



4-1 強震動予測手法と地下構造モデル に関する調査研究

首都直下地震プロジェクト第2回運営委員会資料

瀨瀬一起・三宅弘恵・引間和人

東大地震研

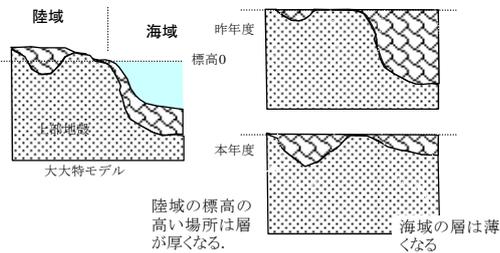
1. 長周期地震動予測による地下構造モデルの検証

格子モデルの問題点

- 地下構造: 大大特モデル(田中・他、2006)
 - 地表は不整形(標高で定義)
 - 海水の存在
- 格子モデル
 - 三次元有限差分法(Pitarka, 1999)
 - 上面は平面
 - 地表の不整形を平面化する必要あり
 - 液体の計算不可
 - 海水の扱いを工夫する必要あり

格子モデルの検討

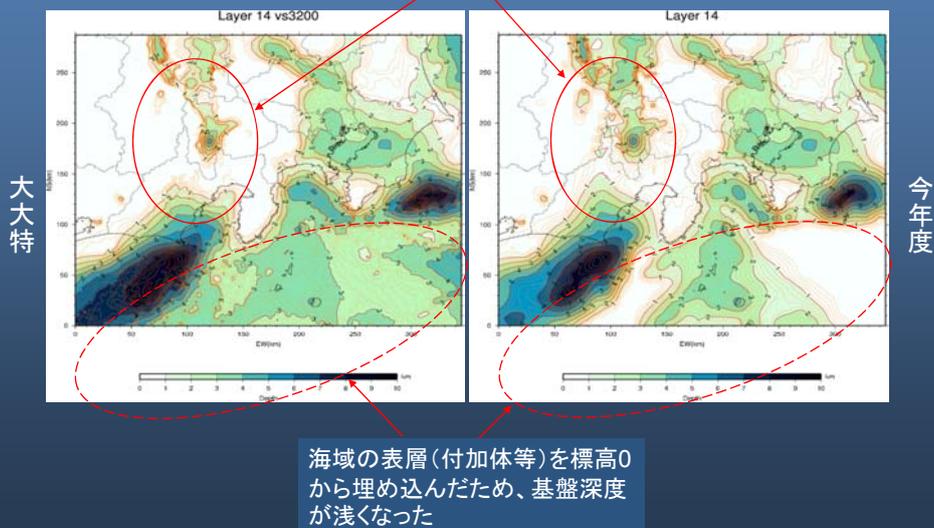
- 上部地殻より上層の扱い
 - 大大特モデル
 - 標高の保持
 - 陸域: 標高0m以上の地層は無視
 - 海域: 海水は海底面の地層で置換
 - 今年度
 - 層厚の保持
 - 陸域: 地表面が標高0となるように埋め込む
 - 海域: 水深分もちあげる



	Vs (km/s)	Vp (km/s)	
第1層	0.35	1.70	
第2層	0.50	1.80	
第3層	0.60	2.00	
第4層	0.70	2.10	
第5層	0.80	2.2	
第6層	0.90	2.30	
第7層	1.00	2.40	
第8層	1.30	2.70	
第9層	1.50	3.00	
第10層	1.70	3.20	
第11層	2.00	3.50	
第12層	2.40	4.20	
第13層	2.90	5.00	
第14層	3.20	5.50	上部地殻
第15層	3.75	6.50	下部地殻
第16層	4.47	8.04	マントル
第17層	2.78	5.40	海洋性地殻第2層
第18層	3.48	6.50	海洋性地殻第3層
第19層	4.47	8.04	海洋マントル

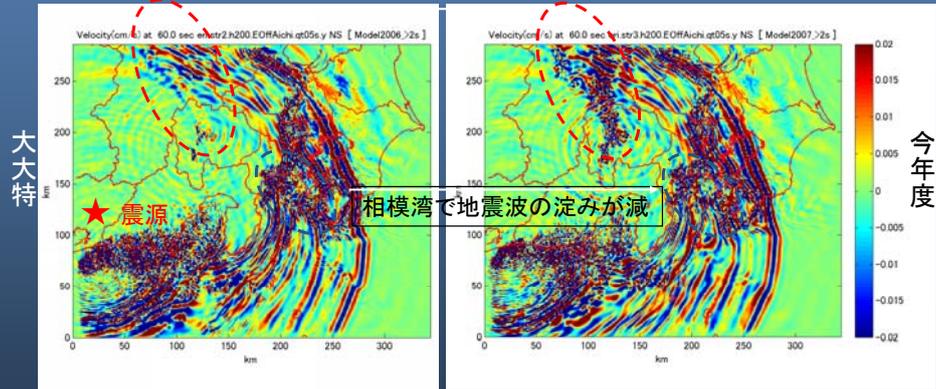
上部地殻の上面深度

標高の高い層が反映されて基盤深度が深くなった



97年の愛知県東部の地震(M5.9,深さ39km)の地震動シミュレーション(周期2秒以上)(1)

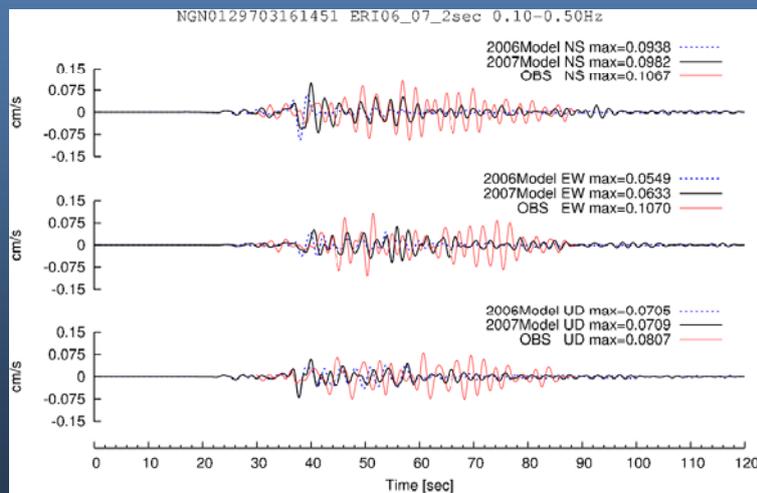
甲府～松本とその北東で地震波が淀む



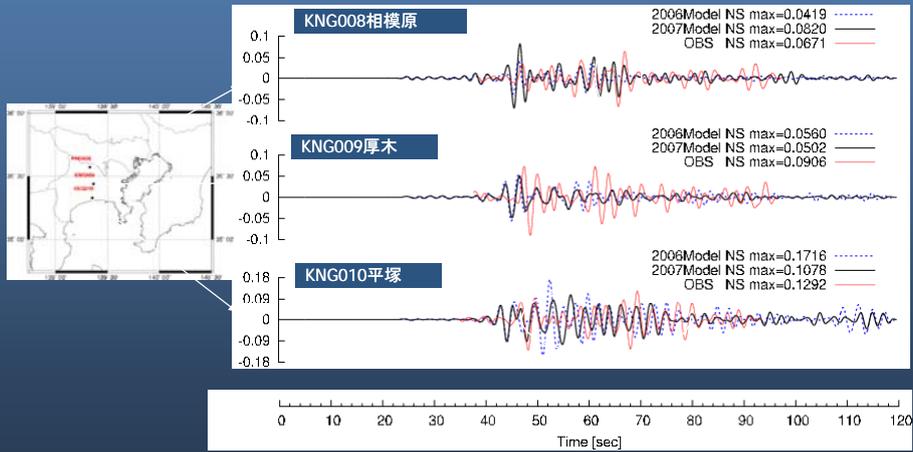
NS成分 発震60秒後

97年の愛知県東部の地震(M5.9,深さ39km)の地震動シミュレーション(周期2秒以上)(2)

■ 松本

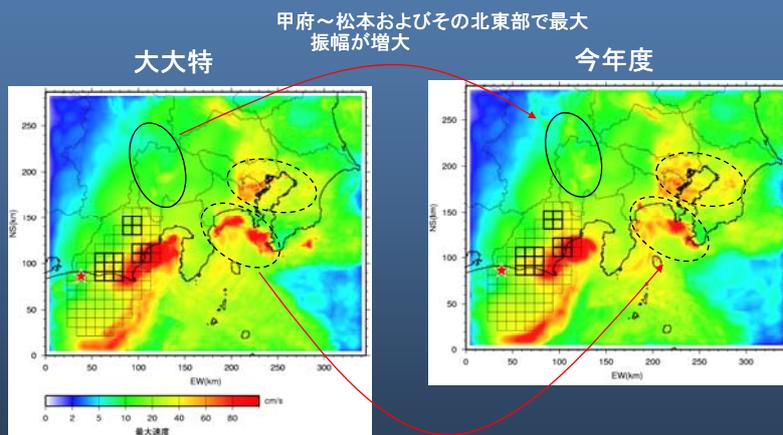


97年の愛知県東部の地震(M5.9、深さ39km)の地震動シミュレーション(周期2秒以上) (3)



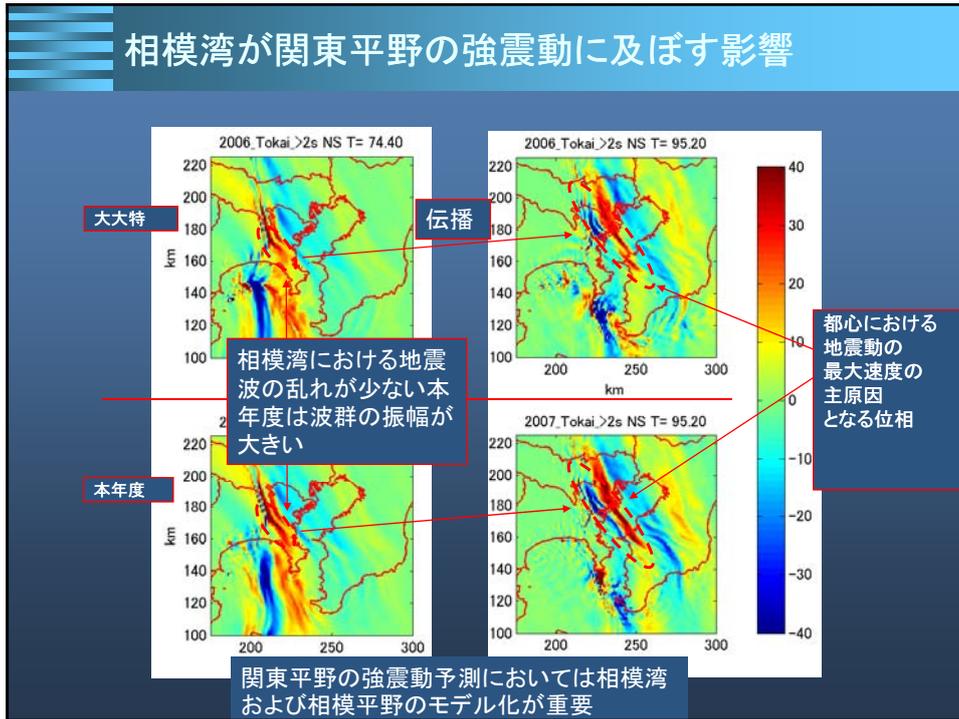
関東平野の南西縁(KNG008,KNG010)で再現能力が向上

東海地震の予測波の最大速度分布(周期2秒以上)

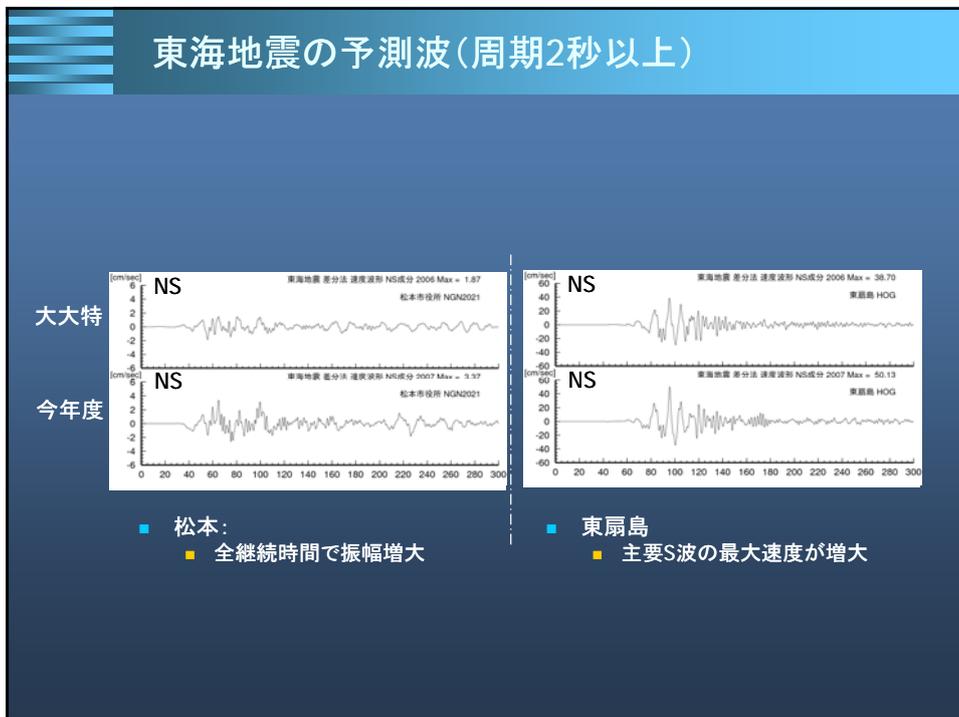


相模湾の地震波伝播が変化
→関東平野の最大振幅が増大

相模湾が関東平野の強震動に及ぼす影響

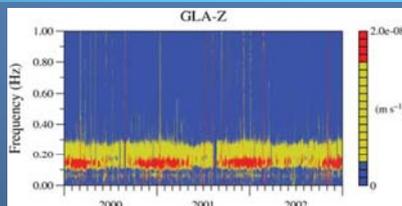


東海地震の予測波(周期2秒以上)

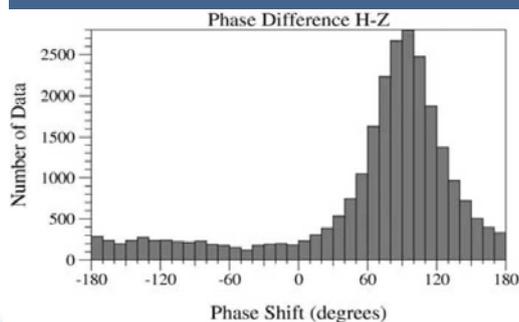
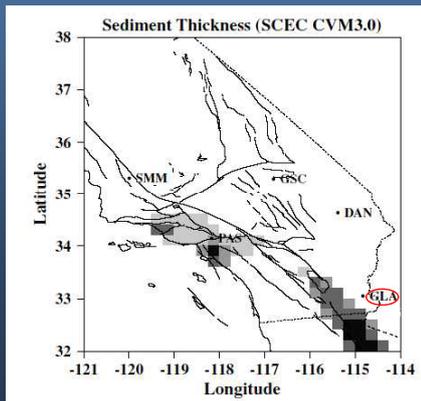


2. HZ法による構造解析

- Tanimoto and Alvizuri (2006)
- データ: 各観測点での微動・地震データの
長期間連続観測記録
- 手順: 1. 水平・鉛直成分の位相ずれを利用し、
観測データよりレイリー波の卓越した成分を抽出する。
2. 各周波数においてHZ振幅比を計算する。
3. HZ比のインバージョンにより浅部S波速度構造を求める。



南カリフォルニアのグラニス観測点(GLA)での
2000-2002のスペクトル波形記録。



スペクトル記録の1時間平均から計算した
水平・鉛直成分の位相ずれの分布。

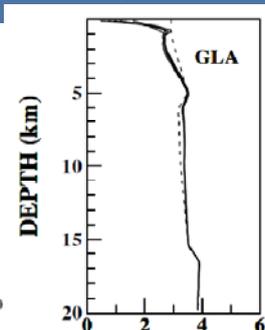
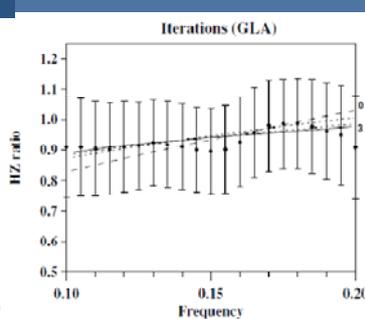
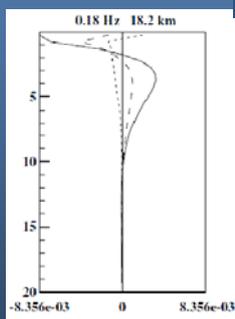
HZ法の定式化

(Tanimoto and Alvizuri, 2006)

Step 1
HZ カーネル

Step 2
HZの Iteration

→ Vs 構造推定



--- Density
- - - Vs
- - - Vp

HZ比の摂動と構造パラメタの摂動との関係。
Kは密度ρ、Vp α、Vs βの摂動に対するカーネル。

$$\frac{\delta \xi}{\xi} = \int_0^R \left\{ K_\rho \frac{\delta \rho}{\rho} + K_\alpha \frac{\delta \alpha}{\alpha} + K_\beta \frac{\delta \beta}{\beta} \right\} dr$$

左式をVsに対して解く。

$$b_i = \sum_{j=1}^N A_{ij} \left[\frac{\delta \beta}{\beta} \right]_j \quad A_{ij} = \int_{r_j}^{r_{j+1}} (0.75 K_\alpha + K_\beta) dr$$

求めるインバージョンの基本式は、

$$\mathbf{x} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A} + \epsilon^2 \mathbf{I})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{b}$$

19年度成果: 関東平野内 F-net 観測点

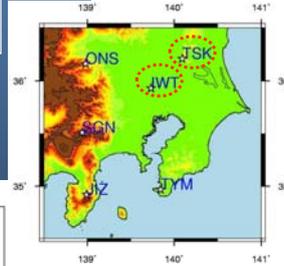
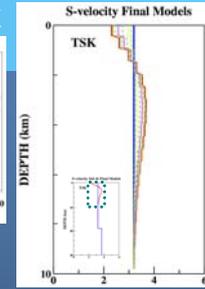
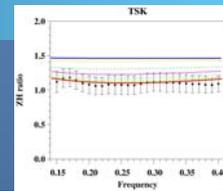
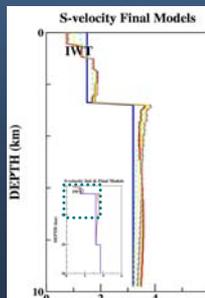
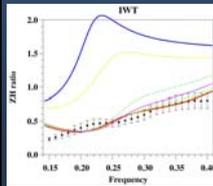
TSK

各観測点におけるS波速度構造推定

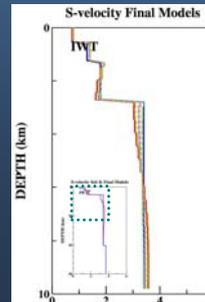
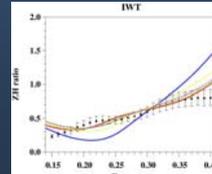
- F-net 観測点, 連続データへのHZ法の適用
- ・TSK: つくば
 - 1層モデル: 極めて薄い堆積層
- ・IWT: 岩槻
 - 2層モデル: 厚い堆積層
 - 再インバージョン
 - 4層モデル

・初期モデル: 赤
・最終モデル: 青

IWT: 1st Trial



IWT: 2nd Trial



19年度成果: イベントデータでの検証

イベントデータの有無によるZ/H比の評価

- F-net 岩槻: 1997年データ, 中規模地震記録50イベント各条件でのZ/H比スペクトルの変化を評価。
- 連続データのZ/H比 と イベントデータのZ/H比 には大きな変化は見られない。

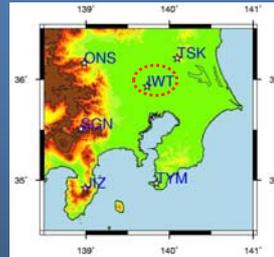
イベントデータへのHZ法の適用

有効性

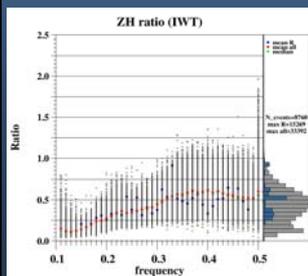
- ・関東平野内に高密度の観測点
- ・レイリー波成分に富むデータの選択

問題点

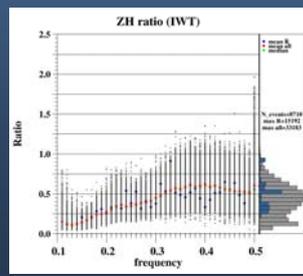
- ・データ数減少によるZ/H比のばらつき
- ・震源分布の偏りの影響



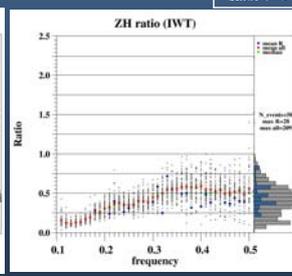
・Z/H比平均値: 赤
・度数分布: 右横



連続データ全体



イベントデータを除外



イベントデータのみ

20年度計画: 関東平野内 K-NET 観測点

各観測点におけるS波速度構造推定

K-NET 観測点. イベントデータへのHZ法の適用
 試験的にF-net岩根周辺の観測点を選択

・CHB001: 野田

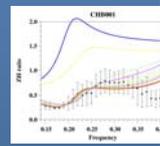
・SIT010: 大宮

2層モデル: 厚い堆積層

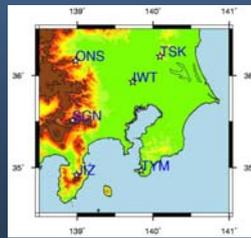
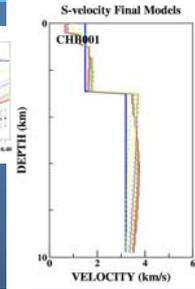
→初期モデルを変更しての再インバージョンが必要。

◆ 多数の平野内K-NET観測点での構造推定

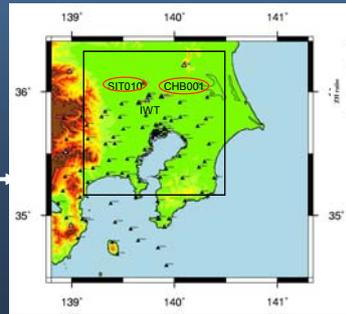
→ 関東平野3次元速度構造モデルの構築を目指す。



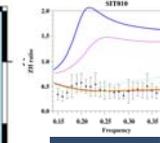
CHB001



F-net 観測点



K-NET 観測点



SIT010

