

CAE ワークロード最適化 / Panasas ストレージクラスタの価値

スケラブルシステムズ株式会社

自動車、航空宇宙をはじめとする製造業では設計サイクルを短縮し、コストを削減することが求められています。一方、安全性や環境に対する配慮は、より高い要求に答えることが必要になります。また、厳しいビジネス上の競争に勝ち抜くためには顧客が求める高い品質と優れたデザインが必要になります。このような要求に対して、必要とされる CAE シミュレーションにおいて、Panasas ストレージクラスタを活用することで、CAE アプリケーションのワークロードを劇的に改善し、生産性の向上を図ることが可能であることが実証されています。CAE シミュレーションの精度の向上を図り、同時により高速により多くのシミュレーションを実行するためのソリューション基盤として、Panasas の技術が活用されています。

Linux クラスタは、このような製造業が直面する困難な課題に対して、CAE シミュレーションをより高速に、また、低コストで実施するためのソリューションを提供し、活用されています。このような CAE シミュレーションにおける Linux クラスタは、シミュレーションの解析規模や要求されるスケラビリティが増大するに伴って、従来の NAS(ネットワーク接続ストレージ)では、I/O 処理がボトルネックとなるケースが増大しています。従来から並列処理における I/O 処理は、ボトルネックとして認識されていましたが、現在ではより高いスケラビリティと絶対的な性能が求められるようになり、従来よりも NAS での I/O のボトルネックは大きな問題となっています。NAS システムは、データ共有を容易に行うことが可能なため、システムへの導入や追加が容易なため、管理運用などの面で大きな利点がありました。しかし、CAE シミュレーションでの CAE アプリケーションがより多くのプロセッサとメモリを利用してシミュレーションを行うに際しては、この CAE アプリケーションが要求する高い I/O のスケラビリティを提供することが困難となっています。同時に、クラスタシステムの規模が大きくなるにつれて、運用管理自身も複雑になっています。

CAE シミュレーションでの I/O 処理とストレージ

CAE シミュレーションにおいては、マイクロプロセッサのマルチコア化と一般商用製品を活用したクラスタシステムによる導入コストの低下によって、より多くのプロセッサコアを利用した並列処理が一般化しています。より多くのプロセッサコアを利用して、より短時間でより多くのシミュレーションを行うことで、製品開発の期間短縮、製品の品質向上を図ることが可能となってきていますが、NAS システムをこのようなクラスタで利用した場合、プロセッサコアを増やしてもより高速に処理することが出

機能とその利点	Panasas ActiveStor	NAS	SAN
アプリケーション	バッチ+対話処理	対話処理	バッチ処理
高いバンド幅	◎		◎
クライアント数スケラビリティ	◎		◎
ストレージ容量スケラビリティ	◎		◎
NFS と CIFS のサポート	◎	◎	
統合システム	◎	◎	
可用性	◎	◎	
高いランダム IO 性能	◎	◎	

来ないという問題が発生しています。CAE シミュレーションでは、計算途中にもそのシミュレーションの途中結果やシミュレーションの一時ファイルが大量に出力されます。精密なシミュレーションを行うためには、より詳細なモデル化が必要となり、また、多くの物理現象を同時にシミュレーションする必要があり、出力されるデータは膨大になります。また、シミュレーションに際しては、そのシミュレーションの過程での計算結果が求められるため、更に多くの I/O 処理が必要となります。同時に解析シミュレーションは、その結果をポスト処理ユーザが計算結果を解釈し判断する必要があります。このようなポスト処理や計算結果の確認には、クライアントのワークステーションや PC などでシミュレーション結果のファイルにアクセスする必要があります。このようなクライアントからのシミュレーション結果へのアクセスがスムーズにユーザがストレスを感じることなく出来ることは、CAE シミュレーションの生産性の向上のためには重要となります。

Linux クラスタが CAE シミュレーションに革新をもたらしたように、Panasas の ActiveStor ストレージソリューションは、Linux クラスタにおける I/O 処理に革新をもたらし、更に CAE シミュレーションの発展と利用促進を図ることを可能とします。Panasas ActiveStor は、CAE シミュレーションと Linux クラスタの利用効率と速度向上を実現するために次の利点があります。

ActiveStor 機能	CAE シミュレーションでの利点
DirectFlow プロトコル	性能：パラレル I/O による高い性能とボトルネックの解消 CAE シミュレーションでの生産性：パラレル I/O による高いシングルジョブでの高いスケラビリティと複数ジョブでのスループット
'Unified Storage' インフラストラクチャ	CAE ワークフローでのコラボレーション：CAE シミュレーションとプリ・ポスト処理のデータ共有の効率化と複数プロトコルサポートによるプラットフォーム非依存の共有データへのアクセスにより大規模な CAE シミュレーション結果のポスト処理をより効率的なデータ移動で実現する
シングル・グローバルネームスペース	IT マネージメントでのオーバヘッドの低減：ストレージマネージメントとデータ管理をシンプルに実行可能な運用管理機能と増設時の容易なオペレーション
NFS と CIFS サポート	システムインテグレーション：異機種混在の CAE 環境における複数プロトコルのサポートによる用意なシステム導入と運用

グローバルネームスペースを利用した包括的なデータ管理の実現

グローバルネームスペースは、分散ファイルシステムを論理的に集約することで、包括的なデータ管理を可能とします。また、Panasasのグローバルネームスペースは、運用管理の自動化を管理者に提供します。ストレージシステム上のデータ管理はもちろん、データの移行や統合、ストレージの最適化（パフォーマンスと容量）、データのライフサイクル管理、リモートサイトのデータ管理、ストレージシステムの詳細なレポートなどを提供します。

容易な運用管理

グローバルネームスペースは管理者にとって、容易な運用管理を提供します。Panasasのストレージクラスタでは、WEBとコマンドインターフェイスからの運用管理を行うことが可能ですが、その管理運用を一つのネームスペースに集約し、包括的に実行することが可能です。グローバルネームスペースの利点としては、ネームスペースとファイルシステムの双方を同時に管理できることであり、データを動的に配置することが可能です。また、アップグレードなどの運用管理においても、集中管理が可能なグローバルネームスペースは、リソース管理機能を効率良く行うことを可能とします。Panasasストレージクラスタでは、ストレージデータの最適な配置やデータの移動を自動で行うことで、パフォーマンスの最適化とディスク利用率の最大化を行います。これらのデータ移動は透過的に実行されるため、アプリケーションが稼働中でも可能であり、ネームスペースが変更されることがないため、管理運用も容易です。

ハイパフォーマンス

グローバルネームスペースをサポートするPanasasストレージクラスタは、パラレルなデータバスを利用することで、大規模なファイルやデータセットへの高速アクセスが可能となります。非常に多くのクライアントに対して業界最高性能を実証しています。ハイパフォーマンスでスケーラブルなNASソリューションを非常に多くのクライアントに対して提供することが可能であり、数千台のクライアントに対して、シングルネームスペースを提供し、非常に高い処理性能を提供します。

スケーラビリティと拡張性

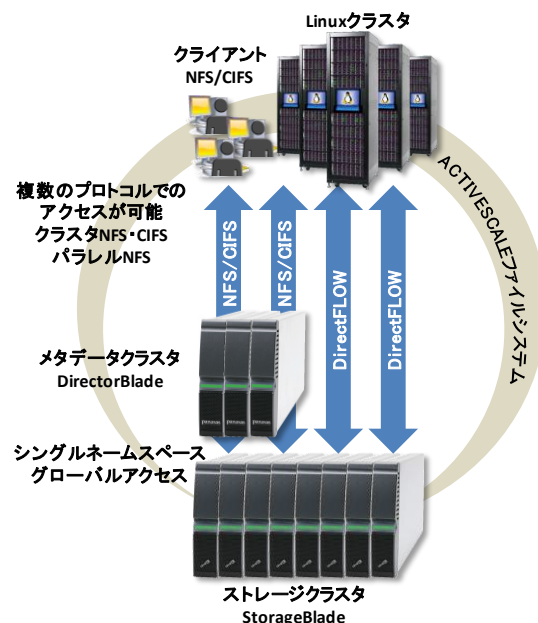
Panasasのグローバルネームスペースには、スケーラビリティの制限がありません。Panasasストレージクラスタのグローバルネームスペースを利用して、Linuxクラスタがスケーラブルであるのと同じように、その性能をスケーラブルに向上させることが可能であり、同時にその容量をスケーラブルに増やすことも可能です。他のストレージシステムでは、容量と性能はトレードオフの関係にあり、また計算クラスタの増設に伴って、そのクラスタの増設に合わせたシステムのI/Oバンド幅の向上は困難となっています。Panasasストレージクラスタは、システムの規模を拡大することで、その性能をほぼリニアに増大させることが可能となるため、従来のファイルシステムが持っていたスケーラビリティの制限を克服し、一つのネームスペースで数万以上のディレクトリやそのツリー構造を管理可能です。また、システムの拡張を透過的に実行することも可能です。ストレージシステムの容量を増加させた場合には、その容量の拡張を迅速にダウンタイムなしで行うことが可能です。ネームスペースが変更されないため、ユーザやアプリケーションへの影響なしでのシステム拡張が可能です。

可用性

グローバルネームスペースは、システム全体のデータ分析とそのレポートが容易です。これらのレポートを活用し、予防的な対障害対策を取ることも可能です。また、グローバルネームスペースは、そのデータの保護、バックアップが容易です。DirectorBladeに障害が発生した場合、全てのメタデータサービスは、バックアップのDirectorBladeに引き継がれます。全てのDirectorBladeは、Active/Active構成で利用可能であり、“スベア”を必要としません。そのためストレージクラスタの運用管理に常に全てのDirectorBladeを利用することが可能となります。サービスを停止することなく、継続してシステムを利用することが可能となります。DirectFLOWを利用する全てのアプリケーションは、シームレスにデータへのアクセスが可能となり、NFSやCIFSからも全てのボリュームへのアクセスが可能となります。Panasas ActiveStorシステムは、1 Gigabitと10 GigabitイーサネットとiSCSIに基盤としています。全てのシェルフ内のブレードには、独立した2つのデータ経路があります。2つのイーサネットスイッチをシェルフに搭載することで、データ経路の冗長構成が可能となります。ActiveScale Failoverオプションが利用される場合には、ストレージネットワークに障害が発生した場合には、別のデータ経路へのシームレスな切り替えが可能となります。これによって、全てのアプリケーションのデータアクセスの継続性を可能とします。オブジェクトベースのRAID機能によって、Panasas ActiveScaleオペレーティングシステムは高い可用性を提供しています。ネットワークとメタデータサービスの障害対応機能によって、その可用性は更に強化することが可能となります。

DirectFLOW プロトコル

Panasas ActiveStorストレージクラスタは、DirectFLOWプロトコルを利用した場合に、クライアントとStorageBlade間の直接通信が可能となります。このクライアントとStorageBlade間でのデータ通信を同時、並列に実行することで、最も高い性能を実現することが可能となっています。DirectFLOWでは、クライアント数が増大しても、個々のクライアントはStorageBladeと直接データのやり取りが可能となるため、クライアント数に応じたバンド幅の向上を得ることが可能であり、クライアント数の増加によるスループットの低下などの問題がありません。また、StorageBladeを追加した場合には、ストレージシステム自身の処理能力をスケーラブルに向上させることが可能になります。データ処理能力と処



理スループットの双方をスケラブルに向上させることができるストレージシステムとなります。ActiveStor では、NFS や CIFS といったファイルサーバとして利用する場合に一般に利用されるプロトコルによるアクセスもサポートされます。DirectFlow の処理で、メタデータの処理を行っている DirectorBlade が NFS や CIFS のゲートウェイとなります。ActiveStor での NFS や CIFS の処理では、複数の DirectorBlade によるクラスタ NAS のような構成を容易に実現することが可能であり、NFS や CIFS のサーバとしても、スケラブルなストレージシステムとして利用可能です。

PanFS パラレルファイルシステム

Panasas PanFS パラレルファイルシステムは、ワークロードの分割とその分割されたワークロードのクラスタ間での分散並列処理を効率良く行うように設計されています。Panasas DirectorBlades は、スケラブルな無停止ストレージネットワークを構築することを可能とします。オブジェクトベースのアーキテクチャを最大限に活用したこのインテリジェントなファイルシステムは、システムのロードバランスに関して、非常に効率の良い処理と負荷の最適な配分、及び負荷の再配分を可能としています。DirectorBlade は、StorageBlade へのデータアクセスの処理に際して、相互コミュニケーションによってクライアントからの処理を並列に処理します。StorageBlade のキャッシュコヒレンシの処理により、複数のクライアントからの同一ファイルへのアクセスも効率良く処理されます。

Panasas のストレージクラスタは、システム内にボトルネックが発生することを極力排除したシステムです。しかし、システムの運用に際しては、システム内に「ホットスポット」として、負荷が偏る部分が発生する可能性もあります。このような場合、この「ホットスポット」を早期に発見し、その「ホットスポット」を解消することで、システムの効率を向上させることが可能となります。例えば、データがある StorageBlade に集中しているような場合には、データの移動や再配置などが自動的に行われます。また、DirectorBlade の処理についても、複数の DirectorBlade が構成されている場合には、処理の負荷分散と最適配置がなされます。

PANASAS ACTIVE SCALE 3.4 オペレーティング環境

Panasas のストレージクラスタのオペレーティングシステムである ActiveScale は、現在のバージョン 3.4 に至るまで、常にその機能の拡張と信頼性・安定性の向上のための改良が加えられてきています。現在の 3.4 リリースでは、オブジェクトベースのファイルシステムとメモリアーキテクチャに対して大幅な機能強化が図られており、従来のバージョンと比較しても著しい性能向上が実現されています。ActiveScale 3.2 は、高度な自己マネージメント機能によって、現在最も進んだストレージシステムのためのオペレーティングシステムとなっています。ActiveScale 3.4 が提供する ActiveScan では、データオブジェクトのオンライン中でモニター機能によって、データのパリティ、ディスクメディア、ドライブなどの状態を常にモニターし、様々な障害に対する予防処置を行っています。障害が発生する前でも、障害の可能性を検知した時点でデータの退避を行うことも可能です。もし、StorageBlade に障害が発生して、ファイルを再構築する場合には、システム内の全 DirectorBlade が同時にファイルの再構成の作業を行います。従来の RAID コントローラによる処理と比較して、この Panasas のパラレル再構築は非常に高速でのシステムの復旧を可能とします。これらのシステムのモニターリングと自己修復機能によって、Panasas ActiveStor ストレージクラスタは、単に高速でスケラブルな性能を提供するだけでなく、データへのアクセスを常に保証します。

PANASAS Tiered Parity アーキテクチャ

Panasas Tiered Parity は信頼性に関する問題を解決するエラー検知とデータ修正のためのアーキテクチャです。各 Tier オペレーションは、独立したパリティの処理を行うことが可能であり、エラー検知とデータ修正を行います。Tiered Parity が提供する 3 つのパリティ処理は、互いに相互補完を行うことで、ハイパフォーマンスストレージとして最もスケラブルで信頼性の高いストレージシステムを構築することを可能とするアーキテクチャです。

- Vertical Parity は、ディスクドライブの信頼性の向上を図ります。これは、メディアエラーの発生に際して、そのデータエラーの排除を修復を可能とします。RAID Array として利用されるディスク単体の信頼性とエラー回復を図ることを可能とします。
- Horizontal Parity は、通常の RAID と同じように複数のディスクドライブ間での RAID グループのデータの信頼性を提供します。Panasas 社の Object RAID は、より高速に、効率よくシステムの再構築を可能とします。
- Network Parity は、ストレージシステムとクライアント間でのデータ統合を行います。ネットワークインフラが引き起こすデータの破損をクライアント自身がデータ検証を行うことで防ぐことが出来ます。

PANASAS ACTIVESTOR SERIES 8 ストレージクラスタ

データセンターには、アプリケーションのワークフローによって、様々な計算機リソースが用意されています。このような計算機リソースには、それぞれのワークフローに適したストレージシステムが利用されてきました。計算機リソース間でデータを共有する場合には、データをそれぞれのシステム間で移動したり、双方で重複してデータを保持することが必要でした。このようなデータの運用管理は、ある意味、非効率であり、今後の増大するデータ量を考えると、その問題点は明らかです。Panasas ActiveStor Series 8 は、この問題を解決するストレージシステムです。

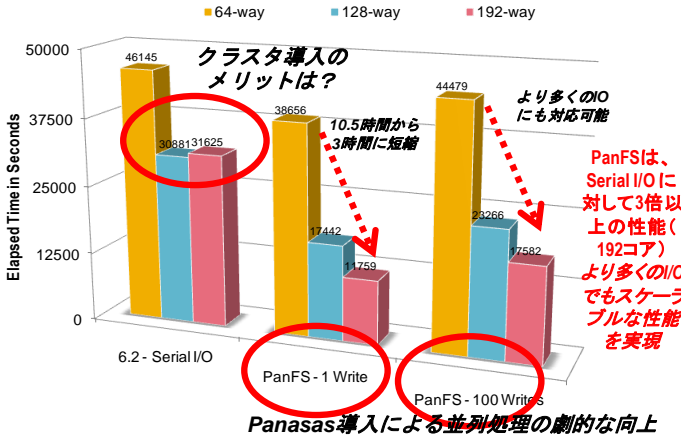
ActiveStor Series 8 は、データセンターで利用されるアプリケーションが要求するインターラクティブな処理とバッチ環境でのアプリケーションのスループットの双方に対して、効率と高速性を実現することを目的に設計されたシステムです。また、ActiveStor Series 8 には、Panasas ActiveScale Failover と Panasas ActivelImage スナップショットソフトウェアといった付加価値の高いソフトウェアもバンドルされています。

Panasas ActiveScale Failover は、可用性の向上のための機能を提供します。Panasas ActiveScale Failover は、シームレスにフェイルオーバーを可能とします。これによって、システムの継続的な利用を最大限に実現します。Panasas ActiveScale Failover は、その部分が故障すると、システム全体が停止するような箇所（Single Point of Failure）を無くしたシステムであり、ユーザが常にデータにアクセス出来る環境を提供致します。Panasas ActivelImage スナップショットソフトウェアは、非常に効率の良いスナップショットの機能を提供します。これによって、最後に実施したスナップショットからの差分だけをバックアップとリストアすることが可能になります。

性能事例

Panasas ストレージクラスタによる CAE シミュレーションの性能事例として、ANSYS Inc. (www.ansys.com) の FLUENT でのベンチマーク結果を示します。FLUENT の最新バージョン FLUENT 12 では、MPI-2 規格の MPIIO が採用され I/O 処理のスケラビリティの向上が図られています。

ここでは、90M セルの空力解析モデルを Myrinet インターコネクトで接続された Linux クラスタ上で性能評価を行っています。解析では、500 回の反復計算を 64、128、192 コアを利用する並列処理で行われています。このクラスタ上でのシミュレーション時間を、FLUENT 6.2 (NAS での NFS ファイルシステムへの逐次 I/O) と FLUENT 12 (Panasas ストレージクラスタでの PanFS ファイルシステム) で比較したのが以下の結果です。



このテストでは、データの入力とシミュレーション結果の出力は、それぞれ一回だけですが、計算時間は、128 並列以上では短縮出来ていません。この理由は、ソルバー部分は並列度を上げることで、時間短縮が可能ですが、ファイルの読み込みと書き込み時間が、並列度を上げるに伴って、大きく伸びており、結果的に並列度を上げる効果を相殺しています。

一方、Panasas の PanFS を利用した FLUENT 12 の実行では、128 並列以上でも全体の計算時間の短縮が可能となっています。更に、シミュレーションの反復計算の途中での計算結果の出力を行うように設定した結果でも、その I/O 処理での経過時間の伸びと並列処理でのスケラビリティの双方について、Panasas の PanFS を利用した FLUENT 12 の実行では、時間短縮とワークロードの効率的な処理を示しています。

CAE シミュレーションのための最高のストレージシステム

Panasas ActiveStor は、最もスケラブルで包括的な高性能ストレージシステムです。ActiveStor プラットフォームは、グローバルなパラレルファイルシステムによって、無類の性能、スケラビリティ、運用性を提供します。Panasas のファイルシステムでは、計算ノードと ActiveStor ストレージ間を複数のデータパスで接続し、データをパラレルに処理することによって、他のストレージアーキテクチャで問題となるデータ処理に関するボトルネックの解消を図っています。

ActiveStor は、エントリモデルである Series 7、この Series 7 に対して、シングルクライアントからのアクセス性能の向上を図り、2 倍のバンド幅を提供する Series 8、SSD を搭載して IOPS (I/O Per Second) 性能を著しく向上させて Series 8 から構成されます。ActiveStor は、これらの Series 7、Series 8、Series 9 の全製品ラインは、次のような利点を持ちます。

- 計算ノードの処理において、データアクセスを同時にパラレルに行うことでデータ転送のボトルネックの解消を行います。
- ストレージシステムの増設時に性能劣化なしでスケラブルに性能向上を図ることが可能となります。
- グローバルネームスペースによって、ActiveStor は容易な運用管理を実現します。

Panasas 社のパラレルストレージクラスタは、製品設計での効率化とより短時間でシミュレーションの完了を要求される企業が必要とする高速なファイルシステムとしても、また大規模な並列計算機システムによる大規模なシミュレーションを高速に実行するための安定性の高い、管理が容易なシステムとしても最適な製品です。



お問い合わせ先

スケラブルシステムズ株式会社
〒102-0083 東京都千代田区麹町 3-5-2 BUREX 麹町 11 階
電話：03-5875-4718 FAX：03-3237-7612
www.sstc.co.jp

社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。無断での引用、転載を禁じます。
Copyright Scalable Systems Co., Ltd., Unauthorized use is strictly forbidden.