

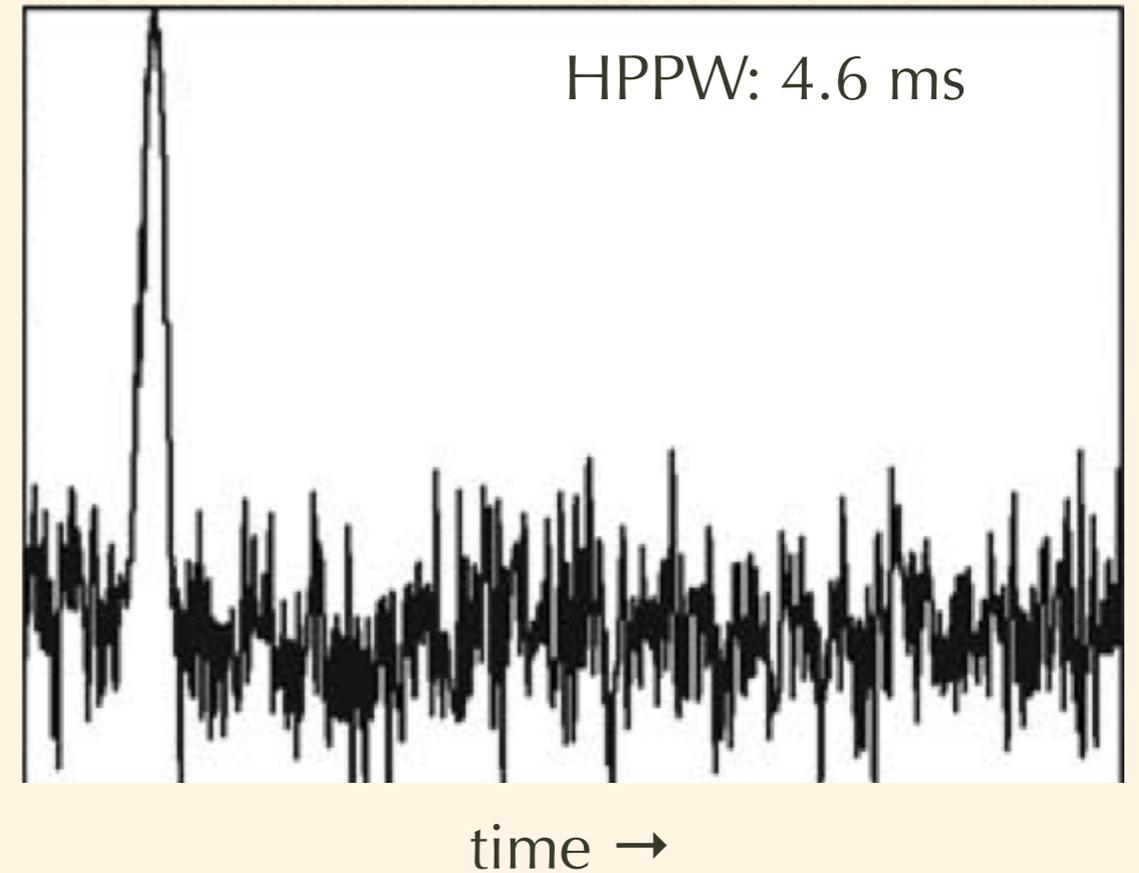
中小口径望遠鏡と高速カメラによる Fast Radio Burst 可視光観測の可能性

新納 悠 (東京大学)

2020年11月11日 OISTER workshop

高速電波バースト(FRB)とは？

- Fast Radio Burst (FRB)
 - 数ミリ秒の継続時間をもつ電波突発現象
- 初発見はLorimer+ (2007) の FRB 010824 (アーカイブ)
- 10年余りで約120発見
 - Parkes ~ 30
 - ASKAP ~ 30
 - CHIME ~ 30 (more events unpublished)
 - other telescopes ~ 30



Lorimer et al. (2007)

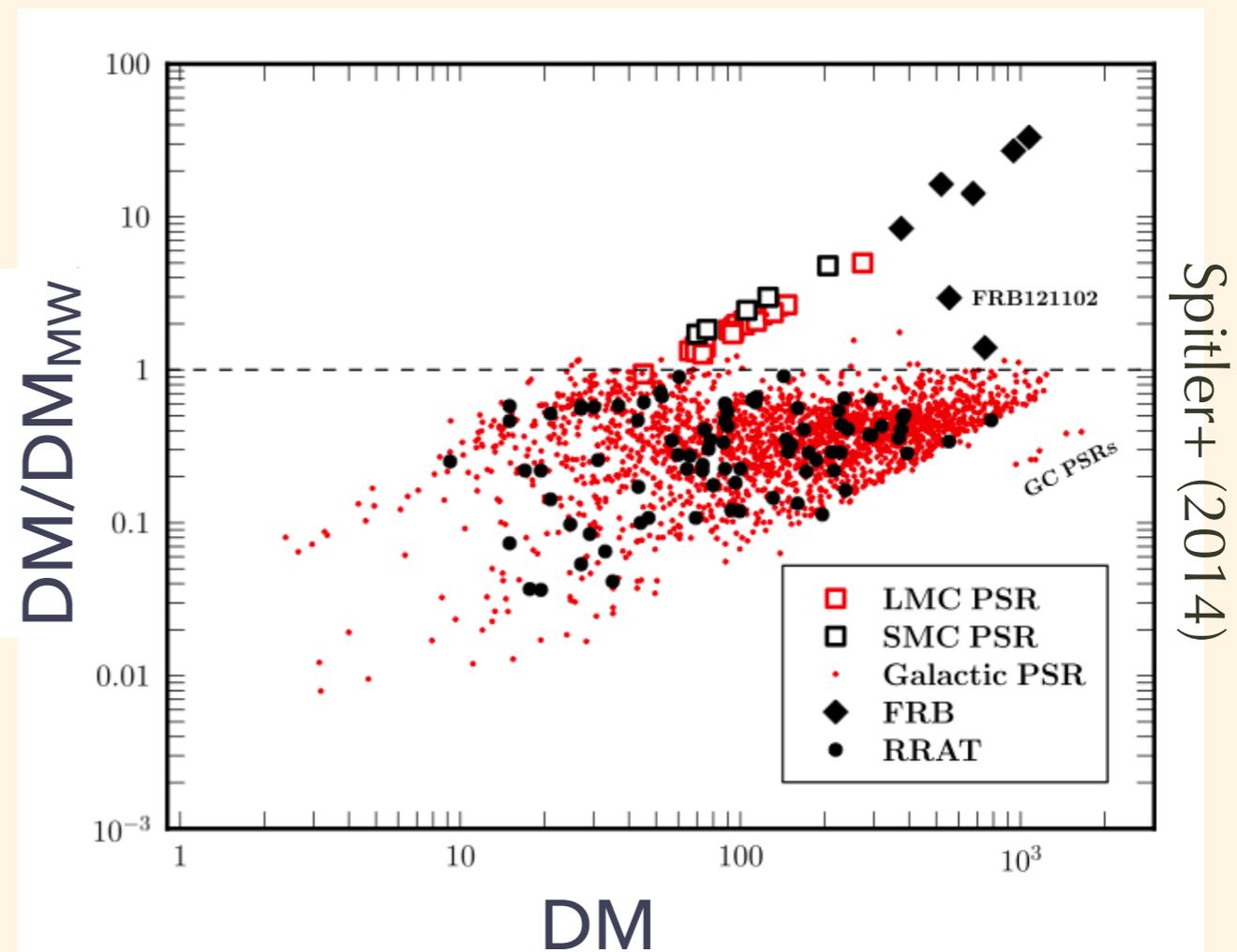
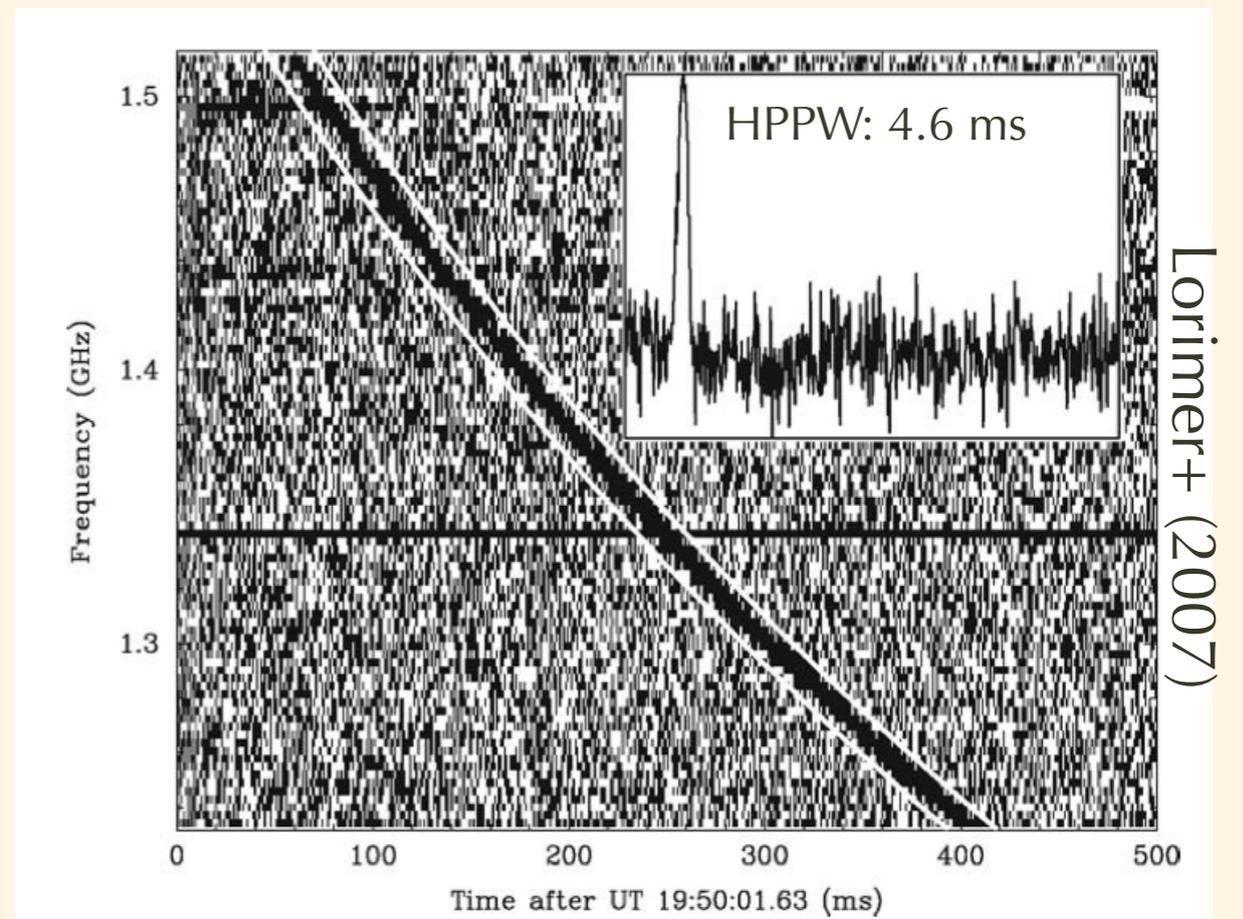


Parkes電波望遠鏡

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

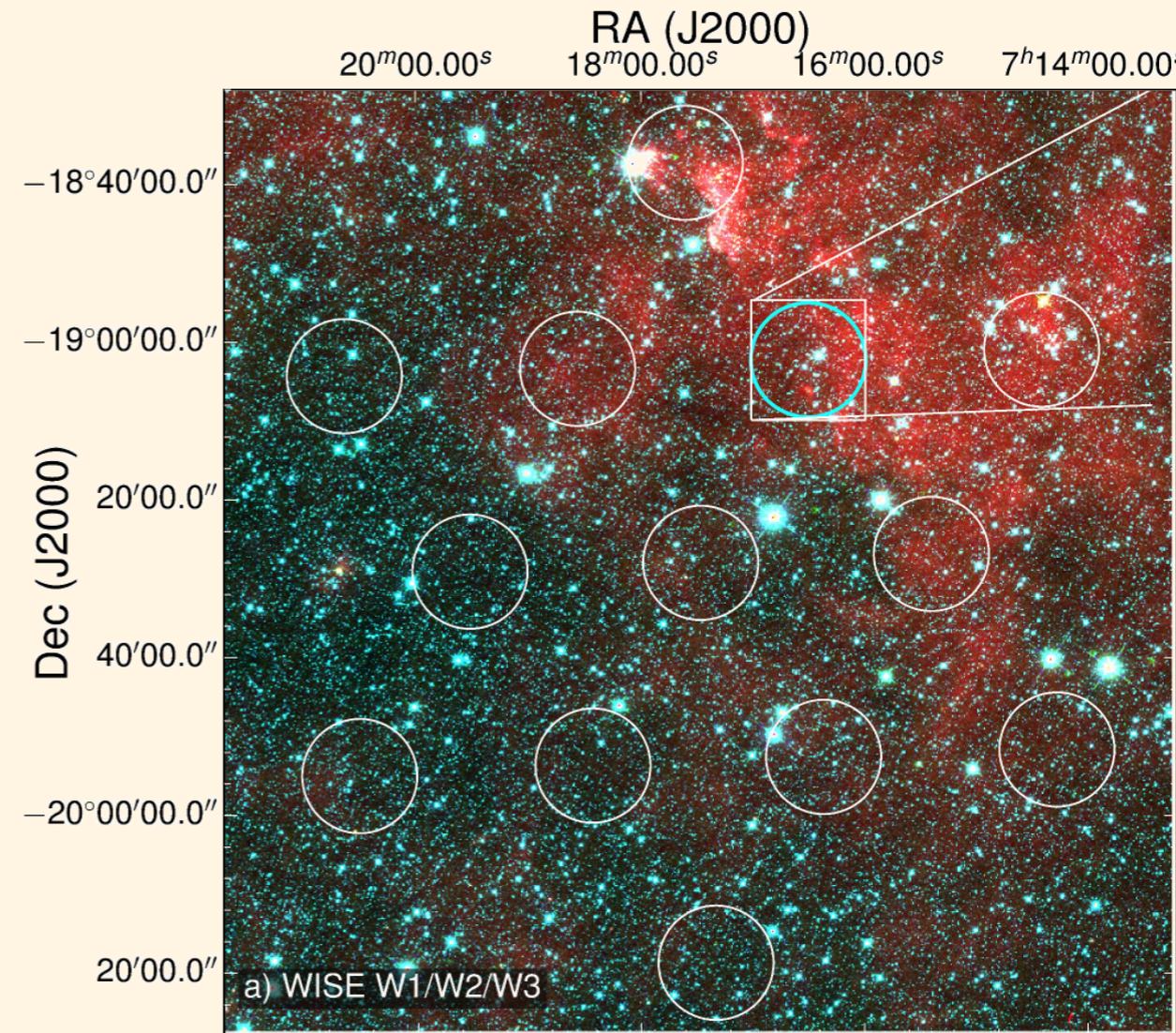
FRBの分散量度

- 分散量度 (DM、電子柱密度)
 - 電波パルスはlow-frequency ほど遅れて観測される
 - 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？



FRB発生現場を探す

- FRBを多く見つけている電波望遠鏡は位置決定制度が低い
 - ~ 10分角
- 位置決定制度の高い電波望遠鏡はFRB発見数が少ない
 - ≈ 1 秒角, 8 event
 - 後述のrepeating FRBは別
- 母銀河の同定・距離測定はごく一部のFRBのみ

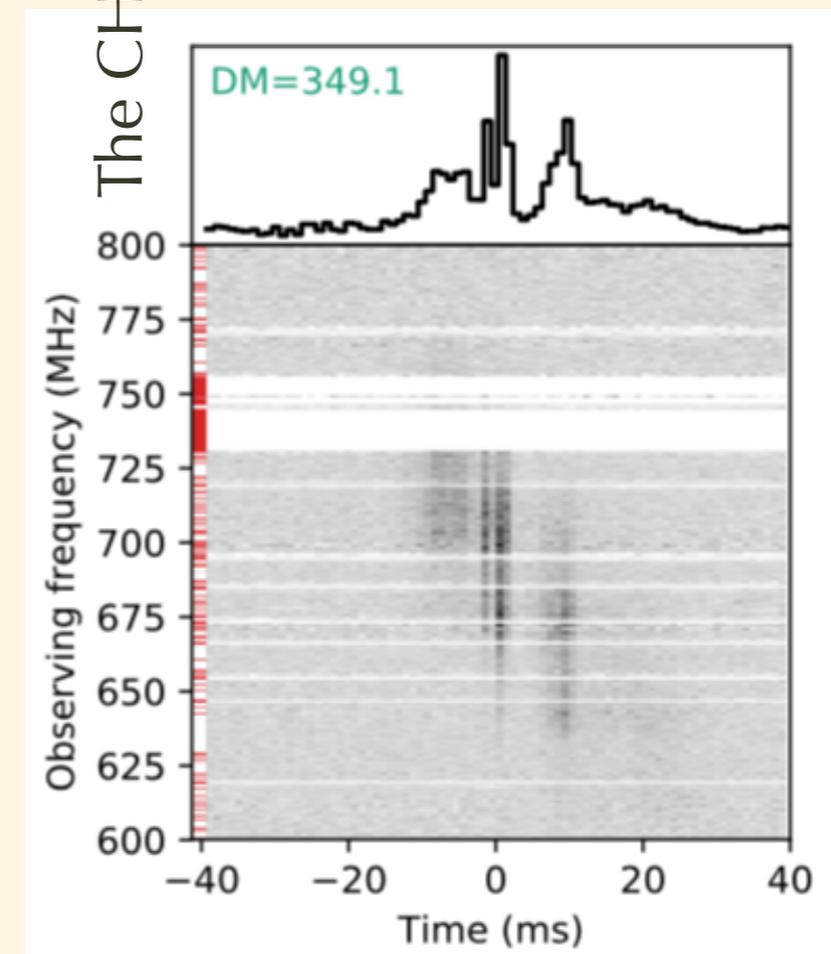
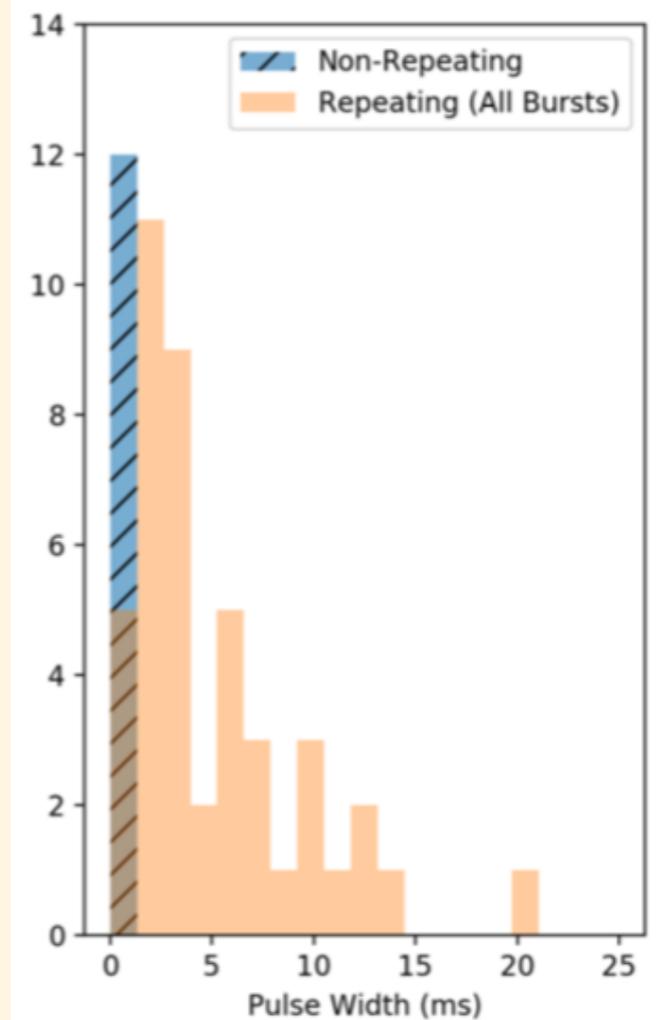


Keane+ (2016)

Repeating/Non-repeating FRB

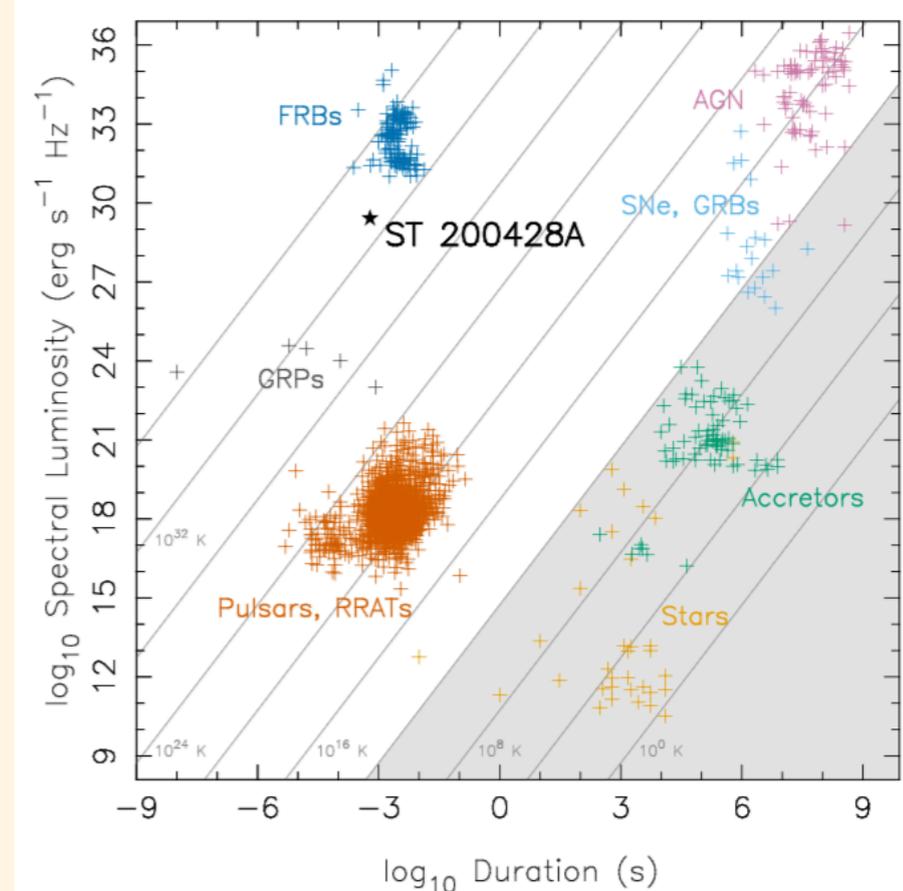
- 一部のFRBは最初の発見後にrepeat burstを見せている
 - これまでに約20天体
 - 位置決定精度の高い干渉計で待ち伏せできる
 - 母銀河同定2例
 - 活動期と静穏期がある
- 長時間追観測してもrepeatしないFRBもある
 - 複数種族？
 - repeating FRBはパルス幅が広い？
 - 'sad trombone' feature?

The CHIME/FRB collaboration (2019)

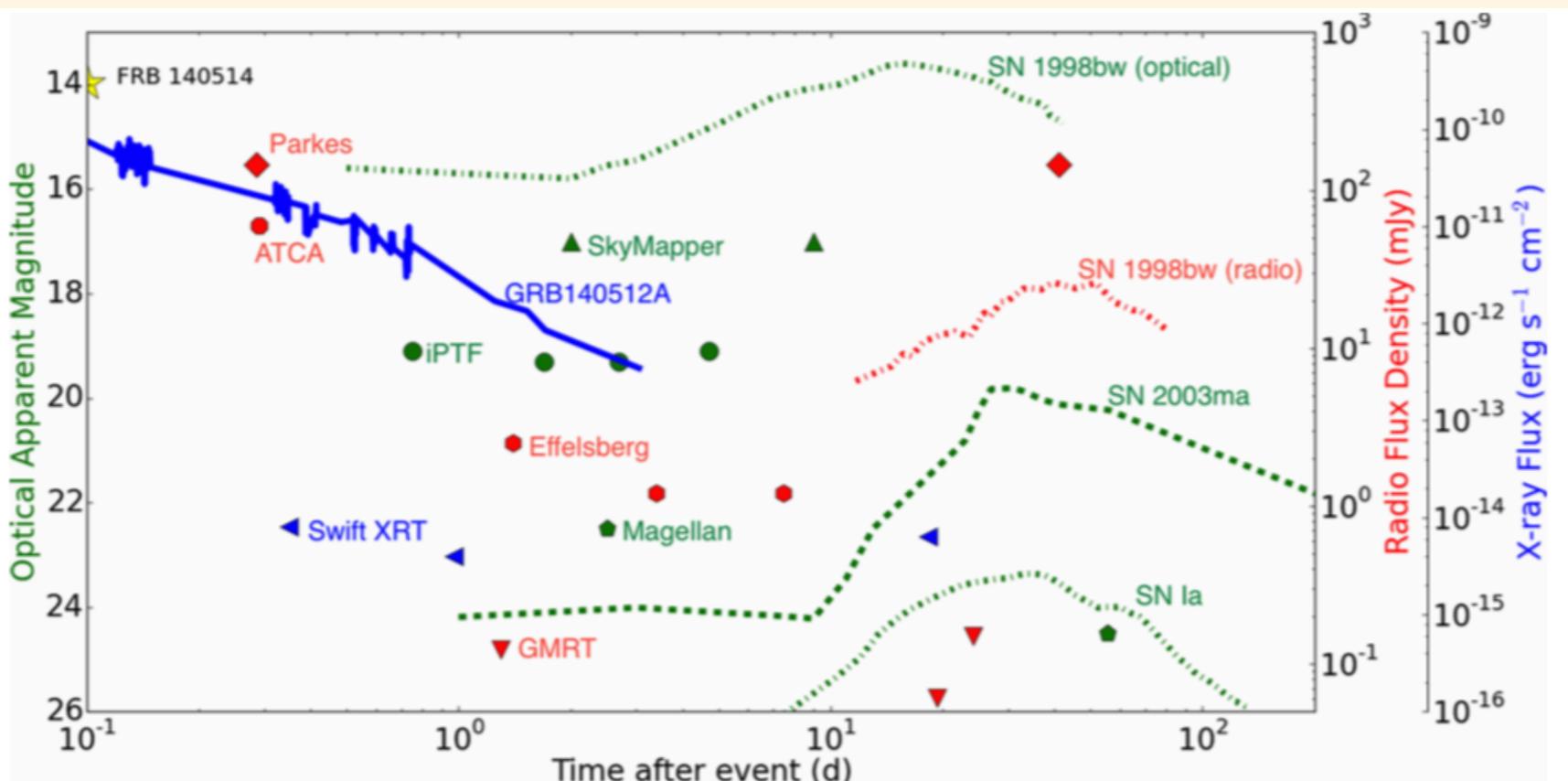


対応天体探査

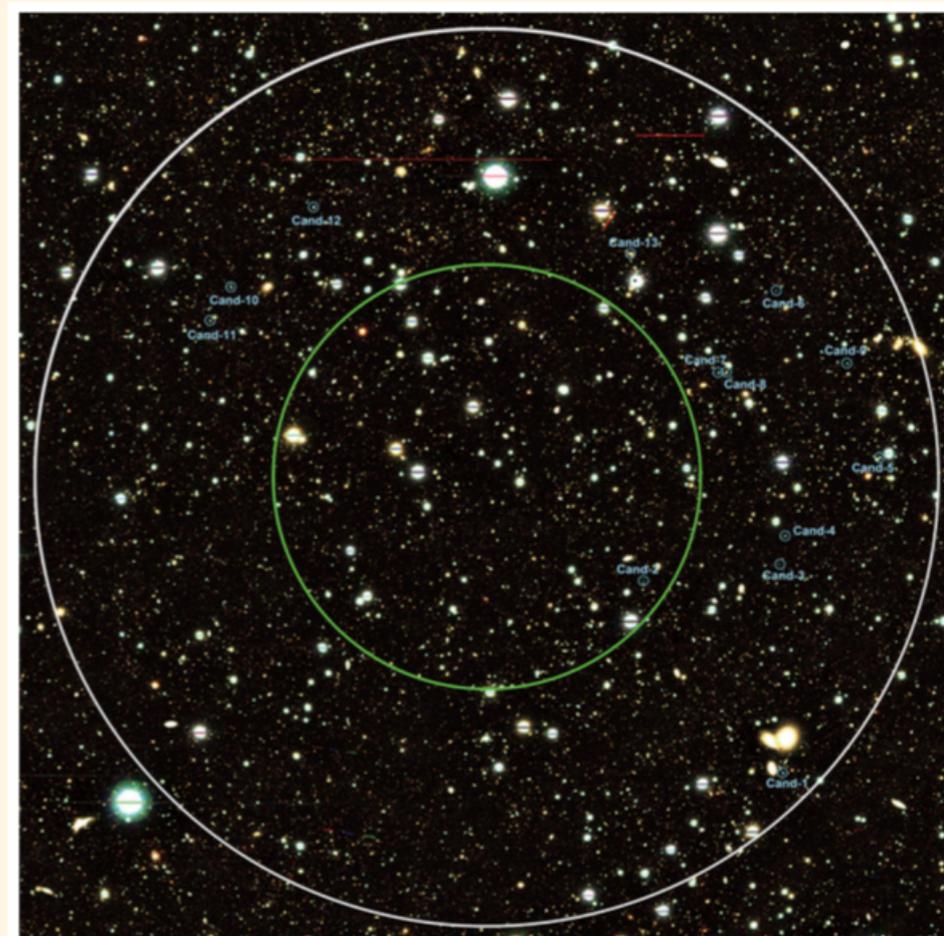
- 様々な波長（メッセンジャー）と時間帯で対応天体探査が行われている
 - 発生メカニズムの手がかり、発生場所特定の手段
 - 今のところ有力な対応天体候補はなし
- SGR 1935+2154 バースト
 - 銀河系内マグネターのFRB likeな電波バーストでX線でも同時検出
 - マグネター由来ならrepeating FRB? パルスは細い (< 1 ms)
 - 銀河系外のFRBと同種の現象か？



Bochenek+ (2020)



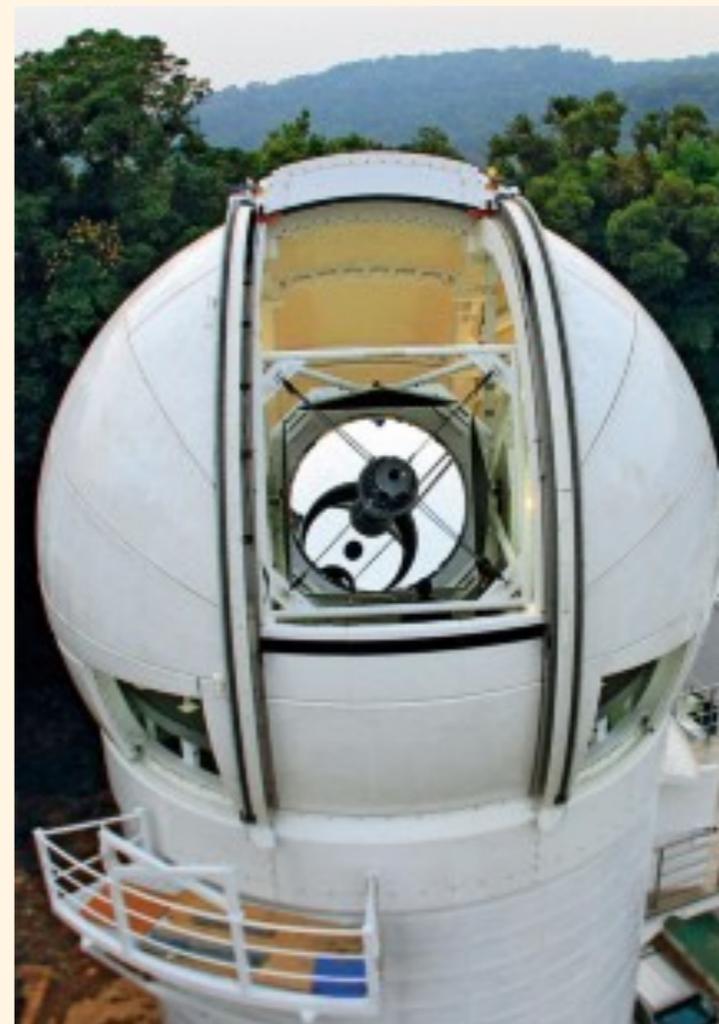
Petroff+ (2015, FRB 140514)



Tominaga+ (2018, FRB 151230)

可視光高速観測

- 可視光での短い時間スケールの観測は難しい
- 可視光高速カメラULTRASPEC (Hardy+ 2017)
 - 2.4m Thai National Telescope (TNT),
electron-multiplying CCD
 - i', z'-band
 - 70-ms タイムスケールで < 0.33 mJy
- チェレンコフ望遠鏡
 - MAGIC collaboration (2018)
 - 光電子増倍管
 - U-band
 - 1-ms タイムスケールで < 8.6 mJy
- いずれも repeating FRB 121102 の観測



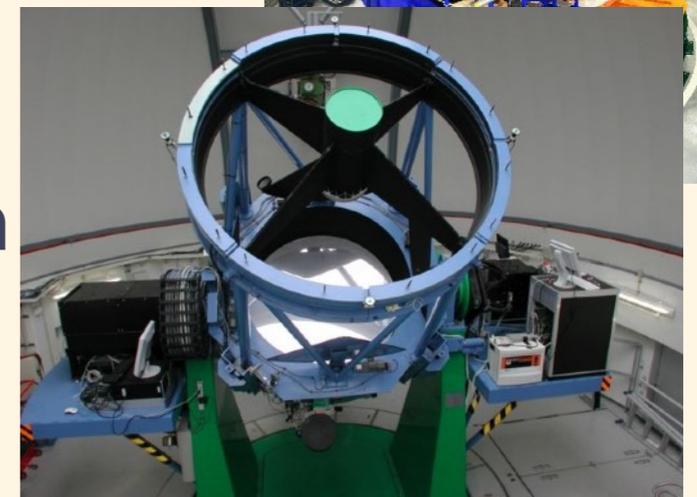
Soonthornthum (2018)



Credit: R. Wagner

木曾 Tomo-e Gozen での観測

- Tomo-e Gozenによる対応天体探査
 - 広視野を活かしてnon-repeating FRBの対応天体を探査
 - 電波でのFRB探査が行われている領域を Tomo-e Gozenで同時観測（協議中）
 - Tomo-e Gozen視野内でのFRB発生頻度 $\sim 10^{-2}$ event/hr
- Tomo-e Gozenで対応天体候補が見つければ、せいめい・かなたでdelayed emissionや母銀河の探査・分光を行う



Tomo-e Gozen以外での観測

- Tomo-e Gozenほどの広視野装置は珍しい
 - repeating FRBの監視
- Seimei/TriCCS
 - 0.01 sec での検出限界 ~ 1.2 mJy
 - TNT/ULTRASPECより ~ 1 mag 高感度
 - 10-ms のパルスに対してはMAGICと同程度の感度
 - MAGICやVERITASよりも長時間の監視
- より多くの望遠鏡の参加
 - とにかくバーストが起きた瞬間に見ていないとダメ
 - 天候やスケジュールの対応
 - より多くのバーストを観測
 - バーストごとの個性、スタッキング

Summary

- FRBの正体はいまだ謎に包まれている
 - 他波長（メッセンジャー）対応天体の発見は正体解明の重要な手がかり
- 短いタイムスケールでFRBの可視光対応天体探査を行える装置は世界でも少数
- Tomo-e Gozenの広視野探査や多望遠鏡連携による長時間監視は他にない強みとなる