

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成30年 5月18日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H03742

研究課題名(和文) サンゴ年輪記録から読み解く旧人-新人転換期をもたらした気候短周期変動インパクト

研究課題名(英文) Coral skeletal records reveal the impact of short-term climatic cycles on the transition from Neanderthals to Homo Sapiens

研究代表者

渡邊 剛 (WATANABE, Tsuyoshi)

北海道大学・理学研究院・講師

研究者番号：80396283

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：喜界島産のMIS3の時期に相当する化石キクメイシ属とハマサンゴ属の骨格の微量元素と酸素同位体比分析をおこなった結果、それぞれ明瞭な数年から十年の経年変化が認められた。特に特筆すべき結果は、55,000年前の化石ハマサンゴ属の22年間の水温記録に、季節変動幅が通常の例年の半分以下になる4年間が検出されたことであった。この夏に冷たく冬に暖かい水温は、同時代のシャコガイ殻の酸素同位体比には認められないことから主に大気の気温を反映しているものと推測される。数年間持続する極端な冷夏暖冬は、植生や食料、居住環境を通じて当時の人類の生活に強いインパクトを与えたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：We analyzed trace elements and oxygen isotopes in fossil corals (*Plesiastrea versipora* and *Porites* sp.) from the time interval during MIS3 in Kikai Island. We found clear cyclic changes in interannual to decadal scales. Within the 22-year temperature records in *Porites* corals 55,000 years ago, the range of seasonal temperature variation dropped by half for 4 years. The cold (warm) water in summer (winter) could mainly reflect air temperature because we could not find same variation in oxygen isotopes of *Tridacna* shells. This drastic changes in air temperature could impact on the human life styles such as their food and habitability environment.

研究分野：地球環境学

キーワード：古環境 OIS3 化石サンゴ記録 人類変革期

## 1. 研究開始当初の背景

現生人類(ホモ・サピエンス)は約 20 万年前にアフリカで誕生し、6 万 5 千年前に急激に移動を開始し世界各地へ分布を広げる。我々日本人の祖先は約6万年～4万年前の間にアジアへ到達し、その後日本列島に渡ってきたと考えられている。その一方で、ヨーロッパから西アジアに広く分布していたネアンデルタール人は新人の分布域の拡大と同時期に絶滅する。最新の報告によるとネアンデルタール人が絶滅したのは約 4 万年前と推測されている (Higham et al.,2014\_Nature)。5万年前以降の気候の寒冷化がネアンデルタール人の絶滅に繋がったとされているが、その時期の人類活動と生活様式に多大な影響を与える気候短周期成分(季節—数十年変動)の動態は未だ明らかになっていない。

旧人から新人への変革が起こった海洋酸素同位体比ステージ3(MIS3)は最終氷期(約 8 万年前～2万年前)にあたり、寒冷な環境が続いていただけではなく、ダンスガード-オシュガーサイクルと呼ばれる数千年単位の温暖化イベントが繰り返されてきたことが氷床コアの解析から報告されている。しかし、これらのバックグラウンド気候状態や長周期気候変動要素は人類の生活史に対して長く、これまでもに厳しい環境変動に適応してきた人類の転換を十分に説明することはできない。

造礁サンゴはその骨格に年輪を刻み、数十年～数百年間の環境を週～月単位の高時間解像度で記録している。成長方向に沿った化学分析により過去の水温、塩分等を定量的に復元することが可能である。本研究では、MIS3 に相当する化石サンゴ骨格の解析から、人類活動に直接関わる季節～数十年スケールの気候変動を復元し、人類変革に与えたインパクトを解明する。

## 2. 研究の目的

研究代表者および分担者が行ってきた先行研究・予備調査により、鹿児島県喜界島で MIS3(約4～6万年前)の層準が確認されており、保存の良いコマルキクメイシ属の化石サンゴ骨格試料の採取が可能である。得られた試料は喜界島設置予定のサンゴ礁科学センターにおいて一時保管、一次切断、続成のチェック、化学分析用の粉末試料を行う。化石サンゴの高精度年代決定のために台湾国立大学においてウラン系列年代測定をおこない、選定された試料の化学分析を行う。また、喜界島では定期的な現場観測(水温、塩分、日射量、降水量、栄養塩)を行い、現生サンゴ試料を用いたサンゴ骨格記録のキャリブレーションを行う。酸素同位体比(水温・塩分)、ストロンチウム/カルシウム比(水温)、炭素同位体比(日射量)、窒素同位体比(栄養塩)を解析し、変革期における短周期気候イベント(渇水・洪水、アジアモンスーン、エルニーニョ、モンスーン)が人類の生活に与えた影響を考察する。

## 3. 研究の方法

サンゴ礁科学センターを喜界島に設置:喜界島にサンゴ礁科学センターを設置した。鹿児島県および喜界町の全面的な協力のもと、旧小学校跡地にある建物を活用し、現生および化石サンゴのボーリング機材、水中調査用のダイビング機材を備え、フィールド調査を円滑にすすめることが可能になった。また採取したサンゴ骨格・シャコガイ殻を切断するため、岩石カッターを導入した。化学分析用の粉末試料に加

工するための装置も設置した。

現生および化石サンゴの採取:喜界島で MIS3にあたる層準からコマルキクメイシ属・ハマサンゴ属のサンゴとシャコガイ殻の保存のよい化石を発見した。またキャリブレーションのため、現生のコマルキクメイシ属、多くの先行研究で指標が評価されてきたハマサンゴ属・シャコガイ殻を採取した。小さいサンゴ群体はハンマーやバールをもちいて採取し、大きい群体には空気圧式ドリルでサンゴコアの掘削を行った。水中の試料採取には鹿児島県の特別採捕許可を申請し、ダイビングショップの協力のもと安全におこなった。

化石サンゴの続成評価・年代測定:採取した化石サンゴは続成の評価のため薄片を作成し骨格構造の観察を行った。また、迅速な試料の続成評価のため簡易版の粉末 X 線回折(XRD)装置を導入して炭酸塩鉱物の鉱物組成を分析した。本研究で対象にしている MIS3 は、数千年スケールの急激な気候変動が起きていた時代であり年代の決定には、誤差100年以内の年代精度が求められ、国内では測定が困難なため、これまでに精密年代測定において世界的な実績を挙げている国立台湾大学のシェン教授の協力のもと、マルチコレクターICP 質量分析計を用いたウラン系列年代測定を行った。

現生サンゴ生息場における海洋モニタリング:古環境指標の高精度化のための現生サンゴと現場環境モニタリングを組み合わせたキャリブレーションを行った。喜界島では水温、塩分、日射量、栄養塩の観測を行っている。水温と日射量はデータロガーを現生サンゴの採取地点に設置し、継続的に保守・観測を行っている。塩分、栄養塩は週に1度、沿岸で水試料を採取した。採取した水試料は北海道大学および喜界島サンゴ礁科学研究センターにて塩分と栄養塩濃度を分析している。

現生および化石サンゴ骨格・シャコガイ殻の酸素・炭素同位体比、微量元素濃度分析:造礁性サンゴ骨格の酸素同位体比は水温と海水の酸素同位体比(塩分)によって変化する。サンゴ骨格中のストロンチウム/カルシウム比は水温にのみ依存するため、両者の指標を組み合わせることにより、過去の海水温と塩分を週単位という高時間分解能で復元できる。酸素同位体比の測定は北海道大学に設置されている炭酸塩前処理装置(carbonate device)を接続した安定同位体比質量分析計で測定した。ストロンチウム/カルシウム比は北海道大学に設置されているICP発光分光分析装置(ICP-OES)で測定を行った。申請者らはこれまでICP-OESによるサンゴ骨格の迅速かつ高精度の元素濃度分析の手法の開発を行ってきた。本研究ではその手法を応用し、過去の水温を高精度で復元した。また、酸素同位体比分析と同時に得られるサンゴ骨格の炭素同位体比指標を用いて過去の日射量の季節～数十年規模の変動を復元した。

現生サンゴ骨格の化学分析結果の解析—キャリブレーション—:定期海洋観測にて得られた観測記録(水温、塩分、日射量)の一次データと現生サンゴ骨格の酸素同位体比、ストロンチウム/カルシウム比、炭素同位体比、窒素同位体比の分析結果を詳細に比較し、それぞれの指標のキャリブレーションを行った。またこれらの手法を長尺のボーリングコアを用いて現在における降水量、日射量のそれぞれの気候短周期要素(季節—数年—数十年規模の変動)を復元した。化石サンゴ骨格の化学分析結果の総合解析:現生サンゴで行ったキャリブレーションを元に化石サンゴ骨格

の分析で得られた結果から、MIS3における気候の短周期要素(季節—数年—数十年規模の変動)を復元した。現在のサンゴ記録および人類学的知見(人類の派生、進化、移動)と総合的な比較を行い、その気候短周期成分の周期性とタイミングが人類の生活および人類の転換に与え得たインパクトを考察した。

#### 4. 研究成果

化石サンゴ骨格および化石シャコガイを用いて MIS3 当時の気候復元をおこなった。本研究により設置した喜界島サンゴ礁科学研究センターを拠点に喜界島の野外調査活動を続け、MIS3 の年代の層準から化石サンゴ骨格(ハマサンゴ属およびコマルキクメイシ)と化石シャコガイ殻(ヒレシャコガイ)を発見した。いずれの試料も非常に保存がよく、続成の影響が極めて低かった。

喜界島産の更新世の化石サンゴの U-Th 年代測定を 19 試料実施した。化石サンゴの年代は 49,352~70,296 年前(海洋酸素同位体比ステージ 3:OIS3)の範囲内であった。よって、同層準で発見されたシャコガイ殻も同じ年代のものと推定された。この化石サンゴおよび化石シャコガイから当時の水温を復元するにあたり、2年間の海洋観測(水温・塩分・日射量・栄養塩・pH)を行い、現生サンゴおよびシャコガイ殻の化学組成が表す古気候指標のキャリブレーションをおこなった。

OIS3 当時の気候復元を行うための化学分析には、49,352, 63,433, 65,949 年前のコマルキクメイシ化石と 55,794 年前のハマサンゴ化石試料を用いた。

OIS3 の平均海水温(21.7±2.8°C)は現在の平均海水温(25.1°C)よりも低かった。MIS3 の夏の海水温(27.5±0.5°C)は現在の夏の海水温(29.5°C)と同程度であったが、冬の海水温は、14.0±3.2°C であり、現在の冬の海水温(17.8°C)よりも小さく、季節変動が大きかった(図 1)。

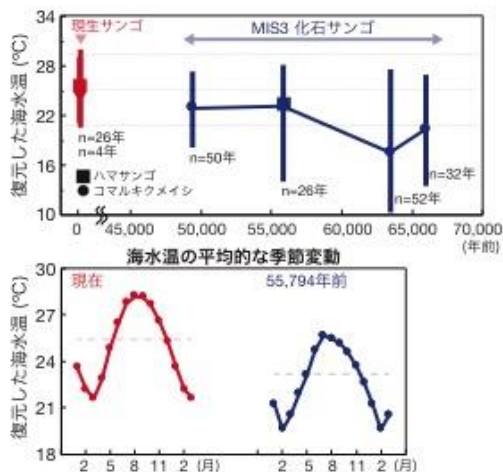


図 1 上. 現生および MIS3 の化石サンゴから復元された水温。プロットは平均値。縦棒は変動幅を示す。下. 現生および 55,794 年前の平均的な海水温の季節変動。

喜界島の冬の海水温の変動要因の一つとして、冬の東アジアモンスーンがあげられる。冬の東アジアモンスーンの強化に伴う低温なシベリア気圧団の南下によって、冬の海水温が低下したと考えられる。また、ハマサンゴ属およびキクメイシ属の酸素同位体比は共に数年～数十年サイクルの変動が見られた。さらに、現生

サンゴから得られた炭素同位体比の変化幅よりも OIS3 の変化幅の方が大きく、OIS3 の日射量の年格差は大きかったと考えられる。

同時に約 55,000 年前の喜界島シャコガイ化石試料の酸素同位体比から復元した海水温は、サンゴと同様、現在の喜界島周辺の海水温より平均で 4 °C 低いことがわかった。シャコガイ化石試料の成長線はよく保存されており、成長線幅は酸素同位体比と逆相関した化石試料の成長は水温に依存していた。また、夏季に台風が喜界島に接近した時、現生試料の成長線幅は急激に減少した。そこで我々の先行研究での検証に基づき約 55,000 年前の化石試料から台風の復元を試みた。化石試料は現生試料と同様に夏季に急激な成長線幅の減少や Ba/Ca のピークを生じ、台風が存在が示唆された。造礁サンゴ骨格で Ba/Ca は陸域の河川流入の間接指標となることから(McCulloch et al., 2003)、シャコガイ殻の Ba/Ca も同様に台風に伴う陸域からのバリウム流入が反映されている可能性がある。また、約 55,000 年前の化石試料に記録された台風の頻度は現生試料よりも小さかった。また両者には台風が接近する季節にも違いがあった。

これらの結果から、OIS3 当時の気候は現在よりも約 4°C 低く、気候区分が変わってしまうほどの寒冷化が起こったこと、冬のシベリア高気圧の発達により季節～十年単位で頻繁に強い寒冷化が起こったこと、そして台風の発生が減少していることから、熱帯域も大きく気温が低下していたと考えられる。

ネアンデルタールは 3 万 8000 年前に完全に絶滅したと予想されている(Higham et al. 2014)、ネアンデルタールとホモ・サピエンスの交替における要因としてこれまで多くの仮説が挙げられてきたが、これらは主に気候変動や疫病などの環境要因とネアンデルタールとホモ・サピエンスの学習能力・認知能力・生活様式・人口の差がもたらした要因が考えられている(Eswaran et al., 2002; Gilpin et al., 2016; Hortola et al., 2013; Klein, 2000; 2003; Mellars et al., 2004; 2005; Richards & Trinkaus, 2009)。

ヨーロッパ域における遺跡数から推測されるネアンデルタール社会は、寒冷期で減少、温暖期で増加するパターンを繰り返し、最終氷期に向けて消滅していった(van Andel et al., 2003)。これに対し、ホモ・サピエンス(クロマニヨン)はアフリカから5万5千年前に熱帯域をまたいでヨーロッパへ進出したことから、寒冷化によりその分布域と社会を拡大した可能性も考えられる。4°Cという気温の低下と強い冬の低気圧は動植物相の分布に影響をもたらす。クロマニヨン人の生業活動における石器等の道具はネアンデルタールよりも狩猟に適した形状に進化しており、狩猟効率が非常に高かったため、ホモ・サピエンスは氷期を生き抜き、ネアンデルタールは適応能力の差とホモ・サピエンスの生存戦略による影響を受けて消滅していった可能性が考えられる(Campbell, 1988; Zvelevil, 1986; Akazawa et al., 1998)。

#### まとめ

喜界島産の MIS3 の時期に相当する化石キクメイシ属とハマサンゴ属の骨格の微量元素と酸素同位体比にそれぞれ明瞭な数年から十年の経年変化が認められた。特に特筆すべき結果は、55,000 年前の化石ハマサンゴ属の 22 年間の水温記録に、季節変動幅が通

常の例年の半分以下になる4年間が検出されたことであつた。この夏に冷たく冬に暖かい水温は、同時代のシャコガイ殻の酸素同位体比には認められないことから主に大気の気温を反映しているものと推測される。数年間持続する極端な冷夏暖冬は、植生や食料、居住環境を通じて当時の人類の生活に強いインパクトを与えたと考えられる。

ネアンデルタールは、ホモサピエンスに比べて脳の容量や体格に恵まれて個体としてはホモ・サピエンスよりも優れていたと考えられている。上述したようなバックグラウンド気候の緩やかな変化に比べて数年から十年に一回起きる居住環境の激変は、より大きな集団で生活をし異なる個体や世代に知識や経験を伝達(教育)することのできたホモサピエンスが生き残ることができたのではないだろうか。

今後、本研究で明らかになった MIS3 の気候短周期成分の環境因子の閾値とその気候モデルを既に先行研究で明らかになっているバックグラウンド環境変動と近年の人類学的な知見を加味した統合モデルを構築することにより、ネアンデルタールとホモサピエンスの人類変革期に直接的に影響を与えた要因を特定できると考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 25 件)

1. Agbaje, O., Wirth, R., Morales, L., Shirai, K., Kosnik, M., Watanabe, T., Jacob, Dorrit, Architecture of crossed-lamellar bivalve shells: The Southern Giant Clam (*Tridacna derasa*, Röding, 1798), *Royal Society Open Science*, 査読有, 4(9): 170622, 2017, doi: 10.1098/rsos.170622
2. Shibano, Y., Takahata, K., Kawano, J., Watanabe, T., Enomoto, D., Kagi, H., Kamiya, N., Yamamoto, J., Raman spectroscopic determination of Sr/Ca ratios of calcite samples, *Journal of Raman Spectroscopy*, 査読有, 48, 1755-1761, 2017, doi: <https://doi.org/10.1002/jrs.5235>
3. Watanabe, T.K., Watanabe, T., Yamazaki, A., Pfeiffer, M., Garbe-Schönberg, D., Claereboudt, M. R., Past summer upwelling events in the Gulf of Oman derived from a coral geochemical record, *Scientific Reports*, 7, 4568, 2017, 査読有, doi: 10.1038/s41598-017-04865-5
4. Kajita, H., Yamazaki, A., Watanabe, TK., Wu, C. C., Shen, C. C., Watanabe, T., Holocene sea surface temperature variations recorded in corals from Kikai Island, Japan, *Geochemical Journal*, 査読有, 54(4), e9-e14, 2017, doi:10.2343/geochemj.2.0482
5. 山崎 敦子・渡邊 剛、顕生代の地球環境変動とサンゴ礁、月刊海洋、査読無、号外 No.60、133-141、2017
6. 梶田 展人・山崎 敦子・伊藤 早織・渡邊 剛、鹿児島県喜界島の現生ハマサンゴを用いた環境復元、月刊海洋、査読無、号外 No.60、55-62、2017
7. 中谷 理愛・渡邊 剛・山崎 敦子・渡邊 貴昭・杉原 薫・Chuan-Chou Shen・佐々木 圭一、喜界島産現生および化石コマルキクメイシの骨格を用いた海洋同位体比ステージ3における古環境復元、月刊海洋、査読無、号外 No.60、47-54、2017

8. 駒越 太郎・渡邊 剛・佐々木 圭一・白井 厚太郎・山崎 敦子、後期更新世海洋酸素同位体ステージ3の喜界島産化石シャコガイ、月刊海洋、査読無、号外 No.60、33-46、2017
9. 西村 裕一・渡邊 剛・山崎 敦子、喜界島の完新世サンゴ礁段丘地形、月刊海洋、査読無、号外 No.60、26-32、2017
10. 渡邊 剛・山崎 敦子、沈みゆくハワイと浮き続ける喜界島のサンゴ礁、月刊海洋、査読無、号外 No.60、8-17、2017
11. 渡邊 剛・山崎 敦子・駒越 太郎・伊藤 早織・渡邊 貴昭・佐々木 友梨・山崎 紗苗・藤崎 咲子・長浜 千夏・伊地知 告・佐々木 圭一、サンゴ礁科学研究の次世代リーダーの育成とサンゴ礁と人類の持続可能な共生関係の構築に向けて、月刊海洋、査読無、号外 No.60、5-7、2017
12. 渡邊 剛・山崎 敦子、喜界島ジオ・エコ統合モニタリングシステムー地球環境変動の解明とサンゴ礁生態系への影響の評価と監視ー、月刊海洋、査読無、49 (3)、121-124、2017
13. 伊藤 早織・渡邊 剛・矢野 恵美・渡邊 貴昭、ハマサンゴ骨格から復元した奄美大島住用湾における土砂流出、月刊海洋、査読無、49 (3)、155-156、2017
14. 山崎 敦子・渡邊 剛、喜界島サンゴ礁科学研究所の3年間の歩みー喜界島サンゴ礁科学研究所特別号(続報)ー、月刊海洋、査読無、49 (2)、63-66、2017
15. 駒越 太郎・渡邊 剛・Kevin Garas, ・山崎 敦子、フィールドワークにおける Feigl 溶液および Meigen 溶液を用いた生物源炭酸塩試料の続成作用の評価、月刊海洋、査読無、555、71-80、2017
16. Motai,S., Kawano,J., Nagai,T., Sowa,K., Watanabe,T., Precipitation of halite during calcification of the massive reef-building coral *Porites lobata*, *European Journal of Mineralogy*, 査読有, 2017, doi:10.1127/ejm/2016/0028-2521
17. 渡邊 剛、サンゴロジー:サンゴ礁地球環境学、月刊海洋、査読無、号外 No.56、168-173、2016
18. 山崎 敦子・渡邊 剛、炭酸塩生産と海洋の栄養塩は大気二酸化炭素濃度の変動を支配するのか?、月刊海洋、査読無、号外 No.56、159-167、2016
19. 大森 一人・渡邊 剛、太平洋域に生息する硬骨海綿骨格の地球科学的特徴、月刊海洋、査読無、号外 No.56、152-158、2016
20. 渡邊 貴昭・渡邊 剛・山崎 敦子・Miriam Pfeifer・Dieter GarbeSchönberg・Michel R.Claereboudt、オマーン産サンゴ骨格を用いた環境復元、月刊海洋、査読無、号外 No.56、136-145、2016
21. 駒越太郎・渡邊 剛・白井厚太郎・山崎敦子・植松光夫、シャコガイ殻を用いた高時間解像度の環境解析ー沖ノ島島シラナミガイ殻に刻まれた台風の痕跡ー、月刊海洋、査読無、号外 No.56、80-93、2016
22. 伊藤早織・渡邊 剛・山崎敦子・TeddyEkaPutra・西村裕一、サンゴ骨格に記録される地震イベント、月刊海洋、査読無、号外 No.56、60-71、2016
23. Sakaguchi,A., Nomura,T.,Steier,P., Gloser,R., Sasaki,K.,Watanabe,T., Nakakuki,T., Takahashi,Y., Yamano,H., Temporal and vertical distributions of anthropogenic<sup>236</sup>U in the Japan Sea using a coral core and seawater samples, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 査読有, 2015,

doi:10.1002/2015JC011109

24. Tanaka, K., Holcomb M., Takahashi, A., Kurihara, H., Asami, R., Shinjo, R., Sowa, K., Rankenburg, K., Watanabe, T., McCulloch, M.,  $\delta^{11}\text{B}$ , Sr, Mg and Ba in *Acropora digitifera* cultured under acidified seawater: Effects of seawater pH on trace element incorporation into coral aragonite, *Coral Reefs*, 査読有, 2015, doi: 10.1007/s00338-015-1319-6

25. Hori, M., Sano, Y., Ishida, A., Takahata, N., Shirai, K., Watanabe, T., Middle Holocene daily light cycle reconstructed from the strontium/calcium ratios of a fossil giant clam shell, *Scientific Reports*, 査読有, 2015, doi: 10.1038/srep08734

[学会発表](計 40 件)

1. Watanabe, T., Pliocene El Nino: Coral records from Philippines could tell us the future image of El Nino?, NIGS lecture series "Coral Reefs Environmental Earth Sciences: Introduction to Coralogy and its Various Applications", University of the Philippines, Quezon city, Philippines, 2018.2.12, invited Talk

2. Yamazaki, A., Variation of Kuroshio Current deduced from coral geochemical records, NIGS lecture series "Coral Reefs Environmental Earth Sciences: Introduction to Coralogy and its Various Applications", University of the Philippines, Quezon city, Philippines, 2018. 2. 12

3. Watanabe, T., Collecting and sharing coral cores for international collaborative research, Workshop on "Tropical coral archives", Bremen, Germany, 2017. 9. 4. Yamazaki, A., Coral nitrogen isotopes as new tool for reconstruction of nutrient dynamics in tropical oceans, Workshop on "Tropical coral archives", Bremen, Germany, 2017. 9. 28, Oral presentation

5. Watanabe, T., Yamazaki, A., Tropical to temperate coral archives around Japan, GeoBremen 2017, Bremen, Germany, 2017. 9.27

6. Yamazaki, A., Hetzinger, S., J. von Reumont, Manfrino, C., Tsunogai, U., Watanabe, T., Change in nitrogen fixation derived from Caribbean coral skeletons, Geobremen 2017, Bremen, Germany, 2017. 9. 27, Oral presentation

7. Ito, S., Yamazaki, A., Yano, M., Watanabe, T. K., Putra, T. E., Nishimura, Y., Watanabe, T., Earthquake and tsunami archives in coral growth parameters and geochemical records, GeoBremen 2017, A290, Bremen, Germany, 2017. 9. 27

8. Watanabe, T. K., Yamazaki, A., Pfeiffer, M., Shen, C.-C., Watanabe, T., Indian monsoon reconstruction using fossil coral skeletons from Oman, GeoBremen 2017, Bremen, Germany, 2017. 9. 27

9. 山崎 敦子, 造礁サンゴ骨格の窒素同位体比指標の開発と高解像度の古海洋窒素循環の復元, 日本地球化学会年会第64回年会, 受賞講演, 東京, 2017年9月14日

10. 山崎 敦子・渡邊 剛, 造礁サンゴ骨格の窒素同位体比指標 -低緯度域の栄養塩動態の解明に向けて-, 日本地球化学会年会第 64 回年会, 基調講演, 東京, 2017年9月13日

11. Yamazaki, A., Are carbonate production and oceanic

nutrient driving the variation of atmospheric carbon dioxide concentration?, KIKAI international symposium for coral reef sciences 2017, Kikai town, Japan, 2017. 8. 4, Oral presentation

12. Phan Thanh Tung, Watanabe, T., Yamazaki, A., Watanabe, T. K., Shen, C.-C., Chiang Hong-Wei., East Asian monsoon variability recorded by *Porites* coral in Con Dao island, Southern of Viet Nam, KIKAI international symposium for coral reef sciences 2017, Kagoshima, Japan, 2017. 8.4

13. Ikeda, M., Watanabe, T., Omori, K., Watanabe, T. K., Yamazaki, A., HougWei, C., Shen, C.-C., High-resolution climate reconstruction using coral skeletons from GreenIsland in Taiwan -Sea surface temperature calibration-, KIKAI international symposium for coral reef science 2017, Kagoshima, Japan, 2017. 8.4

14. Watanabe, T. K., Yamazaki, A., Pfeiffer, M., Shen, C.-C., Watanabe, T., Indian Monsoon evolution during the last millennium, KIKAI international symposium for coral reef science 2017, Kagoshima, Japan, 2017. 8

15. Ito, S., Yano, M. Watanabe, T. K., Watanabe, T., Coral barium/calcium record of sediment load in Sumiyo Bay, Amami Oshima, KIKAI international symposium for coral reef science 2017, Kagoshima, Japan, 2017. 8.4

16. Watanabe, T., Coral reefs in subsiding Hawai'i and uplifting Kikai islands, KIKAI international symposium for coral reef sciences 2017, Kikai town, Japan, 2017. 8. 3, invited Talk

17. Ito, S., Yano, M. Watanabe, T. K., Watanabe, T., Coral barium/calcium record of sediment load in Sumiyo Bay, Amami Oshima during heavy rainfall events, JpGU-AGU joint meeting 2017, BPT03-P04, Chiba, Japan, 2017. 5

18. 山崎 敦子, 喜界島はサンゴ礁のタイムマシン、喜界町立喜界小学校 PTA 家庭教育学級 講師、2017年2月24日

19. Watanabe, T., Coral Sclerochronology: High-temporal resolution windows for palaeoclimatology, paleoceanography, and paleoecology" Oceanography Seminar Series: Spring 2017, 1. 26, University of Hawaii, Honolulu, Invited lecture

20. 駒越 太郎、渡邊 剛、佐々木 圭一、白井 厚太郎、山崎 敦子、喜界島化石シャコガイから読み解く更新世—完新世の気候変動、日本サンゴ礁学会第19回大会、沖縄、2016年12月

21. 渡邊 剛・山崎 敦子、地球環境変動をとらえる鹿児島島のサンゴ礁、鹿児島県庁第13回政策研究会「かごしまプランナー」講師、2016年11月18日

22. 山崎 敦子、喜界島サンゴから知る地球の歴史、丸の内朝大学「古代遺跡発掘クラス in 喜界島」講師、2016年10月~11月

23. Watanabe, T., High-Resolution Reconstruction of Palaeoclimates in tropical sea surface using Stable Isotopes and Trace Elements in Biogenic Carbonates, 2016. 9. 29, Special lecture, Hawaii Pacific University, Kaneohe, Invited lecture

24. 山崎 敦子、不思議の島のサンゴが語る海の歴史、喜界町生涯学習 講師(湾)、2016年9月5日

25. 山崎 敦子、不思議の島のサンゴが語る海の歴史、喜界町生涯学習 講師(早町校区)、2016年9月1日

26. 渡邊 剛、サンゴロジー：サンゴ礁地球環境学、喜界島サンゴ礁科学シンポジウム 2016、喜界町役場コミュニティホール、喜界町、鹿児島、2016年8月4日、招待講演

27. 駒越 太郎、渡邊 剛、白井 厚太郎、山崎 敦子、植松 光夫、シヤコガイ殻を用いた高時間解像度の環境解析－沖ノ島島シラナミガイ殻に刻まれた台風の痕跡－、喜界島サンゴ礁科学シンポジウム2016、鹿児島、2016年8月4日

28. Watanabe, T., Kamimura, K., Sekiya, S., Yamazaki, A., Omori, K., LE Guern, F., Kiyokawa, S., A 100 years' coral growth history in volcanically acidified environments: analogues for coral acclimation to future ocean acidification, 13<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Honolulu, Hawaii, Oral presentation, 2016. 6. 23

29. Ito, S., Watanabe, T., Yamazaki, A., Putra, T. E., The potential for Sumatra earthquakes and tsunami reconstruction using Porites coral skeletons from Simeulue Island, Indonesia, 13<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Honolulu, Hawaii, Poster presentation, 2016. 6.22

30. Watanabe, T.K., Watanabe, T., Eyal, G., Loya, Y., Growth history recorded in skeletal stable isotopes in the mesophotic Porites coral from the Gulf of Eilat, Red Sea, 13<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Honolulu, Hawaii, Poster presentation, 2016. 6.21

31. Yamazaki, A., Watanabe, T., Tsunogai, U., Iwase, F., Yamano, H., Variation of kuroshio transport during 1860-2007 ad inferred from coral nitrogen isotope signature, 13<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Honolulu, Hawaii, Poster presentation, 2016. 6. 20

32. 山崎 敦子、サンゴ礁ってなに？、龍郷町「子ども博物学士講座」講師、2016年5月28日

33. 山崎 敦子、サンゴの科学者になるには？、喜界町立喜界小学校「夢育て月間」講師、2016年5月25日

34. 山崎 敦子、造礁サンゴの年輪に刻まれる海の歴史、奄美群島サンゴ礁シンポジウム、基調講演(徳之島)、2016年5月21日

35. Kajita, H., Watanabe, T., Yamazaki, A., Holocene climate reconstruction using oxygen and carbon isotopes in coral skeletons collected from Kikai island, Japan., International Coral Reef Science Symposium, Kagoshima, Japan, Oral presentation, 2015. 8.23

36. Ito, S., Watanabe, T., Yamazaki, A., Teddy Eka Putra, Nishimura, Y., Reconstruction of Sumatra earthquakes using skeletal growth rate and stable isotopes in Porites corals from Simeulue Island, International Coral Reef Science Symposium, Kagoshima, Japan, Oral presentation, 2015. 8.23

37. Watanabe, T., Yamazaki, A., Omori, K., Suzuki, A., Kase, T., Coral growth characteristics and marine environments during Pliocene warm period, International Coral Reef Science Symposium, Kagoshima, Japan, Oral presentation, 2015. 8.23

38. Watanabe, T., Yamazaki, A., Kawamura, T., Isasa, J., Kamimura, K., Ohmori, K., Miyaji, T., Sekiya, S., Sowa, K., Nakamura, T., Ito, S., Nakaya, R., Kajita, H., Iwase, F., Nomura, K., Sugihara, K., Abe, O., Sakamoto,

T., Murayama, M., Yamano, H., Environmental changes and coral growth histories during last 100 years recorded in mid-latitude massive *Porites* corals, International Coral Reef Science Symposium, Kagoshima, Japan, Oral presentation, 2015. 8.23

39. 渡邊 貴昭、渡邊 剛、山崎 敦子、Pfeiffer, M., Garbe-Schonberg, D., Claereboudt, M., オマーン周辺海域のサンゴ骨格に記録されたインド洋ダイポール現象、日本古生物学会、2015年6月、茨城、口頭発表

40. 渡邊 剛、本郷 宙軌、山崎 敦子、喜界島のサンゴが語る地球環境変動、第一回 サンゴ礁科学セミナー、鹿児島、喜界町役場コミュニティホール、2014年12月19日

[その他]

ホームページ

<https://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/crees/CREES-web/index.html>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

渡邊 剛 (WATANABE, Tsuyoshi)  
北海道大学・理学研究院・講師  
研究者番号:80396283

### (2)研究分担者

山崎 敦子 (YAMAZAKI, Atsuko)  
北海道大学・理学研究院・特任助教  
研究者番号:40723820

佐々木 圭一 (SASAKI, Keiichi)  
金沢学院大学・基礎教育機構・准教授  
研究者番号:50340021