

銀河中心超大質量ブラックホール連星からの重力波

榎基宏 (国立天文台)*

井上太郎 (近畿大学)、長島雅裕 (京都大学)、杉山直 (国立天文台)

近年の研究により、近傍銀河の多くが中心に超大質量ブラックホール (SMBH) を持ち、その質量が母銀河のバルジの物理量と良い相関を示すことが分かってきた。階層的構造形成理論によると、小質量の銀河は合体を繰り返してより大きな質量をもつ銀河へと成長するが、この時、各々の銀河中心に SMBH も銀河同士の合体後に銀河中心に沈み込み連星となり、最終的に重力波を放出しながら一つに合体すると考えられている。これら SMBH 連星系からの重力波の重ね合わせは重力波背景輻射として、SMBH 合体時に放出する強力な重力波は重力波バーストとして観測されうる。

そこで、我々は、SMBH 進化モデルを組み込んだ階層的構造形成理論に基づく準解析的銀河形成モデル [1] を用いて SMBH の合体率を計算し、合体前の SMBH 連星系からの重力波背景放射のスペクトラムと、合体時の重力波バーストの周波数・振幅、及び出現確率を評価した [2]。このモデルでは、銀河同士の合体の際にはそれぞれの銀河中にある SMBH が合体し、更に、銀河同士の合体が major merger の際にはガスが降着し成長すると仮定している。図 1 に、このモデルでの SMBH の質量関数の計算結果を示す。これは近傍宇宙の観測結果とよく一致している。

図 2 に、重力波背景放射のスペクトルの計算結果を示した。 $f \leq 1\mu\text{Hz}$ でのスペクトルは、 $h_c(f) \sim 10^{-16}(f/1\mu\text{Hz})^{-2/3}$ となっている。この図より、 $0 < z < 1$ にある、総質量が $M_{\text{tot}} \geq 10^8 M_\odot$ である SMBH 連星系からの重力波が背景放射の主成分であることが分かる。図 3 は、期待される SMBH 合体による重力波バーストの振動数・強度分布と、スペース重力波干渉計である LISA の観測限界を示す。LISA は $0.1 \sim 1.0 \text{ yr}^{-1}$ の割合で SMBH 合体による重力波バーストを捉えられることが分かる。また、主に捉えられるのは $z \geq 2$ で発生する重力波バーストである。これらの予言と重力波観測結果と比較することで、SMBH 合体形成モデルに制限を加えることができると考えられる。

参考文献

- [1] Enoki, M. et al. 2003, *PASJ*, **55**, 133
- [2] Enoki, M. et al. 2004, *ApJ*, **615**, 19
- [3] Salucci, P. et al. 1999, *MNRAS*, **307**, 637

*enoki.motohiro@nao.ac.jp

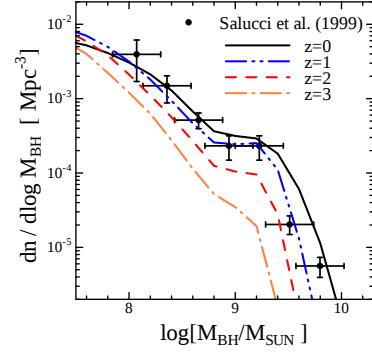


図 1: SMBH の質量関数の時間進化の予想 [2]。シンボルは $z = 0$ での SMBH の質量関数の観測結果 [3]。

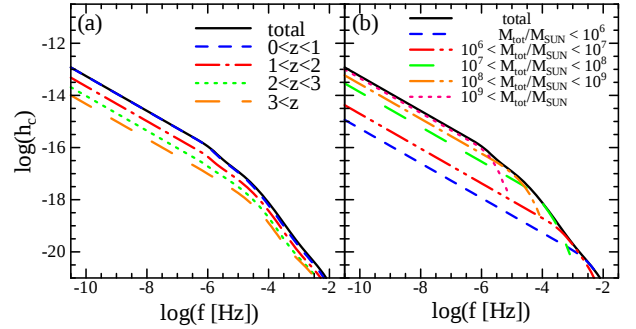


図 2: 重力波背景放射のスペクトラム、 $h_c(f)$ 。(a) は各赤方偏移にある SMBH 連星系からの寄与を、(b) は各 SMBH 連星の質量の総和ごとの寄与を示す [2]。

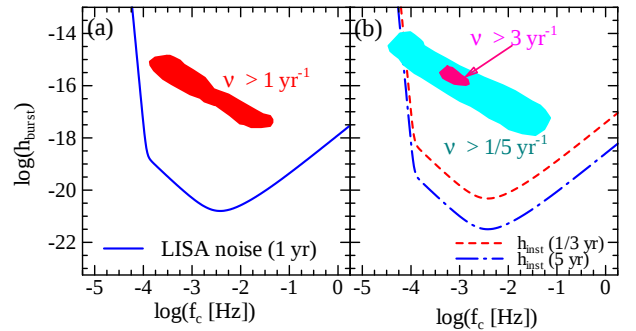


図 3: 期待される SMBH 合体による重力波バーストの振動数・強度分布 [2]。実線、点線、破線はそれぞれ、LISA による 1 年、5 年、1/3 年の観測をした時の観測限界を示す。