

# スペース重力波アンテナ DECIGO計画(28): サイエンス

瀬戸直樹(京大理)

八木絢外(京大理)

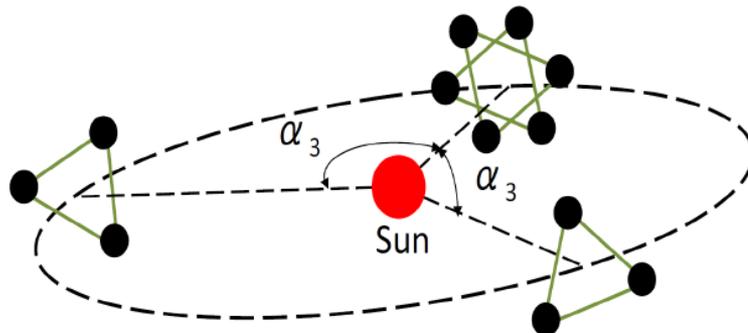
DECIGOワーキンググループ

2010年9月13日 物理学会 九州工大

# 内容

- DECIGOの観測対象のレビュー
- NS+NSクリーニングの問題 (Yagi & Seto 10)
  - 干渉計の配置とSNRの最小値
    - 解析的評価(干渉計静止)
    - 数値的評価(干渉計運動)
  - 全て除去するのに必要な感度
- まとめ

幾何学的最適化



# DECIGOのサイエンス

川村さん作成

## DECIGO

重力波源:  
宇宙論的現象

サイエンス:

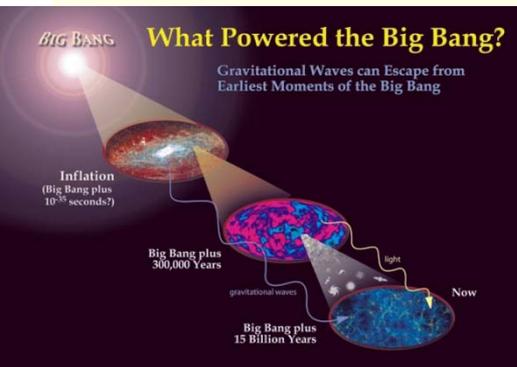
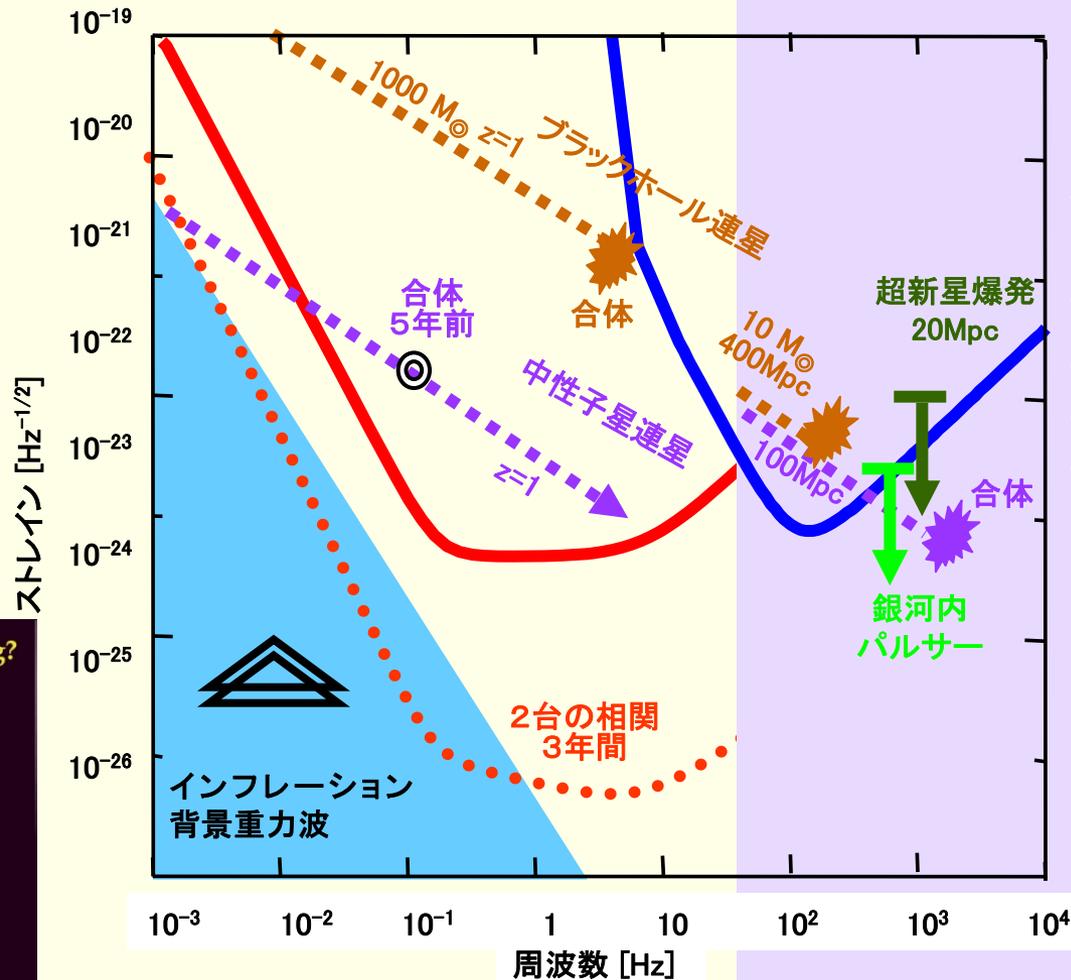
- ① インフレーション
- ② 巨大BHの形成
- ③ dark components

## LCGT

重力波源:  
天体現象

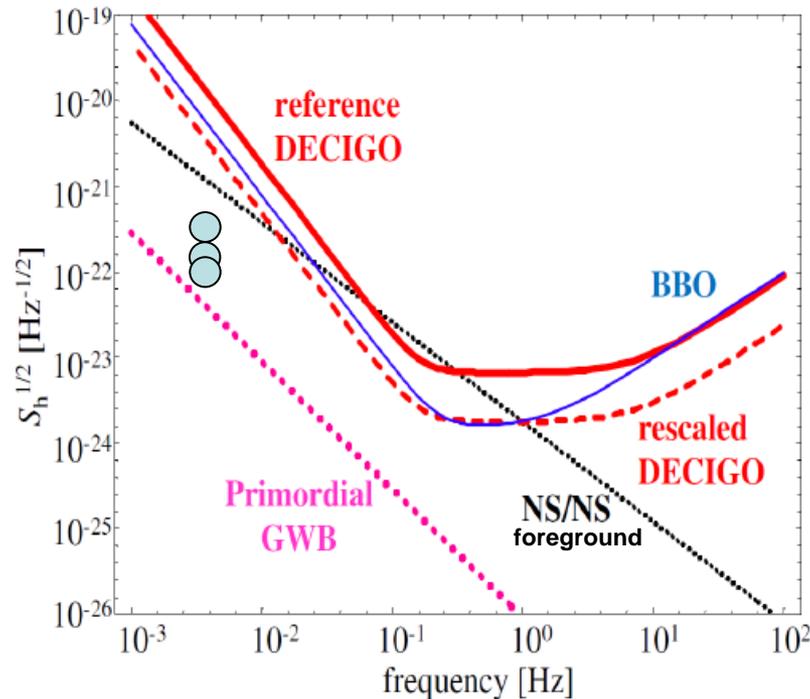
サイエンス:

- 一般相対論の検証
- 爆発のメカニズム
- ガンマ線バースト



# NS+NS foreground

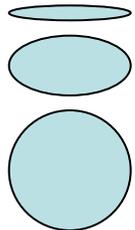
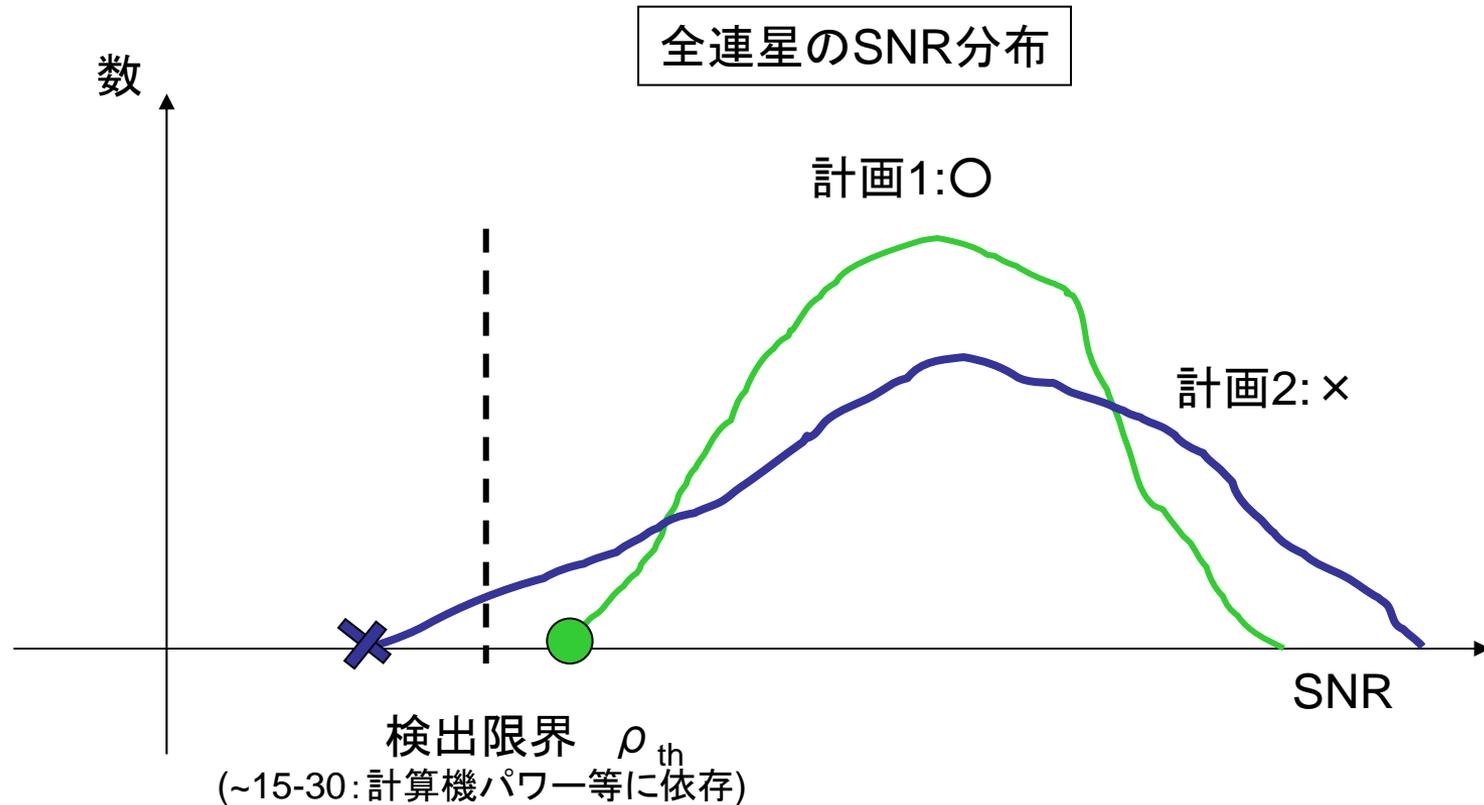
- 合体レート:  $10^5/\text{yr}$  ( $z=5$ までであると仮定)
- total amplitude:  $\Omega_{\text{GW}} \sim 10^{-11.5}$  ( $\Leftrightarrow 10^{-15}$ )
- **一つずつ、全連星を取り除く** ( $\Leftrightarrow 10^{7.5}$ データ)



全連星を検出できるか<sup>4</sup>?

# SNRの最低値に注目する

これが検出限界よりも大きいのか？



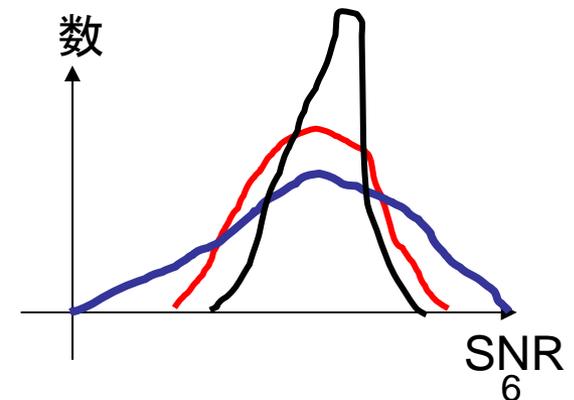
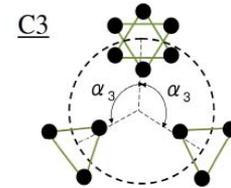
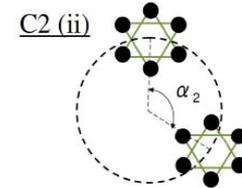
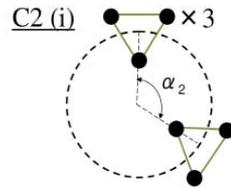
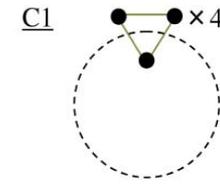
Inclination依存性は簡単

以下z=5でedge-onの連星について望ましい干渉計配置を調べる

# 4セットの等価な干渉計ユニット

## 配置だけ変える

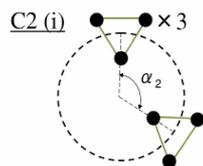
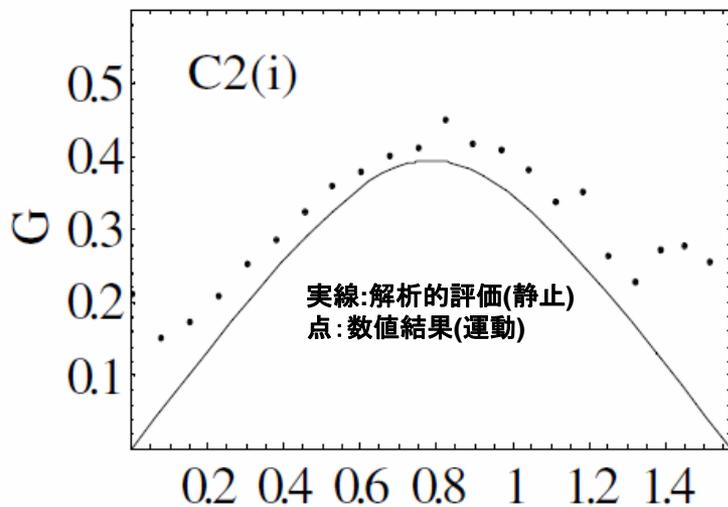
- SNRの二乗平均は一致
- detectorが止まっている場合
  - ほぼ解析的にSNRの最小値が評価可能
  - 定性的傾向
    - 一箇所置く(C1): 死角あり
    - 二箇所以上: 死角消える
    - 干渉計面を増やす: 平均化でSNRの分散減



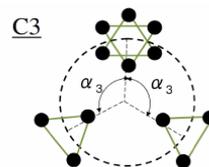
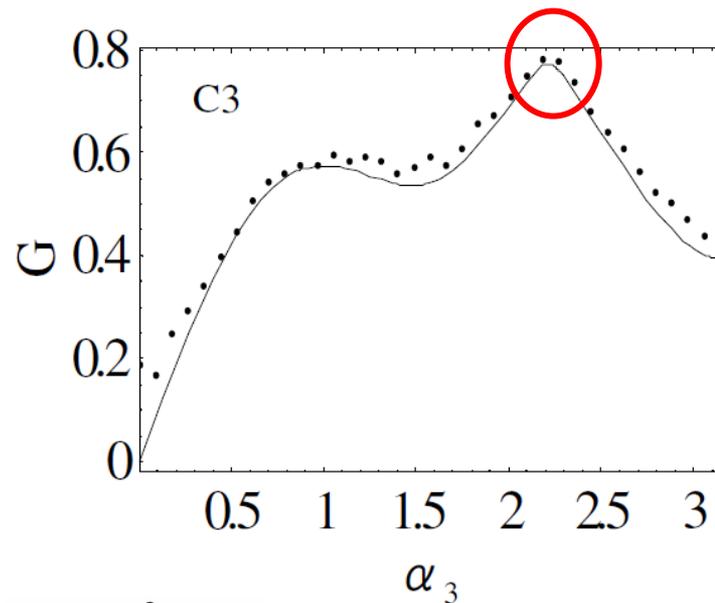
- 干渉計が動く場合(SNRは数値的に評価)

- 一般にSNRは平均化される
- high-z: 連星の観測時間が減る
  - 止まっている場合に近づく

幾何学的情報のみを取り出すために  $G \equiv \frac{SNR_{\min, z=5}}{\langle SNR_{z=5}^2 \rangle^{1/2}}$  を導入



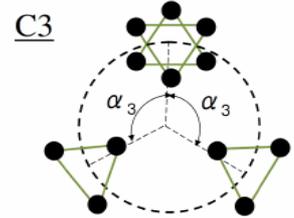
$\beta_2 (\alpha_2 \text{の関数})$



$\alpha_3 = 126.6$ 度が最適な配置角  
 $G = 0.78$

# 必要な感度は?

- 2+1+1台の時
  - $\alpha_3=126.6$ 度が最適な配置角
  - $G=0.78$
- $SNR_{\min,z=5}$ が検出限界  $\rho_{th}$  以上



$$G \equiv \frac{SNR_{\min,z=5}}{\langle SNR_{z=5}^2 \rangle^{1/2}}$$

感度曲線の単純な積分である  $\langle SNR_{z=5}^2 \rangle^{1/2}$  の条件に焼きなおすと

$$\langle SNR_{z=5}^2 \rangle^{1/2} \geq 25.9 \left( \frac{G}{0.78} \right)^{-1} \left( \frac{\rho_{th}}{20} \right)$$

従来の感度は9.12に相当

NS+NS前景消去には3倍程度の感度の改善が望ましい

# まとめ

- DECIGOで多様な科学的成果が期待できる
  - インフレーション、MBH形成、dark components, ...
- そのためには**前景のクリーニングが不可欠**
  - **NS+NS**は堅いソース
  - $\Omega_{\text{GW}}$ で**5桁下げるのが目標**
- どのような軌道配置、感度が適当
  - **SNRの最小値に注目**
  - 2+1+1台の分割: 126.6度の配置角が最適
  - 従来の感度から**3倍ほど改善**するのが安全