

地震予知のための新たな観測 研究計画(第2次)

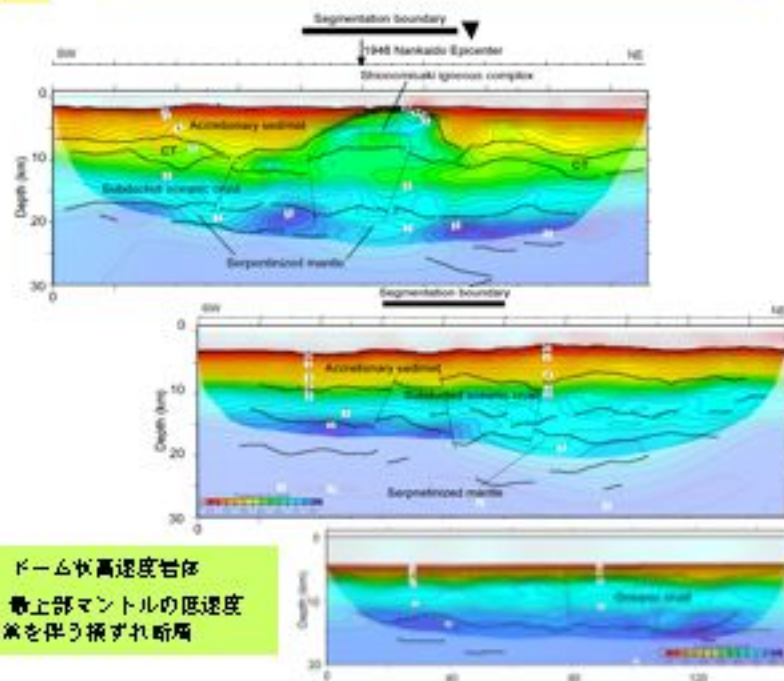
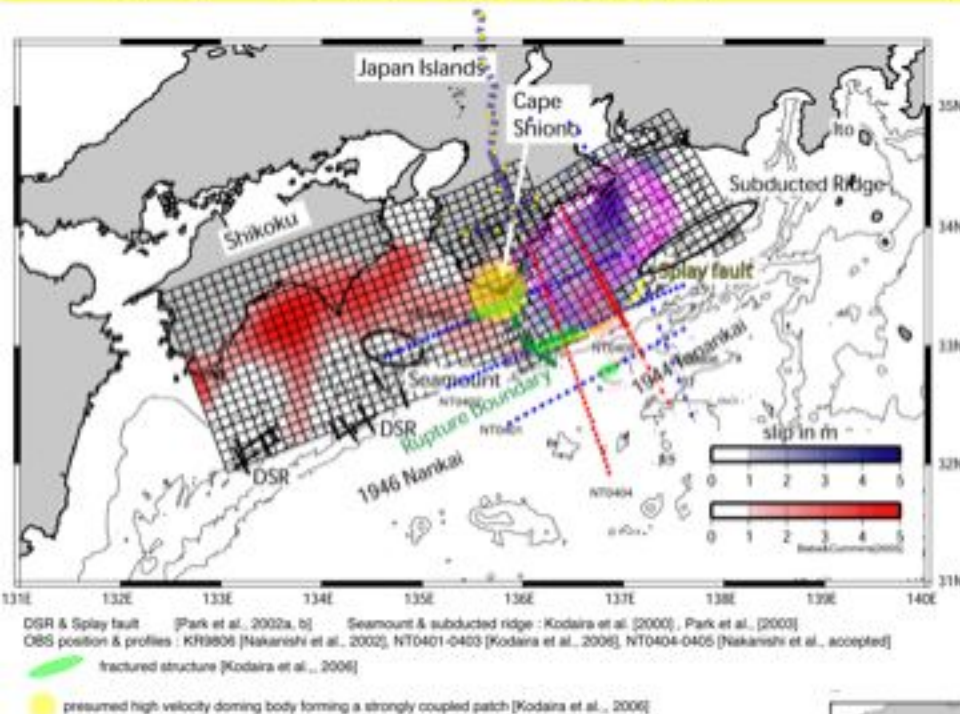
2007年12月17日

平成19年度実施状況

海洋研究開発機構

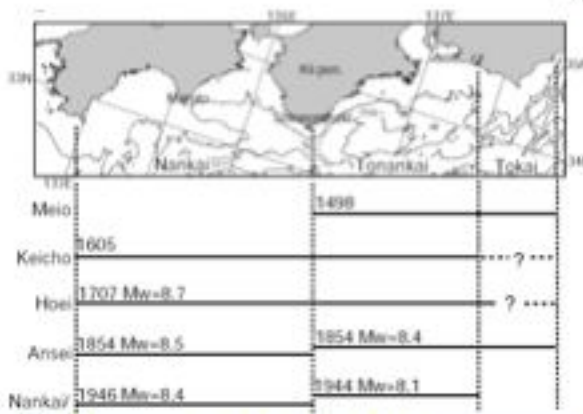
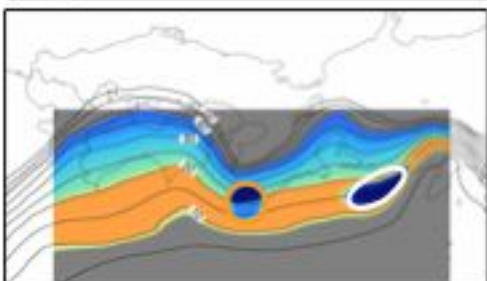
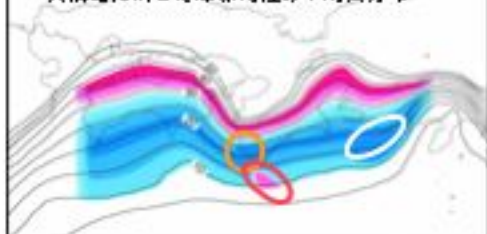
これまでの主な成果 (H15-17年度)

1. 巨大地震破壊域境界の構造要因

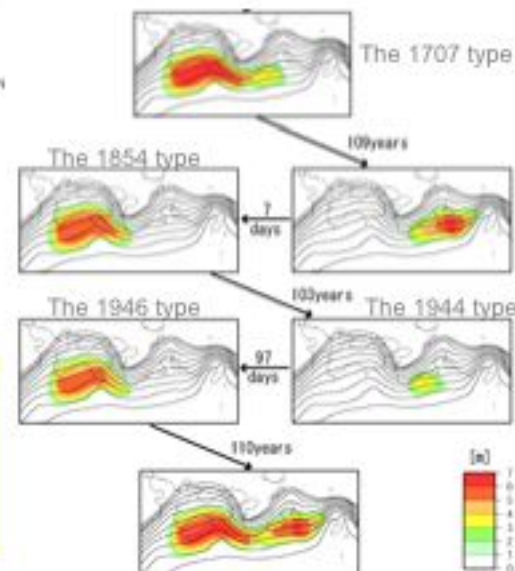


- ・ ドーム状高速度岩体
- ・ 最上部マントルの低速度異常を伴う擦ずれ断層

実観測に則した摩擦特性の不均質分布



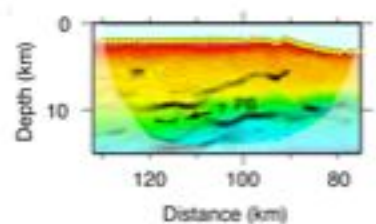
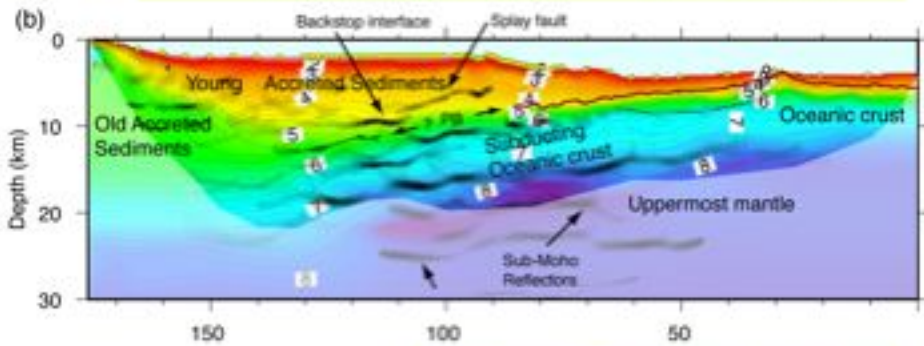
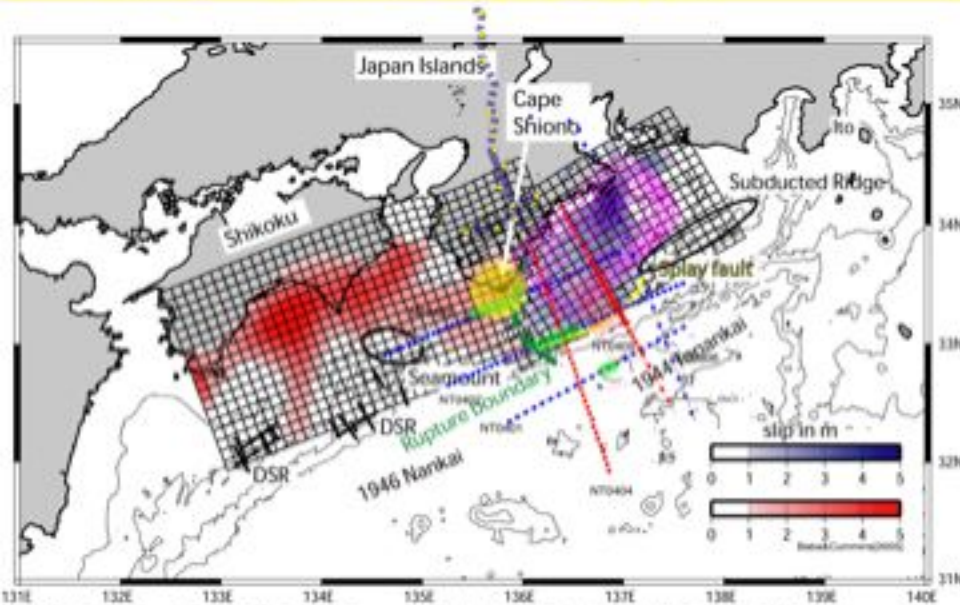
地震発生サイクルシミュレーションによる地震時の深り分布
 上記の構造調査の研究成果を反映させた摩擦特性の不均質分布を仮定
 過去の地震サイクルの発生パターンを定性的に再現することに成功
 > 断層範囲や深り量、発生間隔が地震サイクル毎に変化
 計算上、1944, 1946年型の次の地震はスローイベント、その後巨大地震



これまでの主な成果 (H15-17年度)

2. 分岐断層周辺の詳細構造

OBSデータによる分岐断層の明瞭なイメージングに成功

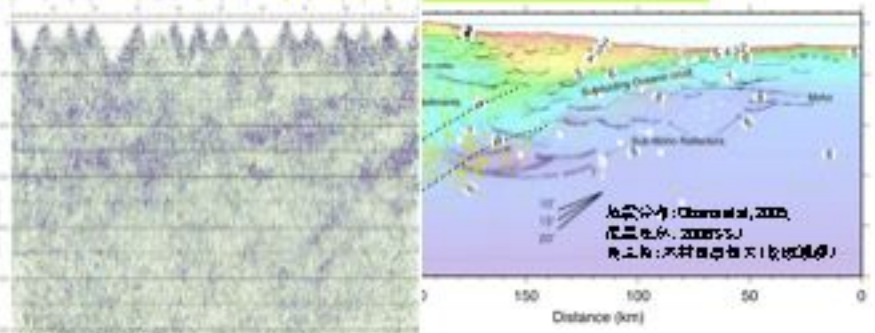


- 分岐断層は海溝境界ではなく、ある 物質 (岩石) の中を透過している と考えられる。
- 分岐断層上に低速域のゾーンが存在する
 - 低速域の存在の可能性が 高い
 - 巨大地震発生 時にできたものかもしれない

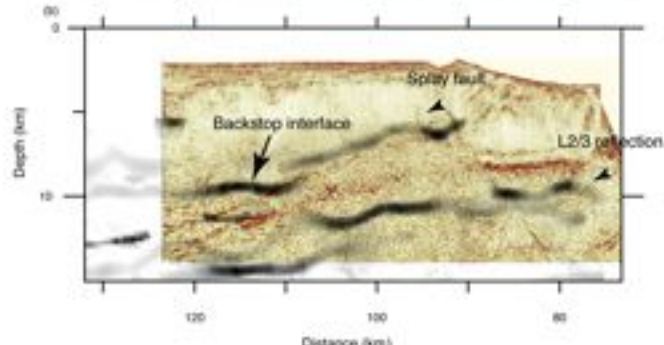
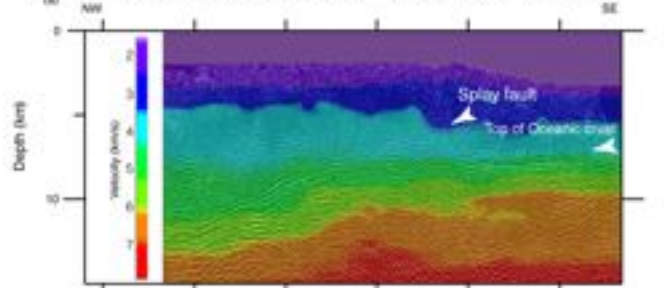
DSR & Splay fault [Park et al., 2002a, b] Seamount & subducted ridge: Kodaira et al. (2000), Park et al., (2003)
 OBS position & profiles: KH9806 [Nakanishi et al., 2002], NT0401-0403 [Kodaira et al., 2006], NT0404-0405 [Nakanishi et al., accepted]
 fractured structure [Kodaira et al., 2006]
 presumed high velocity doming body forming a strongly coupled patch [Kodaira et al., 2006]

3. 海陸統合調査の成果

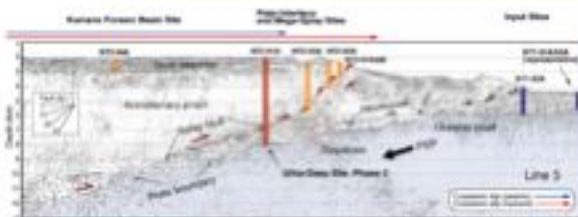
- 海陸にわたって認められる深部反射面
 マントル内の地震活動と関連している可能性
- 沈み込むプレートの形状



OBS構造を使用したMCSデータ処理結果との比較

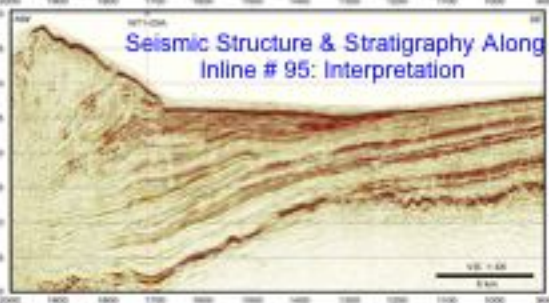
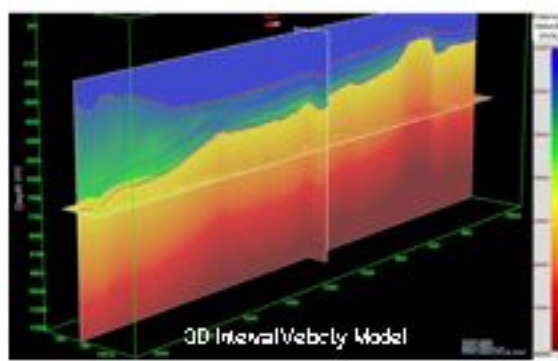
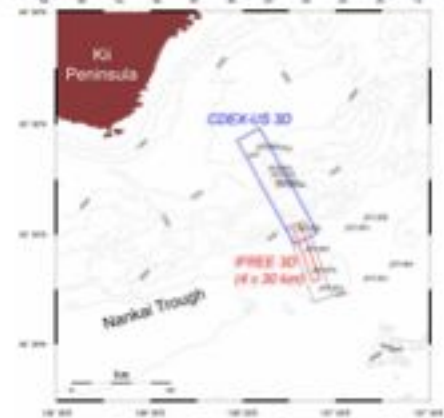


H18年度の成果:稠密反射法調査

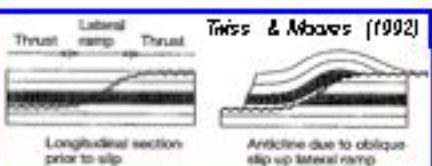
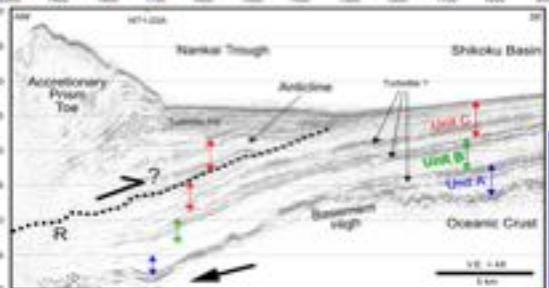
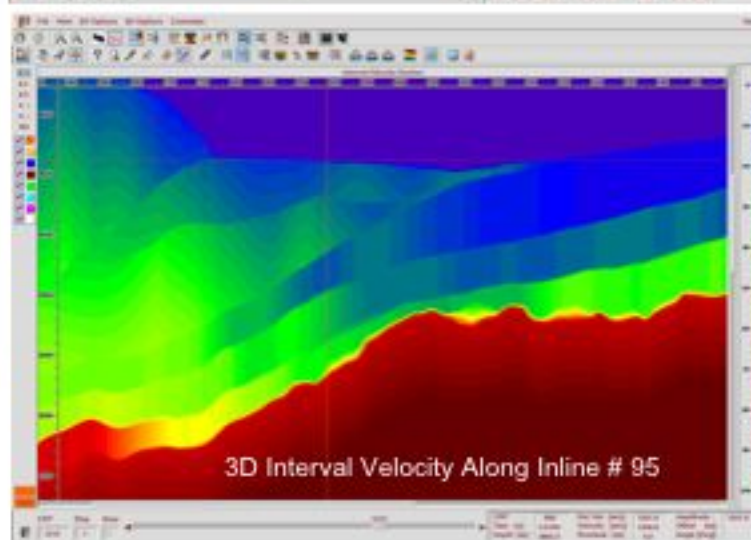


- 分岐断層の発露位置や断層に直交する断層に及ぼすプレート境界沿いの開裂帯内での断層の連続性 3次元構造を明らかにする目的
- 断層計画サイトミカバー

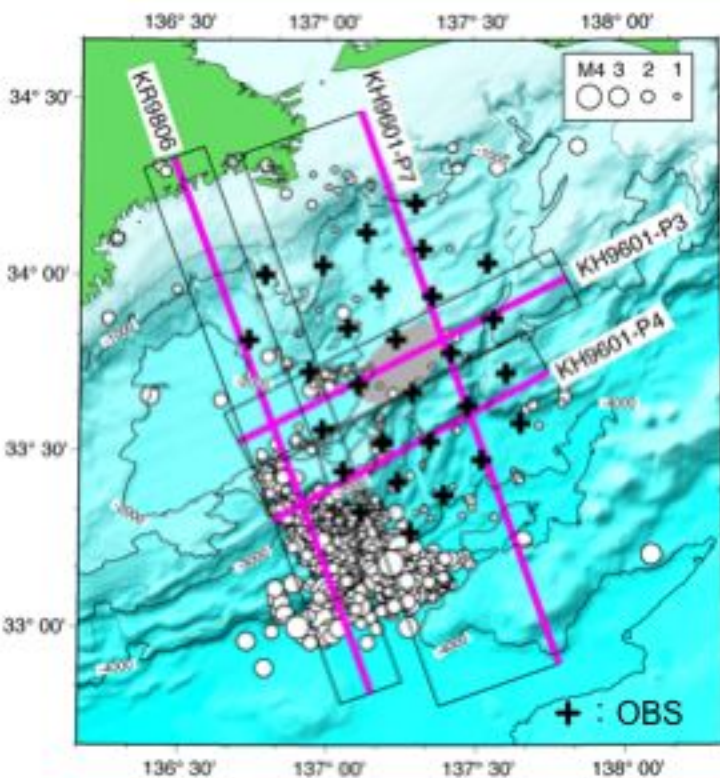
- 調査 (疑似3次元)
 - H18年3月
 - 204ch ハイドロフォンストリーマー
 - G+Gガンアレイ (片数8リットル)
 - 30m 断層・交互断層
 - 1msサンプリング (1Hz)・10s 記録
 - 25x50m binning



- ▶ 日本の断層帯としては、史上初めて、科学目的の疑似3次元反射法調査 (擬3次元反射法調査) によるデータ取得→解析までの一連のプロセス完遂に成功
- ▶ trough turbidite 層の下部において異なる断層断層主と P-断層帯を持つ 3つの四国海盆堆積層 (Unit A, Unit B, Unit C) が互いに先導部の下に沈みこんでいる様子が断層帯にイメージングできた
 - ▶ 特にCMP番号1500-1600 では、断層の反転が断層では、Unit Cの断層の断層を示唆。上位層が断層断層を示し、その上位のturbidite層も隆起している。これはUnit C内部で断層帯が断層しoblique slip up lateral ramp 断層が形成されたことを示す



H18年度の成果：機動的地震観測

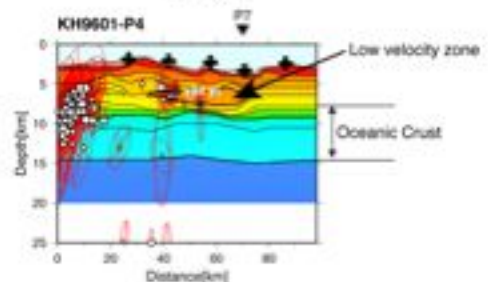
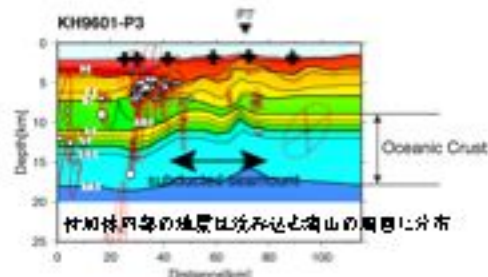
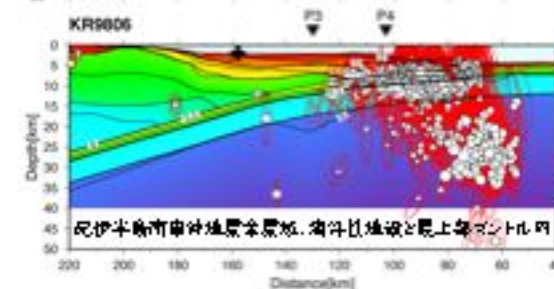
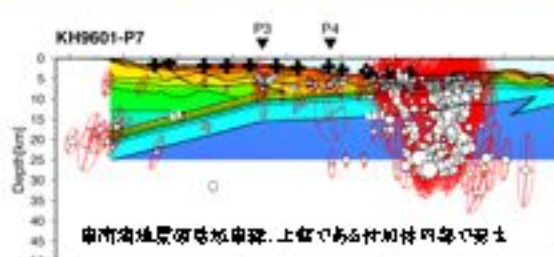


観測

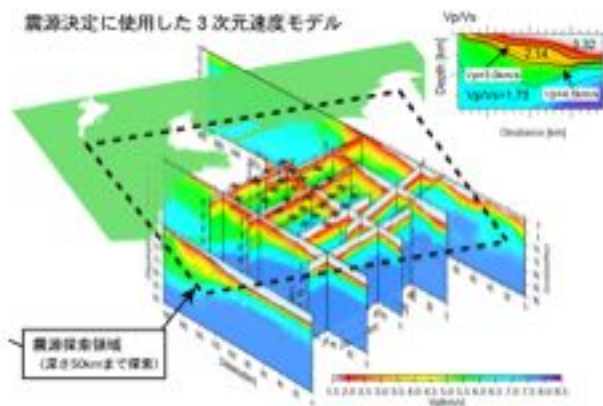
- 1944年東南海地震破壊域の東縁
- H17年3月-6月
- OBS 30台
 - データが使用できたものは28台

震源分布

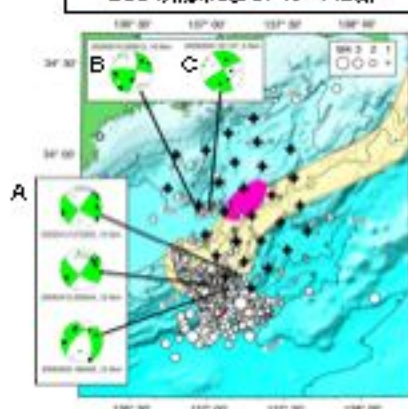
- 2004年9月紀伊半島南東沖地震の余震
- 沈み込む海山周辺のクラスター状活動



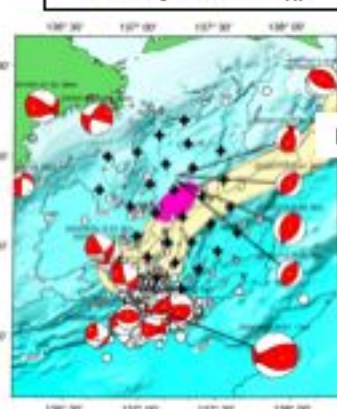
震源決定に使用した3次元速度モデル



OBSの初測によるメカニズム解



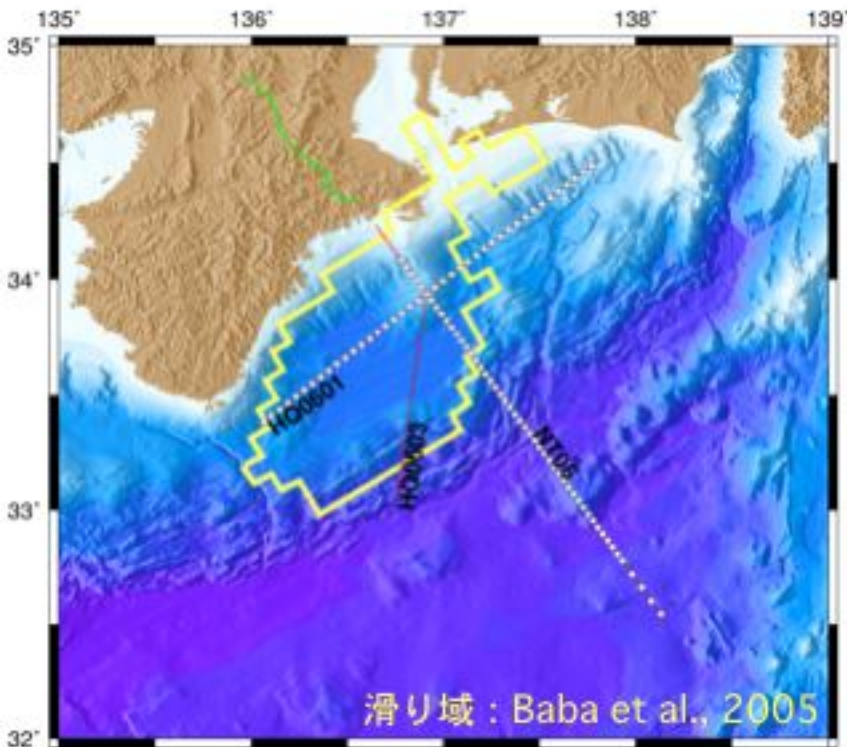
F-netによるメカニズム解



沈み込む海山・海嶺による付加体の変形

- メカニズム
 - A 余震域
 - B 海山西側海洋地殻内
 - C 海山西側付加体内部
 - D 海山北東付加体内部

H18年度の成果：屈折法広角反射法調査



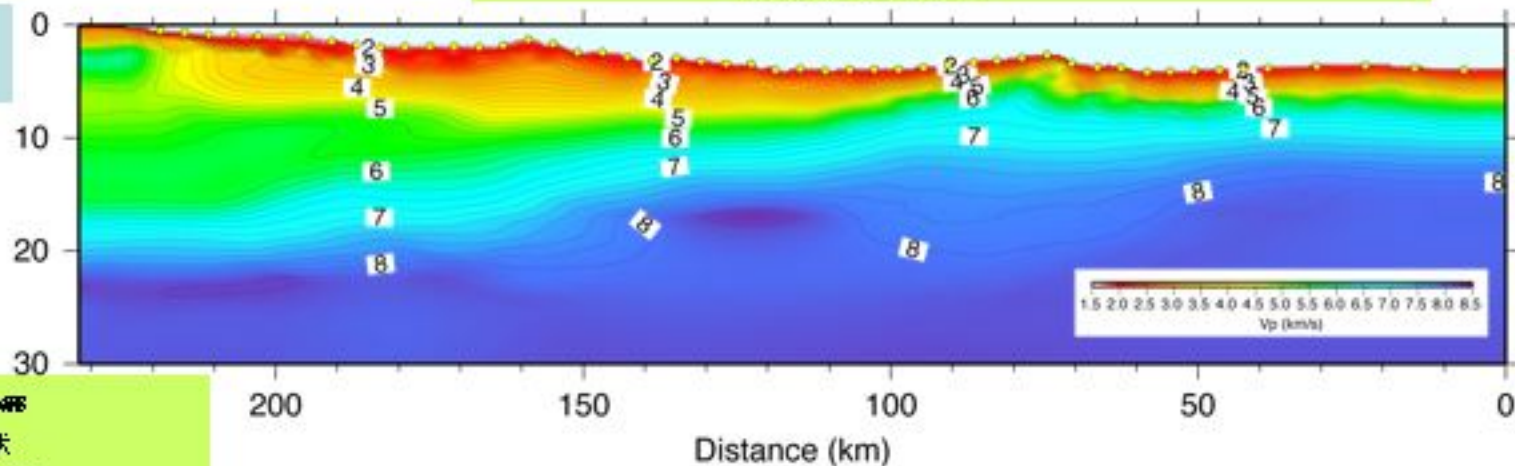
目的

- 破壊域陸側限界の構造
- 志摩半島沖、東側、西側の差
- 志摩半島沖の構造
 - 1944年東南海地震で滑り量が大きかった場所(津波解析)

調査

- 志摩半島沖海底の高まりが交点
- H18年11月-12月
- Across Axis
 - OBS 50台、4-8km 間隔
 - ショット間隔 100m
 - 2度打ち以上
- Along Axis
 - OBS 41台、5km間隔
 - ショット間隔 100m
- Oblique line
 - OBS無し
 - ショット間隔 200m
 - 試験的な3次元的調査

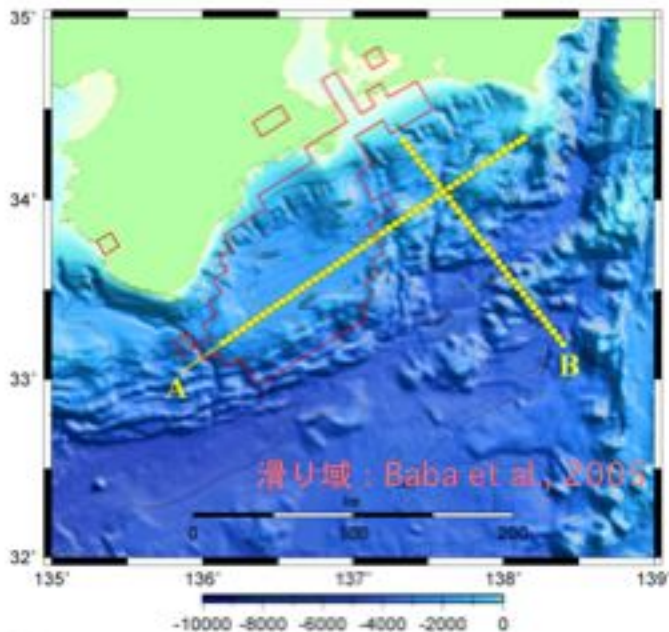
- OBS
- エアガン



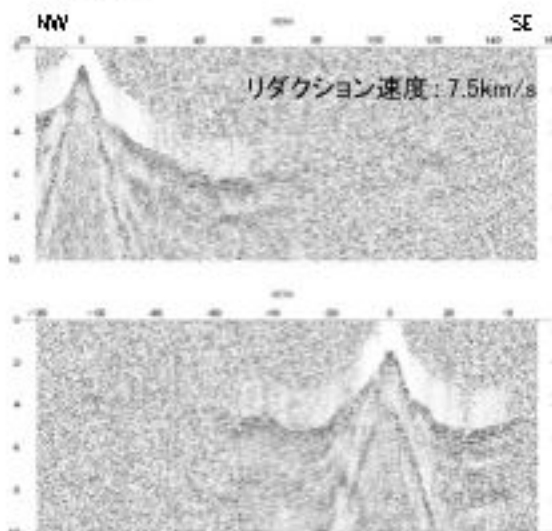
成果 (暫定)

- 沈み込むプレートは断層な地帯
- 破壊域陸側限界に沈み込む海山?

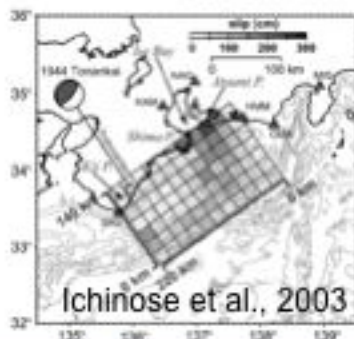
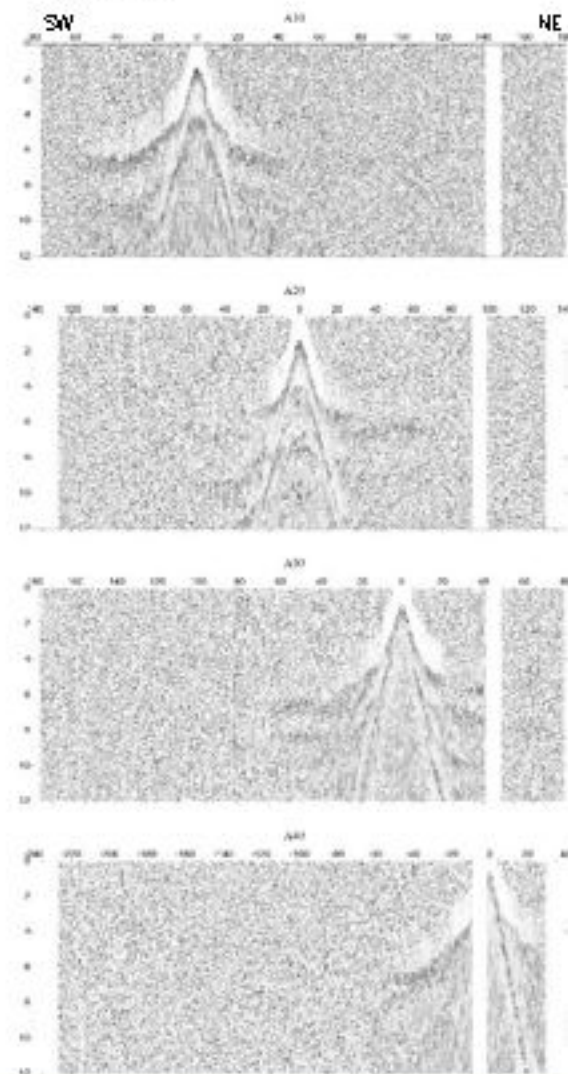
H19年度：屈折法広角反射法調査



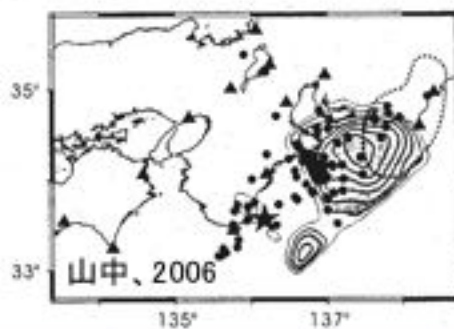
B測線



A測線



Ichinose et al., 2003



山中、2006

背景

- 1944年東南海地震の破壊域
 - ・ 津波データ解析と地震データ解析で結果が違う
 - ・ 統合解析の結果、東側が震源域(山中、2006年地震学会)

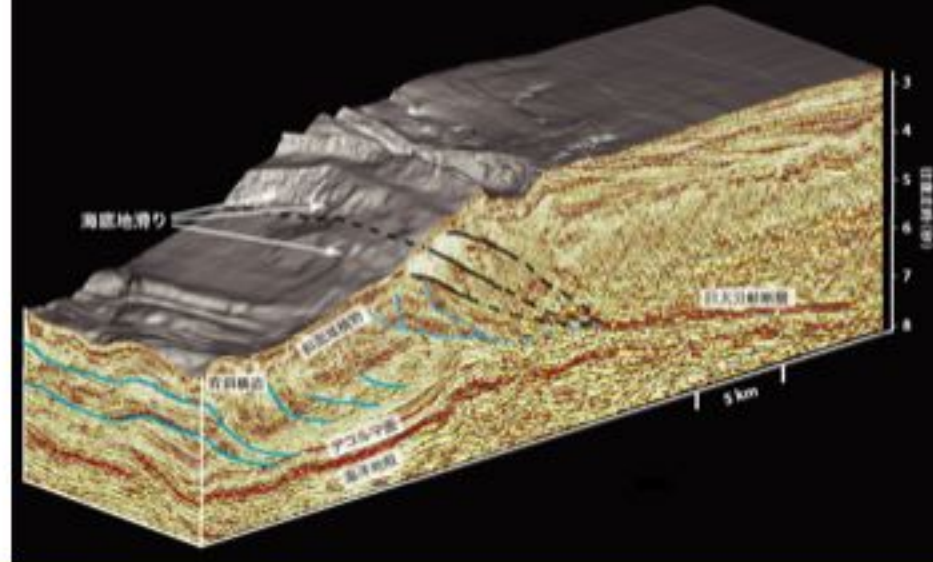
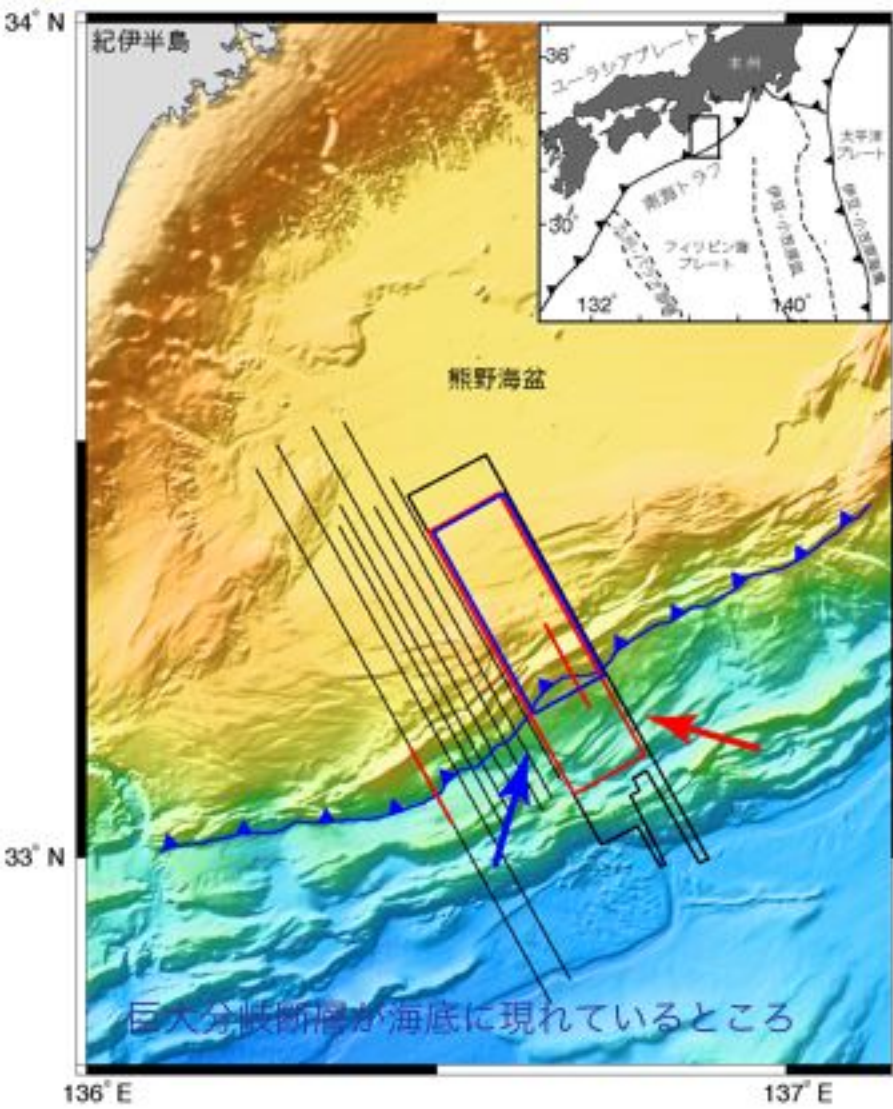
目的

- 志摩半島東側の震源域を規定する構造
- 境界域の構造

A測線ではオフセット距離40~80km程度まで、一方、B測線では100km以遠までシグナルを追うことができる

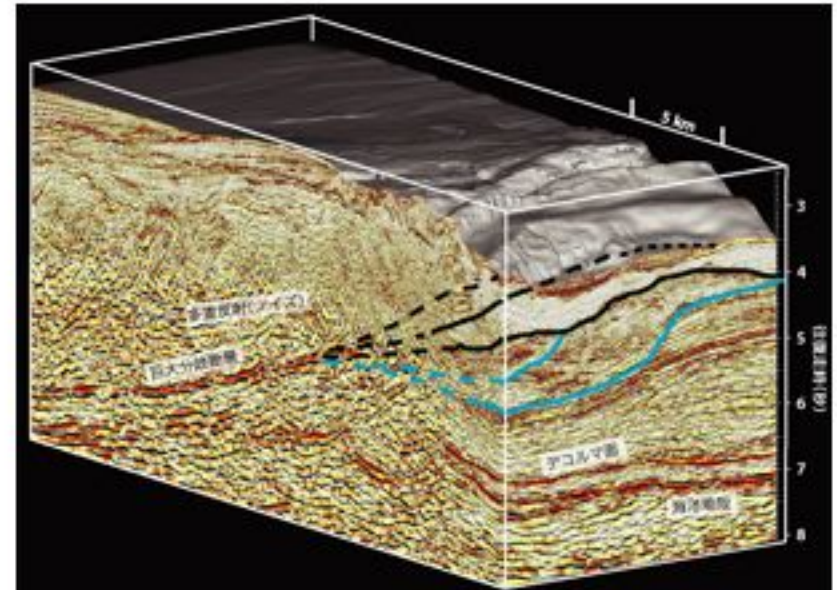
紀伊半島熊野灘における 3次元反射法探査の成果

H18年4-5月 黒枠内で調査



赤枠内を赤矢印方向から見た図

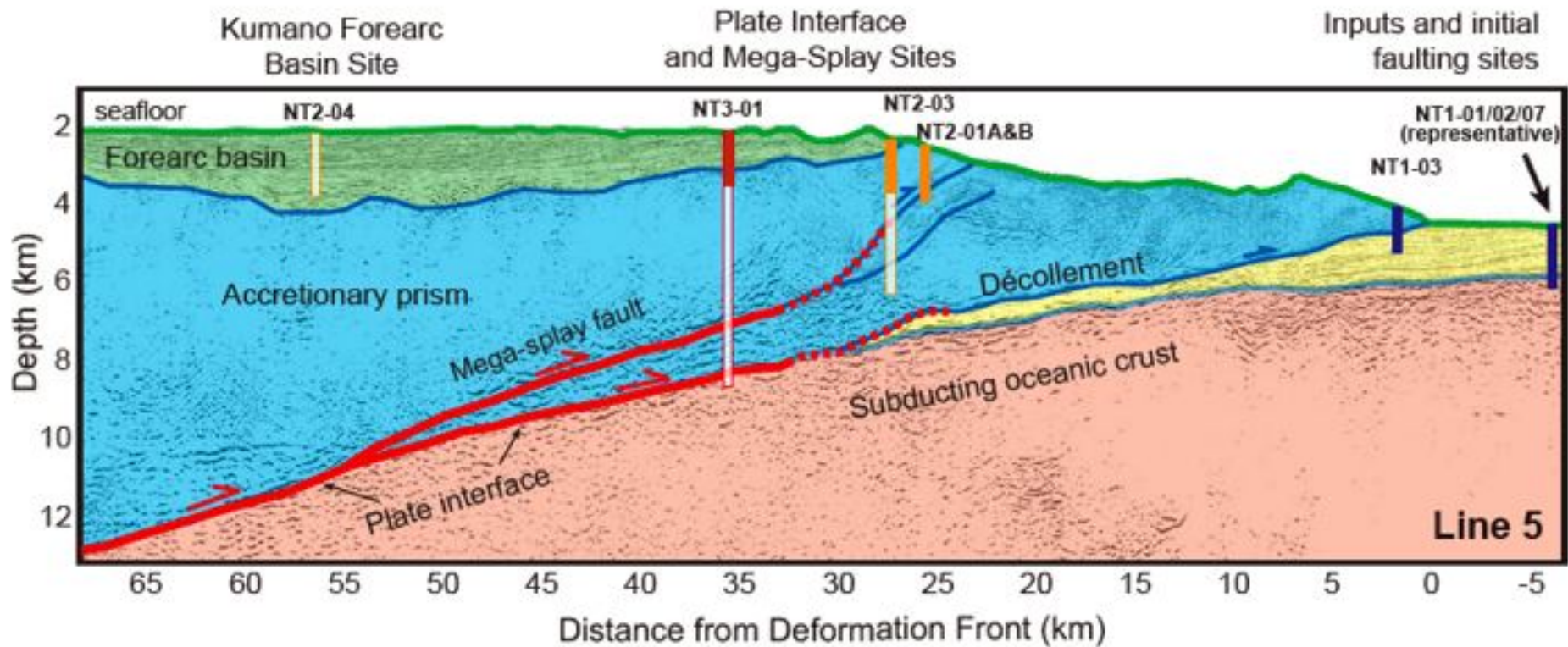
プレート境界から派生した巨大分岐断層は、海盆で突き抜け、海盆地溝を発生させるような海盆地溝を伴った構造をもたらしている。この断層が陸地付近で断崖を引き起こして大きな原因と考えられる。



青枠内を青矢印方向から見た図

巨大分岐断層は陸地付近を切り、付加体の古い断層を切り、海盆近側の新しい断層を切っていることから、比較的新しい断層帯であることがわかる

Stage 1 (Sept. 2007 - Feb. 2008)



- **Expedition 314:** Only Logging-While-Drilling at 6 riserless sites

• NT2-03>C0001, NT3-01>C0002, NT2-01D&I>C0003&C0004, NT2-01E&G>C0005, NT01-03>C0006

- **Expedition 315:** Coring of NT2-03 and Casing pilot for riser hole

- **Expedition 316:** Coring of Thrust target sites NT1-03 and NT2-01

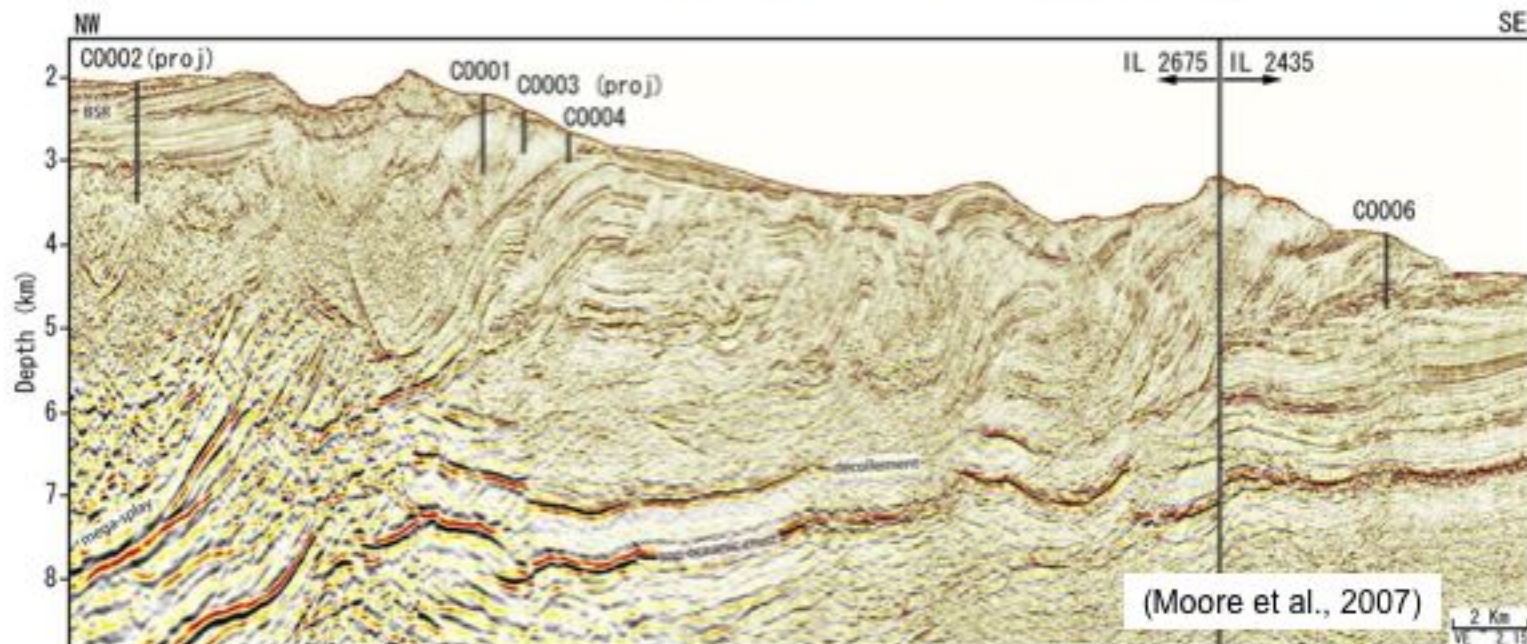
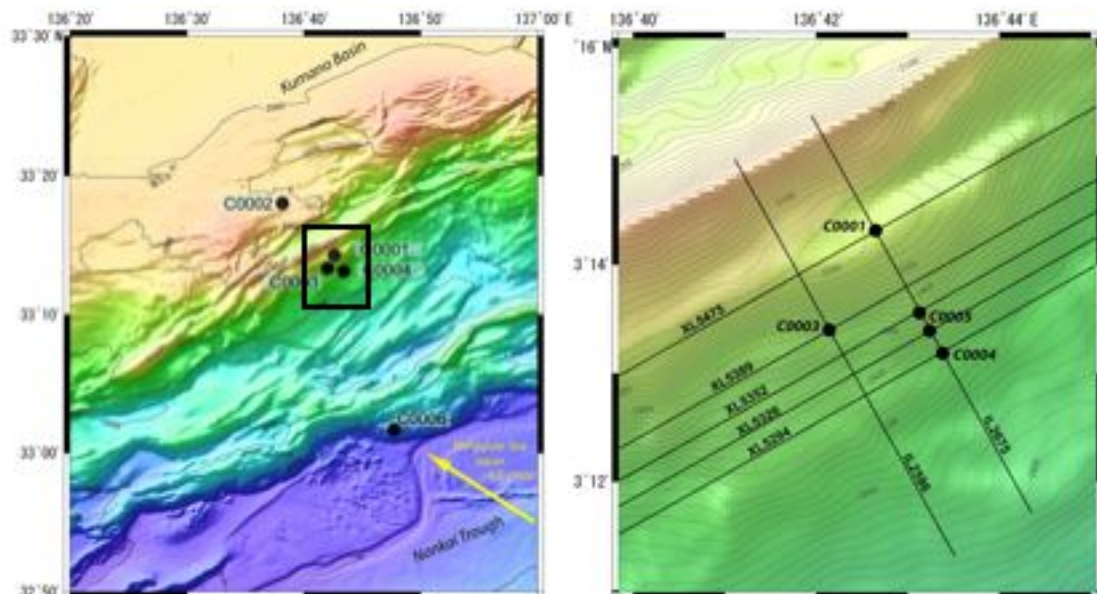
(Later Expeditions - Coring of Inputs sites and NT3-01 to 1000 m, plus first CORK, then Riser Deep Sites)

IODP NanTroSEIZE Exp.314: LWD Transect

掘削海域において、合計6地点、12箇所での掘削を行い、うち5地点で掘削同時検層（LWD）を実施した。

付加体堆積物はプレートの沈み込みにより歪が蓄積されるため強い圧縮応力が働き、さらに4ノットを超える黒潮の潮流下という、従来の科学掘削では経験したことがない厳しい環境下での掘削であった。

「ちきゅう」の優れた性能により、海底下400mから1400mまでの掘削孔内の各種物理データを連続的に取得することに成功した。



The LWD Tools LWD檢層裝置



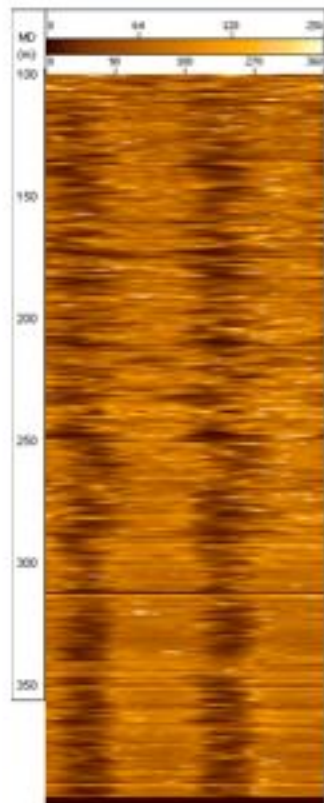
Exp314ハイライト: 海底下1-1.5kmまでの応力方位

掘削同時検層(LWD)で取得した電気抵抗のコントラストを用いた掘削孔壁のイメージの解析により、掘削時に発生する孔壁の部分的崩落現象(ボアホールブレイクアウト)が確認された。

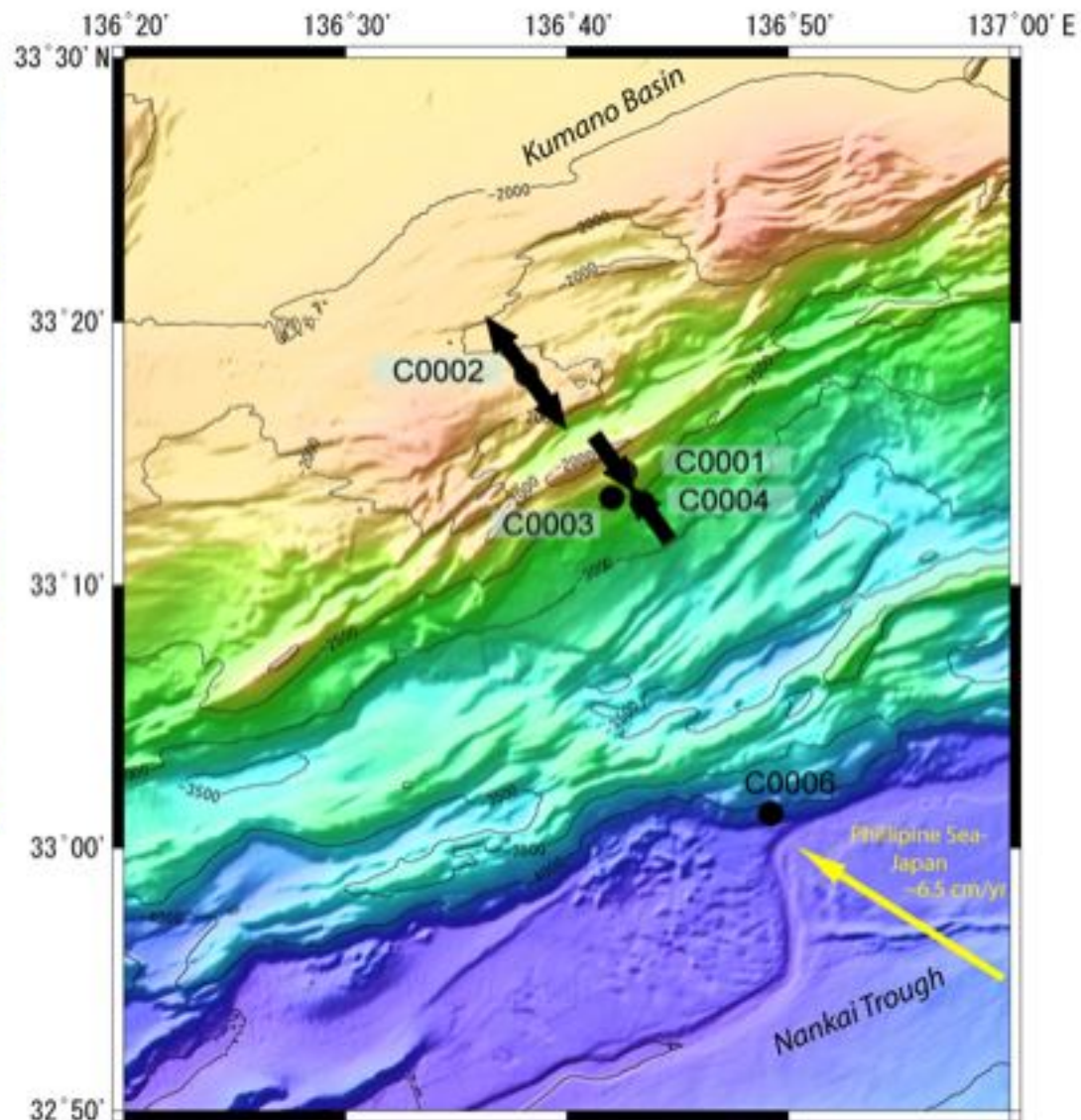
その結果、海底下1-1.5kmの地震発生帯上部では、現在活動的な付加体と、その陸側の前弧海盆の間で、応力状態や地質構造が全く異なることが確認された。

付加体浅部では、プレート沈み込みの方向と平行(北西-南東方向)に圧縮を受けており、その陸側の熊野海盆では伸張を受けていることが判明した。

熊野灘沖の付加体発達過程、および地震準備・発生機構の解明に向けて非常に役立つデータを取得することができた。

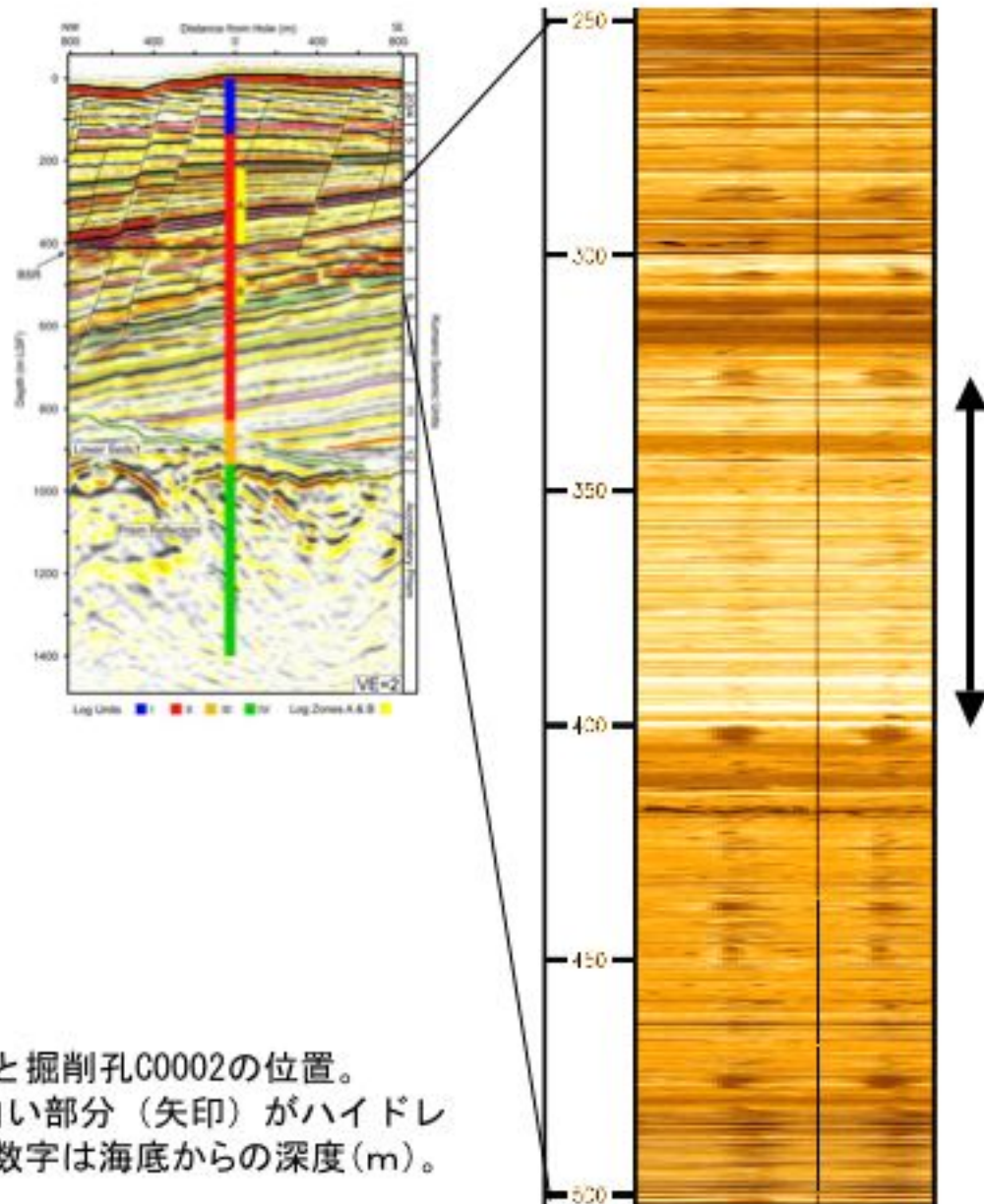


ブレイクアウト



熊野海盆サイトC0002におけるハイドレート層

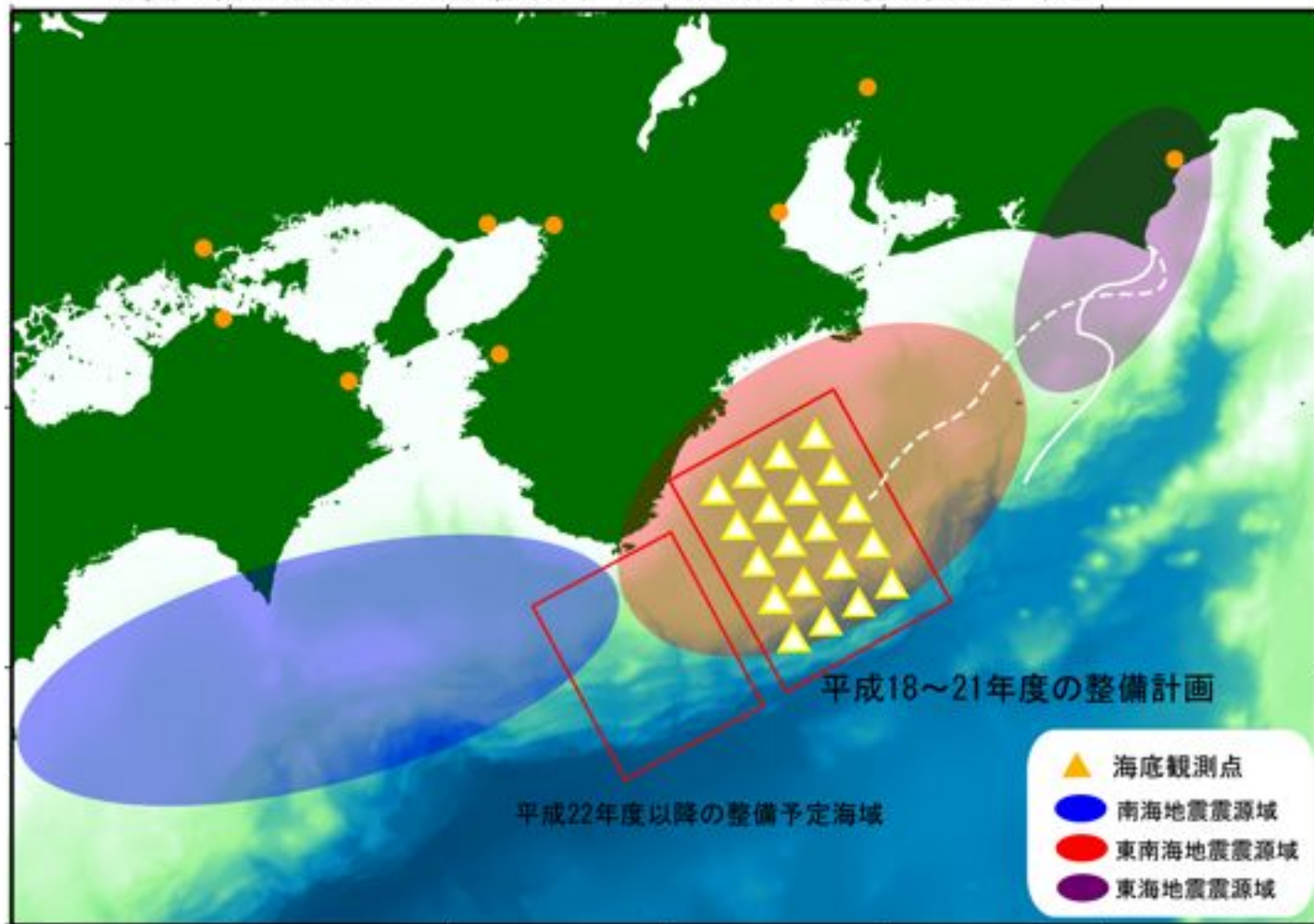
熊野前弧海盆で実施した掘削同時検層（掘削地点C0002/NT3-01）で得られた地層の比抵抗イメージデータにより、海底下220mから400mの区間にメタンハイドレートに富む地層群が、泥質堆積物に挟まれた砂層を充填するように濃集して存在していることが確認された。



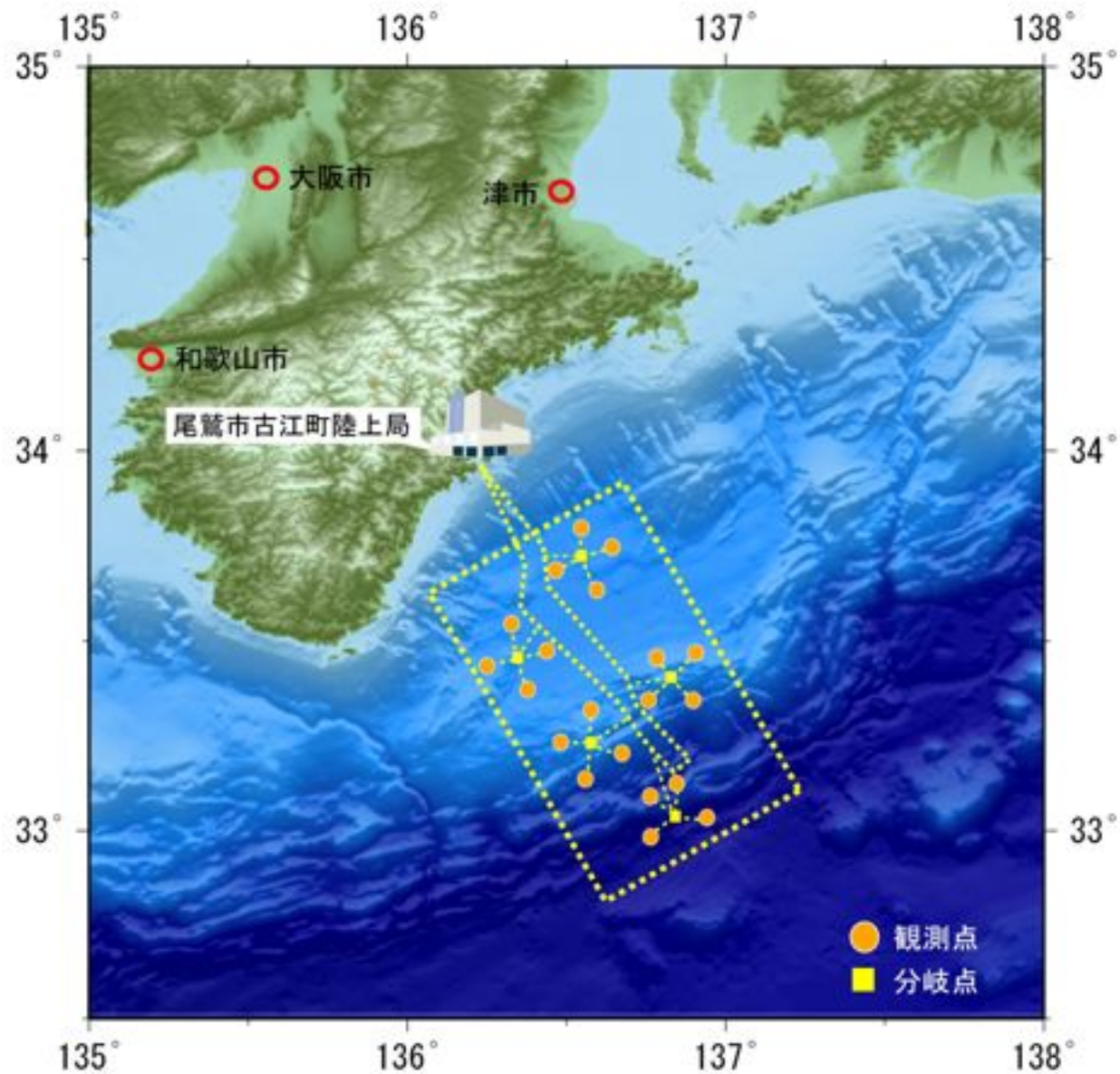
（左）地震探査の断面と掘削孔C0002の位置。
（右）400mより上の白い部分（矢印）がハイドレートを含む地層。数字は海底からの深度(m)。

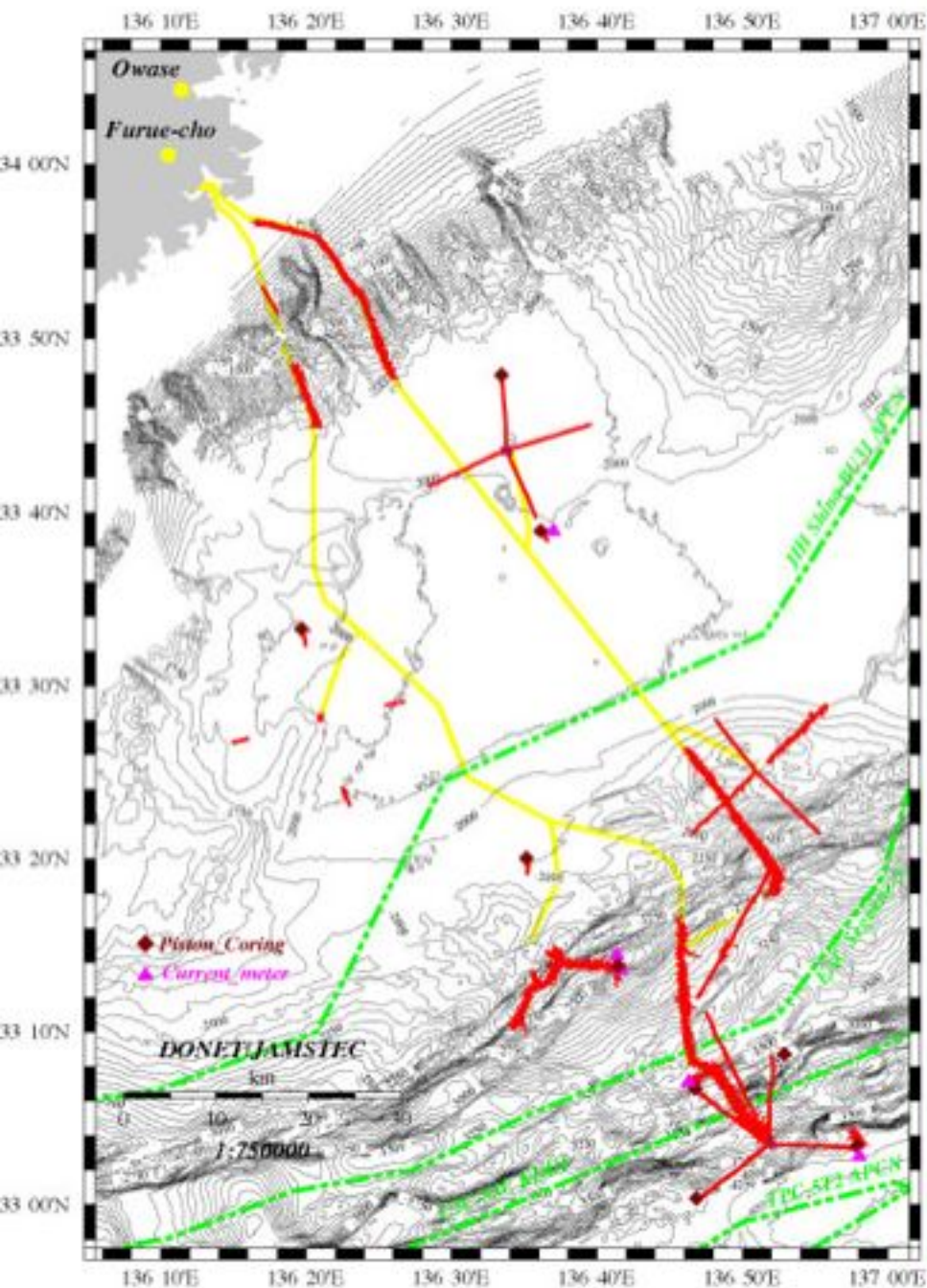
海底ネットワーク概念図

東南海震源域に20の観測点を設置
(各観測点に地震計・水圧計を設置予定)



DONET計画ケーブルルート





・これまでの調査実績

1 海底面調査 (赤線が実施済み)

1-a. 基幹ケーブルルート (黄色線が計画ルート)

約300kmの計画ルートのうち、急崖部の大半を調査済み。検討を要する数箇所が判明。

1-b. 展張ケーブルルート

20本の展張ルート(約10km/本)のうち、14本を曳航調査済み。検討を要するルートが2本判明。

2 海底観測点構築のための海底環境調査

2-a. 堆積物採取 (◆が実施点)

20点の海底観測予定点のうち、9点で堆積物を採取済み。

2-b. 海底環境計測 (▲が設置点)

20点中4点に延べ5台の流向流速計を設置済み。

3 海中障害物除去

2海域で海中障害物を除去。

・今後の調査予定

1 海底面調査

1-a. 基幹ケーブルルート

検討を要するルートに関し、必要に応じて再調査を行うとともに、残りの急崖部を曳航調査予定。

1-b. 展張ケーブルルート

残り6ルートを曳航調査するとともに、検討ルート2本の再調査を実施。

2 海底観測点構築のための海底環境調査

2-a. 堆積物採取

既存海底地質データと照合し、残り11点での採取を行う。

2-b. 海底環境計測

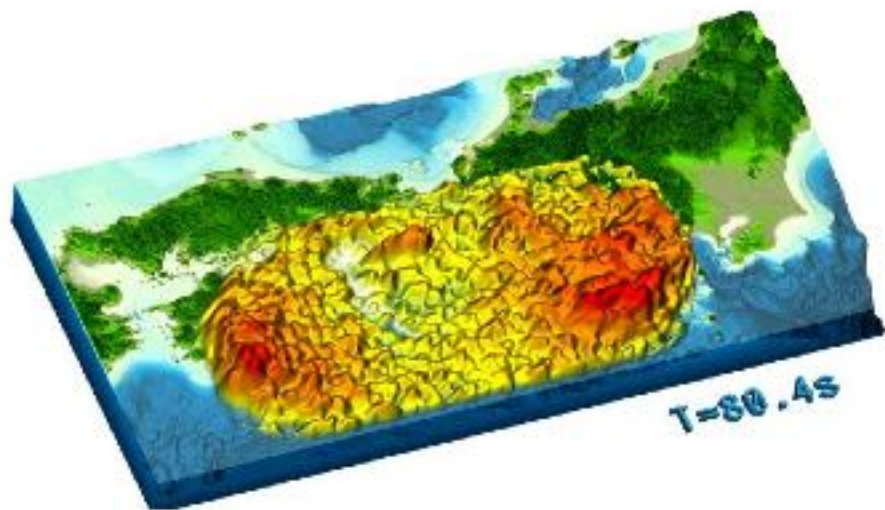
H19FYの結果を踏まえ、必要に応じ残り地点に流速計の設置を行う。

2-c. ベンチマークの設置

海底環境調査の結果を踏まえつつ、ベンチマークの設置を行う。

3 海中障害物除去

現在明らかになっている1海域で除去を行う他、今後の海底面調査で海中障害物の発見が予想されるため、除去作業が必要。



静岡

名古屋

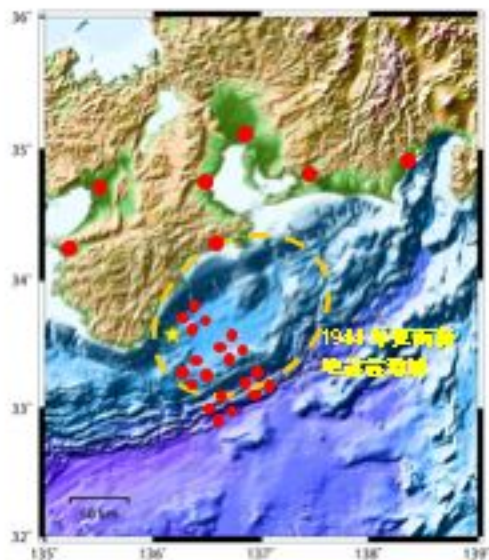
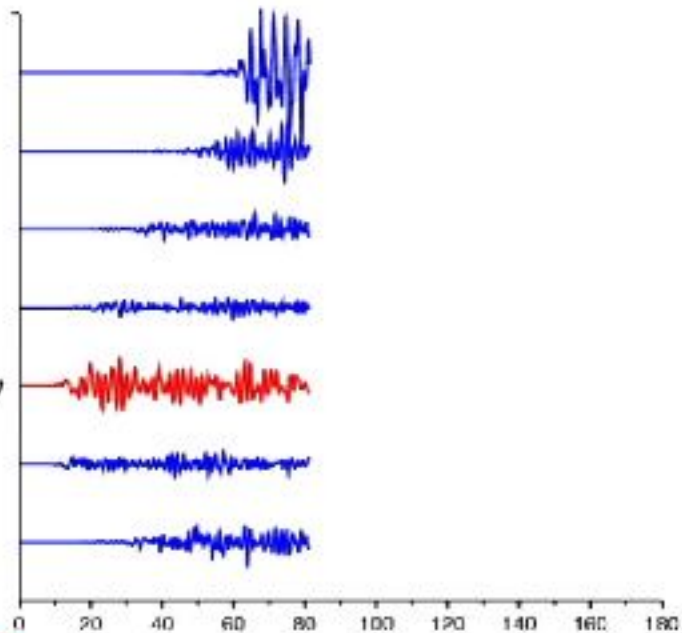
津

南伊勢

海底ネットワーク

尾鷲

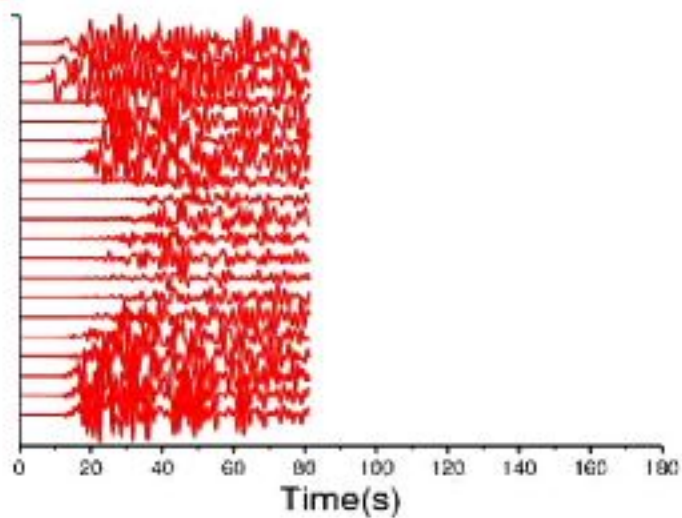
和歌山

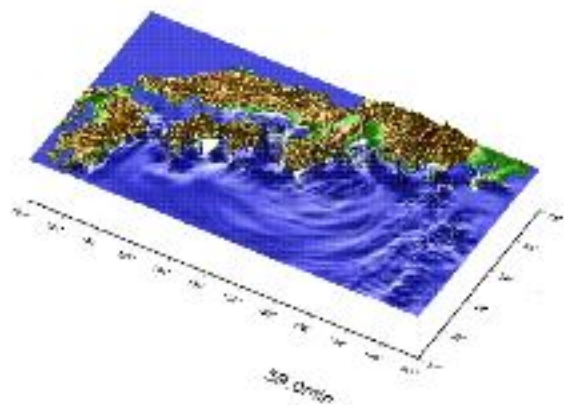


東南海-東海-南海連動

海底ネットワーク

全20点





静岡

名古屋

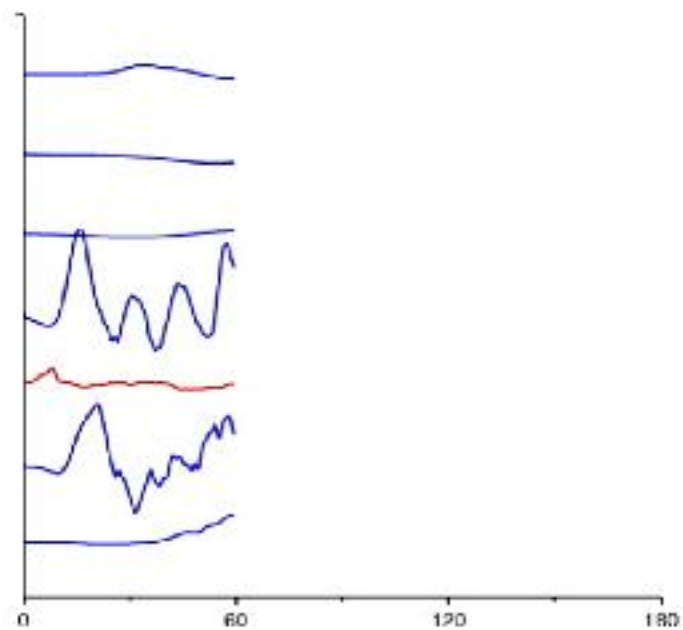
津

南伊勢

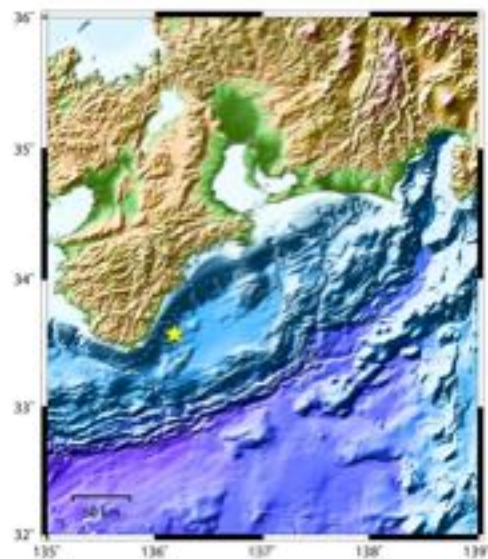
海底ネットワーク

尾鷲

和歌山

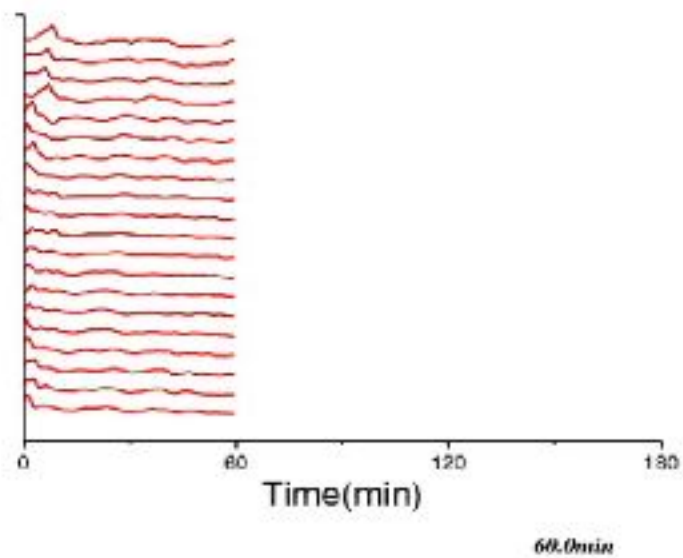


東南海-南海連動



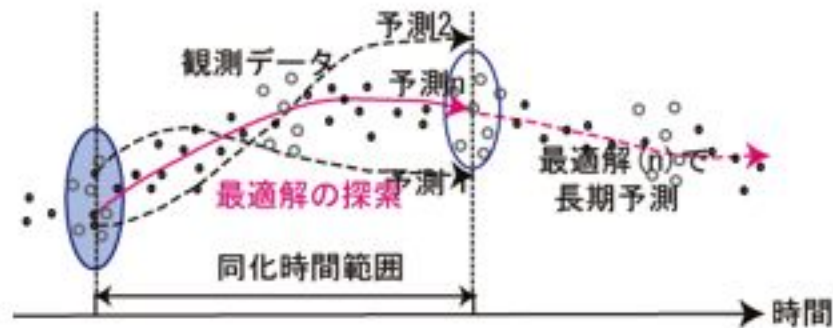
海底ネットワーク

全20点

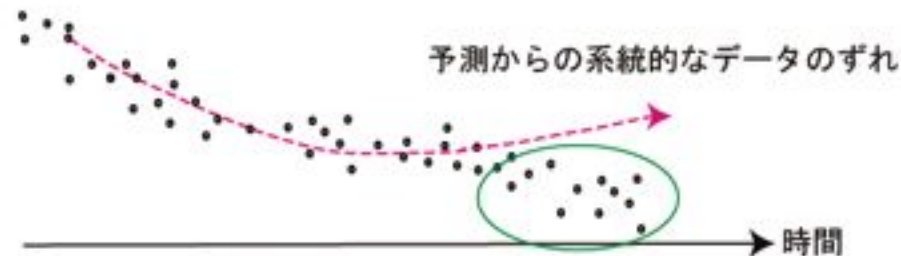


事象の検証・データ同化

データ同化の流れ



モデルの高度化



- モデルの改善の必要性
- モデルに含まれない情報 (不均質性等)
- 採用している法則の適用限界