

Results of physical property measurements obtained during the CHIKYU cruise CK16-05 of hydrothermal fields at the middle Okinawa Trough.

*正木 裕香¹、小森 省吾²、斎藤 誠史¹、Kakda Kret³、南出 奏⁴、大野 正夫³、山本 浩文¹、McIntosh Iona¹、谷川 亘¹、野崎 達生¹、熊谷 英憲¹、石橋 純一郎³、前田 玲奈¹、CK16-05 乗船者一同
*Yuka Masaki¹, Shogo Komori², Masafumi Saitoh¹, Kakda Kret³, Kana Minamide⁴, Masao Ohno³, Hirofumi Yamamoto¹, Iona McIntosh¹, Wataru Tanikawa¹, Tatsuo Nozaki¹, Hidenori Kumagai¹, Jun-ichiro Ishibashi³, Lena Maeda¹, CK16-05 on board members

1. 海洋研究開発機構、2. 産業総合研究所、3. 九州大学大学院、4. 京都大学大学院

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Kyushu University, 4. Kyoto University

The middle Okinawa Trough, located along the Ryukyu-arc on the margin of the East China Sea, has several active hydrothermal fields. Cruise CK16-05 of D/V CHIKYU targeted one of the largest hydrothermal fields, the Izena hydrothermal field, and conducted coring operations. Site C9027 is located on the center part of the Northern sulfide mound. Four other sites where we can observe the subseafloor sulfide layer were drilled along an eastward transect from the Northern mound (Sites C9028, C9026, C9025 and C9032 from west to east). Two additional reference sites (C9029 and C9030) located to the north and northwest of Site C9027, where the subseafloor sulfide layer is not distributed, were also drilled. Here, we present the results of physical property measurements obtained by using CHIKYU's on-board laboratory.

Drilled core samples from the Northern mound (Site C9027) mainly consisted of sulfide-rich rocks. The total recovered core length was 5.09 m and core recovery rate was only 3.9 %, due to the difficulty of coring operations in this material. These core samples exhibited the highest thermal conductivity (18.37 W/m·K) and the highest P-wave velocity (7,613 m/sec) of all sites, which is consistent with an abundant occurrence of sulfide minerals.

The four sites along the eastward transect from the Northern mound (Sites C9028, C9026, C9025 and C9032) consisted of hemi-pelagic sediment, hydrothermal altered sediment, pumiceous gravel and sulfide layers. Conspicuous peaks in the results of physical property measurements such as a notably high grain density were observed within the cores from all four sites, suggesting that a large sub-seafloor sulfide layer is widely distributed in this area.

Core samples from the two reference sites (Sites C9029 and C9030) mainly consisted of pumiceous gravel and mud, and total recovered core lengths were 84.5 m and 61.4 m with recovery rates of 53.7% and 66.7%, respectively. Physical property data from these two sites did not exhibit the conspicuous peaks that were observed in the sites associated with the sub-seafloor sulfide layer.

Using whole physical property data, we will also present a first-order sub-seafloor physical property model for the Izena hydrothermal field in this presentation.

キーワード：海底熱水、ちきゅう、物性測定、伊是名

Keywords: seafloor hydrothermal deposit, CHIKYU, Physical Property, Izena

伊是名海穴海底熱水系から採取した間隙水の化学組成

Chemical and isotopic compositions of interstitial water from the Izena hydrothermal field

*土岐 知弘¹、大竹 翼²、石橋 純一郎³、松井 洋平⁴、加藤 大和³、淵田 茂司⁵、宮原 玲奈³、堤 映日³、中村 峻介²、川喜田 竜平²、宇座 大貴¹、上原 力¹、新城 竜一¹、野崎 達生⁴、熊谷 英憲⁴、前田 玲奈⁴、CK16-05 乗船者一同

*Tomohiro Toki¹, Tsubasa Otake², Jun-ichiro Ishibashi³, Yohei Matsui⁴, Hirokazu Kato³, Shigeshi Fuchida⁵, Rena Miyahara³, Akihi Tsutsumi³, Shunsuke Nakamura², Ryuhei Kawakida², Hiroataka Uza¹, Riki Uehara¹, Ryuichi Shinjo¹, Tatsuo Nozaki⁴, Hidenori Kumagai⁴, Lena Maeda⁴, CK16-05 on-board member

1. 琉球大学、2. 北海道大学、3. 九州大学、4. 海洋研究開発機構、5. 国立環境研究所

1. University of the Ryukyus, 2. Hokkaido University, 3. Kyushu University, 4. JAMSTEC, 5. NIES

これまでのSIP航海において、伊平屋北海丘の複数の海底熱水活動域を掘削し、硫化物鉱床の分布と、海底熱水の分布を明らかにしてきた。しかし、伊平屋北海丘における海底熱水鉱床の規模は比較的小規模なもので、大規模な海底熱水鉱床の形成メカニズムを明らかにするにはあまり適していなかった。伊是名海穴には、Hakureiサイト及びJADEサイトといった二つの海底熱水活動域が報告されており、Hakureiサイトの海底面には、高さ数十メートルに及ぶ複数のマウンドが連なっている。JOGMECのプレスリリースによれば、これらのマウンドを形成している硫化物の下にも硫化物の鉱体の存在が示唆されている（JOGMECプレスリリース）。本研究では、大規模な海底熱水鉱床周辺の間隙水及びヘッドスペースガス中の化学組成及びガス組成を測定し、海底下における熱水の分布と挙動を調べ、熱水が大規模な海底熱水鉱床の成長にどのように関わっているかを明らかにする。

キーワード：伊是名海穴、海底熱水系、間隙水、化学組成

Keywords: Izena Hole, hydrothermal system, interstitial water, chemical and isotopic compositions

沖縄沖伊平屋北海丘での硫化物岩石サンプルの物性測定

Physical Properties of massive sulfide samples at the Iheya North Knoll Hydrothermal Area, Off-Okinawa, Japan

*後藤 忠徳¹、大田 優介¹、寺西 陽祐¹、林 為人^{2,1}、笠谷 貴史²、町山 栄章²、金松 敏也²、木戸 ゆかり²、多田井 修³

*Tada-nori Goto¹, Yusuke Ohta¹, Yosuke Teranishi¹, Weiren Lin^{2,1}, Takafumi Kasaya², Hideaki Machiyama², Toshiya Kanamatsu², Yukari Kido², Osamu Tada³

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 海洋研究開発機構、3. マリンワークジャパン

1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Marine Work Japan Ltd.

Seafloor massive sulphides (SMS) around seafloor hydrothermal active zone are attractive due to the general growth trend of global economical activities. Since the SMS is located below the deep seafloor, which restricts a number of boreholes for land-based mineral explorations, deep seafloor geophysical surveys (e.g., electromagnetic, magnetic, gravity and seismic surveys) are conducted to image the detailed distribution of SMS below seafloor. However, the complicated lithological structure around SMS interrupts the good interpretation of sub-seafloor structure by using sole geophysical technique. For example, low resistivity value is expected for SMS, but the evaluation of amount of metal deposits is not enough only from the resistivity structure.

In this study, we try to include the physical properties (and amount of metal deposits) obtained from laboratory experiment using rock core samples to add better constraint to the joint inversion, recently used for physical models based on the geophysical explorations. The rock samples of SMS were obtained by ROV and submersible exploration around the hydrothermal active areas in the Okinawa Trough, Japan. From 21 core samples, resistivity, density, porosity, natural remanent magnetization (NRM) are measured. The chemical components are obtained by X-ray fluorescence (XRF) analysis.

The measured result indicates a correlation between resistivity, NRM, density and concentration of metal. For example, the resistivity values measured in laboratory indicates pretty low features. The resistivity cannot be explained by the conventional Archie's law, and modified one (called as parallel circuit model). We newly develop a rock physics model of resistivity for massive sulphide in this study. In our model, a direct connection term between conductive solid and conductive liquid to the conventional model. As a result, our new model well explains the measured resistivity trend, especially samples including large amount of pyrite. The contribution of conductive material in rock sample indicates high correlation to the amount of Cu, Fe, Zn. We conclude that the higher conductivity of rock matrix and higher NRM are possibly relates to the high metal contents and can be a good index for mineral deposits.

キーワード：熱水地域、硫化物鉱床、岩石物理学

Keywords: Hydrothermal Area, Massive Sulfide, Rock Physics

伊豆小笠原弧須美寿カルデラ北部外輪山（望星サイト）における大規模熱水変質帯の可能性

Possibility of the large-scale hydrothermal alteration zone (Bosei-site) observed around the northern part of outer-rim of Sumis caldera, Izu-Ogasawara Arc

*坂本 泉¹、松下 小春¹、四宮 佑太¹、八木 雅俊¹

*Izumi Sakamoto¹, Koharu Matsushita¹, Yuta Shinomiya¹, Masatoshi Yagi¹

1. 東海大学海洋学部

1. School of Marine Science and Technology, Tokai University

須美寿カルデラは、伊豆小笠原火山フロント上に位置し、直径約10kmの規模を呈する海底カルデラである。本海域では岩淵（1999）による“しんかい2000”潜航観察により外輪山域における珪化変質や現鉄水酸化物の分布、中央火口丘付近での熱水生物群集の存在が報告されている。近年では、須美寿カルデラ底に於いて熱水マウンドらしい高まりの存在がAUVで観察されている（浦，他2012）。東海大学では須美寿カルデラ海域において、2014年から地形・採泥調査を行って来た。本報告では、2016年東海大学海洋学部海洋地球科学科海洋実習3において、須美寿カルデラ域の精密地形測量、水中音響異常探査、ビデオ付き採泥機による岩石試料採取および海底画像取得を行い、その結果北部須美寿カルデラ外輪山山頂部域に、広範囲にわたって低温熱水起源と思われる変質帯（望星サイト）を認めたので報告を行う。

須美寿カルデラにおける外輪山は、南部・西部・東部・北部で異なった地形特徴が発達している。今回対象とするカルデラ外輪山北部域は、水深200m等深線で囲まれた比較的平坦な頂部を有し、東西方向に延びる痩せ尾根（幅500-1000m：最浅水深150m）が発達している。これに比べ、カルデラ壁南側（内壁）には、比高約600mの急斜面が発達している。このカルデラ内壁には、南北に伸びた海脚状地形と直線状の谷地形が交互に発達し、この急斜面域で行われた採泥では、多量の火山岩（玄武岩～デイサイト質）が採取されている。

カルデラ外輪山北部山頂域（水深300-200m）において行った精密地形探査では、東西方向に伸びる痩せ尾根から南側斜面にかけ、小規模であるがマウンド状の高まりおよびリッジ状地形が複数確認され、さらに水中音響異常が約5kmの範囲において複数確認された。引き続き水中音響異常が観察された海域でドレッジ採泥（同時海底画像記録式）では、多量の火山砕屑岩が採取され、海底に火山砕屑岩類が一面に広がる様子がビデオ映像解析で確認された。

採取された火山砕屑岩は、1) 赤色でスコリア質の本質岩片のみから構成されるラピリーストーン試料、2) スコリアと軽石の混合岩片から成り灰白色の石灰質基質の発達した火山礫凝灰岩試料への岩相変化が確認された。赤色ラピリーストーンは岩石内部全体にわたって脆く赤褐色変質を被り、マトリックス中には石灰華（シンター）が発達している。鏡下においても、X線回折を用いた定性分析でも、残念ながら鉄を含んだ鉱物は検出されなかった。しかしながら、これらシンター部分の定量分析（XRF・FP法）結果では、最大で60wt.%をこえる全鉄値が確認された。仮にこれらの石灰華の発達する赤色ラピリーストーンが熱水変質により形成されたと仮定した場合、小規模マウンドの分布と水中音響異常領域が5kmにわたっていた事を併せ、須美寿カルデラ北部外輪山斜面上部から頂部にかけて大規模な熱水変質帯が発達していると推定される。

キーワード：熱水変質帯、海底カルデラ

Keywords: hydrothermal alteration zone, Submarine caldera

中央インド洋海嶺Yokoniwa Riseにおける海底熱水活動と蛇紋岩化作用：AUV磁気マッピングと岩石磁気による制約

Hydrothermal activity and sub-seafloor serpentinization on the Yokoniwa Rise developed in the Central Indian Ridge: Constraints from AUV mapping and rock magnetisms

*藤井 昌和¹、沖野 郷子²、佐藤 暢³、佐藤 太一⁴、中村 謙太郎⁵、山崎 俊嗣²

*Masakazu Fujii¹, Kyoko Okino², Hiroshi Sato³, Taichi Sato⁴, Kentaro Nakamura⁵, Toshitsugu Yamazaki²

1. 国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 専修大学、4. 産業技術総合研究所、5. 東京大学
1. National Institute of Polar Research / SOKENDAI, 2. AORI, UTokyo, 3. Senshu Univ., 4. AIST, 5. UTokyo

Exposures of ultramafic mantle rocks are extensively distributed within slow spreading environments, where alteration processes significantly influence submarine ecosystems and result in high concentrations of metals. The location and spatial extent of hydrothermal activity are difficult to constrain; however, studies of near-seafloor magnetic field can highlight these features because crustal magnetic minerals can be destroyed or created by hydrothermal processes. Therefore, investigating magnetic signatures in these ultramafic-hosted hydrothermal systems is important for detecting active and inactive hydrothermal sites and their mineralization states.

High-resolution vector magnetic measurements were performed on an inactive ultramafic-hosted hydrothermal vent field, known as Yokoniwa Hydrothermal Field (YHF), using a deep-sea manned submersible *SHINKAI 6500* and an autonomous underwater vehicle (AUV) *r2D4*. The YHF has developed at a non-transform offset massif near the Rodrigues Triple Junction of the Southeast Indian Ridge, Southwest Indian Ridge, and Central Indian Ridge. Dead chimneys were widely observed around the YHF along with a very weak venting of low-temperature fluids so that hydrothermal activity of the YHF was almost finished. The rock samples collected around the YHF and in the slope of the Yokoniwa Rise were utilized for measurements of physical and rock magnetic properties, and petrological investigation.

The distribution of crustal magnetization from the magnetic anomaly revealed that the YHF is associated with enhanced magnetization, as seen at the ultramafic-hosted Rainbow and Ashadze-1 hydrothermal sites of the Mid-Atlantic Ridge. The results of rock magnetic analysis on seafloor rock samples (including basalt, dolerite, gabbro, serpentinized peridotite, and hydrothermal sulfide) showed that only highly serpentinized peridotite carries high magnetic susceptibility and that the natural remanent magnetization intensity can explain the high magnetization of Yokoniwa. These observations reflect abundant and strongly magnetized magnetite grains within the highly serpentinized peridotite. The detailed magnetic hysteresis measurements demonstrated that single-domain (SD) magnetite was formed during the later stage of serpentinization, and it is assembled inside of mesh structures with strong magnetostatic interactions. Comparisons with the Rainbow and Ashadze-1 suggest that in ultramafic-hosted hydrothermal systems, strongly magnetized magnetite and pyrrhotite form during the progression of hydrothermal alteration of peridotite. After the completion of serpentinization and hydrogen production, pyrrhotites convert into pyrite or nonmagnetic iron sulfides, which considerably reduces their levels of magnetization. Our results revealed origins of the magnetic high and the development of subsurface chemical processes in ultramafic-hosted hydrothermal systems. Furthermore,

the results highlight the use of near-seafloor magnetic field measurements as a powerful tool for detecting and characterizing seafloor hydrothermal system.

[References]

1. Fujii, M., K. Okino, T. Sato, H. Sato, and K. Nakamura (2016), Origin of magnetic highs at ultramafic hosted hydrothermal systems: Insights from the Yokoniwa site of Central Indian Ridge, Earth and Planetary Science Letters, doi: 10.1016/j.epsl.2016.02.018.

2. Fujii, M., K. Okino, H. Sato, K. Nakamura, T. Sato, and T. Yamazaki (2016), Variation in magnetic properties of serpentinized peridotites exposed on the Yokoniwa Rise, Central Indian Ridge: Insights into the role of magnetite in serpentinization, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, doi:10.1002/2016GC006511.

キーワード：海底熱水循環、蛇紋岩化作用、磁気異常、岩石磁気、低速拡大海嶺

Keywords: Seafloor hydrothermal system, Serpentinization, Magnetic anomaly, Rock magnetism, Slow-spreading ridge

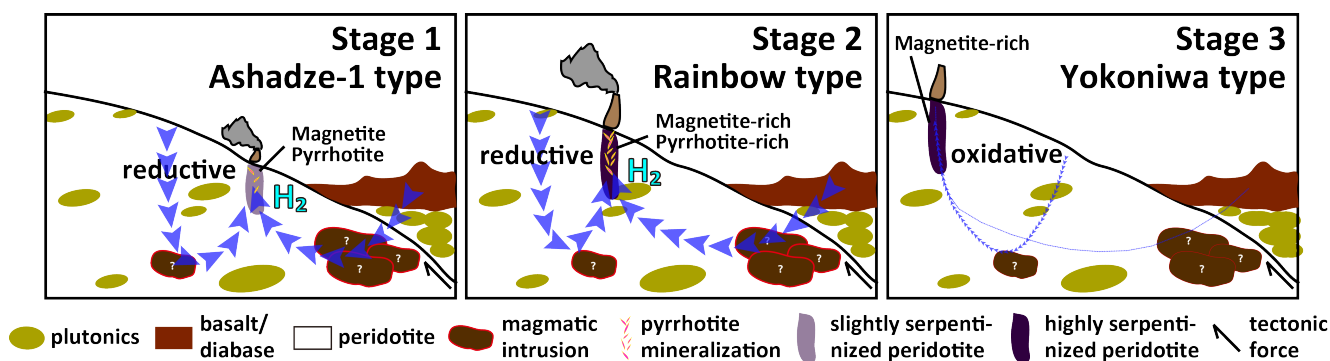


Figure. Model of magnetic mineral formation. Model showing the 3-stage formation history of magnetic minerals in ultramafic-hosted hydrothermal systems.

Stage 1: some magnetized magnetite and pyrrhotite form through serpentinization and sulfide mineralization under reductive conditions,

Stage 2: large quantity of magnetized magnetite and pyrrhotite are accumulated through serpentinization and sulfide mineralization under reductive conditions,

Stage 3: only magnetized magnetite remains as main magnetic source under oxidative condition after serpentinization of host rock.

Geomorphological features of the Southern Mariana Trough spreading center obtained from near-bottom surveys using the AUV Urashima

岡本 理¹、*島 伸和¹、沖野 郷子²、本莊 千枝³

Osamu Okamoto¹, *Nobukazu Seama¹, Kyoko Okino², Chie Honsho³

1. 神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 東北大学災害科学国際研究所

1. Department of Planetology, Kobe University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 3. IRIDeS, Tohoku University

We characterized field-scale geomorphological features at the sea-floor spreading center in the southern segment of the Southern Mariana Trough back-arc basin to understand its crustal formation in fine-scale. The Southern Mariana Trough is a currently active back arc basin, and it has fast spreading morphologic and geophysical characteristics (e.g. axial high), suggesting an abundant magma supply, even though the full spreading rate is categorized as slow spreading (e.g. Seama et al., 2015). Bathymetry and geomagnetic field data in the Southern Mariana Trough show highly asymmetric seafloor spreading; much faster spreading in the west side of the spreading axis compared to the east side (Seama and Okino, 2015). They estimated the spreading rate of the southern segment as 46 km/Myr with its half rate of 33 km/Myr for the west side and 13 km/Myr for the east side. We analyzed near-bottom acoustic survey data along an axial relief in the southern segment to obtain fine scale topographic map and back-scatter images. The near-bottom acoustic survey during JAMSTEC YK09-08 cruise was conducted using the AUV Urashima, in which a 120 kHz side-scan sonar and a 400 kHz multi-beam echo sounder are mounted. Seven survey lines along spreading axis cover 2.5 km by 0.9 km area along and across the spreading axis, respectively. The topographic map and the back-scatter images together with eight dive observation data acquired by the submersible Shinkai 6500 allow us to derive characteristic features at the sea-floor spreading center. The current active spreading axis is identified by six mounds with their diameters of 100-300 m; the mounds are in line parallel to the axial high in the southern segment and they are composed by pillow lavas without sediment. The mounds are divided into two groups that probably show fine scale different ridge segments; three mounds in the south are more active with their height of 10-25 m, while three mounds in the north are a few meters high, and two groups have a 100 m offset in line parallel to the axial relief. Further, we found asymmetric geomorphological features at the spreading center in small-scale (< 1 km scale). A lot of fault scarps and lineaments parallel to the axial axis exist in the topographic map and the back-scatter images, respectively, and their locations show high asymmetry; many of them locate in the northwest side of the axial axis, but few exist in the southeast side. The small scale asymmetric geomorphological features near the current spreading axis provide an important constraint on the style of the highly asymmetric seafloor spreading in the Southern Mariana Trough back-arc basin.

キーワード：南マリアナ背弧海盆、非対称海洋底拡大、深海音響探査

Keywords: Southern Mariana Trough back-arc basin, asymmetric seafloor spreading, near-bottom acoustic survey

Tectonics of long-offset oceanic transform faults along the Central Indian Ridge

*沖野 郷子¹、島 伸和²、藤井 昌和³、町田 嗣樹⁴

*Kyoko Okino¹, Nobukazu Seama², Masakazu Fujii³, Shiki Machida⁴

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 神戸大学、3. 国立極地研究所、4. 海洋研究開発機構

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Kobe University, 3. National Polar Research Institute, 4. JAMSTEC

Oceanic transform faults, conservative plate boundaries in light of plate tectonics, are one of the first-order features of global seafloor. It connects offsets of mid-ocean ridge system up to 400km in length, controlling thermal structure, mantle flow, magmatism and hydrothermalism at mid-ocean ridges. Transform fault is also a good recorder of past and present plate motion and the fault wall is a tectonic window for investigating deep crust / upper mantle lithology. Although the recent numerical studies show that contribution of seawater infiltration along oceanic transform faults is not negligible in global water flux, the degree and spatial extent of serpentinization around the faults system remain poorly constrained. Oceanic transform faults (OTF), especially long-offset transforms where two extremely different age plates are juxtaposing, are thus interesting research target, however the previous field observations are very limited. We mapped the Marie Celeste OTF of 215 km offset as a part of Central Indian Ridge magmatism and hydrothermal activity studies in 2006 and discovered several characteristic features within and around the OTF. Then, we revisited the area January, 2016 and conducted detailed surveys along and across the Marie Celeste and other three OTFs in order to investigate the tectonics, evolution and fluid influence.

Among four transform faults we surveyed, three OTFs (OTF1, 2, and 3) are associated with prominent median ridges near ridge-transform intersections. Median ridges have been reported along both fast- and slow-slipping oceanic transform faults. But the origin of this shallow topography is still enigmatic. Previous studies have proposed along-transform volcanism, intrusion or diapirism of serpentinite, and transpression or localized compression resulting from change of plate boundary geometry. We collected basalt, dolerite, gabbro samples along the middle to upper slope of median ridge of OTF1. The median ridge is sheared and current principal transform deformation zone seems to extend north of the median ridge. Preliminary zircon U-Pb age dating from a recovered sample [Orihashi, personal comm.] shows 13.25 ± 0.24 [Ma], that is almost same age as the northern wall (~ 12 Ma). These observations may suggest that the median ridge is a portion of the northern transform wall which was detached along the present deformation zone.

Previous studies have shown that slow-slipping transform faults are characterized by more positive RMBA (residual mantle gravity anomalies) than their adjacent ridge segment, due to thinning of crustal thickness towards segment ends. We calculated RMBA in our study area, assuming 6-km thick crust and three-dimensional mantle flow. OTF2, where the relative plate velocity is 38 mm/yr., is associated with RMBA of ~ 0 mGal that is almost same level as the adjacent ridge segment. This result is consistent with spreading rate dependence of gravity anomalies along OTFs by Gregg et al. [2007]. OTF1 (Marie Celeste) shows more negative anomaly than the adjacent ridge segment. A negative RMBA suggests mass deficit along OTF1, which could indicate serpentinization of mantle materials, increase of rock porosity, and/or relatively thick crust. It may suggest the effect of increased rock porosity and serpentinization enhanced by long-offset transform fault, that is usually hidden by effect of crustal thinning. Another possibility is more fast-spreading like crustal structure, that is suggested by off-axis large volcanoes and sheet lava flow within the axial valley at the ridge segment south of OTF1.

キーワード：海洋トランスフォーム断層、断裂帯、メディアンリッジ、重力異常、中央インド洋海嶺、蛇紋岩化

Keywords: oceanic transform fault, fracture zone, median ridge, gravity anomaly, Central Indian Ridge, serpentization

Crustal structure and tectonic setting of the abyssal basin southeast of the Ontong Java Plateau, western Pacific Ocean

*清水 祥伽¹、中西 正男¹、三浦 誠一²、末次 大輔³

*Shoka Shimizu¹, Masao Nakanishi¹, Seiichi Miura², Daisuke Suetsugu³

1. 千葉大学大学院理学研究科 地球生命圏科学専攻、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野

1. Chiba University, 2. R&D Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Ontong Java Plateau(OJP) is located north of the Solomon Islands in the western Pacific Ocean. The area of OJP is about 1.9×10^6 km². Deep-sea drilling samples indicate that most of the OJP was formed rapidly about 120 Ma at mid-southern latitude in the Pacific Basin. Taylor (2006) proposed that the OJP was formed as a single large volcanic province together with the Manihiki and Hikurangi plateaus, called Ontong Java Nui (Chandler et al., 2012). The OJP is surrounded by the East Mariana, Pigafetta, Nauru, Ellice, Stewart, and Lyra basins. The former three basins (East Mariana, Pigafetta, and Nauru) were formed at the Pacific-Izanagi and Pacific-Phoenix ridges, respectively (Nakanishi et al., 1992). The tectonic history of the latter three basins (Ellice, Stewart, and Lyra) is, however, unknown because of lack of magnetic anomaly lineations. It is thus unclear whether OJP was formed at mid-oceanic ridges or away from active plate boundaries. To expose the tectonic history of Ellice, Stewart, and Lyra basins, we conducted the multichannel seismic reflection survey in the basins as well as OJP during the research cruise MR14-06 Leg 1 by R/V Mirai of JAMSTEC. After the regular data processing, we found several tectonic structures in the basins. The relief of the acoustic basements in the basins are not overall smooth. We found several igneous diapirs in Stewart and Ellice basins, implying that the volcanism occurred after the formation of the basins. We identified normal faults in the southern part of Stewart Basin, probably caused by the plate bending owing to the Pacific Plate subduction. We discovered the graben structures in the OJP situated at the northern and southern flanks of the Stewart Basin. The graben structures were formed at the beginning of the formation of the Stewart Basin. Taylor (2006) concluded the basin was formed by NW-SE rifting during the separation of OJP and Manihiki Plateau around 120 Ma. Neal (1997) proposed another model, in which the NE-SW rifting and spreading event formed the Stewart and Ellice basins around the basin around 80 Ma. Our study prefers the model by Neal et al. (1997).

キーワード：オントンジャワ海台、マルチチャンネル反射法地震探査、巨大火成岩岩石区

Keywords: Ontong java plateau, multichannel seismic reflection survey, large igneous provinces

Deep structure offshore eastern Australia from wide-angle refraction seismic data: from the Tasman Sea to the Lord Howe Rise

*Flora Gallais¹, Gou Fujie¹, Shuichi Kodaira¹, Seiichi Miura¹, Brian Boston¹, Yasuyuki Nakamura¹, Ron I Hackney², Saneatsu Saito¹, Kazuya Shiraishi¹, Yuka Kaiho¹, Yasuhiro Yamada¹

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Geoscience Australia

The eastern Australian margin was shaped during the fragmentation of eastern Gondwana in the Late Cretaceous. This led to the opening of the oceanic Tasman Basin and to the formation of sub-parallel ridges and basins, including the Lord Howe Rise. The deep structure of the area is still unknown. In March-May 2016 onboard the R/V *Kairei*, the first large-scale crustal experiment in this region was conducted by JAMSTEC and Geoscience Australia with the deployment of 100 ocean-bottom seismometers (OBS) along a 680 km profile at 27.2°S. The OBSs registered clear refracted arrivals from the crust and the mantle that are recorded at very large offsets of up to 300 km. The variation in the offset of the triplication point between these two refracted arrivals suggests strong crustal thickness variation along the profile. Both pre- and post-critical reflected phases from the Moho (PmP) are also very clearly recorded by the OBSs. We performed first-arrival tomographic inversion to analyze the data. The initial layered P-wave velocity model was built using the basement reflection interpreted from coincident multi-channel reflection seismic data and the PmP arrivals were used during the inversion to constrain the thickness of the crust. The final tomographic Vp model confirms the strong variations in crustal thickness and allows the identification of distinct crustal domains along the profile: Below the Tasman Basin is an oceanic domain with 7 km thick crust; further east, thicker crust (14 km) is present below the Dampier Ridge where granitic rocks have been dredged; directly east of the Dampier Ridge, the crust thins to 8 km below the Middleton Basin; the northern Lord Howe Rise has ~20 km thick crust. Below the northern Lord Howe Rise, lateral variations in upper crustal velocities are associated with Moho relief. Some areas show higher velocities (Capel Basin) compared to surrounding areas (Faust Basin). We propose that these lateral variations are related to weakly-expressed SW-NE oriented lineaments through the northern Lord Howe Rise that link to the Barcoo-Elisabeth-Fairway fracture zone in the oceanic Tasman Basin. Similar variations in crustal velocities are observed in the west below the Dampier Ridge. These variations are also associated with Moho topography. We suggest that the SW-NE trending lineaments linked to major fracture zones active during the opening of the Tasman Basin may have strongly controlled the latitudinal segmentation of the Lord Howe Rise, the Dampier Ridge and adjacent areas. The nature of the crust within the different crustal domains will be inferred using gravity modelling and by comparing the modeled P-wave velocities with previously published results from the western Pacific region. This comparison will help to better understand the processes that led to the fragmentation of eastern Gondwana.

Continuous formation processes of the shallow plate boundary fault in the Japan Trench reproduced by analog modeling experiments

*高下 裕章¹、山田 泰広^{2,3}、大出 晃弘¹、山口 飛鳥¹、桑野 修²、芦 寿一郎¹

*Hiroaki Koge¹, Yasuhiro Yamada^{2,3}, Akihiro Ohde¹, Asuka Yamaguchi¹, Osamu Kuwano², Juichiro Ashi¹

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. 東京大学地震研究所

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Large earthquakes and tsunamis have repeatedly occurred along the Japan Trench. In the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw 9.0), the fault rupture extended to the shallow portion of the Japan Trench. These large slips on shallow decollement resulted in the huge tsunami that devastated much of the east coast of Japan. Therefore, it is key to understand the history of fault formation near the trench for the disaster prevention. At the 2011 earthquake, the slip of the plate boundary fault reached to the trench, and the seafloor of the outermost part of the landward trench slope horizontally moved approximately 50 m toward the trench, and uplifted approximately 7 to 10 m (Fujiwara et al., 2011, Science). The large fault rupture and propagation might be due to the essentially weak fault material and dynamic weakening, suggested by high-velocity frictional experiment on fault zone material (Ujiie et al., 2013, Nature Geoscience) and borehole temperature measurement (Fulton et al., 2013, Nature Geoscience) during the IODP JFAST study.

Our previous study (Koge et al., 2014, EPS) applied the theory of critically tapered Coulomb wedge to 12 transects of Japan Trench before the 2011 earthquake, in order to obtain along-trench variations of frictional properties (especially, effective frictional coefficient of the plate boundary megathrust). The results show that the area of high effective frictional coefficient has characteristic topographies (e.g. seamount or well-developed horst-and-graben structure) on subducting plate, and effective frictional coefficient closely correlates with the near-trench slip distribution during the 2011 earthquake. However, it has not been sufficiently considered how the topography affects the processes of wedge formation and internal deformation. This is because the seismic profiles represent snapshots at certain times. The kinematic history should be reconstructed using structural geological principals and techniques or can be forward modeled through analog modeling.

Therefore, in order to understand the formation history of the shallow plate boundary faults which was related to the 2011 earthquake, we conducted analog model experiments reproducing that the half-graben structure subducts the frontal wedge. In the experiments, deformation of the sand layer was photographed at intervals of 5 seconds, and then these snapshots were analyzed with digital image correlation (DIC) to show the temporal transition of the fault activity inside the wedge. Our experiments show that the fault activity changes at the following four stages when the frontal part of the wedge reaches half-graben structure. Stage 1: The front of the wedge stacks when the wedge enters the graben. Stage 2: The wedge starts to grow (uplift) by forming a branch fault. Stage 3: A new frontal thrust is formed, and the activity of the branch fault is stopped. Stage 4: The frontal thrust continues the activity with that a decollement is torn and eventually step down to half-graben as a new thrust.

For future work, by comparing these experimental results with the seismic structure, it would lead to an understanding of the fault formation and development processes at the toe of the trench landward slope.

キーワード：日本海溝、アナログモデル実験、砂箱

Keywords: Japan Trench, Analog model, sandbox

A high-resolution seismic image of possible fluid migration pathway associated with the 2011 Tohoku earthquake

A high-resolution seismic image of possible fluid migration pathway associated with the 2011 Tohoku earthquake

*朴 進午¹、鶴 哲郎²、Chang Jih-Hsin³、田村 千織¹、鹿児島 涉悟¹、白井 厚太郎¹、田中 健太郎¹、Escobar Teresa¹、佐野 有司¹

*Jin-Oh Park¹, Tetsuro Tsuru², Jih-Hsin Chang³, Chiori Tamura¹, Takanori Kagoshima¹, Shirai Kotaro¹, Kentaro Tanaka¹, Teresa Escobar¹, Yuji Sano¹

1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 東京海洋大学、3. 国立台湾大学 海洋研究所

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Tokyo University of Marine Science and Technology, 3. Institute of Oceanography, National Taiwan University

Large megathrust earthquakes along subduction zones pose a seismic and tsunami threat to densely populated coastal cities. The 2011 Tohoku earthquake (M9.0) ruptured the interface between the subducting Pacific plate and the overlying Okhotsk plate, yielding massive tsunamis. Pore fluid along the plate interface might play an important role in the occurrence of large megathrust earthquake. Helium isotopes are useful in identifying the origin of fluids and may provide the key information about the source of interplate fluids. Geochemical evidences demonstrated a sharp increase in mantle-derived helium in bottom seawater near the rupture zone one month after the 2011 Tohoku earthquake. The timing and location indicate that fluids were released from the mantle on the seafloor along the plate interface. The movement of the fluids was rapid with a velocity of ~4 km per day, suggesting that over-pressurized fluid is discharged along the plate interface. Considering the location of helium isotope anomalies at the forearc seafloor, there must be fluid migrations along out-of-sequence thrust (OOST) fault planes from the plate interface up to the forearc seafloor. However, the fluid migration pathway, i.e., OOST fault plane, has never been identified so far, probably because of low-resolution seismic image.

In order to elucidate the fluid behavior along the OOST fault plane, we have carried out geophysical and geochemical investigations in the Tohoku forearc using R/V Shinsei-maru (KS16-17 cruise) in November 2016. During the cruise, we have done: (1) high-resolution seismic imaging by parametric sub-bottom profiler (SBP), (2) seafloor mapping by multi-beam echo-sounder, (3) bottom seawater sampling by CTD sampler, (4) seafloor sediment sampling by multiple corer, and (5) onboard magnetic and gravity observations. We observe a clear seismic reflection image of fault scarp on a high-resolution SBP line near the Site N3 at which the helium isotope anomaly was observed one month after the 2011 Tohoku earthquake. A possible OOST fault is likely to produce tilting structure of the topmost sedimentary layer. Despite low continuity of the reflector, deep crustal multi-channel seismic reflection data exhibit a possible OOST fault plane with reverse polarity reflection upward from deep plate-interface, suggesting the fluid migration along the fault associated with the 2011 Tohoku earthquake. In this paper we will show preliminary results of the cruise KS16-17.

キーワード : high-resolution seismic image、fluid migration pathway、Tohoku earthquake

Keywords: high-resolution seismic image, fluid migration pathway, Tohoku earthquake

Plate boundary temperature at the prism slope estimated from topographically corrected BSR-derived heat flow in the Nankai Trough

*大出 晃弘¹、大塚 宏徳²、喜岡 新³、芦 寿一郎¹

*Akihiro Ohde¹, Hironori Otsuka², Arata Kioka³, Juichiro Ashi¹

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 東京大学地震研究所、3. インスブルック大学

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Universität Innsbruck, Institut für Geologie

Seismogenic zones have been investigated in numerous studies to understand the occurrence mechanisms of earthquakes and tsunamis at subduction zones. Temperature on the plate interface is considered to bound the upper and lower limits on the seismogenic zone, whose temperatures are estimated to be around 100–150°C and 350–450°C, respectively [Hyndman and Wang, 1993, JGR]. Thus, temperature along the plate boundary fault should be a significant player governing the seismogenesis of plate boundary faults. Seafloor temperature is known to be affected by various phenomena. For example, undulation of seafloor relief is one of the major factors disturbing thermal regime especially in shallow part of seafloor. However, few studies have considered the topographic effect to estimate the plate boundary temperature, while studies taking into account the effect might be required for the precise estimation. This study focuses on the temperature at the upper limit of the seismogenic zone around 100°C at the prism slope off southwest of Kii peninsula where the number of studies is restricted. First, we mapped the distribution of BSRs in the Nankai subduction zone. Second, we modeled a two-dimensional thermal structure to topographically correct BSR-derived heat flow in areas of undulating seafloor. Third, we estimated the plate boundary temperature one-dimensionally using topographically uncorrected and corrected BSR-derived heat flow by assuming uniform thermal conductivity with depth. Distance from the trench axis of plate boundary temperature of 100°C is approximately 25 km calculated from the uncorrected BSR-derived heat flow off southwest of Kii peninsula. On the other hand, the distance is approximately 22 km calculated from the corrected BSR-derived heat flow there. This suggests the depth of upper limit of the seismogenic zone on the plate interface shifts 450 m associated with the topographically corrected thermal structure.

反射法地震探査記録から見た沖縄トラフ北部域の浅部地殻構造

Shallow crustal structure at the northern Okinawa Trough based on seismic reflection survey

*岡田 千明¹、西澤 あずさ¹、金田 謙太郎¹、及川 光弘¹、堀内 大嗣¹、藤岡 ゆかり¹、荒井 晃作²

*Chiaki Okada¹, Azusa Nishizawa¹, Kentaro Kaneda¹, Mitsuhiro Oikawa¹, Daishi Horiuchi¹, Yukari Fujioka¹, Kohsaku Arai²

1. 海上保安庁海洋情報部、2. 産業技術総合研究所 地質情報研究部門

1. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, 2. Research Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

南西諸島の島弧-海溝系の背弧にあたる沖縄トラフでは、フィリピン海プレートの沈み込みに伴うリフティングが進行しており地殻が薄くなりつつあると考えられている。沖縄トラフに関する研究は今までも様々な観点から行われてきたが、概ねリフティングの進行度合いが早い南部海域に関するものが先行して行われてきた。北部では研究例が限られており、トラフ軸と推定される地溝状の海底地形や海底下の地殻構造に関して十分に解明されていない。

海上保安庁では、2008年より南西諸島海域において地殻構造調査を含む総合的な海洋調査を実施している。本発表では、2012年に沖縄トラフ北部域で実施したマルチチャネル反射法地震探査(MCS)記録について報告し、海底地形と浅部の地殻構造との関連について考察する。人工震源として総容量1,050 inch³のトリガンクラスター、記録は3,000 m長のマルチストリーマーケーブル(240チャンネル)を使用し、音響基盤以深までの堆積構造について分解能の良い記録が取得できるように調査している。ショット間隔は50 mで、ショット数は11,363回である。記録したデジタル信号に、バンドパスフィルター、ノイズ除去、デコンボリューション、NMO補正、重合等の処理を施した。

本測線は、長崎県五島列島沖から男女海盆を経て鹿児島県沖永良部島沖へと向かう測線長約563 kmの南北走向に近い測線であり、トラフ北部の最深部を縦断している。測線の北端で陸棚にかかり約200 mと急激に浅くなっていることを除くと、水深は南西に行くにつれて緩やかに深くなり北側で700 m、南側で1,200 m程度である。測線全体を通して海底地形は、起伏が小さくなだらかな範囲と、海丘や海山といった地形の高まりが多く見られる範囲に分かれている。

海底地形とMCS記録の特徴から、本測線を北部・中部・南部の3区域に分割して解釈を行った。

本測線の北部では、陸棚から男女海盆までの範囲であり、陸棚から男女海盆の最深部にかけて急激に深くなっている。堆積層が厚い範囲が複数見られ、男女海盆では堆積層が少なくとも4 km以上確認できる。男女海盆の北東側ではsyn-riftと見られる構造が確認され、現在も沈降しながら堆積していると考えられる。

測線中部は男女海盆から火山フロントの西方約90 kmまでであり、水深は南に向かうにつれて700~1,000 mと徐々に深くなる。北東-南西方向に伸びる比高200~300 mの海丘が測線上でいくつか確認できている。MCS記録からは、堆積層内で断層を複数確認できるが海底面まで変形させている断層はほとんど見られない。

測線南部では、北東-南西方向、もしくは東北東-西南西方向のリニアメントが多く確認できる。火山フロントと斜交することから海底地形の起伏が大きく、比高300~500 mの海山や海丘などが多数見られる。MCS記録においても海底面まで変位を及ぼす貫入構造が複数見られている。高まりの間には堆積層が厚い部分が確認され、最大3 kmの厚さを持つ部分もある。

キーワード：沖縄トラフ、地殻構造、反射法地震探査

Keywords: Okinawa Trough, crustal structure, seismic reflection survey

東京海洋大学神鷹丸による駿河湾における海域2次元反射法・屈折法地震探査（序報）

The 1st Sea Trial of 2-D Seismic Reflection and Refraction Surveys in Suruga Bay, Central Japan, by TUMSAT (1st Report)

*鶴我 佳代子¹、関野 善広¹、神田 穰太¹、林 敏史¹、萩田 隆一¹、會川 鉄太郎¹、保坂 拓志¹、菅原 博¹、馬場 久紀²、末広 潔¹、青山 千春¹、鶴 哲郎¹、中東 和夫¹、大西 聡³、稲盛 隆穂³、井上 則之³、大西 正純⁴、黒田 徹⁴、飯塚 敏夫⁴、村田 徳生⁴、菅原 大樹⁵、上田 至高⁶、藤田 和彦⁶

*Kayoko Tsuruga¹, Yoshihiro Sekino¹, Jota Kanda¹, Toshifumi Hayashi¹, Ryuichi Hagita¹, Tetsutaro Aikawa¹, Takuji Hosaka¹, Hiroshi Sugawara¹, Hisatoshi Baba², Kiyoshi Suyehiro¹, Chiharu Aoyama¹, Tetsuro Tsuru¹, Kazuo Nakahigashi¹, Satoshi Ohnishi³, Takao Inamori³, Noriyuki Inoue³, Masazumi Ohnishi⁴, Toru Kuroda⁴, Toshio Iiduka⁴, Norio Murata⁴, Daiki Sugawara⁵, Yoshitaka Uyeda⁶, Kazuhiko Fujita⁶

1. 東京海洋大学、2. 東海大学、3. (株)地球科学総合研究所、4. ジオシス株式会社、5. 極東貿易株式会社、6. サイスガジェット株式会社

1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Tokai University, 3. JGI, Inc., 4. GEOSYS, Inc., 5. Kyokuto Boeki Kaisha, Ltd., 6. Seisgadget Ltd.

【はじめに】

東京海洋大学では、平成29年度に新設される海洋資源環境学部において、海底および海底下構造を対象とした海底科学に関する実習・教育・研究を行い、我が国の海洋の将来を担う海洋観測人材の育成を目指している。その機能強化の一環として、可搬型海域2次元地震探査システムを新たに導入した。この地震探査システムは、小規模ながら海底下の浅層構造調査に有用な性能を有しており、学生に対する最先端技術の実習・教育の実施と同時に、駿河湾など日本周辺の重要な海域の浅層構造精密調査に有効利用されることを目標としている。2016年11月、我々はこのシステムを東京海洋大学練習船「神鷹丸」に搭載し、初の海域探査試験として静岡県駿河湾での試験航海に臨んだ。本発表は、本学の地震探査システムの概要を紹介し、試験航海とその成果の第一報を報告するものである。

【観測システムの概要】

我々は、2016年11月13～19日の期間中、静岡県駿河湾内において、エアガン震源を用いた2次元反射法地震探査および海底地震計を用いた屈折法地震探査の試験を実施した。この地震探査システムは、10ftコンテナ規格の格納庫に入った震源部・コンプレッサー・受振アレイ部、およびPC等の制御・収録システムにより構成される。震源はBolt社製エアガン1900LL(260cu.in) 2基からなるTwin-Gunを2対擁し、発震時は左右両舷から1対ずつ曳航する。海上受振アレイは、Hydroscience社製デジタルストリーマケーブル（長さ600m、センサー間隔6.25 m、96チャンネル）と最後尾の測位用テールブイで構成される。システムは全て可搬型になっており、本学練習船「神鷹丸」（総トン数 986トン、全長65 m、幅12.10 m）の後部甲板および室内観測室に設置する。屈折法地震探査では、Geospace社製海底地震計OBXを21台海底に設置した。OBXは近年石油探査などの浅海調査の際に非常に多くの数を海中ロープで接続し、海底に設置し、観測後回収するタイプの海底地震計である。OMNIジオフォン3成分とハイドロフォン1成分の4成分観測ができる。

【駿河湾における試験航海】

駿河湾は陸/海のプレート境界に位置し、深部地震活動を正しく理解するためには、精確な海底下構造の情報が必要不可欠である。この地域は東海地震の震源想定域として地震や地殻変動などの観測網整備が重点的に行われているが、海域における詳細な地下構造調査は陸域のそれと比べると多くはない（例えば村上ほか

(2016) など)。そこで我々は、本学の地震探査システムの稼働試験およびその調査性能の検証にあたり、駿河湾海域を調査地域とし、2次元反射法および屈折法地震探査による浅部地下構造の精密調査を試みた。

調査は、2016年11月13～19日の期間中、駿河湾内の東部・北部・西部の海域に設定した4つの測線（A～D：総測線長約74km）において、3.5ノット程度の船速で曳航し、50m間隔の発震を行った。東部B測線では、Geospace社製海底地震計OBX21台を投入し同時観測した。日本国内において本タイプの海底地震計による海底アレイ観測は、これが初である。また西部D測線では東海大学による海底地震計4台によって同時観測がおこなった。

一次解析の結果からは、駿河湾東部A測線（24km）では、ほぼ平坦な海底下に厚さ～200m程度の堆積層があり、その下には陸上延長部の地形と相関を有する地層境界の明瞭な起伏が見られた。駿河トラフ軸を東西に横断する北部C測線（17.5 km）や、東海地震の震源想定域に含まれる駿河湾西部D測線（石花海南部～清水港沖; 32.5km）では起伏の多い海底地形と一部食い違いとみられる構造が見られている。本システムに関わる技術検討および詳細な構造解析については本発表にて報告する。

【謝辞】

本調査は、静岡県漁業協同組合連合会、駿河湾の漁業協同組合・漁業者の皆様の多大なるご協力のもと実施することができました。共同研究により東海大学には実習船「北斗」による海上支援を頂き、本学練習船の安全な航行と調査航海にご協力いただきました。また産学共同研究により(株)地球科学総合研究所、ジオシス株式会社の皆様には多岐にわたるご協力をいただきました。心より御礼申し上げます。最後に初めての地震探査試験航海にも関わらず強力なサポートをしてくださった本学の「神鷹丸」乗組員、陸上支援をいただいた海洋観測システム研究センター、船舶運航センターのスタッフに感謝いたします。

キーワード：駿河湾、反射法・屈折法地震探査

Keywords: Suruga Bay, seismic reflection and refraction survey

琉球大学農学部亜熱帯フィールド科学教育研究センター与那フィールドにおける地磁気3成分連続観測

Continuous 3-component geomagnetic observation in Yona, Okinawa Prefecture at the research and education facility of University of the Ryukyus

*松本 剛¹、長妻 努²

*Takeshi Matsumoto¹, Tsutomu Nagatsuma²

1. 琉球大学理学部、2. 情報通信研究機構

1. Faculty of Science, University of the Ryukyus, 2. National Institute of Information and Communication Technology

琉球大学は国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）と、共同研究「亜熱帯域の地磁気変動計測及びその利活用に関する研究開発」を実施し、琉球大学農学部亜熱帯フィールド科学教育研究センター与那フィールド（沖縄県国頭郡国頭村、北緯26.76度、東経128.22度、標高12m）で、地磁気3成分の連続観測を行っている。NICTの本研究の目的は、太陽活動などの宇宙環境変動予測に活用することであるが、琉球大学ではこれまでに沖縄近海での船上地磁気観測を実施し、また、他機関（海洋研究開発機構、海上保安庁海洋情報部など）も同海域での地磁気観測を行っていることから、陸上連続観測の結果を船上地磁気観測と比較し、必要に応じてこれを較正することを目指している。観測項目は、水平成分、偏角、鉛直成分であり、1分毎の観測データ（正分の30秒前から29秒後までの平均値）が記録されている。現在のところ、1996年4月から2011年10月までのデータが蓄積されている（但し途中欠測期間あり）。その後、2016年に観測装置を更新し、観測を再開した。

我が国では多くの観測船で、プロトン磁力計による全磁力観測の他、3成分観測も実施している。そのため、陸上での3成分地磁気連続観測の成果は、これら海上での3成分簡素校データと対比することにより、成分毎の観測値についての必要な補正にも役立てることができる。

現在までのところ、2011年のデータについて、試行解析を行った。地磁気全磁力のグラフでは、平常時は振幅30nT程度の日周変動が卓越しているように見えるが、この年の2月4日・18日頃、3月1日・10日・28日頃など、太陽黒点の多い時期（国立天文台による白色光全面観測に基づく黒点相対数）は100nT程度の変動を生じている。このような大きい変動が全く見られない月がある一方、多い時は3回発生する月も見られる。また、より長期のデータでは、ほぼ1ヶ月周期での20~50nT程度の鋸状の変動が見られる。同じく2011年の全磁力データをもとに、スペクトルを求めたところ、15日、5日、2日、1.3日、1日に相当する周期にスペクトルのピークが見られた。

国土地理院も日本全国14箇所の観測所で地磁気3成分連続観測を行っており、沖縄にも観測点がある。地点は北緯26.630度、東経128.127度、標高140mの東村伊是名地区である。両観測点で共にデータの揃っている1999年の同時期の記録について相関を求めたところ、ほぼ正の相関が見られた。しかしながら、NICTの方が相対的に値が120nT程度小さく、変化分は国土地理院と比べて約1.3倍となっている。

キーワード：陸上地磁気連続観測、海上地磁気データの補正

Keywords: on-land continuous geomagnetic measurement, calibration of surface-ship geomagnetic data

自己浮上式海底圧力計による海底上下変動長期観測にむけて

Feasibility study on long-term monitoring of seafloor deformation with ocean bottom pressure recorders of pop-up type

*日野 亮太¹、鈴木 秀市¹、佐藤 真樹子¹、太田 雄策¹、伊藤 喜宏²、梶川 宏明³、小島 時彦³

*Ryota Hino¹, Syuichi Suzuki¹, Makiko Sato¹, Yusaku Ohta¹, Yoshihiro Ito², Hiroaki Kajikawa³, Tokihiko Kobata³

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 京都大学防災研究所、3. 産業技術総合研究所計量標準総合センター

1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

海底における精密圧力観測は海域における地殻上下変動を検知する有効な手段である。小型で高精度かつ低消費電力のセンサーを使用できるため、海底設置型の観測システムの構築が容易で、1～2年程度の長期観測が可能な装置が実用化されている。また、津波検知のために整備されつつある海底圧力観測網のデータも、海底地殻変動検知のために活用できる可能性が高い。海底圧力観測によってテクトニックな海底上下変動が捉えられたという報告例が増えつつあるが、いずれも、1ヶ月より短い時定数をもつ過渡的なイベントで、数ヶ月より長い時定数をもつ変動の検知は難しい。海底には多くのプレート境界が存在し、そこでの長期的な海底地殻変動を記録することは、海陸プレート間相互作用やプレート形成発達過程の理解に不可欠である。海底圧力観測による長期的地殻変動の検知が困難なのは、海底圧力観測の記録に地殻変動以外の要因による長期的変動が多く含まれることによる。圧力変動記録から真のテクトニックな上下変動に起因する成分を抽出するためには、観測装置の経時不安定性と海底という観測環境に起因する長期変動の定量的な評価が不可欠である。我々は、宮城県沖を中心とした日本海溝周辺海域で高精度水晶発振子をセンサーとして用いた自己浮上式海底圧力計による繰り返し観測を実施してきた。得られた観測データのうち、同一のセンサーを用いた繰り返し観測で得られたものに注目すると、海底への設置後の長期的な圧力変動のパターンには再現性がしばしば認められる。こうした海底観測で用いているのと同種のセンサーを長期間にわたって高圧下においた場合、加圧開始後から出力される圧力計測値が徐々に時間変化することが、室内実験から報告されている。その時間変化は海底圧力観測の時系列に見られる長期変動に近い時定数をもち、複数回の加圧で変動パターンに再現性がある点でも共通性がある。海底観測データと室内長期加圧実験で見られる圧力センサーの挙動との類似性は、海底圧力データに現れる長期変動に圧力センサー固有の挙動が反映されていることを示唆する。そうした挙動を室内実験から定量的に把握することができれば、その知見を用いて観測データを補正することによって、テクトニックな変動の検知能力を向上できるかもしれない。こうした期待のもと、海底と実験室内環境とで同一のセンサーの加圧後挙動が再現するかを調べるために、実際の海底観測に用いたセンサーを用いた長期加圧室内実験が継続中である。本発表では、こうした加圧実験の結果のほか、海底観測でセンサーの発振周波数を計測する基準クロックの長期安定性の評価実験の結果などをもとに、海底圧力観測データに現れる長期変動の原因を考察する。

キーワード：海底測地学、圧力観測、長期変動

Keywords: Seafloor geodesy, Pressure monitoring, Longterm deformation

海底圧力長期観測の高精度化に向けた圧力センサのドリフト特性評価 Evaluation of drift characteristics of pressure sensors for improving long-term pressure monitoring at seafloor

*梶川 宏明¹、小島 時彦¹

*Hiroaki Kajikawa¹, Tokihiko Kobata¹

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所 計量標準総合センター

1. National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

This study focuses on the drift characteristics of pressure sensors used for seafloor pressure monitoring, on the basis of the experimental results obtained at calibration laboratory for years. Pressure sensors with high resolution and short-time stability have been used for detecting transient tectonic movements. To use these pressure sensors for long-term pressure monitoring at seafloor, and to quantitatively evaluate the vertical tectonic deformation from the pressure data, the drift characteristics of the sensors need to be precisely evaluated. In usual case, the drift behavior of a pressure sensor can be evaluated and estimated by repeating calibrations at a regular interval. Regarding seafloor pressure monitoring, however, it would be difficult to periodically collect and calibrate the pressure sensors installed at seafloor. Furthermore, the drift characteristics of pressure sensors depend on the conditions of use; the drift of the sensor used under constant high pressure application may be different from that measured with a typical calibration procedure. Thus, the drift characteristics of the sensors should be evaluated in the similar pressure condition as the actual use.

In this study, the drift characteristics of pressure sensors have been evaluated at the pressure calibration laboratory in National Metrology Institute of Japan to improve the accuracy of the seafloor pressure measurements for a long time period. The devices under test are quartz Bourdon-tube pressure sensors whose maximum allowable pressure is 103 MPa (15,000 psi). The pressure of 100 MPa has been applied to the test pressure sensors for a long period of time. During the pressure application, the sensors were calibrated at 100 MPa using a pressure balance as the standard. The calibration results, the deviation of the sensor's output from the standard value, at 100 MPa rapidly changed immediately after the pressure application. As time proceeded, the change rate became small and almost constant. After 140 days from the pressure application, one sensor was depressurized to atmospheric pressure. The calibration results at 100 MPa changed in the opposite direction and returned to the initial value after 90 days from the pressure release. In contrast, the other sensor, which has been kept at 100 MPa for more than two years, showed a constant drift. In addition, during the pressure application of 100 MPa, the pressure was intermittently released to atmospheric pressure for a short time, and the outputs at atmospheric pressure were also obtained. The results at 100 MPa and atmospheric pressure showed a similar trend, showing that the zero drift of the sensor is the main cause of the observed drift. From the experimental results, we discuss measures to appropriately evaluate and compensate the drift characteristics of pressure sensors used for pressure monitoring at seafloor.

キーワード：圧力観測、長期ドリフト、圧力校正

Keywords: Pressure monitoring, Long-term drift, Pressure calibration

Estimating bottom current velocities from ocean-bottom-seismometer records

*Simon C Staehler^{1,2}, Mechita Schmidt-Aursch³, Wolfgang Roeder¹, Robert Mars¹

1. Leibniz-Institute for Baltic Sea Research, Rostock, Germany, 2. Ludwig Maximilians University of Munich, Germany, 3. Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany

Current velocities in the lowermost meters of the ocean are poorly understood and not often measured. At the same time, they strongly affect the stability of benthic ecosystems.

Ocean-bottom-seismometers (OBS) are long-term installations of seismic sensors on the sea floor, which typically last for months and which have covered various parts of the global oceans in the last decades. The German OBS type LOBSTER has a peculiar design choice in the form of a ten-meter long head buoy cable that is very susceptible to current strumming. While this signal may be a nuisance for seismological observations, it does contain information: We present a method to estimate the current velocity in the lowermost ten meters from the noise created by that cable and compare noise-estimated current velocities with measurements of a colocated acoustic profiler.

Since this seismometer type has been widely used in different settings and depths worldwide in the last decade, this data may be a valuable and completely novel observable for physical oceanography and biology.

Keywords: Ocean bottom seismology, Benthic zone, Currents

水中映像記録を用いた中部沖縄トラフにおける海底地形・地質情報の整理と可視化

Extraction and visualization of submarine geo-information in Mid-Okinawa Trough using underwater video records

*金子 誠¹、高橋 亨¹、笠谷 貴史²、北田 数也²、高橋 亜夕²、町山 栄章²

*Makoto Kaneko¹, Toru Takahashi¹, Takafumi Kasaya², Kazuya Kitada², Ayu Takahashi², Hideaki Machiyama²

1. 公益財団法人深田地質研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構

1. Fukada Geological Institute, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

近年の海洋鉱物資源調査では、資源成因研究を目的として海底地形調査、物理探査、生物学的調査、地球化学的調査のための潜航、海底掘削等、多く実施されており、これらのデータを統合的に解析する手法の実用化が期待されている。本研究では、これまでJAMSTECが中部沖縄トラフを対象として実施した「しんかい6500」、「ハイパードルフィン」、「ディーブ・トウ」による複数の潜航において取得された映像記録から、資源調査において最も基本となる海底表層地形・地質データを抽出し、コンパイルしてデータベース化する作業を実施した。抽出したデータは、探査機の位置情報（緯度、経度、深度、高度、機首方位）、海底地質（岩盤・溶岩、硫化帯、砂・泥、リップル、礫の有無）、構造地質（断層・亀裂、チムニー、熱水・湧水）、生物情報（バイオマット、生物密集域の有無）、観察所見（地質境界や地形の特徴など）、映像より取得した画像ファイルである。これらデータを、各潜航の時刻ごとに、イベントリストにまとめた。これらのとりまとめたデータは、既往データの情報閲覧および検索、将来調査計画の立案、新たな研究テーマの発見などを容易にするためにGISに登録した。作成したデータベースに、各機関で実施されている掘削データや物理探査データを統合することにより、資源調査の基本となる対象海域の詳細な3次元地質情報の推定が期待できる。

DARWIN・GANSEKI・COEDO統合：データ公開合理化の取り組み

Unite the Power! DARWIN, GANSEKI & COEDO Get Integrated!

*富山 隆将¹、相馬 伸介¹、堀川 博紀¹、石黒 駿¹、福田 和代¹、長谷 英昭¹、齋藤 秀亮¹、豊田 安美²
*Takayuki Tomiyama¹, Shinsuke Soma¹, Hiroki Horikawa¹, Shun Ishiguro¹, Kazuyo Fukuda¹,
Hideaki Hase¹, Hideaki Saito¹, Yasumi Toyoda²

1. 海洋研究開発機構、2. (株) マリン・ワーク・ジャパン

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Marine Works Japan, Ltd.

海洋研究開発機構(JAMSTEC)は、JAMSTEC船舶・潜水船で取得したデータやサンプルを、人類共有の財産として収集し、研究・教育等を目的とした二次利用に供している[1]。この取り組みの中核となるのがNUUNKUIの呼称で総称されるデータサイト群であり、データ種やサンプル種に応じ、複数のデータサイトから構成されている[2]。

NUUNKUIの各データサイトには、ユーザの利便性向上、取り扱うデータの多様化、新しい情報化技術の取り込み等のために随時改修が加えられている。2016年度は、特にデータサイトの合理的運用について検討が進められ、「航海・潜水データ探索システムDARWIN [3]」、「深海底岩石サンプルデータベースGANSEKI [4]」、「堆積物コアデータベースCOEDO [5]」の統合が2017年春に実施されることとなった。

DARWINは、JAMSTEC航海・潜水船潜航の実施情報と取得データの公開のために運用されてきたデータサイトである。これまでDARWINでは、採取サンプルの情報や、深海映像・画像情報は、専用データサイトへのリンクとして掲載され、また、各専用データサイトからもDARWINの航海・潜航情報にリンクを張ることで、相互の連携を保っていた。今回のデータサイト統合により、GANSEKIとCOEDOにあった地質サンプル情報と閲覧機能は新DARWINに取り込まれ、これらの情報や機能は単一の操作系でシームレスに利用出来るようになる。新DARWINでは、サムネイル表示による画像検索や、地図による範囲指定検索、キーワード、メタデータ項目による検索が出来るほか、取り扱い可能な関連データの形式や容量の自由度が拡大する。これにより、岩石サンプルについては、船上写真や実体顕微鏡像の追加、堆積物コアについては、画像データの閲覧性向上や化学分析データの追加などの改善が見込まれる。

今回のデータサイト統合では、「JAMSTECデータ検索ポータル[6]」と類似の地図表示検索機能の実装も行われる。これはJAMSTECの調査活動を地図上に表示し、地図上で絞り込みと検索を行うものであるが、旧システムの陳腐化が進みセキュリティ上の脆弱性や操作性の問題が生じていた。データサイト統合により、地図検索の操作性や検索結果の表示が改善されることで、利用者は特定の航海や潜航を気にせず、効率的な検索が可能となる。

参考

[1] 「海洋研究開発機構データ・サンプルの取り扱いに関する基本方

針」 http://www.jamstec.go.jp/j/database/data_policy.html

[2] 「GODAC Data Site -NUUNKUI-」 <http://www.godac.jamstec.go.jp/jmedia/portal/j/>

[3] 「航海・潜水データ探索システムDARWIN」 <http://www.godac.jamstec.go.jp/darwin/j/>

[4] 「深海底岩石サンプルデータベースGANSEKI」 <http://www.godac.jamstec.go.jp/ganseki/j/> (旧URL)

[5] 「堆積物コアデータベースCOEDO」 <http://www.godac.jamstec.go.jp/coedo/j/> (旧URL)

[6] 「データ検索ポータル」 <http://www.godac.jamstec.go.jp/dataportal/> (旧URL)

キーワード：海洋地質学、データベース、キュレーション、地質サンプル

Keywords: Marine Geology, Database, Curation, Geological Sample