

論文審査の結果の要旨

氏名 佐川 英夫

本論文は、野辺山ミリ波干渉計(NMA)を利用した金星大気のリモートセンシングに関する論文である。主な内容は、干渉計を利用した画像合成方法に関して述べた第2章、および観測結果をもとに中間圏(高度 100km 付近)の大気循環と雲層下部(高度 50km 付近)の大気構造をそれぞれ考察した第3章と第4章からなる。

金星は光学的に厚い雲で覆われており、雲頂よりも下方を光学観測することは困難である。本研究では、金星大気の透過率が可視光領域よりも高くなるミリ波に注目し、波長 3mm 帯で高度 50km 付近の大気から放射される熱放射を観測した。また、雲よりも上空に関してはトレーサーとして利用可能な物質が乏しいために観測的研究が停滞しているが、本研究では、金星中間圏に存在するCO分子の吸収線(波長 2.6mm)を高分散分光観測することで、上層大気の全球的な観測を行なった。

第2章では、干渉計を利用した惑星観測の問題点に言及した上で、NMAで得られる金星画像の信頼性を定量的に評価した。本研究では、過去の惑星観測で利用された解析手法(Planetary CLEAN)およびダイナミックレンジを向上させる手法(Self Calibration)を利用することで、ノイズ成分を押さえることに成功した。この画像合成方法の信頼性を評価するために、擬似的に作成した電波源を利用したシミュレーションを行なった。また、太陽に近い金星を観測する際に懸念されるアンテナの感度特性の歪みに関しても、感度分布を実測することで評価した。その結果、NMAにおける観測誤差に起因した合成画像の輝度変動は5%以下であると結論した。

第3章では、CO吸収線のドップラーシフトを利用して風速の視線方向成分をマッピングし、中間圏での大気循環に関する考察を行なった。金星中間圏における大気循環は、東西に一定の速度を持つ西向き帯状流成分と、太陽直下点と反太陽直下点を結ぶ軸対称な速度場を持つ昼夜間循環成分の2成分の重ね合わせとして考えられているが、これらの2成分では説明されない南北非対称性や、局所的に夜から昼に向かう風を示す分布が得られた。これらは、内合付近の金星を観測することで高空間分解能を実現したことによる本研究のユニークな結果である。本研究では、この非一様性を太陽直下点付近において下方から取り込まれる西向き帯状流成分の変動として議論した。

第4章では、波長3mm帯における熱放射輝度分布の非一様性に関して議論した。この波長帯での輝度分布が非一様であるということは、de Pater et al. (1991)によって示唆されているが、本研究では、観測精度を定量的に評価し(第2章)、金星夜面において輝度温度が10%以上の優位な差で上昇していることを検証した。また、複数の観測例を比較することで、非一様構造が定常的に存在する可能性を指摘した。この輝度温度の非一様性には SO_2 、 H_2SO_4 および雲が関係していると考えられるが、波長3mm帯での輝度分布と、同日に近赤外波長(2.28 μm)で取得した雲画像を比較した結果、両者の空間構造に強い相関関係は見られなかった。各吸収物質の輝度温度に対する影響を放射輸送モデルから見積もった結果では、雲による輝度温度の低下が3K程度なのに対して、 SO_2 や H_2SO_4 の影響は30K程度であることが示された。これらの観測的および理論的考察をもとに、波長3mm帯で観測される輝度温度の非一様性は、雲の分布よりも、 SO_2 および H_2SO_4 の空間分布を反映していると結論した。雲の濃淡分布以外で雲層下部における大気構造の非一様性を観測したのは、本研究が初めてであり、本研究によって雲層下部における大気物理を研究する上での新たな知見が得られたと考える。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。