T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Development of an integrated system for wind power forecasting under complex geographic conditions
著者(和文)	CheYuzhang
Author(English)	Yuzhang Che
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10616号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:肖 鋒,奥野 喜裕,岡村 哲至,末包 哲也,長﨑 孝夫
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10616号, Conferred date:2017/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名	CHE Yuzhang（車玉章）	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名	氏　名	職　名
	主査	肖　　鋒	准教授	長崎孝夫	准教授
	審査員	奥野喜裕	教　授		
		岡村哲至	教　授		
		末包哲也	教　授		

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は，「Development of an integrated system for wind power forecasting under complex geographic conditions」と題し，複雑な地理条件における風力発電量の予測モデルの構築に関する研究をまとめたものであり，英文 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では，再生可能エネルギーの主役として期待される風力発電の導入について，世界及び日本の実情を概観し，風力発電の普及に向けて発電量予測の重要性，関連研究の現状，既存予測手法・モデルの問題点を述べるとともに，日本特有の複雑な地理条件における発電量予測モデル開発および高性能な統合予測システムの構築を研究目的として掲げている。

第 2 章「The basic system for wind and power forecasts」では，予測システムの基盤プラットフォームとしてメソスケール気象モデル Weather Research and Forecasting （WRF）v3.6 とパワーカーブに基づく予測モデルを開発している。南淡路島にある風力発電所の観測データをもとに，4 重ネスティング格子を用いた WRF モデルの大気境界層の乱流モデルと陸面物理モデルを検証し，複雑地表条件に対する最適化を行っている。また，最小二乗法を用い，風速と発電量の観測値から 10 次多項式によるパワーカーブ関数を構築している。構築した予測モデルを検証するために，当該風力発電所 15 機の風車において 2013 年 8 月 1 日から 2014 年 3 月 31 日までの期間の 24 時間発電量予測の数値実験を行い，WRF モデルとパワーカーブで構成した予測モデルが一定の予測能力を有することを示すとともに，風力および発電量予測において誤差が存在することを示している。

第 3 章「Kalman filter module」では，第 2 章で述べている基盤プラットフォームに統計的な補正法であるカルマンフィルターを導入している。WRF モデルによる風力予測およびパワーカーブによる発電量予測に対応し，直接修正型のカルマンフィルターを提案し，数値モジュールを開発している。カルマンフィルターは予測モデルの系統誤差だけではなく偶然誤差の補正にも非常に有効である。予測実験の結果，カルマンフィルターを用いることにより，平均誤差は 92%，二乗平均誤差は 33%減少し，Pearson の相関係数は 15%改善したことを示している。

第 4 章「Data assimilation module」では，WRF モデルの初期条件を改良するために，風車サイトの風観測値を用いたデータ同化モジュールを提案している。風力発電所現場の複雑な地理条件により低空の風力場に大きな乱れが生じ，予測が困難である。そこで各風車のナセルに設置した風速計から得た観測値に基づく 3 次元変分データ同化計算モジュールを構築している。データ同化によって気象モデルの初期値が即時に現地の実際状況に近づく方向に修正され，突発的な気象現象に対する予測精度の向上を実現している。データ同化によって，平均誤差は 34%，二乗平均誤差は 24%減少し，一致指数は 9%改善したことを確認している。

第 5 章「Coupling OpenFOAM and WRF model」では，詳細な地形変化に励起される低空風力場を捉えるために，WRF モデルの出力を背景場として数値流体力学計算コード OpenFOAM によるマイクロスケールの気流シミュレート計算モジュールを開発し，局所風力場のマルチスケール数値解析モデルを構築している。WRF モデルのみの解析に比べ，マルチスケールモデルはより精確な結果が得られることを実証している。

第 6 章「Conclusions and future work」では，本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の課題について検討している。

以上を要するに，本論文は複雑地理条件において高精度な風力発電量を予測するために，気象予報モデル，数値流体力学モデル，カルマンフィルター，データ同化による統合予報システムの確立に向けての基礎研究，モデル開発および実証をまとめたもので，理学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（理学）論文として十分な価値を有すると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。