

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 菅澤 佳世

論 文 題 目

Investigation for the cosmic ray event around 5480 BCE by measuring  $^{10}\text{Be}$  and  $^{36}\text{Cl}$  concentrations from the Dome Fuji ice core

(ドームふじアイスコアの  $^{10}\text{Be}$  及び  $^{36}\text{Cl}$  の測定による 5480BCE 宇宙線イベントの原因調査)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 准教授 博士 (理学) 三宅 芙沙

委 員 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教 授 博士 (理学) 伊藤好孝

委 員 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教 授 理学博士 草野完也

## 論文審査の結果の要旨

宇宙線と地球大気との相互作用によって生成される放射性同位体には、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{10}\text{Be}$ 、 $^{36}\text{Cl}$ などが知られる。このうち、樹木年輪の  $^{14}\text{C}$  や、氷床コアの  $^{10}\text{Be}$ 、 $^{36}\text{Cl}$  は過去の宇宙線変動や太陽活動を調査する優れた指標である。これまでに、これらの核種を用いて、過去の太陽磁場変動や太陽フレアやコロナ質量放出に伴う Solar Proton Event (SPE) などの調査が行われてきた。

紀元前 5480 年頃の宇宙線イベントは、樹木年輪の  $^{14}\text{C}$  分析から急激かつ完新世最大級の  $^{14}\text{C}$  増加として発見された。これは、 $^{14}\text{C}$  濃度が大きく増加することで知られる Grand Solar Minimum (太陽磁場活動が数十年の間、通常より弱まっていたと考えられている時期) や大規模 SPE と異なる  $^{14}\text{C}$  変化である。このイベントの原因として、通常の Grand Solar Minimum より極端に太陽磁場が弱まるような特殊な Grand Solar Minimum、大規模 SPE の数年間にわたる連続発生などが提案されていたが、特定に至っていなかった。

申請者は、異なる宇宙線生成核種間の生成率比が候補原因によって異なることに着目し、新たに南極ドームふじ氷床コアの  $^{10}\text{Be}$ 、 $^{36}\text{Cl}$  濃度を分析することで、原因を追究した。分析は、紀元前 5480 年前後の約 100 年間について、可能な限り高い時間分解能 ( $^{10}\text{Be}$  は約 1 年、 $^{36}\text{Cl}$  は 4-5 年分解能) で実施された。その結果、大規模 SPE 発生で期待されるような  $^{10}\text{Be}$  増加に伴う  $^{36}\text{Cl}$  増加が検出されなかったことから、SPE の可能性が低いことを示した。同様に  $^{36}\text{Cl}$  の有意な増加がみられないことから、ガンマ線起源のイベントの可能性が低いことも示した。また、 $^{10}\text{Be}$  の増加量が通常の Grand Solar Minimum で確認されている  $^{10}\text{Be}$  増加量と同程度である点や、 $^{10}\text{Be}$  と  $^{36}\text{Cl}$  データの類似性から、急激かつ短期間に太陽活動が弱まるような特殊な Grand Solar Minimum と矛盾しないことを示した。さらに、 $^{10}\text{Be}$  データにみられる周期変動が太陽の 11 年周期 (シュワーベサイクル) による可能性を示した。11 年程度の周期成分は年輪の  $^{14}\text{C}$  データにも認められ、これは原因が特殊な Grand Solar Minimum であった場合、通常と同様の周期性で太陽磁場が変化していたことを意味するものである。

また、申請者は新たに氷床コアの  $^{10}\text{Be}$  分析の前処理を低バックグラウンドで実現できる環境を実験室に整えた。さらに氷床コアの  $^{10}\text{Be}$  を用いた長期にわたる宇宙線イベントの探査を見据え、前処理の高効率化や煨焼 (水酸化ベリリウムから酸化ベリリウムに変換する工程) 条件の最適化にも取り組んだ。これらの実験成果は、今後の  $^{10}\text{Be}$  の試料調整において基盤となる重要な知見である。

以上の理由により、申請者は博士 (理学) の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。