

IODP Exp. 359報告：インド洋・モルディブ周辺海域の炭酸塩およびドリフト堆積物から読み解くモンスーンの進化および海水準変動

Reports of IODP Exp. 359: Sea Level, Currents, and Monsoon Evolution in the Indian Ocean

*井上 麻夕里¹、Pratiwi Santi Dwi²、中國 正寿³、新野 薫⁴、Betzler Christian⁵、Eberli Gregor⁶、Alvarez-Zarikian Carlos⁷、IODP Expedition 359 Scientists⁷

*Mayuri Inoue¹、Santi Dwi Pratiwi²、Masatoshi Nakakuni³、Kaoru Niino⁴、Christian Betzler⁵、Gregor P Eberli⁶、Carlos A Alvarez-Zarikian⁷、IODP Expedition 359 Scientists⁷

1.岡山大学大学院自然科学研究科、2.秋田大学大学院工学資源学研究科、3.創価大学大学院工学研究科、4.山形大学大学院理工学研究科、5.Institute of Geology, CEN, University of Hamburg、6.Department of Marine Geosciences, University of Miami、7.International Ocean Discovery Program, Texas A&M University

1.Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, 2.Graduate School of Engineering and Resource Science, Akita University, 3.Graduate School of Engineering, Soka University, 4.Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University, 5.Institute of Geology, CEN, University of Hamburg, 6.Department of Marine Geosciences, University of Miami, 7.International Ocean Discovery Program, Texas A&M University

米国科学掘削船ジョイデスレゾリューション号による国際深海科学掘削計画（IODP）第359次研究航海が2015年10月～11月の2ヶ月間実施された。本航海では、インド洋北部に位置するモルディブ周辺の新第三紀に相当する海底堆積物から、現在のモンスーンの始まりやその進化過程を海流の変化から解き明かすこと、同時に海水準変動も明らかにすることを目的としている。モンスーンによる風はモルディブを横切る海流の強さや向きに影響を与える。そしてその海流は同時に堆積物をモルディブ諸島の内側であるInner Seaへと運ぶため、流れが弱まるInner Seaではこのように風でコントロールされた海流によって運ばれたドリフト堆積物が堆積している。つまり、このドリフト堆積物の開始時期を調べることでモンスーンシステムの開始時期を推定することができ、堆積物を時系列で調べることでモンスーンの開始から現在までの変動過程を知ることができる。さらに、ドリフト堆積物堆積以前はモルディブの石灰質堆積物は海水準変動によりコントロールされていたと考えられるので、モンスーンの開始以前についての環境変動については、過去のリーフの発達過程を調べることで復元可能である。本発表では、本航海の掘削概要と船上で得られたデータをもとに航海の報告を行う予定である。

キーワード：モルディブ、モンスーン、炭酸塩、海水準変動

Keywords: Maldives, Monsoon, Carbonate, Sea Level Change

IODP Expedition 357: 北大西洋アトランティス岩体掘削による蛇紋岩化作用と海底下微生物活動との関連性の解明

IODP Expedition 357: Atlantis Massif Serpentinization and Life

Früh-Green Gretchen¹, Orcutt Beth², *諸野 祐樹^{3,4}, IODP Exp. 357 Scientists

Gretchen Früh-Green¹, Beth Orcutt², *Yuki Morono^{3,4}, IODP Exp. 357 Scientists

1.ETH Zurich、2.Bigelow Laboratory for Ocean Sciences、3.海洋研究開発機構高知コア研究所、4.海洋研究開発機構海底資源研究開発センター

1.ETH Zurich, 2.Bigelow Laboratory for Ocean Sciences, 3.Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 4.R&D Center for Submarine Resources, JAMSTEC

Serpentinization is a fundamental process that controls rheology and geophysical properties of the oceanic lithosphere and has major consequences for heat flux, geochemical cycles and microbial activity in a wide variety of oceanic and terrestrial environments. International Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 357: Atlantis Massif Serpentinization and Life was conducted by the *James Cook* (Natural Environment Research Council, UK) at the Atlantis Massif on the slow-spreading Mid-Atlantic Ridge, where the Lost City vent field stands near the summit of the ridge, to better understand the role of serpentinization in driving hydrothermal systems, in sustaining microbiological communities, and in the sequestration of carbon in ultramafic rock.

Expedition 357 was the first IODP Expedition to utilize seabed rock drills as a method for acquiring sub-surface core material. During Expedition 357, two seabed rock drills were deployed: the MeBo 70 rock drill from MARUM (Bremen, Germany) and the RD2 rock drill from the British Geological Survey. Although drilling conditions proved challenging, the drills recovered a wide range of lower crustal and upper mantle lithologies with varying degrees of alteration and deformation in the Atlantis Massif. The total length of cores recovered by two seabed drills during Expedition 357 was 57 m after 109 m of total penetration, and with an average core recovery of 53% at nine different sites. We present an overview of the scientific objective, operational performance, and some preliminary information from onboard activities of Expedition 357 including microbiological studies to study the links between serpentinization processes and life that can be supported in low temperature ultramafic hydrothermal systems.

沖縄トラフ熱水活動域における科学掘削：CK16-01掘削同時検層速報

Deployment of logging while drilling at hydrothermal fields in Okinawa Trough: Preliminary results of CK16-01 Cruise

*齋藤 実篤¹、濱田 洋平¹、辻 健²、白石 和也¹、Hsiung Kan-Hsi¹、Eng Chandoeun²、吉本 佳太³、木戸 ゆかり¹、真田 佳典¹、熊谷 英憲¹、野崎 達生¹、石橋 純一郎²、前田 玲奈¹、CK16-01 乗船者一同

*Saneatsu Saito¹, Yohei Hamada¹, Takeshi Tsuji², Kazuya Shiraishi¹, Kan-Hsi Hsiung¹, Chandoeun Eng², Keita Yoshimoto³, Yukari Kido¹, Yoshinori Sanada¹, Hidenori Kumagai¹, Tatsuo Nozaki¹, Jun-ichiro Ishibashi², Lena Maeda¹, CK16-01 Shipboard Party

1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.山口大学

1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2.Kyushu University, 3.Yamaguchi University

A scientific drilling cruise CK16-01 was conducted by D/V Chikyu at the active hydrothermal fields on Iheya-North Knoll and Iheya Minor Ridge in the Okinawa Trough in February-March of 2016, as a part of the Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP). During the former half of the cruise logging while drilling (LWD) was deployed to investigate seafloor stratigraphy and hydrogeology. The long-term monitoring apparatus, "Kuroko-ore cultivation apparatus", was also installed, that is equipped with sensors to monitor the secular variation of pressure, temperature, flow rate, and precipitation weight within the apparatus on artificial hydrothermal vents. In succession to the operations, coring were conducted in the later half of the cruise.

The LWD tools acquire natural gamma ray, resistivity, borehole images, and annular pressure and temperature data. Based on the results from the CK14-04 cruise in 2014 at the Iheya-North Knoll, LWD was useful to identify and characterize the submarine hydrothermal deposits and the LWD survey enhanced the successful recovery of sulfide samples. In this presentation, we report the preliminary results of LWD deployed during the CK16-01 Cruise.

キーワード：沖縄トラフ、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)、掘削同時検層、海底熱水鉱床、伊平屋北海丘、伊平屋小海嶺

Keywords: Okinawa Trough, Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP), Logging While Drilling, Seafloor hydrothermal Deposit, Iheya-North Knoll, Iheya Minor Ridge

海底下高温流体の温度と流体量の推定：掘削同時検層と掘削パラメータからのアプローチ
Estimation of under-seafloor fluid on temperature and volume from the
logging-while-drilling data in an active hydrothermal field

*濱田 洋平¹、斎藤 実篤²、真田 佳典²、正木 裕香²、MOE KYAW²、木戸 ゆかり²、熊谷 英憲²、野崎 達生²、鈴木 勝彦²、前田 玲奈²、CK14-04航海 乗船者一同²、CK16-01航海 乗船者一同²

*Yohei Hamada¹, Saneatsu Saito², Yoshinori Sanada², Yuka Masaki², KYAW MOE², Yukari Kido², Hidenori Kumagai², Tatsuo Nozaki², Katsuhiko Suzuki², Maeda Lena², CK14-04 Cruise member², CK16-01 Cruise member²

1.独立行政法人海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.独立行政法人海洋研究開発機構

1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology Kochi Institute for Core Sample Research,

2.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

In Jul. of 2014 and in Feb. -Mar. of 2016, offshore drillings on Iheya-North Knoll and Iheya minor ridge, Okinawa Trough, were executed as part of Next-generation technology for ocean resources survey, which is a research program in Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP). In these expeditions, logging-while-drilling (LWD) and measuring-while-drilling (MWD) were conducted around Iheya area, including Iheya-North (original) site (C9011 -C9015) and in Iheya-North Aki site (C9016), to investigate spatial distribution of hydrothermal deposit and geothermal fluid reservoir. LWD tools are supplemented by a measurement-while-drilling tool that is located above the LWD tools in the bottom-hole-assembly. In this expedition, arcVISION and TeleScope were integrated as LWD and MWD respectively. The arcVISION obtained physical properties along borehole (resistivity, natural gamma-ray), and the TeleScope collected drilling mechanics data and transferred them to the surface by mud pulse telemetry. Both of these tools included annular pressure-while-drilling (APWD). Annular pressure and temperature were monitored by the APWD to detect possible exceedingly-high-temperature geofluid. In addition, drilling fluid was continuously circulated at sufficient flow rate to protect LWD tools against high temperature (non-stop driller system).

At C9012 and C9016, the arcVISION clearly detected temperature anomaly at 234 meter below the seafloor (mbsf) and 80 mbsf, respectively. Temperature quickly increases at that depth and it would reflect the existence of high-temperature heat source. During the drilling, however, drilling water was continuously circulated at high flow-rate (2600L/min) as stated above. Thus the measured temperature is not exactly in-situ temperature, but the profile of the temperature reflects the temperature variation of each stratigraphic layer of the bore hole.

To investigate the detail of the heat source, such as in-situ temperature and quantity of heat, we performed numerical analyses of thermal fluid and energy-balance assuming injection of high-temperature fluid. We combined pressure loss theory of double cylinders and temperature equation to replicate the fluid flow and its temperature between borehole wall and drilling pipe during the thermofluid injection. As the result, we estimated the temperature and the volume of injected fluid to be 115oC~ and 17.3 m³, respectively (at C9012) from the calculation. This temperature is lower than that of a hydrothermal vent which had been found near the hole (300oC). We will present preliminary results of the calculation for the newest cruise (CK16-01).

キーワード：沖縄トラフ、海底熱水鉱床、戦略的イノベーション 創造プログラム(SIP)、掘削同時検層

Keywords: Okinawa Trough, Seafloor hydrothermal Deposit, Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP), Logging-while-drilling

脆性-延性境界以深での地熱開発を目指すJBBPの現状

Current status of the Japan Beyond-Brittle Project (JBBP)

*浅沼 宏¹、土屋 範芳²

*Hiroshi Asanuma¹, Noriyoshi Tsuchiya²

1.産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター、2.東北大学・大学院環境科学研究科

1.AIST, 2.Tohoku Univ.

A team of Japanese geothermal researchers have initiated a Japan Beyond-Brittle Project (JBBP) which aims to realize commercial geothermal power generation using the engineered geothermal systems (EGS) technologies in the brittle-ductile transition (BDT) in 2011. Because the geothermal energy has advantages in environmental burden, energy security and stability, the government of Japan expects drastic increase of geothermal power generation as an output of the JBBP and funded for drawing of a roadmap up to 2050 to generate several GW of power from the BDT. The authors made a one year investigation to identify scientific and technological key breakthroughs and planned a series of national project to achieve goal as described in the presentation

キーワード：JBBP、地熱発電

Keywords: JBBP, Geothermal power generation

掘削コアの長さ と掘削孔の深度との関係 - IODP Exp. 346 U1425・U1427を例として
Relationship between the length of drilled core and the depth of drilled hole -Examples
from IODP Exp. 346 U1425 and U1427

*入野 智久¹、Lofi Johanna²、烏田 明典³、佐川 拓也⁴、池原 研⁵、黒川 駿介³、多田 隆治³

*Tomohisa Irino¹, Johanna Lofi², Akinori Karasuda³, Takuya Sagawa⁴, Ken Ikehara⁵, Shunsuke Kurokawa³, Ryuji Tada³

1.北海道大学 大学院地球環境科学研究所、2.モンペリエ大学、3.東京大学 大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、4.金沢大学 理工研究域、5.産業技術総合研究所 地質情報研究部門

1.Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2.Universite de Montpellier, 3.Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, 4.Institute of Science and Engineering, Kanazawa University, 5.Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

コア-ロギング-震探データ統合は、ミリメートルからキロメートルスケールにおける地層の物理的性質や物質組成を理解・予測しようとする研究における最終目標である。掘削孔のロギングでは深度方向に連続なデータを、実験室でのコアの分析と地層の物理探査との中間的なスケールで取得することができる。コアの回収率が良い時にはロギングデータは、コアの分析値と相補的に利用・解釈できる。コアの回収率が悪い場合にも、ロギングのデータでコアギャップを埋めるために使える。コアとロギングデータとの対比を確立することは、コアスプライスのコンポジット深度スケールを正しく補正し、層序的なギャップがないかどうかチェックするための重要な第一歩である。

そのためには、コアとロギング両方で得られている物性値とその変動パターンを比較することが行われ、物性値としては通常、自然ガンマ線放射(NGR)、密度、電気抵抗が用いられる。そして一般的に、深度方向のデータ取得密度が高いほど、対比の精度も向上する。IODP Exp. 346の場合では、船上でのデータ取得の解像度は、デジタル画像のRGBで0.5 cm、反射スペクトルで1-5 cm、ガンマ線吸収(GRA)密度で2.5-5 cm、NGRで20 cmである。一方、ロギング時のデータ取得間隔は、FMSで0.25 cm、NGRや密度で4-15 cmとなっている。

よく用いられるNGRによる対比の場合、船上計測されたコアと掘削孔ロギングとの間で、メートルスケールの変動パターン合わせなら可能ということである。従って、センチメートルスケールでのコア-ロギング対比・統合を実現しようとするなら、未固結堆積物なら5 mmの解像度が出せるFMSを利用する必要がある。FMSからは高解像度の比抵抗値プロファイルが得られるので、コア試料に対して丸ごとのままセンチメートル単位で比抵抗値が測定できれば理想的なのだが、IODP Exp.346では行われなかった。本発表では、センチメートルスケールでコアとロギングデータを対比する他の可能性がないか考えて見る予定である。

キーワード：コア-ロギング統合、堆積物物性、IODP346次航海

Keywords: core-log integration, sediment physical property, IODP Expedition 346

台湾南西沖海洋科学掘削計画の概要

Outline of a scientific drilling project offshore SW Taiwan

*山田 泰広¹、林 殿順²、劉 家瑄³

*Yasuhiro Yamada¹, Andrew Tien-Shun Lin², Char-Shine Liu³

1.海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター、2.台湾中央大学、3.国立台湾大学

1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), R&D Center for Ocean Drilling Science (ODS), 2.Dept of Earth Sciences/Institute of Geophysics, National Central University, Taiwan, 3.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan

台湾南西沖海域は南から北に向かってプレート沈み込み帯から大陸衝突帯へと移行するテクトニクス場に位置しており、地質構造形態・流体移動/物質循環・地下生命圏・地震活動/津波災害・海底地すべり・地下エネルギー資源など、様々な観点から注目されている。報告者らはこの海域での科学掘削を目指してIODP提案書を準備しつつある。本報告では、本地域の特徴や提案書の準備状況について報告する。

キーワード：国際深海科学掘削計画、沈み込み帯、大陸衝突

Keywords: IODP, plate subduction, continental collision

An Experiment to Trigger a Moderate Earthquake on a Mid Ocean Transform Fault

*James Mori¹

1. Earthquake Hazards Division, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Increasing fluid pressure in the vicinity of faults has often be observed to induce small earthquakes. Recently, there have been many examples in the US and Europe of earthquakes associated with underground fluid pumping. Also, filling of water reservoirs often produces small earthquakes, and was apparently responsible for causing the larger 1967 Koyna, India (M6.5) and 1975 Oroville, California (M5.7) earthquakes. Induced seismicity is becoming an important science topic with broad societal impacts.

We are proposing an experiment to understand the initiation of earthquakes by inducing seismic events on a shallow fault with water injection. Increasing the fluid pressure near an active fault will reduce normal pressure on a fault and bring it closer to failure, according to the classic Coulomb failure criterion. A study to monitor the water pressure and subsequent triggered earthquakes can help answer some fundamental questions in seismology about the stress levels that cause earthquakes and the physical conditions that are necessary for a large earthquake to occur. By triggering a moderate earthquake we hope to investigate questions related to earthquake initiation and scaling.

- 1) What is the strength of faults during earthquakes?
- 2) Is there an observable earthquake precursory signal? Does it scale with the size of the earthquake?
- 3) What is the size of the stress perturbation needed to trigger seismicity relative to the strength of the fault?
- 4) Does the size of the pore pressure or fluid volume perturbation correlate with the size of the triggered earthquake?

Appropriate sites for such an experiment would be transform faults near mid-ocean ridges, such as Blanco on the Juan de Fuca Ridge and Quebrada, Gofar, or Discovery on the East Pacific Rise. In such settings, shallow moderate (M5 to M6) earthquakes occur at repeating intervals of 5 to 15 years. The hypocenters of strike-slip earthquakes on these faults are shallower than for onshore faults because of the high thermal gradient, and thus are more easily accessible by drilling to depths of a few kilometers. We would like to conduct a water injection experiment at one of these sites a few years before the expected earthquakes recurrence, to try to trigger an early occurrence of a moderate-sized event. In addition, earthquakes in this region are often preceded by foreshock sequences.

A 2 to 3 km deep borehole could be drilled into the hypocentral region of a moderate earthquake. Earthquakes along the transforms occur at shallow depth above the 600 °C isotherm at depths of about 2 to 5 km. Using riser drilling capabilities, water pressurized at various pressures from about 0.001 MPa (about 0.1 psi) to higher values, (possibly 1 MPa, 140 psi) would be pumped into the borehole in order to raise pore pressure in the region of the hypocenter. The upper value for the pumping pressure approaches the values of the static stress drops of the earthquakes.

Keywords: induced earthquakes, earthquake triggering, earthquakes

大深度南アフリカ金鉱山からのM2.0-M5.5の地震発生場の科学掘削計画 (DSeis)

Scientific drilling into seismogenic zones of M2.0 -M5.5 earthquakes in deep South African gold mines (DSeis)

*小笠原 宏^{1,2}、矢部 康男^{1,3}、伊藤 高敏³、van Aswegen Gerrie^{1,4}、Cichowicz Artur^{1,5}、Durrheim Raymond^{1,6,7}、Mori James⁸、Onstott Tullis⁹、Kieft Thomas¹⁰、Boettcher Margaret¹¹、Wiemer Stefan¹²、Ziegler Martin¹²、Janssen Christoph¹³、Shapiro Serge¹⁴、Gupta Harsh¹⁵、Dight Phil¹⁶、ICDP DSeis team

*Hiroshi Ogasawara^{1,2}、Yasuo Yabe^{1,3}、Takatoshi Ito³、Gerrie van Aswegen^{1,4}、Artur Cichowicz^{1,5}、Raymond J Durrheim^{1,6,7}、James J Mori⁸、Tullis C Onstott⁹、Thomas L Kieft¹⁰、Margaret Boettcher¹¹、Wiemer Stefan¹²、Ziegler Martin¹²、Christoph Janssen¹³、Shapiro Serge¹⁴、Harsh Gupta¹⁵、Phil Dight¹⁶、ICDP DSeis team

1.JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力、2.立命館大学、3.東北大学、4.Inst. Mine Seismol., South Africa、5.Council Geosci., South Africa、6.Council Sci. Ind. Res., South Africa、7.Univ.

Witwatersrand, South Africa、8.京都大学、9.Princeton Univ., USA、10.New Mexico Inst. Min. Tech., USA、11.Univ. New Hampshire, USA、12.ETH Zurich, Switzerland、13.GFZ Potsdam, Germany、14.Freie Universität Berlin, Germany、15.Nat. Geophys. Res. Inst., India、16.Univ. W. Australia, Australia

1.JST-JICA SATREPS, 2.Ritsumeikan Univ., 3.Tohoku Univ., 4.Inst. Mine Seismol., South Africa, 5.Council Geosci., South Africa, 6.Council Sci. Ind. Res., South Africa, 7.Univ. Witwatersrand, South Africa, 8.Kyoto Univ., 9.Princeton Univ., USA, 10.New Mexico Inst. Min. Tech., USA, 11.Univ. New Hampshire, USA, 12.ETH Zurich, Switzerland, 13.GFZ Potsdam, Germany, 14.Freie Univ. Berlin, Germany, 15.Nat. Geophys. Res. Inst., India, 16.Univ. W. Australia, Australia

Several times a year, small (M2) mining-induced earthquakes occur only a few tens of meters from active workings in South African gold mines at depths of up to 3.4 km. The source regions of these events are accessible with short boreholes from the deep mines, and provide a very cost-effective method to directly study the earthquake sources. Recently, the largest event (M5.5) recorded in a mining region, took place near Orkney, South Africa on 5 August 2014, with the upper edge of the activated fault being several hundred meters below the nearest mine workings (3.0 km depth). This event has rare detailed seismological data available both from surface and underground seismometers and strainmeters, allowing for a detailed seismological analysis. Drilling into the source area of this earthquake while aftershocks are still occurring will enable important near-field seismological observations as well as a rare opportunity to study possible presence of H₂ that is important for microbiological activity.

We intend to drill several tens of holes into and around seismogenic zones to study the rupture details and scaling of both small (M2.0) and larger (M5.5) earthquakes. An advantage of the relatively low cost of drilling is that multiple holes can be drilled. Past fault zone drilling projects have been limited to 1 or 2 boreholes, severely limiting the ability to resolve spatial variability. The value of the project will be maximized if we combine results from a number of boreholes drilled into the source area of the M5.5 seismogenic zone, and also compare with boreholes in source regions of small earthquakes in other mining horizons. Additionally, the combination of logging, fault sampling, and earthquake monitoring, will be enhanced in some cases by the direct visual observations of exhumed faults, leading to a unique complete picture of the earthquake source.

In seismogenic zones in a critical state of stress, it is difficult to delineate reliably local spatial variations in both the directions and magnitudes of principal stresses (3D full stress tensor). We have overcome this problem and can numerically model stress better, enabling orientations of boreholes that minimize stress-induced damage during drilling and overcoring. We

can also reliably measure the stress tensor even when stresses are as large as those expected in seismogenic zones. Better recovery of cores with less stress-induced damage is also feasible. These studies will allow us to address key scientific questions in earthquake science and deep biosphere activities.

キーワード：南アフリカ金鉱山、地震発生場、科学掘削

Keywords: South African gold mines, Seismogenic zones, Scientific drilling

JTRACK: Tracking Tsunamigenic Slips Across and Along the Japan Trench

JTRACK: Tracking Tsunamigenic Slips Across and Along the Japan Trench

*小平 秀一¹、Sample James²、Strasser Michael³、氏家 恒太郎⁴、Kirkpatrick James⁵、Fulton Patrick⁶、Mori James⁷

*Shuichi Kodaira¹, James C. Sample², Michael Strasser³, Kohtaro Ujiie⁴, James David Kirkpatrick⁵, Patrick M. Fulton⁶, James J. Mori⁷

1.海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター、2.Northern Arizona University、3.University of Innsbruck、4.筑波大学、5.McGill University、6.Texas A&M University、7.京都大学

1.R&D Center for Earthquake and Tsunami Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology,

2.Northern Arizona University, 3.University of Innsbruck, 4.University of Tsukuba, 5.McGill University, 6.Texas A&M University, 7.Kyoto University

Understanding the huge slip and associated devastating tsunami of the 2011 Tohoku-oki earthquake is a high priority challenge for IODP with important societal impacts. A primal objective of JTRACK is to define spatially-varying physical and chemical properties and conditions of the sediments and fluids of the near-trench megathrust that contribute to huge fault displacements and very large tsunamis. Following recommendations from the IODP Science Evaluation Panel and community input at the JTRACK Workshop (May 17-19, 2014, Tokyo), JTRACK focuses on the 2011 Tohoku-oki rupture zone by drilling two transects across the Japan Trench in regions of large and small coseismic slip. We will investigate the detailed geologic structures and rock properties of the fault zone, especially frictional and strength characteristics. Permeability and chemical studies will be used to infer the local hydrological structure and its effect on the earthquake rupture. Combining these observations and using comparisons of similar measurements for areas of high and low slip during the 2011 earthquake, we will try to infer key factors that control the amount of displacement during large earthquakes. In addition, time-dependent observations will be carried out to study fault healing after a large earthquake. These will focus on how the local hydrological and stress conditions change during the few years following the large fault displacement during the earthquake. Based on seismic images as well as associated geophysical data, the two 2-hole transects across the Japan Trench are selected in an area of large slip (>50 m) and smaller slip (1/3~1/2 of the large slip). Each transect has an 'inner trench slope' site mainly targeting the plate boundary fault zone, and an 'input' site seaward of the trench as a reference site.

キーワード：日本海溝、沈み込み帯、地震

Keywords: Japan Trench, Subduction, earthquake

南海トラフ地震発生帯掘削に関わる地震探査データの統合解析

Integration of seismic survey data for deep-sea drilling in Nankai Trough seismogenic zone

*白石 和也¹、木下 正高²、真田 佳典¹、MOE KYAW¹、山田 泰広¹*Kazuya Shiraishi¹, Masataka Kinoshita², Yoshinori Sanada¹, KYAW MOE¹, Yasuhiro Yamada¹

1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所

1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

南海トラフ周辺海域では、地震発生帯の詳細な地殻構造を明らかにするため、多くの地震探査データが取得されてきた。本講演では、熊野灘における地震発生帯深部掘削に関わる、主要な地震探査データに焦点を当て、各種データの持つ特徴や問題点を整理するとともに、今後の深部断層帯掘削に向けた取り組みや課題について述べる。

海底地震計とエアガンを用いた広角反射法探査は、屈折波や広角反射波の解析を基に、広域かつ深部の地殻構造や速度分布の理解に利用されている。一方、受振器の分布密度が低いことから、反射波イメージングに利用される例は少ない。近年の解析技術の発展として、地震波干渉法による反射波イメージング手法の改善、詳細な速度構造推定のためのフルウェーブインバージョン(FWI)の実用化が挙げられる。多重反射波をイメージングに利用することにより、受振器の疎らなOBS探査データから、広域の連続的な反射法断面が得られる。また、OBS広角反射法データはFWI解析に適していることから、詳細な速度構造推定が行われており、掘削地点周辺の物性分布の推定や反射法イメージの改善に寄与することが期待される。

孔内に鉛直に設置された多数の地震計と海上のエアガン発振によるVSP探査は、孔井近傍の詳細な構造把握や物性推定等に利用される。2009年に実施された南海トラフC09孔井におけるVSP探査では、周辺の反射波イメージングのほか、異方性や減衰等の解析が行われている。今後、深部掘削を目指すC02孔井において、孔井周辺および深部断層帯の詳細な反射波イメージング、掘削の前方予測のために、VSP探査が計画されている。現在は、データ取得の仕様策定に向け、数値シミュレーションによる事前検討が行われている。VSP探査の場合、鉛直方向の受振器展長が長い方が有利であるが、実際には掘削孔の条件による制約を受ける。そこで、解析領域を広げたり解析精度を高めるためには、海底や孔井内に設置されているその他の地震計による同時取得データを活用し、統合的な解析が有効になると考えられる。そのため、観測方法の最適化のみならず、新しい解析手法を考案する機会ともなる。

海上エアガン発振とマルチチャンネルハイドロフォンストリーマを用いる海上MCS反射法探査は、掘削対象地域の詳細な地下構造情報を得るために最善の方法である。これまで、2003年に実施された二次元探査では、比較的高密度に設定された多数の調査測線について、高分解能な地震探査断面が広域に得られている。さらに、2006年に実施された調査では、水中多重反射波や黒潮の影響によるノイズの影響を受けながらも貴重な三次元データが取得され、熊野堆積盆や付加体の内部の詳細な断層終曲構造、沈み込む海洋プレートと分岐する断層などの三次元的な構造が明らかにされた。しかしながら、深部掘削を遂行するために欠かせない、熊野堆積盆直下から分岐断層に至る付加体内部の詳細については、十分に地質構造が理解されているとは言えない。深部断層帯掘削の実現のためには、詳細な三次元構造の理解が不可欠である。上記の三次元MCSデータについて、多重反射波抑制や広帯域化処理等の最新のデータ解析技術を用いて再解析を実施することで、速度モデルと地震探査イメージの改善が大いに期待される。その結果は、他の地震探査データの解析へフィードバックされるとともに、新規のVSP探査の最適化や取得データの高度解析にも活かされる。

このように、南海トラフにおいては、OBS探査、MCS探査、VSP探査の各種地震探査データ、さらには海洋科学掘削データが豊富に揃っている。それぞれの観測データや解析結果の特徴を活かし、新しい発見に繋がる統合解析研究の推進が必要である。

キーワード：地震探査、南海トラフ地震発生帯掘削

Keywords: seismic survey, NanTroSEIZE drilling

IODP T-Limit Project: 室戸沖限界生命圏掘削探査プロジェクト

IODP T-Limit Project: Constraining the Temperature Limit of Subseafloor Life in the Nankai Subduction Zone

Kai-Uwe Hinrichs¹、*稲垣 史生²、Verena Heuer¹、諸野 祐樹²、木下 正高³、久保 雄介⁴、The IODP T-Limit Project Team

Kai-Uwe Hinrichs¹、*Fumio Inagaki²、Verena Heuer¹、Yuki Morono²、Masataka Kinoshita³、Yusuke Kubo⁴、The IODP T-Limit Project Team

1.ドイツ・ブレーメン大学MARUMセンター、2.海洋研究開発機構高知コア研究所、3.東京大学地震研究所、4.海洋研究開発機構地球深部探査センター

1.MARUM and Department of Geosciences, University of Bremen, Germany, 2.Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4.Center for Deep Earth Exploration, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Determining factors that limit the biomass, diversity and activity of subseafloor microbial communities is one of the major scientific goals to be addressed by scientific ocean drilling. In the International Ocean Discovery Program (IODP) T-Limit Project, we will drill and core at new boreholes using the drilling vessel *Chikyu* in the immediate vicinity of the Ocean Drilling Program (ODP) Sites 1173 and 1174 off Cape Muroto in the central Nankai Trough, Japan, where anomalously high heat flow regimes observed at both sites result in *in-situ* temperatures up to 110 to 140°C at the sediment-basement interface. While the upper temperature limit of cultured microbes appears well constrained at relatively energy-rich hydrothermal vent systems at around 120°C, it remains unknown in energy-starved sedimentary subseafloor settings but is generally presumed to be lower, and thus expected to be covered by the target sites. Due to their location in the trench outer margin (Site 1173) and landward protothrust zone of the Nankai Trough accretionary prism (Site 1174), the selected sites have different geotectonic and thermal histories that resulted in contrasting biogeochemical modes of hydrocarbon gas production and consumption. During the T-Limit Project, we aim to comprehensively study (1) the factors that control biomass, activity and diversity of sedimentary microbial life in a temperature window that likely encompasses the biotic-abiotic transition, the so-called "biotic fringe", (2) the relationship between geogenic release of water and potential substrates that support microbial activities, and (3) to determine the chemical and physical characteristics of sediments that define habitable conditions for deep subseafloor life.

キーワード：IODP、海底下生命圏、南海トラフ、生命と生命圏の限界、ちきゅう

Keywords: IODP, Deep Subseafloor Biosphere, Nankai Trough, Limits of Life and the Biosphere, Chikyu

ロードハウライズ掘削計画の概要

The Lord Howe Rise (LHR) Drilling Project: tectonics, paleoclimate and deep life on the LHR high-latitude continental ribbon

Hackney Ron¹、山田 泰広²、Grice Kliti³、*黒田 潤一郎²、Whiteside Jessica⁴、Coolen Marco³、稲垣 史生²、Arculus Richard⁵、Müller Dietmar⁶、斎藤 実篤²、西 弘嗣⁷

Ron Hackney¹, Yasuhiro Yamada², Kliti Grice³, *Junichiro Kuroda², Jessica H. Whiteside⁴, Marco J.L. Coolen³, Fumio Inagaki², Richard Arculus⁵, Dietmar R. Müller⁶, Saneatsu Saito², Hiroshi Nishi⁷

1.Geoscience Australia、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.Curtin University、4.University of Southampton、5.Australian National University、6.University of Sydney、7.東北大学

1.Geoscience Australia, 2.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3.Curtin University, 4.University of Southampton, 5.Australian National University, 6.University of Sydney, 7.Tohoku University

ロードハウライズ (LHR) は、白亜紀にオーストラリアから分離した「リボン」と呼ばれるNW-SE方向に長く分布する大陸地殻の断片と考えられている。かつて Gondwana 大陸の一部であったとされるが、現在は沈降してタスマン海の水深1000~3000mに位置するため、その姿は海底地形データやドレッジ試料、深海掘削によるコア試料 (Deep Sea Drilling Project DSDP Leg 21, Sites 207 and 208) などの限られた情報から推察されているに過ぎない。

これまでに得られたデータでロードハウライズの地殻や堆積盆の構造および資源ポテンシャルについて大まかなことが分かっている。しかし、ロードハウライズの地質に関する詳細な知見を得るために、また南西太平洋の広域的な地史を理解するために、ロードハウライズの深部掘削が不可欠である。得られた地質試料には、この地域での1億年以上に渡る気候や地殻変動に関する記録が保存されていると期待できる。これを実現するために、Geoscience Australiaと国立研究開発法人海洋研究開発機構JAMSTECが主体となって国際研究チームを立ち上げ、ロードハウライズで海底下3500mの深部掘削を行って中・新生代の堆積物と基盤岩を回収する計画を立案した。

JAMSTECの地球深部探査船「ちきゅう」によりロードハウライズを掘削するプロポーザル(871-CPP)は2015年10月に国際深海科学掘削計画IODPに提出された。この掘削計画の研究目的は、1) ロードハウライズに代表される大陸地殻リボンが、大陸の進化やテクトニックサイクルの中で果たす役割とその重要性を理解する、2) 南西大西洋で南半球高緯度の新たな古気候・古環境データを得ることで、白亜紀の気候やそれに関連した海洋の生物地球化学的変化をより正確に復元する、3) 1億年間以上の時間スケールでの地下圏生命圏の進化に関する仮説を検証する、の3点である。今回の発表では、この掘削計画の紹介を行う。

キーワード：白亜紀気候、大陸地殻リボン、ロードハウライズ

Keywords: Cretaceous climate, continental crustal ribbons, Lord Howe Rise

伊豆-小笠原-マリアナ弧の前弧玄武岩が背弧側の奄美三角海盆まで広範囲に分布していることを海底掘削により発見—5200万年前に開始したプレートの沈み込みは「自発的沈み込み」だった—
Deep sea drilling at the Amami Sankaku Basin revealed wide distribution of fore-arc basalts across the Izu-Bonin-Mariana Arc: Evidence for spontaneous subduction initiation 52 million years ago

*浜田 盛久¹、Brandl Philipp²、金山 恭子³、草野 有紀⁴、石塚 治⁴、IODP Exp.351 Scientists

*Morihiisa Hamada¹, Philipp A. Brandl², Kyoko Kanayama³, Yuki Kusano⁴, Osamu Ishizuka⁴, IODP Exp.351 Scientists

1.国立研究開発法人海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野、2.GEOMARヘルムホルツ海洋研究センター（キール）、3.鳥取県庁生活環境部山陰海岸世界ジオパーク推進室、4.産業技術総合研究所地質調査総合センター

1.Department of Solid Earth Geochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2.GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Germany, 3.San'in Kaigan Global Geopark Promotion Office, Tottori Prefectural Government, 4.Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, AIST

2014年に、伊豆-小笠原-マリアナ弧において、「島弧進化の総合的理解と大陸地殻成因の解明」を目的として掲げて、国際深海科学掘削計画（IODP）の海底掘削3航海（第350～352次航海）が行われた。その一環である第351次航海では、九州パラオ海嶺の約100km西側に位置する奄美三角海盆の掘削サイトU1438の海底掘削が実施された。奄美三角海盆は、かつて伊豆-小笠原-マリアナ弧と一体であった古島弧である九州パラオ海嶺の背弧側（西側）に位置する海盆である。

奄美三角海盆の周辺には、約1億2000万年前（白亜紀）の島弧火成活動によって形成された大東海嶺群（奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺）があるため、奄美三角海盆の海洋地殻も、伊豆-小笠原-マリアナ弧の火成活動が始まる約5200万年前以前から存在していた可能性が高いと考えられていた。そこで本航海は、奄美三角海盆の海底を掘削することにより、プレートの沈み込みが開始する前から後にかけての一連の過程を解明することを目的として行われた。

第351次航海では、掘削サイトU1438において、水深4711 mの海底から堆積物層を貫通して海底下1461 mで基盤岩に到達し、さらに基盤岩を150 m掘削して、最終的には海底下1611 mまで到達した。微化石を用いた生層序や古地磁気を用いた年代モデルに基づくと、堆積物層の最下部の年代は約5000万年前であることが分かった。このことより、堆積物の下にある海洋地殻を構成する玄武岩類の年代はそれと同時代か、より古いと推定された。掘削サイトU1438で計測された地殻熱流量（73.7 mW/m²）から推定されるリソスフェアの年代（4000万～6000万年前）を考慮すると、海洋地殻の年代は、堆積物層の最下部とほぼ同じ約5500万年前と考えて良く、航海以前に想定されていた約1億2000万年前（白亜紀）よりもはるかに新しい年代を示した。

さらに、採取された玄武岩を化学分析し、世界の海洋底を広く覆う中央海嶺玄武岩の化学組成との比較を行った。その結果、採取された玄武岩は「前弧玄武岩」に似た化学組成を持つことが分かった。前弧玄武岩とは、伊豆-小笠原-マリアナ弧における沈み込み開始期（4800万～5200万年前）に前弧域に噴出した玄武岩で、中央海嶺玄武岩と類似しているものの中央海嶺玄武岩と比較して液相濃集元素に乏しい。奄美三角海盆の海洋地殻が前弧玄武岩であると考えれば、微化石や地殻熱流量によって制約した年代（5100万～6400万年前）とも整合的である。この意外な発見から、奄美三角海盆の海洋地殻は、プレートの沈み込みが始まるはるか前の白亜紀から存在していた中央海嶺玄武岩ではなく、プレートの沈み込みが始まるとほぼ同時に作られた5200万年前の前弧玄武岩の海洋地殻であることが分かった。すなわち、これまで伊豆-小笠原-マリアナ弧の前弧にしかないと考えられていた前弧玄武岩は、当時の背弧側である奄美三角海盆まで広範囲に分布していることが、今回の掘削航海を通じて初めて確認された。このことは、太平洋プレートがフィリピン海プレートの下に沈み込み始めた際、沈み込み帯は引張応力場に置かれており、従来考えられていた以上に広範囲な前弧の拡大が起こり、前弧玄武岩の新しい海洋底ができたことを示唆する。伊豆-小笠原-マリアナ弧の基盤である海洋地殻は、プレートの沈み込み開始以前から存在していた中央海嶺玄武岩ではなく、プレートがマントル内へと

自重によって「自発的に」沈み込むことにより、新たに、しかも広範囲に形成されたと考えられる。第351次航海後、初期の伊豆-小笠原-マリアナ弧の火成活動を調べるため、堆積物層ユニットIIIの上部から下部までの全体（生層序年代は30–40 Ma）から採取したメルト包有物の主要元素および揮発性元素（SおよびCl）を、電子線プローブマイクロアナライザー（EPMA）を用いて分析した。メルト包有物は主に単斜輝石や斜長石に包有されており、メルト包有物の化学組成は玄武岩から流紋岩まで、また低 K_2O 系列から中 K_2O 系列まで幅広く多様である。主要元素で比較する限りにおいては、低 K_2O 系列のメルト包有物の組成は、IBM弧の火山フロントから報告されている液（メルト）の組成と一致している。中 K_2O 系列のメルト包有物の組成は、IBM弧背弧域の火山から報告されている液（メルト）の組成と一致する。これらの観察事実より、奄美三角海盆に堆積したタービダイトには、IBM弧の背弧域に由来するものばかりでなく、火山フロントに由来するものも含まれていることが示唆される。今後、メルト包有物の微量元素や同位体比の分析を行うことにより、IBM弧におけるマグマの時間発展をより詳細に検討する予定である。

キーワード：国際深海科学掘削計画、伊豆-小笠原-マリアナ弧、奄美三角海盆

Keywords: International Ocean Discovery Program, Izu-Bonin-Mariana arc, Amami Sankaku Basin

たいりくプロジェクト：西之島から大深度掘削（IBM-4）へ

Tairiku Project: from Nishinoshima to the ultra-deep drilling (IBM-4)

*田村 芳彦¹

*Yoshihiko Tamura¹

1. 海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター

1. R & D Center for Ocean Drilling Science, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2013年11月に始まった西之島の噴火現象は、単なる島の拡大というだけではない。西之島で噴火した溶岩はすべて安山岩であった。「安山岩」と花崗岩は大陸の主要成分であり、海洋底をつくる玄武岩とは成分が異なっている。なぜ安山岩マグマが太平洋のただ中で噴出するのか。西之島の噴火のプロセス及び噴出する溶岩が大陸を構成する岩石の生成プロセスを顕わしており、海洋からの「大陸の誕生」を再現している可能性がある。我々はこの仮説の検証のため、2015年6月に海洋調査船「なつしま」により、ディーブ・トウを用いて西之島火山の本体である海底火山調査をおこなった。7月にはNHKとの共同研究で今回の一連の噴火による溶岩の採取に成功した。西之島は、絶海の孤島であるが、火山体の大部分は海面下にある。水深3,000mから成長した、底径50kmの巨大な海底火山が西之島海底火山であり、海面上に現れた直径2kmの山頂部が西之島なのだ。一方、西之島のある伊豆小笠原マリアナ弧やニュージーランドを含むトンガークルマディック弧は典型的な海洋島弧といわれる。海洋島弧の発生と進化は、なぜ、どこでプレートの沈み込みが始まるのか、また、どのようにして大陸地殻と大陸プレートが形成されるのか、というプレートテクトニクスの本質的な問題を提起する。近年、国際深海科学掘削計画（IODP: International Ocean Discovery Program）においても、海底掘削によって、海洋島弧の形成と進化を明らかにしようとする試みが始まった。2014年3月30日から9月29日にかけて「島弧進化の総合的理解と大陸地殻成因の解明」を実施するため、米国が提供するジョイデス・レゾリューション号の研究航海が実施され、現在採取された掘削コアの分析・解析、成果発表が進んでいる。「たいりくプロジェクト」は西之島のような海底火山の溶岩、およびIODP掘削コアから、つまり、海から大陸の成因に迫ろうとする試みである。最近の地下構造調査（エアガンを震源とする地震探査や自然地震観測）による研究によって、伊豆小笠原マリアナ弧の海底火山の下に大陸地殻（安山岩）を特徴づける地殻構造が発達することが明らかになってきている。2014年の掘削の成果を受けて、将来的にはIBM-4において「ちきゅう」を用いた大深度掘削を実行し、地球の殻（上部地殻）を破り、大陸誕生の場である「中部地殻」に到達し、その岩石を採取し、大陸生成の全容解明を目的としている。西之島から見えてきた「大陸のでき方」と大深度掘削IBM-4による「たいりく全容解明プロジェクト」の関係を議論する。

キーワード：西之島、大陸、IBM-4、たいりくプロジェクト

Keywords: Nishinoshima, continental crust, IBM-4, Tairiku Project

IODP Exp. 360速報：南西インド洋海嶺、超低速拡大海域の下部地殻-モホ掘削 (SloMo)

IODP Exp. 360 Preliminary reports: Indian Ridge Lower Crust and Moho at Slower Spreading Ridges (SloMo)

ディック ヘンリー¹、マックレオド クリストファー²、ブルム ピーター³、*阿部 なつ江⁴、森下 知晃⁵、野坂 俊夫⁶、サンフィリッポ アレッシオ^{5,7}、IODP Exp.360 乗船研究者³

Henry J.B. Dick¹, Christopher MacLeod², Peter Blum³, *Natsue Abe⁴, Tomoaki Morishita⁵, Toshio Nozaka⁶, Alessio Sanfilippo^{5,7}, Scientific Party IODP Exp. 360³

1.ウッズホール海洋研究所、2.カーディフ大学、3.テキサスA&M大学、4.国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、5.金沢大学、6.岡山大学、7.パヴィア大学

1.Woods Hole Oceanographic Institut, 2.Cardiff University, 3.Texas A & M University, 4.R&D Center for Ocean Drilling Science Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 5.Kanazawa University, 6.Okayama University, 7.Univ. Pavia

IODP Exp. 360は、南西インド洋海嶺アトランティス・バンクにおいて、超低速拡大海域における下部地殻およびモホ面の実体解明の超深度掘削プロジェクト (SloMo) の第一レグという位置づけで2015年12月1日から2016年1月30日まで行われた。アトランティス・バンクは、アトランティスII断裂帯の東に位置する海洋コアコンプレックスの一つで、海洋下部地殻~マントル最上部が直接海底面に露出している。Exp. 360では、Hole U1473Aにおいて下部地殻のガブロ層を海底下789.8mまで掘削することに成功した。これは、一回の航海で海底面から掘り始めた掘削孔としては、科学掘削史上最深記録である。そして、Hole U1473Aは、過去同海域で行ったODP Legs 118と176による掘削孔Hole 735B (1.5kmsf) からおよそ2.2km北東、さらにODP Leg 179によるHole 1105A (158mbsf) から1.4km北に位置している。これら3本の掘削により、アトランティス・バンクの立体構造や岩体形成過程を推定することが出来るだろう。SloMoプロジェクトのPhase IIでは、海底下約6kmにあると考えられるモホ面を「ちきゅう」によって掘り抜くことを期待している。

キーワード：IODP Exp. 360、アトランティス・バンク、スローモー、モホ、「ちきゅう」

Keywords: IODP Exp. 360, Atlantis Bank, SloMo, Moho, D/V Chikyu

オマーンオフィオライトICDP陸上掘削の概要と展望

Oman ophiolite ICDP: outline and expected outcome

*高澤 栄^{1,2}、田村 芳彦²、道林 克禎³、森下 知晃⁴、阿部 なつ江²、宮崎 隆⁵、仙田 量子⁵、キョートウモ²

*Eiichi TAKAZAWA^{1,2}, Yoshihiko Tamura², Katsuyoshi Michibayashi³, Tomoaki Morishita⁴, Natsue Abe², Takashi Miyazaki⁵, Ryoko Senda⁵, Moe Kyawthu²

1.新潟大学理学部地質科学科、2.海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター、3.静岡大学理学研究科地球科学専攻、4.金沢大学理工研究域自然システム学系、5.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野

1.Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University, 2.R & D Center for Ocean Drilling Science, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3.Institute of Geosciences, Shizuoka University, 4.School of Natural System, College of Science and Technology, Kanazawa University, 5.Department of Solid Earth Geochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

米国コロンビア大学のP.B. Kelemen博士を中心とするオマーンオフィオライト南部での陸上掘削申請が国際陸上科学掘削計画 (ICDP)によって承認され、2016年8月から第1期、2017年1月～3月に第2期が予定されている (<http://www.omandrilling.ac.uk>)。我々はICDPの枠組みを利用し、はんれい岩/かんらん岩境界を貫く新掘削孔を日本側から提案し、最新の孔内検層を加え、斬新なコア試料の記載手法を導入し、マントル-地殻境界周辺の物質的・物性的実態を明らかにすることを計画している。

オマーンオフィオライトICDPは、地殻セクションのはんれい岩層、マントルダイアピル付近のマントル地殻境界、およびオフィオライト基底の変質かんらん岩を掘削のターゲットとして掲げている。我々はさらに海嶺軸から離れたところの地殻-マントル境界相当を掘削し、採取した連続的なコアを用いて完全に記録することを計画している。コア試料の全岩主要元素、鉱物組成分析、微量元素組成、Sr-Nd-Pb-Hf同位体、Re-Os同位体、メルトインクルージョンの分析を系統的に行い、海洋地殻-マントル境界に関する以下の課題を明らかにする。(1) 新鮮な岩石の記載によってモホ不連続面の実態を明らかにする。(2) モホ面周辺の高温プロセスと低温プロセスの実態を明らかにする。(3) マントル流動の強度と剪断センスを同定し、モホ面直下のマントルの流動勾配を検証する。(4) 掘削孔内検層および岩石物性計測を行い、海洋地殻-マントル境界付近の物性を明らかにする。また、これまでの研究により、オマーンオフィオライトには、中央海嶺玄武岩に加え島弧火山岩も伴い、沈み込み帯のマグマ活動の痕跡が重複していることが明らかになった。そこで、(5) 海洋地殻から大陸地殻が形成する過程を明らかにする。

今回の陸上掘削はオマーンオフィオライトから掘削コアを採取する最大の機会であると同時に、将来の海洋マントル掘削へ向けたアナログとしても位置づけている。オマーンオフィオライトICDPでは、蛇紋岩化作用、地下水、微生物など低温プロセスが優先されているが、我々の新掘削孔提案は、火成作用、マントル変形などに特化し、現行のオマーンオフィオライト陸上掘削に欠けている「高温プロセス」の解明に貢献したい。これにより地球科学未解決問題のモホ面の物質科学的実態の解明が大きく進むことが予想される。さらに、地表調査で得られた空間的な情報と掘削コアから得られる連続的情報を有機的に組み合わせ、高温・低温プロセスを始め、マントル流動とモホ面の物理的な性質を明らかにし、地殻-マントル境界の総合的な理解に到達するという意義がある。オマーンオフィオライト陸上掘削は、掘削技術の向上および若手研究者養成にも大きく貢献することが見込まれる。本研究では掘削孔を利用し、最先端の孔内検層ツール (NeoScan など) を導入しデータ取得を行う。さらに、掘削したコアを地球深部探査船「ちきゅう」の最新設備を用いて研究者の指導のもとに学生が集中的に記載・解析するという独創的な方法を計画している。その成果は、その過程を通して岩石記載と孔内検層に秀でた学生が育つことにつながると予想される。

キーワード：オマーンオフィオライト、国際陸上科学掘削計画、地殻-マントル境界、モホ面、孔内検層

Keywords: Oman ophiolite, ICDP, crust-mantle boundary, Moho, borehole logging

プレート沈み込み直前屈曲断層掘削計画の概要と展望，そしてマントル掘削へ
Hydration in incoming plates prior to subduction: contents, perspective and road to Mantle drilling

*森下 知晃¹

*Tomoaki Morishita¹

1.金沢大学理工研究域自然システム学系

1.School of Natural System, College of Science and Technology, Kanazawa University

海洋プレートは中央海嶺近傍での火成活動によって形成されたのち，中央海嶺近傍での熱水活動によって加水することが知られている。近年，プレート沈み込み直前の屈曲による正断層形成に伴う加水が注目されている (Ranero et al., 2003 *Nature*)。地球物理学観測から，この屈曲断層に伴う加水によりマントル深度で大規模に蛇紋岩化が起きている可能性が指摘されている (例えば，Fujie et al., 2013 *Geophys. Res. Lett.*)。しかしながら，物質科学的には何も検証されていない。そこで，国際深海科学掘削 (IODP) に中米，および北西太平洋域におけるプレートの沈み込み屈曲断層を掘削する予備申請案が提案された (Morgan et al., 2014, *Pre-876: Bend-Fault Serpentinization (BFS): Oceanic Crust and Mantle Evolution from Ridge through Trench*; Morishita et al., 2015 *Pre-886: Bend-Fault Hydrology in the Old Incoming Plate*)。これらの予備申請案は科学パネルによって評価され，本申請を提案することを推奨された。そこで，6月19-21日の予定でロンドンで国際ワークショップが開催され，本申請書作成に向けた活動が始まる。本発表では，特に北西太平洋域における掘削計画の内容と，プレートの形成から沈み込みまでを総合的に理解するためのマントル掘削を含めた将来計画について紹介する。

キーワード：プレート屈曲正断層、沈み込み帯

Keywords: Bending-induced normal fault in incoming plate, Subduction Zone