

The Age and Metallicity Dependence of the Near-Infrared Magnitudes of Red Clump Stars

著者	Onozato Hiroki
number	84
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	理博第3196号
URL	http://hdl.handle.net/10097/00125444

論文内容要旨

(NO. 1)

氏名	小野里 宏樹	提出年	平成 30 年
学位論文の 題目	The Age and Metallicity Dependence of the Near-Infrared Magnitudes of Red Clump Stars (レッドクランプ星の近赤外線等級の金属量・年齢依存性)		

論文目次

Abstract

1 Introduction

- 1.1 Red clump stars
- 1.2 RC stars as a standard candle
 - 1.2.1 RC stars as a distance indicator
 - 1.2.2 RC stars as the tracer of structures
 - 1.2.3 RC stars as a interstellar extinction probe
- 1.3 Absolute magnitudes of RC stars
- 1.4 Star Clusters in the Large Magellanic Cloud
- 1.5 RC stars and stellar evolution
- 1.6 Structure of This Thesis

2 The Data

- 2.1 IRSF data
 - 2.1.1 Sample selection
 - 2.1.2 Age and metallicity of Palma's catalog
 - 2.1.3 Observation
 - 2.1.4 Data reduction
- 2.2 VMC data
 - 2.2.1 Sample Selection
 - 2.2.2 RC magnitudes determination

3 Results and discussion

- 3.1 Age dependence
- 3.2 Metallicity dependence
- 3.3 Absolute magnitude
- 3.4 RC stars as a standard candle

4 Conclusions and future work

4.1 Conclusions

4.2 Future work

Acknowledgments

References

A Density maps of VMC survey tiles

論文内容要旨

Red clump (RC) stars are low mass stars with relatively high metallicity in the core helium-burning phase. They have small scatter of luminosity and effective temperature, and they can be used as a standard candle. The advantage of RC stars as a standard candle is that the number of RC stars is numerous and the statistical error could be small in comparison to variable stars with period-luminosity relation. The large number of RC stars also allows us to utilize them as the tracer of structure of object and interstellar extinction. Furthermore, RC stars are luminous in the near-infrared wavelength, and they can be used in the region where interstellar extinction is strong, and stars cannot be observed in the optical wavelength. For example, distance to the Milky Way bulge or nearby galaxies is measured using RC stars with uncertainty smaller than 0.2 mag (~ 20 per cent) in distance modulus.

However, it has been understood from both theoretical and observational work that the absolute magnitude of RC stars depends on age and metallicity (population effect). The population effect is considered to be smaller in infrared than in optical, but relatively large age dependence is predicted for young RC stars. The difference of absolute magnitude in young RC stars are predicted as about 0.5 mag, and it leads to 50 per cent uncertainty in distance determination. Therefore, it is important to confirm RC population effect by observation. Many studies have confirmed small metallicity dependence. On the other hand, age dependence has not been investigated extensively because it is difficult to obtain the ages of RC stars. So far, the studies are limited to the work using Milky Way star clusters or age that derived from asteroseismology. Thus, the number of samples with both age and metallicity information is quite limited, and the parameter space are not covered enough up until now.

Hence, we use star clusters in the Large Magellanic Cloud (LMC) to fill the parameter space, which previous research has not observationally studied. Star clusters in the LMC are more metal-poor than star clusters containing RC stars in the Milky Way. Also, there are many young star clusters in the LMC. Therefore, we can expand the parameter space to more metal-poor and younger range. To observe the LMC star clusters, we used IRSF telescope with long exposure time, and VMC survey data.

We obtained empirical relations of the population effect for RC absolute magnitudes M_J , M_H , and M_{K_S} , and their colors $J-H$, $J-K_S$, and $H-K_S$. Especially, we confirmed that $J-K_S$, and $H-K_S$ have

nearly constant values $J - K_S = 0.512 \pm 0.012$ and $H - K_S = 0.050 \pm 0.010$ at least within the ages of 1.5-3.5 Gyr and -0.90 to -0.40 dex. This means that these colors are useful as an interstellar extinction probe. We also confirmed that the population effect of observational data is good agreement with the newer theoretical models.

別 紙

論文審査の結果の要旨

天体までの距離決定は天文学の根幹をなす。本論文は、距離決定の際に標準光源の一つとして利用されている、レッドクランプ星の近赤外での絶対光度および固有色が、年齢及び金属量にどの程度依存するののかという点に焦点を当てた。特に、大マゼラン雲中の球状星団中に存在するレッドクランプ星を新たに観測し、そのデータを用いることで、絶対光度比較時に系統誤差を排除して議論を行うこと、天の川銀河には存在しない範囲の年齢と金属量を持つ球状星団をサンプルとし、パラメータ空間上の未踏領域を埋めた上で、これら二つのパラメータの絶対光度への依存性を調べる事を目的としている。

本論文で扱われるレッドクランプ星は、中小質量星が進化し、コアでヘリウム燃焼を行っている段階の恒星である。絶対光度のばらつきが小さく、中小質量星が前駆天体であるから存在数も多く、これまで標準光源の一つとして用いられてきた。レッドクランプ星のこの性質を使って天の川銀河の中心までの距離、天の川銀河の構造の他、星間減光則等がこれまでに調べられてきた。しかし、理論と観測の両方から、レッドクランプ星の絶対光度がその年齢と金属量に依存している事(以下、種族効果)が指摘されており、標準光源として使うには種族効果の程度を調べる事が急務となっていた。本論文では、大マゼラン雲中の球状星団中に存在するレッドクランプ星を観測し、新たなデータを得た上で、これまでに調べられていないパラメータ範囲の種族効果を検証した。その結果、年齢範囲が1から3 Gyr、金属量[Fe/H]が-0.9から0.4dexのパラメータ範囲内に存在するレッドクランプ星の絶対光度には、比較的強めの種族効果がある事がわかった。そこで、この種族効果を考慮した上で絶対光度を計算するための定式化を行った。この補正式を施すことで、このパラメータ範囲内にあるレッドクランプ星が非常に精度の良い標準光源として新たに利用できるようになった。また、レッドクランプ星の J-Ks と H-Ks の固有色については種族効果が非常に小さいことを見出し、星間減光則を求める際の色の指標として、レッドクランプ星のこれら2つの固有色を使えば良いことを指摘した。すなわち、本研究は、レッドクランプ星を標準光源として使った距離決定、構造研究、星間減光則の決定を行う上で大変重要な知見を与えたと評価される。

以上は著者が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有する事を示している。よって、小野里宏樹提出の博士論文は、博士(理学)の学位論文として合格と認める。