

伊是名海穴における海底下鉱体周辺の熱水性成分の分布

当分野では、海底熱水鉱床の成長メカニズムを明らかにするために、現在成長中の海底熱水鉱床を横切るように複数点の海底掘削し、海底下における現在進行形の海底熱水の流れと潜在的な化学反応を調べました。通常海底熱水研究で用いられるのは、海底熱水中にはマグネシウムが含まれない、ということを利用した海水成分のコンタミ(汚染)の補正です。ところが、今回明らかになったことは、マグネシウム濃度が海水よりも高くなることもあり、おそらく採取後の人工的なマグネシウム含有鉱物の溶解によって、間隙水中に放出されたことが原因だと考えられます。その代わりに、ホウ素やカリウム、アンモニアや水素濃度が熱水の流れをよく表しているように見え、新しい熱水の指標として用いられることが期待されます。これらの指標の分布からは、沖縄トラフ伊是名海穴 HAKUREI サイトの海底熱水の流れは、水平方向に延びる海底下の海底熱水鉱床の上部の粘土層と下部のケイ化岩層にあると考えられます。

関連プレスリリース

URL: <https://www.u-ryukyu.ac.jp/news/22527/>

関連業績一覧

- 1) 石橋 純一郎, 正木 裕香, 岡村 慶, 野口 拓郎, 土岐 知弘, 新城 竜一 (2017) 地質調査で採取された堆積物試料中の間隙水の地球化学的解析, SIP 『次世代海洋資源調査技術』(海のジパング計画) 海底熱水鉱床の調査技術プロトコル, 木川 栄一編, 52, 国立研究開発法人海洋研究開発機構次世代海洋資源調査技術研究開発プロジェクトチーム, 横須賀.
- 2) Nozaki, T., Nagase, T., Takaya, Y., Yamasaki, T., Otake, T., Yonezu, K., Ikehata, K., Totsuka, S., Kitada, K., Sanada, Y., Yamada, Y., Ishibashi, J., Kumagai, H., Maeda, L. and the D. V. Chikyu Expedition Scientists. (2021) Subseafloor sulphide deposit formed by pumice replacement mineralisation. *Scientific Reports*. 11, 8809.
- 3) Nozaki, T., Nagase, T., Ushikubo, T., Shimizu, K., Ishibashi, J., D/V Chikyu Expedition 909 Scientists (2020) Microbial sulfate reduction plays an important role at the initial stage of subseafloor sulfide mineralization. *Geology*. 49, 222-227.
- 4) Toki, T., Ishibashi, J., Onishi, Y., Yamanaka, T., Yoshida, K., Maeda, L. (2020) Application of an automatic analyzer to onboard analysis of nitrate concentration in a reductive fluid. *Bulletin of the Society of Sea Water Science, Japan*. 74, 241-248.
- 5) Toki, T., Otake, T., Ishibashi, J., Matsui, Y., Kato, H., Fuchida, S., Miyahara, R., Tsutsumi, A., Nakamura, S., Kawakida, R., Uza, H., Uehara, R., Shinjo, R., Nozaki, T., Kumagai, H., Maeda, L., CK16-05 on-board member (2017) Chemical and

isotopic compositions of interstitial water from the Izena hydrothermal field. JpGU-AGU 2017, May 20-24, Makuhari Messe.

- 6) 土岐 知弘, 大竹 翼, 石橋 純一郎, 松井 洋平, 川口 慎介, 加藤 大和, 淵田 茂司, 宮原 玲奈, 堤 映日, 中村 峻介, 川喜田 竜平, 宇座 大貴, 上原 力, 新城 竜一, 野崎 達生, 熊谷 英憲, 前田 玲奈, CK16-05 乗船者一同 (2017) 伊是名海穴における海底下鉱体周辺の熱水性成分の分布. 2017 年度日本地球化学会第 64 回年会, 9 月 13-15 日, 東京工業大学大岡山キャンパス.
- 7) 土岐 知弘 (2017) 海洋基礎科学部門・海底熱水鉱床分野の取組. 第 2 回おきなわマリンサイエンスワークショッププログラム, 10 月 27 日, 琉球大学千原キャンパス.
- 8) 堤 映日, 石橋 純一郎, 土岐 知弘, 高谷 雄太郎, 野崎 達生, CK16-05 乗船者一同 (2017) 地球化学的解析に基づく中部沖縄トラフの熱水変質作用. 海洋リソスフェアの蛇紋岩化作用と物理・化学・生物 プロセス ~InterRidge-Japan 研究集会~, 11 月 27-28 日, 東京大学柏の葉キャンパス.
- 9) Toki, T., Otake, T., Ishibashi, J., Matsui, Y., Kawagucci, S., Kato, H., Fuchida, S., Miyahara, R., Tsutsumi, A., Kawakita, R., Uza, H., Uehara, R., Shinjo, R., Nozaki, T., Kumagai, H., Maeda, L., CK16-05 on-board member (2017) Distribution of hydrothermal fluid around the ore body in the subseafloor of the Izena hydrothermal field. AGU Fall Meeting 2017, December 11-15, New Orleans.
- 10) 牧田 寛子, 毛利 諒子, 坂本 貴大, 鈴木 優美, 鹿島 裕之, 宮崎 淳一, Chen, C., 松井 洋平, 吉梅 剛, 山中 寿朗, 倉場 可織, 横田 瑛里, 岡村 慶, 野口 拓郎, 中村 謙太郎, 土岐 知弘, 崎山 智彦, 橋本 泰志, 高村 岳樹, 高井 研 (2018) 多良間海丘熱水活動域での鉄利用微生物の解明. ブルーアースサイエンス・テク 2018, 1 月 17 日, 神奈川県横浜市大さん橋ホール.
- 11) 新城 竜一, 土岐 知弘, 浅海 竜司 (2018) ホウ素同位体比:海洋 pH 復元と海底熱水鉱床への応用. 日本サンゴ礁学会第 21 回大会, 11 月 22-25 日, 琉球大学千原キャンパス.
- 12) Ishibashi, J., Toki, T., Shinjo, R., Nozaki, H., Kukagai, H., Maeda, L., Onboard members of CK16-01 and CK16-05 campaigns (2018) Pore fluid chemistry of active hydrothermal fields in the mid-Okinawa Trough. Goldschmidt2018, August 12-17, Boston.
- 13) Okino, K., Fujii, M., Shinjo, R., Okamura, K., Noguchi, T., Tamura, C., Su, C.-C., Hsu, H.-H. Chang, J.-H., Uno, Y., Masuda, N. (2018) Tectonics of volcanic and hydrothermal area, north/west of Kumejima Island: Preliminary results of KS-17-14 cruise. 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 5 月 20-24 日, 幕張メッセ.
- 14) 新城 竜一 (2019) ホウ素同位体比:海洋 pH 復元と海底熱水鉱床への応用. 第

9回 同位体環境学シンポジウム, 12月20日, 総合地球環境学研究所.

- 15) 新城 竜一 (2019) 沖縄トラフの海底熱水を地球化学的に探求する (招待講演). 令和元年度沖縄港湾空港技術特別講演会, 8月6日, 那覇第二地方合同庁舎.
- 16) 石橋 純一郎, 戸塚 修平, 堤 映日, 塚本 成, 島田 和彦, 山崎 徹, 池原 研, 長瀬 敏郎, 高谷 雄太郎, 池端 慶, 後藤 隆嗣, 郷津 知太郎, 新城 竜一, 町山 栄章, 飯島 耕一, 山本 浩文, 熊谷 英憲 (2019) 沖縄トラフごんどうサイトの海底下における熱水性堆積物の鉱物学的・地球化学的特徴(2) 熱水変質作用. 日本地球惑星科学連合 2019年大会, 5月20-24日, 幕張メッセ.
- 17) Ishibashi, J., Toki, T., Shinjo, R. (2019) Pore fluid geochemistry beneath active hydrothermal fields in the Okinawa Trough. 16th International Workshop on WATER DYNAMICS. 2th-14th March, Tohoku University Sendai.
- 18) 石橋 純一郎, 板谷 優志, 塚本 成, 豊田 新, 富田 麻紀子, 藤原 泰誠, 新城 竜一, 新井 和乃 (2021) 沖縄トラフ東伊是名熱水域掘削コアから得られた重晶石の年代測定. 高知大学海洋コア総合研究センター 令和2年度共同利用・共同研究成果発表会, 3月1-2日.
- 19) 板谷 優志, 石橋 純一郎, 富田 麻紀子, 豊田 新, 新城 竜一, 新井 和乃, 藤原 泰誠 (2021) 沖縄トラフ伊江山サイト熱水域に産する重晶石の地球化学的・年代学的研究. 日本地球惑星科学連合 2021年大会, 5月30日-6月6日, オンライン.

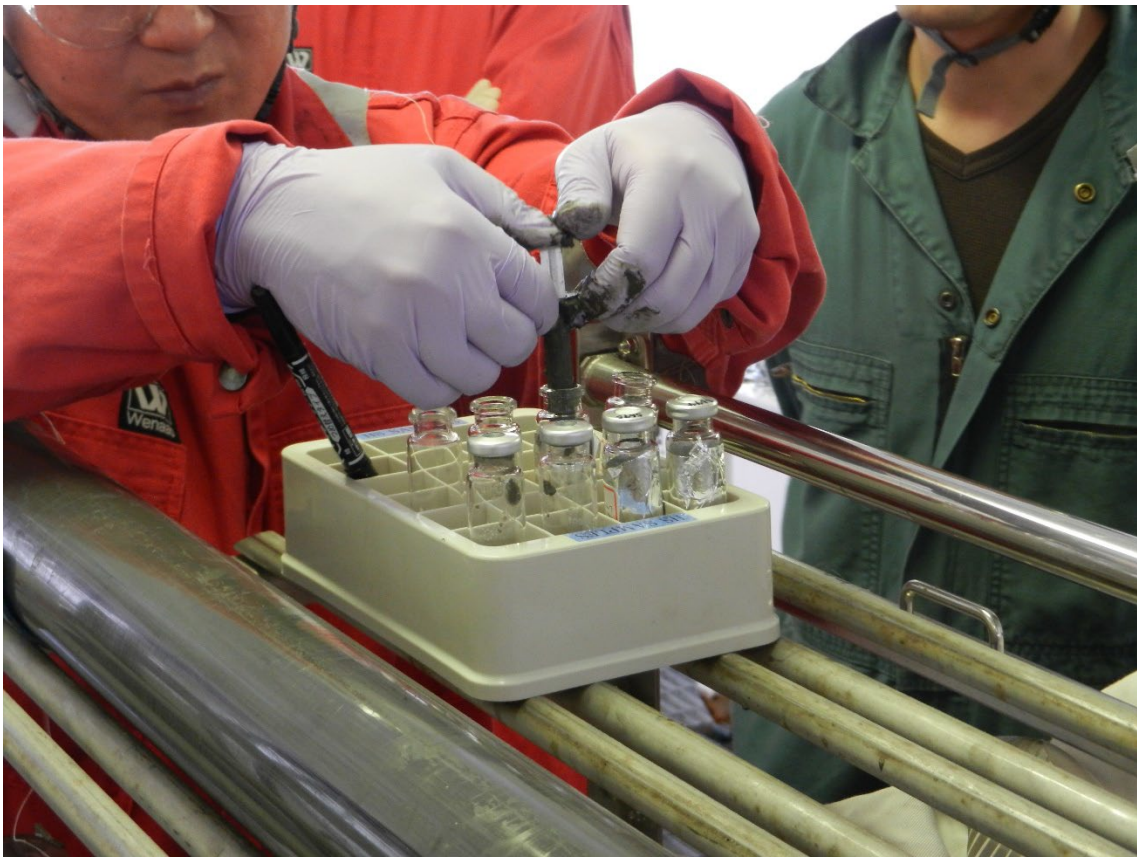


図1 ガス分析用サンプルの採取

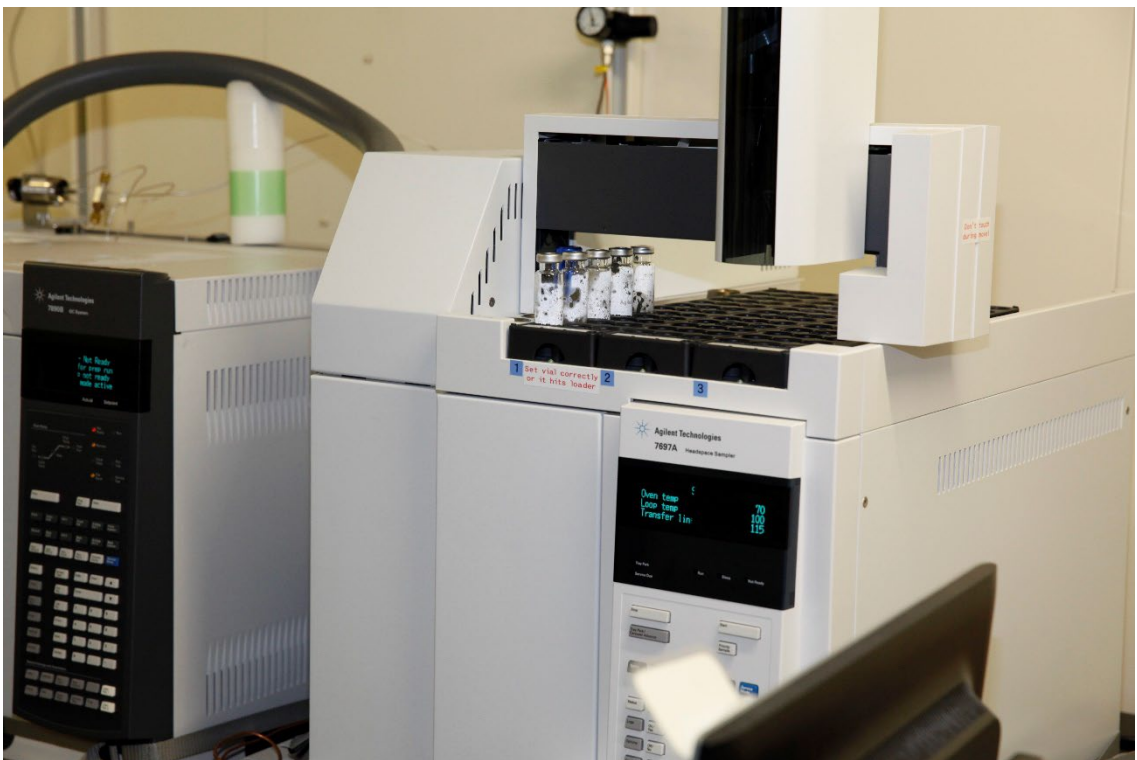


図2 ガス分析の様子



図3 泥から水だけ搾っています!!!
高圧注意!!!



図4 分析項目ごとに所定のサンプル瓶に分取します!!!

海底熱水系の硫酸塩鉱物の Sr 同位体レーザー質量分析

海底熱水系での海水-堆積物-マグマの相互作用およびその進化の解明には、Sr 同位体比が有効なトレーサーとして利用できます(図 1)。本研究では、海底熱水系において広範囲に産出する硫酸塩鉱物(硬石膏と重晶石)に着目し、これらの鉱物の Sr 同位体比の局所・直接分析法の技術開発を行い、それを沖縄トラフの熱水系に応用することを目的としました。通常同位体分析では、前処理として目的の鉱物を選別・分別し、酸分解で溶液化したあとにイオン交換カラム等を用いて目的元素(この場合は Sr)を高純度で分離する必要があります。これに対し、本研究ではレーザーアブレーション装置とマルチコレクター型 ICP 質量分析計を組み合わせたシステムを用いることで、鉱物を選別することなく、さらに Sr を分離することなく、測定したい部分をピンポイント(数 10 μm の空間分解能)でレーザー照射して分析する、簡便で迅速な分析技術を開発しました(図 2)。この方法を用いて標準物質の分析を行ったところ、十分な精度と確度で分析できることを確認しました。

海底熱水系の海底下の流体に関する情報を得ることを目的として、中部沖縄トラフの海底熱水域での科学掘削で得られたコアに含まれる硫酸塩鉱物の Sr 同位体分析に本手法を適用しました(堤ほか, 2019)。具体的には伊平屋北海丘アキサイト、伊是名海穴 HAKUREI サイト、久米島西方沖ごんどうサイトでの掘削試料を対象としました。硬石膏は広範囲の深度にわたって産出しており、熱水噴出口の海底面下約 100 m にも存在しています。これらの大部分は海水の同比に近い値を示しました。このことから大部分の硬石膏は海水が熱せられて生成したものと考えられます。一方、重晶石は海底下 50 m までに見出され、海水の値に近いもの以外に、それより低いものと高いものがありました。低いものはマグマ起源の流体の混入、高いものは表層堆積物との反応を示していると考えられます。このように、熱水の噴出域にも関わらず、深部(約 100 m)まで海水が流入していること、マグマ由来の流体や流入した海水が火山岩や堆積物と反応・混合して硫酸塩鉱物が形成されていることが明らかとなりました。このように深度ごとのサンプルの分析から、海底面下の熱水系の詳細が明らかになりつつあります。

さらに、この手法を用いて、中部沖縄トラフの東縁の海底崖(久米島の北西約 30 km)から採取された変質の著しい貝化石について、わずかに残っていた未変質部分の Sr 同位体分析を行い、海水の Sr 同位体変動曲線との対比から化石年代を決定しました(図 3)。そして沖縄トラフの伸長・沈降の時期について、2 百万年前以降とする新知見を得ることができました。

関連プレスリリース

URL: <https://www.u-ryukyu.ac.jp/news/28558/>

関連業績一覧

- 1) 中村 崇, Reimer, J.D., 新城 竜一, 中村 衛, 田中 厚子, Wee, H.B. (2019) テーマセッション報告 琉球大学高度統合型熱帯海洋科学技術イノベーション創出研究拠点形成事業(ORCHIDS)プロジェクトにおける 海洋科学研究の取組み. 日本サンゴ礁学会誌. 21, 1-12.
- 2) 堤 映日, 塚本 成, 島田 和彦, 石橋 純一郎, 新城 竜一 (2019) 中部沖縄トラフ熱水域の海底下に産する硫酸塩鉱物のストロンチウム同位体組成. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 5 月 20-24 日, 幕張メッセ.
- 3) Kikunaga, R., Song, K., Chiyonobu, S., Fujita, K., Shinjo, R., Okino, K. (2021) Shimajiri Group equivalent sedimentary rocks dredged from sea knolls off Kume Island, central Ryukyus: Implications for timing and mode of rifting of the middle Okinawa Trough back-arc basin. Island Arc. 30(1), e12425. <https://doi.org/10.1111/iar.12425>.
- 4) Nielsen, S., Shu, Y., Auro, M., Yogodzinski, G., Shinjo, R., Plank, T., Kay, S., Horner, T. (2020) Barium isotope systematics of subduction zones. Geochimica et Cosmochimica Acta. 275, 1-18.
- 5) Shu, Y., Nielsen, S. G., Zeng, Z., Shinjo, R., Blusztajn, J., Wang, X., Chen, S. (2017) Tracing subducted sediment inputs to the Ryukyu arc-Okinawa Trough system: Evidence from thallium isotopes. Geochimica et Cosmochimica Acta. 217, 462-491.

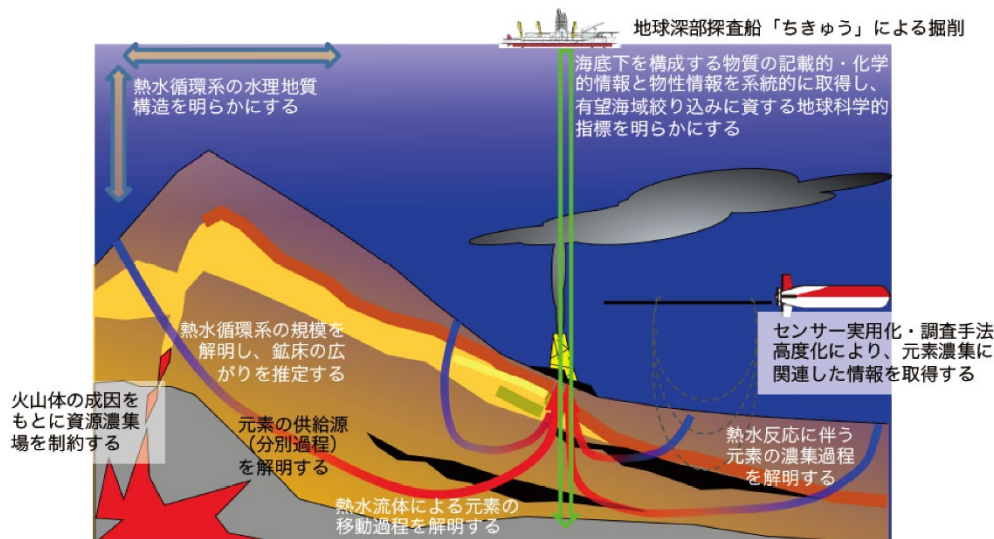


図 5 熱水性鉱床が形成される過程の模式的モデルと SIP での取組み

引用元: 戦略的イノベーション創造プログラム「次世代海洋資源調査技術研究開発成果資料集, 海底熱水鉱床の成り立ち—調査手法の確立に向けて—」, 2016.

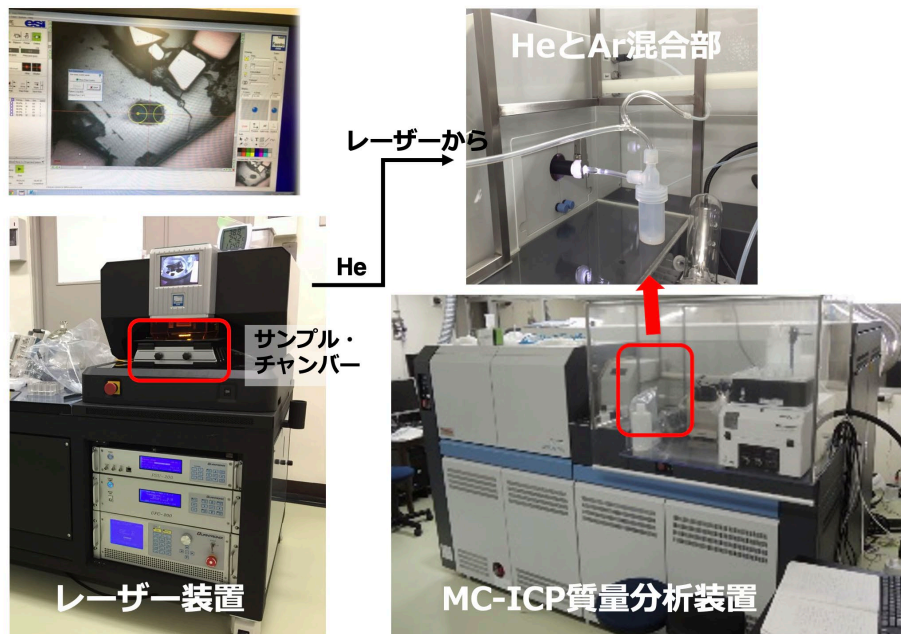


図 6 Sr 同位体レーザー分析システム
レーザーアブレーション装置と MC-ICP 質量分析計を組み合わせたシステム

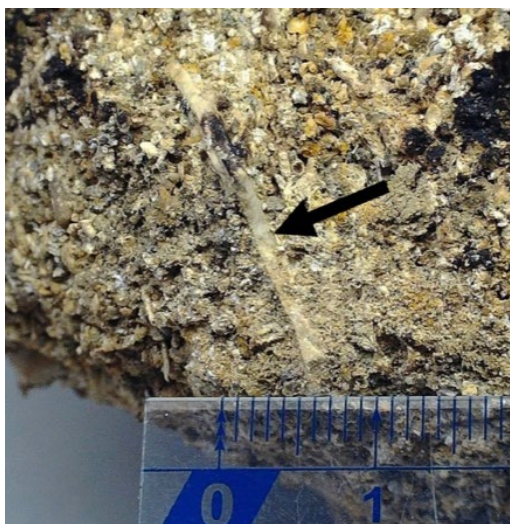


図 7 年代測定に用いたドレッジ試料(粗粒砂岩)中の貝化石の破片(黒矢印の先)
厚さは 1 mm 程度である。引用元: Kikunaga et al. (2021)