

2. エネルギー供給の低炭素化方策についての検討方法

エネルギー供給を低炭素化する方策は、

- ①太陽光、風力などの再生可能エネルギー³の普及
- ②化石燃料利用の低炭素化
- ③原子力エネルギーの利用

に大別される。

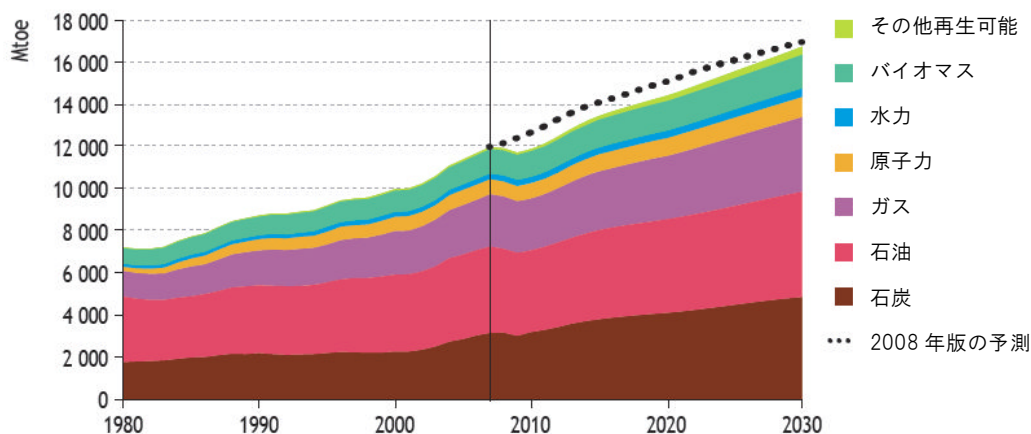
本章では、我が国や諸外国等での取組状況を踏まえ、これらの方策についての検討の優先順位付けについて検討した。

2.1 エネルギー供給の低炭素化の必要性

2.1.1 増大する世界のエネルギー需要と地球温暖化対策

世界のエネルギー需要は、中国・インドをはじめとする新興国の急速な経済成長を背景に、今後大幅に増加することが予想されている。気候変動抑制のためには、この増大するエネルギー需要を可能な限り低炭素なエネルギー源で供給する必要がある。

国際エネルギー機関（IEA）では、2030年のエネルギー需要は1990年の約2倍に達すると予測されている（図2-1）。内訳を見ると、特に中国・インドにおける石炭需要の伸びが大きく（図2-2）、その需要の抑制や、石炭に代替するエネルギー供給の確立がなされない場合には、温室効果ガス排出量の劇的な増加により地球温暖化の進行に深刻な影響を及ぼすことが懸念される。



*2008年末の世界経済危機の影響により、2010年にかけて一旦減少するが、その後また増加に転じる。

図 2-1 世界の1次エネルギー需要予測（Reference シナリオ）

出典) IEA “World Energy Outlook 2009”

³ 平成22年3月12日に閣議決定された地球温暖化対策基本法案に準拠し、本報告書では、「太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、バイオマスを利用したエネルギー」を「再生可能エネルギー」として定義。

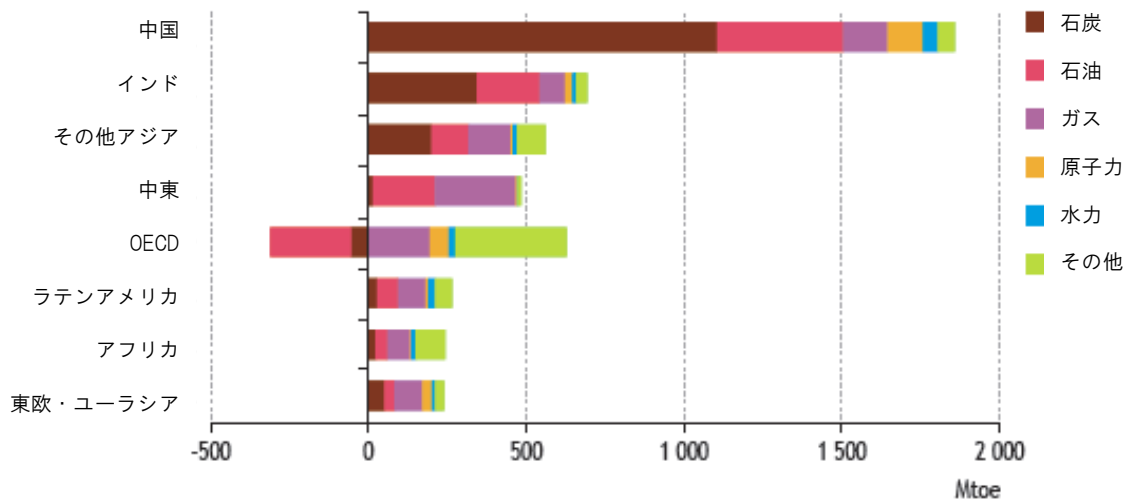


図 2-2 1次エネルギー需要の増加量とエネルギー源別内訳
出典) IEA “World Energy Outlook 2009”

IEA が発表した将来のエネルギー技術展望によれば、世界全体で温室効果ガス排出量の大幅削減を進めるためには、再生可能エネルギーの普及、火力発電における効率改善や燃料転換、CO₂ 回収貯留 (CCS) や原子力発電の導入といった供給側の対策が、需要側における燃料転換や省エネルギー対策と同様に重要である (図 2-3)。これらの対策オプションを総動員し、これまで人類が経験したことがない速度で対策を実施する必要があると分析されている (図 2-4)。

また、2009年8月に環境省が発表した「温室効果ガス 2050年 80%削減のためのビジョン」の分析においても、我が国で 2050年までに現状から 80%の温室効果ガス排出量を削減するために、再生可能エネルギー、原子力発電、CCS を伴う火力発電のすべてを最大限実現していくことが必要であると見込まれている (図 2-5)。

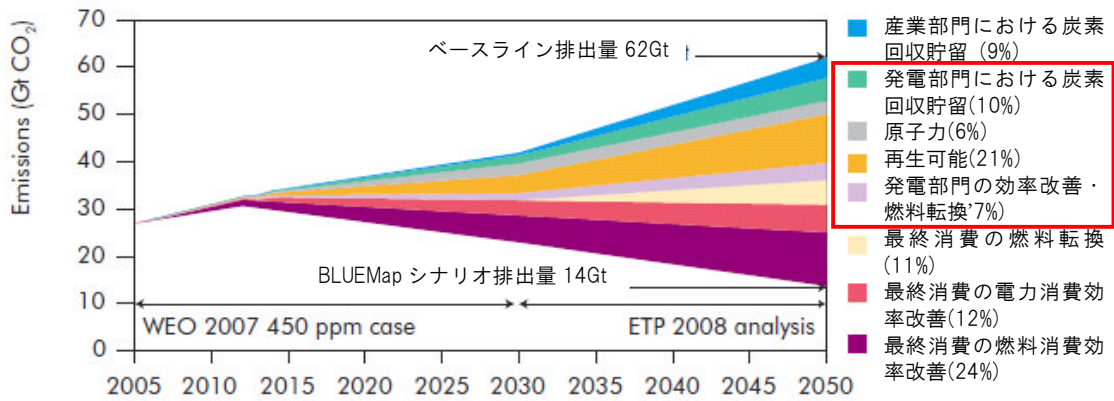


図 2-3 IEA のエネルギー技術展望の BLUE Map シナリオ (2050 年に世界の温室効果ガス排出量を現状比半減の場合)

出典) IEA “Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050”, 2008

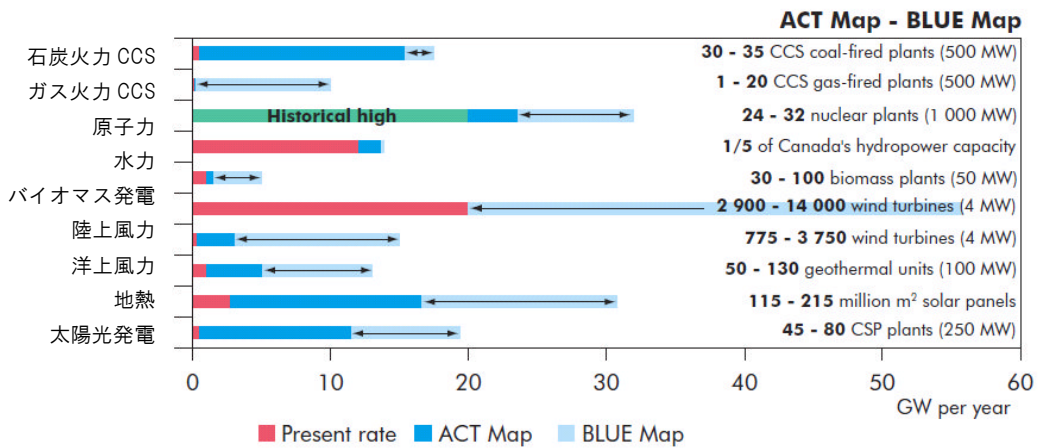


図 2-4 IEA による世界の発電部門において必要な技術導入速度の分析

注) 下記 3 種類の導入速度を比較している。

- ・現状の導入速度 (原子力のみ過去最大速度)
- ・ETP の ACT Map シナリオ (既存技術・開発が進展している技術を導入する) での導入速度 (2005 年-2050 年平均)
- ・ETP の BLUE Map シナリオ (2050 年に世界の GHG 排出量を現状比半減する) での導入速度 (2005 年-2050 年平均)

出典) IEA “Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050,” 2008

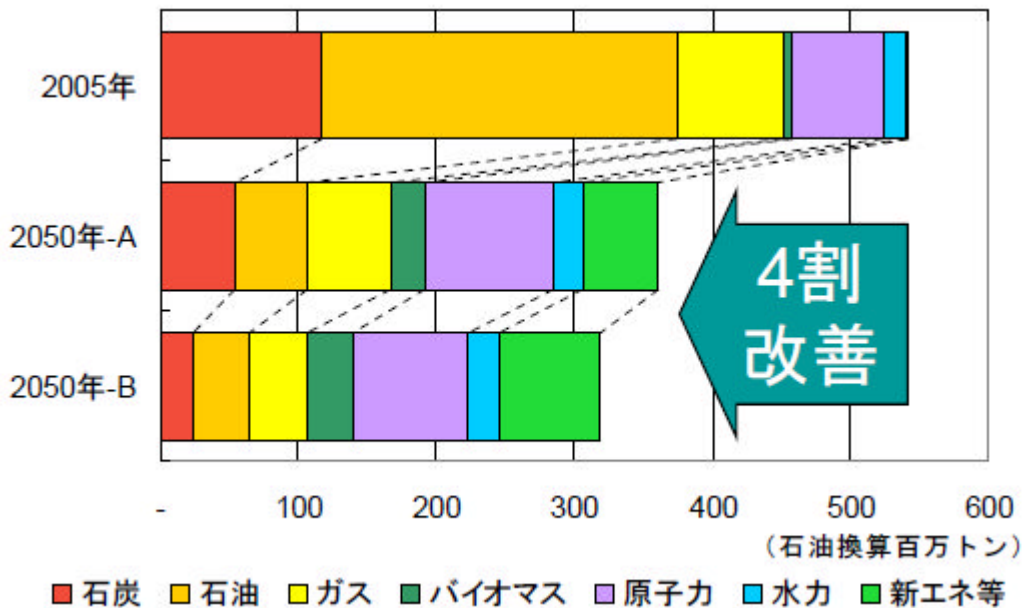


図 2-5 国立環境研究所による一次エネルギー供給の内訳 (国内)

注) シナリオ A: 経済発展・技術志向。原子力、炭素隔離貯留 (CCS) や水素など大規模なエネルギー技術が受け入れられやすい。

シナリオ B: 地域重視・自然志向シナリオ。太陽光や風力、バイオマスなど比較的規模の小さい分散的なエネルギー技術が受け入れられやすい。

出典) 環境省「温室効果ガス 2050 年 80%削減のためのビジョン」2009 年 8 月

2.1.2 資源制約とエネルギー安全保障

世界のエネルギー需要が増加する中、枯渇性資源である化石燃料の可採埋蔵量、可採年数の減少が大きな懸念事項となっている。特に近年は石炭の可採年数の減少が顕著で、ここ 10 年弱で約 2 分の 1 に減少している。石油、天然ガスについては可採埋蔵量及び可採年数ともに横ばいで推移しているものの、今後の大幅なエネルギー需要の増大が見込まれる (図 2-6)。

このような状況に対し、日本国内では天然ガスと石炭がわずかに生産されているものの、化石燃料のほとんどを海外からの輸入に依存しており⁴、エネルギー供給面で他国に比べても大きなリスクを抱えている (図 2-7)。オイルショック以降進められてきた石油代替政策により、エネルギー源の多様化は進んだものの、エネルギー自給率は 4%⁵と先進国の中で最低水準に位置している。

このような中で、国産エネルギーである再生可能エネルギーの依存度を高めることによって、エネルギー供給を低炭素化することは、我が国のエネルギー安全保障にも寄与できるものである。

⁴ 電力中央研究所「BP 統計 2009 に拠る世界のエネルギー情勢」(2010 年 1 月)

⁵ 経済産業省「エネルギー白書 2009」(2009 年、)

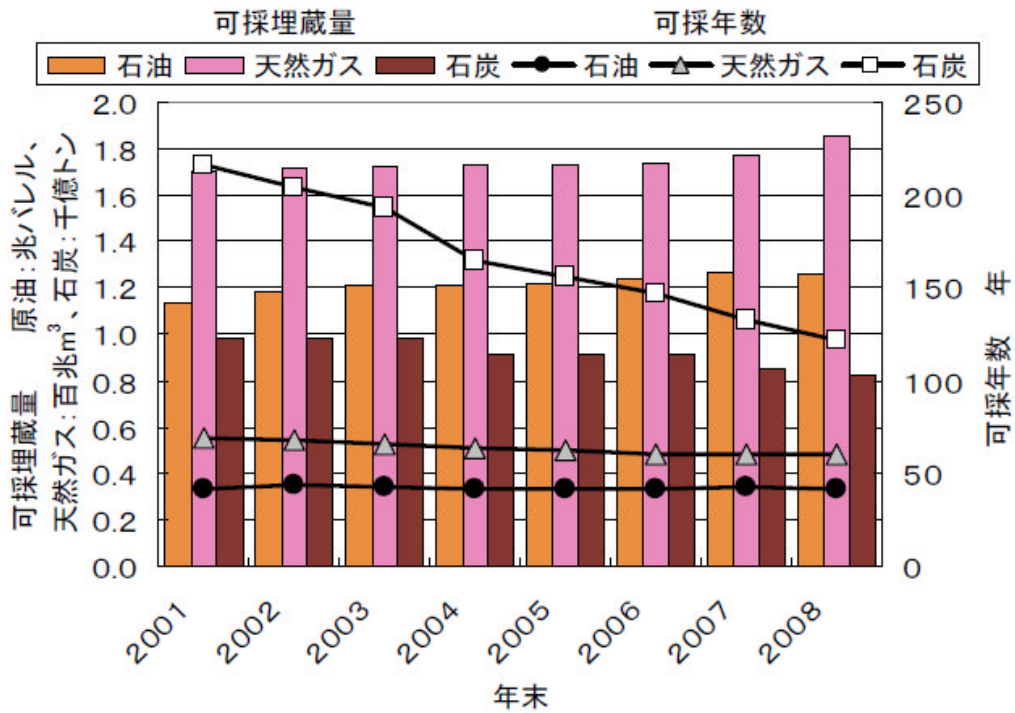


図 2-6 化石燃料の確認可採埋蔵量と可採年数の推移
 出典) 電力中央研究所「BP 統計 2009 に拠る世界のエネルギー情勢」(2010年1月),

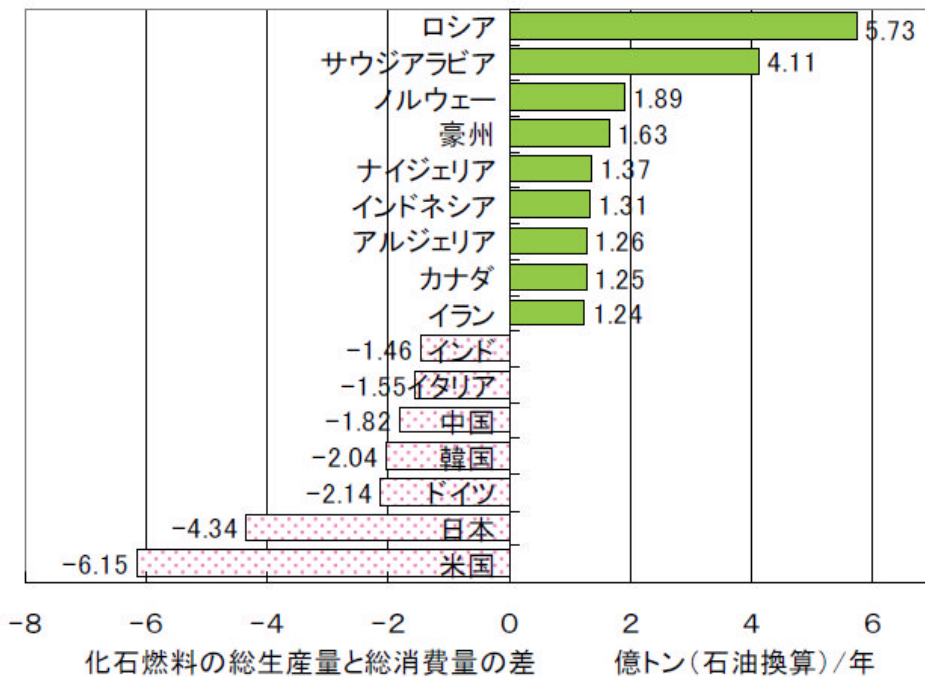


図 2-7 化石燃料総生産量と総消費量の差 (2008年)
 出典) 電力中央研究所「BP 統計 2009 に拠る世界のエネルギー情勢」(2010年1月)

2.2 エネルギー供給の低炭素化方策に対する我が国の取組状況

2.2.1 再生可能エネルギーの普及

我が国は、再生可能エネルギー関連技術分野において、現時点では世界トップレベルの技術力を有する技術資源国である。例えば、太陽電池技術について、世界の重要特許の半数以上を我が国の出願が占めている（図 2-8）など、諸外国に対する技術的優位性を保有している。また、我が国は化石燃料資源には恵まれていないものの、再生可能エネルギーについては太陽光（熱）、地熱など豊富な導入ポテンシャルが存在し、そのポテンシャルを顕在化させることができる技術力を有している。

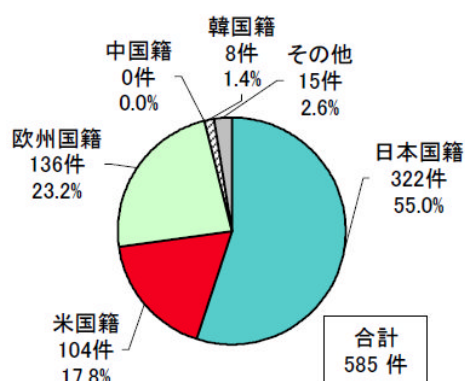


図 2-8 国別の特許出願数（太陽電池）

※太陽電池は 2000 年～2006 年の間に、日本・米国・欧州のいずれにも出願された重要特許（三極コア特許）の出願人国籍を集計したもの。

出典）特許庁「平成 20 年度特許出願技術動向調査報告書 太陽電池」（2009 年 4 月）

しかし、要素技術力では優れているものの、現状では、普及は停滞しており（図 2-9）、関連産業の育成は進んでいない。2000 年代前半には世界一の単年度導入量（発電容量ベース）を誇っていた太陽光発電についても、2008 年の単年度導入量（発電容量ベース）は第 6 位にまで落ち込んでいる（図 2-10）。風力発電についても 2008 年までの累積導入量（発電容量ベース）は 13 位と低迷し（図 2-11）、地熱についても世界第 3 位の資源量を有しながら 1999 年以降の新規導入がない状態となっている（図 2-12）。太陽熱についても、世界で右肩上がりの導入が続く中、我が国では徐々に単年度導入量も累積導入量も減少している（図 2-13）。また、リチウム電池については、2000 年時点で 9 割強を占めていた日本企業の世界市場シェアも、2008 年時点で約 5 割に低下している⁶。

⁶ 「日本の産業を巡る現状と課題」（2010 年 2 月，経済産業省 産業構造審議会 第 1 回産業競争力部会 資料）

一次エネルギー総供給に占める
再生可能エネルギーのシェア

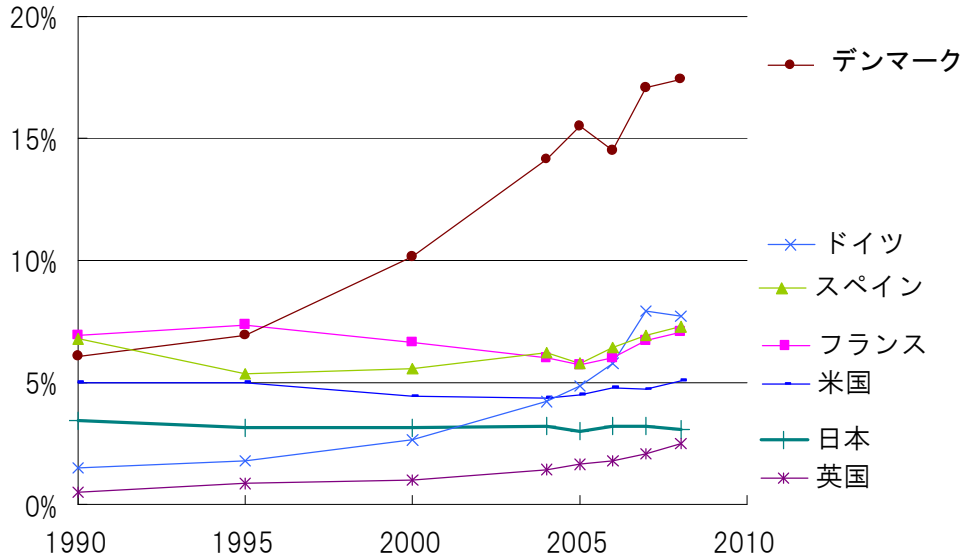


図 2-9 先進主要国における一次エネルギー総供給に占める再生可能エネルギーのシェア

注：大規模水力発電を含む。

出典) IEA “Renewables Information 2009”より MRI 作成

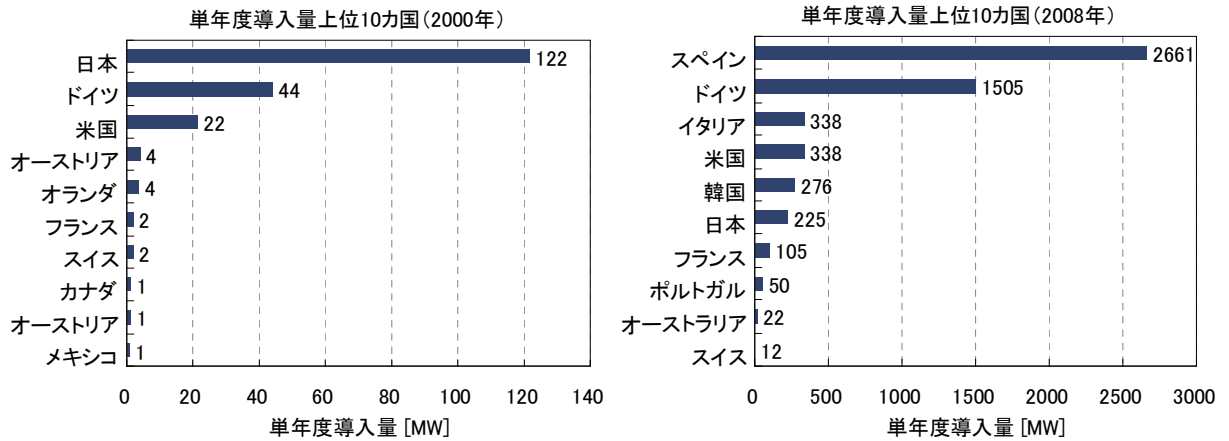


図 2-10 太陽光発電単年度導入量上位 10 カ国 (左：2000 年 右：2008 年)

出典) IEA PVPS “TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2008” より MRI 作成

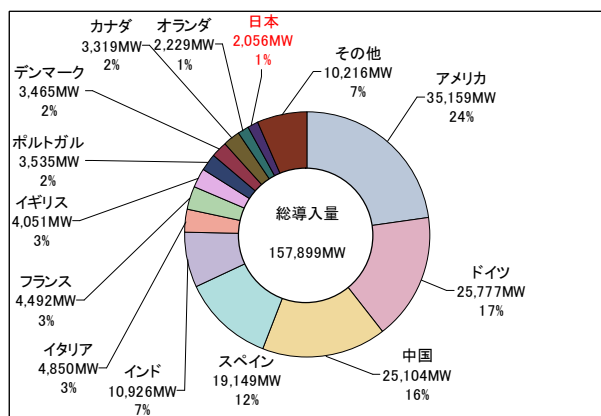


図 2-11 風力発電単年度導入量 (2009 年)

出典) GWEC “GLOBAL WIND 2009 REPORT”より MRI 作成

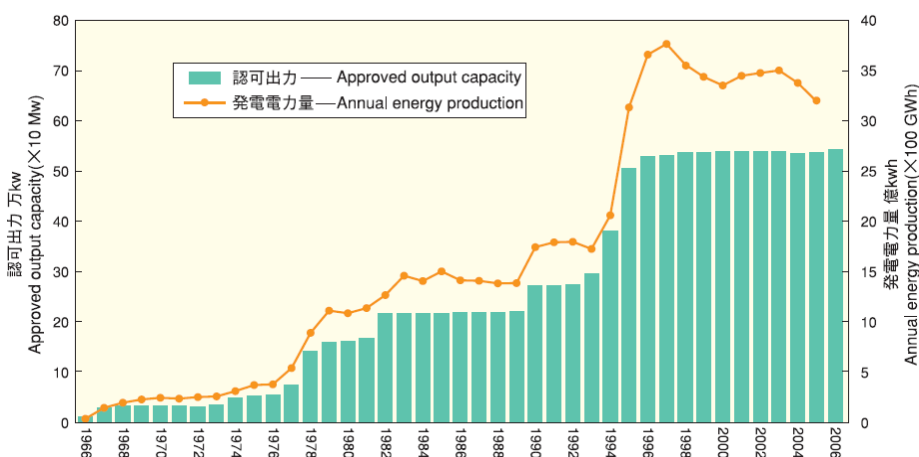


図 2-12 我が国における地熱発電の認可出力と発電電力量の推移

出典：NEDO 「地熱開発の現状」 2008,

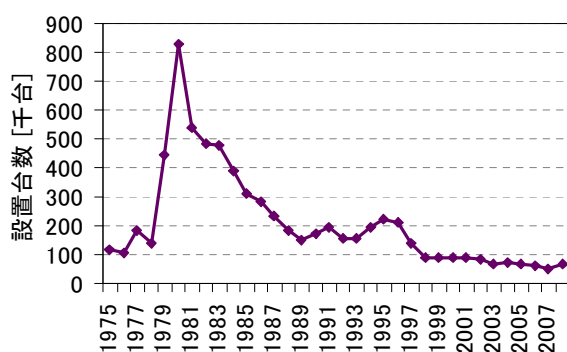


図 2-13 我が国の太陽熱利用機器

新規設置台数の推移

出典：ソーラーシステム振興協会データより MRI 作成

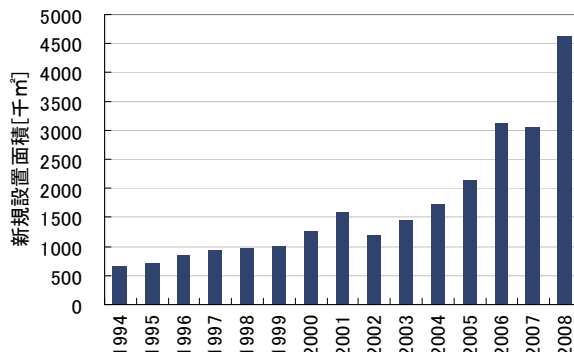


図 2-14 EU における太陽熱集熱器

新規設置面積の推移

出典：“SOLAR THERMAL BAROMETER 2009” (EUROSERV’ ER)

2.2.2 化石燃料利用の低炭素化

我が国は、クリーンコールテクノロジー（CCT）など化石燃料利用の低炭素化に係る技術分野においても、現時点では世界トップレベルの技術力を有する技術資源国である。例えば石炭火力発電効率は世界最高水準であり、これを米国・中国・インドに適用した場合には我が国の CO₂ 排出量に相当する削減効果があるという試算もある（図 2-15）。石炭火力発電のさらなる低炭素化技術として、石炭ガス化複合発電（IGCC）の実用化へ向けた取組や、CCS の研究開発が進められており、また、CO₂ 排出原単位の小さい天然ガスへの燃料転換なども進められている。

ただし、近年、原子力発電の稼働率低迷などにより石炭火力発電による発電電力量が増加しており、我が国の CO₂ 排出量を押し上げる大きな要因の一つとなっている。

我が国のベスト・プラクティスを米・中・印に適用した場合の効果

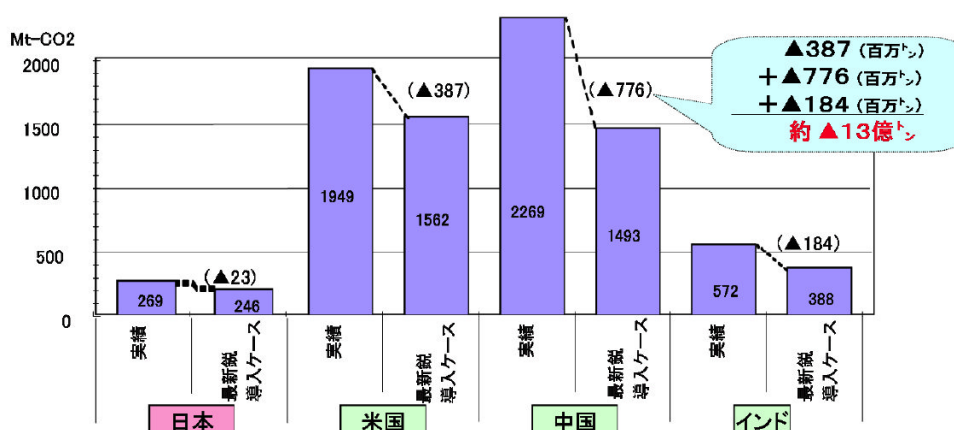


図 2-15 我が国の石炭高効率利用技術による CO₂ 削減効果

※各国の実績に日本のベスト・プラクティス（商業中発電所の最高効率）を適用した場合。

出典）総合資源エネルギー調査会クリーンコール部会「我が国クリーンコール政策の新たな展開 2009」（2009年6月）

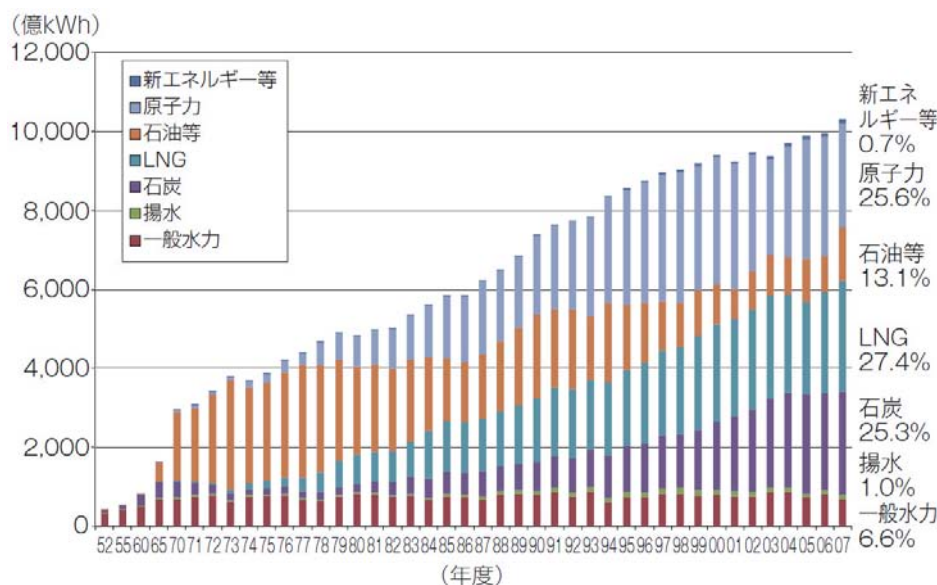
2.2.3 原子力エネルギーの利用

我が国は、原子力に係る技術分野においても、現時点では世界トップレベルの技術力を有する技術資源国である。世界の原子炉メーカーが、（1）東芝、米ゼネラル・エレクトリック社、（2）日立、三菱重工、（3）仏アレバ社の三極構造となっているなか、いずれのグループにも日本企業が入っていることから、原子炉メーカーにおける日本企業の確固たるポジションがうかがえる⁷。これは欧州や米国で原子力発電導入が停滞していた時期にも原子力開発を着実に進めてきた結果であり、「総合的なプラント製造・建設能力及び運転管理能力」に強みを有していると評価されている⁸。

⁷ 独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター「環境技術 科学技術・研究開発の国際比較 2009年版」2009年5月

⁸ 総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会「国際戦略検討小委員会報告」2009年6月

原子力発電は、現状で我が国の発電電力量の約3割を占めている。近年は稼働率の低迷が課題となっており、諸外国が80～90%の稼働率を維持しているのに対し、我が国における設備利用率は、80%台後半の発電所もある一方、トラブルや自然災害等の影響もあって、全体としては、2008年度で約60%にとどまっている。



※1971年度までは9電力会社計

図 2-16 発電電力量の推移（一般電気事業用）

出典) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2009」

2.3 諸外国におけるエネルギー供給の低炭素化の取組状況

2.3.1 国際機関

(1) 国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)

IRENAは、再生可能エネルギー（太陽光利用、風力、バイオマス、地熱、水力、海洋利用等）の普及を目的として新たに設立が予定されている国際機関であり、2009年1月にドイツのボンで設立文書への署名式典が開催され、2010年2月時点でIRENA憲章への署名国は142か国及び欧州連合（EU）となっている。IRENA憲章は、25番目の批准書が寄託された日の後30日目の日に効力を生ずるが、2010年2月時点における締約国は11か国となっている。主な活動として、再生可能エネルギー利用の分析、把握及び体系化、政策上の助言の提供、途上国の能力開発支援等が予定されている。

(2) 国際エネルギー機関 (IEA)

IEAは、World Energy Outlook 2009において再生可能エネルギー導入予測量を前年版より一部上方修正している。また、Energy Technology PerspectiveのBLUE Mapシナリオ（2050年に世界の温室効果ガス排出量を現状比半減の場合）において、再生可能エネルギー、CCS、原子力による温室効果ガス削減寄与分をそれぞれ21%、19%、6%と試算し

ており、気候変動対策における再生可能エネルギー、CCS、原子力の重要性を主張している（図 2-3）。

（3）気候変動に関する政府間パネル（IPCC）

IPCCでは、2011年2月に再生可能エネルギーと気候変動対策に関する特別報告書⁹、2014年9月に第5次評価報告書の発行を予定している。

2.3.2 諸外国

（1）再生可能エネルギーの普及¹⁰

EUでは再生可能エネルギー導入が急拡大している。再生可能電力の普及は固定価格買取制度（Feed-in Tariff（FIT））に拠るところが大きい（図 2-17）。ドイツ及びスペインでは同制度により太陽光発電の導入が爆発的に増加し、2008年までの累積導入量はそれぞれ世界第1位及び第2位となるに至っている。その他、再生可能エネルギーの導入義務を課す施策として、ソーラーオブリゲーション（新築・改修建築物における太陽熱利用や太陽光発電の義務化制度）がスペイン等で効果を発揮している。

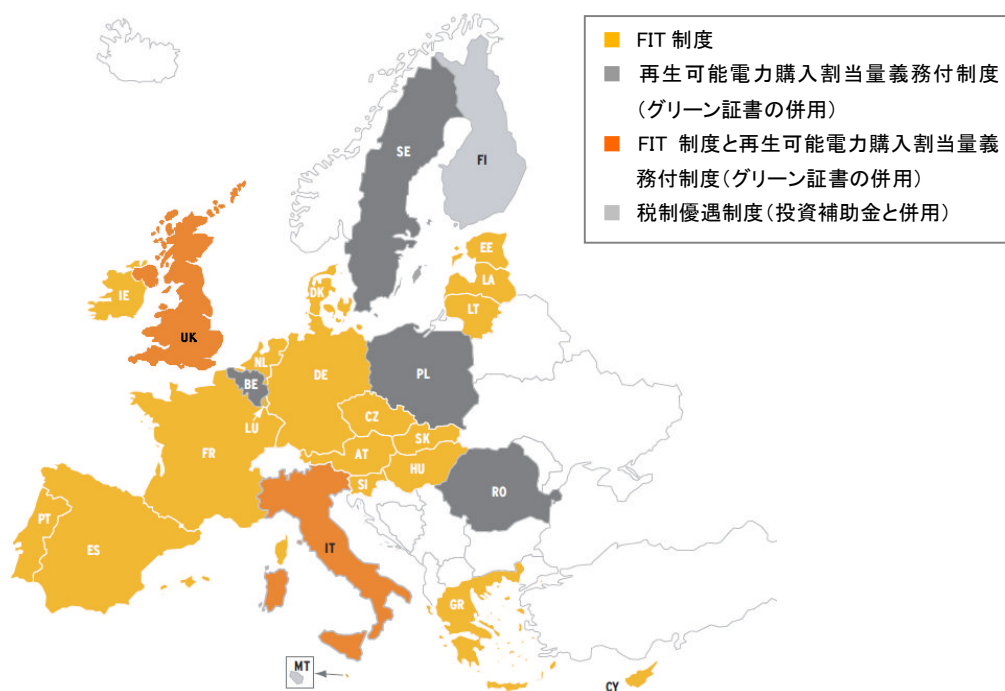


図 2-17 欧州における再生可能エネルギー支援施策

出典) BMU “RENEWABLE ENERGY SOURCES IN FIGURES” 2009 より MRI 作成

⁹ “Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation”

¹⁰ 各国の再生可能エネルギーの導入状況等のデータを参考資料に示す。

また、EU は、再生可能エネルギーの利用を推進するため、2001 年に再生可能電力推進に関する欧州指令（2001/77/EC）、2003 年にバイオ燃料促進に関する欧州指令（2003/30/EC）を採択し、加盟各国に対して具体的な数値目標を規定した。

上記 EU 指令では、加盟国は活動進捗について年次報告書の提出が義務付けられているが、目標の達成度にばらつきがあり、加盟国の足並みはそろっていない。このばらつきを是正し、EU 全体で再生可能エネルギー利用率を改善するためには、上記二つの指令のもとで敷かれた基盤では不十分であるという認識に至った¹¹。

このような問題意識から、EU は 2009 年 4 月 23 日に再生可能エネルギー新指令（2009/28/EC）を採択した。本指令には、再生可能電力推進に関する欧州指令（2001/77/EC）及びバイオ燃料促進に関する欧州指令（2003/30/EC）の修正内容が盛り込まれており、再生可能エネルギーに関しては、2020 年までに EU 全体のエネルギー消費量の 20%を再生可能エネルギーで賄う目標を掲げ、国別に法的拘束力のある目標値を設定している。

本指令の第 24 条において、共有情報の透明性強化と加盟国間における協働促進の目的から、欧州委員会に対して各国が一連の再生可能エネルギー関連文書を掲載・公表するために設置されたオンライン情報基盤が“Transparency Platform”である。

Transparency Platform では、規定により定められた文書が掲載される。その中で注目されるのが、再生可能エネルギーの予測導入量に関する報告書 (forecast document) である。この文書では、2020 年までに 20%の目標達成に向けた各国の導入ロードマップ、及び加盟各国間の目標達成余剰分の取引¹²の必要性について示されている。例として、ドイツの導入ロードマップを表 2-1 に示す。

表 2-1 ドイツの forecast document（一部）

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
a) total gross final energy consumption, [ktoe/a]	224,638	227,218	225,054	222,890	220,726	218,562	216,398	213,747	211,096	208,444	205,793	203,142
b) gross final energy consumption from renewable energies, [ktoe/a]	12,981	23,254	24,385	25,513	26,644	27,775	28,939	30,199	32,643	33,889	35,134	37,953
c) share of renewable energies, [%]	5.8	10.2	10.8	11.4	12.1	12.7	13.4	14.1	15.5	16.3	17.1	18.7

出典) “Forecast by the Federal Republic of Germany on the use of flexible cooperation mechanisms for achieving national targets pursuant to Article 4 (3) of Directive 2009/28/EC” (Dec. 2009)

¹¹ COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES(2009): The Renewable Energy Progress Report

¹² EU 指令により設定された 2020 年の国別目標値について、再生可能エネルギーの導入量が目標値を上回る国から目標達成が困難な国に対し、目標値からの余剰分を移譲することが認められている。

現在提出されている各国の forecast document から、2020 年の目標達成状況について、以下のように見込まれている。

- 少なくとも 10 カ国が 2020 年の国別目標値を超過し、余剰分（約 5.5Mtoe¹³）が発生する。
- 5 カ国が 2020 年の国別目標値を達成できず、他国から余剰分（約 2Mtoe）を調達する必要がある。EU 全体で 2020 年には 20.3%（指令による目標を 0.3%超過）を達成する。

表 2-2 加盟各国の目標達成見込み

	2020 年目標値	2020 年達成見込み
オーストリア	34%	34%達成
ベルギー	13%	不足（13%に対し 12.3%）
ブルガリア	16%	超過（16%に対し 18.7%）
キプロス	13%	13%
チェコ	13%	13%
デンマーク	30%	不足（30%に対し 28%）
フィンランド	38%	38%
フランス	23%	23%
エストニア	25%	超過（25%に対し 25.1%）
ドイツ	18%	超過（18%に対し 18.7%）
ギリシャ	18%	超過（18%に対し 20%）
ハンガリー	13%	13%
アイルランド	16%	16%
イタリア	17%	不足（17%に対し 16%）
ラトビア	40%	40%
リトアニア	23%	超過（23%に対し 23.3%）
ルクセンブルク	11%	不足（11%に対し 5~10%）
マルタ	10%	不足（10%に対し 9.2%）
オランダ	14%	14%
ポーランド	15%	超過（15%に対し 15.5%）
ポルトガル	31%	超過（数値は試算せず）
ルーマニア	24%	24%
スロベニア	25%	25%
スロバキア	14%	超過（14%に対し 15.2%）
スペイン	20%	超過（20%に対し 22.7%）
スウェーデン	49%	超過（49%に対し 50.2%）
英国	15%	15%
EU 全体	20%	超過（20%に対し 20.3%）

青：他国の余剰分を調達する見込みの国

緑：他国に余剰分を提供する見込みの国

白：他国との余剰分取引をしない見込みの国

出典）“SUMMARY OF THE MEMBER STATE FORECAST DOCUMENTS”

また、Transparency Platform では、今後主に以下の文書について掲載が予定されている。

- 加盟各国の行動計画（national action plan）（提出期限：2010 年 6 月 30 日）

¹³ 石油換算 100 万トンのエネルギー量

- 加盟各国間の目標達成余剰分の取引（statistical transfer）と共同プロジェクトの提案及び要求とその詳細
- 加盟各国の進捗報告書（初回提出期限：2011年12月）
- 欧州委員会の進捗報告書（初回提出期限：2012年12月）

また、米国においては、風力発電及び地熱発電の利用量が世界第1位である。2008年末の世界経済危機を受け、現オバマ政権により再生可能エネルギー産業の発展が重要な雇用創出手段としても位置付けられた。これにより、再生可能エネルギーへの投資・発電に関する税控除制度が延長され、特に風力発電の導入が拡大すると見られている。また、各州でも再生可能エネルギー普及への支援施策が実施されている（図 2-18）。

発展途上国においても、風力発電は中国やインド、地熱利用はフィリピンやインドネシア、太陽熱利用は中国やトルコなど、自国が保有する再生可能エネルギー資源を活用した普及拡大が進んでいる。

また、現在世界各国で実施されているスマートグリッド関連プロジェクト（図 2-19）、100%再生可能エネルギーを利用した都市の建設を目指すアブダビのマスタープラン（マスターシティの建設）（図 2-20）など、海外諸国で先進的な取組や積極的な投資が進められている。

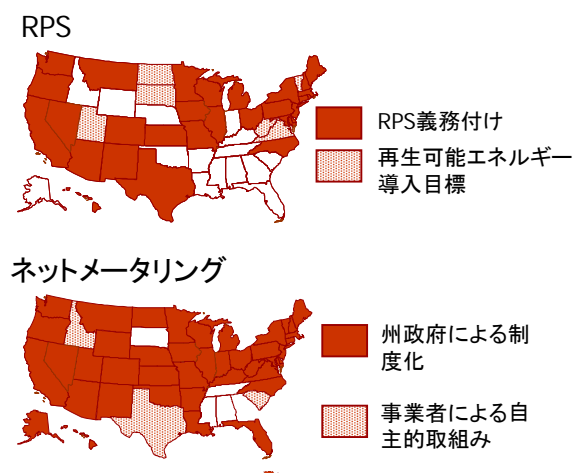
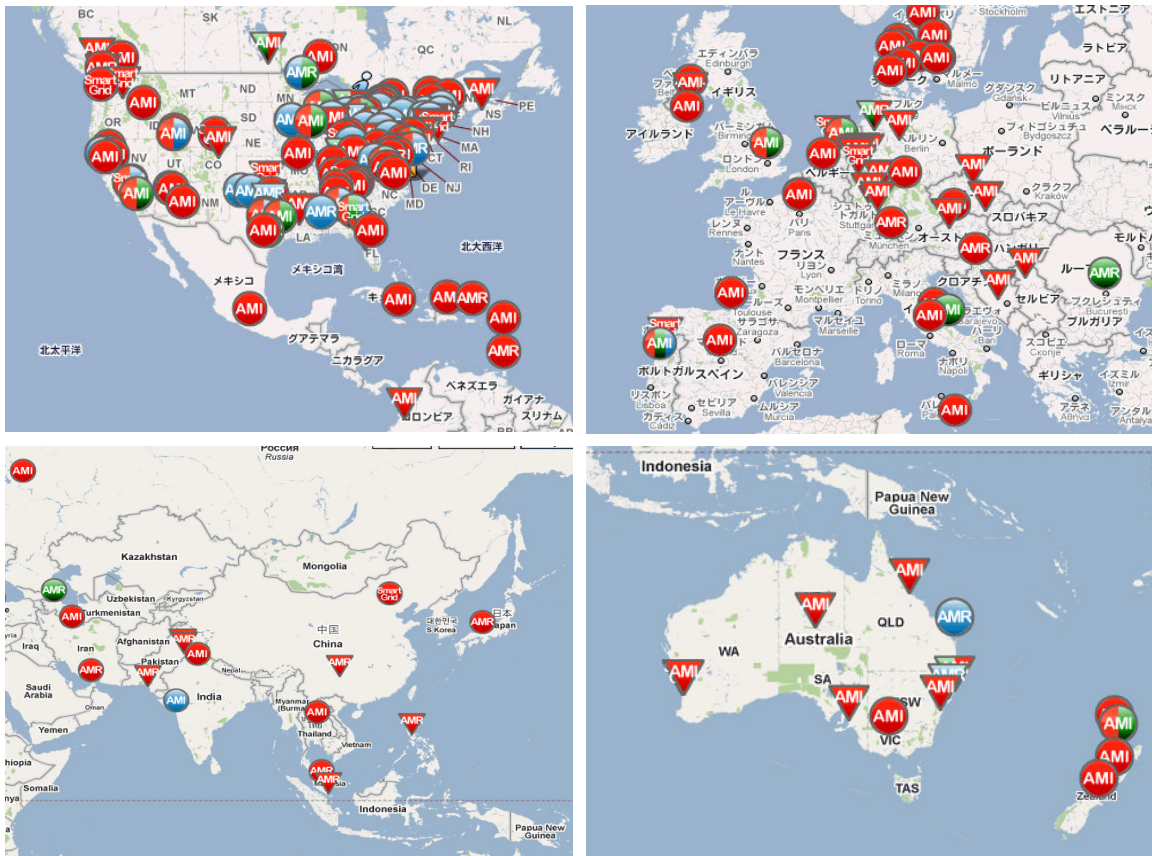


図 2-18 米国州政府による再生可能エネルギー支援施策（2010年1月時点）
出典）Database of State Incentives for Renewable Energy (<http://www.dsireusa.org/>)



(左上：北米 右上：欧州 左下：アジア・中東 右下：オセアニア)

※ 図中の各種プロットはスマートグリッド関連プロジェクトが実施されている場所を示す。
 ▽：試験事業 (pilot project)、○：事業 (project) 赤：電気、緑：ガス、青：水
 AMR=Automated Meter Reading、AMI=Advanced Metering Infrastructure

図 2-19 スマートグリッド関連プロジェクト

出典) Google 社 Smart Metering Projects Map



図 2-20 マスダールシティイメージ図

出典) アブダビ未来エネルギー公社ホームページ (<http://www.masdaruae.com/en/home/index.aspx>)

（２）化石燃料利用の低炭素化

化石燃料発電の低炭素化に向けて、欧州（特にドイツ、英国）、米国、オーストラリア等では、CCS や石炭ガス化複合発電（IGCC）等の技術開発に取り組んでいる。欧州、米国、中国、インドなどでは、火力発電に占める石炭火力の比率が大きいことから、その中でもCCS の重要性は高まっている。EU では新設石炭火力発電所に対し、CCS-ready（CCS 設備設置のためのスペース等を確保すること）を義務化するなど、石炭火力発電の CO₂ 排出削減に向けて規制強化の気運が高まっている。

また、燃料利用の低炭素化の取組も行われている。韓国では、ガス幹線パイプラインが国内全域で整備されており、近年では天然ガスを低炭素エネルギーと位置づけ、関連法令や助成制度を整備して更なる利用拡大を目指している。また、ドイツはコージェネレーション（CHP）の普及を推進しており、CHP 法において、全発電電力量に占める CHP の割合を 2020 年までに 25%（現在の約 2 倍）にする目標を掲げている。

（３）原子力エネルギーの利用

地球温暖化対策に加え、エネルギー需要拡大への対応、エネルギー安定供給の確保のためのエネルギー源として、現在、世界的に原子力発電の利用が拡大傾向にある。

米国では、過去 30 年間国内における発電所新設は行われていなかったが、オバマ大統領はクリーンエネルギーの一つとして原子力発電を推進する方針を明示している。

欧州では、原子力政策に関しては、再生可能エネルギー政策のような統一的政策は示されていないが、2008 年頃から英国等のように、原子力発電に否定的であった国が新設を認める方向へ方針転換した例もある。

また、中東や東南アジア諸国等発展途上国における導入計画も進展している。例えば、中国やインドにおいては、増加を続ける電力需要を賄うための重要な電源として積極的に開発されている。

2.4 本検討会における検討の優先順位付けの考え方

以上のように我が国は、エネルギー供給の低炭素化のための①再生可能エネルギーの普及、②化石燃料利用の低炭素化、③原子力エネルギーの利用の3方策すべてに関し、現時点では世界トップレベルの技術力を持つという強みを有している。これらの方策を実施することは、エネルギー自給率を向上させるとともに、その技術力を強化して世界全体としての低炭素化社会の形成に貢献していくことを可能とする。それは、世界における我が国の地位を向上させるとともに、エネルギー安全保障の強化にもつながる。

しかしながら諸外国においても、政府の支援や企業の戦略的なプランの下に当該分野の技術開発や率先導入が急速に進められており、日本企業の世界市場におけるシェアの縮小、競争力の低下が危惧されている。我が国でもこれらの方策に対し、自国での普及拡大や技術力強化、発展途上国を含めた海外展開等を戦略的に図っていく必要がある。

本検討会では、エネルギー供給の低炭素化に関する3方策に関して表 2-3 のとおり整理を行い、下記のように検討の優先順位を付けてそのロードマップを検討した。

第1に検討を優先する方策は、再生可能エネルギーの普及である。再生可能エネルギーは、発電量当たりの温室効果ガス排出量が極めて少ないことはもとより、化石燃料が削減されエネルギー自給率が向上する点、持続的である点、地域の主体や住民が自らエネルギー供給者となり得る点、新産業や国内雇用創出の効果があると見込まれる点、途上国への適用可能性、率先導入がもたらす将来の価格低下等の観点から、国内で優先的にその普及を進めることが望ましいと考えられるため、本検討会では、まずはその普及を検討することとした。

第2に検討を優先する方策は、化石燃料利用の低炭素化である。優先順位の第一に選択した再生可能エネルギーには、太陽光（熱）又は風力等の供給量の短期調整が困難なものが多いため、需給の変動に追随するためのエネルギー供給手段が必要である。原子力発電は、そのプラントの特性にもとづく経済運用の観点から、需給の変動に追随することは困難である。この観点から、再生可能エネルギーの次に化石燃料利用の低炭素化を検討した。

第3に検討を優先する方策として、安全の確保を大前提とした原子力エネルギーの利用についての検討を行った。

表 2-3 2050 年までの低炭素社会構築に向けて我が国で優先すべき検討の観点

	再生可能エネルギーの普及	化石燃料利用の低炭素化	原子力エネルギーの利用
現時点での利用状況	一次エネルギー供給の5%程度	一次エネルギー供給の83%程度	一次エネルギー供給の12%程度
エネルギーの自給	豊富な供給源があり、可能	メタンハイドレートが考えられるものの現時点では困難	核燃料リサイクルが考えられるものの現時点では困難
利用の永続性	太陽光（熱）又は地熱等によるものであり永続的	枯渇性資源であり、永続的ではない	現時点では枯渇性資源であり、永続的ではない
地域の主体や住民が自らエネルギー供給者となること	可能	困難	困難
途上国への適用可能性	後発開発途上国を含め適用可能性が高い	新興国を中心に適用可能性が高い	新興国を中心に適用可能性が高い
現在の価格	安価なものもあるが比較的高価	再生可能エネルギーよりは安価で、原子力と同程度の価格傾向	現時点では比較的安価
将来の価格	将来的な技術開発等により価格の低下が見込まれる	将来の需要が増加するため高騰が見込まれる	新興国での需要増から価格上昇の可能性はある
需給バランスへの対応性	出力が変動し調整できないものが多く、適切な需給調整手段が追加的に必要	化石燃料の貯蔵、柔軟な出力調整により対応可能	定格運転を行うことが望ましく、その場合、適切な需給調整手段が追加的に必要

2.4.1 再生可能エネルギーの普及

再生可能エネルギーについては、需要側の利用形態に着目し、再生可能電力、再生可能熱利用、再生可能燃料という3つに分類し検討を行った。

再生可能エネルギーは、将来的には化石燃料に対して十分な価格競争力を有することが見込まれるが、国内に存在するエネルギー源をエネルギーに変換し、利用可能とするための技術が現時点では比較的高価であることから、短期的には、費用負担は増加すると考えられる。このため、その技術自体の研究開発と、技術レベルや普及状況に応じた適切な施

策による導入支援が必要となる。

また、現在の法規・慣習やエネルギー供給インフラを含めた社会資本は従来の化石燃料の供給を前提としたものであることから、再生可能エネルギーの普及段階に応じて、適宜その見直しを図っていくことが必要となる。

以上より、再生可能エネルギーの段階的な普及に向けて、対策及び施策の定量的かつ具体的検討、雇用・新産業創出効果、副次的効果の検討を重点的に行った上で、ロードマップの作成を行った。

2.4.2 化石燃料利用の低炭素化

再生可能エネルギーは基本的にそのエネルギー源が太陽光（熱）や地熱等に依存し、毎時などの短期的あるいは年間などの長期的に柔軟に出力や供給量を増加させることは困難である。このため、再生可能エネルギーを補完するための対応策として、また、再生可能エネルギーの普及が見通しどおりに進まなかった場合や、原子力発電の設備利用率が低下した場合の対応策として化石燃料の利用を想定した。その上で、化石燃料の利用のあり方について、低炭素化を図るため、より一層の高効率化、CO₂ 排出原単位の小さい燃料への転換、CCS の利用といった方策等についての検討を行い、ロードマップの作成を行った。

2.4.3 原子力エネルギーの利用

原子力エネルギーの利用については、現時点で原子力発電の稼働率が低迷していること、2010 年以降に運転開始から 40 年を超える施設が順次増加していくことを踏まえ、ロードマップの作成を行った。