

気泡空気の酸素濃度を用いたドームふじ氷床コアの正確な年代決定

川村賢二¹、青木周司²、中澤高清²

¹ 国立極地研究所

² 東北大学大学院理学研究科 大気海洋変動観測研究センター

Accurate chronology of the Dome Fuji deep ice core based on O₂/N₂ ratio of trapped air

Kenji Kawamura¹, Shuji Aoki² and Takakiyo Nakazawa²

¹ National Institute of Polar Research

² Center for Atmospheric and Oceanic Studies, Graduate School of Science, Tohoku University

Chronology of the first Dome Fuji deep ice core for the past 340 ka was established by orbital tuning of measured O₂/N₂ ratios in trapped air to local summer insolation, with accuracy better than about 2,000 years (Kawamura *et al.*, 2007). The O₂/N₂ ratios found in ice cores are generally lower than atmospheric ratio because of size-dependent molecular fractionation during bubble close-off, and the magnitude of this gas fractionation is governed by the magnitude of snow metamorphism when the layer was originally at the surface, which in turn is controlled by local summer insolation (Fujita *et al.*, 2009). The O₂/N₂ chronology permits comparisons between Antarctic climate, greenhouse gases, astronomically calculated orbital parameters, and radiometrically-dated sea level and monsoon records. We completed the measurements of O₂/N₂ ratios of the second Dome Fuji ice core from 2,400 m to 3,028 m (340-700 ka) at approximately 2,000-year time resolution, with significant improvements in ice core storage practice and mass spectrometry. In particular, the ice core had been stored at about -50 °C until the air extraction except during transportation by snow vehicle and Shirase ice breaker, in order to prevent molecular-size dependent fractionation due to gas loss during storage. The precision of the new O₂/N₂ data set is improved by a factor of 3 over the previous data. Clear imprint of local insolation is recognizable in the O₂/N₂ data towards the deepest depths. The new chronology can be established by the same analysis as employed for the first core with accuracy of 2,000 years or better for the entire 700,000 years.

第1期ドームふじ氷床コアの深部（8万年前以前）の年代決定は、気泡空気の酸素濃度（O₂/N₂）を掘削点の夏期日射量に合わせ込むことで行われ、年代誤差は約2000年以下に抑えられた（Kawamura *et al.*, 2007）。氷床コア中のO₂/N₂は大気値に比べて低く、夏期日射に伴って変動する。雪表面に照射する夏の日射によって、雪の変態や層構造の形成が起こり（Fujita *et al.*, 2009）、その度合いが後に気泡を形成する深度における気体の分子径に応じた分別を決定すると考えられている。O₂/N₂に基づくコア年代によって、南極の気候変動と温室効果気体、地球軌道要素、放射性年代による海水準やモンスーン等の諸変動とのタイミングの比較が可能になった。

第2期ドームふじ氷床コアの深部（2400m–3028m）における融解法による気体の基本解析が終了し、O₂/N₂も約2000年の時間分解能で測定された。コアの保管条件や質量分析手法を大幅に改良したことにより、今回のデータは第1期コアと比較して格段に質が良くなっている。特に、コアを国内に持ち帰ってから分析当日まで-50°Cで保管することにより、保存期間中の気体分別を最小限に抑えることに成功し、データのばらつきは第1期コアに比べて1/3以下になった。ドームふじコアの深部におけるO₂/N₂データは、計算で求めた掘削点の夏至日射量との高相関が最深部まで続いており、夏の日射がO₂/N₂を変化させるメカニズムが過去70万年間にわたって不変であったことが示唆された。このデータを用いて、まず第1期コアと同様の手法により、過去70万年にわたる年代を誤差約2000年以下で求めた。今後は、深部の複雑な流動がO₂/N₂の年代コントロール間の内挿に与える影響を考慮するため、1次元流動モデルを介した年代計算を行い、最終的なO₂/N₂年代の構築に取り組む予定である。

References

Kawamura, K. *et al.*, Northern Hemisphere forcing of climatic cycles in Antarctica over the past 360,000 years, *Nature*, 448, 912-916, 2007.

Fujita, S., Okuyama, J., Hori, A., and Hondoh, T., Metamorphism of stratified firn at Dome Fuji, Antarctica: A mechanism for local insolation modulation of gas transport conditions during bubble close off, *J. Geophys. Res.*, 114, F03023, doi:10.1029/2008JF001143, 2009.