

# Probing The Size of Extra Dimension with DECIGO/BBO

夏の学校 2010 @ 豊橋

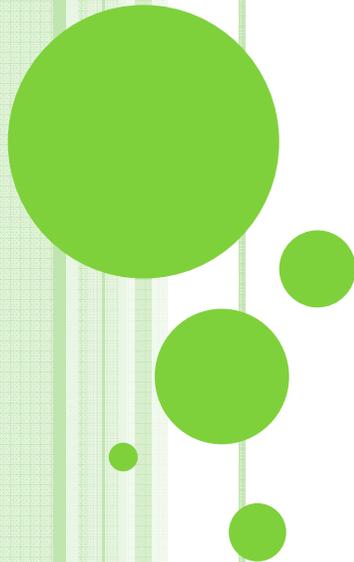
八木 絢外

京大理 天体核 D2

共同研究者:

棚橋 典大 (YITP, Kyoto)

田中 貴浩 (YITP, Kyoto)



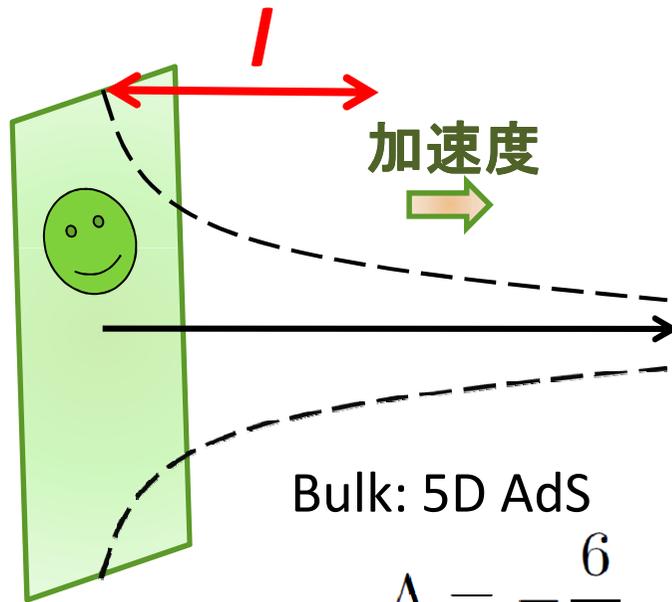
# § 1 INTRODUCTION

・ **超弦理論** ⇒ 高次元

余剰次元が存在するかどうかを**連星GW観測**から検証.

## 1-1 RS II Braneworld Scenario

Randall & Sundrum (1999)



Brane: 4D Flat

$$\Lambda = -\frac{6}{l^2}$$

- String theory motivated
- Flat 4D brane with 5D **AdS** bulk
- **無限に伸びた warped extra dimension**  
余剰次元 scale  $l$   
(AdS 曲率 scale)
- brane上で **4次元 G.R.** を再現

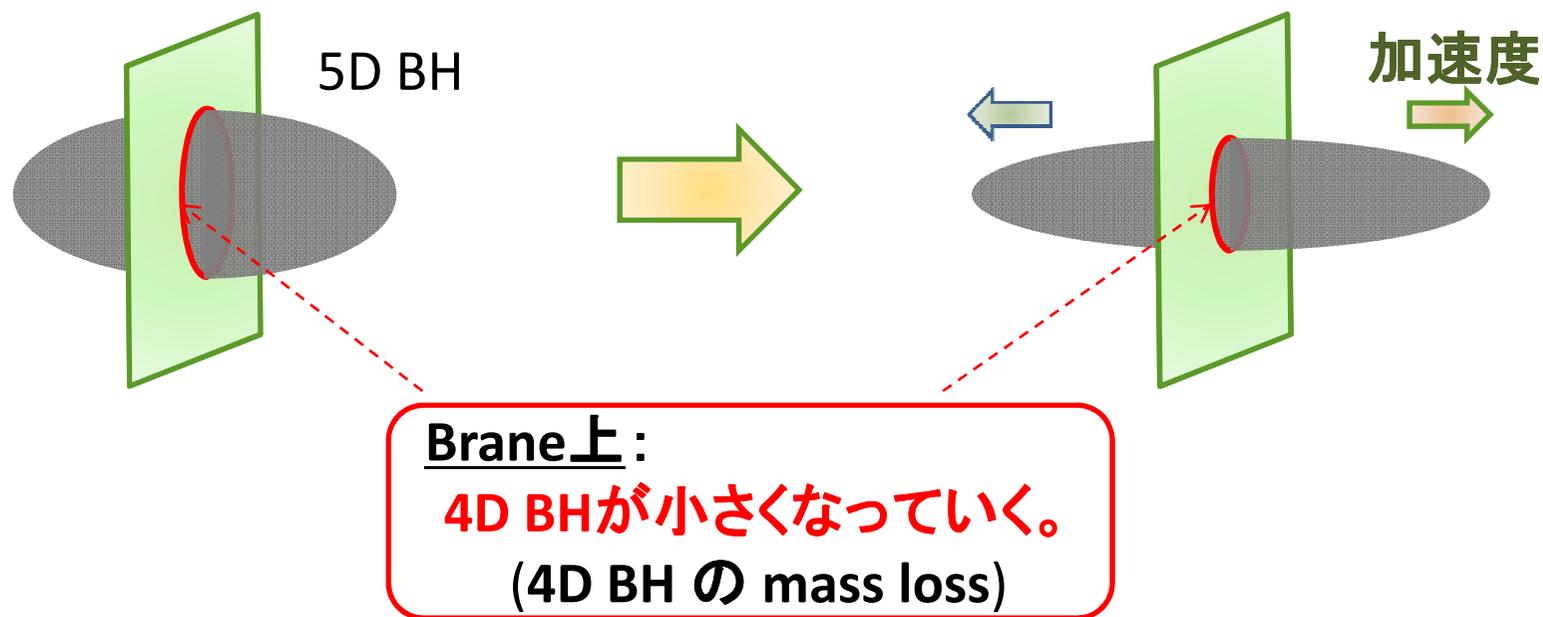
・ Table top experiment (Adelberger *et al.* 2007):

$$\Rightarrow l < 14\mu\text{m}$$

## 1-2 Brane に局在した BH

- Brane に局在した BH は見つかっていない。
- Conjecture:  
Brane に局在したよりも大きな静的 BH は存在しない。

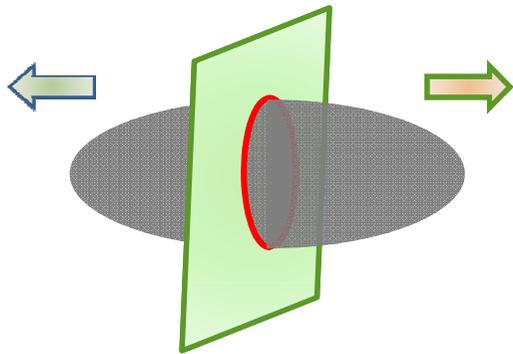
(Emparan *et al.* 2003, Tanaka 2003)



5D

### 5D deforming BH

(古典的な mass loss 効果)



AdS/CFT

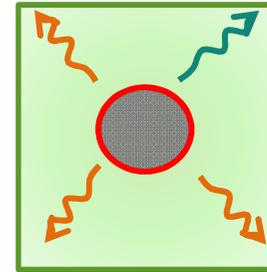


Hawking  
*et al.*  
(2000)

4D

### 4D CFT Hawking 放射

(量子的な mass loss 効果)



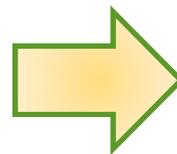
CFTのd.o.f.  
⇒ 増幅された  
Hawking放射

$$\left(\frac{\ell}{\ell_p}\right)^2 = 10^{64} \left(\frac{\ell}{1\text{mm}}\right)^2$$

(4D Planck scale:  $\ell_p = 1.6 \times 10^{-33}$  cm)

### BHのEvaporation time:

$$t_{\text{evap}} \approx 10^{66} \left(\frac{M}{M_\odot}\right)^3 \text{ yr (G.R.)}$$



$$t_{\text{evap}} \approx 10^2 \left(\frac{M}{M_\odot}\right)^3 \left(\frac{1\text{mm}}{\ell}\right)^2 \text{ yr}$$

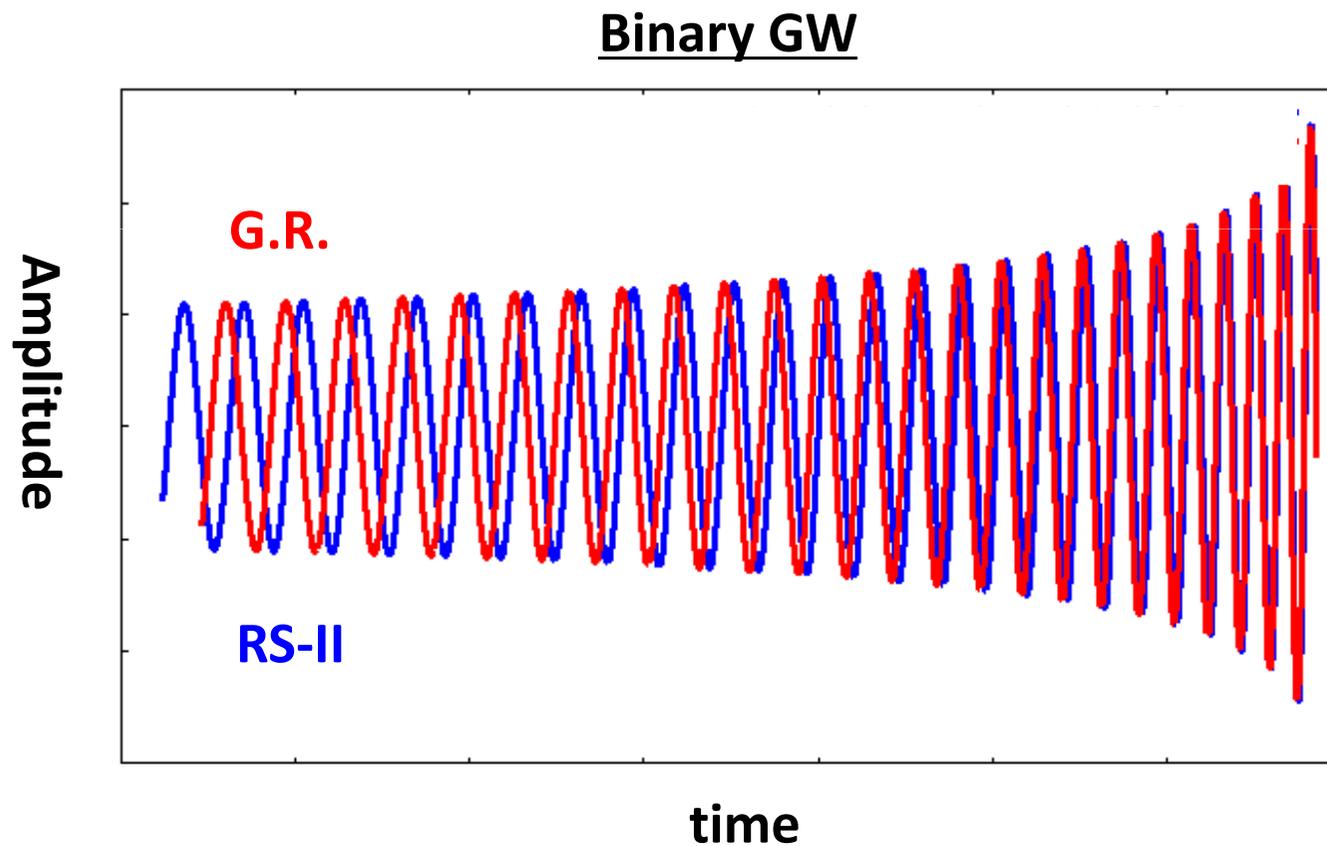
**宇宙年齢以内で十分蒸発!**

◎ この変化を **GW 観測** から捉える。

## § 2 DECIGOを用いた制限

### 2-1 修正重力波形

- ・重力波形の位相がずれる。



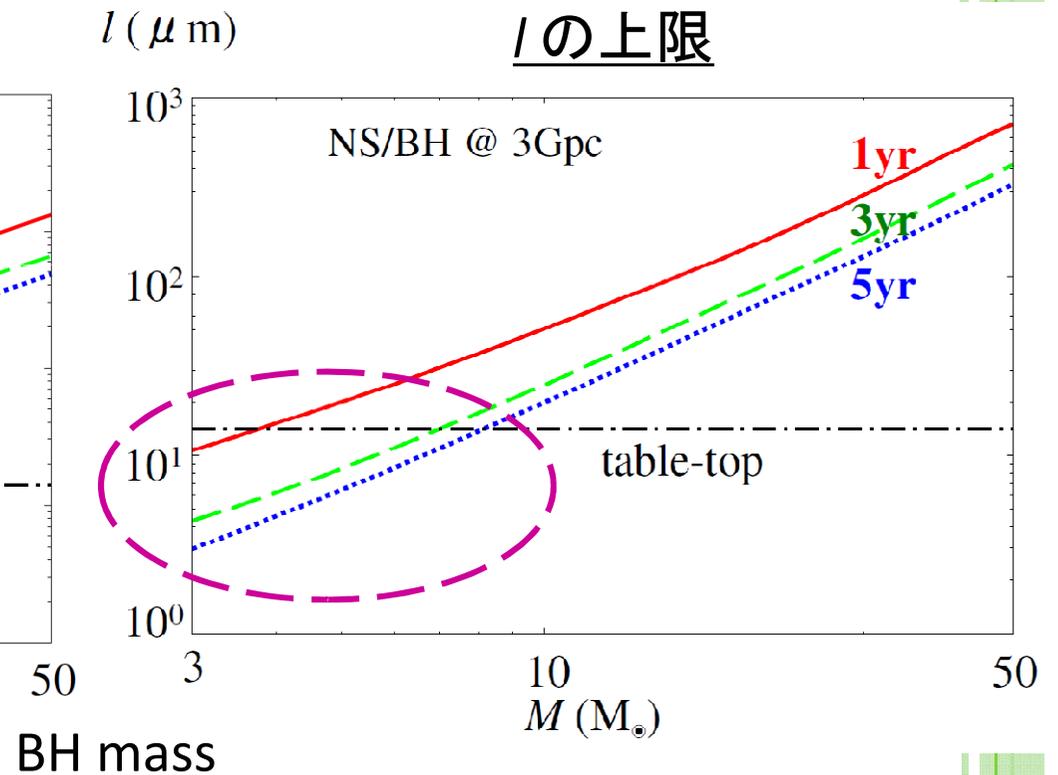
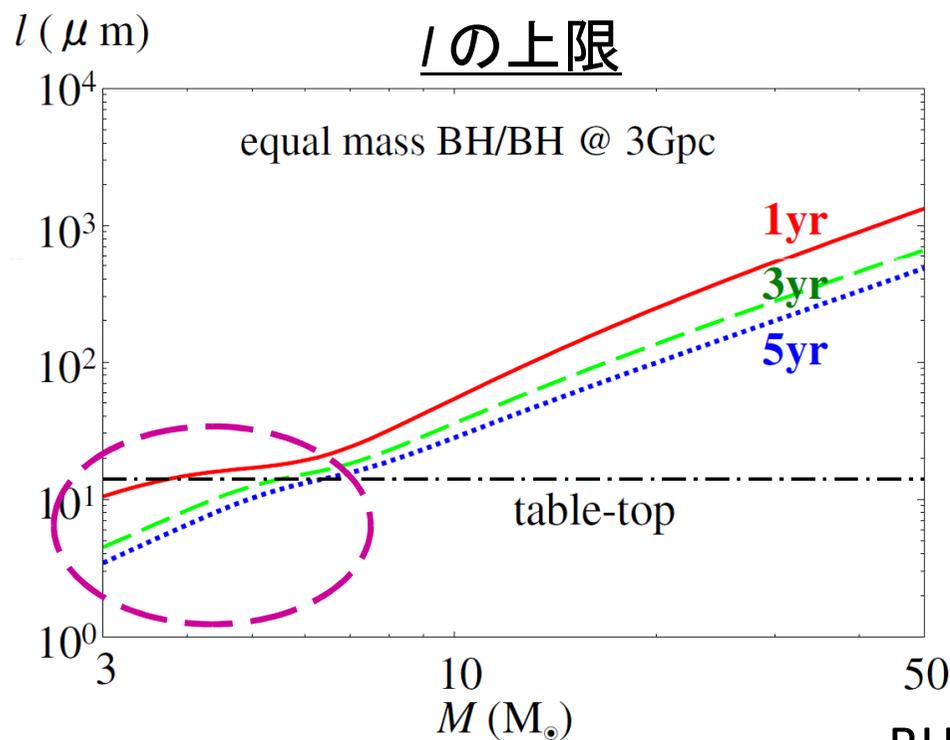
# § 3 結果

- Fisher 解析

$$l < (\Gamma_{LL}^{-1})^{1/4} (m + M)$$

Fisher matrix:  $\Gamma_{ab} \equiv \left( \frac{\partial h}{\partial \theta^a} \mid \frac{\partial h}{\partial \theta^b} \right)$

- We take the fiducial values as  $t_c = \phi_c = l = 0$ .



- 小質量連星 ⇒ **table-top実験よりも強い制限!**

## § 4 まとめ

- **小質量連星GW** ⇒ **DECIGO**で検出 ⇒  **$l$ への制限**
- 重力波形の位相に対する  **$-4PN$  の補正項を導出。**
- Fisher 解析 ⇒ **DECIGOはtable-top実験よりも強い制限!**
  
- $10^5$ 個のNS/BH event数  
⇒  $l < 2.62\mu\text{m}$  (table-topより1桁近く強い制限)
- EMRI event 数 ⇒  $l < 1.53\mu\text{m}$

### Future Works

- 連星の方向 ⇒ Monte Carlo シミュレーション
- 連星のspin ⇒ precessionを考慮することで縮退が解けるか?
- accretionによるmassの変化と区別できるか?