

研究成果報告書

| | | |
|---------------|----|-------|
| 所属機関 | 職名 | 氏名 |
| 千葉大学 大学院工学研究院 | 助教 | 小岩 健太 |

研究テーマ

風力発電大量導入へ向けた蓄電池運用法の開発: 風速予測と制御技術の融合

研究報告

1. 研究の背景と目的

地球温暖化が深刻化するにつれ、風力発電の導入拡大が求められている。しかし、その出力は風況によって大きく変動するため、電力系統に大量に導入された場合、系統の周波数変動などの電力品質の低下を招く。したがって、風力発電を電力系統に導入するためには、その変動電力を平滑化しなければならない。関連した技術要件が世界各国で定められている。

風力発電の変動電力を平滑化するために、図1に示す蓄電池をウィンドファームに併設したシステムが一般に用いられてきた。しかしながら、蓄電池は高コストであることに加え、その充放電損失はシステムの効率低下を招く。中でも、従来用いられてきた低域通過フィルタの基づく制御器は構造が簡単ではあるものの、図2に示す通り、その特性上大きな時間遅れが伴う。したがって、技術要件を満足するために、蓄電池は過大な放電と充電を繰り返す。結果として、蓄電池の定格出力を不必要に大きく設計しなければならないシステムの高コスト化は避けられない。加えて、その過大な充放電に伴って発生する損失はシステム効率の著しい低下を招く。

風力発電の導入拡大を実現し、恒久的な社会を実現するためには、蓄電池の低コストならびに充放電損失を低減する新たな制御法の開発が急務であるが、その制御器の構造ならびにアルゴリズムは未だに確立されていない。このような背景から本研究では、蓄電池の低コスト化を制御法の観点から実現するために、風速予測と制御技術を融合した新しい蓄電池運用法の開発を目的とした。

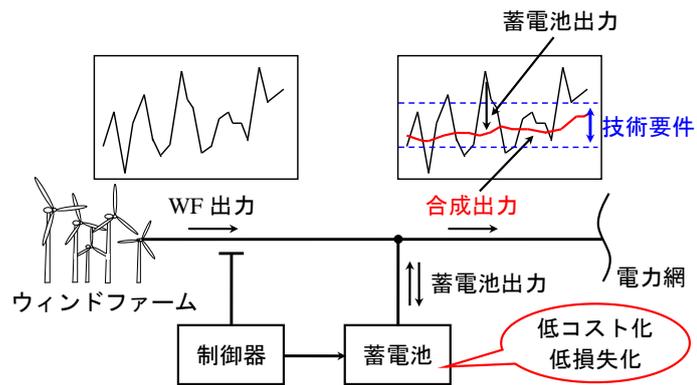


図1 風力発電平滑化のための蓄電池システム

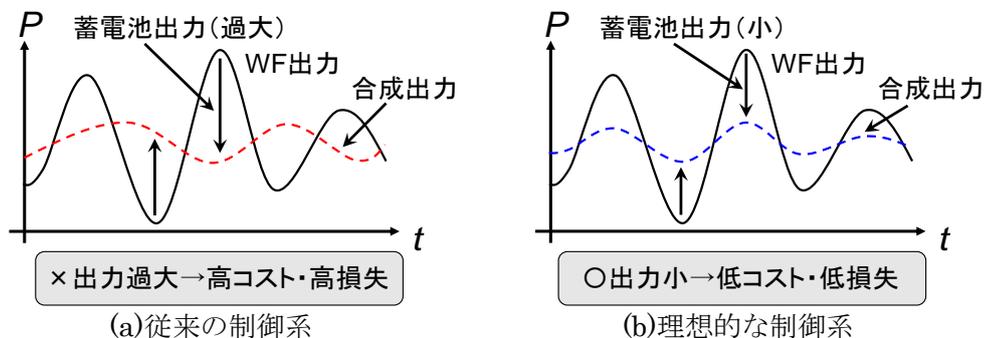


図2 従来の蓄電池制御系

2. 研究成果および考察

(1) 蓄電池システムのコスト評価方法

はじめに、上記目的を達成する上で、図1のシステムをコストの観点から評価するために、ウィンドファームを含む蓄電池システムの体系的なコスト算出方法の構築に取り組んだ。蓄電池だけでなくウィンドファームがもたらすコストについても算出する方法も解明することができ、期待以上の成果が得られた。また、その過程の中で、コスト算出方法を構築するだけでなく、風力発電機の慣性エネルギーを用いることで蓄電池におけるコストを最大30%程度低減できることを明らかにした。これらの結果は学術誌(業績1)に掲載された。

(2) 蓄電池システムに求められる評価項目を評価関数として定式化

次に、上述した新しい制御方法を実現するために、まず、制御器を含む蓄電池システムに求められる評価項目を評価関数として定式化することに取り組んだ。従来、変動出力平滑化を行う蓄電池システムの制御器構造・設計における問題点は、評価項目・制御要求を直接的かつ定量的に扱えないことにあった。これに対して、本研究ではこれらの要求を直接的に取り扱うことを目指した。結果として、図3に示すように、風力発電の変動平滑化、蓄電池最大電力(定格出力)、残存容量の管理、充放電損失などの多様な蓄電池に求められる仕様を蓄電池指令値の関数として表現することに成功した。この評価関数を最小化しながら蓄電池を運用する制御方法の開発にも成功し、計算時間を要しない最適蓄電池制御法を実現した。最終的に蓄電池所要定格出力を約25%低減するとともに、充放電損失を約62%低減することに成功した。これらの成果は学術誌(業績2)に掲載された。

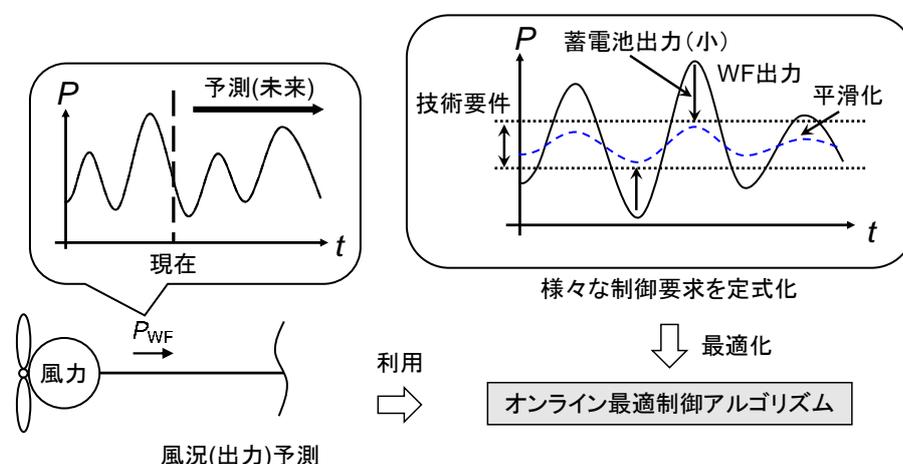


図3 風況予測と制御技術を利用した蓄電池運用法

3. 将来展望

今回の研究を通じて蓄電池システムにおいて、コスト評価方法および最適制御法を確立することができた。しからながら、図3に示す風況予測技術を利用するところまでは至っていない。この技術を融合することで、さらにシステムの低コスト化が期待できる。今後この技術を開発し、実機実験により評価する予定である。

4. 研究発表

学術論文(査読付き)

1. Kenta Koiwa, Takuro Tawara, Mizuki Watanabe, Kang Zhi-Liu, Tadanao Zanma, Junji Tamura: Novel Cost Reduction Method for Wind Farms Associated with Energy Storage Systems by Optimal Kinetic Energy Control, Applied Sciences, vol. 10, no. 20, pp. 1--19, Jan. 2021.
2. Kenta Koiwa, Tomoya Ishii, Kang Zhi-Liu, Tadanao Zanma, Junji Tamura: One-Sample Optimal Output Smoothing Method for Wind Farm with Energy Storage System, IET Renewable Power Generation, vol. 15, no. 3, pp. 653--663, Jan. 2021.

国際会議

3. Kenta Koiwa, Tomoya Ishii, Kang-Zhi Liu, Tadanao Zanma: A New Optimal Output Smoothing Method for Wind Farm with Energy Storage System, The SICE Annual Conference 2020 (SICE 2020), Chiang Mai (Online Meeting), Sept. 2020/9.