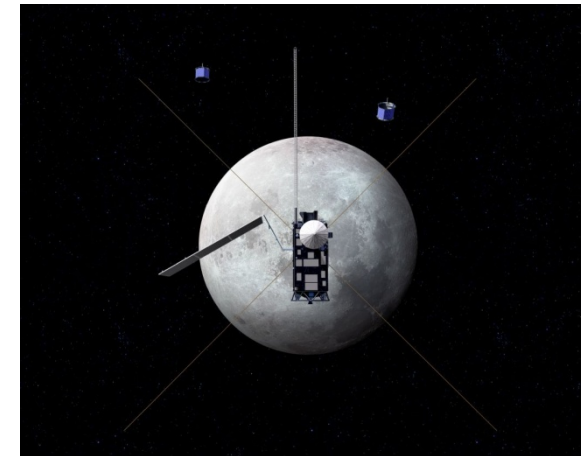


月周回衛星「かぐや」(SELENE)の 初期機能確認状況について

平成19年11月28日

宇宙航空研究開発機構

SELENEプロジェクト 祖父江 真一
宇宙科学研究本部 教授 阪本 成一



月周回軌道でのかぐや(想像図)

「かぐや」運用計画

- (1) 9月14日に打上げ、10月18日に観測軌道に投入、10月20日にクリティカルフェーズを完了した。
- (2) 12月中旬まで、バス系初期機能確認、ミッション機器の初期機能確認を実施中。
- (3) 初期機能確認後、12月中旬以降から定常観測運用を開始する予定。
- (4) 初期機能確認フェーズ以降、観測機器の初画像等の公開作業を実施中。

平成19年				平成20年
9月	10月	11月	12月	1月～10月
▲ 打上げ	<div style="border: 1px solid black; background-color: cyan; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">クリティカルフェーズ (完了)</div>	<div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">バス系 初期 機能 確認 (完了)</div>	<div style="border: 1px solid black; background-color: pink; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">ミッション機器初期機能確認</div>	<div style="border: 1px solid black; background-color: lightgreen; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">定常観測運用</div>

11/28現在
↓



「かぐや」初期機能確認作業・結果概要

1. バス系初期機能確認

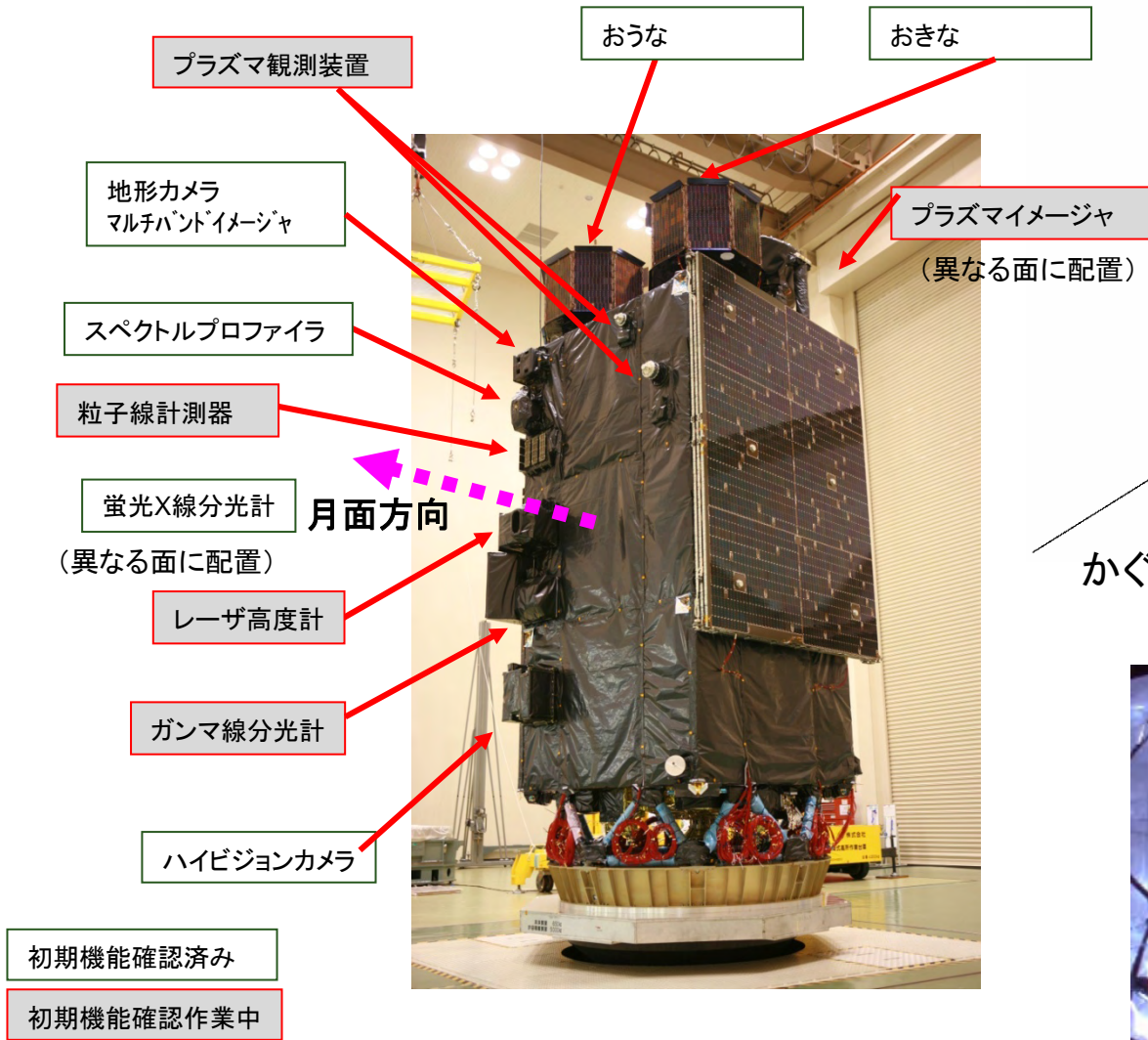
ミッションデータの収集・記録等の観測ミッションに係る機能や特性等を把握した。

2. ミッション機器の初期機能確認

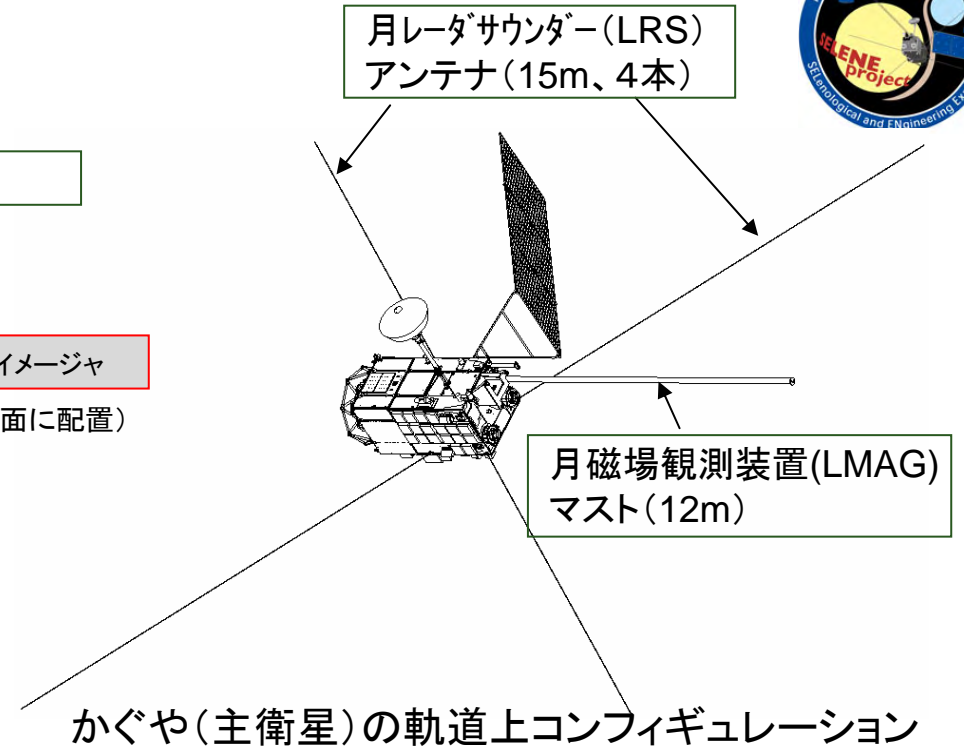
ミッション機器の機能、性能の確認を実施中(ミッション機器配置図を参照)。

- (1) 月磁場観測装置のマスト伸展、月レーダーサウンダのアンテナ伸展、プラズマイメージャのジンバル展開を10月28日から31日にかけて実施した。
- (2) 「かぐや」(主衛星)搭載のミッション機器のうち、ハイビジョンカメラ、地形カメラ、マルチバンドイメージャ、スペクトルプロファイラ、蛍光X線分光計、月磁場観測装置、月レーダサウンダー、ガンマ線分光計について、所定の機能、性能を有することが確認され、初期機能確認を完了。その他の機器については、12月中旬までに実施の予定。
- (3) 「おきな」(リレー衛星)を用いた4ウェイドップラー観測、「おきな」及び「おうな」(VRAD衛星)による相対VLBI(超長基線干渉計)観測の確認を実施中。
- (4) 初期機能確認において得られたデータを処理、解析し、観測機器の初画像等を順次公開している
 - ・11月7日、14日にハイビジョンカメラの画像を公開。
 - ・11月9日、4ウェイドップラーにより、月の裏側の重力場の直接的観測を世界で初めて実施したことを公表
 - ・11月16日、地形カメラ、マルチバンドイメージャの初期画像を公開。
 - ・11月28日(本日)、月磁場観測装置、月レーダサウンダーの初期データを公開。

ミッション機器配置図



ミッション機器のセンサー部の配置
(打ち上げ時のコンフィギュレーション)



月磁場観測装置(LMAG)マスト及び月レーダサウンダー(LRS)アンテナの進展後の様子

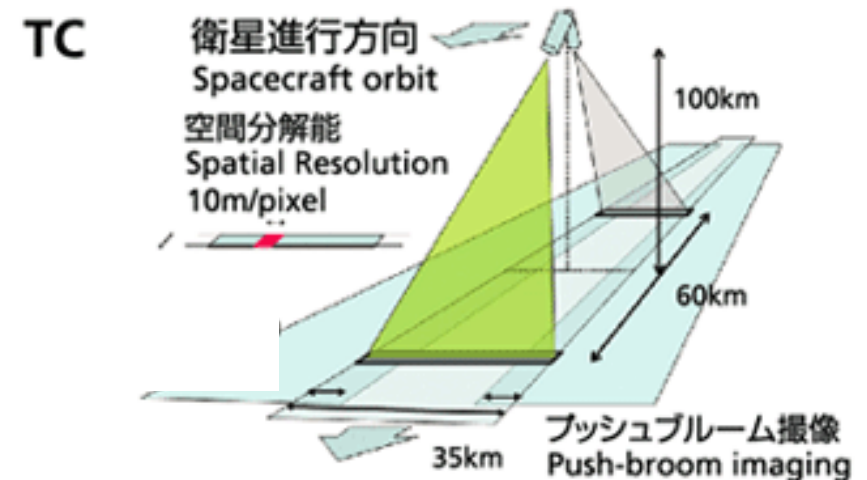
「かぐや」地形カメラ概要

(PI: 春山純一 JAXA宇宙科学研究本部)

- 地形カメラ(TC)は、月の昼間のタイミングで、可視域波長帯で衛星の真下に対してやや斜め前方および後方を撮影する2台のカメラで、10mという分解能で月全域の立体視観測を行います。
- 10m分解能で月全域を立体視観測を行うのは世界で初めてのことです。

地形カメラの主要諸元

空間分解能	10m (@高度100km)
視野角	Full mode : 22.4° Nominal mode : 19.3° Half mode : 9.65°
カメラの数	2 (立体視)
波長域	430 – 850 nm

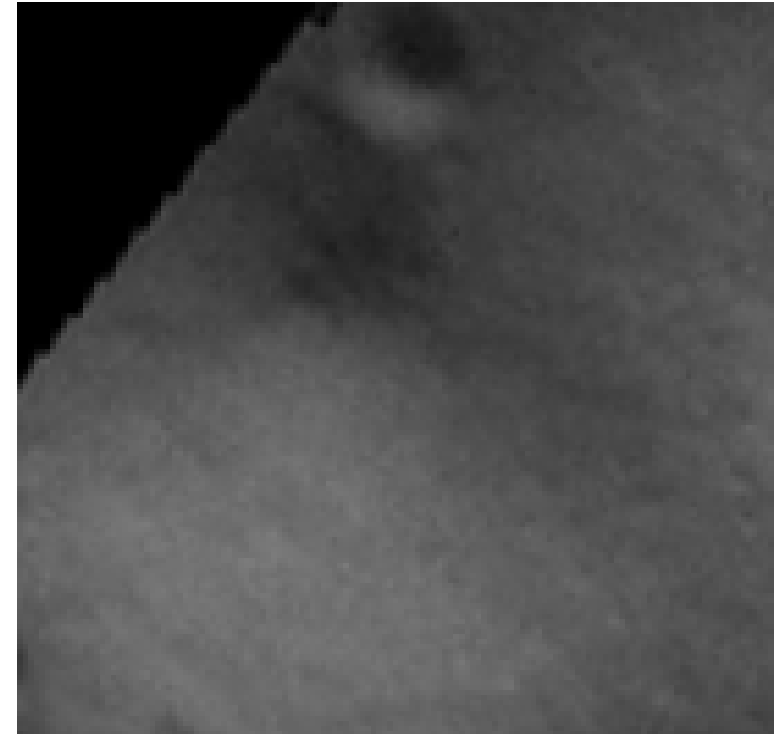


地形カメラの観測概念図

地形カメラ初画像データとクレメンタイン衛星高空間分解能カメラのデータを比較したもの



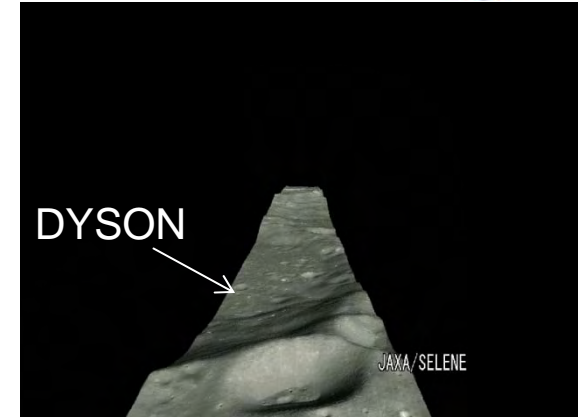
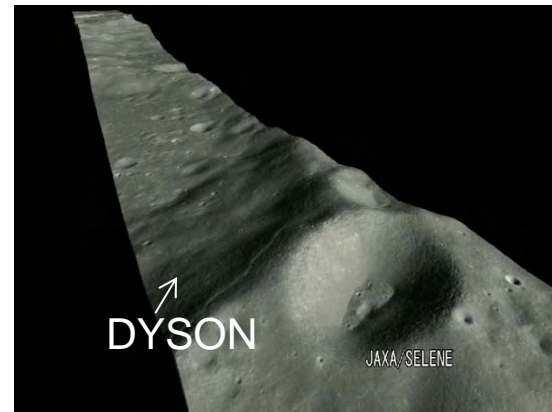
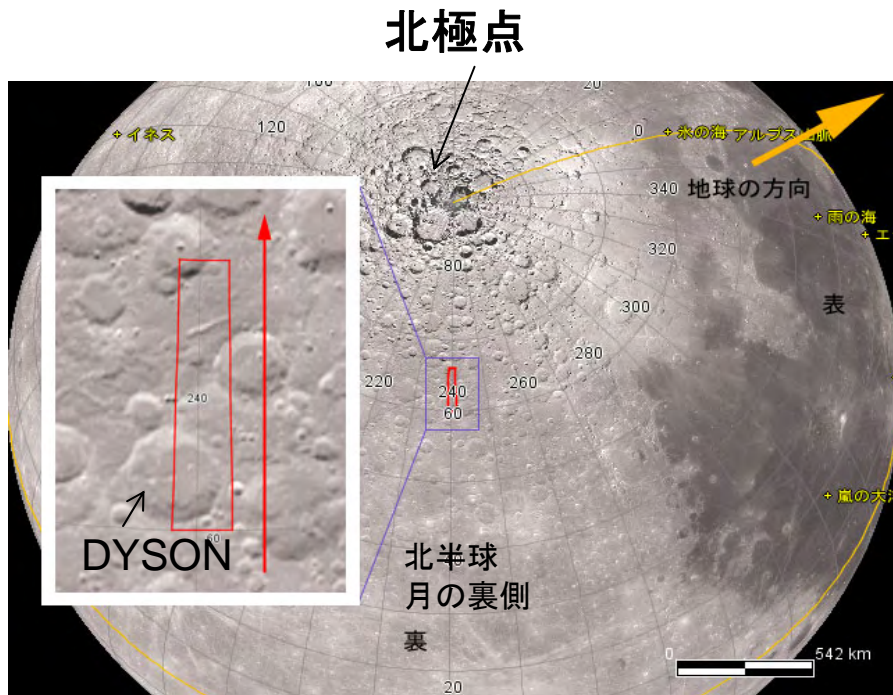
1km 地形カメラの画像(前頁
で黄色枠で囲った地域)



クレメンタインHiRes (高空間分解能)カメラ
(出典 Clementine digital Image model CD-
CL_6022 version 1)

地形カメラでは、クレメンタイン高空間分解能カメラでは見られない、微細なクレータ(数10mサイズ)や、クレータ内の微細な構造が映し出されていることがわかります。

地形カメラによる立体視画像(鳥瞰図)



- ・観測日:平成19年11月3日
- ・取得場所:東経 240° 近辺(月の裏側) 北緯60° ~ 66° (DYSONクレータ付近)

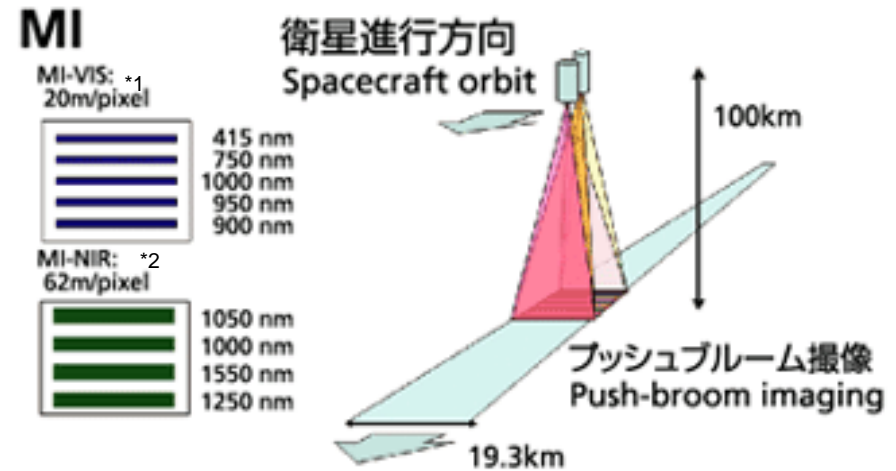
(背景画像は、クレメンタイン紫外-可視カメラデータ)

地形カメラの前方視、後方視のステレオペアの観測データを用いて作成された10m分解能の立体視動画から切り出したもの

マルチバンドイメージャ概要

(PI: 大竹真紀子 JAXA宇宙科学研究本部)

- マルチバンドイメージャ(MI)は可視から近赤外波長域の9つの観測バンドで反射光を分析して月全域の鉱物分布を計測する観測機器です。
- 空間分解能20m(可視域)、62m(近赤外域)で鉱物分布を取得するのは世界で初めてです。



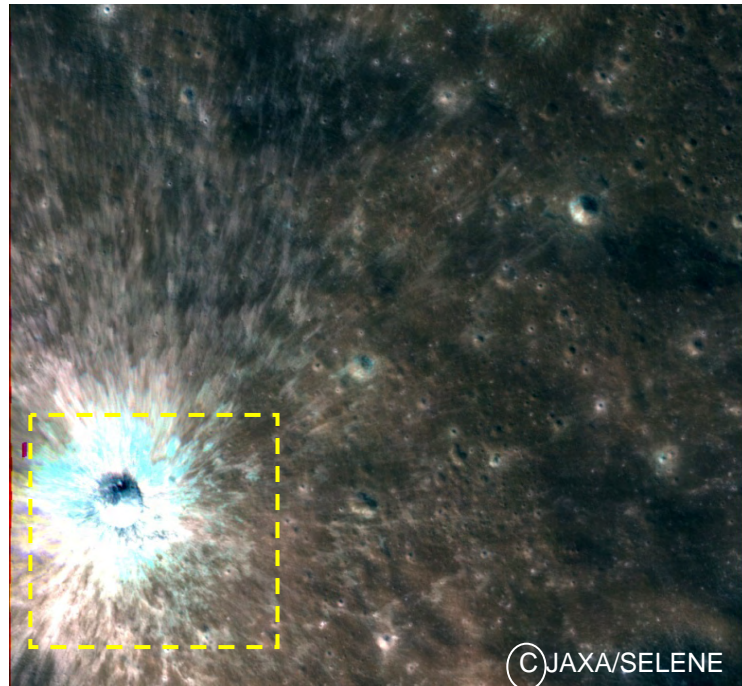
*1 MI-VIS(可視域バンド)
*2 MI-NIR(近赤外域バンド)

マルチバンドイメージャの主要諸元

空間分解能	20m (可視) 、 62m (近赤外)
視野角	約11°
バンド数	9 (可視5、近赤外4)
波長域	415 – 1550 nm

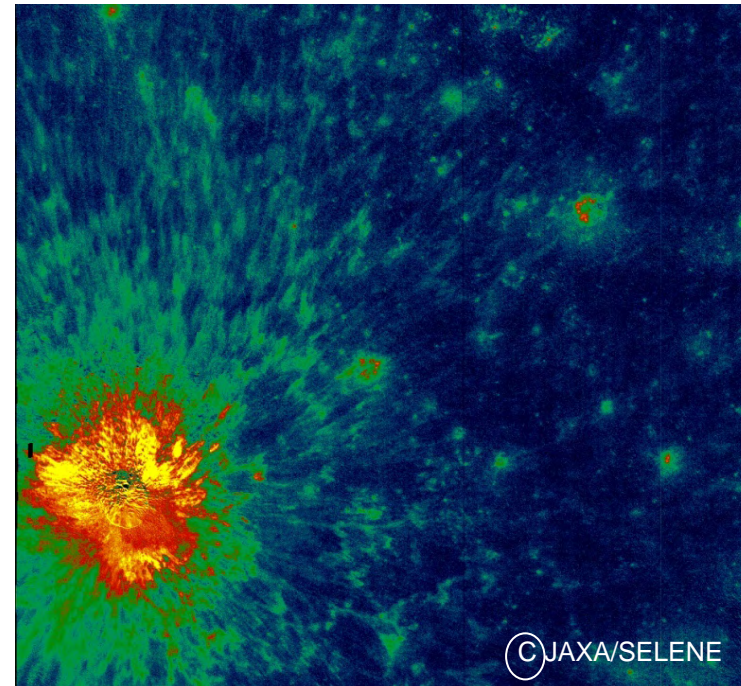
マルチバンドイメージャの観測概念図

マルチバンドイメージャの初画像



4km

月面の擬似カラー画像
(900nm、750nm、415nm)



Low High

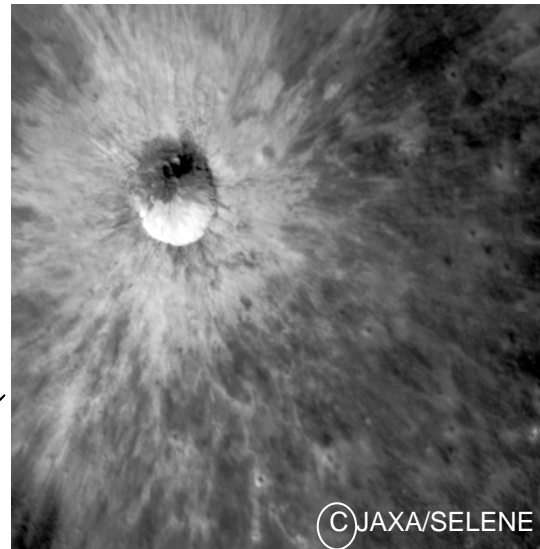
比演算画像 (750nm/1000nmの2つのバンド)

月面の擬似カラー画像はマルチバンドイメージャの9つのバンドのうち、900nm、750nm、415nmの3つのバンドをそれぞれ赤・緑・青(RGB)に割り当てたものです。比演算画像は、750nm/1000nmという2つのバンドの強度比を色であらわしたものです。複数の波長バンドの観測画像を画像処理することによって、クレータ形成の際の衝突の規模や方向などを知るために必要な月の内部から表面に掘り起こされた物質の量や飛散方向、及びクレータの地下に存在する鉱物の化学組成について知ることができます。本画像は強度の較正前のものですが、単バンド画像と比べ、比演算を実施することによりクレータ周辺に飛散した物質の分布の不均一性がより鮮明にわかります。高地斜長岩表土(濃い青)の上にクレータ生成により掘り起こされた物質(強度比が大きい)が多い領域が赤～黄色～黄緑に見えているものと考えられます。

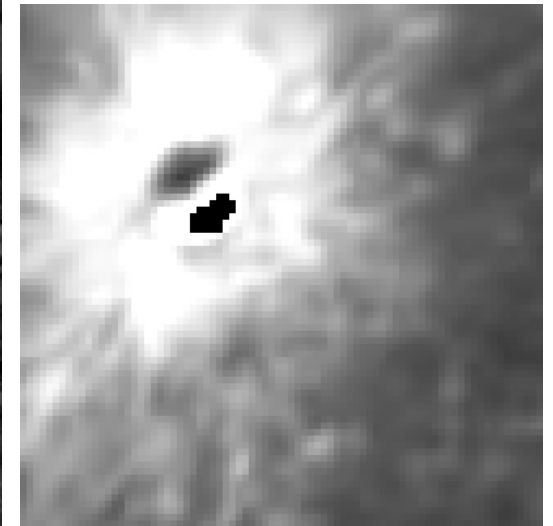
マルチバンドイメージャの初画像



オリエンタル盆地



マルチバンドイメージャ
(750nm単バンド画像 20m分解能)



クレメンタイン紫外・可視帯域
(UV-VIS)カメラ (100m分解能)

マルチバンドイメージャ初画像取得場所(□)
場所:南緯37°、東経240° 付近(オリエンタル盆地(東の海) 南西約1000km
観測日: 11月3日

マルチバンドイメージャとクレメンタイン紫外・可視帯域(UV-VIS)カメラの取得画像の比較
(初画像の黄色枠地域を拡大した画像)

出典<http://www.lpi.usra.edu/resources/mapcatalog>

月磁場観測装置(LMAG)概要

(PI: 綱川秀夫 東京工業大)

- 月磁場観測装置(LMAG)は非常に微弱な月の磁場を月全域にわたり観測します。月全域の磁場分布は未だ求められておらず、月磁場観測装置が世界で初めての全域磁場分布の観測を目指します。
- センサーである磁力計を超軽量マストの先端に付けて衛星本体から長さ12m離し、衛星本体が発生する磁場を少なくするなどの工夫により、微弱な磁場観測を可能としています。



マストの収納状態



マスト図

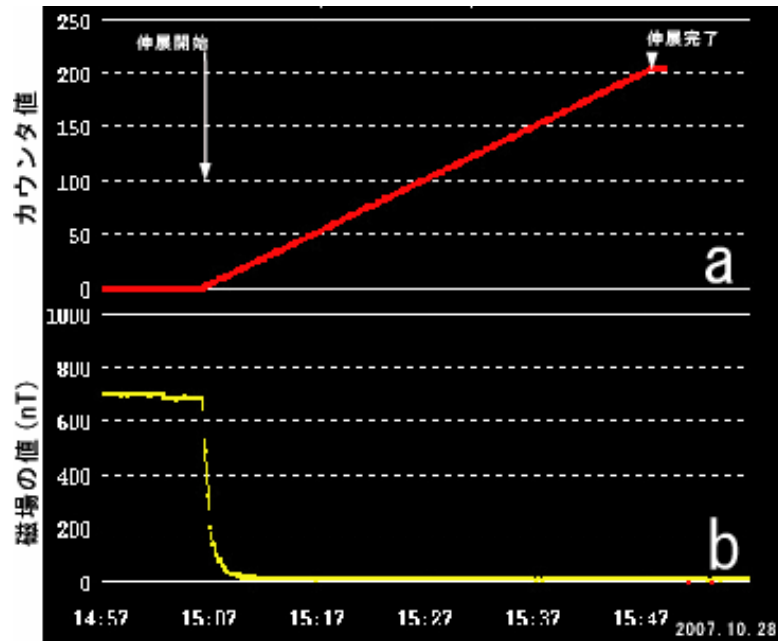
(地上試験時)

月磁場観測装置の主要諸元

磁場観測 Magnetic field observation (LMAG)	分解能 Resolution	16 bits
	精度 precision	<0.1 nT
	測定間隔 Sampling interval	1/32 sec

月磁場観測装置(LMAG)の初期データ

マスト伸展以降に得られた観測データにより月磁場観測装置が月の磁場を計測するために十分な精度($<0.1\text{nT}$ 、 1nT は日本における地磁気強度の約10万分の2))を持っていることを確認しました。今後さらに各種チェックを進めて、月面の微弱な磁場分布を観測します。



23:57

24:47

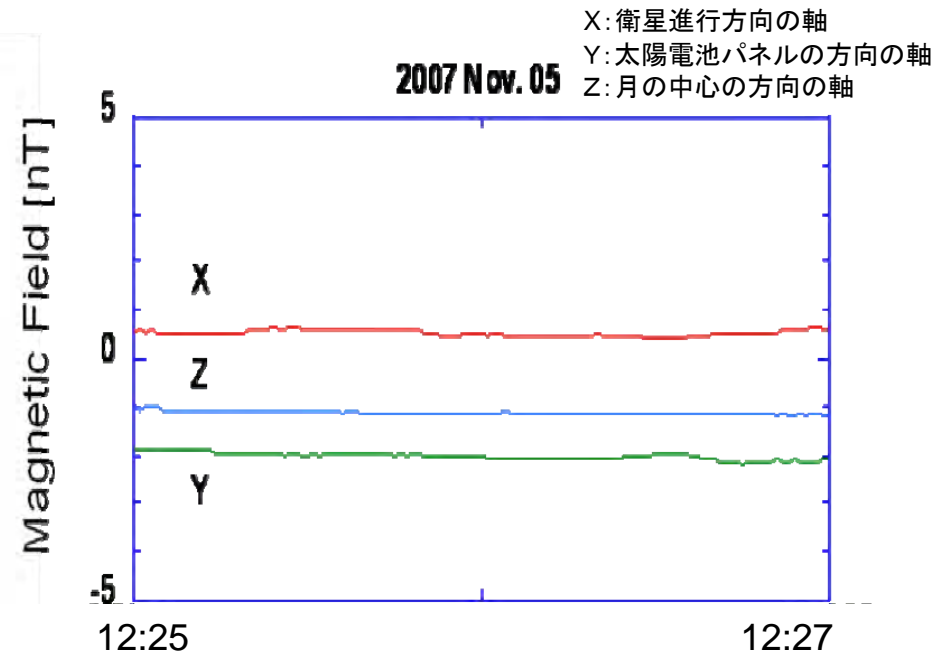
(日本時間)

©JAXA/SELENE

マスト伸展状況(10月28日)

a: マストの伸展を示すカウンタ値。

b: マスト先端での磁場の測定値。



12:25

12:27

(日本時間)

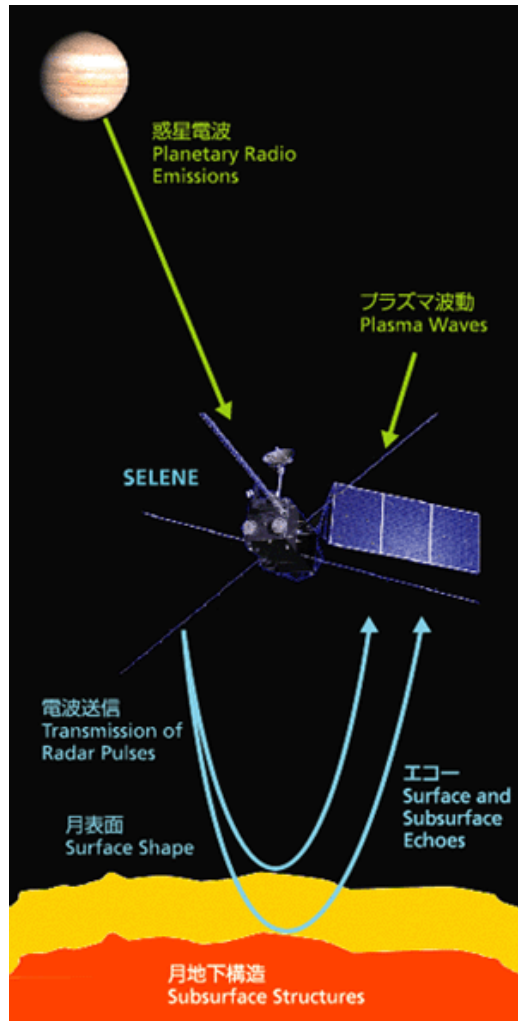
©JAXA/SELENE

磁場観測データの例

(平成19年11月5日、月表側、赤道付近、日陰時に測定)

月レーダサウンダー(LRS)概要

(PI: 小野高幸 東北大)



- HF帯(5MHz)のレーダ電波を月面に向けて放射し、地下から反射されて戻ってくるレーダエコー電波を観測し、地下数kmに至る表層構造に関するデータを取得します(サウンダー観測)。
- 月全域について表層構造を観測するのは世界で初めてのことです。
- また、地球のオーロラが発する電波や木星電波等の惑星電波の観測を行います(自然電波観測)。
- 地下からの反射波、自然電波とも信号は非常に微弱であり、これらの観測のため、高感度受信機を用い、衛星の電磁気ノイズを非常に小さくする工夫をしています。

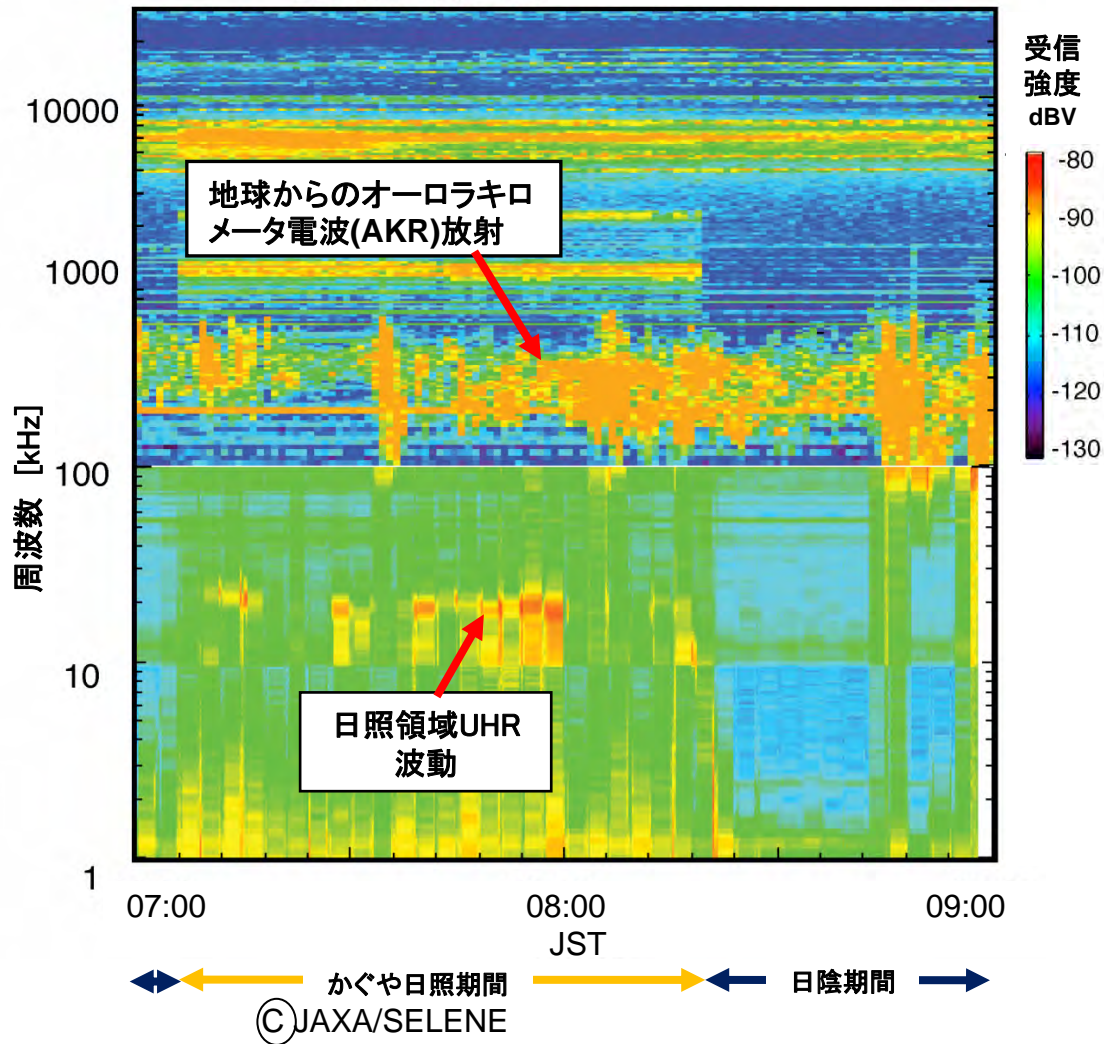
月レーダサウンダーの主要諸元

観測周波数	5 MHz (サウンダー観測) 10 Hz – 30 MHz(自然電波観測)
送信電力	800 W
探査深度	表層から5 km程度

LRS観測のしくみ

月レーダサウンダー(LRS)(自然電波観測)の初期データ

KAGUYA/LRS 平成19年10月31日

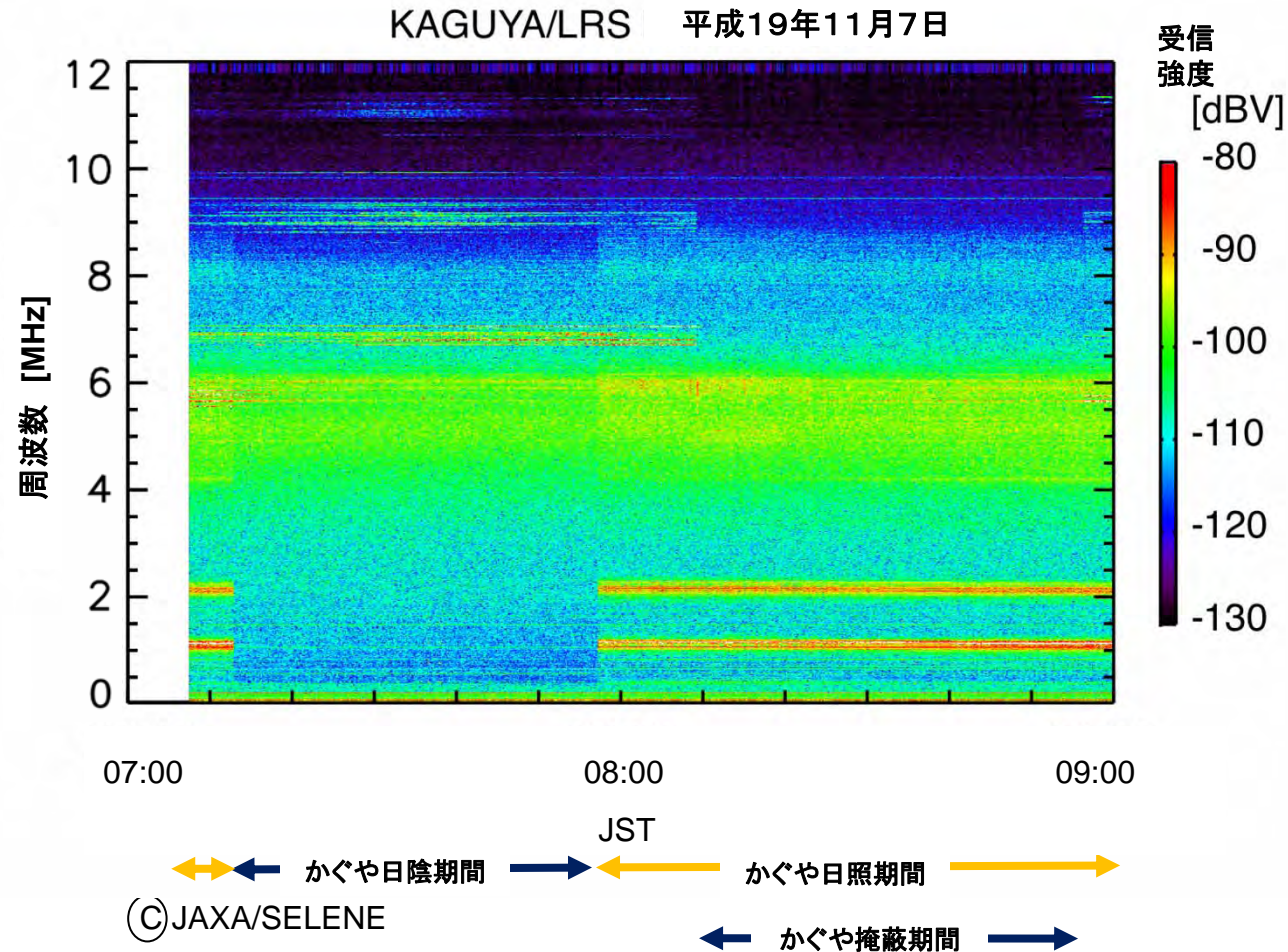


- 地球からのオーロラが発生する電波(AKR)や銀河背景放射、及び月周辺に発生するプラズマ波動(UHR波動)が観測されています。

- 地上では電離層のために観測できない数十Hzから数十MHz帯、太陽電波や地上放送波により困難となっている数十MHz帯における観測を行います。特に、月の掩蔽効果(地球や太陽からの雑音を月でかくすこと)を利用することで高精度な観測が実現できます。

- 月レーダサウンダーでは月からの全方位を観測ができる、高速データレート(492kbps)などの特徴があり、新しい科学的知見が得られると期待されます。探査機でこのような高いデータレートで自然電波の観測を行うのは世界で初めてです。

月レーダサウンダー(LRS)(自然電波観測)の初期データ



- 表層構造探査に用いる4-6MHz帯でのノイズは十分低く(-100dBV以下)、月レーダサウンダーが目指す表層から地下数kmに亘る表層構造の探査が可能であることが確認されました。
- 数MHz及び10MHz以上の周波数帯域のノイズレベルは十分に低く、(-110dBV以下)木星等の惑星電波の観測が可能であることが確認されました