

## 機械学習による単独観測点からの波動伝播方向推定および PLUM 法への応用

小寺 祐貴 (気象庁気象研究所)

巨大地震や連発地震が発生した場合においても安定して地震動即時予測を行うため、近年では震源推定をせずに観測された揺れから将来の揺れを直接予測する手法が提案されてきた (例えば, Hoshiba and Aoki, 2015; Kodera et al., 2018). これらの手法では、各地点で観測された波の振幅 (リアルタイム震度; 功刀・他, 2013) を入力として波動伝播の実況把握・将来予測を行っているが、振幅のみならず、伝播方向といった他の物理量も合わせて観測値として用いることができれば、より予測パフォーマンスが向上すると期待される。本研究では、観測リアルタイム震度および機械学習から推定した伝播方向を入力として、ALPHA 法 (距離減衰を導入した PLUM 法; Kodera, 2019) の改善を検討した。

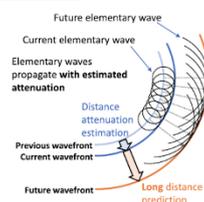
ALPHA 法は、短距離の地点しか予測できないという PLUM 法の技術的課題に対処するために開発された手法である。PLUM 法は観測リアルタイム震度が半径 30km 以内であれば減衰せずに伝わりと仮定して予測するのに対し、ALPHA 法では各観測点において付近 (~45km 以内) の観測リアルタイム震度の分布から距離減衰を推定し、その距離減衰を用いて遠く (~300km 以内) の地点の震度を予測する

(距離減衰は、各観測点直下に置いた点震源の重ね合わせで表現)。

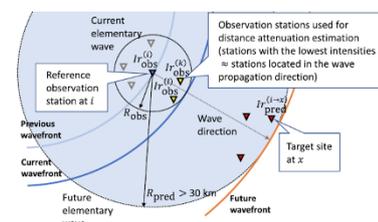
現在 ALPHA 法が距離減衰を推定する際には、基準観測点から見て最も観測震度が小さい方向を伝播方向と見なしたうえで点震源モデルの距離減衰を当てはめて計算しているが、これを機械学習から推定した伝播方向に置き換える。伝播方向にある観測点のうち、観測震度が大きい観測点 (但し基準観測点よりも観測震度が大きい観測点は除外) を用いて距離減衰の当てはめを行う。これにより、従来の ALPHA 法に比べてより早く正確な距離減衰が推定できると期待される。各観測点における伝播方向の推定は、3 成分の加速度波形を入力とした深層学習モデルを用いる (小寺, 地震学会 2022)。

KiK-net ひたちなか (IBRH18) を基準観測点として 2018 年 2 月~2022 年 7 月の地震に対して手法の検証を行ったところ、早い段階からより緩やかな距離減衰 (深い点震源モデルで表される減衰) が推定できた例もあったが、観測点配置や推定精度などの問題で、

## ALPHA法

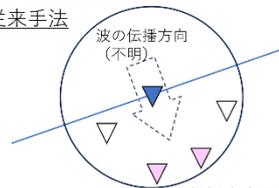


・ 周辺観測点の観測リアルタイム震度分布から距離減衰を推定。



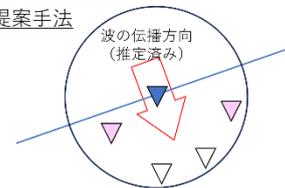
・ 最も揺れていない方向を波の伝播方向とみなして計算。

## 従来手法



伝播方向不明のため観測震度が小さい観測点のみを使用

## 提案手法



伝播方向が分かるため、観測震度が相対的に大きい観測点も使用可能に

図：提案手法の概要。

改善効果が見られなかったり従来手法よりも推定精度が悪くなったりする例も存在した。今後は伝播方向の推定精度を高めるとともに、伝播方向の推定精度が悪い場合の予測計算を改善する予定である。

謝辞：本研究では防災科学技術研究所の KiK-net の観測波形記録を使用しました。本研究は JSPS 科研費 JP21K03689 の助成を受けたものです。