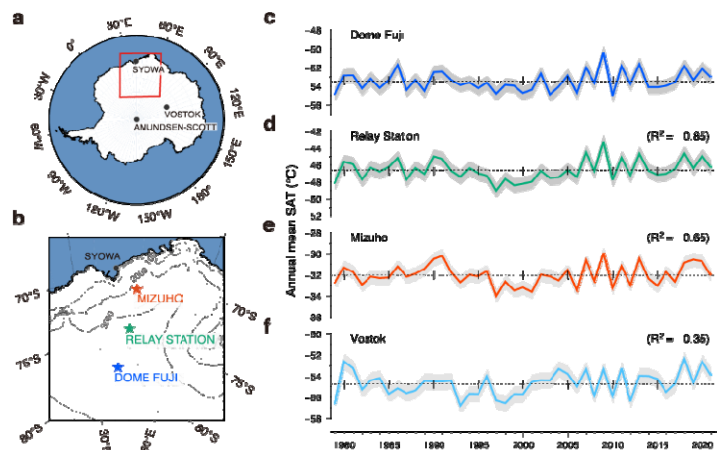


東南極の氷床内陸域における気候復元と宇宙環境変動に対する影響評価

南極氷床に刻まれている宇宙線生成核種 (^{10}Be 、 HTO) の変動は、大気上層における宇宙線核種の生成量変化だけでなく、気候変動等による輸送過程の変化を反映している。本研究では、南極観測に参加して氷床コア試料を採取するとともに化学分析に取り組み、宇宙線の観測データが存在する 1950 年代から現在までの ^{10}Be と HTO 変動を詳細に把握する。その後、地球大気に降り注いでくる銀河宇宙線量 (Galactic cosmic rays: GCR) の変動に対する応答、および大気循環場の変動による影響を評価し、宇宙線生成核種のバックグラウンド変動の実態を明らかにする。本成果は、過去に発生した太陽高エネルギー粒子 (Solar Energetic Particle; SEP) イベント検出の高度化に貢献し、GCR の変動を年代決定に利用する新しい氷床コア年代決定法の確立に役立つと期待できる。

本年度は、第 63 次南極地域観測隊に参加して、1950 年代から現在までに涵養した積雪試料の採取をドームふじ基地周辺にて行うとともに、過去に実施された気象観測データを使って当該地域における長期気候変動解析を実施した。本稿では、特に気候変動解析の成果について報告する。ドームふじ基地周辺では、1990 年代に自動気象観測測器を使った観測が開始され、過去 20 年にわたる気温観測データが存在する。しかしながら、過酷な自然環境であるために欠測期間が多く、観測データから長期の気候変動を把握できない。そこで本研究は、最新の全球気象データセット (客観解析データ) を活用して、長期気温データセットを作成した。客観解析データの品質は、衛星データの活用など



東南極地域における過去 40 年にわたる年平均気温変動。

により、目覚ましい速さで向上している。本研究では、欧州中期気象センター (European Center for Medium-Range Weather Forecasts: ECMWF) が作成した ERA5 を利用して長期気温データセットの作成を行った。ERA5 は、観測値を正確に再現できないが、日々の気温変化は適切に再現していた。そして経験式を使って求めた気温推定値の標準誤差 (ERA5-観測値の差) は 1°C 程度であり、観測データ固有の誤差 ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) とほぼ一致していた。また、この標準誤差の大きさは観測年代を通じて不変であった。図は、今回作成した年平均気温推定値の時系列変化 (1979–2021) である。ドームふじ基地周辺にある 3 地点 (ドームふじ基地、中継拠点、みずほ基地) を比較すると、各地点ともに時系列変動パターンがよく一致していた。時間変動に着目すると、21 世紀以前と以後で挙動が変化しており、2000 年以降には時間変動の振幅が激しくなっていた。さらに、気温のトレンド解析を行ったところ、21 世紀以降には有意な温暖化傾向があることを明らかにした (有意水準 $p < 0.1$)。ドームふじ基地のある東南極地域では温暖化影響がまだ顕在化していないと考えられていたが、本研究成果は当該地域にもその影響が及びつつあることを示す貴重な発見である。また、この 21 世紀における温暖化トレンドは、南半球の春季に顕著であり、その速度は世界平均を大きく上回る速さで進行していることが明らかとなった ($1.6^{\circ}\text{C}/10$ 年)。そしてこの温暖化を引き起こしている要因としては、赤道太平洋域から南極大陸へ伝播するロスビー波の破裂応答が原因であった。赤道太平洋では数十年規模で表面海水温度が変動することが知られており (太平洋数十年規模振動: IPO)、2000 年ごろに起こった相変化により赤道周辺の表層海水温度が上昇し、対流活動も活発になっていると報告されている。春季の温暖化傾向は、赤道太平洋域で活発化した対流活動の影響が遠く離れたドームふじ基地周辺にまで及ぶようになったことを反映していると考えられる。言い換えると、20 世紀の間は南半球の大気循環変動に鈍感であったが、21 世紀になってからは大気循環の変動に対して敏感に応答するようになったとも言える。次年度には、21 世紀の前後の期間に着目し、 ^{10}Be と HTO 変動にどのような変化が起こったか明らかにする研究に取り組んでいくことを計画している。