

Fast Radio Burst 対応天体探査に 向けたTriCCS高速観測の実施状況

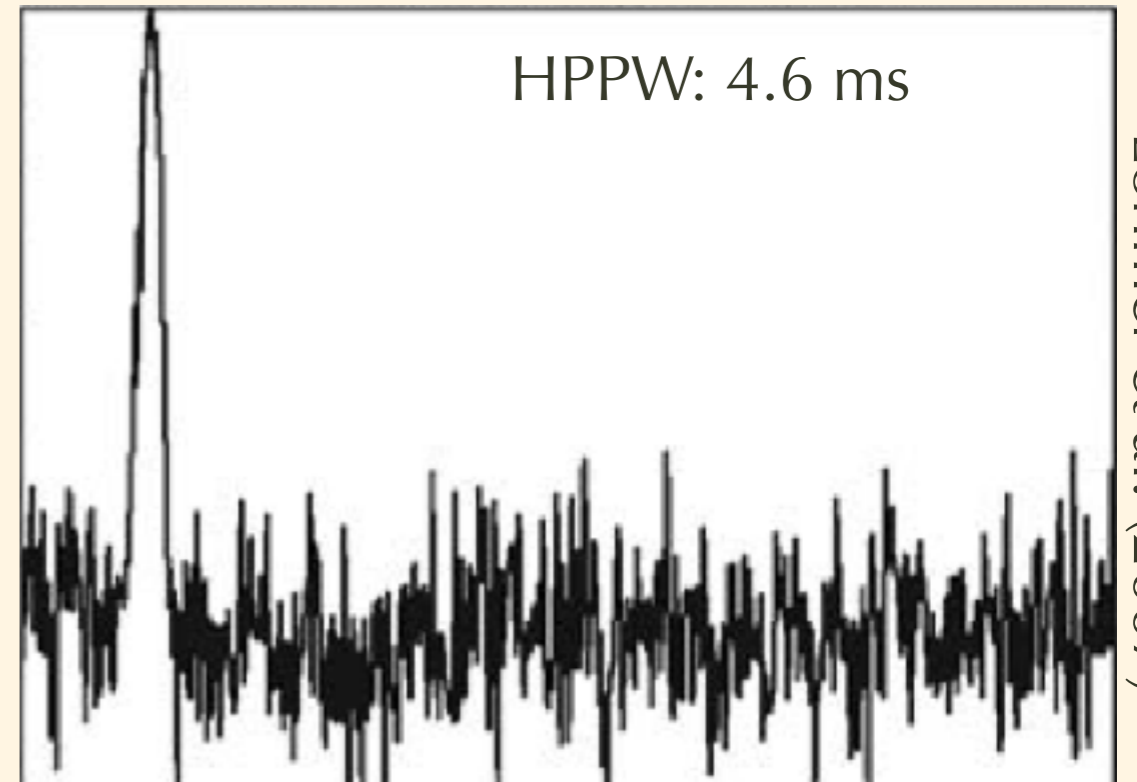
新納悠（東京大学）

松林和也、川端美穂、酒向重行、紅山仁、越諒太郎、
直川史寛、TriCCSチーム

2021年8月12日 せいめいUM

Fast Radio Burst (FRB)とは？

- 数ミリ秒の継続時間の電波突発現象
- 初発見はLorimer+ (2007) のFRB 010824 (アーカイブデータ)
- 10年余で約600天体発見
 - 今年CHIMEの 1st catalog (> 500 FRBs) が発表されて大幅に増えた



Lorimer et al. (2007)

time →

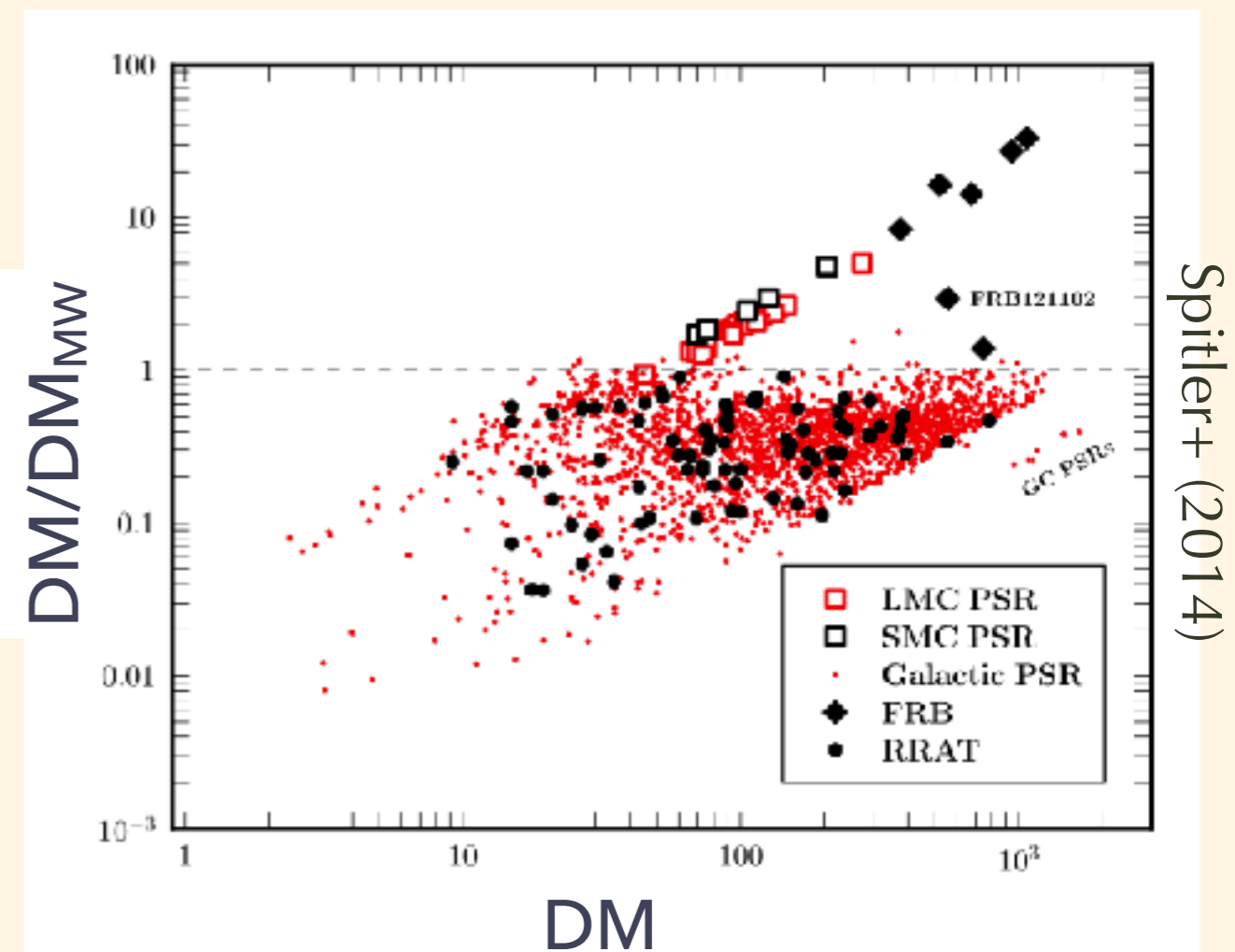
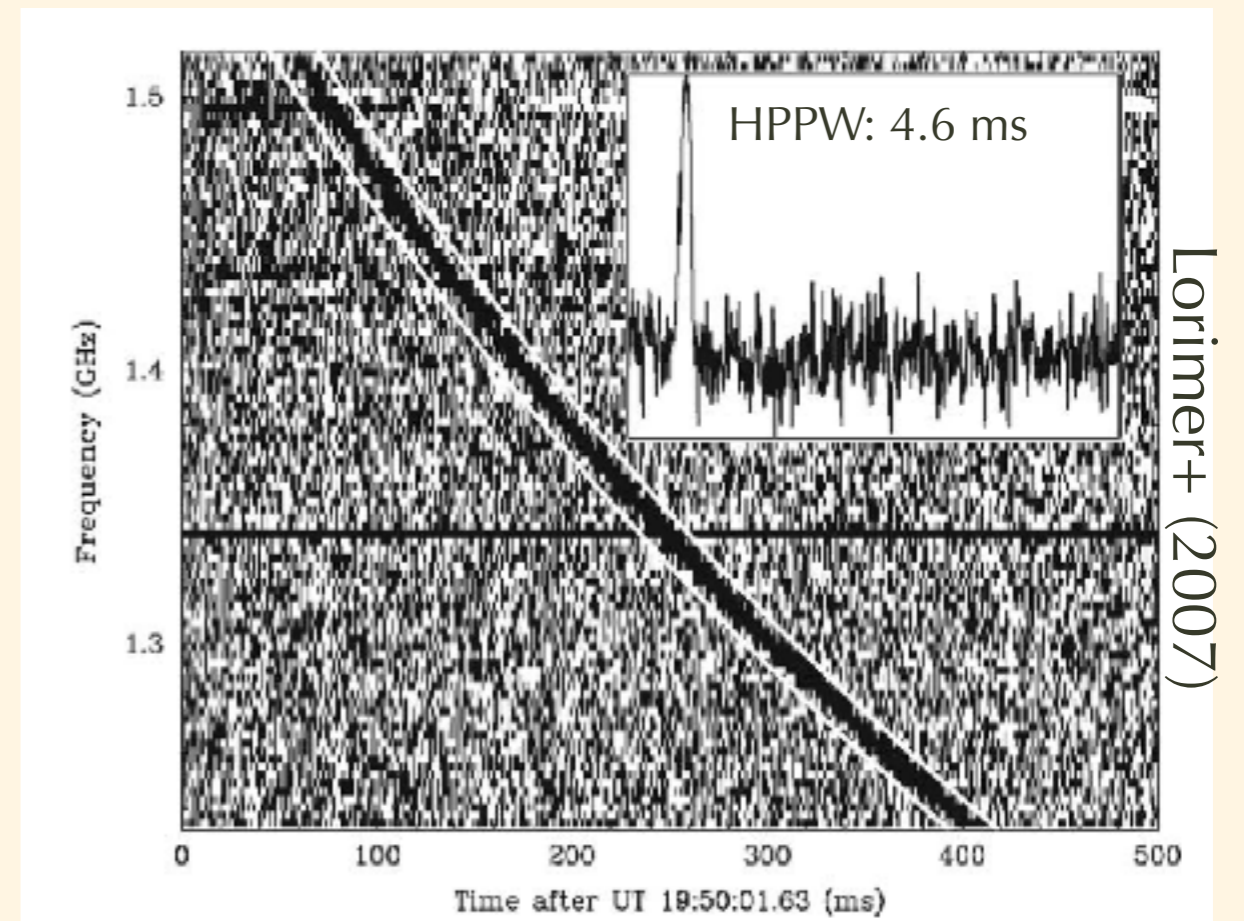


Parkes電波望遠鏡

Caption: CSIRO's Parkes radio telescope. Credit: David McClenaghan, CSIRO

FRBの分散量度

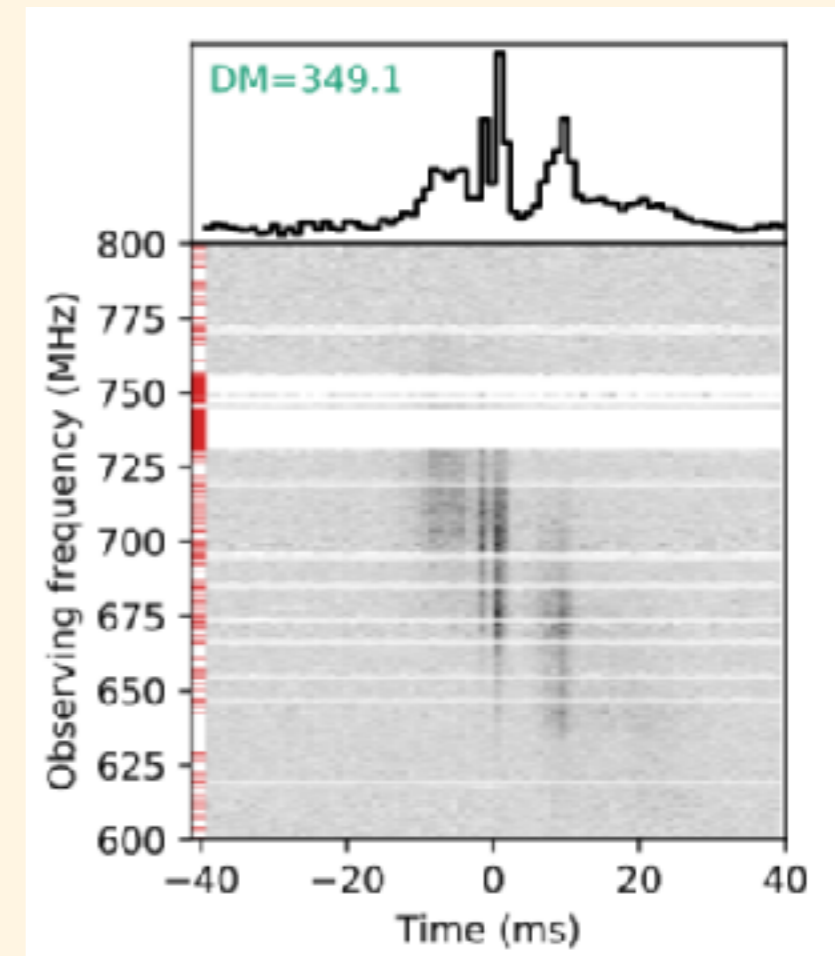
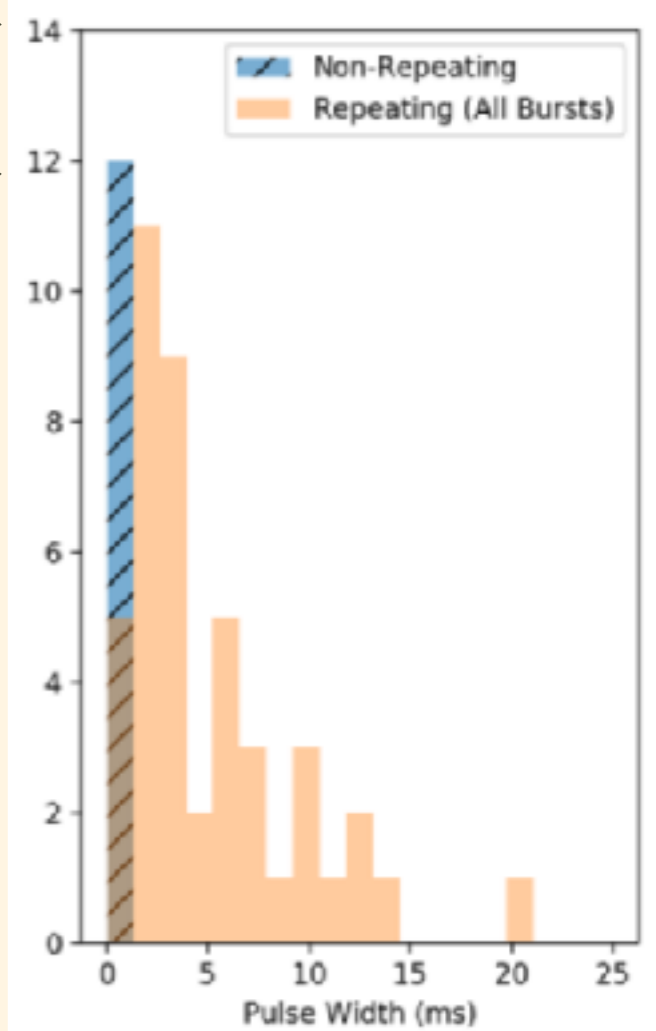
- 分散量度
 - DM、自由電子柱密度
- 電波パルスは観測周波数に依存して到来が遅れる
- FRB DM ~ 100 -2000 $[\text{cm}^{-3}\text{pc}]$
- > 天の川成分
 - 銀河間物質由来なら赤方偏移 ~ 0.1 -2.0
 - 電離ガスがソースに付随しているかも？



Repeating/Non-repeating FRB

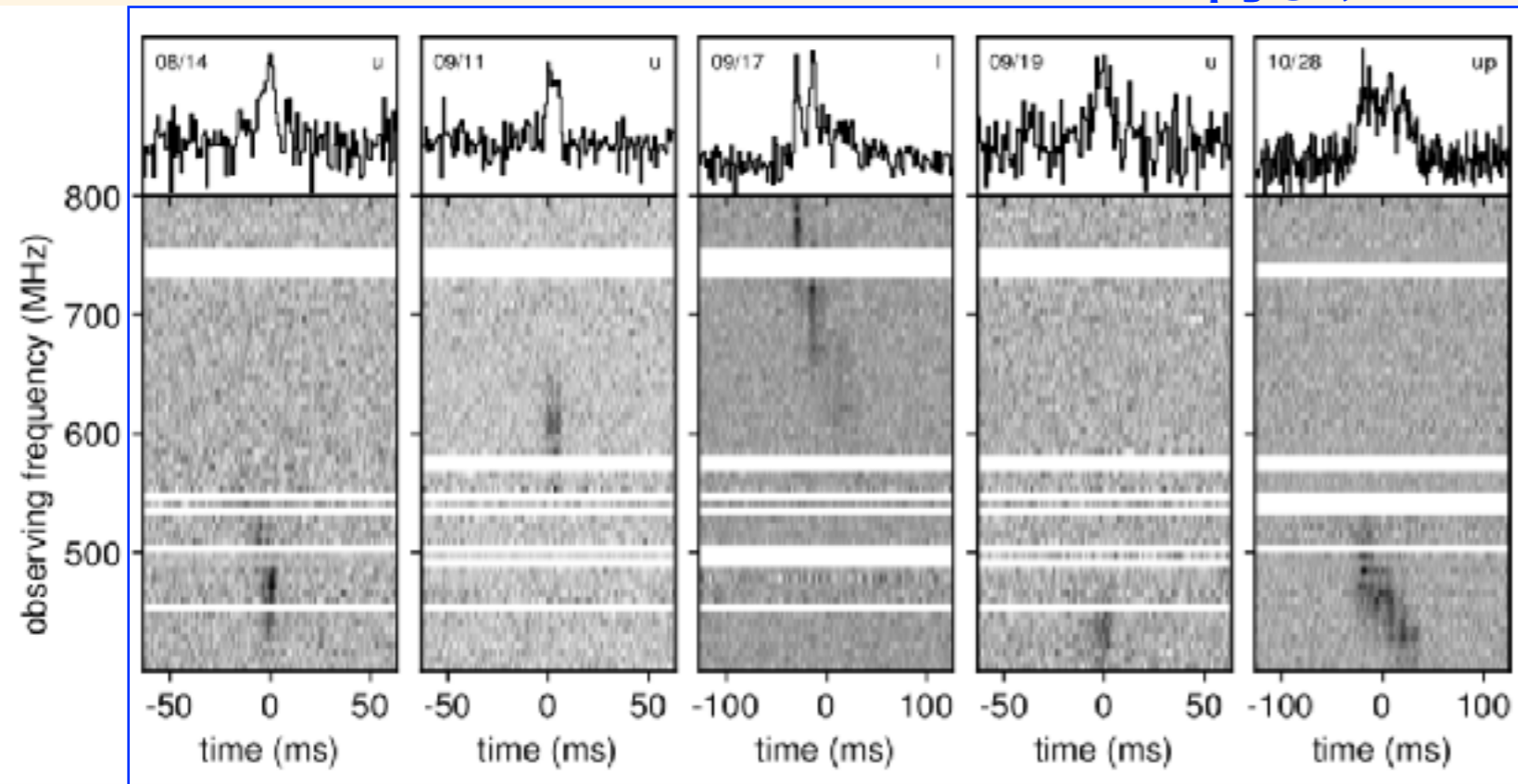
- 一部のFRBは最初の発見後にrepeat burstを見せている
 - これまでに約40天体
- 長時間追観測してもrepeatしないFRBもある
 - 複数種族？
 - repeating FRBはパルス幅が広い？
 - 多くの repeating FRB (but not all) で 'sad trombone' feature が見られる

The CHIME/FRB collaboration (2019)

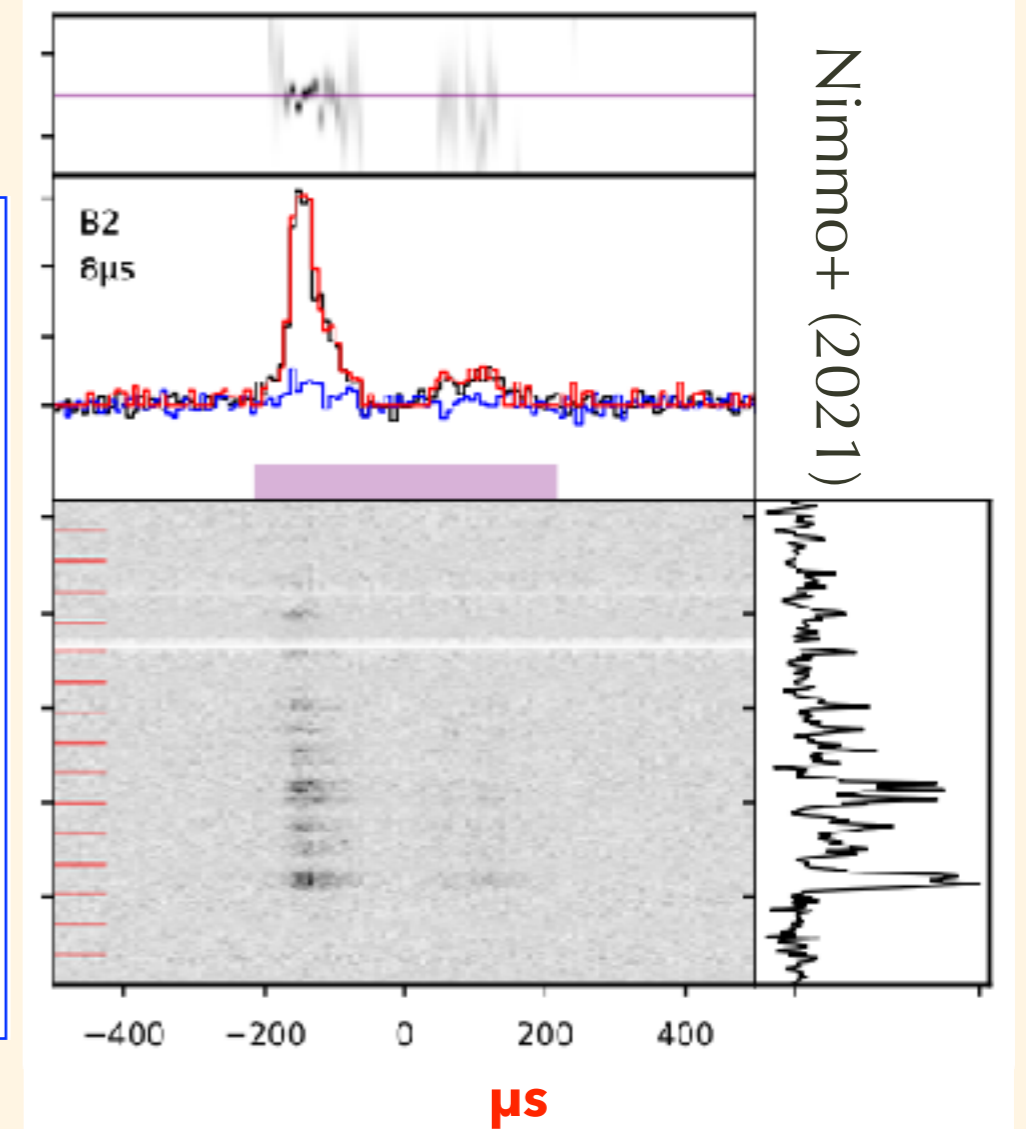


様々なFRB

同じソース

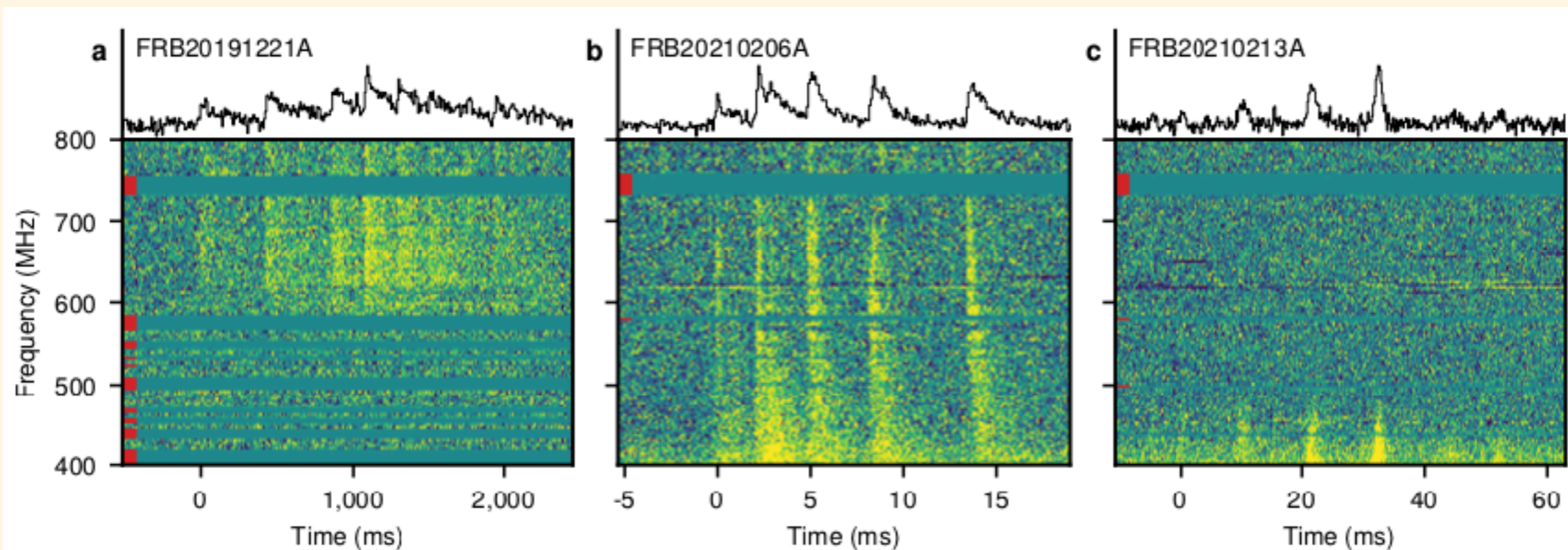


The CHIME/FRB collaboration (2019)



Nimmo+ (2021)

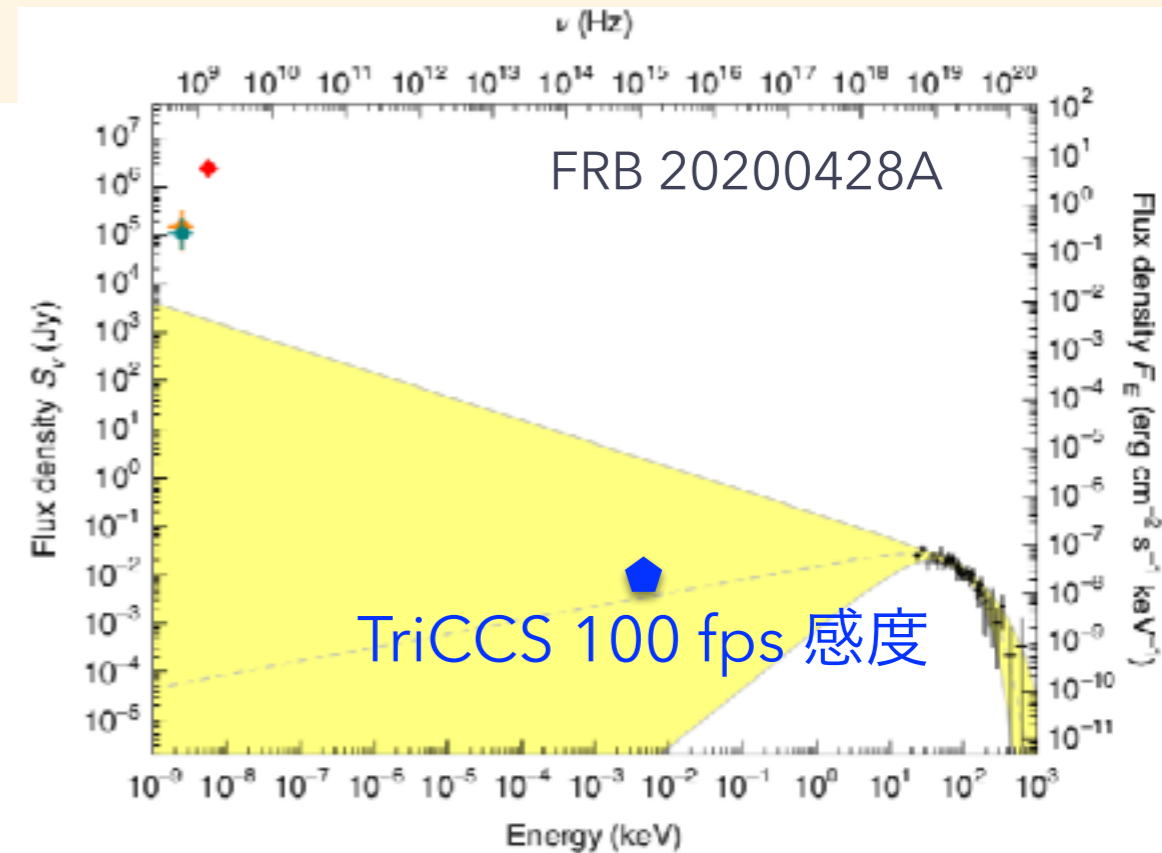
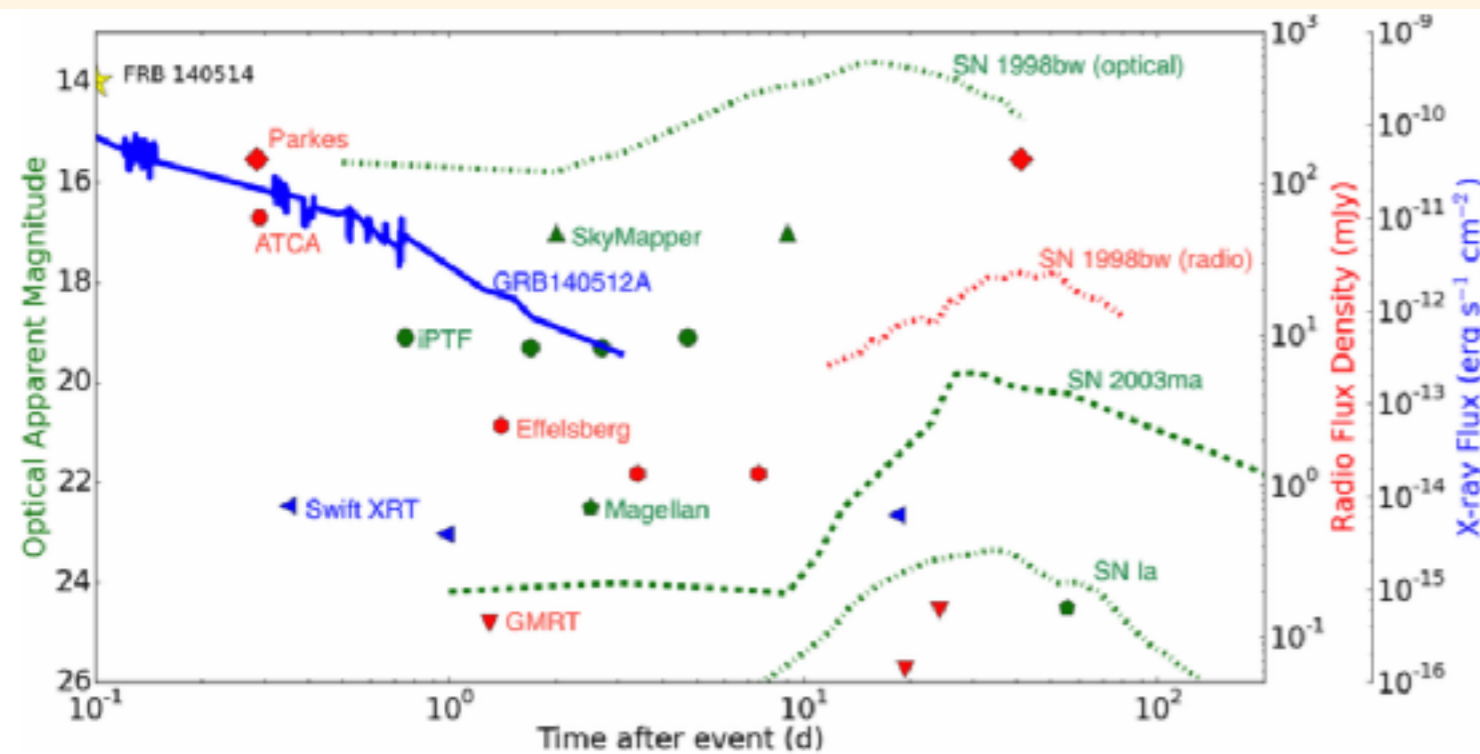
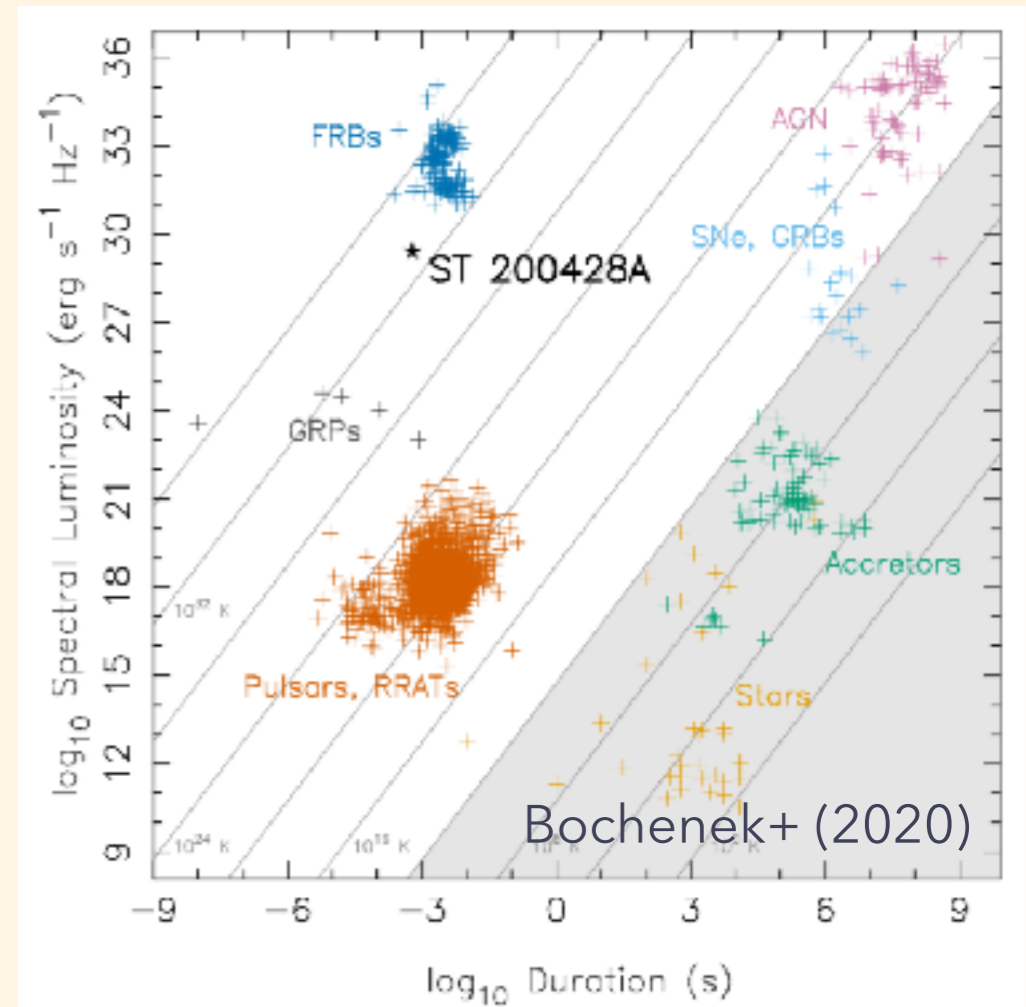
μs



The CHIME/FRB collaboration (2021)

対応天体探査

- 様々な波長（メッセンジャー）と時間帯で対応天体探査
 - 発生メカニズムの手がかり、発生場所特定の手段
 - 今のところ有力な（系外）対応突発天体候補はなし
- SGR 1935+2154 からのバースト（FRB 20200428A）
 - 銀河系内マグネターからFRB likeなバーストがX線成分と同時に検出
 - マグネター由来なら repeating FRB?
 - パルスは細い (< 1 ms)
 - 銀河系外のFRBと同種の現象か？



FRB可視光高速観測

- 可視光で秒以下の時間スケールでの対応天体探査を可能とする装置は珍しい
- FRB 121102（最初のリピーター）に関しては数例の観測報告（上限値）あり
- TriCCS で多様なrepeating FRBの可視光成分を探査したい
 - FAST (Li, Tsai, Jiang et al.)、山口32m電波望遠鏡 (新沼 et al.) 等との同時観測
- non-repeating FRB観測には広視野が必須
 - 木曾の Tomo-e Gozen で CHIME と同時観測を実施中



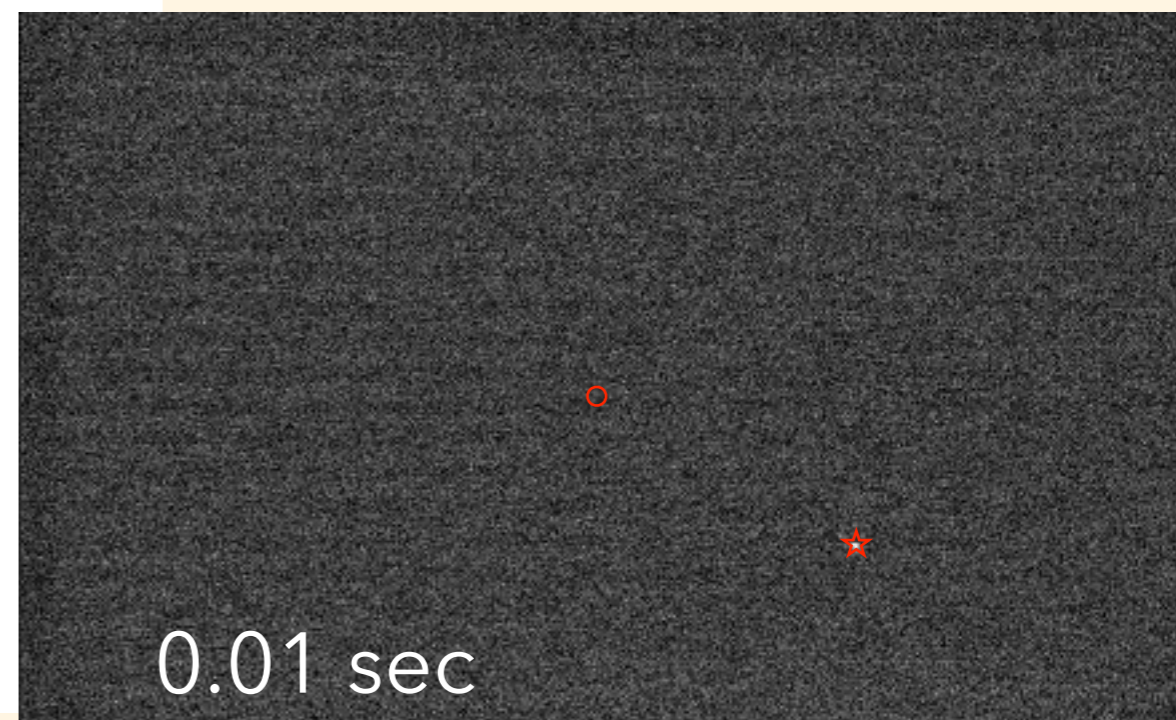
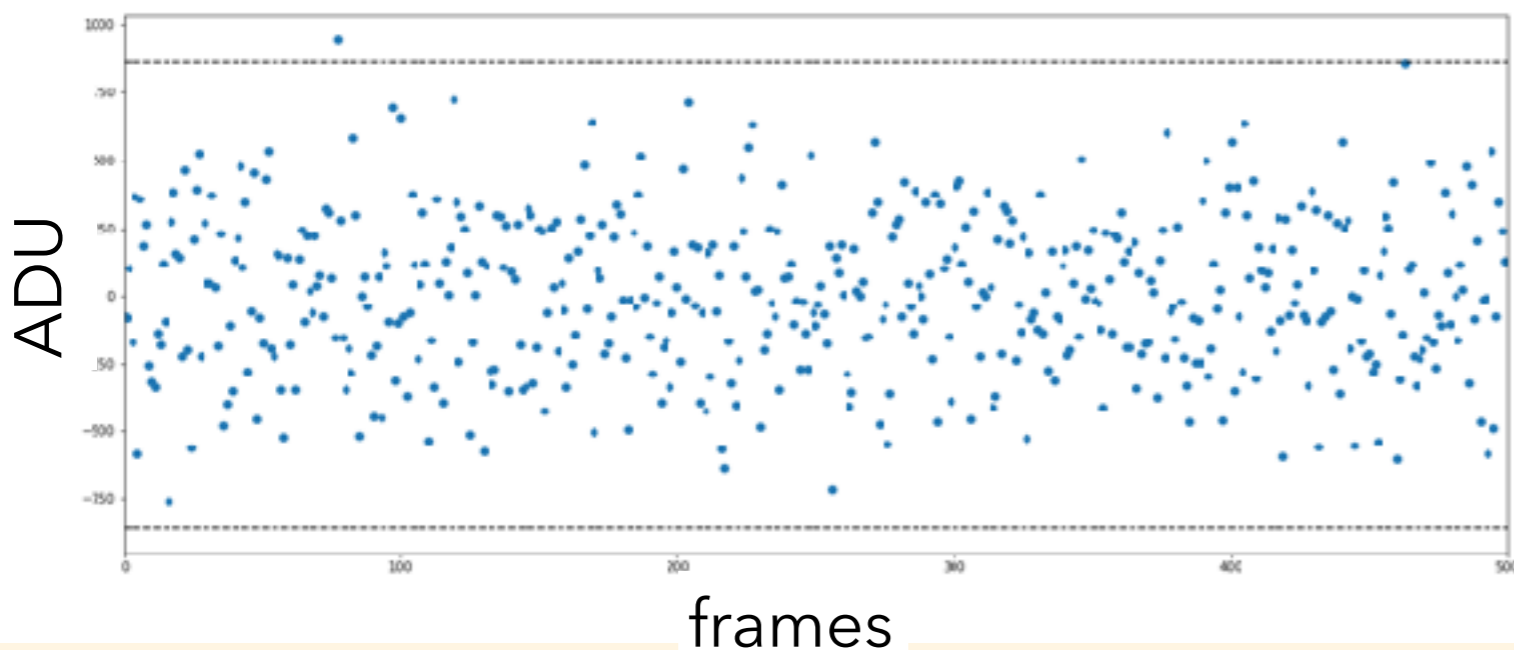
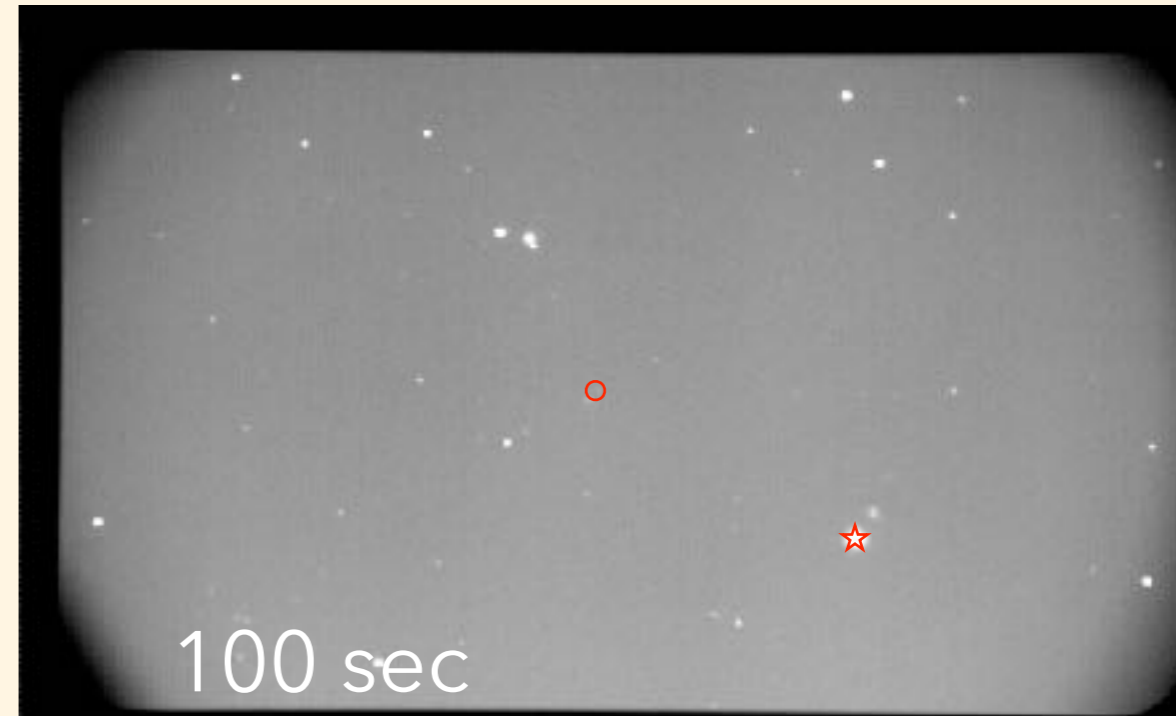
これまでのTriCCS観測実施状況

- TriCCS単独での観測（100 fps観測の評価）
 - 2, 3, 5月のTriCCS試験観測
- FASTとの同時観測
 - 5/21のNAOJ DDTの最中に約40分間（Special thanks to 田實さん）
 - FRBの発生はなし
- M.2 SSD（一次ストレージ）の過熱問題
 - 100 fps で観測すると fits ファイルの書き込み時間が延びる（チャンネルによっては書き込み失敗）
 - M.2 SSDの温度が上昇している
 - 5月の観測で発生
 - 2, 3月との違いは気温の問題？
 - 放熱のいいM.2 SSDへの交換など対応は検討中

100 fps データと光度曲線

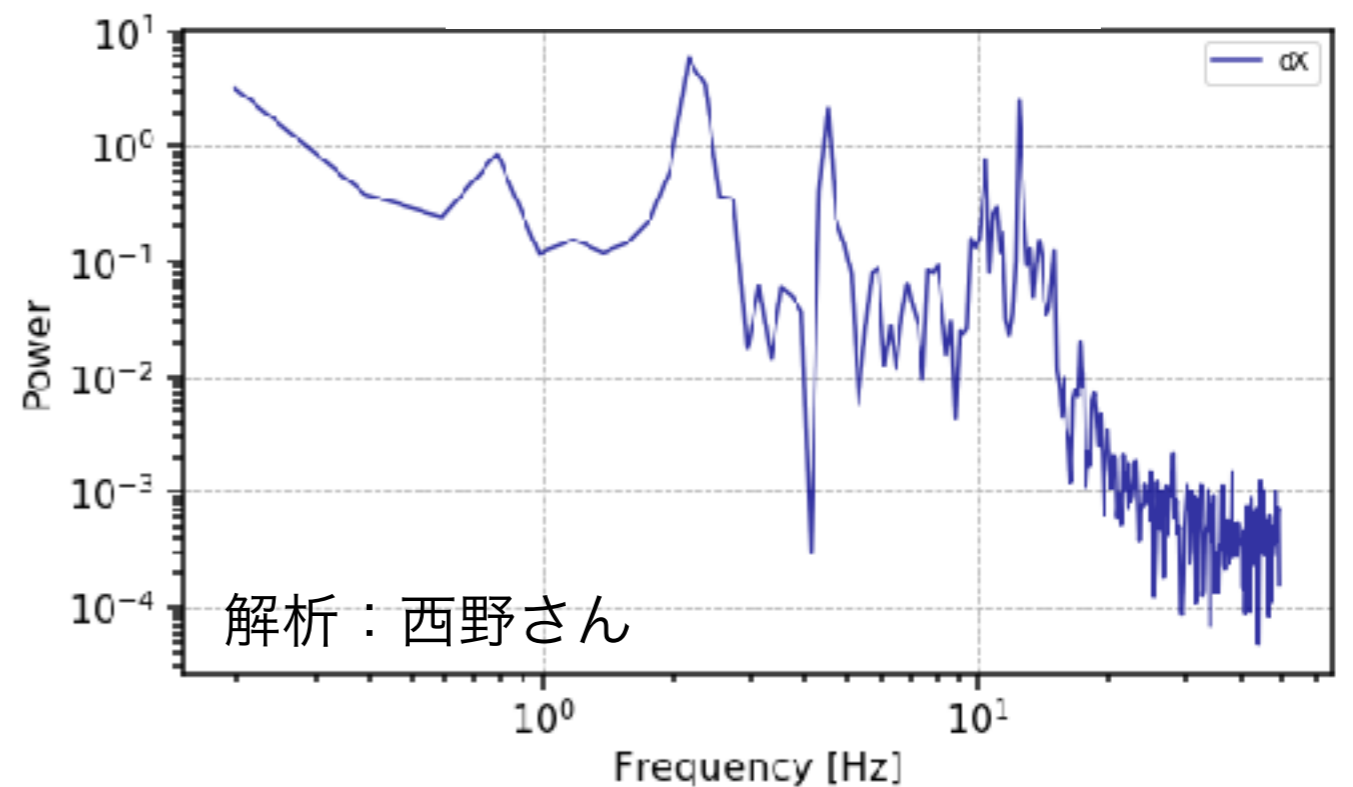
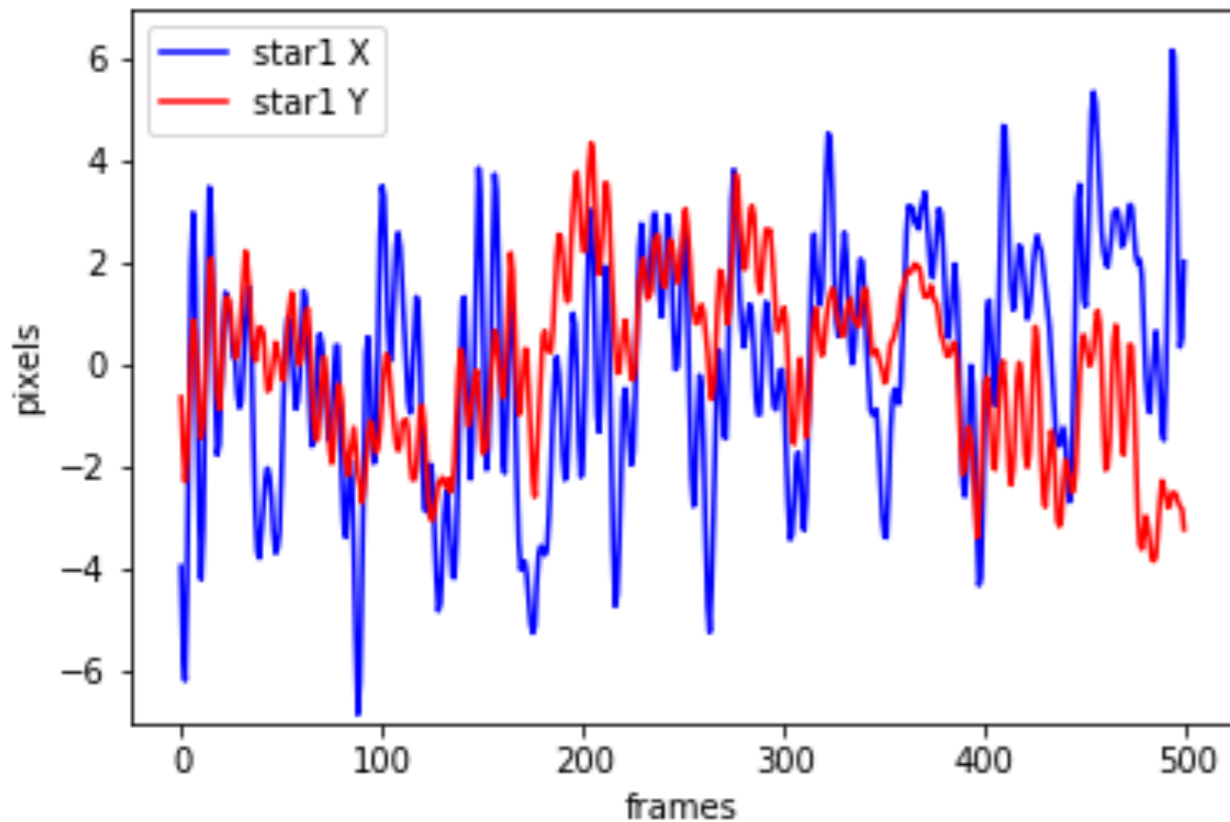
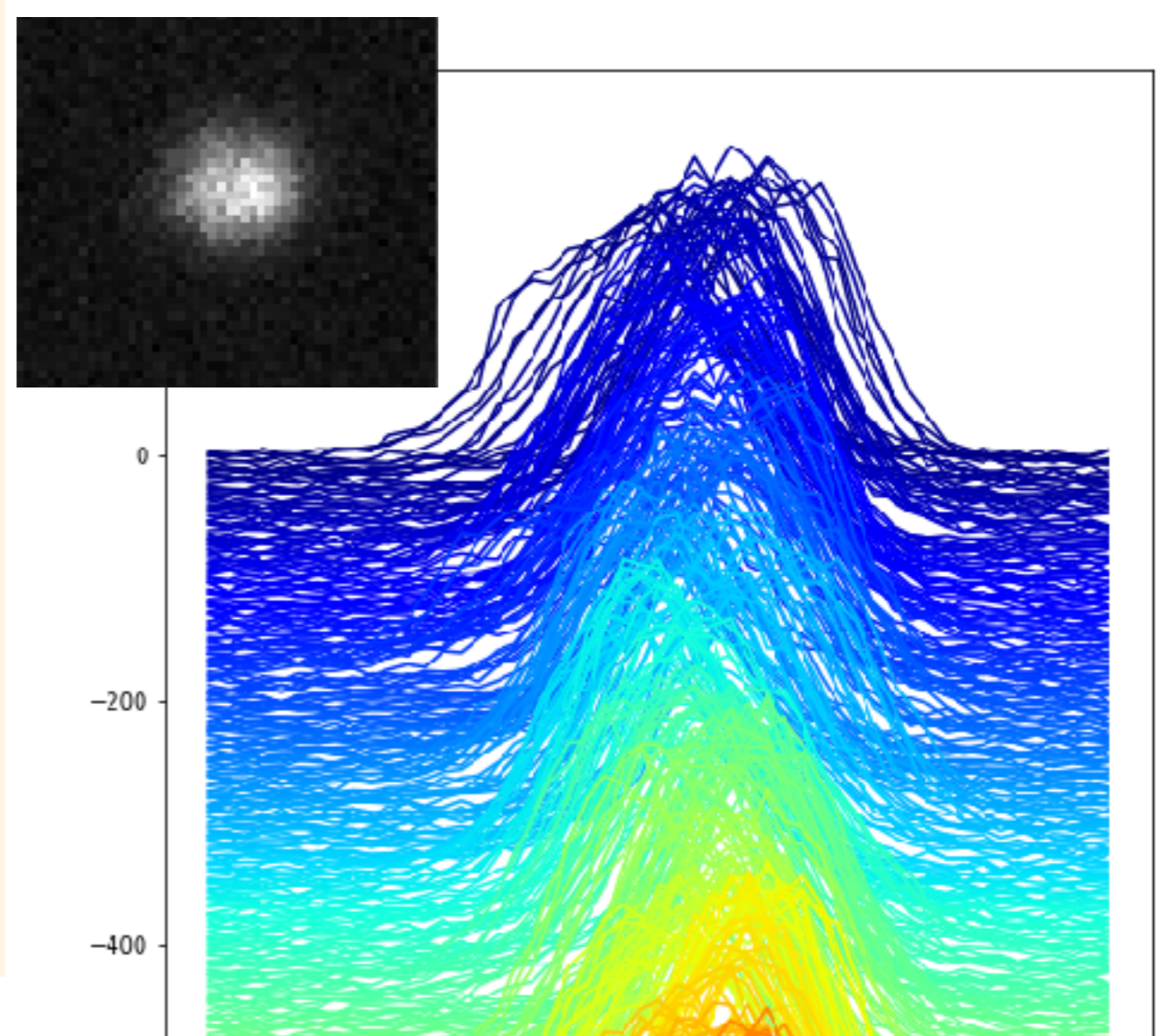
- データの多くは 5000 frames/fits (50秒) で取得
 - ~ 6 MB/frame → 30 GB/fits (16 bit/pixel)
 - 4時間弱で一次ストレージが埋まる
- FRB 母銀河は 0.01 秒では検出できない
 - 近くの明るい星をガイドに forced phot. でライトカーブ抽出

FRB 20200120E



星像の揺らぎ

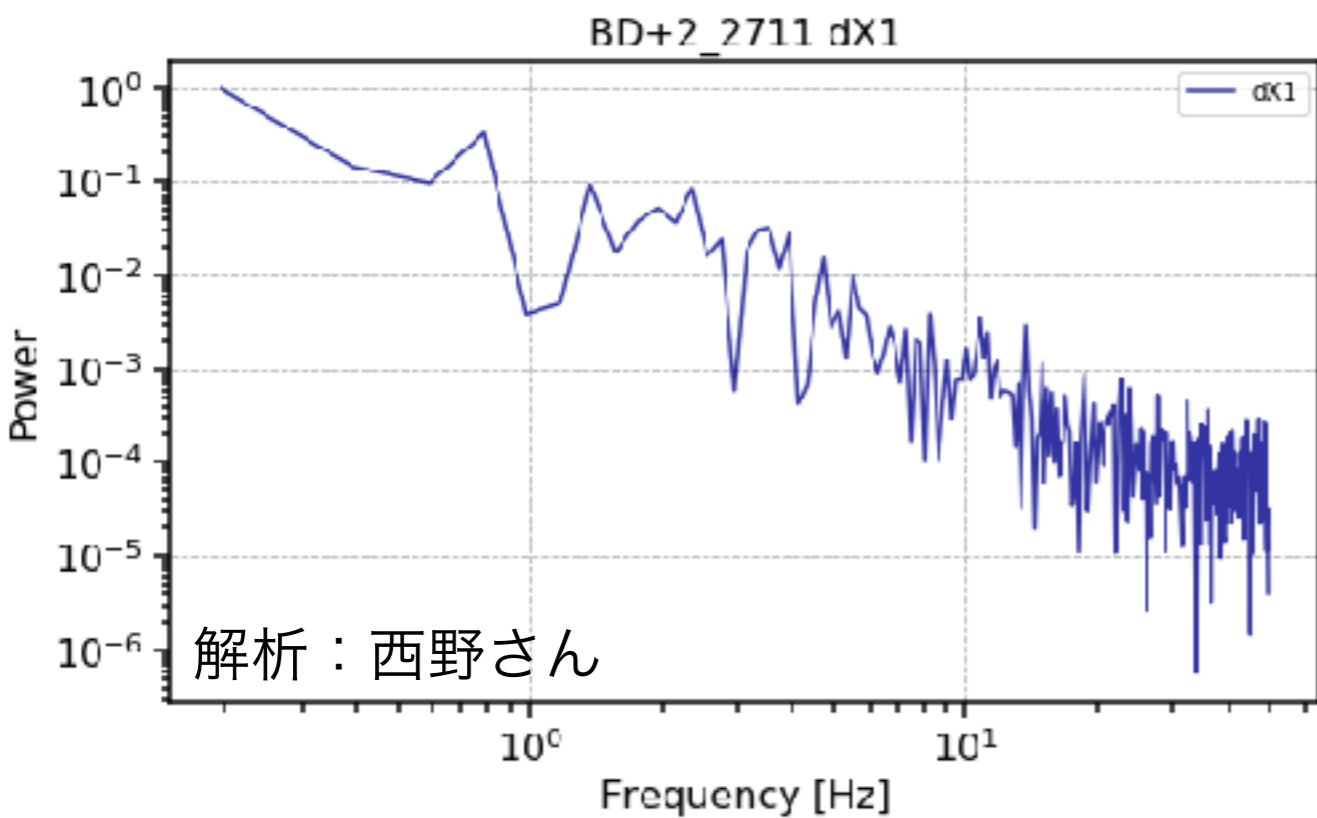
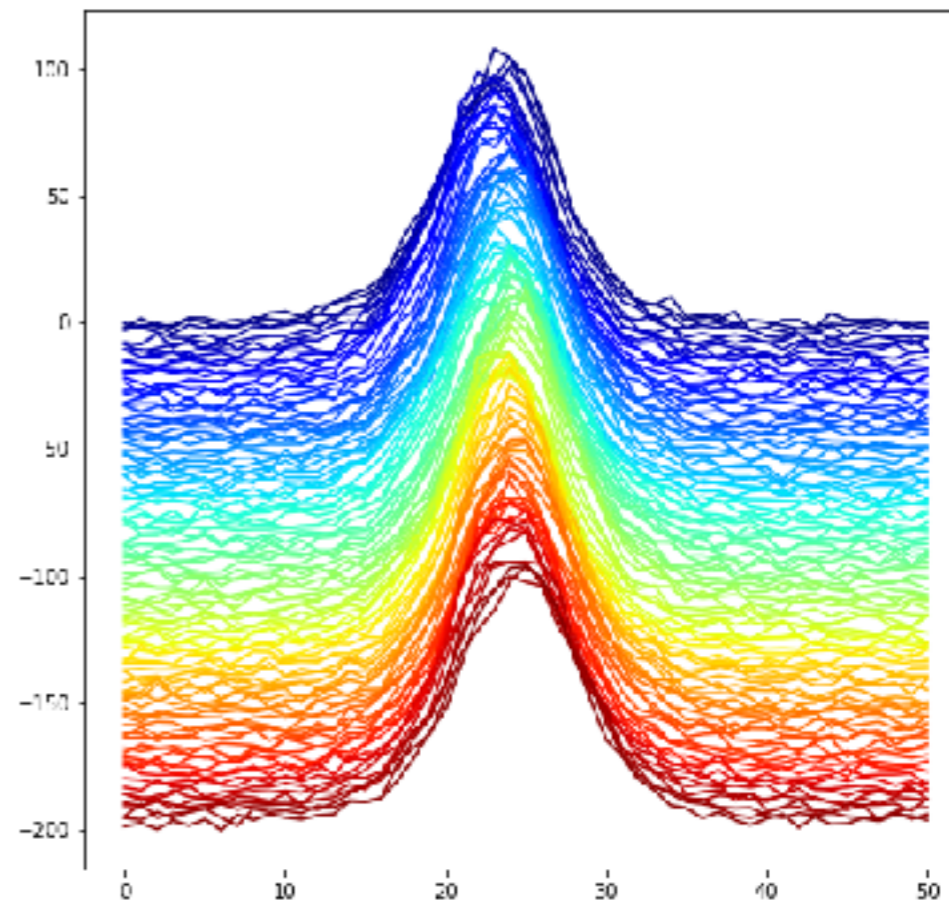
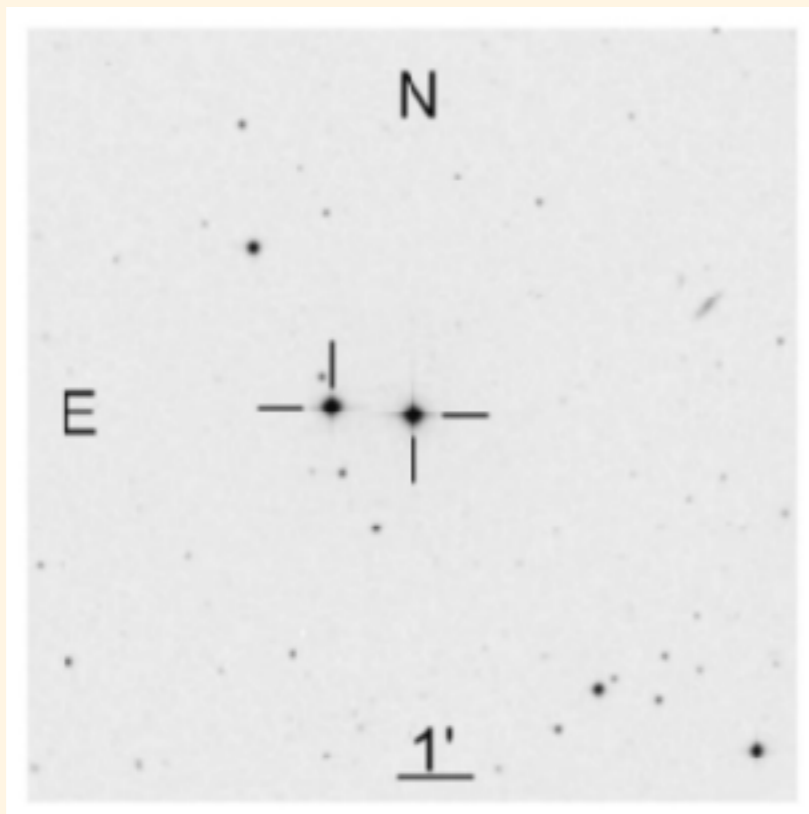
- 星像は seeing 程度揺らぐ場合がある
- 揺らぎの大きさは時によって違う
- 大気揺らぎ + 望遠鏡の揺れ？



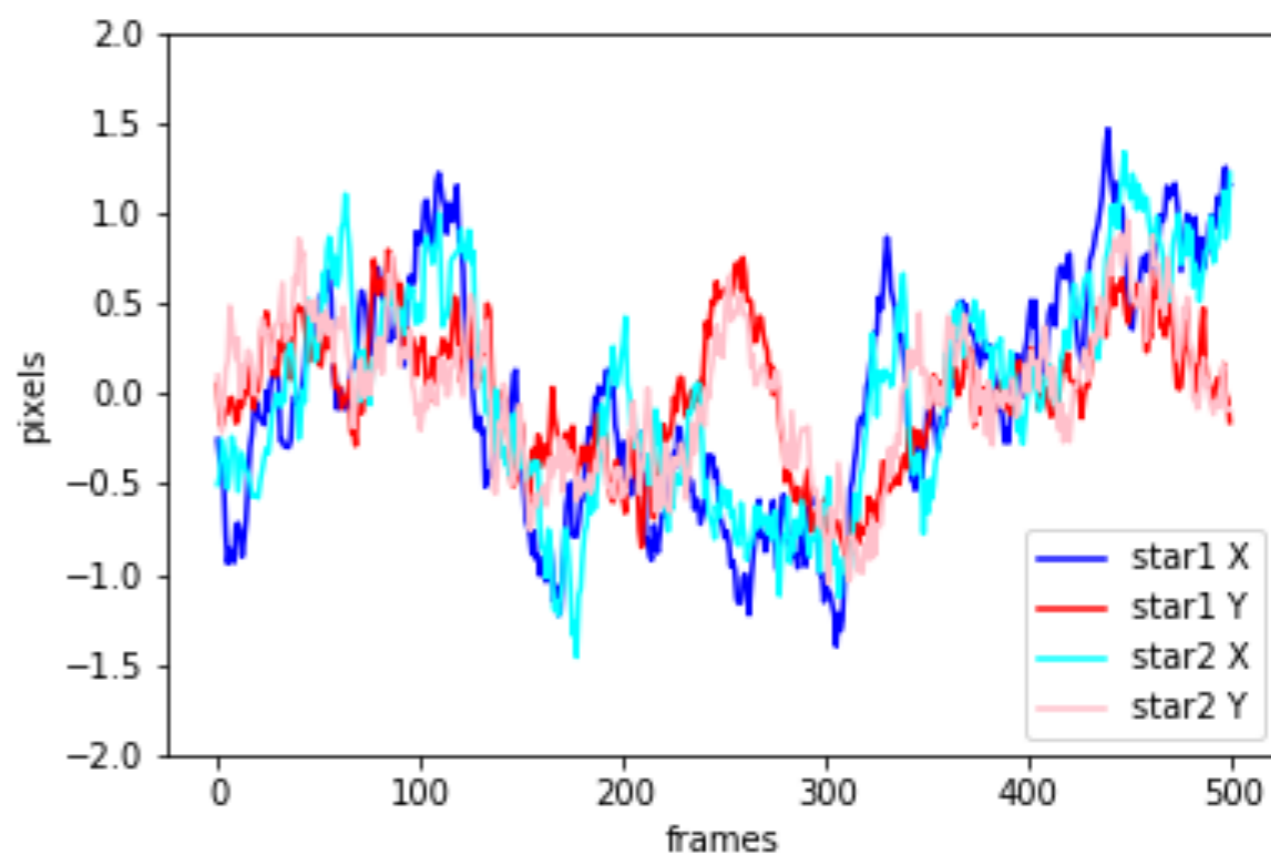
解析：西野さん

星像の揺らぎ

Landolt (2009)

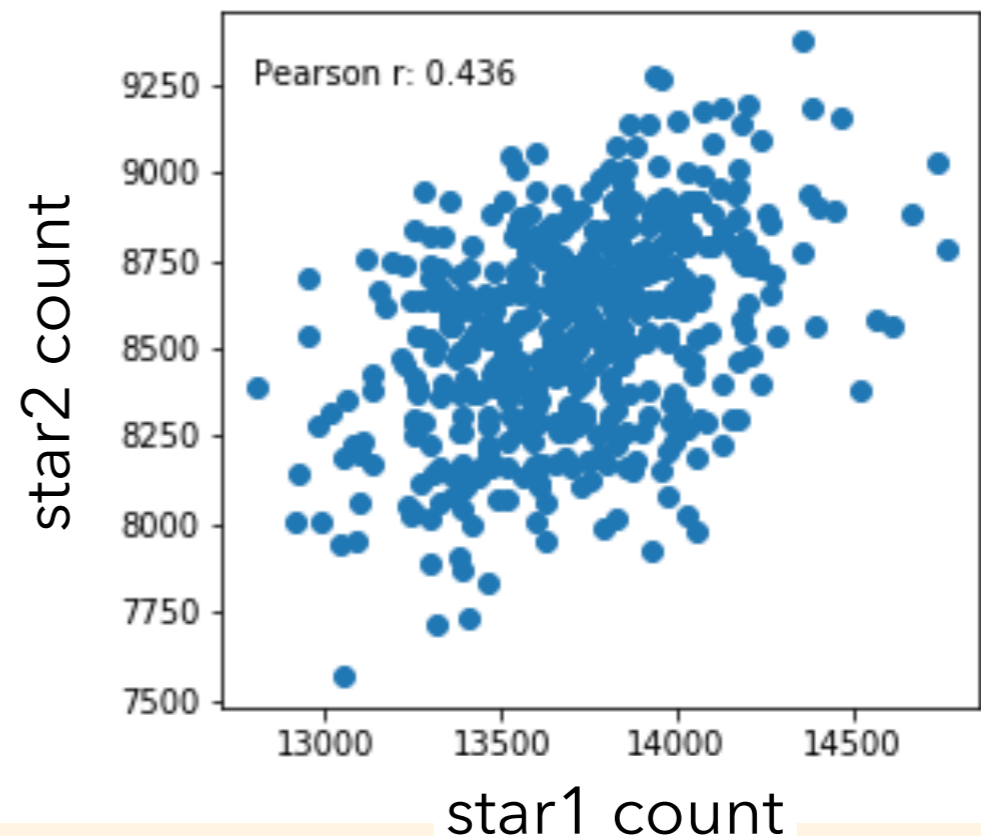
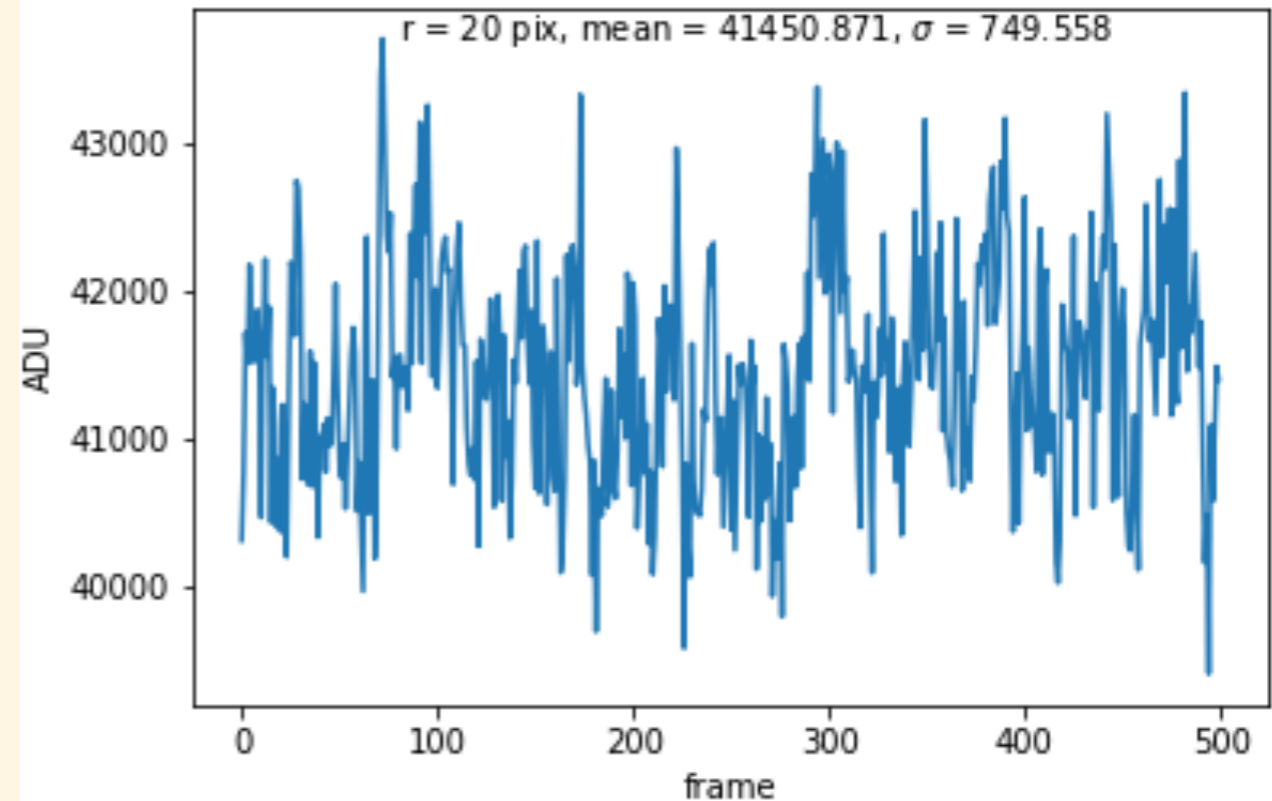


解析：西野さん



フラックスの揺らぎ

- 明るい星 ($V = 9.35$) の 100 fps カウント値に1.8%の揺らぎ
 - obj + sky + dark + readout noise: $\sim 1\%$
 - 他に $\sim 1.5\%$ のノイズがある
 - 大気揺らぎ?
- 星像が大きく揺らいでいないデータでも同程度のカウント値揺らぎあり
- 近く (~ 1 arcmin) の星のカウント値は緩く相関



Summary

- 謎の天体FRBの可視光成分をTriCCSで探査する
- TriCCSの（全視野）最大速度である100 fps 観測を評価する試験観測が行われている
- 短時間ではあるがFASTとの電波-可視同時観測も実現した
- （とにかくデータが重い）
- 100 fps 観測では星の形・位置・フラックスが揺らいで見える