

茨城局機関報告

～日立32m鏡を用いた6.7 GHzメタノールレーザー源のモニター観測～

田辺 義浩 米倉 覚則 他 (茨城大学理学部附属宇宙科学教育研究センター)

茨城大学では、国立天文台水沢VLBI観測所茨城観測局(日立32m電波望遠鏡と高萩32m電波望遠鏡)の運用を行なっている。

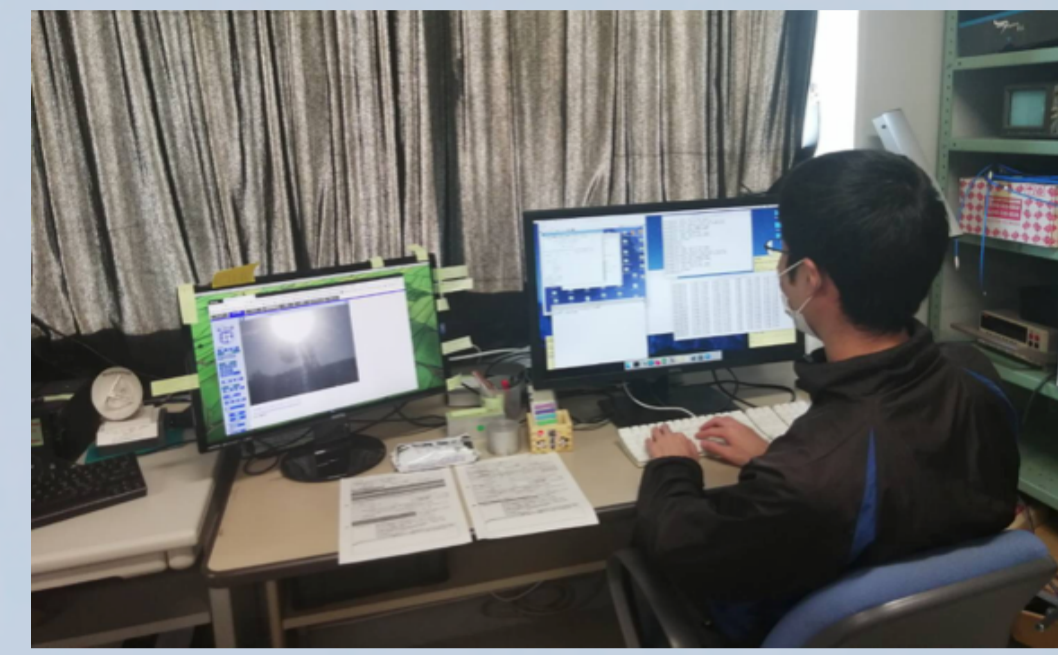
本ポスターでは日立アンテナを用いた6.7 GHzメタノールレーザー源の'毎日の'モニター観測について紹介する。

平原、渡辺の講演も参照。また、モニター観測以外の茨城局の運用状況については米倉のポスターを、装置開発については上地、川上の講演を参照。

運用体系 (2019/11～)

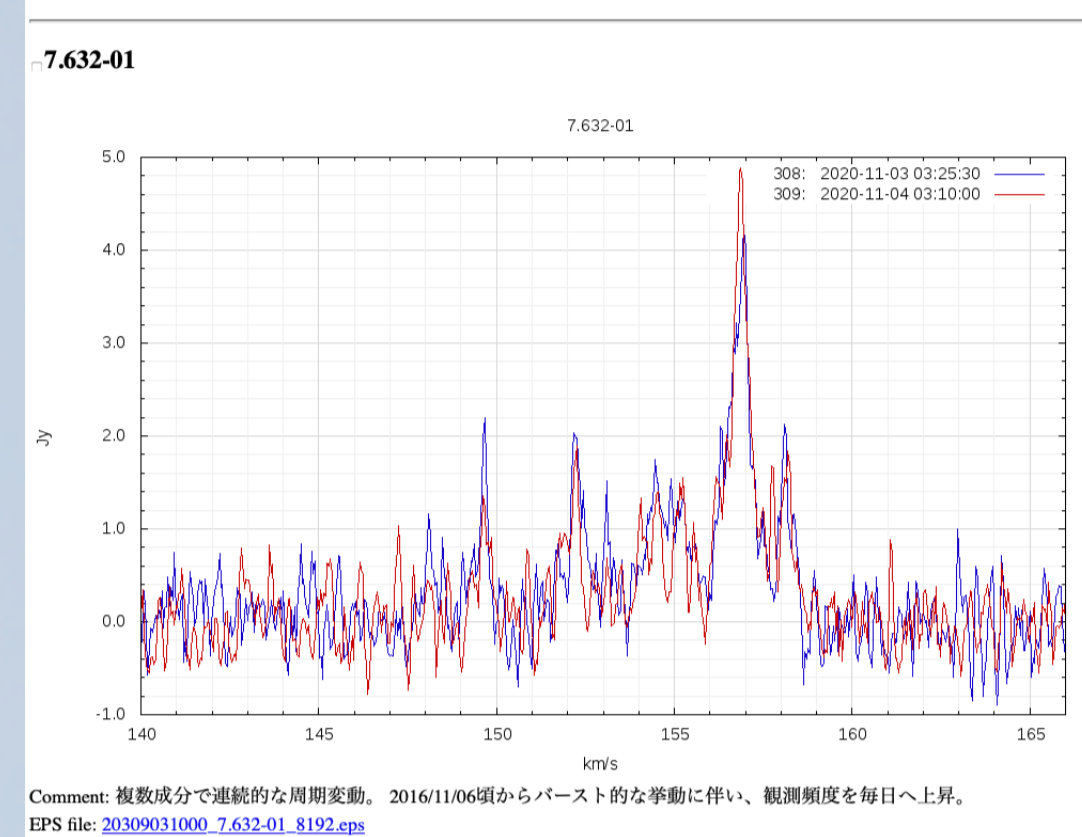
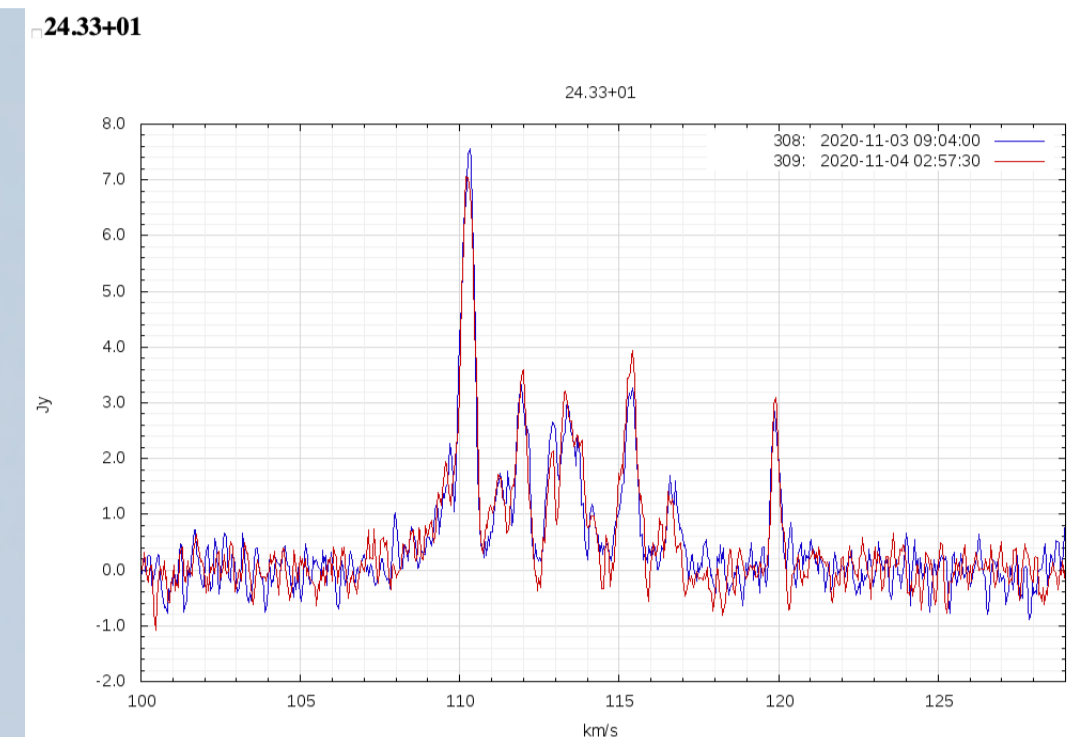
観測概要

- 2012年12月30日より日立32m望遠鏡を用いたメタノールレーザー源のモニター観測を開始
- 観測可能(Dec > -30°)な6.7GHzメタノールレーザー源の全てを、変動の大小により低頻度or高頻度でモニタリング
1日あたりおよそ60天体を観測
- 観測作業は主に学生が担い、水戸キャンパスからの遠隔観測で実施
(令和2年度4月より、コロナウイルスの影響を受け、各自学外から観測ができるように整備)
- 2017/11/21よりLHCP/RHCP両偏波同時観測を開始 [平原の講演も参照](#)

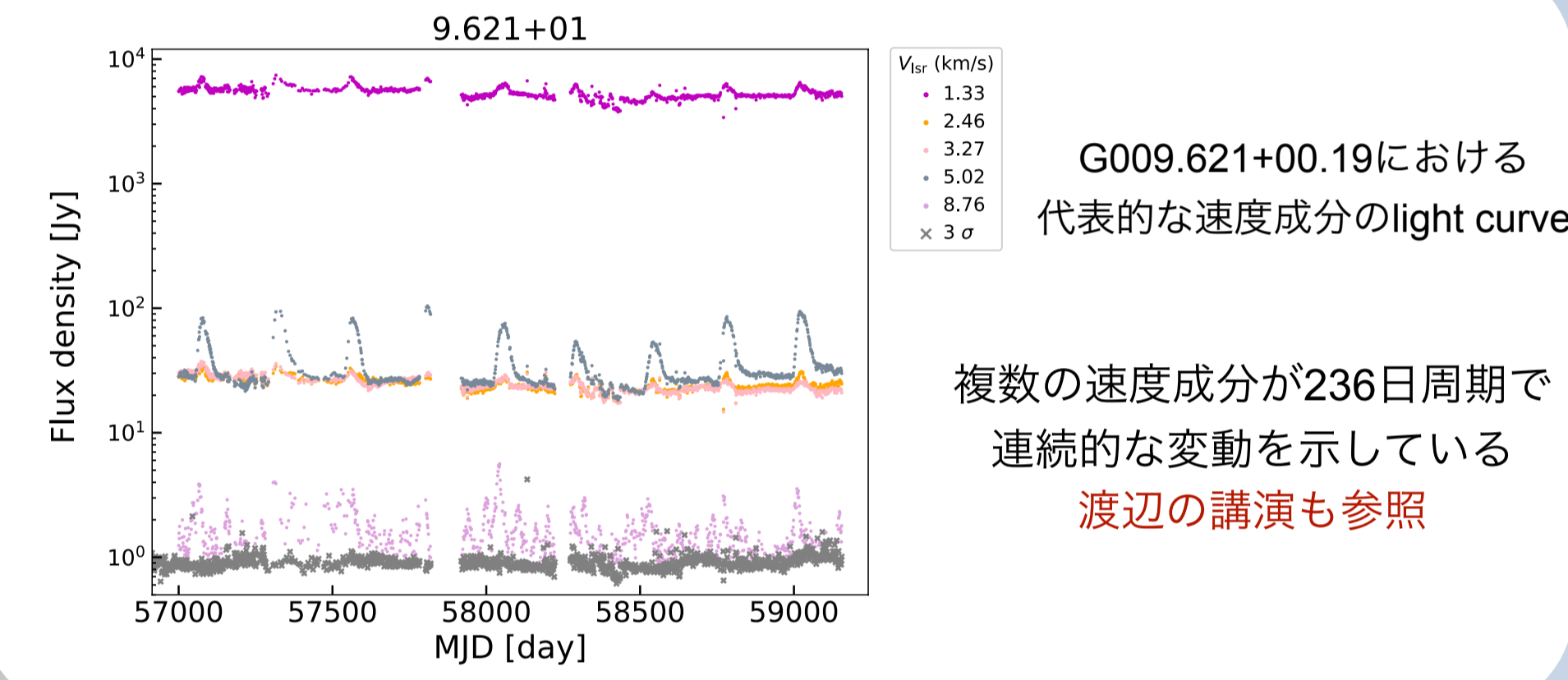


上：水戸キャンパスの研究室からモニター観測を行う様子

右：モニター観測で得られるメタノールレーザーのスペクトル前回観測(青)と今回観測(赤)のスペクトルを見比べて変動をチェックする



周期変動を示す天体の例



G009.621+00.19における代表的な速度成分のlight curve

複数の速度成分が236日周期で連続的な変動を示している [渡辺の講演も参照](#)

目的

- 高頻度観測により強度変動の周期を正確に算出し、周期変動メカニズムを解明する
 - 突発的な強度変動をいち早く検出し、他波長やVLBI follow up 観測を提案 星形成期の突発現象メカニズムを解明する
- ※メタノールレーザーは大質量星形成領域でのみ検出されているため、直接の観測が困難な大質量星の形成過程を探る強力なツールとなる
- これまでに42天体でメタノールレーザーの強度変動の周期性を検出¹

メタノールレーザーモニター観測諸元

観測帯域	6.664-6.672 GHz
観測偏波	LHCP, RHCP同時観測
ポインティング数	433 点 472 天体 (beam内に複数の天体が含まれるケースあり)
空間分解能	4.6 arcmin
速度分解能	0.044 km/s
RMS (1σ)	~ 0.3 Jy (300秒積分)
観測頻度	160点を5日1回以上 それ以外を50日に1回以上 最頻で毎日

日立32m電波望遠鏡

運用実績 (2019/11-2020/10)

6.7 GHzメタノールレーザーモニター観測	4284 [hour]
単一鏡観測 他	245
VLBI 観測 6 GHz + 8 GHz	259
保守点検	325
トラブル等	112

運用メンバー

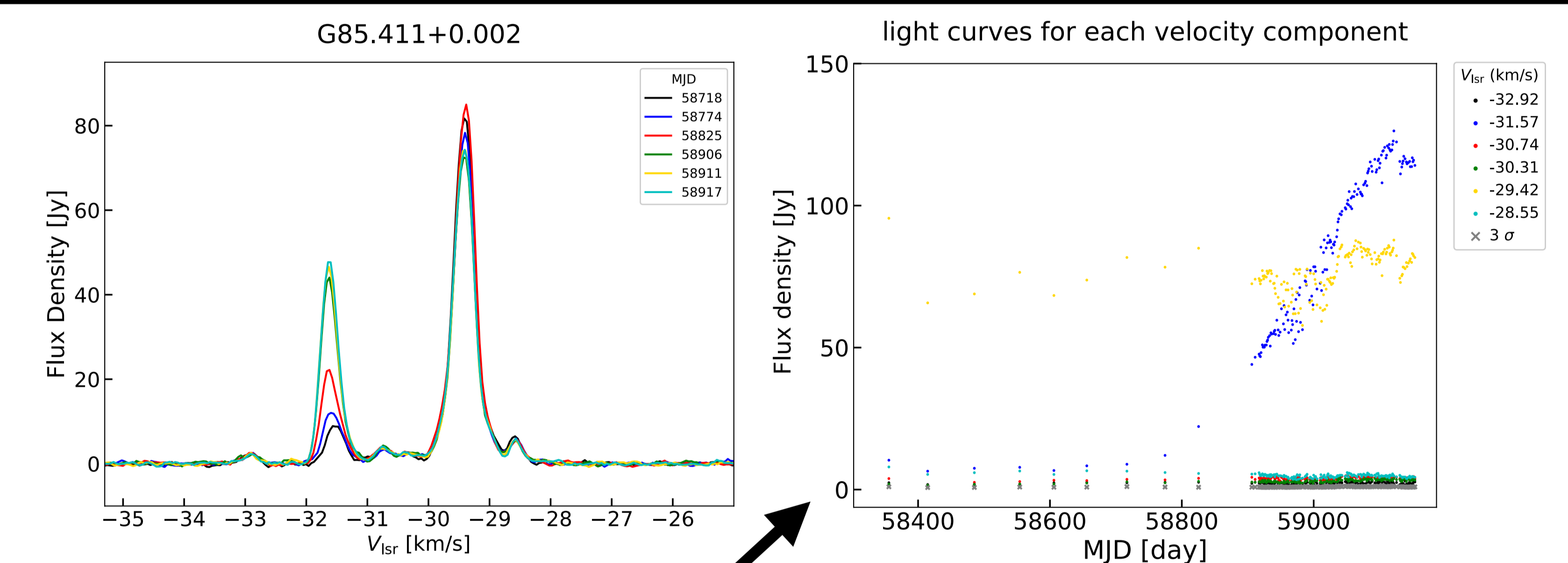
	2020	2019
スタッフ	米倉	米倉
PD	田辺	齋藤、田辺
D	0	0
M2	4	1
M1	3	4
B4	6	7

最近の成果

G85.411+0.002

- 50日に1回の頻度で観測してきたG85.411+0.002において DOY=58825, 58906の観測で-31.6 km/s成分に大きな増光が見られた
- DOY=58911より毎日の観測を開始
- その後も7ヶ月以上にわたり増光を続け現在の強度は120 Jy程度と増光前の10倍以上に到達

- M2O (Maser Monitoring Organization)に情報展開し 国内外の単一鏡, VLBI imaging, 光赤外でのfollow up 観測が展開中

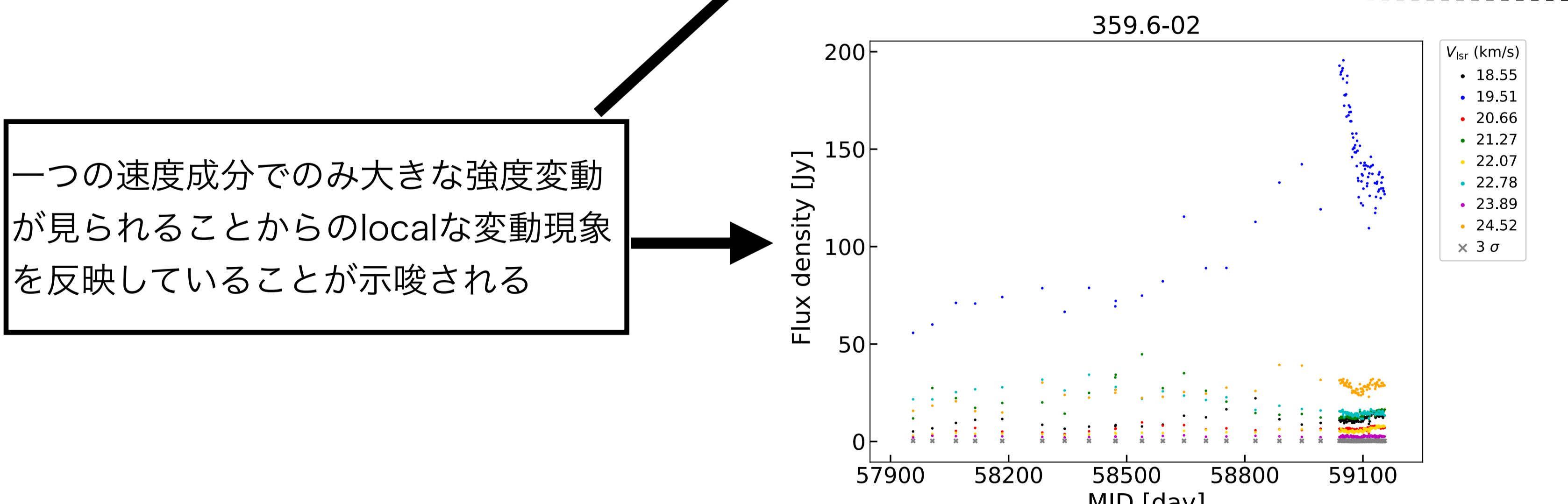


一つの速度成分でのみ大きな強度変動が見られることからのlocalな変動現象を反映していることが示唆される

G359.617-0.251

- 50日に1回の頻度で観測してきたG359.617-0.251において -19.5 km/s成分に大きな増光が見られたため毎日の観測を開始
- その後すぐに強度はpeakに達し、現在に至るまで緩やかに減少中

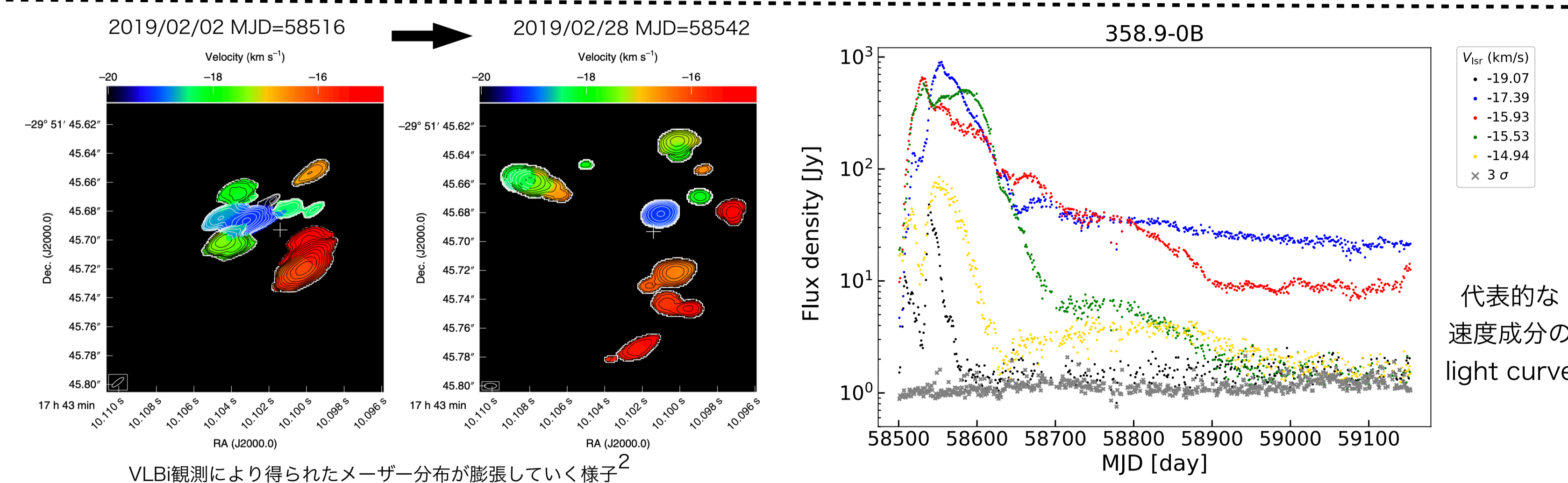
- こちらの天体もVLBI, 他波長での follow up 観測が展開中



G358.931-0.030 その後

- 2019/01にモニター観測においてメタノールレーザーのバーストが発生したG358.931-0.030ではその後全成分において緩やかに減光
- 増光時に1000Jy近くに達した2成分においては現在10~20Jy程度を維持
- それ以外の成分は1~3 Jy程度とバースト前と同程度に戻る

- Burns et al. (2020) 大質量形成に伴う accretion burstがレーザーのバーストを引き起こした² (Nature Astronomy に掲載)



代表的な速度成分の light curve

Future work

※受信機の広帯域化：6.2, 7.7, 7.8, 12.2 GHzのメタノールレーザー, 22 GHz水レーザーのモニター観測 [上地、川上の講演も参照](#)

※全レーザーのモニター観測：高萩、国内外の単一鏡と連携し、観測可能な全レーザー源の'高頻度'モニター観測を実現 (2020年に新しく変動が検出された2天体はどちらもおよそ50日に1回と低頻度な観測をしていた天体だった)

Reference

[1] Sugiyama, K., Yonekura, Y., Motogi, K. et al. (2017). Long-term and highly frequent monitor of 6.7 GHz methanol masers to statistically research periodic flux variations around high-mass protostars using the Hitachi 32-m. Proceedings of the International Astronomical Union, 13(S336), 45-48.
[2] Burns, R.A., Sugiyama, K., Hirota, T. et al. A heatwave of accretion energy traced by masers in the G358-MM1 high-mass protostar. Nat Astron 4, 506-510 (2020).