

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2011～2015

課題番号：23224012

研究課題名(和文)大陸成長史と構造浸食：第二大陸の成長とマントルダイナミクス

研究課題名(英文)Growth of the second continent and mantle dynamics: Insights from a history of continental growth and tectonic erosion

研究代表者

丸山 茂徳 (Maruyama, Shigenori)

東京工業大学・地球生命研究所・特命教授

研究者番号：50111737

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 162,900,000円

研究成果の概要(和文)：過去の構造浸食の定量的評価や花崗岩地殻の生成機構や形成量の定量化をもとに、表層の10倍以上に相当する第二大陸がマントル遷移層に存在することを実証した。そして、第二大陸の自己発熱効果による超大陸の離合集散の運動史を18億年前に遡り解明し、第三大陸(崩落した原初大陸、とりわけKREEP玄武岩)は、D層の中の主要構成成分であることを強く示唆する証拠を得た。最後に、大陸三層モデルと地球史を組み合わせたモデルを提案し、第二大陸の成長を含む地球のマントルダイナミクスの体系を整えた。このモデルによって、これまでの対流数値計算では説明できなかった、液体核の形成史などの研究に新たな方向を示した。

研究成果の概要(英文)：This research demonstrates the presence of the second continent in the mantle transition zone, equivalent to ten times the volume of the continent. This is based on the quantitative evaluation of tectonic erosion through time and both the growth mechanism of granitic crust and quantification of its generation also through time. Furthermore, we revealed the history of dispersion and amalgamation of the 1.8 Ga supercontinent by radioactive heat effect of the third continent, and obtained evidence which strongly indicates that the third continent (fallen primordial continent, particularly KREEP basalt) is the main constituent of the "D" layer. Lastly, we proposed the model combining the three-layer model and the Earth history to systematize the mantle dynamics including that of the second continent. This model is to steer the research regarding the mechanism to generate the liquid core, which has not been unraveled by numerical computation of Earth's convection, in a new direction.

研究分野：地質学的手法に基づく地球生命史

キーワード：花崗岩質大陸地殻 構造浸食 沈み込み帯 マントルダイナミクス 第三大陸 原初大陸 大陸三層モデル

1. 研究開始当初の背景

申請者は、日本列島の構造発達史を研究してきた。その結果、日本列島の形成過程では、現在の日本列島の質量の4倍に達する大陸地殻物質が構造浸食によりマントルに運ばれたことが明らかになった (Isozaki et al., 2010, *Gondwana Res.*)。また、伊豆小笠原弧も大部分が付加せず、本州弧下に沈み込んでいることが判明した (Yamamoto et al., 2009 *Gondwana Res.*)。さらに西南日本弧の下には、九州パラオ海嶺、沖の大東海嶺、奄美海嶺といった、白亜紀から中新世にいたる海洋内弧状列島が、すべてマントルに沈み込みつつあり、付加体の一部としてとりこまれることはないということもわかった。

予察的な理論計算によれば、沈み込んだ花こう岩質岩は、マントル遷移層下部に滞留して、『第二大陸』と呼ぶべき層を形成している可能性が高く (Komabayashi, 2009 *Gondwana Res.*; Kawai et al., 2009 *Gondwana Res.*)。その量は表層大陸の少なくとも10倍に達すると考えられる。もし第二大陸が相当量存在しているならば、花こう岩質物質はマントル物質とは異なる地震波速度と圧力-温度一体積 (P-T-V) 関係を持ち、また、放射性熱源となり得る。これは、マントル物質のみを想定して行われてきた地球内部構造モデルや物質循環に関するモデルの再検討を要し、地球史研究における大問題かつ新展開を招くものであると考えた。

2. 研究の目的

大陸成長史と構造浸食の関係から、第二大陸の成長ならびにマントルダイナミクスを明らかにすることが本研究の目的である。

3. 研究の方法

具体的には、以下の6つの方法によって研究を進める。世界の太平洋型造山帯の表層地質から大陸地殻生成と構造浸食の歴史を読み取る。構造浸食により沈み込んだ大陸地殻物質 (= 第二大陸) のマントル内における挙動を高圧実験により見積る。地震波トモグラフィによる探査をもとに第二大陸の分布を明らかにする。花こう岩質物質は放射性熱源になりうるため、これを含めたマントルダイナミクスの再検討を、主にジルコンを用いた地球化学・同位体化学的手法によりモデル計算を行う。地球史を通じた花こう岩質岩の成因についての再検討を行う。

4. 研究成果

(1) 第二大陸の存在の実証

花こう岩質表層大陸の10倍以上の大陸地殻がマントル遷移層に存在

花こう岩質地殻の密度は 2.6g/cm^3 であり、マントル密度の 3.5g/cm^3 に比べて極めて小さい。このため、花こう岩地殻が形成された後は永久に地表に安定に存在し続けると考えられてきたが、本提案は、この常識的科学観を

根底から覆した。証明の手法は、現在進行中の島弧沈み込みと構造侵食の観察事実、そのメカニズムの物理的解析、マントル遷移層に沈み込んだ花こう岩物質の分布と量の観測、である。これら3つの手法を駆使することによって、『第二大陸』の概念が実証され、さらに、地球史を通じたマントルダイナミクスと大陸進化モデルが明らかになりつつある。

本研究によって、マントル遷移層の下部 (520-660 km 深度) に、地殻上部の花こう岩の総量の7倍に達する花こう岩物質が存在することが、地震波の速度平均 (PREM) から導かれた (Kawai et al., 2013)。超高压実験と第一原理計算によると、300 km 深度以深から遷移層上部 (410-520 km) にかけての 220 km の厚さのマントル内部にも第二大陸が漂移していると予測され、また、下部マントルの最上部 (660-800 km) では、マントルと花こう岩質岩石の密度が極めて近いので、この領域にも第二大陸の一部が、量的には少ないかもしれないが、存在すると考えられる。従ってマントル内部に滞留する花こう岩質物質の総量は表層の大陸地殻量の10倍を超えて存在するのは確実だと推定される。このことは、世界的な不整合 (30, 26-25, 19-18, 10-6 億年前) 直上の砂岩から分離抽出したジルコンの年代頻度分布曲線と、世界の主要 23 河川のジルコン年代頻度分布曲線の総まとめの結果でもサポートされており (Sawada et al., in press)、太古代全体を通じて生成された花こう岩地殻が 90% 以上マントルに消失したことを示唆している。

丸山他 (2013) の予察的モデルを定量的に発展させ、太平洋・大西洋・インド洋直下には第2大陸はないが、アジア東部とフィリピン海直下に集中して産し、さらに、中南米、アフリカ大陸、ヨーロッパ大陸直下にもみられるとする予察的結果を得た (Maruyama et al., in prep)。

花こう岩地殻の生成機構の地球史を通じた変化の定量化

川砂ジルコンに基づき、花こう岩地殻生成率を定量的に見積もる方法を確立し、予察的な結果を得た。それによると、太古代ではスラブの部分融解が卓越し、27 億年前からアルカリ花こう岩が少量だが生成し始めた。島弧下部地殻の部分融解は6億年前以降で、花こう岩質堆積岩の部分融解は古生代以降、マントルウエッジの部分融解と結晶分化作用は島弧マントルが含水化した10億年前以降に限られることが判明した。そして、川砂ジルコンの酸素同位体と微量元素組成を組み合わせることによって、花こう岩の起源を区別する手法を確立した (Suzuki et al., 準備中)。

(2) 第二大陸の自己発熱効果

マントル遷移層で花こう岩質物質が重力的に安定化すると、第二大陸は、超大陸の分裂

を起こすマントル対流の熱源となる。Senshu et al., (2008)は、予察的な計算に基づいて、超大陸の離合集散の原動力を第二大陸の放射性元素発熱とするモデルを定性的に論じたが、更に詳しい計算に基づいて、超大陸の分裂と移動、及び再融合した超大陸の運動史を18億年前に遡り、第二大陸の発熱効果で解説した(千秋・Santosh, 2011)。

一方で、花こう岩質物質は周囲のマントルに比べて約400倍のウラン・カリウム・トリウムを含有するので、約1億年で100-150の温度上昇が期待され、マントル遷移層の底ではメジャライトの安定領域が広がる。マントルダイナミクスにおけるこの相転移の効果を考えるために数値計算のコードに改良を加え、遷移層(400-700km深度)の空間解像度を高め、メジャライト相への相転移がマントルダイナミクスに大きく影響することを定量的に示した(Ichikawa et al., in prep)。

(3) 過去の構造浸食の定量的評価

日本列島の地質図、及び、地質構造発達史から、過去6億年間のプレート沈み込み史のうち、付加体の形成時間は全体の1/3に過ぎず、残りの2/3は付加体が欠如する時代であることが判明した(丸山他, 2011, 2012)。造山帯の構造発達史の中に構造浸食を組み込んだ研究例は前例がなく、構造発達史における世界の先駆けとなるもので、学術的影響は大きい。我々は日本列島地質構造発達史の特集号を地学雑誌に組み、その中で、構造浸食を取り上げ、現在の日本列島の大陸地殻の5倍の大陸地殻が過去5億年に生産されたが、4倍の花崗岩地殻が構造浸食でマントル深部へ消失したことを明らかにした(丸山他, 2011; 鈴木他, 2011)。

さらに、そのような間欠的構造侵食の存在が全世界で普遍的であったかどうかを調べるために、スコットランドならびにイングランドへ手法を応用し、それぞれの地域において、日本列島同様に構造侵食による大陸地殻の消失が、大規模に起きたことを明らかにした。

一方で、6億年前以前における川砂ジルコンの研究と地球史における造山帯の量的変化曲線の差から約15-6億年前に大規模構造浸食が起きたことが明らかとなった。さらに、付加体の形成期は、中央海嶺の沈み込む時代(<20 Ma)と正の相関関係を示し、逆に20Maよりも古いスラブが沈み込む場合は構造侵食が卓越することがわかった。

(4) 第三大陸の見積もり

マグマオーシャンの固化直後、広大な原初大陸が地表を覆い、そこで生命の前駆的の化学進化が進み、地球生命が誕生したと思われる。第一原理計算から、この原初大陸はマントル最下部に40億年前までに崩落し蓄積したことが予測される。マントル最下部での鉱物組

み合わせから推測される地震学的特性や物性から、原初大陸がD層の中の主要構成成分であることを検証した。ただし、それは、アノソサイトよりもKREEP岩が卓越していると予想される。

(5) 大陸三層モデルが導くマントルダイナミクスと地球史

基盤S研究で提唱した「大陸三層モデル」の導入によって、これまでの対流数値計算では説明できなかった、現在の月が持つ液体核の存在や、ガニメデの強い磁場の原因がコア直上に崩落したKREEP岩に由来することを示唆した。更に地球のコアの歴史にも大きな示唆を与えた。それは、地球のコアは固体で誕生し、原初大陸(特にKREEP岩)がCMB直上に崩落・集積した結果、42億年前までに現在の磁場強度の少なくとも3分の1程度(Turduno, 2015)の強い磁場を作るほどに固体中心核が融解したことを示唆している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計31件)

- 1) Safonova, I., Biske, G., Romer, R.L., Seltmann, R., Simonov, V., Maruyama, S., 2016. Middle Paleozoic mafic magmatism and ocean plate stratigraphy of the South Tianshan, Kyrgyzstan. *Gondwana Res.* 30, 236-256. DOI: 10.1016/j.gr.2015.03.006, 査読有
- 2) Sawada, H., Maruyama, S., Sakata, S., Hirata, T., 2016. Detrital zircon geochronology by LA-ICP-MS of the Neoproterozoic Manjeri Formation in the Archean Zimbabwe craton- the disappearance of Eoarchean crust by 2.7 Ga? *Journal of African Earth Sciences* 113, 1-11. doi: 10.1016/j.jafrearsci.2015.10.009, 査読有
- 3) Kawai, K., and T. Tsuchiya, 2015. Small shear modulus of cubic CaSiO₃ perovskite, *Geophys. Res. Lett.*, 42, 2718-2726, doi:10.1002/2015GL063446, 査読有
- 4) Kawai, K., and T. Tsuchiya, 2015. Elasticity and phase stability of pyrope garnet from ab initio computation, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 240, 125-131. doi:10.1016/j.pepi.2014.10.005, 査読有
- 5) Arai, T., Omori, S., Komiya, T., Maruyama, S., 2015. Intermediate P/T-type regional metamorphism of the Isua Supracrustal Belt, southern west Greenland: The oldest Pacific-type orogenic belt? *Tectonophysics* 662, 22-39. doi:10.1016/j.tecto.2015.05.020, 査読有
- 6) Kawai, K., T. Tsuchiya, 2015,

- Elasticity and phase stability of pyrope garnet from ab initio computation, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 240, 125-131. doi:10.1016/j.pepi.2014.10.005, 查読有
- 7) Sato, M., Yamamoto, S., Yamamoto, Y., Okada, Y., Ohno, M., Tsunakawa, H., Maruyama, S., 2015. Rock-magnetic properties of single zircon crystals sampled from the Tanzawa tonalitic pluton, central Japan. *Earth Planets and Space* 67. DOI: 10.1186/s40623-015-0317-9, 查読有
 - 8) Suzuki, K., Kitajima, K., Sawaki, Y., Hattori, K., Hirata, T., Maruyama, S., 2015. Ancient oceanic crust in island arc lower crust: Evidence from oxygen isotopes in zircons from the Tanzawa Tonalitic Pluton. *Lithos* 228-229, 43-54. doi:10.1016/j.lithos.2015.04.005, 查読有
 - 9) Safonova, I., Maruyama, S., Litasov, K., 2015. Generation of hydrous-carbonated plumes in the mantle transition zone linked to tectonic erosion and subduction. *Tectonophysics* 662, 454-471. doi:10.1016/j.tecto.2015.08.005, 查読有
 - 10) Safonova, I., Litasov, K., Maruyama, S., 2015. Triggers and sources of volatile-bearing plumes in the mantle transition zone. *Geoscience Frontiers* 6, 679-685. doi: 10.1016/j.gsf.2014.11.004, 查読有
 - 11) Maruyama, S., Sawaki, Y., Ebisaki, T., Ikoma, M., Omori, S., Komabayashi, T., 2014. Initiation of leaking Earth: An ultimate trigger of the Cambrian explosion, *Gondwana Research*, 25, 910-944. doi:10.1016/j.gr.2013.03.012, 查読有
 - 12) Kawai, K., and T. Tsuchiya, 2014. P-V-T equation of state of cubic CaSiO₃ perovskite from first principles computation, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 119, 2801-2809. doi: 10.1002/2013JB010905, 查読有
 - 13) Liu, X., D. Zhao, S. Li, 2014. Seismic attenuation tomography of the Northeast Japan arc: Insight into the 2011 Tohoku earthquake (Mw 9.0) and subduction dynamics. *J. Geophys. Res.* 119, doi:10.1029/2013JB010591, 查読有
 - 14) Ichikawa, H., Kameyama, M., Senshu, H., Kawai, K., Maruyama, S., 2014. Influence of majorite on hot plumes. *Geophysical Research Letters* 41, 7501-7507. doi: 10.1002/2014GL061477, 查読有
 - 15) Huang, Z., D. Zhao, A. Hasegawa, N. Umino, J. Park, I. Kang, 2013, Aseismic deep subduction of the Philippine Sea plate and slab window. *J. Asian Earth Sci.* 75, 82-94. doi:10.1016/j.jseaes.2013.07.002, 查読有
 - 16) Zhao, D., Y. Tian, 2013. Changbai intraplate volcanism and deep earthquakes in East Asia: A possible link? *Geophys. J. Int.* 195, 706-724. doi: 10.1093/gji/ggt289, 查読有
 - 17) Zhao, D., Y. Yamamoto, T. Yanada, 2013. Global mantle heterogeneity and its influence on teleseismic regional tomography. *Gondwana Res.* 23, 595-616. doi:10.1016/j.gr.2012.08.004, 查読有
 - 18) Noguchi, M., Komabayashi, T., Hirose, K., and Ohishi, Y., (2013), High-temperature compression experiments of CaSiO₃ perovskite to lowermost mantle conditions and its thermal equation of state. *Physics and Chemistry of Minerals*, 40, 81-91, doi: 10.1007/s00269-012-0549-1, 查読有
 - 19) Kawai, K., Yamamoto, S., Tsuchiya, T., Maruyama, S., 2013. The second continent: Existence of granitic continental materials around the bottom of the mantle transition zone. *Geoscience Frontiers* 4, 1-6. doi:10.1016/j.gsf.2012.08.003, 查読有
 - 20) Tsuchiya, T., Kawai, K., Maruyama, S., 2013. Expanding-contracting Earth. *Geoscience Frontiers* 4, 341-347. doi:10.1016/j.gsf.2012.11.008, 查読有
 - 21) Zhao, D., T. Yanada, A. Hasegawa, N. Umino, W. Wei, 2012, Imaging the subducting slabs and mantle upwelling under the Japan Islands. *Geophys. J. Int.* 190, 816-828. doi: 10.1111/j.1365-246X.2012.05550, 查読有
 - 22) Zhao, D., T. Arai, L. Liu, E. Ohtani, 2012, Seismic tomography and geochemical evidence for lunar mantle heterogeneity: Comparing with Earth. *Global and Planetary Change* 90, 29-36. doi:10.1016/j.gloplacha.2012.01.004, 查読有
 - 23) Wei, W., J. Xu, D. Zhao, Y. Shi, 2012, East Asia mantle tomography: New insight into plate subduction and intraplate volcanism. *J. Asian Earth Sci.* 60, 88-103. doi:10.1016/j.jseaes.2012.08.001, 查読有
 - 24) Tian, Y., D. Zhao, 2012. P-wave tomography of the Western United States: Insight into the Yellowstone hotspot and the Juan de Fuca slab. *Phys. Earth Planet. Inter.* 200, 72-84. doi:10.1016/j.pepi.2012.04.004, 查読有
 - 25) Tong, P., D. Zhao, D. Yang, 2012. Tomography of the 2011 Iwaki earthquake (M 7.0) and Fukushima

- nuclear power plant area. *Solid Earth* 3, 43-51. doi: 10.5194/se-3-43-2012, 査読有
- 26) 丸山茂徳, 大森聡一, 千秋博紀, 河合研志, Windley, B.F., 2011. 太平洋型造山帯 新しい概念の提唱と地球史における時空分布. *地学雑誌* 120, 115-223. doi:10.5026/jgeography.120.115, 査読有
- 27) 丸山茂徳, 宇都宮敦, 石川晃, 2011. 世界最大のサイズのオントンジャワ海台は約 50%すでにマントルに沈み込み, 残りは西太平洋プレートの表層に残存するが, 上盤側プレートに全体の質量の1%以下しかソロモン諸島付加体に付加していない. *地学雑誌* 120, 1035-1044. doi: 10.5026/jgeography.120.1035, 査読有
- 28) Kuritani, T., Yokoyama, T., Kitagawa, H., Kobayashi, K., Nakamura, E., 2011. Geochemical evolution of historical lavas from Askja Volcano, Iceland: Implications for mechanisms and timescales of magmatic differentiation. *Geochim. Cosmochim. Acta* v.75, p.570-587, doi:10.1016/j.gca.2010.10.009, 査読有
- 29) Chekol, T.A., Kobayashi, K., Yokoyama, T., Sakaguchi, C. Nakamura, E., 2011. Timescales of magma differentiation from basalt to andesite beneath Hekla Volcano, Iceland: Constraints from U-series disequilibria in lavas from the last quarter-millennium flows. *Geochim. Cosmochim. Acta* v.75, p.256-283. doi:10.1016/j.gca.2010.10.001, 査読有
- 30) Zhao, D., Z. Huang, N. Umino, A. Hasegawa, H. Kanamori, 2011. Structural heterogeneity in the megathrust zone and mechanism of the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0). *Geophys. Res. Lett.* 38, L17308. doi: 10.1029/2011GL048408, 査読有
- 31) Zhao, D., S. Yu, E. Ohtani, 2011. East Asia: Seismotectonics, magmatism and mantle dynamics. *J. Asian Earth Sci.* 40, 689-709. doi:10.1016/j.jseaes.2010.11.013, 査読有
- [学会発表](計 30件)
- 1) 丸山茂徳, Research of ultrahigh-pressure metamorphism and its implication to orogeny, mantle dynamics, and thermal and material evolution of Earth, 日本地球惑星科学連合大会, 2016年5月26日, 幕張メッセ(千葉県)(招待講演)
- 2) 河合研志, Waveform inversion for shear wave velocity structure in the lowermost mantle, MISASA VI Misasa International Symposium 2016, 2016年3月8-11日, プランナールみささ(鳥取県)
- 3) 河合研志, A possible new host mineral of large-ion elements in the Earth's deep interior, American Geophysical Union Fall Meeting, 2015年12月14-18日, サンフランシスコ(米国)
- 4) 丸山茂徳, Why the project "The decoding of whole Earth history" was launched in Japan in 1990?, 日本地質学会, 2015年9月13日, 信州大学(長野県)(招待講演)
- 5) 河合研志, Small shear modulus of cubic CaSiO₃ perovskite, 2014 AGU Fall Meeting, 2014年12月15-19日, サンフランシスコ(米国)
- 6) 趙大鵬, 四川 雲南とチベット東縁地域の地下構造と地震火山活動, 日本地震学会 2014年秋季大会, 2014年11月24-26日, 朱白鷺メッセ:新潟コンベンションセンター(新潟県)
- 7) 丸山茂徳, Growth curve of the continental crust and its implication to the thermal evolution of the Earth, 2014 GSA Annual meeting, 2014年10月19-22日, Vancouver Convention center(カナダ)
- 8) 丸山茂徳, When did the plate tectonics start on the Earth, 日本地球惑星科学連合大会, 2014年4月27日-5月2日, パシフィコ横浜会議センター(神奈川県)
- 9) 丸山茂徳, Paleogeography of the Earth; Neoproterozoic, 日本地球惑星科学連合大会, 2014年4月27日-5月2日, パシフィコ横浜会議センター(神奈川県)
- 10) 丸山茂徳, Where had the primordial continent gone?, 日本地球惑星科学連合大会, 2014年4月27日-5月2日, パシフィコ横浜会議センター(神奈川県)(招待講演)
- 11) 丸山茂徳, Birth place of life on the Hadean: The role of primordial continent, Origins 2014, 2014年7月6-11日, 奈良県新公会堂(奈良県)
- 12) 丸山茂徳, 付加体形成と地球内部進化, 日本地質学会, 2014年9月13-15日, 鹿児島大学郡元キャンパス(鹿児島県)(招待講演)
- 13) 丸山茂徳, 冥王代原初大陸の探索方法, 日本地質学会, 2014年9月13-15日, 鹿児島大学郡元キャンパス(鹿児島県)(招待講演)
- 14) 趙大鵬, 日本沈み込み帯の流体と地震, 日本地球惑星科学連合, 2014年4月28日-5月2日, パシフィコ横浜(神奈川県)(招待講演)
- 15) 趙大鵬, 長白山火山とその付近の深発地震との関係, 日本地球惑星科学連合, 2014年4月28日-5月2日, パシフィコ横浜(神奈川県)
- 16) 趙大鵬, Megathrust-zone Heterogeneity and megathrust earthquakes, AOGS 11th annual meeting, 2014年7月28-8月1日, ロイトン札幌ホテル(北海道)
- 17) 河合研志, Role of the second continent, 日本地球惑星科学連合, 2014年4月28日-5月2日, パシフィコ横浜(神奈川県)
- 18) 横山哲也, U-series isotope disequilibrium in subduction zone

- volcanic rocks、MNR2013、2013年7月25-26日、庭のホテル(東京都)
- 19) 丸山茂徳、Three layers model of continents and whole mantle dynamics、日本地球惑星科学連合2013年大会、2013年5月19-24日、幕張メッセ国際会議場(千葉県)
 - 20) 趙大鵬、日本沈み込み帯のP波異方性トモグラフィ、日本地球惑星科学連合2013年大会、2013年5月19-24日、幕張メッセ国際会議場(千葉県)
 - 21) 趙大鵬、Megathrust-zoneの構造不均質と巨大地震の発生機構、日本地球惑星科学連合2013年大会、2013年5月19-24日、幕張メッセ国際会議場(千葉県)
 - 22) 趙大鵬、New mantle tomography of East Asia: Insight into slab subduction and intraplate volcanism、日本地球惑星科学連合2013年大会、2013年5月19-24日、幕張メッセ国際会議場(千葉県)
 - 23) 趙大鵬、Mantle tomography and dynamics of the Western-Pacific subduction zone、日本地球惑星科学連合2013年大会、2013年5月19-24日、幕張メッセ国際会議場(千葉県)
 - 24) 千秋博紀、The effect of subducted granite on the thermal convection of mantle、2012 AGU Fall Meeting、2012年12月3-7日、サンフランシスコ(米国)
 - 25) 丸山茂徳、太平洋型、構造侵食、島弧の沈み込み、第二大陸、及びマントルダイナミクス、日本地質学会第119回年学術大会(大阪会場)、2012年9月15日-17、大阪府立大学(大阪府)
 - 26) 横山哲也、東北日本火山岩の²³⁸U-²³⁰Th放射非平衡、日本地球化学会、2012年9月11-13日、九州大学(福岡県)
 - 27) 大森総一、Eclogites: significance of their prograde P-T paths, and the case of the 1 Ga Glenelg eclogites, Scotland、International Workshop: The Precambrian-Paleozoic rocks of Anglesey and the Lleyn Peninsula: Framework and Tectonic Development、GeoMon、2012年07月25-26日、Anglesey(英国)
 - 28) 丸山茂徳、地球生命の起源と誕生した場所、日本地球惑星科学連合大会、2012年5月20-25日、幕張メッセ(千葉県)(招待講演)
 - 29) 趙大鵬、Multiscale seismic imaging of the Western-Pacific subduction, Fall meeting of American Geophysical Union、2011年、12月9日、サンフランシスコ(米国)
 - 30) 千秋博紀、The effect of subducted granite of the thermal convection of mantle、Fall meeting of American Geophysical Union、2011年12月9日、サンフランシスコ(米国)

[図書](計5件)

- 1) 丸山茂徳、地球史を読み解く、放送大学振興会、2016、256pp
- 2) 丸山茂徳、地球と生命の46億年史、NHK

出版、2016、154pp

- 3) 横山哲也、地球と宇宙の化学事典 日本地球化学会編 朝倉書店(執筆担当: 元素合成モデル、白金元素、同位体存在度、表面電離型質量分析計) 2012、472pp
- 4) 丸山茂徳、Approaching Crisis of Global Cooling and the Limits to Growth: Global Warming Is Not Our Future、Xlibris Corporation、2012、158pp
- 5) Dapeng Zhao、Multiscale Seismic Tomography、Springer、2012、304pp

6. 研究組織

(1) 研究代表者

丸山茂徳 (MARUYAMA, Shigenoi)
東京工業大学・地球生命研究所・特命教授
研究者番号: 50111737

(2) 研究分担者

横山哲也 (YOKOYAMA, Tetsuya)
東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号: 00467028

河合研志 (KAWAI, Kenji)
東京大学・大学院総合文化研究科・助教
研究者番号: 20432007

千秋博紀 (SENSHU, Hiroki)
千葉工業大学・惑星探査研究センター・研究員
研究者番号: 30359202

趙大鵬 (ZHAO, Dapeng)
東北大学・理学研究科・教授
研究者番号: 70304665

大森聡一 (OMORI, Soichi)
放送大学・教養学部・准教授
研究者番号: 90267469

駒林鉄也 (KOMABAYASHI, Tetsuya)
エディンバラ大学・地球科学科・講師
研究者番号: 20444119

(3) 連携研究者

研究者番号: ()