

地球の熱圏領域における酸素イオン同位体の化学計算

Chemical simulation for ionic oxygen isotope ratio in the terrestrial thermosphere

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

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

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

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

月表面の金属成分に混入される酸素同位体の比率 ^{17}O に、強い質量非依存 (MIF) の傾向がみられることが観測により明らかになった (Ireland et al., 2006)。さらに、Ozima et al. (2007) は、この傾向は主に地球からの流出大気によって運ばれた酸素が月表面に付着した結果生じたものであると提案した。GEOTAIL 衛星により測定された電離圏イオン流出量から推測して、月軌道におけるフラックスはこの仮説を裏付けるのに十分である。一方で、昨年打ち上げられた“かぐや”による月周辺の質量分析が精力的に行われ始めている。このような状況の中、今日の地球大気環境において酸素原子が MIF を示し得る領域があるならば、以上の一連の“おとぎ話”の信憑性はよりいっそう強まるはずである。この可能性が最も高いのは、酸素イオンが流出を開始する熱圏領域である。従って、我々の目的は、酸素同位体を考慮した熱圏の一次元光化学計算を行い、その同位体比の MIF 性を評価することである。今日まで熱圏での同位体観測はなく、理論計算の立場からも化学の立場からも興味もたれることはなかった。その意味で我々の試みは、価値ある小さな一歩であると捉えている。

次に、光化学モデルの概要について述べる。計算範囲は高度 100-800 km とし、 ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O , N 元素を含む中性粒子とイオンを 21 種類、化学反応を 60 種類程度考慮した (反応係数は JPL94 のデータを参照)。Photolysis として光イオン化 (EUVAC モデル) を、力学過程として分子拡散を考慮した。この高度の主要な物質である N_2 , O_2 , O のレート方程式も解き、拡散がない場合に全粒子数が保存するようにした。温度や密度の初期値は、MSIS-E90 モデルを基に、イオン流出の顕著な極域 75 度付近のデータを用いた。酸素同位体が関与する化学反応係数は、成層圏でのオゾン生成反応に対して提唱された MIF 効果の化学実験研究 (Gao and Marcus, 2001) を参考に、ある程度経験的に仮定して与えている。しかし、最も大きな不確定性はここにあるため、free parameter として、どの反応の寄与が大きいかを明らかにすることが第一の課題であると考えている。現在は、 O^+ と O_2^+ の電荷交換反応に注目して解析を進めている。これは、拡散を含めないテスト計算において、この反応を通して O^+ が触媒となり高度 200-300 km 付近の O_2 を激減させる様子がみられ、キー反応である可能性が示唆されたためである。これまでの計算結果では、この反応係数に MF 的な重みをつけた場合でも、 O^+ に高い MIF 性がみられることがわかっている。本発表では、絶対値の月表面値との比較に加え、この化学的特徴の解釈について考察したい。