

JUICE-GALA レーザ高度計 Development of JUICE/Ganymede Laser Altimeter (GALA)

並木 則行^{1*}; 塩谷 圭吾²; 小林 正規³; 木村 淳⁴; 荒木 博志¹; 野田 寛大¹; 鹿島 伸悟¹; 宇都宮 真⁵; 石橋 高³; 押上 祥子¹; 小林 進悟⁶; 藤井 雅之⁷; Hussmann Hauke⁸; Lingenauber Kay⁸; Oberst Juergen⁸

NAMIKI, Noriyuki^{1*}; ENYA, Keigo²; KOBAYASHI, Masanori³; KIMURA, Jun⁴; ARAKI, Hiroshi¹; NODA, Hiroto¹; KASHIMA, Shingo¹; UTSUNOMIYA, Shin⁵; ISHIBASHI, Ko³; OSHIGAMI, Shoko¹; KOBAYASHI, Shingo⁶; FUJII, Masayuki⁷; HUSSMANN, Hauke⁸; LINGENAUER, Kay⁸; OBERST, Juergen⁸

¹ 国立天文台・RISE 月惑星探査検討室, ² 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所, ³ 千葉工業大学・惑星探査研究センター, ⁴ 東京工業大学・地球生命研究所, ⁵ 宇宙航空研究開発機構, ⁶ 放射線医学総合研究所, ⁷ (株) ファムサイエンス, ⁸ ドイツ航空宇宙研究所

¹RISE/NAOJ, ²JAXA/ISAS, ³Chiba Institute of Technology/PERC, ⁴Tokyo Institute of Technology/ELSI, ⁵JAXA, ⁶National Institute of Radiological Sciences, ⁷Famscience Inc., ⁸DLR Institute of Planetary Research

“地球以外に生命を宿す天体は存在するのか”という問いは、人類の知的好奇心の究極に位置する科学的命題である。木星系の大氷衛星であるガニメデやエウロパ、カリストでは、H₂O 主体の氷に覆われた表層の下に全球的な液体層、いわゆる“地下海”の存在が示唆されている。液体水の存在はすなわち生命生存の可能性に直結し、地球生物学の他天体への拡がりは「アストロバイオロジー」としてその重要性がこれまでも広く認識されている。しかし、地下海の存在は電磁気的観測や表面地形の解釈から導き出された“可能性”に過ぎない。ESA が主導する木星系探査計画 JUICE ではこの存否を確認することが最重要課題である。

JUICE の搭載機器であるレーザ高度計 GALA はレーザ光の往復飛行時間を測定することによって探査機と天体表面までの距離を測定する。探査機と天体重心の位置情報をもとに、測定距離から地形が求められる。これにより地形の平均場としての全球地形モデルが得られるのと同時に、木星からの潮汐力により生じる固体潮汐の振幅（地形の時間変化）の大きさを測定することで、地下海の存否が推定できる。また、地下海の存在によって引き起こされると予測される回転変動（秤動）も、レーザのフットプリント位置のずれとして条件さえ整えば観測可能であろう。さらに、クロスオーバー解析によって、高度計データは探査機の軌道改良にも役に立ち、その結果、天体の重力場係数、慣性能率比、潮汐ラブ数の精度向上につながり、内部構造が制約できる。

一方、レーザ高度計によって全球的に得られる地形情報は、氷衛星の構造変動履歴をうかがう窓となり、様々な地形の形態とその分布の把握を通して氷地殻構造と内部進化の理解に大きな寄与をもたらす。具体的には、過去に発生した伸張応力が作り出したと考えられる溝構造や、氷地殻が局所的に融解している、あるいは薄くなっている場所に存在すると予想される内部湖などを検出しその形態を解明することが期待できる。こうした情報は氷衛星が示す多様な地質活動（熱・物質輸送様式）の理解につながるだけでなく、氷という揮発性（低融点）物質主体のテクトニクス様式をケイ酸塩鉱物でのそれと対比することによって他の固体惑星の地質活動や地球のプレート・テクトニクスを再考察することにも寄与する。

太陽系固体惑星の主要構成成分は岩石と氷であり、固体惑星のサブカテゴリのひとつである地球型惑星は、雪線の内側で形成したために岩石主体となった。一方で木星系以遠に存在する固体天体は、主構成成分のひとつに氷を持っている。その中でもガニメデは岩石と氷をほぼ等量の割合で保持し水星以上のサイズを持っていることから、地球型惑星と並ぶ固体惑星のもうひとつのサブカテゴリというべき存在である。近年発見が続いている多様な太陽系外惑星の中で、ガニメデのように岩石と氷からなる天体は現在発見されてはいないが存在が十分に予想されることから、ガニメデの理解は重要である。

GALA は、ドイツ、スイス、スペイン、日本の国際共同チームにより開発される。基本設計は水星探査機 BepiColombo 搭載のレーザ高度計 BELA をベースにしており、トランシーバユニット (TRU)、制御 (制御・時間計測・インターフェース) ユニット (ELU)、レーザ電子回路ユニット (LEU) の3つのユニットで構成されている。このうち、日本チームは TRU 中の反射光受信部 (受信光学系および検出器) を担当する。検出器バックエンドのエレクトロニクスは、測距データ処理系を担当するスイスのベルン大学が担当する。また、レーザ発振・送信部と全体のインテグレーションは、PI である Hauke Hussmann の所属する DLR (ドイツ航空宇宙センター) が担当する。

GALA は現在は概念検討段階にあり、電気系、光学系については概念検討を終えて、構造設計と熱設計を進めている。2015年3月のプロジェクト準備審査後に概念設計を開始する予定である。受光望遠鏡は有効直径 300 mm の金属鏡で、主鏡と副鏡合わせた反射率は 0.85 以上、受光視野は 450 μ rad を要求している。鏡材料はアルミを用い、金メッキを施す。後段光学系は屈折系と反射系のいずれかを熱解析結果をふまえて選択する。バンドパスフィルタは BELA の実績を元に、Nd-YAG レーザの波長 1064 nm を中心に 8 nm の幅を持ち、透過率 0.8 以上、400~1200 nm の阻止率は OD 0.4 以上が求められている。検出器は「はやぶさ」シリーズや「かぐや」で実績のある Si-APD を採用する。プリアンプ、TE

PPS01-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 18:15-19:30

クーラー, 温度センサを内蔵した HIC (Hybrid IC) としてパッケージ化することが可能である.

キーワード: ガニメデ, 氷衛星, 惑星探査, レーザ高度計

Keywords: Ganymede, Icy satellite, Planetary exploration, Laser altimeter