

平成 23 年 3 月 10 日現在

研究種目：基盤研究(B)
研究期間：2007～2009
課題番号：19340050
研究課題名（和文）南極氷床コアからさぐる超新星の歴史と太陽活動の履歴
研究課題名（英文）Supernovae and Solar Cycles Embedded in an Antarctic Ice Core

研究代表者
望月 優子 (Motizuki Yuko)
独立行政法人理化学研究所・櫻井 R I 物理研究室・仁科センター研究員
研究者番号：90332246

研究成果の概要（和文）：

氷床コアは、南極などの氷床から取り出された円柱状の氷の試料である。深度が深くなるほど古くなり、雪が堆積した当時の大気成分が保存されている。本研究では、南極ドームふじ基地において 2001 年に掘削された氷床コア中の陰・陽イオンを高時間分解能（1 年以下）で、過去ほぼ 2000 年分にわたって定量分析した。この結果を用いて、ドームふじコアとしては従来になく精度の高い年代軸を構築した。さらにこの新しい年代軸を適用したところ、ドームふじコアの硝酸イオン濃度に、銀河系内超新星爆発の痕跡が残っている可能性が示唆されている。

研究成果の概要（英文）：

We have performed ion analyses of a shallow ice core drilled in 2001 at the Dome Fuji station, Antarctica. Anions and cations in samples that well exceed over the last 2000 years were analyzed with the temporal resolution of less than 1 year. Using this result, we proposed a new core dating (the depth-age relationship) for 1-1900 AD that is much more precise compared with those reported so far for Dome Fuji ice cores. Applied this new chronology, galactic supernova signals appear to be embedded in the nitrate concentration.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	11,400,000	3,420,000	14,820,000
2009 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
総計	13,900,000	4,170,000	18,070,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学 ・天文学

キーワード：X 線天文学、太陽物理学、超新星爆発、極地、氷床コア

1. 研究開始当初の背景

2003 年 4 月 3 日付の日本経済新聞に、南極

ドームふじ基地 (77°S、39°E、標高 3,810m、年平均気温 -57.3°C) において掘削された氷床コア

の同位体比分析から過去 34 万年の気温変動が解明されたとの記事が載った。これを偶然目にした研究代表者は、それまであためていたアイデアを日本で実現できるかもしれないと直感した。氷床コア中の硝酸イオンを分析し、銀河系内の超新星爆発の履歴を調べるというアイデアである。超新星爆発とは、星の死に相当する大爆発で、炭素（原子番号 6）以上のほぼすべての重元素を宇宙空間にまき散らす。超新星爆発を理解することは元素の起源研究の根幹であるが、我々の銀河系内の爆発や頻度を他の方法で検証するのは難しいため、成功すれば天文・宇宙分野に与えるインパクトははかりしれない。このアイデア自体は新しいものではなく、30 年前にネイチャー誌に、南極点で掘削された氷床コア中の硝酸イオンスパイクが、ケプラー（1604 年）、ティコ（1572 年）、SN1181（1181 年）という 3 つの歴史上の銀河系内超新星と同期しているとの報告がある（Rood *et al.* *Nature* 282, 701, 1979）。但し、雪氷学的な観点から強い批判が相次ぎ、著者らは主張を撤回してしまっていた。研究代表者は、コア掘削を行った国立極地研究所にて 2004 年の初頭にセミナーをさせて頂く機会を得、幸いご協力を頂けて、2004 年 4 月から正式に共同研究（国立極地研究所一般共同研究）を立ち上げた。

本研究は、この共同研究を引き継いで、理化学研究所にて本格的にイオン分析を進めるべく開始された。

2. 研究の目的

南極ドームふじ基地で 2001 年に掘削された浅層コア（DF01 コア）を用いて、銀河系内超新星爆発の痕跡の検証と、同時に見つかることが期待される太陽活動 11 年周期を抽出することが目的である。本研究では、過去 2000 年間にわたってこれらを調べる。サンプル数は数千個になり、機器の専有が必要になることから、理化学研究所にイオンクロマトグラフィー装置を導入し、分析体制も整える。

また目的の達成のため、天文学・宇宙化学・雪氷学・大気原子分子反応・大気循環の専門家が分野を越えて協力する。

3. 研究の方法

(1) 氷床コアのイオン分析

まず国立極地研究所の低温室（ -20°C ）にて氷床コアのサンプリング作業（切断・化学整形）を行う。この作業は毎年 2 ～ 1 週間程度をかけて行った。処理したサンプルは、特殊ビニルに密封して理化学研究所の低温室（ -20°C ）にて冷凍保存し、測定前日に解凍して測定に供する。測定には清浄な専用のクリーンルームを準備し、分析には、陰イオンクロマトグラフィー装置（Dionex 社 ICS-2000）を用いた。氷床コアの極微量イオン分析では、1ppb オーダーの感度が必要であり、特許を持

つ Dionex 社の装置でないと測定結果が信用されないという背景がある。

本研究の開始時には、理化学研究所内の予算措置により陰イオンクロマトグラフィー装置 1 台を既に導入済みであり、本予算で 2 台目を導入した。これは、後述するように、初年度に装置の不可避の大トラブルで測定が半年以上ストップするという経験をしたため、多少のトラブルでは研究が滞らないよう配慮した結果である。

陽イオン分析は、共同利用機関である国立極地研究所のイオンクロマトグラフィー装置を利用した。（現時点（2011 年 3 月）では、本研究専用の陽イオンクロマトグラフィー装置を平成 22 年度の科学研究費補助金（基盤 A）にて理化学研究所に導入済みである。）

(2) 分析の精度・確度

研究の目的を達成するためには、特許を持つ世界最高水準のイオンクロマトグラフの測定限界近くにおける、高精度（バックグラウンド濃度レベルに対して精度 5% 以下）かつ極微量（硝酸イオン濃度は約 10 ppb）の分析が必要になる。本研究の初年度（平成 19 年度）に、氷床コアのイオン分析の経験が十分にあり、信頼して測定を一任していた測定者が、実は測定精度やデータの質といったことには無頓着で、たまたまその日の装置の調子がよければ偶然誤差の小さなデータが得られるが、そうでない場合は、必要な精度を達成できていなかったことがわかり、本研究に必要な精度・確度をいかに達成し、かつ定常的に安定に維持するかというグループとしての課題が明らかになった。具体的には、クロマトグラム上の、1) イオンピークが十分に分離されている状態の維持、2) バックグラウンドの平坦度と安定性の維持、3) 検量線の直線性、4) 測定の再現性について、きちんと着目し、慎重かつ細心の注意をもって装置を運用し、生データを取り扱う体制を確立する必要性が認識された。また、基本的なことではあるが、5) 日々の装置の状態・実験のログ記録をきちんと残しグループ内で共有するなど、基本に立ち返り、分析状況や日々生み出されるデータの質について、グループ内で定期的に情報の共有化を図り、議論を行うようにした。その結果、トラブル時にも協力して速やかに対処できるようになった。

研究グループ内での上の対応と並行して、同じく平成 19 年度に、イオンクロマトグラフィー装置製造元の米国の親会社（Dionex）における出荷時の特許部品の汚染と、それに起因して装置の他の複数の部品にも不具合が広がるという不可避免の大アクシデントを経験した。当初は（国際的にも）原因不明であったため、原因を突き止め装置をベストな状態に調整するのに、7 ヶ月以上という予想外の多大な時間と労力を要した。

しかしながら、上述の分析上の課題を克服するための研究グループ内で重ねた検討・工夫や、装置製造元の子会社の日本メーカーの技師も含めた企業側との密なコミュニケーションにより、最終的には、本研究の目的に適った新しい制御ソフト

ウェアプログラムならびにハードウェア制御と測定限界に関する知識をほぼ獲得し、かえってその後の研究基盤を盤石にすることができた。その後は、極微量分析として国際的にみても最高水準の測定精度を達成できており、多少のトラブルがあっても滞りなく研究を遂行することができるようになった。

4. 研究成果

(1) 初期の成果

研究上最初に狙ったのは、SN1006(1006年)とカニ星雲(1054年)という歴史上の2つの超新星爆発が硝酸イオン濃度にダブルピークとして検出される可能性のある、10-11世紀にかけての約200年間である。当時ドームふじコアについて得られていた年代軸で、これらの超新星の候補となるスパイクと、さらに時系列解析により太陽周期と同じ約11年の周期性を得た。この結果を研究年度の2年目(平成20年度)に、さらなる年代の検討とあわせてネイチャー誌に投稿したが、過去2000年分を見せないと信用しない、というのがレフェリー側の強硬な主張であった。分析自体は進行しており、考慮の結果、2000年分の分析と総合的な把握を優先させることとした。

(2) 過去2000年間にわたるイオン分析

本研究の研究期間で(分析開始からほぼ5年をかけて)、時間分解能1年以下で2000年分を越えるイオン分析の結果を得た。とくに陰イオン分析については、再現性確認のため2度遂行した。分析したイオンは、主要陰イオンが3種類(Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-)とその他の陰イオンが7種類(F^- , CH_3COO^- , HCOO^- , MSA , NO_2^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, PO_4^{3-})、陽イオンが5種類(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+)である。

前述したように、本研究グループは、2001年掘削のコア(DF01コア)を用いて研究を行ってきた。南極ドームふじにおける浅層コア掘削は、これまで1993, 1997, 1998, 2001, 2010, 2011年の計6回なされている。コアの表面付近の最上層部は、積雪が「しもざらめ」という脆い雪質で、残念ながらDF01コアの深度2-8mの部分は掘削中に崩れて失われた。この部分の分析は1998年コアで補完している。ここで、歴史上の銀河系内超新星の記録は、西暦1680年付近のカシオペアA以降、年代を特定されたものは300年間観測されていないため、まず8m以深、年代に換算すると1900年以前を扱うこととした。

(3) 火山噴火ピーク同期による詳細コア年代の構築

超新星爆発や太陽周期の抽出では、氷床コアの年代軸(深さ-年代関係)の精度が要である。ドームふじ浅層コアの超新星探索への応用上の難点は、年代を正確に決めにくいこ

とであった。これは、ドームふじでは雪の堆積量が水当量換算で約27mm/yと少ないため、氷の「年縞」を計測するのが難しいことによる。涵養量が十分であれば、目視でも氷密度の疎密の年縞を数えることができるし、また時間分解能が1年を十分下回れば、陽イオン(特に Na^+)や酸素同位体比の季節変動を抽出し、年層を数えて年代を確定できる。本研究グループのイオン分析の時間分解能は、0.7-1年程度である。この時間分解能は、千年スケールを連続的に扱うケースとしてドームふじコアでは最も良いが、ドームふじ雪氷グループで現時点まで行われてきた手によるサンプリングの限界に達しており、イオン分析のみから季節変動を調べるには不十分である。

大規模な火山噴火では、噴出した火山灰やガスが高度10kmを越えて成層圏に達する。火山ガス中の二酸化硫黄と水蒸気は光化学反応を受け、硫酸塩エアロゾルが形成される。噴火の緯度や季節にもよるが、生じた硫酸塩エアロゾルは大気循環によって運ばれて、0-2年後に南極氷床に沈降する。これは氷床コア中の硫酸イオンのスパイクとして検出される。ドームふじ浅層コアの年代決定は、まず、統計的に有意な硫酸イオンスパイクを検出し、年代がわかっている噴火と対比し、同定する。これらをタイムマーカーとし、隣接するタイムマーカー間は涵養量一定という仮定をおいて年代を割り振っていく。現代からさかのぼって西暦1260年頃までは、火山活動も活発で、火山層序学上の噴火年の不定性も比較的小さいので、時間分解能のよい硫酸イオンデータがあれば、年代決定はさほど困難ではない。しかし1260年以前は火山活動が活発ではなく、噴火年の不定性も大きいため、この方法での年代決定は難しい。

最近、研究代表者は、ドームふじ近郊のドローニング・モードランドで掘削されたB32コア中に観測された火山噴火フラックス(Traufetter *et al.*, *J. Glaciology* 50, 137, 2004)と、DF01コアの非海塩性硫酸イオン(nssSO_4^{2-})の濃度変動から示される火山噴火ピークの位置と変動の振幅とが、見事に同期していることに気づいた。ここでB32コアの年代軸は、上述した陽イオンの年層計測により導出されており、それなりに信頼できる。そこで、両者の火山性ピークを詳細に同期させ、B32コアの年代軸をDF01コアに移行させるという手法で、ドームふじコアとしては従来になく高精度な年代の構築に成功した[これをDFS1(ドームふじ浅層コア-1)年代と名付けた]。同期した噴火は31個になる。さらにB32コア年代に関連づけられた他コア(EPICA深層コア)の情報も利用し、西暦元年までさかのぼってDF01コアの年代を決定した[これをDFS2(ドームふじ浅層コア-2)年代と名付けた]。総サンプル数は、2140個である。各火山噴火タイムマーカーの絶対年代不定性は、B32コアの年層計測から決まっており、たとえば1884年の噴火で1年、深くなるほど大きくなって186年の噴火で±23年程度である。DFS1/DFS2年代では、この噴火タイムマーカーの絶対年代不定性に加えて涵養量一定の仮定からくる不定性が増

算される。

ドームふじ浅層コアに対してこれだけ詳しい年代が構築されたのは初めてで、この年代軸は、今後、超新星や太陽周期の探究だけでなく、過去 2000 年にわたる気候・環境変動に関するすべての研究の基盤となる (Y. Motizuki *et al.*, 論文準備中)。

(4) 詳細年代を用いた超新星の痕跡への示唆と今後の展望

新しく構築された詳細な年代軸で、歴史上の超新星の痕跡が認められるか否かについて予備的に検討した結果を記しておく。超新星爆発では、爆発的元素合成により、不安定同位体ニッケル ^{56}Ni が大量に合成される。この ^{56}Ni がコバルト 56 を介して安定な鉄 56 に崩壊する過程で、0.1-3MeV 程度の核 γ 線が放出される。 γ 線が地球に達すると、成層圏でコンプトン散乱および光電効果により吸収され、窒素酸化物の生成を引き起こす。生成された硝酸をはじめとする窒素化合物は大気循環によって南極に運ばれて、氷床中に保存されると考えられる。

研究代表者による予備的な解析によれば、新しく得られた年代 (DFS2 年代) の推定誤差の範囲内に、SN1006 (1006 年) とカニ星雲超新星 (1054 年) の候補となり得る硝酸イオンスパイクが同定できるという結果が得られている。実際には、成層圏に到達する γ 線光子フラックスのエネルギー分布は超新星爆発のタイプによって異なるため、硝酸イオン濃度変動上に現れるスパイクの形状は、詳しくみれば、超新星の爆発タイプ、天球上の位置、超新星までの距離、爆発した季節等によって異なると考えられる。詳細については、今後の課題である。

銀河系内超新星は、過去 2000 年間について爆発年が正確にわかっているものが、SN1006 やカニ星雲超新星を含めて 8 つある。また巨大な太陽フレア (太陽表面での爆発) に伴うプロトン現象 (高エネルギーの陽子が成層圏を直撃する現象) でも、超新星と同様な硝酸イオンスパイクが生じる可能性がある。実際、グリーンランドと南極大陸のロス棚氷とよばれる地域で掘削された氷床コア中の硝酸イオンスパイクが、太陽プロトン現象が起きた時期と同期しているとの報告がある (McCracken *et al.*, *J. Geophys. Res.* 106, 21, 585, 2001)。

今後、本研究で得られた成果をもとに、新しい詳細年代を適用し、すべての歴史上の銀河系内超新星の痕跡の検証、太陽周期解析、太陽プロトン現象との相関の解明等に研究を進展させていく予定である。

(5) コア密度年縞の試行研究と今後の展望

上記 (3) で求められた、火山噴火シグナルの同期による詳細年代は、同期させた火山性ピーク間の涵養量は一定と仮定している。もし

コア密度の「年縞」(夏層と冬層の密度の差) が観測できれば、この仮定をはずすことができ、今後、ドームふじコアとして考え得る最も高精度な年縞年代の構築が可能になる。

この見通しのもと、本研究の最終年度 (平成 21 年度) に、DF01 コアの X 線透過法による密度測定のプロポーザルを、ドームふじアイスコアコンソーシアム・サイエンス委員会に提出し、承認を受け、DF01 コアの X 線密度測定用の配分 (一部) を受けた。直ちに国立極地研究所の低温室にてコア切断作業を行い、X 線測定装置がある北海道大学低温科学研究所に試料を郵送した。これを受けて研究協力者 (堀) が低温科学研究所にて、1 回目のコア密度の X 線測定を行った。

この研究は、平成 22 年度の科学研究費補助金 (基盤 A) のサポートを受けて、連携研究者 (堀) により続けて 2 回目の測定が行われ、上記 (3) で得られた火山シグナル同期年代の年幅を 1 年の目安として、「年縞」が観測されるかどうか評価中である。さらに、平成 23 年度からは最先端・次世代研究開発支援プログラムに移行し、DF01 コアに対する本試行研究を基に、2010 年または 2011 年掘削の新しいドームふじ浅層コアの密度年縞年代構築の研究へと発展する予定である。

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 3 件)

- ①. 望月優子: 「氷床コアを用いた天文学」の構築へ向けて」、*Japan Geoscience Letters* 7, 7-9 (2011) 査読有
- ②. Yuko Motizuki, Yoichi Nakai, and Kazuya Takahashi for Dome F glaciological astronomy collaboration: "Supernovae and solar cycles embedded in a Dome F ice core", *Highlights of Astronomy* 15, 630-631 (2010). 査読有
- ③. 望月優子: 「南極氷床コアからさぐる過去の太陽活動周期と SEP イベントの痕跡に関する考察」、太陽圏シンポジウム 2010 集録、55-58 (2010). 査読無

[学会発表] (計 25 件)

- ①. Yuko Motizuki for Dome Fuji Glaciological Astronomy Collaboration: "Examination of supernova footprints recorded in a Dome Fuji ice core" (Invited talk), The XXXI SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) Open Science Conference, Aug. 4, 2010, Buenos Aires, Argentina
- ②. 望月優子: 「雪氷コアからさぐる天文・宇宙のサイエンスー過去の超新星の爆発から宇宙のリズムまでー」(招待講演)、慶応義塾大学理工学部理工学概論特別講義、2010 年 4 月 21 日、横浜
- ③. 望月優子: 「元素誕生の宇宙史ーわかってい

- ること、わかっていないこと」(招待講演)、JSR 一般教養セミナー、2010 年 2 月 1 日、四日市
- ④. 望月優子:「南極氷床コアからさぐる過去の太陽活動周期と SEP イベントの痕跡に関する考察」、太陽圏シンポジウム、2010 年 1 月 27 日、名古屋
 - ⑤. 望月優子:「南極氷床コアからさぐる過去の超新星爆発と太陽活動周期」(招待講演)、東京大学大学院理学系研究科天文学教室談話会、2009 年 12 月 15 日、東京
 - ⑥. 望月優子:「南極氷床コアからさぐる過去の超新星爆発と太陽活動周期」(招待講演)、青山学院大学理工学部物理・数理学科コロキウム、2009 年 11 月 27 日、相模原
 - ⑦. Yuko Motizuki, Kazuya Takahashi, Yoichi Nakai, Kazuo Makishima, Aya Bamba, Yasuhide Yano, Makoto Igarashi, Hideaki Motoyama, Kokichi Kamiyama, Keisuke Suzuki, Takashi Imamura: "A Dome Fuji core recording both supernovae and solar cycles" (Invited talk), The 2nd International Symposium on Dome Fuji Ice Core and Related Topics, November 20, 2009, Tachikawa
 - ⑧. M. Igarashi, Y. Nakai, Y. Motizuki, K. Takahashi, H. Motoyama, and K. Makishima: "Dating of the Dome Fuji Shallow Ice Core through Volcanic Eruption Records - From 1260AD to 2001AD -" (Poster presentation), The 2nd International Symposium on Dome Fuji Ice Core and Related Topics, November 19, 2009, Tachikawa
 - ⑨. 望月優子, 中井陽一, 高橋和也, 本山秀明:「ドームふじ浅層コアの酸素同位体比と太陽活動長周期」、第 32 回極域気水圏シンポジウム、2009 年 11 月 18 日、立川
 - ⑩. 中井陽一, 望月優子, 高橋和也, 五十嵐誠, 本山秀明, 鈴木啓助:「ドームふじの浅層氷床コアにおける硝酸イオン濃度の年代プロファイルー12 世紀ー19 世紀」、第 32 回極域気水圏シンポジウム、2009 年 11 月 18 日、立川
 - ⑪. 望月優子:「南極氷床コアからさぐる過去の超新星爆発と太陽活動周期」(招待講演)、東京大学大学院理学系研究科地球惑星システム科学セミナー、2009 年 10 月 26 日、東京
 - ⑫. 高橋和也, 望月優子, 中井陽一, 北川路子, 本山秀明, 鈴木啓助:「南極ドームふじ浅層コア中の極微量イオン分析に基づいた、AD. 1-9 世紀における超新星の痕跡の探索の試み」、日本分析化学会第 58 年会、2009 年 9 月 25 日、札幌
 - ⑬. Yuko Motizuki for Dome F glaciological astronomy collaboration: "Supernovae and solar cycles embedded in a Dome F ice core", XXVII IAU General Assembly, Aug. 7, 2009, Rio de Janeiro, Brazil.
 - ⑭. 望月優子:「宇宙と生命とのつながり～生命と元素、星、宇宙のリズム～」(招待講演)、兵庫県立大学皆既日食観測公開アカデミックツアーリズム、2009 年 7 月 21 日、小笠原
 - ⑮. 望月優子:「南極氷床コアから超新星の痕跡と太陽周期をさぐる」(招待講演)、東京大学大学院総合文化研究科宇宙地球グループセミナー、2009 年 7 月 16 日、東京
 - ⑯. 望月優子, 高橋和也, 牧島一夫, 馬場彩, 中井陽一, 矢野安重, 五十嵐誠, 本山秀明, 神山孝吉, 鈴木啓助, 今村隆史:「南極氷床コアからさぐる超新星の痕跡と太陽活動周期」(招待講演)、日本地球惑星科学連合 2009 年大会、2009 年 5 月 20 日、千葉
 - ⑰. 五十嵐誠:「火山噴火記録から推定した南極ドームふじ浅層コアの堆積年代」、低温科学研究所研究集会「氷床コアによる古気候・古環境復元の高度化研究」、2009 年 2 月 19 日、札幌
 - ⑱. 五十嵐誠, 中井陽一, 高橋和也, 牧島一夫, 鈴木啓助, 本山秀明:「南極ドームふじ浅層コア中に含まれる極微量溶存成分の年変動」、日本陸水学界第 73 回大会、2008 年 10 月 11 日、札幌
 - ⑲. 五十嵐誠, 中井陽一, 望月優子, 高橋和也, 本山秀明, 牧島一夫:「火山噴火記録から推定した南極ドームふじ浅層コアの堆積年代」、2008 年雪氷研究大会、2008 年 9 月 27 日、東京
 - ⑳. 五十嵐誠, 高橋和也, 中井陽一, 望月優子, 本山秀明:「南極ドームふじ浅層コア中に含まれる極微量溶存成分の年変動」、日本分析化学会第 57 年会、2008 年 9 月 10 日、福岡
 - ㉑. 望月優子:「南極氷床コアを用いた超新星・太陽周期探索プロジェクト」、学術会議シンポジウム「第二回 天文学・宇宙物理学の展望」、2008 年 6 月 1 日、東京
 - ㉒. 五十嵐誠, 望月優子, 高橋和也, 中井陽一, 本山秀明:「火山噴火記録から推定した南極ドームふじコアの堆積年代、I 1260AD～現在」、日本地球惑星科学連合大会、2008 年 5 月 29 日、千葉
 - ㉓. 望月優子:「地球上に残った超新星の痕跡」(招待講演)、日本物理学会第 63 回年次大会、2008 年 3 月 24 日、東大阪
 - ㉔. 望月優子, イオン詳細解析グループ:「ドームふじ浅層コアイオン詳細解析ー超新星、太陽周期、分析上の留意点ー」、国立極地研究所研究集会「南極氷床の物理・化学・生物のフロンティア 4」、2008 年 3 月 19 日、東京
 - ㉕. 望月優子, 五十嵐誠, 高橋和也, 牧島一夫,

馬場彩、中井陽一、本山秀明、神山孝吉、鈴木啓助：「ドームふじ浅層コアのイオン詳細解析の現状と今後」、国立極地研究所研究集会「南極氷床の物理・化学・生物のフロンティア3」、2007年3月22日、東京

〔図書〕(計2件)

- ①. 藤井理行 編著 (望月優子共著)、成山堂書店、『アイスコア 地球環境のタイムカプセル』、2011、印刷中。
- ②. 岡村定矩・池内了・海部宣男・佐藤勝彦・永原裕子編、(望月優子共著)、日本評論社、シリーズ現代の天文学 I 『人類の住む宇宙』、2007、94-137.

〔その他〕

受賞：

Yuko Motizuki, Best Oral Presentation at the XXXI SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) Open Science Conference, Buenos Aires, Argentina, Aug. 2010.

ホームページ：

<http://ribf.riken.jp/~motizuki/ice/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

望月 優子 (Motizuki Yuko)
独立行政法人理化学研究所・櫻井R I 物理研究室・仁科センター研究員
研究者番号：90332246

(2) 研究分担者

高橋 和也 (Takahashi Kazuya)
独立行政法人理化学研究所・RI 応用チーム・専任研究員
研究者番号：70221356

中井 陽一 (Nakai Yoichi)
独立行政法人理化学研究所・櫻井R I 物理研究室・専任研究員
研究者番号：30260194

(3) 連携研究者

牧島 一夫 (Makishima Kazuo)
東京大学・大学院理学系研究科・教授
研究者番号：20126163

五十嵐 誠 (Igarashi Makoto)
独立行政法人理化学研究所・牧島宇宙放射線研究室・協力研究員
研究者番号：50435624

本山 秀明 (Motoyama Hideaki)

国立極地研究所・研究教育系・教授
研究者番号：20210099

鈴木 啓助 (Suzuki Keisuke)
信州大学・理学部・教授
研究者番号：60145662

(4) 研究協力者

馬場 彩 (Bamba Aya)
独立行政法人宇宙航空研究開発機構・高エネルギー天文学研究系・特別研究員
研究者番号：70392082 (平成19年度)

今村 隆史 (Imamura Takashi)
国立環境研究所・大気圏研究領域・領域長
研究者番号：60184826 (平成20年度)

秋吉 英治 (Akiyoshi Hideharu)
国立環境研究所・大気圏研究領域・主任研究員
研究者番号：80211697 (平成21年度)

堀 彰 (Hori Akira)
北見工業大学・社会環境工学科・准教授
研究者番号：60280856 (平成21年度)

熊谷 紫麻見 (Kumagai Shiomi)
日本大学・理工学部・教授
研究者番号：20271520 (平成21年度)