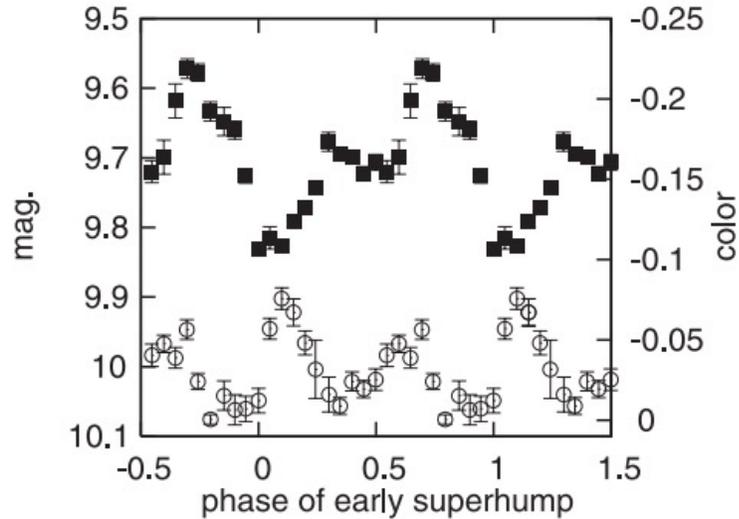


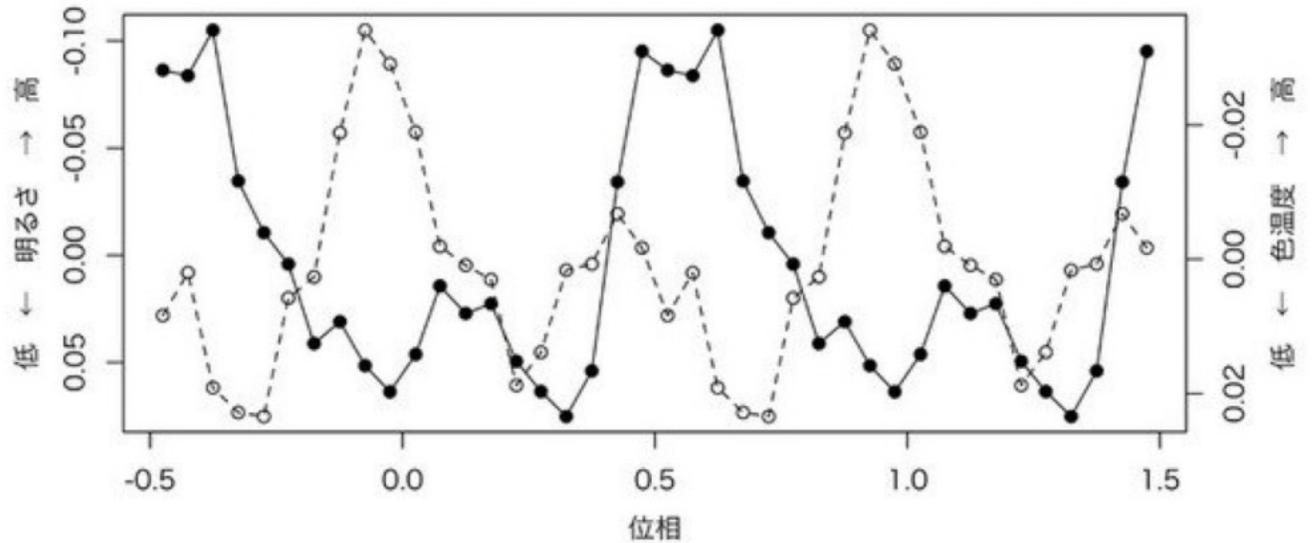
自動観測システムSmart Kanataの初期成果

早期スーパーハンプ

- ・ WZ Sge型矮新星のアウトバースト初期に特有の現象
 - ・ ダブルピークを持つ
 - ・ 連星軌道周期とほぼ一致
 - ・ 色が赤い→温度の低い降着円盤の外側が光っている



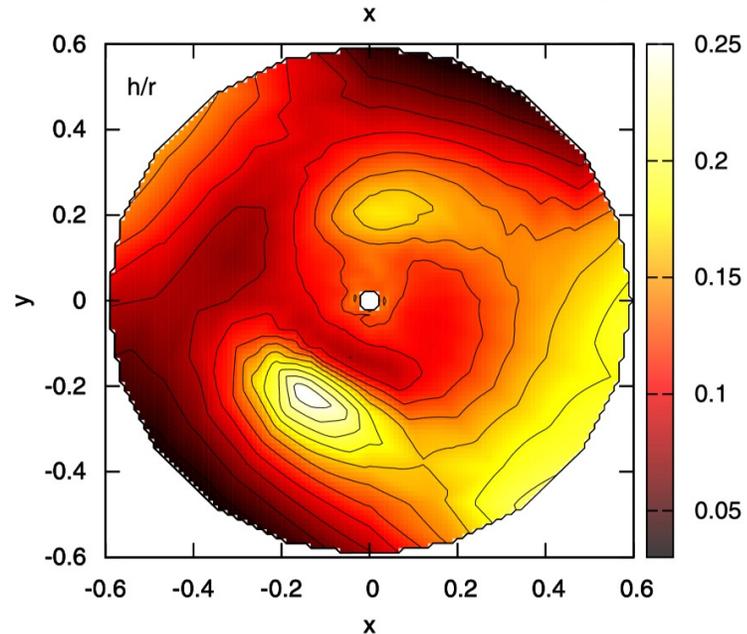
V455 Andの早期スーパーハンプ
Matsui+ 2009より



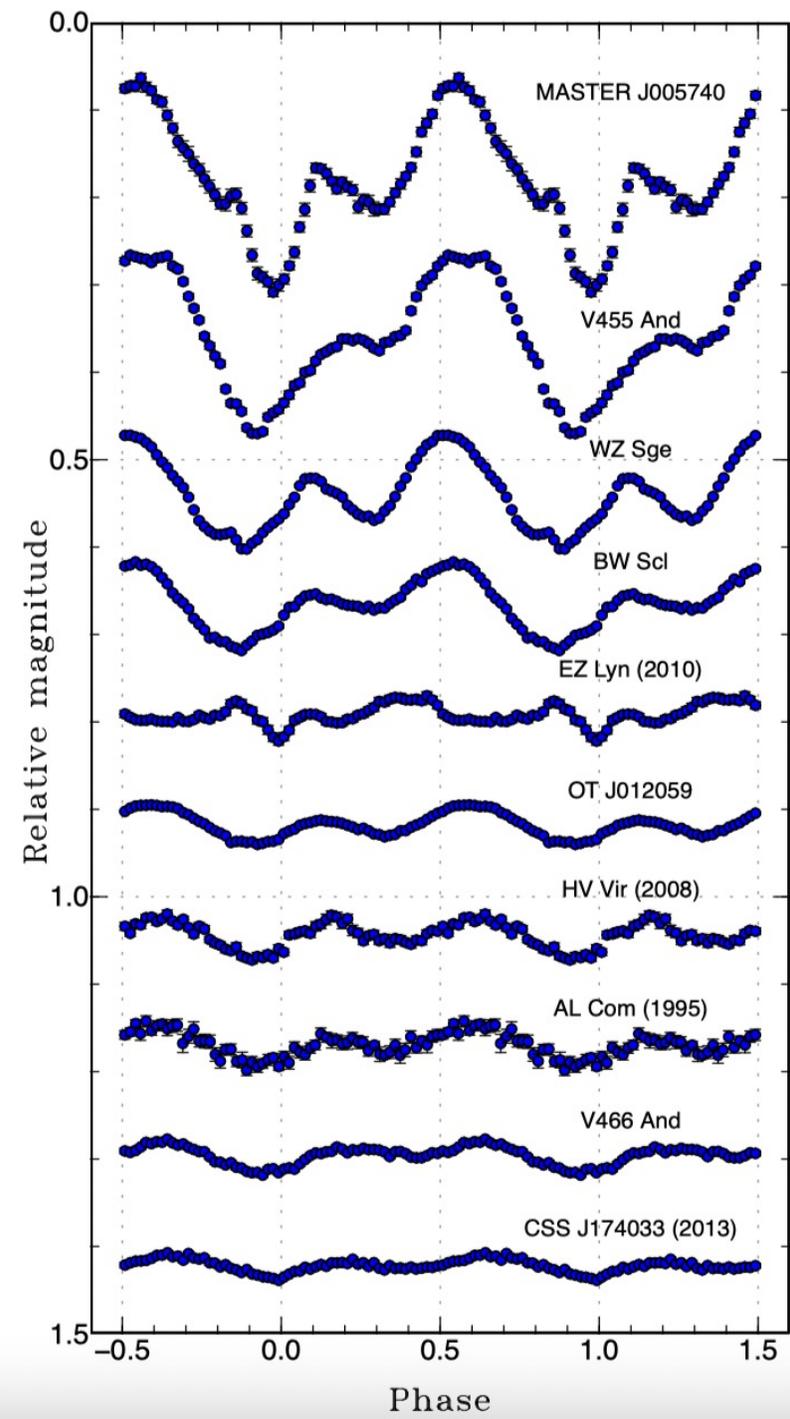
スーパーハンプの明るさの変動と色の変化
岩波データサイエンス vol.6より

早期スーパーハンプ

- なぜダブルピークを持つのか
 - 円盤の一部が縦に盛り上がっている
- エッジオンで見れば大きく変動
- ポールオンで見れば全く変動しない



V455 Andの早期スーパーハンプ時の
円盤の高さマップ再構成 Uemura+ 12



様々な天体での
早期スーパーハンプ
Kato+ 2015

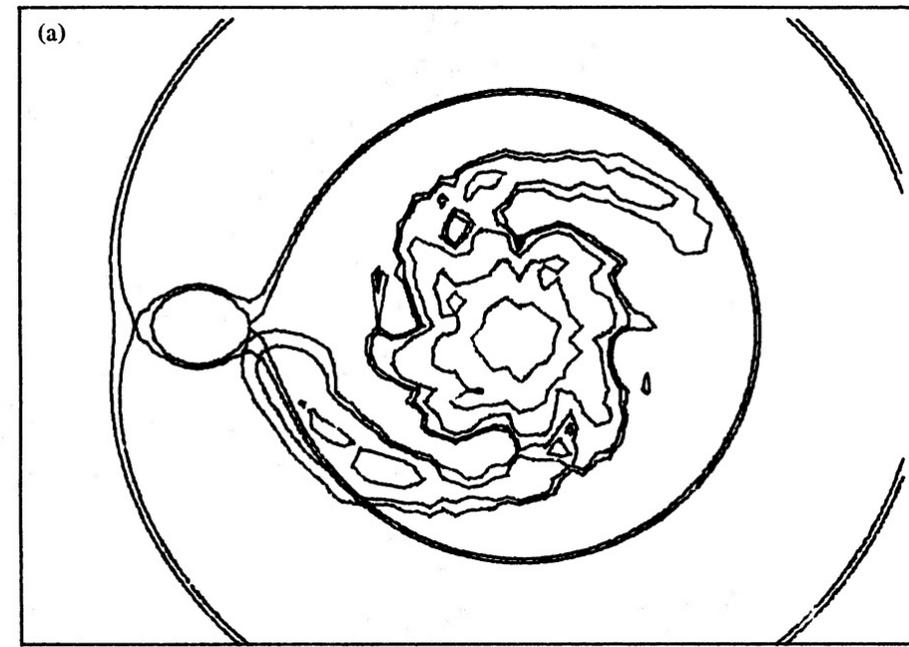
早期スーパーハンプの機構

- 2:1共鳴

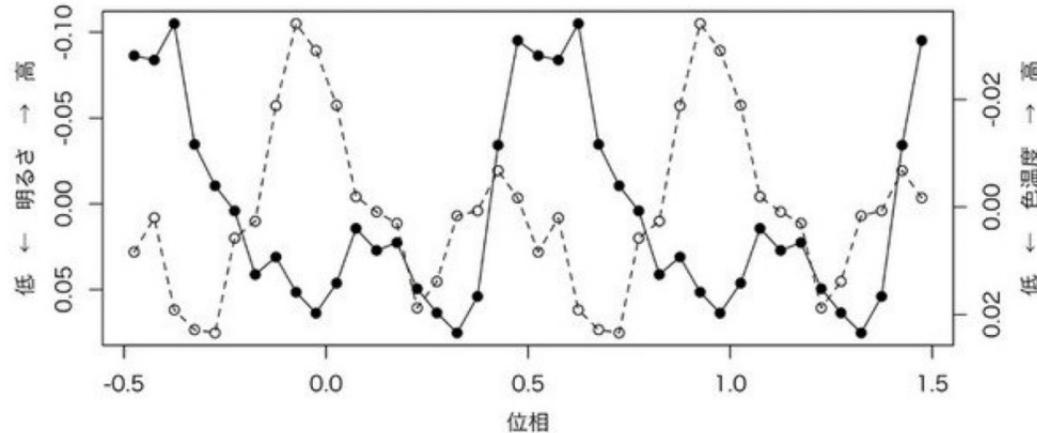
2:1共鳴による2本の螺旋パターンによって早期スーパーハンプと解釈されている

- 早期スーパーハンプの色変化の観測例は非常に少ない(2例)

- 赤くなるのは普遍的なのか？
- 天体やアウトバースト毎の違いはなぜ？
- 円盤構造の違い？



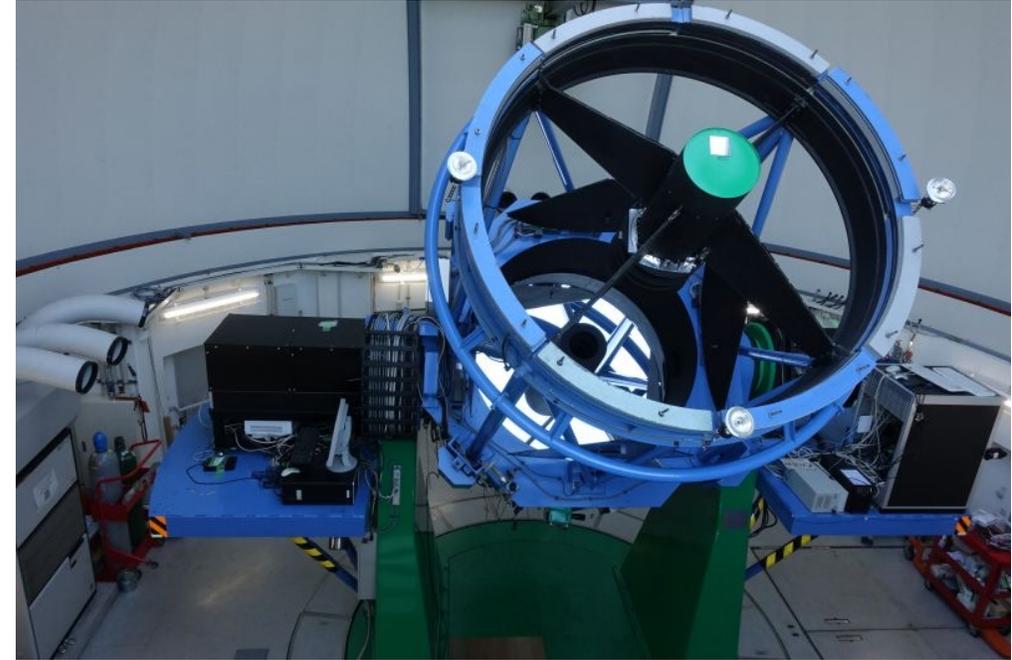
Lin & Papaloizou 1979



かなた望遠鏡とSmart Kanata

- かなた望遠鏡
 - 広島大学宇宙科学センターが運用する望遠鏡
 - 主鏡1.5mで駆動速度の速さが特徴
- 検出器HONIR
 - 可視光と近赤外線2バンドで同時に撮像可能な検出器
- Smart Kanata(SmartK)の試運転
2022年10月より試運転開始

かなた望遠鏡画像



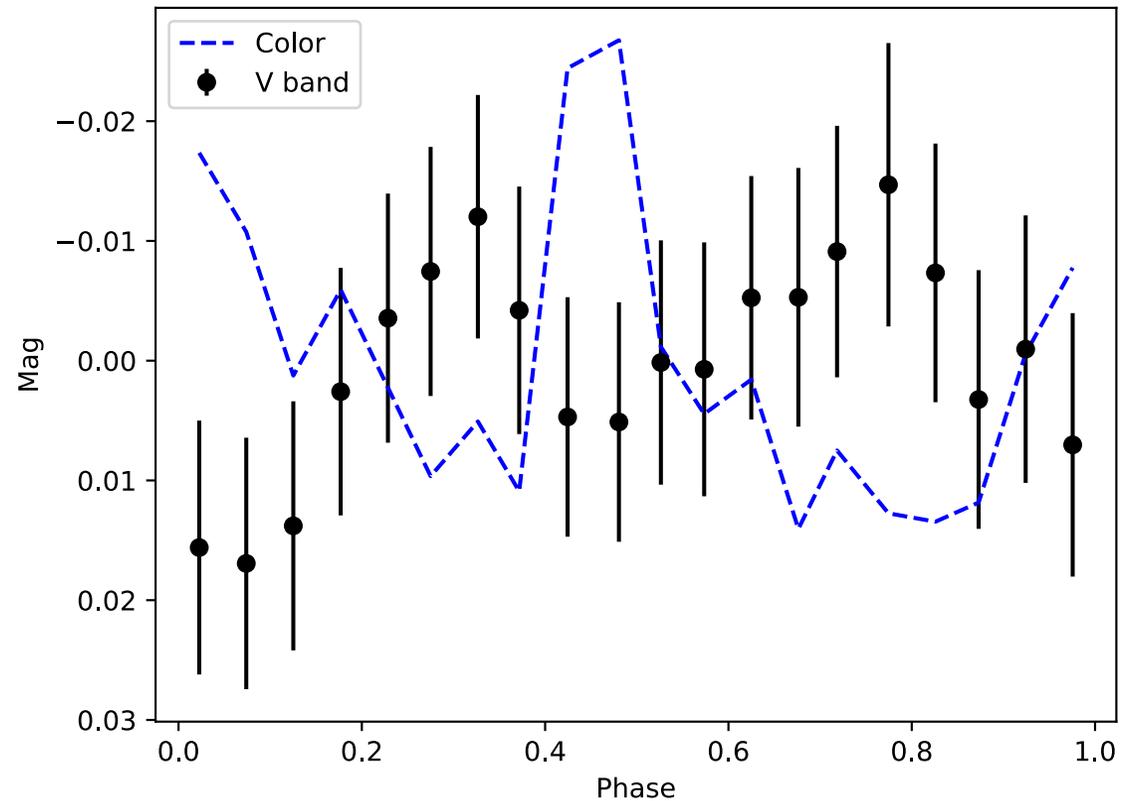
- 3天体のWZ Sge型矮新星の早期スーパーハンプを検出

観測日	観測天体	フィルター
2022/1/2	TCP J07094936+1412280	V, J
2022/1/7	TCP J02280150+2956365	V, J
2022/5/21	ASASSN-22ha	V, J

観測結果(TCP J07094936+1412280)

2022-01-02

- ・可視光と近赤外線で早期スーパーハンプを検出
 - ・ハンプの極大で赤く、極小で青くなっている

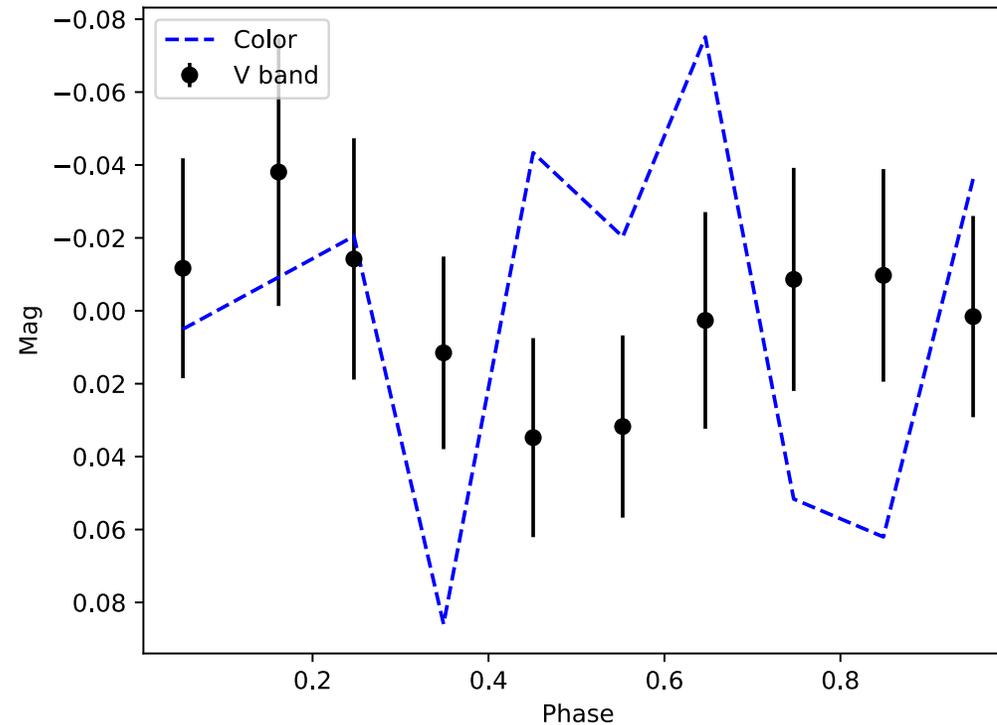


早期スーパーハンプのVバンドの変動と色の変化
周期を20分割している

観測結果(TCP J02280150+2956365)

2022-01-07

- 可視光でダブルピークを持つ変動
- 極大で色が赤くなっているかもしれない
 - 近赤外線データの精度が低いため、色の変化を同定できなかった

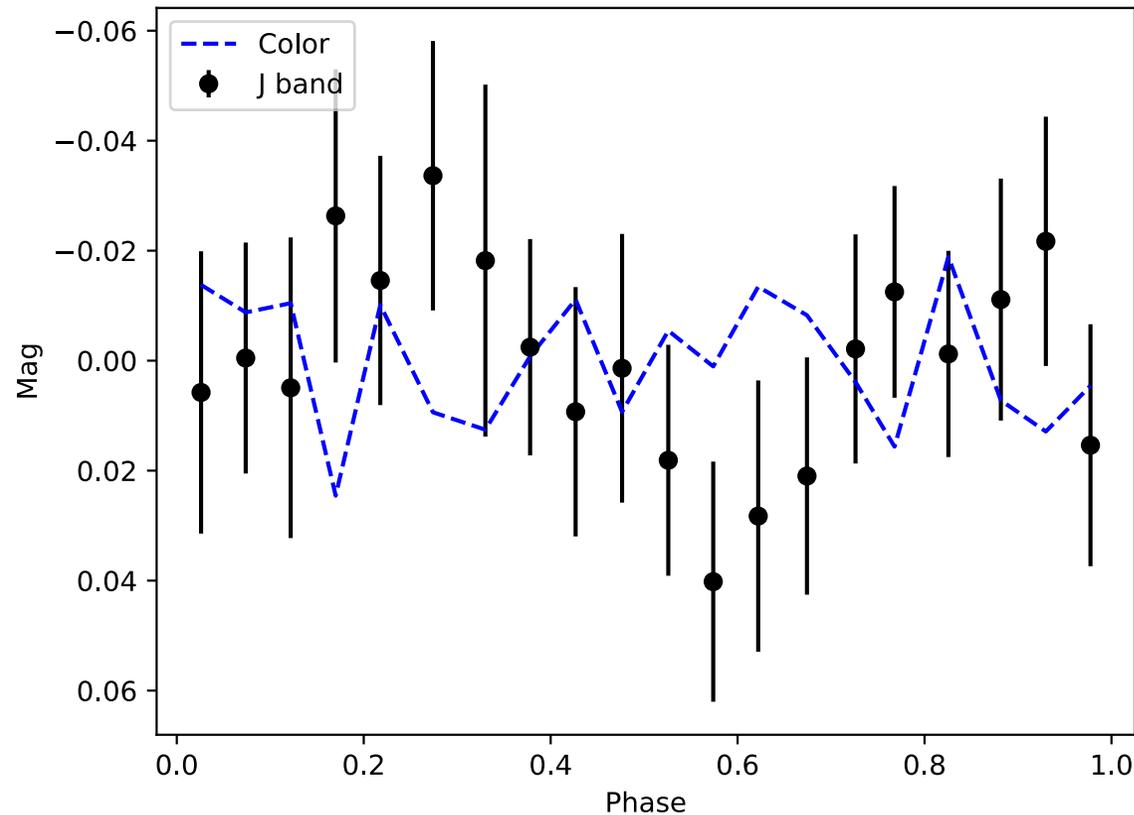


早期スーパーハンプのVバンドの変動と色の変化
周期を10分割している

観測結果(ASASSN-22ha)

2022-05-21

- ・可視光と近赤外線で早期スーパーハンプを検出
- ・ハンプの立ち上がりではまだ青く、遅れて赤くなっている

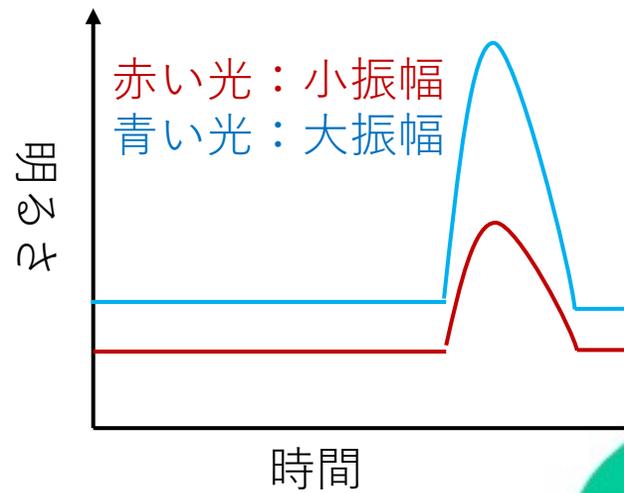


早期スーパーハンプのJバンドの変動と色の変化
周期を20分割している

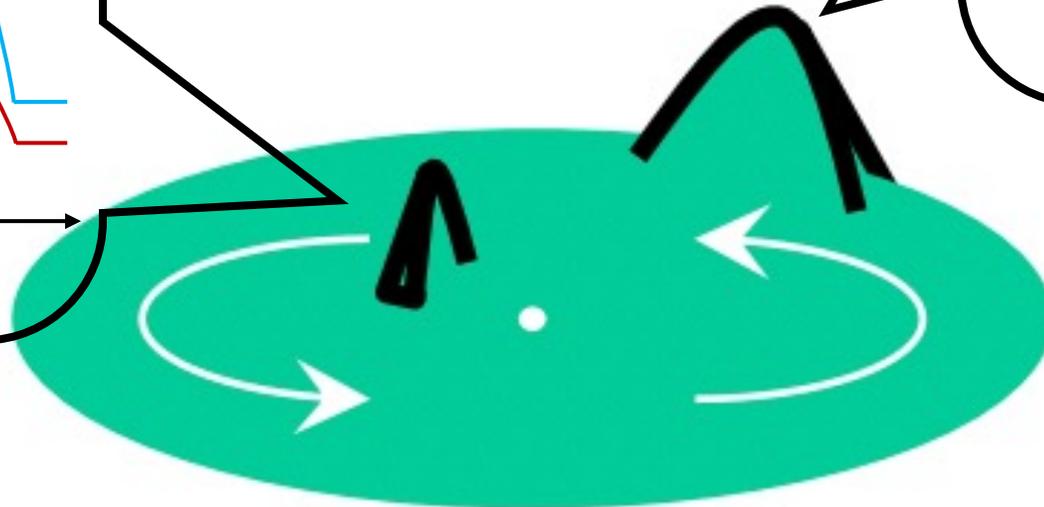
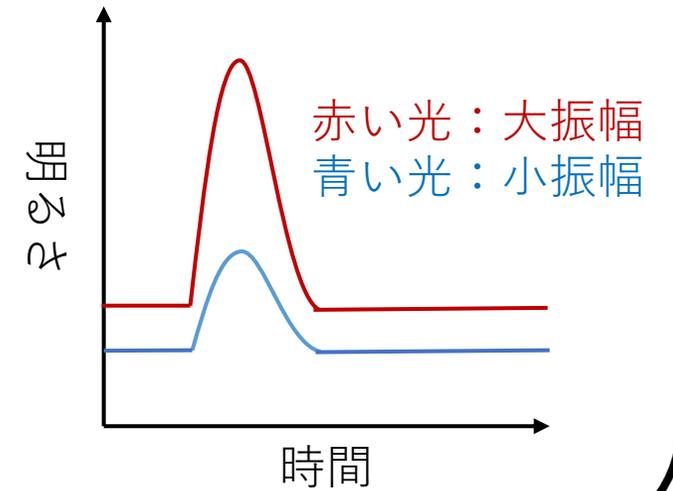
光度曲線から円盤構造を再構成

- ・ 時系列情報：円盤の方位角方向
- ・ 色情報：円盤の動径方向

高温部(内側)が盛り上がっていたら、



低温部(外側)が盛り上がっていたら、



ベイズモデル

- マルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC)
 - 尤度関数と事前分布から $\{h(r, \theta)\}$ の事後確率 $P(h)$ を推定
$$P(h) = cL(f_{v,obs}, f_{v,model})\pi(h)$$

- 尤度関数

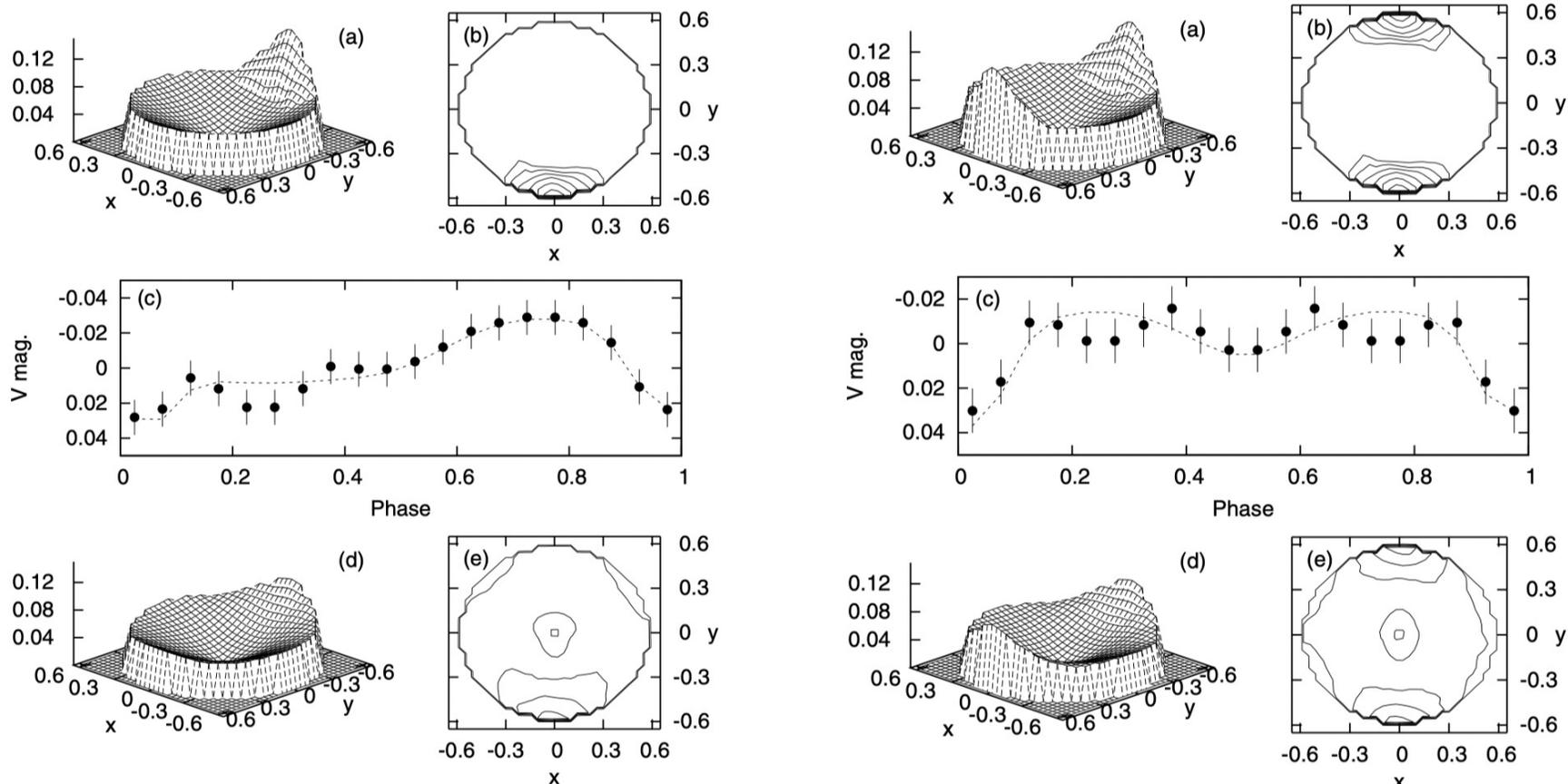
$$L = \prod_{i,j} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{i,j}^2}} \exp \left\{ -\frac{[f_{v_i,obs}(\phi_j) - f_{v_i,model}(\phi_j)]^2}{2\sigma_{i,j}^2} \right\}$$

- 事前確率 π

- 円盤に対する滑らかさ π_{smooth}
- 標準円盤にどれだけ近い形状を取るか π_{disk}

デモンストレーション

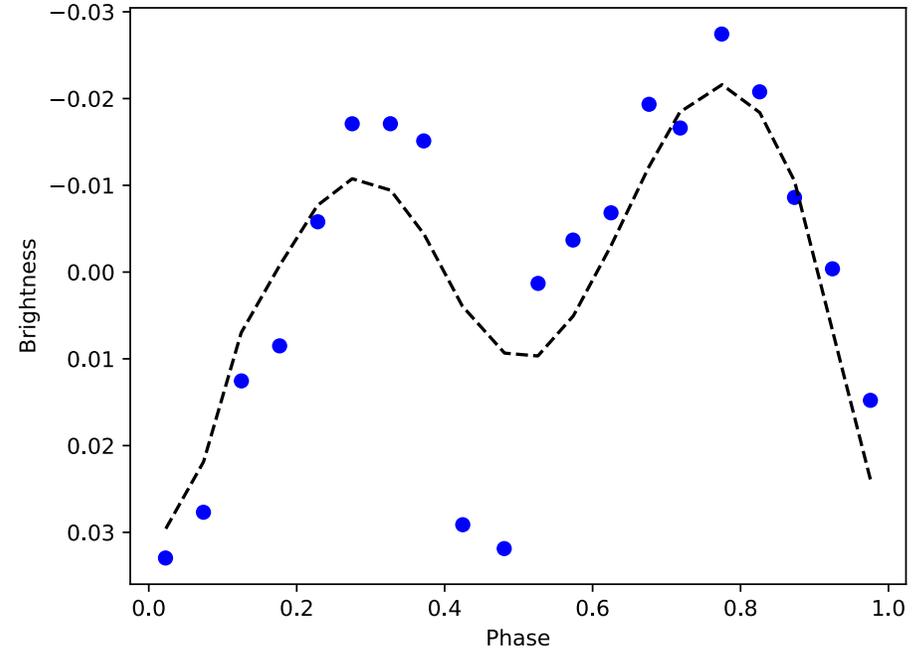
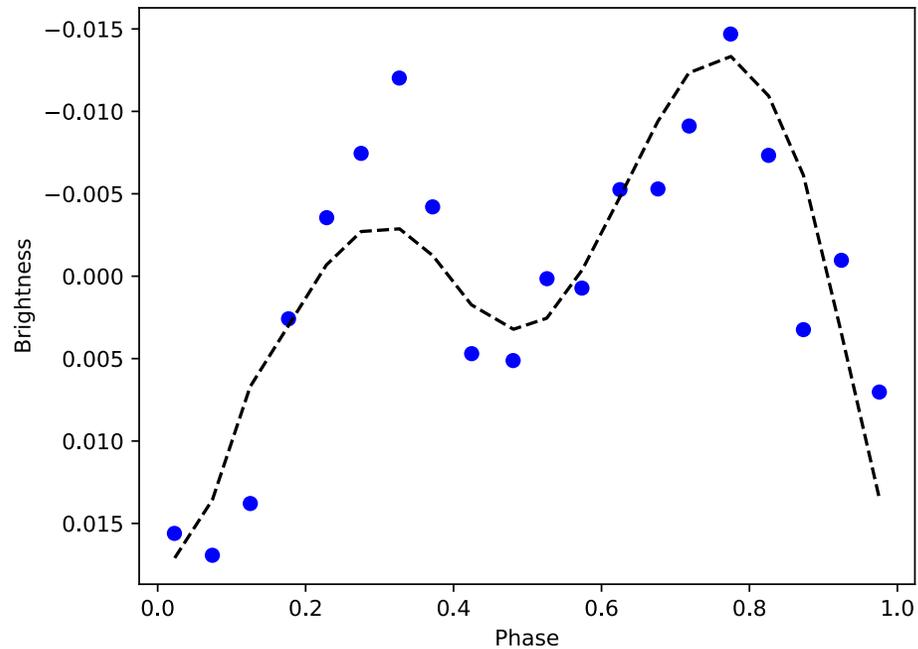
- 構造の位置や複数の構造も再現できている。
- 元データよりも滑らかな構造に→局所的に急峻な構造は再構成できないかも



人工データから再構成した円盤構造。上段が人工の円盤。中段の黒点が人工円盤から観測される光度曲線、破線が再構築したモデル光度曲線。下段が再構成した円盤。(Uemura+ 12)

J0709の再構成結果(モデル光度曲線)

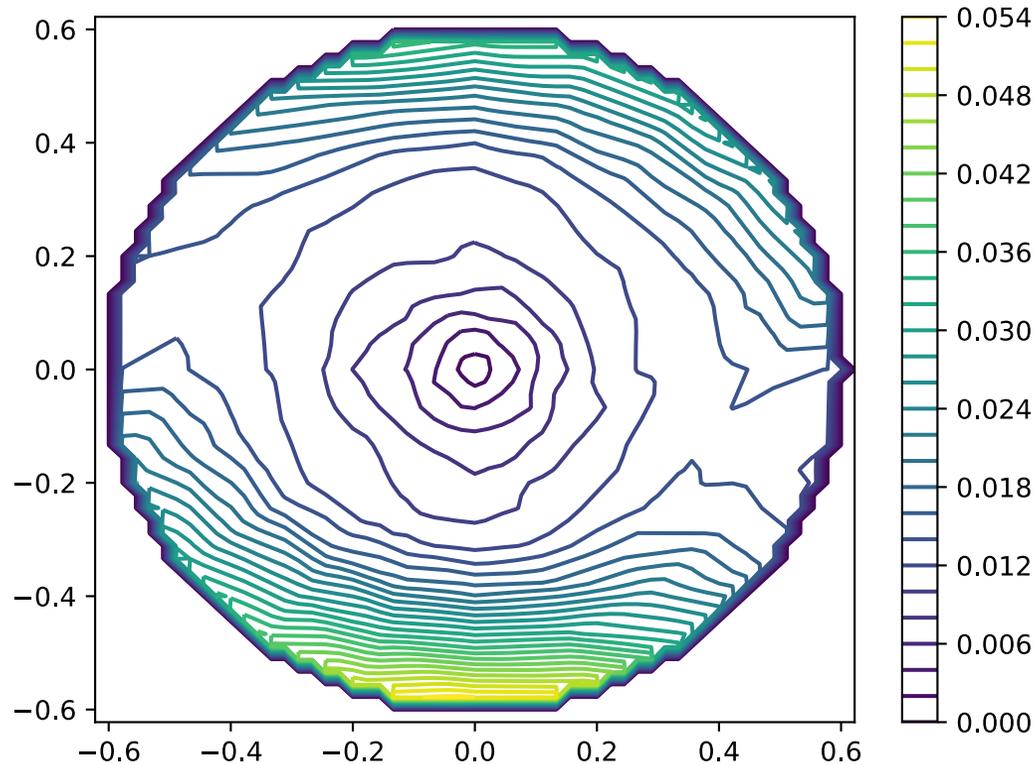
- MCMCを100万ステップ
 - 再構成された光度曲線(破線)と実際のデータ比較
 - 大筋は一致している
 - 急峻な一部の変動は再現できていない



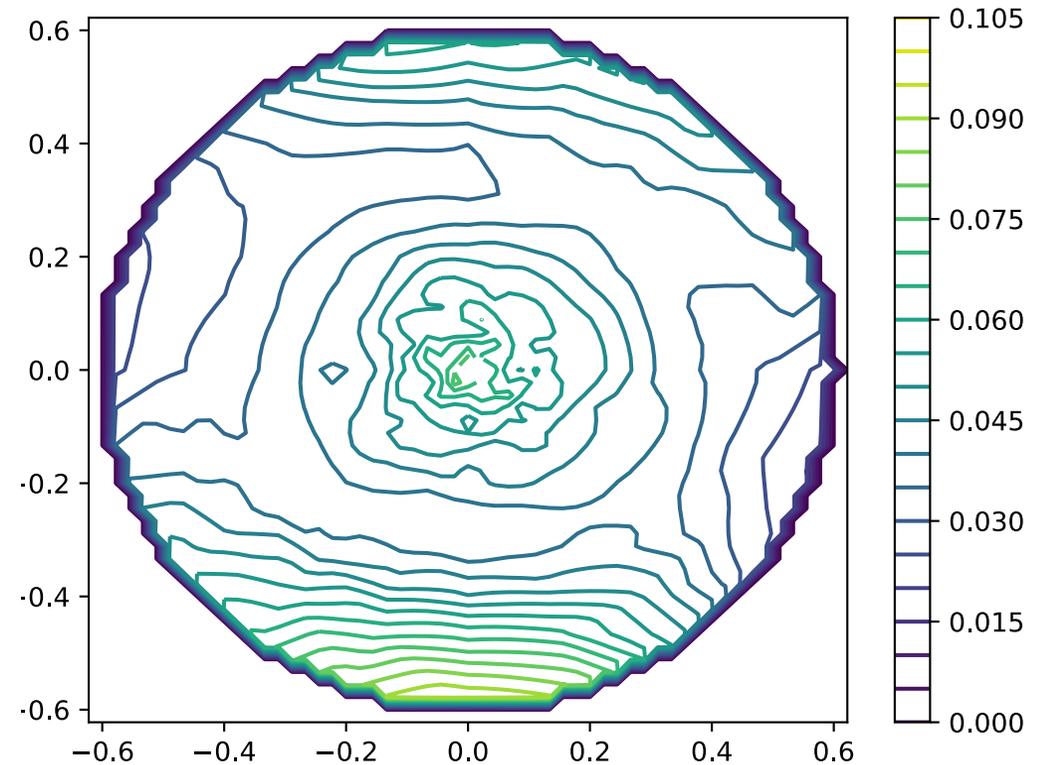
実際の光度曲線と再構成のモデル光度曲線。左がVバンド、右がJバンド。
青点が実際のデータポイントで破線がモデル光度曲線。

J0709の再構成結果(円盤の高さマップ)

- 再構成された円盤構造
 - 円盤外縁部に縦方向の盛り上がり2ヶ所
 - 位相90度ずれた位置にも高くなった構造
- ※Preliminary



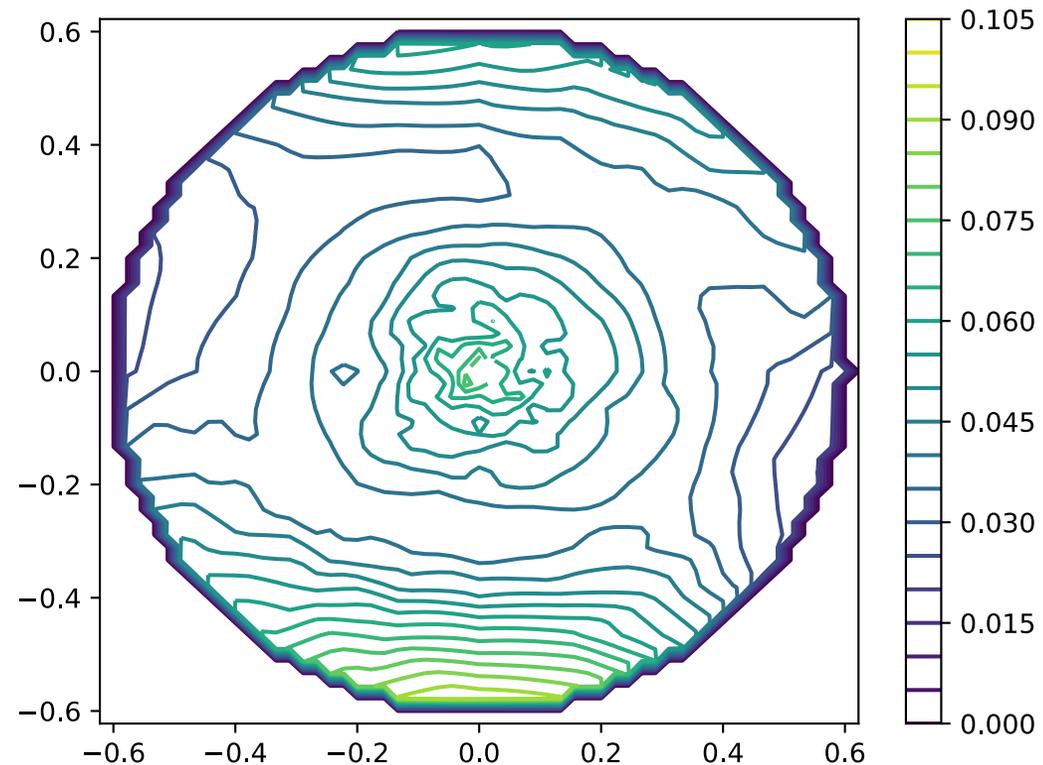
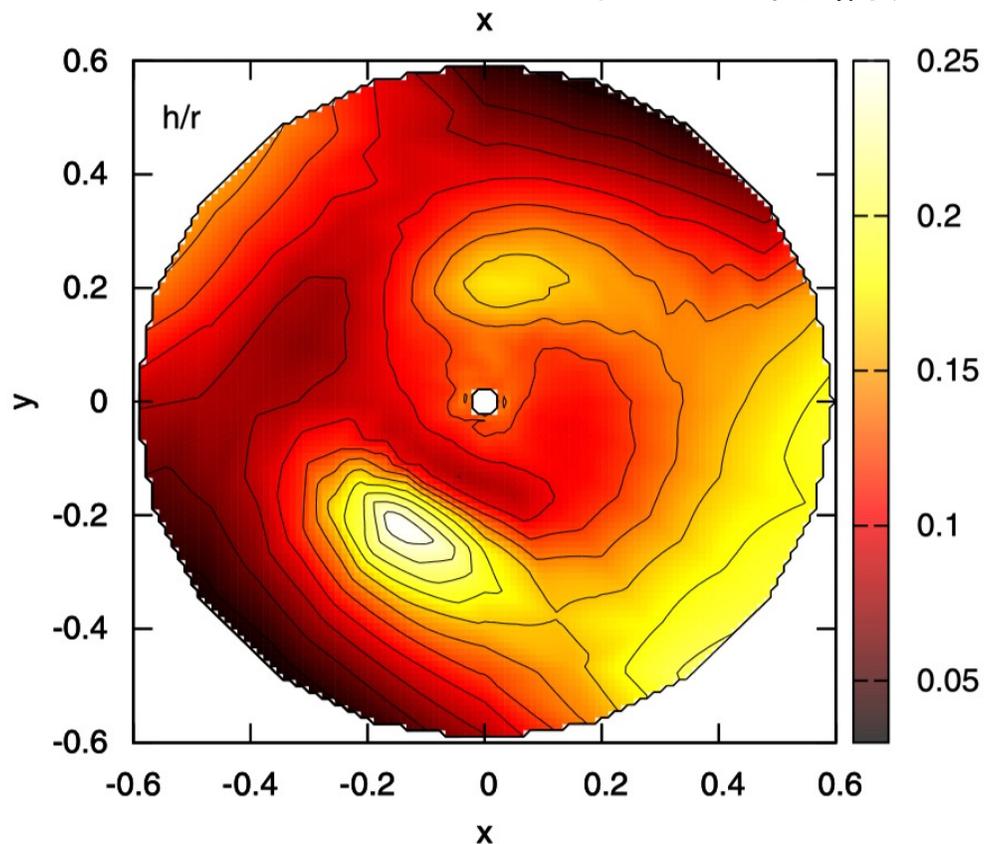
円盤の高さマップ。連星間距離が1



z/r を行った高さマップ。内側の構造を読み取りやすい

円盤再構成

- V455 Andのよう円盤最外縁から内側への連続的な腕構造が見られない
 - モデル光度曲線を再現できていない
- smoothness過ぎる
→smoothnessをより下げて再構成する



まとめと今後

- SmartKによる観測で激変星の増光初期を捉えることに成功した
- J0709の円盤構造の再構成結果
- 観測の継続
- インクリネーション, smoothnessの変更、ASASSN-22ha円盤再構成

