

NEDO

再生可能エネルギー 技術白書

第2版

再生可能エネルギー普及拡大にむけて克服すべき課題と処方箋

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 編
New Energy and Industrial Technology Development Organization

第1章 再生可能エネルギーの役割

第2章 太陽光発電

第3章 風力発電

第4章 バイオマスエネルギー

第5章 太陽熱発電・太陽熱利用

第6章 海洋エネルギー

第7章 地熱発電

第8章 中小水力発電

第9章 系統サポート技術

第10章 スマートコミュニティ



第8章 中小水力発電

8.1	技術の概要.....	4
8.1.1	技術の俯瞰.....	4
	(1) 水力エネルギーの原理.....	4
	(2) 発電方式の種類と特徴.....	4
	(3) 利用水資源の種類.....	6
	(4) 水車の種類.....	7
8.1.2	システム価格, 発電コスト.....	10
8.2	導入ポテンシャル, 導入目標, 導入実績.....	11
8.2.1	導入ポテンシャル.....	11
	(1) 世界.....	11
	(2) 日本.....	11
	(3) 米国.....	14
	(4) 欧州.....	14
8.2.2	導入目標.....	15
	(1) 世界.....	15
	(2) 日本.....	15
	(3) 欧州.....	16
8.2.3	導入実績.....	18
	(1) 世界.....	18
	(2) 日本.....	19
	(3) 米国.....	22
	(4) 欧州.....	22
8.3	世界の市場動向.....	23
8.3.1	市場の現状および将来見通し.....	23
8.3.2	国内における導入推進施策.....	24
	(1) 補助制度.....	24
	(2) 規制緩和.....	25
8.3.3	事業者の動向.....	26
	(1) 民間における運用・管理ビジネスの展開 —東京発電株式会社—.....	26
	(2) 官民一体の小水力発電事業—三峰川電力株式会社—.....	26
	(3) 小水力発電による CDM プロジェクト.....	28
8.4	各国の技術開発動向.....	28
8.4.1	開発投資.....	28
	(1) 日本における技術開発促進 (モデル事業).....	29
8.4.2	水力発電機器の多様化.....	30

8.4.3	発電コストの低減.....	30
(1)	初期コストの削減.....	30
(2)	運用コストの削減.....	30
(3)	発電電力量（水量）の確保.....	30
8.4.4	メーカーの動向.....	31
(1)	田中水力（日本）.....	31
(2)	シーベルインターナショナル（日本）.....	32
(3)	Natel Energy（米国）.....	33
8.5	今後に向けた課題.....	34
8.5.1	経済性の確保.....	34
8.5.2	行政手続きの簡素化.....	34
8.5.3	地域との共生.....	34

8.1 技術の概要

8.1.1 技術の俯瞰

中小水力発電は、水の力を利用して発電する水力発電のうち中小規模のものである。水力発電は、古くから日本のエネルギー供給源として重要な役割を果たしてきた。化石燃料価格が高騰の一途をたどっている今、再生可能、純国産、そしてクリーンなエネルギーの供給源として水力発電、特に中小規模のタイプが注目されている。

我が国では、出力 1,000kW 以下で水路式およびダム式の従属発電である水力発電が「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネ法）」により新エネルギーとして位置づけられており、RPS 法の対象となっている。また、30,000kW 未満の中小水力発電を対象とする「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」が平成 24 年 7 月から始まっている。

中小水力発電としての明確な規模の定義はなく、国や機関によってその基準は異なり、10,000kW から 50,000kW の間で中小水力と大規模水力の境界が定義されることが多い。本書では便宜上、出力 30,000kW 以下の水力発電を中小水力発電と定義する。

(1) 水力エネルギーの原理

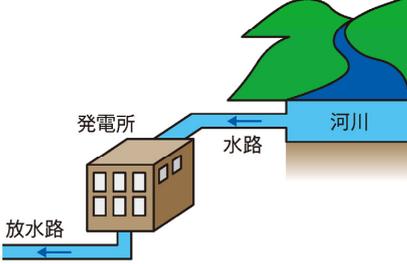
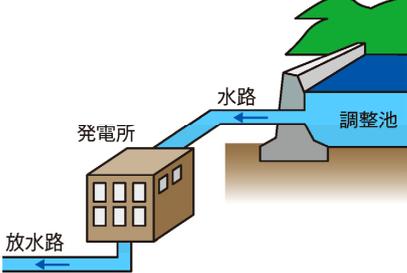
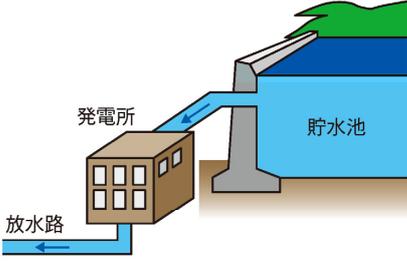
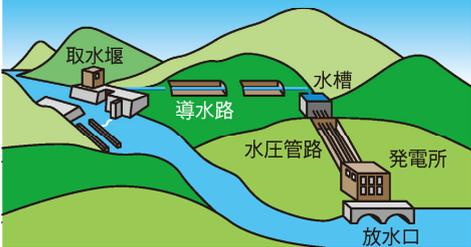
水力発電の理論上の発電出力は、流量と水系の落差の積に比例する。実際の水力発電では、水系、水車、発電機などに損失があり、落差を 100%エネルギーに活用することはできない。損失分を考慮した利用可能な落差を有効落差といい、水車の効率や発電機の効率を合わせた総合効率を η と置くと、水力の発電電力 P_e (kW) は、有効落差 H_e (m) と η を用いて次のように表すことができる。総合効率は水路損失、水車効率などで決まる。

$$[\text{実際の発電電力 } P_e \text{ (kW)}] = 9.8 \text{ (m/s}^2) \times [\text{流量 (ton/s)}] \times [\text{有効落差 } H_e \text{ (m)}] \times \eta$$

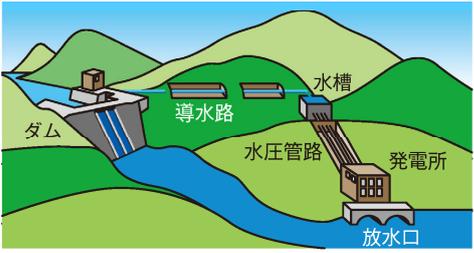
(2) 発電方式の種類と特徴

水力発電は水の利用面に着目して分類すると、流れ込み式、調整池式、貯水池式および揚水式の 4 種類の方式に分類される。また、落差を得る構造面に着目した分類として、水路式、ダム式、ダム水路式の 3 種類の方式がある。各方式の概要と概略図を表 8-1 に示す。

表 8-1 水力発電の分類

分類方法	方式	概要	概略図
水の利用面からの分類	流れ込み式	<p>河川を流れる水を貯めることなく、そのまま発電に使用する方式。水量変化により発電量が変動する。</p>	
	調整池式	<p>夜間や週末の電力消費の少ない時に池に貯水し、消費量の増加に合わせて水量を調整しながら発電する方式。</p>	
	貯水池式	<p>水量が豊富で、電力の消費量が比較的少ない春や秋に大きな池に貯水し、電力消費の多い夏期や冬期に使用する年間運用の発電方式。</p>	
	揚水式	<p>昼間のピーク時には上池に貯められた水を下池に落として発電し、下池に貯まった水を電力消費の少ない夜間に上池に汲み揚げる方式。</p>	
	水路式	<p>川の上流に低い堰を設けて水を取り入れ、水路により落差が得られる地点まで導水し、発電する方式。流れ込み式と組合わされることが一般的である。</p>	

第8章 中小水力発電

分類方法	方式	概要	概略図
構造面からの分類	ダム式	高いダムを築いて河川をせき止めることにより水量を確保し、落差を利用して発電する方式。 貯水池式および調整池式と組合わされることが一般的である。	
	ダム水路式	水路式とダム式を組合せたもので、ダムに貯えた水を大きな落差を得られる地点まで水路で導いて発電する方式。 貯水池式、調整池式および揚水式と組合わされることが一般的である。	

出典：「マイクロ水力発電導入ガイドブック」（2003，NEDO）より作成

(3) 利用水資源の種類

中小水力発電で利用する水の種類として、渓流水、農業用水、上下水道、工場内水などが考えられている。用水路発電設備の一例を図8-1に示す。

1) 渓流水

河川水を利用する場合、規模の小さな中小水力発電においては主に渓流が対象と想定される。渓流を流れる水の一部を導水し、流れ込み式の発電を行う利用や、渓流に直接発電装置を設置して発電する利用形態が考えられる。導入例としては、三峰川電力による蓼科発電所などがある。
(<http://j-water.org/result/case03.html>)

2) 農業用水

農業用水では水田への水の流れを緩やか調整するため、水路に階段状の段差（落差工）が設けられている。比較的豊富で安定した流量がある農業用水であれば、落差工の部分に発電装置を設置して発電することが可能である。渓流水利用の場合と同様、一定の流量があれば流れ込み式の発電も可能である。導入例としては、那須野ヶ原扇状地の百村第一発電所・第二発電所などがある。
(<http://j-water.org/result/case05.html>)

3) 上下水道

上水道では原水取水箇所から浄水場または、浄水場から排水場までの間で落差が得られる。通常、送水管路の末端部には水流の圧力を減圧するための減圧バルブが取り付けられており、この減圧分の圧力を有効利用することが可能である。また、下水道では最終処理施設を出てから河川・海域へ放水される間の落差が発電に利用できる。導入例としては、福岡市瑞梅寺浄水場の瑞梅寺発電所などがある。
(<http://j-water.org/result/case09.html>)

4) 工場、その他

工場においては、下水道と同様、排水を最終的に河川へ放水する際の落差を利用した発電の他、工場内で循環する過程で生じる落差を利用した発電の事例がある。また、道路・鉄道用のトンネ

ルからの湧水を発電利用した事例の報告もなされている。導入例としては、富士ゼロックス岩槻事業所やデンソー西尾工場、山梨県の若彦トンネル湧水発電所の例などがある。(http://j-water.org/result/case12.html, http://www.pref.yamanashi.jp/smartphone/fuefuki-h/shisetsu/wakahiko.html)



図 8-1 用水路発電設備の一例（町川発電所，最大出力 140kW）

出典：長野県ホームページ (<http://www.pref.nagano.lg.jp/kurashi/ondanka/shizen/index.html>)

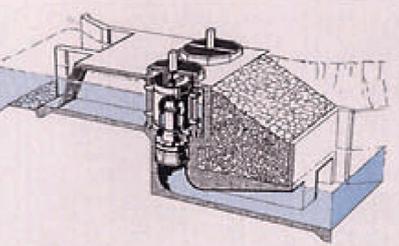
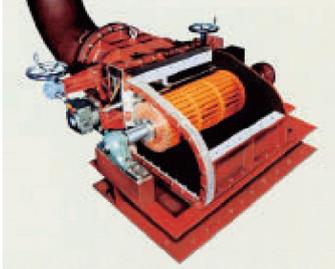
(4) 水車の種類

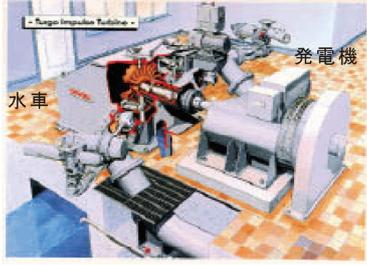
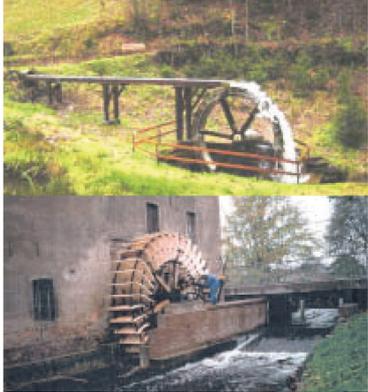
発電に利用される水車は約 100 年の歴史を持つ。地形により様々な落差や流量があるため、水車もそれに合わせて様々な種類が使われている。水車の種類と特徴等を表 8-2 に、標準的な水車形式選定表を図 8-2 に示す。

表 8-2 主な発電用水車の特徴

種類	特徴	流用調整運転	概略図
横軸フランシス水車	<ul style="list-style-type: none"> ● 適用可能な落差、流量の範囲が広く、小型機から大型機まで多く採用されている。 ● 流量調整機構を備えており、水道等の流量調整が最優先される場合にも使用できる。 ● 流量調整機構（ガイドペーン）の駆動装置、制御装置が必要になるため高価となる。 ● 回転軸の横方向から水が流入し、水車内で軸方向に向きを変えて流出するため、水流の方向が直角に変化する。 	可	
横軸プロペラ水車（固定羽根）	<ul style="list-style-type: none"> ● 低差に適した水車で、コストダウンのため流量調整機能が省略されているため、落差、流量とも変化しない地点に適している。 ● 流量変化が大きい場合は小流量に合わせて設置・調整する。流量が季節単位で変化する場合は水車を複数台設置し、流量に応じて運転台数を変更することで水の利用率を高めることができる。 ● 水流は流入・流出とも水車の軸方向なので、配管直線部に配置可能である。 	否 ^{注)}	

第8章 中小水力発電

種類	特徴	流用調整運転	概略図
ポンプ逆転水車	<ul style="list-style-type: none"> ● 渦巻ポンプあるいは軸流ポンプなど、一般的に使われているポンプに逆に水を流し、ポンプを逆方向に回転させることで発電する。 ● ランナの羽根以外はポンプと同じ部品を使えるため安価であるが、効率は比較的低い。 ● 渦巻ポンプには、回転軸の横方向から水が流入し、水車内で軸方向に向きを変えて流出する片吸込形と、流入・流出とも回転軸の横方向となる両吸込形がある。軸流ポンプは、流入・流出の何れか発電機を設置する側で水流を直角に曲げる必要がある。 	否 ^{注)}	
水中式発電機一体型水車	<ul style="list-style-type: none"> ● 水車および発電機が一体となっている水中ポンプに逆に水を流し、ポンプを逆方向に回転させることで発電する。 ● ランナの羽根形状以外はポンプと同じ部品を使えるため安価であるが、効率は比較的低い。 ● 水槽底部や配管内に水中設置することになるが、点検や部品交換の際に水中から取り出せるような据付とする必要がある。 	否 ^{注)}	
クロスフロー水車	<ul style="list-style-type: none"> ● 流量調整機構（ガイドベーン）を備えており、低流量でも効率低下が小さい。 ● 構造が簡単で、外側のカバーを外すだけでランナの点検・除塵ができる。 ● 水は円筒形ランナの主軸と直角に流入し、ランナ貫流後下方に落下する。 	可	
ベルトン水車	<ul style="list-style-type: none"> ● 高落差に適した水車で、小型機から大型機まで多く採用されている。 ● ノズルからのジェット水流をランナの接線方向から入射させる構造となっている。 ● 流量調整機構を備えており、流量調整が最優先される場合にも使用できる。 ● 駆動装置・流量調整用の制御装置が必要になるため高価となる。（マイクロ水力用に流量調整機構を省略して安価にしたものもある。） 	可	

種類	特徴	流用調整運転	概略図
ターゴインバルス水車	<ul style="list-style-type: none"> ● 中小水力用水車で、ノズルからのジェット水流をランナの斜め側面から入射させる構造となっており、ノズル内側のニードルを移動させることにより流量調整ができる。 ● 低流量でも効率低下が小さい。構造が簡単でメンテナンスが容易である。 	可	 <p>水車 発電機</p>
上掛け水車・下掛け水車	<ul style="list-style-type: none"> ● 水車のケーシングが無いタイプである。 ● 利用できる落差が小さく、効率が低いことから発電利用を考えた場合の価値は高くなく、モニュメントとして設置されることが多い。 ● 構造が簡単でメンテナンスが容易である。 	否 ^{注)}	

注：流量調整機能が無いので、単独系統で運転をする場合には、ダミーロードガバナを備える必要がある。
 出典：「マイクロ水力発電導入ガイドブック」（2003，NEDO）より作成

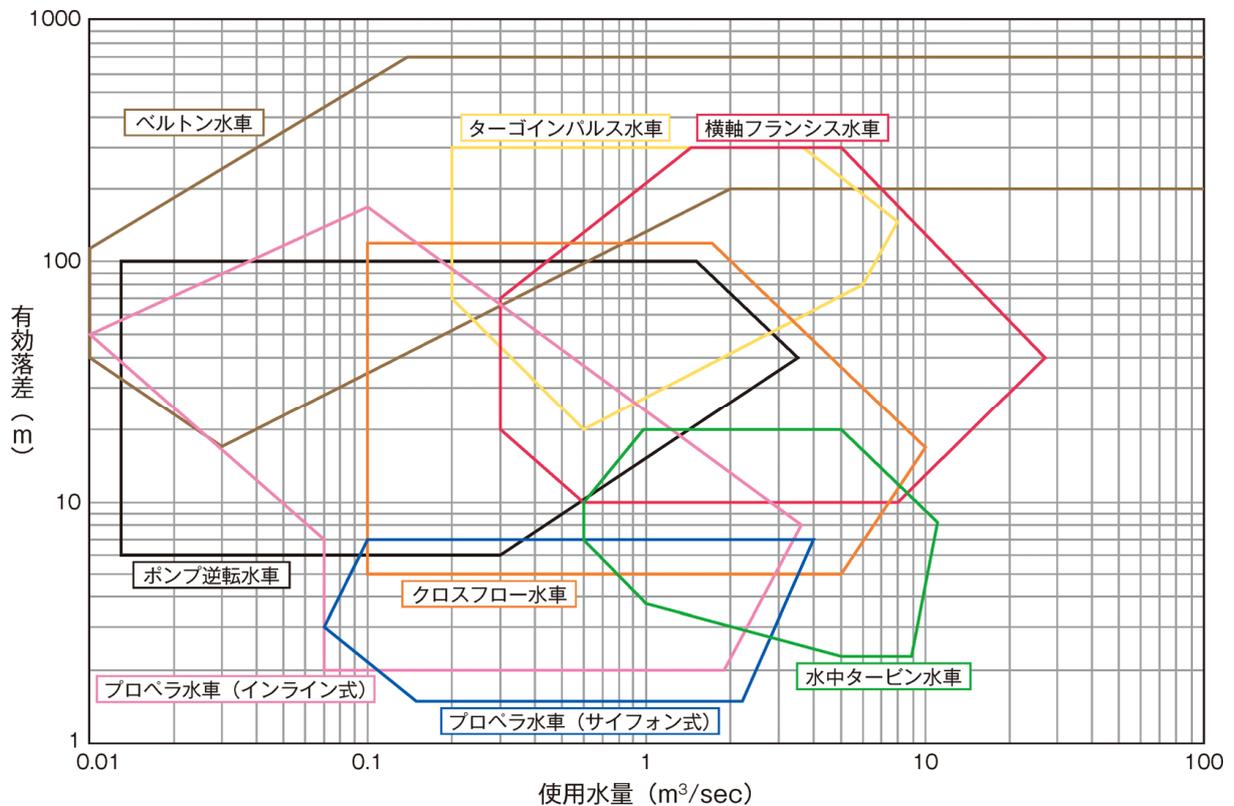


図 8-2 標準的な水車形式選定図

出典：田中水力ホームページ (<http://www.tanasui.co.jp/productsCharts.html>) より NEDO 作成

第8章 中小水力発電

8.1.2 システム価格、発電コスト

中小水力発電システムの現状のコスト試算例を表 8-3 および図 8-3 に示す。

海外におけるコスト試算例として、IEA (International Energy Agency) によるものがあり、300MW 以上の大規模発電システムの建設コストは約 8 万円/kW~16 万円/kW, 100kW~300MW の小規模なものは約 16 万円/kW~32 万円/kW となっている。発電コストは 300MW 以上の発電システムについては約 1.4 円~8 円/kWh となっており、現状でも他の再生可能エネルギーに対して競争力を持つコストレベルである。また、100kW~300MW の小規模なものについては、発電コストは約 4 円/kWh~8 円/kWh となっている。

国内のコスト試算例としては、内閣官房「国家戦略室コスト等検証委員会報告書」(2011)がある。中小水力発電の発電コストは約 19.1 円/kWh~22.0 円/kWh となっており、国内市場が十分に成熟していないなどの要因から海外に比べ割高となっている。

中小水力発電は、発電設備容量が同じであってもその立地や設置条件によって建設コストが大きく異なる。新エネルギー財団が実施したハイドロバレー開発計画調査によれば、kWh あたりの建設単価で 50 円/kWh~1,000 円/kWh の違いがあるとされている。

表 8-3 中小水力発電の現状コスト試算例

資料 No.	前提	建設コスト [万円 /kW]	発電コスト [円 /kWh]
1	100 kW-300 MW Small & Medium	2,000~4,000 ドル /kW (16 万~32 万円 /kW)	5~10 セント /kWh (4~8 円 /kWh)
	>300 MW Large hydro	1,000~2,000 ドル /kW (8 万~16 万円 /kW)	1.8~10 セント /kWh (1.4~8 円 /kWh)
2	200 kW	80~100 万円 /kW	19.1~22.0 円 /kWh
	12 MW	85 万円 /kW	10.6 円 /kWh

出典：Deploying Renewables - Best and Future Policy Practice (2011, IEA),
コスト等検証委員会報告書 (2011, エネルギー・環境会議 コスト等検証委員会) より NEDO 作成

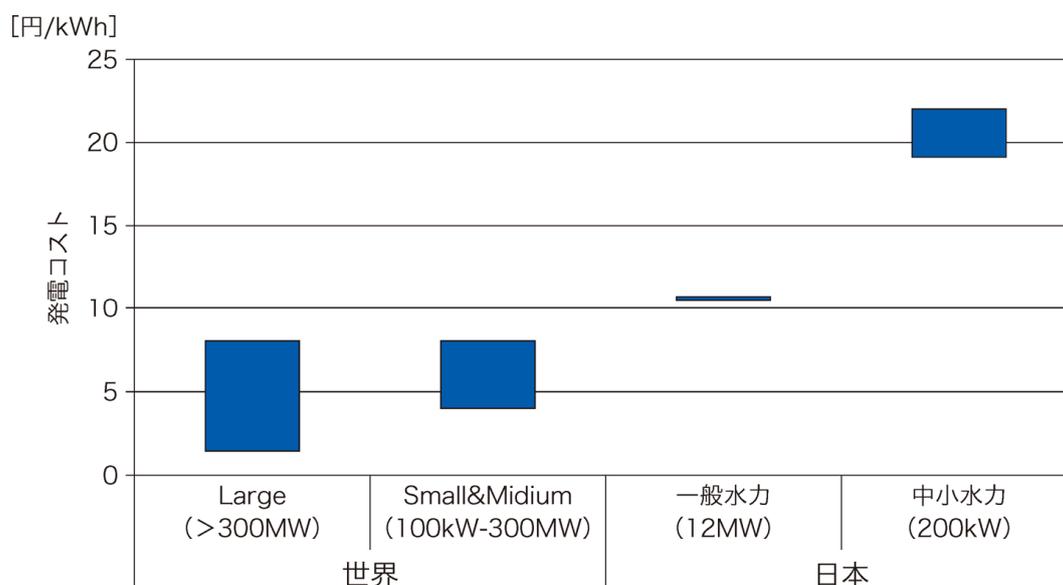


図 8-3 中小水力発電の現状の発電コスト試算例

8.2 導入ポテンシャル，導入目標，導入実績

8.2.1 導入ポテンシャル

(1) 世界

中小水力発電のポテンシャルは，世界全体で 150GW～200GW と推計されているが，開発された中小水力は，その僅か 5%程度に過ぎない．各地域の中小水力発電のポテンシャルを図 8-4 に示す．アフリカ，アジア，中南米が特に大きな開発ポテンシャルを有している．

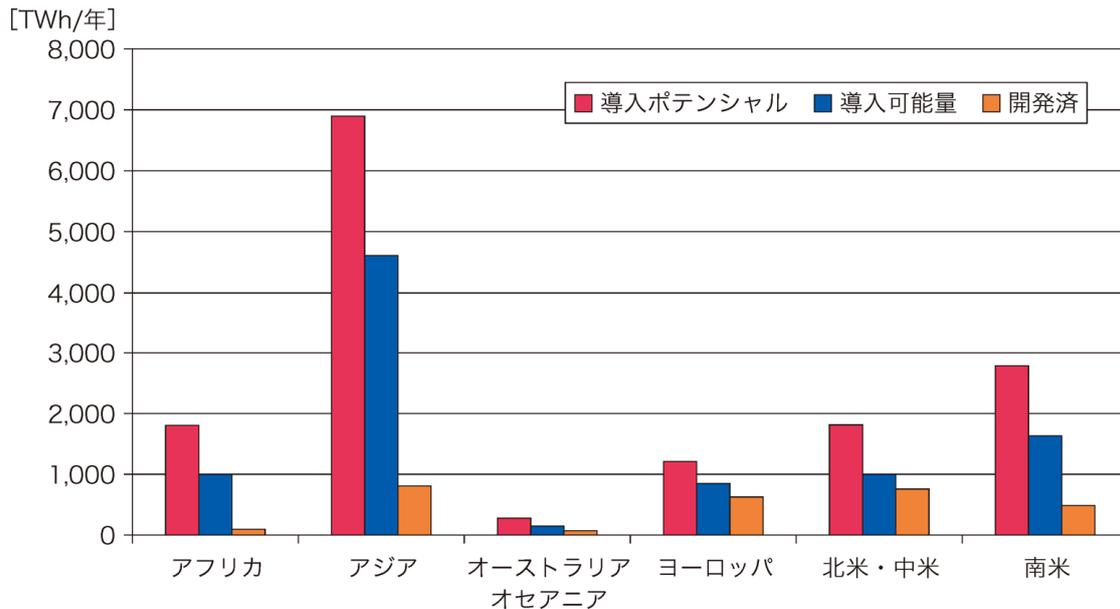


図 8-4 中小水力発電のポテンシャル

出典：ESHA ホームページ (<http://www.eshab.be/>) より NEDO 作成

(2) 日本

環境省が「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」で行った設備容量 3 万 kW 未満の中小水力発電を対象としたポテンシャル等試算結果を表 8-4 に，河川部の導入ポテンシャル分布図を図 8-5 に示す．中小水力発電の国内賦存量は，河川部で 1,655 万 kW，農業用水路で 32 万 kW，導入ポテンシャルは河川部で 1,398 万 kW，農業用水路で 30 万 kW と試算されている．また，「再生可能エネルギーの全量固定価格買取制度」が導入されることを想定した場合のシナリオ別導入可能量についても推計されており，その結果，河川部で 90 万～406 万 kW，農業用水路で 16 万～24 万 kW と試算されている．

なお，「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」においては，賦存量は全資源エネルギー量から現状の技術水準では利用することが困難なものを除いたもの，導入ポテンシャルは賦存量から種々の制約要因（土地利用，利用技術，法令，施行性など）を満たさないものを除いたものとして定義されている．中小水力発電の賦存量推計条件は，仮想発電所として算定した場合に発電コストが 500 円／(kWh/年) 下回るものとして設定されている．

第8章 中小水力発電

表 8-4 中小水力発電ポテンシャル等試算結果（設備容量） [万 kW]

項目	賦存量	導入ポテンシャル	シナリオ別導入可能量 (基本シナリオ)				補助導入シナリオ別 導入可能量			
			シナリオ 1-1	シナリオ 1-2	シナリオ 1-3	シナリオ 2	補助 1-1	補助 1-2	補助 1-3	補助 2
河川部	1,655	1,398	90	213	284	406	243	441	517	710
農業用水路	32	30	16	20	20	24	22	25	26	29
上下水道・ 工業用水道※	18	16								
合計	1,705	1,444	(106)	(233)	(304)	(430)	(265)	(466)	(543)	(739)

シナリオ	基本シナリオの考え方
シナリオ 1	現状のコストレベルを前提とし、2011年3月に閣議決定された「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法案（FIT 法案）」において想定されている制度開始時点の買取価格及び買取期間で買取が行われる場合。
	1-1 FIT 単価 15 円 /kWh×買取期間 15 年間で表出すると考えられるポテンシャル
	1-2 FIT 単価 20 円 /kWh×買取期間 15 年間で表出すると考えられるポテンシャル
	1-3 FIT 単価 20 円 /kWh×買取期間 20 年間で表出すると考えられるポテンシャル
シナリオ 2	技術革新が進んで、設備コスト等が大幅に縮減し、かつ、FIT 法案において想定されている制度開始時点の買取価格及び買取期間が維持される場合。 ※買取単価および買取期間はシナリオ 1-2 と同等（20 円 /kWh×15 年間）とする。

補助シナリオ	補助導入シナリオの考え方
1-1	補助 $\frac{1}{3}$ を受ければ、15 円 /kWh×15 年間で税引前 PIRR \geq 8 %を満たす
1-2	補助 $\frac{1}{3}$ を受ければ、20 円 /kWh×15 年で税引前 PIRR \geq 8 %を満たす
1-3	補助 $\frac{1}{3}$ を受ければ、20 円 /kWh×20 年で税引前 PIRR \geq 8 %を満たす
2	発電設備費 50 %削減、土木 20 %削減で、補助 $\frac{1}{3}$ を受ければ 20 円 /kWh×15 年間で税引前 PIRR \geq 8 %を満たす

※：上下水道、工業用水道については平成 21 年度調査報告書の結果を引用。

出典：「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」（2011、環境省）より NEDO 作成

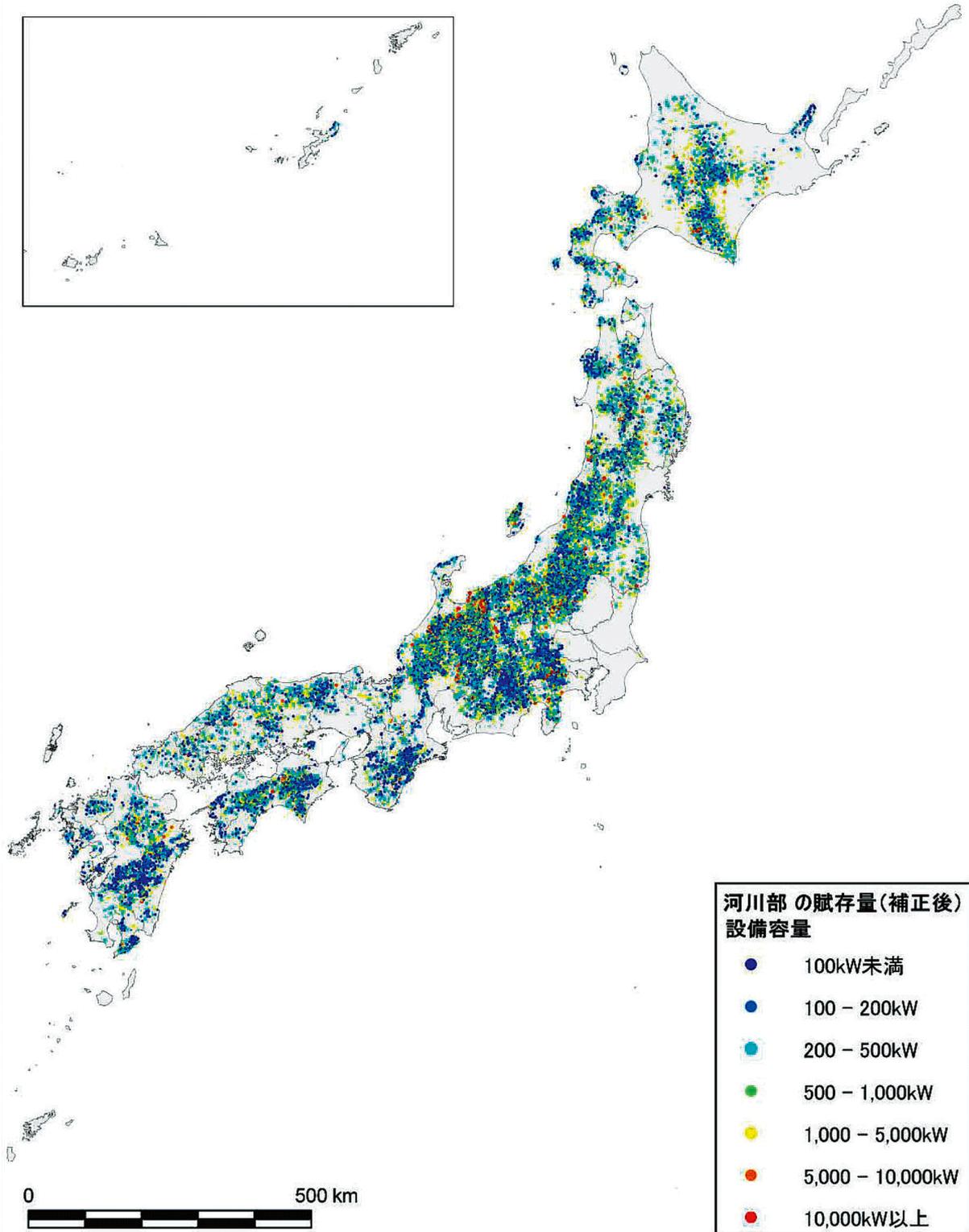


図 8-5 中小水力発電 河川部の導入ポテンシャル分布図

出典：「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」(2011, 環境省)

第8章 中小水力発電

(3) 米国

米国水力発電協会 (National Hydropower Association : NHA) は、1~30MW を小水力 (Small Hydropower) と定義している。米国における水力発電のポテンシャル分布を図 8-6 に示す。

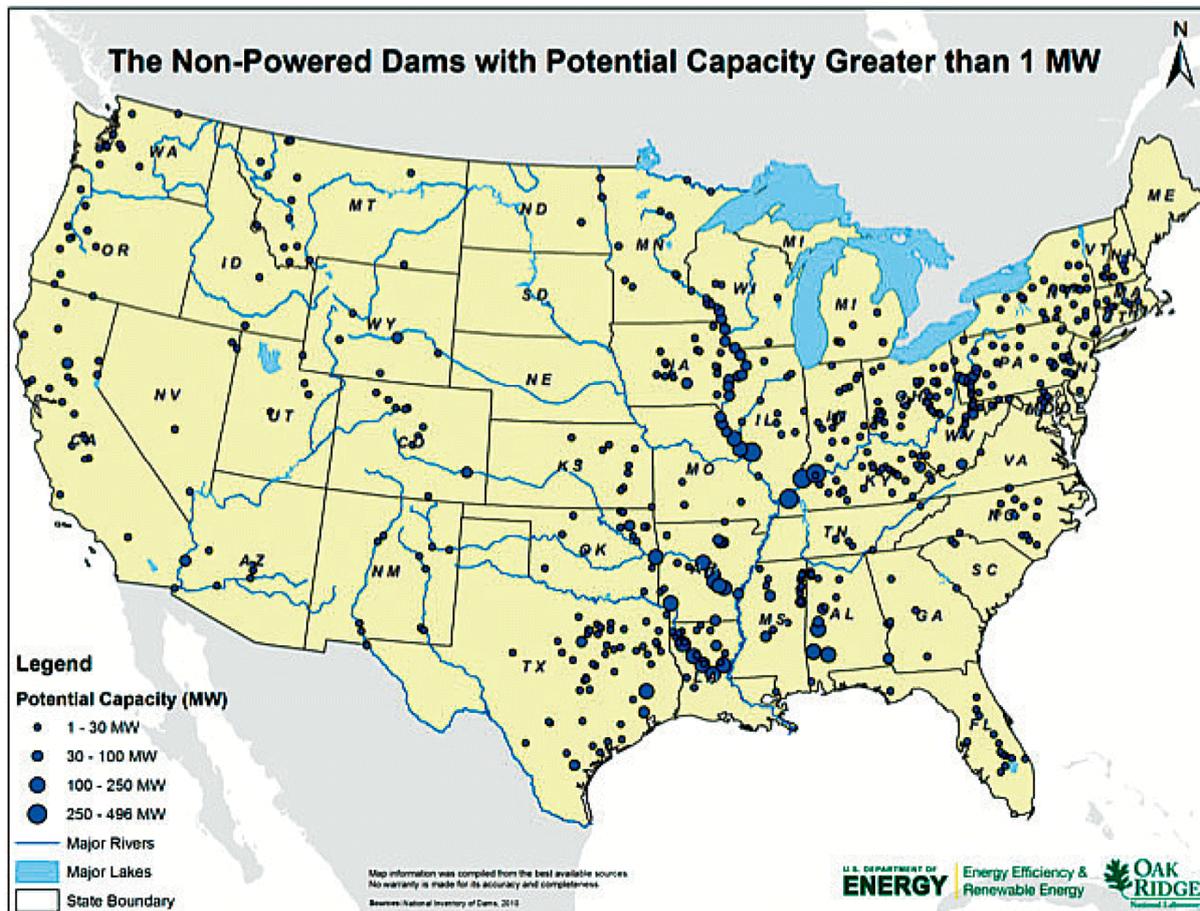


図 8-6 米国における水力発電のポテンシャル分布図

注：NHA では、1~30MW を小水力 (Small Hydropower) と定義している。

出典：“Oak Ridge National Laboratory Hydropower Assessment” (NHA ホームページ)

(4) 欧州

欧州における中小水力発電は 10MW 以下を定義されている。EU27 カ国における中小水力発電のポテンシャルと導入量を表 8-5 に示す。ポテンシャルは設備容量 23GW、発電量 79,000GWh/年と試算されている。

表 8-5 EU27 カ国における中小水力発電のポテンシャル

項目	設備容量[GW]	発電量[GWh/年]
ポテンシャル	23	79,000
導入量 (2006 年)	13	41,000

出典：ESHA ホームページ (<http://www.esha.be/>) より NEDO 作成

8.2.2 導入目標

(1) 世界

世界エネルギー会議（World Energy Council : WEC）の 2010 survey of Energy Resources によれば、運用中の中小水力発電（10MW 未満）の設備容量は 2008 年末時点で約 17GW であり、建設中または計画されている設備は約 5GW あると想定されている。特に、カナダとカザフスタンにおいてそれぞれ 1GW を超える中小水力発電の建設が計画されている。

(2) 日本

中小水力発電の導入目標値はないが、環境省の「地球温暖化対策に関する中長期ロードマップ」では、2050 年までの水力発電の導入見込み量が図 8-7 のように取りまとめられている。2050 年には、3 万 kW 以下の中小水力発電の導入ポテンシャル 1,500 万 kW をほぼ全て開発した場合を想定して、2009 年時点から比べて 1.5 倍（1,457 万 kW）の中小水力発電の増加が示されている。

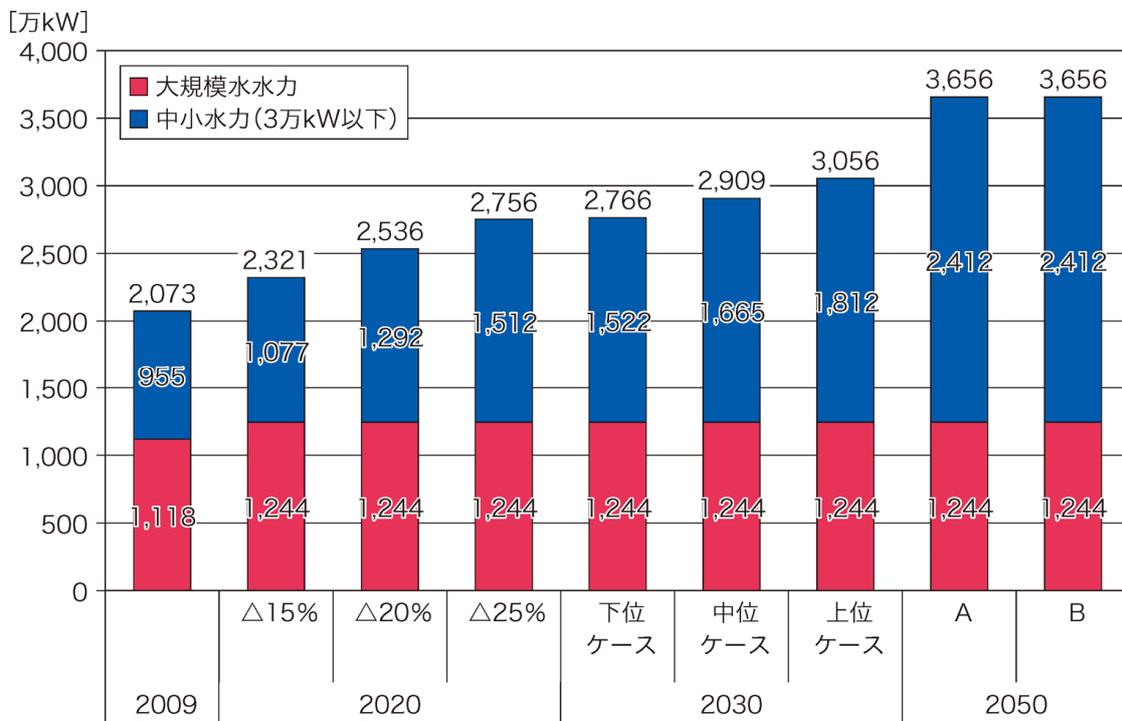


図 8-7 2050 年までの水力発電の導入見込み量

注：2020 年 中小水力発電に対する固定価格買取制度の導入を前提に買取価格を複数設定し、その買取価格で 20 年間の IRR8%が確保される範囲で導入が進むと想定。

2030 年 2020 年の各ケースと、2050 年の目標に到達するために必要と見込まれる導入量を踏まえつつ、3 ケースを推計。

2050 年 「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(2009,環境省)によると、中小水力発電の導入ポテンシャルは 80~1,500 万 kW。80%削減を目指すため、3 万 kW 以下の中小水力発電の導入ポテンシャル (1,500 万 kW) を全て顕在化させた場合を想定。

出典：「中長期の温室効果ガス削減目標を実現するための対策・施策の具体的な姿（中長期ロードマップ）（中間整理）」(2010,環境省)より NEDO 作成

第8章 中小水力発電

(3) 欧州

ヨーロッパ再生可能エネルギー協議会（European Renewable Energy Council：EREC）は、2010年4月に“RE-thinking 2050”を発表した。欧州における2000-2006年の導入量と2020年までの見通しを図8-8に示す。2020年までに、現状シナリオで16,000MW、開発シナリオで20,000MWの設備容量を目指している。また、ヨーロッパ中小水力協会（European Small Hydropower Association：ESHA）は、国別の発電量と2020年度の見通しを図8-9、表8-6のように示している。

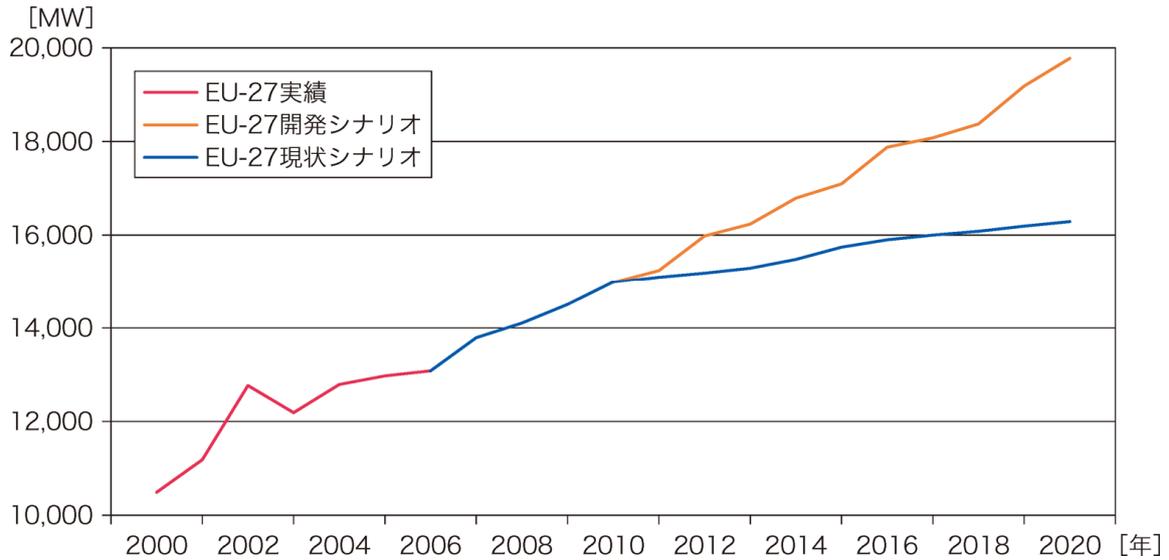


図8-8 欧州における2000-2006年の導入量と2020年までの見通し

出典：“RE-thinking 2050”（2010, EREC）よりNEDO作成

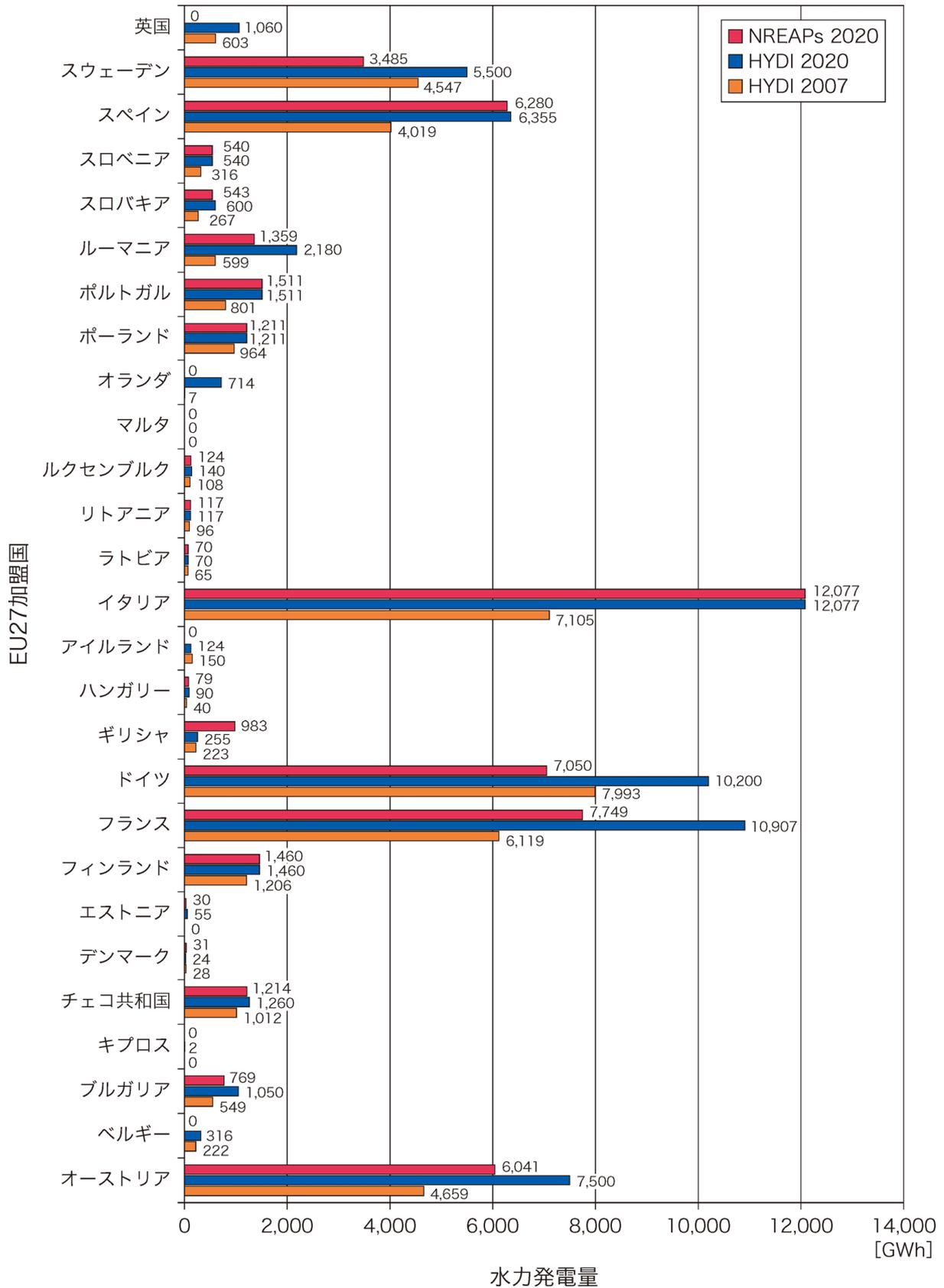


図 8-9 欧州各国における中小水力発電量（2007、2020 年見通し）

※：HYDI Hydro Data Initiative

※：NREAPs National Renewable Energy Action Plans

出典：ESHA ホームページ (<http://www.esha.be/>) より NEDO 作成

第 8 章 中小水力発電

表 8-6 中小水力の設備容量及び発電量（2020 年）

加盟国	中小水力 設備容量 [MW] 2009 年	中小水力 発電量 [GWh] 2009 年	中小水力発電量 [GWh] 2020 年見通し		発電量成長率 (%) (2009-2020)*
			ESHA Data	NREAPs	
Austria	1,094	5,097	7,500	6,041	47.15
Belgium	63.4	192.438	316	N/A	
Bulgaria	285	620	1,050	769	69.35
Cyprus	N/A	N/A	2	N/A	
Czech Republic	293	955	1,260	1,214	31.94
Denmark	9.3	19	24	31	26.32
Estonia	6.8	24	55	30	129.17
Finland	300	900	1,460	1,460	62.22
France	2,083	6,050	10,907	7,749	80.28
Germany	1,723	8,043	10,200	7,050	26.82
Greece	182	657	255	983	-61.19
Hungary	14	50	90	79	80.00
Ireland	45	178	124	N/A	-30.34
Italy	2,655	10,383	12,077	12,077	16.32
Latvia	27	65	70	70	7.69
Lithuania	29	74	117	117	58.11
Luxembourg	34	97	140	124	44.33
Malta	N/A	N/A	0	N/A	
Netherlands	2.3	9	714	N/A	7833.33
Poland	271	920	1,211	1,211	31.63
Portugal	460	929	1,511	1,511	62.65
Romania	387	774	2,180	1,359	181.65
Slovakia	89	284	600	543	111.27
Slovenia	163	558	540	540	-3.23
Spain	1,908	4,192	6,355	6,280	51.60
Sweden	1,120	4,688	5,500	3,485	17.32
United Kingdom	208	693	1,060	N/A	52.96
EU 27	13,451.8	46,451.438	65,318	52,723	40.62

※ : based on ESHA date

出典 : ESHA ホームページ (<http://www.esha.be/>) より NEDO 作成

8.2.3 導入実績

(1) 世界

世界主要国における 10MW 以下の中小水力発電設備容量（2008 年時点）を図 8-10 に示す。日本や米国、イタリアなどの設備容量が大きい。一方、カナダやカザフスタンなどは建設・計画段階のものが多く、今後の設備容量の増加が期待される。

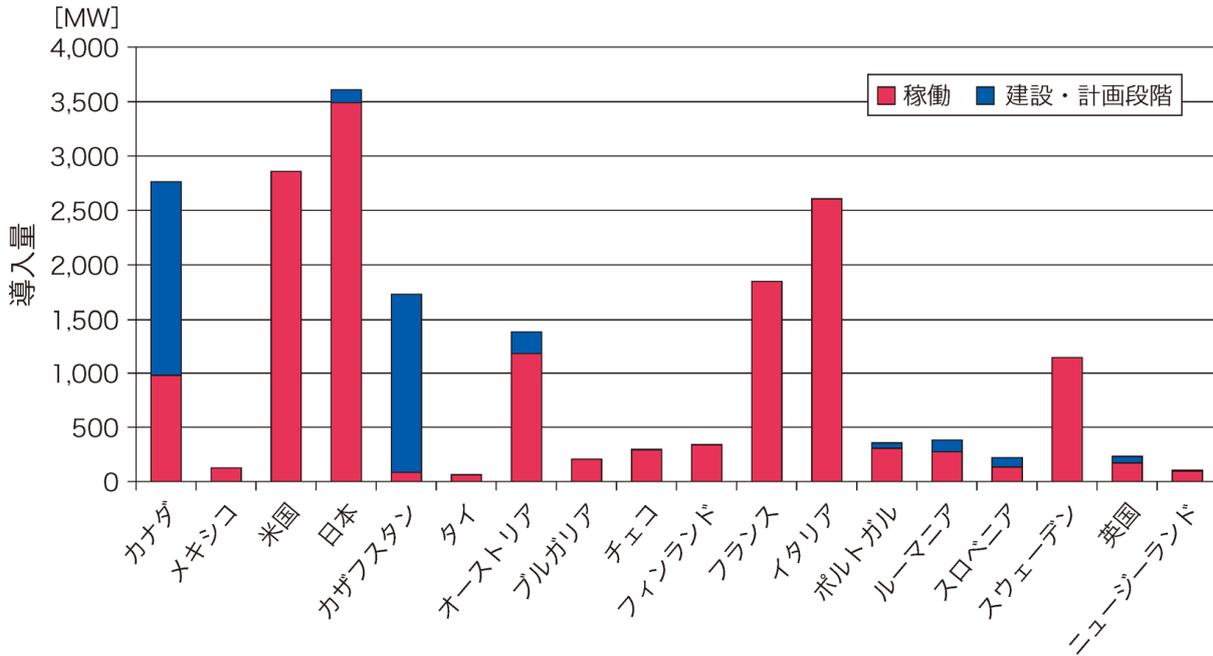


図 8-10 主要国の設備容量 (10MW 以下, 2008 年)

出典：“2010 Survey of Energy Resources” (2010, World Energy Council) より NEDO 作成

(2) 日本

日本国内における 30,000kW 未満の既開発の水力発電を表 8-7 に示す。資源エネルギー庁の出力別包蔵水力調査によれば、10,000kW 未満の既開発水力発電は 1,369 地点、3,517MW、電力量は約 19TWh となっている。また、出力区分が 10,000kW 以上 30,000kW 未満の既開発の水力発電は 6,110MW、367 地点、電力量は 28TWh となっており、30,000kW 未満の既開発水力発電出力の過半を占めている。

表 8-7 30,000kW 未満の既開発の水力発電 (一般水力)

出力区分	既開発		
	地点	出力 [MW]	電力量 [MWh]
1,000 kW 未満	495	209	1,325,855
1,000 kW 以上 3,000 kW 未満	423	755	4,239,359
3,000 kW 以上 5,000 kW 未満	166	625	3,289,008
5,000 kW 以上 10,000kW 未満	285	1,928	9,947,390
10,000 kW 以上 30,000kW 未満	367	6,110	28,453,747
合計	1,736	9,627	47,255,359

出典：出力別包蔵水力調査 (2013/5 現在：資源エネルギー庁) より NEDO 作成

発電設備の運転開始年別に累積した発電出力の推移を図 8-11 に、RPS 認定対象水力発電設備の規模別件数を図 8-12 に、RPS 認定対象水力発電設備の規模別出力を図 8-13 に示す。1,000kW 未満については、RPS の認定設備として 2011 年 3 月末現在で 492 件、計 206MW の水力発電設備が報告されている。最も古い設備は 1897 年に運転開始しており、1920 年代に急激に出力が増えたが、その後は増加の度合いが緩やかになっている。

また、前項の導入目標では、3 万 kW 以下の中小水力発電の導入ポテンシャル 1,500 万 kW を全て顕在化させた場合を想定して、2050 年までの中小水力発電の導入見込み量を 1,457 万 kW と

第8章 中小水力発電

しているが、近年における水力開発は、**図 8-14** に示すとおり 1,000kW 以下の小水力発電が主体となっており、1 万 kW 超の水力開発は緩やかなものとなっている。2050 年までの中小水力発電の導入見込み量を実現するためには、1,000kW 以下の小水力発電開発をさらに拡充するとともに 1 万 kW 超の水力開発を加速する必要がある。

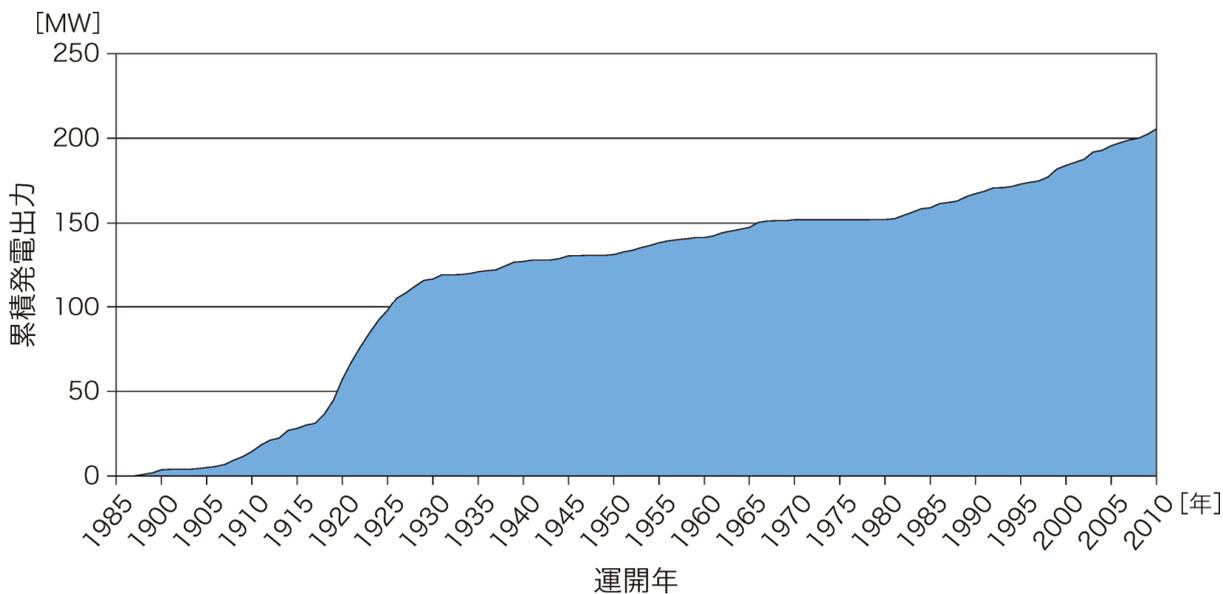


図 8-11 RPS 認定対象水力発電設備の運開年別累計発電出力

出典：資源エネルギー庁 RPS 法ホームページ (<http://www.rps.go.jp/>) より NEDO 作成

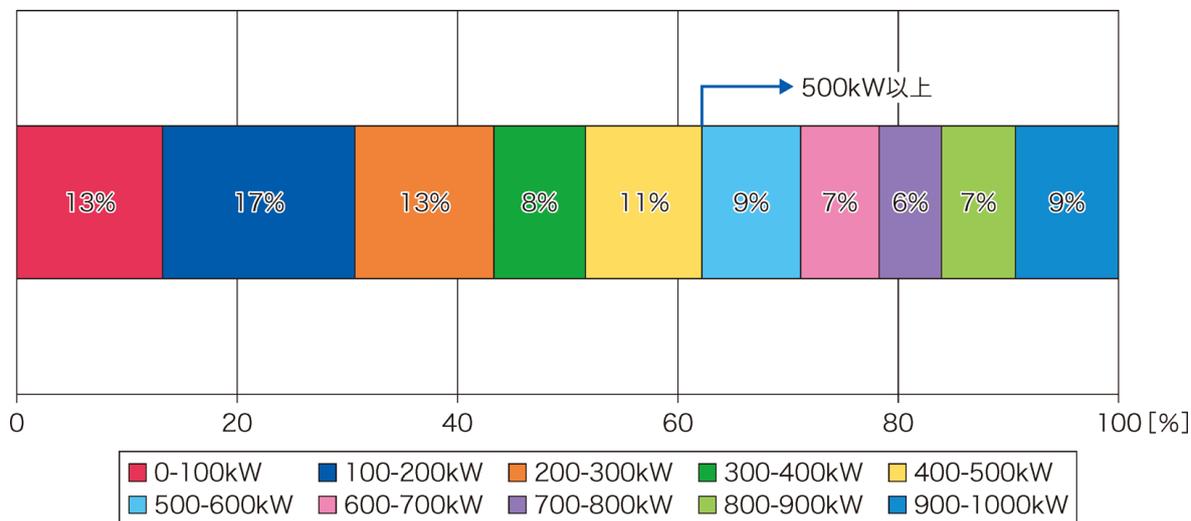


図 8-12 RPS 認定対象水力発電設備の規模別件数

出典：資源エネルギー庁 RPS 法ホームページ (<http://www.rps.go.jp/>) より NEDO 作成

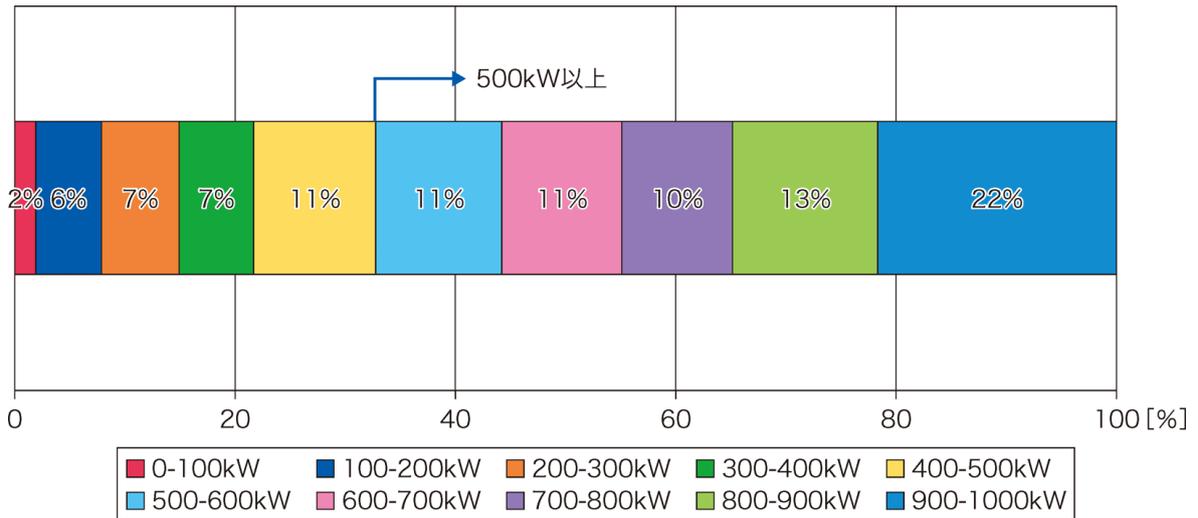


図 8-13 RPS 認定対象水力発電設備の規模別出力

出典：資源エネルギー庁 RPS 法ホームページ (<http://www.rps.go.jp/>) より NEDO 作成

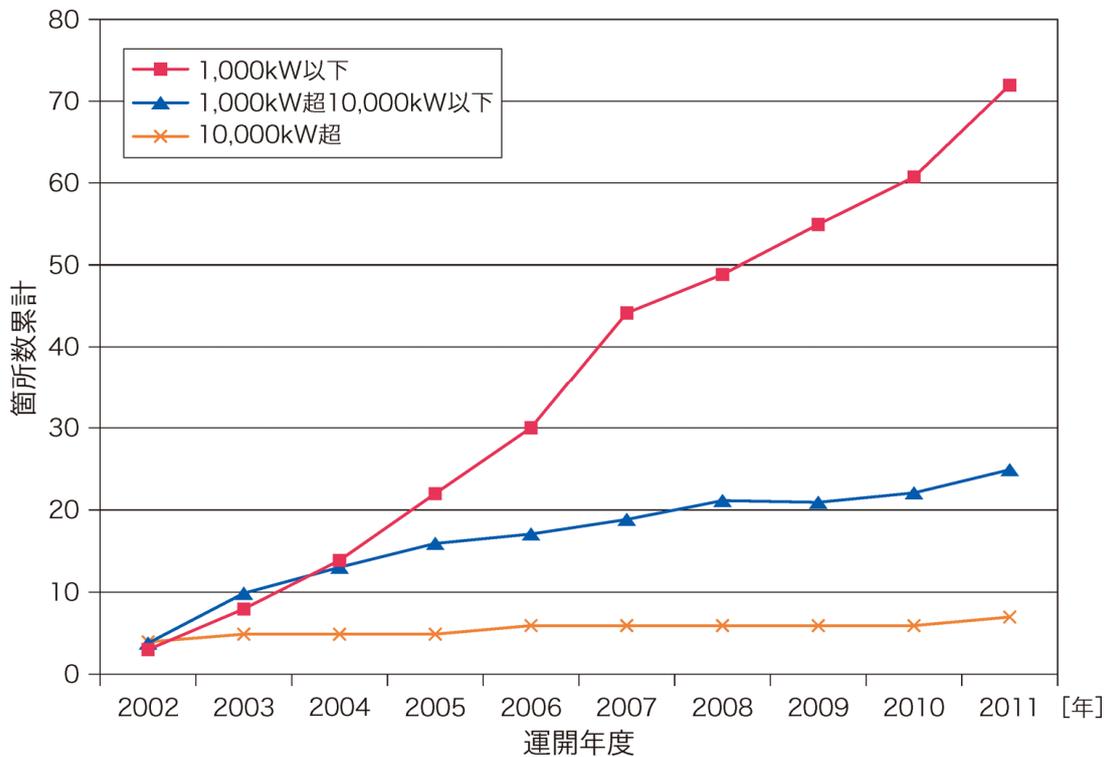


図 8-14 至近 10 年における水力開発

出典：「水力発電の開発・利用促進に関する提言」（2013/3, 新エネルギー財団）より NEDO 作成

第8章 中小水力発電

(3) 米国

米国の10MW以下の中小水力は、2008年時点で設備容量2,858MW、発電量11,973GWhである。米国では中小水力発電に改めて注目が集まっており、2007年には、米国連邦エネルギー規制委員会（Federal Energy Regulatory Commission : FERC）の中小水力発電の許認可数は15件であったが、2009年には50件にまで増加している。

(4) 欧州

欧州における10MW以下の中小水力発電は、イタリア、フランス、スペイン、ドイツなどを中心に開発・導入が行われてきた。欧州における中小水力発電の設備容量を図8-15に、発電電力量を図8-16に示す。欧州（EU27カ国）の中小水力発電は、2008年時点で21,000地点以上のほり、設備容量は13,000MW以上、発電量は43,000GWhとなっている。これは、欧州の12百万世帯分の需要に相当する。欧州における中小水力発電所の平均設備容量は0.6MW、発電量は2.0GWhである。建設コストは、国や個別の立地条件により、1,000ユーロ/kW（主にギリシャ、スペイン、ブルガリア、チェコ、エストニア）～12,000ユーロ/kW（主にドイツ）と大きな差がある。また、発電コストも、0.40ユーロセント/kWh（ブルガリア）～17.4ユーロセント/kWh（イタリア）と幅が生じている。

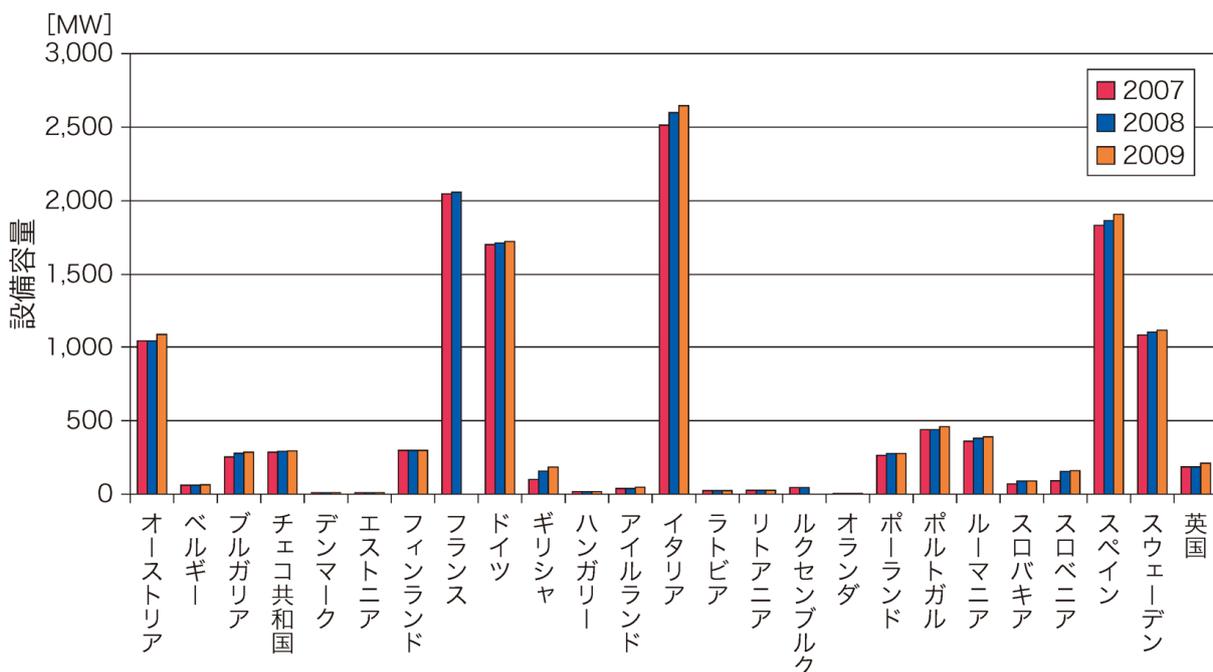


図8-15 欧州における中小水力発電設備容量 (10MW以下, 2007-2009)

出典：ESHA ホームページ (<http://www.esha.be/about/about-small-hydropower/>) より NEDO 作成

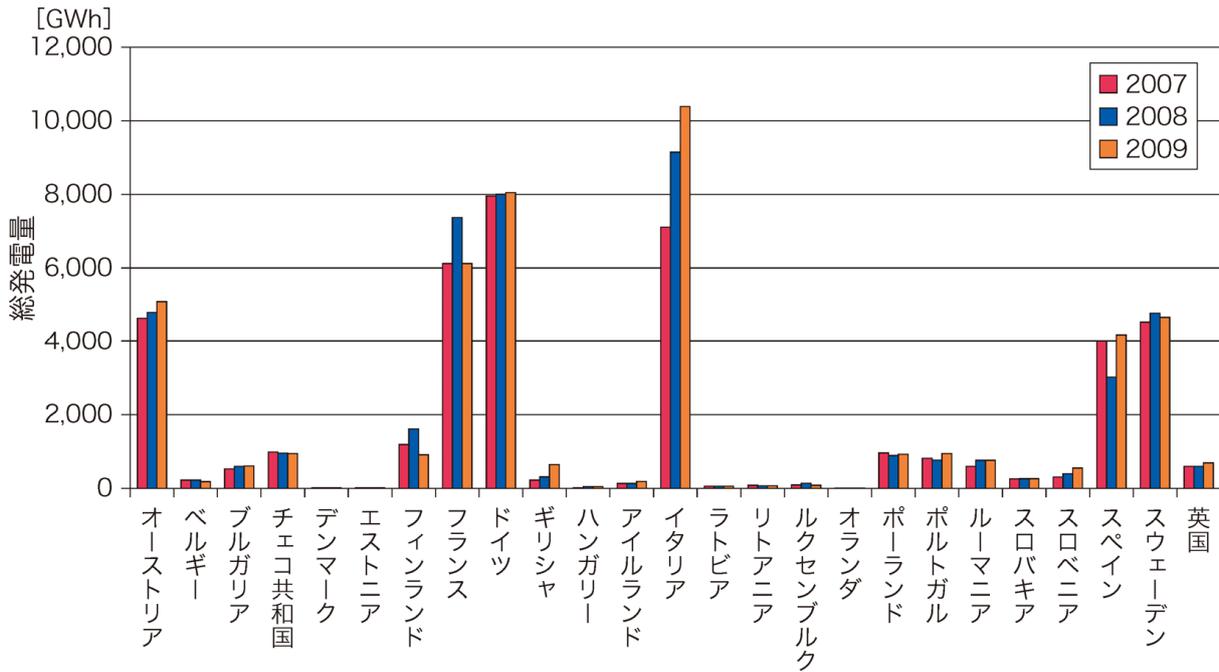


図 8-16 欧州における中小水力発電電力量 (10MW 以下, 2007-2009)

出典：ESHA ホームページ (<http://www.esha.be/about/about-small-hydropower/>) より NEDO 作成

8.3 世界の市場動向

8.3.1 市場の現状および将来見通し

これまでの日本国内市場は大規模水力発電の新規開発地点がなくなり、中小水力発電は限定的であった。近年、徐々に中小水力発電への注目度が高まり、近い将来大きな市場の伸びが期待される。また、中小水力発電の設置場所は、これまでは浄水場が中心であったが、最近では農業用水や工業用水を利用した発電設備や、火力発電所のタービン発電機の冷却に使用した海水を海へ戻す際のエネルギーを利用して発電を行うなど、市場が広がっている。

中小水力発電の技術は、大規模水力発電技術の簡易型、機能省略、縮小版では必ずしもないため、中小水力発電向けの技術開発が必要である。また、中小水力発電は地域密着型であることから、地域の活性化、雇用促進にも有効と期待されている。

一方、地形が平坦で降水量も日本の半分以下のドイツでは、1,000kW 以下が全水力発電所数の 9 割以上を占めており、平均出力 160kW の中水力発電所が年間に約 300 ヶ所ずつ建設されている。そのため、中小水力発電とそのための機器供給は成熟した産業である。また、オーストラリアやニュージーランドでも中小水力発電に注目されつつあるなど、今後の中小水力発電市場拡大が期待される。

第8章 中小水力発電



図 8-17 火力発電所の冷却水系統に設置した小水力発電設備例（沖縄電力宮古第2発電所）

出典：田中水力ホームページ (http://tanasui.co.jp/image/pdf/Miyako%202013_02.pdf)

8.3.2 国内における導入推進施策

(1) 補助制度

日本における中小水力発電に係る各省庁の主な補助制度を表 8-8 に示す。その他、都道府県独自の補助制度、グリーン電力基金などの助成制度がある。また、「小水力発電普及促進のためのアクションプラン」が平成 20 年 9 月に環境省より発表され各種施策の検討が進んでいる。

表 8-8 日本国内における中小水力発電への主な補助制度

管轄	補助制度の種類		対象者
経済産業省	新エネルギー導入促進協議会	中小水力発電開発事業	一般電気事業者、公営電気事業者等卸供給事業者、卸電気事業者、特定規模電気事業者、特定電気事業者、自家用発電設置者
		新エネルギー等導入加速化支援対策事業	エネルギー利用等の設備導入事業を行う民間事業者等
		地域新エネルギー等導入促進事業	地方公共団体、非営利民間団体及び地方公共団体と連携して新エネルギー等導入事業を行う民間事業者
農林水産省	地域用水環境整備事業	市町村、土地改良区等	
	小水力等農業水利施設利活用促進事業	地方公共団体、農業者の組織する団体、地域協議会、民間団体等	
	かんがい排水事業等の土地改良事業※	都道府県	
	農村振興総合整備事業、その他※	都道府県、農業者団体他	
環境省	地方公共団体対策技術率先導入補助事業	小規模地方公共団体	
	市民共同発電実現可能性調査	地方公共団体	

※：小水力発電の単独事業としては不可

出典：「小水力発電導入の実際」（2009、全国小水力利用促進協議会）、各省ホームページより NEDO 作成

また、普及を促進するための「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が平成23年8月26日に成立し、平成24年7月から再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、バイオマス）を使って発電された電気を一定期間、固定価格で電気事業者が買い取ることを義務づける制度（固定価格買取制度）が導入された。中小水力に関する買取価格（平成24年7月時点）を表8-9に示す。

表8-9 固定価格買取制度における買取価格（中小水力）

電源		中小水力		
調達区分		1,000 kW 以上 30,000 kW 未満	200 kW 以上 1,000 kW 未満	200 kW 未満
費用	建設費	85 万円 /kW	80 万円 /kW	100 万円 /kW
	運転維持費 (1 年当たり)	9.5 千円 /kW	69 千円 /kW	75 千円 /kW
IRR		税前 7 %	税前 7 %	
調達価格 1 kWh 当たり	税込*	25.20 円	30.45 円	35.70 円
	税抜	24 円	29 円	34 円
調達期間		20 年		

※：将来的な消費税の税率変更の可能性も想定し外税方式とすることとした。

出典：資源エネルギー庁ホームページ (<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/dl/120522setsume.pdf>) より NEDO 作成

(2) 規制緩和

再生可能エネルギーの全量買取制度や東京電力福島第一原子力発電所事故の影響もあり、地産のエネルギー確保や環境事業による地域活性化の観点から、中小水力発電に取り組む自治体が増えており、現在、関係省庁が規制緩和を進めている。

環境省は、周辺の環境に与える影響が小さいと判断される中小水力について、自然公園法に基づく許可判断に用いる環境影響調査を不要としたり、文献調査や聞き取り調査のみで可能としたりすることとしている。また、国土交通省は、河川内に発電機を設置する場合の技術基準・安全基準を策定するため、実証実験・研究を実施している。また、農業・工業・発電用水など、既に水利権を取得している水を有効活用する従属発電の許可手続きを大幅に簡素化する方針である。

内閣府行政刷新会議では、再生可能エネルギーの普及促進に資する規制・制度改革を進めていくため「規制・制度改革に関する分科会」を設置し、規制・制度改革事項を一覧に取りまとめており、2012年4月3日、これを「エネルギー分野における規制・制度改革に係る方針」として閣議決定した。その中から中小水力発電に関する規制緩和および支援策を表8-10に示す。また、国家戦略室エネルギー・環境会議において「エネルギー規制・制度改革アクションプラン」がまとめられ、河川法について「河川環境・発電規模・利用場面等に応じた水利権の許可手続きの合理化（担当省：国土交通省）」の規制緩和を進めることが記載された。さらに、自治体や、全国小水力利用推進協議会、農業土木機械化協会などの任意団内でも支援が検討されている。

第8章 中小水力発電

表 8-10 中小水力発電普及に向けた規制緩和・支援策

担当省	所管省庁
小水力発電に係る河川法の許可手続の簡素化	国土交通省
取水管理の柔軟化による効率的な運用	国土交通省
小水力発電に係る従属発電に関する登録制の導入	国土交通省
小水力発電設備の保安規制の見直し	経済産業省
ダム水路主任技術者の資格要件の見直し	経済産業省

出典：「エネルギー分野における規制・制度改革に係る方針」（2012年4月3日，内閣府）より NEDO 作成

8.3.3 事業者の動向

中小水力発電では、溪流や農業用水、上下水道、工業用水、工場内水利用など様々な種類の水流の活用が想定されるのに合わせ、地方自治体から農業協同組合、工場など多様な事業主体が考えられる。これらに共通するのは、大型水力発電の事業主体とは異なり、発電に関する専門知識を有さない主体が多いことである。このため、不足する発電設備の運用・管理に関する知識・ノウハウを補う事業サービスが中小水力発電の普及に伴い、必要性が高まることとなる。

民間における事業サービスの代表的な事例、自治体と民間が連携して小水力開発を進める官民一体の小水力発電事業の事例および小水力発電による CDM プロジェクトの事例を以下に紹介する。

(1) 民間における運用・管理ビジネスの展開 —東京発電株式会社—

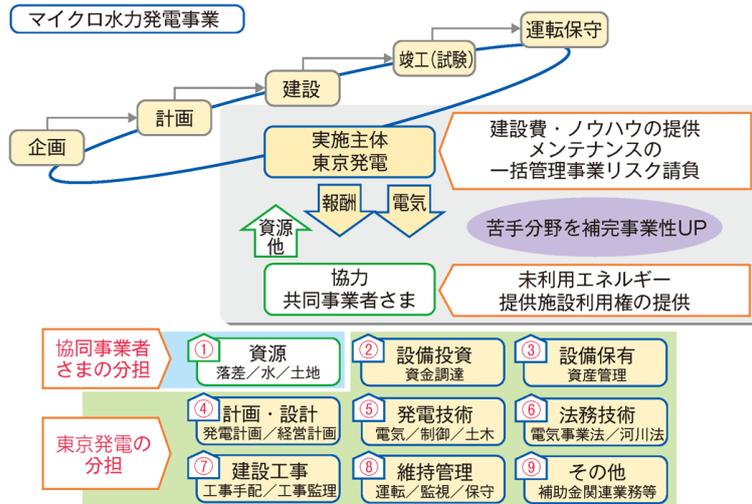
東京発電では、水エネルギー資源を有する主体に対して、中小水力発電所の運営に必要な設計から建設、運用・管理に至る一連のサービスと建設資金を提供し、売電による収入を両方で分け合うビジネスを行っている。東京発電のビジネスモデル「Aqua μ 」の概念を図 8-18 に示す。フルサポート型モデルは、顧客から水資源を提供され、発電主体は東京発電となる。一方、アドバイザー型モデルは、発電主体は顧客であり、東京発電は技術面のバックアップを行うものである。

(2) 官民一体の小水力発電事業—三峰川電力株式会社—

三峰川電力は、山梨県北杜市との官民パートナーシップにより小水力発電共同導入事業を実施している。三峰川電力第一発電所の外観を図 8-19 に示す。本事業は村山六ヶ村堰用水路（山梨県北杜市）の施設に3地点の小水力発電所を設置するもので、同一用水路施設に複数の発電所が設置される全国でも数少ない例である。複数地点を同時に開発することで、建設時の工期短縮、工事費の削減、運用開始後のメンテナンス作業の効率化などによる発電コスト削減が期待でき、今後の小水力発電事業の新たなモデルケースとして注目される。

地元村山六ヶ村堰土地改良区の協力を得ながら、小水力発電事業の運営ノウハウを持つ三峰川電力が開発、運営を担うことで事業採算性を確保し、北杜市は市の施策として地域理解促進と本事業の円滑な推進を全面的にサポートしている。こうした双方の利点を活かした官民一体の小水力発電事業は全国に先駆けた取り組みで、今後、地域に根差した小水力発電の普及拡大が期待される。

フルサポート型モデルの例



アドバイザー型モデルの例

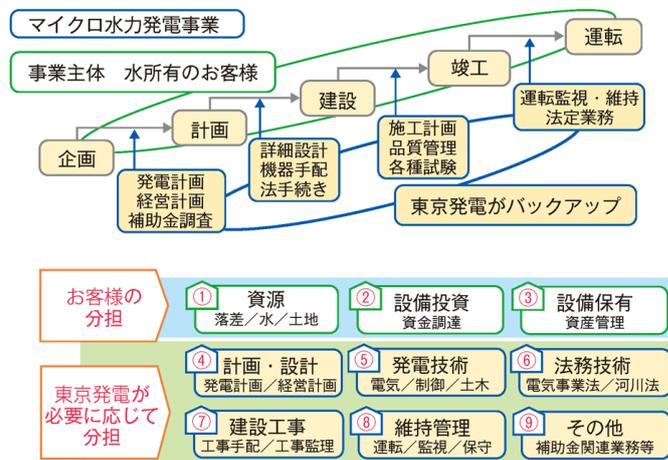


図 8-18 東京発電のマイクロ水力発電用ビジネスモデル「Aqua μ」
(上：フルサポート型モデルの例 下：アドバイザー型モデルの例)

出典：東京発電ホームページ (<http://www.tgn.or.jp/teg/business/>) より NEDO 作成



図 8-19 三峰川電力の第一発電所（認可出力：22,100kW）

出典：三峰川電力ホームページ (<http://www.mibuden.com/p/equip/mibugawa/8/>)

第8章 中小水力発電

(3) 小水力発電によるCDMプロジェクト

中国電力が、鹿島建設、インドネシアの電力会社である FFEL 社とともに実施したインドネシア・スラウェシ地域での小水力発電による温室効果ガス削減プロジェクトが、国際連合の CDM 理事会の承認を取得した。インドネシア国南スラウェシ州ランテバラ村の水路に 1,200kW の水路式小型発電機 2 基を設置し、年間発生電力量約 1,600 万 kWh の電力を得るものである。プロジェクトの地点を図 8-20 に示す。排出権は全量中国電力が購入し、総量は 2011～2012 年の 2 年間で約 2 万トンになる見込みである。今回開発した水力発電所は、小規模で発電事業としては採算の取れないものであったが、CDM プロジェクトとすることで事業性が認められたため、実現に至った。これまでに日本政府が承認した CDM/JI プロジェクトの中で、小水力発電による CDM プロジェクトは 20 件以上にのぼり、三菱商事や丸紅、北海道電力などが実施している。

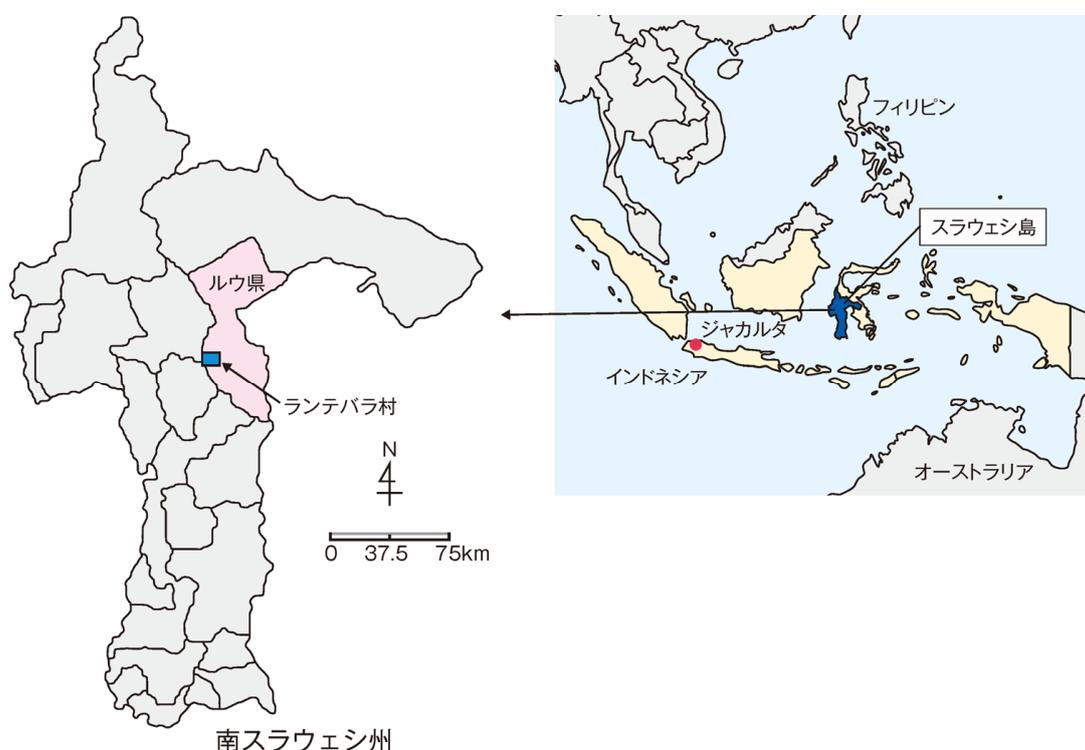


図 8-20 インドネシア・スラウェシ地域でのプロジェクト地点

出典：中国電力ホームページ (<http://www.energia.co.jp/press/07/p070710-1.pdf>) より NEDO 作成

8.4 各国の技術開発動向

8.4.1 開発投資

世界の再生可能エネルギーへの技術開発投資の割合（2009 年）を図 8-21 に示す。投資額の総額は約 56 億ドルであるが、そのうち中小水力発電への投資は僅か 1%に留まっている。

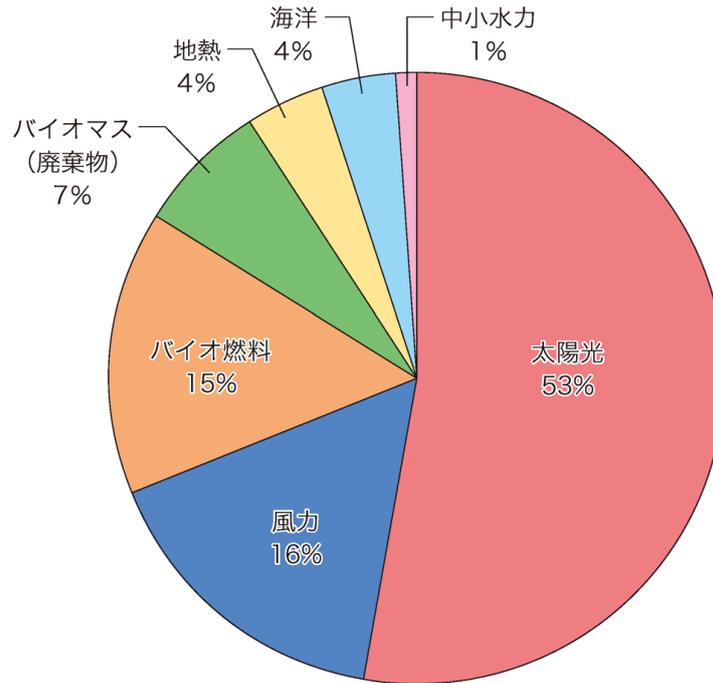


図 8-21 世界の再生可能エネルギーへの技術開発投資割合

出典：“Hydropower ?The number one renewable energy today … and tomorrow?”
 (13 April 2011, ESHA-HydroactionSeminar ” Small Hydro Going Smart”) より NEDO 作成

(1) 日本における技術開発促進（モデル事業）

経済産業省は、安価な小型の小水力発電の開発を促進するため、自治体や発電事業者等が実用化に向けて共同で行う実証事業「小水力発電導入促進モデル事業」を平成 24 年度から実施した。平成 24 年度は 7 億円の予算で、表 8-11 に示す 6 件の補助事業が実施された。また、平成 25 年度も引き続き実証事業の実施が計画されている。国内の小水力発電は、市場がほとんどない状況で、メーカーの技術開発が進まず、設備価格も高止まりしている。本事業の展開によって、中小水力発電開発の多数を占めると期待される中小メーカーの技術力向上が期待される。

表 8-11 「小水力発電導入促進モデル事業」（平成 24 年度）

補助事業者	補助事業の名称	事業実施場所
吉野町, ナカシマプロペラ	吉野町プロペラ式小水力発電実証事業	奈良県吉野町
薩摩川内市, 日本工営	薩摩川内市小鷹井堰地点らせん水車導入実証事業	鹿児島県薩摩川内市
関電工, 田中水力, 平和産業, 早稲田大学	小水力向けフランス水車の低コスト・高効率化に関する開発・実証事業	山梨県大月市
秀建コンサルタント, 田中水力	家中川水力発電実証事業	山梨県都留市
シーベルインターナショナル, 中川水力, スマートエナジー	栃木県那須野ヶ原小水力発電実証事業	栃木県那須塩原市
富山県企業局, KEC, ユニオン産業	富山県小摺戸地点小水力発電実証事業	富山県入善町

出典：一般社団法人新エネルギー導入促進協議会ホームページ (<http://www.nepc.or.jp/topics/2013/0514.html>) より NEDO 作成

第8章 中小水力発電

8.4.2 水力発電機器の多様化

水力発電機器は、従来は大型水力に基づく電力仕様であったが、近年、中小水力向けの技術革新が進みつつある。各メーカーよりパッケージ化、標準化、低価格のインライン型水車がリリースされ、低落差から中落差まで対応可能な領域が広がっている。また、既設構造物を利用や、工場やビルの未利用エネルギーを利用など、設置場所も多様化している。

8.4.3 発電コストの低減

中小水力発電は、小規模であるが故に、水車、発電機等の電気設備費用が工事費全体に占める割合が大きくなる。中小水力発電のコスト要因等を表 8-12 に示す。発電コストを下げるためには、機器コストおよび施工費の削減などによる徹底した低コスト化の追求が求められる。

表 8-12 中小水力発電のコスト要因等

技術課題	解決策・要素技術
初期コストの削減	<ul style="list-style-type: none"> ・標準化による機器コストの削減 ・仕様の低減による機器コストの削減 ・パッケージ化などによる施工費の削減
運用コストの削減	<ul style="list-style-type: none"> ・メンテナンスコストの削減
運用時の発電量の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・発電電力量（水量）の確保（取水口への土砂堆積、ゴミの目詰まり等の防止など） ・事故に対する予防保全など

(1) 初期コストの削減

中小水力の経済性向上には発電効率の向上や初期コストの削減等が重要であることは、他のエネルギー変換システムと同様である。中小水力発電の場合、発電効率に優れた水車、発電機等を導入するよりもむしろ、設備費および現地工事費を含めた初期コストの削減を狙う方が発電コストの削減には近道となる場合もある。発電効率に優れた水車、発電機等は装置費が高くなる場合もあり、費用対効果に留意した設計が求められる。

設備費に関してはシステムの合理化、簡素化、標準化、一定水準の品質を持つ装置を低コストで製造することが重要である。現地工事費については、発電装置の設置場所が普及の進展とともに山間の深い場所へ移っていくことが予想されるため、同じ施工方法を用いる限りはコストの上昇が懸念される。装置の運搬・設置に極力人手を要さないシステム作りが肝要である。

(2) 運用コストの削減

発電装置には運用・メンテナンスの人員が必要となるが、中小水力発電は大規模水力発電に比べ、人件費が割高になる可能性がある。このため、メンテナンスフリー化の追求や、操作性の向上などにより、特定の技能や資格を持った人員を必要とせず、地域社会で運用できるシステムを実現することが、運用コスト削減に有効な解決策となる。

(3) 発電電力量（水量）の確保

安定した水量により安定した発電量を確保するためには、取水口への土砂体積、ゴミによる目詰まり等への対応も必要となる。運用時には、発電装置の上流側に土砂が体積したりゴミが付着

したりすることで、計画した発生電力が低下する懸念がある。通常、定期巡回のゴミ除去や取水口への金網等の設置により対応するが、小さなゴミが水車にからまると、発電の停止や機器の故障につながることもあり、注意が必要である。

8.4.4 メーカーの動向

大規模水力発電は基幹電力として日本の戦後の高度経済成長を支えてきた歴史があり、関連する産業が育成されてきた。しかし、100kW 以下の中小水力発電用機器はドイツなどから輸入することが多かった。大規模水力発電の産業がこれまで有してきた技術・ノウハウを必ずしもそのまま中小水力発電に適用できるわけではなく、中小水力発電技術には新たなビジネスチャンスがある。中小水力発電は低コスト化が大きな課題であるため、新たな形状で低コストな水車を搭載した発電装置を提案するベンチャー企業なども存在し、今後の市場拡大が期待されている。

国内の中小水力発電装置メーカー、サプライヤーの特長を表 8-13 に示すとともに、近年着目されている中小水力発電設備メーカーの動向を以下に述べる。

表 8-13 国内中小水力発電装置メーカー・サプライヤー

メーカー・サプライヤー	特長
イズミ	100 W～90 kW 程度のマイクロ水力発電装置を販売
イーグル工業	40 kW～690 kW 程度の水中タービン発電装置を販売
川崎重工業	20 kW～500 kW 程度の水中タービン発電装置を販売
シーイーエム	5 kW～10 kW 程度の小水力発電設備を施工
シーベルインターナショナル	300 W～50 kW 程度の水中タービン発電装置を販売
篠田	3.8 kW の小水力発電装置 VORTEX を販売・施工
シンフォニアテクノロジー	1 kW のリッター水力発電装置を販売・施工
田中水力	1 kW～5,000 kW 程度の水力発電装置を販売・施工
日本小水力発電	0.7 kW～30,000 kW 程度の水力発電装置を販売・施工
富士電機システムズ	3 kW～250 kW 程度の水力発電装置を販売・施工
北陸精機	50 kW 以下のマイクロ水力発電装置を販売・施工
堀川工房	木製水車の製作・販売

出典：全国小水力利用推進協議会ホームページ (<http://j-water.jp/>) などより NEDO 作成

(1) 田中水力（日本）

田中水力は、小水力発電用設備の専門メーカーである。水力発電所は建設地点ごとに落差、流量や設置場所などが異なるため、それに対応した最適な設計をユーザーに提案するなど、小水力発電の普及に取り組んできた。国内外に 120 台以上の納入実績を有する。田中水力のリンクレスフランシス水車の設置例を図 8-22 に示す。2007 年に、従来のプロペラ水車とフランシス水車の利点を併せもつリンクレスフランシス水車「リンクレス・ハイドロパワー」（東京電力、東京発電との共同特許）を開発した後、自治体への導入実績が 20%から 32%に増加するなど、自治体への小水力発電設備の導入に貢献するとともに、国内での導入においてはトップシェアを誇っている。

また、2011 年には、ジェット水流を水車の羽根に当てて発電する高効率の衝動水車「ターゴ式水車」を国内で初めて製品化した。水圧で回転する反動水車であるフランシス水車と比べて、使用落差によっては流量変化による効率変化が抑えられること、余水路の設置を省略して工事コストを大幅に低減できるなどの利点がある。既に出力 1,033kW の水車を受注し、一部運転を開始

第8章 中小水力発電

している。



図 8-22 田中水力のリンクレスフランシス水車の設置例

出典：田中水力ホームページ (<http://www.tanasui.co.jp/products/Turbines.html>)

(2) シーベルインターナショナル（日本）

シーベルインターナショナルは、水流を利用した発電システムを世界で初めて実用化した会社である。同社が最初に実用化した流水式小水力発電システムの新発想とコア技術は、流水の運動エネルギーを効率的に集める世界初の2軸水車翼技術と、効率的に発電エネルギーを高める増速技術にある。

スモールハイドロストリームは開水路に設置するだけのシンプルな水力発電装置であり、設置において貯水池や導水管などが必要ない。また、従来の水力発電の設置工事のような多大な工事費用は不要で、設置工事自体も短期で完了できるため、低コストで設置することができるという利点を持つ。



図 8-23 シーベルインターナショナルの小水力発電装置の設置例

出典：シーベルインターナショナルホームページ (<http://www.sebell-i.com/category/record/>)

2008年には、この流水式小水力発電装置「ストリーム」で、東京都ベンチャー技術大賞の優秀賞を獲得し、また、東京都以外の自治体・団体による中小企業や起業家支援事業で助成対象企業となっている。

(3) Natel Energy (米国)

米国カリフォルニア州に拠点を置くエンジニアリング会社、Natel Energy は、低水頭向けの水力発電装置等を開発しており、中小水力発電向けに革新的なタービンを開発した。図 8-24 に示す「SLH」と呼ばれるこのタービンは、大きさによって 5 種類が設計されており、それぞれの出力は、さまざまな水圧や水流に対応する。各モジュールの内部には湾曲した羽根が垂直方向に何枚も並んでおり、これらはチェーンと連動して動く。取水口から取り込んだ水により羽根が回転すると、連動してチェーンがシャフトを回し、電気を起こす仕組みとなっている。

SLH は、6kW から 2MW までの電力を発電でき、発電効率も 80% と高く、かつ低コストであり、保守に手間がかからず、魚への損害を与えにくいなどの利点を持つ。



図 8-24 SLH システム図

出典：Natel Energy, Inc. ホームページ (<http://www.natelenergy.com/>)

8.5 今後に向けた課題

8.5.1 経済性の確保

水力発電をめぐる事業環境は、電気事業に係る累次の制度改革や開発地点の奥地化・小規模化による採算性の悪化などにより、より厳しくなっているのが現状である。こうした中で、一般に、水力発電は初期コストが大きく、長期間安定的な発電の継続が事業の前提であるため、安定的な水量使用権の確保といった制度的な担保が必要である。

一方で、河川環境を保全する観点から河川流量を維持するために発電に係る水使用に一定の制約が生ずることはやむを得ない面がある。そのため、再生可能エネルギーの導入と環境保全のバランスを考慮した河川維持流量の取扱いが重要となる。

8.5.2 行政手続きの簡素化

水力発電開発の多くが中小規模となり、開発の担い手が地方自治体や水道局、土地改良区等多様化しており、地域に密着した開発を行うことが重要な状況にある。こうした状況を踏まえ、開発規模や開発主体の変化を考慮した手続きの明確化や簡素化に向け、きめ細やかな制度設計・運用を行う必要がある。具体的には 8.3.2 項で取り上げたとおり、小水力発電に係る河川法の許可手続きの簡素化などが検討されている。

8.5.3 地域との共生

水力発電施設の円滑な導入、適切な運用・管理には、地元住民の理解や協力を得ることが重要である。中小水力発電は地元で雇用をもたらす、かつ、運用中に温室効果ガスをほとんど排出しないという環境にやさしい側面を持っている。中小水力発電に関する広報活動を広く行い、普及啓発を行っていく必要がある。

第 8 章 参考文献

- (1) RPS 法ホームページ, (資源エネルギー庁), <http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/main.html>
- (2) 長野県ホームページ, <http://www.pref.nagano.lg.jp/kurashi/ondanka/shizen/index.html>
- (3) 田中水力ホームページ, <http://www.tanasui.co.jp/productsCharts.html>
- (4) Energy Technology Perspectives 2010, (2010, IEA)
- (5) Energy Technology Perspectives 2008, (2008, IEA)
- (6) Deploying Renewables - Best and Future Policy Practice, (2011, IEA)
- (7) コスト等検証委員会報告書, (2011, エネルギー・環境会議 コスト等検証委員会), <http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/kihonmondai/8th/8-3.pdf>
- (8) ESHA ホームページ, (<http://www.eshabe.com>)
- (9) 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書, (2011, 環境省)
- (10) Oak Ridge National Laboratory Hydropower Assessment, (NHA ホームページ), <http://nhaap.ornl.gov/>
- (11) 中長期の温室効果ガス削減目標を実現するための対策・施策の具体的な姿 (中長期ロードマップ) (中間整理), (2010, 環境省)
- (12) RE-thinking 2050, (2010, EREC)
- (13) 2010 Survey of Energy Resources, (2010, World Energy Council)
- (14) 出力別包蔵水力調査, (2013/5 時点, 資源エネルギー庁)
- (15) 水力発電の開発・利用促進に関する提言, (2013/3, 一般財団法人新エネルギー財団・新エネルギー産業会議)
- (16) 古賀康正, 小水力発電とその普及の展望, (2010)
- (17) 沖縄電力ホームページ, <http://www.okiden.co.jp/environment/report2012/sec7/sec74.html>
- (18) 小水力発電導入の実際, (2009, 全国小水力利用促進協議会),
- (19) 資源エネルギー庁ホームページ, <http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/dl/120522setsumeipdf>
- (20) エネルギー規制・制度改革アクションプラン (案), (2012/3/29, エネルギー・環境会議資料)
- (21) エネルギー分野における規制・制度改革に係る方針, (2012/4/3, 内閣府)
- (22) 東京発電ホームページ, <http://www.tgn.or.jp/teg/business/>
- (23) 三峰川電力ホームページ, <http://www.mibuden.com/p/equip/mibugawa/8/>
- (24) 中国電力ホームページ, <http://www.energia.co.jp/press/07/p070710-1.pdf>
- (25) 丸紅ニュースリリース, (2011/6/8, 丸紅), http://www.marubeni.co.jp/dbps_data/news/2011/110608.html
- (26) 中国電力プレスリリース, (2007/7/10, 中国電力), <http://www.energia.co.jp/press/07/p070710-1.pdf>
- (27) CDM・JI 政府承認案件一覧 (経済産業省, 2010/12/31 現在), http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/kyomecha_main.htm
- (28) 新エネルギー導入促進協議会ホームページ, <http://www.nepc.or.jp/topics/2013/0514.html>
- (29) 平成 24 年度経済産業省予算案の概要, (2011, 経済産業省), <http://www.meti.go.jp/main/yosan2012/>
- (30) 全国小水力利用推進協議会ホームページ, <http://j-water.org/>
- (31) 田中水力ホームページ, <http://www.tanasui.co.jp/productsTurbines.html>
- (32) 元気なもの作り中小企業 300 社, (2009, J-Net)
- (33) シーベルインターナショナル社ホームページ (<http://www.seabell-i.com/>)
- (34) Natel Energy, Inc. ホームページ, <http://www.natelenergy.com/>
- (35) 19 年度「水力開発の促進対策」, (2008, 資源エネルギー庁), <http://www.enecho.meti.go.jp/hydraulic/data/dl/>