

論文審査の結果の要旨

氏名 福江 慧

本論文は、銀河系に於ける化学進化の指標である金属量の、銀河系中心からの距離依存性を究める為に、銀河系中心部に位置するセファイド型脈動変光星の金属量を決定することを目的としたものである。論文は全8章と補遺3章から成る。

第1章は序論として、銀河系中心からの距離に対する金属量の勾配を調べるには、(i) 距離が測定出来る恒星について分光学的に金属量を決定する必要があること、(ii) その為には光度周期関係から距離を決定出来るセファイド型脈動変光星の分光解析が最適であること、(iii) 最近の赤外線観測に依り銀河系中心部に位置するセファイド型脈動変光星が発見され、銀河系中心部での金属量を決定出来る素材が揃ったことが述べられている。次いで、(iv) 銀河系の中心に近づくに連れて星間物質に因る光の空間吸収が強くなる故に、可視光観測ではなく、赤外線観測が必要となること、(v) 然るに赤外線でのセファイド型脈動変光星の高分散分光観測は殆ど為されていないことが述べられ、本論文の目標を、(1) 近赤外線高分散分光観測に依る恒星大気組成解析方法の確立と、(2) 銀河系中心部に位置するセファイド型脈動変光星の金属量の導出であるとしている。

第2章では、目標(1)の為に準備として、可視光観測に依り決定された大気の特徴を近赤外線観測からも導出可能かを検証する為に選定した12の星、及び銀河系中心部の4つのセファイド型脈動変光星の観測と整約の概略が記述されている。

第3章では、上述の較正用の12の星の中、先ず、脈動星ではない10の星の近赤外線 H 波長域分光観測データの解析の詳細が述べられる。(a) 星の有効温度、(b) 表面重力加速度、(c) 重元素同士の組成比、(d) 金属量 (重元素と水素との組成比)、(e) 微視的乱流速度を与えることに依って計算される恒星のモデル大気に基づいて得られる理論的スペクトルと、観測データとを比較して、上記パラメーターを求める訳である。この章では、其々の星について、有効温度、重力加速度、重元素同士の組成比については可視光観測から決められた文献値を用い、金属量と微視的乱流速度の2つの量を決定出来るかを試みた。このうち、微視的乱流速度については、鉄の強い吸収線から求められる値の範囲と弱い吸収線から求められる値の範囲の共通部分として最尤値を求めることに依り、文献値と良い一致が得られることを示した。一方、金属量については、鉄の多数の吸収線について、先んじて決定した微視的乱流速度の値を採用して求めた理論スペクトルと観測データを比較して最尤値を求め、文献値とは誤差範囲内で矛盾しないことを示した。

第4章では、有効温度の観測的決定について詳説している。銀河系中心部では、星間吸収に因る影響が極端に大きいため、星の色指数からは有効温度を決めることが出来ない。そこで、論文提出者は、励起ポテンシャルの異なる複数の吸収線の深さの比が星の有効温度に強く依存することに着目し、その比から有効温度を観測的に決定することを試みた。この方法は、これまで可視光域のスペクトルについては用いられてきたが、近赤外線波長域のスペクトルに応用されるのは初めてである。前章で用いた、金属量が太陽に類似の8つの星に応用した結果、有効温度を40Kの精度で決定することが出来た。一方で、金属量が太陽とは大きく異なる星については、見積もられる有効温度には有意に差異が認められることを見出した。

第5章では、吸収線の深さの比から導出される有効温度は金属量に依存することを利用して、有効温度のみならず恒星大気他のパラメーターをも決定する可能性を検討し、決定精度が観測誤差に過敏であるので実用的ではないと結論している。

第6章では、第2章で較正用に選んだ12の星の中の2つのセファイド型脈動変光星について、第3章と第4章の結果を応用して、金属量の導出を図る。其々の星について、先ず脈動周期から表面重力加速度を導出し、その上で、近赤外線 H 波長域吸収線の深さの比から星の有効温度を初期値として見積もり、次いでその値を使って金属量と微視的乱流速度を見積もる。この過程をこれらの値が収束するまで繰り返す。こうして逐次解として求めた有効温度と金属量は、可視光のスペクトルから導出した文献値と整合するものであった。これに依り、目標(1)の近赤外線高分散分光観測による恒星大気組成解析法を確立させることが出来たと結論される。

第7章では、第6章で確立させた方法を活用して、銀河系中心部に位置する4つのセファイド型脈動変光星の有効温度と金属量を決定した。これらの天体のスペクトルの信号対雑音比は、較正用に用いた2つのセファイド型脈動変光星に比べて低いが、有効温度、微視的乱流速度、金属量について、満足のいく精度で決定することが出来た。導出した銀河系中心部に位置する4つのセファイド型脈動変光星の金属量は、3つの星が太陽に比べて (0.15 ± 0.06) dex 超過、他の1つの星は (0.6 ± 0.06) dex 超過であることが判明した。これに依り、目標(2)の銀河系中心部に位置するセファイド型脈動変光星の金属量の導出に成功したと結論される。

第8章は、纏めと議論である。

以上要するに、銀河系に於ける化学進化の歴史を探る為には、銀河系円盤での金属量勾配を観測的に決定することが必須であり、銀河系中心部でのセファイド型脈動変光星の金属量を高い信頼度で測定することに成功した本論文の意義は高い。

本論文は、松永典之他11名との共同研究に基づくものであるが、論文提出者が主体となって、研究の方向付け、観測、解析、議論を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。因って、博士(理学)の学位を授与出来ると認める。