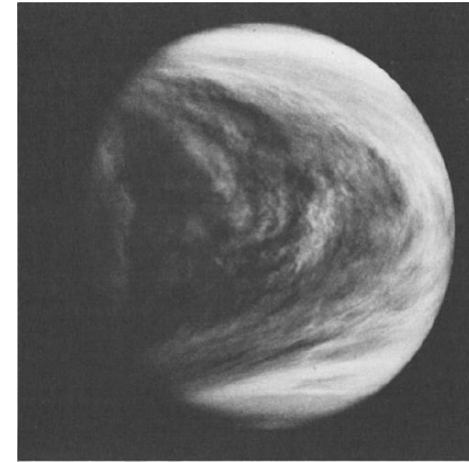
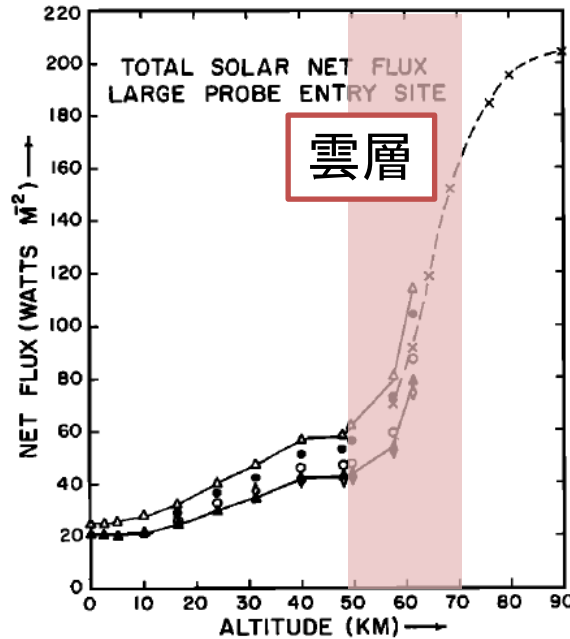
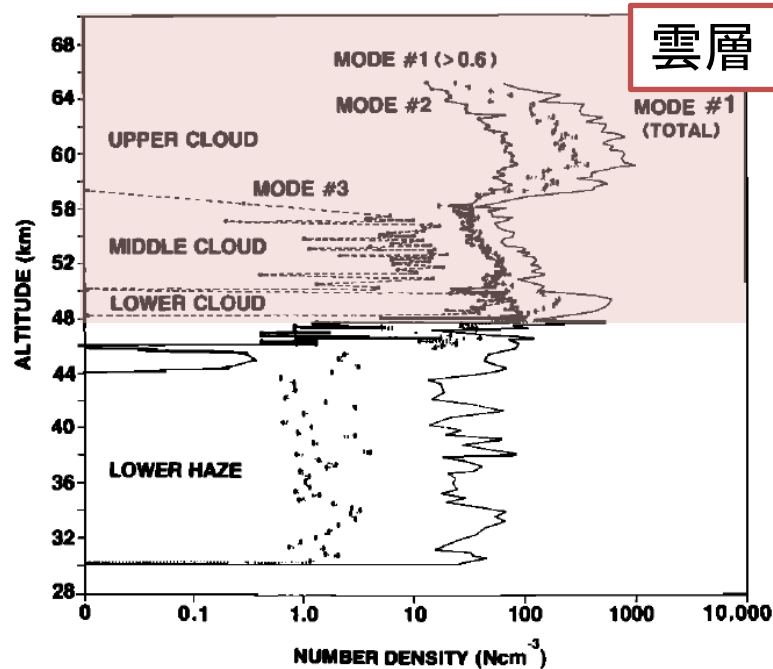


# Subaru, AKATSUKI, そしてTAO

佐藤隆雄

宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所,

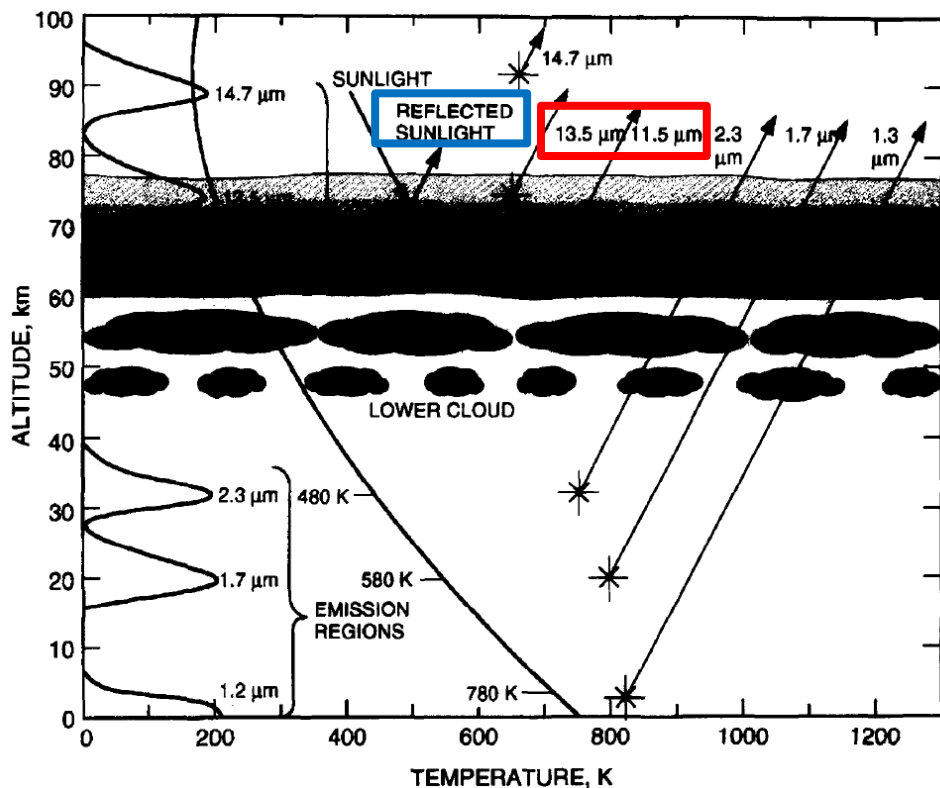
# 金星雲層



Figs. (左) PV probe entry siteにおける金星雲高度分布 [Knollenberg and Hunten, 1980],  
(中) PV probe entry siteにおける入力太陽フラックスの高度分布 [Tomasko et al., 1980],  
(右) PV/OCPPの紫外画像 [Rossow et al., 1980].

- 高度50-70 kmに存在する濃硫酸の厚い雲 ( $\tau \sim 20-40$ @可視光)
  - 入射太陽光の~76%が雲層で反射される [Crisp and Titov, 1997].
  - 金星大気・地表で吸収する太陽エネルギーの~50%が (主に未知の紫外吸収物質によって) 雲層 (>64 km)で吸収される [Tomasko et al., 1980].
- 大気運動の駆動源である太陽光の入力は、雲層付近 (50-70 km) でコントロールされている。

# 紫外と中間赤外で観測できる高度



紫外, 中間赤外ともに雲頂 (~70 km) 付近高度に感度あり.

➤ 雲層を理解する上で相補的な関係にある.

Fig. 様々な波長帯での感度高度 [Taylor et al., 1998].

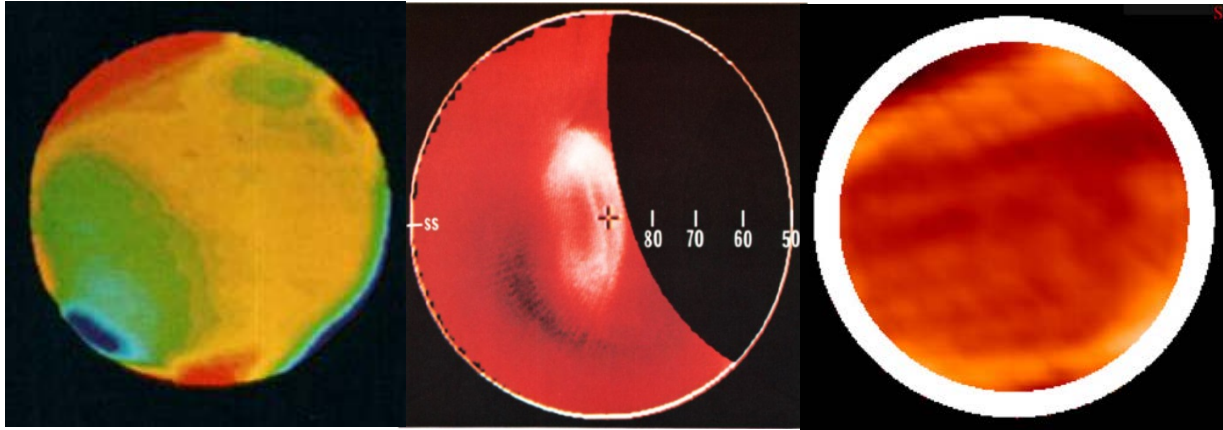
## 紫外観測

- 未知の紫外吸収物質やSO<sub>2</sub>のコラム量, 雲追跡による風速場の推定
- 昼面 (地上観測: 空間分解能~シーイングサイズ)

## 中間赤外観測

- 大気温度や雲の光学的厚さ
- 金星の昼夜問わず観測可能 (地上観測: 空間分解能~望遠鏡の回折限界)

# 過去の中間赤外観測



Figs. (左) 周辺減光を除去した疑似カラー画像 (10.6-12.6  $\mu\text{m}$ ) [Apt et al., 1984],  
(中) PVO/OIRの北極中心画像 (11.5  $\mu\text{m}$ ) [Taylor et al., 1980],  
(右) 周辺減光を除去した全球画像 (8-12  $\mu\text{m}$ ) [Taguchi et al., 2012].

- 地上望遠鏡観測 [Diner et al., 1982 and references therein; Orton et al., 1991]  
Raster scanning methodによる単眼観測
- Pioneer Venus Orbiter Infrared Radiometer (OIR) [Taylor et al., 1979, 1980]  
放射計, 北半球観測 (1978.12-1979.2)
- Venera 15 Fourier Spectrometer [e.g., Zasova et al., 2007]  
フーリエ分光器, 北半球観測 (1983.6-1984.7)
- Subaru/COMICSを用いた高空間分解撮像観測 (2007.10) [Sato et al., 2014]
- Akatsuki Longwave Infrared Camera (LIR) [Taguchi et al., 2012]

✓ スーパーローテーションが顕著な赤道域の観測データの不足

✓ 現時点で, 2次元アレイによる赤道面からの撮像観測は, SubaruとAkatsukiのみ.

# Subaru/COMICSによる金星雲頂構造の発見

## □ 南北極域模様同期現象

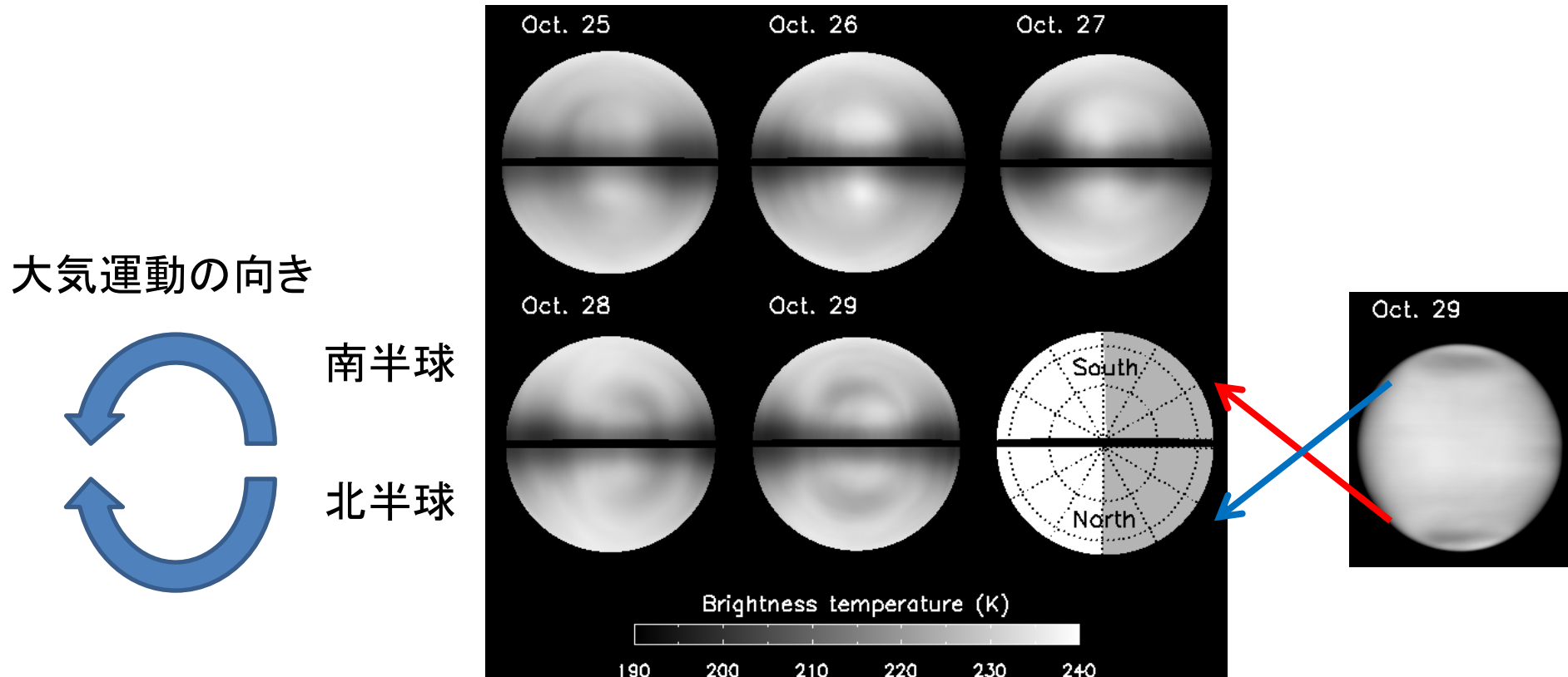


Fig. 8.66  $\mu\text{m}$ における極展開画像.

- 南北の類似した極域模様が同期して西向きに移動している可能性.
- 金星における南北極同期現象の可能性を世界で初めて観測的に示した.

# Subaru/COMICSによる金星雲頂構造の発見

## □ ハイパス処理後の太陽非同期の微細構造

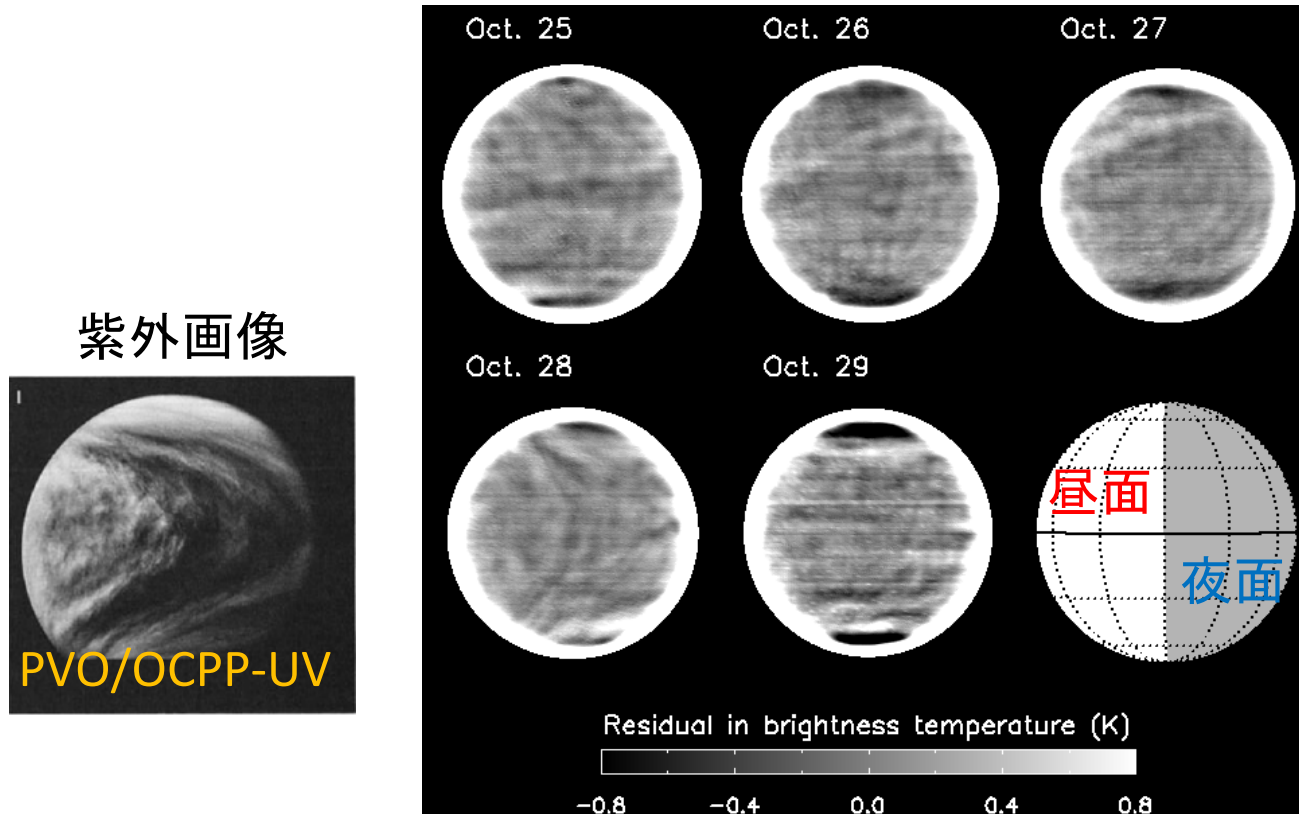


Fig. ハイパス処理後の残差パターンの日々変化 (8.66  $\mu\text{m}$ ).

- 筋状や斑状構造 (振幅:  $\sim 0.5$  K) が全球に存在しており, 日々変動している.
- 雲頂温度または雲頂高度の空間不均一性を反映していると考えられる.
- 28日の模様は紫外域で見られる水平Y字模様と類似しており, 物理的関連を示唆している.

# AKATSUKI LIRによるモニタリング

- あかつき
  - **金星の気象**を調べることに特化した日本の探査機
  - **紫外から中間赤外**にわたる5台のカメラによる撮像観測と電波掩蔽観測
  - 2010年12月7日に軌道投入を試みるもメインスラスターの破損により失敗
  - 5年に及ぶ太陽周回軌道を経て2015年12月7日に姿勢制御スラスターを用いて軌道投入に成功.
  - 当初の周期30時間軌道ではなく、**周期10.5日の長楕円軌道**を周回中.
  - 現在 (9/7) に至るまで4台のカメラにより**計4000枚以上の金星撮像データ**が取得されている.
- 中間赤外カメラ (LIR) [Taguchi et al., 2007]
  - 非冷却ボロメータ
  - 画素数: 328 pixel × 248 pixel
  - 8-12  $\mu\text{m}$ にわたる広帯域フィルター
  - 絶対温度精度 (公称値):  $\sim 3 \text{ K}$
  - 相対温度精度 (公称値):  $\sim 0.3 \text{ K}$

近金点通過前後の約2日間は  
Subaru/COMICSの空間解像度を超える.

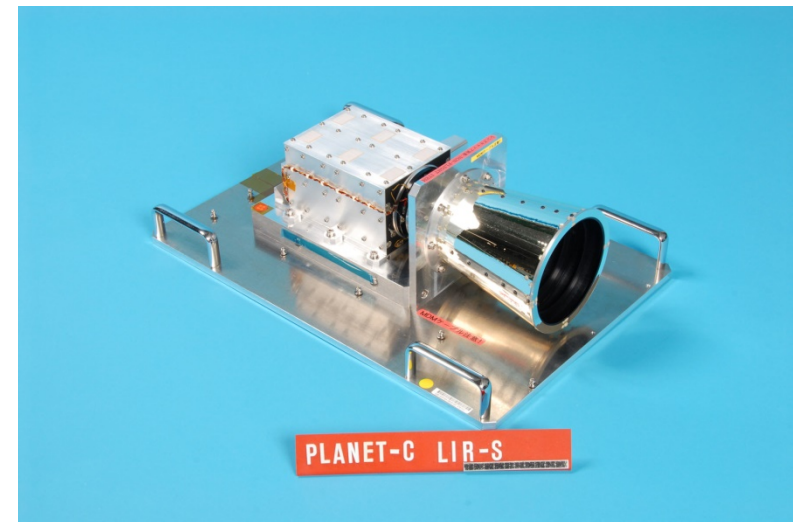


Fig. LIR外観 [JAXA HPより].

# AKATSUKI LIRが見た金星雲頂構造

- LIRが取得した金星画像のアニメーション
  - 校正済 (L2b) データ
  - グレースケールのレンジのみ調整

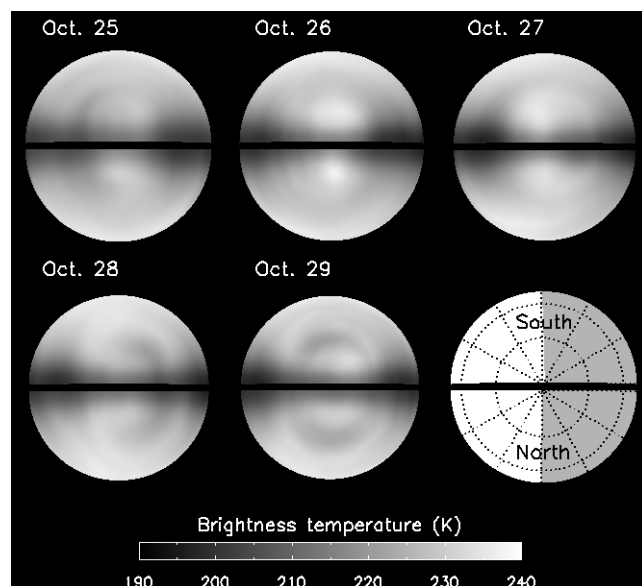


# AKATSUKI LIRが見た金星雲頂構造

□ LIRが取得した金星画像

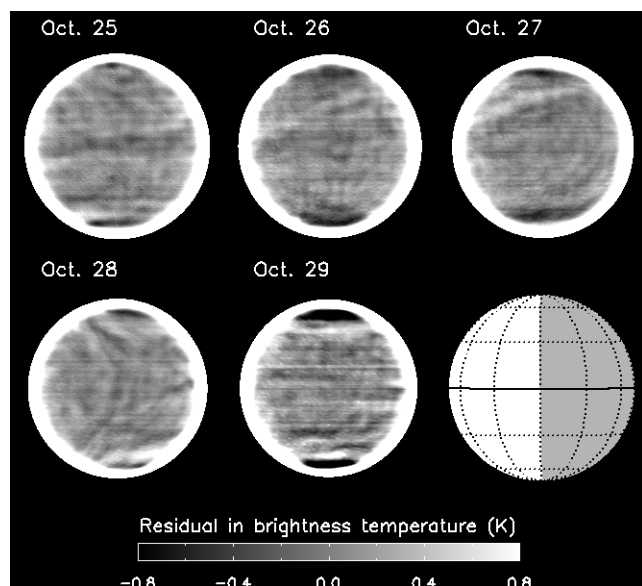
# Post-AKATSUKI/LIR

□ Subaruで発見した現象はAKATSUKI/LIRで解決するか？



南北極域模様同期現象

- 一定の時間間隔でデータを取得可能
- ほぼ金星赤道面から観測するため、南北を同時に観測できる。
- △ Subaru/COMICSを上回る空間解像度が近金点通過前後の2日のみ



ハイパス処理後の太陽非同期の微細構造

- 一定の時間間隔でデータを取得可能
- △ 輝度温度振幅が0.5 K程度のため、LIRでは分解困難か？

Subaru/COMICS並み (空間解像度, 輝度温度分解能) の観測を毎日数セット行う  
➤ LIRとは違うユニークなデータセット

# TAO/MIMIZUKUによる更なる研究の深化

## 探査機の空間分解能レベルでの長期モニタリングの可能性

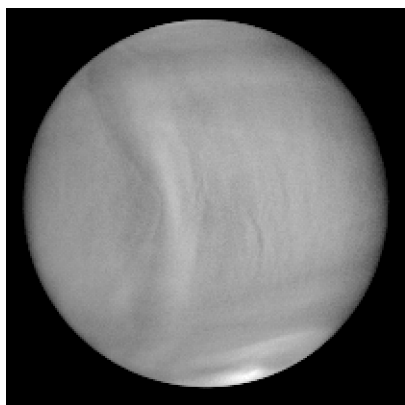


Fig. AKATSUKI/LIRが取得した金星画像.

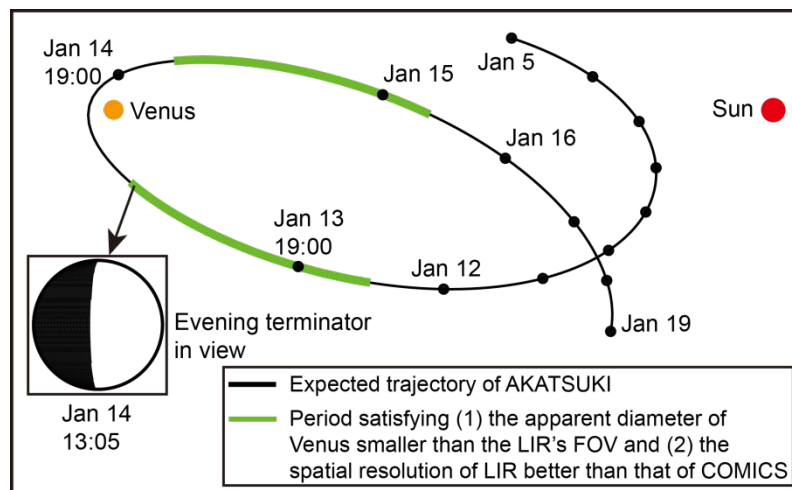


Fig. 地上からの次期観測好機におけるAKATSUKIの軌道予想図.

➤ 長期間連続高空間解像度画像の取得こそ、現象のメカニズムに迫ることができる.

## 高精度校正画像取得の可能性

• Field stackerの導入→絶対値誤差~1K

➤ これまで見えなかった(議論できなかった)短期/長期変動をモニタできる可能性.

## Qバンド撮像/分光による雲頂SO<sub>2</sub> (v<sub>2</sub>バンド: 19.3 μm) のマッピング

• 濃硫酸雲: 雲頂付近でSO<sub>2</sub>から光化学的に生成

➤ 水蒸気の少ないアタカマならではの可能性