

# 太陽熱利用給湯システムの 技術的・経済的ポテンシャル

## Technical and Economic Potentials of the Solar Thermal Hot Water System

池上貴志<sup>\*1</sup>・杉本龍亮<sup>\*2</sup>

### 1. はじめに

薪炭などの伝統的バイオマス、水車や風車、太陽熱など、古くから再生可能エネルギー（以下、再エネ）の活用が行われてきたが、1970年代の石油ショック以降、エネルギーの石油への依存度を下げ目的で、大規模な風力発電や太陽光発電などの新しい再生可能エネルギーの活用が始まり、1990年代、気候変動に関する国連枠組条約が採択され、地球温暖化防止に向けた機運の高まりに伴い、再エネ活用への期待もさらに高まった。この1990年代頃から、再エネのポテンシャルを推計する研究が国内外で活発に行われ始めた。「ポテンシャル」という言葉は、可能性や潜在能力を意味するが、再エネにどれだけ期待することができるのか、再エネでエネルギー需要をどれだけ賄うことができるのか、という再エネの能力の限界、開発可能性の上限を見極めることがこれらの研究の主たる目的であった。

地球に注ぐ全ての日射のエネルギーや、地球全体の風況を踏まえると、太陽光や風力など再エネの資源量が、我々人間が消費しているエネルギー量と比べてはるかに多いことは周知の事実であり、再エネポテンシャル推計の研究では基本的に、地理的、技術的、経済的、社会的な数々の要因、制約、障壁によって、実際に開発できる量が限られていることを考慮して推計が行われてきた。例えば、太陽光や風力、バイオマスなど、再エネの資源量は基本的に気候や土地被覆などの地域性の影響を受ける。そのため、再エネポテンシャルの推計では、地理情報システム（GIS：Geographic Information System）を活用したグリッドセルアプローチが用いられることが多い。格子で区切られた地表面の日射量、風況、土地被覆のデータ等を活用して、地域別に推計が行われている。高い地理空間解像度で分析を行うことに

より、地域別の資源量や、コスト、収益性の違いを把握することができ、開発に適した地域やその優先順位、普及拡大に向けた政策の検討に役立てられる。

このような地理的、技術的、経済的、社会的制約の考慮の有無によって、再エネのポテンシャルは大きく異なるため、論文や報告書等で様々な種類のポテンシャルが定義されて用いられており、またその結果、別の論文、報告書で評価された太陽光や風力、バイオマスなどそれぞれのポテンシャルの推計結果は、定義の違いだけでなく、異なる仮定や手法、単位や時間フレームの違いのため比較が難しいという状況も生じた。現在においても、統一した定義の合意がなされているとは言えない状況であり、それぞれ自国のニーズに合わせた定義を用いた推計がなされている。本稿では、第2章で国内外で用いられている代表的な再エネポテンシャルの定義の例を、具体例や各定義のポテンシャル推計の目的とともに紹介する。

再エネのうち、熱としての太陽エネルギーの利用については、太陽光発電や風力発電よりも古くから利用されている技術にもかかわらず、ポテンシャル推計の報告例が少ないのが現状である。発電した電気とは異なり、長距離輸送が容易ではない熱利用である特性上、考慮すべき制約が発電技術とは異なることもその要因と考えられる。本稿では、第3章で国内外における太陽熱利用のポテンシャル推計の現状とその課題について述べ、第4章では日本国内を対象とした太陽熱利用給湯システムのポテンシャル推計の例を紹介する。

### 2. 再生可能エネルギーポテンシャルの定義

本章では、海外における再エネポテンシャルの定

<sup>\*1</sup> 東京農工大学 大学院工学研究院 先端機械システム部門

<sup>\*2</sup> 東京農工大学 大学院生物システム応用科学府

義の例として、再エネポテンシャルの代表的な研究グループであるオランダの Hoogwijk らのグループで用いられている定義と、米国 National Renewable Energy Laboratory (NREL) の報告書で用いられている定義について、具体例や推計の目的とともに紹介する。

また、国内における再エネポテンシャルの定義の例として、環境省の報告書で用いられている代表的な定義について紹介する。

## 2.1 海外における再エネポテンシャルの定義

オランダの Hoogwijk らの研究グループでは、理論的 (theoretical)、地理的 (geographical)、技術的 (technical)、経済的 (economic)、市場的 (market) の5つのポテンシャルに区分して用いている<sup>1-5)</sup>。図1に概要を示す。NREL の報告書においても、技術的、経済的、市場的の3つのポテンシャル区分に加え、オランダグループの理論的ポテンシャルに相当する資源 (resource) ポテンシャルを定義し、4つの区分を用いている<sup>6-8)</sup>。以下では、オランダグループの5つの区分に従って説明する。

### (1) Theoretical Potential (理論的ポテンシャル)

ポテンシャルの定義の中で最も高いレベル (広義) に位置しており、再エネ資源からの利用可能なエネルギーの物理的な上限を表す。

例えば太陽エネルギーでは、地表面に当たる日射のエネルギーの総量が理論的ポテンシャルである。地球大気上端での単位面積あたりの太陽放射のエネルギーである太陽定数に、緯度経度と時刻から計算された太陽高度、太陽方位角や、平均的なアルベドを考慮して算出する手法や、雲量などの地域性を表現するため、実測に基づく日射量から算出する手法などがある。

風力エネルギーの源は太陽からのエネルギーであり、地表面の温度差から生じる大気圧の差で風が生じる。地球の自転も風速や風向に寄与している。風力エネルギーの理論的ポテンシャルは、空気の運動エネルギーの総量であるが、グリッドセルアプローチでは、この計算は概念的に難しい。そのため、大気に到達する理論的な太陽エネルギー量の2%と概算している例がある<sup>9)</sup>。

この理論的ポテンシャルは、利用上の制約やエネルギー変換技術の効率などを一切考慮しないものであり、自然や気候条件によってのみ決まるものである。そのため、時間の経過による変化や、地域間の潜在性の変化はほとんど無いと考えることができる。

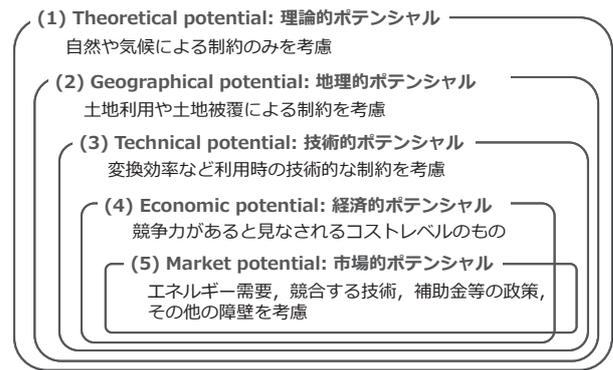


図1 海外のポテンシャルの定義の例

### (2) Geographical Potential (地理的ポテンシャル)

再エネ資源の多くは、標高、土地利用、土地被覆などそれぞれのエネルギーを利用する技術を導入する上で適合した場所と適合しない場所が存在する。理論的ポテンシャルでは地表面全体に対する量であるのに対し、地理的ポテンシャルは、理論的ポテンシャルのうち、地理的に適合している場所に対する量を表したものである。

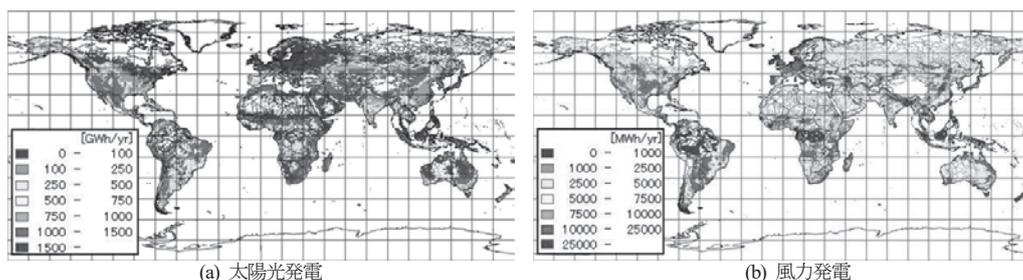
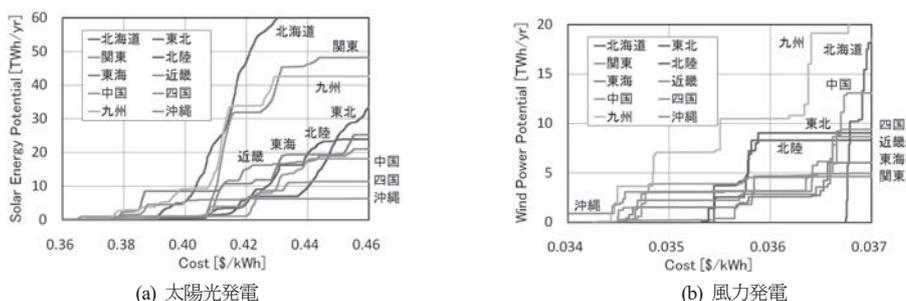
例えば風力発電の場合、風況が良くない場所 (例えば、地上 10 m の平均風速が 4 m/s 以下<sup>2)</sup>)、標高が高い場所、人口密度が高い場所、生物の保護地域などは不適合とされ、さらに残った面積に対し、都市域、森林、農地、草原、低木地、砂漠など、土地利用の種類ごとに、適合性係数 (農地は 70%、草原は 80%、砂漠は 100% など<sup>2)</sup>) を設定して乗じた面積が適合とされる。理論的ポテンシャルに適合面積の割合を乗じたものが地理的ポテンシャルとなる。

### (3) Technical Potential (技術的ポテンシャル)

技術的ポテンシャルは、地理的ポテンシャルのうち、エネルギー変換技術の効率など、利用時の技術的な制約を考慮した量を表したものである。太陽光発電や風力発電など発電効率や設置条件を考慮して計算された年間の発電可能量が技術的ポテンシャルとなる。技術の進展に伴い、このポテンシャルの数値は上昇するものであるといえる。

太陽光発電の場合、地理的ポテンシャルを算出する際の適合エリア全体を太陽光発電モジュールで覆った場合に年間で発電される量として算出される。発電効率はモジュールが高温になると低下するため、モジュール温度に影響を与える因子を考慮する場合もある。

風力発電の場合、設置する風車の容量 (例えば 1 MW) を想定し、風車の設置間隔等を踏まえて、単位面積あたりに設置できる容量を算出する。土地被

図2 太陽光発電・風力発電の技術的ポテンシャル推計結果 (3' × 3' グリッドセルあたり)<sup>10)</sup>図3 国内地域別の太陽光発電・風力発電のコスト供給曲線<sup>11)</sup>

覆による地表面粗さのパラメータを用いてハブ高さにおける平均風速を算出し、風速に対する発電出力を表すパワーカーブから年間の発電可能量を見積もる手法がある。

筆者らによる太陽光発電と風力発電の技術的ポテンシャルの推計結果例を図2に示す<sup>10)</sup>。3分×3分(北緯35度付近では東西に約4.6 km, 南北に約5.5 km)のグリッドセルごとのポテンシャルを表している。NASAの衛星データを基にした日射量データや平均風速データを用いて算出している。この結果では、太陽光発電の技術的ポテンシャル計算時に、パネルの最適な設置傾斜角も考慮している。また、風力発電の技術的ポテンシャルの計算では、定格出力2 MW、ハブ高さ80 M、ロータ直径90 mの風車を想定している。この例のように、GISを用いてポテンシャルを色分けして表示し、地域特性を表現している研究が多く見られる。

#### (4) Economic Potential (経済的ポテンシャル)

経済的ポテンシャルは、技術的ポテンシャルのうち、代替となるエネルギー技術と競合できるコストレベルで生産できるエネルギー量を表したものである。(1)～(3)の技術的ポテンシャルまでは、自身の技術のみを考慮して算出されていたが、経済的ポテンシャルでは、自身以外の競合するエネルギー技術の影響を受ける点が大きく異なる。比較する競合技術においても地域性を考慮してエネルギーの生産コスト(発電コストなど)を算出して比較する必

要があり、完全な比較分析は容易ではない。また、競合技術が強力な場合は、ポテンシャルがゼロとなってしまう、経済的ポテンシャルの値を政策等に活用することが難しくなる。そのため、経済的ポテンシャルを競合技術との比較によって1つの数値で表すのではなく、自身の技術の経済性の分析結果のみから、例えばコスト供給曲線(縦軸、横軸にエネルギー生産コストと累積の技術的ポテンシャルを描いたもの)によって各エネルギー生産コスト以下の技術的ポテンシャルを表現する方法が用いられている。太陽光発電や風力発電では、発電コストとその発電コスト以下で生産できる技術的ポテンシャルの曲線を描くことによって、火力発電などの従来型の発電コストと比較することもできる。

筆者らによる太陽光発電と風力発電の経済的ポテンシャルの推計結果例を図3に示す<sup>11)</sup>。横軸に発電コスト、縦軸に累積の技術的ポテンシャルを取っている。コスト供給曲線により、低コストのポテンシャルがどの地域に多く存在しているかを見ることができる。

#### (5) Market Potential (市場的ポテンシャル)

市場的ポテンシャルは、エネルギー需要や競合する技術、導入コスト、補助金、その他の社会的障壁(例えば景観や騒音など)を考慮して、市場に参加できるエネルギー量を表したものである。その地域で生産されるエネルギー量はエネルギー需要を超えることはない。また、補助金などによりエネルギー

生産コストは変化するため、競合技術との経済性の比較結果に変化が生じる。補助金や政策的なインセンティブにより、理論的には経済的ポテンシャルより大きくなる場合もあり得るが、様々な障壁により経済的ポテンシャルより小さくなるのが一般的である。

エネルギー需要や補助金など経済性に寄与する因子は、(4)で述べたコスト供給曲線に反映させて分析が可能であることから、コスト供給曲線を描くことが重要であると言える。

## 2.2 国内における再エネポテンシャルの定義

国内における再エネのポテンシャルの推計については、環境省委託業務、平成21～22年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書、平成23～令和元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（以下、環境省報告書）において、推計手法の検討や推計結果の報告が行われてきた<sup>12)</sup>。これらの報告書では、全資源エネルギー量、賦存量、導入ポテンシャル、シナリオ別導入可能量の4つの区分で定義されている。図4に概要を示す。図1の海外の定義の例と比較しながらこれら4つの区分について説明する。

### (A) 全資源エネルギー量

全資源エネルギー量は、現状の技術水準では利用することが困難なものも含むとされている。環境省報告書には明記されていないが海外の定義における(1)の理論的ポテンシャルと同等の定義と考えられる。

### (B) 賦存量

賦存量は、設置可能面積、平均風速、河川流量等から理論的に算出することができるエネルギー資源量で、現在の技術水準では利用することが困難なものを除き、種々の制約要因（土地の傾斜、法規制、土地利用、居住地からの距離等）を考慮しないもの、

と定義されている。土地利用など地理的な制約の多くは考慮されていないことから、海外の定義における(1)の理論的ポテンシャルに、現在の技術水準で利用困難なものという(2)の地理的ポテンシャルの不適合条件の一部が加わったものと考えられることができる。環境省報告書では、太陽光発電、洋上風力、太陽熱、地中熱に関しては推計対象とはされていない。

### (C) 導入ポテンシャル

エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量と定義されている。なお、環境省報告書では発電技術のポテンシャル推計結果はエネルギー資源量ではなく、導入設備容量（単位はkW）で示されているが、設備利用率を掛けることによりエネルギー量（単位はkWh）に換算できる。海外の定義における(3)の技術的ポテンシャルに相当する。太陽光発電や風力発電などの発電技術においては、エネルギー需要は考慮されていないが、太陽熱や地中熱の導入ポテンシャルの推計では、熱需要をポテンシャルの上限として設定しており、この点においては海外の定義の(3)技術的ポテンシャルに(5)の市場的ポテンシャルで登場するエネルギー需要の制約が追加されたものと考えられることができる。

### (D) シナリオ別導入可能量

導入ポテンシャルのうち、特定の制約条件を考慮した上で、事業採算性に関する特定の条件（内部収益率が一定値以上）を設定した場合に具現化することが期待されるエネルギー資源量と定義されている。競合技術や障壁は考慮されていないが、補助金を含む経済性を考慮しており、海外の定義の(4)の経済的ポテンシャルに、(5)の市場的ポテンシャルで登場する補助金の効果を含め、また、競合相手を決めず、内部収益率を基準としている点が特徴である。



図4 国内のポテンシャルの定義の例

## 3. 太陽熱のポテンシャル推計の現状と課題

### 3.1 海外における太陽熱のポテンシャル推計の現状

例えば文献5)や6)などでは、太陽光発電、風力発電、バイオマス利用など、様々な種類の再エネ利用技術の技術的、経済的ポテンシャルが推計され整理されているが、太陽熱利用の技術については、集光型太陽熱発電(CSP: Concentrating Solar Power)のみを扱っている場合が多く、太陽熱の給湯利用技術を対象にポテンシャル推計を行っている

例が極めて少ないのが現状である。

文献5)では、太陽熱の熱としての利用について述べられており、建物でのパッシブ利用、農産物の乾燥プロセス、給湯利用などが利用方法であり、主として熱需要によって制限を受けることから、技術的ポテンシャルの評価は難しく、また重要ではない、とした上で、次の簡易な方法で給湯利用の技術的ポテンシャルの推計を行っている。太陽光発電の技術的ポテンシャルの推計時に用いられた利用可能な屋根面積の仮定を用い、2050年における集熱効率を60%と仮定して日射量と屋根面積から計算している。

### 3.2 国内における太陽熱のポテンシャル推計の現状

文献12)の環境省報告書では、平成24年度の報告書から太陽熱の導入ポテンシャルの推計について記載されている。この報告書における推計方法は、まず、メッシュ毎に計算された設置可能面積、都道府県別の単位面積あたり日平均日射量、集熱効率40%を用いて年間の太陽熱利用可能量を算出する。このときの設置可能面積は、戸建住宅は1軒あたり4m<sup>2</sup>、共同住宅では1軒あたり2m<sup>2</sup>などとして計算されている。この年間の太陽熱利用可能量と年間の熱需要量の推計結果をメッシュ毎に比較し、小さい方を太陽熱の導入ポテンシャルとしている。太陽熱に関する導入ポテンシャルはMJ/年の単位で算出されている。なお、最新の推計結果の情報は、環境省の再生可能エネルギー情報提供システム[REPOS(リーポス)]にて地図上で1km<sup>2</sup>のメッシュ別の結果を見ることができる<sup>13)</sup>。

### 3.3 太陽熱のポテンシャル推計における課題

太陽熱利用技術についてポテンシャル推計を意義の大きいものにするには、熱需要を考慮したポテンシャル推計である必要があり、この点で、技術的ポテンシャルにエネルギー需要の考慮を追加した環境省報告書の推計で用いられている定義が相応しいと言える。

環境省報告書による推計は、日平均の日射量データを基にした年間の太陽熱利用可能量と、原単位等で算出した年間の熱需要量を比較することによって算出しているが、需要と供給の時間的なマッチングを考慮していない点に課題があると考えられる。

太陽光発電は、エネルギー輸送が容易であるため、需要と供給が時間的・空間的にマッチしていても、他地域で利用可能であることや、売電時の買取価格が一定であることから、年間を通して日射量の

価値が変わらないと言える。(ただし、太陽光発電についても、大量に普及しつつある現在はこの時間的、空間的マッチングの問題が顕在化しつつある。また買取価格も今後は時間的に変化する制度に変わる方向にある。)そのため、年間の平均日射量を用いた推計でも有用性の高いポテンシャル値が推計できる。

しかし、太陽熱利用技術のポテンシャル評価においては、長距離輸送が難しい熱利用の特性上、日射量と熱需要との時間的、空間的マッチングが非常に重要になる。環境省の報告書においても空間的マッチングを考慮するためにメッシュ毎に太陽熱利用可能量と熱需要量を比較しているが、年間値の比較であるため時間的マッチングを考慮できていない。太陽高度の影響により日射量は春から夏に大きく、冬に小さくなる傾向がある一方、給湯需要は寒くなる冬に大きくなるため、図5に例を示すように、年間合計の給湯需要量(青線を積分した面積)と太陽熱利用可能量(赤線を積分した面積)が同じ場合であっても、すべての太陽熱を給湯に利用できるわけではない。また、図6の例のように、雨の日には太陽熱があまり得られず、前日に貯めた太陽熱を利用することになる場合など、太陽熱の取得時刻と利用時刻が離れていると、貯湯槽からの放熱のロスが大きさが問題となる場合もあり、毎日の日射量の変動も太陽熱の利用効果には大きな影響を与える。そのため、空間的マッチングだけでなく、時間解像度の高い太陽熱利用技術の需給運用を考慮したポテンシャル推

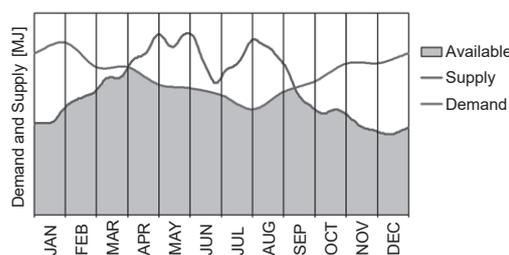


図5 太陽熱と熱需要の月別マッチング状況の例

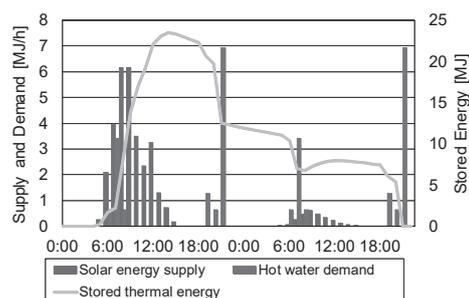


図6 時刻別の太陽熱給湯システムの需給状況の例

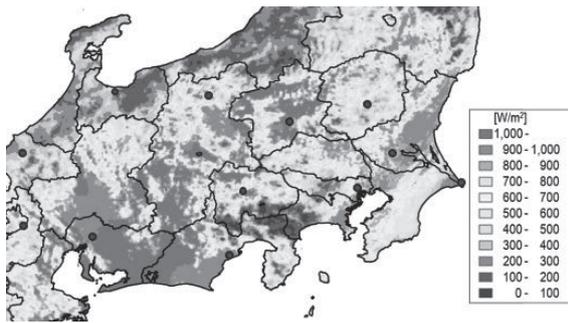


図7 衛星推計データを補正して作成した日射量データ (5月1日 12:00 - 12:30)

計が重要である。

#### 4. 太陽熱利用給湯システムのポテンシャル推計

本章では、日本国内を対象とした住宅用の太陽熱利用給湯システムにおける、給湯需要を考慮した技術的、経済的ポテンシャル推計の例を紹介する。

##### 4.1 時系列日射量データの整備

時間的、空間的マッチングを考慮するには、時間解像度、空間解像度の高い日射量データが必要となる。筆者らは、衛星画像から推計された0.01度間隔の格子点ごとの日射強度データを0.01度四方の日射量のメッシュデータに変換し、全国48カ所の地上気象官署の日射量データを用いて補正を行うことで、衛星画像から推計された日射強度データの面的網羅性と、地上計測された日射量データの精度の高さを両立した30分の時間解像度の日射量時系列データを整備した。図7に補正した日射量データの例を示す。

##### 4.2 時系列給湯需給シミュレーション

時間的マッチングを考慮するための時系列の給湯需給シミュレーションの概要を図8に示す。

太陽熱の各時間ステップの集熱可能量は、メッシュごとに1年間の太陽高度、太陽方位角と水平面日射量を考慮して最適な太陽熱パネルの傾斜角を求め、その傾斜面上における日射量とパネル面積、集熱効率から算出した。給湯負荷は、世帯人数別に給湯負荷モデル(修正M1モード)から作成した。貯湯タンクからの放熱ロスも考慮しながら、時系列のシミュレーションを行い、太陽熱利用量とバックアップ熱源としてのガスの使用量を求めた。このように、メッシュ毎の空間的マッチングではなく、利用形態を踏まえた空間的マッチングが重要である。

国勢調査のメッシュ毎の世帯人数別の世帯数データを用いて、需給シミュレーションの結果をメッシュ毎に積算してポテンシャルを算出した。

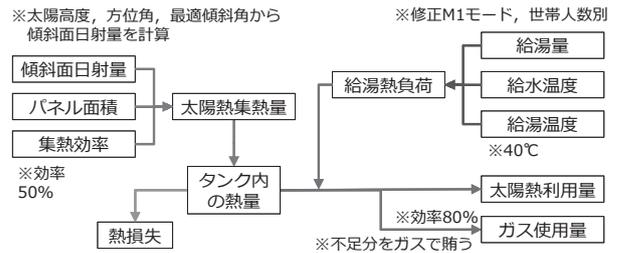


図8 時系列給湯需給シミュレーションの概要図

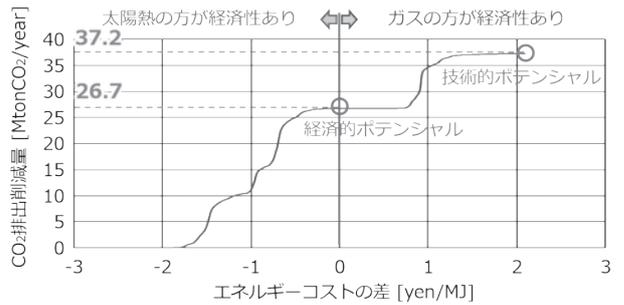


図9 二酸化炭素排出削減量で表現した太陽熱給湯システムの技術的・経済的ポテンシャルの試算例

##### 4.3 技術的・経済的ポテンシャルの結果例

経済的ポテンシャルは競合技術との比較が重要であるが、ここではガス給湯器と比較した試算例を図9に示す。ここではポテンシャルのエネルギー供給量を二酸化炭素排出削減量に換算し、競合技術とのコスト差に対する二酸化炭素排出削減ポテンシャルとして表している。設備のコスト等の条件の設定により結果は変わることから、ここではあくまでも試算例として見ていただきたい。

曲線の右端の点が累積ポテンシャルの最大量であり、技術的ポテンシャルを表し、競合技術とのコスト差がゼロの位置におけるポテンシャルが経済的ポテンシャルを表す。このような曲線で表現することで、経済性に対応するポテンシャル量を把握することができ、補助金等の効果も分析することができる。

#### 5. おわりに

太陽熱利用の給湯システムについては、他の再生可能エネルギー技術と比較しても注目度が依然として低いと言え、中立的な視点での競合技術との経済性の比較評価が非常に重要であると言える。特に、これまで太陽熱給湯システムの競合相手は、都市ガスやプロパンガスを使ったガス給湯器が主と考えられてきたが、ヒートポンプ給湯機や電気温水器、燃料電池の環境性が、再エネ発電の普及により今後大幅に改善する可能性があり、2050年脱炭素社会を目指す上では、これらゼロカーボン電力、ゼロカー

ボン燃料を使った給湯システムとの比較が重要になってくる。今後も引き続き、これら技術と比較した経済的ポテンシャルの推計を行っていきたい。

## 参考文献

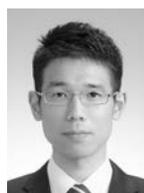
- 1) A. J. M. van Wijk, and J. P. Coelingh, Wind Power Potential in the OECD Countries, Utrecht University, Department of Science, Technology and Society, Utrecht.
- 2) M. M. Hoogwijk, On the Global and Regional Potential of Renewable Energy Sources, ISBN : 90-393-3640-7 (2004), Utrecht University, Department of Science, Technology and Society, Utrecht.
- 3) M. M. Hoogwijk, B. J. M. de Vries, and W. Turkenburg, Assessment of the Global and Regional Geographical, Technical and Economic Potential of Onshore Wind Energy, Energy Economics, **26** (5), 889-919 (2004).
- 4) B. J. M. de Vries, D. P. van Vuuren, and M. M. Hoogwijk, Renewable Energy Sources : Their Global Potential for the First-half of the 21st Century at a Global Level : An Integrated Approach, Energy Policy, **35** (4), 2590-2610 (2007).
- 5) M. M. Hoogwijk, and W. Graus, Global Potential of Renewable Energy Sources : A Literature Assessment, ECOFYS, (2008).
- 6) Lopez, A., et al., U.S. Renewable Energy Technical Potentials : A GIS-Based Analysis, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-6A20-51946 (2012).
- 7) Brown, A., et al., Estimating Renewable Energy Economic Potential in the United States : Methodology and Initial Results, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-6A20-64503 (2015).
- 8) Gagnon, P, et al., Rooftop Solar Photovoltaic Technical Potential in the United States : A Detailed Assessment, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-6A20-65298 (2016).
- 9) M. King Hubbert, The Energy Resources of the Earth, Scientific American, 225, (1971).
- 10) 池上貴志, 芦名秀一, 藤野純一, 太陽光・風力を活用した 2050 年低炭素社会エネルギー供給システムの検討—その 1 : GIS を用いた世界の太陽光・風力ポテンシャル量の推計, 第 24 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集, 9-2, 147-150 (2008).
- 11) 池上貴志, 芦名秀一, 藤野純一, GIS を用いた日本地域別の太陽光・風力の経済的ポテンシャルの推計, 第 27 回エネルギー資源学会研究発表会講演論文集, 24-4, 369-372 (2008).
- 12) 環境省委託業務 平成 21 ~ 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書 (2010-2011), 平成 23 ~ 令和元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 (2012-2020). <http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/29.html> (最終アクセス 2021/4/26)
- 13) 環境省再生可能エネルギー情報提供システム [REPOS (リーポス)], <http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/gis.html?energy=solartheml> (最終アクセス 2021/4/26)

## 著者略歴



池上貴志 (イケガミ タカシ)

2007 年 3 月東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻博士課程修了, 博士 (工学)。国立環境研究所, 東京大学生産技術研究所勤務を経て, 2014 年 2 月より東京農工大学大学院工学研究院准教授。システム解析の手法を用いて再生可能エネルギーを最大限に活用したエネルギーシステムの実現に向けた研究に従事。



杉本龍亮 (スギモト リュウスケ)

2017 年 3 月東京農工大学工学部機械システム工学科卒業。2020 年 3 月同大学院生物システム応用科学府博士前期課程修了。池上研究室に在籍し, 太陽熱利用給湯システムのポテンシャル研究に携わる。