

Z234a **Arrival time difference between gravitational-wave and electromagnetic signals due to gravitational lensing in general relativity**

高橋龍一（弘前大学）

今年2月LIGO検出器による世界初の重力波の直接検出のニュースが発表された。約 $30M_{\odot}$ のブラックホール連星の合体を捉えた。電磁波による多数の追観測がなされ、Fermi衛星が重力波トリガーから約0.4秒後にhard X線の信号を検出した。このFermiイベントと重力波イベントは関連しているかも知れない。重力波源に対する電磁波、宇宙線、ニュートリノ等の同時観測はMulti-messenger astronomyと呼ばれ、現在非常に活発な研究分野になっている。また重力波と電磁波の同時観測は一般相対論の検証にも使われている。例えば、中性子星連星合体や超新星爆発からやってくる重力波と電磁波の到着時間のずれから、重力波の伝播速度に制限を与えることができる（Nishizawa & Nakamura 2014）。

本講演では、源から重力波と電磁波が同時に放出されても、途中の天体による重力レンズを受けると、一般相対論でも到着時間がずれることを紹介する。これは重力波は波長が非常に長いために、幾何光学近似が破綻し、Shapiro時間遅れを感じずに波が伝わるためである。具体的には、周波数 f の重力波に対し、レンズ天体の質量が約 $10^5 M_{\odot} (f/\text{Hz})^{-1}$ になると幾何光学近似が破綻する。この到着時間のずれは最大 $0.1 (f/\text{Hz})^{-1}$ 秒に達し、より低周波数の重力波で重要になる。連星からの重力波は時間と共に周波数が上昇する（チャープシグナル）ため、重力レンズによる時間の遅れの周波数依存性が測れる。本講演で紹介する到着時間のずれはMulti-messenger astronomyや一般相対論の検証実験で今後重要になるかもしれない。