

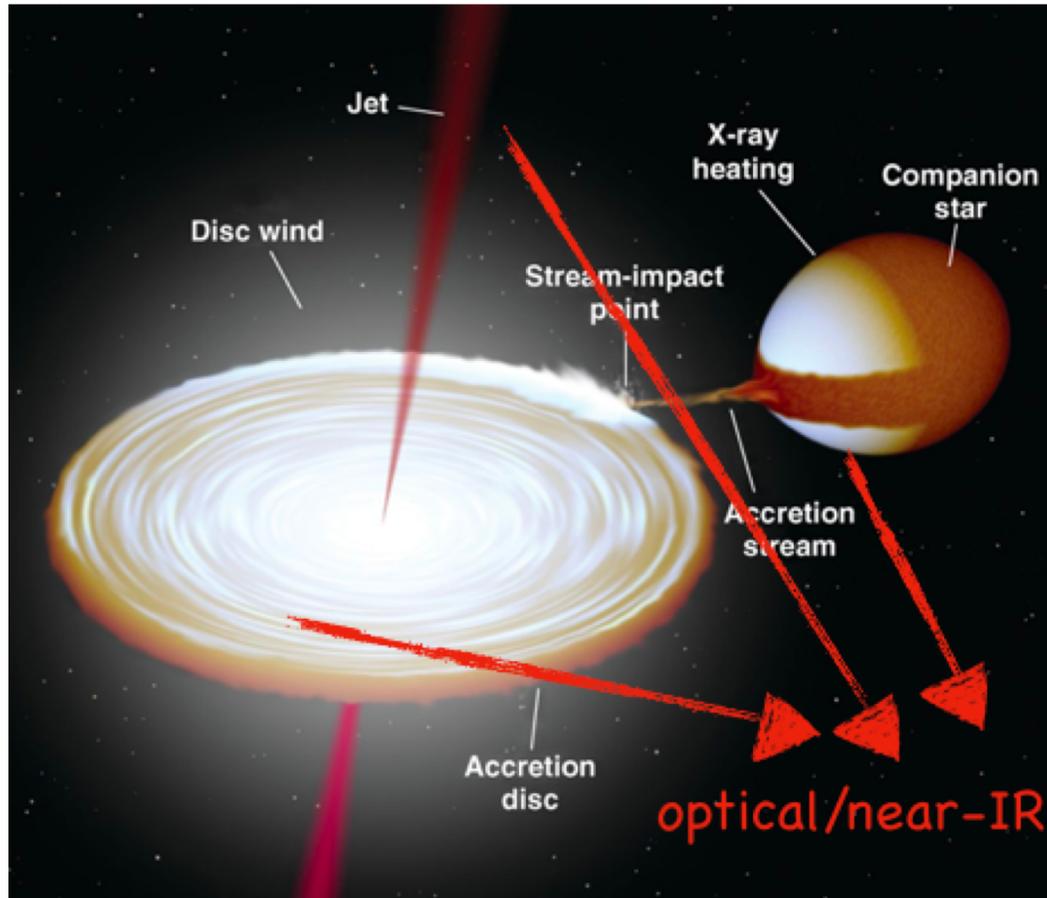
OISTERの望遠鏡による X線連星の可視光・近赤外線観測

村田勝寛（東京工業大学・河合研）

目次

- X線連星の可視光・近赤外線放射
- MAXIによるX線連星の発見
- 我々のOISTER望遠鏡によるX線連星追観測
- まとめ

X線連星、可視光・近赤外線放射



連星系を成す星の一つがコンパクト星（ブラックホール・中性子星）

- 伴星からのガスが降着円盤を形成し、中心に落下するに伴い重力エネルギーを解放し、その一部を放射エネルギーに転換
- X線アウトバーストすることでMAXI/GSCなどのX線検出器で発見される
- 我々が注目しているのは伴星が太陽質量以下の低質量X線連星

X線連星の可視・近赤外線

- ジェットからのシンクロトロン放射
- X線が照射された降着円盤の外側、又は伴星からの熱放射

様々な時間尺度で変動

→ 可視・近赤外線の色や変動、他波長との関係性を調べることで放射源に制限

全天X線監視装置 MAXIによるブラックホールX線連星の発見



ISSの地球周回で約92分ごとに掃天

2009年にミッション開始

MAXIによるブラックホールX線連星の発見数 14個

(2020年10月時点 <https://iss.jaxa.jp/kibouser/pickout/71943.html>)

X線で（フラックスが）明るいTOP 3

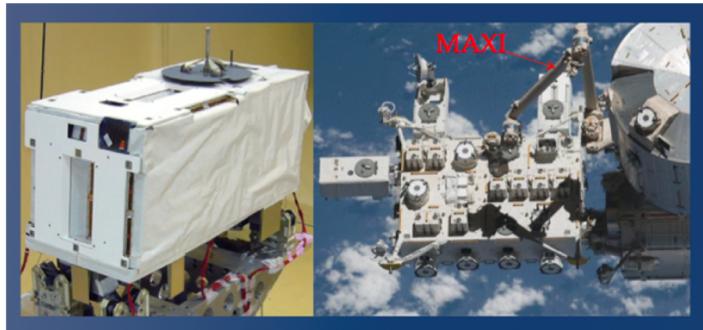
- 2017年9月発見 MAXI J1535-571
- 2018年3月発見 MAXI J1820+070
- 2019年1月発見 MAXI J1348-630

2年間に明るいブラックホールX線連星が立て続けに発見される

→ 発見から数日以内に可視光・近赤外線で同定

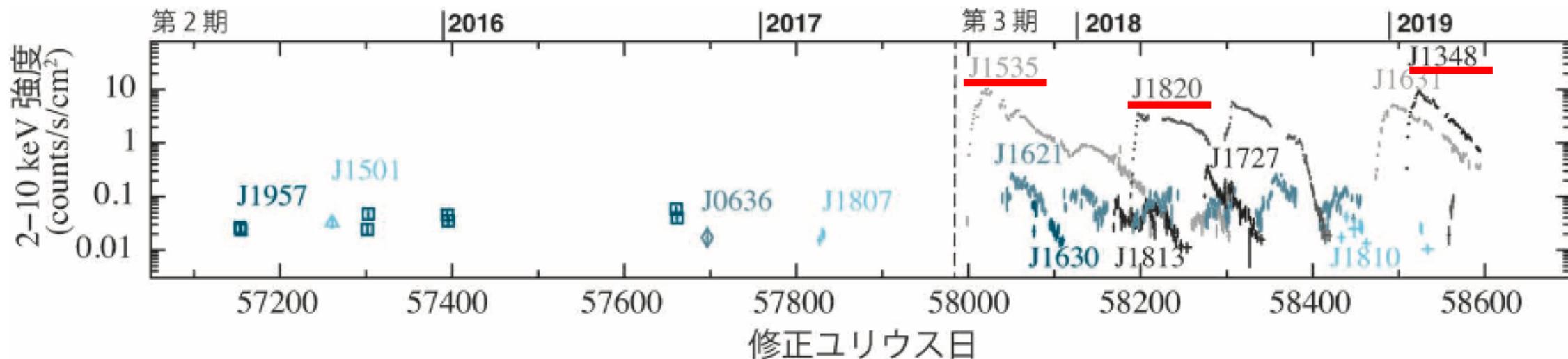
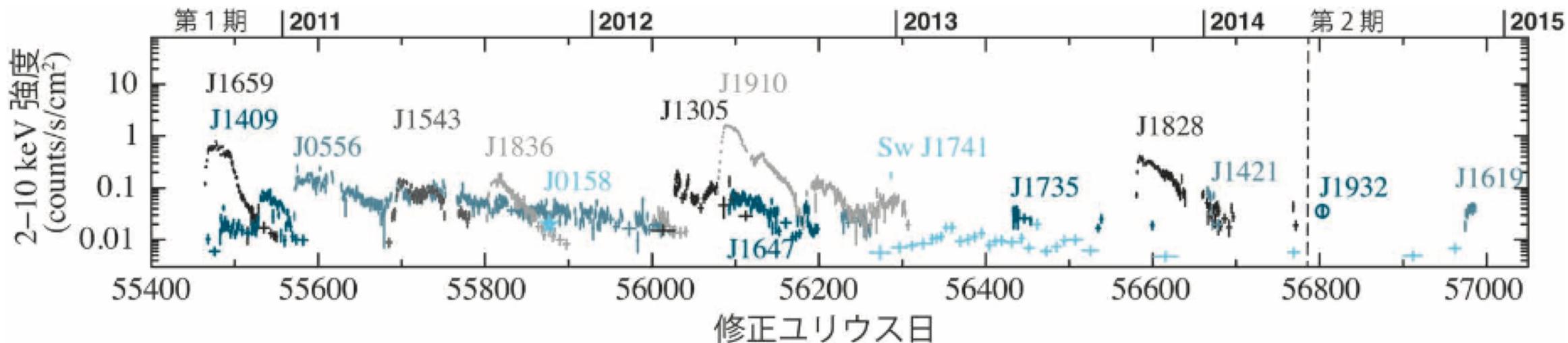
→ 可視光・近赤外線でも明るく、精力的に観測された

加えて、メインアウトバースト後に再増光も見られた



MAXIが発見したX線連星の光度曲線

黒、灰色線がブラックホール



X線連星観測のまとめ（2017年7月以降）

- **MAXI J1820+070** [OISTER ToO]
 - 1日のうちの短時間変動など **安達**、村田、**伊藤**、河合 / Adach et al. in prep
 - MAXIのX線+可視光・近赤外線 志達（愛媛大） / Shidatsu et al. 2018, 19, ApJ
 - せいめい分光+OISTER近赤外線 吉武・上田（京大） #「せいめい」は共同利用/京大時間枠
- **MAXI J1535-571** [IRSF] **森田（卒業）**、村田、河合
- **MAXI J1348-630** [OISTER ToO] **高松**、河合、村田、**大枝（卒業）**、**白石（卒業）** / Oeda+20 ATel #13539
- **MAXI J1727-203** [IRSF] X線 + 近赤外線 + LCO可視光 **Wang**、河合、村田 / Wang et al. in prep
- **GRS 1915+105** [OISTER ToO] 村田、河合 / Murata+19 ATel #12769
- **Swift J1858.6-0814** [OISTER ToO] 村田、河合
- **MAXI J0637-430** [IRSF] 村田、河合 / Murata+19 ATel #13292
- **MAXI J1621-501** [IRSF] 村田、河合 → データ提供してGorgone et al. 2019, ApJ, IRSF限界等級を含む追観測結果

赤字：学生

下線：東工大外

OISTER ToO + IRSF 8天体、明るい天体を重点的に観測

出版済み査読付き論文 OISTER利用 1編、IRSF利用 1編、MITSuME利用 1編

書き進めている論文 OISTER利用 1編、IRSF利用 1編

学位論文 学部 1、修士 2

ATel 3件

ブラックホールX線連星 MAXI J1820+070

2018年3月11日にMAXIで発見された (Kawamuro+2018, ATel #11399)

- $(l, b) = (35.85, +10.160)$
- $D \sim 3 \pm 1$ kpc (Gaia, Gandhi et al. 2018)
 2.96 ± 0.33 kpc (VLBI, Atri et al. 2020)
- $N_H \sim 1 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2} \Leftrightarrow$ 減光 $A_V \sim 0.3$

比較的によく減光が小さい

→ 可視光・近赤外線で見える

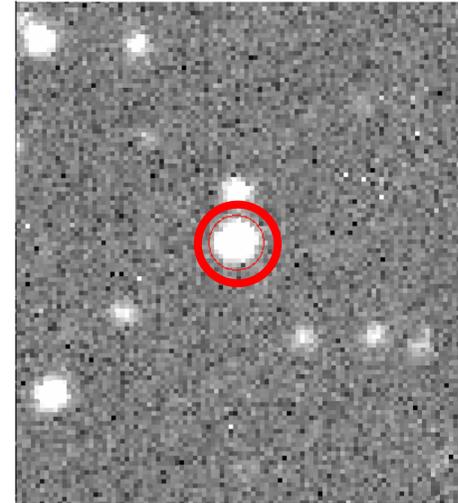
Rc~12等 メインアウトバーストのピーク

Rc~13等 再増光のピーク

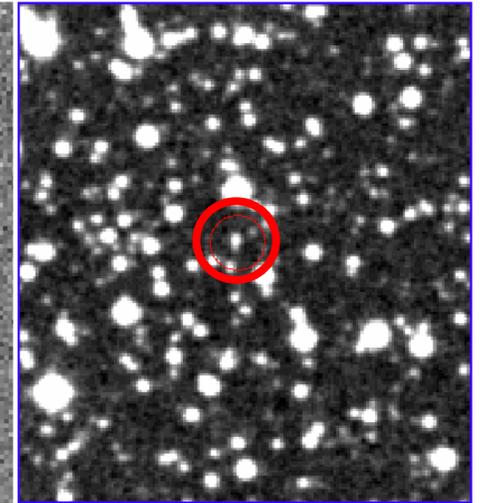
非常に活発な追観測が世界中で行われた

T~20日からOISTER ToO、MITSuMEは継続して重点観測

MITSuME Ic, 3/24



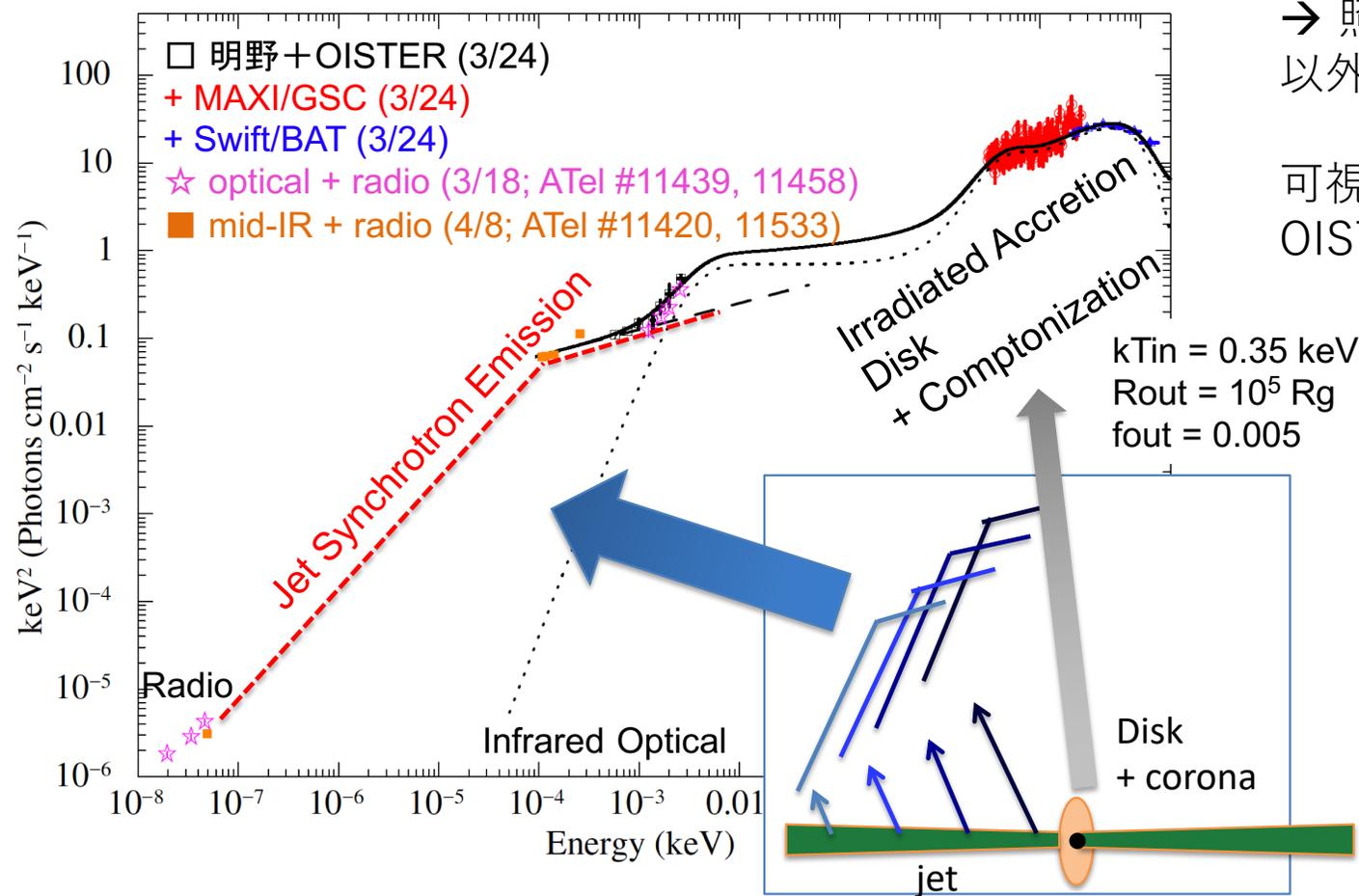
DSS, アウトバースト前



メインアウトバースト期のX線・可視近赤外線SED

2018年3月末の可視光・X線・電波SED

(Shidatsu+18を改変、東工大・河合氏スライドから)



可視光・近赤外線のSEDに折れ曲がり
→ 照射円盤成分(irradiated accretion disk)
以外の成分を示唆

可視光だけ、近赤外線では分からなかった
OISTERの近赤外線 + 可視光観測が重要

MAXI J1820+070：再増光中の短時間変動

再増光中全体の短時間変動の解析

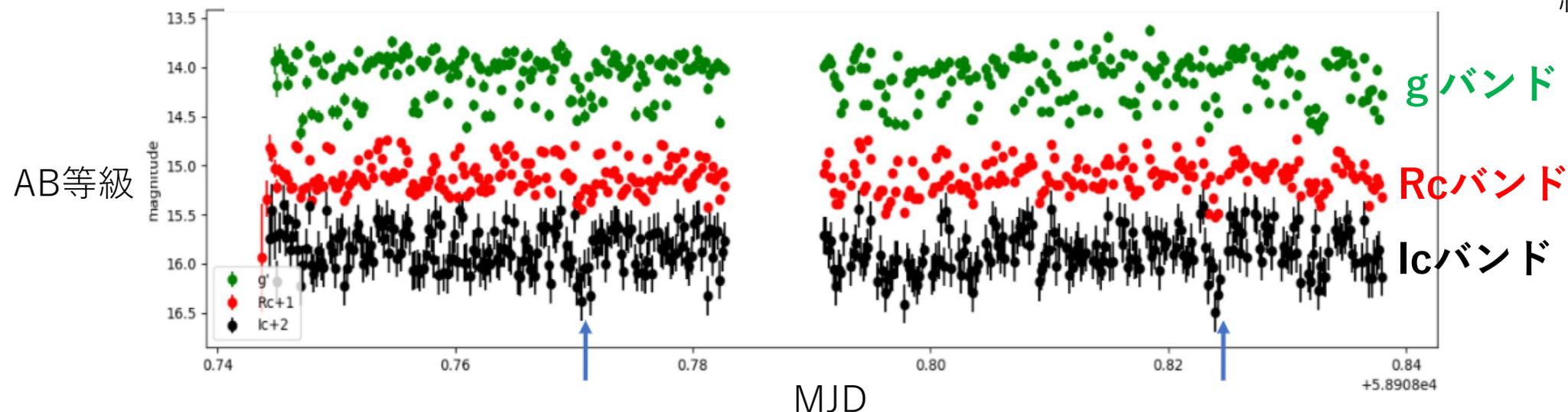
伊藤（東工大・河合研 B4）が中心となり進め始めた

MITSuMEのintranight変動の解析 → OISTERの他望遠鏡の解析

変動の有無、OISTERの多波長データ → 変動成分のSED → 変動放射源の制限

2020年2月29日のMITSuME光度曲線、3回目の再増光中

10秒露光
約7秒overhead



ブラックホールX線連星 MAXI J1348-630

2019年1月26日に発見されたブラックホールX線連星 (Yatabe et al. 2019, ATel #12425)

同日にSiding Spring 51 cmで可視光同定される (Denisenko et al. 2019, ATel #12430)

2月7日 (T ~ 11日) からOISTER ToOによりIRSFにて観測開始

3月下旬に東工大の村田、白石がIRSFで毎晩数時間の連続観測

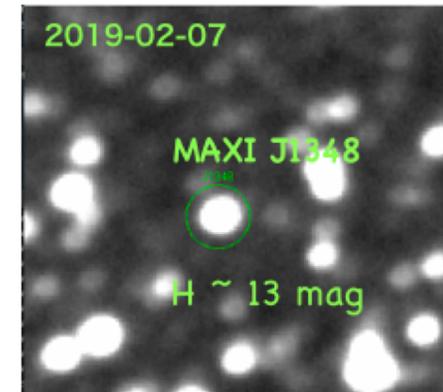
5月にもOISTER ToOでのIRSF観測

OISTER ToOは18夜 (+ 東工大で13夜のIRSF観測)

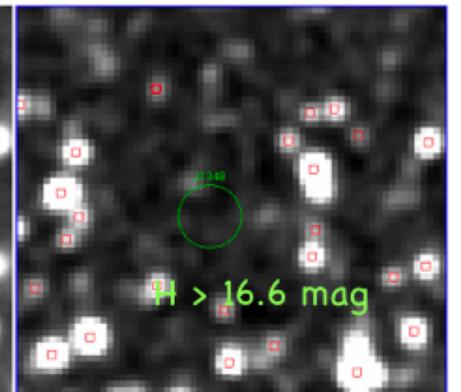
近赤外線では他観測所では同天体の観測はされていない

高松 (東工大・河合研 B4) が中心となり研究を進めている

After the X-ray outburst
IRSF 1.4m telescope H-band



Before the X-ray outburst
2MASS archive image in H



まとめと今後の方針

MAXI J1820+070, J1348-630で面白い結果がでてきている

論文執筆中

- MAXI J1820+070 再増光時の高時間分解観測結果 (M2安達、村田)

解析中

- MAXI J1820+070の再増光中のMITSuME、その後OISTER (B4 伊藤ほか)
- MAXI J1348-630のIRSF短時間変動など (B4高松ほか)

上記を優先して対応した後、J1820のメインアウトバーストの短時間変動、長期ライトカーブの論文執筆などに進む予定。