

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01166

研究課題名（和文）最終間氷期の突然かつ急激な南極氷床崩壊イベントの検証とメカニズムの解明

研究課題名（英文）Mechanism of significant Antarctic ice sheet collapse events during the Last Interglacial

研究代表者

関 宰（Seki, Osamu）

北海道大学・低温科学研究所・准教授

研究者番号：30374648

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 29,000,000円

研究成果の概要（和文）：産業革命前よりも全球気温が+1 高い最終間氷期は、海水準が+6-9m高かったと推定されている。最終間氷期の南極氷床の動態をより深く理解することは、将来の温暖化シナリオにおける海水準の変化を予測する上で重要な知見を提供する。本研究では、東南極付近で採取された海底堆積物コア（GC1407）のネオジム同位体比やベリリウム分析などを行い、最終間氷期のウィルクス氷床（WBIS）の氷床変動を復元した。その結果、LIG期間中のWBISの後退の時期とその大きさを調べた。その結果、最終間氷期の前半だけでなく、後半にも著しいWBISの後退が起こっていたことを初めて示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は全球気温が現在（2021年）と同等であった最終間氷期（13-11.5万年前）に東南極のウィルクス海盆氷床がどの程度後退したのかを調べた結果、ウィルクス海盆氷床の著しい後退が2度ほど起こっていたことが明らかになった。このことは現在の気候状態（産業革命前よりも+1 暖かい）が長時間継続した場合にやがてウィルクス海盆氷床の後退が起こる可能性を示唆する重要な成果である。

研究成果の概要（英文）：During the Last Interglacial, when global mean temperatures were +1 degree C higher than pre-industrial levels, sea levels were estimated to have been +6-9 m higher than the present level. A better understanding of the dynamics of the Antarctic ice sheet during the Last Interglacial provides important insights for predicting sea-level changes in future warming scenarios. In this study, we reconstructed the ice sheet dynamics of the Wilkes Subglacial Basin Ice Sheet (WBIS) during the Last Interglacial based on analyses of neodymium isotope and beryllium in a marine sediment core (GC1407) collected near East Antarctica to reconstruct the dynamics of WBIS during the Last Interglacial. We found, for the first time, that significant WBIS retreat occurred not only in the early part of the Last Interglacial but also in the late stage of the Last Interglacial.

研究分野：古気候学

キーワード：南極氷床 ウィルクス海盆 最終間氷期

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 気候変動は我々の生活に様々な影響をもたらすが、中でも最も深刻な脅威の一つが温暖化による「海面上昇」である。海面上昇による低地の水没は、我々の生活圏を狭め、それに伴い、食料不足や大量の難民の発生などの様々な社会的・経済的ダメージをもたらす。海面上昇の原因は、海水温の上昇による海水の膨張と氷河や氷床の融解・流出による海水量の増加があるが、ここ数年、海面を 60m 程度上昇させる淡水量を有する南極氷床の融解が相次いで報告されはじめ、科学的・社会的に大きな関心の的となっている。IPCC 報告書によれば、このまま温暖化が進行したときの 21 世紀末の海面上昇は 1 m 近くにも達すると予測されているが (IPCC AR5, 2013)、気候変動に対する氷床の応答の理解が立ち遅れており、温暖化による海面上昇の予測は依然として不確かさが大きい。ところが、近年の研究より、基底が海面下の地域において、南極氷床の棚氷下の海洋に亜表層の暖水が貫入して底面から融解が進み、さらに棚氷が流出するプロセスが大規模氷床崩壊を引き起こす要因となることが分かってきた (Favier et al., 2014)。このような氷床崩壊プロセスの理解を基にした最新の氷床モデル研究によれば、今後の海面上昇の速度はそのプロセスを考慮していない IPCC の予測より遙かに大きくなるとされる (DeConto & Pollard, 2016)。そして、急速なペースでの南極氷床の底面融解が進行中であることが最新の観測から明らかになってきた (Khazendar et al., 2016)。

(2) 一方で、近年の古環境の研究から、氷床の安定性に関する衝撃的な報告がなされている。地表平均気温が現在よりも 2 程度高かった最終間氷期 (13-11.5 万年前) において、継続的に温暖期が続いた果てに 6-9 m もの突然かつ急激な海面上昇が起こっていたことが地質学的記録から示された (O'Leary et al., 2013)。この 6-9 m もの急速な海面上昇を説明するには、南極氷床の大規模な崩壊が必要である。地表平均気温はこの 100 年で 1 上昇し、気候状態は着実に最終間氷期のレベルに近づきつつある。温暖化が 2 を超えれば、最終的に最終間氷期と同様の不可逆的な氷床の崩壊が起こる可能性が示唆されており (Hansen et al., 2016; Gollidge et al., 2015)、南極氷床の大規模な崩壊が将来起こり得るのか喫緊の問題となっている。

## 2. 研究の目的

### 最終間氷期において東南極氷床の顕著な後退が起こっていたかどうかを検証する

(1) 地質学的記録が示すような 6-9 m もの海面上昇があった場合、規模の小さなグリーンランド氷床の部分的融解では説明がつかないので、南極氷床の大規模崩壊が起こっていたはずである。本研究では、基底が海面下にあるため氷床の崩壊が起こる可能性の高い東南極のウィルクス海盆付近から採取された海底堆積物試料を用いて最終間氷期におけるウィルクス海盆氷床のダイナミクスを復元し、最終間氷期にウィルクス海盆氷床の顕著な後退が起こっていたかどうかを検証する。

## 3. 研究の方法

(1) **試料**：石油公団の南極海調査によって掘削された海底堆積物コアの各種分析を行い、最終間氷期における南極氷床の変動を復元した。本研究では基底が海面下にあるため棚氷や氷床の崩壊が起こる危険性が高いとされる東南極のウィルクス海盆、オーロラ海盆、プリッツベイに着目し、最終間氷期を含み堆積速度の速い条件を満たす GC1407、PC404、PC504 を選定した。また、年代モデル構築のために、有孔虫が堆積物中に連続的に含まれている PC204 の分析も行った。初年度に産業総合技術研究所にて堆積物コアのサンプリングを実施した。試料は 2 cm 間隔で分割し、凍結乾燥した後、各種分析まで冷凍保存した。

(2) **年代モデルの構築**：有孔虫の安定炭素・酸素同位体比、生物生産指標 ( $\text{SiO}_2$ )、放散虫 (*C. davisiana*%) の変動パターンの対比によって、最終間氷期の年代の特定と、アイスコア年代への同期を行った。PC404 と PC504 の有孔虫の拾い出しは低温科学研究所にて行い (関)、同位体比の分析は高知大学海洋コア総合研究センターの炭酸塩の同位体質量分析計にて測定した (池原)。GC1407 の生物生産指標 ( $\text{SiO}_2$ ) の分析も同様に高知大学海洋コア総合研究センターの XRF コアスキャナーにて測定した (池原)。GC1407 の放散虫 (*C. davisiana*%) は産業総合技術研究所の板木氏の指導を受けて分析した。得られたデータの変動パターンの対比からそれぞれの堆積物コアの最終間氷期の層準を特定した。また、GC1407 に関しては、南極アイスコアの酸素同位体比との変動パターンの対比により年代を同期させた。

(3) **氷床変動の復元**：最終間氷期の末期に南極氷床の崩壊が本当に起こっていたかどうか？起こっていたならどの場所でどの程度の規模の崩壊がおきたか？を調べるため、GC1407 の氷床起源岩屑 (IBRD) と砕屑物のネオジウム ( $\epsilon\text{Nd}$ ) およびベリリウム、鉍物組成の分析を行った。また、ウィルクス海盆氷床の変動に関しては、報告されている 2 地点 (Talos Dome と Vostok) のアイスコアの酸素同位体比の偏差から最終間氷期の氷床高度の変動を見積もることで、推察した。GC1407 と PC504 の砕屑物のネオジウム ( $\epsilon\text{Nd}$ ) の前処理は富山大学にて実施し、インペリアルカレ

雑誌論文のマルチコレクタ ICP-MS にて測定した。GC1407 のベリリウムは極地研究所の ICP-MS にて分析した。GC1407, PC404, PC504 の鉱物組成は北海道大学地球環境科学研究所の XRD にて分析した。

#### 4. 研究成果

##### 最終間氷期におけるウィルクス海盆氷床の変動

(1) **最終間氷期 $\epsilon$ Nd 変動**: 本研究で得られた成果の中でも特に主要な成果である GC1407 の成果について報告する。南極氷床下の岩盤の $\epsilon$ Nd 値は地域によって異なるため (Cook et al., 2013; Wilson et al., 2018; Pierce et al., 2017) 堆積物中の碎屑物の $\epsilon$ Nd の変動は、碎屑物の供給源の変化を反映する。GC1407 近傍の沿岸における岩盤の $\epsilon$ Nd 値は、それぞれ -19 ~ -26 となっている (Pierce et al., 2017)。一方、ウィルクス海盆の内陸部の岩盤に含まれる $\epsilon$ Nd は、より高い値 (-4 ~ -7) を持つと考えられている (Pierce et al., 2017)。南極付近の海洋堆積物に含まれるデトリタスは、主に氷縁部の侵食された岩盤に由来し、氷山と底層流の両方によって海洋に輸送されるため、海底堆積物中の碎屑物の $\epsilon$ Nd 値は近傍の沿岸岩盤の値を反映すると考えられている。ウィルクス海盆氷床の後退が進行すると、相対的に $\epsilon$ Nd が高い碎屑物がより多く海洋に供給されるので (Wilson et al., 2018; Cook et al., 2013) 堆積物中の $\epsilon$ Nd の分析からウィルクス海盆氷床の前進・後退を推測できる。

GC1407 の $\epsilon$ Nd 記録は、先行研究の U1361 と同様に、完新世では比較的低い値で安定しており (約 -16) 最終間氷期では比較的高い値で変動が大きい (約 -17 ~ -13)。両記録の間には値のオフセットがあるものの、12.85~12.65 万年前と 12.2~11.8 万年前でピークが認められる。この顕著な類似性は、両記録が南極氷床の変動に関する同じ現象を反映していることを示唆する。従って、今回の我々の記録は、U1361 の結果を裏付けるとともに、時間分解能を向上させたことで、最終間氷期において $\epsilon$ Nd のピークイベントが 2 回発生しており、特に後者のイベントは初期のものよりも長期的であったことが初めて明らかになった。

最終間氷期の $\epsilon$ Nd ピークがウィルクス海盆氷床の後退を実際に反映しているかどうか、もしそうならどの程度後退したのかをさらに検討するために、GC1407 の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$  比と、Vostok, EDC, Talos Dome アイスコアの $\delta^{18}\text{O}$  偏差記録と比較を行った。 $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$  比は、南極沿岸地域の氷床の局所的な変動の指標となる (Valletta et al., 2018)。南極海周辺の氷床や氷山が溶けると、氷床に蓄積された $^{10}\text{Be}$  が海中に放出され、海洋堆積物に付加されるためである。一方、 $^9\text{Be}$  は地殻岩石中に天然に存在する微量元素なので、海洋堆積物中の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$  比の増大は、氷床の融解イベントに伴って $^{10}\text{Be}$  が付加されたと解釈できる。

(2) **最終間氷期におけるウィルクス海盆氷床のダイナミクス**: ウィルクス海盆氷床がどの程度後退したかを、Talos Dome での氷床高度変化の推定から検証した。氷床モデルによると、内陸にある Vostok や EDC は氷床後退の影響をあまり受けないのに対し、Talos Dome はウィルクス海盆氷床の近傍に位置しているため、その地点の氷床の厚さはウィルクス海盆氷床の後退に敏感である (Sutter et al., 2020; Masson-Delmotte et al., 2011)。氷床コアの $\delta^{18}\text{O}$  は主に温度変化を反映するため、氷床高度の変化はアイスコア  $\delta^{18}\text{O}$  記録に影響を与える。そこで、Vostok, EDC, Talos Dome の $\delta^{18}\text{O}$  を用いて、Talos Dome の相対的な氷床高度変化を推測した。

GC1407 の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$  比は、完新世の値 ( $6.7 \times 10^{-9} \sim 7.4 \times 10^{-9}$ ) よりも最終間氷期の後期に有意に高い値 ( $7.3 \times 10^{-9} \sim 9.1 \times 10^{-9}$ ) を示した。一方で、アイスコア の $\delta^{18}\text{O}$  偏差から Talos Dome の標高が最終間氷期中に減少している傾向が示され、後期 (約 12 万年前) には完新世のレベルを大きく下回る最小値 (-200 ~ -380m) に達していた可能性が示唆された。南極氷床モデル (Sutter et al., 2020) によると、ウィルクス海盆氷床が 100~200km 内陸に後退した場合、Talos Dome の標高が 200~380m 低下する可能性が示唆されている。さらに GC1407 の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$  比のピーク

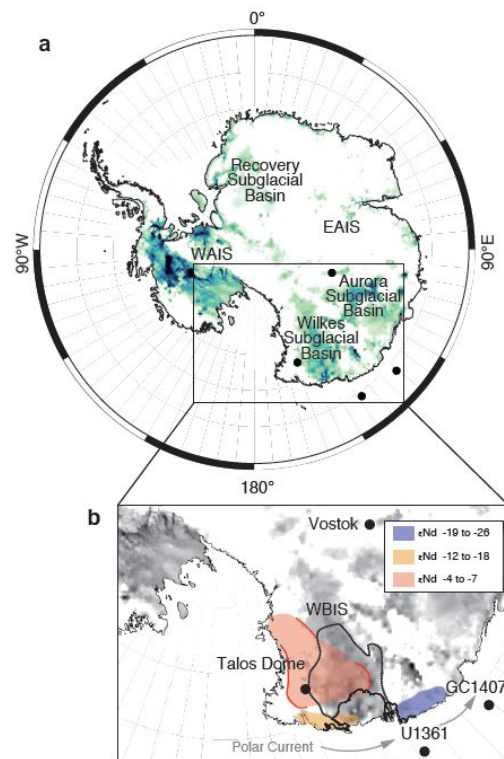


図 1 (a) 氷床基盤岩の海面からの高さと同研究で使用した試料の位置。(b) ウィルクス海盆域の詳細な地図と岩盤の $\epsilon$ Nd 値。

クと Talos Dome の標高低下のピークは、GC1407 の後半の $\epsilon\text{Nd}$  ピークと一致していることから、最終間氷期の後期にウィルクス海盆氷床の顕著な後退が引き起こされたことが示唆される。

一方、LIG 初期 (12.85~12.65 万年前) に GC1407 と U1361 で観測された  $\epsilon\text{Nd}$  のピークは、GC1407 の  $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$  や Talos Dome サイトの推定標高の大きな変化を伴わないことも明らかになった。このことは、 $\epsilon\text{Nd}$  記録から示唆される最終間氷期前半のウィルクス海盆氷床の後退は後半の後退イベントほど内陸へ大きく後退していなかったことを示唆する。このように、古気候記録の時間解像度を高めた結果、最終間氷期におけるウィルクス海盆氷床の詳細なダイナミクスが明らかになった。

(3) 海水準上昇への寄与: サンゴなどの研究から最終間氷期の初期 (13-12.6 万年前) には現在よりも +2-3m、後期 (12 万年前あたり) には +6-9m の大幅な海水準上昇があった可能性が示唆されている (Hearty et al., 2007)。前者のイベントは、西南極氷床やおそらくグリーンランド氷床からの氷床の損失でほぼ説明できると考えられるが (Rohling et al., 2019; Turney et al., 2019; Dahl-Jensen et al., 2013)、後者のイベントの原因は、その時期に氷床が消失した証拠が報告されていないため、依然として不明であった。氷床モデルによれば、Talos Dome での 200~380m の標高低下は、約 0.6~0.75m の海水準上昇に相当し (Sutter et al., 2020)。最終間氷期後半の海水準上昇を部分的に説明することができる。従って、本研究は推定されている最終間氷期の後半の海水準上昇を支持する初めての地質学的証拠である。しかしながら、推定されている海水準上昇を完全に説明するためには、東南極の他の地域でも顕著な氷床損失が起こっている必要がある。東南極のオーロラ海盆とリカバリー海盆の氷床も基底部分が海面下にあり、海洋の温暖化に対して脆弱であると考えられている (Golledge et al., 2017; Sun et al., 2020)。それらの地域でも最終間氷期後半において氷床が大きく後退していた可能性がある。従って、推定されている最終間氷期後半の大きな海水準上昇が本当に起こっていたかどうかを検証するためには、今後、最終間氷期のオーロラ海盆とリカバリー海盆の氷床変動を明らかにしていく必要がある。

#### <引用文献>

- Bazin, L. et al. An optimized multi-proxy, multi-site Antarctic ice and gas orbital chronology (AICC2012): 120-800 ka. *Clim. Past* **9**, 1715–1731 (2013).
- Cook, C. P. et al. Dynamic behaviour of the East Antarctic ice sheet during Pliocene warmth. *Nat. Geosci.* **6**, 765–769 (2013).
- Dahl-Jensen, D. et al. Eemian interglacial reconstructed from a Greenland folded ice core. *Nature* **493**, 489–494 (2013).
- DeConto, R. M. & Pollard, D. Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise. *Nature* **531**, 591–597 (2016).
- Favier, L. et al., Retreat of Pine Island Glacier controlled by marine ice-sheet instability. *Nat. Clim. Change* **4**, 117–121 (2014).
- Golledge, N. R. et al. The multi-millennial Antarctic commitment to future sea-level rise. *Nature* **526**, 421–425 (2015).
- Golledge, N. R., Levy, R. H., McKay, R. M. & Naish, T. R. East Antarctic ice sheet most vulnerable to Weddell Sea warming. *Geophys. Res. Lett.* **44**, 2343–2351 (2017).
- Hansen, J. et al. Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2 °C global warming could be dangerous. *Atmos. Chem. Phys.* **16**, 3761–3812 (2016).

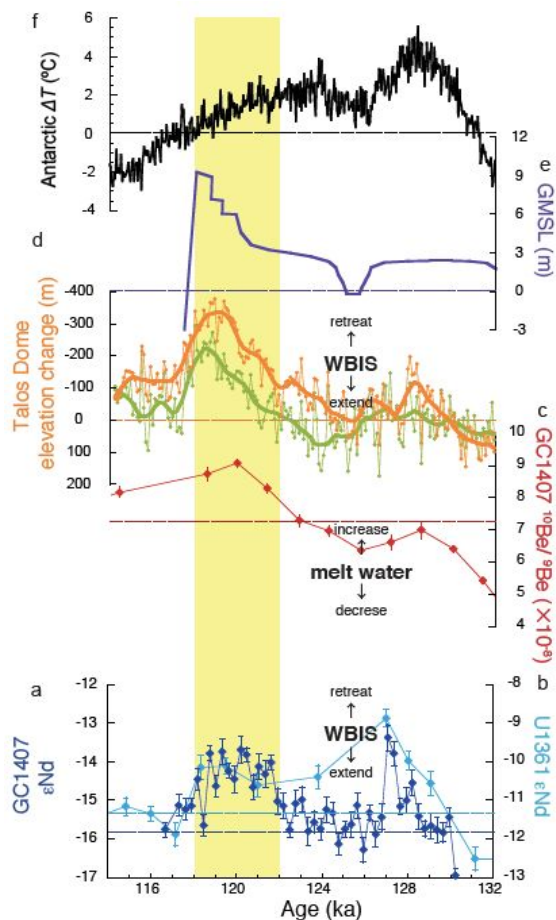


図2 GC1407より復元した最終間氷期におけるウィルクス海盆の氷床変動と海水準や古気候記録との比較。(a) GC1407(青)の $\epsilon\text{Nd}$ (水色)。(b)U1361の $\epsilon\text{Nd}$ (Wilson et al. 2018)。(c)GC1407の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ (赤)。(d)Vostok(オレンジ)とEDC(薄緑)アイスコアの $\delta^{18}\text{O}$ を用いて推定したTalos Domeの標高変化。(e)海水準変動(紫)(Hearty et al., 2007)。(f)EDCアイスコアから推定した現在からの気温偏差( $\Delta T$ )(Bazin et al. 2013)。

図2 GC1407より復元した最終間氷期におけるウィルクス海盆の氷床変動と海水準や古気候記録との比較。(a) GC1407(青)の $\epsilon\text{Nd}$ (水色)。(b)U1361の $\epsilon\text{Nd}$ (Wilson et al. 2018)。(c)GC1407の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ (赤)。(d)Vostok(オレンジ)とEDC(薄緑)アイスコアの $\delta^{18}\text{O}$ を用いて推定したTalos Domeの標高変化。(e)海水準変動(紫)(Hearty et al., 2007)。(f)EDCアイスコアから推定した現在からの気温偏差( $\Delta T$ )(Bazin et al. 2013)。

- Hearty, P. J., Hollin, J. T., Neumann, A. C., O'Leary, M. J. & McCulloch, M. Global sea-level fluctuations during the Last Interglaciation (MIS 5e). *Quat. Sci. Rev.* **26**, 2090–2112 (2007).
- Khazendar, A. et al. Rapid submarine ice melting in the grounding zones of ice shelves in West Antarctica. *Nat. Commun.* **7**, 13243 (2016).
- IPCC AR5: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp (2013).
- Masson-Delmotte, V. et al. A comparison of the present and last interglacial periods in six Antarctic ice cores. *Clim. Past* **7**, 397–423 (2011).
- O'Leary, M. J. et al. Ice sheet collapse following a prolonged period of stable sea level during the last interglacial. *Nat. Geosci.* **6**, 796–800 (2013).
- Pierce, E. L. et al. Evidence for a dynamic East Antarctic ice sheet during the mid-Miocene climate transition. *Earth Planet. Sci. Lett.* **478**, 1–13 (2017).
- Rohling, E. J. et al. Asynchronous Antarctic and Greenland ice-volume contributions to the last interglacial sea-level highstand. *Nat. Commun.* **10**, (2019).
- Sun, S. et al. Antarctic ice sheet response to sudden and sustained ice-shelf collapse (ABUMIP). *J. Glaciol.* **66**, 891–904 (2020).
- Sutter, J. et al. Limited Retreat of the Wilkes Basin Ice Sheet During the Last Interglacial. *Geophys. Res. Lett.* **47**, doi.org/10.1029/2020GL088131 (2020).
- Turney, C. et al. Early Last Interglacial ocean warming drove substantial ice mass loss from Antarctica. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **117**, 3996–4006 (2020).
- Valletta, R. D., Willenbring, J. K., Passchier, S. & Elmi, C.  $^{10}\text{Be}/^{9}\text{Be}$  Ratios Reflect Antarctic Ice Sheet Freshwater Discharge During Pliocene Warming. *Paleoceanogr. Paleoclimatol.* **33**, 934–944 (2018).
- Wilson, D. J. et al. Ice loss from the East Antarctic Ice Sheet during late Pleistocene interglacials. *Nature* **561**, 383–386 (2018).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 池原実	4. 巻 76
2. 論文標題 全球気候変動を駆動する南大洋海洋循環	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 低温科学第76巻	6. 最初と最後の頁 121-134
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14943/lowtemsci.76.121	査読の有無 無
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 関宰	4. 巻 76
2. 論文標題 最終間氷期の南極氷床崩壊と海水準上昇	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 低温科学第76巻	6. 最初と最後の頁 135-144
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14943/lowtemsci.76.135	査読の有無 無
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 Kate E. Ashley, 他7名, Osamu Seki, 他10名	4. 巻 17
2. 論文標題 Mid-Holocene Antarctic sea-ice increase driven by marine ice sheet retreat	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Climate of the Past	6. 最初と最後の頁 1~19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5194/cp-17-1-2021	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 Andersen J.L., Newall J.C., Blomdin R., Sams S.E., Fabel D., Koester A.J., Lifton N.A., Fredin O., Caffee M.W., Glasser Neil F., Rogozhina I., Suganuma Y., Harbor J.M., Stroeven A.P.	4. 巻 249
2. 論文標題 Ice surface changes during recent glacial cycles along the Jutulstraumen and Penck Trough ice streams in western Dronning Maud Land, East Antarctica	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Quaternary Science Reviews	6. 最初と最後の頁 106636 ~ 106636
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.quascirev.2020.106636	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 Kawamata Moto, Suganuma Yusuke, Doi Koichiro, Misawa Keiji, Hirabayashi Motohiro, Hattori Akihisa, Sawagaki Takanobu	4. 巻 247
2. 論文標題 Abrupt Holocene ice-sheet thinning along the southern Soya Coast, L?tzow-Holm Bay, East Antarctica, revealed by glacial geomorphology and surface exposure dating	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Quaternary Science Reviews	6. 最初と最後の頁 106540 ~ 106540
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.quascirev.2020.106540	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 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Iizuka, M., Seki, O., Horikawa, K., Yamamoto, M., Ikehara, M., Sugisaki, S., Itaki, T., Irino, T., Suganuma, Y.
2. 発表標題 Reconstructions of Antarctic ice sheet and ocean temperature variabilities in the late Pleistocene interglacials
3. 学会等名 International Conference on Paleoceanography (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯塚睦, 関宰, 堀川恵司, 山本正伸, 池原実, 杉崎彩子, 板木拓也, 入野智久, 菅沼悠介, Matthieu Civel, Tina van de Flierdt, Liam Holder
2. 発表標題 最終間氷期における東南極氷床変動の復元
3. 学会等名 第5回地球環境史学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関宰, 飯塚睦, 堀川恵司, 入野智久, 池原実, 山本正伸, Tina van de Flierdt, 板木拓也, 杉崎彩子, 菅沼悠介
2. 発表標題 東南極域海底堆積物を用いた過去15万年間の南極氷床変動復元
3. 学会等名 第5回地球環境史学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seki O, Yamamoto M, Ikehara M, Sugisaki S, Itaki T, Suganuma Y, Horikawa K
2. 発表標題 Reconstruction of Antarctic Ice Sheet Variability during the Last Interglacial (MIS5e)
3. 学会等名 SCAR/IASC Open Science Conference
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Iizuka M, Seki O, Horikawa K, Yamamoto M, Ikehara M, Sugisaki S, Itaki T, Irino T, Suganuma Y
2. 発表標題 Reconstruction of Antarctic ice shelf variability in the Last Interglacial
3. 学会等名 The Second Zunoujinkan Workshop Cenozoic land-ocean linkages inAsia and the western Pacific and Indian Oceans (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関宰
2. 発表標題 最終間氷期の突然かつ急激な南極氷床崩壊イベントの検証とメカニズムの解明に向けて
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2017年大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川村 賢二、杉山 慎、植村 立、本山 秀明、澤柿 教伸、飯塚 芳徳、堀内 一穂、青木 周司、東 久美子、藤田 秀二、関 宰、平林 幹啓、大藪 幾美
2. 発表標題 南極氷床と気候の変動及び相互作用に関する研究展望
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 Iizuka, M., Seki, O., Horikawa, K., Flierd, T.v.d., Irino, T., Yamamoto, M., Itaki, T., Sugisaki, S., Ikehara, M., Sugauma, Y.
2. 発表標題 Antarctic ice sheet dynamics during the Last Interglacial
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020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
研究分担者	池原 実  (Ikehara Minoru)  (90335919)	高知大学・教育研究部自然科学系理工学部門・教授   (16401)	
研究分担者	堀川 恵司  (Horikawa Keiji)  (40467858)	富山大学・大学院理工学研究部(理学)・准教授   (13201)	
研究分担者	山本 正伸  (Yamamoto Masanobu)  (60332475)	北海道大学・地球環境科学研究所・教授   (10101)	
研究分担者	菅沼 悠介  (Suganuma Yusuke)  (70431898)	国立極地研究所・研究教育系・准教授   (62611)	

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			
英国	インペリアルカレッジロンドン	バーミンガム大学		
ニュージーランド	ビクトリア大学・南極研究センター			