

外惑星のH, N, O同位体組成予測

Prediction of H, N and O isotopic compositions of outer planets

垓本 尚義^{1*}

Hisayoshi Yurimoto^{1*}

¹ 北海道大学理学研究院

¹Natural History Sciences, Hokkaido University

水素, 窒素, 酸素は宇宙存在度が大きい元素であり, 太陽系の天体においてその同位体組成に大きな変動があることが観測・観察されている。原始惑星系円盤においてこれらの元素は揮発性が大きいため, 周囲の温度圧力環境により気体や氷の形態をとる事が多い。したがって, これらの元素が内惑星には欠乏しているが, 外惑星を構成する主成分元素であるという特徴は惑星形成モデルと調和的である。惑星間のこれらの元素の同位体組成変動は, 惑星形成過程とその後の惑星進化過程により体系的に説明されるべきものであり, 逆にこれらの同位体変動を説明するモデルは太陽系物質進化シナリオの重要な部分をなすものと考えられる。しかしながら, 外惑星におけるこれらの元素の同位体組成は一部においてしか決定されておらず, またその観測値は大きな誤差を持つ。本発表では Yurimoto and Kuramoto (2004) により提唱された原始惑星系円盤の酸素同位体進化モデルを拡張し外惑星の水素, 窒素, 酸素の同位体組成の体系的な推定を試みる。このモデルでは, 化学反応により同位体分別した化学種の時間的な保存と同位体分別した化学種の化学状態変化と力学的挙動のカップリングによる天文学的な空間分離が本質的なポイントである。適当なパラメーターを仮定した推定値は, 木星・土星と天王星・海王星の間において水素同位体組成が異なるという観測値を説明する。また, 窒素同位体組成は木星においてしか決定されていないが, 木星に比べ, 土星ではやや ^{15}N が濃縮し, 天王星と海王星ではその濃縮度が地球の値を越えるまで大きくなると推定できる。酸素同位体比は, 木星, 土星, 天王星・海王星の順に ^{16}O 成分が乏しくなる質量非依存質量分別作用を示すだろう。これらの予測検証は将来の外惑星探査ミッションの科学目標の一つとして面白いテーマである。

キーワード: 外惑星, 同位体, 水素, 窒素, 酸素

Keywords: outer planet, isotope, hydrogen, nitrogen, oxygen