

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：52101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14413

研究課題名(和文)革新的同位体分析システムの開発による”絶対水温計”の確立と応用研究への挑戦

研究課題名(英文)Development of the new analytical system for the clumped isotopes of carbonate

研究代表者

西田 梢(NISHIDA, Kozue)

茨城工業高等専門学校・国際創造工学科・特別研究員

研究者番号：10708374

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、絶対水温計として注目されている炭酸凝集同位体比(クランプトアイソトープ、 δ^{47})分析について、同位体比分析手法の検討を行い、生物源炭酸塩や炭酸塩岩による温度復元への応用を目指した研究を実施した。IsoPrime100質量分析計を活用した炭酸凝集同位体分析法の高精度化を目指し、装置改良や同位体補正方法の検討を行った。さらに、水温飼育実験を行った貝類試料の炭酸凝集同位体分析を行い、二枚貝アカガイの炭酸凝集温度計は高精度に絶対水温を復元できることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

炭酸凝集同位体比分析法は、過去の絶対水温の推定手法として近年注目されており、各国で炭酸凝集同位体分析システムの開発が進められている。一方で、日本国内で開発を行っている研究機関は限られ、未だ研究者が自由に利用できる状況には至っていない。本研究ではチューリッヒ工科大学と連携しながら炭酸凝集同位体分析の技術開発を推進し、茨城高専に分析環境の整備を目指した。幅広い生物・地質試料への応用による、より高精度な過去・現在の環境変動解析への貢献が期待される。

研究成果の概要(英文)：Clumped isotope (δ^{47}) thermometry is a novel temperature proxy based on analyzing the ^{13}C - ^{18}O -bond enrichment in carbonates, and has attracted attention as the absolute temperature proxy for variable geological and biological carbonates. To advance the δ^{47} analytical techniques for the application to biological and geological carbonates, we have developed the δ^{47} analytical system by using an IsoPrime100 isotopic ratio mass spectrometer at National Institute of Technology, Ibaraki College. We also analyzed the δ^{47} of bivalve shells, and found that the shell δ^{47} is an useful thermometer which can be applied to fossil specimens.

研究分野：地球化学、古生物学

キーワード：クランプトアイソトープ 炭酸凝集同位体比 絶対水温 安定同位体比 質量分析計 生物源炭酸塩 水温復元

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

炭酸凝集同位体比 (クランプトアイソトープ、 Δ_{47}) は、分析時に発生させる CO_2 の 2 元素が重同位体で置換されたもの (^{13}C - ^{18}O - ^{16}O) であり、以下の式で求められる (単位は‰)。

$$\Delta_{47} = \left[\left(\frac{R^{47}}{R^{*47}} - 1 \right) - \left(\frac{R^{46}}{R^{*46}} - 1 \right) - \left(\frac{R^{45}}{R^{*45}} - 1 \right) \right] \times 1000$$

ただし、 R^{45-47} : 45/44, 46/44, 47/44 ($^{44}\text{CO}_2$ に対する $^{45-47}\text{CO}_2$ の比), R^{*44-47} : $^{44}\text{CO}_2$ に対する $^{45-47}\text{CO}_2$ の理論的存在度。炭酸塩の Δ_{47} は、水温とよい相関を示す新規の温度指標として 2006 年に実測値が初めて報告され、以降、世界中で Δ_{47} 同位体質量分析計の導入や技術開発が進められている (Ghosh et al., 2006a, 2006b; Eiler, 2011)。これまで古水温復元手法として広く使われてきた $\delta^{18}\text{O}$ 温度計の場合、水温と海水の $\delta^{18}\text{O}$ で規定されるため、海水の $\delta^{18}\text{O}$ が未知の過去の水温や移動性生物の骨格の $\delta^{18}\text{O}$ の水温履歴推定には誤差が生じてしまう。一方、 Δ_{47} の同位体分別は、水の同位体比に関係なく水温との関係式で一意で決定するため、絶対温度の推定が可能である。さらに、 Δ_{47} 分析で絶対水温を推定できるため、 $\delta^{18}\text{O}$ と Δ_{47} の対比でこれまで知りえなかった海水の $\delta^{18}\text{O}$ 推定が可能になる。しかし、各国で Δ_{47} 分析システムの開発が進められているなか、日本国内で開発を行っている研究機関は限られており、未だ研究者が自由に利用できる状況には至っていない。

2. 研究の目的

本研究は、絶対水温計として注目されている炭酸凝集同位体比 (Δ_{47}) 分析について、様々な炭酸塩試料で活用可能な同位体比分析手法を茨城高専に導入し、わが国に応用研究に資する研究基盤を確立することを目的とする。本研究課題は、萌芽的同位体分析技術の汎用化を目指した基礎研究であり、 Δ_{47} 同位体比分析システムの実用化により、絶対水温という新たな古環境指標の活用を目指す。さらに、水温・pH 飼育実験を実施した二枚貝殻の Δ_{47} 同位体比分析を行い、絶対水温計としての有効性の検証を行い、古環境復元研究に資する応用研究に取り組んだ。

3. 研究の方法

(1) IsoPrime 同位体質量分析計による炭酸凝集同位体分析システムの確立

炭酸凝集同位体分析用の同位体質量分析計は 3 メーカーから販売されているが、このうち、茨城高専の保有している Elementar 社の IsoPrime 同位体質量分析計は、炭素・酸素同位体比分析では世界的に導入事例が多いにも関わらず、 Δ_{47} 分析では導入例が少ない。そこで、本研究では、Elementar 社の質量分析計を活用し、現在普及の進んでいる Thermo 社の MAT 同位体質量分析計と同等の分析プロトコル・分析精度が保証できる Δ_{47} 同位体比分析システム (図 1) の確立を目指した。本研究期間中に、 Δ_{47} 同位体比分析技術が確立しているチューリッヒ工科大学との国際共同研究が実現し、技術開発で様々な意見交換・システムの改良が実現することができた。本研究で取り組んだ技術開発について、具体的に研究成果の項目にて述べる。

炭酸凝集同位体分析システム

同位体質量分析計 IsoPrime 100



前処理装置 SPICAL2



図 1 茨城高専保有の炭酸凝集同位体分析システム (IsoPrime100 + SPICAL2)。

(2) 水温・pH 飼育実験を実施した二枚貝殻の炭酸凝集温度計の検討

貝類においては、海生二枚貝類 (Eagle et al., 2013)、陸生巻貝類 (Guo et al., 2019; Zai et al., 2019)

で Δ_{47} 水温換算法の検証が進められている。本研究では、水温や pH 制御による精密飼育実験を実施した二枚貝類のアカガイ *Scapharca broughtonii* を用い、海生二枚貝類の Δ_{47} 温度計の検証と、生物源炭酸塩でこれまで報告例のない、 Δ_{47} への pH 影響の評価を行った。

Δ_{47} 同位体比分析は、チューリッヒ工科大学にて自動前処理装置 Kiel IV carbonate device を有する 2 台の同位体質量分析計 MAT 253 および MAT 253 Plus を用いて実施した。本実験システムにより、繰り返し分析 (6-11 回) を行った上で、従来法に比べ 5-10 分の 1 の微量な炭酸塩量 (炭酸塩総量 1-2mg) で Δ_{47} 分析を実施した。炭酸塩試料は 90-120 μ g ずつ秤量し、70°C でリン酸と反応させた。発生した二酸化炭素は、不純ガス除去のため -40°C の Porapak トラップを通過させ、質量分析計に導入して LIDI 法 (long-integration dual-inlet method, Müller et al., 2017) で同位体比測定を行った。Bernasconi et al. (2018) に従い、3 種類の炭酸塩標準試料 (ETH) を用いてフリーのソフトウェア Easotope で同位体補正計算を行った。

4. 研究成果

地質学・古生物学・水産学など様々な研究分野の需要に応えるための分析基盤の構築と応用研究の展開を行った。本研究期間中に、チューリッヒ工科大学ステファノ・ベルナスコーニ教授との国際共同研究が実現し、当初の想定以上の技術開発・応用研究の成果を得ることができた。以下、研究成果についてまとめる。

(1) IsoPrime 同位体質量分析計による炭酸凝集同位体分析システムの確立

① 分析システムの概要

本システムは、研究協力者の石村豊穂准教授の開発した小型多連式ガス精製・保存システム (SPICAL2) とガス導入部、Elementar 社のデュアルインレット型安定同位体比質量分析計 IsoPrime100 からなる。1 回分析に必要な炭酸塩量は 200-300 μ g 程度で、電子天秤を用いて秤量を行い、SPICAL2 にて二酸化炭素ガスの精製作業を行う。SPICAL2 では、1 回の精製作業 (約 25 分) につき、5 試料の同時精製が可能であり、前処理作業の効率化を実現した。その後、ボトルに分取された二酸化炭素ガスを質量分析計に導入し、 Δ_{47} 分析を行う。

本システムで炭酸凝集同位体比分析を運用するにあたり、次項で示すような複数の課題点を明らかにし、研究協力者の石村准教授やチューリッヒ工科大学のベルナスコーニ教授と意見交換を行いながら、改良を行った。

② 分析システムの高精度化に向けた取り組み

本研究での取り組みの代表的なものとして、質量分析計のキャピラリー部の比較検討、IsoPrime100 質量分析計でのバックグラウンド補正法の検討、標準ガスや炭酸塩試料を活用した分析値の安定性評価、加熱/冷却部を備えた不純ガスのトラップシステムの検討、などが挙げられる。以下、それぞれの具体的取り組みについてまとめる。

IsoPrime100 質量分析計を活用した Δ_{47} 分析の場合には、質量分析計のキャピラリー部にガスが通過する際の同位体分別を避けるため、シリカ・キャピラリーを活用する方がよいことが炭酸塩試料のテスト分析によって明らかになった。質量分析計のチューニングを行いながら、最適なキャピラリー径・長さを決定した。

分析値の同位体補正にあたり、本研究課題では Bernasconi et al. (2018) で提案されている同位体補正方法について、IsoPrime100 同位体質量分析計への適用方法を検討した。1 日ごとにリファレンスガスを用いてバックグラウンド補正 (Pressure baseline correction) を実施することで、バックグラウンド影響を本システムでも低減することができた。

また、ラボスタンダードガス、生物源炭酸塩（貝類・サンゴ・鳥類の卵）や大理石試料、標準物質（ETH1-4、NBS19、Jcp-1、Jct-1）について SPICAL によるガス精製・テスト分析を実施し、基礎データの収集を行った。 Δ_{47} の測定誤差はラボスタンダードガスで0.016‰以下（ $\pm 1SD$, $N = 24$ ）であった。この誤差は温度に換算すると5°C以下に相当する。本結果より、繰り返し分析の再現性を示すことができた。

さらに、不純ガス除去のためのカラムについて、チューリッヒ工科大学で学んだ Porapack カラムシステムの導入を検討した。有機物を含む現生の生物源炭酸塩の場合、有機物影響によって、 Δ_{47} 値が高い値（水温に換算すると低い値）になるケースが確認された。このような現象が起こった時は Δ_{48} 値が1‰以上の極めて高い値を示すため、 Δ_{47} 値と Δ_{48} 値のクロスチェックや、同時に測定している標準試料の Δ_{47} 分析値へのメモリー効果を確認することで発見することができる。現生試料を取り扱う場合には、カラムを用いて十分な有機物由来の不純ガス除去を実施することが望ましい。本件については、加熱/冷却部を備えた不純ガスのトラップシステム製作の外注を予定しており、今後の検討課題として改良を進めていきたい。

(2) 水温・pH 飼育実験を実施した二枚貝殻の炭酸凝集温度計の検討

水温実験個体（水温：17、21、25、29°C）では、殻の Δ_{47} は水温と有意な相関関係を示した。ただし、このうち殻成長速度の速い5個体において、同位体非平衡な低い Δ_{47} 値を示す成長速度依存性がみられた。このような Δ_{47} の同位体分別の成長速度依存性は、例えば浅海サンゴでも報告されている（Saenger et al., 2012）。貝類を用いた古環境復元では、成長速度の速い時期（例えば、性成熟前の1、2歳の時期など）は水温復元の際、注意する必要がある。このような成長速度の速い個体を除外して作成した Δ_{47} —水温関係式（式1、2）は、無機カルサイトの Δ_{47} —水温関係式に近い結果が得られた。

$$\Delta_{47} = -0.028 \times T + 0.7545 \quad (1)$$

$$\Delta_{47} = 0.0367 \times 10^6 \times T^{-2} + 0.2709 \quad (2)$$

また、海洋酸性化実験を実施した個体（二酸化炭素分圧：400、750、1200 μ atm）は、海水のpHと Δ_{47} に有意な相関関係がみられなかった。 Δ_{47} はpH依存性を示す指標でもあるが、本種の Δ_{47} はpHとの関係が見出せなかったため、外套膜外液のpH変化が海水の変化に比べ緩やかであったことが予想される。したがって、アカガイは周辺海水のpH変化の影響を受けにくく、 Δ_{47} を用いた水温復元に有効な種と期待される。

(3) 研究成果のまとめ

本研究を通じて、これまで Δ_{47} 分析への導入例が少ない Elementar 社の質量分析計について、炭酸凝集同位体分析の技術開発で分析基盤を築くことができた。分析精度の向上に向けて、今後、Porapack カラムによるガス精製部分の改良や同位体値の補正方法の検討を行いながら、多様な試料への応用と高い分析精度を目指したさらなる改良を進めていきたい。さらに、炭酸凝集温度計の検討が十分に進んでいない二枚貝類について、生物飼育実験個体を用いた検討により水温指標として有効性を明らかにすることができた。以上、本研究課題では、炭酸凝集同位体比分析の確立に向けた技術開発や応用研究を推進し、生物試料や地質試料への応用を実現できる分析環境を整備することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kozue Nishida, Masahiro Hayashi, Yuzo Yamamoto, Takahiro Irie, Yusuke Watanabe, Chiho Kishida, Yukihiro Nojiri, Mizuho Sato, Toyoho Ishimura, Atsushi Suzuki	4. 巻 235
2. 論文標題 Effects of elevated CO ₂ on shell 13C and 18O content and growth rates in the clam <i>Scapharca broughtonii</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 <i>Geochimica et Cosmochimica Acta</i>	6. 最初と最後の頁 246-261
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1016/j.gca.2018.05.030	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 -
1. 著者名 Kozue Nishida, Takenori Sasaki	4. 巻 なし
2. 論文標題 Geographical variations in shell microstructural formation in <i>Scapharca broughtonii</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 <i>Biomineralization (the Proceedings of BIOMIN XIV)</i>	6. 最初と最後の頁 177-186
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/978-981-13-1002-7_19	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 -
1. 著者名 Nishida Kozue, Ishimura Toyoho	4. 巻 31
2. 論文標題 Grain-scale stable carbon and oxygen isotopic variations of the international reference calcite, IAEA-603	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 <i>Rapid Communications in Mass Spectrometry</i>	6. 最初と最後の頁 1875 ~ 1880
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/rcm.7966	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 -
1. 著者名 Bell Tomoko, Nishida Kozue, Ishikawa Kei, Suzuki Atsushi, Nakamura Takashi, Sakai Kazuhiko, Ohno Yoshikazu, Iguchi Akira, Yokoyama Yusuke	4. 巻 484
2. 論文標題 Temperature-controlled culture experiments with primary polyps of coral <i>Acropora digitifera</i> : Calcification rate variations and skeletal Sr/Ca, Mg/Ca, and Na/Ca ratios	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 <i>Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology</i>	6. 最初と最後の頁 129 ~ 135
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.palaeo.2017.03.016	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 -

1. 著者名 Nishida Kozue, Chew Yue Chin, Miyairi Yosuke, Hirabayashi Shoko, Suzuki Atsushi, Hayashi Masahiro, Yamamoto Yuzo, Sato Mizuho, Nojiri Yukihiro, Yokoyama Yusuke	4. 巻 11
2. 論文標題 Novel reverse radioisotope labelling experiment reveals carbon assimilation of marine calcifiers under ocean acidification conditions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Methods in Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 739 ~ 750
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/2041-210X.13396	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 -

1. 著者名 西田 梢	4. 巻 107
2. 論文標題 貝類の炭素・酸素安定同位体比研究 - 生物源炭酸塩を活用した古生物研究への応用に向けて	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 化石	6. 最初と最後の頁 5 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14825/kaseki.107.0_5	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 -

1. 著者名 Nakamura Masahiro, Yoneda Michio, Ishimura Toyoho, Shirai Kotaro, Tamamura Masaki, Nishida Kozue	4. 巻 -
2. 論文標題 Temperature dependency equation for chub mackerel (<i>Scomber japonicus</i>) identified by a laboratory rearing experiment and microscale analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Marine and Freshwater Research	6. 最初と最後の頁 NULL ~ NULL
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1071/MF19313	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 -

1. 著者名 Higuchi Tomihiko, Ito Shin-ichi, Ishimura Toyoho, Kamimura Yasuhiro, Shirai Kotaro, Shindo Hana, Nishida Kozue, Komatsu Kosei	4. 巻 169-170
2. 論文標題 Otolith oxygen isotope analysis and temperature history in early life stages of the chub mackerel <i>Scomber japonicus</i> in the Kuroshio-Oyashio transition region	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography	6. 最初と最後の頁 104660 ~ 104660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dsr2.2019.104660	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 -

〔学会発表〕 計31件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 9件）

1. 発表者名 Kozue Nishida, Akira Hayashi, Michio Yoneda, Tohya Yasuda, Kohei Yamagishi, Tatsuya Sakamoto, Motomitsu Takahashi, Toyoho Ishimura
2. 発表標題 Thermal dependency of stable carbon and oxygen isotopes in fish otoliths of juvenile sardine, <i>Sardinops melanostictus</i> , in rearing experiments
3. 学会等名 American Geophysical Union fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomihiko Higuchi, Toyoho Ishimura, Yasuhiro Kamimura, Kotaro Shirai, Hana Shindo, Kozue Nishida, Kosei Komatsu, Shin-ichi Ito
2. 発表標題 Otolith oxygen isotope analysis and temperature history in early life stages of chub mackerels <i>Scomber japonicas</i>
3. 学会等名 2nd International symposium "Ocean Mixing Processes: Impact on Biogeochemistry, Climate and Ecosystem (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kozue Nishida, Akira Hayashi, Michio Yoneda, Tohya Yasuda, Kohei Yamagishi, Tatsuya Sakamoto, Motomitsu Takahashi, Toyoho Ishimura
2. 発表標題 Stable isotopic responses of fish otoliths of juvenile sardine <i>Sardinops melanostictus</i> experimentally cultured at different temperatures
3. 学会等名 JpGU International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomihiko Higuchi, Toyoho Ishimura, Yasuhiro Kamimura, Kotaro Shirai, Hana Shindo, Kozue Nishida, Kosei Komatsu, Shin-ichi Ito
2. 発表標題 Otolith oxygen isotope analysis and experienced temperature in early stage of chub mackerels <i>Scomber japonicas</i>
3. 学会等名 International Otolith Symposium 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西田 梢, 石村豊穂
2. 発表標題 IsoPrime + SPICAL2分析システムを活用した炭酸塩試料のクランプトアイソトープ分析に向けた試み
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平尾萌・伊藤進一・巢山哲・富士泰期・白井厚太郎・青野智哉・西田 梢・寛茂穂・石村豊穂
2. 発表標題 サンマ耳石の成長履歴にともなう酸素安定同位体比分析と回遊履歴推定へ向けた試み
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青野智哉, 大内翔, 尾田昌紀, 安田十也, 南條暢聡, 高橋素光, 西田 梢, 坂井三郎, 石村豊穂
2. 発表標題 耳石酸素安定同位体比の高解像度分析によるマイワシの魚群識別と群形成時期の推定
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西田 梢, 石村豊穂
2. 発表標題 微量炭酸塩安定同位体比分析システムを活用した国際標準試料の炭素・酸素同位体比の評価
3. 学会等名 日本地質学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石村豊穂, 北島 聡, 後藤常夫, 森本晴之, 児玉武稔, 南條暢聡, 田中秀一, 小出晃士, 西田 梢, 高橋素光
2. 発表標題 対馬暖流域から日本海北部の表面海水 18 Oと塩分: 時空変動の解明に向けた高密度広域調査の展開
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西田 梢, Yue Chin Chew, 横山祐典, 鈴木 淳, 宮入陽介, 平林頌子, 林 正裕, 野尻幸宏
2. 発表標題 Radio- and stable carbon isotopic responses in experimentally-cultured bivalves for the understanding of acidification effect on bivalve nutrient uptake and biomineralization
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本大輔・西田 梢・白井厚太郎・杉原奈央子・石村豊穂・佐々木猛智
2. 発表標題 カサガイ類のサイズと年齢
3. 学会等名 日本貝類学会平成30年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kozue Nishida, Masahiro Hayashi, Atsushi Suzuki, Mizuho Sato, Yukihiro Nojiri
2. 発表標題 Stable carbon and oxygen isotope signatures in molluscan shells under ocean acidification
3. 学会等名 American Geophysical Union fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kozue Nishida
2. 発表標題 Thermal dependency of shell microstructure in bivalve shells of <i>Scapharca broughtonii</i> : Culture-experimental and geochemical approaches
3. 学会等名 BIOMIN XIV (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西田 梢, 安彩伽, 南條暢聡, 高橋素光, 石村豊穂
2. 発表標題 魚類耳石の酸素・炭素安定同位体比に記録された成長初期の環境・生態履歴 仔稚魚期イワシ類を例に
3. 学会等名 日本古生物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤進一, 上村泰洋, 樋口富彦, 石村豊穂, 進藤花, 西田 梢, 白井厚太郎, 小松幸生, 渡邊千賀子, 由上
2. 発表標題 耳石酸素安定同位体比を用いたマサバの成育環境推定
3. 学会等名 水産海洋学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 樋口富彦, 石村豊穂, 上村泰洋, 白井厚太郎, 進藤花, 西田 梢, 小松幸生, 伊藤 進一
2. 発表標題 マサバ耳石の酸素同位体分析による環境履歴推定
3. 学会等名 水産海洋学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青野智哉, 大内翔, 尾田昌紀, 安田十也, 南條暢聡, 高橋素光, 西田 梢, 坂井三郎, 石村豊穂
2. 発表標題 日本海マイワシ耳石の超高解像度切削と微量安定同位体分析の実現ー回遊経路と資源量の推定に向けてー
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石村豊穂, 小出晃士, 北島聡, 後藤常夫, 森本晴之, 児玉武稔, 西田 梢
2. 発表標題 日本海広域での表層海水の酸素同位体比, その時空変動の解明に向けて
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安彩伽, 西田梢, 南條暢聡, 高橋素光, 石村豊穂
2. 発表標題 富山湾産シラス耳石の酸素・炭素安定同位体比 仔稚魚期イワシ類の生態解明に向けて
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西田梢, 石村豊穂
2. 発表標題 炭素・酸素安定同位体比分析システムMICAL3cを活用した微量海水・生物体液試料の分析手法の開発 Metabolic effectの解明に向けて
3. 学会等名 日本古生物学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西田 梢, 石村豊穂
2. 発表標題 微量炭酸塩分析システムを活用した新規国際標準試料IAEA-603とNBS19の炭素・酸素同位体比の比較
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kozue Nishida, Toyoho Ishimura, Masahiro Hayashi, Atsushi Suzuki, Yukihiro Nojiri, Stefano M. Bernasconi
2. 発表標題 Effects of water temperature and pH on shell clumped isotope in the experimentally cultured clam <i>Scapharca broughtonii</i>
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting ((国際学会))
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田 梢, 石村豊穂, 林 正裕, 鈴木 淳, 野尻幸宏, Stefano M. Bernasconi
2. 発表標題 精密飼育実験による二枚貝類アカガイの炭酸凝集同位体比の温度・pH影響の評価
3. 学会等名 第14回バイオミネラリゼーションワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田近 周, 西田 梢, 白井厚太郎, 杉原奈央子, 石村豊穂, Neil Landman
2. 発表標題 白亜紀頭足類の殻の炭素同位体比から読み解く絶滅生物の代謝情報
3. 学会等名 日本地質学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 樋口富彦, 伊藤進一, 石村豊穂, 上村泰洋, 白井厚太郎, 進藤花, 西田 梢, 小松幸生
2. 発表標題 耳石の酸素同位体比分析を用いた黒潮 親潮域に生息する未成魚マサバ経験 水温の推定
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤大知, 高橋素光, 西田梢, 石村豊穂
2. 発表標題 魚類耳石の一日ごとの $\delta^{18}O$ 履歴の抽出 -分析技術の高度化とマアジの生態 解明へ向けて
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平尾萌, 巢山哲, 筧茂穂, 伊藤進一, 白井厚太郎, 富士泰期, 青野智哉, 西田 梢, 石村豊穂
2. 発表標題 魚類耳石の高解像度安定同位体比分析技術の高度化-サンマの回遊履歴解析を例に
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田 梢, 石村豊穂, 林正裕, 鈴木淳, 野尻幸宏, Stefano M. Bernasconi
2. 発表標題 精密飼育実験個体を用いた二枚貝の炭酸凝集同位体比の温度・pH 影響の評価
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石村豊穂, 白井厚太郎, 伊藤進一, 坂本達也, 西田 梢, 高橋素光, 樋口富彦, 青野智哉
2. 発表標題 微量炭酸塩安定同位体分析の水産資源変動要因研究への応用: その意義と課題
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kozue Nishida, Tatsuya Sakamoto, Tomoya Aono, Saburo Sakai, Toyoho Ishimura
2. 発表標題 Microscale stable isotopic analytical system (MICAL3c) reveals high-resolution temperature history of fish otoliths
3. 学会等名 5th International Sclerochronology Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kozue Nishida
2. 発表標題 Temperature seasonality as recorded in shell microstructure of genus Scapharca (Mollusca: Bivalvia): new insights into the age determination and paleoenvironmental study
3. 学会等名 5th International Sclerochronology Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Researchmap https://researchmap.jp/koz_n/ google scholar https://scholar.google.co.jp/citations?user=fYAFfFoAAAAJ&hl=ja&oi=ao Researchgate https://www.researchgate.net/profile/Kozue_Nishida
--

