

第6回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ 2015/11/11(水)

# 太陽系内惑星の地上ネットワーク観測の提案

高橋幸弘

北海道大学・宇宙理学専攻

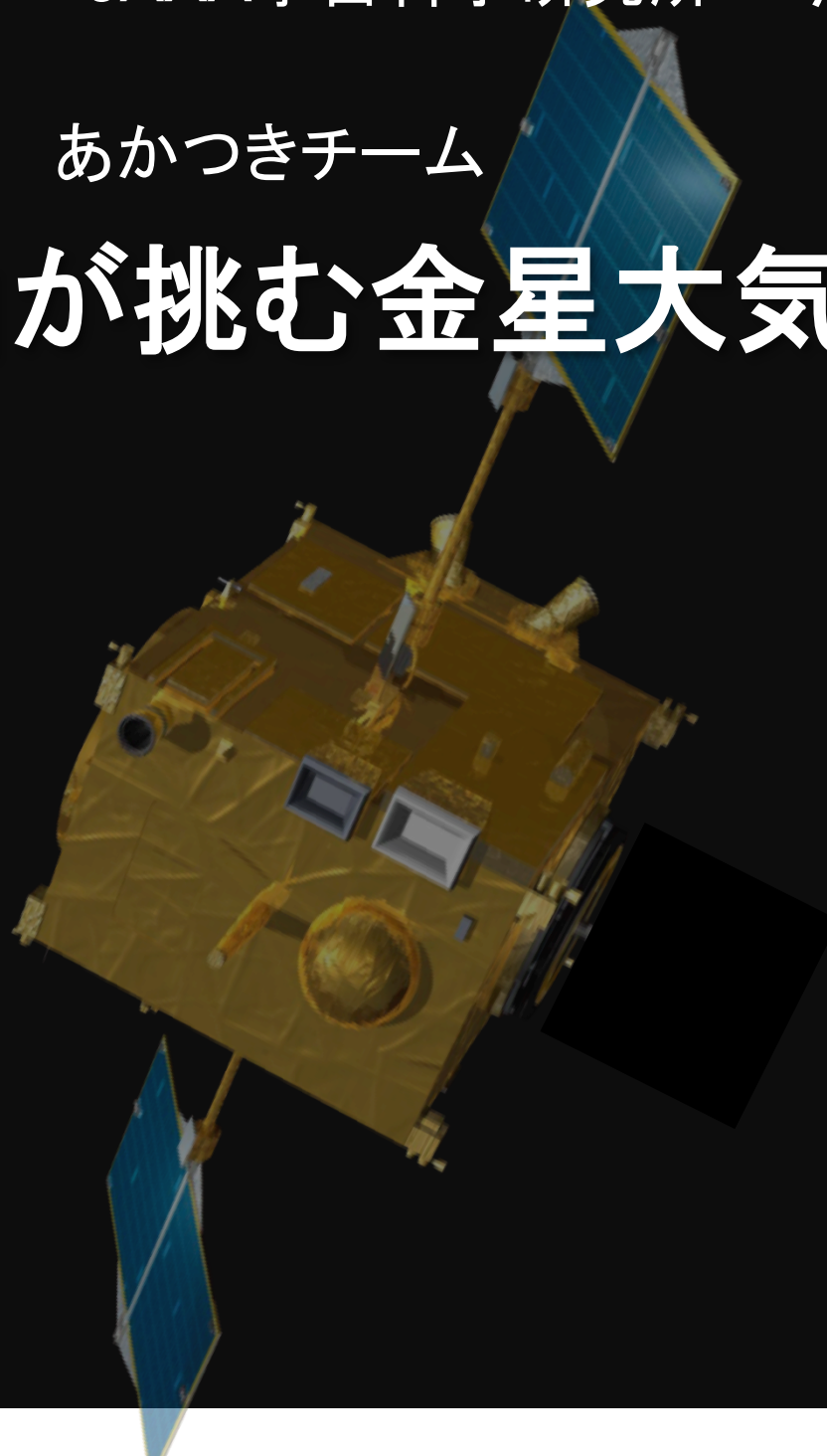
# 地上望遠鏡による太陽系内惑星の観測の特徴

- 高解像度 + 継続的低解像度 (特に、大気・プラズマ)  
雲の動き、スペクトルの変化、流出大気
- オービターなど探査との相補的な関係
  - ・探査機: データ量に制約、**スペクトル**など大型観測機器が積めない  
到着前から**継続的監視**が必要、**一面**しか見えない
  - ・探査機を支援する望遠鏡が必要だが、複数の天文台を同期させる、あるいは突発現象に動員するのは困難。
- 探査計画
  - 金星 (あかつき; 2015年12月軌道投入)
  - 木星 (JUICE: 2020年頃打上)
  - 火星 (火星衛星サンプルリターン: 2021年度打上?)
  - 水星 (Bepi Colombo: 2016年度打上予定)
  - その他
- 突発現象
  - ex. 火星ダストストーム、木星の中赤斑、イオ火山の噴火など

JAXA宇宙科学研究所 今村 剛さんより

あかつきチーム

# 「あかつき」が挑む金星大気科学



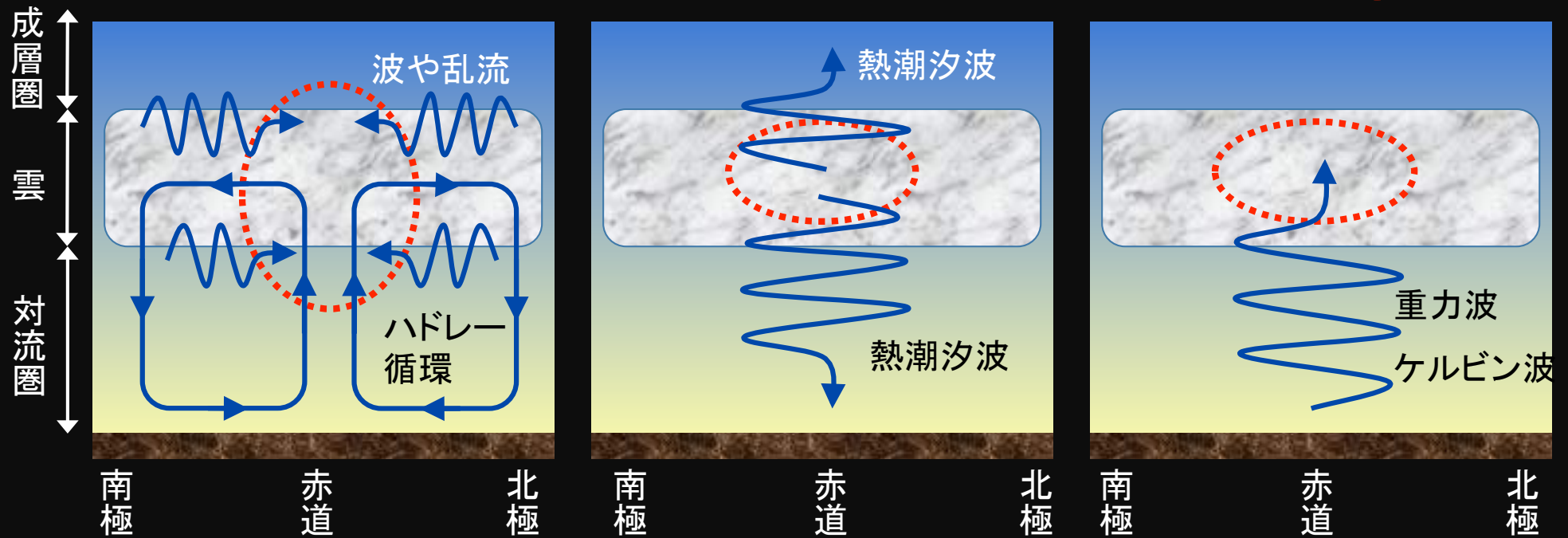
# スーパーローテーションの様々な仮説： 鍵となる擾乱・平均循環をとらえる

赤道向き角運動量  
輸送説

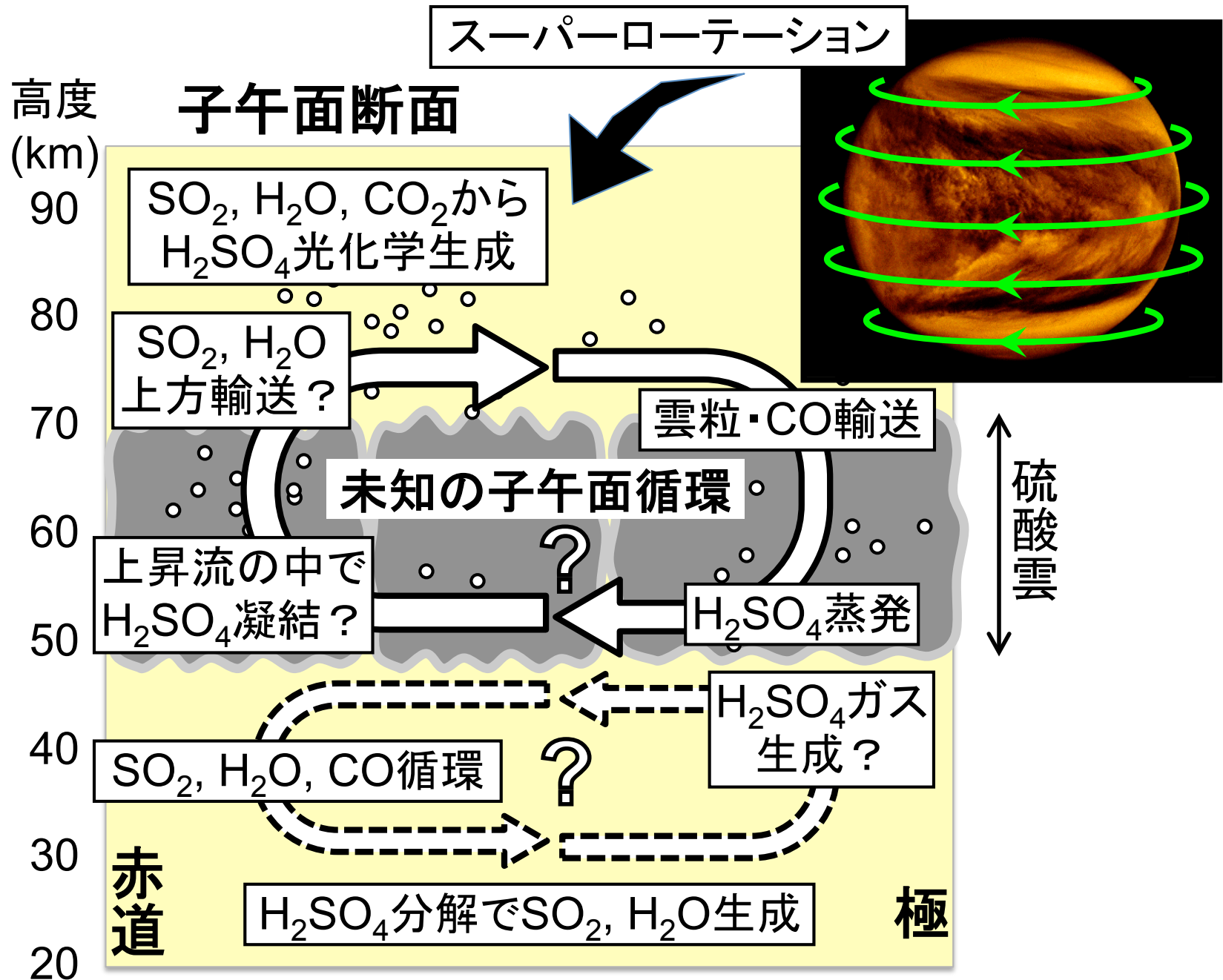
熱潮汐波説

上方伝搬波動説

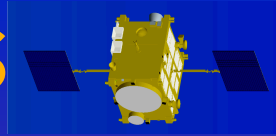
○ 加速域



# 硫酸雲の物理：大気大循環の役割の理解



# 3D observations



Akatsuki

Temperature and  $H_2SO_4$   
vapor profiles (RS)

Airglow (LAC)

Sulfur dioxide  
(UVI)

Cloud temperature  
(LIR)

Lower clouds  
(IR1, IR2)

Wind vectors

Carbon monoxide  
(IR2)

Lightning (LAC)

Water vapor  
(IR1)

Active volcanoes / Minerals  
(IR1)

90 km

65 km

50 km

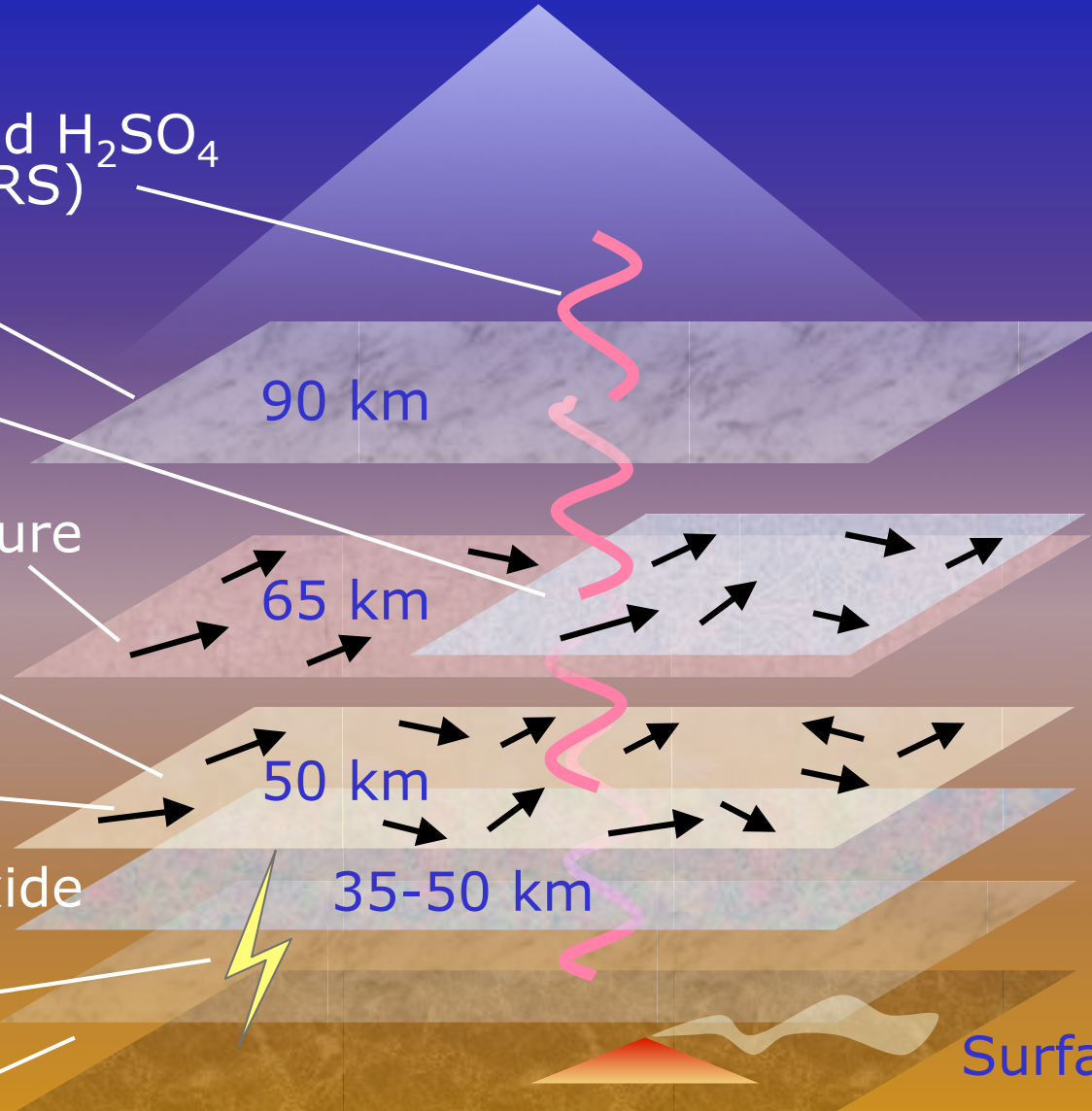
35-50 km

Stratosphere

Clouds

Troposphere

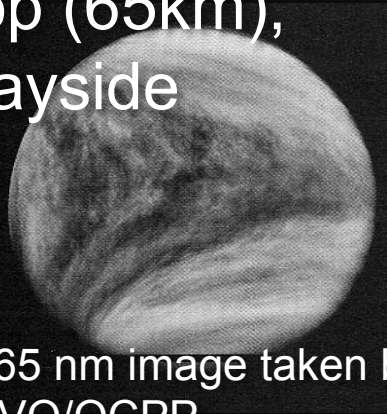
Surface



...これを補強するスペクトル観測も重要

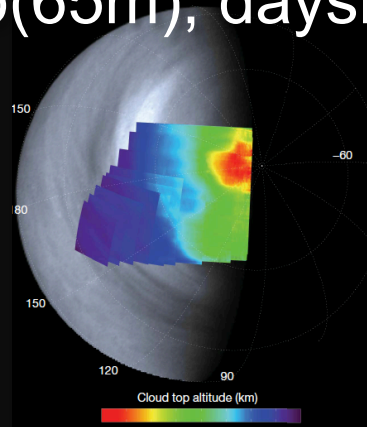
# Wavelengths for cloud-tracking

283/**365nm**, cloud top (65km), dayside



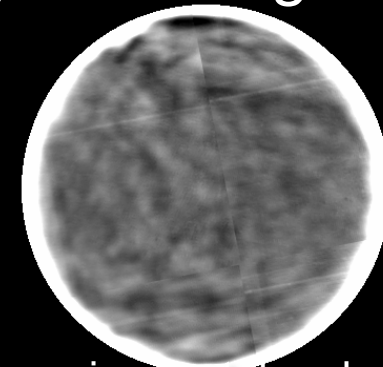
365 nm image taken by PVO/OCPP

**2.02 $\mu$ m**, cloud top (65km), dayside



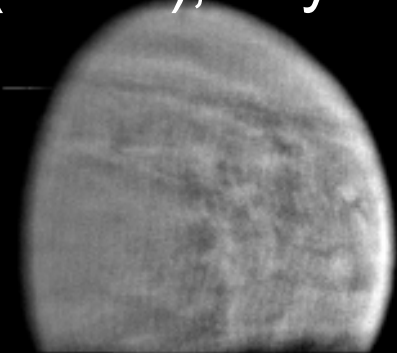
Cloud altimetry by VenusExpress/VIRTIS

10 $\mu$ m, cloud top (65km), dayside & nightside



8.6  $\mu$ m image taken by Subaru telescope, high-pass filtered

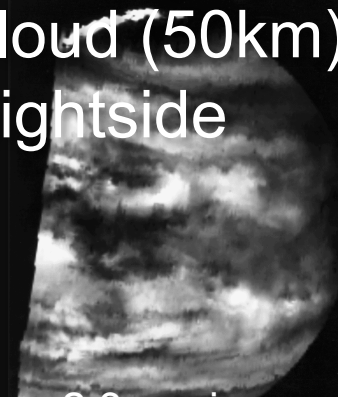
**0.9 $\mu$ m**, lower cloud (50km), dayside



0.98  $\mu$ m image taken by Galileo/SSI

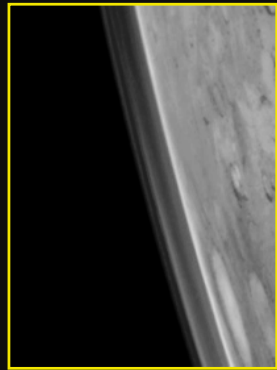
**Cloud top and bottom are covered both on the dayside and nightside**

**1.7/2.3 $\mu$ m**, lower cloud (50km), nightside



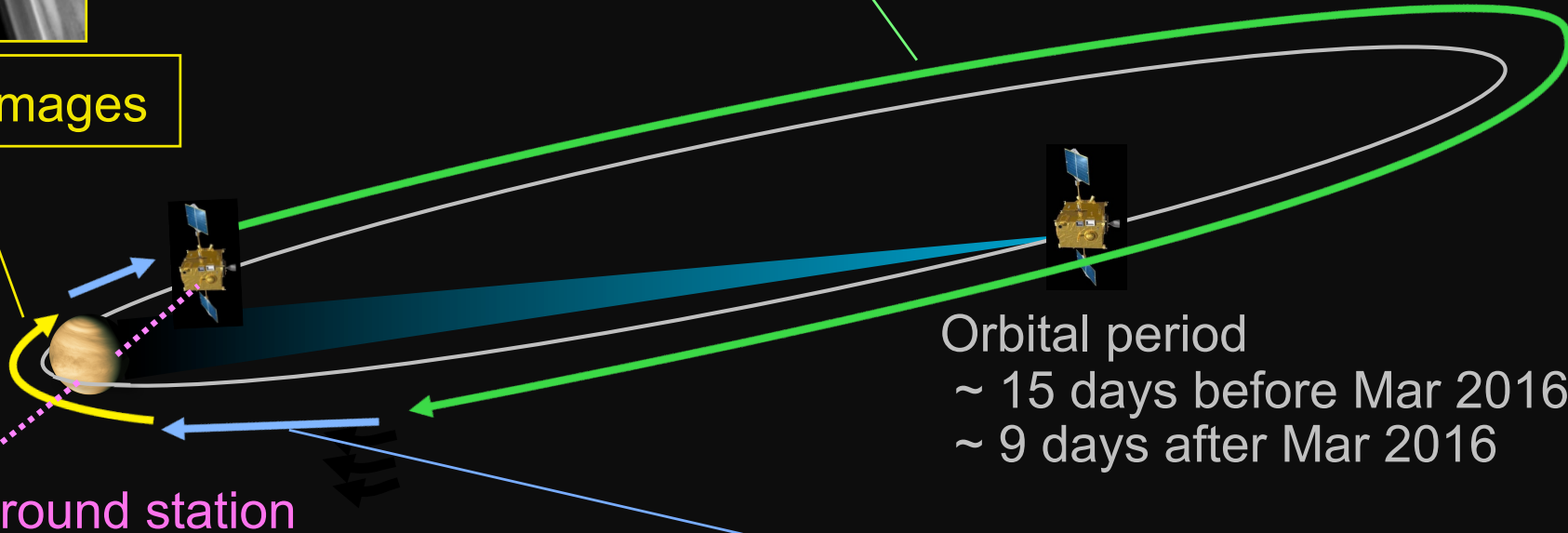
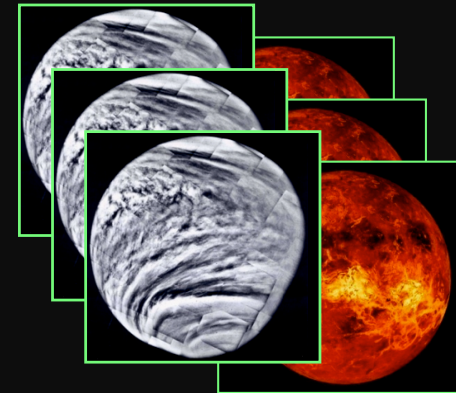
2.3  $\mu$ m image taken by Galileo/NIMS

# Observation in the new orbit



Limb images

Successive global images of atmosphere and ground surface



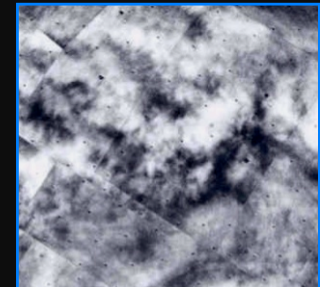
Orbital period  
~ 15 days before Mar 2016  
~ 9 days after Mar 2016

Ground station



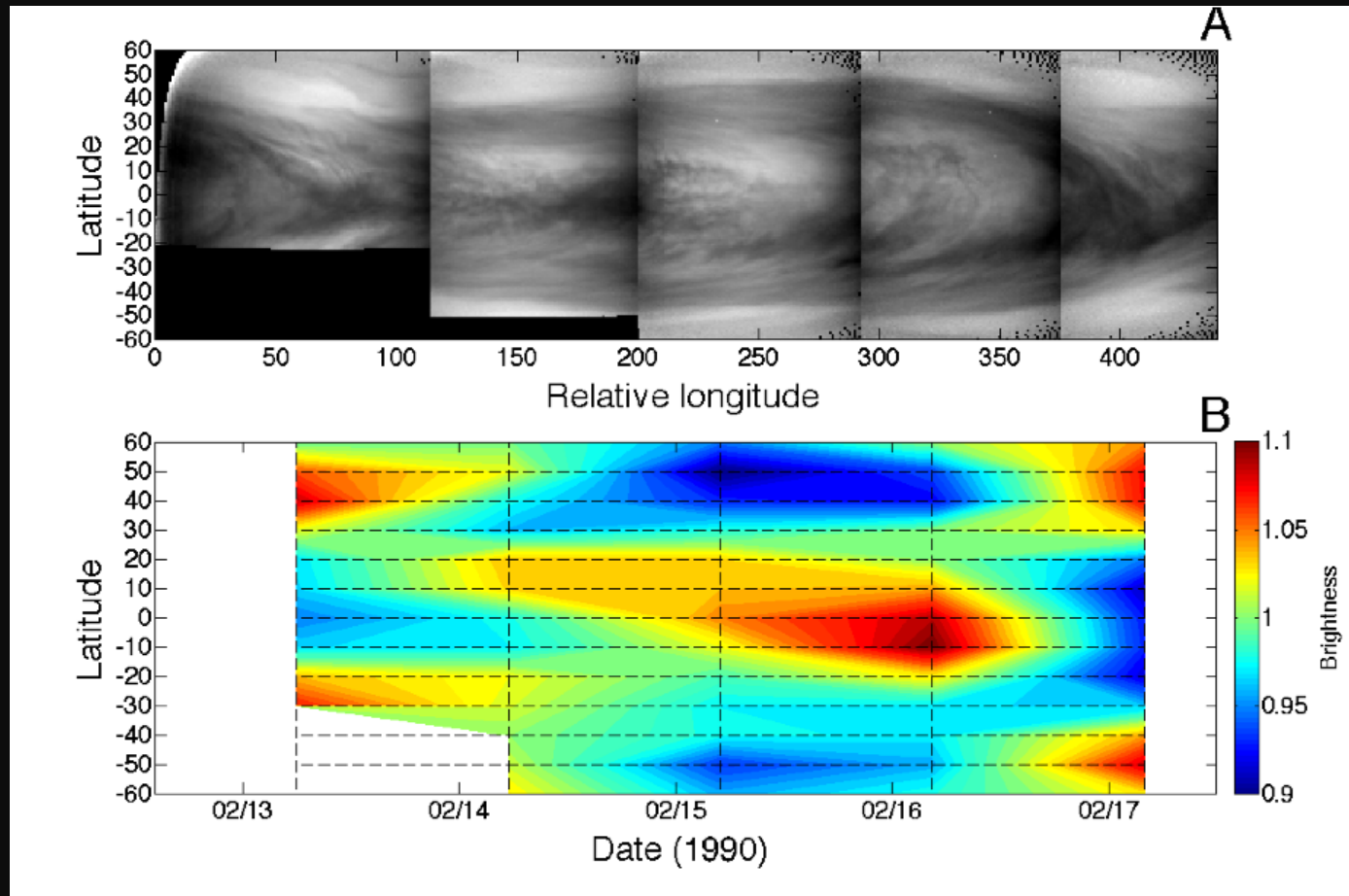
Temperature /  $H_2SO_4$  vapor / Ionosphere by radio occultation

- Close-up images
- Stereo viewing
- Lightning
- Airglow

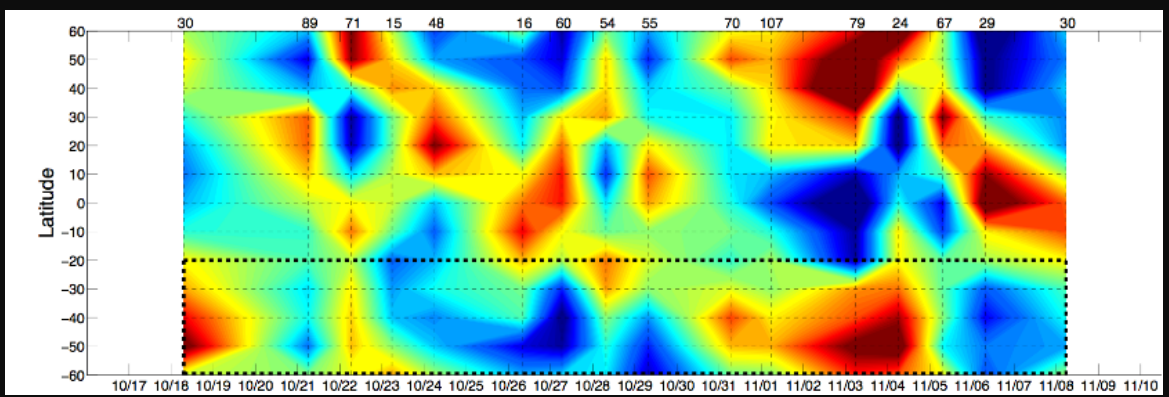
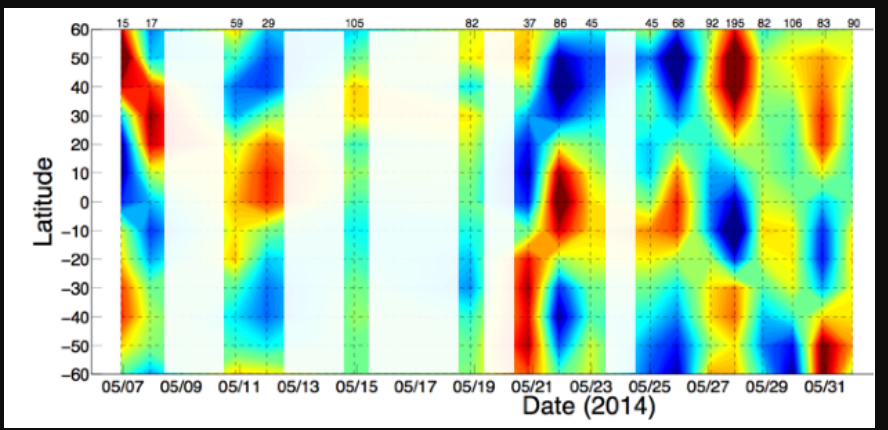
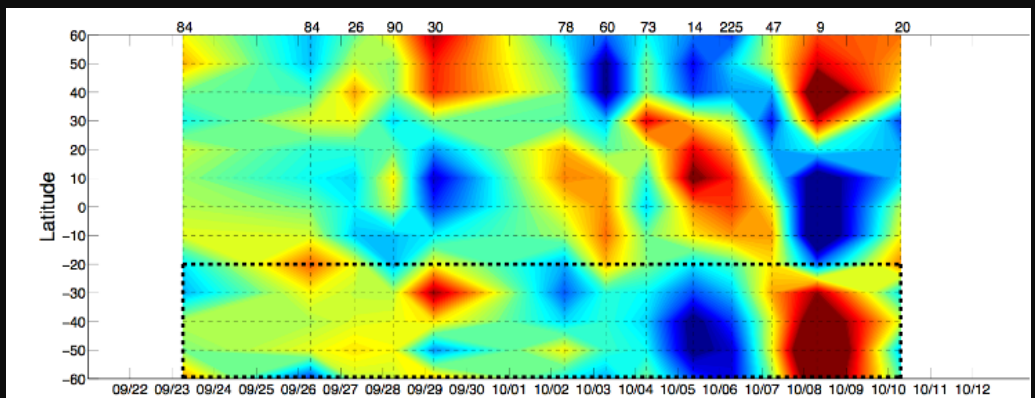
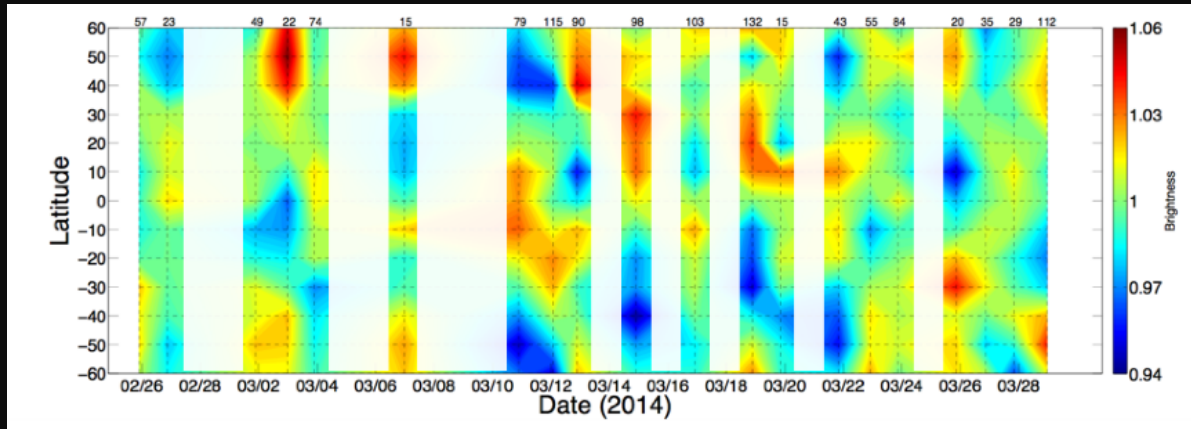
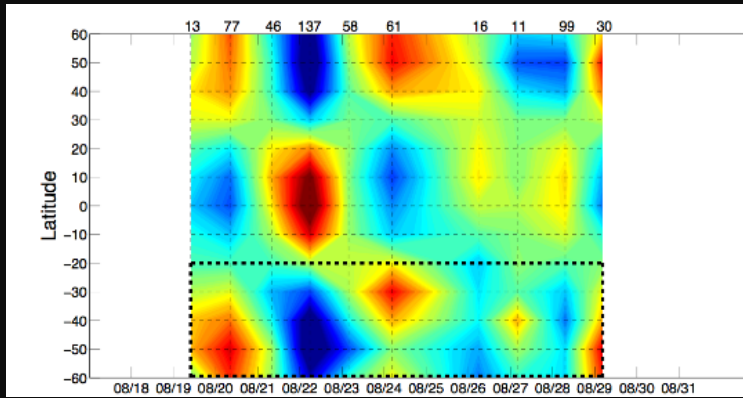




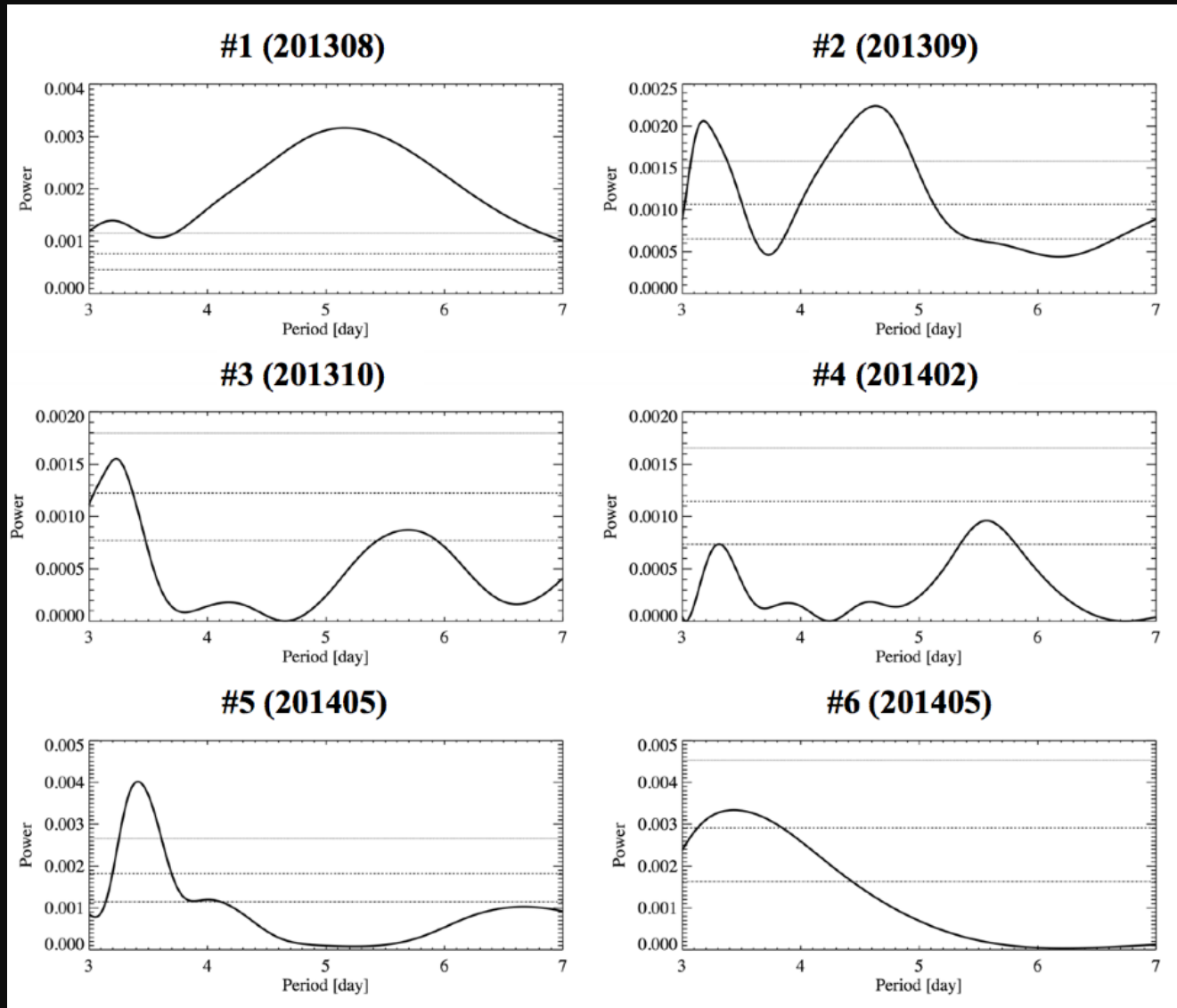
# PIRKAでの観測例



金星Y字模様を追跡(380 nm)

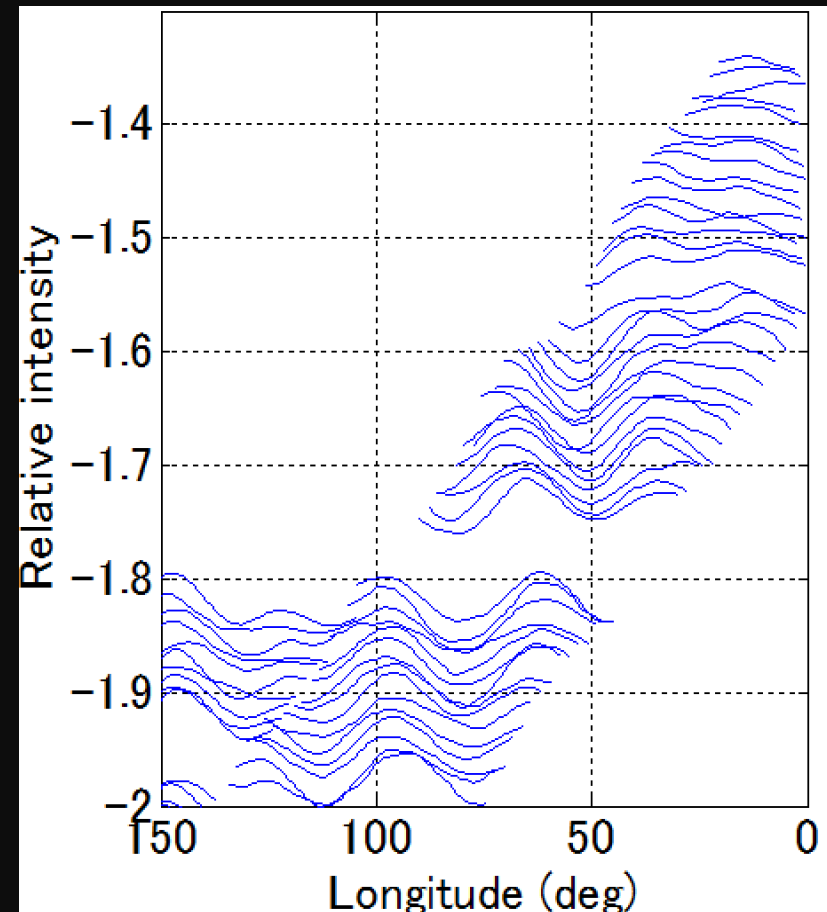
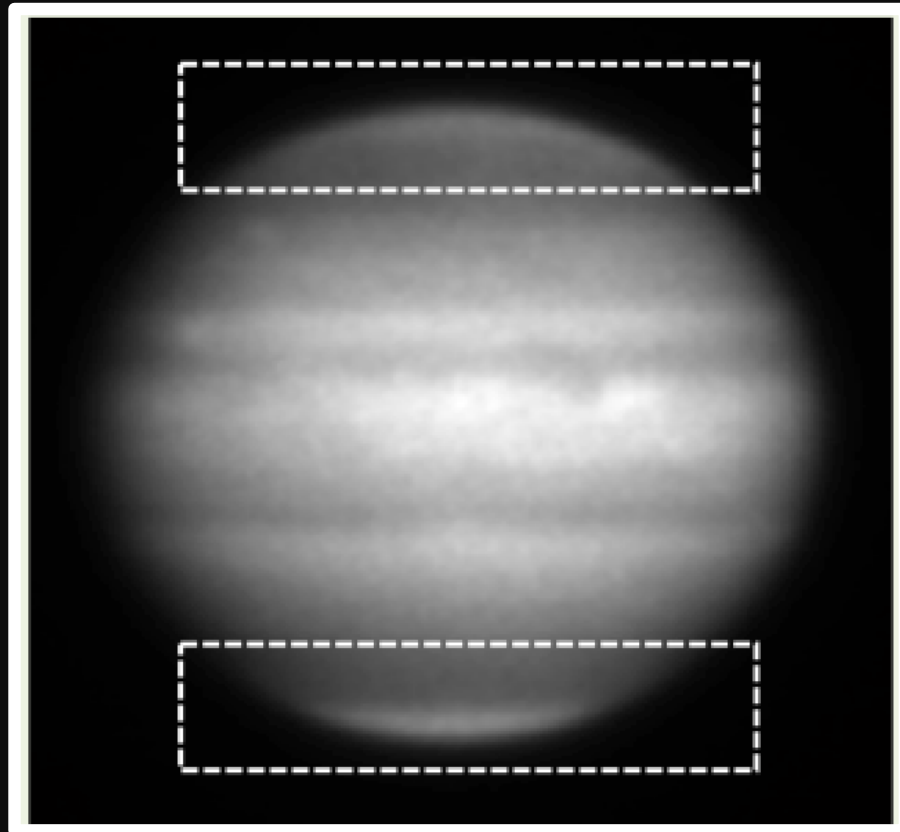


# PIRKAでの観測例



金星Y字模様の周期性の解析

# PIRKAでの観測例



木星緯度67度における極域ヘイズ端の波状構造  
(889 nmメタンバンド)

# ネットワーク観測の方法

## 形態

- 雲・模様を追跡

移動速度の導出。継続性・空間カバーを上げる

- スペクトル計測

探査機で十分できない

- 探査機との校正観測

- 突発現象観測

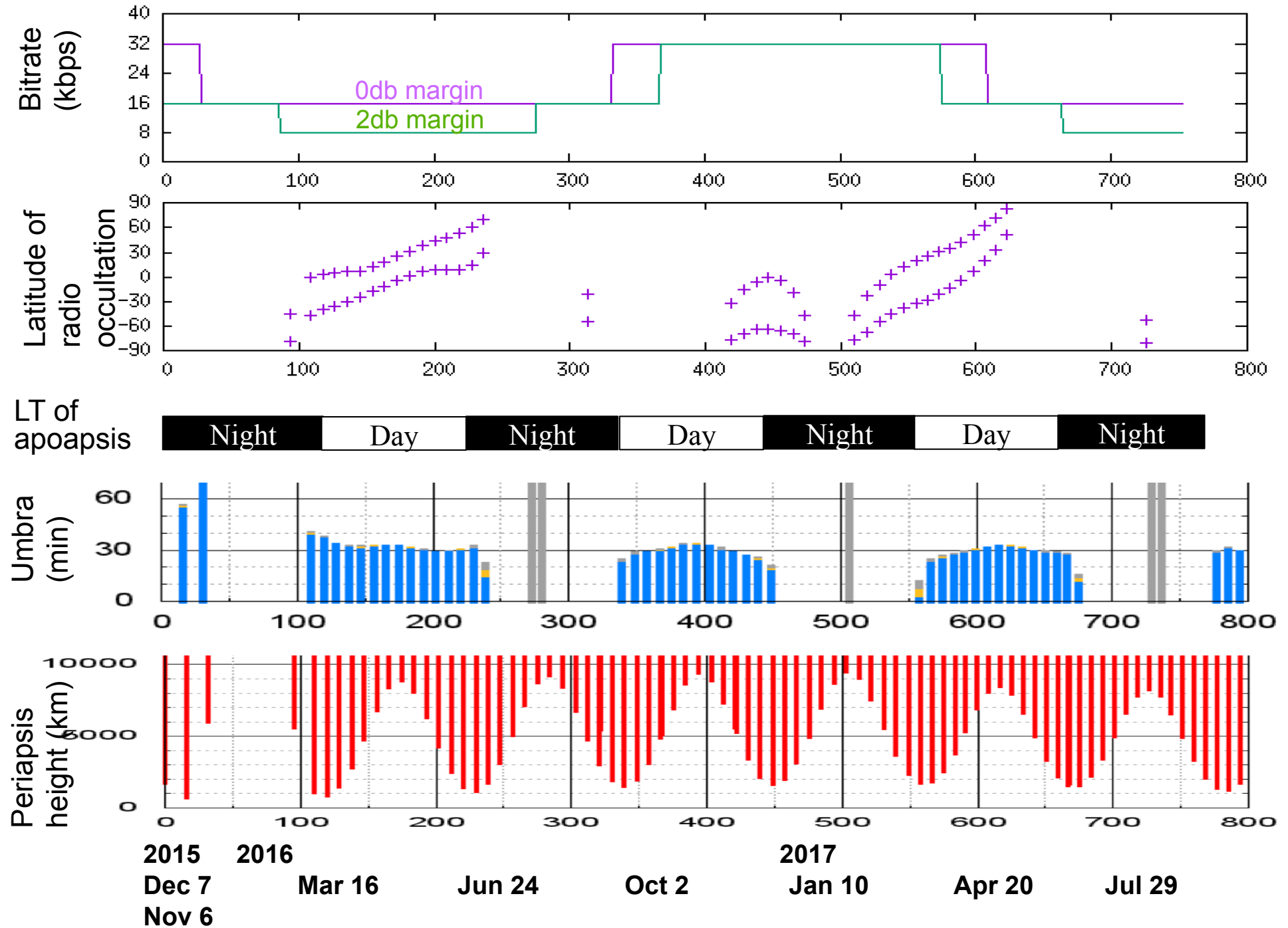
# ネットワーク観測の方法

## 課題:

- 解像度の向上  
高速撮影、AO
- 観測の規格化  
特にフィルター
- 機器による特性の違いや大気の影響の補正
- 探査機との比較校正  
キャンペーンを企画する体制
- (地球の) 昼間観測  
内惑星で効果絶大

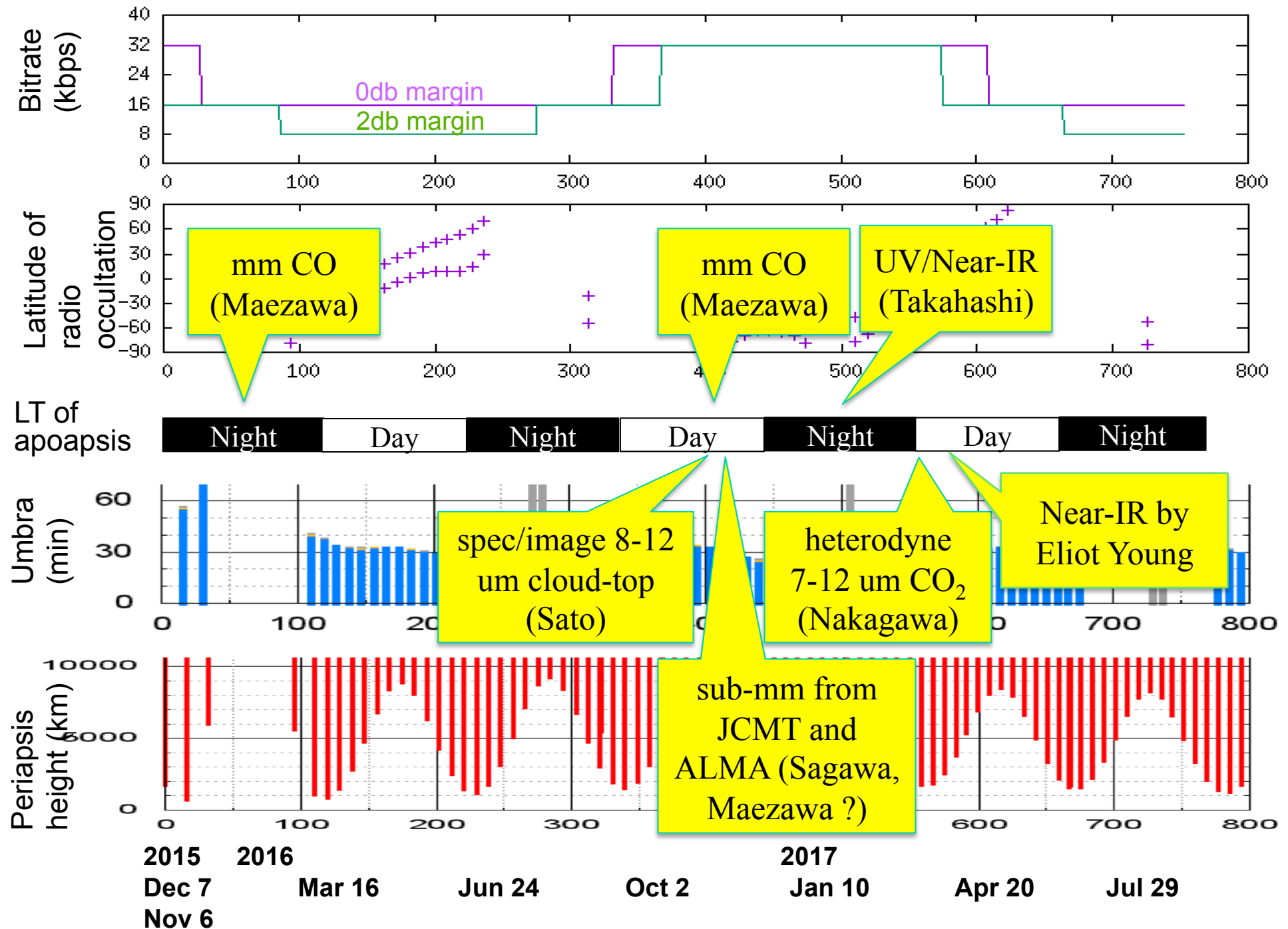


# Observation conditions during two years after VOI



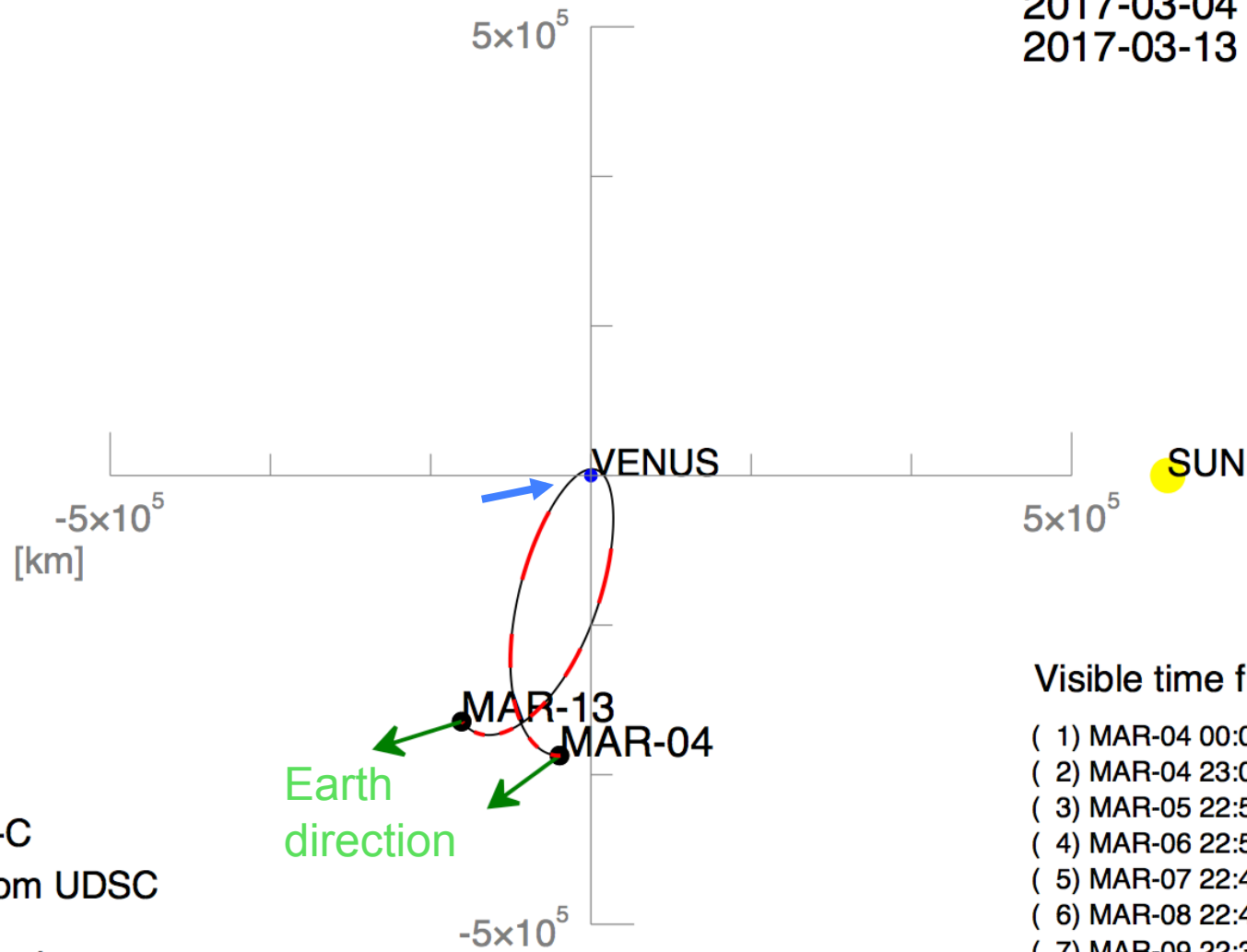


# Coordination with ground-based observations



# Example of simultaneous observations from Akatsuki and ground telescopes (Mar 2017)

UTC:  
 2017-03-04 00:00:00  
 2017-03-13 23:59:59



- PLANET-C
- Visible from UDSC
- Earth direction

- Visible time from UDSC
- ( 1) MAR-04 00:00–MAR-04 10:02
  - ( 2) MAR-04 23:02–MAR-05 09:58
  - ( 3) MAR-05 22:57–MAR-06 09:54
  - ( 4) MAR-06 22:52–MAR-07 09:50
  - ( 5) MAR-07 22:48–MAR-08 09:46
  - ( 6) MAR-08 22:43–MAR-09 09:41
  - ( 7) MAR-09 22:37–MAR-10 09:35
  - ( 8) MAR-10 22:32–MAR-11 09:30
  - ( 9) MAR-11 22:27–MAR-12 09:25
  - (10) MAR-12 22:22–MAR-13 09:19
  - (11) MAR-13 22:16–MAR-13 23:59