

Time Domain Science – 多様な時間スケール を持つ高エネルギー天体現象の研究

新沼浩太郎（山口大学理工学研究科）

第13回水沢VLBI観測所ユーズ・ミーティング

2015年9月24日-25日 @ 水沢VLBI観測所

天文観測

- 宇宙の進化史（銀河、星）
 - 時間方向のsnapshot（静的な姿）
 - 時代（ z ）毎の構造
 - より深く、より細かく（高感度・高解像度）

- 高エネルギー天体物理の実験場
 - ダイナミカルな宇宙の描像の理解（動的な姿）
 - 早い時間変動・突発的現象の検出（任意かつ高時間分解能）及び起源の特定（高解像度）
 - より早く、より広く、より細かく

動的宇宙の観測

Gamma, X, Opt.

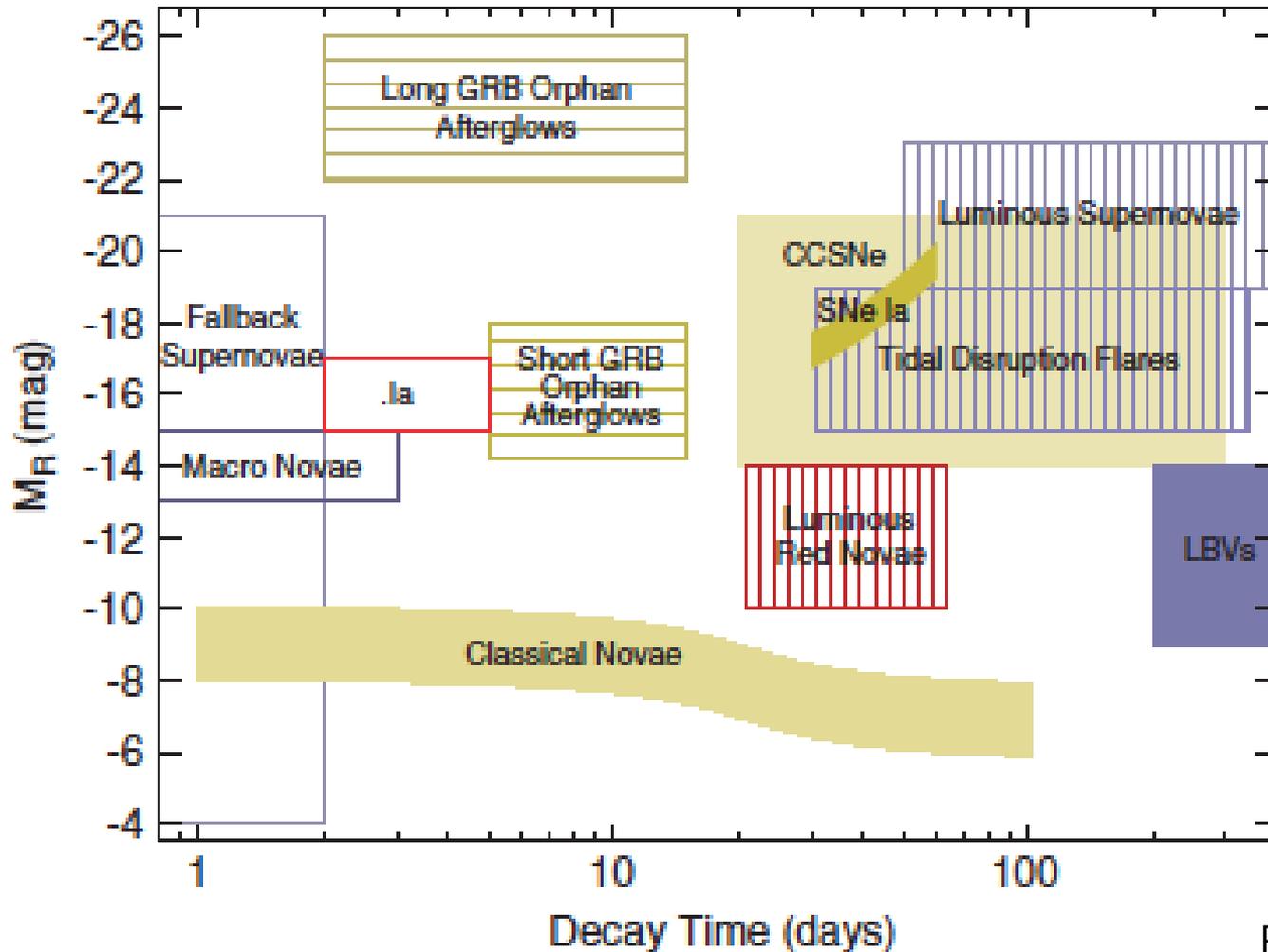
- Large FoV
- High time resolution
- Low angular resolution
 - Large scale study
 - > LC studies (especially vicinity of BHs)

Radio

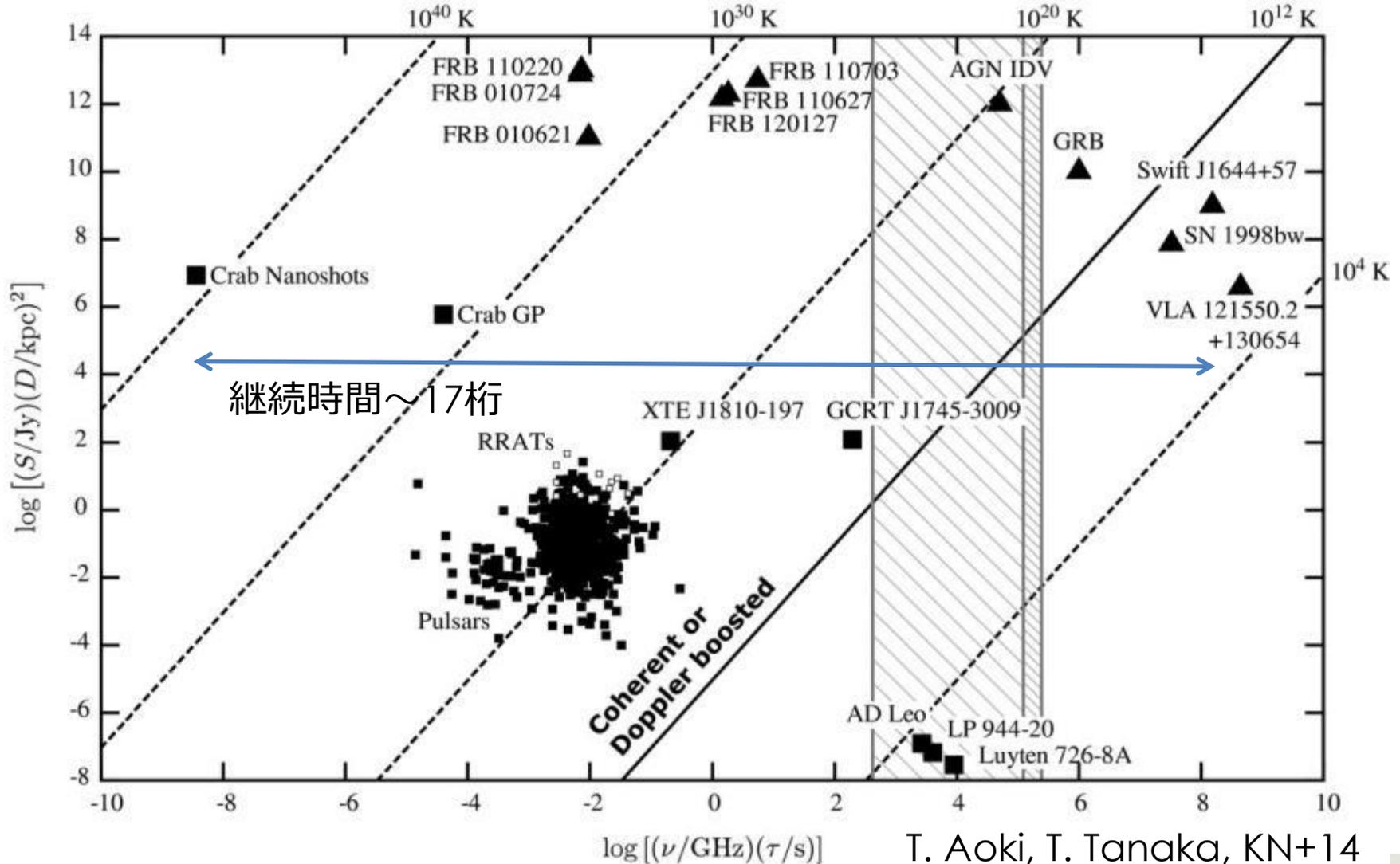
- High angular resolution (Fourier synthesis)
 - Small FoV
 - Low time resolution
- Large FoV (Single dish)
 - Low angular resolution
 - High time resolution (\propto sensitivity)
- $\theta \times \Delta T \sim \text{const?}$ (depending on resource)

The dynamic sky

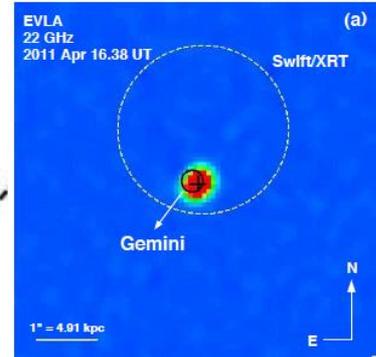
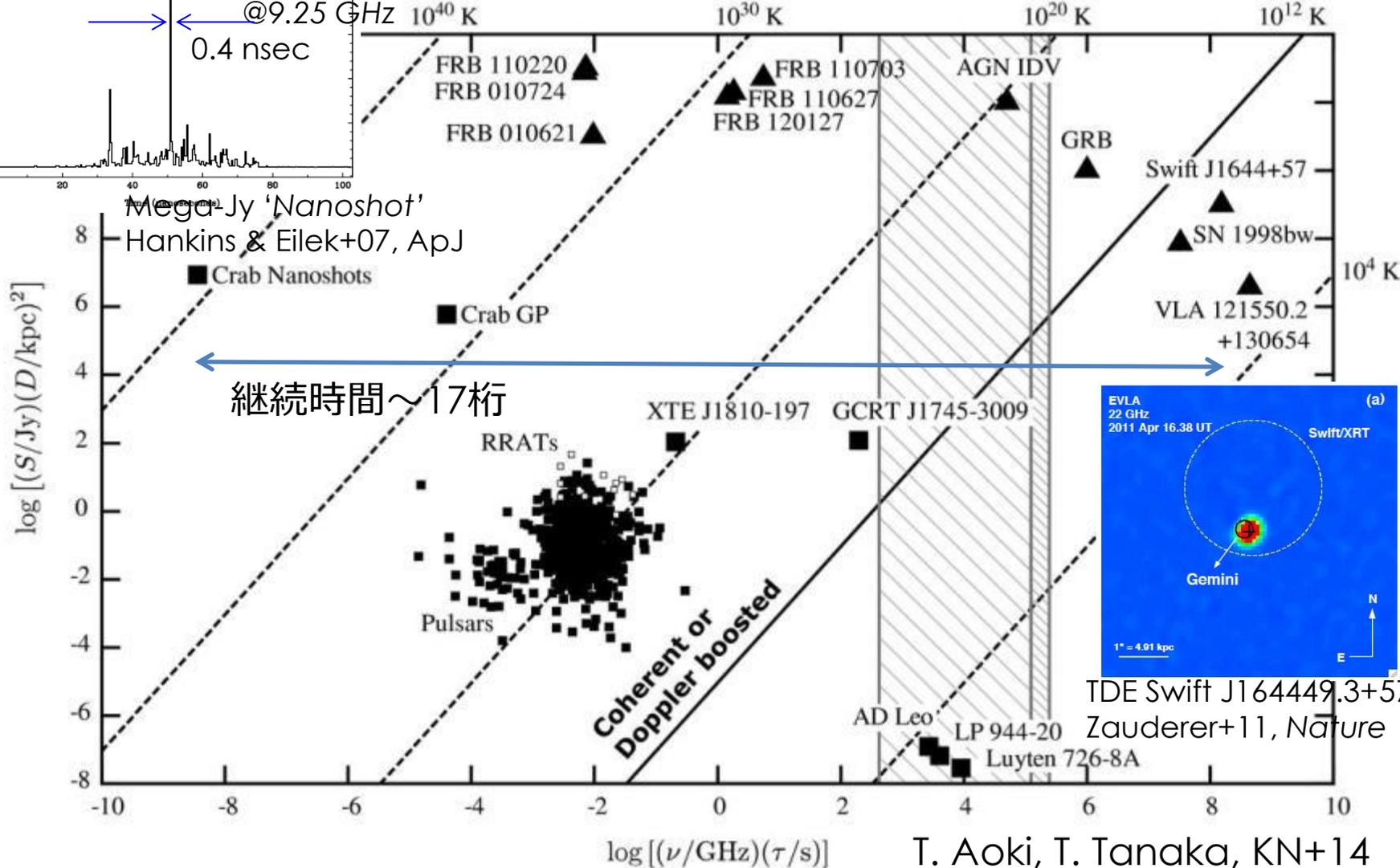
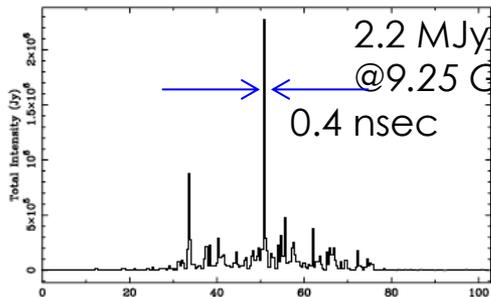
Optical phase-space



The dynamic sky Radio phase-space



The dynamic sky Radio phase-space



TDE Swift J164449.3+573451
Zauderer+11, Nature

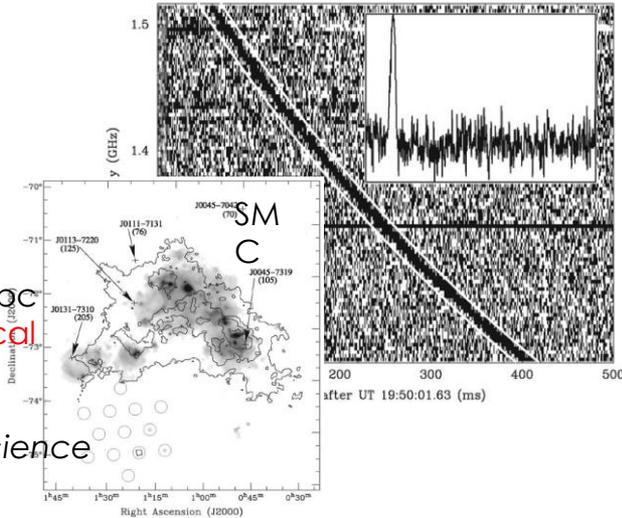
Fast Transient

Coherent emission

Short duration (< 1sec)

1.4 GHz
 $S_v \sim 30$ Jy
 $\Delta t \sim 5$ ms
 $DM \sim 375$ cm⁻³ pc
 -> **Cosmological**

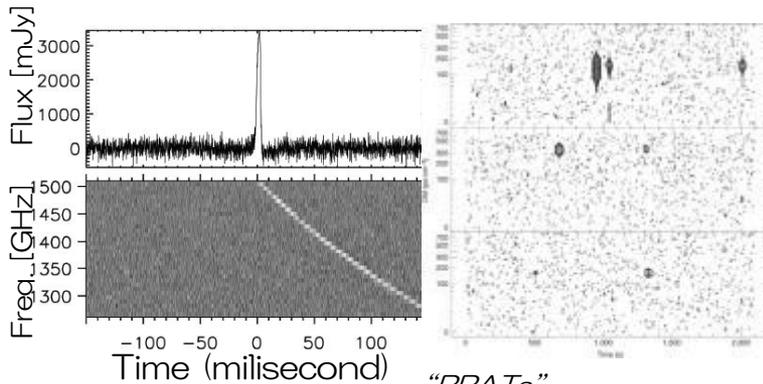
“1st FRB”
 Lorimer+07, *Science*



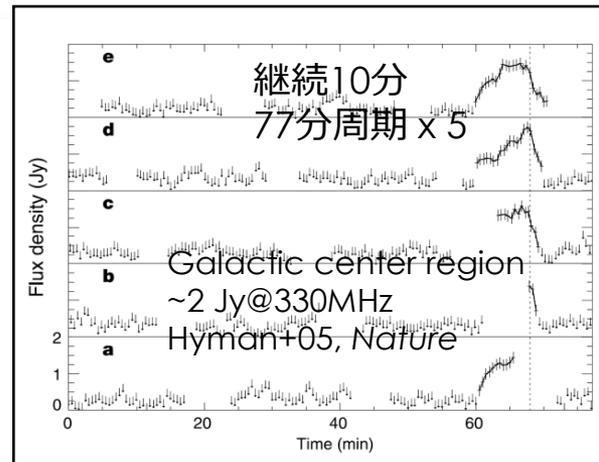
Slow Transient

Incoherent emission

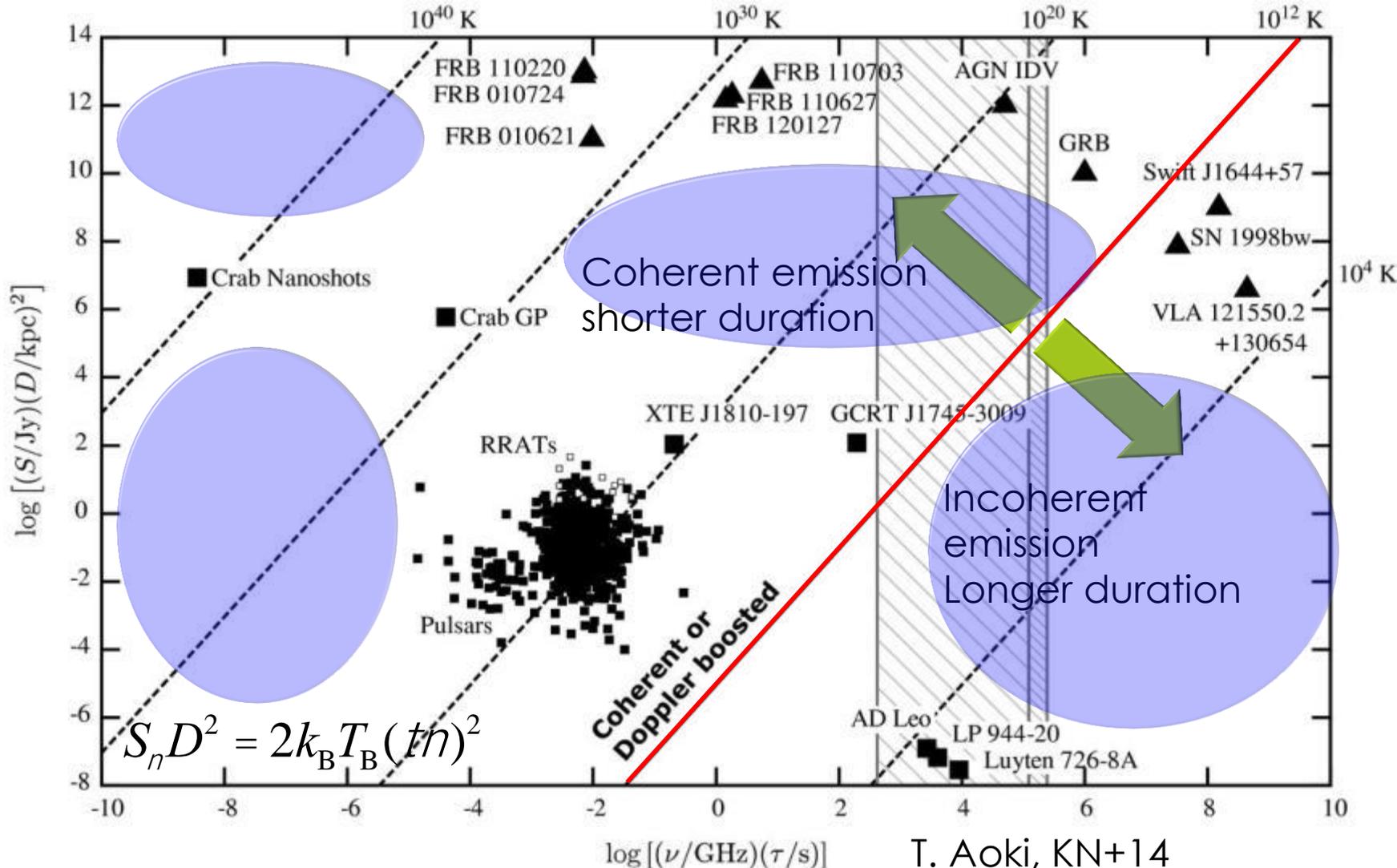
Long duration (>1sec)



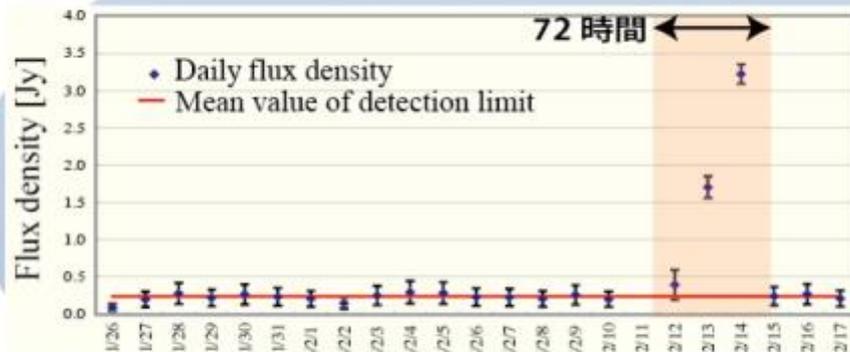
“RRATs”
 McLaughlin+06, *Nature*



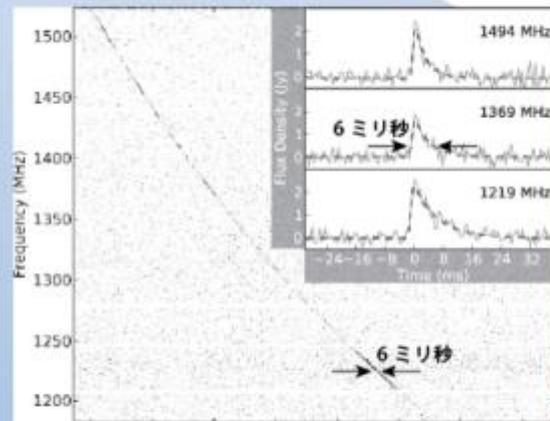
Dynamic radio sky radio phase-space



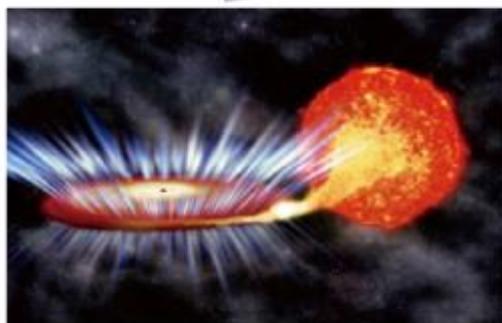
多様な時間スケールを持つトランジェント電波源



継続時間が長いタイプ (数分~数日)
各プロットの間隔は一日 (Niinuma et al. 2007)



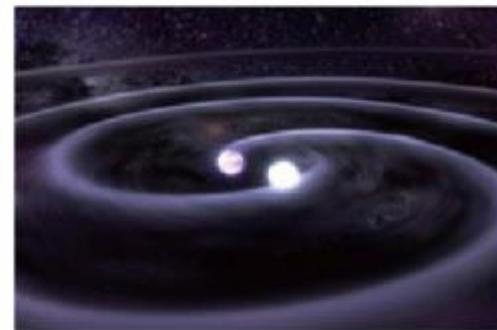
継続時間の短いタイプ (数秒以下)
(Thornton et al. 2013)



既知の天体现象の可能性
・系内ジェット天体のフレア
・活動銀河核のフレア



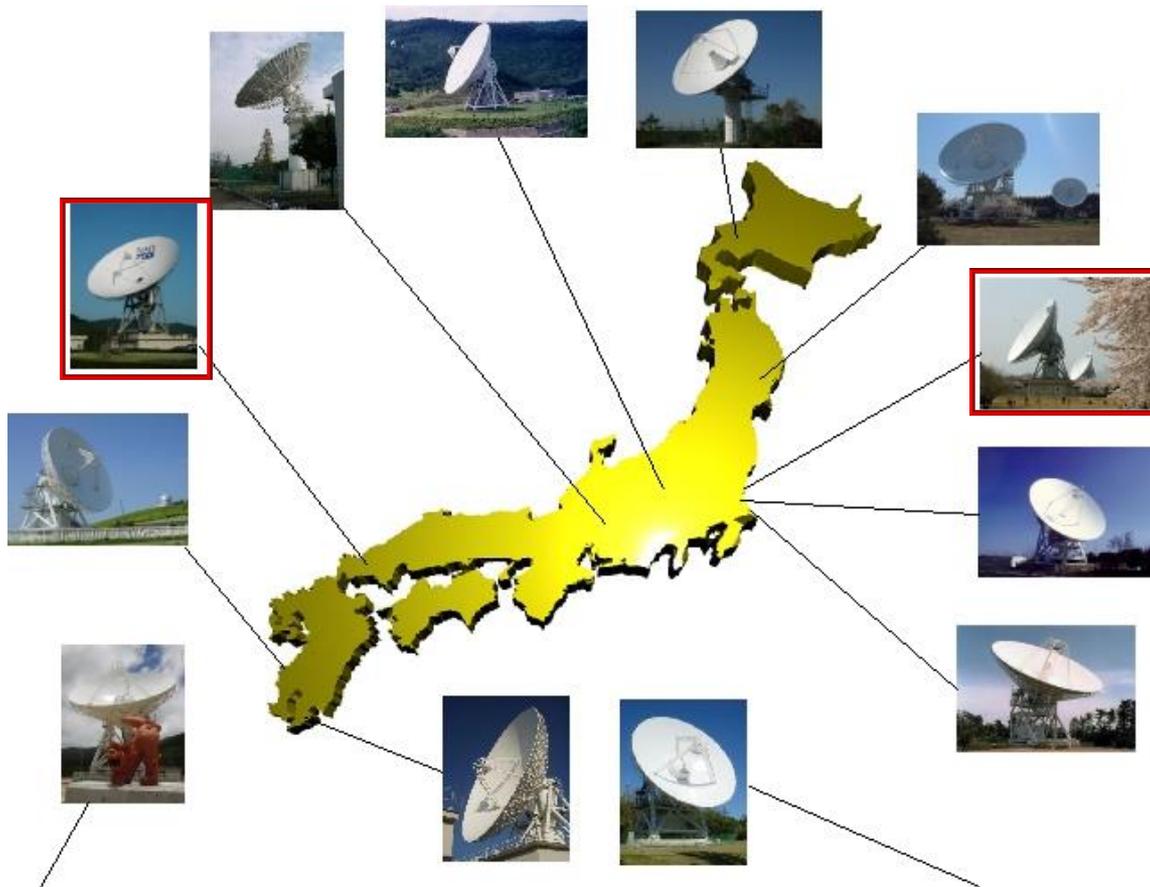
遠方宇宙における未知の高エネルギー天体现象の可能性



重力波対応天体の重要な候補の可能性
・中性子星連星合体起源など
(Naker et al. 2011, Totani 2013)

VLBI follow-up network

長時間突発現象に対応するVLBI追観測体制



<http://www.astro.sci.yamaguchi-u.ac.jp/jvn/index.html>

導入予定の少数基線VLBI用ソフトウェア相関器



写真はNICT鹿島宇宙技術センター内のソフトウェア相関器システム

ポイント

- Latency: < a few days
- 処理はオフライン

Current situation on the FRB

What we should do

- Origin: unknown \Rightarrow need much more evidences
 - Localization, SED
- No simultaneous detection with several telescopes and with multi-frequencies



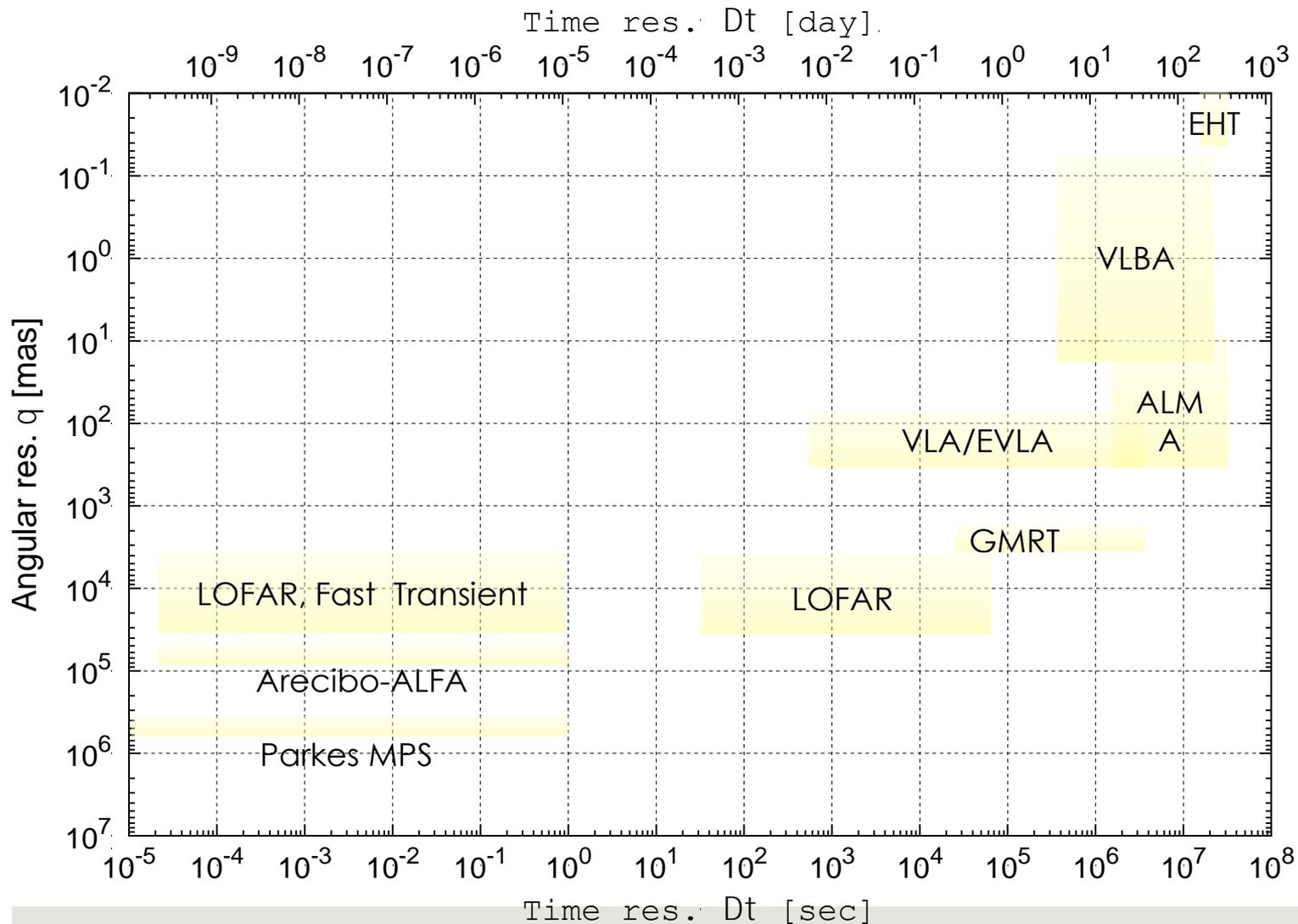
Usuda 64m @ 1.4 GHz



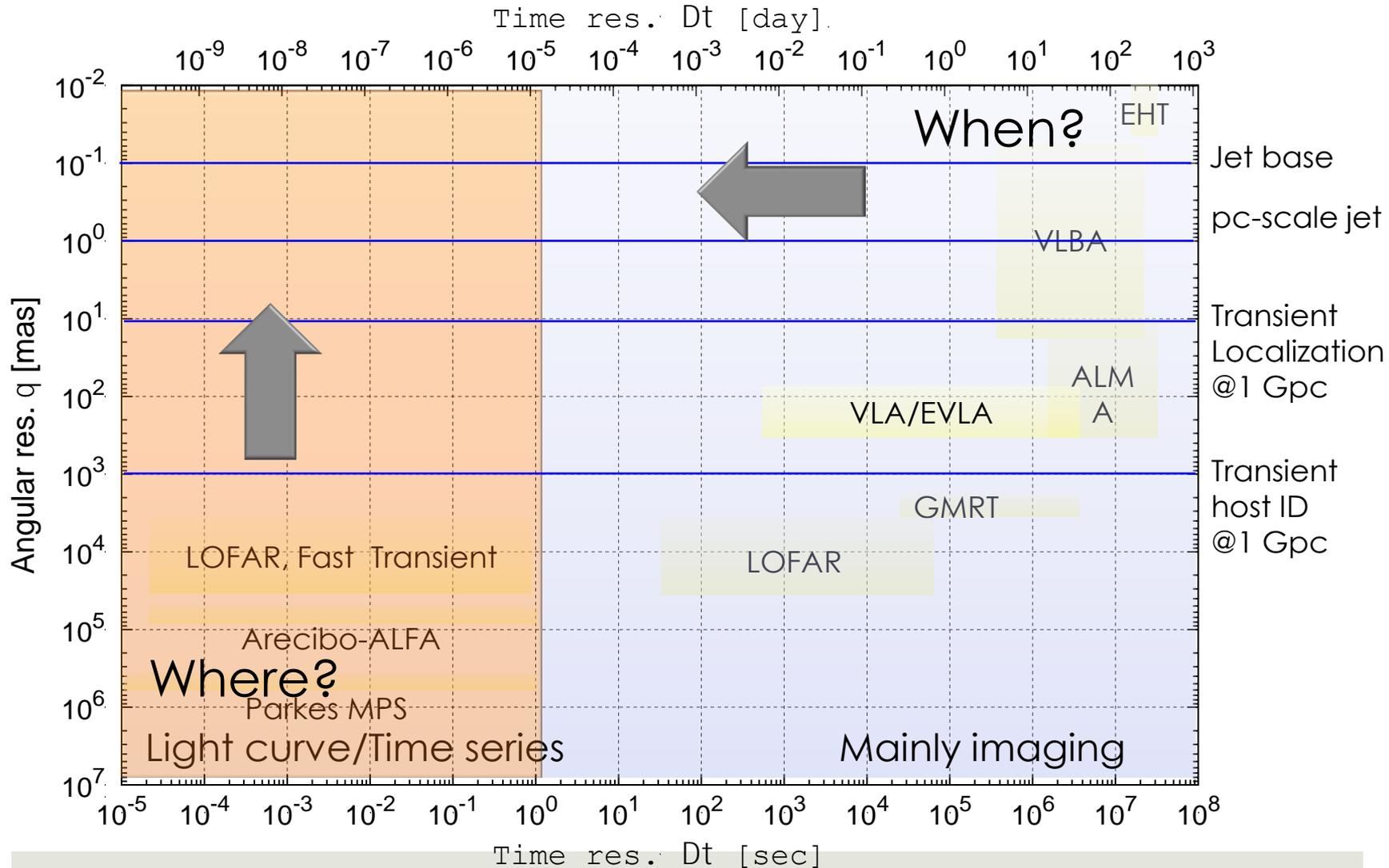
Yamaguchi 32m @ 6-8 GHz

臼田局@S帯：望遠鏡向きに関わらずデータを記録し続ける（望遠鏡位置は後でもらう）
山口局@C/X帯：臼田が固定方向に向くとき、同一位置をモニター

空間・時間分解能



空間・時間分解能



時間領域電波天文学 (Time domain radio astronomy)

- トランジェント (fast, slow)
 - 検出及び起源の同定 (推定)
 - 任意の時間分解能、高空間分解能 (~ 10 mas) + 位置天文
→ localization
 - 放射メカニズム → localization, theory
 - 重力波源のプローブ (e.g., NS-NS; inspiral, afterglow)
 - FRBs: potentially cosmological probe (large DM@high- b)

- SKAと相補的?なtime domain array
 - 広い時間幅に感度を持つアレイ
 - Fourier synthesis or direct imaging (spatial FFT)