重力波観測ラン03における J-GEMの可視・近赤外フォローアップ観測

笹田 真人 (広島大学) on behalf of J-GEM Collaboration



重力波源の電磁波対応天体観測

中性子星連星の合体時に重力波を放出し、 電磁波を放射する



•r-process によりランタノイド原子の生成 •電磁波対応天体観測から、重元素生成のメ カニズムに迫る

GW170817の重力波確率と領域内にある可視光天体



Lipunov+ 2017

- •広大な重力波確率領域から突発天体を発見しな ければならない。
- •視野が広くない望遠鏡は候補母銀河を観測

重力波検出器と観測スケジュール

LIGO Hanford Observatory



Credit: Caltech/MIT/LIGO Laboratory.

 ・56もの重力波が検出 ・明らかな電磁波対応天体は未発見(候補天体は報告されている)



・中性子星連星合体やブラックホール中性子星連星合体などからの重力波も検出

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



・重力波の電磁波対応天体の検出を目指す日本のコラボレーションコミュニティ



J-GEMにおける重力波源天体の観測システム



重力波源は銀河の近傍に発生する可能性 → 銀河をサーベイ観測し突発天体を探す





J-GEMによる即時 フォローアップ

- •イベント発生後、早期のフォローアップ による対応天体検出が求められる
- •22イベントにフォローアップを実施
- •10イベントをアラート開始後0.5日までに 観測開始
- •GW170817発見時刻よりも早く対応天体 を検出するポテンシャルがある

ン



観測された限界等級とキロノバの等級

- •観測された限界等級に対して、各距離に あるGW170817との比較
- •破線はGW170817のgバンドでの極大等級
- •40,100 Mpcで発生する中性子星連星合 体の場合には検出可能



限界等級と爆発モデル

- •中性子星連星合体によって発生する電磁波放射
 - ・キロノバ (r-process)
 - ・コクーン (ジェットと周辺物質の相互作用)
 (図のモデルは100 Mpcにイベントが発生した場合)
- •J-GEMのフォローアップによって電磁波対応天体検出が可能
- 重力波源の電磁波放射を早期検出
 → 放射モデルを切り分ける

全てのイベントの取得された限界等級と爆発モデル



03で検出された重力波

- •多くがブラックホール連星からの重力波
- •中性子星を含む連星合体からの重力波も複 数検出(~200Mpc)
- •100Mpc未満のイベントはなし
- ・候補母銀河数は100を超える (多くは1000以上)
- •J-GEMでは100天体以上の銀河を観測可能



信頼領域



04における中小口径望遠鏡の役割

Epoch		2015-
中性子星合体距離(Mpc)	LIGO	40–80
	Virgo	_
	KAGRA	_
信頼領域 (deg2)		460-53

- ・LIGO&Virgoで中性子星合体を検出(115Mpcまで)
- ・位置決定精度の向上(200 deg2以下)
- •115Mpc, 200deg2の場合の銀河数は100程度
 → J-GEMや中小口径望遠鏡でフォローアップ可能



重力波源の近赤外線観測

•中性子星合体は

▶可視光で急激に減光する (2~5日で減光) ▶近赤外は明るさが持続 (~10日程度)

•近赤外の放射は暖められた周 囲物質からの熱放射(放射エ ネルギーの推定)

近赤外フォローアップも重力波源 -11 の検出・物理解明に必須

AB絶対等級





まとめ

- も複数イベント検出された
- 後0.5日以内にフォローアップを実施した
- 可視光放射モデルを制限できる
- •100Mpc, 200deg2 のイベントであれば対応天体検出が可能である
- •可視光のみならず、近赤外帯域のフォローアップも重要となる

・重力波観測ランO3において56もの重力波イベントが検出され、中性子星を含む連星合体

•J-GEM によって22イベントに対してフォローアップを行い、10イベントはアラート発信

•100MpcまでのキロノバについてJ-GEMで検出可能であり、早期発見によりキロノバの

