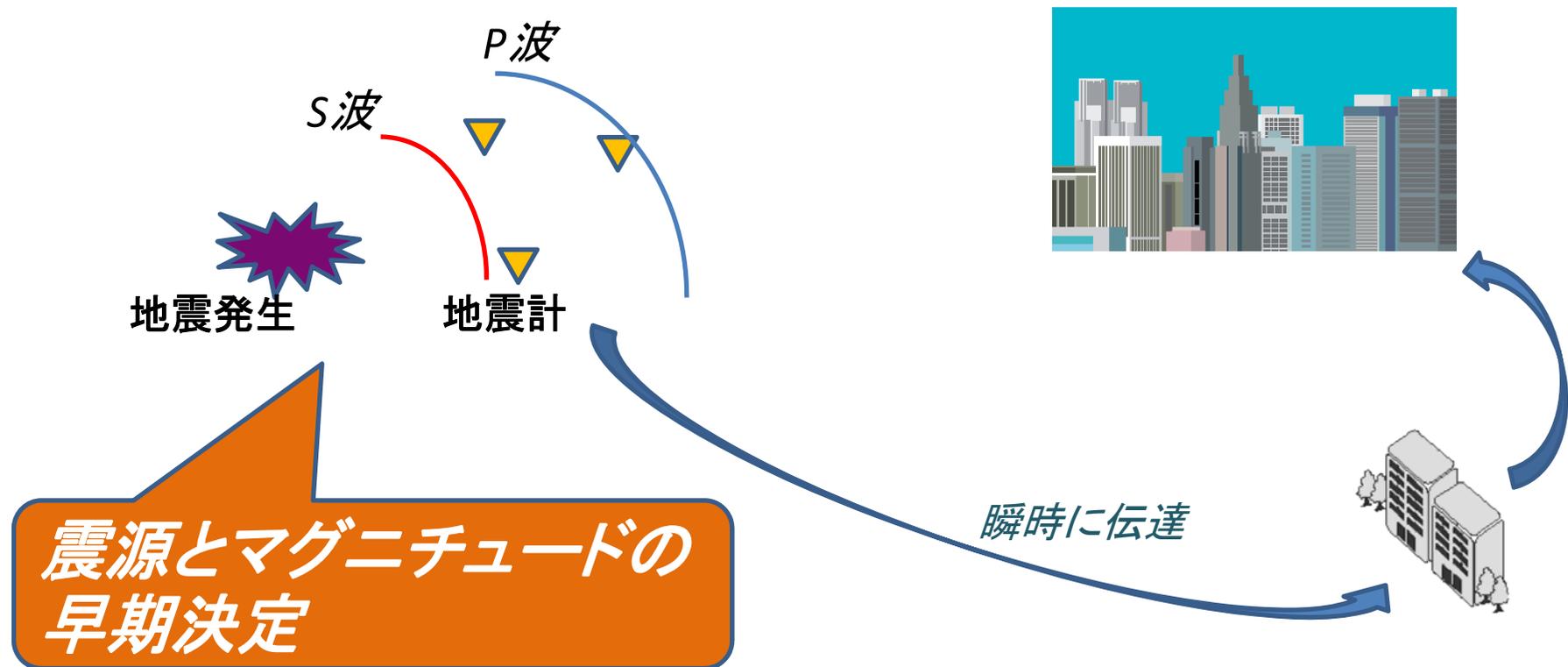


地震の揺れの直前予測：緊急地震速報の現状と今後の展望

気象研究所 ^{ほしば} 干場 充之（日本地震学会）

2015/05/28 地球惑星連合大会
セッション「連合は環境・災害にどう向き合っていくか？」

緊急地震速報とは、...



地震の揺れを即時に予測する ⇒ 「地震動即時予測」

「緊急地震速報」
気象庁から出す情報名

地震動即時予測の研究／応用

国内

- ・ 振動を検知して自動シャットダウン(1970年代～)
- ・ ガス供給を自動的にストップ(1980年代～)
- ・ 鉄道分野などにおける応用(たとえば, UrEDAS; 1990年代初め～)
- ・ 緊急地震速報の本格的な運用(2007年10月～)

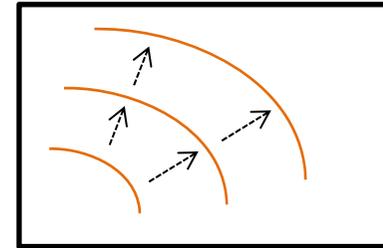
海外

- ・ 欧州のREAKT (地震減災研究プロジェクト; 2011～2014)
- ・ カリフォルニアでの運用開始予定
- ・ メキシコ(1990年代初め～)
- ・ 台湾
- ・ 中国
- ・ 韓国
- ・ ...

地震動即時予測における方法

1. 波動伝播を先回りする

多くのネットワーク手法で用いている



2. P波とS波の時間差, 振幅比を利用する

多くのオンサイト手法で利用

ネットワーク手法でも利用

$$\frac{S \text{ wave}}{P \text{ wave}} \approx 5$$

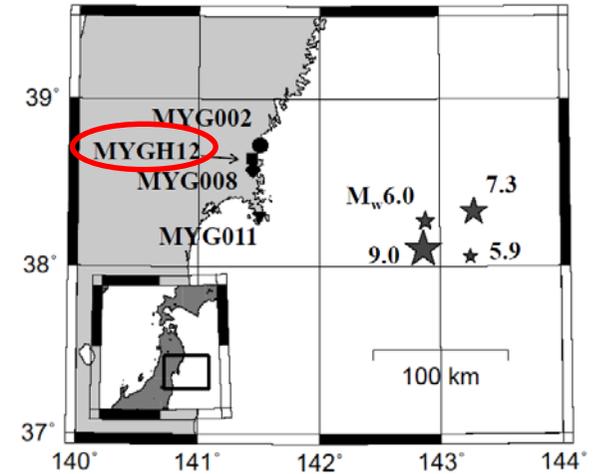
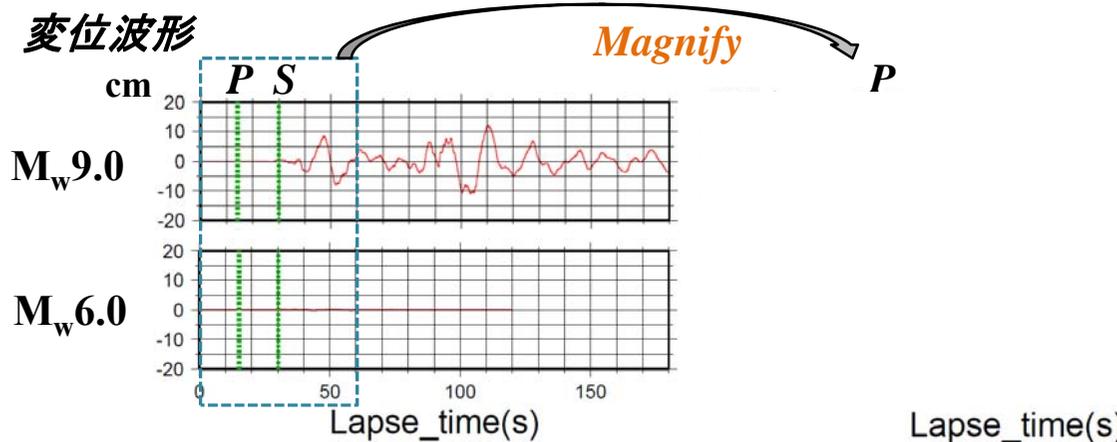
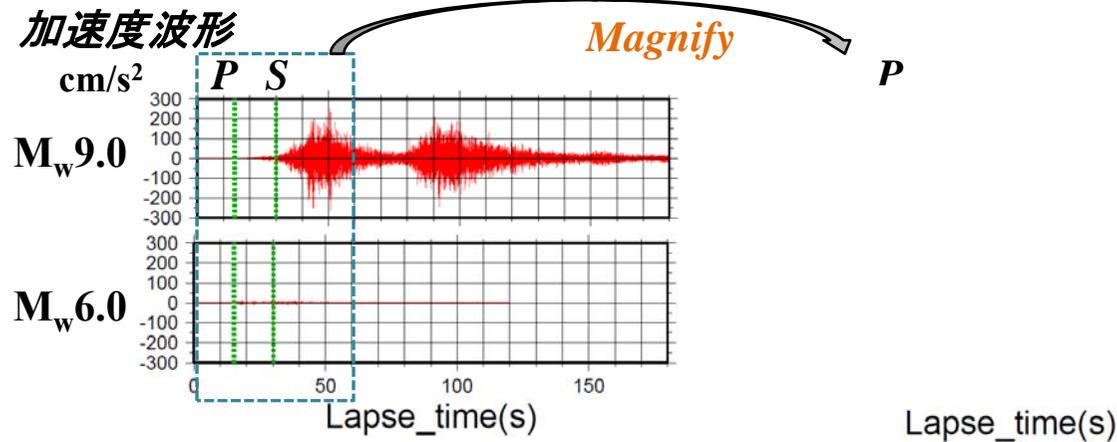
3. 断層の破壊を予測する

→ **最初の数秒**から最終的なMを予測

⇒ 疑問を呈する研究者も多い

始めの**3秒**でMがわかる
(M~8でも)

東北地震(M9.0)の最初の数秒間



“最初の数秒間の振幅は小さい”

- ・2005年福岡県西方沖の地震(M7.0)
- ・1994年三陸はるか沖地震(M7.6)

...

地震動即時予測における地震動予測の方法

1. 波動伝播を先回りする

多くのネットワーク手法で用いている



2. P波とS波の時間差, 振幅比を利用する

多くのオンサイト手法で利用

ネットワーク手法でも利用



3. 断層の破壊を予測する

→ 最初の数秒から最終的な M は予測できるか？

⇒ 疑問を呈する研究者も多い



緊急地震速報のまとめ; 2007年10月 – 2011年2月 (41ヶ月)

“警報”を公表 (17 イベント)

震源時 (JST)	Mj	予測震度 (JMA scale)	観測震度 (JMA scale)	予報* (sec)	警報* (sec)	Note
2008/4/28 2:32	5.2	5 L	4	4.6	10.6	
2008/5/8 1:45	7.0	5 L	5 L	9.3	58.3	
2008/6/14 8:43	7.2	6 U	6 U	3.5	4.5	岩手宮城内陸地震
2008/6/14 9:20	5.7	5 L	5 L	3.6	8.4	余震
2008/6/14 12:27	5.2	5 L	4	3.8	51.4	余震
2008/7/8 16:42	6.1	5 L	5 L	4.8	13.9	
2008/7/24 0:26	6.8	5 L	6 L	4.1	20.8	
2008/9/11 9:20	7.1	5 U	5 L	7.8	9.7	
2008/11/22 0:44	5.2	5 L	4	3.6	10.7	
2009/8/11 5:07	6.5	5 U	6 L	3.8	3.8	
2009/8/25 6:37	4.1	5 L	0	15.3	21	誤報
2009/10/30 16:03	6.8	5 L	4	4.2	26.8	
2010/2/27 5:31	7.2	6 L	5 L	3.2	4.1	
2010/3/14 17:08	6.7	5 L	5 L	3.2	3.6	
2010/9/29 16:59	5.7	5 L	4	3.3	7.4	
2010/10/3 9:26	4.7	5 L	5 L	5.8	5.8	
2010/12/2 06:44	4.6	5 L	3	3.3	8.5	

警報 (一般向け)
 予報 (高度利用者向け)

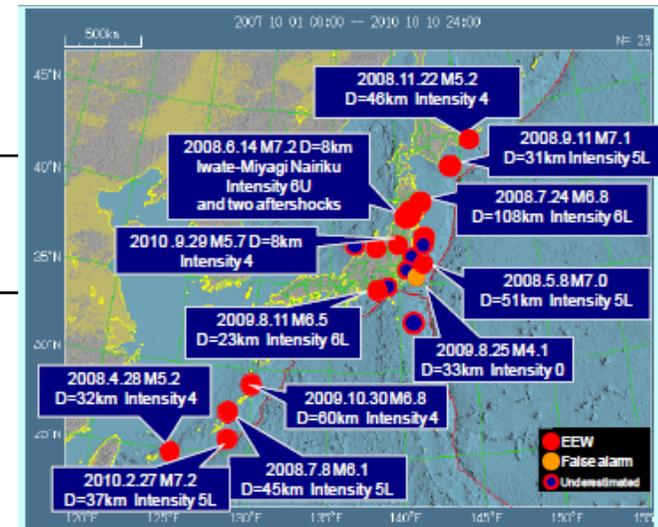


1日前に改修したソフトにバグ

*最初のP波検知から。

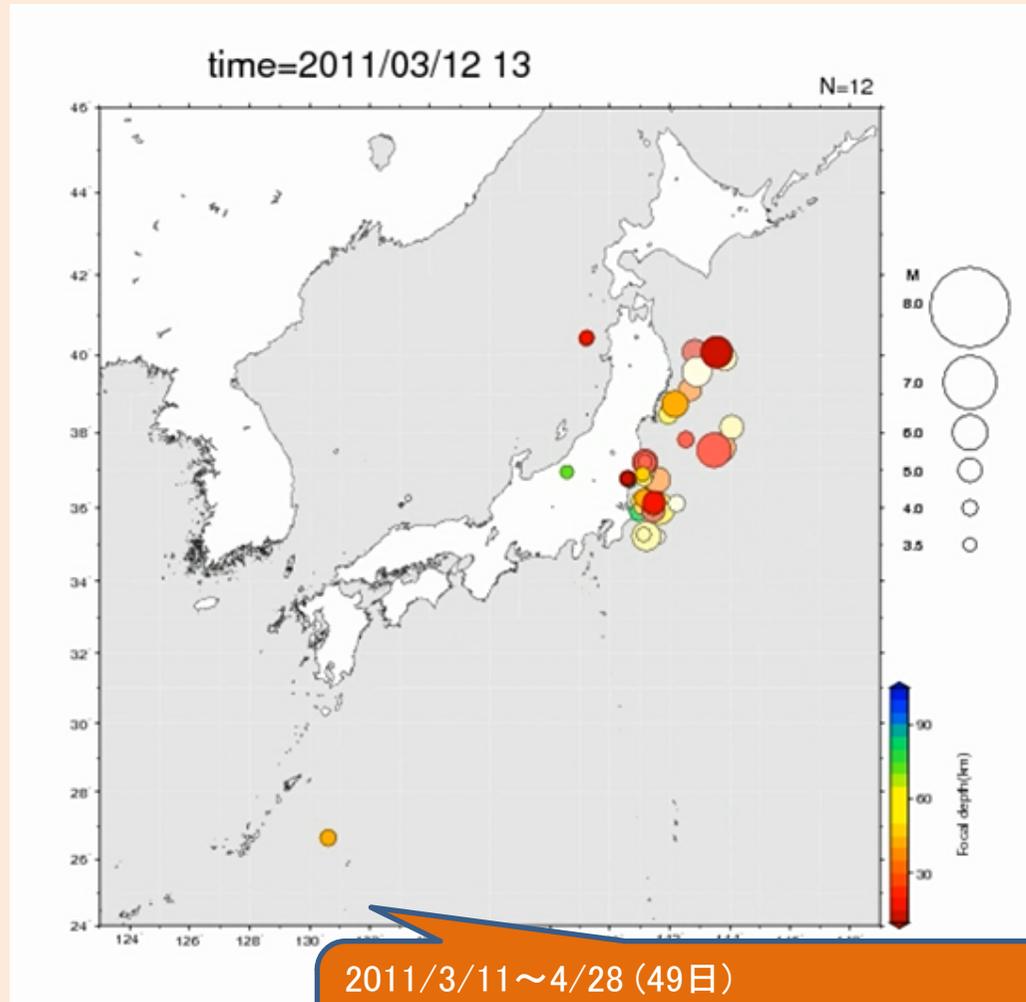
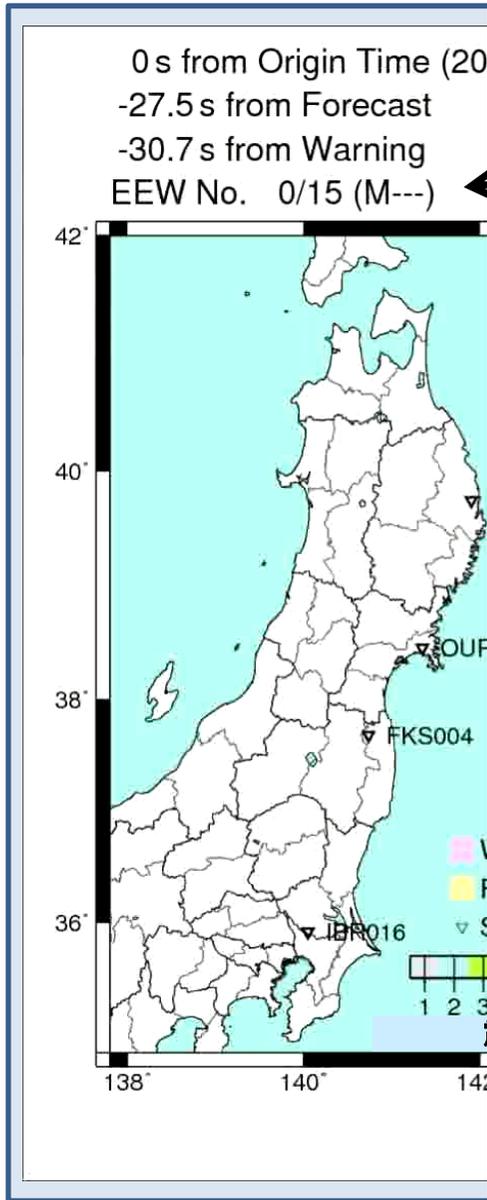
震度5弱以上を観測したが警報を出さなかったもの (7 イベント)

2008/1/26 4:33	4.8	4	5 L	5.4	-
2008/7/5 16:49	5.2	4	5 L	4.2	-
2009/8/13 7:48	6.6	4	5 L	20.1	-
2009/12/17 23:45	5.0	4	5 L	4.5	-
2009/12/18 8:45	5.1	4	5 L	4.4	-
2010/6/13 12:32	6.2	4	5 L	5.2	-
2010/7/23 6:06	4.9	4	5 L	3.3	-



2011年3月11日 東北地方太平洋沖地震(M9.0):
緊急地震速報は上手くいったか？

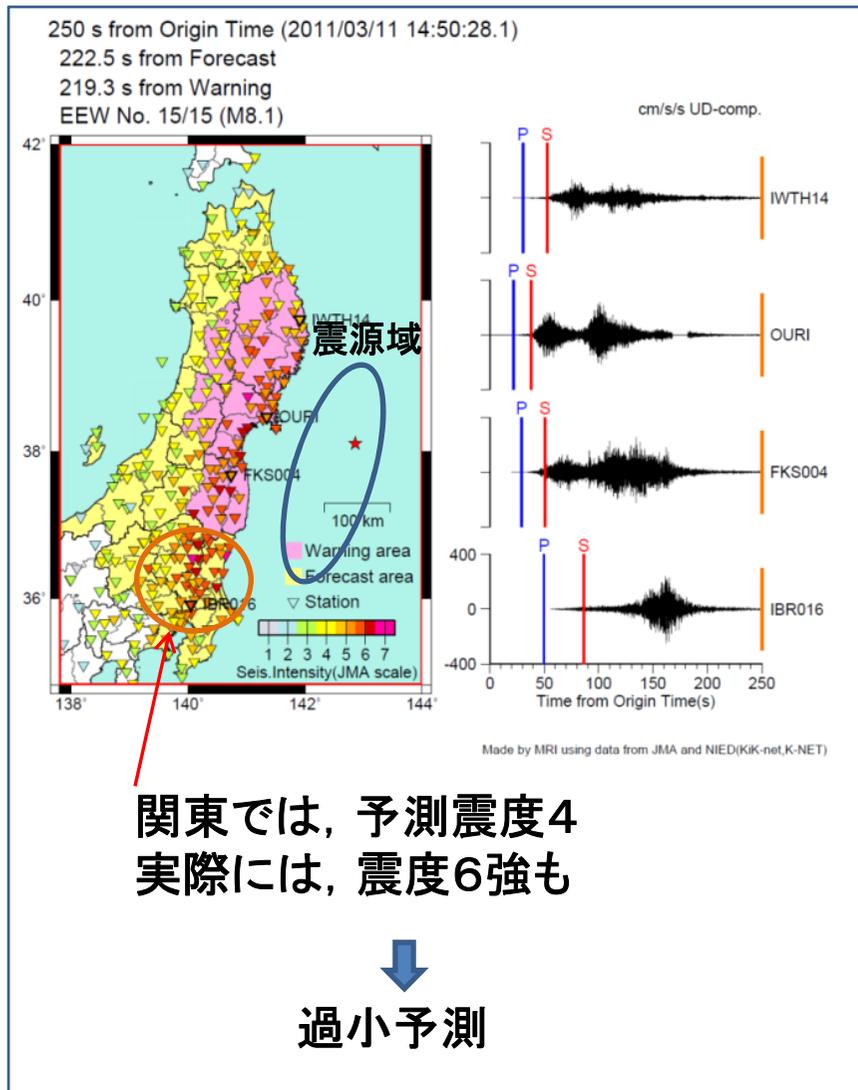
非常に活発な余震 → 誤報



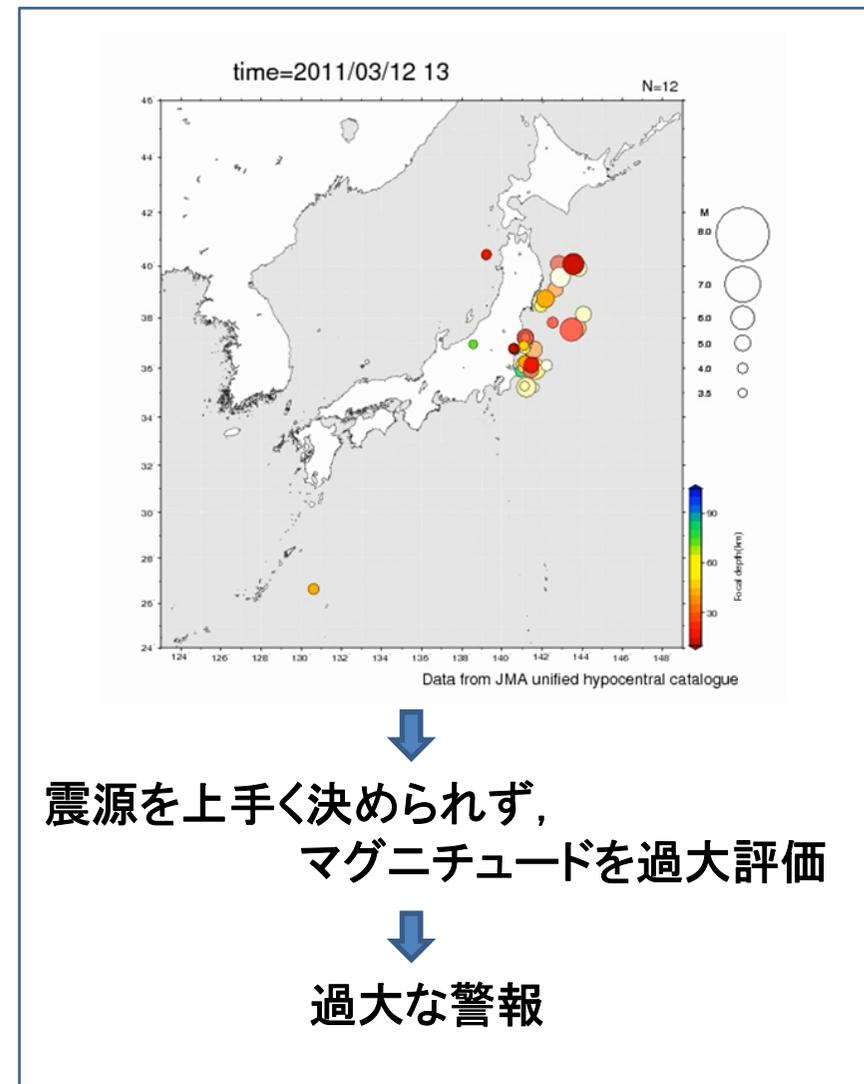
2011/3/11~4/28 (49日)
70回の警報のうち、17回が誤報*
(* いずれの地点も震度2以下)

東北地方太平洋沖地震(とその余震)で顕著になった課題は, ...

震源域の広がり



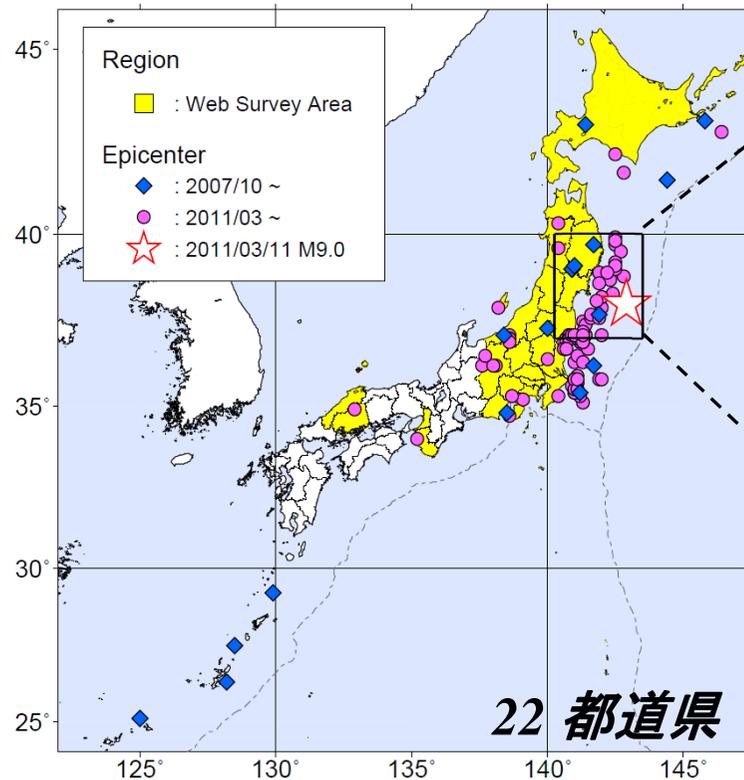
余震の広域同時多発



緊急地震速報の社会の受け止め方は？

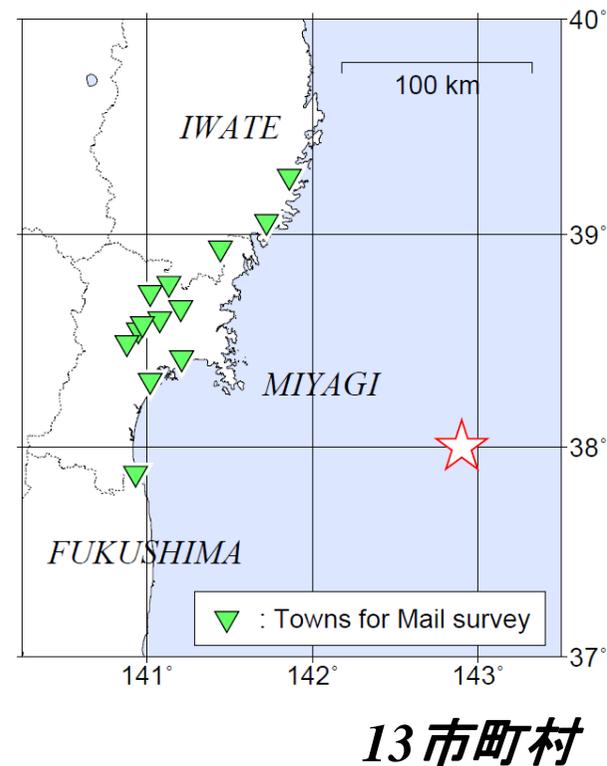
気象庁と契約した調査会社によるアンケート調査

(A) 全国



2012年1月30日から2月8日に実施. 10,000中
1600件から回答

(B) 東北

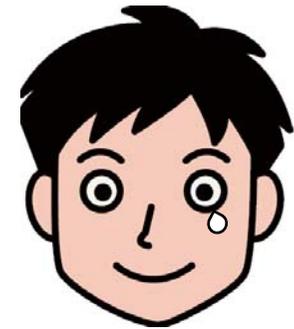
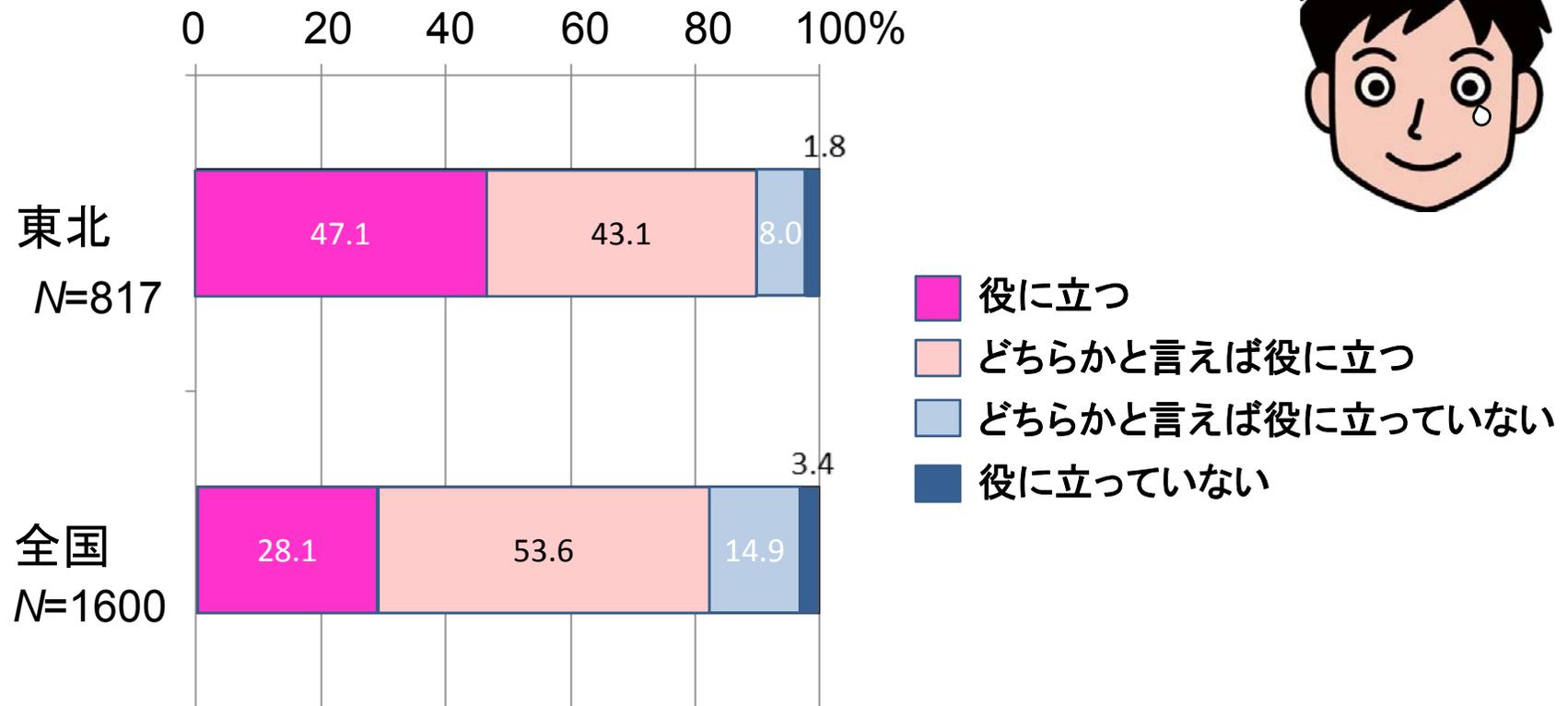


2012年2月3日から8日に実施. 5,500中817
件から回答

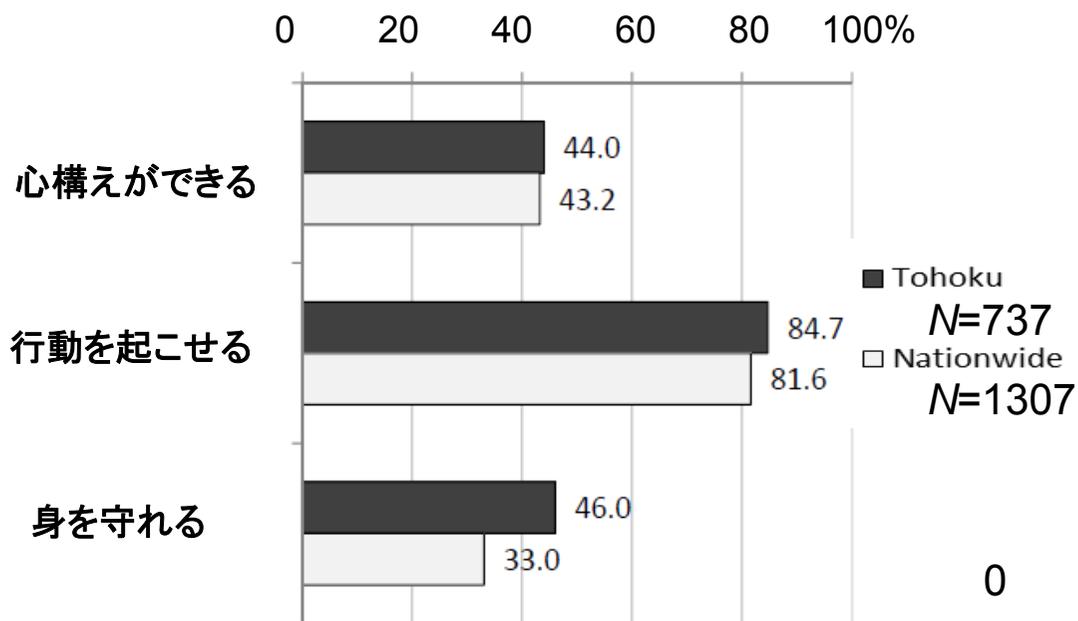
緊急地震速報の評価



(A) 緊急地震速報は役に立っているか？

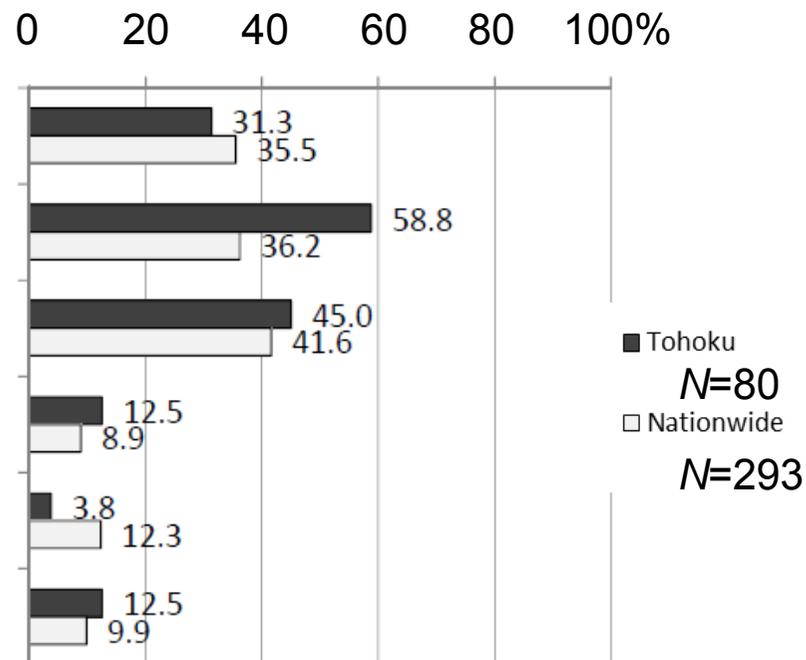


緊急地震速報の評価



(B)

なぜ、役に立つ？
(複数回答)



(C)

なぜ、役に立たない？
(複数回答)

- 時間が短い
- 遅すぎるときがある
- ほとんど揺れない時もある
- 警報に気が付かない時がある
- 経験がない
- その他

携帯電話ユーザへの質問

2011年3月23～25日

(関東の1200人からの回答)



問 3:

利用できてよかったサービスは？

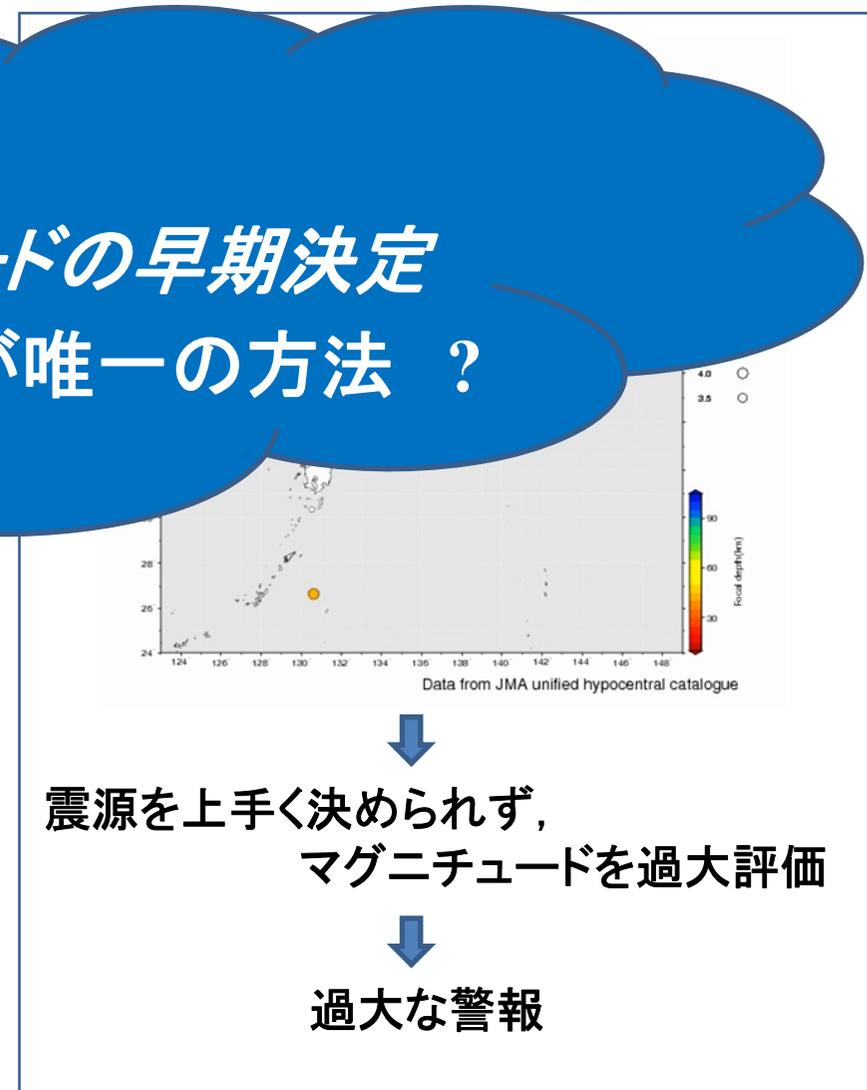
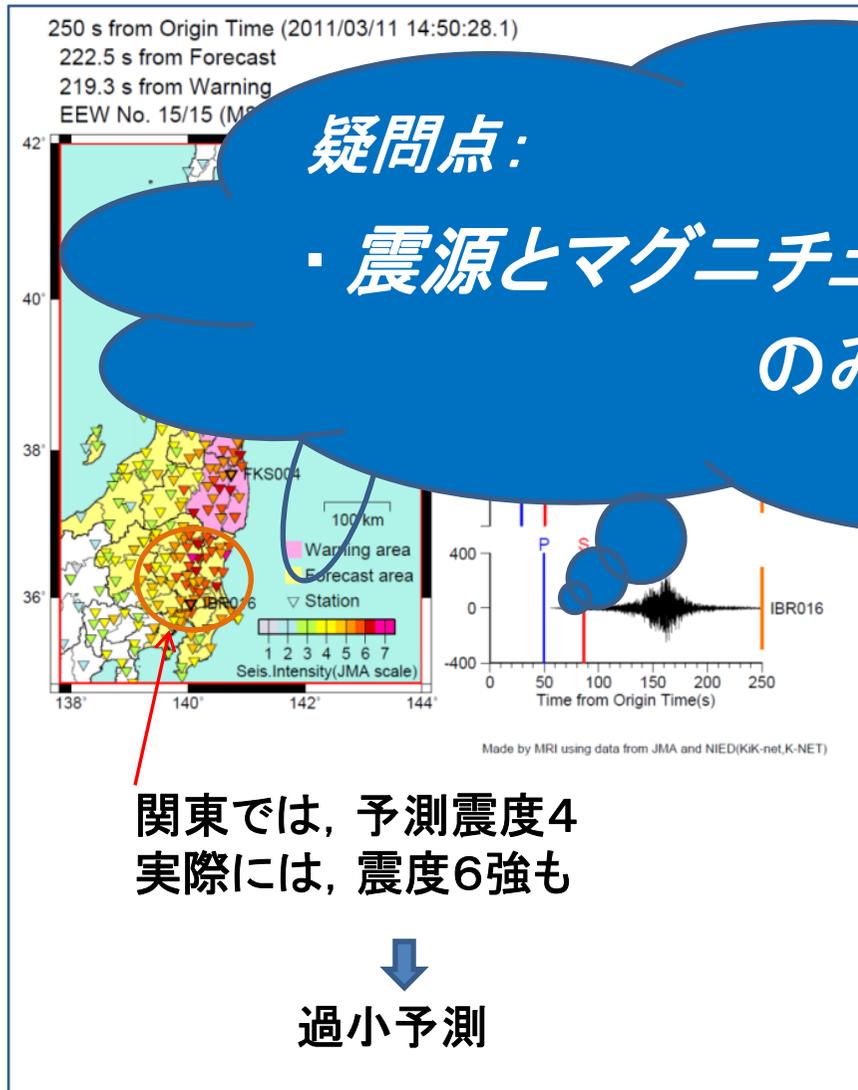
メール:	58.4 %
緊急地震速報:	24.8 %
ワンセグ放送:	22.5 %
ソーシャルメディア:	17.0%
交通案内:	10.8%
ライト:	9.6%
天気予報:	9.3%

朝日新聞記事 2011年6月4日

東北地方太平洋沖地震(とその余震)で顕著になった課題は、...

震源域の広がり

余震の広域同時多発



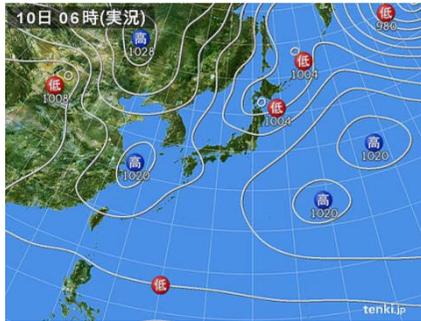
新しい方法のイメージは、...

“揺れからの揺れの予測”

天気の数値予報

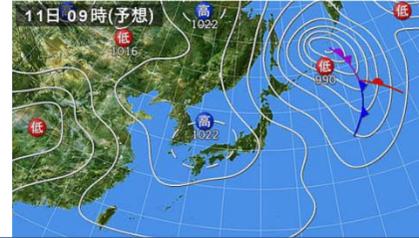
現在の状態

(気圧, 気温, 風向, 風速, ...)

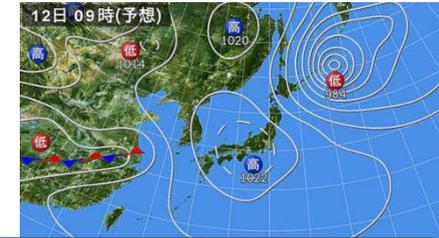


- ・大気力学の方程式
- ・熱力学方程式
- ...

明日の状態



明後日の状態



震源位置, M は必要ではない

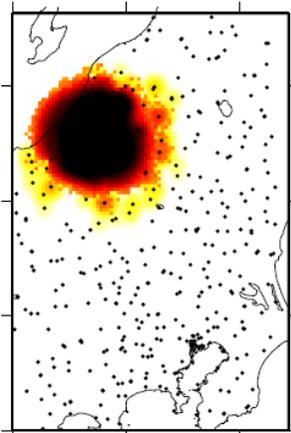


広い震源域
同時多発地震

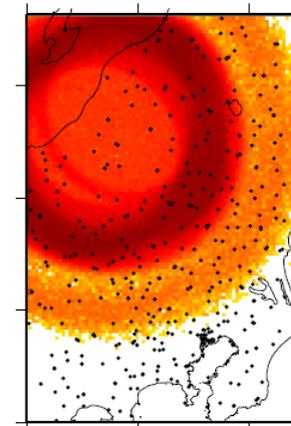
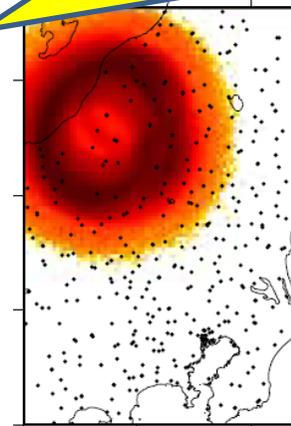
気にかける必要なし

“揺れの数値予報”

現在の状況 (揺れの強さ, 伝播方向, ...)



- ・波動伝播の方程式
- ...



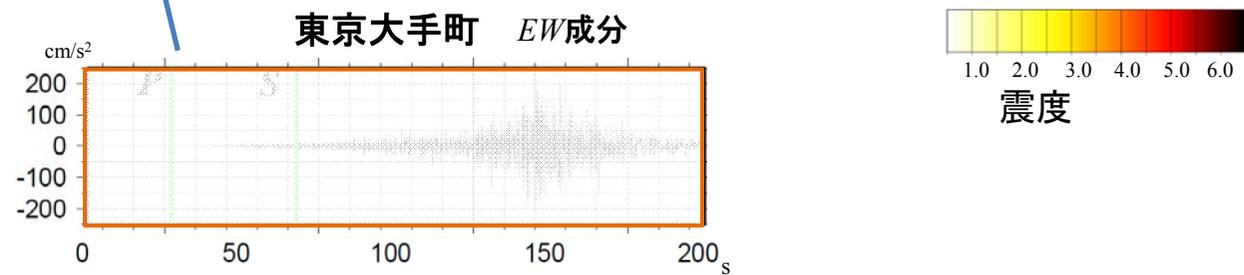
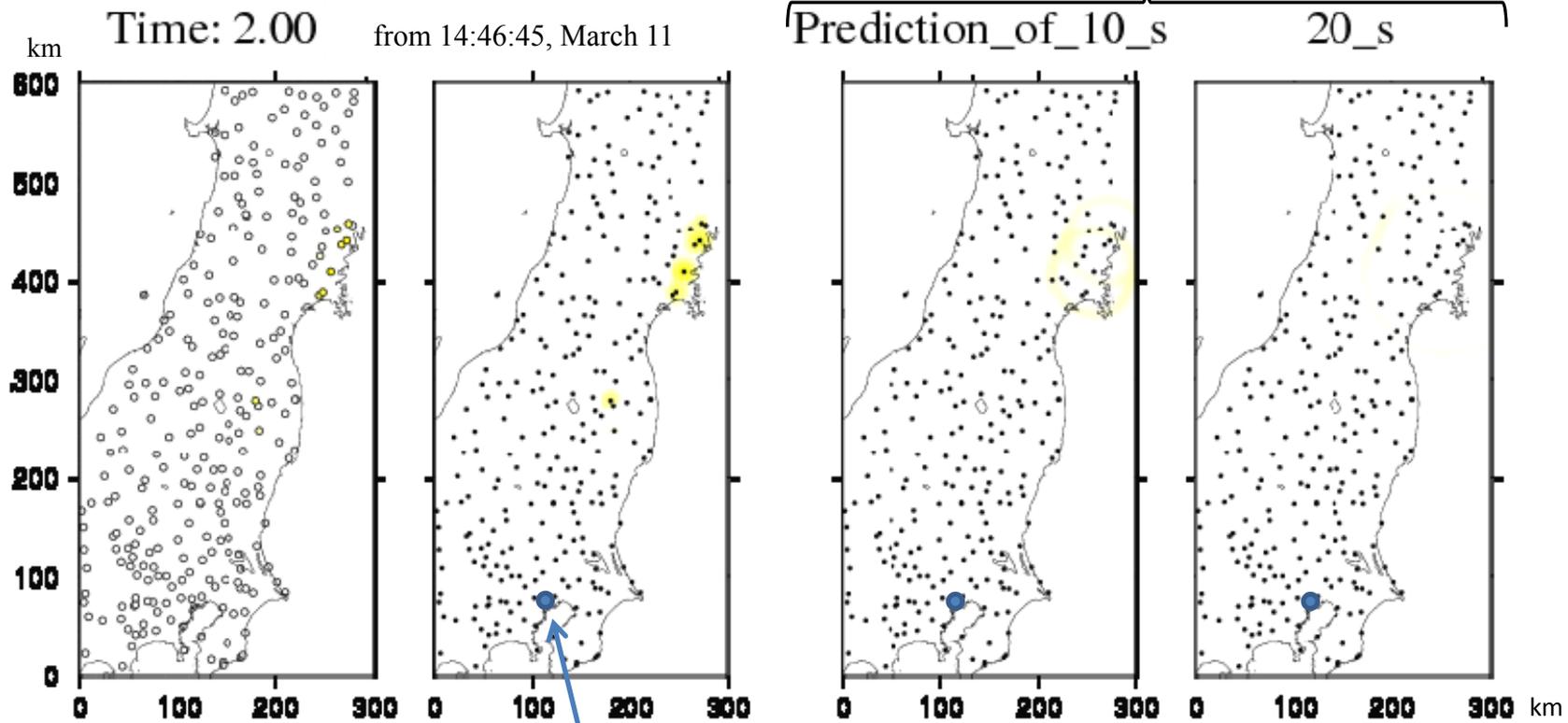
東北地方太平洋沖地震 (M_w 9.0; 2011/03/11)

~ 7 倍速

震度(地盤増幅補正後)

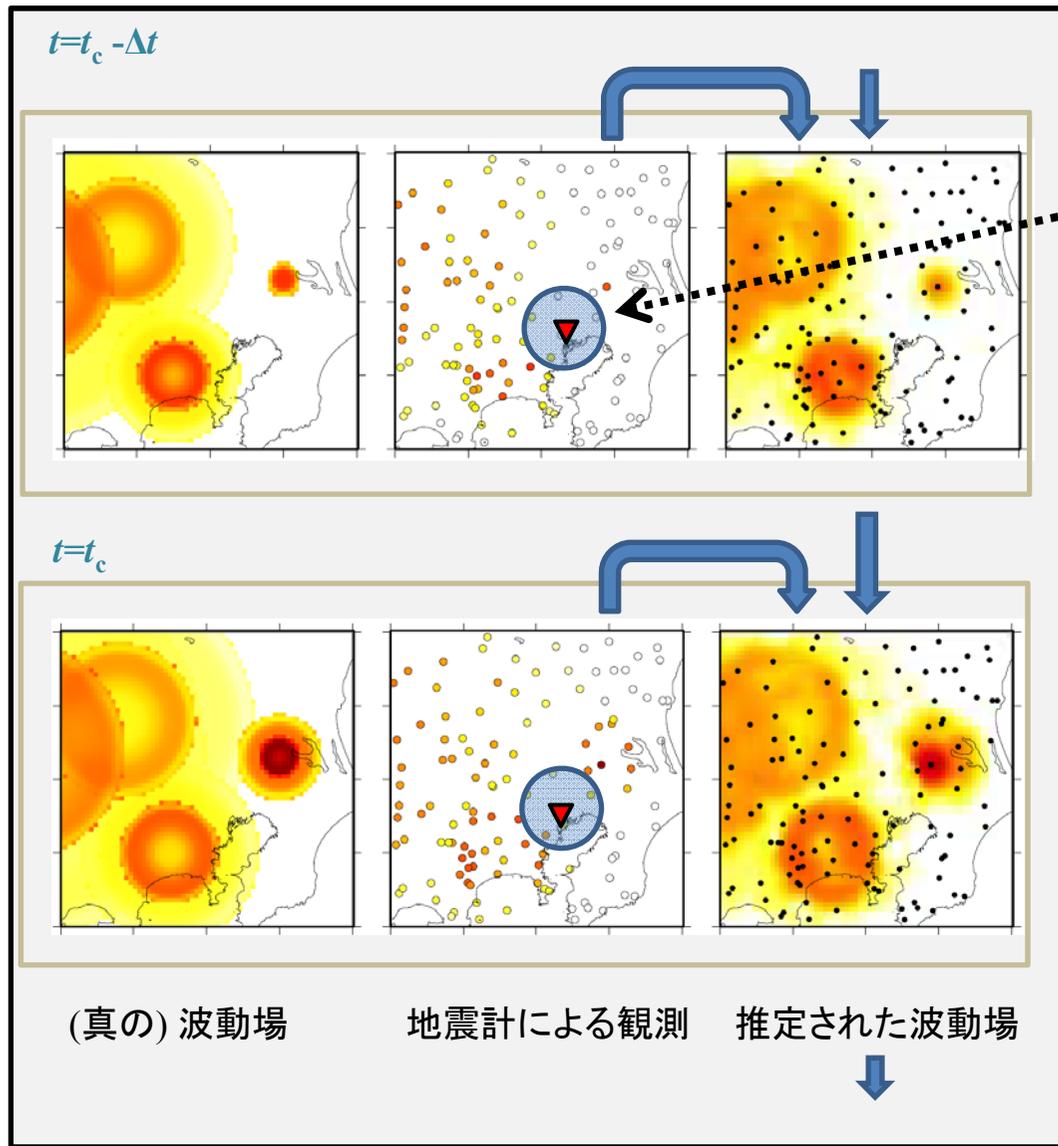
データ同化適用
(リアルタイム Shake-Map)

予測



気象庁での改善; PLUM法 ← “揺れの数値予報”の簡易版

Propagation of Local Undamped Motion



数年後

予測点の周囲 30kmで
強い揺れを観測
↓
警報

まとめ

- ・東北地方太平洋沖地震を経て、
新たな地震防災／減災の手段として世間に受け入れられた

- ・東北地震で顕著になった課題

- ・広い震源域
- ・同時多発

} **揺れから揺れを予測する**
(揺れの数値予報) という考え方

“揺れの数値予報”による リアルタイム Shake Map

(データ同化手法適用後)

