

月地下における微量水の同位体計測に向けたオンサイトレーザー分光装置の開発計画
On-site isotope laser spectrometry aiming underground lunar water

*山中 千博¹、橋爪 光¹、田坂 直也¹、時田 茂樹²

*Chihiro Yamanaka¹, Ko Hashizume¹, Naoya Tasaka¹, Shigeki Tokita²

1.大阪大学大学院 理学研究科、2.大阪大学レーザーエネルギー学研究中心

1.Graduate School of Science, Osaka University, 2.Institute of Laser Engineering, Osaka University

月面にはどの程度の水があるのか？月の水を探す研究は多くの関心を集めている¹⁾。実際2008年に火山性ガラスに水分子が捕獲されている証拠があるが^{2,3)}、月における水の存在量についての調査結果は極めて不確定である。当然ながら、月の日照時の表面温度(～395K)、および弱い重力から、月面に存在する水は、短時間に宇宙空間に散逸する。ある程度の水があり得る地点は、極域の永久影になったクレーターであり⁴⁾、もしくは表面温度の日変動を受けない深さにある地下⁵⁾ということになる。

月の水は、月が形成された直後から後、地球と同じように、水を含んだ彗星や小惑星、隕石の衝突により持ち込まれたか、太陽風の中のプロトンが月面の酸化物鉱物と反応して形成されたものと考えられている。月の水の出自を知るには、同位体組成の情報が重要である。ただし、サンプルリターンは水の豊富な地球での汚染を考えると得策ではなく、よって月面で測定するためには着陸機に搭載可能な装置が必要である。

我々の想定する装置は、水の吸収強度の強い2.7において狭帯域の中赤外レーザー(DFB、もしくはEr:ZBLANファイバーレーザー)を用いたレーザー同位体分光器であり、月面地下から加熱回収した水蒸気を一旦、凝結回収し、再度水蒸気化して、H, D, および ¹⁶O, ¹⁷O, ¹⁸O同位体の吸収線に同調したレーザーによる計測を行うものである。もし同位体存在比が、地球と同様のD/H, ¹⁸O/¹⁶O2.0 とすると、通常(Lambert-Beer則)においてLをkm程度にする必要がある。NASAのMars Science Laboratory: Curiosityに搭載されたレーザー同位体測定機は高反射鏡を用いたヘリオットセルで対応しており、市販の水・炭素・窒素同位体測定装置でも高反射鏡を組み合わせて用いて長い光路長を形成してcavity enhanced spectroscopyを実現している。

日本のPayloadの要請から、電源込みで数kgとなるような軽量かつアラインメントフリーであるような装置が望ましい。半導体(LD)レーザーもしくはLD励起ファイバーレーザー(レーザー媒質は数g)による軽量化はある程度目算がつき、今後は高反射鏡を用いないファイバーcavityセルや電子的CRDS(cavity ring-down)の開発を進めている。

1) Feldman et al., *Science* 281. pp.1496 (1998)

2) Saal, et al., *Nature* 454. pp.192 (2008)

3) Saal et al., *Science* 340. pp.1317 (2013)

4) Binder, *Science*, 281. pp.1475 (1998)

5) Hashizume, private comm.

キーワード：月の水、同位体、レーザー同位体計測

Keywords: lunar water, isotope, Laser isotope measurement