

ノート

# 最終処分場跡地の自然エネルギー発電施設としての利用可能性の検討

田中宏和・中村大充

Consideration of the Availability of Industrial Waste Landfill Site as Electric Generating Facilities using the Natural Power Sources

Hirokazu TANAKA, Masamitsu NAKAMURA

## 1. はじめに

近年、再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) を受け、これまで利活用されていなかった最終処分場跡地に太陽光発電施設を設置する事例が増えている。著者らは2011年から最終処分場の跡地利用法として、埋立地からの発生ガスによる事故や健康被害のリスクが少なく、廃棄物層の安定化を阻害しにくいと考えられる太陽光発電所と風力発電所としての利用可能性を検証した。本報では、検証試験で得られた結果を評価検証する。

## 2. 方法

埋立が終了した管理型最終処分場跡地に、家庭用の太陽光パネルを用いて作成した発電システムと、市販のプロペラ式マイクロ風力発電機を使用したシステムをそれぞれ据付し、発電量をモニタリングした。なお、風力発電システムについては、最終処分場跡地では大型風力発電施設の建設は困難であり、非現実的であるため、小型風力発電を想定した。実証試験は福井県北部の沿岸部に近い管理型最終処分場で行った。冬期の北陸地方は季節風の影響で荒天が続き、降水量が多く、特に沿岸部は風が強いが、内陸部に比べて積雪は少ない特徴がある。

太陽光発電試験装置の概要を図1に、使用した計器類情報を表1に、写真を図2に示した。システムには蓄電用の

バッテリーが含まれ、その電圧変化から発電量を計測するシステムであり、負荷として太陽光システムにはモバイルパソコン (定格出力 30W) を接続し、途中 (2012年12月14日) からコンプレッサー (定格出力 110W タイマーによる間欠運転) に変更した。太陽光発電試験は2012年6月19日から2013年5月30日まで実施した。ただし気象計センサーの故障や、データロガーの故障により一部の期間はデータが欠損している。

風力発電試験装置の概要を図3に、使用した計器類情報を表1に、写真を図4に示した。このシステムにも蓄電用のバッテリーが含まれるが、風力システムは発電量が少なく、発電量計測器による電力消費量だけで十分なバッテリー電圧低下がみられたため、追加の負荷は設置しなかった。風力発電試験では、風力と発電量との関係を調査することを目的とするため、風力発電機の強風保護機能が作動しな

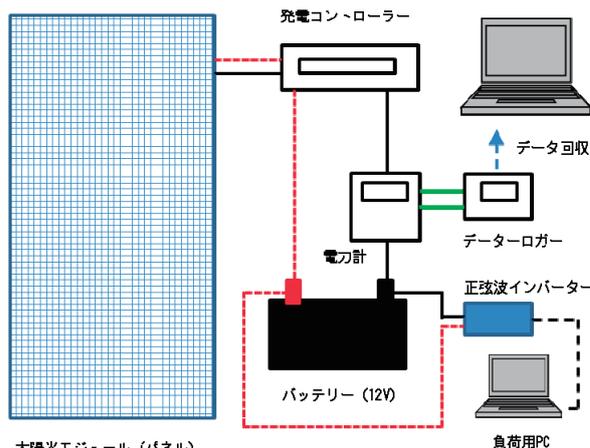


図1 太陽光発電試験装置概要

表1 発電試験装置・気象計機器情報

機器名	メーカー・型式等
●太陽光発電システム	
太陽光モジュール	シャープ製 ND-114CA 114W 7.52A 15.16V 2枚
発電コンローラー	未来舎製 PV-1212D1A
発電量計測器	安川商事 M-DC KY-REC-01
電圧データロガー	アズワン VR-71
バッテリー	古河電池製 12m38B 高サイクル密閉型 12V 38AH 2個
正弦波インバーター	未来舎製 FI-S256(12V) 250W 60Hz
●風力発電システム	
風力発電機	ニューパワー製 NP-30A 30W (風速8m/秒時)
発電コンローラー	未来舎製 PV-1212D1A
発電量計測器	安川商事 M-DC KY-REC-01
電圧データロガー	アズワン VR-71
バッテリー	古河電池製 12m38B 高サイクル密閉型 12V 38AH 1個
正弦波インバーター	未来舎製 FI-S126T(12V) 125W 60Hz
●気象計	
データロガー	オンセット製 U30NRC
風速/風向センサー	オンセット製 S-WSET-A
日照センサー	オンセット製 S-LIB-M003



図2 太陽光発電試験装置写真

いように改造した。試験は 2012 年 9 月 20 日から開始し 2013 年 9 月 5 日に発電機が破損して終了した。

発電システムと併せて気象計を設置し、日射量や風速等の気象データを収集した。気象計の型式は表 1 に示した。

また、モニタリングデータはロガーの性能上、発電量は 15 分間隔の瞬時値を、日照量と風速は 1 時間あたりの平均値を記録した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 太陽光発電試験

消費電力負荷を変更する前の 2012 年 6 月 19 日から 12 月 13 日までの日照量と発電量の関係を図 5 に示す。全体的にバラツキが大きく、日照量が多くても発電量が検出されていない点が見られ、また 20W の付近に集まる傾向もみられた。これは発電量が多いときにバッテリー充電量が飽和し、ソーラーコントローラーの過充電防止機能が作動したことが原因と考えられた。そこで過充電防止機能の影響を除外して評価するため、計測時とその 1 時間前のバッテリー電圧が 13.5V 未満のデータのみを抽出したものを図 6 に示す。その結果、日照量と発電量は一次関数的な相関関係が確認できた。

気象庁のアメダスデータによれば、1974 年から 2013 年の福井市における平均年間日照量は 4,477 MJ/m<sup>2</sup> (1,243,535 Wh/m<sup>2</sup>) であり、図 6 の関係から、本試験で用いたシステムを 1kW にスケールアップした場合の年間発電量は約 950 kWh と推計される。ただし、試験では実際の発電量から負荷分の電力が差し引きされているため、実際の年間発電量はさらに多いと考えられる。太陽光発電協会によれば、我が国での一般的な家庭用太陽光発電 1kW システム当たりの年間発電量は 1,000 kWh 程度とされており、北陸地方の年間日照時間が短いことを考慮すると、最終処分場跡地でも一般家屋屋根と同等の発電量が見込めることが確認できた。

#### 3.2 風力発電試験

強風による風力発電機の破損や故障が頻発し、信頼性のあるデータが収集できたのは、2013 年 2 月 1 日から 16 日、3 月 28 日から 4 月 20 日、5 月 6 日から 28 日の合計 63 日間のみであった。

3 月 28 日から 4 月 20 日までの風速と発電量の経時変化を図 7 に示す。この図では強風時に発電量が多く、それぞれが関係しているように見える。しかし、その関係を図 8 にプロットするとバラツキが大きいことが分かった。これは、プロペラの回転速度は短時間で不安定に変化し、データロガーが一時的な強風または弱風時の発電量を計測することが原因と考えられた。そこで、データ収集ができた 63 日間の日間平均風速と日間平均発電値を計算し、図 9 にプロットすると相関性が確認できた。プロペラ型風力発電機の場合、原理的には発電量が風速の 3 乗に比例する。しかし、図 9 の近似式のべき数は 1.889 であり、これは試験に採用した風力発電機の性能による影響と考えられた。

次に 2013 年 4 月から 2014 年 3 月までの時間平均風速の経時変化を図 10 に示す。なお、気象計センサー不良によるデータ欠損部分は最も近いアメダス地点データを用いて補填した。冬季に風が強まる傾向はみられるが、時間平均では 10m/s を超えるデータは少なく、ほとんどが 5m/s 以下であった。

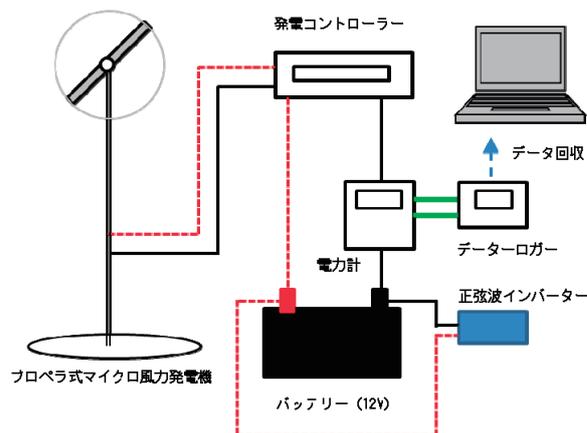


図 3 風力発電試験装置概要



図 4 風力発電試験装置写真

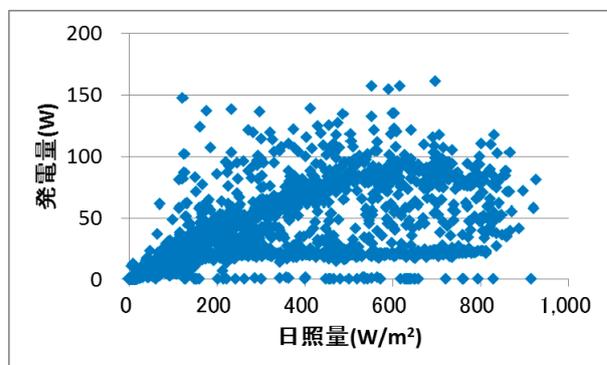


図 5 日照量と発電量の関係 (全データ)

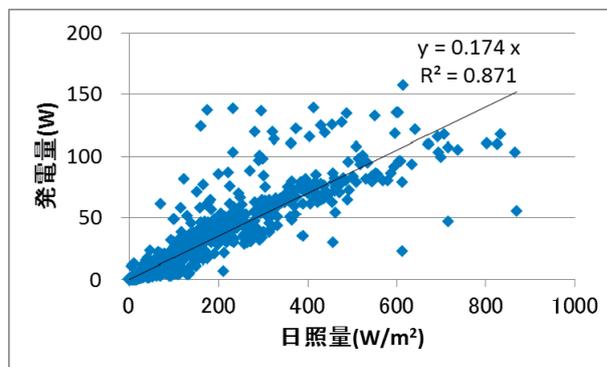


図 6 日照量と発電量の関係 (バッテリー13.5V未満)

風力発電は微風ではプロペラが回転せず、一定の風速がなければ発電しない。そこで風速が 2m/s 未満の風速をゼロとして年間平均風速を算出すると 1.6 m/s であり、本試験で用いた風力発電機で定格 1kW のシステムを設営した場合の年間発電予想量は約 210 kWh となる。この計算結果は定格出力が同じ発電システムの場合、小型風力発電は太陽光発電の約 20%程度発電量しか見込めないことを示している。実際に風力発電設備を設置する場合は、強風に耐えられる風力発電機になるため弱風での発電効率がさらに悪化することが予想される。

#### 4. まとめ

福井県沿岸部の最終処分場跡地では、太陽光発電は一般的な家庭用発電と同程度の発電能力が見込めるが、小型風力発電は太陽光発電に比べて発電効率が悪いことが示された。

実際に試験を実施した処分場跡地において、2013年11月から最大出力 500kW の太陽光発電所が運転している。今回の試験結果から想定される年間発電量は 475,000 kWh と算出され、売電価格を 40 円/kWh とすれば 1,900 万円の年間収入になる。総建設費は約 2 億円であるため単純には約 11 年で減価償却できる計算になるが、実際にはパネル劣化による発電能力の低下や維持管理コスト、建設費用の金利等を考える必要がある。しかし、実際に設置した太陽光パネルは試験に使用したものよりも高性能であり、パワーコンディショナーの変換効率も高く、発電ロスが少ないため年間発電量は本試験による想定量よりも多いと考えられ、事業者は約 12 年間での減価償却を見込んでいる。

処分場跡地での太陽光発電は、通常活用が困難な広大な土地で再生可能エネルギーが生産できるといった環境面の利点だけでなく、処分場跡地が適正に維持管理されるといった副次的なメリットがある。ただし、安定化に伴う不平等沈下により発電施設破損等が発生する懸念もあり、筆者らは現在、これらのリスクを回避するための調査研究を進めている。

#### 謝辞

本研究は、特別電源所在県科学技術振興事業「安定化の促進と安全な跡地利用のための最終処分場の分析評価と技術開発」の一環として実施した。御指導いただいた国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター廃棄物適正処理処分研究室の山田正人室長、遠藤和人主任研究員、石垣智基主任研究員、早稲田大学理工学術院の香村一夫教授、そして、調査に御協力いただきました関係者の方々に深謝いたします。

#### 参考文献

- 1) <http://www.ipea.gr.jp/knowledge/whynow/index.html>, (平成 27 年 6 月 10 日閲覧)

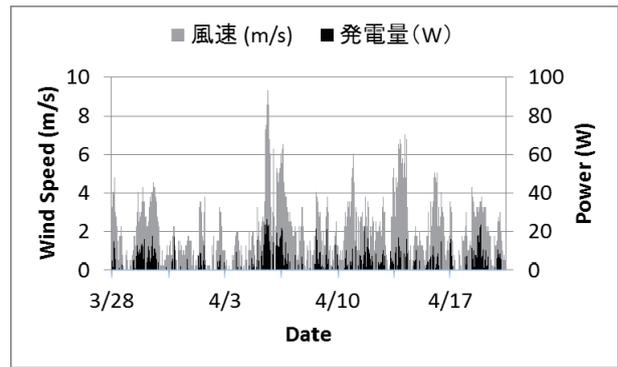


図 7 時間平均風速と発電量の経時変化

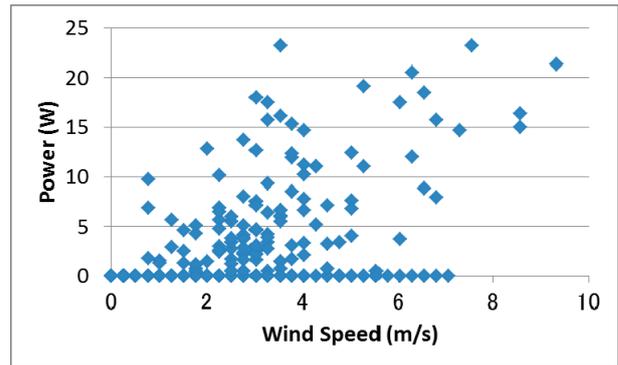


図 8 時間平均風速と発電量の関係

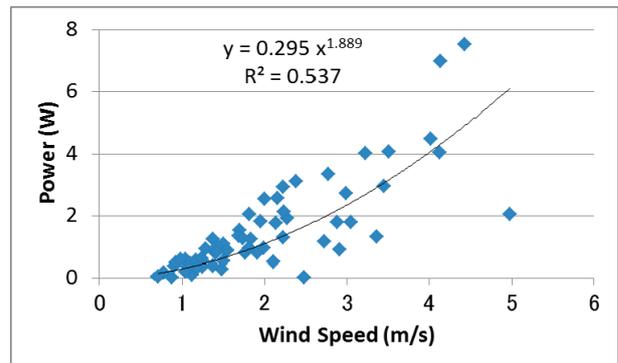


図 9 日間平均風速と日間平均発電量

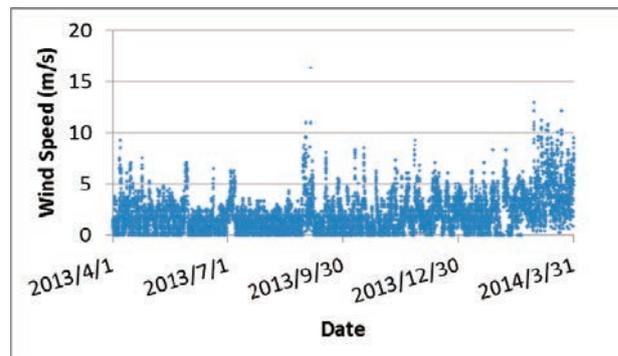


図 10 時間平均風速の経時変化