

# 蓄電システムを用いた太陽光発電システムの出力電力量改善に関する実験検証

石橋 幹弥\*, 芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

有松 健司 (東北電力株式会社) 加藤 康司 (サンケン電気株式会社)

Experiment verification about output energy improvement of photovoltaic system using the energy storage system  
Mikiya Ishibashi, Hitoshi Haga (Nagaoka University of technology)  
Kenji Arimatsu (Tohoku Electric Power Co., Inc) Koji Kato (Sanken Electric Co., Ltd.)

## 1. はじめに

近年、メガソーラーなどの太陽光発電システム(PV)の導入が急速に進められている。PVは曇天時のように日射が不安定な場合、発電電力が低下しパワーコンディショナ(PCS)が停止する可能性がある。PCSが停止すると、日射が回復しても再起動までの待機時間があるため、この間は発電電力を得る機会を損ねてしまうことになる。これまで蓄電システムからPCSへ電力を供給することにより可能な限りPCS停止を回避する、発電電力補償システムを検討してきた<sup>(1)(2)</sup>。

本稿では、蓄電システムにキャパシタを想定した模擬実験による動作の検証を行った。その結果、提案するシステムはPCS停止を回避することにより、PVの出力電力量の改善に対して有効であることを確認したので報告する。

## 2. 提案構成

図1に提案システムを示す。PVとPCSの接続部分に蓄電システムを接続する。蓄電システムはPVの発電電力が低下した場合に、放電動作を行いPCSに電力を供給する。PCSは停止が回避され、運転継続する。よってPVの発電電力を継続して取得することができる。また蓄電システムは、PV発電電力が十分である場合は放電動作に備え、PV発電電力の一部をキャパシタに充電する。

図2にシステムのエネルギーフローを示す。従来構成において、PV発電電力の低下によりPCSが停止した場合、再起動までPVの発電電力を得られない期間が生じるため、その分損失が発生する。また発電電力はPCSによる電力変換を経て系統へ出力されるため、PCSの電力変換により損失が発生する。一方提案システムは、PV発電電力の一部を蓄電システムにより充放電を行うため、蓄電システムの電力変換器による損失が発生する。また従来構成と同様にPCSの電力変換による損失が発生する。以上から提案構成において、PCSの停止が回避された場合、蓄電システムの充電電力量が系統側へ出力されるまでに生じた損失よりも、PV発電電力量のPCSの運転継続による向上した分の内、系統側へ出力された量が上回ること、従来構成と比較してPCSの出力電力量が向上することとなる。

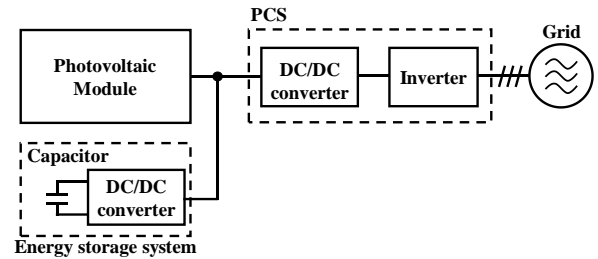


図1 提案システム

Fig. 1. Proposed system.

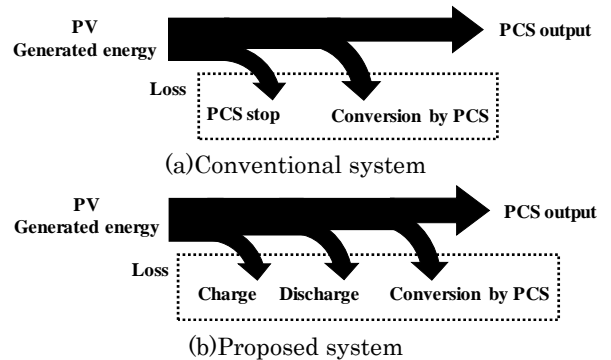


図2 システムのエネルギーフロー

Fig. 2. Energy flow of system.

## 3. 実験検証

PVの出力電力、蓄電システムの出力電力、PCSの出力電力をパワーメータにより測定する。PVは定格5kWとしてプログラマブル電源により模擬し、日射データは20分間のものを使用した。また、PCSは定格5kWを使用した。PCSは入力電圧300V以上を10秒間継続することで起動してMPPT制御を開始し、起動後に入力電力が500W未満となった場合に運転を停止する。

蓄電システムは双方向チョップと直流電源、電子負荷装置によって模擬した。模擬キャパシタの容量は3Fと仮定し、50Vまで初期充電した後、50Vから150Vの範囲で充放電を行う。双方向チョップの電力容量はPCSの停止を回避できるだけの容量として500Wとした。

図3にPVとPCSのみの従来構成における快晴の日、曇りの日の実験結果を示す。快晴の日は日没までPCSは停止しないことが確認できる。一方、曇りの日は、PV発電電力の低下によりPCSが停止し、PV発電電力を得られない期間が生じていることが確認できる。図4に提案構成における快晴の日、曇りの日の実験結果を示す。快晴の日においては、PCSは蓄電システムによるキャパシタの初期充電後に起動しており、PV発電電力が1500W以上となったところから蓄電システムは再び充電動作している。その後充電は完了し、日没時にPV発電電力の低下に伴い放電動作となっていることが確認できる。一方、曇りの日においては、蓄電システムは充電後、PV発電電力の低下時に放電動作しており、従来構成においてPCSが停止していた期間においてもPCS運転が継続され、PV発電電力を継続して取得していることが確認できる。

表1と表2に従来構成と提案構成におけるPV発電電力量とPCSの出力電力量を示す。提案構成において快晴の日はPV発電電力量が向上したが、PCS出力電力量は減少した。一方、曇りの日は、提案構成においてPV発電電力量、PCS出力電力量の両方が向上したことが確認できる。表3に提案構成において、充電電力量とその内放電動作を経て最終的にPCSから出力された量、及びPV発電電力量の向上した分とその内最終的にPCSから出力された量を示す。快晴の日においては、PV発電電力量の向上した分内PCSから出力された量よりも、蓄電システムの充放電による損失が多いことが確認できる。このため提案構成における快晴の日のPCS出力電力量は減少した。一方、曇りの日は、蓄電システムの充放電による損失よりも、PV発電電力量の向上した分内PCSから出力された量の方が多い。よって曇りの日は提案構成におけるPCS出力電力量が向上した。

表1 快晴の日の電力量

Table 1. Electric energy in sunny day.

	Conventional system	Proposed system	Improvement rate
PV output	885.8Wh	888.5Wh	0.30%
PCS output	844.0Wh	839.1Wh	-0.58%

表2 曇りの日の電力量

Table 2. Electric energy in cloudy day.

	Conventional system	Proposed system	Improvement rate
PV output	271.8Wh	301.2Wh	10.82%
PCS output	260.3Wh	274.3Wh	5.38%

表3 PV出力向上量と蓄電システムの充電電力量

Table 3. PV improvement and charge electric energy.

	Sunny day	Cloudy day
Improvement amount of the PV output	2.7Wh	29.4Wh
Output from the PCS of the improvement amount	2.6Wh	27.5Wh
Charging amount of the energy storage system	11.7Wh	21.0Wh
Output from the PCS of the charging amount	6.9Wh	11.8Wh

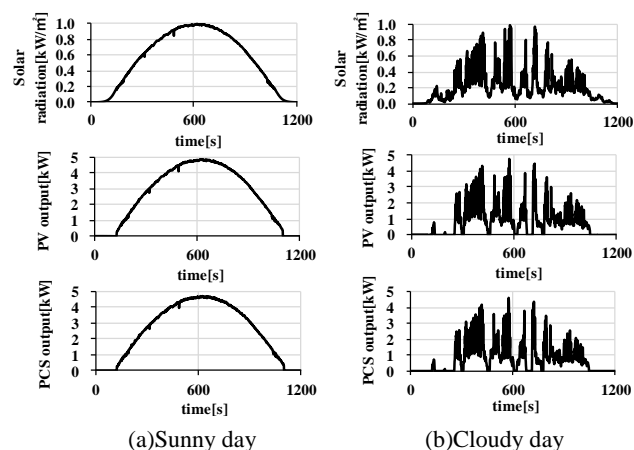


図3 従来構成の実験結果

Fig. 3. Experimental results of conventional system.

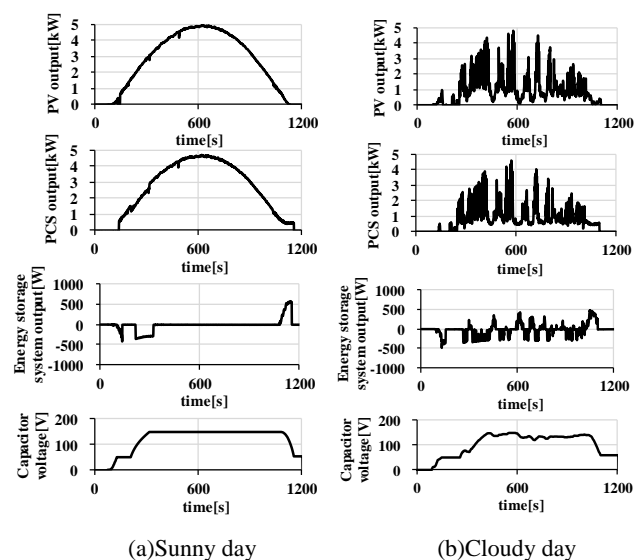


図4 提案構成の実験結果

Fig. 4. Experimental results of proposed system.

#### 4. おわりに

本稿では、蓄電システムを用いた太陽光発電システムの発電電力量改善に関して、蓄電システムにキャパシタの使用を想定した実験検証を行い、蓄電システムはPCSが停止する場合に、システムの最終的な出力であるPCSの出力電力量の改善に対して有効であることを確認した。

#### 文献

- (1) 水上 他：「エネルギー蓄積要素を用いた太陽光発電システムの発電電力量改善の検討」, 平成 28 年半導体電力変換/モータドライブ合同研究会, SPC-16-009(2016)
- (2) 石橋 他：「PV 発電電力量を改善する蓄電デバイスシステムの制御法の実験検証」, 平成 29 年電気学会全国大会, Vol.4, No.193, pp.337-338(2017)