

自然エネルギーを電力源としたデータ収集局の連続動作検証

○中川浩一¹、佐藤義之¹、高橋郁雄¹
川原晃²、深澤英喜²

¹、(株) 東芝

²、ヨシモトポール(株)

概要：自然エネルギー源である太陽光および風を使って発電を行い、商用電源を必要とせずにデータ収集およびデータ通信を可能とする製品を開発した。制約された場所にも設置できるように、従来キュービクル盤を必要としていた機器は発電装置とともにポール内に収納してコンパクト化を図った。製品の実用性を検証するため、製品化に先立ち試作機を屋外に製作・設置し、気象の影響や発電状況を確認するためのデータを長期に渡って記録した。このデータから、データ収集およびデータ通信機能が連続動作でき、実用に支障がないことが検証できた。また電力を必要とするセンサへの給電の可否について検討を行い、条件付きながら可能であるとの判断を下すことができた。

キーワード：省エネルギー、太陽光発電、風力発電、無線通信、路上局

1. はじめに

各所に点在するデータを効率よく収集し、中央システムへ情報を送る製品としては従来テレメータ装置が主流であった。しかし、商用電源や伝送路として外線の敷設が必要であったため、特に局数が多くなると工事費やランニングコストが高額になる心配があった。電力引込線や通信回線といった配線工事は必然的に設置場所を制約する場合もある。これらの背景から、次のコンセプトをもつ製品を開発することとした。

- (1) コンパクト化、設置面積の最小化
- (2) 電力線、通信線の敷設が困難な場所における利用
- (3) ランニングコストの軽減
- (4) 環境、景観の考慮(物々しくないデザイン)
- (5) 提供機能の無停止

5つのコンセプトを実現するために、場所に依存せず全国各所で利用できる太陽光と風を電力源として採用することにした。ただし、夜間や悪天候の際には発電能力が低下するため、好天時の発電電力の余剰分をバッテリーに蓄積する仕様を加えた。また、データ通信には無線を用いて外部配線を排除した。さらにデータ収集ユニットや通信機器は小型化、かつ省エネルギー仕様のものであり、発電装置の筐体の中に収納し、コンパクト化を図った。製品の接続模式図を図1に示す。

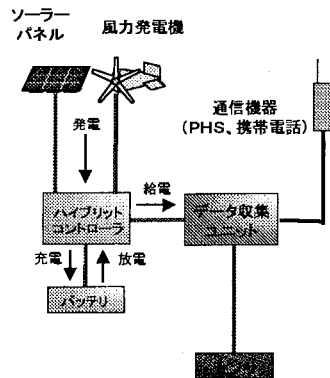


図1 自然エネルギーを動力源としたデータ収集局の接続模式図

2. 試作機システムの説明

製品の販売に先立ち、試作機を群馬県藤岡市の屋外に設置し、外部環境による発電量の変化を検証することにした。なお試作機の設置に際しては周囲に建物がない場所を選定した。そのため太陽光を遮るものはなく、風についても阻害要因のない好条件下であるといえる。

検証は、太陽光と風による各々の発電量を一定周期で測定し、外部環境との因果関係を考察する方法で行った。外部環境として参照する気象観測データには、地方管区气象台発表の毎正時データを用いて照合した。なお、地方管区气象台発表の気象観測データは試作機を設置した場所に隣接する前橋市のものであるため、厳密には一致しない可能性が大きい。傾向分析を行う上では充分であると判断した。

試作機で用いた電力源を制御するハイブリッドコントローラは、発電過多によるバッテリーへの過充電保護機能を有しており、発電電圧が著しく高くなったり、バッテリーが満充電状態になったりすると発電を自動的に止める仕組みになっている。また、試作機において電力を消費する機器は、ハイブリッドコントローラ、データ収集ユニット、通信装置、試作機用の発電量測定装置が挙げられる。試作機に用いたソーラパネルおよび風力発電機の仕様は次の通りである。

- ・ソーラパネル…最大出力1110W×2枚(25℃、1000W/m²、AM1.5)

南向きに設置

- ・風力発電機…最大出力200W、定格出力62W(風速8.0m/s)

風向きに合わせてプロペラは水平方向に360度回転可能

3. 検証結果と考察

(1) 太陽光発電と風力発電の個別発電量

晴天時の典型的な1日の発電量の変化を図2に示す。太陽光発電においては、12時頃の140Wをピークに発電が行われていることが分かった。朝方から徐々に発電量が上がっていくため、ソーラパネルへの太陽光の入射角が垂直方向へ近づき効率的に発電が行われていく様子が実証された。また、別の日のデータからは、雷雲が発生したと思われる時を除いて発電量が少なからず得られることが観測できた。この結果から、曇や雨の天候においても発電量は少なくなるものの電力源として稼働することが証明できた。

また、12時を過ぎたころから発電量が乱高下する状態が確認できる。これはバッテリーが満充電状態となり、ハイブリッドコントローラの過充電保護回路が働いたためと考えられる。この現象は、天候が不順でない限り同じように観測され、ほぼ12時過ぎに発生する。この理由として考えられることは、夜間の発電が少ない状態ではバッテリー電源で装置が稼働しているため、減少したバッテリー容量を補うために翌日午前中の発電にてバッテリー容量が回復するためと考えられる。バッテリーの設置意義とサイクリック動作を確認することができた。

風力発電においては、太陽光発電と比較すると発電量が少ない。夜間の発電に期待していたが、設置場所では発電が行われるのは昼間から夕刻に渡る時間帯が多い結果となった。

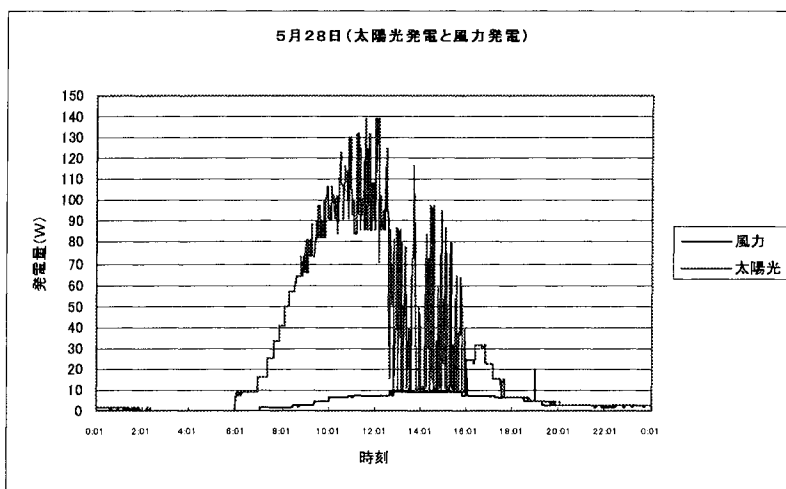


図2 太陽光発電と風力発電の発電量変化(日中天気:晴)

(2) 太陽光発電の発電量

太陽光発電については、気象観測データの一つとして得られる日照時間との関係について分析を行った。データの観測地点が隣接市であるため、完全な相関を確認するには至らなかったが、日照時間とは密接な関係があると考えられる。この理由は、午前中にも関わらず太陽光発電量がゼロとなる時間帯が観測されたが、前後時間帯の日照データと照らし合わせると日照時間ゼロの確率が高いためである。ただし、日照時間ゼロの時間帯前後における太陽光発電量が必ずしもゼロではないため、もう少し慎重な検証が必要である。

(3) 風速と風力発電の関係

風力発電については、気象観測データの一つである風速との関係について分析を行った。風については瞬時的に変化し、また突発的に吹く性質があるため離散データから依存関係を見出すことは困難であるといえる。気象観測データからは一日平均風速 $3\sim 4\text{ m/s}$ 、瞬間風速 15 m/s 前後の風が吹いていることが分かっており、設置した風力発電機では平均風速である 3 m/s においても発電を行う仕様であることから、もう少し大きな発電量が観測されると予想できる。この理由は、風が吹いたり止んだりすることにより発電量が一定とはならないためと推測できる。一方、夕刻時に瞬間的に定格出力以上の発電が行われていることも確認できた。これは、瞬間最大風速の発生と、日が沈む

ことに伴ってバッテリーが充電できる状態であったことが重なったためと考えられる。

風力発電に有利な風は、一定の強さの風が定常的に吹き続けることが必要と考えられ、台風や強風の天候でなければ、通常連続的に得ることができる発電量は昼間の時間帯に示す 10 W 弱程度であるということが試作機の測定データから得ることができた。

(4) 消費電力との釣り合い計算

5 月下旬の前橋市の暦データによれば、日の出は 4 時 30 分、日の入りは 18 時 50 分である。発電を太陽光発電のみと仮定すると、19 時以降電力はバッテリーでまかなわれ、翌日にバッテリーが満充電となる 12 時にそれまでの消費電力量と、4 時 30 分からの太陽光発電量のバランスがとれると推測できる。つまり 17 時間分の消費電力量と 4 時 30 分から 12 時までの太陽光発電量が平衡関係にあると考えられる。図 2 によればこの間の太陽光発電量は面積分に相当する約 340 Wh であり、20 W の消費電力と釣り合う計算になる。

試作機のデータ測定用に設置した発電量測定装置を除くと消費電力は 6.5 W 程度のため、本製品は実用において支障はなく、十分な余裕があることが分かった。余剰分の電力についてはデータ収集のために利用するセンサの電力源として利用することも可能と考えられる。

4. おわりに

太陽光発電と風力発電を電力源とするデータ収集局の試作機を製作し、テストランを行いながら発電電力量の計測を行った。発電量について問題がないことを確認検証することができ、データ収集局としてだけではなく、小型の電力源を必要とする他の用途においても適用のめどが見ついたといえる。

今後は、太陽光発電量と日射量との関係やバッテリー容量と無停止時間との関係などについて分析を加え、実用性のバックデータを整備していきたい。新エネルギーの導入については不安が伴うと考えられるが、利用者の不安をデータを使って払拭して導入の理解を得るために邁進していく所存である。