

平成 26 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：神岡重力波検出器 CLIO データの解析 (V)
英文：Data analysis using CLIO data (V)

研究代表者 長岡技術科学大学・工学部・准教授・高橋 弘毅

参加研究者 東京大学宇宙線研究所・教授・大橋 正健
東京大学宇宙線研究所・准教授・内山 隆
新潟大学大学院自然科学研究科・教授・大原 謙一
新潟大学大学院自然科学研究科・D3・平沼 悠太
新潟大学大学院自然科学研究科・D3・金山 雅人
新潟大学大学院自然科学研究科・M2・若松 剛司

研究成果概要

重力波検出器によって得られたデータから重力波の情報を取り出し、さらに、それを基に重力相互作用や天体現象に関する物理学的な研究を行うためには、大きなノイズが含まれる時系列データから微少な信号を取り出す手法の開発が必要不可欠である。平成 22 年度から、本研究では、新しいデータ解析工程の設計からコード開発、統計処理方法の研究を進めてきている。平成 26 年度は、引き続き時間-周波数解析の一つである Hilbert-Huang 変換 (HHT) を重力波データ解析に適用することを検討し、HHT を用いたデータ解析工程の設計からコード開発、統計処理方法の研究を中心的に行なった。

HHT 解析では、まず一種の high-pass filter を繰り返して適用する Empirical Mode Decomposition (EMD) を行う。これにより時系列データからノイズを除去するとともにデータを複数の周波数帯域モード (IMF: Intrinsic Mode Functions) に分解する。さらに、得られたそれぞれの IMF に対して Hilbert 変換を用いた Hilbert Spectral Analysis (HSA) を行い、瞬時振幅 (IA) や瞬時周波数 (IF) の時間的変動を解析する。

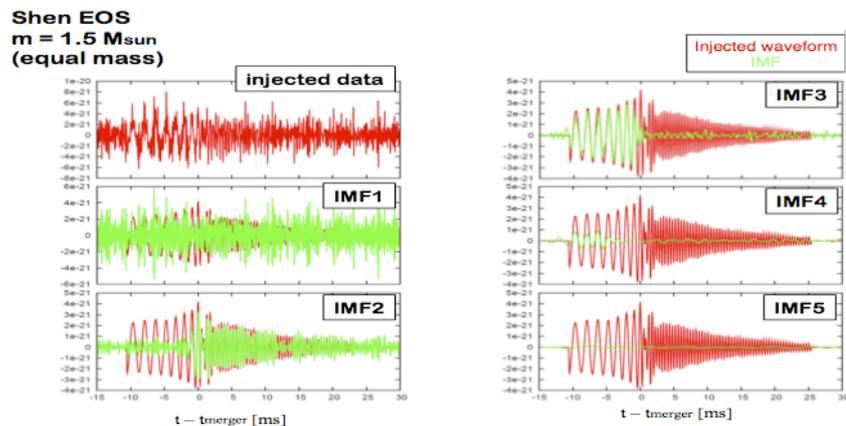


図 1: EMD を実行して得られた IMF.

数値相対論シミュレーションから得られた連星中性子合体前から合体後に放出される重力波波形（距離は 5Mpc を仮定）に検出器の周波数特性を考慮したノイズを加えたものに対して EMD を実行し IMF に分解した結果を図 1 示した。

また、それらの結果を基にして、重力波信号の周波数をどの程度決定できるかを中心に系統的に調べた。その一例を図 2 に示した。

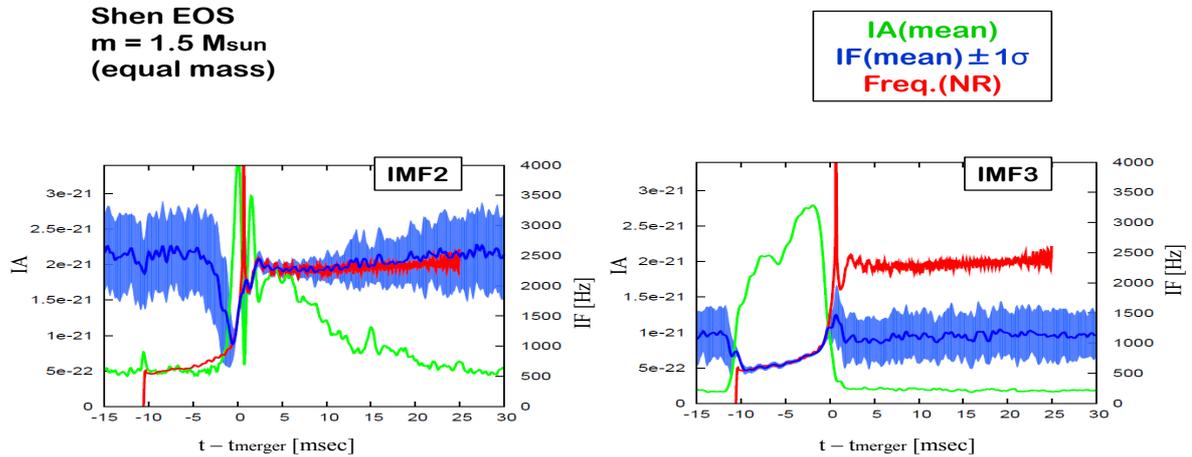


図 2: HHT を用いて得られた IA と IF の例。赤は数値相対論により得られる信号の周波数の時間発展、青および緑は、検出器シミュレーションノイズ (1000 セット) に信号を加えたデータを HHT 解析して得られた IF と IA の平均。

現在、得られた結果をまとめ、論文を準備中である。さらに、HHT 解析コードの改良をさらに進め、HHT を用いた解析パイプラインの整備を進めていく予定である。

論文・学会発表等

[1] Masato Kaneyama, Ken-ichi Oohara, Yukitsugu Sasaki, Hiroataka Takahashi, Jordan B. Camp, "On Completeness and Orthogonality of Intrinsic Mode Functions to Search for Gravitational Waves", ICIC Express Letters Part B : Applications, Vol.6 No.2, pp. 343-349 (2015)

[2] Hiroataka Takahashi, Satoshi Ueki, Yukitsugu Sasaki, Yoshihisa Kon, Ken-ichi Oohara, Masato Kaneyama, Takashi Wakamatsu, Jordan B. Camp, Hideyuki Tagoshi, "Hilbert-Huang Transform in Search for Gravitational waves - Reconstruction of burst waveform and Analysis of NS-NS merger data from Numerical Relativity simulation -", The 7th Korea-Japan workshop on KAGRA in the University of Toyama, 2014.

[3] 植木聡史, 昆慶久, 佐々木幸次, 高橋弘毅, 金山雅人, 若松剛司, 大原謙一, Jordan B. Camp, "Hilbert-Huang 変換を用いた重力波解析手法の検討", 日本物理学会 (春), 早稲田大学, 2015.

など