

Saulson ゼミ Chapter 15 GRAVITATIONAL WAVE ASTRONOMY

理学系研究科 物理学専攻 坪野研究室 修士課程 1 年 道村唯太

2010 年 6 月 8 日

15.1 Gravitational Wave Source Positions

時間差で三角測量。4 つの観測で方向が 1 つに特定できる。波形を利用すると 4 つも要らない。

15.1.1 Network figure of merit

2 つの検出器を結ぶ線 (baseline) は長い方がいい。直交している方がいい。

15.1.2 Why measure positions?

整合性のチェックのため。他の天文学と結びつけるため。重力波源の分布。

15.1.3 Inferences from precise positions

数 arcminute の方角精度で電磁波の天文学と。月に検出器? (cf. Apollo 17 の Lunar Surface Gravimeter(Weber, 1972))

15.1.4 Temporal coincidence with non-gravitational observations

II 型超新星。光で見て、重力波で聴く。cf. SN1987A とニュートリノ。光で見えない爆発。

15.2 Interpretation of Gravitational Waveforms

重力波でしか見えないもの。超新星の内部とか。もし高 SNR で波形がわかったとしたら.....

15.2.1 Core collapse

free fall と bounce。軸対称だと直線偏光 → どの検出器も同じ波形。

15.2.2 Binary coalescences

高い精度で計算可能。波形は chirp(図 1)。chirp mass $\mathcal{M} = (m_1 m_2)^{3/5} (m_1 + m_2)^{-1/5}$ がわかる。合体の最後の最後の計算は簡単じゃない。

15.2.3 A gravitational standard candle

\mathcal{M} から重力波強度を計算可能 → 源までの距離がわかる。数 100Mpc 程度までいける? (cf. ケフェイド変光星の光度周期関係で 20Mpc)

15.2.4 Recognizing signals from black holes

BH は得意。BH の合体、形成時の崩壊による振動で重力波が出る。波形は一般相対論で直接計算可能。

15.3 Previous Gravitational Wave Searches

数十年やってて 1 度も見つかってない。天空の連続観測の時代はまだ始まったばかり。

15.3.1 Room temperature bars

1960s Joseph Weber。間違いの確実な説明は今でもされてない。この時代の最も厳しい上限は kHz 帯で、Fig15.5 の MPI 76。

15.3.2 Cryogenic bars

液体ヘリウム (4K) で冷やした共振型 (Stanford 81)。同時観測 (Rome-Stanford 86、LSU-Rome 91)。さらに ^3He - ^4He 希釈冷凍機 (50mK) へ.....

15.3.3 The Strange case of Supernova 1987A

SN1987A のとき、世界的な重力波検出器はどれも動いていなかった。Rome と Maryland の常温は動いてて、重力波を検出した??

15.3.4 Gravitational wave searches with interferometers

プロトタイプは共振型ほど感度が高くない。でもいろいろ試み。1989年には MPI Garching の 30m と Glasgow 10m で 100 時間の同時観測。

15.3.5 Other observational upper limits

ドップラートラッキング: 地球と人工衛星間で電波を往復。屈折率の揺らぎが最大のノイズ源。低周波 (1-10mHz)。地球や太陽の四重極振動。

パルサータイミング: パルスの到達時刻が重力波によって変動する。背景重力波などの超低周波。

CMB: 長波長の重力波によって CMB の等方向性が乱される。

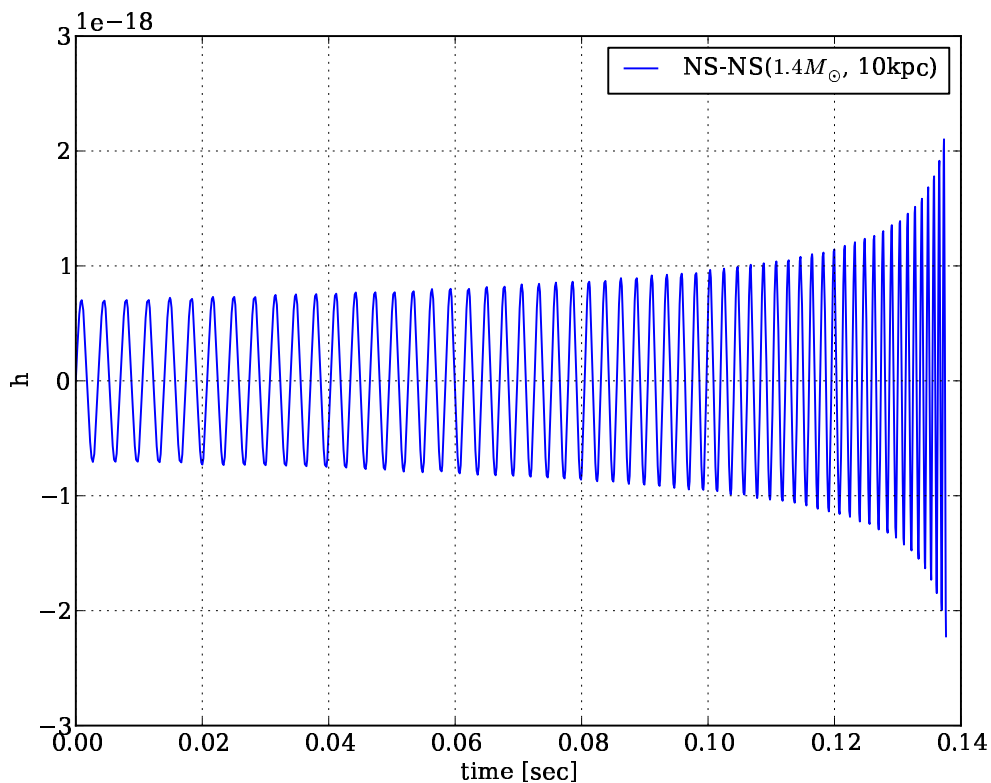


図 1: chirp signal