

「日本海周辺の震源断層モデルの構築に向けて」

東京大学地震研究所 佐藤比呂志

海洋研究開発機構 小平秀一・野徹雄

東京大学地震研究所 石山達也・篠原尚雅・加藤直子

防災科学技術研究所 武田哲也

横浜国立大学 石川正弘

1

内容

- ・ひずみ集中帯重点観測など、既存の研究による背弧域-日本海周辺の断層形状の特徴
- ・今後の震源断層マッピング

既存データのとりまとめ

日本海地震・津波プロジェクトの一部の紹介

2

背弧域の震源断層の特性

- ・震源断層が構成されている地殻構造によって、特性が大きく異なる
- ・形成場によって、区分。

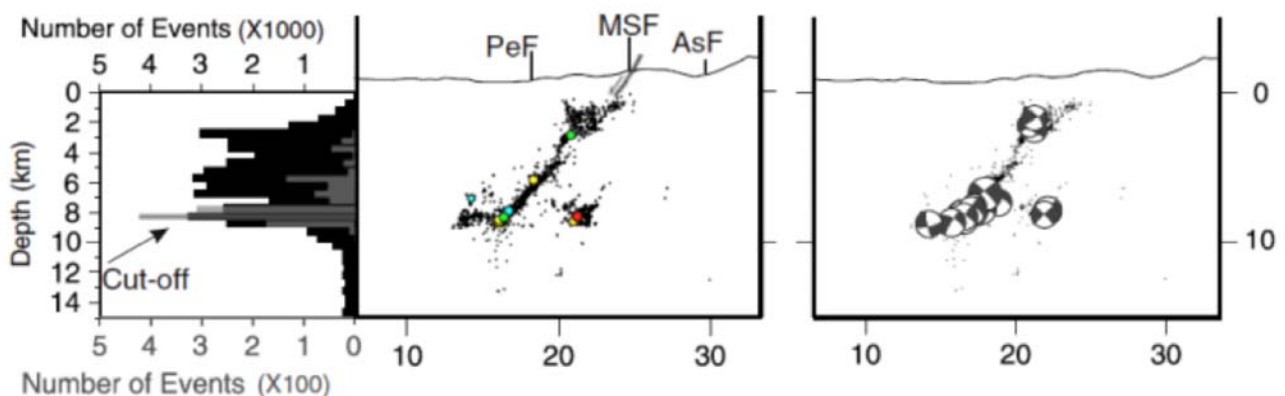
大陸地殻・中絶リフト軸・縁海-大陸地
殻境界

3

背弧域の震源断層の特性

日本列島の背弧側の震源断層は基本的には正断層として形成

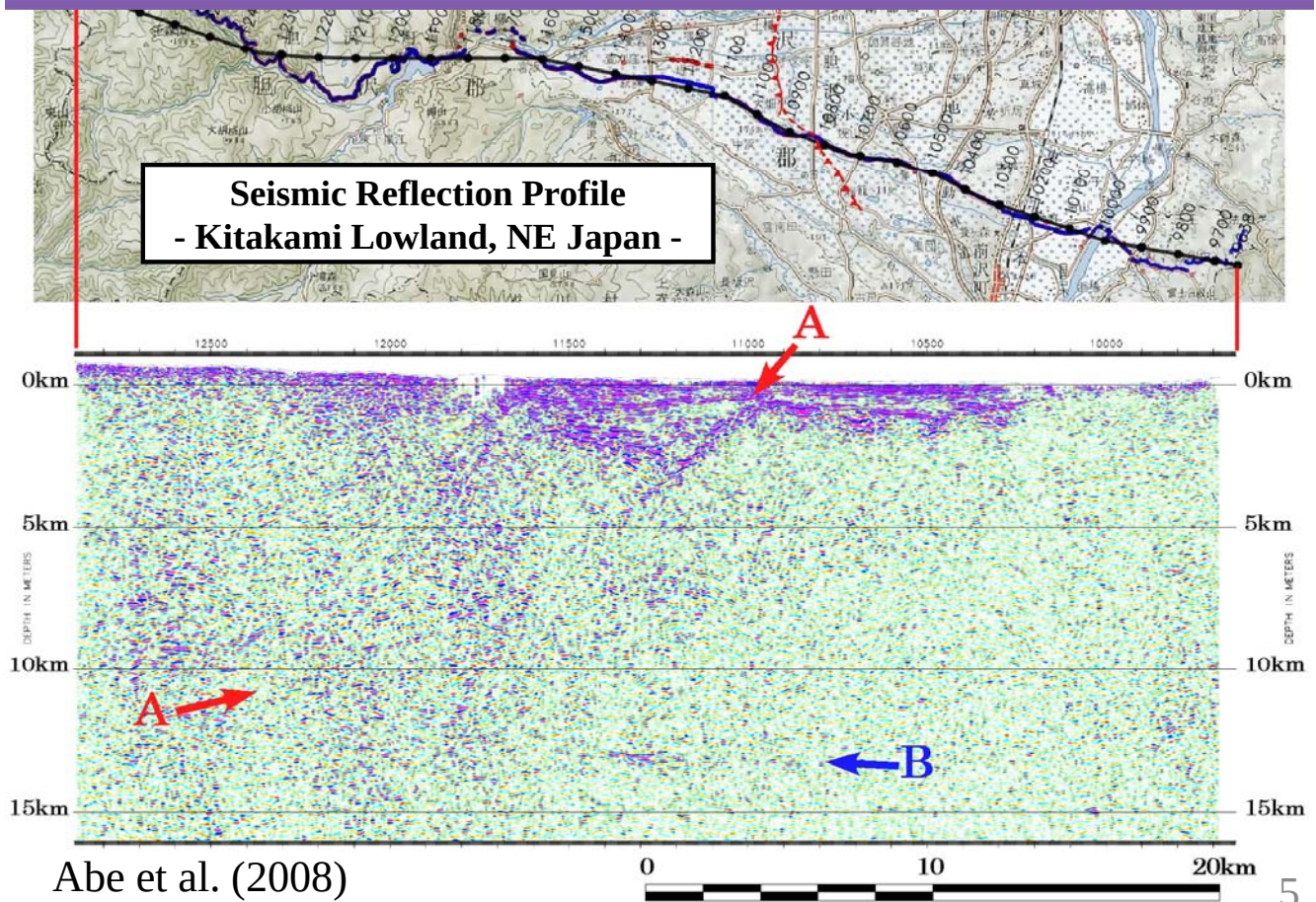
2009 L'Aquila, central Italy における地震活動と断層形状



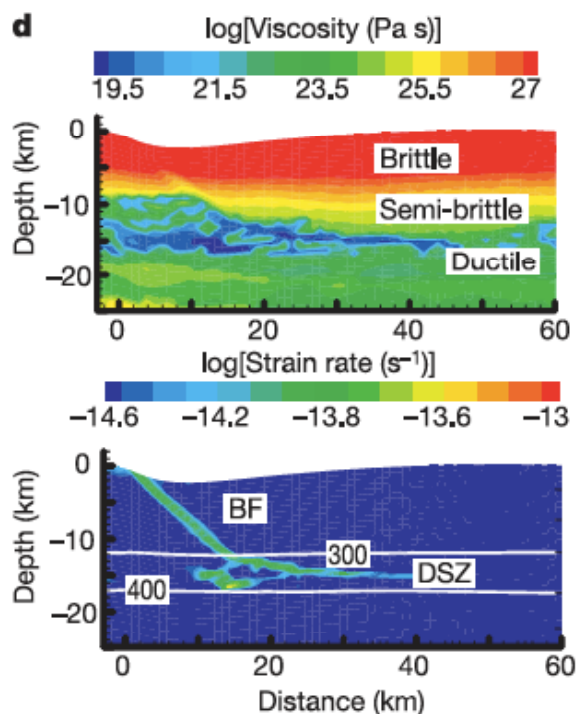
Valoroso et al. (2013, JGR)

4

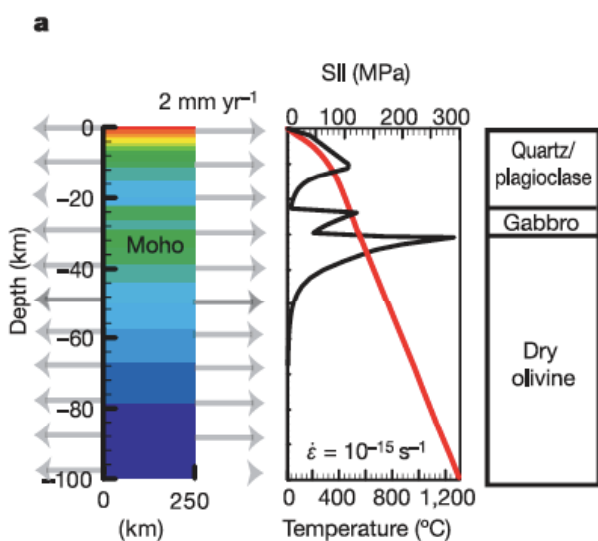
北上低地帯西縁断層帯の反射法地震探査断面



5



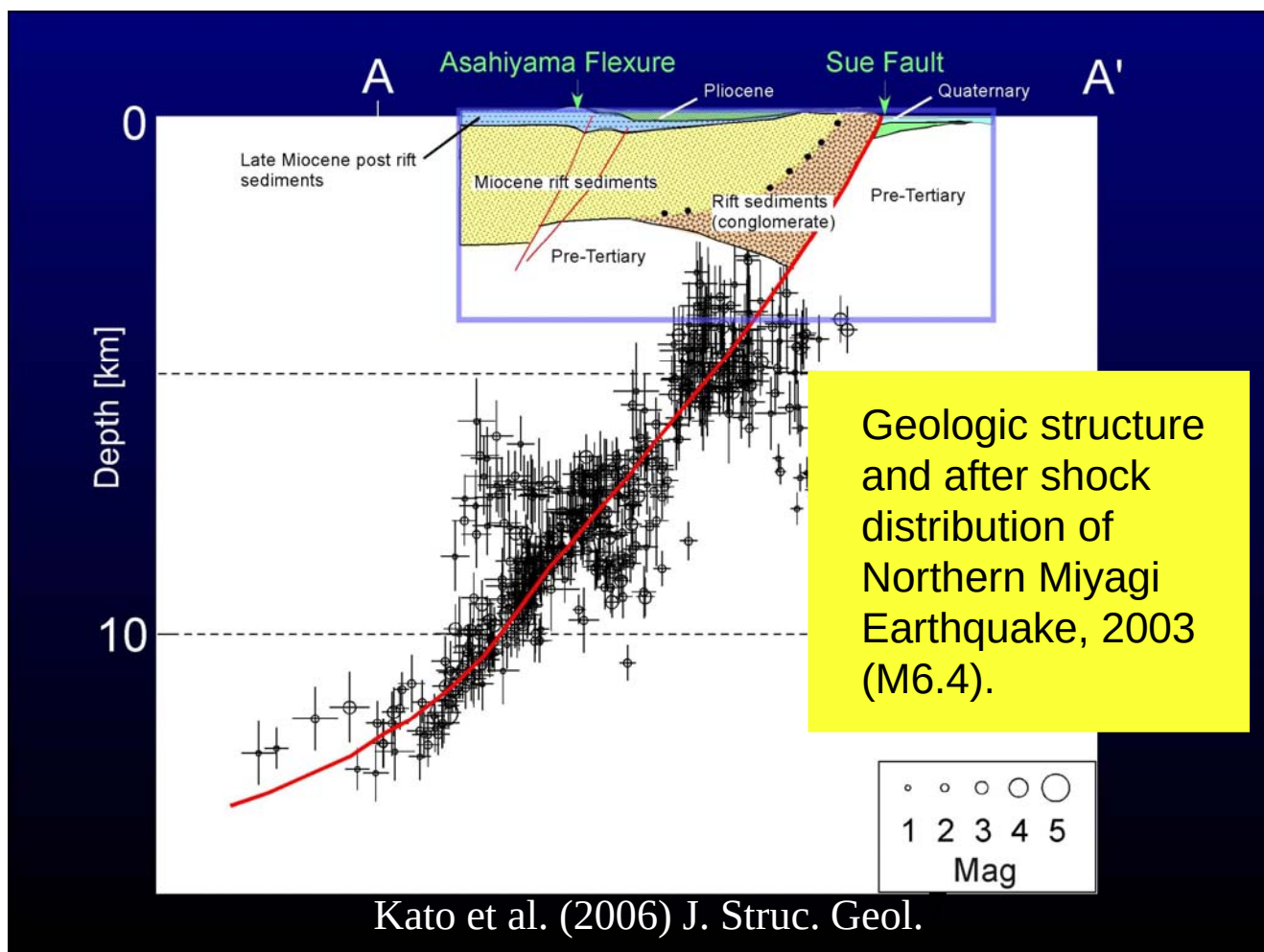
Example of numerical simulation of normal faulting



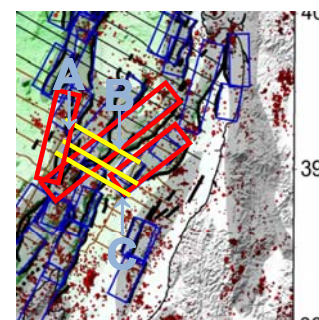
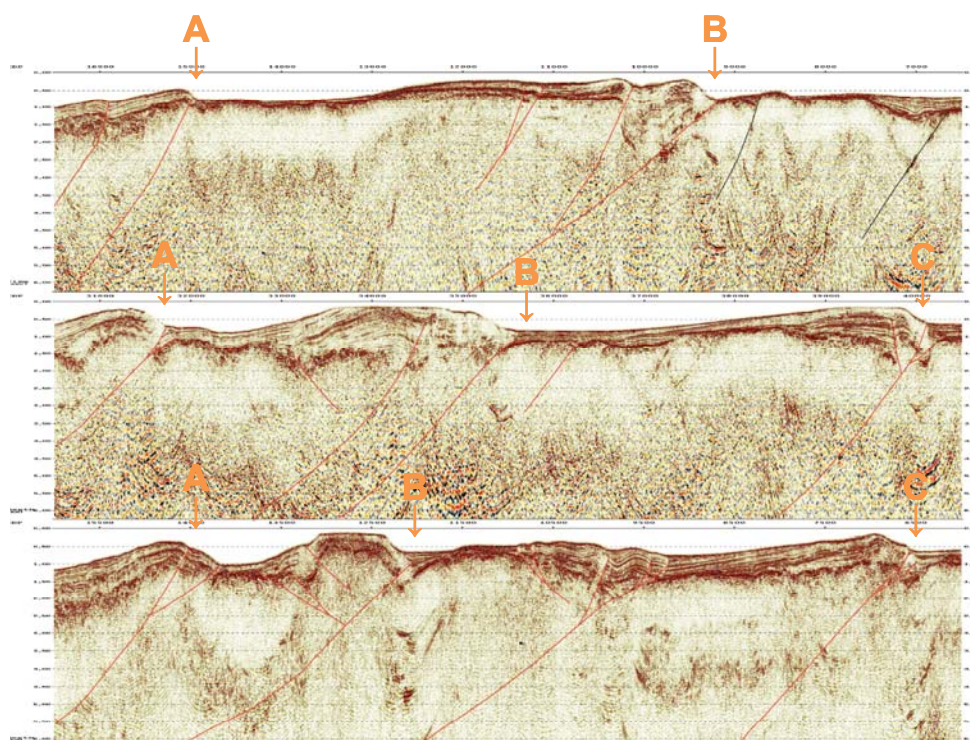
Lavier & Manatschal (2006) Nature

大陸地殻の伸張場での正断層の形状は、レオロジー特性から説明される

6



山形沖の深度変換断面



5 km

5 km

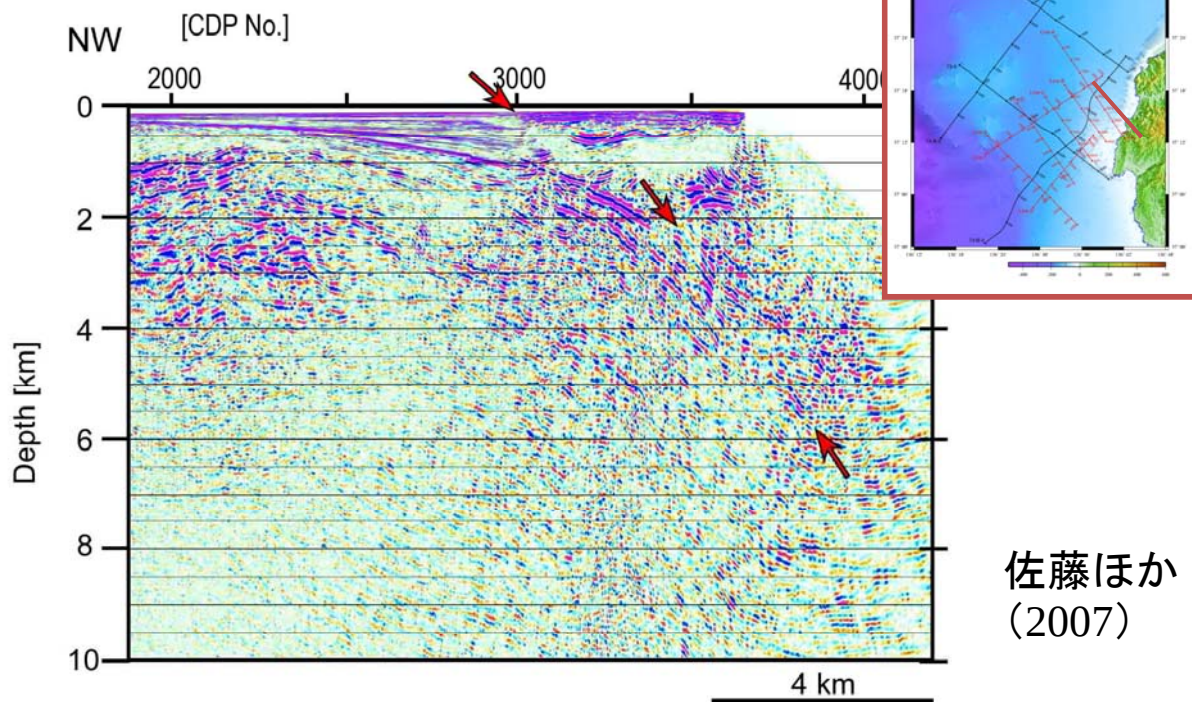
V:H=2.0

伸張変形を被った大陸地殻の変形

海洋研究開発機構

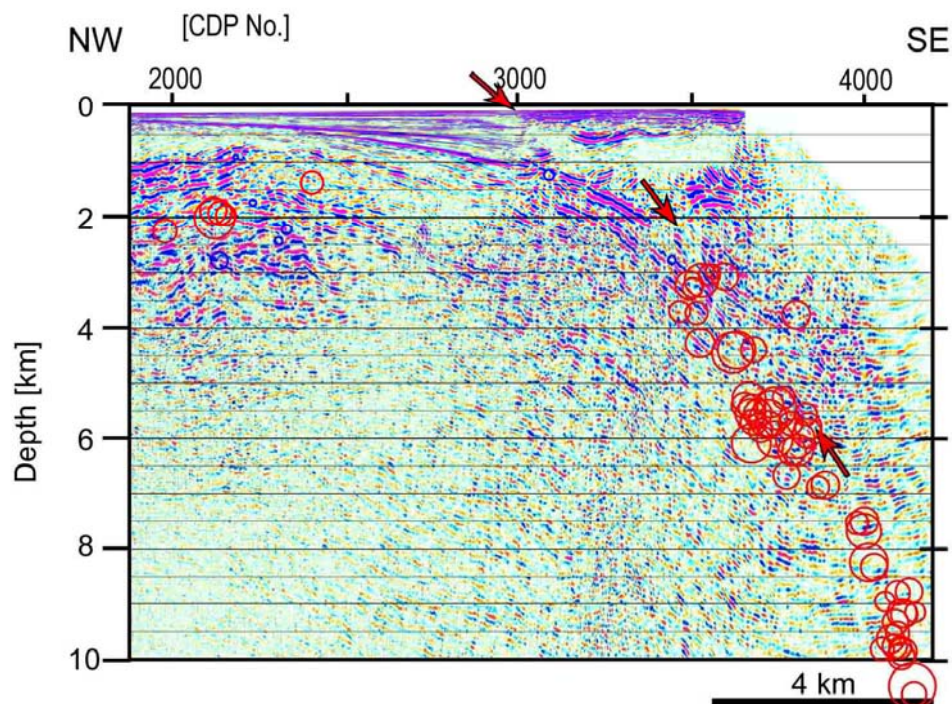
2007年能登半島沖地震震源域の反射断面

既存の正断層が横ずれした場合



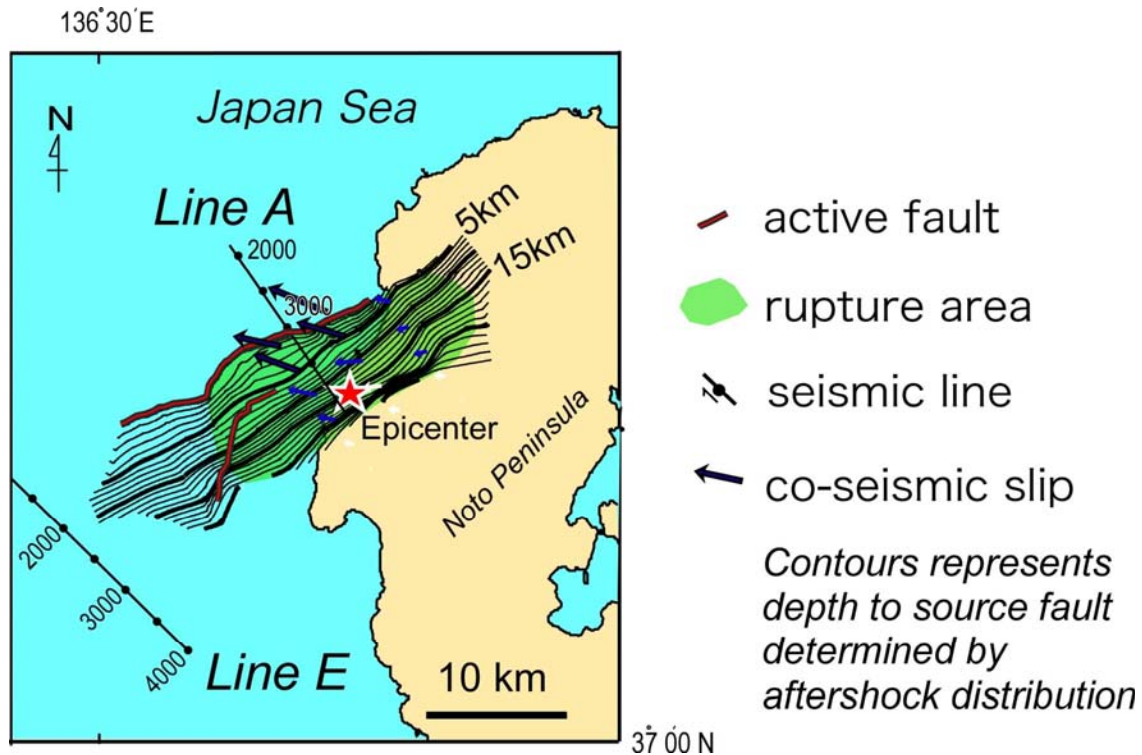
9

2007年能登半島沖地震震源域の反射断面



10

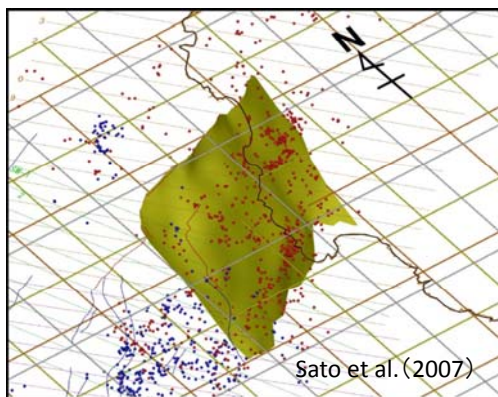
2007年能登半島沖地震震断層の形状とすべり



佐藤ほか(2007)

11

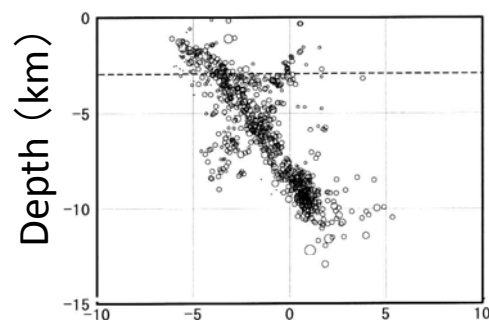
Source fault geometry



Geometry of source fault, shallow part is after seismic profiles; Deeper part is based on the after shock distribution.

Fault surface dip : 60° S
(common dip angle of normal fault)

Aftershock distribution

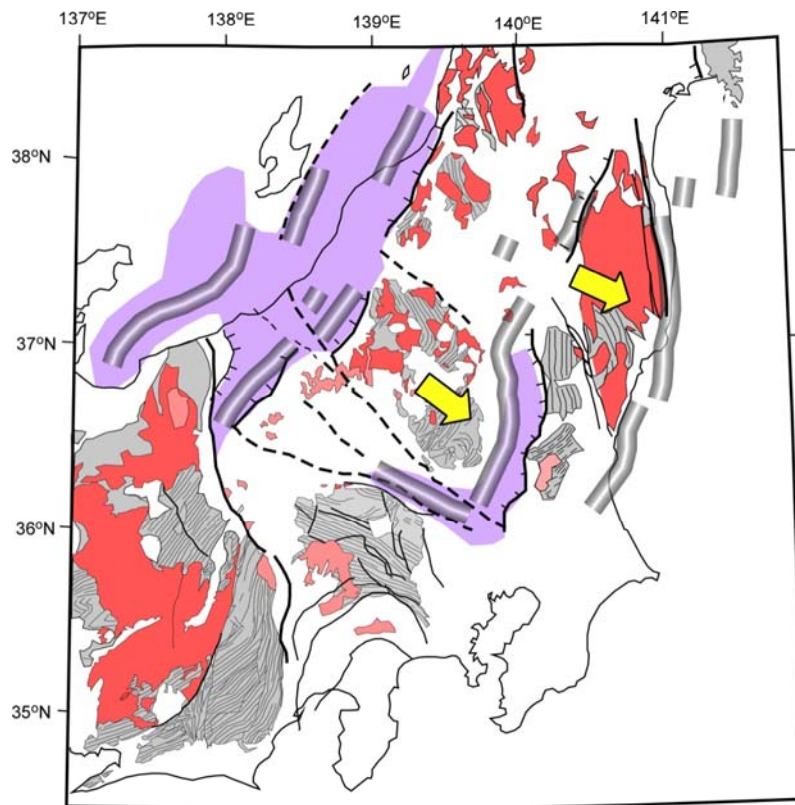


Sakai et al. (2007) Distance (km)

Geometry of source faults reflects Miocene normal fault

12

本州中央部の日本海拡大時のテクトニクス



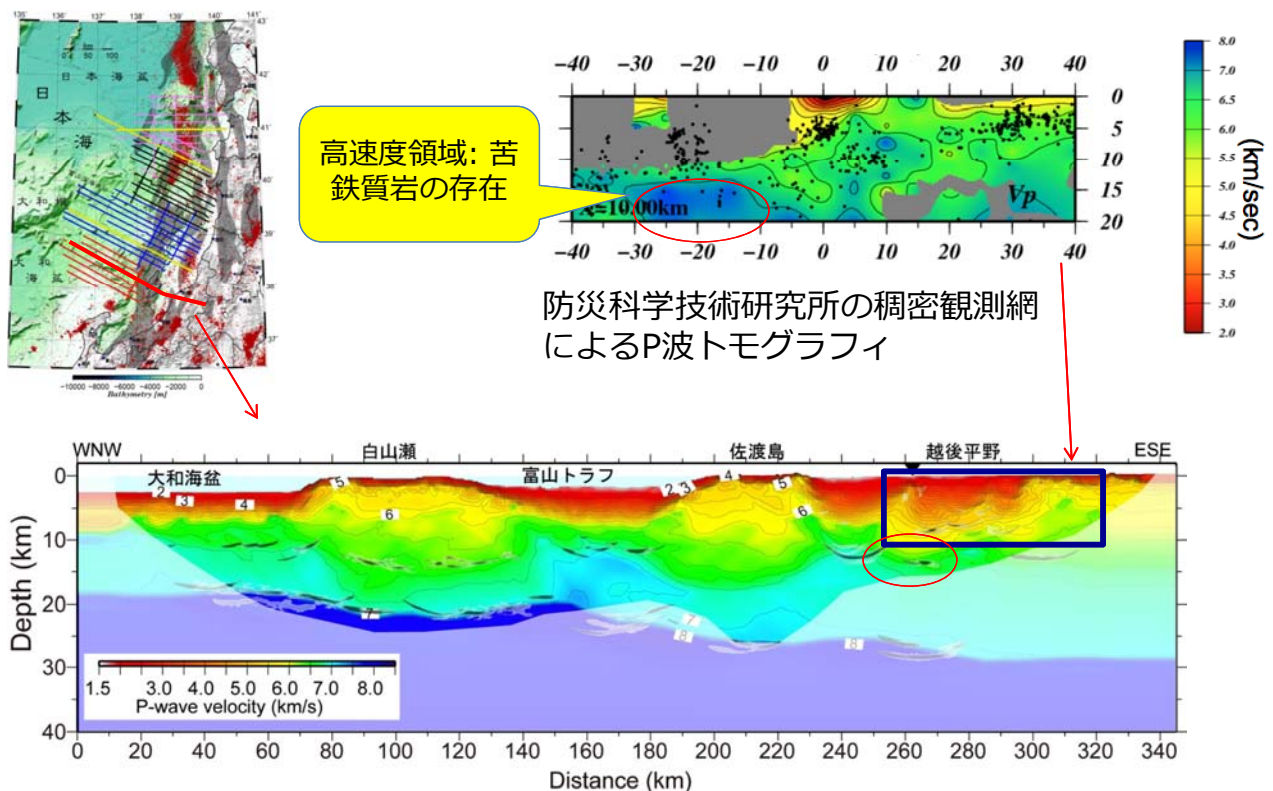
中絶リフトの断層形状

- 厚い新第三系堆積物
- 先新第三系（堆積岩）
- 花崗岩〔古第三紀以前〕
- 花崗岩〔新第三紀〕
- 下部地殻の弾性波速度の大きい領域

地殻の弾性波速度は
Matsubara and Obara (2011)
による

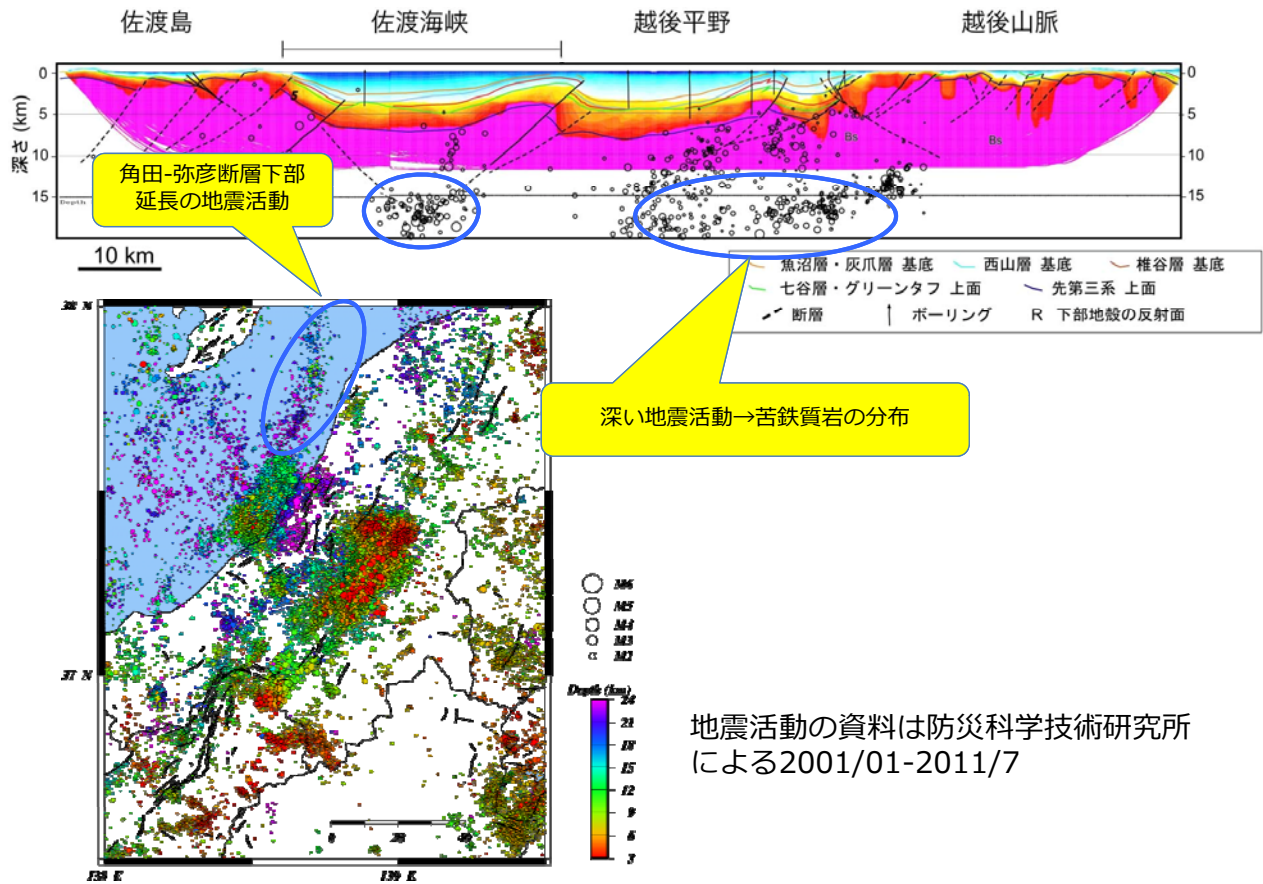
13

屈折トモグラフィによる会津-佐渡沖測線のP波速度構造



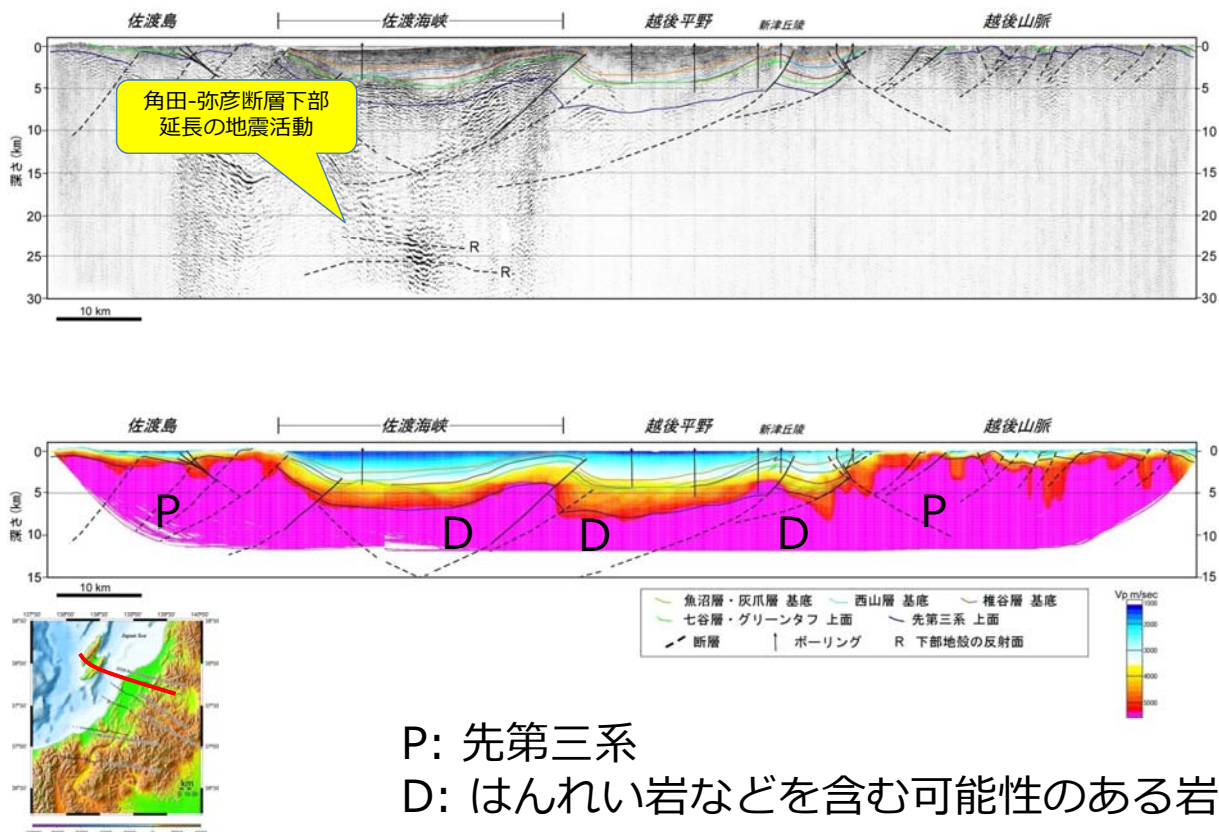
海洋開発研究機構+地震研の海陸統合探査

14



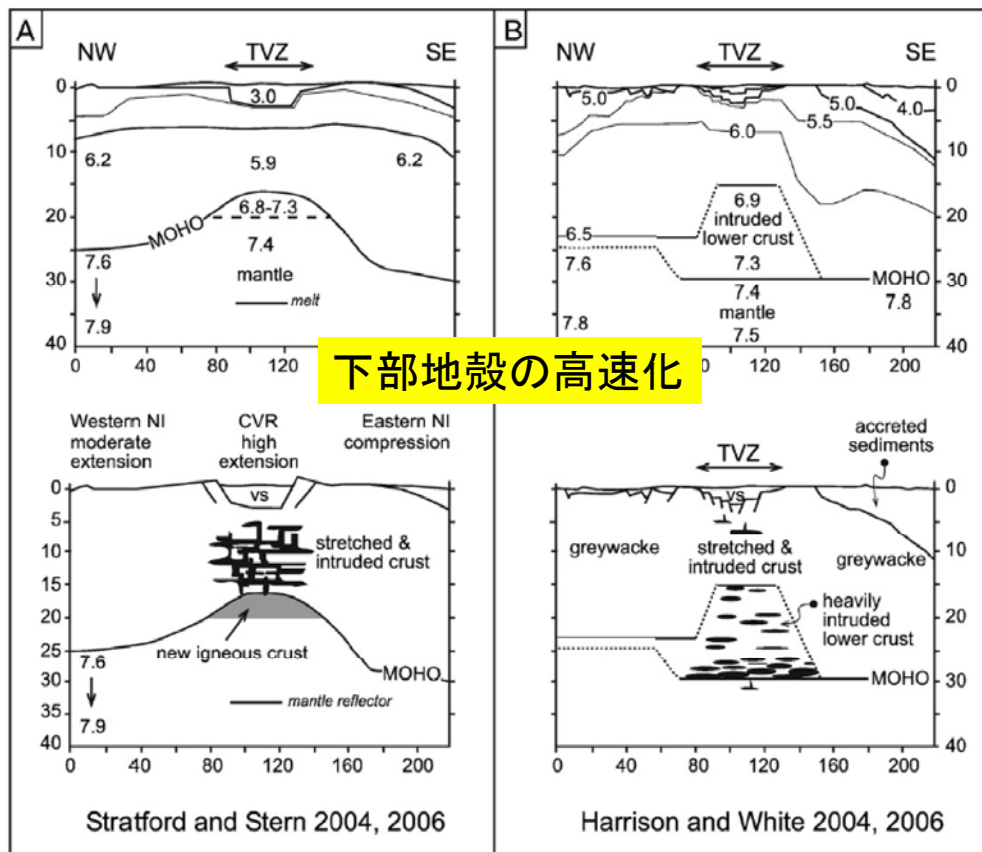
15

会津-佐渡測線



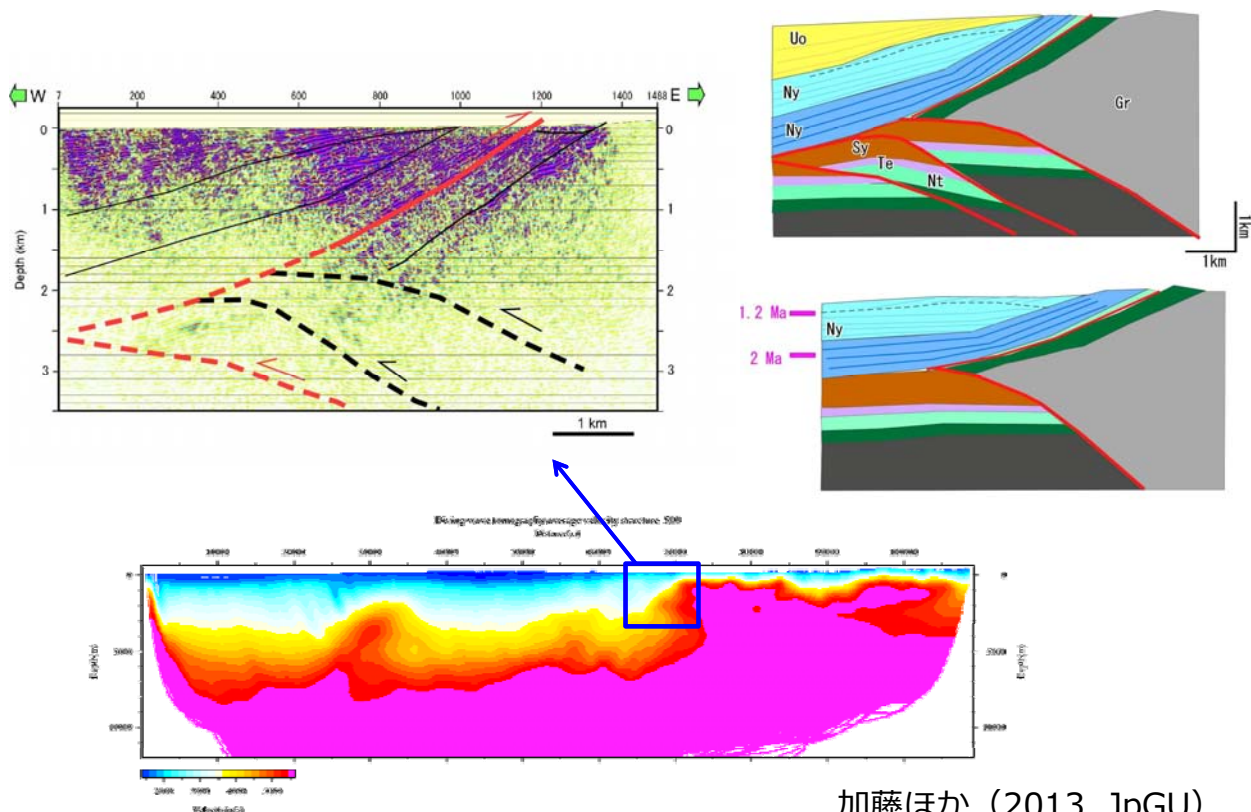
16

タウポ背弧リフトの速度構造



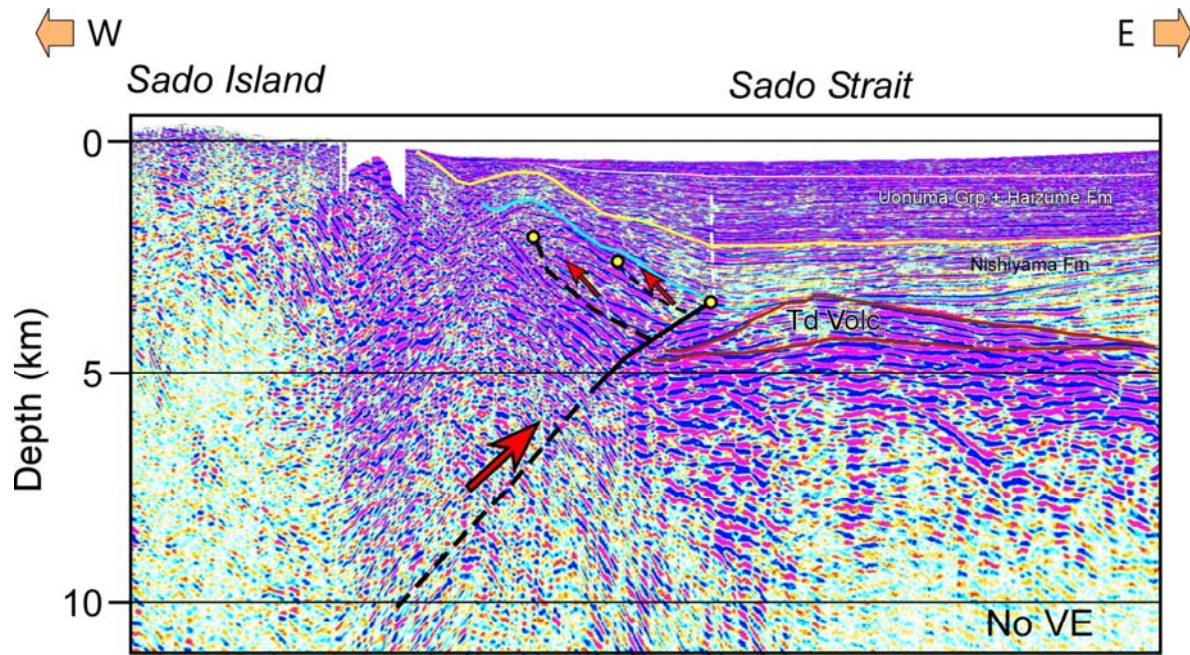
17

中絶リフト縁辺の断層 (月岡断層を横切る反射断面)



18

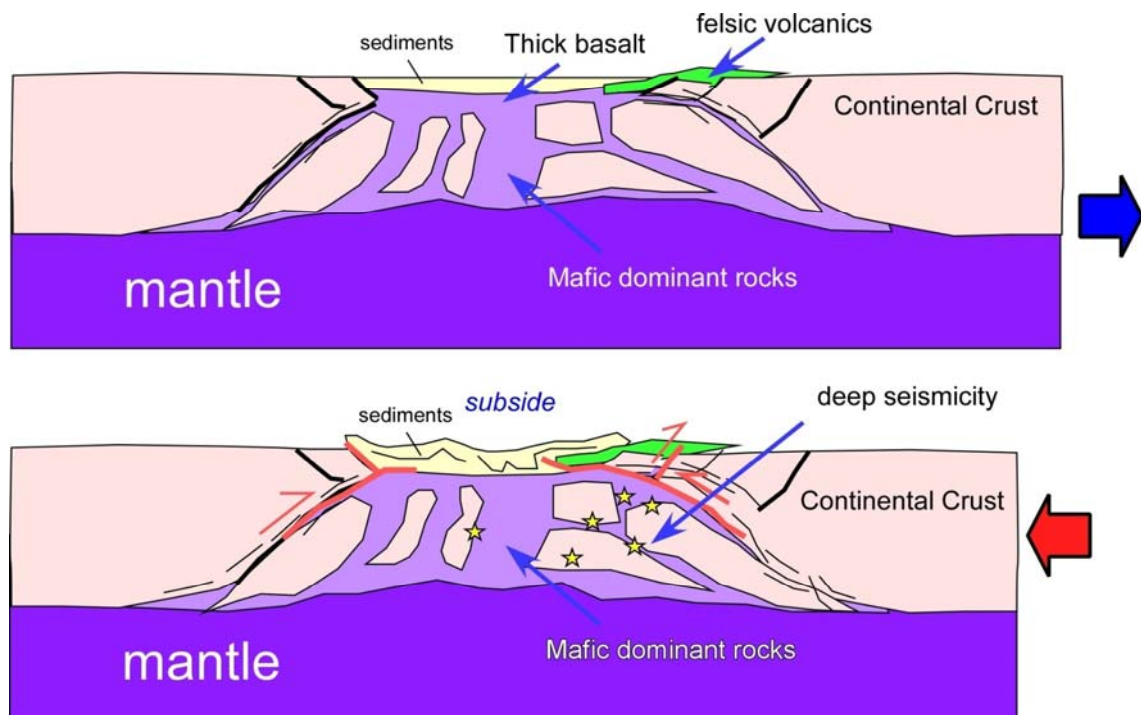
佐渡島東岸部の反射法断面



伸張変形時の構造的 highs は、短縮変形においても維持
佐藤ほか (2009)

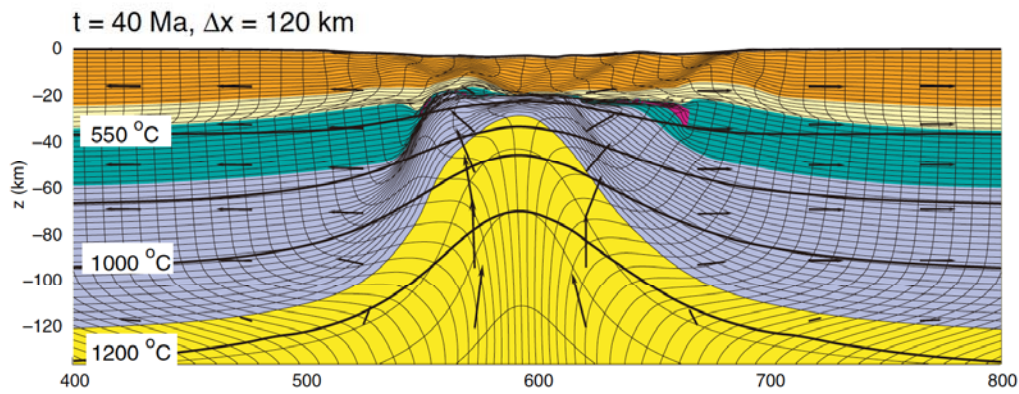
19

背弧中絶リフトの模式図

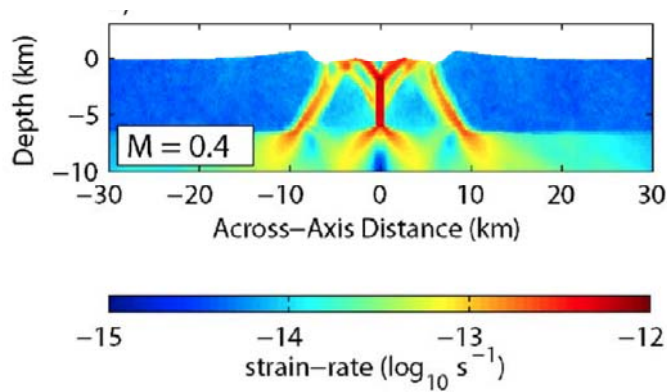


20

リフト形成の数値実験例



Huismans & Beaumont (2007) SP. GSL



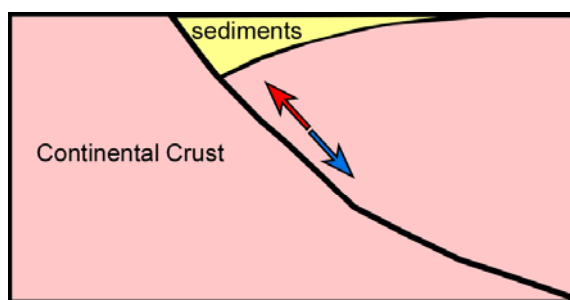
Dyke injection model

Behn et al. (2006) EPSL

21

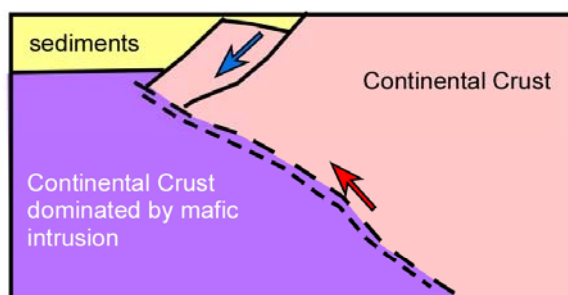
まとめ

伸張変形から短縮変形へ



10 km

大陸地殻内の断層
通常の正断層の反転

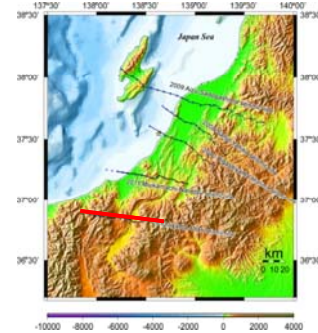
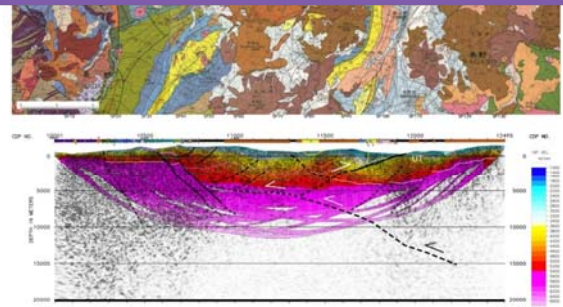
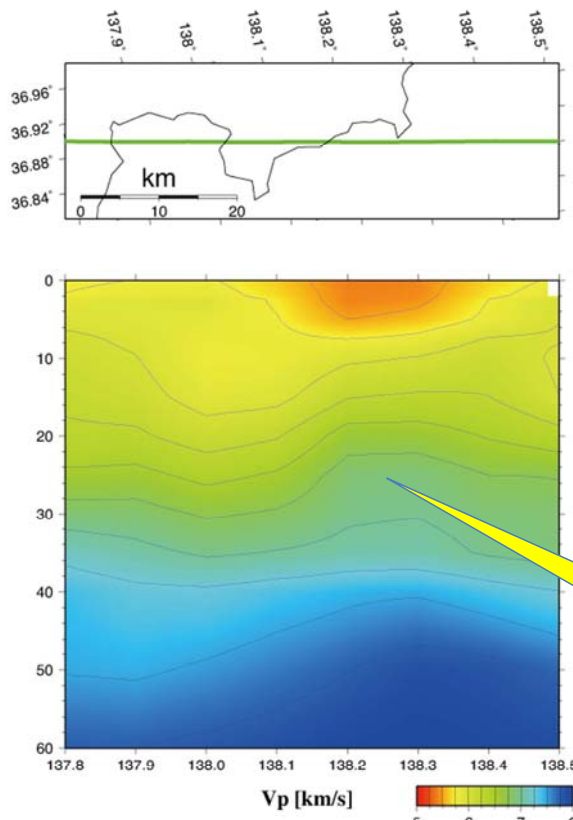


中絶リフト縁辺の断層
岩体境界の逆断層運動

秋田-山形堆積盆地
新潟-北部フォッサマグナ堆積盆地

22

地震波トモグラフィで見る飯山-小谷測線下の速度構造

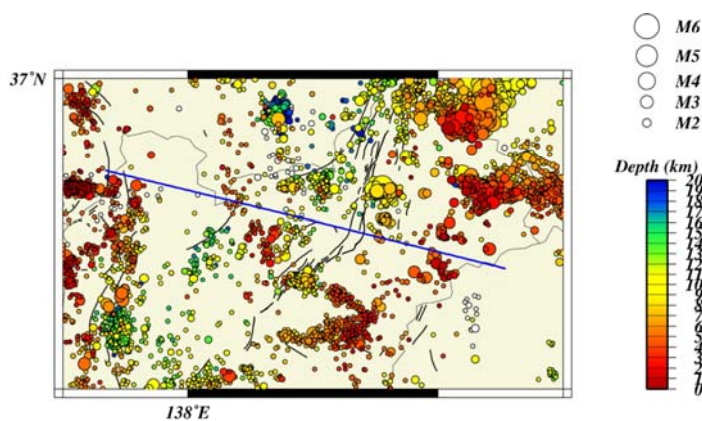


下部地殻が高速度化

Matsubara et al. (2008), Matsubara and Obara (2011)

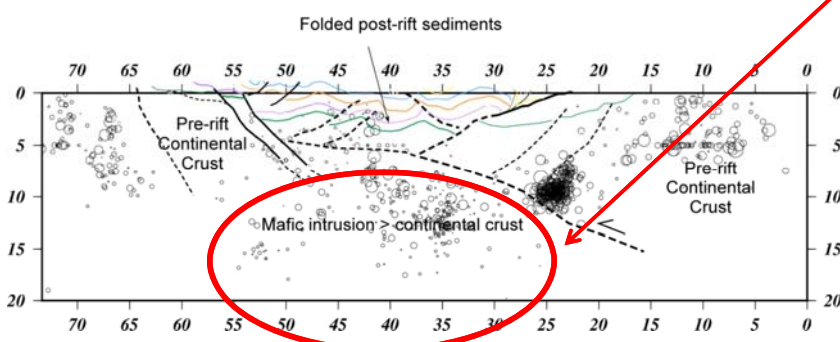
23

Hypocentral distribution in northern Fossa Magna



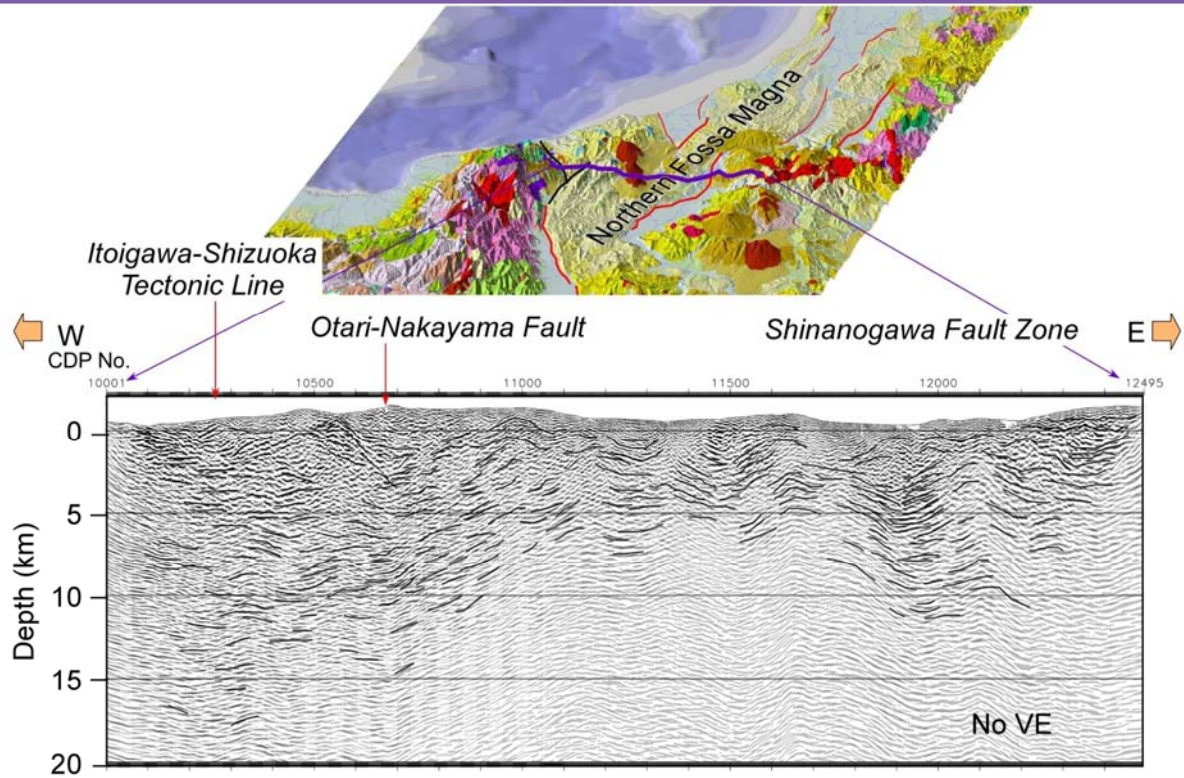
地震活動の資料は防災
科学技術研究所による
2001/01-2011/7

深い地震活動



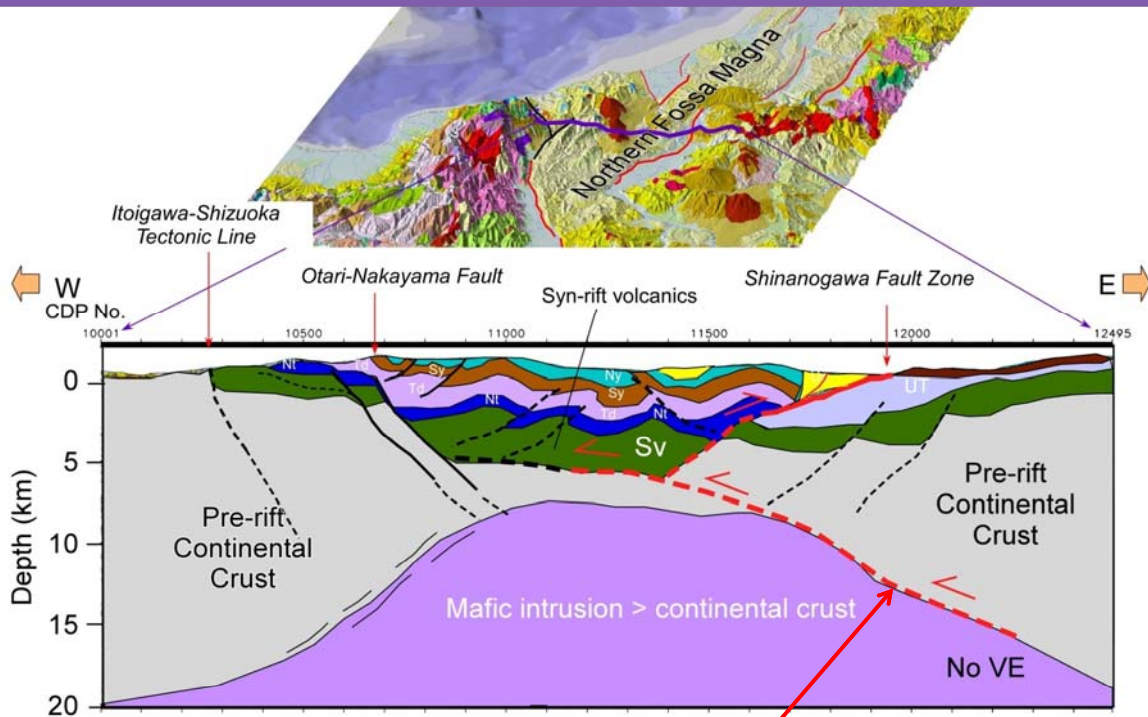
24

反射イベントの線描図



25

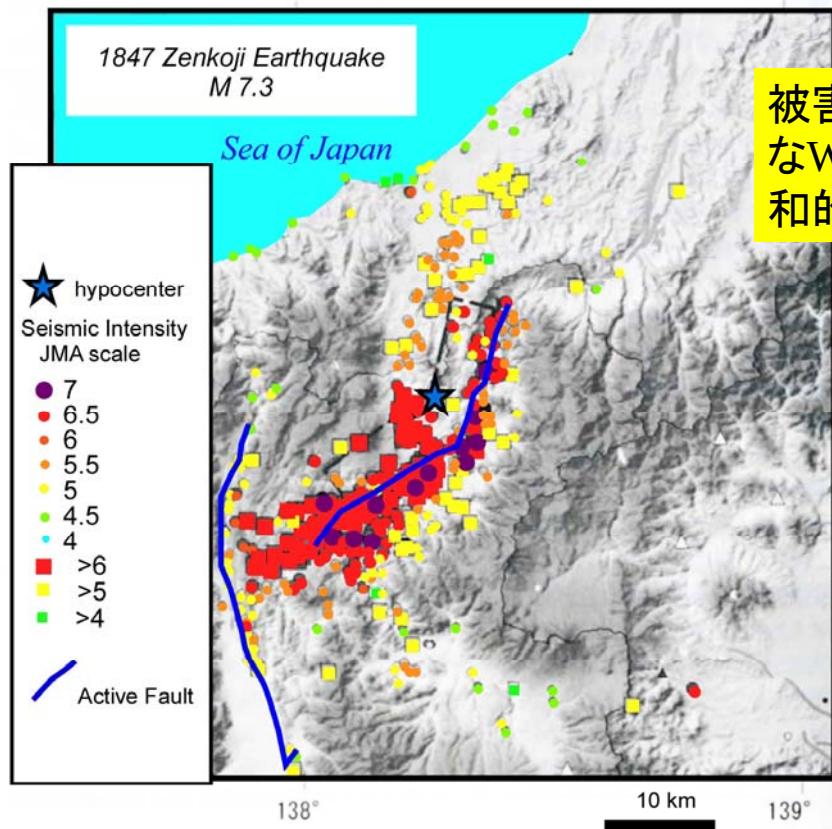
地質学的解釈断面



Boundary pre-rift continental crust vs mafic intrusion with continental crust

26

1847年善光寺地震の震度分布

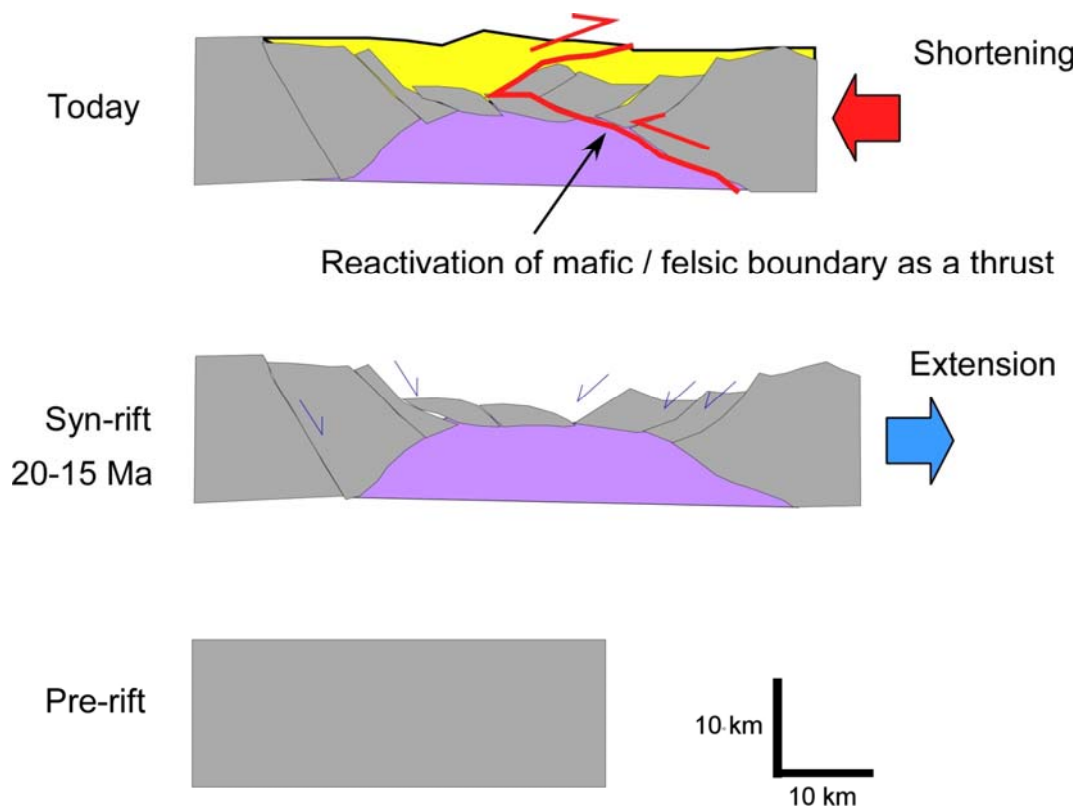


被害分布は大規模なWedge Thrustと調和的

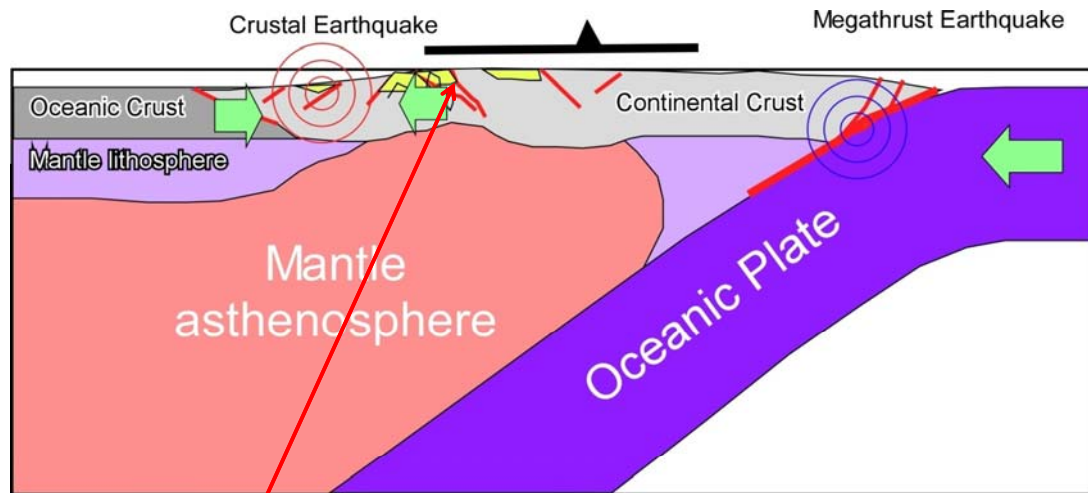
Matsuura (2011)

27

飯山-小谷断面の地質構造の形成



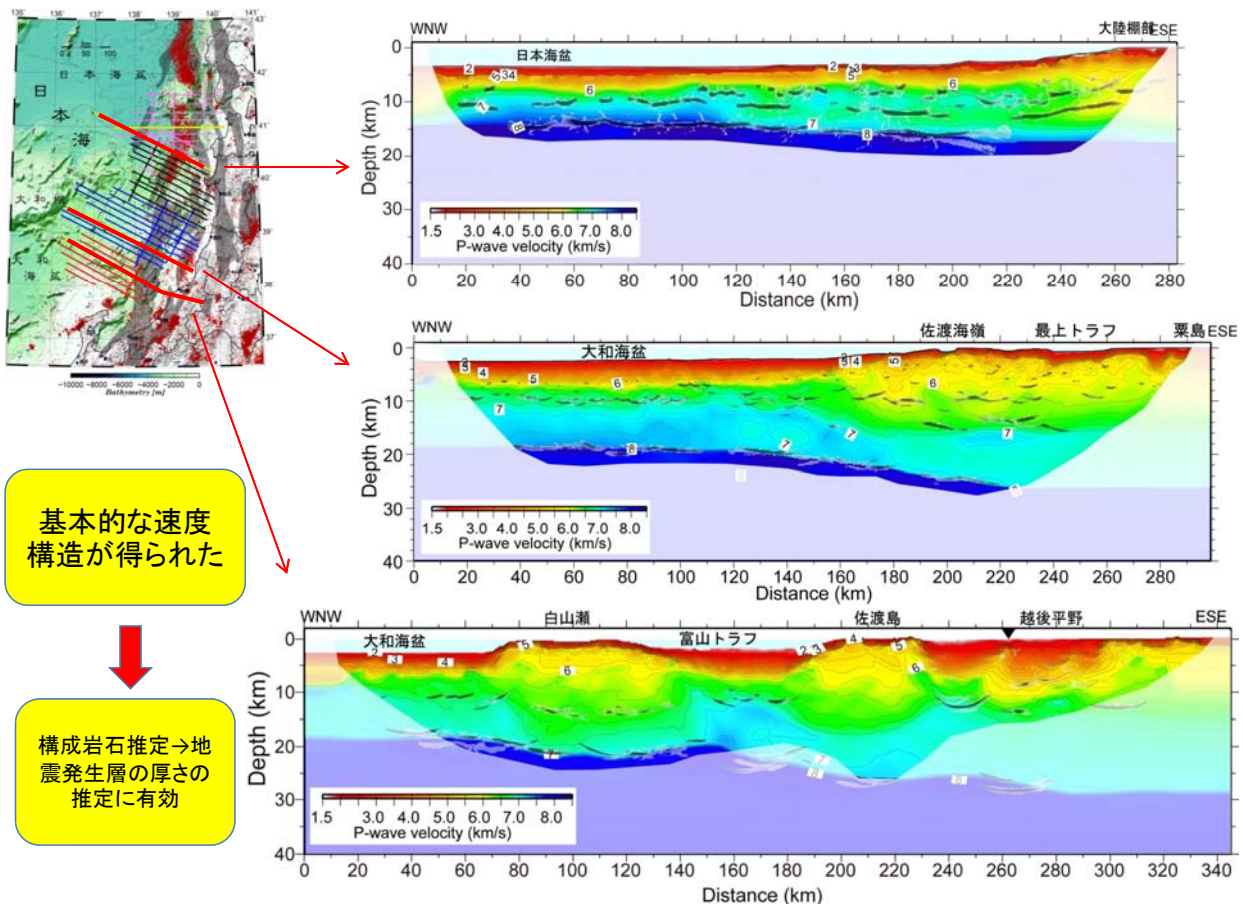
28



中絶リフトへの変形の集中

29

屈折トモグラフィによる日本海東縁部の速度構造



30

日本海中部地震震源域の構造

大陸/縁海境界の断層 ex 日本海中部地震

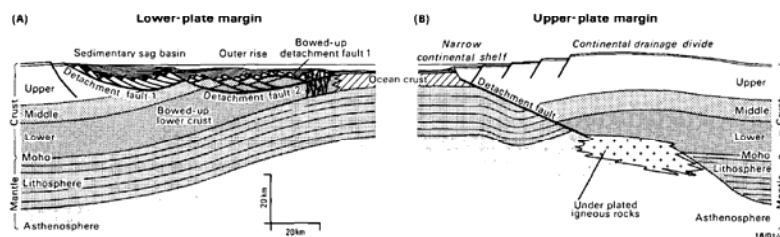
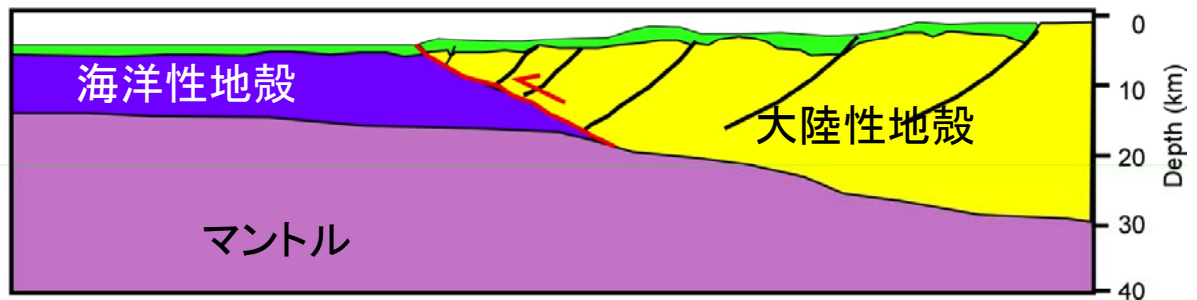


Figure 2. Detachment-fault model of passive continental margins with lower-plate or upper-plate characteristics. Lower-plate margin (left) has complex structure; tilt blocks are remnants from upper plate, above bowed-up detachment faults. Multiple detachment has led to two generations of tilt blocks in diagram shown. Upper-plate margin (right) is relatively unstructured. Uplift of adjacent continent is caused by underplating of igneous rocks. Opposing passive margin pairs exhibit marked but complementary asymmetry.

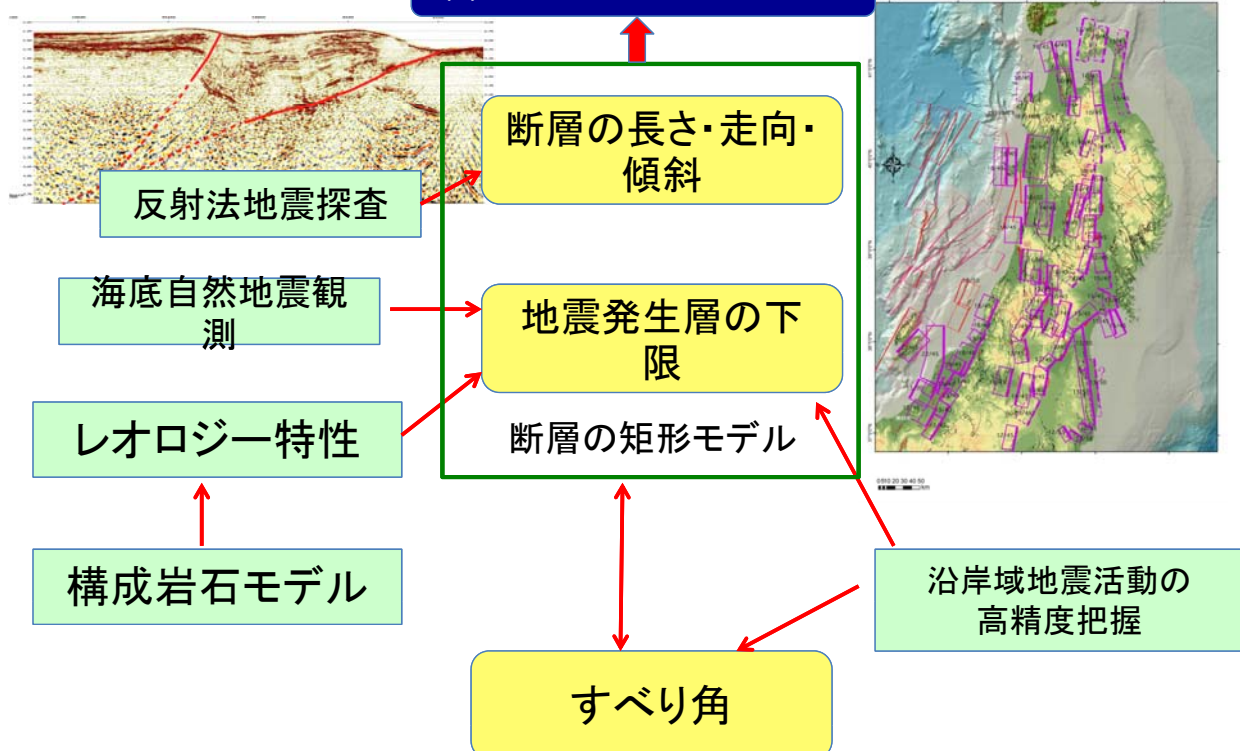
日本海の形成時に作られた海洋性地殻と大陸性地殻の境界が逆断層として再活動

Lister et al. (1986) Geology

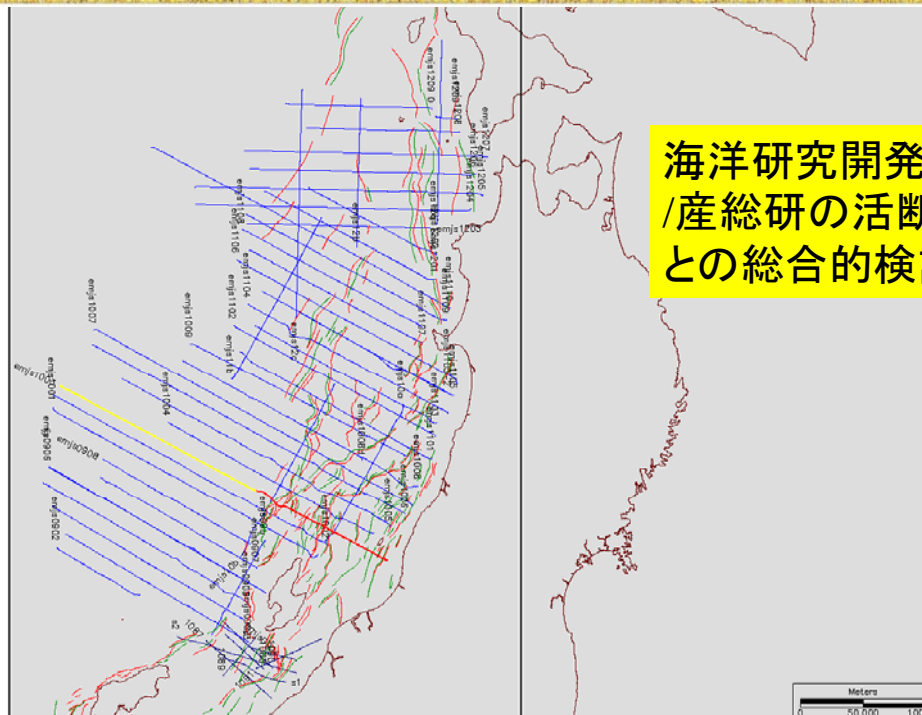
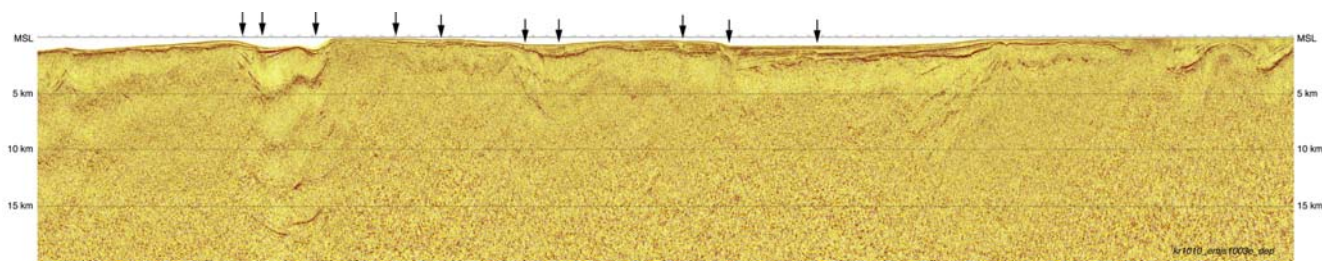
31

津波波源モデル・震源断層モデルの構築

(3) 津波および強震動の予測

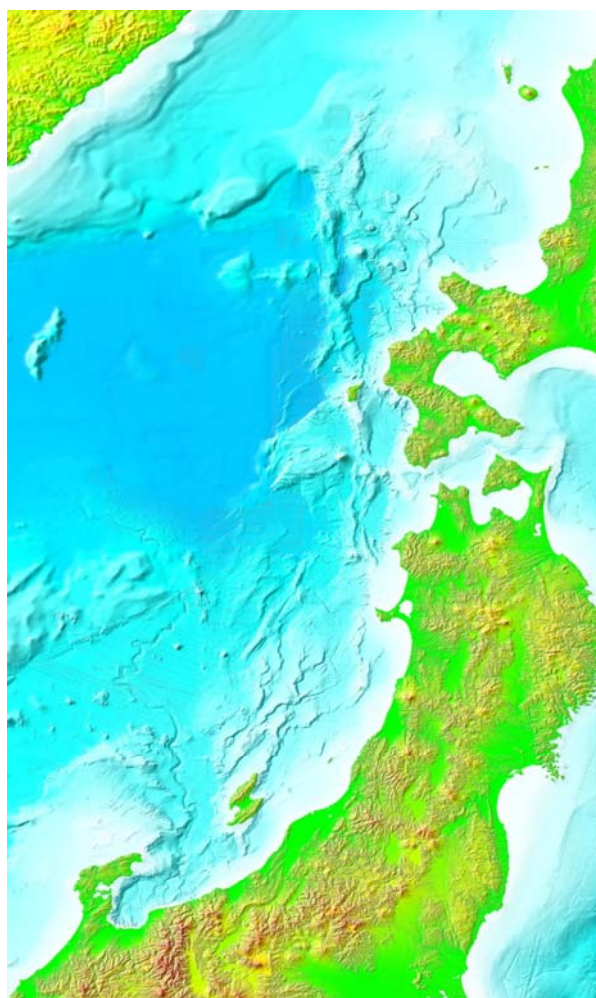


32



海洋研究開発機構の断面
/産総研の活断層トレース
との総合的検討

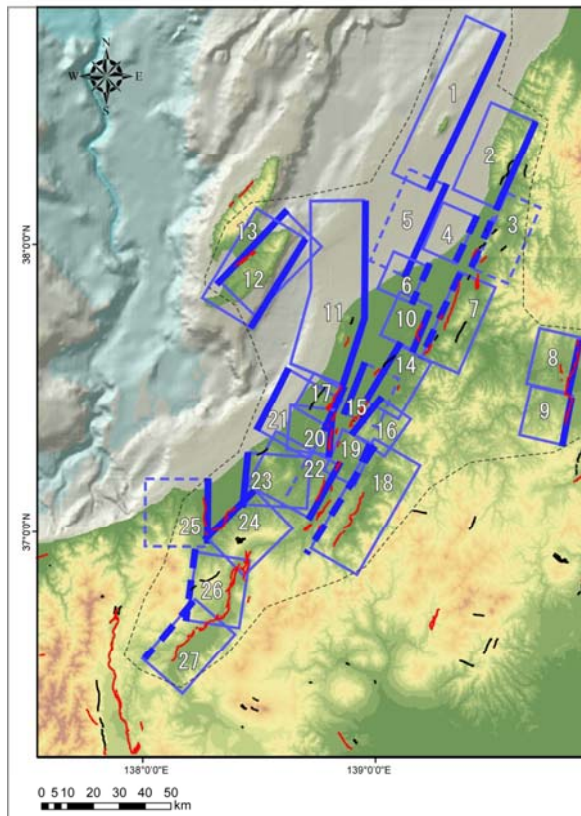
33



海上保安庁提供の海底
地形データの検討

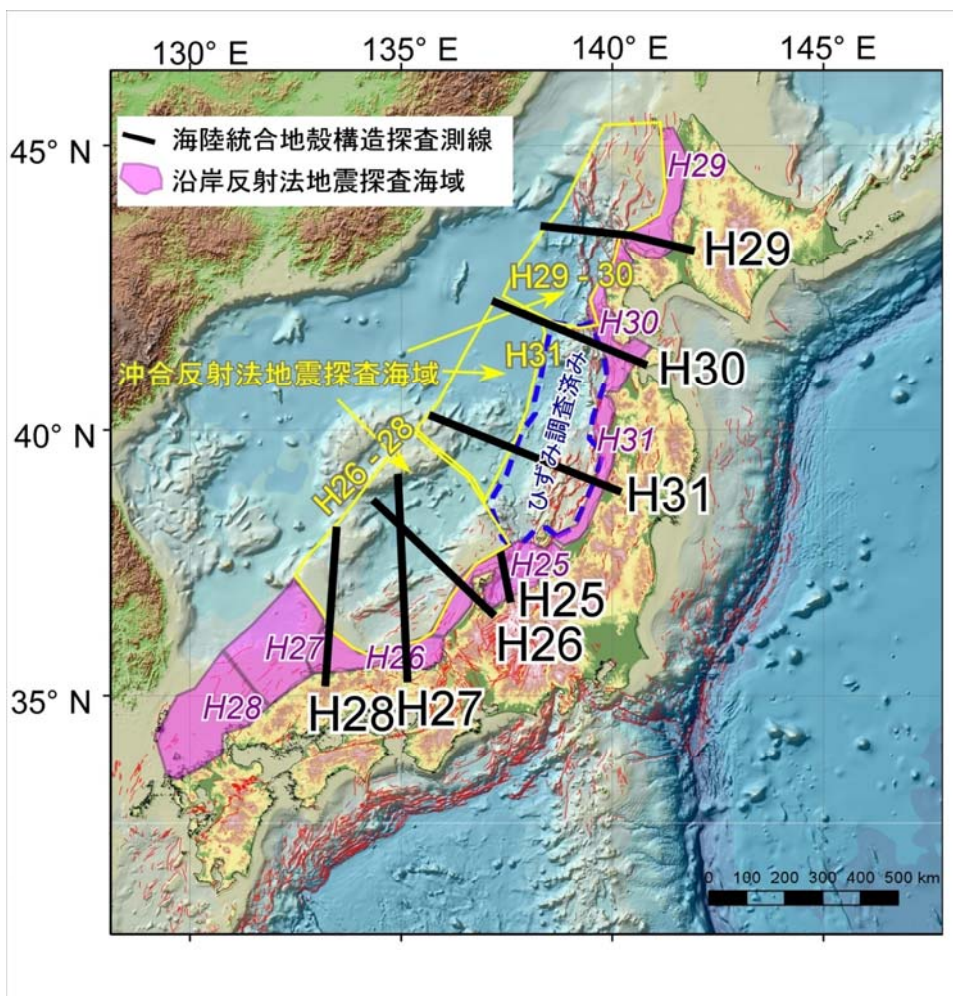
34

暫定的震源断層矩形モデル



ひずみ集中帯の成果
地震研究所

35



文部科学省
日本海地震・津
波プロジェクト
(H25-32)での調
査位置図
(企画提案中の計画)

36

まとめ

- ・ひずみ集中帯の重点的調査観測プロジェクトにより、日本海東縁部では、大陸地殻内・中絶リフト・海洋地殻-大陸地殻境界の断層など、性質の異なる断層が分布しているこ。

- ・反射法地震探査・海底自然地震観測・レオロジーの検討など、新たな観測と、総合的な検討によって、震源断層をマッピングしていくプロジェクト(日本海地震・津波プロジェクト)が開始する予定。

- ・既存のデータを整理して、今年度中に基本断層モデルを形成し、順次アップデートすることが重要。