

地球から月への酸素イオン輸送

横田 勝一郎 [1]; 齋藤 義文 [1]; 北村 成寿 [2]; 西野 真木 [3]; 綱川 秀夫 [4]
[1] 宇宙研; [2] JAXA 宇宙研; [3] 名大 STE 研; [4] 東工大・理・地惑

Transport of oxygen ions from the Earth to the Moon

Shoichiro Yokota[1]; Yoshifumi Saito[1]; Naritoshi Kitamura[2]; Masaki N Nishino[3]; Hideo Tsunakawa[4]
[1] ISAS; [2] ISAS/JAXA; [3] STEL, Nagoya University; [4] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH

It is believed that the Moon was formed due to the impact between the Earth and a planet-sized body, which we have called Theia. In order to confirm that the impact had taken place, many studies were done by numerical modeling and measuring the ratios between the isotopes. Theoretical models proposed that the Moon would form mostly from Theia, and thus would be expected to be compositionally different from Earth. However measured isotope ratios are similar between the Earth and Moon. Measured isotope ratios and theoretical models conflict with each other. Recent measurements used lunar samples from the Apollo 11, 12 and 16 missions and found significantly higher levels of $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ than Earth's counterparts.

One of the reasons of the similarity of the isotope ratio is isotope exchange with water from the Earth especially in lunar samples arrived via meteorites. We propose the other reason, oxygen ion transport from the Earth to the Moon, because many satellites such as GEOTAIL and STEREO observed the ion escape from the Earth in the Earth's magnetotail.

KAGUYA, a Japanese lunar orbiter, conducted scientific observation in 100 km altitude in 2008. An ion mass analyzer on KAGUYA detected oxygen ions coming from the Earth to the Moon in the Earth's magnetosphere. Here we show the amount of the oxygen ion transport estimated by using KAGUYA data and discuss the effect to measuring the isotope ratios.

月はかつて、テイアと名付けられた巨大隕石が地球へ衝突したのを機に形成されたと広く考えられている。この隕石衝突による月形成モデルは数値計算等で理論的に研究されていて、また月から得た試料の同位体分析による実証の試みがなされている。数値計算モデルによる研究では月の物質の大部分はテイアから供給されたということが提唱されている。しかしながら、同位体分析では月と地球の試料で非常に近似した結果が得られていて、これは地球が月に対して大きく物質供給したことを示唆することになる。数値計算と同位体計測はそれぞれ矛盾した結果を示していたが、最近になってアポロによる月試料を精度良く分析することで、 $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ において地球の試料とは異なる結果も出るようになってきている。

同位体分析が月と地球の試料で近似した結果が出た理由として、地球での試料の汚染などがまず考えられている。一方で、GEOTAIL 衛星を始めとした地球磁気圏観測衛星により、特に酸素イオンが地球起源粒子として地球から散逸し、地球磁気圏尾部へと流されていくことが観測されている。最も遠い場合だと 200 地球半径離れた地球磁気圏で、地球起源の酸素イオンが観測されている。酸素イオンの流出は太陽風の状態に大きく依存した間欠的なイベントではあるが、月は一月に 5 日ほど 60 地球半径離れたところで地球磁気圏を通過するため、地球起源の酸素イオンは月表面に輸送されていると考えることが出来る。

月探査衛星「かぐや」は太陽風が静穏な時期ではあるが 2008 年を 100km 高度で周回した。イオン分析器が「かぐや」には搭載されていて、地球磁気圏において地球起源と思われる酸素イオンが地球から月面へ流入する状況を観測した。我々はこの酸素イオンの流量と観測時間から、地球から月へと輸送される酸素イオンの量を見積もった。本発表では酸素イオンの輸送量を示し、月試料の同位体分析に対する影響を考察する。