

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。本年は宇宙環境でも使用できる装置設計が完了した。

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)。

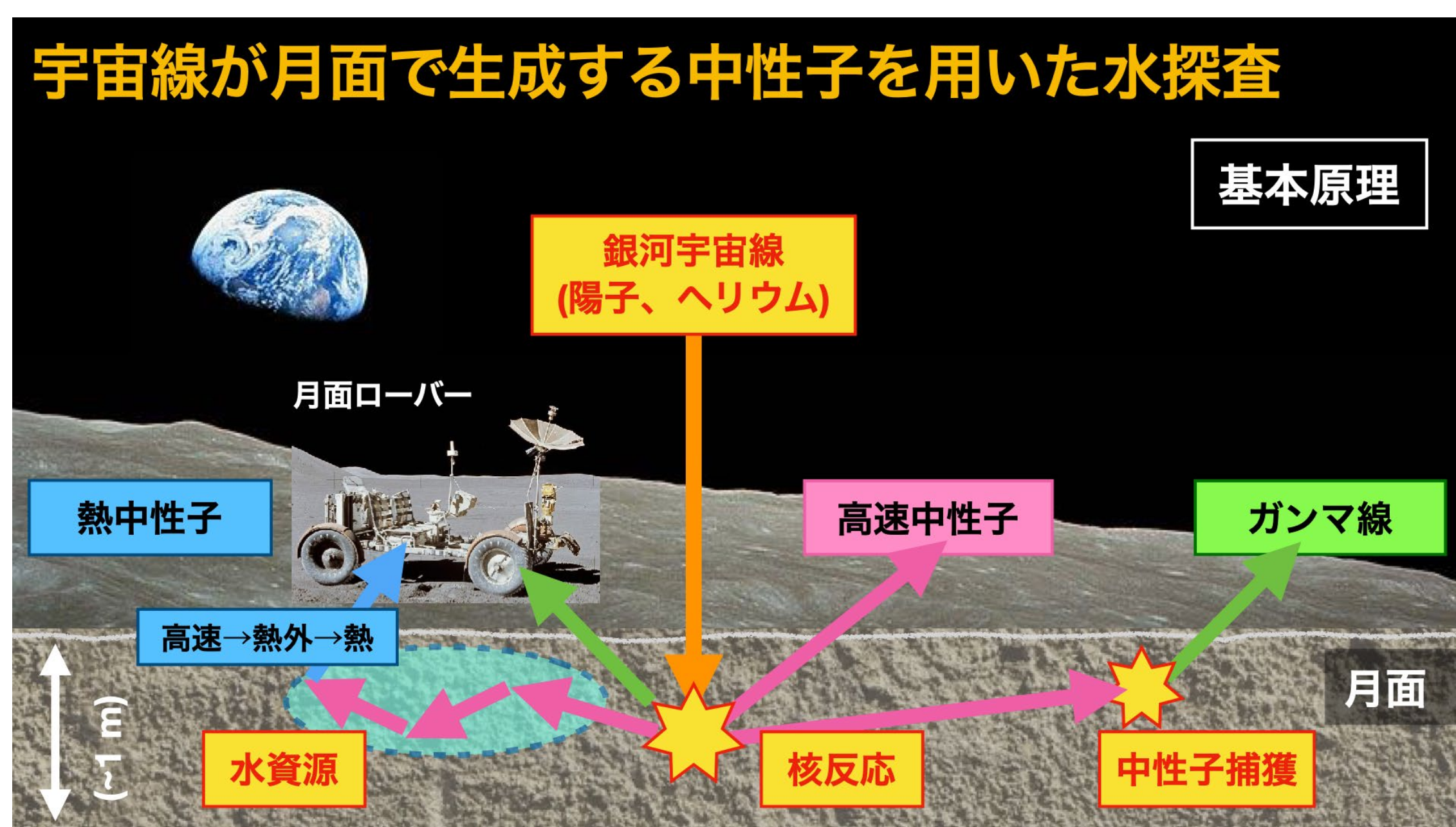


図1. 銀河宇宙線が生成する中性子の反応の概念図

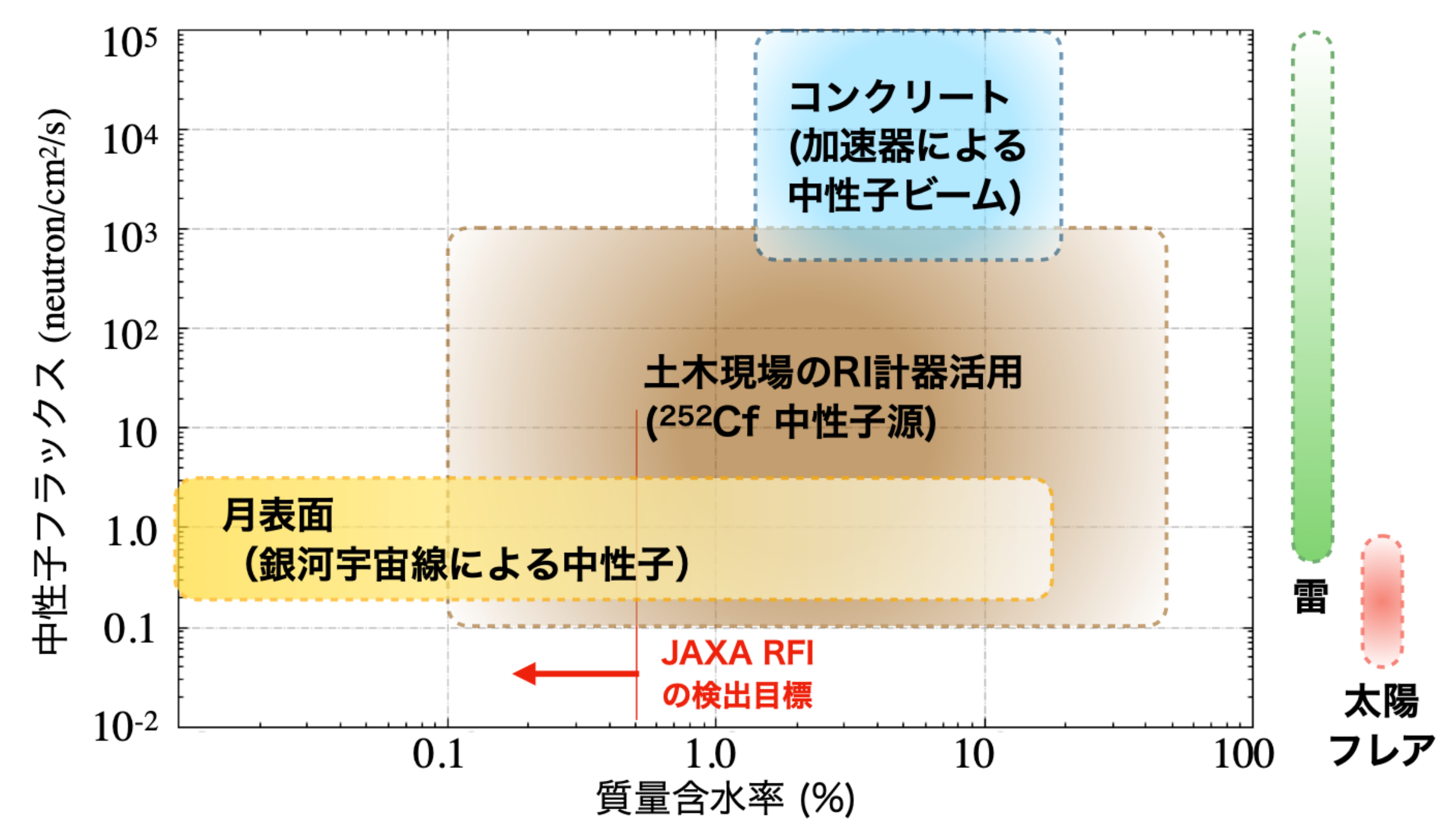


図2. 月面と土木建築での中性子フラックスと含水率の比較

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。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・熱外中子とガンマ線を波形信号の違いで弁別する(図4)。このための基礎実験を行い、実際に弁別できることを確認している(図5,6)。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
熱外中子用シンチレータ (70x70x30 mm³)
熱中子用シンチレータ (70x70x10 mm³)

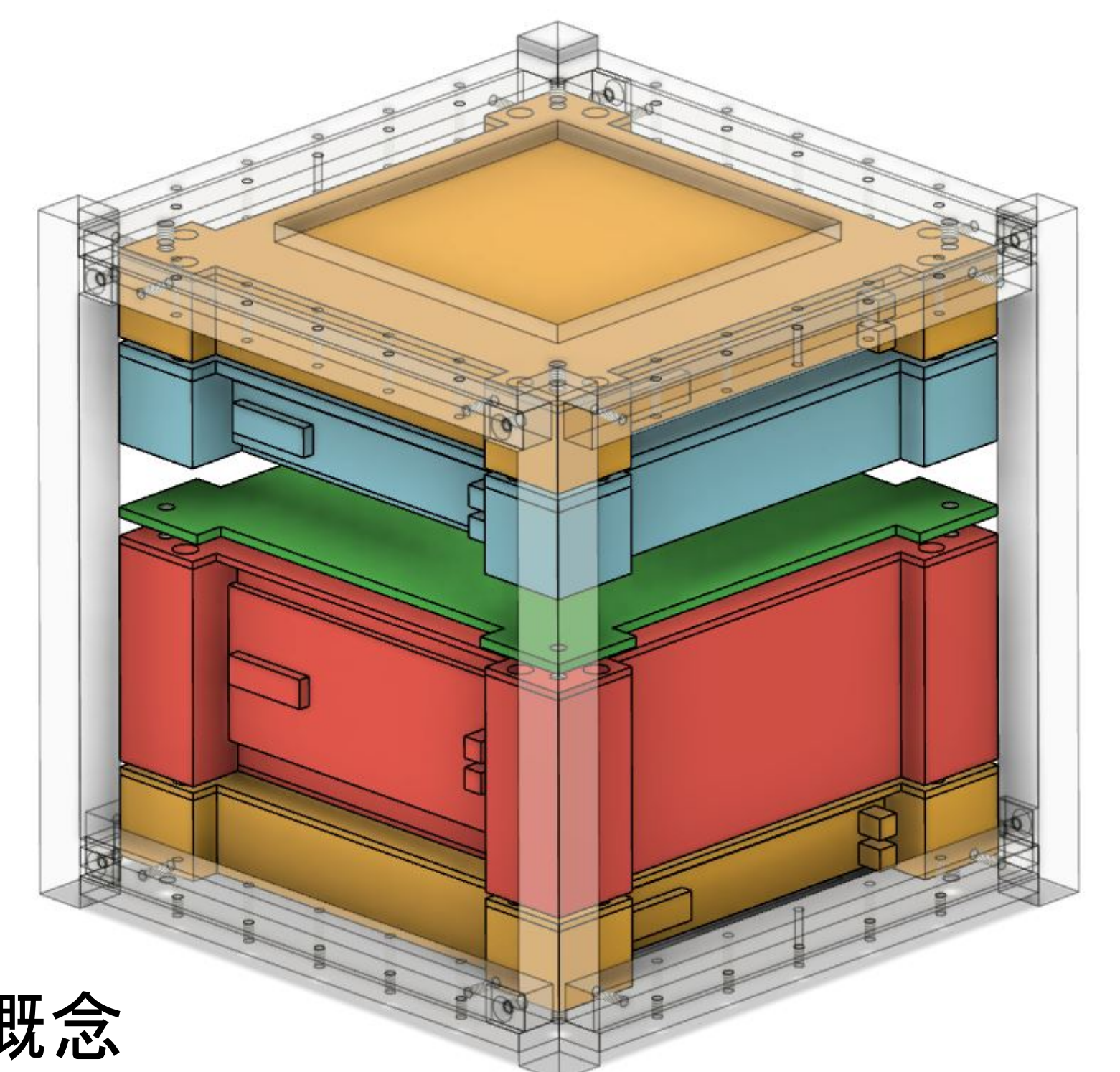


図3. 約1Uサイズの中性子モニタの設計概念

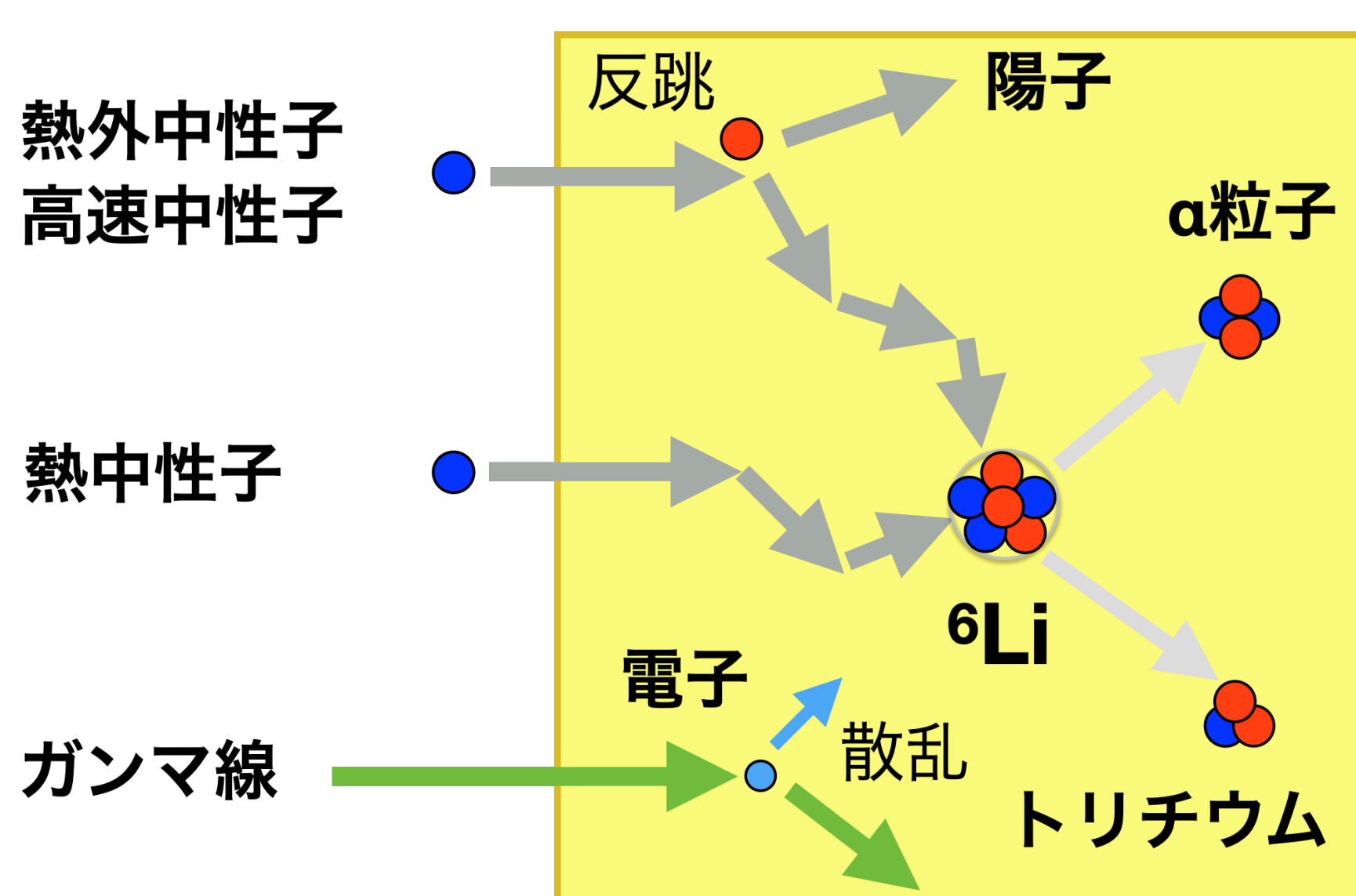


図4. シンチレータでの中性子とガンマ線検出



図5. 中性子の基礎測定の様子

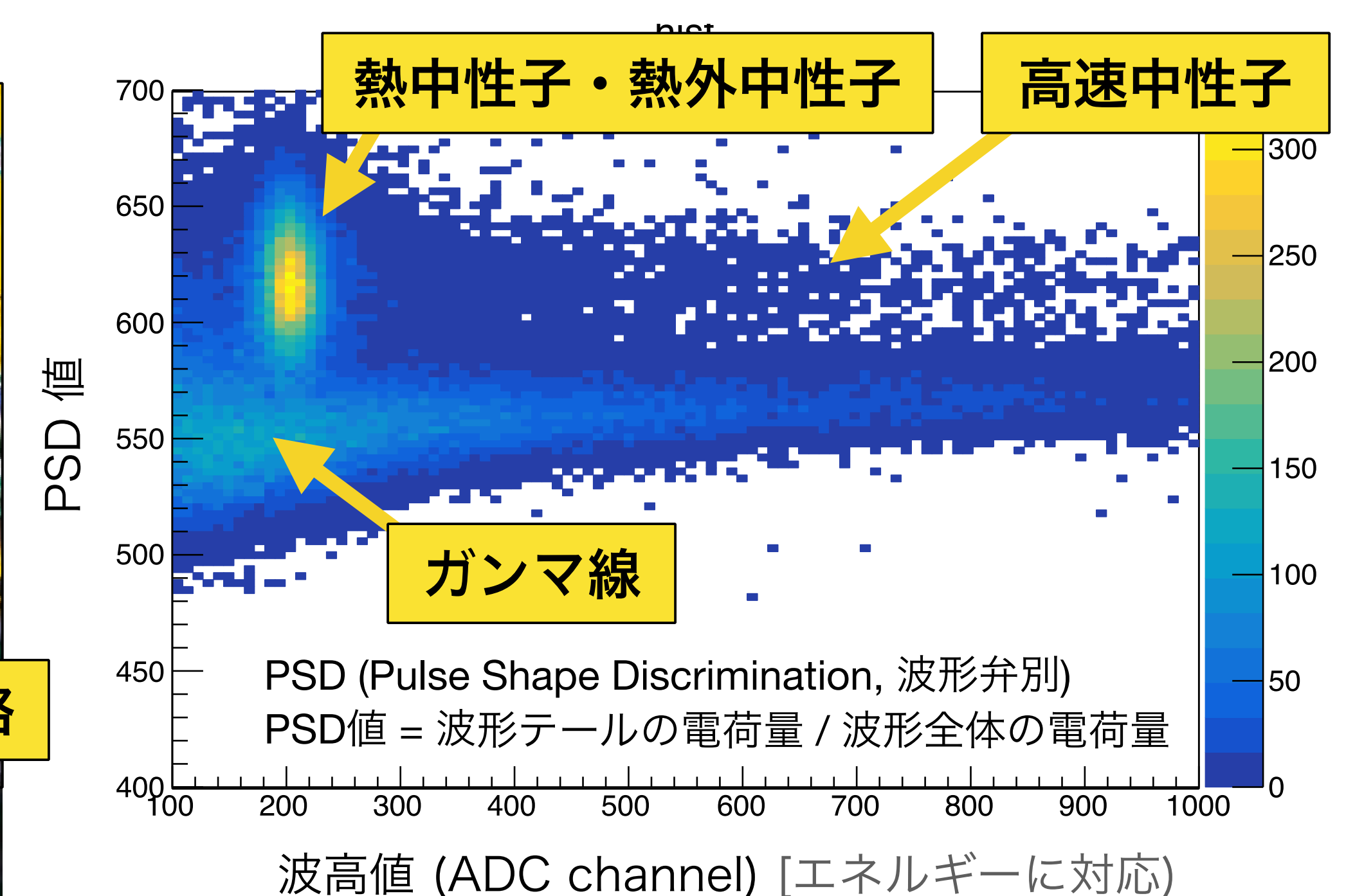


図6. 中性子とガンマ線の波形弁別

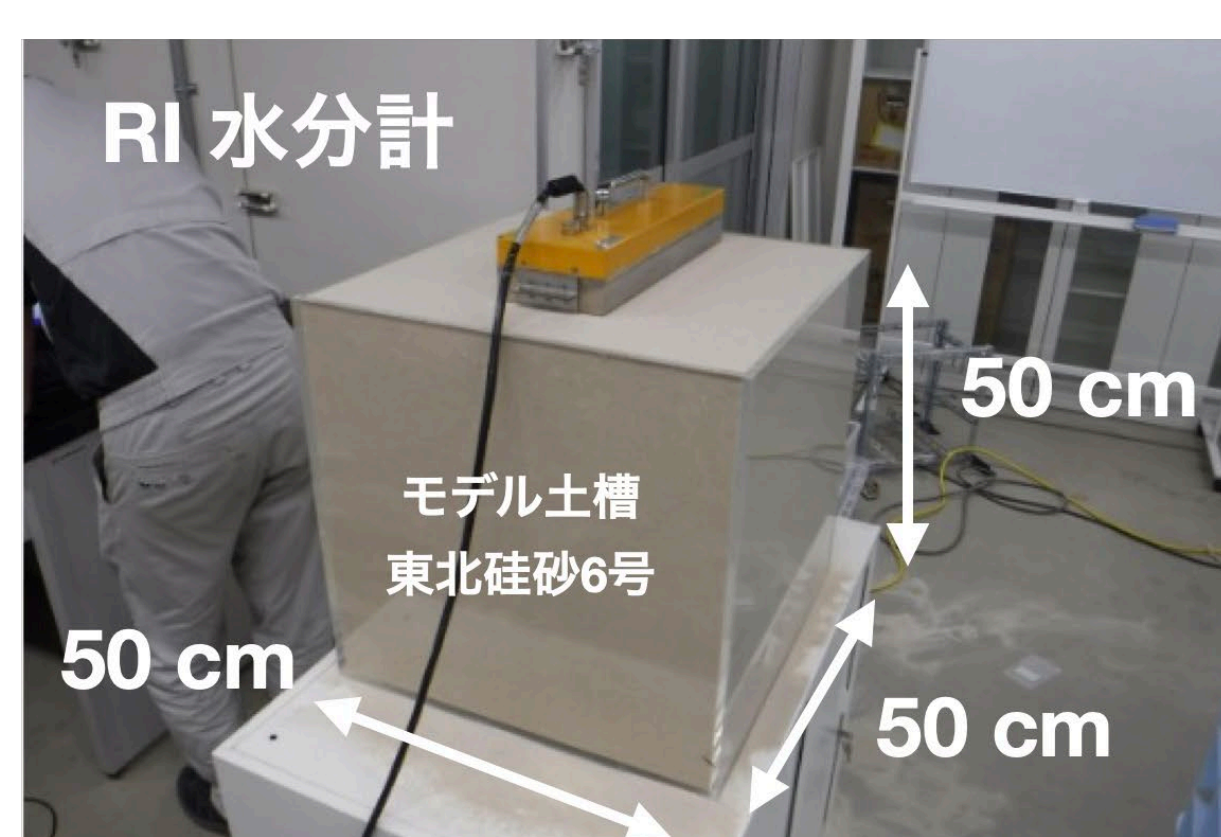
3. 月シミュラントを用いた模擬実験



霧吹きによる含水・攪拌



モデル地盤作成



1回10分計測

月面の極低含水率の環境を模擬して、中性子水モニタを用いた水分測定を実証するため、月を模擬したシミュラントによるモデル土槽を準備している。2022年3月までに立命館大学で実施する予定である。写真(図7)は前年度の試験の様子である。

図7. 月シミュラントの模擬実験

