

サブテーマ3（地下構造モデル化の研究） 3次元速度・Q構造モデル化研究グループ

目的

関東平野周辺の強震動数値シミュレーション用3次元地下構造モデル（P波・S波速度、密度、Q値）のマスターモデルの構築

H14年度の研究項目

既存データの収集・既存モデルの整備

既存モデルを用いた地震動シミュレーション

堆積層における速度勾配および不均質性の既存データ調査

研究担当者

山中浩明，山田伸之（東工大・総合理工）

古村孝志（東大・地震研）

佐藤浩章，東 貞成，芝 良昭（電中研）

早川 崇，佐藤俊明（大崎総研）

既往の関東平野の3次元堆積層構造モデル

- 地質構造モデル
速度構造が不明
- 屈折法によるP波速度構造モデル
均質な堆積層
- 密度構造モデル
均質な堆積層, 密度モデル
- S波速度構造モデル
微動アレイデータの密度がまだ疎
- シミュレーションで用いられる構造モデル
精度や信頼性など不明

千葉県南部, 三浦半島, 平野北西部ではデータが少なく,
地下構造に大きな差異がある.

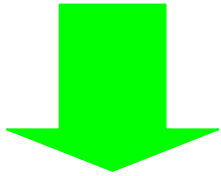
最近実施された地下構造探査

- 大学・研究機関（本プロジェクトを含む）
反射法，屈折法，微動アレイ
今までデータが疎であった地域
シミュレーション結果が不満足な地域
- 自治体（平野部地下構造調査交付金）
神奈川県，千葉県，東京都，横浜市，川崎市
3次元モデルも提案されているが、地域が限定的
- 民間企業
技術開発目的，耐震設計支援（微動アレイが主）
公開情報は多くないが，交付金事業がシーズ

地下構造データの収集・統合

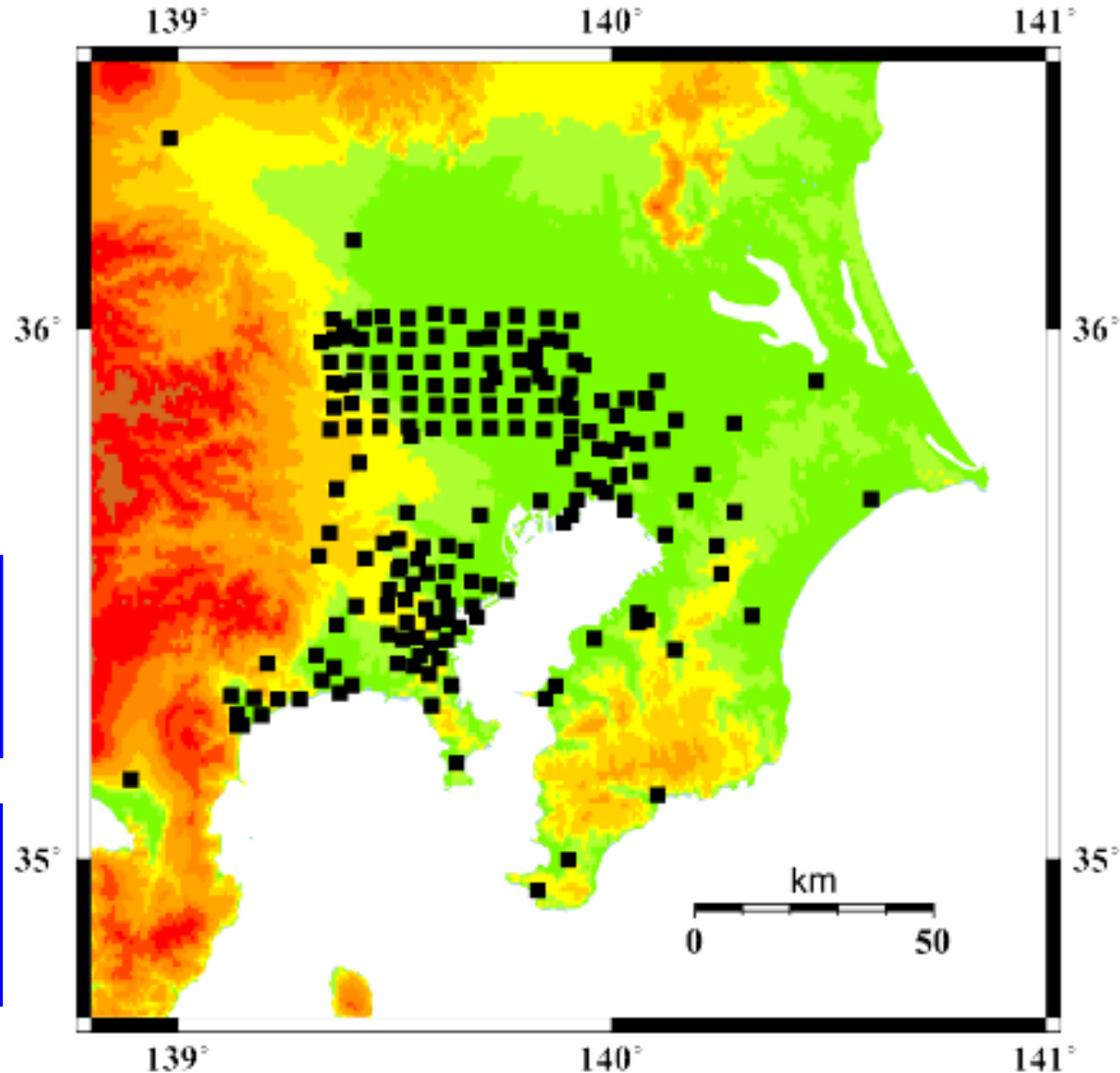
微動アレイ探査結果の収集・整理

現在182地点
で探査実施



速度構造と位相速度
データの収集

空白地域を埋める
アレイ観測の実施



位相速度データベースの構築

■ 重要性

シミュレーションの対象となる周期範囲
表面波の伝播を説明するモデルが構築可能

■ 地下構造の再決定

逆解析時の仮定がそれぞれ違う

地震探査の結果を考慮した再解析

多点同時逆解析

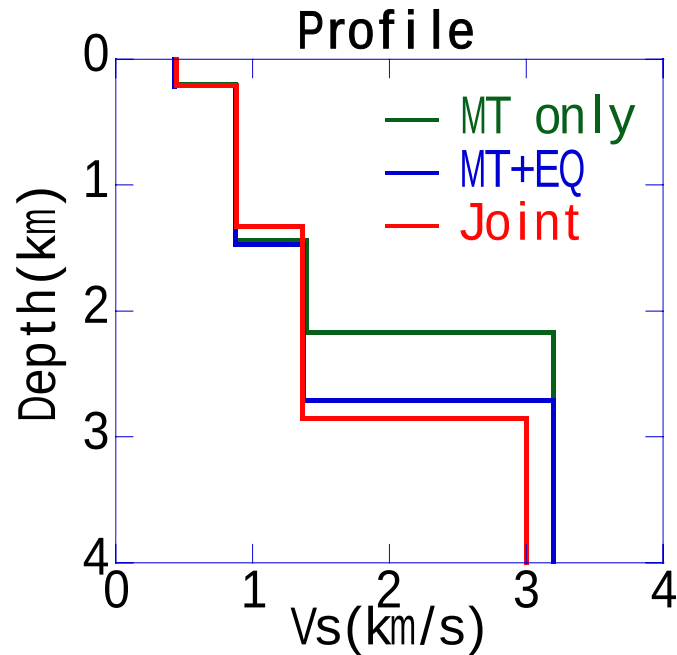
他の観測量との同時逆解析（Receiver関数）

■ シミュレーション結果の評価

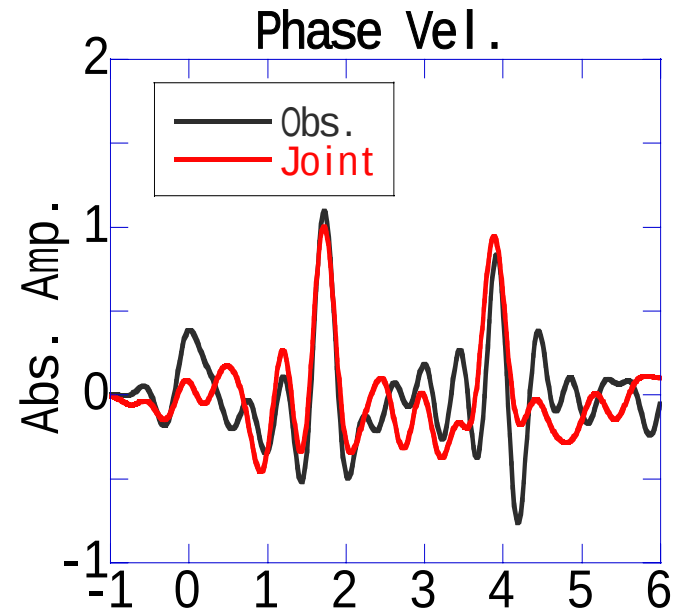
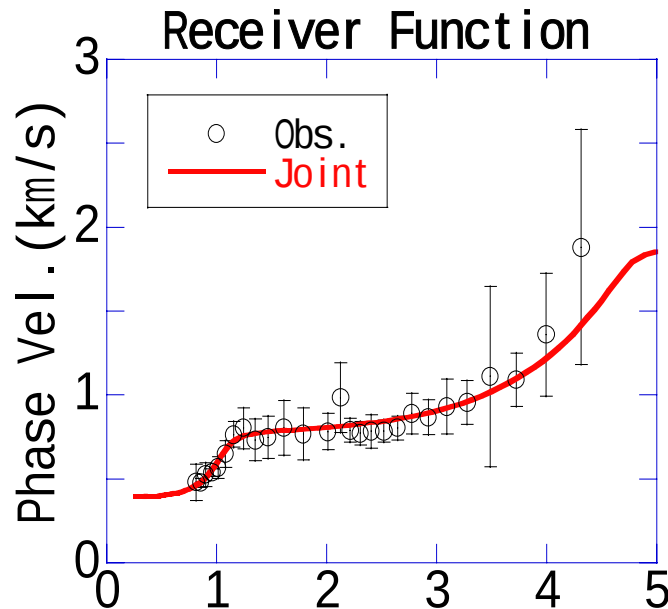
位相速度ベースでの比較

Receiver関数と位相速度の同時逆解析

(JMA東京)



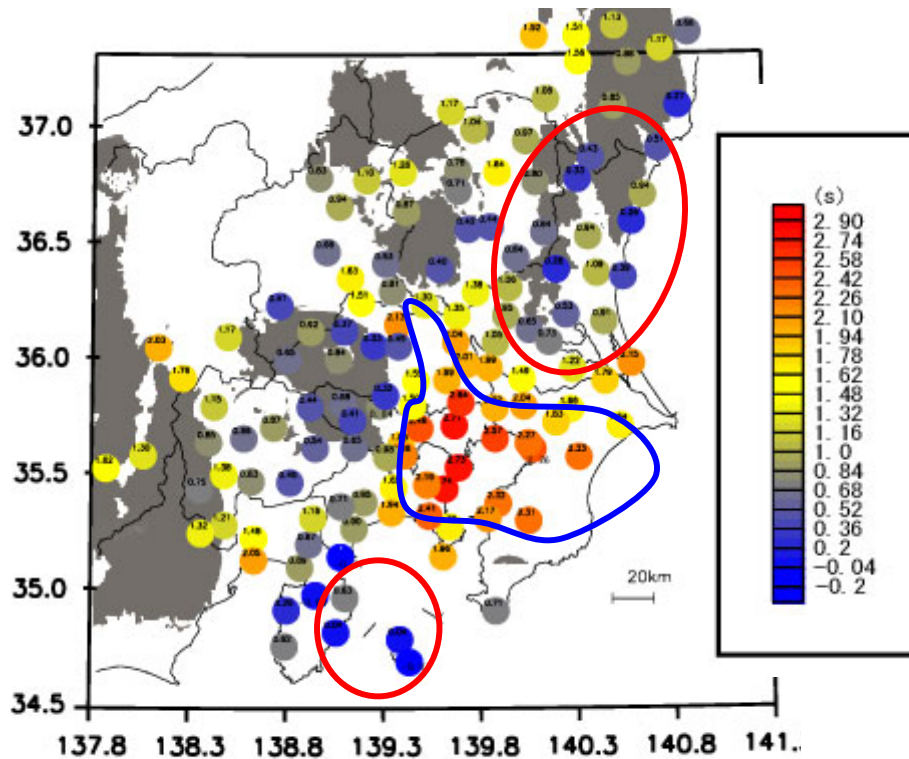
$$\phi_R = \frac{1}{N_R} \sum_{i=1}^{N_R} \left[\frac{R^o(t_i) - R^c(t_i)}{\sigma_R(t_i)} \right]^2$$
$$\phi_P = \frac{1}{N_P} \sum_{i=1}^{N_P} \left[\frac{C^o(f_i) - C^c(f_i)}{\sigma_P(f_i)} \right]^2$$
$$\phi = p\phi_P + (1-p)\phi_{RF}$$



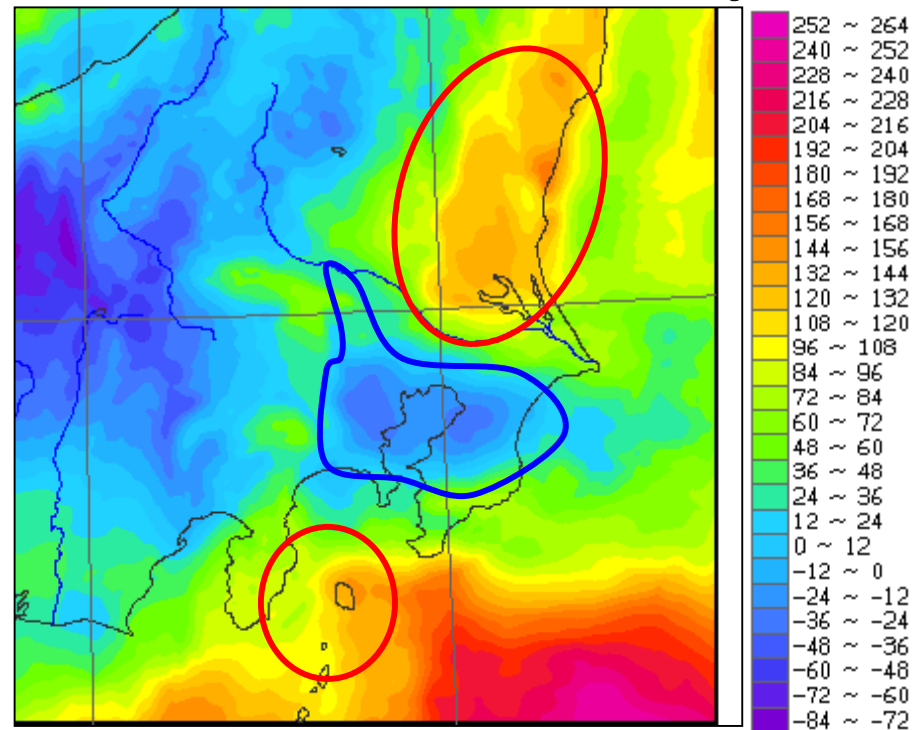
堆積層によるS波初動走時の遅れ時間の推定

13地震×130地点(K-Net)の初動データのニューラルネットワークによる走時解析

ブーゲー異常図(仮定密度 2.67 g/cm^3)

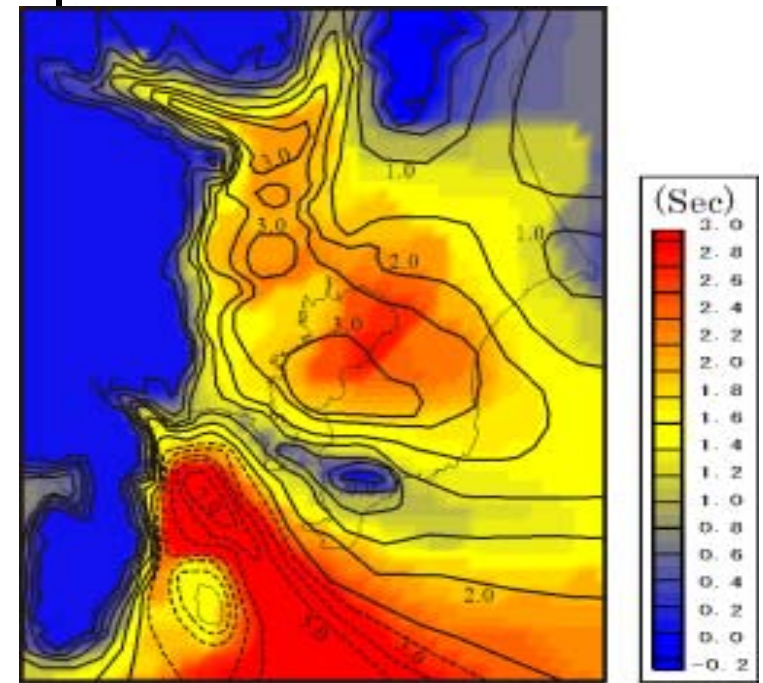
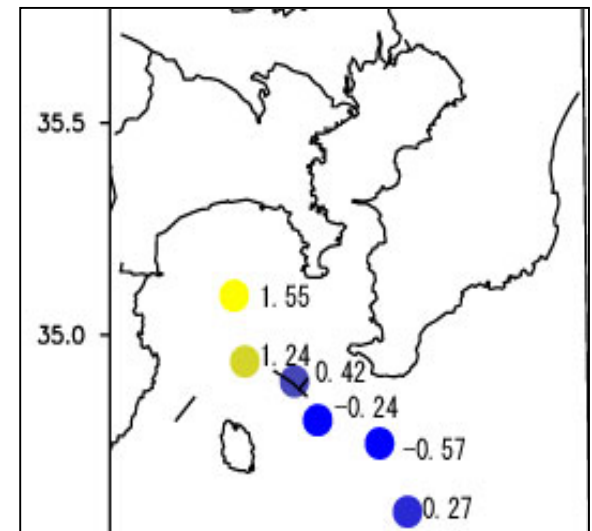
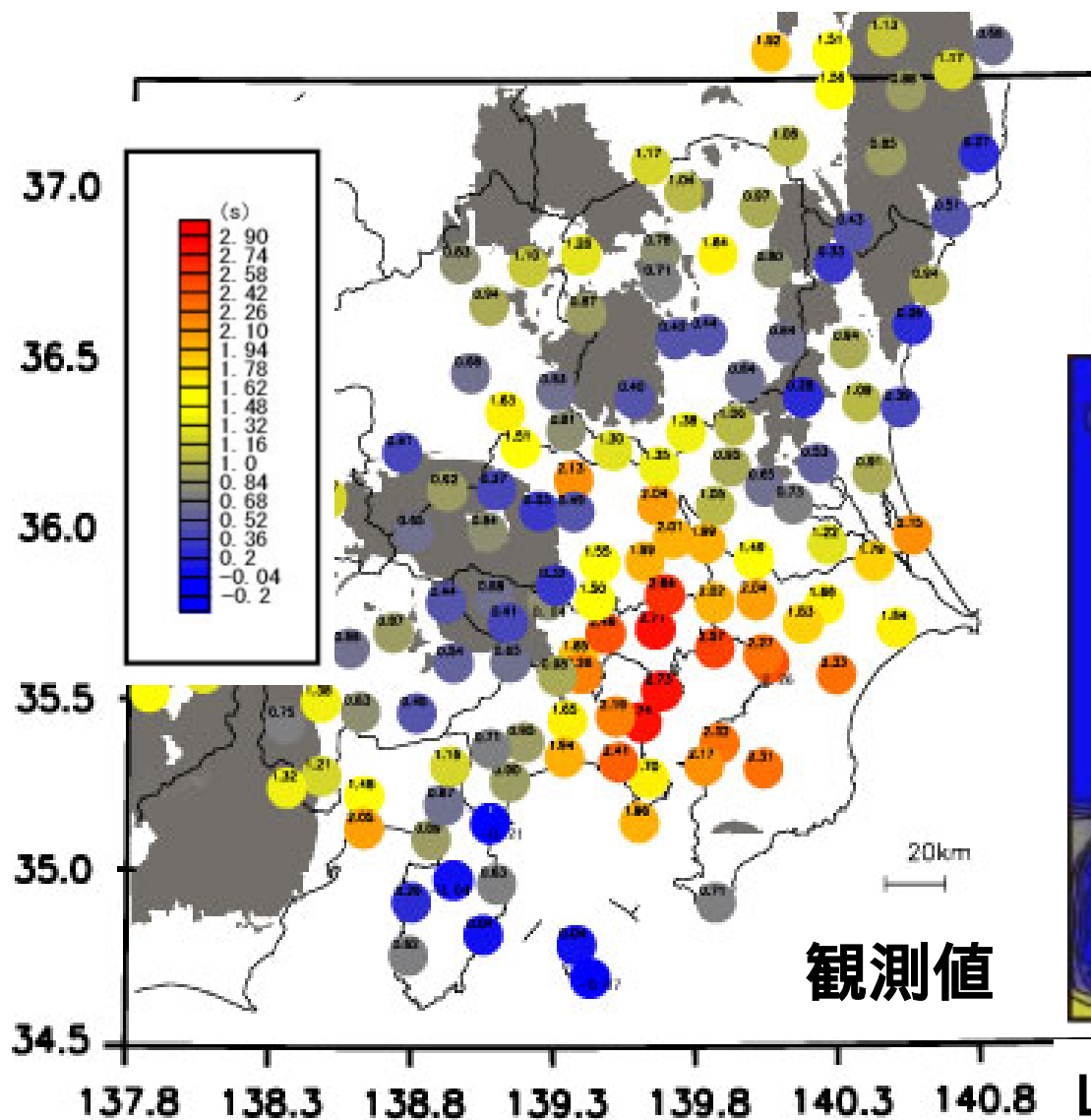


S波初動の走時残差
赤色が走時遅れが大



重力異常分布
青色が重力異常が小

3次元モデルに対する走時遅れの理論値との比較

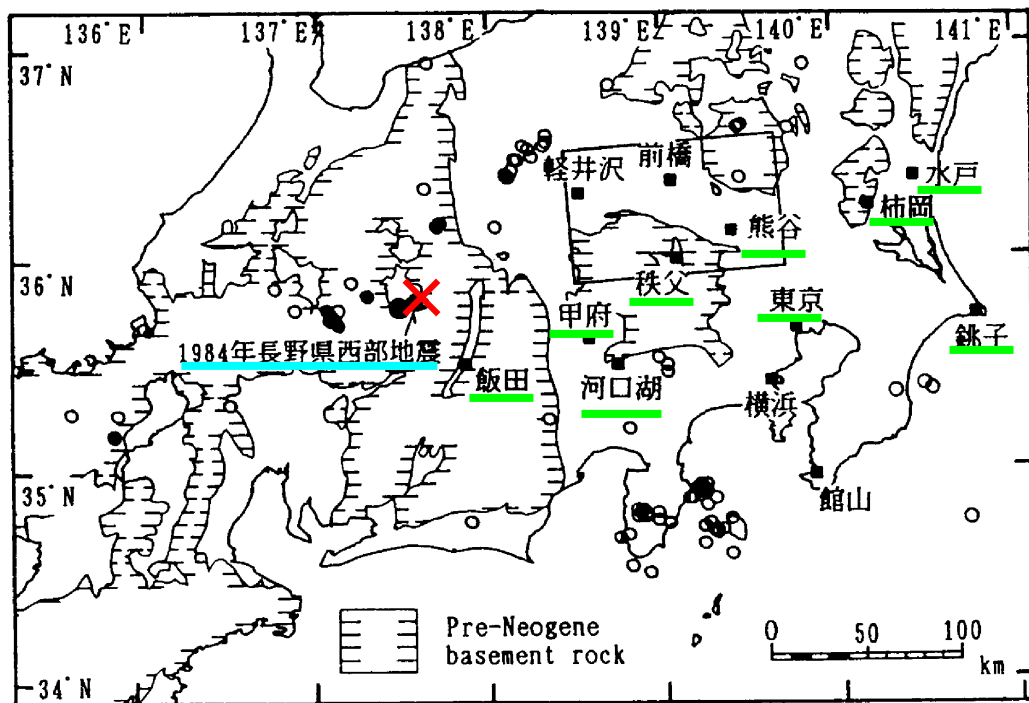


山中・山田モデルの理論値

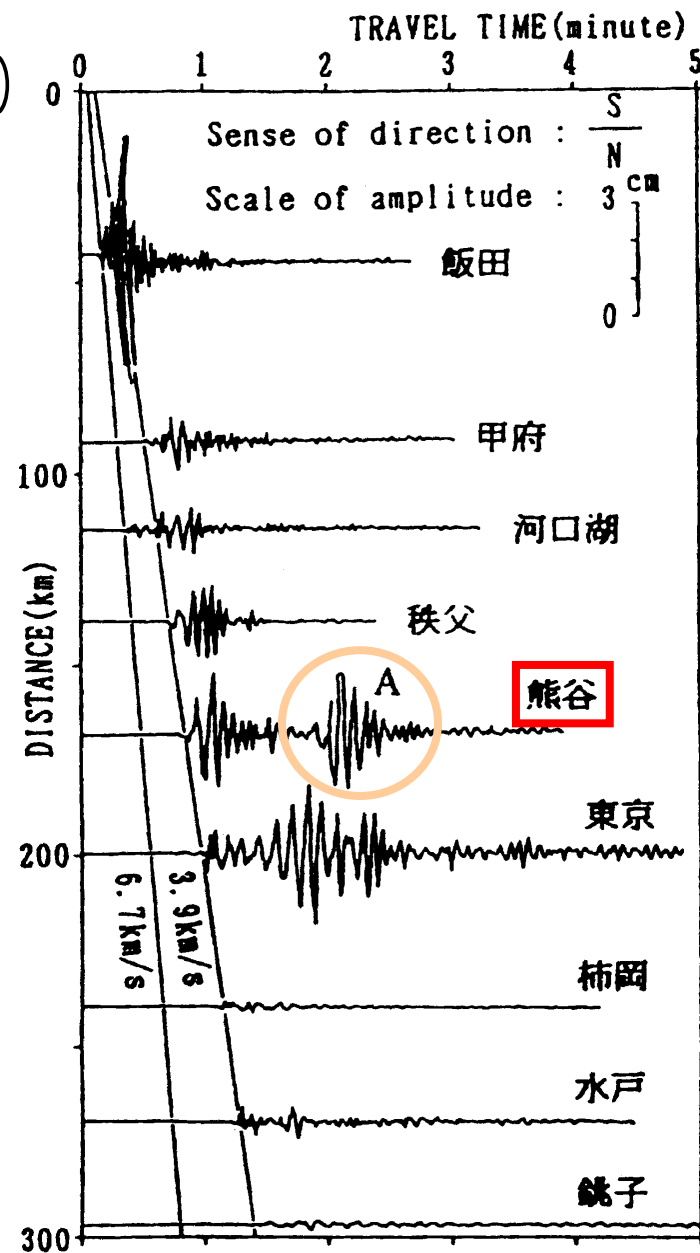
3次元地下構造を考慮した地震動シミュレーション

南側の浅い地震 (1990年伊豆大島近海)
やや深発地震 (1992年浦賀水道)
西側の浅い地震 (1984年長野県西部)

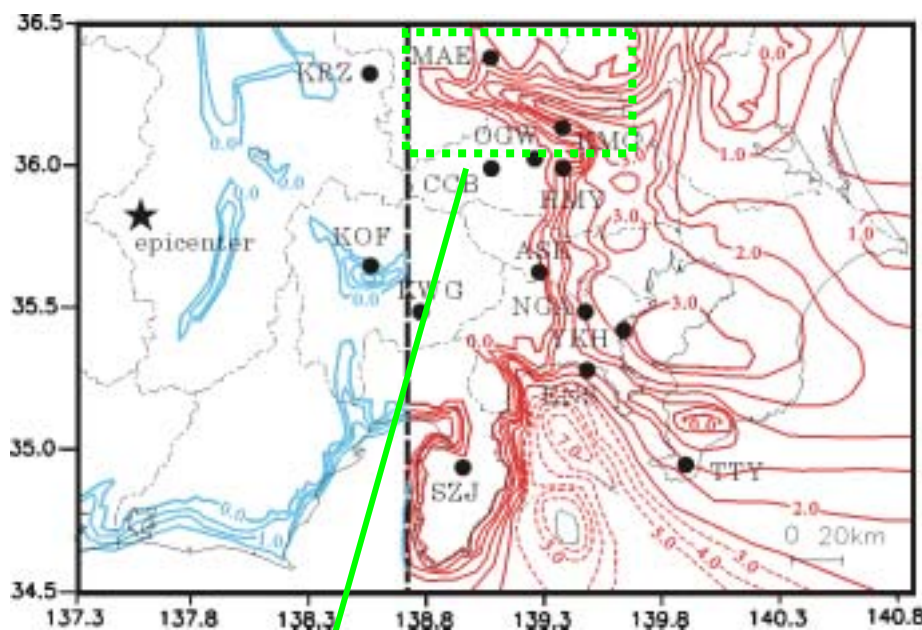
3次元構造の影響が顕著



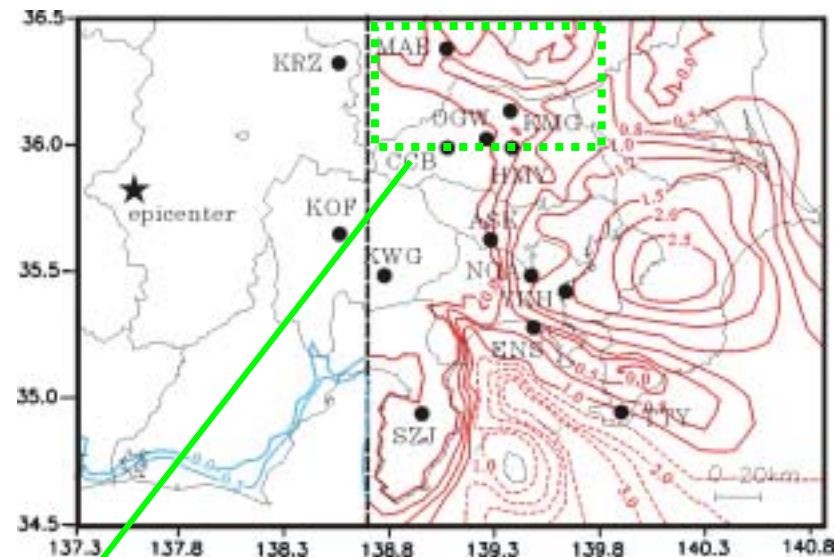
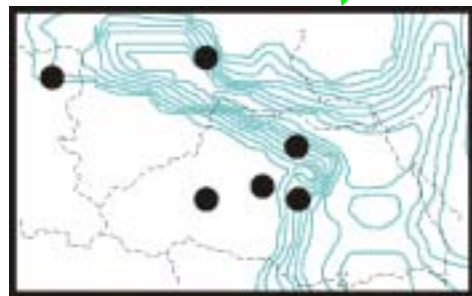
(小山・他, 1992)



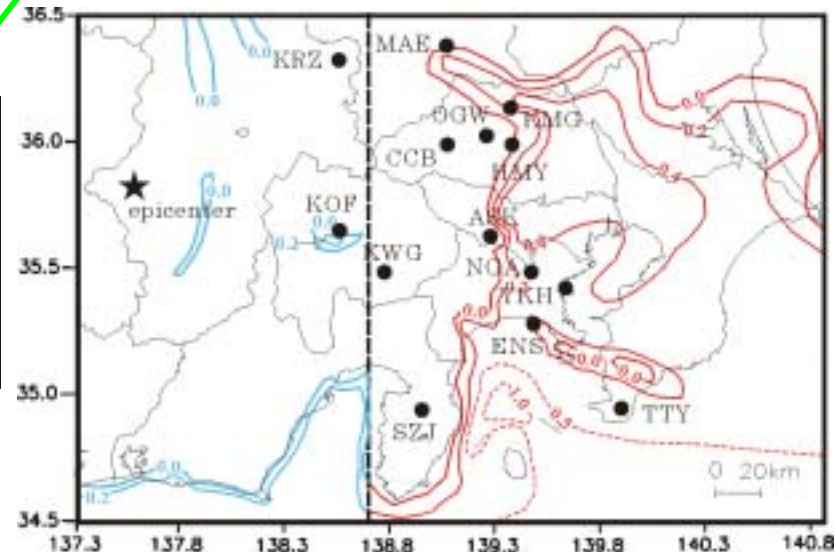
関東平野の3次元地下構造モデル



V S : 3.0km/s層(基盤)上面深度



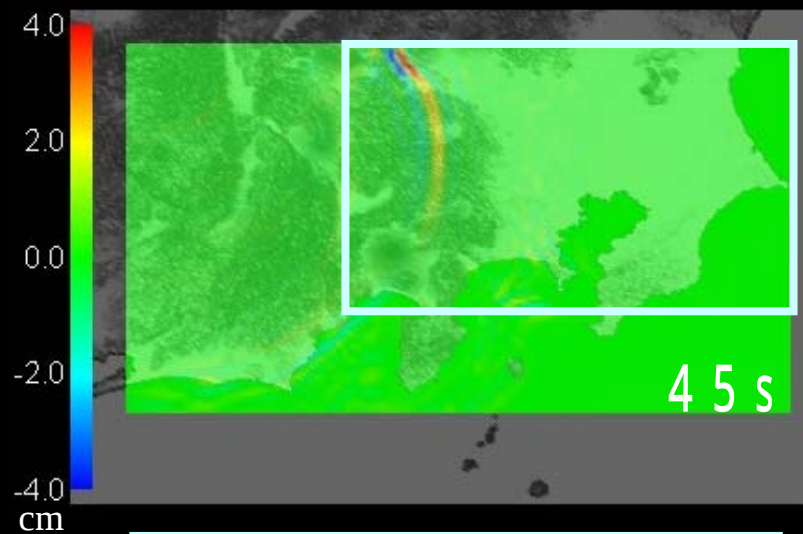
V S : 1.0-1.7km/s層(中間層)境界深度



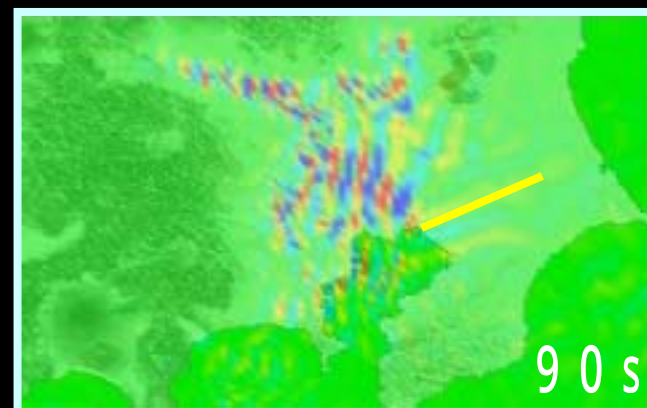
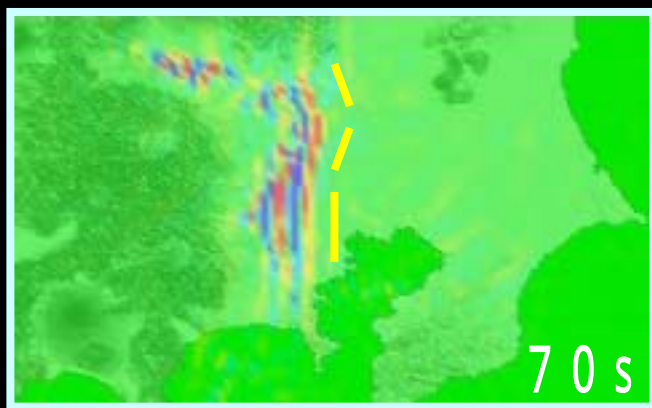
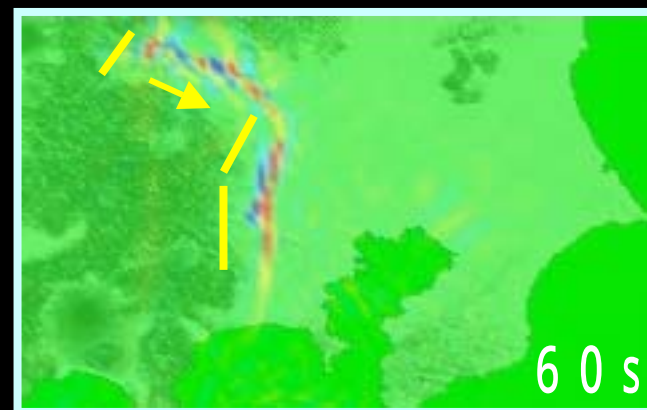
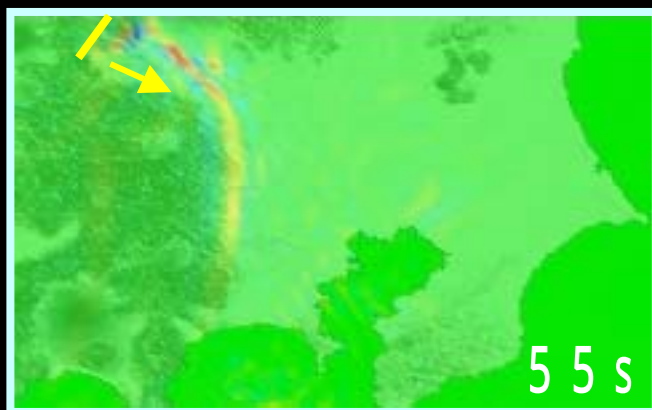
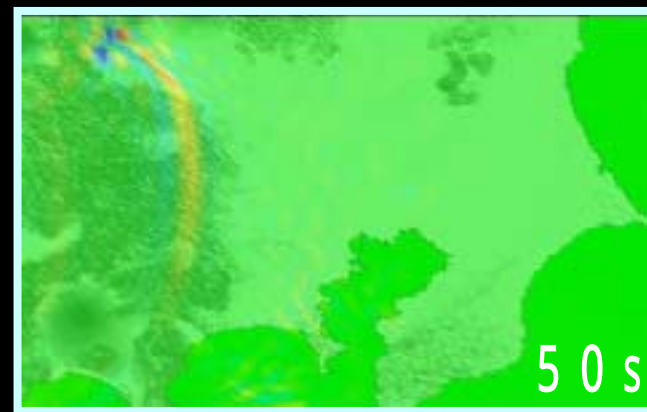
V S : 0.5-1.0km/s層(表層)境界深度

後続位相に着目してモデル修正を行う

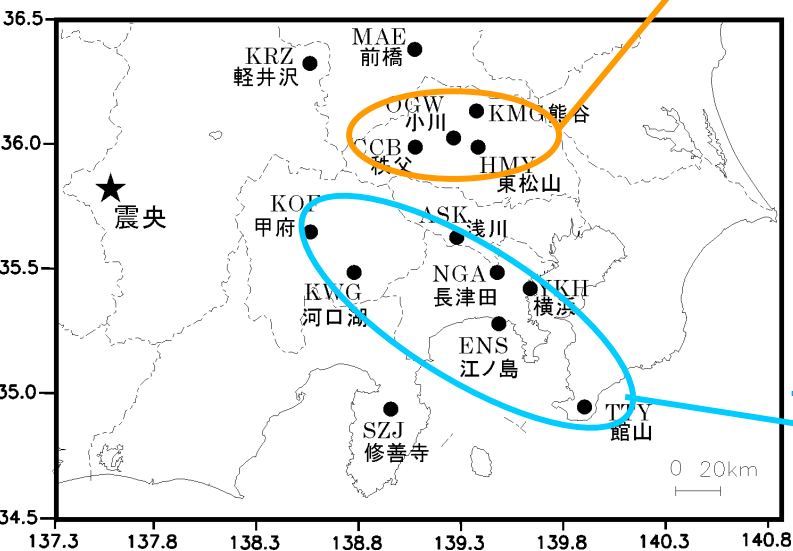
赤コンター: 山中・山田(2002)より



Snapshot (NS comp.) : Model 1

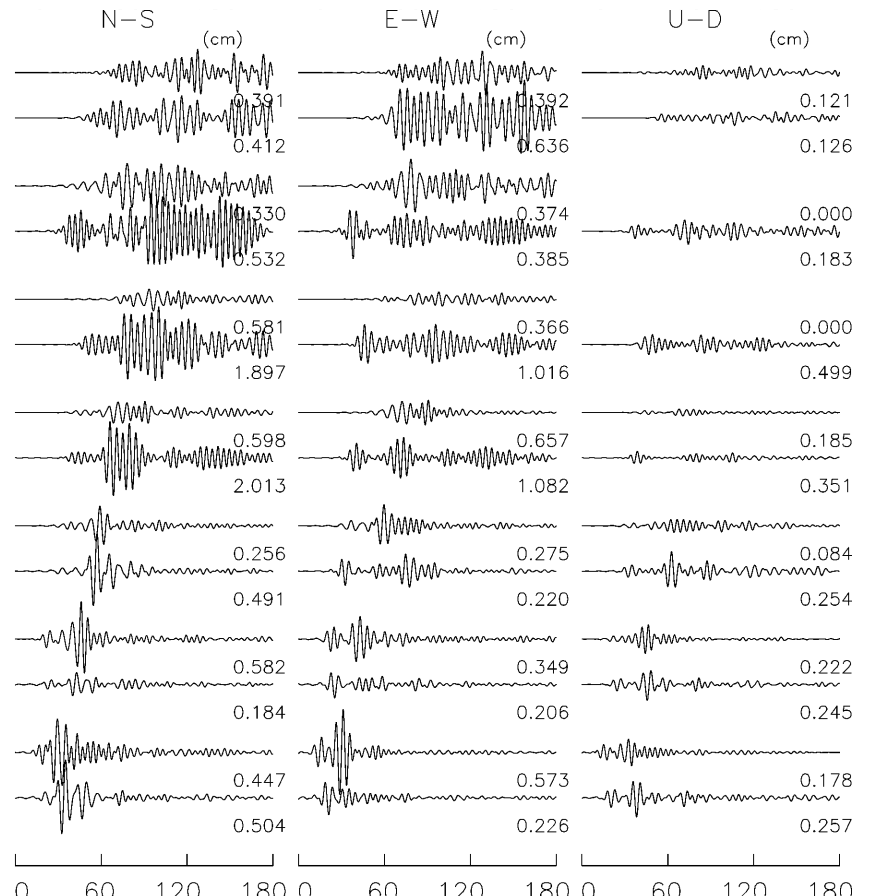
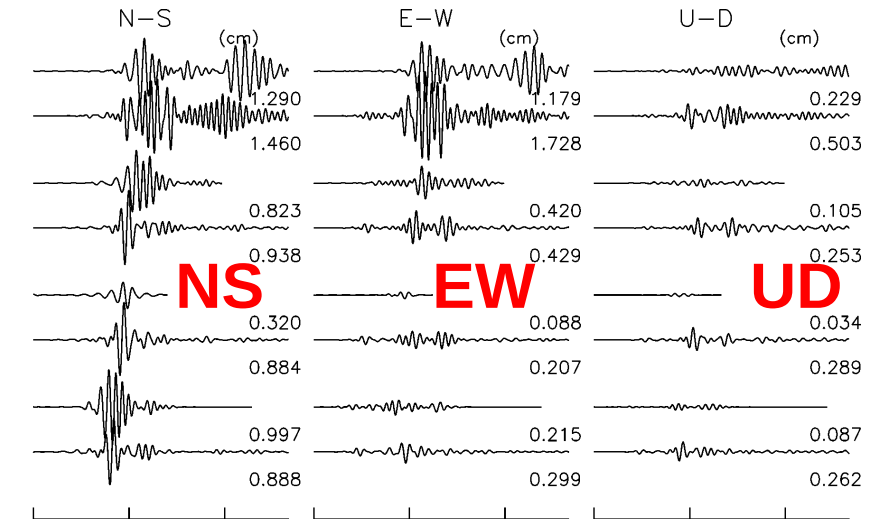


平野内地点の1倍 強震計相当の変位 波形比較 ($T=6s$, $h=0.6$)



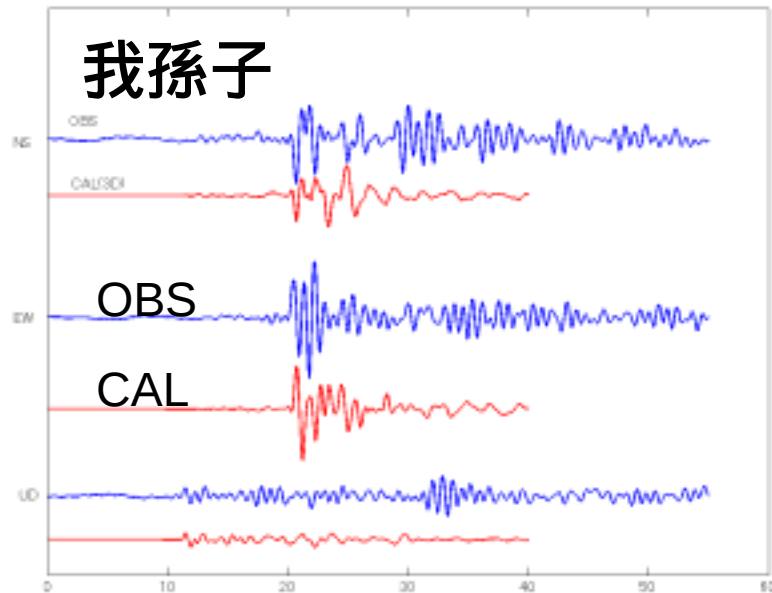
KMG OBS
熊谷 SYN
HMY OBS
東松山 SYN
OGW OBS
小川 SYN
CCB OBS
秩父 SYN

TTY OBS
館山 SYN
ENS OBS
江ノ島 SYN
YKH OBS
横浜 SYN
NGA OBS
長津田 SYN
ASK OBS
浅川 SYN
KWG OBS
河口湖 SYN
KOF OBS
甲府 SYN

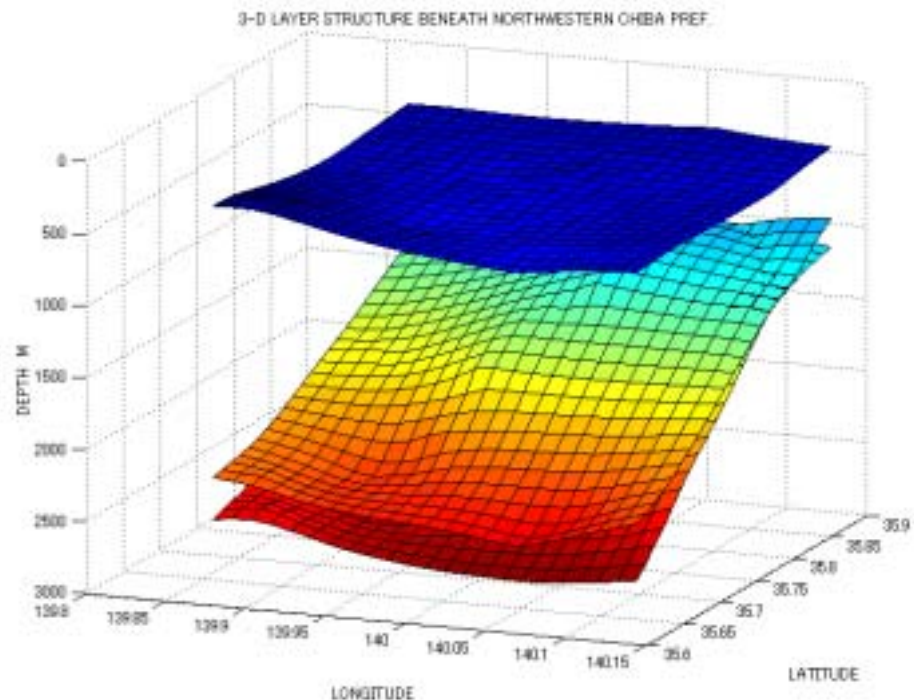
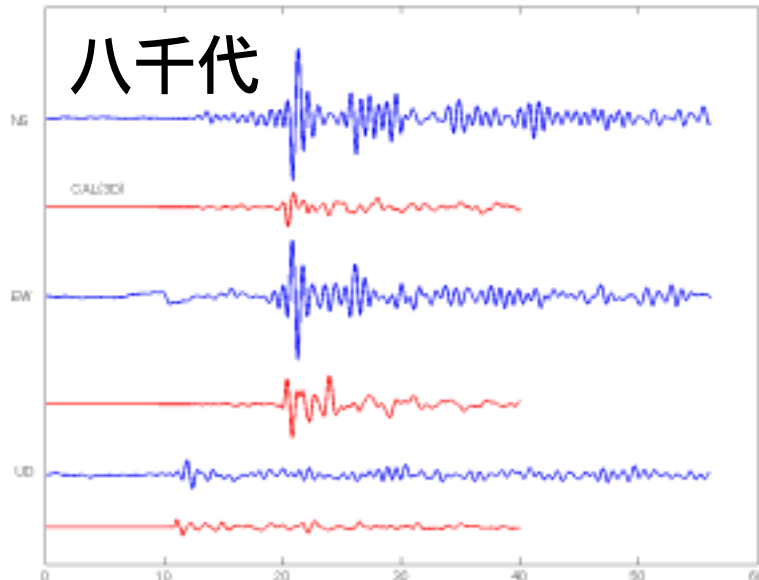


関東平野北西部での地震動シミュレーション

佐藤・東・芝(電力中央研究所)



千葉県による県北部の3次元モデルを用いてシミュレーションを行い、南部でモデル修正が必要であることを明らかにした。Q値の妥当性の確認も行う予定。



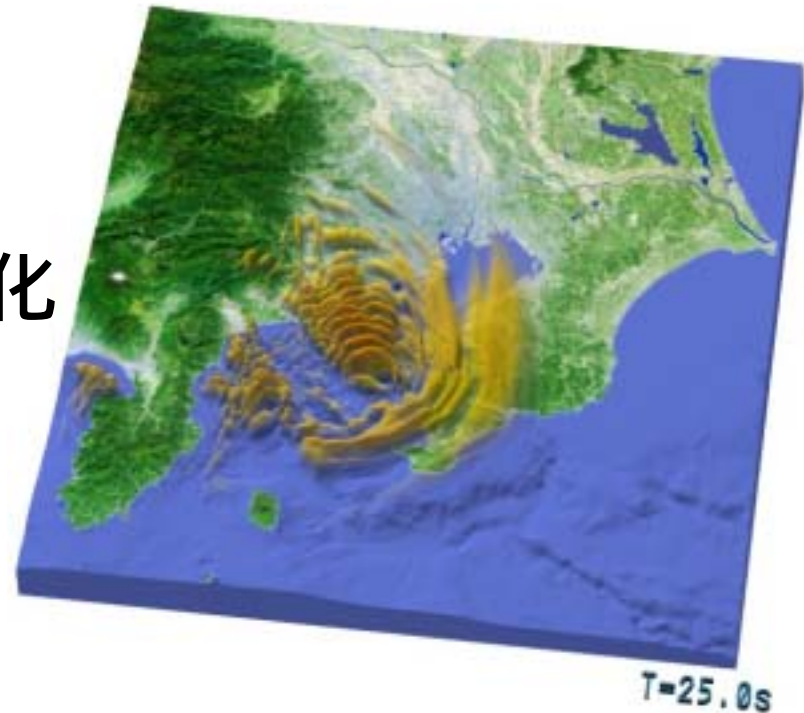
関東地震の強震動シミュレーション

古村(東大地震研)

既往の堆積層の3次元構造モデルを考慮して、関東地震の際の周波数1～2Hz以上の短周期地震動の3次元シミュレーションを行い、その結果を用いて木造構造物等の被害と震度に対応する。

今後の実用化のためには、

- 1) 短周期震源モデルの高精度化
- 2) 高分解能地下構造モデル
- 3) 表層地盤での増幅特性と非線形効果による減衰



より短周期地震動予測をめざした複雑な地下構造のモデル化に関する考察

早川・佐藤(大崎総研)

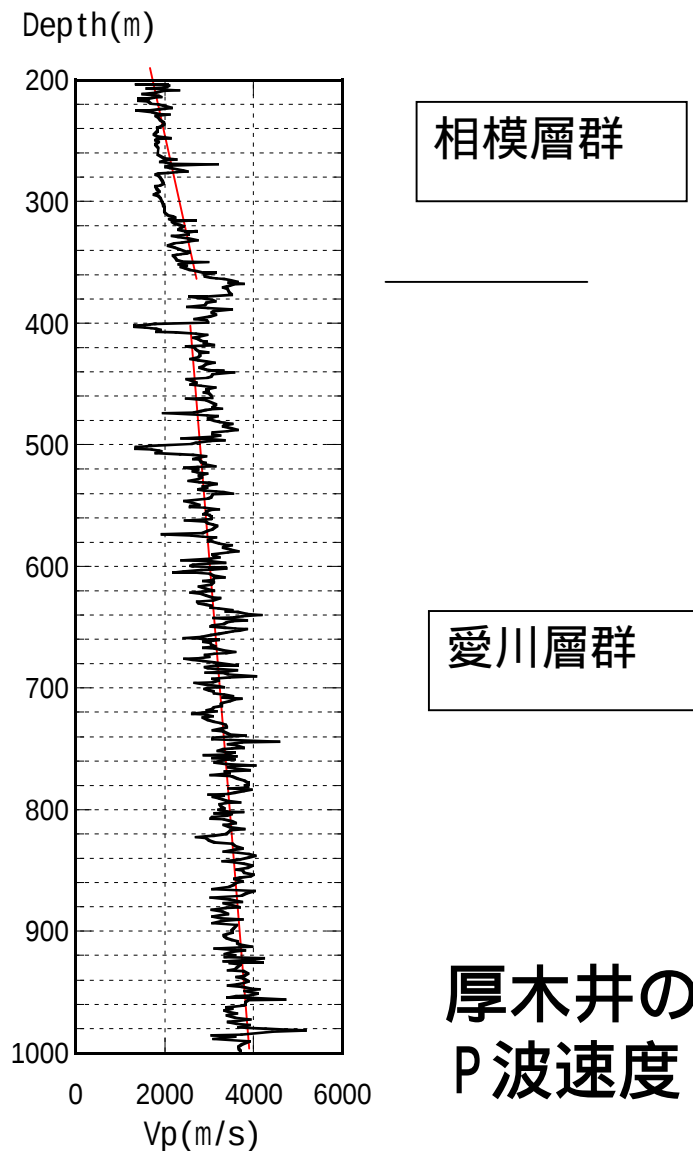
均質多層の三次元速度構造モデル
周期数秒程度の地震動評価



速度構造の不均質性を評価
(速度勾配と揺らぎ)



より短周期の地震動が説明可能な
三次元速度構造と減衰構造のモデル化



H15年度以降の研究計画

第2年度

- 1) 微動アレイ探査の実施及び地下構造データの統合
- 2) 既存モデルによるシミュレーション
- 3) 地震記録の分析によるモデル修正
- 4) 速度の深度勾配および不均質モデルの作成

第3年度

- 1) 関東平野の堆積層のマスターモデルの提案
- 2) 深度勾配と不均質を付与した地下構造モデルの
検証と改良
- 3) 高精度強震動シミュレーション手法の比較
- 4) 関東周辺の被害地震の強震動シミュレーション