

富士通ホワイトペーパー  
2011年7月

# Oracle Solaris and Fujitsu SPARC Servers— Integrated and Optimized for Enterprise Computing

(Oracle Solarisと富士通SPARC Enterprise :  
エンタープライズコンピューティングの統合と最適化)

要旨 .....	2
はじめに — データセンター統合 .....	2
概要 .....	2
Oracle Solarisのエコシステム .....	2
SPARCプロセッサ .....	3
高信頼を実現する設計 .....	6
Oracle Solaris Predictive Self Healing .....	7
高信頼なメモリサブシステム .....	8
高信頼なファイルシステムOracle Solaris ZFS .....	9
高信頼なネットワーク .....	9
拡張性と高性能 .....	10
世界記録の性能 .....	12
ネットワーク性能 .....	13
セキュリティ .....	13
Oracle Solaris Cryptographic Framework Library .....	14
セキュリティ攻撃からシステムを守る .....	16
最小特権 .....	16
富士通サーバの仮想化機能 .....	17
Oracle VM Server for SPARC .....	17
Oracle Solaris コンテナ .....	18
ハードウェアパーティショニングと動的再構成 .....	19
まとめ .....	20
URL .....	21

## 要旨

本書はITの設計者やシステム管理者、開発者、Oracle® SolarisとSPARC®を使用してアプリケーションの利用環境を向上する方法に興味がある人々を対象にしています。本書は、Oracle Solaris、富士通SPARCサーバとSPARC64プロセッサが、どのようにして互いに最適化されてきたのか、スループットやセキュリティ、レジリエンシーを、アプリケーションのソリューションスタック全体を通して向上させてきたのか、そして、ROIの最大化やTCOの最小化を推し進めてきたのか、といった技術情報を提供しています。また、どのようにしてOracle Solaris固有の機能や性能をシステム全体にわたる取り組みの中で実現し、SPARCプロセッサファミリの特徴的な機能を、拡張可能性能、高度な信頼性、セキュリティ、コスト効率の良い仮想化といった観点からどのように最適化したのかについて、簡単に技術解説しています。

## はじめに — データセンター統合

Oracle Solarisと富士通のSPARC Enterpriseは、長い間プラットフォームの最適化に取り組んできました。すなわち、拡張性、信頼性、セキュリティを追い求めてきました。共に協力し合い、これらを向上することでスタック全体の強化と最適化を図り、革新を起こすという姿勢を貫いてきました。本書では、富士通のSPARC Enterprise MシリーズおよびTシリーズサーバで動作するOracle Solarisの利点についてハイレベルな考察を行ったばかりでなく、信頼性、拡張性、セキュリティ、仮想化を向上させる具体的な最適化方法と長所についての掘り下げた情報も提供しています。より詳しい情報を得られるリソースを、各章の最後に記載しました。また、本書の最後にまとめて一覧表にしていますので、ご活用ください。

## 概要

世界中の何千というお客様がSPARCベースのシステムとOracle Solarisをベースとして企業活動を行っていますが、ほとんどの場合、その理由はたったひとつです — このプラットフォームは止まらないからです。マルチコアのサーバと高度にスレッド化されたオペレーティングシステムで、上記の特長を生かすためにチューニングされたミドルウェアやアプリケーションを処理するときに、最大の拡張性が実現されます。SPARC Enterpriseサーバは、最大512のハードウェアプロセッシングスレッドと4テラバイト(TB)のメモリが利用可能です。Oracle Solarisは、業界最高のスレッディングモデルを実現していますが、これは、ほぼ20年にわたる創意工夫が実を結んだ結果です。Oracle Solarisが提供する並外れて堅牢な環境には、オンチップの暗号化機能や強固な暗号フレームワーク、Trusted Extension、仮想化機能などが搭載されています。つまり、包括的な開発プラットフォームによって、企業や団体がソリューションのパフォーマンスを最大化しつつ信頼性を向上させるような新しいアプリケーションを作成することを可能にするのです。

### Oracle Solaris のエコシステム

Oracle Solarisは、すでに実績のある業界最高のオペレーティングシステムであり、その機能はエンタープライズ級のビジネスクリティカルなオペレーションにも対応できる設計になっています。実際、Oracle Solaris 10には、仮想化技術、利用率の最大化、高可用性、圧倒的なセキュリティ、スケールアップした環境とスケールアウトした環境のいずれにも対応できる最高の性能など、重要な機能を提供します。Oracle Solaris 10は、多彩なSPARCシステム上で動作し、既存のアプリケーションとのバイナリ互換性を提供しています。そのため、現在50,000を超える企業や各種団体が、11,000を超える認定済みアプリケーションをOracle Solaris上で実行しているのです。

SPARC EnterpriseとOracle Solarisの力で、性能、拡張性、費用効率に関する世界記録を塗り替え続けています。OracleがSolarisに投資する額は買収前にSunが投資した額を上回っており、米オラクルは今後もさらなる技術革新を行ってOracle Solarisを強化させていくつもりです。

Oracle Solarisには、他のオペレーティングシステムベンダーには無い、独創的、革新的技術が多数あります — 例えば、Oracle Solaris ZFS、Oracle Solaris DTrace、Predictive Self Healing (予測的事故回復機能)、OSに組み込まれた仮想化機能、独立したセキュリティの検証、バイナリ互換などです。エンタープライズシステムのハードウェアは、8年から10年以上使われることもあります。お客様のアプリケーション環境に対して製品寿命の長いプラットフォームを提供するというOracle Solarisのこだわりは、お客様に安心感を提供するでしょう。

## SPARC プロセッサ

SPARC (Scalable Processor ARChitecture) は、Sun Microsystems (現オラクルコーポレーション。以下、米オラクル) が開発したRISC命令セットアーキテクチャのひとつです。SPARCの『Scalable』は、SPARCの仕様が、すべて同じ (非特権) コアの命令セットを共有しながら、内蔵プロセッサから大きなサーバプロセッサへのスケールアップを可能にする、という事実由来しています。SPARC Enterprise Mシリーズ、TシリーズはどちらもSPARC Enterpriseであり、同じOracle Solarisが動作します。つまり、データセンターは小規模サーバから大規模サーバまで、ただひとつのOS — Oracle Solaris — を使えば良く、Oracle Solarisが管理の大幅な簡素化を可能にします。Oracle SolarisとSPARC Enterpriseを組み合わせることで、記録的な性能、卓越した拡張性、メインフレーム級の信頼性と可用性、さらに強固なセキュリティを実現します。

表 1 は、SPARCプロセッサアーキテクチャの主な機能を簡単に示します。

表 1 : SPARCプロセッサアーキテクチャの主な特長

機能/機構	SPARC T3 搭載のTシリーズ	SPARC64 VII+搭載のMシリーズ
コア/スレッド/ソケット	16コア/8スレッド/最大4ソケット 最大512処理スレッド Chip Multithreading (CMT)	4コア/2スレッド/最大64ソケット 最大512処理スレッド Simultaneous Multithreading (SMT)
周波数(最大)	1.65 GHz	3.0 GHz
L2キャッシュ(最大)	6MBオンチップ	12MBオンチップ
オンチップ対応	PCI Express 2.0ブリッジ、デュアル 10GbEネットワークとXAUI統合、暗 号化加速、L2キャッシュ	L2キャッシュ
最大メモリ	512 GB	4 TB
信頼性機能	Predictive Self Healing、活性交換 コンポーネント、ECCの採用、コンポ ーネントとネットワークの冗長化。	CPUのキャッシュ(SRAM)と整数レジスタの ECC保護、ハードウェア命令リトライ、キャ ッシュ/コア/CPUの動的縮退; データパス整 合性保証 (データ/アドレス共にECC保護); メモリにECCとExtended ECC保護、メモリ のミラー化、および Predictive Self Healing; ハードウェアの完全な冗長化; 障 害隔離 Hardware Partitioning; 動的再構 成(DR); 自動診断と回復。
セキュリティ	複数のオンチップ暗号化機能、付加 的保護	-
仮想化 (追加費用なしで 利用可)	Oracle VM Server for SPARC (旧称Logical Domains), Oracle Solaris Containers	Hardware Partitioning, Oracle Solaris Containers
ターゲット環境	ネットワーク向け: 統合と仮想化、 Web、Media、セキュリティ、 OLTP、ミドルウェア/SOA、バッチ 処理、データマート、アプリケーショ ンサーバ	データ向け: 24x7ミッションクリティカルコン ピューティングに最適: DSS、ERP、CRM、 BIDW、大規模データベース、大規模 OLTP、およびHPC/科学/工学アプリケーシ ョンといったミッションクリティカルなRAS機 能を重要視するシステム

表 1が示すように、SPARCプロセッサのファミリーは、様々なタイプのアプリケーション環境に対応できるよう、設計され、最適化されています。同じOracle Solarisが、無数のアプリケーションとデータセンターの異なる層において、両方のハードウェアプラットフォームにコモナリティを提供します。SPARCプロセッサのファミリーは、幅広いエンタプライズサーバに搭載されており、それぞれに適したアーキテクチャを構成します。例えば、負荷の軽い多くのリクエストを効率よく処理する業務の場合SPARC Enterprise Tシリーズ、高い拡張性と可用性が求められる基幹業務の場合SPARC Enterprise Mシリーズが適しています。これら二種類のプラットフォームがもたらすのは、非常に効果の高い組み合わせによるソリューションです。具体的には、

SPARC Enterprise Tシリーズを使ったCRM (顧客関係管理) システムやJava/Webミドルウェアのインフラ、SPARC Enterprise Mシリーズを使ったERPシステムやバックエンドのOLTP/DWシステムです。

SPARCプロセッサは様々なシステム — つまり、1ソケットから4ソケットのSPARC Enterprise Tシリーズ、最大64ソケットが可能なSPARC Enterprise Mシリーズ — を提供し、ネットワークの端末からデータセンターの深部に至るまで、業務を行うクリティカルなシステムの原動力となります。アーキテクチャに含むサーバの選択は、純粋に特定のアプリケーションシナリオや期待値に基づきます。そして、異なるサーバとの共存と適合が可能なものとなります。

具体的に何を推奨するかということは、本書では言及しません。SPARCサーバのアプリケーションシナリオや事例について理解を深めるために、ぜひ、当社webサイト (<http://primeserver.fujitsu.com/sparcenterprise/>) を参照するか、当社の担当営業に問い合わせてください。正確なサイジングやキャパシティの計画は、当社の技術者と共に進めることになるでしょう。

### SPARC Enterprise T シリーズと Chip Multithreading (CMT)

SPARC T3プロセッサは、業界で初めて多数のスレッドをサポートする「システムオンチップ」を実現しました。SPARC T3 プロセッサにより、SPARC Enterprise Tシリーズサーバは力を発揮します。最大で16コア、1コアにつき8スレッド (チップごとに128スレッド) — さらに最大4ソケット — に対応可能で、画期的な性能とエネルギー効率をもたらします。また、SPARC T3プロセッサは、10 Gbit Ethernet、PCI Express I/O、暗号化加速機能をプロセッサのチップに直接搭載しました。これにOracle Solarisを組み合わせることで、業界屈指の性能と拡張性が実現するばかりでなく、大幅な効率化が可能となります。このような組み合わせによって、以下のことが実現します：

- 処理能力が増加し、Webアプリケーションからの増大する要求に対応
- 浮動小数点演算の性能により、多様なワークロードに対応
- 新しいネットワーク集約型のコンテンツに対応する、高速なネットワーク通信
- エンド・ツー・エンドのデータセンター暗号化を提供
- サービスレベルの向上とダウンタイムの削減
- データセンターのキャパシティ改善とコストを削減

Oracle Solarisとの融合により、このシステムが実現する記録的な性能と優れたRAS特性は、ミッションクリティカルなエンタープライズアプリケーションのアップタイムとROIを最大化するのに適しています。また、信頼性の強化につながる機能があります。例えば、先進的なサーバ統合によりシステムを構成する部品点数を大幅に削減できます。高いエネルギー効率は、温度環境のために発生する故障を減らします。

SPARC Enterprise TシリーズとOracle Solarisの組み合わせは、アップタイムの向上と障害からのすばやく復旧します。管理者はOracle Solarisのコマンドを使って、ディスクドライブを増設したり、電源、ファンユニットを交換したりできますが、その間、システムを止める必要はありません。プロセッサ当り2つのPCI Express 2.0のインターフェースを持ち、複数のCPU、メモリ、I/Oカードを組み合わせることで、SPARC T3-1/T3-2/T3-4 サーバのレジリエンシーは増大します。ディスクドライブ、ファンユニット、電源はホットスワップやホットプラグに対応しており、保守性や可用性を向上させます。

### SPARC64 VI および SPARC64 VII/VII+搭載の SPARC Enterprise M シリーズ

SPARC64™プロセッサは、SPARC Enterprise Mシリーズをさらに強力にします。Oracle Solarisが動作するこのプラットフォームは、メインフレームと同じ信頼性や記録的アプリケーション性能を実現します。

SPARC64 VIIには2つのコアがあり、SPARC64 VII/VII+プロセッサには4つのコアがありますが、どちらのプロセッサも、コアごとに2つのストランド (スレッド) があります。Oracle Solarisと組み合わせると、SPARC64 VII/VII+が提供する同時マルチスレッディング (SMT) の拡張性によって、8スレッドの並列実行が可能です。これは、利用可能なプロセッサ (1プロセッサから64プロセッサ) 全てで可能です。SPARC Enterpriseは、4 TBのメモリサブシステムと高いスループットのI/Oアーキテクチャを特長とします。

SPARC Enterprise M3000/M4000/M5000/M8000/M9000は、Oracle Solarisを実行し、メインフレーム級のシステムアーキテクチャを実現します。それは、高可用性 (HA) を目指した、Oracle Solaris 10を実行するシステムアーキテクチャです。しかも、SPARC Enterprise Mシリーズが提供する処理能力は、何段階もの縦方向の拡張 (スケールアップ) を可能にしますが、このような拡張性は、サーバ統合やその他多くの構成要素を展開するのに必要とされます。SPARC Enterprise M4000とM5000サーバがミッドレンジシステムの要件を満たす一方で、SPARC Enterprise M8000とM9000サーバは、ハイエンドのコンピューティングに必要な膨大な処理能力を提供します。

SPARC Enterprise M3000/M4000/M5000/M8000/M9000の機能の多くは、Oracle Solarisと連携して、包括的な統合アーキテクチャへの取り組みに効果をもたらすよう設計されています。この取り組みは、主要なシステムの高可用性を、トータルコストを低く抑えながら実現するためのものです。メインフレームと同じRAS機能が、SPARC Enterprise Mシリーズのサーバには標準で搭載されています。例えば、SPARC64 プロセッサは、1bitエラー時のハードウェア命令リトライによる自動回復や、way単位でのキャッシュの動的縮退をサポート、レジスタはECC/パリティで保護されています。メモリはECC、Extended ECCによるデータ保護、メモリミラーなどを装備しています。また、筐体内のデータパスはアドレス、データ共にECCで保護されているなど、この他にも多数の信頼性機能を装備しています。

何よりも、最も重要なシステムのコンポーネントは冗長化され、活性交換が可能で、可用性と保守性が向上しています。例えば、メモリ、ディスクドライブ、I/Oカード、電源などが冗長化可能です。SPARC Enterprise M8000とM9000では、さらに、CPU、メモリ、サービスプロセッサの活性交換ができます。M8000とM9000は、ほとんどのハードウェア障害から復旧が可能です。ユーザやシステムの機能にはほとんど影響を与えません。ハードウェア障害が起きても、ほとんどの場合、SPARC Enterprise Mシリーズは動作を継続し、影響を最小限に抑えることができます。SPARC Enterprise Mシリーズは、CPUや重要なASICの故障などといった深刻な障害も含め、様々なコンポーネントの故障から素早く回復します。もしCMUが故障しても、システムを継続しながら故障したCMUを交換することができます。以上の特長は、SPARC Enterprise M8000とM9000に備わっています。

CPUの革新的デザインのおかげで、SPARC Enterprise Mシリーズは他のUNIXサーバよりも高い性能を実現しています。と同時に、完全なバイナリ互換や徹底的な投資の保護を、前世代のSPARC Enterpriseシステムの所有者に提供しています。

## 高信頼を実現する設計

Oracle Solarisは、高信頼性に適した設計になっています。小さくてコンパクトなカーネルで構成されているため、オペレーティングシステムの障害や、障害によるプラットフォームのダウンタイムが発生する可能性を抑えることができます。さらに、Oracle Solarisは、カーネルや共有ライブラリ、アプリケーションを明確に区別しますが、これは、アプリケーションの障害による影響を限定的にするためです。加えて、Oracle Solarisは、ほとんどのパッチや、逐次更新されるソフトウェア等を、システムをオフラインにしなくてもインストールできるので、企業や団体はシステムのアップタイムが増えて、保守による負荷を軽減できます。

Oracle Solaris、SPARC64 VI/VII/VII+とSPARC T3プロセッサ、およびSPARC Enterprise MシリーズとTシリーズは、メインフレーム級の信頼性をさらに確実にするための、相互に補完する機能があります。全てのSPARC Enterpriseは、Oracle Solaris Predictive Self Healingによって信頼性が強化されています。またSPARC Enterprise Mシリーズでは、Hardware Partitioning (仮想化の章で説明) が、アップタイムと可用性をいっそう向上させています。

## Oracle Solaris Predictive Self Healing

Oracle Solaris Predictive Self Healingは、先を予測しながらシステムコンポーネントを監視および管理し、企業や団体がITサービスの可用性を最大化するのに役立っています。Predictive Self Healingは、Oracle Solaris 10の革新的な機能のひとつで、ハードウェアやアプリケーションの様々な障害を自動的に診断し、必要に応じて隔離して、障害から復旧します。この機能により、ソフトウェアや主要なハードウェアコンポーネントで障害が発生したり、ソフトウェアの設定誤りなどがあっても、ビジネスクリティカルなアプリケーションや重要なシステムサービスを、継続して実行することができます。Oracle Solaris Fault Manager Architecture (FMA) とOracle Solaris Service Manager Facility (SMF) の二つは、Predictive Self Healingの主要なコンポーネントです。

FMAは、Oracle Solarisが動作するプラットフォーム全体で動作する機能です。FMAは、システムで起きた障害を自動的に診断したり、セルフヒーリングを開始したりすることで管理の複雑さを軽減し、サービスの中断を防ぎます。本機能は、問題が発生したコンポーネントが実際に障害を引き起こす前に、システムから切り離すことで可用性を向上させます。障害が起きてしまった場合は、SMFを使って自動回復とアプリケーションの再起動を開始します。FMAの診断エンジンは、次々と発生するエラーの流れからエラーのパターンを識別して、障害診断を行います。診断に続いて、FMAは特定の障害について対応の仕方を知っているAgent機能に障害情報を提供します。

FMA は、総合的な信頼性と可用性を、すべてのSPARC Enterpriseに提供します。例えば:

- CPUのオフラインは、エラーとみなされたコアとスレッド (ストランド) をオフラインにします。オフラインにされたコアやスレッドは記録され、リブート時はオフラインのままになり、故障したプロセッサが交換されて再び利用可能になった時点で、初めてオンラインに戻ります。
- メモリページ・リタイアメントは、エラーの印が付けられたメモリのページをオフラインにします。エラーのページは記録され、リブート時はオフラインのままになり、故障したメモリが交換されて再び利用可能になった時点で、初めてオンラインに戻ります。

加えて、Oracle Solarisが動作するSPARC Enterprise Mシリーズでは、FMAはサービスプロセッサ、つまりeXtended System Control Facility (XSCF) にも対応しています。XSCFにより、OSが動作していない場合でも、XSCFはシステム内の障害を報告することができます。警告のフォーマットは、あるパーティションで機能しているFMAからのレポートと、全く同じフォーマットです。

SMFはアプリケーションサービスのために標準化された制御メカニズムを提供します。つまり、管理者がアプリケーションの監視や管理を同じ方法で行えるようにします。その結果、万が一アプリケーションサービスを管理者が誤って終了してしまった場合、ソフトウェアのプログラムエラーが原因で中断された場合、あるいは、根本的なハードウェアの問題によって遮断されてしまった場合に、自動的に再開できます。具体的には、SMFは、管理者がOracle Solarisが動作するSPARC Enterprise上で、以下のタスクを簡単に効率良く行えるようにします:

- システム全体にわたるサービスの監視・管理
- 誤った動作や、障害が発生したサービスの特定



- システム管理をroot以外のユーザへ安全に委任
- 依存関係に基づいた適切な順番で、自動的に障害の起きたサービスを再開
- システムのアップグレードやパッチ全般に関して、サービスの有効化/無効化を継続
- レガシーのサービスとの互換性を保持
- バックアップ、リストア、アンドゥ(直前の動作の取消)用のスナップショットを自動的に構成
- 一貫した構成処理の提供

Predictive Self Healingは総合的な信頼性や可用性を、すべてのSPARC Enterpriseで実現します。

### Solaris Memory Page Retirement (メモリページ・リタイヤメント)

Oracle Solaris Predictive Self Healingテクノロジーのフレームワークの一部であるOracle Solarisメモリページ・リタイヤメント(MPR) 機能は、システムを止めることなく、メモリに起きた問題を切り離します。Fault Managerは継続的にハードウェアを検査して、MPRサブシステムにリタイヤメントの必要があるページを通知します。MPRは、修正可能なエラーを含むメモリページや、修正不可能なエラーがある再配置可能なクリーンページを動的にオフラインできます。このとき、ユーザのアプリケーションに影響はありません。さらにMPRは、影響を受けるユーザプロセスに限定的な影響を与えるだけで修正不可能なエラーを含む再配置可能なダーティページを隔離でき、システム全体の機能の停止を防ぎます。MPRをSPARC Enterpriseで利用することで、システムが中断する割合は、35%から40%<sup>1</sup>も削減します。

### 高信頼なメモリサブシステム

Oracle SolarisとSPARC Enterpriseは、一体となってシステムメモリの高い信頼性を提供します。SPARC Enterprise Mシリーズは、以下の機能を持っています:

- **メモリパトロール:** メモリパトロールは定期的にメモリエラーの有無をチェックして、異常なメモリ領域を使用しないようにして、システムやアプリケーションのエラーを未然に防ぐことでシステム信頼性を向上します。
- **Memory Extended ECC:** Extended ECC機能によって、メモリデバイス故障からの回復が可能になります。その結果、バーストリードエラーといったイベントの場合でも処理は続行できます。データは連続していない領域に格納され、また、パリティビットと呼ばれることもある追加のエラー修正コード(ECC) も、シングルビットエラーを検出するために格納されます。
- **メモリのミラーリング:** SPARC Enterprise M4000/M5000/M8000/M9000におけるメモリのミラーリングは、高可用性機能の無償オプションで、可用性要件がとてもししいアプリケーションの実行に適しています。メモリのミラーリングは、書き込みデータを複製し、読み込みデータをメモリミラーのそれぞれの側と比較します。バスまたはデュアルインラインメモリモジュール (DIMM) のレベルでエラーが発生した場合、正常なデータ処理は、もう一方のメモリバスと代替のDIMMセットを使って続行します。

<sup>1</sup> [Assessment of the Effect of Memory Page Retirement on System RAS Against Hardware Faults](#)

## 高信頼なファイルシステム Oracle Solaris ZFS

Oracle Solaris ZFSテクノロジーは、仮想ストレージプールのデザイン、統合ボリュームマネージャ、さらにはデータの整合性に対して革新的なアプローチを行うデータサービスを用い、データ管理を劇的に改善できます。

Oracle Solaris ZFSは、より効率的で最適化されたストレージデバイスの利用を実現すると同時に、信頼性と拡張性を飛躍的に向上させます。物理ストレージは、ストレージプールに対して動的に追加、取り外しが可能です。サービスを中断する必要がなく、今までにない柔軟性が高く、高可用で高性能なストレージ管理を提供します。

Oracle Solaris ZFSは、256ビットのチェックサムによって全データを保護するので、99.9999999999999999%のエラー検出と訂正が行われます。Oracle Solaris ZFSは、絶えずデータを読み、チェックすることで、データに誤りがないことを確実にし、そして、万一（ミラーリング、Oracle Solaris ZFS RAIDZ、またはOracle Solaris ZFS RAIDZ2により保護された）冗長ストレージプールでエラーを検出した場合、Oracle Solaris ZFSは自動的に破損データを修復します。この機能は、費用も時間も消費するハードウェアやソフトウェア障害によるデータの損失からデータを保護し、また、ファイルシステムに関わる作業中に管理者がミスを起こす可能性を減らすことで、システムを継続運用できる高い可用性の実現に貢献します。

Oracle Solaris ZFSソフトウェアは、データを保護するのに必要なデータサービスも提供していますが、これは、従来のストレージシステムで、現在、提供しているものよりはるかに優れています。Oracle Solaris ZFSソフトウェアは、基本的なミラーリングや圧縮、統合ボリューム管理を提供して、コモディティハードウェア上でデータの冗長性を維持することで、ファイルシステムの信頼性を最適化します。

## 高信頼なネットワーク

高信頼で高性能な接続は、企業のITインフラにとって欠かせない要素のひとつです。Oracle Solarisは様々な革新的機能に対応していますが、これらの機能は、仮想化環境においても、ネットワークに関連した障害を検出して修復します。総合的なセキュリティテクノロジーは、データの整合性や全体的なアップタイムの向上に役立っています。

### 冗長ネットワークとネットワークIPのマルチパス化

従来、異なるネットワークのサブネットに接続する複数のネットワークインターフェースをサポートしていましたが、Oracle SolarisとSPARC Enterpriseの組み合わせは、単一のサブネットに接続する冗長ネットワークインターフェースもサポートします。IPのマルチパス化により、フェイルオーバーとIPリンクアグレゲーションの両方が可能になりました。SPARC Enterpriseサーバの可用性と性能を向上させる、冗長ネットワークの重要な機能を以下にまとめました。

- 障害検知: ネットワークアダプタが故障したときに検出し、自動的にネットワークアクセスを代替のネットワークアダプタにスイッチ（フェイルオーバー）する機能
- リカバリ機能: 故障したネットワークアダプタが交換されると、自動的に交換したインターフェースにネットワークアクセスを切り替える(フェイルバック)機能
- アウトバウンド・ロード・スプレッディング: 複数のネットワークアダプタにわたって、送信するネットワークパケットを分散させ、高スループットを実現する機能。負荷が分散されるのは、ネットワークのトラフィックが、複数の接続を使って複数の送信先にフローしているときのみ。

## 仮想ネットワークと I/O のサポート

Oracle Solarisに組み込まれたテクノロジーには、オンチップPCI Expressインターフェースと暗号プロセッサのサポートも含め、SPARC T3プロセッサのコンポーネントやサブシステムをサポートし、仮想化するものがあります。高性能ネットワークアーキテクチャの一部としてマルチスレッドに対応したデバイスドライバが提供されます。その結果、仮想化フレームワークの中で実行するアプリケーションが効率的にI/Oデバイスとネットワークデバイスを共有できるようになり、利用率とROIの最大化を実現します。

## 拡張性と高性能

SPARC Enterpriseは卓越した拡張性と性能を提供します:

- SPARC64ベースのシステム、SPARC Enterprise M9000はTPC-Hの世界記録などを達成しました<sup>2</sup>。
- SPARC T3ベースのシステム、SPARC T3-4は、TPC-Cの世界記録などを達成しました。

Oracle Solaris 10は、SPARC64とSPARC T3プロセッサベースシステムのリソースを最適化するために設計されており、表 2のとおり、優れた拡張性を実現します。

表 2: ORACLE SOLARISの拡張性

拡張性機能	ORACLE SOLARIS 10
64ビットアドレッシング	1996年以降
128ビットファイルシステム	可
最大スレッド数	512
最大メモリ	4 TB
最大ファイルシステムサイズ	16 Exabyte
最大ファイルサイズ	16 Exabyte

Oracle Solarisには、SPARCベースシステムの拡張性と性能を向上させるための機能が多く組み込まれています。

<sup>2</sup> [blogs.sun.com/BestPerf](http://blogs.sun.com/BestPerf)

## マルチスレッドの効率的利用

Oracle Solarisは、SPARC64 VII+とSPARC T3プロセッサのヒエラルキー用に最適化されています。その結果、スケジューラは、利用可能なパイプライン全体にわたって効率的に負荷のバランスを取ることができません。もしあらゆる物理プロセッサストランドを論理プロセッサ（チップ当たり最大64）として見せたとしても、Oracle Solarisは、コアとそのコアが対応するスレッドの間の相互関係を理解して、速くて効率的なスレッドを実現します。独立したソフトウェアのスレッドは、まずプロセッサで分散され、次にプロセッサ内のコアで、その後コア内のパイプラインで分散されます。

## NUMA の最適化—MPO

サーバが大きくなると、搭載するプロセッサやメモリも増え、メモリにアクセスするプロセッサの能力に対する要求は厳しくなります。全てのプロセッサが全てのメモリに、同じレイテンシで直接アクセスすることは困難です。マルチプロセッサのシステムは一般的に、メモリの位置によりアクセス性能が異なります。つまり、プロセッサがメモリ内データへのアクセスをリクエストしているとき、リクエストを行っているプロセッサにメモリバンクが物理的に近い場合は、低レイテンシでアクセスできます。のSPARC Enterpriseは、NUMAアーキテクチャを使った設計になっていて、プロセッサから近いメモリには、最も低いレイテンシでアクセスが可能です。一方、プロセッサから遠いメモリには、比較的高レイテンシでアクセスします。Oracle Solarisのテクノロジーは、特に、アプリケーションがNUMAアーキテクチャ上で性能を向上させるのに役立っています。

Oracle SolarisはMemory Placement Optimization (MPO) を利用して、なるべくプロセッサに近い物理メモリへデータを配置するので、メモリアクセス性能は向上します。MPOによりOracle Solarisは、メモリが確実に可能な限りメモリにアクセスするプロセッサに近くなるように管理しながら、システムとして十分な性能がでるよう、バランスを維持します。その結果、データベースと技術計算アプリケーションの多くは、MPOにより大変高速に実行できます。

## Oracle Solaris の最適化

20年以上にわたりOracle Solarisをアップデートし、機能を拡張し続けたことで、SPARC Enterpriseは世界最高性能を実現しました。同時に、サーバ自身も成長を続けて、テラバイトのメモリや何百というプロセッシングコアに対応しています。強化された主な機能は、以下の通りです：

- Large Pages:** 仮想から物理へのメモリの変換コストを削減し、システム全体の性能を向上します。SPARC64 VII+とSPARC T3プロセッサは最大256 MBまでのページサイズをサポートします。Oracle Solarisは、アプリケーションに変更を加えることなく、ユーザとカーネルのページや命令とデータのページも含め、自動的に様々なコンテキストを使用します。
- Mutexes (mutual exclusion operations):** サーバのサイズが大きくなると、あるスレッドがアクセスを試みたとき、別のスレッドがmutex (相互排他ロック)を保持している可能性が大きいです。mutexの競合が激しくなって性能が制限されることを最小限にするため、Oracle Solarisはバックオフ (backoff) アルゴリズムを適用しますが、このアルゴリズムは、競合するロックをリトライする前にシステムのサイズやプロセッサの特性に合わせて調整します。スレッドやストランドの数が多ければ多いほど、向上したmutexバックオフ・アルゴリズムの効果は大きくなります。
- Intimate Shared Memory (ISM):** ISMにより、プロセスは仮想から物理への変換情報を格納するカーネルのデータ構造を共有でき、TLBミスによるコストを削減できます。さらに、SPARC T3とSPARC64 VII+プロセッサが実装するShared Context と呼ばれる独自の機能は、ISMセグメントに使用され、スレッドがハードウェアTLBキャッシュにある変換情報を共有できるようにして、TLBミスの割合を減らします。

- **Library Optimization:** Oracle Solarisは、memcpy (3C) など、共通のユーティリティ関数の重複した実装が可能で、各関数は異なるSPARCプロセッサに最適化されています。関数のいろいろなバージョンが共有ライブラリ内に保持され、新しいプロセッサが開発されると共有ライブラリは更新されます。また、リンカは、アプリケーション起動時に、現行のプロセッサに基づいて最適なバージョンを動的に選択します。アプリケーションに変更を加えなくても、最新のプロセッサ用に最速のバージョンを入手できます。
- **64-bit Mode:** 64ビットモードにより、拡張精度、大規模データセットのサポート、および、より大きな仮想アドレス領域を提供します。

完成度の高いエンタープライズクラスのサーバは、ミドルウェアやデータベースのために、CPUやメモリ、I/Oのワークロードを効率的に処理します。公式ベンチマークテストに基づき、Oracle SolarisとSPARC64 VII+とSPARC T3プロセッサの高性能が立証されます。大幅な性能の向上は、コアのひとつひとつやマルチコアのマイクロアーキテクチャ全体を最適化することで実現しますが、このような最適化によって、シングルスレッドとマルチスレッドの両方の性能が向上します。結果として、Oracle Solarisのカーネル、および、シングルスレッドまたはマルチスレッドの既存のアプリケーションは、より早く実行できます。コードの変更も再コンパイルも必要ありません。SPARC ベースのシステムで実行するOracle Solarisは、最適化された、エンド・ツー・エンドの性能を実現するデザインになっており、メモリとI/Oのサブシステムのボトルネックを改善したり回避したりします。このことは、数々の世界記録ベンチマークにおいて際立っています。例えば、以下のようなベンチマークです。

### 世界記録の性能<sup>3</sup>

Oracle Database 11gとOracle Solaris、そしてSPARC Enterpriseサーバは、性能と価格性能において世界記録を達成し続けています。

- **TPC-H@3000GB:** SPARC Enterprise M9000が、世界記録の386,478 QphHを達成(ノクラスタ構成)、また価格性能比もUNIXサーバでトップに。<sup>4</sup>
- **TPC-C:** SPARC T3-4が、世界最速の7,646,486.7 tpmCを達成<sup>5</sup>
- **SPECweb2005:** SPARC T3-2が世界記録の 113857 を達成<sup>6</sup>
- **SPECjAppServer2004:** 世界記録の28,648.74 SPECjAppServer2004 JOPS@Standardを達成 (測定環境: Oracle Solaris, Oracle WebLogic 10.3.3 Application Server, Oracle Database 11g Enterprise Edition, 5x SPARC Enterprise T5440(J2EE AppServer)、6x Sun Storage F5100 Flash Array, 1x SPARC Enterprise M9000 (Database Server))

<sup>3</sup> See [www.oracle.com/us/solutions/performance-scalability/sun-sparc-enterprise-servers-069502.html](http://www.oracle.com/us/solutions/performance-scalability/sun-sparc-enterprise-servers-069502.html) for SPARC Enterprise M-Series benchmark information, and [www.oracle.com/us/solutions/performance-scalability/sun-sparc-enterprise-t-servers-078532.html](http://www.oracle.com/us/solutions/performance-scalability/sun-sparc-enterprise-t-servers-078532.html) for SPARC T3 benchmarks. (all records current as of publication date)

<sup>4</sup> [primeserver.fujitsu.com/sparcenterprise/news/article/11/0401/](http://primeserver.fujitsu.com/sparcenterprise/news/article/11/0401/)

<sup>5</sup> [www.tpc.org](http://www.tpc.org)

<sup>6</sup> [www.spec.org](http://www.spec.org)

- **SPECjvm2008 Benchmark:** SPARC T3-2がマルチスレッドJavaベンチマークで世界最速の321 SPECjvm2008 Peak ops/mを達成 (測定環境: SPARC T3-2, Oracle Solaris 10, Oracle's Java HotSpot Virtual Machine (VM) )
- **SAP Two-Tier Sales and Distribution (SD):** 2.88 GHz SPARC64 VIIプロセッサ搭載のSPARC Enterprise M9000とOracle Solarisで、32,000ユーザを達成<sup>7</sup>。(測定環境: SPARC Enterprise M9000 (2.88 GHz/SPARC64 VII, 64 processors, 256 cores, 512 threads), Oracle Solaris 10, SAP Enhancement Package 4 for SAP ERP 6.0 (Unicode))
- **Oracle Business Intelligence Enterprise Edition:** 50,000人、28,000人、10,000人による同時使用へのサポートで、世界記録を達成 (測定環境: SPARC Enterprise T5440, Oracle 11g Database, Oracle Solaris, Oracle Solarisコンテナ, Oracle Solaris ZFS)
- **PeopleSoft Payroll (North America) 9.0 benchmark:** SPARC Enterprise M4000とOracle Flashテクノロジーにより、81%の高速化を実現(測定環境: 4x 2.53GHz SPARC64 VII搭載のSPARC Enterprise M4000, Sun Storage F5100フラッシュアレイOracle 11g Database<sup>8</sup>)

## ネットワーク性能

SPARC Enterpriseで動作するOracle Solarisは、新しい、高度にスケーラブルなTCP/IPスタックを取り入れ、ネットワークのスループットとキャパシティを大幅に増やしました。この革新的なスタックは、パケット処理時のオーバーヘッドを削減することでパケット処理を高速化します。進化したデザインは、ネットワーク上の多くのアプリケーションの性能を約50%改善します。ユーザは、アプリケーションのコードを一行も書き換える必要はありません。この結果得られた効率性は、向上した拡張性によるコストダウンを促進し、ユーザのシステムはより多くの接続が可能になるばかりでなく、ネットワークのスループットがサーバのCPU数やNICの数に比例して増加することを可能にします。Oracle Solaris 10 TCP/IPスタックは、10 Gigabit Ethernetとハードウェアから解放されたテクノロジー用にチューニングされています。

## セキュリティ

Oracle Solarisは、ネットワーク全体にわたって最先端のセキュリティシステムを実現します。このセキュリティシステムは、ユーザがファイルにアクセスする方法やシステムデータベースを保護する方法、システムリソースを使用する方法を制御します。統合したセキュリティサービスおよびアプリケーションから、強化された暗号アルゴリズム、さらには、ネットワーク保護のためのエンタープライズ・ファイヤーウォールに至るまで、Oracle Solarisは、オペレーティングシステムのセキュリティ標準を、すべてのレイヤーでセキュリティのニーズに取り組むことで高く設定しています。例えば、以下で説明するように、SPARC Enterprise Tシリーズの組み込みセキュリティ機能や暗号化機能と共に作用するように最適化されています。拡張セキュリティ機能、例えば、認証、データの整合性、データの機密性、シングルサインオンと言った機能が利用可能です。この

<sup>7</sup> <http://www.sap.com/solutions/benchmark/index.epx>

<sup>8</sup> [blogs.sun.com/BestPerf/entry/oracle\\_peoplesoft\\_payroll\\_sun\\_sparc](http://blogs.sun.com/BestPerf/entry/oracle_peoplesoft_payroll_sun_sparc)

結果、改ざん、スヌーピング、盗聴によって、データや関連するトランザクションが危険にさらされることはありません。

- Oracle Solaris 10の提供するセキュリティ機能は、もともとOracleのTrusted Solaris OSに搭載されていたものです。Oracle Solaris 10は、箱から取り出してすぐに（追加設定なしで）、安全な環境を実現します。また、必要に応じてさらにセキュアにしたり、セキュリティを最小化したりして、システムやアプリケーションが危険にさらされるリスクを減らすことができます。
- Oracle Solaris 10は、RBAC、Process Rights Management、最小権限を提供します。これらのテクノロジーは、ユーザやアプリケーションにタスクを行うのに必要最小限の機能だけを認めることで、セキュリティのリスクを軽減します。システム管理者は、膨大な数の権限を、システムのあるプロセスに設定したり、または設定を外したりすることで、効率的にセキュリティポリシーを確立します。悪意のある攻撃を受ける可能性を最小限に抑え、データへのアクセスを制御するなど、確実にセキュリティ要件を遵守します。
- Oracle Solaris 10におけるラベルを使用したセキュリティ設定のオプションとして、Oracle Solaris Trusted Extensionsは、データ所有者から分離したデータセキュリティポリシーの設定を提供します。

## SPARC Enterprise T シリーズと Oracle Solaris

SPARC Enterprise MシリーズとTシリーズのサービスプロセッサは、本体装置の外からセキュリティを提供します。サービスプロセッサは、デフォルトでシリアルポートのみが有効な状態です。アカウントのセキュリティのために、RBACも実装しています。ユーザは、特別な役割を割り当てられ、業務に沿ってアクセスや機能を制限されます。Mシリーズでは、このような制御は、個々のハードウェアパーティションでも行われます。これには、Oracle Solaris 10の最小権限機能と同じ効果があります（詳細は後述）。

SPARC T3プロセッサは、専用の統合化された暗号アクセラレータユニットひとつを、8つのコアそれぞれが持つ設計になっています。つまり、統合化された暗号アクセラレーションによって、Oracle Solarisのアプリケーションは安全に実行できるので、別の暗号化プロセッサに追加費用をかける必要がなく、安全なオペレーションのために性能を代償にする必要はありません。

SPARC T3プロセッサは、対称的なキーがベースの暗号・復号メカニズムを導入することで、アルゴリズムのサポートを拡張しています。暗号・復号メカニズムには、例えば、Data Encryption Standard (DES)、Triple DES (3DES)、Advanced Encryption Standards (AES-128, AES-192, and AES-256)、RC4があり、同様に、ハッシングオペレーションには、Message Digest 5 (MD5) アルゴリズム、SHA1、SHA256が、また、Elliptic Curve Cryptography (ECC) メカニズムには、ECCp-160やECCb-163アルゴリズムがあります。オンチップのRandom Number Generatorは、暗号アプリケーション用に、ランダムな数字の生成オペレーションをサポートしています。

RSAオペレーションは、Secure Sockets Layer/Transport Layer Security (SSL/TLS) フルハンドシェイクの重要な要素のひとつです。SPARC T3プロセッサの各コアには、Modular Arithmetic Unit (MAU) が含まれていますが、これは、RSAやDigital Signature Algorithm (DSA) のオペレーションをサポートするものです。

## Oracle Solaris Cryptographic Framework Library

Oracle Solaris Cryptographic Framework (図1) は、利用者に影響のない方法で、暗号化サービスをアプリケーションやカーネルモジュールに提供します。これにより、ダイレクトな暗号化サービス、例えば、ファイルの暗号・復号が可能になります。ユーザレベルのフレームワークは、暗号化サービスをお客様のアプリケ

ーションやエンドユーザのコマンドに提供する役目があります。カーネルレベルのフレームワークは、暗号化サービスをカーネルモジュールやデバイスドライバに提供します。どちらのフレームワークも、開発者と利用者に対しソフトウェアに最適化された暗号化アルゴリズムへのアクセスを提供します。

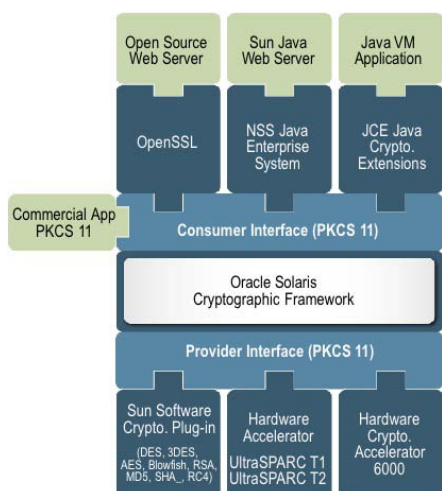


図1: Oracle Solaris Cryptographic Frameworkは標準化されており、拡張可能です - 現行の、そして将来選択するかもしれない暗号化技術を簡単にプラグイン可能で、ハードウェア機能とソフトウェア機能を活用することができます。

Oracle Solaris Cryptographic Frameworkは、暗号化サービスをカーネルレベルやユーザレベルのフレームワークを提供するだけでなく、ソフトウェア暗号モジュールもいくつか提供します。Oracle Solaris Cryptographic Frameworkは、Kernel SSLプロキシ (KSSL) を継続的に組み込んでいます。KSSLは、ユーザのアプリケーションをSSL処理から解放し、SPARC T3プロセッサで利用可能なものなどの、ハードウェアアクセラレータを透過的に活用できるようにします。

Oracle Solaris Cryptographic Frameworkは、PKCS#11業界標準を実現します。また、デフォルトのJava Cryptographic Extension (JCE) プロバイダとして、Oracle SolarisのJavaアプリケーションにアクセス可能です。OpenSSLアプリケーションは「pkcs11」OpenSSL ENGINEを利用して、暗号化アルゴリズムをOracle Solaris Cryptographic Frameworkにオフロードできます。Mozilla Network Security Services (NSS) APIを使っているアプリケーションは、PKCS#11を介して暗号フレームワークを使うような構成にすることができます。これは、暗号化サービスを、ユーザとアプリケーションに対して、コマンドやユーザレベルのプログラミングインターフェース、カーネルのプログラミングインターフェース、そしてユーザレベルとカーネルレベルのフレームワークを通して提供します。

Oracle Solaris Cryptographic Frameworkは、システム管理者と開発者の両方に利するような性能とセキュリティを提供することができます。例えば、アプリケーションとディレクトリサービスは、Javaまたはその他の開発環境から、標準のインターフェース (PKCS#11プロバイダ) に対してプログラムでき、SSL、トークンカード、またはデータのレポジトリとビジネスロジックレイヤー間の安全なネットワークを使った移動などに、幅広いハードウェア暗号化アクセラレータを最大限活用できます。

今までに述べた暗号化APIのいずれかを利用するアプリケーションでは、暗号化ルーチンのパフォーマンスは、再コンパイルしなくても自動的に向上します。専用の暗号化ライブラリを利用するアプリケーションにとって、再コンパイルを行うこと、または、前述のAPIのどれかへリンクすることは、暗号化ルーチンのハードウェアアクセラレーションが完全に実行されることを確実にします。注目すべきは、Oracle Solarisのシステムサービスの多く、例えば、IPSec/IKEやKerberos認証などは、すでにCryptographic Frameworkを活用しており、自動的にSPARC T3プロセッサの提供するハードウェアアクセラレーションを利用していることです。



## セキュリティ攻撃からシステムを守る

また、Oracle SolarisはSPARC T3の機能を活用し、アプリケーションコードがアプリケーションのスタックから実行できません。このタイプの攻撃はスタックスマッシングとして知られており、普通なら権限のないアプリケーションがアクセスできないメモリやプロセスに、アクセスできてしまうことで起きる問題です。このような攻撃を防ぐには、Oracle SolarisとSPARCのチップセットが協力する必要があります。この保護は、OSの64ビットのアプリケーション全てに対し自動的に行われ、従来の32ビットのアプリケーション全てにも、簡単なシステム構成の設定を行うことで利用可能です。

## 最小特権

ほとんどのUNIXオペレーティングシステムは、多数あるシステムプロセスをルート特権で実行します。このようなプロセスは、他のプロセス、メモリ、I/O装置などを読み込んだり、修正したりできます。システムプロセスにタスクを実行する能力を与える一方で、システム内の他の保護された部分に対する不必要なアクセスも起きてしまいます。ソフトウェアの不正アクセスの多くが、バッファのオーバーフローやデータ破損のようなバグを介してスーパーユーザ (superuser) としてマシンにアクセスします。この問題に対して、Oracle Solaris 10には、新しい最小権限モデルがあります。これは、ある特定のプロセスに、スーパーユーザ権限のサブセットのみを与え、全ての権限への完全なアクセスを認めないというものです。

最小特権モデルは、Trusted Solaris開発経験の中から、その際に使われたセキュリティの強固なモデルとして発展したものです。Oracle Solaris 10の最小特権モデルにより通常のユーザにとって便利になった作業には、ファイルシステムのマウント、若い番号のポートに拘束するデーモンプロセスの開始、ファイルのオーナーシップの変更などがあります。最小特権モデルは、以前なら完全なルート権限で実行していたようなプログラムによるアクセスも制限します。ルート権限が必要なタスクは、例えば、1024より下のポートに割り当てたり、利用者のホームディレクトリに対しリード/ライトを行ったり、Ethernetデバイスにアクセスしたりをするために実行するプログラムです。完全なルート権限で実行するsetuidルートバイナリやデーモンは、最小特権モデルではほとんど必要でないため、完全なルート権限によるセキュリティ不正アクセスはなくなりました。バッファのオーバーフローのようなプログラムのエラーによる損傷は、非ルートユーザに含まれます。非ルートユーザは、保護されたシステムファイルへのリード/ライトやマシンの停止といった、重要な機能へのアクセスができません。

## 富士通サーバの仮想化機能

企業サーバの利用者に必要なのは、サーバの仮想化や統合を行う上での選択肢です。アプリケーション、OS、ネットワークの仮想化方法に関して、柔軟性は欠かせません。SPARC Enterpriseは、包括的な仮想化を提供して、このようなエンタープライズコンピューティングに関わる顧客のニーズに対応しています。SPARC Enterpriseはトップクラスのプラットフォームであり、ハードウェアパーティショニング機能を持っています。この機能は物理コンポーネントの隔離性を提供し、独立したオペレーティングシステムを実行できます。

仮想化によってリソースの利用率を高めることで、より多くの処理を既存のITインフラストラクチャで行うことが可能です。昨今、サーバの実力は増大し続け、すでに単一のアプリケーションスタックに必要な能力をはるかに越えています。そのような状況の中で、TCO削減効果のある仮想化は、なくてはならない技術のひとつになりました。仮想化は、レガシーのアプリケーションの統合を促進して、複数の時代遅れのハードウェアプラットフォームから、より少数の、最新で強力かつエネルギー効率の良いサーバへと集約します。仮想化は、現在使われているアプリケーションを利用率の低いサーバから、より強力な最新サーバへ移行することを促進し、スペース、電力の供給、冷却、保守を行うサーバの数を削減するのに役立ちます。利用率のレベルを高めることで非効率性を改善し、スペースや電力、冷却の危機的状況を緩和します。企業や団体は、ますます仮想化を利用してビジネスのアジリティを向上させていますが、これによって、より速く、より柔軟に、ビジネスの目標達成を支援するITサービスを提供します。

Oracle Solarisがサポートする仮想化テクノロジーによって、複数のOS (とアプリケーション) インスタンスを同一のサーバ上で実行することが可能です。その一方で、各インスタンスは自分のハードウェアリソースを持っていると錯覚します。このような機能が、Oracle SolarisとSPARC Enterpriseに組み込まれています。つまり、追加費用なく、仮想化機能を利用可能です。

- ハードウェアパーティショニングは、特定のSPARC Enterprise上で提供されます。この機能によって、サービスを停止することなく、システムのコンポーネントを物理的に活性交換・増設することが可能です。ハイブリッドの仮想化は、ハードウェアパーティショニングとSolarisコンテナを組み合わせることで実現します。
- Oracle VM Server for SPARCが提供する分割と仮想化のハイブリッドは、CMTテクノロジー独自の長所を余すことなく活用し、より最適化の進んだ仮想化マシン環境を実現します。同時に、SPARCハードウェアプラットフォームとOracle Solarisのあらゆる利点を、バイナリ互換も含めて利用できます。
- Oracle Solarisコンテナは、複数の仮想Oracle Solaris環境が安心して同一のOSインスタンスを共有できるように、セキュリティとリソースの隔離を提供します。また、Oracle VM Server for SPARCとハードウェアパーティショニング機能と組み合わせることで、SPARC Enterprise全モデルのセキュリティや利用率を高めます。

ハードウェアパーティショニングやOracle VM Server for SPARC、Oracle Solarisコンテナなど、富士通の仮想化は、すべてマルチスレッド化されており、性能と利用率を最大化します。

### Oracle VM Server for SPARC

Oracle VM Server for SPARCは、以前はLDomsと呼ばれていました。この機能は、組み込みのSPARCハイパーバイザーを利用して、プラットフォームのリソース (CPU、メモリ、ネットワーク、ストレージ) を、論理 (または仮想) ドメインと呼ばれるパーティションを作成することで分割します。各論理ドメインは、独立したオペレーティングシステムを実行することができます。Oracle VM Server for SPARCが提供する柔軟性によ

って、複数のOracle Solaris インスタンスを、同時に、単一のプラットフォーム上に展開します。Oracle VM Server for SPARCは、さらに、最大で128の仮想サーバをひとつのシステム上に構成し、CMTアーキテクチャによる膨大な規模のスレッドを活用します。SPARC Enterprise Tシリーズは、Oracle VM Server for SPARCの使用権 (RTU) が付与されており、当ソフトウェアはインストール済みです。

Oracle VM Server for SPARCは、SPARC T3プロセッサのCMT機能とOracle Solarisを一体化します。この組み合わせにより、柔軟性の向上、ワークロード処理の隔離、サーバ利用率の最大化を促進します。データセンターをより機動的にするため、Oracle VM Server for SPARCドメインは、物理サーバ間を移動できます。また、CPU、仮想I/Oデバイス、メモリ、暗号ユニットなどのシステムリソースは、動的に再構成が可能です。

Oracle Solarisを実行するSPARC Enterprise Mシリーズは、他をリードするプラットフォームで、ハードウェアパーティショニング機能を持っています。この機能は、独立したオペレーティングシステムを実行するのに必要な、物理リソースの隔離を実現します。また、お客様の多くは、すでに、アプリケーションの隔離にOracle Solarisコンテナを使ったことがあります。Oracle VM Server for SPARCは、OSの隔離に関する別の重要な機能があります。この機能のために利用者は柔軟に、複数のオペレーティングシステムを同時に単一のSPARC Enterprise Tシリーズ上に、より細かいサーバ資源の粒度で展開できます。SPARC CMTプロセッサについては、自然なレベルの粒度は実行スレッドということになります。タイムスライスを行ったマイクロ秒の実行リソースではありません。CPUスレッドは、それぞれ独立した仮想プロセッサとして扱うことができます。スケジューラがCPUに組み込まれているので、ハイパーバイザーにおいて、スケジューリングのために余分なオーバーヘッドは必要ありません。持つのはただひとつのソフトウェアスケジューラ、つまりSolarisスケジューラで、これを使ってワークロードを仮想CPUにディスパッチします。仮想CPUは、事実上、物理CPUのスレッドです。Oracle VM Server for SPARCは、オーバーヘッドの小さい、より高性能で拡張性がある仮想化ソリューションです。

企業や団体は、Oracle SolarisコンテナとOracle VM Server for SPARCを、SPARC Enterprise Tシリーズの画期的な省スペースと省エネと組み合わせて、より機動力があり、レスポンスの良い、低コストの環境を実現します。

## Oracle Solaris コンテナ

Oracle Solaris 10を実行するSPARC Enterpriseは、すべてOracle Solarisコンテナをサポートしています。Oracle Solarisコンテナは、柔軟性のあるソフトウェアの定義に沿って、ソフトウェアアプリケーションとサービスを隔離します。Oracle Solarisコンテナは、仮想化とソフトウェアパーティショニングを提供し、一つのOracle Solarisインスタンスから、特定の目的のために実行環境を多数作成することを可能にします。

仮想マシンとは違って、Oracle Solarisコンテナは、OSレベルの仮想化を複数の物理マシンというよりも複数のOSインスタンスに見せることで実現します。コンテナ間の分離は、ハードウェアアーキテクチャやソフトウェアの命令セットのエミュレートといった、CPUに負荷が集中するタスクより、むしろ、システムコールの範囲を制限することで達成されます。そして、これにより、何百、何千のOracle Solarisコンテナを単一のシステムに作成することが可能になるのです。オーバーヘッドがごくわずかなために、パーティショニングや仮想マシンとは異なり、作成できるOracle Solarisコンテナの数は非常に多くなります。例えば:

- 個々の開発者は、安全で、孤立したテスト環境を使えます。
- サービスプロバイダは、Webサーバの隔離されたインスタンスかデータベースのインスタンスを提供できます。

個々のOracle Solarisコンテナにアプリケーションを割り当てることで、管理者は、統合されたサーバ内の権利やリソースを、細かな粒度で制御できます。Oracle Solarisコンテナは、従来の仮想マシンに比べてオーバーヘッドがほとんどなく、アプリケーションが利用可能なサーバ資源を最大化します。企業や団体は、安全に、より効率的に、アプリケーションを単一のサーバ上に統合できます。CPU、物理メモリ、ネットワークの帯域幅などのサーバ資源は、一時的にひとつのアプリケーション専用を使い、次の瞬間には、あるインスタスの他のものと共有することができます。すべてにおいて、アプリケーションを移動したり、システムやOracle Solarisコンテナの存在するハードウェアパーティションを再起動したりする必要はありません。

## ハードウェアパーティショニングと動的再構成

Oracle Solarisを実行するSPARC Enterprise M4000/M5000/M8000/M9000にとって、利用可能なハードウェアリソースを小さな論理システムにパーティション化する機能は重要です。SPARC Enterprise M4000/M5000/M8000/M9000は、ハードウェアを物理的に分割する技術をハードウェアパーティショニング機能として実現します。SPARC Enterprise M4000/M5000/M8000/M9000上で多数のハードウェアパーティションをインスタンス化すると、システムは複数の電子的に隔離されたパーティションになります。各ハードウェアパーティションは、Oracle Solaris独自のインスタンスを実行します。隔離はハードウェアに対してあらゆる点でインスタンス化されるので、あるハードウェアパーティションにおけるソフトウェアの変更、再起動、潜在的な障害が、他のドメインで実行しているアプリケーションに影響しないような構成にすることができます。SPARC Enterprise M4000/M5000/M8000/M9000は、最大24個のハードウェアパーティションが可能（M9000の場合）で、各パーティションには、構成可能な数のCPU、メモリ、ディスク、それにPCI ExpressやPCI-XスロットなどのI/Oリソース、さらにネットワークが含まれます。

ハードウェアパーティショニングをOracle Solarisコンテナと一緒に使用すれば、より精密にリソースを制御したり、簡単に複数のアプリケーションをひとつのパーティションに統合したりできます。すでに述べたように、Oracle Solaris 10のOracle Solarisコンテナ機能は、複数の、ソフトウェアによって隔離されたアプリケーションが、単一のサーバかハードウェアパーティションで実行できるようにする機能です。

動的再構成は、ハードウェアパーティション間でのリソースの動的再割り当てや均衡化を可能にします。このテクノロジーを活用することで、SPARC Enterprise M4000/M5000/M8000/M9000のハードウェアコンポーネントを、物理的または論理的に再構築することが可能です。再構築の間もシステムは動作を続け、アプリケーションは利用可能です。このように高度なリソースの柔軟性は、パーティションかプラットフォームの管理者がシステムを簡単に再構成することを可能にします。再構築は、リソースを供給して、変化するワークロードのニーズに合わせるために行われます。災害復旧 (Disaster Recovery) を使って、システムはオンラインのまま、故障あるいはアップグレードしたハードウェアコンポーネントを、取り外したり取り替えたりすることもできます<sup>9</sup>。CPU、メモリ、I/Oデバイスは、動的再構成によって追加したり、削除したりできます。

---

<sup>9</sup> 富士通SPARC Enterprise M4000、M5000、M8000、M9000は、動的再構成を行って論理的にシステムリソースをドメイン間で移動することができます。さらに、富士通SPARC Enterprise M8000とM9000は、ホットスワップ操作を行って物理的にCMUをシャーシに着脱することができます。

## まとめ

SPARC Enterprise上で動作するOracle Solarisは、拡張可能な性能、高度な信頼性、そして仮想化を追求した、ミッションクリティカルのエンタープライズ級OSとして、非常に完成度の高いものであることを実証し続けてきました。その完成度の高さは、特に、企業用アプリケーションをデータセンターに展開するときに発揮されます。Oracle Solarisと革新的なSPARC Enterpriseの組み合わせは、信頼できる、可用性の高い、確かなソリューションを必要としている企業が求めるITインフラを実現します。

Oracle Solarisは、20年以上にわたって積み上げたSMPの専門技術を使って、非常に大きなマルチコア処理環境において実証された性能を追求しています。開発者もシステム管理者も同じように、SPARC Enterpriseシステムを使ってデザインされたシステム上で実行するOracle Solarisを利用し、性能や信頼性、スループットを向上できます。

エンタープライズアプリケーションや高性能計算アプリケーションを実行する場合や、複数の小さいサーバを統合する場合に、ITシステムは、スムーズにインテリジェントに拡大し、岩のように強固なセキュリティや事実上ノンストップの信頼性を提供する必要があります。SPARC EnterpriseとOracle Solarisは、いずれも、エンタープライズアプリケーションやミッションクリティカルアプリケーションにとって、選択すべきテクノロジーとして広く認識されています。

本書で説明した個別の製品やテクノロジー、機能のそれぞれについての詳細は、次ページを参照してください。

## URL

以下は、本書に関連する有用な情報が掲載されているリンクです。

### 製品関連

---

Oracle Solaris	<a href="http://primeserver.fujitsu.com/unix/soft/opt/os-10/">http://primeserver.fujitsu.com/unix/soft/opt/os-10/</a>
Fujitsu SPARC Enterprise	<a href="http://primeserver.fujitsu.com/sparcenterprise/">http://primeserver.fujitsu.com/sparcenterprise/</a>

---

### 詳細な技術情報

---

技術情報 Technical Park	<a href="http://primeserver.fujitsu.com/sparcenterprise/technical/">http://primeserver.fujitsu.com/sparcenterprise/technical/</a>
---------------------	---

---