

# 論文審査の結果の要旨

氏名 中村 理

楕円銀河を構成する星の種族の年齢を決定することは、楕円銀河の起源を研究する上で重要である。これまで、楕円銀河のスペクトルでは年齢の効果と金属量の効果とが縮退しており、その年齢を決定することが事実上不可能であった。最近、水素  $H\gamma$  吸収線に両端の金属吸収線を含めてその強度を測定すると、この縮退が解けることが明らかにされ、金属量とは独立に楕円銀河の年齢を決定する  $H\gamma$  法が提唱された。本論文はこの  $H\gamma$  法によって楕円銀河の年齢を求め、未決着の楕円銀河の起源の問題を新しい観点から考察したものである。

本論文は4章から構成されている。 $H\gamma$  吸収線による年齢決定法の信頼性を銀河系の球状星団を観測して確認した第一部(第2章)と、楕円銀河の  $H\gamma$  吸収線の強度を測定してその年齢を決定した第二部(第3章)とからなり、第1章は本論文全体への導入の役割を果たし、第4章では本論文の結論がまとめられている。

第一部では  $H\gamma$  法の信頼度を銀河系の球状星団を用いて詳細に検討している。 $H\gamma$  法が提唱された後、それを 47Tuc に適用するとその年齢が 200 億年を越えるとの報告がなされた。これは色-等級図の転向点から求めた精度の高い年齢の約 2 倍にも達するので、 $H\gamma$  法は年齢を過大評価しているのではないかと、その信頼性に強い疑問が投げかけられた。ここでは、この現状を踏まえ、47Tuc と同程度の金属量を持つ複数の銀河系の球状星団を分光観測し、47Tuc の問題が  $H\gamma$  法の欠陥に起因するものであるのか、それとも 47Tuc という球状星団の持つ特異な性質によるものであるかを調べている。観測した 6 個の球状星団のうち、データの処理の過程で背景光の除去が困難であると認められた球状星団 NGC6440 と NGC6712 を除くと、残りの全ての球状星団 NGC6316、NGC6356、NGC6624、NGC6652 について得られた年齢は転向点より求められた年齢 (80 億年から 120 億年) と十分良く一致する。この結果は  $H\gamma$  法の精度を保証するものである。いずれの星団においても 47Tuc で報じられたような極端に大きな年齢が見られなかったことから、問題の原因はむしろ 47Tuc の特異性にあったことが強く示唆される。また、 $H\gamma$  線と類似の  $H\delta$  線と  $H\beta$  線を用いて年齢を評価する方法についても検討している。 $H\delta$  線においては CN 分子の吸収線が大きな不定性を与えること、 $H\beta$  線では輝線の影響を強く受けやすいことを明らかにし、 $H\gamma$  線のみが星団や楕円銀河の年齢を知るための唯一安全で強力な手法であることを十分な説得力をもって示した。これは  $H\gamma$  法によって楕円銀河の年齢を評価することに対して強い根拠を与える重要な結果である。

第二部では楕円銀河の起源について散逸収縮説と階層的衝突説という二つの仮説の違いが、フィールドの楕円銀河の年齢の推定結果に顕著に現れることに着目している。散逸収縮説では、楕円銀河は環境によらず一様に古いとの結論になる。それに対し、階層的衝突説では、フィールドの密度の低さのために衝突頻度が下がり、大きな楕円銀河に成長するためには最近まで衝突を繰り返す必要があるため、質量の大きな銀河ほど若くなると予想される。この観点から、ここでは第一部で精度を保証した  $H\gamma$  法を用いて、フィールドの楕円銀河について世界で初めて年齢を評価している。本論文では過去の研究によって大きな年齢差があると推定されている楕円銀河 6 個を選び出し、それらの分光データを処理し、 $H\gamma$  法により年齢を導いている。その結果は NGC584( $82^{+19}_{-12}$  億年)、NGC720( $1116^{+65}_{-33}$  億年)、NGC821( $114^{+121}_{-46}$  億年)、NGC1700( $69^{+23}_{-18}$  億年)、NGC3379( $173^{+77}_{-68}$  億年)、NGC7454( $76^{+29}_{-16}$  億年)であった。過去の研究では年齢と金属量の縮退が解かれておらず、導出された年齢の精度には問題があったが、今回初めて本論文においてフィールドの楕円銀河には年齢に 50-100 億年の大きな幅があることが明らかにされた。年齢に幅があるということは散逸収縮説とは相容れない。また、サンプル数が僅か 6 個という制限はあるが、小さい楕円銀河ほど若いという、階層的衝突説の予想とは逆の傾向も見出している。これは楕円銀河の起源が散逸収縮説と階層的衝突説の二者択一で説明できるほど単純ではないことを示した重要な結果である。

以上、本論文は水素  $H\gamma$  吸収線の強度から星団や楕円銀河の年齢を求める方法を確立し、それをフィールドの楕円銀河に適用してその年齢を求め、大幅な年齢の違いが存在することを確実にした。これは楕円銀河の起源を明らかにする上で重要な観測事実を導き出した先駆的研究として高く評価できる。

なお、第一部は山田善彦、青木健太郎、有本信雄、M. Bergmann、I. Jørgensen、H. Kuntschner、A. Vazdekis との共同研究であり、また、第二部は山田善彦、有本信雄、R. Davies、H. Kuntschner、A. Vazdekis との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。よって、審査員全員一致で博士(理学)の学位を授与できるものと認める。