

# Super-giant Fast X-ray Transientの X線光度変動の起源

九州産業大学工学部

鴈野 重之

連星・変光星・低温度星研究会

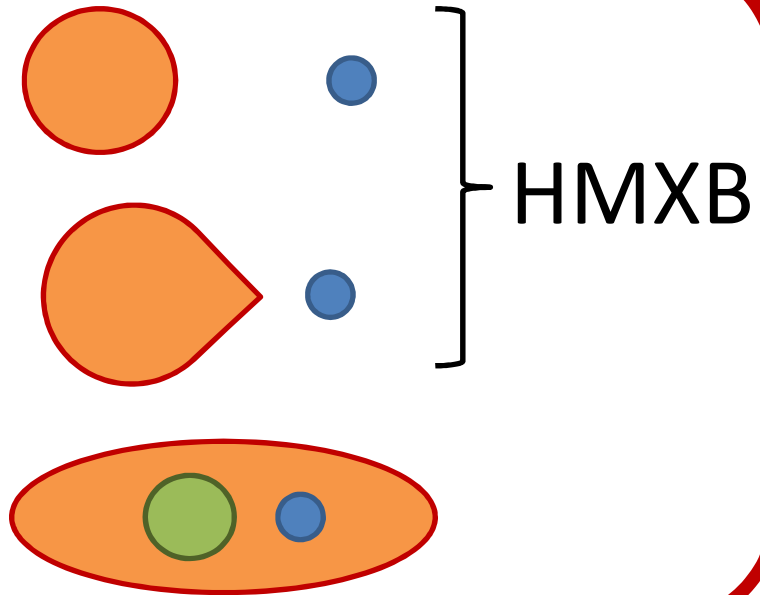
@京都産業大学(2012年2月)

# HMXB

- High Mass X-ray Binary
  - 大質量星とNS・BHの連星
  - 銀河系内, LMC, SMCで300個ほど
- HMXBはなぜ面白いのか
  - X線で極めて明るく輝く
  - 若い中性子星が観測できる
  - NS-NS連星の母天体
    - 重力波 / SGRB?

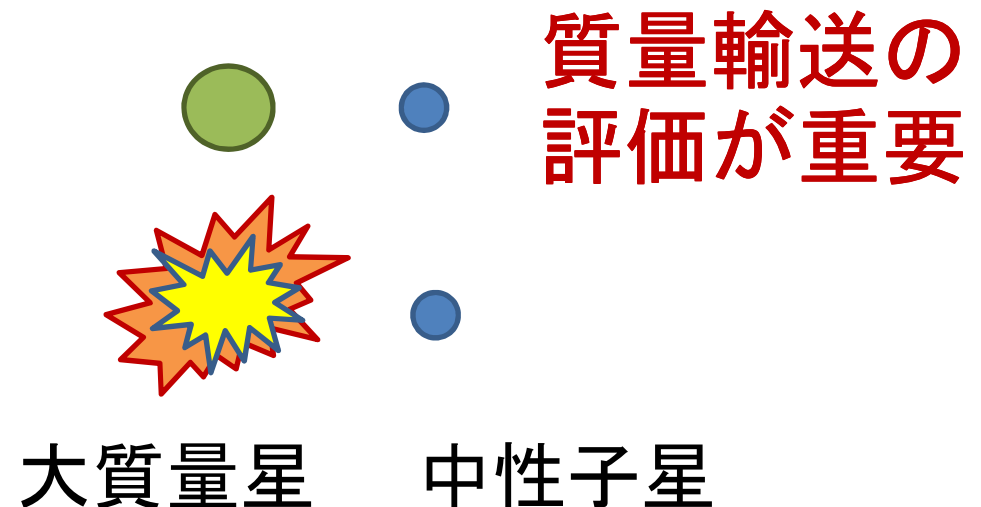
# 連星中性子星への道

- 星風による質量降着
- RLOFによる質量降着
- 共通外層進化



- 大質量星コア + NS
- 超新星爆発

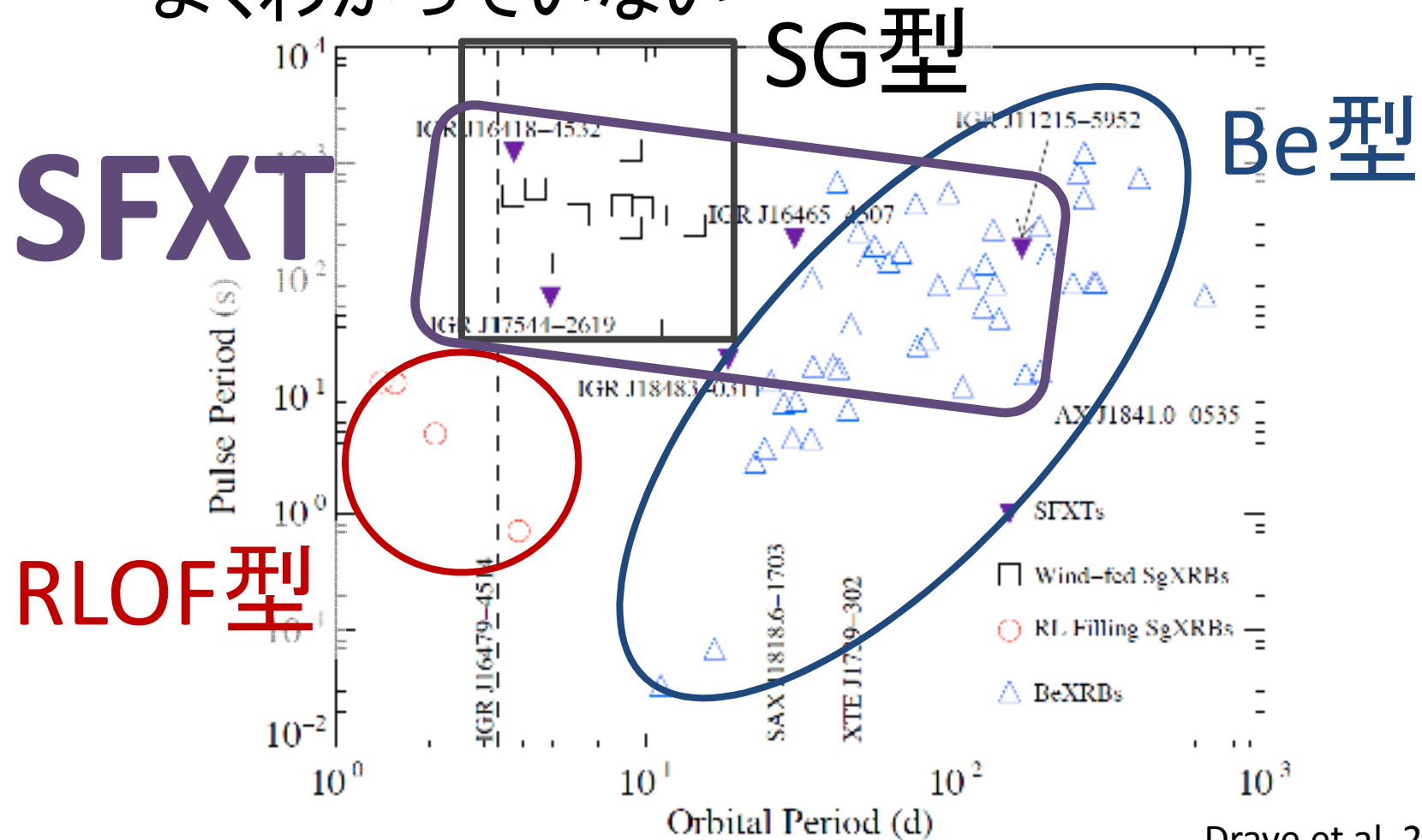
→ NS-NS連星 ?



# Corbet Diagram上の位置の違い

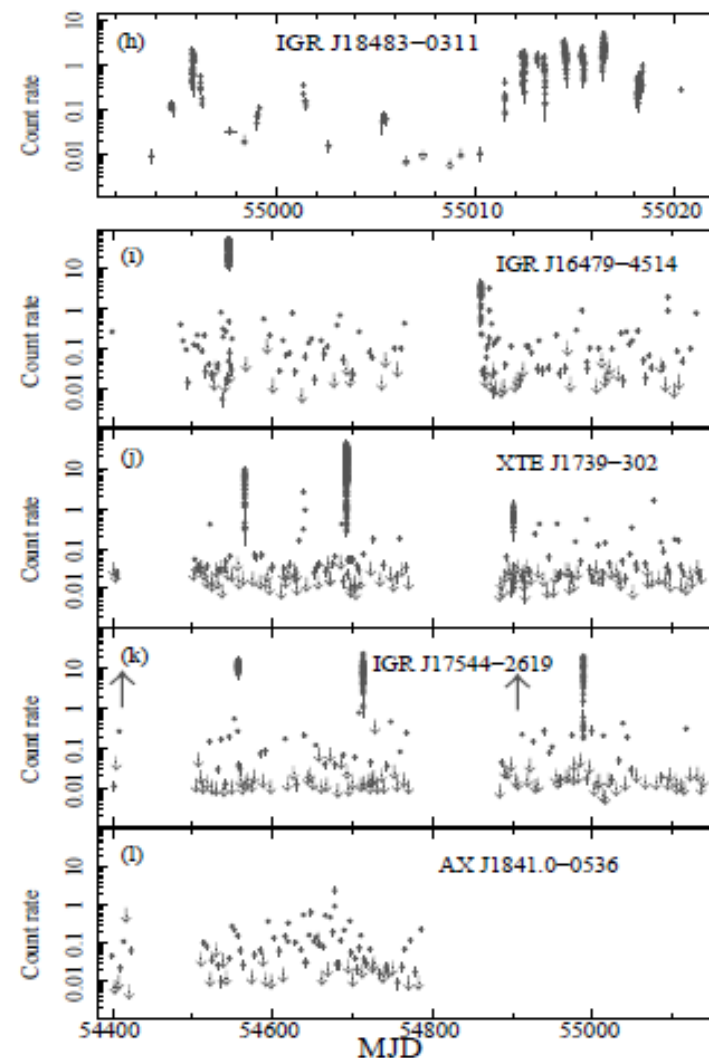
～質量・角運動量輸送モードの違いを反映？

～よくわかっていない



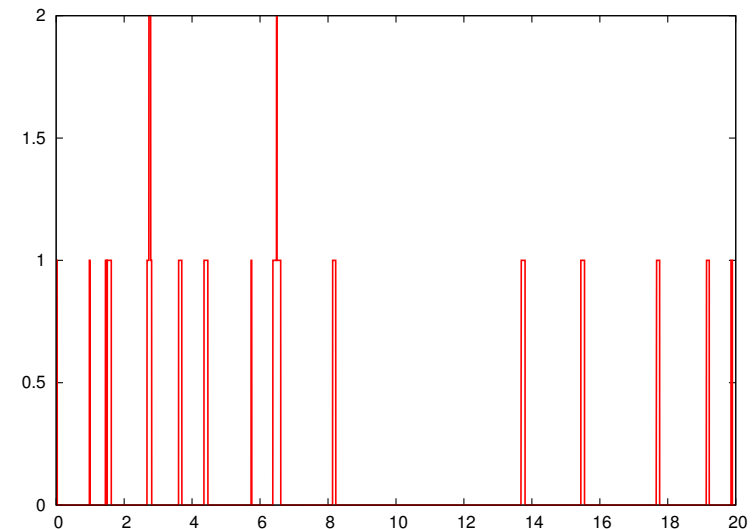
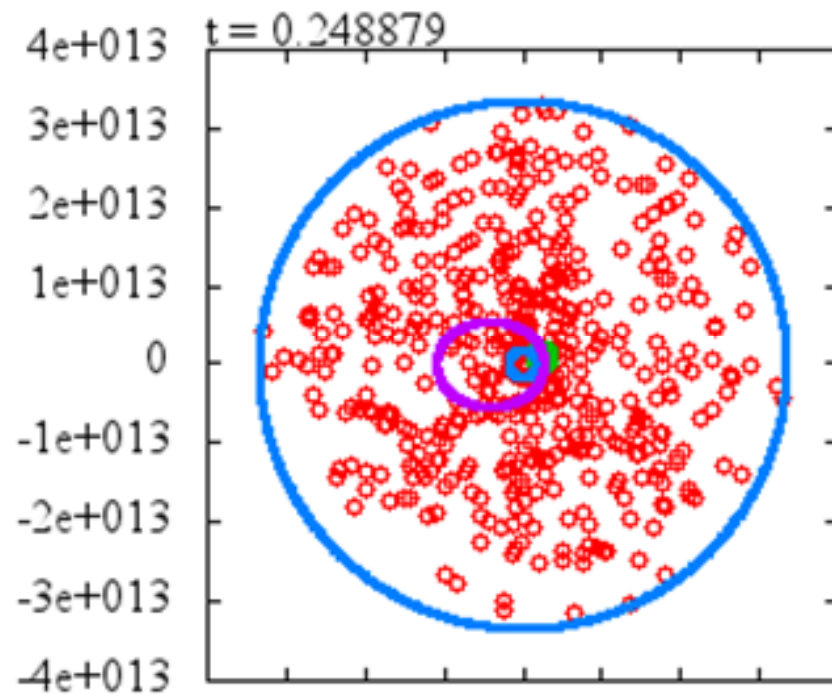
# Supergiant Fast X-ray Transient

- Integralにより発見
  - 2005年頃より
  - 20個弱が分類
- X線フレア
  - 短い( $\sim 1$ ks)
  - 明るい( $>10^{36}$ erg/s)
  - 暗い ( $>10^{32}$ erg/s ) 静穏期
  - 軌道周期 数d $\sim$ 数十d



# SFXTのフレア発生過程

- クランプ状星風の降着
  - クランプ降着により質量降着率が増加
  - 短いフレア持続時間, 明るいX線輝度を説明



Karino in prep.

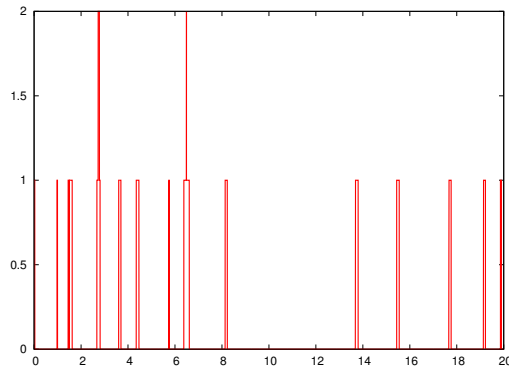
# クランプパラメタの概算

- フレアは短い

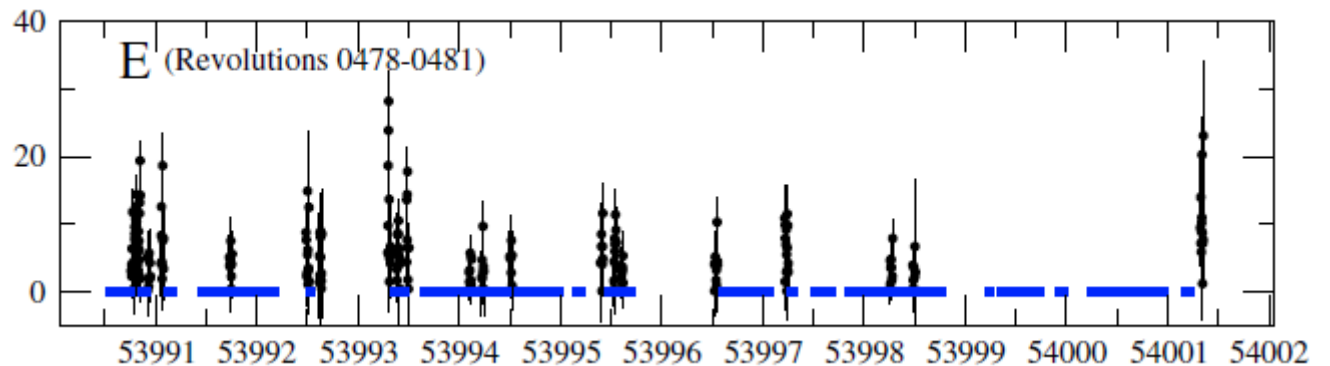
$$R_{cl} \sim v_{wind} \times t_{flare} \sim 10^6 [\text{m/s}] \times 10^3 [\text{s}] \sim 10^9 [\text{m}]$$

- フレアは明るい

$$M_{cl} \sim \left( \frac{L_X}{10^{36} [\text{erg/s}]} \right) \left( \frac{t_{flare}}{3 [\text{ks}]} \right) (8 \times 10^{18} [\text{kg}]) \sim 10^{18} [\text{kg}]$$



観測ライトカーブを概ね再現

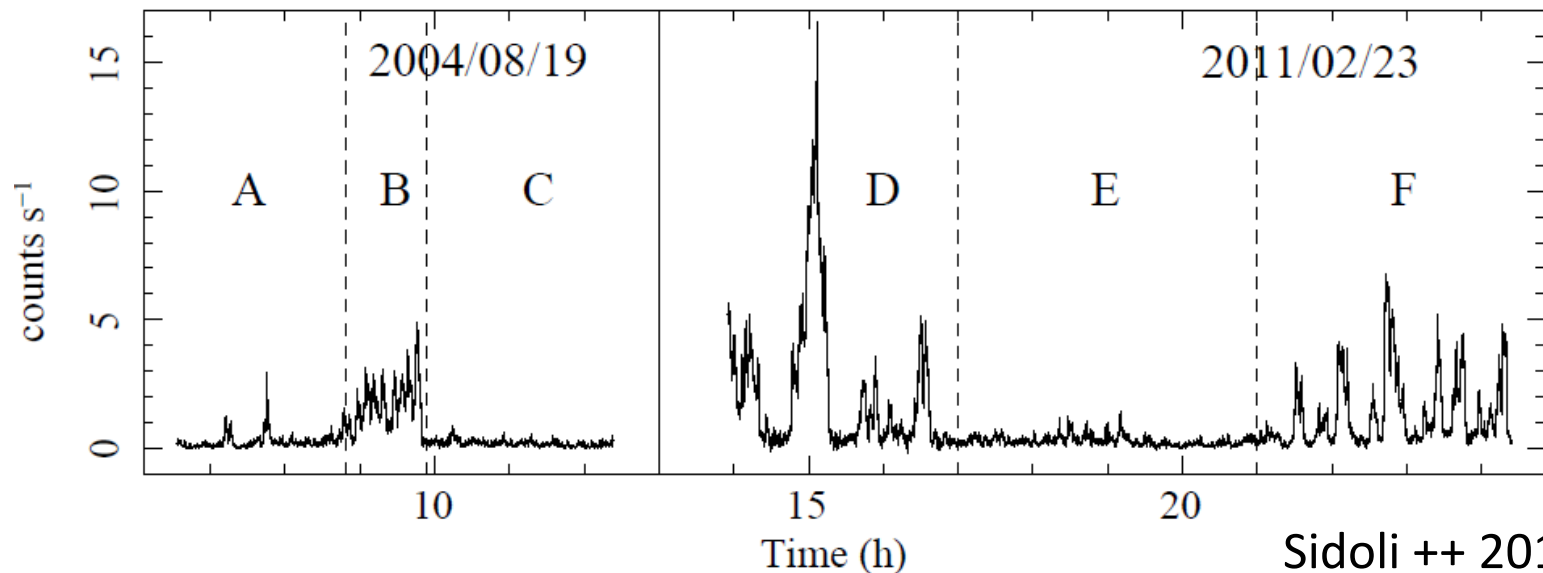


Blay ++ 2008

# 実際のクランプ降着

- 高密度なクランプの衝突は相当ドラスティック
  - 複雑なフレア光度曲線
  - 単純なBondi-Hoyle-Lyttleton降着でよいのか？
  - 数値流体シミュレーションで見たい

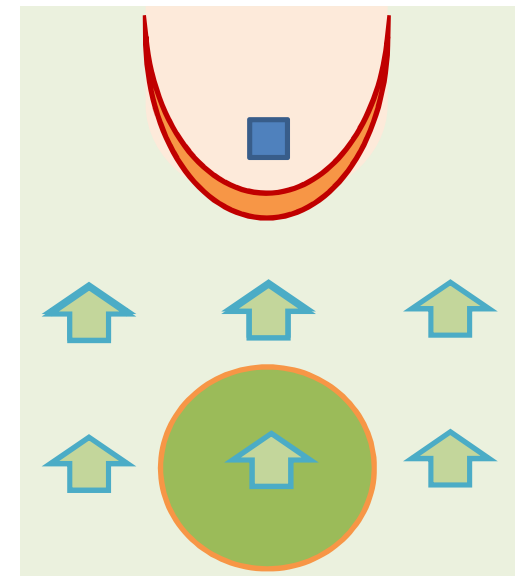
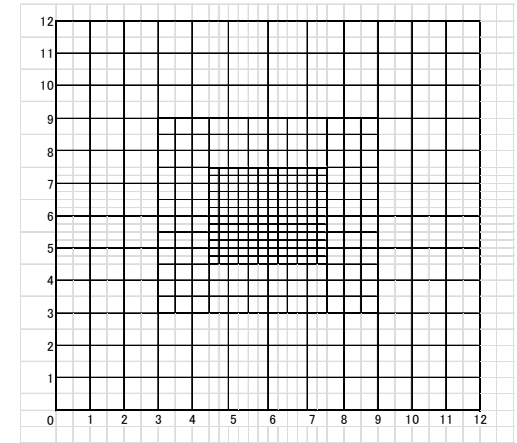
*XMM-Newton observation of IGR J16418–4532*





# Simulation Setup Overview

- 流体コードを開発
  - 2次元TVD MacCormack法
  - Nested Gridによる高解像度化
- $y=0$ 境界から一定の星風
  - マッハ数1.7
- 中心に吸い込み口(重力源)
- 球状(円状)のクランプを投入
  - 密度とサイズをパラメタとする



# クランプ降着数値計算

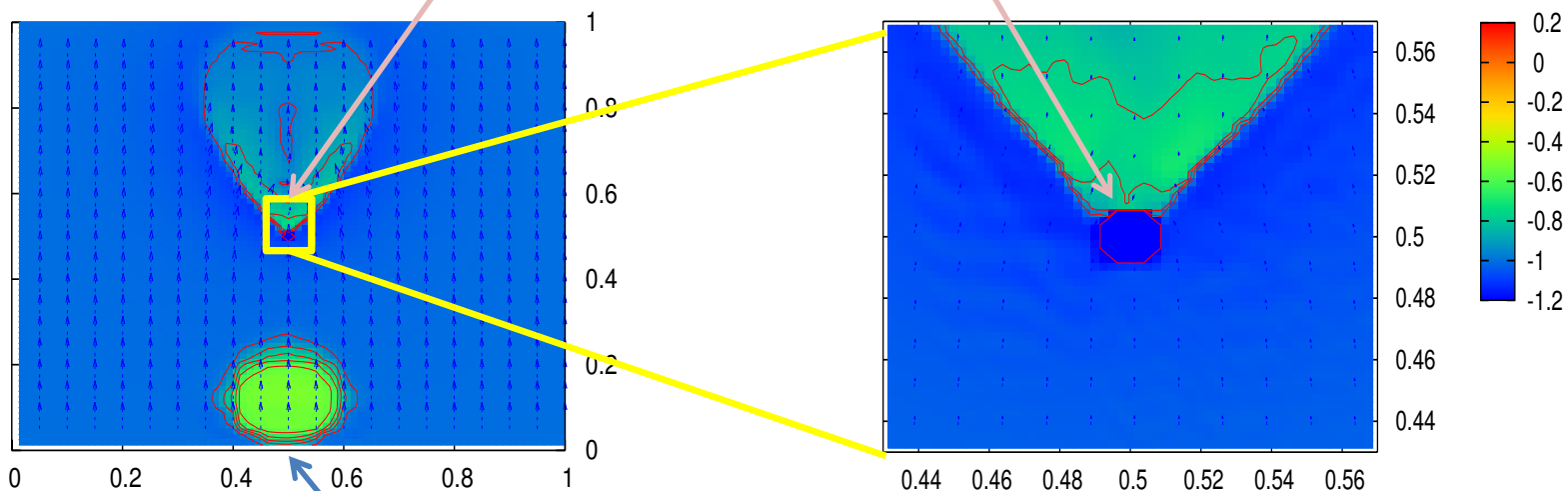
- 密度コントアと速度場を表示

規格化時間

(あまり意味なし)

$t = 0.150000$

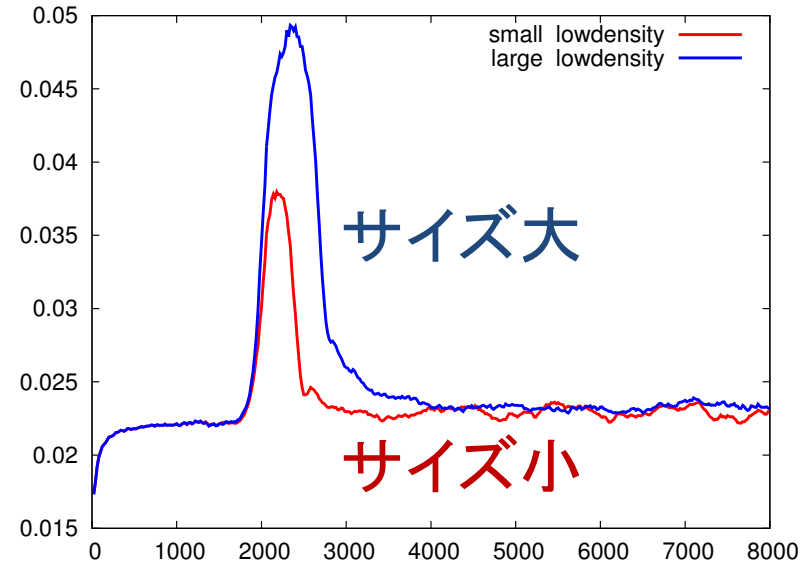
吸い込み口  
(重力源)



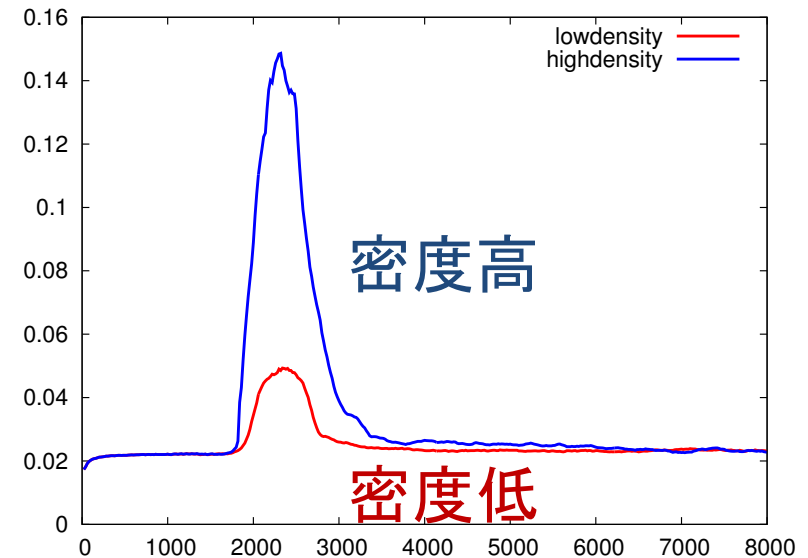
クランプ

# 質量降着率

- 比較その1
  - 密度一定
  - サイズ違い(2倍)

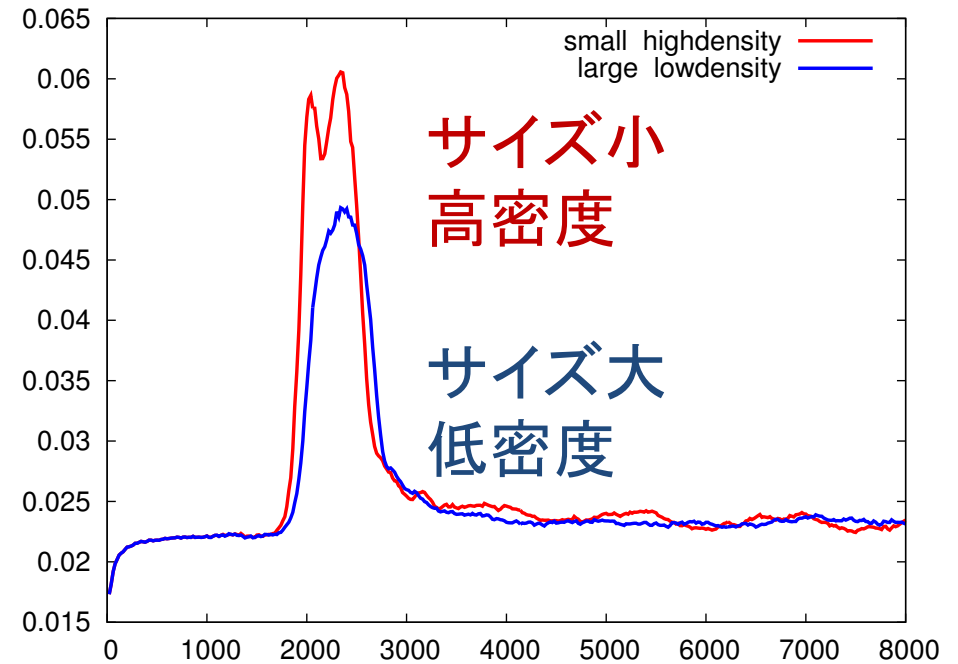


- 比較その2
  - サイズ一定
  - 密度違い(4倍)



# 質量降着率

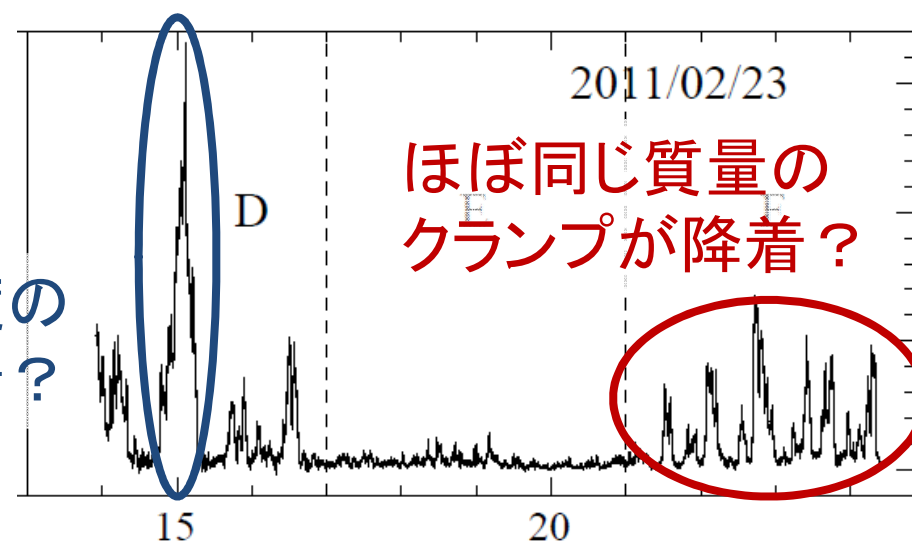
- 比較その3
  - 質量一定
  - サイズ, 密度違い



# 結果と議論

- クランプサイズはフレア継続時間に反映
- クランプ密度はフレア光度に反映
- しかし、クランプ質量が同じときには差は僅少
- 光度曲線の違いからクランプ質量スペクトルが得られるはず
  - 正確な質量輸送率

大質量/高密度の  
クランプが降着？



# まとめ

- HMXBでの質量輸送は重要
- SFXTではクランプ状の星風がNSに降着
- クランプ降着の数値シミュレーションを実施
- X線光度曲線から大質量星の質量放出率を求められる可能性