

## 平成23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 (II) 英文：Data analysis using CLIO data (II)
研究代表者	山梨英和大学人間文化学部・講師・高橋 弘毅
参加研究者	東京大学宇宙線研究所・准教授・大橋 正健 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・D1・平沼 悠太
研究成果概要	<p>KAGRA (LCGT) 等の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、それを元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23年度は、引き続き材料損傷検出や生体モニタリングの分野において用いられている時間-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行なった。</p> <p>HHT は、時系列データの解析手法の新しいアプローチであり、この変換は、固定された基底セットをデータに課さない適応型の時間-周波数分解を用いるため、フーリエ変換やウェーブレット変換などに比べ、高い周波数分解能をもつことが知られている。高い周波数分解能で解析できる HHT を重力波のデータ解析手法に応用することにより、従来の解析法ではできえなかった、ノイズが非常に多いデータから微弱な重力波の情報を取り出し、詳細な解析をすることが可能になる。</p> <p>我々は、平成22年度の研究において、HHT を用いた重力波データ解析においては、計算に必要ないくつかのパラメータの設定方法が重要である事を明らかにした。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、それぞれの IMF に対して Hilbert 変換を用いた Hilbert Spectral Analysis (HSA) を行い、瞬時振幅や瞬時周波数の時間的変動を解析する。</p>

EMD はその名の通り経験則的な手法であり、特に、EMD の計算にはいくつかのパラメータの設定方法が重要性である。最適なパラメータは、信号やノイズの性質に依存する面もあり、解析する時系列データに含まれる信号とノイズの性質に依存する可能性がある。したがって、我々が注目する重力波信号と予想される KAGRA や LIGO のノイズにあわせた最適値を見いだす必要がある。

平成 23 年度の本研究では、予想される重力波波形にガウスノイズを加えたものに対して EMD を実行し IMF に分解した後、各 IMF に対して HSA を行い瞬時振幅や瞬時周波数の時間的変動を解析し、どの程度ノイズに埋もれた重力波信号を取り出せるか、いろいろなパラメータを変えることによりその傾向がどのように変化するかを中心に系統的に調べた [1]。その結果、パラメータを的確に与える事により、HHT 解析が重力波データ解析においても、有効な解析方法である事を示す事ができた [2]。現在、投稿論文を準備中である。

さらに、現在は HHT 解析コードの改良をさらに進め [3]、今後、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。

#### 参考文献、学会発表等

[1] Hirotaka Takahashi, Jordan B. Camp, Yuta Hiranuma, Ken-ichi Oohara, Alexander Stroeer, “Effectiveness of Empirical Mode Decomposition in search for Gravitational Wave Signals II”, 日本物理学会 (秋), 弘前大学, 2011.

[2] Ken-ichi Oohara, Jordan B. Camp, Yuta Hiranuma, Hirotaka Takahashi, Alexander Stroeer, “Effectiveness of Empirical Mode Decomposition in search for Gravitational Wave Signals II”, The 21th workshop on General Relativity and Gravitation in Japan (JGRG21) in Tohoku Univ., 2011.

[3] 大原謙一, 高橋弘毅, 平沼悠太, Jordan B. Camp, Alexander Stroeer, “Constructing an Alert System with the Empirical Mode Decomposition in Search for Gravitational Wave Signals”, 日本物理学会 (春), 関西学院大学, 2012.

整理番号