#### 重力波検出器による階層的な観測ネットワークを用いた

連星合体の早期方向特定性能の見積もり(II)

#### 藤井善範

#### 東京大学 理学系研究科 天文学専攻 博士課程2年 国立天文台 重力波プロジェクト推進室

Thomas Adams, Frederique Marion(LAPP), Raffaele Flaminio(国立天文台)

#### 重力波検出器による階層的な観測ネットワークを用いた

連星合体の早期方向特定性能の見積もり(II)

内容: 感度が異なる場合の、 Advanced-LIGO, advanced-Virgo KAGRAを用いた早期方向特定の 方法は?そのパフォーマンスは?







- 2015.9.14 初検出! - BBH, BNS 検出!
- → 新しい天文学!

#### 電磁波 フォローアッフ 観測のためには、

## → Fast source localization (早期方向特定)



```
その重力波、どこから?
```







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

## 波源の方向特定には、

## →複数台の重力波検出器



#### できるようになること:

- より精度の良い方向特定
- より連続的な観測
- 全天のカバー
- 偏極の情報の取得

#### 感度が異なる場合は...?





#### 感度が異なる場合は..?



より精度の良い方向特定:

→ トリプル(以上)のコインシデンス
 → 起こりづらい。

階層的な観測ネットワーク



#### 階層的な観測ネットワーク

## → このアプローチでの、方向特定のパフォーマンスは? → Threshold (V) と Threshold (K) は、 どこまで下げるとよい?

#### 計算準備:



- 2. Two LIGOs (54 Mpc), Virgo, KAGRA ( < 54 Mpc) Higher sensitivity × 2 / Lower sensitivity (× 2)





## 計算の流れ(2)



パフォーマンス (まず HL のみ):

#### (SNR threshold for H, L = 5.)



**パフォーマンス** (HLV と HL):

#### (SNR threshold for H, L = 5.)



**パフォーマンス** (HLV と HL):

(SNR threshold for H, L = 5.)



**パフォーマンス** (HLV と HL):



階層的な観測ネットワーク by; HL: 54-54 Mpc, SNR threshold = 5, V : >12 Mpc, SNR threshol<u>d ~ 3.5</u>

早期方向特定の パフォーマンス向上が可

階層的な観測ネットワーク

### 感度が H1:L1:V1 → 1:1:0.5

### V1 SNR threshold $\rightarrow$ 3.5

#### → KAGRA を加えると?



**パフォーマンス** (HLV と HL):

(SNR threshold for H, L = 5, V = 3.5)



パフォーマンス (HL/HLV/HLK/HLVK): (SNR threshold for H, L = 5, V = 3.5)



パフォーマンス (HL/HLV/HLK/HLVK): (SNR threshold for H, L = 5, V = 3.5)



パフォーマンス (HL/HLV/HLK/HLVK): (SNR threshold for H, L = 5, V = 3.5)



パフォーマンス (HL/HLV/HLK/HLVK): (SNR threshold for H, L = 5, V = 3.5)



### KAGRA の Contribution 度合?:

1. 劇的に変化しない? → もともと、KAGRA にうれしくない方向のインジェクション 多。



2. 干渉計は、ロックしないと、動作しない。

→ KAGRA: より連続的に、3台検出器 階層 ネットワークのパフォーマンスが期待。



#### <u>HLV & HLVKによる方向特定パフォーマンスの見積もり:</u>

階層的な観測ネットワークを用いると、 Virgo / KAGRA の BNS range が LIGO の 20% より高ければ、 V/K SNR threshold ~3.5/~4 のとき the accuracy & precision は最適。 **→ コミッショニング進行中の低感度の検出器を有効に利用可。** 

#### Next steps:

Duty cycle を考慮した場合の見積もり
 どれかの干渉計が動作していなかった場合の見積もり
 → HLK による階層的な観測ネットワークの方向特定のパフォーマンス
 → VK / HVK / LVK / etc を用いた方向特定のパフォーマンス

#### Backup



## Generating & mixing artificial V triggers



## Generating & mixing artificial V triggers



$$SNR = metadata + Gauss(0,1)$$
  

$$Time = metadata + Gauss(0,0.66 \text{ ms}*\frac{6}{\text{SNR}})$$
  

$$Phase = metadata + Gauss(0,0.25 \text{ rad})$$

## 計算の流れ(まとめ)





#### **Assumed noise curves:**



## **Trigger population:** V1 range = 15 Mpc





# HLVi = HL + Vinjection 29 % HLVr = HL + Vrandom 11 % HL 60 %

#### Ranges (Mpc): H1:L1:V1:K1 = 54 : 54 : 27 : 18 SNR Threshold H1:L1:V1:K1 = 5 : 5 : 3.5 : var



**バフォーマンス** (by HLV & HL):

#### (SNR threshold for H, L = 5.)



階層的な観測ネットワーク by; HL: 54-54 Mpc, SNR threshold = 5, V : >12 Mpc, SNR threshold ~ 3.5

早期方向特定の
 パフォーマンス向上が可<sub>37/26</sub>

パフォーマンス (HL/HLV/HLK/HLVK): (SNR threshold for H, L = 5, V = 3.5)

