

Ciemna Materia – święty Graal nauki

Jacek Krełowski

Centrum Astronomii UMK

Astronomiczna wersja teorii ewolucji



Gromady gwiazd

- System powyżej *10 gwiazd* to już nie układ wielokrotny, ale *gromada*
- Gromady *otwarte* (galaktyczne) zawierają po kilka tysięcy gwiazd różnych mas
- Gromady *kuliste* zawierają po ponad 100,000 gwiazd i przypominają miniaturowe galaktyki

Dlaczego gromady gwiazd są interesujące?

the stars in a cluster are all at about the same distance

the stars have approximately the same age

the stars have about the same chemical composition

the stars have different masses, ranging from about 80-100 solar masses for the most massive stars in very young clusters to less than about 0.08 solar masses.

Gwiazda podwójna, gromada otwarta i gromada kulista



Gromada kulista M80



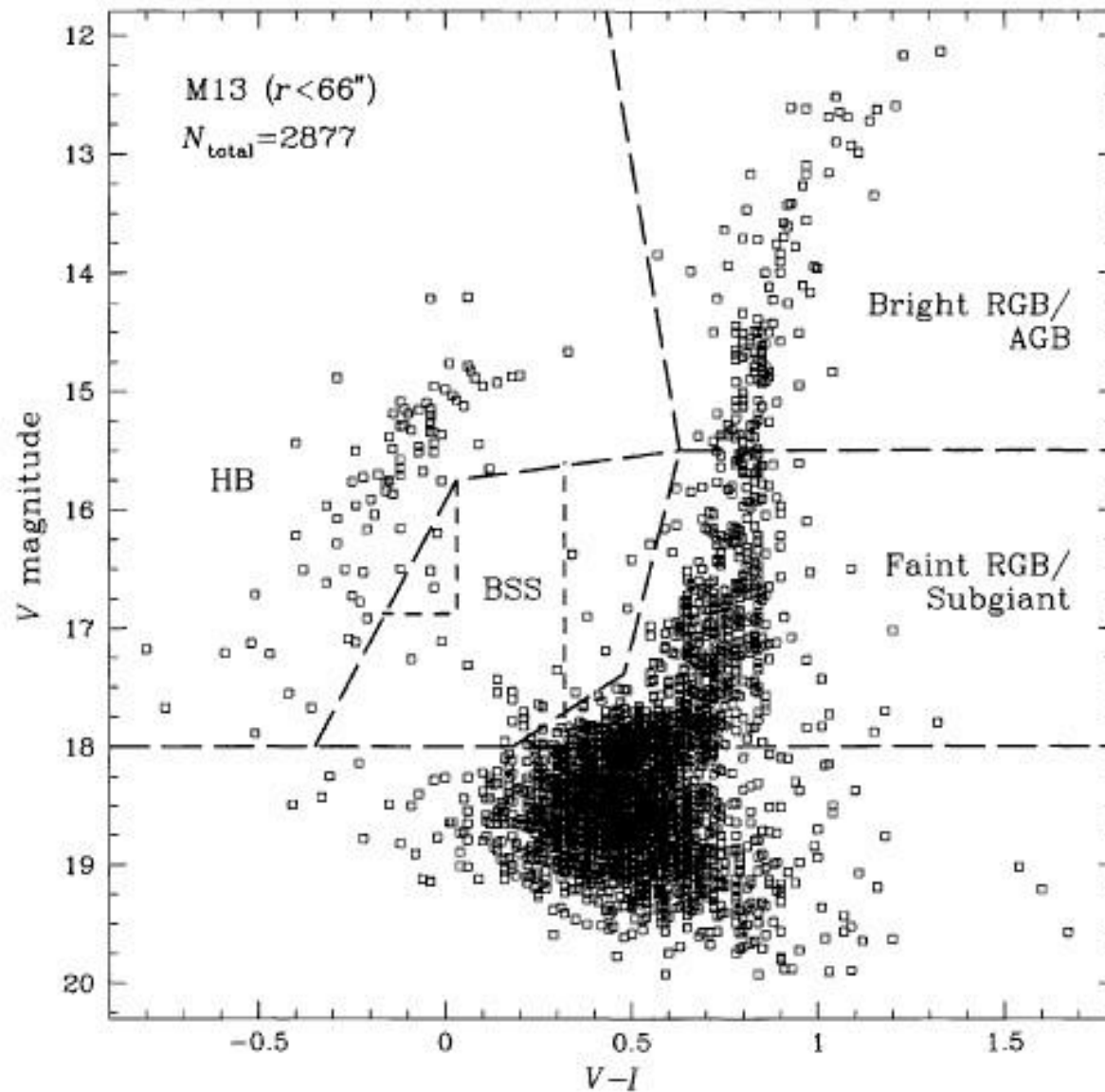
Gromada kulista M13



Ta sama gromada M13 widziana w
zakresie bliskiej podczerwieni



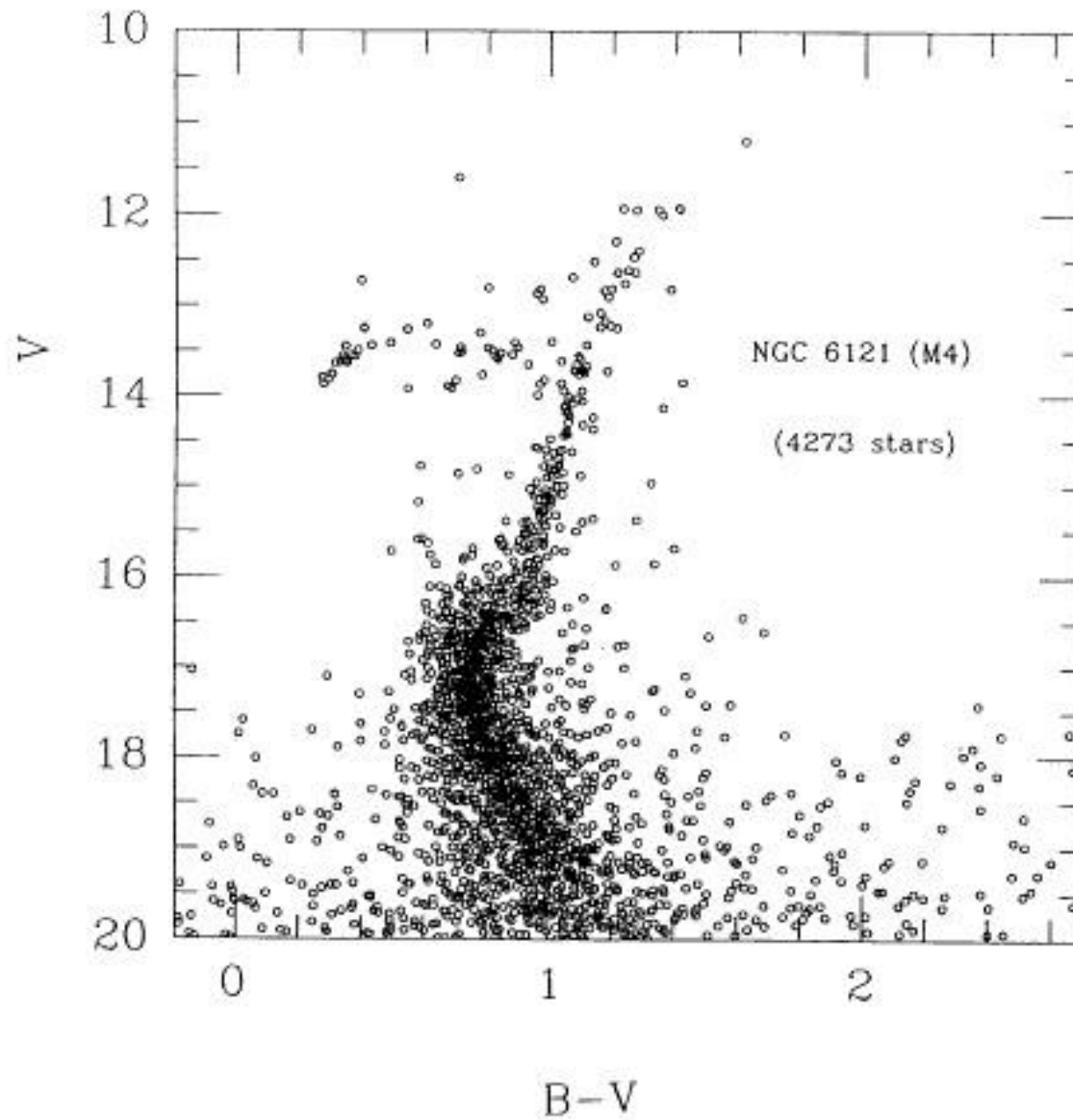
Diagram kolor-jasność dla gromady M13



Gromada kulista M4



Diagram kolor-jasność dla gromady M4



Gromada kulista M55 sfotografowana przez HST

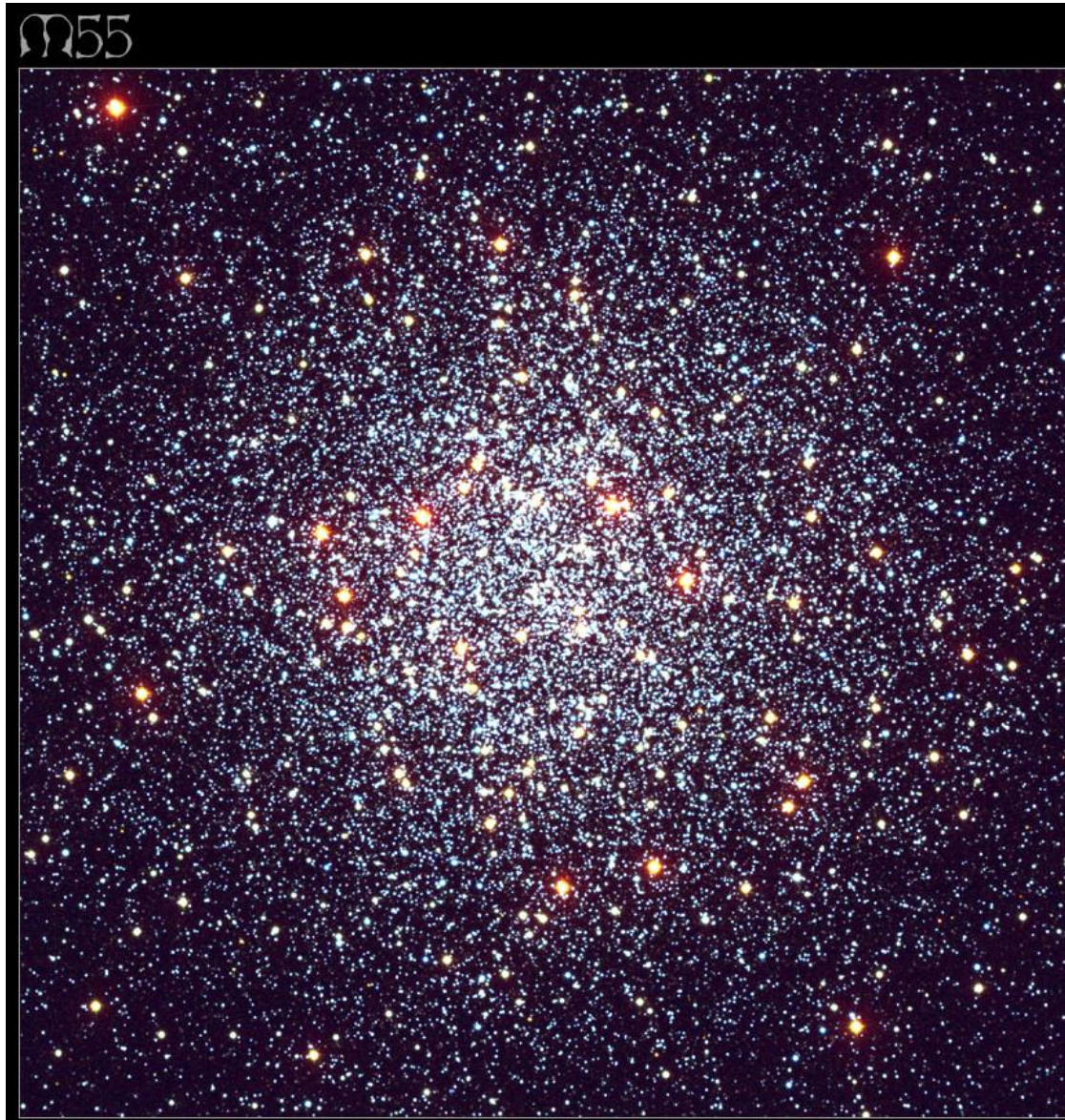
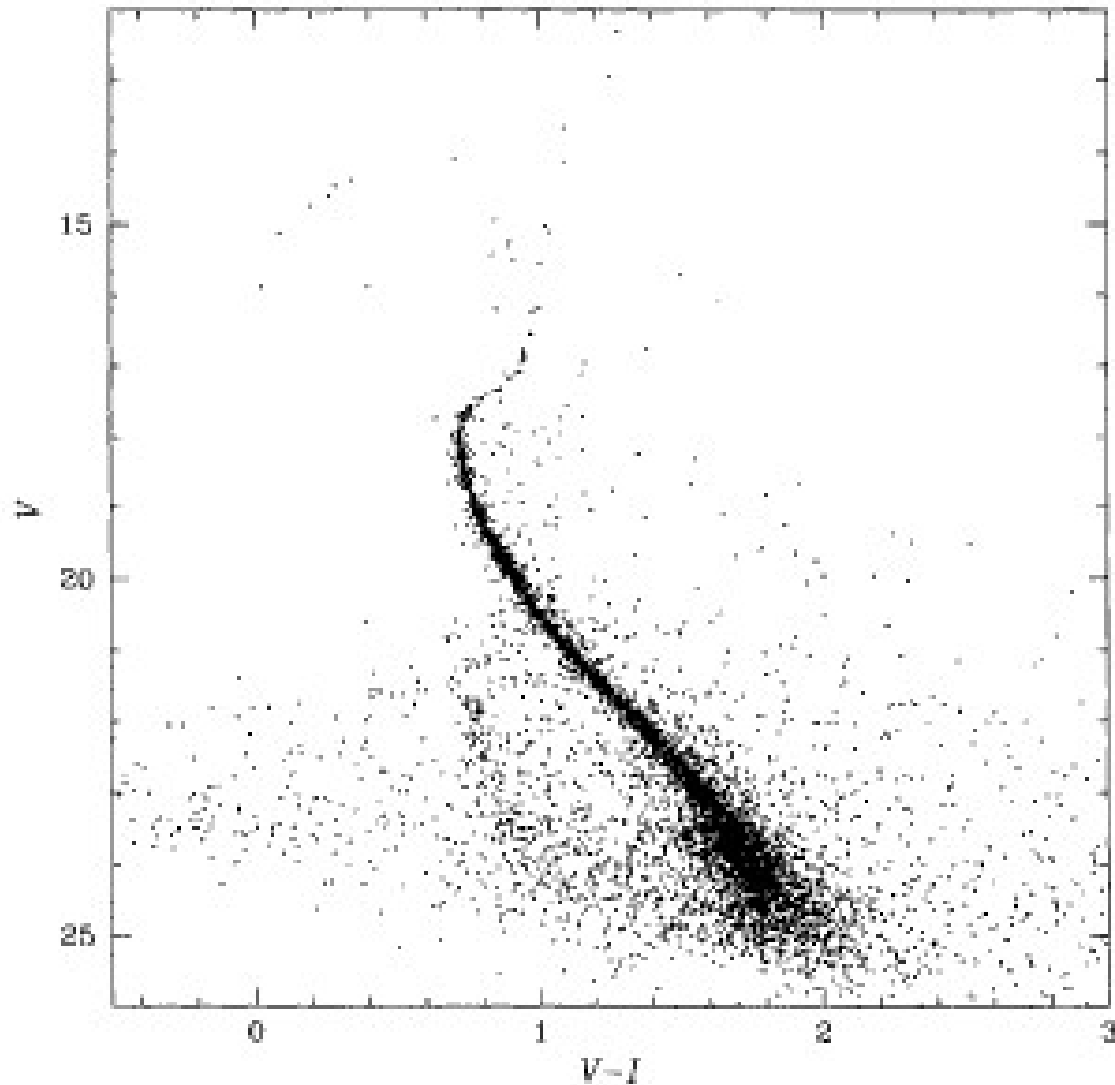
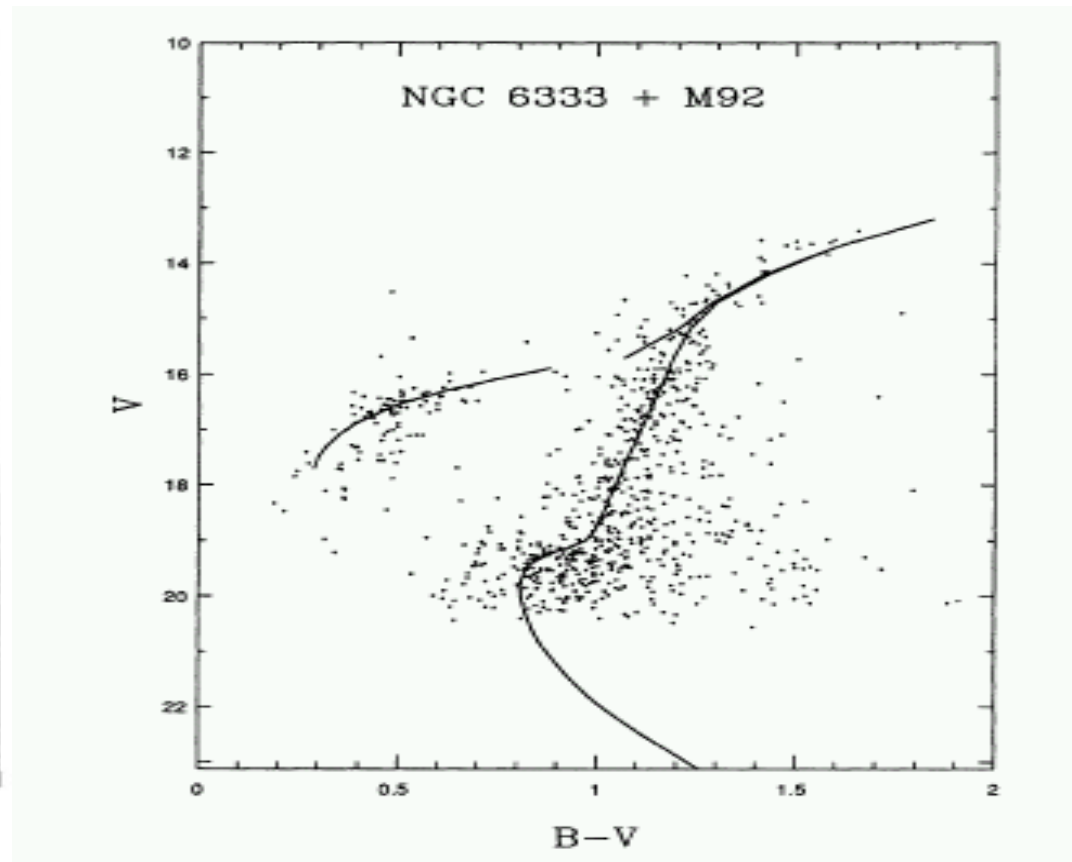
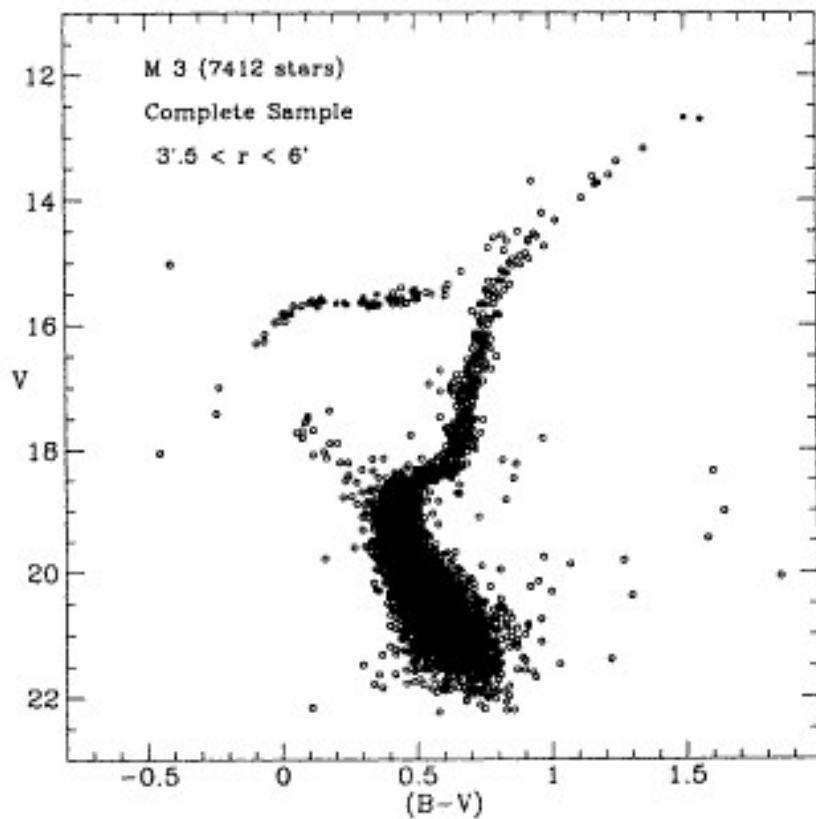


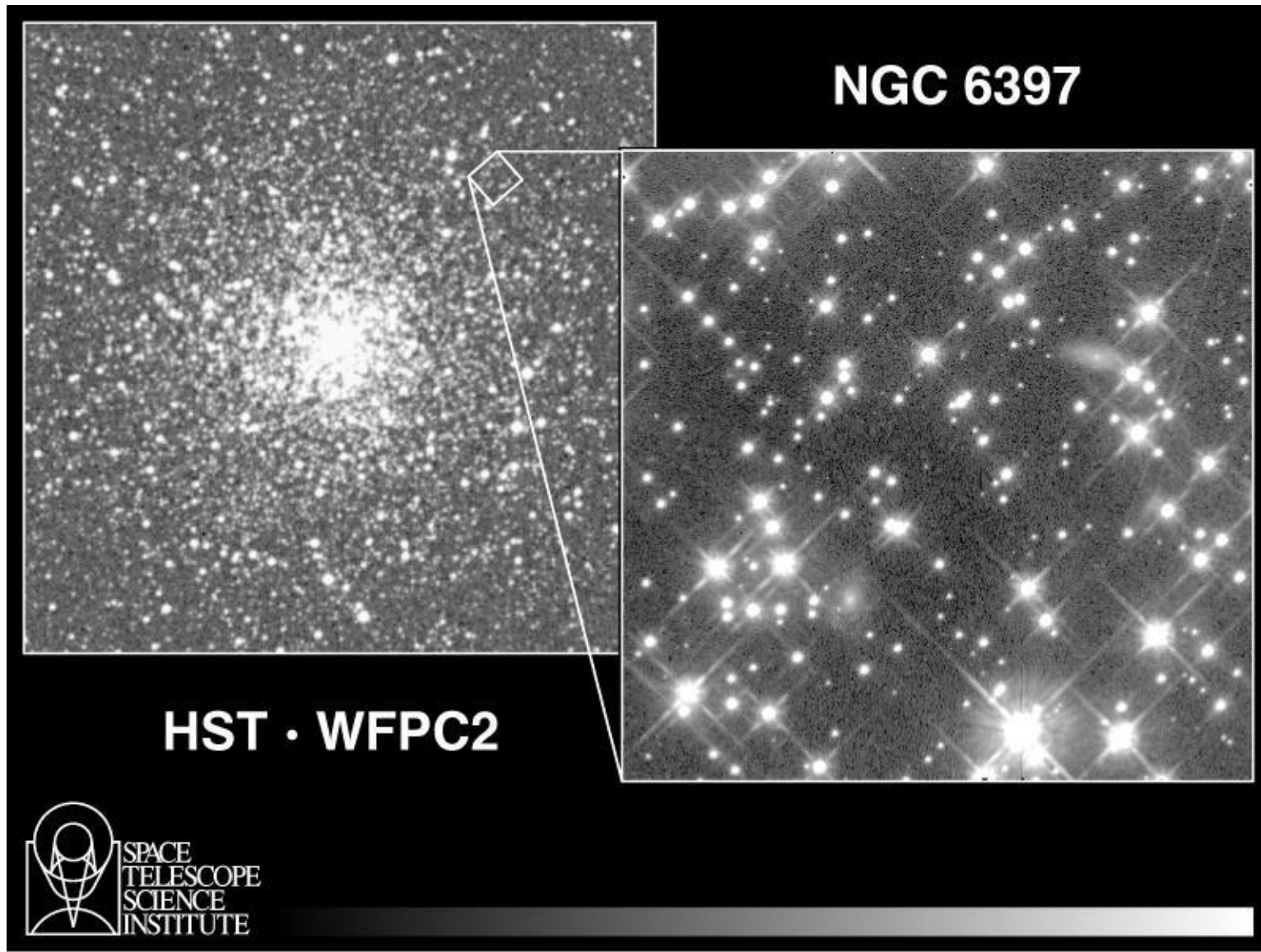
Diagram kolor-jasność dla gromady M55



Charakterystyczne cechy diagramów kolor-jasność na przykładach M3 i M92



Gęstość gwiazd w gromadzie kulistej



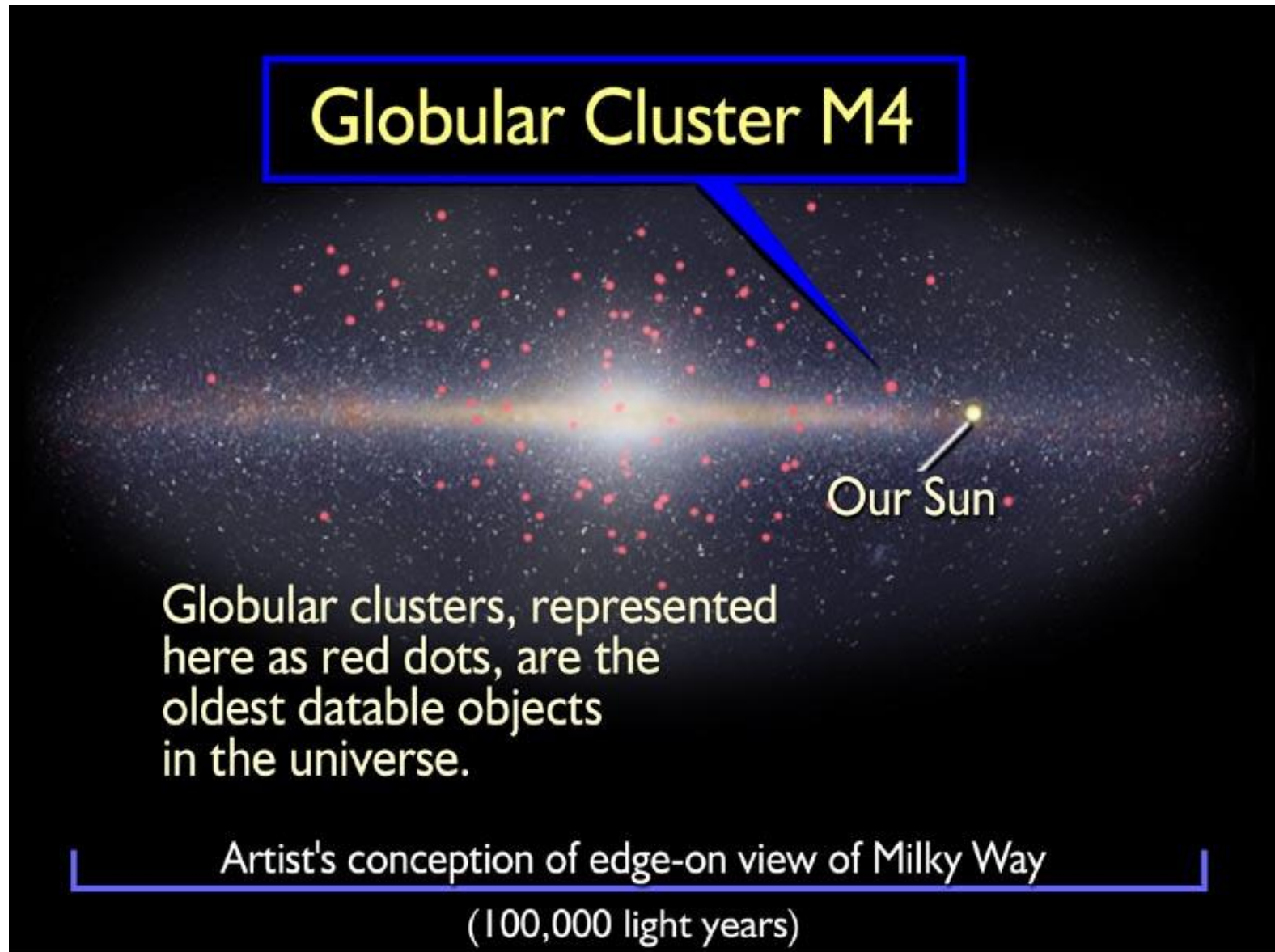
Gromada kulista w naszej Galaktyce i w M31



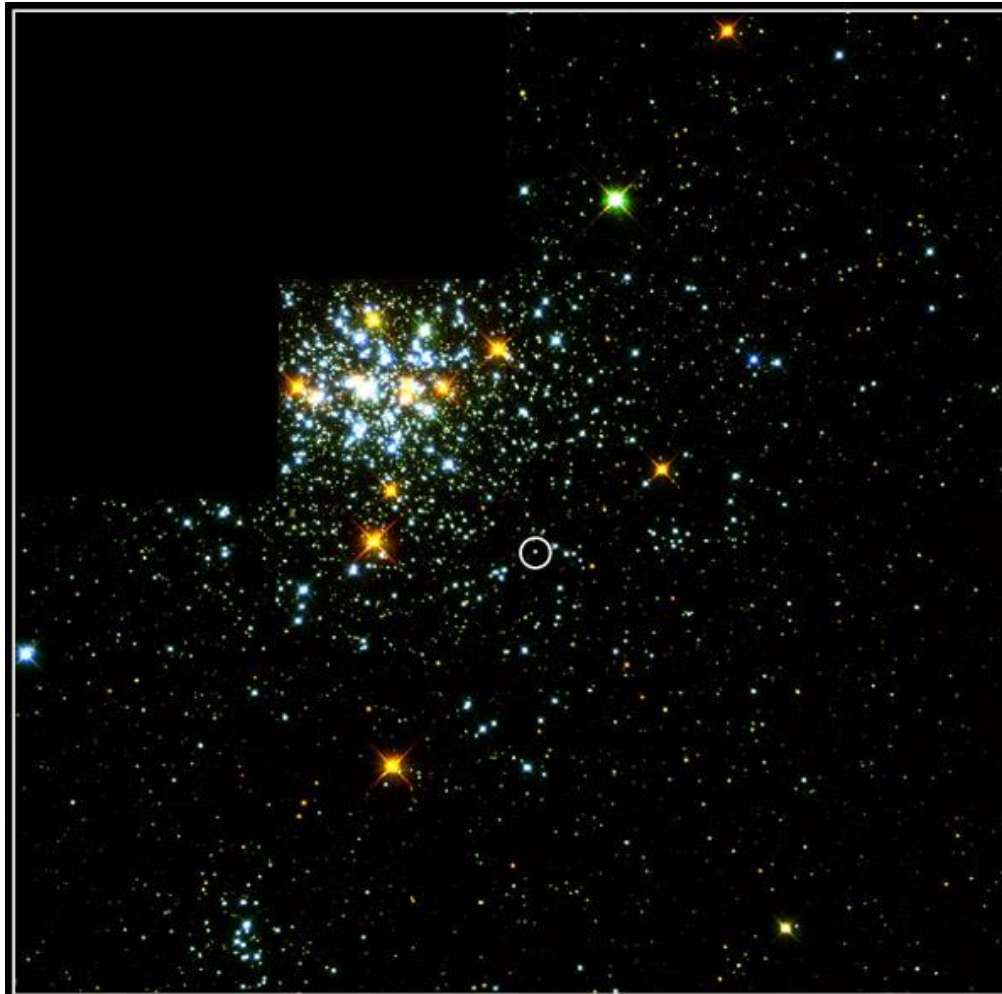
Gorące gwiazdy w gromadzie M15



Rozkład gromad kulistych w Galaktyce



Gromada kulista w Wielkim Obłoku Magellana



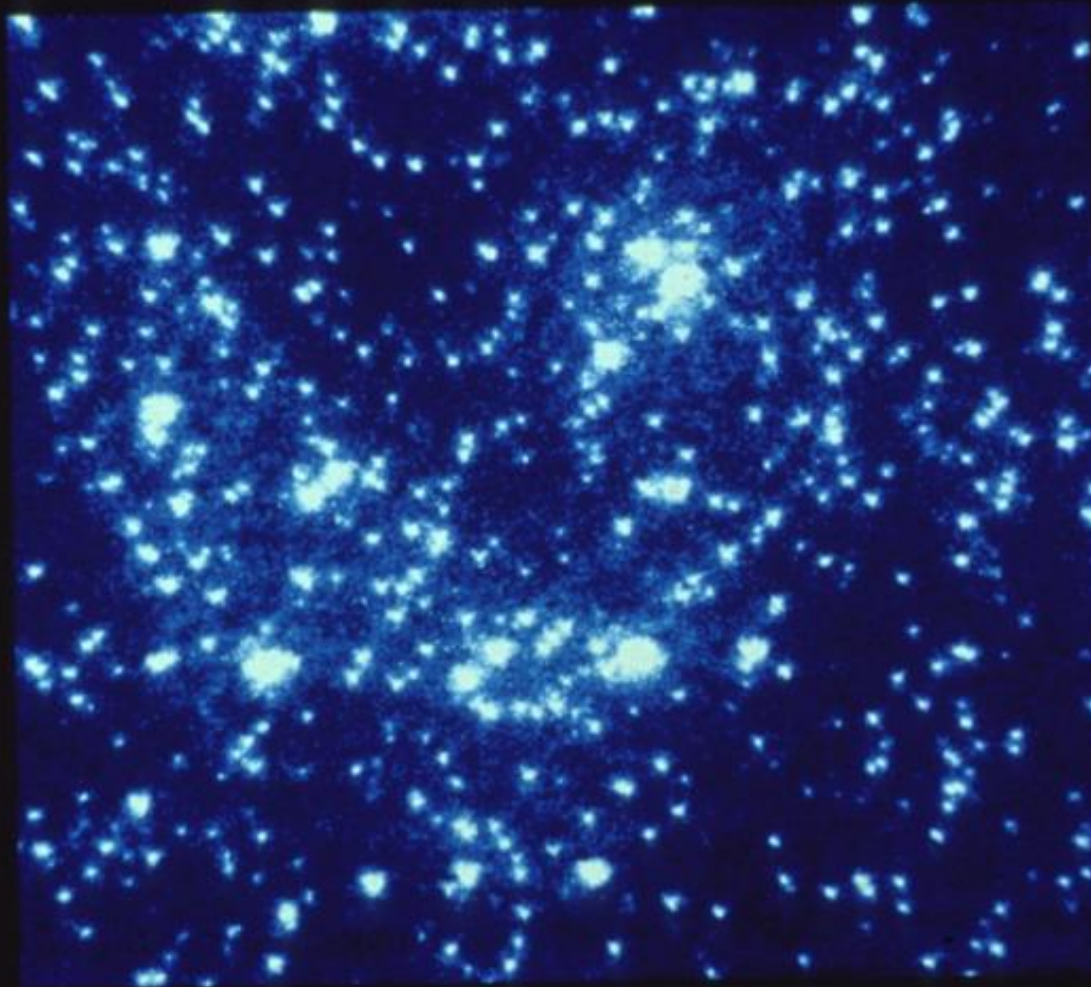
**Globular Cluster NGC 1818
in the Large Magellanic Cloud**

HST • WFPC2

PRC98-16 • ST ScI OPO • April 9, 1998

R. Elson and R. Sword (Cambridge University) and NASA

Centrum gromady kulistej 47 Tucanae w WOM



Gromady kuliste w odległej galaktyce

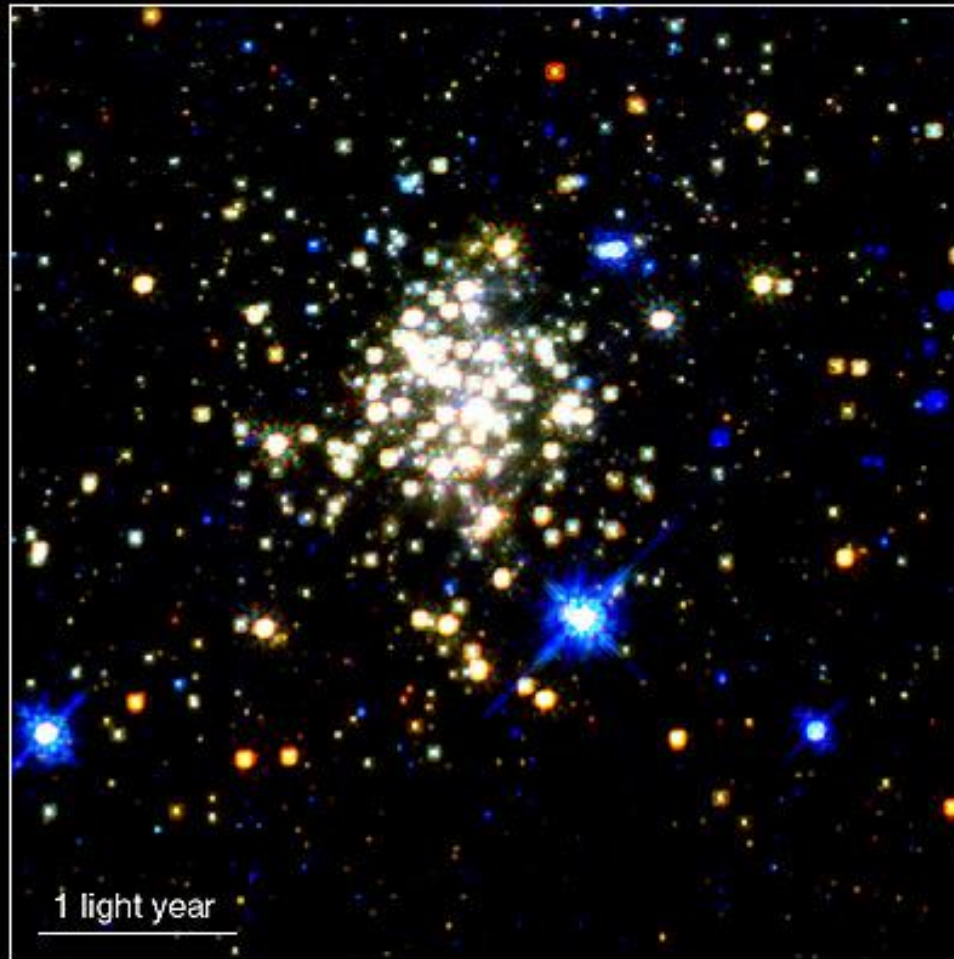


Podsumowanie gromad kulistych

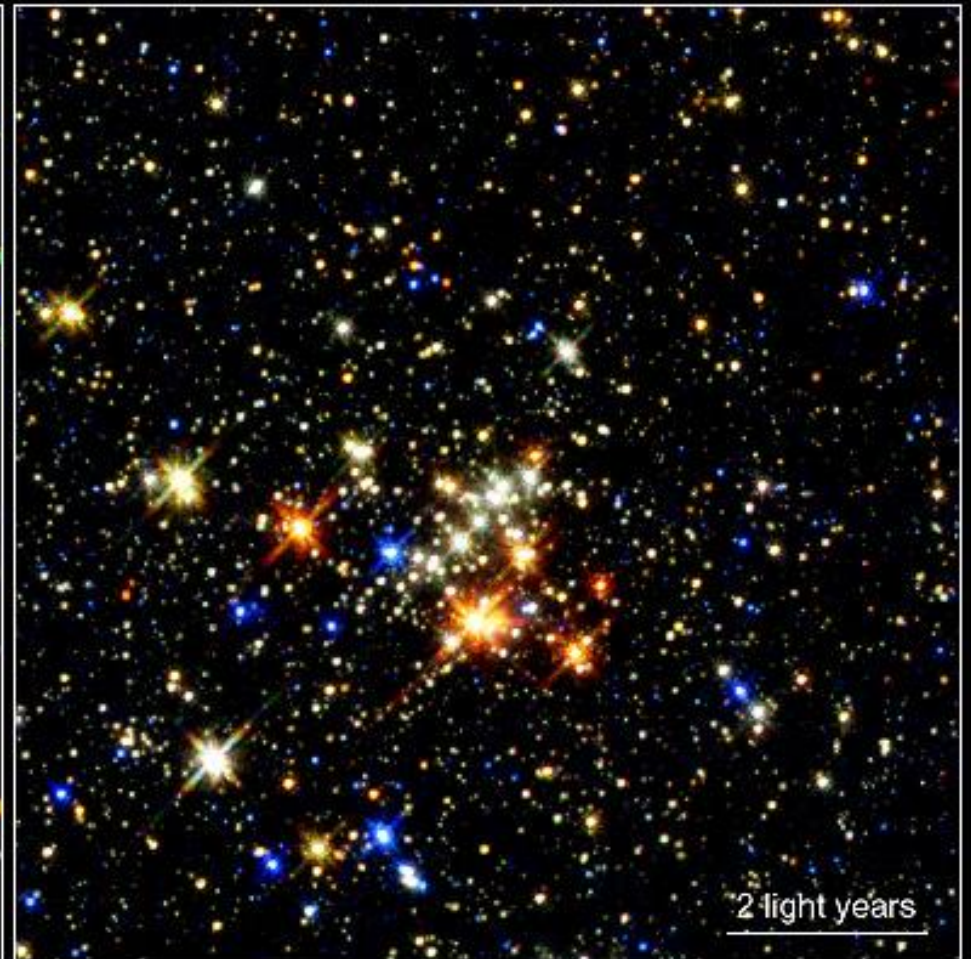
- Gromady kuliste zawierają bardzo wiele ($\sim 10^6$) gwiazd, silnie skoncentrowanych wokół wspólnego środka mas
- Struktura dynamiczna *GC jest stabilna*; czas jej ew. rozpadu jest znacznie dłuższy aniżeli wiek Wszechświata
- Gromady kuliste nie zawierają gwiazd z górnej części ciągu głównego HR i wykazują *niską zawartość* ciężkich pierwiastków

Przykłady gromad otwartych

Arches Cluster



Quintuplet Cluster

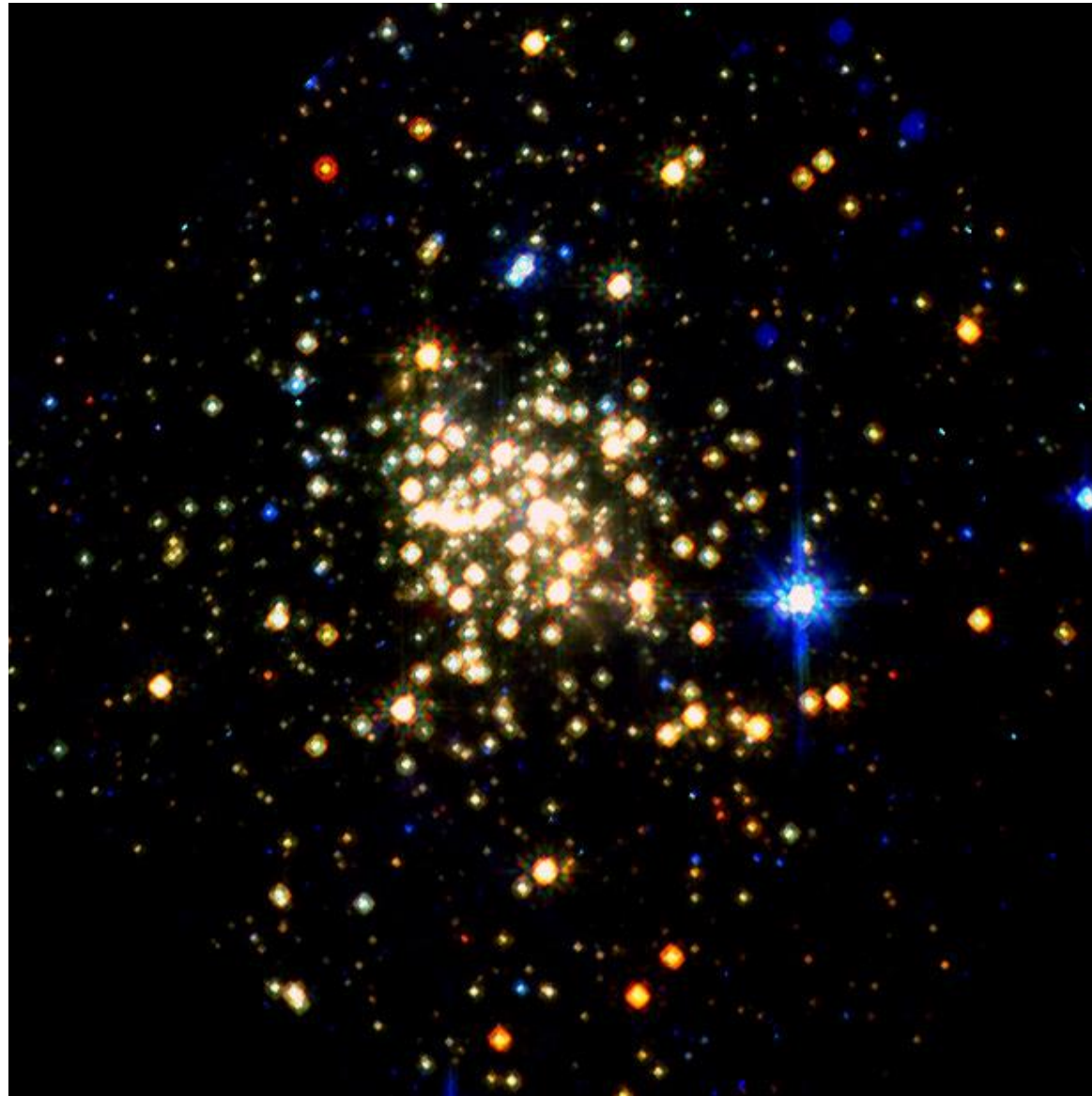


Star Clusters Near the Center of the Galaxy

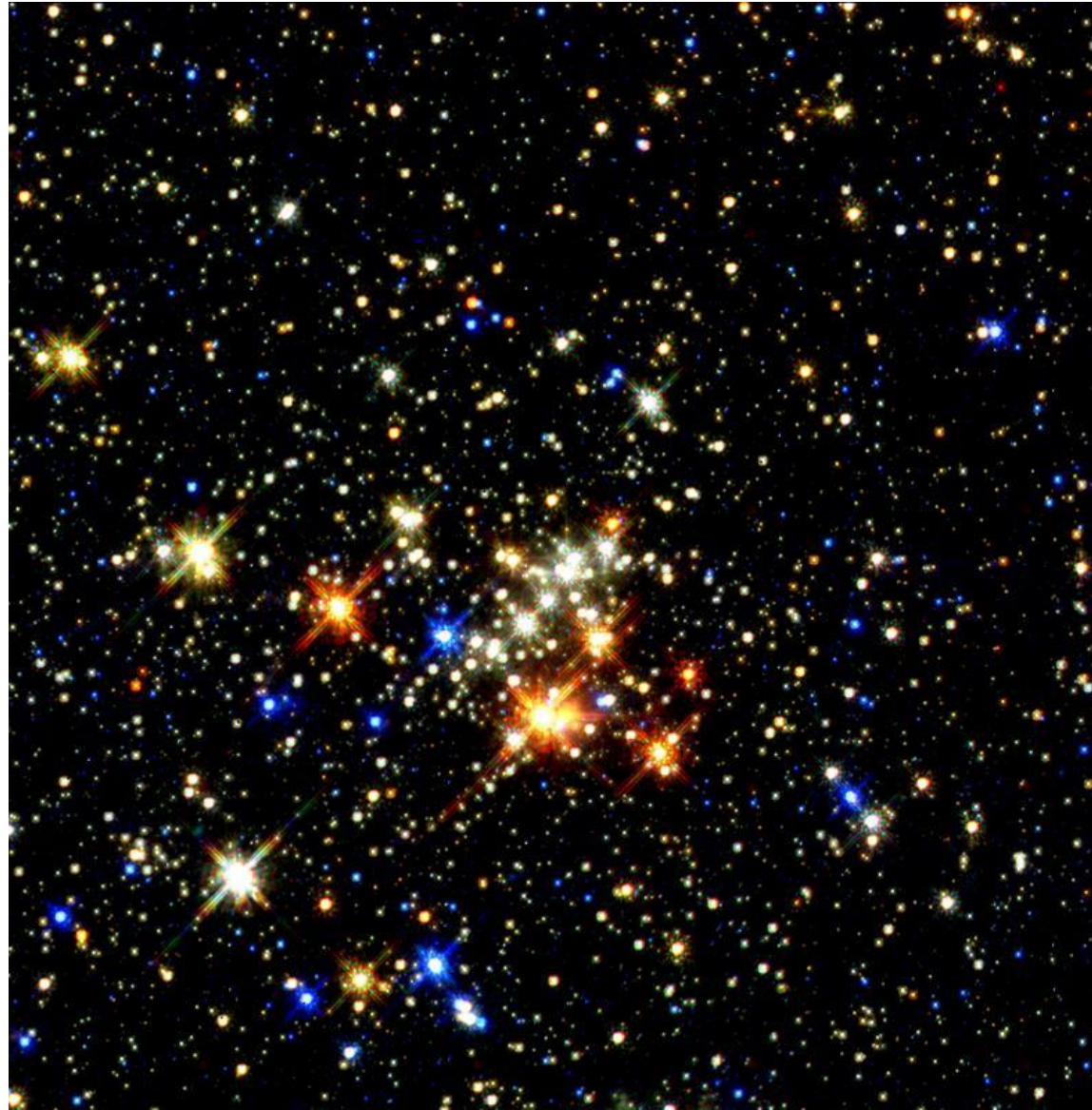
PRC99-30 • STScI OPO • D. Figer (STScI) and NASA

HST • NICMOS

Gromada Łukowa – najgęstsza spośród gromad otwartych



Kolejna gromada otwarta „Kwintet Stefana”



Najbardziej znana gromada otwarta - Plejady

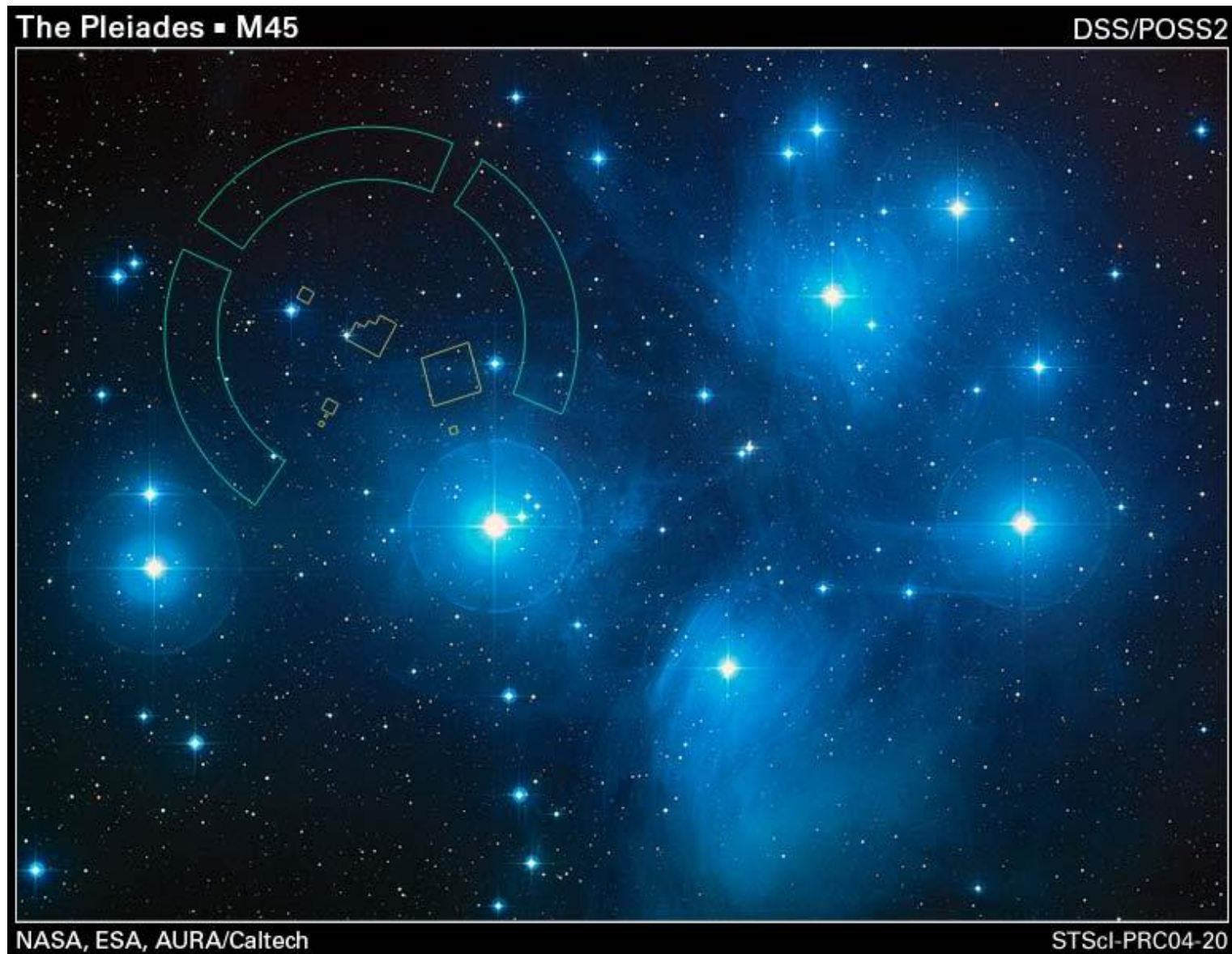
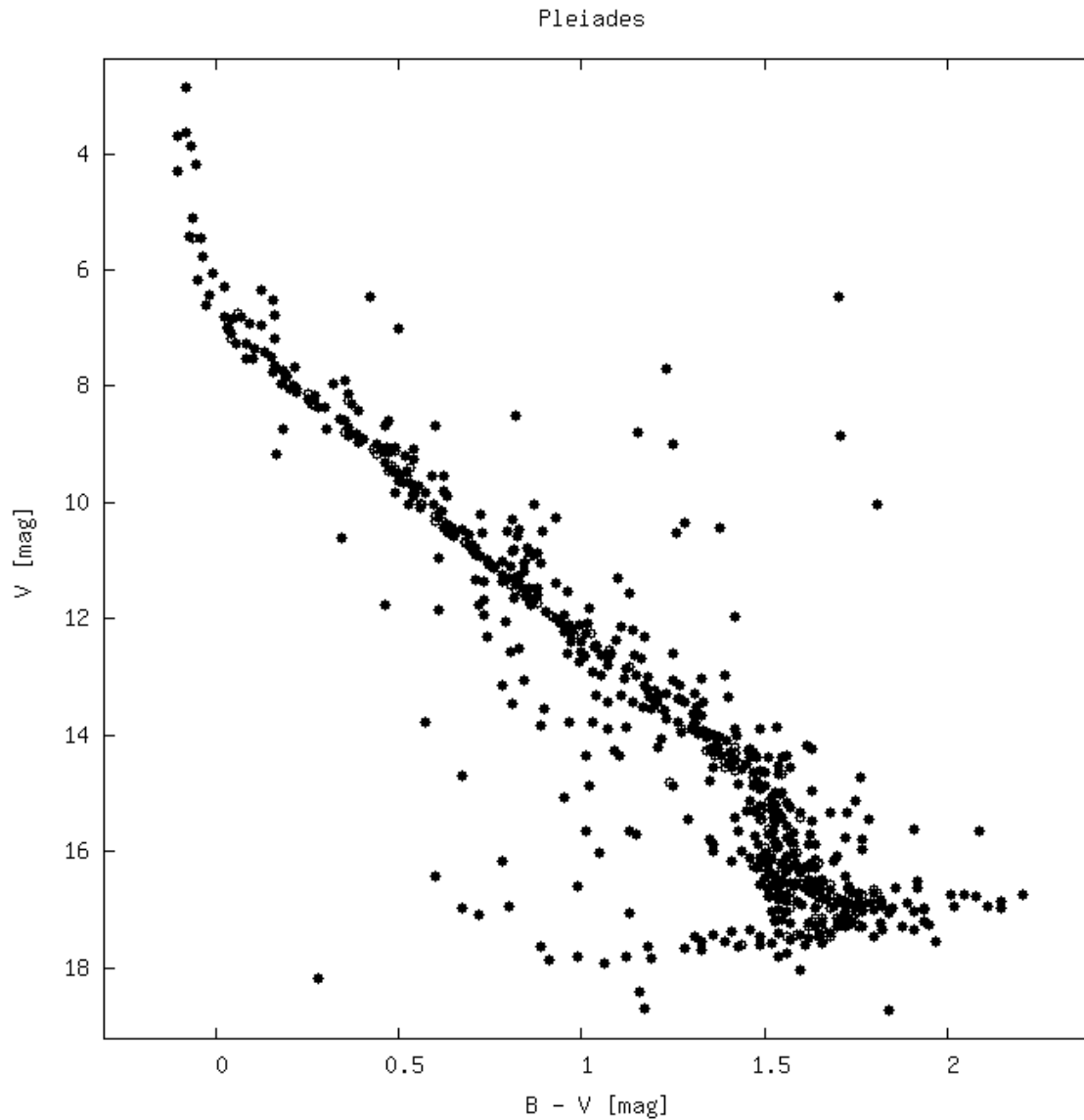
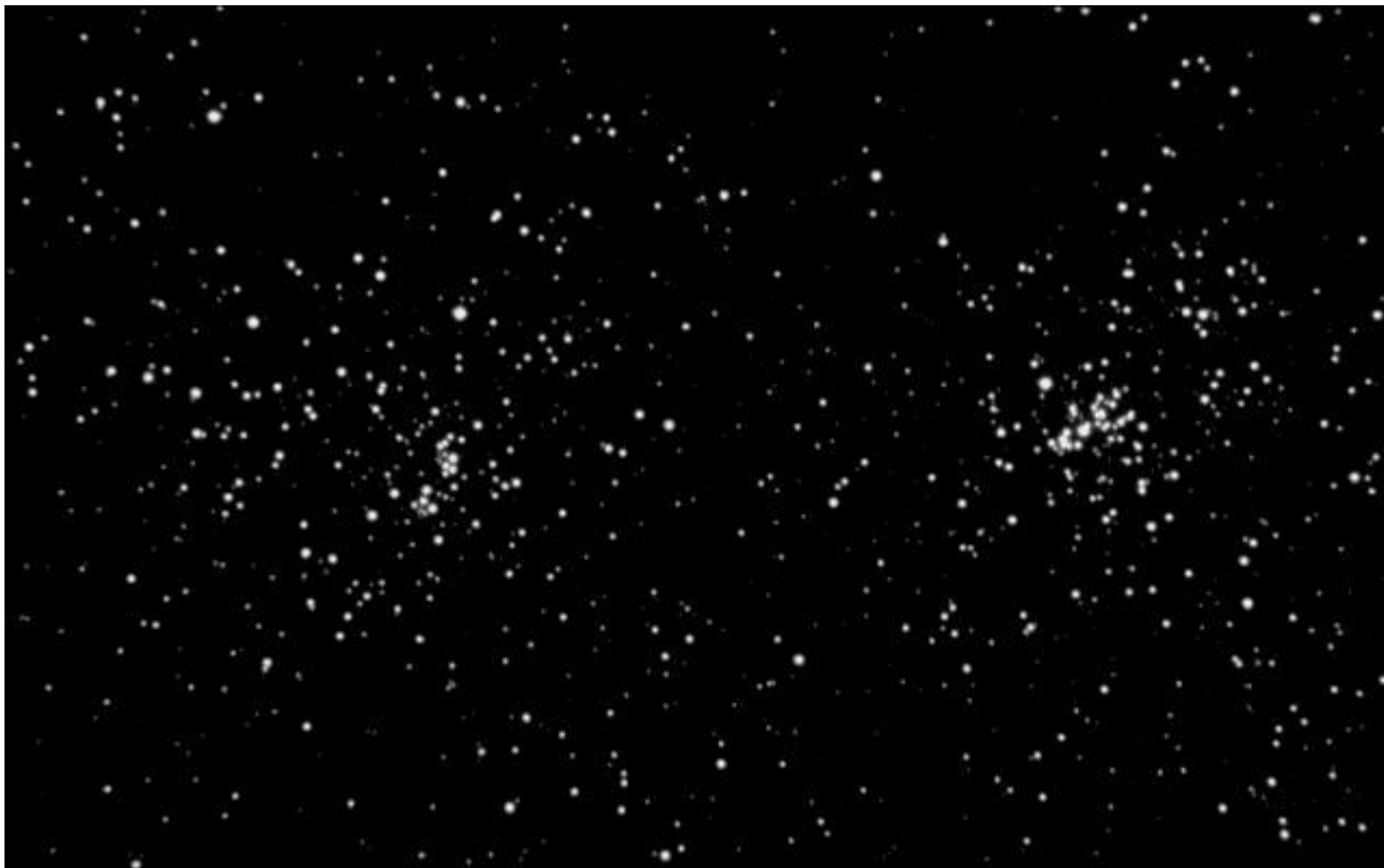


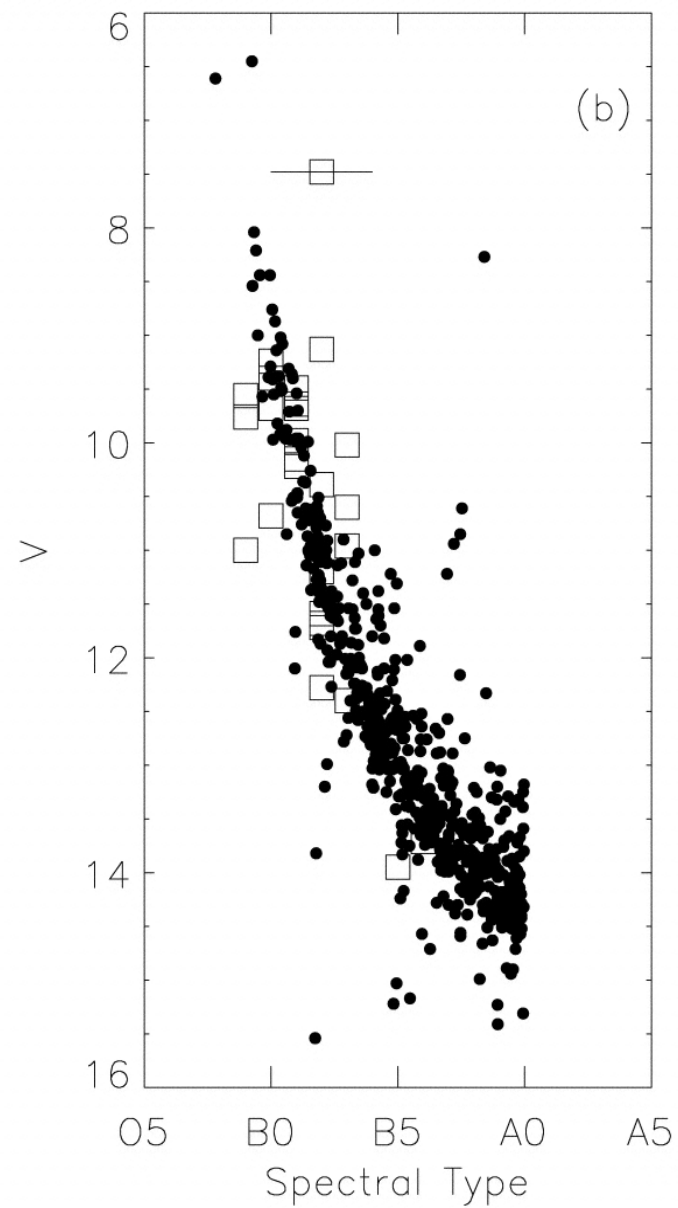
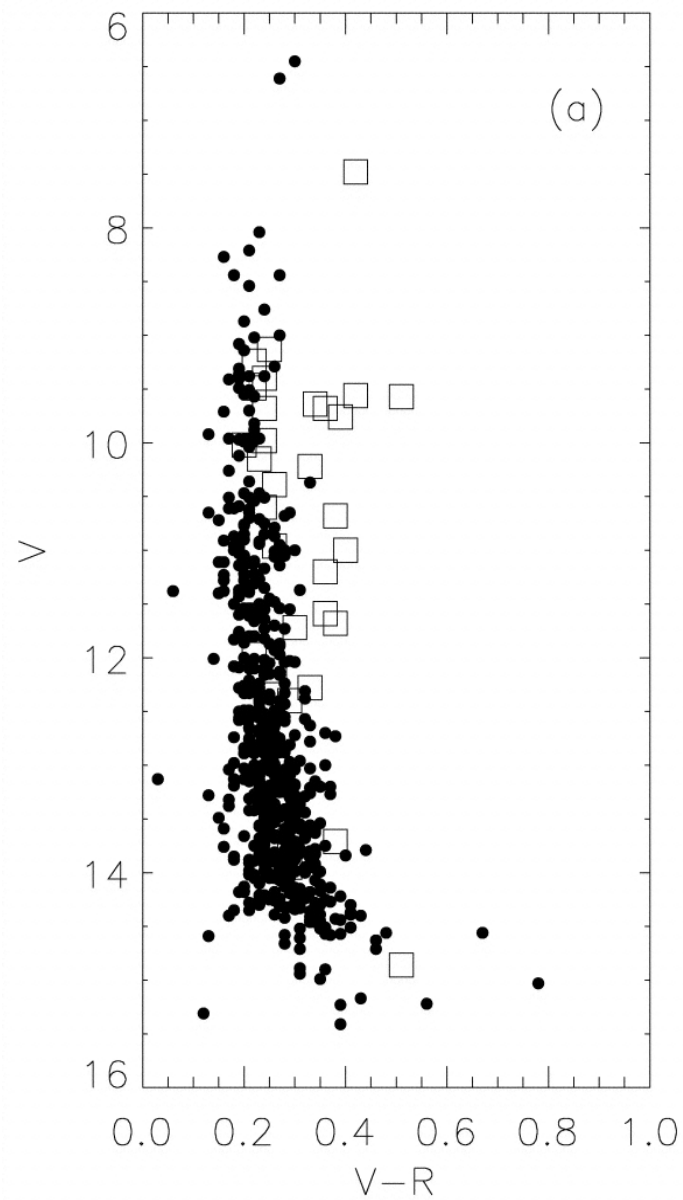
Diagram kolor-jasność dla Plejad



Podwójna gromada otwarta h i χ Persei



Diagramy kolor-jasność dla h i χ Per



Najbliższa gromada otwarta - Hyady

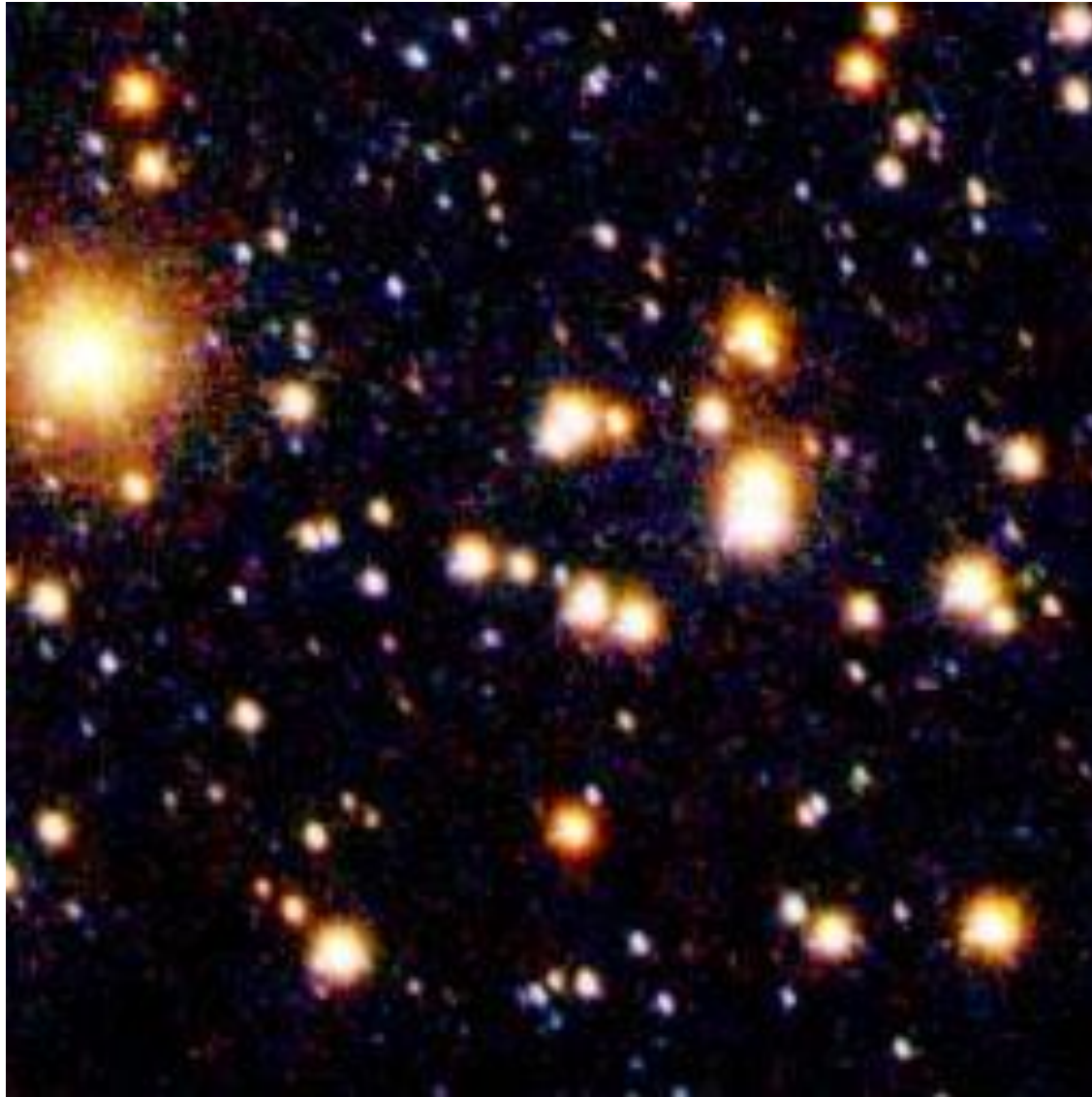
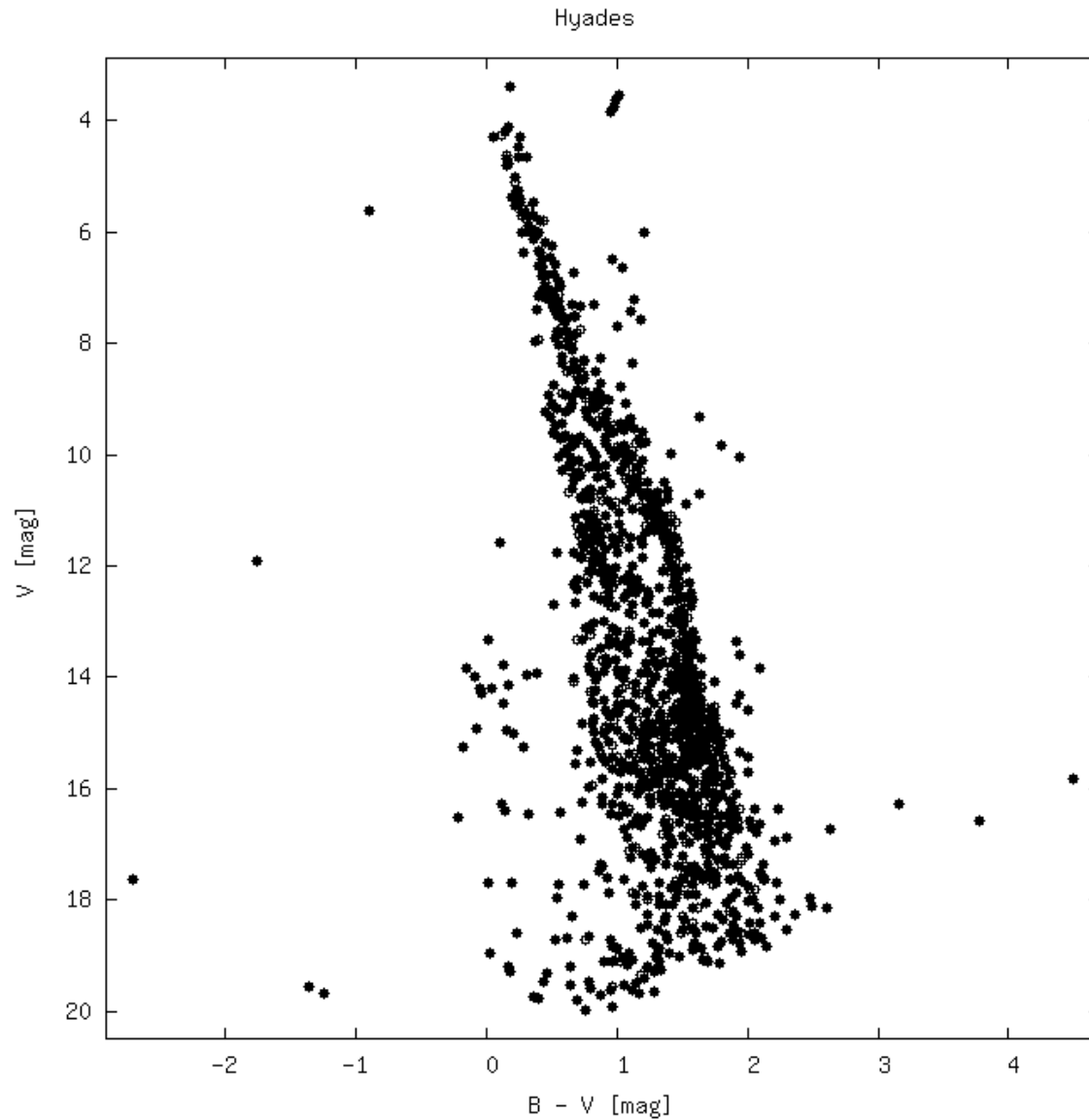


Diagram kolor-jasność dla Hyad



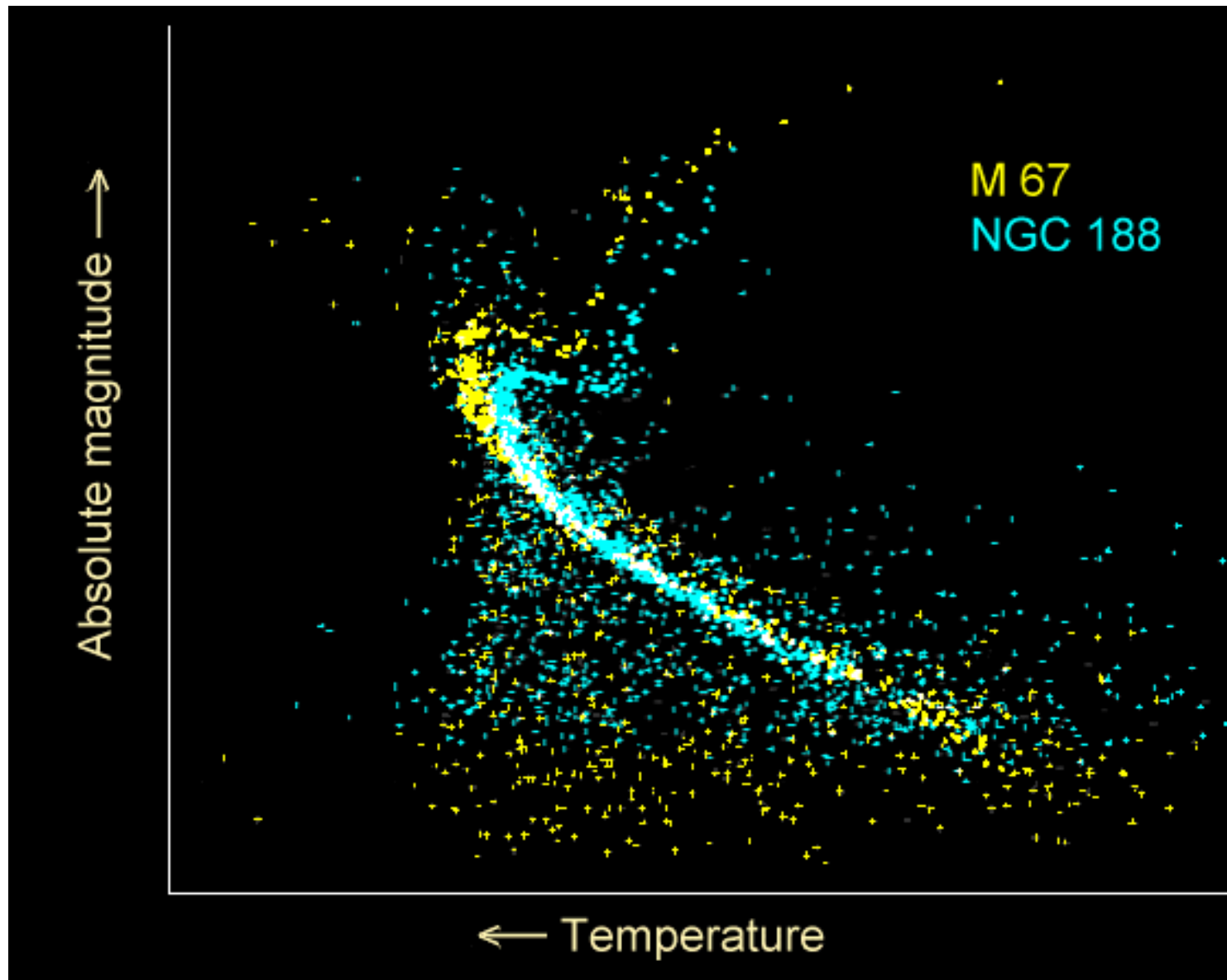
Stara, silnie skoncentrowana gromada
otwarta M67



Gromada NGC188



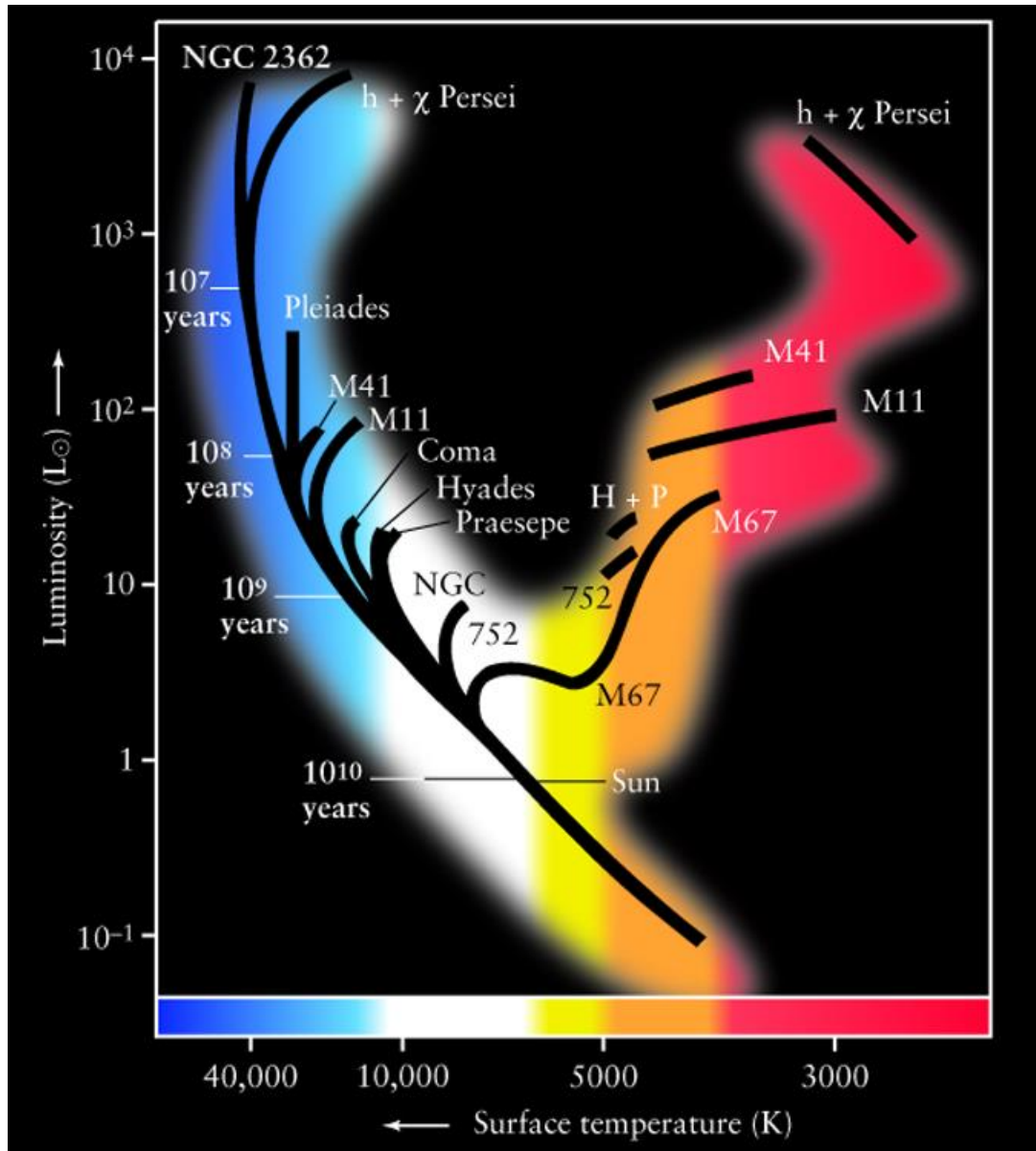
„Punkt odejścia” w dwóch starych gromadach otwartych



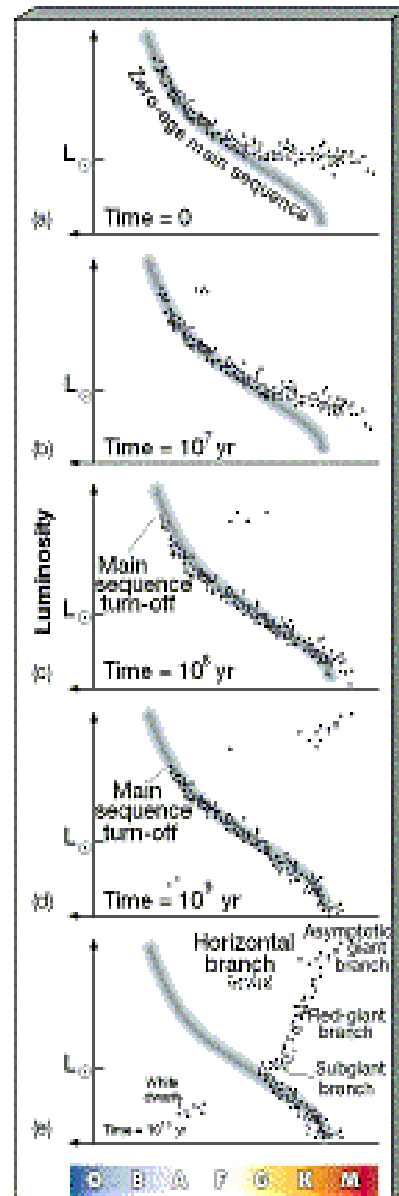
Co mówią nam gromady otwarte?

- Gromady otwarte nie są na ogół silnie skoncentrowane, a ich masy są o *rzęd wielkości mniejsze* od gromad kulistych
- GO dosyć szybko (*$\sim 10^7$ lat*) ulegają dyssypacji
- Zawartość *ciężkich pierwiastków* w GO przypomina słoneczną

Kompozycja diagramów H-R dla gromad otwartych



Ewolucja gromady według modelu



Ewolucja gwiazd wedle wesołego Japończyka

星の一生について

