

## 観測値と推定値の併用による地震動強さ分布評価の信頼性向上

公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 ○森脇 美沙  
正会員 岩田 直泰

## 1. 背景と目的

地震時列車運転規制は、鉄道の重要な地震防災対策の一つである。鉄道事業者は地震計を沿線に概ね一定間隔で設置し、地震計が受け持つ区間内の揺れはその地震計の観測値で一律として取り扱い、点検や徐行の基準値を超過した場合は受け持つ区間の全域に対し列車運転規制が発令される。ここで、規制発令区間が広範囲に渡った場合、列車の運転再開までに長時間を要するという課題がある。地震計間の揺れを高密度かつ高精度に把握できれば、規制発令区間の絞り込み等により早期運転再開につながる可能性がある。そこで、鉄道総合技術研究所は地震後における列車の早期運転再開に向けた支援情報の提供を目的として、鉄道地震被害推定情報配信システム(DISER)を開発した<sup>1)</sup>。本システムは、地震発生直後に公開される防災科学技術研究所のK-NET<sup>2)</sup>観測データを使用し、地盤の非線形性を含む増幅特性を考慮し500 mメッシュで空間補間による地震動強さの面的分布を求め、さらに路線に沿って抽出した地震動強さの線的分布や構造物被害ランクの推定情報を、即時的に鉄道事業者へ配信するものである。

地震動強さの面的分布から路線に沿った線的分布を抽出する際には、地震計が対象路線の近くに位置し、さらにその地震計による観測値を多く用いた方が、沿線の推定情報の信頼性が高くなると考えられる。そこで、本稿ではDISERが配信する地震動強さ分布の推定情報の信頼性向上に関する取り組みとして、地震計による観測値と空間補間による推定値を併用する方法、さらに鉄道事業者の沿線地震計の観測値を取り込む方法について述べる。

## 2. 地震計の観測値と空間補間による推定値の併用

DISERの空間補間による地震動強さ分布推定情報には、推定誤差が含まれる。一方、現行の地震時列車運転規制では、受け持ち区間内の揺れを1つの地震計の観測値で代表させることに起因する取扱誤差が生じる。森脇ほか(2020)<sup>3)</sup>は、DISERの推定誤差と現行の地震時列車運転規制の取扱誤差の整理・比較を行った。同じ手法を用いて、2000~2019年に発生した81地震を対象としてDISERの推定誤差および現行の地震時列車運転規制の取扱誤差を再検証した。DISERの推定誤差について、K-NET観測値の空間補間によるKiK-net<sup>2)</sup>位置の推定値とKiK-net地表観測値を比較した(図1)ところ、計測震度での誤差RMSは0.60であった(図2)。また、取扱誤差について、沿線地震動を模擬したK-NET地震計とその半径30 km圏内にあるKiK-net地震計の離隔距離と観測計測震度差分を整理し(図3)、離隔距離2 kmごとに誤差RMSを算出した。推定誤差と取扱誤差を比較したところ、離隔距離が2 km以下では取扱誤差の方が小さいのに対し、2 km以上では推定誤差の方が小さいことがわかった(図4)。以上の結果から、全メッ

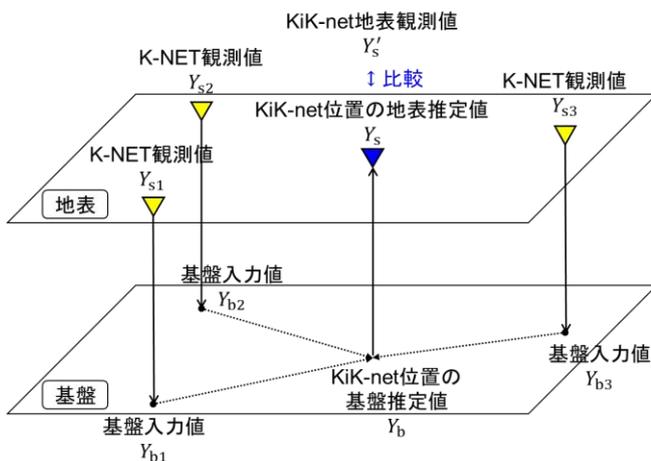


図1 DISERの推定誤差検証方法

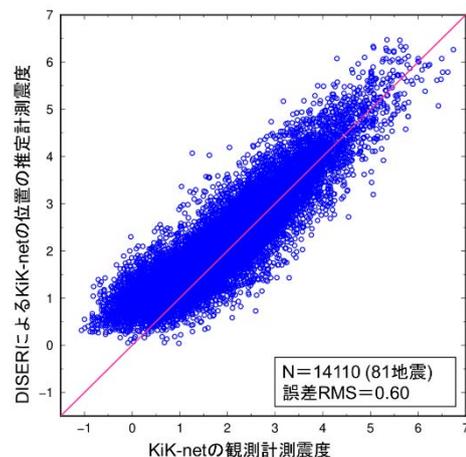


図2 DISERの推定誤差検証結果

キーワード 地震時列車運転規制, 早期運転再開, 空間補間, 地震動強さ, 推定誤差

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 地震解析 TEL042-573-7273

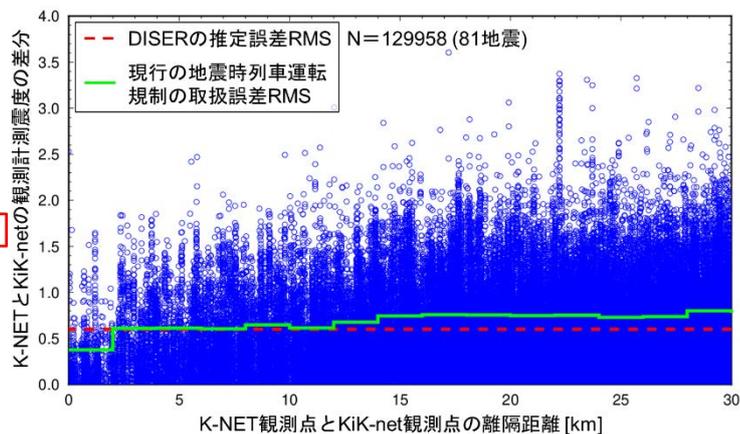
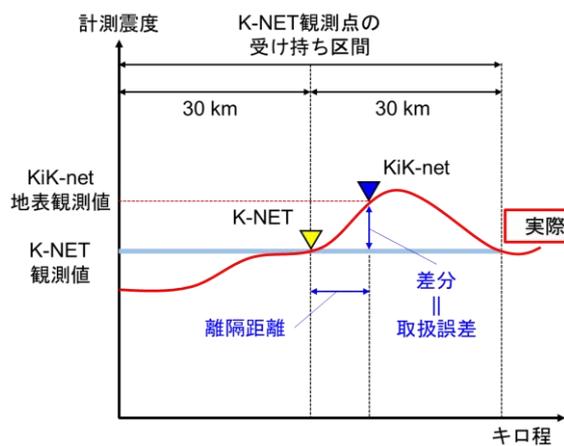


図3 現行の地震時列車運転規制の取扱誤差検証方法

図4 現行の地震時列車運転規制の取扱誤差検証結果

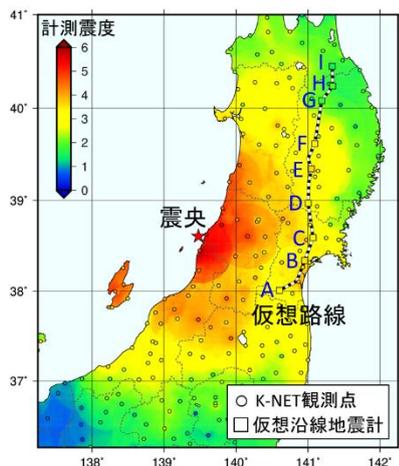


図5 地震動強さの面的分布の推定例

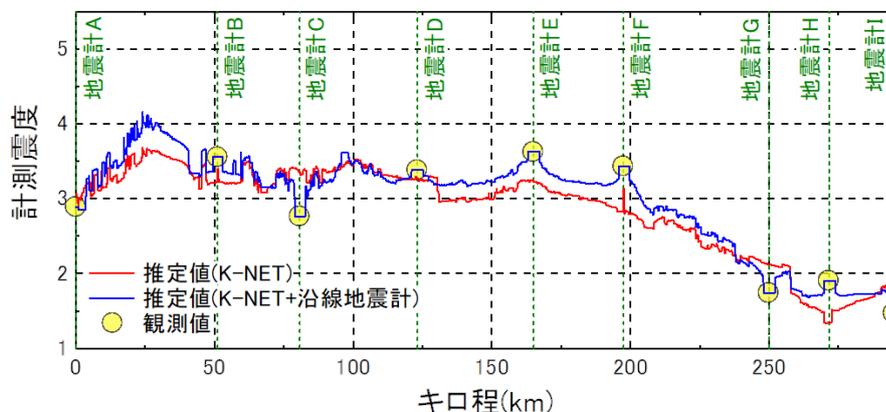


図6 仮想路線に沿った地震動強さ分布の推定例

シユを空間補間で推定するよりも、地震計位置から2 km 以内の範囲は地震計の観測値を適用し、2 km 以遠の範囲は空間補間による推定値を適用する方が、地震動強さ分布の全体的な信頼性が高まると考えられる。

### 3. 鉄道事業者の沿線地震計観測値の取り込み

現在の DISER は K-Net の情報のみを用いて地震動強さ分布を推定しているが、鉄道事業者の沿線地震計の観測値も加えて空間補間を行い、さらに 2. で述べたように地震計から 2 km 以内の範囲に観測値を適用することにより、沿線に対してより信頼性の高い推定情報が得られる。本手法により地震動強さ分布を推定した例として、2019 年 6 月 18 日に発生した山形県沖の地震(M<sub>j</sub>6.7)の例を示す。図中の地震計 A~I は沿線地震計を模擬した KiK-net 設置点であり、仮想路線はこれらを繋ぐように設定したものである(図 5)。K-Net および地震計 A~I の観測値を用いて空間補間を行った上、各観測点から 2 km 以内の範囲は観測値を適用したことにより、沿線地震計位置では観測値と推定値が一致し、周辺に対しても観測値の影響が反映されていることがわかる(図 6)。

### 4. まとめ

地震発生後の列車早期運転再開のためには、沿線地震計間の揺れを高密度かつ高精度に把握する必要がある。鉄道総研が開発・運用している DISER が提供する沿線の地震動強さ分布情報について、観測値と推定値の併用および沿線地震計情報の活用によりその信頼性が向上することを、本研究により確認できた。

### 参考文献

- 1) 岩田直泰, 坂井公俊, 山本俊六, 室野剛隆, 青井真: 鉄道地震被害推定情報配信システム(DISER)を利用して素早く運転を再開する, RRR, 第 77 巻, 第 2 号, pp.12-15, 2020
- 2) 国立研究開発法人防災科学技術研究所: 防災科研 K-Net, KiK-net, doi:10.17598/NIED.0004
- 3) 森脇美沙, 岩田直泰, 野田俊太, 山本俊六: 近接観測点情報を用いた地震時列車運転規制に対する空間補間推定地震動の適用性評価, 令和 2 年度土木学会全国大会第 75 回年次学術講演会, CS10-73, 2020