

## かぐや搭載レーザ高度計の地上試験結果

### Results of Ground test by KAGUYA-LALT

加瀬貞二<sup>1)</sup>, 椎名哲男<sup>2)</sup>, 倉田賢一<sup>2)</sup>, 神原文博<sup>2)</sup>, 堀田智充<sup>1)</sup>, 村田茂<sup>1)</sup>  
 T.Kase<sup>1)</sup>, T.Shiina<sup>2)</sup>, K.Kurata<sup>2)</sup>, F.Kanbara<sup>2)</sup>, T.Hotta<sup>1)</sup>, S.Murata<sup>1)</sup>

日本電気株式会社<sup>1)</sup>,  
 NEC Corp.<sup>1)</sup>

NEC エンジニアリング株式会社<sup>2)</sup>  
 NEC Engineering Ltd.<sup>2)</sup>

田澤誠一<sup>3)</sup>, 野田寛大<sup>3)</sup>, 荒木博志<sup>3)</sup>  
 S.Tazawa<sup>3)</sup>, H.Noda<sup>3)</sup>, H.Araki<sup>3)</sup>  
 国立天文台<sup>3)</sup>

National Astronomical Observatory of Japan<sup>3)</sup>

**ABSTRACT** We developed a flight model of the laser altimeter(LALT) for KAGUYA. KAGUYA-LALT is designed to be launched by an H-IIA rocket and to observe of the Moon for one year. Evaluations for KAGUYA-LALT are successfully shown by vibration test and thermal vacuum test on the ground.

#### 1. はじめに

月周回衛星「かぐや」に搭載されたレーザ高度計(LALT)が、月周回上で他の観測機器と共に、月の起源を探る目的で観測をしている。これまでに、LALTによって得られた月面高度情報を基に、月の地形図が作成されている。[1]

LALTは、打ち上げ時の振動や、月周回上の温度環境に耐え、約1年間のミッションを達成するため、地上において各種実証試験を行ってきた。これら地上試験結果について報告する。

#### 2. レーザ高度計(LALT)の構成と性能

LALTは、衛星バス機器の通信やLALT全体の制御を行なう制御部(LALT-E)と、レーザ発振器や送受信の望遠鏡が設置されているレーザ送受信部(LALT-TR)の2つのコンポーネントで構成されている。(Figure-1)

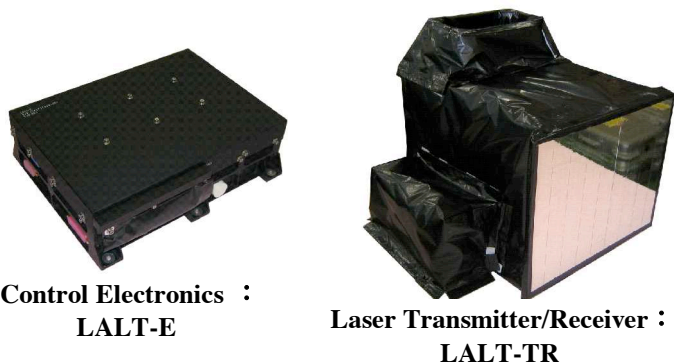


Figure -1 Laser Altimeter for KAGUYA.

Figure-2にLALT-TRの構成を示す。LALT-TRはレーザ発振器、望遠鏡及びミラーを設置した光学ベンチと、レ

ーザ用ドライバやカウンタ回路を設置したベースプレートの2段構成になっている。ベースプレートと光学ベンチは、熱歪の影響を最小限にするためにキネマティックマウントで結合されている。

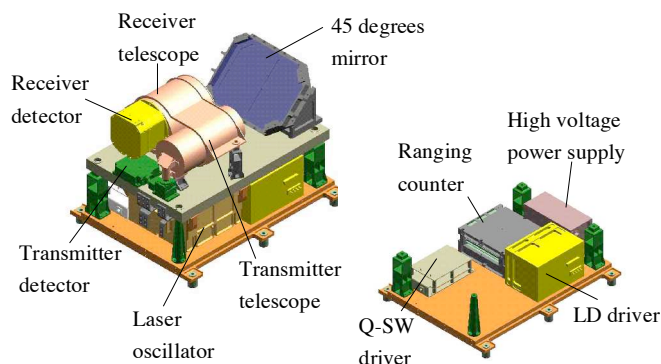


Figure -2 Structure of LALT-TR

LALTの主要性能をTable-1に示す。レーザ発振器には放射線対策として、レーザ媒質のNd:YAGにCrをドープした結晶を使用している。レーザ出力は100mJ、パルス幅17nsecで1Hz又は0.5Hzで動作する。受信望遠鏡はカセグレン式とし、直径は110mm(副鏡他の遮蔽部分を除いた有効面積はφ100mm相当)、である。

Table -1 Specifications of LALT

Wavelength	1,064 nm
Ranging distance	50 to 150 km
Pulse repetition rate	1 Hz or 0.5Hz
Laser Output Energy	100 mJ
Pulse Width	17 nsec
Receiver diameter (Cassegrain telescope)	110 mm
Receiver field of view	1 mrad
Transmitting beam divergence	0.4 mrad
Ranging accuracy	+/- 5 m

### 3. LALT の地上試験結果

#### 3.1. 振動試験

打ち上げ時の振動環境に対する耐性を確認するため、正弦波振動とランダム振動の 2 種類の振動試験を実施した。印加した振動条件を Table -2 に示す。振動試験では、打ち上げロケットである H2-A の振動環境と、かぐやへの LALT の設置条件から設定された実環境に近い振動プロファイルを印加し、それぞれの振動条件を X,Y 及び Z 軸の 3 軸実施した。

この結果、レーザ出力を含めた各性能に変化がないこと、また送受光軸の変化が 0.2mrad 以下であることを確認し、フライトモデルとしての耐性を実証した。

Table -2 Conditions of the vibration test for LALT-TR

Sweep-Sine vibration		
X,Y-axis	5 to 50 Hz, 12.5G	
	50 to 100 Hz, 7.5G	
Z-axis	5 to 100 Hz, 12.5G	
Random wave vibration		
X,Y-axis	8.54Grms	
Z-axis	12.49Grms	

#### 3.2. 熱真空試験

月周回軌道上での LALT の動作を確認するため熱真空試験を実施した。プロトタイプモデルにより実証した熱構造評価試験結果[2]を基に、月周回上での LALT 各部の最大/最小予測温度を解析にて求め、熱真空条件を設定した。実施した LALT-TR の熱真空試験プロファイルを Figure -3 に示す。

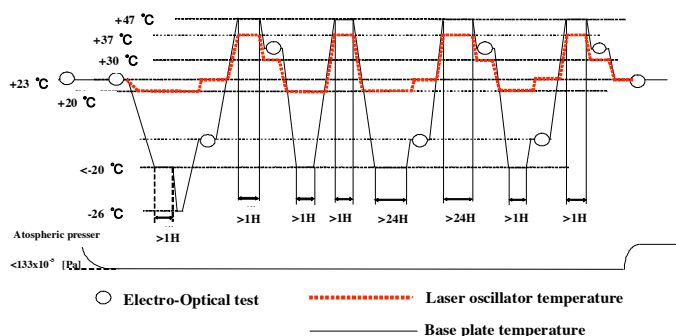


Figure -3 Profile of the thermal vacuum test for LALT-TR

熱真空試験では、レーザ出力の変化の他、外部から模擬受信光を入力することで、擬似的な測距動作も確認した。Figure -4 は各テストポイントでのレーザ出力と Q-ス

ウィッチ電圧の遷移である。試験の結果、熱解析で予想した各部の温度変化に対する LALT の測距性能が十分満足していることを実証できた。

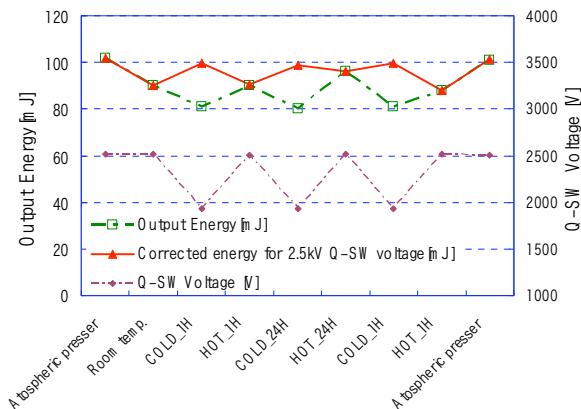


Figure -4 Results of the thermal vacuum test

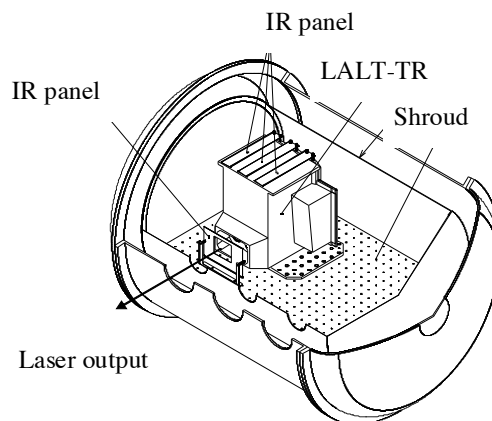


Figure -5 Configuration of the thermal vacuum test for LALT-TR

### 4. まとめ

かぐや搭載レーザ高度計(LALT)の地上試験を行ない、ロケットによる打ち上げ時の振動環境に対する LALT の耐性が十分であること実証した。また、真空チャンバを用いた熱真空試験により、LALT が月周回上での熱真空環境で正常に動作することを実証した。

#### 文献

[1] H.Araki, S. Tazawa, H. Noda, Y. Ishihara, E. Migita, S. Sasaki, N. Kawano, I. Kamiya, and J. Oberst "Present Status and Preliminary Results of the Lunar Topography by KAGUYA-LALT Mission." Lunar and Planetary Science (March,2008)

[2] T.Kase , K.Abe, T.Hotta , K.Asaba ” LALT: Laser ALTimeter for luna exploring satellite selene” NEC R&D Vol.44, No.2 (April 2003)