

OAo/MITSuMEによる矮新星の観測成果

今田 明(Hamburger Sternwarte)

注：このポスターには専門的な研究背景と用語が説明なしに使用されている部分があります。詳細はUM参加者で矮新星の研究している人に聞いて下さい。

●矮新星多色観測の動機

... 2006年夏の学校にて

(植) 可視と近赤でスーパーハンプの同時観測やってみようと思ってるんだけど何か分かるかねえ。

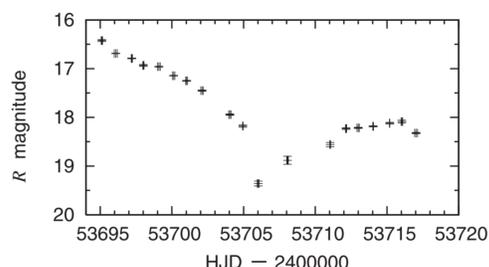
(今) そもそもスーパーハンプって近赤で見たら何が見えるんですかねえ。実は3:1の外側にガスがたくさんありましたよとかですか？

(植) かなたでやってみるか。

●矮新星の想像図



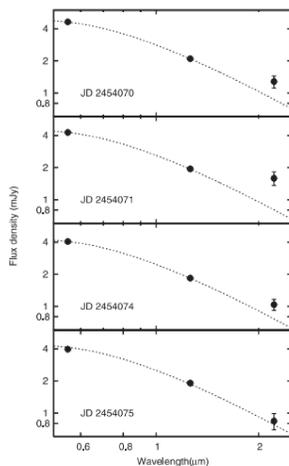
●矮新星の光度曲線の一部



●矮新星の想像図。増光時は降着円盤内の水素の電離状態に対応している。静穏時は中性水素の状態に対応(リミットサイクル)

●矮新星の光度曲線 (superoutburst) の一例。図中の18等より明るい点はおおむね水素が電離している状態のため、1万K程度となる。一部の矮新星は図中で見られるような再増光を示す(図はImada+2006dより)。

●じゃあやってみた結果

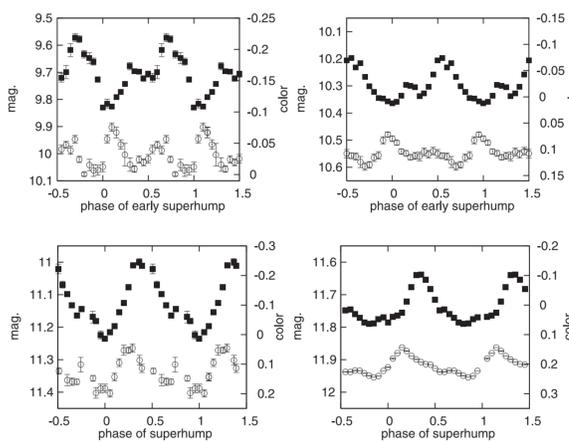


●矮新星SDSS J1021の再増光時のSEDの様子。点線が9000Kの黒体放射。この図の大事なところは近赤外がフィットできなかったこと。Kバンド成分を説明するためには降着円盤内に低温のコンポーネントが存在しなければならない。しかしこれは矮新星のリミットサイクルの理論に反する。

→解釈

●降着円盤最外縁部付近に低温のガスが残っていて、それらが再増光に寄与するのではないかと(Uemura+2007)

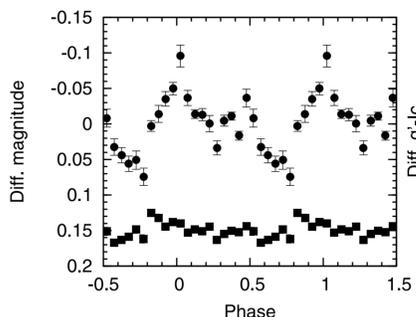
●MITSuMEを使った増光時の多色同時測光観測



●左図。上はearly superhump (superoutburst初期に出現する軌道周期と同値の変動で2:1共鳴半径に起因)の等級と色の関係、下はsuperhumpの等級と色の関係。いずれも黒が等級で白が色。図から明らかのように色のピーク(青い)が等級の極大より早く起きる。図はMatsui+2009より。

→解釈(superhumpに関して)

●円盤外縁部のsuperhumpのlight sourceが温度のピークに達した後、膨張して面積が増え、極大等級の時刻が遅れた。
●このことからsuperhump発生時は降着円盤内における温度、圧力の効果が卓越していることが示唆される。

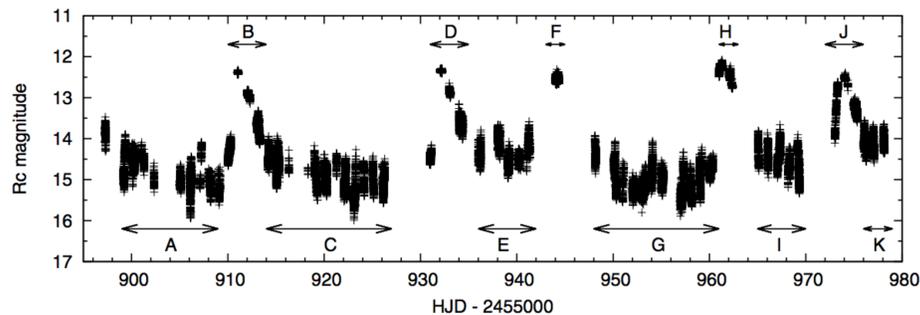


●左図。MITSuMEによるSU UMaのnormal outburst時の等級(上)と色(下)。この観測では過去に観測されたsuperhump周期と同じ周期が検出された。色のピークが等級より早く起きており、先に観測されたものと同様の色と等級の振る舞いを示したことからこの変動はsuperhumpであると認められた。単独のnormal outburstでsuperhumpを検出した初めての例。

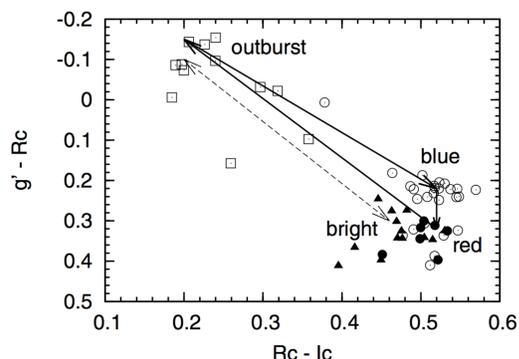
→解釈(Imada+2012)

●前回のsuperoutburstが終了した後、比較的早い時期のnormal outburstでsuperhumpが検出されたことは、静穏時のdisk半径が既存の理論モデルが示唆する半径よりも大きいことを意味する。
●superhumpが十分成長するためにはdiskの質量が足りなかった。

●単一の天体を数ヶ月観測し続けるという試みも



●SU UMa型矮新星のプロトタイプ?であるSU UMaを約3ヶ月にわたって可能な限り観測した。当初の目的は静穏時に見られる変動(negative superhump)の色の振る舞いを明らかにすることだったがnegative superhumpは観測されなかった。しかしながら静穏時の色の振る舞いで新たな知見が得られた(以下)。

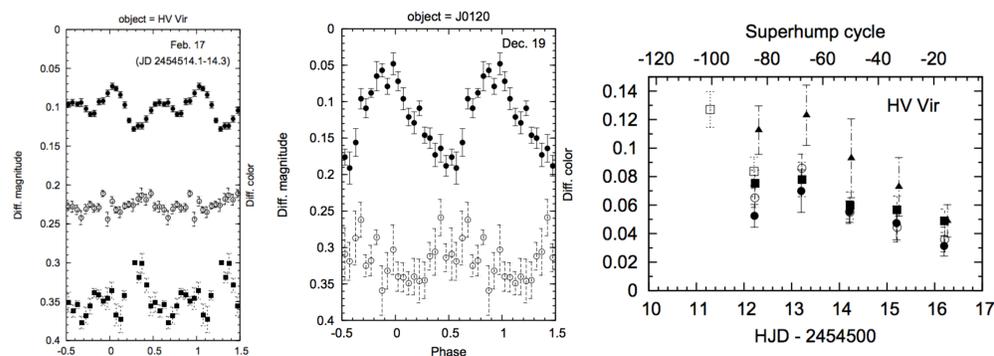


●日ごとの2色図。□:増光時、○:静穏時、●:静穏時だが増光3日前から増光まで、▲:静穏時だが等級の明るい時(E,I,K)。この図と上の光度曲線から(1)静穏時の状態が2種類ある、(2)増光数日前に赤くなる(赤い)ことが明らかになった。

→解釈(Imada+2013)

●リミットサイクルの下側ブランチが複雑な形をしている(Mineshige & Osaki 1985)で示された結果の観測例か?
●直前で赤くなるのは円盤の一部がoptically thickになって白色矮星からの放射を妨げているのでは?

●最近の成果を一部紹介



●(左)(上から)early superhumpの等級、g'-Ic, g'-Ks。(中央)(上から)superhumpの等級、g'-Ic。(右)early superhumpの色ごとの振幅で□H▲Ks■Ic○Rc●g'。early superhumpは等級の極小と色の極大(青)がほぼ全ての観測で一致する。その一方でsuperhumpの色と等級の関係は一定ではない(左側のMatsui+2009の図と要比較)。early superhumpは長波長になるほど振幅が大きくなることも分かった。

→解釈(Imada+2017b)

●superhump時の降着円盤内では温度、圧力の変化が大きいため、色と等級の振る舞いが多様なのではないか。(逆に圧力効果の少ない時期は色変化があまり見られないことも予想される)
●early superhumpは円盤外縁部の幾何構造が大きく影響している。これは先行研究で示唆されていたearly superhumpのモデルとよく一致する。

●今後の展開

●矮新星の多色同時観測の重要性が理解され始めた。今後もMITSuME?を用いた多色同時観測を継続して、superhumpの色変化の基本描像を確立したい。
●early superhumpに関しては多色観測とモデル計算により、降着円盤構造の再構築が可能。
●各ステージごとのsuperhumpの色変化を調べることはsuperhump周期変化におけるOsaki&Kato(2013)の理論的解釈の検証に繋がる。
●これまでの観測を総合するとsuperoutburst後の再増光の有無によって色指数が大きく異なる可能性がある(例えばtype Aはdipで相当赤いとか)。ただ現状でデータ不足のため議論できず。
●静穏時の降着円盤を理解する上で3.8mにも多色同時観測装置が必要。
●矮新星をはじめとする突発天体研究者のMITSuMEへの期待は大きい。安定運用に必要な人員と予算の確保をお願いしたい。