

地質環境の長期安定性に関する研究

調査技術の開発・体系化

－ H23年度の成果およびH24年度の計画 －

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

地層処分研究開発部門

地質環境の長期安定性研究検討委員会

第10回(2012年2月29日)

1

地殻内の震源断層等に係る調査技術

研究目的

地表からの調査段階において、地下深部における震源断層や高温流体等の存否や構造をあらかじめ確認することにより、断層運動やマグマ活動による地層処分システムへの重大な影響を回避するための調査技術を整備。

【平成23年度】

実施内容

- 地質構造を考慮した震源決定解析手法の構築
(2004年新潟中越地震余震域、北海道北部地域への適用)
- 比抵抗不連続構造を考慮したMT法三次元解析手法の開発
(山陰地方への適用による既存手法との比較)

期待される成果

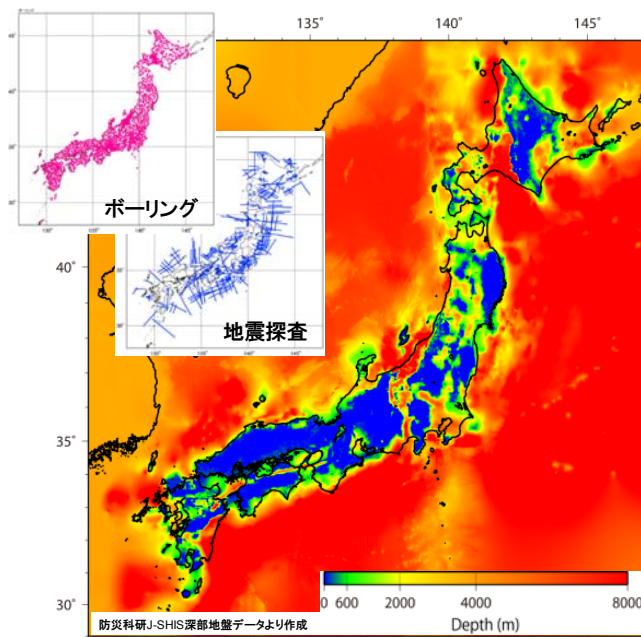
特に、沿岸域を対象とした高精度・高分解能の震源決定解析手法および比抵抗解析手法の提示

地質環境の長期安定性研究検討委員会

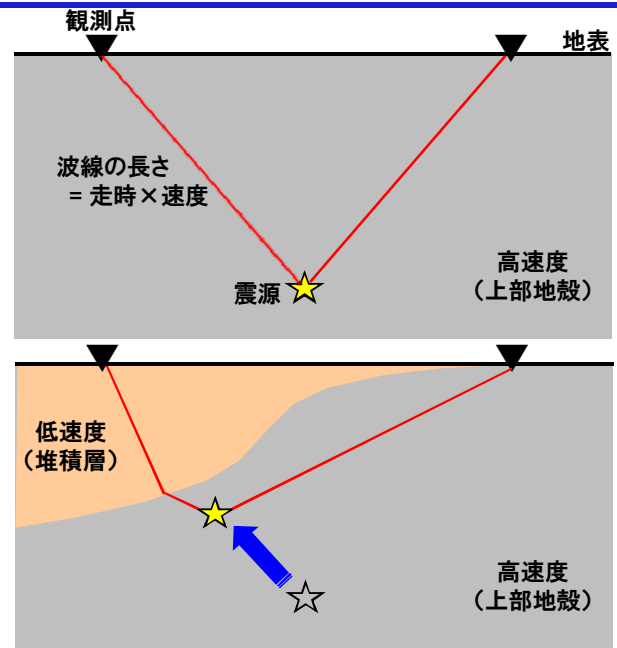
第10回(2012年2月29日)

2

地殻内の震源断層等に係る調査技術



地震基盤面深度分布
(防災科学技術研究所, 2010)

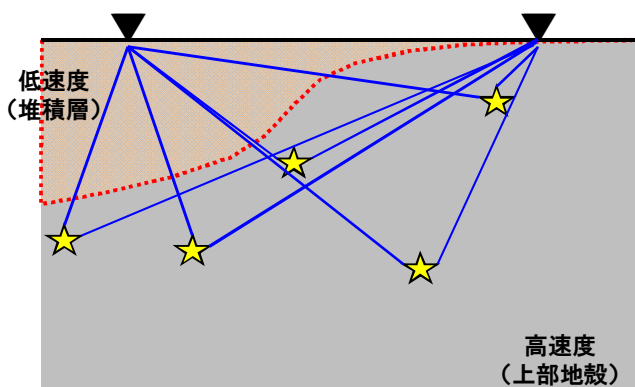


解析において仮定する
地震波速度モデルの模式図

- 地表付近には、地質構造に起因する地震波速度の不均質が存在
→ 地表付近の地震波速度不均質を考慮した震源決定法、地震波トモグラフィ法が必要

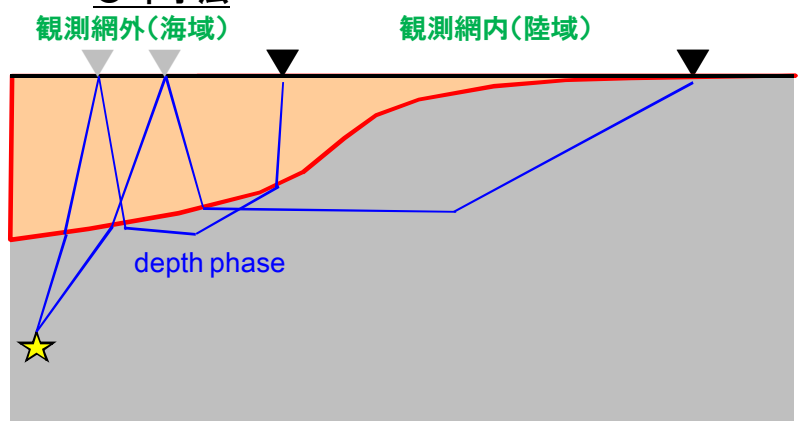
地殻内の震源断層等に係る調査技術

● 従来の手法(観測点補正值を用いる方法)



- ① 堆積層の不均質を仮定せずに震源決定
 - ② 各観測点についての走時残差の平均値(観測点補正值)を計算
 - ③ 観測走時に観測点補正值を加えて震源再決定
- ✓ 仮想的に堆積層による走時への影響を考慮

● 本手法

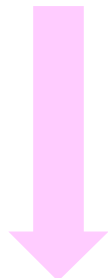


- ① 堆積層の不均質を考慮して波線経路を特定し、震源決定
- ✓ 直接的に堆積層による走時への影響を考慮
 - ✓ より正確な波線経路を推定
⇒ 地震波トモグラフィへの応用
 - ✓ 地震活動が活発でない地域に有効
 - ✓ 観測網外の地震に対するdepth phaseを用いた震源決定に有効

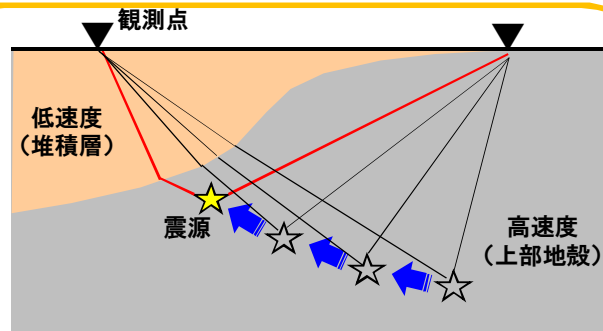
地殻内の震源断層等に係る調査技術

● 昨年度用いた手法

気象庁地震カタログによる
震源パラメータ



逐次計算による
震源再決定



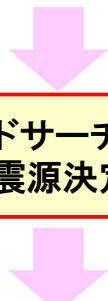
逐次計算の概念(断面図)

✓ 解(震源パラメータ)が大局解に至らず、局所解に留まってしまう可能性がある

地殻内の震源断層等に係る調査技術

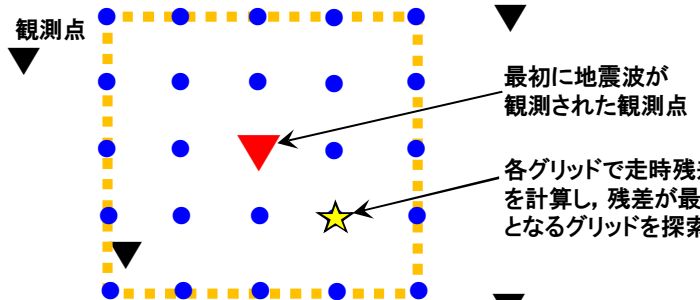
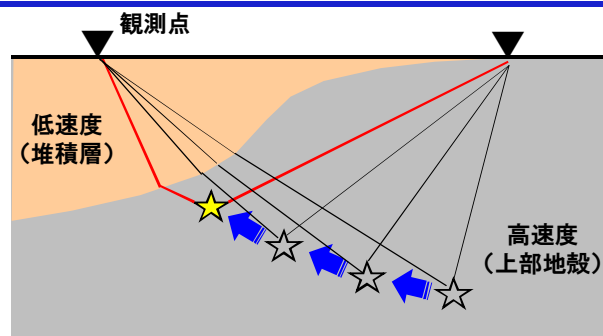
● 今回用いた手法

気象庁地震カタログによる
震源パラメータ



グリッドサーチによる
震源決定

逐次計算による
震源再決定



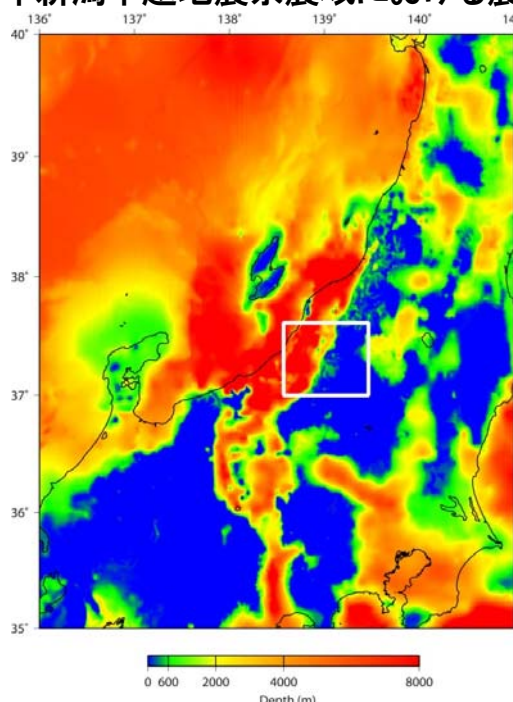
グリッドサーチの概念(平面図)

✓ 初期震源に依存せず、大局解を見出すことが可能

● グリッドサーチを行うことで、より正確な震源分布を得る

地殻内の震源断層等に係る調査技術

■2004年新潟中越地震余震域における震源再決定■



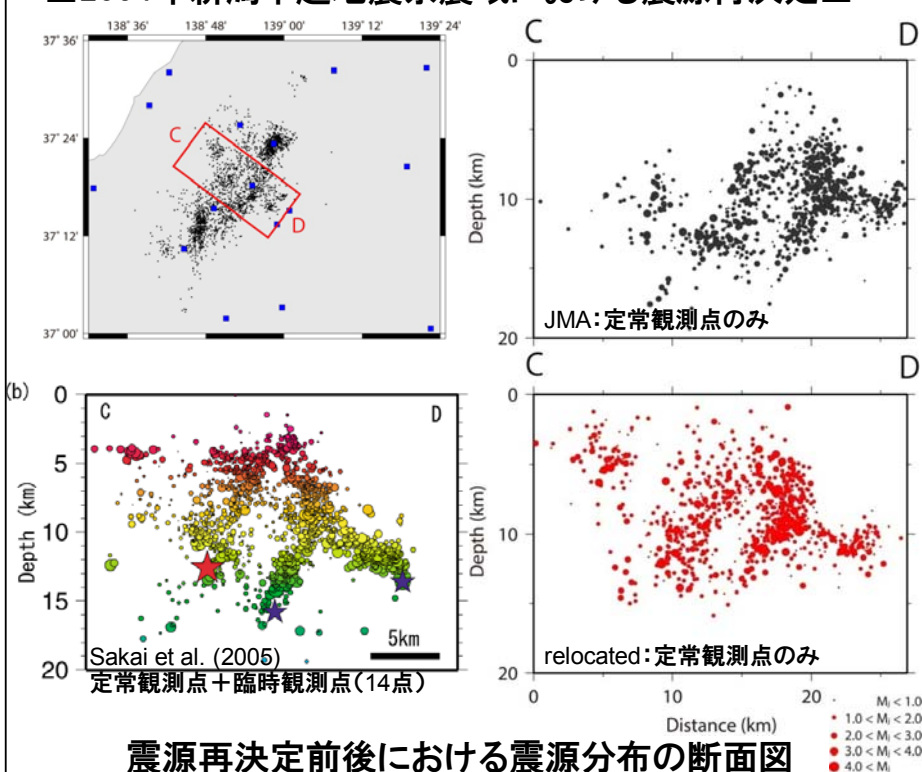
地震基盤面深度分布
(防災科学技術研究所, 2010)

- 地震発生期間:
2004/11/03~2004/12/31
- 到達時刻データ数: 30個以上
- 地震総数: 2,611個
- グリッドサーチ:
— first arrival観測点を中心とした $\pm 0.27^\circ$,
深さ0~20 kmの範囲
— 水平方向に 0.03° , 鉛直方向に2km間隔
- 地震基盤面以浅の地震波速度構造
(防災科学技術研究所, 2010)を考慮

● 臨時観測点を用いて精密に決定された余震分布との比較により, 本手法の妥当性を検討

地殻内の震源断層等に係る調査技術

■2004年新潟中越地震余震域における震源再決定■

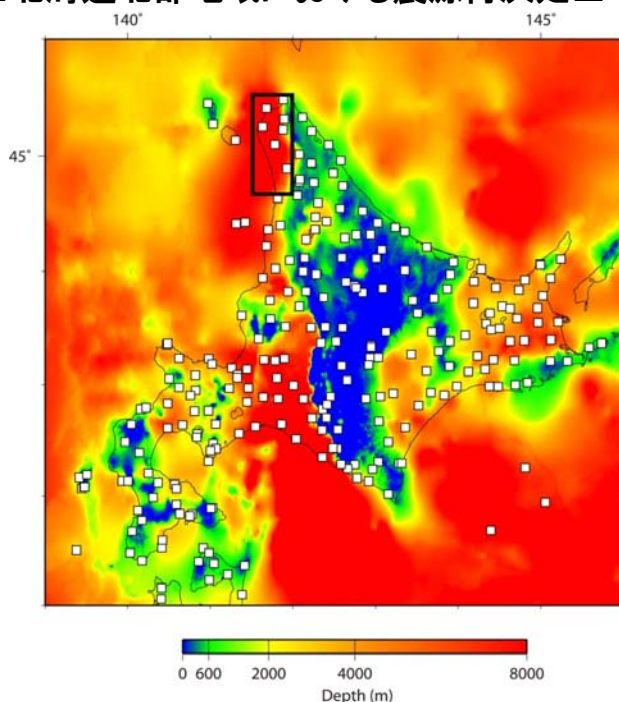


震源再決定前後における震源分布の断面図

- 震源再決定の前後において, 震源分布の傾向が変化
- 震源決定精度が震源再決定により向上
(震源深さ誤差平均: 1.08 km $\Rightarrow$ 0.67 km)
→ 地質構造の不均質性を考慮する必要性を示唆
- 稠密に展開された臨時観測データを用いた震源決定結果と概ね同様の分布
- 観測点補正値を用いていないにも関わらず同様の震源分布傾向を示す
→ 解析手法及び地震波速度モデルが概ね妥当であることを確認

地殻内の震源断層等に係る調査技術

■北海道北部地域における震源再決定■



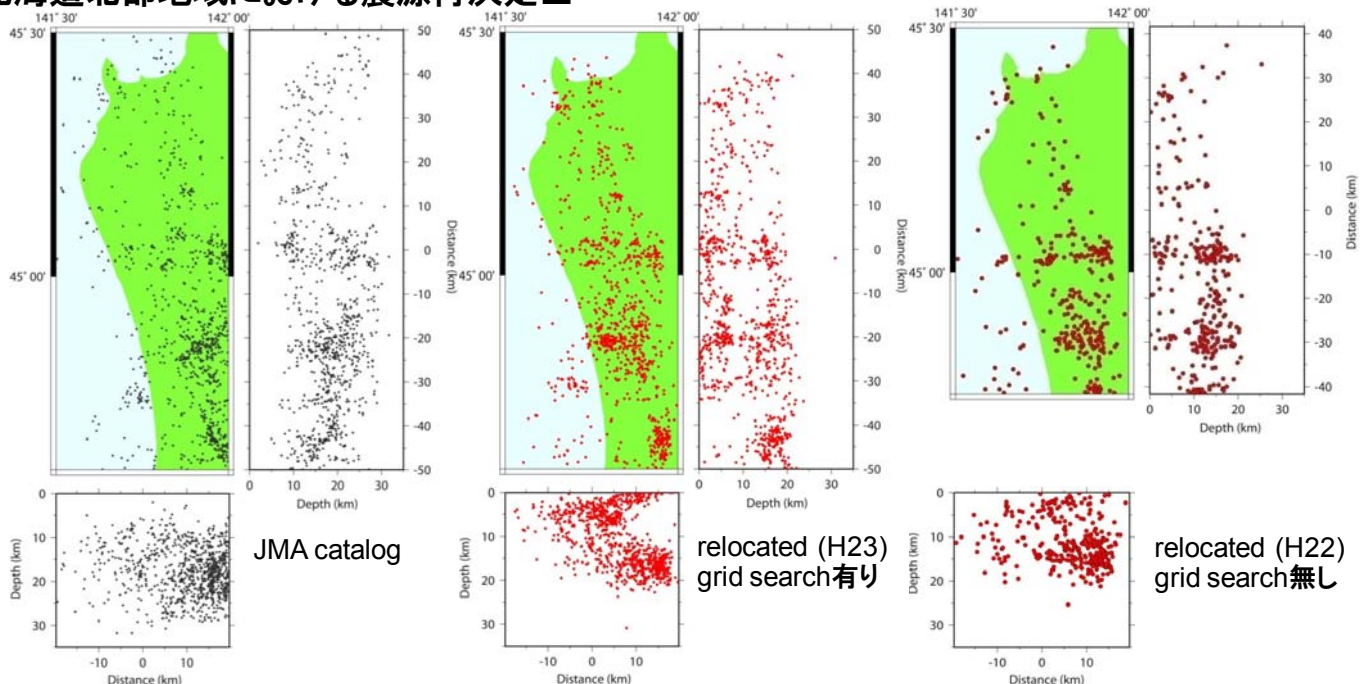
地震基盤面深度及び観測点分布
(防災科学技術研究所, 2010)

- 地震発生期間:
2003/01/01～2011/12/31
- 到達時刻データ数: 8個以上
- 地震総数: 1,016個
- グリッドサーチ:
 - first arrival観測点を中心とした $\pm 0.27^\circ$, 深さ0～30 kmの範囲
 - 水平方向に 0.03° , 鉛直方向に2 km間隔
- 地震基盤面以浅の地震波速度構造
(防災科学技術研究所, 2010)を考慮

● 地震観測網の端部における本手法の有効性を検討

地殻内の震源断層等に係る調査技術

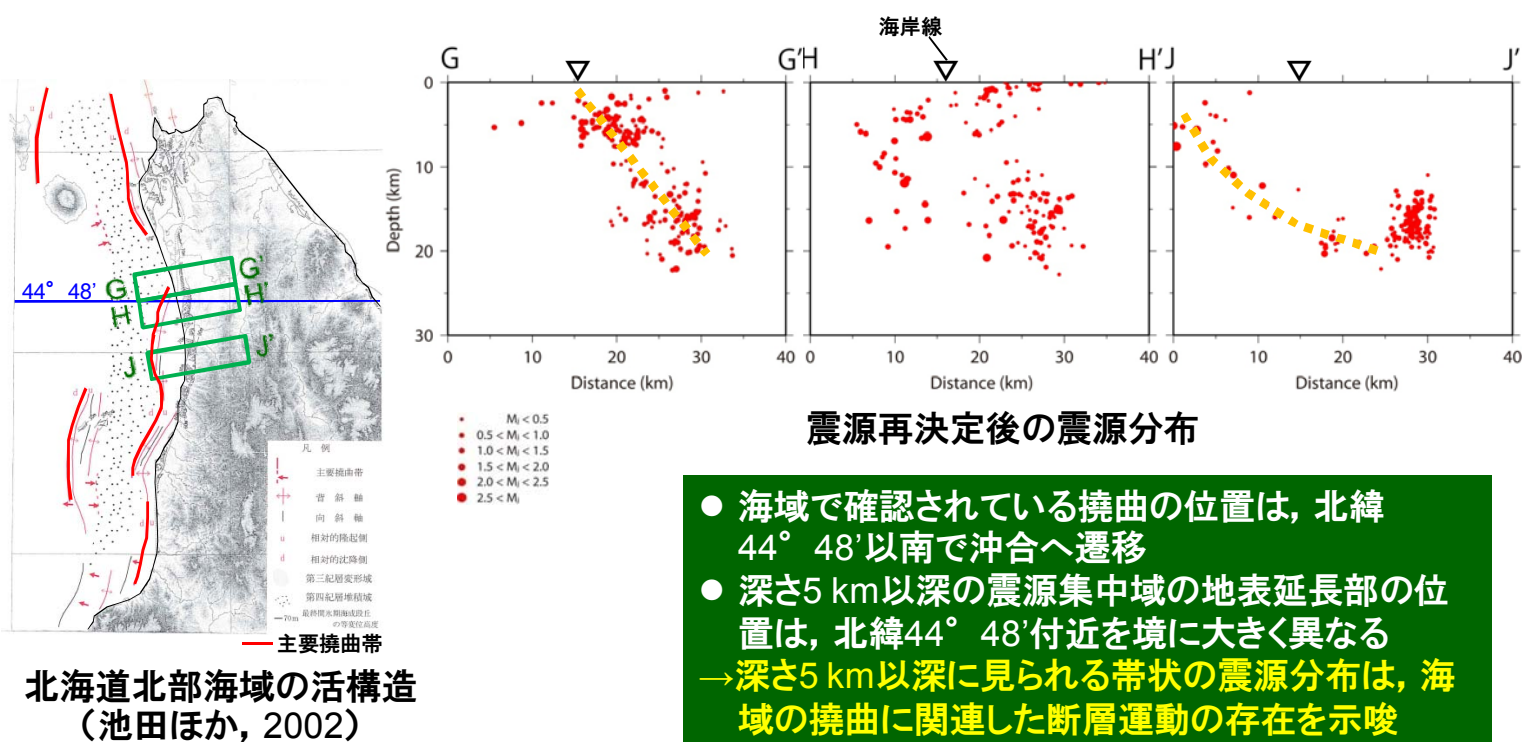
■北海道北部地域における震源再決定■



- 震源再決定の前後において、震源分布の傾向が大きく変化
- 震源決定精度が震源再決定により向上(震源深さ誤差平均: 2.72 km $\Rightarrow$ 1.36 km)

地殻内の震源断層等に係る調査技術

■北海道北部地域における震源再決定■



地殻内の震源断層等に係る調査技術

研究目的

将来の地層処分システムに重大な影響を及ぼす可能性がある現象(地殻内の震源断層, 高温流体等)の存否を確認するための調査技術として, これらの現象を高分解能で検出可能な地球物理学的手法を提示

【平成23年度】

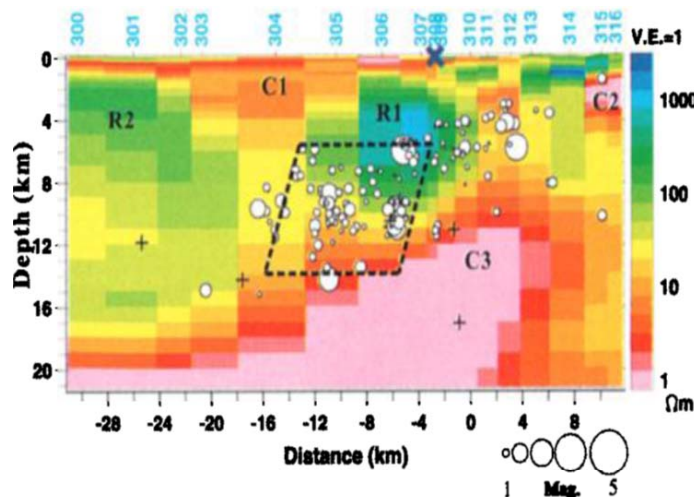
実施内容

- 地質構造を考慮した震源決定解析手法の構築
(2004年新潟中越地震余震域, 北海道北部地域への適用)
- 比抵抗不連続構造を考慮したMT法三次元解析手法の開発
(山陰地方への適用による既存手法との比較)

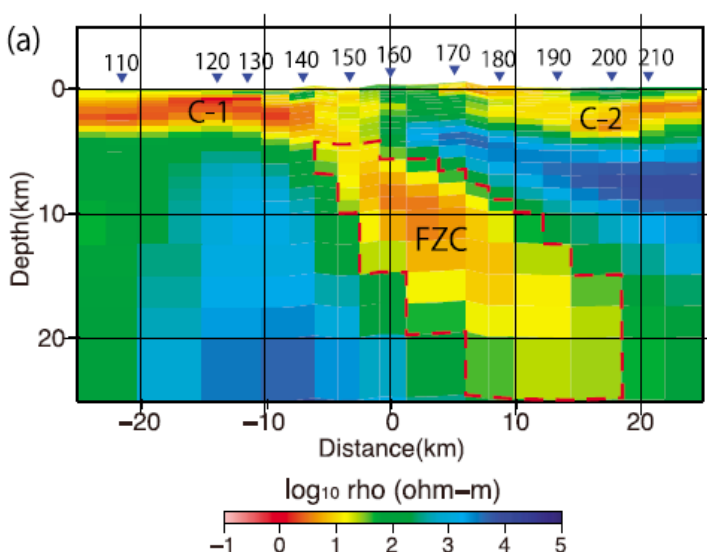
期待される成果

沿岸域等を対象とした場合においても, 地下構造や震源分布を高精度で解析可能な技術の提示

地殻内の震源断層等に係る調査技術



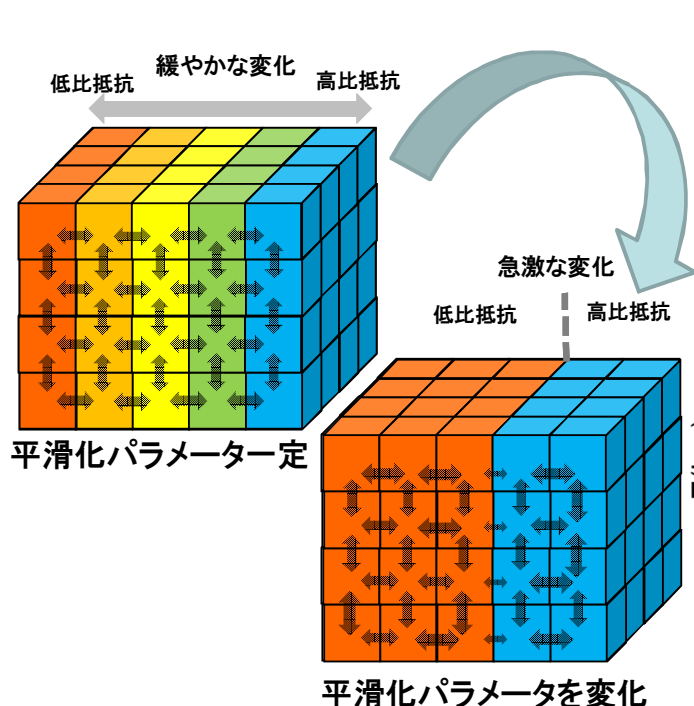
1962年宮城県北部地震(M6.3)
震源域周辺の比抵抗構造 (Mitsuhashi et al., 2001)



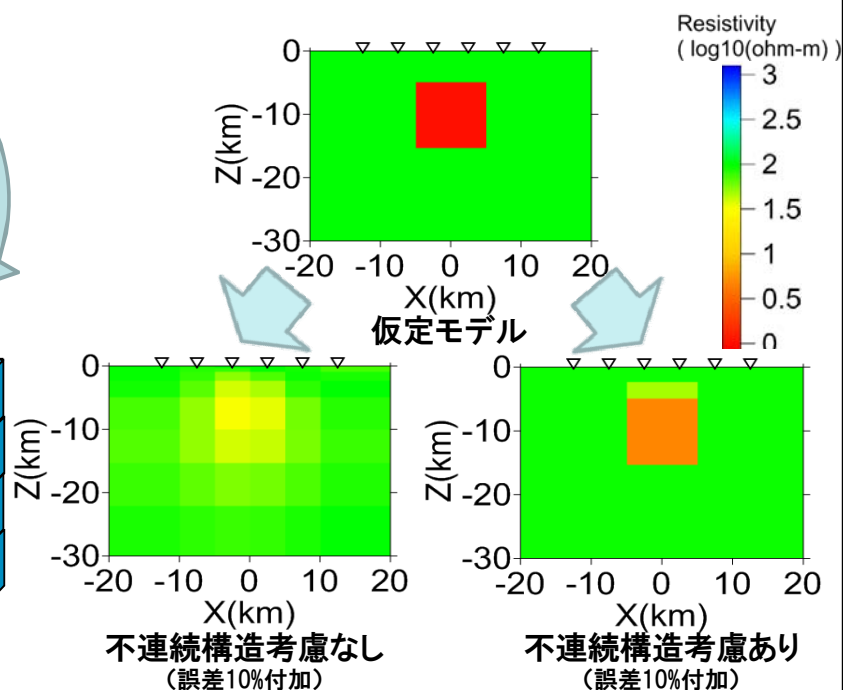
庄内盆地断層帯周辺における
比抵抗構造 (Ichihara et al., 2011)

- 震源断層の存在に伴う地殻内の比抵抗不均質(不連続構造)の存在が示唆されている
- 三次元的な不均質が卓越する地域等, 二次元解析が適当ではない場合もある
- 比抵抗の不連続構造を考慮可能な三次元解析手法が必要

地殻内の震源断層等に係る調査技術

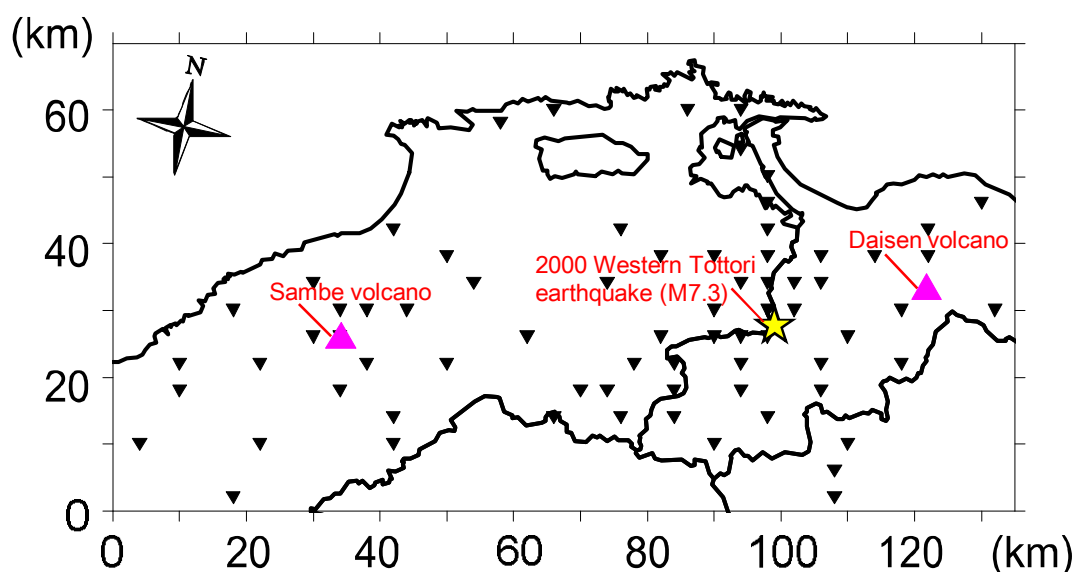


比抵抗不連続構造の考慮に関する概念図



比抵抗不連続構造を考慮したインバージョン法の
適用有無による再現性の相違

地殻内の震源断層等に係る調査技術

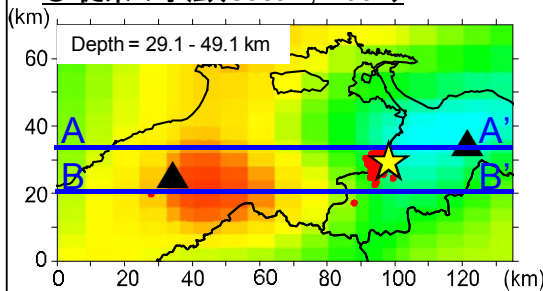


山陰地方におけるMT観測点分布

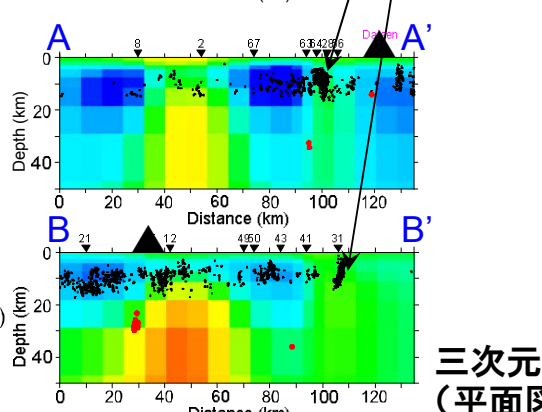
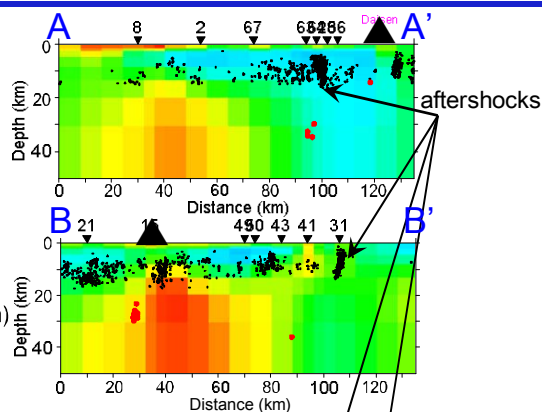
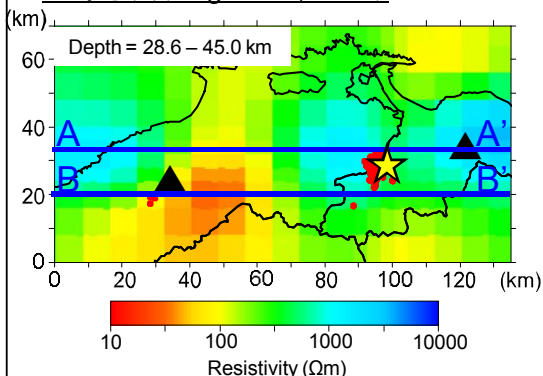
- 既存の三次元解析法による解析結果と、本手法の適用結果との比較により本手法の妥当性を検討

地殻内の震源断層等に係る調査技術

● 従来の手法(Sasaki, 2004)



● 本手法(Negi et al., 2011)



- 両手法により得られた比抵抗構造は、概ね同様の高低パターンを示し、三瓶火山下において溶融体の存在を示唆する低比抵抗体が明瞭に認められる

→本手法が概ね妥当であることを確認

- 本手法の適用結果において、鳥取県西部地震の余震域北部下に比抵抗境界が見られる

→震源断層と比抵抗境界の関連性を示唆

三次元解析結果の比較
(平面図・断面図)

地殻内の震源断層等に係る調査技術

ま と め

- ・ 地質構造の不均質性を考慮した震源決定手法を構築し、観測データへの適用により解析手法の妥当性を確認
- ・ 地殻の不連続構造を考慮した三次元比抵抗構造解析手法について、実際の観測データを用いた解析を実施し、その妥当性を確認

平成24年度実施計画(案)

- ・ 地質構造の不均質性を考慮した地震波トモグラフィー法の構築と後続波による高分解能化
- ・ 震源断層を対象としたMT法観測及び三次元比抵抗構造解析手法の高度化