

## 熱圏における酸素非質量依存同位体分別 (MIF)

Mass-independently fractionation of oxygen ion O<sup>+</sup> in thermosphere

# 山田 明憲 [1]; 平木 康隆 [2]; 瀬田 孝将 [3]; 関 華奈子 [4]; 笠井 康子 [3]; 小嶋 稔 [5]

# Akinori Yamada[1]; Yasutaka Hiraki[2]; Takamasa Seta[3]; Kanako Seki[4]; YASUKO KASAI[3]; Minoru Ozima[5]

[1] 東大・理・地惑; [2] 京大・エネ科; [3] NICT; [4] 名大 STE 研; [5] 無所属

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [2] Kyoto Univ.; [3] NICT; [4] STEL, Nagoya Univ.; [5] NONE

Ireland et al. [2006] は月表面に存在する金属粒子 (最近太陽風の照射にさらされた) 中の酸素同位体の比 (Delta<sup>17</sup>O にして 25 permil 程度) に質量非依存 (MIF) があることを報告している。Ozima et al.[2007] はこの酸素同位体 MIF は地球からの流出大気によって運ばれた酸素イオン O<sup>+</sup> が原因であるという仮説を提案した。この仮説が本当であるためには以下の 3 つの条件を満たす必要がある。

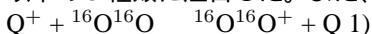
- 1) 月表面金属などに O<sup>+</sup> が付着し、金属に取り込まれる物理化学過程において MIF を起こさないこと
- 2) 地球から月への酸素輸送過程において、O<sup>+</sup> の同位体比が保存されること
- 3) 高度 200-400 km における地球大気中の O<sup>+</sup> 同位体比が MIF を示すこと

これらはいずれも観測や実験事実はこれまで存在せず、直接の確認は難しいものの、従来の多くの研究から 1), 2) の過程は比較的 MIF を作りにくいことが示唆される。そこで我々は上記 3 つの条件のうち 3) に注目した。

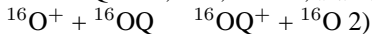
本研究の目的は高度 200-400 km における化学反応は O<sup>+</sup> の MIF を作り得るのかどうか、数値実験により可能性を検討することである。

計算には Hiraki et al. (2008) が作成した「熱圏一次元光化学モデル」を使用した。計算範囲は 100-800 km とし、<sup>16</sup>O, <sup>17</sup>O, <sup>18</sup>O, N 元素を含む中性粒子とそれらのイオンを合計 21 種、化学反応は 60 種程度考慮した。光化学過程は光乖離と光イオン化 (EUVAC モデル) を、力学過程として分子拡散を考慮した。<sup>16</sup>O などのメジャーな元素を含む物質の化学反応係数は JPL94 のデータを参照した。

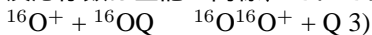
今回は Seta et al. (2008) の指摘により、考慮した 60 の化学反応のうち、O<sup>+</sup> 同位体比の MIF を起こし得る化学反応である以下の 3 種類に注目した。また、これら 3 つ以外の反応は MIF への寄与が少ないことを数値実験からも確認を行った。



ここで Q=<sup>16</sup>O, <sup>17</sup>O, or <sup>18</sup>O, 反応係数はそれぞれ <sup>16</sup>O, <sup>17</sup>O, <sup>18</sup>O に対して k<sub>16</sub>, k<sub>17</sub>, k<sub>18</sub> とする。



反応係数は上記と同様、それぞれ k'<sub>16</sub>, k'<sub>17</sub>, k'<sub>18</sub> とする。



反応係数は上記と同様、それぞれ k''<sub>16</sub>, k''<sub>17</sub>, k''<sub>18</sub> とする。

もし、上記 3 つの条件が満たされ、これが月表面酸素 MIF の支配的要因であると仮定すると、高度 200-400 km における O<sup>+</sup> の Delta<sup>17</sup>O は 25 permil 程度でなくてはならないが、高度 340 km で上記の反応 1) において k<sub>i</sub>/k<sub>16</sub>=0.9 かつ反応 2) において k'<sub>i</sub>/k'<sub>16</sub>=0.9 かつ反応 3) において k''<sub>i</sub>/k''<sub>16</sub>=0.9 (i=17,18) の場合、Delta<sup>17</sup>O=25 permil を再現することがわかった。発表では計算実験の詳細を報告する予定である。

## 参考文献

1. Ireland T. R. et al. (2006), Isotopic enhancements of <sup>17</sup>O and <sup>18</sup>O from solar wind particles in the lunar regolith, Nature, 440, 776-778
2. Ozima M. et al. (2007), BIOTIC EARTH WIND AS THE ORIGIN OF OXYGEN ISOTOPE ANOMALIES IN CONTEMPORARY LUNAR REGOLITH, LPSC XXXVIII, 1129-1130
3. Hiraki Y. et al. (2008), Chemical simulation for ionic oxygen isotope ratio in the terrestrial thermosphere, JpGU, Frontiers in isotope geochemistry: MIF/NMDF in isotopes
4. Seta T. et al. (2008), Chemical reaction mechanism of oxygen-isotope in the Earth's upper atmosphere, JpGU, Frontiers in isotope geochemistry: MIF/NMDF in isotopes