

## 畳み込みニューラルネットワークを用いた波浪予測手法の開発

### Development of a Wave Prediction Method Using Deep Convolutional Neural Networks

板谷 知明 岩前 伸幸 新保 裕美

Tomoaki Itaya, Nobuyuki Iwamae and Yumi Shimbo

#### 研究の背景と目的

港湾工事や洋上風力発電施設建設工事などの海上工事において、作業船による施工を行う際、その地点の波高が高いと施工が困難な場合がある。通常は、作業関係者が気象庁や民間の気象予報会社が提供する気象・海象の予報データから経験的に施工の可否を判断することが多いが、それらの予報は、施工の可否の分かれ目となる比較的低い波高（例えば、有義波高0.5~2.0m）の予測精度が十分ではない。また、工事地点のピンポイントな波浪予測として利用するには、空間解像度が粗い。近年、ディープラーニングなどのニューラルネットワーク技術の進歩を背景として、ニューラルネットワークを用いたピンポイントな波浪予測手法に関する論文が増加している。本研究では波浪予測の精度向上を目的として、ディープラーニングの一種である深層畳み込みニューラルネットワークを用いて、気象庁数値予報モデルの面的なデータを入力とした波浪予測手法を開発した。

#### 研究の成果と活用

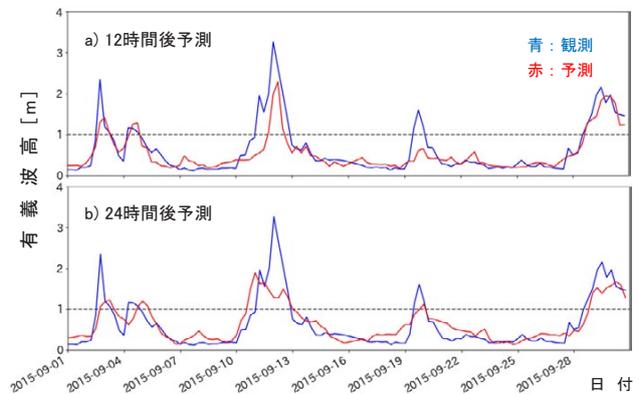
秋田港を対象として、入力気象データの時刻から12、24時間後の有義波高を予測し、観測データと比較した結果、0.5、1.0m以上の波浪が来るかどうかを80%以上の精度で予測することができた。有義波高2.0m以上の波浪についても、70%以上の精度で予測することができた。本手法によって作業船による施工の可否判断がよりの確になり、より適切な工程管理及び安全性の向上が期待できる。今後は、実際の海上工事の施工管理への適用や他地点の予測への適用を考えている。

予測時間	12時間後	24時間後
2乗平均平方根誤差 [m]	0.439	0.471
0.5 m以上の波の再現率	86.7%	88.9%
0.5 m以上の波の適合率	82.7%	84.5%
1.0 m以上の波の再現率	84.5%	86.6%
1.0 m以上の波の適合率	83.0%	85.7%
2.0 m以上の波の再現率	72.5%	74.4%
2.0 m以上の波の適合率	76.9%	79.7%

再現率: 正解波高が閾値以上のときに、モデルが閾値以上と予測したものの割合(見逃しの少なさ)

適合率: モデルが閾値以上と予測したもののうち、正解波高が閾値以上であるものの割合(誤警報の少なさ)

モデルの予測時間と有義波高予測精度  
Lead Time and Prediction Accuracy



12、24時間後の波浪予測結果と観測値 (2015年9月)

Prediction Time Series in September 2015

a) 12 hours prediction lead time  
b) 24 hours prediction lead time

#### 研究手法

入力データとして気象庁GSM (日本域) 客観解析データを、出力データとしてナウファス (全国港湾海洋波浪情報網) から秋田港の有義波高観測データを使用し、時刻 $t$ の気象データと時刻 $t+L$ の有義波高の入出力関係 ( $L=0, 6, 12, 24$ 時間) を畳み込みニューラルネットワークに学習させた。2010~2014年の5年間のデータで学習を行い、2015年の1年間のデータに対して予測を行い、精度をテストした。精度評価は、2乗平均平方根誤差に加えて、施工可否の分かれ目となる可能性のある0.5m, 1.0m, 2.0m以上の波に対する再現率と適合率を用いた。