

3.2 官民連携による超高密度地震動観測データの収集・整備

3.2.2 マルチデータインテグレーションシステム開発の検討（課題 b ②）

3.2.2.1 マルチデータインテグレーションシステムに関する技術開発（課題 b ②a）

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

首都圏地震観測網（MeSO-net）から収集する高密度な地震観測データに加えて、基盤的地震観測網および民間企業等により設置された計測機器から得られる大量かつ様々な品質の地震データを有機的に統合するマルチデータインテグレーションシステムを開発する。さらに、このシステムにより、大地震発生直後の首都圏における揺れの様子を超高解像度で把握可能にするとともに、その情報を配信するための技術開発を行う。

(b) 2020年度業務目的

地震直後のデ活会員等への情報提供を目的として、地震動分布の推定・配信システムの自動化を行う。また、民間等によるデータに含まれる異常データの検知・除去手法の開発に着手する。小型地震計の開発を進めセブン・イレブン店舗等での試験観測を拡大するとともに、得られた観測データによる地震動情報の利活用について IoT 技術活用分科会会員等と連携して検討する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター	主任研究員	木村 武志
防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター	主任研究員	木村 尚紀
防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター	主任研究員	功刀 卓
防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター	主任研究員	鈴木 亘
防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター	主任研究員	武田 哲也
防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター	主任研究員	松澤 孝紀
防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター	主任研究員	松原 誠

(2) 2020年度の成果

(a) 業務の要約

2020年度は、以下の業務を実施した。

- これまで開発を進めてきたマルチデータインテグレーションシステムの処理の自動化を実施し、防災科研の運用する MeSO-net、K-NET、KiK-net に加えて課題(2)c によるスマートフォン地震計、セブン・イレブン店舗のセブン銀行 ATM において試験観測中の小型地震計によるデータを自動で収集するとともに、収集した観測データに基づく 250m メッシュでの震度分布の推定およびその配信を地震発生時に自動で実行可能にした。

- ・ 得られる計測震度データ等の異常を即時に検知するため、3成分の観測波形データから得られる各成分の最大加速度等をサーバーへ通知可能なよう小型地震計を高度化した。
- ・ セブン-イレブン・ジャパン(以下、セブン-イレブン)、セブン銀行との共同により、新たに東京都内 42 箇所のセブン-イレブン店舗のセブン銀行 ATM に小型地震計を設置し、試験観測を開始した。また、マルチデータインテグレーションシステムによる MeSO-net、K-NET、KiK-net と小型地震計の計測震度データおよび推定震度分布データの自動配信をセブン-イレブンに対して開始した。

(b) 業務の成果

1) マルチデータインテグレーションシステムの自動化による地震発生時の情報自動配信

2019 年度までに開発を進めてきたマルチデータインテグレーションシステムについて、気象庁からの電文情報をトリガーとして、データの収集、前処理、統合、配信の各機能を自動実行可能なように高度化した。扱うデータは、サブプロ (b) の課題 (1) で運用している MeSO-net、課題 (2)c で運用するスマートフォン地震計、防災科研が運用する MOWLAS の強震観測網 (K-NET、KiK-net)、本課題で開発を進めているセブン-イレブン店舗に設置している小型地震計によるものである。

地震発生後に気象庁からの電文情報を受信後、各観測網、観測機器からの計測震度データを収集する。地震波形データからシステム内で演算した値 (MeSO-net、K-NET、KiK-net) や、地震計内で演算された値 (スマートフォン地震計、小型地震計) を用いる。収集したデータのうち、地下 20m に地震計が設置されている MeSO-net については、課題 (2) b の成果を活用することで地表相当の計測震度値に補正する。これらのデータは電文情報に含まれる各地震の ID とともに統合・蓄積される。また、収集した計測震度データと防災科研の J-SHIS による表層地盤増幅率を活用することで、250m メッシュでの震度分布も推定する。ただし、基本的に構造物内に設置されている事が多いスマートフォン地震計の観測データは、地表における計測震度を適切に表していない可能性が大きいため、震度分布の推定には用いない。その後、地理空間情報システム (GIS) 上で活用できるよう、各観測点の計測震度情報は GeoJSON 形式、推定震度分布は NetCDF 形式で WebAPI により自動配信する。なお、K-NET、KiK-net、MeSO-net によるリアルタイム震度¹⁾については、2020 年度に既に自動で収集・統合し、首都圏版強震モニタとして試験配信をしている。

図 1 は 2021 年 2 月 13 日に福島県沖で発生した Mj 7.3 の地震時にマルチデータインテグレーションシステムにより収集・整備した計測震度の情報である。首都圏全体で見ると観測点間隔が 2-10km の MeSO-net と約 20km 間隔の K-NET、KiK-net を合わせることでより稠密な計測震度データを得ることができているが、地震発生時に東京都内 37 地点で稼働していたセブン-イレブン店舗設置の小型地震計による観測値を加えることにより、特に都心部において観測点密度が大きく向上していることがわかる。また、課題 (2) c で展開しているスマートフォン地震計 185 台のデータにより、さらに首都圏全域で観測点密度が向上しているものの、スマートフォン地震計による計測震度の値は、周辺の K-NET や

KiK-net、MeSO-net と比較すると系統的に大きく、設置環境の違いを反映しているものと考えられる。

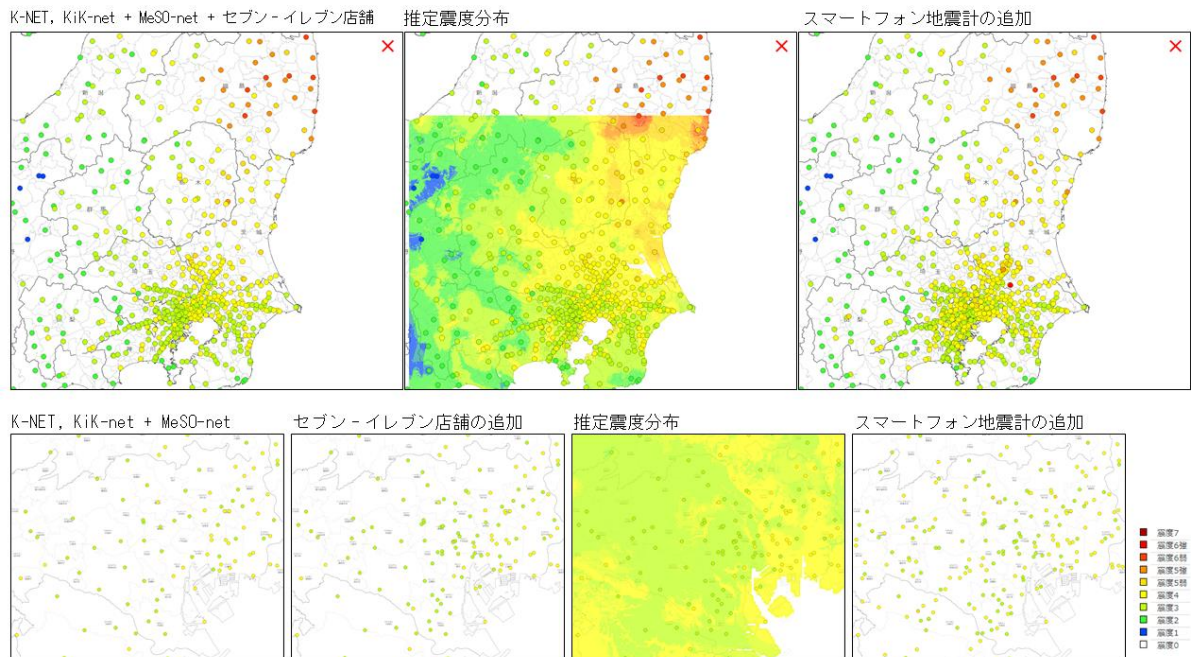


図1 2021年2月13日の福島県沖の地震時にマルチデータインテグレーションシステムにより得られた計測震度の情報。上段は左から K-NET、KiK-net、MeSO-net、セブン-イレブン店舗での計測震度の観測値、それに 250m メッシュの推定震度分布を重ねたもの、計測震度の観測値としてスマートフォン地震計の値を追加したものである。赤色×印はこの地震の震央を示す。下段は東京都 23 区周辺を拡大したもので左から、K-NET、KiK-net、MeSO-net の計測震度の観測値、セブン-イレブン店舗での観測値を加えたもの、それに 250m メッシュの推定震度分布を重ねたもの、計測震度の観測値としてスマートフォン地震計の値を追加したものである。

2) 異常データの検知・除去に向けた小型地震計の高度化

即時に首都圏の地震動を把握することを目的として、MeSO-net や K-NET、KiK-net、さらに民間等による地震動データを統合して活用するためには、大量のデータに含まれる異常値の検知やその除去が必要である。セブン-イレブン店舗に展開している小型地震計から得られる計測震度について、異常判定等を行うために、計測震度の値をサーバーに送信する際に、加速度波形 3 成分のそれぞれの成分における最大加速度と卓越周期を合わせて送信する機能を追加した。これにより、サーバー内での計測震度処理時に、各成分の最大加速度等のパラメータから即時に異常値の検知等を実施できる可能性がある。

3) 小型地震計によるセブン-イレブン店舗での観測拡大と観測情報の自動配信

首都圏における高密度の地震動データの収集を目的とし、セブン-イレブン及びセブン銀行と共同で、セブン-イレブン店舗のセブン銀行 ATM に設置可能な小型地震計の開発を 2019 年度に引き続き行った。2020 年度は新たに東京都内 42 のセブン-イレブン店舗

に小型地震計を設置し、観測を開始した（図 2）。

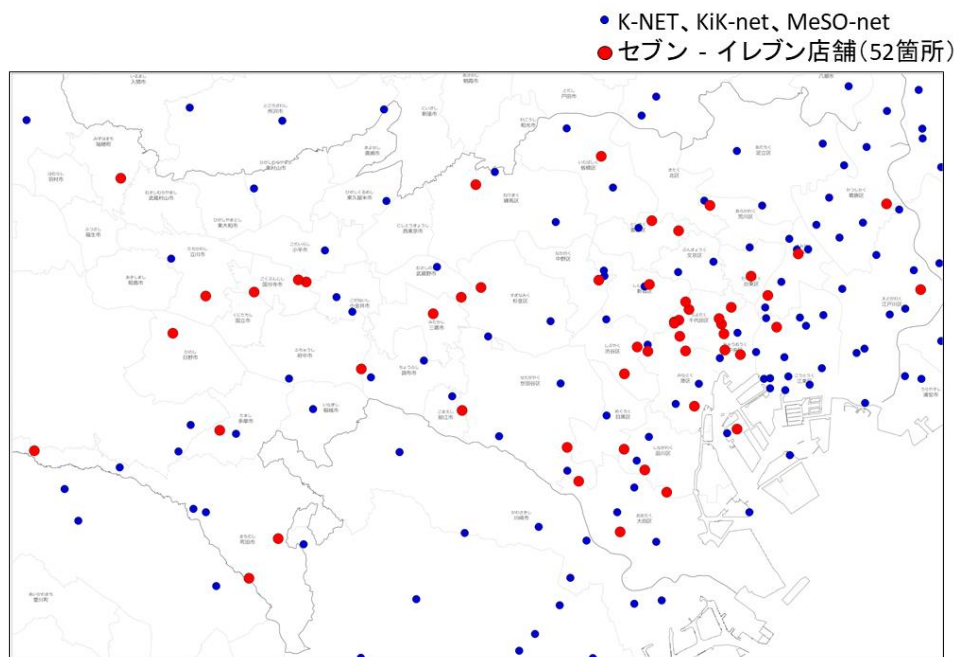


図 2 2021 年 3 月 31 日時点でのセブン - イレブン店舗における小型地震計の設置状況。
赤丸が小型地震計、青丸が K-NET、KiK-net、MeSO-net の観測点を示す。

また、得られた観測データはマルチデータインテグレーションシステムの入力データの一部として活用し、MeSO-net の観測データ等と統合した上で、計測震度の観測値および推定震度分布のセブン - イレブンへの自動配信を 2020 年 10 月 6 日に開始した。

(c) 結論ならびに今後の課題

地震直後のデ活会員等への情報提供を目的として、マルチデータインテグレーションシステムにおける地震動データの収集から前処理、統合、配信の一連のプロセスの自動化を行った。また、民間等による観測データに含まれる異常データの検知・除去手法の開発に向け、小型地震計の高度化を実施した。セブン - イレブン店舗での小型地震計による試験観測を東京都内 52 店舗まで拡大し、マルチデータインテグレーションシステムによる地震動情報の試験配信をセブン - イレブンに対して開始した。今後は、官民連携により得られる地震動情報の精度等の検証を進めるとともに、情報の利活用についてデ活会員と検討を進める必要がある。

(d) 引用文献

- 1) 功刀卓・青井真・中村洋光・鈴木亘・森川信之・藤原広之：震度のリアルタイム演算に用いられる近似フィルタの改良，地震 2，65，pp.223-230，2013.

(e) 学会等発表実績

1) 学会等における口頭・ポスター発表

なし

2) 学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

3) マスコミ等における報道・掲載

なし

(f) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 2021年度業務計画案

課題(2)bの成果を利用して、MeSO-netによる地中地震波形記録から地表相当の地震波形への変換を実装する。官民のデータ統合による地震動の推定結果を検証するとともに、デ活会員等との配信情報の利活用を促進するために、過去の大地震等に基づく疑似的な地震動情報を整備し、配信する訓練モードの開発を行う。また、揺れの情報の信頼度向上のために、民間等による観測データに対する異常検知・除去手法の実装を行う。