

# SELENE 搭載 線検出器(ARD)による科学

## Science with the Alpha Ray Detector on-board SELENE

# 古市 勝久[1]; 柏木 利介[2]; 高島 健[3]; 奥野 祥二[2]; 吉田 健二[2]; 伊藤 真之[4]; 森 国城[5]; 西村 純[6]

# Katsuhisa Furuichi[1]; Toshisuke Kashiwagi[2]; Takeshi Takashima[3]; Shoji Okuno[2]; Kenji Yoshida[2]; Masayuki Itoh[4]; Kunishiro Mori[5]; Jun Nishimura[6]

[1] 神戸大・総合人間・人間環境; [2] 神大・工; [3] 宇宙研; [4] 神戸大・発達・自然環境; [5] クリアパルス; [6] 宇宙研

[1] Human Environment Sci. Kobe Univ; [2] Faculty of Engineering, Kanagawa University; [3] ISAS/JAXA; [4] Faculty of Human Development, Kobe Univ; [5] CLEAR PULSE Co.; [6] ISAS

月周回衛星 SELENE に搭載される 線検出器(ARD)は、月からの 線を観測することによって月面のガス放出現象を捕える。この発表では ARD による月の科学と ARD の性能について議論する。

過去の 線観測から  $^{222}\text{Rn}$ 、 $^{210}\text{Po}$  の崩壊による 線が確かめられている。これらは  $^{238}\text{U}$  を親核とするウラン系列の放射性同位体で、崩壊によりそれぞれ 5.490MeV、5.305MeV の 線を放出する。線の飛程は非常に小さいために、地殻中に存在するウラン、トリウム起原の Rn 崩壊による 線は通常では軌道上で検出することが不可能である。しかし、希ガスである Rn が月大気へ放出されることにより、軌道上での 線観測が可能になる。

月表層には 線観測によって  $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$  の濃集した地域が確認されており、この地域と  $^{222}\text{Rn}$ 、 $^{210}\text{Po}$  による 線の分布には関連性があると考えられる。また、地殻中に火山ガスと共に閉じ込められた Rn が、月地殻のクラックを通り道として月大気中へ放出される過程が考えられる。月地殻の構造は、潮汐力や夜と昼の温度差により僅かながら変化を受けると考えると、ガス放出発生に潮汐サイクルや日の出に対応した時間変動が見られる可能性がある。半減期が 3.8 日である  $^{222}\text{Rn}$  はこのようなリアルタイムのガス放出現象の指標となる。また  $^{222}\text{Rn}$  崩壊後 21 年の半減期を持つ  $^{210}\text{Pb}$  を経て生成される  $^{210}\text{Po}$  からは長期のガス放出の様子が伺える。

過去の 線観測は 1970 年代前半に Apollo15、16 号、1998 年に LunarProspector(LP)によって行われ、LP では月の全球マップが得られた。Apollo の  $^{210}\text{Po}$  の観測からは月の海の周縁部でカウントが多くなる MareEdge Effect が観測された。月の海の周縁部はクレータ、ベースン形成によってクラックが生じやすい場所と考えられている。つまりこの場所でのカウントの増加は月地殻内部からのガス放出である可能性が高い。また Aristarchus Crater 付近では Apollo、LP の両観測において  $^{222}\text{Rn}$ 、 $^{210}\text{Po}$  とともに強いピークが観測された。この場所は 線観測によって  $^{232}\text{Th}$  のピークが見られる場所でもあり、月地殻の組成、構造を理解する鍵と考えられる。これら過去の観測結果により 線強度は空間的、時間的に変動していることがわかった。しかし、これらのデータ精度では全球的なガス放出現象の分布や場所の特定、時間変動を見るのは困難である。

ARD は、有効面積  $26\times 26\text{mm}^2$  厚さ  $100\mu\text{m}$  のシリコン半導体検出器を  $6\times 8$  列に並べて構成される。低ノイズ前置増幅器の開発によって観測ターゲットとしている  $^{222}\text{Rn}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{220}\text{Rn}$  のエネルギー範囲をエネルギー分解能約 100keV でカバーする。総有効面積は  $326\text{cm}^2$  でこれは Apollo の 21 倍、LP の 18 倍である。視野角はコリメータによって約 80 度(全幅)に制限され月面視野は 160km 四方となる。アンチ検出器により、90%のバックグラウンド除去効率を有している。Apollo の観測結果から検出カウントを見積もった結果、宇宙線によるものが 0.2 ct/min、アルベド陽子が 0.9 ct/min でこれらがバックグラウンドとなる。 $^{220}\text{Rn}$ 、 $^{210}\text{Po}$  の平均カウントは 2 ct/min、10 ct/min となり、ピークを示す場所ではどちらも 20 ct/min 程度になる。この S/N は低ノイズ前置増幅器、アンチ検出器に加え SELENE ミッション期間が太陽静穏期にあたるためにさらなる向上が期待される。

一年間の SELENE ミッションによって ARD で得られる結果は、過去 LP が行った観測に比べ 4 倍の空間分解能を持つ。それに加え、LP はスピン衛星であったのに対し SELENE は三軸制御で常に検出器視野は月面を向いていることからデータの精度も飛躍的に向上する。これにより、ガス放出の分布や場所の精度よい同定、時間変動の検出が可能となる。