

月探査機搭載用チェレンコフ検出器 Lunar-RICHeS (Ring Image Cherenkov Spectrometer) の開発

Lunar-Imaging Cherenkov Spectrometer toward future space exploration of the Moon

宇宙航空研究開発機構¹, 理化学研究所², 東京理科大³, 東大院理⁴, 関東学院大学(研推機構)⁵

◦永松愛子¹, 玉川徹^{2,3}, 幸村孝由³, 内山慶祐^{2,3}, 大田尚享^{2,3}, 武田朋志^{2,3}, 内田悠介³,
藤澤海斗³, 伊藤尚輝³, 萩野浩一^{4,5}, 行松和輝¹

JAXA¹, RIKEN², Tokyo University of Science³, The University of Tokyo⁴, Kanto Gakuin University⁵

◦Aiko Nagamatsu¹, Toru Tamagawa^{2,3}, Takayoshi Kohmura³, Keisuke Uchiyama^{2,3}, Naoyuki Ota^{2,3},

Tomoshi Takeda^{2,3}, Yuusuke Uchida³, Kaito Fujisawa³, Naoki Ito³, Kouichi Hagino^{4,5}, Kazuki Yukumatsu¹

E-mail: nagamatsu.aiko@jaxa.jp

2024 年度以降に建設開始される ARTEMIS 計画の月近傍有人拠点 Gateway や月表面での探査活動において、宇宙放射線による被ばくや放射線影響の低減、放射線防護技術・遮蔽設計は、極めて重要なキー技術である。探査活動を支援するための定常的な宇宙放射線環境の把握と、リアルタイムでの被ばく線量評価システムの確立を目指し、目的や測定対象の異なる 3 種類の放射線検出器 (超小型ポータブル線量計 D-Space/PADLES、2. LET (線エネルギー付与)・線量計測用位置有感生体等価比例係数箱 PS-TEPC、3. エネルギースペクトル検出器 Lunar-RICHeS) を組み合わせた、任意地点の線量評価・予測を行う協調システム構築を検討している。

Lunar-RICHeS は、①~③を組み合わせたエネルギースペクトロメータである。船外や月面拠点定点に設置し、太陽高エネルギー粒子 (SEP)、銀河宇宙線 (GCR) の、15MeV~2GeV の荷電粒子のダイナミックレンジのエネルギースペクトル測定ができる超小型チェレンコフ検出器 Lunar-RICHe (Fig.1)の開発に向け、2020 年度から要素技術の検討に着手している。

① DSSD (Double-sided Si Strip Detector) を用いた入射粒子の位置検出部

X 線天文衛星 Hitomi 搭載の Hard X-ray Imager DSSD と ADC および電源・通信 IF 機能を持つ専用電気回路 ASIC 基板を用いて、省電力化・小型化開発に着手。校正線源および宇宙放射線由来のミューオン測定を使った動作検討および位置検出精度を確認。【後続発表者にて詳細報告予定】

② Si および CdTe 半導体検出器を積層させた $\Delta E-E$ 法による低エネルギー計測部

PHITS 放射線挙動計算コードを用いて、積層構造の半導体放射線検出器のセンサ種類と選抜とその組み合わせ枚数設定を評価し、校正線源 Am-241 を用いた候補となる積層センサ (Si、CdTe、CdZnTe 等) の特性を評価。

③ リングイメージングチェレンコフ検出器による高エネルギー計測部

GEANT4 シミュレーションにより、チェレンコフ検出器の放射体素材 (屈折率の異なる 4 種類を製造) と厚みの最適化検討を実施。光電子倍增管 (PMT) と信号読み出し回路で、セルフトリガ機能による 64ch (ミニマムサイズ) 出力での宇宙線ミューオンを測定し、チェレンコフ光イメージを取得。500 MeV 以上のエネルギー帯域を優れた分光能力で計測するための多チャンネル化検討とともに、~2GeV までの高エネルギー陽子に対するチェレンコフ検出器の動作確認を行うために、大強度陽子加速器施設 J-PARC での照射試験を実施予定。

本報告では、各要素技術の検討結果とともに、今後の開発計画についても述べる。

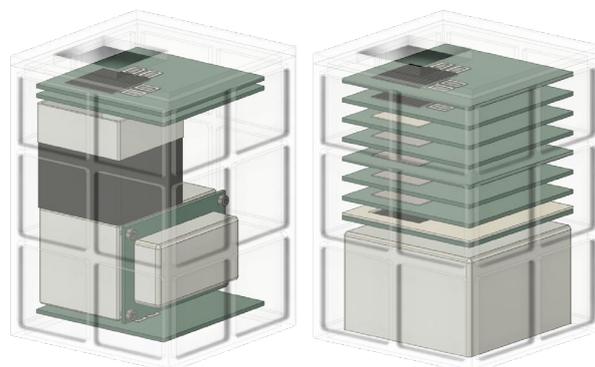


Fig. 1 センサ部(2U)

左:250MeV~2GeV の高エネルギーエネルギー計測を行うチェレンコフ検出器を含むセンサ、右:15~250MeV の低エネルギー領域を計測する半導体検出器積層部