

実時間の観測データを利用して地震動を予測する技術について

気象研究所 地震津波研究部 第3研究室

干場 充之

長周期地震動予測技術検討WG 2014/07/18

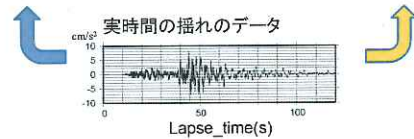
地震動即時予測

比較的短周期の波 (～震度)

緊急地震速報

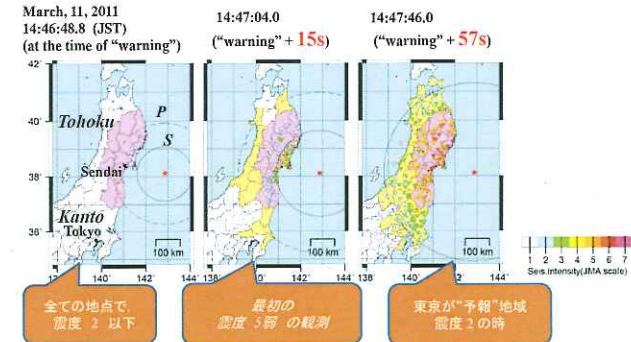
長周期地震動

長周期地震動の即時的な
予測情報

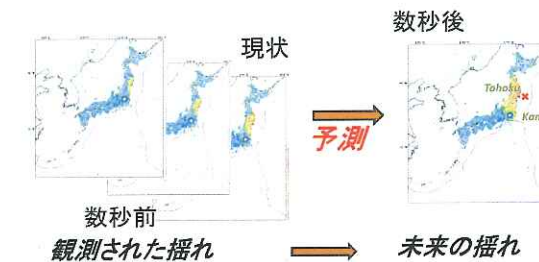
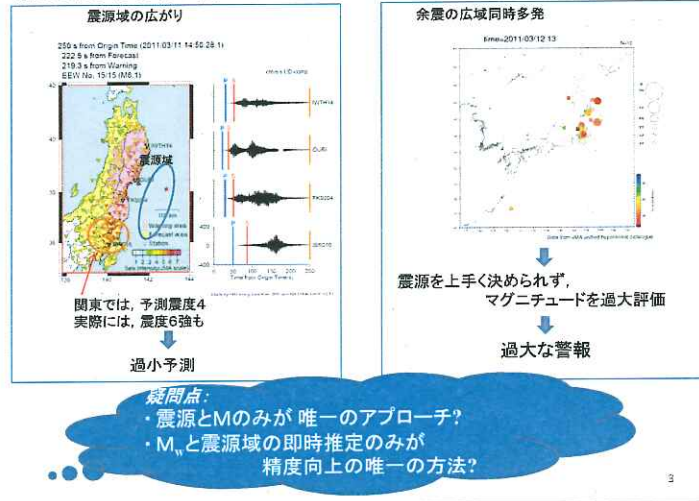


気象庁の緊急地震速報

東北地震($M_w 9.0$)では、東北地方に想定通りの速さで警報を発表した

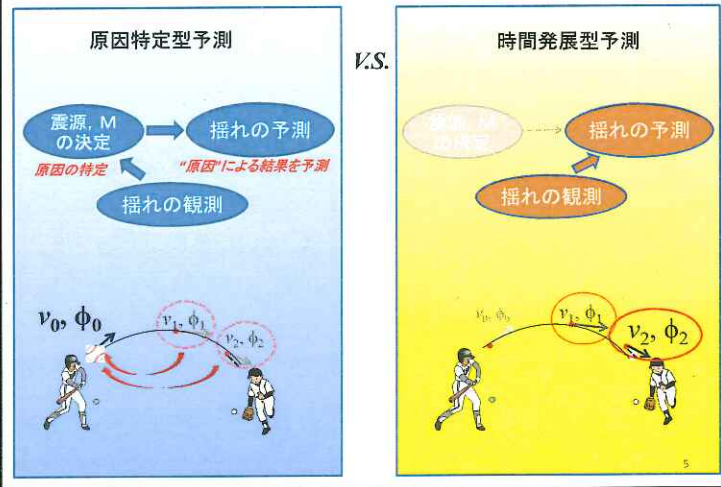


東北地方太平洋沖地震(とその余震)で顕著になった課題は、...



やるべきことは、「揺れ(地震動)の予測」である。
「震源やMの決定は、手段の1つ」
→ 震源やMは必要条件ではない

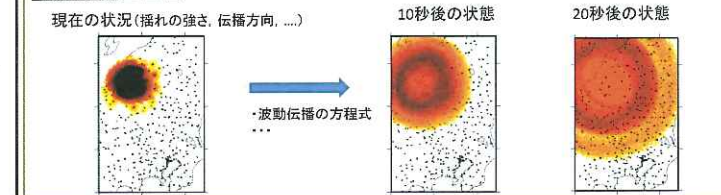
未来を予測するためには、...



天気の数値予報



“揺れの数値予報”



“揺れの数値予報”を、以下の2つの手順で行う

1. 正確な現状把握 (“揺れ”を可視化)

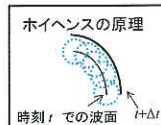
- リアルタイム観測網の強化
- サイト増幅特性補正
- データ同化

～微分方程式の解法～
・初期値の推定

2. 波動伝播の物理に基づく未来予測

・波動伝播の計算

- 差分法
 - 境界積分方程式法
 - Kirchhoff積分 (ホイヘンスの定理)
 - 輻射伝達理論
- 厳密だけど重い
- 高周波近似
だけど軽い



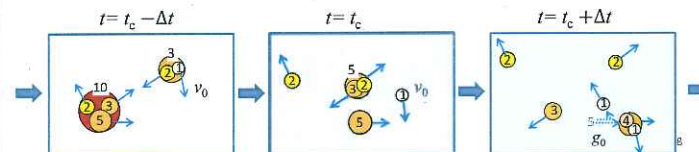
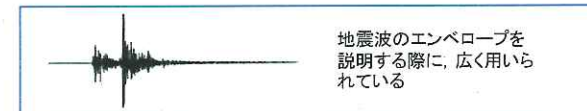
輻射伝達理論: Radiative Transfer Theory

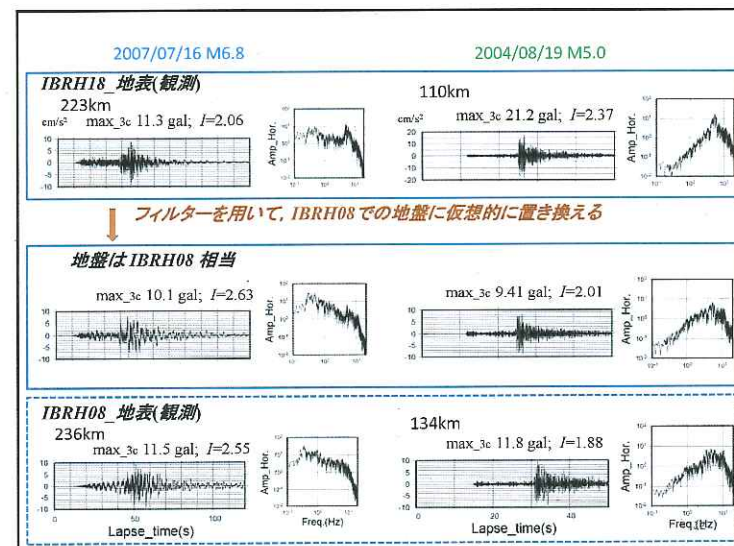
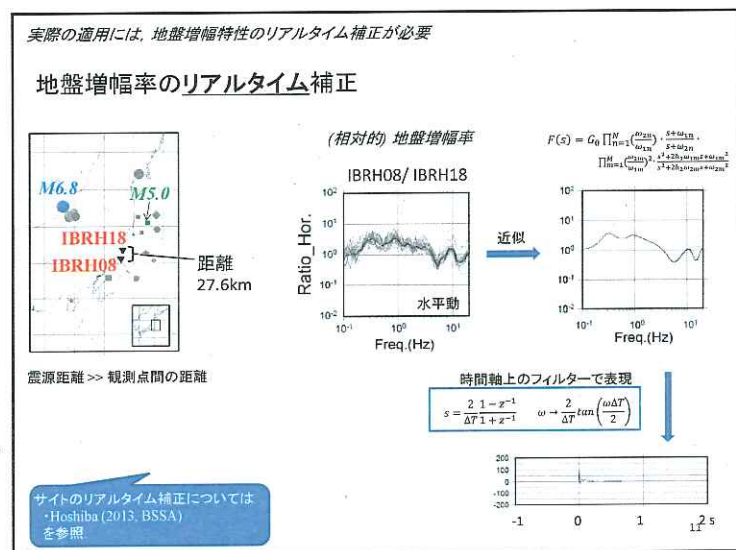
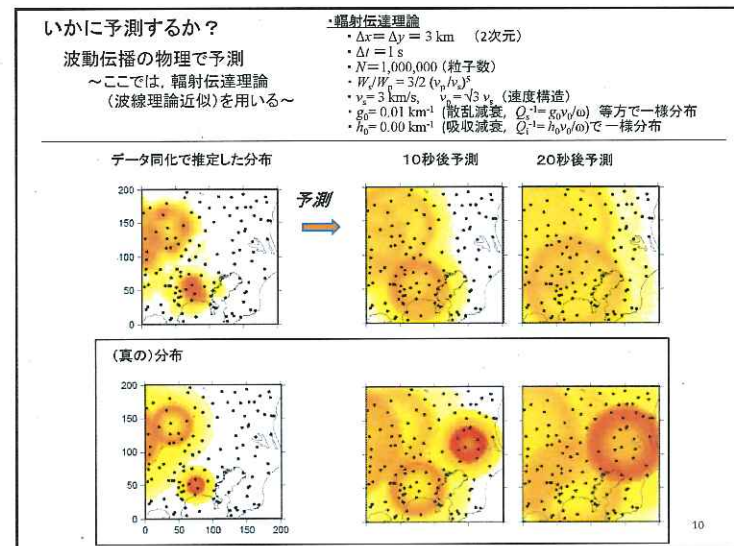
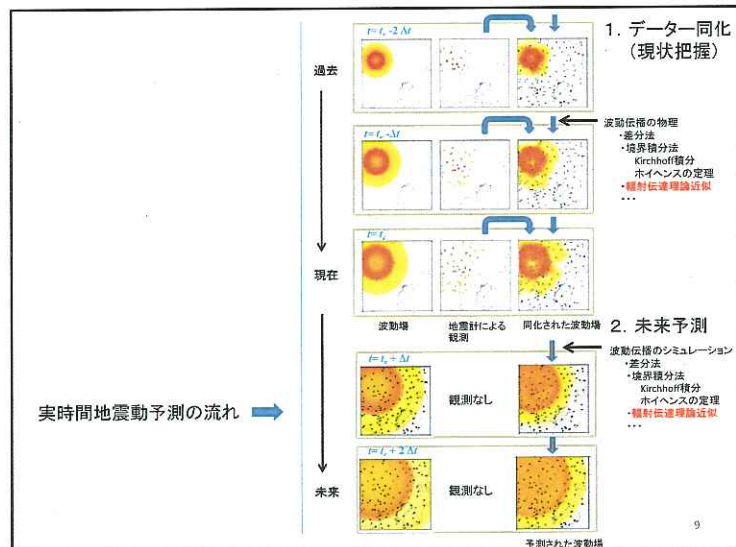
(エネルギー輸送: Transport of Energy)

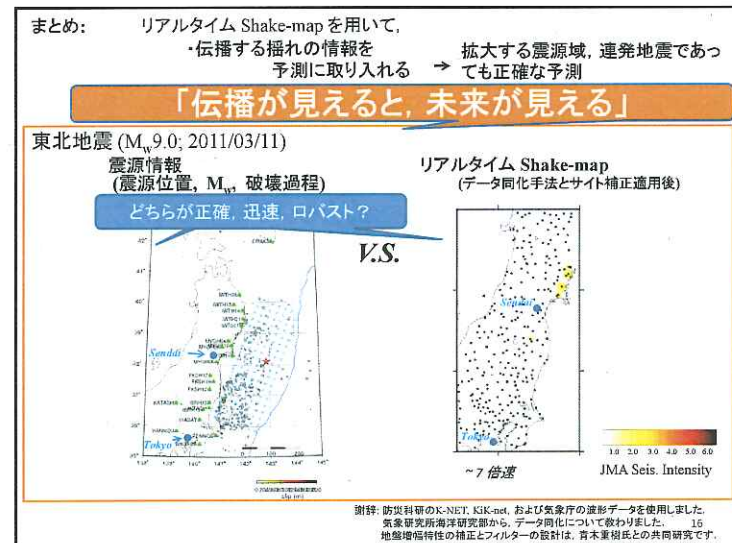
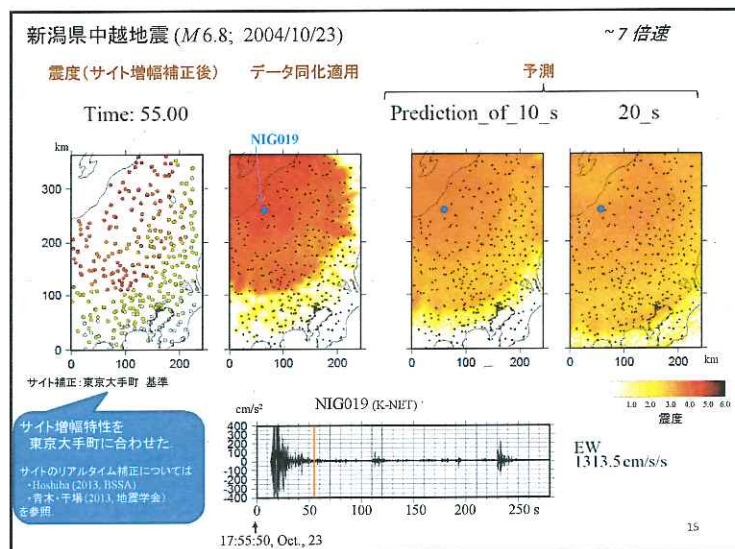
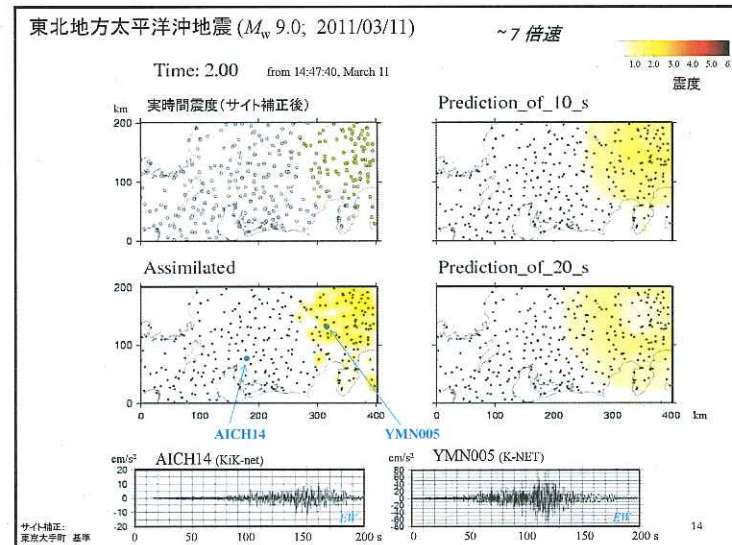
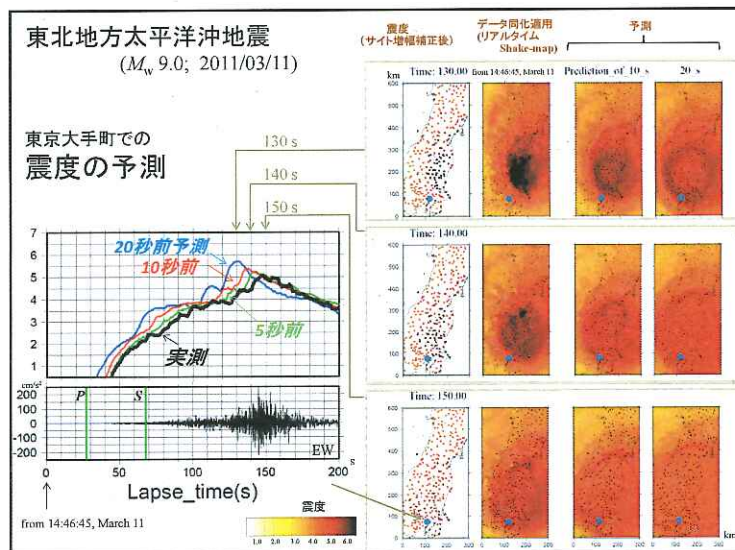
高周波の波動伝播の近似
(波動の伝播を、エネルギー流で近似)

$$\dot{f}(x, t; q) + v_0 q \nabla f(x, t; q) = -g_0 v_0 f(x, t; q) + \frac{v_0}{4\pi} \int g_0 f(x, t; q) d\Omega$$

v_0 : 伝播速度 (Velocity)
 q : 伝播方向 (Propagating Direction)
 g_0 : 散乱強度 (Scattering strength)







さらに, 進めて, ...

① 長周期地震動へ

懸念: ・輻射伝達理論は有効か?

・地盤増幅特性補正での位相?
(時間的な継続性)

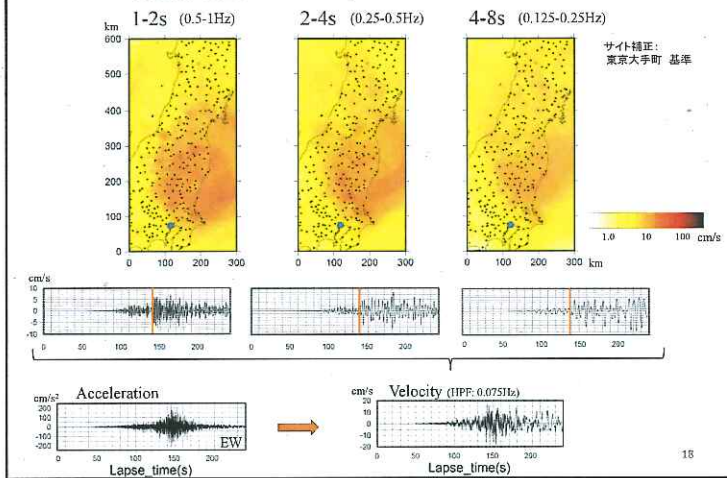
② 観測点は少なくとも...

17

東北地方太平洋沖地震 (M_w 9.0; 2011/03/11) — 長周期地震動 —

Time: 140.00 from 14:46:45, March 11

~ 7 倍速



18

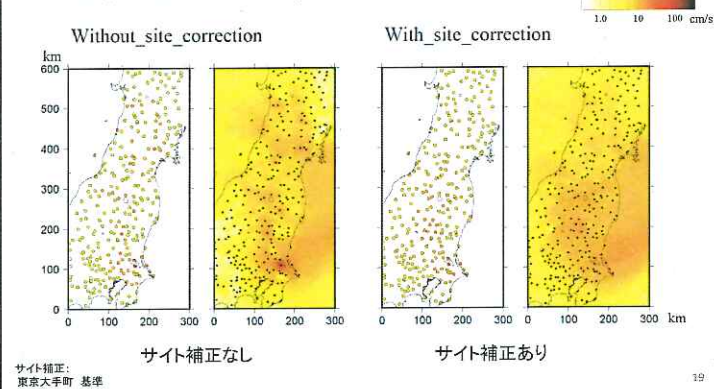
東北地方太平洋沖地震 (M_w 9.0; 2011/03/11)

周期: 2-4 秒 (0.25 - 0.5 Hz)

~ 7 倍速

~ リアルタイムでのサイト特性補正の効果 ~

Time: 150.00 from 14:46:45, March 11



19

東北地方太平洋沖地震 (M_w 9.0; 2011/03/11)

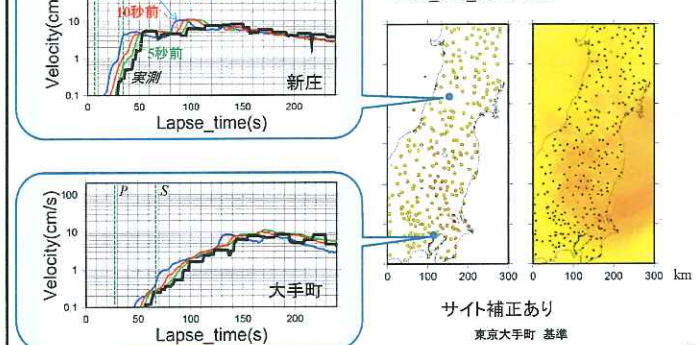
周期: 2-4 秒 (0.25 - 0.5 Hz)

1.0 10 100 cm/s

地震動の予測

150s from 14:46:45, March 11

With_site_correction



20

