

第1回 Grid ゼミ

ゼミ担当者 : 田中 裕也, 昌山 智, 坂田 大輔
 指導院生 : 下坂 久司, 斉藤 宏樹, 岩橋 崇史, 中山 靖一
 開催日 : 2003 年 4 月 25 日

ゼミ内容: 本ゼミでは, Grid とはどのような技術なのか, そしてなぜ今 Grid が注目されているのかを学ぶ. Grid の事例をいくつか挙げ, Grid の技術的問題点や社会的問題についても説明する.

1 Grid とは

Grid とは, 世界各地のコンピュータやデータセンタ, 観測装置など複数の計算資源を大規模なネットワークで接続し, 莫大な計算資源や情報資源を得るために考え出された技術である (Fig. 1 参照).

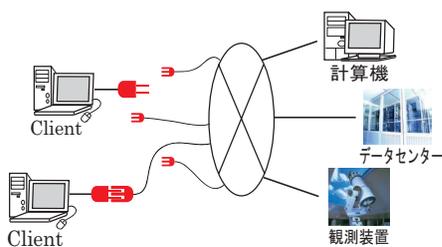


Fig. 1 Grid のイメージ

Grid の語源は, 電力網 (Power Grid) から来ている. 我々は部屋を明るくしようと思ったとき, 電力がどこから来ているかなどといったことを意識することなく, スイッチを入れるだけでその目的を達成できる. それと同じように Grid は必要なコンピュータ資源を得ようと思ったときに, どこにあるコンピュータがどのようにつながっているのか全く意識することなく, 容易に計算資源を得られるようにするための技術である.

2 なぜ今 Grid なのか

1980 年頃からコンピュータ 1 台の処理速度や処理内容には, 限界があることが分かって来た. そこで, 一連の処理を複数台のコンピュータで同時に並行して行う並列処理が注目されるようになった. 1990 年中頃には, より速い処理速度を得るため, または散らばった資源をまとめて使おうという考えより, Grid という言葉がすでに存在していた. しかし, Grid を実現するためには高速なネットワークやその構築技術などが必要であった. 現在ではその技術が確立し始め, ようやく今 Grid が取り上げられるようになったのである.

3 Grid 技術

3.1 DataGrid

DataGrid は, 数百 TeraByte から PetaByte のデータを地理的に分散して配置し, ユーザからは透過的にアクセスする機能を提供するものである. DataGrid はデータのレプリカ (複製) を作成することで, バンド幅, 遅延, 負荷分散などによるデータの参照先の選択, 故障時のバックアップを可能としている. 各レプリカは一定の間隔で内容の同期を取ることでデータの一貫性を保っている. DataGrid では, データは論理名でグローバルに識別され, 物理的に異なる場所に配置されている. カタログは論理名とレプリカの場所を登録している. 具体的な処理の流れは以下の通りである.

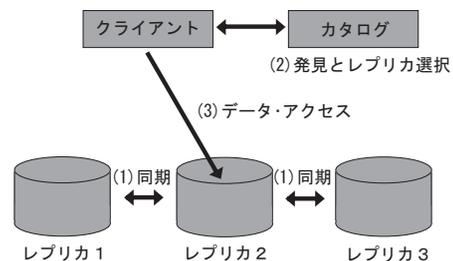


Fig. 2 DataGrid

1. 処理の前提として, 各レプリカはデータの内容の同期をとっている.
2. カタログは, アプリケーションから要求されると適当なレプリカを選択してその情報を返す.
3. アプリケーションはレプリカからデータを得る.

3.2 Access Grid

Access Grid は, インターネット上でのグループ間コラボレーションを支援するためのプロジェクトおよびソフトウェアである. その基本部分は大規模ビデオ会議システムであり, IP マルチキャスト¹で通信している.

Access Grid を使用することで, 世界中どこにいてもリアルタイムで会議などを行うことが可能であり, また,

¹1 度に多数のホストヘデータ・パケットを送信する方法

複数大学間での遠隔講義など教育支援システムとして利用することもできる。

Access Grid ノード構成

Access Grid ノードのハードウェア構成とソフトウェア構成について述べる。

1. ハードウェア構成

- 計算装置

ディスプレイ用、ビデオキャプチャ用、オーディオキャプチャ用、制御用の計4台のコンピュータ（各256MB程度のRAMと9MB程度のディスク容量）、ネットワークアダプタ（100Mbps程度）、モニタ。

- メディア装置

オーディオ処理用ハードウェア、マイク、スピーカ、ビデオカメラ。

- プロジェクション装置

ディスプレイ用プロジェクタ（1024 × 768ピクセル以上の解像度）、マウント用装置、スクリーン機材。

2. ソフトウェア構成

Access Grid のソフトウェアは、インターネット上で入手可能な既存のソフトウェアで構成される。²

4 Grid の事例

4.1 SETI@home

SETI@home とは、Grid 技術により、地球外の知的生命体の探査を行う科学実験のことである。現在、アメリカのカリフォルニア大学バークレー校で解析が行われている。

SETI@home の仕組みは、以下の通りである。

1. まず、プエルトリコのアレシボにある世界最大の電波望遠鏡で、宇宙からくる電波を収集し、1日およそ35Gバイトのデータが高密度テープに記録される。アレシボでは、高速なインターネット接続ができないので一旦バークレー校にデータが送られる。
2. ここで、データを0.25Mバイト毎に分け、SETI@homeのサーバーからインターネットを経由して世界中のコンピュータを使う人達に送られる。ネットワークにつながっているコンピュータを使い、得られた時間変化する信号を高速フーリエ変換あるいはFFTと呼ばれる比較的複雑な数学的操作で解析する。すべてのコンピュータが一度に受け取るデータ量は同じであり、速いコンピュータ

²vic, RAT など

は1回の解析ごとの時間が短く、次々データを受け取ることになる。解析中にユーザが電源を落としてもプログラムが最後に止まった時にどこで計算をしていたかを知るためハードディスク上に記録をする。これによって中止したところから作業を再開できる。また、送った全ユニットを記録しているので長時間解析結果が届かない場合はそのユニットを他の人に送り直す。

3. 解析が終了すると結果がバークレー校のサーバに返される。データがバークレー校のコンピュータを使って1つの巨大なデータベースに統合される（Fig. 3参照）。

なお、SETI@homeへの参加は、解析プログラム³をダウンロードし、設定すればよい。SETI@homeクライアントは、非常に多くのメモリを消費するので、スワップ⁴を起こすマシンが出る可能性がある。利用者の日常的な作業に、全く影響が出ないことを保証するためPCでは、デフォルトではスクリーンセーバーとなっている。現在は、約450万台のコンピュータ⁵が参加している。

カリフォルニア大学バークレー校



Fig. 3 SETI@home

4.2 Folding@home

SETI@homeと同じようなプロジェクトとしてFolding@homeが上げられる。Folding@homeとはアメリカ・スタンフォード大学で行われているタンパク質の折り畳

³Windows 95/98/NT/2000/Me/XP, Mac OS 9.X 以前, Mac OS X, UNIX系OS(コマンドライン版)に対応している。

⁴物理的なメモリサイズを超える仮想空間を作り出すために、物理メモリの内容の一部をスワップファイルに書き出したり、逆にスワップファイルからメモリに読み込んだりすること

⁵参加ユーザー数は1位:アメリカ,2位:ドイツ,3位:イギリス,4位:カナダ,5位:日本となっている

み過程⁶，折り畳みの失敗および関連する病気⁷について研究するための分散コンピューティングプロジェクトのことである．ここでは，大規模な分散コンピューティングを使って，従来の一千倍から百万倍の速さでシミュレーションを行っている．このことによって，折り畳みのシミュレートと，折り畳みに関連する病気に対して直接的な対策をとることができるようになった．

なお Folding@home は，SETI@home と同じようにスクリーンセーバーが動作している間に計算を行う．

4.3 ApGrid(Asia-Pacific Grid)

世界各国で，Grid プロジェクトが立ち上がっている中，アジア地区では，韓国，中国を初め，台湾，シンガポールなどで Grid の研究が進められている．米国，オーストラリアを含めたアジア太平洋地区の Grid 活動を推進する母体として，2000 年 6 月に ApGrid が立ち上がった．これらの活動は，日本がリード役となって，この地区の Grid 活動を推進してきている．また，Asia-Pacific Advanced Network (APAN) の活動によって，グリッドのベースとなる高速ネットワークが構築されて来ている．このような活動の実績から，世界の標準化団体グローバルフォーラム (GGF) の中でアジアが世界 3 極の 1 つとして発言権を確保できている．

4.4 OBIGrid

4.4.1 OBIGrid とは

バイオインフォマティクスの研究には，膨大な遺伝子データベース，ホモロジー計算や分子シミュレーションなどといったソフトウェアの準備が不可欠だが，全ての環境を単一研究機関で用意するには大きな労力を要す．また，膨大な計算を行うためにはテラバイト級の大規模ファイルサーバーや大規模 PC クラスタなどの高性能計算機も不可欠となっている．OBIGrid(Open Bioinformatics Grid) とは，バイオインフォマティクス研究者のための Grid であり，ネットワークに接続するだけで，研究に必要なデータベース，シミュレーション環境，プログラミング言語，実験データにアクセス可能な利用環境を目指している．

4.4.2 OBIGrid の構成

OBIGrid においては，参加各サイト間を，Virtual Private Network(以下 VPN) で接続し，その VPN 上で Globus Toolkit を使用した Grid 環境を構築する．VPN 網と Internet の間には Firewall を設置し，Inbound/Outbound とともに，許可されていない Packet をブロックしている (Fig. 4 参照)．

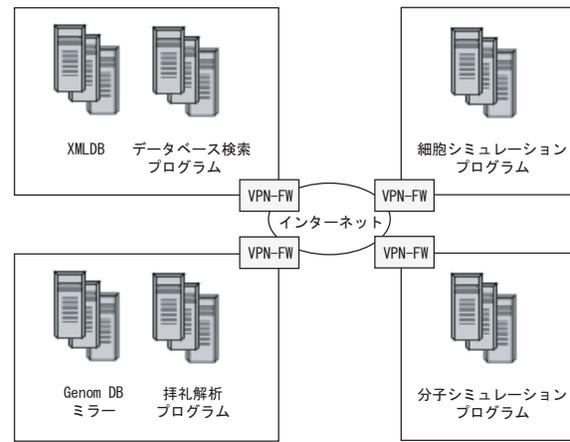


Fig. 4 OBIGrid

4.5 BioGrid

4.5.1 BioGrid とは

BioGrid とは，Grid の技術を使用して，従来できなかったコンピュータ上による医薬開発や生体機能解明を主とし，未知遺伝子・タンパク質の解析時間，バイオ関連の人材育成などを行うプロジェクトである．将来的には，このプロジェクトによって他分野にも適用できるスーパーコンピュータネットワーク環境の基盤技術，すなわちペタバイト級のデータを高速な分散コンピュータで処理するペタグリッド技術を実現することができる．なお，ペタグリッド技術の応用範囲は物理学，医学，天文学など非常に広範であり，今後の活動に大いに期待されている．

4.5.2 BioGrid の構成

BioGrid プロジェクトは「スーパーコンピュータネットワークの構築」の一環として文部科学省からの研究開発委託事業として実施されている関西を中心としたプロジェクトである．

2000 年 4 月に設立された高度な計算資源とネットワーク資源が集約されている大阪大学のサイバーメディアセンターを核とし，連携している周辺の研究機関や民間企業などの計算機や観測装置，データベースを高速ネットワークで接続することにより巨大な計算資源を得ている (Fig. 5 参照)．

バイオインフォマティクス技術をグリッド化するためには，セキュリティや高速ネットワーク利用技術が必要であり，このような基盤技術をバイオ関係者に利用できる形で提供していく方針で BioGrid は活動している．重要なデータを安全にやり取りしながら解析を行うための，セキュア・グリッド基盤を確立させる．

ITBL 技術を利用し，PC クラスタ用 IPv6 版 Globus⁸環境整備とその性能評価を行っている．大阪大

⁸セキュリティ，資源，スケジュールなどの管理をするツール群

⁶タンパク質は生化学的な役割を実行する前に，瞬時に自らの構造を組み立てている．その過程のことを折り畳み過程という．

⁷アルツハイマー病，狂牛病 (BSE)，CJD(クロイツフェルト・ヤコブ病)，ALS(筋萎縮性側索硬化症)，パーキンソン病など

学サイバーメディアセンターと日本原子力研究所関西研究所に設置している PC クラスタに IPv6 版 Globus を整備し、その性能評価を行うと共に、実アプリケーションを効率的に実行できるための環境やツールを開発整備する。



Fig. 5 BioGridの構成

4.6 ITBL

ITBLは、計算機シミュレーションの活用により、研究開発の手段を提供することで研究開発の効率化を目指している。さらに、大型研究実験施設や大規模なデータベースを利用した共同研究を、容易に実現できるシステムを開発・提供する (Fig. 6 参照)。

具体的には、次のようなことが挙げられる。

- これまでスーパーコンピュータにアクセスできなかった企業や研究機関に利用ノウハウを提供し、製品開発や研究開発の期間の大幅な短縮や、コストの削減をめざす。
- 研究機関や大学で所有するスーパーコンピュータを接続し、共有することで、これまで不可能であった大規模な計算の実現をはかる。
- 研究機関で持つ共同利用可能な大型研究実験施設を、ネットワークを介して利用可能とするためのインターフェースやソフトウェアに関する情報提供を行う。

4.7 スーパー SINET

4.7.1 スーパー SINET とは

スーパー SINET は、先端的技術研究機関間の連携を強化して、日本の学術研究を飛躍的に発展・増進させることを目的とする高速ネットワークである。現在「高エネルギー・核融合科学」、「宇宙科学・天文学」、「バイオインフォマティクス」⁹、「スーパーコンピュータ等を連

⁹遺伝子情報解析

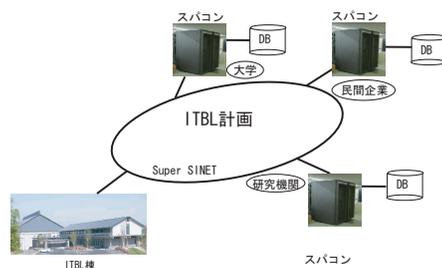


Fig. 6 ITBLの構成

動する分散コンピューティング (Grid)」、「ナノテクノロジー」の5つの分野の情報基盤となっている。

実際、平成13年3月にIT戦略本部が発表した「e-Japan 重点計画」¹⁰に取り上げられており、10Gビットの光通信技術を用いる世界最高速の研究用のインターネットで、文部科学省国立情報学研究所が、平成14年1月4日から運用している。

4.7.2 スーパー SINET の構成

通信速度は、研究機関間を10Gビットで接続している他、研究機関をまたがって研究機関内の先端的研究施設等の間を1Gビットで直結している。また、ITBL(IT-Based Laboratory)計画についてもスーパー SINETにより基盤整備している。今後は、スーパー SINETを用いた新たな研究プロジェクト提案等を受け、更なる先端的学術研究の促進を図っていく計画である。

スーパー SINET が目指す光インターネットは次世代インターネットを実現するものとして、世界中で開発が試みられている。研究機関の間を全光技術で接続するばかりでなく、接続形態を瞬時に変更できることから、大学の研究室が先端研究に参加することも可能となる。この新たなネットワークは、日本の学術研究の発展を大きく促すものとして注目される。

5 主な Grid 会議

5.1 Global Grid Forum

5.1.1 Global Grid Forum とは

Gridは現在、Global Grid Forum(以下GGF)と呼ばれるGrid Computingの標準化国際団体により、様々な技術の標準化が進められている。Fig. 7はGGFのロゴである。

5.1.2 GGFの目的

GGFの目的は、開発者コミュニティーやユーザコミュニティーの分散コンピューティングに関するニーズをまとめることである。また、そのニーズに基づいた分散コ

¹⁰世界最先端のIT国家を実現するための具体的な課題や施策を示した最高水準の「情報通信ネットワーク」「教育・人材育成」「電子商取引推進」「行政の情報化」「ネットワークの安全性・信頼性」の確保の5分野を重点施策とする



Fig. 7 GGF のロゴ

ンピューティングの標準技術を策定することも目的として挙げられる。

GGF には、この 2 つの目的を達成するために、約 20 のワーキンググループと約 20 の調査グループが設けられている。2 つのグループの目的をそれぞれ以下に示す。

- ワーキンググループの目的
 - － 標準的な仕様を策定すること
 - － 策定した仕様の技術的な位置付けをみること
- 調査グループの目的
 - － 標準仕様の開発や策定
 - － ユーザニーズに応えるアプリケーションの要件を調査すること

5.2 グリッド協議会

グリッド協議会は、国内でのグリッド技術における研究開発や実用化の促進を行う事を目的とし、2002 年 6 月に発足された。国内の産業、学術分野の専門家が一堂に会し、それぞれの技術開発や標準化動向の調査、国際的標準化への貢献、技術研究の成果などについて、情報交流および人的交流を行っている。

参考文献

- 1) http://www-6.ibm.com/jp/provision/no36/pdf/36_ppr1.pdf
- 2) http://www.aist.go.jp/aist_j/organization/research_center/grid/grid_main.html
- 3) <http://a05.ais.cmc.osaka-u.ac.jp/gaiyou.html>
- 4) -AccessGrid-
<http://www.ciec.or.jp/event/2002/papers/pdf/E0081.pdf>
- 5) -SETI@home-
<http://www.planetary.or.jp/setiathome/>
- 6) -Folding@home-
http://www.inter1.jp/~kyw/fah/fah_j/
- 7) -ApGrid-
http://www.aist.go.jp/aist_j/aistinfo/aist_today/vol03_03/vol03_03_p20_23.pdf

- 8) -BioGrid-
<http://www.biogrid.jp/>
- 9) -OBIGrid-
<http://www.jpgrid.org/papers/obigrid.pdf>
- 10) -スーパー SINET-
http://www.sinet.ad.jp/s_sinet/
- 11) -GGF-
<http://ascii24.com/news/i/topi/article/2003/03/05/print/642265.html>