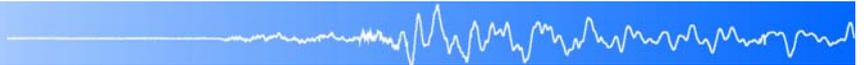


# 気象庁における 地震動や津波の即時予測

気象庁

2013年12月2日



## 気象庁における地震動や津波の即時予測

### 1 地震動

#### 1-1 緊急地震速報

東北地方太平洋沖地震で明らかとなった課題

- ①主として震源断層の広がりの過小評価(Mの飽和)による首都圏等の震度の過小予測
- ②同時多発する余震を適切に分離できないことによる誤報

原因特定型予測の高度化  
(パーティクルフィルタ法)

時間発展型予測の開発

ハイブリッド

#### 1-2 長周期地震動観測情報・予報

従来の「震度」では評価できない高層建造物の揺れの速報・予報へのニーズの高まり

- 長周期地震動階級の導入、平成24年度末から観測情報(pull型)を試行提供開始
- 平成25年度から予測手法の技術的検討開始

### 2 津波

1)沖合の津波観測データを用いた津波予測技術の高度化

- tFISH(原因特定型)の開発
- 時間発展型手法も開発予定

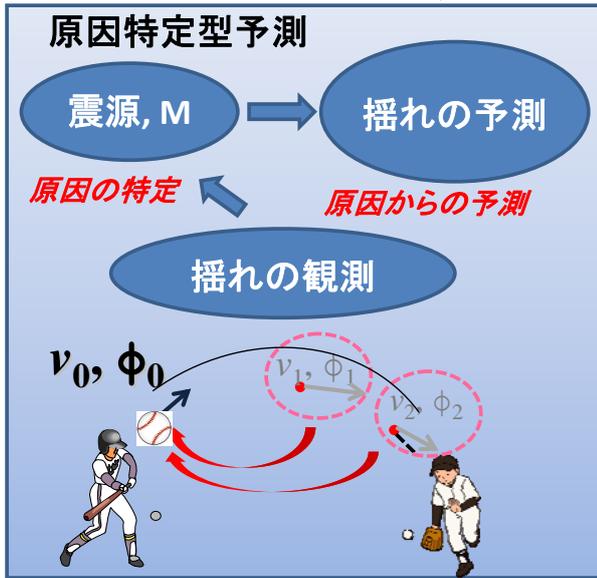
2)地震断層面の形状・広がりの推定の迅速化・高精度化

- 国土地理院によるGNSS連続観測システムを利用した技術開発との連携 等



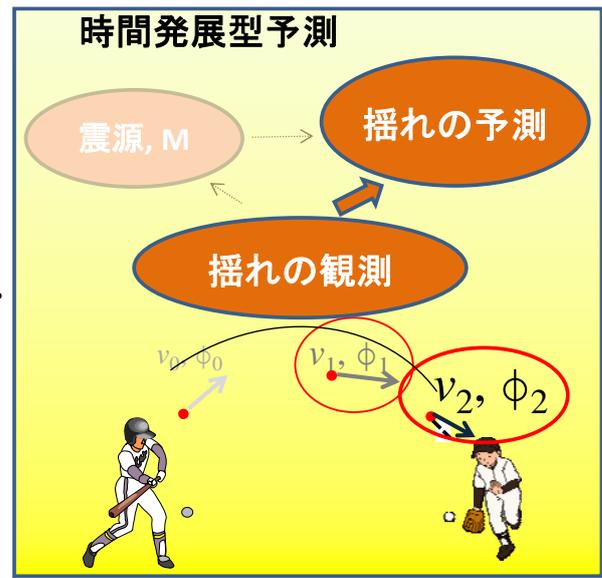
# 時間発展型予測の高度化(その1)

未来を予測するには、...



従来の緊急地震速報

V.S.

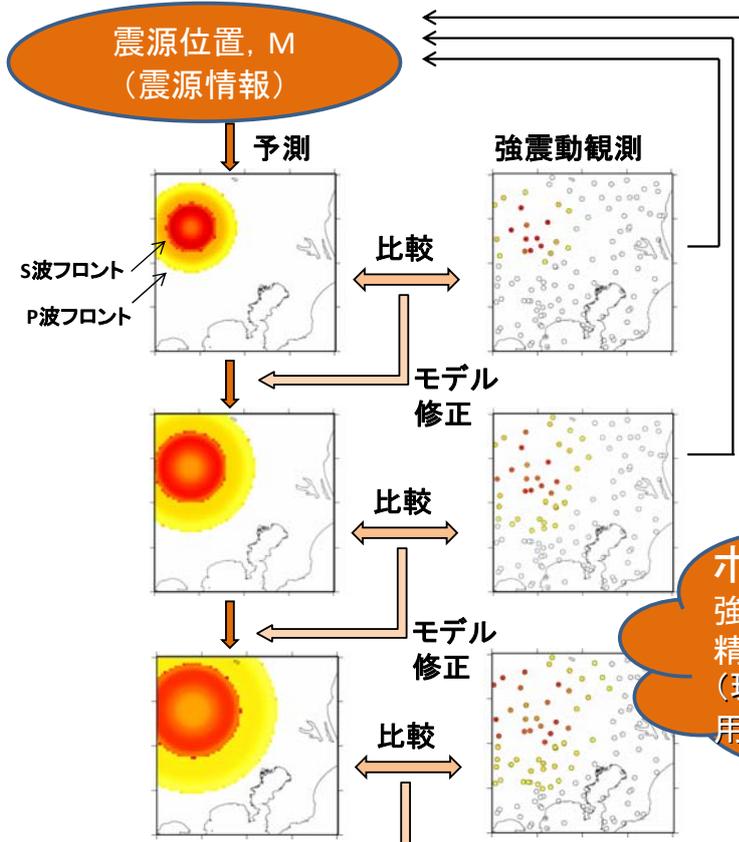


新たな緊急地震速報のアプローチ

未来の波動場を、現在観測されている波動場から予測。

3

# 時間発展型予測の高度化(その2)



地震動即時予測は、原因特定型予測よりも時間発展型予測の方が精度を高くできる

実際の強震動の状況を見て、修正(フィードバック)を施すことが可能

震源情報だけからの予測よりも、精度がはるかに高い

ポイント

強震観測点網の高密度化が精度向上に重要。  
(現在、気象庁約200点を活用)

4

# 原因特定型予測の高度化

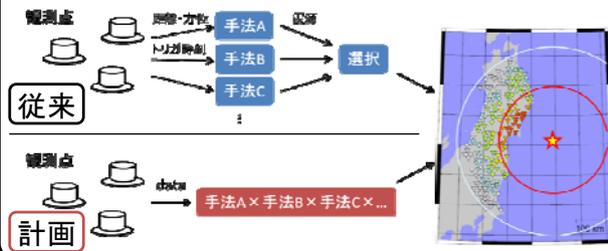
## <東北地方太平洋沖地震で明らかになった課題>

広域で余震が多発した際、複数の地震による揺れを一つの地震によるものと誤認し、予測震度が過大な緊急地震速報を発表。

→ 緊急地震速報の精度向上のためには、**同時多発地震の適切な識別**が急務。

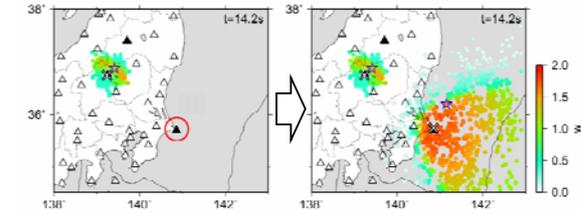
### 改善計画①

従来独立に行っていた複数のデータ・手法(走時残差や振幅等)を統合。



### 改善計画②

パーティクルフィルタを用いることで、複数地震の識別を高度化。(他分野技術の融合)



### アウトカム

従来の緊急地震速報の速報性を保ちつつ、同時多発地震やノイズの識別が可能に。

→ 過大な緊急地震速報の発表が抑制。

→ **緊急地震速報の信頼性向上**が期待される。

# 原因特定型予測と時間発展型予測のハイブリッド(案)イメージ

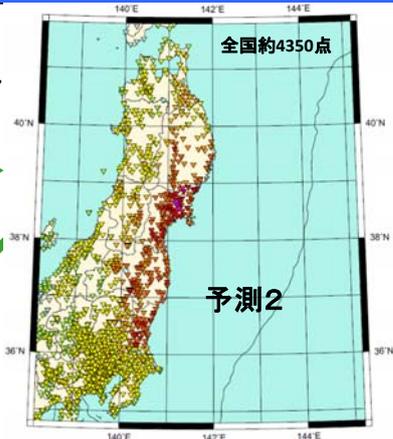
観測された実時間で得られた震度と決定された震央



現在の観測点密度を踏まえ、まずは観測された実時間で得られた震度を利用

近接30kmの最大震度を選択(大きな震度をもたらした波動場が四方八方に伝播すると仮定)

**両者の最大値を予測値として利用**

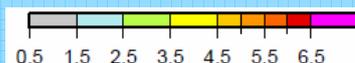
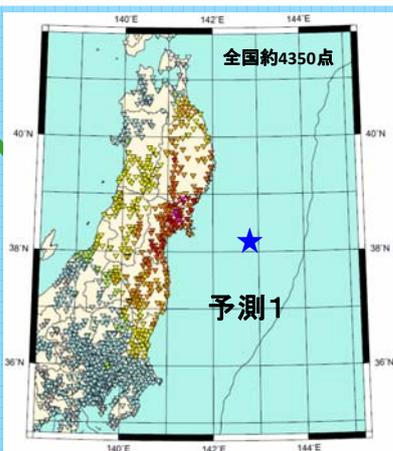


震源最近接 観測点の最大震幅をチェック

従来手法

信頼できない震源要素は用いない

震源要素が信頼できる場合のみ震度予測を行う



# 長周期地震動階級「長周期地震動に関する観測情報(試行)」の提供

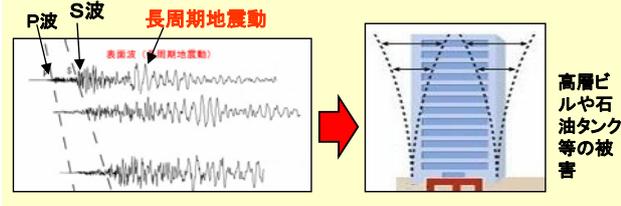
高層ビル等における防災対応等の支援に資するため、新たに「長周期地震動階級」を導入し、長周期地震動に関する観測情報(試行)を提供

## ●これまでの取り組み

- ・長周期地震動に関する情報のあり方検討会(平成23年度)、情報検討会(平成24年度～)の開催
- ・長周期地震動階級を導入し、平成25年3月より長周期地震動に関する観測情報(試行)の発表開始

## ●今後の取り組み

- ・長周期地震動に関する情報検討会の開催
- ・長周期地震動の予測技術、予報内容等の検討
- ・大都市圏における長周期地震動観測体制の強化



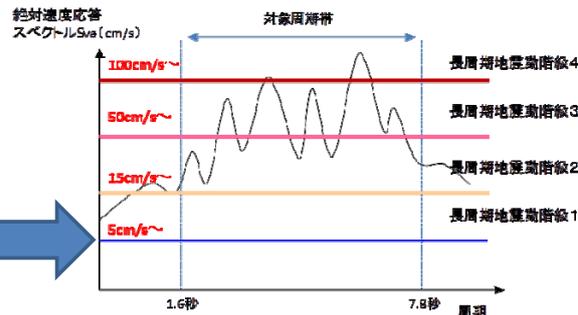
## <求めかた>

地上に設置している地震計の観測データから求めた絶対速度応答スペクトル $S_{va}$ (減衰定数5%)の周期1.6秒から周期7.8秒までの間における最大値の階級をその地点の「長周期地震動階級」として発表

## <長周期地震動階級>

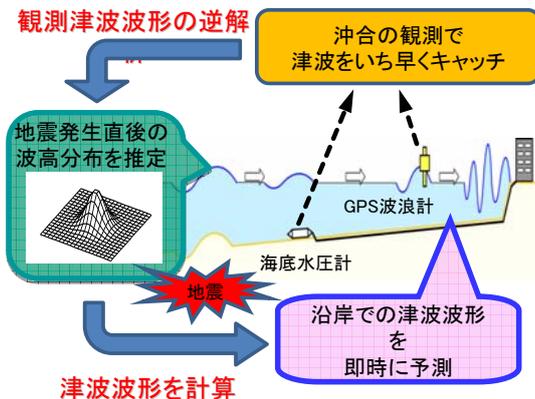
高層ビル内における地震時の人の体感・行動、室内の状況等を4階級に区分

長周期地震動階級	人の体感・行動	室内の状況	備考
長周期地震動階級1	室内にいたほとんどの人が揺れを感じる。驚く人もいる。	ブラインドなど吊り下げものが大きく揺れる。	—
長周期地震動階級2	室内で大きな揺れを感じ、物に揺まらだいと感ずる。物につかまらないうまくことが多いなど、行動に支障を感じる。	キャスター付き什器がわずかに動く。棚にある食器類、書類の本が落ちることがある。	—
長周期地震動階級3	立っていることが困難になる。	キャスター付き什器が大きく動く。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。	間仕切壁などにひび割れ・亀裂が入ることがある。
長周期地震動階級4	立っていることができません。はわないと動くことができない。揺れにほんろうさせられる。	キャスター付き什器が大きく動き、転倒するものがある。固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。	間仕切壁などにひび割れ・亀裂が多くなる。



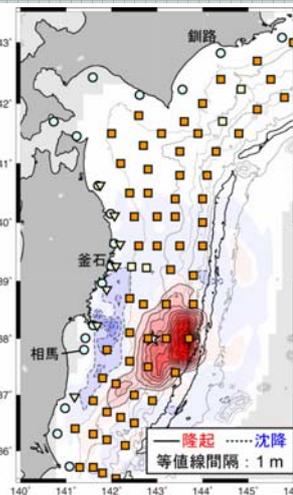
# 沖合の津波観測データを用いた津波予測手法の高度化(その1)

## 逆解析に基づく津波予測手法の概念図



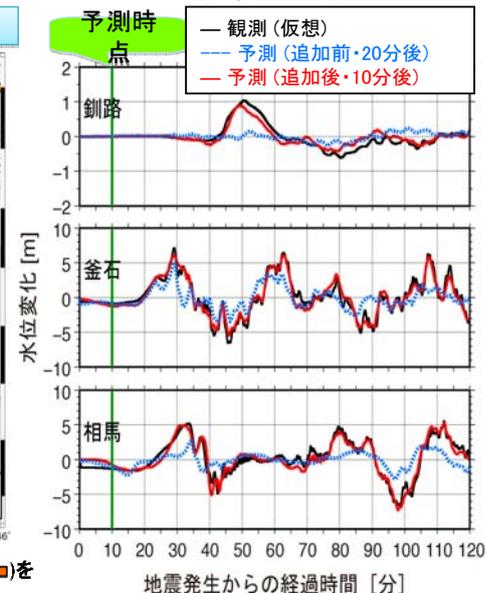
## 稠密海底観測網を想定した初期波高分布の推定結果

地震発生から10分後時点の推定



既存観測点(○△)に仮想観測点(□)を追加した場合の推定結果  
仮想地震: Fujii et al. (2011)

## 観測点追加前後の沿岸波高の予測結果の比較

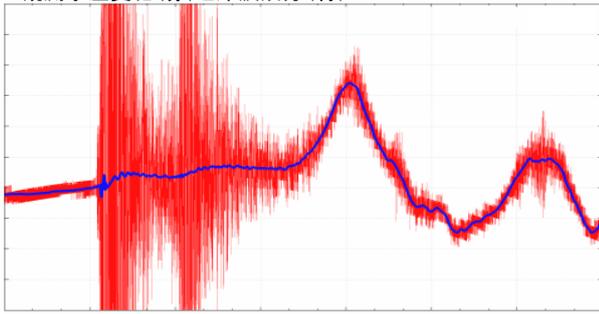


東北地方太平洋沖地震に対する仮想実験では、**広範囲の稠密海底観測網の津波データを用いることで、より早く精度高い津波予測が可能に**

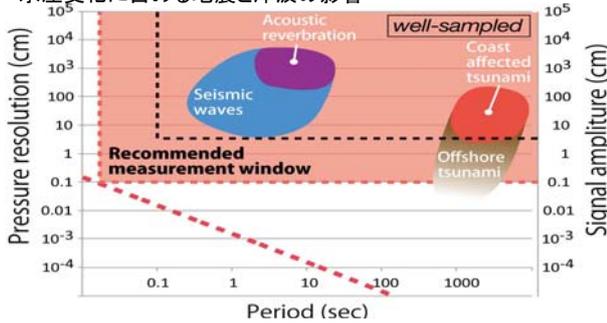
# 沖合の津波観測データを用いた津波予測手法の高度化(その2)

地震動等に伴う水圧変化の特性を明らかにし、リアルタイムに津波成分を抽出

観測水圧変化(赤)と津波成分(青)

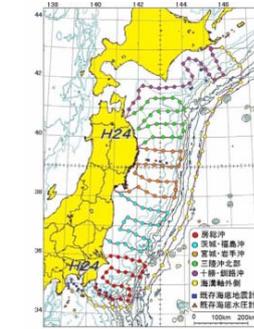


水圧変化に占める地震と津波の影響

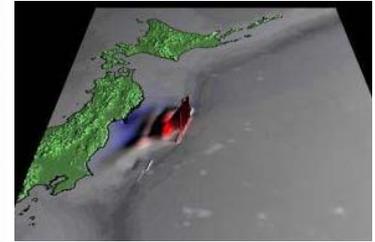


稠密な津波観測データからデータ同化により現況を面的に把握する手法を開発

気象庁 津波観測システム(津波観測システム)の構築



津波の実況監視(イメージ)



想定される成果

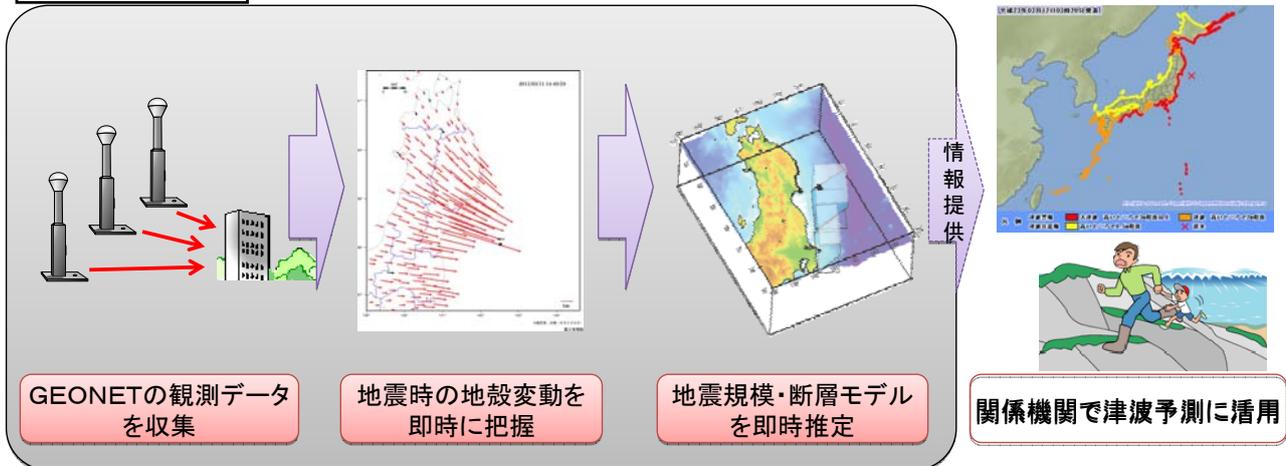
- 津波の実況把握の高精度化
- 津波警報の迅速な更新への寄与
- 津波予測の高精度化

## GEONETを用いた津波予測支援のためのシステム



国土地理院では、津波予測を支援するため、GEONET(GNSS連続観測システム)で常時得られる地殻変動情報から大規模地震の規模、位置、形状(断層モデル)を即時に推定するシステムを開発中

### システムの概要



- 精度の高い(1cm程度)地殻変動を数時間かけて求めていた精度追求型の発想を転換し、精度は劣る(10cm程度)ものの概略の地殻変動を即時に推定。
- 地殻変動の即時推定、地殻変動の自動検知部分については、東北大学の研究成果(RAPiDアルゴリズム)\*を使用。  
\*Ohta et al.(2012)JGR
- 断層モデルから地殻変動を求める理論式を逆に用いることで、概略の地殻変動から断層モデルを推定。

津波の即時予測技術の高度化に貢献