

機関番号：10101
 研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2009 ～ 2010
 課題番号：21710002
 研究課題名 (和文) ドームふじ氷床コアを用いた過去 7 2 万年間の大気エアロゾル組成の復元
 研究課題名 (英文) reconstruction of aerosol components in Dome Fuji ice core recent 720kyr
 研究代表者
 飯塚 芳徳 (IIZUKA YOSHINORI)
 北海道大学・低温科学研究所・助教
 研究者番号：40370043

研究成果の概要 (和文)：本研究の目的は過去72万年間における大気エアロゾルの組成を復元することである。南極ドームふじ氷床コアから、 -50°C の環境で不揮発性粒子を集める方法を確立した。その後、不揮発性粒子の組成をエネルギー分散型X線分析で分析した。2万年分解能で大気エアロゾル組成を分析したところ、氷期間氷期スケールの気温変動に対応するように温暖期では硫酸ナトリウムが寒冷期には硫酸カルシウム、塩化ナトリウムが主成分であることが明らかとなり、南極上空に存在していた水溶性の大気エアロゾルはその組成が気候ステージで異なっていることが分かった。

研究成果の概要 (英文)：we reconstructed past aerosol components recent 720kyrBP by using Dome Fuji ice core. As a result, primary components in soluble aerosols were calcium sulfate and sodium chloride during glacial maximums; on the other hand, primary components were sodium sulfate during interglacials.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010 年度	2,300,000	690,000	2,990,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：環境動態解析

科研費の分科・細目：環境動態解析

キーワード：エアロゾル、アイスコア、南極

1. 研究開始当初の背景

氷床コアは数十万年スケールの連続的な古環境記録媒体の中では唯一、過去の気体成分や水溶性エアロゾルを保存しているという長所がある。これまで、氷床コアに含まれる水溶性エアロゾル濃度は氷をクリーンな状態で融解させ、融解水に含まれるイオン濃度として解釈がされてきた。しかしながら、エアロゾル組成については上述した融解によるイオン化のために、イオン濃度から融解前の組成を推定することがこれまでの代表的な方法であった。この方法によるエアロゾ

ル組成は推測の域を出ず、正確な古環境シグナルが得られてきたとは言えない状況にあった。

そこで、申請者は氷を低温で融解させずに昇華蒸発させて、不揮発性（水溶性を含む）500 個以上のエアロゾル粒子を効率的に集める方法を構築した。また、集めた粒子をエネルギー分散型 X 線分析装置 (SEM-EDS) で分析し、最終氷期最盛期など寒冷な気候区分では硫酸カルシウムと塩化ナトリウムが、完新世など温暖期には硫酸ナトリウムが水溶性エアロゾルの主成分であることを統計的

に優位に明らかにした。この方法を用いて、過去の水溶性エアロゾルの組成情報を抽出し、古環境復元をする段階にあった。

2. 研究の目的

開発した昇華法を応用して、本申請課題で南極、ドームふじ氷床コアを用いた過去72万年間のエアロゾル組成の復元を目的とした。

3. 研究の方法

過去72万年間(MIS1~17)の氷床コアに含まれる不揮発性粒子を抽出した。具体的には、エアーコンプレッサー、エアードライヤーを用いて露点温度の低い乾燥空気を作り出し、乾燥空気を強制的にフィルター上の氷コアに送り込んで水溶性エアロゾル粒子が固体で存在できる-45℃以下の状態で氷を昇華蒸発させた。1試料につき500個以上の微粒子の元素組成をエネルギー分散型X線分析装置を用いて分析した。500個以上のデータから統計的に誤差5%以下の精度で過去の大気が有していたエアロゾル組成分布を復元できる。約40試料、2万年スケールのエアロゾル組成の主成分を調べた。

4. 研究成果

2万年分解能で大気エアロゾル組成を分析したところ、氷期間氷期スケールの気温変動に対応するように温暖期では硫酸ナトリウムが寒冷期には硫酸カルシウム、塩化ナトリウムが主成分であることが明らかとなり、南極上空に存在していた水溶性の大気エアロゾルはその組成が気候ステージで異なっていることが分かった。

研究の過程で、南極内陸のエアロゾル組成が大気中の化学反応を反映するのか、積雪中の反応を反映するのか重要な課題となった。そこで、南極ドームふじ地域の表面積雪に含まれるエアロゾル組成分析を行い、上記の課題について評価した。その結果、南極ドームふじ氷床コアに保存されている大気エアロゾルは大気中の化学反応の環境プロキシとなることを突き止めた。この結果は現在(2011年5月1日の時点で)査読付きの雑誌に投稿中である。

大気中に存在するエアロゾルの組成は放射特性、雲核としての特徴に違いがあり、今後地球大気の熱収支変遷に重要な要素にある。その意味で、過去数10万年間のエアロゾルの組成の変遷を探る意義は大きく、本成果を発展させ、今後も関連研究を継続していく。

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8件)

1. Y. Iizuka, H. Ohno, T. Sakurai, S. Horikawa, and T. Hondoh, Chemical compounds of

water-soluble impurities in Dome Fuji ice core. *Physics of Ice core Record 2*, ed. T. Hondoh, 273-285, 2010. (査読有)

2. Y. Iizuka, H. Miura, S. Iwasaki, H. Maemoku, T. Sawagaki, R. Greve, H. Satake, K. Sasa, Y. Matsushi, Evidence of past migration of the ice divide between the Shirase and Soya drainage basins derived from chemical characteristics of the marginal ice in the Soya drainage basin, East Antarctica, *Journal of Glaciology*, 2010, 56(197), 273-285. (査読有)

3. T. Sakurai, H. Ohno, S. Horikawa, Y. Iizuka, T. Uchida, and T. Hondoh, A technique for measuring microparticles in polar ice using micro Raman spectroscopy, *International Journal of Spectroscopy*, 2010, Article ID 384956, doi:10.1155/2010/384956 (査読有)

4. T. Sakurai, H. Ohno, F. E. Genceli, S. Horikawa, Y. Iizuka, T. Uchida and T. Hondoh, Magnesium methanesulfonate salt found in the Dome Fuji ice core, *Journal of Glaciology*, 2010, 56(199), 837-842. (査読有)

5. Ohno, H., M. Kida, T. Sakurai, Y. Iizuka, T. Hondoh, H. Narita, and J. Nagao, Symmetric Stretching Vibration of CH₄ in Clathrate Hydrate Structures *CHEMPHYSICHEM*, 2010, doi:10.1002/cphc.201000519 (査読有)

6. Y. Iizuka, T. Miyake, M. Hirabayashi, T. Suzuki, S. Matoba, H. Motoyama, Y. Fujii and T. Hondoh, Constituent elements of insoluble and nonvolatile particles during the Last Glacial Maximum of the Dome Fuji ice core, *Journal of Glaciology*, 55(191), 552-562, 2009(査読有)

7.T. Sakurai, Y. Iizuka, S. Horikawa, S. Johnsen, D. Dahl-Jensen, J.P. Steffensen, T. Hondoh, Direct observation of salts as micro-inclusions in the GRIP ice core, *Journal of Glaciology*, 55(193), 777-783 (2009). (査読有)

8. F. Genceli, S.Horikawa,Y.Iizuka, T. Sakurai, T. Hondoh, T.Kawamura, G-J. Witkamp, Meridianiite detected in ice, *J. Glaciol.*, 55 (189), 117-122, 2009. (査読有)

〔学会発表〕 (計 10 件)

1.Goto-Azuma, K., Hirabayashi, M., Miyake, T., Uemura, R., Kuramoto, T., Motoyama, H., Igarashi, M., Iizuka, Y., Suzuki, K., Suzuki, T., Fujita, K., Horikawa, S. , Kohno, M., Fujii, Y., Kawamura, K., Aoki, S. and Nakazawa, T.: Orbital and millennial-scale variations of sea-salt, mineral dust and non-sea-salt sulfate aerosols at Dome Fuji, East Antarctica during the past 720,000 years. *International Symposium on Snow, Ice and Humanity in a Changing Climate*, Hokkaido University, Sapporo, Japan 21 June 2010

2.Takayuki Miyake, Yoshiyuki Fujii, Motohiro Hirabayashi, Ryu Uemura, Takayuki Kuramoto , Kumiko Goto-Azuma, Hideaki Motoyama, Koji Fujita , Shinichiro Horikawa, Yoshinori Iizuka, Makoto Igarashi, Mika Kohno, Keisuke Suzuki, Toshitaka Suzuki: Dust flux record from the Dome Fuji ice core, East Antarctica over the past 720-kyr. *International Symposium on Snow, Ice and Humanity in a Changing Climate*, 北海道大学学術交流会館、札幌市. 2010年6月21日.

3.Takayuki Miyake, Yoshinori Iizuka, Kiyofumi Sano, Takuya Tatenuma,Ryu Uemura, Takeo Hondoh, Yoshiyuki Fujii: High time-resolution

analysis of dust in the Dome Fuji ice core, East Antarctica: a comparison of differential climate stages during the last glacial period. *American Geophysical Union 2009 Fall Meeting*, San Francisco, USA, 2009年12月14日.

4.Yoshinori Iizuka: Constituent elements of soluble particles in the Dome Fuji snow and ice core. *The 2nd International Symposium on the Dome Fuji ice core and related topics*, Tokyo, Japan, 18 November, 2009.

5.植本陽、櫻井俊光、飯塚芳徳、宮本淳、保科優、堀彰、藤田秀二、本堂武夫：南極ドームふじ表面雪に含まれる不揮発性微粒子の化学組成分析. 第32回極域気水圏シンポジウム、国立極地研究所、東京、11月17日、2009年

6.油井紗瑛子、鈴木利孝、飯塚芳徳、平林幹啓、本山秀明、藤井理行：南極ドームふじ浅層コアの金属測定による大気古環境解析. 第32回極域気水圏シンポジウム、国立極地研究所、東京、11月17-18日、2009年

7.保科優、藤田耕史、中澤文男、飯塚芳徳、三宅隆之、平林幹啓、倉元隆之、本山秀明：南極ドームふじ積雪の化学成分の堆積後の変化. 第32回極域気水圏シンポジウム、国立極地研究所、東京、11月17日、2009年

8.飯塚 芳徳、鈴木 利孝、櫻井 俊光、平林 幹啓、三宅 隆之、本山 秀明、藤井 理行、本堂 武夫：南極ドームふじ氷床コアによる氷期間氷期スケールの水溶性エアロゾルの主要組成変動. 雪氷研究大会(2009・札幌)、(社)日本雪氷学会・日本雪工学会、北海道大学学術交流会館、9月29日、2009年.

9.Goto-Azuma. K., Hirabayashi, M., Miyake, T.,
Uemura, R., Kuramoto, T., Motoyama, H.,
Igarashi, M., Iizuka, Y., Suzuki, K., Suzuki, T.,
Fujita, K., Horikawa, S., Kohno, M., Fujii, Y.,
Kawamura, K., Aoki, S. and Nakazawa, T.:
Environmental changes during the past seven
glacial cycles reconstructed from Dome Fuji,
East Antarctica. IAMAS/IAPSO/IACS 2009
Joint Assembly(MOCA-09), Motreal, Canada,
2009 年 7 月 19 日

〔図書〕(計 1 件)

1.藤井理行ほか, 成山堂書店, アイスコア,
2011, 263PP

6. 研究組織

(1)研究代表者

飯塚 芳徳 (IIZUKA YOSHINORI)
北海道大学・低温科学研究所・助教
研究者番号: 40370043

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし