

木星氷衛星探査ミッション (JUICE) 搭載ガニメデレーザ高度計 (GALA): 後置光学系モジュール (BEO) および焦点面検出器モジュール (FPA) の開 発

The Ganymede Laser Altimeter (GALA) for the Jupiter Icy Moons Explorer (JUICE): The Backend Optics (BEO) module and the Focal Plane Assembly (FPA) module

*塩谷 圭吾¹、小林 正規²、岩村 哲³、藤代 尚文⁴、鹿島 伸悟⁵、荒木 博志⁵、野田 寛大⁵、並木 則行⁵、
押上 祥子¹、石橋 高²、木村 淳⁶、東原 和行¹、齋藤 義文¹、クリスチャン アルサウス⁷、デルトグ
ノ シモーネ⁷、リングナウバー カイ⁷、カレンバッハ レイナルド⁷、フスマン ハウケ⁷

*Keigo Enya¹, Masanori Kobayashi², Satoru Iwamura³, Naofumi Fujishiro⁴, Shingo Kashima⁵,
Hiroshi Araki⁵, Hiroto Noda⁵, Noriyuki Namiki⁵, Shoko Oshigami¹, Ko Ishibashi², Jun Kimura⁶,
Kazuyuki Touhara¹, Yoshifumi Saito¹, Christian Althaus⁷, Simone del Togno⁷, Lingenauber Kay⁷,
Reinald Kallenbach⁷, Hauke Hussmann⁷

1. 宇宙科学研究所、2. 千葉工大、3. MRJ、4. アストロオプト、5. 国立天文台、6. 大阪大学、7. ドイツ航空宇宙センター
1. JAXA/ISAS, 2. CIT, 3. MRJ, 4. AstroOpt, 5. NAOJ, 6. Osaka University, 7. DLR

JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) は欧州宇宙機関が主導する科学ミッションで、2023年の打ち上げを
目指してその開発・試験が進められている。ガニメデレーザ高度計 (The Ganymede Laser Altimeter:
GALA) はJUICEに搭載される観測機器である。GALAの開発は、ドイツ (主導)、日本、スイス、スペインの
国際協力により進められている。GALAのハードウェアモジュールである後置光学系 (Backend Optics:
BEO) と焦点面アッセンブリー (Focal Plane Assembly: FPA) は、アナログ電子モジュール (Analogue
Electronics Module: AEM) と同様に、日本が開発を担当した。

BEOは、受信望遠鏡からのリターンパルスを受信し、ピンホール入射による空間フィルタリングとバンドパ
スフィルタによる波長フィルタリングを行い、高い信号雑音比を実現する。BEOの入口開口部は直径700ミク
ロンのピンホールである。受信望遠鏡側 (ドイツ担当) とBEOの機械的インターフェースは、ピンホール開口
が受信望遠鏡の焦点位置に来るように設定された。レンズ (石英製) の数は2枚に抑え、各レンズの両面に反
射防止コーティングを施し、光学系として必要な効率を実現した。バンドパスフィルタは、必要な透過波長
域 (1064.53±1.5nm) 全域で平均96% (要求値は90%) という良好な透過率を達成した。BEOの筐体は表
面処理を施したステンレス製で、放射線遮蔽の役割も担っている。受信望遠鏡との機械的なインターフェース
の要件を満たすため、BEOハウジングは単一素材から高精度の機械加工で製造した。レンズ光学系とバンドパ
スフィルタは、接着剤を使用せずにハウジングに収納されている。

FPAにはアバランシェフォトダイオード (Avalanche PhotoDiode: APD) センサーモジュールが搭載されて
いる。FPAはBEOからリターンパルスを受け、APD検出器を用いて光信号をアナログ電気信号に変換する
(APD検出器の詳細については、本会議での小林らの発表を参照)。FPAの筐体は、BEO筐体と同様に表面処
理を施したステンレス製で、放射線遮蔽の役割も担っている。2本の光ファイバー (冗長化) により、ス
タートパルスのごく一部がFPAに供給される。供給されたスタートパルスは小型ボールレンズで集光され、小
型ミラー光学系でAPD検出器上に導入される。ミラー光学系は、FPA内部の構造部品を機械加工し、金メッキ
を施すことで実現した。この構成により、スタートパルスとリターンパルスを1つのAPD検出器で検出するこ
とができる。レーザ高度計の開発では、しばしばAPDの発熱を除去することが問題となる。GALAのFPAで

は、APDモジュールから熱を除去するため、小型で熱伝導率が高く、剛性の低い熱経路を開発した。

BEOとFPAについては、AEMと同様に、日本国内でまず個別試験を、それに続いて統合試験を実施した。国際的な開発を進めるため、各モジュール等のハードウェアシミュレータを開発して活用した。そして2020年7月に、BEO、FPA、およびAEMのプロトフライトモデルが日本からドイツに出荷された。

本発表では、BEOとFPAの開発について紹介する。

キーワード：JUICE、GALA、木星、ガニメデ、後置光学系、焦点面検出器モジュール

Keywords: JUICE, GALA, Jupiter, Ganymede, BEO, FPA