

令和 7 年度（2025） 共同利用研究・研究成果報告書

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 研究課題名  | 和文：KAGRA データ転送・保管系の構築（11）<br>英文：Construction of KAGRA data transfer and storage system（11）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 研究代表者  | 神田展行（大阪公立大学）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 参加研究者  | 伊藤洋介, Guo Chin Liu, 覺依珠美, 藤森匠, 石田海璃, 石野 颯,<br>泉保風沙（大阪公立大学）,<br>大原謙一（放送大学新潟学習センター）,<br>澤田崇広, 三代木伸二, 田越秀行, 宮川治, 山本尚弘, 横澤孝章（東京大学）,<br>高橋弘毅, Marco Meyer-Conde, 坂井佑輔（東京都市大学）,<br>灰野禎一（中央研究院 Academia Sinica）,<br>酒井一樹（長岡工業高等専門学校）,<br>土田怜（福井工業高等専門学校）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 研究成果概要 | <p>本研究は、KAGRA のデータ取得系を整備・運用し、データの保管や国際重力波観測網とのデータ共有を行うものである。重力波の複数検出器の同時観測は、天体観測として重要な到来方向決定や死角を補う全天観測、そして重力波の振幅と偏光を解くために決定的に必要である。2025 年度は LIGO-Virgo-KAGRA 国際重力波観測網が第 4 次観測運転(O 4)中であり、本研究では 2025 年 11 月の O4c 期間の終了時に至るまで、ならびにその後も継続的に KAGRA のデータの保管し、国際観測網との共有を維持した。</p> <p>2024 年度までのデータ転送・保管系の問題点の一つとして、LIGO が開発した LSCsoftware の旧来の資産である framelink というライブラリを用いているが、送受信双方での操作や配送先を複数にする場合に手間がかかっていたことや、開発者の引退で framelink ソフトウェアのメンテナンスが停止したことが問題であった。LIGO-Virgo-KAGRA の低遅延データ共有では、すでに Kafka というクライアント配信型の転送に移行している。しかし、KAGRA の内部には一部に framelink が残っており、加えて較正データパイプラインとの間で稀であるが毎秒ごとのデータ転送を取りこぼす挙動が確認されていた。そのため、内部のデータ転送系の Kafka への移行と、データ転送取りこぼし対策が必要であった。</p> <p>まず実質上の最も解決を優先すべき問題であるデータ転送取りこぼしであるが、結論としてはデータを送信しているサーバーのネットワーク設定に大きな問題が見つかり、転送経路（ネットワーク）が最適化された gateway を通っていないことが判明した。データを送信しているサーバーは本研究でセットアップしたものとは別であったのだが、高速転送のために本研究で構築したネットワークにも接続している。KAGRA の内部ネ</p> |

ネットワークと本研究の仮想ネットワークの両方に繋がり、仮想ネットワークのルーターを **gateway** として柏キャンパスの **KAGRA** 主データ装置へ送信している。非常に初歩的なことではあるが、**routing table** に設定ミスがあり、大きく迂回した経路を通る転送が発生していた。これを見直した結果、ネットワークやサーバが定常運転時でも従来1日に10回程度発生していた1秒の転送取りこぼしが、ほぼ0回になった。

一方、**Kafka** を用いた転送系に関しては、低遅延のストレイン較正データを生成しているデータサーバの試験機を用いて、実装試験が進んだ。**Kafka** と較正パイプラインの統合化も試験された。ただし、最終的にこの新しい転送系への移行は、生成した較正データのチェックや、観測期間中にネットワークルーターの設定変更などが必要になったため、O4 観測終了後に延期した。

低遅延ではない **KAGRA** の生データのデータ転送などについては、観測期間中に順調に転送、保管がなされた。すなわち本研究は **KAGRA** の観測運転の一端を担った。