

2006.4.19 / No.150

SOLAR-B データの宇宙研・天文台間のデータ共有・転送実験

田村 隆幸 (PLAIN センター)

2005 年度の後半に行った表記の実験について報告します。この実験は、宇宙研（主に松崎・田村）、国立天文台 (Solar-B プロジェクト・ネットワーク担当者)、および (株) システム計画研究所の共同でおこないました。また国立情報学研究所が提供するネットワークおよび研究費を利用しました。

1. 実験の目的

2006 年度の夏に Solar-B（太陽観測衛星）が打ち上げ予定です。宇宙研と天文台が中心となり、海外を含む多数の研究機関が参加しているプロジェクトです。衛星データは、多くのデータ解析者がいる宇宙研と天文台でパイプライン処理をおこない、世界中の研究者に提供されます。これらのパイプライン処理やデータ解析をスムーズに行うには、両機関の間に高速で安全なネットワークが不可欠です。

幸に、両機関はスーパー SINET に接続されていて、以前よりスーパー SINET を用いて高速データ転送の実験をおこなってきました。ただし、これまで用いていたギガビット専用線による接続は、コスト削減のために 2007 年度より MPLS/VPN 接続に移行される計画です。そこで、実際に、二機関間に MPLS/VPN 回線を設置し、データ転送・共有の実地試験を行いました。

実験の目的は、以下の二つです。(1) パイプライン処理・データ転送のために、スーパー SINET のベストエフォート値である 1 Gbps を確認する。(2) 両機関でのデータ解析の利便性のため、200 Mbps × 5 接続のファイル共有を実現できることを検証する。

2. 実験環境

スーパー SINET/MPLS 回線上にプライベートな実験ネットワーク (VLAN) を設置しました (図 1)。表 1 に用いた計算機環境を示します。ネットワーク転送のプロトコルとして、TCP と UDP を比較しながら利用しました。TCP のデータ転送は、相手の応答を取りながらおこないます (コネクション指向)。相手の応答が一定時間ない場合は、データを再送します。したがって、データ転送の正確さと順序の正しさを TCP が面倒みてくれます。一方、UDP は、コネクションレスで「力任せに」データを送ります。信頼性は保証してくれませんが、相手との応答にともなうオーバーヘッドを最小にできます。NFS は、バージョン 3 を用いました。転送フレームサイズは、1500 バイトです。

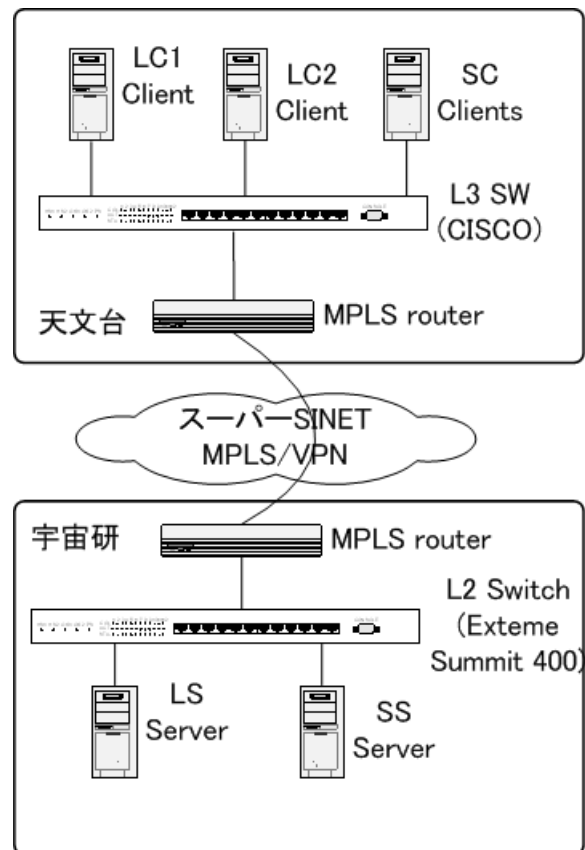


図 1: 実験に用いた天文台-宇宙研間のネットワーク構成図

3. 基礎試験

宇宙研-天文台間の MPLS 回線の性能を測定しました。遅延時間は、約 9 ms でした。一方、ギガビット専用線の場合は約 6 ms です。参考までに、LAN 単体では 0.1-0.5 ms 以下でした。

ネットワーク単体での利用可能な帯域は、最大で 900-1000 Mbps であり、公称値の 1 Gbps に近いことが確認できました。ただし、TCP/UDP 層とアプリケーション層の通信に用いるソケットバッファの値を適当に設定する必要があります。その値は、それぞれの環境での BDP (Bandwidth Delay Products; 帯域と遅延時間の積) を目安にします。我々の場合、BDP = 1 Gbps × 9 ms = 約 1Mbyte です。今回の環境では、TCP の場合 1 MB 以上、UDP の場合は、64 KB 以上にする必要があります。この程度的高速通信になると計算機のネットワークインターフェースカード (NIC) や内部バス性能も重要です。例えば、今回の実験の一部で用いた

[裏へ続く]

低価格パソコンのNIC/PCIバスでは、700 Mbps以上の速度ができませんでした。PCI Expressバスであれば問題ないようです。

TCPによる双方向の同時通信をおこなった場合には、先に転送を開始した通信に帯域が占有されてしまい、もう一方では、十分な帯域が確保できないことが分かりました。これは、TCP固有の問題です。

今回の実験では、サーバに内蔵のハードディスクを用い、これらのデータ転送速度を測定しました（表2）。転送速度は、ハードディスク単体の性能に加え、ファイルサイズやメモリの大きさに依存します。計算機のメモリよりサイズの小さなファイルを扱う場合には、ハードディスクの性能は、ネットワークの速度に比べ問題ありません。ただし、それより大きなファイルを扱う場合には、（特に書き込み時に）注意が必要です。

4. アプリケーション試験

(1) NFSによるデータ共有：TCPおよびUDPのどちらを使っても、300 Mbpsでファイル参照ができることを

確認できました。ただし、上で述べたように適当なソケットバッファの値、十分な性能のNICや内部バスが不可欠です。また、NFSクライアントを5つ同時に用いた場合には、合計で500～900 Mbps、それぞれ100～200 Mbpsのファイル参照ができることを確認しました。ただし、上で述べたように複数のTCP接続がある場合には、先にセッションを開始した接続が大きな帯域を占有し、他の接続が低速になることが分かりました。

(2) FTP/rsyncによる転送：FTPにおいても、適当なパラメータ・機器設定をすることで、最大270 Mbpsの転送を実現できました。rsyncでは、適当なテキストファイルを圧縮転送した場合は、最大200 Mbpsの転送を確認できました。圧縮をしない場合は、60 Mbps程度でした（この値は当然テキストファイルの中身によります）。

なお、今回の実験の成果物として(1) 実験手順書／結果報告書、(2) 環境構築／アドミニストレータマニュアル、(3) ユーザマニュアルを作成しました。興味のある方は田村まで連絡ください。

呼び名	設置場所	OS	CPU	RAM (GB)	NFS
LC1	天文台	Linux 2.6	Pen4/3G x 2	1	Client
LS	宇宙研	Linux 2.6	Xeon/2.8G x 2	2	Server
LC2	天文台	Linux 2.6	Xeon/3G x 2	2	Client
SC	天文台	Solaris 10	Sparc 0.9G x 2	1	Client
SS	宇宙研	Solaris 10	Sparc 1.6G x 4	8	Server

表1: 実験に用いた計算機環境

ファイルサイズ	読み込み	書き込み
RAMの半分	500-3000	200-500
RAMと同じ	300-700	100-400
RAMの2倍	300	100-300

表2: 実験に用いたハードディスクの性能：
数値はデータ転送速度 (Mbps)

宇宙科学データの音声化－PLAINセンターでの研修成果報告

宇野伸一郎（日本福祉大学、PLAINセンター客員助教授）
堀端 昌希、亀山 哲也（日本福祉大学）

●今回で4回目となる日本福祉大学学生のPLAINセンター研修を、今年は2月28日から3月15日の2週間にわたって実施しました。学生2人には、新企画「視覚障害者用科学データ可聴化プロジェクト」のキックスタート部分を担当させました。この企画は、教材製作だけではなく、障害者と共に科学研究を行うための枠組みの第一歩としたいと思っています。福祉大学に籍を置く数少ない宇宙科学研究者の一人としてユニークなプロジェクトに育てていきたいと思っています。今後の開発にご期待ください。（宇野 伸一郎）

●本プロジェクトの始めとして、我々はまずパルサーのデータ解析／音声化を行いました。パルサーとは周期的に明滅を繰り返す天体のことをさします。パルサーは高速に自転している中性子星の磁極が光っているもので、その周期は数ミリ秒というような短いものから数十秒という長いものまで様々あります。

パルサーの解析ではパルサーからきた光が時間の経過とともにどのように変化したか調べます。解析には標準的な解析ツールであるXRONOSを使用しました。

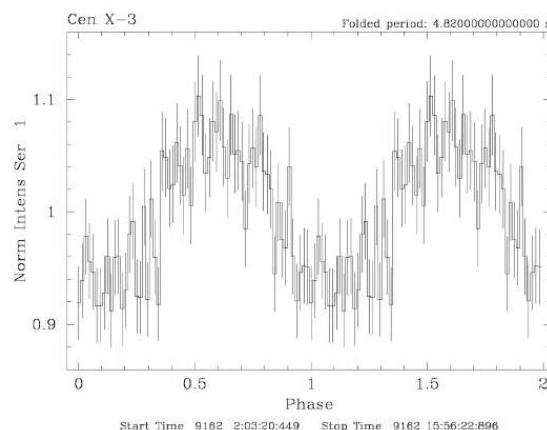


図1: X線パルサー Cen X-3 のパルス波形

これを使ってライトカーブ、パワースペクトル、フォールディング解析などを行っていきます。

ライトカーブとは、観測時間内にどれだけの光が観測されたか時刻順に表示するものです。パルスの明確なパルサーならば一定時間ごとに光度が変化する様子が見られます。パワースペクトルは天体の周期性を出力して

くれるものです。これは周期的な時間変動を解析する場合の基本になります。そしてフォールディング解析とは観測されたライトカーブを一定の周期で何回も折りたたんで重ねて表示するというものです。これにより、詳しいパルス波形のデータが得られます。今回、私たちはDARTSにあるX線天文衛星 ASCA/GINGA のデー

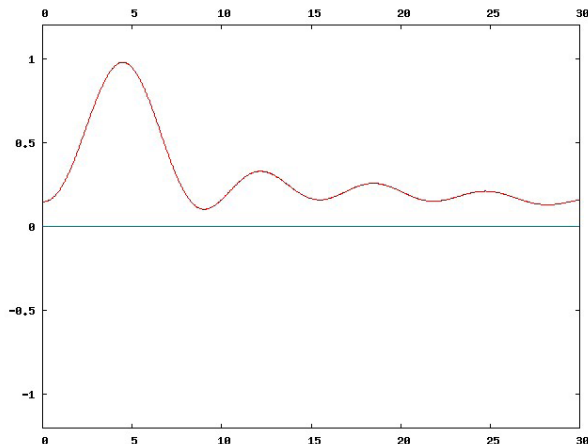


図 2： 模擬パルサーのパルスプロファイル

●次に我々は解析したX線パルサーのパルスプロファイルの音声化を行いました。これは、パルサーが周期的に放射してきたパルスを単音の音声と掛け合わせることで、パルスを音声化しようという試みです。

この試みには、視覚障害者の方に宇宙に触れてもらう機会を増やすというだけでなく、聴覚の鋭い視覚障害の方と共にデータを聞くことで、視覚対象物ではないパルサーに新たな視点(聴点?)を持たせることができるのではないかという思いがあります。宇宙と福祉を絡ませたこの研究は福祉大学に在学する学生として、非常にやりがいのあるものです。

我々は、Xronosの解析によって作成されたパルス波形のデータ(テキスト形式ファイル)をどのように音声化するか、を考えました。そして以下のような方法をとりました。まず、図2のようなパルスプロファイルがあったとして、これに、単音の「ラ」の音(440Hz)のデータ(図3)を掛け合わせて、最終的に図4のような波形の音声ファイルを生成する、というものです。我々は2週間で3つの天体を解析し、これらを音声化することに関しては成功を収めました。その結果、Cen X-3はパルスの強弱をクリアに聞くことができましたが、Crabなどは周期が短かすぎてうまく聞き取ることができませんでした。

スーパーコンピュータ平成18年度共同研究採択課題一覧

篠原 育(PLAIN センター)

平成18年度のスーパーコンピュータ共同利用は公募の結果、以下の課題が採択されました。

- 羽田 亨(九大総合理工) 電気推進機関内における外部電磁場に対するプラズマ応答
- 榎森啓元(東工大) 月及び衛星の起源：惑星の周りを公転する小天体集団の力学進化と合体成長
- 荻野瀧樹(名大STE研) 太陽風-地球磁気圏・惑星磁気圏相互作用に関する数値シミュレーション
- 恩田邦藏(東理大基礎工) 原子分子衝突素過程の研究
- 加藤成晃(筑波大計算センタ) ブラックホール降着流の幅

タを解析しました。ターゲットは Cen X-3、Her X-1、Crab です。図1にフォールディングした Cen X-3 のパルスプロファイルを示します。強度が周期的に変化していることがわかんと思います。今後、より多くの天体を解析し、またシステムのマニュアルを作りなども視野に入れて研究を進めたいと思っています。(堀畑 昌希)

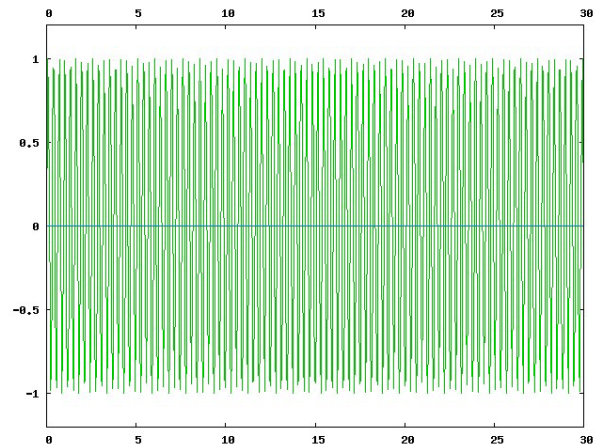


図 3： パルスに重なる音の波形

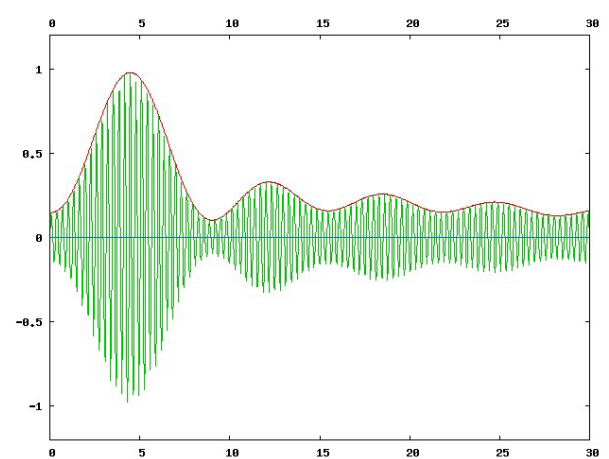


図 4： 合成された音の波形

今回の研修で、一通りの音声化はできましたが、システムに関してまだ改良する点が多くあると感じました。今後は、各々のパルサーのエネルギーに合った波形を作るプログラムの作成や、音声データ生成時に周波数変調を取り入れるなどの方法を検討してみたいと思っています。これらの改善点に向け全力で研究を続けていきます。

最後に今回このような機会を与えてくれたPLAINセンターの皆様へ感謝します。ありがとうございました。(亀山 哲也)

射輸送3次元磁気流体数値シミュレーション

- 河村洋(東理大理工) 微小重力下におけるマランゴニ対流の数値シミュレーション
- 宮坂武志(岐阜大工) 宇宙推進用プラズマ推進機内のプラズマ現象の数値解析
- 宮路幸二(横国大工) 飛行体の空力・構造・飛行力学連成解析に関する研究
- 坂井純一(富山大工) 太陽彩層でのプラズマ加熱の解明
- 三栖功(青学大理工) 柔らかい壁面による流体摩擦抵抗低減メカニズムの解明

[裏へ続く]

11. 寺田直樹 (NICT) 惑星磁気圏－電離圏－熱圏結合に関する数値シミュレーション
12. 寺島洋史 (理研) 高速気体と干渉する大変形膜構造物の流体構造連成解析
13. 寺本進 (東大工) 圧縮性 Large-Eddy Simulation における
14. 柴田大 (東大総合文化) 一般相対論的磁気流体シミュレーションによる大質量星の重力崩壊の研究
15. 宗尻 修治 (比治山大) 第一原理分子動力学シミュレーションによる液体スズの構造とダイナミクスの研究
16. 小高正嗣 (北大理)
17. 松井宏晃 (シカゴ大) 地球および惑星磁場成因解明のための Sub-Grid Scale ダイナモシミュレーション
18. 松元亮治 (千葉大理) ブラックホール降着流における状態遷移とジェット形成の磁気流体数値実験
19. 松清修一 (九大総合理工) 無衝突衝撃波近傍における荷電粒子の加速・加熱に関する数値実験
20. 松田卓也 (神戸大) 近接連星系の数値流体力学的研究
21. 松尾亜紀子 (慶応大理工) 空気吸い込み式エンジンの機体搭載性の検討
22. 松本洋一郎 (東大工) 気泡乱流の高精度直接数値解析
23. 松本倫明 (法政大人間環境) 解適合格子自己重力流体シミュレーションによる連星系形成の研究
24. 杉元宏 (京大工) 熱駆動型ポンプ・気体分離装置の開発
25. 星野公三 (広島大総合科学) 第一原理分子動力学シミュレーションによる金属および化合物半導体融液内の原子ダイナミクスの研究

26. 西野耕一 (横国大工) 強制対流にさらされるマランゴニ対流の不安定性とその温度境界条件への感受性
27. 仙田康浩 (山口大工) マルチスケールシミュレーションによる材料破壊と材料強度に関する研究
28. 倉本圭 (北大理) 古火星の大気構造と気候変動メカニズムに関する数値的研究
29. 大西元 (金沢大自然科学) スペースシャトルや宇宙ステーションなどの熱制御技術の開発
30. 大西善元 (鳥取大工) 相変化による流れ場のシミュレーション解析
31. 大津広敬 (静岡大工) 磁気プラズマセイルまわりの流れ場の解析
32. 巽和也 (大阪府大工) マイクロフィンを用いた超小型軽量熱制御機器の開発
33. 藤松信義 (青学大理工) 柔らかい壁面による流体摩擦抵抗低減メカニズムの解明
34. 菱田学 (名大工) 爆轟現象を利用した次世代航空機用エンジンの開発に関するエンジン内部流れ場の数値シミュレーション
35. 蜂巣泉 (東大総合文化) 大質量回転星の重力崩壊による「ブラックホール+ディスク」システム形成に対する一般相対論的シミュレーション
36. 野口正史 (東北大理) Virtual Group Catalog
37. 林光一 (青学大理工) 多分散系も含めた多相ゲルネットワークの基礎に関する数値シミュレーション

新プロジェクト研究員挨拶

2006年4月1日からJAXAの宇宙航空プロジェクト研究員として採用された宮下幸長と申します。京都大学から名古屋大学太陽地球環境研究所を経て、PLAINセンターに来ました。専門は磁気圏物理学で、オーロラに関係の深いサブストームと呼ばれる現象や磁気嵐の研究をしています。これらは太陽風と磁気圏の相互作用により磁気圏内で頻繁に発生する擾乱現象で、今まで特に、これらの現象の発生・発達機構の解明に取り組んできました。研究手法はデータ解析で、主にGeotail衛星による地球磁気圏尾部の観測データを解析してきました。そ

宮下 幸長 (PLAIN センター) の関係で、宇宙研には大学院生の頃から、Geotail 衛星の運用当番や研究会等でたびたび来ていました。実は、ほんの短い間ですが、数年前にも宇宙研に所属していたこともあり、今回、再び戻ってきたことになります。

PLAIN センターでは、太陽地球系のデータベースに関連した仕事に携わることになっています。また、Geotail 衛星だけではなく、最近の Cluster 衛星等による新しいデータを用いてのサブストームや磁気嵐の研究を進めていきたいと思っていて、楽しみにしております。どうぞよろしくお願い致します。

宇宙研計算機、ネットワークに関するお知らせ

●計算機室関連

申請受付：計算機室 山本 (RN.2103, 内線 8388)

ISAS LAN 内限定：

<http://www.pub.isas.jaxa.jp/net/>

<http://www.pub.isas.jaxa.jp/cc/>

下記の各申請を受け付けています。

- ・ ISAS ドメインメールサービス
- ・ 解析サーバ
- ・ ISAS LAN ネットワーク接続

計算機等利用上の質問・トラブルなどはシステム・プログラム相談室 (RN 2113・内線 8391) 迄、ネットワー

三浦 昭 (PLAIN センター) ク関係の質問・トラブルなどは PLAIN センター 本田秀之 (RN 1261・内線 8073)、長木明成 (RN 2101・内線 8386) 迄お願いします。

●スーパーコンピュータ

<http://www.isas.jaxa.jp/home/plain/cpis/>

下記の申請を受け付けています。

- ・ JAXA 内の利用申請

お問い合わせは isas-cc@plain.isas.jaxa.jp 迄お願いします。

●その他の情報システム関連

ISAS LAN 内限定：<http://www.pub.isas.jaxa.jp/>

編集発行：宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 宇宙科学情報解析センター (PLAIN センター)

〒229-8510 相模原市由野台 3-1-1 Tel.042-759-8351 住所変更等 e-mail：news@plain.isas.jaxa.jp

本ニュースはインターネットでもご覧になれます。<http://www.isas.jaxa.jp/docs/PLAINnews>

●編集後記：15年ぶりに日本で桜の季節を堪能しました。ワシントン D.C. の桜もきれいだったけど、やっぱり桜は日本が一番。なんて美しい国なんだろう (と時々思ったりします)。(K.E.)