

断層破砕帯の孔内物理検層による物理特性－跡津川断層の事例研究

Physical properties of fault fracture zones by downhole physical loggings - Case study of Atotsugawa fault, central Japan

*小村 健太郎¹

*Kentaro Omura¹

1. 防災科学技術研究所

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

断層帯を直接掘り抜く掘削研究は、断層帯の応力・強度・構造の時空間的变化の過程を物理・化学・地質学的に解明するために重要な研究手段である。これまで、断層掘削研究の例として、中部から西南日本の活断層である、野島断層、根尾谷断層における断層掘削で実施された孔内物理検層を比較し、断層帯の物理特性の特徴を調べた。本研究では、さらに跡津川断層の孔内物理検層結果について報告する。

跡津川断層(1858安政飛越地震,M7.0で活動と推定)では、推定される地表地震断層近傍から深度350mまで、オールコアリングを行った。孔内物理検層として自然電位(SP, mV), 電気比抵抗(SN, ohm-m, LN, ohm-m), P波速度(Vp, km/sec), 密度(DL, g/cm³), 中性子間隙率(NL, porosity, %), 自然γ線(GR, API)のが実施された。見かけ比抵抗が100~600ohm m, 密度が2.0~2.5g/cc, P波速度が3~4km/sec, 中性子間隙率が20~40%, となり、これまでの断層掘削で認められた断層破砕帯の物性値と整合的だった。また、孔径を実測するキャリパー検層では、ほぼ全域で孔壁が崩壊して孔径が拡大(大きいところでは2倍以上)しており、孔壁の顕著な強度の低下を示していた。

採取コアの観察では、ほぼ全深度で破砕・変質を受け、断層粘土を挟んだ顕著な剪断面も多く存在した。対応する孔内物理検層結果は、他の断層破砕帯で示された物性値と整合的であることから、掘削浅部から孔底にいたるまで断層破砕帯の中を掘削していったと考えられる。

野島断層、根尾谷断層掘削の結果もあわせてみると、断層によらず、孔内物理検層では、断層帯の物性が岩相に依存するだけでなく、破砕帯部と母岩部で定性的に大きく異なることが明瞭である。しかし、破砕帯の検層結果は断層によって特徴が異なり、その要因は、明らかではない。過去の地震活動に伴い、破砕帯が形成される物理化学反応履歴が検層結果に反映していることが予想されるため、さらに断層ごとの比較研究が重要である。

キーワード：物理検層、断層破砕帯、跡津川断層

Keywords: physical logging, fault fracture zone, Atotsugawa fault

ICDP 大深度南アフリカ金鉱山におけるM2.0-5.5地震発生場掘削計画 (DSeis) 一掘削の開始

ICDP Drilling project to probe seismogenic zones of M2.0-5.5 earthquake in deep South African gold mines - Commencement of drilling.

*小笠原 宏^{1,2}、矢部 康男^{3,1}、伊藤 高敏³、van Aswegen Gerrie⁴、Grobbelaar Michelle⁵、Durrheim Raymond^{6,1}、Zeigler Martin⁷、Boettcher Margaret⁸、Onstott Tullis⁹、Crail Christo⁵、石田 亮壮²、小笠原 宏幸²、Manzi Musa⁶、加藤 春實¹⁰、船戸 明雄¹¹、Mngadi Siyanda^{6,1}、安富 達就¹²、掘内 茂木¹³、Milev Alex^{14,1}、Moyer Pamela⁸、Ellsworth William¹⁵、阿部 周平³、大久保 慎人^{1,16}、今西 和俊^{1,17}、Ward Tony^{18,1}、Birch Denver⁵、Wechsler Neta¹⁹、Liebenberg Bennie²⁰、Berset Nicolas⁷、Hunt John⁵、Bucibo Sifiso⁵、Morema Sylvester¹⁸、Dight Phil²¹、Kieft Tom²²、James Mori¹²、Gupta Harsh²³、Janssen Christoph²⁴、Shapiro Serge²⁵、椋平 祐輔²⁶、Wiemer Stefan⁷、Philipp Joachim²⁸、Plenkens Katrin²⁸、直井 誠^{12,1}、森谷 祐一^{3,1}、小村 健太郎²⁹、Somala Surendra²⁷、坂口 清敏³、Harris Rachel^{24,9}、Cason Errol³⁰、van Heerden Esta³⁰

*Hiroshi Ogasawara^{1,2}、Yasuo Yabe^{3,1}、Takatoshi Ito³、Gerrie van Aswegen⁴、Michelle Grobbelaar⁵、Raymond Durrheim^{6,1}、Martin Ziegler⁷、Margaret Boettcher⁸、Tullis C Onstott⁹、Christo Crail⁵、Akimasa Ishida²、Hiroyuki Ogasawara²、Musa Manzi⁶、Harumi Kato¹⁰、Akio Funato¹¹、Siyanda Mngadi^{6,1}、Tatsunari Yasutomi¹²、Shigeki Horiuchi¹³、Alex Milev^{14,1}、Pamela Moyer⁸、William Ellsworth¹⁵、Shuhei Abe³、Makoto Okubo^{1,16}、Kazutoshi Imanishi^{1,17}、Tony Ward^{18,1}、Denver Birch⁵、Neta Wechsler¹⁹、Bennie Liebenberg²⁰、Nicolas Berset⁷、John Paul Hunt⁵、Sifiso Bucibo⁵、Sylvester Morema¹⁸、Phil Dight²¹、Tom Kieft²²、James Mori¹²、Harsh Gupta²³、Christoph Janssen²⁴、Serge Shapiro²⁵、Yusuke Mukuhira²⁶、Stefan Wiemer⁷、Joachim Philipp²⁸、Katrin Plenkens²⁸、Makoto Naoi^{12,1}、Hirokazu Moriya^{3,1}、Kentaro Omura²⁹、Surendra Nadh Somala²⁷、Kiyotoshi Sakaguchi³、Rachel Harris^{24,9}、Errol Cason³⁰、Esta van Heerden³⁰

1. JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力 (2009-2015)、2. 立命館大学、3. 東北大学、4. 鉱山地震研究所 (株)、南アフリカ (SA)、5. 地質調査所、SA、6. ウィットワータースランド大学、SA、7. スイス連邦工科大学、スイス、8. ニューハンプシャー大学、USA、9. プリンストン大学、USA、10. (株) 3D地科学研究所、11. (公財) 深田地質研究所、12. 京都大学、13. (株) ホームサイズモメータ、14. 科学産業研究所、SA、15. スタンフォード大、USA、16. 高知大学、17. 産総研、18. サイズモジェン (有)、SA、19. テルアビブ大学、イスラエル、20. アングロゴールド・アシャンティ、SA、21. 西オーストラリア大学、22. ニュー・メキシコ工科大学、USA、23. インド地球物理学研究所、24. GFZ、ドイツ、25. ベルリン自由大学、ドイツ、26. マサチューセッツ工科大学、USA、27. インド工科大学、28. GMuG、ドイツ、29. 防災科技研、30. 自由州大学、SA

1. JST-JICA SATREPS (2009-2015)、2. Ritsumeikan Univ., 3. Tohoku Univ., 4. Inst. Mine Seismol. Ltd, South Africa (SA), 5. Council for Geoscience, SA, 6. Univ. Witwatersrand, SA, 7. ETH, Switzerland, 8. Univ. New Hampshire, USA, 9. Princeton Univ., USA, 10. 3D Geoscience Ltd, 11. Fukada Geol. Inst., 12. Kyoto Univ., 13. Home Seismo Ltd, 14. CSIR, SA, 15. Stanford Univ., USA, 16. Kochi Univ., 17. AIST, 18. Seismogen CC, SA, 19. Tel Aviv Univ., Israel, 20. Anglogold Ashanti, SA, 21. Western Australia Univ., 22. New Mexico Tech, USA, 23. Indian Geophys. Res. Inst., 24. GFZ, Germany, 25. Berlin Free Univ., Germany, 26. MIT, USA, 27. Indian Inst. Tech., India, 28. GMuG, Germany, 29. NIED, 30. Free State Univ., SA

The International Continental Scientific Drilling Program (ICDP) approved our proposal to drill into and around seismogenic zones where critically-stressed faults initiated ruptures at depth. The drilling targets include four ruptures equivalent to M2.0, 2.8, 3.5, and 5.5 earthquakes that dynamically and

quasi-statically evolved in 2.9 Ga hard rock in the Witwatersrand basin, South Africa. A major advantage of our proposed project is the large quantity of high-quality data recorded by existing dense seismic arrays, both on surface and near-field underground, in three deep gold mines. Additionally, the great depths (1.0 to 3.3 km from surface) at which drilling starts reduces costs significantly and allows a larger number of holes to be drilled with the available budget. Flexibility in the drilling direction will also allow us to minimize damage to the borehole or the drilled cores. With ICDP funds, we will conduct full-core drilling of 16 holes at ranges of 50 to 750 m to recover both solid and fractured material in and around the seismogenic zones. This will be followed by core and borehole logging. Additional in-hole monitoring of rock deformation, ground motion, hydrology and geomicrobiology will be supported by co-mingled funds. We will also determine the 3D stress tensor near the collars of the holes using an overcoring technique that has been optimized for the highly-stressed ground and the working conditions found in deep South African mines. The measurement of the differential stress is based on the assumption that anisotropic variation in the diameter of the recovered core is caused by elastic expansion after drilling.

The M5.5 earthquake that took place near Orkney, South Africa on 5 August 2014 offers a special opportunity to compare models of the spatio-temporal evolution of both the main rupture and the aftershock activity determined by the inversion of ground motion measurements with direct observations.

Drilling will commence in early 2017.

キーワード：国際陸上科学掘削、地震発生場、大深度南アフリカ金鉱山

Keywords: ICDP, Seismogenic zones, Deep South African gold mines

地球深部探査船「ちきゅう」での掘削パラメータデータの取得と利用：孔内科学データとの比較と現状

Data acquisition of drilling parameters on D/V Chikyu: Current status and issues on integration with borehole scientific data

*杉原 孝充¹、井上 朝哉¹、木戸 ゆかり¹、青池 寛¹、真田 佳典¹、石原 浩²、藤井 毅²、三上 博之³

*Takamitsu Sugihara¹, Tomoya Inoue¹, Yukari Kido¹, Kan Aoike¹, Yoshinori Sanada¹, Hiroshi Ishihara², Tsuyoki Fujii², Hiroyuki Mikami³

1. 海洋研究開発機構 地球深部探査センター、2. (株) 物理計測コンサルタント、3. (株) エヌ・エー・ビー

1. Center for deep earth exploration, Japan Agency for Marine-Science and Technology, 2. Geophysical Surveying Co., Ltd., 3. NAB Co., Ltd.

In the drilling science, integration of various data sets derived from drilled borehole is an essential work to maximize scientific results obtained in a scientific drilling operation. Scientific dataset measured on geological sample (core and drilling cuttings) and acquired by well-logging is primary important. In addition to the scientific data, engineering data is acquired in a drilling operation (drilling parameters; e.g., hook load, Top Drive speed, Top Drive torque), and the engineering data is directly influenced by formation lithology and rock strength. Therefore, the engineering data is also important for research of the drilling science.

On D/V Chikyu, drilling instruments are controlled by Drilling Control and Instrumentation System (DCIS) equipped on the Chikyu. The DCIS does not only control the drilling instruments but also acquire and monitor data derived from each drilling instrument. The DCIS is driven by the PROFIBUS (Process Field Buss) technology, and data output from the DCIS is also controlled based on regulations of the PROFIBUS system.

In order to acquire data of drilling parameters in real-time, 3rd party tool has to connect to the DCIS via DP/DP-link of the PROFIBUS system for 3rd party tool. In 2015, the DCIS was replaced and data communication interface with 3rd party tool was also changed to the DP/DP-link. The DP/DP-link is a technology to enable accurate data synchronization between the DCIS and 3rd party tools (e.g., mud logging data). It is critical to acquire the DCIS data in real-time for mud logging. Therefore, the replaced DCIS and DP/DP-link are powerful tools for integration of drilling parameter data with borehole scientific data. In this presentation, outline of the DCIS and data acquisition system including 3rd party tools will be introduced, and quality of data integration and synchronization of the DCIS data with borehole scientific data will be discussed.

キーワード：地球深部探査船「ちきゅう」、掘削パラメータ、孔内科学データ、データ統合、データ同期、DP/DP-link

Keywords: D/V Chikyu, Drilling parameters, Borehole scientific data, Data integration, Data synchronization, DP/DP-link

掘削パラメータを用いた地層の連続強度推定：NanTro SEIZE サイト C0002での例

Continuous depth profile of mechanical properties in the Nankai accretionary prism based on drilling performance parameters

*濱田 洋平¹、北村 真奈美³、山田 泰広²、真田 佳典²、MOE KYAW²、廣瀬 丈洋²

*Yohei Hamada¹, Manami Kitamura³, Yasuhiro Yamada², Yoshinori Sanada², KYAW MOE², Takehiro Hirose²

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、3. 産業技術総合研究所

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology Kochi Institute for Core Sample Research, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

In-situ rock properties in/around seismogenic zone in an accretionary prism are key parameters to understand the development mechanisms of an accretionary prism, spatio-temporal variation of stress state, and so on. For the purpose of acquiring continuous-depth-profile of in-situ formation strength in an accretionary prism, here we propose the new method to evaluate the in-situ rock strength using drilling performance property, such as weight on bit (WOB), drillstring rotational torque (Tr), rate of penetration (ROP), and drillstring rotational per one minute (RPM). Drilling parameters are inevitably obtained by any drilling operation even in the non-coring intervals or at challenging environment where core recovery may be poor. The relationship between the rock properties and drilling parameters has been proposed by previous researches [e.g. Teale 1964]. We introduced the relationship theory proposed by Teale [1964] and Karasawa et al. [2002], and developed a converting method to estimate in-situ rock strength without using uncertain parameters such as WOB. Specifically, we first calculated equivalent specific toughness (EST) which represents gradient of the relationship between Torque energy and volume of penetration at arbitrary interval (in this study, five meters). Then the calculated EST values were converted into strength using the drilling parameters –rock strengths correlation obtained by Karasawa et al. [2002]. This method was applied to eight drilling holes in the Site C0002 of IODP NanTroSEIZE in order to evaluate in-situ rock strength in shallow to deep accretionary prism. In the shallower part (0 –300 mbsf), the calculated strength shows sharp increase up to 20 MPa. Then the strength has approximate constant value to 1500 mbsf without significant change even at unconformity around 1000 mbsf (boundary between forearc basin and accretionary prism). Below that depth, value of the strength gradually increases with depth up to 60 MPa at 3000 mbsf with variation between 10 and 80 MPa. Because the calculated strength is across approximately the same lithology, the increase trend can respond to the rock strength. This strength-depth curve correspond reasonably well with the strength data of core and cutting samples collected from hole C0002N and C0002P [Kitamura et al., 2016 AGU]. These results show the validity of the method evaluating in-situ strength from the drilling parameters.

キーワード：掘削パラメータ、岩石強度、等価比靱性

Keywords: drilling parameter, formation strength, equivalent specific toughness

掘削試料に見られる斑れい岩のP波速度：海洋下部地殻最下部における速度の低下に関する一考察

P-wave velocity of gabbros from ODP and IODP cores: Implications for the origin of the P-wave velocity reduction in the lowermost oceanic crust

*阿部 なつ江¹、野坂 俊夫²、森下 知晃³

*Natsue Abe¹, Toshio Nozaka², Tomoaki Morishita³

1. 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、2. 岡山大学理学部、3. 金沢大学理学部

1. R&D Center for Ocean Drilling Science Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Faculty of Sciences, Okayama University, 3. Faculty of Sciences, Kanazawa University

海洋地殻の下部を構成する斑れい岩試料は、大西洋、インド洋、太平洋において複数回掘削され、採取されている。モード組成や変質程度に多様な変化が見られるこれらのコア試料は、その岩石物性（特にP波速度）にも大きな違いが見られる。インド洋（Atlantis Bank: ODP Legs 118, 176 & 179, and IODP Exp. 360）や太平洋（Hess Deep: ODP 147, IODP 345）および大西洋（Atlantis Massif: IODP exp. 304 & 305, 340T）では、海底最大1500mまでの海洋地殻掘削が行われ、60~80%という高い回収率で海洋地殻物質が採取されている。試料は広義の斑れい岩類で、狭義の斑れい岩（Cpx+Pl）から非常にかんらん石（以下OI）に富む（>70 vol%）トロクトライトまで多様なモード組成を示し、平均的なOIモードは10%以上になる。またそのOIは、他の鉱物と比べて低温変質（蛇紋石化）率が高い傾向がある。

一方、船上におけるコア試料（2 cm角立方体）の弾性波速度計測値は、大西洋の試料は5.0~6.7 km/sを示しており、斑れい岩の平均的な弾性波速度として用いられる6.0~7.0 km/sや、インド洋において掘削された斑れい岩コア試料（Hole 735B; Dick et al., 1999）のそれ（6.0~7.3 km/s）よりも平均で約1 km/s遅い。船上計測・記載データを詳細に解析した結果、同じ斑れい岩でも、そのOIモード量（及び蛇紋岩石化率）が、弾性波速度の多様性に大きく貢献していることが分かった。

かんらん石を多く含む斑れい岩（トロクトライトなど）は、海洋下部地殻の最下部、モホ面に近い部分を構成していると考えられている。したがって、この観察結果から、十分に加水作用が進んだ（変質が進行した）海洋下部地殻は、速度低下が観測される可能性を示唆している。平成29年度に地球深部探査船「ちきゅう」船上で実施されるICDPオマーン陸上掘削コアの記載・計測において、オフィオライトの下部地殻相当部分から得られる連続した掘削コアを詳細に分析することで、物性データと記載岩石学的・地球化学的データとを照合し、この海洋下部地殻におけるP波速度ほか物性変化の詳細が明らかになることが期待される。

キーワード：海洋下部地殻、斑れい岩、国際深海科学掘削計画、P波速度、地球深部探査船「ちきゅう」、Oman Chikyu Project

Keywords: Oceanic Lower Crust, Gabbro, IODP, P-wave velocity, D/V Chikyu, Oman Chikyu Project

自動年代決定AIシステム開発を目指した画像認識・機械学習による微化石分類

Automated microfossil classification by image recognition and machine learning to develop an AI system for age-dating

*星野 辰彦^{1,2}、平 陽介³、斎藤 仁志³、萩野 恭子⁴、小野寺 丈尚太郎⁵、板木 拓也⁶、山口 龍彦⁴、稲垣 史生^{1,2,7}

*Tatsuhiko Hoshino^{1,2}, Yousuke Taira³, Hitoshi Saitou³, Kyoko Hagino⁴, Jonaotaro Onodera⁵, Takuya Itaki⁶, Tatsuhiko Yamaguchi⁴, Fumio Inagaki^{1,2,7}

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構高知コア研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構海底資源研究開発センター、3. 日本電気株式会社、4. 高知大学海洋コア総合研究センター、5. 国立研究開発法人海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、6. 国立研究開発法人産業技術総合研究所海洋地質研究グループ、7. 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

1. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 2. Research and Development Center for Submarine Resources, JAMSTEC, 3. NEC Corporation, 4. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 5. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC, 6. Marine Geology Research Group, AIST, 7. Research and Development Center for Ocean Drilling Science, JAMSTEC

IODPを始めとした掘削科学のプロジェクトにおいて、珪藻、有孔虫、放散虫、石灰質ナノプランクトンなどの微化石を用いて堆積物の地質年代を正確に決定することは非常に重要である。微化石の抽出と分類群の正確な同定には豊富な経験・知識が必要とされ、同定と堆積物の年代決定には時間を要する。DSDPが開始された1960年代より微化石の専門家は、掘削船に乗船し船上で微化石の分析を行い、掘削科学に貢献してきた。

一方で、コンピュータ処理能力の向上は、自動車の運転など従来人間が担ってきた操作を、コンピュータに置き換えつつある。記憶に新しいところでは、Google傘下で開発された囲碁ソフト「AlphaGo」に世界最強棋士が打ち負かされている。囲碁は、既に機械が人間を上回っているチェスや将棋と比較して手数が圧倒的に多いことから、人類にとって「最後の砦」とも言えるゲームであったため、このニュースは世界に衝撃を与えた。コンピュータの勝利を可能にしたのは、ディープラーニングと呼ばれる機械学習技術であり、問題と正解をコンピュータに与えることにより、自分で答えに至る道筋を学習させるものである。これにより無人での迅速かつ正確な事象の判断と選択が可能になった。また、画像認識技術も日進月歩で進歩しており、例えば顔認証技術は、国際空港の出入国管理、アミューズメントパークやコンサート会場の入場ゲートシステムなどに応用されている。

我々は、この機械学習・画像認識技術の微化石年代測定への応用、さらには自動年代決定AIシステムの開発について研究を開始した。フィジビリティスタディとして、比較的単純な形態を呈する2種類の石灰質ナノ化石をサンプルとし、NECのAIソフト「RAPID機械学習」による識別可否を検証した。堆積物のスミアスライドを作成し、*Pseudoemiliania*属 (P) ならびに*Reticulofenestra*属 (R) のナノ化石を偏光顕微鏡下で撮影し、それぞれ教師用およびテスト用に画像データを得た。教師用データは、P属とR属とを32枚ずつ作成し、更に90度ずつ回転させて4倍とすることで、計256枚を準備した。テスト用データは、P属とR属とを10枚ずつ準備した。教師用データを全てRAPID機械学習に読み込ませることでモデルを自動生成し、テスト用データに対する識別を試みた。その結果、P属では10枚中6枚を確信度60%以上で、R属では10枚中4枚を確信度60%以上で、それぞれ識別できた。P属およびR属固有の特徴的な画像パターンは、強い確信度で識別できおり、機械学習の有効性が確認された。一方、あまり特徴的ではない画像パターンは、弱い確信度で識別できない結果となった。今後、画像処理ソフトウェアによる鮮明化などの前処理や、専門家の知見のもとで教師用データ数を増やす（一般的には1,000枚程度用いる）ことで、識別精度の向上が期待できる。

本発表においては、上記の結果および今後の可能性・問題点について議論したい。

キーワード：年代決定、微化石、機械学習、画像認識、人工知能

Keywords: age-dating, microfossil, machine learning, image recognition, AI

IODP Expedition 370:室戸沖限界生命圏掘削調査 (T-リミット)

IODP Expedition 370: Temperature Limit of the Deep Biosphere off Muroto

Heuer Verena²、稲垣 史生^{3,1}、*諸野 祐樹¹、久保 雄介⁴、前田 玲奈⁴

Verena B Heuer², Fumio Inagaki^{3,1}, *Yuki Morono¹, Yusuke Kubo⁴, Lena Maeda⁴

1. 海洋研究開発機構高知コア研究所、2. MARUM-Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen、3. 海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、4. 海洋研究開発機構地球深部探査センター

1. Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. MARUM-Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen, 3. Research and Development Center for Ocean Drilling Science, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Center for Deep Earth Exploration, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

International Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 370 aimed to explore the limits of life in the deep subseafloor biosphere at a location where temperature increases with depth at an intermediate rate and exceeds the known temperature maximum of microbial life ($\sim 120^{\circ}\text{C}$) at the sediment/basement interface ~ 1.2 km below the seafloor. Drilling Site C0023 is located in the vicinity of Ocean Drilling Program (ODP) Sites 808 and 1174 at the protothrust zone in the Nankai Trough off Cape Muroto at a water depth of 4776 m. ODP Leg 190 in 2000, revealed the presence of microbial cells at Site 1174 to a depth of ~ 600 meters below seafloor (mbsf), which corresponds to an estimated temperature of $\sim 70^{\circ}\text{C}$, and reliably identified a single zone of higher cell concentrations just above the décollement at around 800 mbsf, where temperature presumably reached 90°C ; no cell count data was reported for other sediment layers in the 70°C – 120°C range, because the limit of sensitivity in cell counting for low-biomass samples was not high enough. With the establishment of Site C0023, we aimed to detect and investigate the presence or absence of life and biological processes at the biotic–abiotic transition with unprecedented analytical sensitivity and precision. Expedition 370 was the first expedition dedicated to subseafloor microbiology that achieved time-critical processing and analyses of deep biosphere samples by simultaneous shipboard and shore-based investigations.

Our primary objectives during Expedition 370 were to study the relationship between the deep subseafloor biosphere and temperature. We aimed to comprehensively study the factors that control biomass, activity, and diversity of microbial communities in a subseafloor environment where temperatures increase from $\sim 2^{\circ}\text{C}$ at the seafloor to $\sim 120^{\circ}\text{C}$ at the sediment/basement interface and thus likely encompasses the biotic–abiotic transition zone. We also aimed to determine geochemical, geophysical, and hydrogeological characteristics in sediment and the underlying basaltic basement and elucidate if the supply of fluids containing thermogenic and/or geogenic nutrient and energy substrates may support subseafloor microbial communities in the Nankai accretionary complex.

To address these primary scientific objectives and questions, we penetrated 1180 m and recovered 112 cores across the sediment/basalt interface. More than 13,000 samples were collected. Ensuring minimal contamination of potentially extremely low biomass core samples was of highest priority for the research objectives of Expedition 370. Therefore, rigorous quality assurance and quality control (QA/QC) efforts and super-clean technologies were implemented, including helicopter transport of freshly taken core samples to the onshore super-clean room facility at Kochi Core Center (KCC).

キーワード : IODP、海底下生命圏

Keywords: IODP, Deep Biosphere

室戸沖デコルマゾーンおよび沈み込む堆積物の変形と物性の側方バリ エーション : Exp. 370速報

Lateral variation in structural characteristics of the décollement zone and underthrust sediments in the Nankai accretionary prism: Preliminary results from IODP Expedition 370

*山本 由弦¹、Stephen Bowden²、藤内 智士³、Kiho Yang⁴、Man-Yin Tsang⁵、廣瀬 丈洋¹、神谷 奈々⁶、奥津 なつみ⁷、山本 裕二³、稲垣 史生¹、Verena Heuer⁸、諸野 祐樹¹、久保 雄介¹
、 Expedition 370 Scientists

*Yuzuru Yamamoto¹, Stephen Bowden², Satoshi Tonai³, Kiho Yang⁴, Man-Yin Tsang⁵, Takehiro Hirose¹, Nana Kamiya⁶, Natsumi Okutsu⁷, Yuhji Yamamoto³, Fumio Inagaki¹, Verena Heuer⁸, Yuki Morono¹, Yusuke Kubo¹, Expedition 370 Scientists

1. 海洋研究開発機構、2. University of Aberdeen、3. 高知大学、4. 延世大学、5. University of Toronto、6. 日本大学、7. 東京大学、8. MARUM

1. JAMSTEC, 2. University of Aberdeen, 3. Kochi University, 4. Yonsei University, 5. University of Toronto, 6. Nihon University, 7. University of Tokyo, 8. MARUM

Integrated Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 370 penetrated the toe of the Nankai accretionary prism and plate-boundary décollement zone, and touched the oceanic basement at Site C0023, off Muroto Peninsula, SW Japan. The drilling site is located at ~4 km NE from legacy two sites (Sites 808 and 1174), and therefore gives us great opportunity to examine lateral variations in structural geology, physical properties, fluid flow. Lithological and structural key observations made on cores recovered from Site C0023 are:

a) Sediments recovered from the Site C0023 are composed of the same 5 lithologic units encountered at legacy sites.

b) Typical early-stage diagenetic minerals found between 200-700 mbsf are carbonate and pyrite with a clay mineralization-stage beginning at 700-1000 mbsf. Hydrothermal strata-bound mineralization in the form of anhydrite, barite and rhodochrosite is focused between ~700 and 1100 mbsf. The Apparent temperature limits for co-occurrence of anhydrite, veins of barite and rhodochrosite may represent in the 150-200 °C, slightly higher than present in-situ temperature.

c) Most of the core-scaled reverse faults are located above and within the décollement zone (~758-796 mbsf), whereas dense populations of normal fault were identified beneath the décollement zone (underthrust sediment). This variation apparently reflects stress decoupling between the décollement zone.

d) Mineral veins composed of calcite, barite, and anhydrite occur beneath the décollement zone and most of these are located within or closely associated with faults and the strata-bound mineralization.

Variations in bedding dip and healed fault distribution in Site C0023 are broadly similar to Site 1174. On the other hand, the thicknesses of fault zones within the décollement zone and the nature and distribution of deformation structures in the underthrust sediments at Site C0023 is totally different from sites 808 and 1174. At site C0023, the décollement zone is characterized by a thinner fault zone sandwiched between intact mud-rock intervals, apparently a weaker deformation compared with the pervasive pulverization in the décollement zone in legacy sites. A dense population of faults and mineral veins in the underthrust interval is also unique point in Site C0023. Additional paleomagnetic studies are necessary to consider the deformation mechanisms. In addition, physical properties variations (i.e.

porosity/density, P-wave velocity) above and below the décollement zone at the Site C0023 were lesser than those in the legacy sites.

Seismic cross sections indicate Site C0023 is located towards the center of a low amplitude syncline where the seismic décollement zone is faint and intermittent. On the other hand, previously-drilled legacy sites are located above the strong amplitude décollement zone. These lateral variations in deformation and physical properties correspond with predictions made from seismic images.

キーワード : デコルマ、IODP、Exp. 370、T-limit、ちぎゅう

Keywords: décollement zone, IODP, Exp. 370, T-limit, Chikyu

室戸沖南海トラフ先端部デコルマの温度場・水理場予測 –T-Limitsは温度限界か？–

Thermal/hydrological prediction in the toe region of Nankai Trough off Muroto - Are "T-Limits" the temperature limits?

*木下 正高¹、許 正憲²、秋山 敬太²、稲垣 史生²、Heuer Verena³、諸野 祐樹²、IODP370次航海 研究者

*Masataka Kinoshita¹, Masanori kyo², Keita Akiyama², Fumio Inagaki², Verena Heuer³, Yuki Morono², IODP Exp370 Science Party

1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構、3. ブレーメン大学

1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. JAMSTEC, 3. Univ. Bremen

地球深部探査船「ちきゅう」によるIODP第370次航海「室戸沖限界生命圏掘削調査 (T-Limit)」(共同主席：稲垣・Heuer・諸野)が、平成28年9月12日～11月10日にかけて高知県室戸沖沈み込み帯先端部で実施された。主目的の一つは、生命の限界を規定する主要因の一つが温度であるという仮説を検証するために、その限界温度(120°C)に達していると予測され、かつエネルギーや栄養が補給されうると考える先端部デコルマにJ-FAST型の温度計アレーを含む簡易型孔内観測システムを設置することである。「デコルマ生命圏」の環境把握のため、デコルマおよびその下の現場温度を正確に知るとともに、そこを流れる流体・物質のフラックスを把握することを目指すものである。

本掘削孔の近傍には既存の熱流量データが存在しない。本地点を含む室戸沖付加体先端部では熱流量が海側に向かって急増することが知られているため、熱流量から予測される地下温度はおのずから大きな不確定性を持つ。既存データから推定した熱伝導率構造や、急激な堆積効果の補正を行い、海底熱流量が167~185 mW/m²の幅を持つ(基盤からの熱流量では180~200 mW/m²)として、デコルマ(海底下760m)の温度は93-111°Cと予測した。一方、デコルマやその下に流体移動があった場合に期待される温度異常が実際に検出できるか、検討した。JFASTなどの前例や数値計算の結果、初期擾乱の影響や、デコルマに出現する温度異常が孔内温度センサーまで到達する時定数は10-20日程度であることが分かった。孔内ではM2潮汐周期では入力に対して10%以下に減衰するが、数日より長い周期の変化であればそれなりに検出できる。

先行研究から、室戸沖デコルマ下の幅数十mの高い間隙率帯は、普段は非排水状態であり、したがって間隙水圧異常が存在すると考えられている。2001年に本掘削地点から1km強離れた地点(ODP808孔)に孔内間隙水圧観測所(ACORK)がデコルマまで設置され、現在も観測継続中である。数年に一度発生する超低周波地震や、遠地地震に応答する応力変動に対するレスポンスが数日遅れで観測されている。今回の観測所では温度のみの観測であるが、ACORK観測による変動データと併せて、デコルマ付近の水理特性が流体移動の様子から推定できると期待される。

掘削孔はデコルマを超えて海洋地殻(1180m)まで到達したが、ケーシングはデコルマ(760m)を超えて860mまでセットされた。温度計アレーは4.5インチのチュービング(鉄管)にセットされるが、ケーシングから5m下まで下げることとし、760mのデコルマ付近に密に温度計を配置した(トータルで55個)。温度計測の分解能はmK~30mKである。なお120°Cを超える高温で1年間の観測を可能にするため、一つは市販の温度計(Hobo; 低分解能)に加えて、新たに開発した温度計(MTL1882; 高分解能)とサーミスターアレー(高分解能)を用いた。温度計・温度データの回収は、ROVを用いて2018年3月頃に実施予定である。

キーワード：IODP、室戸沖南海トラフ、熱流量

Keywords: IODP, Nankai Trough off Muroto, heat flow

The Chicxulub impact crater cores recovered by IODP-ICDP Expedition 364: Status Report

*富岡 尚敬¹、山口 耕生^{2,3}、後藤 和久⁴、佐藤 峰南⁵、モーガン ジョアンナ⁶、グリック ショーン⁷
、 Expedition 364 scientists

*Naotaka Tomioka¹, Kosei E. Yamaguchi^{2,3}, Kazuhisa Goto⁴, Honami Sato⁵, Joanna V. Morgan⁶, Sean P.S. Gulick⁷, Expedition 364 scientists

1. 海洋研究開発機構高知コア研究所、2. 東邦大学理学部化学科、3. NASA Astrobiology Institute、4. 東北大学災害科学国際研究所、5. 海洋研究開発機構海底資源研究開発センター、6. Department of Earth Science and Engineering, Imperial College London、7. Institute for Geophysics, Jackson School of Geosciences, University of Texas at Austin

1. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 2. Department of Chemistry, Toho University, 3. NASA Astrobiology Institute, 4. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 5. R&D Center for Submarine Resources, JAMSTEC, 6. Department of Earth Science and Engineering, Imperial College London, 7. Institute for Geophysics, Jackson School of Geosciences, University of Texas at Austin

The Chicxulub impact structure in the northern Yucatan Peninsula, Mexico, formed at the Cretaceous-Paleogene boundary (66.0 Ma), was drilled by the joint IODP-ICDP Expedition 364 in April-May 2016. This is the first attempt to obtain materials from the topographic peak ring within the crater previously identified by seismological observations. Major objectives of Exp. 364 are to understand (1) the nature and formation mechanism of peak rings, (2) how rocks are weakened during large impacts, (3) the nature and extent of post-impact hydrothermal circulation, (4) the deep biosphere and habitability of the peak ring, and (5) the recovery of life in a sterile zone.

A continuous core was successfully recovered from the peak ring in the depths between 505.7 and 1334.7 mbsf. After the initial observation on a Mission Specific Platform, the up to 1.5 m-cores were transported to MARUM, University of Bremen, for further analysis at the onshore science party (OSP) held in September-October 2016, where visual core description as well as biostratigraphic (foraminifera and calcareous nanofossil assemblages), geophysical (density, P-wave velocity, paleomagnetism), geochemical (major and minor elements, carbon contents), and petrological analyses (optical microscopy and XRD) of the cores were performed.

The uppermost part of the core (505.7–617.3 mbsf) is post-impact sediments, including PETM, that are mainly composed of carbonate with intercalation of siliciclastic materials that are occasionally rich in organic carbon. Below is a transitional zone that shows a drastic change into impactites (suevite and impact melt rock) with lithologically diverse clasts composed of sedimentary and basement rocks (617.3–747.0 mbsf). We found uplifted, fractured, and shocked granitic basement rocks forming the peak ring below the impactite unit (747.0–1334.7 mbsf). The granitic basement is intruded by mafic and felsic subvolcanic dikes as well as impact melt-breccia dikes. The lithological and physical properties of the Chicxulub cores confirmed the dynamic collapse of an overheightened central uplift of the crater as a favored model for the peak-ring formation [1].

Four Japanese OSP participants have been working on sedimentological, geochemical and mineralogical aspects of the allocated samples to understand various impact and post-impact events: resurgence process and tsunami generation, search for projectile component using platinum group elements, elemental and isotopic evolution in the Eocene and Paleocene seawater, shock metamorphism of impactites and basement rocks, hydrothermal alteration of the basement rocks, and the deep biosphere and habitability

of the peak ring.

The IODP-ICDP Expedition 364 Science Party is composed of S. Gulick (US), J. V. Morgan (UK), E. Chenot (France), G. Christeson (US), Ph. Claeys (Belgium), C. Cockell (UK), M. J. L. Coolen (Australia), L. Ferrière (Austria), C. Gebhardt (Germany), K. Goto (Japan), H. Jones (US), D. A. Kring (US), J. Lofi (France), C. Lowery (US), C. Mellett (UK), R. Ocampo-Torres (France), A. Rae (UK), C. Rasmussen (US), M. Rebolledo-Vieyra (Mexico), L. Perez-Cruz (Mexico), A. Pickersgill (UK), U. Riller (Germany), M. Poelchau (Germany), H. Sato (Japan), J. Smit (Netherlands), S. Tikoo-Schantz (US), N. Tomioka (Japan), J. Urrutia-Fucugauchi (Mexico), M. Whalen (US), A. Wittmann (US), L. Xiao (China), K. E. Yamaguchi (Japan), and W. Zylberman (France).

References: [1] Morgan et al. (2016) *Science*, 354, 878–882.

キーワード：チチュルブ・クレーター、衝撃変成、K-Pg境界、津波、暁新世-始新世温暖化極大事件
Keywords: Chicxulub crater, shock metamorphism, K-Pg boundary, tsunami, PETM

南アフリカ32億年前ムーディーズ層群掘削計画：高解像度地球表層環境と生物圏の復元

Drilling proposal of 3.2 Ga Moodies Group in Barberton Greenstone Belt: high resolution reconstruction of surface environment and biosphere of middle Archean Earth

*掛川 武¹、ヒューベック クリストフ²

*Takeshi Kakegawa¹, Christoph Heubeck²

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. Jena University, Germany

1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Jena University, Germany

南アフリカバーバートン緑色岩体に属するムーディーズ層群（32億年前）のICDPによる掘削計画がドイツのヒューベック博士を中心に提案されている。ムーディーズ層群は浅海、沖積平野、陸域にかけての「浅い」環境で形成された堆積岩からなっている。変成作用をあまり受けていないことから、32億年前の地球表層環境や生物圏の実態を研究するのに最適な地層である。このムーディーズ層群を対象に複数箇所掘削を行うことで、高解像度の32億年前の地球表層環境が復元される。特に本掘削が実現した場合は、当時の地球表層に酸化環境が存在したか、複数の微生物共同体による微生物マットが普遍的に形成されたのか、重要な課題に取り組む機会を与えてくれる。

キーワード：太古代、バーバートン、ムーディーズ層群

Keywords: Archean, Barberton, Moodies Group

南海トラフC0002掘削地点周辺の新たな3D地震探査イメージと既存孔井情報との対比

Comparison of improved 3D seismic image with borehole information around IODP C0002 site in Nankai Trough off Kumano

*白石 和也¹、真田 佳典¹、山田 泰広¹、木下 正高³、Moore Gregory²、木村 学⁴

*Kazuya Shiraishi¹, Yoshinori Sanada¹, Yasuhiro Yamada¹, Masataka Kinoshita³, Gregory Moore², Gaku Kimura⁴

1. 海洋研究開発機構、2. ハワイ大学、3. 東京大学地震研究所、4. 東京海洋大学

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. University of Hawaii, 3. ERI, The University of Tokyo, 4. Tokyo University of Marine Science and Technology

熊野沖南海トラフにおける地球深部探査船「ちきゅう」による国際深海科学掘削計画（IODP）の地震発生帯深部掘削計画に関連して、2006年に取得された三次元地震探査データの再解析が実施され、地下構造の新たな深度イメージが得られた。本講演では、C0002孔の周辺について、新たな地震探査イメージに基づく地質構造の考察、既存の孔井関連情報の対比を行い、新しいコアログサイズミックインテグレーションに向けた検討について紹介する。三次元地震探査データは、高分解能化処理、海中多重反射波あるいは各種ノイズの除去処理、速度異方性を考慮した深度イメージング技術など、10年間で格段の進歩を遂げた三次元地震探査データ解析技術を用いたデータ前処理、速度モデルの再構築、深度イメージングが行われた。その結果、これまで不明瞭であった熊野海盆下の付加体内部の変形構造について、褶曲構造や反射面の不連続など、三次元的な地質構造が少しずつ明らかになっている。また、巨大分岐断層にいたる深部においては、海中多重反射波が効果的に抑制された分岐断層の上盤側に、地層境界の存在を示唆する反射波群が確認される。分岐断層（海底下深度5,200-5,400m）は既存解析に比べて下方へ凸に湾曲した形状を示し、その上部には1.5~2.0km厚さの最大値が5,000m/sを超える高速度帯の存在が示唆される。一方、IODP地震発生帯深部掘削計画において、C0002掘削地点では複数の孔井が掘削され、最深で海底下約3,059mまでの、検層データ、コア試料、カッティングスなどから、多くの地質学的情報が獲得されている。このうち、地質構造に関連する情報を、新しい地震探査イメージと対比すると、地震探査断面から想定される付加体内部の断層構造と孔井情報から推定される構造の不連続面はよい対応を示している。コア、ログ、サイズミックの異なるスケールのデータ統合は、情報を相補的に活用することで地質学上の理解を深化させるために不可欠である。今後、地震探査の立場からは、地震波属性解析や各種インバージョン解析を通じて地震波探査データから導かれる定量的な情報を利用することで、広域の物性分布と孔井沿いの詳細な物性情報を結ぶことにより、地震発生帯における物理的性質の分布の詳細な理解につなげていきたいと考えている。

キーワード：南海トラフ地震発生帯、三次元地震探査、コア・ログ・サイズミック統合

Keywords: Nankai Trough seismogenic zone, 3D seismic survey, Core-Log-Seismic integration

The Lord Howe Rise Drilling Project: Tectonics, paleoclimate and deep life on the Cretaceous eastern Gondwana margin

*齋藤 実篤¹、黒田 潤一郎²、稲垣 史生¹、山田 泰広¹、IODP 871-CPP Proponent Team、KR16-05 Scientists

*Saneatsu Saito¹, Junichiro Kuroda², Fumio Inagaki¹, Yasuhiro Yamada¹, IODP 871-CPP Proponent Team, KR16-05 Scientists

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所

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

Ribbons of continental crust rifted from continental margins are a product of plate tectonics that can influence the Earth system. Yet we have been unable to fully resolve the tectonic setting and evolution of huge, thinned, submerged continental ribbons like the Lord Howe Rise (LHR), which formed during the final fragmentation of eastern Gondwana. IODP proposal 871-CPP was initially submitted in October 2014 to drill a deep stratigraphic hole through a LHR rift basin up to 3.5 km below the seafloor using *D/V Chikyu*. The objectives of the drilling proposal are to: 1) define the role and importance of continental crustal ribbons in plate tectonic cycles and continental evolution; 2) recover new high-latitude data in the southwest Pacific to better constrain Cretaceous paleoclimate and linked changes in ocean biogeochemistry; and 3) test fundamental evolutionary concepts for sub-seafloor microbial life over a 100-million-year timeframe. The proposal was rated “excellent” in January 2017 and has now progressed to planning stage. A geophysical site survey was undertaken from March to May 2016 in order to characterize the proposed IODP deep drilling sites and to better constrain the crustal-scale geological and tectonic framework of the LHR. The survey obtained deep-crustal seismic reflection and wide-angle refraction profiles across the Tasman Sea oceanic crust and the LHR continental crust. High-resolution 2D seismic reflection profiles at each of the two candidate deep drill sites show possible massive continental basement, layered pre-rift basement, syn-rift Cretaceous sediments, and Paleogene to Neogene post-rift sedimentary sequences.

キーワード：国際深海科学掘削計画、ロードハウライズ、コンチネンタルリボン、 Gondwana、ちきゅう

Keywords: IODP, Lord Howe Rise, Continental ribbon, Gondwana, Chikyu

南太平洋ロードハウライズの白亜紀-古第三紀境界層の層序再検討 A reassessment of the stratigraphy of the Cretaceous-Paleogene (K-Pg) transition interval at the Lord Howe Rise, southern Pacific

*黒田 潤一郎^{1,2}、斎藤 実篤²、臼井 洋一²、萩野 恭子³、熊 昕²、村山 雅史³、安藤 卓人⁴、大河内 直彦²

*Junichiro Kuroda^{1,2}, Saneatsu Saito², Yoichi Usui², Kyoko Hagino³, KanHsi Hsiung², Masafumi MURAYAMA³, Takuto Ando⁴, Naohiko Ohkouchi²

1. 東京大学大気海洋研究所 海洋底科学部門、2. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構、3. 高知大学 海洋コア総合研究センター、4. 北海道大学 北極域研究センター

1. Department of Ocean Floor Geoscience, Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 4. Arctic Research Center, Hokkaido University

The Lord Howe Rise is an elongate ribbon of submerged and extended continental crust that was separated from Australia during the Late Cretaceous. Deep Sea Drilling Project (DSDP) Leg 21 drilled on the Lord Howe Rise, and recovered Cenozoic and latest Cretaceous pelagic sediments at Sites 207 and 208. In this study we provide new geochemical, biostratigraphic and magnetostratigraphic data for the latest Cretaceous and the Paleocene sediments of the DSDP Site 208 (cores from 21-208-30R to 21-208-34R), to reassess the stratigraphy around the boundary between Cretaceous and Paleogene (K-Pg). The sediments are mainly composed of calcareous nannofossil chalk with an interval of siliceous mudstone and marlstone in the top 83 cm of the Core 21-208-33R, which was previously identified as the K-Pg transition zone. Both paleomagnetic data and calcareous nannofossil assemblages show that the sediment deposited nearly continuously from 550 to 590 meter below seafloor (mbsf), corresponding to ca. 62 through 68 Ma, respectively, with an average sedimentation rate of ~7 m/m.y. However, the sedimentation rate significantly dropped in the K-Pg transition zone, which was attributed to several hiatuses. Because radiogenic isotopic composition of osmium ($^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$) of ocean water draws a unique and globally synchronous variation across the K-Pg boundary, it can be used as a stratigraphic correlation tool. Simply, the K-Pg boundary marks a very low $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ value of <0.2 compared to the Maastrichtian (~0.5-0.6) and Danian (~0.4). Our $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ data of sediment show a similar variation with the typical pattern of ocean water $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ values from the Maastrichtian through Danian. More importantly, we found a siliceous mudstone sample with a low $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ value of ~0.16. We propose that this sample represents the K-Pg boundary. However, paleomagnetic data suggest that this sample belongs to the chron C29N, substantially younger than the K-Pg boundary. In the presentation we will discuss the controversy, and further assess the stratigraphy around the K-Pg boundary.

キーワード：白亜紀-古第三紀(旧成紀)境界、オスミウム同位体、ロードハウライズ

Keywords: Cretaceous-Paleogene boundary, Os isotope, Lord Howe Rise

ジャイアントピストンコアリングで日本海溝の過去の地震発生を検出する : IODPプロポーザル866

Tracking past earthquakes in the sediment record along the Japan Trench using giant piston coring: IODP proposal 866

*池原 研¹、金松 敏也²、宇佐見 和子¹、Strasser Michael³、IODPプロポーザル866 提案者

*Ken Ikehara¹, Toshiya Kanamatsu², Kazuko Usami¹, Michael Strasser³, proponents IODP Proposal 866

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、2. 海洋研究開発機構、3. インスブルック大学

1. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Japan Agency of Marine Science and Technology, 3. University of Innsbruck

2011年東北沖地震とそれに伴う津波による甚大な被害以降、過去の巨大地震・津波の履歴の解明が重要となっている。深海底のタービダイトは地震発生 of 証拠の一つとされ、通常のピストンコアの解析から過去1500年程度の間 of 日本海溝底 of タービダイト記録が陸上 of 津波堆積物記録や古文書記録と整合的であることがわかってきた。深海底は陸域よりも安定した堆積環境を維持している of、より長期間にわたる地震記録が得られることが期待される。そこでIODPプロポーザル866ではジャイアントピストンコアリングや掘削の手法を用いて、より長期間にわたる日本海溝 of 地震履歴を解明するとともに、巨大地震 of 海底環境や炭素循環への影響を評価することをめざしている。

キーワード : 長尺ピストンコアリング、日本海溝、IODP

Keywords: giant piston coring, Japan Trench, IODP

地殻-マントル境界のダイナミクスと物性を明らかにするオマーン掘削プロジェクト

Oman Drilling project to reveal dynamics and petrophysical properties in the crust-mantle boundary

*高澤 栄一^{1,2}、道林 克禎³、田村 芳彦²、森下 知晃⁴、山田 泰広²、キョートウー モー²、斎藤 実篤²
*Eiichi TAKAZAWA^{1,2}, Katsuyoshi Michibayashi³, Yoshihiko Tamura², Tomoaki Morishita⁴,
Yasuhiro Yamada², Moe Kyawthu², Saneatsu Saito²

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開発センター、3. 静岡大学理学部、4. 金沢大学自然システム学系

1. Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University, 2. R&D Center for ODS, JAMSTEC, 3. Faculty of Sciences, Shizuoka University, 4. Faculty of Natural System, Kanazawa University

The Samail Ophiolite, in Oman and the United Arab Emirates, is the largest, best-exposed section of oceanic lithosphere in the World. As for other ophiolites, the presence of continuous layers of pelagic and metalliferous sediments, submarine lavas, sheeted dikes, and cumulate gabbros overlying residual mantle peridotite is similar to crust formed at intermediate- to fast-spreading, mid-ocean ridges. The ophiolite has long been a testing ground for hypotheses about processes at spreading centers. The ICDP Oman Drilling Project is a comprehensive drilling program that will sample the whole ophiolite sequence, from crust through to upper mantle, in a series of diamond- and rotary-drilled boreholes. Data collection will include analysis of rock core, geophysical logging, fluid sampling, hydrological measurements and microbiological sampling. The Oman Drilling Project in Phase I has already been achieved in early December 2016, through April 2017. Three 400 m long cores have been obtained at the three sites from Wadi Gideah in the Wadi Tayin massif. These sites represent an intact crustal section, including Site GT1 (lower crust), GT2 (mid-crust) and GT3 (dike/gabbro transition). Fourth drill site in Phase I (Site BT1) is located just above the basal thrust of the ophiolite on the north end of Sumail massif at Wadi Mansah. In mid-July to mid-September 2017, drilling cores in Phase I will be sent to the IODP research drilling vessel *Chikyu* in Japan for core description by its dedicated core logging facilities. Following Phase I, Phase II drilling program is scheduled for autumn/winter 2017/2018. Drilling of crust-mantle boundary (namely "Moho") by two 400 m long cores is planned in the Maqsad diapir region of Samail massif. Rotary drilling is also scheduled in some sites for fluid sampling, monitoring and hydrological experiment. Moreover we plan to conduct wire-line logging of rotary-drilled borehole at crust-mantle boundary using the most advanced equipment. We will attempt core-log integration by directly comparing physical properties with the core lithology across crust-mantle boundary. These studies must advance our knowledge about dynamics and physical properties at oceanic Moho. In this presentation, we report the current status of the Oman drilling project and discuss how we can study drilling cores in order to understand the physico-chemical processes in the vicinity of the crust-mantle boundary.

キーワード：オマーン掘削プロジェクト、モホ、オフィオライト、地殻-マントル境界、国際陸上科学掘削計画
Keywords: Oman Drilling Project, Moho, ophiolite, crust-mantle boundary, ICDP

前弧マンツルのファブリック～マリアナ収束域蛇紋岩海山かんらん岩の構造岩石学～

Fore arc mantle fabrics: a petrophysical study of peridotites obtained from serpentinite mud volcanoes in Mariana convergent margin

*道林 克禎¹、Fryer Patty²、前川 寛和³、石井 輝秋⁴

*Katsuyoshi Michibayashi¹, Patty Fryer², Hirokazu Maekawa³, Teruaki Ishii⁴

1. 静岡大学理学部地球科学科、2. University of Hawaii、3. 大阪府立大学、4. 静岡大学防災総合センター

1. Institute of Geosciences, Shizuoka University, 2. University of Hawaii, 3. Osaka Prefecture University, 4. Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards

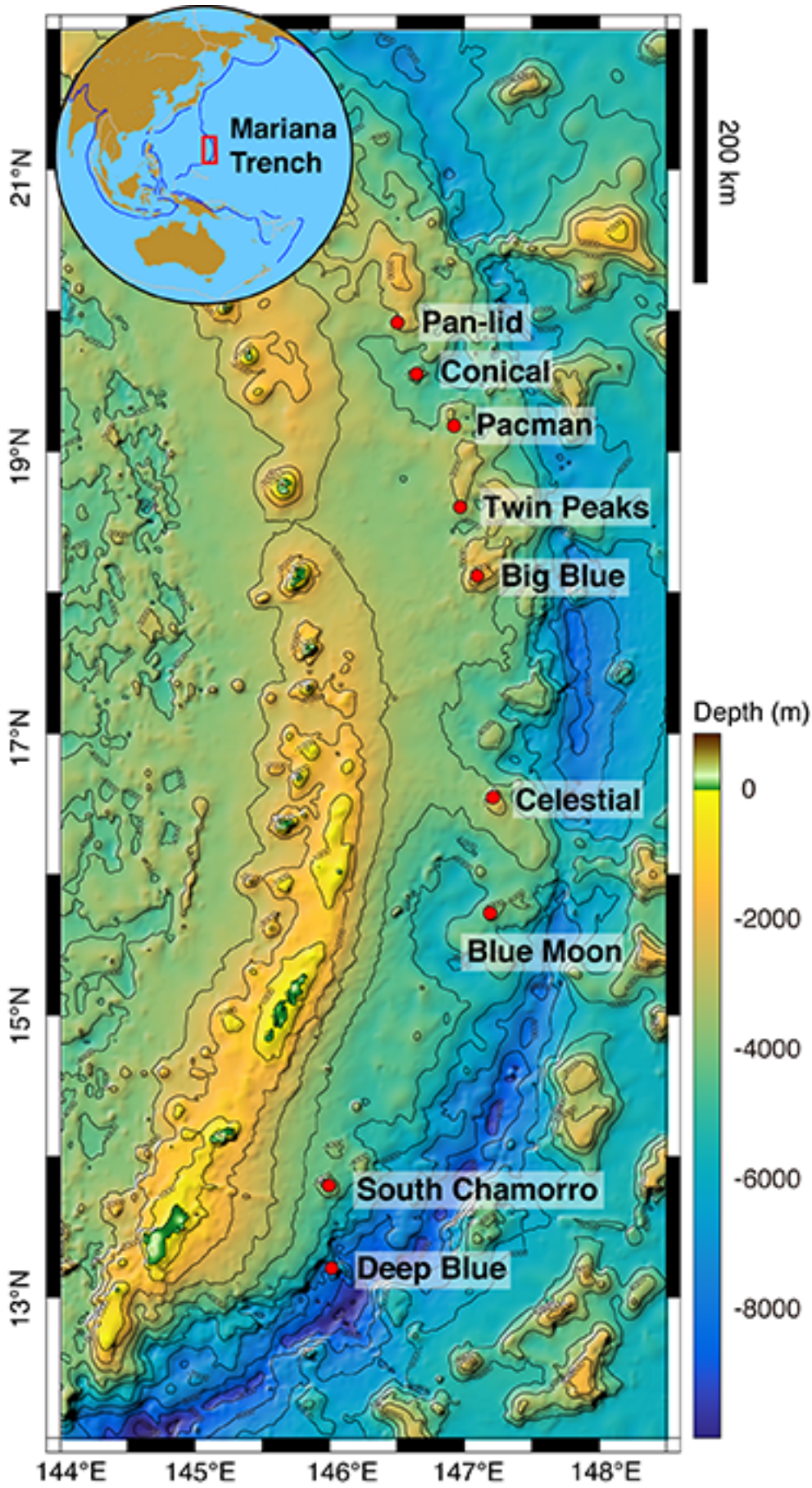
Large serpentinite mud volcanoes form on the overriding plate of the Mariana subduction zone. Fluids from the descending plate serpentinize the forearc mantle and enable serpentine muds to rise along faults to the seafloor, so that the seamounts are direct windows into subduction processes at depths far too deep to be accessed by any known technology (Fryer, 2012 Ann. Rev. Marine. Sci.). In this study, we focused on serpentinitized peridotites obtained from nine serpentinite mud volcanoes in the Mariana convergent region.

The peridotite samples consist mainly of harzburgites with a few dunite samples. We analyzed olivine crystallographic fabrics as well as chemical compositions of olivine and spinel grains. Three types of olivine crystal fabrics were obtained: [010]-fiber type (AG-type), [100](010) type (A-type) and [100]{0kl} type (D-type). The chemical compositions show that Cr# ($Cr^{3+}/Al^{3+}+Cr^{3+}$) of spinel is 0.4 to 0.8 and Mg# ($Mg^{2+}/Mg^{2+}+Fe^{2+}$) of olivine is 89 to 92, which are in the range of Olivine-Spinel Mantle Array (OSMA) of Arai (1994 Chem. Geol.). The equilibrium temperatures induced by olivine and spinel compositions are 700 °C for D-type peridotites and 800 to 850 °C for AG-type peridotites.

We argue that AG-type peridotites may be derived from the older lithospheric mantle before the formation of the Mariana arc system, whereas D-type peridotites could be related to the supra-subduction tectonics during the relative plate motion between Philippine Sea Plate and Pacific Plate.

キーワード：前弧マンツル、マリアナ、かんらん石ファブリック

Keywords: fore arc mantle, Mariana, olivine fabrics



北西太平洋域でのプレート沈み込みに伴う屈曲断層掘削計画の進展：国際ワークショップの成果

Progress in Bend-Fault Hydrology in the Old Incoming Plate (H-ODIN) project

*森下 知晃¹、山野 誠²、藤江 剛³、小野 重明³、木村 純一³、尾鼻 浩一郎³、中村 恭之³、山口 飛鳥⁴、鹿兒島 涉悟⁴、斎藤 実篤³、小平 秀一³、Morgan Jason⁵

*Tomoaki Morishita¹, Makoto Yamano², Gou Fujie³, Shigeaki Ono³, Jun-Ichi Kimura³, Koichiro Obana³, Yasuyuki Nakamura³, Asuka Yamaguchi⁴, Takanori Kagoshima⁴, Saneatsu Saito³, Shuichi Kodaira³, Jason Phipps Morgan⁵

1. 金沢大学理工研究域自然システム学系、2. 東京大学地震研究所、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学大気海洋研、5. ロンドン大学

1. Kanazawa University, 2. ERI, Univ. Tokyo, 3. JAMSTEC, 4. AORI, Univ. Tokyo, 5. Univ. London

プレート沈み込み直前の屈曲域での断層を通じた水循環によるプレートの大規模加水過程が注目されている (Grevemeyer et al., 2007; Fujie et al., 2013) . そこで、古く冷たい海洋プレートが沈み込む北西太平洋域のプレート屈曲断層掘削計画についての予備申請書を提出済みである。また、若く熱い海洋プレートが沈み込む中米沖のプレート屈曲断層掘削計画の予備申請書も提案されている。いずれも本申請書を作成することを目指し、昨年6月にCHIKYU IODP Board, UK-IODP, ECORD の支援を受けてプレート屈曲断層掘削計画に関する国際ワークショップを開催した。会議では、これらの計画について研究目的、掘削地点、掘削戦略について議論を行った。北西太平洋沖掘削計画に関しては、研究目的の再検討において、本地域の継続的物理探査に基づく最新研究成果である掘削対象地域の微小地震活動、地震波による地下構造推定、熱流量測定などの新しい成果(Obana et al., 2014; Yamano et al., 2014)も考慮された。掘削地点の検討においては、既存の中央海嶺でプレートが形成された構造がもつ方向と現在のプレートが沈み込む海溝の方向とがなす角度の関係についての議論などが行われた。また、掘削戦略においては、断層のどの地点を掘削すべきか、また、断層掘削に付帯する研究計画などについて議論された。本発表では、それらの成果を踏まえた本掘削計画案の進展を紹介する。

キーワード：プレート屈曲断層掘削計画、北西太平洋

Keywords: Drilling project into plate bending-induced normal faults, Northwest Pacific region

Celebrating First Decade of IODP Core Curation Services at Kochi Core Center, Japan

*Lallan Prasad Gupta¹, Toshio Hisamitsu¹, Toshikuni Yabuki¹, Ryo Yamaoka¹, Nan Xiao¹, Naokazu Ahagon¹, Tsuyoshi Ishikawa¹

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

Under the auspices of the Integrated Ocean Drilling Program (IODP), Kochi Core Center (KCC) was designated as one of the 3 IODP core repositories in the world. The KCC is in-charge of curating core materials collected/to be collected from most of the Indian Ocean, west Pacific Ocean and Bering Sea. Curation of the IODP core material in the KCC began in 2007 as it started receiving core material from other two IODP core repositories. This core material was collected under the DSDP (Deep Sea Drilling Program) and ODP (Ocean Drilling Program) that preceded the IODP. With the development of various new analytical techniques and geochemical tracers, and ever-going refinement of environmental record based on traditional indices, the core material collected under the DSDP and ODP (also known as 'Legacy core') continuously attract science community. The KCC has not only maintained high curatorial standards of the IODP for providing core samples free of cost, but also added many unique services like curation of cuttings and deep frozen aliquots of cores, open access to logging equipment for core measurements, virtual core library to provide quick online access to 3-D XCT images of the cores collected by the D/V Chikyu, online summary of the cores being curated in the KCC, and up-to-date online images of working half of recently sampled cores to show status of samples available for research. A huge new reefer building was added to the KCC in August 2014 that raised the capacity of the KCC to store 250 km of core. With its current stock of 121 km of the IODP cores, that has built up over last decade, and the cores to be collected under new IODP (International Ocean Discovery Program), the KCC continues to play a significant role in promoting earth and biogeosciences throughout the world.

Keywords: Marine core, Drilling Science, DSDP, ODP, IODP, KCC

沖縄伊是名海穴の海底熱水鉱床における自然ガンマ線と温度と圧力検層データの考察

Discussion on gamma ray, temperature, and pressure downhole logging data at sea-floor hydrothermal deposit in Izena Hole off-shore Okinawa

*真田 佳典¹、山田 泰広¹、北田 数也¹、野崎 達生¹、熊谷 英憲¹、石橋 純一郎²、前田 玲奈¹
、CK16-05 乗船者一同

*Yoshinori Sanada¹, Yasuhiro Yamada¹, Kazuya Kitada¹, Tatsuo Nozaki¹, Hidenori Kumagai¹, Jun-ichiro Ishibashi², Rena Maeda¹, CK16-05 on-board member

1. (国研) 海洋研究開発機構、2. 九州大学

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

CK16-05 cruise was carried out to understand origin and development process of the sea-floor hydrothermal deposit in Izena Hole off-shore Okinawa on November to December in 2016. It is one of the research cruise under an umbrella of Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP), "Next-generation technology for ocean resources exploration (Zipangu in the Ocean)". Natural gamma ray and temperature downhole logging data was acquired at the five wells. It is difficult to take high quality and recovery cores in hydrothermal brittle formation. The continuous natural gamma ray logging data allows us to describe continuous vertical formation profile. The temperature logging indicates potential of hydrothermal deposit activity. The pressure data does not show significant features. We compile the gamma ray, temperature, and pressure data, and discuss its geological and geophysical features.

キーワード：海底熱水鉱床、検層

Keywords: Sea-floor hydrothermal deposit, downhole logging

DCDA(Diametrical Core Deformation Analysis)の解析方法の改良とそれを用いた原位置応力の推定

Estimation of in-situ stress by a new analysis method of Diametrical Core Deformation Analysis (DCDA)

*栢本 悠大¹、林 為人^{1,2}、村田 澄彦¹、伊藤 高敏³

*Yudai Kayamoto¹, Weiren Lin^{1,2}, Sumihiko Murata¹, Takatoshi Ito³

1. 京都大学工学部地球工学科、2. 高知コア研究所、3. 東北大学流体科学研究所

1. Global Engineering, Faculty of Engineering, Kyoto University, 2. Kochi Institute for Core Sample Research, Jamstec, 3. Institute of Fluid Science, Tohoku University

原位置応力の方向と大きさを知ることは地球科学や地球工学において非常に重要なものとなっている。従来のDiametrical Core Deformation Analysis (DCDA)は、坑井に垂直な面内の最大応力と最小応力の方向とその差応力を求めることができる方法である。鉛直坑井の場合は、それらは最大水平主応力SHmaxと最小水平主応力Shminとなる。DCDAはコアリングの際の直径方向のコアの変形に基づいており、測定が容易、理論が単純、コアの非破壊試験であるといった利点を持つ方法である。しかしながら、この手法ではSHmaxとShminのそれぞれの大きさを求めることができない。そこで我々は、同じコアの直径データを使いながらも、SHmax、Shminの大きさとそれらの方向を、鉛直坑井と傾斜坑井のどちらでも求めることができる新しい解析方法を提案する。またこの新しい方法を検証するために、IODP Expedition 319で採取されたコアの直径計測データを用いてその解析を行い、原位置応力を推定した。

この新しい解析方法は、主応力が、水平面内と鉛直方向に存在するという仮定に基づいている。その仮定から、原位置応力の解放に伴うコアの直径変化を、SHmax、Shminそして鉛直応力Svの理論式で表すことができ、その式でコアの直径測定結果にフィッティングすることでSHmax、Shminの大きさとその方向を数値解析的に求めることができる。今回の研究では、南海掘削のIODP Expedition 319におけるサイトC0009の海底下深度約1540mでコアリングされた三つのコアに、この新しい解析方法を適応させて、原位置応力の方向と大きさの推定を行った。さらに、同深度においての他の測定法での原位置応力の測定結果との比較を行った。

その結果、SHmaxの方向はN140°、SHmaxとShminの大きさはそれぞれ、約65MPa、42MPa (3コアの平均)となった。得られたSHmaxの方向は、坑井のブレイクアウトから読み取られた結果と概ね一致した。そして推定したSHmaxとShminの大きさは理にかなった結果と考えられており、他の測定方法による結果と同じ応力レジームを示した。このことから、この新しい解析方法は妥当なSHmaxとShminを推定することができ、有用であるといえる。

キーワード : DCDA、掘削コア試料、主応力

Keywords: DCDA, core sample, principal stress

掘削実験

Driling experiment

*山田 泰広¹、斎藤 実篤¹、モ-キョ-¹、濱田 洋平¹、山本 由弦²、氏家 恒太郎¹

*Yasuhiro Yamada¹, Saneatsu Saito¹, Kyaw Moe¹, Yohei Hamada¹, Yuzuru Yamamoto², Kohtaro Ujiie¹

1. 海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター、2. 海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野

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

2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), MAT

掘削からは非常に多種多様なデータを取得することが可能であるが、そのデータを活用することによって地下で起こりつつある現象を高精度に把握することが可能になると考えられる。そこで、掘削の過程で得られる工学的なデータを処理・解析し、そこから原位置の地下情報を高精度・高解像度で抽出することを計画した。まず単純・安定的かつ低コストで試行錯誤が可能な陸上環境でのFS試験を実施し、それによってデータを精密に取得し、それらのデータの解析手法を確立する計画である。本発表では、この陸上掘削実験の現況を紹介する。

キーワード：掘削、実験

Keywords: drilling, experiments

南海トラフC0002G長期孔内観測点における孔内水圧計校正 Calibration of the borehole pressure gauges installed in the C0002G observatory in the Nankai trough

*町田 祐弥¹、荒木 英一郎¹、木村 俊則¹、Saffer Demian²

*Yuya Machida¹, Eiichiro Araki¹, Toshinori Kimura¹, Demian M Saffer²

1. 海洋研究開発機構、2. The Pennsylvania State University

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. The Pennsylvania State University

In the Nankai Trough region, several large interplate earthquakes with magnitudes of 8 have occurred repeatedly due to a subduction of the Philippine Sea Plate beneath the Eurasian Plate at a rate of 4-6 cm/year. In this area, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) deployed a long-term borehole monitoring system (LTBMS) into the C0002G boreholes during the IODP expedition 332 in 2010 to understand a seismogenic process of large interplate earthquakes. The LTBMS incorporates four pressure sensors, a volumetric strainmeter, a tiltmeter, a geophone, a broadband seismometer, accelerometers, and a thermistor string. Among the sensors, the pressure measurements are important for detections of long-term and small crustal deformations associated with the occurrence of large earthquakes. However pressure measurements contain instrumental drifts in the sensors in addition to the pressure changes associated with crustal deformations. Therefore calibrations for the pressure sensors are indispensable.

All pressure sensors are deployed on the ROV platform of the C0002G observatory, but each pressure sensor measure different water pressure depending on its pressure port depth (0 ~ 948 mbsf). One pressure port is located on the ROV platform (seafloor), the others are distributed inside the C0002G borehole and are connected by steel hydraulic lines with valve systems. The valve systems are manually operated by ROV manipulator, and switch target pressures from the pore fluid pressure in the C0002G borehole to the pressure on the seafloor. The valve systems are used for calibrations of the pressure sensors. Changes in relative instrumental drifts are estimated using the data during recording the seafloor pressure, because all the pressure sensors measure a reference seafloor pressure.

We repeatedly calibrated the pressure sensors in the C0002G borehole in the KY14-04, the KY15-05, and the KY15-16 cruise. Because all valve system were not switched during the cruises, instrumental drifts of the two pressure sensors in the borehole were estimated relative to the seafloor pressure sensor. The relative drift rates were estimated to be -3.88 and 2.37 hPa/year, respectively.

Absolute instrumental drifts are necessary to understand long-term and small pressure change. We are developing a mobile pressure gauge to calibrate a pressure sensor on the seafloor. A target accuracy of the gauge is less than 1 hPa. The absolute instrumental drift rates of all pressure sensors in the borehole will be estimated using the data.

キーワード：長期孔内観測システム、C0002、南海トラフ、水圧計、校正
Keywords: LTBMS, C0002, Nankai trough, pressure sensors, calibration

台湾での隆起削剥と堆積場：台湾沖掘削計画の概要

Episodic tectonic uplifting / erosion and sedimentation offshore southern Taiwan, a possible target of scientific ocean drilling

*山田 泰広¹、斎藤 実篤¹、Kan-Hsi Hsiung¹、LIN Andrew Tien-Shun²、LIU Char-Shine³

*Yasuhiro Yamada¹, Saneatsu Saito¹, Hsiung Kan-Hsi¹, 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. 国立台湾中央大学地球科学系、3. 国立台湾大学海洋研究所

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

Taiwan has been known as of high uplift rate and the uplifted mountain region provides huge amount of sediments that buries carbon in the surrounding oceanic basins. The uplifting process has been episodic, suggested by several evidences, and this may be associated with episodic accretion and collision process at the eastern and western margins offshore Taiwan. If the uplift is produced as a pop-up structure between these two convergent margins, strength of the two detachment zones may play a key role to determine the uplifting amount. In southern Taiwan, part of the sediments from the retro-wedge is ponded in the ~1000-m deep Southern Longitudinal Trough, a part of the deformed Luzon fore-arc basin. Off SW Taiwan, coarser-grained sediments from the pro-wedge are delivered into the South China Sea through a few canyon winding through the accretionary wedge. The study area is ideal for study links and interplay among mountain building, erosion, sedimentation and efficiency of organic carbon burial. We will introduce outline of our potential targets of offshore scientific drilling to examine such hypothesis, based on our interpretation of seismic profiles.

キーワード：台湾、IODP、隆起削剥

Keywords: Taiwan, IODP, episodic uplift

付加体先端部での断層形成過程

Initiation process of frontal thrust at accretionary prism

*山田 泰広¹、山本 由弦²、稲垣 史生¹、Verana Heuer³、諸野 祐樹²、久保 雄介²、IODP370 乗船研究者

*Yasuhiro Yamada¹, Yuzuru Yamamoto², Fumio Inagaki¹, Verana Heuer³, Yuki Morono², Yusuke Kubo², onboard IODP370

1. 海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター、2. 海洋研究開発機構、3. プレーメン大学

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

2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 3. MARUM, Germany

モデル実験によって再現された付加体先端部のスラスト形成過程では、主断層形成前に多数の短寿命・小規模フラクチャーが形成されることが明らかになっている。これを実際に付加体先端部で掘削したIODP370航海で取得されたコア試料に観察されたフラクチャーと比較した結果、モデル実験で予想されたものに近いパターンが得られた。

Physical properties of the Nankai accretionary prism, off Cape Muroto: Preliminary results of IODP Expedition 370

*神谷 奈々^{1,2}、奥津 なつみ³、廣瀬 丈洋²、稲垣 史生²、Heuer Verena⁴、諸野 祐樹²、久保 雄介²
*Nana Kamiya^{1,2}, Natsumi Okutsu³, Takehiro Hirose², Fumio Inagaki², Verena Heuer⁴, Yuki Morono², Yusuke Kubo²

1. 日本大学、2. 海洋研究開発機構、3. 東京大学、4. MARUM

1. Nihon University, 2. JAMSTEC, 3. University of Tokyo, 4. MARUM

International Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 370 was carried out to explore the limits of life in the deep seafloor biosphere at a location where temperature exceeds the known temperature maximum of microbial life ($\sim 120^{\circ}\text{C}$) at the sediment/basement interface ~ 1.2 km below the seafloor. Drilling Site C0023 is located in the vicinity of Ocean Drilling Program (ODP) Sites 808 and 1174 at the protothrust zone in the Nankai Trough off Cape Muroto at a water depth of 4776 m. Continuous physical property measurements on cores were performed to identify the occurrence of the accretionary prism and plate boundary fault and to characterize the habitat of seafloor microbial communities. In the presentation, we will report our preliminary physical properties of the Nankai accretionary prism at Site C0023.

Physical property measurements on shipboard, including moisture and density (MAD), thermal conductivity, electrical resistivity, *P*-wave velocity, natural gamma radiation, and magnetic susceptibility were carried out on core samples from 204 to 1176 mbsf under room temperature and pressure conditions. Porosities through the wedge facies (Unit II) to the upper Shikoku Basin facies (Unit III) are characterized by high variability and generally decrease from 45% to 37% in average with increasing depth. Within the lower Shikoku Basin facies (Unit IV), porosities continue to decrease with depth to 33% at the top of the décollement zone at ~ 760 mbsf. However, deeper than 760 mbsf, they turn to increase gradually by 5%–7% with depth to ~ 830 mbsf. This porosity increase is accompanied by a decrease in *P*-wave velocity and apparent formation factor (i.e., electrical resistivity). Deeper than ~ 830 mbsf, porosities resume a general compaction trend to the base of Unit IV and then rapidly increase within Unit V, where tuffaceous mud becomes the dominant lithology. Basaltic rocks in the basement exhibit a range of porosity between 5.5% and 25%. Similar porosity depth profiles were reported at Sites 808 and 1174 (Taira et al., 1991; Moore et al., 2001). However, in contrast to these sites, porosities at Site C0023 begin to elevate gradually within the décollement zone.

In situ temperature measurements between 189 and 408 mbsf and laboratory thermal conductivity measurements indicate a heat flow of 140 mW/m^2 . Assuming that the heat flow is purely conductive and steady state, temperatures of 86° and 120°C are projected for the top of the décollement and the bottom of the hole, respectively.

キーワード：南海、デコルマ

Keywords: Nankai, Décollement

応力測定のためのコア定方位化: IODP第370次航海 Reorientation of cored samples for stress-state analyses: IODP Expedition 370

*杉本 達洋¹、山本 裕二²、林 為人¹、山本 由弦³、廣瀬 丈洋³、神谷 奈々⁴、Heuer Verena⁵、稲垣 史生³、諸野 祐樹³、久保 雄介³、前田 玲奈³、Expedition 370 Scientists

*Tatsuhiko Sugimoto¹, Yuhji Yamamoto², Weiren Lin¹, Yuzuru Yamamoto³, Takehiro Hirose³, Nana Kamiya⁴, Verena Heuer⁵, Fumio Inagaki³, Yuki Morono³, Yusuke Kubo³, Lena Maeda³, Expedition 370 Scientists

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 高知大学海洋コア総合研究センター、3. 海洋研究開発機構、4. 日本大学大学院総合基礎科学研究科、5. ブレーメン大学

1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 3. JAMSTEC, 4. Graduated School of Integrated Sciences, Nihon University, 5. University of Bremen

南海トラフではMw 8クラス以上の大地震がおよそ100年~200年周期で繰り返し発生している。本研究では、南海トラフにおけるプレート沈み込み部分での応力状態を決定するために、IODP第370次航海において掘削されたボーリング孔 (Site C0023) から採取されたコア試料に対して非弾性ひずみ回復法 (ASR法) を適用した。ASR法によって原位置応力の方向を決定するためには、コアの定方位化が必須である。しかし第370次航海での掘削は未定方位コアリングにより行われたため、コアを定方位化する必要がある。本研究では古地磁気解析を用いた方法により掘削コアの定方位化を行った。

古地磁気測定は以下のような手順で実施した。1つの円柱状試料から約2cmの厚みを持つ円盤状の試料を切り出し、その円盤状試料を9つのサブサンプルに切り分ける。乾燥を防ぐため、サブサンプルはパラフィルムで包む。それぞれの岩石試料中の自然残留磁化 (NRM) の初生成分を抽出するため、それらに対しパススルー型超電導磁力計を用いて80mTまで段階的に消磁を行った。消磁には交流消磁を用いた。得られた消磁結果に対して、主成分解析 (Kirschvink, 1980) および大円法による解析 (McFadden and McElhinny, 1988) を行うことで古地磁気方位を決定した。NRMの初生成分は岩石形成時に獲得され、その当時の磁北方向を記録している。そのため、得られた古地磁気方位を磁北方向と一致させることで定方位化することが出来る。

15試料のうち方位決定出来たものは9試料であった。決定できなかった6サンプルに関しては、掘削の際に試料中の残留磁化が乱されたことにより、初生成分が抽出できなかったからであると考えられる。

キーワード：古地磁気、コア定方位、非弾性ひずみ回復

Keywords: Paleomagnetism, Core reorientation, Anelastic Strain Recovery

A new method for measurement of core quality using X-ray CT data of IODP Expedition 370

*藤内 智士¹、Tsang Man-Yin²、Bowden Stephen³、稲垣 史生⁴、Heuer Verena⁵、諸野 祐樹⁴、久保 雄介⁴、Expedition 370 Scientists

*Satoshi Tonai¹, Man-Yin Tsang², Stephen Bowden³, Fumio Inagaki⁴, Verena B. Heuer⁵, Yuki Morono⁴, Yusuke Kubo⁴, Expedition 370 Scientists

1. 高知大学理学部応用理学科、2. University of Toronto、3. University of Aberdeen、4. 海洋研究開発機構、5. MARUM-Center for Marine Environmental Sciences University of Bremen

1. Kochi University, 2. University of Toronto, 3. University of Aberdeen, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 5. MARUM-Center for Marine Environmental Sciences University of Bremen

Geological drilling aims to obtain high-quality cores for various purposes, such as the studies of mineralogy, physical properties and subsurface biogeochemistry. It is critical to quickly evaluate the quality of the drilled cores to assess the level of recovery, decide drilling methods, identify intervals for subsampling and estimate the extent of contamination by drilling mud or seawater. X-ray computed tomography (CT) is a powerful tool which shows the distribution of materials, drilling disturbance and geological structures throughout the core in three dimensions. X-ray CT can be carried out without splitting the cores or opening core liners and hence is efficient for core evaluation and desirable for studies sensitive to contamination and disturbance. X-ray CT is generally used as a qualitative method so far. Here we introduce the Core Quality Factor (CQF) as a quantitative method for analyzing and comparing core qualities using X-ray CT data.

Each pixel in X-ray CT images gives a CT number depending on the density of the material, for example, 0 for air (unrecovered area) and 2500 for standard aluminium. The CQF method first examines a cross-sectional slice of the core section at one depth, producing a histogram of numbers of pixels against CT numbers for the slice. The major material in the slice gives a dominant CT number and produces a peak in the histogram. Pixels with CT numbers higher than a threshold (e.g. 70% of the dominant CT number) are considered 'high-quality slice'. We repeat this at intervals of 0.625 mm throughout the entire core section. Then we can calculate the CQF score which is the percentage of 'high-quality slice' among all slices in the section.

We applied the new method to the X-ray CT data at Site C0023 of IODP Expedition 370. The X-ray CT measurements were made on 598 sections from 189 to 1177 mbsf. The X-ray CT instrument on the *Chikyu* is a Discovery CT 750HD (GE Medical Systems) capable of generating thirty-two 0.625 mm thick slice images every 0.4 s, the time for one revolution of the X-ray source around the sample. The CQF scores are lower than 70% at intervals 189–430 mbsf and 1100–1177 mbsf, matching the shipboard geological observation of sandy or soupy sediments and heavy drilling disturbance at these intervals. The CQF scores are above 80% at intervals 540–630 mbsf, 710–790 mbsf, and 860–1080 mbsf. The high CQF scores representing high core quality are in line with geological description of firm sediments and minor drilling disturbance at these intervals.

キーワード : X線CT、南海トラフ

Keywords: X-ray CT, Nankai Trough

広大な海洋地殻中に存在する微生物生態系の解明

Detection of microbial life in the oceanic crust aged 13-100 million years

*鈴木 庸平¹、幸塚 麻里子¹、青 佑太郎¹、山下 誠矢¹、向井 広樹¹、光延 聖²、稲垣 史生³

*Yohey Suzuki¹, Mariko Kouduka¹, Yutaro Ao¹, Seiya Yamashita¹, Hiroki Mukai¹, Satoshi Mitsunobu², Fumio Inagaki³

1. 東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. 静岡県立大学環境科学研究所、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構

1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan., 2. University of Shizuoka, Institute for Environmental Sciences, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Microbial life is widely distributed in extremely oligotrophic habitats. However, the extent and microbiological nature of such oligotrophic habitats are poorly constrained due to the lack of scientific knowledge of the oceanic crust, which has been estimated to be the largest but least accessible microbial habitat. Several lines of evidence previously suggest that seafloor microbial life exists within young ocean crusts on the flanks of mid-ocean ridge systems where fluid circulation is thermally driven. As the oceanic crust is aged, the deposition of sediment cover and the heat loss appear to dramatically alter the physicochemical properties of the oceanic crust after 10–15 Myr. Despite the fact that the oceanic crust older than 10 Ma covers >50% of Earth's lithosphere, microbial life in the vast crustal habitat has been poorly explored mainly due to microbial contamination from drilling fluid made from surface seawater. 13.5–100 Ma basaltic rocks in the oceanic crust distributed with South Pacific Gyre were explored through Integrated Ocean Drilling Project Expedition 329, where primary productivity in the surface seawater is exceedingly low. By undertaking the routine evaluation of microbiological contamination with fluorescent microspheres added to drilling fluid, 11 out of 15 core samples were found to be undetectable for fluorescent microspheres from the core interior. 16S rRNA-based molecular phylogenetic analysis was conducted by pyrosequencing of the 15 core samples, drilling fluid samples and a negative control from the laboratory manipulation was conducted. As a result, pyrosequencing was successful for five core samples undetected for microsphere contamination, one contaminated core sample and one drilling fluid sample and the laboratory control. After carefully excluding contamination sequences, 92–370 sequences and 18–134 operational taxonomic units (OTUs) based on >97% similarity were obtained from the five core samples and subjected to further phylogenetic affiliation. Microbial community structures were shifted in shallow pillow lavas thinly covered with oxygenated sediments from the ϵ -proteobacterial dominance at 13.5 Ma and the β -proteobacterial dominance at 33.5-Ma, which is also represented by the inferred metabolic shift from chemoautotrophy to heterotrophy. In the ~100-Ma lava flows, methanotrophy in basaltic rocks with fractures filled with secondary minerals was indicated by the phylogenetic relationship to known methane-oxidizing bacteria and archaea. Although more research is needed to clarify the biomass, biodiversity and metabolic activities of microbial life in the upper oceanic crust, microbial communities revealed in this study might be widely distributed and playing important roles in the global carbon cycling in previously unrecognized pathways.

IODP Expedition 361 –Southern African Climates and Agulhas LGM Density Profile

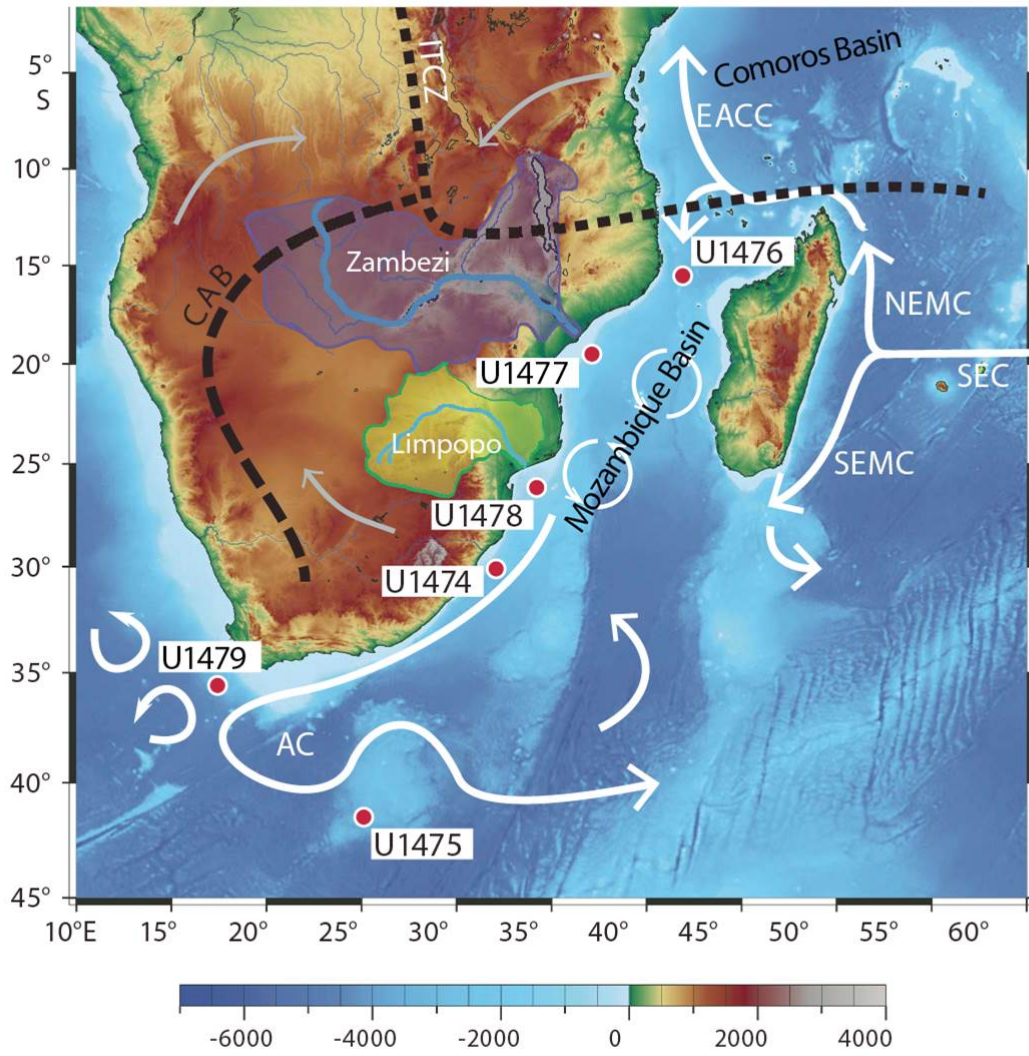
*Francisco J Jimenez-Espejo¹, Masako Yamane², Kaoru Kubota³, Ian R Hall⁴, Sidney R Hemming⁵, Leah J LeVay⁶, IODP Expedition 318 Scientists

1. Depart. Biogeochemistry, JAMSTEC, Japan, 2. Atmosphere and Ocean Research Inst., Univ. of Tokyo, Japan , 3. Kochi Inst. for Core Sample Res., JAMSTEC, Japan, 4. School of Earth and Ocean Sci., Cardiff Univ., UK, 5. Lamont-Doherty Earth Obs., Columbia Univ., USA , 6. International Ocean Discovery Program, Texas A&M, USA

The Agulhas Current constitutes the largest western boundary current system in the Southern Hemisphere and is a key component of the global oceanic thermohaline circulation. IODP Expedition 361 (January-March 2016) was planned to reveal the sensitivity of the Agulhas Current to climate changes over the past ~5 million years, to determine the dynamics of the Indian-Atlantic gateway, and to examine the connection between the Agulhas leakage and the Atlantic Meridional Overturning Circulation. Other scientific objectives included evaluation of the effect of the Agulhas Current on African terrestrial climates (especially rainfall patterns and river runoff) and potential linkages to hominid evolution. Additionally, Ancillary Project Letter aimed at high-resolution sediment-pore fluid sampling in order to constrain deep ocean temperature and salinities during the last glacial maximum was completed.

During the IODP Exp. 361, six sites (Site U1474 –U1479) were drilled and 5,175 m of sediment core was recovered (average recovery 102 %), spanning the time-interval between ~0.13 and 7 million years. Initial results of chronostratigraphic and paleoenvironmental information of both shipboard and post-cruise measurements by IODP Exp. 361 will be presented.

Keywords: IODP Exp. 361, Agulhas Current , Southern Africa Climates



南太平洋環流域の堆積物に含まれる微小金属粒の鉱物学的・地球化学的特徴について (IODP Exp. 329)

Mineralogical and geochemical characteristics of micro-mineral particles in the South Pacific Gyre sediment (IODP Exp. 329)

*浦本 豪一郎^{1,2}、諸野 祐樹¹、富岡 尚敬¹、若木 重行¹、和穎 朗太³、上杉 建太郎⁴、竹内 晃久⁴、星野 真人⁴、鈴木 芳生^{4,5}、光延 聖⁶、菅 大暉⁷、宮本 千尋⁵、高橋 嘉夫⁵、稲垣 史生¹

*Uramoto Go-Ichiro^{1,2}, Yuki Morono¹, Naotaka Tomioka¹, Shigeyuki Wakaki¹, Rota Wagai³, Kentaro Uesugi⁴, Akihisa Takeuchi⁴, Masato Hoshino⁴, Yoshio Suzuki^{4,5}, Satoshi Mitsunobu⁶, Hiroki Suga⁷, Chihiro Miyamoto⁵, Yoshio Takahashi⁵, Fumio Inagaki¹

1. 海洋研究開発機構、2. 高知大学、3. 農業・食品産業技術総合研究機構、4. 高輝度光科学研究センター、5. 東京大学、6. 愛媛大学、7. 広島大学

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kochi University, 3. National Agriculture and Food Research Organization, 4. Japan Synchrotron Radiation Research Institute, 5. University of Tokyo, 6. Ehime University, 7. Hiroshima University

Ferromanganese minerals widely occur on the seafloor of abyssal plains as nodules consisting of manganese, iron and various trace metal elements. Accumulation and dissolution of the vast mineral deposits play important roles in the global element cycle. However, no clear picture has yet emerged as to the nature of these mineral deposits in deep seafloor oxic sediments. During the Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 329, we drilled the entire sedimentary sequence at 6 sites in the ultra-oligotrophic region of the South Pacific Gyre (SPG), where dissolved O₂ and aerobic microbial communities are present from the seafloor to the sediment-basement interface [1]. We observed abundant micrometer-scale particles of ferromanganese minerals (Mn-microparticles) in oxic pelagic clay sediments of the SPG over 100 million years. Three-dimensional micro-texture and elemental composition analyses using mass-spectrometric, flow cytometry and synchrotron-based approaches revealed that most Mn-microparticles are poorly crystalline ferromanganese minerals that consist of various trace metals and carbon species, indicating that Mn-microparticles are possibly derived from the past hydrothermal activity and widespread buried in the open-ocean gyre.

[1] D' Hondt et al., Presence of oxygen and aerobic communities from seafloor to basement in deep-sea sediment. *Nature Geosciences*, 8(4), 299-304, 2015.

キーワード：微小鉱物粒、遠洋性粘土、南太平洋環流域

Keywords: micro-mineral particle, pelagic clay, South Pacific Gyre

High-resolution Petrophysical, Geophysical & Chemical Properties Characterization across Crustal-Mantle Transition in Oman

*KYAW MOE¹, Yasuhiro Yamada, Saneatsu Saito, Kazuya Shiraishi

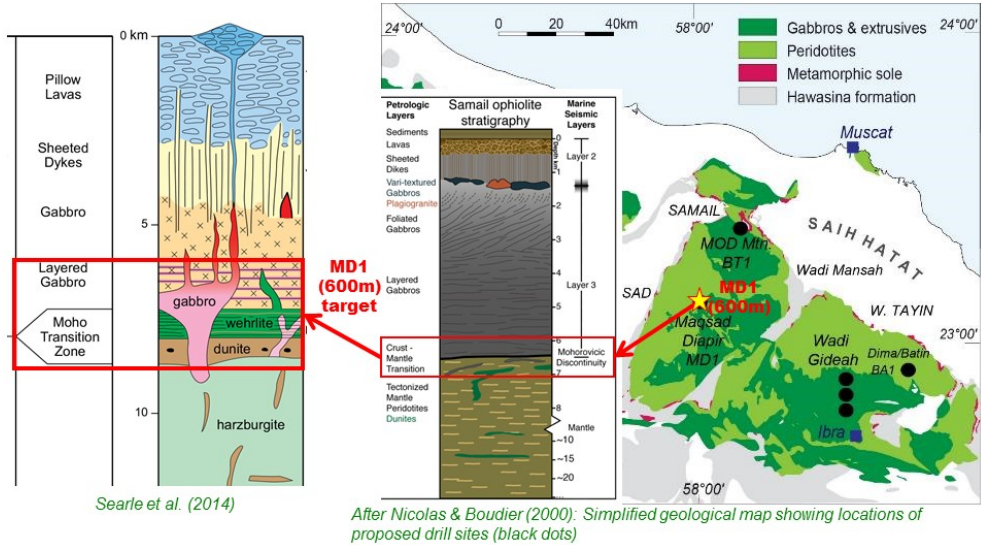
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Center for Ocean Drilling Science

To clarify the actual condition of the Mohole discontinuity which was first identified in 1909 as step in the velocity of the seismic wave, it is necessary to drill and sample across crustal-mantle transition and that was original idea of the scientific ocean drilling more than four decades ago. This study is aiming to maximize the understanding on the petrophysical, geophysical and chemical nature across crustal-mantle transition, and to support in realistic planning for D/V Chikyu drilling and sampling fresh mantle in the future.

Since the full proposal approved in 2014 and overcoming some delays, Oman drilling operations began in early December, 2016 in the Samail Ophiolite, the largest and best-exposed section of oceanic crust and upper mantle in the World. Among several sites to drill, core, log and experiment, this study targets at the crustal-mantle transition site to collect as much data and sample as possible. Hence, two wells are planned to drill up to 600 m where slim well is for the high quality coring and slim wireline logging, and rotary well is for conventional logging with most advanced tools in the industry. In addition to the scientific core measurements onboard Chikyu, core scratch test will carry out to collect continuous high resolution rock strength (UCS), wireline logging will take various petrophysical measurements from slim logging tools and density-porosity, resistivity image, sonic velocity and various element-mineralogy data from the most advanced logging tool from industry.

As part of the “drilling informatics science” that Center for Ocean Drilling Science is working for three years, all geological samples and petrophysical, chemical and geophysical logging data are planned to process, analyze and integrate to achieve world's first high-resolution petrophysical and chemical properties across the Mohole transition.

Keywords: Oman drilling, Mohole, Drilling Informatics



小笠原前弧で採取された前弧玄武岩・ボニナイトの岩石物性と化学組成 Physical properties and chemical compositions of fore-arc basalt and boninite in Bonin forearc recovered by IODP Expedition 352

*本多 睦美¹、道林 克禎¹、藤井 昌和⁶、針金 由美子²、山本 由弦³、神谷 奈々⁴、柵山 徹也⁵

*Mutsumi Honda¹, Katsuyoshi Michibayashi¹, Masakazu Fujii⁶, Yumiko Harigane², Yuzuru Yamamoto³, Nana Kamiya⁴, Tetsuya Sakuyama⁵

1. 静岡大学大学院総合科学技術研究科、2. 産業技術総合研究所、3. 海洋研究開発機構、4. 日本大学大学院総合基礎科学研究科、5. 大阪市立大学大学院理学研究科、6. 国立極地研究所 / 総合研究大学院大学

1. Shizuoka University, 2. AIST, 3. JAMSTEC, 4. Nihon University, 5. Osaka City University, 6. National Institute of Polar Research and SOKENDAI

日本の南東には、代表的な海洋性島弧である伊豆一小笠原一マリアナ弧 (IBM弧) が形成されている。IBMプロジェクトは、IBM弧における研究を通し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たプロジェクトである。その一環として、国際深海科学掘削計画第352次研究航海 (IODP Expedition 352) が行われ、小笠原海溝前弧域で4か所を掘削した (Reagan et al., 2015, IODP)。海溝側のより深い2か所 (U1440, U1441) では前弧玄武岩および関連した岩石が採取され、島弧側のより浅い2か所 (U1439, U1442) ではボニナイトおよび関連した岩石が採取された (Reagan et al., 2015, IODP; Reagan et al., 2017, Int. Geol. Rev.)。

海洋地殻の火山岩は地震波速度構造の第2層に相当する。弾性波速度は、岩石の岩質、空隙率、流体飽和度、温度および圧力に依存する。本研究では、P波速度と岩質および空隙率との関係を検討することとした。そのため、P波速度の測定は強制湿潤させた火山岩試料について常温常圧下で行った。また、浮力法による密度および空隙率の測定、初磁化率の測定、全岩化学組成の測定を行った。

前弧玄武岩グループ (U1440, U1441) の密度は $2.13\sim 2.90\text{ g/cm}^3$ 、空隙率は $5.2\sim 35.6\%$ 、P波速度は $3.0\sim 5.5\text{ km/s}$ であった。ボニナイトグループ (U1439, U1442) の密度は $1.98\sim 2.67\text{ g/cm}^3$ 、空隙率は $7.0\sim 37.9\%$ 、P波速度は $3.1\sim 5.4\text{ km/s}$ であった。採取地点と物性値を比較すると、前弧玄武岩グループの密度はボニナイトグループよりやや高い傾向がみられたが、空隙率やP波速度の範囲に違いはみられなかった。P波速度と空隙率を比べると負の相関がみられた。また、P波速度と密度との間には正の相関があり、空隙を差し引いて求めた粒子密度とP波速度に相関関係はみられなかった。空隙を充填した水や空気を透過する弾性波速度は、構成鉱物を透過する弾性波速度よりも遅いので、空隙の量が速度低下の原因と考えられる。

初磁化率について、前弧玄武岩グループでは $0.4\sim 2\times 10^{-2}\text{ m}^3/\text{kg}$ 、ボニナイトグループでは $0.01\sim 2\times 10^{-2}\text{ m}^3/\text{kg}$ を示した。ボニナイトは初磁化率が高く前弧玄武岩相当であるグループ ($0.2\sim 2\times 10^{-2}\text{ m}^3/\text{kg}$) と低いグループ ($0.01\sim 0.7\times 10^{-2}\text{ m}^3/\text{kg}$) に分かれるバイモーダルな分布を示した。さらに、この初磁化率グループをP波速度対密度の関係に当てはめると、それぞれのグループごとにP波速度と密度の正の相関がみられ、その傾きはほぼ等しかった。P波速度の範囲は同じだが、初磁化率の高いグループがより密度が高い傾向を示した。

全岩化学組成分析は変質部を除かずに測定した。その結果、前弧玄武岩グループの SiO_2 は $53.6\sim 46.7\text{ wt\%}$ 、 FeO^* は $13.2\sim 8.1\text{ wt\%}$ 、 K_2O は $4.0\sim 0.1\text{ wt\%}$ だった。ボニナイトグループの SiO_2 は $62.4\sim 43.8\text{ wt\%}$ 、 FeO^* は $9.0\sim 4.6\text{ wt\%}$ 、 K_2O は $3.3\sim 0.1\text{ wt\%}$ だった。初磁化率の高いグループと低いグループにおいて、 FeO^* 値の大きな違いはみられなかった。また、比較的高い K_2O 値がみられた。変質による沸石や粘土鉱物などの二次鉱物が含まれていることが考えられる。さらに、高い K_2O 値をもつ試料はP波速度が遅い傾向がみられた。変質による速度低下があると考えられる。

キーワード：伊豆一小笠原一マリアナ、掘削、ボニナイト、P波速度、帯磁率

Keywords: Izu-Bonin-Mariana, drilling, boninite, velocity, magnetic susceptibility

北部九州ーパラオ海嶺における反射法地震探査の概要： IODPプロポーザルのための事前調査航海KH-16-6

Preliminary results of multichannel seismic reflection survey in the northern Kyushu-Palau Ridge: Site survey cruise (KH-16-6 Leg 2) for IODP proposal

*池原 実¹、山下 幹也²、岡崎 裕典³

*Minoru Ikehara¹, Mikiya Yamashita², Yusuke Okazaki³

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター、3. 九州大学

1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Research and Development Center for Earthquake and Tsunami, JAMSTEC, 3. Kyushu University

北部九州ーパラオ海嶺において、IODPプロポーザルのための事前調査航海（白鳳丸KH-16-6）を実施し、反射法地震探査を行った。北部九州ーパラオ海嶺では、1971年に実施されたDSDP Leg31によって296地点から約450mのコアが掘削されている。DSDP 296では中新世以降の堆積物が回収されているが、コアの回収率は約60%であった。また、当時の掘削システムではコアとコアの間に必ずギャップができるため、連続的な堆積物が回収されていない。よって、DSDP 296は低時間解像度で長期的な古海洋変動の復元を行う研究には利用可能であるが、キーとなる時代、例えば最終間氷期最盛期、酸素同位体ステージ（MIS）11やMIS 31などの間氷期、鮮新世温暖期、中新世中期高温期（MMCO）などにおける高解像度環境復元は不可能である。そこで、北太平洋における表層および中深層の海洋大循環を高精度かつ高時間解像度で復元し、パナマ地峡などのゲートウェイの開閉イベントや全球気候変動との相互作用の実態を解明することを主目的としたIODPプロポーザルを準備している。その事前調査の一環として実施した新青丸KS-15-4次航海による海底地形探査とピストンコア採取に加え、KH-16-6次航海にて反射法地震探査を行い、DSDP 296地点を起点とする12側線におけるプロファイルを得た。DSDP 296レガシーコアによる堆積速度曲線などとの対比を含め、北部九州ーパラオ海嶺における海底下地質構造について報告する。

キーワード：九州ーパラオ海嶺、反射法地震探査、IODPプロポーザル、古海洋

Keywords: Kyushu-Palau Ridge, Multichannel seismic (MCS) reflection survey, IODP proposal, paleoceanography