

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の導入状況について、電力分野のトレンドの推移を整理する。図3-1に示すように2008年度末の自然エネルギーによる発電設備の累積設備容量は1000万kWを超えている。この中で1万kW以下の小水力発電とバイオマス発電（廃棄物発電を含む）が約6割を占めている。

太陽光発電と風力発電は2008年度末で37%程度を占めている。両発電は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が、補助金の打ち切りなど普及政策の停滞により、それ以降は伸びが鈍化している。地熱発電と小水力発電については、1990年以降の新規設備導入が非常に少ない状況が続いているが、2008年度末の設備容量の約35%を占める。バイオマス発電については、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、2008年度末で全体の30%弱を占めている。

この設備容量から発電種別毎に設備利用率を仮定し、各年度の年間発電量を推計した結果を図3-2に示す。増加率の小さい地熱発電と小水力発電だが、その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ている。増加率の大きい太陽光発電と風力発電については、2008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。

ただし、日本国内の全発電量（2007年度は約1兆2億kWh、自家用を含む）に対し、自然エネルギーによる発電の割合は約3%に留まっており、2000年以降1%程度増加したにすぎない。

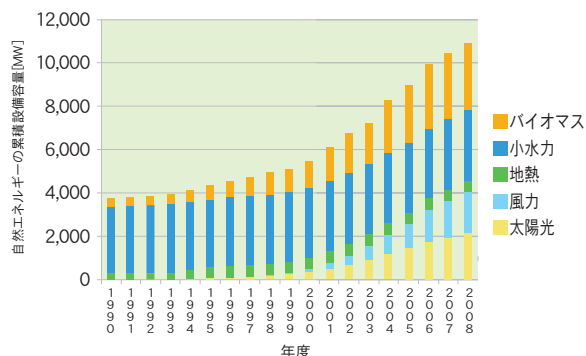


図3-1 日本国内の自然エネルギー発電設備の累積設備容量 (ISEP調査)

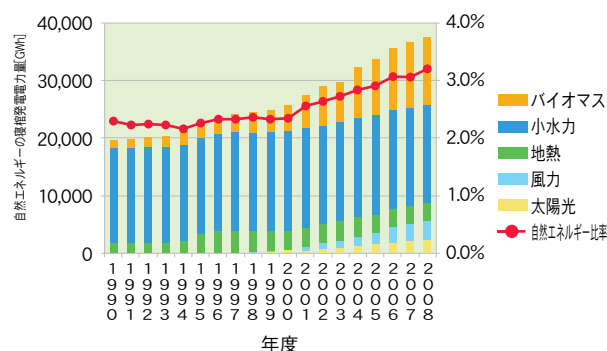


図3-2 日本国内の自然エネルギーによる発電量の推計 (ISEP調査)

(2) 太陽光発電

国内の太陽光発電設備の累積導入量は2008年度末に200万kWの台を超え219.8万kWに達したが、その増加率は2005年度以降、住宅用設備への補助金の打ち切りの影響などにより低下する傾向にある。一方、海外への太陽光パネル出荷量は順調に増え、2004年度には国内出荷量を上回り、2008年度には単年度で90万kW近くを海外に出荷している（国内出荷量の4倍程度）。

(3) 風力発電

日本国内の風力発電は1980年から開始されたが、本格的な導入は1000kW機が登場した1999年以降で、設備容量の合計が数万kWを超える大型のウィンドファームもこの頃から建設が始まった。

2008年度末の設備導入量は、設備容量185.36万kW、基数1517台だが、このままでは、国の従来の導入目標である2010年までに300万kWの達成は、困難な状況で

ある。

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、連系可能量の制約により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。さらに、立地への各種制約や2008年の建築基準法の改正、さらには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。

(4) 小水力発電

日本国内の水力発電設備は、その大半が1990年以前に導入されたものである。2008年度末の出力1万kW以下の小水力発電の設備容量は322.5万kW（1198基）であり、これは、国内全ての水力発電の設備容量の約6.6%にあたる。一方、1990年以降に導入された設備は127基で、16.6万kWとなっている。そのほとんどが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以下である。

(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以来、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年からは国主導の各種補助金による政策で発電設備の導入が進められた。しかしながら、1999年の八丈島への導入を最後に設備の導入が滞り、「失われた10年」と呼ばれる状況となっている。さらに、大部分の地熱発電は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。2008年度末の国内の累積設備容量は313.8万kWとなっており、1990年比で7.5倍増加している。比率では一般廃棄物発電が55%、産業廃棄物発電が40%と全体の95%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4%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。

(7) 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）制度の施行状況

2003年度より施行されたRPS法では、電気事業者に一定割合以上の「新エネルギー」の利用を義務づけている。この「新エネルギー」の対象となる発電設備には、太陽光発電、風力発電、バイオマス発電が含まれるが、大部分の地熱発電や出力1000kWを超える小水力は含まれていない。図3-3には、RPS認定設備の推移を示すが、近年、風力発電の設備が増加し、2008年度末でバイオマス発電の設備容量を超え、電気供給量でもほぼ同レベルとなっている。

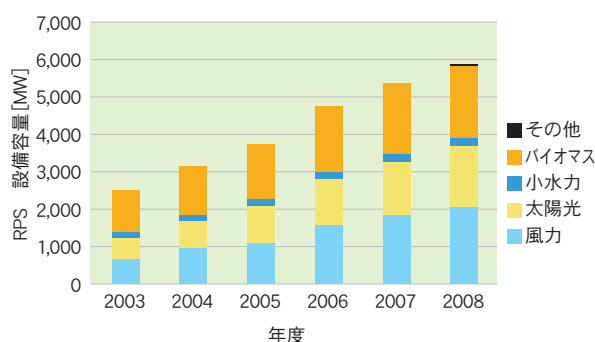


図3-3 RPS法における認定設備の設備容量の推移

図3-4には、RPS法の対象となる新エネルギー等電気供給量の推移と利用義務の目標値を示す。制度開始当初より、新エネ電気供給量が年間の義務履行量を超えた場合、余った分を翌年以降の義務履行のために繰り越してできるバンキング制度が利用できる。2008年度には、年間74億6500万kWhの義務量があったが、新エネ等電気供給量が79億1800万kWhあり、前年度からのバンキング量67億5900万kWhがあるため、義務を果たすと共に2010年度に対して70億4300万kWhをバンキングしている。よって、現行のRPS法の枠組みの中では、各電気事業者へのインセンティブが小さく、自然エネルギーの普及には不十分な状況が続いている。

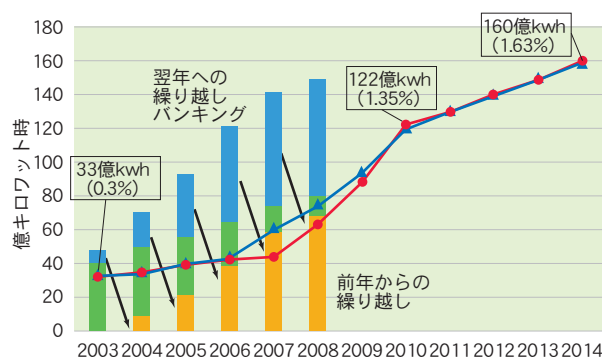


図3-4 RPS法における目標義務量

(8) グリーン電力証書制度の普及

グリーン電力証書の制度は2001年度よりスタートしている。2008年度の累積認定設備の容量は40万kW近くにまで達しており、特に風力発電が増えている（図3-5）。これに伴い認証電力量も順調に増えており、2008年度には、年間2億kWhを超えた。グリーン電力証書の発行量も2008年の洞爺湖サミットなどを契機に順調に増え、2008年度には1.6億kWhを超えた（図3-6）。

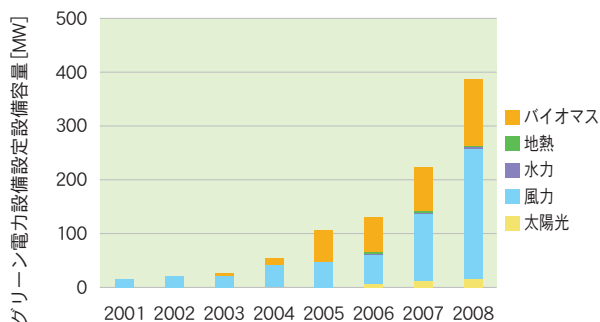


図3-5 グリーン電力証書制度での設備認定の累積量

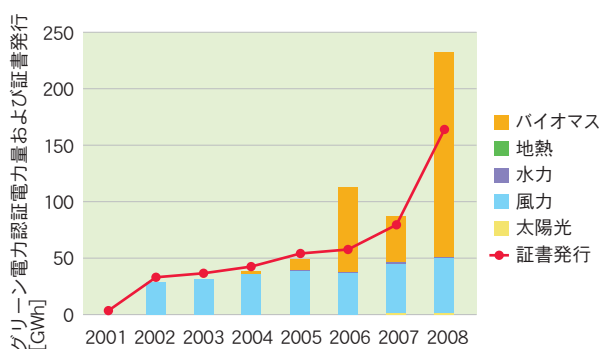


図3-6 グリーン電力証書制度での認証電力量と証書発行量

3. 1. 2. 太陽光発電

(1) 国内外の出荷量

図3-7に、太陽光発電の出荷量データを示す¹。これらは住宅用・民生用・産業用のほかの用途も含めた全ての出荷量を含んでいる。2004年ごろまでは単年度（棒グラフ）、累積（折れ線グラフ）ともに国内出荷量（赤）が多かったが、以降は急激に海外出荷分（青）が伸びるとともに国内出荷量は頭打ちとなっている。その結果、2008年には単年度出荷量で海外分は国内分の3.72倍、累積出荷量では1.65倍となっている。

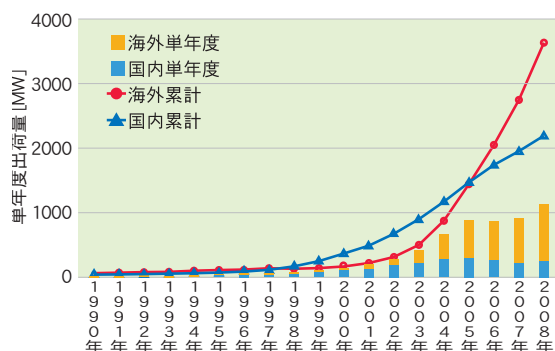


図3-7 太陽光発電出荷量（1990-2008）

(2) 住宅用太陽光発電の導入量

図3-8に、住宅用太陽光発電の導入量データを示す²。2005年の補助金廃止を境に停滞しており、20万kW前後で推移しており、累積では170万kWほどに達している。一般的に太陽光発電導入量のグラフには、太陽光発電協会の出荷量を基にした国内出荷量が用いられているが（IEA PVPSなど）、住宅用太陽光発電についての新エネルギー財団が発表する補助金や余剰電力購入メニューの統計と比較すると25%ほど多く見積もられ

¹ 「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/>

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/>

ていると考えられる。実質的にほぼ全ての住宅用太陽光発電において余剰電力購入メニューを結んでいると考えられることから、ここでは新エネルギー財団の統計をもとに住宅用導入量をグラフ化した。なお、1993年以降の新エネルギー財団データは無いため、1994年～96年の傾向をもとに太陽光発電協会のデータから推計している。

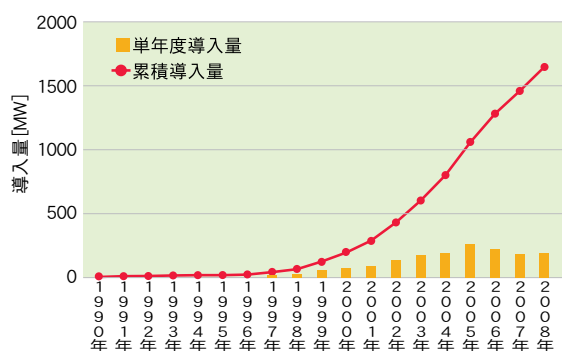


図3-8 住宅用太陽光発電の単年度導入量とストック量³

(3) 分析・評価

サンシャイン計画から太陽光発電の開発を進め、世界のトップランナーとして導入量、生産量ともに世界第1位の座を得ていたが、2005年の補助金廃止などにより単年度導入量は20万kW程度で推移している。その結果、単年度導入量では2004年にドイツに抜かれ、2008年には世界6位に転落している。累積導入量ではドイツ、さらにはスペインにも抜かれ、第3位となった。

生産についても、かつては日本の企業で世界の生産量の半分以上を占めていたが、旺盛な需要を受けて新規産業として生産に乗り出す海外の新興メーカーが台頭し、産業政策の章で示したように、ここでも日本の存在感が埋没してきている。

一方、2008年の福田ビジョンでは太陽光の大幅拡大が示され、2020年に太陽光発電を10倍とし、2030年には40倍とするという目標が述べられた。その後、補助金が復活するとともに2009年2月の太陽光発電の実質的な固定価格制度の開始が発表された。2009年11月から家庭用の余剰電力を中心とした新たな固定価格買取制度（FIT）が始まったが、業務や産業、発電目的での大規模太陽光までを視野に入れた、全量買取という大幅拡大につながる制度の構築には至っていない。

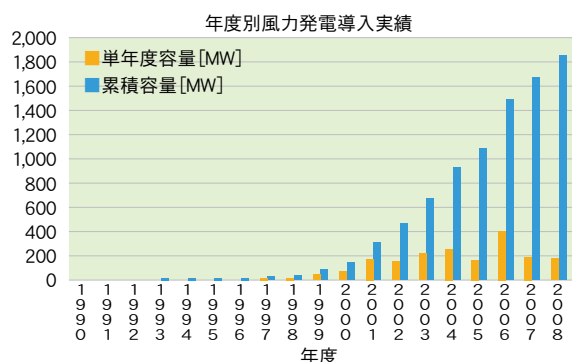


図3-9 1990年度から2008年度までの単年度と累積導入

3. 1. 3. 風力発電

(1) 導入実績

(i) 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り、1990年度末までには、同社の250kW、300kW機、石川播磨重工業㈱の100kW機、ヤマハ発動機㈱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、㈱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、風車の単機容量及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機（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）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箇所で開催を開始しており、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㈱ユーラスエナジー新出雲風力発電所で、単機容量3000kW機26台による総容量は7万8000kWである。

2008年度（2009年3月末）時点の導入量は185.36万kW、1517台であり、このままでは国の導入目標である2010年までに300万kWを達成することは、困難な状況といえる。1990年度から2008年度までの単年度および累積の導入実績を図3-9に、また主要年度の累積導入容量と累積台数を表3-1に示す。

³ 年度別・都道府県別住宅用太陽光発電システム導入状況（導入件数）「電力10社 余剰電力購入実績について」新エネルギー財団ウェブサイト、<http://www.nep.or.jp/>

表3-1 累積導入量と累積台数

年度	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
累積容量[MW]	1	10	144	313	464	681	925	1085	1490	1675	1854
累積台数[台]	9	54	259	434	576	741	920	1059	1317	1415	1517

(ii) 都道府県別の導入実績

風況の良い北海道、東北、九州での導入量が多い。2008年度に青森県と鹿児島県で大容量ウインドファームの運転が開始したが、北海道では新規転開始ウインドファームがなかったことなどにより、2008年度は青森県が北海道を抜いて1位となった。なお、2007、8年度の都道府県別導入量を図3-10に示す。

(iii) 単年度導入量と施策

1990年度から2008年度までの単年度導入実績と、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3-11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。

(iv) 連係可能量と募集実績

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3-2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、電事連会長が2008年5月に公表した連系可能量は500万kWになると考えられるが、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。

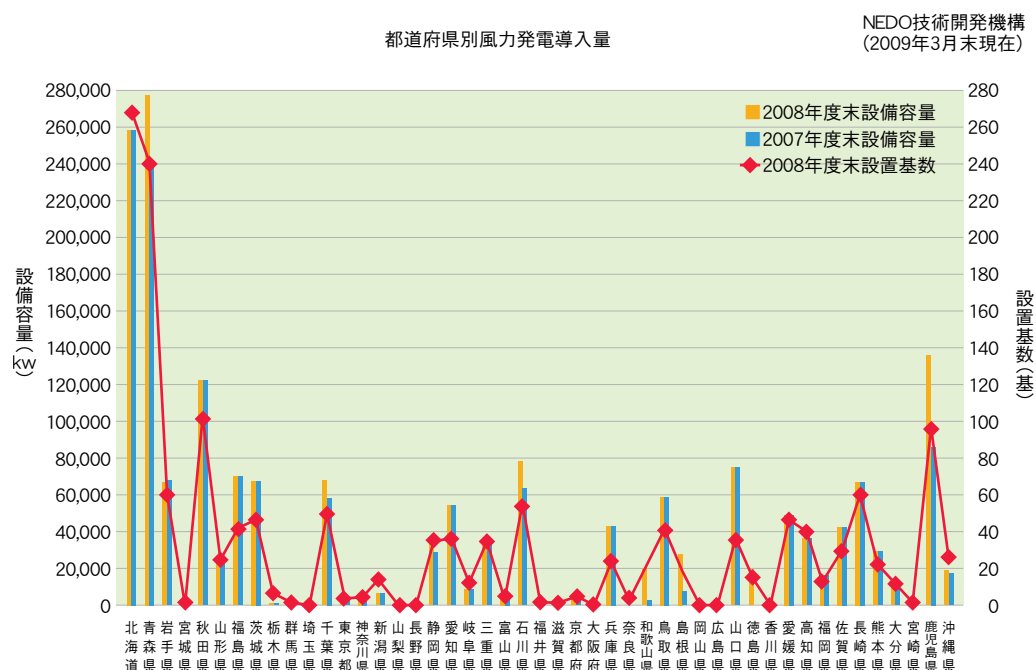


図3-10 2007年度および2008年度の都道府県別導入量

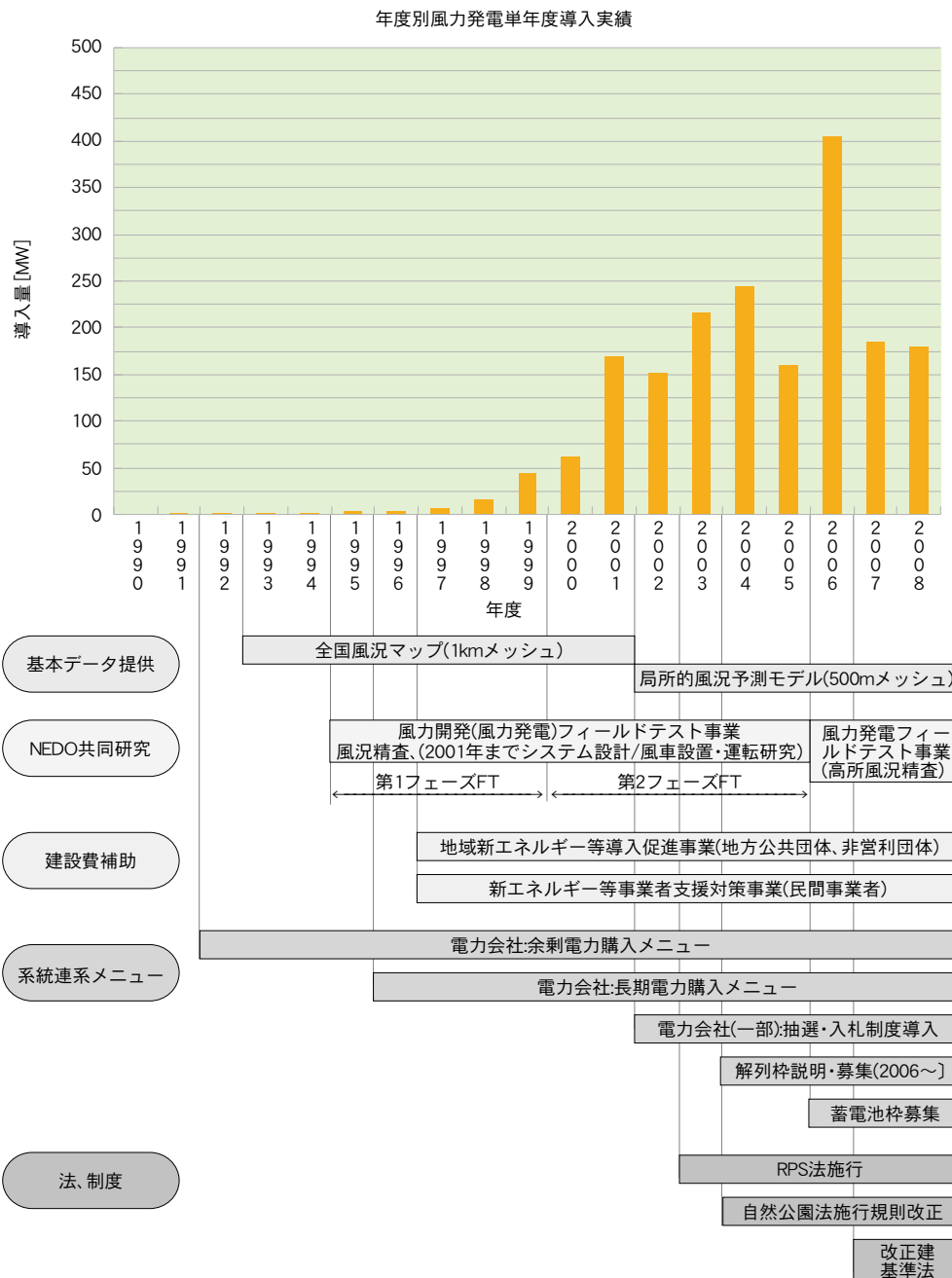


図3-11 1990年度から2008年度までの単年度導入実績と関連施策

表3-2 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:50万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
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):50万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～:随時 解列:10万kW
http://www.rkuden.co.jp/konyu/wind_4.html http://www.rkuden.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/furukou/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):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.kuden.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%	??	25 1.3%	??			H18-8:抽選 通常(一般):1.1万kW 通常(研究):0.2万kW			
http://www.kiden.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%							

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容量と施設件数は、2008年度末時点で4840.9万kW、1879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。

ここでは、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（調整池式⁴）およびダム式のものを対象として、1万kW以下の小水力発電施設の近年（1990～2008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もの（貯水池式）や揚水式の水力発電施設は除外）。

図3-12および図3-13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、127件の発電施設の新設によって発電容量の総和は16.6万kW増加し、発電容量は2008年度末時点で322.5万kWに達した。これは水力発電全体の容量4840.9万kWの約6.66%に相当する。

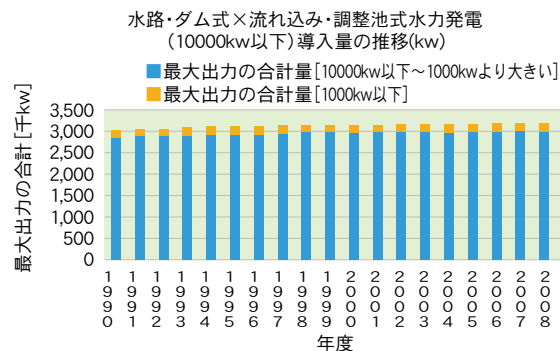


図3-12

日本における小水力発電施設の最大出力の総計の推移

⁴ 土日に貯めた水を平日の発電に使う程度以下の池

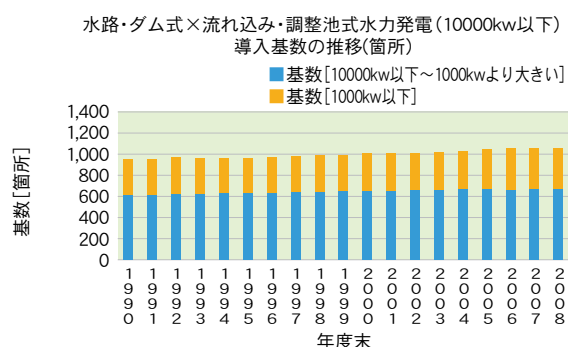


図3-13 日本における小水力発電の基数の推移

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3-14に、最大出力の合計の推移を図3-15に示した。図3-14からは1990年度以降、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、再生可能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。

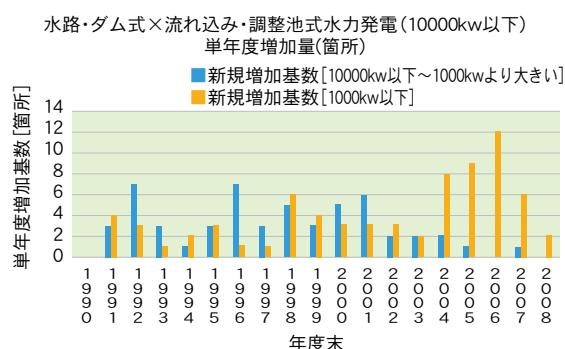


図3-14

日本国内の小水力発電所の単年度あたり新設基数の推移

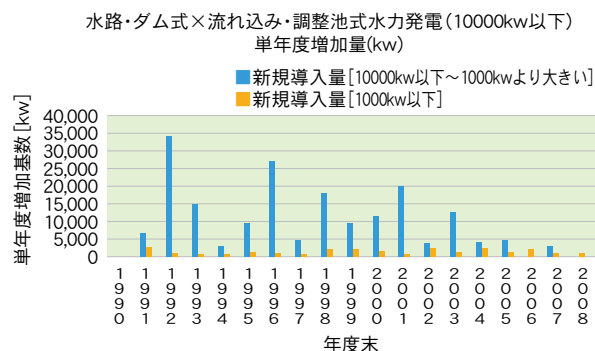


図3-15

小水力発電所の単年度あたり新設導入容量の推移

(2) 世界的な動向

世界の電力需要の約5分の1は水力発電で賄われ、水力発電量が多い国は中国、カナダ、ブラジル、アメリカ、ロシアなどである。アジアでは未開発地点が多い。

中国では大規模開発が主流となっている。2009年4月20日に、中国の水力発電容量は1億7200万kWとなり、2008年末でも世界首位となった。世界最大級の水力発電所である中国の三峡ダムは長江流域に建設されている。三峡ダムは、年間発電量が約847億kWhである。発電能力70万kW発電機32基を備え、発電容量は2240万kWと想像を超える規模である。また、全国に分布する中小規模の水力発電所も4万5000カ所、年間総発電量が1600億kWに及ぶ⁵。

発電容量では、大規模水力の開発が世界的に目立つが、欧州では中小規模水力を自然エネルギーとして早くから位置づけ、固定価格買取制度(FIT)や補助金などにより、その数を着実に伸ばしている。

(3) これまでのトレンドの背景

日本では、中小水力がかなり早い時期から注目されていた。中小水力発電は戦後の電力供給不足の時期に純国産エネルギーとして注目され、1952年(昭和27年)に制定された「農山漁村電気導入促進法」により、とくに1000kW以下の水力発電所が進んで開発された。また、日本の高度経済成長による電力需要の高まりとともに、1950年5月には国土総合開発法が制定され、多目的ダムとして、ダムや砂防堰堤などを利用した水力発電の開発が進んだ。さらに、1957年4月に制定された「特定多目的ダム法」により、多目的ダムの管理が都道府県知事の管理下になり、地方自治体による開発が活発化した。その後、石油火力・大規模揚水へと主流が移ったために、1000kW以下の開発は減少し、中小水力は電力供給の補助的な役割へと移行した。

しかし、1973年の第一次石油ショック時の石油高騰と、それに伴う石油代替エネルギー開発の重要性の高まりにより、クリーンな代替エネルギーとして再評価され、「中小水力発電開発費補助金制度」により再び促進された。そして、地球温暖化問題の浮上により、三度その評価が見直されている。2003年に「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」(RPS法)が施行され、1000kW以下のダムを伴わない小水力発電の普及が試みられた。2008年には更なる普及拡大を目指すため、同規模のダム式の小水力発電へと対象が拡大されている⁶。その結果は、2003年以降の単年度当たりの新設基数の推移にも現れている。

⁵ 「水力発電の黄金期に突入、発電容量で世界首位に—中国」 レコードチャイナ、中国ニュース通信社、<http://www.recordchina.co.jp/group.php?groupid=30664>

⁶ 「中国地方の小水力の歴史」 永井健太郎・中村修・畑中直樹・中島大・友成真一、2009年度長崎大学紀要(暫定)

(4) 今後の展開

今後の中小規模水力の展開は、小規模化と地域性がキーワードとなる。水力発電施設の新規の建設は、環境への負荷が大きくなることから、開発は既存の治水施設の利用か農業用水路などの低落差利用へとシフトしていくと考えられる。そうすると、発電量の大容量化が望めない以上、地域での消費、地産地消へと進むことになる。たとえば、都留市の家中川小水力市民発電所「元気くん1号」のように、市役所の電力を賄い、市民全体での環境問題への取り組みのシンボルとしての設置という形がある⁷。また、那須野ヶ原のように、土地改良区の整備事業の一環として、既存の幹・支線用水路の落差工に発電所を建設、発電した電気を他の施設で自家消費する事例もある⁸。よって、中小水力はより地域性を意識した自然エネルギーとして地域展開されていくことが考えられる。

中小水力の導入の障害となるのは、その初期費用と手続きにある。水力発電は、初期費用として土木工事費や発電関連の機器の導入など、初期費用がかさむ。ランニングコストは低いが、発電量が小さいと、売電による回収が長期間におよぶ。また、河川の水を使用する場合は水利権の設定が必要になり、また、取水により影響を受ける関係者の同意も必要となる。また、補助金等の制度も官庁によって管轄が異なるので、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。このような障害があるため、現在でも太陽光発電のような急速な普及が望めないのが現状である。

こうした障害を乗り越え、導入量増加のきっかけとなるものがあるとすれば、買取価格が太陽光など他の自然エネルギー並みになることが第一と考えられる。そうすれば、まず初期投資の回収が縮まり、大きなインセンティブになる。次に、ビジネスモデルの確立があげられる。太陽光のようにある程度そのビジネスモデルが確立していると、事業者・市民は参入・参加しやすい。残念ながら、中小水力は先進的な事例は多数あるものの、まだ、確立されたビジネスモデルがない。例えば、農業用水路のように日本中に多数あるものを使ったモデルが確立されれば、まず全国の農業用水路が開発のターゲットとなり、導入量増加へのきっかけになるだろう⁹。

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1974年（昭和49年）から1982年（昭和57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1990年から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言える。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3-16に示すとおり2009年3月末現在、日本の地熱発電所は17ヶ所、総発電設備量は約55万kW（認可出力53.5万kW）となっている。

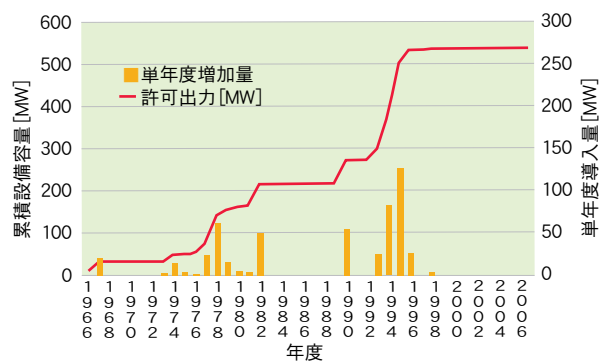


図3-16 国内の地熱発電の累積導入出力と単年度導入量

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NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）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㈱、九州電力㈱、三菱マテリアル㈱、電源開発㈱に加えて、同和鉱業㈱、石油資源開発㈱、新日鐵㈱、日鉄鉱業㈱、三井金属鉱業㈱、出光興産㈱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150～180億円規模に達した状態が続いた。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㈱、北海道電力㈱に加え、東京電力㈱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㈱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や、温泉業者との軋轢や優勢

⁷ 都留市役所ホームページ <http://www.city.tsuru.yamanashi.jp/forms/top/top.aspx>

⁸ 星野 恵美子「農業・農村地域における小水力発電事業 ～那須野ヶ原土地改良区連合の取り組み～」資源環境対策 2007年 Vol.43 No.5 p p37-41

⁹ 中島 大「小水力発電の現状と普及への道」資源環境対策 2007年 Vol.43 No.5 p p26-30

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く、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年に制定されると、地熱は新エネルギーから外されたため、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、RPS法（電気事業者の新エネルギー利用に関する特別措置法）が2003年に施行されたが、マイナーなバイナリーサイクル式地熱発電に限るとの制限が設けられ、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30億円を切ると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ている。ところが、資源が一定量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らないため、現在打開策が検討されている。

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、図3-17に示すように2004年度以降、発電量が次第に減少している。

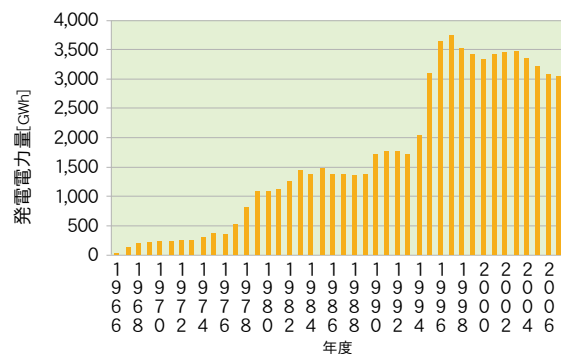


図3-17 国内の地熱発電の年間発電量の推移

地熱発電量のピークは1997年度にあり、この時の年間電力量は約38億kWhであった。その後電力量は低下したが、2001年度からは回復し、2003年度には約35億kWhとなった。しかし、再び低下を始め、2007年度には30億635万kWhとなっている。すなわち、2007年度には、最大時に比べ約20%、2003年度に比べて約5%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、1997年度には80%を超えていたものが、2007年度には70%を切り、今では65%程度に落ち込んでいる。このような発電量および利用率の低下は、他の再生可能エネルギーと比較した

場合、ベースロードあるいは24時間安定発電が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。

この原因は、各地熱発電所における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。むしろ個々の生産井がスケール付着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中で、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来なかったことに起因している。これは、発電設備に応じた発電を維持することが必ずしも高い経済性につながらないという社会経済的事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。

3. 1. 6. バイオマス発電

バイオマス発電は、各種のエネルギー源がある。本白書においては、以下のエネルギー源に分類し、それぞれの発電規模を統計にまとめる。

- 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

なお、本白書では、燃料熱量比60%程度以上をバイオマス発電と定義する。この定義では、⑤の化石燃料混焼発電は60%未満であるため、統計データ¹⁰からは除くが、現状動向のみ言及する。

図3-18に示すようにバイオマス発電全体では、2008年の累積導入量は313.8万kWとなり、1990年比約7.5倍に増えており、特に2001年以降の増加が顕著である。

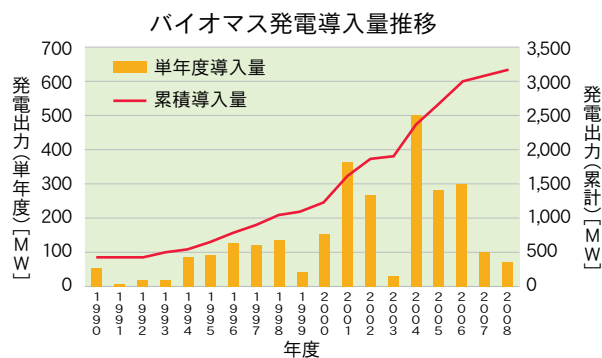


図3-18
日本国内でのバイオマス発電の導入状況と累積導入量

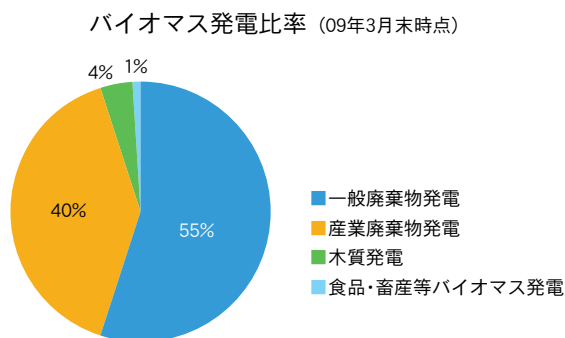


図3-19 日本国内でのバイオマス発電の比率内訳
(設備容量) ※石炭火力への混焼を除く

図3-19に示すように燃料別内訳は、2008年時点で一般廃棄物発電が55%、産業廃棄物発電が40%と、廃棄物系発電で全体の95%を占めており、累積導入量の伸びもこの廃棄物系発電によるところが大きい。

¹⁰データは以下を始めとし、総計390施設を集計したものである。資源エネルギー庁・RPS法対象認定施設 (2009公表版)
<http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/joholink-dl.html>、資源エネルギー庁 新エネニッポン事例集
http://www.enecho.meti.go.jp/energy/newenergy/newene_pamph.htm、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
<http://eneken.ieej.or.jp/greenpower/jp/04index.html>、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提供システム
<http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/>、農林水産省・バイオマス利活施設データ
http://www.jora.jp/txt/katsudo/k_biomass/facilities/index.html

図3-20には、燃料別のバイオマス発電の導入状況を示す。

一般廃棄物発電は各自治体のごみ処理場での発電設備を利用するものである。これは1990年代初期から徐々に増加してきており、今では新設されるごみ処理場に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用設備での発電である。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年代に入ると、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、地域再生可能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・畜産等によるバイオマス発電は1990年代にはほとんど無かったのに対して、2002年以降急激な伸びを見せている。特に木質バイオマス発電は2006～2007年の導入量が顕著である。いずれも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年に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なくなったためと考えられる。

化石燃料混焼発電については、主に電力会社やセメント会社の石炭発電施設において、木質・汚泥炭化燃料などを混焼するものであり、混焼率は1%弱のものから20%程度のものまで施設によって大きく異なる。しかし、2008年度累積導入量は～870万kWで仮に混焼率平均2%としてもバイオマス分は～17万kWとなり、木質バイオマス発電を若干上回る発電量になっている。

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）を農地に還元することが難しく、水処理を行なっているケースが多い。水処理には莫大なエネルギー（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支を悪化させる要因となっている。

全体的に見ると、コンスタントに増えているのは一般廃棄物発電である。今後は、一般廃棄物をエネルギー資源として捉え、より効率的にエネルギー利用する視点も重要となると考えられる。

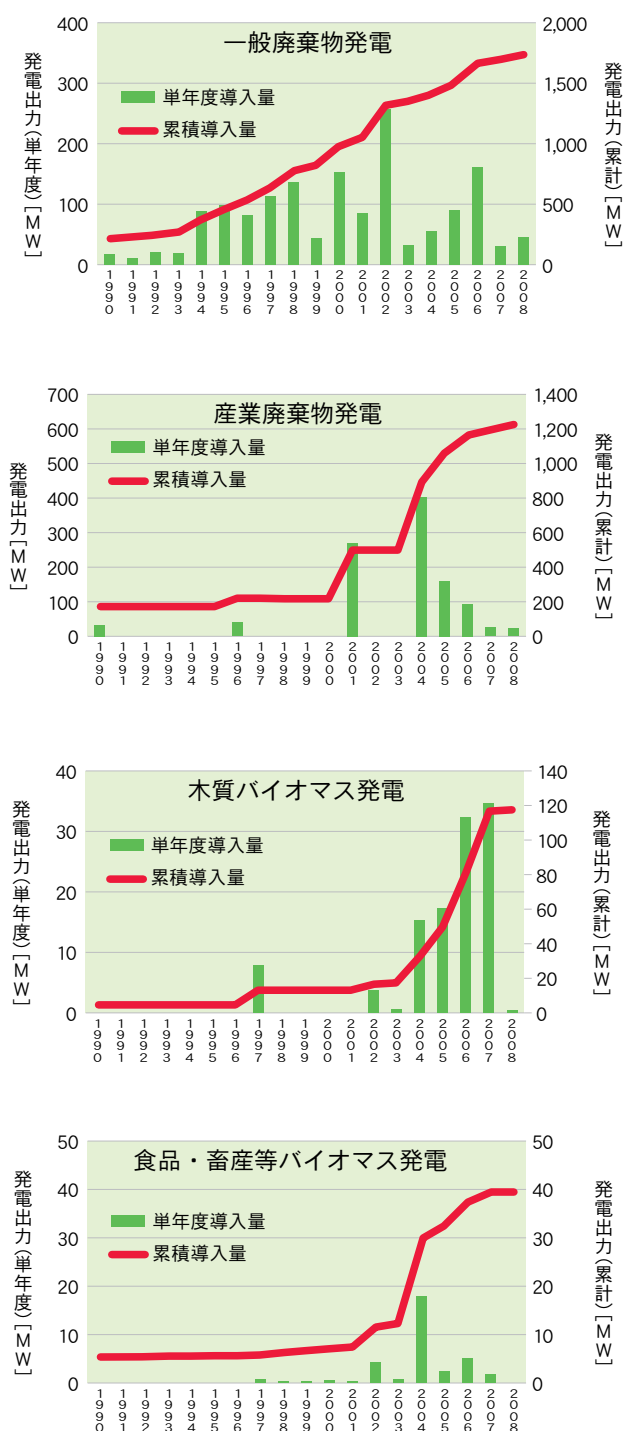


図3-20 国内のバイオマス発電のカテゴリー別導入推移

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留まっており、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3分の1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月には報告書を出す予定である。

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いって、それが全国5か所に設置されるだけで650億kWhとなり、再生可能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。これは、蒸気を発生するための集光・集熱システム、その熱を輸送する熱輸送システム、その熱を一時蓄えたり蒸気を輸送する蓄熱・熱交換システム、発生した蒸気で発電するタービン発電システムの4つで構成される。太陽電池を用いて太陽光を直接エネルギーに転換する太陽光発電とは異なり、原理としては火力発電に近く、熱の発生に燃料を用いずに太陽光を用いる方式といえる。

太陽熱発電システムは太陽光を集光・集熱する方式の違いによって集中型（タワー型）、分散型（トラフ型）、ディッシュ型（スターリング型）の3つに分類される。

集中型（タワー型）の太陽熱発電システムはヘリオスタットと言われる太陽光を反射する平面鏡群のほぼ中央部に塔を建て、その頭部に太陽光を吸収する集熱器を設置し、そこに太陽光を反射させることで熱を得る方式である。

分散型（トラフ型）はコレクタといわれる円筒放射物型の反射鏡で太陽光を集光・集熱するユニットを多数直列型に接続して、敷地内に分散配置し、太陽熱を円筒放射面の焦点に設置した集熱管に集めて、内部を流れる集熱媒体で熱を得る方式である。集熱媒体にはオイルを用いることが多い。

ディッシュ型（スターリング型）はお椀型（ディッシュ）の回転放物面鏡に太陽光を集光し、その焦点近傍に配置された発電材の加熱部を加熱して、その動力でその

場で発電するシステムである。

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仁尾町が計画の実験地に選ばれた¹¹。

実験には分散型と集中型の2種のパイロットプラントが建設された。日本の高度技術の粋を集めたもので、両方式の鏡は、すべてコンピュータで方向制御されており、太陽の動きに応じて自動で方角を調整する仕組みになっていた。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い。

世界における太陽熱発電市場も同様に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¹²。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3つの施設が完成した。ネバダ州の6.4万kWのパラボラ・トラフ型施設、アリゾナ州の1000kWトラフ型施設、スペインの1.1万kWの中央集光型施設である。当時より技術的にも成長した今、日本でも再び検討してみる価値はあると考えられる。

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。ひとつはもっともポピュラーな太陽熱、そして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、国内での統計情報が非常に少なく、その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、業務用などでも様々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、太陽熱利用機器は大きな市場となった。1980年にピークがあり、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）ほどが導入されていた。その後市場は縮小し、2008年の導入量は太陽熱温水器6万台、ソーラーシステムが4700台と10分の1以下となっている。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。

これらの要因としては、魅力ある製品の不足、太陽熱業界の信頼性の低下、PR不足、経済的メリットや支援策の欠如、関連業界との連携不足が挙げられている。

一方で東京都がけん引役として、グリーン熱証書制度の導入や認証制度などを活用した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を進めている。

世界の太陽熱利用機器の販売量は順調に推移しており、2007年には2830万㎡（1981万kWth）となっている。このうち中国が3/4を超え、欧州では約11%（300万㎡≒210万kWth）を占めている。中国では経済発展による生活程度の向上に伴うエネルギー需要の増加や、エネルギー供給の脆弱性により急速に増加している。最近、中国では12階以下の建物に太陽熱利用機器の設置義務を設けている省もある。欧州では設置義務や投資支援、税制優遇など複数の政策を組み合わせることで市場を拡大している国が多い。

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、安定が続く、需要が低迷して販売量が減少を続け、現在は年間6万台程度の

¹¹ 仁尾興産株式会社—仁尾浜の再生と未来
<http://navio2053.sakura.ne.jp/niohtml/taiyonomati.html>

¹² Global Status Report 2007, REN21
<http://www.ren21.net/globalstatusreport/g2007>

規模になっている。市場が減少するに従って、企業の開発意欲が減退し、ここ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。

ドイツでは、太陽電池には固定価格買取制度（FIT）が導入され、太陽熱利用には投資支援金や自然エネルギー熱利用義務が義務づけられた結果、市場が伸びている。一方、日本では目立った政策的な支援に欠ける。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た。しかしながら、住宅用ソーラーシステムのみを対象にし、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り、国民に太陽熱の実力を周知させることが出来ない、さらには、企業の新製品の投入が遅れたことなどにより、補助金の使用件数は増えずに制度は4年で終了した。2008年には一時原油が高騰して売り上げを伸ばしたが、その後の世界経済の急落による原油価格の下落で、再び伸びが停滞している。

総合エネルギー調査会の緊急提言（2008年9月）から議論が始まったエネルギー事業者の役割が、エネルギー供給構造高度化法（代エネ法、新エネ法の改定）として立法化されようとしている。これを契機にエネルギー事業者の関心が深まり、自然エネルギーを取り込む戦略的な動きをするようになってきた。

これらに対し東京都の太陽エネルギー利用拡大政策が2009年4月1日にスタートした。これは太陽光発電と太陽熱利用を取り上げ、10年分の環境価値を買い取るという名目で補助金を出すものである。また京都府ではエコポイント（地域通貨のように使える）事業を行って太陽エネルギー機器の増加を図る試みを行っている。その他、地方自治体の環境対策は具体的な展開を見せているとともに太陽熱利用の義務化を検討している自治体もある。国は法律の立案やグリーン熱証書などの検討は行っているものの、太陽光発電と比較して具体的な政策が遅れているといわざるを得ない。しかし、エネルギー事業者や東京都、地方自治体の動きが具体的に becoming 従って、太陽熱メーカーも新しい商品開発を進め、2008年から2009年にかけて新しい商品が開発、投入されるようになってきており、市場拡大に向けた展開が期待される。

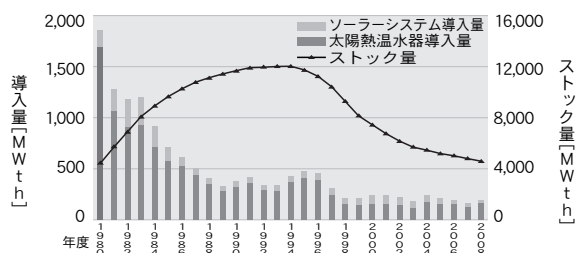


図3-21 太陽熱温水器・ソーラーシステム単年度導入量およびストック量

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。環境省の調査対象となった2万7866の温泉（2006年3月末現在）について、温泉を浴用に利用すると、節約熱エネルギーは36.5PJになると推計された。これは原油換算すると128万klに相当する。これまでこうした見積もりは行われていなかったためにトレンドは不確かだが、ほぼ順調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。

表3-3は新エネルギー財団（NEF）が3年ごとにアンケートにより調査したデータである。温泉直接熱利用に関しては、3回の調査結果はほぼ横ばいであるが、昨今の油価高騰を受けて、温泉熱をエネルギーとして利用する事例が頻繁に見受けられるようになってきている。

表3-3 地熱関連熱利用データ（PJ/年）

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

(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。導入当初から、寒冷のため通常のエアコンが不向きな北海道において普及が進んできており、戸建住宅のほか融雪へも適用されている。

一方、近年環境省は、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、都会地でのシステム導入も見られるようになってきている。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きている。

このような状況の中で、NPO法人である地中熱利用促進協会の活動も活発になっており、参加企業も大きく増加している。

地中熱ヒートポンプの
都道府県別の普及状況（2007年まで）

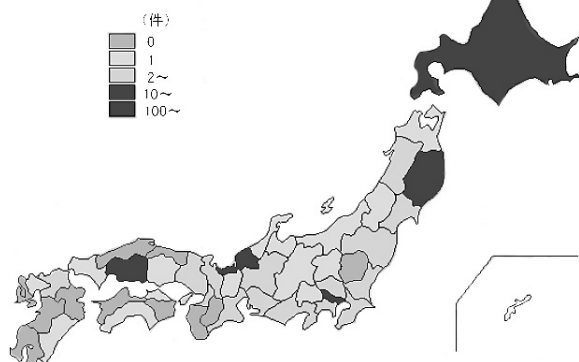


図3-22 地中熱ヒートポンプの都道府県別の普及状況

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・2008年度の累積販売台数は以下の表3-5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3-5 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

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3-4）。

表3-4 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

資源エネルギー庁・各地方経済産業局「新エネニッポン」のデータには、チップ及びガス化の実例は僅かしかない。木質バイオマスの実例の多くはペレットによるボイラー・ストーブの熱利用である。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いる。

(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・普及推進および安定供給の活動が推進されてきたこと、また2008年ころから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規模の増加の背景となって

(2) 食品・農畜産及び下水汚泥バイオマス熱利用

この分野の主なものは、畜産糞尿廃のガス化・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、コジェネによる熱と発電利用でエネルギー利用効率を高くしている施設が多くなっている。

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「継ぎ扱い」されてきた。数年前まで液体バイオ燃料といえば、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、経済産業省は、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開始し、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、経済産業省は、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、工業用途の他、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既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%程度と推定されており、それほど大きくない。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－消費の全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れば、エネルギー生産とらない。液体バイオ燃料、特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るべきかどうかは、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、特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様々な点を考慮しながら、慎重に進めていくべきである。

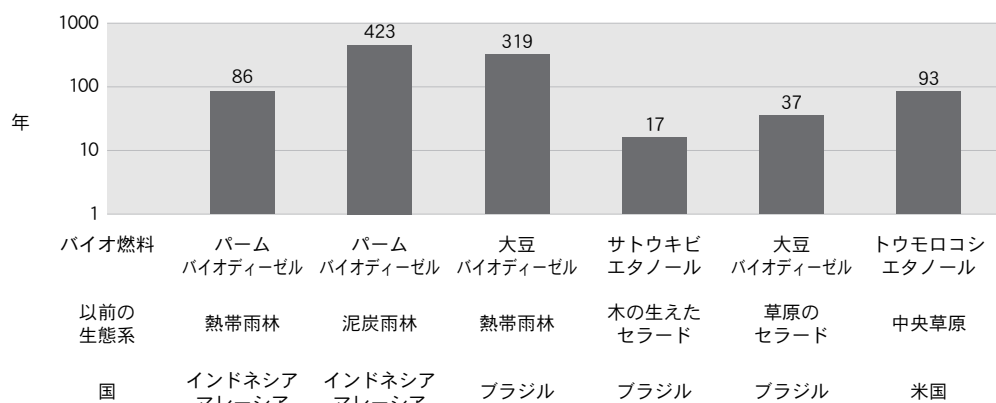


図3-23 土地転換に伴う温室効果ガス排出を何年かければ相殺できるか？¹³

¹³ Joseph Fargione, Jason Hill, David Tilman, Stephen Polasky, Peter Hawthorne, Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt, Science 29 February 2008: Vol. 319, no. 5867, pp.19 1235 -1238より抜粋

3.3.2. その他の輸送燃料分野

輸送燃料に自然エネルギーを利用できる可能性のある交通手段には、電気自動車、ハイブリッド車、水素（燃料電池）自動車等があげられる。現在実用化が特に進められているのはハイブリッド自動車（HV）及び電気自動車（EV）であり、減税や補助金といった優遇措置により需要が高まっている。

2009年4月9日に日本記者クラブにおいて行われた麻生内閣総理大臣（当時）講演「新たな成長に向けて」では、低炭素革命としてエコカー世界最速普及プランが発表され、3年後に電気自動車の量産・量販を開始し、2020年には新車の2台に1台をエコカーにするとの目標が示された。また、各自治体や電力会社も、温暖化対策としてHVやEVの導入を掲げている。

(1) ハイブリッド自動車（HV）

HVの市場は、2007年には70万台であったが、2020年には1200万台に拡大する見通しである。2009年4月の新車販売台数はホンダの「インサイト」が1位であったが、トヨタの3代目となる「プリウス」は2009年6月には販売台数2万2292台と、軽自動車を含む総合ランキングで1位となり、7月には受注台数は20万台となった。また、トヨタは2020年初頭には全車種にHVを導入する予定である。他方、マツダ、富士重工業等、各自動車メーカーもHVの導入に乗り出している。

(2) 電気自動車（EV）

修正：（誤）ホンダ （正）日産

EVに関してはホンダが特に力を入れて開発している。ホンダは2009年8月にEV車「リーフ」を公開し、2010年秋からは5万台を生産することを目標としている。また、同時期に日本の他、イギリス、ポルトガルなど、減税や補助金といった優遇措置のある国においても販売予定である。「リーフ」は、リチウムイオンバッテリー及びモーターを搭載しており、1回の充電で160キロの走行が可能、価格は電池価格を除いて200万円前後、電池は24kWとなり（三菱「i-MiEV」は16kW）、注目を集めている。ただし、充電スタンドのインフラといった課題も多く残されており、HVの普及に対して大きく差をつけられている。

他には、2009年7月に三菱が「i-MiEV」を事業者を対象に459万9000円で発売し、2009年に約1400台を販売する予定である。また、2009年7月より富士重工業は「プラグイン・ステラ」を472万5000円で販売している。また、トヨタもEVの開発を本格化させ、2012年には市場投入する計画である。

問題となる充電器に関しては、急速充電器の価格は

設置費用も含めて350～500万円であり、全国に約5万軒あるガソリンスタンドに急速充電器を設置するには、約750億円～2500億円程度の投資が必要となる。しかし、EVは家庭や事業所、コンビニなどのコンセントから充電が可能であり、10キロ程であれば200ボルトのコンセントで25分程で充電が可能である。よって、生活に即した現実的な観点から鑑みると、内燃機関自動車よりも燃料の充電が便利であるといえる。

(3) プラグイン・ハイブリッド車

プラグイン・ハイブリッド車は、家庭用コンセントから夜間電力などでバッテリーに充電し、モーターのみで電気自動車として近距離走行をし、長距離走行時にはガソリンエンジンなどが自動的に稼働する。現在、既にトヨタが「トヨタプラグインHV車」を2007年に発表して素行実験試験を開始しているが、市販に向けてはリチウムイオン電池の実用化がハードルとなっている。

(4) 燃料電池自動車

燃料電池自動車に関しては、1997年にトヨタが試作車を発表し、2002年にトヨタ及びホンダのFCHVの市販第一号が日本政府に納入された。2004年には日産も横浜市などへ納入している。しかし、コストや発電効率の向上、電解質の超寿命やインフラ設備といった問題があるため、実用化にはまだ時間を要する見込みである。

(5) バス・タクシー

バスやタクシーに、電気自動車（EV）を活用する動きが広がっている。これは、路線や営業エリアが決まっているバスやタクシーの場合、急速充電器の設置など、充電のインフラが比較的簡単に整うからである。EV普及の推進役として、バスやタクシーへの期待が強まっている。

電気バスは「次世代公共交通機関」の本命で、今年から電気バス用バッテリーの開発が着手され、バス会社への売り込みを図るなど、開発も本格化している。実際に、千葉県佐倉市のニュータウン「ユウカリが丘」では4月に電気バスが導入され、2カ月間の実証実験が行われた。実験には不動産開発の山万（東京都中央区）、早稲田大などが参加し、コンセントを使わずに電磁波で電気を送って充電できる非接触給電装置も採用した。また神奈川県においても、電気バスを活用した実証実験が始まる。いすゞ自動車と慶応大などは、床を低く平らにしたバリアフリー構造の電気バスを2010年中に導入し、2012年中に電気バス量産化を目指す。また、



都市部での移動手段の他、公共交通機関が少ない郊外の周回バスとしての導入も目指す。

EVタクシーに関しては、2009年7月に、新潟県柏崎市で国内初のEVタクシーが営業を開始した。車両はリースで、当面は1台が日中に運行し、夜は充電に充てる。また、同年9月には西日本で初となる愛媛県松山市においてもEVタクシーが1台導入され、今後5年間で約30台の内半数をEV車に切り替える方針である。