

2007-2008 かんむり座 R 減光期の Na D 線スペクトル

松田健太郎*

2008 年 11 月 30 日

1 序

かんむり座 R は、不定期に大幅な減光を示すかんむり座 R 型変光星の典型で、普段は実視等級が 5.9 等程だが、減光時は最大で 15 等前後まで暗くなる。減光の発生に周期性は見付かっておらず、減光の等級も減光が継続する期間も一定ではない奇妙な変光星である。その減光は、星から大量のすすが放出され、それらが星の光を覆い隠すことで生じているのではないかと考えられる。

減光時に「輝線」として観測されるスペクトル線の分光が、減光を引き起こす過程の研究の一環として行われている。2007 年 7 月から始まった今期のかんむり座 R の減光は、開始から 400 日以上が経過した現在も復帰の兆候が見られない未曾有の長期にわたる減光となっているが、そのスペクトルはどのようなになっているのか。

西はりま天文台では、2m なゆた望遠鏡を用いて減光開始直後から数回、過去の減光期に幅広い輝線が観測された成分のうち、ナトリウム D 線の中分散分光観測を行っているので、その結果と過去の観測例との比較について報告する。

2 観測

観測は、西はりま天文台の口径 2m なゆた望遠鏡及びそのナスミス焦点可視光分光器 MALLS (Medium-And Low-dispersion Long-slit Spectrograph) を用いて行った。観測は中分散モード ($R \sim 10000$) で、このモードでの同時取得波長は $\sim 400\text{\AA}$ であるため、目標とするスペクトル線を限定、減光中に強い輝線が受かったことがある、He I $\lambda 3889$ 、Ca II H/K 線、Na I D 線他の中から、輝線の強度、装置の効率/分解能を考慮し、Na I D 線を狙った。観測の実施状況は表 1 の通り。

表 1: かんむり座 R の分光観測記録

観測日	ユリウス日	積分時間 (sec.)
2007 年 4 月 19 日	2454210.3	300 \times 5
2007 年 7 月 18 日	2454300.1	600 \times 2
2007 年 7 月 28 日	2454310.1	900 \times 3
2008 年 6 月 12 日	2454630.2	1800 \times 2
2008 年 10 月 8 日	2454747.9	1800 \times 1

*西はりま天文台

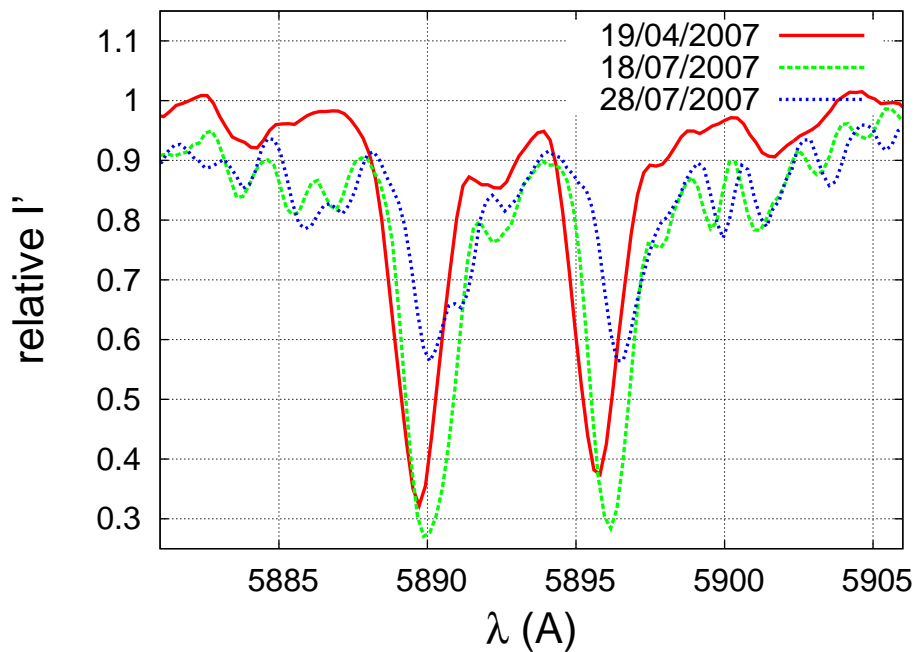


図 1: MALLS で観測した 2007 年減光開始前後の Na I D 線スペクトル。7 月 28 日観測分 (青線) では吸収線の中にピークが見える。

3 結果

過去 2 年間のかんむり座 R の測光観測から得られる光度変化を見ると、減光開始から 2 ヶ月弱で $m_V \sim 13$ にまで落ち込み、その後もゆっくりと減光を続け、 m_V は 14 等を割った。2008 年 11 月 28 日現在も再増光の兆候は見られない。

MALLS による分光観測を行ったのは計 5 夜で、減光が始まる前、減光開始から急激な減光中にかけて、減光がほぼ底に達し継続中、の 3 つの段階についてそれぞれスペクトルを得ることが出来た (図 1)。

減光前と減光開始直後に取得した 3 夜の Na I D 線のスペクトルは、いずれも吸収線として見えている。減光前は勿論のこと、減光開始から 10 日程経過した 2007 年 7 月 18 日 ($\Delta m_V \sim 1$) には未だ吸収線にしか見えない輪郭を示している。更に 10 日後の 2007 年 7 月 28 日 ($\Delta m_V \sim 2$) も D 線全体としては吸収線として見えるが、中心波長付近には弱いピークが見える。

これは減光が最大に達した直後に見られた (ex. Rao, et al., 1999) 強く鋭い輝線の兆候ではないかと思われる。減光が未だ進行している途中でも、Na I D 線中心の鋭い輝線を発する成分は形成されている。

減光が始まってから 1 年近く、或いはそれ以上が経過した際の Na I D 線スペクトル (図 2) は、 $m_V \sim 14$ という暗い状態が続いている為、MALLS では連続光成分は殆ど検出されず、D 線のみが幅広い輝線として見えている。過去の観測に見られた中心波長近くの鋭く強い輝線成分はほぼ見られない。

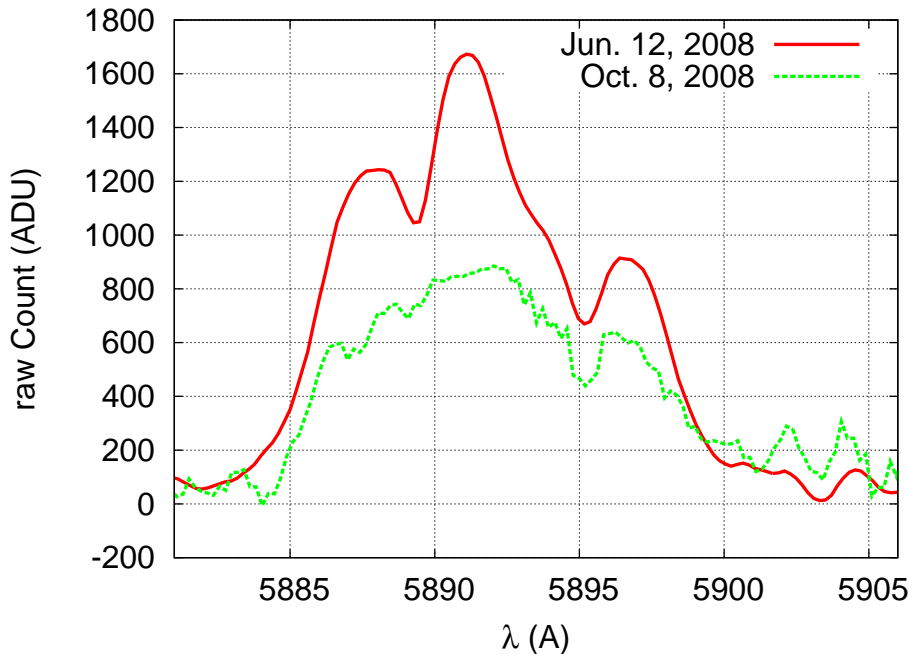


図 2: MALLS で観測した 2008 年減光中の Na I D 線スペクトル。中心波長付近の鋭い輝線成分は見られず、幅広い輝線成分は見えている。

4 議論

中心波長付近の強く鋭い輝線が見られないということが、MALLS で今回取得したスペクトルの過去の観測例との大きな違いと言える。

減光開始直後の 2007 年 7 月 28 日のスペクトルからは、中心波長付近のピーク、即ち強く鋭い輝線成分と思しき輪郭が見えている。また、今回観測の減光開始からの経過時間は過去の観測例との比較では極大復帰後に相当する長時間の経過後で、鋭い輝線成分は以前も減光が開始してその成分が見え始めた後、明らかな弱化の傾向を示している。このことから、今回の減光で輝線が存在しなかったのではなく、減光開始から 1 年近い長い時間が経過した為、鋭い輝線を発する成分が消失したものであろう。

とするとこの鋭い輝線は、減光を生じさせる星周構造そのものよりも、減光開始からの、つまり減光時の物質放出と関連した時間変化を示す成分であり、質量放出に伴って増強されたものと考えられる。

一方で、幅広の成分は速度を反映した輪郭とするとかなりの速度になるので、これを星周ナトリウムガスの共鳴散乱による量子力学的干渉の結果という可能性を考慮し、Stenflo (1980) から偏光フラックスの式を導入、曲線のフィッティングを行った (図 3)。この結果による限り、このメカニズムでは D_1 線と D_2 線の輝線の間大きな谷が出来、観測された連続的な輝線は再現されず、この輝線を放射する成分は、熱や衝突等によって励起される星周物質と考えられる。これは連続光成分とは異なり偏光していないことを示唆する Whitney, et al. (1992) の結果と一致する。

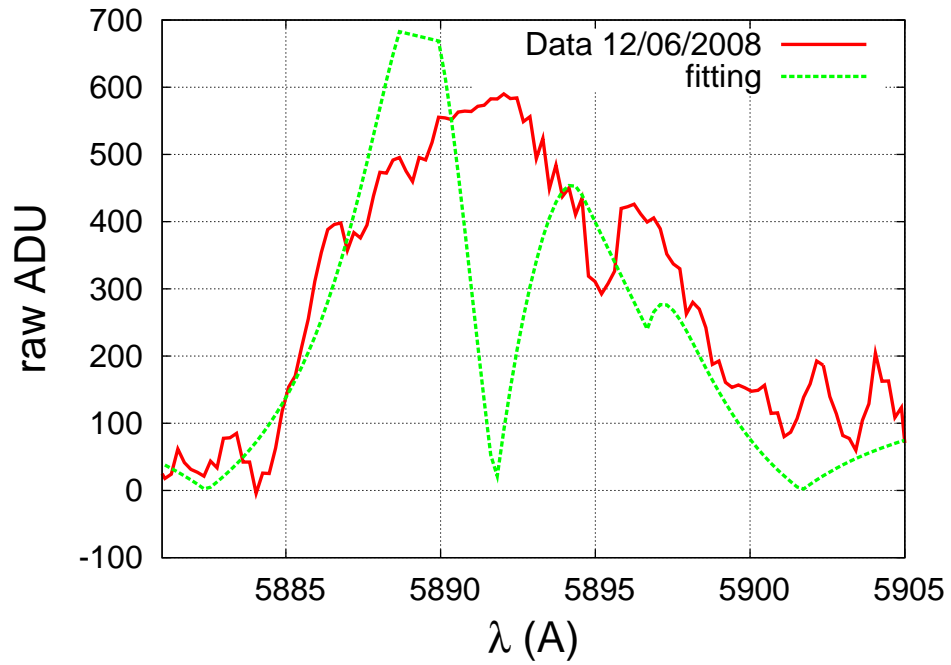


図 3: 共鳴散乱を仮定した幅広い輝線への偏光フラックスフィッティングの結果。

参考文献

- [1] Rao, N.K., Lambert, L.L., Adams, M.T., Doss, D.R., Gonzalez, G., Hatzes, A.P., James, C.R., Johns-Krull, C.M., Luck, R.E., Pandey, G., Reinsch, K., Tomkin, J., & Woolf, V.M. 1999, MNRAS, 310, 717
- [2] Stenflo, J.O. 1980, A&A, 84, 68
- [3] Whitney, B.A., Clayton, G.C., Schulte-Ladbeck, R.E., & Mead, M.R. 1992, AJ, 103, 1652