

# スペース重力波アンテナ DECIGO計画(25): サイエンス

物理学会 2010春 @ 岡山大学

八木 絢外 (京大理)

瀬戸 直樹 (京大理)

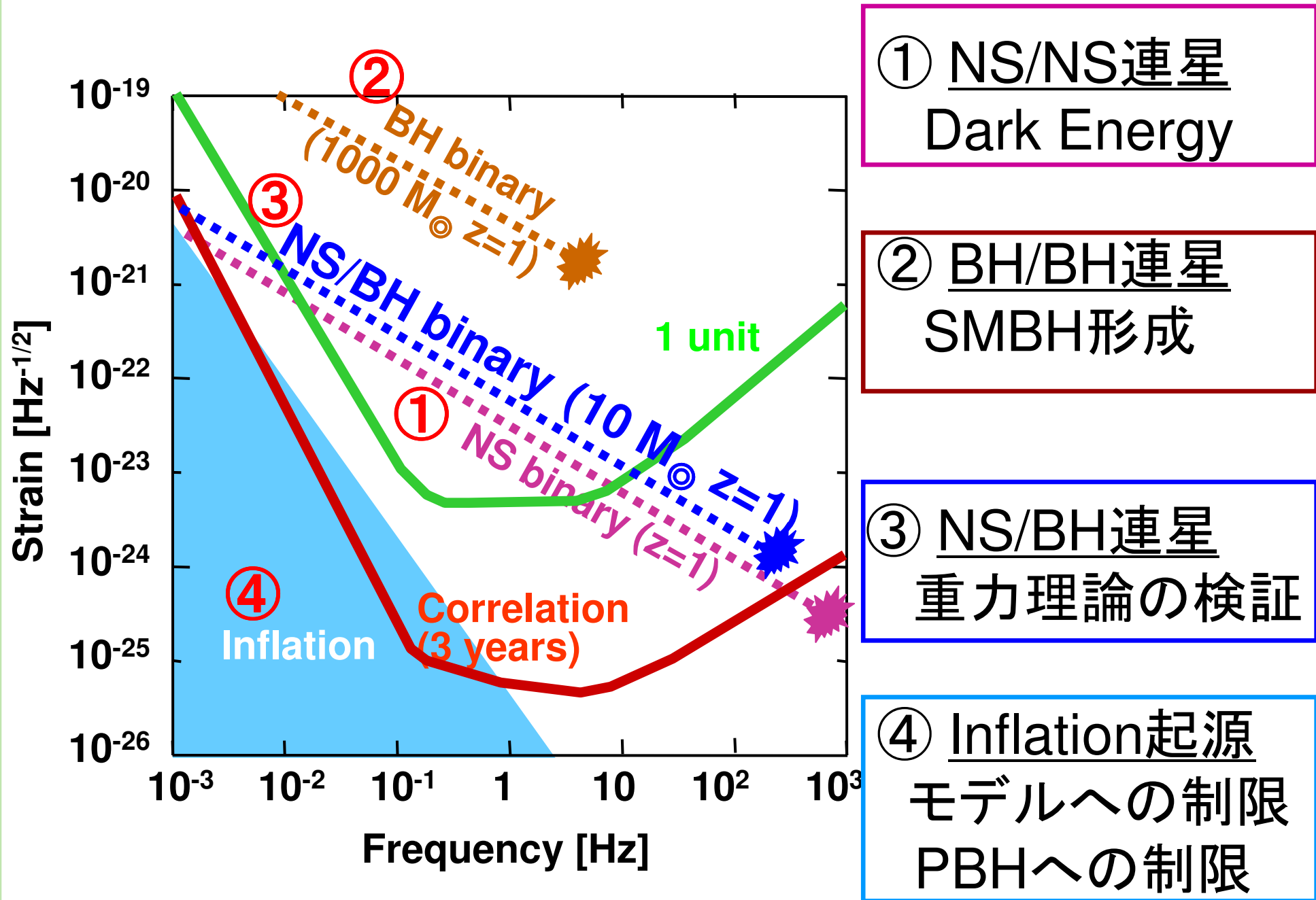
DECIGOワーキンググループ

§ 1 DECIGOによるサイエンス (Overview)

§ 2 NS/NS クリーニング

§ 3 まとめ

# § 1 DECIGOによるサイエンス(Overview)



# 1-1 Dark Energy

・観測から $D_L$ と $z \Rightarrow$  宇宙論ができる。

$$D_L = \frac{1+z}{H_0} \int_0^z \frac{dz'}{[\Omega_M(1+z')^3 + \Omega_\Lambda]^{1/2}}$$

・振幅 $\propto D_L^{-1} \Rightarrow D_L$ はよく決まる。

( $\Lambda$ CDMの場合)

・ $z$ は決まらない。(massと縮退)  
 $\Rightarrow z$ は**ele-magの観測**から決める。

**GW源とele-mag源をidentifyできるか？** (Cutler & Holz 2009)

・identifyできそう。

・BBOはDark Energy パラメータを**数%レベル**で決定できる。

**他の将来観測(supernovaやweak lensing)  
と同等もしくはそれ以上！**

# 1-2 SMBHの進化

Seed BHs (@  $z \sim 20$ ) → 合体、成長 → SMBH

よくわかっていない。 Massive ( $\sim 10^5 M_{\text{Sun}}$ ) ?  
Light ( $\sim 100 M_{\text{Sun}}$ ) ?

## ・Gair et al. 2009

Light seed BHsの進化をシミュレーション。

⇒ **Event rate > 1個/3yr** でDECIGOは**high z, low mass** の連星からのGWを検出できる。

⇒ **seed BHやSMBH形成シナリオへの示唆。**

## 1-3 重力理論の検証

- e.g. Brans-Dicke理論

- G.R.の**最も単純な拡張**

- 重力に**スカラー自由度**

- $\omega_{\text{BD}}$  … BDパラメータ  
 $\omega_{\text{BD}} \rightarrow \infty$ でG.R.に一致。

- 現在の制限:

- $\omega_{\text{BD}} > 1.5 \times 10^5$   
(Bhat *et al.* 2008)

- DECIGOはこれより**2桁以上強い制限**が可能!  
(K.Y. & Tanaka 2009)

**DECIGOは重力理論検証の強力なツール!!**

# 1-4 Inflation起源

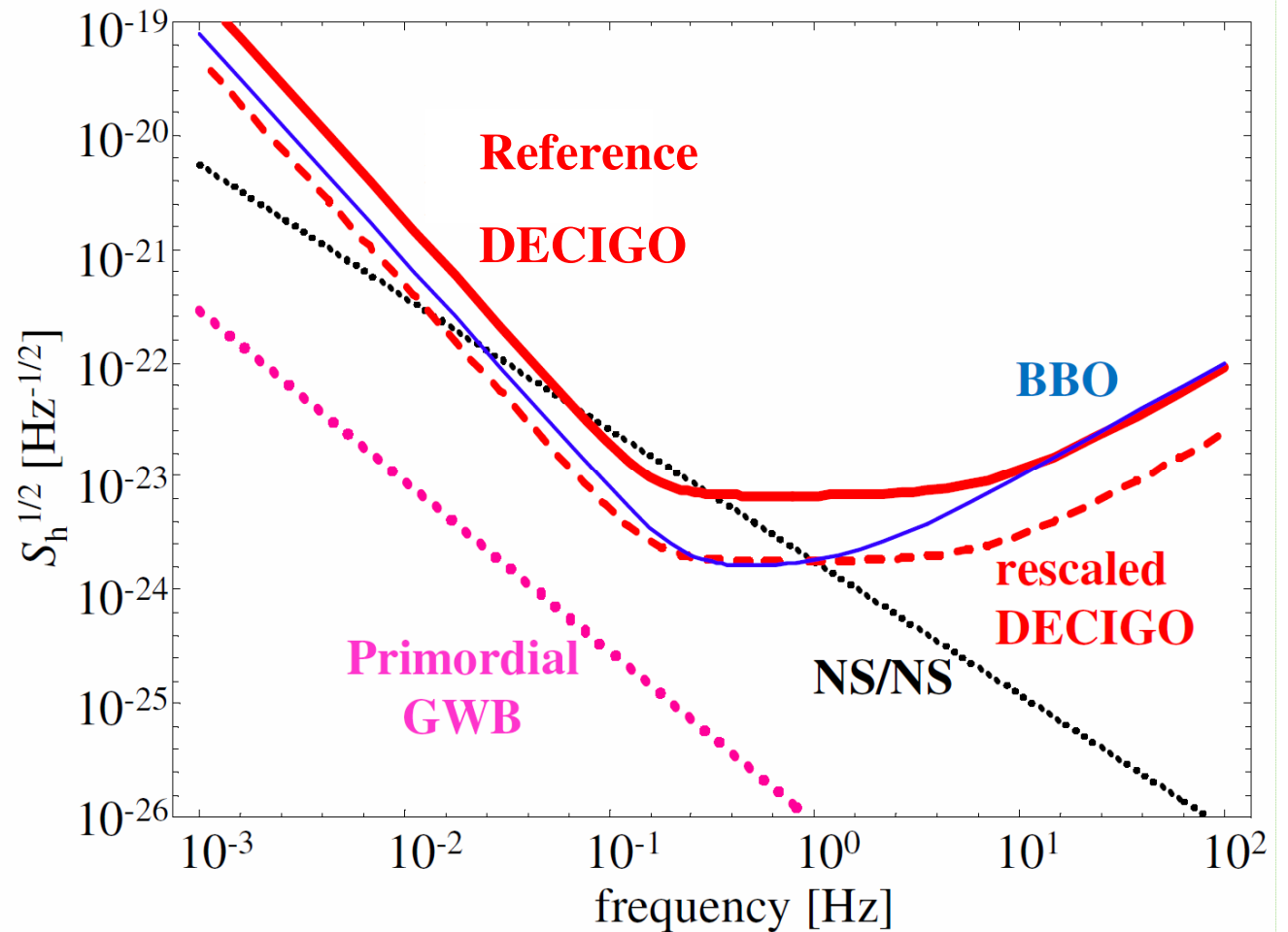
- standard, slow roll, single field inflation

$$\Rightarrow \Omega_{\text{GW}} \sim 10^{-16}$$

- 検出するためには **NS/NS連星からのGWをクリーニング** する必要あり。

- **h**で2.5桁  
 **$\Omega_{\text{GW}}$** で5桁

下げたい。



## § 2 NS/NS Cleaning

### Cutler & Harms (2006)

- ・SNR threshold  $\rho_{\text{thr}}$  を決め、これより大きいSNRの連星は除去できると仮定。
- ・検出器・・・**BBO**, 4台, **default configuration**
- ・ $\Omega_{\text{GW}}$  に対して **クリーニングできなかった割合 (Residual)  $R$**

**$R < 10^{-5}$**  であればクリーニングできる。

$$R = \frac{\Omega_{\text{GW}}^{\text{NSm,rem}}}{\Omega_{\text{GW}}^{\text{NSm}}}$$

### 結果

BBOの感度・・・クリーニング○

BBOの感度 × 1/2・・・クリーニングできるかどうかは  $\rho_{\text{thr}}$  による。

BBOの感度 × 1/4・・・クリーニング×

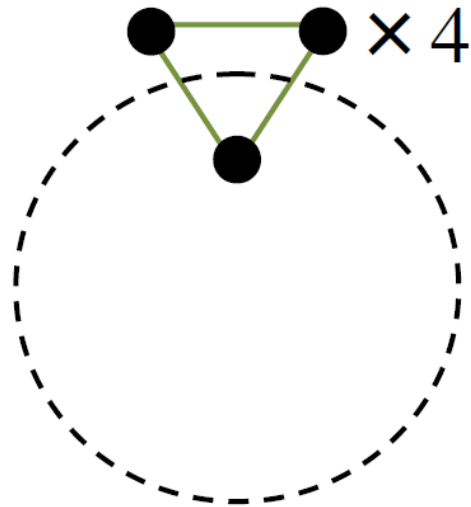
### 今回

- ・**default以外のconfiguration**でも計算。検出器は4台。
- ・角度依存性をfullに取り入れた、**Monte Carloシミュレーション**

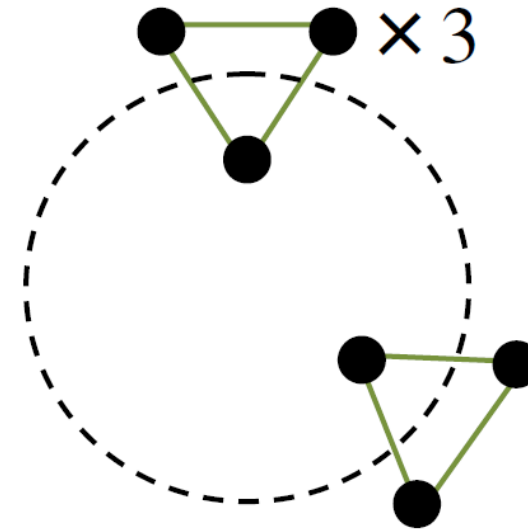
# 結果

K.Y. & Seto (in prep.)

①



②



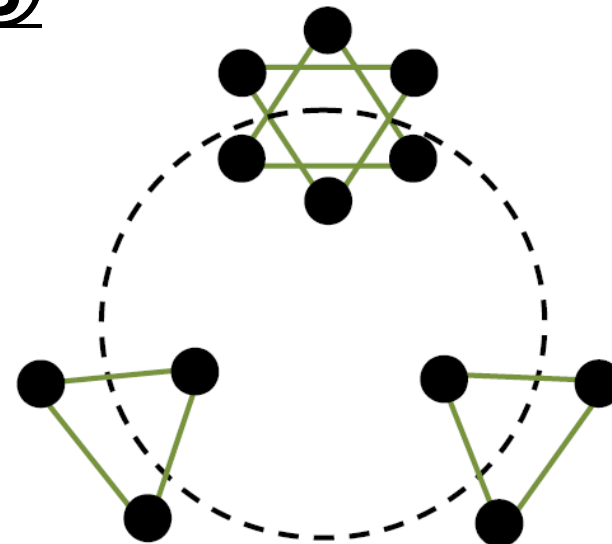
## Reference DECIGO

それぞれのconfigurationで、  
 $\rho_{thr} = 20, 30, 40$ で計算。  
どの場合も

$$R > 10^{-5}$$

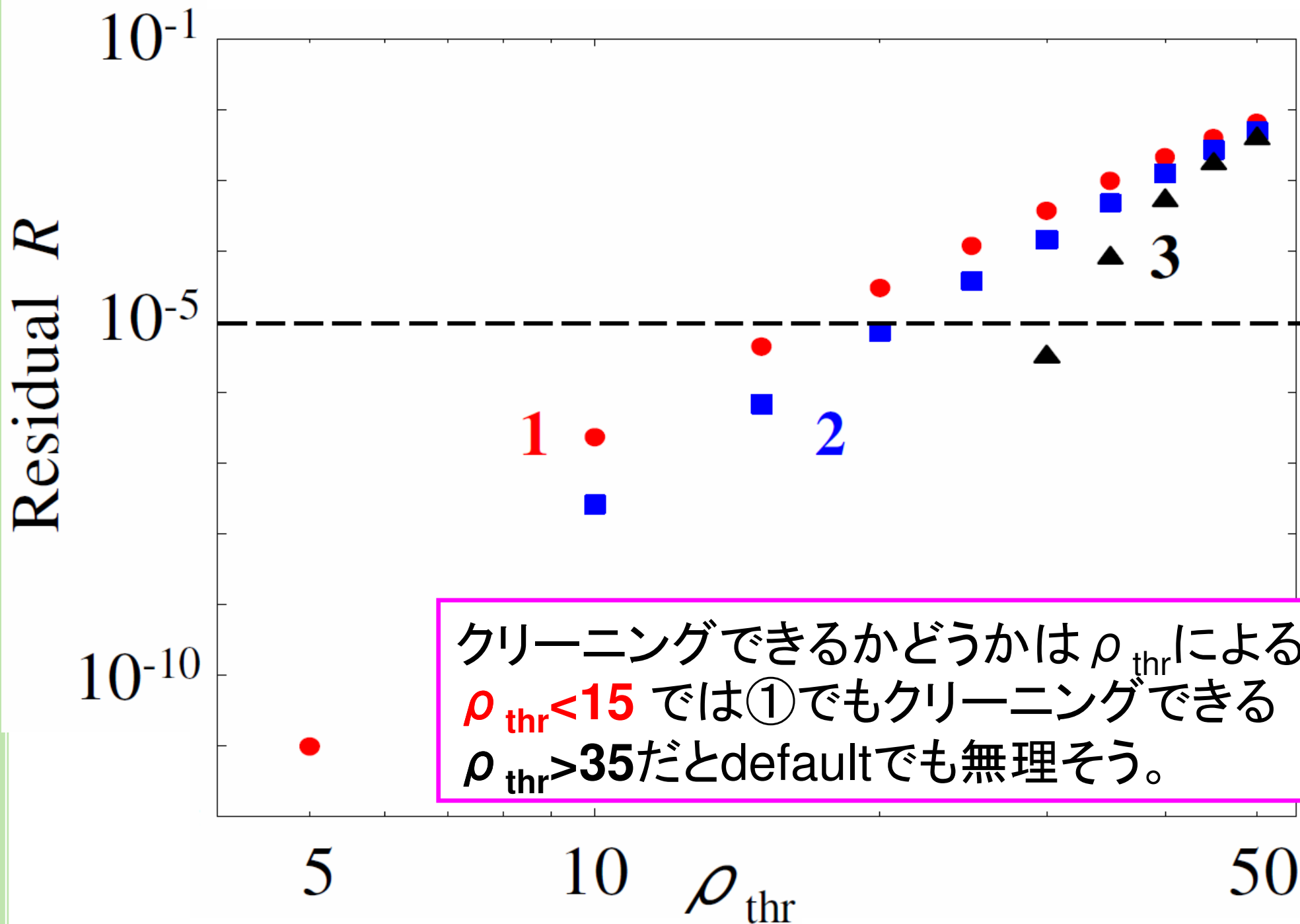
⇒ クリーニングは難しそう。

③

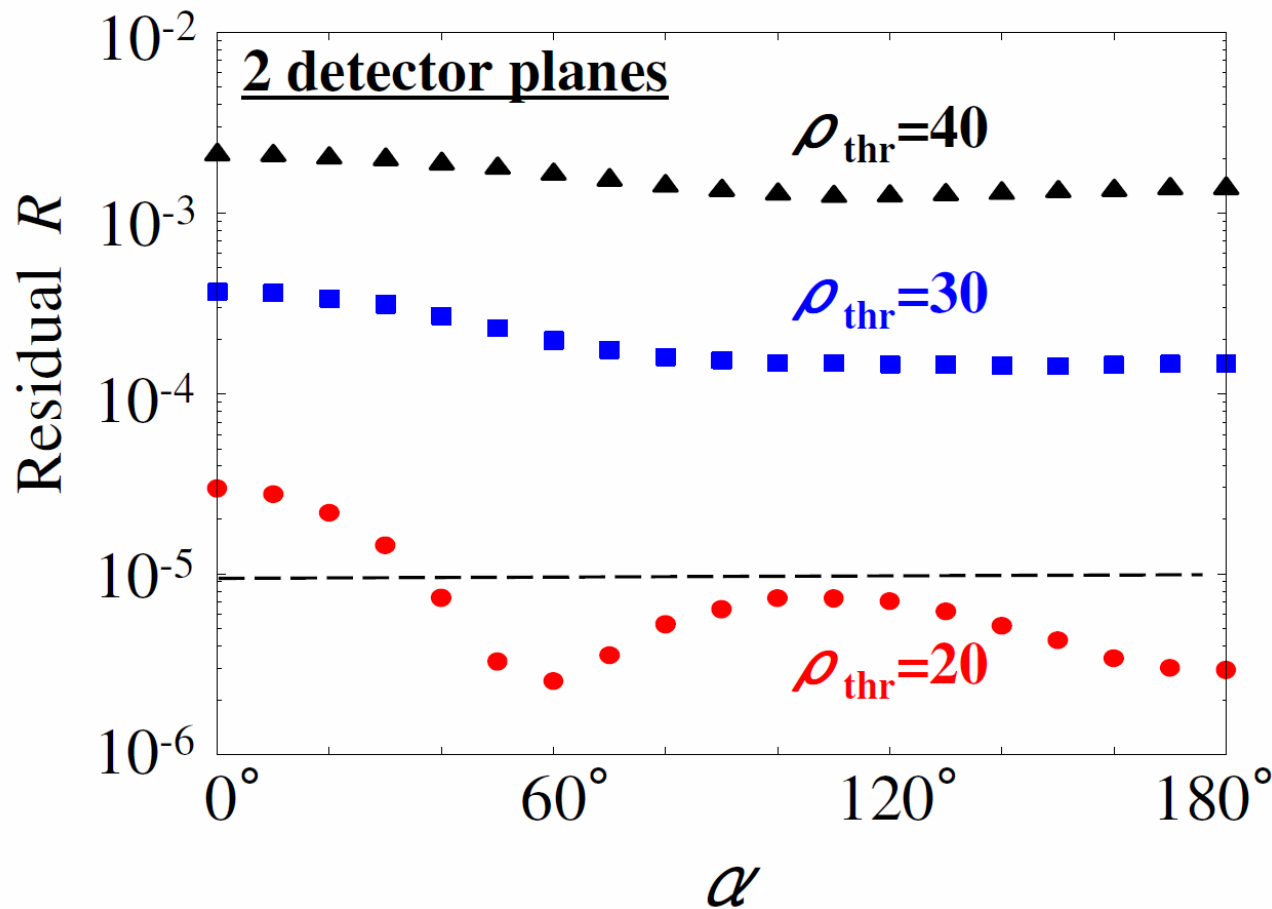
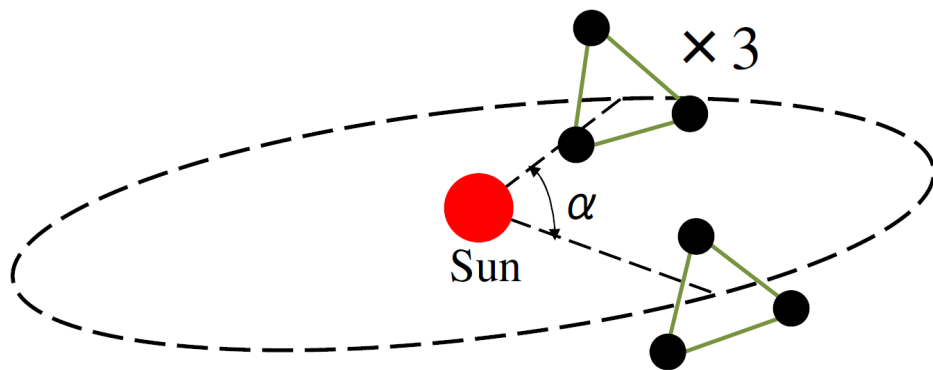




# BBOの場合

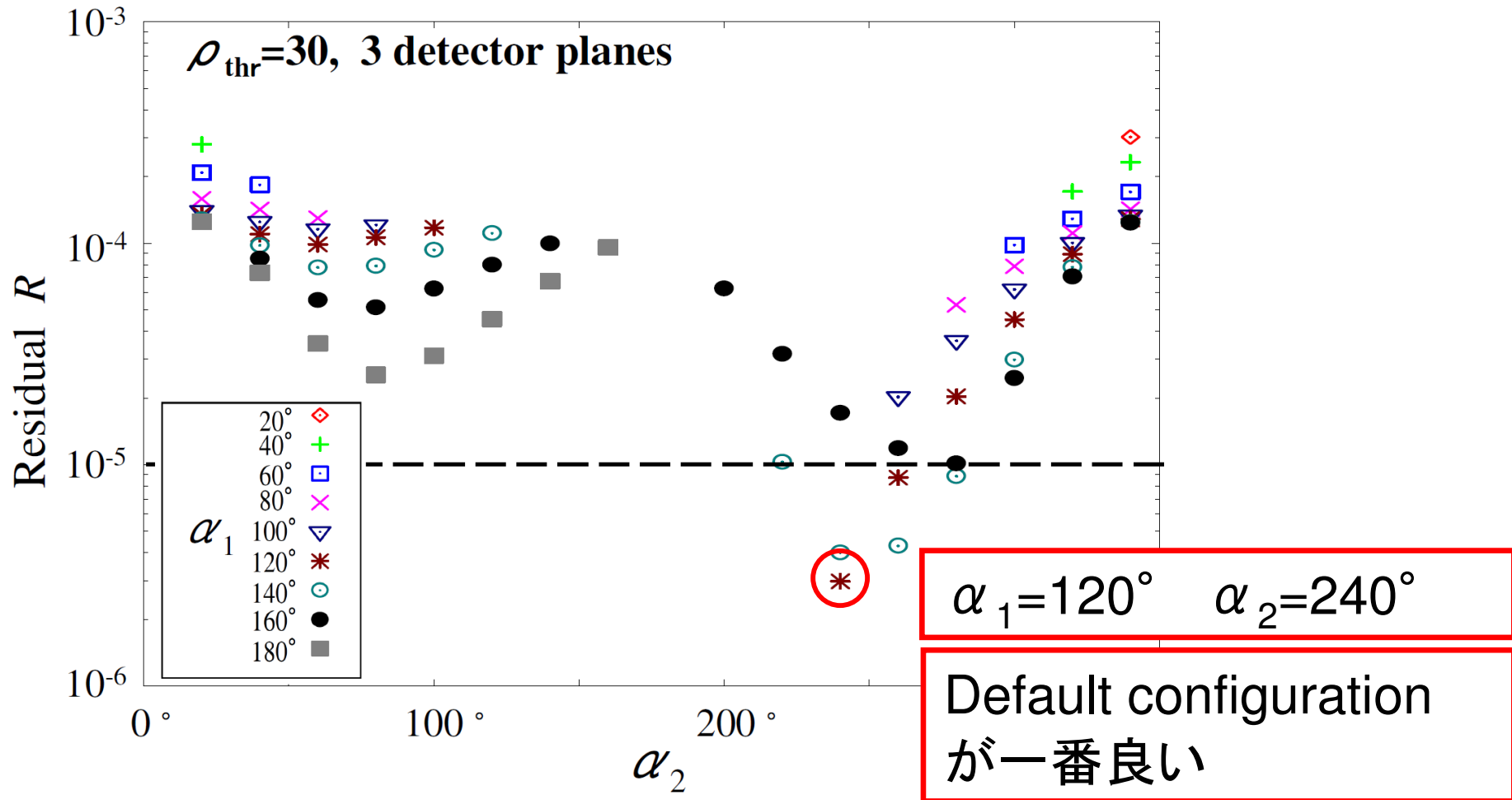
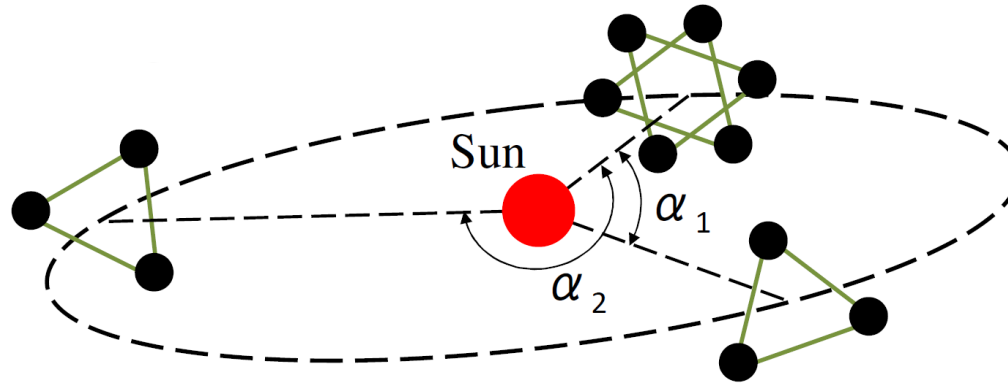


# 3台同じ位置の場合



- $\rho_{thr}=20$ 以下ならクリーニングできそう。
- $\alpha=60^\circ$  or  $180^\circ$ が良さそう。

# 2台が同じ位置の場合



## § 3 まとめ

### DECIGOで期待される(主な)サイエンス

- ・ Dark Energy EoS
- ・ SMBH形成理論の解明
- ・ 重力理論の検証
- ・ Inflation モデルへの制限

### NS/NSクリーニング

- ・ reference DECIGOではクリーニングは無理そう・・・。
- ・ BBOでは、クリーニングできるかどうかはSNR thresholdによる。

$\rho_{thr} < 15 \Rightarrow$  同一平面上に4台でもO.K.

$\rho_{thr} > 35 \Rightarrow$  キーニングは難しい

- ・ 3台同じ位置  $\Rightarrow$  detector間の角度は $60^\circ$  or  $180^\circ$  が良い。
- ・ 2台同じ位置  $\Rightarrow$  default configuration が良い

### Future Works

- ・ NS/NS confusion noiseも考慮に入れたself consistentな解析。
- ・  $\rho_{thr}$ 以上のSNRのGWは除去できると仮定  $\Rightarrow$  より詳細な解析が必要
- ・ 色々なconfigurationでDark Energyへの制限がどのように変わるか。