

惑星の種類とその中心星の金属量の関係の調査

もし天2016 EXTRA班

藤原 壮記 (高3) 【愛媛県立松山南高等学校】、柿沼 千智 (高2) 【宮城県仙台向山高等学校】、阿部 朋佳 (高2) 【田園調布学園高等部】、丸山 佳那子 (高2) 【お茶の水女子大学附属高等学校】

要旨

私たちは2016年12月に行われた「もしも君が杜の都で天文学者になったら」に参加し、惑星の種類とその中心星の金属量の関係の調査を行なった。地球型惑星を持つ恒星と木星型惑星を持つ恒星を分光観測し、金属量の計測を試みた。その結果、地球型惑星を持つ恒星は木星型惑星を持つ恒星よりカルシウムの量が多いことがわかった。これより金属量が多い恒星には地球型惑星がしやすいと言える。

1. はじめに

私たちは地球外生命体は本当にいるのかということに興味を持った。議論を進めていくと、私たち生命のいる太陽系が天の川銀河の端の方に位置していることに気がつき、生命がいる惑星は銀河の場所に関係しているのではないだろうかという疑問を持った。そして、銀河の中で惑星を持つ恒星のできる場所にどんな法則があるのか調べてみるようになった。そこで私たちは、恒星に含まれる金属量に絞り研究を行った。

恒星に含まれる金属量に着目した理由は、恒星の金属量が多いと地球型惑星がしやすいのではないかと考えたからである。恒星の金属量が多いと恒星の重力が大きくなるため、原始惑星系円盤中の金属が恒星に落ち込む。その結果惑星のコアが大きくなり、ガスを集めることができず地球型惑星になる。恒星の金属量が少ない場合には、原始惑星系円盤中の金属が多く残ったままになる。その結果惑星のコアが大きくなり、周りのガスを集め木星型惑星になるのではないかと仮説を立てた。

この仮説を実証するために、地球型惑星を持つ恒星と木星型惑星を持つ恒星の分光観測を行った。また惑星を持つ恒星と持たない恒星の比較も行うために、惑星がまだ発見されていない恒星の分光観測も行った。

2. 観測

私たちは仙台市天文台の1.3mひとみ望遠鏡を用いて、HD20675 (未発見)、HD33564、HD52265、HD33636 (木星型惑星)、HD7924、HD49674 (地球型惑星) の分光観測を行った。また、恒星の金属量の違いをわかりやすくするため、太陽に似た主系列星を洗濯した。分光観測とは光を波長ごとに分けたものであり、観測天体がどんな物質を持っているか知ることができる。今回は、ひとみ望遠鏡の可視域中分散分光器のスリット幅2.00"、分解能R~3380で観測を行った。

3. 結果

今回の観測では積分時間が少なかったため、CaII λ 8542Åの吸収線のみ解析を行った。金属量の目安として、CaII λ 8542Åの吸収線の等価幅を算出し比較を行った。等価幅とは吸収の量を表している。原子一つあたりの吸収量は決まっているため、吸収量はその原子の存在量を表している。今回の観測で得られたスペクトルからCaII λ 8542Åの吸収線の等価幅を求めた (表1、図1)。

表1

天体の名前	惑星の種類	等価幅 (Å)
HD20675	未発見	0.94±0.4
HD33564	木星型	2.28±0.28
HD52265	木星型	2.25±0.72
HD33636	木星型	2.51±0.35
HD7924	地球型	4.23±0.97
HD49674	地球型	4.95±0.63

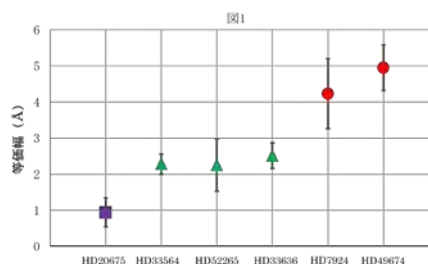


図1より地球型惑星を持つ恒星がもっともカルシウムの量が多く、次いで、木星型惑星を持つ恒星、もっともカルシウムの量が少ないものが系外惑星未発見の恒星であった。

4. 考察

結果図1より、地球型惑星を持つ恒星がもっともカルシウムの量が多く、次いで、木星型惑星を持つ恒星、もっともカルシウムの量が少ないものが系外惑星未発見の恒星であることがわかった。これより私たちが立てた仮説の通り、恒星の金属量が多いと地球型惑星がしやすいと言える。太陽系で考えてみると、太陽の近い位置には水星、金星、地球、火星の地球型惑星が存在しており、太陽から遠い位置では木星、土星の木星型惑星が存在している。これは太陽の近傍では太陽の重力を強く受けるため金属元素が太陽に落ち込み地球型惑星が生まれ、太陽の遠方では太陽の重力が弱いと金属元素が惑星系円盤上に多く残り木星型惑星が生まれると私たちは考えた。この考えからも私たちが立てた仮説は正しいと言える。

また、天の川銀河内で系外惑星は限られた範囲でしか発見されていないことがわかった。太陽近傍の場所でしか系外惑星が発見されていないため、惑星の性質と恒星の銀河内の位置の関係性については今回の研究からは言及することができなかった。