



HST画像を用いた中学生のHR図作り

田中義洋 (東京学芸大学附属高校)

縣 秀彦 (国立天文台天文情報公開センター)

小池邦昭 (東京理科大学)

1. はじめに

ハッブル宇宙望遠鏡 (HST) による最新天体画像は、しばしば新聞やテレビ番組で取り上げられ、一般の人々に注目されている。このような最新画像を取り入れた教材は、生徒にとって学習への動機を高める効果があると考えられる。我々は、入手したFITS画像をわざとぼかして恒星の色を分かり易くする方法 [1]を用いることで、恒星の色の多様性に中学生でも気づくことができるのではないかと考えた。そこでHST撮影の球状星団画像を用いて、HR図を作成させる授業を行った。

今回の授業は、東京学芸大学附属世田谷小学校、附属世田谷中学校、附属高等学校合同公開研究会の一環として実施された。この研究会は平成11～13年度文部科学省指定開発研究「児童・生徒の認識と学習観の発展を支える小・中・高一貫した教育課程の開発」の研究報告の一部をなしている。

なお、今回発表の内容は、すでに『地学教育』(第55巻第4号, 135-139, 2002)に詳しい報告をしているので、そちらも参照していただきたい。

2. 教材作成

研究用画像アーカイブを利用することで、必要な画像はすべて、インターネット上で取得できる。今回は、恒星の色の種類に富み、年齢の異なる2つの球状星団(M80とNGC1818)の画像を、HSTアーカイブ(<http://archive.stsci.edu/>)よりダウンロードした。

HST画像を選んだ理由は、FITS形式のプレビュー画像を、初心者でも簡単に取得できるからである。異なる3つの波長域で撮影され

た元画像を色合成し、さらにぼかして利用した(図1)。

M80 色測定用ぼかし画像

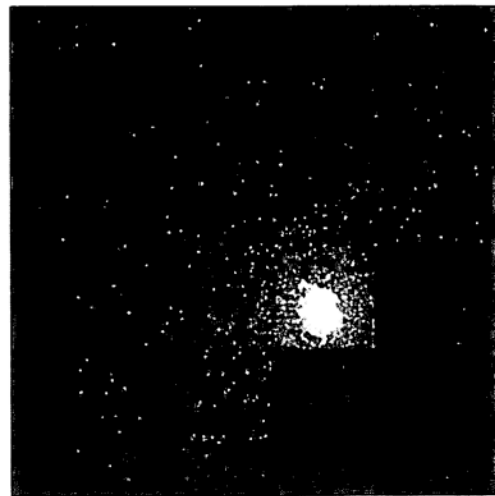


図1 M80色測定用ぼかし画像

なお、画像解析に関しては、簡単な操作で中学生が必要な機能のみを利用できるように、IRAFをGUI化した教育用画像処理システムを独自に開発した[2]。

3. 授業の流れ

作成したHR図や2つの星団を構成している星の違いについての考察を行うために、事前授業を東京学芸大学附属世田谷中学校で2回行った。3回の授業の概要は以下の通りである。

授業対象：附属世田谷中学1年D組40名

授業担当：第1時、第3時—田中義洋

第2時—岡田仁(附属世田谷中学校教諭)

(1)第1時：平成13年11月5日(月)、附属中

学校第一理科室、50分授業

簡単な自己紹介の後、今回の一連の授業で

恒星のこと、特に星の色と明るさに着目することを伝えた。星団の星は、地球から同じ距離にあるとみなせるので、距離の違いによる明るさの違いを考慮しないですむことを説明した。

作業は4人1グループで行った。最初に、NGC1818のぼかし画像を用いて星の色を50個識別させた。この日、明るさ(等級)をコンピュータを用いて計測させることを予定していたが、コンピュータの不具合によって計測させることができなかった。そこで、もう一方のM80についても、星の色を50個識別させた。生徒たちは約30分間で、2つの星団の合計100個の星の色を識別することができた。

(2)第2時：11月8日(木)、附属中学校第二理科室、45分授業

2つの星団の星各50個を用いてHR図を作成させた。具体的には、A4版方眼紙を一人一枚配布し、軸の取り方を指定して、縦軸には事前に筆者が計測し表で与えた等級値を、横軸には生徒が識別した色をプロットさせた。次に、2つの星団のHR図の違いを考察し、気付いたことを記録させた。HR図については40人全員が45分間の授業内で作成でき、35人については考察を記録できた。

(3)第3時(公開授業)：11月10日(土)、附属高等学校地学実験室、50分授業

最初に、HR図等提出物を返却し、前時までの流れを確認した後、画像を見て分かったことと、作成したHR図を見て分かったことについて、生徒に発表してもらった。あわせて、第1時にできなかった、明るさ(等級)をコンピュータを用いて計測する方法を説明し、2人で約1分間ずつ、計測を体験してもらった。最後に、生徒が発表した考察に対する検証を行い、星の色と明るさについての説明して、生徒の作成したHR図を用いて主系列星から赤色巨星への進化を補足説明し、2つの星団で年齢が異なることを教えた。

4. 考察

(1)作業を取り入れた授業への評価

生徒はぼかし画像から、M80では5色(青・白・緑・橙・赤)に、NGC1818では6色(青・白・緑・黄・橙・赤)に分けることができた。図2は生徒が作成したHR図の一例である。スペクトル型ではなく、識別した色を横軸に用いることで、中学生がHR図を書けることが分かった。

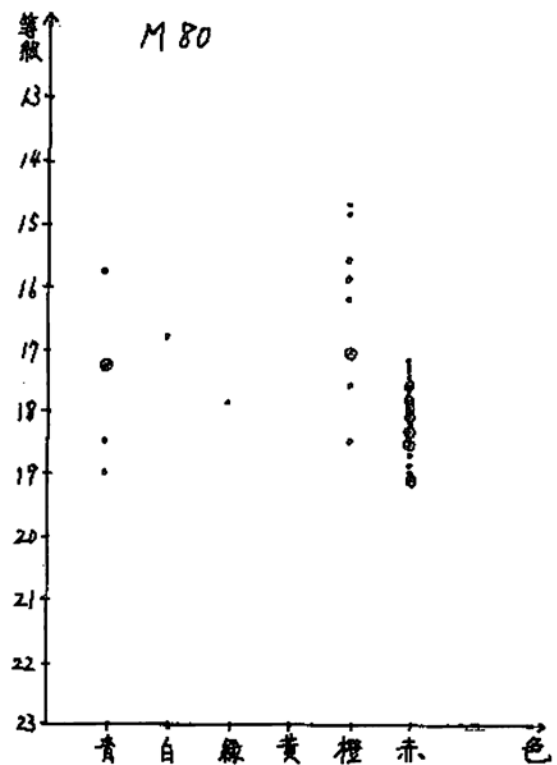


図2 生徒の作成したHR図(M80)

また、生徒の大半は、今回の授業を「とてもおもしろかった」または、「おもしろかった」と答えている。また、おもしろかった理由として、「パソコンで星の等級を調べることがおもしろかった(男子)」などをあげている。つまり、画像から色の識別とパソコン上での等級測定という自分自身で行う作業が授業の中心であったことが、生徒の関心・意欲をよんだ一因と言えよう。改めて生徒の学習意欲にとって作業が大切であることが分かった。事前アンケートから分かるように、従来

の星の学習が生徒に比較的嫌われているのに対し、今回の学習は好感を持って受け入れられたといえる。

(2) 恒星の色と明るさについての考察

授業で生徒があげた考察を以下に示す。画像を見て気づいた点としては、「密集している(女子)」、「色が分かりにくい(男子)」(以上 M80)、「より明るい(男子)」、「色が多い(男子)」、「赤と青が目立つ(男子)」(以上 NGC1818)をあげている。

次に、作成した HR 図から気づいた点としては、「赤が多い(男子3人)」、「橙色にいろいろな等級の星がある(女子)」、「黄色が1つもない(女子)」、「赤は17~19等に多い(男子)」(以上 M80)、「白が多い(男子2人)」、「1色でもいろいろな等級がある(女子)」、「同じ等級でも色が違う(女子)」(以上 NGC1818)をあげている。2つの HR 図から「星の色と明るさに決まった関係は見つからない(女子)」と考察した生徒もいたが、これは今までにグラフというとき、比例または反比例の関係しか取り上げられていないことに起因していると思われる。

結果として、恒星の多様性にはほぼ全員が気づき、なかにはその規則性について言及する生徒もいたが、恒星の物理状態や進化過程にまで踏み込んだ考察はなかった。したがって、中学1年対象の星の明るさと色についての学習において、生徒が自らの考察により、恒星の物理状態と進化過程が恒星の多様性と関連することに気づくことは困難であることが分かった。

5. 今後の課題と発展

いくつか課題は残るものの、今回開発した教材は、中学生に恒星の多様性を気づかせる教材として有効である。

しかし、緑色の星のように肉眼での観察とは矛盾する色については、高等学校以降の学習との連続性を考えた場合、誤解を招く危惧

がある。この点を改善するには、自然な色合いで恒星の色を表現できるよう、色合成画像の作成技能を高めることが必要である。さらには、画像処理を行い、肉眼での観察とは矛盾する色をなくしてしまうことも必要かも知れない。

さらに、HST やすばる望遠鏡の画像アーカイブから、中学校や高校での利用に適した画像を発掘し教材化する作業を今後も進めていきたい。

引用文献

- [1] Malin, D. and Murdin, P., 1984, "Colours of the Stars", Cambridge University Press.
- [2] 小池邦昭, 縣秀彦, 田中義洋, 2002, IRAF を用いたネットワーク指向型画像処理システムの開発と教育利用, 日本天文学会 2002 年春季年会予稿集, Y10c.