

赤外分光観測による木星の自由振動検出の可能性

On the detectability of Jovian global oscillations by ground-based infrared spectroscopy

奥地 拓生[1], 小林 直樹[2]

Takuo Okuchi[1], Naoki Kobayashi[2]

[1] 名大・理・地惑ノ科技団・さがけ研究21, [2] 東工大・理工・地球惑星

[1] Dept. of Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ./PRESTO, JST, [2] Earth and Planetary Sci, TiTech

<http://www.eps.nagoya-u.ac.jp/uhp/>

地球において地震波が内部状態の探査に有効であるように、木星の内部状態をその振動から調べることができると。木星の自励的振動は、その大気に存在する分子の吸収線または輝線を赤外望遠鏡を用いて分光し、ドップラーシフトを測ることによって観測される。本発表においては、まず内部構造探査に利用可能な木星自由振動の励起量予測を行い、ドップラーシフトの大きさを検討する。次に現時点で技術的に可能な赤外検出光学系について、近赤外域(1 μm 付近)と中間赤外域(20 ~ 30 μm)について想定される設計と性能を比較検討する。この検出光学系の議論をもとに、木星の自由振動の検出に必要な赤外望遠鏡、観測期間などのスペックを推定し報告する。

太陽系最大の惑星である木星の中心部は、およそ圧力 5000 万気圧、温度 20000 K という超高温高压下にある。入射に対して約 2 倍の輻射があること、強い磁場があることから、内部が金属状態にあり、かつ激しく対流していることが予想されている。木星を構成する物質の大部分は水素であるため、金属状態の水素が惑星内部でダイナモ作用により磁場を発生させていると考えられている。

このような超高压力下での水素の状態は、惑星科学において重要な問題であると同時に、最も単純な原子からなる金属という物性物理学の大きなテーマでもある。しかしこの問題を解く上で主役を演じる物性理論、高压実験の両手法はともに困難に直面しており、問題の理解は進んでいない。磁場の問題を考えるときに重要な水素の金属化圧力については、衝撃圧縮実験によって液体水素が金属化したという報告はあるものの、その検証はなされておらず、また物性理論的考察にも大きな不定性がある。木星内部のダイナミクスを議論するに十分な水素物性の見識が欠けていると言える。本発表では、この木星の内部構造という、惑星科学においてもさらに物性物理学においても一線の問題に対して、物性理論、高压実験に代わる第三の手法を問う。

木星の振動のことを木震と呼ぶ。地球において地震波探査が地球内部の状態探査に有効であるように、木震の情報を使って内部状態を調べることが可能である。先に述べたように木星の内部構造に対する知見の意義は大きいですが、木震の観測報告例は数少ない。1994年7月の Shoemaker-Levy 第9彗星の衝突の際に震動観測の期待が持たれたが、内部構造を推定するほどの観測には至らなかった。こうしたイベント的な震動以外にも、太陽や恒星で見られるような自励的な震動が予測されている。そうした震動の検出を試みた報告の中には木震を検出したというものもあるが、十分な観測結果とはとても言えない。現状では木震の存在は未明のままである。

木星の自励的震動は、その大気に存在する分子の吸収線または輝線を赤外望遠鏡を用いて分光し、光のドップラーシフト量を検出することによって観測される。内部構造を調べるために最も重要な観測値は、ドップラーシフトの時間変化をフーリエ変換して得られる自由振動周波数である。この周波数の決定のためには、微弱な信号への感度、微少なドップラーシフトを検出できる分解能とともに、時間的安定性が分光計の能力として不可欠であり、解決すべき技術的課題は多い。

本発表においては、まず内部構造探査に利用可能なグローバルな震動の励起量予測を行い、検出に必要なドップラーシフトの大きさについて検討する。次に現時点で技術的に可能な赤外検出光学系について、近赤外域(1 μm 付近)と中間赤外域(20 ~ 30 μm)の二つの波長域について、上記の技術的課題をもとに想定される設計および性能を比較検討する。この検出光学系についての議論をもとに、有意な木震観測結果を得るに必要な赤外望遠鏡、観測期間などのスペックを報告する。