

加速器質量分析法における ^{10}Be ・ ^{36}Cl の高感度測定のための同重体分離手法の検討と測定性能評価

Investigation of isobar separation methods and performance evaluation in accelerator mass spectrometry for high sensitive measurement of ^{10}Be and ^{36}Cl

*細谷 青児¹, 笹 公和¹, 高橋 努¹ 松中 哲也¹, 松村 万寿美¹, Hongtao Shen¹, 末木 啓介¹
¹筑波大学 AMS グループ

加速器質量分析法は同位体比 10^{-15} オーダーまでを迅速に測定可能な質量分析法である。質量分析磁石によって振り分けた荷電粒子を電離箱によって検出するが、目的元素と同じ質量を持つ同重体が目的元素とともに検出器に入り測定に影響を及ぼす場合がある。本発表では、イオン源から引き出される荷電粒子自体から同重体を減らす方法と検出器部で目的元素と分離する方法について検討した結果について報告する。

キーワード : 加速器質量分析法, ΔE -E 検出器, ^{36}Cl , ^{10}Be

1. 緒言

加速器質量分析法(AMS) は環境中に存在する極微量な長寿命放射性核種をタンデム静電加速器によって同位体比 10^{-15} オーダーまで測定可能な質量分析法である。AMS で測定される主な核種は ^{10}Be , ^{14}C , ^{26}Al , ^{36}Cl , ^{41}Ca , ^{129}I などである。これらは長寿命の放射性核種であり、自然界における安定同位体比は 10^{-12} から 10^{-14} 程度と極微量にしか存在しないため、従来の放射線計測では測定が困難である。このような核種を AMS では直接計数するので、迅速に且つ高精度の測定が可能になる。以上のような利点がある AMS であるが、測定したい目的核種と同じ質量を持つ同重体が測定に影響を及ぼす場合がある。 ^{36}Cl , ^{10}Be を例にとると、影響する同重体は ^{36}S , ^{10}B が存在するが、これは試料に含まれている同重体だけでなく、試料装填ホルダー、空気中からのコンタミなど様々な経路から測定に影響する。この同重体の影響を低減させるための手法として、イオン源から引き出される荷電粒子自体に含まれる同重体の量を減らすこと、原子番号の違いによるエネルギー損失の違いを利用して検出スペクトルで分離する方法の2つの手法を試みた。

2. 結果・考察

荷電粒子自体から同重体を減らす手法として ^{36}Cl 測定の場合、試料装填ホルダーの材質(Al, Cu)、形状の変化によって同重体 ^{36}S の量がどの程度変化するかを検討した。その結果、材質自体には ^{36}S の量には大きな違いが見られなかったが、形状は Cs スパッタされる面を大きくして更に AgBr でバックリングする事によって、 ^{36}S のカウント数を約 1/10 に減らせることができた。2つ目の検出器スペクトルによって分離する方法については、複数電極型電離箱に封入するイソブタンガスの圧力と電極の構成について重イオン・粒子輸送計算コード(PHITS)^[1]を用いてエネルギー損失の差が最大になる検出器ガス圧を求めた。また、 ^{10}Be 測定の際には検出器全面に Ar ガスを封入したアブソーバセルを設置し、検出器手前で同重体 ^{10}B のエネルギーを落として ^{10}Be との飛程を大きく分離させる手法を試みた。実際にその条件で測定を行い ^{36}S , ^{10}Be とのスペクトル分離測定に成功し測定バックグラウンドとして $^{36}\text{Cl}/\text{Cl} \sim 8 \times 10^{-15}$, $^{10}\text{Be}/\text{Be} \sim 2 \times 10^{-15}$ を得ることができた。しかし ^{36}Cl 測定の場合、土壌試料など硫黄の混入が多い実試料の測定では今回得られた分離能では測定に影響が出ることがあるので、今後は Si 半導体検出器と電離箱を組み合わせた検出器によって ^{36}S スペクトルを落とす手法を試みる予定である。

参考文献

[1] T. Sato et. al., J. Nucl. Sci. Technol. 50 (2013) 913-923.

*Seiji Hosoya¹, Kimikazu Sasa¹ Tsutomu Takahashi¹, Tetsuya Matsunaka¹, Masumi Matsumura¹,

Hongtao Shen¹ and Keisuke Sueki¹

¹ University of Tsukuba .