

2021 年度 若手・女性研究者奨励金 レポート

研究課題	風車出力を増大する動的 MPPT 制御システムの開発 －風速変動による発電電力低下の改善－
キーワード	①洋上風力発電 ②陸上風力発電 ③機械学習

研究者の所属・氏名等

フリガナ 氏名	マタヨシ ヒデヒト 又吉 秀仁
配付時の所属先・職位等 (令和3年4月1日現在)	大阪工業大学 特任講師
現在の所属先・職位等 (令和4年7月1日現在)	大阪工業大学 特任講師
プロフィール	太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギー電源を電力系統に大量導入するための研究を実施しております。スマートグリッドが大きな研究テーマですが、その構成要素である太陽光発電器や風力発電機の制御手法も研究対象です。大量の太陽電池をシンプルかつ効果的に協調運転する新しい制御手法や、風力発電の新たな制御パターンに関する研究を進めています。

1. 研究の概要

当該研究では、風況を低風速の場合に限定せずに、機械学習を用いて様々な風速変動の頻度と大きさ、風速の現在値、風車回転速度のパターンを考慮し最適な回転速度で風車を運転することができる動的 MPPT (DMPPT: Dynamic-MPPT) 制御システムの開発を行った。風車による発電電力は風速の 3 乗に比例するため、高風速を効率的に電力変換することが重要である。したがって、風速変動が大きい場合は MPPT 制御のように迅速に最適回転速度を追従するよりも、回転速度を最適値よりも適度に高く維持することで、発電電力を増大することができる。本研究により、従来の MPPT 制御を利用した場合と比較して発電電力量を 30%以上増大することが可能であると考えている。

2. 研究の動機、目的

風力発電機は風速に対して最適な回転速度でブレードを回転させることにより、最大電力で発電することが可能となる。しかし、風速変動の大きい風況下において大きな慣性モーメントを持つ風力発電機の回転速度を迅速に制御することは難しく、発電出力は最大で40%以上減少する。特に風速変動が頻繁である日本においては、風速変動による風車発電出力の低下は重大な問題である。研究代表者は先行研究において「回転速度指令値シフト制御」を提案し、一般的な最大電力点追従(MPPT)制御手法と比較して24%の発電電力量増大を確認した。しかし、回転速度指令値シフト制御は日本の内陸部のような低風速かつ風速変動が大きい風況のみを対象とした制御設計であったため、中風速～高風速時に対しては適切な制御ができないという課題があった。そこで風況を限定せずに、様々な風速変動に合わせて制御パターンを変更することで発電電力を増大する動的MPPT制御システムを開発したいと考えた。

3. 研究の結果

DMPPTシステムでは風車の固有特性と風速変動に合わせた最適回転速度指令値を随時機械学習により探索・修正を行うため、特に「風速変動の指標化」は重要な項目である。研究を開始した当初は風速変動の指標として、これまで風力発電の研究で多く用いられてきた標準偏差を用いた指標の採用を検討していた。しかし、標準偏差を用いた風速変動指標では風力発電の効率に対する悪影響を適切に指標化できないことが明らかとなった。そこで本研究では風速変動が風力発電に与える影響を適切に評価し、制御システムに反映させるため、新たな指標化を行った。

風速変動指標化の第一段階として、風力発電システムの動作点追従を遅らせる要因を「風速変動幅」、「風速の平均値」、「風速の変動周波数」、「風車の慣性モーメント」、「風車の形状」、「電力変換の上限値」の6つに分類した。次にこれらの要因の中で風速変動の指標化に特に重要だと考えられる「風速変動幅」と「平均風速」に対する風力発電システムの平均電力低減割合を調査した。その結果を図1に示す。

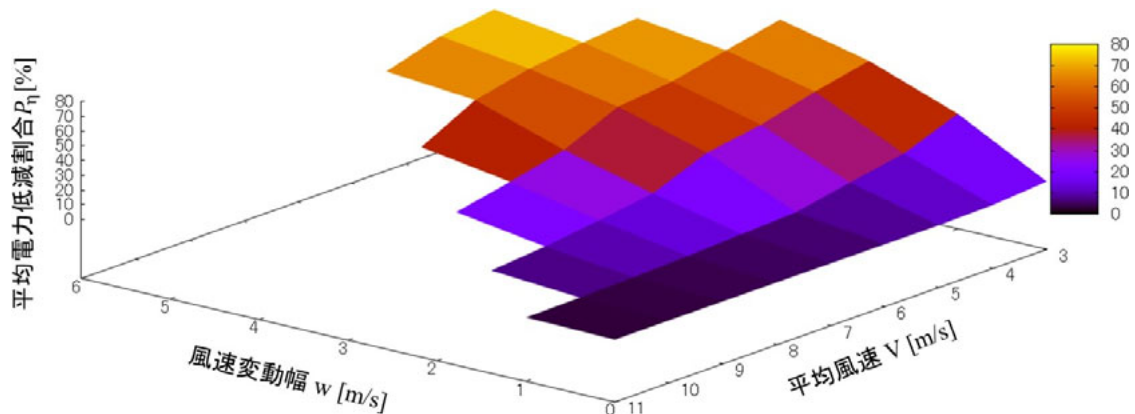


図1 風速変動幅と平均風速に対する平均電力低減割合

図1より同じ平均電力低減割合をとる風速変動幅、平均風速の組み合わせが複数存在することがわかる。本研究では風力発電制御での使用に適した風速変動の指標化を目的としているため、平均電力低減割合 P_{η} をそのまま風速変動値 α として扱うことに決定した。つまり風車発電電力をより大きく低減させる風速変動パターンを「風速変動が大きい」と定義した。風速変動のパターンとして、同じ平均電力低減割合をとる要因の組み合わせが複数存在するが、これらは全て同じ風速変動値として扱う。本研究で確立した新たな風速変動指標を用いることで、風力発電の動作決定をより適切に行うことが可能となる。

4. 研究者としてのこれからの展望

私は再生可能エネルギー電源の発電効率改善や導入方法に関する研究を通じて、持続可能な社会の実現や環境問題の解決に寄与したいと考えている。そのためにも国内外の学会へ積極的に参加し、質の高い論文雑誌への論文掲載を目標としている。また、技術者としてのコミュニケーション能力を向上させ、知見を広めることでグローバルに活躍できる研究者となるよう努力している。今後は海外の大学研究者等とのネットワークを築き、外国人研究者や留学生と研究上の連携を行いたい。また地域貢献も重要であるため、研究成果を生かして地元企業との共同研究等を行うことで地域へ貢献したいと考える。

5. 支援者（寄付企業等や社会一般）等へのメッセージ

寄付していただいたみなさまに心より感謝申し上げます。当奨励金は研究を遂行する上での経済的支援という意味だけではなく、着任歴の浅い私にとっては精神的な支えにもなりました。今回頂いたご支援により、当該研究の根幹となる新規の風速変動指標化や、実験設備の構築を大きく進展させることができました。現在は機械学習による風速変動指標の補正や都市部の風速の周波数解析を行い、実用化の方法を模索しております。本研究成果を適応した発電制御システムにより、洋上風力発電や都市部における風力発電の発展に貢献できるよう努めて参りたいと思います。