

平成 27 年度共同利用研究・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 英文：Construction of KAGRA data transfer and storage system
研究代表者	神田展行（大阪市立大学）
参加研究者	端山和大（大阪市立大学）、横澤孝章（大阪市立大学）、山本尚弘（大阪市立大学）、譲原浩貴（大阪市立大学）、田中一幸（大阪市立大学）、大原謙一（新潟大学）、三代木伸二（東京大学）、宮川治（東京大学）、田越秀行（大阪大学）、伊藤洋介（東京大学）、高橋弘毅（長岡技術科学大学）、佐々木幸次（長岡技術科学大学大学院）、植木聡史（長岡技術科学大学大学院）、昆慶久（長岡技術科学大学大学院）、横山順一（東京大学）、枝和成（東京大学）
研究成果概要	<p>本研究では、重力波検出器 KAGRA のデータ転送・保管系の構築を目標としている。特に H27 年度は KAGRA の最初の観測運転 iKAGRA が予定されていたため、そのデータ転送および保管を達成することは重要であった。今年度は raw data の転送系を構築し終え、観測データを無事に KAGRA トンネル坑内より神岡のデータ解析棟へ、さらに、柏キャンパスのデータ保管装置まで転送し、保管することができた。また、2016 年 4 月以降の運転ではあるが、大阪市大に設置した低遅延イベント探索用のクラスタ計算機へもデータの連続転送を達成した。また、KAGRA のデータミラーサイトとして台湾グループ、解析用に iKAGRA のデータを分散保持するサイトとして新潟大や東大 RESCEU も整備が進んだ。</p> <p>iKAGRAデータ転送・保管 実線はリアルタイムでの連続自動転送</p> <pre> graph LR subgraph Tier0 [Tier-0] A[検出器 デジタル制御 (トンネル坑内)] --> B[解析棟 (地表、神岡)] B --> C[柏キャンパス Tier-0 archive] end C --> D[Mirrors: Academia SINICA (Taiwan) Tier-1 archive] E[大阪市立大学 低遅延解析 Tier-0.5] -.-> B C -.-> F[東大ビッグバン Tier-2] C -.-> G[新潟大学 Tier-2] </pre> <p>図 1：KAGRA データ転送系の中核部分</p> <p>KAGRA のデータ転送系は、神岡の解析棟（データ保存容量約 200TiB）、柏キャンパス(同 100TiB)、および大阪市大(同 288TiB)に設置されたサーバー群からなる。これらは VPN をつかって仮想的に閉じた環境において保護されている。転送系では、即時のデータファイル検出と、サーバーマシン間でのデータ送受信が肝要で、速やかに重力波イベント探索解析にデータファイルを供すべく、データ転送自体が低遅延であることが求められる。データ転送・保管系のソフトウェアは、研究者によりコードより作成された。ファイル検出には linux の機能である inotify を利用し、即時の検出を可能とした。デ</p>

ータ送信は socket 通信部分からコード作成され、ファイル単位で送受信を行い転送プロセスの冗長化を図るなど工夫された。またこれらの制御・状態監視には共有メモリや OS 標準を拡張したログシステム (syslog-ng) などを利用した。

図 2 は、トンネル坑内から神岡 (地上) のデータ解析棟への転送速度である。ストリーミングとバッファの調整により、220MB/s を達成している。図 3 は、KAGRA トンネル坑内で検視した新しいデータファイルが柏キャンパスまでファイルが転送終了するまでの遅延である。データは SINET を通過するため外部のネットワーク状態による影響を受ける (時々確認できる大きな遅延。グラフには再送もふくまれている) が、平均約 2.5 秒後には転送が終了する。大阪市大までは約 3 秒である。図 4 は 1 時間あたりのデータ転送量で、再送信なども含めて約 6GB/hour (~1.7MB/s) である。最終的な KAGRA のデータ量は、約 20MB/s を予定しているが、iKAGRA 運転では各種制御や環境データがまだ出揃っていないためである。

以上、データ転送に関しては予定通りの性能を達成することができた。今後は転送システムのさらなる改良、デバッグ、ならびにキャリブレーションデータのみを含む解析用データの生成など、bKAGRA に向けた整備・改良を加えて行く。

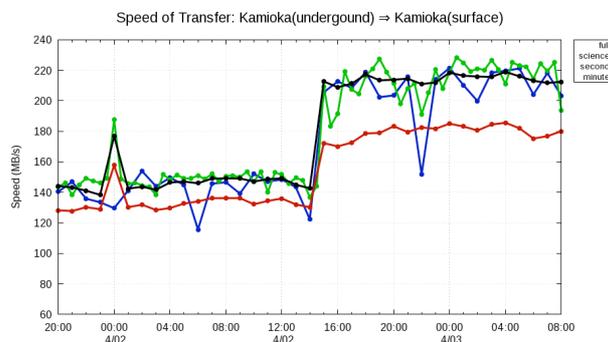


図 2 : データ転送速度

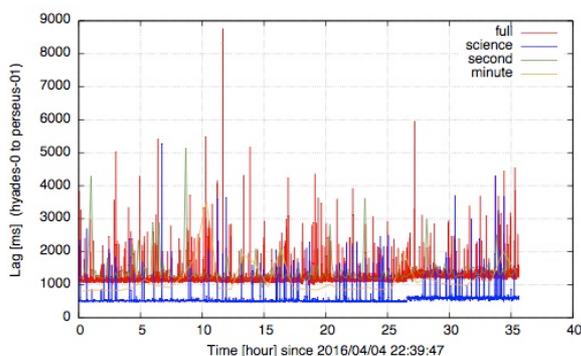


図 3 : KAGRA トンネル坑内-柏キャンパス間のデータ遅延

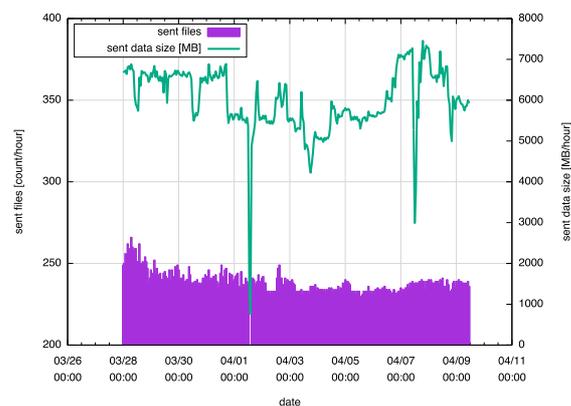


図 4 : 1 時間あたりのデータ転送量