

自然変動電源と電力需要とのマッチングへの適応フィルタの応用 ー予測制御アルゴリズムの構築と逐次シミュレーションによる評価ー

美齊津宏幸・小谷野眞司

【要約】本研究は、自然条件で変化する再生可能エネルギー電源（自然変動電源）と人為的に変化する電力需要との時々刻々における供給マッチングを取る方法の一つとして、適応フィルタを用いて電力貯蔵装置を予測制御する方式を提案する。2019年度は、予測制御アルゴリズムを構築し、時系列的に電力値を順次決定する逐次シミュレーションによる評価を行った。その結果、供給マッチングの相対誤差は±3%以下に抑えられた。

【目的】

再エネの主力である太陽光発電や風力発電などの自然変動電源は出力変動が大きく、出力抑制することなく電力需要に供給するためには、電力貯蔵装置を効率良く使用する必要がある。通常は時々刻々における自然変動電源と電力需要の測定値に合わせて電力貯蔵装置と系統電力の電力配分を算出し、需要に供給する。この場合、電力配分の算出時間と電力貯蔵装置の制御・応答時間による遅延が生じ、算出値と実際の値との間に差が生じて系統からの調整電力が大きく変動する。本研究は、適応フィルタを用いて自然変動電源と電力需要の電力値を正確に予測することにより、供給マッチングを確実にして系統からの調整電力を平準化することを目的とする。

【方法】

適応フィルタとは、入力信号に応じて伝達関数（パラメータ）を任意に変更できるフィルタであり、主にノイズ除去や信号予測に使用される。本研究では供給マッチングに使用するため、逐次適応アルゴリズムを構築した。その機能は、①雲の動きによるPV出力変動を平準化、②供給マッチング算出時間、制御遅延、装置反応時間を考慮し、PV出力と電力需要の10分以下程度未来の電力値を過去1年間の値から予測、③予測値に基づいて電力貯蔵装置の入出力電力値を算出し、遅延時間分だけ先行制御、を行うものである。逐次適応アルゴリズムの評価は、時系列的に電力配分を計算する逐次シミュレーションを用いて行った。なお、自然変動電源として市街地に設置し易い太陽光発電（PV）を対象とした。

【結果の概要】

適応フィルタを用いた供給マッチング回路を図1に示す。①のPV発電出力の平準化は、適応フィルタシステム初段のローパスフィルタ（LPF）で高周波信号を分離し、リチウムイオン蓄電池（LiB）の充放電で相殺して行う。②のPV出力と電力需要の予測は線形予測フィルタ（LePF）で行う。LePFは過去1年間の電力測定値から次回の電力値を予測する。③の先行制御は、予測値に基づいてLiB充放電電力と水素蓄電入出力電力の配分値を決定し、遅延時間を見込んでLiBと水素蓄電に制御信号を送出する。

図2～4は、適応フィルタの動作について逐次シミュレーションした結果である。適応フィルタによるPV出力の平準化例を図2に示す。高周波成分と低周波成分に分離し、高周波成分はLiB充放電で相殺される。

適応フィルタによるPV平準化出力と電力需要の予測例を図3に示す。PVと電力需要の双方とも変化の大きなところで予測誤差は大きくなるが、相対誤差は±3%以下であり、電力事業者に対する旧インバランス規定⁴⁾以内に収まっている。

適応フィルタによる供給マッチングの逐次シミュレーション例を図4に示す。図3で求めたPVと電力需要の予測値をもとに、適応フィルタはLiB、水素蓄電、系統電力の適切な電力配分を決め、予め見込んだ遅延時間の後に電力需要に対して入出力する。

本シミュレーションにより、予測値に基づく電力貯蔵装置の電力配分は適切であることが確認できた。

【参考文献】

- 1) 廣瀬和雄、神部晃、佐藤徹、「蓄電池を用いた太陽光発電電力平準化システム」、愛知電機技報、No.36、pp.24-29 (2015)
- 2) 小畑秀文：「線形予測理論とその応用」、計測制御、Vol.16、No.6、pp.481-491 (1977)
- 3) 坂井亮文、久代紀之、樋熊利康：「30分電力値を用いた各戸・地域電力需要予測」、情処学研報、B6-1、pp.1-6 (2017)
- 4) 経済産業省 HP、「電力システム改革の基本方針」について
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku_system_kaikaku/report_001.html

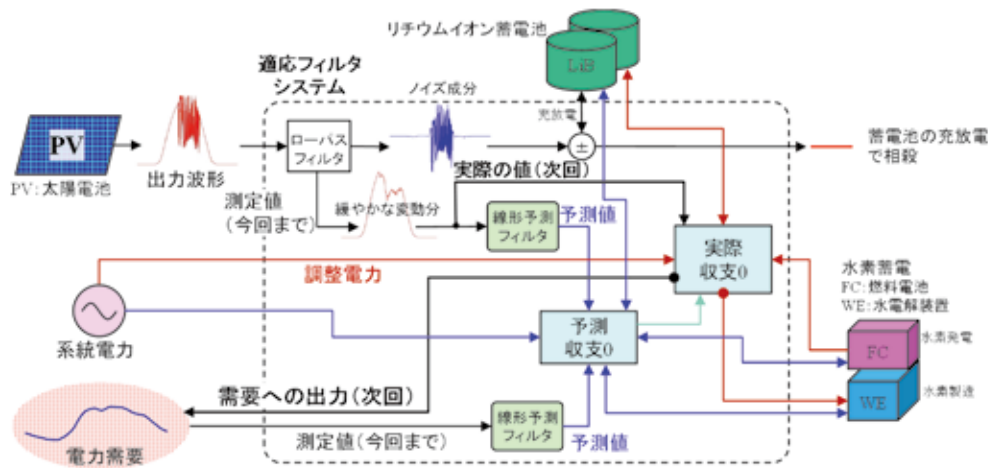


図1 適応フィルタを用いた逐次の需給マッチング回路

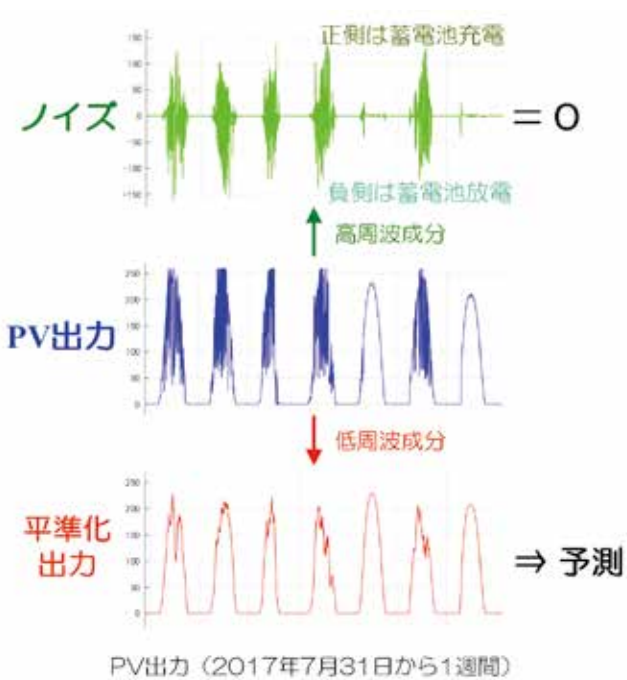


図2 適応フィルタによるPV出力平準化

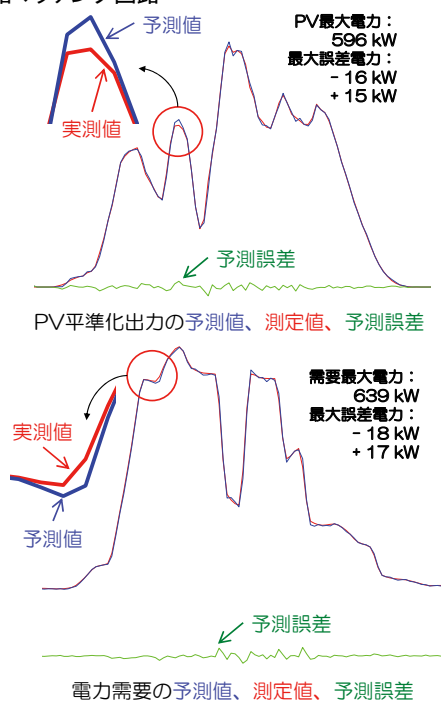


図3 適応フィルタによる予測

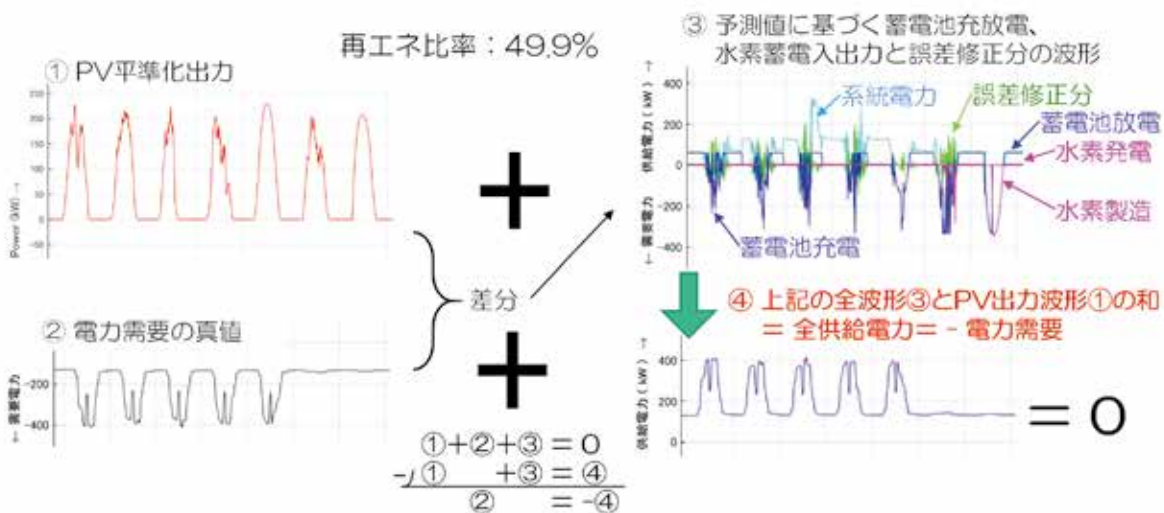


図4 適応フィルタによる需給マッチングの逐次シミュレーション例