

ブラックホールX線連星 MAXI J1820+070の 可視光放射の変動の解析

東京工業大学 安達 稜

村田勝寛、谷津陽一、河合誠之、他東工大MITSuMEチーム、
光赤外線大学間連携メンバー

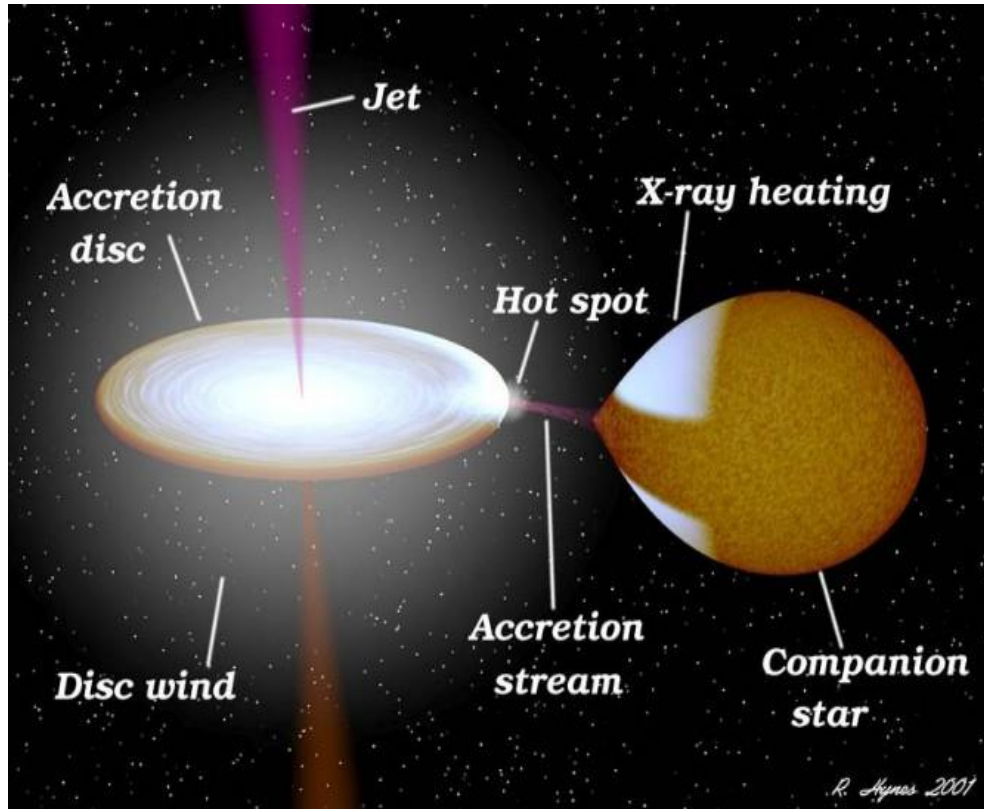
本研究は、光赤外線大学間連携のToO観測によって得られたデータを用
いております。

目次

- 基礎事項
- 2018年のoutburst
 - 観測
 - 放射成分の分離
 - color-color diagram
- 2019年のrebrightening
 - 全体のライトカーブ
 - Intranightの変動
 - 3月23日
 - 4月15日 (Tomo-e, NICERによる可視・X線同時観測)

基礎事項

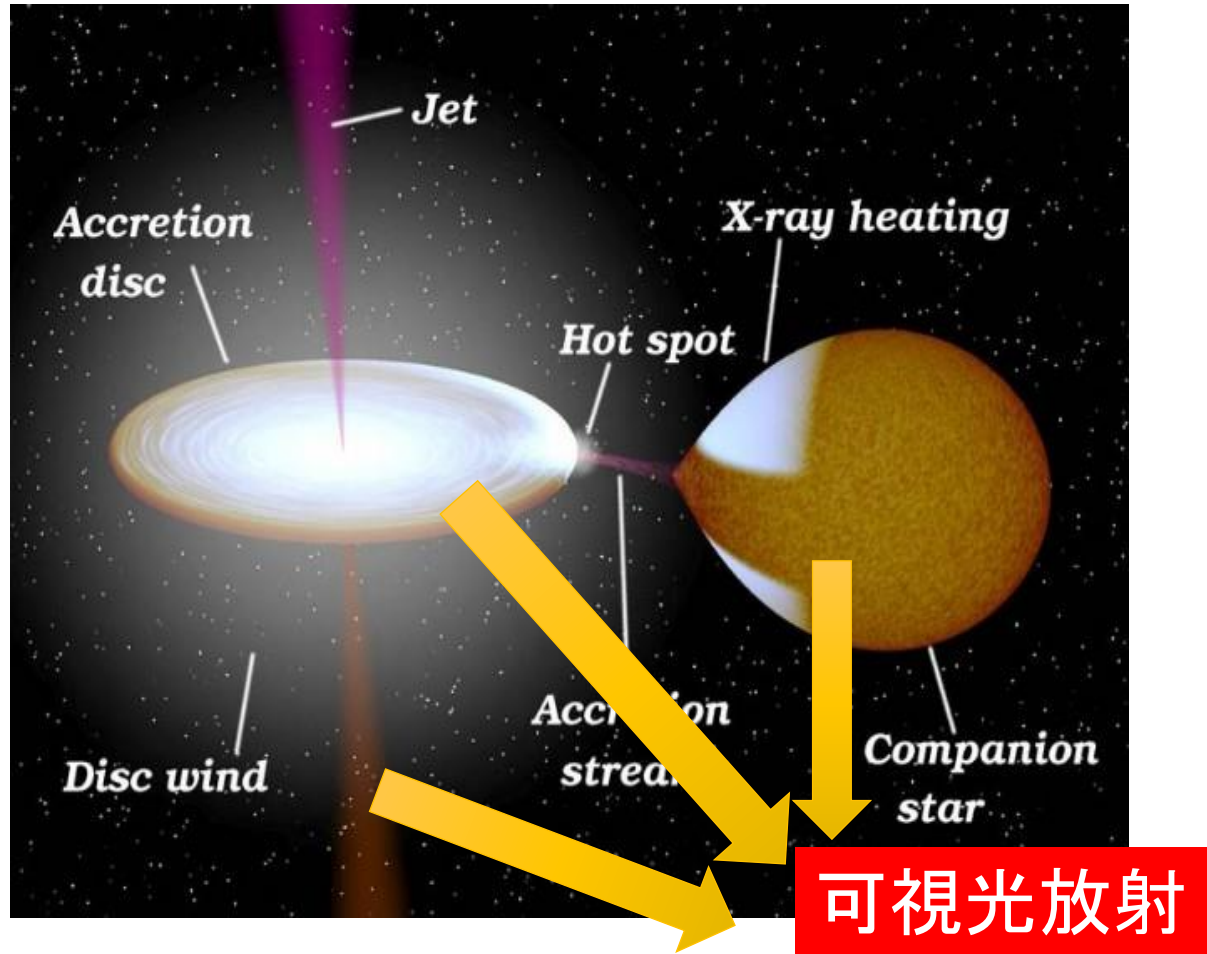
- ブラックホールX線連星



- 伴星からガスがブラックホールに落ちる
- 重力エネルギー
→ 光のエネルギー
- X線で明るく輝く
→ X線連星

引用: <https://www.cosmos.esa.int/>

基礎事項 - これまでの可視光観測

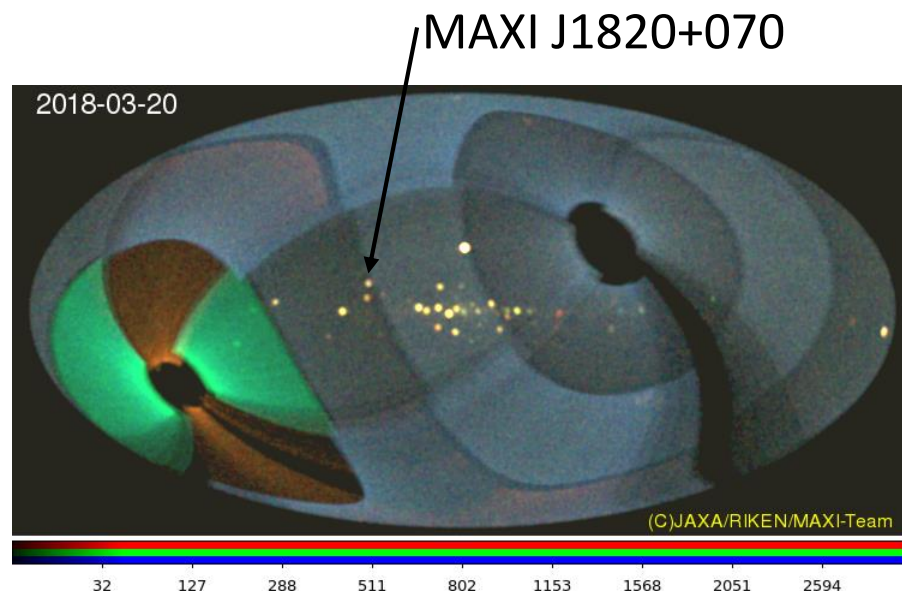
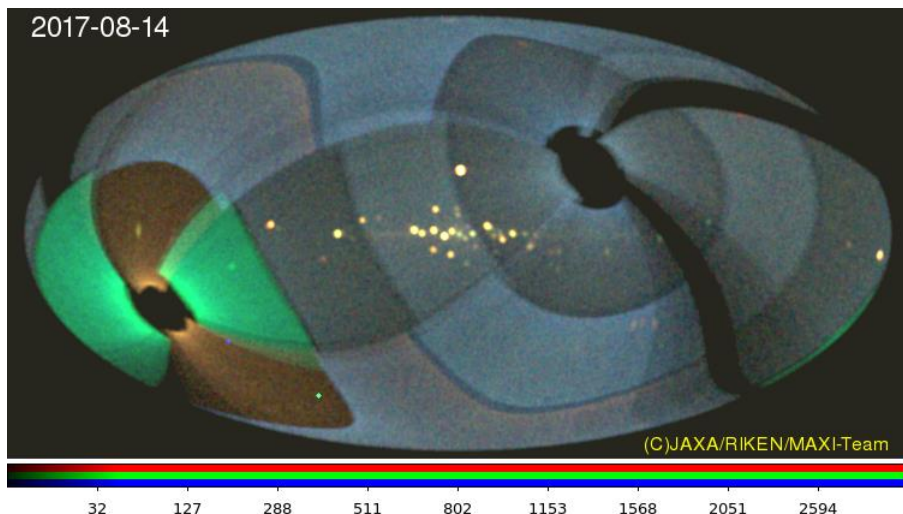


→しかし、全貌が解明されている訳ではない

基礎事項 - MAXI J1820+070

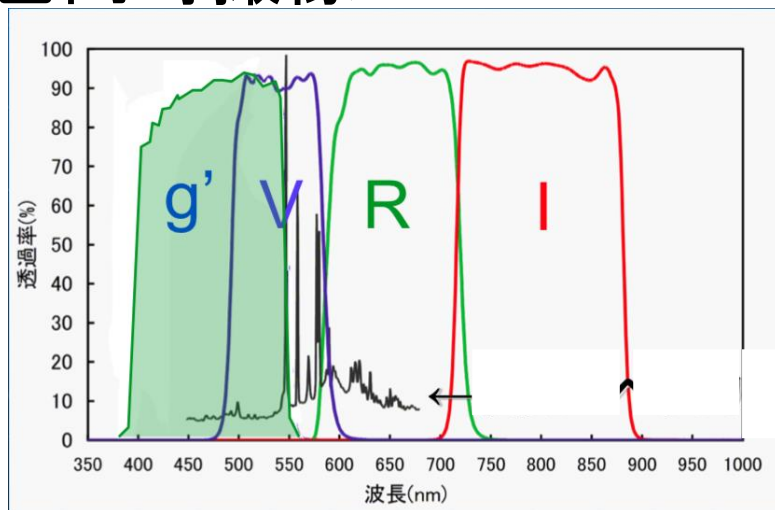
- 2018年3月11日に日本のX線監視装置MAXIによって爆発的な増光を観測。
- その後の観測で、ブラックホールX線連星と推定。

図: MAXIによる全天X線画像



基礎事項 – 観測

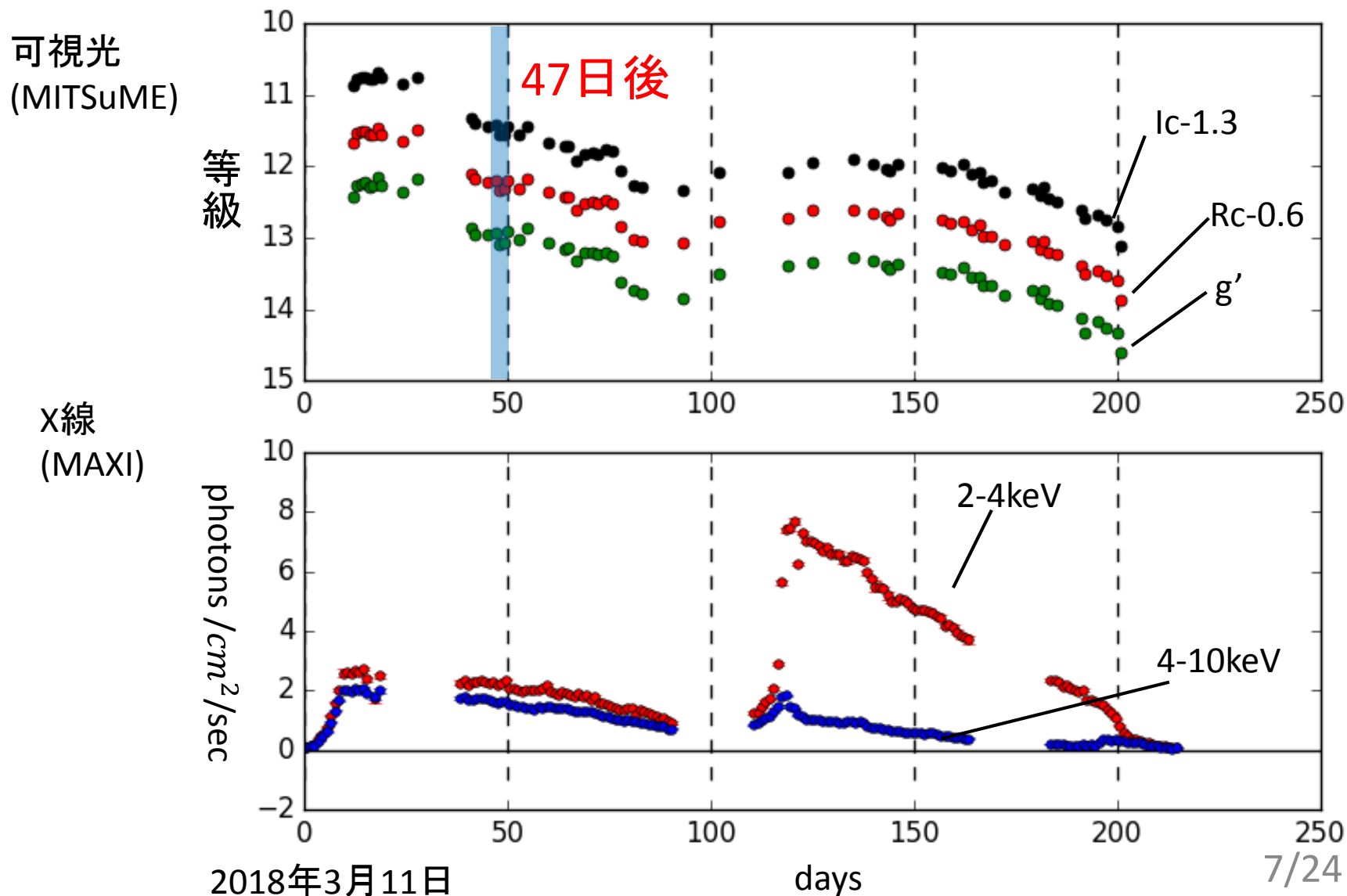
- MITSuME明野50cm望遠鏡を使用
- 三色同時撮像



- 10秒露光で撮像(約7秒間隔)
- 一晩当たり、4時間程度観測
- 発生してから8か月に渡る
長期間の観測を実施



2018年outburstの長期光度曲線

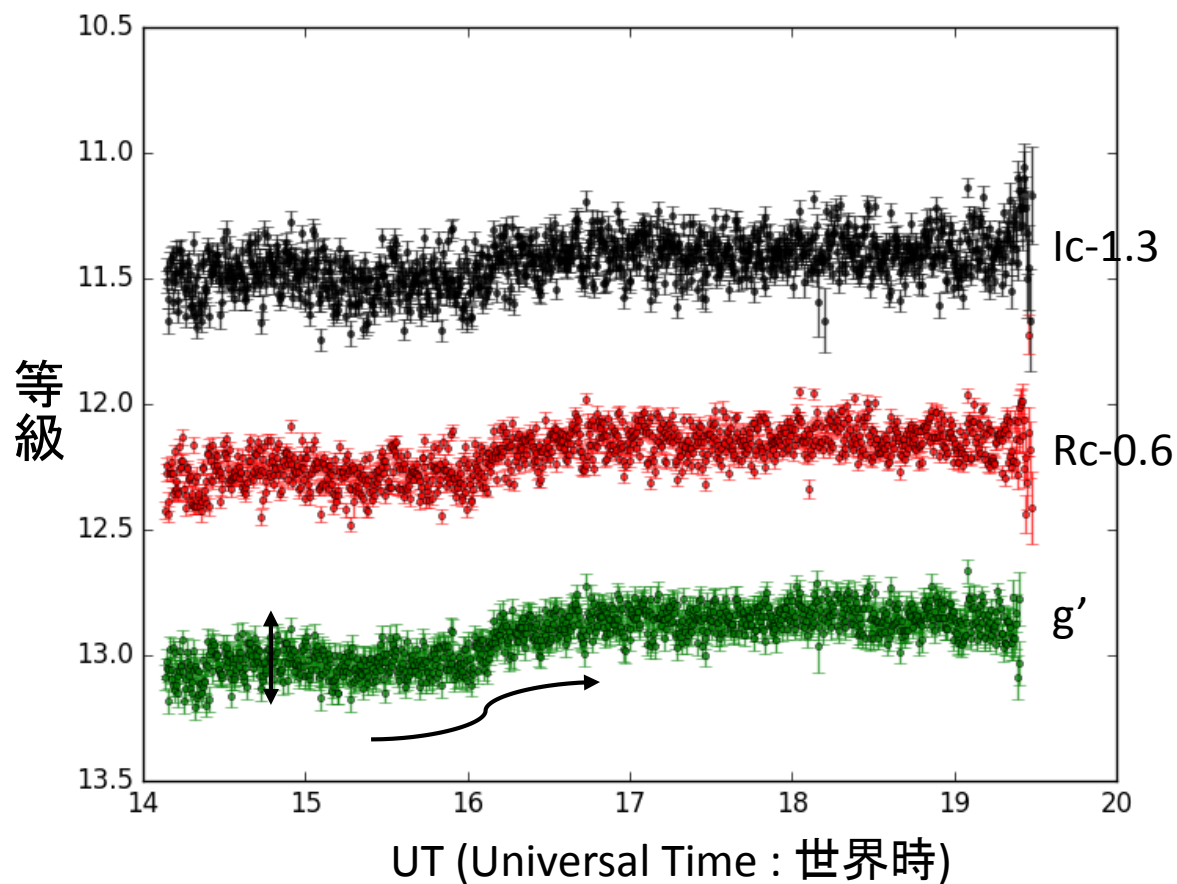


一晩の中での光度曲線

• 2018年4月27日

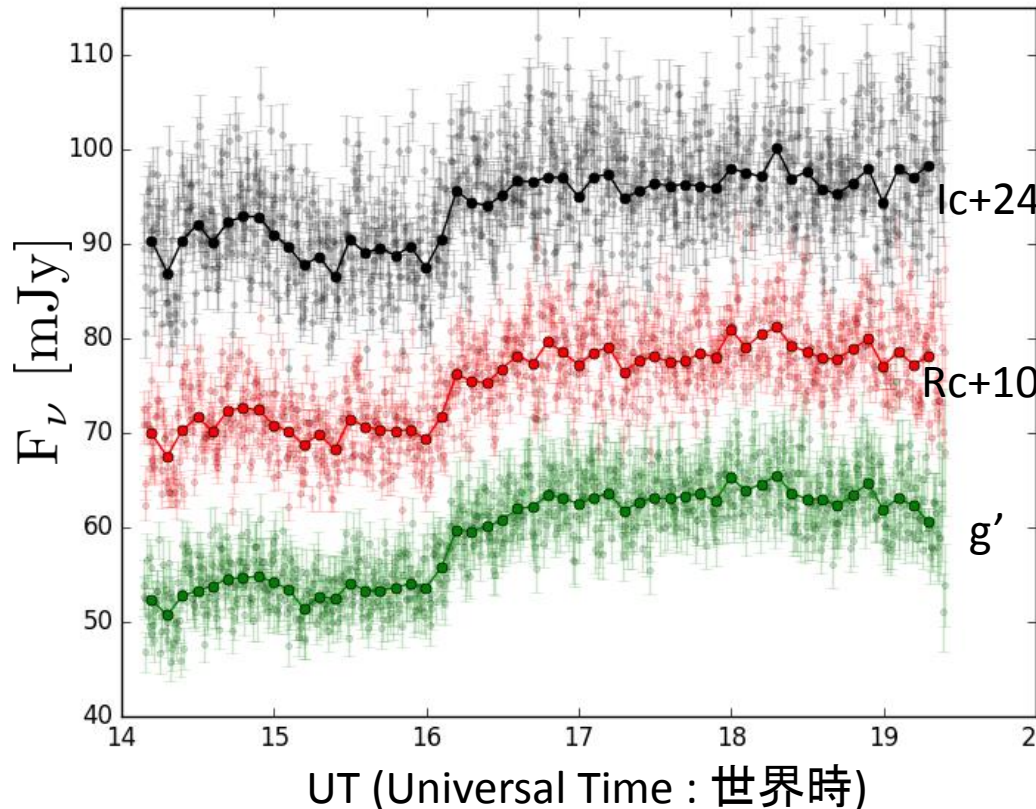
➤ 時間分解能
(~17sec)以下の
速い変動

➤ ゆるやかな増光



速い変動成分と遅い変動成分の2種類が同時に存在

変動成分の分離



- 光度曲線をbinning
(ビンサイズ:6分)

- 遅い変動成分

→binningしたフラックスを用いる

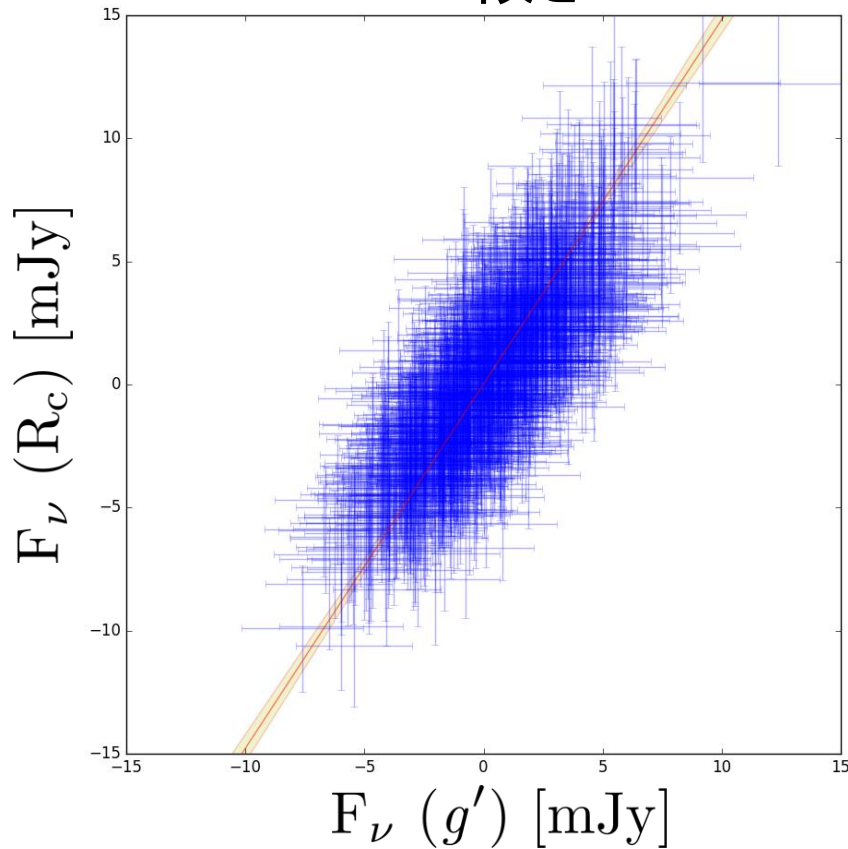
- 速い変動成分

→binまとめする前のfluxを
binまとめした後のfluxで引き算

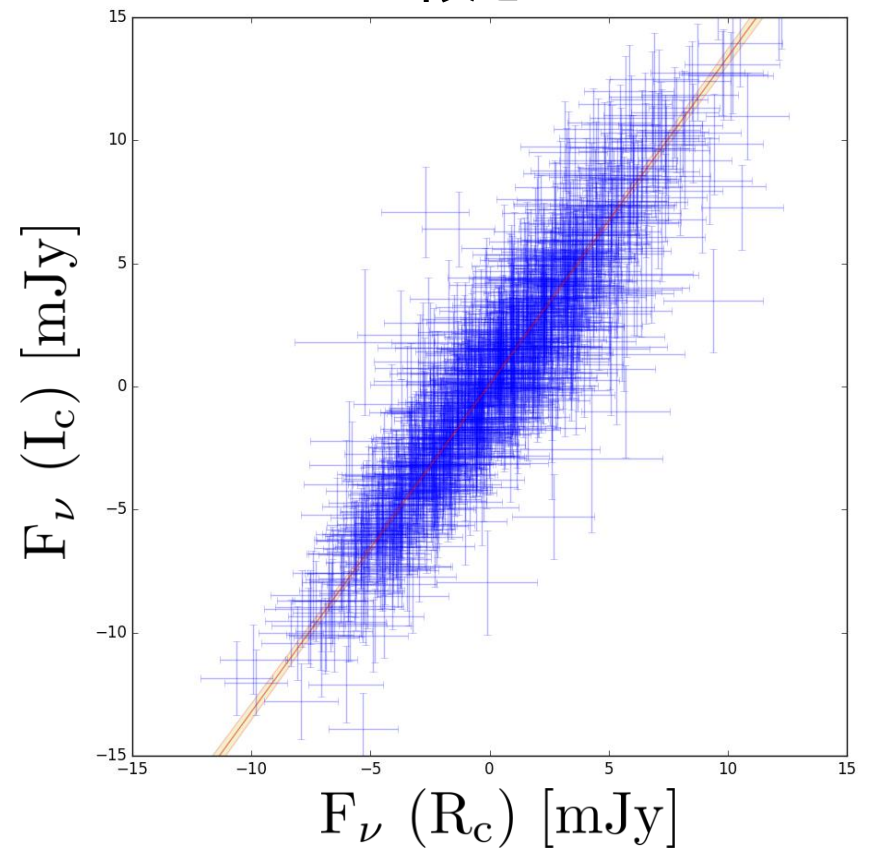
→flux-flux plot (相関図)

速い変動成分

傾き: 1.48 ± 0.03

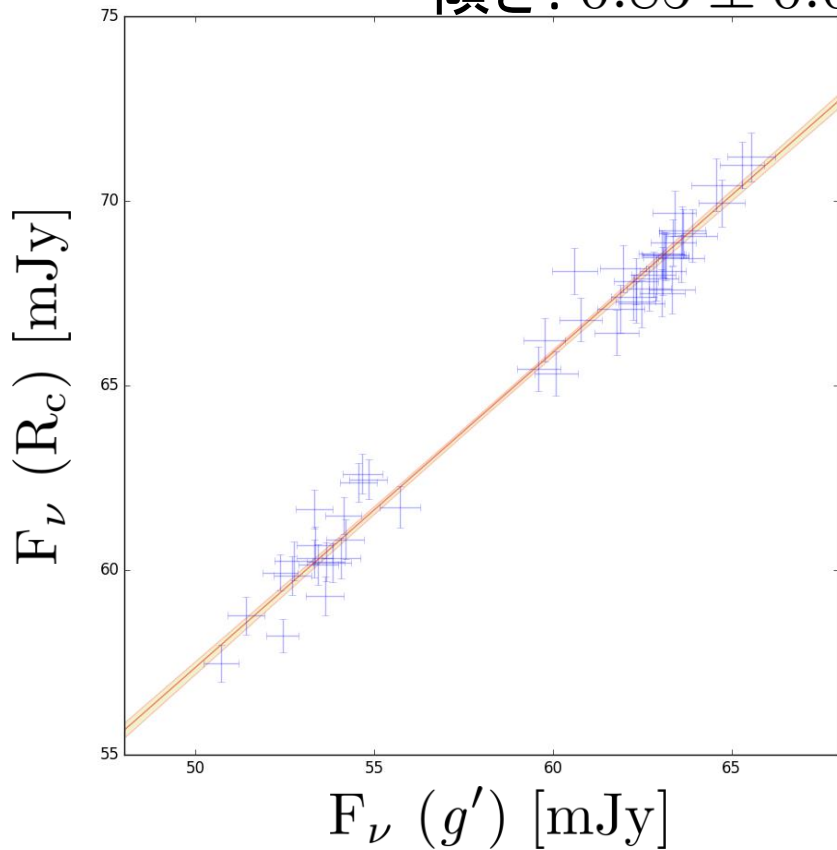


傾き: 1.33 ± 0.02

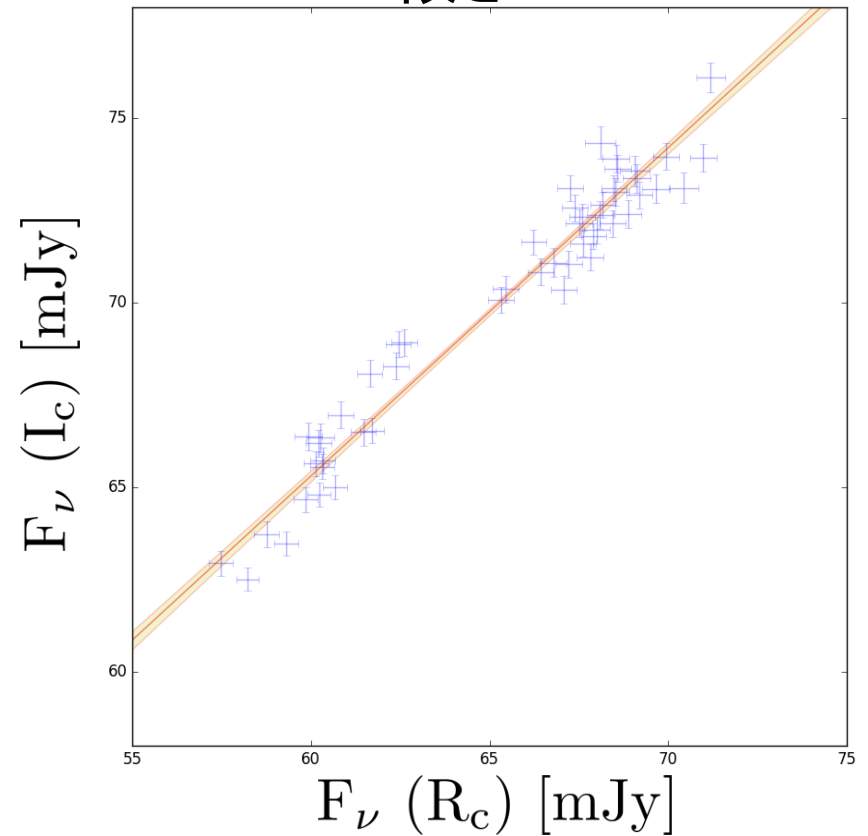


遅い変動成分

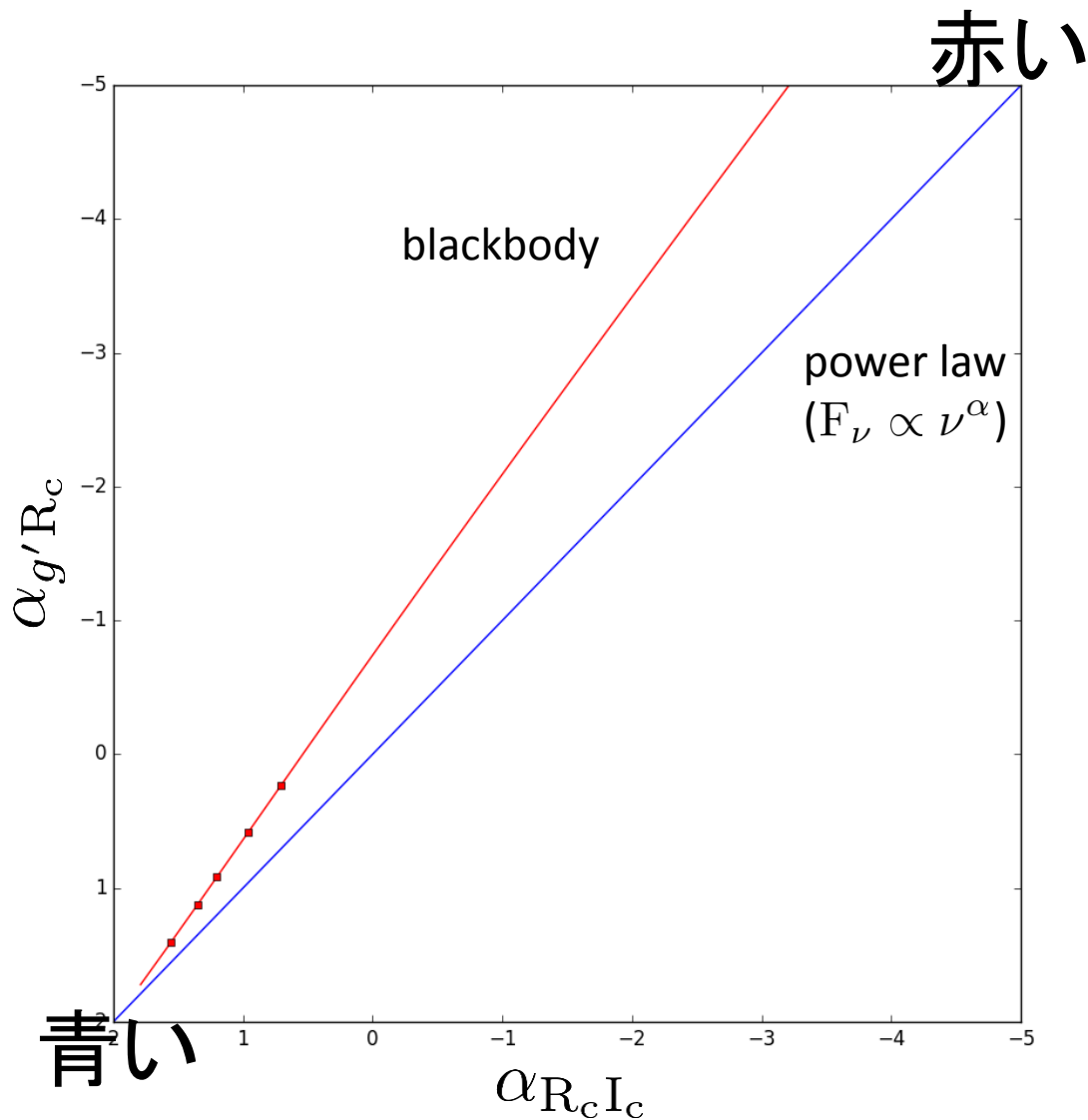
傾き: 0.85 ± 0.02



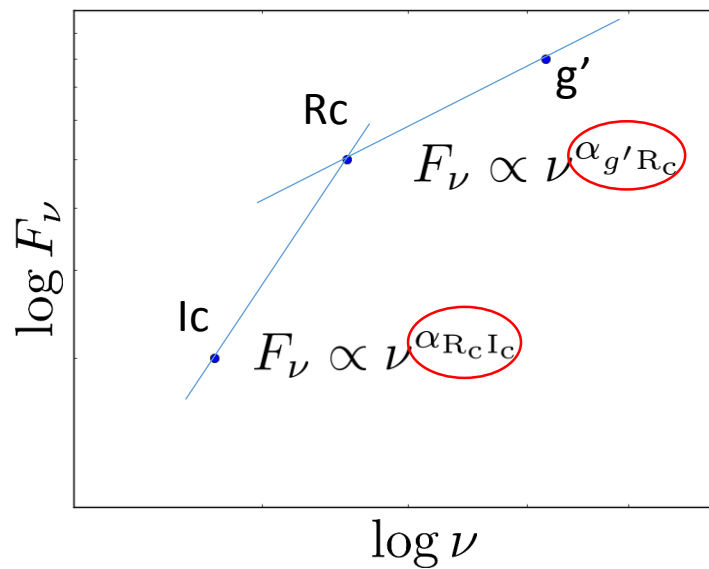
傾き: 0.89 ± 0.03



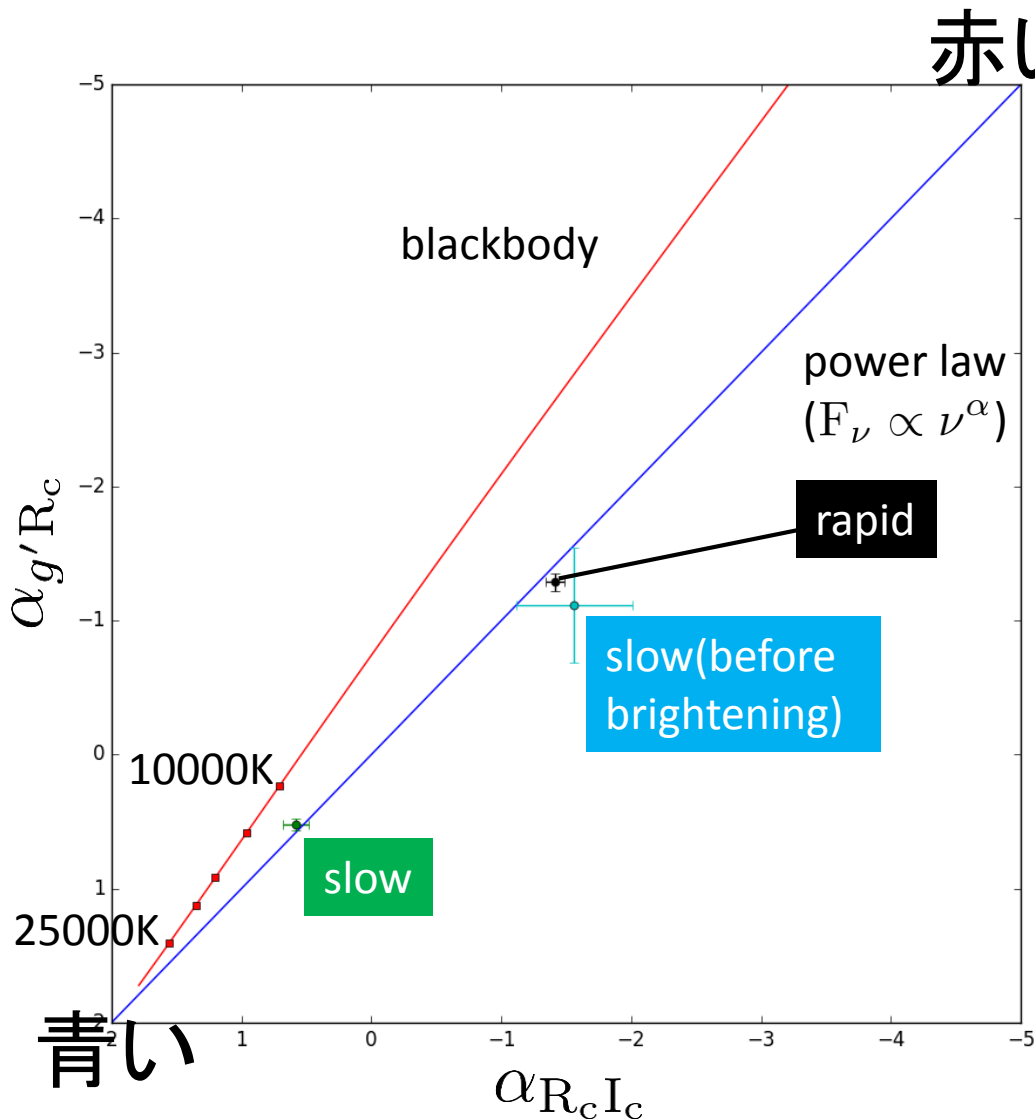
color-color diagram (二色図)



スペクトル指数 α
を用いる

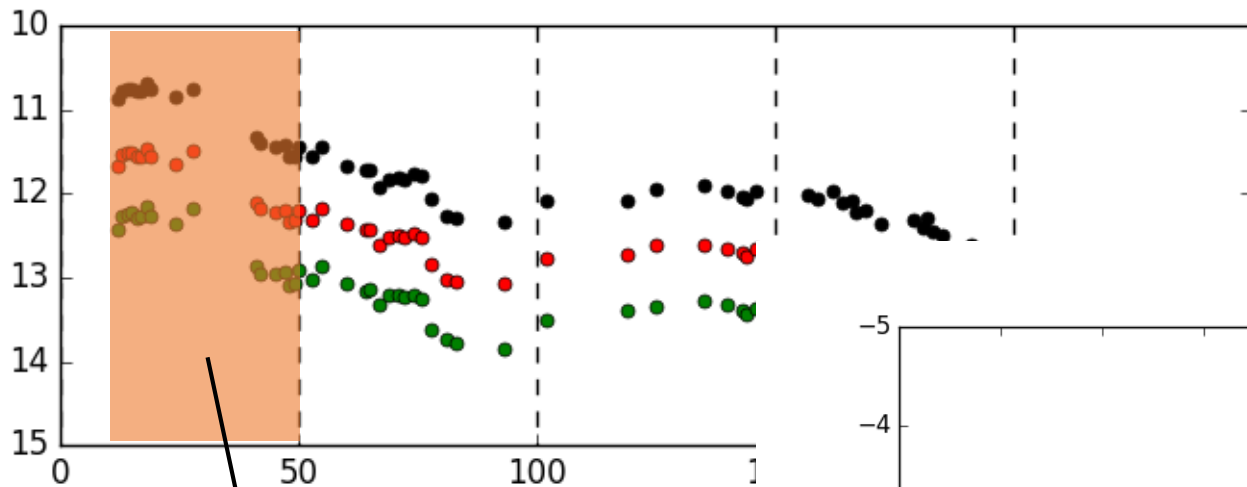


color-color diagram (二色図)



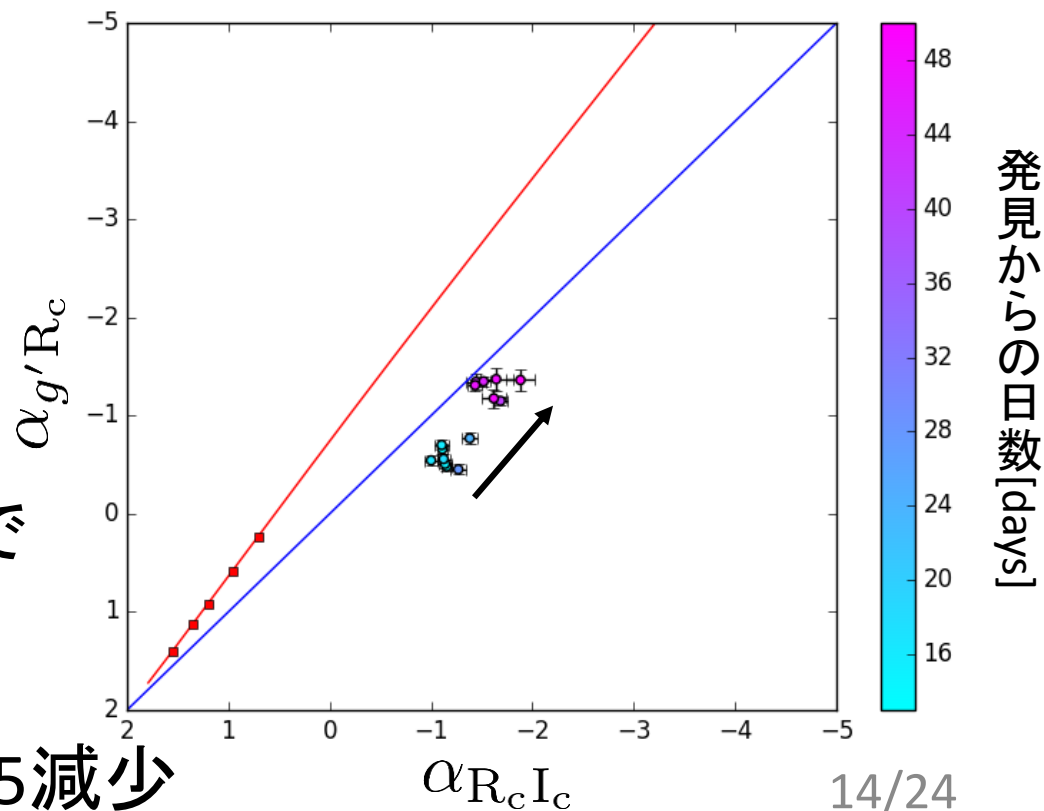
- 速い変動成分
→べき乗則
→指数 $\alpha \sim -1.2$
- 遅い変動成分
→べき乗則
→指数 $\alpha \sim +0.5$

速い変動成分のスペクトル指数 の時間変化



- 3月後半から4月末まで
速い成分を追う

→スペクトル指数 α が0.5減少



考察 - 変動成分の放射機構

■速い成分

- 4月27日ではべき乗則でスペクトル指数 $\alpha \sim -1.2$
 - 時間が経つにつれて、 α が0.5ほど減少
 - 3月後半では $\alpha \sim -0.7$
 - Shidatsu et al. 2018で言及されているジェットのシンクロトロン放射の α に一致
(可視・近赤外・X線の同時スペクトルフィット)
- 指数 α が0.5程度減少
 - cooling breakという現象で説明可能
- ジェットのシンクロトロン放射!**

cooling break

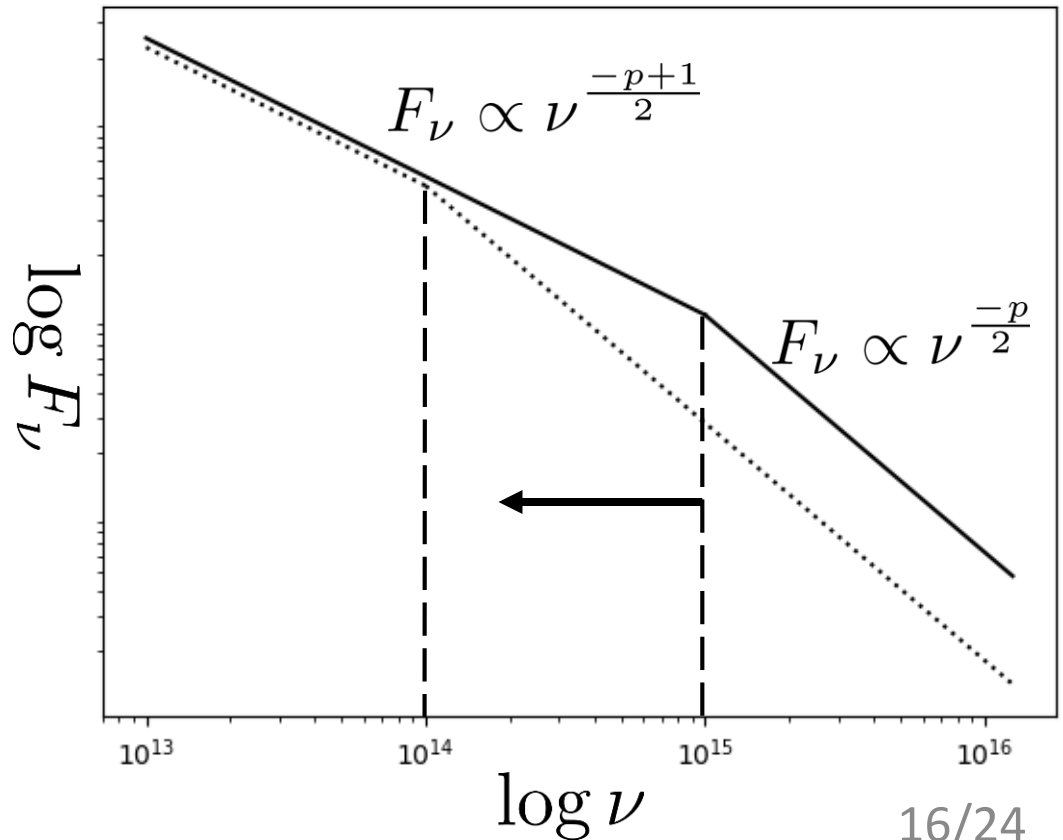
- 相対論的なジェットのスィンクロトロン放射特有の現象

時間とともに電子が冷える方が支配的に

→折れ曲がりの振動数が、低い方へ遷移

→べき乗則の指数が-0.5変化

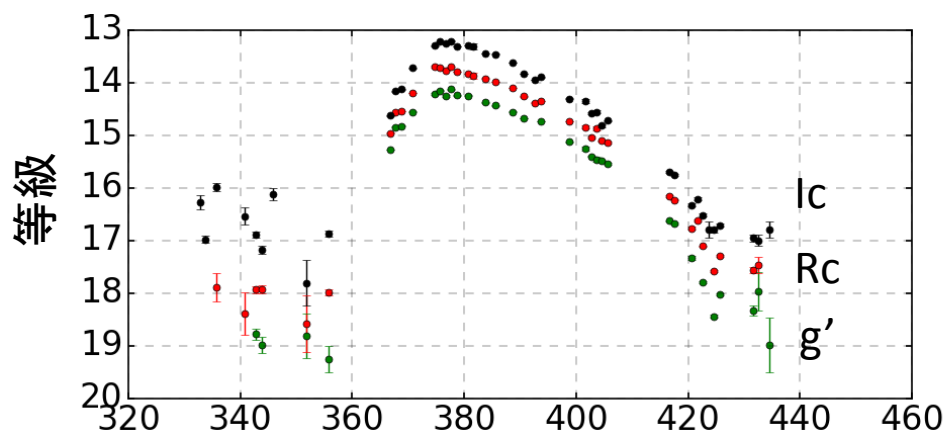
ジェットのスィンクロトロン放射のスペクトル



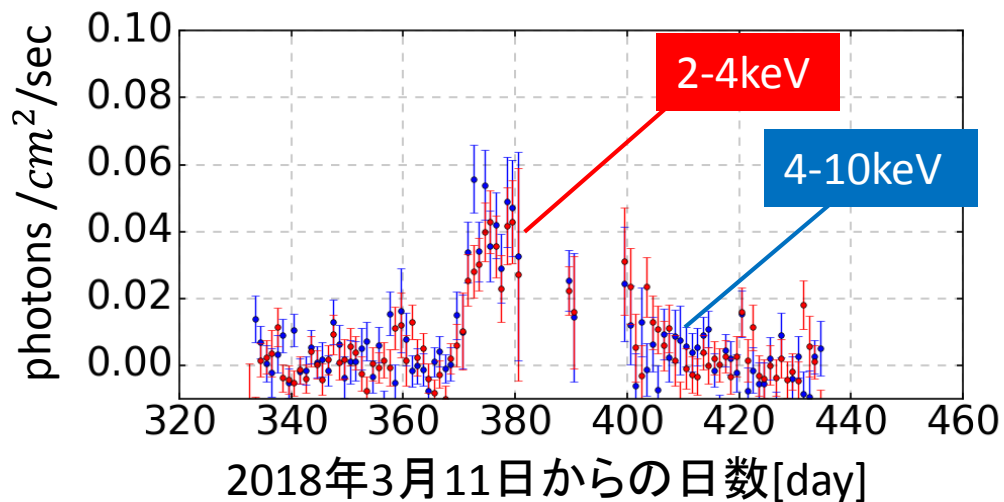
最近の動向

- MAXI J1820+070が再増光(2019年)

可視光
(MITSuME)

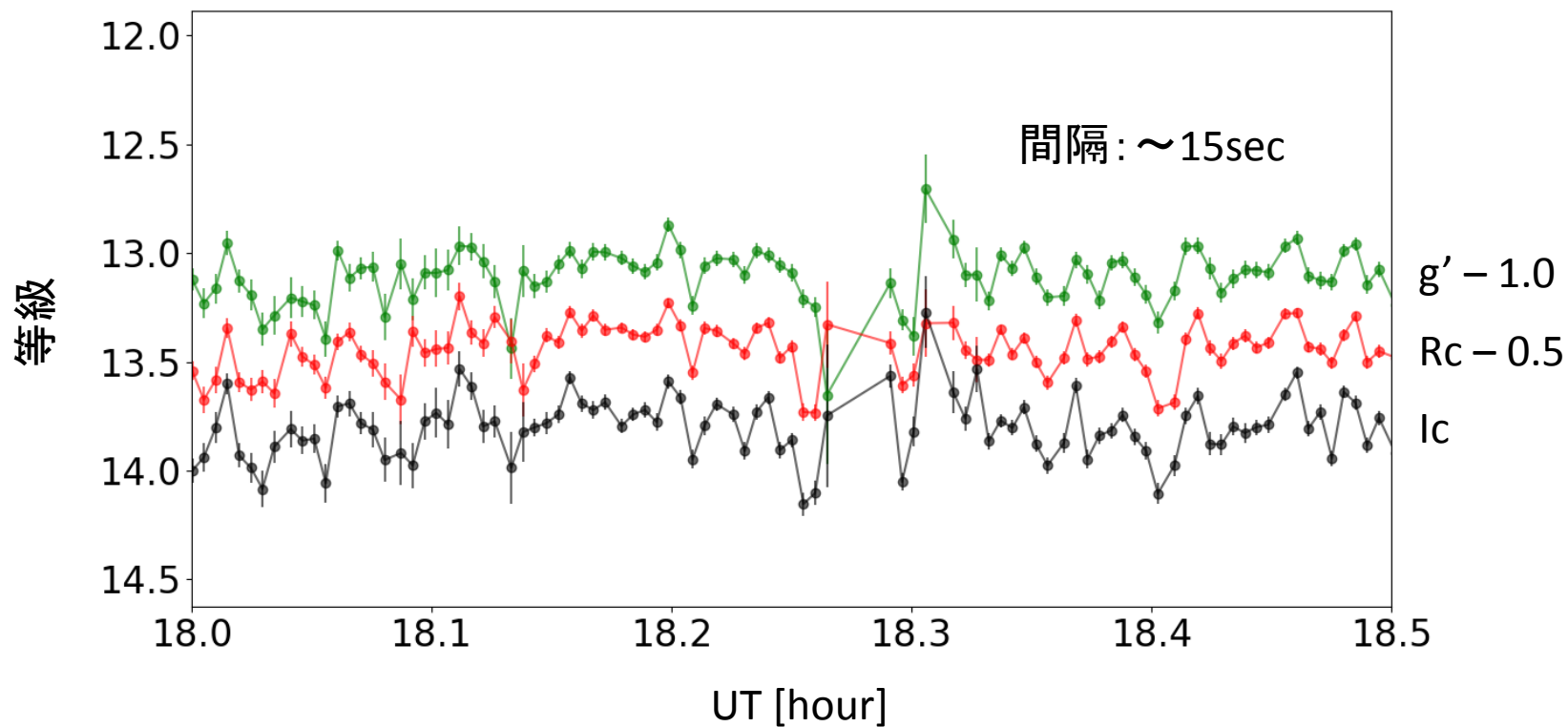


X線
(MAXI)



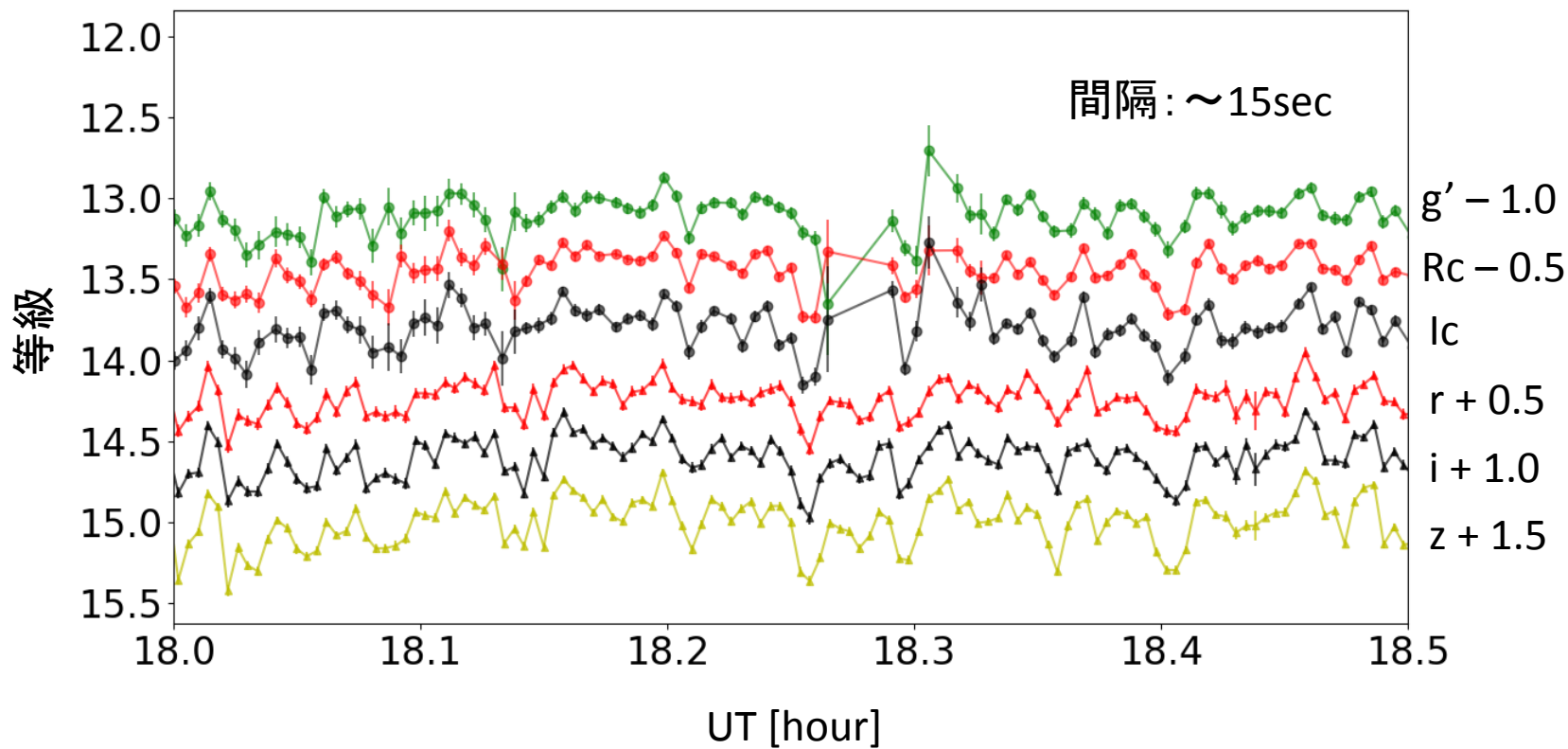
Intranightの変動(3月23日)

- MITSuME



Intranightの変動

- MITSuME + SaCRA



今後の展望

Intranightの変動について

- 色に注目
 - 可視光4～6バンド、近赤外3バンドにおける変動の違いを調べる
- 時間に注目
 - MITSuME(~10sec)で見えた変動+Tomo-eで見られたそれ以下の変動を調べる
- 波長帯(~色)に注目
 - Tomo-eとNICERの相関やcross correlationを調べる

まとめ – MAXI J1820+070

- 2018年のoutburst
 - 2種類の変動成分(速い変動、遅い変動)
 - Binningして変動成分を分離
 - color-color diagramなどから、速い変動成分はジェット
のシンクロトン放射が起源と推測される
 - 2019年のrebrightening
 - 可視・近赤外・X線の同時観測
 - 数十秒スケールの変動
 - 数秒スケールの変動
- } 可視光とX線で相関