

## 10. 未来ビークルを支えるエネルギーの発生と利用技術に関する研究

電気・電子情報工学系 教授 滝川 浩史, 助教 針谷 達

### 10-1 はじめに

未来ビークルとして、各自動車メーカーは電気自動車の研究開発を勢力的に進めている。そこで、電気自動車に必要な電気エネルギーの安定的な発生と効率的な利用が重要となる。本研究室では、自然エネルギーを利用した発電である太陽光発電に着目し、普及に伴う問題の解決法を提案している。また、自動車の電気エネルギー利用で問題となるバッテリー寿命に対して、バッテリーとキャパシタを組み合わせたハイブリッドシステムを提案し、バッテリー寿命向上を目指している。

### 10-2 大規模太陽光発電の安定運用に向けた雲影移動予測

太陽光発電の普及は、電力系統の不安定要因を増加させる。特に、発電量の多い大規模太陽光発電施設（メガソーラー）の短期的な出力変動が系統全体へ与える影響は大きく、系統安定性を保つために、メガソーラーの出力低下を他の発電施設（火力や原子力など）で補う必要がある。他の発電施設による電力供給補助を行うには、メガソーラーの出力低下をいち早く予測することが重要になる。太陽光発電施設の短期的出力低下要因は、主に雲の影（雲影）の通過による一時的な日射量の低下である。太陽光発電施設に到達する雲影を予測することで、太陽光発電の出力変動を事前に把握できる。衛星は広域の雲影観察が可能である<sup>1)</sup>が、局所的かつ短時間的な予測への適用は難しい。地上からの雲影挙動計測法として、9個のフォトトランジスタを半円状に配置した方法がある<sup>2)</sup>。本研究では、四角形の各頂点に4個のフォトダイオード（PD: photodiode）を配置し、PD出力変化と反応時間差から雲影の動きを計測する雲影挙動モニタの開発を行った。

雲影挙動モニタでは、20 m四方の頂点に置いた各PDの出力変動の時間差から雲影ベクトル（方向、速さ）を求める。図10-2-1にモニタと太陽光パネル（PV: photovoltaics）の位置関係を示す。モニタ計測より算出した雲影ベクトルを用いて、モニタ通過後の雲影がPVへ到達するまでの移動時間を算出した。モニタと同じ位置に配置したPDとPVの雲影に対する反応時間差から算出した雲影移動時間と比較し、雲影挙動モニタを用いた方法の精度を検証した。

実験は、2015年12月17日に豊橋技術科学大学敷地内で行った。図10-2-2に雲影挙動モニタ出力を示す。10時25分20秒前後に雲影通過による各PDの出力低下が確認できた。各PDの反応時間差より算出した雲影ベクトルは、14.6 m/s (306°, WNW)であった。また、平均雲影ベクトルを求め、PVへの到達時間を算出した。モニタを用いて算出した移動時間は $25 \pm 4$  sであった。PDとPVの反応時間差から算出した雲影の移動時間は、約29 sであった。モニタを用いた雲影移動時間とPD-PV反応時間差を用いた雲影移動時間がほぼ同じであったことから、雲影挙動モニタにより、モニタ上を雲影が通過した時点で、その雲影のPV到達時刻予測が可能であることが明らかになった。さらに、雲影挙動モニタの出力変動と対象とするPVの出力変動の相関関係を把握することで、雲影PV到達時の出力変動率を事前に予測することも可能になると期待される。

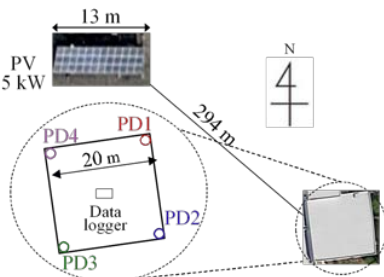


図 10-2-1 装置配置図

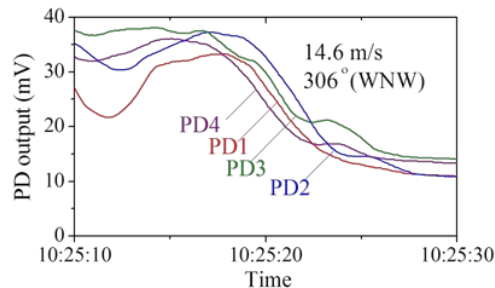


図 10-2-2 雲影通過時の雲影挙動モニタ出力

### 10-3 電気自動車用バッテリー-キャパシタ併用電源の開発

電気自動車の急な加減速時に、バッテリーは大電流による高負荷充放電を要求される。バッテリーの高負荷充放電を低減するために、我々はバッテリーとキャパシタを併用した (BCH: battery-capacitor hybrid) 電源の開発を進めている<sup>4)</sup>。BCH 電源は、高負荷充放電時にキャパシタが充放電を行うことで、バッテリー電流の急激な増減を抑制し、バッテリー負荷低減によるバッテリー寿命の延長を狙ったものである<sup>5)</sup>。充放電サイクル試験は、バッテリー寿命の評価に広く用いられている方法であり、特定の充放電パターンを繰り返し、バッテリーの特性変化を観察する。本研究では、BCH 電源を用いた充放電サイクル試験の方法について検討した。

図 10-3-1 に、充放電サイクル試験の回路図を示す。BCH 電源は、重負荷時にはキャパシタが大電流放電を行い、バッテリーからの出力電流はコンバータを介して抑制した。放電試験パターンは、軽負荷放電により容量測定を行った後、重負荷放電を 10 回繰り返し、1 サイクルとした。軽負荷放電では 0.2 C (1 A) の定電流放電を行い、重負荷放電では 2.5 C (12.5 A) の大電流放電と放電休止を繰り返すパターンとした。BCH 電源では 2 つの放電制御条件を試験した。電圧監視制御では、 $v_B$  がバッテリーの放電終止電圧 (10.50 V) に到達した時点で放電を終了した。電力量監視制御では、放電電力量が放電終止電力量を上回った時点で放電を終了した。放電終止電力量は、バッテリー単体の電圧監視制御サイクル試験を行った際の放電電力量を元に設定した。充電は 1.25 A (0.25 C) で、バッテリー電圧  $v_B$  がバッテリーの充電終止電圧 (14.55 V) に到達するまで行った。バッテリー容量が定格の 65% 以下となった時点でサイクル試験を終了した。

充放電サイクル数に対する放電容量および放電深度の変化を図 10-3-2 に示す。サイクル試験終了時のサイクル回数は、バッテリー単体で 27 回、BCH 電源で 13 回 (電圧監視) であった。また、電圧監視制御の放電深度が高かった。電圧監視制御では、バッテリー単体に比べ BCH 電源の放電深度が高いために、バッテリーの寿命が短くなったと考えられる。電力量監視制御では、バッテリー単体と BCH 電源で放電容量変化傾向に大きな違いは見られなかった。今回サイクル試験に用いた放電パターンでは、電流負荷が小さすぎたために、有意な差が確認できなかったと考えられる。

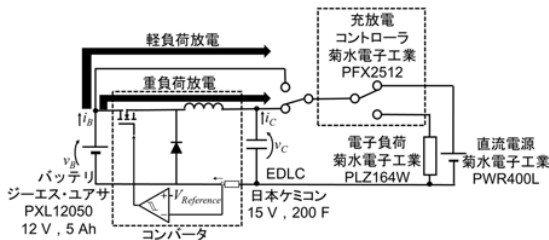


図 10-3-1 サイクル試験回路図

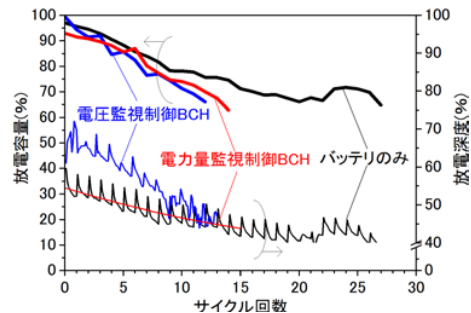


図 10-3-2 放電容量と放電深度の変化

### 10-4 おわりに

雲影の移動予測による太陽光発電の安定な電力供給と、キャパシタ併用によるバッテリー寿命延長の実現が、電気自動車を含めた未来ビークルのさらなる発展につながることを期待する。

### 参考文献

- 1) A. Hammer, *et al.*: Solar Energy, **67**, 139-150 (1999).
- 2) V. Fung, *et al.*: Atmos. Meas. Tech., **7**, 1693-1700 (2014).
- 3) 野村, 他: 平成 27 年電気学会東海支部, H2-5, (2015).
- 4) 織田, 他: 平成 25 年電気関係学会東海支部連合大会, B1-2 (2013).
- 5) T. Iwahori, *et al.*: J. Power Sources, **119-121**, 887-892 (2003).