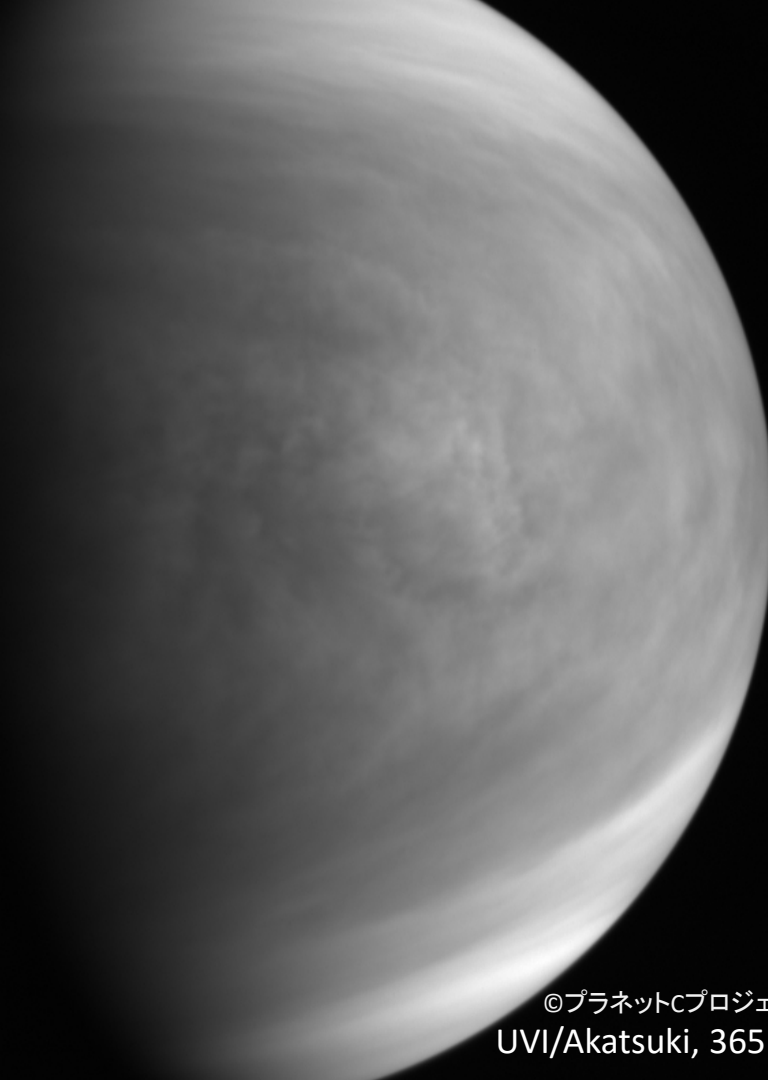




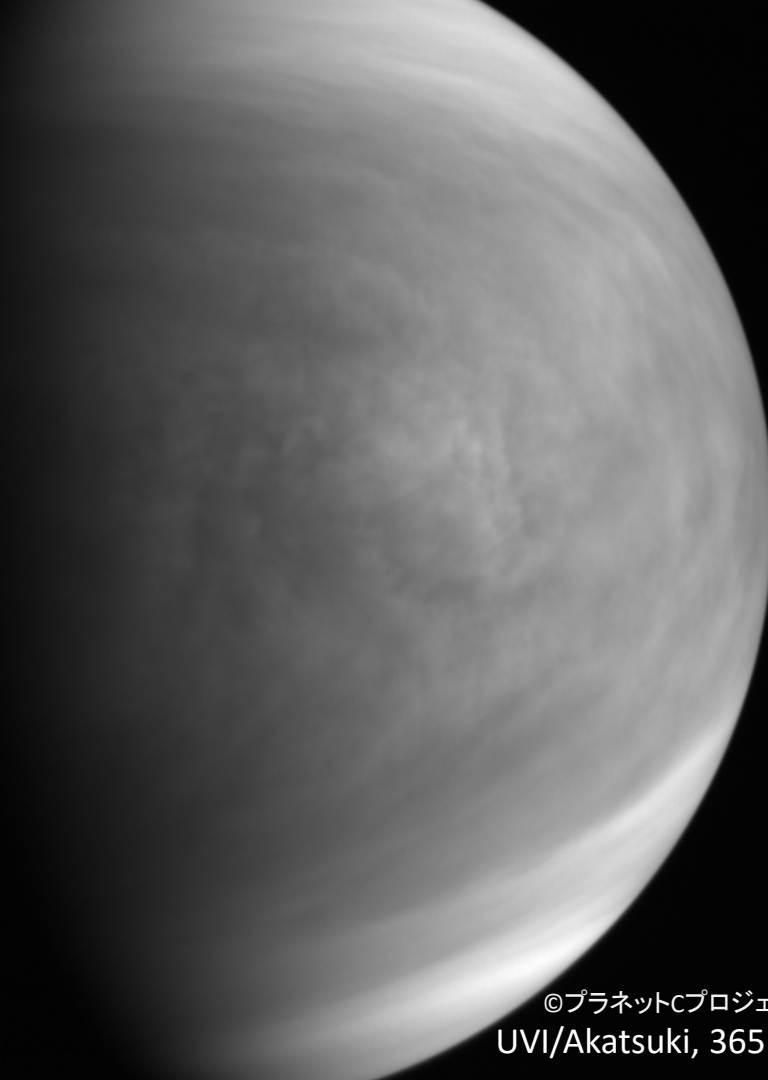
金星の気象は現在も変化しているか？ - 紫外アルベド10年規模の変化 -

Astronomical Journal, 2019, **158:126**
(doi: 10.3847/1538-3881/ab3120)

リー 他*

*東京大学

現在 ベルリン工科大 (EU マリキュリーアクション フェロー)

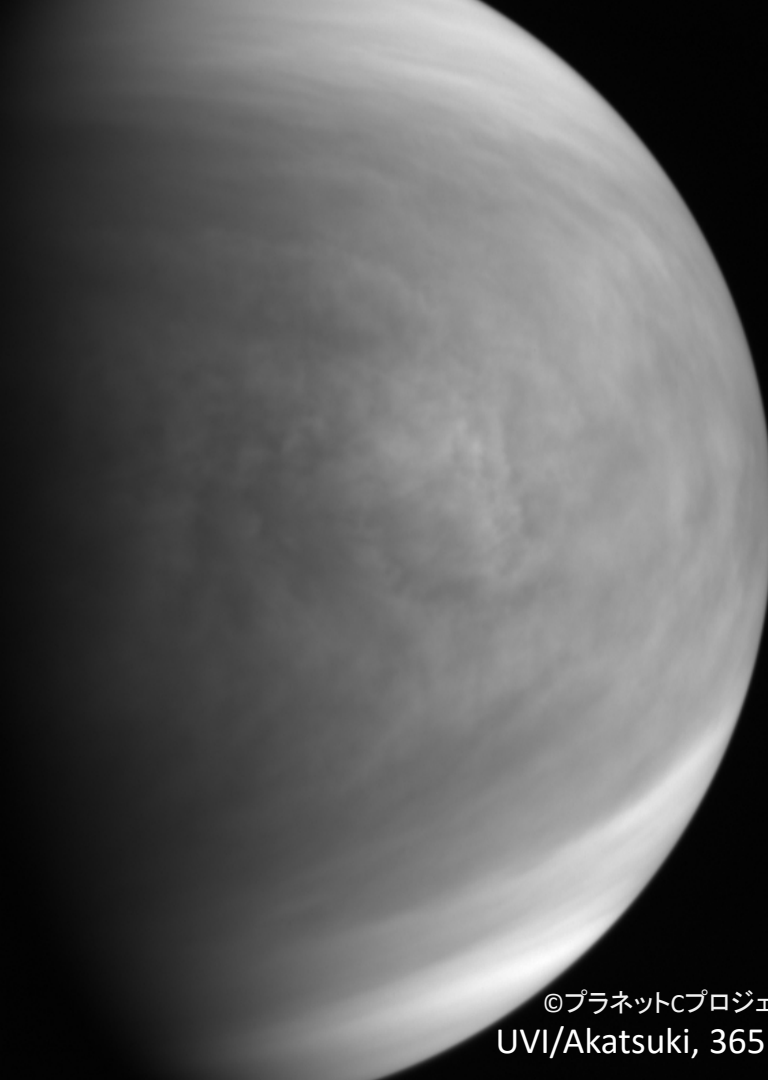


紫外線で見た金星

硫酸の雲 + 未知の吸収物質

(明るい)

(暗い)

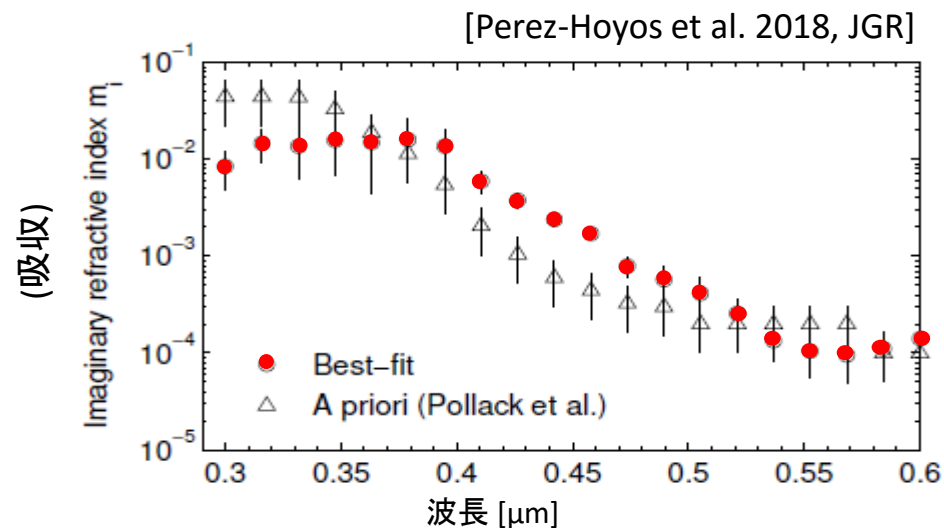


未知の吸収物質

(候補: OSSO , S_2O , S_x , FeCl_3 , 微小生命体...)

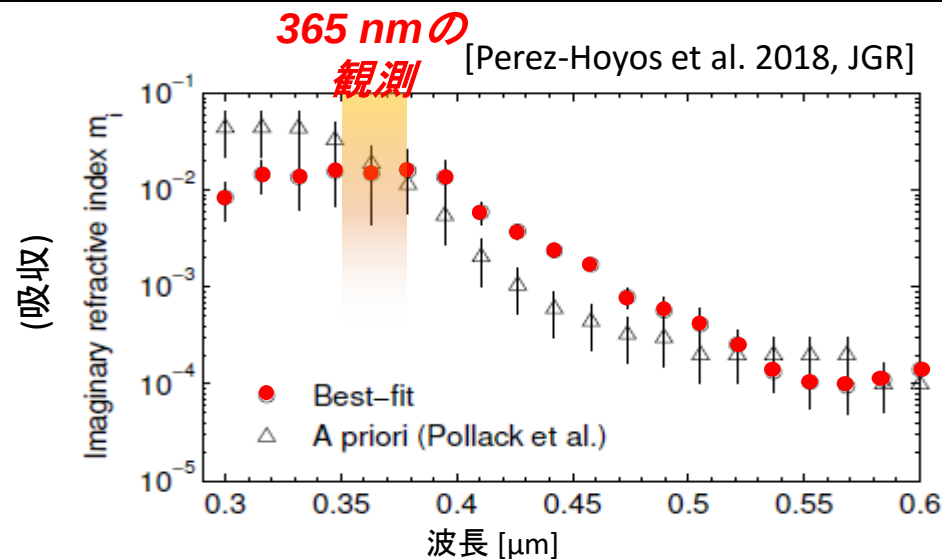
未知の吸収物質

(候補: OSSO , S_2O , S_x , FeCl_3 , 微小生命体...)



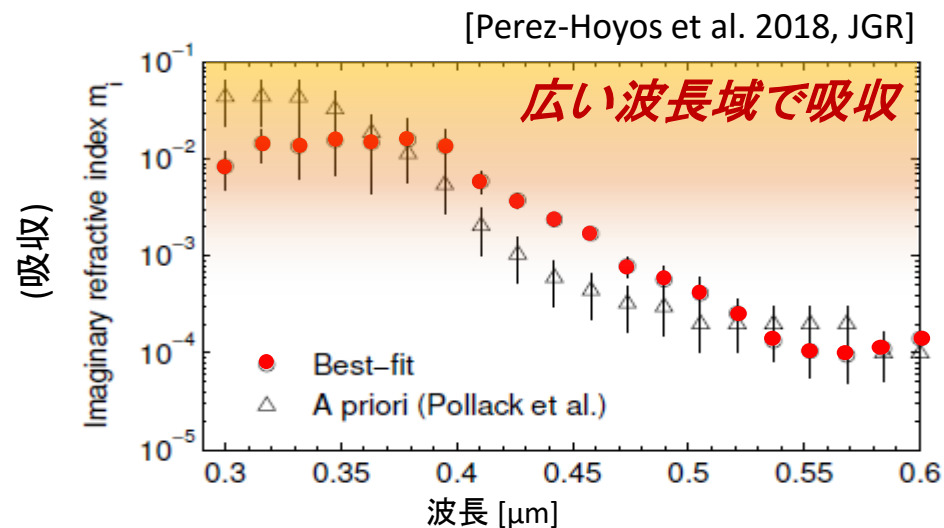
未知の吸収物質

(候補: OSSO , S_2O , S_x , FeCl_3 , 微小生命体...)

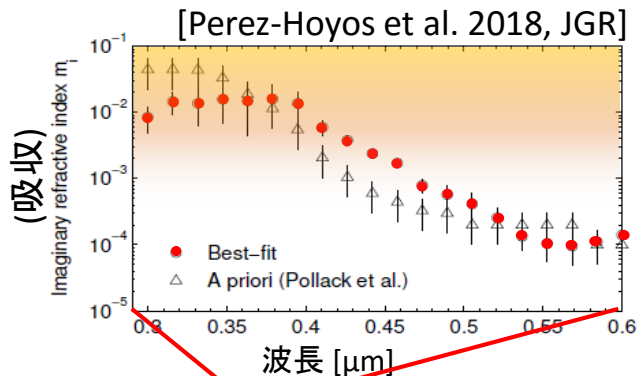


未知の吸収物質

(候補: OSSO , S_2O , S_x , FeCl_3 , 微小生命体...)

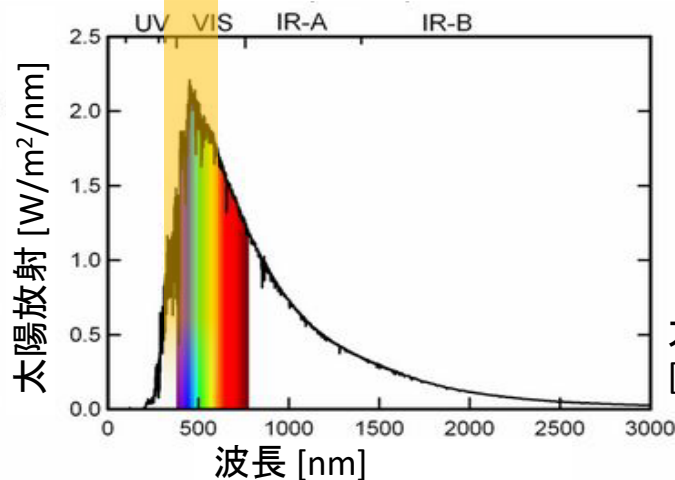


未知の吸収物質による幅広い吸収スペクトル



太陽光加熱の**50%**
は未知の吸収物質による
[Crisp 1986]

太陽光加熱の**30–60%**
は未知の吸収物質による
[Lee et al. 2015]

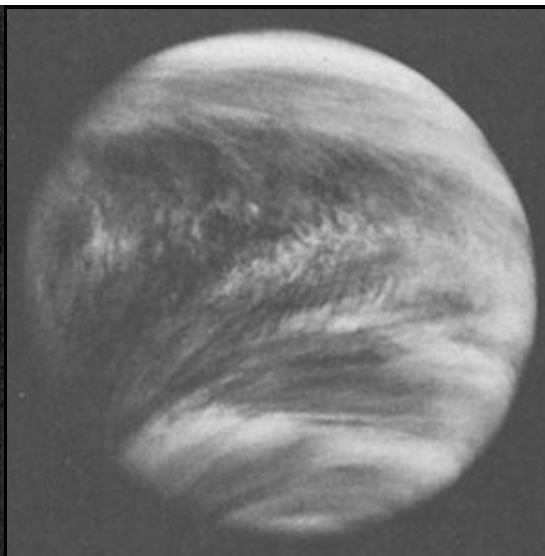


太陽光スペクトル
[www2.pvlighthouse.com.au]

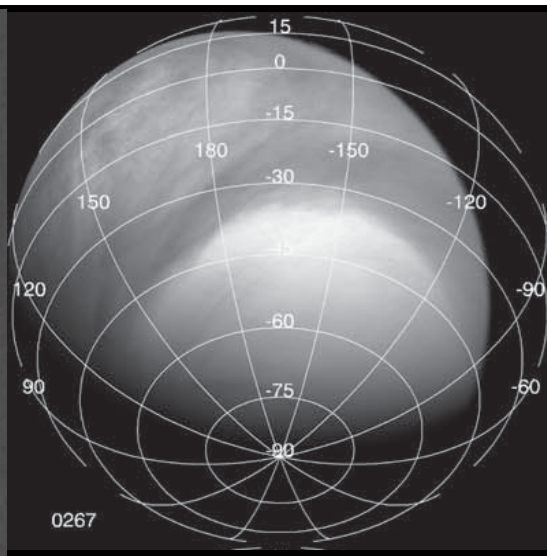
波長365nmでの観測の歴史



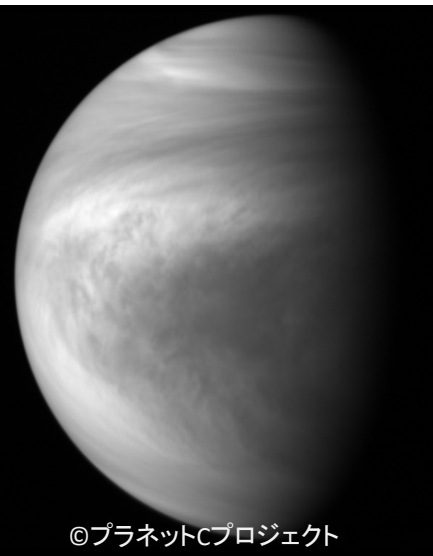
地上望遠鏡
[Dollfus 1975年]



パイオニアビーナス/NASA
[Rossow et al. 1980年]



ヴィーナス 익스프레스/ESA
[Titov et al. 2012年]



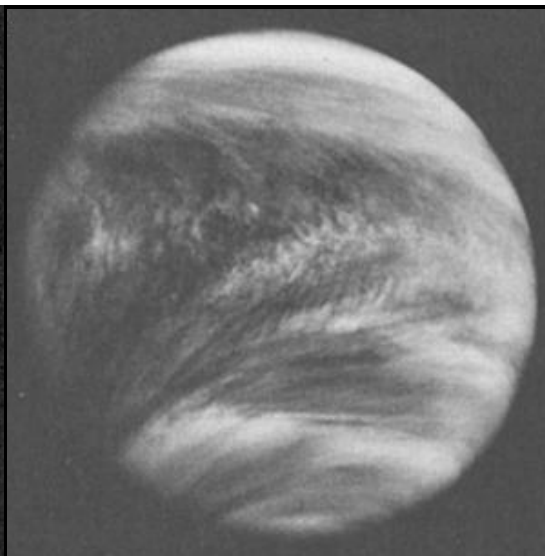
あかつき/JAXA
2017年

波長365nmでの観測の歴史

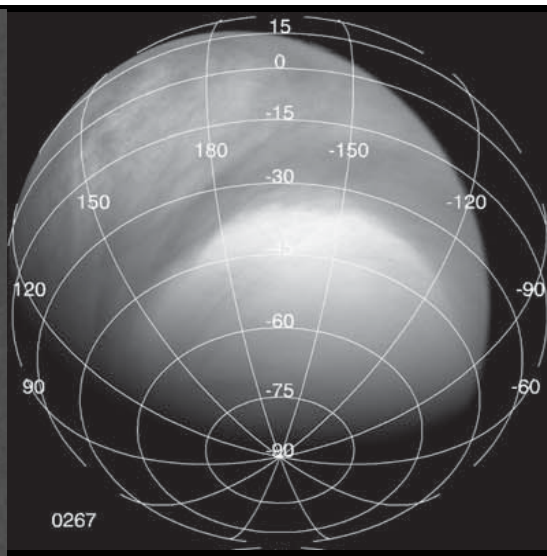
- 校正の難しさ
→誰もアルベド(反射率)の時間変動を研究できなかった



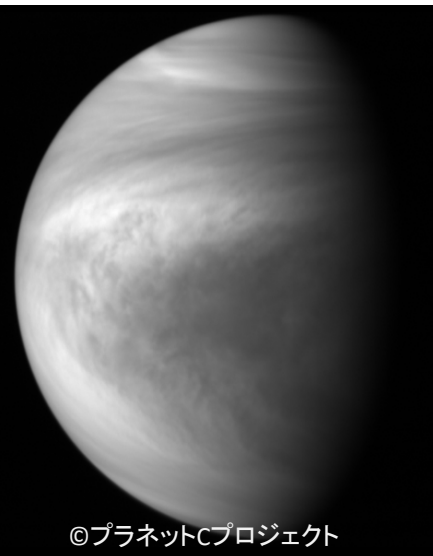
地上望遠鏡
[Dollfus 1975年]



パイオニアビーナス/NASA
[Rossow et al. 1980年]



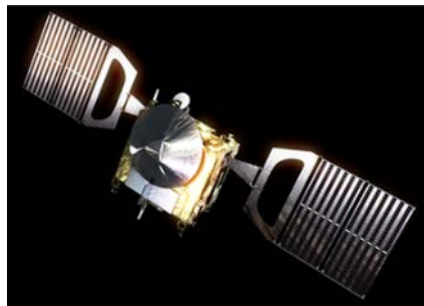
ヴィーナスエクスプレス/ESA
[Titov et al. 2012年]



©プラネットCプロジェクト

あかつき/JAXA
2017年

独立した観測を関連付けて比較する



[©ESA]

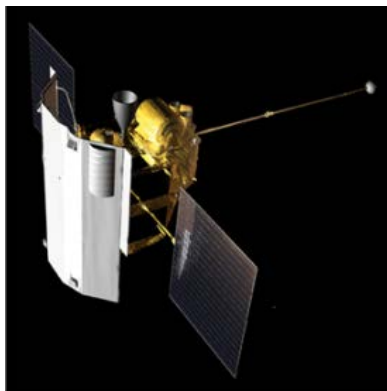
周回機

ヴィーナスエクスプレス

VMC

(紫外画像)

2006-2014年



[©NASA/APL/CIS]

フライバイ

メッセンジャー

MASCS

(紫外スペクトル)

2007年



[©NASA]

地球周回

ハッブル宇宙望遠鏡

STIS

(紫外スペクトル)

2011年



[©ISAS/JAXA]

フライバイ + 周回機

あかつき

UVI

(紫外画像)

2011, 2015-2017年

この研究でつかったデータ

- VMCの紫外画像/ヴィーナズエクスプレス (2006-2014年)
- MASCSの南半球低緯度紫外スペクトル/メッセンジャー, (2007年 金星フライバイ)
- STISの南半球低緯度紫外スペクトル/ハッブル宇宙望遠鏡 (2011年)
- UVIの紫外画像/あかつき (2011年, 2015年12月-2017年5月)

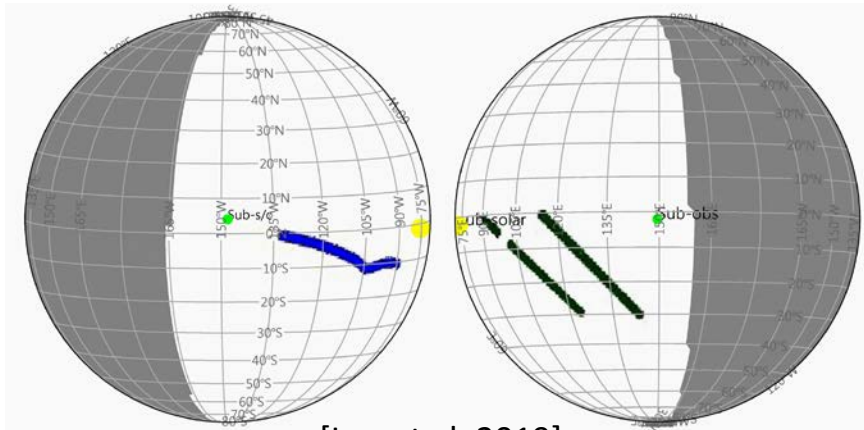
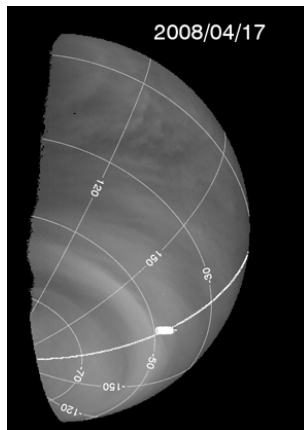
恒星観測

ヴィーナズエクスプレス

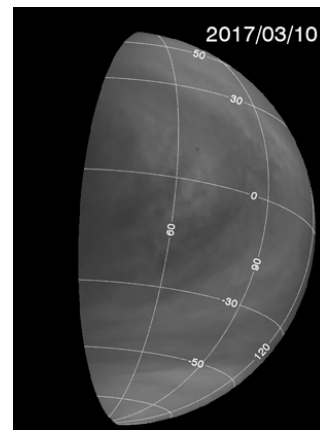
メッセンジャー

ハッブル宇宙望遠鏡

あかつき



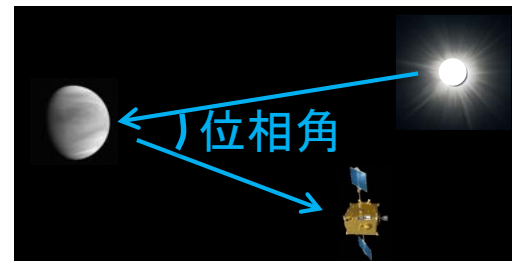
[Lee et al. 2019]



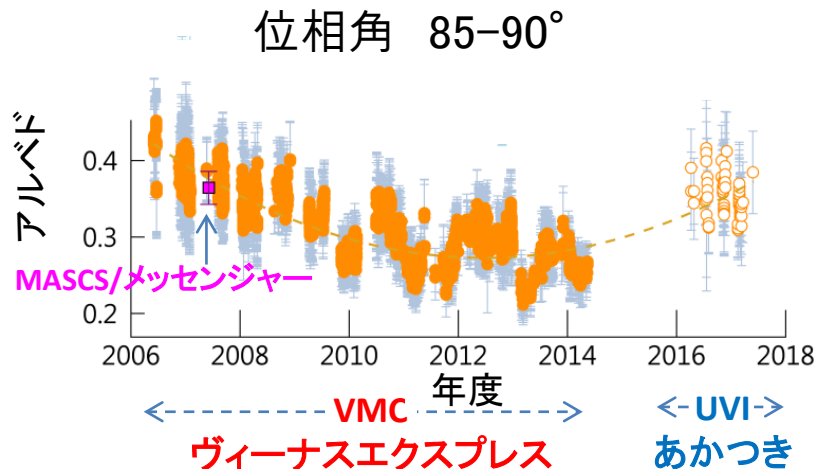
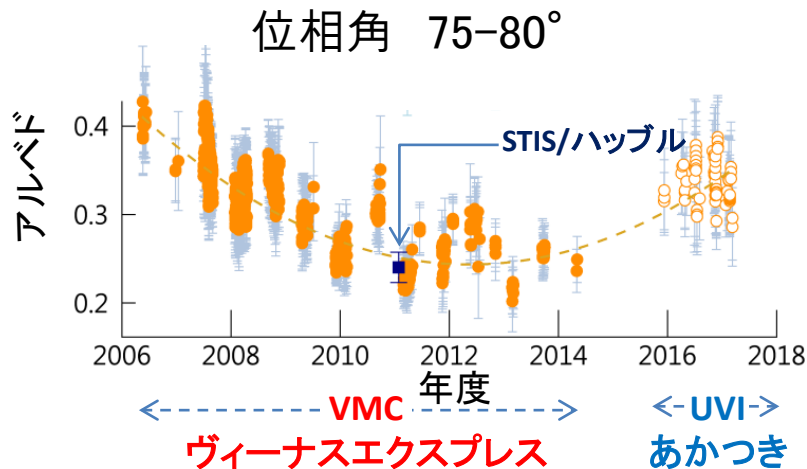
3つの機器 (VMC, MASCS, STIS) で測ったアルベドを 低緯度(0~30°S)で比較

あかつきと太陽の位置関係によっておこる見かけ上の変化
を補正した後のアルベドによる比較。

位相角(太陽-金星-探査機のなす角)で区切って比較が必要。

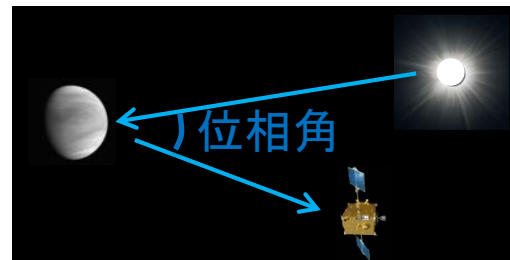


©Imamura

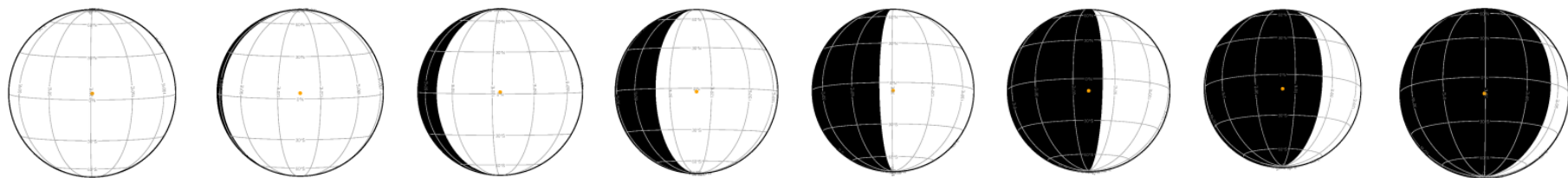


金星全体のアルベドをVMCとUVIの間で比較

金星全球積分したアルベドは観測時の太陽位相角に強く依存する。同じ時期に位相角に応じた変化する金星の雲の明るさにも評価できる。



©Imamura



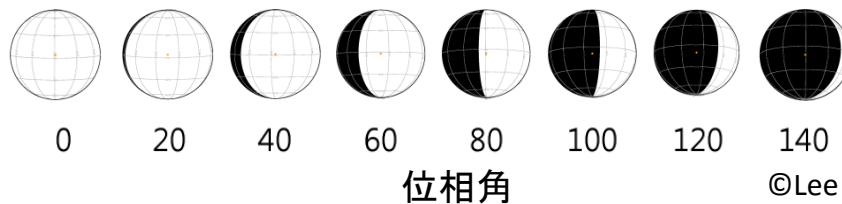
0 20 40 60 80 100 120 140

(位相角に応じた)あかつきから見た金星の模様

©Lee

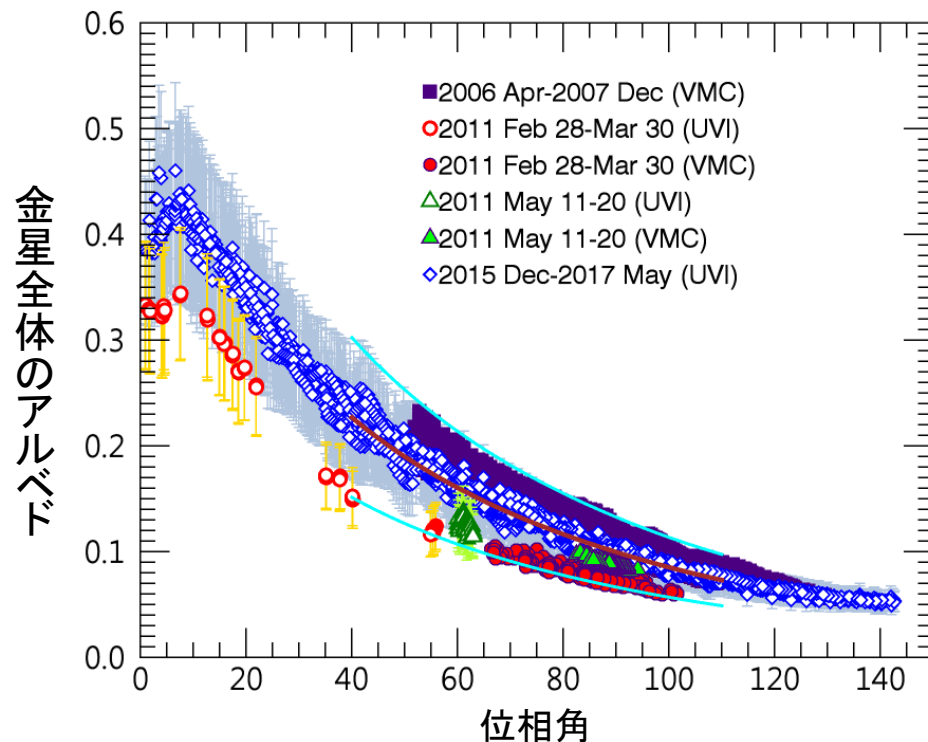
金星全体のアルベドをVMCとUVIの間で比較

位相角による金星の見え方の違い



金星全体のアルベドをVMCとUVIの間で比較

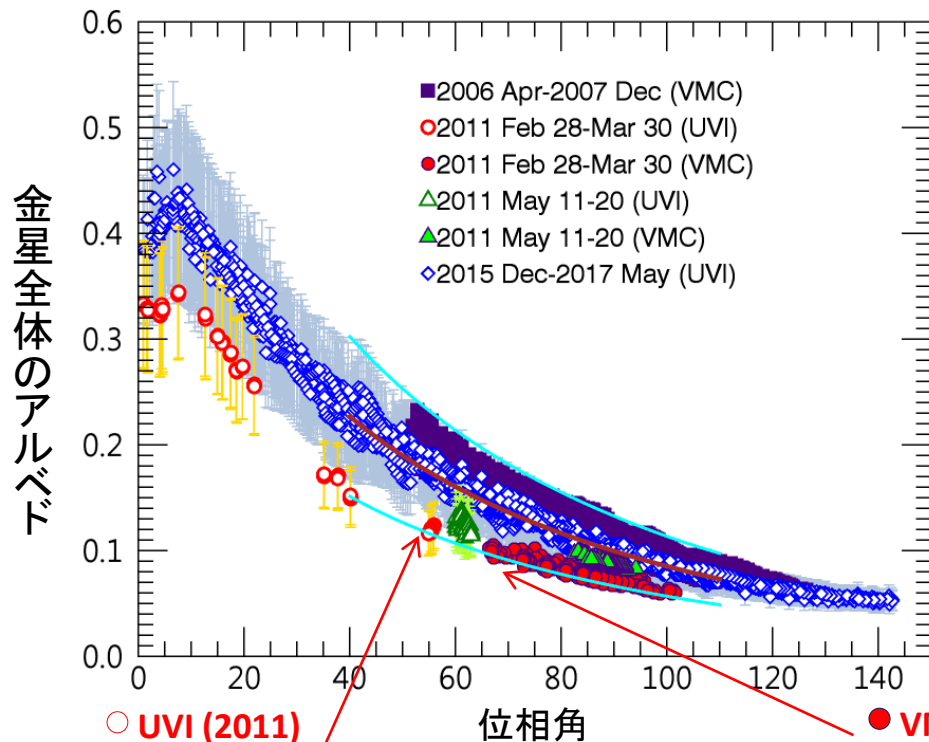
金星全体のアルベドを使うことで、金星到着前の2011年に取得された金星の像が数ピクセルサイズのデータも比較に使うことができる。



[Lee et al. 2019]

金星全体のアルベドをVMCとUVIの間で比較

金星全体のアルベドを使うことで、金星到着前の2011年に取得された金星の像が数ピクセルサイズのデータも比較に使うことができる。



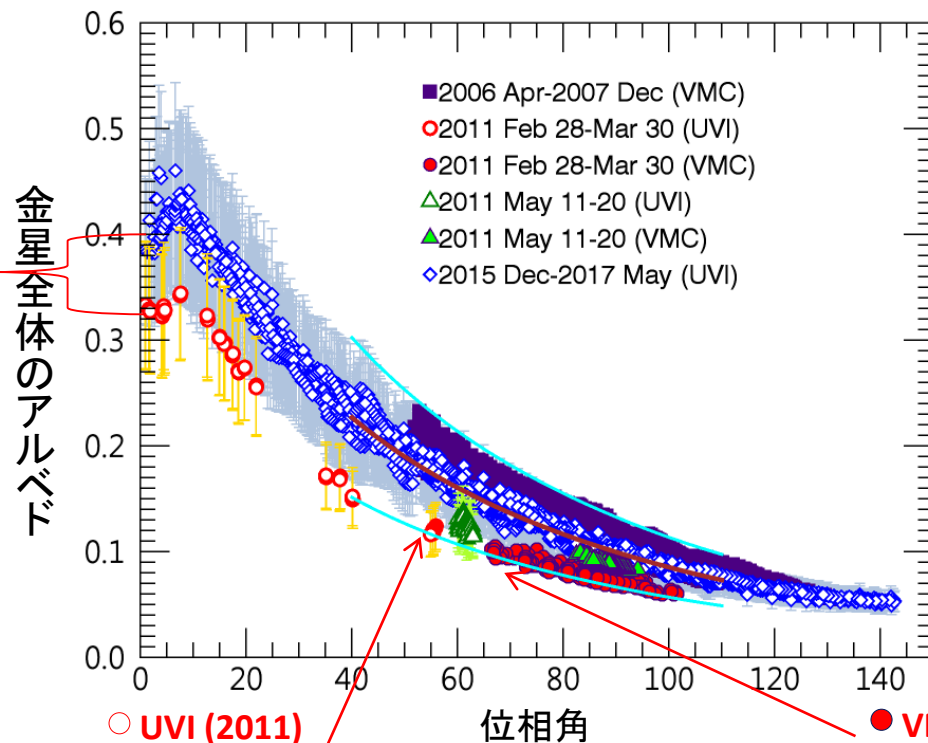
[Lee et al. 2019]

○ UVI (2011)
あかつき

● VMC (2011)
ヴィーナス 익스프레스

金星全体のアルベドをVMCとUVIの間で比較

金星全体のアルベドを使うことで、金星到着前の2011年に取得された金星の像が数ピクセルサイズのデータも比較に使うことができる。



[Lee et al. 2019]

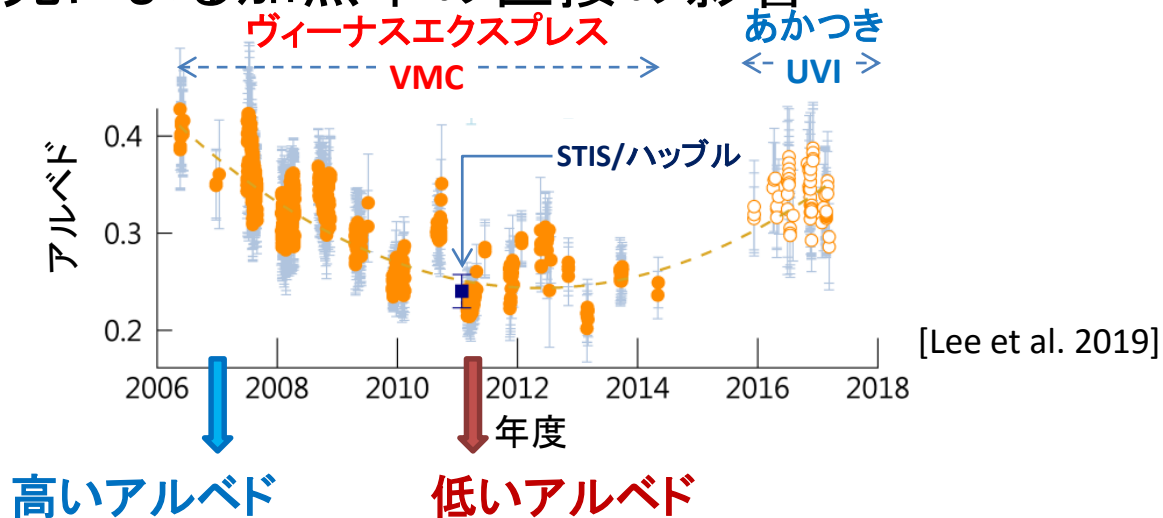
2011年から
2016-2017年
にかけて増加

2011年のUVIやVMC
の観測時に比べ、
2016-2017年に観測
された金星は明るい
ことがわかる。

○ UVI (2011)
あかつき

● VMC (2011)
ヴィーナスエクスプレス

太陽光による加熱率の直接の影響



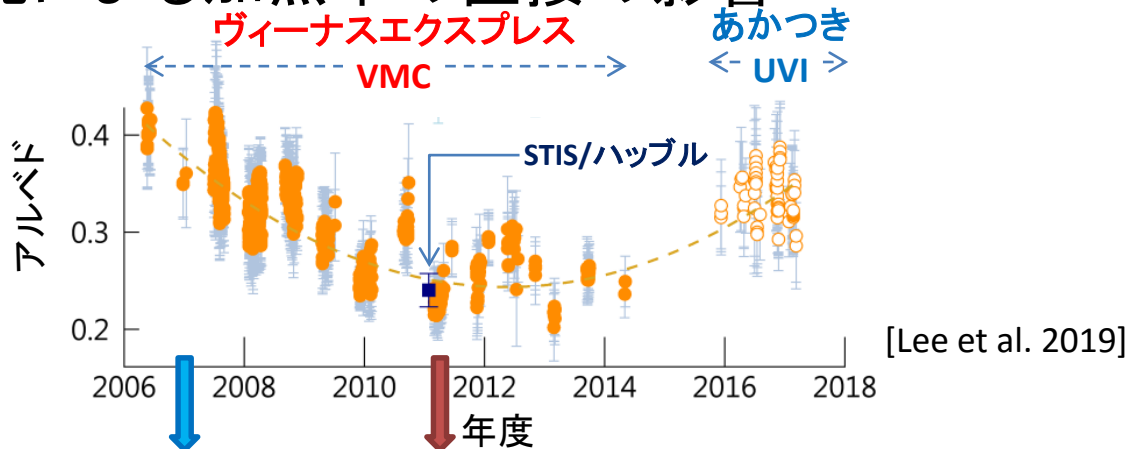
高いアルベド

低いアルベド

= 太陽光を良く反射する

= 太陽光を良く吸収する

太陽光による加熱率の直接の影響



高いアルベド

低いアルベド

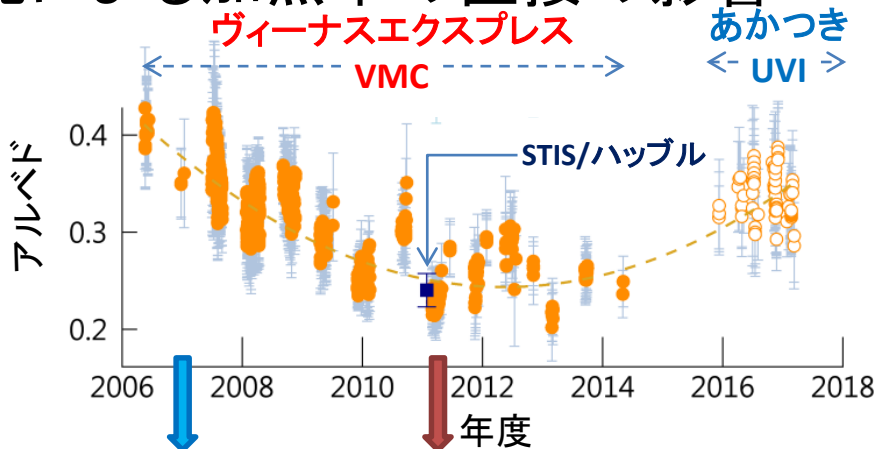
= 太陽光を良く反射する

= 太陽光を良く吸収する

↓
大気の加熱が小さい

↓
大気の加熱が大きい

太陽光による加熱率の直接の影響



高いアルベド

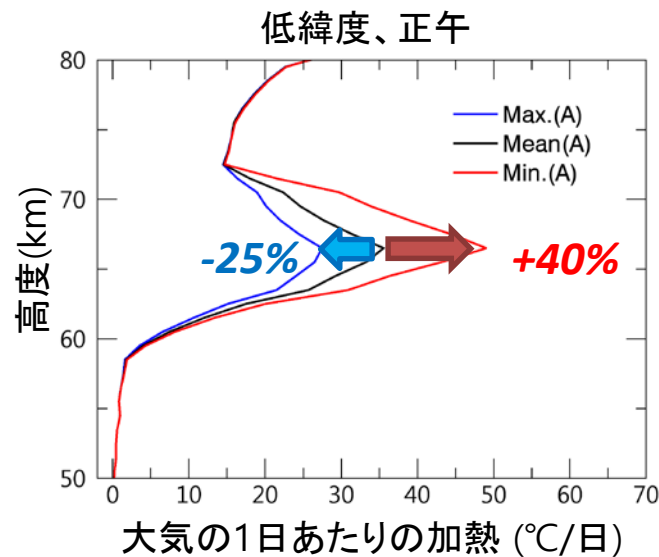
低いアルベド

=太陽光を良く反射する

=太陽光を良く吸収する

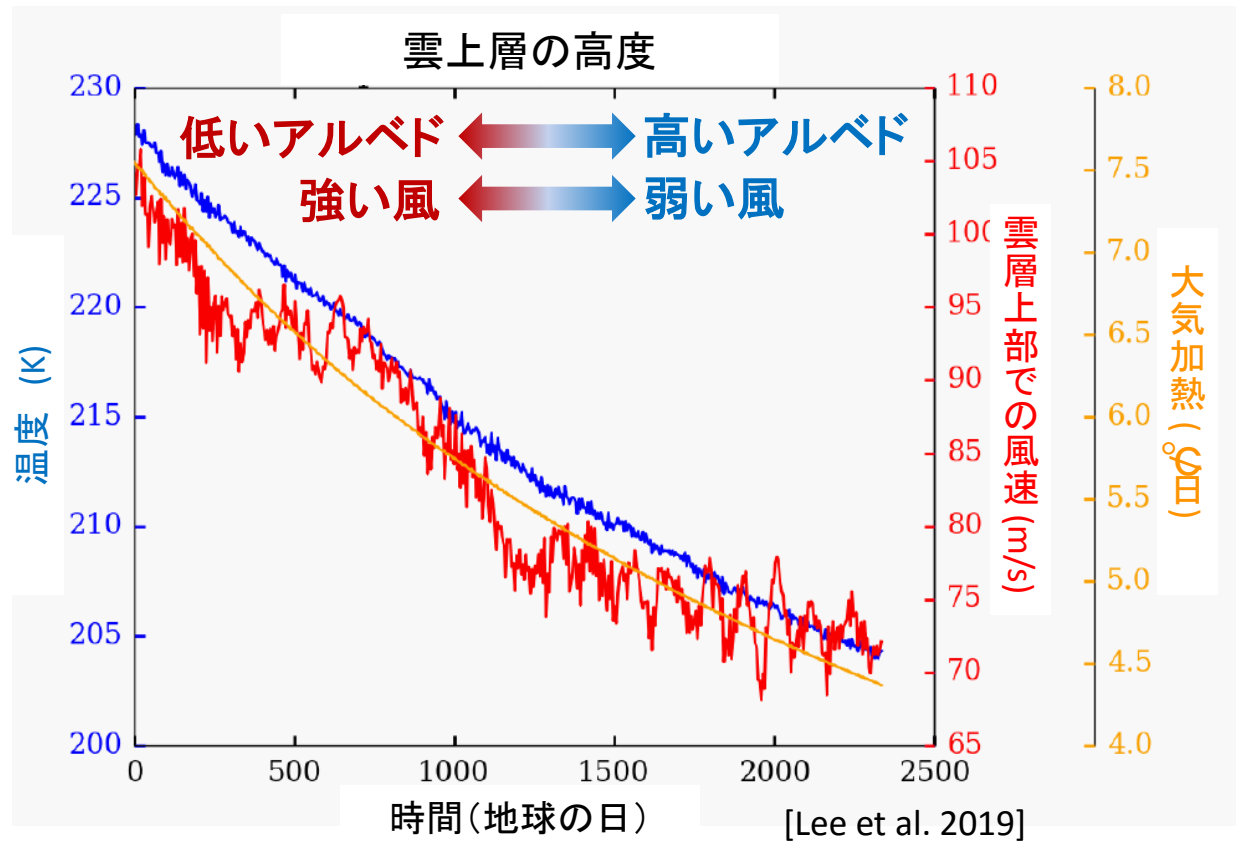
↓
大気の加熱が小さい

↓
大気の加熱が大きい



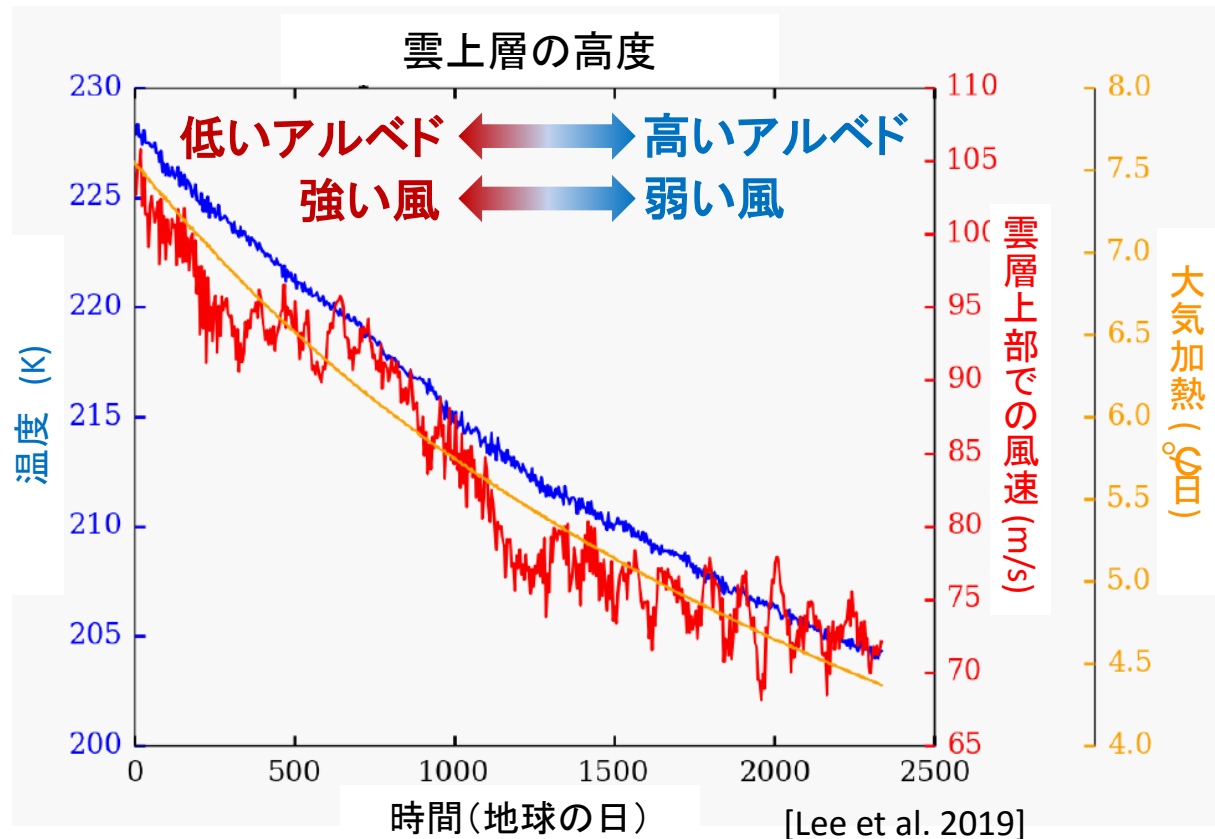
東西風速の変化

- IPSL-Venus計算機シミュレーション (Garate-Lopez & Lebonnois 2018)

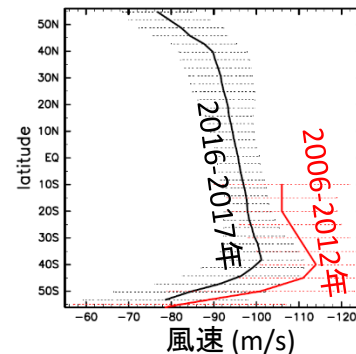
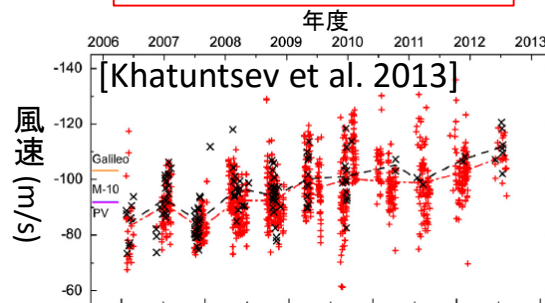


東西風速の変化

- IPSL-Venus計算機シミュレーション (Garate-Lopez & Lebonno

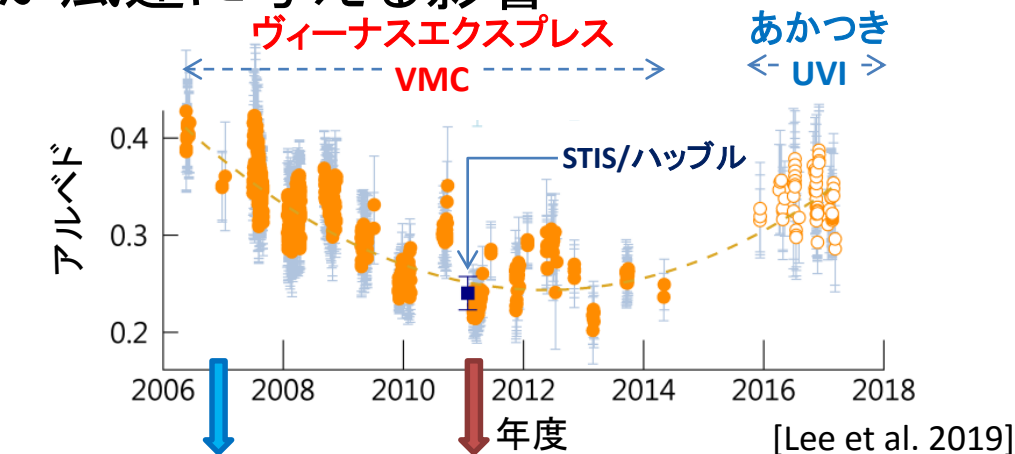


観測された風速:
80-90 m/s (2006年)
110 m/s (2012年)
~95 m/s (2016-2017年)



[Horinouchi et al. 2018]

アルベドの変化が風速に与える影響



高いアルベド

= 太陽光を良く反射する

大気加熱が小さい

弱い風

低いアルベド

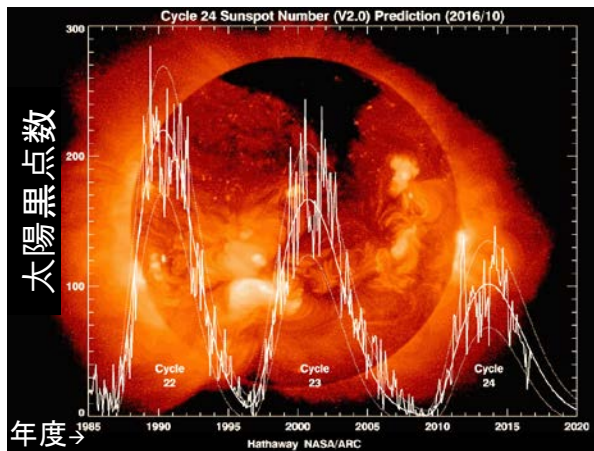
= 太陽光を良く吸収する

大気加熱が大きい

強い風

波長365 nmにおけるアルベド変化の考えられる理由

- 外部要因:
 - 太陽活動度?
 - 宇宙放射線?



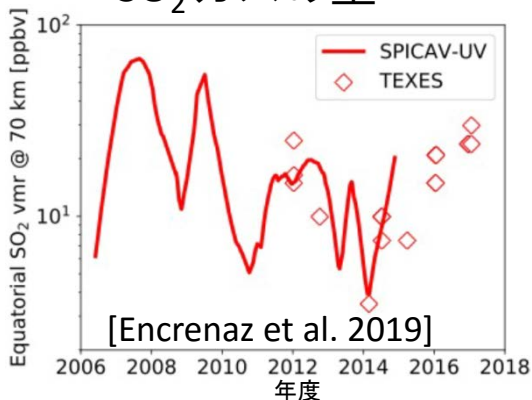
[Dr. David Hathaway, NASA]

- 惑星の内部要因:
 - SO₂ ガスの総量?



[Artist's impression, ESA - AOES MEDIALAB]

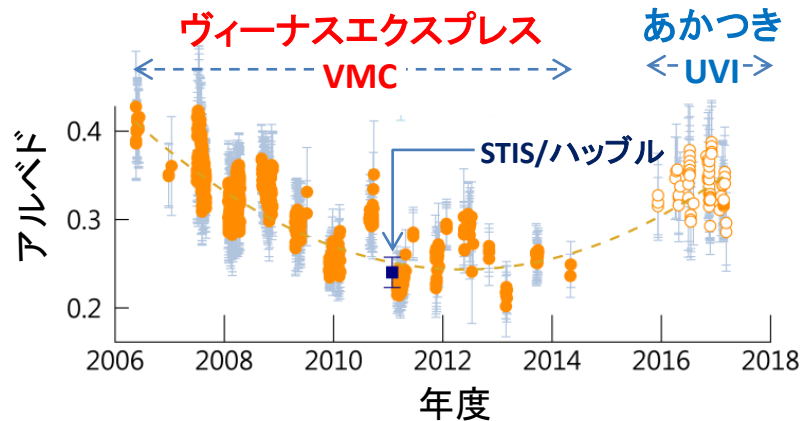
SO₂ ガスの量



[Encrenaz et al. 2019]

まとめ

金星の10年スケールのアルベド変化をとらえた



[Lee et al. 2019]

波長365nmにおけるアルベドは
ここ10年の間に**倍程度**変化している

アルベドが変わると太陽光による大気の
加熱量が**変化する**。このことが**風速の
変化**を引き起こしている**可能性がある**。

→ 金星では現在進行形で気候変動が起
きているのではないだろうか？

→ よりはっきりとした結論を得るためには
さらなる継続的な観測が必要である
例：水星探査機ベピコロンの金星フラ
イバイ(2020-2021年)とあかつきの協
調観測