

偏光で見る星雲の姿

銀河学校2014 C班

田中 舞(高3)【早稲田実業学校高等部】、 杉山 純菜(高2)【愛知県立旭丘高等学校】、
長谷部 匡敏(中等5)【千代田区立九段中等教育学校】、 寺村 まどか(高3)【早稲田大学本庄高等学院】、
柳楽 裕介(高2)【大阪市立東高等学校】、 西村 南海(高2)【名古屋大学附属高等学校】、
吉田 真琴(高2)【市原中央高等学校】、 阿部 峰也(高専3)【国立一関工業高等専門学校】、
佐川 和(高2)【八戸工業大学第二高等学校】、 佐々木 美波(高3)【都立晴海総合高等学校】、
金野 亜美(高2)【聖ウルスラ学院英知高等学校】、 鈴木 理花子(高3)【千葉県立東葛飾高等学校】

1. はじめに

我々は、銀河学校2014に参加し、東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センター木曾観測所にて「光にこめられたもう1つのメッセージ」というテーマで研究を行った。今回、3つの星雲の発光の原因を探るために、偏光という少し特殊な視点から3つの星雲の性質を考察した。

2. 観測

観測日時：2014年3月25日 19:30~20:50

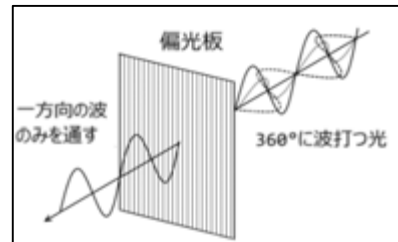
観測機器：東京大学木曾観測所、105cmシュミット望遠鏡（フィルタ：Rバンド、偏光板）

研究対象：NGC2024、馬頭星雲、かに星雲(M1)

3. 方法

光は「横波」であり、その波は光軸を中心として全方向に振動している。その波の振動が特定の方向に偏る、つまりある角度に振動する光の明るさが他と比べて大きくなる現象を「偏光」という。星雲から発される偏光の角度や強さによって、星雲がどのように光っているのかを推測することができる。

「偏光板」というものを望遠鏡の開口部に取り付けて星雲を観測した。偏光板とは、光軸を中心に360°全ての角度に振動する光の中から、一つの角度に振動する光のみを通すフィルターである（図1）。望遠鏡を地平線に向け、望遠鏡と天頂を結ぶ直線を0°として、偏光板を時計回りに0°→45°→90°→135°と傾けていき、それぞれの角度で対象の星雲を撮影した。撮影した星雲を「すばる画像解析ソフトマカリィ」で測光し、星雲の各領域の偏光度（ $= \{(\text{その角度での光度}) - (\text{全角度の平均光度})\} / (\text{全角度の平均光度})$ ）と偏光角（偏光度が最大になる角度）を求め、偏光マップを作成した。



なお、偏光度の大きさにより、以下のように偏光の原因が推測できる。 図1 偏光板

表1 偏光度とその原因

| 偏光度 | 原因 | 備考 |
|-------|-----------|--|
| 3%前後 | 減光 | 磁場に沿って整列した星雲の塵が偏光板のような役割をし、偏光する |
| 10%前後 | 反射 | 反射面に対して平行な方向に偏光する |
| 30%以上 | シンクロトロン放射 | 磁場によって加速された電子の運動エネルギーが光エネルギーとなって放出されたもの。磁場と垂直に強く偏光する |

4. 使用ソフト

・すばる画像解析ソフト マカリィ

・SAOImage DS9

5. 結果及び考察

(1)NGC2024

3~10%という偏光度から、NGC2024での偏光は反射によるものと判定できる。中心の偏光度が低いのは、星雲の塵が薄く反射しにくいためだと推測した。そして、その反射角が同一円上に並んでいることから、光源のおよその位置を推定することができた。しかし、光源が塵によって直視できず、また写真右側に別の光源があることから、正確な位置を特定することまでは出来なかった。

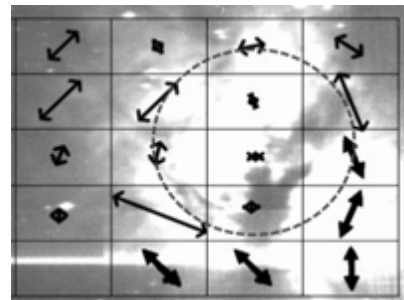


図2 NGC2024 偏光マップ

(2)馬頭星雲

偏光マップを作成したところ、馬頭星雲の縁に沿った方向の波の偏光が確認された。2~7%ほどの偏光度から、反射による偏光であることがわかった。馬頭星雲には観測者から見て奥側に光源となる恒星が存在し、また偏光は星雲の塵やガスに反射しているものだと考えられる。



図3 馬頭星雲 偏光マップ

(3)かに星雲 (M1)

星雲の中心付近では偏光度が30%を超えていた。さらに、図示した偏光をそれぞれの偏光角と垂直になる線で繋げると、星雲の磁場を表した磁力線のような複数の楕円形が現れた。一方、中央から離れた部分は偏光度が弱く、偏光角は中心付近で描いた楕円形に対応しなかった。偏光度の強さ、磁場に垂直な偏光角から、中心付近の偏光はシンクロトロン放射によるものであり、また中心から離れた偏光は、前述の特徴が無いため反射光ではないかと考えられる。

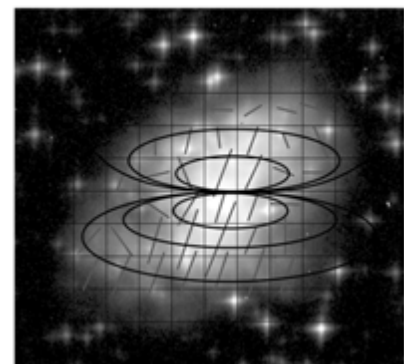


図4 かに星雲 偏光マップ

6. おわりに

本研究では、それぞれの星雲について作成した偏光マップを分析することにより星雲の発光状況について考察することができた。今後はより細かい調整角による観測、偏光マップをさらに綿密に作成し分析することで、星雲の状態や立体構造についても言及していけるようになることが期待できる。また、研究対象を星雲に限らず、暗黒物質の分布や密度を重力レンズによる偏光の視点から特定できる可能性もある。

7. 謝辞

本研究は、酒向重行さんをはじめとする木曾観測所スタッフの皆様、TAの深瀬雅央さん、加藤裕太さん、齊田智恵さんにご指導・ご協力をいただきました。また、ジュニアセッションへの参加にあたり、NPO法人サイエンスステーションからのご支援をいただきました。この場を借りて深くお礼申し上げます。