

「かぐや」データプロダクトの概要



話題

- 月周回衛星「かぐや」とは？
- 地形カメラ（TC）とは？
- TCデータの処理とプロダクト
- LROCの概要



月周回衛星「かぐや」

目的

- ・月の起源と進化の解明
- ・月探査基盤技術の実証
- ・月利用可能性の調査

主衛星 (かぐや)

2.1 x 2.1 x 4.8 m 2900 kg

小衛星 (おきな・おうな)

53 kg

軌道

月周回軌道 (極軌道)

軌道高度 100 ± 30 km

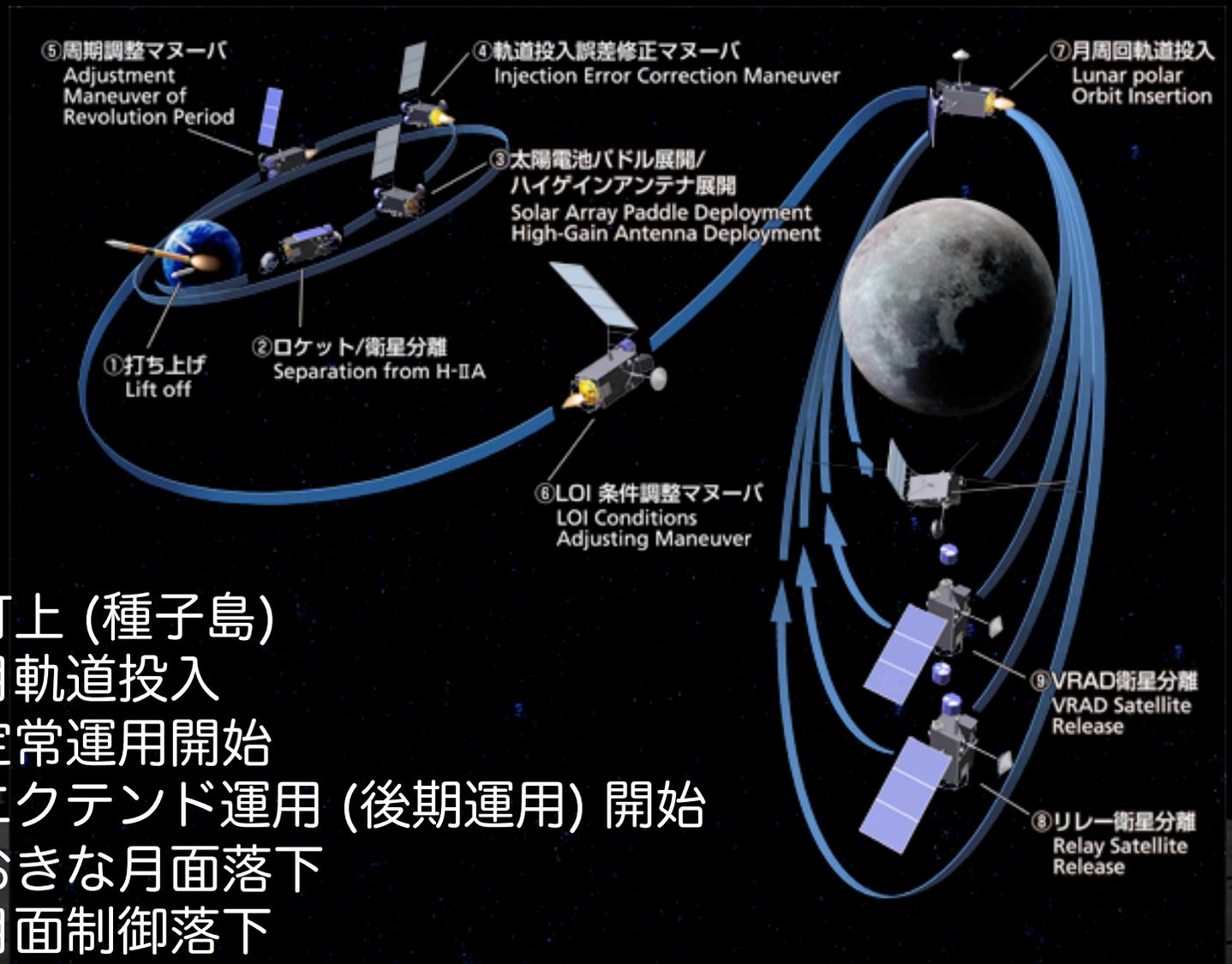
2007年9月打ち上げ

2007年12月観測開始

2009年6月観測終了



「かぐや」の観測スケジュール



2007/09/14	打上 (種子島)
2007/10/20	月軌道投入
2007/12/21	定常運用開始
2008/11/01	エクテンド運用 (後期運用) 開始
2009/02/12	おきな月面落下
2009/06/11	月面制御落下
2009/11/02	データ一般公開

「かぐや」の観測機器

月表層の元素・鉱物組成



蛍光X線分光計(XRS)
ガンマ線分光計(GRS)
マルチバンドイメージャ(LISM/MI)
スペクトルプロファイラ(LISM/SP)

月の地形・地下構造



地形カメラ(LISM/TC)
レーダサウンダ(LRS)
レーザ高度計(LALT)

月の運動・重力場



衛星電波源(VRAD)
リレー衛星(RSAT)

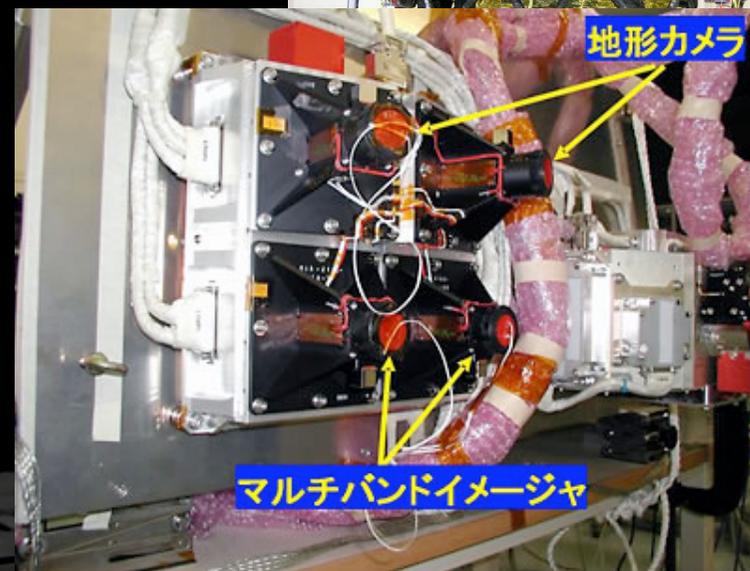
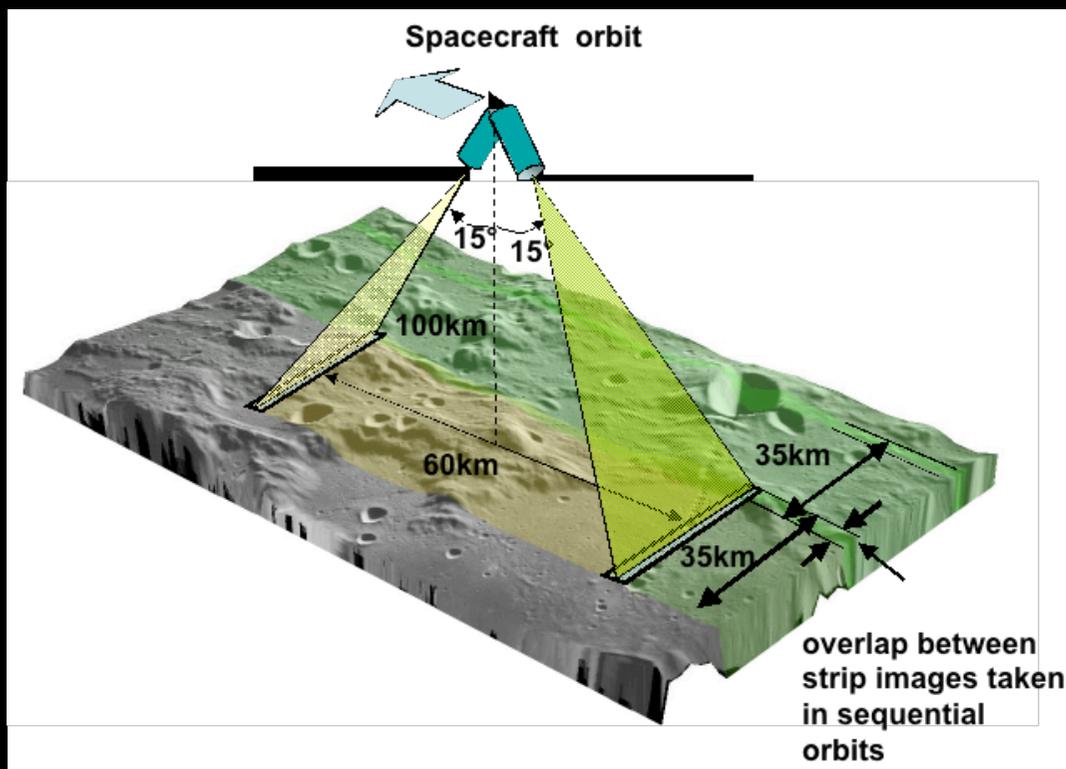
月の表層岩石の磁場
地球の磁気圏・プラズマ圏
月周囲の放射線・粒子線量
電離層



磁力計(MAP/LMAG)
プラズマ観測器(MAP/PACE)
粒子線計測器(CPS)
プラズマイメージャ(UPI)
電波科学観測(RS)



地形カメラ (TC)



- 月全球の画像データを取得
- 高空間分解能 (~10m/pixel @100km高度)
- ステレオ視によるデジタル地形モデル (DTM) の作成

TCの観測運用

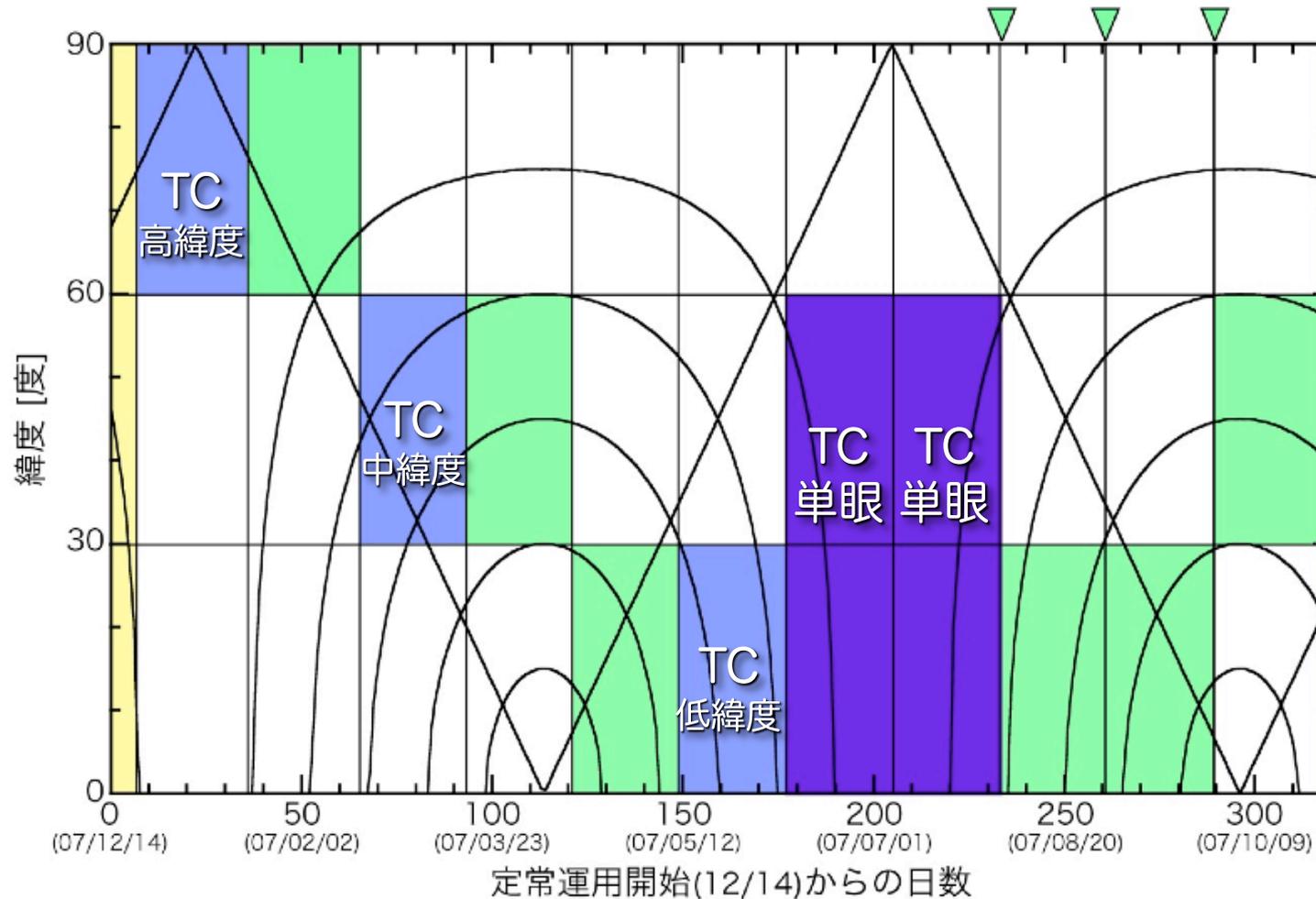


図1 運用目玉図. 直線は β 角、曲線は太陽高度を15度間隔で示す. 黄緑色の逆三角形は面外制御日を表わす.

水色・・・TCステレオ観測、青色・・・TC単眼観測、黄緑色・・・MIサイクル

TCプロダクト



ステレオ観測
(太陽高度 $> 30^\circ$)

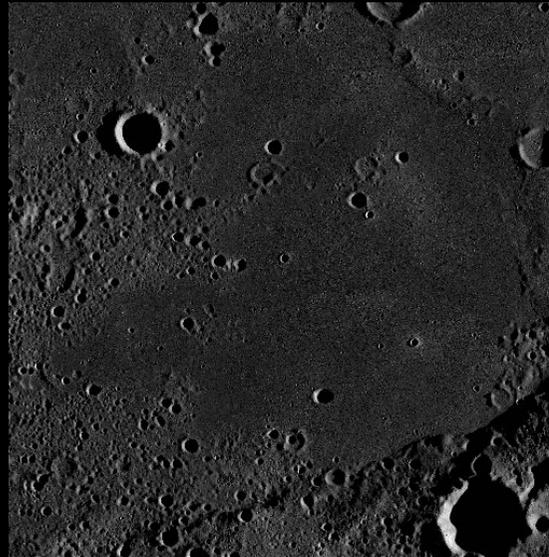
DTM作成処理

1. DTM/TCオルソ

モザイク作成

2. DTMマップ

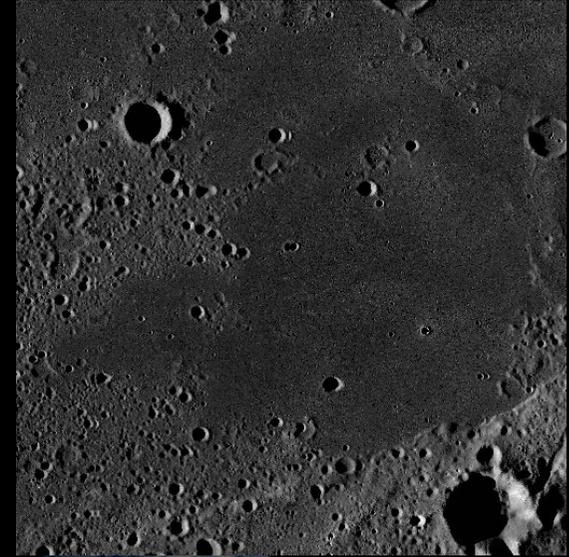
3. TCオルソマップ



単眼観測
(太陽高度 $< 30^\circ$)

モザイク作成

4. TC低太陽高度 (朝)
反射率マップ

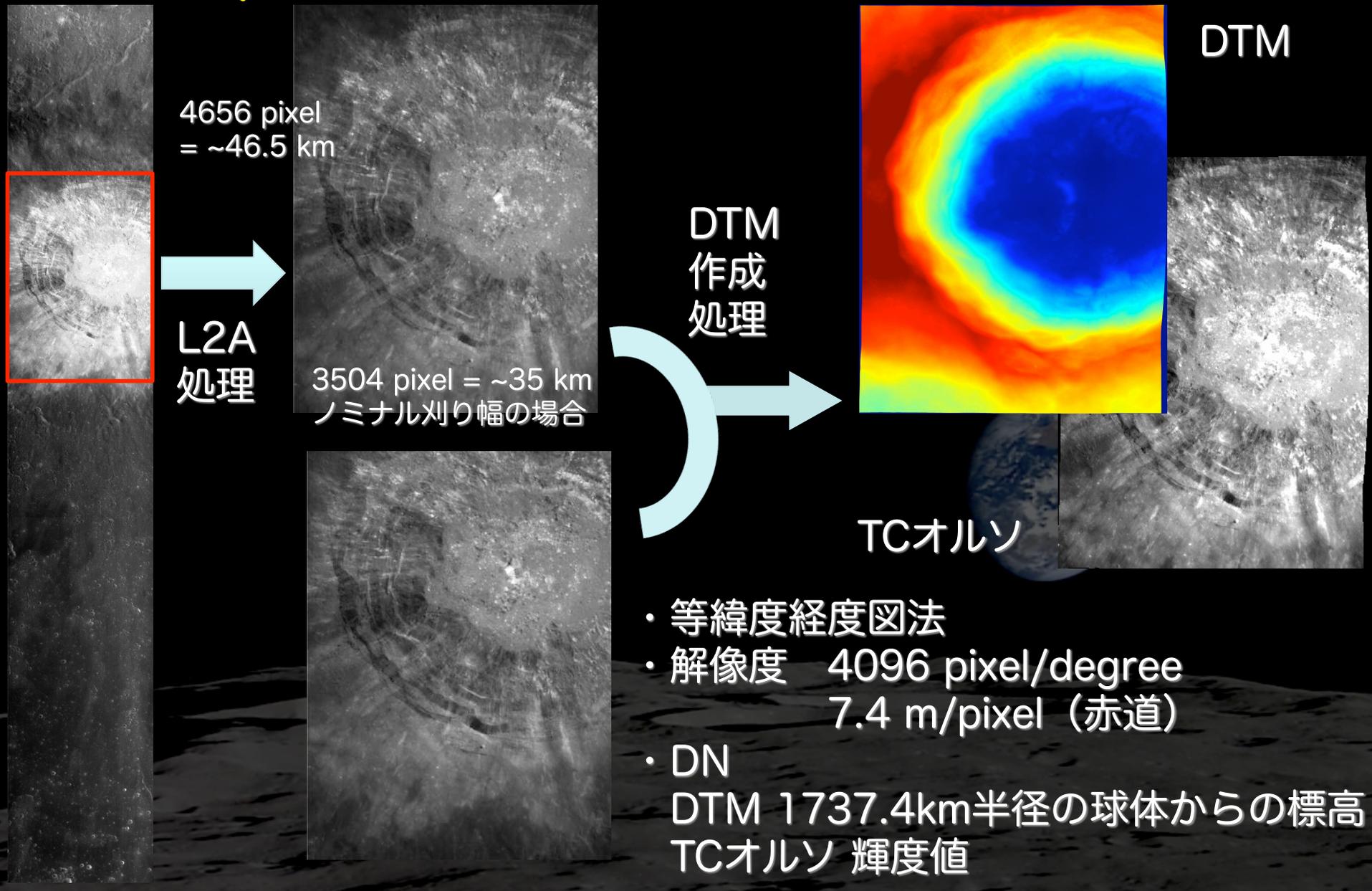


単眼観測
(太陽高度 $< 30^\circ$)

モザイク作成

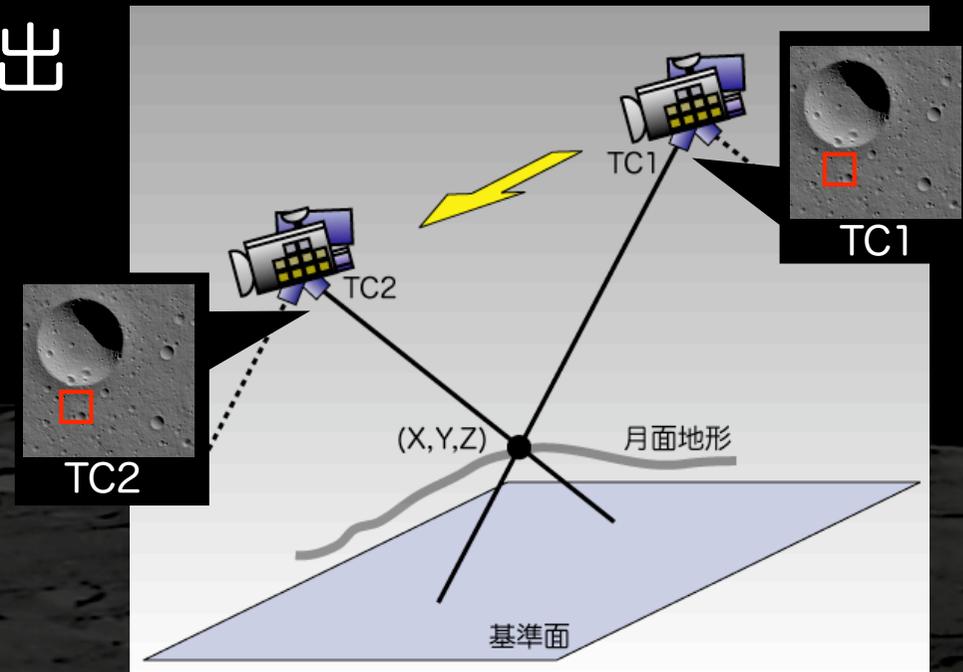
5. TC低太陽高度 (夕)
反射率マップ

DTM/TCオルソプロダクト



DTM/オルソ作成処理

- 面積相関法によるステレオ画像対応点探索
 - Coarse-to-fine法による多段階マッチング
 - Small-to-large window マッチング
 - 相関係数、局所傾斜角によるマッチングエラー検出
 - 2次元計測視差に対するメディアンフィルタ
スムージングフィルタ
- 3次元計測処理
 - バンドル法



DTMの誤差要因

- TC1,TC2対応点探索における誤差要因
 - TC1,TC2撮像条件の違い
 - 地形の倒れ込み、位相角条件の違い
 - TC機器特性（画質劣化の影響）
 - 暗時ノイズ、素子間感度偏差、光ショットノイズ
 - MTF劣化、非可逆圧縮
- 視線ベクトル算出における誤差要因
 - 軌道・姿勢情報の誤差



TCプロダクト



ステレオ観測
(太陽高度 > 30°)

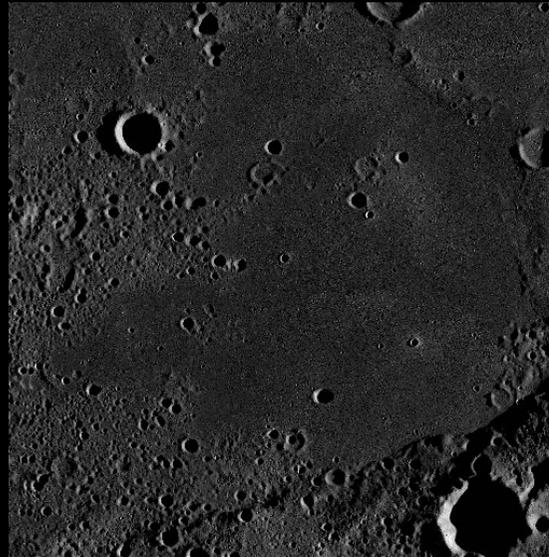
DTM作成処理

1. DTM/TCオルソ

モザイク作成

2. DTMマップ

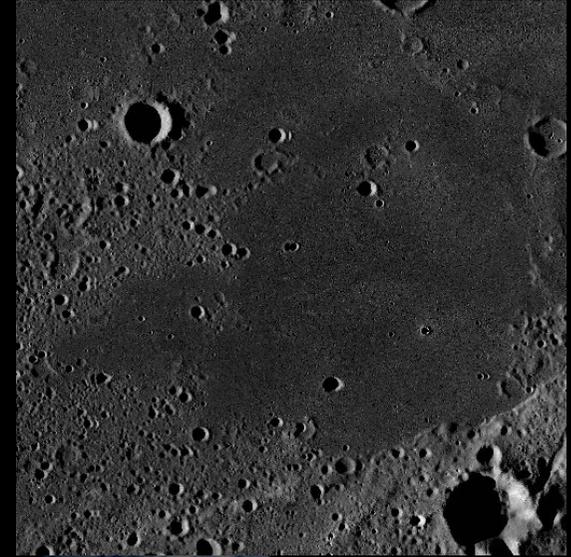
3. TCオルソマップ



単眼観測
(太陽高度 < 30°)

モザイク作成

4. TC低太陽高度 (朝)
反射率マップ

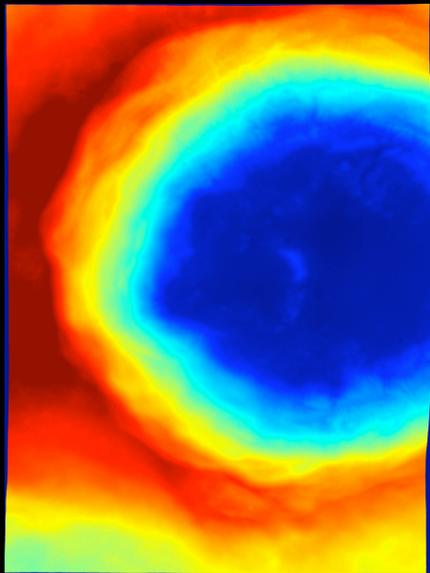


単眼観測
(太陽高度 < 30°)

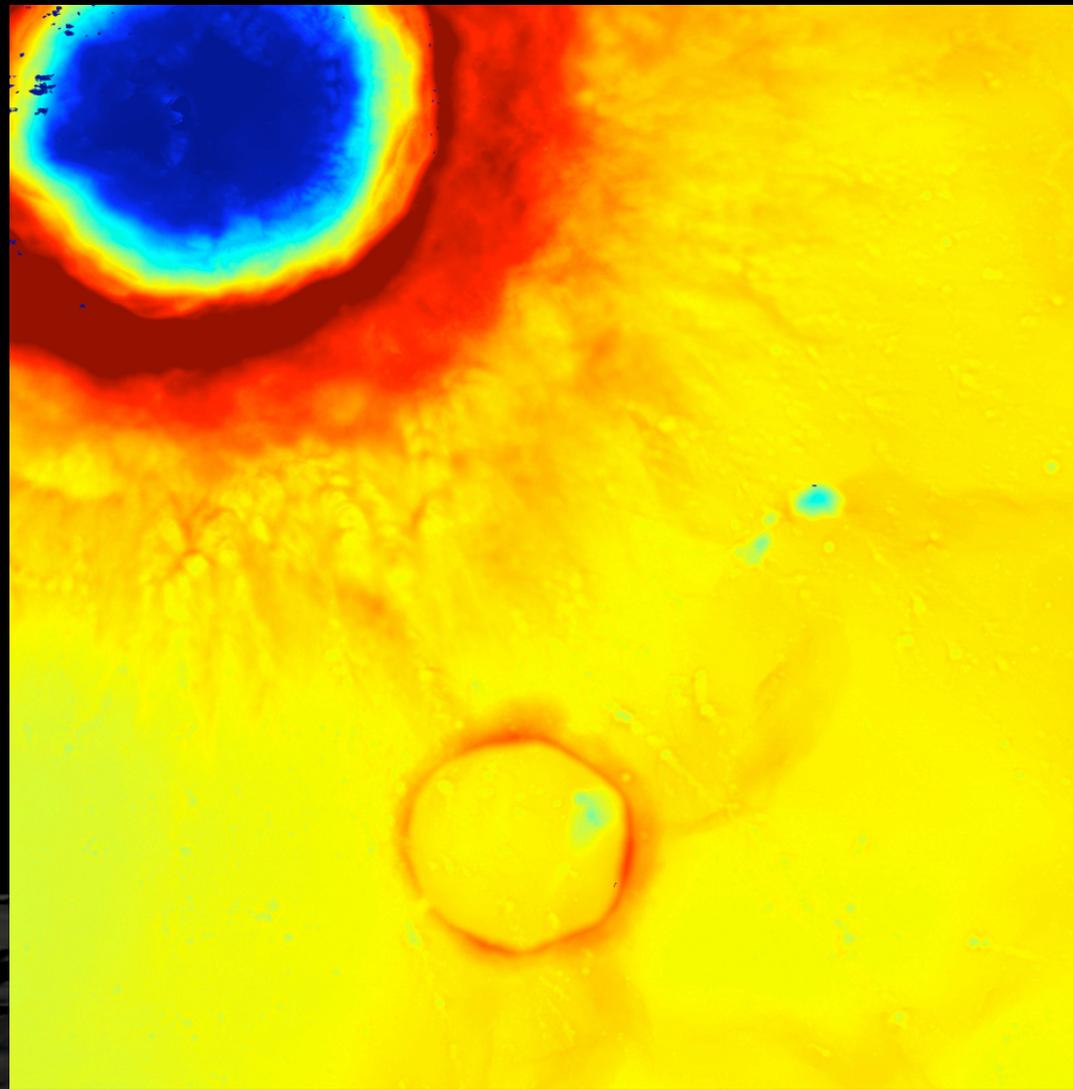
モザイク作成

5. TC低太陽高度 (夕)
反射率マップ

マッププロダクト



モザイク
作成処理



- ・ 等緯度経度図法
- ・ 解像度 4096 pixel/degree
~7.4 m/pixel (赤道)
- ・ サイズ 3 x 3度
~91 x 91 km
- ・ DN
DTM
球体(R=1737.4)からの標高
TCオルソ、TC朝夕反射率マップ
反射率

3 degree

3 degree

TCプロダクト



ステレオ観測
(太陽高度 > 30°)

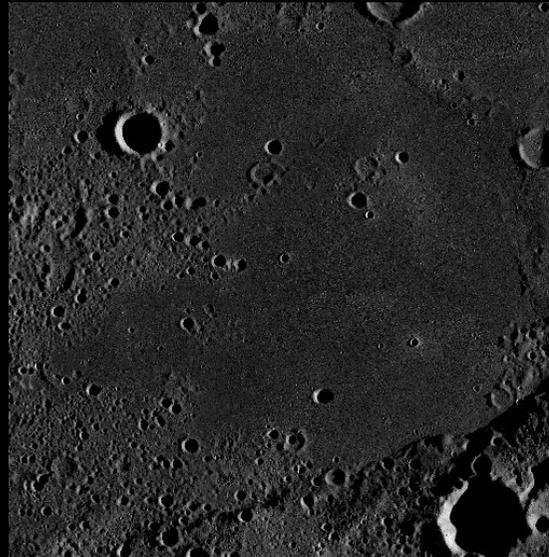
DTM作成処理

1. DTM/TCオルソ

モザイク作成

2. DTMマップ

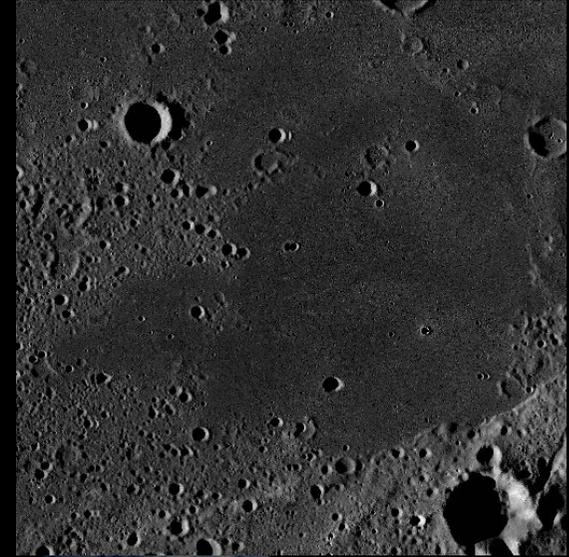
3. TCオルソマップ



単眼観測
(太陽高度 < 30°)

モザイク作成

4. TC低太陽高度 (朝)
反射率マップ



単眼観測
(太陽高度 < 30°)

モザイク作成

5. TC低太陽高度 (夕)
反射率マップ

ファイル構造

NASA開発のPlanetary Data System (PDS) フォーマットに準拠

- PDSラベル (テキスト)
 - プロダクト属性 (バージョン, 源泉画像情報, 軌道情報 など)
 - 画像投影 (投影法, 標準緯度・経度, 解像度, サンプリング法 など)
 - 画像情報 (1ラインの画素数, ライン数, オフセット値 など)
 - 画像統計 (最大・最小, 平均, 最頻値 など)
 - 品質情報 (ダミーピクセル, バッドピクセル など)
 - 源泉画像情報 (観測時間, 軌道番号, 測光条件 など)
- 画像データオブジェクト (バイナリ)

プロダクトリスト

「かぐや」一般公開プロダクト一覧

2011/2/4

科学観測機器	処理レベル	プロダクト和名	Product ID	マップ	バージョン	ファイル数	サイズ (10 ⁶ 表記)	備考
ガンマ線分光計(GRS)	標準	ガンマ線エネルギースペクトル2	GRS_EnergySpectrum_2	-	1	4	12.6M	
		ガンマ線強度全球マップA	GRS_GammaRayMap_A(K, Th, O, Fe, Si)	Map	1	5	739.8k	
		ガンマ線強度全球マップB	GRS_GammaRayMap_B(U, Al, Ca, Mg, Ti)	Map	1	5	744.4k	
	高次	主要元素全球マップA	GRS_NuclideMap_A(K, Th, O, Fe, Si)	Map	1	-	-	
		主要元素全球マップB	GRS_NuclideMap_B(U, Al, Ca, Mg, Ti)	Map	1	-	-	
月面撮像・分光装置(LISM)/ マルチバンドイメージャ(MI)	標準	MI-VIS輝度データ	MI-VIS_Level2B2	-	1	240,848	1.5T	
		MI-NIR輝度データ	MI-NIR_Level2B2	-	1	240,382	141.4G	
		MI-VIS反射率データ オプション2	MI-VIS_Level2C2	-	1	-	-	*1
		MI-NIR反射率データ オプション2	MI-NIR_Level2C2	-	1	-	-	*1
		MI反射率マップ	MI_MAP	Map	1	-	-	*2
	高次	SP輝度/拡散反射率データ(周回単位)	SP_Level2B1	-	1	6,454	213.4G	
		SP輝度/拡散反射率データ+対応画像	SP_Level2B2	-	1	1,097,424	746.4G	
SP輝度/拡散反射率データ+測点位置情報		SP_Level2C	-	1	-	-	*2	
月面撮像・分光装置(LISM)/ スペクトルプロファイラ(SP)	標準	SP輝度/拡散反射率データ(周回単位)	SP_Level2B1	-	1	6,454	213.4G	
		SP輝度/拡散反射率データ+対応画像	SP_Level2B2	-	1	1,097,424	746.4G	
		SP輝度/拡散反射率データ+測点位置情報	SP_Level2C	-	1	-	-	*2
月面撮像・分光装置(LISM)/ 地形カメラ(TC)	標準	TC低太陽高度(朝)反射率マップ	TC_Morning_MAP	Map	2	6,371	1.9T	
		TC低太陽高度(夕)反射率マップ	TC_Evening_MAP	Map	2	6,409	1.9T	
		DTM/TCオルソ	DTM_TCOrtho	-	3	-	-	プロダクトVerupの為、公開一時中止。
	高次	TCオルソマップ	TCOrtho_MAP	Map	2	7200	2.2T	
		DTMマップ	DTM_MAP	Map	2	7200	2.2T	
		DTM/TCオルソ(個別プロダクト)	DTM_TCOrtho_S	-	1	-	-	
		TCオルソマップ(個別プロダクト)	TCOrtho_MAP_S	Map	1	-	-	
		DTMマップ(個別プロダクト)	DTM_MAP_S	Map	1	-	-	
		TCオルソモザイク(個別プロダクト)	TCOrtho_MSC	-	1	-	-	
		DTMモザイク(個別プロダクト)	DTM_MSC	-	1	-	-	
		高次	その他	Others	-	1	-	-
月レーザサウンダー(LRS)	標準	低分解能サウンダ地下断面データ	SDR_Bscan_low	-	1	16,947	19.5G	
		高分解能サウンダ地下断面データ	SDR_Bscan_high	-	2	12,286	136.1G	
	高次	地下地質構造判読図	SDR_Geology	-	1	3	9.2k	
		高周波自然電波(NPW)	NPW_spectrum	-	1	305	8.9G	
レーザ高度計(LALT)	標準	LALT測距データ	LALT_RD	-	1	293	3.1G	
		月全球地形時系列データ	LALT_LGT_TS	-	1	168	1.7G	
		月全球地形グリッドデータ	LALT_GGT_NUM	-	1	1	497.7M	
	高次	月全球地形マップデータ	LALT_GGT_MAP	-	1	1	66.4M	
		月北極地形数値データ	LALT_GT_NP_NUM	-	1	1	457.1M	
		月北極地形画像	LALT_GT_NP_IMG	-	1	1	59.0M	
		月南極地形数値データ	LALT_GT_SP_NUM	-	1	1	457.1M	
		月南極地形画像	LALT_GT_SP_IMG	-	1	1	59.0M	
		月形状球面図と展開係数	LALT_SH	-	1	1	4.8M	
		磁気異常グリッドデータ	MA_GD	-	1	1	6.2M	
月磁場観測装置(LMAG)	高次	磁気異常マップ	MA_MAP	Map	1	1	652.3k	
		磁場時系列データ	MAG_TS	-	1	316	891.5M	
	標準	一次元電気伝導度構造	1DSigma	-	1	1	4.6k	
	高次	磁気異常グリッドデータOP	MA_GDOP	-	1	-	-	*2
		磁気異常マップOP	MA_MAPOP	Map	1	-	-	*2
		磁場時系列データOP	MAG_TSOP	-	1	-	-	*2
	標準	一次元電気伝導度構造OP	1DSigmaOP	-	1	-	-	*2
粒子線計測器(CPS)	標準	Rn全球マップ	ARD_Rn_map	Map	1	-	-	
		Po全球マップ	ARD_Po_map	Map	1	-	-	
		特定領域マップ	ARD_Special_range	-	1	-	-	
	高次	Rn/Po時系列カウント(Graph)	ARD_counts_graph	-	1	-	-	
		Rn/Po時系列カウント	ARD_counts_data	-	1	-	-	
		Electron/Proton時系列データ(Graph)	PS_light_particle_graph	-	1	-	-	
		Electron/Proton時系列データ	PS_light_particle_data	-	1	-	-	
		Electron/Protonイベントデータ(Graph)	PS_event_graph	-	1	-	-	
		Electron/Protonイベントデータ	PS_event_data	-	1	-	-	
		電子反射計月面磁気異常マップ	PACE_ERMA_MAP	Map	1	-	-	
月面2次イオンマップ	PACE_S1_MAP	Map	1	-	-			
プラズマ観測装置(PACE)	高次	電子反射計月面磁気異常マップ	PACE_ERMA_MAP	Map	1	-	-	
		月面2次イオンマップ	PACE_S1_MAP	Map	1	-	-	

LROC (Lunar Reconnaissance Orbiter Camera)

LRO --- 2009/6/18に打ち上げられた月周回衛星

LROC

- ・ NACs (Narrow Angle Cameras)
 - 2つのパンクロカメラ
 - 空間分解能 0.5 m/pixel
 - 5 km幅
- ・ WAC (Wide Angle Camera)
 - 7カラーバンド
 - 空間分解能 100 m/pixel
 - 60 km幅

