

重力波観測ラン04における J-GEMの電磁波フォローアップ観測

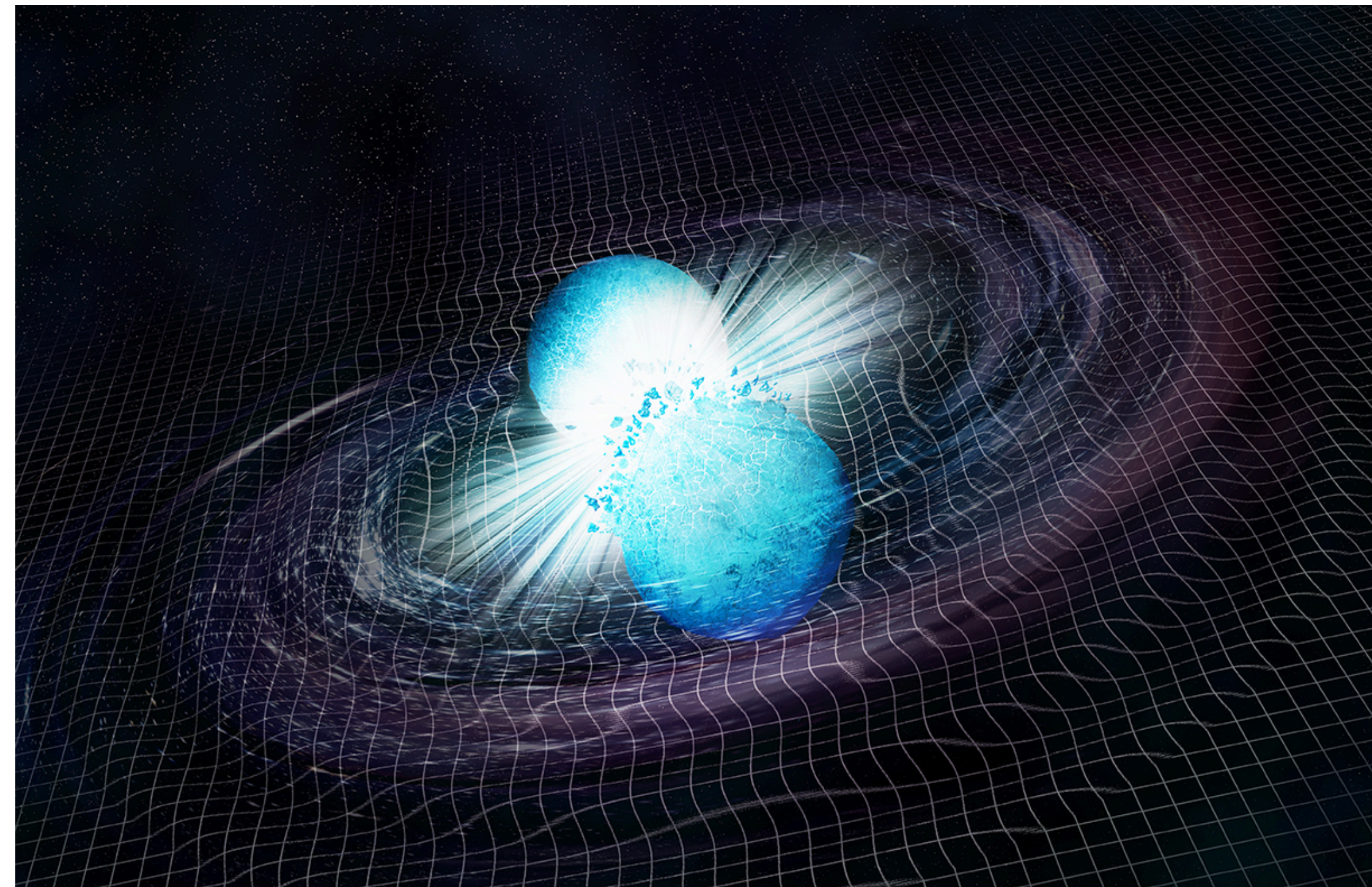
笹田真人 (東工大), J-GEM Collaboration

2023/9/20-22 日本天文学会2023年秋季年会

重力波源電磁波対応天体

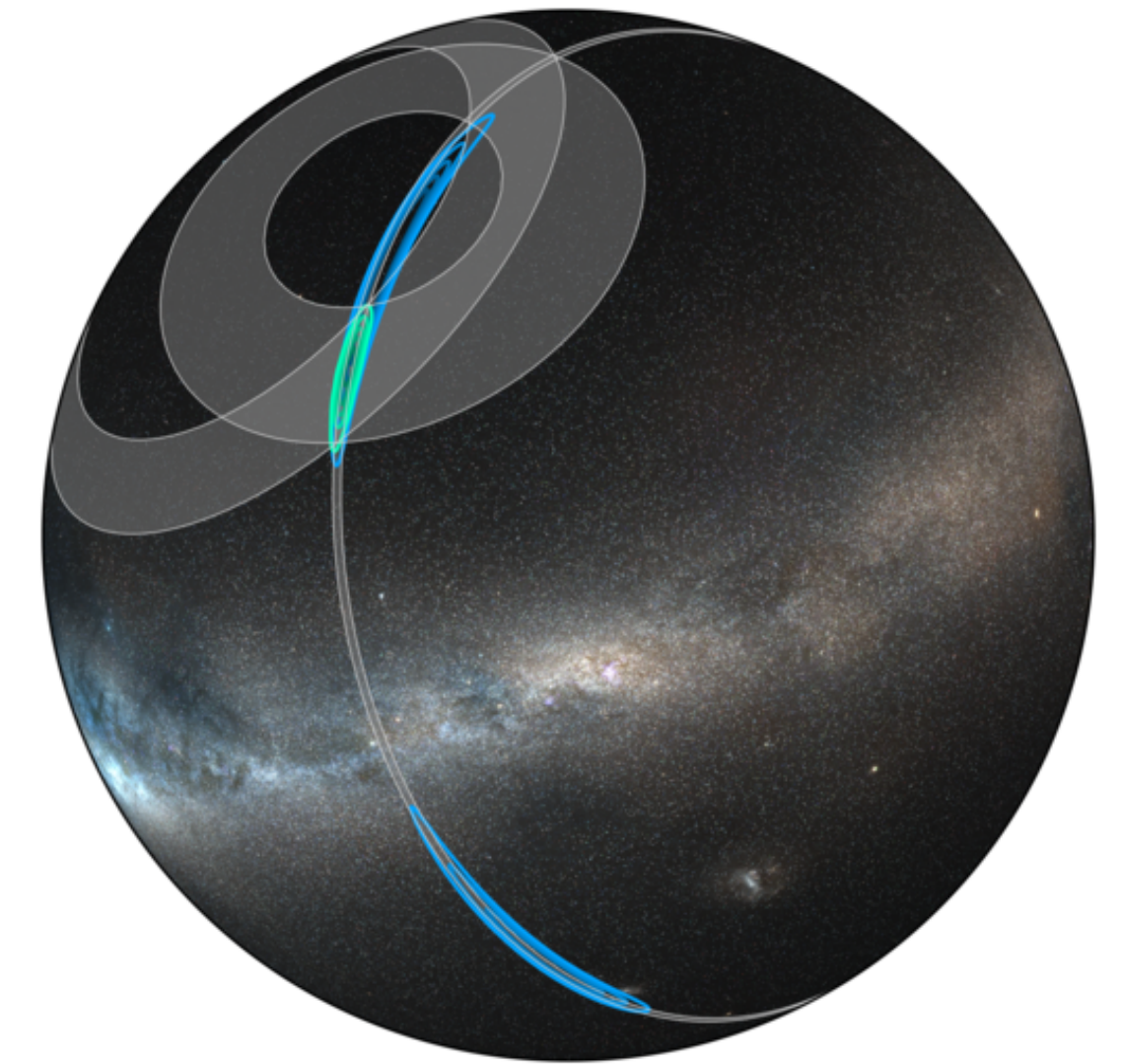
重力波は中性子星またはブラックホールからなる連星系の合体時に大量に放射

→ 中性子星連星またはブラックホール中性子星連星合体時に電磁波放射（キロノバ）



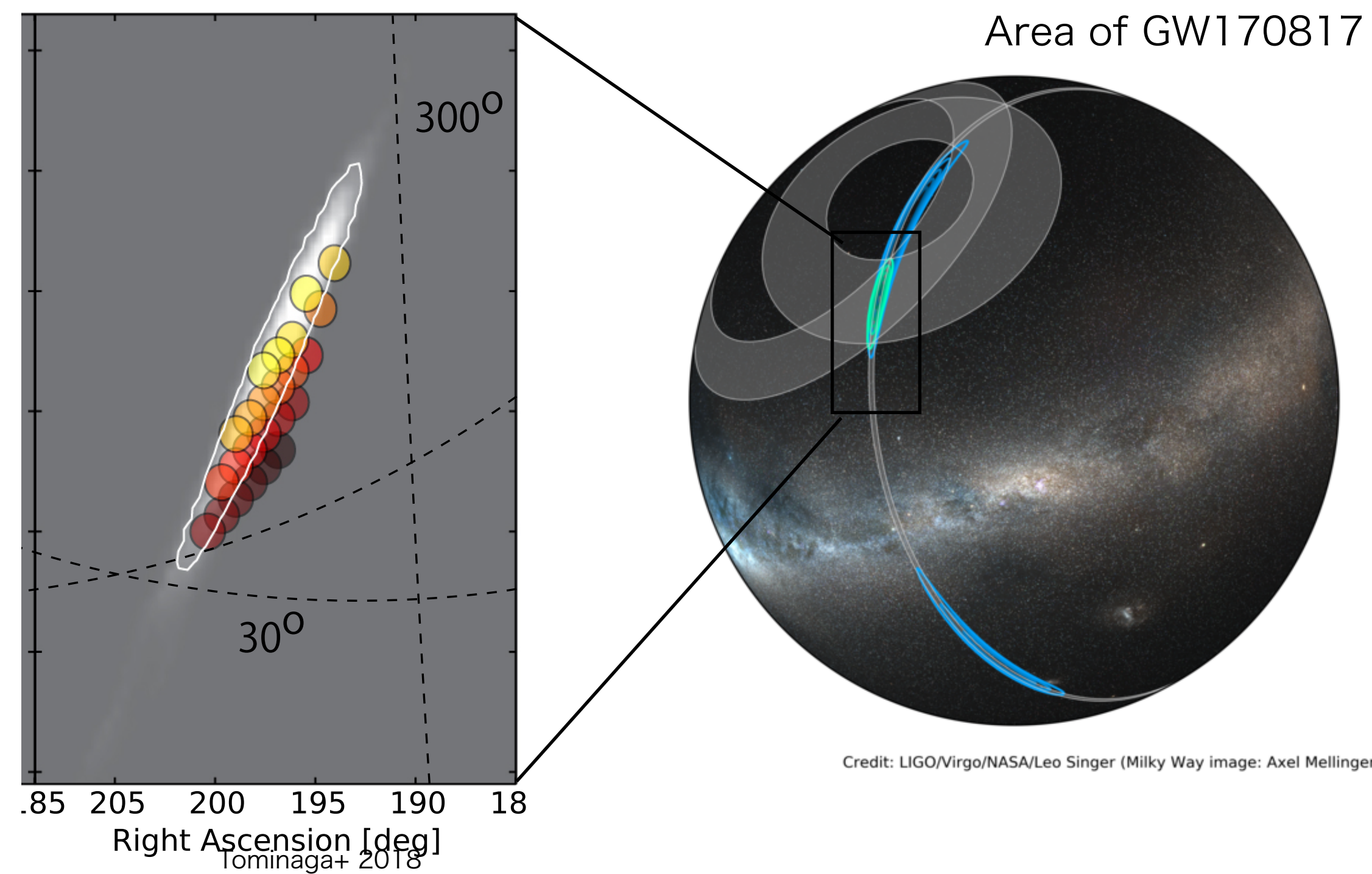
重力波到来領域の広域サーベイ

Area of GW170817

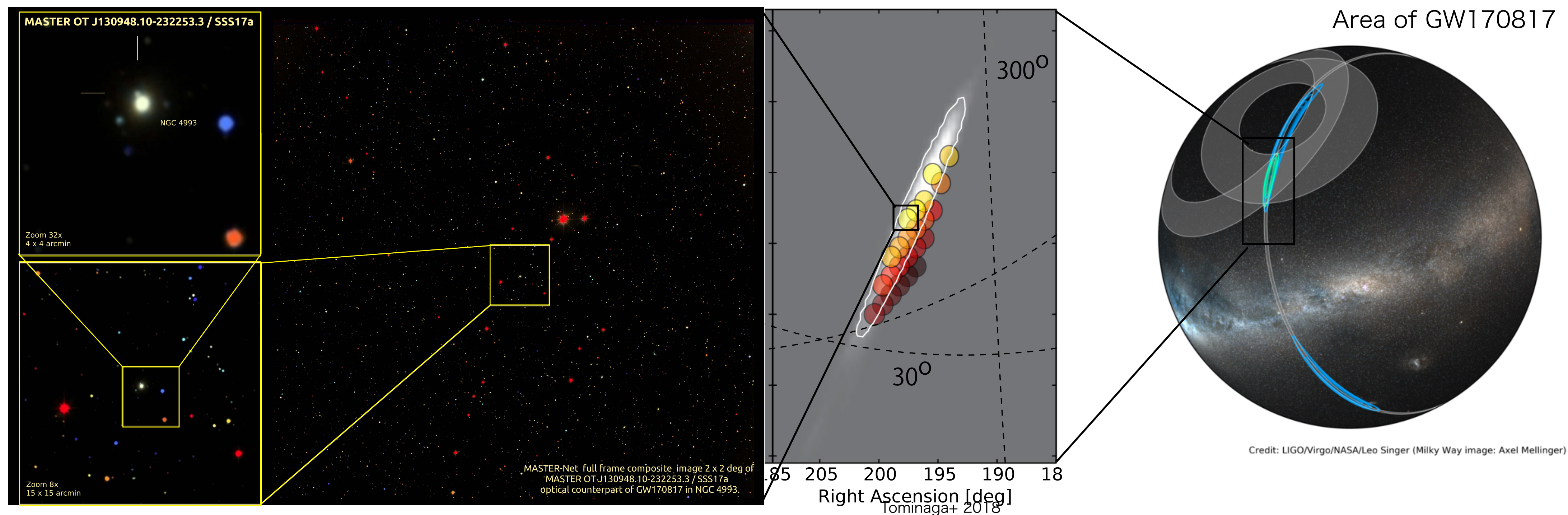


Credit: LIGO/Virgo/NASA/Leo Singer (Milky Way image: Axel Mellinger)

重力波到来領域の広域サーベイ



重力波到来領域の広域サーベイ



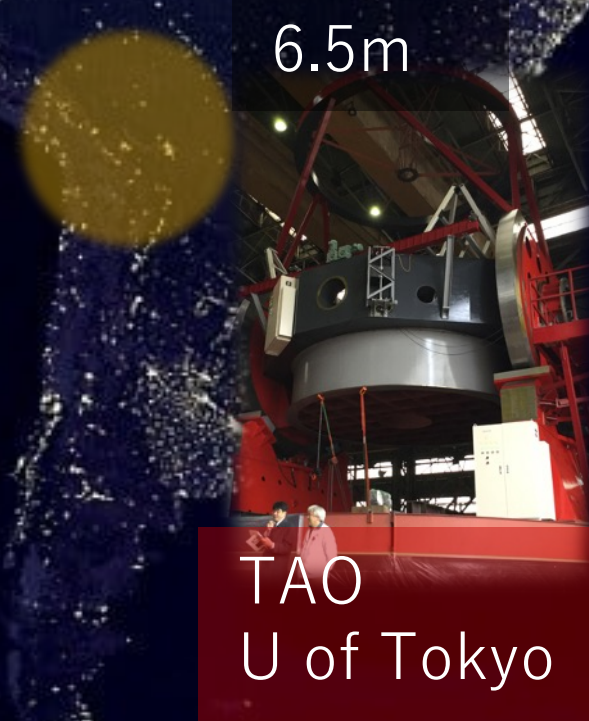
- 重力波到来領域は通常広い(>100平方度)ため、確率体積内には多数の銀河が存在
- 広大な領域から電磁波対応天体を同定する必要がある



Main features:

- 20 deg² optical imaging w/1m
- 1.45 deg² NIR imaging w/1.8m
- opt-NIR spectroscopy w/1-8m
- opt-NIR polarimetry
- wide & deep imaging w/8m

Optical
NIR
Radio



J-GEM Japanese collaboration for Gravitational-wave Electro-Magnetic follow-up

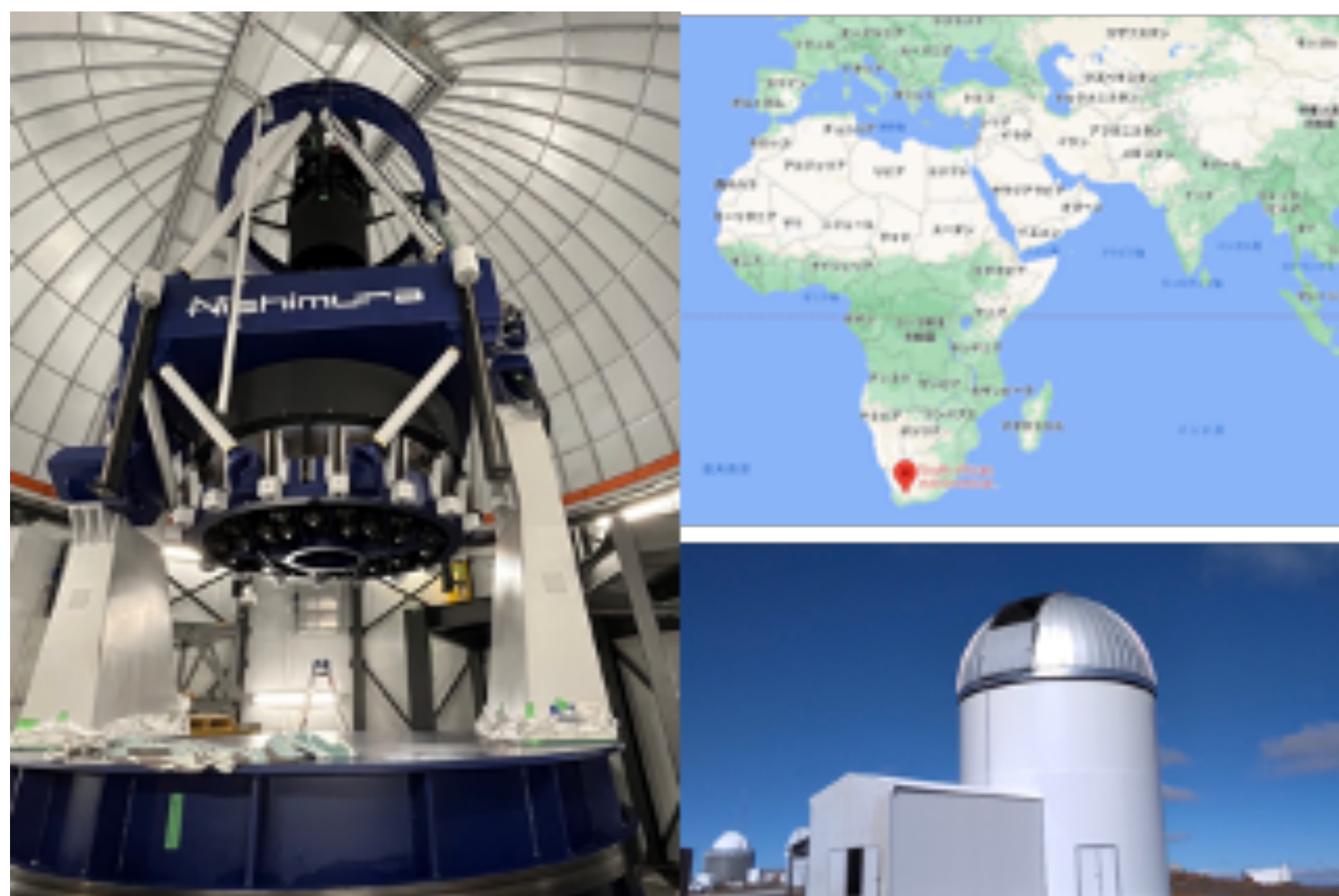
Newcomer

参加望遠鏡

せいめい望遠鏡

TriCCS (TriColor CMOS Camera and Spectrograph)

- ・可視3色同時撮像カメラ
- ・重力波源の候補母銀河をサーベイ観測
- ・取得データは自動でリダクションする



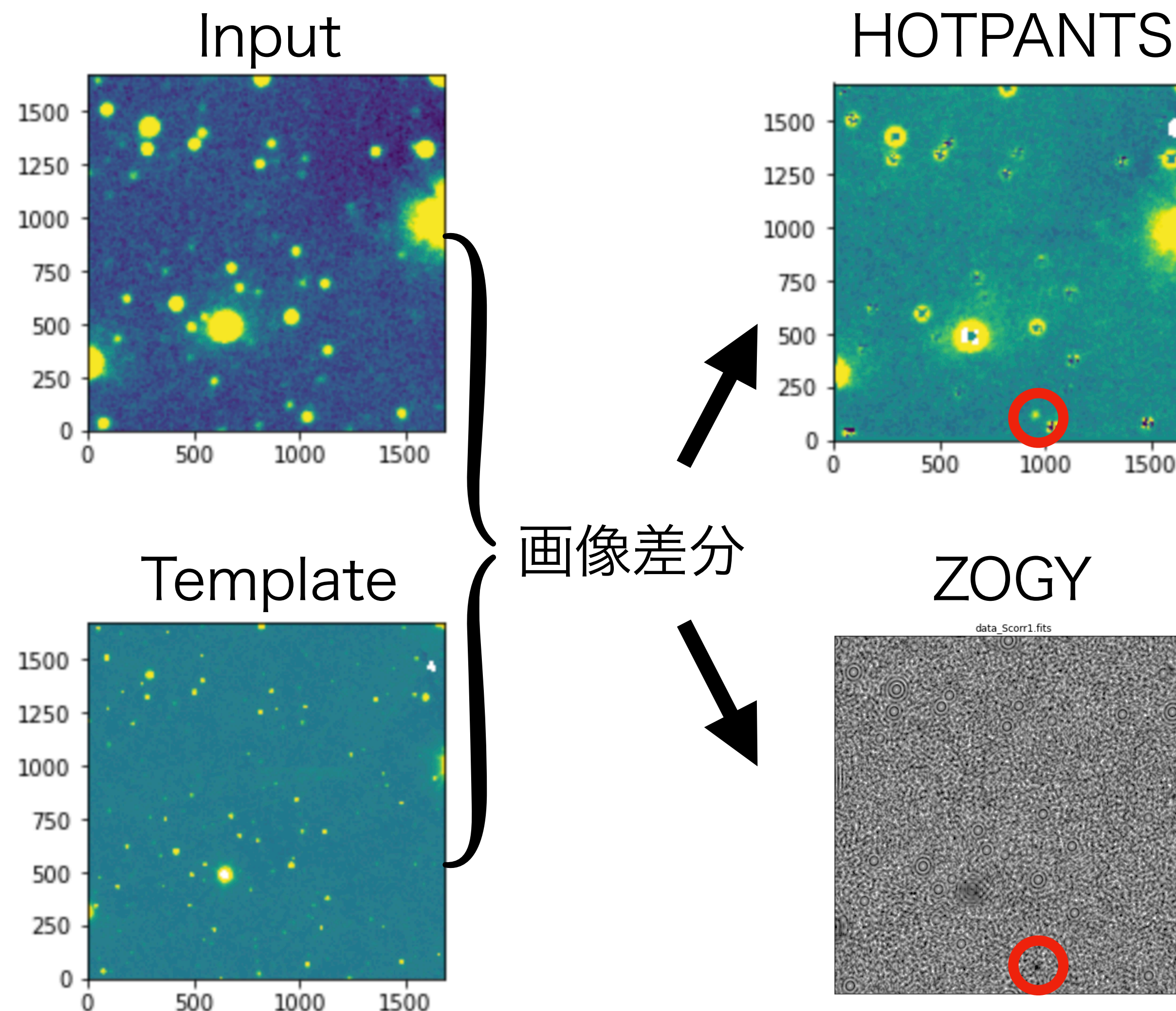
PRIME 1.8-m 望遠鏡

- ・近赤外撮像
- ・FoV は 1.45 deg^2
- ・南天の南アフリカにある

画像の差分解析手法の検討

- ・ 観測画像と参照画像を差分することで突発天体を検出
- ・ 画像差分解析ソフトウェア
 - ・ HOTPANTS
 - ・ ZOGY

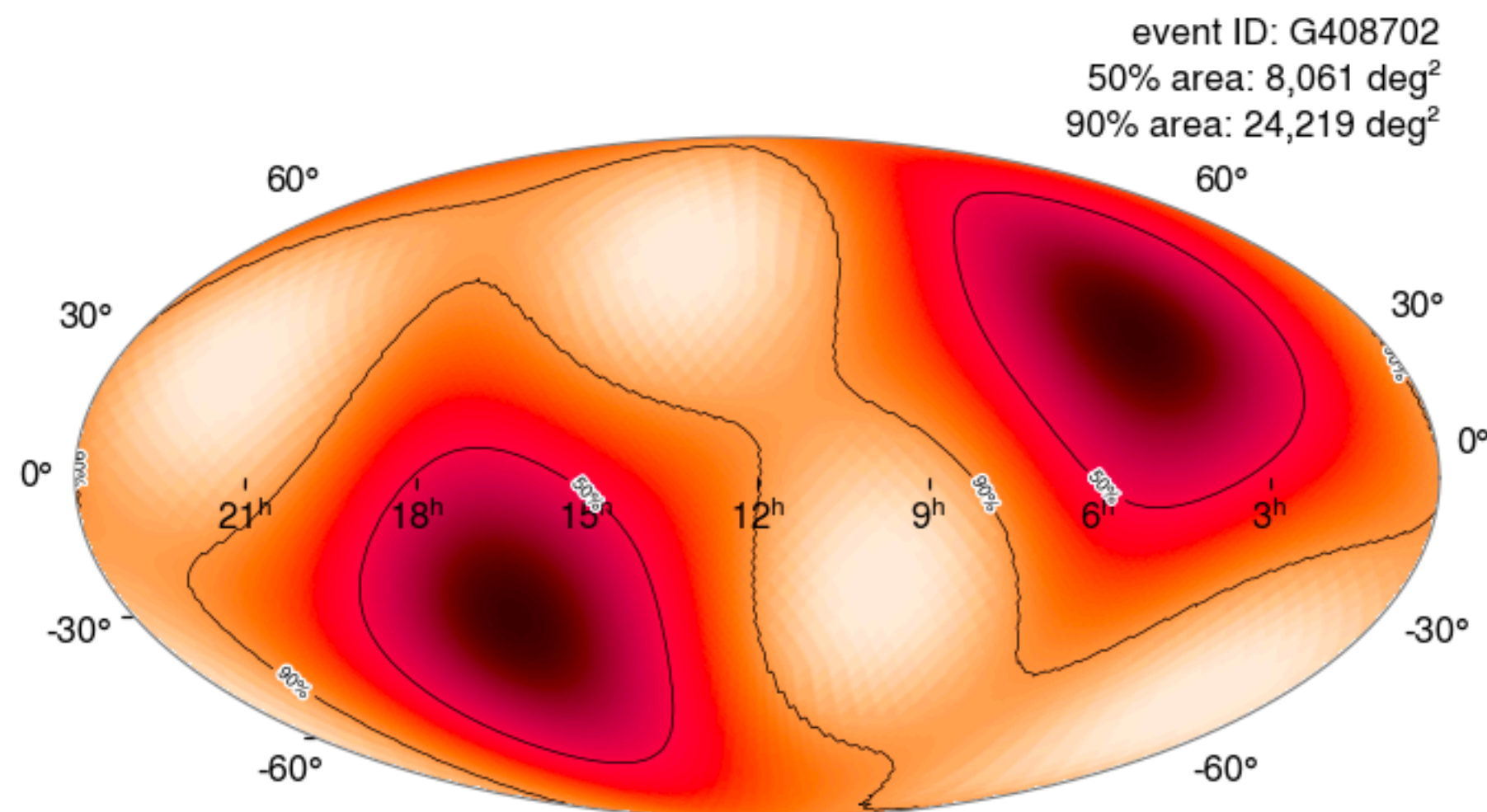
画像解析、共有のためのサーバー (Image Server) には ZOGY を用いる



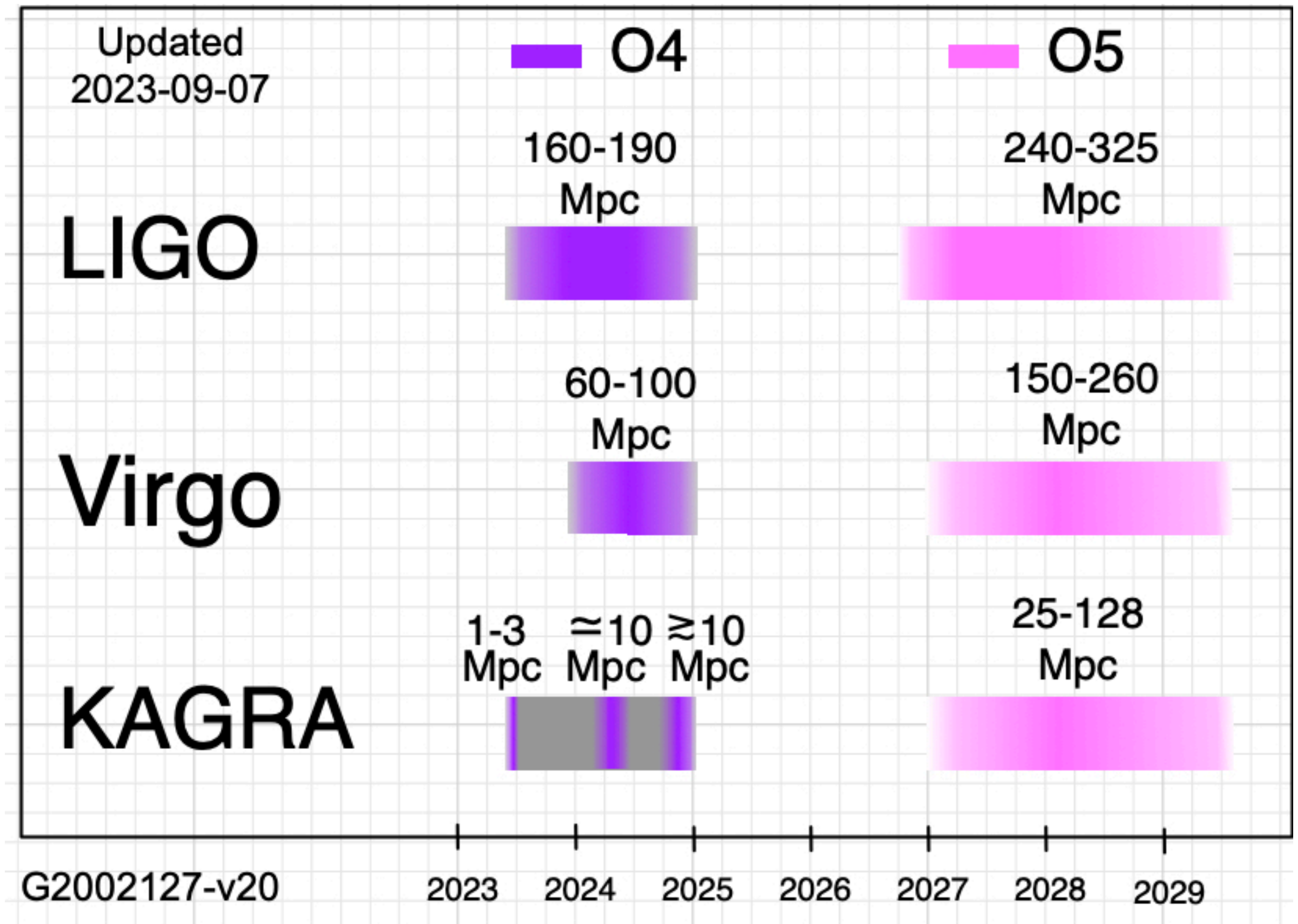
O4の開始と参加重力波検出器

- ・ 2023年5月からO4が始まる
- ・ KAGRAも5~6月にかけて参加
- ・ Virgoは現在調整中
- ・ LIGOのみのため重力波到来方向の信頼領域は
広大

5月のNSBHイベントの信頼領域



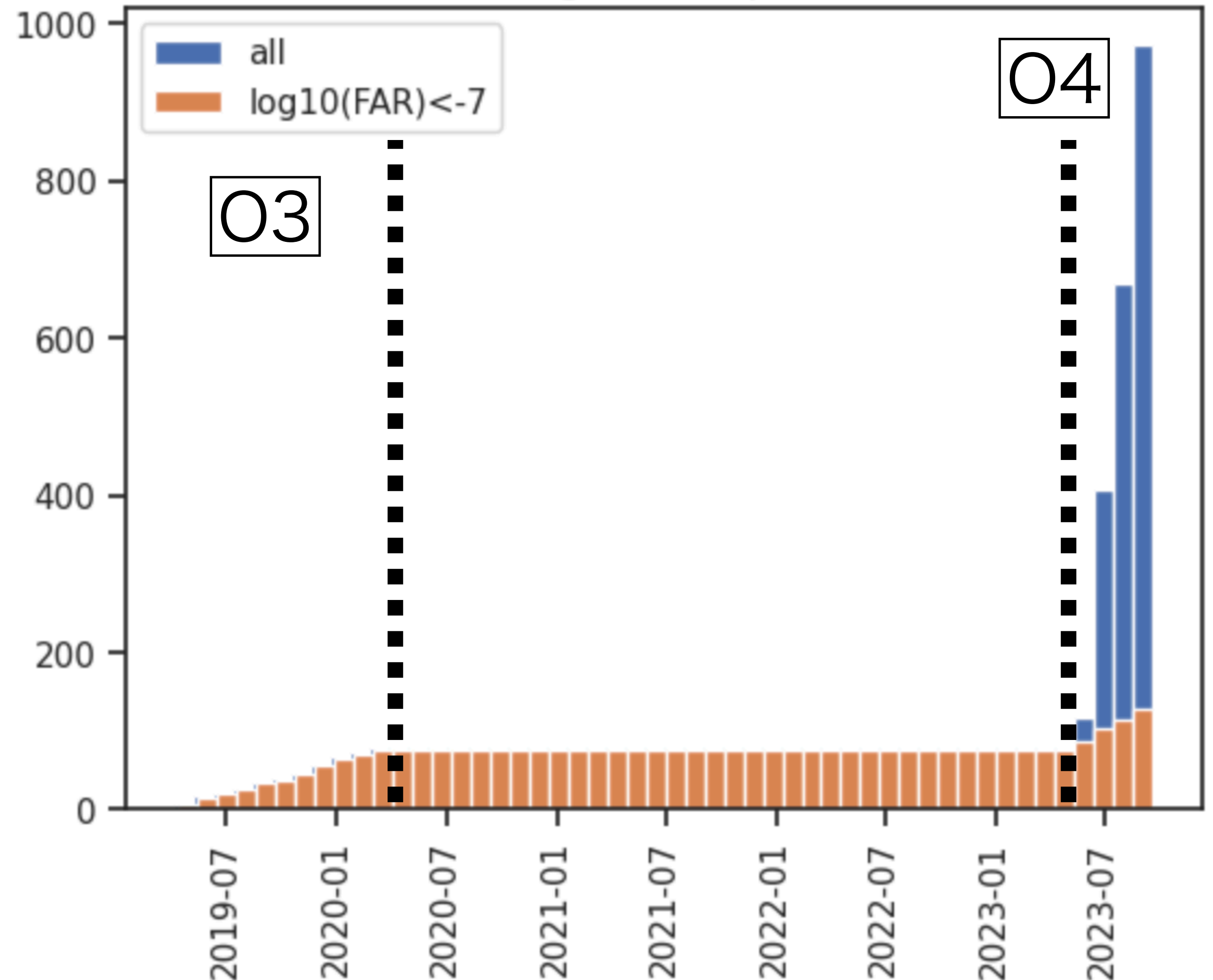
重力波検出器の観測プラン



03と04での重力波イベントの推移

- ・ 04が始まってから多数の重力波アラートが発信
- ・ 03に比べて発信頻度が激増

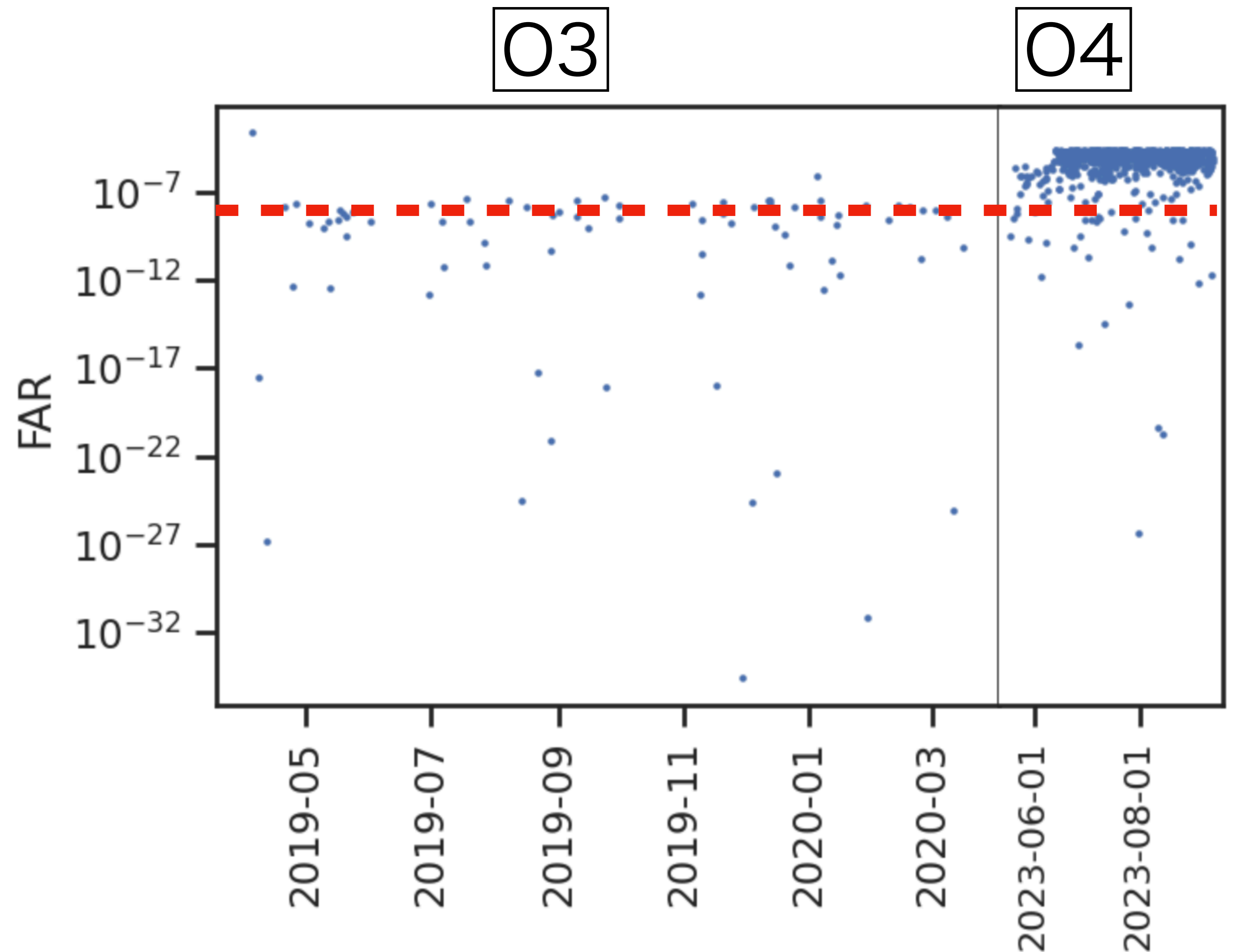
重要なイベントをセレクションする必要



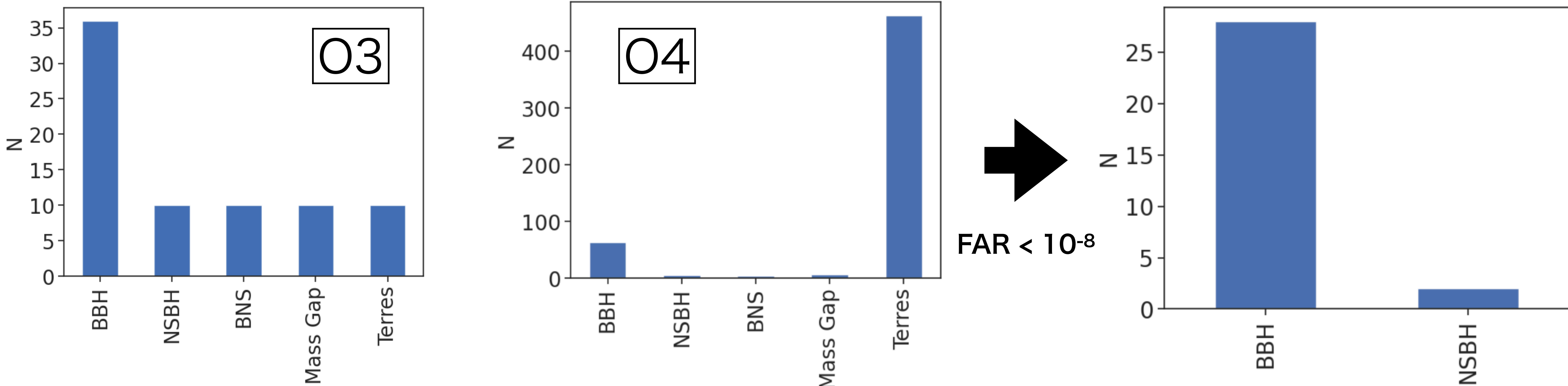
False alarm rate (FAR)

- False alarm rate (FAR) が重力波シグナルの信頼性の指標
- O4では信頼性の低いイベントも発信
- 10^{-8} (=0.3 year⁻¹) より低いFARで比較するとO3とO4で頻度に差はない

FAR が 10^{-8} より低いイベントを significant event として抽出



重力波イベントの分類



O3ではほとんどのイベントが天文現象起源だった

O4では信頼性の低いイベントもアラートしているため、ほとんどが Terrestrial である

J-GEMでは重要なイベントに焦点を当ててフォローアップ観測を実施する

まとめ

- ・ J-GEMではLVKからの重力波アラートのフォローアップを実施している
- ・ O3から新たな望遠鏡が参加している
- ・ 画像の差分解析から取得された画像に存在する突発天体を検出する
- ・ O4では信頼性の低い信号のアラートも発信されるため、FARに閾値を設けて信頼性の高い重力波イベントに絞ってフォローアップ観測を行う

