

令和 6 年 9 月 30 日現在

機関番号：10106

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H04304

研究課題名(和文) バイカル湖で解き明かす環境変動によるメタンハイドレート分解と温室効果ガスの放出

研究課題名(英文) Studies on potential relations between methane hydrate destabilization/methane gas emission and environmental fluctuations in Lake Baikal, Russia

研究代表者

南 尚嗣 (MINAMI, Hirotugu)

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号：40241426

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)： バイカル湖中央湖盆東岸沖の水域および比較水域において、調査研究を実施した。湖底表層の形状を明らかにするための物理探査を実施し、詳細な湖底3次元マップの作成に成功した。楕円形状の湖底の高まりにおいて調査船の重力コアラーを用いて湖底表層堆積物コア採取を行った結果、メタンハイドレート(MH)存在域を発見した。

高まりとその周囲では、水温と水深から算出されるMH安定領域からわずかに外れた条件下にMH存在が確認された。この事実とバイカル湖の水位が変化している事実は、湖底表層MHが環境変動によって分解中の可能性を示唆しており、本研究において本格的な総合調査研究を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界で唯一MHの存在が確認されている淡水湖であるバイカル湖において、環境変動によるMH分解と温室効果ガスの放出に関する機構解明を目的に、日本-ロシア-ベルギーの国際共同研究を実施した。

水温と水深から算出されるMH安定領域からわずかに外れた条件下にMH存在が確認された事実は、MH生成後の環境変動を示唆する。湖面水位が現在より1 mほど高ければ計算上MHは安定であり、その当時に生成したMHが水位低下で分解しつつあるとの解釈が可能である。温暖化など地球規模の環境変動が指摘される中、天然MHの存在環境の変化と生成および分解機構の理解は学術的・社会的に重要である。

研究成果の概要(英文)： Lake Baikal, Russia, is the only freshwater lake in which methane hydrates (MHs) have accumulated in subsurface sediments. International collaborative research projects were conducted by scientists from Japan, Russia and Belgium to study subsurface MH formation/dissociation.

Subsurface MHs were retrieved at a mound-like bottom area off eastern coast of the central basin. The pressure-temperature condition at the MH-bearing area was, however, slightly out of the MH-stability conditions. This finding suggests that the MHs at the area have been in the process of dissociating since decrease in the water level and/or increase in water/sediment temperature. The fact that methane gas emissions from the lake floor were observed at the area supports aforementioned interpretation.

All results obtained during this study suggest potential relations between MH destabilization/methane gas emission and environmental fluctuations at the studied area.

研究分野：分析化学

キーワード：メタンハイドレート バイカル湖 環境変動 メタンハイドレートの分解 温室効果ガスの放出

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ロシア連邦のバイカル湖は、非在来型天然ガス資源として期待されるメタンハイドレート(MH)が存在する世界で唯一の淡水湖である。本申請研究開始直前の2020年3月までにバイカル湖で報告された湖底表層型MH存在サイトは、60カ所であった(Khlystov et al., 2020; Minami et al., 2020)。このうち48カ所は、北見工業大学が主導しロシア科学アカデミーシベリア支部陸水学研究所およびベルギーゲント大学レナード海洋地質学研究所との国際共同研究プロジェクトによって発見されたMH存在サイトである。

水分子とガス分子からなるガスハイドレートの結晶構造にはI型、II型、H型をよばれる3種類が知られている。バイカル湖底表層で研究代表者らが採取したMHの結晶構造は、多くが微生物起源メタンを包有ガスの主成分とする構造I型であるが、中央湖盆ククイキャニオン域および南湖盆南岸沖のケダー域では熱分解起源エタンを包有ガスの10%程度以上含むII型MHも発見されており(Kida et al., 2007; Hachikubo et al., 2010; Sakagami et al., 2012; Minami et al., 2018; Hachikubo et al., 2020)、深部から湖底表層に向かう湧昇ガスが2タイプ(微生物起源ガスと熱分解起源ガス)共存し混合していることが示された。MH生成環境の理解にはMH生成機構の解明が重要であることから、研究代表者らはMH解離水を分離採取する方法の開発および水分子を構成する水素および酸素のそれぞれの安定同位体比測定によって、MH生成起源の水分子が湖底表層の湖水ではなく、湖底堆積物深部からの湧水であることを明らかにした(Minami et al., 2014; Minami et al., 2018)。

本研究開始前年の2019年8月に研究代表者らが中央湖盆東岸沖で発見したバイカル湖底表層型MH存在域の水深と水温は、低温・高圧下で安定なMHが存在できる条件に僅かに足りないことを明らかにした(水深が約1m浅い)。本研究調査水域にMHが存在する事実は、以前はMH安定領域だった条件が環境変動で安定領域から外れたことを示唆する。バイカル湖では直近50年間に2m程の水位変動があったことがわかっており、現在よりも水位が約1m高ければ計算上MHが安定な環境であり、そのときに生成したMHが水位低下により分解しつつあるとの解釈が可能である。本MH存在域の湖底面からメタンガス湧出が観察されている事実はMHが分解しつつあるとの解釈を支持し、環境変動によって分解中の天然MHが観察された世界で初めての例の可能性がある。温暖化など地球規模の環境変動が指摘される中、天然MHの存在環境と生成/分解機構の理解は、緊急性および社会的要請の高い研究分野の一つである。そこで本申請において、バイカル湖中央湖盆東岸沖の対象水域において本格的な総合調査を行い、環境変動によるMH生成/分解と温室効果メタンガス貯留/放出の機構の解明を試みた。

<引用文献>

- Kida et al., *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L24603 (2007).
- Hachikubo et al., *Geo-Mar. Lett.*, **30**, 321-329 (2010).
- Sakagami et al., *Geo-Mar. Lett.*, **32**, 465-472 (2012).
- Minami et al., *Geo-Mar. Lett.*, **34**, 241-251 (2014).
- Minami et al., *Geo-Mar. Lett.*, **38**, 403-415 (2018).
- Hachikubo et al., *Sci. Rep.*, **10**, 14747 (2020).
- Khlystov et al., *World Atlas of Submarine Gas Hydrates in Continental Margins* (2020).
- Minami et al., *Operation Report of Multi-phase Gas Hydrate Project III 2019 (MHP III-19)*, R/V G. U. Vereschagin Cruise, VER-19-03, 196 pages (2020).

2. 研究の目的

本研究では、2019年の予備調査で発見したこれまでで最も浅い水深のバイカル湖底表層型MH存在域を対象に、

(1) 物理探査による湖底3次元マップの作成(マルチビームエコーサウンダー物理探査)、湖底水温と地温の測定(地温測定装置の設計および製作を含む)、湖底表層堆積物コアの採取、(2) コアの解析(ガスと水の化学/同位体組成、MH結晶構造、土質強度、含水比)、(3) バイカル湖において研究代表者らがこれまでに発見した水深/水温/地温が異なる湖内の他のMH存在域との比較、を通して環境変動によるMH生成/分解と温室効果メタンガス貯留/放出の機構の解明を目的とした。

3. 研究の方法

本研究は、下記の3研究機関が実施する「日本・ロシア・ベルギーの国際共同研究」として実施した。調査にはロシア科学アカデミーシベリア支部陸水学研究所(LIN)が管理運営する調査船ティトフ号(物理探査を実施)と調査船ヴェルシャーギン号(物理探査および湖底表層堆積物コア採取調査を実施)を用いた。取得データと採取コアは全て3研究機関が共有し、研究成果は共同発表した。

・日本(北見):北見工業大学 環境・エネルギー研究推進センター(2023年度より地域循環共生研究推進センターに改組)(KIT:代表、南教授(本研究代表者))

・ロシア（イルクーツク）：ロシア科学アカデミーシベリア支部陸水学研究所（LIN：代表、クリストフ室長）

・ベルギー（ゲント）：ゲント大学レナード海洋地質学研究所（RCMG：代表、デバティスト教授）

LINは、ロシア政府からの調査許可申請・取得および調査船運用や堆積物コア採取用コアラー製作と操作および地温測定装置の設計と製作等を含むロジスティクスを担当し、研究面では音響探査、地震探査、堆積物コアの層序解析等を担当した。RCMGは、主として湖底地形解析を含む物理探査解析、地温勾配等の解析および過去のデータ収集解析を担当した。経費負担は、コストシェアを基本とした。各研究機関代表によるステアリング委員会を設けて、運営をした。

4. 研究成果

(1) 2020年度の調査成果

ロシア連邦における新型コロナウイルス感染拡大防止措置として日本を含む海外からの渡航者入国・滞在に対して法的な制限が設けられ、研究代表者らはロシア連邦への入国ができなかった。この状況下でLINに所属する本研究の共同研究者の協力を得てバイカル湖において調査を実施したが、当初計画を大幅に縮小せざるを得なかった。2020年9月2日から9月4日に、LIN所属の調査船ヴェルシャーギン号を用いて調査（VER-20-02航海）をおこなった。この水域は研究代表者らが予備調査（2019年8月、VER-19-03航海）で発見したバイカル湖で最も浅い水深のMH存在域である。2020年のVER-20-02航海期間中に重力コアラーを用いて湖底表層堆積物コア試料の採取を試みた結果、この水域において新たに2カ所でMHの採取に成功し、2019年の予備調査で発見したMH存在域の広がりに関する知見を得ることができた。

(2) 2021年度の調査成果

2021年度も2020年度と同様に申請者らはロシア連邦へ入国できなかったが、LINの共同研究者によるバイカル湖調査を実施した。当初計画に比べて内容と規模を縮小せざるを得なかったが、2021年6月（VER-21-01航海）に調査船を用いた物理探査を実施して詳細な湖底3次元マップの作成に成功した。この情報を直ちにこれまで研究代表者らが取得した研究情報に加えて調査候補水域を更新し、6月（VER-21-01航海）と8月（VER-21-02航海）にLINの現地共同研究者によって湖底表層堆積物コア採取に基づく調査を実施した結果、新たに3カ所でMHの採取に成功した。MH存在域の一部の領域において地温測定の予備調査にも成功した。MHは楕円形のマウンド状の高まり形状をしていることも明らかになった。MH存在域の水深と水温は、低温・高圧下で安定なMHが存在できる条件に僅かに足りず、以前はMH安定領域だった条件が環境変動で安定領域から外れたことが示唆された。2022年度からの範囲を拡大した地温測定と湖底表層堆積物コア採取による総合的な調査と化学／同位体解析等による考察と解明が期待された。

(3) 2022年度の調査成果

ロシアによる軍事行動以降、ロシア連邦を取り巻く国際的な状況が2021年度まで（2022年2月まで）と大きく変わり、申請者らは2022年度もロシア連邦への入国ができなかった。このような状況下ではあったが、当初計画に比べて内容と規模を縮小せざるを得なかったもののLINの共同研究者によるバイカル湖調査を立案して調査実施の合意の下に準備を進めた。しかし直前になって共同研究者側の都合により、調査船を用いた調査および氷上調査を含む今年度予定の全ての調査が実施できないことが判明した。本研究の遂行上MH存在水域での調査が不可欠であるが、バイカル湖調査を実施できる見通しがたないことがわかった。そこで調査が実施可能な日本周辺のMH存在海域における調査船を用いた代替調査に変更する必要が生じた。

(4) 2023年度の調査成果

本研究代表者らは北海道周辺海域において水深と水温が異なる複数のMH存在海域を発見している。それらの海域で本研究目的に最適と考えられる網走沖を代替調査域として計画を立案した。比較対象MH存在海域として日高沖海域を選定し、所属大学経費による調査計画も立案した。

2023年10月に網走沖海域（2K23航海）、同年11月には日高沖海域（C151航海）にて調査船を用いた物理探査および海底表層堆積物コア採取による調査を実施した。両調査海域において海底3次元マップの作成と海底表層堆積物コア採取に成功し、日高沖海域においては新たなMH存在域も発見した。これまでの調査域よりも浅い水深の水域における調査では、複数の海底表層堆積物コア採取に成功した。堆積物コア中にMH存在は目視確認できなかったが、間隙水の化学解析結果は堆積物コア中もしくはコア近傍のMH存在を示唆した。

本研究調査結果により、バイカル湖底のMH存在域だけではなく、北海道周辺海域においてもMH安定領域の境界に近いMH存在水域の発見が期待されるとともに海底表層堆積物コア試料の採取と解析によって環境変動によるMHの安定性および温室効果ガス放出等の研究推進が期待できることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kalmychkov, G. V., A. Hachikubo, B. G. Pokrovsky, H. Minami, S. Yamashita, M. Khlystov	4. 巻 55
2. 論文標題 Methane with abnormally high $\delta^{13}C$ and δD values from the coastal hot springs in Lake Baikal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Lithology and Mineral Resources	6. 最初と最後の頁 439-444
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1134/S0024490220040033	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Hachikubo, A., H. Minami, S. Yamashita, A. Khabuev, A. Krylov, G. Kalmychkov, J. Poort, M. De Batist, A. Chenskiy, A. Manakov, O. Khlystov	4. 巻 10
2. 論文標題 Characteristics of hydrate-bound gas retrieved at the Kedr mud volcano (southern Lake Baikal)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 14747
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-020-71410-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Krylov, A. A., O. M. Khlystov, A. Hachikubo, H. Minami, T. I. Zemskaya, E. A. Logvina, A. V. Lomakina, P. B. Semenov	4. 巻 3
2. 論文標題 The reconstruction of the mechanisms of problematic authigenic carbonates formation in diagenetic and catagenetic environments associated with the generation/oxidation of hydrocarbons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Limnology and Freshwater Biology	6. 最初と最後の頁 928-930
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.31951/2658-3518-2020-A-4-928	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Kimura, H., A. Hachikubo, H. Sakagami, H. Minami, S. Yamashita, O. Khlystov, G. Kalmychkov, M. De Batist	4. 巻 3
2. 論文標題 Isotopic difference between hydrate-bound and sediment gases retrieved at Lake Baikal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Limnology and Freshwater Biology	6. 最初と最後の頁 924-925
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.31951/2658-3518-2020-A-4-924	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hachikubo, A., H. Kimura, R. Kamata, H. Sakagami, H. Minami, S. Yamashita, O. Khlystov, G. Kalmychkov, M. De Batist	4. 巻 3
2. 論文標題 Stable isotopic evidence for microbial ethane in Lake Baikal gas hydrates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Limnology and Freshwater Biology	6. 最初と最後の頁 918-919
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31951/2658-3518-2020-A-4-918	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Derkachev, A. N., N. A. Nikolaeva, I. B. Tsoy, B. V. Baranov, N. N. Barinov, A. V. Mozherovsky, A. A. Krylov, A. B. Kusnetsov, H. Minami, A. Hachikubo	4. 巻 56
2. 論文標題 Long-lived center for gas-fluid emanations on the western slope of the Kurile Basin (Sea of Okhotsk)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lithology and Mineral Resources	6. 最初と最後の頁 309-332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1134/S0024490221040027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Khlystov, O. M., M. De Batist, H. Minami, A. Hachikubo, A. V. Khabuev, A. V. Kazakov	4. 巻 -
2. 論文標題 The position of gas hydrates in the sedimentary strata and in the geological structure of Lake Baikal	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 World Atlas of Submarine Gas Hydrates in Continental Margins	6. 最初と最後の頁 465-471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-81186-0_39	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Khlystov, O. M., Izosimova O. N., Hachikubo A., Minami H., Makarov M. M., Gorshkov A. G.	4. 巻 62
2. 論文標題 A New oil and gas seep in Lake Baikal	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Petroleum Chemistry	6. 最初と最後の頁 475-481
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1134/S096554412205005X	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kim, J.-H., Park M.-H., Lee D.-H., Minami H., Jin Y.-K., Hachikubo A., Hur J., Ryu J.-S., Kang M.-H., Jang K., Kida M., Seo Y., Chen M., Hong J. K., Song Y., Park S.	4. 巻 9
2. 論文標題 Impact of high methane flux on the properties of pore fluid and methane-derived authigenic carbonate in the ARAON Mounds, Chukchi Sea	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 944841
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2022.944841	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kononov, E., O. Khlystov, M. De Batist, L. Naudts, A. Kazakov, H. Minami, A. Hachikubo	4. 巻 644-645
2. 論文標題 Sublacustrine canyons of the South and Central Basins of Lake Baikal as a result of interaction of tectonic	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Quaternary International	6. 最初と最後の頁 29-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.quaint.2021.10.009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hachikubo, A., Minami H., Sakagami H., Yamashita S., Krylov A., Kalmychkov G., Poort J., De Batist M., Manakov A., Khlystov O	4. 巻 13
2. 論文標題 Characteristics and varieties of gases enclathrated in natural gas hydrates retrieved at Lake Baikal	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 4440
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-31669-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Takeya, S., Hachikubo, A., Sakagami, H., Minami, H., Yamashita, S., Takahashi, M., Hirano, K., Hyodo, K., and Yoneyama, A.	4. 巻 127
2. 論文標題 Microstructural Study on Dissolution of Natural Methane Hydrate by Multicontrast and Multiscale X-ray Computed Tomography	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 23973-23979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c06655	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Takeya, S., Hachikubo, A., Sakagami, H., Minami, H., Yamashita, S., Hirano, K., Hyodo, K., and Yoneyama, A.	4. 巻 160
2. 論文標題 Multi-phase retrieval of methane hydrate in natural sediments by cryogenic x-ray computed tomography	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Journal of Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 24201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0189025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Krylov, A. A., O. M. Khlystov, A. Hachikubo, H. Minami, T. I. Zemskaya, E. A. Logvina, A. V. Lomakina, P. B. Semenov
2. 発表標題 The reconstruction of the mechanisms of problematic authigenic carbonates formation in diagenetic and catagenetic environments associated with the generation/oxidation of hydrocarbons
3. 学会等名 7th Vereshchagin Baikal Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kimura, H., A. Hachikubo, H. Sakagami, H. Minami, S. Yamashita, O. Khlystov, G. Kalmychkov, M. De Batist
2. 発表標題 Isotopic difference between hydrate-bound and sediment gases retrieved at Lake Baikal
3. 学会等名 7th Vereshchagin Baikal Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hachikubo, A., H. Kimura, R. Kamata, H. Sakagami, H. Minami, S. Yamashita, O. Khlystov, G. Kalmychkov, M. De Batist
2. 発表標題 Stable isotopic evidence for microbial ethane in Lake Baikal gas hydrates
3. 学会等名 7th Vereshchagin Baikal Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村 宏海、八久保 晶弘、Oleg Khlystov、Gennadiy Kalmychkov、Marc De Batist、坂上 寛敏、南 尚嗣、山下 聡
2. 発表標題 バイカル湖で回収されたハイドレート包接ガスおよび堆積物ガス間の安定同位体分別
3. 学会等名 雪氷研究大会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村 宏海、八久保 晶弘、O. Khlystov、G. Kalmychkov、M. De Batist、坂上 寛敏、南 尚嗣、山下 聡
2. 発表標題 バイカル湖天然ガスハイドレートのゲストガス安定同位体分別
3. 学会等名 第29回日本エネルギー学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 八久保 晶弘、長谷 優之介、池浦 有希、O. Khlystov、G. Kalmychkov、M. De Batist、坂上 寛敏、南 尚嗣、山下 聡
2. 発表標題 バイカル湖の天然ガスハイドレートに包接された微生物起源エタンについて
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村 宏海、八久保 晶弘、O. Khlystov、G. Kalmychkov、M. De Batist、坂上 寛敏、南 尚嗣、山下 聡
2. 発表標題 ハイドレート含有堆積物中における包接ガスと堆積物ガス間の安定同位体分別
3. 学会等名 日本雪氷学会北海道支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山下 聡, 八久保晶弘, 坂上寛敏, 小西正朗, 館山一孝, 南 尚嗣
2. 発表標題 北海道十勝沖太平洋でのメタンハイドレート調査
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村 宏海, 鎌田 諒也, 矢作 大輔, 森谷 優希, 八久保 晶弘, 小西 正朗, 坂上 寛敏, 南 尚嗣, 山下 聡
2. 発表標題 太平洋十勝沖のガス湧出域で回収されたガスハイドレート結晶と包接ガスの特徴
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢作 大輔, 八久保 晶弘, 小西 正朗, 坂上 寛敏, 南 尚嗣, 山下 聡, 内田 康人, 山口 浩志
2. 発表標題 北海道沖の海底堆積物中の全有機炭素とその炭素同位体比
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村 宏海, 八久保 晶弘, O. Khlystov, G. Kalmychkov, M. De Batist, 坂上 寛敏, 南 尚嗣, 山下 聡
2. 発表標題 ハイドレート包接ガスと環境ガスとの間の安定同位体分別 バイカル湖の場合
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森谷 優希, 木村 宏海, 八久保 晶弘, 山下 聡, 坂上 寛敏, 小西 正朗, 南 尚嗣, 内田 康人, 山口 浩志
2. 発表標題 オホーツク海網走沖の海底ガス湧出域におけるガスハイドレート調査
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鎌田 諒也, 木村 宏海, 八久保 晶弘, 坂上 寛敏, 山下 聡, 小西 正朗, 南 尚嗣
2. 発表標題 太平洋日高沖の海底ガス湧出域におけるガスハイドレート調査
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山下 聡, 八久保 晶弘, 坂上 寛敏, 小西 正朗, 館山 一孝, 南 尚嗣
2. 発表標題 北海道十勝沖太平洋でのメタンハイドレート調査
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村 宏海, 森谷 優希, 鎌田 諒也, 矢作 大輔, 八久保 晶弘, 竹谷 敏, 小西 正朗, 坂上 寛敏, 南 尚嗣, 山下 聡
2. 発表標題 太平洋十勝沖の天然ガスハイドレートのバルク密度および結晶特性
3. 学会等名 第30回日本エネルギー学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村 宏海, 八久保 晶弘, O. Khlystov, G. Kalmychkov, M. De Batist, 坂上 寛敏, 南 尚嗣, 山下 聡
2. 発表標題 バイカル湖における天然ガスハイドレートのメタン安定同位体分別
3. 学会等名 雪氷研究大会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西航平・坂上寛敏・木田真人・八久保晶弘・南尚嗣
2. 発表標題 メタンハイドレート包接メタンと気相メタンの交換挙動
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2022年冬季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹谷 敏, 八久保 晶弘, 山下 聡, 南 尚嗣, 坂上 寛敏, 米山 明男
2. 発表標題 天然メタンハイドレートの高分解能X線CT観察
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山下 聡, 八久保 晶弘, 坂上 寛敏, 小西 正朗, 木田 真人, 南 尚嗣
2. 発表標題 北海道日高沖太平洋でのメタンハイドレート調査
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森谷 優希, 矢作 大輔, 八久保 晶弘, 坂上 寛敏, 木田 真人, 小西 正朗, 南 尚嗣, 山下 聡
2. 発表標題 太平洋日高沖のガス湧出域で採取されたガスハイドレート結晶の特徴
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢作 大輔, 森谷 優希, 八久保 晶弘, 坂上 寛敏, 木田 真人, 小西 正朗, 南 尚嗣, 山下 聡
2. 発表標題 ガリンコ号IIおよびIIIを用いて得られた紋別沖・網走沖の海底堆積物の地球化学分析
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 八久保 晶弘, 滝澤 楓, 小笠原 恭也, 笠松 圭, 坂上 寛敏, 南 尚嗣, 山下 聡, Marc De Batist, Oleg Khlystov
2. 発表標題 バイカル湖天然ガスハイドレートの包接ガスの多様性について
3. 学会等名 第32回日本エネルギー学会大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	木田 真人 (Kida Masato)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	小西 正朗 (Konishi Masaaki)		
研究協力者	八久保 晶弘 (Hachikubo Akihiro)		
研究協力者	坂上 寛敏 (Sakagami Hirotoshi)		
研究協力者	山下 聡 (Yamashita Satoshi)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ロシア連邦	ロシア科学アカデミーシベリア 支部陸水学研究所			
ベルギー	ゲント大学レナード海洋地質学 研究所			