

研究テーマ名 | 月面探査と土木建築でのデュアルユースを視野に入れた次世代型の中性子水モニタの開発

機関名：理化学研究所、学校法人聖マリアンナ医科大学、学校法人立命館、
 ソイルアンドロックエンジニアリング株式会社、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

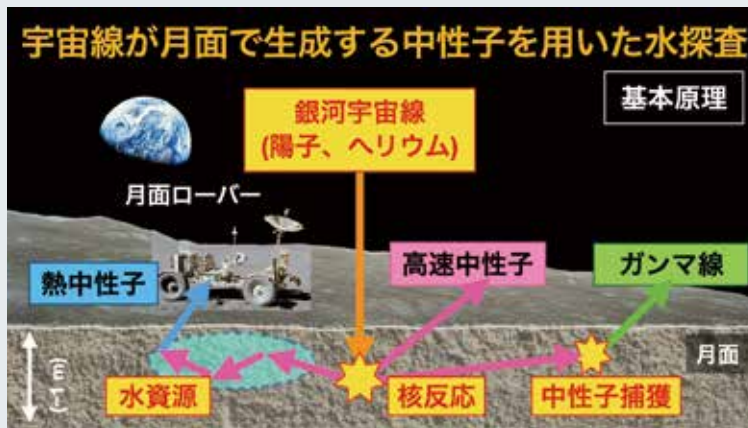
プロジェクト概要

【目的】

中性子による水探査は、月惑星や地上での非接触な含水量の調査法の一つとして用いられている。本提案では、近年の放射線測定の技術進展を活かし、従来の中性子検出器に比べ、高圧電源を用いず、省電力、安価、耐振動に優れた次世代の中性子モニタを開発する。また、大気の厚い地球上や火星、月の地下空洞内など天然の中性子量が期待できない場所では、安全で効率的な中性子源も必要となるため、中性子ビーム・集光技術を応用した小型の中性子源の開発を進める。これら組み合わせることで、建設現場での地盤調査、コンクリート構物や配管の内部劣化検査といった用途に向けた事業化も推進する。宇宙放射線の測定、加速器科学、月探査、土木分野という異分野の専門家が集結したコラボレーションを構築する。

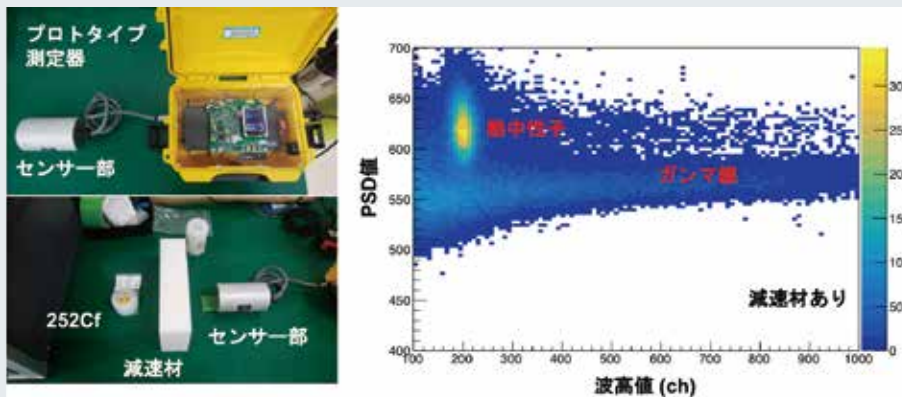
【内容】

1. リチウム添加のプラスチックシンチレータを用い、ガンマ線と熱中性子、高速中性子をパルス波形で弁別するプロトタイプ検出器を製作した。
2. 理化学研究所・中性子ビーム技術開発チームの知見をもとに、宇宙利用を想定した、オンオフ機能を有する小型の中性子源の概念設計を行った。
3. 実験室でのモデル土壌を用いた、²⁵²Cf放射線測定による含水率計測の実験設計を進めている。
4. 月面での中性子環境を再現する放射線シミュレーションをGeant4を用いて構築している。異なる研究背景を持つグループ間でのシミュレーション設定の共通化なども行った。
5. 宇宙での放射線イベントの読み出し回路の概念設計を進めている。



月面での水資源探査の概念図

月面や小惑星には銀河宇宙線をシールドする大気がなく磁場も弱いため、宇宙線が地表に叩き込まれ、地中の原子核に衝突して、約1mの深さで中性子を発生させる(図左)。中性子は地中で散乱を繰り返しながら熱化し、熱外中性子や熱中性子として地表から染み出す。このとき、中性子と質量がほぼ等しい陽子(水素の原子核)との衝突によって運動エネルギーを最も失いやすいため、地中に水が存在について、地表面での中性子の測定から、掘削による直接測定によることなく見定めることができる。



(左図) ²⁵²Cf と減速材を用いた中性子測定の様子、(右図) 放射線イベントの熱中性子とガンマ線の分離の様子。