

# バイオマスガスタービン発電機とフライホイール電力貯蔵装置を用いた風力発電の変動電力補償法

三重大学 大学院工学研究科 電気電子工学専攻 教授 石田 宗秋

Professor Muneaki Ishida  
Department of Electrical and Electronic Engineering  
Graduate School of Engineering, Mie University



## はじめに

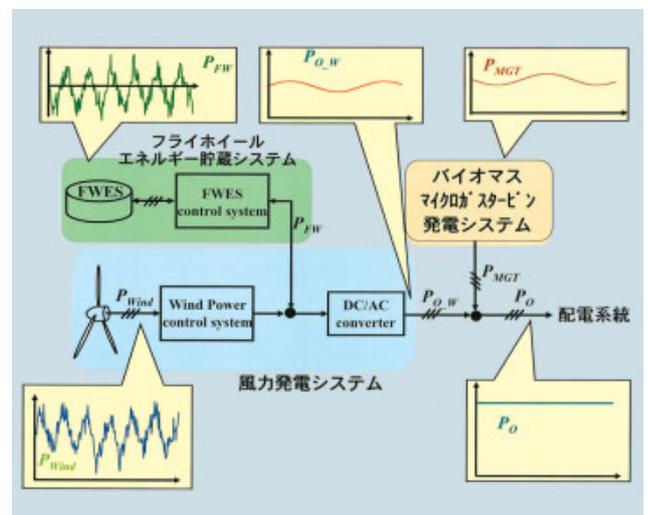
近年、地球温暖化問題意識の高まりにより、風力発電や太陽光発電など自然エネルギーを利用した発電システムや、廃材などを利用したバイオマス発電システムが注目されている。これらはほとんどの場合、独立に運転されるか単に並列に接続されていると考えられる。一方、三重大学では、風力発電システムが発生する電力変動を、環境負荷が少なく堅牢なフライホイール電力貯蔵(FWES)装置を利用して補償する方式について検討してきた。ここではFWESシステムが苦手とする数分以上の周期で変動する低周波領域の電力変動補償を、バイオマス発電システムの出力の変動により行う複合型自然エネルギー発電システムを新たに考案し、フィールド実験設備を構築して実証試験を行っている。本手法により、FWESシステムの容量を低減することが可能である。ここではそのシステムの構成と試験結果の一部を紹介する。

## 複合型自然エネルギー発電システム

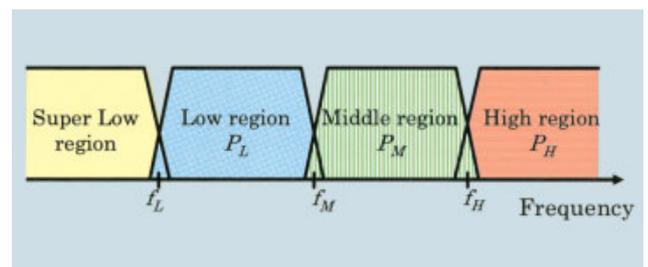
第1図に、複合型自然エネルギー発電システムの構成と変動電力補償の原理を示す。本システムのフィールド試験設備は、本学の「三重大学フィールドサイエンスセンター附帯施設農場」に設置されており、最大発電電力100kWの風力発電システムと、変動電力を補償するために定格容量10kWのFWESを3台用いた最大補償容量900kJのFWESシステム、そして、畜糞や廃乳から得られるバイオマスガスを燃料とする定格発電電力29kWのマイクロガスタービン(MGT)発電システムから構成される。

ここでは、風車の変動的な発電電力 $P_{Wind}$ を、第2図に示すように、高域・中域・低域・超低域の4つに周波数分離を行い、中域成分 $P_M$ はFWESシステムにより、低域成分 $P_L$ はMGT発電システムにより補償を行う。高域成分 $P_H$ はFWESでも補償しきれない高周波の成分を指し、一部は風力発電システムの平滑コンデンサによって

補償される。また、超低域成分は数分以上の非常にゆっくりとした周期の変動成分であり、系統に供給する電力の変動として許容範囲としている。



第1図 複合型自然エネルギー発電システムの構成



第2図 風力発電電力の出力変動周波数分離

## フィールド実験

フィールド実験では、MGTの出力を $22\text{kW} \pm 7\text{kW}$ 、風車出力変動の帯域分離周波数 $f_L$ 、 $f_M$ 、 $f_H$ はFWESおよびMGTの周波数特性を考慮して0.001Hz、0.005Hzおよび2Hzとした。第3図は風車の出力変動より帯域分離された低域成分 $P_L$ および中域成分 $P_M$ で、これらがMGTおよびFWESにより補償される変動成分である。第4図より、風車の発電電力 $P_{Wind}$ の変動に対して、FWESにより約0.005Hzよりも高い周波数成分が補償され、MGT

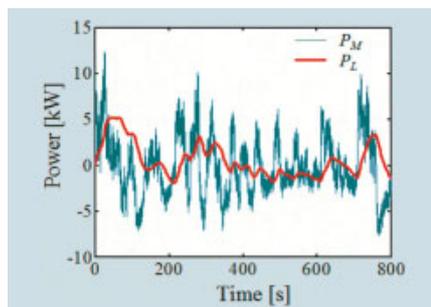
によって0.005Hzから0.002Hz程度の周波数成分が補償されていることが確認できる。また第5図よりFWESや風力発電、交直変換部の損失のため、交直変換後の出力  $P_{O,W}$  の平均が  $P_{Wind}$  の平均よりも低下しているが、補償の効果を時間波形で確認できる。また、第6図により、FWESで補償されるエネルギーの最大値は、MGT発電システムを併用しない場合 ( $E_{CMP}$ ) の700kJに比べて、MGT発電システム併用時 ( $E_{FW}$ ) は約400kJと、約300kJ低減されていることがわかる。また、より風況の良い場所で観測されたデータを利用してシミュレーションした結果、FWESの補償エネルギー  $E_{FW}$  をさほど増加させる

ことなく、より大きなFWES定格容量低減効果が得られた。このことからMGT発電システムの出力変動による補償効果が確認された。

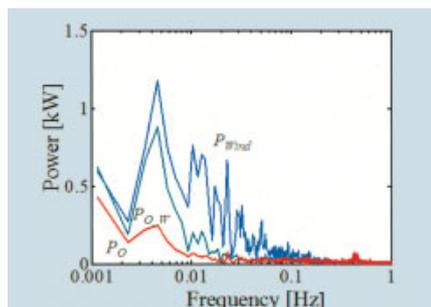
本研究が、CO<sub>2</sub>問題解決の一助になれば幸いである。

石田 宗秋(いしだ むねあき)氏 略歴

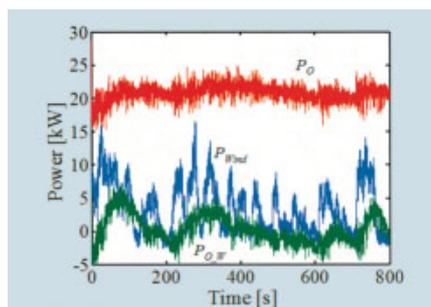
昭和55年 3月 名古屋大学大学院工学研究科博士課程修了  
 昭和55年 4月 名古屋大学助手  
 昭和62年 6月 三重大学工学部助教授  
 平成 8年10月 三重大学工学部教授  
 平成18年 4月 三重大学大学院工学研究科教授  
 主として、パワーエレクトロニクス、自然エネルギー発電に関する研究に従事



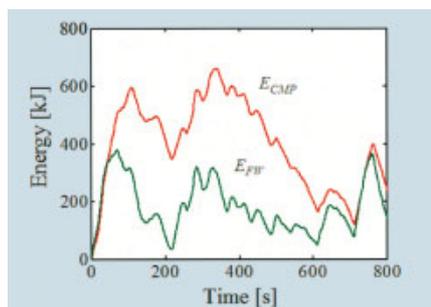
第3図 帯域分離後の風車の出力変動



第4図 風力発電機、FWES補償後、MGT補償後の各出力変動周波数分布



第5図 風力発電機、FWES補償後、MGT補償後の各出力変動



第6図 FWESの貯蔵エネルギー変動



写真1 フライホイール電力貯蔵装置 (3台並列接続)

第1表 フライホイール電力貯蔵装置の仕様(1台)

項目	仕様
FW容量	10kW / 30秒
定格周波数	120[ Hz ]
極数	4 極
電力指令範囲	- 30 ~ 30[ kW ]
電力指令値	± 5[ V ]
FW動作回転数範囲	1200 ~ 3600[ rpm ]
FW動作中心周波数	2683[ rpm ]



写真3 畜糞バイオマスガス発生装置全景



マイクロガスタービン発電機本体



写真2 風力発電設備



写真4 マイクロガスタービン発電装置