



オラクル・テクニカル・ホワイト・ペーパー
2013年1月

IBM AIXとOracle Solarisの テクノロジー・マッピング・ガイド

Oracle Solaris 11への移行の準備

第1章：はじめに	1
第2章：ソフトウェアの配布、インストール、および管理	3
クリーン・インストール	4
インストール済みシステムでのソフトウェアの管理	5
システム・ソフトウェアとアプリケーション・ソフトウェアの更新	6
ソフトウェアおよびブート環境のアップグレード	7
複数のエンタープライズ・システムのインストールの自動化	8
カスタマイズされたディストリビューション・イメージの構築	8
第3章：データの管理	10
AIXファイル・システム	10
Oracle Solaris ZFS	11
ボリューム管理	12
冗長性	12
ハイブリッド・ストレージ・プール	12
仮想ファイル・システム	13
ネットワークベースのファイル・システム	14
スワップ領域	15
その他のストレージ・ソフトウェア	15
データのバックアップとリストア	16
スナップショット	17
データ変換	17
エンコード・データ変換	17
アプリケーション・データの変換	18
データベースの変換	18
第4章：インフラストラクチャの仮想化	19
ハードウェアのパーティション化	19
仮想システム	19

オペレーティング・システムの仮想化.....	20
仮想化のおもな類似点と相違点.....	21
ネットワークの仮想化	22
I/Oドメイン	25
同等の仮想化テクノロジーの概要	25
第5章：システム、アプリケーション、およびサービスの可用性の維持	26
予測的自己修復	26
Oracle Solarisサービス管理機能.....	26
障害管理の診断とリカバリ	27
クラスタ化テクノロジー.....	28
Oracle Solaris Clusterの概要	28
ネットワークの可用性	29
データ整合性.....	30
仮想クラスタ化.....	30
主要コンポーネント.....	30
おもな機能	31
AIXクラスタリングとOracle Solaris Clusterの相違点	32
管理と監視	33
Oracle Solarisでのインフラストラクチャ管理.....	33
Oracle Enterprise Manager製品ファミリー.....	33
Oracle Enterprise Manager Ops Center	35
インフラストラクチャの監視	37
第6章：インフラストラクチャの保護.....	39
ロールベースのアクセス制御	40
ホストのセキュリティ	41
ネットワーク・セキュリティ	41
ディスク上での暗号化	42

サーバー仮想化のセキュリティ	43
トラステッド・コンピューティング。	44
スクリプト	45
第7章：追加情報	46
付録A：用語集	49

第1章：はじめに

IBMは2012年4月にIBM AIX 5.3オペレーティング・システムの標準サポートを終了していますが、多くのIT組織は、引き続き自社のエンタープライズ・データセンター・サーバーをこのプラットフォームで実行しています。このような組織ではたいがい、ITマネージャーが最新バージョン（AIX 7.1）へのアップグレードに消極的です。AIX 5.3のままベア・メタル・ハードウェアで稼働させたい組織に対して、IBMが用意した特別プログラム¹で十分であるためです。残念ながら、IT組織が古いプラットフォームを使い続けるということは、技術革新のメリットを享受できないということです。もう1つのアプローチは、ビジネス上の優先事項をサポートするために必要なスケーラブルな機能、パフォーマンス、信頼性、可用性、およびセキュリティを提供できる代替プラットフォームへの移行です。Oracle Solarisオペレーティング・システムを実行するSPARCサーバーとx86サーバーのオラクルのポートフォリオは、ビジネス・クリティカルなアプリケーションの実行用に選択できる安全なプラットフォームです。

IT組織は、アップグレード・オプションを評価する際にAIX 7.1とOracle Solarisを検討して、システムの使用方法を制限せずに将来的な優先事項に対応できるよう現在のインフラストラクチャを最適化するには、どちらの環境が適しているかを判断する必要があります。AIXとOracle SolarisはいずれもUNIX System Vに基づくため、Oracle Solaris 11を実行するOracleサーバーへの移行は難しくはありません。ただし、特に新しいシステムで使用する製品やツールに不慣れな場合、新しいプラットフォームへの移行には時間や手間がかかる場合があります。

このガイドは、Oracle Solarisへの移行（または移行評価）を担当する技術ITマネージャー、ITアーキテクト、およびシステム管理者を対象としており、AIX 7.1環境とOracle Solarisとの間で、一般的に使用される主要ツールやテクノロジーを比較します。Oracle Solarisプラットフォームの正しいデプロイメントに不可欠な、概念、プロセス、およびテクノロジーの相違点についても明確にします。各トピックでは、AIXの機能/ツールについて、Oracle Solaris 11と比較した場合の機能上の類似点と相違点に特化して説明します。これにより技術スタッフは、デプロイメントのサポートに必要なとなる適切な同等のリソース（製品/テクノロジー情報、マニュアル、トレーニング）がすぐに分かります。

- 第2章"ソフトウェアの配布、インストール、および管理"では、ソフトウェア管理に使用する主要ツールを特定して比較します。
- 第3章"データの管理"では、ファイル・システムの可用性、ボリューム管理、データ・バックアップ、スワップ領域の考慮事項など、およびこれらのテクノロジーの2つの環境間での相違点の有無とその内容について説明します。
- 第4章"インフラストラクチャの仮想化"では、AIXで使用される主要な仮想化テクノロジーをOracle Solarisの類似の仮想化メカニズムにマッピングし、デプロイメント前に理解しておく必要がある類似点と相違点について説明します。

¹ http://www.theregister.co.uk/2012/02/17/ibm_aix_5_3_i5_v5r4_support/およびhttp://www-01.ibm.com/common/ssi/rep_ca/6/897/ENUS612-006/ENUS612-006.PDFを参照してください。

- 第5章"システム、アプリケーション、およびサービスの可用性の維持"では、可用性を最大限に維持するため、AIXとOracle Solarisで一般的に使用されるツールを比較します。
- 第6章"インフラストラクチャの保護"では、AIXのセキュリティ・メカニズムと、Oracle Solarisの広範な多層防御アプローチについて説明します。
- 第7章"詳細情報"には、詳細情報の参照先をまとめたリストがあります。Oracle Solaris 11の製品ドキュメントについては、<http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/solaris11/documentation/index.html>を参照してください。
- このドキュメントで使用される用語については、付録A "用語集"を参照してください。

第2章：ソフトウェアの配布、インストール、および管理

ソフトウェア管理について、AIXとOracle Solarisの概念は似ていますが、使用するツールが大きく異なります。この章ではソフトウェア管理について、いくつかの側面（ソフトウェアのインストール、パッケージ化、更新、アップグレードなど）から説明します。ここでは、Oracle Solarisで各種タスクの実行に使用できるツールや、これらのツールとAIXデプロイメントで一般的に使用されるツールとの相違点について説明します。

AIX 7.1のソフトウェア管理ツールと、Oracle Solaris 11の対応するツールとのマッピングについては、表2-1を参照してください。

表2-1：ソフトウェア管理マッピング

タスクまたは機能	AIX	Oracle Solaris
ソフトウェア・パッケージ・モデルおよびツール	ファイルセット、ソフトウェア・バンドル、RPM、ISMP、GUI、TUI、およびコマンドライン・インタフェースを提供	Image Packaging System (IPS)、GUI、およびコマンドライン・インタフェースを提供
単一システムのインストール	DVD、仮想メディア、Base Operating System (BOS) イメージ、またはNetwork Installation Management (NIM) を使用	Live Mediaを使用したDVDからのインストール (x86) またはインタラクティブ・テキスト・インストーラ (SPARC、x86) を使用したインストール、USB イメージ (Live Mediaで使用可能) およびテキスト・インストーラ、自動インストーラ (AI) およびIPSを使用したインストール後のカスタマイゼーション
複数のシステムの自動インストール	NIM	自動インストーラおよびIPSソフトウェア・リポジトリ
インストール済みの既存システムへのソフトウェア・パッケージ追加	システム管理インタフェース・ツール (SMIT)	IPSツール: pkg install (コマンドライン) またはpackagemanager (GUI)
パッチの分析および適用	Service Update Management Assistant (SUMA)	パッチの適用は不要 (代わりにパッケージ・アップデートを適用)
アップデート・ソフトウェア (単一のシステム)	SUMA	IPSツール: pkg update (コマンドライン)、packagemanagerまたはpm-updatemanager (GUI)
ダウンタイムの最小化とアップデート向けリカバリの有効化	バックアップとリストア alt_disk_install	ブート環境 (BE)、BE管理向けのbeadmユーティリティ
カスタム・インストール・イメージの作成	mksysb	ディストリビューション・コンストラクタおよびサンプル・マニフェスト

クリーン・インストール

単一のシステムに新しいAIXインスタンスをインストールする場合（新しい基本オペレーティング・システム（BOS）の完全インストール）、システム管理者は通常、配布メディアを使用するか、仮想メディアベースのネットワーク・インストールを実行します。Oracle Solaris 11にも同様のインストール・オプションがあります。Oracle Solaris 11 Live Media for x86 DVDを使用したメディアからの対話型インストールでは完全なデスクトップ環境が提供され、テキストベースの対話型ユーザー・インタフェースではx86およびSPARCインストール用のサーバー・インストールが作成されます。

またOracle Solaris 11は、自動インストール・プロセスをサポートしています。これは自動インストーラと呼ばれるもので、AIXのNetwork Installation Manager（NIM）と似ています。自動インストーラは、（AIXソフトウェア・バンドルと少し類似している）ソフトウェア・リポジトリに依存しています。

インストール・オプションについて詳しくは、『Installing Oracle Solaris 11 Systems』マニュアル（http://docs.oracle.com/cd/E23824_01/html/E21798/index.html）を参照してください。

ソフトウェア・パッケージ・モデル

カスタム・アプリケーションを作成する開発者は、Image Packaging System²（IPS）と呼ばれるOracle Solaris 11のソフトウェア・パッケージ・モデルに精通する必要があります。システム管理者はこれらの機能を使用することで、アプリケーションの正しいデプロイメントに必要なリソースを入手できます。

IPSには、ファイルセットのRPMリポジトリやNIMベースの収集と類似したさまざまなソフトウェア管理機能があります。IPSは、オペレーティング・システムとアプリケーション・ソフトウェアの管理タスクをサポートするよう設計されており、ソフトウェアのライフ・サイクル全体にわたって各種機能（インストール、パッチ適用、アップグレード、ソフトウェアの削除など）に対応する包括的なフレームワークです。IPSはソフトウェア・パッケージのインストール中に自動依存性チェックを実行し、必要となる可能性がある別のパッケージ（ライブラリなど）を追加します。各パッケージのインストール前にシステムのスナップショットが取られます。これによりシステムが常に有効な状態になり、パッケージ・インストールが失敗した場合にロールバックが実行されます。

IPSソフトウェア・パッケージによって、明確に定義された形式の必要かつインストール可能なオブジェクトがすべて識別され、ディレクトリ、ファイル、リンク、ドライバ、依存性、グループ、ユーザー、およびライセンス情報が指定されます。IPSパッケージには、パッケージ名や簡単な説明などの属性が含まれます。障害管理リソース識別子（FMRI）は各パッケージを一意に表すもので、パブリッシャ、パッケージ名、およびバージョン番号とスキーム“pkg”で構成されます（`scheme://publisher/package_name@version:dateTimeZ`など）。FMRIにはバージョン番号とタイムスタンプが明示的に組み込まれているため、最新のパッケージ・リリースが存在するかどうかがIPSで簡単に特定できます。FMRIでパッケージ・パブリッシャを指定するとパッケージ開発者が特定され、IPSがパッケージの分類、認証の確認、およびインストールの制限に使用できるメカニズムが表示されます。

² IPSは、Oracle Solaris 11で新しく追加されました。前のバージョンのOracle Solarisを調査したITスタッフはIPSについて詳しく調べる必要があります。用語パッケージは以前のOracle Solarisリリースから維持されますが、IPSは元のSystem Vパッケージ・システムおよびツールとは大幅に異なります。

IPSモデルとツールについて詳しくは、『Oracle Solaris 11 ソフトウェアパッケージの追加および更新』マニュアル (http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25785/index.html) を参照してください。

インストール済みシステムでのソフトウェアの管理

NIMやその管理対象のリポジトリと同様、IPSはソフトウェア・デポ（Oracle Solaris 11ではソフトウェア・リポジトリと呼ばれる）を使用して、インストール/更新対象のソフトウェア・パッケージにアクセスします。IPSは、DVD、CD、ファイルベースのローカル・リポジトリ、およびネットワークベースのリモート・リポジトリをサポートします。管理者は、ネットワーク接続が制限されたファイアウォール内の環境で、ローカル・リポジトリを簡単に設定/管理してパッケージをデプロイできます。Oracle Solaris 11のデフォルト・リポジトリは<http://pkg.oracle.com/solaris/release>に公開されています。サポート契約を締結しているお客様は、My Oracle Support (<http://support.oracle.com>) のサポート・リポジトリにアクセスして、最新のバグ修正/更新を含むパッケージを取得できます。

ローカル・リポジトリの設定について詳しくは、『Oracle Solaris 11 パッケージリポジトリのコピーおよび作成』マニュアル (http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25800/index.html) を参照してください。

NIMおよびIPSでは、コマンドラインとグラフィカル・ユーザー・インタフェースを使用してソフトウェア管理タスクを実行できます。IPSの`pkg(1)`コマンドおよびその関連するサブコマンド（`pkg install`、`pkg uninstall`、`pkg list`など）の機能は、NMIの`nimconfig`ツールや`nimdef`ツールと似ています。IPSにはソフトウェア管理用に2つのインタフェース（GUIとコマンドライン・インタフェース）が含まれますが、AIXで利用できるターミナル・ユーザー・インタフェースは含まれません。

- IPSでは、Package Managerを使用して個々のパッケージやパッケージ・グループを検索/インストール/削除します。Package Managerは`packagemanager(1)`によってコマンドラインで開始され、パッケージ・パブリッシャの追加/削除/変更やブート環境の作成/削除/管理にも使用されます（ブート環境は、アクティブなブート・イメージのクローンです）。
- IPSでは、（`pm-updatemanager(1)`によってコマンドラインで開始される）Update Managerが、更新可能なインストール・イメージ中のすべてのパッケージの更新に使用される関連GUIです。Update Managerは、暫定的な修正パッケージの管理と似ています。Package Managerによって、各パッケージの詳細説明（バージョン、タイムスタンプ、識別に役立つ説明など）が提供され、ソフトウェア管理プロセスを簡単かつ直感的に実行できるようになります。Package Managerによってパッケージがカテゴリ化され、特定のパッケージを見つけやすくなります。

管理者はゾーン対応環境でIPSパッケージ・ツールを使用できます（Oracle Solarisゾーンは、分離されたセキュアな実行環境を提供するためのオペレーティング・システムの仮想化テクノロジーです。各Oracle Solarisシステムはグローバル・ゾーンをホストしており、ここに非グローバル・ゾーンを作成できます）。若干の例外を除き³、グローバル・ゾーンでIPSコマンドを実行しても、グローバル・ゾーン内のパッケージにしか影響を与えません。たとえば、グローバル・ゾーンで`pkg install`を実行した場合は、グローバル・ゾーン内でパッケージがインストールされ、他のゾーンには伝播しません。このモデルによって、自分の別個のソフトウェア・スタックを使用して、ゾーンを独立して管理/維持できます。ゾーン管理者は、同じIPSパッケージ・ツールを使用して、非グローバル・ゾーン内のソフトウェアを管理できます。

詳しくは、『http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25829/index.html』マニュアル (http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25829/index.html) を参照してください。

システム・ソフトウェアとアプリケーション・ソフトウェアの更新

パッチ適用は従来、ソフトウェア・ベンダーがセキュリティの問題、バグの修正、パフォーマンスの向上、および新機能に対応するための手段でした。以前のバージョンのAIXとOracle Solarisでは、必要なパッチの適用前に詳細な手動分析によって依存性を把握する必要があるため、パッチの適用が複雑なプロセスとなる場合があります。AIXでは、SUMAやNIM、汎用的なファイルセットの管理ユーティリティ、Tivoli Provisioning Manager（オプション）などのツールによって、この複雑さの問題が解決されています。これに対しOracle Solaris 11では、パッチ分析とアプリケーションのソフトウェア・メンテナンス・モデルがなくなっています。その代わりに、IPSソフトウェア・パッケージ・モデルでは、更新済みのソフトウェア・パッケージ（ダウンロードおよびインストールが可能になる前に統合テスト済み）をリリースすることで、本番ソフトウェア・モジュール間の非互換性や、人為的ミスによる問題のリスクを減らしています。また、変更されなかったパッケージ・コンテンツはダウンロードされないため、最小限のネットワーク帯域幅で迅速に更新できます。

Oracle Solaris 11のUpdate Managerでは、インストールしたシステム・ソフトウェア・パッケージがすべて調整され、必要に応じてパッケージが更新されるため、基本オペレーティング・システム環境を定義済み/統合テスト済みレベルにすることができます。Update ManagerとPackage Managerでは、パッケージ・バージョンが指定リポジトリ内のパッケージと比較され、インストール済みパッケージで利用できる更新が識別されます。Package Managerの"Update All"と同様に、Update Managerの"Update All"機能によって、インストール済みパッケージがすべて更新されます。ただし、Package Managerの場合、管理者はシステムの完全更新操作の間に個別のパッケージを追加、削除、更新できます。すべてのパッケージを更新するには、コマンドラインでも同等の操作（`pkg update`）を実行できます。`pkg update`コマンド（障害管理リソース・インジケータ[FMRI]の指定なし）をシステムのグローバル・ゾーンで実行すると、グローバル/非グローバルの両ゾーンで、依存するすべてのシステム・ソフトウェア・パッケージが更新されます。このため、ゾーンの同期状態が維持されます。

詳しくは、『Oracle Solaris 11 システムのインストール』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25760/index.html）と『Oracle Solaris 11 ソフトウェアパッケージの追加および更新』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25785/index.html）を参照してください。

Tivoli Provisioning Managerは、多くのAIXデプロイメントで使用されます。Tivoli Provisioning Managerは

³ おもな例外として、オペレーティング・システム全体の更新や、システム全体に伝播するよう設計されたパッチなどがあります。

Oracle Solarisで長年使用可能でしたが、このソフトウェアを引き続き使用するお客様は、Oracle Solaris 11のサポート期間について、Tivoliのサポート窓口にお問い合わせください。

ソフトウェアおよびブート環境のアップグレード

AIX環境では、システム管理者はFix Central、SUMA、NIM、およびSMITを使用してService Pack (SP) 全体をロードします。システムの更新前に、システムのバックアップを実行します。これが、ネイティブのAIXシステム管理についてIBMが推奨するベスト・プラクティスです。⁴AIX管理者は、ダウンタイムを最小限にするため、`alt_disk_install`を作成できます (mkysybを使用して別ディスクにイメージを作成するか、既存のシステムをクローニングして更新を適用します。その後、`bootlist`コマンドを使用して前のレベルに戻すことができます)。この操作は、Oracle Solaris 11で使用できる新しいブート環境とは完全に対照的です。

Oracle Solaris 11では、ブート環境がデフォルトの推奨されるベスト・プラクティスです。ブート環境 (BE) の作成により、オペレーティング・システムに組み込まれている基盤となるOracle Solaris ZFSファイル・システム・テクノロジーを利用できます。高速スナップショット/クローニング機能を使用して、アクティブなオペレーティング・システム・イメージをレプリケートできます。Oracle Solaris ZFSではcopy-on-write手法が使用されるため、大規模なディスク・アレイでも、ファイル・システムのクローニングには数秒しかかかりません。システムをクローンできるため、新しいBEの作成前にシステムを手動でバックアップする必要はありません。古いBEは削除されるまでそのまま残るため、複数“世代”の構成をすぐに問題なく使用できます。

デフォルトでは、特定のシステム・パッケージ (主要なドライバやカーネル・コンポーネント) が更新されたり、管理者が (GUIの"Update All"や`pkg update`を使用して) すべてのパッケージを更新したりすると、新しいBEが自動的に作成されます。このような場合、Oracle Solaris 11ではまず現在のBEがクローンされ、パッケージの変更がクローンに適用され、更新されたBEが再起動後に有効になるよう自動的にアクティブ化されます。問題が発生した場合、管理者は前のBEイメージに簡単にロールバックできます。Oracle Solaris 11では、このようにしてアップグレードとソフトウェア変更の管理上のセーフティ・ネットが提供され、可用性が向上しています。高速再起動がデフォルトで構成されているため、システムは新しいBEへ迅速に (場合によっては数秒以内で) 切り替えることができます。

管理者は、Oracle Solaris 11の`beadm(1M)`ユーティリティを使用してBEを管理します。Package ManagerのGUIも、もっとも一般的なBE管理タスクをサポートします。

詳しくは、『Oracle Solaris 11 ブート環境の作成と管理』
(docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25778/index.html) を参照してください。

⁴ http://www14.software.ibm.com/webapp/set2/sas/f/best/Managing_AIX_Updates_Best_Practices.pdfを参照してください。

複数のエンタープライズ・システムのインストールの自動化

AIX NIMユーティリティでは、クライアント・サーバー・モデルを使用してエンタープライズ全体の複数のシステムのインストールが自動化されます。Oracle Solaris 11では、自動インストーラ（AI）に同等の機能があります。AIでは、カスタマイズ/標準化されたシステム・プロファイルに基づき、インストールが自動化/バッチ処理されます。これにより、大規模環境で複数のシステムを自動的にインストールできます。NIMと同様、AIではクライアント・サーバー・モデルが使用されます。AIでは、その他のOracle Solaris 11テクノロジーも使用されます。特にIPSパッケージ・モデル、サービス管理機能（SMF）、およびWAN対応のネットワーク・プロトコル（Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）など）、Preboot Execution EnvironmentおよびTrivial File Transfer Protocol（PXE/TFTP）、Hyper Text Transfer Protocol（HTTP）、Domain Name Service（DNS）プロトコル、Multicast Domain Name Service（mDNS）プロトコルによって、柔軟に運用できます。

AIインストール・サーバーには、SPARCおよびx86のネットワーク・ブート・イメージ、（AIマニフェストと呼ばれる）インストール方法、およびシステム構成（SC）プロファイル（オプション）が含まれます。インストール・パラメータ（ディスク・レイアウトやソフトウェア選択など）、および構成パラメータ（ホスト名、ネットワーク構成、ユーザー・アカウントなど）を使用して、クライアントをカスタマイズできます。

AIクライアントは、まずネットワーク経由でブートされます。この際、DHCP経由でそのネットワーク構成やインストール・サーバーの場所が取得されます。次に、クライアントの特性に適したAIマニフェストに従ってクライアントが構成/インストールされます。AIによって、最小限のネットワーク・ブート・イメージがクライアントにインストールされます。続いてクライアントが、マニフェストで指定されているIPSソフトウェア・リポジトリにアクセスしてインストールを完了します。AIインストールの後にシステムをカスタマイズするには、最初のブート・プロセス中に、クライアントがSMFサービスを使用してシステムを構成するSCプロファイルを適用します。また、AIインストールの完了後、最初のブート・プロセス中に、仮想化環境が自動的にプロビジョニングされ、非グローバル・ゾーンが構成/インストールされます。

自動インストーラについて詳しくは、『Oracle Solaris 11 システムのインストール』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25760/index.html）を参照してください。

カスタマイズされたディストリビューション・イメージの構築

AIXでは、すべてのファイルセットの更新を含むlpp_sourceリソースをNIMマスター上に作成すると良い場合があります。このリソースには、AIXインストールに必要なソフトウェア・イメージが含まれます。Oracle Solarisでは、Distribution Constructorコマンドライン・ユーティリティを使用して、インストール・イメージをカスタマイズ/構築します。構築プロセス中に、Oracle Solaris ZFSを使用してチェックポイントが実行されます。このため、変更のたびに最初に戻らなくても、プロセスの一部を再起動できます。

Distribution Constructorでは、XMLマニフェスト・ファイルで指定されているパラメータに基づいてイメージが構築されます。サンプル・マニフェストにはイメージのプリセット/デフォルト値が定義されています。これらを編集して、イメージをさらにカスタマイズできます。Distribution Constructorには、（Oracle Solaris Live Media for x86イメージ、Oracle Solaris 11テキスト・インストール用のISOイメージ、自動インストーラ用のISOイメージのような）カスタマイズしたイメージを構築するサンプル・マニフェストが含まれます。Distribution Constructorによって、生成されたISOイメージに基づくISOイメージやUSBイメージが構築されます。ただし、USBイメージはx86システムでのみ使用できます。

Distribution Constructorについて詳しくは、『カスタム Oracle Solaris 11 インストールイメージの作成』ガイド（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25771/index.html）を参照してください。オラクルは、配布パッケージを暗号化署名しているので注意してください。ローカルITスタッフも承認済みパッケージに署名できます。これにより、（鍵署名による信頼を受けていない）不正な管理者が認可されていないソフトウェアをインストールするのを防ぐことができます。

第3章：データの管理

AIX 7.1とOracle Solarisは、多くの同じファイル・システムをサポートします。Oracle Solarisには、AIXユーザーに新機能を提供する追加のファイル・システムが含まれます。AIXからOracle Solarisにデータをスムーズかつ効率的に移動するには、ターゲット・ファイル・システムに関するある程度の知識が必要です。ITスタッフがプラットフォーム間のデータ移動に最適な方法を判断できるようにするためです。この章では、AIX 7.1とOracle Solaris 11でサポートされるディスクベース、ネットワークベース、および仮想のファイル・システムについて説明します。また、他のストレージ関連のトピック（ボリューム・マネージャ、データのバックアップ/リカバリ、シャドウ移行、スワップ領域、データ変換など）についても説明します。

AIX 7.1とOracle Solarisでサポートされているディスクベースのファイル・システムについては、表3-1を参照してください。Oracle Solarisは、AIX 7.1と同じファイル・システムを多くサポートしています。このため、既存のファイル・システムを移行せずにマウントするだけで済みます。

表3-1：利用可能なファイル・システム等

ファイル・システム	説明	AIX	Oracle Solaris
JFSおよびJFS2	Journaled File System（IBM独自規格）	√	—
Oracle Solaris ZFS	汎用のエンタープライズ・ファイル・システム（従来のファイル・システムの機能を組み込みのボリューム管理手法および重複除外や圧縮といったデータ・サービスと統合）	—	√ （デフォルトのファイル・システム）
CDRFS	CD-ROMのコンテンツへのアクセスを許可	√	√
UDFS	DVDへのアクセスを許可（読取り専用）	√	√
UFS	従来のUNIXファイル・システム	—	ブート不可のファイル・システムで利用可能

AIXファイル・システム

AIXは多くのファイル・システムをサポートしていますが、ディスクベースのプライマリ・ファイル・システムとしては、IBM独自のjournaled file system（JFS）と拡張されたjournaled file system（JFS2）が使用されます。JFSは高スループット環境向けに設計されています。JFS2はJFS上に構築され、サイズの大きいファイルをサポートします。JFSやJFS2では、ファイルやファイル・システムの最大サイズがOracle Solaris ZFSより小さくなります。たとえば、JFSでの最大サイズは、ファイルが64GBでファイル・システムが1TBです。また、JFS2でのファイルやファイル・システムの最大サイズは4PBです。⁵

⁵出典：<http://www.ibm.com/developerworks/aix/library/au-aix7optimize3/index.html>

JFS2は、追加の拡張機能（暗号化されたファイル・システム（EFS）や内部/外部のスナップショット機能など）をサポートします。

Oracle Solaris ZFS

Oracle Solaris ZFSは、仮想的に無制限のデータ量を保存/管理するスケーラビリティを持つ、128ビットのファイル・システムです。個別のファイルやファイル・システムは、16エクサバイト（16EB）まで拡張できます。Oracle Solaris 11ではOracle Solaris ZFSがデフォルトのファイル・システムで、必ずルート・ファイル・システムとして使用されます（他のファイル・システムは、データ・ファイル・システムとしてサポートされます）。Oracle Solaris ZFSをルート・ファイル・システムとして使用すると、ルート・ファイル・システムのスナップショットを迅速に作成し、以前の状態に簡単にロールバックできます。読取り専用のルート・ファイル・システムが許可されると、環境がロック・ダウンされセキュリティが向上します。また、Oracle Solaris ZFSにはファイル・システム・プロパティとして暗号化、圧縮、および重複解除があります。これらの機能を組み合わせて、1つのプールで使用できます。

AIXはOracle Solaris ZFSをサポートしておらず、Oracle SolarisはJFSをサポートしていないため、データ移行が必要です。JFSからOracle Solaris ZFSファイル・システムにデータを移行するには、以下の方法があります。

- **システムを接続してNFSのエクスポート/インポート機能を使用する。**通常は、Oracle Solaris ZFSの[シャドウ移行機能](#)⁶を使用するのがもっとも効果的です。このプロセスによって、ソースAIXファイル・システムが読取り専用になり、NFSで使用可能になります。Oracle Solarisシステムに、Oracle Solaris ZFSファイル・システムが作成されます。Oracle Solaris ZFSシャドウ移行機能を使用して、ソースAIXファイル・システムのディレクトリ構造をOracle Solarisシステムに移動し、データをバックグラウンドでコピーします。この手順の利点は、新しいOracle Solaris ZFSファイル・システムをすぐに使用できることです。Oracle Solarisシステムに移行されていないファイルにユーザーがアクセスしようとする、そのファイルがただちに移行されて使用可能になります。shadowstatコマンドを使用して進捗を監視できます。同じ方法で、AIXの暗号化されたファイル・システム（EFS）を移行できます。この際、Oracle Solaris ZFSターゲットの定義で暗号化が有効になっている必要があります。データは暗号化されずにネットワーク送信されるため、セキュアなサブネットを使用する必要があります。
- **バックアップ/リストア・ユーティリティを使用する。**管理者は、両方のシステムで利用可能なツールを使用してJFSファイル・システムをバックアップし、Oracle Solaris ZFSファイル・システムにデータをリストアできます。

『How to Manage ZFS Data Encryption』の記事

(<http://www.oracle.com/technetwork/articles/servers-storage-admin/manage-zfs-encryption-1715034.html>) を参照してください。また、Oracle Solaris ZFSファイル・システムの設定/管理方法について詳しくは、

『Oracle Solaris の管理: ZFS ファイルシステム』

(http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25824/index.html) を参照してください。

⁶ シャドウ移行について詳しくは、http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25824/gkkud.htmlを参照してください。

ボリューム管理

AIXでは、ストレージを論理ボリュームにグループ化するのに別途Logical Volume Manager (LVM) が必要です。Oracle Solaris ZFSでは、別個のボリューム管理は不要です⁷。Oracle Solaris ZFSでは、仮想化データ・ボリュームを作成する代わりに、デバイスをストレージ・プールに集めます。ストレージ・プールはストレージの物理的な特性を説明し、ファイル・システムの作成元の任意のデータ・ストアとして機能します。ファイル・システムが個々のデバイスに制限されなくなります。

1つのストレージ・プールの容量が複数のファイル・システム間で動的に共有され、ファイル・システムからのリクエストに応じて分配されます。サービスを中断せずに、物理ストレージをストレージ・プールに動的に追加できます。プール内のあるファイル・システムで容量がそれ以上必要なくなると、他のファイル・システムで使用できます。Oracle Solaris ZFSでは最大で、3x1023PBのストレージ・プール・サイズ、およびプールあたり264台のデバイスがサポートされます。

冗長性

AIXでは、LVMを使用してRAIDボリュームが作成されるため、データの整合性と可用性が向上しています。Oracle Solaris ZFSには、ミラー化プールとRAID-Zプールという2種類の冗長構成があります。RAID-Z構成には、RAID-Z (分散パリティ)、RAID-Z2 (分散ダブル・パリティ)、およびRAID-Z3 (分散トリプル・パリティ) が含まれます。Oracle Solaris ZFSでは、すべての非冗長/ミラー化/RAID-Z構成間でデータが動的にストライプされます。冗長ストレージ・プールは、1つのコマンドで簡単に作成できます。

RAID-Zでは、パリティ/ストライプ/アトミック操作によって、破損したデータが自動的に再構築されます。データはすべて256ビット・チェックサムによって保護され、破損したデータは自己修復機能によって自動的に修復されます。ファイル・システムの一貫性が常に維持されているため、システムが正常でない方法でシャットダウンしても、時間のかかるリカバリ手順 (fsckなど) は不要です。複雑なストレージ管理が自動的かつ簡単になるため、管理上のオーバーヘッドが減ります。たとえば、複数のディスクにわたる冗長ファイル・システムを1つのコマンドで作成できます。また、Oracle Solaris ZFSファイル・システムが作成時に自動的にマウントされ、再起動時に自動的に再マウントされます。

AIX LVMからのデータ移行は、本書で前述したJFSやJFS2の移行プロセスと似ています。

ハイブリッド・ストレージ・プール

Oracle Solaris ZFSでは、ハイブリッド・ストレージ・プールによってデータ配置が最適化されるため、迅速にアクセスできます。新しいストレージ層でフラッシュ・テクノロジーを使用できるため、ハード・ディスク・ドライブでアクセス頻度の高いデータを保持し、ディスク待機時間の影響を最小限にしてアプリケーション・パフォーマンスを最大限に上げることができます。ハイブリッド・ストレージ・プールでは、フラッシュ・デバイスを使用して特定の種類のI/Oを処理し、ハード・ディスク・ドライブを使用して大規模なデータセットを保存することで、容量を無駄にすることなくアプリケーション・パフォーマンスの大幅な向上を実現しています (図3-1)。

⁷ Oracle SolarisはSolaris Volume Manager (SVM) のレガシー製品をサポートします。ただし、Oracle Solaris 11でSVMルート・デバイスからシステムをブートすることはできません。SVMはサポートされていますが、通常は代わりにOracle Solaris ZFSを使用することをお勧めします。Oracle Solaris ZFSの方が、管理オーバーヘッドが少なく、機能も優れているためです。

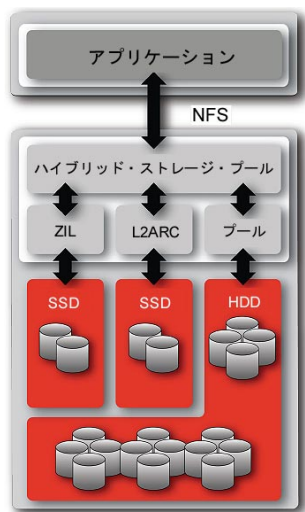


図3-1 : ハイブリッド・ストレージ・プールにより、データ配置が最適化されI/Oパフォーマンスが向上します。

ハイブリッド・ストレージ・プール・テクノロジーは、管理の手間や専用SANのコストを増やさずに、ファイバ・チャネル・テクノロジーより優れたパフォーマンスを実現できるよう設計されています。ハイブリッド・ストレージ・プールの運用とアプリケーション・パフォーマンスの向上のために重要な、いくつかのOracle Solaris ZFSコンポーネントがあります。Oracle Solaris ZFSのAdaptive Replacement Cache（ARC）は主要なファイル・システム・メモリ・キャッシュであり、DRAMに保存されています。Level Two Adaptive Replacement Cache（L2ARC）によって、ARCが読取り用に最適化されたフラッシュ・デバイスに拡張されるため、読取りキャッシュのサイズが増えて高速読取りが可能になります。Oracle SolarisのZFS Intent Log（ZIL）はトランザクション用であり、書き込みベースのフラッシュ・デバイスを使用してキャッシュ・サイズを増やすことで、高速書き込みを可能にしています。

Oracle Solaris ZFSの洗練されたファイル・システム・アルゴリズムでは、メモリ中のARCとフラッシュ・デバイス上のL2ARCを使用して、持続的な読取り動作中にプリフェッチやデータ配置が決定されます。フラッシュ・デバイスによって、Oracle Solaris ZFSの同期書き込みI/O操作の書き込みスループットが高速化されるため、書き込みパフォーマンスが向上します。

仮想ファイル・システム

一般的な仮想ファイル・システム、およびAIXとOracle Solarisでの可用性の詳細については、表3-2を参照してください。

表3-2 : 仮想ファイル・システム

ファイル・システム	説明	AIX	Oracle Solaris
CTFS	Contractファイル・システム : 契約の作成、管理、および閲覧に使用（おもにSMFによって使用される）	—	√
FDFS	File Descriptor File System : ファイル記述子を使用したオープン・ファイルへの明白な名前の提供	—	√
FIFOFS	First-In, First-Out File System : プロセスに対し、データへの共通アクセスを付与する名前付きパイプ・ファイルを提供	√	√

表3-2：仮想ファイル・システム

ファイル・システム	説明	AIX	Oracle Solaris
LOFS	Loopback File System：仮想ファイル・システムの作成を許可。これにより代替のパス名を使用してファイルにアクセス可能（AIX用語ではループバック・デバイス）	√	√
MNTFS	ローカル・システム向けマウント済みファイル・システムの表にアクセス（読取り専用）	√	√

ネットワークベースのファイル・システム

AIX 7.1とOracle Solarisは、Network File System（NFS）およびCommon Internet File System（CIFS）のネットワークベースのファイル・システムをサポートします（表3-3）。NFSの分散ファイル・アクセス・プロトコル（バージョン2、3、および4）は、両方の環境でサポートされます。

表3-3：ネットワークベースのファイル・システム

ファイル・システム	説明	AIX	Oracle Solaris
NFS	Network File System	√	√
SMB (CIFS)	Server Message Block (SMB) サービス：WindowsおよびMac OSシステムへ分散リソースを提供し、Common Internet File System (CIFS) をサポート	√	すべてのMicrosoft Windowsのアクセス・コントロール・リスト (ACL) セマンティックをサポート NFSおよびCIFSの同時エクスポートをサポート

Server Message Block（SMB、別名CIFS）サービスによって、Microsoft Windows、Mac OS、およびOracle Solarisのクライアントが分散ファイル/ディレクトリにアクセスできます。Oracle Solarisカーネルによって、内蔵のServer Message Block（SMB）プロトコル・サーバーが提供されます。また、クライアント実装では多くのSMBダイアレクト（NT LM 0.12やCommon Internet File System（CIFS）など）がサポートされています。Oracle Solarisでは高速なカーネル・レベルのCIFS実装が可能です（service/file-system/smbパッケージのオプション・インストールを使用）。一方AIXでは、IBM bos.cifsファイルセットによりCIFSがサポートされており、ユーザー領域で実行されるソフトウェア経由でCIFSサービスを利用できます。

NFSファイル・システムの設定/管理方法について詳しくは、『Oracle Solaris のシステム管理(ネットワークサービス)』の"ネットワーク・ファイルシステムの管理"セクション (http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25839/rfsintro-2.html#scrolltoc) を参照してください。Oracle SolarisのSMBサーバー/クライアントについて詳しくは、『Oracle Solaris Administration:SMB and Windows Interoperability』 (http://docs.oracle.com/cd/E23824_01/html/821-1449/toc.html) を参照してください。Oracle Solarisのメモリベースのファイル・システムについては、『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』 (http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25880/index.html) を参照してください。

スワップ領域

AIXのページングやスワッピングの実装は、他のUNIXオペレーティング・システム（Oracle Solarisなど）とは大幅に異なります。バックエンドのデータ・ストアとしての物理ストレージの基本構成は似ていますが、管理がまったく異なります。AIXのメモリ管理は、AIX Virtual Memory Manager（VMM）⁸に基づきます。VMMでは、スワップ領域（ページング）を使用してRAMに適合しないデータを保存します。特別な論理ボリュームがVMM専用に割り当てられます。VMMで使用できる領域の管理は重要です。領域が不適切である場合、プロセス全体が喪失したり、システムがクラッシュしたりする可能性があります。

Oracle Solarisではデフォルトで、スワップ用の領域がルート・ストレージ・プール（Oracle Solaris ZFSファイル・システム）に予約されます。スワップ・デバイスは固定サイズのスライスにあらかじめ割り当てられるわけではないので、必要に応じていつでもスワップ・サイズを変更できます。さらに、スワップ・ボリュームを追加して、使用可能なスワップ領域を増やすことができます。また、システム管理者は、スワップ領域として機能する一時ファイル・システム（TMPFS）を作成して、RAMを高速メモリ・ストアとして割り当てることもできます。これにより、システム管理者が手動制御できる範囲が通常のAIXより広がります。

詳しくは、『Oracle Solaris の管理: ZFS ファイルシステム』（http://docs.oracle.com/cd/E23824_01/html/821-1448/index.html）および『Oracle Solaris ZFS ルート環境でのスワップ空間の追加または変更』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25880/gizfl.html）を参照してください。

その他のストレージ・ソフトウェア

Oracle Solarisでは、前のセクションで説明した内蔵ファイル・システム・サポートの他、次のデータ・ストレージ・ソフトウェアやファイル・システムを使用して特定のストレージ/データ要件を満たすことができます。

- オラクルのSun Storage Archive Manager（SAM）ソフトウェアには、階層型データ・ストレージ機能（データの分類、メタデータの一元管理、ポリシーベースのデータ配置/移行など）があります。オラクルのSAM-FSは自己保護機能を持つファイル・システムで、継続的なバックアップ機能と高速リカバリ機能があります。
- オラクルのSun QFSソフトウェアは大規模データ・ボリュームを共有する環境向けの、堅牢なクラスターファイル・システムです。Sun QFSによって、ほぼRAWなデバイスによる情報アクセスや、読取り/書き込みファイル共有のためのデータ統合が可能です。Sun QFSソフトウェアはAIXのGPFSと同様に、オラクルのSun Storage Archive Manager（SAM）と一緒に、自動的なポリシー駆動型のストレージ階層化やデータ・ライフ・サイクル管理に使用されます。

⁸ IBMも、VMwareソフトウェアを使用した仮想化デプロイメントでVMMという略語を使用します。このコンテキストでは、VMMはVirtual Machine Managerを意味します。

Sun QFSソフトウェアについて詳しくは、<http://www.oracle.com/us/products/servers-storage/storage/storage-software/qfs-software/overview/index.html>を参照してください。また、Sun SAMソフトウェアについて詳しくは、<http://www.oracle.com/technetwork/documentation/data-mgmt-software-194001.html>を参照してください。

データのバックアップとリストア

AIXおよびOracle Solarisは、表3-4のようなさまざまなバックアップ・ユーティリティをサポートします。

表3-4：ユーティリティのバックアップおよびリストア

ユーティリティ	説明	AIX 7.1	Oracle Solaris
cpio	アーカイブを保存およびリストア。ディレクトリのツリー構造を複製する間にファイルおよびディレクトリをコピー	√	√
バックアップ、 mksysb、 sysback、 splittcopy	AIX固有のバックアップ・ユーティリティ	√	—
pax	アーカイブ・ファイルを抽出、書き込み、リスト化。ファイルおよびディレクトリをコピー（cpioおよびtarの新バージョン）	√	√
tar	アーカイブ・ファイルを抽出、書き込み、リスト化。ファイルおよびディレクトリをコピー（cpioおよびtarの新バージョン）	√	√

多くのバックアップ・ユーティリティは、両システムで共通です。たとえば、新しいpaxユーティリティはPOSIXに準拠しており、AIXおよびOracle Solarisと互換性があります。paxユーティリティはさまざまなアーカイブ形式（tarやcpioなど）をサポートしており、システム間のデータ移行に使用できます。AIXシステムでpaxユーティリティを使用してバックアップしたデータは、Oracle Solarisシステムにインポートできます。またその逆も同様です。バックアップ・ユーティリティを使用して、あるファイル・システム・タイプから、同一システム上の別のファイル・システム・タイプにデータを移行することもできます。

プラットフォーム間で使用できる、さまざまなサード・パーティ製のバックアップ・ユーティリティがあります。ほとんどの企業の本番用設備では、1つまたは複数のサード・パーティ製バックアップ・アプリケーション製品を採用しています。一般的なサード・パーティ製バックアップ・アプリケーション・ツール（Tivoli Storage Managerなど）は、AIXおよびOracle Solarisで動作します。

経験豊富なシステム管理者は、プラットフォームによってアクセス制御リスト（ACL）の機能が異なり、特に新しい環境にデータを移行する場合、一部のユーティリティではACLが適切に使用されないことを知っています。AIXで有効なACL情報を記録するには注意が必要です。また、Oracle Solarisに伝播させる際には同じプロパティを使用してください。通常、AIXからOracle Solarisにデータを移動する場合、NFS v4～NFS v4 POSIXスタイルのACLでは一貫した結果になります。

スナップショット

Oracle Solaris ZFSにはバックアップ機能の他、スナップショット機能も含まれます。スナップショット機能によって、Oracle Solaris ZFSのファイル・システム/ボリュームの読取り専用コピーを作成し、必要に応じて後でリストアできます。スナップショットはほぼ即時に作成できます。また、最初はストレージ・プール内の追加のディスク領域は不要です。子孫ファイル・システムのレプリケート・ストリームは、（プロパティ、スナップショット、ファイル・システム、クローンを維持したまま）指定したスナップショットに送信できます。開発者はスナップショットを利用することで、特定の時点のファイル・システムの状態を保存し、別のマシンで再作成して簡単にデータを移行できます。

AIXのJFS/JFS2ファイル・システムには、内部（ファイル・システム内）と外部（ファイル・システム間では`backsnap`コマンド）の2つの形式のスナップショットがあります。AIXの内部スナップショットはOracle Solaris ZFSスナップショットと同等ですが、外部スナップショット機能はOracle Solaris ZFSの送受信コマンド経由で提供されます。たとえば、`zfs`送信コマンドを使用して、スナップショットをリモート・システム、同一ホスト上の他のファイル・システム、またはファイル・システム内の“バックアップ”ファイルにレプリケートできます。

ユーザー・コマンドやユーティリティ（`cpio`や`tar`など）については、マニュアル・ページ（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E29112/index.html）を参照してください。Oracle Solaris ZFSスナップショットについては、『Oracle Solaris Administration: ZFS ZFS ファイルシステム』の“Overview of ZFS Snapshots”セクション（docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25824/gbcig.html）を参照してください。

データ変換

データ変換とはデータ形式を変換するプロセスのことで、移行作業において、ターゲット・システムでデータを読取り可能にするための重要な要素です。データ変換には、ファイル・システム、ファイル・コンテンツ、アプリケーション、およびデータベース・コンテンツが含まれる場合があります。

エンコード・データ変換

受信システムにとって予想外の、異なるファイル形式、または非互換ファイル形式でデータが保存されている場合は、エンコード・データ変換が必要です。幸いAIXとOracle Solarisでは、通常は同時期に標準化されたテキスト形式（ISO、POSIX 1003.2、およびX/Open (XPG3+) など）を使用してテキスト・データが保存されます。このため、変換の問題は最小限で済みます。

AIX `libi18n.a`ライブラリ、EBCDIC、または初期のIBM独自のエンコーディング（IBM 281（日本語用）、IBM 500（スイス・ドイツ語用）など）に依存するアプリケーションの場合、Oracle Solarisに移行する前に、標準的なエンコーディングを使用するようアップグレードする必要があります。

標準的なddコマンドを使用して、EBCDICからASCIIへのシンプルスレート変換を実行できますが、さまざまな国のキャラクタ・セットの問題によって複雑化します。libmライブラリにあるOracle Solarisのconvert_external手順を使用して、S/370やその他のさまざまな浮動小数点データ形式をOracle Solarisで使用するIEEE標準に変換できます。ただし、通常は、移行前に変換して変換を検証することをお勧めします。

詳しくは、『国際化対応言語環境の利用ガイド』（http://docs.oracle.com/cd/E23824_01/html/E26033/index.html）を参照してください。

アプリケーション・データの変換

AIXとOracle Solarisには、データ管理用の共通のアプリケーションやユーティリティが多数あります。たとえば、テープ・アーカイブ・ユーティリティ (tar) では、類似のデータ形式を使用しており、両方の環境で共通のオプションが多数あります。この共通性は、他の多くのアプリケーションやユーティリティでも見られ、データの移行中や移行後に多大なメリットがあります。AIXとOracle Solarisで異なるアプリケーションでは、ほとんどの場合、標準的なデータ交換形式（コンマ区切り値やタブ区切りファイルなど）をそのアプリケーションの形式に変換するためのユーティリティが用意されています。

データベースの変換

多くのエンタープライズ・アプリケーションは、大規模データベースに依存しています。AIX環境で古いバージョンのデータベースが使用されている場合、Oracle Solarisでそのバージョンのライセンスを使用できない可能性があります。IT組織は、最新バージョンのデータベース・ソフトウェアを入手するよう、準備する必要があります。新しいデータベースとその構成をサポートするには、インフラストラクチャの変更が必要な場合があるので注意してください。既存のデータにすぐアクセスできる必要があります。

通常、AIXの本番環境ではDB2とOracle Databaseが使用されます。両方の環境で同じデータベース・ソフトウェアを使用できる場合、Oracle Solarisに移行する手間は、AIXで実行されているデータベースを標準的なファイル形式にエクスポートしてからOracle Solaris上の新しいデータベースにインポートする手間と同程度である場合があります。このような移行は比較的簡単です。

ポートにデータベース・ベンダーでの変更も含まれる場合は、一般的に、より手間のかかるデータ変換が必要です。データベース変換は通常、移行作業全体で大きな割合を占めるため、これに対応するために多くの特殊ユーティリティが作成されています。これらのプログラムはExtract/Transform/Load (ETL) ユーティリティと呼ばれ、さまざまな形式を取り込んで、リレーショナル・データベース管理システム (RDBMS) のStructured Query Language (SQL) に変換します。ほとんどのRDBMSでは、SQLや標準的な交換形式をRDBMSのデータ・ストレージ形式に変換するための基本ユーティリティ・セットが提供されています。

第4章：インフラストラクチャの仮想化

統合作業やクラウド・コンピューティングへの移行において、堅牢な仮想化環境へのアクセスは不可欠です。AIXとOracle Solarisには、豊富で強力な仮想化機能があります。両環境ともさまざまな仮想化テクノロジーがありますが、単純に1対1でマッピングすることはできません。ITスタッフはアプリケーション要件、システム・リソース、品質保証契約をよく検討し、慎重に移行するための一環として仮想化のデプロイメントを調整する必要があります。AIXとOracle Solarisには、ハードウェア/ソフトウェア・パーティション、ハイパーバイザーベースの仮想マシン、オペレーティング・システムの仮想化、およびネットワークとI/Oの仮想化として実装される、パーティション化とコア共有の機能があります。

Oracle Solarisは、サーバー、ネットワーク、およびストレージの仮想化を網羅したテクノロジーを使用する完全に仮想化されたオペレーティング環境であり、IT組織によるエンタープライズ・インフラストラクチャ・リソースの最適化に役立つということを覚えておいてください。ニーズが完全に同じデプロイメント環境はないため、オラクルの仮想化テクノロジーの独立性、リソースの粒度、柔軟性の段階はさまざまです。これらのテクノロジーを個別に、または（多くの場合）組み合わせて使用することで、特定のデプロイメント環境の課題に対応できます。

ハードウェアのパーティション化

Oracle Solarisでは、オラクルのSPARC Enterprise Mシリーズ・サーバー上のダイナミック・ドメインによってハードウェアがパーティション化されます。ダイナミック・ドメインの最大数はモデルによって異なり、エントリ・レベルのシステム（なし）からSPARC Enterprise M9000サーバー（24）までさまざまです。これらのシステムは電氣的/論理的に分離されており、冗長性の高いハードウェアを採用しています。AIXの場合、このようなハードウェアの分離は、IBM zSeriesハードウェア上でのみ可能です。

ダイナミック・ドメインについては詳しくは、Oracle SPARC Mシリーズ・サーバーのドキュメント (<http://www.oracle.com/technetwork/documentation/sparc-mseries-servers-252709.html>) を参照してください。

仮想システム

IBMは、長期間にわたって仮想化テクノロジーに関するさまざまな用語を導入してきました。現在、IBMはテクノロジーのグループ（LPAR、DLPAR、およびSPLPAR）をPowerVMという名前と呼んでいます。ほとんどのAIX管理者は、これらのいずれかの機能を指す場合にLPARという名前を使用します。

Oracle Solarisには、サーバー仮想化の基本メカニズムが2つあります。

仮想マシン

AIXシステムでPowerVMの論理パーティション（LPAR）およびマイクロ・パーティショニング機能を使用するIT組織は、Oracle VM Server for SPARC（旧称Sun Logical Domains）とOracle Solarisゾーンを一緒に使用して、同等レベルのパーティション化と分離を実現できます。

チップ・マルチスレッディング・テクノロジーを搭載したオラクルのSPARC Tシリーズ・サーバー専用のドメインによって、独立したオペレーティング・システム・インスタンスを実行し、さまざまな仮想化デバイスが含まれる完全な仮想マシンを実現できます。ドメインではPowerVMと同様、ハードウェア内にチップ・レベルで存在するハイパーバイザが使用されます。ソフトウェアはハードウェアと緊密に統合されているため、他の多くのベンダーが提供する純粋なソフトウェアベースのソリューションとは異なり、仮想マシンではほとんどオーバーヘッドなしで基盤となるシステムの進歩を活用できます。たとえば、Oracle VM Server for SPARCでは仮想マシンがプロセッサ・スレッドにオーバー・サブスクライブされることはなく、オンボード・ハイパーバイザでのスケジューラが不要になります。実際、SPARC T4プロセッサには64のスレッドがあり、それぞれが仮想マシンを実行できます。また、CPUは制御ドメインで実行される論理ドメイン・マネージャによってロードバランシングされます。この結果、Oracle VM Server for SPARCではハイパーバイザにワークロード・マネージャを組み込まなくても、軽量、高速、かつ信頼性の高いソリューションの構築が可能です。

一般的に、SPARC Tシリーズ・システムで使用できるドメイン数はハードウェア・スレッド数と同じです。最小ドメインは1つのプロセッサ・スレッドですが、通常はフル・コア以上が各ドメイン専用になります。AIXでは、マイクロ・パーティショニングがコアの1/10にまで縮減されてきており⁹、マイクロ・パーティションごとにAIXオペレーティング・システム・インスタンスがあります。

仮想マシン機能によって、AIXとOracle Solarisでのスケーラビリティの向上、完全仮想化リソース、動的構成、仮想I/O、およびライブ移行¹⁰が可能になります。

オペレーティング・システムの仮想化

Oracle Solarisゾーンにワークロード・パーティション (WPAR) をマッピングできます。AIX 6.1以降のAIXのお客様はWPARを使用できましたが、一般的に本番設定ではデプロイしていませんでした。最近IBMは組織に対して、AIX 7でWPARを利用するためAIX 5.xからAIX 7への移行を推奨しています。これに対し、Oracle Solarisゾーンは開発/本番環境でよく使用されるテクノロジーです。Oracle Solarisゾーンはオペレーティング・システムに組み込まれているため、オラクルのSPARCおよびx86プロセッサベースのすべてのサーバーで使用できます。このため、IT組織がサーバー・アーキテクチャ間の仮想化テクノロジーを標準化できます。おもな機能は次のとおりです。

- **高い統合率。** Oracle Solarisゾーンを使用して、柔軟なソフトウェア定義の境界を使用する個別のアプリケーションの、多くのセキュアで独立した実行時環境をプロビジョニングできます。Oracle Solarisゾーンは単一のオペレーティング・システム・カーネルで実行されるため、管理対象のオペレーティング・システム・インスタンス数を増やさずに、統合サーバー内の権限やリソースを細かく制御できます。(CPU、物理メモリ、ネットワーク帯域幅などの) コンピューティング・リソースを一瞬で1つのアプリケーション専用にしたり、他のアプリケーションと共有したりすることができます。この際、アプリケーションの移動や、Oracle Solarisゾーンが存在するシステム、動的ドメイン、または論理ドメインの再起動は不要です。また、オーバーヘッドが非常に少ないため、IT管理者が高い統合率を達成できます。

⁹ 最新バージョンのAIXは、オプションでコア・ステップの1/100に縮減できます。

¹⁰ Oracle VM Server for SPARCでは、オンチップ暗号化アクセラレーションの使用により、暗号化されたライブ移行が実行されます。

- **簡単な統合。** システム管理者は、実行前チェッカーであるzonep2vchk(1M)を使用して、物理サーバーから仮想サーバーへの移行に影響を与えうる問題を識別し、ターゲット・ゾーンのゾーン構成出力を作成します。
- **レガシー・オペレーティング・システムのサポート。** Oracle Solarisゾーンでは古いOracle Solarisインスタンスを最小限のオーバーヘッドで確実に実行できるため、Oracle Solaris 11でOracle Solaris 10環境を作成できます。組織はこの機能を使用して、既存のアプリケーションを中断せずにOracle Solaris 11のメリットを享受し、Oracle Solaris 11プラットフォーム¹¹でOracle Solaris 10のレガシー・アプリケーションを実行/テストできます。
- **迅速なアプリケーション・デプロイメント。** Oracle Solarisゾーンを使用すると、アプリケーションを独立した環境で開発して、テスト・システムへの移動用にパッケージ化できます。共有ストレージによって移行を迅速に実行でき、アプリケーションの複製も不要です。アプリケーションのテストが完了すれば、本番システムに迅速に移動できます。組織はこれらの機能のおかげで、アプリケーションを迅速にロールアウトし、ダウンタイムを減らし、必要に応じて開発/テスト・システムに自動的にロールバックできます。
- **迅速なデプロイメントとパッチ適用。** IT管理者はOracle Solarisを使用することで、1つまたは複数の構築/構成/パッチ適用済みの仮想環境およびそのアプリケーション・スタックを迅速かつ簡単にデプロイできます。また、並行してブート環境を更新できるため、仮想環境に対し、ダウンタイムなしで並行して効率的にパッチを適用できます。
- **共有ストレージ。** Solaris 11.1では、任意のストレージ・デバイス・オブジェクト（ファイバ・チャネル・ターゲットやiSCSIターゲットなど）でOracle Solarisゾーンを簡単にホストできるため、自動的なzpoolカプセル化が可能です。詳しくは、zonecfg(1M)を参照してください。
- **不変ゾーン。** 不変ゾーンによって、ゾーンおよび関連するOracle Solaris ZFSファイル・システム（ブート/ルート・ファイル・システムなど）の読取り専用コピーを作成できます。読取り専用ゾーンをデプロイできるため、そのゾーンに存在するアプリケーションやデータをより安全にロック・ダウンできます。アプリケーションとそのデータへの読取り専用アクセスを可能にすることで、セキュリティが向上し、認可されていないアクセスやハッキングを防ぐことができます。また、不変ゾーンでは、Oracle Solaris 11ネットワーク・サービスがデフォルトで無効になっているか、ローカル・システム通信専用のリスニングに設定されているため、承認されていないアクセスを制限できます。システム・バイナリやシステム構成の変更は、特定のメンテナンス操作として実行される場合以外はブロックされます。

不変ゾーンは、詳細なセキュリティ実装の主要部分となる場合があります。たとえば、システム管理者は不変ゾーンをデプロイして環境を保護したり、データ・リンク保護をデプロイしてネットワークを保護したりすることができます。また、ゾーン内でOracle Solaris ZFSの暗号化や読取り専用アクセスを使用して、データを保護できます。これらの機能を組み合わせて使用して、詳細なセキュリティを実現する方法について詳しくは、https://blogs.oracle.com/darren/entry/encrypted_immutable_zones_on_sharedを参照してください。

仮想化のおもな類似点と相違点

AIXでは、LPARが長期間かけて拡張され、仮想ネットワークング、アクティブ共有メモリ、マイクロ・パーティションが追加されてきました。

¹¹ Oracle Solaris 11で認定されていないサード・パーティのソフトウェアの実行に役立つ場合があります。

これらはすべて、LPARリソースを選択的に共有できます。これに対し、Oracle Solarisのオペレーティング・システム仮想化機能は、徹底してサーバー・リソースを最大限共有/利用できるよう設計されています。共有アクティブ・メモリやマイクロ・パーティションを含むLPARを使用する一部のAIX環境はドメインにマッピングした方が良いですが、他のAIX環境はOracle Solarisゾーンに移行することをお勧めします。AIX LPAR、Oracle Solarisゾーン、およびドメインの特徴は次のとおりです。

- **独立性。** AIX LPARとOracle VM Serverドメインでは、オペレーティング・システムの独立性が完全に維持されます。Oracle Solarisゾーンの場合、特に不変ゾーンでは包括的に独立性が維持されますが、初期のAIX LPARより多くのリソースが共有されます。
- **スケーラビリティ。** PowerVM Enterprise Editionは、サーバーあたり最大254個のLPARをサポートします。マイクロ・パーティションを使用して、これらのLPARをさらに分割できます。Oracle VM Server for SPARCは多くのドメインをサポートします。特定のプラットフォームでサポートされる正確な数は、システム構成によって異なります。また、ドメインでは論理ドメイン・チャネルを使用して、サービスのパイプ（ネットワークや共有デバイスなど）が提供されます。チャネル数はサーバーによって異なり、エントリ・レベルのSPARC Tシリーズ・サーバー（512）からハイエンドのSPARC T4サーバー（768）までさまざまです。詳しくは、『[Oracle VM Server for SPARC 2.2 リリースノート](#)』を参照してください。
- **ワークロード。** さまざまなAIXバージョンでさまざまなIBM LPARを実行できるのと同様に、さまざまなドメインをさまざまなOracle Solarisバージョンで実行できます。また、Oracle Solarisゾーンは古いバージョンのオペレーティング・システムもサポートできます。システム管理者は通常、ドメインとゾーンの仮想化機能を組み合わせて、アプリケーションやユーザーの要望に対応しつつ、ハードウェアを最大限利用できるようにしています。
- **セキュリティ。** IBM LPAR、Oracle Solarisゾーン、ドメインのすべてに、さまざまなセキュリティ機能が搭載されています。詳細は異なりますが、IT組織はAIXからOracle Solarisに移行しても仮想化システムのセキュリティは低下しないと確信できます。詳しくは、このドキュメントで後述するセキュリティの章を参照してください。
- **ライブ移行。** 世代が異なるSPARC Tシリーズ・サーバー間で、アクティブ・ドメインを他の物理マシンに移行できます。Oracleサーバー・ハードウェアのオンチップ暗号化アクセラレーションを利用することで、ドメインが移行中にワイヤー・スピードに近い速度で自動的に暗号化されます。

Oracle Solarisゾーンについて詳しくは、『*Oracle Solaris のシステム管理 (Oracle Solaris ゾーン、Oracle Solaris 10 ゾーン、およびリソース管理)*』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25829/index.html）を参照してください。Oracle VM for SPARCについて詳しくは、Oracle VM Server for SPARCのドキュメント（<http://www.oracle.com/technetwork/documentation/vm-sparc-194287.html>）を参照してください。

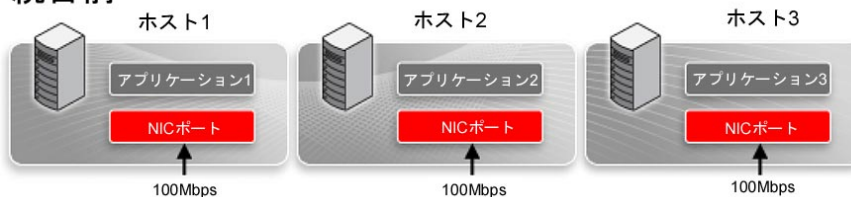
ネットワークの仮想化

AIX環境で使用されるハイパーバイザのアプローチではネットワークの仮想化がネットワーク・インタフェースに限定されますが、Oracle Solarisではサーバー仮想化フレームワーク内で、ネットワーク・トポロジのあらゆる面が仮想化されます。

仮想化とリソース制御はオペレーティング・システム内で直接実行されるため、オーバーヘッドが大きく、必要以上に複雑なレイヤー化機能は不要となります。

- ネットワーク・リソースの統合と共有。** Oracle Solarisにはネットワーク仮想化機能が組み込まれているため、組織は利用可能な帯域幅をすべて使用してスケーラブルなネットワーク・インフラストラクチャを構築できます。VNICの基本的な構成要素、仮想スイッチ、仮想インターコネクト、仮想LAN、仮想ルーティングおよび仮想ファイアウォールを使用して、高帯域幅物理ネットワーク接続を分割してネットワーク利用率を上げたり、必要に応じて統合してピーク時のワークロード需要に対応したりすることができます。同様に、複数のギガビット・イーサネット接続を統合して、より帯域幅の広い単一の大規模ネットワーク接続をアプリケーションに提供できます。詳細な監視/制御機能により、システムやアプリケーションに必要な帯域幅を利用できます。
- ワークロードの統合とネットワーク利用率の最適化。** ネットワーク仮想化が組み込まれているため、ネットワーク・リソース共有が効率的になり、サーバー・ワークロードの統合機能が向上します。Oracle Solarisでは、ネットワーク・トラフィックを分離して、使用できる帯域幅の量を制限/保証できます。帯域幅の消費を制限することで、ネットワーク利用率とパフォーマンス率が上がり、オペレーティング・システムの仮想化、クラウド・コンピューティング、および統合の作業がサポートされます。
- パフォーマンス低下なしで柔軟性が向上。** ネットワーク仮想化によって、(HTTP、HTTPS、FTP、NFSなどの) サービス・プロトコル、およびOracle SolarisコンテナやOracle VM Server for SPARCで作成された仮想環境に関連するネットワーク・スタックとネットワーク・インタフェース・カード (NIC) が仮想化されます。共有NIC上で、各仮想スタックに対し、それ自体の優先順位と帯域幅をパフォーマンスの低下なしで割り当てることができます。また、複数のプロセッサ、コア、スレッド間でネットワーク・ワークロードを並列化してパフォーマンスを上げることができます。

統合前



統合後

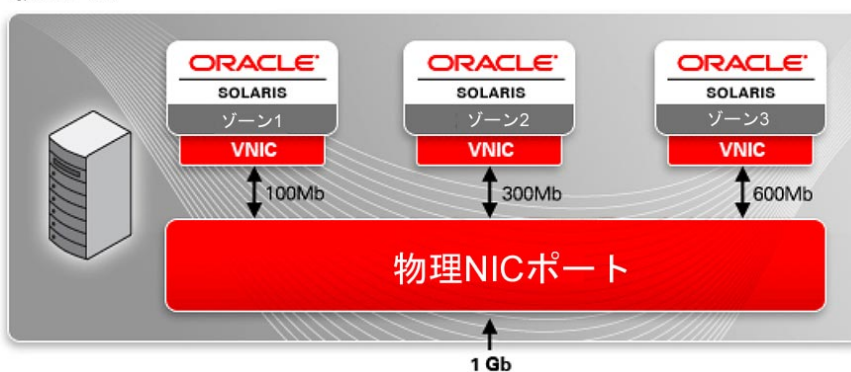


図4-1：ネットワークを仮想化して、リソース共有と帯域幅利用率を最適化できます。

- **トラフィックの管理。** Oracle SolarisはData Center Bridgingをサポートします。このテクノロジーによって、特にネットワーク・トラフィック量が多く転送率が高い環境で、従来のイーサネット・ネットワークのトラフィック管理機能が向上します。ファイバ・チャネルをこの種類のトラフィック専用にすることもできますが、1種類だけのトラフィックに専用リンクを使用すると、コストがかかる場合があります。このため、一般的にはFibre Channel over Ethernet (FCoE) が使用されます。FCoEではData Center Bridgingによって、イーサネット・ネットワーク間で発生するパケット喪失に対する、ファイバ・チャネルの感度の問題を解決しています。DCB (Data Center Bridging) によって、ピアが優先順位に基づいてトラフィックを区別できます。このため、ホスト間が混雑した場合、ホストでは優先順位の高いトラフィックのパケットの整合性が維持されます。通信中のホストは、DCB交換プロトコル (DCBX) を使用して、高速ネットワーク・トラフィックに影響する構成情報を交換できます。ピアは共通の構成上でネゴシエートできます。これにより、優先順位の高いパケットが喪失することなく、継続的なトラフィック・フローを確保できます。
- **ネットワーク環境のモデル化。** IT組織は仮想ネットワーク内で完全なデータセンター・ネットワーク・トポロジをモデル化し、物理NICの可用性による制限を減らすことができます。
- **Edge Virtual Bridging (EVB) の実装。** EVB (進化中のIEEE標準の一部) を使用することで、ホストと外部スイッチの間で、仮想リンク情報 (物理リンクの帯域幅の共有や優先順位の定義など) を交換できます。外部ブリッジ・ポートでリフレクティブ・リレーを有効にする機能を使用すると、ネットワーク上のパケットの移動なしで、仮想マシン間で通信を行うことができます。また、管理者はブリッジ上での仮想ポート構成を自動化できます。詳しくは、docs.oracle.com/cd/E37932_01/html/E36607/gmhiw.html を参照してください。
- **アプリケーションの攻撃からの保護。** このアーキテクチャでは帯域幅リソースが動的に管理されており、特定のサービスや仮想マシンを狙ったDos攻撃に対し、エンティティへの影響を分離することで防御能力を高めています。このため管理者は、主要アプリケーションでネットワーク・リソースが不足しないようにしたり、重要なバックアップ操作によってネットワーク・パフォーマンスに影響が出ないようにしたり、リソース・ユーザーの受信効率が上がるよう制御したりすることができます。帯域幅管理によってDoS攻撃を防ぐことはできませんが、被害ゾーンによる他のシステムへのDoS攻撃は防げます。

ネットワーク仮想化について詳しくは、『Oracle Solaris 管理: ネットワークインタフェースとネットワーク仮想化』 (http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25834/index.html) を参照してください。データセンター・ブリッジングについて詳しくは、docs.oracle.com/cd/E37932_01/html/E36607/gmfbf.html を参照してください。

I/Oドメイン

AIXおよびOracle Solarisは、I/Oドメインの概念をサポートしています（2つの環境で名前は異なります）。Oracle Solarisでは、I/Oドメインによって物理I/Oデバイスが直接所有およびアクセスされます。

- 高パフォーマンス。** IT組織が統合/仮想化するサーバーが増えるにつれ、ソフトウェア・エミュレーションされたI/Oが阻害要因となることが分かってきました。Oracle Solaris 11はAIXと同様に、シングル・ルートI/O仮想化（SR-IOV）フレームワークをサポートしており、PCI Express（PCIe）仕様の拡張機能を定義して、ハードウェア/ソフトウェアの仮想マシン間での、PCIeデバイスの効率的な共有をサポートしています。IT組織はOracle VM Server for SPARCを使用して、PCIeバス、ネットワーク・インタフェース・ユニット（NIU）、PCIeエンドポイント・デバイスなどをドメインに割り当てる専用のI/Oドメインを作成できます。I/OドメインはI/Oデバイスに直接アクセスできるため、高パフォーマンスのアプリケーションをサポートするサービスやゲスト・ドメイン用の仮想I/Oサービスで利用できるI/O帯域幅が増えます。
- 高可用性。** 複数のI/Oドメインを使用して、シングル・ポイント障害をなくすことができます。たとえば、複数のサービス・ドメインからプロビジョニングされる仮想ディスクや仮想デバイスを使用して、ゲスト・ドメインを構成できます。このような構成では、サービス・ドメインやI/Oパス/デバイスに障害が発生しても、アプリケーションは停止しません。
- ローリング・アップグレードによる高いアップタイム。** 複数のデバイスから仮想インフラストラクチャをプロビジョニングできると、アップグレード・プロセス中でもアップタイムを最大化できるため、IT作業が楽になります。ドメインのゲストを運用しながら、ドメインを個別にアップグレードできます。アップグレード・プロセスに特定のデバイスやパスが含まれていても、他のデバイスやパスによって、引き続きゲストにサービスを提供できます。

同等の仮想化テクノロジーの概要

表4-1は、AIXとOracle Solarisの仮想化テクノロジーのおもな相違点をまとめたものです。

表4-1：AIXとOracle Solarisの仮想化テクノロジーの比較概要

仮想化テクノロジー		
タイプ	AIX	Oracle Solaris
ハードウェア・パーティション	LPAR (zSeries)	- ダイナミック・ドメイン（オラクルのSPARC Enterprise Mシリーズ・サーバー） - システムあたり最大24個のドメイン
仮想マシン	LPAR	- Oracle VM Server for SPARC（オラクルのSPARC Tシリーズ・サーバー） - Oracle VM VirtualBox（x86サーバーのみ）
オペレーティング・システムの仮想化	WPAR	Oracle Solaris Zones（オラクルのSPARCサーバーおよびx86サーバー）
ネットワークの仮想化	オペレーティング・システムに組み込み済み（VIOS）	- オペレーティング・システムに組み込み済み - SR-IOVフレームワーク
メモリの共有	Active Memory Sharing	Oracle Solarisゾーン

第5章：システム、アプリケーション、およびサービスの可用性の維持

AIXとOracle Solarisには、信頼性の高いインフラストラクチャの提供が必要であるとの認識に基づき、システムとプロセスの監視/管理、およびハードウェアやソフトウェアの不具合によるサービス中断時に自動フェイルオーバー、再起動、リカバリの処理を行うためのツールが含まれています。AIX 7.1デプロイメントで可用性を最大化するためのテクノロジーと、それに対応するOracle Solaris高可用性システムをデプロイするためのテクノロジーとのマッピングについては、表5-1を参照してください。AIX 7.1はクラスタ対応ですが、フェイルオーバーの保護には追加ツール（PowerHA）が必要です。Oracle Solaris 11はクラスタ対応で、Oracle Solaris Clusterによってクラスタがデプロイされます。

表5-1：可用化テクノロジー・マッピング

機能	AIX	Oracle Solaris
障害の検出、レポート、およびリカバリ	FFDC (First Failure Data Capture)	障害管理アーキテクチャ (FMA)
システム・サービスの構成および管理	SMIT	Service Management Framework (SMF)
クラスタリング	IBM Power HA	Oracle Solaris Cluster
インフラストラクチャとシステムの監視および管理	Cluster Aware AIX (CAA)、RSCTおよびPower HA	Oracle Enterprise Manager Oracle Enterprise Manager Ops Center
DTrace		DTraceは、システムの可用性に影響を与える、ハングアップしたプロセス、ボトルネック、およびその他のパフォーマンス問題を素早く識別

予測的自己修復

予測的自己修復テクノロジーによってシステム・コンポーネントが予防的に監視/管理されるため、組織がITサービスの可用性を最適化できます。これらのテクノロジーは、Oracle Solarisに組み込まれており、ハードウェア診断に使用できます。このため、ソフトウェアの欠陥、主要ハードウェア・コンポーネントの障害、ソフトウェアの誤設定などがあっても、ビジネス・クリティカルなアプリケーションや不可欠なシステム・サービスが中断されることはありません。Oracle Solarisのサービス管理機能 (SMF) と障害管理アーキテクチャ (FMA) は、予測的自己修復機能の2つの主要コンポーネントです。

Oracle Solarisサービス管理機能

AIXには、サービスおよびシステム・デーモン構成用のSMITがあります。SMITは従来のさまざまなUNIXラン・レベル (ラン・レベルa～eと呼ばれます) をサポートします。通常は、習慣的にラン・レベル2が使用されます。Oracle Solarisには、システム・サービス制御用の標準インフラストラクチャ (サービス管理機能 (SMF)) が含まれます。SMFにより、従来の/etc/rcの起動/停止スクリプト、initラン・レベル、および構成ファイルが補強されます。

SMFによって、システム・サービスを簡単に管理し、管理方法を改善するためのフレームワークが提供されます。サービスは、管理者が一貫した統一性のある方法で構成、有効化、制御、監視、および管理できるオブジェクトとして処理されます。サービス間の関係と依存性は、簡単に定義/管理できます。これが、従来のUNIXの/etc/rcスクリプトより優れている点です。サービスの管理に必要な情報は、サービス・リポジトリに保存されます。障害が発生すると、サービス（およびそれに依存するサービス）は自動的に再起動され、障害の発生したコンポーネントに依存する障害のあるコンポーネントやサービスを識別するレポートが生成されます。サービスが管理者によって誤って終了されたり、ソフトウェア・プログラミングのエラーによって中断されたり、基盤となるハードウェアの問題による割込みが発生したりすると、この動作が実行されます。サービス状態の変化や障害管理イベントは、SNMPトラップや電子メール・メッセージによって管理者に通知できます。このため、エラー内容が分かりやすくなり、デバッグ機能が向上して、サービス関連の問題を迅速に解決しやすくなっています。アプリケーション開発者はインストール・パッケージに適切なロジックを追加できるため、レイヤー化サービスをSMFフレームワークに統合し、Oracle Solarisのネイティブ機能によって管理できます。

Oracle Solarisのインストール/パッケージ・テクノロジーと同様、SMFは初期のシステム構成タスクの中心であり、基盤となるソフトウェア・インストール・アーキテクチャの主要部分です。オペレーティング・システムのインストール・プロセスの一部として実行される初回の再起動時に、さまざまなSMFサービスがアクティブ化され、システム構成プロファイルが適用されて、サービスが構成/アクティブ化されます。稼働中のシステムへのソフトウェア・パッケージのインストール中に、インストール後スクリプトの代わりとして、SMFサービスにより構成キャッシュが適用/更新されます。この際、定義済みサービスの依存性も考慮されます。SMFによって、構成変更を信頼性の高い繰り返し可能な方法で適用できるため、よりシームレスでエラーのないソフトウェアのインストール/アップグレードが可能になります。

障害管理の診断とリカバリ

Oracle Solarisの障害管理アーキテクチャ（FMA）では、システムの可用性を上げるため、AIXのシステム障害管理（SFM）と同様の方法でシステムの問題を検出できます。FMAには、障害診断およびリカバリ手段の開始により停止を防ぐことができる、単なる検出やレポート以上の機能があります。FMAでは、障害の発生前に、問題のコンポーネントのシステム外での構成が試行されます。障害が発生すると、SMFを使用した自動リカバリが開始されます。FMAでは、エラー・パターンに基づいて根本原因の可能性のリストが構築され、関連する可能性があるシステム・リソースが識別されます。この診断手順後に、FMAにより、特定の障害に対応する方法を把握しているエージェントに障害情報が提供されます。

おおまかに言うと、FMAスタックには、エラー検出機能、診断エンジン、および応答エージェントが含まれます。障害管理デーモン（これ自体がSMF制御下のサービスです）はFMAコンポーネントを接続し、FMAコンポーネント間のマルチプレクサとして機能します。FMAのエラー検出機能によってシステム中のエラーが検知され、診断エンジンにレポートされます。診断エンジンによって、レポートの解析、障害や欠陥の有無の特定、および可能性のある原因の識別が行われます。関連するAutomatic System Reconfiguration Unit（ASRU）やField-Replaceable Unit（FRU）が問題の原因である可能性もあります。FMAエージェントでは、ASRU（システム・リソース）を無効にすることで、問題を切り分けたり、エラー・レポートの生成を抑制したりすることができます。多くの場合、FRUをサービスからただちに削除することで、交換できるようになるまで問題を軽減することができます。

管理者に対して、Oracle SolarisからFMAの障害管理イベントとSMFのサービス状態変更が通知されます。管理者は、Simple Network Management Protocol (SNMP) のトラップ通知やSimple Mail Transport Protocol (SMTP) の電子メール通知を構成して、特定のイベントやサービスを監視できます。障害のあるコンポーネントに関する自動構成によって、システム管理者に対してイベントが通知される場合もあります。

自動サービス・リクエスト (ASR) によって、オラクルに直接通知を送信することもできます。これにより、オラクルのサポート契約を締結しているお客様に対して自動遠隔測定を実行し、オラクルのサービス/サポート・エンジニアが事前に対応できます。

SMFとFMAについて詳しくは、『Oracle Solaris の管理: 一般的なタスク』
(http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25810/index.html) を参照してください。

クラスタ化テクノロジー

戦略的ビジネス・アプリケーションには、継続的な可用性が必要です。このためIT部門は、厳しい品質保証契約に対応するため、データセンター・システムをデプロイする際にクラスタ化テクノロジーを構成する場合があります。組織は地理的に分散したクラスタを実装できるため、クラスタ化テクノロジーも障害時リカバリの要件を満たすよう実装されます。ローカル、キャンパス、大都市、または世界中にクラスタをデプロイする組織の場合、Oracle Solaris Clusterによって、Oracle Solarisのコア・オペレーティング・システムに組み込まれている高可用性機能が拡張されます。

Oracle Solaris Clusterのクラスタ化機能は、IBMのCluster Aware AIX (CAA)、Reliable Scalable Cluster Technology (RSCT) (3.1以降)、PowerHA (7.1以降)、VIOS、サード・パーティISV、サービス・プロバイダ、およびソフトウェア製品を組み合わせたものと似ています。おおまかに言うと、AIXクラスタの堅牢性は、SANとイーサネット・ネットワークの組合せ、特別な“gossip”プロトコル、およびこれらの各種ソフトウェア・レイヤーの緊密な連携に依存しています。

これに対しOracle Solaris Clusterは、Oracle Solaris Clusterソフトウェア、Oracle Solaris Cluster Geographic Edition、Oracle Solaris Clusterエージェント、および商用/オープンソース・アプリケーションの開発者ツールとサポートを網羅する、包括的なクラスタ化フレームワークです。従来の環境や仮想化された環境でのミッション・クリティカルなアプリケーション/サービスの可用性を最適化するため、Oracle Solaris Clusterにはロードバランシング、自動障害検出、およびフェイルオーバーの機能が搭載されています。

Oracle Solaris Clusterの概要

要約すると、Oracle Solaris Clusterによって、クラスタ・コンポーネントの状態（アプリケーション、ミドルウェア、オペレーティング・システム、サーバー、ストレージ、ネットワーク・インターコネクト、Oracle Solarisゾーンのスタックなど）が監視されます。障害が発生すると、ポリシーベースの、アプリケーション固有のリカバリ・アクションが実行されます。リカバリは、冗長インフラストラクチャやインテリジェント・ソフトウェア・アルゴリズムによって有効になります。

物理的な観点から言うと、Oracle Solaris Clusterシステムは単一エンティティとして一緒に機能する2台以上のノードで構成されており、ユーザーに対して連携してアプリケーション、システム・リソース、データを提供します (図5-1)。ノードごとに、ある程度の冗長性があります。

データは高可用性の冗長ディスク・システムに保存され、場合によってはミラー化されます。これにより、単一ディスクやストレージ・サブシステムでサービスの割込みが発生した場合のデータ・アクセスがサポートされます。サーバー、コントローラ、またはケーブルで障害が発生した場合にデータが分離されないよう、ディスク・システムの接続が冗長化されます。高速な冗長プライベート・インターコネクトによって、サーバー・セット全体のリソースにアクセスできます。パブリック・ネットワークへの冗長接続によって、各ノードが複数のパス経由で外部システムにアクセスできます。このため、ネットワーク接続やノードに障害が発生しても継続的にアクセスできます。

ハードウェア、ソフトウェア、ストレージ、またはネットワークで単独の障害が発生しても、クラスタの障害の原因とはなりません。ハードウェアの冗長性、ハードウェア/ソフトウェアの障害検出、サービスの自動リカバリ、およびアプリケーション・フェイルオーバーによって、サービスの喪失を防ぐことができます。また、1つの管理ビューでクラスタ全体を単一エンティティとして管理できるため、エラーのリスクが軽減されます。

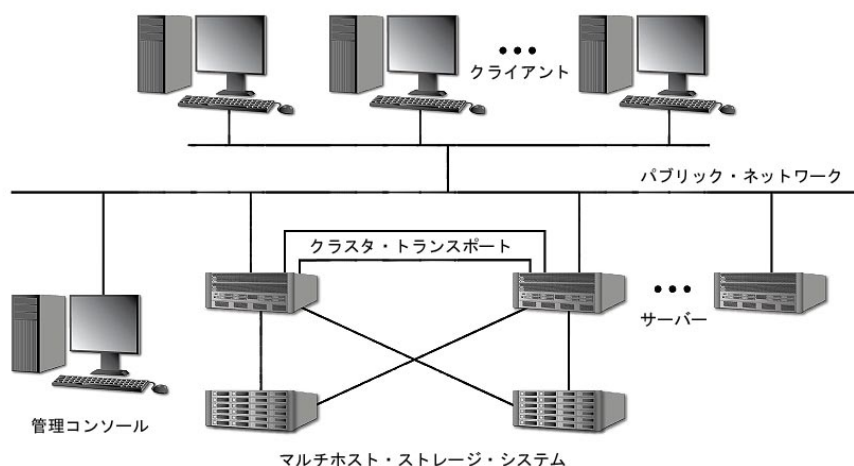


図5-1 : Oracle Solaris Clusterによって、複数のサーバー・システムやストレージ・システムが単一システムとして機能します。

Oracle Solaris Clusterには、障害の発生しているクラスタ・ノードを検出、分離、および内包する機能があります。これは、堅牢なカーネルベースのメンバーシップ・モニターを使用して実行されます。クラスタ内の各ノードから、各プライベート・ネットワーク上の各ピアに対して、低レベルのData Link Provider Interface (DLPI) パケットが1秒に1回送信されます（ハートビート）。これらのパケットはカーネル割込みのコンテキストで送信されます。このため、システム・ロードのピーク時のレジリエンスが大幅に向上します。タイムアウト期間内に特定のパスで、ハートビート・メッセージによってノード間のラウンドトリップが完了されない場合にのみ、2台のノード間のネットワークまたはパスが宣言されます。

ネットワークの可用性

Oracle Solaris Clusterでは、ローカル障害の監視用、および障害の発生したネットワークから他のネットワークへの自動フェイルオーバー実行用のパブリック・ネットワーク・インタフェースとして、Oracle Solaris IP ネットワーク・マルチパス (IPMP) が使用されます。IPネットワーク・マルチパスによって、サーバーの複数のネットワーク・ポートを同じサブネットに接続できます。

まず、IPネットワーク・マルチパス・ソフトウェアでは、ネットワーク・アダプタの障害や修復の検出により、ネットワーク・アダプタ障害からのリジリエンスが実現されます。このソフトウェアによって、代替アダプタとの間でネットワーク・アドレスが同時に切り替えられます。複数のネットワーク・アダプタを使用できる場合、IPネットワーク・マルチパスによって複数のアダプタに送信パケットが分散されることで、データ・スループットが向上します。スケーラブルなデータ・サービスの場合、リクエストはラウンドロビン・ロードバランシング・スキームで処理されます。このスキームによって、クラスタ内で実行される分散アプリケーションの各種インスタンスにロードが分散されます。インターネット・プロトコル・セキュリティ (IPsec) サービスとOracle Solaris Clusterのロードバランシング・サービスを組み合わせて使用することで、スケーラブルなデータ・サービスのセキュリティを上げることができます。

データ整合性

クラスタ・ノード間でデータやサービスが共有されるため、Oracle Solaris Clusterでは、クラスタが（データに継続的にアクセスして変更する）個別のアクティブなパーティションに分割されないようにします。Oracle Solaris Clusterでは、PowerHAと同様、フェンス手法とクォーラムの適用によりデータ整合性が保護されます。障害の発生したノードはクラスタから分離され、クラスタ・データにアクセスすることはできません。フェンス・プロトコルは、ストレージ・デバイス単位で選択できます。

プライベート・インターコネクト間のすべてのパスで障害が発生し、クラスタが複数のパーティションに分割されるような複雑な状況の場合、Oracle Solaris Clusterではクォーラム・メカニズムによりクラスタの再作成、パーティションやスプリット・ブレイン現象の解決、およびデータ整合性の保護が行われます。また、クォーラムによってデータ破損の原因となりうる古い構成情報の使用が検出/拒否されることで、*amnesia*を防ぐことができます。PowerHA構成では、AIXの特別な“*gossip*”プロトコルの使用によりスプリット・ブレイン現象が回避されます。

Oracle Solaris Clusterクォーラムをストレージ/システム・トポロジ向けに調整することで、ディスクベースやソフトウェアのクォーラム・ソリューションを実現できます。クォーラム・デバイス・プロトコルでは、さまざまな種類のディスク（大容量の2TBディスク・ドライブ、SATA、フラッシュなど）をクォーラム・デバイスとして使用できます。すべてのクォーラム・デバイスは、可用性向上のため継続的に監視されます。

注：etc/systemファイルで設定するOracle Solarisのsnoop_interval変数は、AIXのデーモン・スイッチと同じです。

仮想クラスタ化

Oracle Solaris Clusterソフトウェアは、仮想クラスタ化もサポートします。これにより、Oracle Solarisゾーンがクラスタ・ノードのロールで機能できます。仮想クラスタにより、組織は複数のアプリケーションや多層化ワークロードを1つの物理クラスタ構成にデプロイできます。個別ゾーンのポリシーベースの管理下にある特定ゾーン内で、アプリケーションを実行できます。ゾーンに障害が発生した場合は、ゾーンを個別に再起動またはフェイルオーバーできます。Oracle Solaris Clusterではこのように、Oracle SolarisゾーンやOracle Solaris 11システムでホストされるOracle Solaris 10ゾーンで実行されるアプリケーションを保護できます。

主要コンポーネント

Oracle Solaris Clusterの主要コンポーネントには、次のようなものがあります。

- 高可用性フレームワーク。**このフレームワークによって、クラスタ内でノード障害がすぐに検出され、他のノード上のリソースがアクティブ化されます。このフレームワークにはCluster Membership Monitorが含まれます。Cluster Membership Monitorはアルゴリズム/エージェントの分散型セットで、クラスタ・インターコネクト経由でメッセージをやり取りすることで、メンバーシップ・ビューの一貫性を維持し、再構成を同期し、クラスタ・パーティショニングを処理し、すべてのクラスタ・メンバー間の接続を完全に維持します。ノード間のメッセージ配信/応答はアトミックな方法で処理されます。この方法では、配信障害、ノード・メンバーシップ、ソフトウェア・リビジョン・レベルによってローリング・アップグレードが実行されます。
- フェイルオーバー、スケーラブル、およびクラスタ対応エージェント。**フェイルオーバー・エージェントとスケーラブル・エージェントは、オラクルやサード・パーティのアプリケーションがOracle Solaris Clusterの機能を充分利用できるようにするためのソフトウェア・プログラムです。Oracle Real Application Clusters (Oracle RAC) ソフトウェアなどのクラスタ対応アプリケーションは、Oracle Solaris Clusterシステムを直接認識します。Oracle Solaris Clusterエージェントによって実行アクションが指定されると、アプリケーションに障害が発生します。オラクルやサード・パーティのエンタープライズ・アプリケーション用に、多くのエージェントがあります (<http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/solaris-cluster/index.html> を参照してください)。Oracle Solaris Clusterには、Oracle Solaris 11サービス (Apache、Apache Tomcat、DHCP、DNS、NFSなど) や、別のOracleソフトウェア (Oracle WebLogic ServerやOracle Database (単一インスタンスおよびOracle RAC) など) の組み込みサポートが含まれます。アプリケーション用のエージェントはありません。付属のツールを使用して組み込むことができます。
- 高可用性のプライベート・インターコネクト。**Oracle Solaris Clusterは、クラスタ・ノード間のプライベート通信チャンネルを構築するため、複数種類のインターコネクト・テクノロジーをサポートしています。複数のインターコネクトをサポートすることで、ノード間のプライベート通信の可用性とパフォーマンスが向上します。プライベート・インターコネクト上のクラスタ・ノードは、ハートビートによって監視されます。サーバーがオフラインになってハートビートが停止されると、このサーバーは分離されます。アプリケーションとデータは、迅速かつユーザーに対して透過的に、他のサーバーにフェイルオーバーされます。
- ライブ移行。**Oracle VM Server for SPARCで作成したドメインには、ライブ移行機能があります。世代の異なるSPARC Tシリーズ・サーバー間で、別の物理システムにライブ移行することも可能です。オンチップ暗号化アクセラレーションを使用した暗号化が自動的に採用されるため、移行プロセス中の環境やデータのセキュリティが確保されます。これは、AIX LPARのライブ移行と似ています。Oracle Solarisゾーンをアクティブな状態で移行することはできませんが、クローン化や、グローバル・ゾーン間の簡単な移動は (ハードウェア・システムが異なる場合でも) 可能です。

おもな機能

Oracle Solaris Clusterは、ホストされるアプリケーションの可用性向上のためにOracle Solarisを拡張したものです。Oracle Solaris ClusterではOracle Solarisの高度な機能が使用されており、次の特徴があります。

- 柔軟な構成。**Oracle Solaris Clusterは、柔軟なトポロジのため、ペア、ペア+N、N*1、N*Nをサポートします。また、Oracle Solarisゾーンのクラスタリングもサポートします。
- グローバルなデバイス、ファイル、およびネットワーク。**グローバルなデバイス、ファイル、およびネットワーク・インタフェースをすべてローカル・リソースとして表示できます。クラスタ・ノードは、クラスタ内の他のノードに接続されているデバイスにアクセスしたり、このデバイスを使用したりできます。これらの機能により、リソースの可用性が向上し、管理が簡単になります。

- **仮想化のサポート。** Oracle Solaris Clusterはオラクルの仮想化ポートフォリオ（Oracle Solarisゾーン、Oracle VM Server for SPARC（SPARC Tシリーズ・サーバーで使用可能）、およびダイナミック・ドメイン（SPARC Enterprise Mシリーズ・サーバーで使用可能））をサポートします。これにより、統合作業をサポートする柔軟な構成が可能になります。アプリケーションは変更せずに仮想化環境で実行できます。
- **柔軟なストレージのサポート。** Oracle Solaris Clusterのデプロイメントでは、さまざまなストレージ・テクノロジー（オラクルや他のベンダーのファイバ・チャネル、SCSI、iSCSI、およびNASストレージのソリューションなど）を利用できます。さまざまなファイル・システムのサポートにより、データ移行プロセスが簡単になります。
- **Oracle RAC 10gおよび11gの統合と管理。** 自動インストールおよびウィザードを使用した構成により、Oracle Solaris Clusterを使用してOracle RACをより迅速に設定できます。Oracle RACの特定の統合ポイントにより、連携が改善され、管理が簡単になります。
- **キャンパス・クラスタと地理クラスタ。** Oracle Solaris Clusterは、キャンパスや大都市圏を含むクラスタ（キャンパス・クラスタ）、またはより長い距離を網羅するクラスタ（地理クラスタ）の作成をサポートし、マルチサイトの障害時リカバリをサポートします。

Oracle Solaris Clusterについて詳しくは、<http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris-cluster/overview/index.html>およびOracle Solaris Clusterの製品ドキュメント（<http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris-cluster/documentation/index.html>）を参照してください。

AIXクラスタリングとOracle Solaris Clusterの相違点

IBMクラスタリング製品の組合せとOracle Solaris Clusterのおもな相違点については、表5-2を参照してください。

表5-2：AIXのクラスタリング機能およびOracle Solaris Clusterの比較概要

項目	AIX	Oracle Solaris Cluster
構成	• 2～16ノード • アクティブ/アクティブ、アクティブ/スタンバイ	• 2～16ノード（SPARC）、2～8ノード（x86） • アクティブ/アクティブ、アクティブ/スタンバイ、ローリング・スタンバイ • ペア、ペア+N、N*1、N*N • Oracle Solarisゾーン
ネットワーク・プロトコル	• IPv4（ノードごとに1つ必要）、IPv6	• IPMP、トランッキング、Jumbo Frames、VLAN • IPv4、IPv6、SCTP、RDS
ディスクのフェンシング	• あり	• あり
ファイル・システム	• JFS2およびGPFS	• ルート：Oracle Solaris ZFS • フェイルオーバー：Oracle Solaris ZFS、NFS • クラスタ：PxFS、Oracle ASM • クラスタ・ファイル・システムのサポート（ACFS）およびQFS
ボリューム管理	• AIX Logical Volume Manager	• Oracle Solaris ZFS • Oracle Automatic Storage Management • Oracle Solaris Volume Manager
仮想化のサポート	• LPAR • WPAR • マイクロ・パーティショニング	• Oracle Solarisゾーン • Oracle VM Server • ダイナミック・ドメイン（サポートされるシステム上）

監視	- システム（ハートビート） - ネットワーク - アプリケーション - PowerVM HMC	- システム（ハートビート） - ネットワーク - アプリケーション - Quorum - ディスク・パス - ストレージ・リソース - Oracle Solaris Cluster WebベースGUI
ワークロード 管理	あり	あり
クラスター管理	- PowerHA - CAA（AIX組込み）	- 構成ウィザード - オブジェクト指向のコマンドライン・インタフェース - Oracle Enterprise Manager Ops Centerと統合 - SMFと統合

管理と監視

予防的な監視/管理によって、システムのエラー/障害によるアプリケーションの応答時間やユーザーの生産性への影響を防ぐことができます。管理者はパフォーマンス・メトリックやシステム状態をしっかりと監視することで、問題が拡大したり、サービス提供が悪化したり、予定外のダウンタイムが発生したりする前に対応できます。AIX管理者はSMITとAHAFSをよく使用します。異機種環境の場合、AIX管理者は（Oracle Solarisで長くサポートされてきた）Tivoliツール・スイートを使用する場合もあります。

Oracle Solarisでのインフラストラクチャ管理

オラクルは、Oracle Solaris管理者向けに統合ツール・セット（Oracle Enterprise Manager製品ライン¹²）を提供し、Oracle SolarisおよびLinuxで、アプリケーションからシステム、仮想マシン、ソフトウェア、およびストレージにわたるエンド・ツー・エンドのIT管理を実行できるようにしています。Oracle Enterprise Manager製品ファミリーによって、Oracleスタック全体を管理できます。豊富な監視機能によって、オラクルやオラクル以外のコンポーネントで、インフラストラクチャ全体のアプリケーション/システムの予防的な管理がサポートされます。

製品ファミリーの主要部分は、Oracle Enterprise Manager Ops Centerです。この製品により、データセンター資産が制御され、物理/仮想サーバーのライフ・サイクルを簡単に管理できます。Ops Centerソフトウェアによって、Webベースのユーザー・インタフェースを使用したプロビジョニング、パッチ適用、監視、管理、および構成管理が可能になります。この結果、Oracle Solaris、Oracle VM Server、Linux、UNIX、およびWindowsオペレーティング・システム環境の管理に関する煩雑さとコストを減らすことができます。管理者はこのツールを使用することで、Oracleサーバー、ストレージ、ネットワーク・コンポーネントをより的確に把握し、よりスケーラブルな方法で多数のシステムを管理できます。

Oracleの監視は、すべてソフトウェア・インタフェース経由で処理されます。IBMの複雑なハードウェア・モニター（HMC、CMM、FSM、IVM、短期間使用されたソフトウェアベースのSDMCなど）に完全に対応するものではありません。

Oracle Enterprise Manager製品ファミリー

Oracle Enterprise Manager製品ファミリーは、複雑なIT環境でテスト、デプロイ、運用、監視、診断、および問題解決を行うための包括的なソリューションです。管理者は、アプリケーションの包括的な品質管理/コンプライアンス・ソリューションによって、アプリケーションのライフ・サイクル全体を管理できます。

¹² Oracle Enterprise Manager Ops Centerのライセンスは、Oracle Premier Supportに含まれます。

- **Cloud Lifecycle Management.** Oracle Enterprise Managerは、一元化されたポリシーベースのリソース管理、統合されたチャージバック/容量計画、アプリケーションからディスクへの物理/仮想環境の可視化を利用したセルフサービス・プロビジョニングを含む、完全なクラウド管理ソリューションです。
- **Application Management.** Oracle Enterprise Managerは、Oracle Fusion Middlewareアプリケーション、Oracle E-Business Suite、およびオラクルのSiebel/PeopleSoft/JD Edwardsアプリケーション用のもっとも完全な管理ソリューションです。Oracle Enterprise Managerには、リアル・ユーザー監視、ゼロオーバーヘッド・インスツルメンテーション、テスト用アクセラレータなどの独自機能が搭載されています。
- **Middleware Management.** Oracle Enterprise Managerは、本番診断、モデル駆動型のトポロジ・マッピング、ビジネス・トランザクション管理などの機能が搭載された、Oracle Fusion Middleware環境向けのエンド・ツー・エンドのミドルウェア管理ソリューションです。
- **Database Management.** Oracle Enterprise Managerでは、リアルタイムなAutomatic Database Diagnostic Monitor (ADDM) およびActive Session History (ASH) 分析を使用して、1つのコンソールからデータベースを管理できます。
- **Application Performance Management.** Oracle Enterprise Managerは、カスタム/Oracleアプリケーション、Oracle E-Business Suite、Oracle Fusion Middleware、およびオラクルのSiebel/PeopleSoft/JD Edwardsアプリケーション用の完全なApplication Performance Management (APM) ソリューションです。
- **Application Quality Management.** Oracle Application Quality Management製品は、Oracle Database、Oracleパッケージ・アプリケーション、およびカスタムWebアプリケーション用の完全なテスト・ソリューションです。
- **Lifecycle Management.** Lifecycle Managementは、データベース/システム/アプリケーション管理者による、Oracleテクノロジーのライフ・サイクルの管理に必要なプロセスの自動化をサポートする、包括的なソリューションです。これにより、検出、初期プロビジョニング、パッチ適用、構成管理、および稼働中の変更管理に関する手動の時間がかかるタスクが不要になります。また、業界/規制上のコンプライアンス標準をレポート/管理するためのコンプライアンス・フレームワークとして機能します。
- **Engineered Systems Management.** Oracle Enterprise Managerは、Oracleエンジニアド・システム (Oracle SPARC SuperCluster T4-4、Oracle Exadata Database Machine、Oracle Exalogic Elastic Cloudなど) 中のハードウェア/ソフトウェア・コンポーネントの包括的かつ一元化された状態監視/管理をサポートします。

- Hardware and Virtualization Management.** 詳細は後述しますが、Oracle Enterprise Manager Ops Centerでは、サーバー、オペレーティング・システム、ファームウェア、仮想マシン、ストレージ、およびネットワーク・ファブリックを1つのコンソールで管理できます。これにより、物理/仮想サーバーのライフ・サイクル管理用の統合ソリューションが実現されるため、包括的なプロビジョニング、パッチ適用、監視、管理、および構成管理が可能になります。
- Heterogeneous Management.** Oracle Enterprise Managerは、拡張/カスタマイズ可能なIT管理フレームワークです。オラクルとサード・パーティ・ベンダーによって開発されたSystem Monitoring Plug-inによって、基盤となるデータベース、ミドルウェア、アプリケーション・ソフトウェア、およびハードウェア・コンポーネントの可視性が向上しています。監視イベントの転送、またはManagement Connectorのカスタマイズされたアクションによって、Oracle Enterprise Managerと、サード・パーティの従来の管理ツールやヘルプ・デスク・システムを統合できます。Management Connectorによって、双方向のアラートのやり取り、ヘルプ・デスク・チケットの自動作成、およびインシデント管理/解決に関する他の管理ツールとのシームレスなワークフローが可能になります。Oracle Enterprise ManagerはAIXもサポートします。¹³

Oracle Enterprise Manager Ops Center

Oracle Enterprise Manager Ops Centerは、多くのITシステムの簡単な管理を目的として設計された、Oracle Solaris、Oracle VM Server、Linux、およびWindowsサーバーのファームウェア、サーバー・ステータス、電力使用、オペレーティング・システムから仮想マシン、ストレージ、ネットワーク・ファブリックまで管理するための包括的なツールです。管理者は、一元化されたダッシュボードを使用して、スタック間のインフラストラクチャ・リソースについて把握できます (図5-2)。資産検出、ファームウェア/オペレーティング・システムのプロビジョニング、自動的なパッチ/構成管理、仮想化管理、およびコンプライアンス・レポートの機能もあります。

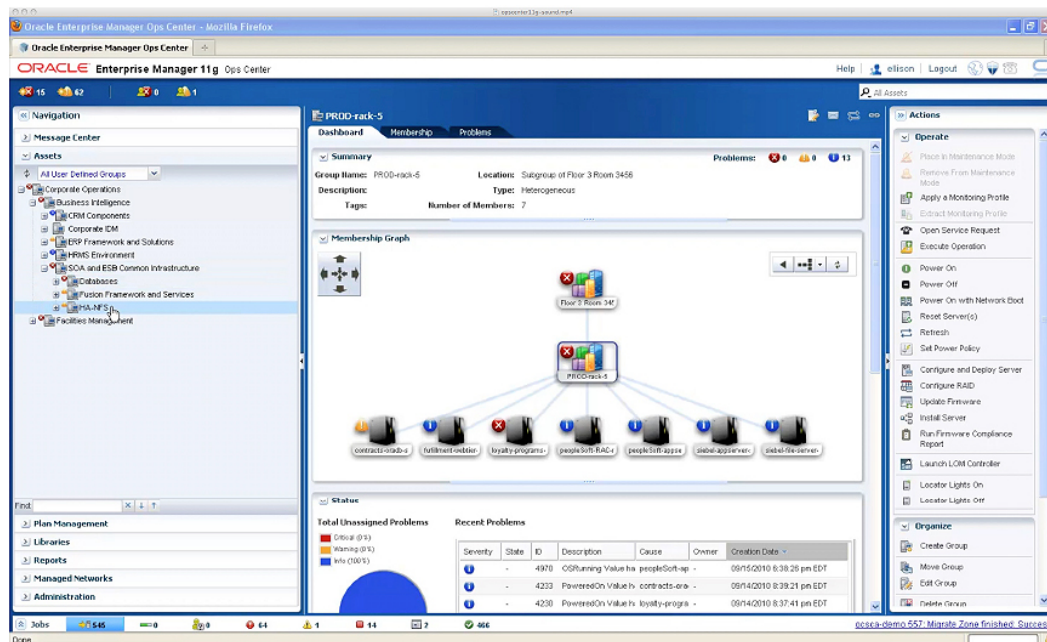


図5-2 : Oracle Enterprise Manager Ops Centerのダッシュボードでは、管理対象資産を包括的に把握できます。

¹³ <http://www.oracle.com/technetwork/oem/grid-control/downloads/aix5soft-091214.html>を参照してください

Oracle Enterprise Manager Ops Centerには、次の機能があります。

- **システムの監視。** Oracle Enterprise Manager Ops Centerによって、潜在的な障害、パフォーマンス・メトリック、およびシステム状態のデータが提供されるため、運用スタッフは問題解決や処理の実行によって、ダウンタイムを回避できます。
- **消費電力の監視。** 最近のサーバーは、組込みのサービス・プロセッサによって電力消費が監視されています。このためOracle Enterprise Manager Ops Centerでは、個別のシステムやシステムの論理グループの消費電力を監視/レポートできます。
- **オペレーティング・システム・ソフトウェアの監視。** Oracle Enterprise Manager Ops Centerでは、軽量なソフトウェア・エージェントが自動的にインストールされます。これにより、オペレーティング・システムのパフォーマンス特性が追跡され、収集データが分かりやすいグラフや表で表示されます。管理者は、サイト固有のしきい値を設定してレポートされるデータ量を制限し、管理オーバーヘッドを減らしてオペレーターの問題検出能力を上げることができます。
- **ポイント・イン・タイム・プロビジョニング。** Oracle Enterprise Manager Ops Centerでは、新しいデータセンター資産を検出してこれらのシステム上のサービス・プロセッサにアクセスし、場所の識別子や電力状態、ネットワーク・ブート構成、およびファームウェア・バージョンを取得できます。管理者は、必要に応じてファームウェア更新をトリガーできます。Oracle Enterprise Manager Ops Centerでは、データセンターに新しいシステムを迅速にデプロイするため、ネットワーク構成、MACアドレスの自動識別、ポートの追跡、およびDHCP構成で、この情報の維持が合理化されています。ネットワークが構成されると、Oracle Enterprise Manager Ops Centerでオペレーティング・プロビジョニング・テクノロジー（Oracle Solaris 11の自動インストーラ、Oracle Solaris 10のJumpStart、Kickstart、AutoYaSTツールなど）を使用できるようになります。管理者は一般的なインストール・プロファイルを保存して、そのプロファイルから新しいシステムをインストールできます。
- **ソフトウェア・ライフ・サイクルの管理。** オペレーティング・システム・ベンダーは通常、セキュリティの問題への対応、欠陥の修正、新機能の追加のためにソフトウェアを更新します。Oracle Enterprise Manager Ops Centerでは、ソフトウェア・コンポーネント間で依存性ツリーが構築されます。たとえば、Oracle Solaris、Oracle Linux、Red Hat Enterprise Linux、Attachmate/Novell SUSE Linux、およびMicrosoft Windowsディストリビューションのツリーなどがあります。Oracle Enterprise Manager Ops Centerでは、パッチのreadmeファイル、パッケージの依存性ファイル、RPMパッケージ・マネージャのヘッダー・ファイル、およびその他のリソースのスキャンにより、ソフトウェア更新の推奨事項に関する定期的なベースライン分析が実行されます。Oracle Solaris 11へのソフトウェア更新では、そのImage Packaging Systemテクノロジーとブート環境機能が使用されます。これにより管理者は、アクティブなブート・イメージのクローンを更新して、システム・アップグレードとカーネル・パッケージの更新のためのダウンタイムを最小限に減らすことができます。
- **インフラストラクチャの管理。** Oracle Enterprise Manager Ops Centerは、サーバー、オペレーティング・システム、ファームウェア、仮想マシン、ストレージおよびネットワーク・ファブリックにわたる管理を1つのコンソールにまとめた、集約型のハードウェア管理ソリューションです。Premier Supportのお客様は、追加料金なしでOracle Enterprise Manager Ops Centerを使用できます。

- **仮想化の管理。**管理者はOracle Enterprise Manager Ops Centerを使用することで、Oracle Solarisゾーン、Oracle VM Server for x86、Oracle VM Server for SPARC、およびSPARC Mシリーズ・サーバー上のダイナミック・ドメインを使用して定義した仮想マシンのライフ・サイクル全体を管理できます。管理者は、仮想マシンの構成を作成、削除、停止、開始、クローニング、変更できます。また、論理システムのグループ化でこれらのアクションを実行することで、仮想マシンを効率的に管理/プロビジョニングできます。

詳しくは、Oracle Enterprise Manager Ops Centerのリソース・ページ (<http://www.oracle.com/technetwork/oem/ops-center/index.html>) を参照してください。

インフラストラクチャの監視

Oracle Solaris 11には、オペレーティング・システムのさまざまなファセットを対象とする各種監視ツールがあります。

- **プローブとトレース。**AIXでは、probevue動的トレース機能にシステム・プローブやアプリケーション・プローブがあるため、管理者がライブ・システムを監視できます。Oracle SolarisにはOracle Solaris Dynamic Tracing (DTrace) 機能が含まれます。これはシステム全体で可観測性を実現し、システムの問題をリアルタイムにトラブルシューティングするための動的トレース・フレームワークです。DTraceはシステム・パフォーマンスの問題の根本原因を迅速に識別できるよう設計されており、100,000個を超えるトレース・ポイントと強力なスクリプト言語、および簡単な対話型コマンドライン・インタフェースが組み合わされています。DTraceは、実行中のオペレーティング・システム・カーネルとアプリケーションを（プローブと呼ばれる）トレース・ポイントを使用して安全かつ動的にインスツルメント処理することで機能します。トレース・ポイントは、有効になるまで完全にパッシブです。データ収集のためプローブを迅速に有効にした後、検証中のシステムのパフォーマンスへの影響を最小限にするため再度無効にできます。開発者と管理者は、この情報を使用してパフォーマンスのボトルネックを迅速に識別し、リソースの使用率とパフォーマンスを最適化し、リソース要件を数量化できます。
- **プロファイリング。**Oracle Solaris Studio DLightでは、Oracle Solarisプラットフォーム上でアプリケーションとシステムのプロファイリングを統合し、複数ソースからのデータを同期的に分析し、アプリケーション実行時の問題をトレースしてピンポイントで特定します。Oracle Solaris Studio DLightにはDTraceテクノロジーの機能が組み込まれているため、開発者はシステムを調べて動作状態を把握し、多くのソフトウェア・レイヤーに関連するパフォーマンス上の問題を詳しく追跡できます。さらに重要なのは、リモート機能によって、あるシステムで作業しながら、Oracle Solarisを実行している他のサーバー上のサービスを監視できるという点です。使いやすいグラフィカル・インタフェースで、アプリケーション情報（プログラム実行時のCPU上のスレッド・マイクロステート/データ、メモリ、スレッド、およびI/O使用など）を把握できます。
- **専用ツール。**DTraceは、専用のパフォーマンス監視ツールの構築用フレームワークを提供します。開発者は、Oracle Solaris 11リポジトリに含まれるツールキットや開発者ツール（Performance AnalyzerやDLightなど）を使用して、オペレーティング・システム・カーネルでDTraceの基本機能を活用するツールを作成できます。たとえば、Oracle Solaris Studio DLightは、アプリケーションやシステムをより詳細に監視できるようにするため、別のインスツルメント処理やdtraceletの作成をサポートしています。dtraceletは、特別な方法で情報を収集し、特定のデータを表示するためのXMLファイルです。新しいdtraceletをOracle Solaris Studio DLightのインスツルメント処理のリストに保存して表示し、システム全体で使用したり、個々の開発者がローカルで使用したりすることができます。

- **パフォーマンス分析。** Oracle Solarisでは、アプリケーション・コードのパフォーマンスを評価し、潜在的なパフォーマンスの問題を識別し、問題の発生しているコードを特定するためのツールがパフォーマンス・アナライザに含まれています。MPIアプリケーション（MPIタイムラインとMPIグラフ、およびズーム/フィルタリング機能を含む）はサポート対象です。開発者は、パフォーマンス・アナライザとデータ収集ツールを組み合わせることで、リソースの消費レベルを測定し、もっともリソースを消費している機能を識別し、その原因であるソース・コードの行/指示などを見つけることができます。

仮想化環境でのDTraceの使用。

DTraceは、ゾーンでのアプリケーションの検証、パフォーマンス・ボトルネックの識別、およびアプリケーション・リソース要件の数量化に使用できます。システム管理者は、グローバル・ゾーンでDTraceを実行することで、本番システムの状況をグローバルに（ゾーン間で）把握できます。これにより、ささいなリソース割当てミスの問題をデバッグできます（このタスクは、各仮想システムが独立して稼働している場合は非常に困難です）。

システム管理者は**zonestat**コマンドを使用して、CPU、メモリ、およびネットワーク利用率を監視し、利用率をリソース制御の制限と比較し、ゾーン内でのこれらのリソースの指定期間内の使用方法を決定できます。

表5-3 : 監視ツールの比較

タスク	IBM AIX	Oracle Solaris
監視（主要ツール）	• probevueコマンド • Dynamic Tracing機能 • vueスクリプト言語を使用し、トレースする場所、対象、日時を指定 • ランタイム内に挿入されたトレース・ポイント	• DTrace • 多くのプロバイダ、オペレーティング・システム・スタック内に100,000+のプロープ • プロバイダによりシステムのさまざまな側面がカバー • 個々のプロセスを監視する機能 • さまざまなネットワーク・プロトコルのサポート • Java、Python、PHP、およびRubyランタイムのサポート
監視（その他のツール）	• hpmstat、iostat、netstat、procmon、sar • svmon、top、topas、vmstat、xmstat	• Flowstat、dlstat、netstat、actadm、zonestat、svcs、fmstat • iostat、fsstat、stat、kstate、mpstat、pgstat、vmstat、prstat • truss、ptree、poolstat、latencytop、powertop
ハードウェア管理	• IBM Systems Director • 基本的なハードウェア管理から高度なクロス・エンタープライズ管理（オプション）まで	• Oracle Enterprise Manager Ops Center • すべてのOracle Premier Support契約に含まれる • エンタープライズ規模の広範囲にわたる監視

第6章：インフラストラクチャの保護

AIXとOracle Solarisには、エンタープライズ・クラスのUNIX環境向けの、包括的なセキュリティ機能セットが含まれます。いずれの環境も、（きめ細かい権限制御が可能な）ロールベースのアクセス制御（RBAC）と、（機密性の高いセキュアな環境での作業用にデータのラベル付け/追加を行う）Trusted Extensionsに対応しています。Oracle Solarisでは、静止時のホスト、ネットワーク、データの保護用ツールによる、多層防御アプローチを使用しています。Oracle Solarisの完全なセキュリティ制御スイートと高度な仮想化機能の組合せにより、IT組織は（プライベート/パブリック・クラウドなどの）マルチテナント環境でアプリケーションやデータを安全に分離するために必要なツールを利用できます。AIX 7.1とOracle Solarisの対応するセキュリティ機能のマッピングについては、表6-1を参照してください。

表6-1：セキュリティ・マッピング

機能	AIX	Oracle Solaris
きめ細かな権限の管理	• ロールベースのアクセス制御	• ロールベースのアクセス制御 • ルート・アカウントを削除、ルート権限はロールベース
システム・ハードニング	• AIX Secure by Defaultインストール・オプション • AIX Security Expert、File System Permission Tool • Trusted Execution	• Oracle Solaris Secure by Default構成 • Basic Audit Reporting Tool (BART) • 暗号化によるサイン済みパッケージ管理
オンディスク暗号化	• JFS2暗号化	• Oracle Solaris ZFSのデータセット暗号化 • Oracle Solaris Cryptographic Framework
Trusted Computing	• Trusted AIX	• Oracle Solaris Trusted Extensions • Labeled IPsec、ラベル付きOracle Solaris ZFSデータセット
ファイアウォール	• AIX TCP/IPフィルタ	• SMF統合によるIPフィルタ
アプリケーションの分離と委任管理	• ワークロード・パーティション (WPAR) • ドメインベース、ロールベースのアクセス制御	• Oracle Solarisゾーン、委任管理 • オプションのプライベートIPスタック/ゾーン（専用ハードウェアは不要）
セキュアリモート・ログイン	• Secure Shell (ssh)	• Secure Shell (X.509証明書による拡張を含む)
コモン・クライテリアの要求レベル ¹⁴	• コモン・クライテリアのCommon Access Protection Profile（未認定） • CAPP/評価保証レベル（EAL）4+、Role-Based Access Control Protection Profile（RBACPP）および Labeled Security Protection Profile（LSPP）を含む	• コモン・クライテリアのCommon Access Protection Profile • CAPP/評価保証レベル（EAL）4+、Role-Based Access Control Protection Profile（RBACPP）および Labeled Security Protection Profile（LSPP）を含む

これらセキュリティ関連のトピックについて詳しくは、『Oracle Solaris 11 セキュリティー・ガイドライン』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25817/index.html）および『Oracle Solaris の管理: セキュリティーサービス』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25887/index.html）を参照してください。

¹⁴評価ステータスです。<http://www.oracle.com/technetwork/topics/security/security-evaluations-099357.html>を参照してください。

ロールベースのアクセス制御

以前のUNIXシステムには、非常に基本的なアクセス制御しかありませんでした。従来のスーパーユーザー（root）アカウントでは、システム全体に完全に無制限にアクセスできました。rootパスワードを持っていれば誰でも直接ログインでき、監査証跡や、この無防備なアクセス・メカニズムの使用者の痕跡が残ることはありませんでした。非常に経験の浅い管理者にrootアクセスが付与されることもありました。業務上必要なアクセス権だけを付与できる詳細なメカニズムがなかったためです。

AIX 7.1とOracle Solaris 11には強力なユーザー/プロセス権限管理テクノロジーが搭載されており、ユーザーやアプリケーションに対してタスク実行に最低限必要な機能だけを付与することで、セキュリティ・リスクを軽減しています。プロセスの権限管理によって、プロセスをコマンド、ユーザー、ロール、システムのレベルで制限できます。Oracle Solarisでは、プロセス権限管理が権限メカニズムによって実装されます。最低限必要な権限だけを付与することで、ユーザーやプロセスにシステムの完全なスーパーユーザー機能を与えた場合より、セキュリティ・リスクを減らすことができます。

権限およびロールベースのアクセス制御（RBAC）により、従来のスーパーユーザー・モデルより優れた機能が提供されます。Oracle SolarisのRBACモデルでは、ユーザー自身としてログインし、必要に応じてロールを担当することで、より高い権限を必要とするタスクを実行できます。Oracle Solaris 11ではrootアクセスもこのモデルに従います。rootをロールにすることで、rootとして直接ログインできなくなります。管理者は、まず自分の通常のユーザーIDでログインする必要があります。root権限が必要な場合、管理者はパスワードを入力してrootロールを担当する必要があります。従来のシステムでスーパーユーザーになる場合とは異なり、ユーザーのIDは変更されません（rootに変更されることはありません）。rootロールを引き受けると、その人の既存のアカウントに、rootロールに関連する権限が一時的に追加されます。rootアカウントに直接アクセスされなくなったことで、特定のユーザーに結び付く監査証跡が残りやすくなり、システムのセキュリティが向上しています。AIX 7.1には権限ロールを定義できる高度なRBAC機能がありますが、Oracle Solaris 11ではさらにrootアカウント自体の削除という手順が採用されています。

ほとんどのUNIXシステムにはsetuidメカニズムが含まれており、実行ユーザーが特定ユーザー（通常はroot）として特定のタスクを実行できるよう、コマンドで設定できます。コマンドの実行中、setuid root実行可能ファイルはシステムやネットワークに完全にアクセスできます。このため、攻撃者がsetuid実行可能ファイルを使用してシステムに無制限にアクセスできてしまう可能性があります。Oracle Solarisでは、権限フレームワークを使用して、プロセスで実行できる内容（ファイルの読取り/書き込み、ネットワーク・アクセス、プロセスの操作など）を細かく制御できます。これらの制御によって、権限実行可能ファイルに付与される機能を、タスクに必要な特定の権限に制限できます。このため、setuid実行可能ファイルに関連する潜在的な脆弱性を大幅に制限できます。

Oracle SolarisのRBACについて詳しくは、『Oracle Solaris の管理: セキュリティーサービス』のセクション、"役割、権利プロファイル、特権" (docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25887/prbactm-1.html) を参照してください。

ホストのセキュリティ

AIXとOracle Solarisには、ホストのセキュリティを確保するためのさまざまなメカニズムが搭載されています。いずれのシステムにもSecure by Defaultというインストール・オプションがあり、少ない構成でインストールすることでセキュリティを上げ、ネットワーク・アクセス可能なサービス・セットを最小限に減らして使用できるようにしています。また、いずれのシステムにも、システムにインストールされるソフトウェアの整合性を維持するための多くのツールが含まれます。これらのツールによって、システム・ファイルが過失または悪意を持って変更されたかどうかを検出できます。Oracle Solaris 11には、次のような機能があります。

- **Basic Auditing Reporting Tool。** このツールでは、システムのファイル・レベル・チェックを長時間実行することで、システムを検証します。これは、AIXのファイル・システム権限ツールと似ています。新しくインストール/構成したシステムのベースライン・マニフェストを作成することで、インストールしたソフトウェアに関する情報を収集できます。このベースライン情報は、後でシステムのスナップショットと比較できます。生成されるレポートにはシステム・インストール以降に行われたファイル・レベルの変更がリスト表示されるため、管理者は環境が過失や悪意で変更されていないことを確認できます。
- **Image Packaging System。** Imaging Packaging Systemで保持されるマニフェストには、すべてのパッケージ・ファイルとその権限が記載されています。この情報を使用して、`pkg verify`コマンドによってインストール済みパッケージの整合性を検証できます。また、Oracle Solaris 11ではパッケージ作成者がパッケージにデジタル署名できるため、認証を確認できます（管理者はこれをポリシーで強制できます。このため、有効な署名付きのパッケージだけをインストールできます）。詳しくは、<http://docs.oracle.com/cd/E19963-01/html/820-6572/gkkos.html>を参照してください。
- **監査アクセス。** Oracle Solarisの監査機能によって、監査可能なOracle Solarisイベントのシステム・アクティビティ（サーバー・マシン上のシステム・コール、ネットワーク経由で送信されるパケット、ディスクに書き込まれるビット・シーケンスなど）を詳細レベルで記録できます。Oracle Solaris 11以降、監査はSMFによって管理されるサービスとなり、監査レコードはOracle Solaris ZFSファイル・システム上のバイナリ・ファイルに保存されます。監査を有効にするためにシステムの再起動は不要です。

詳しくは、『基本監査報告機能の使用方法(タスク)』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25887/bart-1.html#scrolltoc）、『パッケージのインストールの検証』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25785/gkoks.html#gilmv）、『SMF サービスの監視』（http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25810/dzhaq.html#scrolltoc）を参照してください。

ネットワーク・セキュリティ

Oracle Solarisにおけるセキュリティに関する多層防御アプローチの主要コンポーネントは、さまざまなネットワーク・セキュリティです。Oracle Solarisは物理/仮想システムやネットワークを保護できるように設計されており、完全に仮想化されたセキュアなネットワークによって、侵入者が物理/仮想システムにアクセスしても保護できます。

- **Secure by Defaultの構成。** Oracle Solarisのインストール時に、多くのネットワーク・サービスがデフォルトで無効になります。このSecure by Default構成で、ネットワーク・リクエストを受け付けられるネットワーク・サービスはsshdデーモンだけです。他のネットワーク・サービスはすべて無効であるか、ローカル・リクエストだけを処理します。これらのサービスは、他のすべてのサービスと同様にSMFを使用して管理されるため、簡単に管理できます。ftp¹⁵などの個別のネットワーク・サービスは、SMFインタフェース経由で有効にできます。
- **ファイアウォールの統合。** AIX 7.1とOracle Solaris 11には、統合されたステートフル・パケット・フィルタリング・ファイアウォールが含まれます。Oracle Solarisのファイアウォールは、（基本的なファイアウォール・サービスとネットワーク・アドレス変換（NAT）を行う）オープンソースのIP Filterに基づきます。Oracle Solaris 11では、IP FilterソフトウェアはSMFを使用して構成/管理されます。pfilモジュールはパケット・フィルタ・フックに置き換えられ、IP Filterソフトウェアを有効にする手順が合理化されています。IP Filterではこれらのフック経由でルーティング前（入力）とルーティング後（出力）のフィルタ・タップが使用され、Oracle Solarisシステムで送受信されるパケット・フローが制御されます。この結果、パフォーマンスが向上し、Oracle Solarisゾーン間のトラフィックのフィルタリングが可能になります。
- **X.509証明書の拡張機能を使用したSecure Shell。** AIX 7.1とOracle Solaris 11には、セキュアリモート・ログイン用にSecure Shell (ssh) が含まれます。Oracle Solaris 11では、sshユーティリティが拡張されて、ユーザーとホストの認証用にX.509証明書を使用できるようになっています。このため、sshユーティリティをより簡単にセキュアに使用/管理できます。ホストのX.509証明書を使用して検証できるため、認可された鍵ファイルをホストごとに設定したり、プロンプトに従ってホストの認証を確認したりする必要はありません。

Oracle SolarisでのIP Filterの実装について詳しくは、『Oracle Solaris の管理: IP サービス』のセクション、"Oracle Solaris の IP フィルタ (概要)" (http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25872/eupsq.html) を参照してください。

ディスク上での暗号化

ネットワーク上の移動時と同様、静止時のデータの安全性を確保することは重要です。ファイルを暗号化して保護することで、ネットワーク・セキュリティ違反により情報が盗まれたり操作されたりすることを防止できます。AIX JFS2の暗号化ファイル・システム（EFS）と同様に、Oracle Solaris ZFSも暗号化データセットをサポートします。データセットの暗号化機能により、デバイスの盗難、SANでの介在者による攻撃、およびデータセット・レベルのセキュリティの削除から保護することができます。また、Oracle Solaris ZFSがOracle Solaris Clusterに統合されているため、高可用性のセキュアなデプロイメントがサポートされます。JFS2とEFSは、ファイル単位の暗号化をサポートしています。Oracle Solaris ZFSでは、データはディスク単位ベースではなくデータセット・レベルで暗号化されます。このため、暗号化された情報と暗号化されていない情報を組み合わせて、同じストレージ・プールに入れることができます。データセット中のデータを暗号化するかどうかは、データセットの作成時に決定します。ユーザー・データとファイル・システム・メタデータは、さまざまな鍵管理戦略をサポートする複雑な暗号鍵管理機能を使用して暗号化されます。

¹⁵ これは、標準的なftpの有効化を推奨するものではありません。sftpユーティリティにも同等の機能がありますが、セキュリティはsshと同じです。従来のftpが有効な場合は、厳密にロック・ダウンされた不変ゾーンで有効化することをお勧めします。

Oracle Solaris ZFSでは、オペレーティング・システムに組み込まれた暗号化フレームワークを使用して、データセット単位ベースでデータを暗号化して保護できます。このフレームワークでは、RSA Security, Inc. が策定したPKCS#11公開鍵暗号標準に基づき、カーネル/ユーザーベースの暗号化機能で、システム上に構成されているソフトウェア暗号化モジュールとハードウェア・アクセラレータを透過的に使用できるメカニズムとAPIが提供されています。オラクルのSPARC Tシリーズ・サーバーで実行され、暗号化フレームワークを使用するアプリケーションの場合はさらに、暗号化操作がサーバーのオンチップ暗号化アクセラレータに自動的にオフロードされ、パフォーマンスが向上するというメリットがあります。

このフレームワークでは、メッセージ暗号化、メッセージ・ダイジェスト、メッセージ認証、デジタル署名などのさまざまなサービスが提供されます。また、暗号化サービスにアクセスするためのAPIや、暗号化サービスを提供するためのSPIも含まれます。Oracle Solaris 11の新しい暗号化拡張機能には、米国連邦情報処理標準のFIPS 140-2のサポートと、ECCおよびその他のNSA Suite Bプロトコルの実装が含まれており、厳しい政府標準を満たしています。Oracle Solarisでは、これらのルーティンがOracle Solaris ZFS、Java Cryptography Extension (JCE)、Kerberos、IPsec、およびその他のコンポーネントによって高度に最適化され、自動的に使用されます。

暗号化フレームワークについて詳しくは、『Oracle Solaris の管理: セキュリティーサービス』のセクション、"暗号化サービス" (http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25887/scftm-1.html#scrolltoc) を参照してください。

サーバー仮想化のセキュリティ

Oracle Solarisの委任管理機能を使用すると、ホスト・システムへの管理アクセスを維持したまま、管理を個別ゾーンに委任できます。この機能は、AIX 7.1で導入されたRBACのドメイン・サポートに似ています。このようなセキュリティ機能は、クラウドベースのインフラストラクチャ、ソフトウェア、サービスを利用するIT組織にとっては特に重要です。Oracle Solarisは仮想化とセキュリティがオペレーティング・システムに組み込まれているため、クラウドベースのインフラストラクチャに最適なプラットフォームです。

- **委任管理。** Oracle Solarisでは、AIX 7.1のRBACのドメイン・サポートと同様に、ロールベースのアクセス制御を使用して、特定ゾーンの一般的な管理タスクを特定の管理者に委任できます。これは特に、特定のユーザーに対して、自分のロールに関連するゾーンの管理のみを許可することが望ましい共有環境で便利です。
- **ゾーン・リンクの保護。** 多くの仮想化環境では通常、ホスト管理者からゲスト仮想マシンに対して、物理リンクまたは仮想ネットワーク・インタフェース・カード (NIC) への排他的アクセスが付与されます。これにより、トラフィックが分離され、ゲストのパフォーマンスが向上します。一方、ゲストによってあらゆる種類のトラフィック (有害なパケットを含む) が生成され、ネットワーク経由で送信される可能性があります。Oracle Solaris 11には新しいリンク保護メカニズムが搭載されており、悪意がある/不適切な動作をする可能性があるゲスト仮想マシンから、有害なパケットがネットワークに送信されるのを防止できます。この機能により、基本的な脅威 (IP、DHCP、MAC、およびL2フレームのなりすましなど) から保護できます。

- **排他的IPゾーン。**多くの仮想化環境では、仮想環境間でネットワークを分離するには、専用の物理ネットワーク・インタフェース・コントローラが必要です。Oracle Solarisの排他的IPゾーンを使用すれば、管理者が各ゾーンに個別のIPスタックを割り当てられます。このスタックは他のすべてのゾーンから完全に分離されていますが、専用ネットワーク接続のコストや手間はかかりません。
- **不変ゾーン（読取り専用root）。**Oracle Solarisは、不変ゾーン（読取り専用ファイル・システムが含まれるゾーン）の作成をサポートしています。必須の書き込みアクセス制御を使用した場合、root権限を使用しても、ゾーン内で実行されているプロセスによって読取り専用ファイル・システムを変更することはできません。書き込みは、システムのグローバル・ゾーンでのみ可能です。これにより、不変ゾーン内で実行されるアプリケーション・スタックを完全に堅牢に保護できます。

トラステッド・コンピューティング。

AIX 7とOracle Solaris 11にはTrusted Extensionsが含まれます。Trusted Extensionsはオプションでインストールできるセキュア・ラベリング・テクノロジーのレイヤーで、データ・セキュリティ・ポリシーをデータ所有権から分離できます。Trusted Extensionsを使用すると、データへのアクセスが特別なセキュリティ・タグで制御されます。これらのタグはラベルと呼ばれます。ラベルはユーザー、プロセス、およびオブジェクト（データ・ファイルやディレクトリなど）に割り当てられます。これらのラベルを使用して、UNIX権限や随意アクセス制御（DAC）の他に強制アクセス制御（MAC）を強制できます。

Oracle Solarisのセキュリティ拡張機能のおもな特徴と動作の概要は次のとおりです。

- **ポリシーとラベルの強制。**AIXとOracle Solarisには、これらの機能があります。
- **ラベルおよびアクセスの制御。**Trusted Extensionsは、所有権に基づく従来の随意アクセス制御ポリシーと、ラベルベースの強制アクセス制御ポリシーをサポートします。ラベルベースのMACポリシーが有効な場合、すべてのデータ・フローは、アクセスをリクエストするプロセス（サブジェクト）とデータを含むオブジェクトに関連するラベルの比較に基づいて制限されます。他のほとんどのマルチレベル・オペレーティング・システムとは異なり、Oracle Solarisにはマルチレベル・デスクトップが含まれます（AIX 7.xでは、Trusted AIXがインストールされているとX環境が無効になります）。
- **資格証明。**Oracle Solaris 11のTrusted Extensions機能では、柔軟性とセキュリティの向上のため、ラベル単位/ユーザー単位の資格証明を使用できます。このため、管理者はラベルごとに一意のパスワードを持つ必要があります。このパスワードはセッション・ログイン・パスワードとは別のものです。このため管理者は、すべてのユーザーのホーム・ディレクトリのラベルごとに、セキュリティ・ゾーン単位の暗号鍵を設定できます。
- **ネットワーク通信。**マルチレベルのセキュアなオペレーティング・システムのラベル付きプロセスは、システム境界をまたいで通信するため、そのネットワーク・トラフィックをラベル付けして保護する必要があります。通常この要件は、物理的に分けられたネットワーク・インフラストラクチャを使用すれば満たされます。別々のラベル付きドメインに属するデータは、個別の物理インフラストラクチャ内にとどまるためです。Oracle Solaris 11では、リモート・ホストから受信するパケットのセキュリティ・ラベルやラベル付きIPsec/IKEを使用することで、組織が同じ物理ネットワーク・インフラストラクチャをラベル付き通信に再利用できます。このためには、個別のラベル付きIPsecセキュリティ結合内でラベル付きデータを送信し、コストのかかる冗長物理ネットワーク・インフラストラクチャを不要にする必要があります。

- **データセット。**Oracle Solaris 11では、Trusted ExtensionsによってOracle Solaris ZFSデータセットにセキュリティ・ラベルを設定できます。セキュリティ・ラベルを使用した場合、特定のセキュリティ・ラベルで使用するOracle Solaris ZFSファイル・システムを、別のセキュリティ・ラベルを持つ物理/仮想システムにマウントできません。この制限により、データの分類を不注意でアップグレード/ダウングレードすることがなくなります。
- **一般的な基準要件。**AIX 7.1とOracle SolarisのTrusted Extensionsは、一般基準のLabeled Security Protection Profile (LSPP)、Role-Based Access Protection Profile (RBACPP)、およびControlled Access Protection Profile (CAPP)を満たすように設計されています。Oracle Solarisの実装のみの特長として、最大限の互換性と最小限のオーバーヘッドを実現しながら、高い信頼性を維持できる点が挙げられます。
- **トラステッド・プラットフォーム・モジュール。**AIXにはトラステッド・プラットフォーム・モジュール (TPM) のソフトウェア実行が含まれており、デジタル証明書、鍵、およびパスワードが保存されます。TPMはオープンソースのTrusted Computing Group (TCG) のソフトウェア・スタックであるToussaintSに基づいており、RSA鍵ペアの生成、暗号化、復号化、およびストレージが可能です。Oracle Solarisにも同様の機能があり、ハードウェアのTPMモジュールを利用します (使用可能な場合)。Oracle Solarisには、ToussaintSパッケージ、TPMを使用して鍵を保存するためのPKCS#11プロバイダ、およびTPMレジスタの管理機能を実行し状態を表示するためのtpmadmユーティリティが含まれています。

詳しくは、『Oracle Solaris Trusted Extensions ユーザーガイド』 (http://docs.oracle.com/cd/E23824_01/html/821-1484/index.html) を参照してください。

スクリプト

システム管理者はスクリプトを記述して、日常的なタスクをできるだけ実用的に管理します。AIXとOracle Solarisにはksh93シェルがあります (AIXでは“t”バージョン、Oracle Solarisでは“u”バージョンです)。ほとんどのスクリプトの移植では、スクリプト・ダイレクトのバリエーションに関する作業が最小限で済みます。

多くのAIX管理者は、他の強力なスクリプト言語 (Rexx) も使用します。Oracle SolarisでRexxが出荷されない場合は、オープンソースの無料の各種ダウンロード・バージョンを入手して、Oracle Solarisで問題なく実行できます。オープン・ソース・ツールとしては、Regina (<http://regina-rexx.sourceforge.net/>)、NexRexx (<http://www-01.ibm.com/software/awdtools/netrexx/>)、およびRexx/imc (<http://www.cs.ox.ac.uk/people/ian.collier/Rexx/rexximc.html>) などがあります。ReginaはネイティブなRexx環境です。オラクルのx86プラットフォームおよびSPARCプラットフォーム用のバイナリとソースをダウンロードできます。NetRexxは、IBMが作成したJavaベースのRexx環境です。

第7章：追加情報

その他の情報/リソースについては、表7-1の参照先をご覧ください。

表7-1：その他の参照情報

ORACLE SOLARIS	
Oracle Solaris	http://www.oracle.com/jp/products/servers-storage/solaris/solaris11/overview/index.html
Oracle Solarisの技術的情報	http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris11/
Oracle Solaris 11 テクノロジー・スポットライト	http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris11/technologies/index.html
Oracle Solaris 11のドキュメント	http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris11/documentation/index.html
Oracle Solaris 11の使用方法関連の記事	http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris11/overview/how-to-517481-ja.html
Oracle Solaris 11 What's New	http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/solaris11/documentation/jp-solaris-11-whats-new-1388228.pdf
Oracle Solaris 11.1—新機能	http://www.oracle.com/technetwork/serverstorage/solaris11/documentation/solaris11-1-whatsnew-1732377.pdf
データ管理	
Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25880/index.html
Oracle Solaris の管理: ZFS ファイルシステム	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25824/index.html
Oracle Solaris の管理: SAN 構成およびマルチパス化	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E26295/index.html
高可用性とシステム管理	
Oracle Solaris の管理: 一般的なタスク	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25810/index.html
Oracle Solaris Cluster	http://www.oracle.com/jp/products/servers-storage/solaris/cluster/overview/index.html
Oracle Solaris Clusterの技術情報	http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris-cluster/overview/index.html
Oracle Solaris Clusterのドキュメント	http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris-cluster/documentation/index.html
Oracle Solaris Clusterのトレーニング	http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris-cluster/training/index.html
Oracle Enterprise Manager 12c	http://www.oracle.com/technetwork/jp/oem/grid-control/overview/index.html
異種（非Oracle）環境の管理	http://www.oracle.com/technetwork/jp/oem/extensions/index.html
Oracle Enterprise Manager 12c Cloud Controlのドキュメント	http://docs.oracle.com/cd/E26854_01/index.htm

ネットワーク	
Oracle Solaris Administration: IP Services	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25872/index.html
Oracle Solaris Administration: Naming and Directory Services	http://docs.oracle.com/cd/E23824_01/html/821-1455/index.html
Oracle Solaris 管理: ネットワーク・インタフェースとネットワーク仮想化	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25834/index.html
Oracle Solaris のシステム管理 (ネットワークサービス)	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25839/index.html
セキュリティ	
Oracle Solaris 11 セキュリティガイドライン	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25817/index.html
Oracle Solaris の管理: セキュリティサービス	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25887/index.html
Oracle Solaris Trusted Extensions ユーザーガイド	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25058/index.html
Oracle Solaris Trusted Extensions 構成と管理	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25902/index.html
Trusted Extensions Label Administration	http://docs.oracle.com/cd/E23824_01/html/821-1481/index.html
サービス	
『How to Create an Oracle Solaris Service Management Facility Manifest』 ホワイト・ペーパー	http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/solaris/solaris-smf-manifest-wp-167902.pdf
『Management of Systems and Services Made Simple with the Oracle Solaris Service Management Facility』 ホワイト・ペーパー	http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/solaris/solaris-smf-wp-167901.pdf
『SMF の概念』	docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25810/dzhid.html
ソフトウェアの管理	
Oracle Solaris 11 システムのインストール	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25760/index.html
ブート環境の管理の概要	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25778/index.html
カスタム Oracle Solaris 11 インストール・イメージの作成	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25771/index.html
Oracle Solaris 11 ソフトウェアパッケージの追加および更新	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25785/index.html
Oracle Solaris 11 パッケージリポジトリのコピーおよび作成	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25800/index.html
Oracle Solaris 11 インストール・マニュアル・ページ	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25756/index.html
Image Packaging System のマニュアル・ページ	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25753/index.html
仮想化	
Oracle Solaris のシステム管理 (Oracle Solaris ゾーン、Oracle Solaris 10 ゾーン、およびリソース管理)	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25829/index.html
Oracle Solaris 管理: ネットワークインタフェースとネットワーク仮想化	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25834/index.html

その他の管理	
Oracle Solaris 11の評価（すべてのリソース）	http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris11/overview/evaluate-1530234-ja.html
Oracle Solaris カーネルのチューンアップ・リファレンスマニュアル	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E25892/index.html
Oracle Solaris Administration: SMB and Windows Interoperability	http://docs.oracle.com/cd/E23824_01/html/821-1449/index.html
『How to Perform System Archival and Recovery Procedures with Oracle Solaris 11』	http://www.oracle.com/technetwork/articles/servers-storage-admin/o11-091-sol-disrecovery-489183.html
国際化対応言語環境の利用ガイド	http://docs.oracle.com/cd/E26924_01/html/E27144/index.html
トレーニング	
Oracle Solaris 11のトレーニングとサポート	http://www.oracle.com/technetwork/jp/server-storage/solaris11/training/index.html
Oracle University	http://education.oracle.com/

付録A：用語集

アクセス制御リスト (ACL)

特定のアクセス権限を持つプリンシパルのリストが含まれるファイル。通常、サーバーはアクセス制御リストに問い合わせ、クライアントにサービスを使用する権限があることを確認します。

エージェント・ビルダー

データ・サービスの作成を自動化するOracle Solaris Clusterのコンポーネント。

API

アプリケーション・プログラミング・インタフェース。

Appcert

アプリケーションとOracle Solaris Application Binary Interfaceの適応性を検証するユーティリティ。Appcertユーティリティを使用して、Oracle Solarisにアプリケーションを移植する際の潜在的なバイナリ互換性の問題を識別できます。

認証

所定の識別を検証するセキュリティ・サービス。

認可

ユーザーのサービス使用の可否、ユーザーがアクセスできるオブジェクト、許可されるアクセスの種類を決定するプロセス。

ビッグ・エンディアン

データの最重要バイトを最初に保存するアーキテクチャ。Oracle Solarisでは、SPARCプロセッサベースのシステムではビッグ・エンディアン・アーキテクチャ、x86プラットフォームではリトル・エンディアン・アーキテクチャが使用されます。AIXでもビッグ・エンディアン・アーキテクチャが使用されます。

チップ・マルチスレッディング・テクノロジー

各プロセッサ・コアがクロック・サイクルごとにマルチ・スレッド間を切り替えられるようにするマルチスレッド・プロセッサ・テクノロジー。

CMT

チップ・マルチスレッディング・テクノロジーを参照してください。

データ変換

データを他の形式に変換するプロセス。

DTrace

Oracle Solaris DTraceを参照してください。

ETLユーティリティ

Extract/Transform/Loadユーティリティ。さまざまな形式を取り込んで、リレーショナル・データベース管理システムのStructured Query Language (SQL) に変換するツールです。

ハイブリッド・ストレージ・プール

連携してディスク待機時間の影響を最小限に減らし、アプリケーション・パフォーマンスを上げるディスク・ドライブとフラッシュ・デバイスの組合せ。フラッシュ・デバイスによって特定の種類のI/Oが処理され、ディスク・ドライブによって大規模データセットが保存されます。ハイブリッド・ストレージ・プールは、Oracle Solaris ZFSによって有効になります。

Kornシェル

Oracle Solaris 11には、デフォルト・シェルとして（/usr/bin/kshに）ksh93（バージョンu）、互換用として（/usr/sunos/bin/kshに）ksh88があります。AIX 7.1には、ksh93tシェルがあります。

リトル・エンディアン

データのもっとも重要度の低いバイトを最初に保存するアーキテクチャ。Oracle Solarisでは、x86プラットフォームではリトル・エンディアン・アーキテクチャ、SPARCプロセッサベースのシステムではビッグ・エンディアン・アーキテクチャが使用されます。

Oracle Solaris Cluster

カーネル・レベルで統合される、Oracle Solarisの高可用性ソリューション。サーバー、ストレージ、ネットワーク・コンポーネント、オペレーティング・システム、仮想マシン、およびアプリケーションを監視します。リカバリ・アクションは、ポリシーとアプリケーションの仕様に基きます。

Oracle Solaris暗号化フレームワーク

カーネル・レベルやユーザー・レベルのコンシューマに対し、ソフトウェアベースまたはハードウェアベースの暗号化機能を提供する、Oracle Solarisに組み込まれたフレームワーク。

Oracle Solaris DTrace

開発者がオペレーティング・システムやアプリケーションの動作をリアルタイムに監視できるようにする、Oracle Solarisに組み込まれた動的トレース機能。

Oracle Solaris Key Management Framework

PKIオブジェクトの管理用のツールやプログラミング・インタフェースを提供するフレームワーク。

Oracle Solarisサービス管理機能

サービスの管理と制御を簡素化するため、Oracle Solaris 10で導入された機能。

Oracle Solaris Studio

Oracle SolarisおよびLinuxオペレーティング・システム用のC、C++、およびFortranの無償の包括的ツール・スイート。スケーラブル、セキュア、かつ信頼性の高いエンタープライズ・アプリケーションの開発を促進します。

Oracle Solaris ZFS

ボリューム管理を統合し、仮想的に無制限なシステム・スケーラビリティを提供する128ビット・ファイル・システム。

Oracle VM Server

OracleアプリケーションおよびOracle以外のアプリケーションをサポートする、スケーラブルなサーバー仮想化ソフトウェア。Oracle VM Serverは、オラクルのSPARCサーバーおよびx86サーバーで使用できます。

パッケージ

ソフトウェア製品に必要なファイルとディレクトリのコレクション。Oracle Solarisでは、アプリケーションはデプロイメント用にパッケージで配布されます。

PKI

公開鍵インフラストラクチャ。

POSIX

Portable Operating System Interface for UNIX。カーネル機能用に明確に定義されたシステム・コール・インタフェースや、シェル/ユーティリティ・インタフェースを提供する標準のセットです。

権限

アプリケーションに付与できる個別の権限。

SMF

Oracle Solarisサービス管理機能を参照してください。

Trusted Extensions

Oracle Solarisのセキュア・レベル・テクノロジーのオプション・レイヤー。これにより、データ・セキュリティ・ポリシーをデータ所有権から分離できます。マルチレベル・データ・アクセス・ポリシーによって、コンプライアンス目標がサポートされます。

UFS

UNIXファイル・システム。Oracle Solaris 11では、UFSはデフォルトのファイル・システムではなくなりました。既存のUFSシステムは引き続きサポートされます。また、必要に応じて新しいUFSファイル・システムを作成できます。

ZFS

Oracle Solaris ZFSを参照してください。



IBM AIXとOracle Solarisの
テクノロジー・マッピング・ガイド
2013年1月

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 © 2012, 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、The Open Groupの登録商標です。

0612

Hardware and Software, Engineered to Work Together