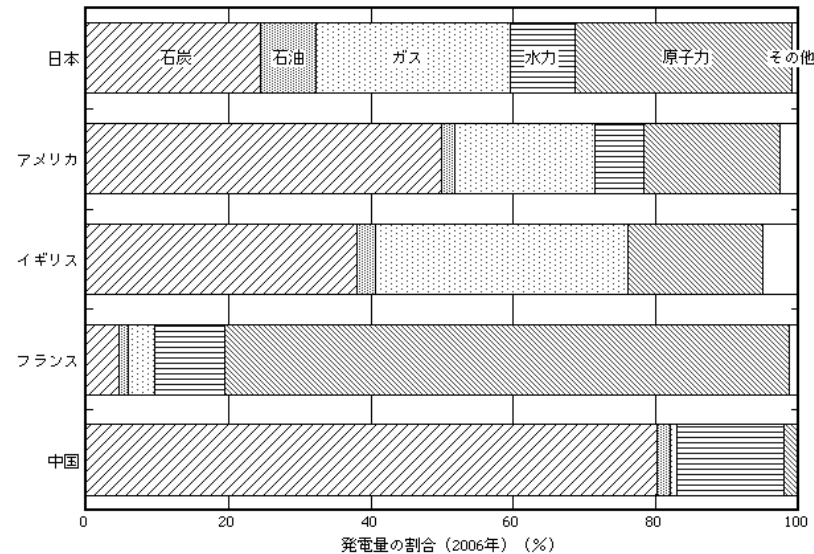
地球温暖化ガスの排出目標は、本調査対象国では、いずれも高い目標値を掲げている。中期的な 2020 年で比較すると、アメリカ、および既に京都議定書の目標数値を達成しているフランスではやや低めの目標数値となっているが、2050 年でのアメリカやイギリスの 90 年比 80% の削減は非常に挑戦的な目標値となっている。

図表 58 各国の地球温暖化ガスの排出目標

対象国	地球温暖化ガスの削減目標
日本	2020 年：温室効果ガスを 25%削減（90 年比） 2050 年：温室効果ガスを 60～80%削減（現状比） 出典：国連機構変動首脳会合における鳩山総理表明（2009 年） 低炭素づくり行動計画（2008 年）
アメリカ合衆国	2020 年：全ての温室効果ガスを 1990 年レベルへ 2050 年：全ての温室効果ガスを 80%削減（90 年比） 出典：オバマ大統領の表明
イギリス	2020 年：全ての温室効果ガスを 34%削減（90 年比） 2050 年：全ての温室効果ガスを 80%削減（90 年比） 出典：気候変動法 2008
ドイツ	2008～2012 年：温室効果 6 ガスを 21%削減（90 年比） 2020 年：温室効果 6 ガスを 30%削減。EU が 30%を約束し、他国も同様の野心的な目標を受け入れる場合は 40%削減（90 年比） 出典：統合的エネルギー・気候プログラム
フランス	2020 年：温室効果ガスを 20%削減（07 年比） 2050 年：温室効果ガスを 75%削減（90 年比） 出典：環境グルネル懇談会 2007
スウェーデン	2020 年：温室効果ガスを 40%削減（90 年比） 2020 年までに 2000 万トンの排出量削減 出典：統合気候・エネルギー政策法案

各国のエネルギー政策目標は、現状の発電手法のバランスにより状況が異なっている。下図表によれば、アメリカでは石炭の割合が非常に高く、イギリスでは石炭やガスの比重が高い。フランスでは原子力の比重が非常に高く、下図表には記載がないが、スウェーデンでは原子力と水力発電が半々程度の割合となっている。これらの国々と比較した場合、日本は各発電手法がバランスよく用いられている。

図表 59 各国の総発電電力量に占める各電源の発電の割合



出典：経済産業省、エネルギー白書 2009 年版（2009）

また、これらを踏まえたエネルギー政策目標に関しても、各国共に再生利用エネルギーに注目が集まっており、その使用比率に対する目標が掲げられている（図表 60）。

これによると、EU 各国は「再生可能エネルギーの利用促進のための指令」(2007)で2020年に20%の削減を示したように、温暖化対策にかなり積極的な方針を示している。この指令を受け、スウェーデン、イギリス、ドイツ、フランスなど EU 諸国各国は高い再生エネルギー割合の目標を掲げている。

米国はオバマ政権になり再生可能エネルギー導入への積極施策を打ち出しているが、これは国内の環境関連産業の雇用対策と、エネルギー源として CO₂ 排出の多い石炭と輸入依存度が高くなっている石油に頼って

いる現状からの脱却を目指した施策と捉えることができる。

日本は2008年に福田首相(当時)によって2030年における再生可能エネルギー導入を50%まで高める目標が設定されている。

図表 60 各国のエネルギー政策目標

対象国	エネルギー政策目標
日本	2030年：供給される全電力の50%以上を再生可能エネルギーおよび原子力によって供給することを目標 - 出典：福田ビジョン(2008年)
アメリカ合衆国	2025年：供給される全電力のうち25%を再生可能エネルギーによって供給することを目標 - 出典：オバマ大統領の表明
EU	2020年：電力、冷暖房、運輸に関して1次エネルギーの20%を再生可能エネルギーで供給することが目標(「再生可能エネルギーの利用促進のための指令」) - 出典：世界の地球温暖化対策
スウェーデン	2020年までの目標 ✓ 再生可能エネルギーを50%に(=25TWhの再生可能エネルギー増加) ✓ エネルギー使用効率を20%向上(2008年基準年、単位GDP当たり) ✓ 運輸交通セクターにおける再生可能エネルギーを10%に - 出典：統合気候・エネルギー政策法案
イギリス	2020年：エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合を15%とすることが目標 - 出典：世界の地球温暖化対策
ドイツ	2020年：熱利用における再生エネルギーの割合を14%までに高めることを目標 - 連邦環境省による将来予測「シナリオ2008」によれば、エネルギー消費に占める再生エネルギーの割合は、2020年に18.2%、2030年に27.9%、2050年には52.1%に達するとされている。 - 出典：世界の地球温暖化対策
フランス	- 非炭素エネルギーによる電力の割合を95%に拡大し、2020年までに国内のエネルギー効率を20%向上させる。 2020年までに消費エネルギーにおける再生利用エネルギーの割合を23%にする。 - 出典：環境グルネル懇談会2007

(ア) エネルギー供給技術の動向

以下に、各国のエネルギー供給技術に関する取り組み状況を整理し示した。

これによると、EU 諸国はスウェーデン・ドイツの再生可能エネルギー導入の促進、イギリスの化石燃料発電と再生可能エネルギーとの共存、フランスの原子力発電の推進など、各国のエネルギー供給事情に応じたエネルギー供給技術開発を進めている。

アメリカはオバマ政権による再生可能エネルギー供給技術の積極推進のほか、バイオ燃料によるガソリンの代替も積極的に進めている。

日本は長年に渡り原子力発電によるエネルギー供給の安定化を図ってきており、今後も次世代軽水炉・高速増殖炉など次世代原子力発電の開発を積極的に進める施策を示しているほか、技術競争力のある太陽光発電の普及を促すため 2009 年に固定買取制度（日本版 FIT）を導入、ドイツや中国の後塵を拝している太陽光発電の開発・普及を目指している。

図表 61 各国のエネルギー供給技術に関する取り組み状況

対象国	エネルギー政策目標
日本	- 日本におけるエネルギー供給技術の柱となっているのは、原子力発電、太陽光発電である。 - 原子力発電に関しては、2009 年現在原子力発電所が 55 基稼動している。また次世代軽水炉に関しては、国と原子炉プラントメーカーが一体となって 2030 年程度のリブレースに向けた研究開発を進めている。高速増殖炉は 1995 年に稼動を停止した「もんじゅ」が 2010 年に再開、商業炉を目指した研究開発を行っている。 - 太陽光発電に関しては、内閣官房「低炭素社会づくり行動計画」（2008 年 7 月）において導入量を 2020 年に 10 倍、2030 年には 40 倍にすることなどを目標に掲げる。また 2009 年に太陽光発電の固定買取制度（日本版 FIT）が開始された。
アメリカ合衆国	- 米国におけるエネルギー供給技術の柱となっているのは、原子力発電、太陽光発電、風力発電、バイオエネルギーが中心である。 - 原子力発電の核廃棄物関連の予算は削減されたが、次世代炉の技術開発は今後も展開されている。 - 太陽光発電に関しては、太陽電池並びに太陽熱発電に大規模な予算が投入され、2020～2030 年での商用化が目標とされている。 - 風力発電に関しては、2030 年には、2006 年の約 30 倍の発電量とすることを目指している。これは米国の総発電量の 20%にあたる。 - バイオエネルギーに関しては、バイオ燃料でのガソリンの代替により、ガソリン消費量の 20%削減が目標とされている。米国農務省とエネルギー省が省庁間の連携で取り組んでいる。
スウェーデン	- スウェーデンにおけるエネルギー供給技術の柱となっているのは、原子力発電、風力発電、水力発電、バイオエネルギーが中心であり、政府の建設費助成といった取り組みが行われている。 - 原子力発電に関しては、現在 10 基稼動しており、独自に沸騰水型軽水炉（BWR）を開発するなど、極めて高い原子力発電技術を有している。一度は、原子力発電所の全廃が政策決定されたが、近年では、現在稼動中の 10 基に関しては現状維持とする政策展開となっている。現状維持との方針もあり、高レベル放射性廃棄物地層処分技術の確立に注力している。 - 水力発電は 1880 年代から取り組まれていると共にスウェーデンの総発電電力の半数を占め、技術水準も非常に高い。 - バイオエネルギーに関しても、生物燃料をもとにした熱電供給 CHP 技術に強みを持ち、家庭レベルでの普及が進んでいる。 - スウェーデンは、2005 年に国内で消費された全エネルギーの 40%が、再生可能エネルギー由来のものとなっており、EU 最大の再生可能エネルギー利用国である。

対象国	エネルギー政策目標
イギリス	・ イギリスにおけるエネルギー供給技術の柱となっているのは、化石燃料発電から再生化のエネルギー・原子力発電への転換、および化石燃料発電からのCO2回収にあり、原子力発電、風力発電、CCS が技術開発の中心である。また、バイオマス、スマートグリッドの重要性も認識されており、今後技術開発が進展する可能性が高い。 ・ 原子力発電に関しては、2025年までに現在イギリスで稼働しているほぼ全てを廃炉とし、2018年を目処に新原子力発電所の設置・稼働を行う方針である。 ・ 風力発電に関しては、同国の風力に恵まれ、遠浅の海岸が多い気候・地理特性から、洋上風力発電が再生可能エネルギーの中心とされ技術開発が進められている。 ・ CCSに関しては、2020年頃の化石燃料発電所でのCCSの導入を見込んでいる。2010年3月には世界で初めて商業規模のCCS施設を建設する技術・設計の研究に資金拠出することを発表している。
ドイツ	・ ドイツにおけるエネルギー供給技術の柱となっているのは、再生可能エネルギーであり、太陽光発電、風力発電が中心である。 ・ 原子力発電に関しては、2022年に全廃の流れとなっている。 ・ 石炭火力発電に関しては、CCS技術開発が進められており、国家プロジェクト「COORETEC」が実施されている。 ・ 太陽光発電では、シリコン系と有機系の太陽電池開発が行われている。 ・ 風力発電では、2025年までに電力消費量の25%を風力で供給する目標を掲げており、陸上・洋上共に技術開発が進められている。 ・ バイオ燃料に関しては、2020年までに全燃料消費量の7%をバイオ燃料とする目標が掲げられている。
フランス	・ フランスにおけるエネルギー供給技術の柱となっているのは、原子力発電、水力発電が中心である。 ・ 原子力発電に関しては、現状のフランスの総発電量の大部分を占めることもあり、他の国と比較しても高い技術水準にある。ナトリウム冷却高速炉の開発も進んでおり、原型炉フェニックスと実証炉スーパーフェニックスは、商用試運転を始めている。また、2020年頃から次期軽水炉(EPR)で既存のLWRを置き換え(設備容量の50%程度)、2035年頃からのFBRの商用導入を基本シナリオとしている。 ・ 水力発電に関しては、フランスが欧州でもノルウェーについて第2位の水力発電容量であることもあり、最も有望な再生可能エネルギーと位置づけられている。そのため国による大規模な投資が行われており、発電効率の向上等の技術開発が展開されている。 ・ 石炭火力発電の新設に関してはCCSを備えることが条件となっており、さらに既存の発電所に関しても、2015年を目処に半数以上を高効率なガス発電に切り替える予定である。

(イ) エネルギー需要技術の動向

以下に、各国のエネルギー需要技術に関する取り組み状況を整理し示した。

これらによると、EUではエネルギー需要技術の柱となる産業(自動車、省エネ家電等)が強い国(ドイツ、フランス)では、これらの産業の低炭素化を積極的に進める施策が進んでいる。

またアメリカにおいてもEUと同様、エネルギー需要技術の柱となる産業を中心とした取組みが行われているが、特にハイブリッド車・電気自動車・燃料電池車については、積極的な取組みが行われている。

日本は、輸送部門、各種装置・機器全般における省エネ・省資源化に関する取組みを官・民とも積極的に行っている。

図表 62 各国のエネルギー需要技術に関する取り組み状況

対象国	エネルギー政策目標
日本	- 日本におけるエネルギー需要技術の柱となっているのは、輸送部門におけるハイブリッド車・電気自動車、燃料電池自動車や、各種装置・機器の省エネ・省資源化、次世代材料の開発である。 - 電気自動車に関しては、NEDO 等で研究開発支援を行っているほか、インフラ面では経済産業省が「次世代・エネルギー社会システム実証地域」での実証実験支援、購入面ではハイブリッド車・電気自動車等のエコカー減税・購入補助金を行うなどの支援を行っている。 - 燃料電池自動車に関しては、NEDO 等で燃料電池自動車プロジェクトを実施しているほか、国際標準化に向けた活動も行っている。 - 各種装置・機器の省エネ・省資源化に関しては、高効率ヒートポンプ、省エネ家電、省エネ住宅等において各メーカーが先進的な取り組みを行っている。
アメリカ合衆国	- 米国におけるエネルギー需要技術の柱となっているのは、輸送部門の省エネ、低炭素化であり、ハイブリット車・電気自動車、燃料電池自動車が中心である。 - ハイブリット車・電気自動車に関しては、2015 年までに 100 万台の普及という目標のもと、Li イオン電池の技術開発や大型バスやトラックのハイブリット車化といった取り組みが行われている。 - 燃料電池自動車に関しては、固体高分子形燃料電池の技術開発が中心であり、自動車用に加え、小型電子機器用、補助電源装置用の開発も進められている。 - 高効率照明に関しては、2014 年までに白熱電球の段階的廃止を進めている。
スウェーデン	スウェーデンではエネルギー需要技術の開発に関して積極的な取り組みは行われていない。
イギリス	- イギリスではエネルギー需要技術の開発に関しては、省エネ住宅に熱心であるが、他の技術に関しては積極的な取り組みは現在のところなされていない。 - 省エネ住宅に関しては、イギリスが寒冷地であることもあり、断熱化対策を中心に、ゼロカーボン化に向けた技術開発と支援が行われている。 - 低炭素燃料自動車への助成として、購入者への支援や EV 充電設備の整備が実施されている。 - 燃料電池自動車に関しては、2050 年までの長期展望の中で導入が触れられているに留まっている。 - 高効率照明に関しては、2011 年を目標に従来型の白熱灯の販売禁止を検討している。
ドイツ	- ドイツにおけるエネルギー需要技術の柱となっているのは、輸送部門の省エネ、低炭素化であり、ハイブリット車・電気自動車に積極的である。 - ハイブリット車・電気自動車導入に関しては、石油依存度低下のための国家戦略と位置づけられており、2020 年までに 100 万台の普及という目標のもと、Li イオン電池の技術開発が行われている。 - 燃料電池自動車に関しても技術開発が進められているが、電気自動車が国家の支援対象であるのに対し、燃料電池自動車は運輸建設省の支援に留まっている。
フランス	- フランスにおけるエネルギー需要技術の柱となっているのは、輸送部門の省エネ、低炭素化であり、ハイブリット車・電気自動車、燃料電池自動車といった次世代自動車を中心である。 - 次世代自動車に関しては、電気自動車の技術開発に積極的であり、長寿命・大容量の Li イオン電池の技術開発が行われている。一方、CO2 排出量に応じた報奨金・課金制度の強化も検討されており、普及の促進に寄与すると考えられる。 - 民生部門においては白熱灯の使用を 2010 年までに禁止する、建物の 2 重窓義務化等の高効率照明や省エネ住宅に関連した政策が展開されている。

(2) 調査結果のまとめ

ア 本調査で得られたグリーンイノベーションに関する知見

本調査では、グリーンイノベーションに係る技術開発の項目を網羅的に挙げ、その現状を整理した。

その結果、下記のような有用性の高い定量的な情報が得られた。

- ・ 研究開発項目は合計 111 項目抽出された。それぞれを対象とする環境社会（低炭素社会、循環型社会、自然共生社会）に分類すると、低炭素社会：41、循環型社会：29、自然共生社会：44（重複を含む）であった。
- ・ 全技術開発項目の約 6 割（同 66 項目）において、日本の競争力が高いことが示された。
- ・ 全技術開発項目の約 5 割（同 57 項目）においては、社会拡大可能性が高いことが示された。
- ・ 経済効果の高い項目は全技術開発項目の約 3 割（同 28 項目）のみであった。このことから、経済効果が期待できる項目以外の項目については、指標、評価の仕組み等を調査研究する必要がある。
- ・ 全技術開発項目の約 5 割（同 48 項目）において、科学技術への向上が期待できることが示された。

図表 63 研究開発各項目に関する環境社会

項目	目指す環境社会
低炭素社会	41
循環型社会	29
自然共生社会	44

図表 64 研究開発各項目の評価

項目	日本の競争力	社会拡大可能性	経済効果	科学技術への向上	ライフスタイルへの変換
	66	57	28	48	34
○	40	46	51	41	33
	4	7	31	21	43

また、本調査では、国内外における社会システムの項目を可能な限り列挙し、その概要ならびに詳細情報を調べ、整理した。その結果、下記のような、定量的ではないが示唆に富む知見を得た。

- ・ グリーンイノベーションに関する法律・法令・省令・規則は合計 46 例抽出された。それぞれを対象とする環境社会（低炭素社会、循環型社会、自然共生社会）に分類すると、低炭素社会：18、循環型社会：11、自然共生社会：28 であった（重複を含む）。歴史的には、1950 年代から 1990 年代は下水道汚染や大気汚染等の、自然共生社会に関する法律等の制定が多かったが、1990 年代の環境基本法（1993 年）の制定前後からは、低炭素社会、循環型社会に関する法律等の制定が増えている。また、他の項目の分類結果によるとライフスタイルへの変換を目指す法律・法令・省令・規則が多い（46 例中 28 例）ことが示された。
- ・ グリーンイノベーションに関する戦略・計画・方針・指針は合計 36 例抽出された。それぞれ対象とする環境社会（低炭素社会、循環型社会、自然共生社会）に分類すると、低炭素社会：25、循環型社会：13、自然共生社会：23（重複を含む）であった。また、他の項目の分類結果によると社会拡大可能性・経済効果・科学技術の向上に効果を求める戦略・計画・方針・指針が多いことが示された。
- ・ 海外の動向については、各国のエネルギー供給技術に関する動向については、国別のエネルギーにおける供給状況に応じた取組がなされていることが判明した。特に、原子力発電についてはその是非について各国の意見が異なっており、政策も大きく変わっている。また各国のエネルギー需給技術に関する動向については、国により対策に濃淡があり、製造業のポテンシャルのある国（日本、アメリカ、ドイツ）で

は積極的に取り組まれていることが分かった。

- ・ 特に環境政策が功を奏している国では、技術開発と制度や規制による支援が効果的になされ、ポリシー・ミックスが実現している事例が多数見受けられる。

図表 65 法律・法令・省令・規則項目に関する環境社会

項目	目指す環境社会
低炭素社会	18
循環型社会	11
自然共生社会	28

図表 66 法律・法令・省令・規則項目の分類

項目	社会拡大可能性	経済効果	科学技術への向上	ライフスタイルへの変換
	9	10	13	28
○	28	18	18	8
	9	18	15	10

図表 67 戦略・計画・方針・指針項目に関する環境社会

項目	目指す環境社会
低炭素社会	25
循環型社会	13
自然共生社会	23

図表 68 戦略・計画・方針・指針項目の評価

項目	社会拡大可能性	経済効果	科学技術への向上	ライフスタイルへの変換
	23	17	21	12
○	11	11	10	13
	2	8	5	11

イ グリーンイノベーションの推進方策に盛り込むべき事項・詳細な検討や調査を行うべき事項等

本調査結果を踏まえて、グリーンイノベーションの推進方策に盛り込むべき事項、詳細な検討や調査を行うべき事項等を示す。

(ア)グリーンイノベーション評価項目間の関係の多面的かつ定量的な分析のための評価データの収集

本調査で得られた情報や知見を、グリーンイノベーションの推進に係る具体的な施策に資する情報とするためには、評価項目間の関係の多面的かつ定量的な分析が必要である。図表 69に評価対象とする指標の例として、国の豊かさの指標例を示す。

図表 69 国の豊かさの指標例

カテゴリ指標	個別指標	カテゴリ指標	個別指標
1.健康指標	平均寿命 医師数 看護師数 病院ベッド数 乳児死亡率(*) 死亡率(*) 健康支出 公的健康支出	4.教育指標	15 歳生徒の読解力 15 歳生徒の科学力 国民の高学歴率 教育支出 公的教育支出 特許取得数 科学技術雑誌論文数 生徒・教師比率(*) 公の高等教育支出
2.環境指標	CO2 排出量(*) エネルギー原単位(*) 国際観光収入 真の貯蓄 淡水資源 水質汚染物質排出量(*) 耕作地 森林面積比率 自治体ゴミ処理量(*)	5.文明指標	自動車数 電力消費 携帯電話数 パーソナル・コンピュータ数 インターネット・ユーザー数 日刊紙数 ハイテク製品輸出 テレビ台数 情報通信支出 交通事故死(*)
3.労働経済指標	失業率(*) 長期失業率(*) 雇用者報酬 GDP 労働生産性 技術者・研究者数 上場企業数 社会福祉支出 単位労働コスト(*)	6.マクロ経済指標	GDP デフレータ上昇率(*) 経済成長率 資本形成 輸出額 輸入額 総国際準備 国内総貯蓄 研究開発費 家計最終消費支出 財政バランス 政府累積債務(*) 政府開発援助

注意：(*)はマイナス偏差値で計算（指数の値が小さいほど上位とする。）

出典：「国民の豊かさの国際比較」2007 年版、（財）社会経済生産性本部、
<http://activity.jpc-net.jp/detail/01.data/activity000845/attached.pdf>

このなかから、特にグリーンイノベーションに関する評価軸としては、例として以下のような指標が考えられる。

図表 70 グリーンイノベーションに関する指標例

1. 健康指標	4. 教育指標 ・ グリーンイノベーション関連特許数 ・ グリーンイノベーション関連科学技術雑誌論文数
2. 環境指標 ・ CO2 排出量 ・ エネルギー原単位 ・ 水質汚染物質排出量 ・ 耕作地 ・ 森林面積比率 ・ 自治体ゴミ処理量 ・ 環境効率 ・ LCA ・ 再商品化率（リサイクル率）	5. 文明指標 ・ 電力消費
3. 労働経済指標 ・ グリーンイノベーション産業関連企業数 ・ グリーンイノベーション産業関連労働者数	6. マクロ経済指標 ・ グリーンイノベーション関連市場規模 ・ グリーンイノベーション関連研究開発費 ・ グリーンイノベーション関連政府開発援助

注意：「国民の豊かさの国際比較」2007年版（（財）社会経済生産性本部）から、みずほ情報総研が関連する指標を抜粋・追加情報を記入

上記に挙げた評価項目について、技術開発項目の信頼性の高い定量的な数値データを集め、多様なグラフを作成して多面的に分析することにより、グリーンイノベーションにおける我が国の特徴（強み／弱み）さらには、今後進むべき方向が明確になると考えられる。

（イ）グリーンイノベーションのポリシー・ミックスの検討

複数の環境政策手法を組み合わせる実施するポリシー・ミックスは、有効な環境対策となり得る。本調査報告書では、国外におけるポリシー・ミックスの先進的な取組を示した。多数ある環境政策手法のあらゆる組み合わせを分析した上で、その効果を精度良く予測・検討することが重要と考えられる。

4章 3.環境政策手法において、様々な国・地域におけるポリシー・ミックスの事例を示したが、本節ではこれらの結果を参照しながら、グリーンイノベーションに係る技術開発を中心としたポリシー・ミックスについて検討した。以下に、有効と思われるポリシー・ミックスの例を示す。

研究開発支援（経済的手法） + 消費者インセンティブ誘発（経済的手法）

ドイツの太陽光発電、デンマークの風力発電の事例から、特定の新エネルギーの普及促進には、研究開発支援（例として研究開発ファンドの出資）と消費者インセンティブ誘発（例として FIT 制度（Feed-in Tariff Law、固定買取制度））が有効であることが示された。

ドイツの事例では、新エネルギーに関するポリシー・ミックスの実施の結果、従来ほとんどが水力発電によるものであった再生可能エネルギー電力量が、風力発電、太陽光発電の増加により大きく増えた。また、これに伴い太陽光発電メーカーの国際競争力の向上も実現した。

研究開発支援（経済的手法） +
環境規制（直接規制的手法）

現在 EU で進められている自動車の CO₂ 排出規制は、自動車メーカーからの大きな反発があったにも関わらず進められている。その規制基準値の厳しさ(自動車の CO₂ 排出量を 2012 年～2015 年にかけて 130g/km に規制)に、結局のところ基準値を緩和する方向で調整しているが、基本的には基準を厳しくしていく方向は変わらない。実際に、EU は 2015 年より後の自動車の CO₂ 排出量規制を上述の規制よりさらに強化、2020 年には 95g/km まで下げることがを表明している。

これらの規制に対し、欧州自動車メーカーは必要に駆られる形で HVEV、EV の研究開発を急いでいる。具体的には、上述の 2015 年への規制に対し、主要なほぼ全メーカーが EV の開発を追い市販乗用車を展開する予定となっている。環境規制が民間企業の競争力を高める事例である。

(ウ) グリーンイノベーションに関するシステムインテグレーション技術の調査

本調査では、グリーンイノベーションに係る技術項目を網羅的に調べたが、このような方法では、要素技術的視点に偏りがちであり、スマートグリッドのようなシステム統合技術にスポットが当たりにくい傾向がある。要素技術の統合によるシステムインテグレーションの位置付けや評価方法について、より詳細な調査が必要と考えられる。