

論文内容の要旨

論文題目

A Comprehensive Study of Stellar Populations and Population Structures of Dwarf Galaxies around the Milky Way

(銀河系周辺の矮小銀河における恒星種族とその空間分布)

氏名 岡本 桜子

矮小銀河は宇宙のなかで、何時如何なる環境においても銀河として最も数多く存在する。暗黒物質の支配する銀河の階層的構造形成において、底辺を担う天体であり、銀河系など巨大銀河は、矮小銀河が基礎構成要素となって階層的に成長してきたと考えられている。また重力ポテンシャルの浅い矮小銀河は、大きな渦巻銀河や楕円銀河と比べて、形成と進化の過程が比較的単純であり、銀河の形成進化を調べる上でも非常に重要な天体である。銀河系周辺にはこのような矮小銀河が多数存在しており、銀河系を形成した無数の基礎構成要素の生き残りと考えられている。これらの矮小銀河は銀河系から近く、すばるなど大型望遠鏡を用いることで個々の恒星に分解して調べることができるので、詳細な空間分布とともに、銀河の星の年齢や金属量といった恒星種族の情報を得ることができる。

本研究では、すばる望遠鏡の主焦点カメラを用いて、銀河系近傍の8つの矮小銀河 Canes Venatici I (CVn I), CVn II, Boötes I, Leo IV, T, Hercules, Draco, Ursa Minor (UMi) について広く深い撮像観測を行い、明るい赤色巨星から暗い主系列星まで銀河内の個々の恒星の色と等級の情報を得た(図1)。この8つは銀河系近傍で知られている矮小銀河のうち、 $M_V = -8.7$ より暗い全ての矮小銀河であり、さらに最初の6つは近年発見されたばかりの非常に暗い矮小銀河(UFD)で、詳しい恒星種族の研究が待たれていた天体である。それぞれの銀河について、恒星の色-等級図上の分布と恒星進化の理論モデル、および銀河系球状星団との比較から、それぞれの銀河の星の平均年齢と空間構造を調べた。その結果、比較的明るいCVn IとDracoでは複数の世代の

恒星種族が存在して、平均年齢は126億年であること、一方それよりも暗い4つの銀河は宇宙年齢程度の平均年齢(135億年)であり、そのうちのBoötes I は単一種族で構成されていることを明らかにした。またUMiは平均年齢が135億年でありながら複数種族が存在し、同じ明るさのDracoと異なる様子が見られた。また複数種族を持つCVn I とDracoでは、若い/金属量の多い種族が銀河の中心に集中し、古い/金属量の低い種族の方が空間的に広がって分布していることを確認した。これらの結果より、明るい矮小銀河の方が複数種族を持ち、暗い矮小銀河は星形成期間が短く単一の恒星種族で構成されているという、光度-種族関係を明らかにした。また銀河系から遠く孤立したUFDであるLeo T は、古い恒星種族とともに若い世代(~2000万年)の星も見られ、銀河系周辺のUFDとは異なる星形成史を明らかにした。

またそれぞれの銀河について、距離、重心、方位角、楕円率(e)を見積もり、数密度の空間分布(図2.)からコア半径、潮汐半径、およびhalf-light半径($r_{1/2}$)を求めた。その結果、これらの暗い矮小銀河は球状星団に比べて非常に広がっており、また明るい矮小銀河に比べて、UFDにはさまざまな楕円率を持つ銀河が存在することから、UFDの方が銀河系の潮汐力を強く受けている可能性が示唆される(図3.)。

本論文中、第一章では、銀河系とその周辺の銀河の紹介、および矮小銀河の説明をした後、2005年以降に銀河系周辺で発見されたUFDの性質について紹介し、本研究の目的と対象銀河を紹介している。続いて第二章では、すばる望遠鏡主焦点カメラを用いた観測の詳細と、得られた画像データの解析方法について説明している。第三章では、各観測領域の測光カタログから得られた色-等級図について述べた後、対象銀河の星以外に色-等級図上に含まれる前景の銀河系の星と背景の銀河について、銀河系の理論モデルを用いて調べている。第四章ではそれぞれの銀河について、色-等級図から距離、恒星種族、空間構造の特徴を求め、恒星種族の空間勾配など個別の特徴を明らかにした。そして第五章では各銀河の特徴をまとめ、矮小銀河の光度と恒星種族の関係について、また本研究で明らかにした年齢からUFDの起源について議論した。さらにUFDと銀河系球状星団、およびM31周辺の矮小銀河との比較も行い、UFDは球状星団に比べて大きく楕円率が高いこと、また銀河系とM31の矮小銀河では構造上の大きな違いは見られないことを明らかにした。最後に第六章では、本研究と今後の展望についてまとめている。

本研究の最大の特徴は、銀河系周辺で発見されている全てのUFDについて、初めて詳細な測光解析を行い、星の年齢を同定した点である。8-10m級の望遠鏡で観測を行い、全ての銀河に渡って均一な測光カタログを得た。UFDは非常に星が少なく、空間的に広がっているため、恒星種族や詳細な空間分布を明らかにするには、暗い主系列星まで正確に測光する必要があるが、本研究において、年齢や種族構成、およびその空間分布を初めて明らかにした。

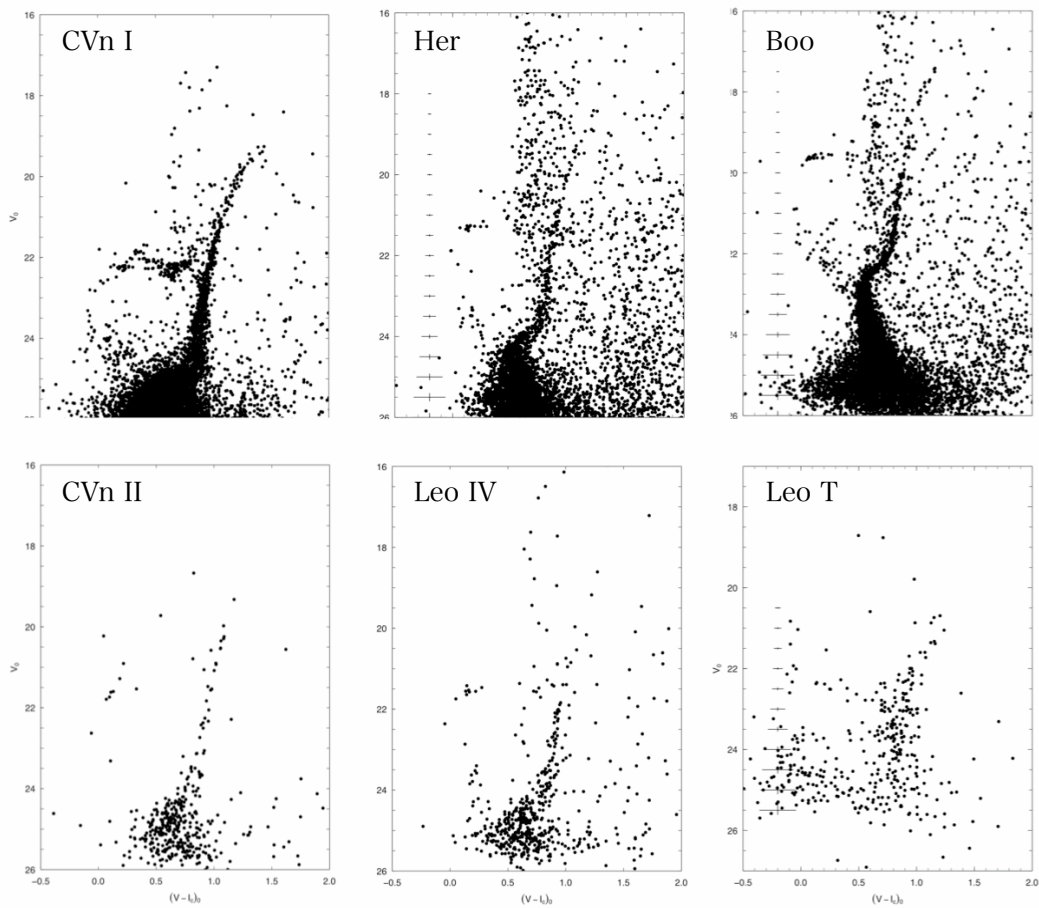


図1. CVn I, Her, Boo I, CVn II, Leo IV, Leo Tの中心から $r_{1/2}$ 以内の色-等級図

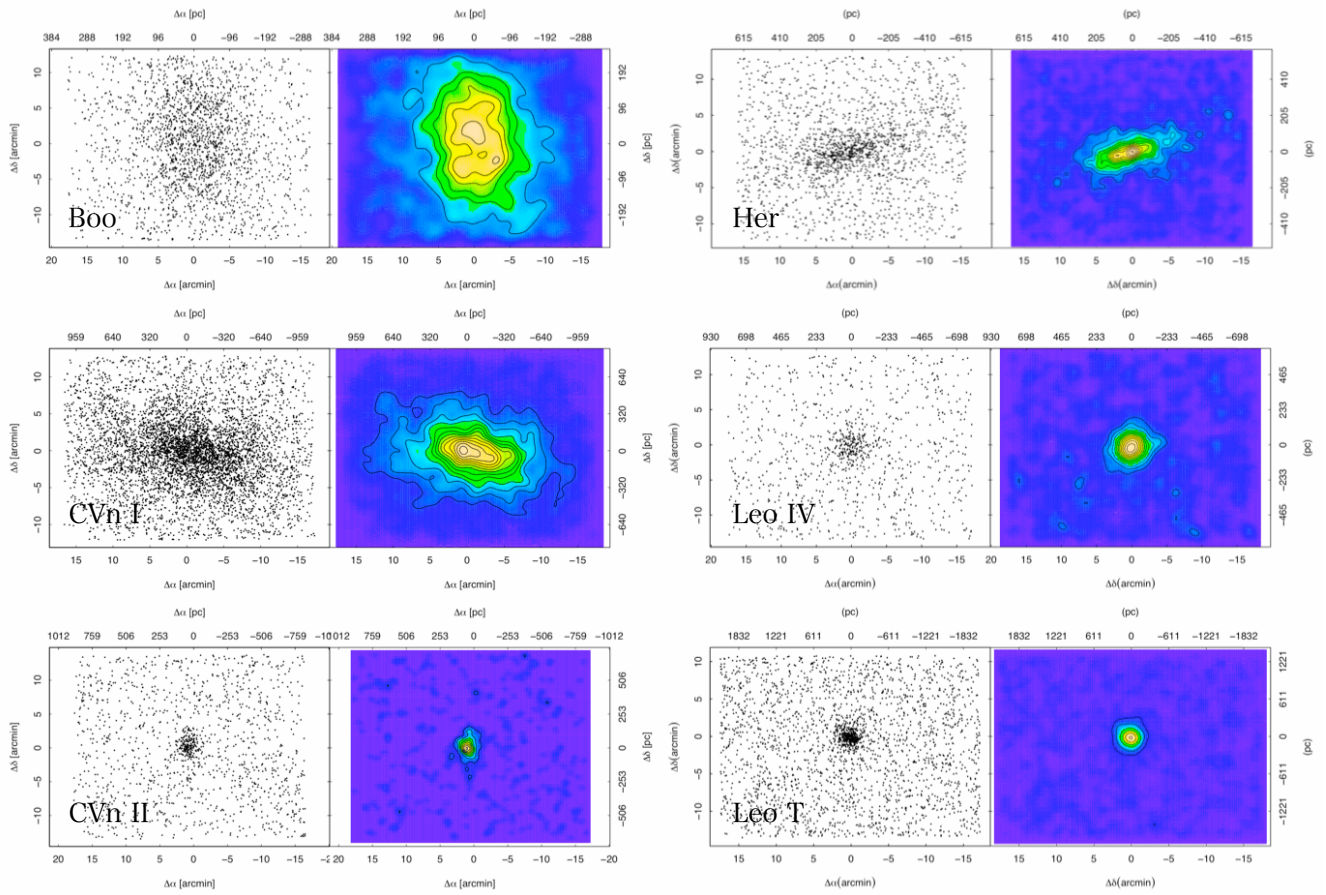


図2. CVn I, Her, Boo I, CVn II, Leo IV, Leo Tの空間分布

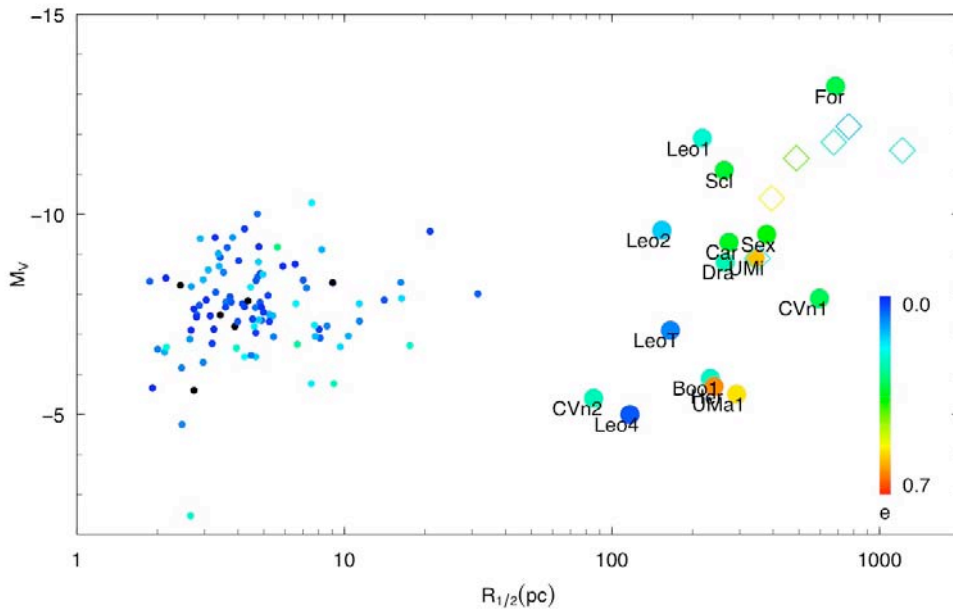


図3. 銀河系矮小銀河(●), M31矮小銀河(◇)と球状星団(ドット)の $r_{1/2}$ 分布. 各色はそれぞれの楕円率を示す.