

第3章 これまでのトレンドと現況

3.1 自然エネルギー電力分野

3.1.1 概況

(1) 全体トレンド

日本国内における自然エネルギー発電の導入状況を示す。図3-1に示すように、2009年度末の自然エネルギー発電の累積設備容量の推計は12GW（1200万kW）近くに達している。この中で小水力発電（1万kW以下）とバイオマス発電（廃棄物発電を含む）の合計が半分以上を占めている。

太陽光発電は表3-1に示すとおり、2009年度末までに設備容量2821MW（約282万kW）へと増加した。2000年から2004年頃まで年率30%を超える増加率を示していた。その後、2005年の補助金の打ち切りなど普及政策の停滞により、それ以降は逆に市場が縮小していたが、余剰電力買取制度の導入と補助金が復活した2009年度に前年比約2.6倍と反転した。

風力発電は2009年度末で設備容量2186MW（約219万kW）となっている。風力発電は2006年頃までは30%以上の増加率であったが、2007年からは貧弱な政策支援とさまざまな制約のため鈍化している。

地熱発電は、2000年以降、新規設備導入がない状況が続いており、2009年度末の設備容量は535MW（約54万kW）に留まっている。

小水力発電（出力1万kW以下）は、1990年度以降、新規導入が少なく、20年間で174MW（約17万kW）の増加に留まる。

バイオマス発電は、一般廃棄物を中心とした廃棄物発電の普及により設備容量が増えている。

この設備容量から発電種別ごとに年間発電量を推計した結果を図3-2（P53）および表3-1に示す。増加率の小さい地熱発電と小水力発電だが、設備利用率は平均で60%を超えており、年間発電量は自然エネルギーによる全発電量の半分以上を占める。増加率の大きい太陽光発電と風力発電は、2009年度に自然エネルギーの中で約15%の発電量を占めるようになったが、全発電量に占める割合は、それぞれ0.3%である。地熱発電の発電量は近年、減少傾向にあるが、2008年度の実績データでは、自然エネルギーによる発電量の8%程度を占め、太陽光発電の発電量に匹敵する。

一方、日本国内の全発電量（2008年度は約1兆1146

億kWh、自家発電を含む）に対しては、自然エネルギーによる発電の割合は約3.4%に留まっており、2000年以降1%程度増加したにすぎない。この発電量の推計の前提条件は表3-2のとおり。国内の発電量全体には、一般電気事業者、その他発電事業者および自家発電を含む¹。

表 3-1 2009 年度の日本国内の自然エネルギーによる
発電設備容量と発電量の推計値

種 別	設備容量 [MW]	発電量 [GWh]	比率	全体 比率
太陽光	2,821	2,966	6.3%	0.26%
風力	2,186	3,830	8.9%	0.33%
地熱*	535	2,765	7.5%	0.24%
小水力	3,234	17,280	46.6%	1.51%
バイオマス	3,159	11,624	30.7%	1.01%
合計	11,936	38,464	100%	3.36%

* 地熱は 2008 年度の実績データ

表 3-2 国内自然エネルギーの発電量の推計方法

種 別	発電量の推計方法
太陽光	JPEA 国内向け出荷量（2009 年度末まで）から累積の設備容量を推計し、設備利用率（12%）から推計
風力	NEDO のデータを JWSA がまとめた設備容量（2009 年度末まで）から、設備利用率（20%）による推計
地熱	火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向」より2008 年度の実績データ
小水力	（社）電力土木技術協会が公表している「水力発電所データベース」より 2009 年度末までに運転開始した最大出力 1 万 kW 以下の水路式でかつ流れ込み式あるいは調整池方式の発電所および RPS 対象設備から設備利用率（61%）を利用して推計
バイオマス	2009 年度末までに運転開始した RPS 対象設備よりバイオマス比率がおおよそ 60% 以上のものの設備容量から設備利用率 70%、バイオマス比率 60% で推計

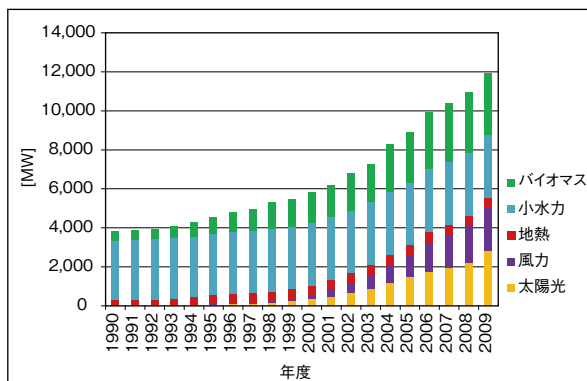


図 3-1 日本国内の自然エネルギー発電設備の
累積設備容量

¹ EDMC エネルギー・経済統計要覧 2010 より 2008 年度データ

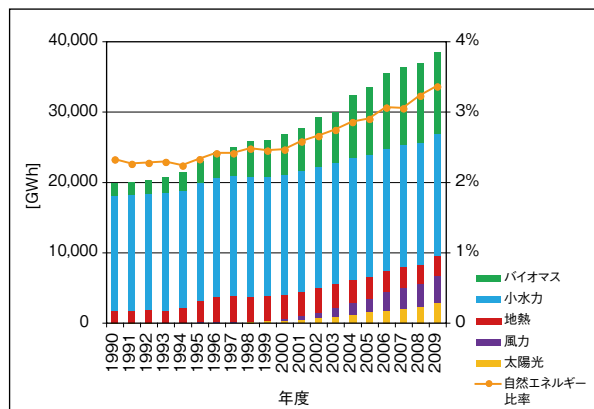


図 3-2 日本国内の自然エネルギーによる発電量の推計

(2) 太陽光発電

2009年11月から開始された余剰電力に対する固定価格買取制度や2009年度から再開された住宅用太陽光発電への補助金制度などの効果で、国内の太陽光発電設備の累積導入量は2009年度末に282.1万kWに達し、増加率は28%と大きく成長した。2009年度の総出荷量は166.8万kWで、これは前年比49%の伸びであるが、そのうち国内向けは62.3万kWで、これは前年比の約2.6倍であった。海外向けの出荷量も104.5万kWと前年比で約18%伸びている。この国内市場への海外企業の日本進出も進んでおり、2009年度は海外勢のシェアが8.5%を占めた。

(3) 風力発電

日本での実用的な風力発電の導入は1980年頃から始まり、1999年以降は、数万kWを超える大型のウィンドファームの建設も始まった。

2009年度末の累積設備導入量は、設備容量218.6万kW、基数1683台だが、このままでは国の従来の導入目標である2010年度までに300万kWの達成は困難な状況である（2010年12月末の導入量は230.4万kW）。

地域別では風況の良い北海道、東北、九州での導入量が多いが、近年、電力会社が一方的に設けた連系可能量の制約でこれらの地域では募集容量が制限され、希望者に対する抽選や入札が行われている。また、立地への各種制約や2008年の建築基準法の改正、および世界的な風力発電設備への需要の増加などにより、発電事業への負担が増大しており、単年度導入量が低迷している。さらに、2012年度からの開始に向けて検討が進んでいる固定価格買取制度を前提に、補助金制度の見直しの影響等も出はじめている。

(4) 小水力発電

日本国内の小水力発電設備（1万kW以下）は、その大半が1990年以前に導入されたものである。2009年度末の小水力発電の設備容量は323.4万kW（1205基）であり、これは国内すべての水力発電の設備容量の約6.7%にあたる（出力1000kW以下の発電設備容量は、19.3万kWで、439基）。一方、1990年以降に導入された小電力発電（1万kW）の設備容量は17.4万kWで、133基となっている。とくに2004年度以降に導入された発電設備の件数は、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）の対象となる設備容量（1000kW以下）が大きな割合を占めている。

(5) 地熱発電

1966年に国内初の地熱発電所が運転を開始してから、これまで導入された地熱発電所の設備容量は55万kWに留まっている。1970年代のオイルショック後に地熱開発の機運が高まり、民間主導で地熱発電設備が導入された。その後、1990年からは国の主導する各種補助金による政策で発電設備の導入が進んだが、1999年の八丈島への導入を最後に設備の導入が進まず、「失われた10年」と呼ばれるような状況となっている。大部分の地熱発電は、政策上、新エネルギーとして位置づけられておらず、RPS法の対象にもなっていない。近年、地熱発電への見直しが始まっており、その大きな資源ポテンシャルと国内産業育成の観点から注目されている。

(6) バイオマス発電

バイオマス発電の燃料となるバイオマス資源の種類は多岐にわたる。森林を起源とする木質バイオマス、食料や畜産系のバイオマス、建築廃材などの産業廃棄物系バイオマス、生ゴミなどの一般廃棄物系バイオマスなどがある。これらのバイオマス資源を直接燃焼、あるいはガス化やメタン発酵させ、その熱エネルギーにより発電が行われている。2009年度末の国内の累積設備容量は315.9万kWとなっており、1990年比で約6.5倍増加している。比率では一般廃棄物発電が56.0%、産業廃棄物発電が36.6%と全体の92%以上を占めており、大多数がRPS認定設備となっている。森林の木質バイオマスを活用した発電は5.8%程度に留まっており、林業の活性化や国産材の積極的な利用による森林バイオマス資源のカスケード利用が強く望まれている。バイオマス発電については、利用するバイオマス資源の種類に応じてCO2削減効果やその持続可能性についての評価が難しく、排出

量取引制度などの関連でもより公正な評価が求められている。

3.1.2 太陽光発電

(1) 国内外の出荷量

図3-3に、太陽光発電設備の出荷量データを示す²。これらは住宅用・民生用・産業用のほかの用途も含めたすべての出荷量を含んでいる。2004年度ごろまでは単年度、累積ともに国内出荷量の方が多かったが、それ以降は急激に海外出荷分が伸びるとともに国内出荷量は2008年度まで逆に市場が縮小していた。しかしながら、2009年度は住宅用太陽光発電設備への補助金制度の復活や新たな余剰電力の固定価格買取制度によって国内への出荷量が大幅に伸び、2009年度には単年度出荷量が前年度比で2.6倍となった。その結果、2009年度の出荷量全体は1.5倍の伸びとなり、海外向けの出荷量も1.2倍程度の伸びとなった。その要因としては、後述する欧米や中国のメーカーの台頭による海外での競争の激化がある。また、これまでは皆無であった太陽光パネルの海外からの輸入が増加しており、2009年度には国内出荷量全体の8.5%に達した³。

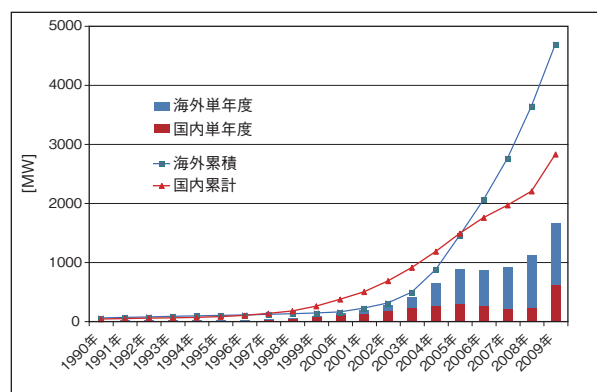


図3-3 太陽光発電設備の出荷量
(出典：データのみ JPEA より)

(2) 住宅用太陽光発電の導入量

図3-4に示すように、2009年度の住宅用太陽光発電の国内出荷量（設備容量kW）は前年度比2.9倍という驚異的な成長を遂げたが、これは補助金制度の復活や2009年11月からスタートした新たな余剰電力の固定価格買取制度の効果と考えられる。家電量販最大手のヤマダ電機がサンテックパワーと業務提携するなど、海外勢の市場参入も加速している。また大手住宅メーカーは太陽光発電システムを住宅の環境配慮へのイメージや付加価値を高め、低炭素化を行

う重要ツールと考えており、住宅メーカー8社の新築戸建てにおける太陽光発電システム搭載率は2008年度の15%から2009年度には39%と大幅に増加した。住宅用太陽光発電は、2010年上期（4～9月）においても前年同期比1.9倍と堅調な増加を示している（JPEA太陽光発電協会調べ）。

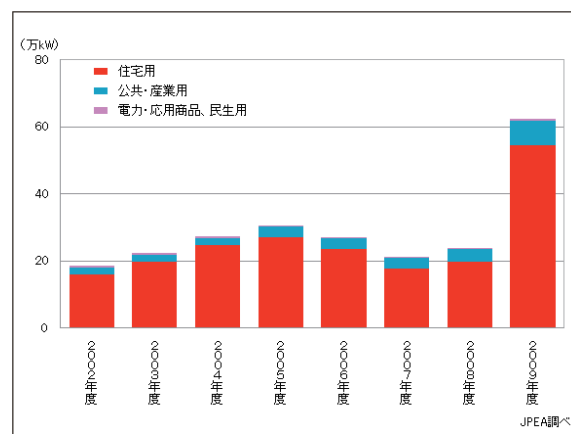


図3-4 分野別太陽光発電の単年度導入量推移
(出典：JPEA)

(3) 産業用太陽光発電の動向

図3-4に示すように、産業用の太陽光発電設備の出荷量（設備容量kW）は2009年度には前年比約1.9倍程度であったが、2010年に入りそのペースが大幅に拡大している。2010年上期（4～9月）は産業用の設備の出荷量が前年同期比6.2倍に急増した（JPEA太陽光発電協会調べ）。これは学校を対象にした補助金制度として太陽光発電設備の設置を進めるスクール・ニューディール制度などの効果や、電力会社や企業によるメガソーラー発電所など、多方面で産業用の太陽光発電設備の導入が拡大しているためと考えられる。

(4) 国内の技術開発動向

国内での太陽光発電設備の累計シェア第1位の京セラは、高効率を実現した最新太陽電池モジュールで「平成22年度地球温暖化防止活動環境大臣表彰（技術開発・製品化部門）」を受賞し、2010年12月には変換効率14.5%の国内最高クラスの太陽光発電モジュールを発売し始めている。一方、国内シェア第2位の三洋電機は2010年6月独自のHIT太陽電池で結晶シリコン系の変換効率としては世界最高となる22%を達成したと発表しており、親会社パナソニックの持つ販売力と連携して、この分野で国内シェアトップを狙う戦略を明確にしている。

また両社は国内のみならず、海外への展開も加速させており、米国のレースカー会場やマレーシアの

² 「太陽光発電出荷統計」 太陽光発電協会ウェブサイト、<http://www.jpea.gr.jp/>

³ 矢野経済研究所「国内太陽光発電システム市場に関する調査結果2010」<http://www.yano.co.jp/press/press.php/669>

商業施設への納入を決めている。またユーラスエナジーホールディングスが米国カリフォルニア州南部で受注した最大級の太陽光発電所の太陽光電池はシャープ製である。

アジア各国のベンチャー企業による太陽光パネルの販売価格は、一般に国内企業による価格より2～3割安いとみられている。これらの挑戦に対して、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が中心となり、太陽光発電「世界一」奪還に向けた国家プロジェクト「太陽光発電システム次世代高性能技術開発」を、2010年度から5年間実施する計画が発表されている。これは日本の太陽光発電システムの導入規模を2020年に現状の20倍に増加させ、世界で打ち勝つ競争力を高めるため、企業・大学等の単独の技術開発に加え、相互連携によるコンソーシアム体制も採用する、すなわち、オールジャパンで技術開発に取り組もうとするものである。開発目標は発電コスト14円/kWh実現のため、モジュール製造コスト75円/W、変換効率20%に目途をつける低コスト化、効率化である。また次世代低コスト太陽電池として、有機系太陽電池の実用化に目途をつけるなどが挙げられている⁴。

3.1.3 風力発電

(1) 単年度導入量と累積導入量

日本における10kW以上の風力発電は、1980年に三菱重工業(株)が試験研究用として40kW機を長崎県に設置したのが最初である。1990年度末までには、同社の250kW、300kW機、石川播磨重工業(株)の100kW機、ヤマハ発動機(株)の15kW、17kW機が建設され、運転中の累積容量は1015kWとなった。

1999年には、1000kW機が登場し、電力会社の長期購入メニューのおかげで(株)ユーラスエナジー苫前が1000kW機20台による、国内初の本格的ウインドファーム(2万kW)を建設した。

その後、風車の単機容量およびウインドファーム容量は年々大型化し、現在では単機容量3000kW(ブレード径≒90m、ハブ高さ≒90m:陸上風力として輸送・建設の限界に近い)機が登場している。

また、5万kW以上のウインドファームも5ヶ所で運転を開始しており、現在の国内最大容量のウインドファームは2009年5月に運転を開始した(株)ユーラスエナジー新出雲風力発電所で、単機容量3000kW機26台による7万8000kWである。

2009年度(2010年3月末)時点の導入量は2186MW(218.6万kW)、1683台である。このままでは、国の

導入目標である2010年度までに300万kWの達成は困難な状況といえる(2010年12月末の導入量は230.4万kW)。

1990年度から2009年度までの単年度および累積の導入実績を図3-5に、また主要年度の累積導入容量と累積台数を表3-3に示す。

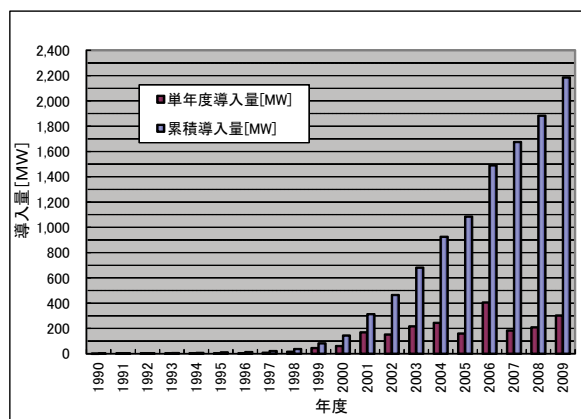


図 3-5 風力発電の1990年度から2009年度までの単年度と累積導入量(出典:JWPA)

表 3-3 風力発電の累積導入量と累積台数

年度末	累積容量[MW]	累積台数[台]
1990	1	9
1995	10	54
2000	144	259
2001	313	434
2002	464	576
2003	681	741
2004	925	920
2005	1,085	1,059
2006	1,490	1,318
2007	1,675	1,414
2008	1,883	1,536
2009	2,186	1,683

(出典:JWPA)

(2) 都道府県別の導入実績

風況の良い北海道、東北、九州の導入量が多く、2009年度に青森県と鹿児島県で大容量ウインドファームが運転開始したこと、北海道では新規運転開始のウインドファームが無かったことなどにより、2009年度は2008年度に引き続き青森県が1位となった。

2008年度および2009年度の都道府県別導入量を図3-6(P56)に示す。

(3) 単年度導入量と施策

1990年度から2009年度までの単年度導入実績と、

⁴ 環境ビジネス 2010年8月号「太陽光発電海外 vs 日本」

関連するNEDO共同研究、建設費補助、系統連系メニュー、法・制度の様相を図3-7（P57）に示す。導入量増加に伴う各電力会社の募集容量制限、抽選・入札制度の導入、最近では改正建築基準法施行による初期の混乱、世界的な風車需要増加などの影響により、単年度導入量が低下している。風車の建設は規模や地域により異なるが、計画時点から2～5年の期間を要するので、諸制度の変更に伴い直ちに影響を受ける場合と数年後に影響を受ける場合とがある。

(4) 連系可能量と募集実績

2006年度以降における各電力会社の連系可能量と募集実績を表3-5（P58）に示す。東京電力、中部電力、関西電力以外は、現設備・運用による連系可能量に比して、連系希望者が多いため、抽選や入札により風力発電事業候補者を決定し、その後に詳細検討を行う方式を採用している。また風力発電系統連系対策小委員会中間報告（案）（2004年7月）に従い、連系制約のある電力会社においては、解列方式や蓄電池併設方式による募集も行われている。

2008年11月時点では、連系制約のある電力会社が公表した連系可能量の合計は、330万kWである。これに連系制約のない電力会社の連系可能量（推定）を加えると、電気事業連合会会長が2008年5月に公表した連系可能量（500万kW）になると考えられる。さらなる連系可能量増加には、抜本的な系統連系対策が必要となる。

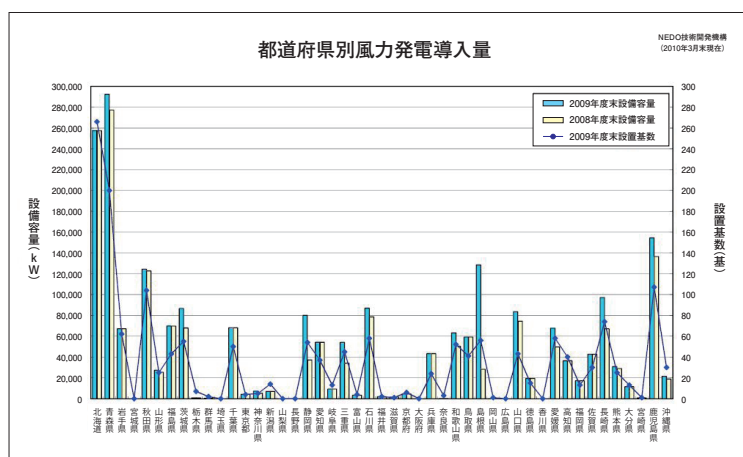


図 3-6 風力発電の2008年度および2009年度の都道府県別導入量（出典：NEDO 技術開発機構）

3.1.4 小水力発電

(1) 現況

日本における揚水式発電を含む水力発電全体の発

電設備容量と設備件数は、表3-4に示すように、2009年度末時点で4814.6万kW、2178件である（ここでは各発電所における「最大出力」を「発電容量」として「電気事業連合会電気事業のデータベース」⁵および「RPS法ホームページ」⁶から集計している）。近年では、2003年度以降1万kWを超える水力発電所の新設は3件程度にとどまる一方で、小水力、とりわけ最大出力が1000kW以下である小水力発電所の新設が増加している。

表 3-4 日本の水力発電の発電所数と発電設備容量

事業者種別	発電所数	設備容量 [千 kW]	平均 [kW]
北海道電力	53	1,232	23,248
東北電力	210	2,422	11,535
東京電力	160	8,987	56,166
中部電力	182	5,219	28,674
北陸電力	115	1,817	15,797
関西電力	149	8,196	55,005
中国電力	97	2,905	29,952
四国電力	58	1,141	19,678
九州電力	139	2,979	21,429
沖縄電力	0	0	0
電力会社 小計	1,163	34,898	30,007
電源開発	59	8,561	145,093
公営水力	152	1,418	9,332
その他	80	344	4,303
事業用 小計	1,454	45,221	31,101
自家用 (1000kW 以上)	273	2,745	10,057
自家用 [RPS] (1000kW 未満)	451	180	400
合計	2,178	48,146	22,106

（出典：データのみ「電気事業連合会電気事業のデータベース」および「RPS法ホームページ」より）

本白書では、「小水力発電」として、調整能力を持たないもの（流れ込み式）や日間・週間程度の調整能力を持つもの（調整池式⁷）およびダム式のもので、最大出力（設備容量）が1万kW以下の水力発電を対象とする。この小水力発電設備の近年（1990～2009年度）の導入状況の変化について、社団法人電力土木技術協会が公表している水力発電所データベースおよびRPS対象設備のデータを利用した（季節変動調整能力を持つ貯水池式や揚水式の水力発電施設は除外）。

図3-8（P58）および図3-9（P58）に、小水力発電施設の最大出力の総計の推移と導入基数の推移について示した。

これらの1万kW以下の水力発電施設の約9割は

⁵ 電気事業連合会 電気事業のデータベース <http://www.fepec.or.jp/library/data/infobase/index.html>

⁶ RPS法ホームページ <http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/joholink-dl.html>

⁷ 土日に貯めた水を平日の発電に使う程度以下の池

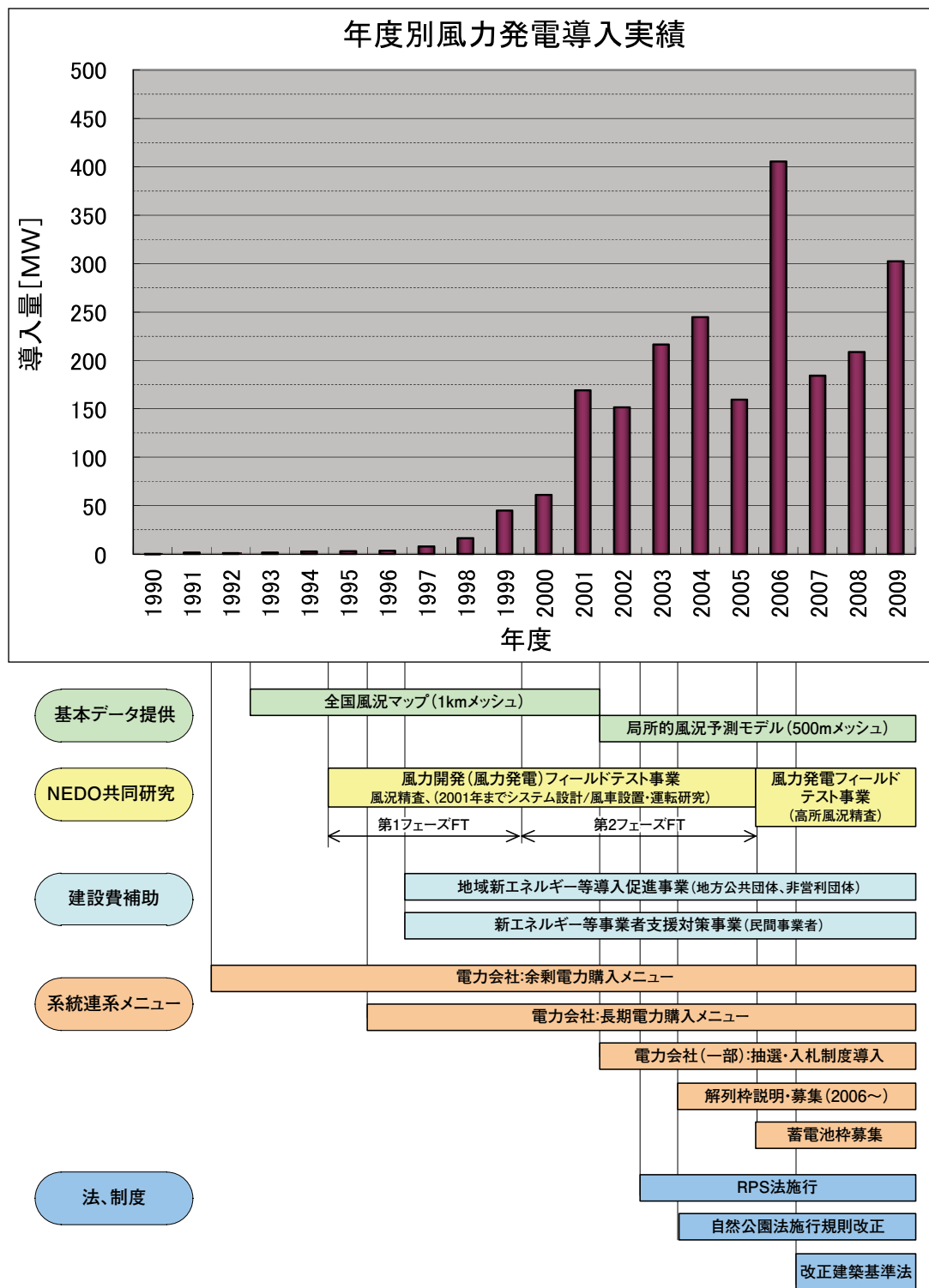


図 3-7 風力発電の 1990 年度から 2009 年度までの単年度導入実績と関連施策
(出典：JWPA)

表 3-5 電力会社別連系可能量と募集実績

電力会社	2007 年度 発電設備容量 [万kW]	2008-3 現在 風力設備容量 [万kW]	連系可能量 公表年月	解析データ (容量[万kW] 、期間)	短周期 変動	最大値	連系可能量 (短周期) [万kW]	連系可能量 (長周期) [万kW]	(逆算) LFC 容量 [万kW]	(逆算) 下代容量 [万kW]	平成 18 年度募集 (2006 年)	平成 19 年度募集 (2007 年)	平成 20 年度募集 (2008 年)	平成 21 年度募集 平成 22 年度募集
北海道電力	650	25.8 4.0%	平成 20 年 3 月	24 万kW ～ 26 万kW H17-11 ～ H19-11	22%	87%	41 6.3%	31 4.8%	9.0	27.0	H18-6：入札・抽選 解列(入札)：3万 kW 解列(抽選)：2 万kW		H20-11 予：入札・抽選 通常(入札)：3 万 kW 通常(抽選)：2 万 kW	
http://www.hepco.co.jp/ato_env_ene/energy/new_energy/about_wind.html														
東北電力	1,680	46.7 2.8%	平成 20 年 11 月	35⇒88 万 kW 連系時を推定 H14-12 ～ H20-3	17.3%	—	88 5.2%	85 5.1%	15.2	—	H18-6：抽選 出力一定、解列：5 万 kW 変動緩和、解列：5 万 kW H18-6：抽選 中規模、解列：0.5 万 kW	H19-12：抽選 変動緩和、解列：7 万 kW H19-12：抽選 中規模、解列：1 万 kW		H21-7 予：抽選 変動緩和、解列：5 万 kW H21-7 予：抽選、入札 解列(入札)：5 万 kW 解列(抽選)：5 万 kW 中、解列(抽選)：1 万 kW
http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1178815_1049.html														
中国電力	1,180	14.1 1.2%	平成 20 年 11 月	10 万kW H19 年度	—	—	80 6.8%	62 5.3%	—	—	H19-1：入札、抽選 一般枠(入札)：5 万kW 自治体(抽選)：0.5 万 kW	H19-12：入札、抽選 一般枠(入札)：5 万kW 自治体(抽選)：0.5 万 kW		H21-11 予：入札、抽選 一般枠(入札)：9 万kW 自治体(抽選)：1 万 kW H22-11 予：同上
http://www.energia.co.jp/press/08/p081105-1.html														
北陸電力	810	6.9 0.9%	平成 20 年 11 月	—	25%	30%	25 3.1%	15 1.9%	6.3	4.5	H18-6：抽選 通常(抽選)：2 万kW	H19-6：抽選 通常(抽選)：2 万 kW		H21-4 予：随時 解列：10 万 kW
http://www.rikuden.co.jp/konyu/wind_4.html http://www.rikuden.co.jp/press/attach/081104001.pdf														
四国電力	670	8.6 1.3%	平成 20 年 1 月	—	35%	85%	25 3.7%	20 3.0%	8.8	17.0		H19-10：入札、抽選 通常(入札)：2 万kW 通常(抽選)：1 万 kW (20 万 kW 空き分)	H21-1 予：入札、抽選 解列(入札)：3 万kW 解列(抽選)：2 万 kW	
http://www.yonden.co.jp/business/dealing/furyoku/page_20/index.html														
九州電力	1,970	25.5 1.3%	平成 20 年 11 月	19 万kW H15/10 ～ H20/3	—	—	130 6.6%	100 5.1%	—	—	H18-6：抽選 通常(一般)：5 万kW 通常(研究)：0.2 万kW	H19-6：抽選 通常(一般)：13 万kW 通常(地域)：2 万kW 通常(研究)：0.2 万kW	H20-7：抽選 通常(一般)：17 万kW 通常(地域)：3 万kW 通常(研究)：0.2 万kW	
http://www.kyuden.co.jp/company_liberal_bid_wind_index.html														
東京電力	6,250	21.8 0.3%												
中部電力	3,250	11.2 0.3%												
関西電力	3,440	5.2 0.2%												
沖縄電力	190	1.8 0.9%	平成 18 年 2 月	—	50%	—	2.5 1.3%	—			H18-8：抽選 通常(一般)：1.1 万kW 通常(研究)：0.2 万kW			
http://www.okiden.co.jp/shared/pdf/news_release/2006/060217.pdf														
全電力 計	20,090	167.6 0.8%					391.5 1.9%	313.0 1.6%						
							330.5 1.6%							

(出典：JWPA)

1990年以前に設置されたものであり、1990年度時点で1万kW以下の小水力発電施設の最大出力の総計は305.9万kWであった。90年度以降はこれらの設備の更新に加え、128件の発電施設の新設によって発電容量の総和は17.4万kW増加し、発電容量は2009年度末時点で323.4万kWに達した（このうち容量1000kW以下の合計は19.3万kW）。発電所数は1205ヶ所で、前年から6ヶ所が増えたに過ぎない（このうち、容量1000kW以下の発電所の件数は439ヶ所で、増加分はすべて1000kW以下）。1万kWの小水力発電の設備容

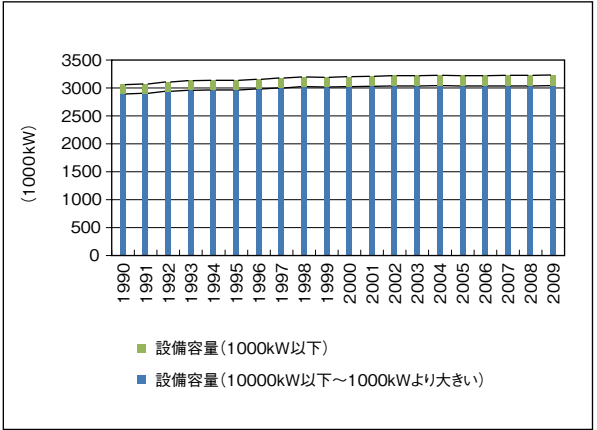


図 3-8 国内の小水力発電設備の累積設備容量の推移

量は、国内の水力発電全体の設備容量4814.6万kWの約6.7%に相当する。

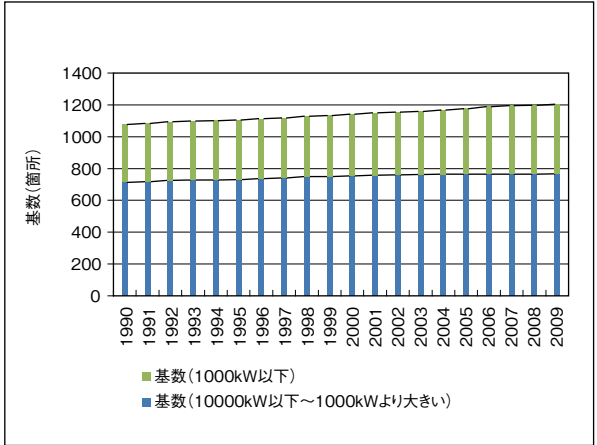


図 3-9 国内の小水力発電の累積導入基数の推移

次に小水力発電所の単年度の新規の導入について1000kW以下と、1000～1万kW以下に分類し、基数の推移を図3-10（P59）に、最大出力の合計の推移を図3-11に示した。図3-10（P59）からは1990年度以降に、新規の小水力発電所の建設がより規模の小さい1000kW以下のものの建設が中心になってきていることがわかる。

これに伴い、新規の導入容量は減少傾向にある。しかしながら、小規模であっても地域分散型であり、自然エネルギーの中でも稼働率の高い電源の一つとして小水力発電への期待は大きく、今後も新規の開発は1000kW以下のものが主流になると予想される。

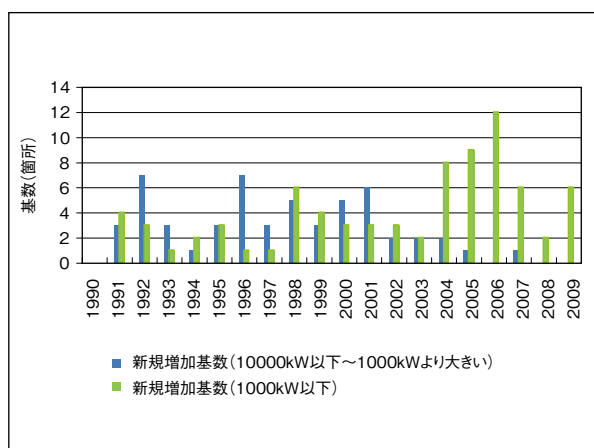


図 3-10 国内の小水力発電所の単年度の増加基数の推移

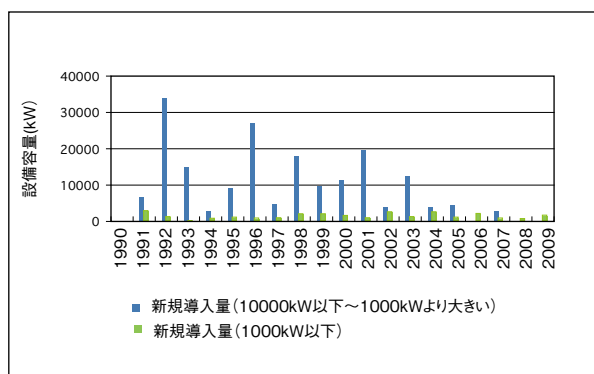


図 3-11 小水力発電所の単年度当たり増加設備容量の推移

(2) 世界的な動向

クリーンで安定した電力を共有できる小水力発電の開発も世界中で着々と進められている。

国際レベルではIEAの水力実施協定がその中心である。2011年で16年目を迎えるこの実施協定では、長年、中小水力に関する専門部会が持たれ、小水力発電プロジェクトの評価手法、資金調達の研究から普及啓発、世界的なデータベースの構築、技術開発、政策などさまざまな情報を収集共有し、持続可能な水資源の利用を模索している。

小水力発電が盛んな欧州では、固定価格買取制度や補助金などの政策支援もあり、2006年現在、EU27内で約2万1000ヶ所に中小水力発電所がある。合計出力は約13GW、年間の発電量は約4万1000GWhにも

及ぶ⁸。

2009年現在、小水力の発電容量は世界中で約85GWまで増加した⁹。その多くは中国に存在し、2005年～2008年に毎年3～5GWのペースで増え続け、急成長を遂げている¹⁰。小水力とマイクロ水力は、日本を始めとして、アフリカ、アジアの数カ国で開発が進められている。

小水力発電は世界的には未開発な地点が多く、そのポテンシャルは高い。中国では139GWにもおよび、インドは現在進行中の5カ年計画において1000カ所、600MWの開発を進めており、今後さらなる拡大が予想される¹¹。

(3) これまでのトレンドの背景

日本国内では、戦前戦後から小水力発電が国産資源として位置づけられ開発が進められてきた。しかし、高度経済成長を支えた安価な石油の流入と大規模水力のスケールメリットに負け、小水力発電の開発は下火になっていった。1973年の第一次石油ショックによる原油価格の高騰からクリーンで安定した小水力発電の価値が再び見直されたが、原油価格の安定によりその勢いは失われた。1990年代は中規模水力の新設がその流れを受け続けていたが、2000年以降はその開発数も減少している。

しかし、気候変動問題の浮上により、小水力発電が新エネルギーとして注目され、2003年に施行されたRPS法の効果もあり、小水力発電が着実にその数を増やしつつある。最新の動向としては、電力会社や市民と企業でそれぞれの動きがある。

各電力会社は、中規模水力の増設と小規模水力の開発に取りかかり始めている。この背景には、エネルギー基本計画において「ゼロ・エミッション電源」の比率を現在の約34%から2020年までに50%以上とすることが求められていることがある。

関西電力は、富山県黒部川水系の新黒蘂第2発電所(1900kW)を2012年5月に着工、12月の完成を目指している¹²。また、長野県の本曾川水系では、2011年6月完成予定の長野県本曾郡大桑村の読書(よみかき)ダムの河川維持流量を利用した大桑野尻水力発電所(480kW)の建設を進めている¹³。

中国電力も土居発電所(広島県安芸太田町)の出力を200kW向上させ、8200kWとしている¹⁴。

中部電力は、電力会社としては初めて砂防ダムを利用した須砂渡水力発電所(長野県安曇野市、出力240kW)の運転を2010年9月から開始した¹⁵。

⁸ European Renewable Energy Council(EREC) 2010/11/16 <http://www.erec.org/index.php?id=26>

⁹ 自然エネルギー世界白書 2009 http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/RE_GSR_2009_Update_Japanese.pdf

¹⁰ 自然エネルギー世界白書 2010 <http://www.isep.or.jp/images/library/GSR2010jp.pdf>

¹¹ International Small Hydro Atlas <http://www.small-hydro.com/index.cfm?fuseaction=welcome.home>

¹² 関西電力「新黒蘂第二発電所(仮称)の新設について」2010年2月26日 <http://www.kepco.co.jp/pressre/2010/0226-1j.html>

¹³ 関西電力「読書ダムにおける河川維持流量を利用した水力発電計画について」2009年3月3日 <http://www.kepco.co.jp/pressre/2009/0303-1j.html>

¹⁴ 中国電力「土居発電所の設備改修による発電所出力の増加について」2010年7月7日

¹⁵ 中部電力「須砂渡水力発電所」営業運転開始について」2010年9月17日 http://www.chuden.co.jp/corporate/publicity/pub_release/press/3099816_6926.html

東京電力も、小水力発電の新規開発・更新を積極的に進めている。新規開発計画である栃川水力発電所（長野県栄村、1000kW）、砥川水力発電所（栃木県日光市、240kW）、日向山発電所（仮称、長野県大町市、1000kW）の3地点に加え、今後10年間でさらに4地点、合計2550kWの新規開発やリプレースを進める計画を打ち出している¹⁶。

今まで、スケールメリットを重視して1万kW未満の水力発電開発を控えていた電力会社も、国内外の流れを感じとり、ここ1～2年で小水力発電の開発に力を入れ始めていると考えられる。

小規模水力は、現在さまざまな開発可能性がある。初期投資がかかる水力発電は、コスト低減が課題の一つである。開発地点にもよるが、単独で開発する場合、初期費用の60～70%近くを占める土木工事費を低減させるために、既存の利水・治水施設を利用する方向で開発が進んでいる。

代表的なものが、農業用水路、砂防ダムの利用である。農業用水路の利用では、山梨県北杜市村山六ヶ村堰水力発電所（320kW）や那須野ヶ原土地改良区連合が設置した百村第一発電所（30kW）、百村第二発電所（90kW）が代表的である。同土地改良区連合は、同じく農業用水路を利用した蓼沼第一発電所（340kW）、蓼沼第二発電所（170kW）を2009年に新設している。

砂防堰堤や河川維持放流水を利用したものでは、先ほどの中部電力の須砂渡水力発電所や関西電力の大桑野尻水力発電所のほかに、山梨県南アルプス市が建設した金山沢川水力発電所（100kW）が2010年2月1日から稼働している。

2010年7月以降では、全国各地で国の政策により既存用水路を利用したマイクロ水力の実証実験が行われている。小規模水力の動向としては、このように既設の用水路や砂防堰堤等の施設を利用した開発が進められている。

（4）今後の展開

今後の動向としては、比較的規模の大きい小水力では既存発電所の更新などによる出力の増強が予想される。とくに、多くの中小水力発電所を所有している電力会社等が今後積極的に取り組んでいくことが考えられる。

小水力発電では、その地域性を生かした方向で開発が進んでいく可能性が高い。たとえば、山梨県都留市では市民参加型ミニ公募債「つるのおながえし債」により建設費用の一部を賄っている。また、事業用水力で初めてとなる「立山アルプス小水力発電

事業」がおひさまファンドにより実施されている。これらは市民参加型の小水力事業として位置づけられる。

一方、企業と地域の連携も見られる。日本工営は、鹿児島兼伊佐市曾木の滝公園内にある曾木第一発電所跡を生かした小水力発電所を建設する計画を立てている。発電所は最大出力400kW、電力は公園の照明に利用、余剰電力を九州電力に売電し、収益の一部を市に還元するという新しい経営方法を打ち出している。また、長野県茅野市にある休止中の蓼科発電所（260kW）は、地域住民の「復活させたい」との声を受け、丸紅が事業者から買い受けて現在改修を進めている。このように小水力発電は、その地域性を生かしたエネルギーとして、地域展開されていくことが予想される。

日本国内における小水力発電のポテンシャルは高い。山梨県の調査によると、県内の小水力発電の潜在的なエネルギー量は1069GWhで、県内の年間電力消費量（6800GWh）の15%程度に相当するという調査結果が出ている。これは、小水力発電所の建設有望地点とされる河川723地点、農業用水と上下水道22地点の計745地点（既設地点含む）に小水力発電施設を設置した場合の期待発電量を試算した数値である。積雪量が多い北陸地方、東北地方では同様かそれ以上のポテンシャルが期待できる。

小水力発電はこのように高い可能性を秘めているが、さらなる拡大には政策的な後押しが不可欠である。課題としてあげられるのが、初期費用と手続きである。水力発電は、初期費用として発電関連機器の導入などに加えて、土木工事費がその大半を占める。またマイクロ水力では発電量が小さいため売電による回収に時間がかかる。RPS法によりインセンティブが与えられたものの、まだ不十分である。そこで、2010年11月現在、経産省を中心として議論されている固定価格買取制度をはじめ、助成金など国のサポートがまだ必要である。

もう一つの課題はその手続きである。河川の水を使用する場合は水利権の申請が必要であり、既存の農業用水路であったとしても、箇所により申請が必要となる。また、取水により影響を受ける関係者の同意や理解も必要となる。さらに、国の助成金を申請するにあたっては、制度によって官庁の管轄が異なり、複数の官庁と長期間にわたりやり取りをしなければならない場合もある。こういった手続きの簡略が進むことが、普及拡大の条件となっている。

¹⁶ 電気新聞「東電、小水力開発を積極化 今後10年で7地点」2010/10/07 <http://www.shimbun.denki.or.jp/>

3.1.5 地熱発電

1966年岩手県松川地熱発電所が日本最初の商業用地熱発電を開始して以来、主として東北地方・九州地方で建設が進んだ。とりわけ、日本の地熱発電所の建設は二つの時期に大きく進んだ。一つ目は昭和49年（1974年）から昭和57年（1982年）にかけてで、この時期は主として、国内地熱パイオニアの努力が反映されたものと見ることができる。一方、二つ目は平成2年（1990年）から平成8年（1996年）にかけてで、この時期は国の地熱開発促進事業が花開いた時期といえる。しかし、その後国の政策的支援が打ち切れ、1999年に八丈島地熱発電所が建設されたのを最後に、新たな地熱発電所の建設はない。図3-12に示すとおり、2010年11月現在、日本の地熱発電所は17ヶ所、累計設備容量は約55万kW（認可出力53.5万kW）となっている。

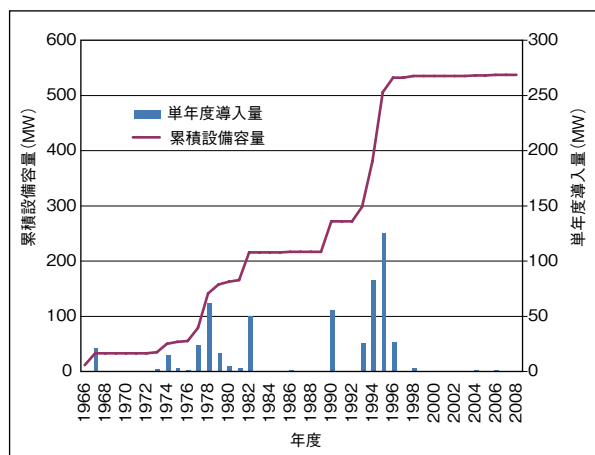


図3-12 国内の地熱発電の累積設備容量と単年度導入量

1970年代のオイルショックを契機に石油代替エネルギー開発の動きが盛んになり、1980年に新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が設立され、地熱開発機運が大いに高まった。国の地熱関連予算は1979年に40億円であったものが、翌年には一気に4倍にまで跳ね上がった。こうした動きを受けて、先発の地熱発電事業者である日本重化学工業(株)、九州電力(株)、三菱マテリアル(株)、電源開発(株)に加えて、同和鉱業(株)、石油資源開発(株)、新日鐵(株)・日鉄鉱業(株)、三井金属鉱業(株)、出光興産(株)が地熱発電事業に参入し、調査・建設ラッシュを迎えた。地熱関連予算は1980年以降1996年までは150～180億円規模に達する状態が続いた。発電事業者として地下資源開発事業者と組んだ東北電力(株)、北海道電力(株)に加え、東京電力(株)が地下・地上一貫開発事業者として参入したが、1999年3月の東京電力(株)八丈島地熱発電所を最後

に地熱開発低迷期に入る。これは、地熱発電の建設費が高い割に事業としての収益性が低いことと、資金回収までのリードタイムが長いこと、温泉業者との軋轢や優勢な地熱資源を有する自然公園内での新規開発が許されないことなどの事業阻害要因が多いために、既存の地熱発電事業者が二つ目を手掛ける意欲を失ったためである。

「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」が1997年に制定され、地熱が新エネルギーから外されて以来、地熱関連予算が年々縮小され、2003年には研究開発費予算がゼロとなった。さらに、「電気事業者の新エネルギー利用に関する特別措置法」（RPS法）が2003年に施行されたが、主流ではないバイナリーサイクル式地熱発電のみとする制限を設け、一般的な蒸気フラッシュ式地熱発電が除外された。政府によるこうした地熱発電への支援打ち切りの潮流により、2006年度には地熱関連予算は30億円を切るころまで削減されて現在に至っている。

このような中で、すでに述べたように、NEDOは開発リスク低減のため、国による先導的地熱開発促進調査を行ってきた。ところが、資源量が一定程度確認された場合でも依然経済性に難点があり、新規発電所建設には至っておらず、打開策が検討されてきた。その結果、2010年度には地熱開発促進調査（開発可能量調査）として新規に5地域（北海道標津町武佐岳地域、北海道札幌市豊羽地域、岩手県八幡平市松尾八幡平地域、秋田県湯沢市木地山・下の岱地域、秋田県鹿角市菰ノ森地域）が採択され、地上調査が開始された（調査予定期間は4～5年間）。しかしながら、政府内における事業仕分けの中で、事業の大幅な見直しが迫られ、5地域での次年度事業継続は困難となり、次年度からは新たな方向が模索されることになっている。

なお、上述のように2000年以降新しい発電所が建設されず、発電設備量はほぼ一定のままであるが、平成16年度（2004年度）以降、図3-13（P62）に示すように発電電力量が次第に減少している。地熱発電電力量のピークは平成9年度（1997年度）にあり、この時の年間電力量は約38億kWhであった。その後低下したが、平成13年度（2001年度）からは回復し、平成15年度（2003年度）には約35億kWhまで回復した。しかし、再び低下を始め、平成19年度（2007年度）には30億635万kWhとなり、さらに平成20年度は27億6460万kWhとなっている。すなわち、平成20年度（2008年度）には、最大時に比べ約28%、平成19年度（2007年度）と比べて約10%の低下となっている。これを利用率という観点からすれば、平成9年度（1997年度）

には80%を超えていたものが、平成19年（2007年度）には70%を切り、さらに、平成20年度（2008年度）には60%程度に落ち込んでいることに相当している。

このような中で、八丁原2号機、滝上、大霧の各発電所では90%以上のきわめて高い利用率を示している。しかし、上述した発電電力量および利用率の低下は、他の自然エネルギーと比較した場合、ベースロードあるいは24時間安定発電を大きな長所としている地熱発電にとって、見過ごすことのできない問題である。その原因としては、各地熱発電所において、地熱貯留層そのものの能力が落ちてきているということではない。個々の生産井がスケール付着や、あるいは生産井ごく近傍の圧力が低下することによって生産量が減少してきているにもかかわらず、その対策が技術的に十分でなかったことや、適切な時期に補充のための生産井の掘削が行われてこなかったことに起因していると考えられる。これは、発電設備に応じた発電を維持することが、かならずしも高い経済性につながらないという社会経済的実情があったことも考えられる。このような問題は、地熱発電に対し環境価値が付加される等の政策的支援があれば、解決される問題と考えられる。

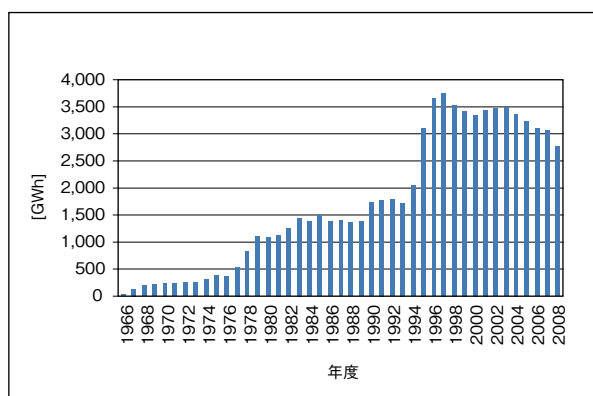


図 3-13 国内の地熱発電の年間発電量の推移

なお、ここではバイオマス燃料の熱量比60%程度以上の場合をバイオマス発電と定義する。この定義では⑤化石燃料混焼発電はバイオマス熱量比60%未満であるため、統計データから除く（一部の設備はその燃料熱量比が不明の設備も存在したが、主燃料が石炭であるためバイオマス燃料熱量比は60%未満と判断した）。ただし、化石燃料混焼発電の現状の動向については後述する。

データは資源エネルギー庁・RPS法対象認定施設（2010公表版）¹⁷を中心に、資源エネルギー庁新エネルギーニッポン事例集¹⁸、グリーン電力発電設備¹⁹、社団法人地域資源循環技術センター・バイオ利用技術情報データベース²⁰および農林水産省・バイオマス利活施設データ²¹より、総計401施設を集計した。

図3-14に示すように2009年度末でのバイオマス発電の設備容量の累積導入量は315.9万kW、また2009年度に新規導入された発電出力は約7.7万kW（一般廃棄物発電5.7万kW、木質バイオマス発電1.8万kW、食品・畜産等バイオマス発電0.2万kW）であり、2%強の伸び率であった。全体の傾向としては昨年度と大きな変化は無く、1990年比約7.5倍に増加しており、とくに2001年以降の増加が顕著である。燃料別内訳

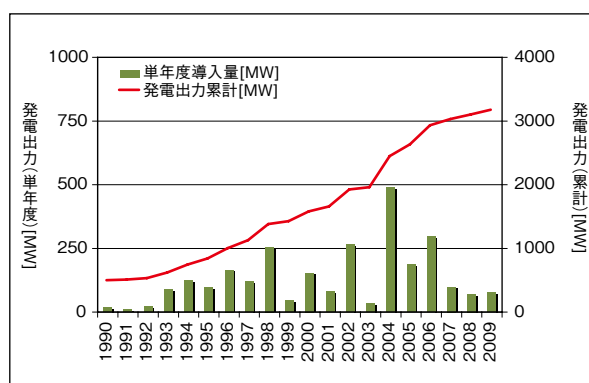


図 3-14 日本国内でのバイオマス発電の導入状況と累積導入量

3.1.6 バイオマス発電

バイオマス発電には、さまざまな種類がある。本白書においては、以下のように分類し、それぞれの発電設備容量のトレンドにまとめる。

- ① 一般廃棄物（ゴミ）発電
- ② 産業廃棄物発電
- ③ 木質バイオマス発電
- ④ 食品・畜産等バイオマス発電
- ⑤ 化石燃料混焼発電

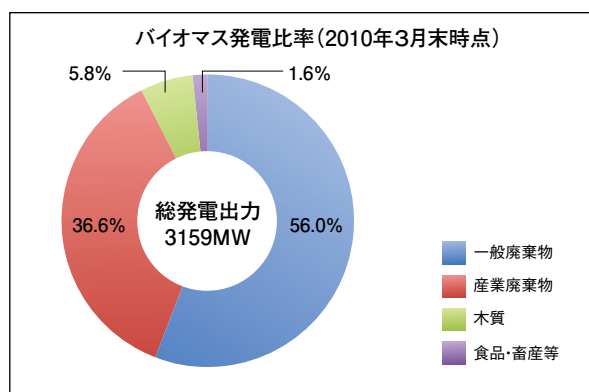


図 3-15 日本国内でのバイオマス発電の比率内訳（設備容量）※化石燃料混焼発電を除く

¹⁷ 資源エネルギー庁・RPS法対象認定施設（2010公表版） <http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/joholink-dl.html>

¹⁸ 資源エネルギー庁 新エネルギーニッポン事例集 http://www.enecho.meti.go.jp/energy/newenergy/newene_pamph.htm

¹⁹ グリーンエネルギー認証センター・グリーン電力発電電力量認証一覧

²⁰ 社団法人地域資源循環技術センター・バイオマス利活用技術情報データベース <http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/>

²¹ バイオマス利活用技術情報データベース <http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/>

(図3-15、P62) は、2009年度末時点で一般廃棄物発電が56%、産業廃棄物発電が36.6%と、廃棄物系発電で全体の92.6%を占めており、累積導入量の伸びはこの廃棄物系発電によるところが大きい。

一般廃棄物発電は各自治体のごみ処理場での発電設備であり、これは1990年代初期から徐々に増加してきている。新設されるごみ処理場では発電設備が併設されるのが一般的になっている。産業廃棄物発電は、製紙会社による自家発電が主な設備であるが、1990年代は製紙工程で出る黒液を燃料とした発電が多かったが、2000年代にはいと、木屑・建築廃材・古タイヤ・RPF等の地域からの産業廃棄物を燃料としたものに主流が移ってきている。一施設の発電設備容量が数10万kWとバイオマス発電の中では大きな発電設備である。一方、割合は少ないものの地域自然エネルギーとして期待されている木質バイオマス発電や食糧・畜産等のバイオマス発電は、1990年代にはほとんど無かったのに対して、2004年以降導入が始まり急激な伸びを見せている。2000年代に入ってから増加は、RPS法施行による政策的後押しがその大きな要因と推測されるが、化石燃料の価格高騰などによる燃料代替や、環境対策としてのCO2削減への取り組みも要因となっていると考えられる。木質バイオマス発電が2008年以降頭打ちとなったのは、経済性のある国内の廃材にほぼ余剰が無くなったためと考えられる。

バイオガス発電もバイオマス政策の推進などにより、2003年～2004年から急速に伸びた。ただし、日本ではメタン発酵後に出る液肥（高濃度処理水）を農地に還元する事が難しく、水処理を行っているケースが多い。水処理に莫大なエネルギー（および費用）がかかり、バイオガス発電施設のエネルギー収益を悪化させる要因になっている。図3-16には、カテゴリー別のバイオマス発電の設備容量（発電出力）の推移を示す。

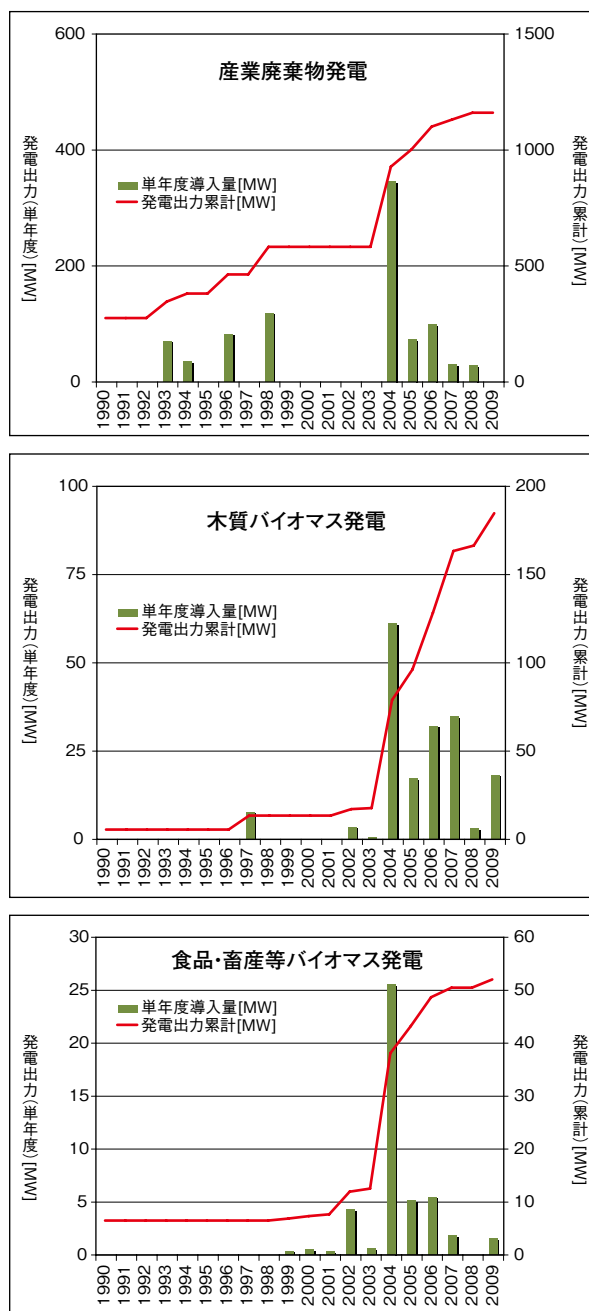
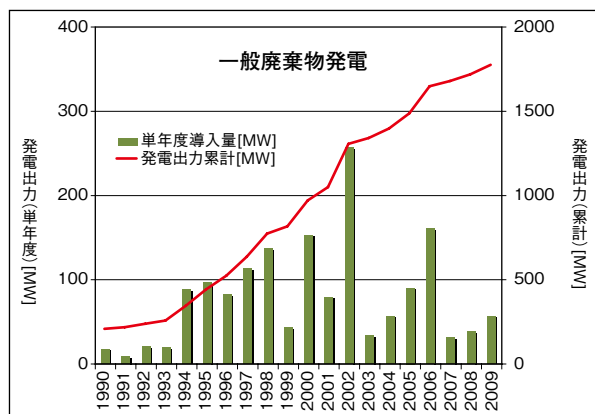


図 3-16 国内のバイオマス発電のカテゴリー別導入推移



3.1.7 海洋エネルギーによる発電

海洋エネルギーの利用には、波の力を利用した波力発電、潮の満ち引きによる高低差を利用した潮汐発電、海流や潮流を利用した海流発電、海の表面の温度と深層部の温度の差を利用した海洋温度差発電などがある。世界的には、潮汐発電が最も早くから商用化されているが、広範な地域での実用化としては、波力発電が最も有望視されている。

日本の海洋エネルギーによる発電では、小型の波

力発電が標識ブイで実用があるものの、現時点では大型の発電設備は研究段階にとどまっており、実用化、産業化はされていない。このため海洋エネルギー技術を産業として支援対象とするのは時期早尚とみなされ、新エネルギーに位置づけられていない。

しかしながら、世界では実用化が始まっており、フランスでは潮汐発電、ノルウェーでは潮流発電、ポルトガルでは波力発電が実用化の段階に入っている。ポルトガルやアイルランド、オーストラリアでは、KWhあたり30円前後で買い取る固定価格買取制度(FIT)の対象ともなっている。2009年にはオーストラリアで、発電規模1.9万kW、事業費約200億円の波力発電プロジェクトに連邦政府等の補助金が決定され、本格的な商業発電事業が動き出している。

海洋エネルギーのうち日本国内で最も有望と考えられるのが波力発電である。波力発電は、日本では1940年代航路標識ブイに設置され実用化された。さらに、1975年実証機「海明」、1998年「マイティホエール」による研究開発がなされた。世界では、波力発電の装置は多種試みられているが、実用段階とみられているのは、大型で沿岸に固定するタイプの振動水中式と、小型で沖合に浮体として多数設置するブイ型の可動物体式である。日本周辺の波況からは、小型で沖合設置する可動物体式で浮体式の設備を多数設置することが効率的と見られている。

日本近海の平均波パワーは7kW/mであり、波力発電適地の波パワーは20～70kW/m程度ある。日本の海岸線延長は世界第6位であり、EEZ(排他的経済水域)も同じく世界第6位である。単純計算では、日本の波の力で日本の消費電力の1/3を賄うことができる。

ブイ型の波力発電は10km四方で500万kW程度の発電設備規模を持つ。この設備費用を2兆円、耐用年数を30年とすると、1kW当たりのコストは、50円程度となる。10万kWを超える普及段階になると、1kW当たり25円程度になると考えられる。

なお、波力発電の適地は、洋上風力発電の適地である場合が少なくないとみられ、波力と洋上風力発電を組み合わせたものでは、海底ケーブルや関連設備の共用でさらにコストダウンが可能であると考えられる。さらに、発電設備を漁礁効果も併せ持つものとして設計することで、新たな漁業権の設定を視野に入れることも可能といえる。こうした波力発電を積極的に勧めるべく、東京都の呼びかけで専門家等が集まり、2009年7月第1回波力発電検討会が開催された。2010年3月には報告書および提言が公表された²²。

このように波力発電は、ウェーブ・ファームを広大な海洋に展開することで大きなエネルギーを獲得できる。波力発電検討会の資料では、2020年までの波力発電の目標値は設備容量で20万kW程度、設備稼働率を30%と想定すると、5億2560万kWhの発電が想定されている。日本では、波力発電を想定した波況調査が行われていないため2050年の想定は難しいが、10km四方の海域で500万kWの設備容量となる規模から言って、それが全国5か所に設置されるだけで650億kWhとなり、自然エネルギーの大きな柱の一つとなると考えられる。

3.1.8 太陽熱発電

太陽熱発電は、鏡などを用いて太陽光を集光し、その熱で水を蒸発させることで蒸気タービンを回転させ、発電する発電方式である。日本では新エネルギー技術開発計画として発足したサンシャイン計画の主要課題の一つとして、1974年に太陽熱発電システムの開発が開始された。広大な敷地、年間日照時間が2200時間と多く、風が穏やかで台風の通過地点からも外れているという気象条件等の好条件を備えていることから香川県三豊仁尾町(現在は三豊市)が計画の実験地に選ばれた²³。しかし試算値の発電量には及ばず、日本のような中度地域では発電量に限界があり、商用化が難しいという結論に至り、1983年限りで実験は打ち切られた。それ以降日本では太陽熱発電に関するプロジェクトは行われていなかった。

2010年2月に東京工業大学の玉浦研究室を中心とした研究チームが、山梨県北杜市で新型システムの実証研究を行うことを計画していることが報道された²⁴。従来の方式より安価な多重リング型ビームダウン式集光システムの研究を行ってきた同研究室はアラブ首長国連邦のアブダビで100kWの実証プラントでの研究を成功させ²⁵、北杜市で300kW程度のプラントを建設する計画を協議している。1983年の中断からおよそ30年ぶりに国内での大規模な太陽熱発電プロジェクトが進められることとなる。

世界における太陽熱発電市場も日本国内と同様に1990年代初期からずっと停滞していたが、2004年に新しい商業規模施設への投資が再開した。それ以来、イスラエル、ポルトガル、スペイン、そして米国で大規模な施設へ注目が集まり、技術革新や投資が行われ急速に復活している。2006年から2007年にかけて米国ネバダ州の6.4万kWのパラボラ・トラフ型施設、米国アリゾナ州の1000kWトラフ型施設、スベ

²² 東京都 波力発電検討会 http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/renewable_energy/conference/index.html

²³ 仁尾太陽熱試験発電所 <http://www.suga-ac.co.jp/works/win/civil02.html>

²⁴ 山梨日日新聞社 2月9日掲載 「北杜市ふるさとメール」より <http://sannichi.typepad.jp/hokuto/2010/02/09tai.html>

²⁵ 東京工業大学プレスリリース 「次世代太陽熱発電所実現へ 多重リング式ビームダウン型で世界初の集光実験に成功」 2010年1月28日付 http://www.titech.ac.jp/file/100128_2-tamaura.pdf

ンの1.1万kWの中央集光型施設など、三つの施設が完成した。北アフリカのサハラ砂漠など砂漠地域での大規模な太陽熱発電事業を目指すDesertecプロジェクト²⁶など新規の計画が急速に増加している。

3.2 自然エネルギー熱分野

3.2.1 概況

ここでは日本国内における自然エネルギーの熱分野での活用について整理する。熱分野では、大きく3種類の自然エネルギーが利用されている。一つは最もポピュラーな太陽熱、次に温泉熱として身近な地熱や地中熱、最後に森林資源を活用したバイオマス熱利用である。太陽熱以外は、国内での統計情報や普及状況を示すデータは少ない。

太陽熱利用については、オイルショック後の1980年代に太陽熱温水器の普及が進んだが、その普及過程で品質面などへの信頼性が失われ、その後の販売では低迷が続いている。その一方、他の熱源との組み合わせが可能なソーラーシステム機器が登場し、一般家庭だけではなく、業務用などでもさまざまな組み合わせでの普及が期待されている。

地熱の熱利用については、古くから温泉の浴用としての利用がある。この熱量は、本来、化石燃料で加熱すべき浴用のお湯を、温泉を使うことにより化石燃料の利用を削減していると見なすことができる。また、地中の安定した温度を活用して、地中熱として利用することにより、冷房や暖房および給湯のエネルギー効率を高めることができる。

バイオマス資源の熱利用については、古くは薪の利用なども含まれたが、ここでは、木質ペレットや木質チップなどを専用の燃焼機器で利用することを想定している。さらにバイオマス資源を利用した製紙会社などの大型ボイラーやCHP（熱電併給システム）についても対象となるが、ほとんどが自家消費のため、その供給量を把握することは容易ではない。

3.2.2 太陽熱

1970年代のオイルショック以降、日本において太陽熱利用機器は大きな市場を形成した。1980年にそのピークを迎え、当時は太陽熱温水器が80万台（≒168万kWth）以上、ソーラーシステム2.6万台（≒1万7500kWth）ほどが導入されており、欧州への輸出も行われていた。その後市場は縮小し、2009年の導

入量は太陽熱温水器4万台、ソーラーシステムが3200台と1/20程度となっている。その結果、累積導入量から使用年数を加味して差し引いたストック量については94年ごろから減少を続けている（図3-17）。

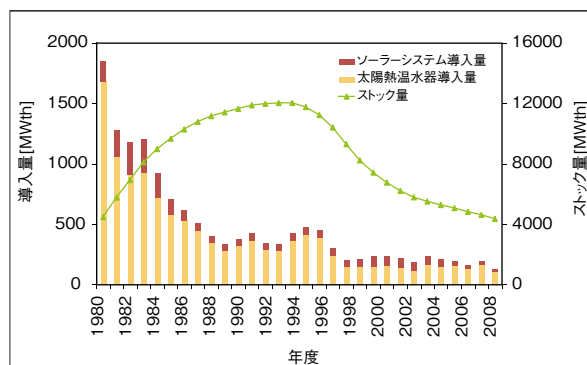


図 3-17 太陽熱温水器・ソーラーシステム単年度導入量およびストック量

2007年から東京都がけん引役として、補助制度や業界との連携、PRを行いながら太陽熱市場の拡大を目指しており、新たな商品の開発や大規模太陽熱利用プロジェクトなどが進められている。これらの影響もあり、2008年には導入量が増加したが、2008年後半からの金融危機の影響もあり2009年度の導入量は再び減少した。また国としても2009年度に太陽熱利用の住宅用リース事業への補助制度を導入する動きがあった。

世界の太陽熱利用機器の導入量は順調に推移しており、2008年には4159万㎡（2910万kWth）となり、2007年から34.9%の増加を示している。このうち中国が78.9%、欧州が14.5%、その他が6.1%を占めている。2009年の導入量は金融危機の影響を受け2008年から10%程減少すると見積もられている。欧州の主要な市場であるドイツでは導入量が23%減少し、欧州全体でも10%減少した。2008年末時点で世界で稼働している太陽熱利用機器は約2.2億㎡（=1億5170万kWth）である。その多くは中国（57.5%）、欧州（18.7%）、米国およびカナダ（10.0%）、日本（2.9%）に分布している。2009年末には世界全体で2.7億㎡（1億8900万kWth）に達すると見積もられている。

日本では、1981年に太陽熱利用機器の販売のピークを迎えた後、エネルギー価格の安値、安定が続き、需要が低迷して販売量が減少を続け、現在は年間4～6万台程度で推移している。市場の減少に伴い、数年前までは積極的な新製品の投入や改良をしてこなかった。このことがさらに市場を縮小させ、国内のストックは1994年をピークに減少を続けている。加えて日本では政策的な支援を欠いてきた。2002年から一部の住宅用太陽熱利用機器に補助金が給付され

²⁶ Desertec Foundation: <http://www.desertec.org/>

たが、住宅用ソーラーシステムのみが対象であり太陽熱温水器を対象外とする非常に限定的な補助政策であった。企業の新製品の投入が遅れたことなども重なり、補助金の使用件数は増えずに制度は4年で終了した。そして2009年度からは太陽熱利用の住宅用リース事業への補助制度を導入した。この補助制度は、2011年度の予算概算要求にも組み込まれたが、長期的な継続性については不透明である。

東京都の太陽エネルギー利用拡大政策は2009年度から開始された。2010年11月19日現在までの補助金申請状況は268件²⁷にとどまっており、1万2859件にのぼる太陽光発電との差は依然として大きい。太陽熱の施工をしても補助制度を利用していないケースもあり、認知度の向上が求められる。一方でエネルギー事業者や東京都、その他地方自治体の動きが具体的になるに従って、太陽熱メーカーも新しい商品開発を進め、2008年以降新しい商品が開発、投入されるようになってきた。多くの新製品にエネルギーモニターが組み込まれるようになり、ヒートポンプ式電気温水器やガス給湯器と組み合わせた太陽熱商品の開発も進んでいる。東京ガスが集合住宅向け太陽熱システムの開発を進めるとともに、太陽熱の推進を進めるフォーラムの結成を働きかけており、新たなプレーヤーとして参加している。

3.2.3 地熱直接利用および地中熱

(1) 地熱直接利用（温泉浴用利用と温泉直接熱利用）

温泉浴用利用のエネルギー的な貢献についてはこれまでに、ほとんど評価されていない。ここでは温泉浴用利用による節約熱エネルギーを、「温泉を浴用利用することによって節約される、浴槽水を日本の平均気温15℃から、日本人の浴用嗜好温度42℃まで熱することに要する熱エネルギー」と定義する。

環境省の調査によると、2006年3月末現在で2万7866ある温泉の浴用利用の節約熱エネルギーは36.5PJと推計された。これは原油換算の128万kLに相当する。これまではこうした見積もりは行われていないためトレンドは不確かだが、ほぼコンスタントに温泉湧出量が増加して40年前の約2倍になっていることから、そのペースで利用熱量も増えていると推察される。

温泉直接熱利用と地中熱利用については、新エネルギー財団（NEF）が3年ごとにアンケート調査したデータがある。それを表3-6に掲げた。3回の調査結果はほぼ横ばいであるが、昨今の石油価格高騰を受けて、温泉熱をエネルギーとして利用する事例が

良く見受けられるようになっている。

表 3-6 地熱関連熱利用データ(PJ/年)

	2000 年度	2003 年度	2006 年度
温泉浴用利用			36.5
温泉直接熱利用	4.5	5.1	4.9
地中熱利用		0.02	0.05

(出典：新エネルギー財団(NEF))

(2) 地中熱利用

1980年頃から導入が開始されたヒートポンプを用いた地中熱利用は、一定期間は年間数件の実績で推移していたが、2004年頃より増加傾向をたどっている。最近4年間では毎年100件程度の施設に地中熱ヒートポンプシステムが設置されている傾向がみられる(図3-18)。地中熱ヒートポンプシステムには、地中熱交換器に水/不凍液を循環させて熱交換をするクロードループと、汲み上げた地下水と熱交換するオープンループとの二つのシステムがあるが、図に示されているように近年はクロードループの増加傾向が顕著である。

また、環境省がヒートアイランド対策として、夏季の冷房時に大気中への排熱のない地中熱ヒートポンプシステムに注目している。クールシティ推進事業、環境技術実証事業で取り上げられる中で、大都市圏でのシステム導入も増加してきている。そのほか、最近では農業（温室）への適用も各地で検討され始めている。

このほか、2010年で特筆すべきこととして、総務省の緑の分権改革推進事業で地中熱に積極的に取り組む自治体が増えてきたことが挙げられる。とくに青森県、群馬県、茨城県、長野県で、利用可能量調査や実証調査が実施されており、これらの地域での地

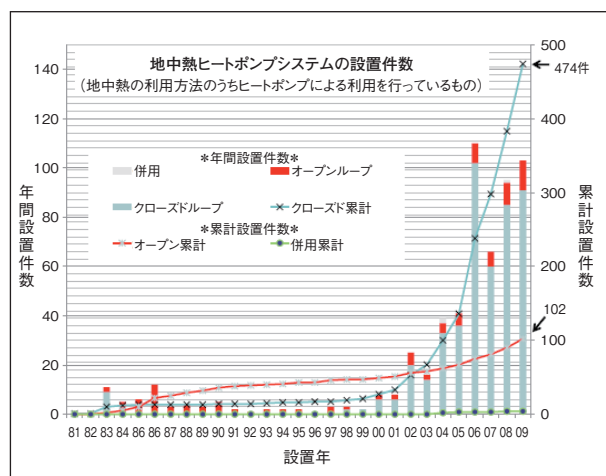


図 3-18 地中熱ヒートポンプシステムの設置件数
(出典：環境省 2010)

²⁷ 東京都地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト「住宅用太陽エネルギー利用機器導入促進事業」 <http://www.tokyo-co2down.jp/taiyu/>

中熱の普及につながるものと期待されている。

3.2.4 バイオマス熱利用

バイオマスの熱利用は大きく分類して以下のよう
な燃料・エネルギー変換方法がある（表3-7）。

表 3-7 バイオマス熱利用の分類

種 別	方式	利用技術
木質	ペレット	ボイラー・ストーブ
	チップ	ボイラー
	ガス化	ボイラー、CHP
食品・農畜産	メタン発酵	ボイラー
下水汚泥	メタン発酵	ボイラー
一般廃棄物	燃焼、ガス化	ボイラー、CHP
産業廃棄物	燃焼、ガス化	ボイラー、CHP

(1) 木質バイオマス熱利用

木質バイオマスの熱利用としては、製紙工場や製材工場等に併設される大型のバイオマスボイラーや施設に設置される木質チップやペレットによるボイラー、そして家庭等に設置される薪や木質ペレットによるストーブの熱利用などさまざまな種類がある。この中で化石燃料を代替する固形のバイオ燃料として注目されている木質ペレットは、1980年代に石油ショックの影響で一時生産が増加した時期があったが、1990年代に入ると石油価格が下がりペレットの生産も大きく減少した。その後2000年代になって、環境問題や地域資源の見直しなどで再びペレット生産が増加してきており、2008年度には年間生産量が6万トンにまで増加している²⁸。ただし、欧州のペレット工場と比べて1ヶ所あたりの規模が小さく、全国55ヶ所のペレット工場の平均的な規模は年間生産量が1000トン程度となっている。木質ペレットの生産を効率化し、普及につながる価格に下げるには、木質ペレットの原料の調達方法や生産方法に課題が多い。調達面では、間伐材の破碎や乾燥から行う必要があり、製材工場などにペレット製造工場を併設することによる改善が期待される。

（財）日本住宅・木材技術センターにより2005年から木質ペレット利用推進対策事業として、木質ペレットの規格化・普及推進のための調査が行われてきた²⁹。近年の原油価格高騰により木質ペレット価格が灯油と競争できる価格になってきたことが、国内ペレット生産規模の増加の背景となっていると考えられる。

木質ペレットは暖房用ストーブと温水用ボイラーに利用されており、2007年度および2008年度の累積

販売台数は以下の表3-8のように推移している。2008年度での前年比増加率はボイラーで約2.2倍、ストーブで約1.7倍と顕著な伸びを示している。ストーブは家庭向けが中心であり、ボイラーは温泉・プール・農園芸施設・公共施設・官庁などでの利用が普及し始めているが、国内全体としての導入熱量統計データはまだまとまったものがなく、エネルギーとしての統計データは今後の集計課題となっている。

表 3-8 ペレットボイラーとストーブの累積販売台数

	2007 年度	2008 年度
ボイラー	178	391
ストーブ	6246	10434

（出典：データのみ日本木質ペレット協会の資料より）

(2) 食品・農畜産および下水汚泥バイオマス熱利用

この分野の主なものは、畜産糞尿のガス化・メタン発酵によるもので、大規模な農場の多い北海道での事例がほとんどである。また、コジェネレーションによる熱と発電利用でエネルギー利用効率を高める施設が増えている。

3.3 自然エネルギーによる燃料分野

3.3.1 バイオ燃料

日本では他のバイオマス同様、液体バイオ燃料はながらく「継子扱い」されてきた。数年前まで液体バイオ燃料と言えば、市民団体や中小企業が廃食油からバイオディーゼルを製造し、燃料として利用してきたが、原料である廃食油回収量の制約などから、5000kl程度に留まっていた。

2005年に閣議決定された「京都議定書目標達成計画」に2010年における輸送用バイオ燃料導入目標50万klが盛り込まれたことから、経産省は石油業界に協力を要請した。石油連盟は、2010年に原油換算21万klのエタノール導入目標を掲げ、2007年4月より首都圏のガソリンスタンド50店舗でETBEを配合したバイオガソリンを一般向けに販売し始め、2008年度には100店舗に拡大している。品質管理の問題などから、石油連盟は石油の副産物であるイソブテンとエタノールを混合したETBEの形でのエタノール導入を進めている。その一方で、イソブテンの生産量が限られているといったことから導入量に制約が生じうるとして、経産省は、エタノールを直接ガソリンに混合する直接混合方式での導入も視野に入れた法整備を行なっている。さらに環境省はE3（エタノー

²⁸ 日本木質ペレット協会「過去5年間の日本でのペレット生産動向」http://www.mokushin.com/jpa/news/news_02.html

²⁹ （財）日本住宅・木材技術センター 木質ペレット情報 <http://www.howtec.or.jp/pellet/index.html>

ル3%混合ガソリン)といった直接混合方式での導入を推進しており、大阪府と協力して直接混合ガソリンの販売を促しているが、直接混合に反対する石油業界の圧力で、ガソリンスタンドの協力がなかなか得られないという事態が生じている。

国産エタノールの生産量は、2006年に30kl、2007年に90kl、2008年に約200klである。現在、1万kl以上の生産能力をもつ施設の整備が進められているが、生産コストが採算ベースの数倍かかるため、補助金が切れれば生産がストップする可能性が高い。

また、バイオディーゼルの生産量は2007年で約1万klである。廃食油は、飼料用、工業用途のほか、ボイラー燃料としての需要もある。大手外食産業などからの廃食油は、飼料、工業用、ボイラー燃料原料等としてすでに再利用されており、新たに利用可能なのは、家庭および小規模事業所から発生する約10万kl程度と推定されている。

木質バイオマス等から軽油代替燃料を製造するBTL(バイオマス・トゥー・リキッド)技術はまだ現状では収率も悪く、実用化にはさらなる技術開発が必要である。

日本の現在の液体バイオ燃料導入の主な目的は温暖化対策だが、最もコストの低いブラジルからの輸入エタノールでもCO₂削減コストは4万円/t程度と推定されており、費用対効果はかなり悪い。

日本国内のバイオマス利用可能量は、エネルギー需要量全体の6%程度と推定されている。液体バイオ燃料利用において重要なポイントの一つは、エネルギー収支である。すなわち、生産-加工-消費のすべての過程において使用するエネルギーの総量が、生産した燃料の熱量を超えていけばエネルギーを生産したことにはならない。液体バイオ燃料、とくにエタノールの変換効率は悪く、理論値でも20~40%程度の上、変換に多量のエネルギーを必要とする。国内の限られた量のバイオマスを、変換効率および温暖化ガス削減費用対効果の悪い液体燃料として利用すべきかどうかは、よく検討する必要がある。こうした点から、バイオ燃料導入量の大幅拡大は輸入を行なうのが現実的である。現在、エタノールの輸出余力があるのは、ブラジルにほぼ限られる。(将来的にも、自国の需要を賄って余剰がある国はほとんど見当たらない。)

輸入バイオ燃料拡大における重要課題の一つは、持続可能性に関わる問題である。国際的に最も網羅した基準を挙げていると評価されている「持続可能なバイオ燃料に関する円卓会議」は、「持続可能なバイオ燃料生産のためのグローバルな原則および基準

案」として、①法律遵守、②協議・計画およびモニタリング、③温室効果ガス排出、④人権および労働者の権利、⑤地域および社会的開発、⑥食糧安全保障、⑦自然保護、⑧土壌、⑨水、⑩大気、⑪経済効率・技術と継続的な改善、⑫土地権利といった項目を挙げている。

ブラジルからのエタノールであれば、とくに生物多様性に富むセラード(草原・灌木林)開発による生物多様性の損失や、土壌中のGHG排出の問題などが挙げられる。現在、国内外でバイオ燃料の持続可能性基準策定の取り組みが進められているが、日本が輸入するエタノールが持続可能性基準を満たすものであっても、需要量拡大にともなって、従来、放牧地や大豆畑であった土地にサトウキビ畑が拡大し、セラードやアマゾン地域に放牧地や大豆畑が拡大するおそれ(間接影響)が指摘されている。

2006年から2008年にかけての世界的なバイオ燃料ブームは、食料との競合や土地をめぐる紛争の増大など、深刻な社会問題を引き起こした。バイオ燃料の利用拡大は、温暖化対策といった目的に対する効果などさまざまな点を考慮しながら、慎重に進めていくべきである。なお、バイオ燃料に関する情報は、NPO法人バイオマス産業社会ネットワークが毎年発行しているバイオマス白書³⁰⁾に詳しく記載されている。

3.3.2 その他の輸送分野

自然エネルギーの輸送燃料における利用は、自動車の低炭素化に大きく貢献するものである。低炭素車は、開発当初と比べて低価格での販売が実現されていることに加えて、国や自治体からの減税、補助金等の優遇措置もあり、近年では通常のガソリン車に対する価格競争力を持ちつつある。低炭素車のうち、現在とくに実用化が進められているのは、ハイブリッド車(HEV)、プラグイン・ハイブリッド車(PHEV)、電気自動車(EV)である。低炭素車普及促進のための政策がとられると同時に、各メーカーが開発に力を入れ、毎年新しい車種の生産を開始している。

(1) 普及政策

経産省による「環境対応車 普及促進対策費補助金」(通称「エコカー補助金」)とは麻生内閣が2009年4月に発表した経済危機対策の一つであり、同年12月に鳩山内閣によって2010年9月まで延長された。この補助金制度では、新規登録から13年以上の自動車

³⁰⁾ バイオマス白書 2011 <http://www.npobin.net/hakusho/2011/>

を廃車にし、平成22年燃費基準達成車に買い替える際に25万円が支給された。また新規購入や車齢が13年未満での買い替えについても、平成22年燃費目標基準を15%以上達成した車を購入する場合には10万円が支給された（金額はいずれも普通車の場合）。この制度は、総予算額の5837億円を消化したために2010年9月に終了したが、その後もメーカー各社が独自のキャッシュバック制度を設けるなどした。しかし、補助金の終了に伴って新車全体の販売台数は大きく落ち込んだ。バス、トラック、タクシー業者に対する低公害車普及促進対策費補助金は、2010年から2011年にかけて実施される。

2009年に開始し、2012年度までの継続が決定している「環境対応車普及促進税制」（通称「エコカー減税」）では重量税および取得税が減税となり、HEV、PHEV、EVについては全額免除となっている。

また、自然エネルギー目標の一環としてクリーンエネルギー自動車（HEV、PHEV、EV以外の車種も含む）の導入目標値を定めている自治体もある。たとえば、神奈川県は17万8000台、大阪府は6万台、札幌市は7600台（いずれも2010年度までに）の導入を目標としているが、実態はHEVが大半を占める。

（2）乗用車

①ハイブリッド車（HEV）

2009年までに販売されていた主な車種には、トヨタ自動車のプリウス、エスティマ・ハイブリッド、クラウン・ハイブリッドを始め、本田技研工業（ホンダ）のインサイト、シビック・ハイブリッド等があり、2010年、ホンダのCR-Z、フィット・ハイブリッド等が新たに市場投入された。富士重工業（スバル）、ダイハツ工業、マツダ等もHEVの生産、販売を開始している。既存のインフラを利用できることから、HEVは現在最も実用性の高い低炭素車である。

トヨタ自動車のプリウスの2009年国内新車販売台数は約20万台であった。2010年上半期は17万台を超え、全乗用車中1位と、第2位の本田技研工業（ホンダ）のインサイトに大きく差をつけている。

②電気自動車（EV）

2010年はリチウムイオン電池の技術革新が進み、EV市場は大きな発展を遂げた。2009年までに販売されていた主な車種は三菱自動車のi-MiEVで、2010年末に日産自動車のリーフも国内で販売開始となる。トヨタ自動車、本田技研工業、富士重工業等も今後EV市場への参入を予定している。

充電ステーション等の新たなインフラ設備が必要

となるため、現時点ではHEVに比べて実用性の面で課題が残るが、高効率の低炭素の自動車として、将来的にはさらなる普及が期待されている。2010年度の国内個人向け目標販売台数はi-MiEVが4000台、リーフが6000台であり、予約、販売は順調である。

③プラグイン・ハイブリッド車（PHEV）

PHEVは家庭用電源からの充電が可能であり、長距離ではガソリン車、短距離ではEVとして走行する。現在、各メーカーは一般用商品化に向けて、一層のコスト低減に取り組んでいる。また、高性能なリチウムイオン電池の開発が求められる。

④その他の低炭素車

上記の他にも、水素を利用した燃料電池車（FCV）や水素自動車の技術開発も進められているが、水素の製造技術やインフラ整備に課題が残るため、実用化の目途はたっていない。現在、燃料電池車（FCV）は、官公庁や民間企業を対象としたリース販売が主である。トヨタ自動車は、2015年の市場投入を目指して燃料電池ハイブリッド車の開発を進めている。

（3）バス・タクシー

バスやタクシーにもHEVが登場する中、EVを活用する動きが広がっている。路線や営業エリアが限定されているバス、タクシーの場合、充電のためのインフラ整備が比較的容易であるという利点がある。自治体や企業が、大学と連携するなどして電気バスの導入に取り組んでいる。国土交通省は、バス、タクシーにおけるEV活用を推進すべく、来年度の予算を確保して支援する動きをとった。個人向けには普及までに時間を要するが、自治体や企業を中心にシンボリックなEV導入が進みつつある。

（4）自然エネルギーと低炭素車

これらの車両は従来のガソリン車に比べて化石燃料への依存度が低い次世代型車両として期待されるが、低炭素車においてさらなる環境負荷の低減を図るためには、使用する燃料や電力が自然エネルギーであることが重要となる。自然エネルギーがこの輸送分野に本格導入されていない現状でも、太陽光発電設備からEVへの充電やグリーン電力証書の利用等によってある程度実現する試みも始まっている。