金星探査機「あかつき」の科学デーク取得戦略

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 今村 剛

金星気象衛星あかつき

- 日本初の金星探査機(月以外の天体を周回するのはこれが初) 金星周回軌道から雲の下まで透視するリモートセンシングによっ て地球の双子星の気候のしくみに迫る
 - 高速大気循環「スーパーローテーション」はなぜ起こるのか
 - 子午面循環はどうなっているのか
 - 全球を隙間無くおおう雲はどう作られるのか
 - 氷晶の生じない大気に雷は起こるか

 ・ 打上2010年夏(H2A)、同年冬に周回軌道投入に失敗
 ・ 2015年末に改めて金星周回軌道投入に挑戦
 ・









タイタン スーパーローテーション

スーパーローテーションの様々な仮説

加速域



惑星スケールの流体波動や循環の働きで固体惑星から大気上層へと角運動量が運び上げられる

組み立て中のあかつき





Onboard instruments

Instrument	FOV	Detector	Filters Width		Targets	
1-µm Camera	12°	Si-CSD/CCD 1024 x 1024 pix	1.01 µm (night)	0.04 µm	Surface, Clouds	
IR1			0.97 µm (night)	0.04 µm	H2O vapor	
			0.90 µm (night)	0.03 µm	Surface, Clouds	
			0.90 µm (day)	0.01 µm	Clouds	
2-μm Camera IR2	12°	PtSi-CSD/CCD	1.735 µm (night)	0.04 µm	Clouds, Particle size	
		1024 x 1024 pix	2.26 µm (night)	0.06 µm		
			2.32 µm (night)	0.04 µm	CO below clouds	
			2.02 µm (day)	0.04 µm	Cloud-top height	
			1.65 µm (cruise)	0.3 µm	Zodiacal light	
UltraViolet Imager	12°	Si-CCD	283 nm (day)	15 nm	SO ₂ at cloud top	
UVI		1024 x 1024 pix	365 nm (day)	15 nm	Unknown absorber	
Longwave IR Camera LIR	12°	Bolometer	10 µm	4 µm	Cloud-top	
		240 x 320 pix	(day/night)		temperature	
Lightning & Airglow	16°	8 x 8 APD	777.4 nm (night)	4.2 nm	OI lightning	
Camera		(50kHz sampling	552.5 nm (night)	4.7 nm	O2 HerzbergII ariglow	
LAC		in lightning mode)	557.7 nm (night)	3.1 nm	OI airglow	
			630.0 nm (night)	3.5 nm	OI airglow	
Ultra-stable oscillator			X-band		Vertical prifiles of T,	
for Radio Science RS			(8.4GHz)		H2SO4 (g), Ne	





雲追跡による流体運動の可視化 →長期連続観測が要

金星紫外画像を用いた 雲追跡風 (Kouyama et al. 2012)

風速変動のスペクトル解析 (Kouyama et al. 2013)







観測計画



ータ転送レート



- * ビットレートが最も高い時期でも1日に送ることのできるデータ 量は 70 MB 程度。平均的にはもっと少ない。
- ★ 画像1枚あたり2MBなので、1日あたり数十枚。複数高度の 大気運動を継続的にモニターするには、よく練った観測計画 が必要。

金星周回軌道投入直後の軌道



データ取得の考え方

- * 基本は2時間に1回の多波長撮像
- * 各観測波長において必要な観測頻度を明確化し、データ転送 レートに応じて、観測頻度が低くても良いものから間引いていく。
- * 機上でメジアン処理、暗電流の差し引き、フラット画像による感度 較正までを行ったものを地上局に送る。(必要に応じて生データ も転送できる)
- * 基本は可逆圧縮(非可逆圧縮も可能)
- ※ 同時にデータ取得したい波長ごとにひとまとめにして、1つのコマンドで連続実行されるようにしておき、運用を簡略化。
 → '観測プログラム': はやぶさ2にも引き継がれている。



Typical observation mode	Observation program	Abbr.	Cameras and wavelengths	Data volume, no compression
Nightside global view	night_delux	ND	IR2 1.73, 2.26, 2.32um, LIR 10um	6.18 MB
	night_slim	NS IR2 2.26um, LIR 10um		2.18 MB
	night_delux_ir1	ND1	IR1 0.9um–night, 0.97um, 1.01um	6 MB
	night_slim_ir1	NS1	IR1 1.01um	2 MB
Dayside global view	day_delux	DD	IR1 0.9um-day, IR2 2.02um, UVI 283, 365nm, LIR 10um	8.18 MB
	day_slim	DS	IR1 0.9um-day, IR2 2.02um, UVI 365nm, LIR 10um	6.18 MB
Dayside close-up	vicinity_delux	DV	UVI 283, 365nm, LIR 10um	4.18 MB
Dayside stereo	vicinity_slim_2	DV2	UVI 365nm x2, LIR 10um	4.18 MB
	vicinity_slim_7	DV7	UVI 365nm x7, LIR 10um	14.18 MB
Limb	limb	LM	IR1 0.9um−day, UVI 365nm	4 MB



- LIVI (III
 LAC
- LAC
- RS

画像データ処理パイプライン





まとめ

- 「あかつき」ミッションでは、観測対象の時間変化を追いかけるために多くの画像データを継続的に取得する必要がある。
- 限られたデータ転送レートにおいて成果を最大化するために、観 測波長ごとに必要な観測頻度を明確化し、観測頻度が低くても良 いものから間引いていく。また機上でメジアン処理、暗電流の差し 引き、フラット画像による感度較正まで行ったのち、画像圧縮を施 してから転送する。
- 2015年に投入される予定の新たな周回軌道は当初予定より遠金 点の遠い長楕円軌道。観測計画を改めて検討中。解像度が落ち るものの気象衛星としての観測はほぼ当初予定どおり実施する予 定。