

大型低温重力波望遠鏡 KAGRA のデータ共有を念頭においた GRID 環境のテスト

佐々木幸次¹, 高橋弘毅¹, 大原謙一², 伊藤洋介³, 神田展行⁴, The KAGRA Collaboration

長岡技術科学大学 工学部¹, 新潟大学大学院 自然科学研究科²,

東京大学 ビッグバン宇宙国際研究センター³, 大阪市立大学大学院 理学研究科⁴

1. はじめに

重力波は、アルバート・アインシュタインにより提唱された一般相対性理論によりその存在が予言され、質量を持った物体が加速度運動するとその空間のゆがみが波となって伝わる現象である。極めて大きな質量を持った星が爆発しても、それによる空間のゆがみはごく僅かなため、今日に至るまで重力波は直接観測されたことはない。重力波の直接観測をめざし、米 LIGO や仏・伊 Virgo 計画が進行中であり、日本においては東京大学宇宙線研究所が中心となり、大型低温重力波望遠鏡 KAGRA が岐阜県神岡の鉾山内に、2017 年後半より本格的な観測を開始することを目指し、建設されている。KAGRA が観測を開始すると 1.7 TB/day 程度のデータを取得すると見積もられている。処理されたデータの一部を LIGO, Virgo と共有するために安全に使用出来るセキュアな環境である GRID 技術の使用を検討している。KAGRA における GRID 環境の立ち位置を図 1 に示す。岐阜県の神岡にある重力波検出器サイト、東京大学宇宙線研究所柏キャンパスに設置されているデータ記憶装置、大阪市立大学や大阪大学など共同研究者とを VPN で接続する。この VPN の環境と、海外の重力波検出器 LIGO や Virgo のデータセンターと GRID 技術を用いてデータの共有をする【プラン 1】、これに加えて共同研究者が GRID 技術を用いてデータにアクセスする【プラン 2】の検討が進められ

ている。また、図 1 では GRID の接続先が柏にあるデータ記憶装置となっているが、このデータ記憶装置が神岡にある重力波検出器サイトにすることも検討が進められている。

以上をふまえ、本論文では、第一段階として 2 台のサーバを用いて GRID 環境を構築し、KAGRA が使用を検討している第三者を中継せずにファイルの転送が可能な GridFTP (gsift) (以下 GridFTP と記載) を用いた転送速度の比較を行った。

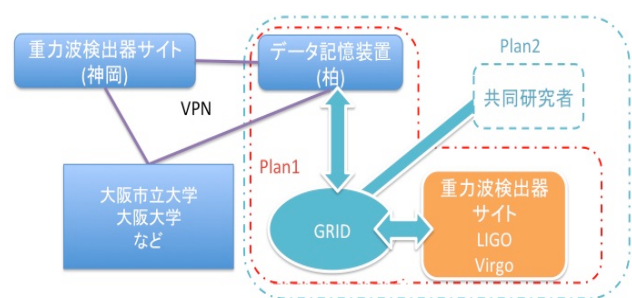


図1: KAGRAにおけるGRIDの立ち位置

2. GRID 環境の構築と転送速度計測テスト

2.1 GRID 環境の構築

図 2 に示すように、長岡技術科学大学のファイアウォール内にある通信速度が 1Gbps のグローバルネットワーク内に 2 台のサーバ（以下サーバ A とサーバ B と記載）を用意し、GRID 環境を実現するミドルウェアとして Globus Toolkit (Globus Toolkit HP 2015) を用いて GRID 環境の構築を行った。サーバ A の OS は CentOS6.2 であり、Globus Toolkit 5.2.5 を使用し、簡易的な認証局として扱う為に SimpleCA 3.5 を導入した。また、Proxy 証明書の代理発行サーバ Myproxy と GridFTP, GRAM5 を図 2 に示したバージョンで導入した。サーバ B の OS は CentOS4.7, Globus Toolkit 5.2.3 を使用し、同様に MyProxy, GridFTP, GRAM5 を図 2 に示したバージョンで導入した。その結果、様々な細かい設定をし、OS のバージョンや Globus Toolkit

GRID Environment Test for KAGRA's Data Sharing

Yukitsugu Sasaki¹, Hiroataka Takahashi¹, Ken-ichi Oohara², Yousuke Itoh³, Nobuyuki Kanda⁴ and The KAGRA Collaboration

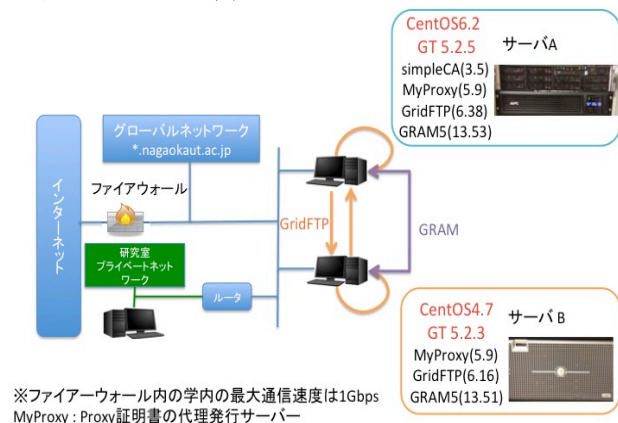
¹ Department of Management and Information Systems Science, Nagaoka University of Technology, Niigata 940-2188, Japan

² Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

³ Research center for the early universe (RESCEU), Graduate School of Science, The University of Tokyo, Tokyo 113-0033, Japan

⁴ Department of Physics, Graduate School of Science, Osaka City University, Osaka 558-8585, Japan

のバージョンが違っていても、きちんと運用が可能である事を確認した。



※ファイアウォール内の学内の最大通信速度は1Gbps
MyProxy : Proxy証明書の代理発行サーバー

図2：テストのために構築したGRID環境

2.2 転送速度計測テスト

構築した GRID 環境 (図 2) を用いて、SCP と GridFTP、暗号化の行われていない RCP を用いたファイル転送の速度の比較を行なった。312 MB のデータを間隔 20 秒、100 回転送をおこなった際の平均値およびその分散を表 1 に示す。SCP では 63 MB/s の速度を測定したのに対して、GridFTP では 99MB/s の速度を測定した。また、暗号化の行われていない RCP では 111MB/s を測定し、GridFTP では RCP の転送速度に匹敵することが見て取れた。

表1：転送速度の比較

サーバAからサーバB間	平均速度 [MB/s]
SCP	63.4 ± 5.0
GridFTP	99.2 ± 4.1
RCP	111.4 ± 0.0

KAGRA のデータフローの要求値は 20 MB/s であり (神田 他 2014) , 実際の環境とは異なるが、GridFTP も、この要求値を満たす可能性があり、データ共有を実現する一つのツールとして考えられる事が確認できた。

2.3 転送速度向上の考察

GridFTP の転送速度向上の手段として、バッファサイズを大きくすること、並列接続の数を増加させることが考えられる (高瀬 亘 2013) 。なお、GridFTP 実行コマンド中で `-p` オプションで接続を指定し、`-tcp-bs` オプションでバッファサイズをバイト単位で指定できる。バッファサイズは、帯域幅、RTT(Round Trip Time) , および、並列接続数より推奨値

が決まる。また、オプションを指定しなければ自動でバッファサイズが調節され、接続の本数は 1 本となる。注意する点としては、並列接続の数を過度に増加するとオーバーヘッドが発生しスループットが低下する点、OS 側により設定されている TCP での送信バッファサイズ以上を設定できない点、実際の環境では GridFTP 以外のサービスが動作しているため過度にバッファサイズを設定すると他のサービスに影響を与える可能性がある点、などが挙げられる。図 2 の環境において ping を 60 回試行したときの RTT は平均が 0.1ms であり、設定バッファサイズを求めたところ 12.5KB であった。このとき、接続数が 1 本のとき転送速度を測定すると 91MB/s、接続数が 2 本の時の転送速度を測定したところ 101MB/s であった。この結果より、今回の環境に置いては、接続数の調整による速度向上は有効だと考えられる。また、バッファサイズを大きくし転送速度を測定したが、今回の環境において大きな差は見られなかった。

3. まとめ

本論文では、KAGRA のデータ共有を念頭に置き、その第一段階として、2 台のサーバ、および、Globus Toolkit を用いて GRID 環境を構築した。また、構築した環境を用いて、SCP と GridFTP、暗号化の行われていない RCP の速度転送の比較を行った。

今後の課題としては、Globus Toolkit を用いて構築した環境とヨーロッパデータグリッドなど他のミドルウェアを利用した GRID 環境との接続テストをおこないたい。その後、実際に LIGO、Virgo のデータセンターとの接続テストなどを進めて行く予定である。

参考文献

- Globus Toolkit : <http://toolkit.globus.org/toolkit/> (accessed 2015.1.4)
- 神田展行, 大原謙一, 宮川治, 三代木伸二, 内山隆, 大橋正健, 田越秀行, 伊藤洋介, 高橋弘毅, 端山和大, 山本尚弘, The KAGRA Collaboration (2014) iKAGRA データ転送・保管システムの開発 I (設計), 日本物理学会第 69 回年次大会 27pTL-3.
- 高瀬 亘 (2013) 広域ネットワークにおける GridFTP による効率的なデータ転送 GridFTP Performance Analysis, <http://ccdb5fs.kek.jp/tiff/2012/1224/1224006.pdf> (accessed 2015.1.4)