

## 平成 30 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：KAGRA 検出器のデータ解析の研究(IV)

英文：Data analysis of KAGRA detector (IV)

研究代表者 田越秀行（宇宙線研究所）

参加研究者 成川達也(京都大学), 端山和大(福岡大学), 三代木伸二, 山本尚弘, 横澤孝章, 譲原浩貴, 荒井滉矢, 山本晃平(東京大学宇宙線研究所), 酒井一樹(長岡高専), 神田展行, 伊藤洋介, 土田怜, 田中一幸, 宮本晃伸, 佐々井毬花(大阪市立大学), 横山順一, **Kipp Cannon**, 森崎宗一郎, 塚田怜央(東京大学 RESCEU), 高橋弘毅(長岡技術科学大学), 大原謙一, 内潟那美, 坂井佑輔(新潟大学), 廣林茂樹, 長谷川昌也, 柳澤健太(富山大学), 間野修平(統計数理研究所), 大石奈緒子, 正田亜八香, 藤井善範(国立天文台), 真貝寿明(大阪工業大学), 黒柳幸子(名古屋大学)

### 研究成果概要

宇宙線研究所が建設を進めてきた重力波検出器 KAGRA は、2019 年中の観測運転を目指して構築が進められている。この観測は LIGO と Virgo の第 3 回観測運転と同時に行われることになる。KAGRA の重力波源は、コンパクト連星合体、超新星爆発などのバースト重力波、パルサーからの周期的重力波、背景重力波に分けられる。データ解析方法がそれぞれ異なるため、それぞれに対応した解析パイプラインが必要になる。今年度、我々は以下の解析パイプラインの開発整備を順調に進めた。

1. コンパクト連星合体探査 (オフラインパイプライン, Low latencyパイプライン, パラメータ推定)
2. バースト探査(Short Fourier Transform, Wavelet, Q-transform)
3. 連続波探査(LALをベースにしたパイプライン)
4. 背景重力波探査(ラジオメトリ探索)
5. その他(Hilbert-Huang変換, Non-Harmonic Analysisなど)

その他の解析手法として、重力波解析では用いられていない時間周波数解析方法である Non-Harmonic Analysis(NHA)を重力波解析に用いるための基礎的な研究も行った。その結果、連星合体信号のような周波数変化する信号については、帯域毎に窓長を変化させることが有効であることなどを確認した[1][2]。また、連星ブラックホール合体信号を NHA で解析した場合の、matched filter SNR = 10 程度でも信号の同定が可能であり、更に決定される瞬時周波数の精度は matched filter SNR=10 で 3Hz から 6Hz であることが分かった。これらは、単純な Short Time Fourier Transform によるスペクトログ

ラムより遙かに良い結果である。更に、公開されている LIGO-Virgo で検出された連星ブラックホールや連星中性子星合体信号を含む検出器データに対して NHA 解析を行った。その結果、GW170817 のような、ノイズに対する信号の振幅が余り大きくない場合でも、信号を時間周波数面状にきれいに表示出来ることを demonstration した[3]。

また、LIGO によって検出された連星中性子星合体信号 GW170817 のベイズ推定による独自の再解析を行った。その結果、LIGO Hanrod と LIGO Livingston を個別に解析した場合の中性子星の潮汐変形率の事後確率分布のピークの位置が大きく異なることを見いだした。それは LIGO 論文でも見いだされていない知見であった[4]。

[1] Jia D., Yanagisawa K., Hasegawa M., Hirobayashi S., Tagoshi H., Narikawa T., Uchikata N., Takahashi H.  
Time frequency-based non-harmonic analysis to reduce line-noise impact for LIGO observation system  
Astronomy and Computing, 25, 238-246 (2018)

[2] Jia Dongbao, Yanagisawa Kenta, Ono Yuta, Hirobayashi Kanna, Hasegawa Masaya, Hirobayashi Shigeki, Tagoshi Hideyuki, Narikawa Tatsuya, Uchikata Nami, Takahashi Hirotaka  
Multiwindow Nonharmonic Analysis Method for Gravitational Waves  
IEEE Access, 6, 48645-48655 (2018)

[3] Kenta Yanagisawa, Dongbao Jia, Shigeki Hirobayashi, Nami Uchikata, Tatsuya Narikawa, Koh Ueno, Hirotaka Takahashi, Hideyuki Tagoshi  
A time-frequency analysis of gravitational wave signals with Non-Harmonic Analysis  
Progress of Theoretical and Experimental Physics, in press

[4] Tatsuya Narikawa, Nami Uchikata, Kyohei Kawaguchi, Kenta Kiuchi, Koutarou Kyutoku, Masaru Shibata, Hideyuki Tagoshi  
Discrepancy in tidal deformability of GW170817 between the Advanced LIGO twins  
Submitted to PRD, arXiv:1812.06100

整理番号 F16