

令和 2 年 7 月 3 日現在

機関番号：62611

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12816

研究課題名(和文)南極氷床コアの大気組成分析による間氷期から氷期への寒冷化メカニズムの解明

研究課題名(英文) Mechanism for glacial inception from gas measurements of the Dome Fuji ice core, Antarctica

研究代表者

大藪 幾美 (Oyabu, Ikumi)

国立極地研究所・研究教育系・特任研究員

研究者番号：20758396

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：16-27万年前のドームふじコアから、現地夏至日射量に類似した酸素・窒素比の変動曲線を得た。酸素・窒素比による年代制約点を含む多種の制約条件を用いることが可能な年代計算モデルを導入し、過去27万年間におけるドームふじコアの年代を誤差2000年以内という高精度で構築した。2つ前の間氷期の前後(25-23万年前)において、南極の気温が極大を迎えるタイミングは、北半球夏季日射量と一致する一方、二酸化炭素濃度のそれは気温に対して約2500年遅れることがわかった。間氷期直後の南極の寒冷化の主要因は、二酸化炭素濃度の低下ではなく、地軸傾斜角や歳差といった軌道要素の変化であった可能性が考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

放射強制力と環境応答の変化のタイミングの解明は、気候変動メカニズムの理解にとって重要であるが、最終氷期より古い時代の古気候記録は極端に減少し、年代誤差も大きくなることから、変化のタイミングを高精度で制約することが難しいことが問題となっている。本研究は、氷床コア中の複数の気体成分を同時に高精度で計測し、氷床コア年代も高精度に決定することで、最終氷期よりも古い時代の気候大変動期における強制力と環境応答の両方を高精度に制約できることを示した。この成果は、数値気候・氷床モデルの入力条件や検証にとっても重要であると言え、今後、将来予測の高度化にもつながる全球気候モデル等との連携研究への発展も期待できる。

研究成果の概要(英文)：We precisely measured eight gas species in the Dome Fuji ice core, and obtained a record of O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> ratio that can be matched with local summer insolation between 160,000 and 270,000 years ago. We utilized a probabilistic model with various age constraints (including synchronization of O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> record with local summer insolation curve) to establish a new chronology of the Dome Fuji core and its uncertainty ( $\pm 2000$  years) over the last 270,000 years. We found near-synchronicity in 65N summer insolation, Antarctic warming and atmospheric CH<sub>4</sub> concentration for maxima and minima on orbital time scales. On the other hand, atmospheric CO<sub>2</sub> concentration changed synchronously with Antarctic temperature for the deglacial warmings, while it lagged temperature for the initial major coolings after the interglacial periods, suggesting a minor role of CO<sub>2</sub> for those particular coolings. The methods and data produced here will be useful for future collaborations with numerical climate and ice-sheet models.

研究分野：古気候学、雪氷学、氷床コア解析

キーワード：寒冷化 気候変動 氷床コア 年代決定 二酸化炭素

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

極域氷床コアは、過去の大気を保存している唯一の古気候記録媒体であり、日本が掘削した南極ドームふじ氷床コアからは、過去 72 万年にわたる大気環境や気候変動の復元が可能である (Dome Fuji Ice Core Project members, 2017)。近年、氷床・気候モデルの研究により、長年の謎であった 10 万年周期の氷期-間氷期サイクルの根本的な要因が、約 2 万年周期の北半球夏の日射量に対する北半球氷床の非線形応答であり、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) がそれを増幅した可能性が示された (Abe-Ouchi et al., 2013)。古環境データに基づく研究では退氷期 (氷期から間氷期への温暖化) に着目するものが多い。夏の日射の上昇により北半球の氷床が崩壊を始め、それが炭素循環や海洋深層循環、南極の気温、海水温などと数百年～数千年スケールで相互作用を起こしながら、全球の温暖化を進行させたことが分かってきた (Shakun et al., 2012)。

氷期-間氷期サイクルの完全理解には、間氷期から氷期への寒冷化と氷床拡大プロセスの理解も重要であり、そのためには、まず日射量と気温低下や CO<sub>2</sub> 低下、氷床発達などのタイミングを正確に押さえる必要がある。しかし、間氷期から氷期への寒冷化の時代の研究例は少なく、様々な気候要素が変化したタイミングやメカニズムは理解されていない。例えば、氷床コアの水同位体比 (気温の指標) の低下は CO<sub>2</sub> 濃度低下に数千年も先行したと言われている (退氷期には両者は同時に上昇した) が、氷自体の水同位体比から復元される気温と、氷中の空気から復元される CO<sub>2</sub> 濃度の間には数千年の年代差があるため (大気が氷中の気泡として封じ込められるのは約 100m の深さであり、その深度の氷年代が数千年であるため)、寒冷化と CO<sub>2</sub> 濃度低下の正確なタイミングを計ることが難しいという問題がある。その解決には、窒素分子の同位体比から過去の空気封じ込め深度 (フィルムの厚さ) を推定する方法が有効であると考えられる (Parrenin et al., 2013)。また、窒素やアルゴンの同位体比 ( $\delta_{15}\text{N}$  および  $\delta_{40}\text{Ar}$ ) からの気温復元が試みられており (Landais et al., 2013)、これが寒冷化と CO<sub>2</sub> 濃度低下のタイミングを計る鍵となる可能性もある。

我々は最近、ドームふじコアの年代指標である酸素・窒素比 (O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) を高精度で測定する手法を開発した (Oyabu et al., in review)。それにより、最終間氷期を含む 8～16 万年前の年代精度を大幅に向上させ、最終間氷期からの寒冷化のタイミングを初めて正確に評価した。次の段階として、間氷期の終焉における気温変動と CO<sub>2</sub> や海水準、ダストなどの変動との時間関係を調べ、それが複数の間氷期に共通するかどうかを検証する必要がある。そのためには、最終間氷期より遥かに温暖期が短い約 24 万年前の間氷期に着目することが最適であると考えた。しかし、その時代のドームふじコアの O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> データは時間分解能と測定精度に大きな問題があることが知られており (Kawamura et al., 2007)、その解決が重要課題となっている。

### 2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究は、間氷期から氷期への寒冷化における気温と CO<sub>2</sub> などの変動の時間関係を明らかにすることと、それを基にした気候変動メカニズムの解明を目的とした。

#### (1) 高時間分解能・高精度の大気組成データの取得

第 1 期ドームふじ氷床コアから気体を抽出し、2 つ前の間氷期を含む 17～26 万年前の大気組成を復元する。

#### (2) O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> による高精度な年代決定

高精度の O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> を取得し、それを基に 17～26 万年前の年代軸を一新する。

#### (3) $\delta_{15}\text{N}$ および $\delta_{40}\text{Ar}$ の気温の指標としての可能性の検証

$\delta_{15}\text{N}$  と  $\delta_{40}\text{Ar}$  を高精度で測定し、氷から復元した気温指標である水同位体比の変動との共通性や相違を解析することで、気温指標としての可能性を検証する。

#### (4) 間氷期→氷期の気候変動のタイミングとメカニズムの解明

ドームふじコアから復元する気温・温室効果ガス・降水量の変動を、日射量や海水準・海水温の変動と比較し、それらの前後関係と継続時間を明らかにする。2 つの間氷期から氷期への寒冷化期における変動パターンを比較し、イベントが生じるタイミングの共通性や相違性を明瞭に把握することを通じて、間氷期から氷期へ移行する際の気候変動メカニズムを考察する。

### 3. 研究の方法

17～26 万年前のドームふじ氷床コアから 8 種類の気体成分 (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>,  $\delta_{15}\text{N}$ ,  $\delta_{18}\text{O}$ , O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, Ar/N<sub>2</sub>, 空気含有量) を、国立極地研究所に設置されて融解気体抽出装置と質量分析計分析、ガスクロマトグラフを用いて分析した。

### 4. 研究成果

#### (1) 高精度分析手法の確立

氷床コア試料の表面付近では、コア保管中の酸素やアルゴンの選択的損失により元の値と比べて O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> と Ar/N<sub>2</sub> が低下、 $\delta_{18}\text{O}$  が上昇しており、分別の影響のないデータを取得するためには氷表面を除

去する必要がある。分別を受けている表面層の厚さはコアの深度や保管期間、保管温度によって異なるうえ、必要以上の切除は試料長の増大(分解能の低下)や貴重なコア試料の消費につながるため避けなければならない。そのため、本研究で使用する分析試料に対して必要な除去厚を実験的に求め、その結果を踏まえて表面除去の厚さを 10mm とした。これにより、 $O_2/N_2$  の分析精度として 0.096 ‰ (1 $\sigma$ ) を達成した。この精度は欧州のデータより一桁高い。さらにその他の 7 成分についても世界最高水準の分析精度 ( $CH_4$ , 1.9 ppb;  $N_2O$ , 1.5 ppb;  $CO_2$ , 3.6 ppm;  $\delta^{15}N$ , 0.005 ‰,  $\delta^{18}O$ , 0.009 ‰;  $Ar/N_2$ , 0.090 ‰ 空気含有量, 0.89 ml $_{STP}$  kg $^{-1}$ ) を達成した。この成果は *Atmospheric Measurement Techniques* に投稿し現在査読中である。この手法を用いてドームふじ氷床コアの 16.6 – 27.4 万年前に相当する 1982 – 2362 m を約 1000 年間隔で測定し、8 種類の気体成分のデータを得た (Fig. 1)。 $O_2/N_2$  に加え、 $Ar/N_2$  は、ドームふじの夏至日射量と非常によく似た変動を示した。これにより、先行研究で課題となっていた、22 – 23 万年前の  $O_2/N_2$  のデータの質が低く年代決定に用いることができないという問題点が解決され、16 – 27 万年前の全ての期間においてドームふじコアの  $O_2/N_2$  を年代制約に用いることが可能となった。

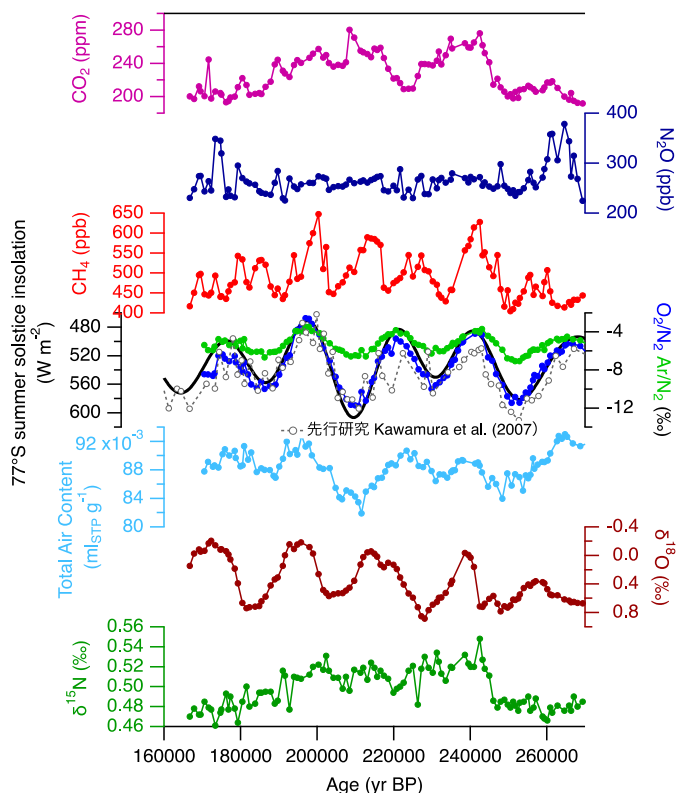


Fig. 1 : 本研究で取得した 8 種の大気組成データ。

## (2) 多種の年代制約条件を用いた高精度年代決定

$O_2/N_2$  データを現地の夏至日射量変動と対比し、 $O_2/N_2$  の年代制約点のみを用いて現行の氷年代を伸縮させて年代軸を更新する手法ではなく、フランスおよびアメリカの研究者との共同研究により、複数の数値モデルを用いて氷と気体の年代を同時に計算する手法を導入した。この新たな手法では、 $O_2/N_2$  による氷の年代制約に加え、 $N_2$  の同位体比 ( $\delta^{15}N$ ) から求めたフィルンの厚さや、等年代の氷と空気の深度差 ( $\Delta$ depth) の情報、示準年代層 (宇宙線生成核種、火山噴火シグナル)、他の気候指標 (石筍の酸素同位体比) との対比による氷と空気の年代制約といった、多種の制約条件を同時に用いることができる。なお、ドームふじにおいては、 $\delta^{15}N$  を用いたフィルン層厚の推定値とフィルンの圧密モデルによるフィルン層厚の推定値が類似していることから、 $\delta^{15}N$  は気温の指標としてではなく、過去のフィルン層厚の指標として用いることが妥当であろうと考えられる (Fig. 2)。氷床流動モデルとフィルン圧密モデルを相互に用いることで、物理的・雪氷学的な矛盾のない年代決定が可能になる。この手法を適用し、新しい  $O_2/N_2$  による年代制約点も加え、氷と気体年代を導出した。この工程は現在進行中で最終的な年代決定には至っていないが、初期的な結果として、氷年代と気体年代の両者において  $\pm 2000$  年程度の誤差で過去 72 万年間にわたって年代計算ができる見込みがたった。これは類似した年代幅を持つ欧州の Dome C 氷床コア (過去 80 万年間遡れる) の年代決定精度 ( $\pm 4000 \sim 6000$  年) と比較して、圧倒的に精度が高い。

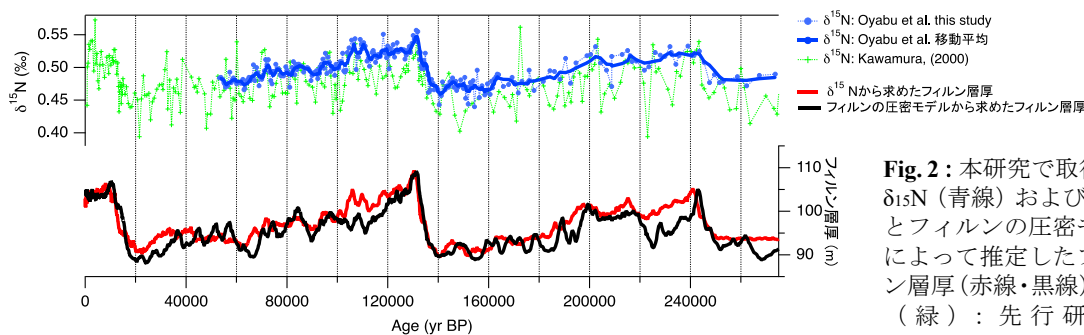


Fig. 2 : 本研究で取得した  $\delta^{15}N$  (青線) および、 $\delta^{15}N$  とフィルンの圧密モデルによって推定したフィルン層厚 (赤線・黒線)。 $\delta^{15}N$  (緑) : 先行研究、Kawamura (2000)。

### (3) 間氷期後の寒冷化における日射量と気温、温室効果ガスの変化のタイミング

本研究で対象としたのは、2 つ前の間氷期の前後における温暖化と寒冷化 (25 – 23 万年前)、および 1 つ前の間氷期前後の温暖化と寒冷化 (14 – 11 万年前) である。北半球高緯度の夏期日射量、南極の気温、メタン濃度、二酸化炭素濃度のデータを、カットオフ周期 1.7 万年のローパスフィルタにより平滑化し、それらの変化のタイミングを比較した。両時期ともに、南極の気温とメタン濃度が極大・極小を迎えるタイミングは、北半球夏季日射量の極大・極小と 2000 年以内で一致することがわかった。一方で、二酸化炭素濃度の極小値のタイミングは気温のそれとほぼ一致するが、極大値を迎えるタイミングは気温に対して約 2500 年遅れることがわかった。また、間氷期後の最初の寒冷期 (11 万年前、23 万年前) において、二酸化炭素濃度は間氷期レベルの半分程度にまでしか低下しなかったことがわかった。これらの結果から、間氷期直後の南極の寒冷化は、二酸化炭素濃度の低下がもたらしたのではなく、地軸傾斜角や歳差といった軌道要素の変化が主要因であった可能性が考えられる。

本研究は、氷床コア中の複数のガス成分を同時に高精度で計測し、コア年代も高精度に決定することで、気候の大変動期における強制力と環境応答の両方を高精度に制約できることを示した。この成果は、数値気候・氷床モデルの入力条件や検証にとっても重要であると言え、今後、将来予測の高度化にもつながる全球気候モデル等との連携研究への発展も期待できる。

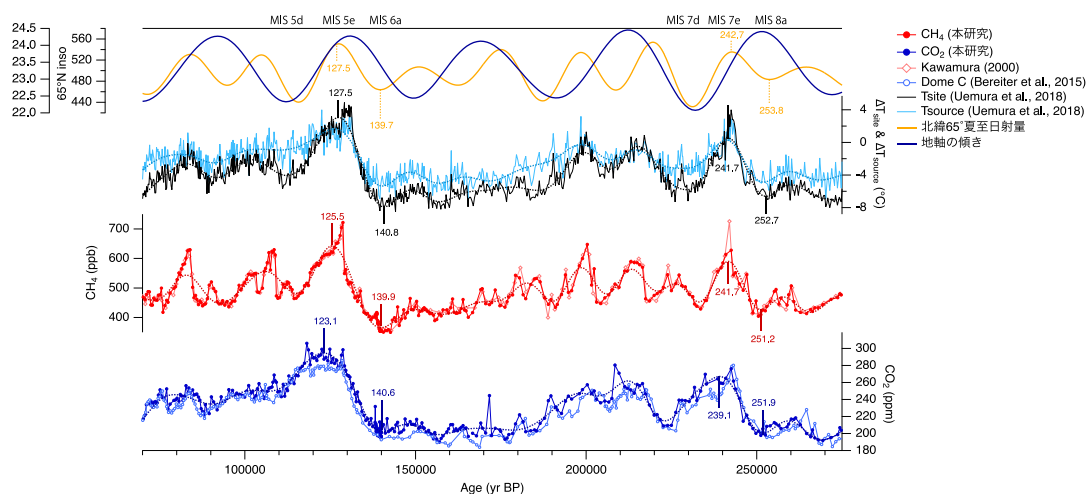


Fig. 3 : 本研究で構築した年代軸に乗せた、気温、南大洋海水温、メタン濃度、二酸化炭素濃度と、北緯 65° 夏至日射量、地軸の傾斜角。

#### <引用文献>

- (1) Dome Fuji Ice Core Project Members (Oyabu, I. 含), State dependence of climatic instability over the past 720,000 years from Antarctic ice cores and climate modeling. *Science Advances*, 3(2), e1600446, doi.org/10.1126/sciadv.1600446, 2017.
- (2) Abe-Ouchi, A., Saito, F., Kawamura, K., Raymo, M. E., Okuno, J., Takahashi, K., & Blatter, H., Insolation-driven 100,000-year glacial cycles and hysteresis of ice-sheet volume. *Nature*, 500(7), 190–193, doi.org/10.1038/nature12374, 2013.
- (3) Shakun, J. D., Clark, P. U., He, F., Marcott, S. A., Mix, A. C., Liu, Z., Otto-Bliesner, B., Schmittner, A., & Bard, E., Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation, *Nature*, 484(7392), 49–54, doi.org/10.1038/nature10915, 2012.
- (4) Parrenin, F., Masson-Delmotte, V., Koehler, P., Raynaud, D., Paillard, D., Schwander, J., Barbante, C., Landais, A., Wegner, A., Jouzel, J., Synchronous Change of Atmospheric CO<sub>2</sub> and Antarctic Temperature During the Last Deglacial Warming, *Science*, 339(6123), 1060–1063, doi.org/10.1126/science.1226368, 2013.
- (5) Landais, A., Dreyfus, G., Capron, E., Jouzel, J., Masson-Delmotte, V., Roche, D. M., Prié, F., Caillon, N., Chappella, J., Leuenberger, M., Lourantou, A., Parrenin, F., Raynaud, D., and Teste, G., Two-phase change in CO<sub>2</sub>, Antarctic temperature and global climate during Termination II. *Nature Geoscience*, 6(1), 1062–1065, doi.org/10.1038/ngeo1985, 2013.
- (6) Oyabu, I., Kawamura, K., Kitamura, K., Dallmayr, R., Kitamura, A., Sawada, C., Severinghaus, J. P., Beaudette, R., Sugawara, S., Ishidoya, S., Dahl-Jensen, D., Goto-Azuma, K., Aoki, S., and Nakazawa, T., New technique for high-precision, simultaneous measurements of CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> concentrations, isotopic and elemental ratios of N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> and Ar, and total air content in ice cores by wet extraction, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, doi.org/10.5194/amt-2020-171, in review, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Oyabu, I., Iizuka, Y., Kawamura, K., Wolff, E., Severi, M., Ohgaito, R., Abe-Ouchi, A., Hansson, M.	4. 巻 125
2. 論文標題 Compositions of dust and sea salts in the Dome C and Dome Fuji ice cores from Last Glacial Maximum to early Holocene based on ice sublimation and single particle measurements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 1205-1225
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1029/2019JD032208	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 Menviel, L., E. Capron, A. Govin, A. Dutton, L. Tarasov, A. Abe-Ouchi, R. N. Drysdale, P. L. Gibbard, L. Gregoire, F. He, R. F. Ivanovic, M. Kageyama, K. Kawamura, A. Landais, B. L. Otto-Bliesner, I. Oyabu, P. C. Tzedakis, E. Wolff, and X. Zhang	4. 巻 12
2. 論文標題 The penultimate deglaciation: protocol for Paleoclimate Modelling Intercomparison Project (PMIP) phase 4 transient numerical simulations between 140 and 127 ka, version 1.0	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geoscientific Model Development	6. 最初と最後の頁 3649-3685
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.5194/gmd-12-3649-2019	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 Schupbach S. et al. (Oyabu, I., 51人中46番目, 所属機関順)	4. 巻 9
2. 論文標題 Greenland records of aerosol source and atmospheric lifetime changes from the Eemian to the Holocene	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1, 10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1038/s41467-018-03924-3	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

〔学会発表〕 計33件（うち招待講演 2件/うち国際学会 11件）

1. 発表者名 Oyabu, I., Iizuka, Y., Kawamura, K., Wolff, E., Severi, M., Ohgaito, R., Abe-Ouchi, A., Hansson, M.
2. 発表標題 Compositions of dust and sea salts in the Dome C and Dome Fuji ice cores from Last Glacial Maximum to early Holocene based on ice-sublimation and single-particle measurements
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Oyabu, I., K. Kawamura, K. Kitamura, F. Parrenin, A. Orsi, and C. Buizert
2. 発表標題 Revising the Dome Fuji ice core chronology
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Oyabu, I., K. Kawamura, K. Kitamura, A. Orsi, and F. Parrenin
2. 発表標題 Penultimate glacial-interglacial transition from gas measurements of the Dome Fuji ice core, Antarctica
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大藪 幾美, 川村 賢二, 北村 享太郎
2. 発表標題 高精度ドームふじ氷床コア年代スケールの構築 (0 -16.5 万年前)
3. 学会等名 雪氷研究大会 (2019・山形)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Oyabu, I., K. Kawamura, K. Kitamura, A. Orsi, and F. Parrenin
2. 発表標題 Timing of climatic events for Termination II from O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> , 180atm and CH <sub>4</sub> records of the Dome Fuji ice core, Antarctica
3. 学会等名 第10回極域科学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikumi Oyabu, Kenji Kawamura, Kyotaro Kitamura
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 EGU General Assembly 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikumi Oyabu, Kenji Kawamura, Kyotaro Kitamura
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 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ikumi Oyabu, Kenji Kawamura, Kyotaro Kitamura
2. 発表標題 A Revised Chronology of the Dome Fuji Ice Core from O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> of Trapped Air
3. 学会等名 POLAR2018 (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大気組成からみるターミネーション2の気候変動
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大藪 幾美、飯塚 芳徳、川村 賢二、Wolff Eric、Severi Mirko、Hansson Margareta
2. 発表標題 不揮発性微粒子の昇華抽出と個別解析によるドームCおよびドームふじ氷床コア中のダストと海塩の沈着量・起源・変質過程の推定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2019年

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

1. 発表者名 Ikumi Oyabu, Kenji Kawamura, Kyotaro 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 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・十日町)
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
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, Edward J. Brook, Thomas 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 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ikumi Oyabu, Kenji Kawamura, Kyotaro Kitamura
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 (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O2/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大会
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大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>プレスリリース 氷期最寒期のダスト飛来量を複数の南極アイスコアから復元 ーダスト起源のパタゴニアからの輸送距離の違いを反映ー <a href="https://www.nipr.ac.jp/info/notice/20200310.html">https://www.nipr.ac.jp/info/notice/20200310.html</a></p>
---

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	川村 賢二  (Kawamura Kenji)  (90431478)	国立極地研究所・准教授    (62611)	
研究協力者	北村 享太郎  (Kitamura Kyotaro)	国立極地研究所・技術専門員    (62611)	
研究協力者	中澤 高清  (Nakazawa Takakiyo)  (30108451)	東北大学    (11301)	

## 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
研究協力者	青木 周司 (Aoki Shujji) (00183129)	東北大学  (11301)	
研究協力者	阿部 彩子 (Abe-Ouchi Ayako) (30272537)	東京大学  (12601)	
研究協力者	堀内 一穂 (Horiuchi Kazuho) (00344614)	弘前大学  (11101)	
研究協力者	藤田 秀二 (Fujita Shuji) (30250476)	国立極地研究所  (62611)	
研究協力者	内田 努 (Uchida Tsutomu) (70356575)	北海道大学  (10101)	
研究協力者	Severinghaus Jeffrey (Severinghaus Jeffrey)	スクリップス海洋研究所	
研究協力者	Parrenin Frederic (Parrenin Frederic)		
研究協力者	Buizert Christo (Buizert Christo)	オレゴン州立大学	

## 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
研究協力者	Brook Edward (Brook Edward)	オレゴン州立大学	
研究協力者	Orsi Anais (Orsi Anais)	LSCE	