

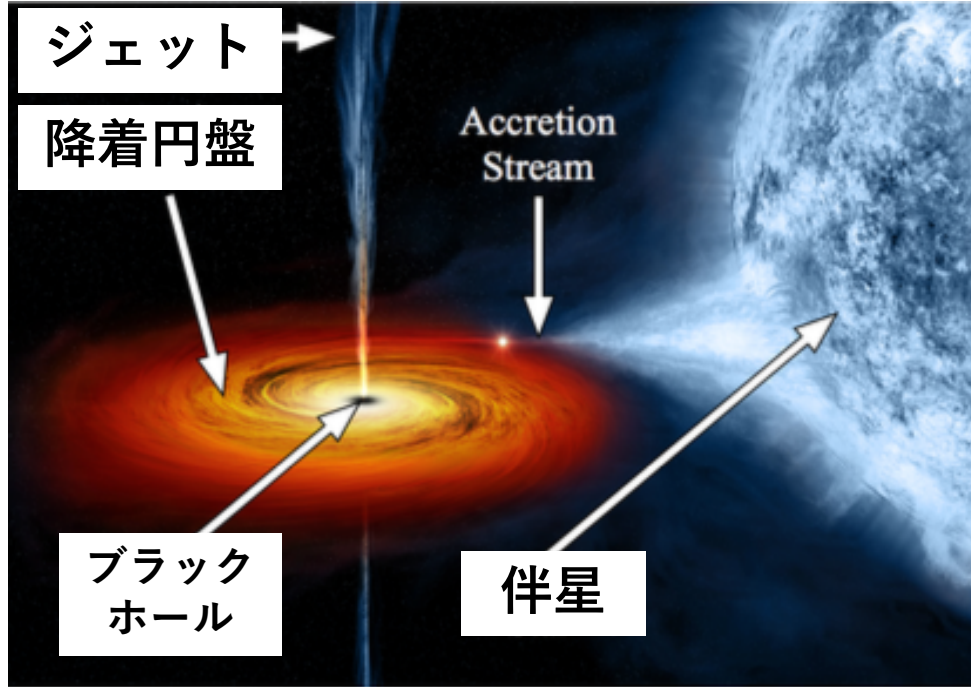
ブラックホールX線連星GRS 1915+105の X-ray low luminous state時の近赤外線 の長期変動成分の放射起源について

広島大学 今里郁弥

笹田真人、植村誠、深沢泰司、中岡竜也、高橋弘充、秋田谷洋、
川端弘治 (広島大学)、 穂本正徳、藤沢健太(山口大学)

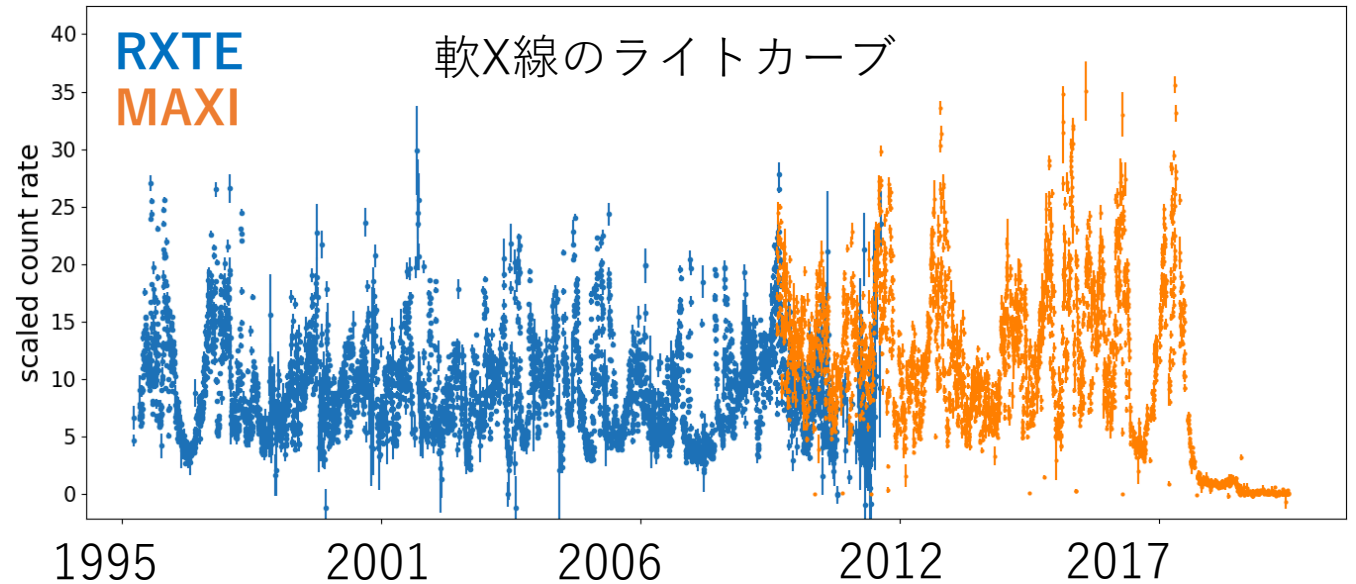
イントロダクション: 1-5pp
結果: 6-12pp
議論とまとめ: 13-17pp

GRS 1915+105について



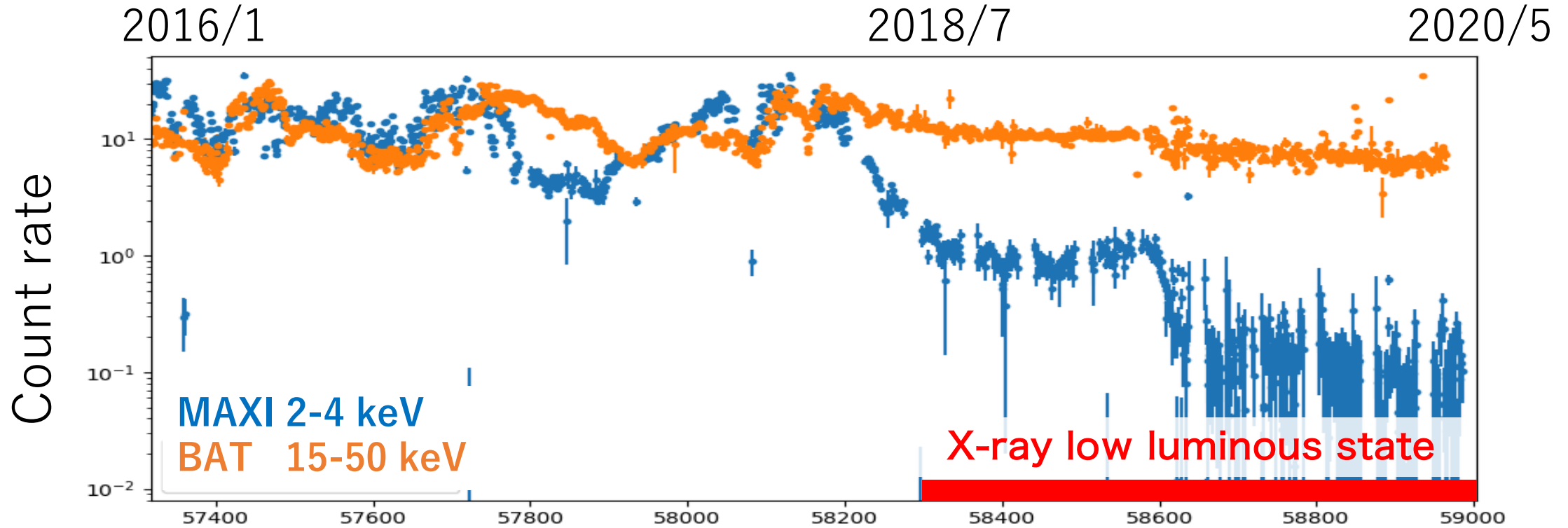
ブラックホール低質量X線連星のイメージ.⁵

1. 低質量X線連星. ブラックホール質量: $14 \pm 4.4 M_{\odot}$.¹
2. 伴星はK giant ($0.8 M_{\odot}$), 公転周期は ~ 33.9 日.²
3. 星間吸収 ($A_V \sim 19.6$)³ がきつく, 可視光は観測が難しい.
3. 相対論的速度のジェットを時々示す.⁴
4. X線で明るく高い活動性を継続的に示していた.
5. X線の放射起源は降着円盤, 電波はジェット.



1. Harlaft & Greiner 2004
2. Steeghs et al. 2013
3. Chapuis & Corbel 2004
4. Mirabel & Rodriguez 1994
5. Salgado 2015

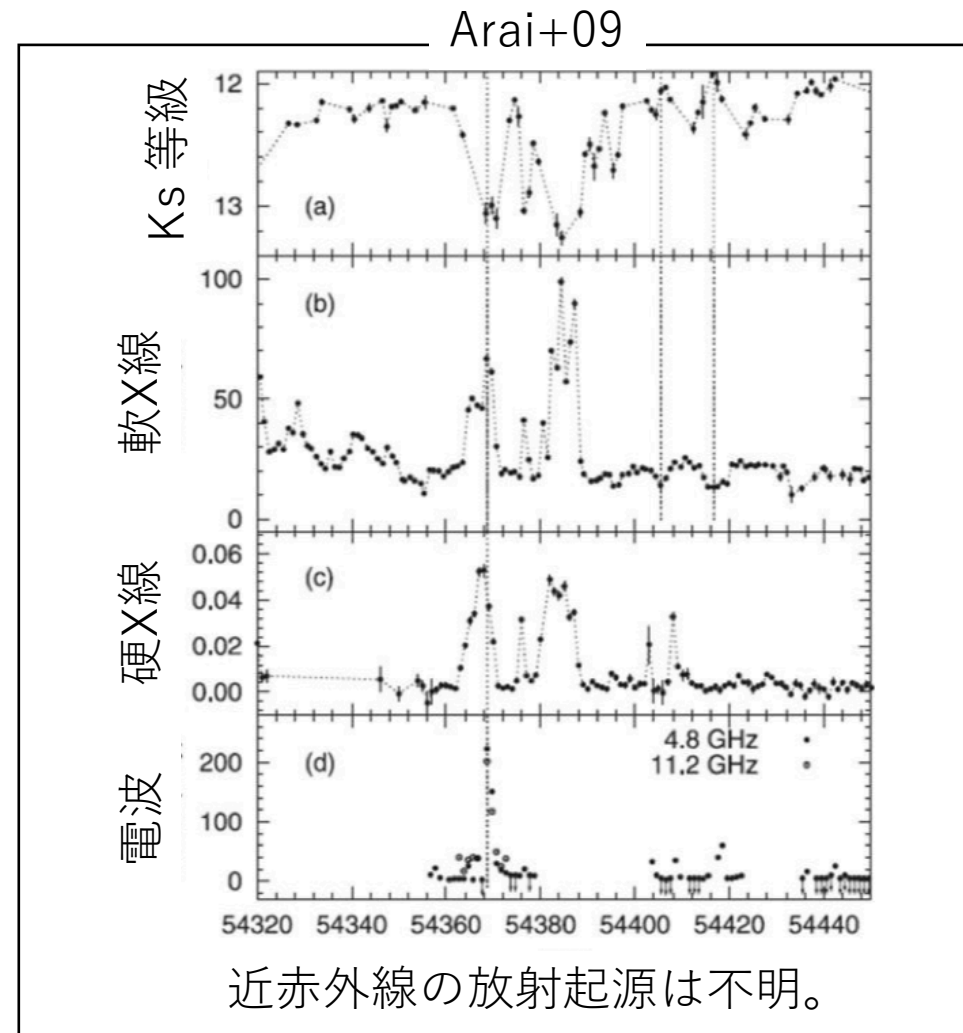
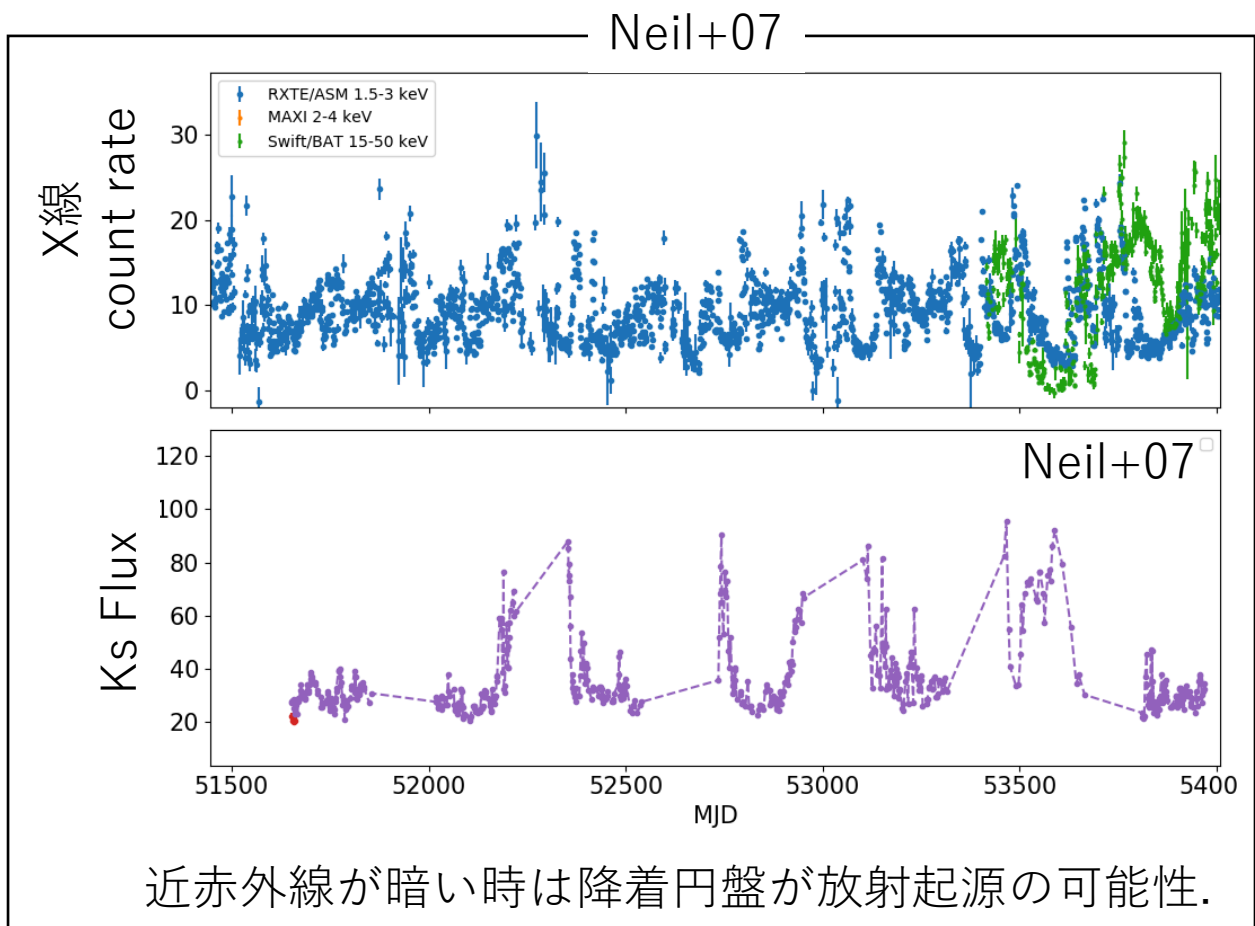
2018年7月から軟X線で観測史上最も暗くなった



- 軟X線で突然暗くなった(Negoro+18). X-ray low luminous state中にもX線減光の長期変動が見える.
- 降着率が低くなったこととBH周辺に遮蔽体が形成されていることが原因の可能性(Koljonen, Tomsick 2020, Miller et al. 2020).
- この期間の近赤外線がどのような状態なのか・放射起源は何なのか分かっていない.

非常に珍しい状態なのでかなた望遠鏡で2019年4月頃より近赤外線でもニタ一観測を開始

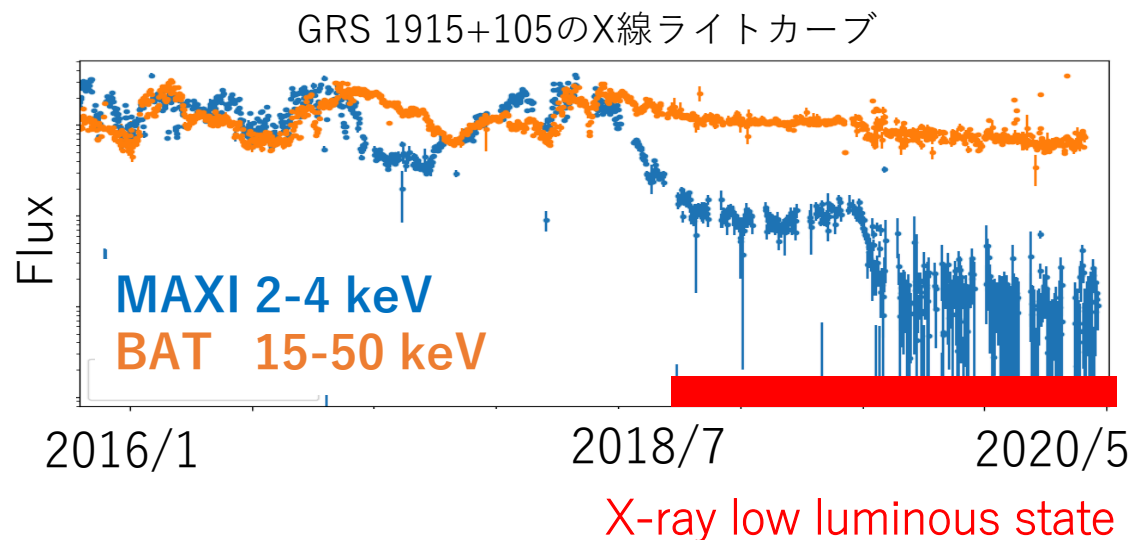
これまでのGRS1915の近赤外線放射起源: 数日以上の長期変動成分



GRS1915のNIRの長期変動成分の放射起源や変動メカニズムは通常状態でもまだよく分かっていない。高頻度での電波-NIR-X-rayの共同観測があまり実施されていないことが原因のひとつ。

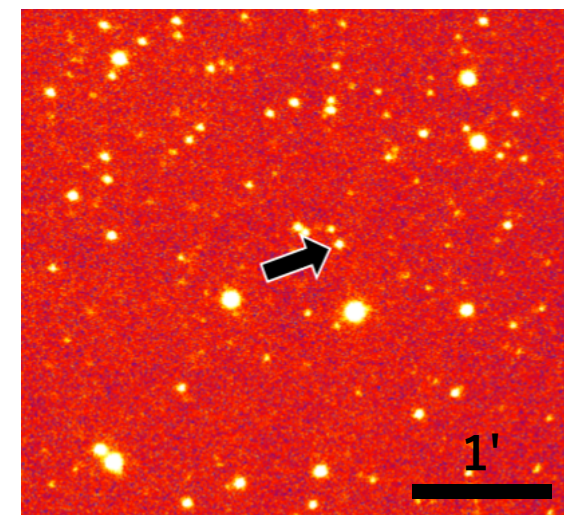
研究目的

X-ray low luminous stateの近赤外線の様子を調べる。
また近赤外線に長期変動成分がある場合は放射起源
や変動メカニズムを探る。



近赤外線の観測について

かなた望遠鏡/HONIRの撮像モードと偏光モードで観測。
主にKs, Hバンドの2色で観測。
2MASSカタログを用いて相対測光を行った。



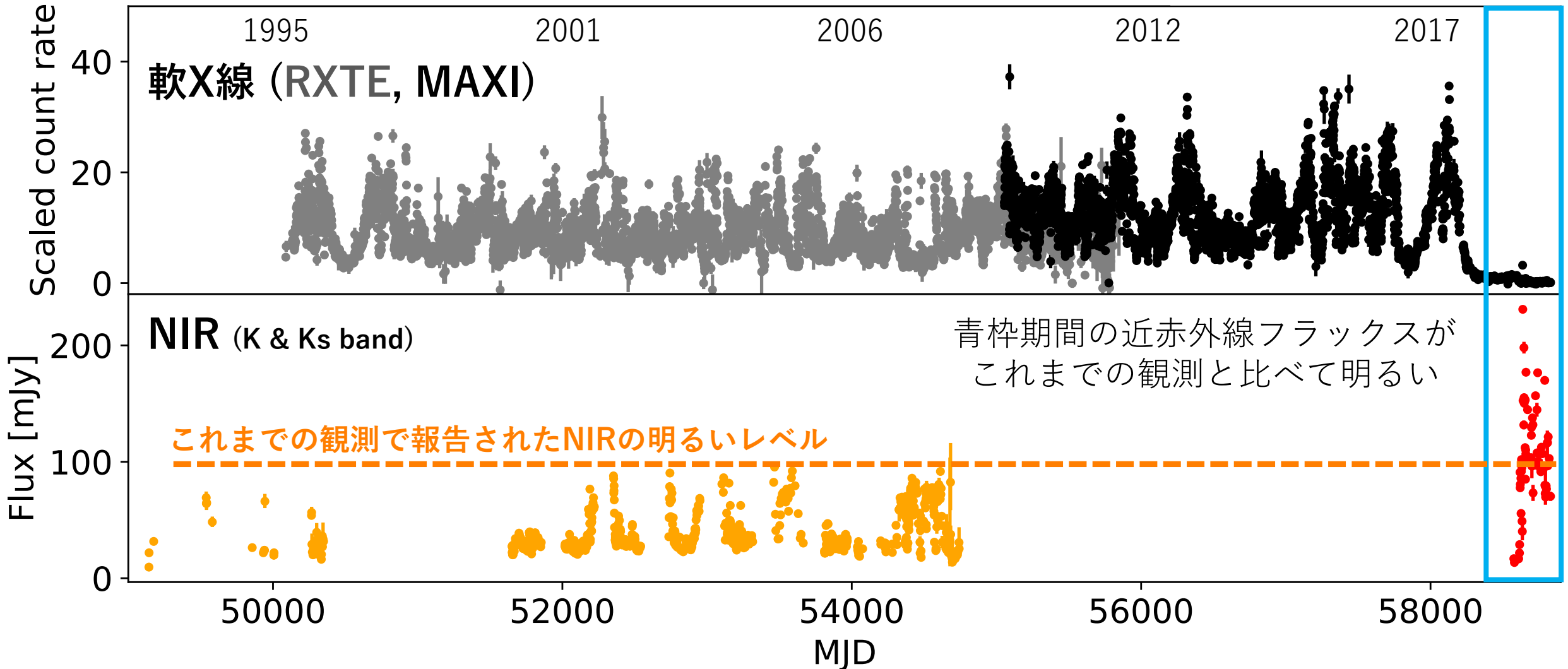
Kanata/HONIRの測光モードの画像 (Ks band)

結果: 近赤外線のhistoricalライトカーブ

X-ray low luminous state

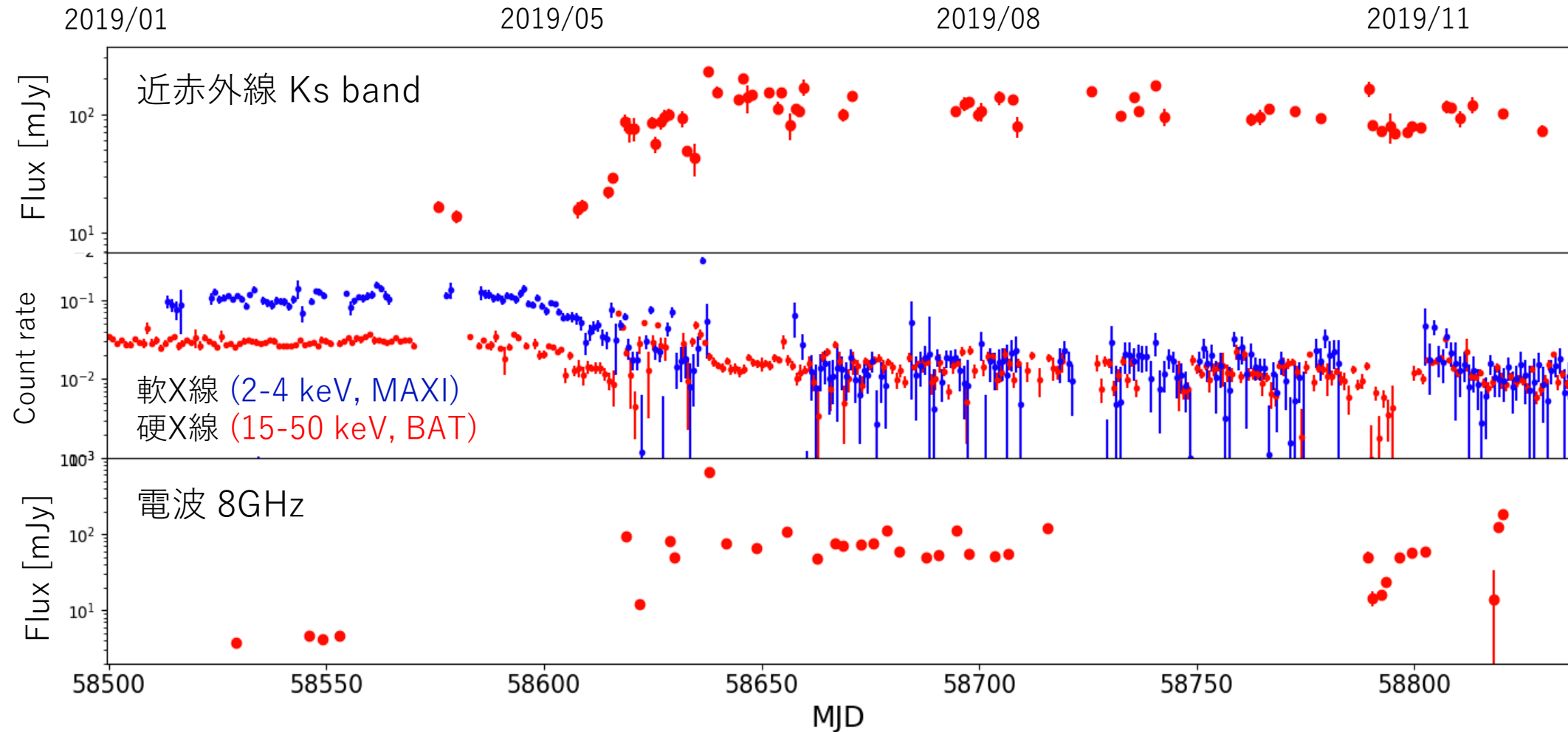
軟X線で観測史上

最も暗くなった(Negoro+18)



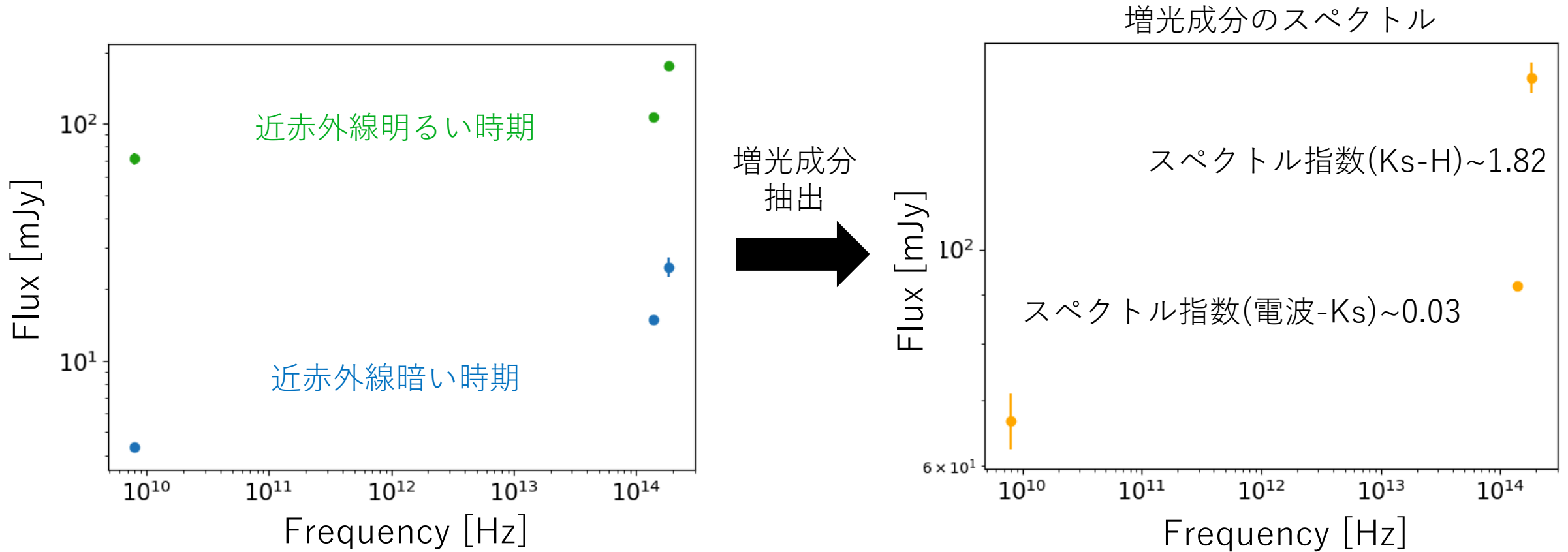
※ 近赤外線フラックスは以下の論文から引用. 全てのデータに対してChapuis&Cobel 2004の星間吸収補正を適応.
Neil+07, Arai+09, Eikenberry+97, Bandyopadhyay+98, ueda+02, Mirabel+96, Chaty+96

結果: X-ray low luminous stateの近赤外線&電波ライトカーブ



58600<MJD<58630で, X線と近赤外線フラックスが負の相関, 電波と近赤外線のフラックスが正の相関.
X-ray low luminous stateの更に暗い時期(MJD>58630)に明るいジェットが存在.
単純に考えると近赤外線の増光は明るいジェットの寄与のせい?

結果: 増光成分のスペクトルから近赤外線放射起源推定

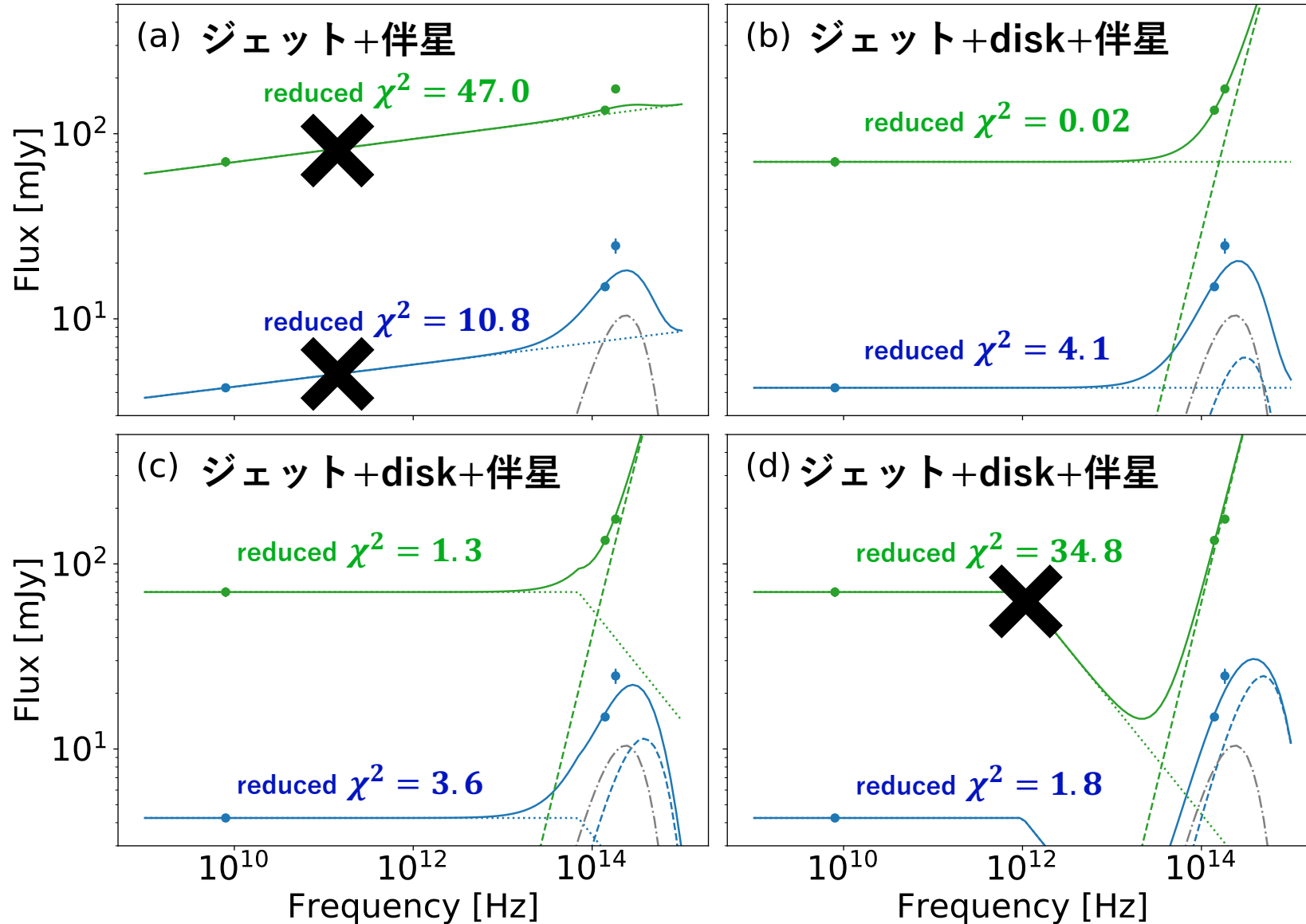


2つの周波数間でベキの値が異なる.

近赤外線の増光成分は”ジェットだけ”では説明できない.

ジェットとは別の放射成分が必要. 黒体放射(降着円盤?)がすぐ思いつく.

電波-近赤外線スペクトルをモデルフィット



電波放射はジェット放射と仮定.

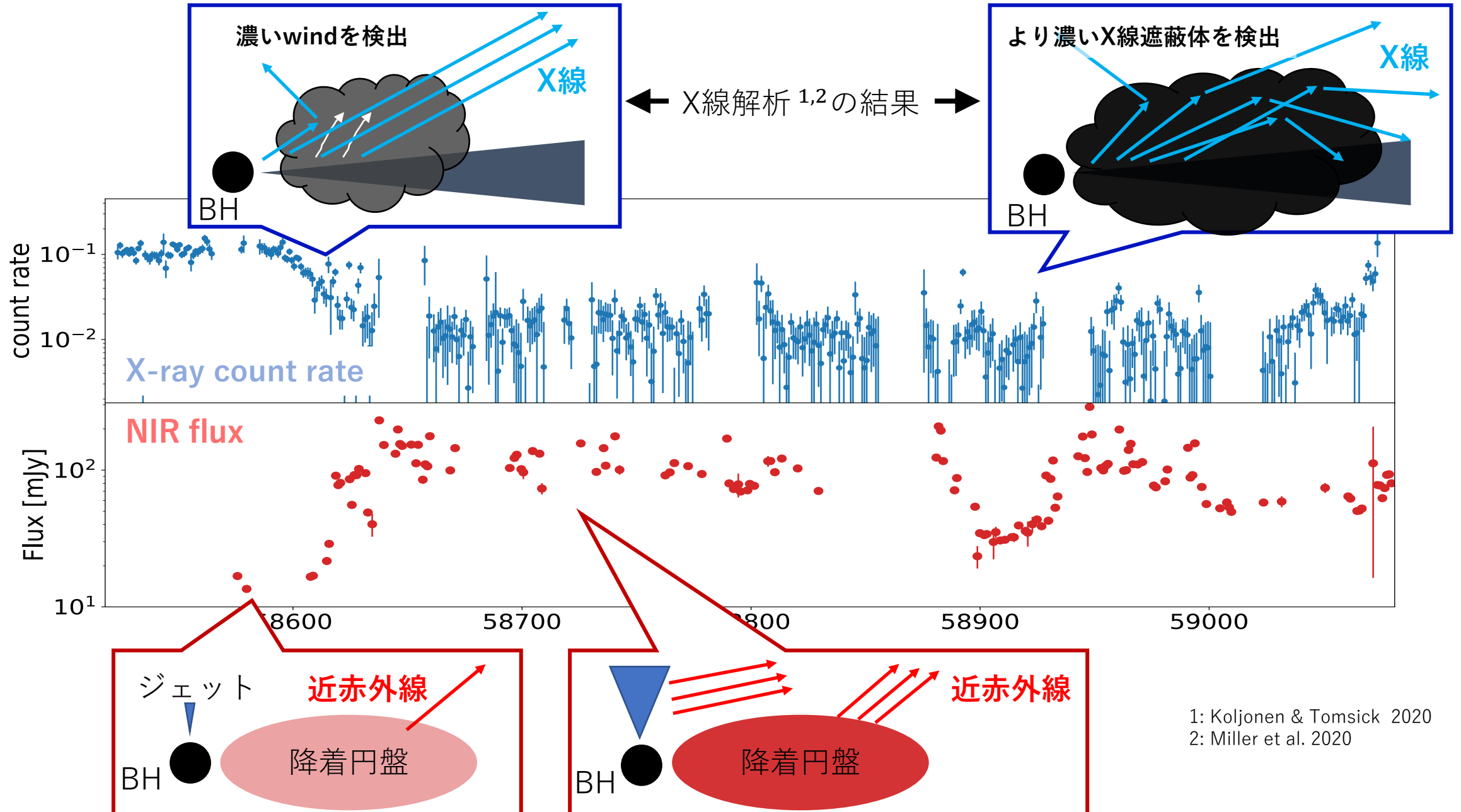
近赤外線帯域での放射を
4パターン調べた.

(a): power-law成分のみ全てフリー
(b), (c), (d): disk温度のみフリー

※ (d)は(c)と同じモデルだが、
NIRでdiskの寄与を大きくした

NIRのメインの放射起源
NIRが暗い時期: 降着円盤
NIRが明るい時期: ジェットと降着円盤
の両方が寄与している可能性

X-ray low luminous state中の近赤外線放射起源と増光メカニズム

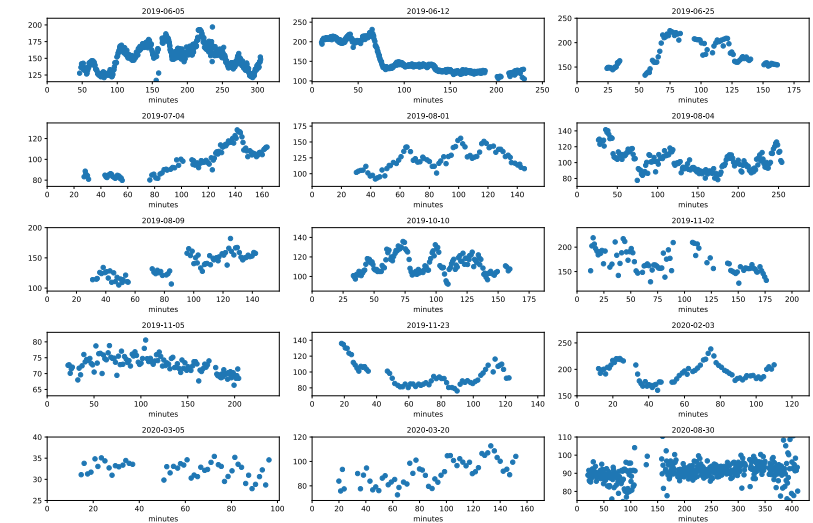


1: Koljonen & Tomsick 2020
2: Miller et al. 2020

まとめと今後

近赤外線の長期変動についてのまとめ

- X-ray low luminous state (XLLS)のX線が更に暗くなった時期に、近赤外線フラックスがこれまでの観測と比べても非常に明るくなった。電波も同様に明るくなった。
- 近赤外線の偏光とフラックスの間に明らかな相関は見え、星間偏光と無矛盾。
- 近赤外線の増光成分のスペクトルはジェットのみでは説明できない。
- XLLS2ではジェットと円盤の両方の放射がNIRで見えている可能性 (reduced χ^2 に基づいた議論)。
- X線遮蔽体の形成によって近赤外線が増光した可能性。



今後について

- radio-NIR-X線のスペクトルフィット
- 近赤外線分光観測の実施・解析
- 1日以内の近赤外線の変動も見えているため、短時間変動の原因を調べる