



Oracleテクニカル・ホワイト・ペーパー
2011年11月

Oracle Solaris ZFSストレージ管理

はじめに	2
概要.....	3
Oracle Solaris ZFSの利用	3
Oracle Solaris 11	4
Oracle Solaris ZFS — データの管理方法の変化.....	4
Oracle Solaris ZFSプール・ストレージ.....	5
Oracle Solaris ZFSとソリッド・ステート・ストレージ	5
Oracle Solaris ZFSデータ整合性モデル.....	5
Copy-On-Write	6
エンド・ツー・エンドのチェックサム.....	6
データの自己修復	6
スケーラビリティ	7
管理の簡素化	7
データの冗長コピー	7
Oracle Solaris ZFSのブート環境およびアップグレード環境	7
Oracle Solaris ZFSデータ・サービス.....	8
Oracle Solaris ZFSスナップショットおよびクローン	8
Oracle Solaris ZFSの送受信	8
Oracle Solaris ZFSのセキュリティ機能.....	8
Oracle Solaris ZFSの暗号化.....	9
Oracle Solaris ZFSのデータ削減.....	9
Oracle Solaris ZFSの重複排除.....	9
Oracle Solaris ZFSの圧縮	10
データ共有	10
Oracle Solaris ZFS Storage Appliances.....	10
結論.....	11

はじめに

このホワイト・ペーパーでは、ボリューム・マネージャに従来より備わっている機能とファイル・システム機能が搭載されたストレージ・システムであるOracle Solaris ZFSについて説明します。Oracle Solaris ZFSには、暗号化機能や重複排除機能などの付加価値サービスも備わっています。Oracle Solaris ZFSは、Oracle Solaris 11の不可欠な部分であり、無償で提供されています。

このホワイト・ペーパーでは、Oracle Solaris ZFSを構成している要素と、Oracle Solaris ZFSが今日のデータセンター運用に付加価値をもたらす仕組みについて詳しく説明します。Oracle SolarisとOracle Solaris ZFSは、オラクルのSun ZFS Storage Applianceハードウェア製品の基盤になっており、これらのテクノロジーについても説明します。

概要

業界専門家は、通常、必要なストレージ容量が18か月ごとに2倍になるため、データセンターでストレージ管理の問題が発生しているという見解で一致しています。ストレージ管理に従来のシステム・ソフトウェアのテクノロジーを使用することは、複雑であり、多くの場合コストがかかることが証明されています。通常、管理者はボリューム・マネージャ、ファイル・システム、アクセス・プロトコルで構成される複数のソフトウェア・レイヤーを構成する必要があります。すべての構造化データおよび非構造化データを効率的に管理するとなると、この問題はさらに複雑になります。そのため、組織は企業データの増加とデータセンターの複雑さを高いコスト効率で管理する、より優れた方法を模索しています。

ペタバイト規模のストレージのデプロイメントと管理を簡素化する目的で、Oracle Solaris 11ではOracle Solaris ZFSファイル・システムが提供されています。このファイル・システムは、非構造化データの管理と、複数のオペレーティング・システム・プラットフォームに対応したデータ共有プロトコルを介した既存のシステムおよびアプリケーションとの統合の簡素化を目的として設定された総合データ管理ソリューションであり、サード・パーティのボリューム・マネージャやファイル・システムを必要としません。

ZFS管理は、一連の構成ツールによって合理化されます。このテクノロジーは、ビジネス・アプリケーションを調整する必要がなく、総所有コストを削減し、システムおよびストレージの管理を簡素化し、高いパフォーマンスを実現するために設計されたスケーラブルかつ堅牢なソリューションです。同時に、統合によって、またはファイル・システムの可用性を保証することで、ストレージ利用率の向上を支援できます。

Oracle Solaris ZFSには、以下の特徴があります。

- オペレーティング・システム内の従来のファイル・システムとボリューム・マネージャの両方にとって代わる機能
- ベース・プラットフォームの一部として提供されるデータ削減、暗号化、移行などのいくつかのデータ・サービス
- ファイルとブロック指向ストレージに対応するOracle Solarisで利用可能なデータ共有テクノロジーによる緊密な統合

Oracle Solaris ZFSの利用

ZFSテクノロジーは、ファイル、ファイル・システム、ボリュームを管理するための理想的な基盤です。これは、データベースと非構造化ファイルの両方に対応する統合型のボリューム・マネージャとファイル・システムを提供するOracle Solaris 11の特徴です。

Oracle Solaris ZFSストレージ環境の管理にかかる時間は、従来のファイル・システム管理にかかる時間のほんの一部です。ZFSでは、ストレージ・プロビジョニング、ストレージ・アレイ移行、ストレージ統合を簡素化することで、管理性を向上させています。ZFSには、以下の利点があります。

- 以前に手動で実行された多数のタスクを自動的に実行することによる、ストレージ管理の簡素化および自動化

- ストレージの管理および保護に新しい手法を採用したことによる、ストレージの利用効率、アップタイム、俊敏性の向上
- 予測可能なパフォーマンスおよび可用性の提供

Oracle Solaris 11

Oracle Solaris 11は、データセンターでの使用を目的として、20年間にわたり開発および強化されてきたエンタープライズ・クラスのUNIXオペレーティング・システムであり、オラクルが提供するハードウェアからアプリケーションまでの完全なスタックの主要なコンポーネントです。Oracle Solaris 11では、システム・サービスと仮想化コンポーネントも提供されています。

Oracle Solarisは、x86およびSPARCのプラットフォームにおける堅牢性、信頼性、セキュリティ、スケーラビリティの面で高く評価されています。また、障害管理、システムの可観測性、仮想化、ストレージ管理（このホワイト・ペーパーのトピック）の面で固有のテクノロジーが採用されています。

当然のことながら、Oracle Solarisのパフォーマンス、スケーラビリティ、可観測性、信頼性を実現する大部分の機能は、固有のI/Oパターンを持つリレーショナル・データベースのニーズと、データ・モデルの強力な一貫性の基盤となるプラットフォームの要件に対応する中で開発されました。Oracle Solarisのクラスタリング機能には、Oracle Solaris Zonesなどの仮想化テクノロジーが組み込まれているため、マルチインスタンスのデータベース環境とデータベース・クラスタリングに対応する主要なプラットフォームとなっています。

Oracle Solaris ZFS — データの管理方法の変化

Oracle Solaris ZFSの、もっとも優先される設計目標は以下のとおりです。

- **簡素化**：目標は、ストレージのハードウェア・システムのデバイス数を数千台にまで拡張することなく、ファイル・システムとボリューム・マネージャの管理における複雑さを解消し、従来からの高コストでエラーが発生しやすいタスクを取り除くことです。
- **容易な管理**：オブジェクト型のプール・ストレージの設計と、シンプルかつ柔軟なコマンド・セットにより、ストレージ環境のプロビジョニングと管理が容易になります。
- **膨大なストレージ容量**：Oracle Solaris ZFSは、ファイル、ディレクトリ、ファイル・システムの数において実質的に上限がない128ビットのファイル・システムです。対応可能な物理ストレージ量についても実質的に上限がありません。
- **データ整合性**：Oracle Solaris ZFSが対象としている種類のペタバイトのストレージ構成では、デバイスの障害とパフォーマンスの低下が発生しやすいため、コンポーネントの障害からシームレスかつ迅速にリカバリするエンド・ツー・エンドのデータ整合性とそのための機能が不可欠です。

Oracle Solaris ZFSプール・ストレージ

Oracle Solaris ZFSの動作において、ストレージ・プールとzpoolが中心的な機能となります。従来のボリューム・マネージャでは、ファイル・システムの基本的な構成要素となるボリュームに、物理ディスクが集約されています。ボリュームと、そのボリュームを基に構築されるファイル・システムの間には、1対1のマッピングが存在します。

従来のファイル・システムの変更、サイズまたは読取り/書込みの特性の変更、基盤となるストレージ・ハードウェアの追加または削除、またはこのいずれかのシナリオにおける再プロビジョニングでは、データを他の何らかのメディアにバックアップして、ファイル・システムを解体し、ハードウェアの変更後に再構築する必要があります。その後、ボリュームとファイル・システムを再作成したら、データがリストアされます。現在のデータの所有に関する推定される傾向では、このことは実現不可能です。

簡便性を実現すると、管理者によるエラーの発生を抑えることができます。Oracle Solaris ZFSを使用すると、zpoolと、zpool内のファイル・システムを、2つのシンプルなコマンドのみで作成できます。zpool内のすべてのファイル・システム間で物理ストレージが共有されます。使用中のデータに対して、新しいストレージ・デバイスを即座に追加できます。このことは、非常に簡単なエラーのない管理の実現に役立ちます。

Oracle Solaris ZFSとソリッド・ステート・ストレージ

zpoolの概念では、非常に効率的な方法でOracle Solaris ZFSにソリッド・ステート・ドライブ (SSD) を組み込むことができます。これは、単に"高速なディスク"というわけではありません。SSDは、zpool内のインテリジェントなプリフェッチとキャッシュ・アルゴリズムによって管理される、読取り/書込みキャッシュとして使用されます。

SSDバックアップ式の書込みキャッシュとインテント・ログにより、NFSのファイル・システムやデータベースなどの直接同期I/Oを必要とするアプリケーションで、最初に書込みが高速のSSDにフラッシュされて、その後スピンド型ディスクにデステージされます。これにより、アプリケーションへの書込み待機時間が短くなり、応答時間が短縮されます。

データ・パスの読取りの面では、SSDバックアップ式の適応型置換キャッシュにより、インテリジェントなプリフェッチとデータ・ブロックのキャッシュが可能になります。SSDは、zpoolにシームレスに追加される一方で、本番環境では従来のディスクと同じ方法で追加できます。

Oracle Solaris ZFSデータ整合性モデル

Oracle Solaris ZFSは、ディスクからアプリケーションまでのデータの整合性を保証する唯一のファイル・システムです。Oracle Solaris ZFSには、この目的を達成するためのさまざまな機能があります。このCopy-On-Writeモデル (次の項で説明) により、変更後のデータで変更前のデータが上書きされることがなくなります。この方式により、トランザクション・セマンティクスが可能になります。ディスク上の古いデータと新しいデータのいずれを有効にするかを選択できます。中間の状態、または不明な状態が発生せず、リカバリと一貫性のチェックが不要になります。

Copy-On-Write

Oracle Solaris ZFSでは、Copy-On-Write方式を採用しています。保存されたデータが上書きされることはありません。図1は、新しいデータで変更される既存のデータ・ブロックを上書きしないで、変更データを含む新しいデータ・ブロックを作成することを示しています。その後、Oracle Solaris ZFSにより、新しいデータに対する新しいポインタと変更されたデータ・ツリーを指す新しいマスター・ブロック（uberblock）が作成されます。その時になって初めて、新しいuberblockとツリーの使用に移行します。データ整合性の実現に加えて、ディスクに新しいデータと以前のバージョンのデータを保持できることで、スナップショットなどのサービスが非常に効率的に実装されるようになります。

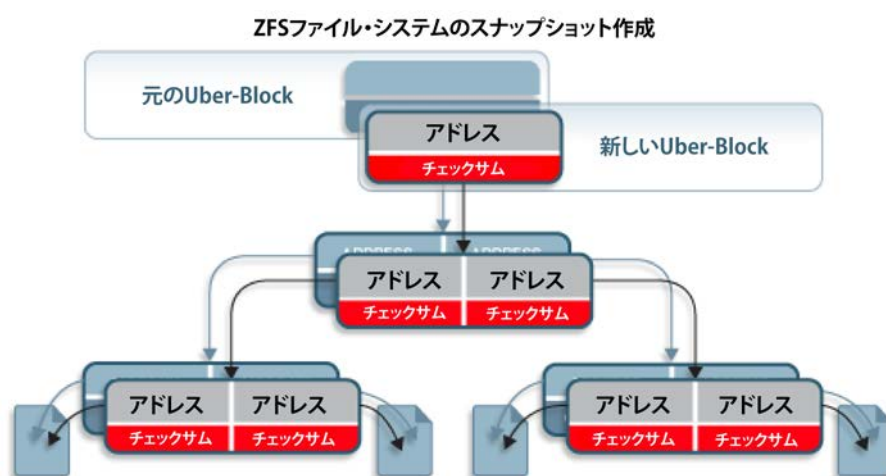


図1 : Oracle Solaris ZFSのCopy-On-Write方式

エンド・ツー・エンドのチェックサム

Oracle Solaris ZFSファイル・システム内のすべてのデータおよびメタデータ・ブロックのチェックサムが確認されます。ブロックのチェックサムは親ブロックに保存されます。このことは、データとともにチェックサムが保存される一般的な動作とは大きく異なります。図1に示すとおり、ZFSの調整により、データまたはチェックサムの破損が検出されて、即座に修復が実行されます。

すべてのデータ・ブロックのチェックサムはその親ブロックに保存されます。その親のチェックサムはツリー上のその親ブロックに保存されます。このことは、全体的なデータ整合性を実現できるというメリットをもたらします。発見されにくいデータ破損は発生せず、破損したメタデータによるシステム障害のおそれ也没有。

データの自己修復

データ・ブロックに障害が検出されると、ミラー化されたブロックで即座にそのブロックを修復できます。言うまでもなく、この概念はその他のRAIDタイプにも適用されます。Oracle Solaris ZFSでは、RAIDに加えて、ストレージ・メディア全体で複数のデータのコピー（"ditto"ブロックと呼ばれる）を保持することもできるため、さらにデータ整合性が強化されます。

スケーラビリティ

Oracle Solaris ZFSは、オペレーティング・システムのアドレス・サイズにかかわらず、128ビット・アドレッシングを使用して実装されます。Oracle Solaris 11は、64ビットのオペレーティング・システムで、ペタバイトの規模およびコンテンツを想定して構築されています。利用可能なハードウェアによって課せられる制限を除いて、実質的に運用における上限はありません。

管理の簡素化

Oracle Solaris ZFSは、コンパクトで表現力の高いコマンド・セットによって機能します。これは、スナップショットや圧縮などのすべてのデータ・サービスに適用されます。また、Oracle Solarisの他のすべての機能およびテクノロジーも非常に適切に組み込まれています。Oracle Solaris 11では、インストール、アップグレード、パッチ適用、システム・メンテナンスは、ほとんどの場合、すべてOracle Solaris ZFSが基盤となっています。簡単にスナップショットを作成できる機能と、代替のビルド環境により、ローリング・アップグレードなどの機能と、必要に応じて以前のオペレーティング環境に容易にロールバックできる機能を併用できます。

データの冗長コピー

ディスク・ドライブのサイズが増えた一方で、パフォーマンスは向上していません。再設定の時間が大幅に増加し、あるドライブの再設定中に他のドライブではエラーが発生するという脆弱性が生じます。

Oracle Solaris ZFSでは、ミラー化およびその他のいくつかのRAID実装がサポートされています。特に、トリプル・パリティRAID (RAIDZ3と呼ばれる)はRAID6実装です。これは、2台のドライブの障害が許容されるダブル・パリティRAIDZを3台のドライブ分のパリティに拡張するものです。トリプル・パリティRAIDでは、最大3つのドライブ障害に対して保護されます。

Oracle Solaris ZFSのブート環境およびアップグレード環境

Oracle Solarisのブート環境およびアップグレード環境が変更されたことにより、Oracle Solaris 11に搭載されている高可用性と低リスクに関する非常に重要なメリットをいくつか利用できるようになりました。

Oracle Solaris ZFSと、そのブート・ディスクの実現テクノロジーは、Oracle Solaris 10で初めて採用されました。ZFSは、Solaris 10 Live Upgradeと統合されて、UFSバージョンのLive Upgradeを超える、大幅な可用性の拡張を実現しました。ZFSによって、ブート環境 (Oracle Solarisが実行する必要がある環境のコピーなど) の作成時間が大幅に短縮されます。Oracle Solaris 11では、Boot Environment (ブート環境) という用語はこの機能セットを指す場合に使用されます。Oracle Solaris 10で命名されたLive Upgradeという用語は使用されません。この用語は、Oracle Solaris 11実装のこの機能が非常に優れていることを強調するために使用されています。

Oracle Solaris 10 Live UpgradeとOracle Solaris 11 Boot Environmentはいずれも、システム・ソフトウェアの変更によるリスクを最小限にして、計画停止時間を短縮することで最大限の可用性を実現します。ただし、Boot EnvironmentとZFSの運用上のメリットは、Oracle Solaris 10のUFSのLive Upgradeで以前に提供されていたものよりも、はるかに大きくなっています。たとえば、Oracle Solaris 11実装のBoot Environmentでは、Oracle Solaris 11 Image Packaging SystemとOracle Solaris Zonesが統合されることに加えて、新しいブート環境管理ツールも含まれています。Solaris Live Upgradeのアドオン方式と比較したスナップショットの作成方法を理解した上で、ファイル・システムの拡張機能と明確なメリットを考えると、UFSブート・ディスクからのOracle Solaris 11のブートのサポートを提供し続ける理由は存在しませんでした。

Oracle Solaris ZFSデータ・サービス

この項では、ZFSで利用可能な実現テクノロジーと、これをデータセンターの仕組みに組み込むことで得られるメリットについて説明します。これらのテクノロジーは、個別ライセンスが必要なモジュールではありません。これらは基本オペレーティング・システムとともに提供されます。

Oracle Solaris ZFSスナップショットおよびクローン

スナップショットとは、ファイル・システムの読取り専用のポイント・イン・タイム・コピーのことです。バックアップ戦略の一環として、システムへの変更の適用中にセーフティ・ネットを提供する、移行およびアップグレードのツールとして使用できます。Oracle Solaris ZFSのCopy-On-Write機能により、ストレージ容量の観点からは本質的に"空き"となるスペース効率で、スナップショットを作成できます。データに対する変更のみが追跡されます。スナップショットを作成する権限は、管理者によってデータのユーザーに委譲できます。

クローンは、簡単に言うと、書き込み可能なスナップショットです。つまり、ファイル・システムに返されます。クローンは、多数の個人的なデータのコピーの共有に最適であり、ソフトウェアのインストールおよびアップグレード、開発ワークスペース、ディスクレスのクライアントなどの幅広い分野で使用できます。クローンは管理者と開発者にとって非常に便利です。

Oracle Solaris ZFSの送受信

Oracle Solaris ZFSのこの機能は、本質的には、他のメディアに送信されるファイル・システムのシリアライズ機能です。この機能により、管理者がスナップショットを作成し、標準のUNIXコマンドまたはAPIを使用してファイルに、またはネットワークを介して他のサーバーにこのスナップショットを送信できます。この機能は、サイト間またはシステム・レプリケーション間での非同期の手段として、幅広く使用されます。このテクノロジーは、リモート・レプリケーションとユーザーレベルのバックアップおよびリストアの両方の基盤となる、高い効率性を誇ります。

Oracle Solaris ZFSのセキュリティ機能

ZFSには、POSIX準拠のパーミッションの基本的なフレームワークが備わっています。また、アクセス制御リスト (ACL) とACLに関連するフレームワークが実装されています。これは、より高いセキュリティ性を実現するOracle Solaris Zones仮想化環境に緊密に統合されています。

Oracle Solaris ZFSの暗号化

ZFSには、プライバシー保護のためにディスク上でデータがエンコードされるオンディスク暗号化機能が備わっています。暗号化されたOracle Solaris ZFSデータセットを作成することは、作成の際にプロパティを設定することと同じくらい簡単です。

データ所有者は、エンコードされたデータにアクセスするために鍵を使用します。Oracle Solaris ZFSファイル・システムが作成されると、暗号化プロパティが有効になります。管理者には、パスフレーズの入力が求められます。ラッピング鍵はファイルから（生の形式または16進数の形式）取得されるか、またはパスフレーズから生成されます。

ラッピング鍵により、データ暗号化の鍵が暗号化されます。この鍵は、暗号化されたファイル・システムが作成されると、zfsコマンドからカーネルに渡されます。デフォルトの暗号化アルゴリズムはAES-128-CCMです。その他のアルゴリズムも使用できます。異なる暗号化方法は、zpool内のファイル・システムごとに使用可能です。さらに、ZFSのデータセットの暗号化では、Oracle Solaris暗号化フレームワークを活用したり、暗号化ハードウェアのサポートを利用したりできます。

Oracle Solaris ZFSのデータ削減

データの管理とそれを格納するために必要なインフラストラクチャが、今日のデータセンターでの最優先事項になっています。平均すると、顧客は、バックアップ、データ・リカバリ、テスト、開発などのさまざまな使用のために主要なデータのコピーを15個格納する必要があります。法律もまた、顧客がより長い期間にわたってデータを格納する要因になっています。現在、エネルギーと電力のコストは、エンタープライズ・データセンターのもっとも大きい運用上の費用の1つとなっています。これらの重要な問題に対処するため、ZFSには、顧客がより効果的にデータを管理し、関連コストの制御を開始するうえで役立つ実現テクノロジーが搭載されています。

ZFSでは、顧客が、消費される物理ストレージ量の削減やデータ・スループットの向上の点から見た効率向上を実現するのに役立つように、データ削減テクノロジーが提供されています（もっとも高速なデータ転送は、まったく実行する必要のないデータ転送です）。

Oracle Solaris ZFSの重複排除

ZFSは、物理ディスク上に格納されるデータ量を大幅に削減できる組込みの重複排除機能を備えた唯一の汎用ファイル・システムです。

ZFSの重複排除は、ブロック・レベルで実行されます。つまり、各ブロックが2つ以上の個別のファイルによって共有されている場合でも、一意のブロックのみが格納されます。プロセスはインラインで実行されます。このことは、システムに書き込まれた時点で、データに対して重複排除が実行されることを意味します。この方法は、競合他社の実装に多く見られる、後処理の重複排除とは対照的です。後処理の重複排除では、最初にデータセット全体がディスクに書き込まれて、その後の構成可能時間にデータセットに対して重複排除が実行されます。

ZFSの重複排除は、圧縮と併用すると、より高い効率性を実現できます。

Oracle Solaris ZFSの圧縮

ZFSのデータ圧縮では、4つの圧縮アルゴリズムのいずれかを採用することによって、使用されるディスク領域の量が削減されます。これにより、圧縮に必要なCPUの量と、結果として得られる圧縮効率のトレードオフが可能になります。圧縮ではまた、ディスクとの間で読み書きされるデータの量が削減され、それによってI/O操作が減るため、システム内のスループットとパフォーマンスの向上も可能になります。

データ共有

ZFSは、Oracle Solaris 11の他の機能と緊密に統合されています。ここで採用されているおもな機能は、データ共有プロトコルです。

ブロック・ストレージでは、ZFSがボリューム（ストレージLUNのようなオブジェクト）を作成できます。ボリュームは、ブロック・ストレージを必要とするアプリケーションおよび仮想化環境用のブロック・デバイスとして、iSCSIやファイバ・チャネルなどのストレージ向けの転送手段を介して共有できます。ブロック・デバイスのプロビジョニングは、既存のSANインフラストラクチャを活用するデータセンターでも役に立ちます。

データセンターのファイルベースのストレージでは、高速かつ低レイヤーのデータセンターの転送手段（ギガビット・イーサネットなど）を介して、ネットワーク・ファイル・システム（NFS）が使用されます。

Microsoftのクライアント・インフラストラクチャとの緊密な統合が必要な場合のために、完全準拠のCIFSスタックがOracle Solarisのカーネルに搭載されています。

これらすべてのテクノロジーがOracle Solarisの基本オペレーティング・システムに搭載されています。高レベルのWebプロトコル（HTTP、REST、SOAP、Webdavなど）をOracle Solaris内のOracle Solaris ZFS上にレイヤー化できます。

Oracle Solaris ZFS Storage Appliances

データセンターでは、2つの方法でZFSを利用できます。ZFSは、Oracle Solaris 11とOracle Solaris 10のデータ管理テクノロジーを搭載した基本的なファイル・システムとして提供されます。

また、Oracle SolarisとOracle Solaris ZFSのテクノロジーを基に構築された統合型ストレージ・システムであるオラクルのSun ZFS Storage Appliancesの基盤にもなっています。製品ラインには、エントリ・レベルやワークグループ・システムから高可用性のエンタープライズ・クラスのストレージ・システムに至る規模の、さまざまなモデルがあります。すべてのモデルで、さまざまなブロックおよびファイルのプロトコルと、前述したものを含むOracle Solaris ZFSデータ・サービスがサポートされています。

Sun ZFS Storage Appliancesでは、オラクルの主要なオペレーティング・プラットフォームとビジネス・アプリケーションが完全にサポートされています。これには、Oracle DatabaseやOracle Fusion Middleware、およびオラクルの各種アプリケーションが含まれます。さらに、VMwareやMicrosoftのアプリケーションなどの、重要なビジネス・アプリケーションもサポートされています。

Sun ZFS Storage Applianceの2つの主要な機能として、管理インターフェースと診断フレームワークがあります。これらは、DTrace AnalyticsというOracle Solarisの機能を基盤としています。Sun ZFS Storage ApplianceのDTraceでは、ワークロードとパフォーマンスの情報に関する包括的なリアルタイムのグラフィック表示が提供されます。これらの情報は直感的なユーザー・インターフェースによって表示されます。Sun ZFS Storage Applianceは、この固有の使いやすい機能が搭載された、唯一の市販のストレージ・システムです。

Oracle Solaris ZFSで追加費用なしで提供されるいくつかのデータ・サービスは、Sun ZFS Storage Applianceの個別ライセンスが必要です。

結論

Oracle Solaris 11の顧客は、データセンター間やそれ以外で共有される非構造化データの管理用に設計された、単一の統合型ソリューションの利点を活用できるようになりました。Oracle Solarisでは、1つの管理インターフェース、一連のインストールおよび構成用ツール、単一ベンダーによるサポートおよびトラブルシューティングを利用できます。これにより、ストレージ管理が大幅に簡素化し、サード・パーティのボリューム・マネージャとファイル・システムが必要なくなります。

ZFSのテクノロジーは、新しいSolaris 11のパッケージ化システム、仮想化用のOracle Solaris Zones、オペレーティング・システムのデータ共有プロトコル、障害管理アーキテクチャなどのオラクルのテクノロジーと緊密に統合されています。これにより、組織のエンタープライズ環境へのアプリケーション、データベース、ストレージの導入に役立つ、十分に検証が行われた包括的なソリューションが提供されます。

最後になりましたが、同様に重要な点として、Oracle Solaris ZFSと、ZFSが提供するすべてのデータ・サービスに、追加のライセンスと費用が不要であることが挙げられます。

追加情報

-Oracle Solaris 11ダウンロード

<http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris11/downloads/index.html>

-Oracle Solaris 11技術資料

<http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris11/overview/how-to-517481-ja.html>

-Oracle Solaris 11リソース

<http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris11/overview/index.html>



Oracle Solaris ZFSストレージ管理
2011年11月、バージョン1.1
著者：Dominic Kay

Oracle Corporation
World Headquarters
500 Oracle Parkway
Redwood Shores, CA 94065
U.S.A.

海外からのお問い合わせ窓口：
電話：+1.650.506.7000
ファクシミリ：+1.650.506.7200

oracle.com



Oracle is committed to developing practices and products that help protect the environment

Copyright © 2011, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.本文書は情報提供のみを目的として提供されており、ここに記載される内容は予告なく変更されることがあります。本文書は一切間違いがないことを保証するものではなく、さらに、口述による明示または法律による黙示を問わず、特定の目的に対する商品性もしくは適合性についての黙示的な保証を含み、いかなる他の保証や条件も提供するものではありません。オラクル社は本文書に関するいかなる法的責任も明確に否認し、本文書によって直接的または間接的に確立される契約義務はないものとします。本文書はオラクル社の書面による許可を前もって得ることなく、いかなる目的のためにも、電子または印刷を含むいかなる形式や手段によっても再作成または送信することはできません。

OracleおよびJavaはOracleおよびその子会社、関連会社の登録商標です。その他の名称はそれぞれの会社の商標です。

IntelおよびIntel XeonはIntel Corporationの商標または登録商標です。すべてのSPARC商標はライセンスに基づいて使用されるSPARC International, Inc.の商標または登録商標です。AMD、Opteron、AMDロゴおよびAMD Opteronロゴは、Advanced Micro Devicesの商標または登録商標です。UNIXはX/Open Company, Ltd.によってライセンス提供された登録商標です。0611

Hardware and Software, Engineered to Work Together