

宇宙使用も視野に入れた土木建築での活用を目指す次世代型の中性子水モニタの開発

理化学研究所、聖マリアンナ医科大学、立命館大学、
ソイルアンドロックエンジニアリング株式会社、量子科学技術研究開発機構

月面には銀河宇宙線が常に降り注ぎ、核反応で高速中性子を発生させる。発生した高速中性子が水（水素）で散乱されると、熱化されて熱・熱外中性子として表層から漏れ出してくる。私たちは、熱・熱外中性子とバックグラウンドとなる高速中性子やガンマ線を識別できる新しい非接触型の中性子水モニタを開発している。この検出器を使い、月面ローバーによる月面の水資源探査や、地上での土木工事や建築物の調査に活用できる。本年は、1) 宇宙環境でも使用できる装置設計が完了し、2) 中性子源と月シミュラントを用いた土槽含水率測定試験を実施し、実験手法を確立した。

1. 宇宙線による月面の水資源探査

銀河宇宙線により月面で発生する中性子の反応(図1) と、測定対象の中性子の強度と他の測定例との比較 (図2)。

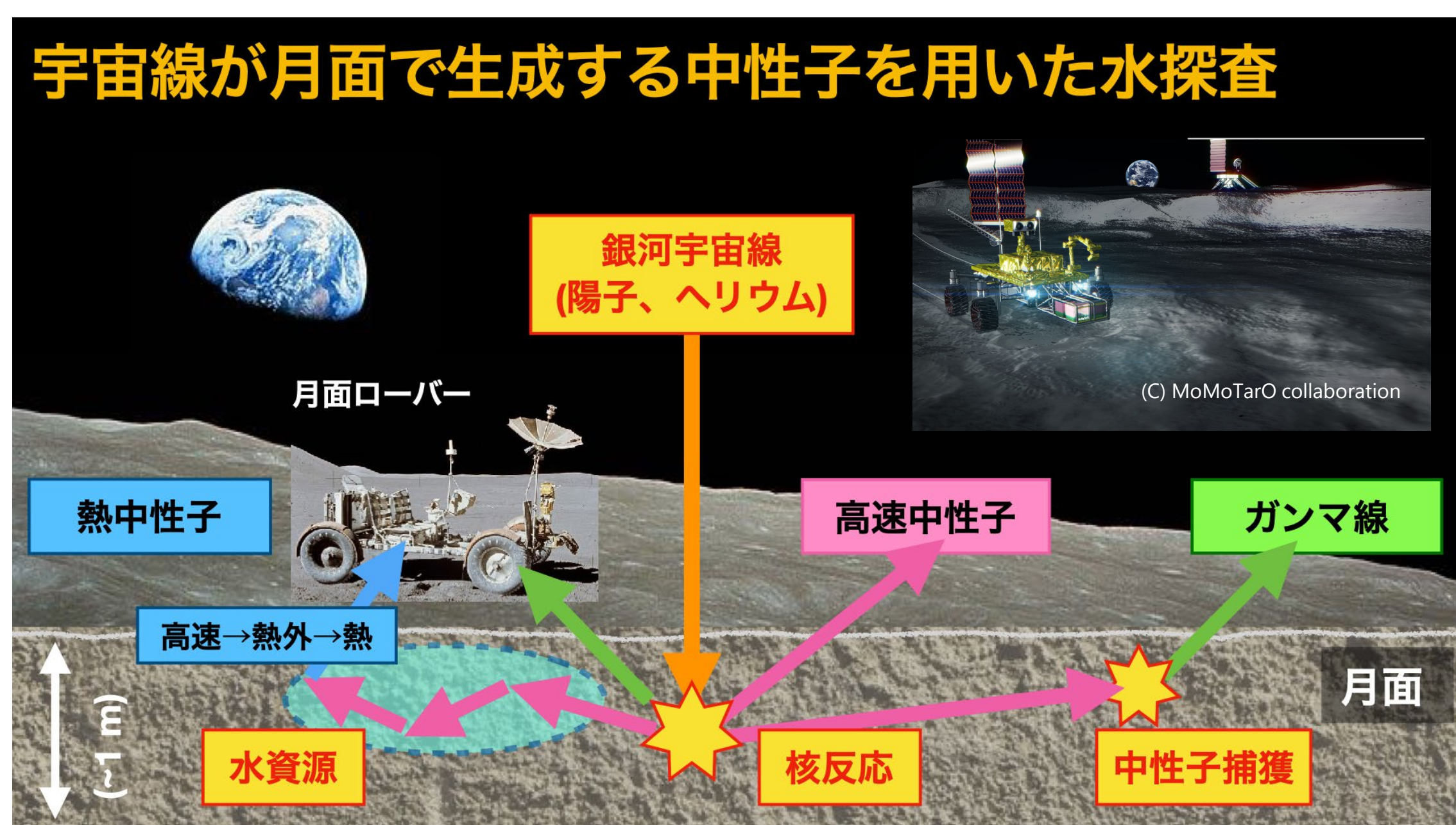


図1. 銀河宇宙線が生成する中性子の反応の概念図

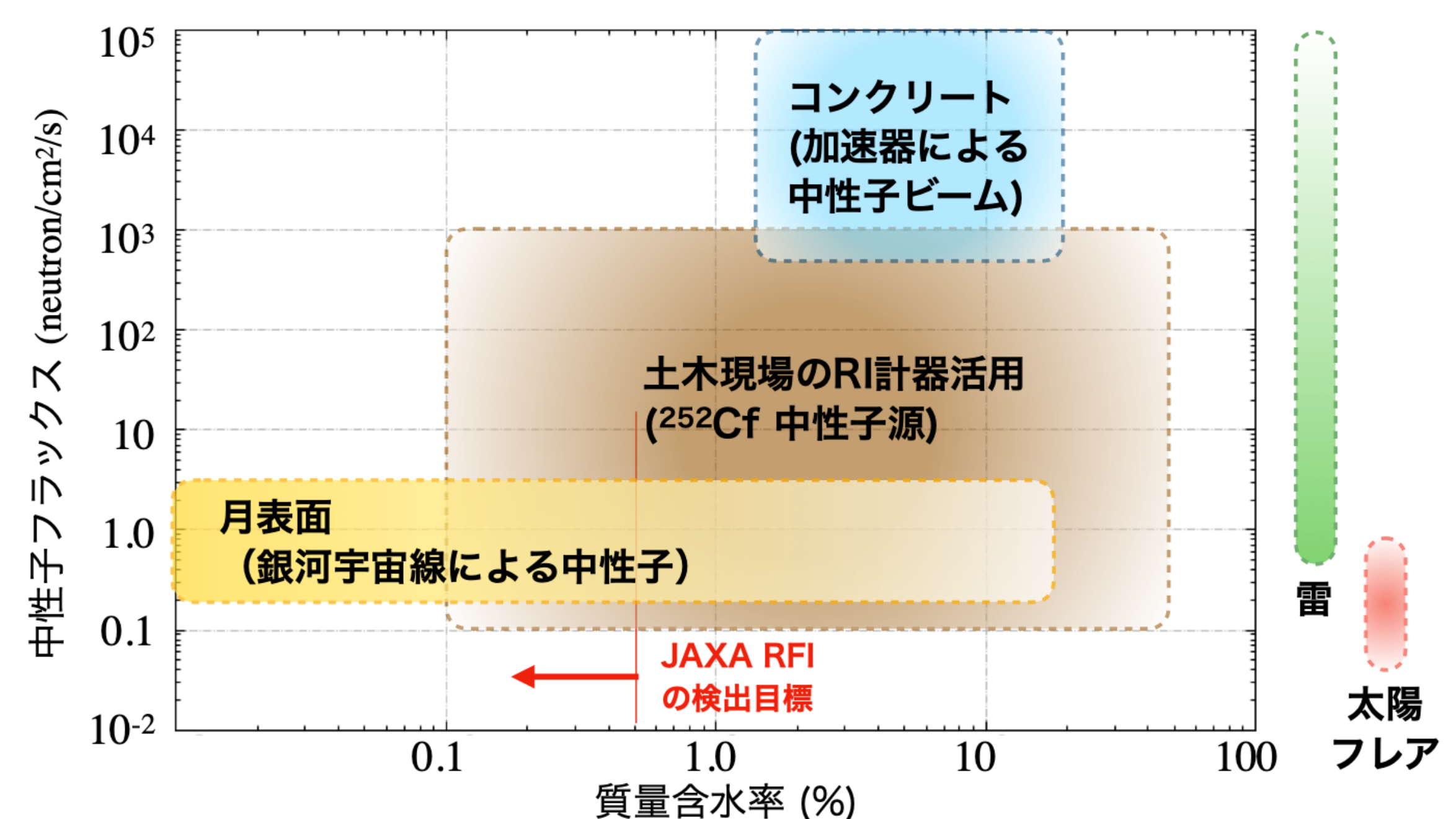
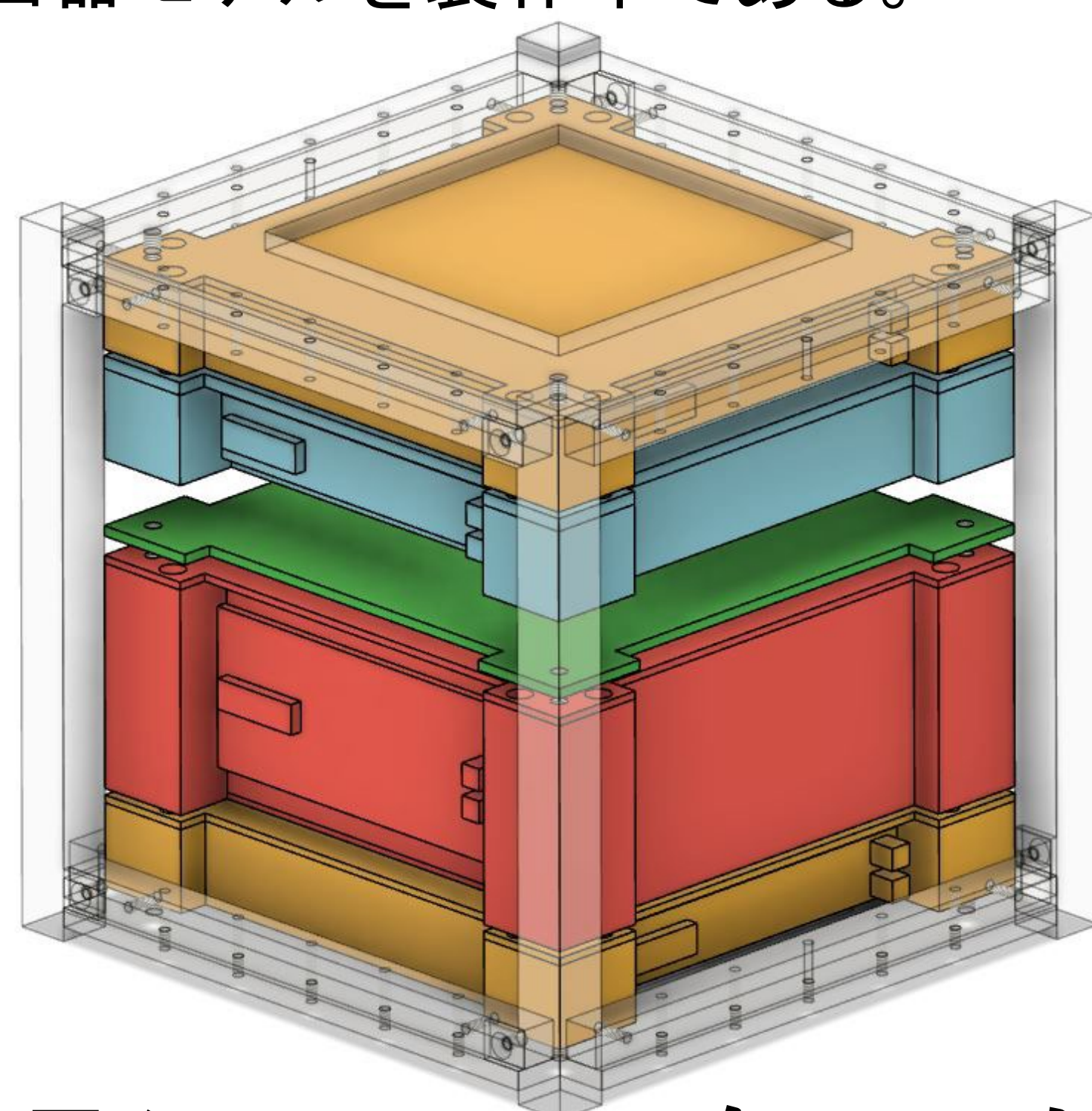


図2. 月面と土木建築での中性子フラックスと含水率の比較

2. 月面での測定も視野に入れた1U サイズの放射線モニタ

将来の月面ローバーでの活用を視野に入れ、超小型衛星で標準となる1Uサイズ(10 cm立方)に収まるシンチレータを活用した放射線モニタ(図3) を設計した。装置名はMoon Moisture Targeting Observatory (MoMoTarO)。ここには、リチウム6を添付したプラスチックシンチレータを用いて、熱・熱外中性子とガンマ線を波形信号の違いで弁別する。これは基礎実験を行い、実際に弁別できることを確認している(昨年度報告済)。4種類のシンチレータを組み合わせ、ガンマ線や宇宙線も測定する検出器モデルを製作中である。



宇宙線測定用シンチレータ (70x70x10 mm³)
ガンマ線用シンチレータ (70x70x30 mm³)
放射線信号の測定の読み出し回路
熱外中性子用シンチレータ (70x70x30 mm³)
熱中性子用シンチレータ (70x70x10 mm³)

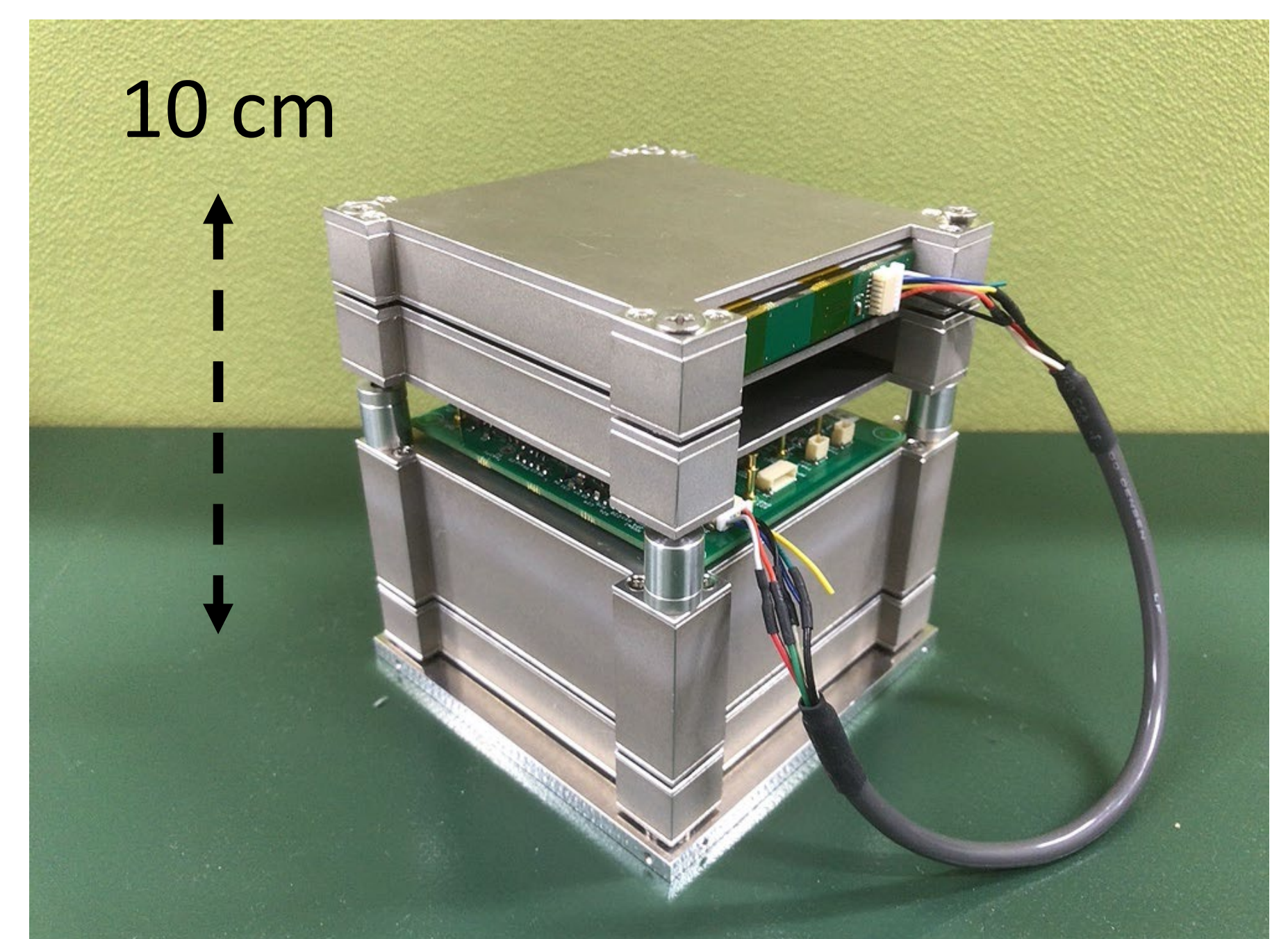


図3. (a)約1Uサイズの中性子モニタの設計概念(左図), (b)MoMoTarO外観図(右図)

3. 月シミュラントを用いた含水量測定試験

図4. 月シミュラントの測定試験と測定結果



- 1) 水を含む土槽作り
 - 2) 線源と中性子検出器を設置
 - 3) 土槽からの中性子を測定
- ・実験は立命館大学の小林研究室で実施し、測定はSRE社のHe3計数管を使用。
 - ・使用した土は、月シミュラント(FJS-1)とまさ土。右図はFJS-1の結果。
 - ・モデル土槽中の容積含水率と中性子計数率(He3計数管で測定)との関係を取得。
 - ・Geant4での数値シミュレーションと実測した計数率を比較し、実験結果との良い相関性を得た。
 - ・今回の実験結果を踏まえ、さらにモデル計算の高精度化を目指す。

4) 測定結果
土槽内の容積含水率と漏れ出し中性子の計数率の関係

