



第1回首都直下地震モデル検討会

首都直下地震防災・減災プロジェクト (サブプロジェクト①)の結果

と

東京都防災会議(H24.4.18)の報告

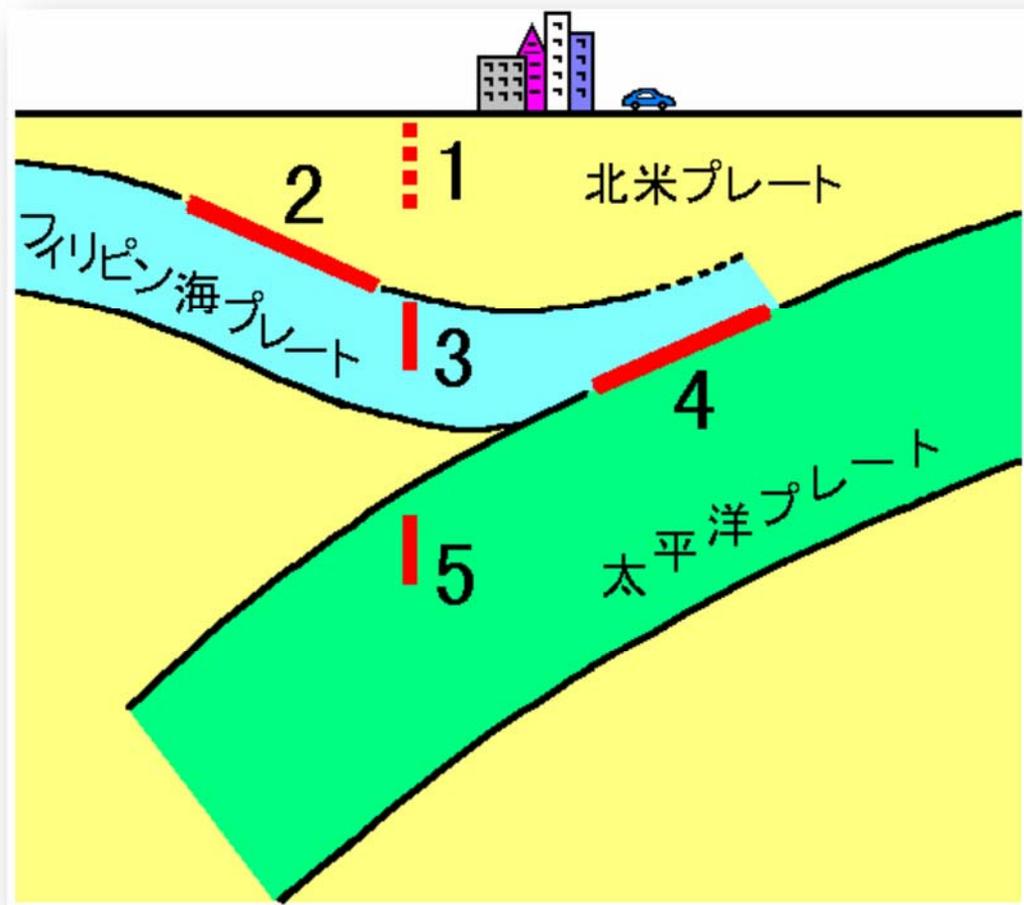
東京大学地震研究所

平田直

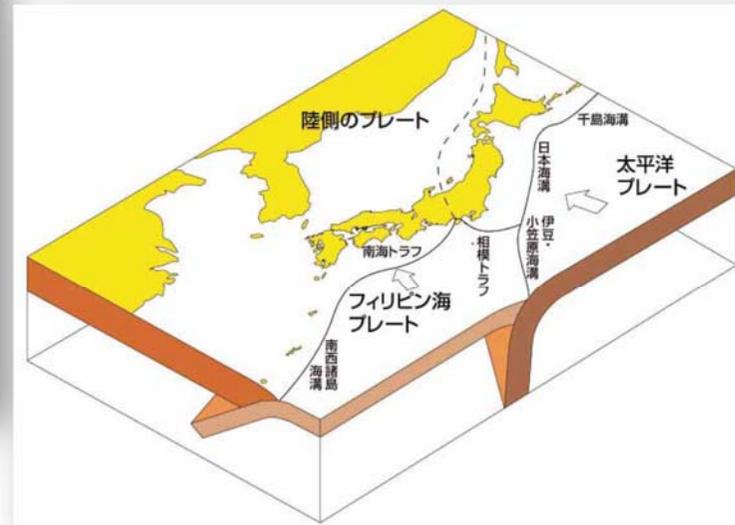
1. 日時 平成24年5月11日(金) 16:30~18:30
2. 場所 中央合同庁舎第5号館 3階・防災A会議室

1. 研究の目的: 首都直下で発生する地震のタイプ (中央防災会議による類型化)

未解明の問題



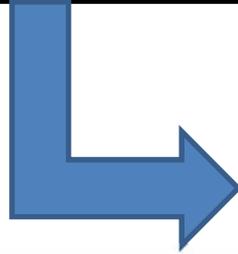
- 「プレートの構造」は実際には？
- 明治以降の5つのM7級地震はどこで起こるか？



2. 首都圏地震観測網

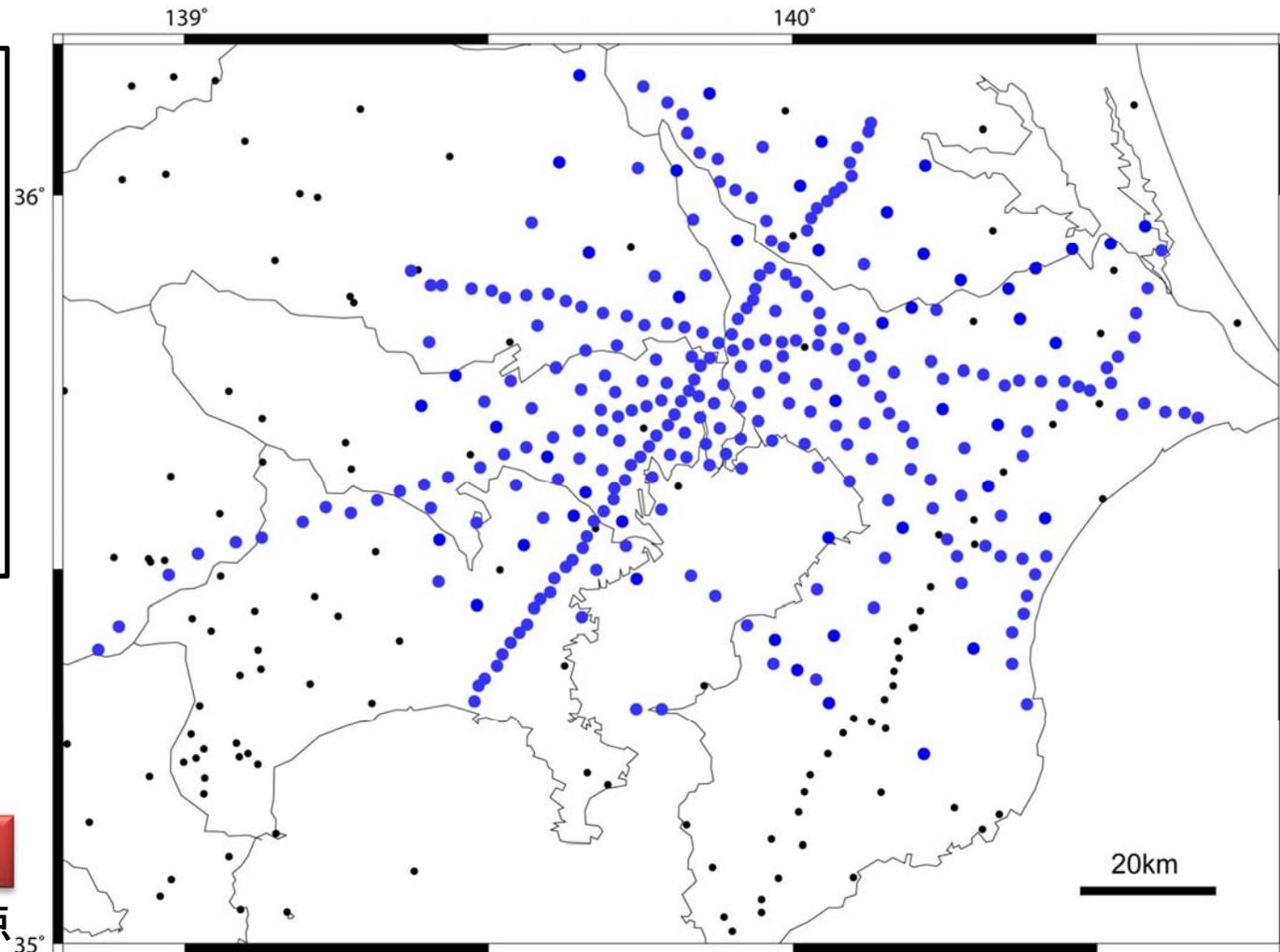
MeSO-net: Metropolitan Seismic Observation network

- 明治以降の5つのM7級地震はどこで？
- プレートの構造？



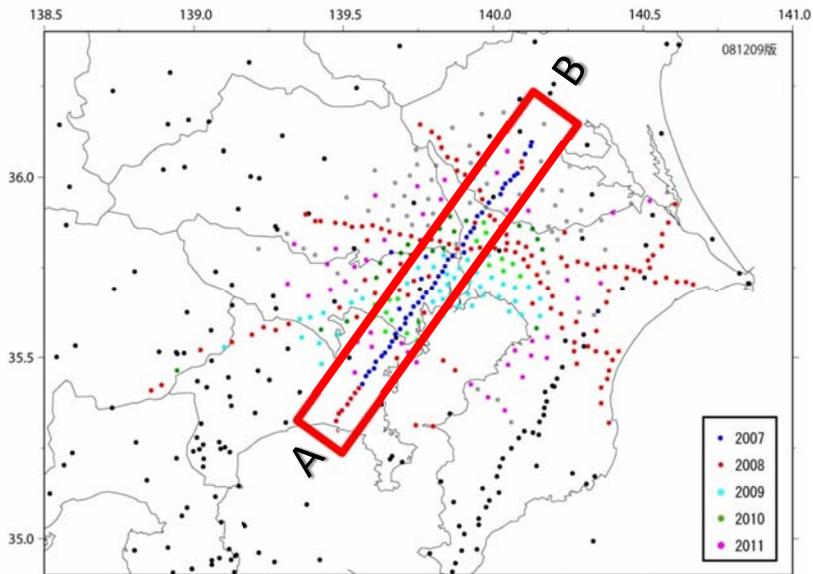
解明するために

296か所の地震観測点



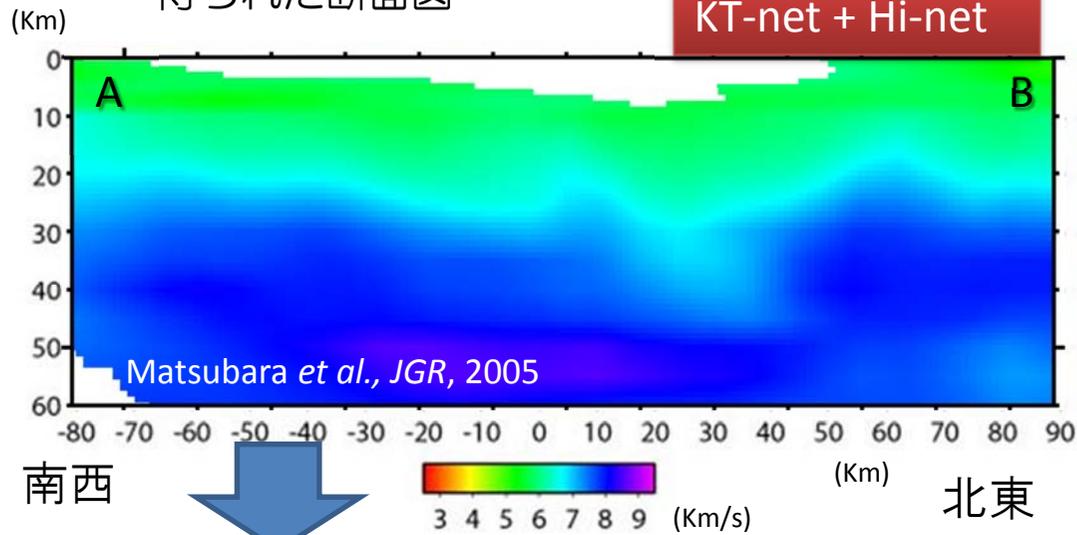
地震波トモグラフィー

MeSO-net



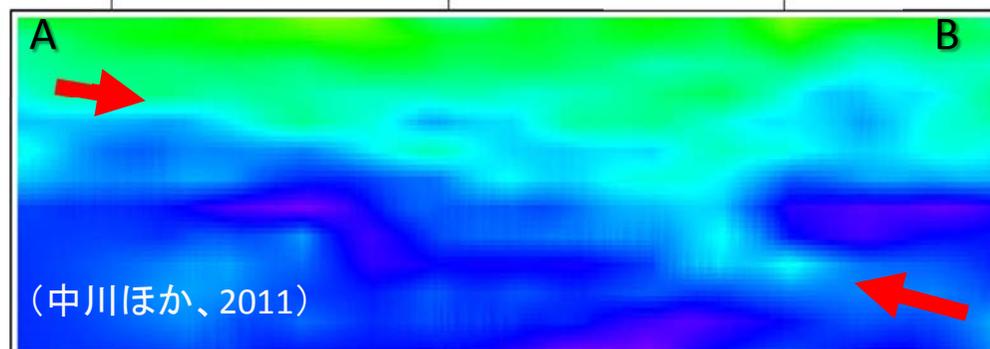
既存観測網（20km間隔）データで
得られた断面図

KT-net + Hi-net



2008年度設置のMeSO-net観測点のデータを加えて
得られた詳細断面図

MeSO-net 2010



首都圏下のプレート構造
(P波速度の分布)

- MeSO-net観測点のデータを加えると、詳細に見えてくる

フィリピン海プレート上面

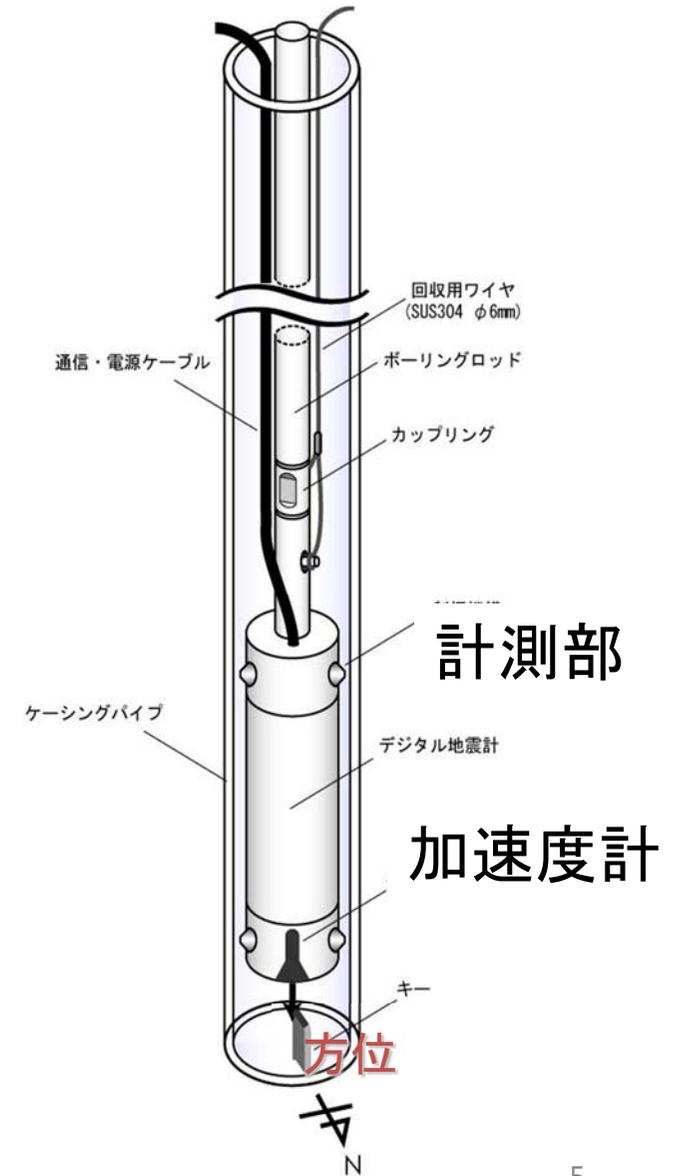
2012/5/11

地震観測点の構成

- 20mの掘削を行い，地震計，AD変換器を埋設（観測孔）
- 地上部は機器収納箱を設置し，電柱に電気＋通信線を引き込む



デジタル感振器



東京湾第二海堡観測点

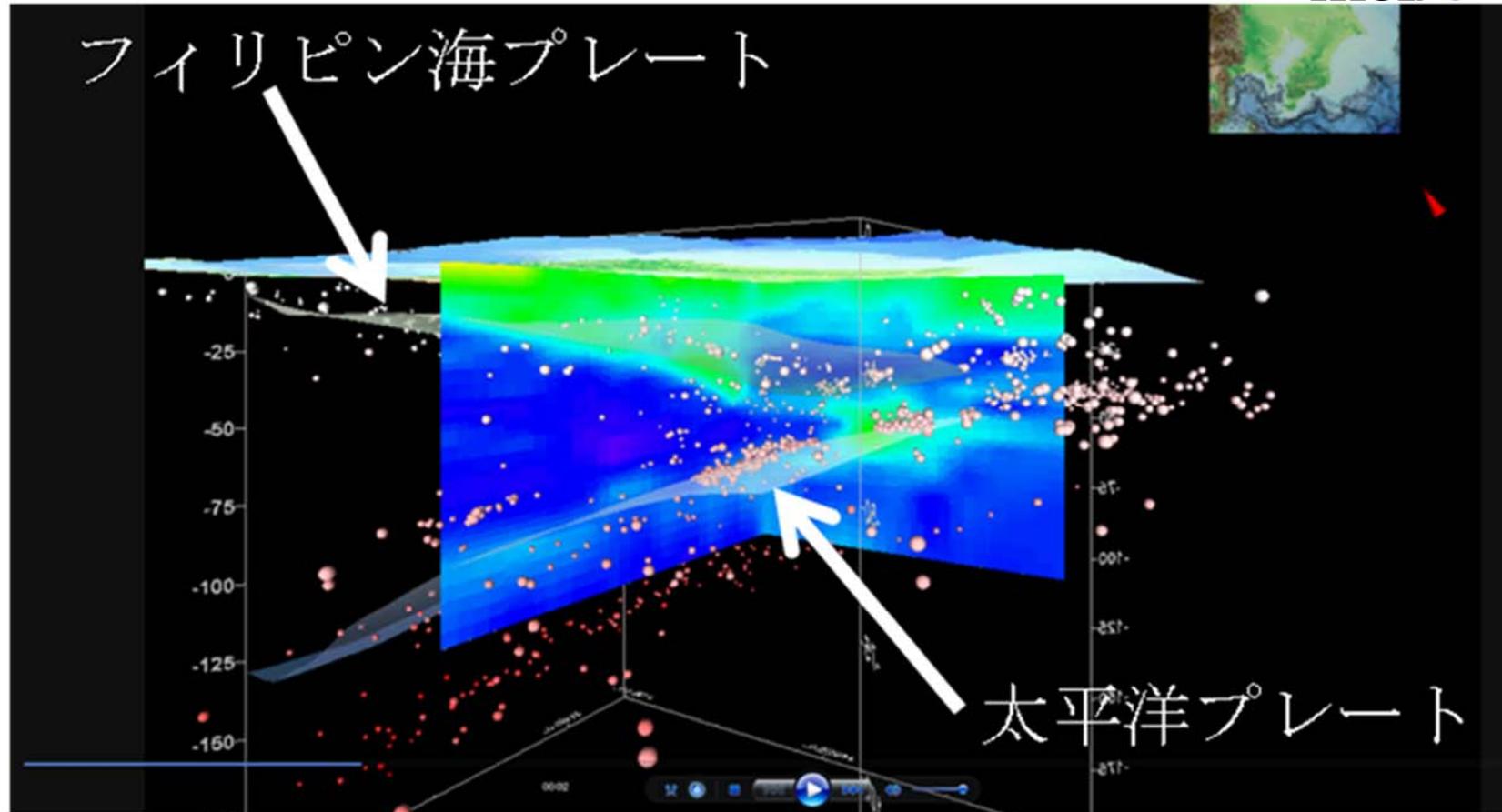


2012/5/11

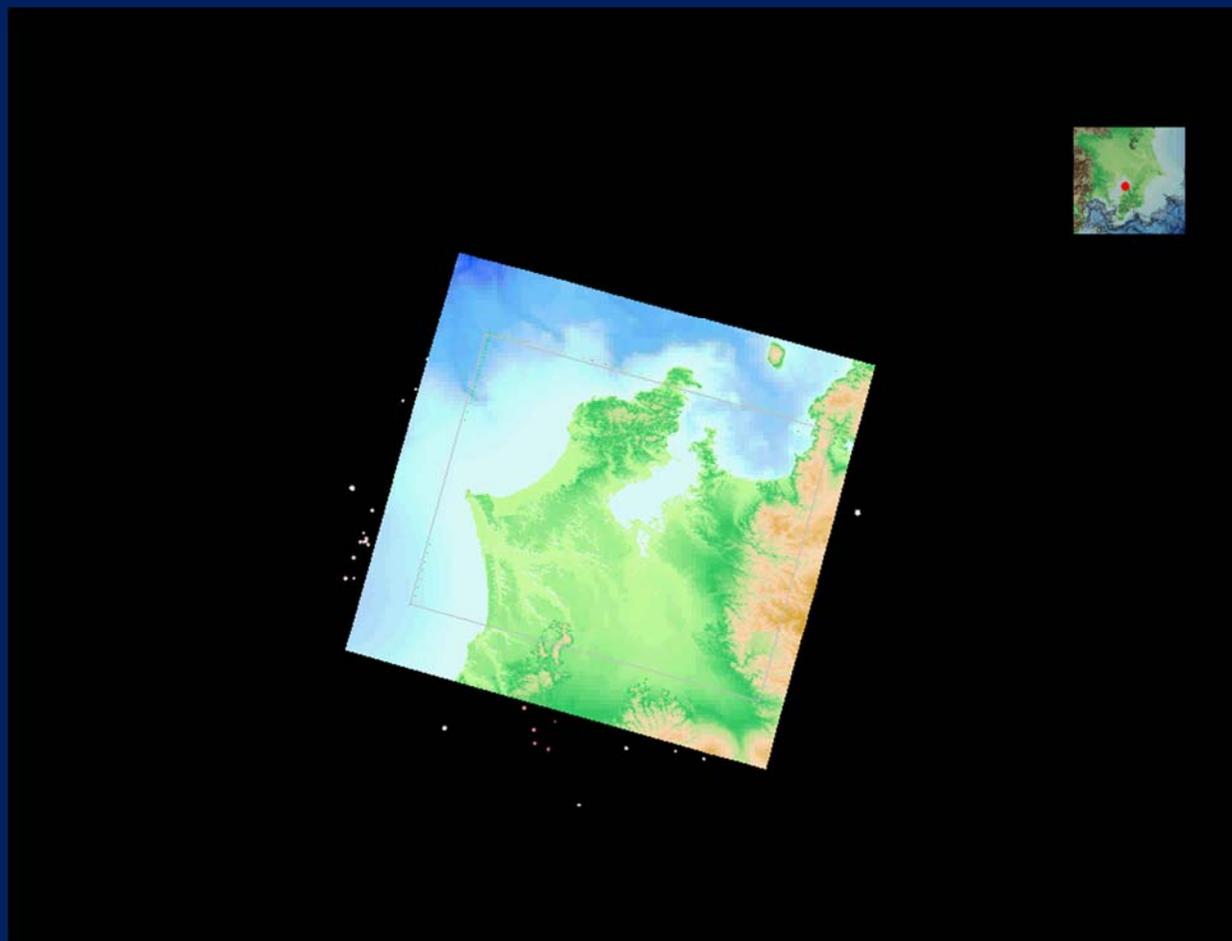
第1回首都直下地震モデル検討会

3. 関東の下の地震の分布とプレート境界の位置

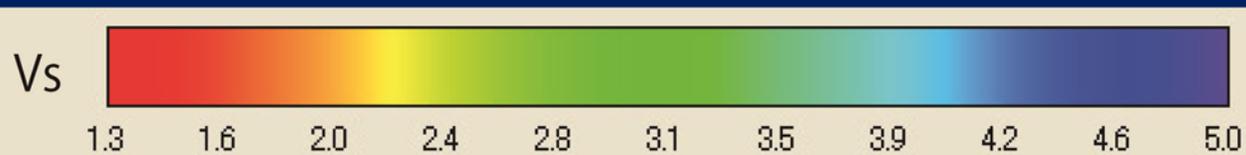
MeSO-net



地震波トモグラフィー法による関東の下の 地震波速度(V_s)・震源分布とプレート境界の位置



MeSO-net

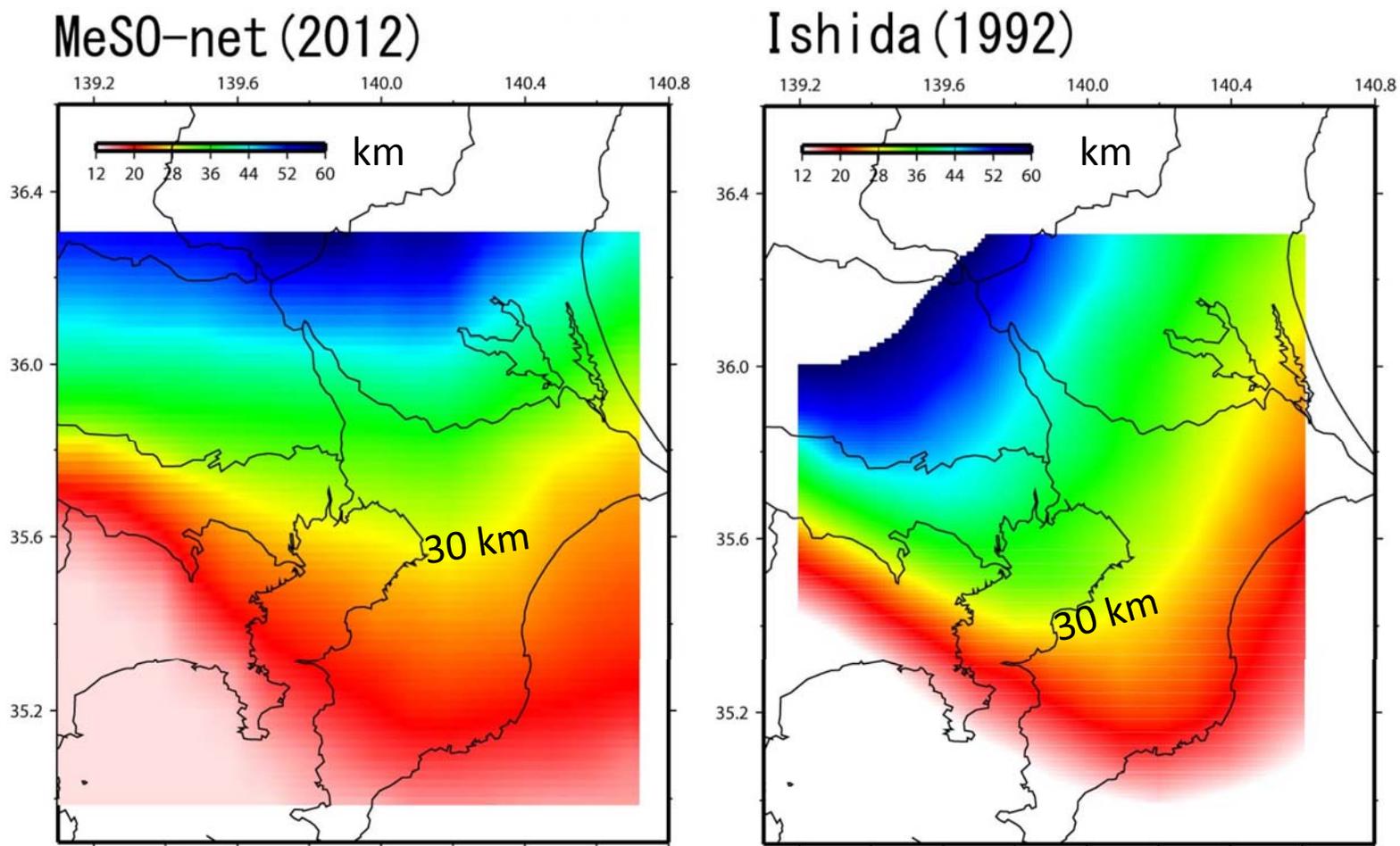


2012/5/11

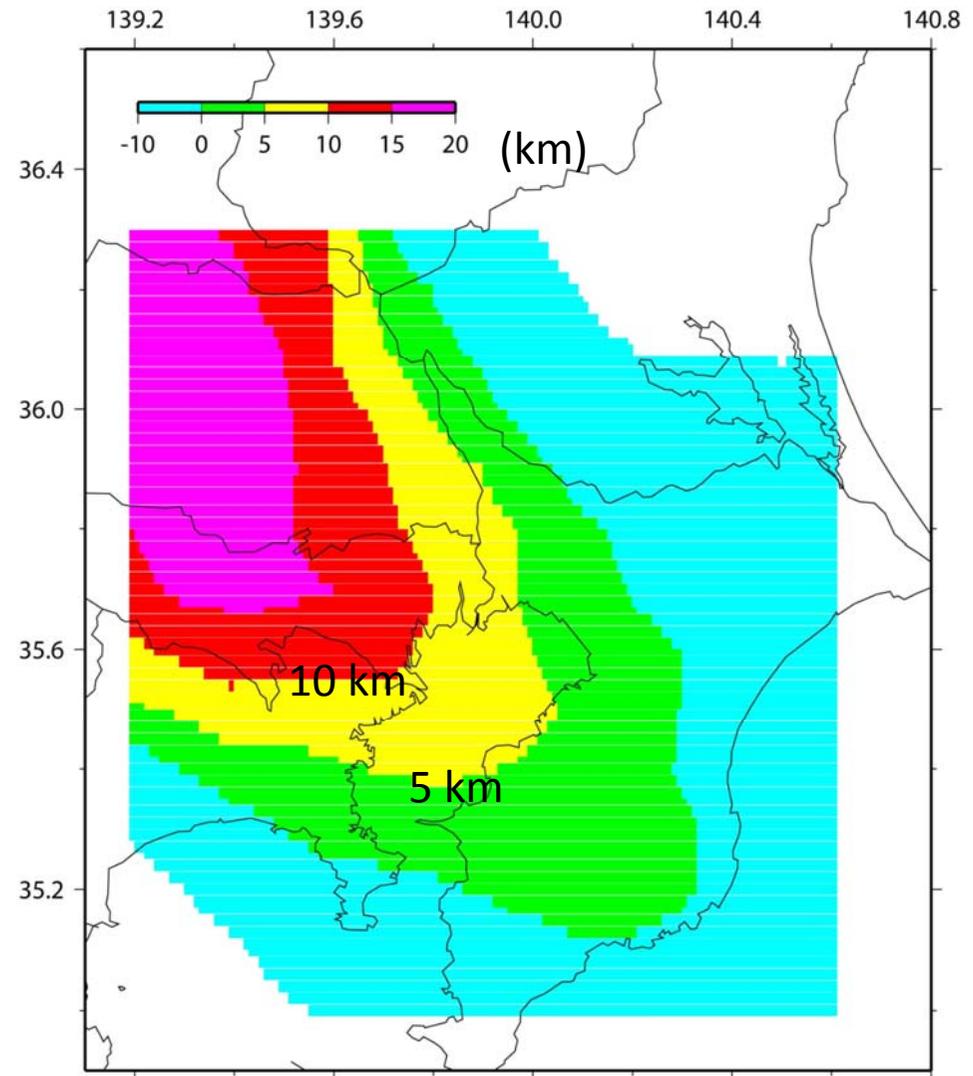
第1回首都直下地震モデル検討会

従来のフィリピン海プレート上面のモデルと、MeSO-netデータを用いたプレートモデルの比較

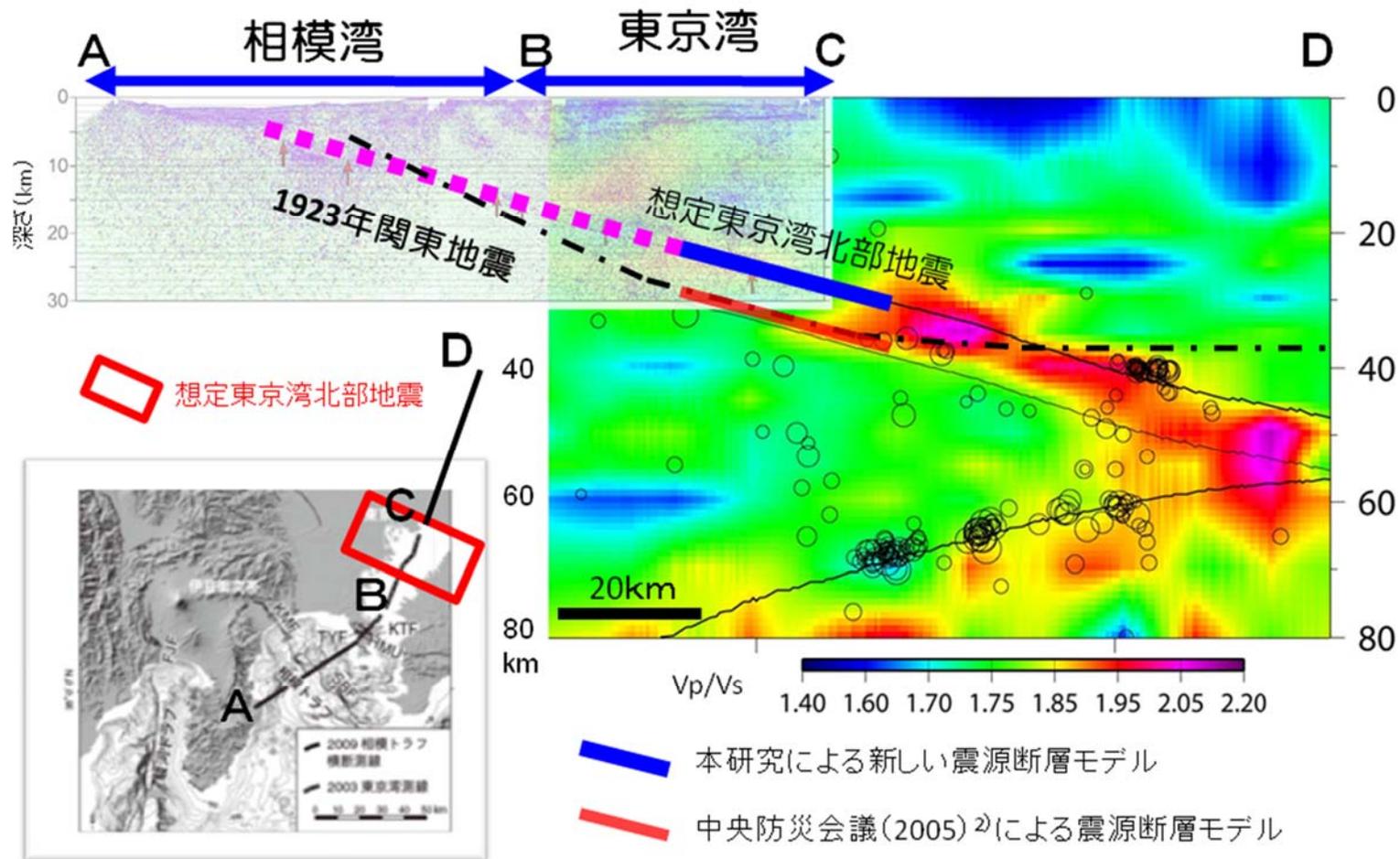
上面の深さ(km)



MeSO-netモデルと Ishida (1992) モデル でのフィリピン海 プレートの上面深 度の差(km)

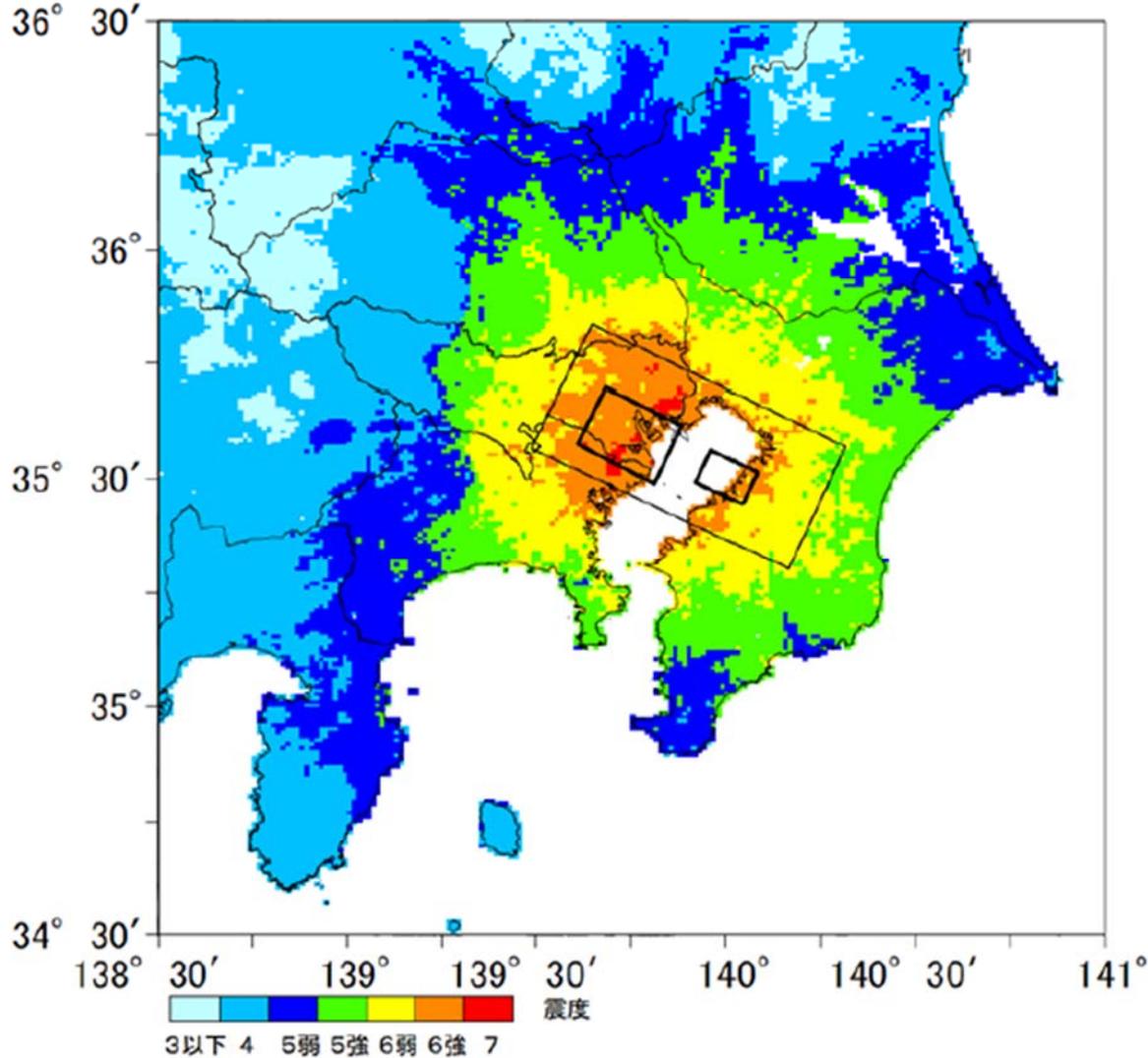


4. 中央防災会議(2005)の想定地震震源断層層と、本研究による新しい震源断層モデル





ケース1 浅いプレートを反映した東京湾北部地震の震度分布

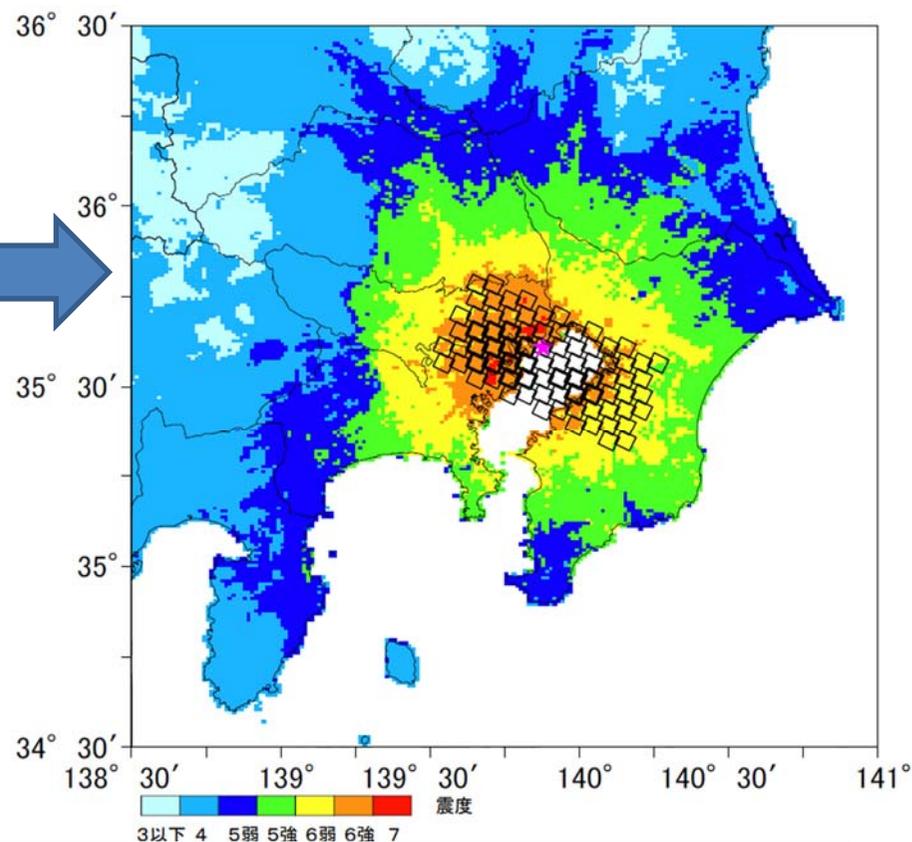
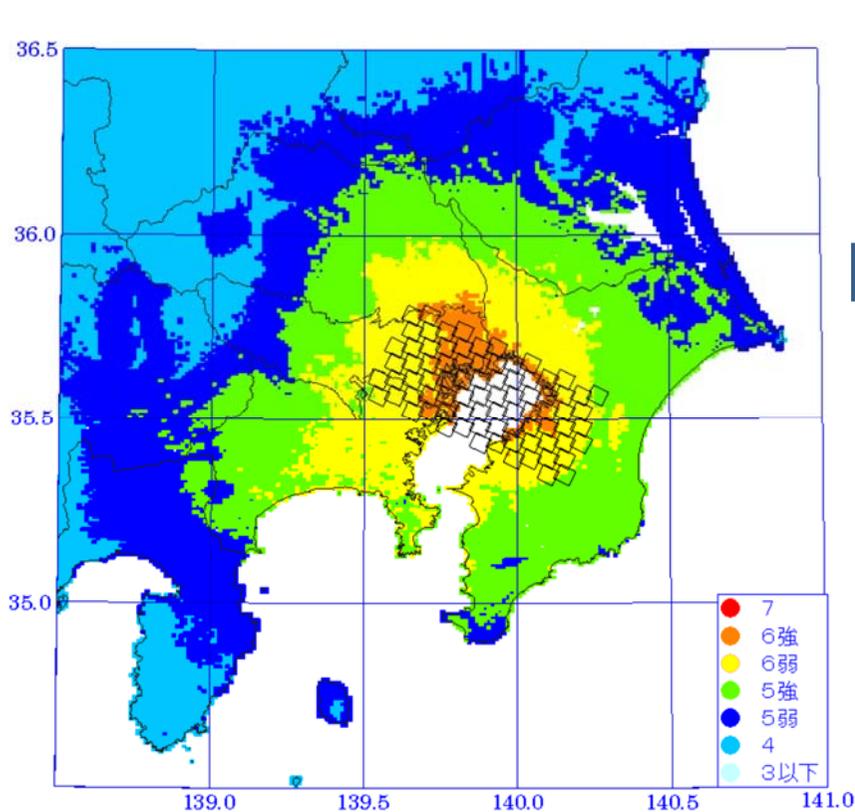


	首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)
想定マグニチュード	7.3
フィリピン海プレート上面モデル	首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)
震源断層のおよその深さの範囲	深さ20~35km
震源断層を構成する要素断層のサイズ	5km×5km
幾何減衰*の補正係数Cの値	0km
工学的基盤までの計算手法	<ul style="list-style-type: none"> •統計的グリーン関数法 (短周期) •差分法 (長周期側) •周期2秒で接続
使用した表層地盤 (メッシュサイズ)	微地形区分 (1km)

本プロジェクトと中央防災会議の震度分布の比較

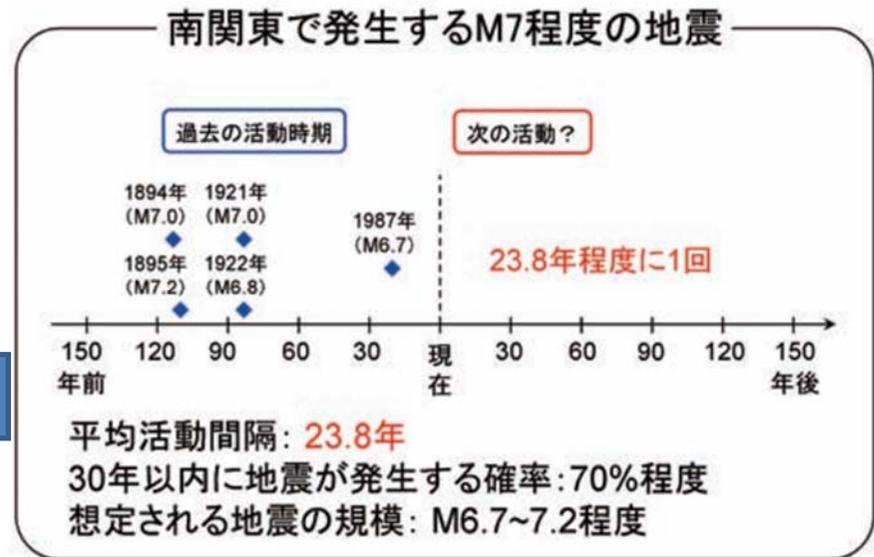
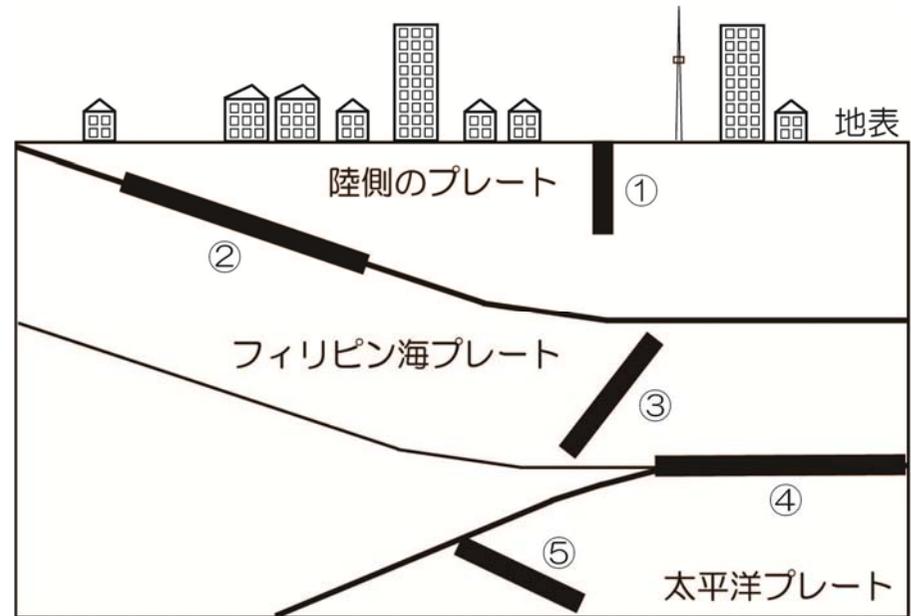
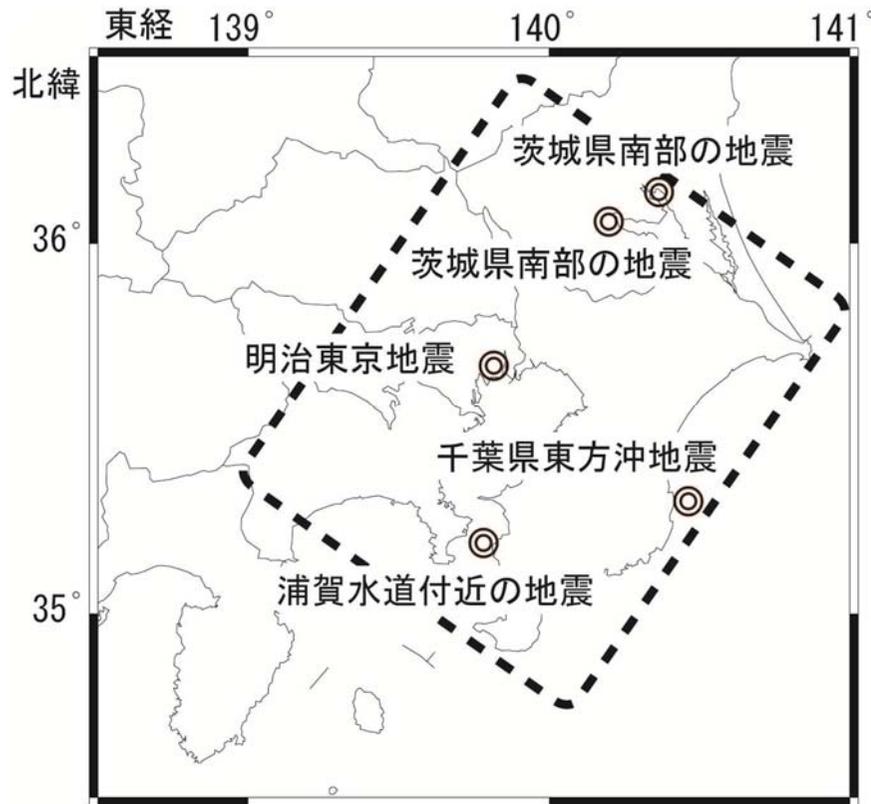
中央防災会議(2005)

首都直下地震防災・減災プロジェクト



震度6強・6弱の領域が拡大→ 被害が従来の想定より大きくなる可能性がある

5. 5つのM7地震はどこで起きたか？



南関東で発生するM7程度の地震の今後30年以内の発生確率は70%程度

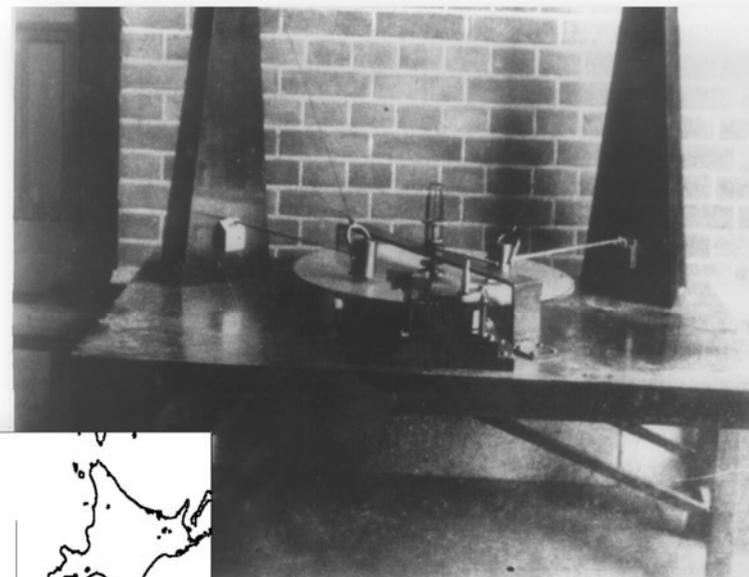
1894年明治東京地震

発生：明治27年6月20日

被害：震度6、東京・横浜湾岸，死者31名

震央：東京湾北部、M7

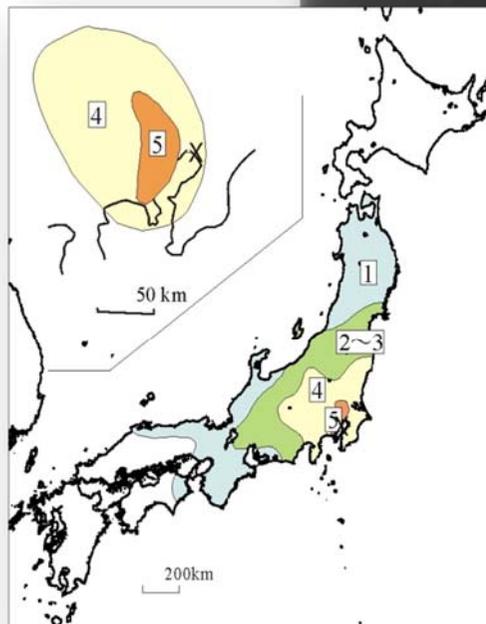
深さ：よくわからない



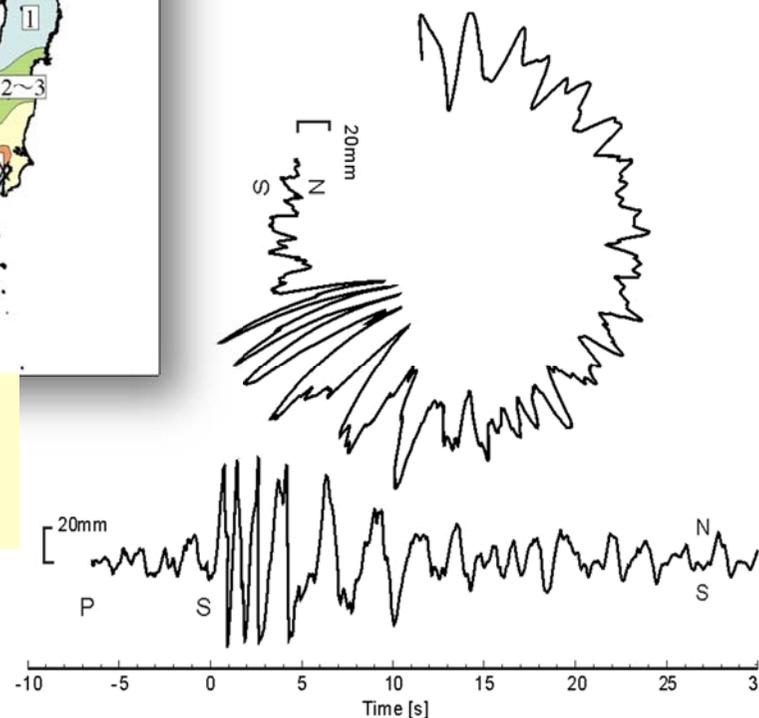
GME型円盤地震計と復元記録



“煙突”地震



S-P時間から、
深さ40~50km
か？



被害写真：日本科学博物館HPより 築地 立教大学

5つの地震の類型化

長期評価の対象となった5地震は一体、どこで発生した地震であったのか？

地震名	M	地震発生場所	確実度 *
1894年明治東京地震	7.0	フィリピン海プレート内部 または 太平洋プレート上面	C
1895年茨城県南部の地震	7.2	太平洋プレート内部	B
1921年茨城県南部の地震	7.0	フィリピン海プレート内部	A
1922年浦賀水道付近の地震	6.8	フィリピン海プレート内部	B
1987年千葉県東方沖の地震	6.7	フィリピン海プレート内部	A

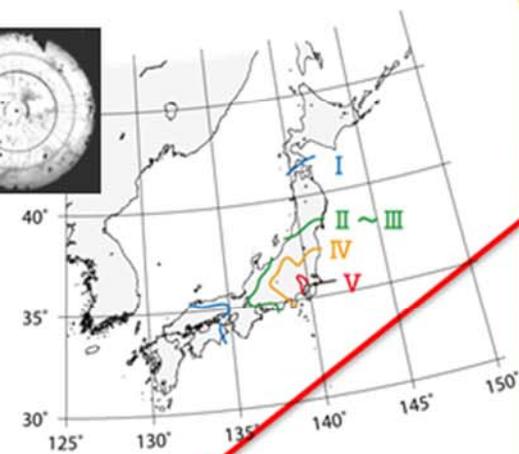
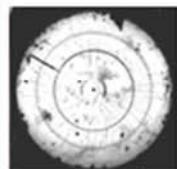
(注) 確実度は類型化の信頼性を表す指標で以下に基づく

A: 信頼性が高く、類型化の観点からはほぼ間違いがないと考えられるもの。

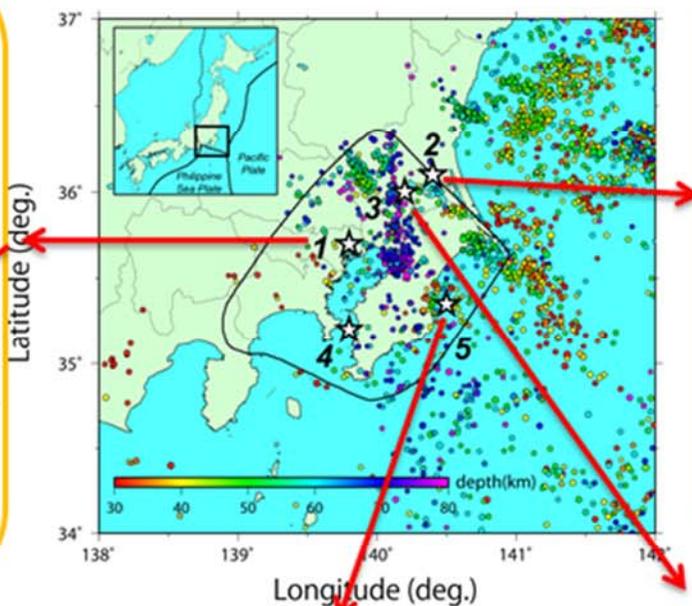
B: 信頼性は中程度で、今後のデータ追加により地震発生場所が変わる可能性を必ずしも否定できないもの。

C: 信頼性は低く、類型化の精度向上には更なるデータの追加を要するもの。

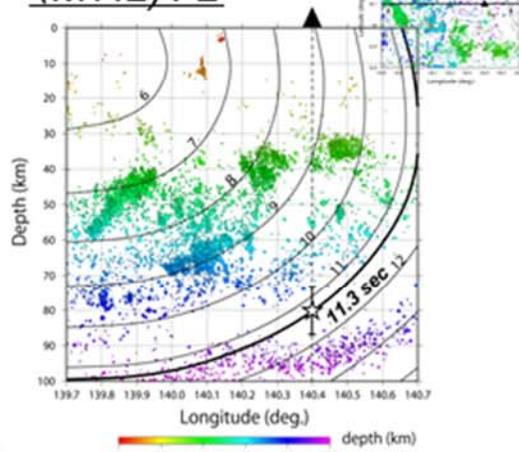
1894年明治東京地震(M7.0): C



同心円状の震度分布
フィリピン海プレート内地震の特徴



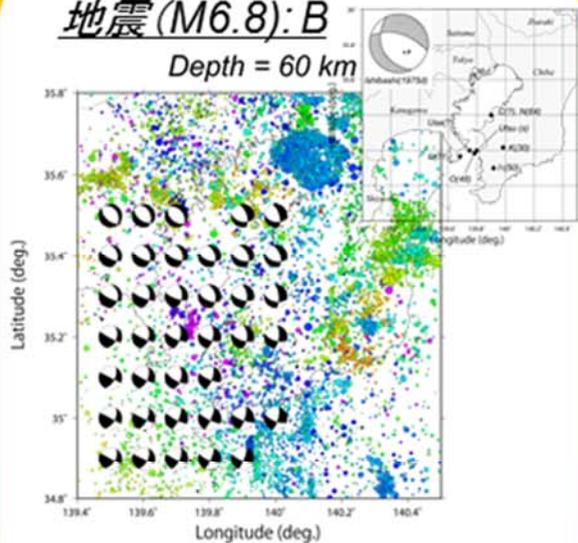
1895年茨城県南部の地震(M7.2): B



太平洋プレート内地震

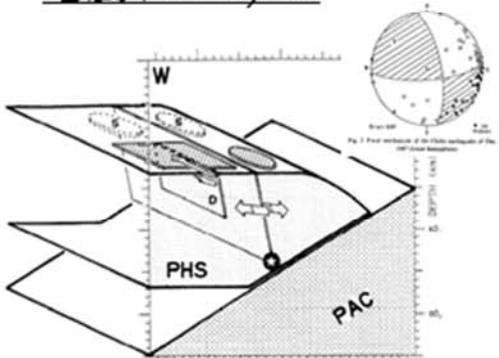
1922年浦賀水道付近の地震(M6.8): B

Depth = 60 km



平成23年6月13日
フィリピン海プレート内地震

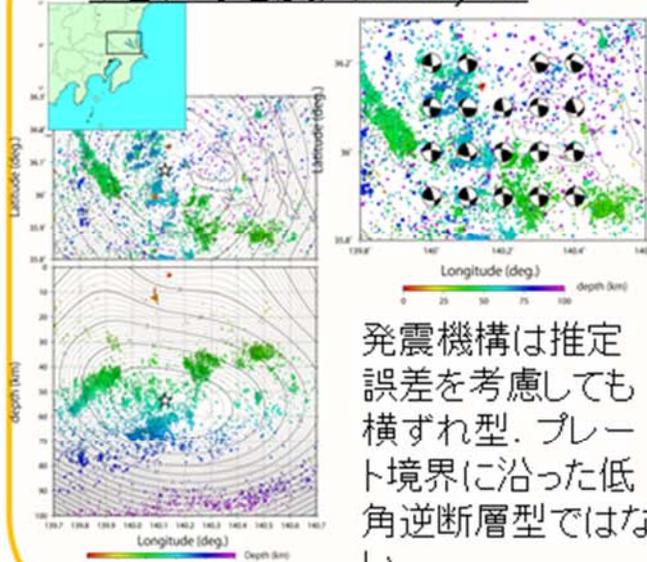
1987年千葉県東方沖地震(M6.7): A



Okada and Kasahara (1990)

フィリピン海プレート内部で発生した横ずれ断層型地震
第一回首都圏地下地震学内山検討会

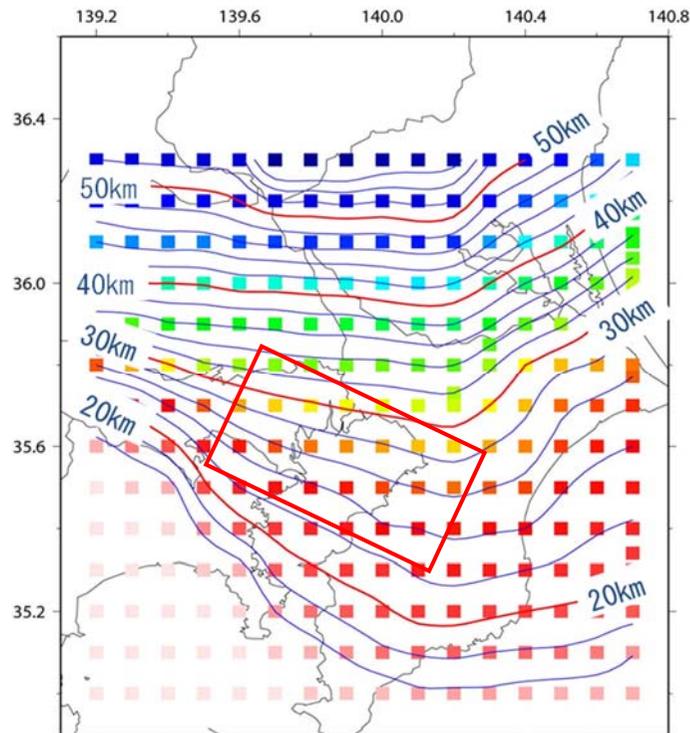
1921年茨城県南部の地震(竜ヶ崎地震)(M7.0): A



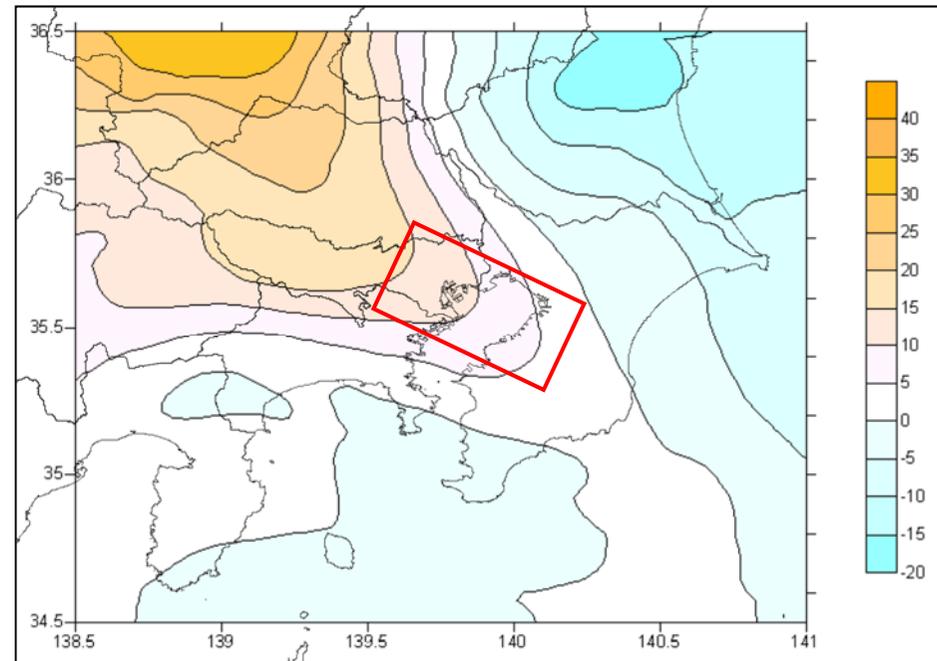
発震機構は推定
誤差を考慮しても
横ずれ型. プレート
境界に沿った低
角逆断層型ではな
い

フィリピン海プレート内地震

6. 東京都防災会議 フィリピン海プレートの上面深度

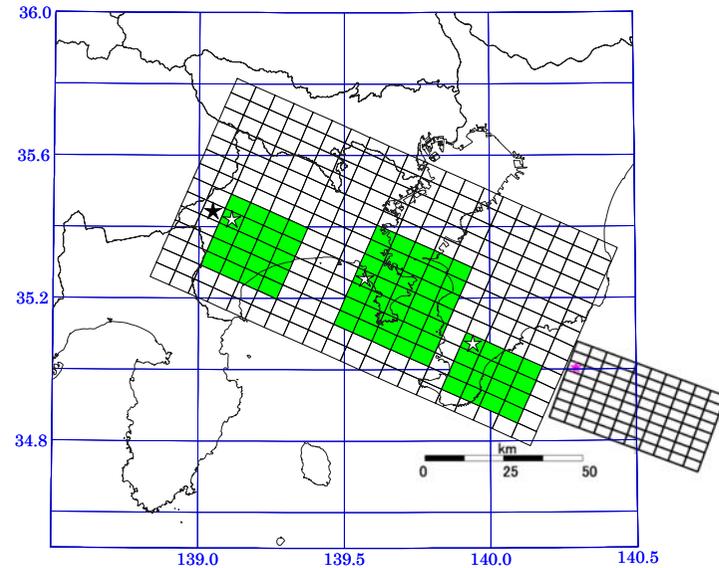
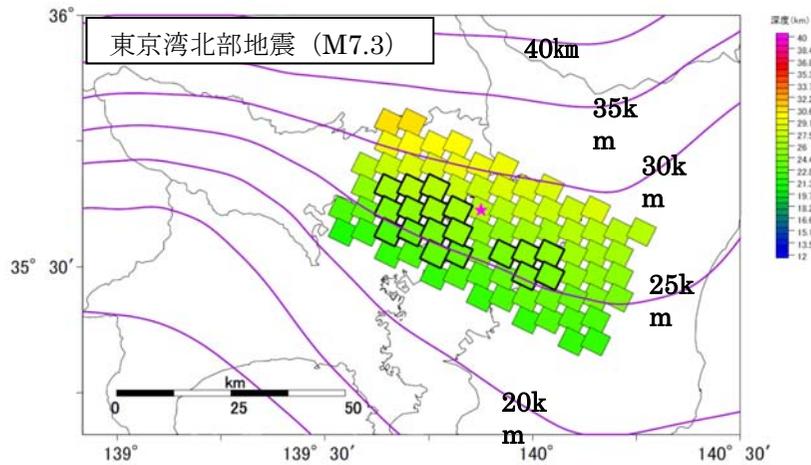


首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)における、フィリピン海プレート上面の深さ分布(首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)に加筆)

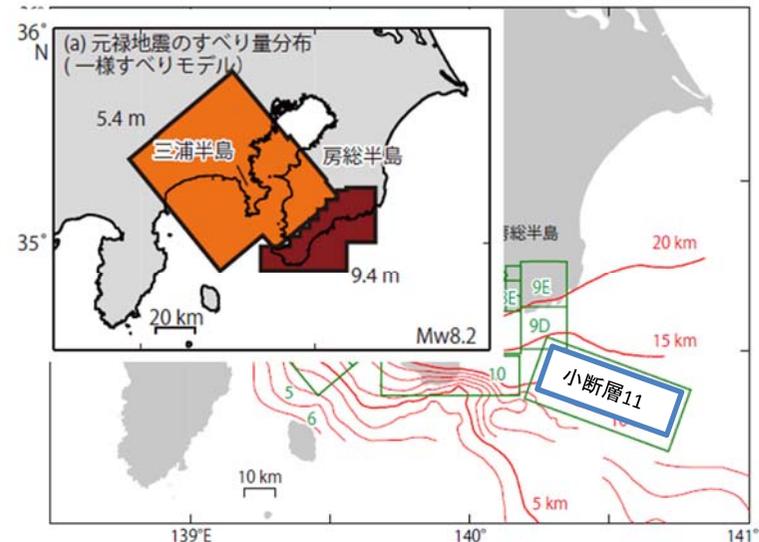
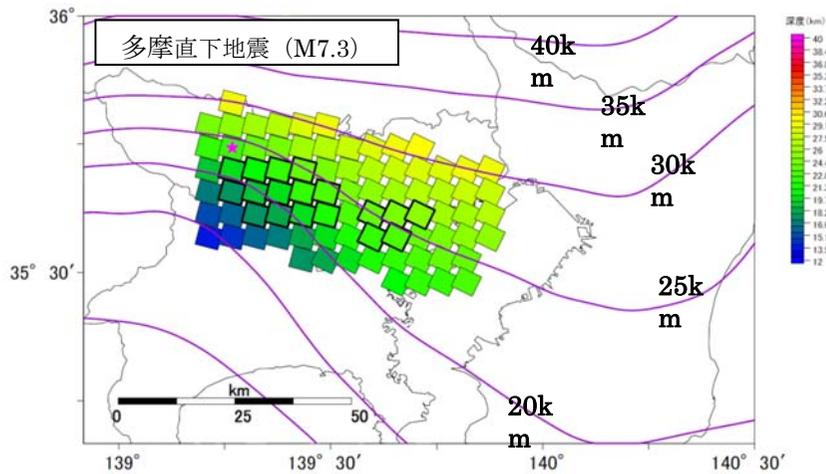


首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)と従来のIshida(1992)のフィリピン海プレート上面深度の差(正の値: 従来より浅い、負の値: 従来より深い)
(赤い枠線は東京湾北部地震の震源断層の概略位置)

震源断層モデル



Sato et al.(2005)の1923年大正関東地震の震源モデルと、行谷ほか(2011)の滑り分布を参照して作成した強震動計算用の1703年元禄型関東地震の震源モデル(緑はアスペリティの位置、★は各断層層やアスペリティの破壊開始点を示す。)

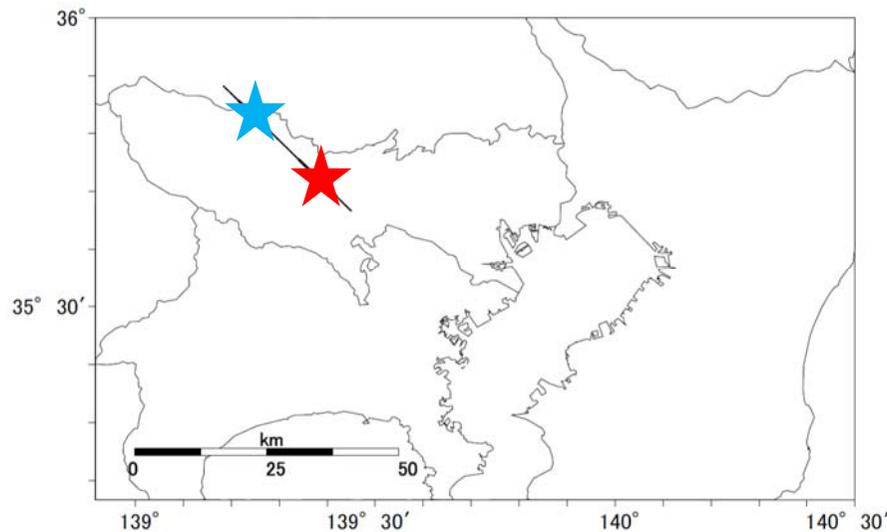


2012/5/11

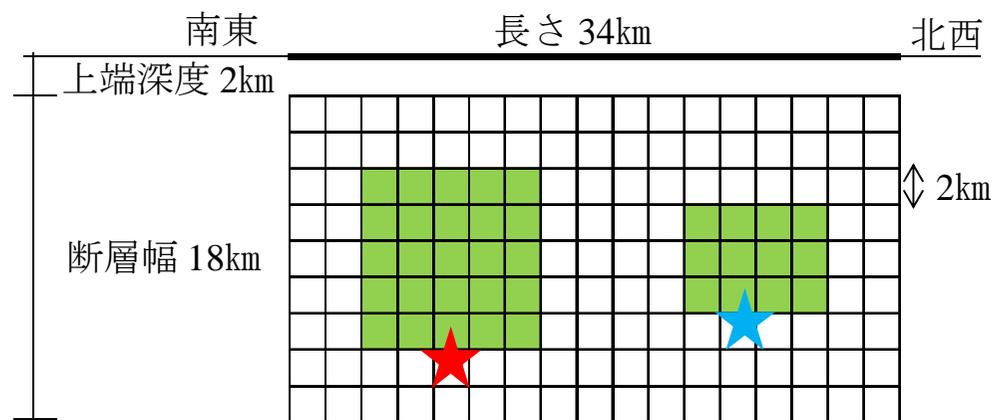
第1回首都直下地震モデル検討会

小断層11については、行谷ほか(2011)より傾斜角は45度、すべり量は10mとする。

立川断層帯地震(M7.4)の震源断層モデル



立川断層帯地震の震源モデルの位置(破壊開始点が南側の場合)



- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009)で設定した震源モデルを採用
- ★ 破壊開始点：南側モデル
- ★ 破壊開始点：北側モデル。

東京湾北部地震におけるモデルや手法に関する比較

	中央防災会議(2004)	東京都(2006)	首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)	今回
想定マグニチュード	7.3	7.3, 6.9	7.3	7.3
フィリピン海プレート上面モデル	Ishida(1992)	Ishida(1992)	首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)	首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)
震源断層のおよその深さの範囲	深さ25~50km	深さ25~50km	深さ20~35km	深さ20~35km
震源断層を構成する要素断層のサイズ	5km×5km	5km×5km	5km×5km	5km×5km (2.5km×2.5kmに4分割)
幾何減衰*の補正係数Cの値	2.8km	2.8km	0km	2.8km
工学的基盤までの計算手法	統計的グリーン関数法のみ**	統計的グリーン関数法のみ	統計的グリーン関数法 差分法（長周期側） （周期2秒で接続）	統計的グリーン関数法 差分法（長周期側） （周期2秒で接続）
使用した表層地盤（メッシュサイズ）	東京ガス(株)のデータ（50m） 微地形区分（250m）	東京ガス(株)のデータ（50m） 微地形区分（250m）	微地形区分（1km）	東京ガス(株)のデータ（50m） 微地形区分（250m）

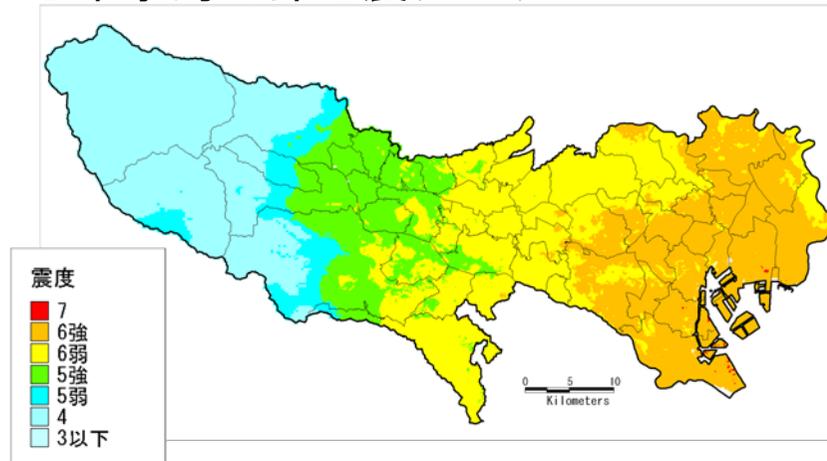
* 幾何減衰は、地震波が震源からの距離R(km)が大きくなることで波の振幅が小さくなる減衰のことを指す。これを $1/R$ で表した場合、 $R=0$ で無限大の大きさになってしまうが、実際には地震波は震源断層近傍においても有限の大きさであるため、 $1/(R+C)$ の様にCで補正する。

**中央防災会議(2004)では、東京湾北部地震については長周期地震動の検討のため、差分法も実施し、2秒で接続している(ハイブリッド法)。震度分布には反映していない。

東京都防災会議の検討結果

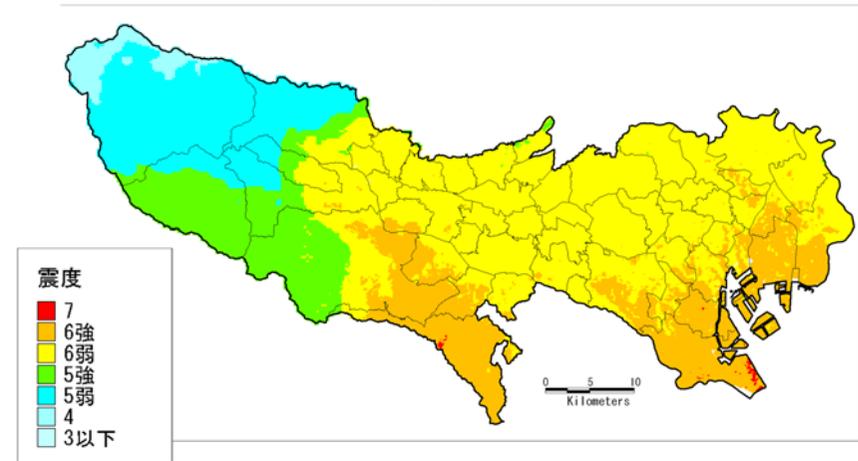
【首都直下地震】

○東京湾北部地震(M7.3)

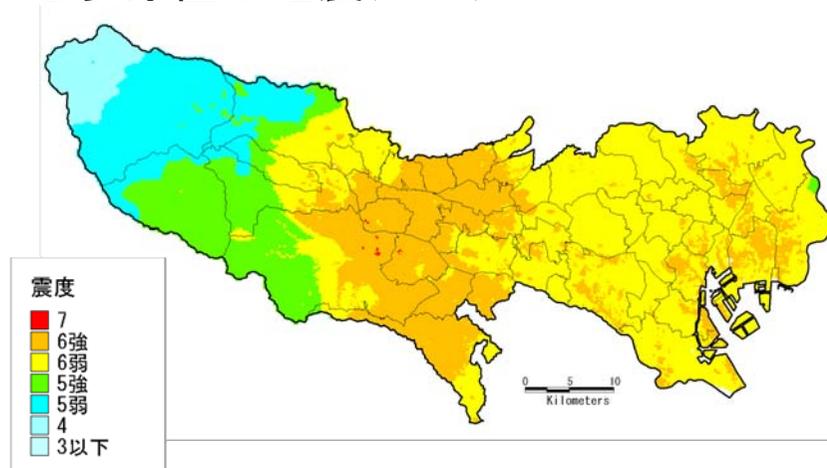


【海溝型地震】

○元禄型関東地震(M8.2)

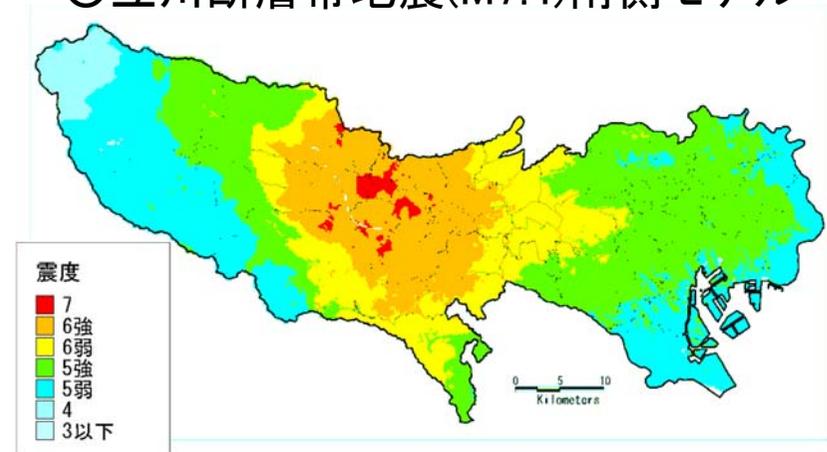


○多摩直下地震(M7.3)



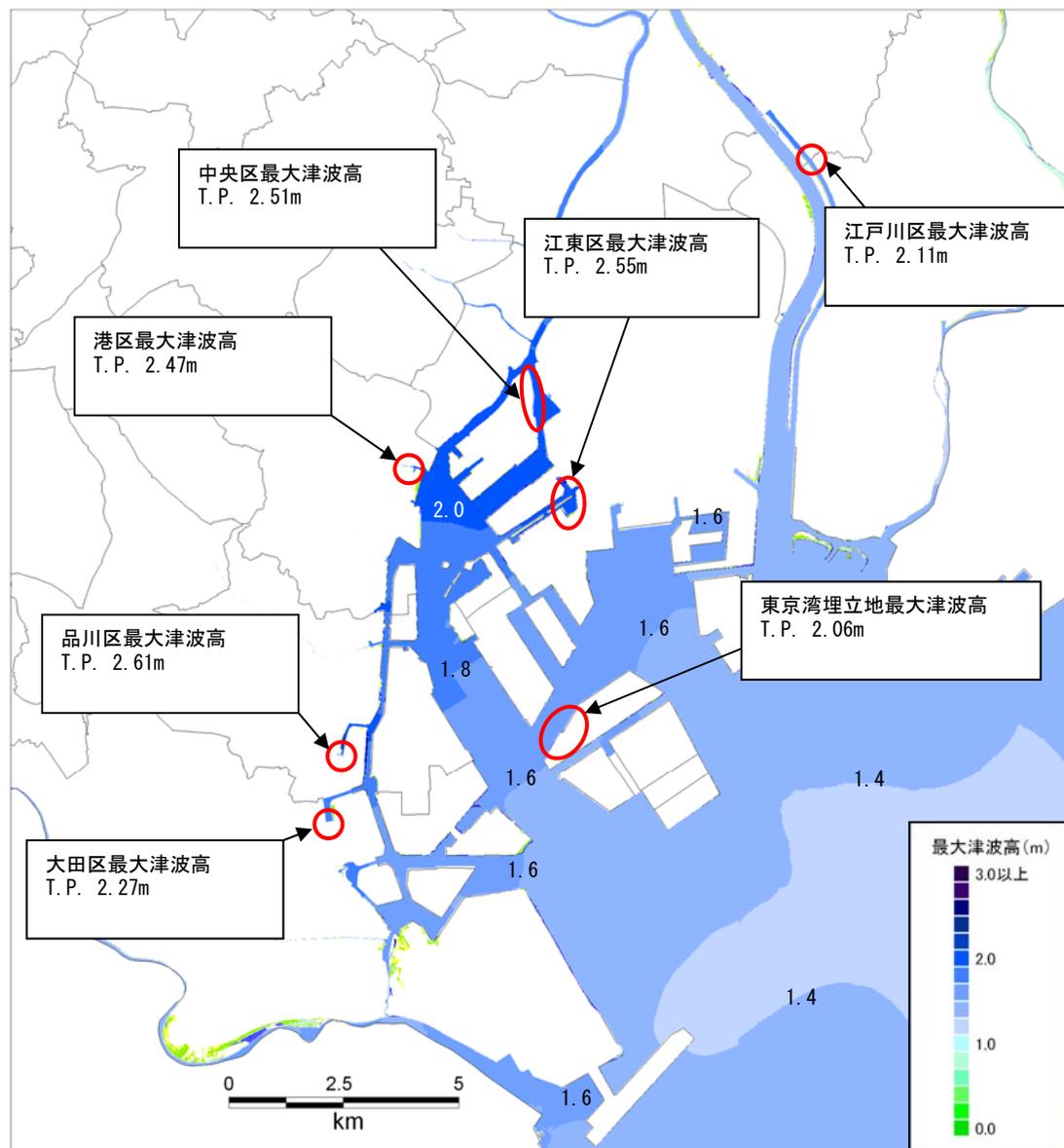
【活断層で発生する地震】

○立川断層帯地震(M7.4)南側モデル



津波高想定図

元禄型関東地震の各区における最大津波高とその場所(津波高は満潮時の値。地盤沈下を含む。)



7. まとめ

1. 過去の4つのM7級地震はプレートの内部、一つ(明治東京地震)は内部か境界
2. 強震動フィリピン海プレートの上面が、従来の推定より約10km浅くなった。その結果、
 - 仮に、東京湾北部の地震が起きれば、これまでの想定より大きくなる
3. 東京都防災会議は、4つの地震を想定して、「浅くなった震源断層モデル」で揺れと津波を評価
 - 東京湾北部地震では、震度6強以上の範囲が区部の約7割
 - 多摩直下地震では、震度6強以上の強い揺れの地域が市部を中心に分布し、多摩の約4割
 - 元禄型関東地震では、区部南東部や多摩南部などに震度6強以上の強いゆれの地域が分布
 - 立川断層帯地震では、市部に震度7や震度6強の強いゆれの地域が分布
 - 元禄型関東地震で検証したところ、東京湾沿岸部の津波高は、満潮時で最大T.P.2.61m