

星形成領域IRAS22198+6336に付随する 6.7GHzメタノールメーザーの強度変動の研究

宮本祐輔 米倉覚則 杉山孝一郎 齋藤悠 百瀬宗武 (茨城大学)

概要

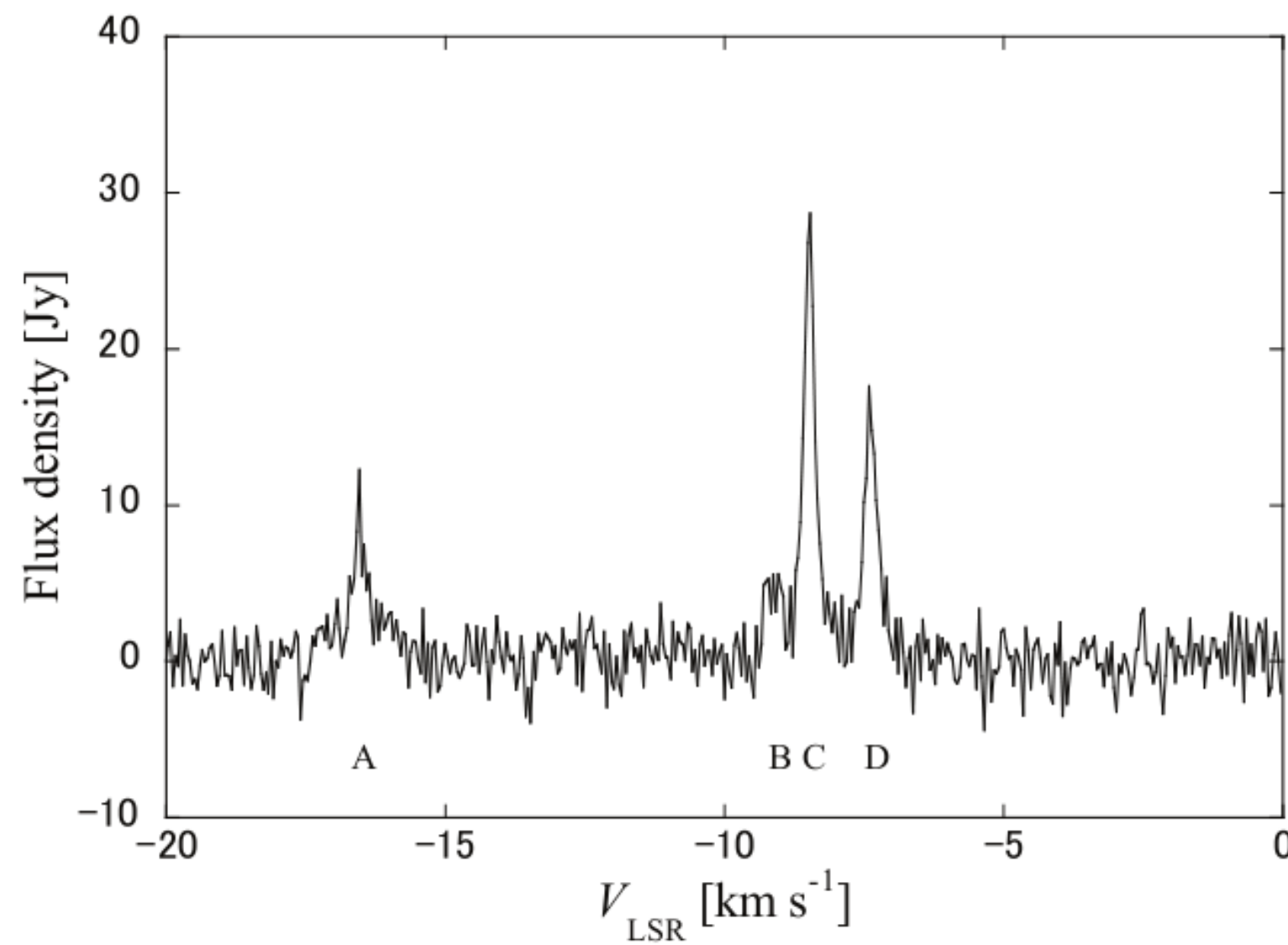
星形成領域IRAS22198+6336には、周期変動する6.7GHzメタノールメーザー源がある。この周期変動は間欠的で、静穏期にはメーザーの放射は検出感度以下だが、フレアの見える時期には20 Jyを超えるフラックス密度を観測した。観測した成分は6つあり、全てに強度変動があった。どの成分もほとんど同じ周期で変動していたが、ピークに達する時間には4.3日のずれがあった。これに光速をかけたlight travel time をメーザー放射領域として、Hirota et al. (2008) を用いて導出した放射領域と比較した。

目的

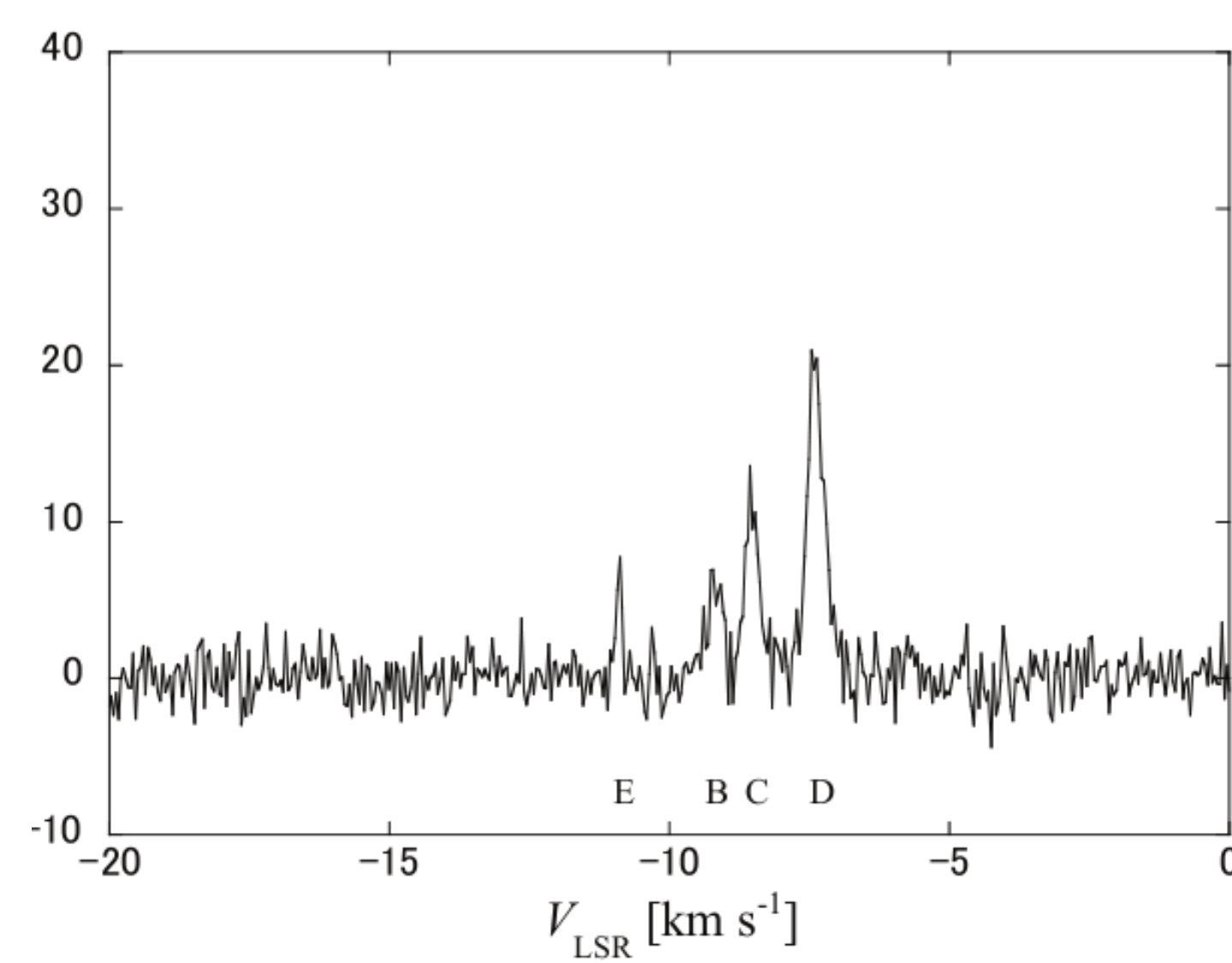
IRAS22198+6336の先行研究にFujisawa et al.(2014,PASJ,66,78F)があり、そこで34.6日周期でメーザーの変動やスペクトルのピークに達する時間に1.8日のずれがあると確認された。それを受けて、茨城大学ではFujisawa et al.(2014)では議論されていない成分Aの変動ピークの導出や、フレアの成分ごとに変動傾向の比較を行う目的で追観測を行った。

観測

観測局: 茨城大学日立32m電波望遠鏡
分光点数: 8192点
速度分解能: 0.044 km s⁻¹
rmsノイズ(1σ): 0.3 Jy
ビームサイズ: 4.6分角
観測期間: 2014年7月12日 - 2014年7月26日
観測頻度: EL>15° を満たすとき15分に一回
積分時間: 300秒
較正天体: G109.8+21(以降Cep A)



2011年9月15日に観測したスペクトル



2012年11月4日に観測したスペクトル

Fujisawa et al. (2014)で観測されたスペクトル図(Fujisawa et al.(2014)より抜粋)

結果

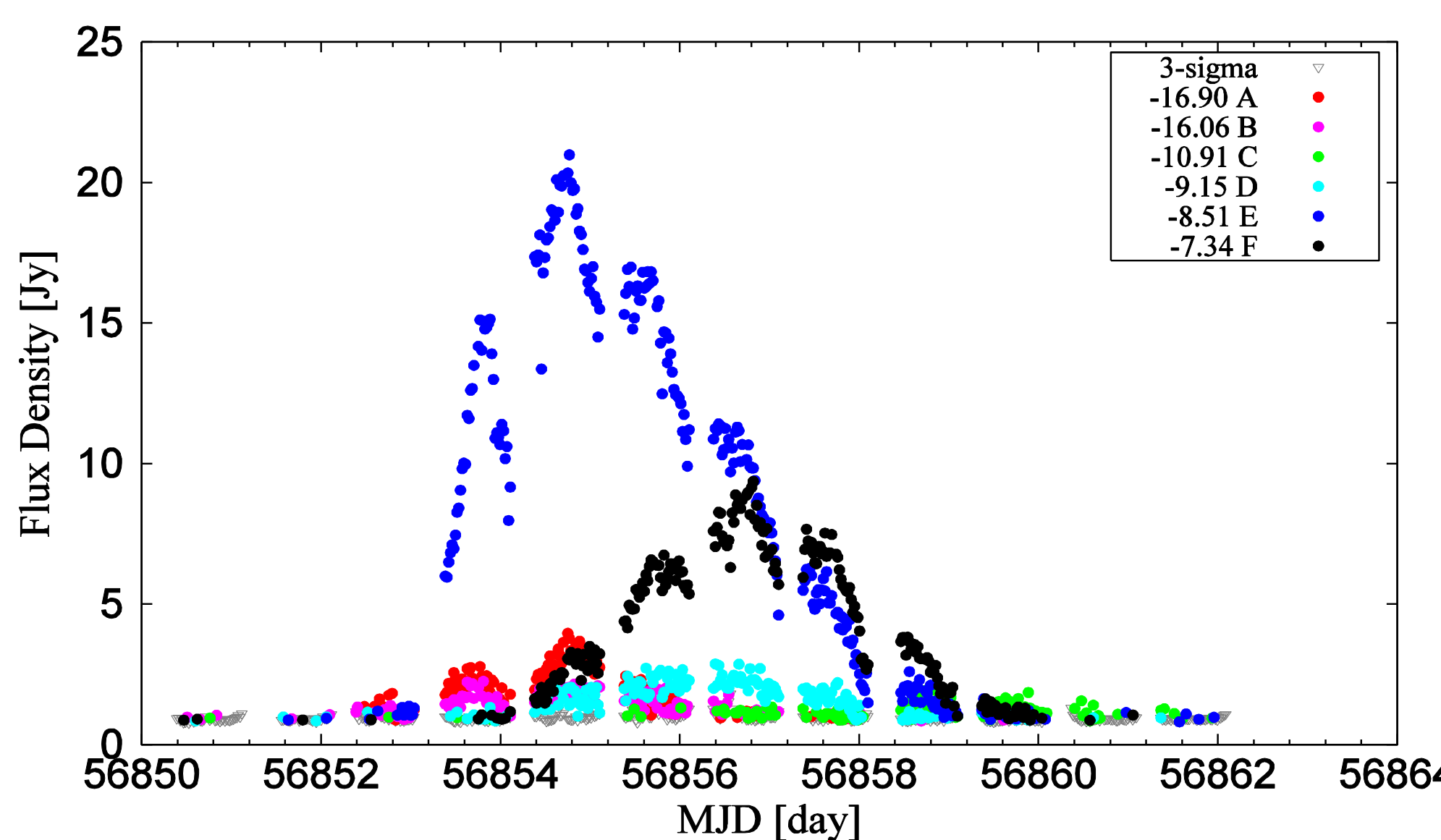


図1: フレア前後の各成分の強度変動プロット

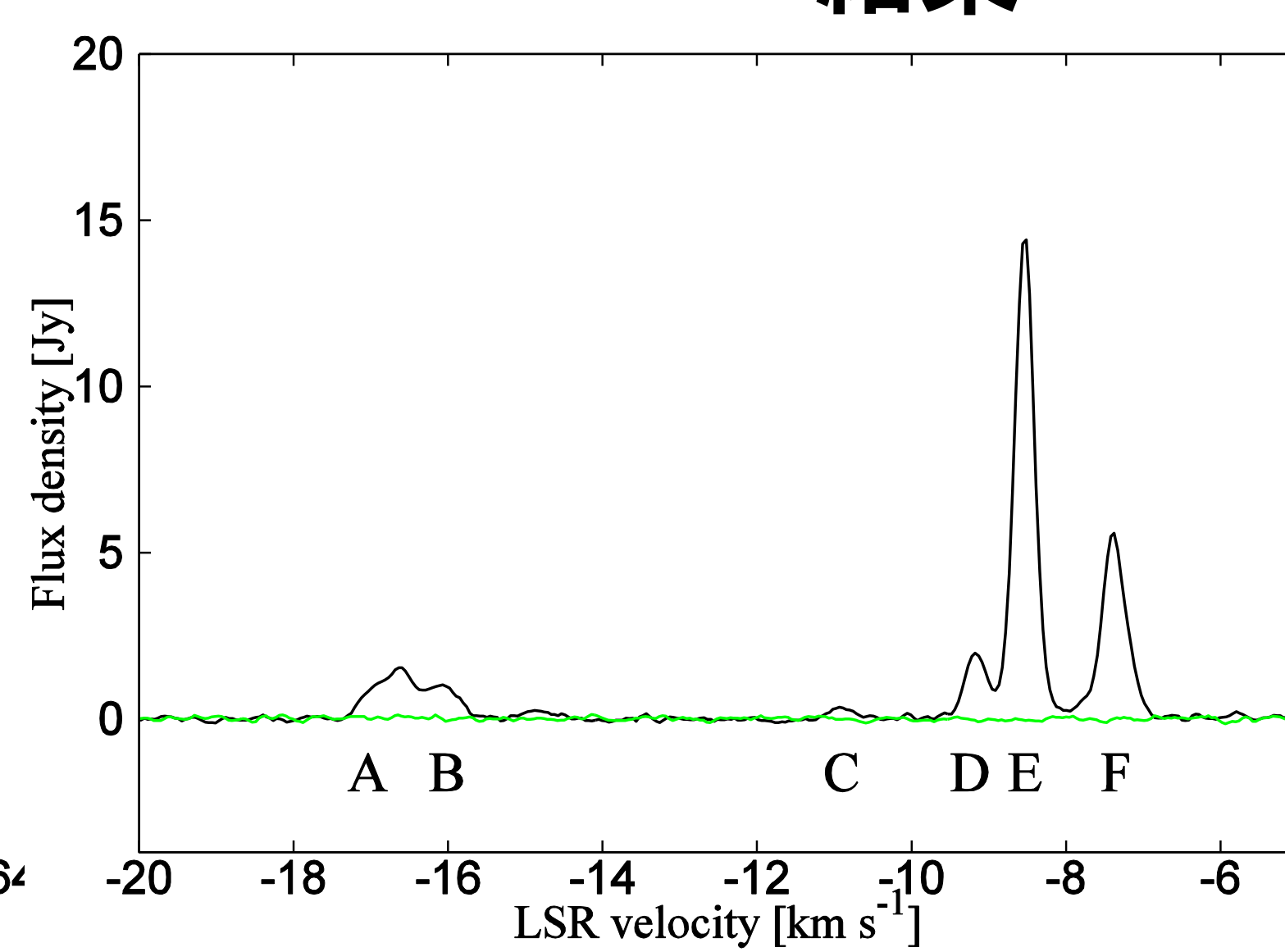
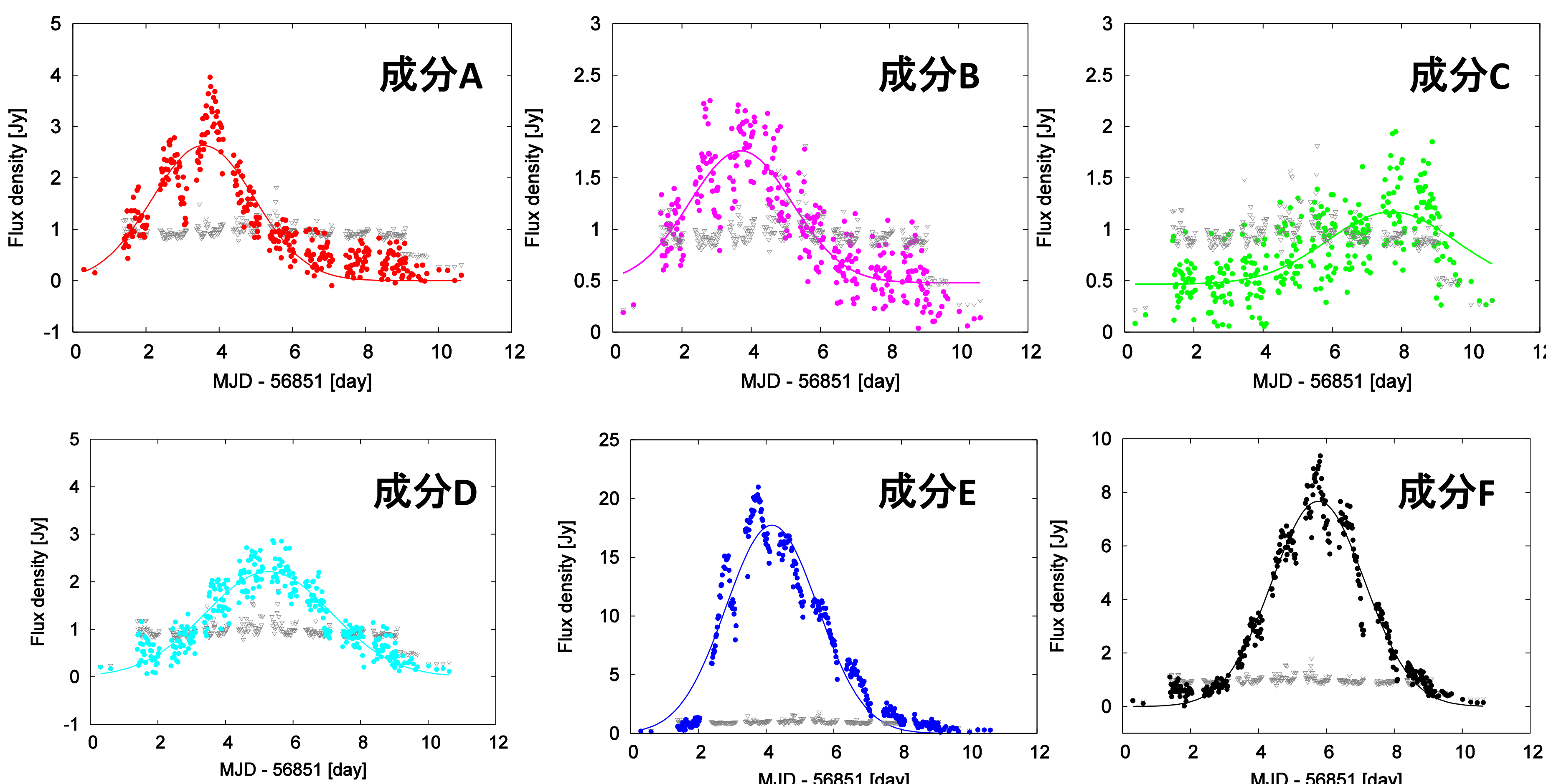


図2: 静穏期(MJD=56580)とフレア中(MJD=56855)の一日積分のプロット

解析の結果、メーザー放射が確認できたのは7月13日(MJD = 56851)から7月23日(MJD = 56862)までの間だった。フレア前後の強度変動は図1に示す。また図2より今回観測した成分がすべて確認できる。図1の成分はFujisawa et al. (2014)で観測されていた成分を全て観測していた。また、Fujisawa et al. (2014)での成分Aは観測していない。また、各観測日ごとにフラックス密度の細かい上昇・下降が見られるが、これは真のフラックス密度の変動ではなく較正前のデータを使用しているせいである。較正は今後実施する。

考察

メーザーを放射する成分ごとにピークに達する時間が違っているが、それを定量的に評価するために各成分に対し変動の仕方をガウス分布と仮定し関数フィッティングを行った。その結果成分A(赤: -16.90 km s⁻¹)が一番早くピークに達し、成分C(緑: -10.91 km s⁻¹)が一番遅くピークに達した。それにより、成分間でのピークに達するまでの時間のずれは4.3±0.3日と求められる。図3,4にガウスフィッティングの結果を、表1にパラメータを示す。なお、ガウスフィッティングの図に見られるグレーのプロットは検出感度の3σのプロットである。また、成分AはFujisawa et al. (2014)では議論されていなかった成分だが、今回の観測では強度変化を捉えられる程の観測ができた。



成分 (km s ⁻¹)	a(振幅) (Jy)	μ(変動ピーク日) (day)	FWHM(変動期間) (day)
A:-16.90	2.63(± 0.05)	3.57(± 0.03)	3.30(± 0.08)
B:-16.06	1.58(± 0.03)	3.77(± 0.08)	6.04(± 0.20)
C:-10.91	1.07(± 0.02)	7.87(± 0.30)	9.34(± 0.69)
D:-9.15	2.21(± 0.03)	5.28(± 0.03)	4.39(± 0.08)
E:-8.51	17.74(± 0.24)	4.17(± 0.02)	3.20(± 0.05)
F:-7.34	7.67(± 0.07)	5.76(± 0.02)	3.23(± 0.03)

表1: ガウスフィッティングのパラメータ。変動ピーク日より成分Aが一番早くピークに達し、成分Cが一番遅くピークに達することが分かる。

またHirota et al. (2008)により、IRAS22198+6336の中心星の光度は450 L_☉とあるので、これを用いてメーザー放射領域の比較をする。簡単のため、ダストは熱平衡にあり、励起源からの変動が各メーザースポットに同時に伝わるとする。R, L, Tをそれぞれメーザー放射領域、メーザー励起源の光度、ダスト温度とすると、 $R = (16\pi\sigma)^{-1/2} L^{1/2} T^{-2}$ という式が成り立つ。また、σはステファン・ボルツマン定数(= 5.67 × 10⁻⁸ W m⁻² K⁻⁴)である。ここにL = 450 L_☉、T = 100 - 200 Kを代入すると、R = 40 - 160 AUという値が得られる。また、今回導出したずれの時間4.3日からlight travel time を計算すると750 AUという値を得る。これをHirota et al. (2008)と比較すると、今回算出した750 AUはかなり大きい値になっている。

今後の方針

まず初めにCep Aを用いた較正を行う。Cep AはIRAS22198+6336の近傍に位置し、一日の中で強度変動を起こさない明るい天体ということで較正天体を選んでいく。これを用いてポインティング補正と大気・開口能率の仰角依存性の較正を行えばIRAS22198+6336の真の値が得られる。またメーザー放射領域の理解について、CWB(Colliding-Wind Binary)モデルと脈動星のモデルなどを比較しながら研究を進めて行く。