

論文審査の結果の要旨

氏名 神山 徹

Study of Venus atmosphere dynamics using cloud tracking technique(雲追跡手法を用いた金星大気力学の研究)と題するこの論文は6章より成り、自ら開発した新解析技法を用いて欧州の金星探査機 Venus Express 搭載の紫外カメラ VMC(Venus Monitoring Camera)のデータから得た新しい知見を議論している。

第1章ではこれまでの金星大気に関する観測と理論、特に50年来の謎である大気超回転現象に関する背景事項がまとめられている。第2章では雲追跡手法の高精度化に関する修士期から続く地道な努力が述べられている。この応用として、第3章では金星にフライバイした木星探査機ガリレオにより得られたデータの解析結果が記述されており、第4章では欧州の金星探査機 Venus Express 搭載の紫外カメラ VMC のデータを、これまでに開発してきた新技法を用いて解析している。第5章では、前章で得られた観測事実に基づき、金星大気中における大気加速メカニズムについて考察し、積年の問題である「大気超回転」維持機構解明の鍵となりうる重要情報の抽出に成功しており、第6章がまとめとなっている。

本研究の成果の中心は「新開発の解析手法を駆使することにより、先人がこれまでの解析で認識しえなかった新事実を浮き上がらせ、大気超回転維持機構に関する新知見を得た」という点にある。雲追跡による金星大気力学パラメタの導出は標準技法だが、そこには視線方向誤差および誤追跡の2種の不確定要因があり、解析精度の向上を阻んできた。著者はまずこの点に着目し、周回軌道上でも可能な結像系収差の補正を含めた高精度方向決定アルゴリズムを確立し、かつ最尤法的手法の導入により誤追跡を防ぐアルゴリズムを確立した。この精度向上により風速の推定誤差は擾乱成分に比べて小さくなり、大気波動に伴う風速擾乱が充分検出可能となった。想定していた「あかつき」からのデータ入手は2010年末の周回軌道投入失敗により不可能となったが、著者はこの困難を乗り越え、欧州の金星探査機 Venus Express 搭載の紫外カメラ VMC からのデータを入手して同様の解析を進めた。その結果、それまで見られた大気超回転の年々変動が255日の周期をもつことを世界で初めて示した。ここに修士期から積み重ねてきた精度改良により、VMC を主導している欧州のグループでさえなし得なかった精度でデータを処理できたことが生きている。さらにこの結果の解釈から東西風速が大きい時期には Rossby 波、小さい時期には Kelvin 波的な変動が卓越していることを示した。また、このことを説明するためモデル計算を行い、臨界高度が形成されなくても放射減衰によって波の鉛直伝搬性が変化すること、つまり「雲層高度での放射減衰と背景風速の変化により、時期により雲頂高度で卓越する波種が交代する」ということを示し、観測結果と整合的なシナリオを提示した。これは大気超回転維持機構解明のための重要な鍵となりうる新発見であり、今後の研究による展開が期待される。

このように著者は解析技法の改良という地道な作業に始まり、当初予定データの入手不能という事故に見舞われながらもくじけずに研究を発展させ、先人が抽出できなかった情報から新事実に到達し、かつモデル計算を合わせることによって現実味のあるシナリオを提示することにも成功した。つまり、理学研究の多くの要素を含みかつ独創性に満ちた豊かな研究といえる。

なお、本論文第2章などは JAXA・宇宙科学研究所の山崎敦博士ほか多くの人々との共同研究であるが、論文提出者が主体となって行ったものであり、その寄与は充分であると判断する。

以上より、論文提出者に博士(理学)の学位を授与できると認める。