

# トリプル四重極誘導結合プラズマ質量分析法における Ba マスバイアス係数の測定

Measurement of Ba mass bias factor in triple quadrupole inductively coupled plasma mass spectrometry

\*芝原 裕規, 結城 真美, 大石 有希子, 竹内 康隆

(株) アトックス

トリプル四重極 ICP-MS(Agilent 社製 ICP-QQQ)を用いた Ba の同位体比測定における質量差別効果を調べた。各種のコリジョン-リアクションセル(CRC)ガスを用いて測定した Ba 同位体比からマスバイアス係数( $\epsilon$ )を算出し、 $\epsilon$ に及ぼす CRC ガスの種類、エネルギーディスクリミネーション(ED)値等の影響を解明した。

**キーワード**: トリプル四重極 ICP-MS, Ba, 質量差別効果, マスバイアス係数

## 1. 緒言

1F 廃炉等に係る放射性廃棄物のインベントリ評価のためには ICP-QQQ による Cs 同位体(Cs-134, -135 及び -137)の高感度、高精度分析が有効である。ICP-QQQ で測定した Cs<sup>+</sup>のイオンカウント数から Cs 同位体比を求めるには、イオンカウント数をマスバイアス係数  $\epsilon$ (Cs)で補正する必要があるが、 $\epsilon$ (Cs)の実測に必要な Cs 同位体比が既知の標準物質はない。そこで本研究では、Cs と質量が同領域の天然 Ba を用いて ICP-QQQ 測定における  $\epsilon$ (Ba)を実測し、それを基に <sup>135</sup>Cs / <sup>137</sup>Cs 比等の測定における質量差別効果の補正法を考察した。

## 2. Ba のマスバイアス係数 $\epsilon$ の算出方法

天然 Ba を含む 0.5mol/L HNO<sub>3</sub> 溶液を用いて ICP-QQQ で測定した m/z(m: 質量数, z: イオンの電荷)=130~138 におけるイオンカウント数から式(1)を用いて  $\epsilon$ (Ba)を求めた。

$$R_{\text{meas}}/R_{\text{true}} = 1 + \epsilon \times \Delta m \quad (1)$$

ここで、 $R_{\text{meas}}$ は異なった 2 種類の m/z において測定したイオンカウント数の比、及び  $R_{\text{true}}$ は同様な 2 種類の m の天然同位体組成から計算した理論同位体比を表す。 $\Delta m$ は 2 種類の同位体の m の差を表す。

## 3. 結果

CRC ガスとして流速 4ml/min の He を用いた時の  $\Delta m$  と  $R_{\text{meas}}/R_{\text{true}}$  の関係を図 1 に示す。両者には正の勾配の直線関係があり、式(1)が成り立つことを確認した。直線の傾きから  $\epsilon$ (Ba)は  $0.016 \pm 0.0003$  であった。Ba<sup>+</sup>との化学的相互作用が無視できる CRC ガスを流さない場合及び H<sub>2</sub>-CRC ガスを用いた場合にも同様な正の勾配を持った直線関係が得られ、 $\epsilon$ (Ba)はそれぞれ  $0.0072 \pm 0.0056$  及び  $0.0070 \pm 0.0022$  であった。また、Cs 同位体測定において Ba による同重体干渉を除去するために常用される<sup>1)</sup> N<sub>2</sub>O+He-CRC ガスを用いた時の  $\epsilon$ (Ba)は  $0.0025 \pm 0.0002$  であった。さらに、 $\epsilon$ (Ba)は ED にも大きく依存した。

## 4. 結言

ICP-QQQ による Ba<sup>+</sup>の測定において、Ba<sup>+</sup>との化学的相互作用が無視できる CRC ガス (例えば He) を用いて  $\Delta m$  と  $R_{\text{meas}}/R_{\text{true}}$  間の直線関係の傾きから  $\epsilon$ (Ba)を決定した。N<sub>2</sub>O+He-CRC ガスを用いても  $\Delta m$  と  $R_{\text{meas}}/R_{\text{true}}$  間に直線関係が観測できたが、 $\epsilon$ (Ba)は Ba<sup>+</sup>の酸化反応における質量差別効果を含んでおり、同 CRC ガス中でも酸化されない Cs<sup>+</sup>の測定値の補正用の  $\epsilon$ (Cs)としては代用できない。Cs 同位体比の測定には、He-CRC ガスを用いて求めた  $\epsilon$ (Ba)の代用が適切であると結論付けた。

## 参考文献

1) J. Zheng, W. Bu, et al., Anal. Chem., 2014, 86, 7103-7110

\*Hiroki Shibahara<sup>1</sup>, Mami Yuki<sup>1</sup>, Yukiko Oishi<sup>1</sup>, Yasutaka Takeuchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Atox CO., LTD.

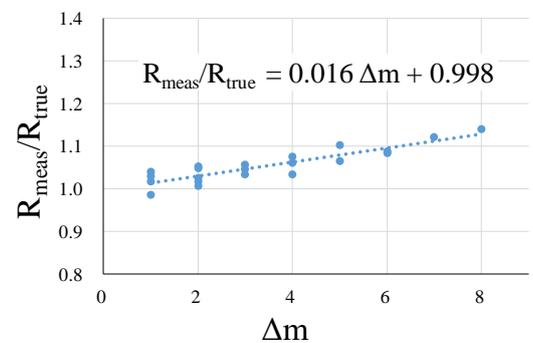


図1 Ba<sup>+</sup>イオンの質量差別効果の測定結果 (He-CRC ガス)