

金星現象論: 金星の放射場

地球流体電脳倶楽部

1996年7月22日

目次

1	日射	2
1.1	波長, 高度依存性	2
1.2	高度依存性	4
2	赤外放射	5
2.1	赤外放射のフラックスの見積り	5
2.2	赤外放射フラックスの高度分布	7
3	まとめ	8
3.1	日射	8
3.2	赤外放射	8
4	参考文献	8

Abstract

金星の放射場について

高度約 65km 以下の, 日射と赤外放射の場について述べる. データは大気中に投入された探査機 (probe) の一点観測によるものである. probe による観測がこの高度以下で行われたのは, 日射の吸収・散乱が 65km 以上ではほとんど起こっていないことと, 雲頂より低いところが見えなかったためだと思われる.

1 日射

1.1 波長, 高度依存性

図 1 は高度別の下向き太陽放射強度の波長依存性を示したグラフである. 各曲線には対応する高度が付してある. このグラフから, 高度 62km 以上では太陽放射の消散がほとんど起こっていないことがわかる¹. また, 0.9 ~ 1.1 μm 以外の波長では, 吸収のされ方がほぼ同じと見てよいことがわかる. そこで高度 65km 以下, 波長を広域帯または狭い帯域のデータを見ることによって, 日射の高度依存性の全体像を見ることができる.

¹図 1 によると, 下向き太陽放射は波長 0.5 μ では高度 62km から 48.6km の約 13km で約 400 $\text{Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}\text{sr}^{-1}$ 消散しているのに対し, 大気頂上から高度 62.5km まででは約 100 $\text{Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}\text{sr}^{-1}$ しか消散していない.

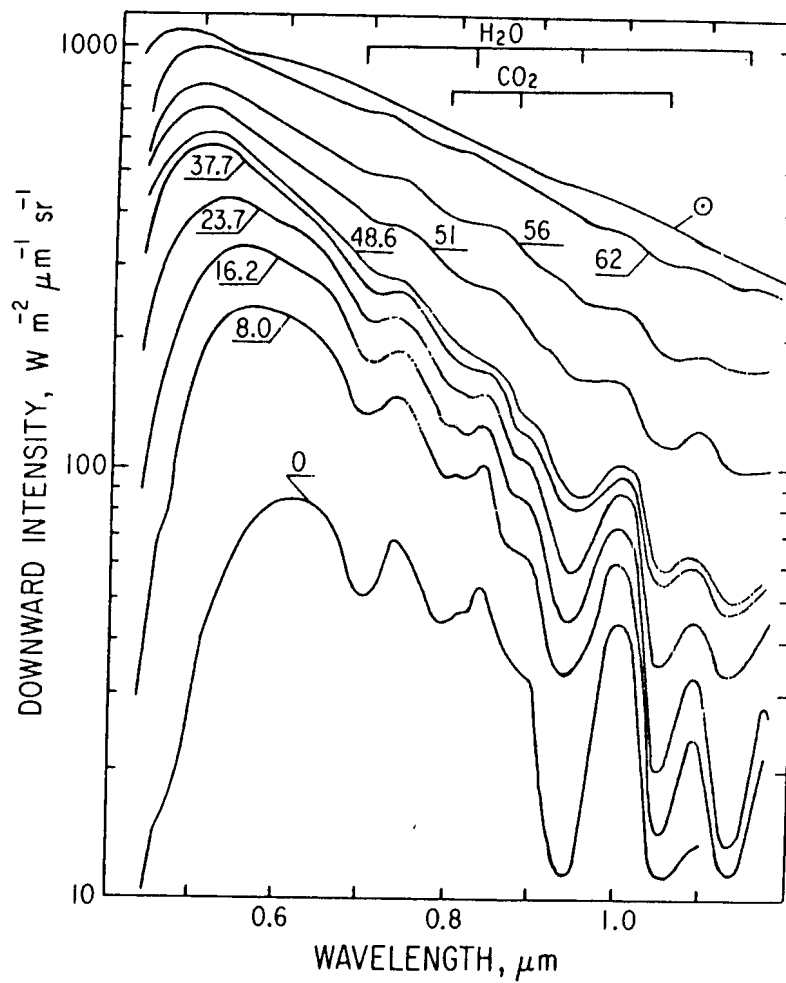


Fig. 4. Spectra of sunlight from the zenith region according to Venera 11 data. Numbers on the curves represent altitude above the surface in km (Ekonomov et al. 1979).

図1. 天頂方向からの日射の波長・高度依存性. 図中の数字は高度 (km) を示す. 縦軸単位中の Sr^{-1} は単位立体角あたりを表す (Ekonomov et al.1980).

1.2 高度依存性

- 反射

図2は太陽放射フラックスの高度変化を示したものである。測定波長域は $0.4 \sim 1.0\mu\text{m}$ である。太陽放射フラックスの高度分布から、太陽放射の反射の様子がわかる。 $dF^\uparrow/dz, dF^\downarrow/dz$ (F^\uparrow :上向き太陽放射フラックス, F^\downarrow :下向き太陽放射フラックス)が同程度に大きいところが太陽放射の反射が大きい高さを表すことになる。図2では、高度65 km付近から48 km付近にかけて反射が大きい。その結果、高度48 km付近の太陽放射強度は高度65 km付近の約半分になっている。

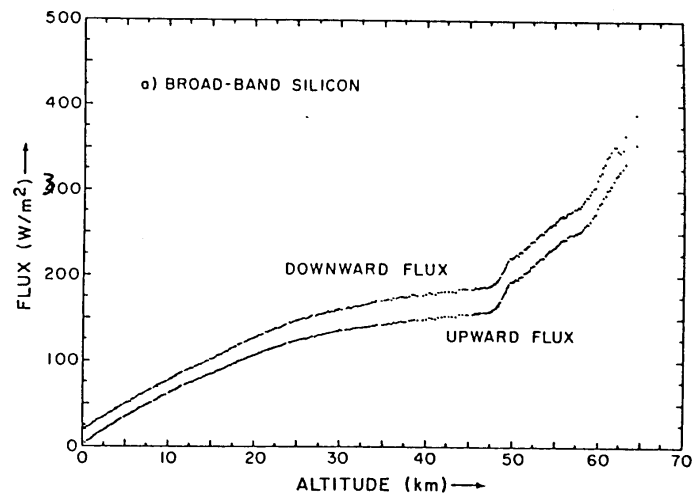


図2. 上向き下向き日射フラックス ($0.4 \sim 1.0\mu\text{m}$) の高度分布. 縦軸がフラックス, 横軸が高さを表す. 図左上にあるのはセンサーの種類で波長帯域は $0.4 \sim 1.0\mu\text{m}$ である (Tomasuko et al., 1980).

- 吸収

図3は太陽放射の net フラックスの高度分布を示したものである。net フラックスの高度分布から、太陽放射の吸収されている様子がわかる。 dF_{net}/dz (F_{net} : net フラックス) の大きいところが太陽放射の吸収の大きい高度である。図3では57kmより上で太陽放射の吸収が大きい。

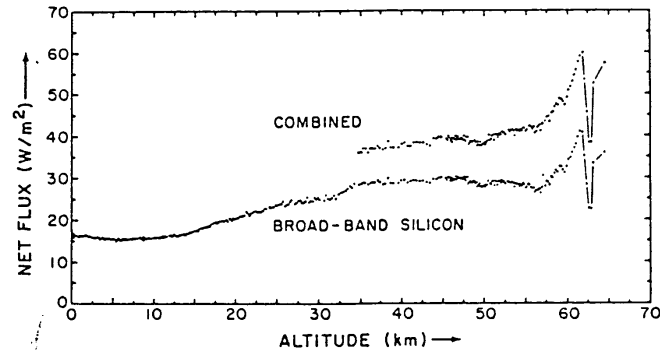


Fig. 3. The net solar flux. The features at 63 km are interpreted as a local inhomogeneity and are not representative of the average net flux at this zenith angle.

図3. net フラックスの高度分布. 上は $0.4 \sim 1.8\mu\text{m}$ 下は $0.4 \sim 1.0\mu\text{m}$. グラフの傾きが大きくなる高度は図2よりも高く、高度57km付近からである。高度63kmのグラフの折れ曲がり局所的なものであると説明されている (Tomasuko et al., 1980).

2 赤外放射

赤外放射の net フラックス (上向き正) についてはパイオニア・ヴィーナスの各探査機が現地観測を行っている。図4がそのデータである。特徴を述べる前に、図の説明をしておく。

2.1 赤外放射のフラックスの見積り

図4は全放射 フラックス の高度分布である。縦軸は高さ、横軸は放射量、グラフはパイオニア・ヴィーナスの3つの探査機による全波長域 (短波, 赤外) net の放射量を表す。図中には観測した探査機の名前 “NORTH,NIGHT,DAY” が示してある。NORTH,NIGHT 探査機は夜側に投入されたので赤外放射のみを示していることになる。この図を読みとるに当たって次のことに注意されたい。

- DAY 探査機の補正

DAY 探査機は昼側に投入されたので, 短波, 赤外波長を合わせた放射強度である (× 印). 他の探査機の日射観測値を使って赤外放射を計算してある. 斜線部は補正に用いたデータによる幅を示してある.

- 60km より上

3つの探査機は高度約 60 km 以下で観測を行った. それより上の高度の値は軌道船と地球からの赤外観測の値を plot してある.

- 13km より下

13km より下ではデータが得られていない. 図中では NORTH 探査機のデータを外挿した線が引かれている. これは水蒸気量の分布をデータにあうように仮定して計算されたものである.

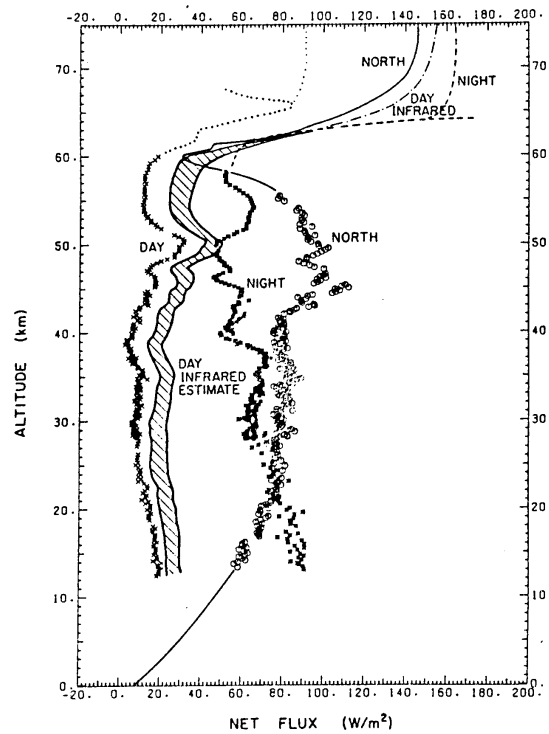


Fig. 11. Day probe long wavelength net flux. Two estimates of the day probe infrared net flux profile bound the shaded region. The upper bound is based on Venera 10 results and the lower bound on Pioneer Venus sounder probe results. These measurements were adjusted for the day probe solar zenith angle of 79.9° by using the scattering model of Tomasko *et al.* [this issue, *a*]. The other information on the graph is the same as that shown in Figure 9.

図 4. net の赤外放射量. DAY 探査機は昼側に降りたので, 日射分を補正してある (Suomi *et al.*, 1980).

2.2 赤外放射フラックスの高度分布

図 4 にみられる特徴を以下に述べる.

- 赤外冷却域

$dR_{net}/dz > 0$ (R_{net} : net 赤外放射量) のところは赤外放射により冷却されている高度である. 高度 60 km から 65 km にかけて放射冷却が強い.

- 赤外加熱域

$dR_{net}/dz < 0$ のところは, 赤外放射により加熱されている高度である. 冷却域に比べて加熱域は顕著に現れていない. 各探査船に共通する傾向としては 50km から 60km の間に加熱域の存在することがあげられる. また, NIGHT 探査機の高度 13km から 63km にかけてが弱い加熱域となっている.

3 まとめ

3.1 日射

- 反射はおもに高度 48km より上で起こっている.
- 吸収はおもに高度 57 km より上で起こっている.

3.2 赤外放射

- 冷却は 高度 60km から 65 km 付近で起こっている.
- 高度 50 km から 60 km の間に弱い加熱域がみられる.

4 参考文献

Ekonomov, A. P., et al., 1983: Solar scattered radiation measurements by venus probes. "VENUS", The university of Arizona press, 632-649.

Suomi, V. E., et al., 1980: Net radiation in the atmosphere of venus: measurements and interpretation *J. Geophys. Res.*, **85**, 8200-8218.

Tomasko, M. G., et al., 1980: Measurements of the flux of sunlight in the atmosphere of venus. *J. Geophys. Res.*, **85**, 8167-8186.

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.