

緊急地震速報の利活用促進について

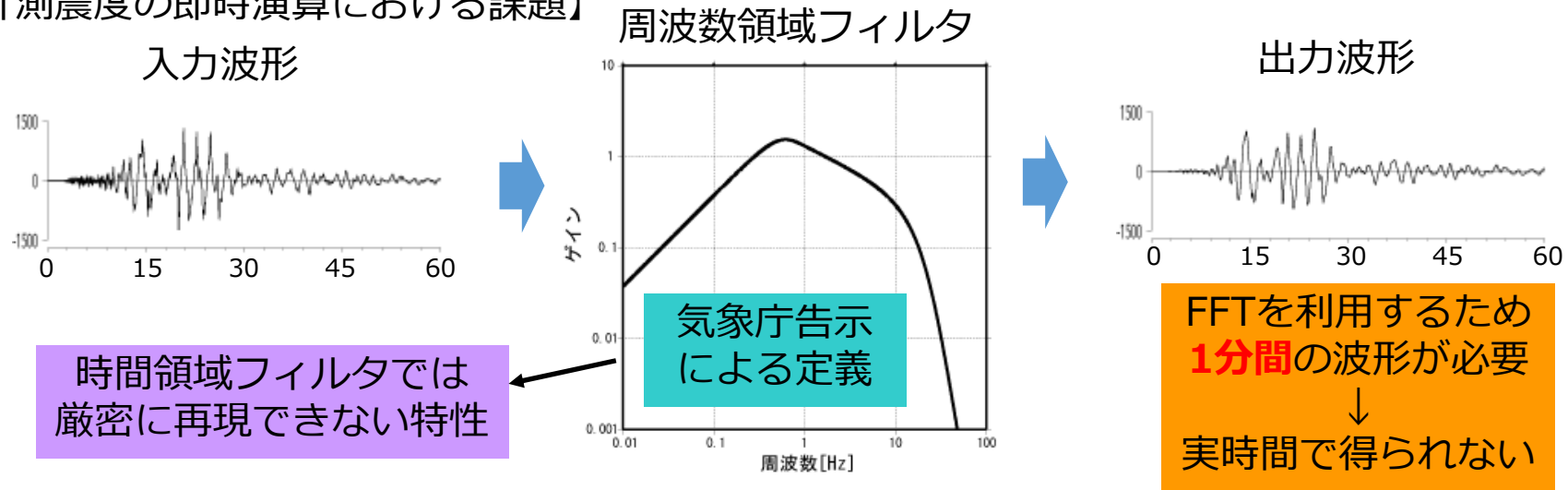
リアルタイム連続強震記録の利活用

国立研究開発法人 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

緊急地震速報評価・改善検討会 利活用検討作業部会(第1回)
令和5年2月27日

地震動指標の連続化：リアルタイム震度

【計測震度の即時演算における課題】



精度の高い近似フィルタを用いることで解決 震度の実時間概算法（リアルタイム震度）
功刀他（2006, 2018）

強震動指標を連続化することで、地震動の成長を連続的にモニタリングすることが可能となる。また、地震発生時にトリガーする必要が無いため、システムを安定に運用可能となる。さらに、地震動指標を現地演算し連続伝送することで、

- ・データ圧縮（1秒あたり100Hzサンプリング×3成分 → 指標数）
- ・伝送データ欠落時の演算初期化時間の短縮（フィルタ初期応答の影響を回避）
- ・演算負荷、伝送帯域負荷の平準化

が可能になった。 → 地震即時警報にとって必要不可欠な要素

強震モニタ、緊急地震速報（PLUM法）を支える基本技術

地震動指標の現地計算化：長周期地震動指標

長周期地震動指標の現地演算

(固有周期1.6~7.8秒 (0.2秒間隔) の絶対速度応答)

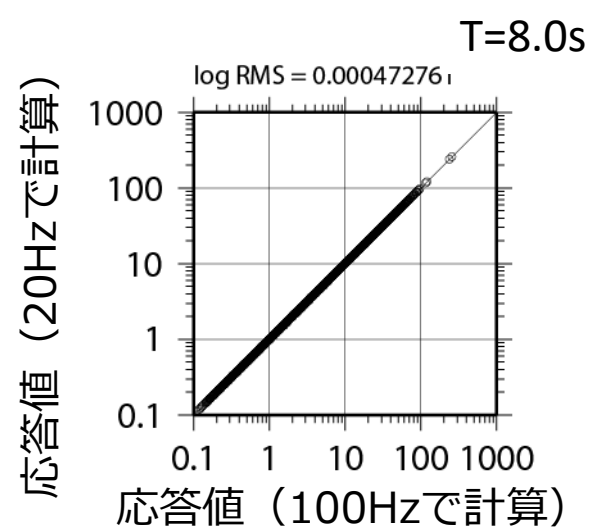
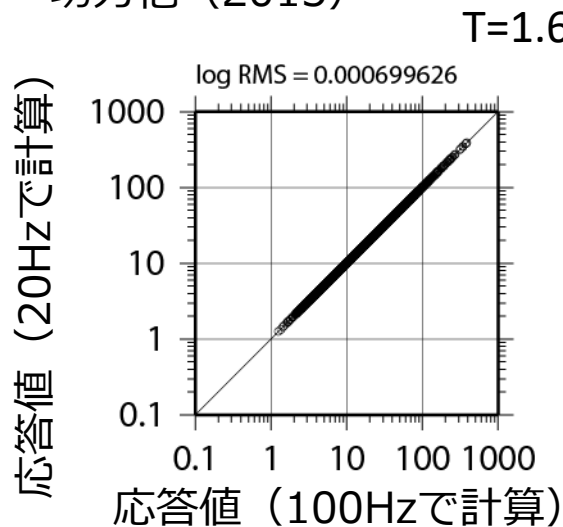
2成分×32周期の応答計算が必要 → 低演算能力の機器には高負荷

・絶対速度応答計算の効率化

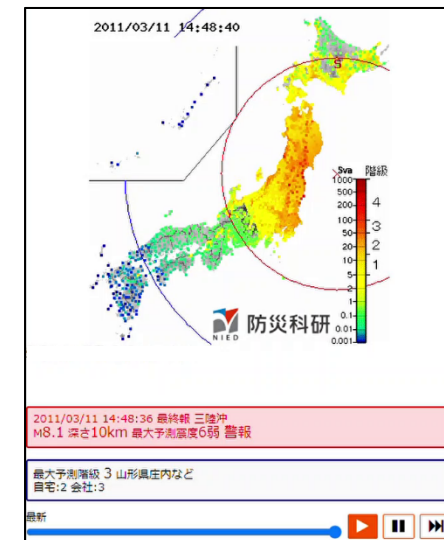
通常の応答計算を經由 ⇒ 9項の積和演算 (相対変位・速度応答の演算など)
直接法 ⇒ 5項の積和演算 (速度から直接演算)

・100Hzから20Hzサンプリングに間引いた波形での計算による効率化

功刀他 (2013)



長周期地震動モニタ
(活用例)

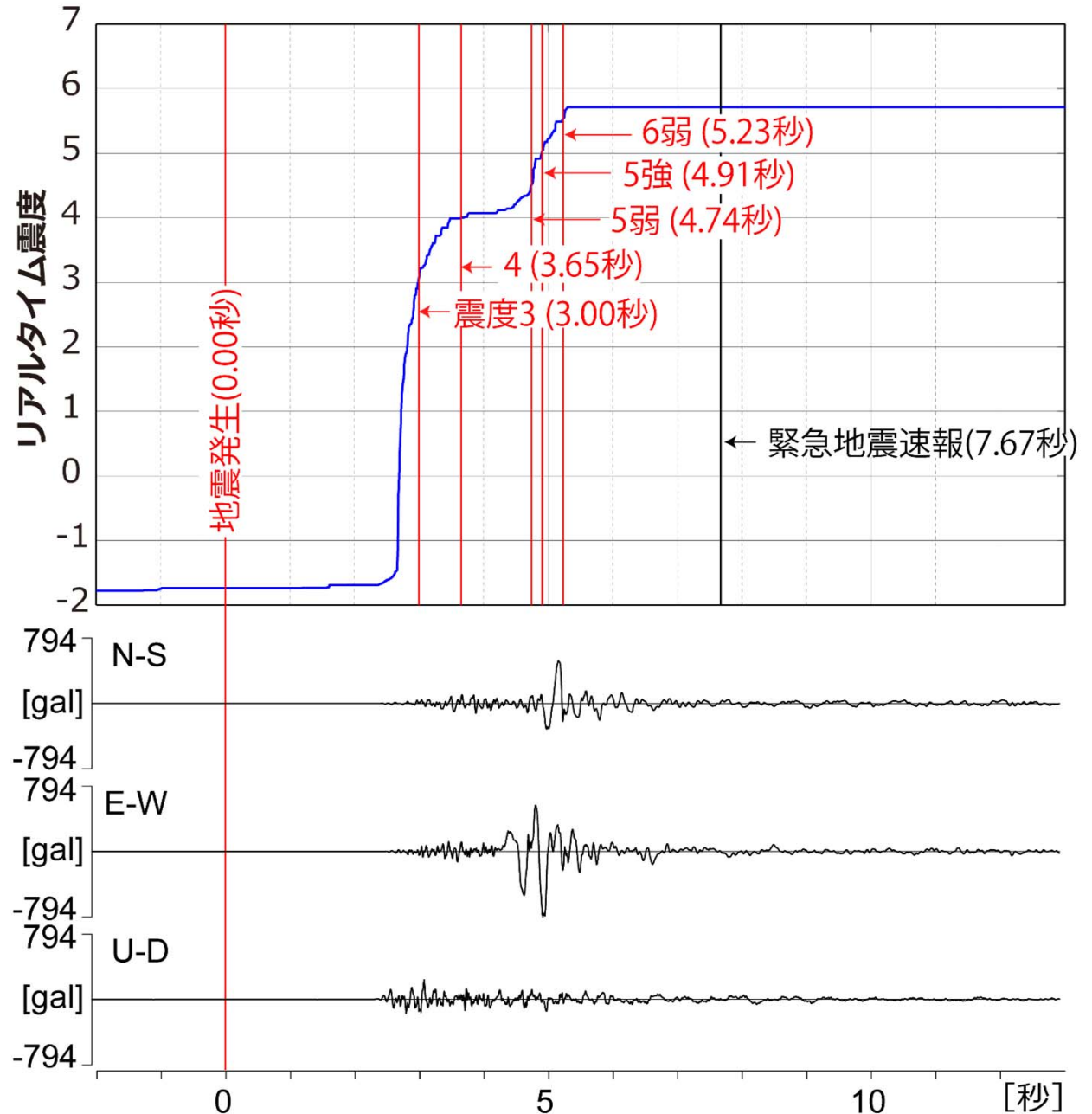


連続指標による地震動の成長の把握

2018年大阪府北部の地震
K-NET高槻の記録
(震央距離：3km, M6.1)

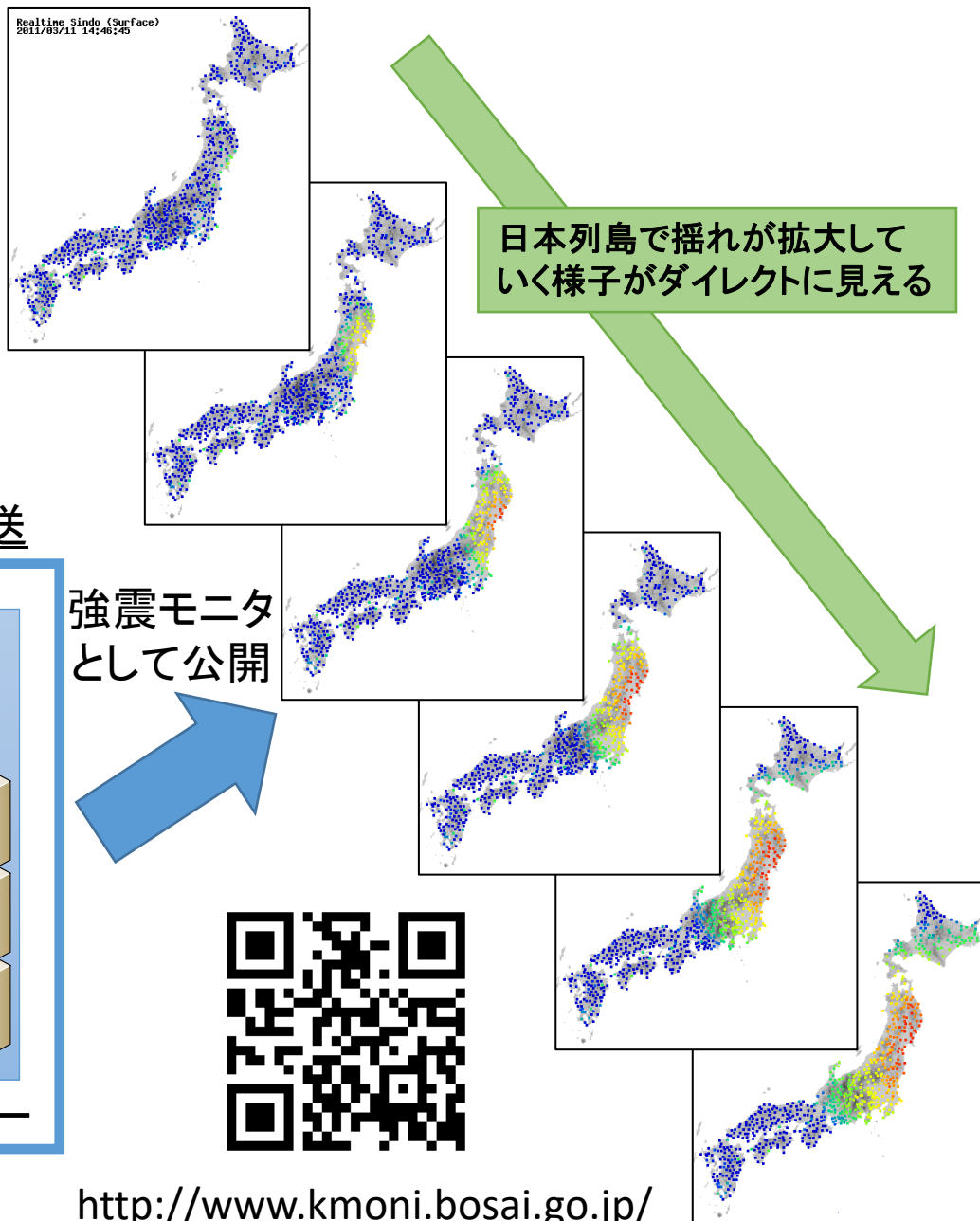
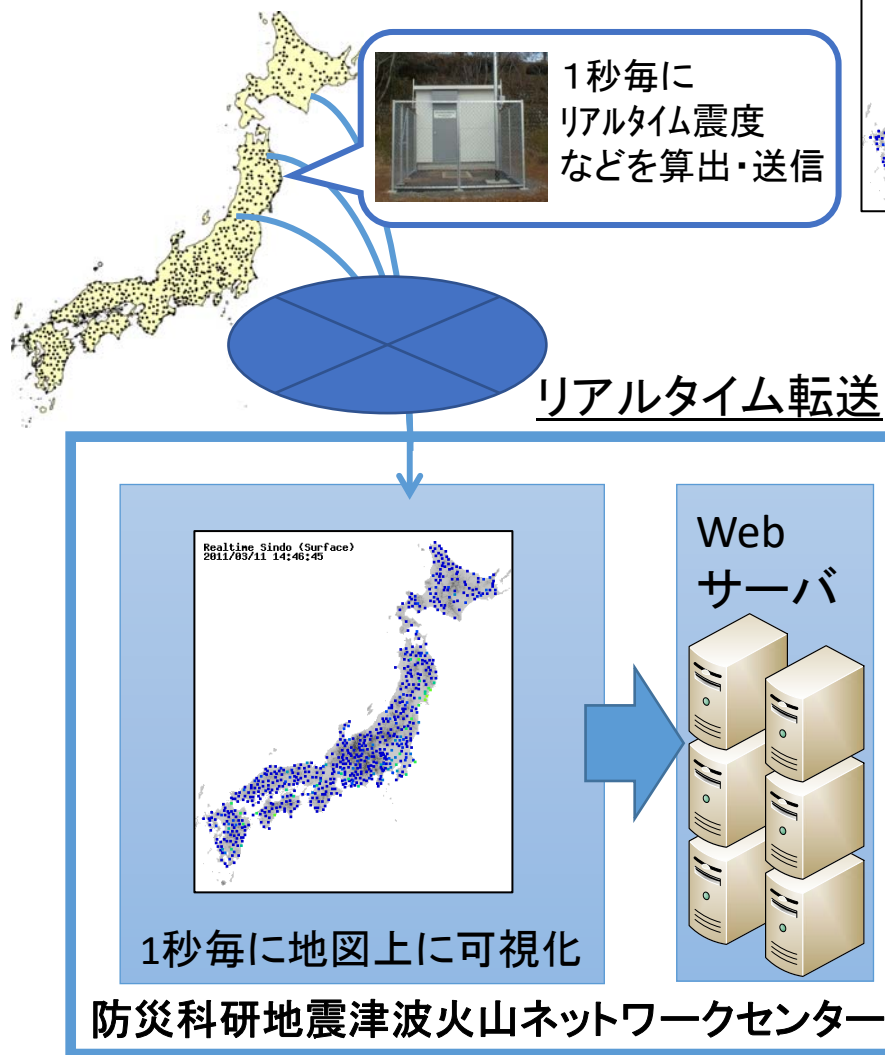
地震動が徐々に強くなる
ことがリアルタイム震度
の増加として把握可能

震度6弱になっていることが
・緊急地震速報より早く
・観測情報から確度高く把握可能 (状況による)



リアルタイム連続指標の地図上での可視化

各観測点のリアルタイム震度等を
1秒毎に地図上に可視化



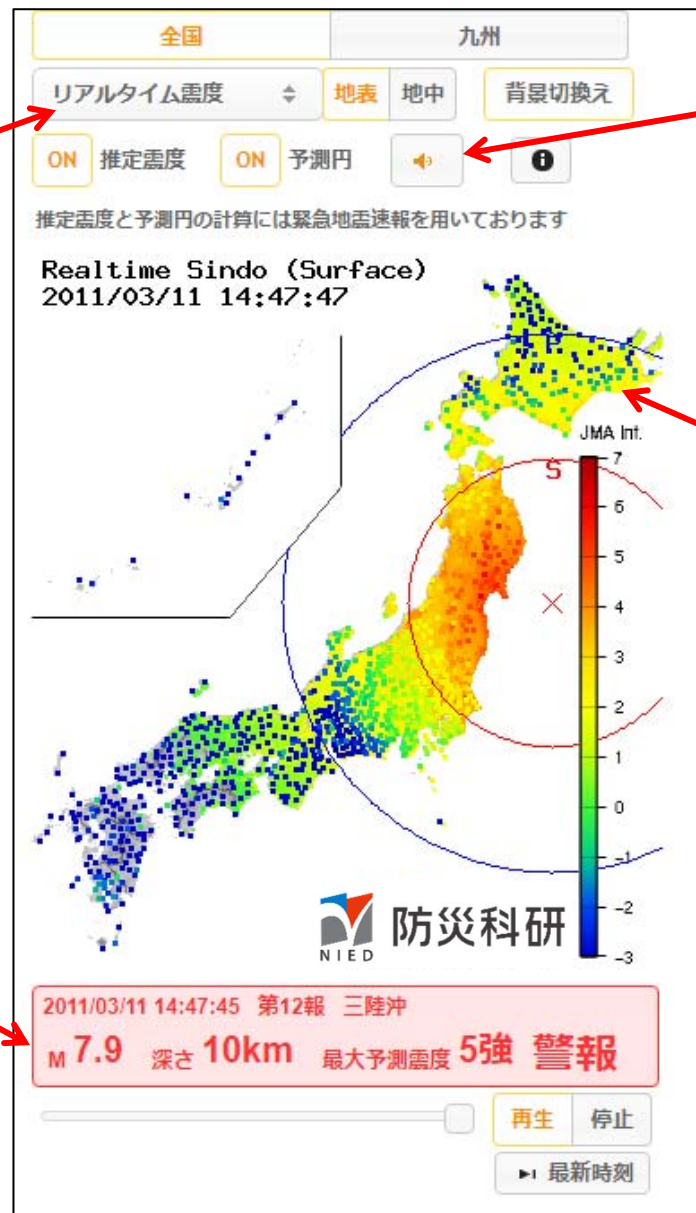
防災科研の提供するリアルタイム連続強震記録

強震モニタ

揺れの指標は10種類から選択可能

2011年東北地方太平洋沖地震の再現
(5倍速)

緊急地震速報の表示
(警報時は赤色になります)



緊急地震速報受信時に
音声でお知らせ

観測された揺れの指標を1秒
間隔で表示 (点による表示)

緊急地震速報が出されると予
想される震度を面的に表示

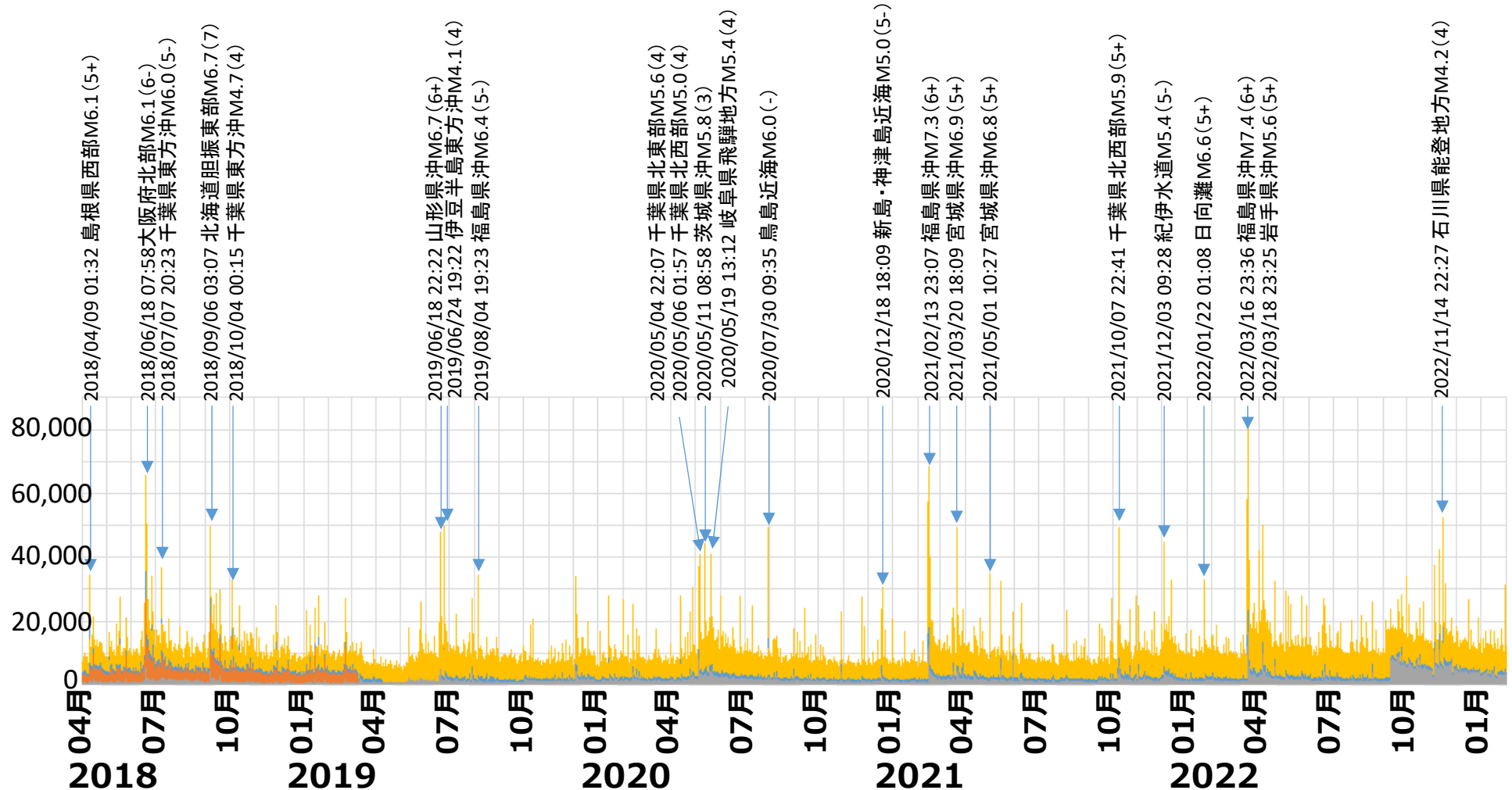
青と赤の円で緊急地震速
報にもとづくP波とS波の
到達予想円を表示

強震モニタアクセス数

防災科研から公開している強震モニタのGoogleAnalyticsで集計した日ごとのユーザ数とユーザ数30,000以上の日に発生した緊急地震速報の発表された地震

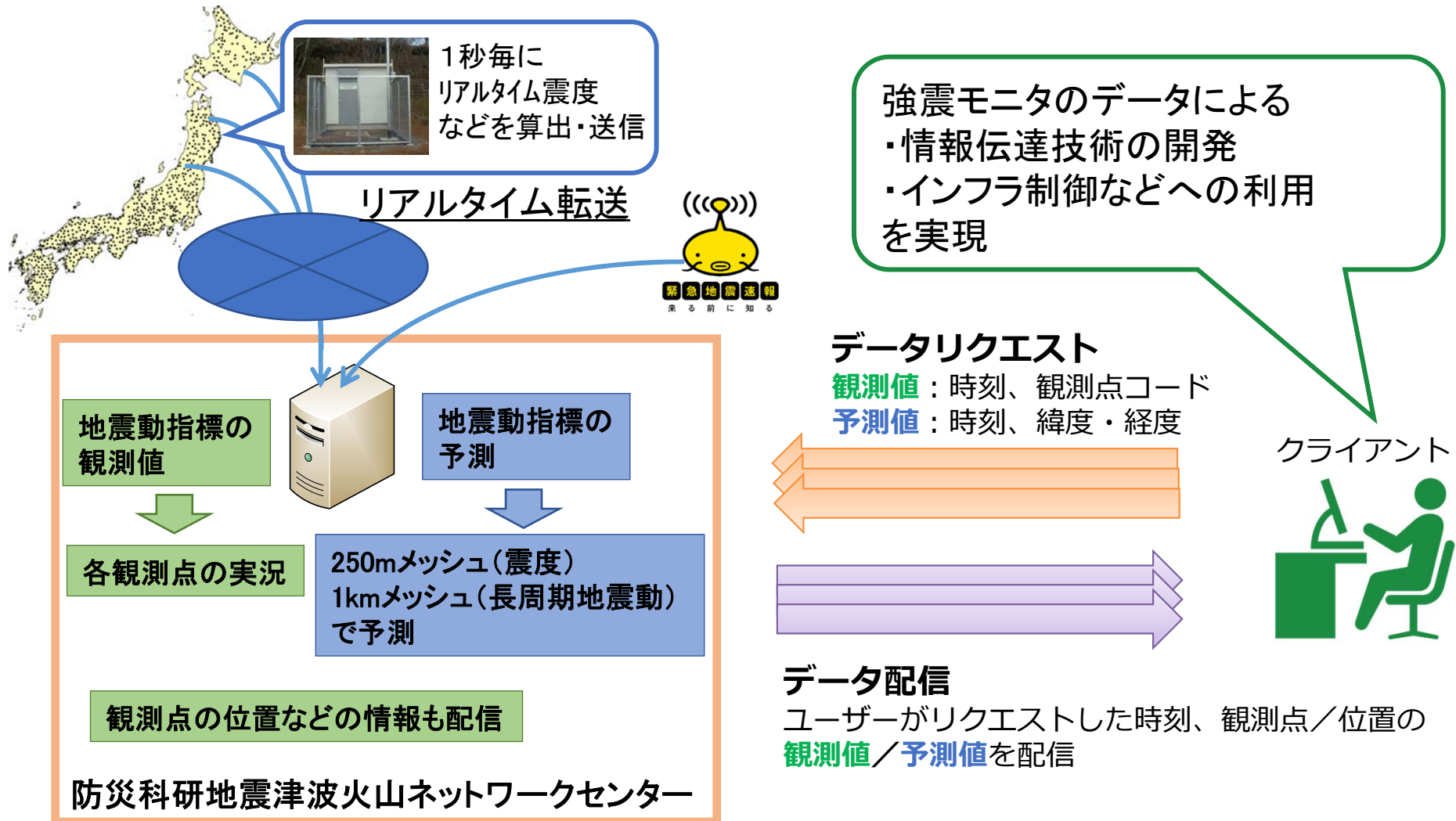
黄: 現行の強震モニタ (2019年3月7日までは新強震モニタ)

青: 防災地震Web版強震モニタ 灰: GAE版強震モニタ 橙: 2019年3月7日までの強震モニタ



Web APIによる数値データ配信

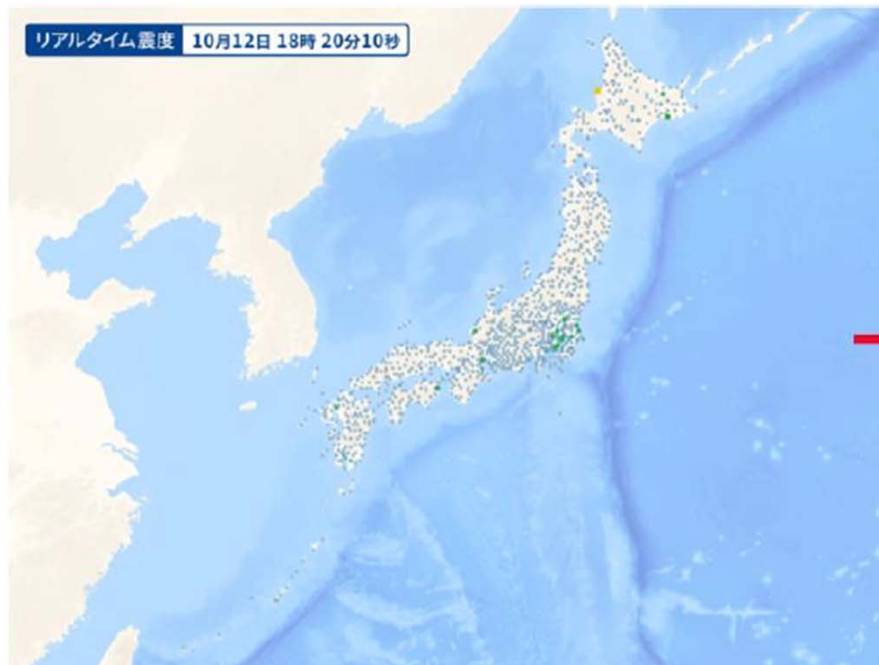
強震モニタ等で可視化している情報を、Web APIにより数値データとして配信可能にした。



リアルタイム数値データの活用

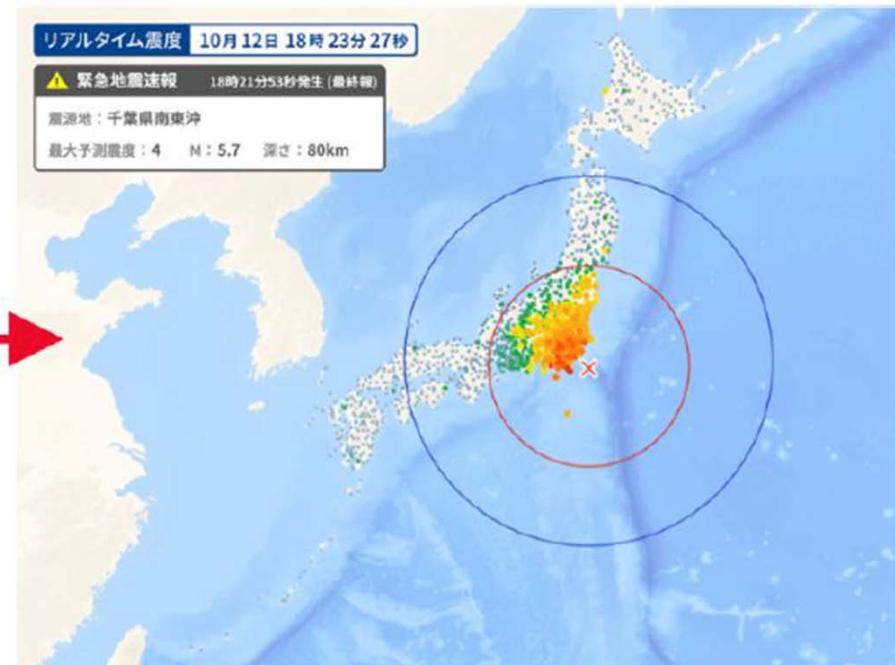
強震モニタAPIによるリアルタイム震度の観測情報をYahoo!天気・災害などから配信(ヤフー株式会社)

平常時



平常時でも生活振動(車、列車、工場、工事など)のためわずかに地面が揺れており、青や緑などの色で表示される。

地震発生時(緊急地震速報の発表後)



P波(青色)・S波(赤色)による揺れの到達予報円が震源とともに表示される。震源を中心として揺れが伝わっていく様子が色の変化で確認できる。

- ・ Yahoo!天気・災害のウェブサイトでの提供(2019年11月)
- ・ Yahoo!防災速報アプリ(iOS版)での提供(2022年9月)

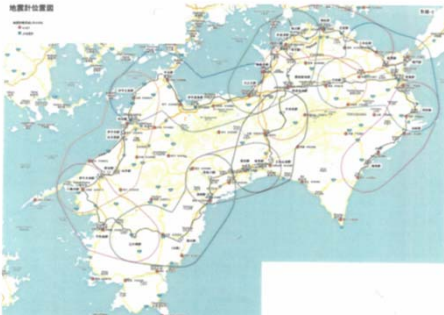
リアルタイム数値データの活用

2017年12月にJR四国と、2019年4月に鉄道総研と強震観測網（K-NET）の地震計データの配信に関する協力協定を締結

2017年10月にJR東日本、東海、西日本と海底観測網（S-net、DONET）の地震計データの配信に関する協力協定を締結

JR四国

地震時の運転規制にK-NET観測データを活用

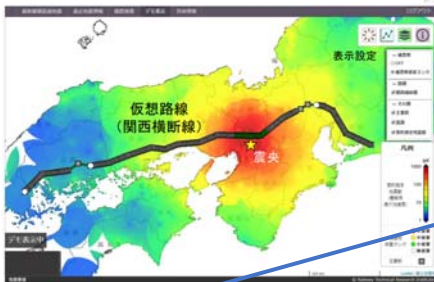


K-NET地震計データを用いて揺れの分布を補完（手入力）

2018年2月より地震発生時に強震動指標を集約して自動配信を開始

鉄道総研

2019年8月より地震時にK-NET観測データを活用して被害推定するシステム（DISER）を運用開始し鉄道会社に情報を配信



JR東日本

2017年11月にS1を新幹線（東京～福島・熊谷）の制御に活用開始、2019年1月よりS2～S5も活用を開始して対象範囲を東北全体に拡大



写真提供：JR東日本

震源域直上の観測データの活用により、これまでより最大10～30秒早く地震を検知し、列車の緊急停止が可能に

緊急地震速報（気象庁）

送電停止・緊急のブレーキ

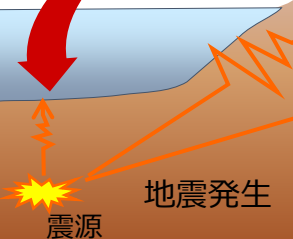
海岸・内陸部
地震計

沿線
地震計

検知情報を送信

地震波

変電所



これまでは陸上の“前線”で地震を検知して緊急停止していた

JR西日本

2019年4月から山陽新幹線の制御に活用開始

JR東海

2019年4月から東海道新幹線及び在来線の制御に活用開始

リアルタイム数値データの活用

長周期地震動についても、Web APIによる数値データ配信システムを開発

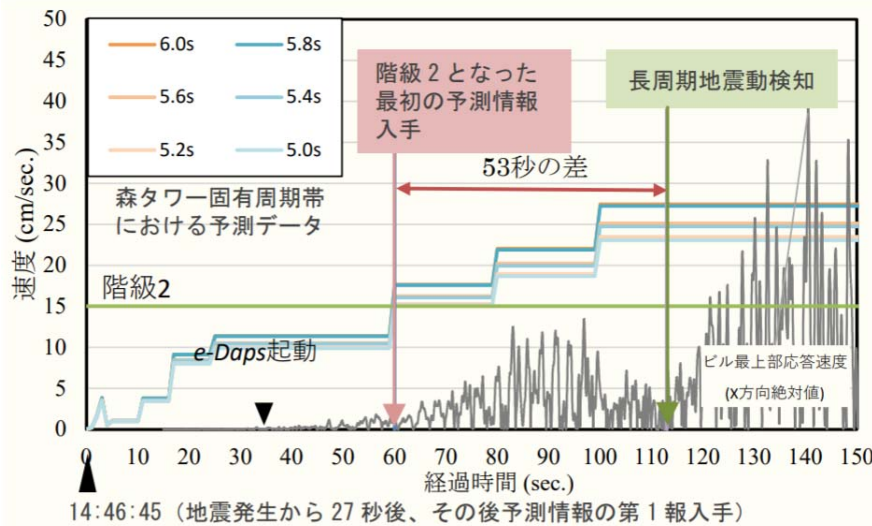


気象庁と共同で実施した長周期地震動の予測情報に関する実証実験（2017年11月～2020年9月）で活用し、利用者による有効性の検証やシステム開発等を可能にした。

清水建設技術研究所のエレベーター制御システムでの検討



六本木ヒルズ森タワーに対する予測情報の有効性検証



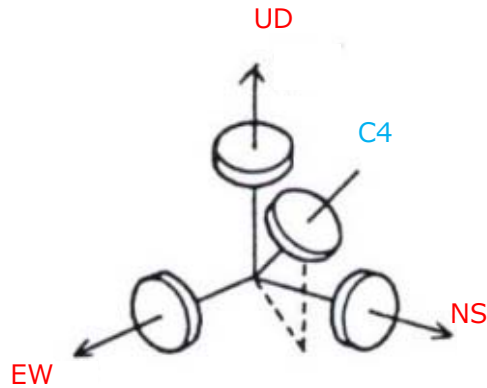
丸の内ビル防災センターにおける予測情報表示システム開発



気象庁「多様なニーズに対応する予測情報検討WG」報告書

リアルタイム観測データを活用する上での課題

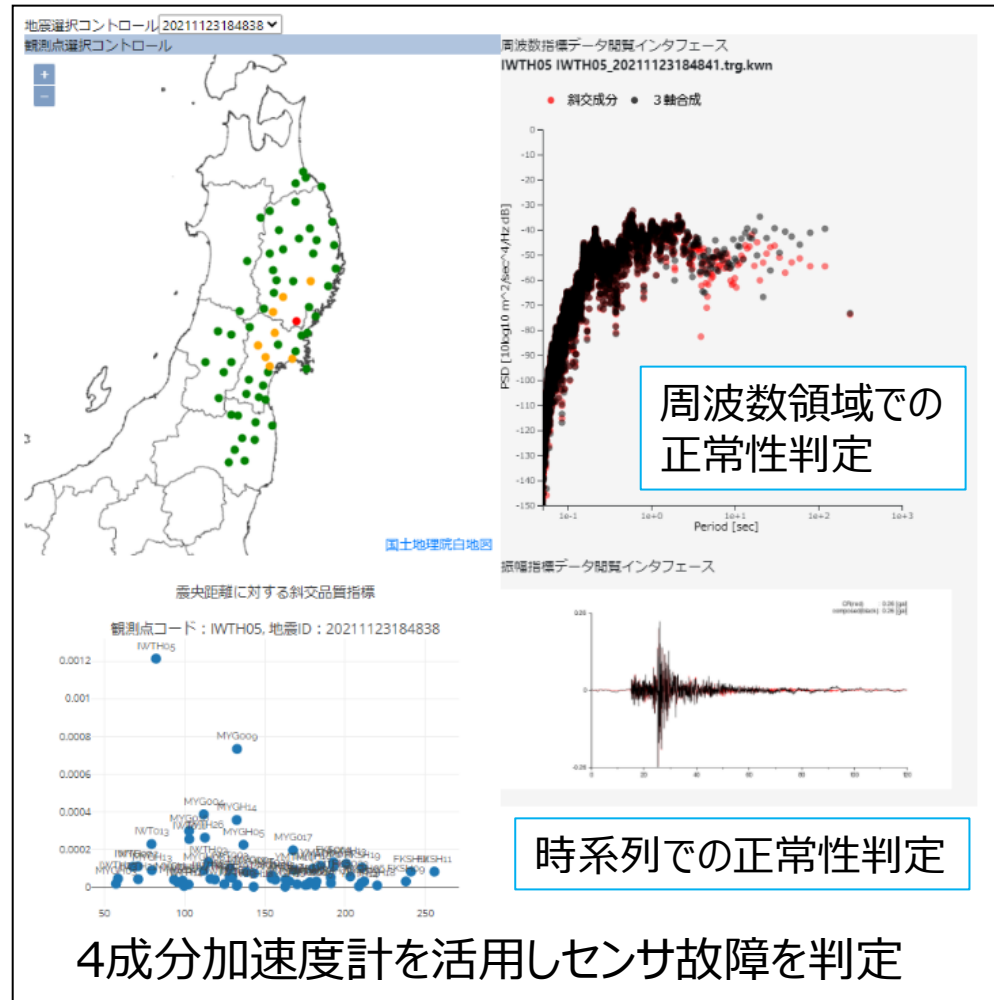
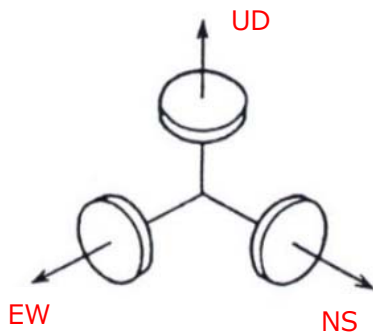
観測機器の障害等による異常データへの対応
 →多軸観測による誤り検知・誤り訂正



C4とUD, EW, NSの相互
 関係から正常性を判定する



従来の3成分の地震計から冗
 長成分をもつ4成分地震計へ



4成分加速度計を活用しセンサ故障を判定

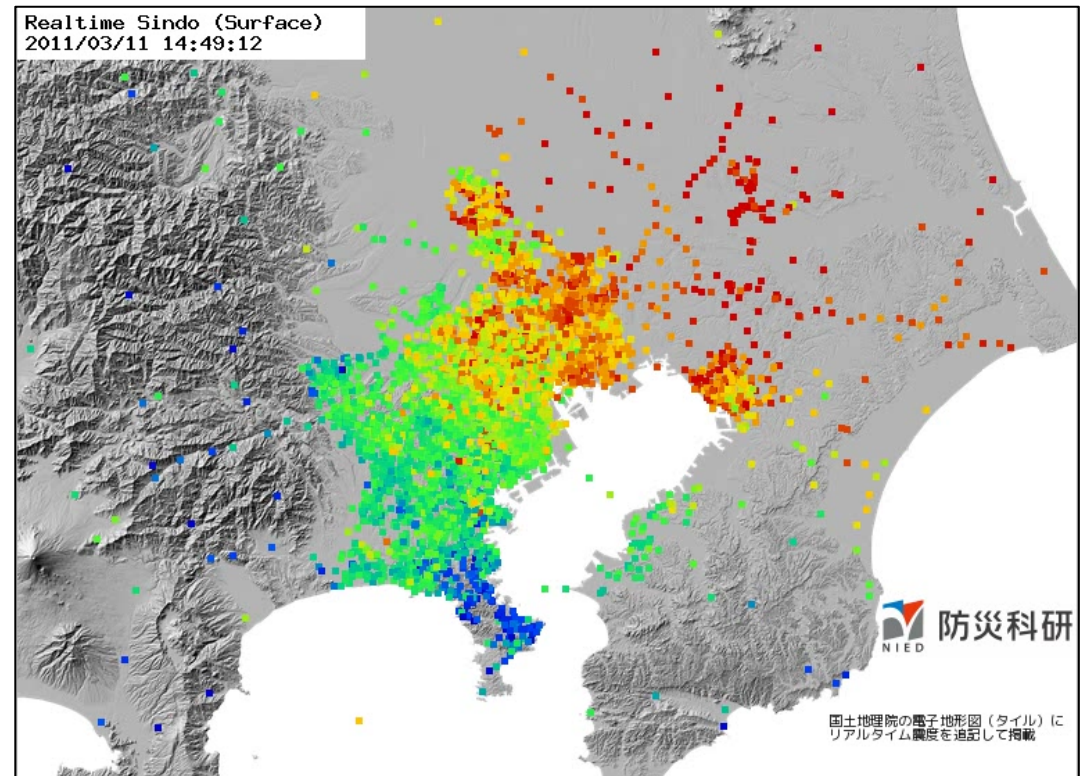
最新のK-NET、KiK-net強震計では4軸観測で誤り検知を行う。さらに、5軸観測では誤り訂正が可能になる（防災科研による特許）。

まとめ

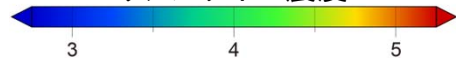
- 防災科研の運用するMOWLASの観測データから、**各観測点で地震動指標を連続で演算**することで、リアルタイムの観測情報と即時予測情報を配信するシステムを開発。
- 地図上に可視化した**強震モニタ**や数値データを配信する**Web API**により、リアルタイム観測情報の利用が拡大。
- **強震動指標を連続化・現地演算化**することは**迅速性・確実性・システム負荷軽減**など大きなメリットがある。強震動指標の開発や選定に当たっては、この点を考慮することが重要。

リアルタイム連続強震記録の今後の展望(高度化や利用拡大に向けて)

- リアルタイム性**の向上
(1秒ごと→0.1秒ごと)
- 高密度化**
(自治体震度計等の活用)
- 信頼性**の向上
(機器障害等の異常の自動検出等)
- 配信の継続**



リアルタイム震度



K-NET、KiK-net、MeSO-net、東京ガスネットワーク(株)のSUPREMEによるリアルタイム震度の可視化(2011年東北地方太平洋沖地震)

生きる、を支える科学技術

SCIENCE FOR RESILIENCE



防災科研