

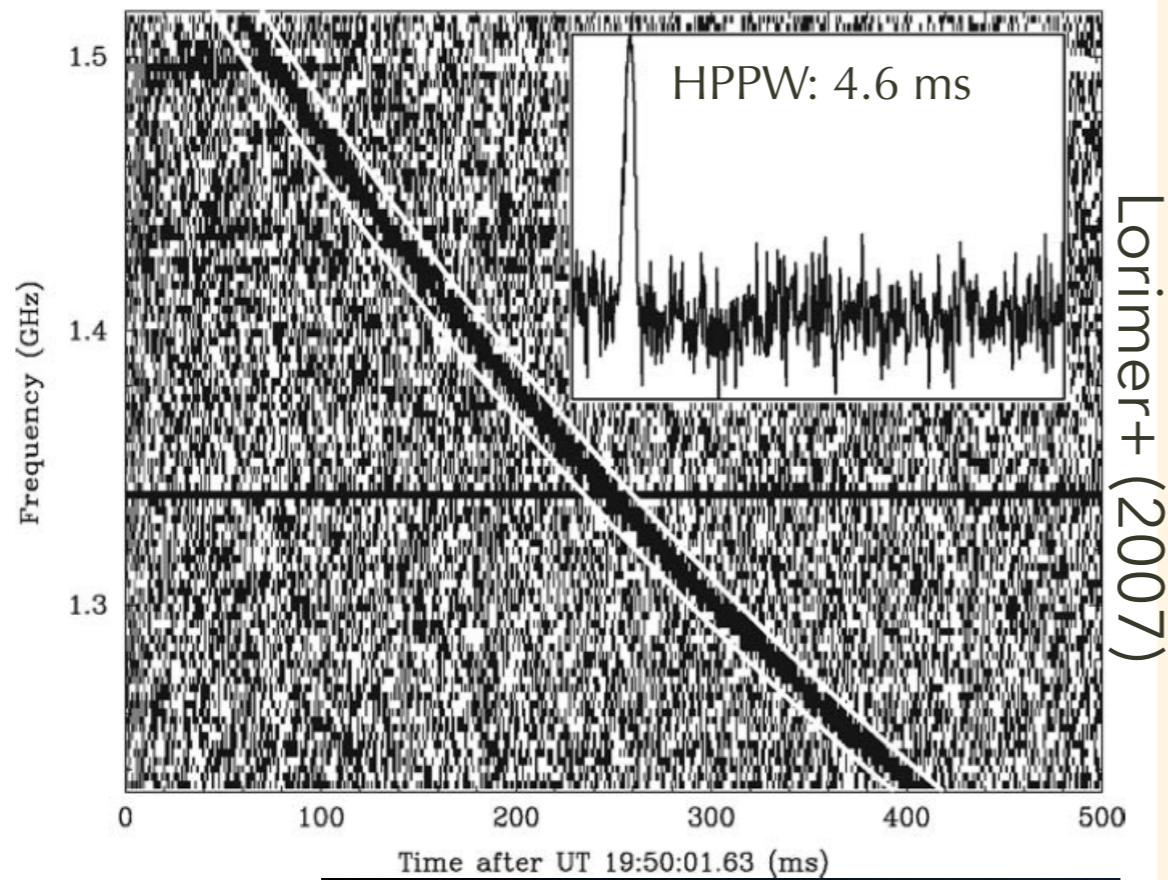
可視光高速撮像による Fast Radio Burstの 対応天体探査

新納悠（東京大学木曾観測所）

on behalf of

TriCCS FRB チーム, Tomo-e Gozen FRB チーム

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 (Parkes 電波望遠鏡アーカイブデータ)
- 15年余りで約700天体発見
 - CHIME による発見 > 500 FRBs
- Dispersion measure (DM)
 - \propto 自由電子柱密度
- $DM_{\text{FRB}} \sim 100\text{-}2000 [\text{cm}^{-3}\text{pc}]$
 - > 天の川成分
 - IGM由来なら $z \sim 0.1\text{-}2.0$
 - 一部は母銀河同定で確認
 - 放射源に局所的に付随した電離ガスの可能性も



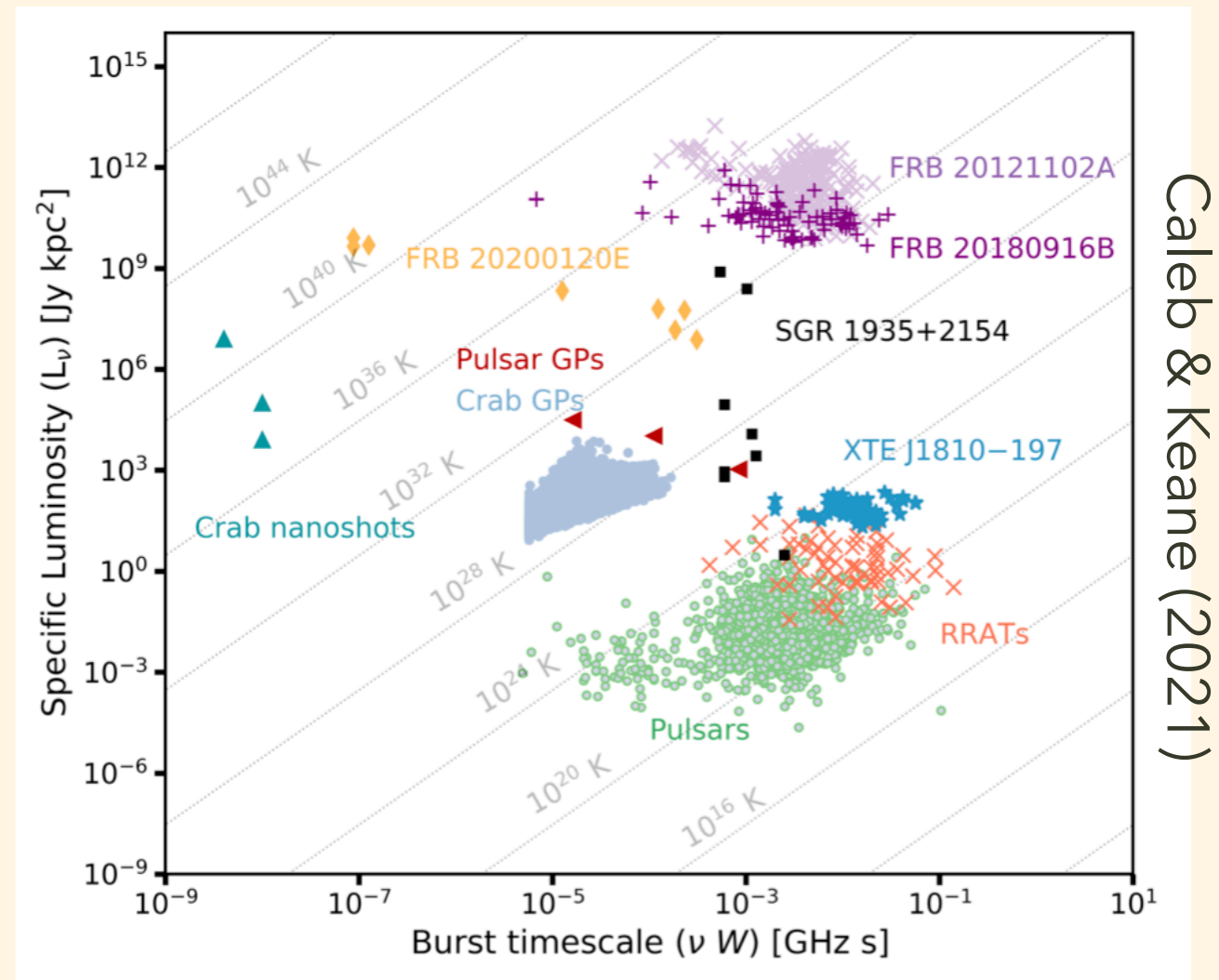
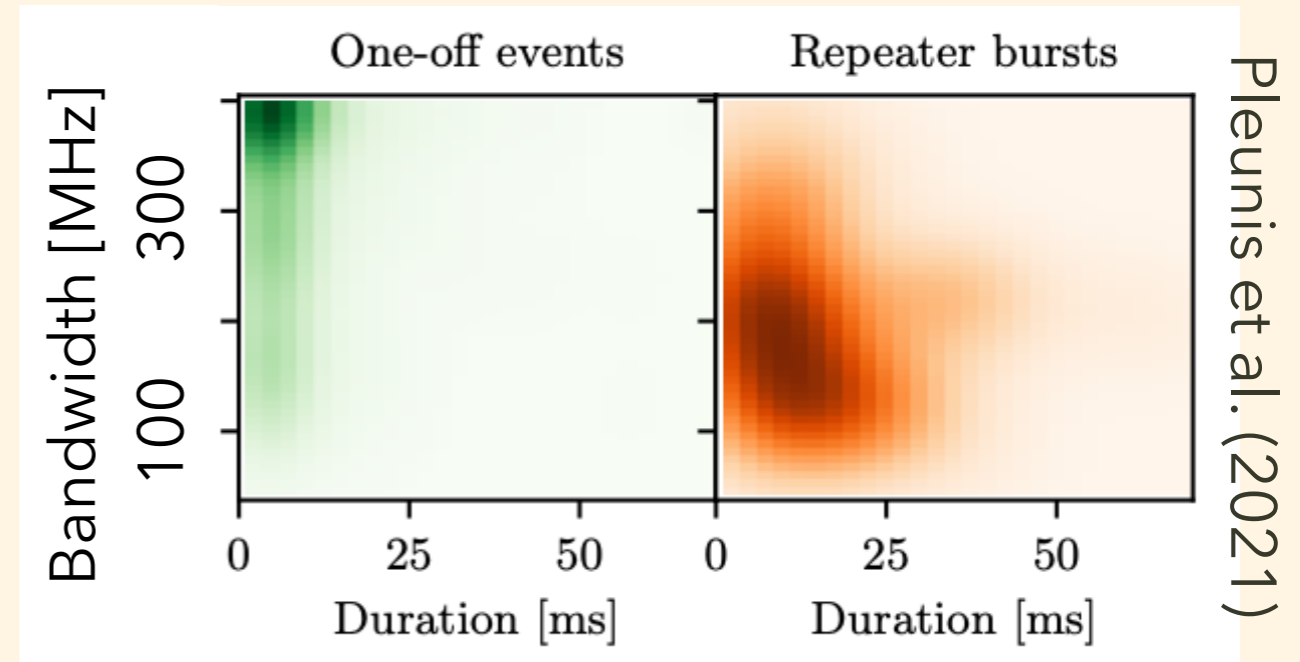
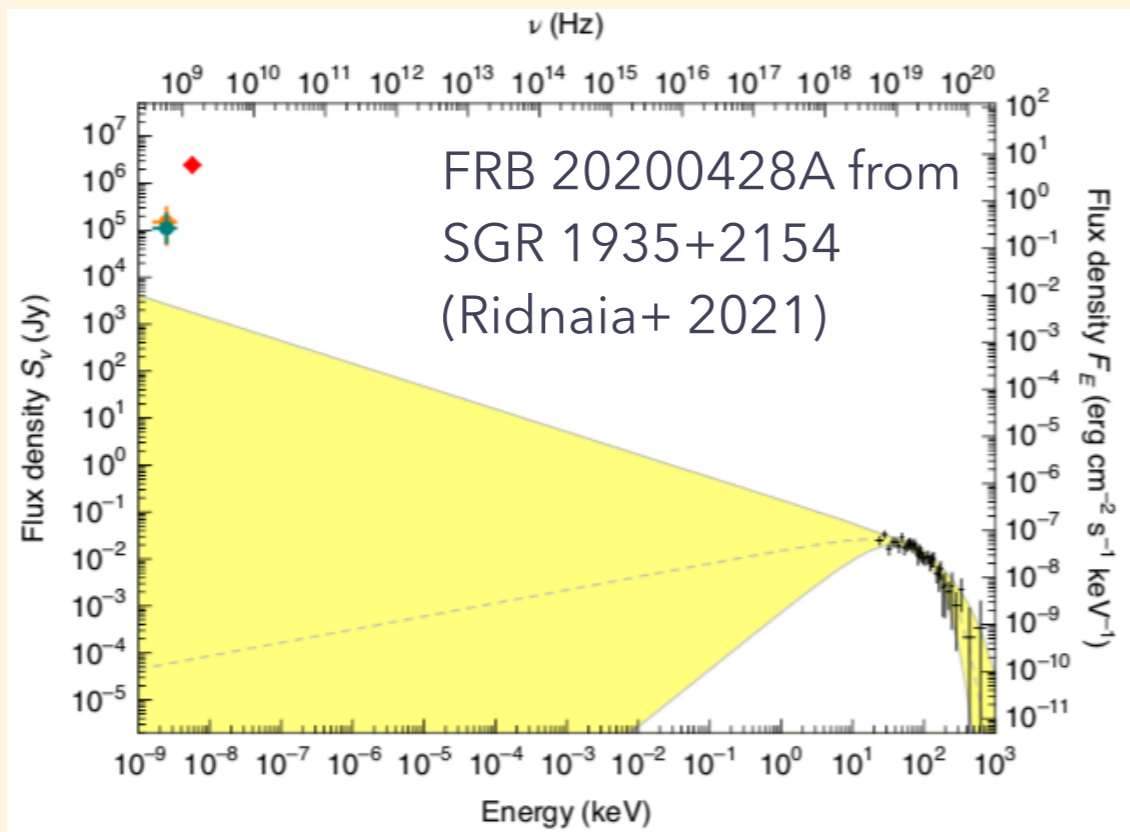
Caption: CSIRO's Parkes radio telescope. Credit: David McClenaghan, CSIRO

CHIME



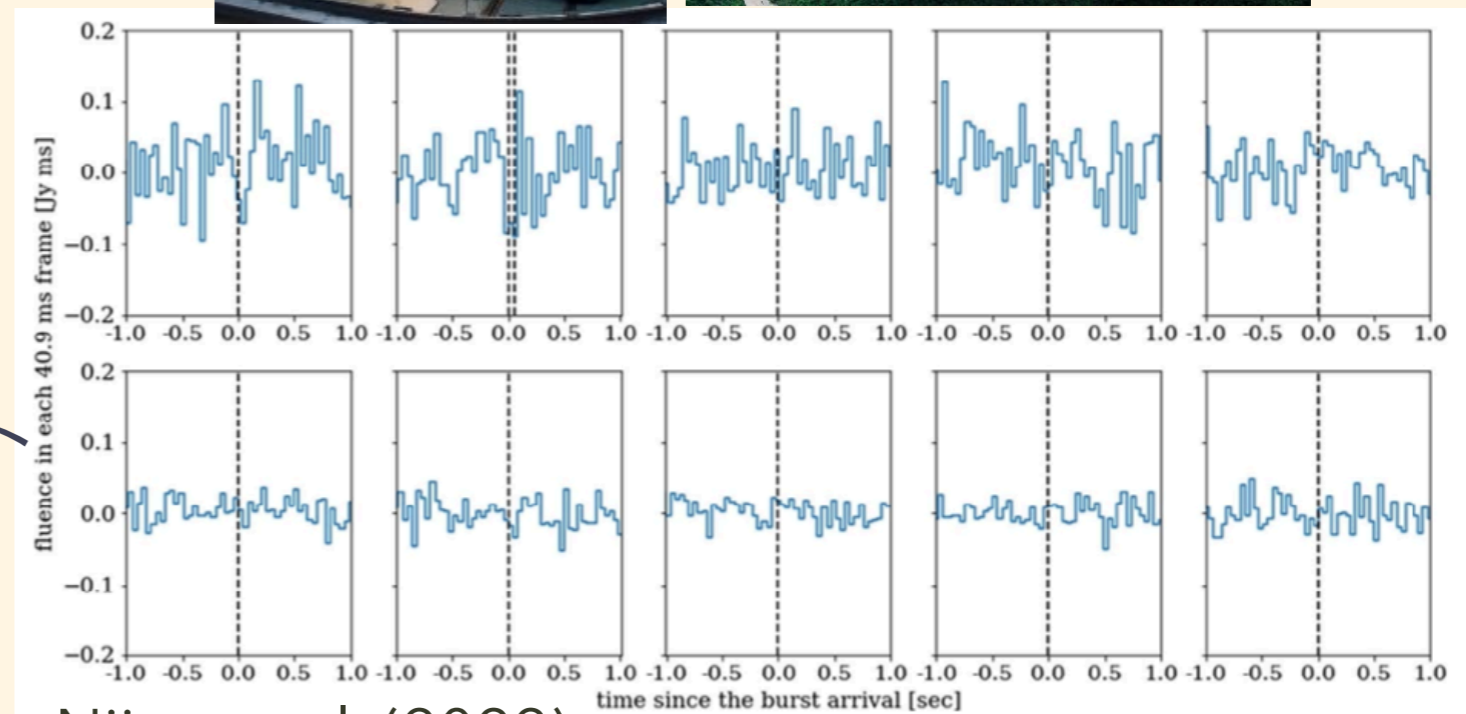
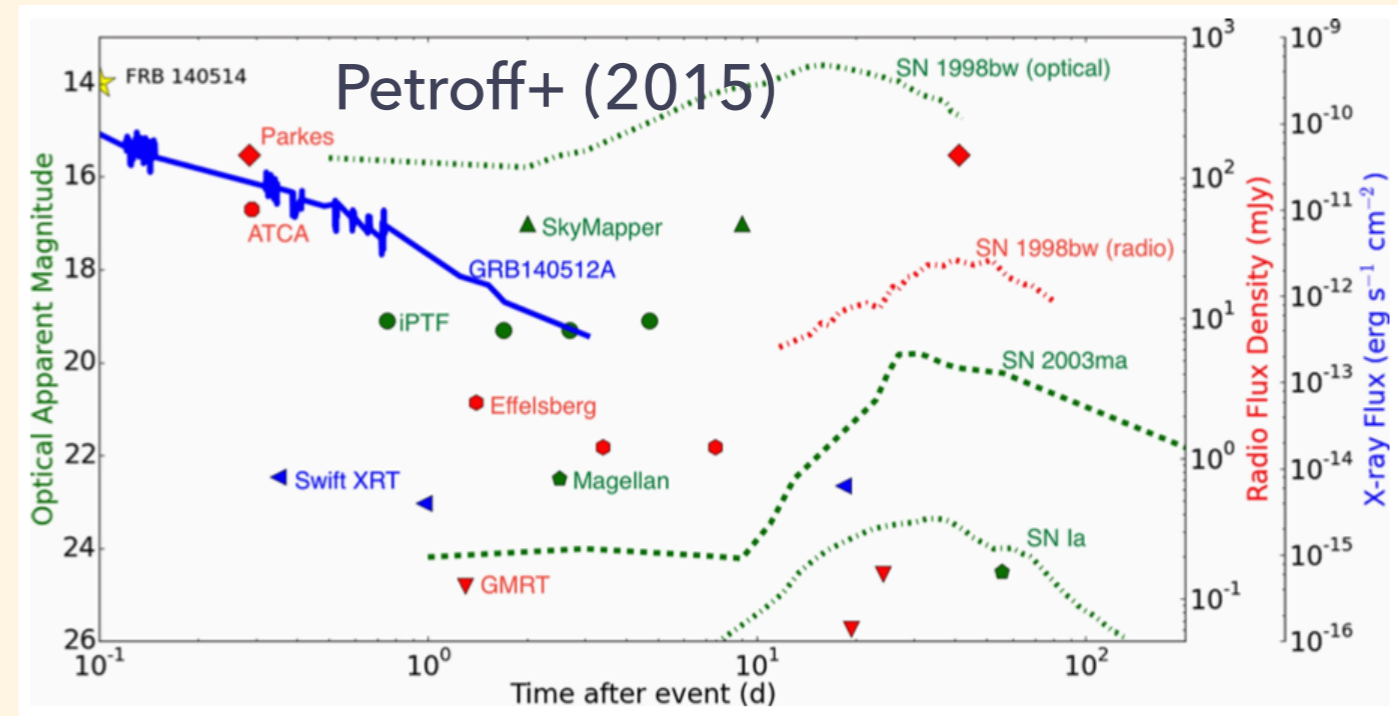
FRB の起源

- 未説明
- repeater / non-repeater
 - 「FRB」とは1種族の現象なのか？
- 中性子星が関係する？
- SGR 1935+2154 burst
 - X線対応天体あり
 - 銀河系外FRBとの関係は？



対応天体探査

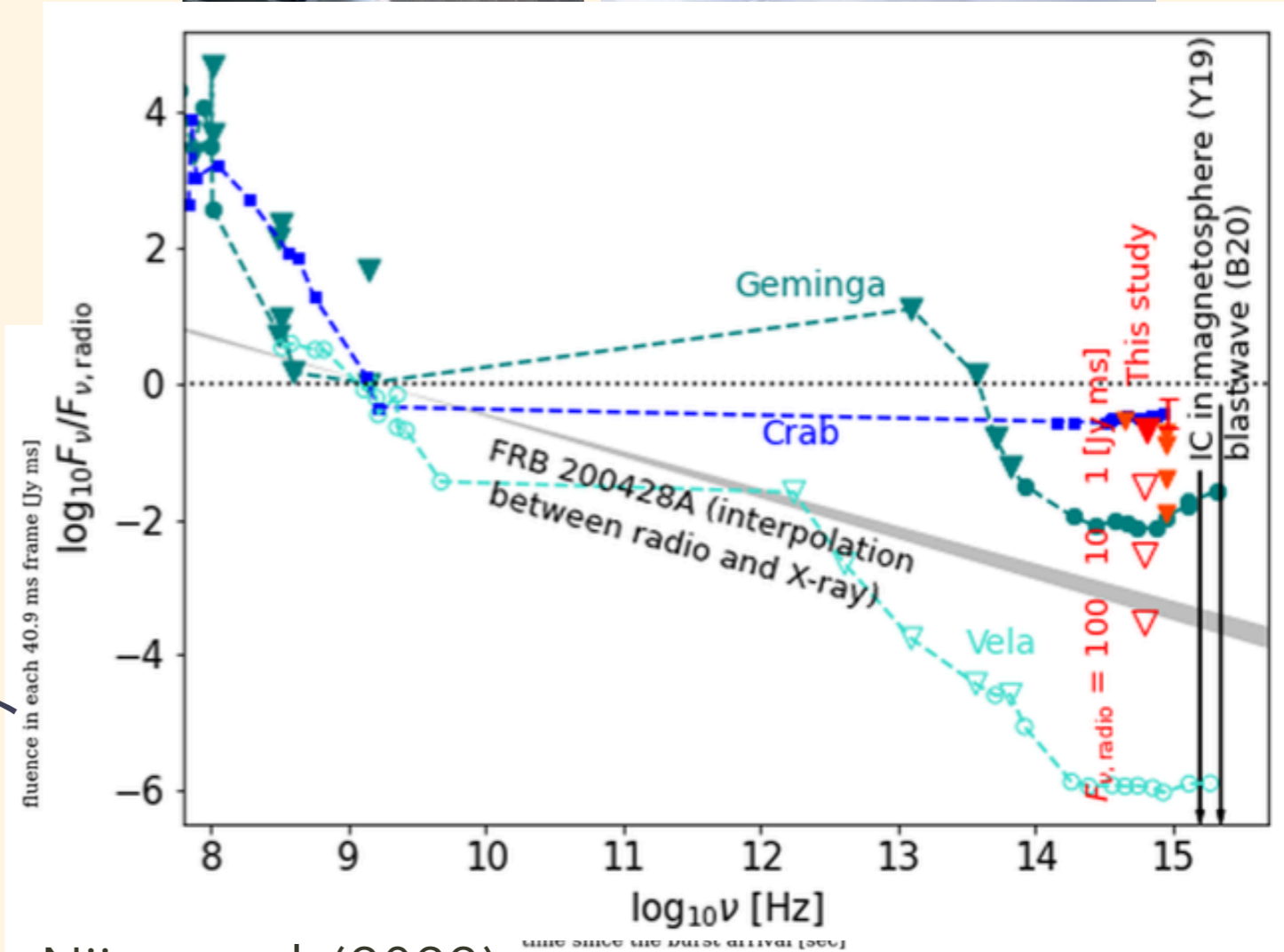
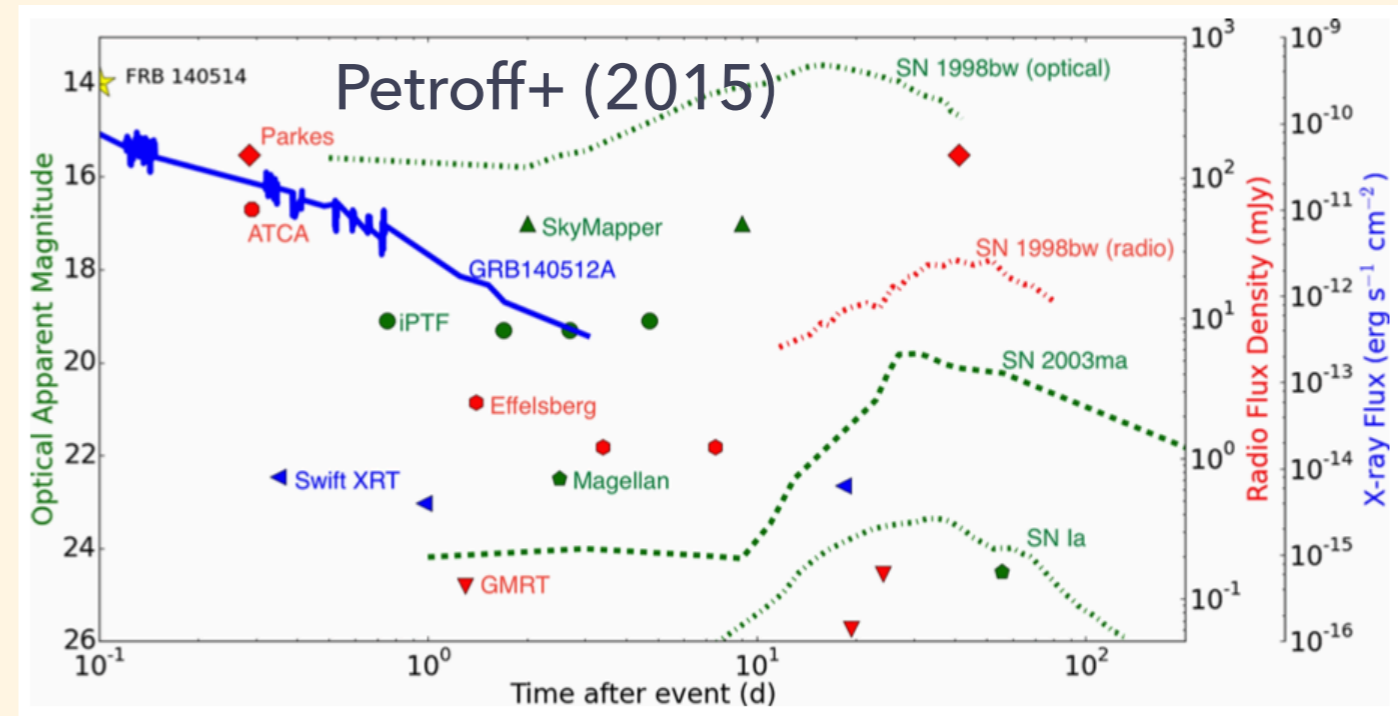
- 様々な波長・時間スケールで探査
 - ToO による追観測
 - 他波長同時観測
- CCD による可視光観測は短時間の放射に対して効率が悪い
 - CMOS, EMCCD, 光電子増倍管などを用いた観測
 - 主に座標の判明している repeater の監視
 - まだまだ未開拓の target は多い
 - SED 制限的には明るい電波バーストを同時観測することも大事
 - 試行回数も重要



Niino et al. (2022)

対応天体探査

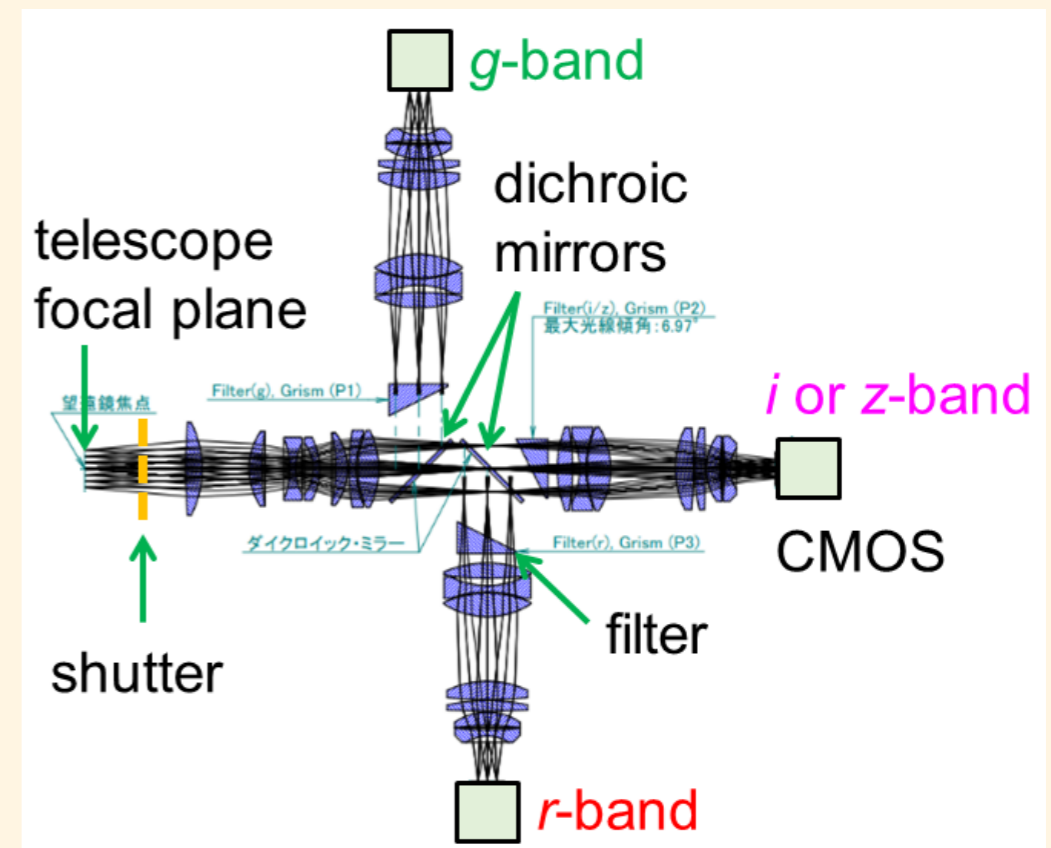
- 様々な波長・時間スケールで探査
 - ToO による追観測
 - 他波長同時観測
- CCD による可視光観測は短時間の放射に対して効率が悪い
 - CMOS, EMCCD, 光電子増倍管などを用いた観測
 - 主に座標の判明している repeater の監視
 - まだまだ未開拓の target は多い
 - SED 制限的には明るい電波バーストを同時観測することも大事
 - 試行回数も重要



Niino et al. (2022)

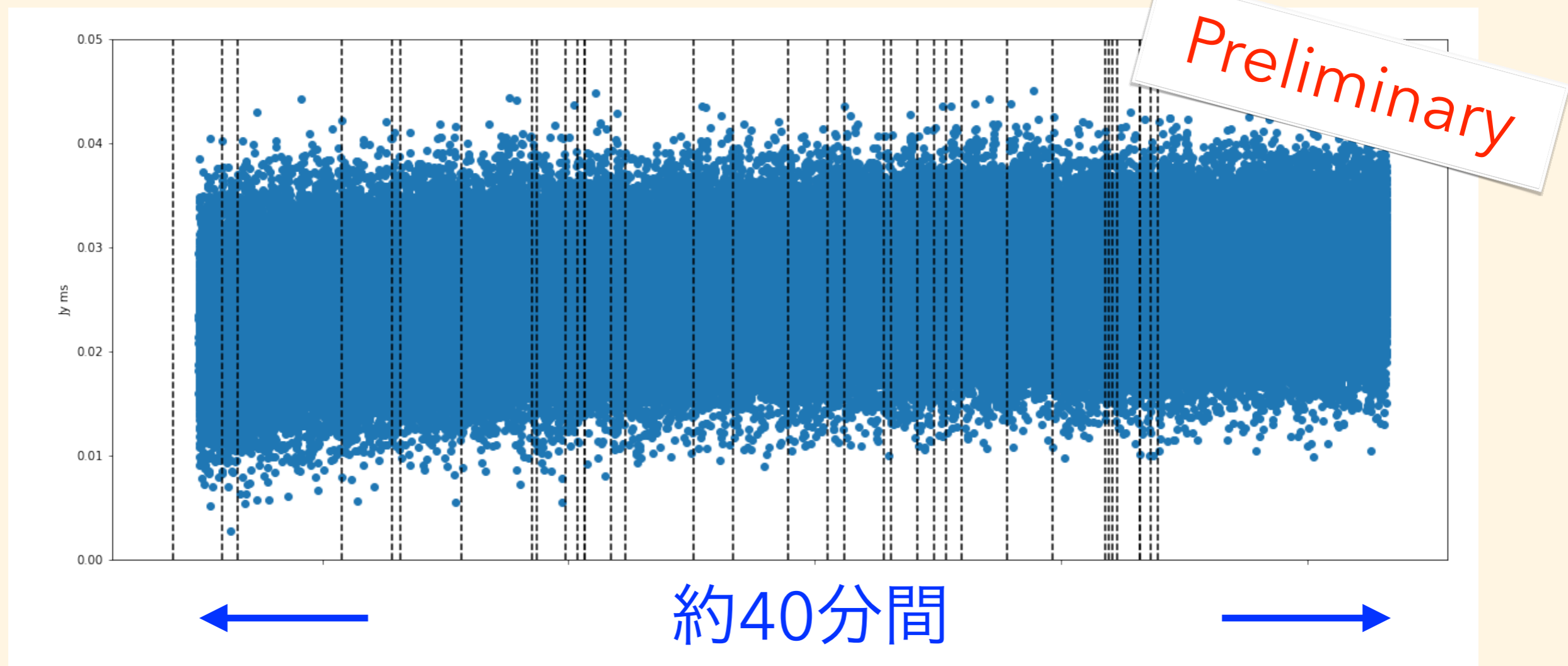
High-Speed Observations With TriCCS

- Kiso Schmidt + Tomo-e Gozen に比べて大口径・高時間分解
 - expected fluence limit
 - $5\sigma \sim 0.023 \text{ Jy ms}$ with 10 ms
 - 3色分のデータを同時に取得
 - (1時間で > 5 TB)
- FAST や山口32m電波望遠鏡等のグループと共同で同時観測



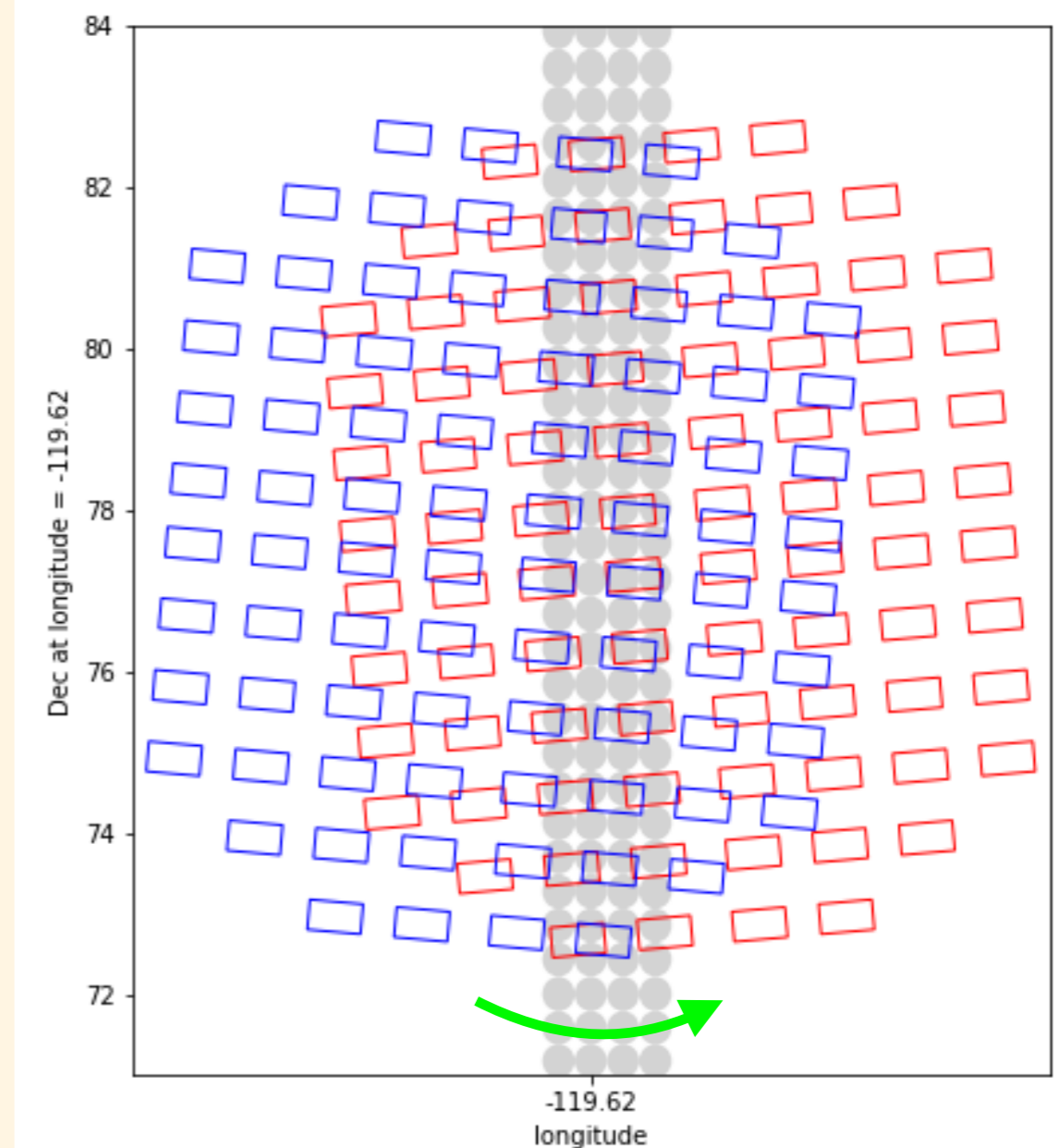
実施状況

- 22B, 23A セメスターに FRB 20220529, 20220912, 20121102等を観測
 - 5σ fluence limit ~ 0.023 Jy ms (ほぼETC通り)
 - 電波バーストの検出も複数あり
 - 詳細は解析中



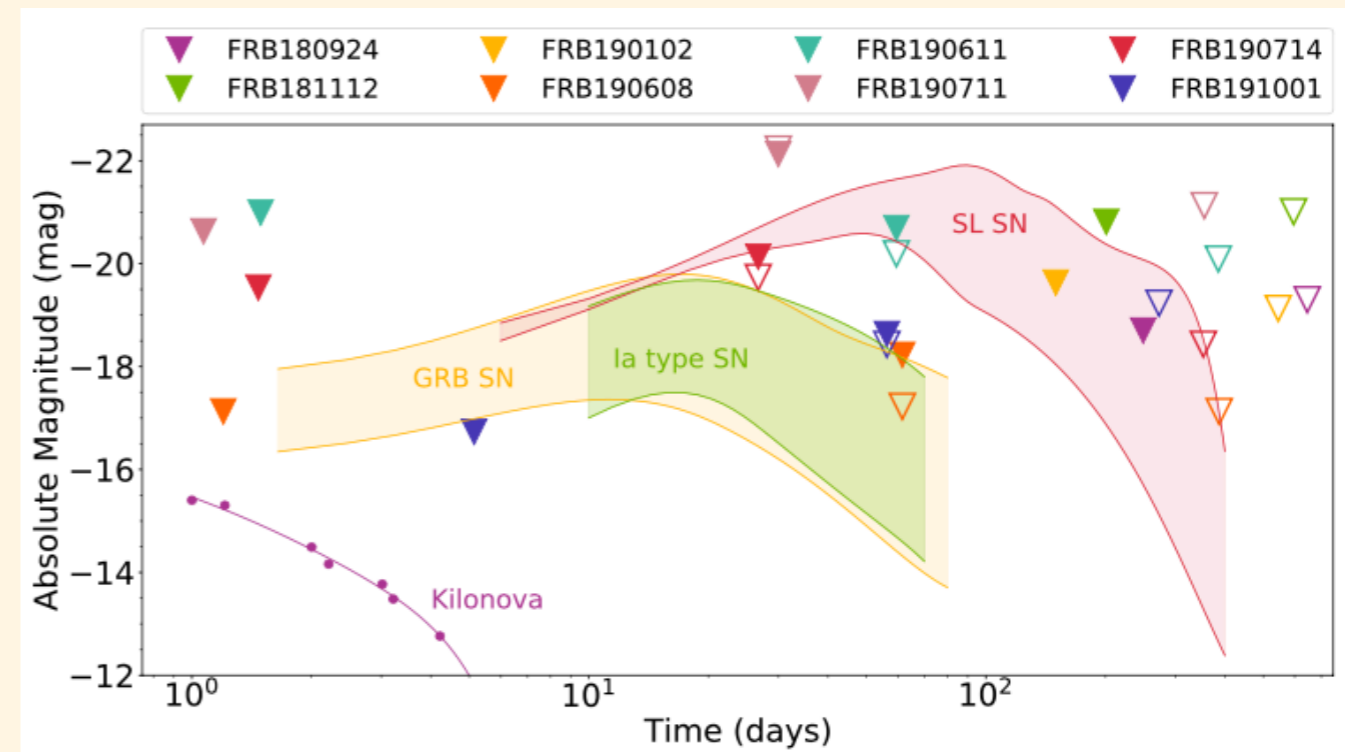
Wide field non-repeater search by Tomo-e Gozen with CHIME/FRB

- FoV of CHIME $\sim 250 \text{ deg}^2$
 - E-W $\sim 2^\circ$, N-S $\sim 120^\circ$
- Tomo-e Gozen observes the meridian of the CHIME location at Dec $\sim 80^\circ$.
 - overlapped FoV $\sim 5 \text{ deg}^2$
 - HA $\pm 2.5 \text{ deg}$ (20 min period)
- rate of FRBs detectable by CHIME/FRB
 - $\sim 820 \text{ sky}^{-1}\text{day}^{-1}$ (CHIME/FRB collaboration 2021)
 - expected event rate in the overlapped FoV $\sim 1 \text{ per } 240 \text{ hrs}$



FRB の追観測

- 非同時放射を探す追観測もさまざまな波長で行われている
- 可視光対応天体に対する制限は SN Ia 程度
 - 近傍イベントを追観測したい
- CHIME の FRB 発見 $\sim 500 \text{ yr}^{-1}$
 - $z < 0.1$ の割合 $\sim 1\%$ (DM分布から推定)
- CHIME の位置決定精度
 - $\sim \text{a few} \times 10 \text{ arcmin}$



Núñez+ (2021)

Summary

- FRB の起源は依然として不明
 - FRB の他波長対応天体は (SGR 1935+2154 burst を除いて) 未発見
- 可視光の同時放射成分探査においてCMOS観測装置は非常に強い競争力がある
- TriCCS と Tomo-e Gozen によって repeater/non-repeater 双方を目標に探査中
- ToO による追観測にも未探査のパラメータ領域あり