

メタノールメーザーバースト 天体の赤外追観測の これまでとこれから

Mizuho Uchiyama(JAXA/ISAS)

Co-I: Takuya Yamashita (NAOJ), Koichiro Sugiyama (NARIT), Tatsuya Nakaoka (Hiroshima Univ.), Miho Kawabata (Kyoto Univ.), Ryosuke Itoh (Bisei Observatory), Masayuki Yamanaka (Kyoto Univ.), Hiroshi Akitaya, Koji Kawabata (Hiroshima Univ.), Yoshinori Yonekura (Ibaraki Univ.), Kazuhito Motogi, Kenta Fujisawa (Yamaguchi Univ.), & M2O collaboration

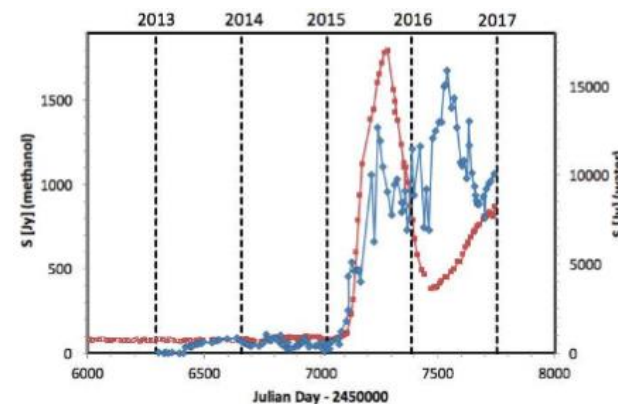
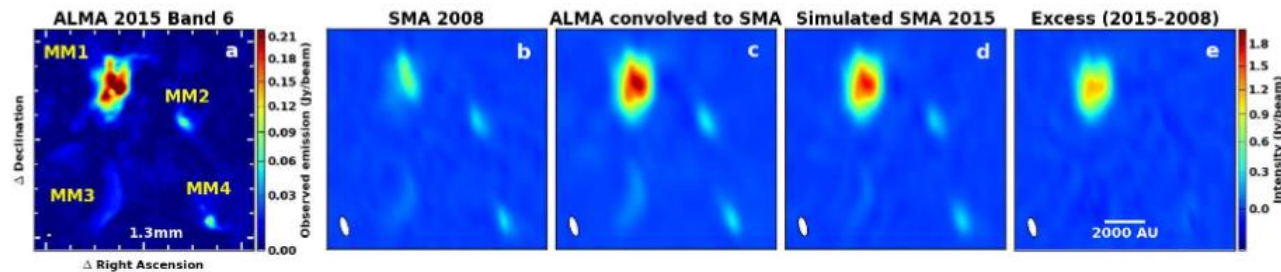
Outline

- メーザーバースト天体における光赤外追観測の重要性
- これまでの観測例
 - S255IR-NIRS3：NIRでの劇的な変動
 - G358.931-0.030：NIRでの変動なし
- これからの観測
 - バースト天体追観測網
 - バースト天体以外の赤外線モニタリング
 - メタノールメーザー周期変動天体
 - IR光度変動天体/無バイアスサーベイ

多波長観測の重要性

- 突発現象天文学について多波長フォローアップ観測は重要
 - 波長ごとの光度曲線の取得
 - Spectral Energy Distribution (SED)の時間進化
 - 波長間でのピーク日時の遅延情報

→現象の包括的な理解を通して、原因となる物理現象を探索する



Methanol maser
Water maser

(Hunter+17)

レーザーバースト天体観測での重要性

- レーザー光：非熱的放射
 - レーザー光の増光：励起源の増光、増幅物質の状態変化、等
 - **単独では母天体の特性や増光の原因を調査することは困難**
- 熱的放射でのフォローアップ観測がより重要に
- レーザー：2素子干渉計モニタリング、VLBIフォローアップ
- 電波連続波：2素子干渉計モニタリング、大規模干渉計フォローアップ
- **光赤外：小中口径撮像モニタリング、大口径分光フォローアップ**
- **急激な増光は中心星周辺での劇的な物理現象を示唆する**
- **原因解明は、大質量原始星の質量獲得・進化を探る上でも重要**

これまでの観測 S255IR-NIRS3

A flare of methanol maser in S255

ATel #8286; *Kenta Fujisawa (Yamaguchi University), Yoshinori Yonekura, Koichiro Sugiyama (Ibaraki University), Hikari Horiuchi, Takehiro Hayashi, Kazuya Hachisuka, Naoko Matsumoto, Kotaro Niinuma (Yamaguchi University)*

on 16 Nov 2015; 07:38 UT

Credential Certification: Kenta Fujisawa (kenta@yamaguchi-u.ac.jp)

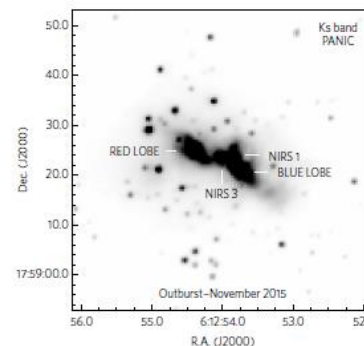
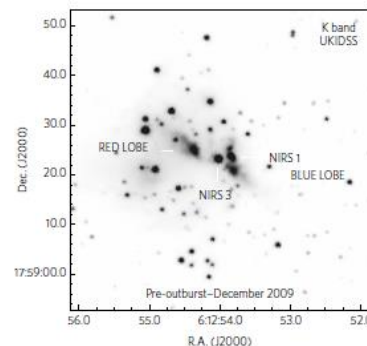
Subjects: Radio, Young Stellar Object

Referred to by ATel #: [8732](#)



Now a flaring methanol maser line at 6.7 GHz can be observed in the source S255. This is the first flare of this maser line in S255 since the first report in 1991 by Menten (ApJ, 380, L75). The peak flux density of this maser ranged between 60 and 100 Jy with Vlsr centered around 4.8 km/s in the previous studies. The flux density of a component with Vlsr = 5.6 km/s started increasing from 150 Jy on July 7 (MJD = 57210) to 1600 Jy on Oct 22 (MJD = 57317). The flux density of another component with Vlsr = 6.2 km/s reached to 1500 Jy on Nov 6 (MJD = 57333) with a time delay of 20 days to the component with Vlsr = 5.6 km/s. The component with Vlsr = 6.2 km/s has been not reported in previous studies.

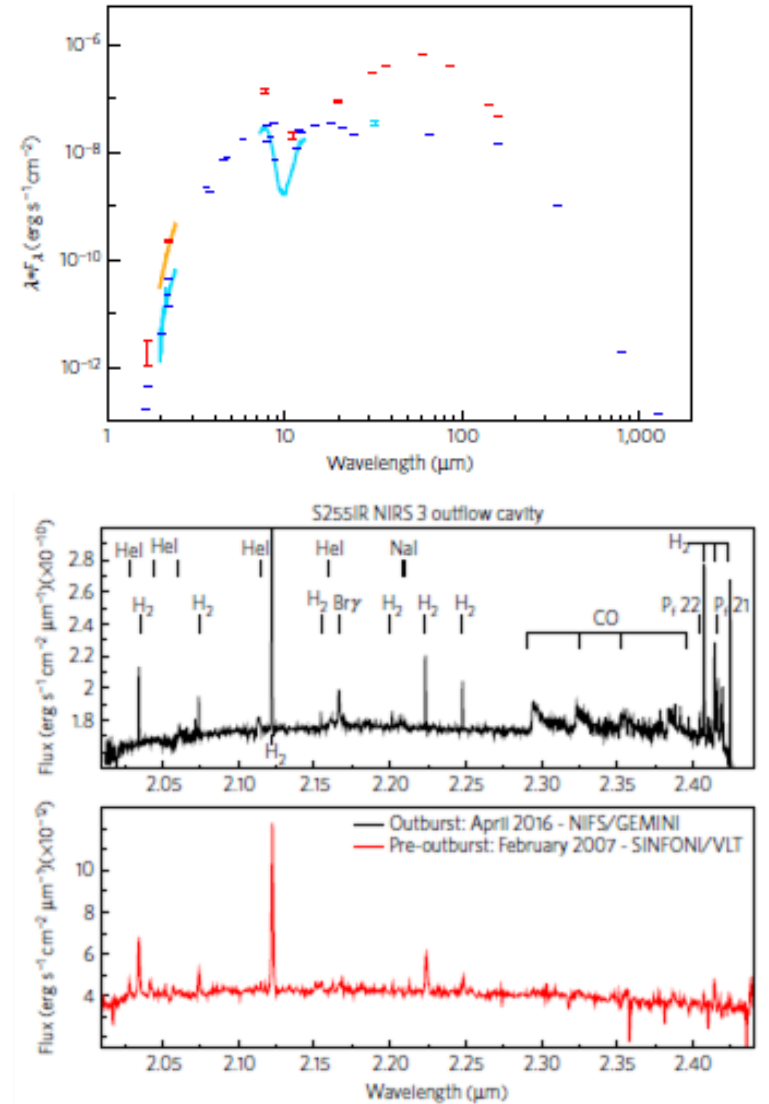
- $\sim 20 M_{\text{sun}}$ MYSO@1.78 kpc
- 6.7 GHz Class II Methanol maser突発増光が2015年11月に報告 (Fujisawa+15)
 - 報告を受けて多波長フォローアップ観測が実施
 - 6.7 GHz Class II Methanol maserに対してこうした観測連携は世界初



(Caratti o Garatti+17)

フォローアップ観測の時系列

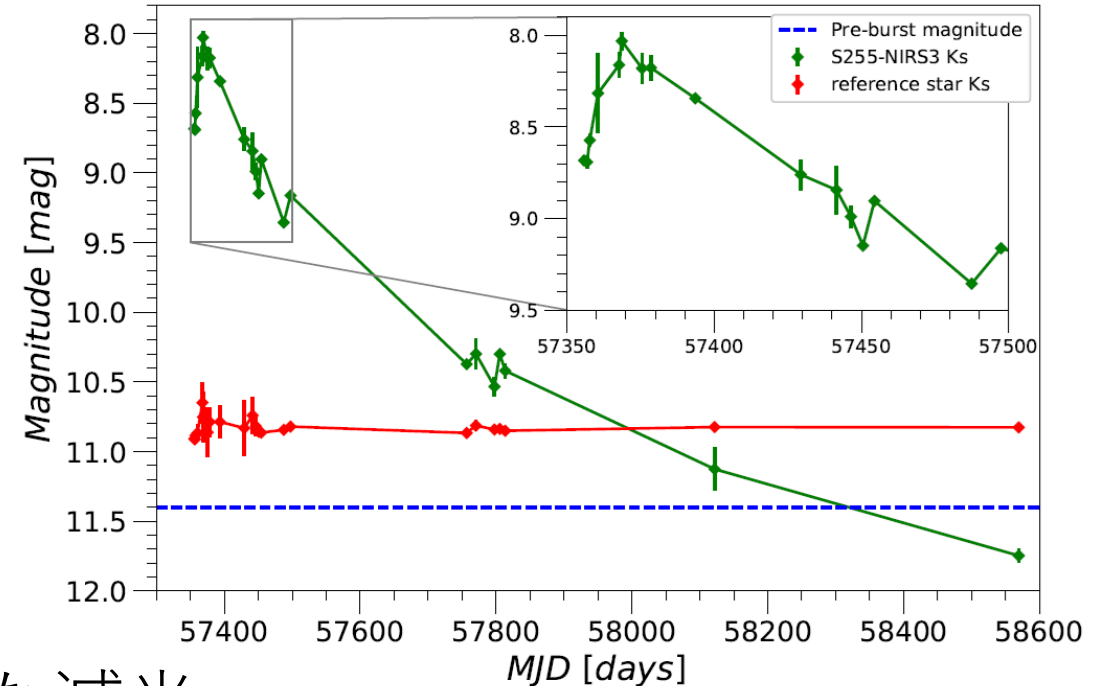
- 赤外線域でのSEDの取得
→ NIR-FIR全波長での増光、総光度~5倍
- Ks bandでの分光観測の実施
→ 多数の輝線の検出
- Accretion に関連した現象による増光が強く示唆
→ 大質量星でのaccretion burst現象の初特定



(Caratti o Garatti+17)

国内でのモニタリング観測

- 平穏時(2009)から3.4 mag増光
- 期間中に3.7 magの変動
 - 2.5年で平穏時付近まで減衰

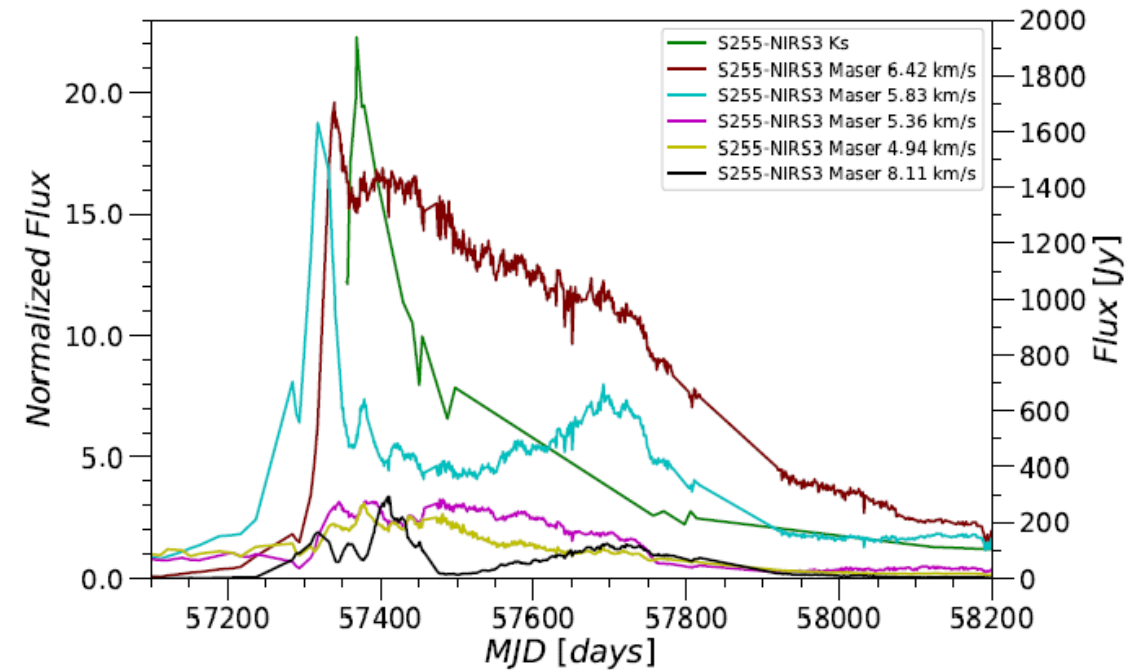


(Uchiyama+20)

- 急増光と数年スケールでの緩やかな減光
 - 小中質量原始星のEXor-type burst と類似
 - 大質量原始星での初めての類似例同定

時間遅延現象の検出

- メーザーのピークが
NIRでのピークよりも30-50日早い
 - 赤外線でメーザーが励起されるので
不可思議な現象

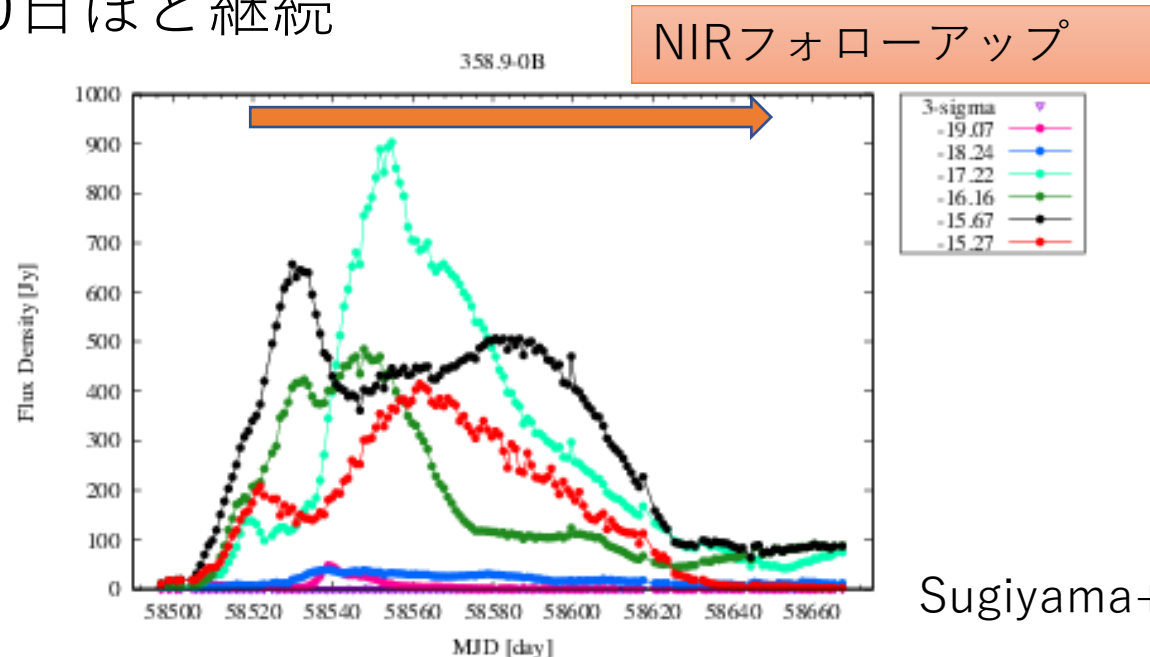
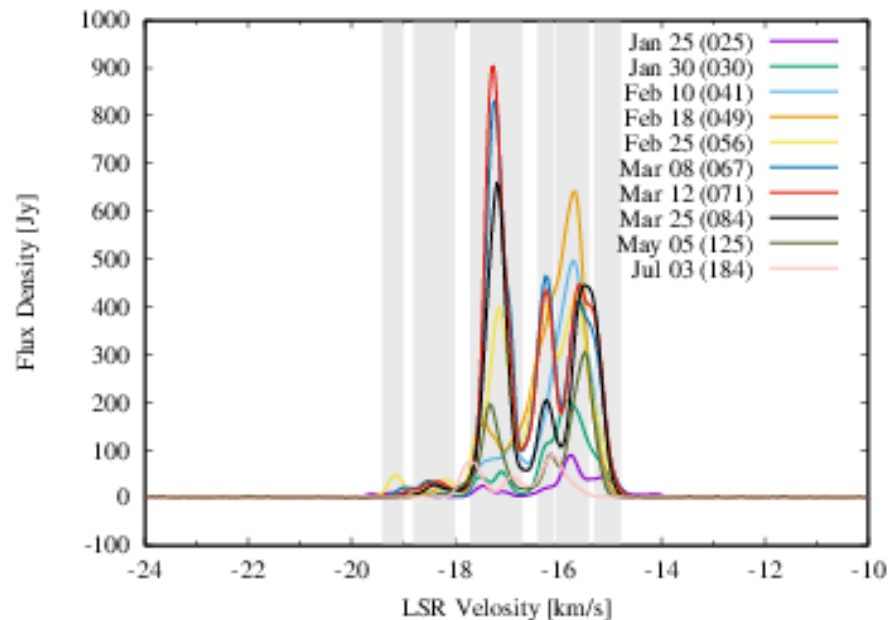


(Uchiyama+20;
Sugiyama in prep.)

- 原因は複数候補
 - NIRは散乱光を観測している可能性
 - NIRでの最初のピークを観測開始が遅れて逃している可能性
- 他の天体でも起こるのか、性質に多様性はあるのか？
→サンプル数を増やす必要

これまでの観測 G358.931-0.030

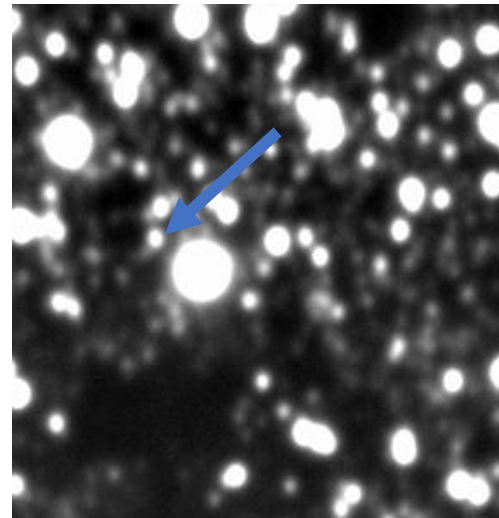
- G358.931-0.030 : class II メタノールメーザー付随、MYSO候補天体
- 2019年1月中旬にメーザーの強度変動を茨城大学グループで検出 (Sugiyama+19)
 - その後も急激な増光が100日ほど継続



Sugiyama+ in prep

G358.931-0.030のIR観測

- メタノールメーザーの増光報告を受け、2019/2-6 観測
 - OISTER ToOを申請(PI: 大朝さん)
 - かなた望遠鏡, IRSF, なゆた望遠鏡で観測を実施
- 有意な増光はNIRでは未検出
 - 深く埋もれて減光で変光が分からない?
 - ~1"離れているので別天体??



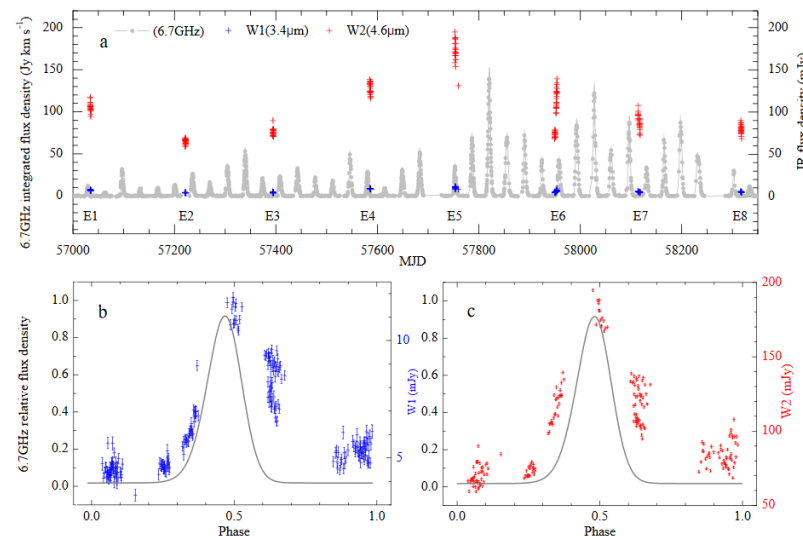
Uchiyama+ in prep

これからの観測 メーザーバースト天体観測

- 高頻度観測は大口径望遠鏡の高解像度観測、分光観測と相補的
- 大口径望遠鏡でのToO観測実施に際しても、事前の近赤外線観測は大変重要
 - 特に大質量原始星は可視光では減光で見えないので赤外線観測が重要
 - 今後も引き続き近赤外線観測を受け付けて下さると大変ありがたい
- 一方でどう依頼観測すべきかは課題
 - NIRでDarkなままの天体も多い(これまでの経験で~50%以上)
 - いきなりOISTER全体にトリガーするのは悩ましい
 - どこか一箇所をお願い→増光があれば全体にToOという運用が現状方針

これからの観測 バースト天体以外の赤外線モニタリング

- バースト天体以外の光度変動MYSOのモニタリング
- メタノールメーザー周期変動天体のIRモニタリング
 - NEOWISEアーカイブデータを用いた研究例がある
 - より高頻度なモニタリングがしたい→地上NIR観測が有望

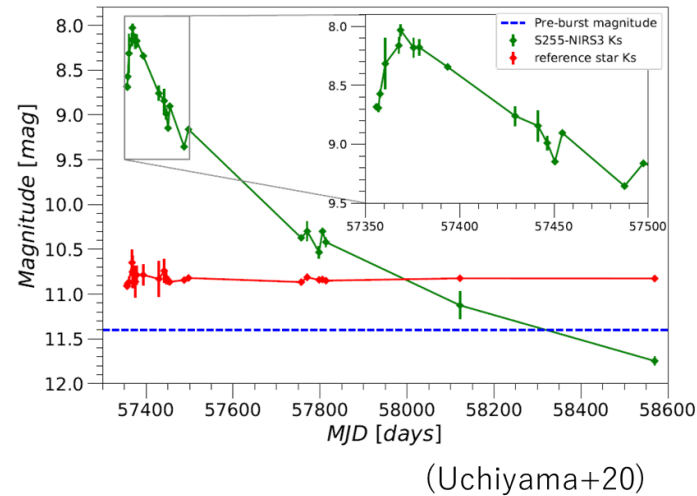


(Olech+2020)

これからの観測 赤外線モニタリング

- Kanata/HONIRと茨城でのMonR2 IRS3
同時モニタリングを実施(3 years)
→多天体/多波長への拡張は有望
- 全てのMYSOにメーザーが
付随する訳ではない
→無バイアスサーベイ?
南天はVVVで部分的に実施
(Kumar+2016; Teixeira+2018)

まとめ



- バースト天体/周期変動天体ともに
メタノールメーザーとNIRの連動した
光度変動が見つかった
→メーザー・MYSO中心星・円盤の研究に
繋がる
→今後は多天体/多波長がキー