

WZ Sge 型矮新星 OT J012059.6+325545 の同時多色測光観測

大阪教育大学天文学研究室 M2 中川辰一

共同研究者: 野口亮、飯野瑛里子、小倉和幸、松本桂(大阪教育大学)
新井彰、磯貝瑞希(京都産業大学)、植村誠(広島大学)

- **WZ Sge 型矮新星とは**…増光現象(アウトバースト)を引き起こす矮新星の一種。WZ Sge 型の場合の増光幅は約 8mag 以上。
 - ✓ スーパーアウトバーストを起こす SU UMa 型矮新星の中でも**軌道周期が短い**(~85min)もの。
 - ✓ アウトバースト間隔が**長く**(>数年)、ほとんどはスーパーアウトバーストしか起こさない。
 - ✓ アウトバースト初期に**早期スーパーハンプ**と呼ばれる**ダブルピーク**の短時間変動を示したり、スーパーアウトバースト末期に**再増光現象**を引き起こすものもある。
- **最近の観測例**…V455 And の同時多色観測 (Matsui et al. 2009)
 - 早期スーパーハンプが**極大で赤くなっていることを発見**。
 - 早期スーパーハンプの原因は円盤外側の低温膨張成分にあるということを主張した。
- **今回の研究目的**…WZ Sge 型矮新星を多色で連続測光観測し、未解決である早期スーパーハンプや再増光現象の原因について観測的な証拠を得る。特に早期スーパーハンプの色変化については Matsui et al. (2009)と 2011 年春季年会 J04b で発表された磯貝らの研究でしか確認できていなかった。よって早期スーパーハンプの色変化についての観測は貴重である。加えて、今回の早期スーパーハンプの観測結果を用いてモデル計算を行い、円盤の再構成を行うことで、早期スーパーハンプの原因について考察する。
- **OT J012059.6+325545**
 - ✓ 板垣さんによって 2010 年 11 月 30.507 日にアウトバーストが発見される。
 - ✓ 我々はその翌日から観測を開始。京産大と**多色**で観測した。(34 夜)
 - ✓ 静穏時は約 20 等であるが、**約 13 等**まで増光した。
- **観測と解析**
 - ✓ 大阪教育大学 51cm 反射望遠鏡 (Fig.1)
 - ◇ Andor CCD (Rc band)
 - ◇ 口径 0.5m
 - ◇ F 値 12
 - ✓ 神山天文台 荒木望遠鏡(京都産業大) (Fig.2)
 - ◇ 2色同時撮像装置「ADLER」(g' band, i' band 同時撮像)
 - ◇ 口径 1.3m
 - ◇ F 値 10
 - ✓ 処理は IRAF で行った。測光は IRAF の Aperture photometry package を用いた。
- **観測結果**
 - ✓ Rband の光度曲線を Fig.3 に示した。
 - ◇ 増光初期(12/1~12/8)には**ダブルピーク**の**早期スーパーハンプ**を示した。
 - ◇ アウトバースト後半では**再増光現象**を**9回以上**引き起こした。
 - ◇ 等級の変動率
Early superhump phase : 0.14mag/d, Ordinary superhump phase : 0.09mag/d
Rebrightening phase : 増光時 -3.3mag/d, 減光時 0.95mag/d
- **PDM 法で周期解析を行った。**→**早期スーパーハンプ** 0.057145 ± 0.000002 (d)
スーパーハンプ 0.057814 ± 0.000012 (d)
 - ✓ これらの周期からスーパーハンプの周期超過 $\epsilon = 1.17 \pm 0.02 \%$ であった。
 - WZ Sge 型矮新星に一般的にみられる小さな値であった。



Fig.1 大阪教育大学 51cm 反射望遠鏡



Fig.2 神山天文台荒木望遠鏡

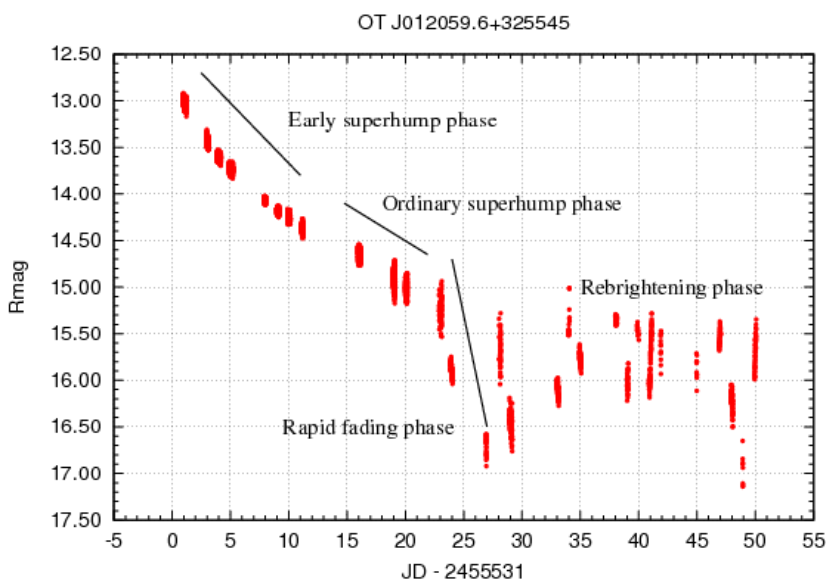
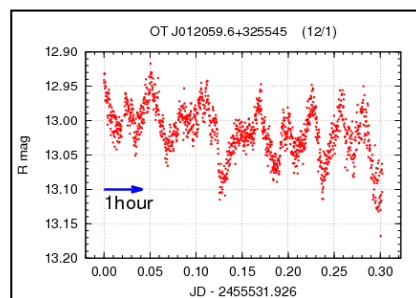
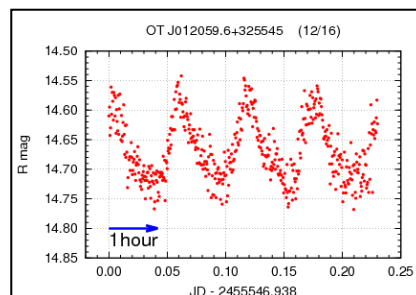


Fig.3 Rband の光度曲線



早期スーパーハンプの観測例(12/1)



スーパーハンプの観測例(12/16)

- **スーパーハンプの極大を測定し、O-C 図 (Fig.4) を作成した。**
 - また、この結果から period derivative を求めたところ $P_{\dot{dot}}=(2.0\pm 0.4)\times 10^{-5}$
 - 今回求めた $P_{\dot{dot}}$ と ϵ は WZ Sge 型矮新星の $P_{\dot{dot}}-\epsilon$ 関係 (Kato et al. 2009) を誤差の範囲内で満たしていた。

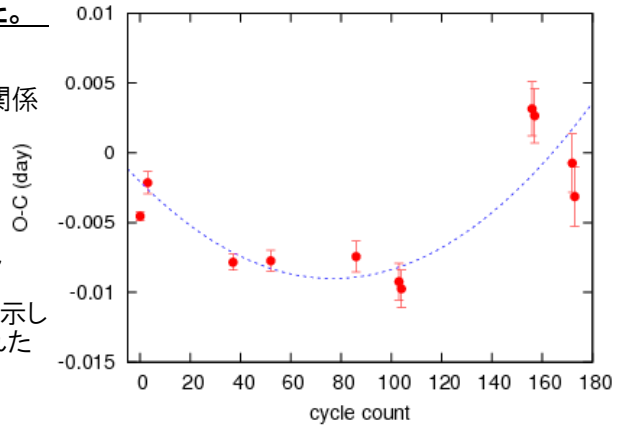


Fig.4 O-C 図

➤ **短時間変動と色**

- ✓ 長期間変動を取り除いた後、求めた周期で折り返し、色を測定した。
 - 早期スーパーハンプは極大付近で赤くなるハンプを示した (Fig.5)。これにより、Matsui et al. (2009) で発見された特徴を確認できた。この観測的特徴をとらえたのは 3 例目でこの観測的特徴が確立した。

➤ **ベイズモデルを用いた計算**

- ✓ 早期スーパーハンプについてさらに詳しく調べるために、連星パラメータを設定した上で、同時多色観測の結果から、植村氏が開発した計算コードを用いて円盤の高さマップを推定した。
- ✓ これはベイズモデルを用いた計算コードであり、「早期スーパーハンプが円盤のゆがみによって持ち上げられたディスクで説明できる」と仮定したものである。
- ✓ 計算結果を Fig.6 で示した。また、モデルによって再現された光度曲線と実際の観測値の比較を Fig.7 で示した。
- ✓ これらの構造は Ogilvie (2002) の中で理論計算された潮汐力により垂直方向にゆがんだ円盤のマップに似ていた。しかし、**左下の盛り上がりから内側に伸びる腕**は説明できなかった。

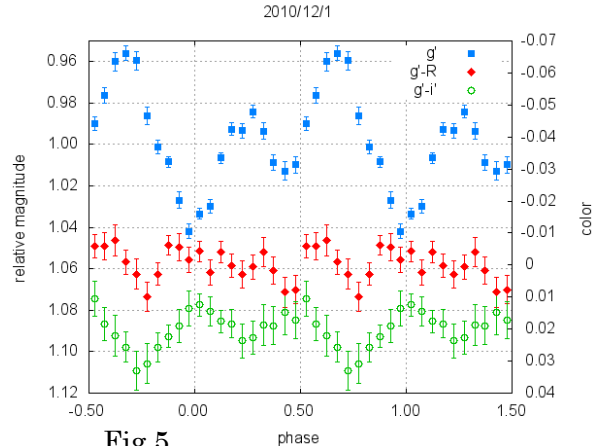


Fig.5

青色の点が phase averaged した g'band の光度曲線である。赤が g'-R、緑が g'-i' 色指数である。また、等級ならびに色は相対値で表している。

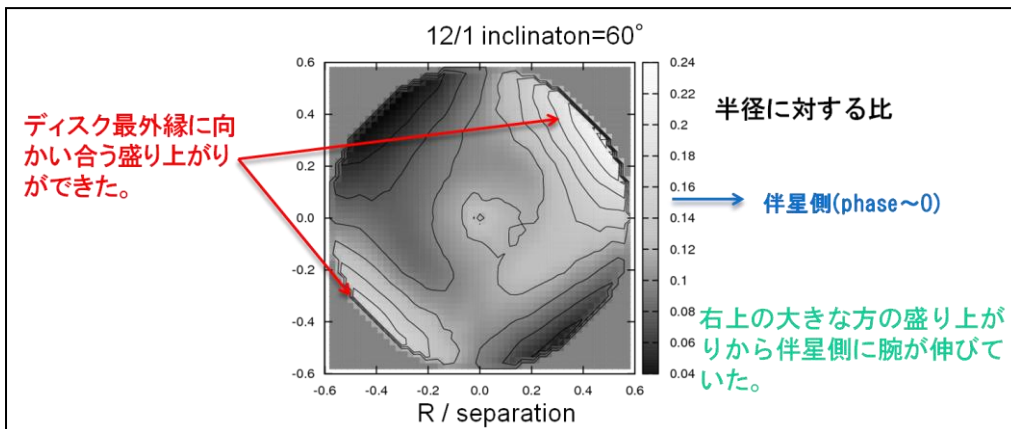


Fig.6

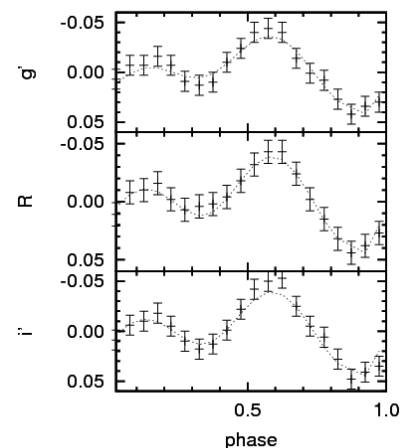


Fig.7

➤ **考察**

- ✓ 大きな増光幅を持つ矮新星 OTJ0120 の観測から**早期スーパーハンプ**や**再増光現象**を捉えることができ、OTJ0120 は WZ Sge 型矮新星であったと言える。
- ✓ スーパーハンプ周期やスーパーハンプの周期超過、 $P_{\dot{dot}}$ はこれまでの WZ Sge 型矮新星で見られたような値であった。
- ✓ 早期スーパーハンプで**極大で赤いハンプ**が確認できた。これは Matsui et al. (2009) で示されたような、早期スーパーハンプの原因が**円盤外縁の低温膨張成分にある**という考えを**支持する結果**であった。
- ✓ 早期スーパーハンプの同時多色観測の結果から**円盤の高さを再構成**することができた。これは、Ogilvie (2002) の理論計算による**潮汐力による円盤のゆがみの分布**に似ていた。しかしそれだけでは説明できない構造もあり、潮汐力によるゆがみだけでは早期スーパーハンプを説明できないと考えられる。

参考文献

Matsui et al. 2009, PASJ, 61, 1081
 Ogilvie, G. I. 2002, MNRAS, 330, 937
 Kato et al. 2009, PASJ, 61, 395