

スペクトルによる惑星の表面大気組成検証

戸塚高等学校天文部：

清水 穂華（高2）、新井 悠太、横井 綾羽（高1）【横浜市立戸塚高等学校】

要旨

近年、太陽系外惑星に生命がいる可能性があるという話題になっている。判断条件の1つに大気が挙げられる。大気の中でも組成に焦点を当て、実際に生命のいる可能性があるエンケラドスなどの天体の大気組成調査を行うためにも、身近である惑星に着目し同じ手法で大気組成を検証する。

第26回天文学会ジュニアセッションでは太陽と土星の吸収スペクトルを比較し、太陽と土星に見られた全ての吸収線において土星の方が深く検出されたため土星にそれらの成分が含まれていることが検証できた。今回は本校の望遠鏡で観測可能な惑星の吸収スペクトルを比較し、大気組成を検証する。

1. 観測方法

太陽、土星、木星、天王星、火星、金星を冷却 CCDカメラと分光器を本校の口径35cmニュートン式反射望遠鏡に取り付け撮影する(図1)。観測条件は下記の通りである。

太陽：2024年12月27日15時16分 高度12°
土星：2024年12月27日18時27分 高度37°
木星：2024年12月27日18時49分 高度45°
天王星：2024年12月27日19時6分 高度48°
火星：2024年12月27日19時59分 高度16°
金星：2024年12月27日18時0分 高度23°



図1 観測機器

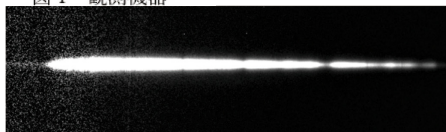


図2：天王星のスペクトル

2. 研究方法

観測で撮影した画像(図2)はすばる画像処理ソフト Makali'iを使用し、天体画像からdarkフレーム・skyフレームを減算しflatフレームで除算した。処理した画像から得られたグラフを参考文献の波長と比較し(参考文献1)、2) 元素を同定する。大気の相対吸収量を求めるため、Excelを用い連続成分のカウント値を1にして吸収線の最下点との差を求めた。次に元素ごとの含有量(吸収線の面積に比例すると考える)を求めるため、吸収線を三角形に近似してその面積を求めた(図3)。

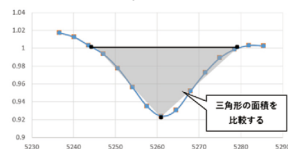


図3：面積の求め方

3. 結果と考察

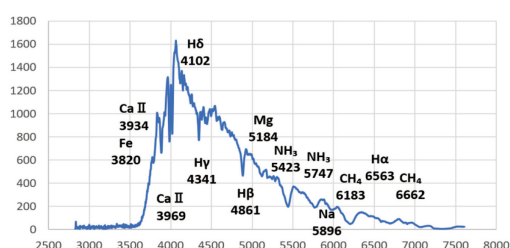


図4：天王星スペクトルのグラフ

観測で撮影した画像から得られたグラフ(例：図4)をもとに求めた各惑星の含有量をまとめたものが表1である。灰色に網掛けされた部分は太陽よりも惑星における面積が小さい。

表1：求めた三角形の面積

面積(Å)	太陽	土星	木星	天王星	火星	金星
Fe(3820 Å)	×	6.16	4.95	3.54	2.88	5.26
Ca II (3934 Å)	1.49	3.05	4.72	4.74	4.31	4.72
Ca II (3968 Å)	0.24	1.80	3.86	3.44	1.20	2.23
H δ (4102 Å)	0.24	0.53	0.88	0.53	0.62	0.53
H γ (4341 Å)	3.99	3.18	3.60	3.78	3.59	3.60
Fe(4348 Å)	0.92	×	×	×	×	×
H β (4861 Å)	1.90	1.28	1.86	10.94	1.67	1.69
Mg(5184 Å)	1.50	1.78	1.89	1.08	3.18	1.23
Fe(5270 Å)	0.42	0.95	1.09	×	1.51	1.17
NH ₃ (5423 Å)	×	×	×	23.42	×	×
NH ₃ (5747 Å)	×	×	×	15.15	×	×
Na(5896 Å)	1.11	1.40	0.86	3.10	1.52	0.97
CH ₄ (6180 Å)	×	9.15	3.28	63.53	×	×
H α (6563 Å)	2.95	2.31	2.93	1.09	3.47	1.16
CH ₄ (7250 Å)	×	22.48	26.69	10.51	×	×

太陽と各惑星どうしで検出された面積を比較した。面積の差は大きいもので木星のCaII(3968Å)が約16.1倍、小さいもので天王星のHα(6563Å)が約0.37倍であった。太陽からは検出されなかったが、顕著に見られた成分として天王星のNH₃(5423Å)、NH₃(5747Å)、CH₄(6180Å)、土星・木星ともにCH₄(7250Å)が挙げられる。

天王星に見られたHβ(4861Å)、NH₃(5423Å)、NH₃(5747Å)、CH₄(6180Å)、CH₄(7250Å)は他の惑星の面積を比較しても大きいものであった。

4. 今後の展望

本研究では参考文献や先行研究で見られなかった成分が検出されたため、さらに同じ手法で観測を重ねて得られた結果に信用性があるか。また、観測した日時によつての変化はないか検証していきたい。

惑星の大気組成を検証できたので、次回は本来の目的である生命が存在する可能性のある天体の大気組成調査を行う予定である。

5. 参考文献

- 1) 理科年表 天文部「おんな太陽吸収線」
- 2) 日本地球惑星科学連合2016年大会高校生ポスター発表奈良県立青翔高等学校「惑星大気の成分分析」