

偏光で見る星雲の姿

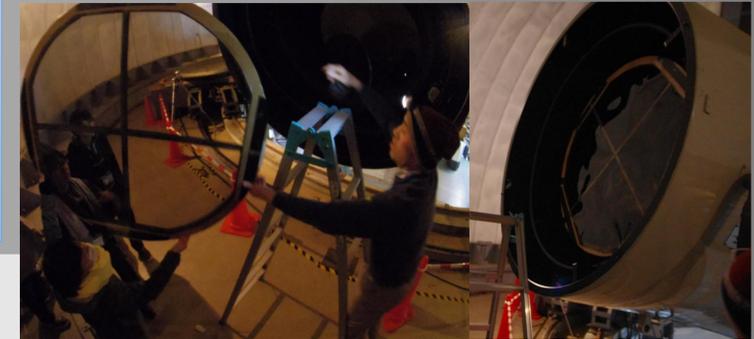
銀河学校2014 C班

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



1. 研究目的

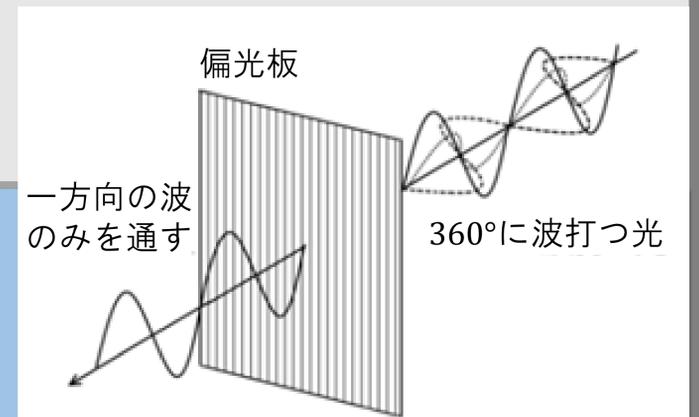
我々は、銀河学校2014に参加し、東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センター木曾観測所にて「光にこめられたもう1つのメッセージ」というテーマで研究を行った。今回、3つの星雲から発される偏光の角度(偏光角)や強さ(偏光度)を調べ、星雲がどのような原因で光っているのかを研究した。



(図1)望遠鏡に取りつけた偏光板

2. 観測・解析

- 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)
 観測天体 : NGC2024、馬頭星雲、かに星雲(M1)
 解析ソフト: すばる画像解析ソフト マカリィ・SAOImage



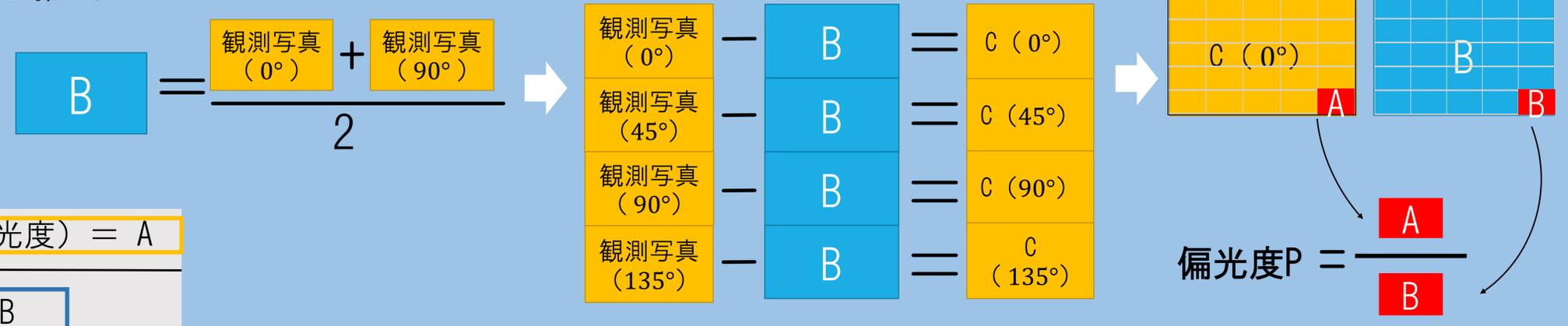
(図2)偏光板の原理

3. 研究方法

- 1つの角度に振動する光のみを通すフィルター「偏光板」を望遠鏡の開口部に装着
- 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
- 撮影した星雲を測光、星雲の各領域の偏光度と偏光角を求め、偏光マップを作成
- 偏光度の大きさに基づいて偏光の原因を推測

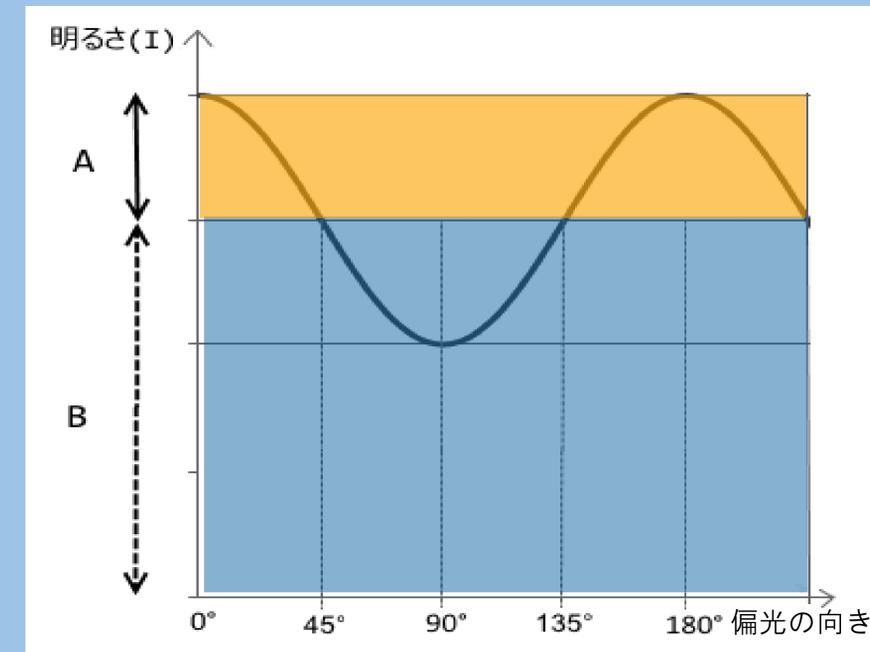
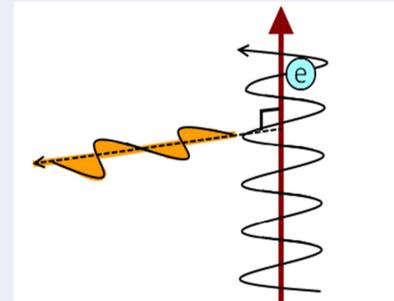
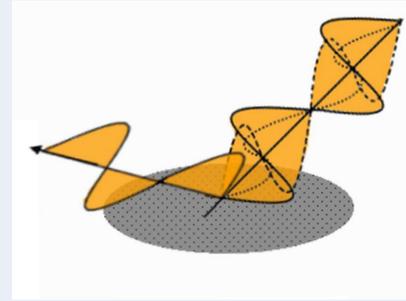
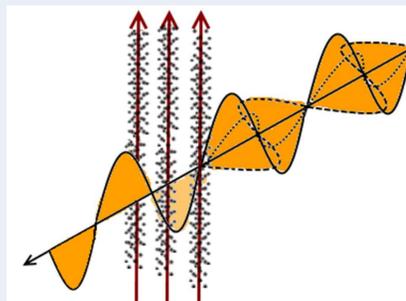
〈ある領域の偏光度の求め方〉
 測光の結果、全角度の中で最大光度をもつ領域をAとする

$$(\text{偏光度}) = \frac{(\text{最大光度}) - (\text{平均の光度})}{(\text{平均の光度})} = A$$



(表1)偏光度と偏光要因の関係

偏光の要因	減光	反射	シンクロトロン放射
偏光度	3%前後	10%前後	30%前後
偏光の特徴	磁場にそった塵による偏光	反射面に平行となる方向に偏光	磁場と垂直になる方向へ強く偏光



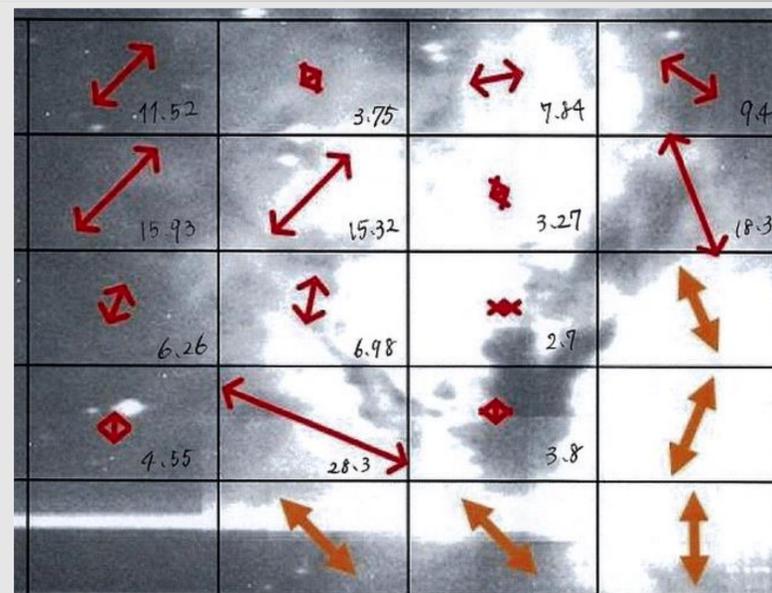
(図3) 明るさと偏光の向きの比較

4. NGC2024

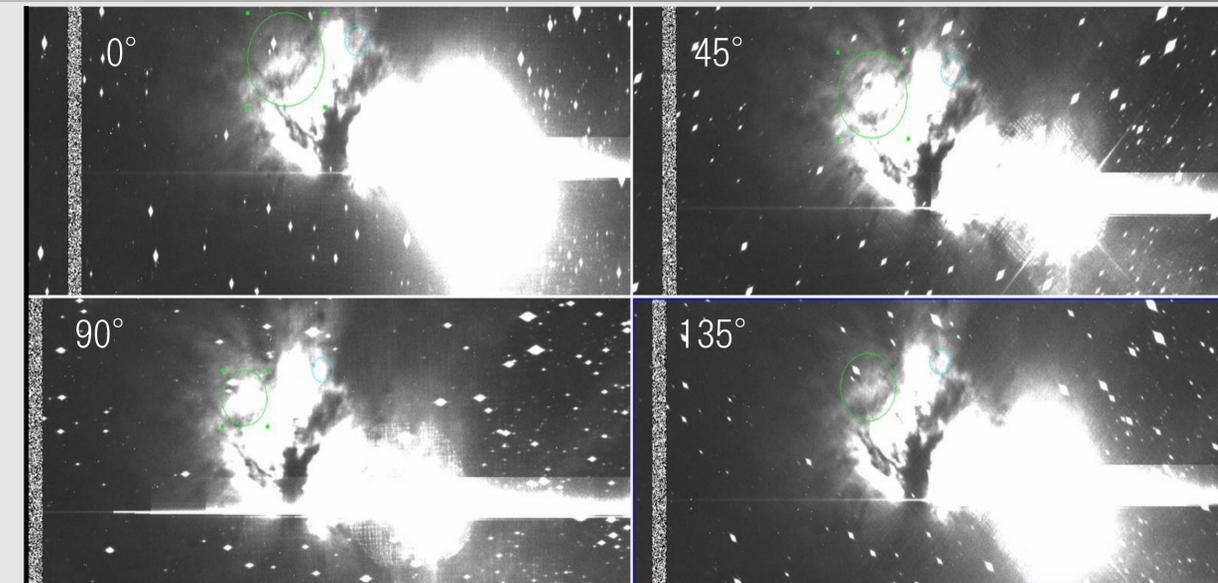
- 中心の偏光度 $P < 3\%$
→減光による偏光
- 周りの偏光度 $P < 10\%$
→反射による偏光

1点を取り囲むような分布のため、光源は星雲の裏にある可能性がある

※線分の角度が偏光角、線分の長さが偏光度を表す。オレンジは偏光度 P が未解析のもの。



(図4) NGC2024の偏光マップ。

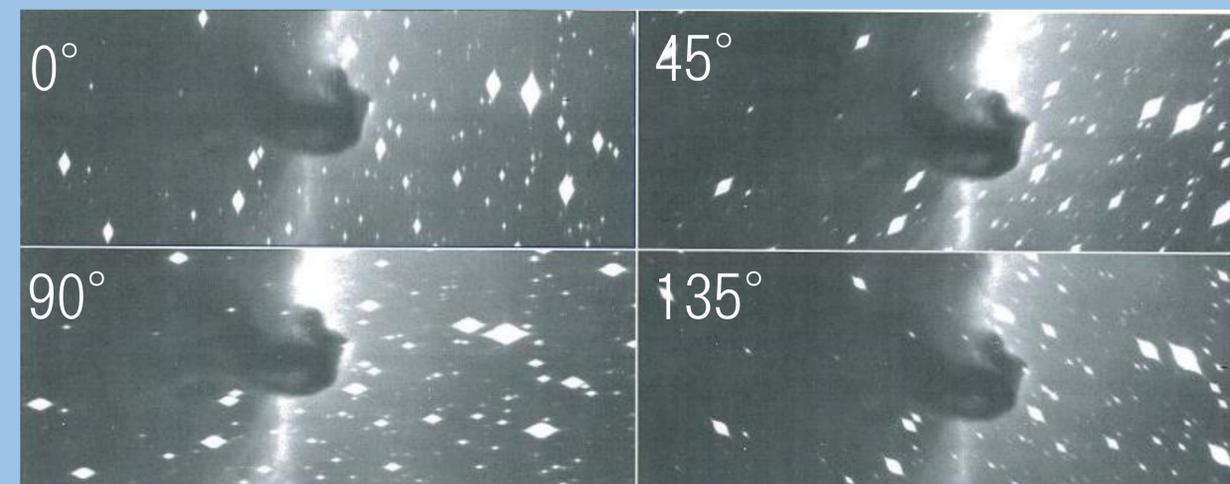


(図5) 偏光の向き別の画像(NGC2024)

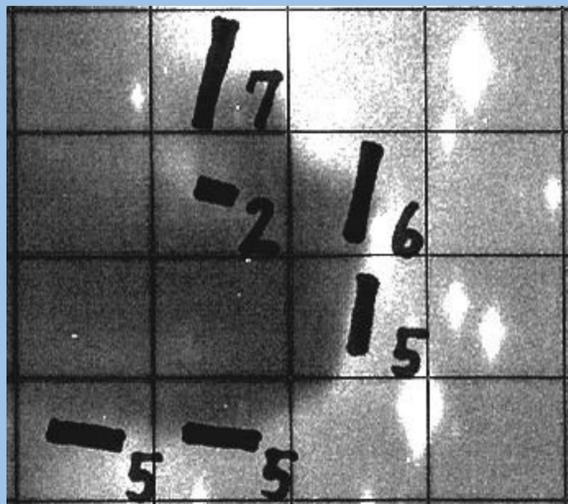
5. 馬頭星雲

- 馬頭星雲の縁に沿った方向に偏光
- 偏光度 P が2~7%程度
→反射による偏光

観測者から見て奥側に光源となる恒星が存在し、星雲の塵やガスに反射しているものと推測される。

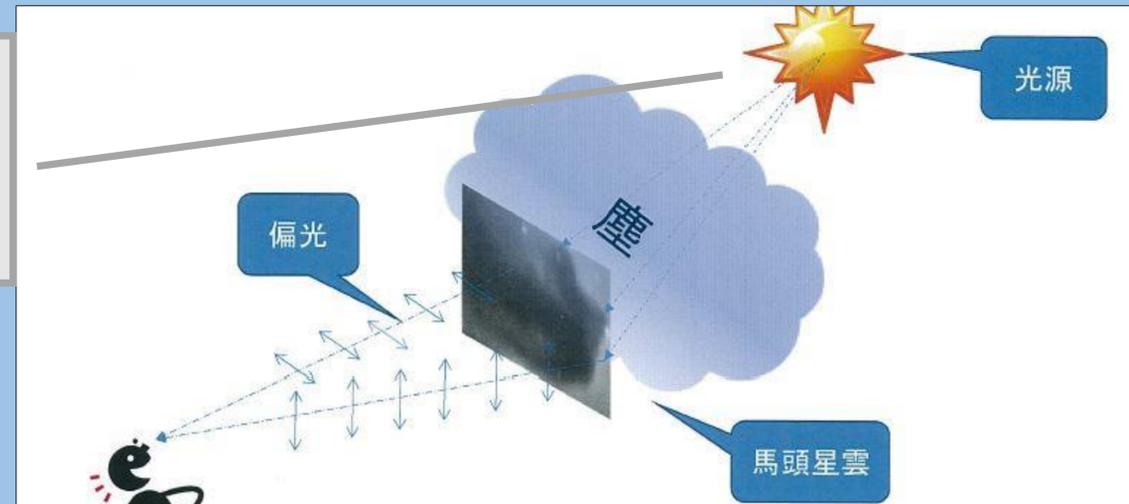


(図6) 偏光の向き別の画像(馬頭星雲)



(図7)馬頭星雲の偏光マップ

光源が馬頭星雲の後ろにあり、その光は馬頭星雲のふちにある塵が散乱させている



(図8)馬頭星雲の偏光の模式図

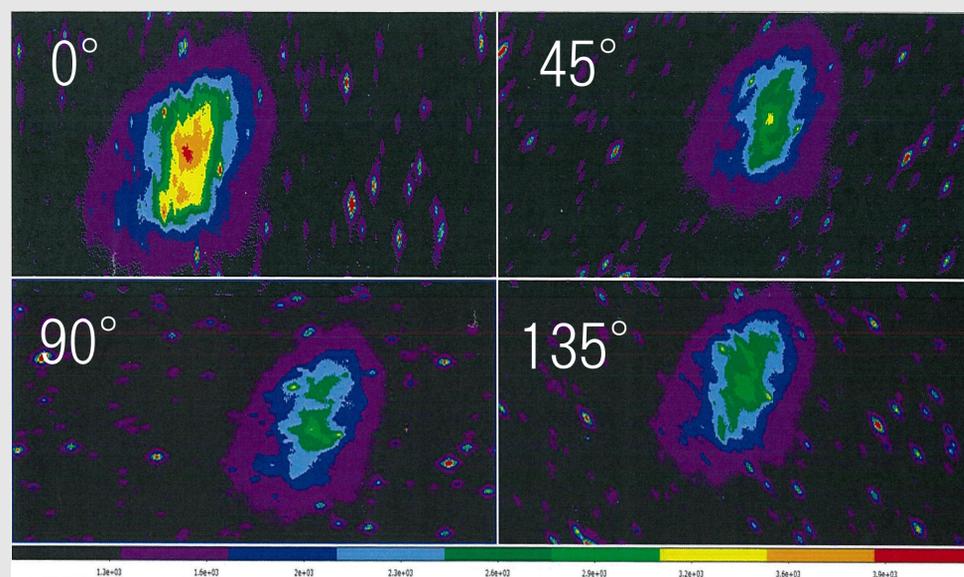
6. かに星雲

<中心付近>

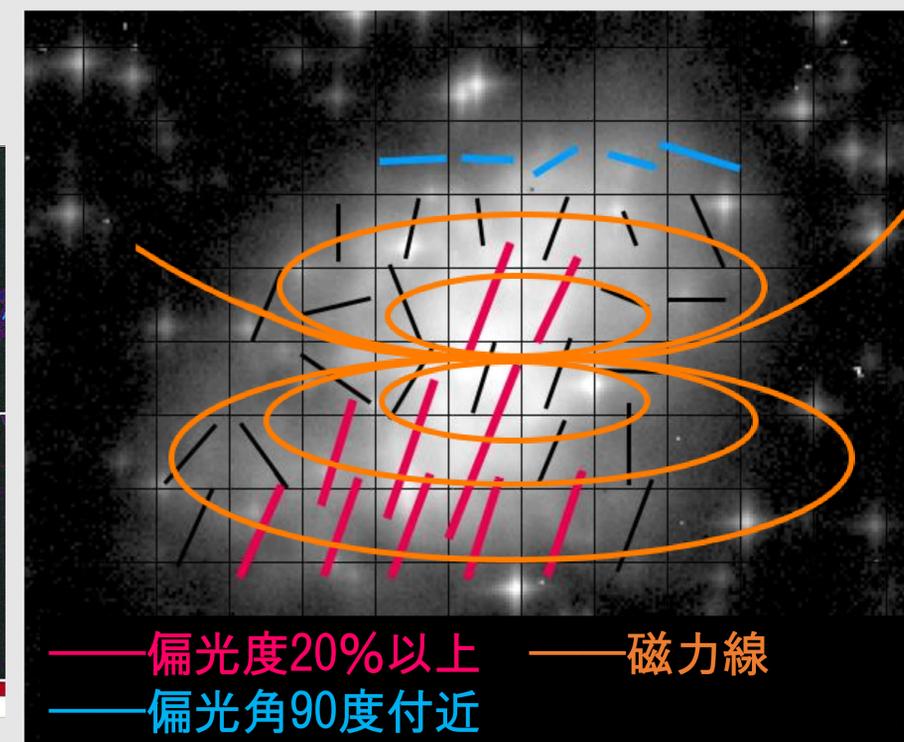
- 偏光度Pが30%超え
- 偏光をそれぞれの偏光角と垂直になる線で繋げると、星雲の磁場を表した磁力線のような複数の楕円形
- かに星雲の中心には中性子星がある
→シンクロトロン放射による偏光

<中央から離れた部分>

- 中心付近と比べて偏光度が弱い
- 偏光角は中心付近で描いた楕円形に対応しない
→反射光による偏光



(図9)偏光の向き別の画像(かに星雲)



(図10)かに星雲の偏光マップ

7. 展望

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できた。今後はより細かい調整角による観測を行い、さらに綿密な偏光マップを作成し分析することで、星雲の状態や立体構造について調査したい。また、研究対象を星雲に限定せず、暗黒物質の分布や密度、重力レンズ効果などを観測し、偏光の視点から発光の原因を特定できる可能性もある。

8. 謝辞

酒向重行先生 (東京大学)
 木曾観測所スタッフの皆様 (東京大学)
 深瀬雅央さん (NPO法人サイエンスステーション)
 加藤裕太さん (東京大学)
 齊田智恵さん (NPO法人サイエンスステーション)
 以上の皆様にご指導・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。