

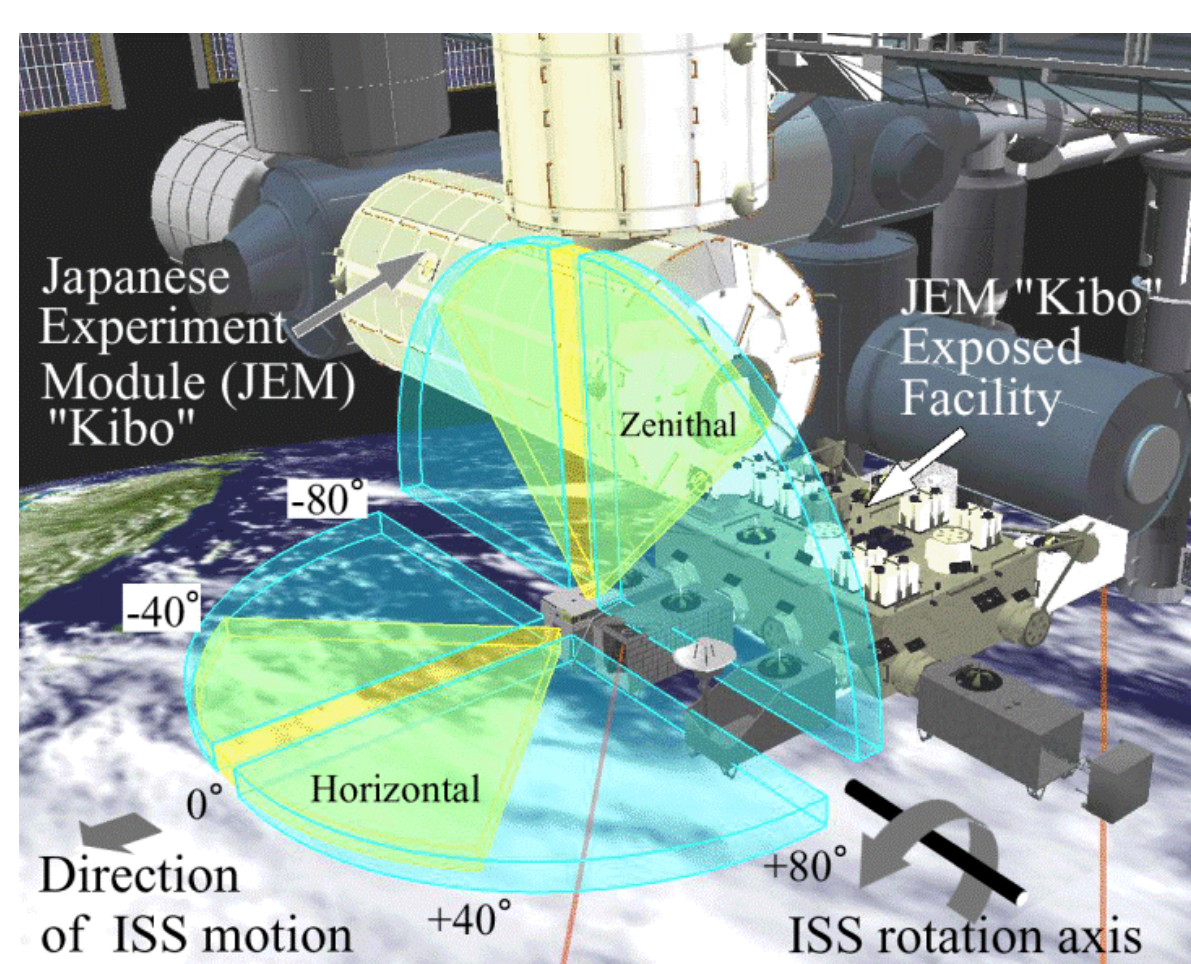
P-30 MAXI による GW170817 からのX線放射の探索

杉田 聡司, 河合 誠之(東京工業大学), 根来 均(日本大学), 芹野 素子(青山学院大学),
中平 聡志, 三原 建弘(理化学研究所), MAXI チーム

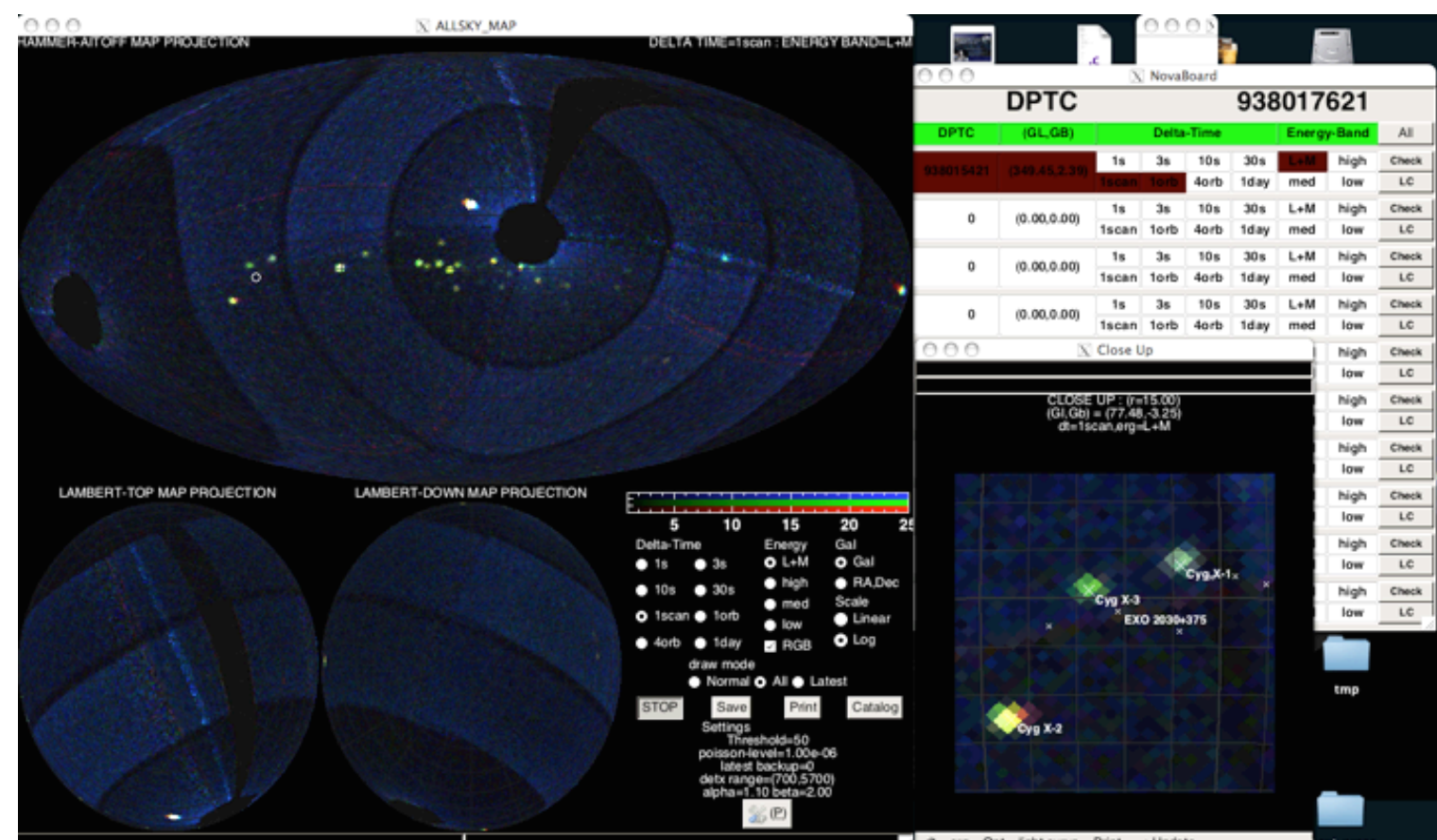
国際宇宙ステーションに搭載された全天X線観測装置 MAXI は、92 分の軌道周期で全天の約 85% の領域をスキャン観測することができるため、重力波望遠鏡による重力波イベントの広い誤差範囲をカバーし早期 X 線放射の観測が期待できる。初めて電磁対応天体が発見された GW170817 発生時に MAXI は高バックグラウンド帯に居たため高圧を落としており、最初に観測を実施できたのは重力波検出の 4 時間 40 分後であった。それでも世界で最も早い X 線観測であり、重力波源の早期 X 線放射に対して上限値を求めることができた。

MAXIによる重力波源の観測

- All-sky monitoring in one orbit (92min)
- 重力波イベントの広い誤差範囲を1周回でカバーできる
 - ▶ GSC: 一周で全天の 85%、一日で全天の 95%
- Alert system (Nova) for X-ray transient event
- MAXI の観測で発見された突発 X 線イベントを速報する枠組みはすでに構築されている



MAXI/GSCの視野: 幅3度、長さ160度の細長い範囲でスキャンする

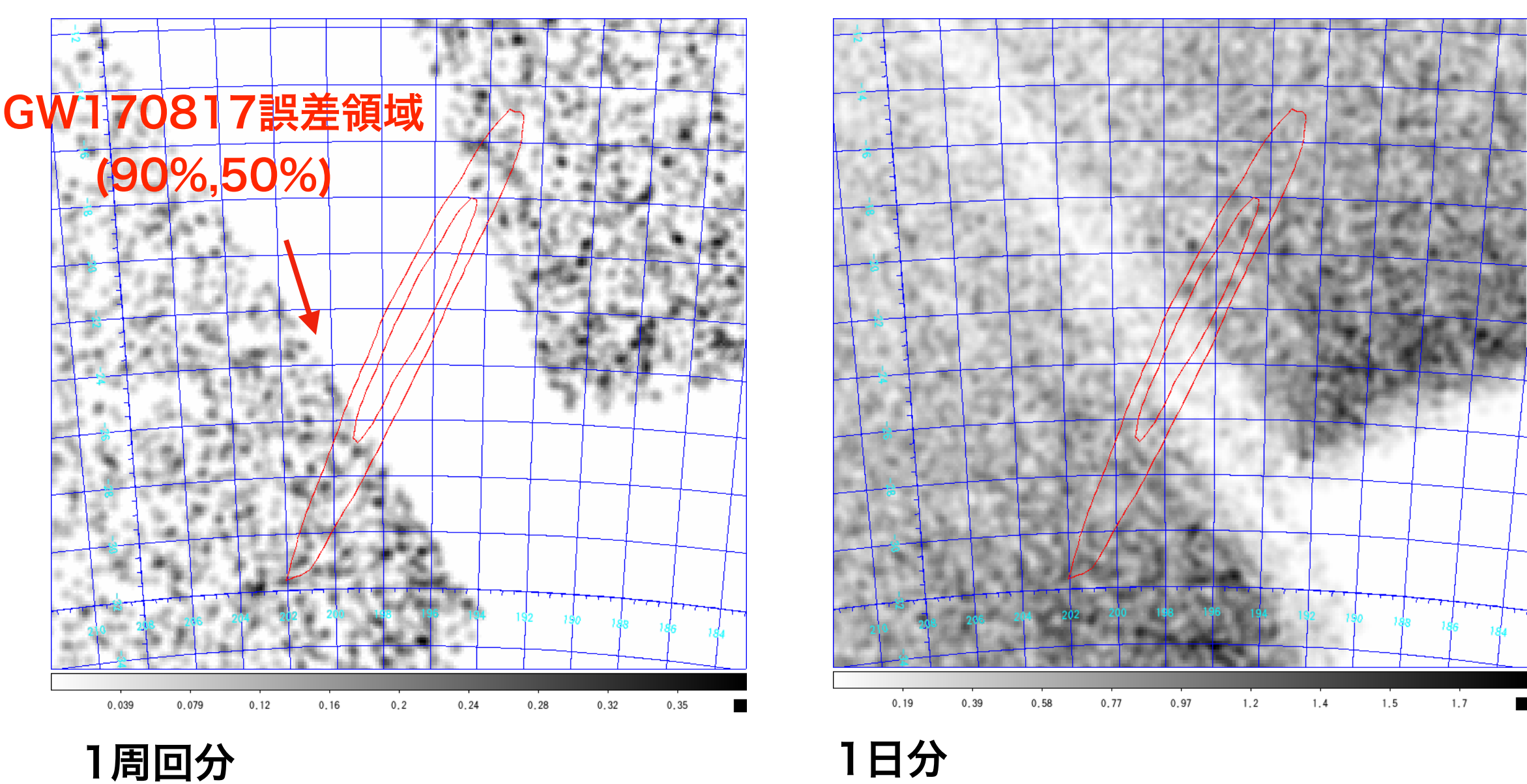


Nova-Alert システムによる突発 X 線イベントの全天監視: 観測データは MAXI DB に格納され、逐次イメージ判定による X 線イベント検出が行われている

GW170817の観測

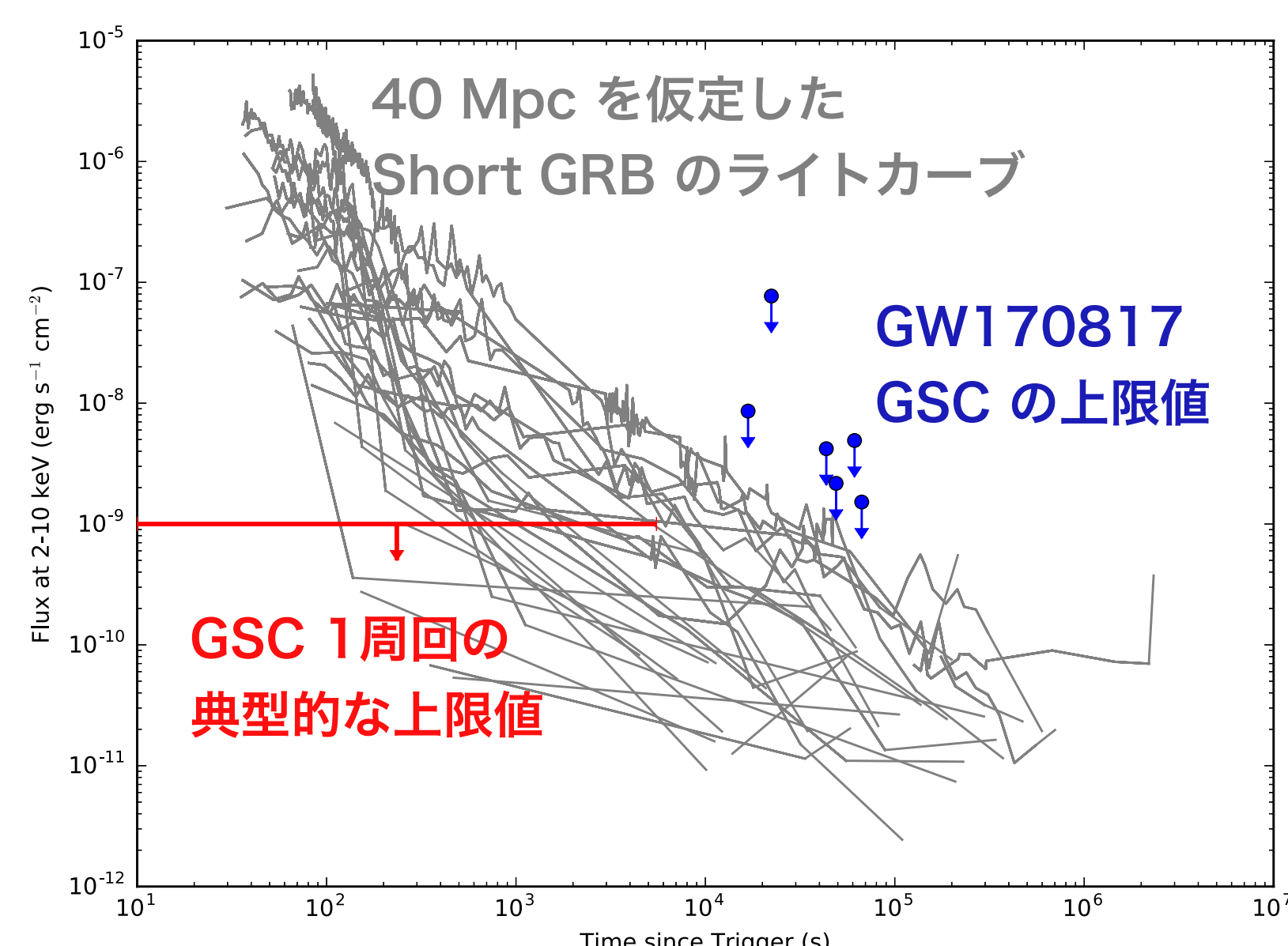
GW170817発生時、MAXIは高バックグラウンド帯に侵入していたためGSCの高圧を落としていた。発生後173秒後に観測を開始し1周回で誤差領域の62%、1日で100%をカバーした。誤差領域内で有意な X 線イベントは検出されず、2-10 keV の X 線フラックス上限値は 3σ で平均 53/26 mCrab (1周回/1日) であった。

GW170817誤差領域とGSCのイメージ



SSS17a X線フラックス上限値

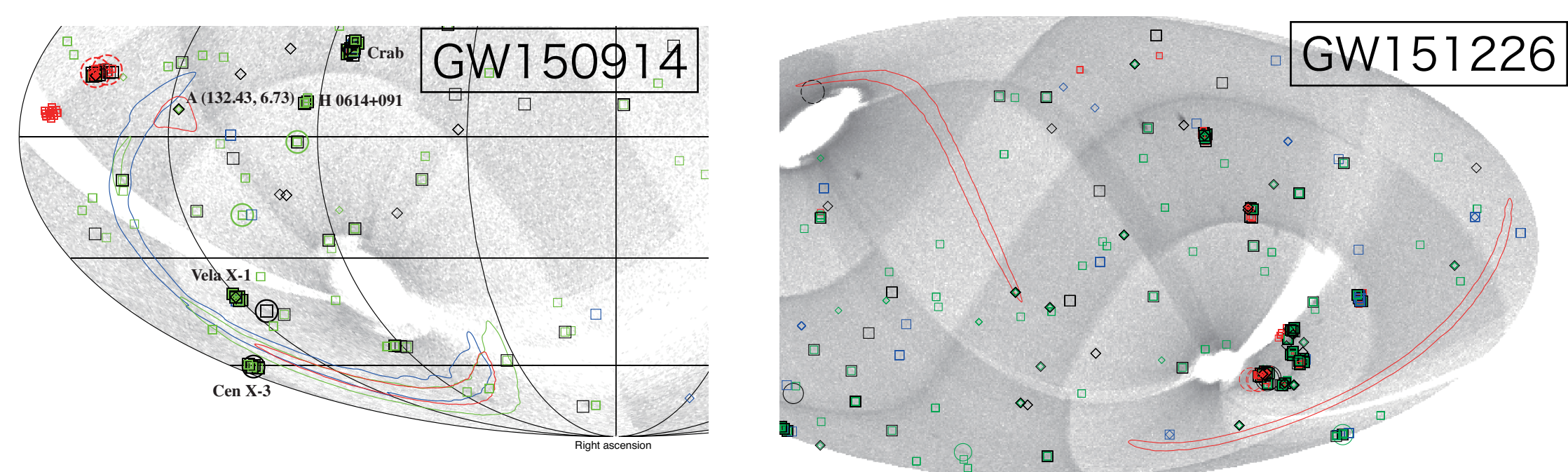
SSS17a の X 線フラックスの上限値と過去の Short GRB afterglow のライトカーブと比較を行った。



- GW170817 の観測結果からは Short GRB afterglowに対して制限がつかなかったが、今後のイベントで発生から1周回中に観測を行うことができれば十分な検出感度が達成できる

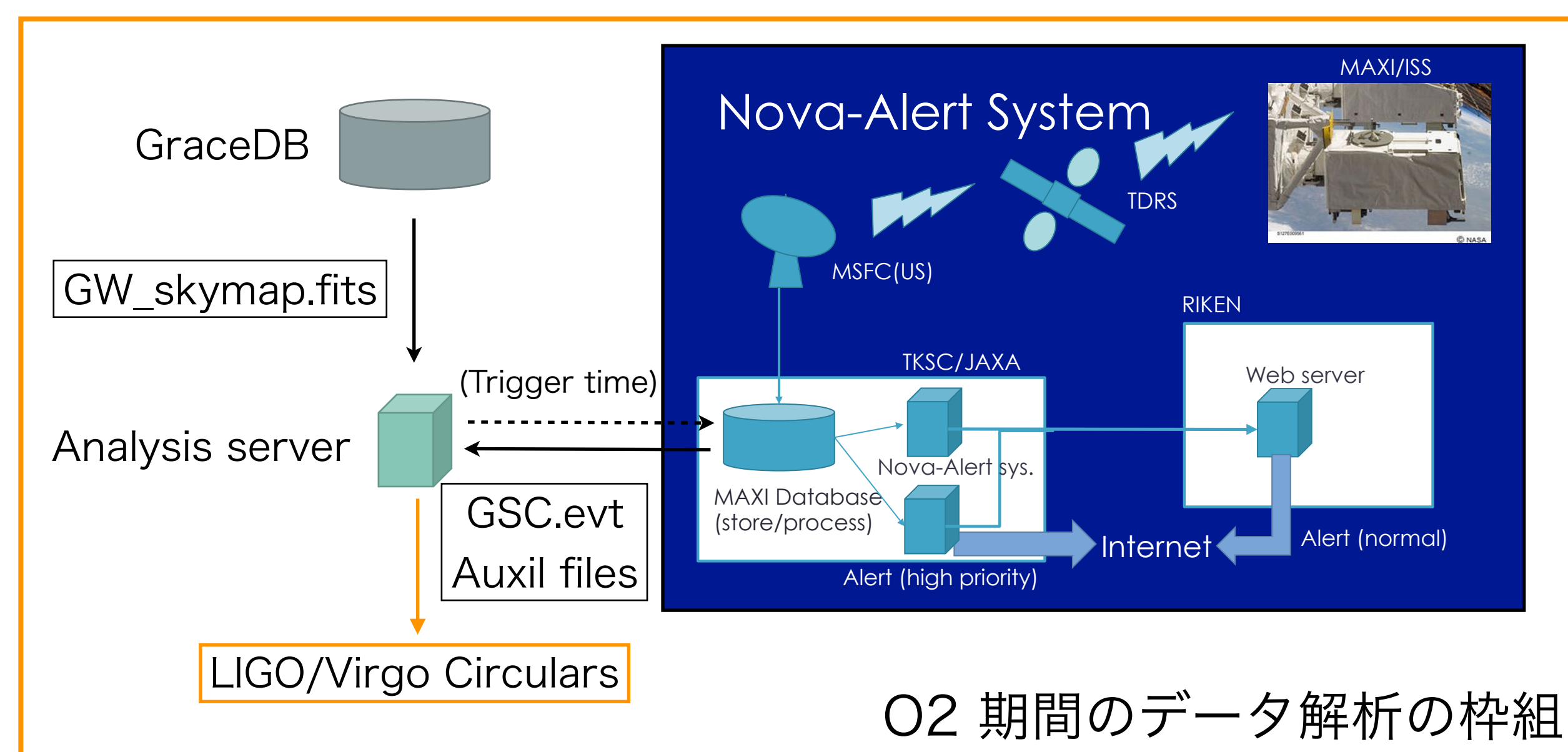
GWイベント観測/速報の枠組み

- GWイベント発生時、有意な X 線信号が検出されれば Nova-Alert システムにチームに通報され、位置や検出全世界に速報される



GWイベント発生から1周回中 Nova-search で検出されたイベント例

- GraceDB からGWイベントの発生誤差領域の情報を受け取り、Nova-Alert では検出されなかったレベルのイベントを調査
- GWイベント誤差領域内の X 線フラックス上限値を計算し、LIGO/Virgo Circular に報告している



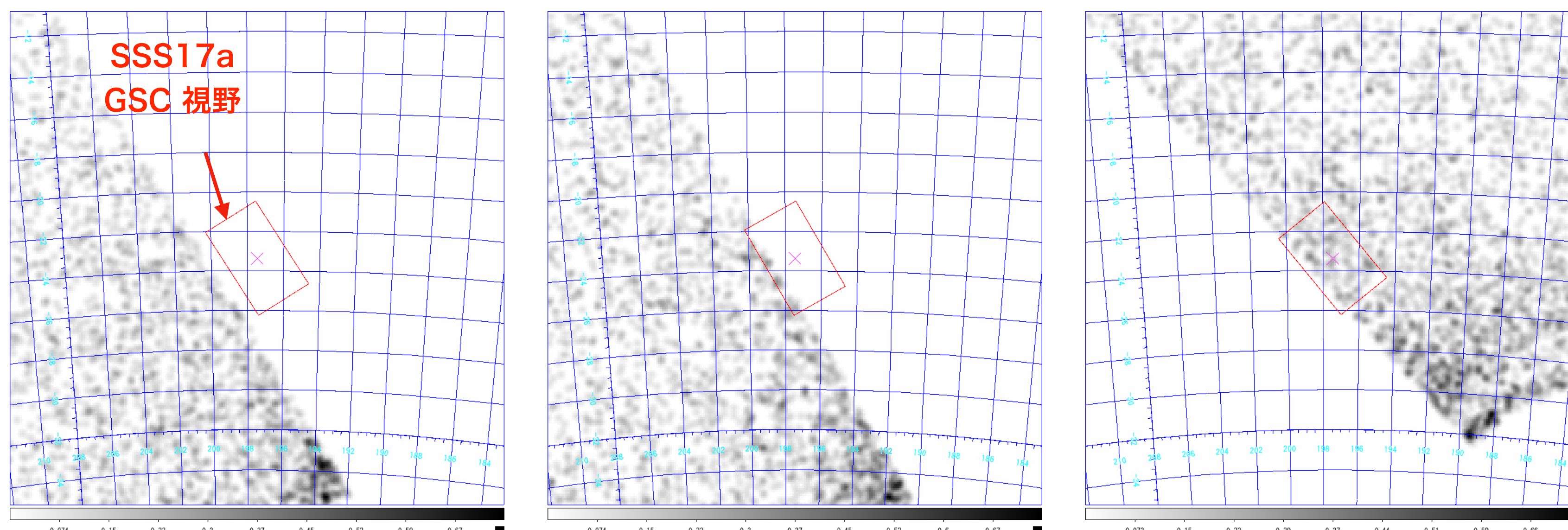
O2 期間のデータ解析の枠組

GW150914	Kawai et al., 2017
GW151226	Serino et al., 2017
GW170104	GCN20364
GW170814	GCN21494
GW170817	GCN21555

GW170817可視光対応天体の観測

GW170817の発生から10時間後に可視光対応天体(SSS17a)が発見された。MAXIはGW170817発生1分後にSSS17aが視野に入っていたが、高圧を落としていたため観測は行われなかった。最初に観測されたのは4時間40分後、視野に完全に入ったのは13時間36分後であった。

GSCのSSS17aの視野と観測イメージ



GWトリガー時刻(T0)~

T0+16797秒(4時間40分)~

T0+49021秒(13時間36分)~

LIGO/Virgo Observe run (O3)

- 2018年から始まる O3 では中性子星合体イベントで 170 Mpc まで検出感度が上がり、検出数が10個程度に増えると期待される
- GW170817では、発生から一日以降のSwift/Chandraの観測により従来より2桁以上暗い X 線afterglowが報告されているが、未だ早期は観測されていない。MAXIによる早期 X 線afterglowの観測が中性子星合体イベントの X 線放射モデルに新たな制限を加えることが期待できる