

2019 (令和元) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：重力波望遠鏡 KAGRA の重力波信号再構成と較正に関する研究
英文：Study of signal reconstruction and calibration for the gravitational wave telescope KAGRA

研究代表者 澤田崇広 (大阪市立大学)

参加研究者 神田展行 (大阪市立大学), 土田怜 (大阪市立大学), 富上由基 (大阪市立大学), 山本尚弘 (東京大学), 横澤孝章 (東京大学), Bin-Hua Hsieh (東京大学), 苔山圭以子 (東京大学), 宮本昂拓 (東京大学), 大柿航 (東京大学), 鈴木敏一 (東京大学), 牛場崇文 (東京大学), 道村唯太 (東京大学), 都丸隆行 (高エネルギー加速器研究機構 KEK), 小坂井千紘 (高エネルギー加速器研究機構 KEK), 宍戸高治 (高エネルギー加速器研究機構 KEK, 総合研究大学院大学), 森脇喜紀 (富山大学), 阿久津智忠 (国立天文台), 和泉究 (JAXA/ISAS), 灰野禎一 (中央研究院 Academis Sinica), 達克漢 (中央研究院 Academis Sinica), 朱昱光 (中央研究院 Academis Sinica), 井上優貴 (国立中央大学 National Central University), 彭燻豊 (国立中央大学 National Central University), 陳可翰 (国立中央大学 National Central University), 朱軒佑 (国立中央大学 National Central University)

研究成果概要

本研究の目的は、重力波観測実験 KAGRA の生の観測データ (各種センサーの電圧信号) から時系列の重力波信号 $h(t)$ をリアルタイム及び低遅延、且つ高精度で再構成し、安定的データ共有を行うことである。

2019 年度の研究では、KAGRA が米国の観測実験 LIGO、及び欧州の Virgo との共同観測運転 Observation Run 3b (O3b) へと参加するにあたり、 $h(t)$ を再構成する各種パイプラインの開発、及びデータ較正に必要な各種測定を進めた。重力波望遠鏡では、重力波信号は干渉計を通じ最終的に各種センサーからの電圧信号として取得される。この際、干渉計応答 (伝達関数) が電圧信号に反映されることとなるため、実際の観測データから重力波信号を再構成するためには伝達関数を正確に把握することが必須である。しかしながら伝達関数には装置毎に個性があり、また観測運転中に時間変動してゆくものもある。そのため、定期的に干渉計の伝達関数測定や Photon Calibrator のレーザー・パワー較正等を実施した他、必要に応じ適宜 Whitening Filter や低温条件下における Actuation Coil Driver の伝達関数等も測定した。これら測定結果に基づき重力波信号較正パラメータの更新を行った他、マルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC) を利用した誤差推定評価を実施した。

観測運転中においては上記測定結果を反映させた二種の重力波信号：C00 $h(t)$ 信号 (オンライン・パイプラインにより生成され、リアルタイムでの干渉計運転状況確

認等に使用された。)、C10h(t)信号 (C00h(t)信号出力に有限インパルス応答 (FIR) フィルタによる各種較正を追加で行い、重力波信号到来から数秒程度の遅れで提供された高精度な重力波信号。低遅延 (Low-Latency) パイプラインにより生成された。) を提供した。このようにして作られた KAGRA の重力波信号は、国内へは東大宇宙線研究所と大阪市立大、海外へは LIGO と Virgo の計算機システム等へと転送され、重力波検出のための各種解析パイプラインにより処理された。また C20 h(t) 信号と呼ばれるより高度な較正を適用した重力波信号を、高遅延 (High-Latency) パイプラインにより生成する準備も進めている。

最近の発表論文・研究会発表

- ・澤田崇広「重力波望遠鏡KAGRAにおける重力波信号再構成と較正」日本物理学会 2019年秋季大会、2019年9月19日
- ・大柿航「レーザー波長を用いたKAGRA干渉計の光学利得較正(1)」日本物理学会 2019年秋季大会、2019年9月19日
- ・伊藤光希、森脇喜紀、井上優貴「重力波望遠鏡 KAGRA におけるレーザーの輻射圧を用いた較正」日本物理学会 北陸支部定例学術講演会、2019年12月7日
- ・大柿航「重力波望遠鏡 KAGRA におけるレーザー波長を用いた重力波信号の較正」日本物理学会 第75回年次大会、2020年3月16日

整理番号 F13