

3. 4 断層帯周辺の岩石物性に基づく地震発生層推定

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 断層帯周辺の岩石物性に基づく地震発生層推定

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
横浜国立大学大学院環境情報研究院	教授	石川正弘

(c) 業務の目的

より正確な地殻構成岩石モデルを構築するために岩石鉱物の弾性波速度測定実験を行い、基礎データを得る。また、岩石と鉱物の弾性波速度およびレオロジーに関する既存データを整理し、地殻構成岩石に関する初期モデルに基づき、活断層深部の震源断層域における地震波速度構造に基づく地殻構成岩石モデルを考慮した地震発生層の厚さを検討する。

(d) 3 ヶ年の年次実施業務の要約

1) 平成 29 年度：

日本列島の活断層－震源断層システム、特に 20 世紀以降に発生した内陸地震の震源断層形状推定に必要な地震発生層の厚さを推定するための、地殻構成岩石に関する初期モデルを検討した。

2) 平成 30 年度：

前年に引き続き正確な地殻構成岩石モデルを構築するために岩石鉱物の弾性波速度測定実験を行い、基礎データを得るとともに、日本列島の活断層－震源断層システム、特に 20 世紀以降に発生した内陸地震の震源断層形状推定に必要な地震発生層の厚さを推定するための、地殻構成岩石モデルを検討した。

3) 平成 31 年度：

断層帯周辺の岩石物性に基づく地震発生層推定に関する研究のまとめを行う。

(2) 平成 30 年度の成果

(a) 業務の要約

岩石鉱物の弾性波速度の視点から地震波トモグラフィーを解釈することで西南日本周辺の地殻構成を推定した。Vp/Vs トモグラフィーから同一岩石種が分布すると推定される領域の地震波速度を抽出することで、中央構造線を含む西南日本の地殻内部の定性的な温度構造を検討した。深さ 20 km の地震波トモグラフィーからは、瀬戸内海周辺に相対的な低温域が分布する一方で、中国地方北側の更新世火山フロント周辺および中央構造線周辺に相対的な高温域が分布することが判読された。

(b) 業務の実施方法

先行的に行われてきた地殻構成岩石モデルに関する研究において(例えば、Nishimoto et al. 2008 ; 石川, 2017)、岩石鉱物の弾性波速度の視点から地震波速度構造を解釈することで、東北本州弧の地殻構成岩石モデルが検討されてきた。石英を主要鉱物として含む上部地殻は一般的に低 V_p/V_s で特徴付けられる一方、上部地殻に苦鉄質岩石が分布する場合は高い P 波速度で特徴付けられることが示されてきた(平成 28 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書)。本研究では、同様に、岩石鉱物の弾性波速度の視点から防災科学技術研究所の三次元地震波速度構造(Matsubara et al.2017)を解釈することで、西南日本周辺の上部地殻・下部地殻境界の推定や上部地殻の構成岩石の推定を行う。

高温高压条件における弾性波速度測定実験から、岩石の P 波速度や S 波速度には温度依存性がある一方で、 V_p/V_s は温度依存性が著しく小さく、岩石種に大きく依存することがわかっている。本研究では、防災科学技術研究所の三次元地震波速度構造を用いて、特定範囲の V_p/V_s 域の地震波速度を抽出することで、同一岩石種が分布すると推定される範囲において(図 1)、定性的な温度構造を推定した。

(c) 業務の成果

岩石鉱物の弾性波速度の視点から防災科学技術研究所の三次元地震波速度構造(Matsubara et al.2017)を解釈することで西南日本の地殻構成岩石を推定した。図 2 には西南日本を南北に縦断する P 波速度パータベーション断面と V_p/V_s 断面を示した。中国地方の上部地殻は低 V_p/V_s で特徴付けられ花崗岩類等の石英長石質な岩石で構成されると推定される。四国地方の地殻は低 V_p と低 V_p/V_s で特徴付けられ石英を主要鉱物とする岩石(四万十帯)で構成されると解釈される。主要構成岩石として苦鉄質片岩を含む三波川変成帯は高 V_p で特徴付けられる。

防災科学技術研究所の三次元地震波速度構造を用いて、西南日本の地震波速度構造から温度構造を推定した(図 3~7)。図 3 は東経 132.9 ~ 133°の四国・中国地方(深さ 20 km)において $V_p/V_s=1.69-1.77$ の領域を抽出した P 波速度と S 波速度の南北変化であり、地殻深部の定性的な温度変化であると解釈される。相対的に低速度である中央構造線周辺から南部の地下は相対的に高温である一方、相対的に高速度な瀬戸内海の地下は相対的に冷たい領域であると推定される。図 4 は東経 133.2 ~ 133.3°の四国・中国地方(深さ 20 km)において $V_p/V_s=1.69-1.75$ の領域を抽出した P 波速度と S 波速度の南北変化であり、地殻深部の定性的な温度変化であると解釈される。相対的に低速度である愛媛県東部の中央構造線周辺および島根県・鳥取県境界付近の更新世火山フロントの地下は相対的に高温である一方、相対的に高速度な広島県・岡山県境界付近の瀬戸内海沿岸、日本海沿岸、太平洋沿岸の地下は相対的に冷たい領域であると推定される。鳥取県西部地震の震源断層は相対的に高温域で発生した地震と解釈される。図 5 は東経 134.1 ~ 134.2°の四国・中国地方(深さ 20 km)において $V_p/V_s=1.69-1.77$ の領域を抽出した P 波速度と S 波速度の南北変化である。相対的に低速度である徳島県の中央構造線周辺および鳥取県の更新世火山フロントの地下は相対的に高温である一方、相対的に高速度な岡山県周辺の瀬戸内海沿岸、鳥取県の日本海沿岸、室戸岬周辺の地下は相対的に冷たい領域であると推定される。図 6 は東経

134.8 ~134.9°の四国・中国地方（深さ 20 km）において $V_p/V_s=1.69-1.77$ の領域を抽出した P 波速度と S 波速度の南北変化である。相対的に低速度である中央構造線推定分布域および更新世火山フロントの地下は相対的に高温である。一方、相対的に高速度な淡路島北縁、日本海沿岸、太平洋の地下は相対的に冷たい領域であると推定される。兵庫県南部地震の震源断層である野島断層は相対的に低温域で発生した地震と解釈される。図 7 は東経 136.0 ~136.1°の近畿地方（深さ 20 km）において $V_p/V_s=1.73-1.76$ の領域を抽出した P 波速度と S 波速度の南北変化である。相対的に低速度である中央構造線推定分布域および琵琶湖北方の地下は相対的に高温である。一方、相対的に高速度な中央構造線南方の地下は相対的に冷たい領域であると推定される。

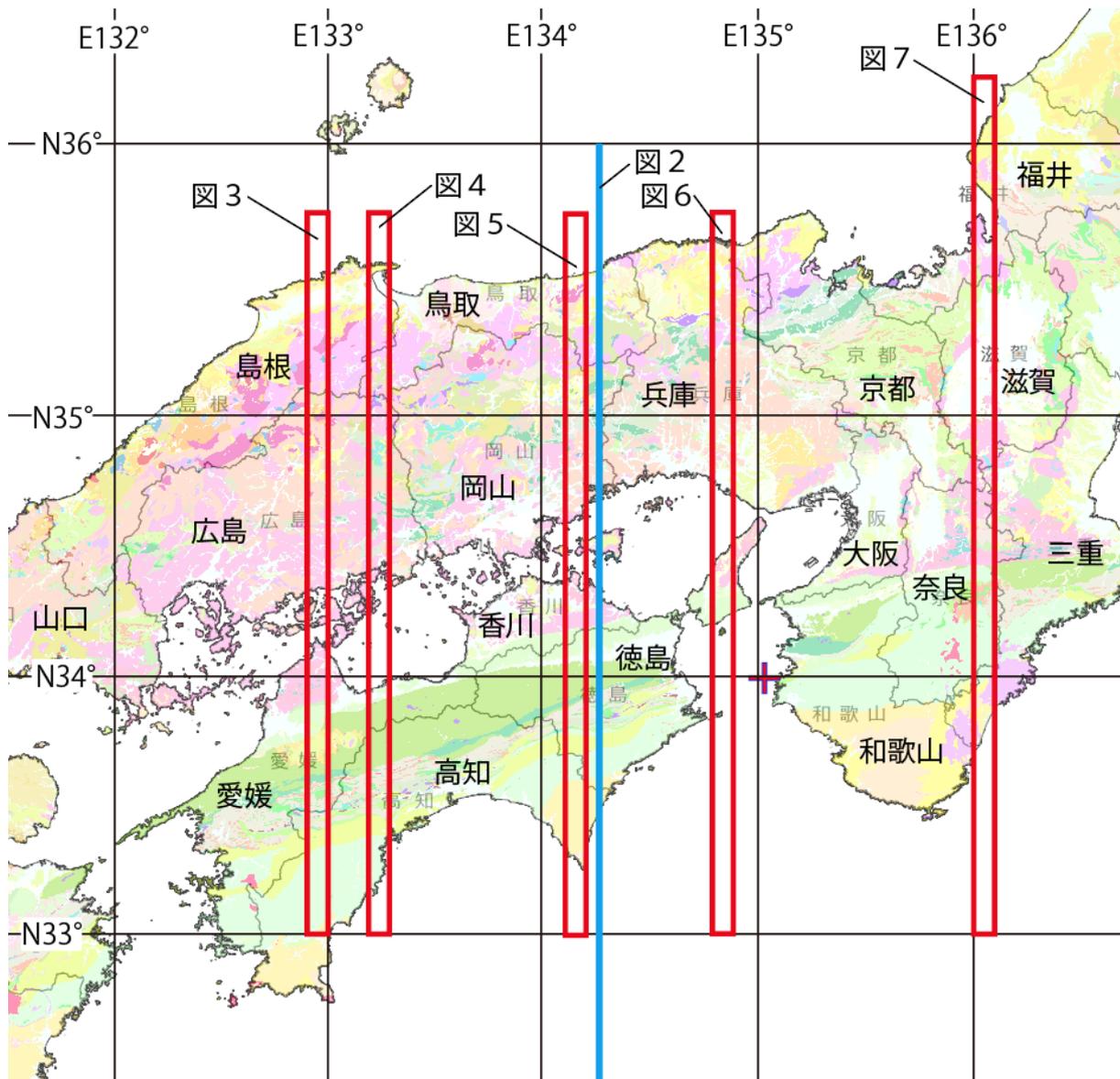


図 1 研究対象範囲を示す位置図。地殻構成の推定を行なった位置を青い線で示す。温度構造の推定範囲を赤線で囲んだ。背景は産業技術総合研究所地質調査総合センター（編）（2015）の 20 万分の 1 日本シームレス地質図を使用。

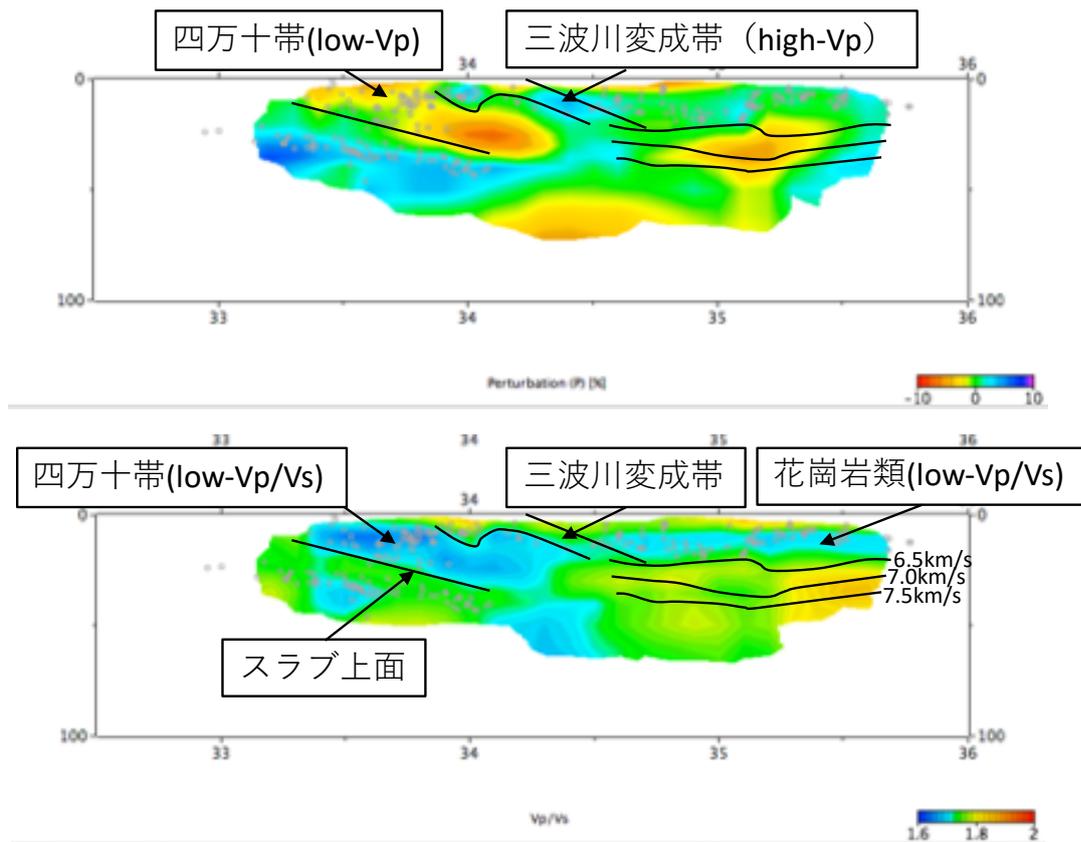


図2 西南日本の地殻構成岩石の推定（東経 132.25°）。上図は P 波速度パータベーション断面、下図は V_p/V_s 断面を示す。中国地方の上部地殻は低 V_p/V_s で特徴付けられ花崗岩類等の石英長石質な岩石で構成されると推定される。四国地方の地殻は低 V_p と低 V_p/V_s で特徴付けられ石英を主要鉱物とする岩石（四万十帯）で構成されると解釈される。苦鉄質片岩を主要構成岩石とする三波川変成帯は高 V_p で特徴付けられる。

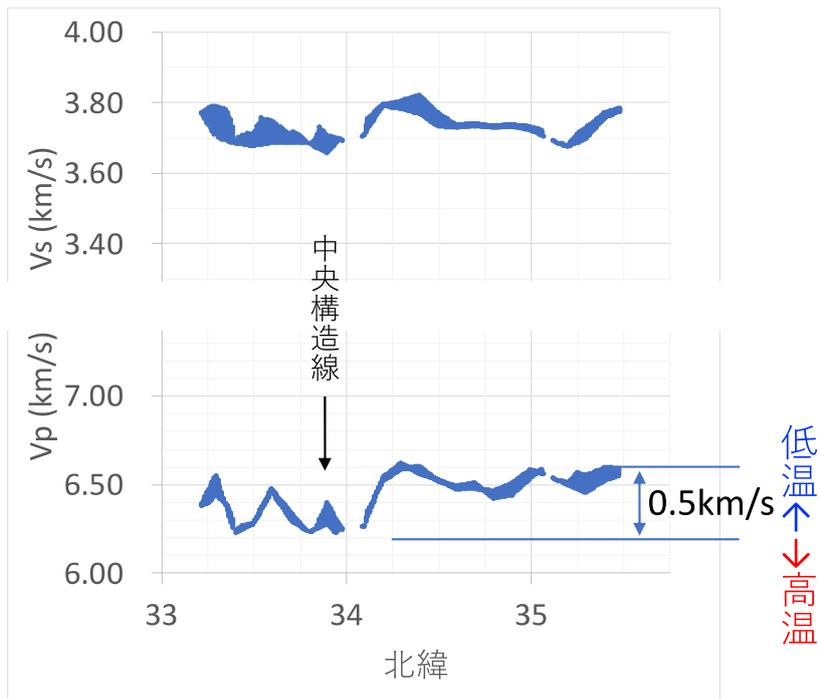


図3 地震波速度構造（東経 132.9 ～133°）から推定される定性的な温度構造と S 波パータベーション。

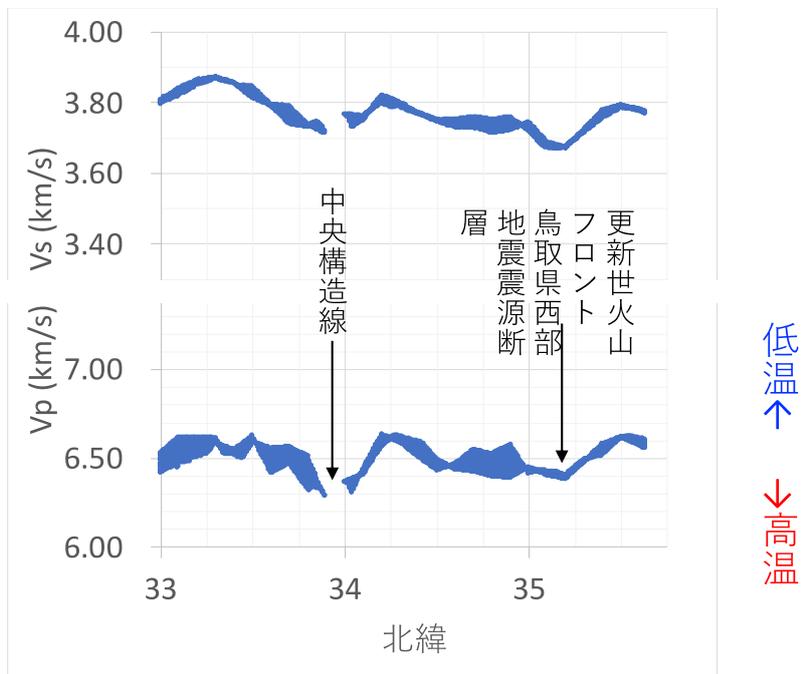


図4 地震波速度構造（東経 133.2 ～133.3°）から推定される定性的な温度構造。

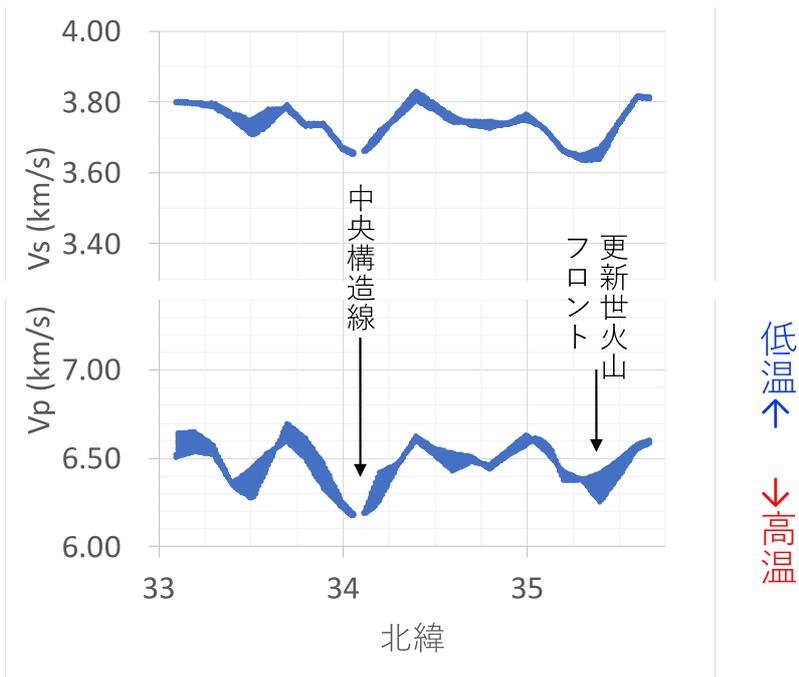


図5 地震波速度構造（東経 134.1 ~ 134.2°）から推定される定性的な温度構造。

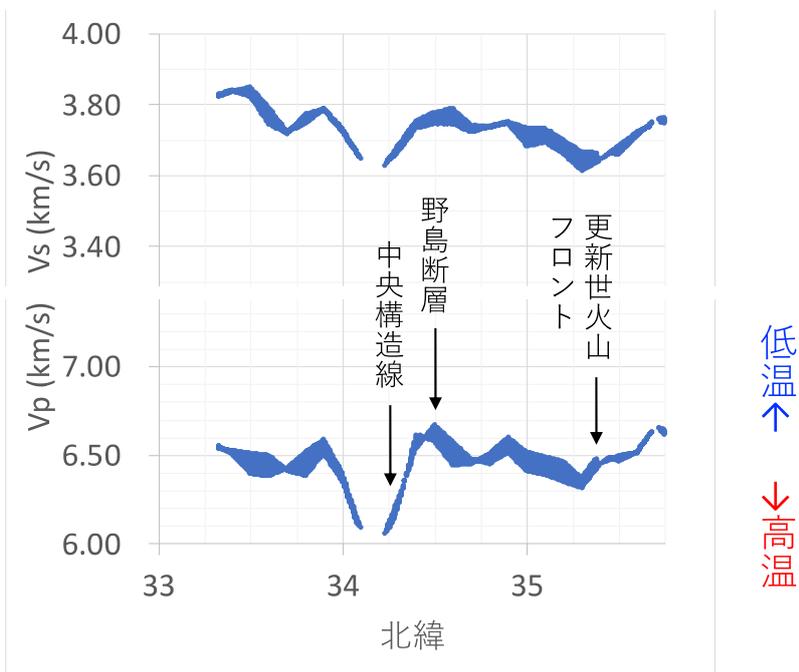


図6 地震波速度構造（東経 134.8 ~ 134.9°）から推定される定性的な温度構造。

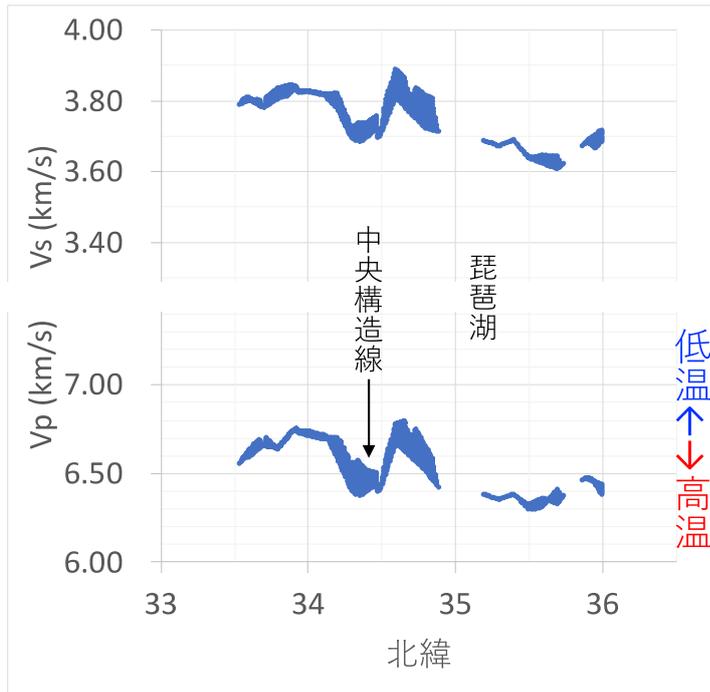


図 7 地震波速度構造（東経 136 ~ 136.1°）から推定される定性的な温度構造。

(c) 結論ならびに今後の課題

岩石鉱物の弾性波速度の視点から防災科学技術研究所の三次元地震波速度構造を解釈することによって、これまで構造が良くわかっていない中央構造線を含む西南日本の地殻内部の定性的な温度構造を推定することができた。その結果、深さ 20 km の地震波トモグラフィからは、瀬戸内海周辺に相対的な低温域が分布する一方で、中国地方北側の更新世火山フロント周辺および中央構造線周辺に相対的な高温域が分布することが推定された。今後は日本列島のより広範囲において温度構造の推定を行うことが課題であり、引き続き発生層下限との関係を検討する。温度構造を定量的に推定する上で岩石鉱物の弾性波速度の温度係数は重要なので、これまでの実験データ取りまとめを行う必要がある。また、推定した温度構造および構成岩石モデルを用いて、本プロジェクトの研究対象とする断層について、地震発生層の下限を推定することが課題となる。

(d) 引用文献

石川正弘, 岩石の弾性波速度に基づく島弧地殻深部及び最上部マントルの構成岩石の推定 : 伊豆弧と東北本州弧, 地質学雑誌, 123, 355-364, 2017.

Nishimoto, S., M. Ishikawa, M. Arima, T. Yoshida, and J. Nakajima, Simultaneous high P-T measurements of ultrasonic compressional and shear wave velocities in Ichino-megata mafic xenoliths: Their bearings on seismic velocity perturbations in lower crust of northeast Japan arc, J. Geophys. Res., 113, B12212, doi:10.1029/2008JB005587, 2008.

Matsubara, M., H. Sato, K. Uehira, M. Mochizuki, and T. Kanazawa,

Three-dimensional seismic velocity structure beneath Japanese Islands and surroundings based on NIED seismic networks using both inland and offshore events, *Journal of Disaster Research*, 12, 844-857, doi:10.20965/jdr.2017.p0844, 2017