



White Paper

SGI と Intel のグリッドへの取り組み

グリッド・コンピューティングのための独自の機能



目次

はじめに.....	1
グリッド・コンピューティングとは？	1
グリッド処理のストラテジ	3
グリッド・コンピューティングを実現するミドルウェア.....	4
SGI のグリッドへの取り組み.....	6
SGI® Altix®ファミリ.....	8
SGI® Altix® 3700 Bx2: Linux®対応のスーパーコンピューティング性能.....	8
SGI® Altix® 350: キャパシティ・コンピューティングに対応するミッドレンジ・テクニカルサーバ... 9	
ヘテロジニアスな SAN のサポート	10
SGI® InfiniteStorage CXFS®共有ファイルシステム: ハイパフォーマンスな共有データアクセス	10
グリッドのニーズに対応する CXFS の機能拡張.....	12
SGI InfiniteStorage Data Migration Facility (DMF).....	12
グリッドのためのセキュリティ.....	14
SGI Altix のトラステッド環境.....	14
ビジュアライゼーション環境.....	16
Silicon Graphics Prism™	17
ビジュアル・エリア・ネットワーキング	17
ビジュアル・エリア・ネットワーキング	18
結論	20

はじめに

グリッド・コンピューティングとは？

「グリッド」とは、ネットワーク・コンピューティングを統合するためのモデルで、リソースへの柔軟かつ安全で効率的な、しかもユーザの管理可能な共有アクセスを実現するものです。分散するユーザ・コミュニティは、その場所にかかわらず仮想化されたグリッド・リソースにアクセスできます。グリッドの主要な目的は、リソースへのアクセスとリソース管理を自動化することで、ジョブの設定、ルーティング、監視といったテクニカル面での膨大な作業を排除することです。グリッド・コンピューティングは年々進化を遂げ、科学者やエンジニアはクリティカルな、またはパワフルな計算リソースや先進の機器を共有し、迅速かつ透過的にリソースにアクセスすることが可能になりました。テクニカル分野のグリッド・ユーザは、物理的な場所をほぼ意識することなく、コンピュータ、ソフトウェア、データ、ビジュアライゼーションなどの重要なリソースに直接アクセスしています。グリッドの利用によって、より困難な問題の解決や、組織を超えた大規模なコラボレーションが可能になり、高価な専用リソースを最大限に活用できるようになります。

たとえば、スティーブン・ホーキング教授が率いるケンブリッジ大学の COSMOS プロジェクトでは、専用の宇宙学グリッドを使ってビッグバン後の銀河系の形成についての研究を進めています。グリッド・ユーザは、イギリス国内の大学に設置されている多様な計算リソースに対して、場所に関わらずにアクセスできます。ユーザは専用のソフトウェアを使用して特定のジョブに最適なリソースを特定しアクセスします。同様の仕組みを持つ小規模なグリッドは世界中で構築が進められています。

最初のグリッド・コンピューティングは、計算性能に対する飽くなき要求と遠隔地間での大規模なコラボレーションの必要性が原動力となって、国や政府および大学の HPC 機関で誕生しました。この第 1 次ユーザはグリッドの真の開拓者であり、最新テクノロジーを真っ先に採用した先駆者といえます。この時期のユーザは商用グリッド・ソフトウェアにほとんど頼ることなく、大部分はオープンソースを利用して、あるいは組織における独自開発によってグリッドを構築してきました。この例には、CosmosGrid、Welsh Visualization Grid、WestGrid、UK e-Science イニシアティブ、European DataGrid があります。これらのプロジェクトの一部が産業用グリッドの発展のためにテクノロジーを移行し、他分野でのグリッド使用の基礎を形成しました。

次にグリッドを導入したのは、主に一般企業、特に金融サービス・製薬・製造の各分野の企業です。現在、発展を遂げつつあるこの第 2 次ユーザは、グリッドを競争力維持に必須のものと考え、企業インフラや業務プロセスの効率を改善するために使用しています。このようなユーザは新しい使用モデルを導入して、財務リスク分析、新薬開発、車体の衝突シミュレーションなど主に計算集約型のタスクを実行し、同時に、グリッドの機能と既存の製品データ管理システムとの統合を進めてい

グリッドでは共同作業やサプライヤがコラボレーションに参加できます。そして、インター・グリッドでは複数企業にわたってさらに広範なリソース共有を促進します。通常、企業はビジネス・ツー・ビジネスのアプリケーションに対応してイントラ・グリッドからインター・グリッドへと発展します。そして、次の段階として顧客やエンドユーザが利用可能なグリッドについて検討します。

グリッド処理のストラテジ

以下は、グリッド導入のストラテジを論じる場合に考慮すべき4つの異なる視点です。

- 1) エンドユーザは、使用の容易性と、より大規模な計算性能にアクセス可能かどうか注目します。
- 2) IT 担当者は、管理の容易性、配備にかかる時間、より多くのエンドユーザからのコスト効率の高い利用が可能であることに注目します。
- 3) 企業幹部は、ROI、業務効率、ユーザや顧客に提供できる新しい付加価値に注目します。
- 4) ベンダーは、マーケット・セグメントの成長、ソリューション配備の容易さの向上とその時間短縮に注目します。

いかなるグリッド導入においても、これを成功させるにはこれら4つの異なる視点の優先順位を決定し、これらを検討することが必要です。ほとんどすべての市場においてデータ量は急速に拡大しており、グリッド導入を成功させるには、データの効率的な格納・アクセス・管理を実現するメカニズムが必須です。エンドユーザはグリッド・リソースを最大限に活用するために必要な高速データアクセスを要望します。IT 担当者はグリッド・ユーザが活用する多数の大規模データを管理するための効果的で柔軟、かつ経済的な方法を追求します。そして、企業の幹部は総コストやグリッド・ストレージシステム導入のメリットの他、データのセキュリティについて考慮します。

従来アクセスできなかった情報へのアクセスを可能にするというグリッドの効用は、パフォーマンスにかかわらず莫大なメリットをもたらす場合もあります。しかしながら、グリッド導入の大半のケースでは、計算および可視化リソースのための低レイテンシで高バンド幅なデータ転送を可能にするデータ・インフラが必要となります。

ほとんどの組織では異なる目的のために導入された様々な計算リソースを所有しています。リソースを容易に共有できない状況では、他グループ用にリソースを重複して持つ場合も多くあります。より広範なアクセスを円滑に行えるようにすることで、グリッドはこのような重複を減らし、高価なリソースの恩恵をより多くのユーザが享受できるようにします。

グリッド・コンピューティングが対処する問題は、処理の観点から次の2つに分類されます。

- ・ **キャパシティ・コンピューティング**: 多数の小規模ジョブが同時に実行されます。(小規模の多数のジョブに容易に分割できる大規模問題もこのカテゴリに分類されます。)各ジョブは少数のプロセッサ、あるいはシングルプロセッサで処理されます。ピーク負荷時には多数のシステムの使用を必要とする場合があります。自己完結型という特性を持つキャパシティ・ジョブでは、通常、計算性能を必要としますが、システム内部のバンド幅、システム I/O リソース、グリッド・データのバンド幅に対する要求はさほど高くありません。

- ・ **ケーパビリティ・コンピューティング**: 非常に困難な計算問題を処理するため、極めて多数のプロセッサ、大規模な共有メモリ、複数の I/O チャンネルが必要となります。ケーパビリティ問題は、プロセッサの計算性能に対応できる高速なインターコネクトを必要とし、さらにボトルネックの発生を防ぐために、グリッドのデータストレージには非常に高いバンド幅が求められます。

グリッドは多様なリソースを用いることができるため、どちらのタイプの問題にも対処できます。グリッドは本来、非常にヘテロニアスであり、大規模なコモディティ・クラスタ、大規模なシングルシステムイメージ (SSI) マシン、小規模なサーバ、先進の可視化システムなど複数のベンダーによる多様なリソースを提供できます。

第1次および第2次のグリッド・ユーザは、通常、科学およびテクニカル分野の問題に対処するため、前述の両方の処理タイプに対する要求があり、高いデータ・バンド幅が必須となっています。第3次ユーザは主にキャパシティ・コンピューティングのためのリソースを必要とし、急速に変化するコンピューティング要件に対応すべく柔軟に再配備が可能な、比較的安価な多数の計算ノードや集中ネットワーク・ストレージを配備しています。また、全体的なインフラを簡素化し、資産および管理コストを削減できるようにしています。第3次グリッド・ユーザでは、企業グリッドにケーパビリティ・コンピューティングを取り入れることでメリットを得るケースもよくあります。リソースを科学およびエンジニアリング分野のタスクに使用しない時には、大規模な財務分析や、先進のビジュアルイゼーション用グラフィックス・パイプの稼動といった目的にリソースを使用するのです。

グリッド・コンピューティングを実現するミドルウェア

グリッドの恩恵の1つが分散リソースの共有という組織の境界をまたがる性質を持つものであるため、スケジューリング、課金、アクセスコントロール、セキュリティなどは重要な課題となります。グリッドの真のビジョンを実現するには、堅牢でユビキタスな標準を採用することが必要であり、組織は必要に応じて柔軟に組み合わせられる様々な業界標準の構築ブロックやソリューションへのアクセスを求めています。

規模の経済性(ボリューム・エコノミクス)を実現し、テクノロジーを初期ユーザだけのものから一般化するためには、標準を採用することが必須です。グリッドのような分散化が進行した環境への移行には、特に、Java、J3E、XML などが貢献してきました。Web サービスは、Simple Object Access Protocol(SOAP)や Web Services Description Language(WSDL)などの標準を含め、独自の進化を遂げてきましたが、現在、OASIS 標準における Web Services Resource Framework によって Open Grid Services Architecture(OGSA)などのグリッド固有の標準と統合されようとしています。

Global Grid Forum(GGF)は、新しいグリッド・コンセプトについて論議し、グリッドについての理解を広め、グリッド・コミュニティの標準を定義するために設立された機関です。学術機関を中心として発足後、科学および産業分野のグリッド・ユーザや開発者が構築ブロックやソリューションなどについて情報交換をする場へと発展しました。GGFはOGSA(Open Grid Services Architecture)でグリッド・アーキテクチャの原則を定義し、OASIS 標準の Web Services Resource Framework(WSRF)で表明され Web サービスとグリッドの収束にあたって大きな役割を果たしました。今後もグリッド関連の他の特別利益団体(EGA など)や標準化団体(OASIS や W3C など)との緊密な関係を維持し、グリッド・コミュニティをリードすることになります。

特に企業レベルのグリッド標準に対処すべく近頃発足した Enterprise Grid Alliance(EGA)では、サーバ、データベース、ストレージ、およびその他の企業レベルのアプリケーションにおける標準となるグリッド・ソリューションを開発しています。EGA は、主要テクノロジー・ベンダーによるコンソーシアムで、科学およびテクニカル分野で活用されるグリッドの実績を基に、他市場の企業への普及の促進を目的に活動しています。

グリッドの発展に重要な、標準を策定する団体の1つに Globus Toolkitを開発する Globus Allianceがあります。このツールキットは、OGSAとWSRFのリファレンス実装で、現在の多くのグリッド配備に必要な構築ブロック(ソフトウェアとツール)を提供しています。

また、オープンソース・プロジェクト UNICORE(Uniform Interface to Computing Resources)は、スーパーコンピュータ・センターの資源と科学およびエンジニアリング分野のグリッドを結び付けるためのミドルウェアとクライアント・ソフトウェアを提供しています。UNICOREは多数の異なるシステムへのアクセスを可能にし、ユーザにプラットフォームの相違を意識させません。クラスタやHPCシステムへのアドレスのためのシームレスなポータルを作成し、アプリケーションをコンパイルして稼動し、I/Oデータを転送します。しかも、UNICOREでは常時、厳密な認証が透過的かつ一貫性を保って行なわれます。1997年以降、ドイツならびにヨーロッパの研究プロジェクトによる出資で維持されるUNICOREは、現在、ヨーロッパの数ヶ所のHPCセンターの他、日本と中国の主要グリッド・プロジェクトでも使用されています。

OGSA アークテクチャ仕様と WSRF インタフェース仕様によって、ユーザは初期のグリッド・プロジェクトの基礎となったミドルウェア・サービスを実装し、統一された相互運用を実現することができます。Globus Toolkit バージョン 4 は、これらの新しい実装の 1 つです。標準機関や特別利益団体がグリッド・ミドルウェア標準と仕様策定のために迅速な動きを見せていますが、課題は他にもあります。

SGI は Intel と共同で、これらの課題の多くに懸命に取り組み、以下の実現をめざします。

- ・ システムとアプリケーションのスケラビリティの向上。最大規模の問題によってテクノロジーの限界は常に引き上げられます。様々な問題に最適なソリューションを提供するには、それぞれに最適なプログラミング・モデルが必要な場合があります。
- ・ ヘテロニアスなシステム間での高速データ共有
- ・ グリッドにおけるセキュリティの向上
- ・ リモート・ビジュアライゼーションの実現。この場合、高価値リアルタイム可視化システムから出力される圧縮データがグリッド上のあらゆるディスプレイ装置に配信されます。

SGI のグリッドへの取り組み

ハイパフォーマンス・コンピューティングと先進のビジュアライゼーション分野のリーダーとして知られる SGI は、初期段階からグリッド・コンピューティングに関わっており、数々の実績を重ねてきました。

- ・ グリッド・テクノロジーが最初に公開されたのは Supercomputing '97 カンファレンスの会場です。デモンストレーションは SGI®システムのみで構築され、アルゴンヌ国立研究所と南カリフォルニア大学が実施しました。
- ・ Globus Toolkit の最初の開発は、SGI® IRIX®オペレーティングシステムと関連開発ツールを用いて SGI システム上で行われました。
- ・ SGI システムは、ヨーロッパ、北アメリカ、日本、オーストラリアにおける主要テクニカル・グリッド導入のほぼすべてで使用されています。
- ・ SGI は Global Grid Forum のプラチナスポンサーとして、ワーキンググループやリサーチグループに積極的に参加しています。

SGI は日々、多くのグリッド・コンピューティングの重要な課題に向き合い、解決しています。たとえば、スケジューリング、バンド幅、データ分散、整合性などの課題に対処しています。SGI のコンピュータシステム、可視化システム、ストレージシステム、ネットワーク・テクノロジー、ソフトウェア

はグリッド・コンピューティングに独自の機能を提供しています。

- SGI Altix サーバ/スーパークラスターファミリにおいて、SGI は Linux®オペレーティングシステムとIntel® Itanium® 2プロセッサを、グローバル共有メモリとハイパフォーマンス・クラスタリングに結合し、様々なケーパビリティ問題およびキャパシティ問題に最適なプラットフォームを実現しています。

- SGI の InfiniteStorage CXFS®共有ファイルシステムはストレージ・エリア・ネットワーク(SAN)上のすべてのデータへのハイパフォーマンスな共有アクセスを実現します。このデータアクセスは、すべての主要オペレーティングシステム(32 ビット Linux®, 64 ビット Linux®, SGI IRIX®, Sun™ Solaris™、IBM® AIX®, Windows®, Mac OS® X、UNIX®のその他バージョン)から行なえます。

- Yotta Yotta と共同で、SGI はハイパフォーマンスなファイル共有を広域に拡張するソリューションを提供しています。27,000 キロメートル離れた共有ストレージへ 700MB/秒の高速データ転送をデモンストレーションで実証しています。

- SGI は Altix プラットフォーム上で稼動する Novell/SUSE Linux のために様々なセキュリティ認証取得に取り組んでいます。

- ビジュアル・エリア・ネットワーキング(VAN)テクノロジーにより、SGI はコラボレーティブな遠隔ビジュアライゼーションのパワーをグリッドにもたらしめます。グリッド・ユーザはグリッド上のどの場所においても先進の可視化システムの出力を表示できます。複数のグリッド・ユーザは異なる場所で同じイメージを同時に表示して、インタラクティブなコラボレーションを行えます。

本ホワイトペーパーでは、これらのテクノロジーについて、およびこれらテクノロジーのグリッド・コンピューティングへの適用性について解説します。

SGI® Altix® ファミリ

グリッド・コンピューティングの導入においては、ケーパビリティ問題およびキャパシティ問題の両方に対処すべく、Linux 搭載の業界標準コンピュータを採用するケースが増加しています。オープンソースの Linux アプリケーションとツールを搭載する商用既製品 (commercial off-the-shelf: COTS) ベースのシステムは、柔軟でコスト効果の高いグリッド・コンピューティングのためのインフラを構築します。

SGI® Altix®ファミリでは、SGIテクノロジーを用いることで各 Altix システムを他の Linux システムの性能を超えて拡張可能にし、COTS と Linux の利点を強化しています。SGI は Altix システムに Intel® Itanium® 2 プロセッサを採用しています。Intel テクノロジーの採用によって、SGI は Intel® Itanium® 2 プロセッサ・ラインのみならず、Intel のソフトウェア・ツールも含めた Intel のこれまでの研究開発の豊富な成果を活用可能にしました。これには、コンパイラ、ライブラリ、アプリケーション編成やシングルノードでのチューニングのためのツール、HPC クラスタ間で実行可能なアプリケーション開発用ツールが含まれ、分散コンピューティング環境のためのツールも含まれる予定です。

特許を取得した SGI の NUMAflex™アーキテクチャと、NUMALink™インターコネクタの使用により、Altix システムのプロセッサ数は他の共有メモリ設計で可能であったレベルを大幅に超えて拡張可能となっています。SGI は従来のバックプレーン設計に代わってクロスバー・スイッチと高速ケーブルを採用することで各ノードから他ノードのメモリへの直接アクセスを実現しました。しかも、他ノードのメモリアクセス時のレイテンシは、ローカルメモリへのアクセスに比較して微増にとどまっています。

いかなるコンピュータシステムにおいても、その成功は主にシステムとアプリケーションの質によって決まります。オープンソース・コミュニティにおいて、SGI は Linux オペレーティングシステムのパフォーマンスと信頼性の発展・向上に継続して取り組んでいます。ハイプロダクティビティ・コンピューティング環境にフォーカスする SGI は、要求の厳しいアプリケーションのパフォーマンス維持に不可欠な Linux のスケラビリティ、スケジューリング、メモリ使用量、I/Oなどを向上させる取り組みにすでに貢献してきました。この結果、クラスタノード間から使用可能なグローバル共有メモリをサポートする世界初の Linux オペレーティングシステム、および、グリッドで一般的に用いられるテクニカル・アプリケーションに最適な先進の開発環境を誕生させました。Linux 対応のすべての一般ツールをサポートすることで、Altixファミリは迅速な生産性向上を保証し、オープンソース・コミュニティに「グリッドのための最強システム」を提供しています。

SGI® Altix® 3700 Bx2: Linux®対応のスーパーコンピューティング性能

SGI® Altix® 3700 Bx2 スーパークラスタは、1つのクラスタノードにおいて、シングルシステムイメ

ージ (SSI) で最大 256 プロセッサ、最大メモリサイズ 3TB (テラバイト) まで対応します。個々のノード自体が、多様なケーパビリティ問題に対応可能な性能を持つ強力なコンピューティングシステムとなります。また、複数の Altix 3700 Bx2 ノードを接続すれば、全ノードから使用可能なグローバル共有メモリと数千ものプロセッサによるスーパークラスタを構成することができます。Altix 3700 Bx2 スーパークラスタはその構成によって、もっとも困難なケーパビリティ問題を解決することも、極めて多数の小規模ジョブの処理に必要なキャパシティを提供することも可能です。Altix 3700 Bx2 は、多数のユーザによるあらゆるサイズのアプリケーションやジョブにも対応し、グリッドにおける中央の共有計算プラットフォームとして最適なシステムです。

図 2: SGI Altix ファミリ



SGI® Altix® 350: キャパシティ・コンピューティングに対応するミッドレンジ・テクニカルサーバ

SGI® Altix® 350 では、Altix 3700 Bx2 と同じ機能を小規模化し、破格の価格帯で提供しています。1 から 16 プロセッサまで拡張可能で、最大 192GB (ギガバイト) のグローバル共有メモリを搭載可能な Altix 350 は、キャパシティ問題や比較的小規模なケーパビリティ問題を処理するのに最適なプラットフォームです。Altix 350 は標準のクラスタ・インターコネクトを

用いてクラスタを構成します。クラスタの各ノードは一般的な Linux ノードと比較して非常にパワフルな計算性能を提供し、より独立性の高いジョブや複雑なジョブに対応可能となっています。また、ノード数を減らすことで、クラスタ管理を大幅に簡素化しています。

ヘテロジニアスな SAN のサポート

大規模なケーパビリティ問題において、データI/O性能は計算性能と同様に重要です。SGIではストレージ・エリア・ネットワーク(SAN)ソリューションと業界をリードするソフトウェアを提供し、もっとも厳しいストレージ要件に対応しています。SGIはハイパフォーマンスなSANテクノロジーの導入において、他のどのシステムベンダーより豊富な経験を有しています。ファイバチャネル・ストレージを発売した最初のシステムベンダーであり、完全なSANファブリックを初めて発売したのもSGIです。また、初めてのSAN対応共有ファイルシステムInfiniteStorage Shared File System CXFS®を開発し、毎秒2Gbのファイバチャネル・テクノロジーの出荷を開始した最初のシステムベンダーでもあります。さらに、SGIは、SANテクノロジーを使用して、シングルシステムで毎秒7GBを超えるI/Oスループットのデモンストレーションを実演しています。

グリッドでは、計算リソースへの共有アクセスに加えて、多くの場合、重要なデータへの共有アクセスの提供をめざしています。SGIの提供するストレージ・ソリューションは、このゴールの実現を支援します。

SGI® InfiniteStorage CXFS®共有ファイルシステム: ハイパフォーマンスな共有データアクセス

高速で信頼性の高い共有データアクセスは、グリッド・コンピューティングの成功に必須の要素です。この機能がなければ、データが必要となるたびにグリッド上のデータをローカルのストレージにコピーする、あるいは、NFSなどの低速ネットワーク・ファイル共有テクノロジーを使用しなければなりません。しかし、前者のやり方では、データの安全性や整合性の問題が発生する危険性があります。そしていずれの場合にも、データを待つ間に貴重な時間が浪費されることとなります。

SGI InfiniteStorage CXFS 共有ファイルシステムは、SAN上のすべてのシステムに対して、同一ファイルやファイルシステムへのハイパフォーマンスな共有データアクセスを提供します。SANは数十キロメートルをカバーできるため、大学構内環境などのローカルグリッドで使用される場合、CXFSはグリッド・コンピューティングに理想的なコンポーネントとなります。SGIでは、さらに効果的にグリッドの要求に対応できるようにCXFSテクノロジーの拡張に懸命に取り組んでいます。(詳しくは次の章を参照してください。)

CXFSを導入することで、ケーパビリティ問題では、コピーすることなくデータアクセスができるようになります。また、キャパシティ問題においても、CXFSが提供するハイパフォーマンスなデータ共有によって、同じデータセットへの共有アクセスというニーズが即座に満たされます。たとえば、カーディフ大学では、グリッド環境に2TBのRAIDストレージとCXFSを接続するSANを設置しました。このストレージシステムは、32プロセッサを搭載したケーパビリティ・システムと8プロセッサ搭載のキャパシティ・システム4台に、ダイレクトな高速データアクセスとデータ共有を提供していま

す。

共有データアクセスが必須でありながら、必要なバンド幅を提供できないローカル・エリア・ネットワーク(LAN)を使用しているアプリケーションのために、SGIはCXFSを設計しました。CXFSは、SANに接続されたすべてのシステムに、同一ファイルシステムやファイルへの高速同時アクセスを提供します。単一システムからの複数接続を可能としているため、毎秒数ギガバイトのデータ転送速度の達成が可能になります。

SAN上の1つのシステムがメタデータ・サーバとして機能してファイル許可をコントロールし、共有アクセスを調整します。ネットワーク・ファイル共有ではすべてのデータがファイル・サーバを経由する(ボトルネックの原因となることが多い)のに対して、CXFSを用いたシステムでは、一旦メタデータ・サーバがアクセスを許可すると、SAN上においてディスクのデータをダイレクトに読み取り/書き込みできるようになります。

万一、メタデータ・サーバに障害が発生した場合は、指定されたバックアップのメタデータ・サーバが自動的にCXFSファイルシステムの管理を引き継ぎます。この機能は、完全冗長構成のSANやRAIDストレージと連携して、比類ないパフォーマンスとともに極めて高い可用性を実現しています。万一、障害が発生しても、CXFSによってデータへのアクセスパスは常時確保されます。

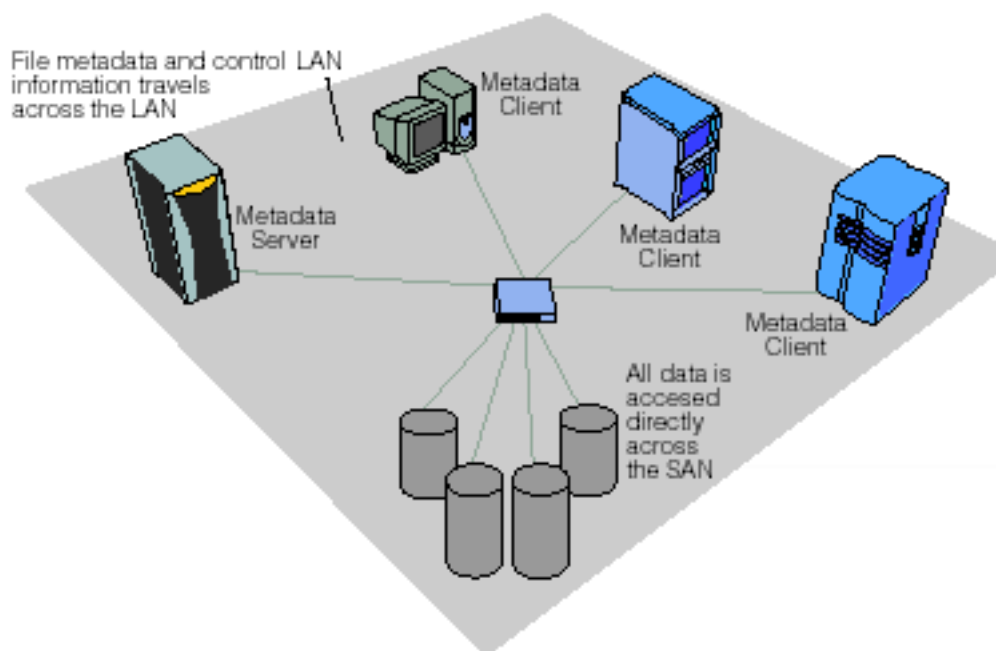


図 3: CXFS は SAN の速度でのデータ共有を可能にしており、イントラ・グリッドやグリッドに接続する HPC センターに最適なストレージ・ソリューションとなります。

グリッドのニーズに対応する CXFS の機能拡張

CXFS は、限定された範囲でのデータ共有とデータ管理に最適です。SGI では Yotta Yotta と共同で、CXFS の機能を地理的にさらに広域に拡張し、そして広域に分散したグリッドでも実現する取り組みを続けています。数千マイルの距離を介してインテリジェントにデータを共有する能力によって、SGI と YottaYotta によるソリューションは、グリッド・ユーザが大規模なデータセットのコピー作成のための時間と貴重なストレージ容量を浪費することなくデータを共有できるようにします。YottaYotta® NetStorager®システムと CXFS の組み合わせは、遠隔地からの共有データアクセスをほぼローカルと同等の速度で実現します。SGI と YottaYotta は、CXFS クラスタで 2,900 マイル離れた場所から、共有ファイルの読み取りと書き込みを毎秒 700 メガバイトの高速で行なうデモンストレーションを実演しました。

SGI InfiniteStorage Data Migration Facility (DMF)

既存のグリッドはすでに莫大なデータ量を管理しています。さらに、グリッドは計算リソースを最大限に活用するものであるため、今後新たに莫大な量のデータが生成され、より一層のストレージが消費されると予測されます。すなわち、ストレージ容量やデータ・ライフサイクル管理 (DLM) は非常に重要な問題となります。データを適切なストレージ・メディア (プライマリ・ディスクストレージ、セカンダリ・シリアル ATA ストレージ、テープなど) に配分することで、DLM ソリューションはグリッドのストレージ・インフラにかかるコストを大幅に削減します。

SGI® InfiniteStorage Data Migration Facility (DMF) は階層型ストレージ管理 (hierarchical storage management : HSM) システムで、多数の既存グリッドでオンライン・ストレージの付属システムとして使用され、自動データ・ライフサイクル管理を実現します。DMF はほぼ無限の容量を持つストレージプールを構築可能で、ストレージを大量に消費するグリッドに最適なソリューションです。グリッド上では、複数のシステムが DMF を使用し、未使用データをセカンダリ・ストレージやテープに透過的に移動することが可能です。移動されたデータは再び呼び出してローカルシステムからアクセスすることも、また、グリッドに接続した他のシステムに移動することもできます。

DMF では、ユーザ定義の条件に従って、プライマリ・ストレージからディスクまたはテープベースのセカンダリ・ストレージにデータを自動的に移動します。ファイルへのアクセスが発生すると、ユーザまたはシステム管理者の介入を必要とせず、ファイルは自動的にプライマリ・ストレージに呼び戻されます。DMF では、データを格納するメディアを意識することなく、ほぼ無限のプールを使用することが可能です。一方、手動によるデータアーカイブ・ソリューションでは、どのデータをアーカイブするかを決定し、次に、そのデータをテープにコピーするという作業に貴重な時間を消費しなければなりません。また、その後、使用するためにテープからデータをリストアする場合にも同様に時間を要します。DMF を使用すると、手動によるデータ管理から解放され、ユーザは本来の作

業に集中できるようになります。

ケンブリッジ大学の COSMOS プロジェクトでは、共有ファイルアクセスのために SAN ベースの 1.6TB の RAID ストレージのアクセスに CIFS を使用しています。バックエンドの 4TB のテープライブラリを DMF が管理し、大規模な仮想ストレージプールが構築されています。これにより、データ管理タスクが著しく削減されるため、宇宙学者はデータストレージについて心配することなく、宇宙研究により多くの時間を費やすことができるようになりました。

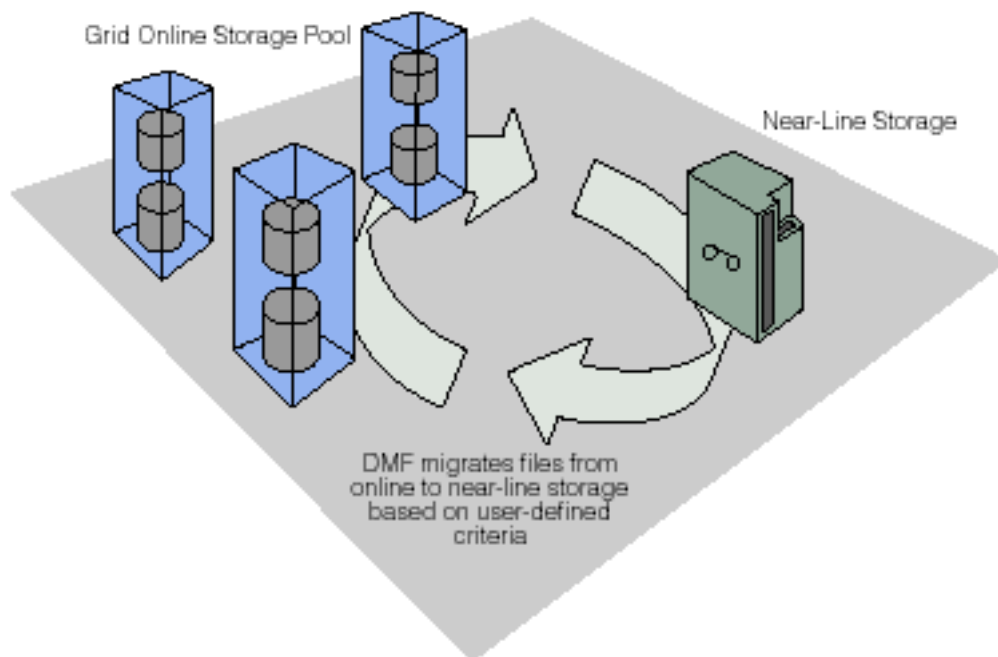


図 4: DMF はグリッドベースのストレージにデータ・ライフサイクル管理機能を提供し、オンライン・ストレージの容量をはるかに上回る仮想ストレージプールを構築します。

グリッドのためのセキュリティ

グリッド・コンピューティングでは異なる組織に属するシステム間で重要データを共有することがあるため、セキュリティは極めて重要です。グリッド・テクノロジーが民間産業で広く採用されるようになり、セキュリティの必要性は高まる一方です。グリッドのセキュリティはもともと脆弱なリンクと同レベルでしかありません。グリッド上のシステム自体のセキュリティが確保されていないのであれば、ミドルウェアが安全であっても、セキュリティはほとんど有効ではありません。したがって、オペレーティングシステムのセキュリティはグリッド全体のセキュリティを考える上でもっとも重要な要素となります。

SGI は政府分野で長年取り組みを行ってきた結果、トラステッドシステムに関する豊富な専門性を誇っています。そして、今、その専門知識をオープンソースの Linux コミュニティに提供しています。SGI Altix システムのセキュリティは基盤となる Linux オペレーティングシステムによって提供されます。ユーザは、Red Hat Enterprise Linux (RHEL) をベースとした SGI Advanced Linux Environment と Novell/SUSE SUSE Linux Enterprise System (SLES) のいずれかを選択できます。

ネットワークのセキュリティを確立するために、Linux コミュニティは様々な業界標準のネットワークセキュリティ・インタフェースを Linux カーネルに組み込みました。ユーザおよびアプリケーションのセキュリティのためにも業界標準のインタフェースが組み込まれています。この他、ソフトウェアのライセンス許諾とシステム管理のためにサードパーティのソリューションが利用できます。

SGI Altix のトラステッド環境

SGI では、Novell/SUSE SLES について、Common Criteria Security Controlled Access Protection Profile (CAPP) および Labeled Security Protection Profile (LSPP) の評価の取得に取り組んでいます。Novell/SUSE SLES は、アクセスコントロール・リスト (ACL)、各機能、Linux Audit System (LauS) を使った監査機能など、CAPP 認定のための基本的コンポーネントをサポートしています。

SGI Advanced Linux Environment のためには、SGI では監査機能 SNARE をサポートしています。SNARE は Intersect Alliance (www.intersectalliance.com) が提供するオープンソース・ソフトウェアです。SNARE は移植され、マルチプロセッサ・システムをサポートし SGI Advanced Linux Environment で稼働できるように拡張されました。現在、Altix 対応の SNARE はすべての SGI Altix ユーザが入手できます。

Multi-Level Security (MLS) は、サイト管理者によって定義された特定のセキュリティレベルに従ってユーザ・インタラクションを分類する機能のことです。たとえば、機密扱いと非機密扱いといった 2 つのセキュリティレベルの環境を定義することも、あるいは複数のレベルを定義することもできま

す。Multi-Level Security 環境はガードボックス (guard box) 構成により実装することも可能です。Trusted IRIX、または他の MLS 認定を受けたシステムを稼動する SGI Origin 350 システムをガードボックスとして機能させ、それぞれの分類レベルを持つグリッド上の他のシステムへのアクセスを管理することができます。SGI では、Common Criteria Security LSP 認定の取得後に、SGI Altix システムの MLS サポートに取り組む予定です。

ビジュアライゼーション環境

より高速なスーパーコンピュータやさらに高い解像度のセンシング・デバイスの登場によってデータが爆発的に増加するに従い、ビジュアライゼーションはグリッド・コンピューティングの重要な要素となってきました。こういったデータのほとんどはビジュアル・コンテキストにして初めて理解され、意義ある意思決定を導くことができるためです。

Silicon Graphics は 20 年以上もの間、世界でもっともパワフルな可視化システムを開発してきました。そして、これらのシステムはテクニカル・コンピューティングの性質を変化させ、3D CAD、分子モデリング、3D 地震解析、3D 医療スキャンの容積解析などの新しい分野を切り開いてきました。

しかしながら、現在のデータの猛攻撃には、グラフィックス・プロセッサの速度を向上させるだけでは太刀打ちできません。そこで、Silicon Graphics は新世代の可視化ソリューションを開発しています。このシステムは、世界で最速のグラフィックス・プロセッサを持つだけでなく、データのフィルタリングや解析を高速化し、グリッドを使う同じ場所のあるいは異なる場所のユーザと、ビジュアルデータの共有を可能にするよう設計されています。

Silicon Graphics Prism™

Silicon Graphics Prism ビジュアライゼーションシステム・ファミリーは、HPC システムである SGI Altix ファミリのスケーラブルな計算性能、メモリ、および I/O 機能を基盤に、スケーラブルな可視化機能を追加しています。これらのシステムでは、業界標準のコンポーネントの経済性とスケーラブルなビジュアライゼーション分野における SGI の実績が結合し、可視化性能と価格性能で飛躍的な進歩を実現しています。

Silicon Graphics Prism は、革新的な結果への到達を阻害していたデスクトップシステムのコンピューティング、メモリ、ビジュアライゼーションにおける制限を打破するように設計されています。モジュラー設計を採用しているため、グリッドの小規模な可視化リソースとして導入し、ニーズや予算の変化に応じて拡張することが可能です。

メモリ内の数テラバイトのデータを解析するために、多数のグラフィックス・プロセッサを数百の GPU と連携させたこれまでにない性能によって、研究者はまったく新しい方法で問題にとりくむことができます。科学者やエンジニアはリアルタイムのシミュレーションや解析処理において中心的な役割を果たし、処理結果のプリ/ポストプロセッシングの必要性は低くなります。ハイエンドやミドルレンジの可視化リソースは、コンピュータールームへの鍵を持つ選ばれた少数の者たちだけのものではなく組織の誰もが利用できるものであるべきで、グリッドはこのような新たなアプローチによる研究活動で非常に重要な役割を果たすこととなります。



ビジュアル・エリア・ネットワーキング

ビジュアライゼーションはグリッド・コンピューティングが実現する価値ある性能の1つであると同時に、従来、その大きな弱点でもありました。グリッド環境では、ユーザは地球上のどの場所にあるリソースでも使用できるという新たなアプローチを得ますが、これらのリソースを使って大規模データを生成している場合、その結果を分析し可視化するための容易な方法がありませんでした。

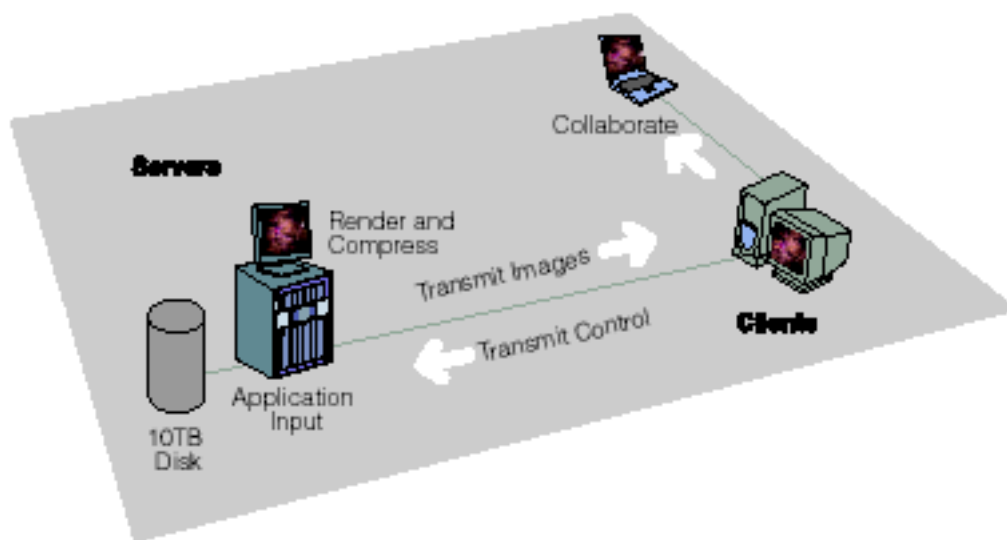


図 6: グリッド環境におけるビジュアル・エリア・ネットワーキング。ユーザはグリッド上のどの場所からでも、グリッドの可視化サーバとして機能する先進のビジュアライゼーションの出力を表示することができます。データをユーザ側に転送する必要はありません。

ビジュアル・エリア・ネットワーキング (VAN) は、別の場所で完了した解析結果のデータをローカルのデスクトップに転送することなく可視化することを可能にし、ユーザとデータ間の距離を解消します。この機能は次のような大きなメリットをもたらします。

- ・ 遠隔データセンターから時間を費やしてデータをコピーする必要がないため、ユーザは生産性を向上させることができます。インタラクティブに生成された映像は圧縮され、グリッドを介してエンドユーザに転送できます。大規模なデータセットにおいてコピーの要／不要がもたらす差とは、有益な結果を削除してしまった事態と不治の病の治療法の発見という幸運の間の落差に相当するともいえます。
- ・ ユーザは Silicon Graphics Prism ファミリー・システムの完全な計算／可視化性能を活用して、100ギガバイトから1テラバイトのデータセットをインタラクティブに解析し、可視化できます。

・ チームは距離を隔ててコラボレーションできます。各ユーザは可視化アプリケーションのコントロールのもと、共有される同一のビジュアルな結果を表示できます。

・ 第1次および第2次のグリッド・ユーザである組織は、即座に、複数のリソースを単一の問題に集中させ、必要とするグループにパワフルな解析／可視化性能を提供することができます。これにより、画期的な結果に到達する可能性が高まります。

・ 第3次のグリッド・ユーザである企業は、可視化リソースへのアクセスを仮想化し、必要とされるものだけを配備し、全体のニーズの高まりに応じてリソースを拡張することで、リソースを効率的に使用できます。

これらすべては、市販の可視化アプリケーションを変更することなくそのまま使用して実現できます。

OpenGL Vizserver®は Silicon Graphics の主要 VAN ソリューションです。OpenGL Vizserver は、クライアント／サーバ環境として設計されており、そのコンセプトは web サーバやブラウザと共通しています。重たい計算や可視化、データアクセスはすべてサーバで実行され、シンクライアントは結果を表示し、次にすべきことをサーバに指示します。OpenGL Vizserver は当初よりグリッド環境での稼働を想定して開発されてきたため、標準のインターネットプロトコルをサポートし、AccessGrid、現在の Globus ツールキット、または今後登場する WSRF 標準との統合を可能にする API を装備しています。

ビジュアル・エリア・ネットワーキングおよびグリッド・コンピューティングについてのその他の情報は <http://www.sgi.com/products/visualization/van/> をご覧ください。


結論

グリッド・コンピューティングは、ネットワーク・コンピューティングの進化における次のステップです。Ian Foster は、「地球規模で仮想化されたグリッド・コンピューティングは今日のインターネットが進化すると当然行き着く先である」と述べています。グリッド・インフラはすでに多くの科学およびエンジニアリング環境で整備されており、製造・金融・製薬などの産業での導入が増加しつつあります。そして、グリッドは企業内、あるいは企業間で広く展開されようとしています。SGI は当初よりネットワーク・コンピューティングやグリッド・コンピューティングに関わっており、すでに今日の最大規模のグリッドの多くにパワーを提供しています。SGI が提供するコンピューティング、データ管理、セキュリティ、先進のビジュアライゼーションのための最先端のテクノロジーは、グリッド・コンピューティングに独自の機能と独自の利点を実現することができます。

1 Ian Foster 著、『THE GRID: Computing without Bounds, Scientific American』2003 年 4 月

日本SGI株式会社

〒150-6031 東京都渋谷区恵比寿4-20-3 恵比寿ガーデンプレイスタワー31階

 TEL : 0120-161-086 FAX : 0120-161-087 <http://www.sgi.co.jp>



インテル株式会社

〒300-2635 茨城県つくば市東光台 5-6

<http://www.intel.co.jp/>

©2005 SGI Japan, Ltd. SGI, Altix, IRIX, CXFS, Vizserver, SGI のロゴマーク、および SGI のキューブは日本 SGI の登録商標です。Silicon Graphics Prism は日本 SGI の商標です。NUMAlink および NUMAflex は米 Silicon Graphics, Inc. の商標です。Intel、Intel ロゴ、Itanium は、アメリカ合衆国およびその他の国における Intel Corporation またはその子会社の商標または登録商標です。本誌に掲載されているその他の商標については商標の所有者に所有権が属しています。(01/2005)