

てんびん座β星の減光の解明

米村 優輝(高3)【中央大学附属高等学校】

Introduction

てんびん座β星(βLib)
・古代ギリシャ・ローマ時代の観測記録が存在する。

表1. βLibの諸情報

名称	Zubeneschamali
星座	てんびん座
実視等級	2.62等級
絶対等級	-1.2等級
赤経	15 ^h 17 ^m 0.41382 ^s
赤緯	-09° 22' 58.4919"
スペクトル型	B8 V
距離	約185光年

βLibの減光の可能性

古代の文献からβLibが減光した可能性が指摘されている。

エラトステネス(B.C.276~B.C.194)による記録

「βLibはさそり座のアンタレスよりも明るい」

プトレマイオス(A.D.83~A.D.168)による記録

「βLibはアンタレスと同じくらいの明るさ」

研究目的

βLibの減光の実態と仕組みを明らかにする

Literature review

・記録された現象の詳細を調べるために文献調査を行った。
・記録の信憑性を確認した。

プトレマイオス(A.D.83~A.D.168)『アルマゲスト』による記録

・古代ギリシャ天文学の集大成
・βLibとアンタレスの明るさは共に2等級としていた。

アルマゲストの信憑性

βLib周辺の恒星の明るさの記録を現在のものと比較した。

調査対象(恒星の数)

- ・てんびん座(13)
- ・さそり座(21)
- ・へび座(17)
- ・おとめ座(32)
- ・へびつかい座(25)

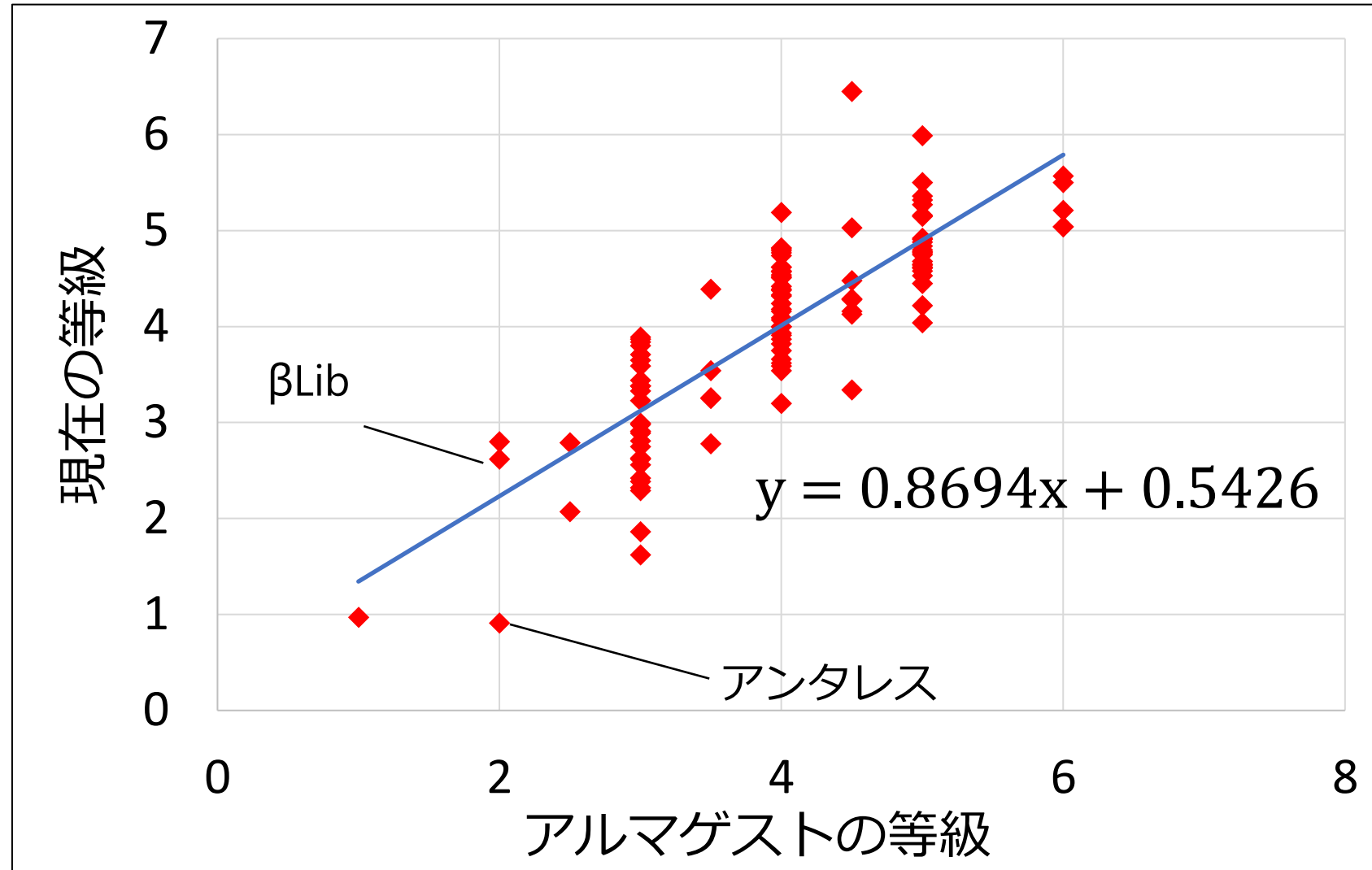


図1. 『アルマゲスト』に記載されている恒星の現在の等級との比較

・βLibとアンタレスは同程度の明るさであった

・アルマゲストには全体的に±1等級ほどの誤差がある

Hypothesis

本研究ではこの現象を説明するために以下の4つの仮説を立てた。

仮説Ⅰ 大規模な恒星風の質量放出による変光

LBVやBe型星などの長期間で変動する特殊な爆発型変光星である可能性

仮説Ⅱ ブラックホールなどによる質量減少

βLibの付近にブラックホールがあった場合、それに質量を奪われた可能性

仮説Ⅲ 伴星による影響

βLibには伴星が存在する可能性があるため、これが変動を与えた可能性

仮説Ⅳ アンタレスの変光

βLibではなく、アンタレスが変光した可能性

Approach

仮説を検証するために用いた研究手法を以下に示す。

分光観測

目的: 仮説1, 3の検証
観測地: 中央大学後楽園キャンパス 6号館屋上
観測日時: 2020年6月29日 20:00~21:00
2020年7月2日 19:40~21:00
観測天体: βLib, B型標準星HR5501
得られる情報: 含有元素, 表面温度

X線調査

目的: 仮説2の検証
使用データ: X線天文衛星ROSAT(ドイツ)の全天観測データ(RASS)
観測天体: βLib, Cyg X-1
得られる情報: X線放射の有無

Results & Discussions 1

分光観測によって得られたβLibとHR5501のスペクトルを示す。

1. βLibのスペクトル

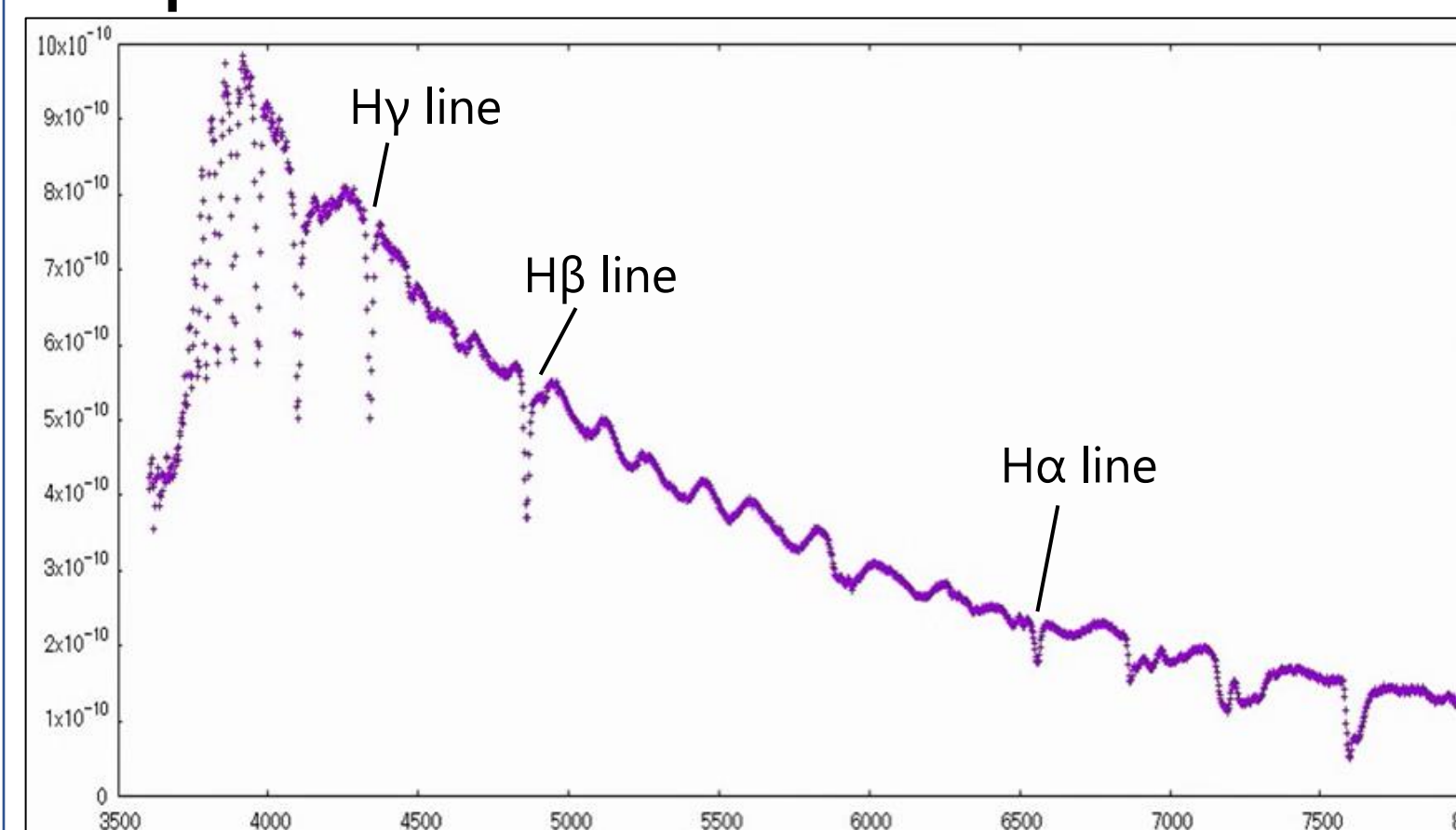


図2. βLibのスペクトル

縦軸: エネルギー強度 (flux density(erg/cm²/s/Å))
横軸: 波長 (Å)
観測日時: 2020/07/02/20h25m31s~
露光時間: 20s

2. HR5501のスペクトル

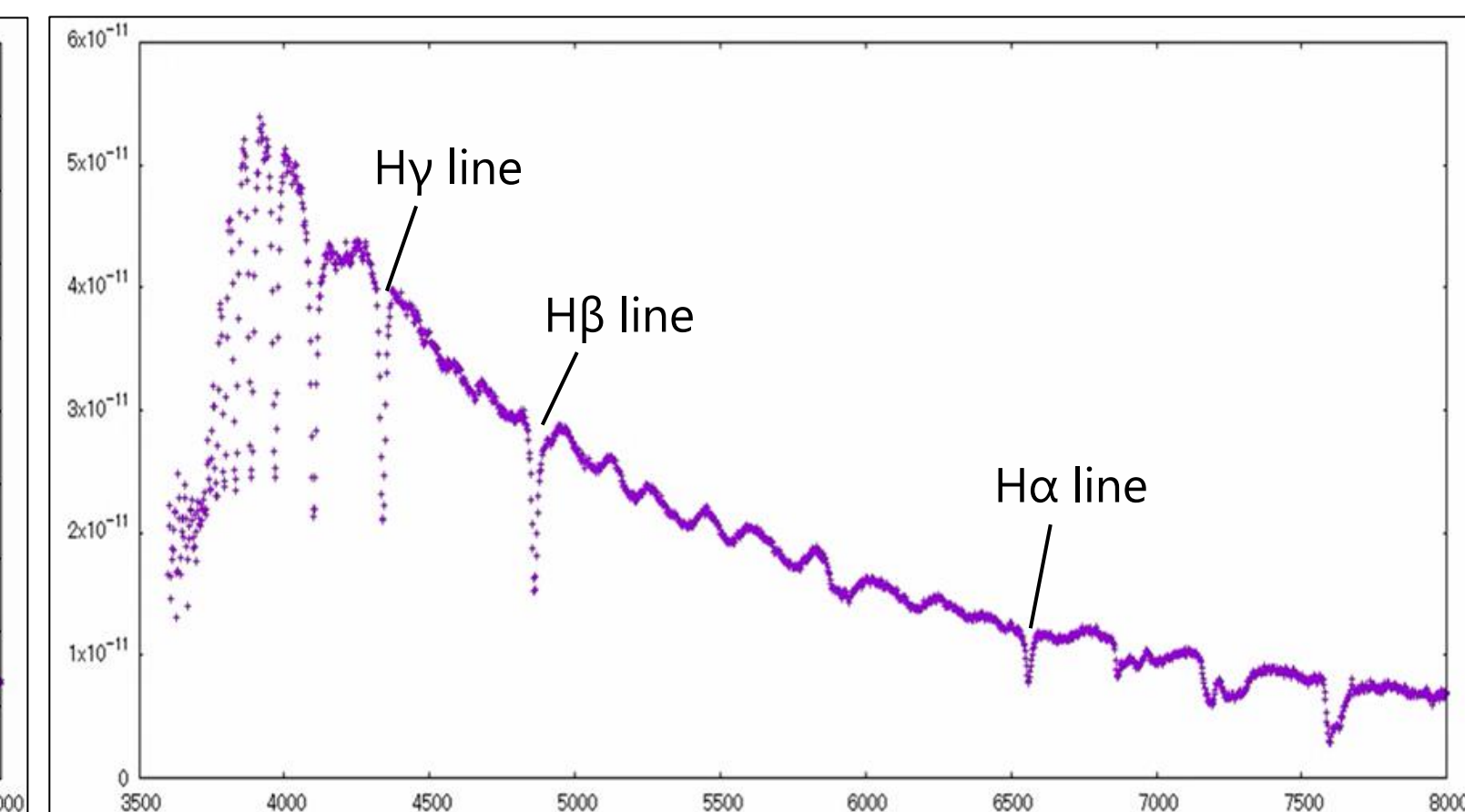


図3. HR5501(B型標準星)のスペクトル

縦軸: エネルギー強度 (flux density(erg/cm²/s/Å))
横軸: 波長 (Å)
観測日時: 2020/07/02/20h49m11s~
露光時間: 90s

- ・両者のスペクトル中には共に輝線が見られない。
- ・βLibのスペクトルはHR5501のものと極めて似た形を示す。

- ・βLibは標準的なB型星に近い。
- ・現在, βLibがLBVやBe型星である可能性は低い。

Results & Discussions 2

X線調査によって得られたβLibとCyg X-1のX線画像と、比較対象として可視光画像を示す。

1. βLibのX線画像

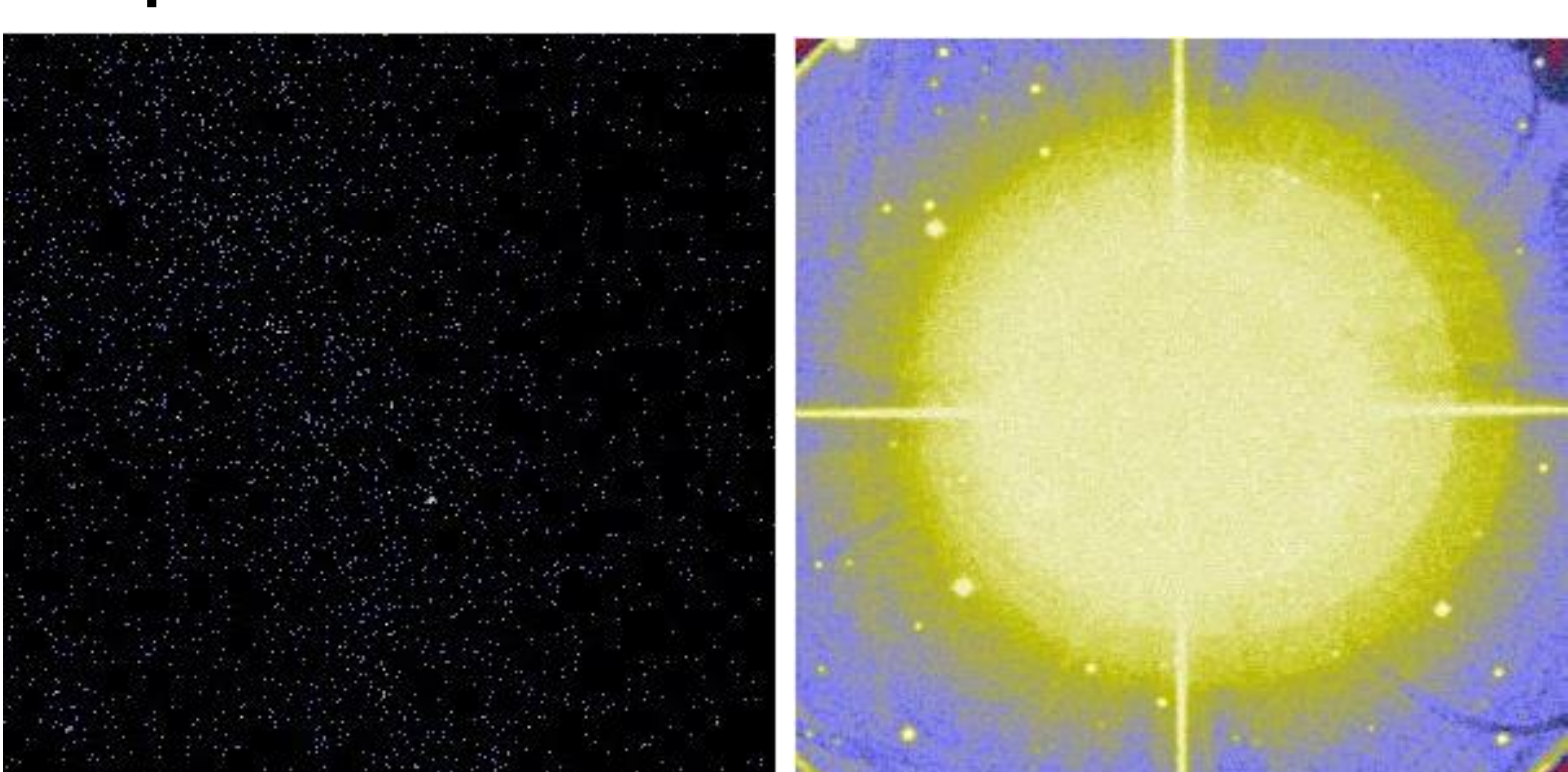


図4. βLibのX線画像

Picture by RASS : ROSAT All-Sky X-ray Survey Broad Band

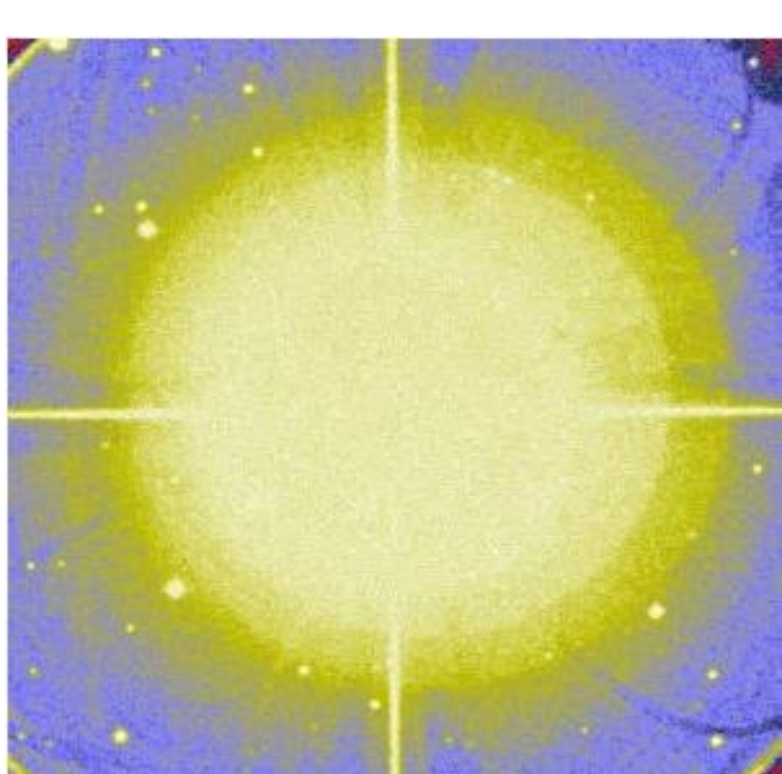


図5. βLibの可視光画像

Picture by DSS : Original Digitized Sky Survey

2. Cyg X-1のX線画像

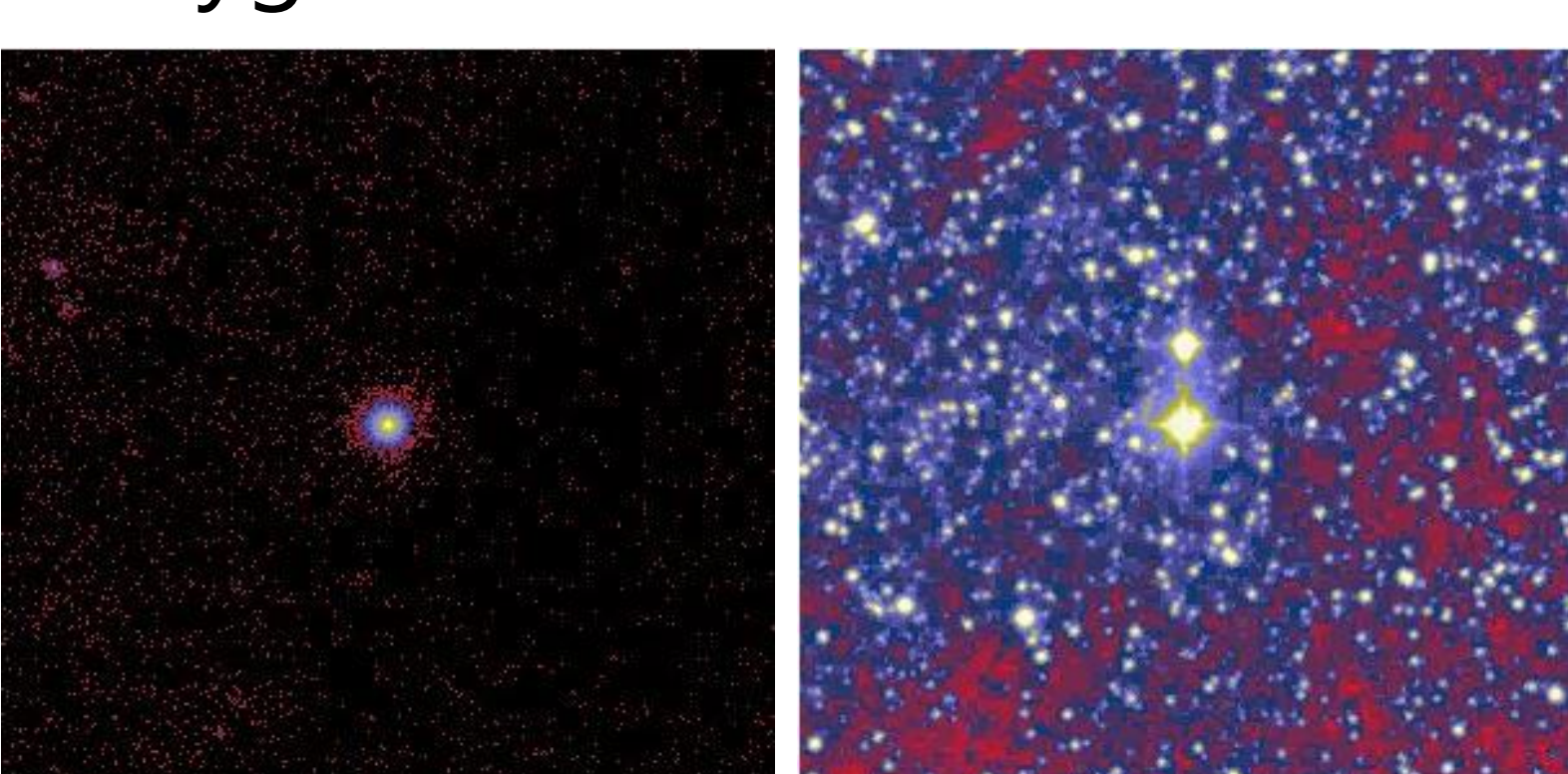


図6. Cyg X-1のX線画像

Picture by RASS : ROSAT All-Sky X-ray Survey Broad Band

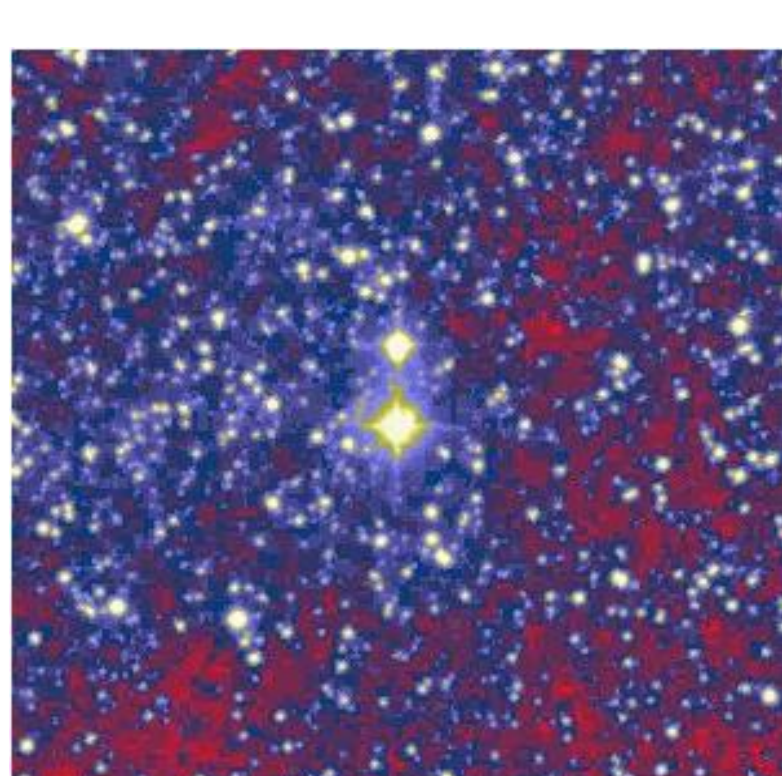


図7. Cyg X-1の可視光画像

Picture by DSS : Original Digitized Sky Survey

※Cyg X-1(はくちょう座X-1) 代表的なX線源であり、ブラックホールと恒星の連星系であることが確認されている。

・Cyg X-1からは強力なX線が放射されている。

・βLib周辺からはX線の放射は確認できない。

・βLibの付近にブラックホールが存在する可能性は低い。

Conclusion

仮説の検証

- ・仮説1と仮説2で示した可能性は低いことが分かった
- ・仮説3と仮説4は今回の調査では十分に検証することができなかった

課題

- ・Be型星が短期間で通常のB型星やBe殻星に変動する可能性
- ・仮説3, 仮説4の検証の必要性

Further research

長期観測

- ・βLibを長期間にわたって観測し、明るさの変動とスペクトルの変動を確認する。→仮説3の検証

高分散分光観測

- ・スペクトルをより詳細に分析し、僅かな変動(ドップラーシフト等)を確認する。→仮説1, 仮説3の検証

アンタレスの観測

- ・βLibと同様の手法でアンタレスを観測し、変動を確認する。
- ・周囲に存在するガス雲(IC4606等)を観測し、移動速度などを導く。→仮説4の検証

Reference

- 1.Young, C. A. (1895). Manual of astronomy: a text-book. Ginn and Company.
- 2.SIMBAD Astronomical Database- CDS (Strasbourg) beta librae <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/simbasic?Ident=beta+Librae&submit=SIMBAD+search> (2020.6.28)
- 3.プトレマイオス(藪内清訳)(1982). アルマゲスト. 恒星社厚生閣
- 4.Cotton, D. V., Bailey, J., Kedziora-Chudczer, L., Bott, K., Lucas, P. W., Hough, J. H., & Marshall, J. P. (2016). The linear polarization of Southern bright stars measured at the parts-per-million level. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 455(2), 1607-1628.
5. Hirata, R. (1995). Interpretation of the long-term variation in late-type active Be stars. Publications of the Astronomical Society of Japan, 47, 195-218.

Acknowledgement

本研究では、中央大学理工学部物理学宇宙物理研究室の坪井陽子教授、同研究室の河合宏樹様、柳田悠記様にご協力を頂き観測・解析のご指導をして頂くとともに、中央大学附属中学校・高等学校の田島丈年先生、三輪貴信先生、北海道大学の伊藤早織博士に研究方法や論文作成などのご指導を頂いた。ここに深謝の意を表す。