

# *LCGTとLIGO IIの感度比較*

東大 宇宙線研

山元 一広、 早河 秀章

*2004 April 9*

*LCGT design meeting@本郷キャンパス*

# 1. Introduction

LCGT : 他の干渉計 (LIGO II) と少なくとも同等の性能

干渉計の性能の比較のための指標

————→ Inspiral wave from NS-NS coalescence  
(1.4 solar mass)

どこまで見えるか？

イベント数 : 見える距離の3乗に比例

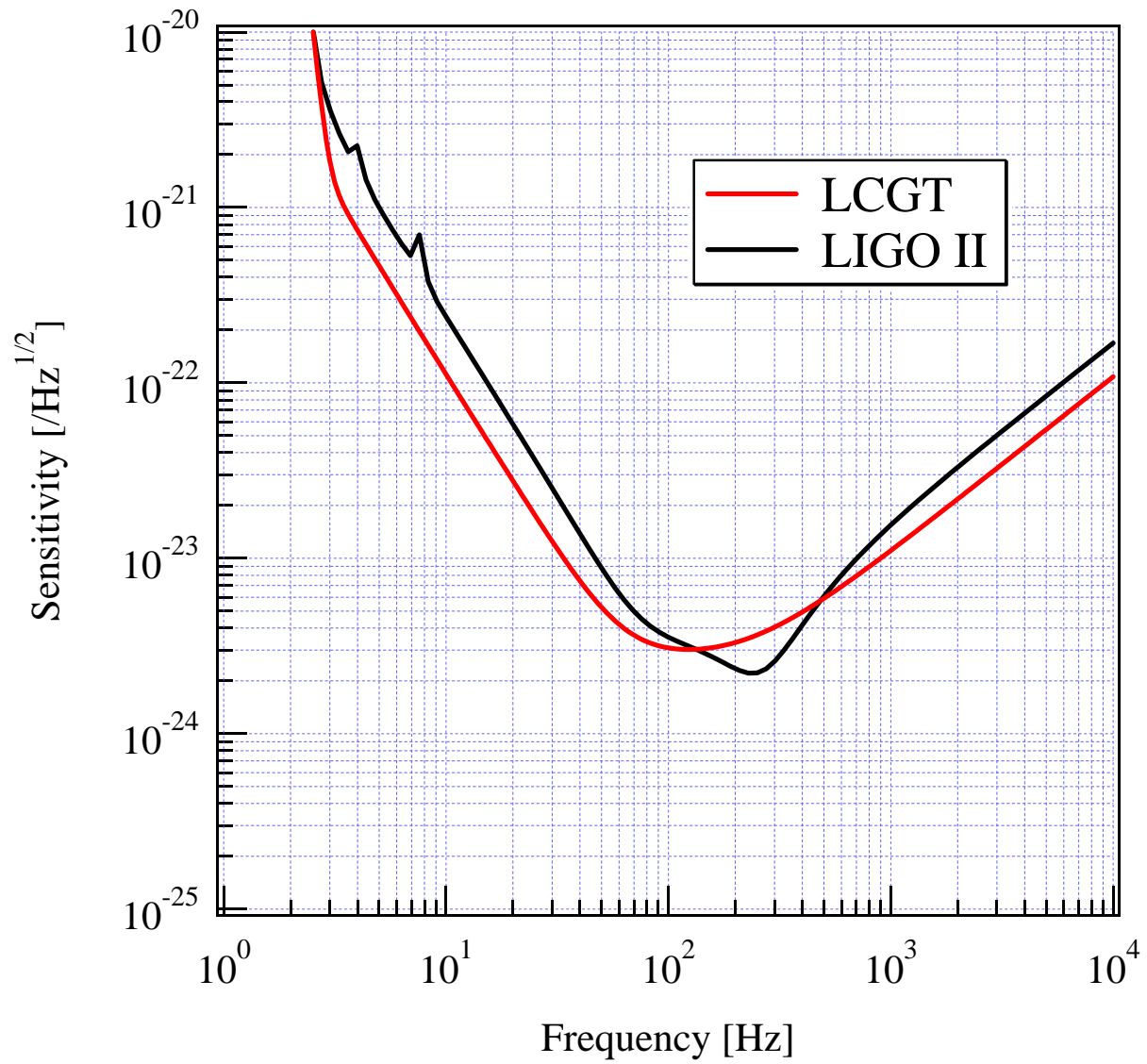
# *Recent summary*

一つの干渉計

LCGT : 135 Mpc (detuned LCGT : 174 Mpc)

LIGO II : 200 Mpc

—————→ 本当か？



# 何かおかしいのか？

- (1) “見える距離”の定義が違う？
- (2) 雑音は正しいのか？

## 参考文献

Finnが作成した感度と見える距離を  
計算するプログラム(Matlab)

Finnのpaper  
PRD 47 (1993) 2198  
PRD 53 (1996) 2878  
gr-qc 0104042

## 2. 見える距離の定義

2-1. “定義”は何に依存するか？

(1) SNRのしきい値

(2) 干渉計と連星の向き

## 2-2. LCGT(TAMA)の定義

(1) SNRのしきい値：**10**

(2) 干渉計と連星の向き：**最適な場合**を考える

(a) 重力波の進行方向は干渉計を含む面に垂直

(b) 重力波の進行方向は連星軌道面に垂直

観測限界（これ以上遠いと見えない）

## 2-3. LIGO IIとの定義の違い

3つあった

(1) SNRのしきい値

LCGT : 10

LIGO II : 8

(2) SNRの定義

LCGT :  $\rho / 2^{1/2}$

LIGO II :  $\rho$



### (3) 干渉計と連星の向き

LCGT：最適な場合を考える

LIGO II：全天平均

前提条件

- (a) 連星は宇宙に一様に分布（イベント数密度： $n$ ）
- (b) 連星の軌道面の向きも一様に分布

このとき干渉計で観測されるイベント数を $N$

$$N = (4\pi/3) d^3 n$$

となる $d$ を見える距離と定義

実効的に見える体積を球としたときの半径

$$\text{LCGT} \xrightarrow{1/14^{1/3}} \text{LIGO II}$$

## 2-4.LCGTとLIGO IIの比較

1台の場合

LCGT : 256 Mpc (LCGT定義)

LIGO II : 187 Mpc (LIGO II定義)

————→ 255 Mpc (LCGT定義)

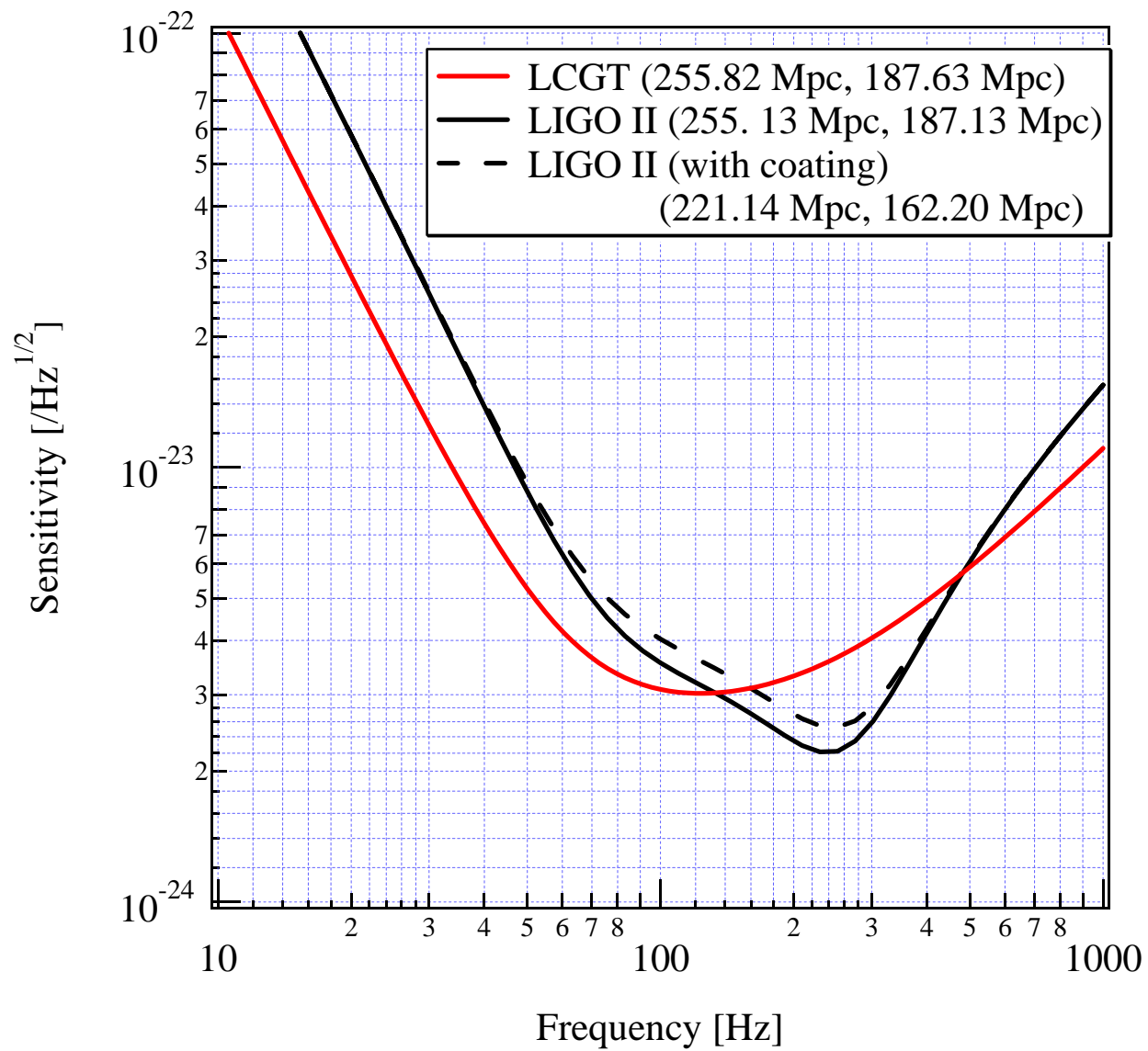
LCGT = LIGO II

### 3. 雑音について

鏡の熱雑音について2つコメント

(1) Coating mechanical loss : 考慮されていない

目標到達のためには1桁lossを小さくする必要あり



## (2) Beam profile

Gaussian beam, radius 5.5 cm  
(LCGT : 3 cm)

### LIGO IIの熱雑音対策

(鏡の半径) > 3 \* (ビーム半径)

14.25 cm < 3 \* 5.5 cm = 16.5 cm

?

### Mexican hat beam

Thermoelastic dampingには有効だが  
それ以外の熱雑音ではだめ

(K. Numata, Aspen 2003

<http://www.ligo.caltech.edu/docs/G/G030213-00.pdf>)

## 4. まとめ

(1) LCGTとLIGO IIは同等

(2) “見える距離”の定義の違い

(a) SNRの定義

(b) SNRのしきい値

(c) 干渉計と連星の向きへの取り扱い

(3) 鏡の熱雑音

LIGO II：解決すべき問題あり

LCGT：解決済み

## 5. 課題

チェックをお願いします

