

5. 土木施設への再生可能エネルギーの ビルトインに関する事例分析

宮本善和^{1*}

¹ 中央開発株式会社 社会開発部 (〒332-0035 埼玉県川口市西青木 3-4-2)

* E-mail:miyamoto@cknet.co.jp

再生可能エネルギーへの期待が高まる中、固定価格買取制度の施行によって官民の様々な発電プロジェクトが進行している。ダム、河川・砂防施設、道路、空港、鉄道、港湾などの土木施設においても、再生可能エネルギーの導入事例が増えてきている。本稿は、土木施設へ再生可能エネルギーのビルトインを促進するための施策を明らかにする一助として、土木施設に再生可能エネルギーを付設した事例を収集し、その傾向と可能性を整理した。そして、土木施設の活用資源別にそのポテンシャルを概略評価した。その結果、ダム湖面、調整池、浄水場・処理場の上部空間、道路の上部・高架壁面、鉄道の駅ホーム屋根などを活用した太陽光発電、下水汚泥のバイオガス発電、港湾とその洋上の風力発電などが高く評価された。

Key Words : *renewable energy, feed-in tariff, infrastructure, built-in, potencial of energy*

1. はじめに

地球温暖化防止に向けた非化石エネルギーへの転換の潮流に加え、2011年3月に発生した東日本大震災、福島第一原子力発電所の事故を背景に、再生可能エネルギーへの期待が高まっている。このような中、わが国でも2012年7月から固定価格買取制度が始まり、太陽光発電、風力発電、水力発電などの再生可能エネルギーの開発をビジネスチャンスとして捉え、官民の様々なプロジェクトが進行している。

わが国の国土の保全と発展を支えてきた土木施設においても、ダム、河川・砂防施設、道路、鉄道、空港、港湾等が有する資源を活用して再生可能エネルギーを導入する事例が増えてきている。今後は、このような土木施設へ再生可能エネルギーをビルトインすることを促進し、持続的に運用していくことが重要である。

本稿は、このような背景を受け、今後、土木施設への再生可能エネルギーのビルトインを促進する施策を充実させていく一助として、土木施設に再生可能エネルギー施設を付設した事例を収集・整理し、そのポテンシャルの評価を行うものである。具体的には、ダム、河川・砂防施設、道路、鉄道、空港、港湾などの土木施設別に、再生可能エネルギー施設を付設した、もしくは予定している事例をインターネット情報から収集・整理する。そして、土木施設の活用資源における再生可能エネルギー

のポテンシャルを、活用資源の存在の程度と、その活用資源が有する発電規模の程度によって概略評価する。

2. 再生可能エネルギー導入の事例収集の方法

土木施設に再生可能エネルギーを導入した事例の収集対象は、比較的最近に整備されたもの、もしくは整備予定のものとした。これは、それらの事例が最近の技術や経済条件などの傾向を反映していると考えためである。ただし、今回の作業では、事例を網羅的に収集・整理するのではなく、様々な事例の中から各土木施設における最近の傾向を示すと考えられる代表的な数事例に絞って整理している。このため、収集事例は網羅的ではないことを断わっておく。

収集作業にあたっては、インターネットでの情報収集を中心として、Google 検索によるキーワード検索、関連サイト（経済産業省・資源エネルギー省の Web サイト¹⁾、業界雑誌の Web サイト²⁾、関連事例データベースの Web サイト³⁾など）の検索によって行った。ここで、検索に用いたキーワードは、「太陽光」、「水力」、「風力」などの再生可能エネルギーに関するもの、「ダム」、「河川」、「砂防」、「道路」、「空港」などの土木施設に関連するものであり、これらを適宜組み合わせで行った。

そして、これらの作業から事例の存在がヒットした場合には、さらに詳細情報を収集するため、地名や施設名などの当該事例に固有のキーワード、「堰」や「維持流量」などの当該事例に関連するキーワードを組み合わせで追跡した。この際、情報の信頼性を確保するため、公的な Web サイトや複数の Web サイトを活用している。

3. 事例の特徴と傾向

収集した事例は計 44 である。これらの事例について、土木施設別に、再生可能エネルギーの種別、活用資源、事例の概要、名称や地名、最大出力などについて整理した（表-1～5）。以下、土木施設の活用資源別に収集・整理事例の特徴や傾向などについて示す。

(1) ダムの事例（水力、太陽光）

a) 維持流量を活用した水力発電

ダムにおいては、河川維持流量をもとに、ダム貯水位と放流河川との落差を有効活用して水力発電が行われている事例が多い。これは、最近、下流河川の動植物の保護、漁業、景観、流水の清潔の保持等を考慮して定める維持流量を確保することが求められ、多くのダムで維持流量が放流されるようになったことが背景にあると考えられる。また、水力発電を導入すれば、管理コストの削減ができることも関係していると考えられる。

発電規模は、使用水量である維持流量と有効落差によって決まるが、収集した事例では、広島県高暮ダム（140kW）、徳島県小見野々ダム（150kW）、長野県読書ダム（490kW）で、最大出力は数百 kW 程度であった。維持流量を活用しているため、比較的安定した発電が可能であるが、渇水や洪水時には流量変動の影響がある。

b) ダム堤体や湖面当を活用した太陽光発電

ダムの堤体や土取場跡地、ダム湖の敷地を活用した太陽光発電施設の整備も取り組まれている。

兵庫県企業局では、県営の神谷ダム、権現ダムのロックフィルダムの堤体法面に太陽光パネルを設置して太陽光発電を行う事業を進めている。発電規模は、神谷ダム

（3,000kW）、権現ダム（1,700kW）であり、いわゆるメガソーラー発電施設である。

このようなダムの堤体法面を活用した太陽光発電が可能であるのは、ロックフィルダムの下流法面が緩傾斜で、広大な面積（神谷ダム：3.2ha、権現ダム：1.9ha）を有すること、法面が日射の良好な南向きであるためである。

また、この神谷ダムでは、ダム建設の堤体材料を採取した土取場跡地を活用した太陽光発電施設の事業も行っている。土取場跡地は、地域活性化などに有効活用する、森林を再整備することなどが行われることが多いが、神谷ダムでは跡地の形状が緩やかで広い面積（0.8ha）があること、森林法などの土地利用の規制を受けないことから、太陽光発電施設の整備を行うとしている。発電規模は、約600kWである。

その他、山口県の宇部丸山ダムや東京都の小河内貯水池では、湖面にフローティング式の太陽光パネルを設置して太陽光発電を行っている。発電規模は、モデルプラントであることもあり、それぞれ20kW、25kWと小規模であるが、技術的な課題が解決すれば、広大なダム湖面を有効活用してメガソーラーの発電を行える可能性を示唆していると考えられる。また、湖面のフローティング式のパネルが湖面を覆うことで、水温上昇を抑え水質保全につながる可能性も想定できる。ただし、水位変動が著しいダム湖においては、管理に難があると考えられる。特に、洪水調節機能を持つダムの場合には、急激な水位上昇にも支障が生じないようにすることが求められるその他、台風時の波浪の影響も懸念材料である。



写真-1 ダム堤体を活用した太陽光発電の例⁹⁾

表-1 ダムの事例

種別	活用資源	概要	事例	最大出力	備考
水力	河川維持流量や水利流量、落差	ダムの河川維持流量と貯水位の落差を活用して水力発電	広島県高暮ダム 徳島県小見野々ダム 長野県読書ダム	140kW 150kW 490kW	・渇水や洪水の流量変動の影響がある
太陽光	ダム堤体法面	ロックフィルダム等のダム堤体法面に太陽光パネルを設置して発電	兵庫県神谷ダム（予定） 兵庫県権現ダム（予定）	3,000kW 1,700kW	・堤体が南に開放的な法面であることが必要
	土取場跡地	堤体材料を採取した土取場跡地を活用して太陽光発電	兵庫県神谷ダム（予定）	600kW	・一定の面積と日射が良好な場所であることが必要
	ダム湖面	広大なダム湖面を活用してフロート式の太陽光パネルで発電	山口県宇部丸山ダム 東京都小河内貯水池	20kW 25kW	・水位変動が大きい場合は管理に難がある ・波浪の影響がある

(2) 河川・砂防施設の事例（水力、太陽光）

a) 落差工や砂防堰堤を活用した水力発電

河川・砂防施設では、河川流量と落差工や砂防堰堤の落差を活用した水力発電施設の整備事例がみられる。落差工を活用した事例では、京都府嵐山の桂川の落差工にサイフォン式プロペラ水車を併設して発電し、その電気を渡月橋の照明に活用している小規模な事例（5.5kW）がある。また、エネルギーの自給100%を目指している高知県の梶原町では、梶原川の落差工に水力発電施設を併設し、中学校や街路灯に電力供給している（53kW）。

砂防堰堤を活用した事例は、国土交通省が2010年に「既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン（案）」⁷⁾を示したことも手伝って、徐々に増えてきている。長野県の大岡浅刈発電所（6.7kW）のように砂防堰堤の直下に発電施設を設けた砂防堰堤落差方式と、山梨県の金山沢発電所（100kW）や奈良県の小又川発電所（98kW）のように、砂防堰堤から取水し、下流まで導水してその間の落差を活用し発電する導水路方式がある。

このような既設の砂防ダムを活用した水力発電は、河川の流路が安定していることが必要であるとともに、渇水期でも一定の流量が必要である。「中小水力開発促進指導事業基礎調査（未利用落差発電包蔵水力調査）報告書」⁸⁾では、未開発の砂防堰堤利用発電は、100kW以下の規模が多いことが示されている⁹⁾。

このような落差工や砂防堰堤を活用した事例は、その使用可能な河川流量が多いほど、そして落差が大きいほど大きな出力が期待できるため、一定の流域を有し比較的流量が多く、安定しているとともに、河床勾配が比較

的大きく、さらには砂防整備などが充実し流路が安定してきた上流部の河川が適している。

b) 調整池を活用した太陽光発電

埼玉県桶川市の東部工業団地のように、開発に伴う調整池の敷地を活用して、メガソーラー発電を行う事業もみられる（1,360kW）。調整池は、豪雨時には増水するため、その水位変動に追従するフローティング式の太陽光パネルを採用している。このような開発に伴う調整池は、全国に数多く存在し、ある程度まとまった面積を有していることが多い。また、その敷地は、公園、グラウンド、ビオトープ等として活用されているものもあるが、未活用のものも多いため、適地はかなり多いと考えられる。また、調整池だけでなく、河川管理施設として整備された洪水調節池もその適地と考えられる。

(3) 上水道・下水道の事例（水力、太陽光、バイオガス）

a) 上水や処理水による水力発電

上水道の事例としては、上水道事業者によって整備さ

水圧管路



写真-2 砂防堰堤を活用した水力発電の例⁷⁾

表-2 河川・砂防施設の事例

種別	活用資源	概要	事例	最大出力	備考
水力	落差工や堰の落差	河川流量と、既存の落差工や堰などの落差を利用して発電	京都府桂川落差工	5.5kW	・渇水や洪水の流量変動の影響がある
	河川流量		高知県梶原川落差工	53kW	
	砂防堰堤（取水、落差） 河川流量		長野県大岡浅刈発電所 山梨県金山沢発電所 奈良県小又川発電所	6.7kW 100kW 98kW	
太陽光	調整池の水面	調整池の用地にフロートタイプの太陽光パネルを設置して発電	埼玉県東部工業団地調整池（予定）	1,360kW	・洪水時の水位変動の影響がある

表-3 上水道・下水道の事例

種別	活用資源	概要	事例	最大出力	備考
水力	上水道の流量 落差	上水道の流量と、浄水場や給水場、調整池等の高低差（落差）を活用して発電	神奈川県港北発電所	300kW	・一定の水道用水量が必要
			群馬県若田発電所	78kW	
			千葉県妙典発電所	300kW	
太陽光	下水処理水 放流落差	下水処理施設の下水と、放流先の落差を活用して発電	東京都葛西水再生センター	37kW	・一定の下水処理水が必要 ・施設に落差が必要
			東京都森ヶ崎水再生センター	93kW	
			東京都朝霞浄水場 島根県江津浄水場 東京都葛西水再生センター 京都府鳥羽水環境保全センター	1,200kW 430kW 490kW 1,000kW	
バイオガス	消化ガス	下水処理場の下水汚泥処理から発生する消化ガス等を利用して発電	大阪府津守処理場 兵庫県垂水処理場 栃木県県央浄化センター	2,026kW 660kW 315kW	・ガスエンジンの他に、マイクロガスタービンや燃料電池などがある

れた水力発電施設が多く存在する。例えば、神奈川県
の港北発電所（300kW）、群馬県の若田発電所、
（78kW）、千葉県の妙典発電所（300kW）などのよう
に、その規模は数十～数百kWクラスのものが多い。い
ずれも、上水道の圧力管路の流量と、取水地点から浄水
場までの落差や、浄水場から給水場や調整池までの落差
などを活用して、水力発電を行っている。流量の変動が
少ないため、安定した発電ができる。従来は経済性の観
点から、多くの流量が望める給水人口が多い都市部で整
備されることが多い。しかしながら、技術の進展と支援
策等により、今後は地方部でも小規模な施設の開発の可
能性はあると考えられる。

下水道においては、上水道よりも事例は少ないが、東
京都葛西水再生センター（37kW）、東京都森ヶ崎水再
生センター（93kW）等のように、下水処理水と放流先
の落差を活用して水力発電を行っている事例がある。発
電に使用できる量の下水処理水が必要であることに加え
て、下水処理施設と放流先などに落差があることが必要
である。下水処理施設は、都市部の平野部に立地するこ
とが多く、落差が得にくいことが少なくない。

b) 浄水場や処理場の上部空間を利用した太陽光
浄水場や下水処理場の広大な上部空間を活用し、太陽
光パネルを設置して発電を行う事例も多い。浄水場では、
東京都の朝霞浄水場（1,200kW）、島根県の江津浄水場
（430kW）、下水処理場では、東京都の葛西水再生セン
ター（490kW）、京都府鳥羽水環境保全センター
（1,000kW）など、大規模な発電事業が展開されている。

c) 下水汚泥によるバイオガス（消化ガス）
下水処理場では、下水汚泥を嫌気性消化して得られる
消化ガスを活用した発電施設の整備が進行している。消
化ガス発電の導入により、処理場の消費電力量の約
30%を賄える可能性があると言われ、その導入が盛んであ
る。大阪府の津守下水処理場（793kW：3基、440kW：1
基）、兵庫県垂水処理場（660kW）、栃木県の県央浄化
センター（315kW）などがある。

この消化ガス発電には、従来のガスエンジンの他に、
マイクロガスタービンや燃料電池などの発電方式が開発
されている。また、消化ガスにおけるメタン回収量の増
加を目的として、凝集剤添加による生汚泥回収量の増加
や余剰汚泥の可溶化処理等の技術開発が進んでいる¹⁰⁾。
さらには、下水汚泥とその他のバイオマスの集約処理も
促進される方向にあり¹⁰⁾、消化ガス発電の整備が進行す
ると考えられる。

(4) 道路の事例（太陽光、水力、風力等）

a) 高速道路の上部・壁面空間を活用した太陽光発電
高速道路の施設の空間を利用した太陽光発電が行われ
ている。例えば、愛知県の名古屋環状2号線では半地下
構造の開口部の梁に太陽光パネルを設置して発電してい
る（2,000kW）。また、大阪府第二京阪道路では、高速
道路の遮音壁上部に遮音壁と一体的な太陽光パネルを設
置して発電している（120kW）。高速道路は延長が長く、
広大な敷地面積を有するため、道路の上部や高架の壁面
などは潜在的に非常に大きな太陽光発電の可能性を有し
ていると考えられる。道路舗装面での太陽光発電につい
て、アメリカ合衆国では民間企業と道路舗装の太陽光や
太陽熱を利用できるパネルの開発を進めている¹¹⁾。この
ような技術が実用化されれば、道路空間は非常に大きな
ポテンシャルを持つ可能性がある。

b) トンネルの湧水を活用した水力発電
岐阜県に位置する東海北陸自動車道の飛騨トンネルで

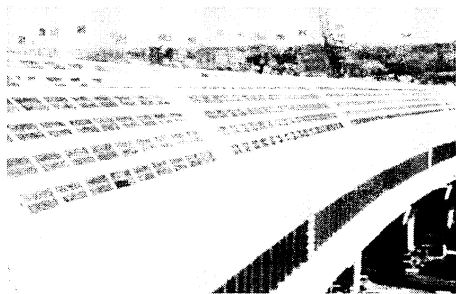


写真-3 高速道路遮音壁を活用した太陽光発電の例¹²⁾

表-4 道路の事例

種別	活用資源	概要	事例	最大出力	備考
太陽光	半地下構造の開 口部の梁	半地下構造の高速道路の開口 部の梁に太陽光パネルを設置 して発電	愛知県名古屋環状2号線	2000kW	・一定の面積と日当たりが 良好であることが必要
	高速道路の遮音 壁	高速道路の遮音壁上部に遮音 壁と一体的な太陽光パネルを 設置して発電	大阪府第二京阪道路	120kW	・設置位置が日光の方向に 向いていることが必要
水力	トンネル内の湧 水	トンネル掘削の際に生じた湧 水を活用し、放流河川との落 差を利用して発電	岐阜県東海北陸自動車道飛 騨トンネル	50kW	・トンネル湧水量は安定し ており安定した発電が可 能
風力	高速道路のパ ーキングエリア	パーキングエリアに小規模な 風車を設置して発電	石川県北陸自動車道徳光パ ーキングエリア	16kW	・発電に適した一定の風況 があることが必要
振動	高速道路の橋梁 の振動	高速道路の橋梁の通過交通で 発生する振動エネルギーを活 用して発電	東京都首都高速五色桜大橋	0.1W	・走行量に影響されるた め、蓄電システムの組み 合わせが必要

は、トンネル内の湧水を融雪用熱源や非常用設備の水源等として利用していたが、2010年に、この湧水を活用して放流河川との落差を利用した水力発電施設を整備している（50kW）。このようなトンネルの湧水は日本各地に存在し、その水量が比較的変動が少なく、また、山間地であることから落差もとりやすいと考えられ、潜在的な開発地点が少なくないのではないかと考えられる。

c) パーキングエリアを活用した風力発電

石川県の北陸自動車道徳光パーキングエリアでは、風向きに左右されず安定して発電が可能なトルネード型と呼ばれる風力発電施設を整備している（10kW×1 基、2kW×3 基）。プロペラ形式のブレードを有しておらず、比較的小型であるため、小さな敷地でも発電が可能である。また、騒音も少なく、バードストライクなども生じにくいいため、パーキングエリア内の緑地などのスペースに複数を設置することが可能と考えられる。

d) 橋梁の振動を利用した振動発電

その他、高速道路の橋梁を通過する自動車交通で発生する振動エネルギーで発電する試みもある。東京都の首都高速五色桜大橋では、この振動発電装置を舗装に埋め込み、橋梁のイルミネーションの点灯に活用している。

(5) 鉄道の事例（太陽光）

鉄道の事例としては、東京都の地下鉄東西線計8駅のホームの屋根に太陽光パネルを設置して太陽光発電を行っている事例（計1,093kW）や、千葉県 JR 東日本京葉車両センター鉄道の車両基地の未利用地に太陽光パネルを設置して発電している事例（1,050kW）などがある。鉄道は道路と同様に延長が長いので、ホーム屋根だけで

なくその高架部などの上部空間、線路部などに太陽光パネルの設置ができれば、潜在的に非常に大きな太陽光発電の可能性を有していると考えられる。

(6) 空港の事例（太陽光）

空港の事例としては、滑走路脇の斜面や、拡張予定地、空港ターミナルの屋上等にメガソーラー発電施設を建設し太陽光発電を行っている事例が代表的である。空港の広大な敷地の多くは航空機の運航等に利用されているが、岡山空港（3,500kW）のように造成斜面を活用する、関西空港（11,600kW）のように今後拡張が予定されている未利用地を活用するなどして、太陽光発電の可能性もある。また、空港の新設や移転、廃止などに伴って生じる跡地にも太陽光発電の可能性もある。さらに、空港ターミナルは土木施設ではなく建築物ではあるが、その屋上空間に太陽光パネルを設置して発電に使用している。

(7) 港湾の事例（風力等）

港湾の敷地や洋上に大型風車を建設して風力発電が行われている。港湾は、風力発電が可能な風況に恵まれて

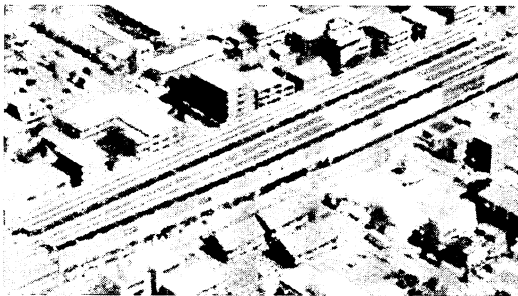


写真-4 鉄道ホーム屋根を活用した太陽光発電の例¹⁾

表-5 鉄道の事例

種別	活用資源	概要	事例	最大出力	備考
太陽光	駅ホームの屋根	駅のホームの屋根に太陽光パネルを設置して発電	東京都地下鉄東西線計8駅	1,093kW (計8駅)	・近接する複数駅で発電して連携することも可能
	車両基地の未利用地	鉄道の車両基地の未利用地に太陽光パネルを設置して発電	千葉県 JR 東日本京葉車両センター	1,050kW	

表-6 空港の事例

種別	活用資源	概要	事例	最大出力	備考
太陽光	滑走路脇の斜面や遊休地等	滑走路脇の斜面や拡張予定地等にメガソーラー発電施設を建設して発電	岡山空港（予定） 関西空港（予定）	3,500kW 11,600kW	・航空機の運航等の空港機能に影響がないことが必要
雪氷熱	冬季の除雪遊休地	冬季の滑走路や航空機の除雪を遊休地に夏季まで保存し、冷熱を供給	北海道新千歳空港	—	・防除雪氷剤・融雪剤による河川水質の汚濁低減もできる

表-7 港湾の事例

種別	活用資源	概要	事例	出力	備考
風力	港湾の敷地や洋上	一定以上の風速が見込める港湾の敷地や洋上に風車施設を建設して発電	茨城県鹿島港 山形県酒田空港 北海道潮柵港	250,000kW 16,000kW 13,200kW	・年間を通し発電に良好な風況が確保できることが必要
海水温	港湾地区の海水の温度差	港湾地区の海水を取水してヒートポンプを介して地域熱を供給	香川県高松港	—	・海水使用による腐食防止が必要

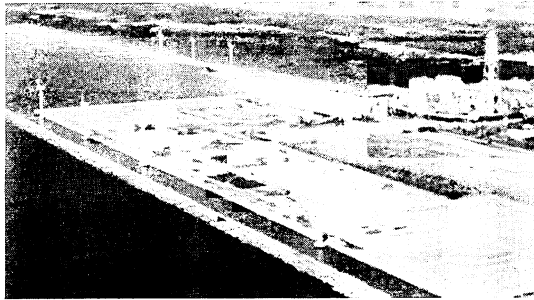


写真-5 港湾での風力発電の例¹³⁾

いること、市街地から距離があり騒音等の影響が小さいことなどから、風力発電に適した立地が少なくない。

そのため、港湾機能に支障がない範囲で、敷地や洋上に複数の風車を建設することで大規模な発電ができる。茨城県の鹿島港では出力5MWの大型風車を50基建設し、250,000kWを発電する事業が展開されている。山形県の酒田港では2MW×8基で16,000kW、北海道の瀬棚港では600kWが2基、2,000kWが6基の発電事業が展開されている。また、国土交通省では洋上風力発電の建設を促進するため、深い海域（50m以深）に適用可能な「浮体式」の洋上風力発電施設の普及拡大のために安全基準を制定している。今後、港湾施設の洋上への展開が期待される。

その他、波力発電、潮力発電などの技術開発も進められている。また、港湾区域の海水温の温度差を活用し、海水を取水してヒートポンプを介して地域熱を供給しているような事例もみられる。

4. ビルトインのポテンシャルの評価

前章での結果を踏まえ、ここでは土木施設へ再生可能エネルギーをビルトインしていくにあたって、どの土木施設のポテンシャルが高いのかを把握するため、そのポテンシャルを概略評価することを試みる。

(1) 土木施設におけるポテンシャル評価の方法

わが国の土木施設にビルトインしうる再生可能エネルギーのポテンシャルは、ビルトインの対象となる土木施設の活用資源がどれほど多く存在しているか、そして、その土木施設の活用資源にどの程度の発電が可能かということに関係している。このため、各土木施設の活用資源の存在とその諸量を計測し、その活用資源がどの程度の発電可能性を有するのかを試算して、それらを積算していく作業が必要である。また、その中でも実際に開発が可能な導入ポテンシャルを求めるには、エネルギーの採取、利用に関する種々の制約要因を加味して設置の可否を考慮し推計する必要がある¹⁴⁾。このような作業は今後の課題であるが、ここでは、各土木施設の活用資源

のポテンシャルの程度を、以下のように概略的に評価して比較することを試みる。

わが国の各土木施設の活用資源におけるポテンシャルの評価は、各土木施設の活用資源の存在の程度と、その活用資源が発電可能な規模の程度の積で評価できるとし、式(1)で表す。ここで、 E_i と O_i は、4～1の整数で4段階とする。

$$P_i = E_i O_i \quad (1)$$

P_i : 土木施設の活用資源*i*のポテンシャルの評価

E_i : 土木施設の活用資源*i*の存在の程度（4～1）

O_i : 活用資源*i*の発電規模の程度（4～1）

この式(1)で、土木施設の活用資源における再生可能エネルギーのポテンシャルを評価した結果を表-10に示す。ここで、各土木施設の活用資源の O_i は、3章の事例の傾向にもとづき判断している。

(2) ポテンシャル評価の結果と考察

ポテンシャルが高く評価された土木施設の活用資源は、①ダム湖面、②調整池、③浄水場・処理場の上部空間、④道路の上部・高架壁面、⑤鉄道の駅ホームの屋根を活用した太陽光発電と、⑥下水汚泥の消化ガスを活用したバイオガス発電、⑦港湾の敷地や、⑧港湾の洋上を活用した風力発電である。

このうち、③浄水場・処理場の上部空間は、その管理費用のコスト縮減の目的もあって、最近多くの施設で太陽光発電に活用され始めているが、①ダム湖面、②調整池や、④道路の上部・壁面空間、⑤鉄道の駅ホームの屋根は事例はまだ少なく、開発の余地が多くあると考えられる。①ダム湖面や②調整池への設置については、増水／減水時にも対応可能な大規模なフロート式太陽光パネルの実用化と普及が重要である。また、⑥下水汚泥の消化ガスを活用したバイオガス発電は、バイオマスの集約

表-8 土木施設の活用資源の存在の程度（ E_i ）

評価基準	符号	値
全国の到る所に当該土木施設の活用資源が存在する	◎	4
全国各地に当該土木施設の活用資源が存在する	○	3
ある地域や場所には当該土木施設の活用資源が存在する	△	2
当該土木施設の活用資源はあまり存在しない	—	1

表-9 活用資源の発電ポテンシャルの程度（ O_i ）

評価基準	符号	値
活用資源で平均的に数MW以上の発電が可能である	◎	4
活用資源で平均的に数百kWの発電が可能である	○	3
活用資源で平均的に数十kW程度の発電が可能である	△	2
活用資源で平均的に数kW以下の発電が可能である	—	1

表-10 土木施設の活用資源のポテンシャル評価

施設	活用資源 i	存在 E_i	規模 O_i	評価 P_i	種別
ダム	維持流量	○	○	9	水力
	堤体法面	△	◎	8	太陽光
	土取場跡地	—	◎	4	太陽光
	ダム湖面	○	◎	12	太陽光
河川・砂防	落差工、堰	◎	—	4	水力
	砂防堰堤	○	△	6	水力
	調整池等	○	◎	12	太陽光
上水・下水	上水	○	○	9	水力
	下水処理水	○	△	6	水力
	浄水・処理場上部	○	◎	12	太陽光
	消化ガス	○	◎	12	バイオガス
道路	上部、高架壁面	○	◎	12	太陽光
	トンネル湧水	△	△	4	水力
	パーキングエリア	○	△	6	風力
鉄道	ホーム屋根	◎	○	12	太陽光
	車両基地	△	◎	8	太陽光
空港	斜面	—	◎	4	太陽光
	拡張予定地	—	◎	4	太陽光
港湾	敷地	○	◎	12	風力
	洋上	○	◎	12	風力

処理も手伝って今後さらに規模が大きい施設の導入が進むと考えられる。⑦港湾の敷地についても港湾機能との共存を図りながら大型の風力発電施設の導入が期待される。⑧港湾の洋上については、浮体式洋上風力発電施設の建設技術の確立により、その導入が大きく期待される。その他、道路や鉄道については、その舗装面や鉄道レール部などに太陽光パネルの設置ができれば、大規模な太陽光発電の可能性が飛躍的に広がる可能性がある。

次いで、高い評価となったものは、⑨ダムの維持流量、⑩上水道の上水を活用した水力発電であった。⑨ダムの維持流量を活用した水力発電は、管理用発電として既整備のダムも少ないくないが、売電を考慮すれば、さらに開発余地があると考えられる。⑩上水道の上水を活用した水力発電も、既に経済性が優位なものは開発されているが、売電目的でさらに開発できる可能性があると考えられる。

その他、⑪ダム堤体を活用した太陽光発電は、ロックフィルダムなどで堤体法面があり、十分な日射が得られる場合は大規模な太陽光発電が可能である。⑫鉄道の車両基地での太陽光発電は、適した用地が確保できれば、大規模な太陽光発電が可能である。

5. おわりに

本稿は、土木施設に再生可能エネルギーを導入した事例を収集し、その傾向と可能性について整理した上で、土木施設の活用資源におけるポテンシャルを概略評価した。その結果、ダム湖面、調整池、浄水場・処理場の上部空間、道路の上部・高架壁面、鉄道の駅ホーム屋根な

どを活用した太陽光発電、下水汚泥のバイオガス発電、港湾とその洋上の風力発電などが高く評価された。また、ダムの維持流量や上水道を活用した水力発電などの評価も高かった。今後、より精度の高いポテンシャル評価を行うことが肝要である。

また、ポテンシャルが高いと考えられる土木施設へ再生可能エネルギーをビルトインを促進していくには、固定価格買取制度の持続発展的な展開が必要であるとともに、送電に関する諸問題の解決、技術的・経済的な制約要因の克服、各種法規制の緩和などの社会的要因の低減の努力が必要である。そして、官民の連携による再生可能エネルギーのビルトインを促進していくため、再生可能エネルギーに関する官民連携事業を促進する支援策を充実していくことが望まれる。

再生可能エネルギーに関する官民連携事業の支援策としては、再生可能エネルギー開発に関するファンド、民間投資を促進するための地域低炭素投資ファンド、PFIをベースとしたダムESCO事業、省エネルギー促進のためのビジネスモデルであるESCO事業、日本政策金融公庫などによる各種融資制度や運転資金の支援制度、官民による様々な補助金、助成金などがある。今後は、これらの支援策の充実に向けた検討を行っていきたい。

参考文献

- 1) 経済産業省資源エネルギー庁：なっとく！再生可能エネルギー、<http://www.enecho.meti.go.jp/science/>, 2013.
- 2) 日経 BP 社：建設・不動産の総合サイト「ケンプラッツ」、kenplatz.nikkeibp.co.jp/, 2013.
- 3) 日本ビジネス出版：環境ビジネスオンライン、www.kankyobusiness.jp/, 2013.
- 4) 小水力利用推進協議会：小水力発電データベース、j-water.jp/database/, 2013.
- 5) 一般財団法人環境情報センター：EIC ネット、www.eic.or.jp/, 2013.
- 6) 兵庫県ホームページ、<http://web.pref.hyogo.lg.jp/>, 2013.
- 7) 国土交通省砂防部保全課：既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン（案）2010.
- 8) 財団法人 新エネルギー財団：中小水力開発促進指導事業基礎調査（未利用落差発電包蔵水力調査）報告書, 2009.
- 9) 坂口哲夫・西本晴男・渡部康弘・佐光洋一・渡邊尚：既設砂防堰堤を活用した小水力発電の活用方策について、第 59 回砂防学会研究発表会概要集、砂防学会、2010.
- 10) 建設電気技術協会：下水汚泥処理における消化ガス発電の現状と動向、TESLA(建設電気技術)基礎講座、2003.
- 11) Solarroadways：<http://www.solarroadways.com/>, 2013.
- 12) NEXCO 西日本：NEXCO 西日本の創エネルギーの取り組み《太陽光発電》、<http://corp.w-nexco.co.jp/corporate/release/>, 2011.
- 13) 国土交通省東北地方整備局 酒田港湾事務所ホームページ、<http://www.pat.h.mlit.go.jp/sakata/>, 2013.
- 14) 環境省地球環境局地球温暖化対策課：平成 23 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書, 2012.