

SIMS（二次イオン質量分析法）による Si 同位体比測定法の開発及び CAIs への応用

Development of a new method for the measurement of Si-isotopic compositions with SIMS and Application to CAIs

水野 珠美[1], 杉浦 直治[1], 比屋根 肇[2], 牛久保 孝行[3]

Tamami Mizuno[1], Naoji Sugiura[2], Hajime Hiyagon[3], Takayuki Ushikubo[4]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 東大・理・地球惑星科学, [3] 東大 理 地惑

[1] Earth and Planetary Sci., Univ.Tokyo, [2] Earth & Planet. Physics. Univ. of Tokyo, [3] Dept. Earth & Planet. Sci., Univ. Tokyo, [4] Earth and Planet. Sci., Univ. of Tokyo

始原的隕石に見られる Calcium-Aluminum-rich Inclusions (CAIs) は太陽系最古の物質であり、太陽系が形成したごく初期の情報を留めているものと思われる。Si 同位体比は地球やほとんどの太陽系物質でほぼ一定 ($^{30}\text{Si} \sim 0\%$) であるが、CAIs の Si 同位体比は、バルク測定によって、質量分別線上で 10%弱 (^{30}Si) の範囲に分布し、同位体的に重いものも軽いものも存在することがわかっている (Clayton R.N. et al., 1985)。真空中で蒸発作用が起きると、軽い同位体の選択的蒸発により残渣の同位体比は重くなる。そのため、同位体的に重い事は蒸発残渣である証拠、軽い事は凝縮物である証拠と考えられ、CAIs は質量分別の程度やバリエーションから凝縮や蒸発を幾度も経験したと考えられている。しかしながら、バルク測定では CAI の平均組成が求まり、内部のテクスチャーや鉱物による違いは見えない。一方で、SIMS (二次イオン質量分析法) を用いると直径数 ~ 数十 μm という範囲のその場測定を行う事が出来る。SIMS で同位体比測定を行う事によって、経験した凝縮・蒸発の程度や時期に由来する同位体比の不均質、或いはとけ残りや変成作用の痕跡を CAIs 内部に見つけられる可能性がある。

しかし、SIMS を用いて測定された Si 同位体比の質量分別の報告は過去にほとんどなされていない。SIMS による測定では、装置による質量依存同位体分別作用によって、真の同位体比とは異なった結果が現れる。この特性には未解明の要素が多い事と、特に Si ではこの作用が顕著である事が、SIMS による質量分別の分析を困難にしている。

そこで本研究では、装置特性の把握及び測定精度の向上を目指して、同位体比が既知の標準試料の Si 同位体比測定を繰り返し実施した。そして、必要な精度の得られる最適測定条件を見つけ、同一測定日の再現性として $\pm 2.3\%$ (^{30}Si) を達成することができた。

また、いくつかの鉱物を用いて装置による同位体分別作用を調べ、作用の程度を決定した。同じ固溶体に属する鉱物であっても装置による分別程度は大きく異なる事が分かった。分別程度と鉱物の化学組成とを定量的に比較する事により、試料の Ca 濃度や Mg 濃度に依存する傾向を見つける事ができた。

次に、タイプの異なる 3 つの CAIs (タイプ A, B1, B2) を測定し、装置による分別作用を差し引く補正を施す事によって、どれも太陽系組成より 1~5%程度同位体的に重く質量分別している事が分かった。また、タイプ B1 - CAI においては、内部のテクスチャーであるコアとマントルで同位体比が異なる傾向が見られた。マントルの方がコアより 4%程度重い。しかしながら、タイプによる同位体比の違いやテクスチャーによる同位体の不均質をはっきりと見出すには、 $\pm 2.3\%$ という精度は不十分である事が、本測定より明らかになった。

CAIs のバルクの Si 同位体比は、本研究で達成された精度以上の差異があることが知られることから、より多くの CAIs の Si 同位体比測定の実施と、測定精度の更なる向上により、今後、CAIs 形成に関する新たな知見が得られることが期待される。