

地上分光観測による金星層面の大気波動現象へのアプローチ

細内麻悠・岩上直幹(東大理)、大月祥子(ISAS / JAXA)

1.概要

金星の大気は、地球のものと大きく異なる姿を持つ。例えば、スーパーローーテーションなどの特異な現象が起こっていると言われている。波動現象を解明することから、そういった現象の解明にもつながることも期待できる。

本研究では、近赤外域の地上分光観測から、波動現象を捉えることを目標としている。過去、金星の観測は主に紫外域で行われ、紫外域では波動現象の発見もされてきた。波長域が違うと、見えるものも異なるため、今まで発見されなかった波動現象が捉えられる可能性があり、そういったことから金星の大気について理解を深めることが本研究のねらいである。

2.背景

1.でも述べたが、過去の金星観測は主に紫外域で行われてきた。スーパーローーテーションを確認したMariner 10も紫外線フィルタによる撮像で、よく知られるPioneer Venusによる画像(図1)も紫外光によるものである。

紫外光による4日波や5日波の観測例はある。Pioneer Venusの観測に対して、輝度値や雲画像の解析が行われ、熱潮汐波、赤道ケルビン波に由来すると思われる構造を見出した(Del Genio et al 1982, 1990)。



図1 Pioneer Venusによる金星の画像。紫外撮像では、横Y字模様が見られるのが特徴である。

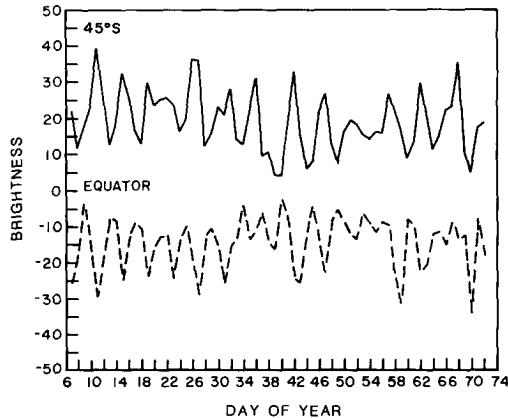


図2 Del Genio et al 1982より。45°S、赤道での紫外輝度値平均の日による変化。フーリエ解析により、4日・5日成分が得られる。

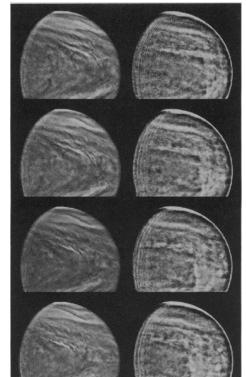


図3 Galileoによる418nmと986nmの撮像(Belton et al. 1991より)

熱潮汐波・ケルビン波が担う鉛直角運動量輸送がスーパーローーテーションの維持に寄与する可能性については以前から指摘されている。よって波動現象の理解を深めることで、スーパーローーテーションや雲の構造など、金星の大気についての理解につながる可能性があると言える。

波長域が違うと、見えるものも異なる(図3)ため、今まで発見されなかった波動現象が捉えられる可能性があり、より金星の大気について理解を深めることができると考えられる。それが、今回、赤外域で波動現象を捉えようとする背景である。分光観測による半球分布図の作成例は少なく、赤外域の分光による半球分布図から波動現象を検出する試みは今回初めてである。

3. 解析手法

赤外域では、輝度値の変化が少ないため、二酸化炭素の吸収の定量による解析を行う。二酸化炭素の吸収量は吸収等価幅により求める。吸収等価幅は、図4のようにして、吸収線の面積より求められる。これは分光特有の手法であり、撮像ではできない。二酸化炭素は金星大気の主成分であるので、その量は雲の高度に関係する。実際は散乱などが起きるが、図5のように鏡面反射を考えると、二酸化炭素が多いと雲高度は低く、少ないと雲高度は高いというふうに考えられる。雲高度は、絶対量もおよそ求められるが、本研究では主に、場所や時間による偏差に注目する。

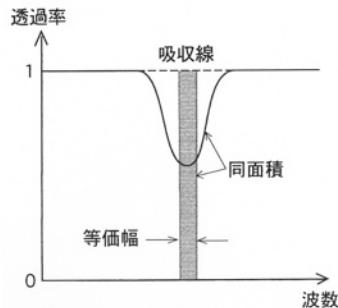


図4 吸収等価幅の概念図

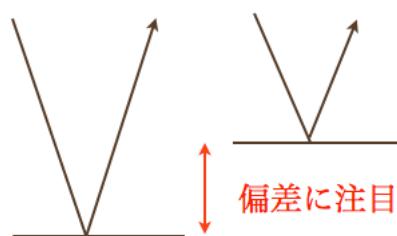


図5 代表反射高度の概念図

4. 観測

観測状況は以下の通りである。

●宵、明けの明星時に観測

宵の明星時 2007/5/26-6/1

明けの明星時 2007/11/10-13

●波長域 1.7μm、2.3μm（金星大気の窓）

●装置 InfraRed Telescope Facility

（口径3m、シーリング1秒角），

CSHELL分光器（公称分解能42000）

●ドリフトスキャン

観測時期の違いにより、金星の時間が異なる。宵の明星時の金星時間は夕方、明けの明星時の金星時間は朝である。金星時間による波動現象の違いを考察することができる。

2つの波長域で解析することにより現象かノイズか判断することができる。

CSHELL分光器は波長分解能が高く、吸収線を分離して等価幅計算を行うことができる。

ドリフトスキャンは図7のようにスリット長手方向を天の南北方向、金星の公転運動を利用してスキャンする方法で、波長・緯度方向情報を同時に取得することができる。このスキャン方法だと、緯度・経度両方向の波動現象の発見に期待できる。

地上からの観測のため、空間分解能は低く、大きいスケール（~1000km以上）の波動を対象とする。

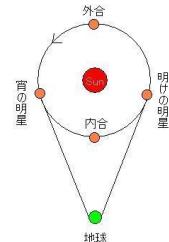


図6 地球から見た金星の位置

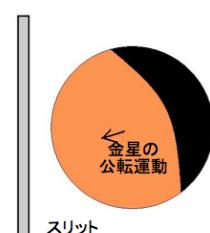


図7 ドリフトスキャン

5. 解析

今回は、2007年11月10-13日の4日間について、 $1.7\mu\text{m}$ 域CO₂の吸収等価幅の計算と4日並べた図について考察を行う。

金星上のあるx座標(経度方向)のスペクトルのプロットは図8のようになっている。これらはy座標(緯度方向)ごとにプロットされている。この中で左から2番目の吸収線、P24について等価幅を求める計算を行った。P24を選んだのは、地球大気の吸収があまりない波数域のため、その補正による誤差が出にくいと考えられるからである。

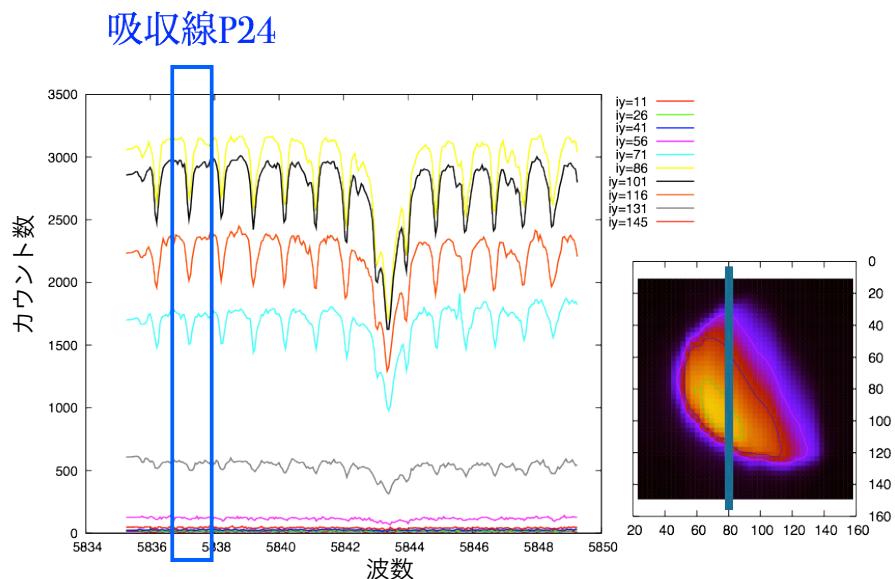


図8 ある地点でのスペクトルプロット

その等価幅の計算結果を、大気の4日循環を仮定して繋げると図9のようになる。

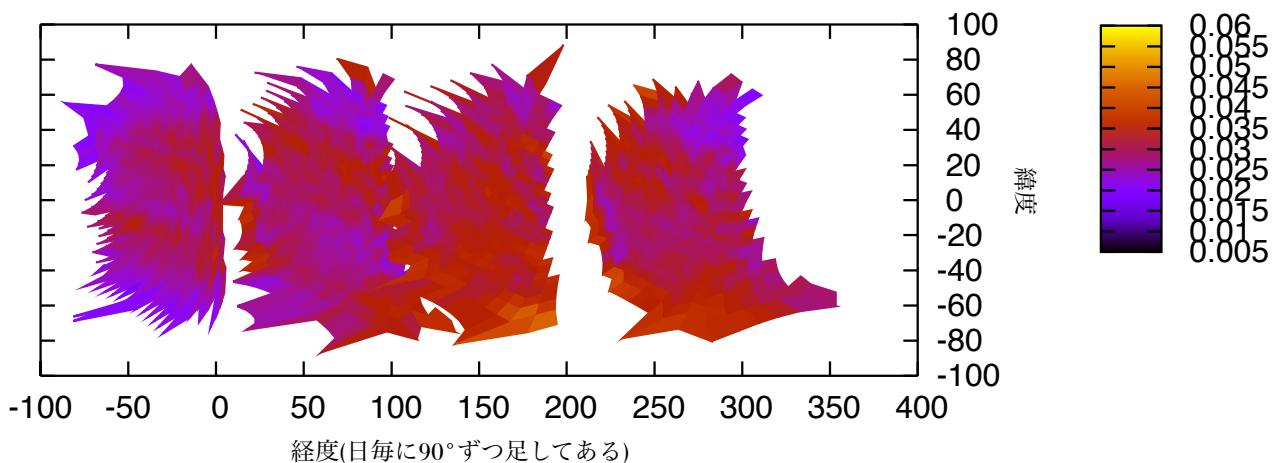


図9 吸収等価幅4日図

フーリエ解析を行うなどしないと厳密な議論は出来ないが、波数1~2程度の波動が見られる。

6.まとめ

赤外域の観測から波動現象が見えつつあると言える。今後、高緯度などのデータの抜けを補完しつつフーリエ解析を行うことで、どのような波動現象か議論していくことが可能である。

同時に、違う波長域についても同様の解析を行い、一致を確かめることや、他の時期の観測の解析も行い、金星時間による波動現象の違いについて考察を行うことが目標である。