

金星現象論: 金星大気の風の間

地球流体電脳倶楽部

1996年7月22日

目次

1	金星大気の風の間を観測方法	2
2	風の鉛直構造	3
2.1	東西風	3
2.2	南北流	5
3	風系の模式図	6
4	参考文献	6

Abstract

金星大気の東西風, 南北風の高度分布について述べる.

ここでは金星大気の東西風, 南北流の高度分布について述べる. データはパイオニア・ヴィーナスの四つの探査船と一部のヴェネラ探査船のものである. 扱う高度は 70 km 以下である.

1 金星大気の風の間を観測方法

金星大気の風の間を観測する方法には, 次のような方法がある.

1. 紫外線像

金星を紫外線領域で見ると模様が見える. その動きが大気の動きと一致するとして, 模様の動きを観測し, 風の間とする.

2. 吸収線のドップラーシフト

地球から金星の縁の部分における CO_2 の吸収線の周波数のずれを観測する. そのずれが東西風によるドップラーシフトであると考えて, 風速を計算する.

3. 探査機が発する電波のドップラーシフト

探査機から発する電波の周波数のずれから, 地球よりみた視線方向の探査機の手速を求め, 視線方向の風速を知る.

4. VLBI¹

探査機から発する電波を地球上で観測し, VLBI の手法により探査機の位置を知る. それにより探査機の動きがわかり, 風の間が求まる.

5. センサーによる観測

着陸したあと, 風速計によって風を測る. ソ連のヴェネラ 9 号, 10 号がおこなった.

6. 遠心力バランス

圧力場のデータから圧力傾度を求め, 遠心力バランスの式を用いて計算する. 赤道付近では使えない.

この節では 3 と 4 によって得られたデータを扱う. 3 によって地球と金星を結ぶ線の間方向の風速の成分がわかり, 4 によって他のふたつの風速成分がわかるそうである. この方法による風速の観測の精度は 1m/s である.

¹Very Long Base Interferometry

2 風の鉛直構造

2.1 東西風

図1はパイオニア・ヴィーナスの東西風のデータ, 図2はそれにヴェネラの結果を加えたものである. 縦軸は高さ, 横軸は風速を表し, 西風を正としてある. 図中には観測船の名前が記してある.

この図からいえることは次の通りである.

- 0 ~ 60km の高度において, 風は西向きである.
- 風速は高度が高くなるにしたがって大きくなる.
- 高度 60km 付近では 東西風速は 70 ~ 100 m/s に達する. これは, 紫外線像の解析による四日循環¹ の速度と同程度である.
- 図1では DAY と NIGHT のデータがほとんど同じ構造を示している. DAY と NIGHT は観測時刻, 緯度がほぼ同じで経度が異なる. このことから, 「東西風速の鉛直分布は経度によらない」と解釈する人もいる².

¹紫外線領域でみたときの模様が, ほぼ四日で金星を一周していることからこのように名付けられた. 発見当時は大気の運動を反映しているものといわれていた.

²シリーズ‘金星大気の圧力場’の「遠心力バランス」を参照せよ.

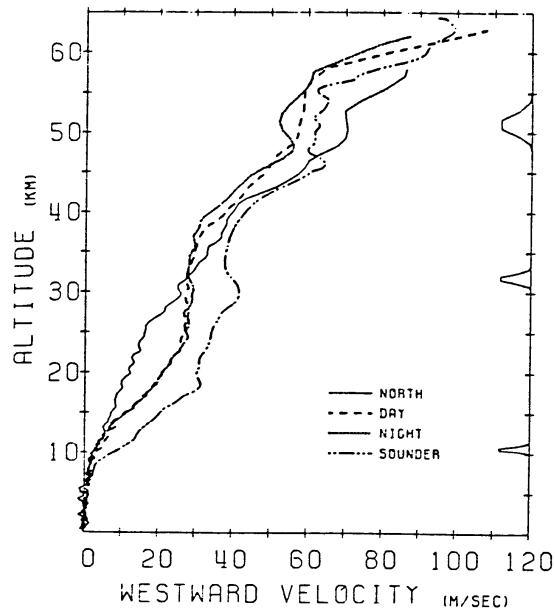


図1. 風速の西向き成分の鉛直分布. データは四つのパイオニア・ヴィーナスの探査機によるもの (Counselman et al. 1980).

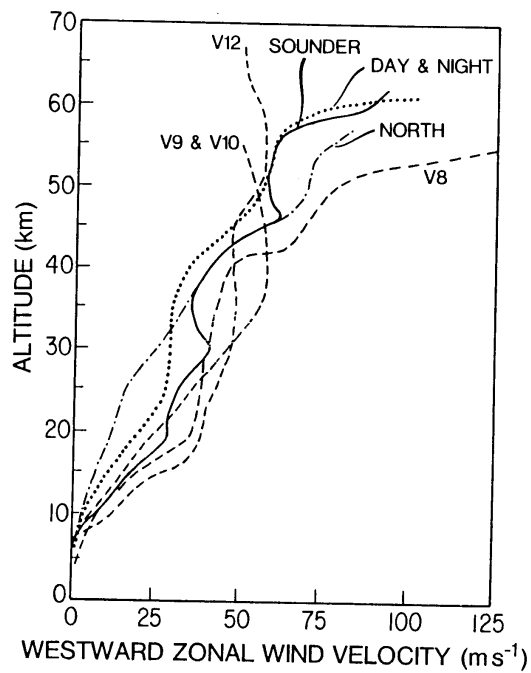


図2. 図1にヴェネラのデータを加えたもの (Schubert 1983).

2.2 南北流

図3はパイオニア・ヴィーナスによる南北流のデータである。赤道方向を正としているため、北半球に着陸した探査機のデータと南半球に着陸した探査機のデータでは正の方向は南北逆になっている。

この図からいえることは次の通りである。

- 風速の絶対値は東西風に比べて非常に小さい。
- 高度 60km 付近より上に極向きの流れが存在する¹。
- 経度の近い NORTH と NIGHT のデータはどちらも高度 50km 付近で赤道向きの風が大きくなっている¹。

しかしながら、これだけのデータでいえることはあまりなく、上に並べたいくつかの点も(下ふたつ)、これだけのデータでは一般性を導くようなものではない。

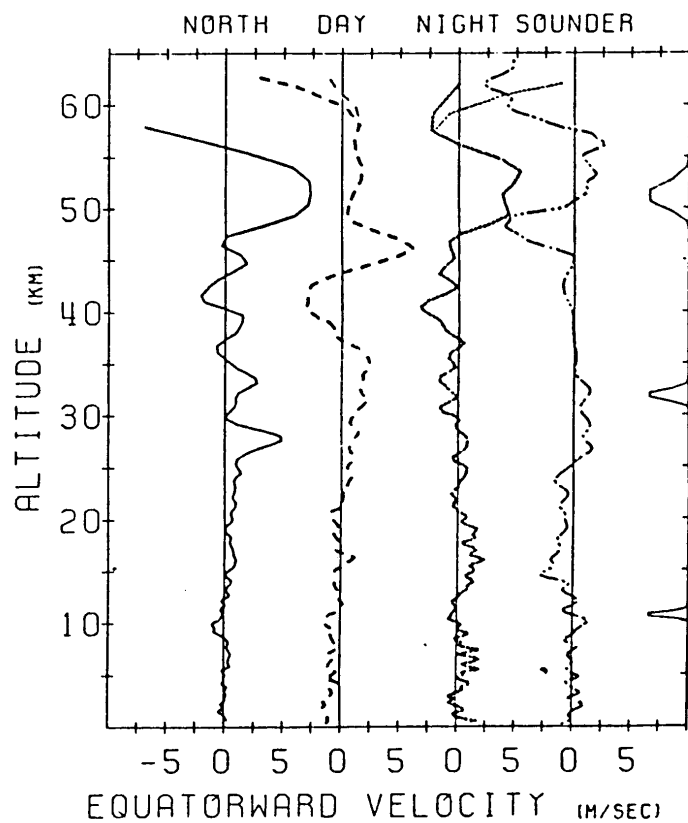


図3. 風速の南北成分の鉛直分布赤道向きが正の方向 (Counselman et al. 1980).

¹ハドレー循環の一部であるといわれている (Schubert et al, 1980).

3 風系の模式図

気温の鉛直分布, 特に $dT/dz - \Gamma$ の鉛直分布¹と, 南北風のデータをもとにした子午面循環と渦の形態の子午面断面模式図 (図 4) が提出されている (Schubert et al, 1980). 左図の高度 60km 付近のハドレー循環は図 3 の南北風のデータをもとに描かれたものである. その存在はかなり確実とされているが (Schubert et al, 1980), それ以外の循環の存在は不確かなものであると言われている. 右図はおもに鉛直温度勾配をもとに得られた渦の形態で, 子午面循環以外の南北及び鉛直方向の熱交換の形態を表す.

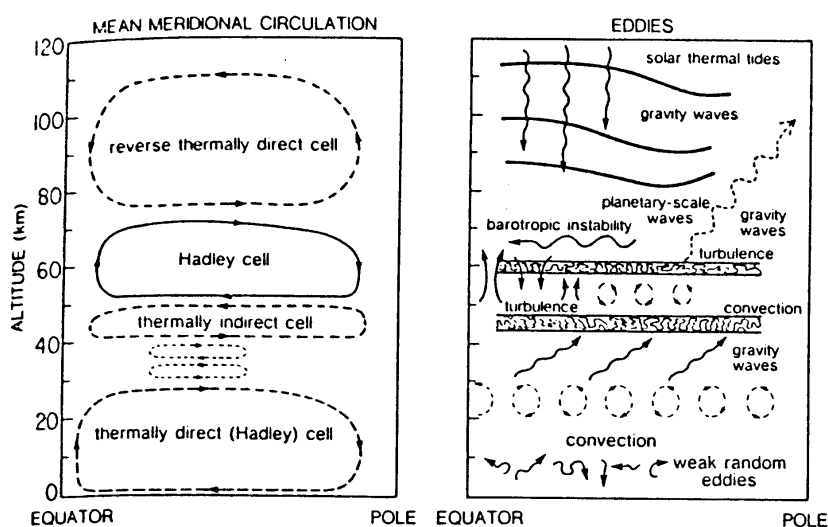


Fig. 24. Sketch summarizing ideas about Venus' mean meridional circulation and atmospheric eddy phenomena.

図 4. 金星の子午面循環 (左) と渦の形態 (右) の子午面断面模式図. 左図の高度 60km 付近のハドレー循環の存在はかなり確実であると言われている (Schubert et al, 1980).

4 参考文献

Counselman III, C. C., et al., 1980: Zonal and meridional circulation of the lower atmosphere of venus determined by radio interferometry. *J. Geophys. Res.*, **85**, 8026-8030.

Moroz, V. I., 1981: The atmosphere of venus. *Space Sci. Rev.*, **29**, 3-127.

¹シリーズ '金星大気の温度場' の「鉛直温度勾配」を参照せよ.

Schubert. G., 1983: General circulation and the dynamical state of the Venus atmosphere. *VENUS*, 684-685, the university of Arizona presss.

謝辞

本稿は 1989 年から 1993 年に東京大学地球惑星物理学科で行われていた, 流体理論セミナーでのセミナーノートがもとになっている. 原作版は野村竜一による「金星現象論」(90/05/04) であり, 高木征弘によって地球流体電脳倶楽部版「金星現象論」として書き直された(96/07/22). 構成とデバッグに協力してくれたセミナー参加者のすべてにも感謝しなければならない.