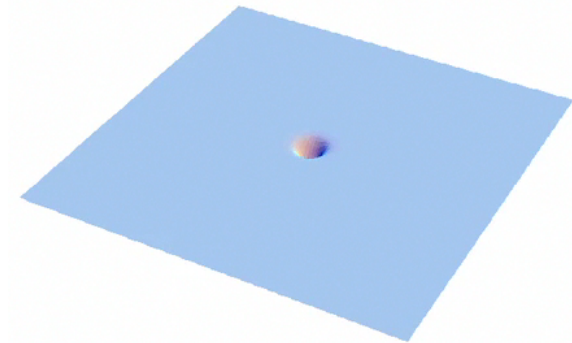


## 大型低温重力波望遠鏡KAGRAのデータ共有を念頭においた GRID環境のテスト

長岡技術科学大学 佐々木幸次、高橋弘毅  
新潟大学 大原謙一  
大阪市立大学 神田展行  
東京大学 伊藤洋介

# 重力波

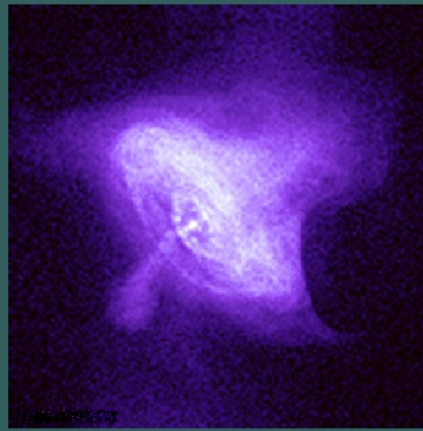
- 重力波とは
  - アインシュタインの一般相対性理論から予言されている時空の波
  - 質量を持つ物体が加速度運動したときに周りの時空が歪み波として宇宙空間に広がる現象
  - 極めて微弱で、物質に対して強い透過力を持つ
- 重力波を観測する目的
  - 一般相対性理論の検証
  - 様々な天体現象の解明が可能



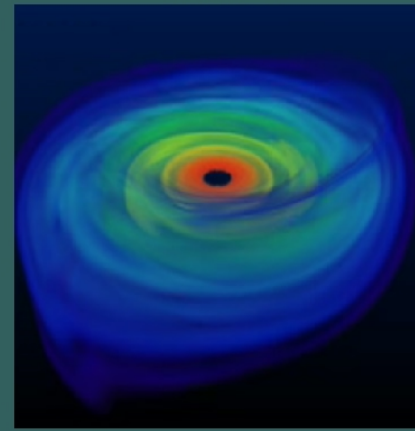
超新星爆発 (写真出典: NASA)



パルサー (写真出典: NASA)



ブラックホール (想像図)



連星中性子星合体 (想像図)

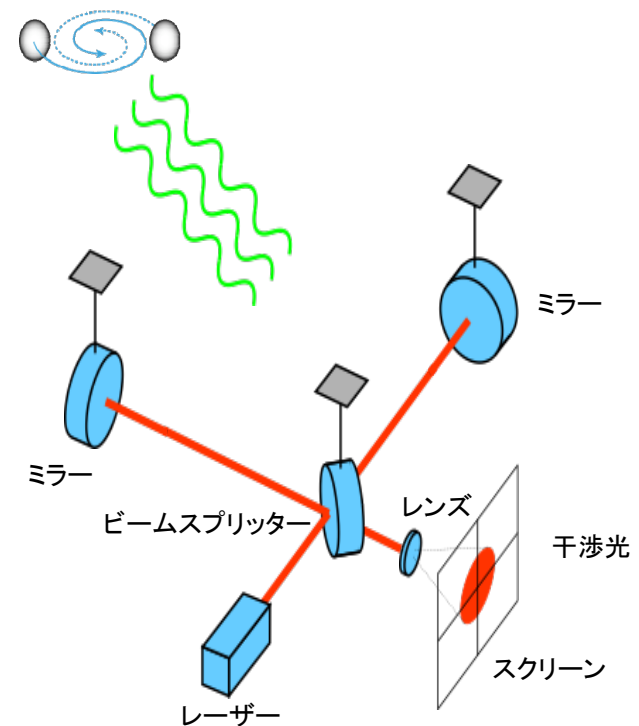


# 大型低温重力波望遠鏡

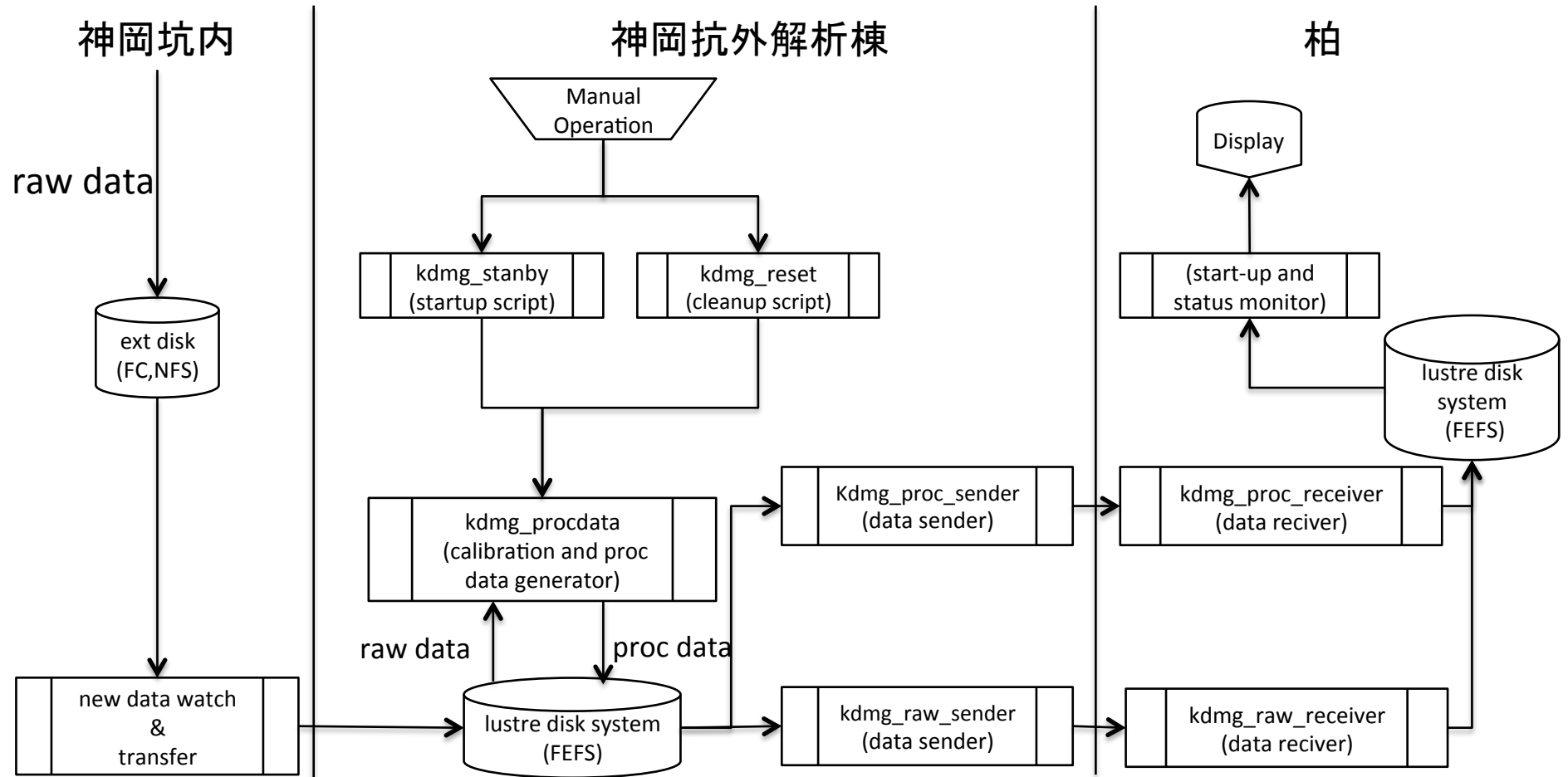
## Large-scale Cryogenic Gravitational Telescope



### 岐阜県・神岡で建設中の 重力波検出器 **KAGRA**



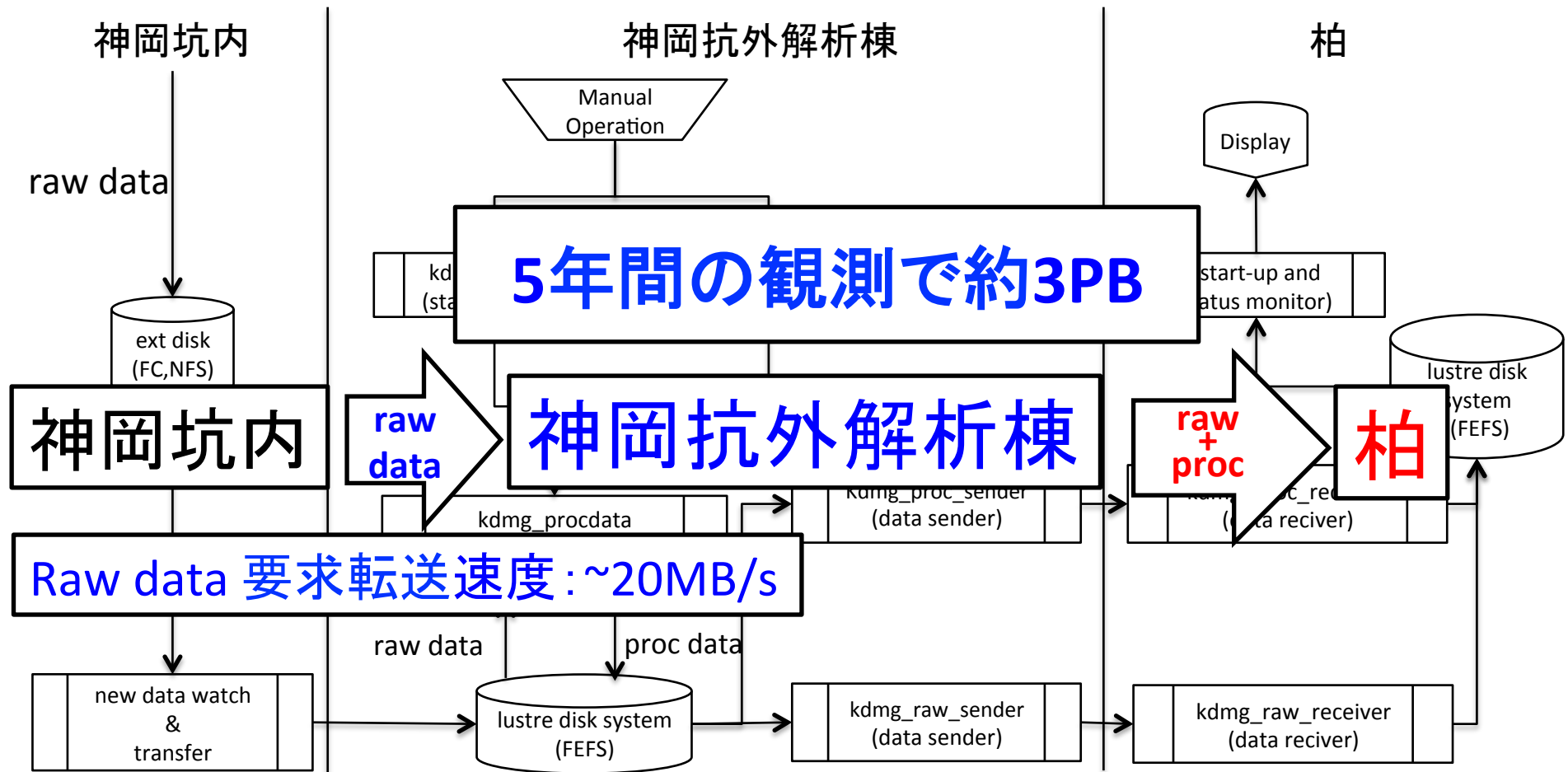
# KAGRAネットワーク内でのデータの流れ



神岡坑内から解析棟までは10Gbpsの光ファイバーで接続

解析棟から柏までは学術情報ネットワークSINETで接続

# KAGRAネットワーク内でのデータの流れ

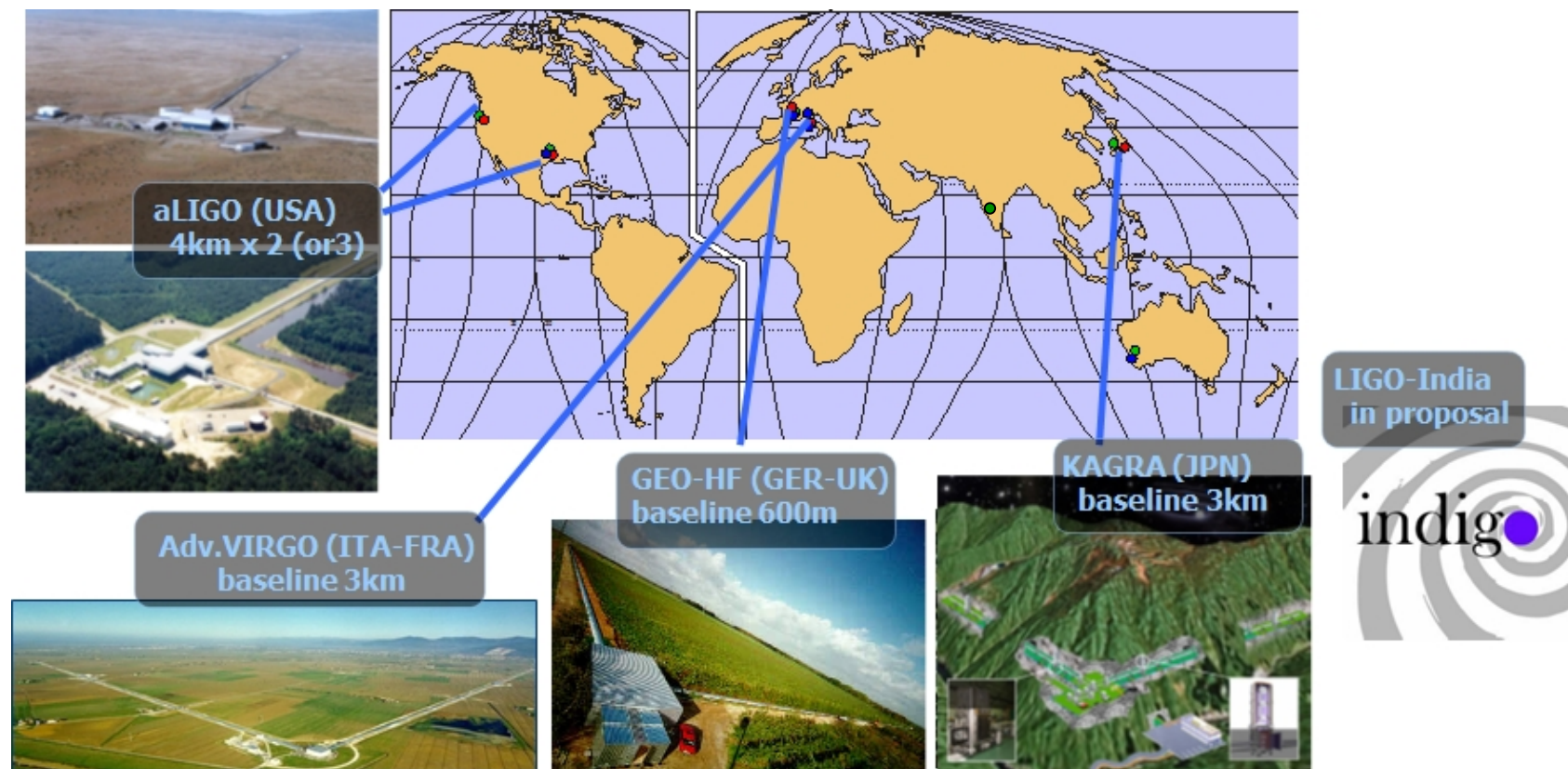


神岡坑内から解析棟までは10Gbpsの光ファイバーで接続

解析棟から柏までは学術情報ネットワークSINETで接続

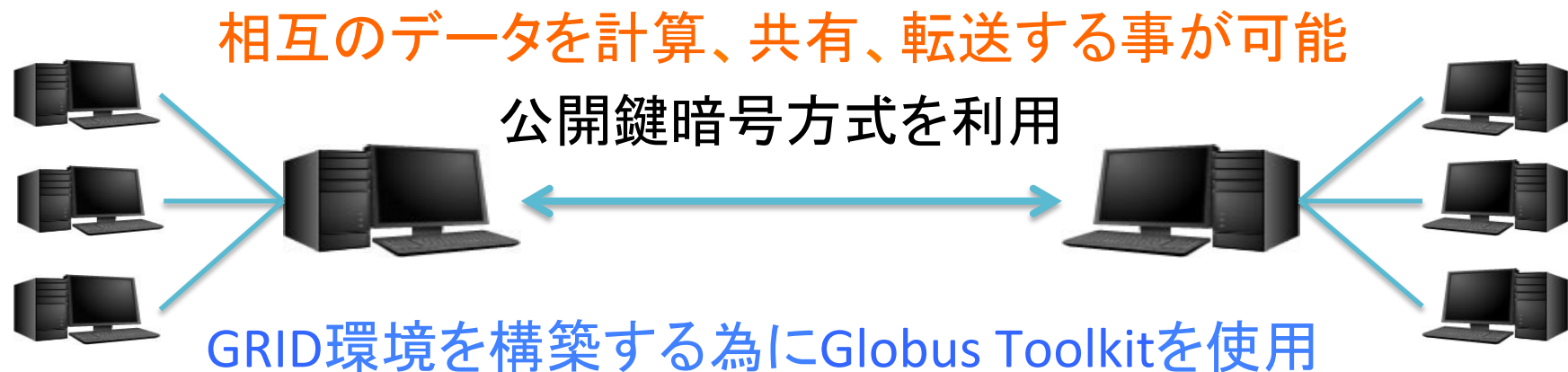
# 重力波検出器の種類と位置

- 海外の望遠鏡と重力波観測ネットワークを形成
- 複数台で観測し、到着時間の差から波源の方向を特定する
- KAGRAとLIGO, Virgoとのデータ共有の方法にGRID技術の使用が検討されている

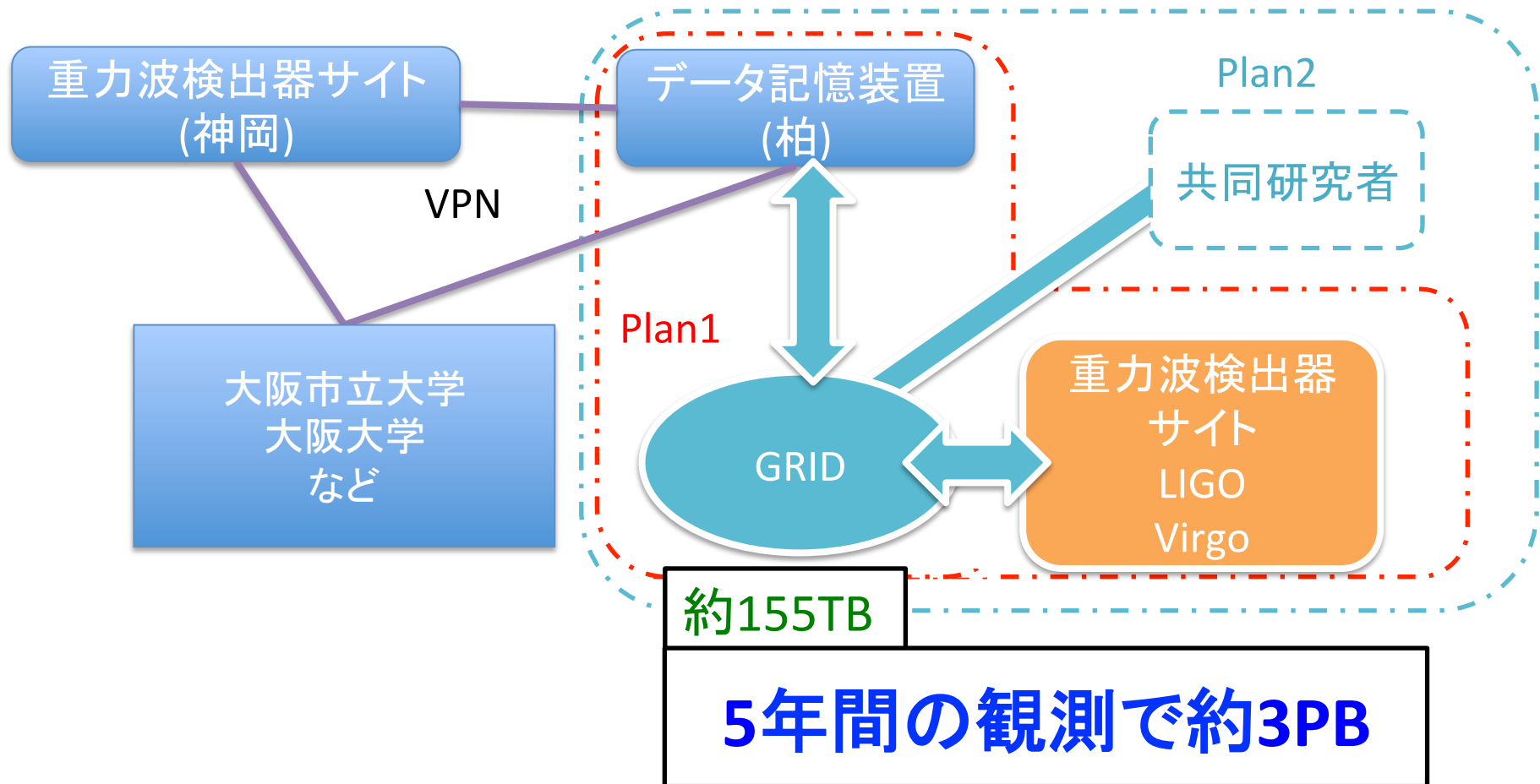


# GRID技術の特徴

- ✓ KAGRAとLIGO、Virgoがデータを共有する為にGRID技術の使用を検討
- GRID技術の特徴
  - ✓ 安全に使用出来るセキュアな環境を提供
  - ✓ 遠隔地にあるサーバーと意識せずに接続可能
  - ✓ 複数台のサーバーと接続しても、一つとして表現が可能



# KAGRAにおけるGRIDの立ち位置

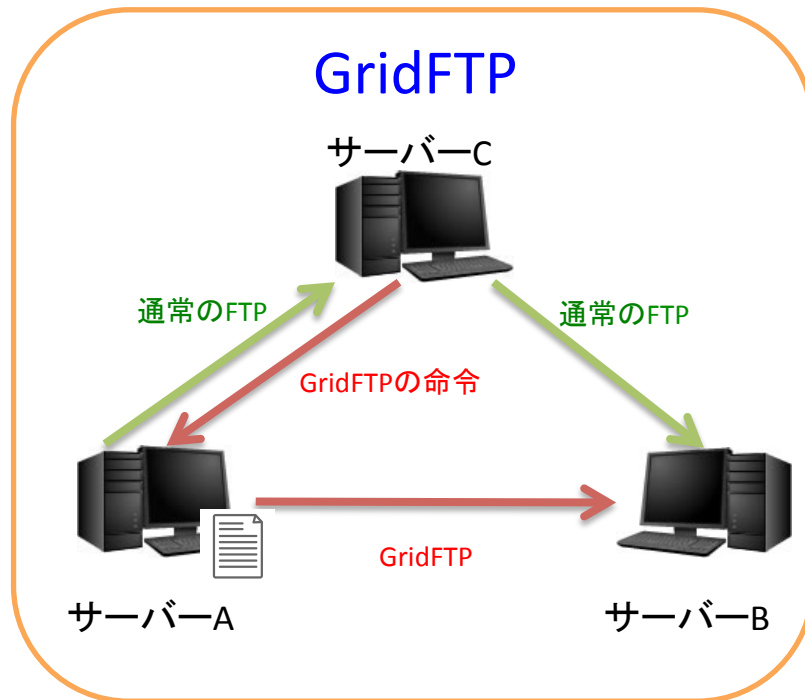




# GRID環境の構築

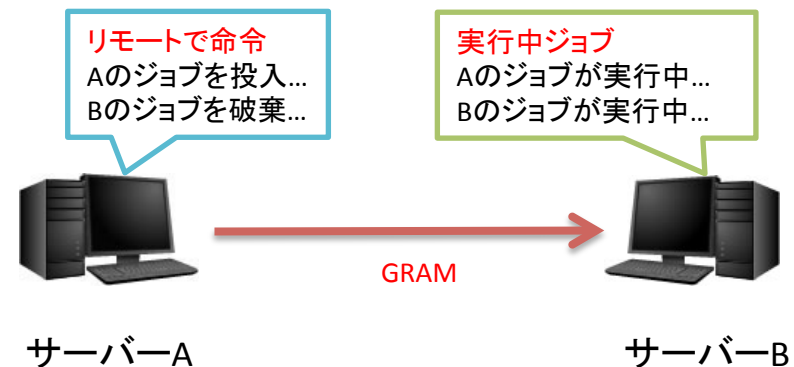
## Globus toolkit

- ✓ GRID環境を構築する一つのツール。機能は大まかに2種類存在する
  - ✓ GridFTPは第三者を中継せずにファイルの転送が可能
  - ✓ GRAMは遠隔でジョブを実行可能

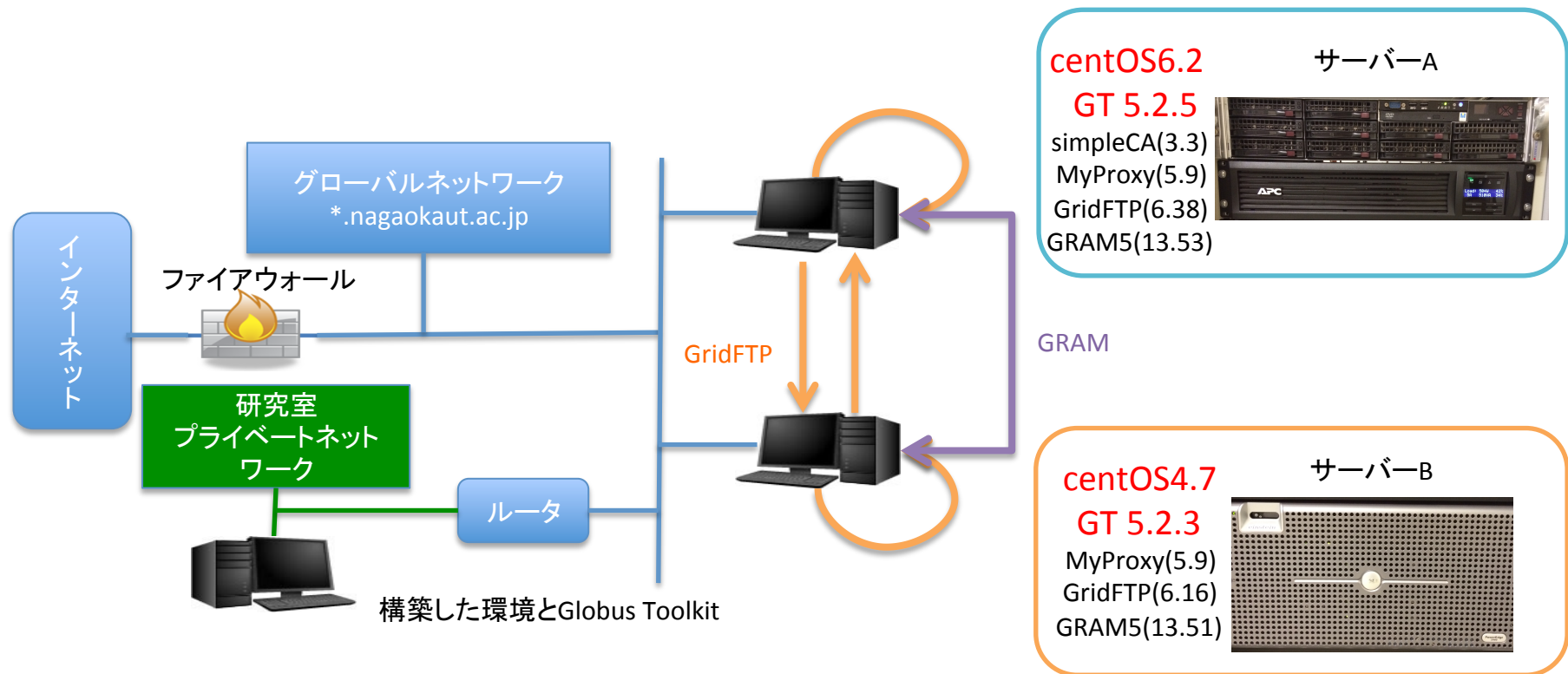


## GRAM

- ジョブの投入・コントロールが行える
- さらに違うサーバーに接続可能な点がSSHと異なる
- シングルサインオンも実現が可能



# 構築したGRID環境



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

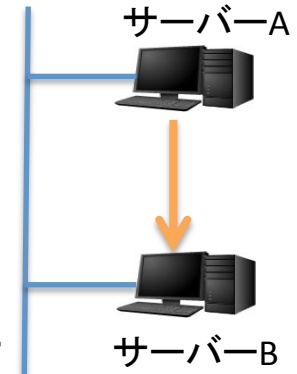
# SCPとGridFTPでのファイル転送速度の比較

- ✓ サーバーAからサーバーBのファイル転送

– コマンド:

```
globus-url-copy gsiftp://serverA.domain.jp/home/gtuser/datafile.zip \  
gsiftp://serverB.domain.jp/home/gtuser/datafile.zip
```

- ✓ 312MBのデータを間隔20秒、試行100回の平均を求めた



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

**KAGRAデータフローの要求値 20MB/s**

# GridFTPでの転送速度の向上の考察

- GridFTPの転送速度向上の手段
  - ✓ バッファサイズをより大きくする事
  - ✓ 並列コネクションの数を増加させる事

バッファサイズとコネクションのオプションによる指定

```
$ globus-url-copy -p 1 -tcp-bs 1250000 gsiftp.....
```

推奨TCPバッファサイズ = 帯域幅 × RTT / 並列コネクション数

※RTT(Round Trip Time)とは: 信号を発してから応答が返って来るまでの時間  
※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る

- 並列コネクションの数を過度に増加させるとスループットが低下
- OSの上限値以上のバッファサイズを設定出来ない
- 実際の環境ではGridFTP以外のサービスが動作している  
⇒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

※高瀬亘氏の 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 より引用

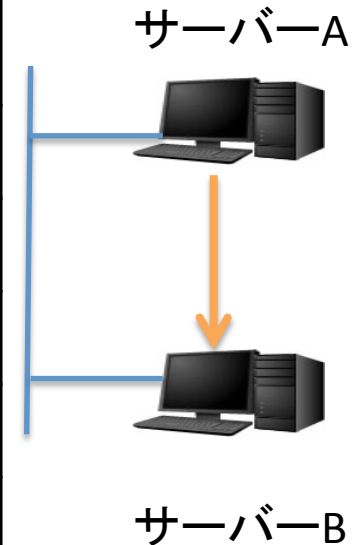
# GridFTPでの転送速度の向上の考察

Pingで60回試行したときのRTT

rtt min/avg/max/mdev = 0.064/0.103/0.163/0.021 ms

平均RTTが0.1ms

設定バッファサイズ	転送速度MB/s コネクション数=1	転送速度MB/s コネクション数=2
12.5KB	91.6±4.0	101.6±5.9
125KB	102.5±4.9	101.3±6.2
1.25MB	102.0±5.5	101.2±7.1
2.5MB	101.6±5.9	101.7±6.2
6.25MB	101.8±6.4	101.6±5.9



帯域幅1Gbpsによる速度計測

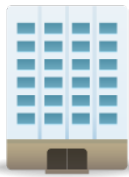
# まとめ

- GlobusToolkitを用いたGRID環境の構築に成功した
- SCPとGridFTPの速度転送の比較を行った結果、GridFTPはSCPの転送速度よりも約60%ほど速い事が分かった
- ただし、この60%ほどの速度差の原因が理解出来ていない為、今後も調査が必要

# 今後の課題

- ✓ VOMS (Virtual Organization)
  - ✓ European Data Gridプロジェクトで開発されたGRID技術
  - ✓ KAGRAがVOMS(KAGRA VO)をデータ転送系で利用を検討
  - ✓ 仮想的な組織による計算機資源の制限  
⇒メンバデータベースによって研究グループのメンバを判断する

Globus Toolkit



VOMS(KAGRA VO)

高エネルギー加速器研究機構がGRID環境サービスを提供



認証局を使用した通信でのデータ共有



KAGRA VOによるデータ(計算機資源)の利用制限



高エネルギー加速器研究機構のGRID環境との接続テストを行う