

令和 2 年 7 月 10 日現在

機関番号：62611
 研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）
 研究期間：2016～2019
 課題番号：15KK0027
 研究課題名（和文）南極氷床コア高解像度大気組成分析に基づく退氷期における気候・海洋・氷床変動の解明
 （国際共同研究強化）
 研究課題名（英文）Variations of climate, ocean and ice sheet over deglaciations from high
 resolution gas analyses of Antarctic ice cores(Fostering Joint International
 Research)
 研究代表者
 川村 賢二（Kawamura, Kenji）
 国立極地研究所・研究教育系・准教授
 研究者番号：90431478
 交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,900,000円
 渡航期間： 6ヶ月

研究成果の概要（和文）：本課題は、外国研究機関での滞在を含んだ国際共同研究を複数の研究テーマで進め、国際共同研究ならではの研究成果を創出しつつ、今後につながる関係を築くことを目的とした。具体的な研究テーマは（1）希ガスや窒素の分析による古環境復元に係るフィルンにおける分別の正確な補正方法の確立、（2）氷床コアの連続融解分析の手法確立、（3）氷床コア間の精密年代対比、（4）非常に古い氷床コアの掘削点選定条件の確立であった。3カ国5機関との共同研究を進め、いずれのテーマについても、新たな手法の確立やそれによる気候変動解析の結果が多く得られ、今後も継続するための強固な土台ができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

極域で掘削される氷（氷床コア）の分析は、過去の気候変動やその原因を調べるために不可欠な手法となっている。本課題では、これまでの氷床コア研究において課題となっていた氷床コアの分析手法やデータの補正方法、年代決定方法の高度化を行い、また現在までに得られているより古いコアの掘削に向けた掘削点選定の手法確立も行った。地球温暖化が顕在化しつつある現在、過去の大規模な気候変動や、現在より温暖な間氷期の気候変動を復元し、そのメカニズムを理解することが社会的にも一層重要であり、ここで得られた海水温復元や全球規模の気候シグナル伝搬に関する研究はその目的に資するものである。

研究成果の概要（英文）：This project aims to promote international collaborative research including staying at foreign research institutes, produce research results that are only possible with international collaborations, and build relationships that will lead to the further collaborations in the future. Specific research themes in this project include (1) establishing precise correction methods for gas fractionation in filn in relation to paleoenvironmental reconstruction by the analyses of noble gases and nitrogen, (2) establishing the Continuous Flow Analysis method of ice cores for methane concentrations, (3) precise relative dating of ice cores, and (4) establishing criteria for selecting drilling site for very old ice cores. Through the collaborations with 5 institutions from 3 countries, we have obtained various results in paleoclimate change analyses and new methods in these themes, and we have established a solid foundation for further collaborations in the future.

研究分野：古気候学、雪氷学

キーワード：氷床コア 連続解析 大気組成 年代決定 古気候・古環境 南極 グリーンランド

1. 研究開始当初の背景

極域において掘削された柱状の氷(氷床コア)は、直接観測が始まる前の大気組成を復元できる唯一の媒体である。我が国が南極の内陸で掘削した第1期ドームふじコア(2503m、34万年)および第2期ドームふじコア(3035m、72万年)を用いて、CO₂濃度などの大気組成の復元や、酸素/窒素比(O₂/N₂)に基づく高精度年代決定、地球軌道要素と環境変動との時間関係の把握、長期気候・氷床シミュレーションとの連携による10万年周期の氷期-間氷期サイクルのメカニズムの研究などを行ってきた。そのような背景で、研究開始当初の既存研究課題(基盤A)の目的は以下の通りであった。

(1) 南極ドームふじ氷床コアを分析し、大気組成を中心とする諸成分の変動を退氷期(氷期から間氷期への移行期)について復元する。

(2) ドームふじコアの全球的シグナルを海底コアや海水準等のデータと対比し、北半球を含む多地域のご環境情報に共通の高精度年代軸を与える。その上で気候の強制力(日射、温室効果ガス)と応答(気温、全球海水温、海水準)の時期や速度が異なる3つの退氷期(約2万年前、約13.5万年前、約43万年前)に着目し、諸変化の相対的タイミングを同定する。

(3) 氷床モデルや全球気候モデルによる氷期サイクルや退氷期のシミュレーションを実施し、データと比較して、氷期終焉における全球気候変動のメカニズムを究明する。

研究開始当時の進捗状況は以下の通りであった。

(I) 氷床コアからの気体抽出と分析の効率化および省試料化のための各種装置の改良や、希ガス測定やメタンの連続解析のための技術開発を実施した。また、南極ドームふじ氷床コア試料の配分がアイスコアコンソーシアムに承認され、順次分析を行っていた。

(II) ドームふじコアとドームCコアの火山シグナルを用いて、過去22万年間における年代対比が可能になった。WAIS-Divideコアとは最終退氷期における対比を行った。宇宙線生成核種を用いた対比のため、ベリリウム10を測定し、最終退氷期におけるフラックス計算方法の検討を行った。また、ベイズ理論を用いて、ドームふじ氷床コアのO₂/N₂比によるタイムマーカーから深度-年代プロファイルを連続的に計算する手法を開発した。

(III) 数値モデルについては、北半球氷床モデルの長期積分を試行するとともに、退氷期とバイポーラーシーソーの関連を検討するため、全球気候モデルによる複数の背景気候の再現と熱塩循環強度の検討を実施した。

2. 研究の目的

1) 大気中の希ガスや窒素の濃度および同位体比から、過去の氷床表面の環境やグローバルな海水温の復元が可能であることが理論的に示されているが、そのためには氷床コアの各気体に対する種々の分別(フィルンにおける重力分離など)の補正が必要であり、その理解と精度向上が重要である。そのため、現在のフィルンにおける空気組成の測定により、フィルン中での組成変化に寄与するメカニズムを研究する。

2) メタン濃度の連続分析手法は、デンマークおよび米国、フランスの各研究機関が開発し実用している。国立極地研究所においても、外国共同研究機関との短期の人的交流などを経て開発が進んだが、ドームふじコアの深部の連続分析のためには高分解能化が必要である。そのため、連続融解メタン濃度分析の高分解能化と高精度化に取り組む。

3) ドームふじコアの最終氷期における年代決定には、降雪が極めて多い地点で米国が掘削したウェイス・ディバイド(WD)コアとの対比が不可欠である。本課題では年代対比をWDコア全体にわたる6万年前まで行う。また、気体年代の対比をメタン濃度を用いて行う。

4) 氷床コア研究の国際組織であるIPICS(International Partnership in Ice Core Sciences)

では、大目標として「最古の氷床コア」(Oldest Ice Core) の深層掘削が掲げられている。その実現に向けて、非常に古い氷の存在条件や、氷床流動、涵養量、年代等の推定方法について知見を高める。

3. 研究の方法

1) 氷床コアの希ガスや窒素の分析を複数の研究機関で行い、大気が氷床に閉じ込められる際の分別の理解と正確な補正方法を検討する。また、得られるデータを元に、ガス分別に関わるフィルムの圧密やガス移動過程に関するモデル研究も実施する。

2) 連続融解メタン濃度分析の高度化については、外国研究機関と我々のシステムとの類似点と相違点を洗い出し、分解能や精度の制限要因を検討する。特に、気液分離装置などの空気抽出に関わる部分や、濃度キャリブレーション方法に重点を置く。

3) 氷の年代対比には火山噴火のシグナルを用い、詳細分析データをつき合わせてタイポイントを確立する。特に、最終氷期中盤以降に関して、アメリカが高涵養量地点で掘削したWD コアとの年代対比を行う。気体の年代対比にはメタン濃度の詳細なデータが必要なため、そのための分析も行う。

4) 今後の深層掘削点決定や深部年代推定、氷床コア年代決定に関して、外国機関と最新情報を交換しドームふじ近傍での最適条件について議論する。氷床探査により得られるレーダーデータの活用手法について特に検討し、水平流動や涵養の影響などの効果についても、日本が掘削を計画しているドームふじや欧州が計画しているドームCなどについて検討する。

4. 研究成果

1) フィルン中における窒素及び希ガスの分別プロセスの種類と強度について検討した。氷床コアの希ガス分析が行える研究機関は少なく歴史も浅いため、各ラボ間での実験設備の差異が大きいことが考えられ、各ラボにおける分析手法の確立も必要であった。本課題の期間中に、希ガス抽出・分析システムを構築し、分析手法を確立した。具体的には、希ガスを混合したリフアレンスガスの作成、希ガス精製ラインの製作と精製手法の確立、氷床コアからの空気抽出方法確立などを行った。実際のフィルムにおけるガス分別プロセスを明らかにするため、南極 H128 地点で採取されたフィルム空気を当装置により分析した。その結果、それまで対流混合が弱いと考えられていた沿岸地域 (H128 地点) において予想外に対流混合が発達していることを見出した (図 1)。

また、スクリップス海洋研究所において分析したWD コアの希ガスデータの補正と解釈を共同で行い、最終氷期の最寒期以降における海洋全体の平均温度を推定した (図 2)。希ガス分析の補正に最も重要となる窒素分子やアルゴンの同位体比の測定方法について情報交換し、氷試料を用いたインターキャリブレーションを実施した。分析条件や自動化、それらの高精度化への寄与についても情報交換し、我々のシステムの自動化を含め、今後の共同研究体制も築いた。

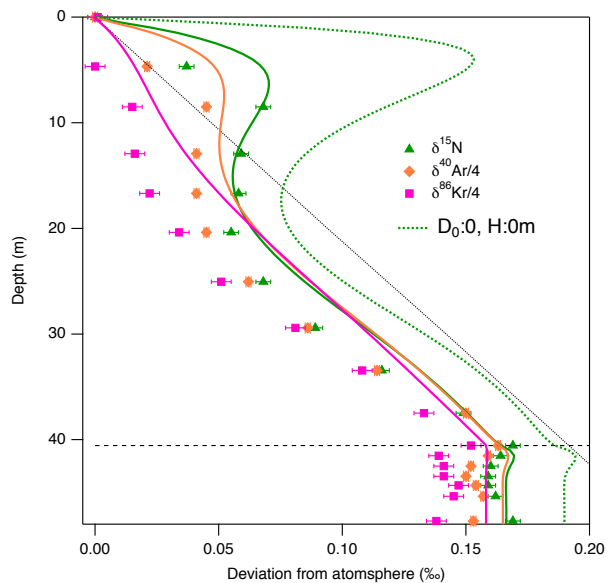


図 1 南極 H128 地点で採取されたフィルム空気の組成 (希ガスおよび窒素の同位体比) と数値モデル結果 (論文準備中)

2) 南極及びグリーンランドの氷床コアについて、メタン濃度の連続融解分析 (CFA) と既存データの解析を実施し、キャリブレーションにとって最大の課題となっているガス抽出効率の評価手法を検討した。そのため、氷を個別に切り出して分析する従来手法による高精度分析も実施した。双方の測定結果の比較から、CFA によるメタン濃度の誤差が評価でき、今後の課題も明らかになった。具体的には以下の通りである。

それぞれの共同研究機関（デンマーク、アメリカ、フランス）と我々との間で気液分離装置の形状や仕様、キャリブレーション手法、ガス抽出効率について情報交換を行い、国立極地研究所において抽出効率を評価・改良するための実験を行った。その結果、超純水と標準ガスを混合し抽出・分析するキャリブレーション手法では、補正後のメタン濃度が標準ガス検定値より高くなる結果が得られた。その問題の原因として、超純水の溶存メタンを脱気するためバブリングにて導入している窒素が残留し、それがキャリブレーション測定において抽出測定されてしまうことによるものと推察された。そこで超純水を協力に脱気するためのモジュールをキャリブレーションラインの上流および下流の両方に導入した結果、CFA のラインを通して分析した標準ガスの濃度が検定値に近づいた。以上から、校正用に使用する超純水の溶存ガスを徹底的に排除することが分析精度とその安定性に極めて重要であるという、新たな知見を得た。

また、グリーンランドにおける国際掘削に参加し、CFA に適したコア掘削や試料採取に関して議論と実践を行った。国内においては、南極氷床コアの CFA 分析や、グリーンランド氷床コアの既存の CFA 分析データの解析を試験的に実施した。同コアの個別分析結果との比較から、CFA のキャリブレーション後の値の誤差は 20 ppb 以下であるが、測定日によってキャリブレーションの確度が異なることが明らかになった。上述した脱気モジュールの種類と運用方法を多数の実験の後に確立し、校正後の氷床コアの濃度値が個別分析の結果に大きく近づいたことから、手法を確定しドームふじ氷床コアの本格分析に移行した。分析結果の一例（最終退氷期）を図 3 に示す。

CFA の高分解能化については、気液分離ユニットの形状と効率についての各機関の情報を踏まえ、我々の装置で使用してきた気液分離ユニット（初段）を小型化したものを製作して試験した。その結果、本ユニットの小型化は効果が限定的であるという結論が得られた。このことから、我々の CFA ラインにおいて分解能を制限しているのは、主にメタン濃度を計測するためのレーザー分光計のキャビティである可能性が高いという結論が得られた。

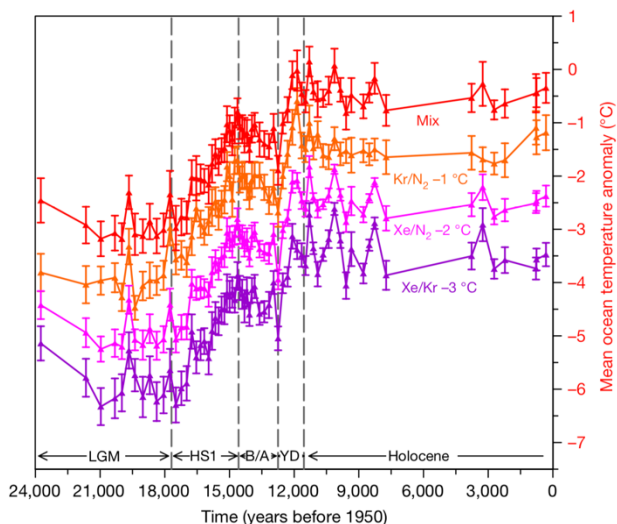


図 2 南極 WD コアの希ガス濃度から推定した過去 24,000 年間の海洋の平均温度（見やすくするために縦軸をずらしてある）(Bereiter et al., 2018, Nature)

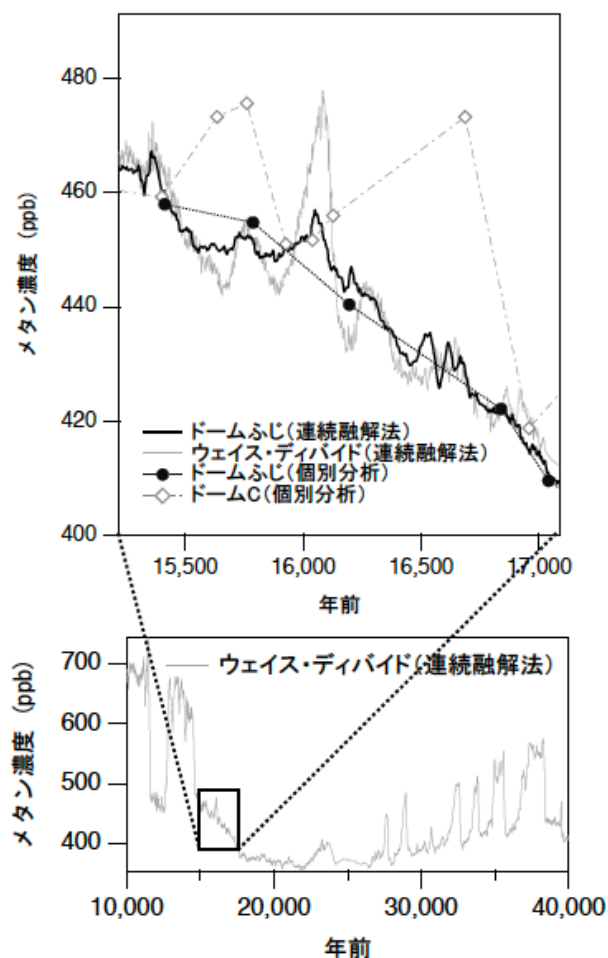


図 3 ドームふじ氷床コアの CFA 分析による最終退氷期のメタン濃度データ。気体封じ込めプロセスによる平滑化を考慮すると、南極 WD コアのデータと良く一致している。(論文準備中)

3) ドームふじコアと WD コアの年代対比には、両コアを直接対比する方法のほかに、他のコアとの比較による間接的な対比も考えられる。ドームふじコアとドーム C コアの間には、22 万年にわたって 1401 点の束縛点がすでに設けられており、一方、ドーム C コアと WD コアとの年代対比は米国と欧州の研究グループにより確立していた。そのため、第 1 期ドームふじコアと WD コアとの年代対比を、まずドーム C コアを通じて間接的に実施した。これにより南極の多数のコアとグリーンランドのコアとの対比が可能となり、その結果に基づいて南北の気候変動の位相差や南極内の位相の地域差の議論が可能になった（出版された結果を図 4 に示す）。

一方、新規に取得された第 2 期ドームふじコアの誘電率データと第 1 期コアの電気伝導率データを比較した。その結果、低涵養のサイトで掘削されたコアにおける電気的信号のピークの有無や強度には、至近距離のコア間であっても相違が大きい場合があり、高涵養の地点で掘削された WD コアとの対比を間接的に行うのではなく、ドームふじコアそのものを直接対比することが理想的であることが分かった。本研究の実施期間中に、年代同期に使用する予定であった WD コアの硫黄濃度の高分解能連続データが無制限公開されたことから、そのデータを用いた同期作業を実施することとし、米国およびフランスの機関にそれぞれ滞在し、ドームふじコアの氷と空気それぞれの年代を WD コアやグリーンランドコアと対比した。さらに、完新世初期から退氷期にかけて、上記の 2) を踏まえて CFA によるメタン濃度データを取得し、その結果から氷と空気の年代差を詳細に制約することに成功した。このデータからフィルムの圧密モデルを検証することが可能となり、今後、ドームふじコアの全層に渡る年代差の推定を高精度化できる可能性が開かれた。

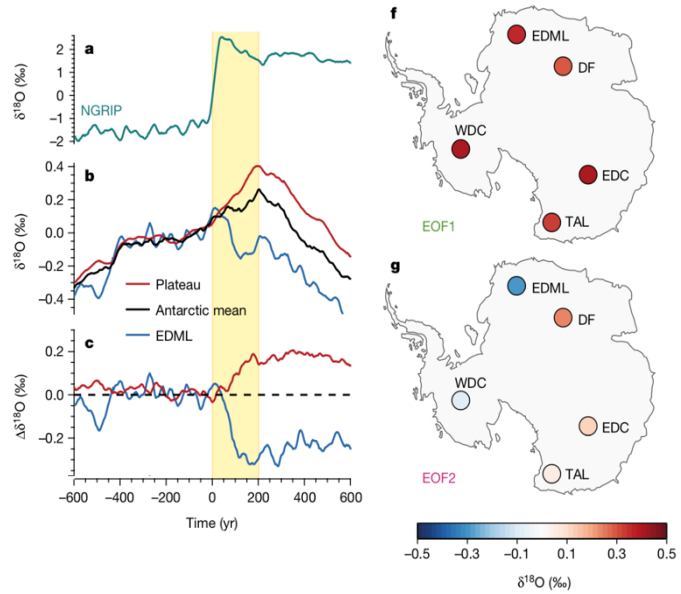


図 4 ドームふじを含む南極氷床コアとグリーンランドコアの詳細年代対比による、最終氷期における気候変動の相対タイミングの解析結果。東南極内陸と大西洋セクターでタイミングが異なることなどが分かった（Buizert et al., 2018, *Nature*）

4) 100 万年前に達するような氷床コアの掘削地点選定に対しては、最新の雪氷学の知見や氷床探査のデータをもってしても不確実性が大きい。そのような古い氷は氷床流動のため非常に薄くなっており、2000m 以上の厚さがある氷床の底面から 100m 程度の高さに存在すると予想されている。古い氷そのものが存在することと、深部の層構造が 100 万年スケールで維持されるためには、まず基盤地形と底面融解・凍結が重要であるが、その他にも様々な条件が存在しうる。そのため、フランスや米国の機関に滞在し、古い氷の存在条件や掘削点選定の基準について情報交換した。一方で、ドームふじ周辺において古い氷が存在する可能性のある地域について、総測線長約 3000km に及ぶ氷床レーダー探査が 2 回実施され、基盤の深さや内部層、涵養量の地理分布などに関する良質なデータが得られた（南極観測事業および複数の科研費課題の共同）。その後、レーダー探査データの処理方法や内部層データと 1 次元氷床流動モデルによる深部年代の推定手法についてフランスおよび米国の機関と情報交換し、ドーム C 周辺への適用実績のある年代計算モデルを、南極観測事業などにより取得されたドームふじ周辺のデータに今後適用できる可能性も見出された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 11件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Buizert Christof, Sigl Michael, Severi Mirko, Markle Bradley R., Wettstein Justin J., McConnell Joseph R., Pedro Joel B., Sodemann Harald, Goto-Azuma Kumiko, Kawamura Kenji, Fujita Shuji, Motoyama Hideaki, Hirabayashi Motohiro, Uemura Ryu, Stenni Barbara, Parrenin Frederic, He Feng, Fudge T. J., Steig Eric J.	4. 巻 563
2. 論文標題 Abrupt ice-age shifts in southern westerly winds and Antarctic climate forced from the north	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 681 ~ 685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-018-0727-5	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 Suganuma Y., Haneda Y., Kameo K., Kubota Y., Hayashi H., Itaki T., Okuda M., Head M., J., Sugaya M., Nakazato H.i, Igarashi A., Shikoku K., Hongo M., Watanabe M., Satoguchi Y., Takeshita Y., Nishida N., Izumi K., Kawamura K., Kawamata M., Okuno J., Yoshida T., Ogitsu I., Yabusaki H., Okada M.	4. 巻 191
2. 論文標題 Paleoclimatic and paleoceanographic records through Marine Isotope Stage 19 at the Chiba composite section, central Japan: A key reference for the Early-Middle Pleistocene Subseries boundary	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Quaternary Science Reviews	6. 最初と最後の頁 406 ~ 430
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.quascirev.2018.04.022	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 Emile-Geay Julien et al. (Kenji Kawamura, 98人中52番目)	4. 巻 4
2. 論文標題 A global multiproxy database for temperature reconstructions of the Common Era	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Data	6. 最初と最後の頁 170088 ~ 170088
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/sdata.2017.88	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 Schmidt Gavin A., Severinghaus Jeff, Abe-Ouchi Ayako, Alley Richard B., Broecker Wallace, Brook Ed, Etheridge David, Kawamura Kenji, Keeling Ralph F., Leinen Margaret, Marvel Kate, Stocker Thomas F.	4. 巻 547
2. 論文標題 Overestimate of committed warming	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 E16 ~ E17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nature22803	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 Bereiter Bernhard, Shackleton Sarah, Baggenstos Daniel, Kawamura Kenji, Severinghaus Jeff	4. 巻 553
2. 論文標題 Mean global ocean temperatures during the last glacial transition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 39 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nature25152	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 Bereiter Bernhard, Kawamura Kenji, Severinghaus Jeffrey P.	4. 巻 32
2. 論文標題 New methods for measuring atmospheric heavy noble gas isotope and elemental ratios in ice core samples	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Rapid Communications in Mass Spectrometry	6. 最初と最後の頁 801 ~ 814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/rcm.8099	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 Uemura R., Motoyama H., Masson-Delmotte V., Jouzel J., Kawamura K., Goto-Azuma K., Fujita S., Kuramoto T., Hirabayashi M., Miyake T., Ohno H., Fujita K., Abe-Ouchi A., Iizuka Y., Horikawa S., Igarashi M., Suzuki K., Suzuki T., Fujii Y.	4. 巻 9
2. 論文標題 Asynchrony between Antarctic temperature and CO2 associated with obliquity over the past 720,000 years	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-03328-3	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 Kawamura, K., Abe-Ouchi, A., Motoyama, H., Ageta, Y., Aoki, S., Azuma, N., Fujii, Y., Fujita, K., Fujita, S., Fukui, K., Furukawa, T., Furusaki, A., Goto-Azuma, K., Greve, R., Hirabayashi, M., Hondoh, T., Hori, A., Horikawa, S., Horiuchi, K., Igarashi, M., Iizuka, Y., Kameda, T. et al. (計64名)	4. 巻 3
2. 論文標題 State dependence of climatic instability over the past 720,000 years from Antarctic ice cores and climate modeling	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.1600446	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 Anais J. Orsi, Kenji Kawamura, Valerie Masson-Delmotte, Xavier Fettweis, Jason E. Box, Dorthe Dahl-Jensen, Gary D. Clow, Amaelle Landais, Jeffrey P. Severinghaus	4. 巻 in press
2. 論文標題 The recent warming trend in North Greenland	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2016GL072212	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 Parrenin, F., Fujita, S., Abe-Ouchi, A., Kawamura, K., Masson-Delmotte, V., Motoyama, H., Saito, F., Severi, M., Stenni, B., Uemura, R., Wolff, E.W.	4. 巻 62
2. 論文標題 Climate dependent contrast in surface mass balance in East Antarctica over the past 216 ka	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Glaciology	6. 最初と最後の頁 1037-1048
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/jog.2016.85	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 Berger, A. et al. (Kawamura, K. 32名中22番目)	4. 巻 54
2. 論文標題 Interglacials of the last 800,000 years	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Reviews of Geophysics	6. 最初と最後の頁 162-219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2015RG000482	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 Nakano, S., Suzuki, K., Kawamura, K., Parrenin, F., Higuchi, T.	4. 巻 23
2. 論文標題 A sequential Bayesian approach for the estimation of the age-depth relationship of the Dome Fuji ice core	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nonlinear Processes in Geophysics	6. 最初と最後の頁 31-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/npg-23-31-2016	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

[学会発表] 計37件(うち招待講演 3件/うち国際学会 29件)

1. 発表者名 川村賢二, 植村立, 本山秀明, 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, 中澤文男, 大藪幾美, 大野浩, 津滝俊, 阿部彩子
2. 発表標題 南極アイスコア等による古環境復元 ~ 2017年度の活動 ~
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤田秀二, 川村賢二, 大野 浩, 大藪幾美, 中澤文男, 杉浦幸之助, 阿部彩子, 津滝俊, 齋藤冬樹, Greve Ralf, 本山秀明, 東久美子, 松岡健一
2. 発表標題 東南極Dome Fuji近傍の新たな深層氷床コア掘削候補地の探索とその今後の展望について
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 東久美子, 川村賢二, 藤田秀二, 中澤文男, 本山秀明
2. 発表標題 南北両極におけるアイスコア掘削プロジェクト
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中澤文男, 川村賢二, 大藪幾美, 大野 浩, 杉浦幸之助, 藤田秀二, 東久美子, 本山秀明
2. 発表標題 JARE59における南極ドームふじ周辺3地点における浅層コア掘削
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大藪幾美, 川村賢二, 北村享太郎
2. 発表標題 南極ドームふじ氷床コアの02/N2による年代決定の高精度化
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大藪幾美, 川村賢二, 北村享太郎, 森本真司, 青木周司, 藤田 遼, 菅原 敏, 本山秀明, 櫻井俊光, 荒井美穂
2. 発表標題 東南極沿岸のH128地点で採取されたフィルン空気の組成
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 津滝俊, 阿部彩子, 本山秀明, 川村賢二, シェリフ多田野サム
2. 発表標題 南極氷床JAREトラバースルートにおける1992 - 2013年の涵養量の時空間変動
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 津滝俊, 阿部彩子, Greve Ralf, 齋藤冬樹, Blatter Heinz, 小長谷貴志, 藤田秀二, 川村賢二, 松岡健一
2. 発表標題 南極氷床ドームふじ基地周辺における"最古の氷"アイスコア探索に関する数値実験
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 植村立, 本山秀明, Masson-Delmotte Valerie, Jouzel Jean, 川村賢二, 東久美子, 藤田秀二, 倉元隆之, 平林幹啓, 三宅隆之, 大野浩, 藤田耕史, 阿部彩子, 飯塚芳徳, 堀川信一郎, 五十嵐誠, 鈴木啓助, 鈴木利孝, 藤井理行
2. 発表標題 720,000-year records of Antarctic and oceanic temperatures related to solar forcing and CO2
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Oyabu I., Kawamura K., Kitamura K.,
2. 発表標題 A Revised Chronology of the Dome Fuji Ice Core from O2/N2 of Trapped Air
3. 学会等名 POLAR2018, SCAR (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Umezawa T., Sugawara S., Kawamura K., Sugiyama T., Patra P. K., Ishijima K., Saito T., Machida T., Morimoto S., Aoki S., Nakazawa T.
2. 発表標題 Past variations of atmospheric methane and its isotope ratios reconstructed from firn air and ice core measurements
3. 学会等名 15th IGAC SC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤田秀二, 川村賢二, 大野 浩, 大藪幾美, 中澤文男, 杉浦幸之助, 阿部彩子, 津滝 俊, 小長谷 貴志, 齋藤冬樹
2. 発表標題 東南極Dome Fuji 近傍の新たな深層氷床コア掘削候補地の探索とその今後の展望について
3. 学会等名 雪氷研究大会 (2018・札幌)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中澤文男, 川村賢二, 大藪幾美, 大野浩, 杉浦幸之助, 藤田秀二, 東久美子, 本山秀明
2. 発表標題 JARE59で実施した南極ドームふじ周辺3地点における浅層コア掘削
3. 学会等名 雪氷研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西野沙織, 荒井美穂, 鈴木利孝, 飯塚芳徳, 平林幹啓, 川村賢二, 本山秀明
2. 発表標題 南極H128 地点の積雪中金属成分から探るエアロゾル輸送
3. 学会等名 雪氷研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本山秀明, 平沢尚彦, 杉浦幸之助, 川村賢二, 青木輝夫, 亀田貴雄
2. 発表標題 南極での無人気象観測による観測データの注意点について
3. 学会等名 雪氷研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 米倉綾香, 鈴木利孝, 飯塚芳徳, 平林幹啓, 本山秀明, 川村賢二
2. 発表標題 南極ドームふじ深層氷コア中のAl/Dust 比の経年変
3. 学会等名 雪氷研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motoyama H., Hirasawa N., Sugiura K., Kawamura K., Aoki T., Kameda T., Enomoto H.
2. 発表標題 Notes on observational data from automatic weather stations in Antarctica
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motoyama H., Hirasawa N., Sugiura K., Kawamura K., Aoki T., Kameda T., Enomoto H.
2. 発表標題 Notes on observational data from automatic weather stations in Antarctica
3. 学会等名 The 1st GRAntarctic International Symposium and the 9th Symposium on Polar Science, Grantarctic (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motoyama H., Kawamura K., Sakurai T., Sudo K., Arai M., Suzuki T., Hirabayashi M., Fujita S.
2. 発表標題 Dating of coastal ice cores drilled by Japanese Antarctic Research Expedition and environmental change study
3. 学会等名 The 1st GRAntarctic International Symposium and the 9th Symposium on Polar Science, Grantarctic (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakazawa F., Kawamura K., Oyabu I., Ohno H., Sugiura K., Fujita S., Goto-Azuma K., Motoyama H,
2. 発表標題 Shallow ice core drillings at three sites near the Dome Fuji station, Antarctica, carried out during the summer season of JARE-59
3. 学会等名 The 1st GRAntarctic International Symposium and the 9th Symposium on Polar Science, Grantarctic (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Obase T., Abe-Ouchi A., Saito F., Tsutaki S., Fujita S.,
2. 発表標題 Matsuoka K., Kawamura K., An ice-flow modeling study for evaluation of sites for an oldest ice core around Dome Fuji, Antarctica
3. 学会等名 The 1st GRAntarctic International Symposium and the 9th Symposium on Polar Science, Grantarctic (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Oyabu I., Kawamura K., Kitamura K.
2. 発表標題 Timing of penultimate glacial-interglacial transition from gas measurements of the Dome Fuji ice core, Antarctica
3. 学会等名 The 1st GRAntarctic International Symposium and the 9th Symposium on Polar Science, Grantarctic (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kawamura K.; S. Sugiyama; R. Uemura; H. Motoyama; T. Sawagaki; Y. Iizuka; K. Horiuchi; S. Aoki; K. Goto-Azuma; S. Fujita; O. Seki; M. Hirabayashi and I. Oyabu
2. 発表標題 Research prospects on variations and interactions of Antarctic ice sheet and climate
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川村賢二、アイスコアコンソーシアム
2. 発表標題 100万年超を目指した深層アイスコア掘削と気候復元研究
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 川村賢二、阿部彩子、本山秀明、ドームふじアイスコアプロジェクト
2. 発表標題 南極ドームふじアイスコアの解析から得られた過去72万年間における気候の不安定性と平均状態の関係
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会（国際学会）
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大会（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大藪幾美、川村賢二、北村享太郎
2. 発表標題 南極ドームふじ氷床コアのO2/N2による年代決定の高精度化（8～16.5万年前）
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大藪幾美、川村賢二、東久美子、北村享太郎、青木周司、中澤高清、E. J. Brook、T. Blunier
2. 発表標題 グリーンランドNEEM氷床コアと南極ドームふじ氷床コアによる完新世のメタン濃度の復元
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川村賢二、本山秀明、阿部彩子、ドームふじアイスコアコンソーシアム
2. 発表標題 南極ドームふじ氷床コアから探る過去72万年間における気候の不安定性と平均状態の関係
3. 学会等名 日本第四紀学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kawamura K. (Dome Fuji Ice Core Project)
2. 発表標題 State dependence of climatic instability over the past720000 years from Antarctic ice cores and climate modelling
3. 学会等名 French-Russian glaciology seminar（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Oyabu I.、K. Kawamura、K. Kitamura
2. 発表標題 On the O2/N2 chronology of the Dome Fuji ice cores
3. 学会等名 French-Russian glaciology seminar（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大藪幾美、川村賢二、北村享太郎
2. 発表標題 南極ドームふじ氷床コアのO2/N2による年代精度向上-高分解能分析によるO2/N2の変動メカニズムの考察-
3. 学会等名 雪氷研究大会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Oyabu I., K. Kawamura, K. Kitamura
2. 発表標題 A revised chronology of the Dome Fuji ice core (80-165 ka) from O2/N2 of trapped air
3. 学会等名 5th PAGES Open Science Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenji Kawamura, Ikumi Oyabu, Shuji Aoki and Takakiyo Nakazawa
2. 発表標題 Updates on O2/N2 dating of the Dome Fuji ice core, and some analyses on Terminations
3. 学会等名 Second QUIGS Workshop "Glacial Terminations: Timing & Shape" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Miho Arai, Kenji Kawamura, Kyotaro Kitamura, Kumiko Goto-Azuma, Jun Ogata
2. 発表標題 Methane measurement of ice cores using continuous flow analysis system
3. 学会等名 Seventh Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 I. Oyabu, K. Kawamura, K. Goto-Azuma, K. Kitamura, S. Aoki, T. Nakazawa, E. J. Brook and T. Blunier
2. 発表標題 Preliminary results of atmospheric CH4 concentration during the Holocene reconstructed from the NEEM (Greenland) and Dome Fuji (East Antarctica) ice cores
3. 学会等名 Seventh Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kenji Kawamura, Shuji Fujita, Kumiko Goto-Azuma, Hideaki Motoyama, Fumio Nakazawa, Dome Fuji Ice Core Consortium
2. 発表標題 Drilling of deep ice core exceeding 800,000 years for reconstructing past climate
3. 学会等名 Seventh Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

南極観測隊便り 2017 - 2018 http://polaris.nipr.ac.jp/~icc/NC/htdocs/?page_id=151 南極観測隊便り 2018 - 2019 http://polaris.nipr.ac.jp/~icc/NC/htdocs/?page_id=175 アイスコア研究ブログ http://polaris.nipr.ac.jp/~icc/NC/htdocs/?page_id=166 ドームふじアイスコアコンソーシアム http://polaris.nipr.ac.jp/~icc/NC/htdocs/ リサーチマップ (川村賢二) https://researchmap.jp/read0210571/ ドームふじアイスコアコンソーシアム http://polaris.nipr.ac.jp/~icc/NC/htdocs/ リサーチマップ (川村賢二) http://researchmap.jp/read0210571/

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
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	Severinghaus Jeffrey P. (Severinghaus Jeffrey P.)	スクリップス海洋研究所・地球科学研究部門・教授	

6. 研究組織 (つづき)

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	Brook Edward J. (Brook Edward J.)	オレゴン州立大学・地球・海洋・大気科学部門・教授	
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	Blunier Thomas (Blunier Thomas)	コペンハーゲン大学・ニールスボーア研究所・Professor	
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	Orsi Anais (Orsi Anais)	気候環境科学研究所 (LSCE) ・氷床・気候・安定同位体研究部門・研究員	
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	Parrenin Frederic (Parrenin Frederic)	地球科学・環境科学研究所 (IGE) ・氷床コア・気候・大気化学部門・上級研究員	
その他の研究協力者	大藪 幾美 (Oyabu Ikumi) (20758396)	国立極地研究所・気水圏研究グループ・特任研究員 (62611)	
その他の研究協力者	平林 幹啓 (Hirabayashi Motohiro) (20399356)	国立極地研究所・気水圏研究グループ・特任助手 (62611)	
その他の研究協力者	北村 享太郎 (Kitamura Kyotaro)	国立極地研究所・アイスコア研究センター・技術専門員 (62611)	
その他の研究協力者	尾形 純 (Ogata Jun)	国立極地研究所・アイスコア研究センター・特任技術専門員 (62611)	