

3. 1. 2. 2 関東下の構成岩石モデルの構築

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

関東下で予想される岩石の高温・高圧下での弾性波速度を測定し、構成岩石モデルを構築する。

(b) 平成 27 年度業務目的

平成 26 年度に引き続き関東周辺の地殻を構成する岩石を対象として弾性波速度測定実験を行い、弾性波速度に関する基礎データセットを構築する。また、得られた弾性波速度の基礎データセットに基づき、首都圏北部の地殻構成岩石モデルを得る。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
横浜国立大学大学院環境情報研究院	教授	石川 正弘	ishikawa@ynu.ac.jp
横浜国立大学大学院環境情報研究院	技術補佐員	本多 聡子	
横浜国立大学大学院環境情報研究院	技術補佐員	坪川祐美子	

(2) 平成 27 年度の成果

(a) 業務の要約

引き続き関東周辺の地殻を構成する岩石を対象として弾性波速度測定実験を行い、弾性波速度に関する基礎データセットを構築した。また、得られた弾性波速度の基礎データセットに基づき、首都圏北部の地殻構成岩石モデルを得た。

(b) 業務の成果

1) 岩石の弾性波速度測定実験

横浜国立大学設置のピストンシリンダー高圧発生装置を用いて(図 1、P.75)、直径 14 mm、長さ 12 mm のコア試料を対象として最大圧力 1.0 GPa 下で P 波速度(V_p)、S 波速度(V_s)、 V_p/V_s を測定した。実験手法は平成 26 年度実施報告書に詳述してある。

圧力は最大 1.0GPa において関東山地の四万十帯および丹沢山地の丹沢層群の構成岩石を対象として弾性波速度測定実験を行った。図 2 (P.75) に縦軸を V_p/V_s 、横軸を圧力として実験結果を示した。シンボルは○が四万十帯の砂岩、△が四万十帯の砂質泥岩、◇が丹沢層群の緑色岩である。四万十帯の砂岩や砂質泥岩の V_p/V_s が 1.60～1.65 程度と著しく低い、これは高い石英含有率に起因している。比較のために、丹沢層群の緑色岩の V_p/V_s (約 1.75) も示した。



図1 ピストンシリンダー型高圧発生装置を用いた弾性波測定装置。

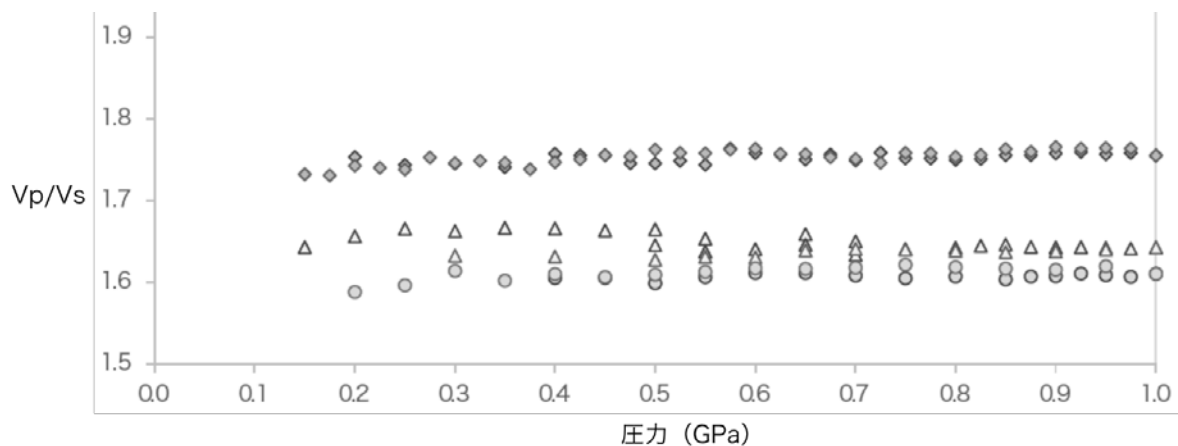


図2 V_p/V_s 測定結果。ピストンシリンダー型高圧発生装置を用いて最大 1.0 GPa の高圧条件下・室温で V_p/V_s を測定した。シンボルは○が四万十帯の砂岩、△が四万十帯の砂質泥岩、◇が丹沢層群の緑色岩である。

2) 関東下の陸側プレートの地殻構成岩石に関する初期モデル

首都圏においては、フィリピン海プレートが陸側プレートに沈み込んでいる一方で、神奈川県西部では伊豆・小笠原弧がその浮遊性から本州弧に衝突・付加し(Taira et al.,1998¹⁾)、複雑な地殻構造が形成されている(Sato et al, 2005²⁾, Arai et al.,2009³⁾,2013⁴⁾,2014⁵⁾)。首都圏西部の地殻構造は、現在進行形の島弧-島弧の衝突現象および大陸地殻の成長過程を知る上でも重要である。御坂山地や丹沢山地などの伊豆小笠原弧起源の地塊の北側には、関東山地が位置しており、古アジア大陸に海洋性プレートが沈み込むことにより形成された三波川帯・秩父帯・四万十帯の各付加体からなる。地殻深部はこれらの地質体から構成されていると予想されるが、いわゆる基盤岩石が関東平野に露出していないために、関東下の陸側プレートの地殻構成岩石を直接観察することはできなかった。本研究では、防災科学技術研究所の日本列島下の三次元地震波速度構造 (Matsubara and Obara, 2008⁶⁾) を用いて、

西南日本から関東における地下の地質体を検討した。図 3 (P.77) に西南日本から関東の地下 10 km、15 km、20 km における V_p/V_s 分布を示した。図 3 (P.77) に示したように西南日本の地下 10 km、15 km、20 km では四万十帯やその北隣の秩父帯の分布域は low- V_p/V_s として、三波川帯は中程度の V_p/V_s として明瞭に認識できる。一方、関東域の地下 10 km、15 km では四万十帯 (low- V_p/V_s) と三波川帯 (intermediate- V_p/V_s) は明瞭に認識できるが、地下 20 km では四万十帯と推測される low- V_p/V_s 域がわずかに追跡できる程度である。

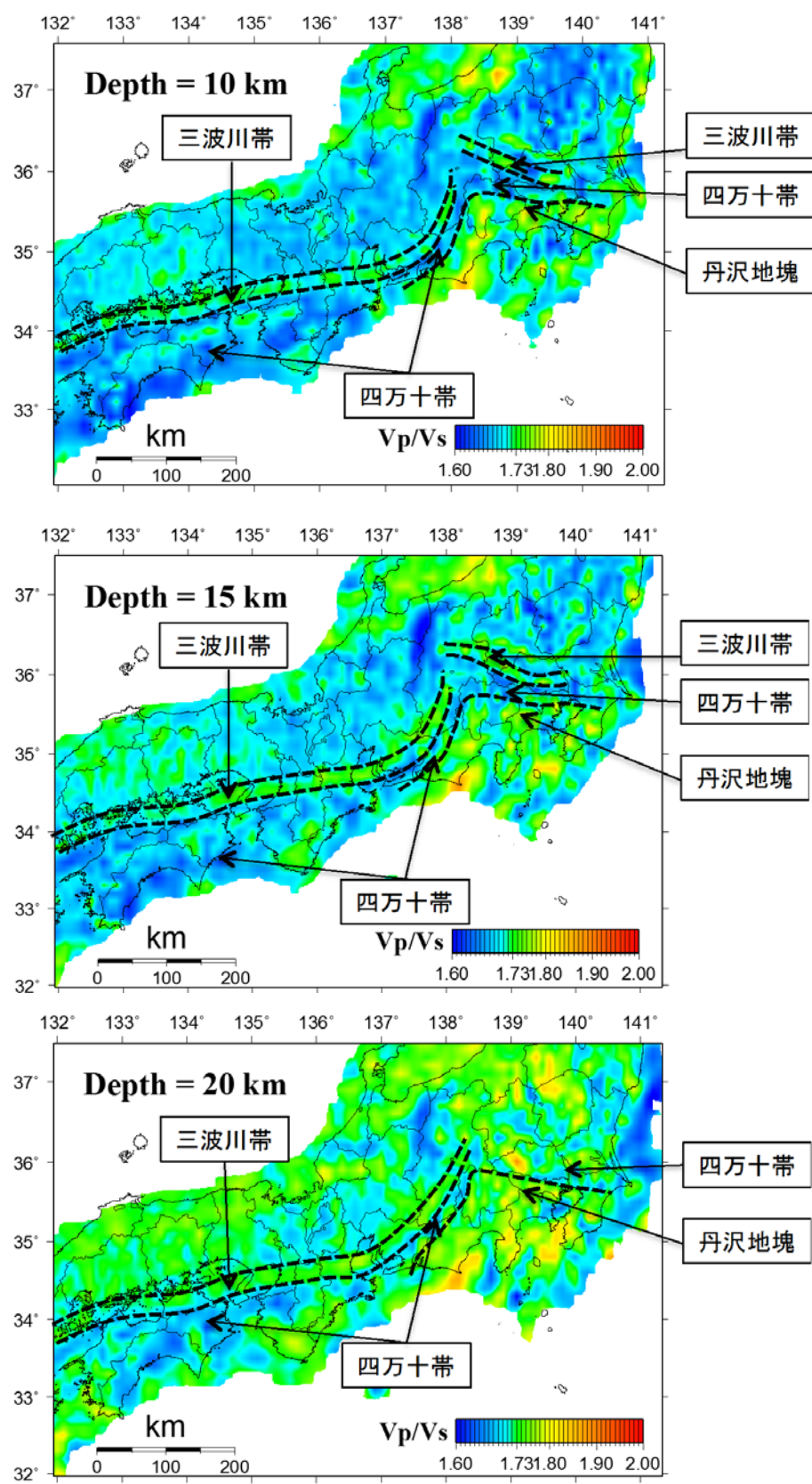


図3 地下10 km、15 km、20 kmにおける四万十帯の分布。

3) プレート境界上面の構成岩石に関する初期モデル

首都圏地震観測網(MeSO-net)による地震波トモグラフィー (Nakagawa et al., 2011⁷⁾) は、首都圏の陸側プレートおよび首都圏下に沈み込むフィリピン海スラブの地震波速度の分布を捉えており、地震波速度および V_p/V_s の特徴は構成岩石に対応するものと期待される。本研究では、フィリピン海スラブと接する陸側プレートの構成岩石を推定した。

一般的に島弧の最上部マントルの V_p は 7.8 km/s 以上である。したがって、 $V_p > 7.8$ km/s の分布域はかんらん岩であると推定した (図 4、P.79)。東側 (千葉県と茨城県の県境下) では約 30 km 以深からフィリピン海スラブと陸側プレートのマントルが接する一方で、西側 (埼玉県下) では約 40 km 以深からフィリピン海スラブとマントルが接する。相対的に東部ほど陸側プレートの地殻が薄いことを意味する。

一般的に島弧の下部地殻の V_p は 7 km/s 前後である。ここでは $V_p = 6.5 \sim 7.5$ km/s かつ $V_p/V_s = 1.7 \sim 1.9$ の分布域を苦鉄質な下部地殻とした (図 5、P.79)。約 20 km 以深からフィリピン海スラブと陸側プレート下部地殻の苦鉄質岩が接する。

一般的に石英長石質な岩石の V_p は 6.5 km/s 以下である。ここでは $V_p < 6.5$ km/s かつ $V_p/V_s = 1.7 \sim 1.9$ の分布域を珪長質地殻として推定した (図 6、P.80)。約 20 km 以浅でフィリピン海スラブと陸側プレート上部地殻の珪長質岩が接する。深さ 30 km 前後で西北西から東南東に並ぶスポット状の領域も珪長質地殻であると推定される。

$V_p < 6.5$ km/s かつ $V_p/V_s < 1.7$ の分布域が陸側プレート上部地殻の一部に存在する (図 7、P.80)。異常に低い V_p/V_s が特徴的であり、その解釈は二通りある。一つは、相対的に石英に富む岩石の分布域であり、もう一つは空隙に富む岩石の分布域であると推定される。

$V_p/V_s > 1.9$ の分布域が陸側プレート上部地殻の一部に存在する (図 8、P.81)。異常に高い V_p/V_s が特徴的であり、流体に富む岩石の分布域であると推定される。

ダンかんらん岩-蛇紋岩 (lizardite) 系列の V_p および V_s データ (Christensen, 2004⁸⁾) を用いて蛇紋岩化領域を推定した (図 9、P.81)。ダンかんらん岩-蛇紋岩 (lizardite) 系列の V_p を満たし V_p/V_s が ± 0.05 の範囲で一致する分布域を蛇紋岩化域であると推定した。蛇紋岩化域はマントルかんらん岩域に伴うものと、陸側プレート地殻内部に区分される。房総半島下において蛇紋岩化域と推定された領域はスロースリップ領域とオーバーラップしている。房総半島下のスロースリップとプレート境界面上の蛇紋岩の関連性が示唆される。

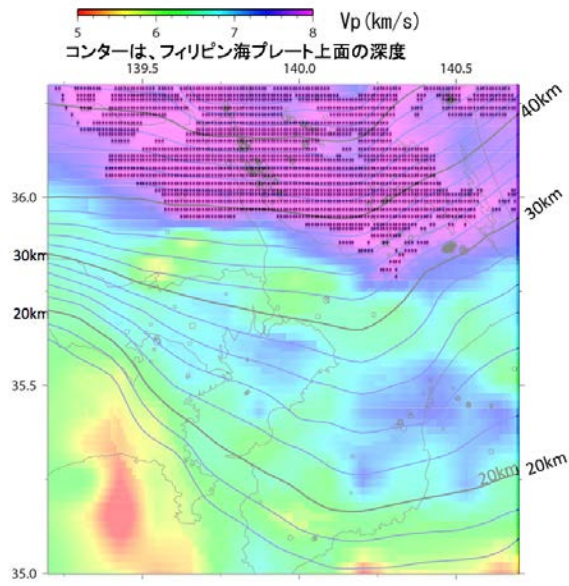


図 4 プレート境界上面 3 km におけるかんらん岩の分布。コンターは、フィリピン海プレート上面の深度。

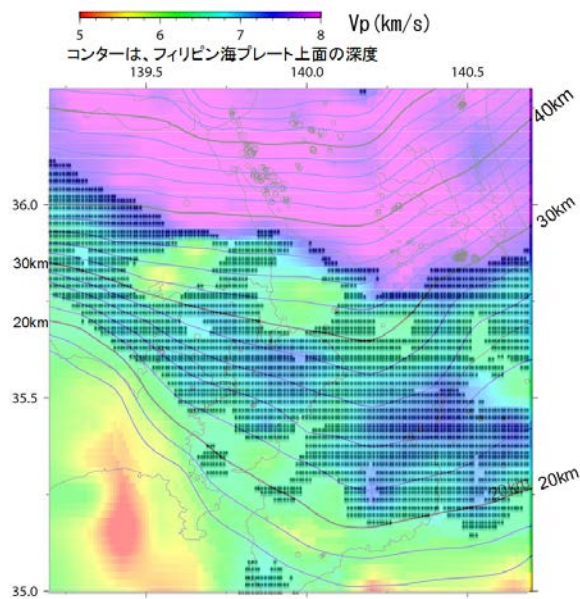


図 5 プレート境界上面 3 km における苦鉄質岩の分布。コンターは、フィリピン海プレート上面の深度。

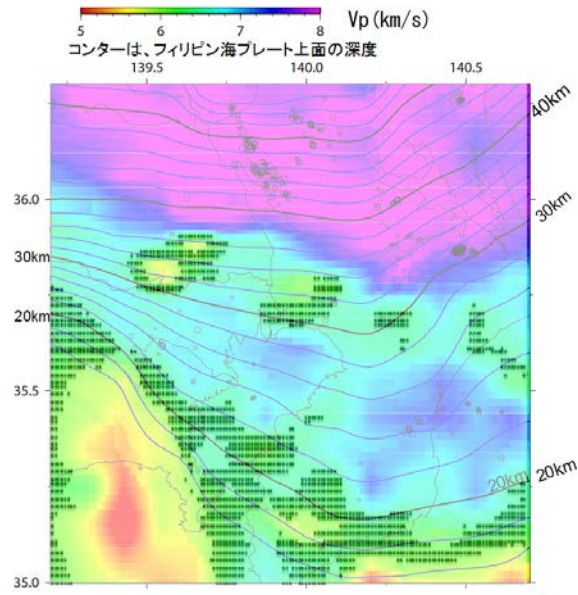


図6 プレート境界上面 3 km における珪長質岩の分布。コンターは、フィリピン海プレート上面の深度。

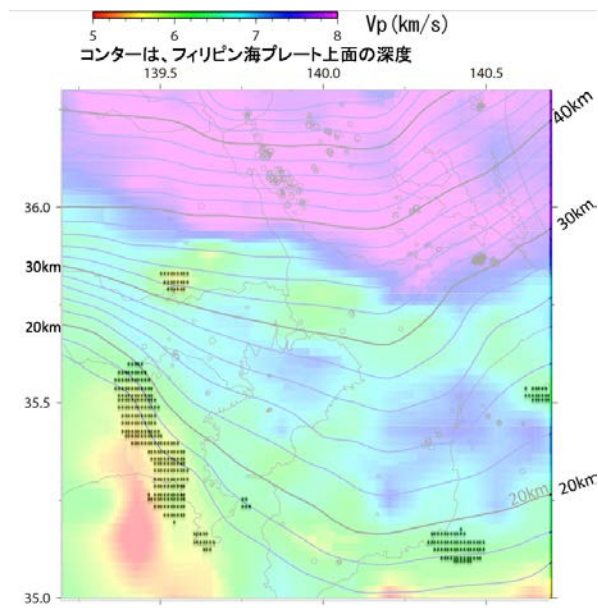


図7 プレート境界上面 3 km における low-Vp/Vs 異常の分布。コンターは、フィリピン海プレート上面の深度。

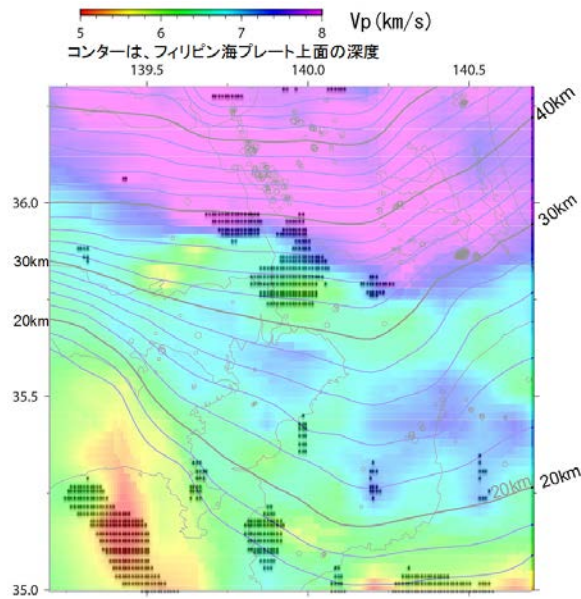


図 8 プレート境界上面 3 km における high-Vp/Vs 異常の分布。コンターは、フィリピン海プレート上面の深度。

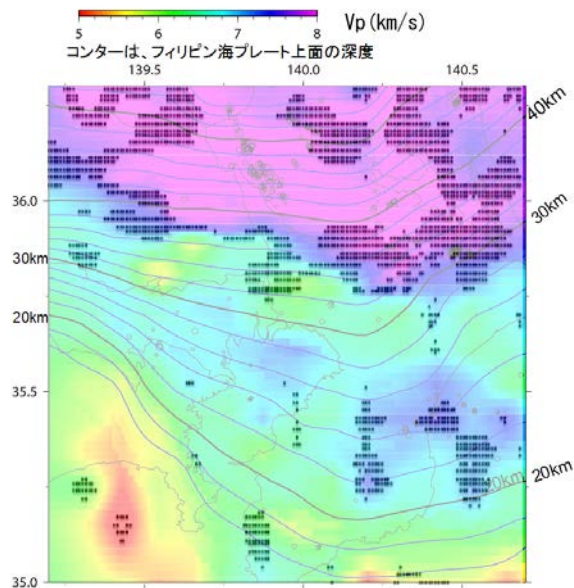


図 9 プレート境界上面 3 km における蛇紋岩化域の分布。コンターは、フィリピン海プレート上面の深度。

(c) 結論ならびに今後の課題

四万十帯は低い P 波速度と著しく低い Vp/Vs で特徴付けられることが弾性波速度実験から明らかである。

関東平野部はいわゆる基盤岩石が露出していないために、関東下の陸側プレートの地殻構成岩石を直接観察することはできなかったが、地震波トモグラフィーを用いることで西南日本から関東域にかけての四万十帯や三波川帯の分布が推定できた。

首都圏地震観測網(MeSO-net) による地震波トモグラフィーに基づき、フィリピン海スラ

ブと接する陸側プレートがどのような岩石で構成されているのかを推測し、プレート境界上面 3 km の構成岩石に関する初期モデルを得た。

今後は、これまで構築してきた上盤側プレートの地殻構造岩石モデルと下盤側プレートのフィリピン海スラブの構成岩石モデルを統合することが重要な課題である。

(d) 引用文献

- 1) Taira, A., Saito, S., Aoike, K., Morita, S., Tokuyama, H., Suyehiro, K., Takahashi, N., Shinohara, M., Kiyokawa, S., Naka, J. and Klaus, A.: Nature and growth rate of the Northern Izu-Bonin (Ogasawara) arc crust and their implications for continental crust formation, Island Arc, Vol.7, Issue 3, pp.395-407, 1998.
- 2) Sato, H., Hirata, N., Koketsu, K., Okaya, D., Abe, S., Kobayashi, R., Matsubara, M., Iwasaki, T., Ito, T., Ikawa, T., Kawanaka, T., Kasahara, K. and Harder, S.: Earthquake source fault beneath Tokyo, Science, Vol.309, pp.462-464, 2005.
- 3) Arai, R., Iwasaki, T., Sato, H., Abe, S. and Hirata, N.: Collision and subduction structure of the Izu-Bonin arc, central Japan, revealed by refraction/wide-angle reflection analysis, Tectonophysics, Vol.475, Issue 3-4, pp.438-453, 2009.
- 4) Arai, R., Iwasaki, T., Sato, H., Abe, S. and Hirata, N.: Crustal structure of the Izu collision zone in central Japan from seismic refraction data, Journal of Geophysical Research Solid Earth, Vol.118, Issue 12, pp.6258-6268, 2013.
- 5) Arai, R. and Iwasaki, T.: Crustal structure in the northwestern part of the Izu collision zone in central Japan, Earth, Planets and Space, Vol.66, Issue 1, article 21, 2014.
- 6) Matsubara, M., Obara, K. and Kasahara, K.: Three-dimensional P- and S-wave velocity structures beneath the Japan Islands obtained by high-density seismic stations by seismic tomography, Tectonophysics, Vol.454, pp.86-103, 2008.
- 7) Nakagawa, S., Kato, A., Sakai, S., Nanjo, K., Panayotopoulos, Y., Kurashimo, E., Obara, K., Kasahara, K., Aketagawa, T., Kimura, H. and Hirata, N.: Heterogeneous structure and seismicity beneath the Tokyo Metropolitan area, AGU Fall Meeting Abstracts, 2011.
- 8) Christensen, N. I.: Serpentinites, peridotites, and seismology, International Geology Review, Vol.46, pp.795-816, 2004.

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
伊豆衝突帯下に沈み込むスラブのジオダイナミクス（ポスター）	石川正弘・坪川祐美子・本多聡子	地球惑星科学連合2015年大会	2015年5月27日	国内
関東山地四万十帯の砂	本多聡子・石	日本地質学会第	2015年9月	国内

岩・頁岩および丹沢層群 緑色岩の高圧下における 弾性波速度測定（ポスター）	川正弘	122 年学術大会	12 日	
---	-----	-----------	------	--

学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

マスコミ等における報道・掲載

なし

(f) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 28 年度業務計画案

平成 27 年度に引き続き岩石の弾性波速度測定実験を行い、弾性波速度に関する基礎データセットを構築する。また、まとめた弾性波速度のデータセットに基づき、首都圏の地殻構成岩石モデル及びスラブ温度構造モデルを得る。