

補助事業番号 2024M-516  
補助事業名 2024年度 惑星における水資源探査を目指した宇宙機搭載用中性子・ガンマ線センサの開発 助事業  
補助事業者名 東海国立大学機構名古屋大学 特任准教授 山岡 和貴

## 1 研究の概要

本研究は最終的な人類の月面や火星などの惑星上での長期活動を目指し、水資源の探査のための宇宙機搭載用超小型・軽量・低消費電力の中性子・ガンマ線センサを開発する。そのために宇宙環境を模擬した振動試験・熱真空試験・放射線試験を課して、宇宙空間での動作検証や詳細な性能評価を行う。さらに早期に実現するため、事業期間中に開発と並行してロケットへの搭載機会を探し、開発されたセンサの宇宙動作実証を行うことを目指す。

## 2 研究の目的と背景

NASAがアルテミス計画を掲げ、アポロ計画以来人類が月そして火星へと進出していくことが明らかになった。しかし、月や火星で長期間活動していくためにはいくつもの障壁を乗り越えなければならない。その一つが水資源であり、生活していく上での必需品のみならず、電気分解により水素や酸素が得られるという大きなメリットがある。これまで水が存在する証拠はあるものの、一体どこに、どの深さで、どれだけの量あるのか分かっていない。まずは一刻も早く、高精度の水資源マップを作成し、我が国も国際的宇宙探査に貢献していく必要がある。

こうした背景をふまえ、本研究の最終的かつ理想的なゴールは、我々が開発した中性子・ガンマ線センサを惑星探査機や探査車(ローバー)に搭載して、月や火星に眠る水資源の在処や存在量を評価し、水(氷)の存在量マップを作成することにある。さらにそのマップ情報に基づいて水資源を掘削・発見し、飲料・生活用水や電気分解による水素エネルギーとして活用し、人類が月や火星で長期間滞在できる基盤を整えることを目指す。これにより、世界の人々が活動できるフィールドを地球や国際宇宙ステーション以外の宇宙へと大幅に拡大し、人類の幸福を満たすことが期待できる。

## 3 研究内容

### (1) 宇宙機搭載用中性子・ガンマ線センサの開発

[https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~yamaoka/research/planet\\_exploration/](https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~yamaoka/research/planet_exploration/)

本研究で開発する中性子・ガンマ線センサは、異なる種類の放射線の飛跡を3次的に追跡するため、積層プラスチックシンチレータ部とGAGGアレイ部からなり、分割された個々のパーツを半導体光センサであるMPPCで読み出す。その読み出し系統数は704に及び、集積回路を用いて小型化・省電力化を行うべく読み出し信号処理回路の開発を行ってきた。図1にこれまで開発を行ってきたハードウェア要素の全体像を示す。ハードウェア要素としてはプ

プラスチックシンチレータとGAGGシンチレータアレイかなるセンサ部、704のMPPC信号を処理するフロントエンド回路(FEC1, 2)、データ処理部(DP)、ミッションオンボードコンピュータ(MOBC)、センサ全体を収める構造からなる。これら一連の開発によって全ての要素の開発を終えることができた。今現在はセンサを動作させるためのソフトウェア開発を行いつつ、動作試験を行っており、早急に完成させることを目指す。図2にミッションオンボードコンピュータ(MOBC)の試験システムを示す。ここで開発したソフトウェアを現在のハードウェアに移植していく予定である。

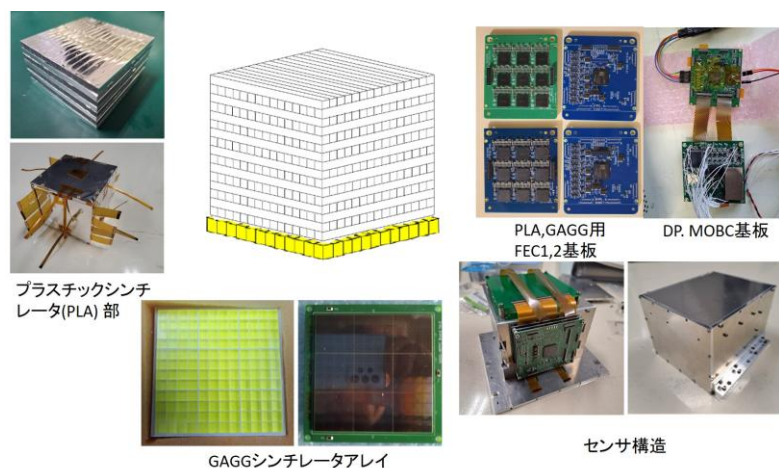


図1: これまでに開発をおこなって飛跡追跡型中性子・ガンマ線センサのハードウェア要素。プラスチックシンチレータ(左)とGAGGシンチレータ(下)のセンサ部と、その信号処理を行うフロントエンド回路(FEC1, 2)、データ処理・ミッションオンボードコンピュータ(右上)、およびセンサを収める構造部(右下)からなる。



図2: ミッションオンボードコンピュータ(MOBC)の試験システム。今後このソフトウェアを図1のハードウェアに移植していくことになる。

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

小型・軽量・低消費電力の宇宙機搭載用革新的中性子・ガンマ線センサを開発することで、仮にこのセンサを使って、月や火星など地球以外の場所で生活していく上で不可欠な水資源の量や場所をマップとして可視化することができる。さらにそのマップ情報をもとに掘削作業で水を確保することにより、人類が惑星間空間で長期間居住するための礎を築くことができ、人類の活動領域を大きく拡張することができる。

さらに可搬型であるため、地上の放射線量モニタ、放射性物質の除染や宇宙線ミュオンを用いた大型構造物の透視にも応用できると考えている。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者は、これまでX・ガンマ線天文学を専門とし、日本の大型人工衛星「すざく」「ひとみ」「XRISM」、国際宇宙ステーション上曝露部や超小型衛星ChubuSat-2にX・ガンマ線、放射線に感度をもつ宇宙機搭載用センサを開発してきた実績をもつ。また、それらを用いて高エネルギー天体現象であるブラックホール近傍のガス円盤やガンマ線バーストの観測的研究を行ってきた。一方でリーディング大学院「フロンティア宇宙開拓リーダー養成プログラム」等で宇宙利用を促進する人材育成に力を注いできた。本事業はこれらの経験をもとに、専門外でもある月や惑星科学分野への進出を狙うものであり、宇宙線を用いた中性子検出という放射線物理分野との融合研究、さらには実用化を狙った研究である。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

該当なし

#### 7 補助事業に係る成果物

##### (1) 補助事業により作成したもの

完了報告書

[https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~yamaoka/research/planet\\_exploration/doc2/final\\_report.pdf](https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~yamaoka/research/planet_exploration/doc2/final_report.pdf)

##### (2) (1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東海国立大学機構名古屋大学宇宙地球環境研究所  
(トウカイコクリツダイガクキコウ)

ナゴヤダイガクウチュウチキュウカンキョウケンキュウシヨ)

住 所： 〒464-8601

愛知県名古屋市千種区不老町

担 当 者： 特任准教授 山岡 和貴 (ヤマオカ カズタカ)

担 当 部 署： 飛翔体観測推進センター宇宙開発利用推進室

(ヒシヨウタイカンソクスイシンセンターウチュウカイハツリヨウスイシンシツ)

E - m a i l : yamaoka@isee.nagoya-u.ac.jp

U R L : <https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~yamaoka/>