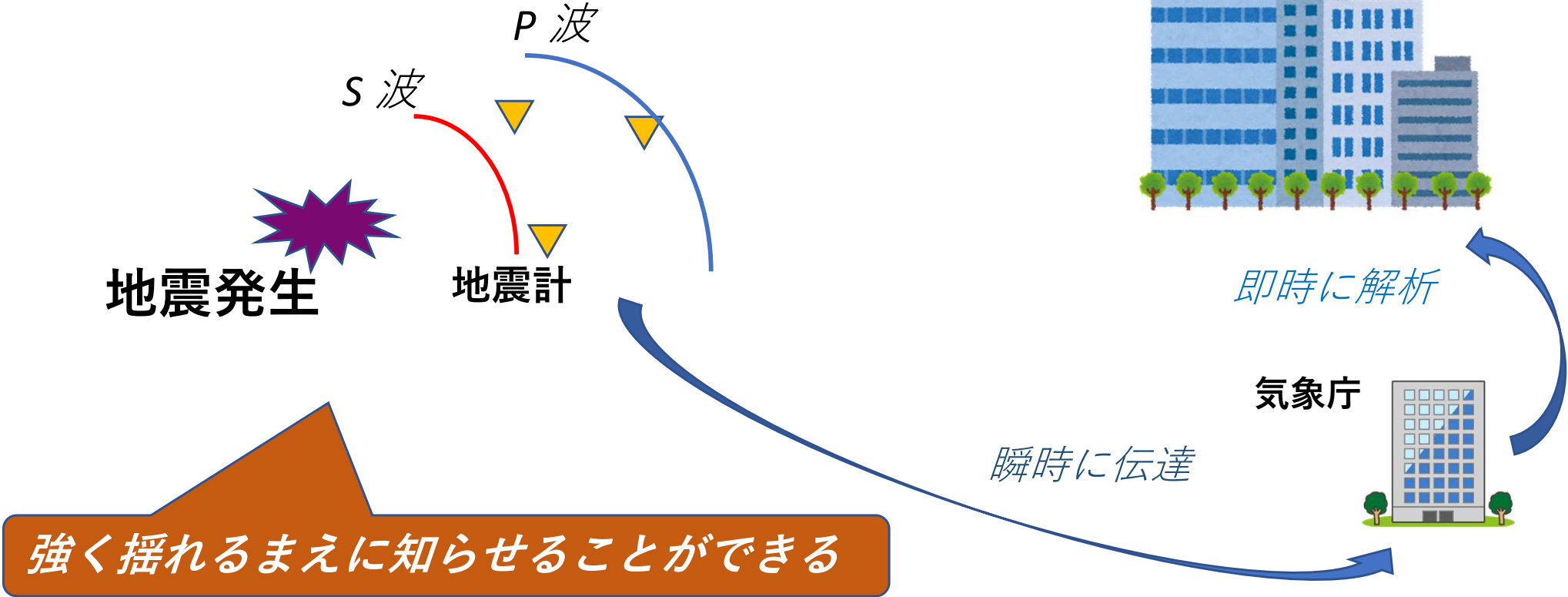


# 揺れから揺れの予測: 「揺れの数値予報」によって付加できる情報

ほしば みつゆき  
干場 充之 (気象庁気象研究所)

緊急地震速報評価・改善検討会 利活用検討作業部会 (2023年2月27日)

## 地震動即時警報とは? (緊急地震速報)

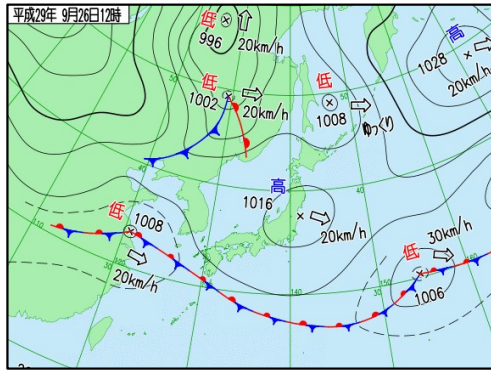


強く揺れるまえに知らせることができる

# 天気の数値予報

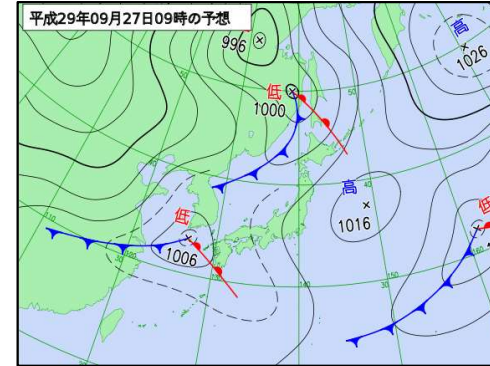
## 現在の状態

(気圧, 気温, 風向, 風速, ...)

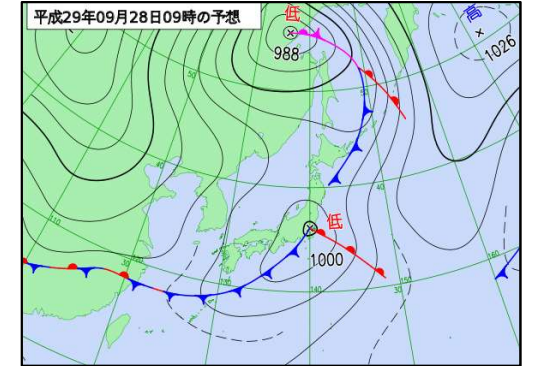


- 大気力学の方程式
- 熱力学方程式
- . . .

## 明日の状態

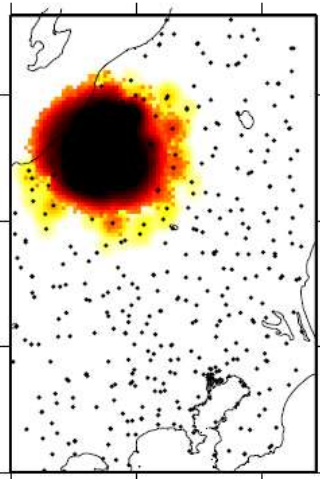


## 明後日の状態



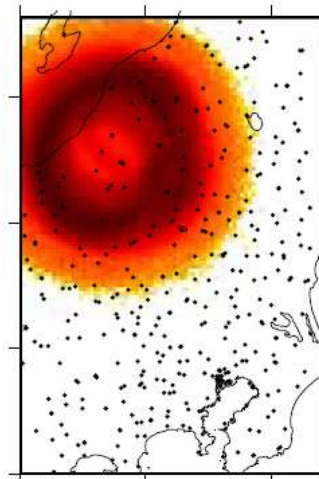
# “揺れの数値予報”

現在の状況 (揺れの強さ, 伝播方向, ...)

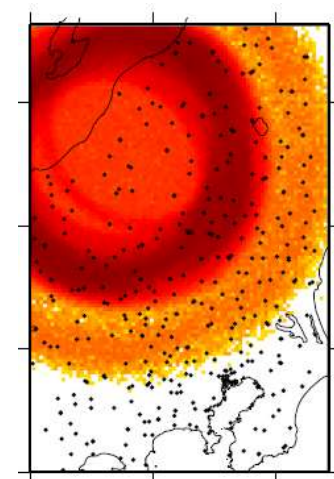


- 波動伝播の方程式
- . . .

## 10秒後の状態



## 20秒後の状態



「揺れの数値予報」によって  
**緊急地震速報に付加できる新たな情報**

1. きめ細かい呼びかけ
2. 「もっと強いのが来るの?」, 「まだ続くの?」,  
「ヤマは越えたの?」への対応
3. 納得感の醸成

# 1. きめ細かい呼びかけ

## A: 白馬

2014/11/22 22:08  
 深さ: 5 km  
 M: 6.7

## B: 栄村

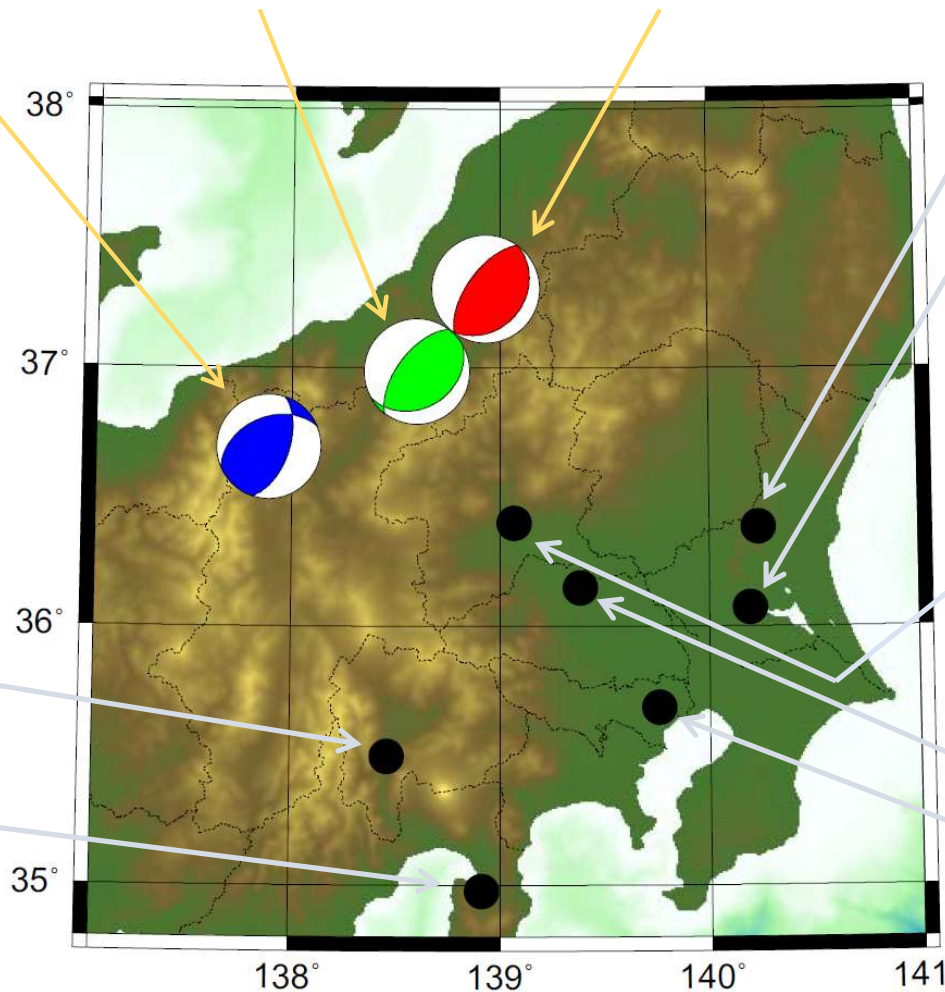
2011/03/12 03:59  
 深さ: 8 km  
 M: 6.7

## C: 中越余震

2004/10/23 18:34  
 深さ: 14 km  
 M: 6.5

YMN009	A	B	C
振幅*:	<b>17.4</b>	6.8	7.7 cm/s <sup>2</sup>
震度:	<b>2.9</b>	2.0	2.4

SZOH42	A	B	C
振幅*:	<b>12.0</b>	2.1	3.2 cm/s <sup>2</sup>
震度:	<b>2.8</b>	1.4	1.7



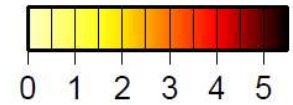
IBR005	A	B	C
振幅*:	5.1	<b>33.3</b>	20.9 cm/s <sup>2</sup>
震度:	1.4	<b>3.0</b>	2.6

IBR014	A	B	C
振幅*:	2.8	<b>37.1</b>	27.3 cm/s <sup>2</sup>
震度:	1.6	<b>3.3</b>	3.2

前橋气象台	A	B	C
振幅*:	4.5	11.0	<b>41.2</b> cm/s <sup>2</sup>
震度:	1.6	2.1	<b>3.4</b>

熊谷气象台	A	B	C
振幅*:	3.8	10.7	<b>43.8</b> cm/s <sup>2</sup>
震度:	1.7	2.5	<b>3.7</b>

東京大手町	A	B	C
振幅*:	4.0	13.1	<b>35.7</b> cm/s <sup>2</sup>
震度:	1.9	2.2	<b>3.3</b>



Time: 55.00 s

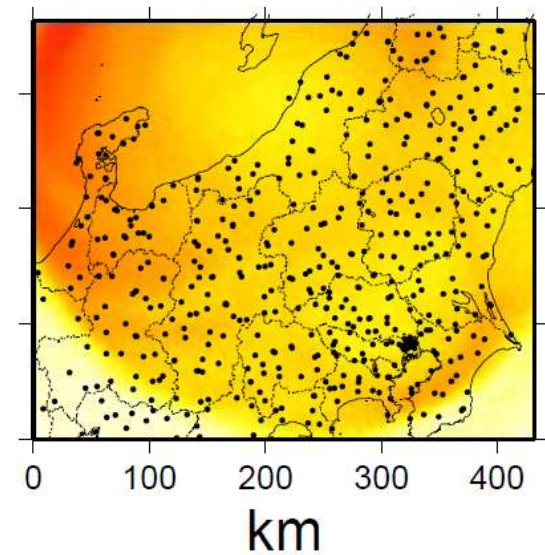
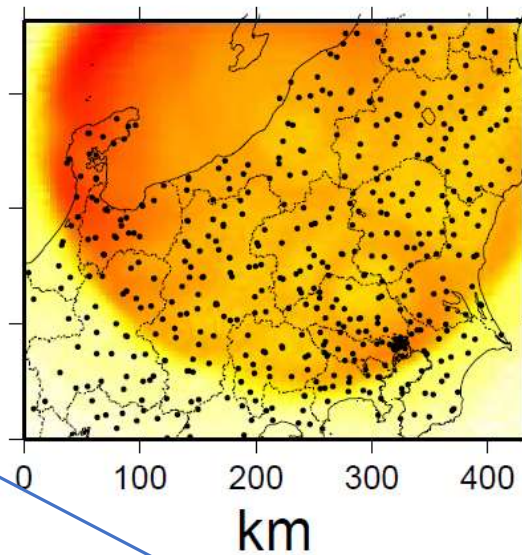
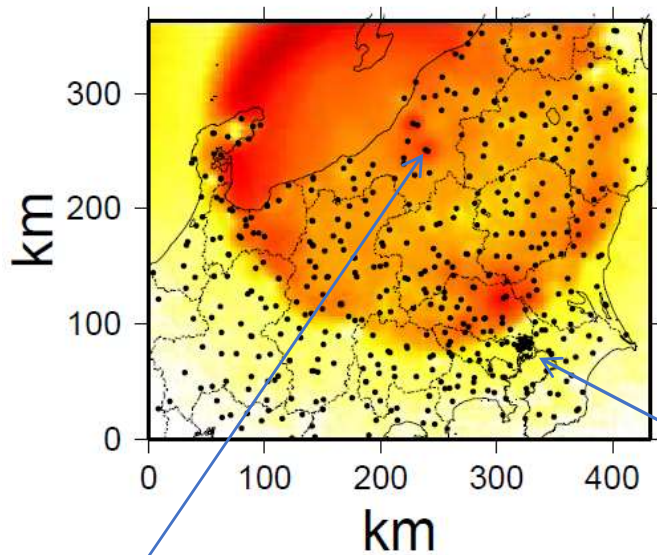
予測

震度

現況

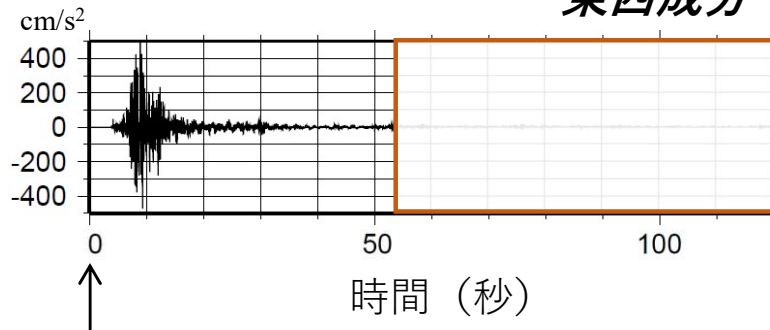
10秒後の状態

20秒後の状態



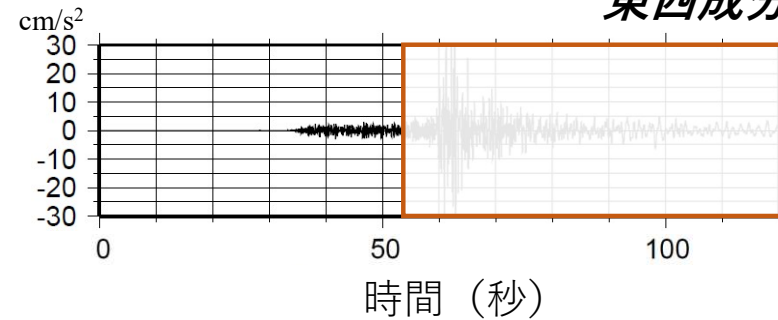
NIG020

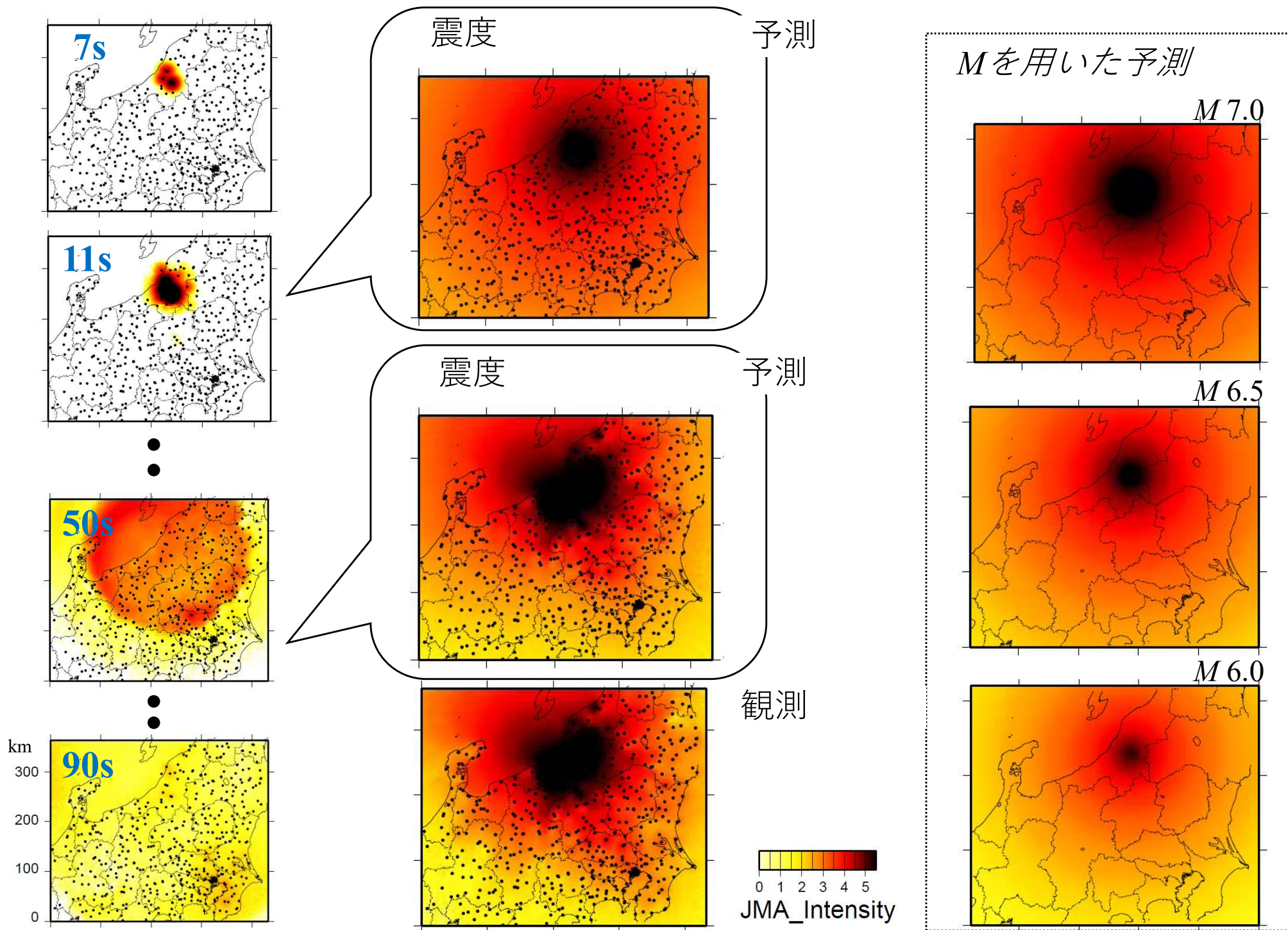
東西成分

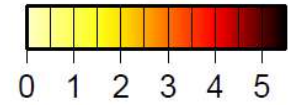


東京大手町

東西成分







Time: 43.00 s

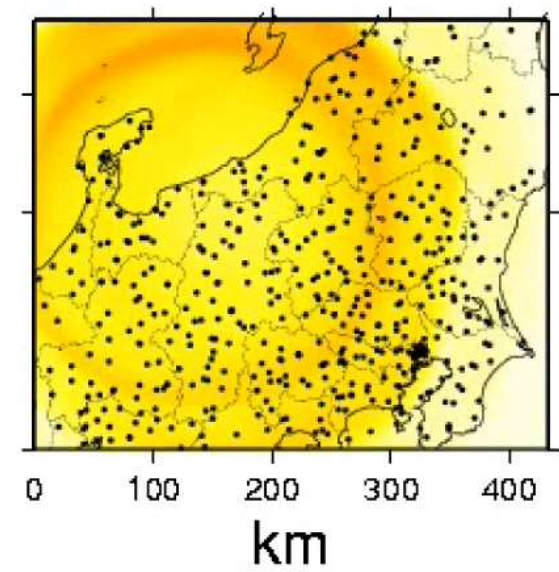
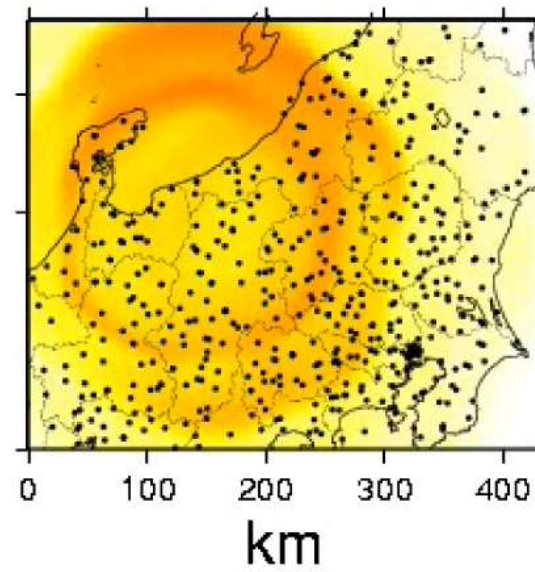
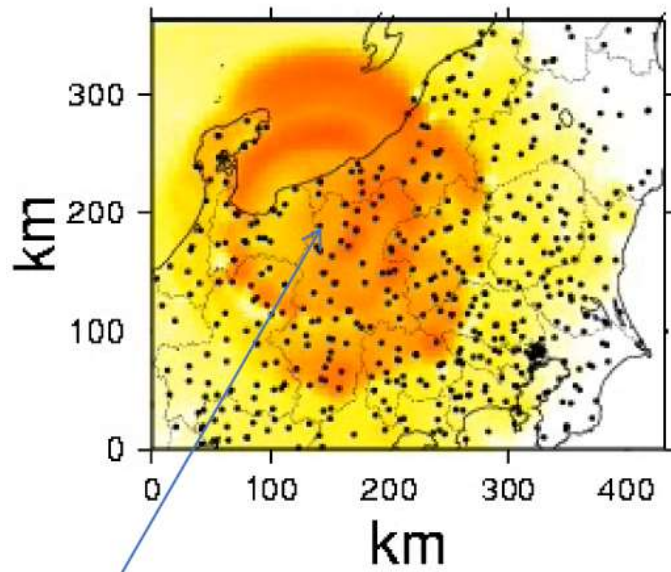
予測

震度

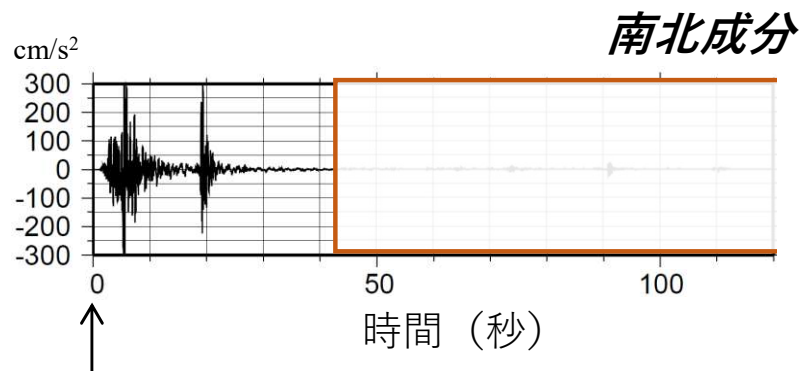
現況

10秒後の状態

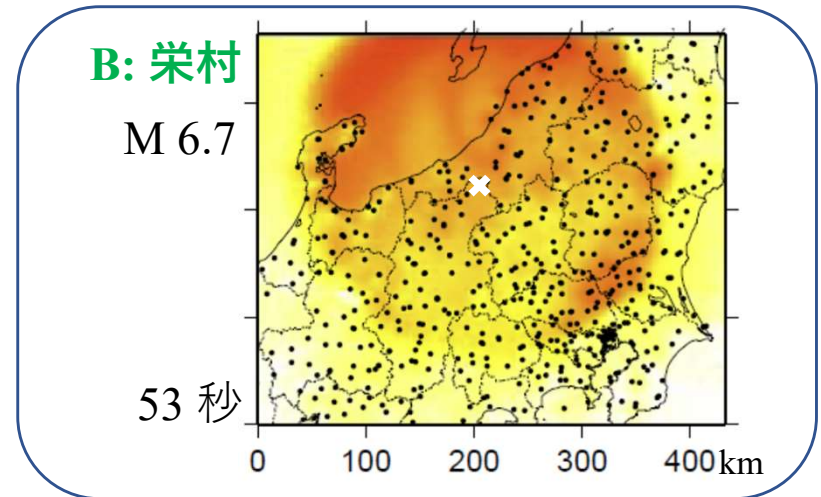
20秒後の状態



NGN005



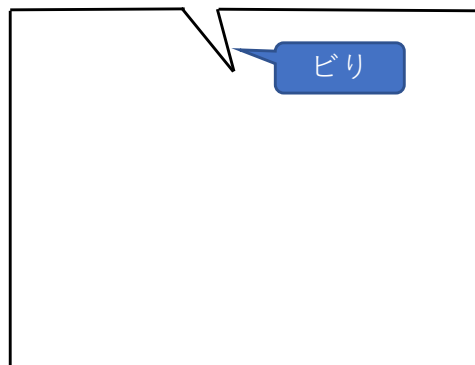
2014/11/22 22:08:18



## 2.「もっと強いのが来るの?」、「まだ続くの?」、「山は越えたの?」への対応

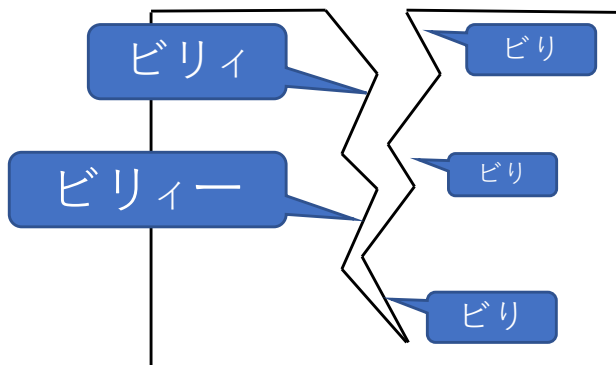
### 和紙を破る

#### 小さな破れ



- ・破れの進行
- ・破れの広がり
- ・所々で大きな“ビリィー”

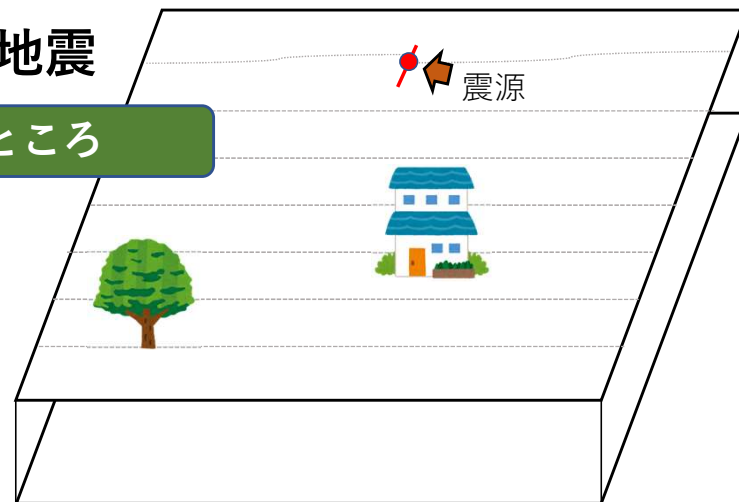
#### 大きな破れ



### 地殻の破壊

#### 小さな地震

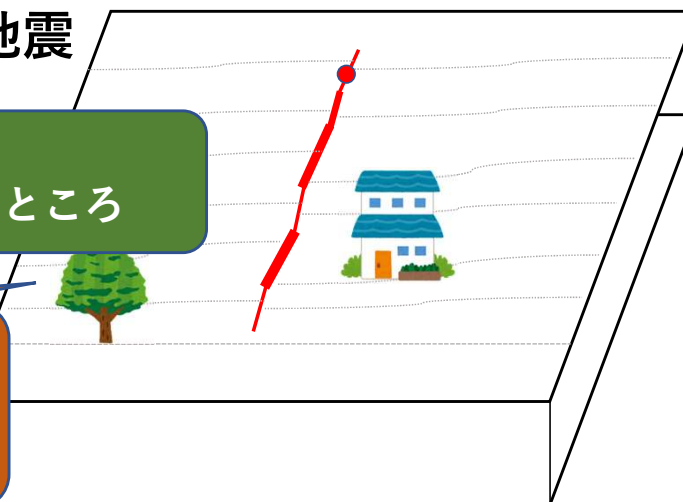
震源 = 地震波が出たところ



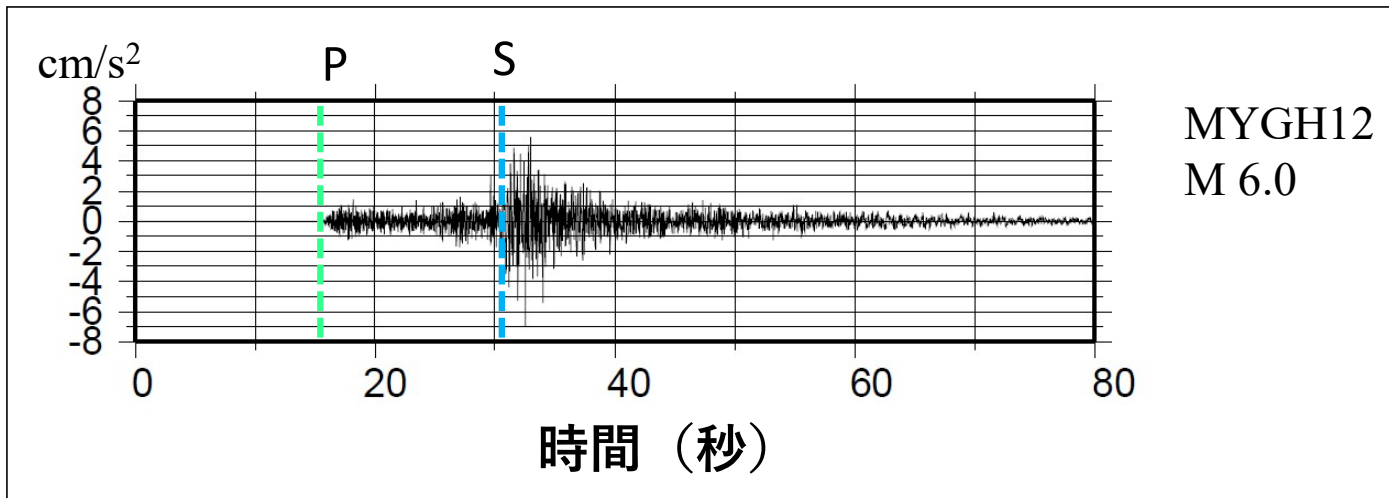
#### 大きな地震

震源 = 破壊開始点  
震源 ≠ 大きな地震波を出したところ

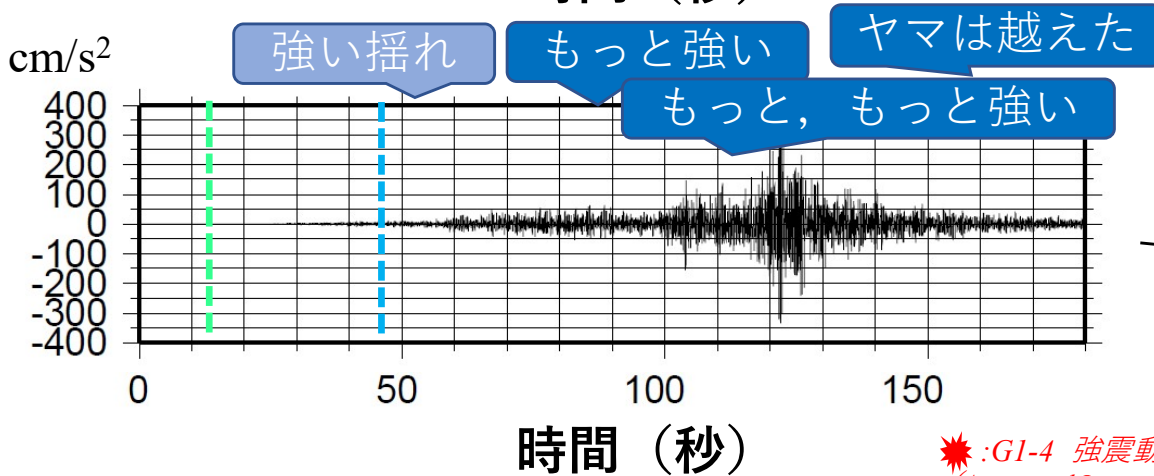
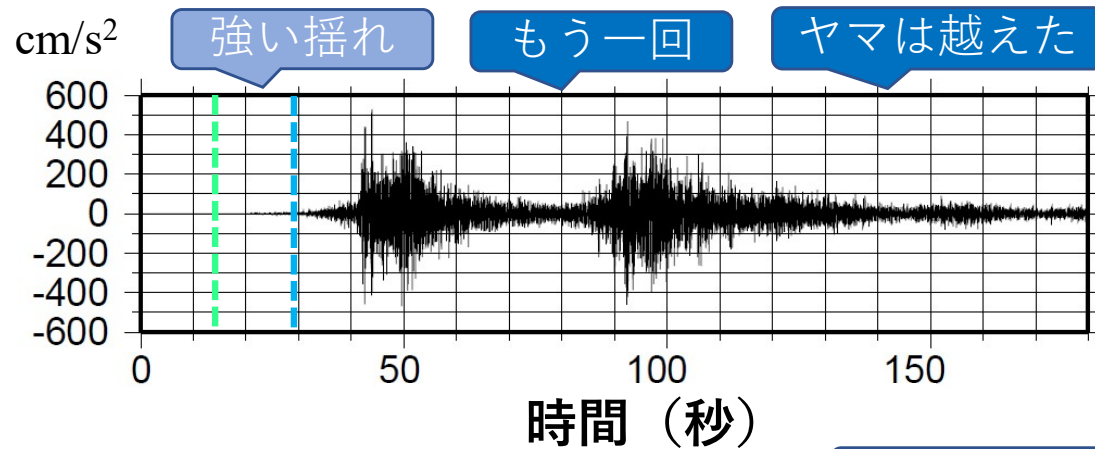
- ・破壊の進行
- ・破壊の広がり
- ・所々で大きな地震波が発生



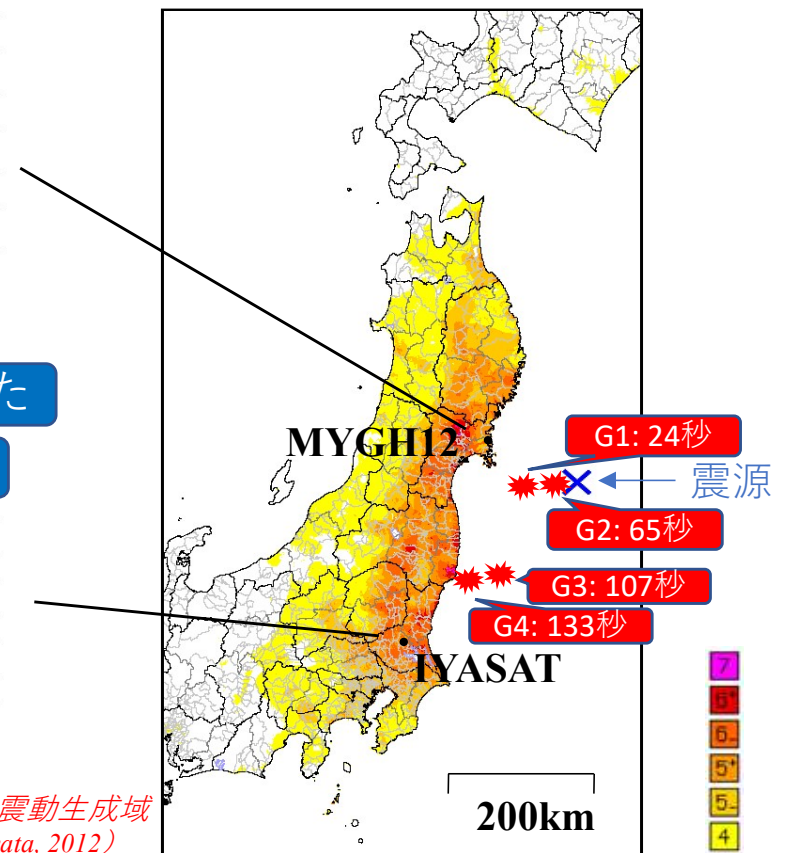




強い揺れは  
S波の直後??



東北地方太平洋沖地震 M9.0



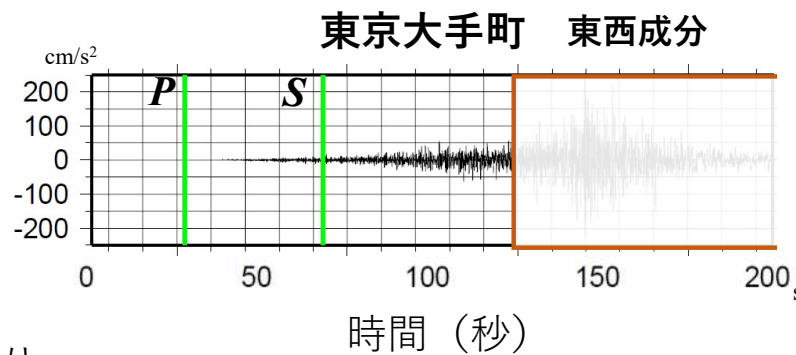
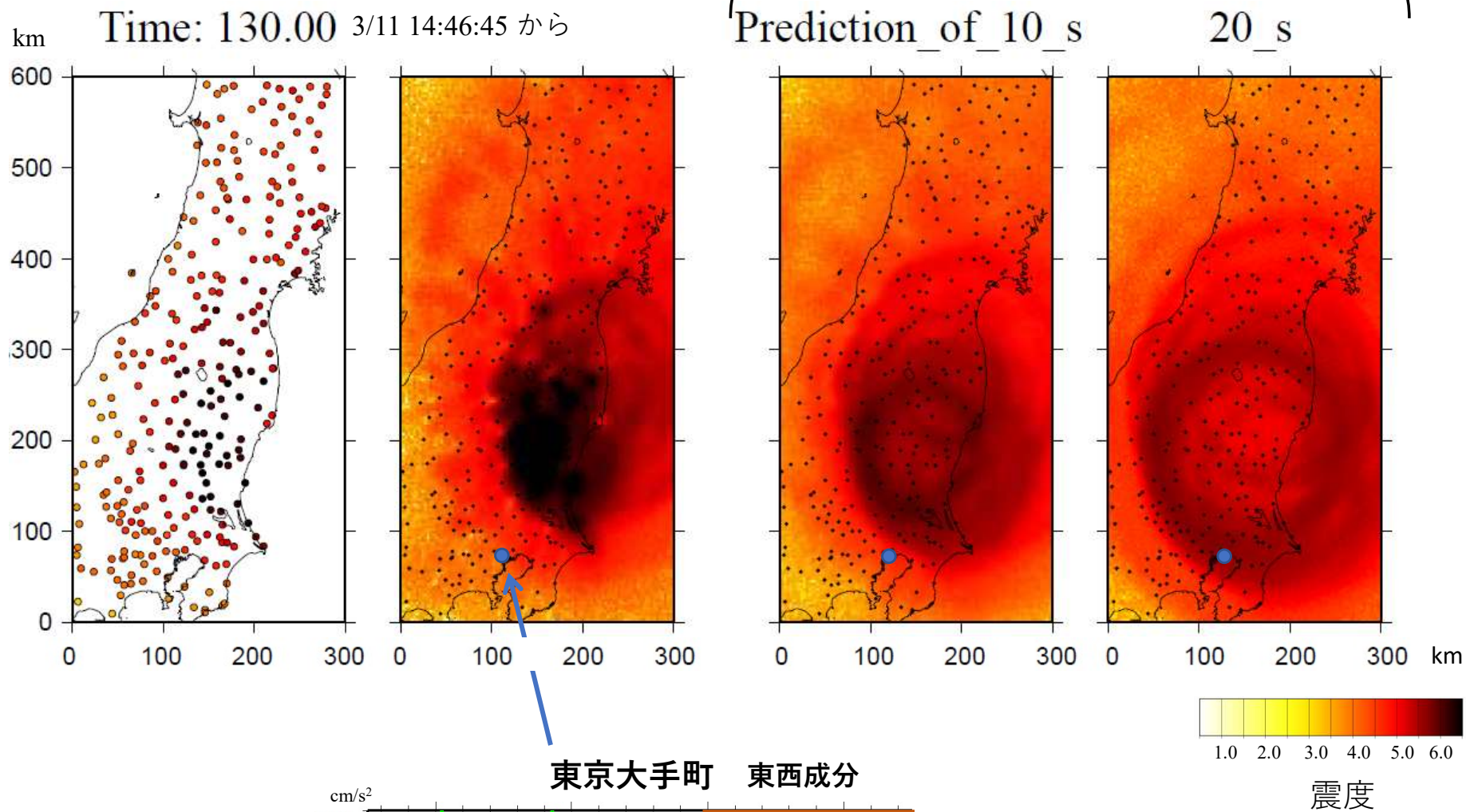
★: G1-4 強震動生成域  
(Asano and Iwata, 2012)

# 東北地方太平洋沖地震 (M9.0; 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



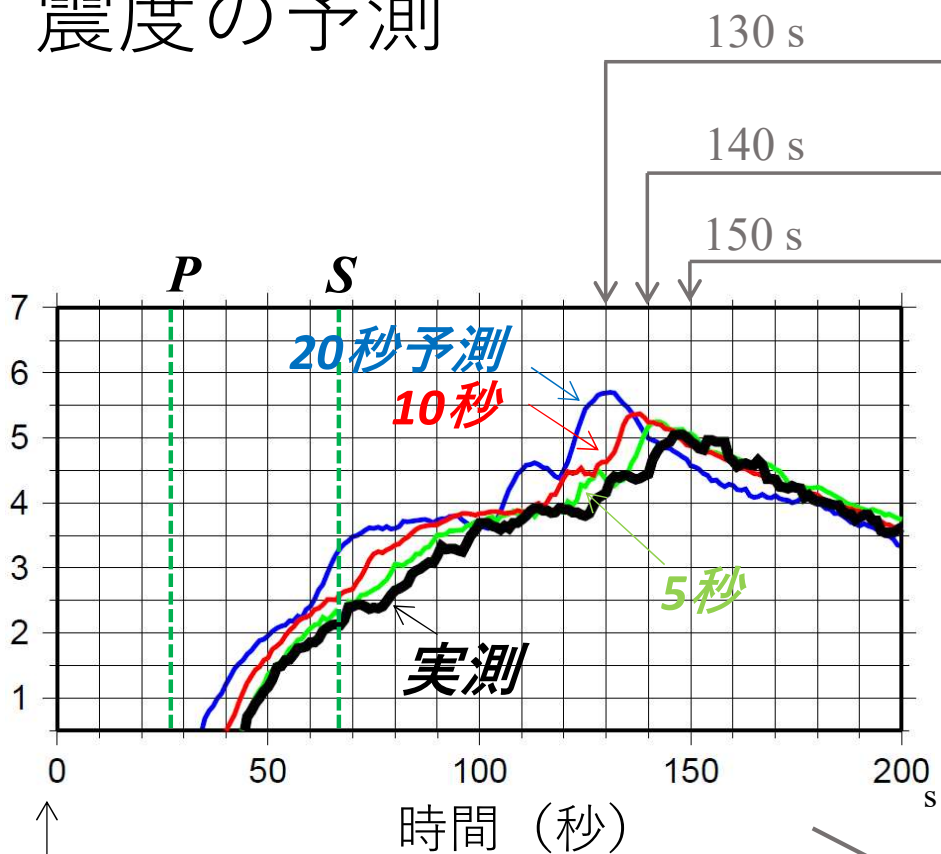
# 東北地方太平洋沖地震 (M9.0; 2011/03/11)

震度  
(地盤増幅補正後)

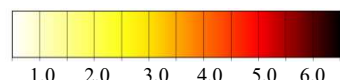
データ同化適用  
(リアルタイム  
Shake-map)

予測

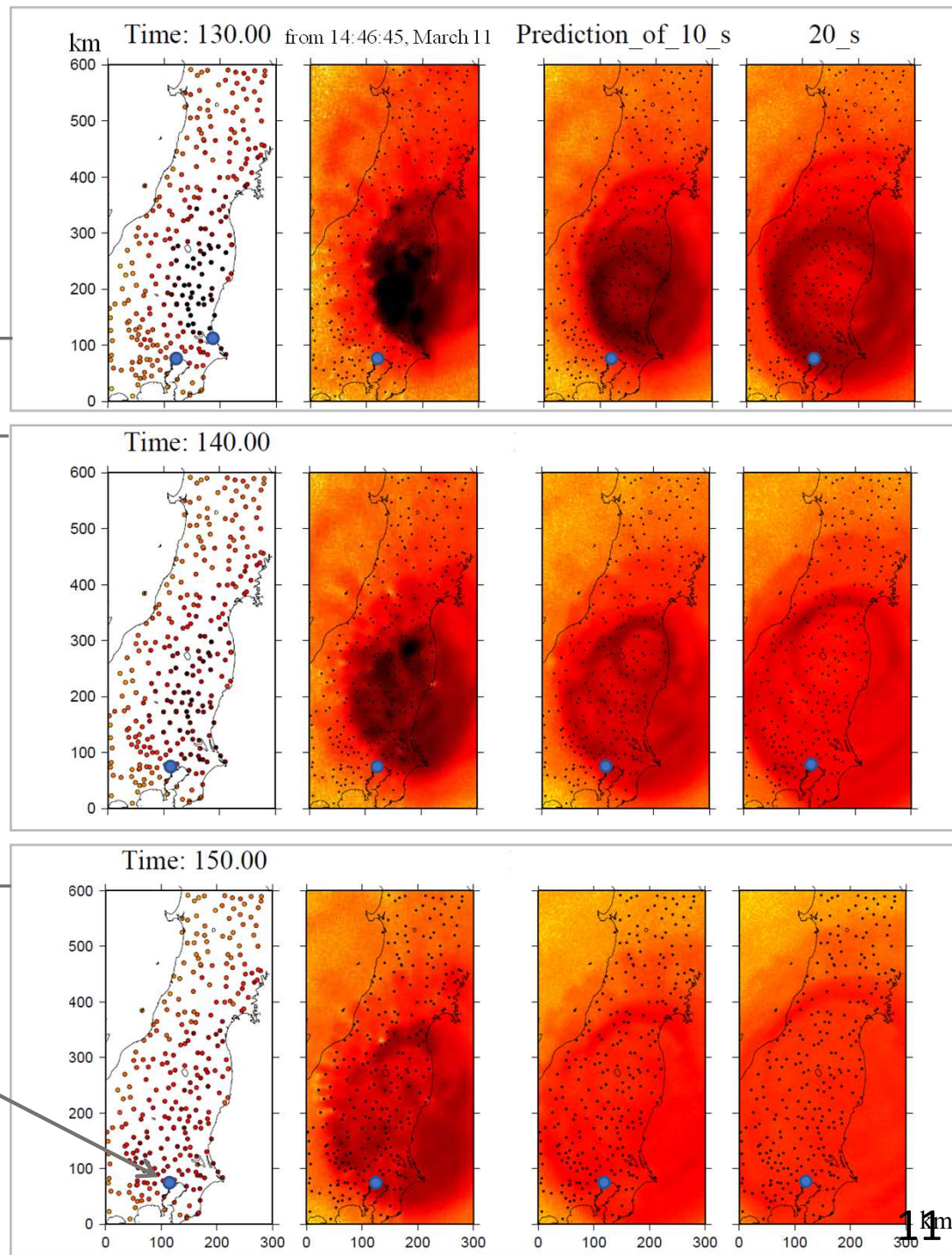
## 東京大手町での 震度の予測



2011年3月11日 14:46:45



Hoshiba and Aoki (2015) より



# 短周期および長周期地震動

## 2011年東北地方太平洋沖地震 ( $M_w$ 9.0):

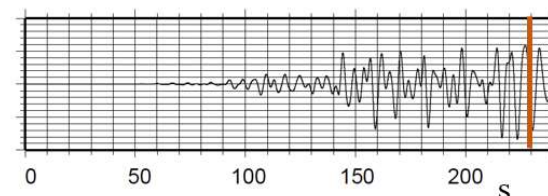
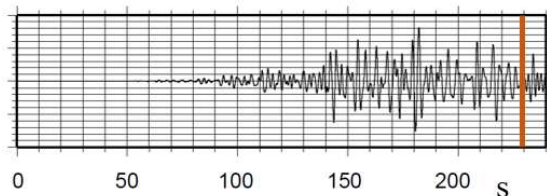
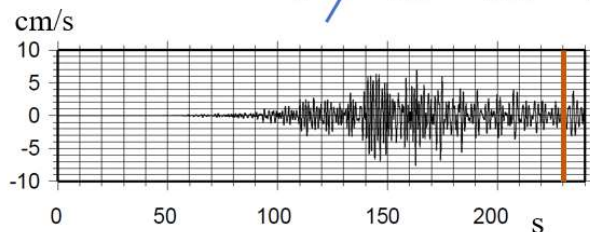
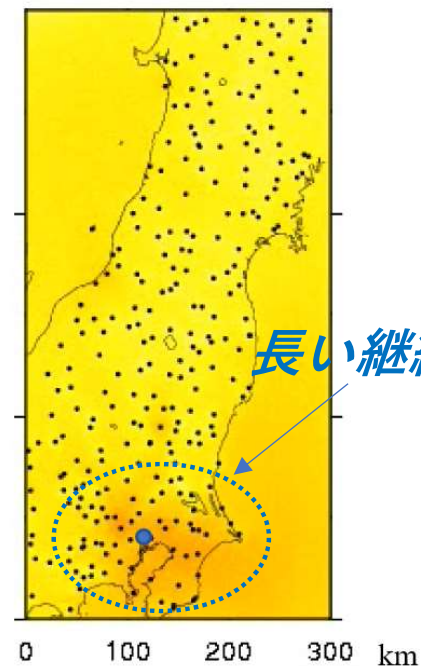
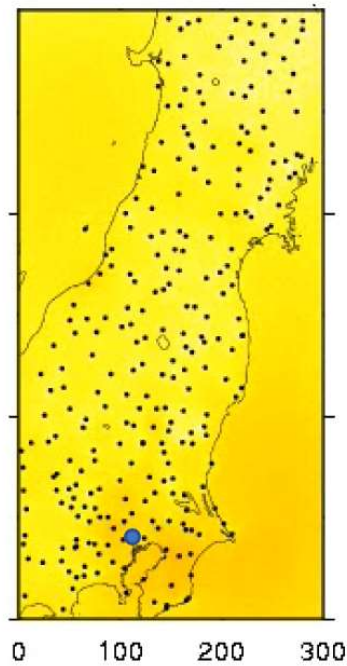
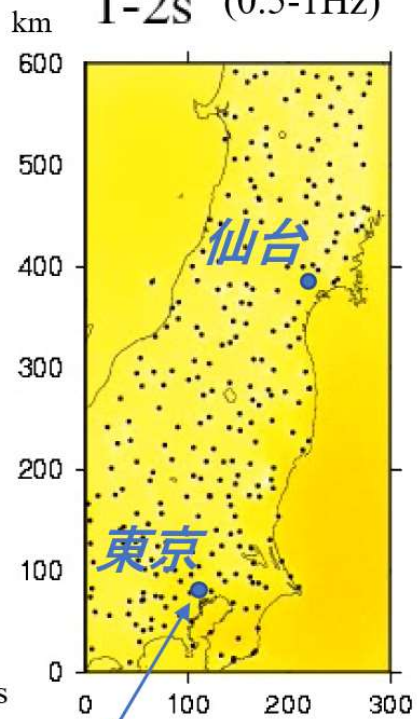
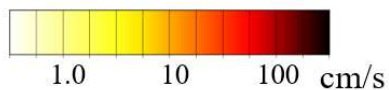
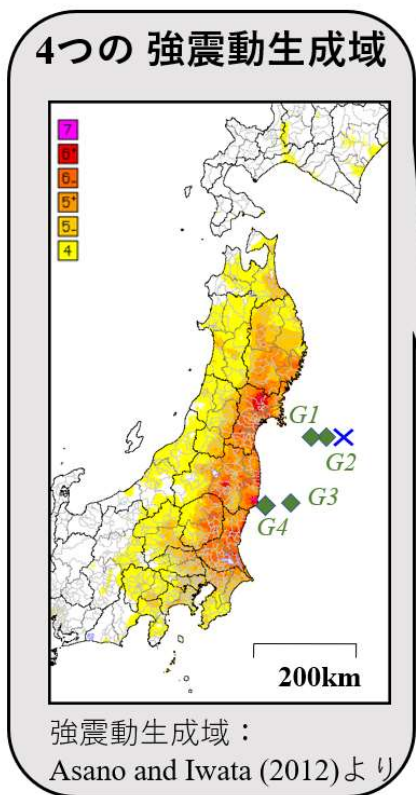
~7倍速

Time: 231.00 from 14:46:45, March 11

1-2s (0.5-1Hz)

2-4s (0.25-0.5Hz)

4-8s (0.125-0.25Hz)



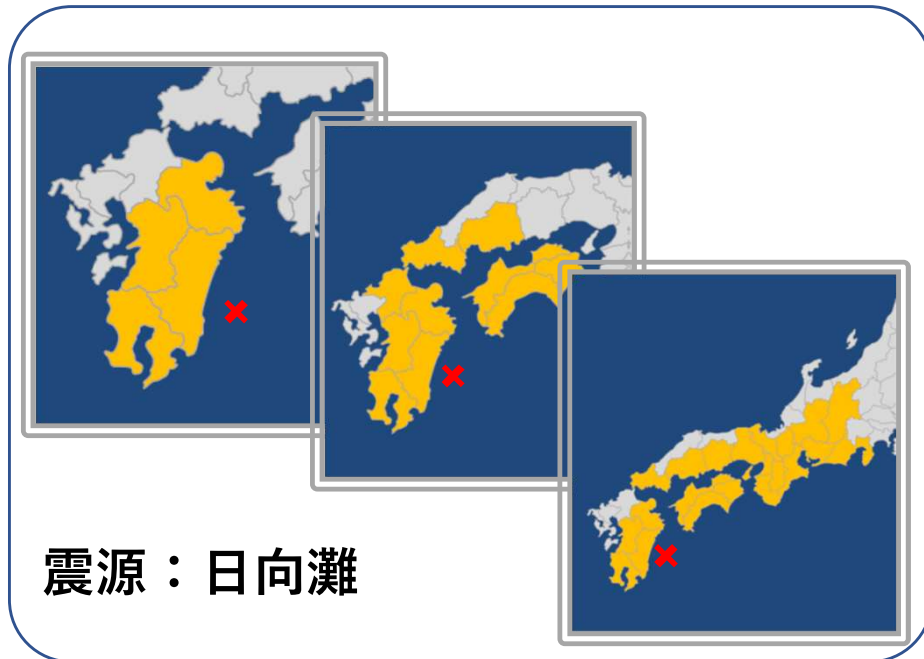
短周期 (~震度)

長周期

### 3. 納得感の醸成

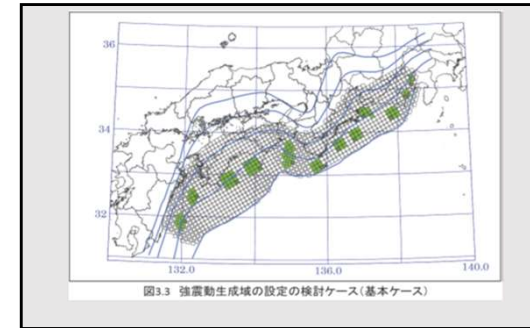
想定南海トラフ地震  
( $M_w$  9.X; 20XX/XX/XX)

破壊開始：日向灘 での仮想実験



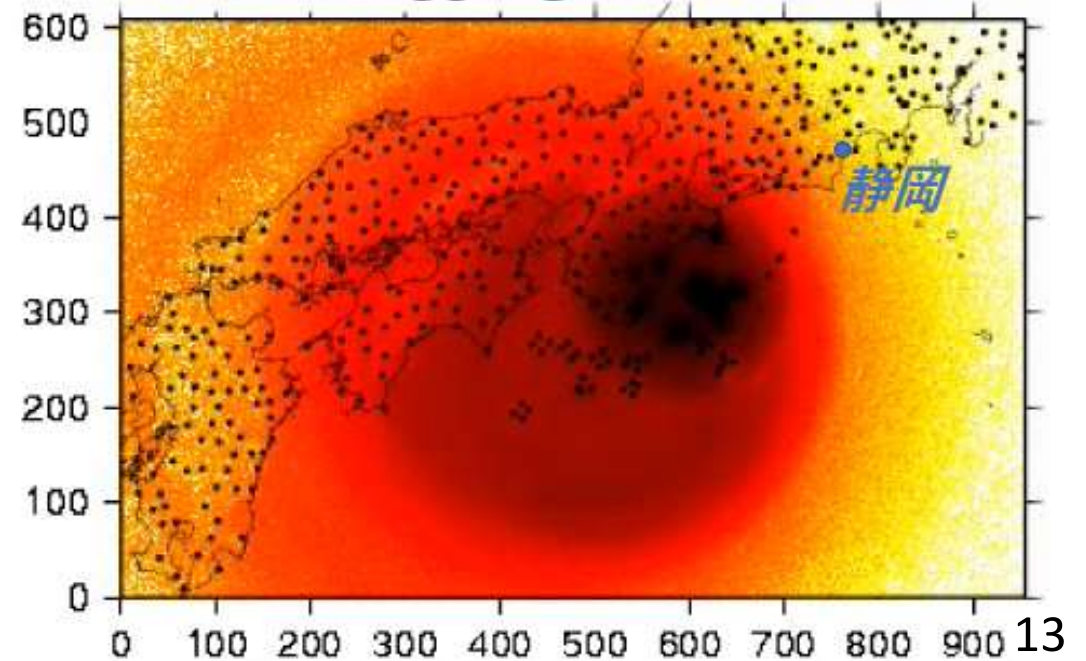
Time: 1.00 s

4分30秒



内閣府 南海トラフの巨大地震モデル検討会資料より

### Shake-mapping



## 揺れの数値予報：“揺れの広がりの逐次把握”→“揺れの広がりの逐次予測”

考えられる緊急地震速報に付加できる新たな情報：

1. きめ細かい呼びかけ
2. 「もっと強いのが来るの?」, 「まだ続くの?」, ヤマは越えたの?」への対応
3. 納得感の醸成



### スマートウォッチ

- 電話, メール受信機
- 音楽プレーヤ
- 脈拍計
- 警報受信器
  - ・大雨
  - ・強風
  - ...
  - ・緊急地震速報

謝辞：K-NET, KiK-net, JMA, および地方自治体震度計の波形データを用いた「いらすとや」, 「イラストの里」のイラストを使用した  
<https://bousai-life.com/shakeout>の図を使用した