

気象・海象シミュレーションを利用した洋上風力発電所の施工継続時間の評価

菊地由佳*

石原孟*

*東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻

目的

洋上風力発電所の建設時には、施工稼働率の算定が重要である。海上工事は、波高、波周期、風速に関して作業限界値を有し、これらの限界値は、施工法や作業船によって異なる。実際の施工では、作業限界値以下の気象・海象条件が数時間以上、継続することが求められる。



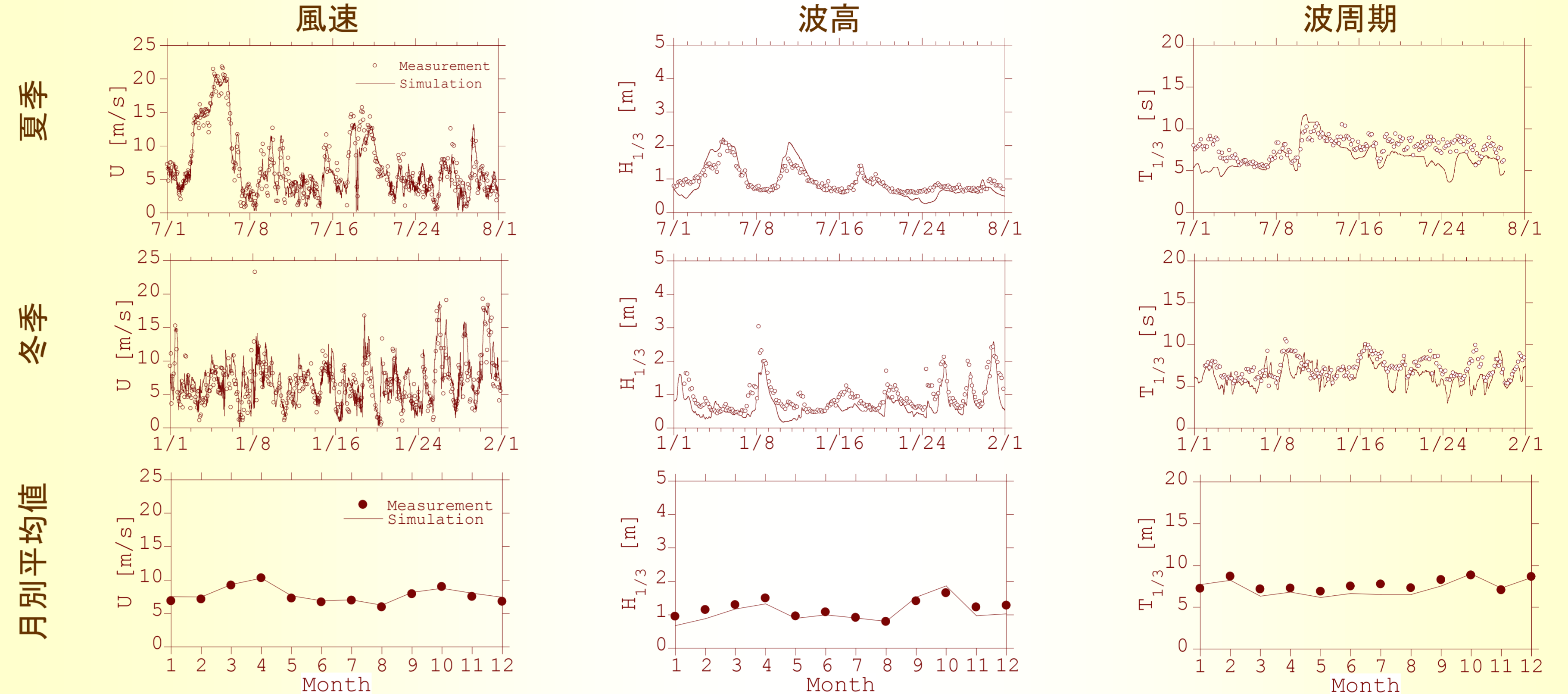
海上作業の安全性や定時性の確保、及び作業船種の選択による経済性の検討には、風車建設地点における海象・気象条件の高精度な推定と、想定される工法の施工稼働率の的確な予測が重要である。

石原らは気象・海象シミュレーションを用いた施工稼働率の評価手法を提案しているが、風車が建設される外洋での観測データが存在せず、予測精度の検証が問題であった。一方、2012年に千葉県銚子沖洋上風力発電所が建設され、風と波の観測データが同時に得られるとともに近年、気象・海象シミュレーションの予測精度が向上している。

そこで、本研究では、最新の気象・海象シミュレーションの予測精度を銚子沖洋上風力発電所における観測データを用いて検証するとともに、気象・海象条件と施工稼働率の季節変化を求め、その予測精度を検証する。

予測と観測値による検証

気象・海象シミュレーションにより、風速、波高、波周期の予測精度を観測データを用いて検証した。夏季と冬季の代表として7月と1月の風速、有義波高、有義波周期および月別平均値の予測値と観測値との比較を示す。



7月・1月とも予測値は観測値を概ねよく再現するとともに、高風速をよく捉えている。予測値の月別平均値は、春季、秋季に高く、夏季に低くなる特徴をよく再現している。

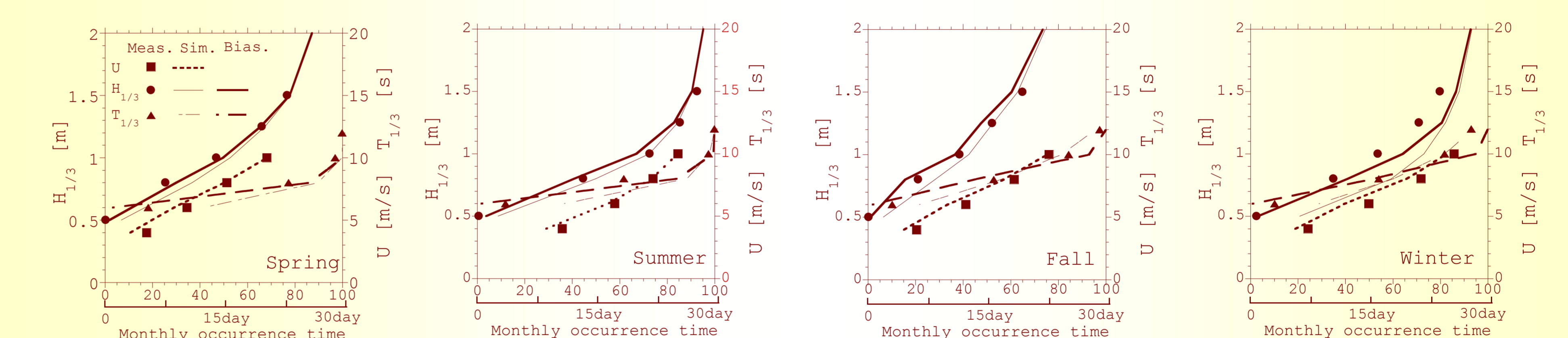
7月・1月の予測値は観測値をよく再現しているが、低波高領域で観測値を過小評価している。予測値の月別平均値は、秋季・冬季に過小評価している。

7月・1月の予測値は観測値をよく再現しているが、短周期領域で観測値を過小評価している。予測値の月別平均値は、夏季に過小評価している。

気象・海象条件と施工稼働率の季節変化

■ 気象・海象条件の季節変化

観測値、予測値を用いて、風速、有義波高、有義波周期の出現時間の季節変化を求めた。風速の10m/s未満の合計時間は、四季を通じて月あたり20~25日と長く、風速が施工稼働率に及ぼす影響が少ない。有義波高の1.0m未満の合計時間は、春季、秋季は月あたり15日下回るのに対し、冬季は15日程度、夏季は20日程度に増加する。有義波周期の8sec未満の合計時間は、四季を通じて月あたり15~20日程度であり、波高のような大きな季節変化は見られない。予測値は、低波高・短周期領域で出現時間を過大評価したため、波高・波周期についてピン毎にバイアスを求め、1次式で近似した。近似式を用いてバイアス補正を行った結果、低波高・短周期の出現時間の予測精度が向上した。

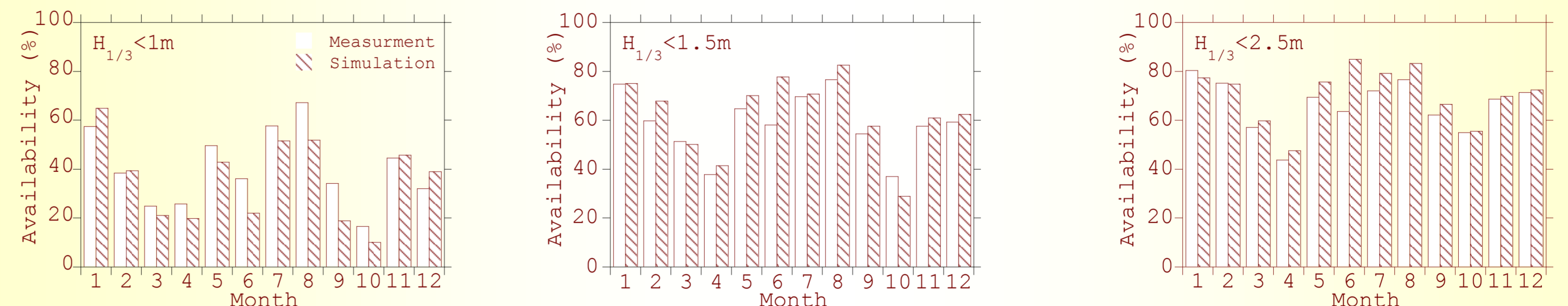


■ 施工稼働率の季節変化

観測値および補正した予測値を用いて施工稼働率を評価した。施工可能時間は、風速10m/s以下のもと、限界波高がそれぞれ1.0m, 1.5m, 2.5m以下の状態が6時間以上続く場合とした。

観測値による施工稼働率の評価は、夏季・冬季に高く、春季・秋季に低い傾向を示している。これは、春季・秋季に台風が来襲する影響である。波高の限界値1.0m, 1.5m, 2.5mに対して、施工稼働率の年平均値は35.6%, 58.4%, 66.3%となり、波高の作業限界値によって施工稼働率が大きく変わることが分かる。

補正した予測値による施工稼働率の評価は、夏季・冬季に高く、春季・冬季に低い傾向を再現しているが、波高1.0m以下で過小評価している。



結論

本研究では、最新の気象・海象シミュレーションの予測精度を銚子沖洋上風力発電所における観測値を用いて検証するとともに、気象・海象条件と施工稼働率の季節変化の検討を行い、以下の結論を得た。

- 1) 気象・海象シミュレーションによる風速、波高、波周期の予測値は、夏季の低波高と低風速、冬季の高波高と高風速の特徴をよく再現しており、予測値の実測値に対する月別予測誤差の絶対値の年平均値はそれぞれ4.3%, 12.3%, 7.8%である。
- 2) 観測値と予測値を用いて、季節別の風速、波高、波周期の階級別出現時間を求めた。風速の予測値は出現時間を精度良く再現したが、波高、波周期の予測値は、補正により、低波高・短周期における出現時間の予測精度を向上し、月別予測誤差の絶対値の年平均値はそれぞれ9.9%, 2.9%まで減少した。
- 3) 施工稼働率は、夏季・冬季に高く春季・秋季に低い傾向がある。限界波高1.0m, 1.5m, 2.5mに対して施工稼働率は35.6%, 58.4%, 66.3%となり、波高の作業限界値によって、施工稼働率が大きく変わることが分かった。予測値による施工稼働率の評価は実測値を再現したが、限界波高1.0m以下および周期8sec近傍の評価精度をさらに向上する必要がある。

なお、本研究は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務で得られた研究成果である。ここに記して関係者の皆様に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 石原孟, 山口敦, 老川進, ムハンマドワヒードサワー, 洋上風力発電所建設のための海象・気象条件と施工稼働率の数値予測, 風力エネルギー学会論文集, pp.7-14, 2012.
- 2) 福島雅人, 山口敦, 石原孟, メソスケールモデルを用いた洋上風況予測と不確実性の評価, 第36回風力エネルギー利用シンポジウム, 2014.
- 3) 種本純, 石原孟, 波浪推算モデルと合成風速場を用いた風波とうねりの数値予測, 風力エネルギー学会論文集, No.112, 2015.(印刷中)