

共同利用実施報告書(研究実績報告書)
(特定共同研究(B))

1. 課題番号 2 0 1 5 - B - 0 4

2. 研究課題名 (和文、英文の両方をご記入ください)

和文：機械学習によるプレート境界岩の高次元地球化学データ解析

英文：Geochemical data analysis of plate-boundary rocks using machine learning

3. 研究代表者所属・氏名 海洋研究開発機構・桑谷 立
(地震研究所担当教員名) 長尾大道

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	参加内容
(研究代表者) 桑谷 立	海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野・研究員	統括・変成岩
(所内担当教員) 長尾 大道	東京大学地震研究所・准教授	機械学習
赤穂 昭太郎	産業技術総合研究所・研究グループ長	機械学習
麻生 英樹	産業技術総合研究所・上級主任研究員	機械学習
荒木 貴光	産業技術総合研究所・研究員	機械学習
永田 賢二	東京大学大学院新領域創成科学研究科・助教	機械学習
石川 大智	東京大学大学院情報理工学系研究科・修士課程 1 年	機械学習
臼井 寛裕	東京工業大学大学院理工学研究科・助教	火星・生命
森下 知晃	金沢大学大学院理工研究域・教授	マントル
柵山 徹也	大阪市立大学大学院理学研究科・准教授	火山
上木 賢太	海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野・PD 研究員	火山
中村 仁美	海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野・研究員	火山・温泉水
荻津 達	千葉県環境研究センター・研究員	地下水
川端 訓代	鹿児島大学総合研究博物館・協力研究者	断層岩
竹下 徹	北海道大学大学院理学研究院・教授	断層岩
亀田 純	北海道大学大学院理学研究院・准教授	付加体・ミクロ
増本 広和	北海道大学大学院理学研究院・博士課程 2 年	付加体・ミクロ
北村 有迅	鹿児島大学学術研究院理工学域・助教	付加体
山口 飛鳥	東京大学大気海洋研究所・助教	付加体・海洋底
藤井 昌和	東京大学大気海洋研究所・博士課程 3 年	海洋底
浜橋 真理	東京大学大学院理学系研究科・博士課程 3 年	断層岩
森 康	北九州市立自然史・歴史博物館・学芸員	物質移動・変成岩
岡本 敦	東北大学大学院環境科学研究科・准教授	蛇紋岩
宇野 正起	東北大学大学院環境科学研究科・助教	変成岩

嶋野 岳人	常葉大学大学院環境防災研究科・准教授	火山
三輪 学央	防災科学技術研究所・研究員	火山
日野 英逸	筑波大学情報学群情報学類・助教	機械学習
松村 太郎次郎	静岡大学環境・エネルギーシステム専攻・博士課程 3 年	構造地質学

5. 研究計画の概要（800 字以内でご記入ください。計画調書に記載した「研究計画」から変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。）

岩石の主要・微量・同位体元素組成からなる高次元（～50 次元）の地球化学データ中には、地球内部の様々な情報が保存されている。本研究では、発展が著しい情報科学分野の研究者と協働することで、地球化学データに潜む物理化学プロセスと潜在構造を正確に抽出するデータ駆動型の解析技術を構築することを目的とする（図 1）。また、開発した手法を、プレート境界における物理化学プロセスを記録している付加体堆積岩・変成岩・火山岩・マントル岩・熱水などの全岩（・溶液）化学組成データに適用することで、各サブシステムにおける化学反応・物質移動プロセスの詳細を明らかにする。さらに、これらの解析結果を統合することで、元素フラックスマップを作成し、沈み込み帯における統一した物質循環モデルを提示する。本共同利用研究の特徴は、多様な研究対象を持つ独立した若手研究者を中心に構成されていることである。本研究を成功に導くことで、地球科学と情報科学の学融合が促進され、新たな観点から次世代の地球科学を創成する原動力を生むことが期待される。

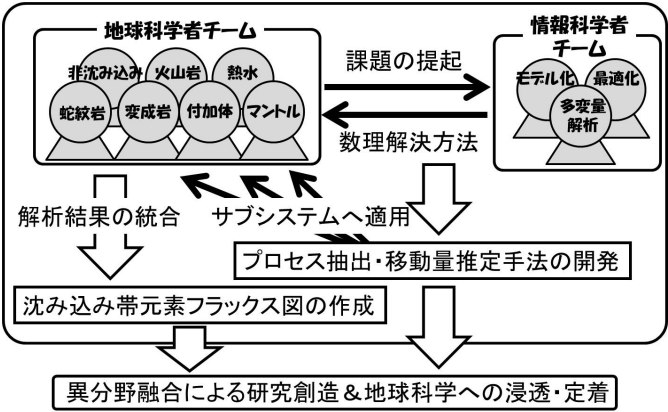


図 1: 本共同利用研究の概要

6. 研究成果の概要 (図を含めて 1~2 頁で記入してください。)

キーワード (3-5 程度) : データ駆動科学・多変量解析・地球化学・次元圧縮・プロセス分離

研究アクティビティ

平成 27 年度に実施した研究集会は以下の通りである。

4 月 21 日～22 日	キックオフ会議 (地震研)	課題提起, PCA 実習
7 月 6 日	第 1 回勉強会 (地震研)	課題提起, 進捗報告, R による PCA 解析実習
8 月 10 日	第 2 回勉強会 (JAMSTEC 東京事務所)	課題提起, 進捗報告, PCA/ICA 実習
10 月 4 日～6 日	第 3 回勉強会 (研究合宿・草津セミナーハウス)	課題提起, 進捗報告, 科研費課題設定・申請書作成講習
12 月 25 日	第 4 回勉強会 (地震研)	課題提起, 進捗報告, トピックモデル

学融合促進のための交流・解析技術共有

発足年度である平成 27 年度内に, 上記一覧の通り研究集会 4 回と研究合宿 1 回を開催した。これらの研究集会では, 本プロジェクトの主目的である地球科学と情報科学の学融合に向けて, 1. 研究シーズの発掘, 2. 具体的研究テーマの設定及び共同研究者のマッチング, 3. 課題解決のための解析技術共有, 4. 研究進捗報告を実施した。また研究合宿においては, 5. 科研費申請に関わる申請書作成の要領の講習を行い, 研究テーマの設定や内容に関して議論しながら合宿中に申請書作成を行った。

1. 研究シーズの発掘

研究集会では各研究者が自身の研究発表を行い, 現在直面している課題を提起し, 参加者全員でそれに対する解決方法の提案, 新規技術開発の提案などを行った。主として地球科学者の提起する課題に対して, 情報科学者が適切な解析手法を紹介する形がとられた。課題提起の発表は, 第 1 回～第 4 回の勉強会においてそれぞれ 4 件, 4 件, 2 件, 1 件, であった。

2. 研究テーマの設定及び共同研究者のマッチング

研究集会における議論により課題解決が現実的になった場合, 具体的研究テーマを設定して研究を開始した。化学組成データへの PCA (主成分分析) や MCMC (マルコフ連鎖モンテカルロ) 法の適用, 帯磁率異方性角度データ解析のための新手法開発などが挙げられる。それぞれの解析のエキスパートとのマッチングを行い, スピーディーに研究を展開した。

3. 課題解決のための解析技術共有

情報科学者が中心となり, 解析手法の基礎からの解説および実習を行った。顔合わせのキックオフ会議では, 汎用性の高い PCA の実習を行い, 次に統計解析アプリケーション「R」を利用した実践的演習や, ICA (独立成分分析), トピックモデルに関する講習など, 即効性のある実習を毎回実施した。

4. 研究進捗報告

研究テーマ設定, 共同研究者マッチングの行われた課題については, 毎回その進捗状況が報告された。また前項技術移転により解析手法の講習を行った次の回の研究集会において, 各参加者は自身の研究に解析手法を適用した結果を持ち寄り発表した。

研究成果の概要（続き）

5. 科研費申請書作成要領講習および申請書作成

研究合宿において、科研費の獲得数の多いメンバーによる申請書作成の要領に関する講習が行われ、合宿期間中に申請書作成を実践した。本課題からの派生プロジェクトの展開による学際領域のボトムアップおよび大型プロジェクト化を視野に入れた企画である。

主な研究成果

以下の研究成果が得られた。

1. 多変量データ解析手法の共有と開発

主成分分析(PCA)や独立成分分析(ICA)などの次元圧縮技術を化学組成や地球物理観測データ・物性データを含む様々な地球科学データに適用した。その結果、次元圧縮により地球科学プロセスや洗剤構造の抽出が可能であることが明らかになった。化学組成データに適用できる定数和条件付きデータの解析法などを新たに開発した。

2. データ駆動解析の地球科学への適用

スパース重回帰分析を用いることにより、メルトの熱力学モデルの構築を行った。火山灰の分析値の時系列データの解析を行った。

3. 研究集会の主催

本共同研究の参画者が中心となり、日本地球惑星科学連合大会「データ駆動地球惑星科学」セッションやAOGS 12th Annual Meeting「Data-driven modeling」セッションを開催した。また、資源素材学会「大規模データプロセッシング」企画セッション、研究集会「スパースモデリングが生み出す自然科学ビッグデータ革命」およびシンポジウム「数学との連携により見えてきたブレークスルーの萌芽」の開催に協力した。

4. 外部資金申請

本共同研究の内容をテーマに、参画者が研究代表者となり、基盤研究(B)2件、基盤研究(C)1件、若手研究(B)2件、新学術領域研究公募研究2件の計7件の科研費申請を行った。いくつかのテーマに関しては、本研究が契機となった共同研究の内容で申請が行われた。

5. 外部資金獲得

本研究に関連して、JSTさきがけ1件、JAMSTEC萌芽イノベーションプログラム1件、科研費若手(B)1件、科研費新学術領域研究公募研究1件、日本学術振興会RPD1件が採択された。

6. データ駆動型解析の啓発・アウトリーチ

本共同研究について積極的な周知を実施した結果、本共同研究開始後に、大学院博士課程の学生4名が正式メンバー・準メンバーとして加入した。また、本共同研究の教科書としても利用可能な専門解説書を企画しているほか、各種メディアでのデータ駆動科学関連特集に協力した（日経新聞・日刊工業新聞・NHKサイエンスゼロなど）。

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

論文（著者、題名、雑誌名、ページ数 or DOI、出版年、謝辞の有無）

1. Okamoto, A., Shimizu, H., 2015. Contrasting fracture patterns induced by volume-increasing and -decreasing reactions: implications for the progress of metamorphic reactions. *Earth and Planetary Science Letters*, 415, 9-18. （謝辞なし）
2. Wendler, F., Okamoto, A., Blum, P., 2015. Phase-field modeling of epitaxial growth of polycrystalline quartz veins in hydrothermal experiments. *Geofluids*, doi: 10.1111/gfl.12144. （謝辞なし）
3. Oyanagi, R., Okamoto, A., Hirano, N., Tsuchiya, N., 2015. Competitive hydration and dehydration at olivine-quartz boundary revealed by hydrothermal experiments: implications for silica metasomatism at the crust-mantle boundary. *Earth and Planetary Science Letters*, 425, 44-54. （謝辞なし）
4. Tamura, A., Morishita, T., Ishimaru, S., Hara, K., Sanfilippo, A., Arai, S., Compositional variations in spinel-hosted pargasite inclusions in the olivine-rich rock from the oceanic crust-mantle boundary zone. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, doi: 10.1007/s00410-016-1245-9, in press, 2016. （謝辞なし）
5. Biswajit, G., Bandyopadhyay, B., Morishita, T., Andaman-Nicobar ophiolites, India: Origin, Evolution and Emplacement. *Journal of Geological Society of London*, in press, 2016. （謝辞なし）
6. Sanfilippo, A., Morishita, T., Senda, R., Rhenium-osmium isotope fractionation at the oceanic crust-mantle boundary. *Geology*, 44, 167-170, doi: 10.1130/G37428., 2016. （謝辞なし）
7. Sanfilippo, A., Morishita, T., Kumagai, H., Nakamura, K., Okino, K., Hara, K., Tamura, A., Arai, S., Hybrid troctolites from Mid-Ocean Ridges: inherited mantle in the lower crust. *Lithos*, 232, 124-130, doi:10.1016/j.lithos.2015.06.025, 2015. （謝辞なし）
8. Tamura, A., Akizawa, N., Otsuka, R., Kanayama, K., Python, M., Morishita, T., Arai, S. Measurement of whole-rock trace-element composition by flux-free fused glass and LA-ICP-MS: evaluation of simple and rapid routine work. *Geochemical Journal*, 49, 233-241, doi: 10.2343/geochemj.2.0353, 2015. （謝辞なし）
9. 森下知晃 (2015) 中央海嶺下のマントル多様性を形成した古融解イベントーその検出方法と固体地球ダイナミクスにおける意義ー地学雑誌, 124, 333-354, 10.5026/jgeography.124.333, 2015. （謝辞なし）
10. Hamahashi, M., Hamada, Y., Yamaguchi, A., Kimura, G., Fukuchi, R., Saito, S., Kameda, J., Kitamura, Y., Fujimoto, K., Hashimoto, Y., Multiple damage zone structure of an exhumed seismogenic megasplay fault in a subduction zone - a study from the Nobeoka Thrust Drilling Project, *Earth Planets and Space*, doi: 10.1186/s40623-015-0186-2, 2015. （謝辞なし）
11. Igarashi, Y., Nagata, K., Kuwatani, T., Omori, T., Nakanishi-Ohno, Y., Okada, M., Three levels of data-driven science. *Journal of Physics: Conference Series*, 699, 012001-1-012001-13, doi:10.1088/1742-6596/699/1/012001, 2016. （謝辞なし）
12. Nakata, R., Kuwatani, T., Okada, M., Hori, T., Geodetic inversion for spatial distribution of slip under smoothness, discontinuity, and sparsity constraints. *Earth, Planets and Space*, 68, 20-1 – 20-10, DOI 10.1186/s40623-016-0396-2, 2016. （謝辞なし）
13. Nakamura, K., Kuwatani, T., Kawabe, Y., Komai, T., Extraction of heavy metals characteristics of the 2011 Tohoku tsunami deposits using multiple classification analysis”, *Chemosphere*, 144, 1241-1248, doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.09.078, 2016. （謝辞なし）
14. Okamoto, A., Kuwatani, T., Omori, T., Hukushima, K., Free-energy landscape and nucleation pathway of

- polymorphic minerals from solution in a Potts lattice-gas model. *Physical Review E*, 92, 042130-1 - 042137-9, doi.org/10.1103/PhysRevE.92.042130, 2015. (謝辞なし)
15. 中村謙吾, 佐藤海里, 川辺能成, 桑谷立, 駒井武, 名取川水系の重金属類の環境評価に関する調査及び数理統計解析, *Journal of MMIJ*, 132, 22-30, DOI: 10.2473/journalofmmij.132.22, 2016. (謝辞なし)
 16. Fujii, M., K. Okino, T. Sato, H. Sato, and K. Nakamura, Origin of magnetic highs at ultramafic hosted hydrothermal systems: Insights from the Yokoniwa site of Central Indian Ridge, *Earth and Planetary Science Letters*, 441, 26–37, doi:10.1016/j.epsl.2016.02.018, 2016. (謝辞なし)
 17. Fujii M., K. Okino, C. Honsho, J. Dymant, S. Florent, N. Mochizuki, and M. Asada, High Resolution Magnetic Structure of Active Hydrothermal Systems in the Back-Arc Spreading Region of the Southern Mariana Trough, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 120(5), 2821–2837, doi:10.1002/2014JB011714, 2015. (謝辞なし)
 18. Nakamura H., K Chiba, Q Chang, S Nakai, K Kazahaya, H Iwamori, Rare Earth Elements of the Arima Spring Waters, Southwest Japan: Implications for Fluid-Crust Interaction during Ascent of Deep Brine. *J. Geol. Geophys.*, 4:5, doi:10.4172/jgg.1000217. 2015 (謝辞なし)
 19. Iwamori H, H Nakamura, Isotopic heterogeneity of oceanic, arc and continental basalts and its implications for mantle dynamics. *Gondwana Res.*, 27, 1131-1152. 2015 (謝辞なし)
 20. Nakamura H., K Chiba, Q Chang, N Morikawa, K Kazahaya, H Iwamori, Origin of the Arima-type and associated spring waters in the Kinki district, southwest Japan. *J. Geol. Geophys.*, Accepted (謝辞有り)
 21. Churikova T, B Gordeychik, H Iwamori, H Nakamura, O Ishizuka, T Nishizawa, S Haraguchi, T Miyazaki, B Vaglarov, Petrological and geochemical evolution of the Tolbachik volcanic massif, Kamchatka, Russia. *J.V.G.R.*, 307, 156-181. 2015 (謝辞なし)
 22. Kurokawa, H., Usui, T. and Sato, M. Interactive evolution of multiple water-ice reservoirs on Mars: Insight from hydrogen isotope compositions. *Geochemical Journal* 50, 67–79. 2016 (謝辞なし)
 23. 宮本英昭, 小松吾郎, ジェームズ・ドーム, 逸見良道, 臼井寛裕, 山岸明彦, 地形学からみた火星の表層環境史と生命探査. *地学雑誌* 125, 171-184. 2016 (謝辞なし)
 24. Usui T., Jones J. H., and Mittlefehldt D. W. A partial melting study of an ordinary (H) chondrite composition with application to the unique achondrite Graves Nunataks 06128 and 06129. *Meteoritics & Planetary Science* 50, 759-781. 2015 (謝辞なし)
 25. Usui, T., Alexander C. M.O'D., Wang J., Simon J. I., and Jones J. H. Meteoritic evidence for a previously unrecognized hydrogen reservoir on Mars. *Earth and Planetary Science Letters*. 410, 140–151. 2015 (謝辞なし)
 26. Peters, T. J., Simon, J. I., Jones, J. H., Usui, T., Moriwaki, R., Economos, R. C., Schmitt, A. K., and McKeegan, K. D. Tracking the source of the enriched martian meteorites in olivine-hosted melt inclusions of two depleted shergottites, Yamato 980459 and Tissint. *Earth and Planetary Science Letters* 418, 91–102. 2015 (謝辞なし)
 27. A.N.E. Asaah, T. Yokoyama, F.T. Aka, T., Usui, T., Kuritani, M.J. Wirmvem, H. Iwamori, E.M. Fozing, J. Tamen, G.Z. Mofor, T. Ohba, G. Tanyileke, and J.V. Hell. Geochemistry of lavas from maar-bearing volcanoes in the Oku Volcanic Group of the Cameroon Volcanic Line. *Chemical Geology* 406, 55-69. 2015 (謝辞なし)
 28. Takeshita T., Yagi K, Gouzu C, Hyodo H, Itaya T, Extensive normal faulting during exhumation

revealed by the spatial variation of phengite K-Ar ages in the Sambagawa metamorphic rocks, central Shikoku, SW Japan. *Island Arc*, 24, 245-262, doi:10.1111/iar.12104, 2015. (謝辞なし)

29. Okamoto S. A, Takeshita T, Iwano H, Danhara T, Hirata T, Nishido H, Sakata S, Fission track and U-Pb zircon ages of psammitic rocks from the Harushinai unit, Kamuikotan metamorphic rocks, central Hokkaido, Japan: constraints on metamorphic histories. *Island Arc*, 24, 379-403, doi: 10.1111/iar.12121, 2015. (謝辞なし)

著書・単行本章分担 (著者, 題名, 雑誌名, ページ数 or DOI, 出版年, 謝辞の有無)

1. Kimura, G., Hashimoto Y., Yamaguchi A, Kitamura, Y., Kotaro Ujiie., Cretaceous-Neogene accretionary units: Shimanto Belt, Moreno, T., Wallis, S., Kojima, T., Gibbons, W. (eds.), *The Geology of Japan*, Geological Society, London, 2016.
2. Morishita, T., Nakamura, K., Shibuya, T., Kumagai, H., Sato, T., Okino, K., Sato, H., Nauchi, R., Hara, K. and Takamaru, R., Petrology of Peridotites and Related Gabbroic Rocks Around the Kairei Hydrothermal Field in the Central Indian Ridge. In: J.-I. Ishibashi et al. (eds), *Subseafloor Biosphere Linked to Hydrothermal Systems: TAIGA Concept*, 177 DOI 10.1007/978-4-431-54865-2_14, Springer, 2015.

報告・紀要・その他

1. Kitamura, Y., Zhao, X., Kanamatsu, T., Data Report: anisotropy of magnetic susceptibility measurement on the samples from Sites C0004, C0006, C0007 and C0008, IODP Expedition 316, In Kinoshita, M., Tobin, H., Ashi, J., Kimura, G., Lallemand, S., Screaton, E.J., Curewitz, D., Masago, H., Moe, K.T., and the Expedition 314/315/316 Scientists. *Proc. IODP*, 314/315/316: Washington, DC (Integrated Ocean Drilling Program Management International, Inc.). doi:10.2204/iodp.proc.314315316.222.2015, 2015.
2. Kitamura, Y., Occurrence of volcanic rocks and their paleomagnetic property in Pohnpei Island, Federated State of Micronesia, *Kagoshima University Research Center for Pacific Islands Occasional Papers*, 56, 61-64, 2015.
3. Kitamura, Y., Kohama, K., Murasato, K., Hasegawa, R., Kasahara, S., Manabe, K., Kawabata, K., Mass transfer associated with deformation in shales from the Shimanto Belt in Tanegashima Island, southwest Japan, *Kagoshima University Research Center for Pacific Islands Occasional Papers*, 56, 3-6, 2015.
4. Nakamura H (2016) Understanding the processes of the multiple subduction plate boundary around Japan. *Scientia, Science Diffusion*, <http://www.scientiapublications.com/hitomi-nakamura-science-diffusion/> (謝辞なし)

研究費採択状況 (資金名, 助成団体, 研究テーマ, 期間, 課題番号, 金額, 代表・分担の別) 【昨年度, 今年度採択分】

1. 基盤研究 B 海外学術, 日本学術振興会, 大陸下マントルの形成とその改変過程: 世界最古のかんらん岩体での物質科学的検証, 2016/4~2019/3, 12,900 千円, 研究代表者 (森下)
2. 新学術領域研究公募研究, 日本学術振興会, 高速データ同化計算に資する疎性モデリングに基づく観測行列デザイン, 2016/4~2018/3, 3,600 千円, 研究代表者 (長尾)

3. 三島とトカラ列島及びその周辺海域学術総合調査, 鹿児島大学国際島嶼教育研究センター, 三島村の地質資源の教育的利用に関する研究, 2015/4~2016/3, 170 千円, 研究代表者 (北村)
4. 二国間交流事業 フランスとの共同研究(MAEDI)<SAKURA プログラム>, 日本学術振興会, 地震発生過程での物質・流体移動の定量:四万十帯とアルプスの沈み込みプレート境界, 2016/4~2018/3, 2,000 千円, 研究代表者 (北村)
5. イノベーション萌芽研究プログラム, JAMSTEC 所内公募, 海洋科学技術イノベーションの萌芽を育むデータ駆動型研究プラットフォームの構築, 2016/2~2017/3, 1,000 千円, 研究代表者 (桑谷)
6. 科研費, 基盤研究 C, 温泉水でスラブ起源流体を捉える, 2016/4~2019/3, 16K00531, 直接経費 3900 千円, 研究代表者 (中村)
7. 科研費, 基盤研究 A, マントル組成半球構造のキャラクタリゼーションと成因解明, 2014/4~2017/3, 26247091, 研究分担者 (中村)
8. 科研費, 若手研究 B, 始良カルデラ下マグマと温泉の関係及びその流路構造解明, 2016/4~2019/3, 直接経費 2,900 千円, 研究代表者 (川端)
9. 科研費 (特別研究員奨励費) (特別研究員 RPD), プレート沈み込み帯の付加体堆積岩における水循環の解明, 2016/4~2019/3, 直接経費 3,400 千円, 研究代表者 (川端)

国際学会発表 (著者, 題名, 学会名, 開催地, 開催日, 口頭・ポスターの別)

1. Okamoto A., Yamada R., Tanaka H., Saishu H., Watanabe N., Tsuchiya N., Preferential flow paths developed by mineral dissolution and precipitation in a fracture under hydrothermal conditions. 12th Internal national Workshop on Water Dynamics, 315 March, 2016. (invited)
2. Saishu H., Okamoto A., Tsuchiya N., The role of silica precipitation in the permeable-impermeable boundary within the Earth's crust. World Geothermal Congress, 2015 Australia, 19-25 April. 12.2015. (oral)
3. Morishita, T., Maturing processes of ARC MOHO deduced from the Izu-Bonin and Ophiolites and implications for economic chromitite formations, *The 11nd International Conference for Geosciences*, Riyadh, Saudi Arabia, 12-14.May.2015. (Invited)
4. Fujii M., K. Okino, Near-seafloor Magnetism using AUV URASHIMA at the Tarama and Irabu Hydrothermal Fields, Okinawa Trough, *Third InterRidge Theoretical Institute*, Hangzhou, China, September 25-27 2015. (Poster and Oral presentation)
5. Fujii M., K. Okino, T. Sato, H. Sato, K. Nakamura, ORIGIN OF MAGNETIC HIGHS AT ULTRAMAFIC HOSTED HYDROTHERMAL SYSTEMS, *Second Circum-Antarctic Ridges Workshop*, Incheon, Korea, October 12-15 2015. (Poster presentation)
6. Manabe, K., Sugita, R., Kikkawa, H., Itamiya, H., Kitamura, Y., Preliminary report on the spatial and temporal variation of the soils in a paddy field for forensic examination, *The 122nd Annual Meeting of the Geological Society of Japan*, Nagano, Japan, 11-13.9.2015.(poster)
7. Nakata, R., Kuwatani, T., Okada, M., Hori, T., Geodetic data inversion for spatial distribution of slip under smoothness, discontinuity, and sparsity constraints, *International Meeting on "High-Dimensional Data Driven Science (HD3-2015)*, Kyoto, Japan, 16.12.2015. (poster)
8. Igarashi, Y., Nagata, K., Kuwatani, T., Omori, T., Nakanishi-Ohno, Y., Okada, M., Three Levels of Data-Driven Science, *International Meeting on "High-Dimensional Data Driven Science" (HD3-2015)*, 14 Dec. 2015, Kyoto, Japan. (oral)
9. Kuwatani, T., Nagata, K., Okada, M., Komai, T., Data-Driven Modeling for Geochemical Processes,

AOGS2015, Singapore, 5.8.2015 (poster)

10. Nakata, R., Kuwatani, T., Okada, M., Hori, T., Improvement in reproducibility of spatial distribution of afterslip in geodetic data inversion, *AOGS2015*, Singapore, 5.8.2015 (poster)
11. Nagao, H., Kano, M., Mizusako, S., Suzuki, A., Data-driven approaches beneficial to data assimilation in earthquake researches, 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Prague, Czech Republic, Jul. 1, 2015. (oral)
12. Nagao, H., Lasso-based imaging of ground motions in the Tokyo metropolitan area excited by large earthquakes, The 24th South Taiwan Statistics Conference and 2015 Chinese Institute of Probability and Statistics Annual Meeting, Changhua, Taiwan, Jun. 27, 2015. (oral)
13. H. Iwamori, H. Nakamura, and M. Yoshida, East-west mantle geochemical hemispheres and its implications for a coupled supercontinent-mantle-core dynamics, 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Prague Congress Centre, Prague, Czech Republic, Jun. 22-Jul. 2, 2015. (oral)
14. T. Churikova, B. Gordeychik, H. Iwamori, H. Nakamura, O. Ishizuka, T. Nishizawa, S. Haraguchi, K. Yasukawa, T. Miyazaki, B. Vaglarov, K. Ueki, C. Toyama, Q. Chang, J.I. Kimura, (2015) Geology, petrology and geochemistry of the Tolbachik volcanic massif, Kamchatka, Russia, IUGG , Prague 2015/6/22-7/2 (poster)

国内学会発表（著者、題名、学会名、開催地、開催日、口頭・ポスターの別）

1. 福島孝治, 岡本敦, 桑谷立, 大森敏明, 近似的ベイズ計算による岩石-水相互作用における表面積モデル選択”, 日本物理学会 第 71 回年次大会（2016 年）, 仙台, 2016 年 3 月 19 日-22 日. ポスター
2. 大森敏明, 桑谷立, 岡本敦, 福島孝治, 岩石-水相互作用を支配する不均質反応ダイナミクスの統計的推定, 日本物理学会 第 71 回年次大会（2016 年）, 仙台, 2016 年 3 月 19 日-22 日. 口頭
3. 大森敏明, 桑谷立, 岡本敦, 福島孝治, 不均質反応を支配する非線形ダイナミクスのベイズ解析～岩石形成ダイナミクスの理解に向けて～, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2015 年 5 月 27 日. 口頭
4. 岡本敦・山田稜・田中寛人・最首花恵・土屋範芳, シリカ溶解・析出によるき裂閉塞と透水率変化、地球惑星科学連合大会、千葉、2015 年 5 月 25 日. 口頭
5. 田中寛人・岡本敦・渡邊則昭・土屋範芳, き裂の鉱物溶解に伴う空隙構造変化と透水率減少、地球惑星科学連合大会、千葉、2015 年 5 月 27 日. ポスター
6. 田中寛人・岡本敦・渡邊則昭・土屋範芳, 高温-封圧下における花崗岩き裂の溶解による透水率と間隙構造変化、日本地質学会、長野、2015 年 9 月 11 日. 口頭
7. 岡本敦・山田稜・最首花恵・土屋範芳、岩石～水相互作用によるき裂閉塞と流体圧振動、日本地熱学会、大分、2015 年 10 月 21 日. 口頭
8. 最首花恵・岡本敦・土屋範芳, 世界の深部掘削井の透水-不透水境界とシリカ溶解度特性、日本地熱学会、大分、2015 年 10 月 21 日. 口頭
9. 最首花恵・岡本敦・土屋範芳, 深部掘削データから見える地熱地帯のシリカ溶解度の特性、地球惑星科学連合大会、千葉、2015 年 5 月 25 日. 口頭
10. 岡本敦・清水博之, 加水反応において形成するフラクチャーパターン：表面反応速度 vs. 流体移動速度、日本地質学会、長野、2015 年 9 月 11 日. 口頭

11. 大柳良介、岡本敦、土屋範芳、水熱実験による地殻-マントル境界における交代作用。地球惑星科学連合大会、千葉、2015年5月25日。ポスター
12. 大柳良介、岡本敦、土屋範芳、水熱実験によるかんらん石-斜長石系における熱水変質過程。地球惑星科学連合大会、東京、2015年5月25日。口頭
13. 上木健太、主成分分析を用いた東北日本仙岩地域のマグマ分化プロセスの解析、日本地球惑星科学連合大会、千葉、2015年5月28日、口頭
14. Morishita, T., Morgan, J.P., Fujie, G., Abe, N., Ono, S., Investigation into hydrology along bending-induced faults by off-Tohoku incoming plate sampling, 日本地球惑星科学連合大会、千葉、2015年5月27日。口頭
15. Kelemen, P.B., 森下知晃, オマーンオフィオライト陸上掘削計画, 日本地球惑星科学連合大会、千葉、2015年5月24日。口頭
16. 森下知晃, 仙田量子, 曾田祐介, 伊藤加寿也, 中村謙太郎, 熊谷英憲, 沖野郷子, 佐藤暢, インド洋中央海嶺の深海性かんらん岩: マントルの不均質性と海洋プレート形成への影響, 日本地球惑星科学連合大会、千葉、2015年5月24日。口頭
17. Fujii M., K. Okino, H. Sato, N. Kentaro, T. Yamazaki, Variation in magnetic properties of serpentinized peridotites from Yokoniwa Rise in Central Indian Ridge, 日本地球惑星科学連合大会、千葉、2015年5月24日。口頭
18. Fujii M., K. Okino, Deepsea Magnetism on Tarama and Irabu Hydrothermal Fields, 日本地球惑星科学連合大会、千葉、2015年5月27日。口頭
19. 藤井昌和, 沖野郷子, 佐藤暢, 佐藤太一, 中村謙太郎, 山崎俊嗣, 多様な深海底蛇紋岩から明らかになった蛇紋岩化反応における磁鉄鉱の挙動, 第138回地球電磁気・地球惑星圏学会 総会および講演会, 東京 2015年10月31日。口頭
20. 藤井昌和, 沖野郷子, 佐藤暢, 佐藤太一, 中村謙太, 超マフィック型海底熱水系における高磁化帯の起源, 第138回地球電磁気・地球惑星圏学会 総会および講演会, 東京 2015年11月2日。ポスター
21. 上木 賢太, 主成分分析を用いた東北日本仙岩地域のマグマ分化プロセスの解析, 日本地球惑星科学連合大会、千葉、2015年5月28日、口頭
22. 長谷川亮太, 福地里菜, 山口飛鳥, 北村有迅, 断層運動と化学組成分布の関係 ―延岡衝上断層ボーリングコアの例―, 日本地質学会西日本支部例会, 熊本, 2016年2月20日。ポスター
23. 眞邊健人, 杉田律子, 吉川ひとみ, 板宮裕美, 北村有迅, 田圃の土壌における時空間的均質性の評価に関する地質学的研究, 日本地質学会西日本支部例会, 熊本, 2016年2月20日。ポスター
24. 学会第122年学術大会, 長野, 2015年9月11日。ポスター
25. 長谷川亮太, 福地里菜, 山口飛鳥, 北村有迅, 延岡衝上断層ボーリングコア中の断層帯の化学組成分布について(予報), 日本地質学会第122年学術大会, 長野, 2015年9月11日。ポスター
26. 桑谷立, 永田賢二, 赤穂昭太郎, 岩森光, マルコフ連鎖モンテカルロ法による化学組成データプロセッシング, 資源・素材学会 平成28(2016)年度 春季大会, 東京 2016年3月28日。口頭
27. 福島孝治, 岡本敦, 桑谷立, 大森敏明, 近似的ベイズ計算による岩石-水相互作用における表面積モデル選択”, 日本物理学会 第71回年次大会(2016年), 仙台, 2016年3月19日-22日。ポスター
28. 大森敏明, 桑谷立, 岡本敦, 福島孝治, 岩石-水相互作用を支配する不均質反応ダイナミクスの統計的推定, 日本物理学会 第71回年次大会(2016年), 仙台, 2016年3月19日-22日。口頭
29. 中田令子, 桑谷立, 岡田真人, 堀 高峰, 疎性モデリングを用いたすべり分布のインバージョン, 日

本地震学会秋季大会，神戸，2015 年 10 月 27 日．ポスター

30. 桑谷立，永田賢二，赤穂昭太郎，岩森光，化学組成分布データからの地球科学プロセス逆推定，資源・素材 2015（松山），松山，2015 年 9 月 9 日．口頭
31. 桑谷立，津波堆積物のデータ駆動型解析，スパースモデリングが生み出す自然科学ビッグデータ革命／新学術領域「疎性モデリング」公募説明会，徳島，2015 年 9 月 14 日．口頭
32. 桑谷立，永田賢二，岡田真人，駒井武，地球惑星科学へのデータ駆動アプローチ，日本地球惑星科学連合大会，千葉，2015 年 5 月 27 日．口頭
33. 岡本敦，桑谷立，大森敏明，福島孝治，溶液中の多形鉱物の核形成の経路に関するミクロなモデル，日本地球惑星科学連合大会，千葉，2015 年 5 月 27 日．口頭
34. 宇野正起，桑谷立，上木賢太，海洋玄武岩全岩組成への主成分分析の適用とその定量的理解： ココスプレート海洋底変質玄武岩の例，日本地球惑星科学連合大会，千葉，2015 年 5 月 27 日．口頭
35. 中村謙吾，桑谷立，川辺能成，駒井武，名取川流域における因子分析を用いた重金属類の分布メカニズムの解明，日本地球惑星科学連合大会，千葉，2015 年 5 月 27 日．口頭
36. 大森敏明，桑谷立，岡本敦，福島孝治，不均質反応を支配する非線形ダイナミクスのベイズ解析～岩石形成ダイナミクスの理解に向けて～，日本地球惑星科学連合大会，千葉，2015 年 5 月 27 日．口頭
37. 中田令子，桑谷立，岡田真人，堀高峰，疎性モデリングを用いた余効すべりのインバージョン，日本地球惑星科学連合大会日，千葉，2015 年 5 月 27 日．口頭
38. 駒井武，桑谷立，地球科学研究における統計数理手法の活用と展開，日本地球惑星科学連合大会，千葉，2015 年 5 月 27 日．口頭
39. 長尾大道，加納将行，石川大智，首都圏地震動イメージング ～レプリカ交換モンテカルロ法による地震動と地下構造の同時推定～，2015 年度 スパースモデリング公開シンポジウム，神戸大学総合研究拠点 コンベンションホール，2016 年 3 月 7 日．口頭
40. 佐野文音，中村仁美，小宮剛，横山哲也，宇野正起，木村純一，常青，岩森光 (2015) Compositional diversity of Archaean mantle estimated from Sr and Nd isotopic systematics of basaltic rocks in North Pole area and Isua Supracrustal Belt（ノースポール地域とイスア表成岩帯の玄武岩の Sr、Nd 同位体体系から推定される太古代マントルの組成多様性），JPGU, 2015/5/24-28, 幕張メッセ（ポスター）
41. 西澤達治，中村仁美，Churikova Tatiana, Boris Gordeychik, 石塚治，岩森光 (2015) Slab-mantle thermal structure beneath northeast Kamchatka Peninsula constrained from high-Mg basalts and andesites (高 Mg 玄武岩—安山岩から制約するカムチャツカ北東部のスラブとマントルの温度構造)，JPGU, 2015/5/24-28, 幕張メッセ（口頭）
42. 岩森 光，中村 仁美，吉田 晶樹，田中 聡，中川 貴司，中久喜 伴益 (2015) 地球内部の東西半球構造とグローバルダイナミクス (East-west hemispherical structures in the Earth and their implications for global dynamics)，日本地球惑星科学連合 2015 年大会，幕張メッセ国際会議場，千葉，2015 年 5 月 24-28 日 (05/26)．（口頭）
43. 藤永公一郎・荒木修平・稗田裕樹・中村謙太郎・加藤泰浩・谷水雅治・清水徹・町田嗣樹・中村仁美・岩森光 (2015) Pb-Nd isotopic compositions of Toyoha polymetallic vein-type deposit, Hokkaido, Japan: quantification of the contribution of slab fluids Pb-Nd 同位体比組成に基づくスラブ起源流体の豊羽鉱床形成への寄与の定量化，日本地質学会第 122 年学術大会（長野大会）2015/9/11-13 信州大学長野キャンパス（口頭）
44. 森 康則，中村仁美，常 青，谷水雅治，仲井 涼，小林裕基，木村浩之，山本昌宏，西中隆道

- (2015) 三重県中南部域に湧出する多様性に富んだ塩類泉・二酸化炭素泉の分布と主溶存元素組成, 日本温泉科学学会第 68 回大会, 2015/9/9-12, 山形 (口頭)
45. 岩森光・中村仁美・上木賢太・桑谷立 (2015) 地殻内部の鉱床生成場と物理探査手法開発の試み, 日本地質学会第 122 年学術大会 (長野大会) 2015/9/11-13 信州大学長野 (口頭)
 46. 岩森 光, 中村 仁美, 吉田 晶樹, 柳 竜之介 (2015) マントル組成の東西半球構造と全地球ダイナミクス (East-west geochemical hemispheres and whole Earth dynamics), 2015 年度日本地球化学学会第 62 回年会, 横浜国立大学, 横浜, 2015 年 9 月 16-18 日 (口頭)
 47. 中村仁美, 千葉紀奈, 常青, 中井俊一, 風早康平, 岩森光 (2015) 有馬温泉水の希土類元素から探る深部流体上昇過程 2015 年度日本地球化学学会第 62 回年会, 横浜国立大学, 横浜, 2015 年 9 月 16-18 日 (口頭)
 48. 西澤達治, 中村仁美, 岩森光, Churikova T., Gordeychik B., 石塚治 (2015) カムチャッカ北東端の単成火山の成因, 日本火山学会秋季大会, 富山, 2015/9/27-10/2 (口頭)
 49. 中村仁美, 千葉紀奈, 常青, 森川徳敏, 風早康平, 岩森光 (2015) 紀伊半島における有馬型温泉水の上昇過程: REE 組成からの制約, 日本鉱物科学会年会, 東京大学, 2015 年 9 月 25-27 日 (口頭)
 50. 谷水雅治, 仲井涼, 小林裕基, 森康則, 木村浩之, 常青, 中村仁美 (2015) $\delta^{11}\text{B}$ — $\delta^7\text{Li}$ 値からみた三重県温泉水の地球化学的特徴, 2015 年度日本地球化学学会第 62 回年会, 横浜国立大学, 横浜, 2015 年 9 月 16-18 日 (ポスター)
 51. 岩森光, 中村仁美, 上木賢太, 渡辺了 (2015) 地殻内流体のマッピング, 2015 年度日本地球化学学会第 62 回年会, 横浜国立大学, 横浜, 2015 年 9 月 16-18 日 (ポスター)
 52. 常青, 中村仁美, 岩森光 (2015) Interferences of Ba induced molecular ions in solution ICP-MS and their correlation for direct determination of REEs in geothermal waters, 2015 年度日本地球化学学会第 62 回年会, 横浜国立大学, 横浜, 2015 年 9 月 16-18 日 (ポスター)
 53. 窪田安打・竹下 徹, 四国西部, 中央構造線沿いに分布する断層群の地質構造と古第三紀の運動像の検討. 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2015 年 5 月 24 日, 口頭.
 54. 荒井 駿・竹下 徹, 三重県松阪市飯高町月出における中央構造線に沿う断層岩の解析. 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2015 年 5 月 27 日, ポスター.
 55. 竹下 徹・金子由実・荒井 駿, 断層帯はどのように成長するのか?: 天然断層岩の観察からの知見. 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2015 年 5 月 28 日, 口頭.
 56. 金子由実・竹下 徹・重松紀生・藤本光一郎, 三重県中央構造線沿いのカタクレーサイト化に伴う流体を介した元素移動. 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2015 年 5 月 28 日, 口頭.
 57. 竹下 徹・荒井 駿・金子由実, 断層構造の発展と地殻の強度低下: 微細構造および物質移動解析からの考察. 日本地質学会第 122 年学術大会, 長野, 2015 年 9 月 12 日, 口頭.
 58. 岡本あゆみ・A. R. Niemeijer・C. J. Spiers・竹下 徹・合地信夫, 高压型変成岩中に認められるアクチノ閃石・緑泥石集合体の摩擦特性. 日本地質学会第 122 年学術大会, 長野, 2015 年 9 月 12 日, 口頭.
 59. 窪田安打・竹下 徹, 四国西部, 中央構造線沿いのドロマイト質片岩の地質構造から見た古第三紀の運動像の検討. 日本地質学会第 122 年学術大会, 日本地質学会, 長野, 2015 年 9 月 12 日, 口頭.

学生指導等

卒業論文指導：2名（鹿児島大）、3名（金沢大）、1名（東北大）、2名（北海道大）

修士論文指導：1名（金沢大）、2名（東北大）、2名（北海道大）

博士論文指導：2名（東北大）

研究生受け入れ：1名（JAMSTEC）

その他

【学会セッション主催】 AOGS2015-IG20: Data-driven Modeling in Geoscience, 5 Aug. 2015, AOGS2015, Singapore

【学会セッション主催】 S-IT05 : Hard-Rock Drilling: Present and Future, 日本地球惑星科学連合大会 2015, 幕張メッセ, 2015 年 5 月 26-27 日,

【学会セッション主催】 M-TT40 : 地球惑星学データ解析の新展開：データ駆動型アプローチ（データ駆動地球惑星科学）, 日本地球惑星科学連合大会 2015, 幕張メッセ, 2015 年 5 月 27 日,

【学会セッション主催】 S-GC60 流体と沈み込み帯のダイナミクス, 日本地球惑星科学連合大会 2015, 幕張メッセ, 2015 年 5 月 25 日,

【学会セッション主催】 S-CG57: 変動帯の構造・進化とダイナミクス, 日本地球惑星科学連合大会 2015, 幕張メッセ, 2015 年 5 月 27-28 日.

【学会セッション主催】 「資源探査と大規模データプロセッシング」 資源・素材 2015（松山）, 愛媛大学, 2015 年 9 月 9 日

【シンポジウム主催】 東北大 AIMR－新学術領域研究「疎性モデリング」合同シンポジウム（兼）公募説明会「数学との連携により見えてきたブレークスルーの萌芽」, 東北大学原子分子材料科学高等研究機構, 2015 年 9 月 30 日

【シンポジウム主催】 スパースモデリングが生み出す自然科学ビッグデータ革命／公募説明会, 徳島大学工業会館 2015 年 9 月 14 日

【新聞報道】 宇宙や津波, 数学で迫る一歩ないデータで「本質」解析－, 日本経済新聞朝刊, 2015 年 5 月 3 日

【テレビ】 情報科学の名探偵！ 魔法の数式スパースモデリング, NHK Eテレ サイエンス ZERO, 2015 年 8 月 23 日

【教育関係プログラム主催】 平成 27 年度 トップランナーとの協働教育機会拡大支援事業「A：先導型」（略称：H27 トップコラボ A）, トライアル北海道サマーインスティテュート, 北海道大学および上川支庁勇払郡占冠村, 2015 年 8 月 19 日－9 月 8 日.