

(様式 3)

平成23年度学融合推進センター学融合研究事業 成果報告書

研究テーマ名称	階層的銀河形成理論が予測する銀河の色等級図の理論計算とその系統的分析
応募事業区分	事業枠③女性研究者支援
申請代表者氏名	生田 ちさと

○ 研究状況報告

平成23年度は、当初計画通り、階層的銀河形成モデルに基づき、128天体の楕円銀河の可視域の色等級図をシミュレーションした。そして、色等級図上に現れる特徴を統計的に解析した。Vバンドでの絶対等級が0等以下の明るい星に注目し、色分布などを調べた。その結果、明らかになった事項は下記に列挙する。

○ 当該事業年度において達成された研究成果

- (1) 階層的銀河形成シミュレーションが予測する楕円銀河の星形成史に基づいて、128個の楕円銀河の色等級図を計算した。色等級図では、階層的に銀河が衝突・合体を繰り返し成長した証拠である、年齢や金属量の異なる星の sequence が現れている。
- (2) RGB (Red Giant Branch) 星の色の違いを銀河の内側と外側で比較した。その結果、銀河の内側でより化学進化が進んでいることを反映し、系統的に内側では色の幅が広がった。また、銀河の内側でより長い間星形成が続いたことを示す特徴も色等級図上に現れていた。銀河の内側も外側も古く金属量が低い星が存在する。MS (Main Sequence) 星を調べると内側のほうが明るいMS星 (=より若い星) が色等級図に現れていた。実際の観測では銀河の外側の色等級図のみが取得可能と予想される。本研究の結果から、銀河の外側の色等級図からわかるのは、比較的古い星形成活動のみであることが示唆される。
- (3) RGBの色幅と銀河のサイズの相関をとった。有効半径が4kpc以下の楕円銀河では、RGBの色幅の銀河ごとのばらつきが大きいことがわかった。逆に、有効半径4kpc以上の銀河では、RGBの色幅はほぼ一定の値だった。

10Gyr以上の年齢を持つ古い星であるHB (Horizontal Branch) 星の色等級図上の分布をHB morphology indexという指標を定義して調べた。この値を銀河のサイズと比較すると、有効半径が4kpc以下の楕円銀河では、値にばらつきが大きく、有効半径が4kpc以上の楕円銀河では、ほぼ一定の値をとることがわかった。以上を合わせると、もし楕円銀河が階層的に形成したのであれば、有効半径が4kpc以下の楕円銀河の色等級図を複数個取得すると、RGB星の色幅やHB morphology indexが得られることが予想される。

このように、多数の銀河の色等級図を網羅的に調べた研究は本研究が初めてである。本研究の結果、銀河の形態やサイズといった特徴が似通った銀河でも、その銀河の色等級図

(様式 3)

平成23年度学融合推進センター学融合研究事業 成果報告書

は多様であることがわかった。つまり、一つの銀河を詳細に調べた結果をもって、一般的な銀河進化の描像を明らかにしようとするのは、危険であることを示唆している。

本研究成果の一部は、2011年度日本天文学会秋季年会 口頭発表 X09a 「楕円銀河の色等級図 --- 計算機実験で探る統計的性質---」で発表した。

- 本研究を基に発表した論文と掲載された雑誌名等のリスト (論文があれば添付)
なし (執筆中)。

(様式 3)

平成 24 年度学融合推進センター学融合研究事業 研究成果報告書

研究テーマ名称	階層的銀河形成理論が予測する銀河の色等級図の理論計算とその系統的分析
応募事業区分	事業枠③「女性研究者研究支援」
申請代表者氏名	生田ちさと

○ 研究状況報告

昨年度の研究成果をもとに、可視光での色等級図に関する論文をまとめ、投稿した。この段階では、100 以上の楕円銀河の色等級図を階層的銀河計算理論に基づく N-body+ Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) シミュレーションの結果を用いて、色等級図を計算し、統計的にその特徴を調べた。その結果、色等級図上での horizontal branch (HB) morphology と Red Giant Branch (RGB) の幅（色の分散）は、有効半径が 4kpc 以上の大きな銀河とそれ以下の銀河で大きく異なることがわかった。有効半径が 4kpc 未満の銀河では、同じ有効半径の銀河であっても RGB の幅や HB の形態が異なることがわかった。2020 年代から観測を開始する口径 30m から 40m の望遠鏡では、Virgo cluster にある多数の楕円銀河の色等級図を取得することが可能となる。もし、楕円銀河が階層的に形成したのであれば、かなりの割合の銀河で同じ有効半径であっても RGB や HB の形態が異なるという現象が観測的に示されるはずであるということが、この研究から示唆される。

平成 24 年度は、近赤外線波長域の色等級図を計算できるようにコードを拡張し、近赤外線の J,H,K バンドでの色等級図を計算した。

○ 当該事業年度において達成された研究成果

今年度は、近赤外線波長帯まで拡張した色等級図の計算コードを用いて、引き続き楕円銀河の色等級図を計算した。楕円銀河のように金属量の高い星を多くもつ系では、近赤外線での観測は可視光での観測よりも有利である。金属量の高い星は、表面温度が低くなるためと、分子による line blanketing の影響で、可視光での光度がさがり、観測しにくくなるためである。近赤外線での観測で金属量が高い星を検出に不利な状況は免れることは予想されているが、星形成史を解明できるほど、年齢や金属量の違いが J と K バンドの色等級図に現れるかは、シミュレーションしてみる必要があった。

ヨーロッパが進める地上大型望遠鏡計画は、近赤外線に最適化されて設計されている。そのため撮像観測装置について J,H,K バンドを持たせることはほぼ確実と考えられる。一方、可視光域の I バンドを持たせる必然性は、懐疑的な意見もある。そこで、J と K バンドの色等級図と I と K バンドの色等級図を計算し、I バンドの必要性を検討した。その結果、RGB 星の色の違いが J-K の色等級図よりも I-K の色等級図の方が顕著であることがわかった。RGB 星の色の違いは、一次近似として金属量の違いと考えられている。RGB 星の色の違いが大きく現れるということは、色等級図から金属量の分布についてもより性格に導くことができることを意味する。したがって、楕円銀河のように金属量が高い星を持つ銀河の星

(様式 3)

平成 24 年度学融合推進センター学融合研究事業 研究成果報告書

形成史を解明するためには、I バンドと K バンドの組み合わせがよいことがわかった。

○ 本研究を基に発表した論文と掲載された雑誌名等のリスト (論文があれば添付)