

論文審査の結果の要旨

氏名 阿瀬貴博

これまで、過去の宇宙線変動のプロキシとして ^{14}C や ^{10}Be 等の宇宙線生成核種が様々な古気候アーカイブから復元されてきた。本研究では約4万年前の地磁気イベント(Laschamp excursion)を対象として、南極氷床コア中の複数の宇宙線生成核種(^{10}Be , ^{26}Al , ^{36}Cl)の分析を行った。

本論文は6章からなる。第1章はイントロダクションであり、宇宙線生成核種の生成過程と生成後の輸送過程に関する背景について述べられている。氷床コアは過去の宇宙線生成核種の生成率を保持していると考えられており、特に生成率の高い ^{10}Be は過去の宇宙線変動の研究に応用されてきた。しかし、より低エネルギーの宇宙線からも生成可能である ^{36}Cl についての研究例は南極氷床コアではほとんど行われていない。地磁気イベントや太陽活動変動などに起因した宇宙線スペクトルの変化に対して ^{36}Cl 生成がどのように変化したかを ^{10}Be 等の他の宇宙線生成核種と比較することで評価することが本論文の主旨である。

第2章では分析に使用する南極ドームふじ氷床コアと宇宙線生成核種の分析に使用する東京大学 MALT の加速器質量分析計について前処理の手順や核種ごとに異なる測定方法について述べられている。第3章では東京大学 MALT の加速器質量分析計を用いた ^{36}Cl 測定法の開発について述べられている。特に本章では測定妨害となる ^{36}S を抑制するために、気体充填型電磁石内のイオンビームの軌道についてシミュレーション計算を行った。軌道計算の結果から気体充填型電磁石の磁場やビームスリットの位置、検出器入り口の開口径について従来までの条件と比べてより良い条件を発見した。その結果、従来と比べて測定時間は約1/10となり、妨害となる ^{36}S の抑制率は約一桁向上した。第4章では現在から過去千年間の南極ドームふじ氷床コア中の ^{36}Cl の分析について述べられている。地磁気強度が現在と同程度と考えられる過去1000年間の ^{36}Cl の結果からは ^{10}Be の結果と同様に太陽活動極小期に対応した濃度増加が確認された。降雪速度が低い南極ドームふじにおいても ^{36}Cl が宇宙線変動の記録を保持していることが明らかとなり、宇宙線変動のプロキシとしての ^{36}Cl の信頼性が確認された。第5章では約4万年前の地磁気イベント(Laschamp excursion)を対象とした、南極ドームふじ氷床コア中の宇宙線生成核種(^{10}Be , ^{26}Al , ^{36}Cl)の分析について述べられている。分析結果からは、地磁気減少に伴う ^{10}Be と ^{26}Al のピークが確認された。 ^{10}Be の結果は同じく南極ドームCで得られた ^{10}Be との類似性が確認された。一方、低エネルギー宇宙線で生成可能な ^{36}Cl の結果は ^{10}Be や ^{26}Al の結果と大きく異なり、異常な濃度増加が見られた。 ^{36}Cl の結果からは ^{10}Be と同様に太陽活動に起因した205年周期が確認され、 ^{36}Cl の異常が同様に宇宙線起源であることが明らかとなった。これはLaschamp excursion時に、地球大気に到達する低エネルギー宇宙線が大幅に増加した事を示している。この期間の千年スケールの ^{36}Cl の大幅な変動は磁極の移動に伴うカットオフ効果の変化、もしくは長周期の太陽活動変化に伴う太陽宇宙線の増加等の可能性があることを明らかにした。第6章では本論文で得られた成果の要約が述べられている。

本研究は加速器質量分析計（AMS）という最先端の機器を用いて、氷床コアに含まれる成分について、 ^{36}S の抑制率を減じて ^{36}Cl の高精度分析法を開発するとともに、初めて ^{26}Al の分析を行うことで新しい分析方法を確立したと言える。さらに、南極ドームふじ氷床コア中のLaschamp excursion対象部について、1桁から2桁に及ぶ ^{36}Cl の濃度以上を発見し ^{36}Cl 濃度が低エネルギー領域の宇宙線変動を解析する上で非常に有用な指標であることを初めて示唆した。これらの研究成果は、将来の古環境解析に新しい手法と分野を切り開いたと言える。

なお、共同研究に関しては、横山祐典、永井尚生、松崎浩之、野口真弓、松林宏、本郷やよい、藤村匡胤氏との共同研究の成果である。しかし、論文提出者が主に分析、解析及び解釈を行なったもので、論文提出者の論文への貢献は本質的な部分で特に高く、寄与は十分であると審査委員全員が判断した。

以上の理由より、審査委員会は本論文を提出した阿瀬貴博氏に博士(理学)の学位を授与できると認めた。