

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されません

研究課題名	南極氷床コアからさぐる過去2千年の太陽活動に関する分野横断的研究
研究機関・ 部局・職名	独立行政法人理化学研究所・ 仁科加速器研究センター望月雪宇宙科学研究ユニット・研究ユニットリーダー
氏名	望月 優子

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	126,000,000	126,000,000	0	126,000,000	125,994,987	5,013	0
間接経費	37,800,000	37,800,000	0	37,800,000	37,800,000	0	0
合計	163,800,000	163,800,000	0	163,800,000	163,794,987	5,013	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	9,999	55,687,108	9,116,109	23,872,849	88,686,065
旅費	0	2,343,040	1,001,198	1,315,418	4,659,656
謝金・人件費等	0	4,886,408	14,769,065	9,776,861	29,432,334
その他	0	268,307	810,382	2,138,243	3,216,932
直接経費計	9,999	63,184,863	25,696,754	37,103,371	125,994,987
間接経費計	0	23,520,000	6,930,000	7,350,000	37,800,000
合計	9,999	86,704,863	32,626,754	44,453,371	163,794,987

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
安定同位体比質量分析システム	IsoPrime100 LWIA-24d	1	47,407,500	47,407,500	2011/10/27	独立行政法人理化学研究所
南極氷床コア保管用超低温冷凍庫	パナソニック・ MDF-U73VS5	1	2,272,969	2,272,969	2011/10/31	独立行政法人理化学研究所
化学反応動的モデリングソフトウェア	MCPA Software社	1	1,155,000	1,155,000	2011/12/28	独立行政法人理化学研究所
17O酸素同位体測定装置	LGR社 IWA-45EP	1	8,274,000	8,274,000	2013/5/29	独立行政法人理化学研究所
超低温フリーザー	パナソニック・ MDF-U700VX- PJ	2	2,351,067	4,702,134	2013/12/17	独立行政法人理化学研究所
超低温フリーザー用貯蔵ケース	パナソニック (特注)	24	49,734	1,193,616	2013/12/17	独立行政法人理化学研究所

5. 研究成果の概要

南極大陸のドームふじ基地で2010年に掘削された氷床コアに対し、過去2000年分にわたる時間分解能1年の硝酸イオン濃度と酸素同位体比データを取得した。硝酸イオン濃度は過去の太陽活動の代替指標となり得、酸素同位体比より過去の気温が復元できる。また当初予定にはなかったが、米国砂漠研究所と協力し複数の氷床コアの詳細な年代決定を行い、過去2000年の火山噴火の気候変動への影響に関する日米欧の国際共同研究に発展させた(英科学誌ネイチャー・クライメート・チェンジに掲載決定)。

年代を精度良く特定できる西暦1550～1900年の硝酸イオンデータを解析したところ、太陽周期と同じ約11年と約22年周期を発見し、かつ11年周期の強度変動の抽出に成功した。これにより本研究の主目的の一つである、ドームふじ氷床コア中の硝酸イオン濃度が過去の太陽活動の指標となることを示すことができた。また、太陽黒点がほとんど観測されなかったいわゆる「マウンダー極小期(1645-1715年)」において、硝酸イオン濃度は11年の周期性を示すことを見出した。

酸素同位体比からは、過去2000年にわたる気温の復元に成功した。年代が精度良く決定された1750年～1940年のデータを解析したところ、約10年と約20年の周期を発見し、かつ同位体比から求められた気温が太陽黒点数の変動に1年ほど遅れて運動している証拠を得た。

さらに、本研究課題では、難易度の高い超低温濃度の硝酸イオン中の窒素同位体比の分析にも挑戦した。南極内陸の氷床コアとしては世界で2例目である。窒素同位体比は、大局的には硝酸イオン濃度との相関はほとんどないことが示唆された一方、散発的に観測される硝酸イオンピークとの相関は非常に強く、将来的にはこれを用いて高エネルギー天体イベントが同定できることがわかった。

本研究課題では、「年縞」の検証を目的として、過去2000年分の氷床コアの密度変動データも取得した。予備的解析によると、年縞は平均してコア長の約6割で観測された。従って、今後、年縞カウント法を適用し、部分的にさらに詳しいコア年代を構築できる可能性が開けた。

理論研究としては、世界で初めて成層圏のイオン化学反応を取り込んだ、いわゆるボックス・モデルを完成させた。具体的には、高度20-75kmの大気に適用でき、480種類の放射線・イオン・中性・光化学反応等を含む。2003年の太陽プロトンイベントについてモデル計算し、観測をよく再現できることを確かめた。

以上の研究成果から、本研究は、地球温暖化についてのさらなる科学的理解の増進(国民の興味)と、科学的見地にに基づく環境行政政策への貢献、また気候学モデルへの今後の応用・発展が強く期待できる。

課題番号

GR098

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	南極氷床コアからさぐる過去2千年の太陽活動に関する分野横断的研究
	Interdisciplinary research on solar activity in the last 2000 years studied with Antarctic ice cores
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	独立行政法人理化学研究所・仁科加速器センター望月雪氷宇宙科学研究 ユニット・研究ユニットリーダー
	Research Unit Leader, RIKEN Nishina Center
氏名 (下段英語表記)	望月 優子
	Yuko Motizuki

研究成果の概要

(和文):

南極大陸のドームふじ基地で2010年に掘削された氷床コアに対し、過去2000年分にわたる時間分解能1年の硝酸イオン濃度と酸素同位体比データを取得した。硝酸イオン濃度は過去の太陽活動の代替指標となり得、酸素同位体比より過去の気温が復元できる。また米国と協力し当初予定にはなかった氷床コアの詳細な年代決定を行い、過去2000年の火山噴火の気候変動への影響に関する国際共同研究に発展させた。

年代を精度良く特定できる西暦1550~1900年の硝酸イオンデータを解析したところ、太陽周期と同じ約11年と約22年周期を発見し、かつ11年周期の強度変動の抽出に成功した。これにより本研究の主目的の一つである、ドームふじ氷床コア中の硝酸イオン濃度が過去の太陽活動の指標となることを示すことができた。

酸素同位体比からは、過去2000年にわたる気温の復元に成功した。年代が精度良く決定された1750年~1940年のデータを解析したところ、約10年と約20年の周期を発見し、かつ同位体比から求められた気温が太陽黒点数の変動に1年ほど遅れて連動している証拠を得た。

さらに、南極内陸の氷床コアとしては世界で2例目となる、難易度の高い超低濃度の硝酸イオン中の窒素同位体比の分析にも成功した。窒素同位体比は、大局的には硝酸イオン濃度との相関はほとんどないことが示唆された一方、散発的に観測される硝酸イオンピークとの相関は非常に強いことが世界で初めて見出された。

本研究課題では、「年縞」の検証を目的として、過去2000年分の氷床コアの密度データも取得した。年縞は平均してコア長の約6割で観測され、今後、年縞カウント法を適用し、部分的にさらに詳しいコア年代を構築できる可能性が開けた。

理論研究としては、世界で初めて成層圏のイオン化学反応を取り込んだ、いわゆるボックス・モデルを完成させた。具体的には、高度 20-75km の地球大気に適用でき、480 種類の放射線・イオン・中性・光化学反応等を含む。2003 年の太陽プロトンイベントについてモデル計算し、観測をよく再現できることを確かめた。

以上の研究成果から、本研究は、地球温暖化についてのさらなる科学的理解の増進(国民の興味)と、科学的見地に基づく環境行政政策への貢献、また気候学モデルへの今後の応用・発展が強く期待できる。

(英文):

We studied nitrate ion (NO_3^-) concentration spikes observed in Dome Fuji (Antarctica) ice cores drilled in 2001(DF01) and 2010(DFS10). We found that clear evidence of both an 11-year and a 22-year periodicity by applying time-series analyses to the baseline variations of the NO_3^- concentration data from 1550 to 1900 C.E. These periodicities are the same as the two most prominent solar cycles. Thus, NO_3^- concentrations in the Dome Fuji ice core are a potential new proxy for past solar activity. In addition, some NO_3^- concentration spikes observed in the DF01 core can be tentatively regarded as footprints of known galactic supernovae. We also reconstructed the temperature around Dome Fuji over the past 2000 years, and found a relatively strong correlation between the temperature and sunspot number variation. We further succeeded in analyzing nitrate isotope ratio of NO_3^- in the DFS10 core. Theoretically, we developed a box model to simulate chemical composition changes induced by high-energy cosmic particles in the stratosphere. Here, ionic reactions in the stratosphere were newly involved and we found that ionic reactions are essential for the result.

1. 執行金額 163,794,987 円
(うち、直接経費 125,994,987 円、 間接経費 37,800,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

気候変動において、人為的な要因(CO_2 の増加)と自然的な要因(主に太陽活動)のどちらが主因であるか、国際的にも国内的にも科学者のあいだで大きく議論が割れている。国民の立場からすれば、どちらを信じればよいのかよくわからない。不一致がおきる理由は、信頼のおける過去の気温や太陽活動強度の指標データが限られていることも一因である。実際には、自然変動による気温の変動に人為的に引き起こされた気温上昇が上乗せされているはずである。地球温暖化を真に理解するために、従来研究とは異なる指標を用いた過去の太陽活動の基礎データが喫緊に望まれている。特に、現代機器による観測結果や歴史上の記録がある過去 2000 年間についての基礎データが重要である。

本研究は、課題採択時に審査委員会より「気候変動研究における重要課題を対象にした研究」との所見を受けた、実験・理論の両課題からなる研究である。実験的課題では、南極大陸の日本

の基地「ドームふじ」にて 2010 年に掘削された氷床コア(DFS10 コア)に対して、時間分解能 1 年で過去 2000 年にわたる硝酸イオン(NO_3^-)濃度と、水の酸素同位体比($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 、以下、 $\delta^{18}\text{O}$)とを分析する。 NO_3^- 濃度は過去の太陽活動の代替指標となり得、 $\delta^{18}\text{O}$ より過去の気温が復元できる。これらから過去 2000 年にわたる太陽活動と気温変動を復元し、太陽活動と気温との相関関係を探究する。ここで、氷床コアとは、降り積もった雪が固まった氷床から円柱状に切り出した氷の試料である。深度と年代とが対応しているため、氷床コア中の化学成分を解析すれば、過去の大気組成の変動がわかる。

補助事業者のこれまでの研究から、氷床コア中の NO_3^- 濃度変動プロファイルに散発的に“ピーク”が生じることがわかっている。このピークは巨大な太陽プロトンイベント(太陽フレアと呼ばれる太陽表面での爆発に伴い、高エネルギーの陽子が成層圏を直撃する現象:以下SPE)、もしくは銀河系内の超新星爆発の痕跡である可能性が指摘されているが、どちらかよくわかっていない。本研究の理論的課題では、この NO_3^- ピークが生成される背景の理解を目指す。

具体的な研究目標は、以下のとおりである。

- (1) DFS10 コア、および 2001 年に掘削された氷床コア(DF01 コア)について、詳細な年代決定を行い、 NO_3^- 濃度が過去の太陽活動の指標となり得るかどうかが検証する。
- (2) DFS10 コアの $\delta^{18}\text{O}$ から過去 2000 年にわたる気温変動を復元する。望遠鏡による太陽黒点の連続観測データがある 1750 年以降について、復元された気温変動の周期と、太陽活動との関係を検証する。
- (3) DFS10 コアについて、難易度の高い超低濃度(ベースライン)変動の NO_3^- 中の窒素同位体比分析($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ 、以下、 $\delta^{15}\text{N}$)に初めて挑戦し、 NO_3^- との相関を検証する。この結果から $\delta^{15}\text{N}$ が、 NO_3^- とも異なる新しい太陽活動の指標になり得るかどうかについて考察する。
- (4) 氷床コアデータに現れる NO_3^- ピークの理論的な理解を目指す。このため、
 - ① 巨大 SPE が大気高度 20–75km(成層圏・中間圏)にて引き起こす、窒素酸化物(NO_x)の濃度上昇やオゾン層の破壊の度合いを調べるボックス・モデルを構築する。観測結果のある SPE に適用してモデルの妥当性を検証する。
 - ② 国際的なアセスメントで評価の高い国立環境研究所の3D 化学気候(大気大循環)モデルを用い、成層圏で十分な量の NO_x 上昇があった場合、ドームふじ上空で硝酸濃度が有意に高くなるケースがあるかどうか調べる。
 - ③ 超新星爆発から放出されるX線・ γ 線のスペクトルと継続時間を数値計算する。これを参考に超新星爆発の場合、 NO_3^- ピークの形成が可能かどうかエネルギー論的に吟味する。
- (5) コア密度を測定し、「年縞(夏層と冬層の密度の差)」が観測されるかどうか検証する。観測された場合、「年縞カウント法」によるさらに詳しい年代が部分的に構築可能か検討する。

4. 研究計画・方法

研究計画全体の俯瞰図を図 1 に示す。本研究は、宇宙物理学、雪氷学、さらに気候学分野の研究者が連携し、理論・実験が組合わさった国際的にも類がない分野横断的研究である。方法については、項目 5. の各テーマの記載中で適宜、言及する。

5. 研究成果・波及効果

本研究により得られた研究成果は、テーマ別に以下のとおりである。

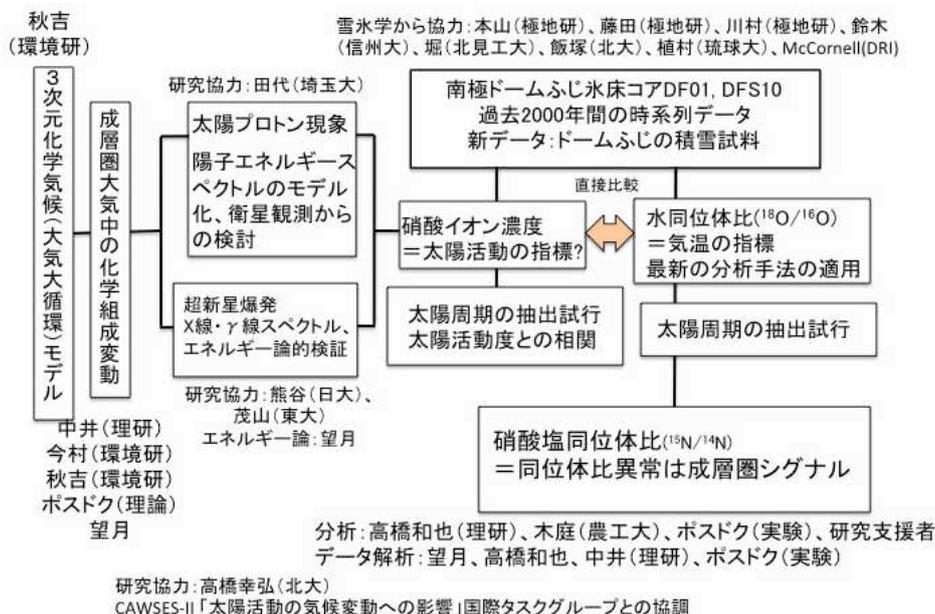


図1 本研究計画の俯瞰図

(1) NO₃⁻濃度と太陽周期

DFS10 コアに対し、当初計画どおり、過去 2000 年分にわたる時間分解能1年のNO₃⁻濃度データを取得した。結果は、昨年の実施状況報告書(追加調査票)図4に示した。ここでは、年代を精度良く特定できたDF01 コアの西暦 1550~1900 年のNO₃⁻濃度とその解析結果を示す(図2)。補助事業者らは、NO₃⁻濃度変動に太陽周期と同じ約 11 年と約 22 年の周期があることを発見し、11 年周期の強度変動の抽出にも成功した。これにより、本研究の第一の目的であるドームふじ氷床コア中のNO₃⁻濃度が新しい過去の太陽活動の指標となることを示すことができた。なお、DFS10 コアのNO₃⁻ベースライン変動は、DF01 コアの変動(図2aの赤ライン部)と2000年にわたって非常に似通っていることがわかった。つまり、ドームふじNO₃⁻濃度が太陽活動の指標となり得ることが、2本のコアから確かめられることになるので、この仮説は本研究により確定する。

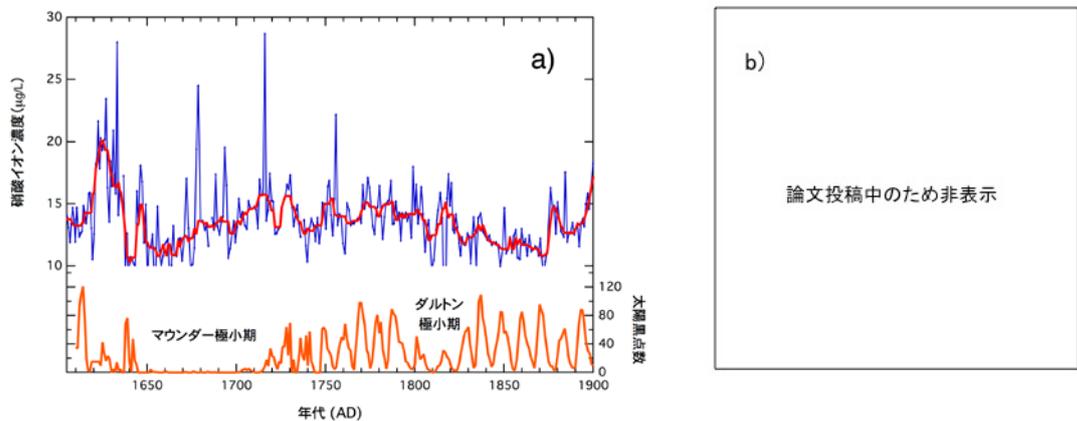


図2 a)太陽黒点数(橙)とNO₃⁻濃度(青:生データ、赤:ならされた値)。b)NO₃⁻濃度の変動周期。

基盤となる年代決定については、DF01コアの過去2000年にわたる年代決定の論文を国際学術雑誌に発表した。これは他コアの火山噴火シグナルとのマッチングによる新しい年代構築法を適用したもので、ドームふじコアで1200年以前の年代が初めて適切に決定できた。また、当初予定になかったが、米国砂漠研究所との共同研究を進展させ、DFS10コアおよびDF01コア両方について、さらに詳細な年代決定を行った(年代決定を行った論文は英科学誌ネイチャー・クライメート・チェンジに掲載決定)。さらに過去2000年の火山噴火の気候変動への影響に関する日米欧の国際共同研究に発展した。

(2)δ¹⁸Oと太陽周期

DFS10コアのδ¹⁸Oから、過去2000年にわたる気温変動の復元に成功した。結果は、昨年の実施状況報告書(追加調査票)図5に示した。年代が精度良く決定されている1750年~1940年のデータを解析したところ、太陽周期とほぼ同じ約10年と約20年の周期を発見し、かつ太陽黒点数の変動に1年ほど遅れてδ¹⁸Oから求められた気温が連動して変動している傾向を見出した。つまり、産業革命前の気温変動が太陽活動と連動している直接的な証拠である(英科学誌ネイチャーへ投稿準備中)。これにより、本研究の第二の目的は達成された。さらに、当初計画にはなかったが、水の水素同位体比(D/H)の分析にも行き、過去2000年の海面水温の変動を復元することにも成功した。

(3)世界2例目のδ¹⁵N分析

難易度の高い超低濃度(ベースライン変動)のδ¹⁵N分析に挑戦し、南極内陸の氷床コアとして世界で2例目となる分析に成功した。ベースライン上のNO₃⁻とδ¹⁵Nは相関係数r=0.18で、相関はあまり認められなかった(図3;論文投稿中)。慎重な結論が必要だが、δ¹⁵Nは太陽活動指標とはならない可能性が高い。一方、散発的に観測される高濃度NO₃⁻ピークのδ¹⁵Nについては、昨年54サンプルの分析に成功し、NO₃⁻とδ¹⁵Nの相関は非常に強いことがわかっており(相関係数r=0.82)(結果は、実施状況報告書(追加調査票)図6に提示済)、将来的にはδ¹⁵Nを用いてNO₃⁻ピークの起源となる高エネルギー天体イベントを同定できる可能性があることがわかった。さらに、当初計画になかったが、δ¹⁵Nより濃度がさらに一桁低い、NO₃⁻中の¹⁸O/¹⁶Oの極微量分析にも成功した。NO₃⁻中の¹⁸O/¹⁶Oからは、気候変動の理解に基本的な、大気大循環への示唆が得られることがわかっている。

論文投稿中のため非表示

図3 超低濃度NO₃⁻中のδ¹⁵Nの新しい測定結果。70 サンプル。

(4)理論的研究とNO₃⁻ピークの理解

世界で初めて成層圏のイオン化学反応を取り込んだ、いわゆるボックス・モデルを完成させた。これは 480 種類の放射線・イオン・中性・光化学反応を含んでおり、高度 20-75km の大気に適用可能である。「ハロウィン・イベント」と呼ばれる 2003 年の SPE についてモデル計算し、先行研究 (WACCM3; Jackman *et al.*, 2008)と比較して観測をよく再現できることを確かめた。

補助事業者がモデルの入力値となる SPE の陽子エネルギー付与を簡易モデル化し、過去 200 年間で最大であった「キャリントン・イベント」クラスを超えた SPE が起きた場合の影響について予測した(図4a)。イオン反応を含めるとイオン反応を考慮しない場合の 40%以上も NO_x の生成量が増加し、イオン反応が本質的に重要な役割を果たしていることがわかった。又、図 4a においてオゾンは、約 70%減衰している。以上は入力エネルギーが一定の単純化されたモデルについての結果だが、今後の入力モデルの精密化のため、共同研究者が最新の天文衛星観測に基づいて、「SPE 陽子のスペクトルインデックスは-1.7 付近」という結果を得ている。

さらに国立環境研究所の共同研究者により、3 次元化学気候モデルによる数値実験が遂行された(平成 25 年 5 月に国内会議発表)。高度 35-55km で NO_x 濃度が全球で一様に 10 倍になったと仮定した場合(超新星のケースに相当する)、ドームふじ上空で硝酸濃度が有意に高くなるケースがあることが確認された(図4b)。一方、SPE に相当する、南北高緯度(60-90°)だけで NO_x 濃度が同様に上昇すると仮定した場合、超新星を仮定したケースほど明確に南極上空での硝酸濃度上昇は認められなかった。

超新星爆発のX線・γ線エネルギーと放射の継続時間のモデル計算についても、当初の計画どおり、共同研究者により遂行された。これを参考に、銀河系内の超新星爆発が氷床コア中にNO₃⁻スパイクを痕跡として残せるかどうかについて、補助事業者がエネルギー論的に検討した。観測された大きさのピークの生成は、エネルギー論的に可能という結論が得られた(平成 24 年 11 月に国際会議にて発表)。一方、氷床コアの 1 年分解能のNO₃⁻プロファイルには、上述の「キャリントン・イベント(1859 年)」は、年代不定性の範囲内でピークとして現れなかった。また、図2aの生データ(青ライン)に見られるピークのうちの 2 つは、歴史的超新星爆発の年代(1680 年のカシオペア座A、最近発見された 1900 年付近のG1.9+0.3)と不定性の範囲でよく一致した。以上の研究により、NO₃⁻ピークは銀河系内の超新星爆発の痕跡を捉えている可能性が高いと考察される。

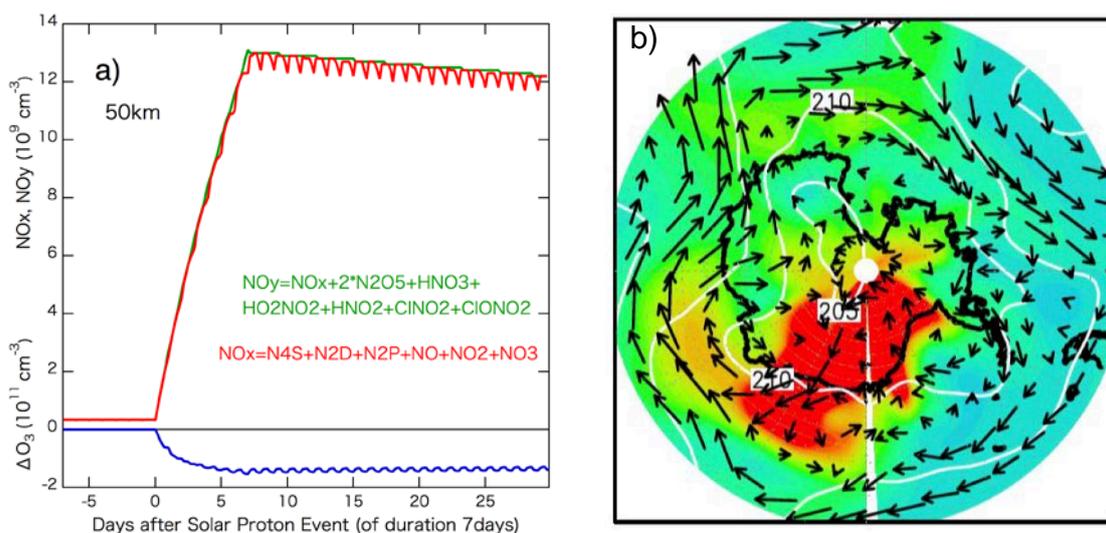


図4 a)「キャリントン・イベント」を模した場合の NO_x と反応性窒素酸化物(NO_y)の増加、およびオゾン密度の減少。高度 50km での計算例。b) 国立環境研究所 3D 化学気候モデルによる南極域への硝酸の伝搬。高度 8km 付近。超新星による NO_x の全球一様増加を仮定した場合。色の濃淡は硝酸濃度、白線は気温分布、黒矢印は風向と風速を示す。黒太線が南極大陸。

(5) 密度年縞の計測と年縞年代の可能性

本研究では、「年縞」の検証を目的として、氷床コアの密度も測定した。 γ 線透過法を適用して、DFS10 コアの全長(過去 3000 年分に相当)の密度変動データを約 3mm の分解能で取得した。コアの上方(約 20m)に関しては、X 線透過法も併用した。予備的解析によると、年縞は平均してコア長の約 6 割で観測された。これにより、火山シグナルが比較的多い 1200 年以降に関しては、年縞をカウントして部分的にさらに詳しい年代を構築できる可能性が開けた。

(6) 研究成果のまとめ

平成25年度は、中間評価で指摘されたように、経験豊富な共同研究者との有意な分野横断的議論ができるよう、会合を合計11回重ね、本研究の研究目的が達成できた。実験課題では、マンパワーの配置のしかたや実験手法を最大限に工夫したことにより、通常ペースでは 10 年程度をかけて取得する大量のデータが約 2 年で得られた。なお、補助事業者を第一著者として現在、4 篇の論文が投稿中であり、年度内に 10 篇程度の論文が国際学術誌へ発表される見通しである。

(7) 本研究のブレークスルー

本研究のブレークスルーと呼べる成果としては、以下が挙げられる。①DFS10 コアに対して、初めて過去 2000 年分の $\delta^{18}\text{O}$ が時間分解能1年以下で分析され、 $\delta^{18}\text{O}$ (気温指標)に太陽周期と同じ約 10 年と約 20 年の振動周期があり、気温が太陽黒点変動と連動していることが発見された。これは、補助事業者が知る限り世界初の成果である。太陽周期として最も基本的な約 10 年と約 20 年の周期の発見により、100 年スケールの太陽周期(約 90 年や約 200 年)の存在も自然に期待できる。実際、年代決定した $\delta^{18}\text{O}$ と NO_3^- のプロファイルにも、200 年程度の変動が目で見えて認められる。②技術的に難易度の高い $\delta^{15}\text{N}$ の超微量分析に南極氷床コアとしては世界で2例目に成功し、 NO_3^- ピークでは相関係数 0.82 という強い正の相関があることを世界で初めて見出した。

(8) 波及効果

中間評価において審査委員会から以下のコメントを頂いた。「気候変動に太陽活動が大きく貢献していることはこれまで指摘されてきた。しかし、産業革命以降の気候変動にも人為的な CO_2 の増加のみでなく、太陽活動が大きく貢献していることを提示できれば、IPCC(「気候変動に関する政府間パネル」)などにおける気候変動の議論にきわめて有用と思われる。酸素同位体比変動は太陽周期などの理解に重要であり、地球温暖化に関する将来予測精度をあげることができると期待される。本研究は太陽活動に関する重要な基礎研究であるが、宇宙の理解および気候変動に関する国民の科学的理解を深め、ひいては環境行政にも貢献すると期待できる。」

評価頂いたように、本研究の今後の自然な発展として、取得した「過去」のデータからまだよくわかっていない太陽活動の気温変動への寄与を導出することで、地球温暖化に対する人為的寄与が大きいことが定量的にはっきりするはずと考えている。

現在、太陽は 100 年以上ぶりという低調な活動フェーズにある。また、地球の平均気温は 1998 年頃から上昇が停滞しているという英国気象庁が公表した事実がある。太陽活動と気温との関係は、ますます一般の関心を集めており、本研究で取得した莫大なデータは遅延なく解析し、コミュニティに提供する。また本研究で開発したイオン化学反応モデルは、今後、国立環境研の気候モデルと合体される予定であり、「宇宙からの高エネルギー粒子が成層圏で引き起こす放射線・化学反応」という新たな知見を気候学に波及する。

6. 研究発表等

雑誌論文 計13件	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Sigl, J.R. McConnell, M. Toohey, M. Curran, S. Das, R. Edwards, E. Isaksson, K. Kawamura, K. Krueger, L. Layman, O. Maselli, <u>Y. Motizuki</u>, H. Motoyama, D. Pasteris, M. Severi(主宰機関の筆頭3著者以外アルファベット順): “New insights from Antarctica on volcanic forcing during the Common Era”, <i>Nature Climate Change</i>, in press. 2. <u>Y. Motizuki</u>, Y. Nakai, K. Takahashi, M. Igarashi, H. Motoyama, K. Suzuki: “Dating of a Dome Fuji (Antarctica) shallow ice core by volcanic signal synchronization with B32 and EDML1 chronologies”, <i>The Cryosphere Discussions</i>, 8, 769–804, doi:10.5194/tcd-8-769-2014, 2014. 3. M. A. Famiano, R. N. Boyd, T. Kajino, B. Meyer, <u>Y. Motizuki</u>, and I. U. Roederer: “Implementing the r-process in metal-poor stars via black hole collapse and relevance to the light element enhancement”, <i>Journal of Physics Conference Series</i> 445, 2025–2029, DOI:10.1088/1742-6596/445/1/012025, 2013. 4. S. Okamoto, K. Takahashi, Y. Nakai, <u>Y. Motizuki</u>, A. Makabe, K. Koba, H. Motoyama: “Measurement of nitrogen and oxygen isotope ratios in very low nitrate concentration ice core samples”, <i>RIKEN Accel. Prog. Rep.</i> 47, in press. 5. S. Okamoto, K. Takahashi, H. Motoyama, A. Makabe, K. Koba, <u>Y. Motizuki</u>: “Measurement of nitrogen and oxygen isotope ratios of nitrate in a shallow ice core drilled in a vicinity of Dome Fuji station, East Antarctica”, <i>RIKEN Accel. Prog. Rep.</i> 46, 123, 2013. 6. S. Kikuchi, S. Okamoto, K. Takahashi, Y. Nakai, <u>Y. Motizuki</u>: “Annually-resolved water isotope measurements in a shallow ice core drilled in a vicinity of Dome Fuji station, East Antarctica”, <i>RIKEN Accel. Prog. Rep.</i> 46, 125, 2013. 7. K. Sekiguchi, Y. Nakai, T. Imamura, H. Akiyoshi, <u>Y. Motizuki</u>: “Modeling Chemical Reactions in the Middle Atmosphere Induced by Solar Energetic Particle Events”, <i>RIKEN Accel. Prog. Rep.</i> 46, 124, 2013. 8. <u>Y. Motizuki</u> Y. Nakai, K. Takahashi, M. Igarashi, H. Motoyama, K. Suzuki: “Dating of a Dome Fuji (Antarctica) shallow ice core by volcanic signal synchronization with B32 and EDML1/EDC3 chronologies”, <i>RIKEN Accel. Prog. Rep.</i> 46, 126, 2013. 9. (招待原稿) <u>望月優子</u>、高橋和也、柴田一成: 「地球上の物質からさぐる巨大太陽プロトン現象の発生頻度」、<i>ぶんせき(日本分析化学学会学会誌)</i>、2012年10号、585–589、2012. 10. R. N. Boyd, M. A. Famiano, B. S. Meyer, <u>Y. Motizuki</u>, T. Kajino, and I. U. Roederer: “The r-process in metal-poor stars and black hole formation”, <i>The Astrophysical Journal Letters</i>, 744, L14–L17, 2012. 11. M. Igarashi, Y. Nakai, <u>Y. Motizuki</u>, K. Takahashi, H. Motoyama, K. Makishima: “Dating of the Dome Fuji shallow ice core based on a record of volcanic eruptions from AD 1260 to AD 2001”, <i>Polar Science</i>, 5 (2011), 411–420,
--------------	--

	<p>doi:10.1016/j.polar.2011.08.001.</p> <p>12. R. N. Boyd, M. A. Famiano, B. S. Meyer, <u>Y. Motizuki</u>, T. Kajino, and I. U. Roederer: “The r-process in metal-poor stars and black hole formation”, The Astrophysical Journal Letters, 744 (2012), 1, L14-L17, doi:10.1088/2041-8205/744/L14.</p> <p>13. <u>望月優子</u>:「氷床コアを用いた天文学」の構築へ向けて(招待原稿、総説), Japan Geoscience Letters 7 (2011), 1, 7-9.</p> <p>(掲載済み一査読有り) 計11件</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計0件</p> <p>(未掲載) 計2件</p>
<p>会議発表 計58件</p>	<p>専門家向け 計53件</p> <p>1. 田邊健茲、<u>望月優子</u>:「共生星R Aquariiの1073/1074年新星爆発に対する地質学的痕跡」、日本天文学会2014年秋季年会、山形、2014年9月11-13日。</p> <p>2. <u>Y. Motizuki</u>: “Diagnose oscillation properties observed in an Antarctic ice core oxygen isotope record” (a poster paper), AGU 2013 Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 9-13, 2013.</p> <p>3. M. Sigl, J.R. McConnell, M. Toohey, O. Maselli, D. Pasteris, L. Layman, E. Isaksson, K. Kawamura, <u>Y. Motizuki</u>, R. Edwards, M. Curran, S. Das, K. Krueger: “Volcanic forcing during the Common Era reevaluated based on new ice core evidence”, AGU 2013 Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 9-13, 2013.</p> <p>4. <u>Y. Motizuki</u> for Dome Fuji Astro-Glaciology Collaboration: “Diagnosis of Yearly-Resolved Nitrate Content Obtained from Dome Fuji, East Antarctica, as an Indicator of Solar Variability”, Int. CAWSES-II Symposium, Nagoya, Japan, Nov. 18-22, 2013.</p> <p>5. F. Miyake, A. Suzuki, K. Masuda, K. Horiuchi, H. Motoyama, H. Matsuzaki, <u>Y. Y. Motizuki</u>, S. Okamoto, K. Takahashi, Y. Nakai: “The AD 775 cosmic ray event shown in 10Be yearly data from the Antarctic Dome Fuji ice core”(a poster paper), Int. CAWSES-II Symposium, Nagoya, Japan, Nov. 18-22, 2013.</p> <p>6. <u>Y. Motizuki</u>, K. Sekiguchi, Y. Nakai, H. Akiyoshi, T. Imamura: “Influence of a giant solar energetic particle event on atmospheric chemistry”, (和題: 巨大太陽高エネルギー粒子イベントの大気化学への影響), Japan Geoscience Union Meeting, May 19-24, Chiba, 2013.</p> <p>7. (招待講演)<u>望月優子</u>:「DFS10コア過去2000年・1年時間分解能の水同位体およびイオン分析とその考察」、2013年度第一回ICC(ドームふじアイスコアコンソーシアム)運営委員会、立川、2014年3月24日。</p> <p>8. <u>望月優子</u>:「DFS10アイスコアの酸素同位体比10年周期と太陽活動との関連」、</p>

	<p>第13回NEXTディスカッション・ミーティング「アイスコア中の水同位体比と太陽活動」(自ら企画)、立川、2014年3月24日。</p> <p>9. (招待講演) <u>望月優子</u>: 「氷床コア中の超新星爆発の痕跡と放射線によるオゾン層破壊」、「惑星科学と生命科学の融合」第4回総研大研究会、葉山、2013年12月21-23日。</p> <p>10. 藤田秀二、堀彰、<u>望月優子</u>、高橋和也、中井陽一、川村賢二、本山秀明: 「南極ドームふじ近傍の氷床における、フィルン層の圧密」、「Densification of layered firn of the ice sheet in the vicinity of Dome Fuji, Antarctica」, 極域科学シンポジウム、2013年11月12日-15日、東京。</p> <p>11. (招待講演) <u>望月優子</u>: 「DFS10(JARE51)表面積雪+浅層コアのイオン濃度と水同位体比、過去2000年の新結果」、平成25年度低温科学研究所共同研究「南極表面雪中に含まれる不純物解析と物質起源・輸送過程の復元に関する研究集会」、札幌、2013年9月3日。</p> <p>12. 田代 信、遠藤 輝、坂本明弘、山岡和貴、大野雅功、寺田幸功、<u>望月優子</u>、ほかHXD-WAMチーム: 「すざく衛星搭載WAMによる太陽フレア硬X線放射観測」、平成25年度第1回STE現象報告会、小金井、2013年8月30日。</p> <p>13. (招待講演) <u>望月優子</u>、中井陽一、高橋和也、岡本祥子、秋吉英治、今村隆史、本山秀明: 「太陽活動と 気候変動に関する研究と動向～過去、現在、未来～」、第2回NEXTワークショップ「気候変動の理論研究にフォーカスして」(自ら企画)、2013年6月14-15日、和光。</p> <p>14. 岡本祥子、高橋和也、本山秀明、眞壁明子、木庭啓介、<u>望月優子</u>: 「南極ドームふじ南10 km地点掘削(2010年)浅層コアにおける硝酸塩同位体比の測定」、日本地球惑星科学連合2013年連合大会、千葉、2013年5月19-24日。</p> <p>15. 秋吉英治、山下陽一、門脇正尚、関口健太郎、中井陽一、今村隆史、<u>望月優子</u>: 「太陽プロトンイベントが極域大気硝酸およびオゾン濃度に及ぼす影響に関する数値実験」、日本地球惑星科学連合2013年連合大会、千葉、2013年5月19-24日。</p> <p>16. <u>Y. Motizuki</u>: “Diagnosis of modulation in an Antarctic ice core oxygen isotope record”, ASJ-KAS Joint International Session on Space Weather and Space Climate, The 2013 spring annual meeting of Astronomical Soc. of Japan, Saitama, March 20-23, 2013.</p> <p>17. <u>Y. Motizuki</u>, Y. Nakai, K. Takahashi, H. Motoyama, K. Suzuki, K. Sekiguchi, H. Akiyoshi, T. Imamura, K. Tanabe: “Experimental and theoretical diagnoses of yearly-scale nitrate ion spikes observed in a Dome Fuji shallow ice core”, The 3rd International Symposium on Polar Science, Tachikawa, Japan, Nov. 26-30, 2012.</p> <p>18. (Invited talk) <u>Y. Motizuki</u>: “Supernova and solar activity signatures from ice cores”, IAU (International Astronomical Union) Symposium 288 Astrophysics from Antarctica, Beijing, China, Aug. 20-24, 2012.</p> <p>19. K. Takahashi, <u>Y. Motizuki</u>, Y. Nakai, K. Suzuki, H. Motoyama, A. Hori: “Chemical composition and their characteristics of shallow ice cores drilled at Dome Fuji,</p>
--	---

	<p>East Antarctica”, The 3rd International Symposium on Polar Science, Tachikawa, Nov. 26–30, 2012.</p> <p>20. <u>望月優子</u>:「ドームふじ南2010浅層コアのイオン・水同位体・硝酸塩同位体詳細分析の現状」、ドームふじアイスコアコンソーシアム (ICC) 研究集会、立川、2013年3月28–29日.</p> <p>21. (招待講演) <u>望月優子</u>:「地球上の物質からさぐる太陽スーパーフレア痕跡と発生頻度」、第2回スーパーフレア星研究ワークショップ、佐用、2013年3月3日–5日.</p> <p>22. (招待講演) <u>望月優子</u>:「南極氷床コアからさぐる過去の太陽活動周期」、太陽研究シンポジウム「活動極大期の太陽研究、そして新たな太陽研究への布石」、東京、2013年2月20日–22日.</p> <p>23. (招待講演) <u>望月優子</u>:「南極アイスコアから探る地球環境」、第1回NINS(自然科学研究機構)コロキウム「自然科学の将来像」(主催:自然科学研究機構)、箱根、2013年2月5–7日.</p> <p>24. (招待講演) <u>望月優子</u>:「氷床コアからさぐる過去の太陽活動と気温変動」、第819回国立天文台談話会、三鷹、2013年1月18日.</p> <p>25. <u>望月優子</u>、菊地里実、岡本祥子、高橋和也、中井陽一、本山秀明、鈴木啓助、堀 彰、植村 立:「ドームふじ南 10km 地点掘削(2010年)浅層コア中の水同位体比の測定」、(ポスター発表)、第35回極域気水圏シンポジウム、立川、2012年11月26–30日.</p> <p>26. 岡本祥子、<u>望月優子</u>、本山秀明、高橋和也、眞壁明子、木庭啓介:「南極ドームふじ南 10km 地点掘削(2010年)の浅層コアにおける硝酸同位体比測定の試み」、(ポスター発表)、第35回極域気水圏シンポジウム、立川、2012年11月26–30日.</p> <p>27. 岡本祥子、高橋和也、本山秀明、眞壁明子、木庭啓介、<u>望月優子</u>:「南極雪氷コアの硝酸塩同位体測定–太陽活動の代替指標としての検証に向けて」(ポスター発表)、第3回「太陽活動と気候変動の関係」に関する名古屋ワークショップ、名古屋、2013年2月26日.</p> <p>28. 関口健太郎、中井陽一、今村隆史、秋吉英治、<u>望月優子</u>:「高エネルギー粒子・光子が成層圏大気に引き起こす化学反応のシミュレーション」、日本地球惑星科学連合2012年連合大会、千葉、2012年5月20–25日.</p> <p>29. <u>Y. Motizuki</u>, Y. Nakai and K. Takahashi: “Nitrate ion concentrations observed in an Antarctic Dome–Fuji ice core and its implication for solar activity cycles”, The 2nd Int. Nagoya Workshop on the Relationship Between Solar Activity and Climate Changes, Nagoya, Japan, Jan. 16–17, 2012, STEL, Nagoya Univ.</p> <p>30. K. Sekiguchi, Y. Nakai, <u>Y. Motizuki</u>, T. Imamura, H. Akiyoshi: “A simulation study of stratospheric chemical reactions induced by astronomical ionizing events”, The 2nd Int. Nagoya Workshop on the Relationship Between Solar Activity and Climate Changes, Nagoya, Japan, Jan. 16–17, 2012, STEL, Nagoya Univ.</p> <p>31. Y. Nakai, S. Kikuchi, K. Takahashi, <u>Y. Motizuki</u>: “Verification of significance for solar cycles in ^{14}C-concentration variation by consideration of measurement</p>
--	---

	<p>uncertainty”, The 2nd Int. Nagoya Workshop on the Relationship Between Solar Activity and Climate Changes, Nagoya, Japan, Jan. 16–17, 2012, STEL, Nagoya Univ.</p> <p>32. <u>Y. Motizuki</u>, K.Takahashi, Y. Nakai, H. Motoyama, K. Suzuki: “Supernova footprints revisited with newly-derived chronology of Dome Fuji shallow ice core”, The 2nd Int. Symposium on Polar Science, Tachikawa, Japan, Nov. 14–18, 2011, National Institute of Polar Science.</p> <p>33. K. Tanabe and <u>Y. Motizuki</u>: “Symbiotic nova eruption of R Aquarii: A geological remnant?”, Int. conference on the Golden Age of Cataclysmic Variables and Related Objects, Palermo, Italy, Sep. 12–17, 2011.</p> <p>34. (招待講演) <u>望月優子</u>:「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究～プロジェクト紹介と火山噴火年代～」, 第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13–14日.</p> <p>35. 高橋和也、<u>望月優子</u>、中井陽一:「DF2001浅層コア(7.7m–88.65m)の陽・陰イオン分析のまとめ」、第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13–14日.</p> <p>36. (招待講演) <u>望月優子</u>、高橋和也、中井陽一:「DF2010浅層コアのトレンチ状況のまとめと水同位体比分析の現状報告」、第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13–14日.</p> <p>37. 島田藍、<u>望月優子</u>、高橋和也、中井陽一:「DF2010浅層コア陰イオン分析の現状」、第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13–14日.</p> <p>38. 高橋和也、<u>望月優子</u>:「氷床コア試料中の硝酸の同位体比測定への挑戦」、第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13–14日.</p> <p>39. 堀彰、<u>望月優子</u>、中井陽一、高橋和也、本山秀明、本堂武夫:「DF2010浅層コアの密度測定の現状～X線透過法による密度測定とこれまでの研究～」, 第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13–14日.</p> <p>40. 中井陽一、<u>望月優子</u>:「放射線過程と大気中のエネルギー吸収」、第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13–14日.</p> <p>41. 熊谷紫麻見、古宮尚、<u>望月優子</u>:「超新星のX線・ガンマ線放射(放射性元素起源)」、第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる</p>
--	---

	<p>過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13-14日.</p> <p>42. 関口健太郎、中井陽一、今村隆史、秋吉英治、<u>望月優子</u>:「爆発性天体イベントが引き起こす成層圏大気の化学組成変動について:ボックスモデルによる吟味の現状」、第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13-14日.</p> <p>43. (招待講演)<u>望月優子</u>、本山秀明、飯塚芳徳、藤田秀二、藤田耕史、保科 優:「ドームふじ雪ピットのSEP痕跡の一次探索とシグナルが見えない理由」、第1回NEXT(最先端・次世代)合同ミーティング「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究」(自ら企画・主催)、和光、2012年3月13-14日.</p> <p>44. (招待講演)<u>望月優子</u>:「雪や氷の成分は宇宙のどこで、いつ生まれたのか?」、日本雪氷学会雪氷化学分科会2012年雪合宿、松本、2012年2月21-23日.</p> <p>45. (招待講演)<u>望月優子</u>、本山秀明、飯塚芳徳、藤田秀二、藤田耕史、保科 優:「ドームふじ地域の積雪に太陽プロトン現象の痕跡はあるか?」、北海道大学低温研究所シンポジウム「ドームふじコアを用いた新しい古環境復元法」、札幌、2011年12月13-15日.</p> <p>46. (招待講演)<u>望月優子</u>:「南極氷床コアからさぐる過去2000年の太陽活動に関する分野横断的研究-プロジェクト紹介」、北海道大学低温研究所シンポジウム「ドームふじコアを用いた新しい古環境復元法」、札幌、2011年12月13-15日.</p> <p>47. 高橋和也、中井陽一、<u>望月優子</u>:「DF2001浅層コアの陽・陰イオン分析のまとめ」、北海道大学低温研究所シンポジウム「ドームふじコアを用いた新しい古環境復元法」、札幌、2011年12月13-15日.</p> <p>48. 中井陽一、<u>望月優子</u>、高橋和也:「DF2001浅層コアの硝酸イオン周期解析」、北海道大学低温研究所シンポジウム「ドームふじコアを用いた新しい古環境復元法」、札幌、2011年12月13-15日.</p> <p>49. 堀彰、<u>望月優子</u>、中井陽一、高橋和也、本山秀明、本堂武夫:「ドームふじ浅層コアの高分解能密度測定と年層解析」、北海道大学低温研究所シンポジウム「ドームふじコアを用いた新しい古環境復元法」、札幌、2011年12月.</p> <p>50. 堀彰、<u>望月優子</u>、中井陽一、高橋和也、本山秀明、本堂武夫:「DF2001浅層コアの高分解能密度測定とDFS1年代を用いた年層解析の試行研究」(ポスター発表)、第2回極域科学シンポジウム、立川、2011年11月14-18日、国立極地研究所.</p> <p>51. <u>望月優子</u>:「南極氷床コアからさぐる過去2千年の太陽活動探索プロジェクト」、日本天文学会2011年秋季年会、鹿児島、2011年9月.</p> <p>52. <u>望月優子</u>、中井陽一、高橋和也、五十嵐誠、本山秀明、鈴木啓助:「ドローニング・モードランド氷床コア中の火山噴火シグナルとの同期から決定した新しいドームふじ浅層コア年代」、2011年日本地球惑星科学連合大会、千葉、2011年5</p>
--	---

	<p>月20-25日.</p> <p>53. 菊地里美、<u>望月優子</u>、中井陽一、高橋和也:「測定誤差を考慮した放射性炭素14濃度測定による過去の太陽周期」、2011年日本天文学会春季年会予稿集、p.100.</p> <p>一般向け 計5件</p> <p>54. <u>望月優子</u>:「太陽活動と気候変動～昔、今、そして未来予測。私たちと宇宙とはつながっている～」(「国民との科学・技術対話」)(口頭ポスター発表+キャリア相談)、「平成25年度 女子中高生夏の学校2013～科学・技術者のたまごたちへ～」、嵐山、2013年8月9日.</p> <p>55. (招待講演)<u>望月優子</u>:「元素誕生～私たちは星の子ども～」、2012年度日本物理学会科学セミナー(NEXT プログラム「国民との科学・技術対話」)、東京、2012年8月9-10日.</p> <p>56. (招待講演)<u>望月優子</u>:「雪氷コアからさぐる過去の太陽活動と気候変動」、理化学研究所仁科センター月例大会特別講演(NEXTプログラム「国民との科学・技術対話」)、和光、2012年7月3日.</p> <p>57. <u>望月優子</u>:「雪氷コアからさぐる天文・宇宙のサイエンス」、神奈川県立横浜翠嵐高等学校分野別職業講話(NEXTプログラム「国民との科学・技術対話」)、横浜、2012年3月9日、神奈川県立横浜翠嵐高等学校.</p> <p>58. (招待講演)<u>望月優子</u>:「わたしたちは星のこども～宇宙と生命とのつながり～」、第3回全国同時七夕講演会(NEXTプログラム「国民との科学・技術対話」)、二本松(被災地支援出前授業)、2011年7月10日、日本天文学会.</p>
<p>図書 計5件</p>	<p>1. <u>望月優子</u>:『放射化学の事典』(分担執筆)、日本放射化学会編、朝倉書店、2014年12月刊行予定(原稿掲載証明書あり)。</p> <p>2. K. Tanabe and <u>Y. Motizuki</u>: “Symbiotic Nova Eruption of R Aquarii; a geological remnant? ”, The Proceedings of the Int. Conference on the Golden Age of Cataclysmic Variables and Related Objects 2011, Palermo, <i>Mem. S.A.It.</i>, 83, 840-844, 2012.</p> <p>3. R. N. Boyd, M. A. Famiano, B. S. Meyer, <u>Y. Motizuki</u>, T. Kajino, and I. U. Roederer: “The r-process in metal-poor stars and black hole formation”, The Proceedings of the 11th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies, <i>AIP Conference Proceedings</i>, Nov. 2012, 1484, 105-110, 2012.</p> <p>4. C. Nociforo, F. Farinon, A. Musumarra, D. Boutin, A. D. Zoppo, P. Figuera, H. Geissel, K. Hagino, R. Knobel, I. Kojouharov, T. Kuboki, J. Kurcewicz, Y. A. Litvinov, M. Mazzocco, <u>Y. Motizuki</u>, T. Ohtsubo, Y. Okuma, Z. Patyak, M. G. Pellegrini, S. Pietri, Z. Podolyak, A. Prochazka, C. Scheidenberger, V. Scuderi, B. Sun, T. Suzuki, D. Torresi, H. Weick, J. S. Winfield, N. Winckler, M. Winkler, H. J.</p>

	<p>Wollersheim, and T. Yamaguchi: “Measurements of α-decay half-lives at GSI”, The Proceedings of The Nordic Conference on Nuclear Physics 2011, Stockholm, <i>Physica Scripta</i>, T150, 014028 (3pp), 2012.</p> <p>5. <u>望月優子</u>:『アイスコアー地球環境のタイムカプセル』(共著)、藤井理行・本山秀明編著、pp.185-202(「銀河系内超新星爆発の痕跡」)、成山堂書店、2011 (ISBN:978-4-425-57011-9 極地研ライブラリー)。</p>
<p>産業財産権 出願・取得 状況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>NEXT プログラム・研究室ウェブページにおいて、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 《研究会・セミナー情報》のページにおいて、本プログラムに係るすべての会議の実施日程および内容を発信している。 2) 《研究成果》のページにおいて、本プログラムの研究成果を公開している。 3) 《一般向けアウトリーチ》のページにおいて、「国民との科学・技術対話」の講演内容、および聴衆や生徒からもらった感想をすべて公開している。 4) 《一般向けアウトリーチ》のページにおいて、一般の方々が興味あると思われる研究上の専門用語や研究の背景を写真入りでわかりやすく紹介している。 <p>NEXTプログラム・研究室のホームページ : http://ribf.riken.jp/~ag/ 望月優子のホームページ : http://ribf.riken.jp/~motizuki/</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>(国民との科学・技術対話第5回目)</p> <p>標題:「太陽活動と気候変動～昔、今、そして未来予測。私たちと宇宙とはつながっている～」</p> <p>実施日:2013年8月9日</p> <p>会議名:「女子中高生夏の学校 2013～科学・技術者のたまごたちへ～」</p> <p>場所(施設名):埼玉県比企郡嵐山町(国立女性教育会館)</p> <p>対象者および参加者数:全国の女子中高生100名ならびに保護者、教員50名(担当ブースへの来訪は生徒約70名)</p> <p>内容:ポスターを用いた研究説明、および中高生の理系進路選択・キャリア相談。研究説明については、地球温暖化・気候変動の解説、最新の気温観測データの提示、気候と太陽活動との関係について何がわかっていて、何がわかっていないのか、また現在、何が問題になっているのか等に関し、中高生向けの解説を行った。</p> <p>(国民との科学・技術対話第4回目)</p> <p>標題:「元素誕生～私たちは星の子ども～」</p> <p>会議名:2012年度日本物理学会科学セミナー</p> <p>実施日:2012年8月9日</p>

<p><u>場所(施設名)</u>: 東京(東京大学小柴ホール)</p> <p><u>対象者および参加者数</u>: 学生、教員、一般、160名。</p> <p><u>内容</u>: 私たちの周りの世界に目を向けてみよう。地球上に存在するすべての生きとし生けるものが、また私たちの暮らしを支えているあらゆるものが、すべて元素から成り立っている。生命の素となる元素はどこで生まれ、私たちにたどり着くまでにどのような旅をしてきたのだろうか？本講演では、137億年前のビッグバンとよばれる宇宙の始まりから現在にいたるまで、宇宙の進化の過程で多様な元素がいつ、どのように生成されてきたかについて解説する。特に、原子番号26の鉄から天然に存在する元素では最も重い原子番号92のウランまでの元素の約半数については、いまだに宇宙のどこで、どのように生成されたのかわかっていない。現在の最新の理解と、解明にむけての取り組みを紹介する。また銀河系の物質(元素)が超新星爆発という大質量をもつ星の一生の最後の大爆発によって循環し、宇宙の様々な偶然が重なって地球に生命が誕生したことについても言及する。</p> <p>(国民との科学・技術対話第3回目)</p> <p><u>標題</u>: 「雪氷コアからさぐる過去の太陽活動と気温変動」</p> <p><u>会議名</u>: 理化学研究所仁科センター月例大会 特別講演</p> <p><u>実施日</u>: 2012年7月3日</p> <p><u>場所(施設名)</u>: 和光(理化学研究所)</p> <p><u>対象者および参加者数</u>: 大学院生、事務職員、他分野の研究者、100名。</p> <p><u>内容</u>: 私たちは、地球の温暖化やゲリラ豪雨などの気象現象の激化を日常的に感じるようになった。一番最近の国連ユニセフ・ニュース(Unicef News No.233)では、気候変動がアフリカなどで弱い立場の子供たちを直撃している現状が報告されている。一方、昨今の太陽活動の低下によって地球は今後、「小氷期」に入りしばらく寒くなるかもしれないという新聞報道や科学雑誌の特集(例えば、日経サイエンス 2012年8月号:特集「太陽異変 活動低下で地球は寒冷化?」)がある。この寒冷化の可能性は、温暖化と相殺するのかと疑問に感じている人もいるようだ。本当のところはどうなのか、現状ではどこまでわかっていて何がわかっていないのか？未来をよりよく知るために、南極の氷を使って、過去の太陽活動と気温との関係を調べようという推進中の研究を紹介する。</p> <p>(国民との科学・技術対話第2回目)</p> <p><u>標題</u>: 「雪氷コアからさぐる天文・宇宙のサイエンス」</p> <p><u>会議名</u>: 神奈川県立横浜翠嵐高等学校 平成23年度分野別職業講話</p> <p><u>実施日</u>: 2012年3月9日</p> <p><u>場所(施設名)</u>: 横浜(神奈川県立横浜翠嵐高等学校)</p> <p><u>対象者および参加者数</u>: 高校1~2年生、110名。</p> <p><u>内容</u>: アイスコアとは、南極大陸などに降り積もった雪が固まった氷床から円柱状に切り出した氷の試料である。雪が降った当時の大気を含み、氷の深さと年代とが対応しているので、アイスコア中の同位体元素やイオンなどの濃度を分析すれば、いつ、どのような大気成分の変動が起きたか知ることができる。一般に過去の気候変</p>

	<p>動の研究に用いられるが、講演者らのグループでは、特に過去の太陽活動に着目して研究を進めている。氷中の硝酸イオンの濃度を精密に分析することによって、望遠鏡が発明される前の時代の太陽活動周期がわかってきつつある。そして過去の太陽周期がわかると、その時代の太陽の活動強度が推測できる。太陽活動の強さは、気候変動や、人類の文明の盛衰にさえも影響を与えてきたと考えられている。また、太陽や月に関する宇宙の周期(リズム)は、地球上の生命の進化の過程で、人間をはじめあらゆる動植物に体内時計として組み込まれている。このように私たちは宇宙とつながっており、地球上で決して孤立して生きているわけではないことについても言及する。</p> <p>(国民との科学・技術対話第1回目)</p> <p>標題:「わたしたちは星のこども～宇宙と生命とのつながり～」</p> <p>会議名: 第3回全国同時七夕講演会、二本松(二本松市市民交流センター、被災地支援出前授業)</p> <p>実施日: 2011年7月10日、</p> <p>対象者および参加者数: 小学生～一般, 18名.</p> <p>内容: 宇宙開闢から今こまで137億年の元素誕生の歴史、そうやって生まれた多様な元素をとりこんで進化した地球上の生命、それら生命が太陽や月といった宇宙のリズムに従って命を刻んでいることを知り、わたしたちと宇宙とのつながり、生命のかけがえのなさについて一緒に考える。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載計1件</p>	<p><u>望月優子</u>:「理研ニュース」(関連官公庁・研究機関・大学・科学館・高校向け、公称9000部)2014年6月号【研究最前線】に、『南極の氷床コアから太陽活動と気候変動の関係を探る』と題するNEXTプログラムの研究成果紹介が pp.6-9 に掲載。(刊行日: 2014年6月5日。取材は、補助事業期間中。)</p> <p>インターネット版:『理研ニュース 2014年』理化学研究所</p> <p>URL: http://www.riken.jp/pr/publications/news/2014/</p>
<p>その他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 上述の雑誌論文1“New insights from Antarctica on volcanic forcing during the Common Era”(英科学誌ネイチャー・クライメート・チェンジに掲載決定)に関し、<u>近々に日米同時プレスリリースを予定している。</u> 2) NHKのBSプレミアム『コズミックフロント』に2回にわたり取材協力を行った(放映日: 24年5月10日および25年6月6日)。 3) NHK(BSプレミアム『コズミックフロント』)と毎日新聞から、NEXTプログラムの成果について取材を打診されており、近々に予定している。

7. その他特記事項

- 1) 平成23年度に、本プログラムに係る2日間のキックオフ研究集会(講演20件、参加者24名)、平成25年度に2日間のワークショップを、自ら企画・主催した。また、補助事業期間中において、合計6回の招聘セミナーと、合計14回の共同研究者とのディスカッション・ミーティングを自ら企画・主催した。

- 2) 平成 24 年 8 月に行った第 4 回目の「国民との科学・技術対話」では、日本物理学会に所属する教授陣 10 名が 2 日間にわたってそれぞれ 1 時間ずつ講演したなかで、補助事業者の講演が聴衆からの事後のアンケートで 2 位以下を大きくはなして「面白かった」最多票を受けた。
- 3) 補助事業者の講演を聞いた高校の生徒から、「専門的なことだけでなく、講演の中に進路選択やこれから生きてゆく社会において必要なことも詰まっております大変参考になった」等の感想がよせられた。聴衆の科学への興味や理解を増進することが、ある程度できたと思われる。
- 4) 補助事業者は、NEXTに採択されたことによって、自身の研究室をもつことになった。リーダーとしての審査、新しい研究場所の確保、研究室・実験室の設計、工事進捗監督、引越から研究室とNEXTプログラムのキックオフ、人事(ポスドク2名、研究補助者4名)、部下や学生の指導、マネージメント、会計検査などを、研究と平行して行った。