

U05a 磁場と重力波観測の将来観測からの電子と陽子の電荷の非対称性への制限

青山尚平, 新田大輔

陽子と電子の電荷の大きさ、各々 q_p , $-q_e$ が同じであることは現在の素粒子標準模型 (SM) の重要な帰結であり、これは数々の物性実験や連星パルサー PSR B1913+16 の自転周期の変化の観測結果から $|q_p + q_e|/q_p \lesssim 10^{-21}$ という制限が得られている。もしこの対称性の破れ $q_p + q_e \neq 0$ を発見できた場合、素粒子標準模型を越えた新物理に対する強い示唆を与える。

本研究ではこの対称性の破れがブラックホールに与える有限の電磁氣的電荷 (U(1) charge) に注目する。有限の U(1) charge を帯びたブラックホールは Reissner-Nordström ブラックホール (RN-BH) と呼ばれ、一般相対性理論の解の1つである。RN-BH 同士が合体するときには、 $|q_p + q_e|/q_p \ll 10^{-21}$ の場合でも強力な磁場が生成され、銀河団間 (ICM) に存在するプラズマの広大な領域に刻み込まれる。ICM における磁場の拡散の時間スケールは現在の宇宙年齢より充分長いことから、地平線の内部で起こった RN-BH 連星系の合体起源の磁場はすべて ICM に刻み込まれていることになる。

ここで実際に観測される磁場の分散 σ_B^2 に関しては高エネルギーガンマ線スペクトラムの観測により銀河間空間に存在できる磁場の上限に関し概ね $\sigma_B \lesssim 10^{-14}$ Gauss 未満という上限が得られている。また磁場を生成する RN-BH 連星系の合体率は近い将来の重力波観測計画 aLIGO や KAGRA により観測的に明らかになると考えられている。先行研究の数値計算で求められているブラックホール連星系の合体率の典型的な値を採用すると、RN-BH 連星系の作る磁場に注目した陽子と電子の電荷の対称性への制限は先行研究と比べても有意なものになることを発表する。