

氏名	LIU JUNQIAO		
授与学位	博士(工学)		
学位記番号	博甲第136号		
学位授与年月日	平成26年3月20日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項		
学位論文題目	風力発電による電力システムの周波数変動特性に関する研究 (A Study on the Power System Frequency Fluctuation due to Wind Power Generation)		
論文審査委員	主査 教授	田村 淳二	
	教授	小原 伸哉	
	准教授	高橋 理音	
	教授	谷本 洋	
	准教授	川村 武	

学位論文内容の要旨

近年、地球温暖化や化石燃料の枯渇の問題は年々深刻さを増している。平成23年3月11日に発生した東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて、我が国のエネルギー政策の見直しが行われており、今後の日本のエネルギー供給を支えるエネルギー源として、新エネルギーへの期待が高まっている。そのため、再生可能なクリーンエネルギーとして、自然エネルギーが注目を集めている。風力発電は、風力によって発電機を回して発電する方式であり、再生可能エネルギー利用の1つの形である。地球環境の保全、エネルギーセキュリティの確保、経済成長の維持を同時に実現可能なエネルギー源として、世界各地で普及が進んでいる。

しかしながら、風力発電機の出力電力は風況によって大きく左右されるため不安定であり、電力システムへの接続時に引き起こされるシステムの周波数変動は電力の安定供給の観点から大きな問題であり、風力発電導入への大きな妨げになっている。これらのことから本論文では、風力発電機の不安定な出力が電力システムの周波数に与える影響を解析すると共に、風力発電機自体により周波数変動を抑圧できる制御系の提案を行う。

本論文第一章では、風力発電機を電力システムに導入し、周波数変動を解析するに当たり、風力発電の基礎について説明する。

第二章では、現在最も普及しているかご型誘導発電機を用いた固定速風力発電機が電力システムに接続された場合において、重負荷時および軽負荷時の電力システムの周波数解析を行い、導入可能な風力発電機容量を算出した。

第二章において固定速風力発電機のピッチ角制御により定格出力時に風を逃がす従来法を用いて電力システムの周波数解析を行った。それに対し第三章では固定速風力発電機のピッチ角制御に単純移動平均及び指数移動平均を利用し、風力発電機の出力変動を抑圧する制御手法を用いた2つの場合における電力システムの周波数解析を行い、制御系導入時における周波数変動の抑圧の寄与度を検討し、その結果指数移動平均の有用性を確認した。

第四章では、指数移動平均を利用した固定速風力発電機のピッチ角制御に比べ、風力発電機の出力を平滑化し電力システムの周波数変動を防ぐとともに、エネルギー損失を先の制御系に比べ低減できる固定速風力発電機のための新しいピッチ角制御システムを提案し、その有効性に関する検討を行う。

第五章では、四章で提案したピッチ角制御系をさらに発展させ、電力システムの周波

数偏差を利用し、電力系統の周波数変動を抑圧するピッチ角制御系を提案し、その有効性に関する検討を行う。

第五章までにおいてはかご型誘導発電機を用いた固定速風力発電機を用いた場合の電力系統周波数解析を行ってきたが、第六章では固定速風力発電機のみならず、永久磁石式同期発電機を用いた可変速風力発電機が電力系統に接続された場合における周波数変動解析及び可変速風力発電機による電力系統の周波数変動を抑圧する制御系を提案する。提案する制御系は、制御を入れない場合と比べエネルギー効率を損なうことなく周波数変動を有効に抑圧できることを確認した。

以上本論文では、風力発電機がもたらす不安定な出力変動が電力系統に与える影響を解析すると共に、その結果生ずる系統周波数変動抑制のための制御系の提案を行った。固定速発電機におけるピッチ角制御系は従来法と比べ周波数変動を小さくすることができた。また可変速発電機による電力系統の周波数変動を抑圧する制御系においても、エネルギー効率を損なうことなく周波数変動の抑圧を達成することができた。これらのことより、本論文で提案した制御手法を用いて電力系統の周波数変動を抑圧し、風力発電機のさらなる導入に寄与できると考えられる。

論文審査結果の要旨

近年、世界中で風力発電が増加しているが、風速変動に伴う出力変動により連系される電力系統に対して周波数変動・電圧変動等の悪影響を与える点が問題となっている。

このような状況下において、本論文では誘導発電機による固定速型風力発電機における風車ピッチ制御による出力変動抑制、更には永久磁石同期発電機を用いた可変速風力発電機の出力補正による系統周波数変動の抑制法を提案している。

これを要するに、申請者は固定速風力発電機・可変速風力発電機の両者を対象として、蓄電池等の外部補償装置を用いずに出力変動・系統周波数変動を抑制する制御手法を提案し、その有効性を確認したものであり、電力工学、特に自然エネルギーの分野に対して貢献するところ大である。

よって、申請者は北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。