

Study of the Venus' upper haze (金星上部もや層の研究)

論文審査の結果の要旨

氏名 高木 聖子

本論文は欧州の Venus Express に搭載されている太陽掩蔽観測装置 SOIR のデータを用いて金星の上層大気への分布を調べたもので、5 節からなる。第 1 節はへイズに関わる観測結果と問題意識をレビューしている。へイズは厚い硫酸雲より上に分布する微粒子を指すが、その組成ははっきりしていないこと、時間的・空間的な変動も理解されていないこと、が紹介される。近年 Venus Express の観測により高度 90 km 以上で SO と SO₂ の混合比が増大していることが発見され、このメカニズムを解明することが金星の光化学の大きな課題となっていることから、この高度領域でのへイズの分布を調べるのが鍵になりうる、という主張がなされる。第 2 節では観測原理と観測装置の仕様が説明される。第 3 節は解析手順の説明であり、これまで SOIR チームが採用してきた手法を改良することにより解析の上端高度を 90 km から 120 km まで引き上げられること、解析に適するデータの選別をより厳しく行うこと、が示される。第 4 節は解析結果であり、へイズによる消散係数が高度とともに減衰する傾向が高度 90 km 付近から上で緩やかになる、あるいは高高度で消散係数が増大に転じる場合もあることと、そのため背景大気に対するへイズの混合比が高度 90 km から 120 km にかけて増加することが、世界で初めて報告される。緯度依存性については、先行研究により報告されていた低緯度での極大は明瞭でなく、高度やローカルタイムによる変動が大きいことが示されている。へイズとともに CO₂ 密度も導出され、背景大気の密度構造も従来考えられてきたよりも大きな変動を伴う可能性が示唆されている。第 5 節では、今回明らかにされた高高度でのへイズ増大について、へイズの生成過程と輸送過程の観点から議論が行われている。ここでは、高高度での SO と SO₂ の増大を説明するために提案されている Zhang et al. (2012) のアイデアに基づいて、90 km 以下に多く存在する硫酸エアロゾル粒子が大気運動により上空に運び上げられたのち蒸発するこ

とを考慮する。こうして高高度で生成した硫酸蒸気は新たに光化学を駆動し、SO と SO₂ を増加させるのみならず、新たに硫酸エアロゾルを生成する。これらのエアロゾルの粒径が低高度から運ばれてきたものよりも小さければ、光学厚みは相対的に大きくなり、消散係数が高度 90 km 以上で大きくなるケースも説明できるという主張がなされている。第 6 節ではまとめと今後の展望が提示される。

以上のように、本論文では従来注目されてこなかった高高度のヘイズの分布を新たなデータ解析によって明らかにした。解析にあたって、論文提出者は欧州の観測機器のチームに加わったうえで詳細な情報収集を行い、生データの様々な誤差源について慎重に検討したうえで丁寧な解析を行っており、結果には十分に信頼性があると判断できる。高度 90 km 以上でヘイズの混合比が顕著に増加するという結果は驚くべきものであり、金星の光化学の常識に再考を迫るものである。この観測結果を説明するために提案されている仮説は、近年明らかにされた高高度での SO と SO₂ の増大と整合的であり、新たに生成する硫酸エアロゾルの粒径など不確定要素はあるものの、実際にありうるシナリオであると考えられる。現時点では補助情報の乏しさから定量的な議論には限界があるが、独創的で発見的な研究であり、惑星の大気化学研究に今後大きな影響を与えうる重要な成果である。なお、本研究は論文提出者が主体となって行ったものであり、論文提出者には高度な研究を自ら遂行する能力があると判断される。

以上より、博士（理学）の学位を授与できると認める。