

参考資料1

再生可能エネルギー普及の意義と本提言の内容

目 次

1. 再生可能エネルギー普及の意義	1
1.1 世界、日本の長期目標	1
1.2 持続可能性の観点からのパラダイムシフト	4
1.3 世界全体での低炭素社会の確立への寄与	5
1.4 エネルギーの安定供給上の意義	11
1.5 再生可能エネルギーに対する国民、事業者のニーズ	27
2. わが国の法体系における「再生可能エネルギー」「新エネルギー」の定義	30
2.1 我が国における「再生可能エネルギー」の定義	30
2.2 海外諸国における「再生可能エネルギー」の定義	31
2.3 本検討における再生可能エネルギーの対象範囲	31

1. 再生可能エネルギー普及の意義

1.1 世界、日本の長期目標

気候に人為的な影響が及ばないレベルに大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させるという究極の目標に向けて、世界は、世界全体での温室効果ガス排出量を 2050 年までに現状比で半減するという長期目標を共有しつつあり、我が国も 2050 年までに現状から 60～80% の削減を目標として決定している。

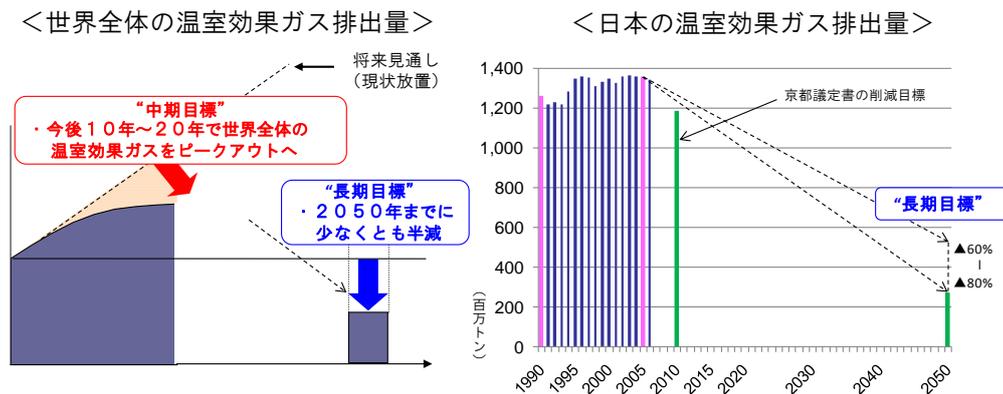


図 1-1 温室効果ガス排出量についての世界全体での長期目標と日本の長期目標

(1) IEA の評価

IEA "Energy Technology Perspectives" (ETP) の「2050 年に世界の温室効果ガス排出量を現状比半減(BLUE Map)」シナリオは、再生可能エネルギーの導入は、エネルギー消費効率改善に次いで効果が大きいと評価している。

二酸化炭素排出量の大幅削減のためには省エネルギーや原子力発電のみでは不十分で、再生可能エネルギーを含めた様々な技術を組み合わせることが重要である。

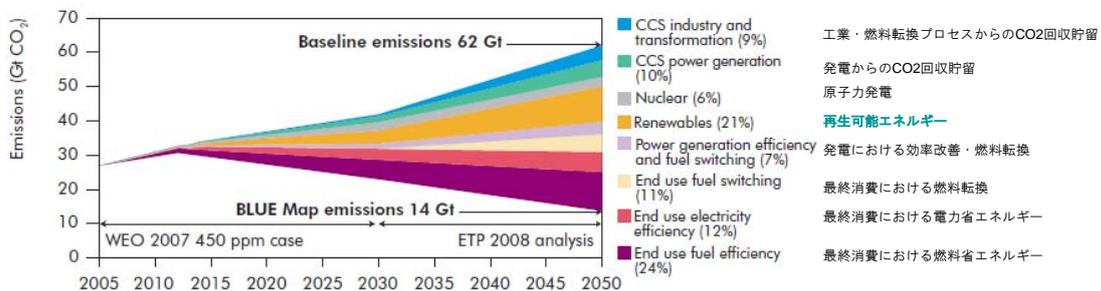


図 1-2 ETP の BLUE Map シナリオ

(2050 年に世界の GHG 排出量を現状比半減) の評価結果

注) 2030 年までの結果は、IEA "World Energy Outlook" (WEO), 2006 で発表した排出量見通し (二酸化炭素濃度 450ppm 安定化ケース) に整合している。

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

IEA "Energy Technology Perspectives" (ETP)の「2050年に世界の温室効果ガス排出量を現状比半減」シナリオは、太陽光発電への投資を現状の10倍に、風力発電（陸上）への投資を現状の2.5倍に拡大する必要があると述べている。

気候変動対策に必要な量の再生可能エネルギーを導入するためには、導入速度を現状から大幅に加速させる必要がある。

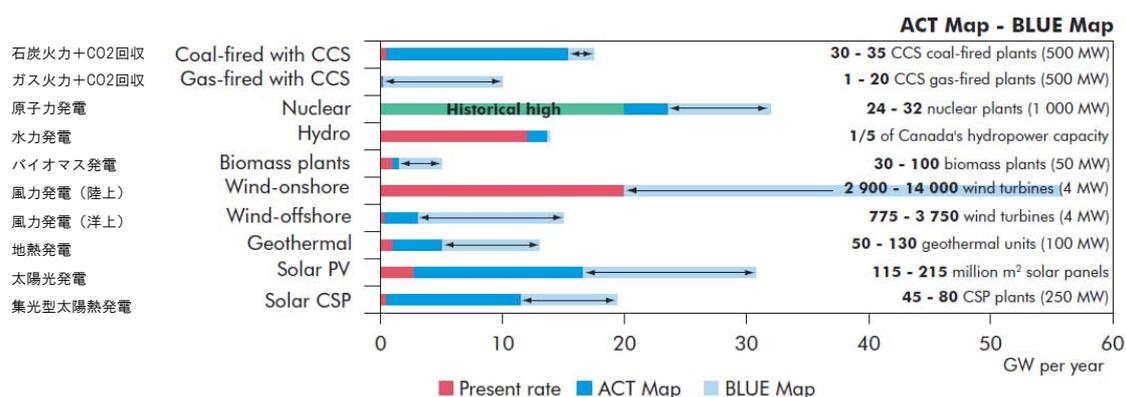


図 1-3 IEA による発電部門における技術導入速度（世界）

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

(2) 国立環境研究所の評価

国立環境研究所による長期シナリオ評価では、2050年に日本の温室効果ガス排出量を90年比70%削減するためには、バイオマス、太陽光、風力等のエネルギーで我が国の一次エネルギーの15~23%程度をまかなうことが必要とされている。

国内でも、二酸化炭素排出量を大幅に削減するためには再生可能エネルギーの導入拡大が不可欠である。

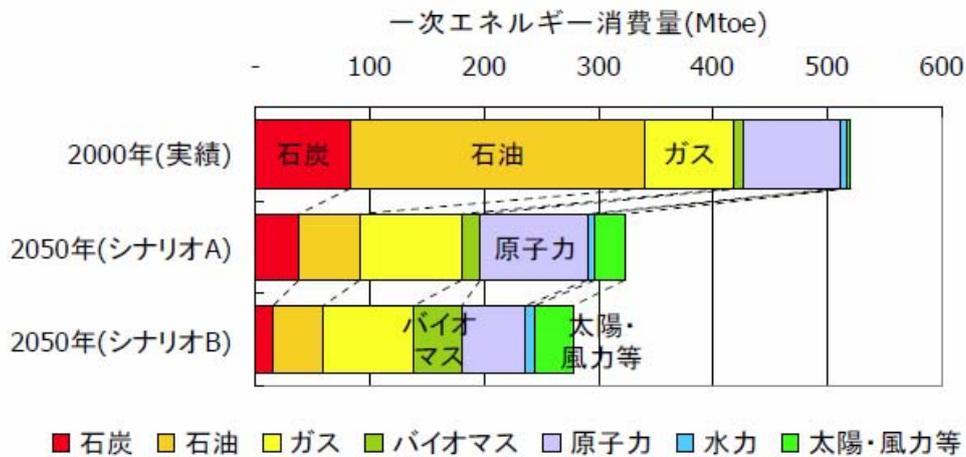


図 1-4 国立環境研究所による一次エネルギー供給の内訳（国内）

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) 国立環境研究所「2050 日本低炭素社会シナリオ：温室効果ガス 70%削減可能性検討」（2008 年 6 月改訂版）」

(3) 途上国における温暖化対策

途上国における温暖化対策を視野に入れた場合、エネルギー供給に関する他の対策に比べて設備規模が小さく初期費用が低額に抑えられるためエネルギー需要の伸びに応じた短期間に設置が可能で運転やメンテナンスも容易な再生可能エネルギーの普及を推進することは極めて重要である。

表 1-1 各電源の特性比較

	原子力発電	火力発電+CCS	再生可能エネルギー電力
ユニット容量	一般に30~150万kW	一般に約10万kW	中小水力: 数10kW 太陽光: 数~数100kW 風力: 数1,000kW
リードタイム※	概ね20年以上	概ね10年程度	-(数年程度)
点検頻度	・13ヶ月を超えない時期に実施 ・検査期間は2~3ヶ月程度	・蒸気タービンは4年、ガスタービンは3年、ボイラー等は2年を超えない時期に実施 ・点検期間は1ヶ月程度	・法定の定期点検なし

※ 立地申入れから運用開始までの期間

出典) 原子力委員会「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」報告参考資料を元に作成

1.2 持続可能性の観点からのパラダイムシフト

米国の経済学者ハーマン・デイリーは「持続可能性」の3原則として

- ① 再生可能な資源の消費ペースは、その再生ペースを上回ってはならない。(永続的循環系の保存)
- ② 再生不可能な資源の消費ペースは、それに代わりうる持続可能な再生可能資源が開発されるペースを上回ってはならない。(枯渇型の資源への依存からの脱却)
- ③ 汚染の排出量は、環境の吸収能力を上回ってはならない。(廃棄物累積の回避)

を提唱している。

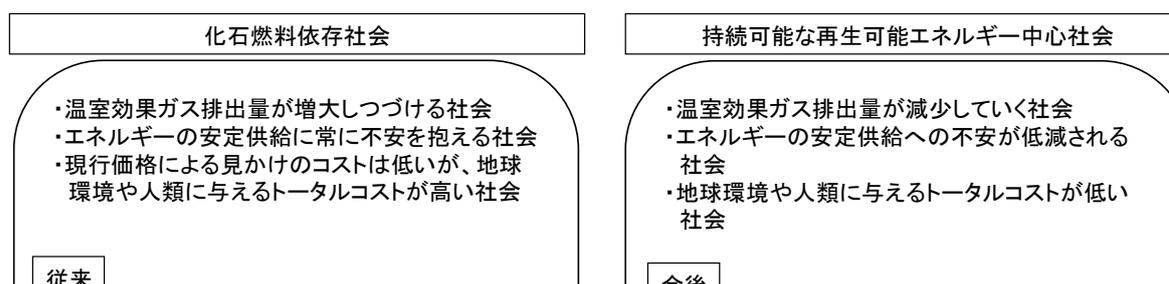


図 1-5 パラダイムシフト

(1) パラダイムシフトにおける再生可能エネルギーの役割

再生可能エネルギー大量導入の必要性 ～ フロー型のエネルギー利用への転換 ～

次世代を見据え、今後 50 年、100 年といった長期的な視点に立つと、温暖化対策は重要な政策課題であり、即時の着手が求められている。このため、フロー型、低炭素型という特徴を有する再生可能エネルギーに立脚したエネルギー供給システム構築についてのシナリオが世界中の各機関から公表されている。(→ IEA “Energy Technology Perspectives 2008”、国立環境研究所 “2050 日本低炭素社会シナリオ” 等においても再生可能エネルギーは高く位置づけられている)

再生可能エネルギーは現状では経済性等の面で課題が残されているが、大量導入による習熟効果が発揮できるという特性から、大量普及に向けた官民による投資を『早期に』開始することが求められる。

(2) 「太陽エネルギー」のポテンシャル

地球に降り注ぐ太陽エネルギーは約 42 兆 kcal/秒と膨大なエネルギー量であり、地表面や海中への蓄積量、宇宙への放射量などとバランスを崩さない範囲であれば、永続的な利用が可能である。

風力エネルギー、バイオマスエネルギー、中小水力エネルギーについても、こうした太陽エネルギーを起源にしている。

日本全土で年間に約 1.6×10^{15} kWh の太陽エネルギーが降り注いでいるのに対し、日本の一次エネルギー供給量は 6.2×10^{12} kWh であり、わずか 0.4% 相当の太陽エネルギーを利用するだけで総量を賄える計算になる。

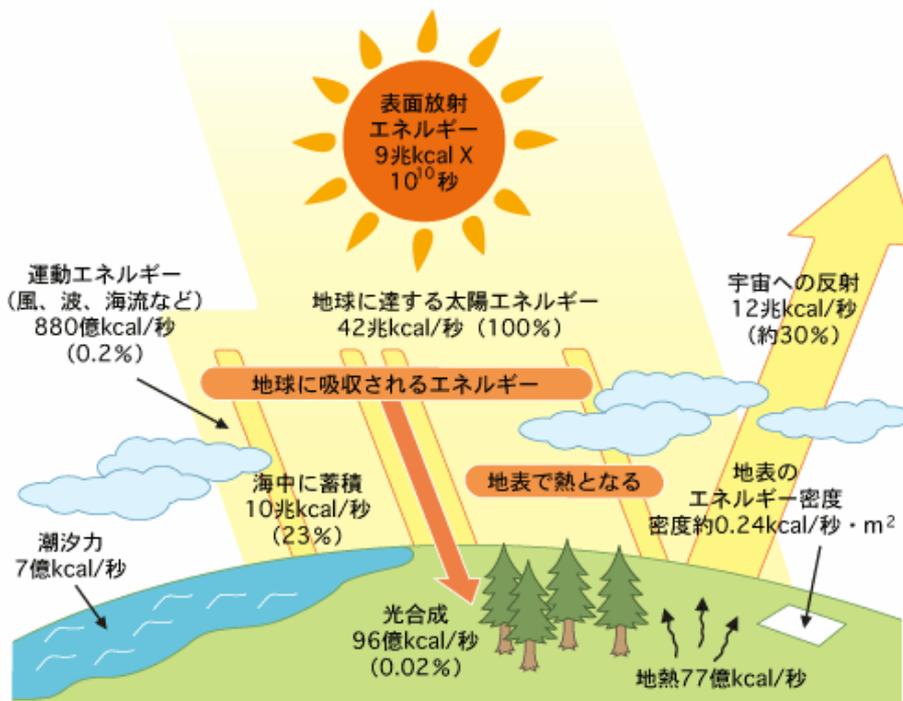


図 1-6 太陽エネルギーの収支

出典) 太陽光発電協会ホームページより

1.3 世界全体での低炭素社会の確立への寄与

(1) 長期的な気候変動対策の必要性

気候変動による気温上昇を最小限とするためには、二酸化炭素排出量の早期のピークアウトと大幅削減が必要であることを IPCC は指摘している。

- IPCC 第 4 次評価報告書では、様々な研究の CO₂ 安定化濃度目標とそのときの全球平均気温上昇、CO₂ 排出削減パスを整理している。

➤ 特に、気温上昇を2～2.4℃に抑える場合には、CO₂ 排出量の2015年までのピークアウトと、2050年で2000年比50～85%の削減が必要であるとされている。

我が国でも、長期的な気候変動対策として、安倍元首相のイニシアティブにより「世界全体で2050年に温室効果ガス半減」という目標を提案し、2008年7月に閣議決定した「低炭素社会づくり行動計画」において「我が国は、『世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減』するという長期目標を、国際的に共有することを提案している」としている。

表 1-2 CO₂ 安定化濃度目標と全球平均気温上昇、CO₂ 排出削減パス

CO ₂ 安定化濃度 [ppm]	気温上昇 [°C]	CO ₂ 排出量 ピーク年	2050年 CO ₂ 排出量 (2000年比)
350-400	2.0-2.4	2000-2015	-85～-50%
400-440	2.4-2.8	2000-2020	-60～-30%
440-485	2.8-3.2	2010-2030	-30～+5%
485-570	3.2-4.0	2020-2060	+10～+60%
570-660	4.0-4.9	2050-2080	+25～+85%
660-790	4.9-6.1	2060-2090	+90～+140%

出典) IPCC Fourth Assessment Report (AR4), Working Group III Report "Mitigation of Climate Change," 2007

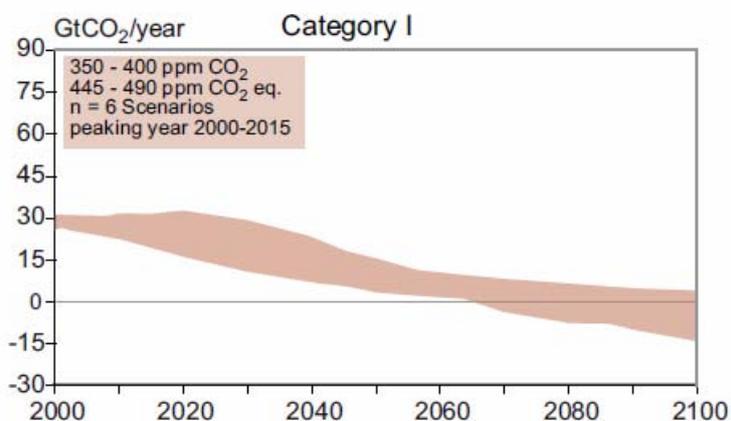


図 1-7 CO₂ 安定化濃度 350-400ppm のための CO₂ 排出量パス

出典) IPCC Fourth Assessment Report (AR4), Working Group III Report "Mitigation of Climate Change," 2007

(2) CO₂ 排出量の変化要因と再生可能エネルギーの寄与の現状

経済成長とエネルギー供給そしてCO₂ 排出量からなる恒等式を以下のとおり3つの要因に分解することで、CO₂ 排出量の変化要因を分析的・構造的にとらえることができる。

$$\text{CO2 排出量} = \frac{\text{CO2 排出量}}{\text{エネルギー供給}} \times \frac{\text{エネルギー供給}}{\text{GDP}} \times \text{GDP}$$

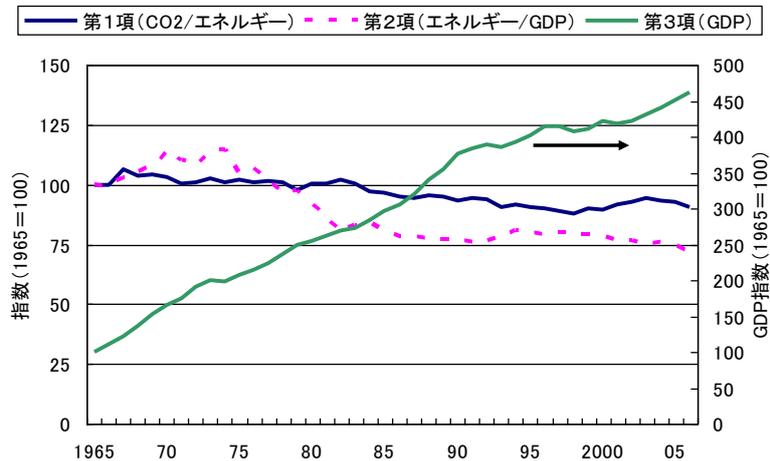


図 1-8 CO2 排出量増減の要因分析

注) GDP は 2000 年価格ベース。

出典) 「エネルギー・経済統計要覧 2008」から作成。

① 第 1 項 (エネルギー供給量当たりの CO2 排出量)

上式の第 1 項はエネルギー供給量当たりの CO2 排出量として、エネルギー供給の低炭素化に係る指標となる。主に再生可能エネルギー、原子力発電等の低炭素エネルギー導入や CCS 導入により、低減させることが可能である。

下図の一次エネルギー国内供給の推移からも分かるように、これまでの変化要因のほとんどが石油から天然ガスあるいは原子力への代替によるものであり、再生可能エネルギーの導入比率は依然として低い。その低減は緩やかなものとなっており、今後、一層の努力が求められる。

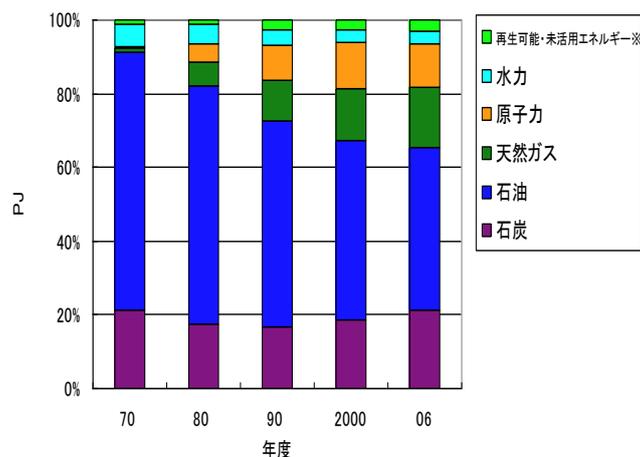


図 1-9 一次エネルギー国内供給の推移

注) 1970 年度及び 80 年度は「エネルギー・経済統計要覧」を、1990 年以降は「総合エネルギー統計」の値を用いた。

出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、(財) 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」から作成。

② 第 2 項 (GDP 当たりのエネルギー供給量)

第 2 項は GDP すなわち経済活動当たりのエネルギー供給に係る指数となる。省エネルギー推進や産業構造転換により低減させることが可能である。

内訳の詳細を見ると、原単位要因と構造要因が同程度に寄与していることが分かる。つまり、省エネと同じかそれ以上に重厚長大から加工組立業種へのシェア変化の影響が大きい。その低減は緩やかなものとなっており、今後、一層の努力が求められる。

$$\text{製造業のエネルギー消費} = \sum \left(\frac{E}{IIP_i} \times \frac{IIP_i}{IIP} \times IIP \right)$$

E: エネルギー消費

i: 製造業の業種

IIP: 付加価値ベースの生産指数 (2000年=100)

ΔE = 原単位要因 (原単位の変化による変化分)

+ 構造要因 (業種構造変化による変化)

+ 生産要因 (生産の変化による変化分) + 交絡項

表 1-3 製造業エネルギー消費増減に係る要因分析

年度	総変化分	(10 ¹⁰ kcal)			要因合計	交絡項
		原単位要因	構造要因	生産要因		
71-80	7,141	-31,161	-13,371	56,524	11,992	-4,851
81-90	9,784	-26,505	-15,645	53,219	11,069	-1,285
91-00	19,790	25,750	-3,860	-243	21,647	-1,857
01-06	-2,398	-2,561	-9,633	11,570	-624	-1,774
71-06	34,317	-34,477	-42,509	121,070	44,084	-9,767

出典) (財) 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

(3) 省エネ対策の難しさ（リバウンド効果）

省エネルギー対策等による効率改善がもたらすリバウンド効果（take-back effect, snap-back effect と称される）により、実施された省エネルギー対策効果の一部あるいは全てが失われる。

場合によっては、実施前に比しエネルギー消費量を増大させてしまう可能性すら指摘されている。このため、今後の CO2 排出抑制効果においては、省エネルギー対策に加え、再生可能エネルギーによる対策も並行して進めていくことが不可欠であると考えられる。

リバウンド効果については、例えば、「環境政策と一般均衡」（鷲田豊明著）では次のような例示がある。

- ・家庭での暖房エネルギー削減分により、レジャー用途が増え環境負荷増大
- ・燃費の良い自動車への買い替えにより、走行距離が増大
- ・企業におけるエネルギー効率の良い生産技術導入により総費用、価格低下をもたらす、需要増から生産規模の増大を招く。

同書では、環境政策モデル EPAM（応用一般均衡モデル）を用い、我が国におけるエネルギー効率改善のリバウンド効果を試算している。

① 基本シナリオ

40 の産業分野全体で等しく 10%のエネルギー効率の改善が生じたと想定し、日本経済全体での二酸化炭素排出量の減少率と比較することによってリバウンド率を求める。



図 1-10 省エネ・リバウンド効果の概念

② 試算結果

試算結果は以下の通り。

表 1-4 省エネ・リバウンド効果の試算結果

弾力性	CO2 排出量 (トン)	減少率(%)	リバウンド率(%)
0.3	1,174,236,154	5.48	45.22
0.5	1,191,730,890	4.07	59.30
0.7	1,209,603,625	2.63	73.69

注) 生産要素 (資本・労働)、エネルギー投入 (石油・石炭・電力・ガス) 等の代替の弾力性について、0.5 を基準ケースに、0.3、0.7 について感度解析を実施。

出典) 「環境政策と一般均衡」 (鷲田豊明著)

【参考】省エネルギー対策におけるリバウンド効果にかかる研究例

前頁で示した省エネルギー政策にリバウンド効果について、Lorna A. Greening らは様々な研究事例のレビューを通じ、次のような整理を行っている。

表 1-5 リバウンド効果に対する実証的証拠

経済主体	用途	リバウンド効果のポテンシャル	論文数
家庭	暖房	10～30%	26
	冷房	0～50%	9
	給湯	<10～40%	5
	照明	5～12%	4
	自動車利用	10～30%	22
企業	生産工程	0～20%	1
	照明	0～2%	4

注) 全ての試算は 10%のエネルギー消費効率改善を前提としている。

出典) "Energy efficiency and consumption – the rebound effect – a survey," Lorna A. Greening et al., Energy Policy 28 (2000) から作成。

1.4 エネルギーの安定供給上の意義

(1) エネルギー自給率の現状

我が国は化石燃料を輸入に頼っており、50年後や100年後のエネルギーをどのようにして確保し、持続可能な社会を構築するののかについて、世界で最も真剣に根本から考えなければならない国の一つである。

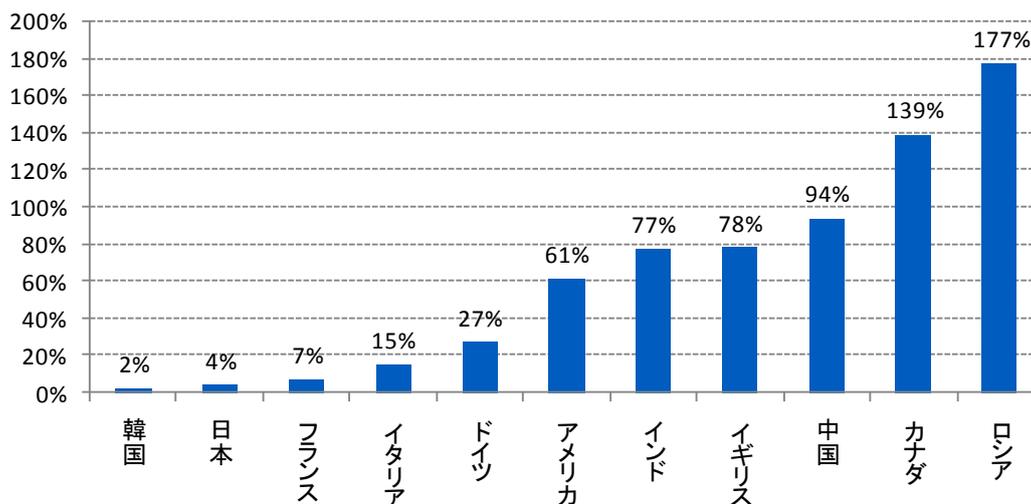


図 1-11 主要国のエネルギー自給率 (2005 年)

出典) 資源エネルギー庁パンフレット “日本のエネルギー2007”

(2) 長期的な化石燃料需要の見通し

IEA の World Energy Outlook 2008 のレファレンスケースによると、世界の一次エネルギーは今後年率 1.6% で増加を続け、その大半は石炭・石油・天然ガスが担うものと予想されている。

途上国を中心とした旺盛な化石燃料需要は、今後世界的な資源供給リスク・気候変動リスクの高まりに繋がるものと考えられる。

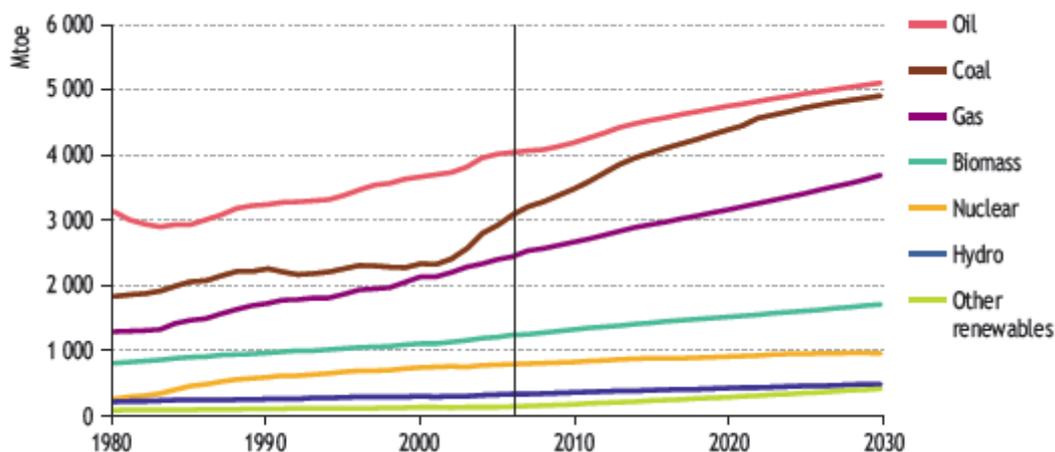


図 1-12 世界の一次エネルギー供給見通し

表 1-6 一次エネルギー種別の増加見込み量

	1980	2000	2006	2015	2030	2006-2030*
Coal	1 788	2 295	3 053	4 023	4 908	2.0%
Oil	3 107	3 649	4 029	4 525	5 109	1.0%
Gas	1 235	2 088	2 407	2 903	3 670	1.8%
Nuclear	185	675	728	817	901	0.9%
Hydro	148	225	261	321	414	1.9%
Biomass and waste**	748	1 045	1 186	1 375	1 662	1.4%
Other renewables	12	55	66	158	350	7.2%
Total	7 223	10 034	11 730	14 121	17 014	1.6%

* Average annual rate of growth.

** Includes traditional and modern uses.

出典) "World Energy Outlook 2008," IEA

(3) 原油価格決定メカニズム

① 原油価格決定メカニズム

原油価格上昇要因は、下図のように中長期的要因と短期的要因、また需給バランスを基礎とするファンダメンタルズとそれ以外のプレミアムに大別される。

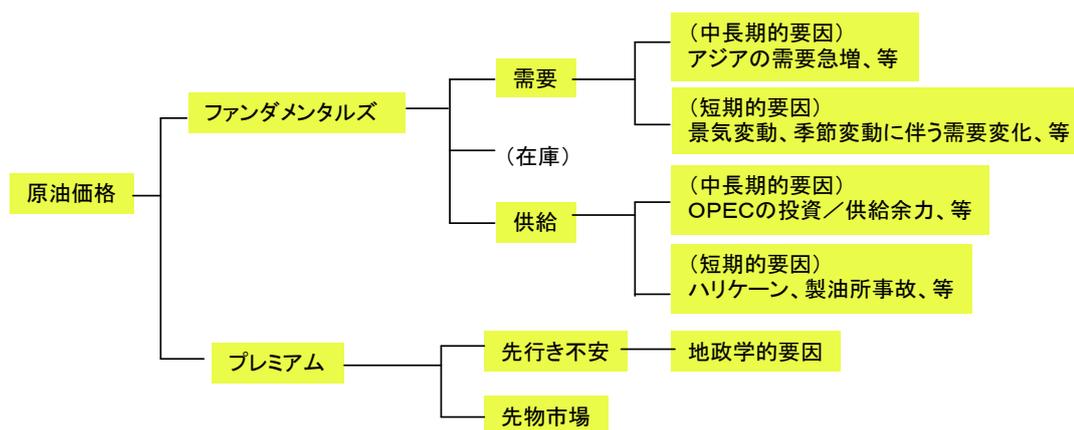


図 1-13 原油価格上昇メカニズム

出典) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

② 長期的な需要の急増

長期的に中国、インド等の途上国における石油需要の大幅な増大が見込まれる。しかし、開発及び市場への搬出が容易なイージーオイルの生産はあと 10 年程度でピークを迎え、その後は開発・生産の難しい非在来型石油資源へ移行すると考えられる。その結果、非在来型石油資源の回収や精製技術の向上を前提として石油埋蔵量は維持されるが、同時に原油価格の上昇も伴うとみられる。

ただし、仮に化石燃料が確保できたとしても、CCS 等、CO₂ 排出を抑制できる対策技術を実施する国内体制が整備されていなければ温暖化問題への影響が懸念される。

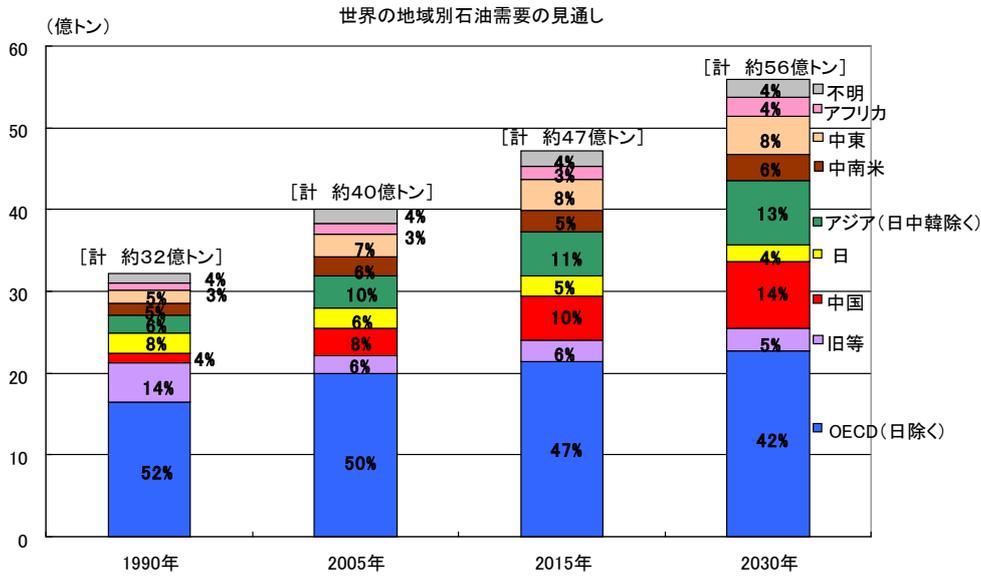


図 1-14 世界の地域別石油需要の実績と見通し

出所) IEA、「World Energy Outlook 2007」
 出典) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

③ OPEC の投資/供給余力

1990年代に原油価格が低水準で維持されたため開発投資が進まなかった。OPECの余剰生産能力は、1980年代から1990年代にかけて大きく縮小し、2000年代に入っても300～400万バレル/日程度の水準で推移。よって、第1次・第2次オイルショック時と異なり今回は価格が低減しない可能性が高い。

2008年9月のOPEC定例総会において、原油価格維持を図るべく生産目標（生産枠）の厳密な遵守（＝実質的な減産）に合意した。

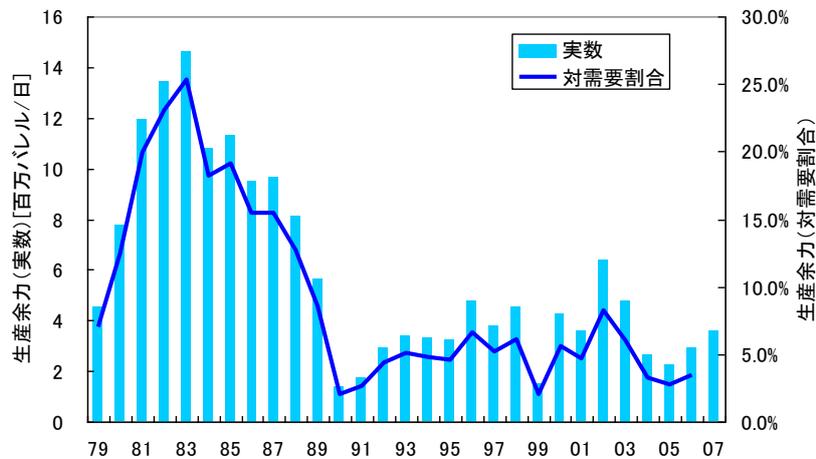


図 1-15 OPEC の余剰生産能力

出典) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

④ 地政学的要因等

地政学的リスクが、中東地域のみならず、アフリカ最大の産油国であるナイジェリア（地元武装勢力による石油関連施設への破壊活動）、南米最大の産油国であるベネズエラ（チャベス政権による社会主義政策）など地理的にも広範囲にわたり、かつ同時にその深刻さの度合いを増してきている。

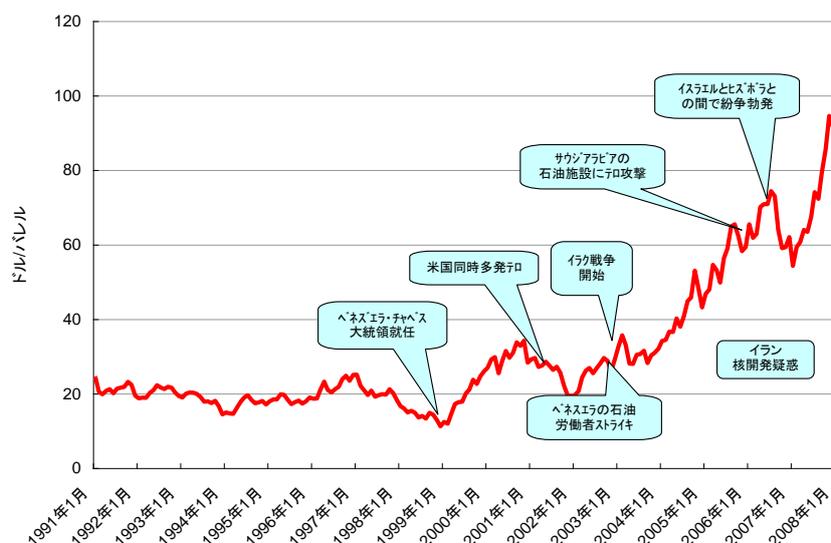
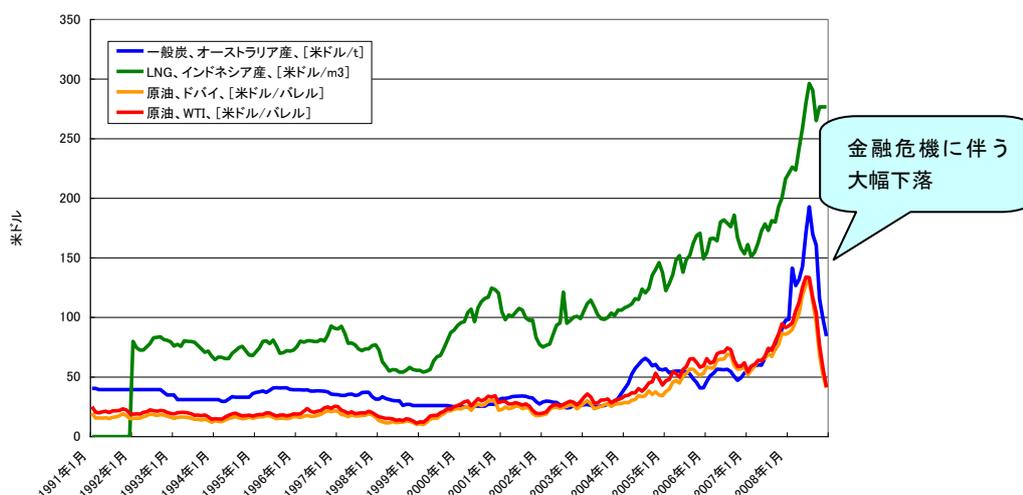


図 1-16 地政学的要因と原油価格の相関関係

出典) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

また、地政学リスクに加えて、今般の金融危機の結果、原油及び石炭価格は大幅に下落し、長期的な価格上昇見通しに加え、価格不安定性を示している。

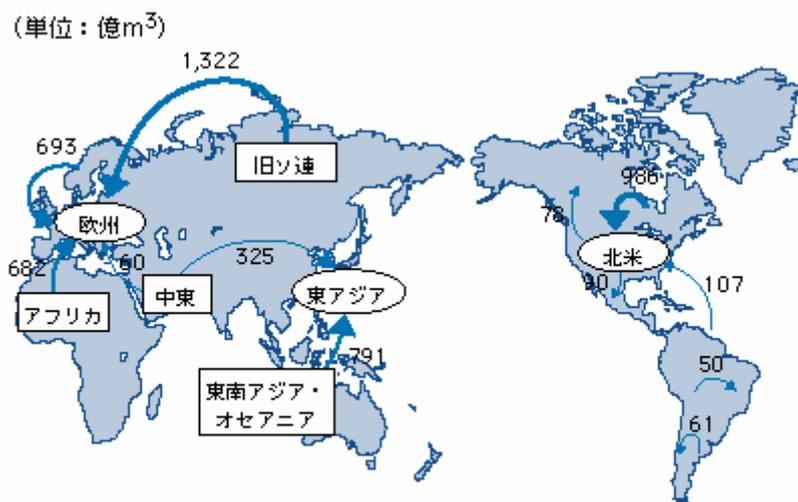


出典) IMF “Primary Commodity Prices”から作成

【参考】その他の一次エネルギー（天然ガス）

石油と比較すれば地域的な偏りは小さいものの、旧ソ連・中東・その他に 1/3 ずつ存在している。また、民生及び産業用への天然ガス利用が先行した欧米にあっても、温暖化問題への対応から発電用燃料として天然ガス利用が増加している。

従来、中東は石油中心だったが、天然ガス需要の伸びを背景に、LNG の新規プロジェクトが多数計画されている。



資料：Cedigaz 「Natural Gas in the World」

図 1-17 世界の主な天然ガス貿易（2006 年）

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

出典) Cedigaz “Natural Gas in the World”

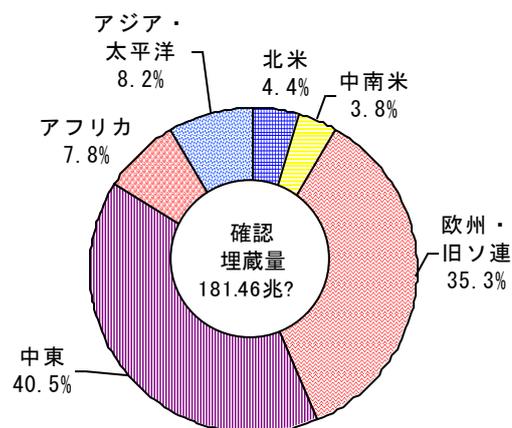


図 1-18 地域別天然ガス埋蔵量（2006 年）

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

出典) BP “Statistical Review of World Energy 2007”

表 1-7 主要な新規 LNG プロジェクト(2007 年時点)

国名	新規LNGプロジェクト (億m ³ /年)	生産量 (億m ³ /年)	埋蔵量 (億m ³)	主な参加企業
オーストラリア	839	389	26,100	シェブロン、シェル、エクソンモービル、ウッドサイド
インドネシア	174	740	26,300	BP、新日本石油、CNOOC、LNG Japan
カタール	646	495	253,600	カタール国営石油、エクソンモービル、シェル、トタル、コノコフィリップス
ロシア	298	6,121	476,500	ガスプロム、シェル、三井物産、三菱商事
ナイジェリア	544	282	52,100	ナイジェリア国営石油、シェル、トタル、シェブロン

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

出典) 生産量及び埋蔵量は BP “Statistical Review of World Energy 2007”、その他は (財) 日本エネルギー経済研究所調べ。

【参考】その他の一次エネルギー（石炭）

石油と比較すれば地域的な偏りは小さいものの、中国やインドといった今後の需要増が見込まれる地域の埋蔵量が大きいという特徴がある。

中国は石炭の純輸出国であるが、近年は輸入量が増加傾向にある。

中国の需要急増などの影響を受けて、我が国の輸入炭価格は 2004～2005 年度にかけて急上昇した。強粘結炭（原料炭）価格はその後下落したが、安定期の価格には戻っていない。

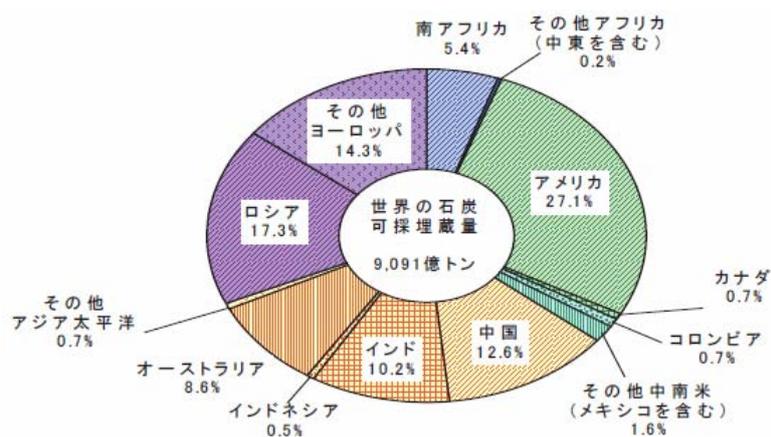


図 1-19 地域別石炭埋蔵量 (2002 年末)

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

出典) BP “Statistical Review of World Energy 2007”

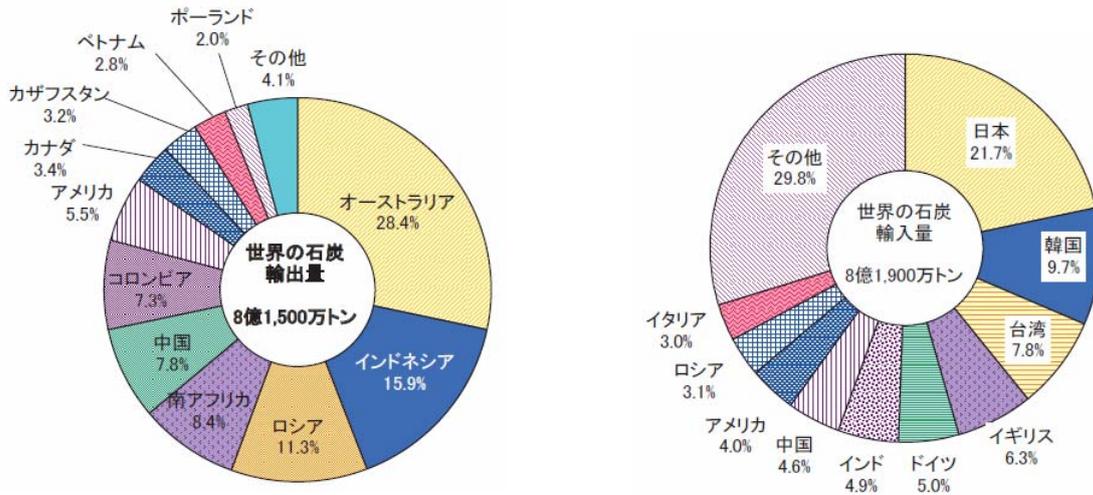


図 1-20 石炭の国別輸出入量 (2006 年見込み)

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

出典) IEA “Coal Information 2007”

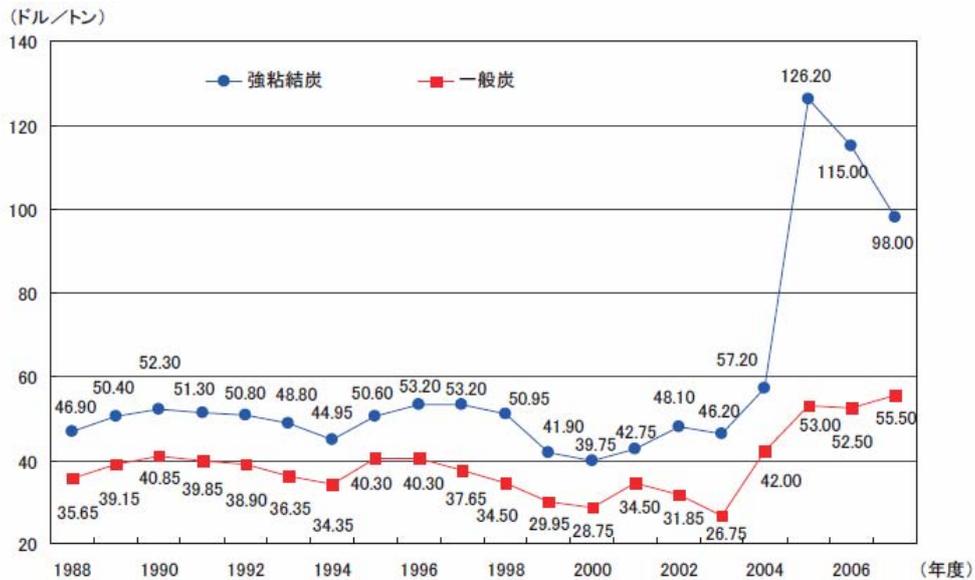


図 1-21 我が国の輸入炭 FOB 価格の推移

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

出典) 2005 年度までは Barlow Jonker “Coal 2005”、2006 以降は資源エネルギー庁調べ。

(4) 二次エネルギー（電力、都市ガス及びガソリン等）の小売価格状況

電気料金：数次の引き下げを行ってきたが、燃料価格の上昇等により一度は電気供給約款の変更を決定した。しかし、その後、最近の厳しい経済情勢のなか政府からの要請を受けて、燃料費調整単価に特別措置を実施することになった¹。

都市ガス料金：事業者の経営効率化努力により供給約款・選択約款の料金は引き下げられてきた（例：東京ガスの2008年4月の料金改定）。しかし、2008年度上半期までの原料費高騰に伴い、調整制度に基づく価格上昇が見込まれていたところ、電力同様に最近の厳しい経済情勢のなか政府からの要請を受けて、原料費調整単価に特別措置を実施することになった。

ガソリン料金：原油価格の高騰を受けて、2008年8月は185円/リットルまで上昇したが、その後足下の原油価格下落を受けて下降気味である。

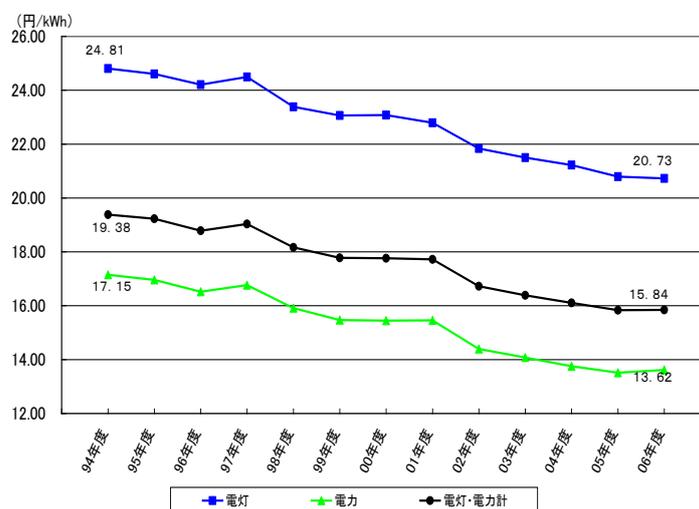


図 1-22 電気料金の推移

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」
出典) 電力需要実績（確報）、各電力会社決算資料

¹ 例えば東京電力の場合、2009年1～3月は本来+2.83円/kWhの燃料費調整を予定していたところ-1.42円/kWhの特別措置をして結果+1.41円/kWhの調整とし、今後、4四半期間をかけて+0.35円/kWh程度ずつ加算し回収することとなった。

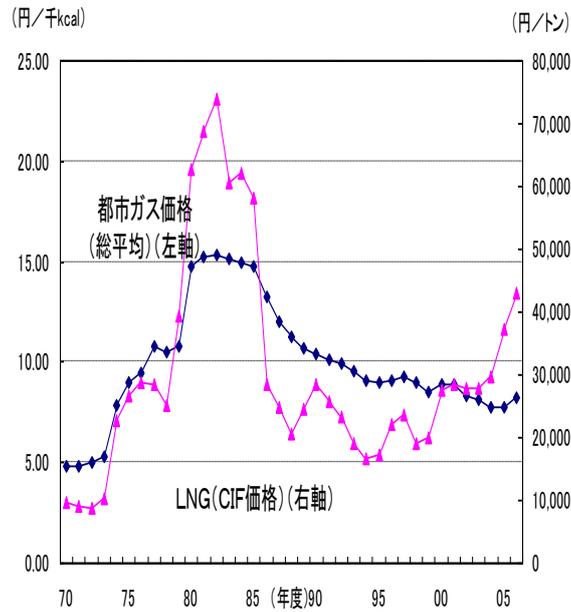


図 1-23 都市ガス料金及び LNG 料金の推移

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」
 出典) 「エネルギー経済統計要覧」、「ガス事業便覧」

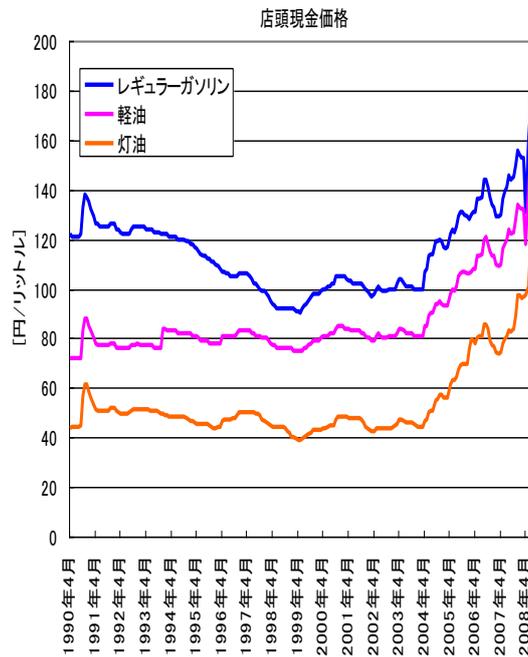


図 1-24 ガソリン価格の推移

出所) 石油情報センター

また、生鮮食品を除く総合指数は102.6となり、前月比は0.2%の上昇。前年同月比は2.4%の上昇となった。こうした状況は、エネルギー・資源価格上昇に後押しされた物価の上昇傾向と見受けられた。原油価格上昇時には、国民生活への影響が懸念された。

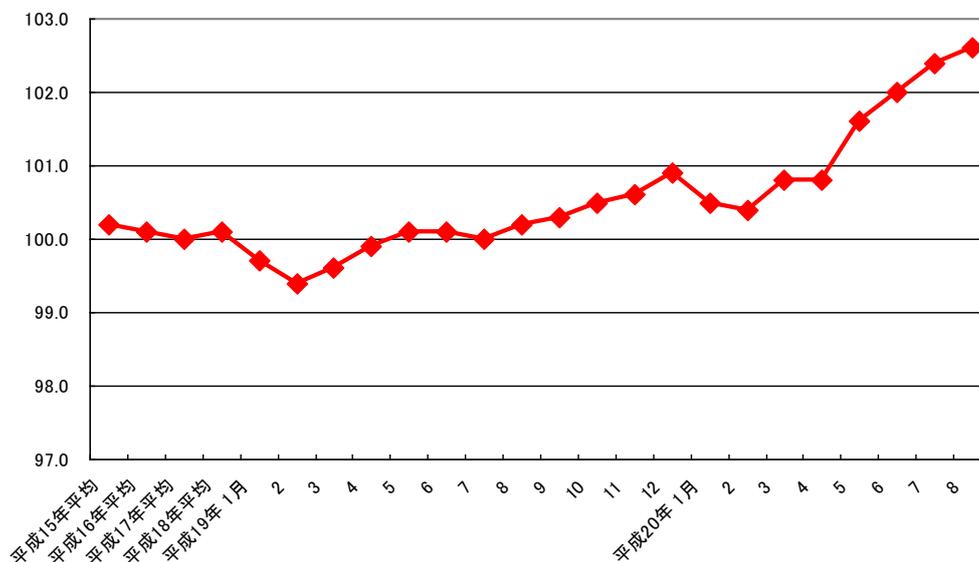


図 1-25 平成 17 年基準消費者物価指数（生鮮食品を除く総合）

出典)「平成 17 年度基準消費者物価指数」(総務省統計局) から作成。

(5) 化石燃料価格上昇への対応策

① ファンダメンタルズへの対応

化石燃料価格上昇に係るファンダメンタルズへの対応は下図に示す通りである。

消費国内における対応	○省エネ設備導入の支援、再生可能エネルギー導入の支援 ○安全を大前提とした原子力発電の推進
消費国間連携等	○省エネ・新エネ協力、石炭・原子力協力、備蓄協力 ○新興国におけるエネルギー補助金見直し等の市場規制改革
供給国への対応	○戦略的な資源外交による、供給源の多様化及び資源国との相互依存関係の強化 ○貿易保険の活用やJBICとの連携を通じた上流開発促進 ○オイルサンド、GTL、メタハイ等の技術開発 ○産油国における将来需要を踏まえた着実な開発生産投資と十分な余剰生産能力の確保 ○OPEC等による需要に見合う機動的な生産枠の増大

図 1-26 ファンダメンタルズへの対応

② プレミアムへの対応

我が国として採り得る選択肢は、エネルギー資源の確保（調達あるいは自主開発）及び国内の需給構造の高度化（省エネルギー対策及び再生可能エネルギー、原子力発電等の導入推進）である。しかし、資源の確保競争には大きな困難・不確実性が伴う。したがって、特に省エネルギー対策及び再生可能エネルギー導入が重要になる。

産油国における不安要因の改善	○産油国等における国内・国際紛争の抑制・安定化、供給方針に関する透明性の向上
投資・投機マネーへの対応	○IEA等を通じた実態分析、統計整備等の対応 ○IEAの対市場アナウンスメント戦略

図 1-27 プレミアムへの対応

出典) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」を基に一部改変。

(6) 資源の確保競争の難しさ

① 世界の石油埋蔵量の保有状況

世界の石油埋蔵量のうち約 80%が産油国の国営石油会社の管理下にあり、日本企業を含む消費国の石油会社が自由に開発や生産を行うことができない状況である。

国営石油会社の場合には民間の石油会社の場合とは異なり、必ずしも利潤の追求が最大の目的とは限らず、増産や外資企業に自国の資源を開発させるといったインセンティブは働きにくい。

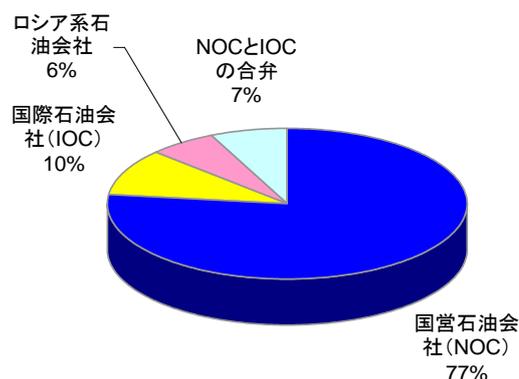


図 1-28 世界の石油埋蔵量の保有状況

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

出典) ライス大学ジェームズ・A・バーカー公共政策研究所 (2007年3月)

② 資源ナショナリズムの進行

資源ナショナリズムとは、大きく以下の二つ。

- 産油ガス国政府による国内の石油天然ガス資源に対する国家管理を強化し自国の主導権の下で開発・生産を行おうとする動き
- 同じく産油ガス国政府による国内の資源部門で操業する外資企業からの税収を増大させようとする動き

ただし、仮に化石燃料が確保できたとしても、CCS等、CO₂排出を抑制できる対策技術を実施する国内体制が整備されていなければ温暖化問題への影響が懸念される。

表 1-8 資源ナショナリズムの進行

国名	概要
ベネズエラ	1999年にチャベス大統領が就任 2001年に国内上流案件における国営石油会社PDVの過半数出資を義務付ける新炭化水素法制定 2007年、操業サービス契約案件のPDV過半数出資のJVへ移行
ロシア	2004年以降、国営石油・ガス会社による民間石油企業の再国営化が進行 2007年、外資が過半数を出資する案件(サハリン2、コビクタガス田)に相次ぎ国営企業が参入 重要鉱区に対する外資参入を制限する地下資源法の見直しの動き
カザフスタン	2007年、カシャガン油田開発における国営会社の参加比率を引き上げ
ボリビア	2005年5月、議会が新炭化水素法を可決。新税の導入と国営石油会社YPFBの事業参加を義務付け 2005年12月、モラレス大統領が当選。2006年5月に国内ガス開発案件の国有化大統領令を発令
エクアドル	2006年、政府が米国オキシデンタル社の保有鉱区権益を接收 2007年、コレア大統領就任 2007年10月、炭化水素法規則改正。原油輸出余剰収入における国家と外国石油企業との取り分を99%対1%にする旨決定
アルジェリア	2006年に新炭化水素法を改正。国営ソナトラックの過半数事業参加の義務付けと超過利潤税の導入

出典) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

(7) 原子力発電に関するリスク

① 設備利用率の維持・向上の難しさ

安全の確保を大前提に既存の原子力発電所の設備を有効に利用していくことは必要であるが、近年、過去のトラブル隠しや新潟県中越地震等、様々な理由により原子力発電所の設備利用率が低水準にとどまっており、直近実績（2007年度）は60.7%となっている。

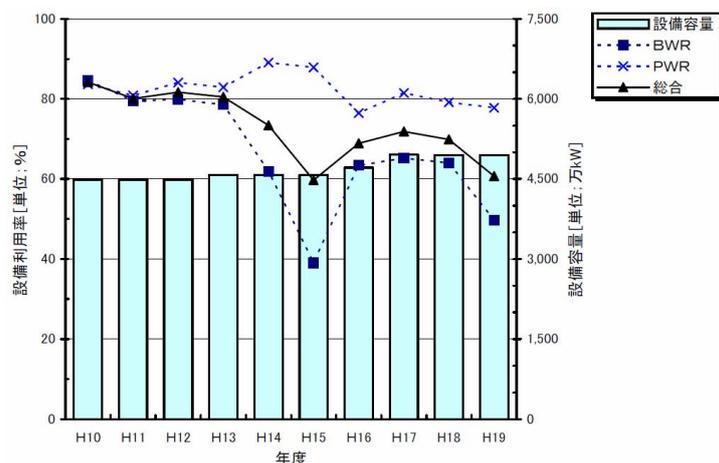


図 1-29 設備利用率と設備容量の推移

出典)「平成 19 年度の原子力発電所の設備利用率について」(経済産業省原子力安全保安院、2008 年 4 月)

② 電源開発計画の遅れ

今後は老朽化した原子力発電所の更新も必要となってきているが、新規の原子力発電所の開発計画は、国民の理解及び各電力会社における投資判断等から、必ずしも当初想定どおりに進んでいない状況にある。

表 1-9 電源開発計画

事業者名	発電所名	出力(万kW)	20年度供給計画		15年度供給計画	
			着工年月	運転開始年月	着工年月	運転開始年月
北海道電力	泊3号	91.2	2003年11月	2009年12月	2003年11月	2009年12月
東北電力	東通1号	110	2005年12月営業運転開始		1998年12月	2005年7月
	浪江・小高	82.5	2014年度	2019年度	2009年度	2014年度
	東通2号	138.5	2014年度以降	2019年度以降	2007年度	2012年度以降
	巻1号	82.5	2003年12月計画の撤回を発表		2006年度	2012年度
東京電力	福島第一7号	138	2010年4月	2014年10月	2005年4月	2009年10月
	福島第一8号	138	2010年4月	2015年10月	2005年4月	2010年10月
	東通1号	138.5	2009年11月	2015年12月	2005年度	2011年度
	東通2号	138.5	2012年度以降	2018年度以降	2005年度	2011年度以降
中部電力	浜岡5号	138	2005年1月営業運転開始		1999年3月	2005年1月
北陸電力	志賀2号	135.8	2006年3月営業運転開始		1999年8月	2006年3月
	珠洲1	135級	2003年12月計画の凍結を発表		2009年度	2014年度
	珠洲2	135級	2003年12月計画の凍結を発表		2009年度	2014年度
中国電力	島根3号	137.3	2005年12月	2011年12月	2004年3月	2010年3月
	上関1号	137.3	2010年度	2015年度	2007年度	2012年度
	上関2号	137.3	2013年度	2018年度	2010年度	2015年度
電源開発	大間原子力	138.3	2008年5月	2012年3月	2005年3月	2010年7月
日本原子力発電	敦賀3号	153.8	2010年10月	2016年3月	2006年度	2011年度
	敦賀4号	153.8	2010年10月	2017年3月	2006年度	2011年度以降

は、平成15年度電力供給計画から平成20年度同にかけて、5年程度先送りされている発電所。

出典)「平成 15 年度電力供給計画」及び「平成 20 年度電力供給計画」から作成。

【参考】原子力発電を取り巻く国際状況

東南アジア及び中東等において原子力発電の新規導入を企図する動向が多く見られ、中長期的にはウランの需給逼迫も懸念される。

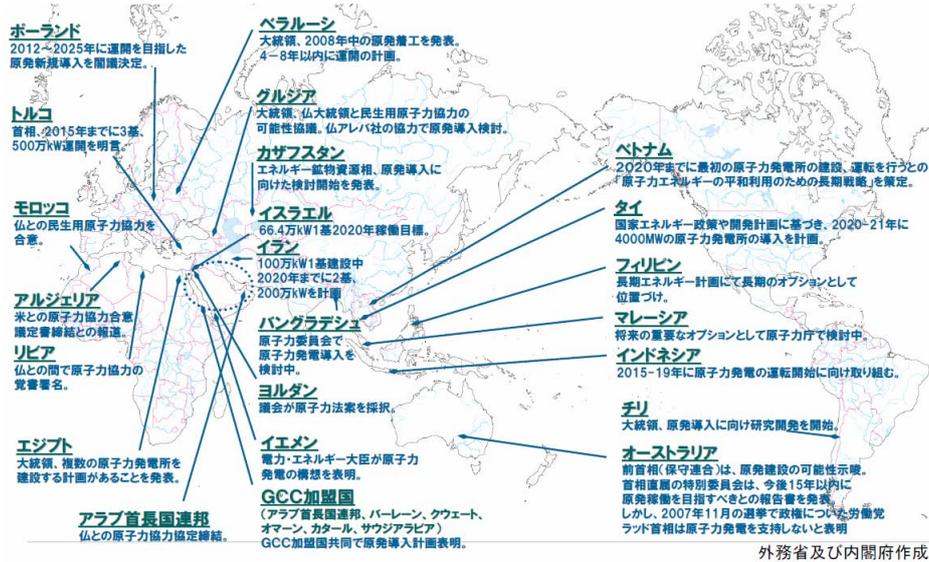


図 1-30 原子力発電の新規導入を企図する国及び地域

出典) 「地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大のための取組みについて」(地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会、2008年3月)

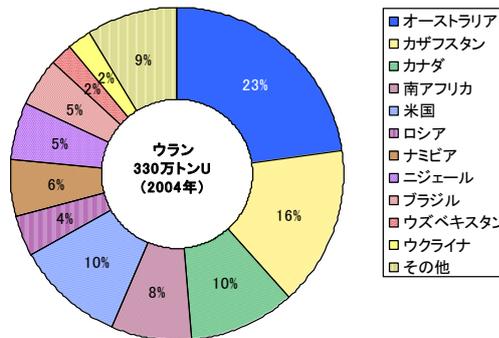


図 1-31 世界のウラン資源量

(注意) 1. ウラン資源量とは 130 ドル/kgU 以下のコストで回収可能な既知資源量
2. 世界のウラン需要量は約 6.7 万トン U(2004年)

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

出典) OECD/NEA-IAEA “URANIUM 2005”

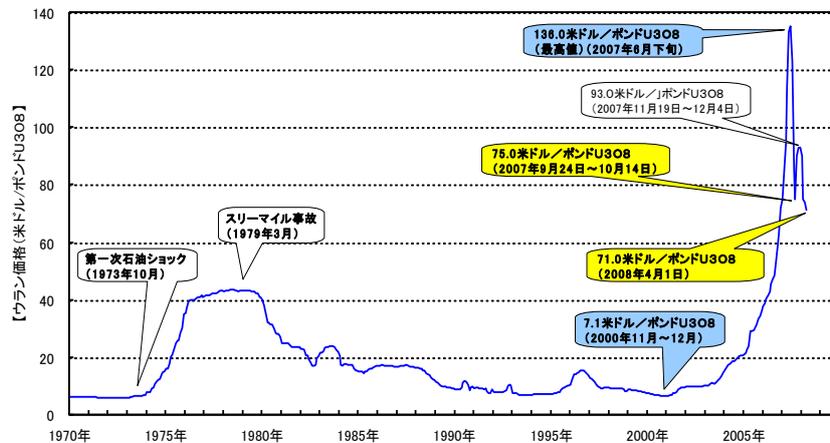


図 1-32 ウラン価格 (U3O8) の推移

出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2008」

出典) 2006年9月まで The Ux Consulting Company, LLC のスポット価格

2006年10月以降 TradeTech 社 NUEXCO Exchange Value (Monthly Uranium Spot)

1.5 再生可能エネルギーに対する国民、事業者のニーズ

(1) 再生可能エネルギーに対する国民のニーズ

将来の低炭素型社会の構築に向け、国民の再生可能エネルギーに対する認知度、ニーズが高まってきている。

平成19年8月に実施された内閣府「地球温暖化対策に関する世論調査」によると、家庭で行いたい地球温暖化対策として、20%以上の国民が太陽光発電を設置する意向を示している。また、利用の際の条件としては、内閣府「エネルギーに関する世論調査（平成17年12月調査）」によると、「耐用年数までに最初にかけたお金の回収はできなくても、環境に優しいエネルギーであれば、使いたい」あるいは、「耐用年数までに、毎年の電気代の削減ですべて回収できる程度のお金（150万円程度）で購入できるようになれば、使いたい」と回答した国民が半数近くに達している。

このため、再生可能エネルギー導入促進のための政策を適切に実施することで、今後の大幅な導入拡大の可能性がある。

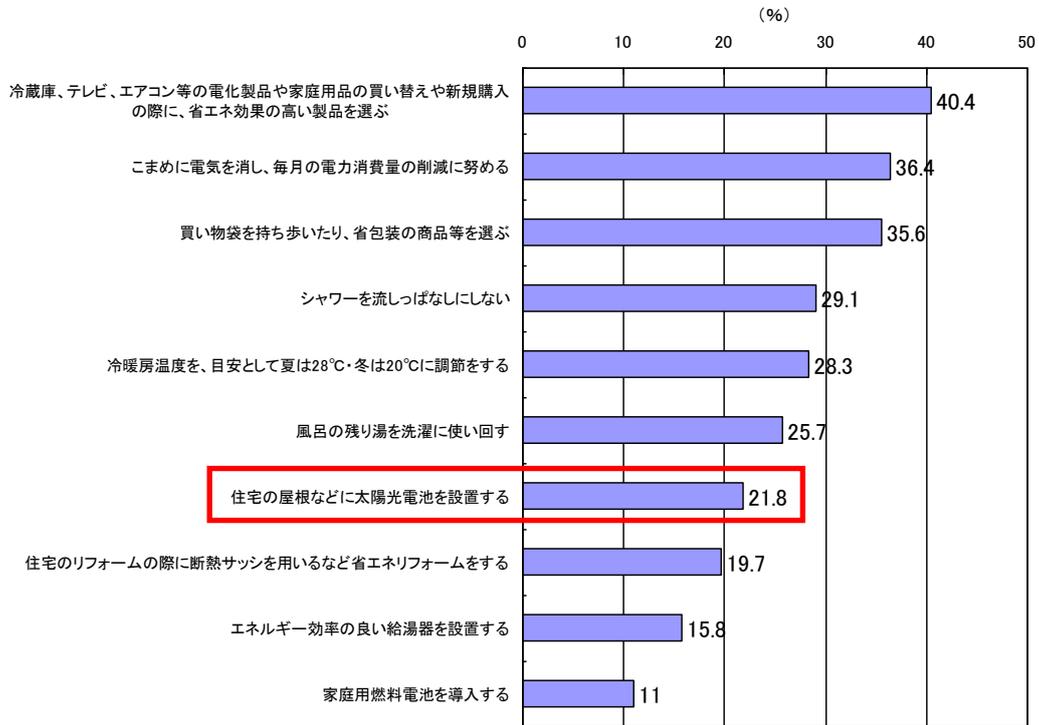


図 1-33 家庭で行いたい地球温暖化対策

出典) 内閣府「地球温暖化対策に関する世論調査」平成 19 年 8 月調査

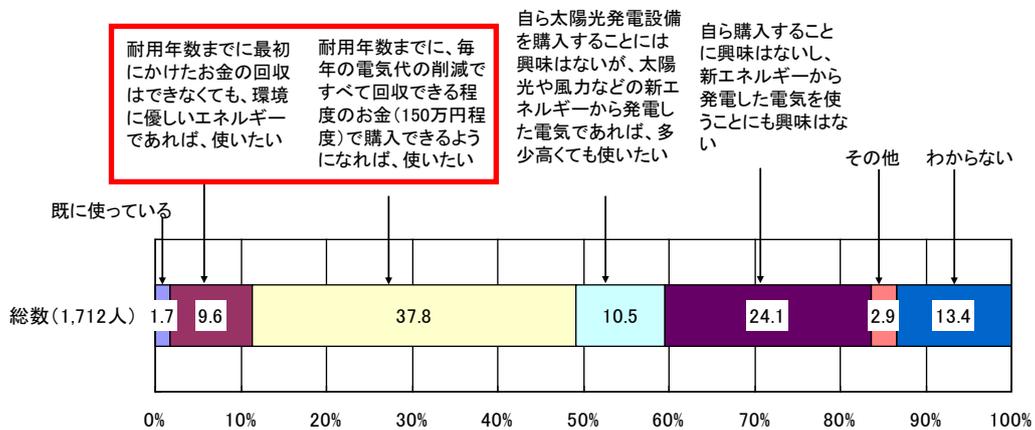


図 1-34 再生可能エネルギー利用条件

出典) 内閣府「エネルギーに関する世論調査」平成 17 年 12 月調査

(2) 再生可能エネルギーに対する事業者のニーズ

企業活動における地球温暖化防止への対応が求められる中、事業者の再生可能エネルギーに対する期待が高まってきている。

帝国データバンクが 2008 年 6 月に実施した「景気動向調査」(有効回答企業数: 10,396

社)によると、国や地方公共団体が行うべき、温室効果ガス排出削減のための政策として、「代替エネルギー・再生可能エネルギーの開発・普及支援」が回答企業全体の64%とトップとなっている。

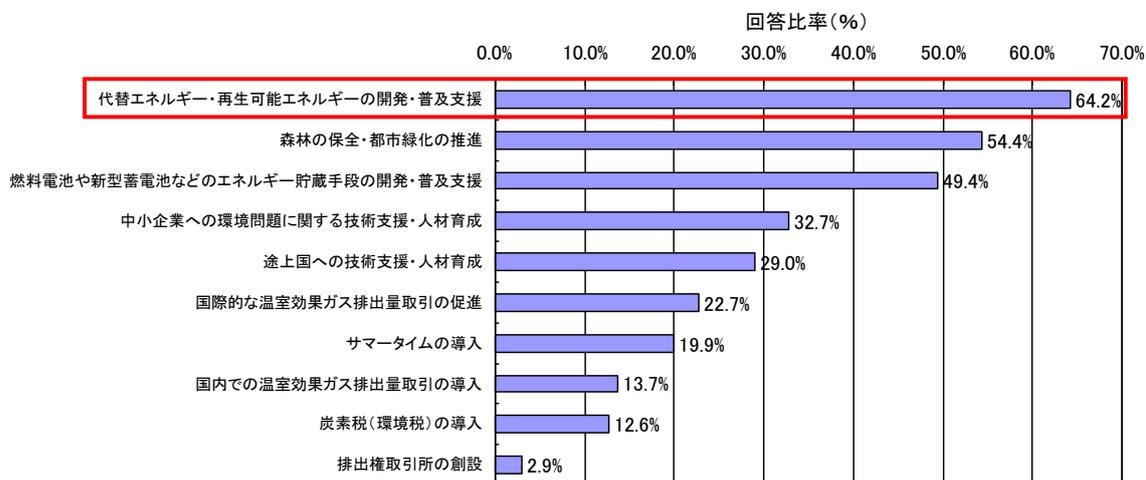


図 1-35 エネルギー供給におけるニーズ(事業者)

注) 回答比率は同調査の有効回答企業数1万396社に対する比率(複数回答)
出典)「帝国データバンク景気動向調査」、2008年6月

2. わが国の法体系における「再生可能エネルギー」「新エネルギー」の定義

2.1 我が国における「再生可能エネルギー」の定義

1997年に施行された「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」（いわゆる「新エネ法」）第2条において、「新エネルギー」は「石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律第2条に規定する石油代替エネルギーを製造し、若しくは発生させ、又は利用すること及び電気を変換して得られる動力を利用すること（石油に対する依存度の軽減に特に寄与するものに限る。）のうち、経済性の面における制約から普及が十分でないものであって、その促進を図ることが石油代替エネルギーの導入を図るため特に必要なものとして政令で定めるもの」と規定されている。

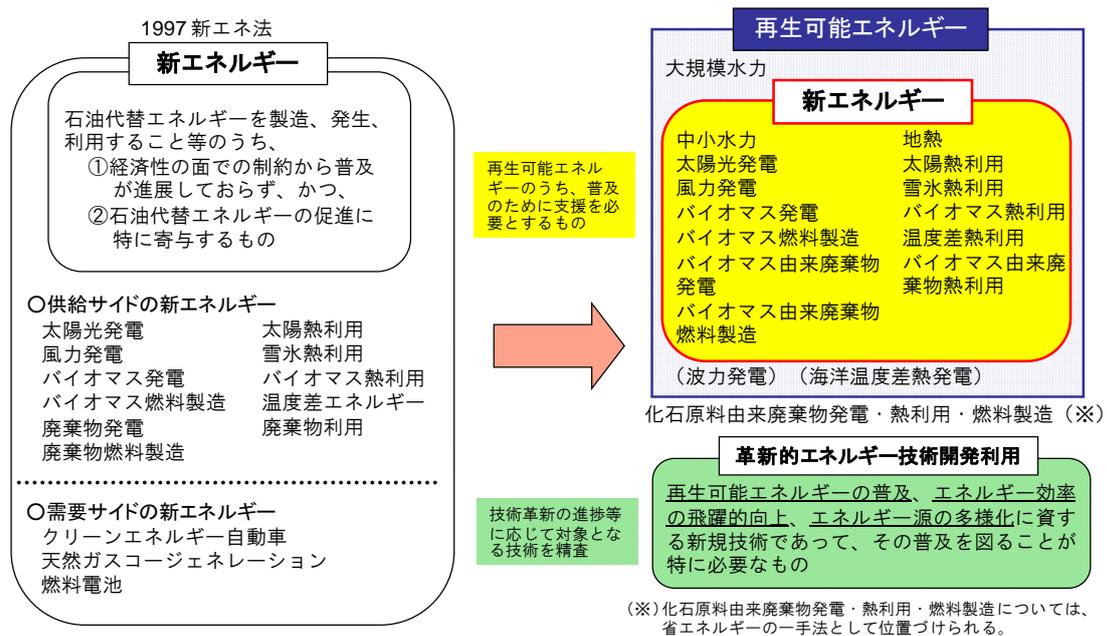


図 2-1 「再生可能エネルギー」・「新エネルギー」の定義

出典) 資源エネルギー庁資料等から作成

2.2 海外諸国における「再生可能エネルギー」の定義

IEA や諸外国の定義は下表の通りである。このように、再生可能エネルギーの定義は国によって考え方、定義が少しずつ異なる。

表 2-1 海外諸国における「再生可能エネルギー」の定義

IEA	EU	イギリス	ドイツ	アメリカ	日本（新エネルギー）
水力 地熱 太陽光 太陽熱 潮力 波力 海洋力 風力 バイオマス 固体 液体 バイオガス 再生可能自治体 廃棄物	水力 地熱 太陽光 太陽熱 潮力 波力 風力 バイオマス 埋立地ガス 下水処理ガス バイオガス ヒートポンプ	水力 地熱 太陽光 太陽熱 潮力 波力 風力 バイオマス 廃棄物 ^ハ 付分 埋立地ガス 下水処理ガス 農業廃棄物 森林廃棄物 エネルギー穀物	水力 地熱 太陽光 太陽熱 風力 バイオマス 固体 液体 バイオガス 埋立地ガス 下水処理ガス 廃棄物 ^ハ 付分	水力 地熱 太陽光 太陽熱 風力 バイオマス バイオディーゼ ル エタノール 埋立地ガス 自治体廃棄物 その他 ^ハ バイオ マス 木材 木材由来燃料	水力 地熱 太陽光 太陽熱 風力 バイオマス バイオマス燃料製造 バイオマス由来廃棄物 バイオマス由来廃棄物燃料製造 雪氷熱利用 温度差熱利用

出典)IEA “Renewables Information”, EU 再生可能エネルギー指令(2008.1.23), イギリス貿易産業省資料、ドイツ環境・原子力安全省資料、アメリカエネルギー省資料

2.3 本検討における再生可能エネルギーの対象範囲

再生可能エネルギーには様々な種類が存在し、国内における既存法（新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（以降、新エネ法）、電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（以降、RPS 法））、海外における関連制度にて扱われる範囲は、各々の政策目的により異なっている。

本検討では、今後の低炭素型社会構築に向け、様々な再生可能エネルギーについて短期・中長期の視点から導入促進を図ることが必要であることに鑑み、これら既存法や関連制度で対象とされるものを幅広く包含し、対象とすることとした。具体的には、それらの技術的特徴とともに、下表に示す。

表 2-2 再生可能エネルギーとしての対象範囲と技術的特徴 (1/2)

種 類	技術的特徴	参 考	
		新エネ法	RPS 法
太陽光発電	半導体の一種である太陽電池セルにより太陽光を電力に直接変換するシステム。セルタイプには、シリコン系（結晶系、薄膜系）、化合物系、有機物系（色素増感型）などがある。太陽光発電システムは、太陽電池に加え、直流から交流に変換するインバータや系統連系のための装置により構成され、一般家庭では 3～4kW 程度の容量が標準サイズとなっている。	○	○
太陽熱発電	太陽光を集熱器で集め、それにより高温高压の蒸気を作り、蒸気タービンで発電するシステム。海外での導入例が多いが、直達光しか集光利用できないので日本のように散乱光の多いところでは導入が困難である。	—	—
太陽熱利用	屋根に設置した太陽熱温水器、ソーラーシステムにて温水や蒸気を作り、給湯や暖房等の熱利用を行うシステム。さらに、吸収式冷凍機により冷熱を作り、冷房利用することも可能である。太陽熱利用機器は、エネルギー変換効率が高く、設備費用が比較的安価で費用対効果の面でも有効とされる。	○	N/A
パッシブソーラー	建築時において、地形や立地条件、周辺環境を考慮しながら、開口部を大きくしたり、蓄熱材や断熱材を効果的に用いることで、受動的に太陽エネルギーを利用すること。加えて、太陽光をそのまま取り入れ、照明利用することも含まれる。	—	N/A
バイオマス発電・ 廃棄物発電	一般廃棄物（ただしバイオマス成分寄与分のみ）、木質系バイオマス等による直接燃焼発電や下水汚泥、食品廃棄物、家畜排せつ物等のメタン発酵（バイオガス）・ガスエンジン発電等が存在する。発電とともに排熱利用を行う、コージェネレーション形式もある。化石燃料を利用したシステムに比し、小規模なことから現状ではコスト高となっている。	○	○
バイオマス熱利用・ 廃棄物熱利用	一般廃棄物（ただしバイオマス成分寄与分のみ）、木質系バイオマス等による直接燃焼熱利用や下水汚泥、食品廃棄物、家畜排せつ物等のメタン発酵（バイオガス）熱利用等が存在する。	○	N/A
バイオマス燃料・ 廃棄物燃料製造	一般廃棄物（可燃ごみ）を粉砕、乾燥、防腐処理、圧縮して製造する廃棄物固形燃料（RDF）、木質系資源を粉砕、乾燥し成型したペレット燃料や各種バイオマスのエタノール発酵によるバイオエタノール、廃食用油等から製造するバイオ・ディーゼル燃料（BDF）等が存在する。	○	N/A
風力発電	風力エネルギーをブレードにて回転エネルギーに変え、発電機にて電気に変換する発電方式であり、MW 級の大規模風力から数十 W～数 kW の小規模風力まで存在する。技術的には確立しているが、大量導入のためには、コスト低減に加え、風況による出力変動が大きいことやバードストライク等の課題が存在する。	○	○
水力 発電	大規模	—	—
	小水力	○	○

表 2-2 再生可能エネルギーとしての対象範囲と技術的特徴 (2/2)

種 類		技術的特徴	参 考	
			新エネ法	RPS 法
地熱 発電	従来型	地熱により高温の熱水として地下に貯えられたものを取り出し、この地熱水から蒸気を取り出し、熱水は地下に戻し、蒸気タービンの動力により発電するもの。熱水を有効利用するバイナリーサイクル発電もある。また、天然の熱水や蒸気が乏しくても、地下に高温の岩体が存在する箇所を水圧破碎し、水を送り込んで蒸気や熱水を得る高温岩体発電も開発されている。新エネ法では、〇〇となっており、RPS 法ではバイナリーサイクル発電の設備が対象となっている。	—	—
	バイナリ		○	○
地熱利用		地熱により高温の熱水として地下に貯えられたものを取り出し、ここで得られた温水や蒸気を熱利用するもの。熱利用の用途としては、温泉としての利用のほか、施設園芸加温等の事例がある。	—	NA
雪氷		冬期の積雪や水を貯蔵施設等で保存しておき、公共施設やマンション等において夏期の冷房エネルギー、また農作物の冷蔵エネルギーとして利用するシステム。	○	N/A
温度差エネルギー		河川水、地下水、海水等の水源や地中熱と外気温との温度差を利用し、ヒートポンプや熱交換器を活用し冷暖房エネルギーとして利用すること。工場排熱や地下鉄排熱等の人工排熱も利用可能である。	○	NA
海洋温度差発電		海洋の垂直方向の温度分布は、表層海水：20～30℃、表面から 800～1000mの深層海水：4～6℃となっている。この温度差を利用し、タービンを回転させることで電気エネルギーに変換させるシステム。作動流体には、沸点が低いアンモニアが用いられる。我が国の排他的経済水域を含む、赤道をはさむ南北 40℃の範囲が温度差の面で適地とされる。	—	—
波力発電		波の持つエネルギーにより発電する方式で、小型の波力発電装置は既に航路標識ブイの電源として世界中で広く使用されている。大型のものは防波堤等に併設される形態を取り、数十～数百 kW 程度の規模になる。	—	—
潮汐発電		潮の干満の差が大きい箇所（湾の入口等）に水門を設置し、満潮時に水門を閉じ、湾内に蓄えた海水を干潮時に生じる海面との潮位差を利用し、水車を回転させる発電システム。フランスのランス河口に世界初(1967年)、世界最大の 24 万 kW の潮汐発電所がある。	—	—
潮流発電		潮流のある海域にタービンを設置し、回転力から電力を得るシステム。	—	—

出典) 各種資料を参考に作成。

注) 新エネ法：新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法

RPS 法：電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法

○：上記法令で対象とされることを意味する。

N/A：RPS 法は電力を対象としたものであり、熱利用は対象とされないことを意味する。

【参考】再生可能エネルギーの技術レベル・コストレベル

各々の再生可能エネルギーは技術レベル（基礎／実証／実用化／普及の各段階）が異なっており、コストレベルにも差異がある。

表 2-3 再生可能エネルギーの技術レベル・コストレベル

種類	技術レベル（段階）				コストレベル		合計	出典など
	基礎研究	実証研究	実用化	普及	イニシャル	ランニング		
太陽光発電	(新型)		(Si型)		66万円/kW(住宅) 104万円/kW(非住宅)	—	46円/kWh	第21回新エネルギー部会資料(住宅用) 新エネルギーガイドブック2008(非住宅用)
太陽熱発電		(海外)			4-10\$/W		12.5-22.5¢/kWh	IEA "Energy Technology Perspectives 2008"
太陽熱利用					90万円(ソーラシステム)	9千円/台・年	28円/Mcal	第7回新エネルギー部会資料
パッシブソーラー								
バイオマス発電・ 廃棄物発電					大規模：9~25万円/kW 中小規模：26~30 "	4.5万円/kW・年	9~11円/kWh 11~12円/kWh	第7回新エネルギー部会資料
バイオマス熱利用・ 廃棄物熱利用								
バイオマス燃料・廃 棄物燃料製造								
風力発電					大規模：21~24万円/kW 中小規模：24~37 "	0.3~0.7万円/kW・年 1.2万円/kW・年	10~14円/kWh 18~24円/kWh	第7回新エネルギー部会資料
水力発電					大規模：1,000-5,500\$/kW 小規模：2,500-7,000\$/kW		13円/kWh	IEA "Energy Technology Perspectives 2008" 電気事業分科会第9回コスト等検討小委員会
地熱発電					1,700-5,700\$/kW(熱水型) 5,000-15,000\$/kW(高温岩 体型)		16円/kWh	IEA "Energy Technology Perspectives 2008" 21世紀に向けた発電技術懇談会地熱部会 中間報告
雪氷					電気冷房比：約2倍	約4割低減	1~5割の割高	第7回新エネルギー部会資料
温度差エネルギー							10円/MJ	第7回新エネルギー部会資料
海洋温度差発電								
波力発電					6,000-15,000\$/kW			IEA "Energy Technology Perspectives 2008"
潮汐発電					2,000-4,000\$/kW			IEA "Energy Technology Perspectives 2008"
潮流発電					7,000-10,000\$/kW			IEA "Energy Technology Perspectives 2008"

出典) IEA "Energy Technology Perspectives 2008"、第7回・第21回総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会資料、新エネルギーガイドブック 2008(非住宅用)、電気事業分科会第9回コスト等検討小委員会、21世紀に向けた発電技術懇談会地熱部会中間報告等から作成。