

木星の分光観測による物質濃集の解析

もし天2023 HAS計画班：

市川 まどか（高2）【四天王寺高等学校】、中野 響（中5）【仙台市立仙台青陵中等教育学校】、
フィゲロア ビクトル龍馬（高2）【修道高等学校】、山田 梨紗（高1）【南山高等学校】

1. 要旨

本研究では、木星の縞模様は緯度ごとによる物質分布の偏りが原因であるという仮説を立て、それを木星大気の緯度、経度ごとによる分光観測を行うことで検証した。スペクトルを解析した結果、メタン、アンモニアが極域に集中しており、さらにアンモニアの物質分布が北緯15度付近で減少していることが分かった。

2. 研究背景・目的

木星大気の特徴として緯度方向にはっきりと色の分かれた縞と帯の存在が挙げられる。しかし、先行研究は大気の熱収支や圧力・気温分布など鉛直方向の構造に着目したものがほとんどであった[1]。

よって今回私たちは木星の縞模様は緯度ごとに物質分布が偏ることによって生まれたという仮説を立て、緯度方向の大気成分の分布を観測で実証しようと考えた。

3. 研究方法

可視域低分散分光器を用いて1.35"のスリットを木星(視直径47")に当て、積分時間20秒で分光観測した。

スリットを当てた位置は緯経方向の中心から0"、6"、12"、20"離れた位置の8箇所である(図1)。スリットを当てる位置は、木星の縞や帯に緯線方向のスリットが合うように決定した。

得られたデータに1次処理、2次処理を施したのち、木星由来の吸収線の波長を同定し、緯度ごとに規格化した。

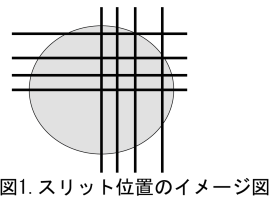


図1. スリット位置のイメージ図

4. 観測

2023年12月24日、仙台市天文台のひとみ望遠鏡を用いて木星とスペクトル標準星(B型)の分光観測を行った。

5. 結果

観測で得られたスペクトルデータ(図2)から、木星大気由来の吸収線、近辺に別の吸収線がないものを選別する。まず、フラウンホーファー線と標準星スペクトルを参考にして太陽大気由来の吸収線と地球大気由来の吸収線を同定した。次に先行研究[2]を参考にメタン吸収線とアンモニア吸収線の同定を行った。以上の結果、測定に適したデータは6193 Å付近のメタン吸収線と6497 Å付近のアンモニア吸収線であることが分かった。

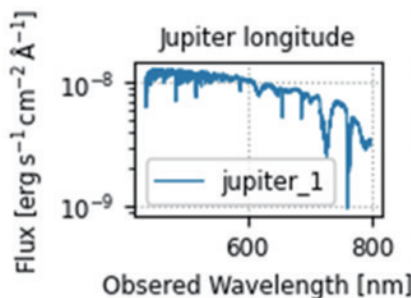


図2. 二次処理済みスペクトルデータ

吸収線強度を測定する際に以下の2点を仮定して計算を行う。

- ・吸収線強度は、物質通過前のスペクトルと通過後のスペクトルとの差の面積で表せる(図3参照)。
- ・入射スペクトルは

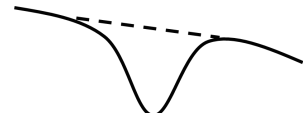


図3. 吸収線スペクトル(実線)と推定入射スペクトル(破線)

吸収線両端を結んだ線分で近似できる。

しかし、緯度によって入射する太陽光のエネルギーは異なるため、上記のように算出した吸収線強度を単純比較することはできない。ここでさらに、

- ・木星大気の成分は東西方向に均等であると仮定すれば、[スリット位置が緯度xのスペクトル]÷[スリット位置が経度xのスペクトル]で、緯度方向の物質分布について議論することができる(図4)。

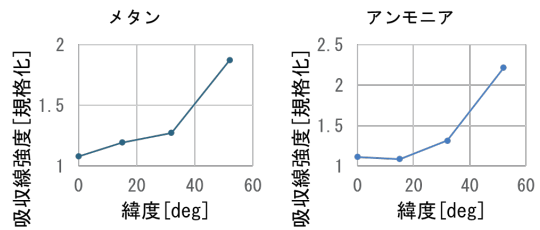


図4. 緯度ごとの吸収線強度

6. 考察

メタンの吸収線強度は赤道から極域に向かって単調増加していることから、メタンは極域で集中していると予想できる。アンモニアの吸収線強度にもメタンと同じく極域に集中する傾向が見られたが、アンモニアに関しては、北緯15度付近の縞で吸収が少なくなっているため、縞に濃集しにくい傾向もあると考えた。

先行研究[3]では可視光観測よりも35kmほど下層のアンモニア量を測定しているが、私たちと同じく北緯15度付近の縞のアンモニア量は他の領域よりも少ないという結果を出している。よって、大気中のアンモニア量は鉛直方向だけでなく緯度方向にも偏っているといえる。

濃集の原因として、アンモニアの分布と木星の縞模様に関係があることが予想できる。また、メタンとアンモニアの両方が極に集中していることから、自転や熱勾配による恒常風も濃集に関連しているのではないかと考えられる。

7. 結論

今回の観測により、木星の物質分布に関してメタンとアンモニアが極域に集中しており、さらにアンモニア量が北緯15度付近の縞で減少していることが分かった。

本研究に際し、もし天2023の皆様には多大なるご助力を賜りました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

参考文献

- [1]"Jupiter" edited by Fran Baganell, Timothy Dowling, and William McKinnon
- [2] Sato, M., Hansen, J. E., 1979, JAtS, 36, 1133-1167
- [3] Doriann, B., et al., Icar, 314, 106-120