

星雲はどのように輝くのか ～3波長帯での測光観測より～

銀河学校 2018 A 班

梶田 みさと(高専4)【国立豊田工業高等学校】、大村 充輝(高3)【山口中央高校】
伊藤 愛結(高3)【奈良女子大学附属中等教育学校】、田中 匠(高3)【栄光学園高等学校】
海老原 将(高2)【麻布高校】、山崎 夏奈(高2)【横浜サイエンスフロンティア高校】

-Abstract-

3つの星雲の3波長帯での測光観測から二色図を作成し、星雲の発光過程について考察、観測対象の各星雲の発光過程を推定した。また各対象についての考察を基に、星雲の発光過程と星雲や周囲の恒星の進化との関係性について一般的な考察を行なった。

1. 動機

恒星は、内部での核融合反応により生み出したエネルギーを使って発光している。一方で、核融合反応を行わない星雲はどのようにして発光しているのかを疑問に思い、恒星と星雲の測光観測から発光過程を研究した。

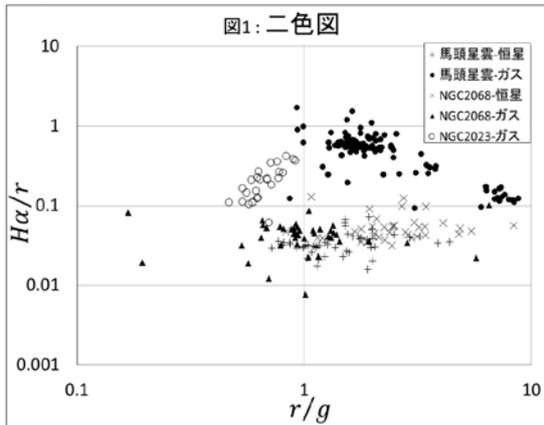
2. 観測

観測場所：東京大学木曾観測所
観測装置：105cm シュミット望遠鏡, Tomo-e Gozen
撮影：H α \cdots 0.5s \times 360 \times 5 r, g バンド \cdots 0.5s \times 360 \times 1
対象：馬頭星雲, NGC2023, NGC2068

3. 方法 (画像解析ソフト Makali'i を利用)

- 3.1 一次処理 (sky 減算, ダーク・フラット処理)
- 3.2 位置合わせ (swarp を利用)
- 3.2 測光 (ガス部分: 矩形測光, 星部分: 開口測光)
- 3.3 二色図の作成 (縦: H α /r, 横: r/g)

4. 結果



恒星からの放射は図1下部 ($H\alpha/r < 0.1$) に分布している。馬頭星雲-ガスからの光は恒星からの放射よりも $H\alpha/r$ の値が大きい。NGC2068-ガスからの光は恒星からの放射に近い成分である。NGC2023-ガスからの光は、馬頭星雲-ガスからの光に近い成分から、NGC2068-ガスからの光に近い成分までに連続的に分布している。

5. 考察

5.1 馬頭星雲

馬頭星雲は星形成が進行中で、若い高温星からの紫外線放射により励起された電離水素が存在する H11 領域であることが D. Ward et al. (2006) などで報告されている。この知見と結果より、馬頭星雲は、H11 領域由来の輝線放射により発光する輝線星雲を背景とし、手前側に存在するガスが陰となって見えていると考えられる。

5.2 NGC2068

結果より、NGC2068 は H α 輝線放射により輝く H11 領域ではないことがわかる。また、NGC2068 は恒星と似た成分で発光するため、付近の恒星の光を反射して輝く反射星雲であると考えられる。

5.3 NGC2023

NGC2023 は星雲内部に比較的明るい恒星である HD37903 が存在しており、SIMBAD によれば HD37903 のスペクトル型は B3 型である。これらの知見と結果より、星雲内で高温星に近い領域では H11 領域が形成され輝線放射により輝き、遠い領域では高温星からの光を反射して輝いていると考えられる。

5.4 サイクル仮説

ここまでの議論を踏まえて、2色図上での位置に基づいて (1): 輝線星雲ガス, (2): (1) と (3) の共存, (3): 反射星雲ガス, (4): 恒星 の 4 種類に分類する。

星雲中で形成された若い高温星の周囲では H11 領域が形成され、 $H\alpha/r$ の値が大きい 2色図上部 (1) に位置する。反射星雲へとシフトしていくと (2) (3) と 2色図左下へ移動し、恒星からの放射 (4) に近づく。恒星からの放射 (4) は、赤色巨星へと進化し r/g の値が大きくなると、2色図右側へと移動する。やがて超新星爆発などで星間ガスを供給することで、次の世代の恒星を作る星雲となり、再び (1) のような星雲となる。このようにして、星雲や恒星の進化と発光過程との関係は、2色図上で輪のようにして現れると考えられる。

6. まとめ

馬頭星雲は H11 領域からの輝線放射によって発光する輝線星雲、NGC2068 は恒星の光を反射して発光する散光星雲、NGC2023 は輝線と恒星からの反射の両方によって発光するハイブリッドな星雲であると考えられる。

今回の観測対象は 3 天体のみで、5.4 のような一般的な議論をするためには標本数が十分ではない。今後はこの仮説の検証のために他の星雲の観測をしたい。

7. 参考文献

[1] D. Ward-Thompson et al. (2006) 「SCUBA observations of the Horsehead nebula - what did the horse swallow?」『Monthly Notices of the Royal Astronomical Society』Volume 369, pp. 1201-1210, Royal Astronomical Society

8. 謝辞

本研究を進めるにあたりご協力いただいた、木曾観測所の大澤亮氏、NPO 法人 Science Station の宇野慎介氏、大島由佳氏、森井嘉徳氏に感謝の意を表します。