

SAN環境の中核を成す「SANRISEシリーズ」

—その特徴と機能—

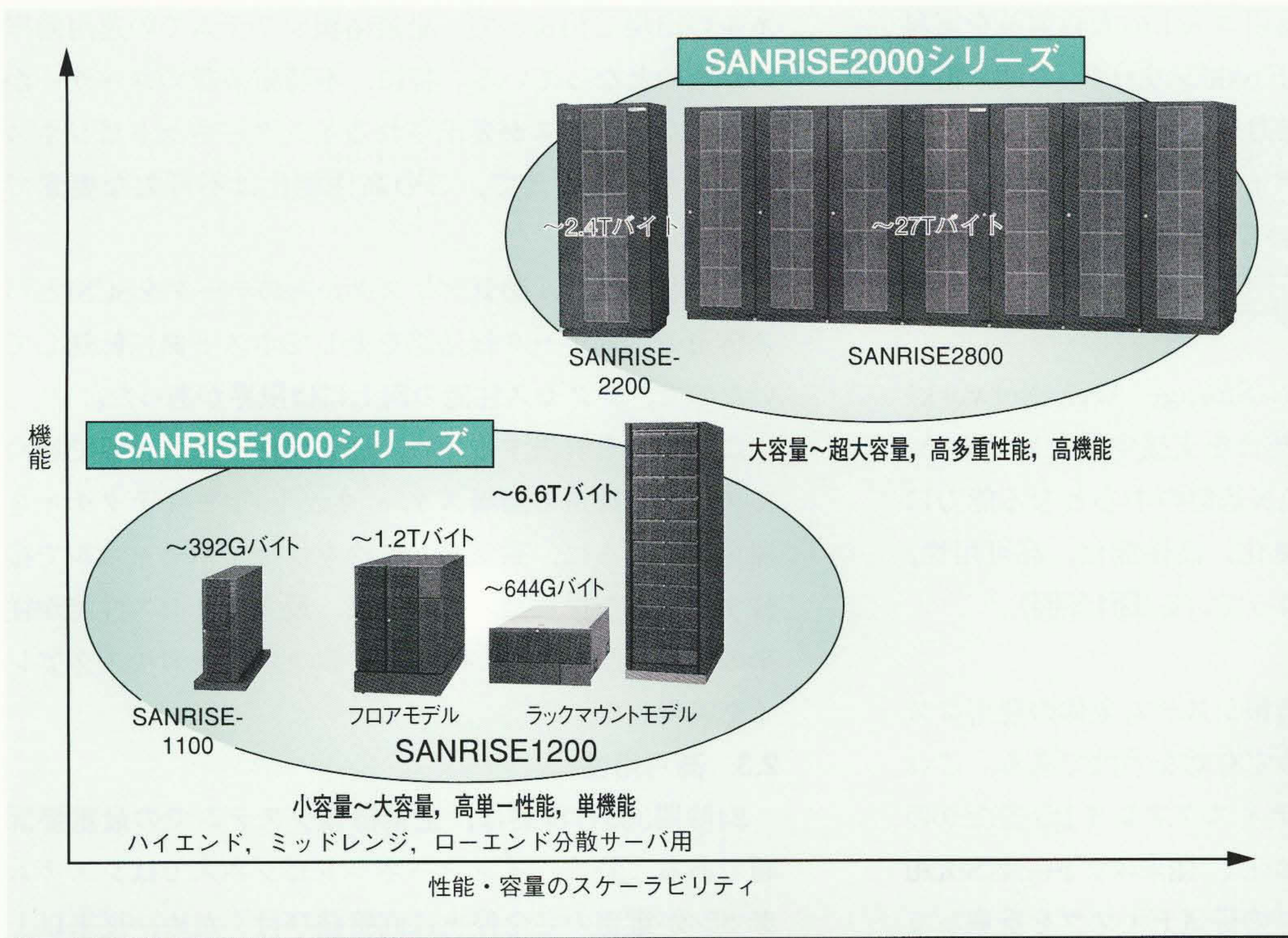
Characteristics and Functionality of “SANRISE Series” As a Core of SAN Environments

黒須康雄 Yasuo Kurosu

高松久司 Hisashi Takamatsu

小林正明 Masaaki Kobayashi

佐藤雅彦 Masahiko Satô



「SANRISEシリーズ」の位置づけ

SANRISE2000とSANRISE1000の両シリーズのラインアップにより、性能・容量のスケラビリティと機能の両面で、ハイエンドからローエンドまでをカバーしている。

インターネットの急速な普及に伴って、ディスクストレージを取り巻く環境が大きく変化してきている。ディスクストレージに対するユーザーのニーズとしては、従来の容量や性能、信頼性に加えて、ストレージを統合するためのスケラビリティやストレージレベルでのデータ管理機能の充実などがある。ディスクストレージは、単純な補助記憶装置から高度なインテリジェント機能を持った記憶処理システムへと、ユーザーのニーズや社会状況の変化とともにその役割が変化してきている。

このようなニーズにこたえて、日立製作所は、従来のディスクアレイ製品に比べて、スケラビリティとデータ管理機能を大幅に向上させた「SANRISEシリーズ」を開発し、製品化している。

1 はじめに

インターネットが急速に普及し、これを基盤とするEC（電子商取引）などの新規ビジネスが本格的な実用化段階を迎えるにしたがって、ネットワーク上を流れる膨大なデータを迅速に処理するために、各企業は、合併や提携などを含む情報システムの統合を推進している。

そのため、ディスクストレージシステムでも、データを全社規模で統合し、一元化するために、容量と性能面での高いスケラビリティや、高度のストレージ運用を支援するための、ストレージレベルでの各種インテリジェント機能などを望む声が従来にも増して強まって

いる。

日立製作所は、このようなニーズにいち早く着目して、1993年からディスクアレイを製品化し、オープンシステムとメインフレーム両分野で高い評価を得ている。¹⁾ 1999年7月には、統合ストレージソリューション“Storeplaza”を提案した。

日立製作所のディスクアレイサブシステム「SANRISEシリーズ」は、大容量～超大容量・高多重性能・高機能の「SANRISE2000シリーズ」と、小容量～大容量・高単一性能・単機能の「SANRISE1000シリーズ」から成っている。

「SANRISE2000シリーズ」は、ファイバチャネルイン

タフェースを装備した大容量・高性能ディスクドライブの搭載と、世界で初めてディスク アレイ サブシステムに階層スター ネットワーク アーキテクチャを採用することにより、大規模ストレージ統合時にも安定したアクセス性能を提供し、導入と運用コストの大幅削減を実現したものである。「SANRISE1000シリーズ」では、従来機“DF400”に比べて、処理能力をさらに高めている。

ここでは、日立製作所のディスク アレイ サブシステム「SANRISEシリーズ」について述べる。

2 SANRISE2000シリーズの特色

企業情報システムでのSAN(Storage Area Network)技術を適用したストレージ統合を支援するため、SANRISE2000シリーズでは、SAN基盤の中心となる能力に加えて、下記のような大容量化、高性能化、高可用性、および運用容易性の強化を図っている(図1参照)。

2.1 大容量化

ストレージ統合は、企業情報システム全体の運用コストを低減するために、きわめて有効な手段である。これを効果的に実現するには、ディスクアレイ1台当たりの大容量化が必要である。しかし、従来は、SCSI(Small Computer System Interface)の磁気ディスクを搭載していたので、少ない接続台数に制限されていた。

このため、73 Gバイトの大容量磁気ディスクを世界で初めて採用するとともに、接続台数を大幅に拡張するために、ファイバチャネルを介して磁気ディスクを制御できる「ファイバチャネル制御方式」を新たに開発した。これらにより、磁気ディスク自体の記憶容量と磁気ディスクの接続台数をおのおの2倍に拡大している。この結果、

最大記憶容量が27 Tバイトと、世界最高水準の大容量ディスクアレイを実現している。

2.2 高性能化

ストレージの高性能化は、ギガビット級のファイバチャネルの出現と相まって、企業情報システムでの運用効率のかなめとなっている。特に、不特定多数のユーザーから迅速なアクセスが要求されるインターネットビジネスを成功させるうえで、この高性能化は不可欠な要素である。

しかし従来は、磁気ディスクからのデータをSCSIとバス構造の内部データ転送路を介してホスト側に転送していたので、アクセス性能の向上には限界があった。

この課題を解決するため、日立製作所は、世界で初めてスイッチ構造の階層スター ネット アーキテクチャを開発し、さらに、磁気ディスクをファイバチャネルで接続する構成を採った。この結果、最大アクセス性能が従来の5倍以上速い、世界最高水準の高性能ディスクアレイを実現した。

2.3 高可用性

24時間365日稼働は、企業情報システムでの最重要課題である。特に、インターネットビジネスではシステムダウンが業務の完全停止に直接結び付くため、従来以上に重要性が増している。同様の理由で、故障時の性能低下や故障部品の交換時間の問題も顕在化している。

このため、従来の主要コンポーネントの多重化や運転中の増設・交換可能な構成に加え、階層スター ネット アーキテクチャによる多重スイッチ構造により、故障時のデータ転送路の性能低下を従来の約 $\frac{1}{10}$ に抑えている。この結果、24時間365日稼働はもとより、故障時の性能低下を最小限に抑えうる高信頼ディスクアレイを実現した。

2.4 運用容易性

ディスクアレイのインテリジェント機能と高接続性は、SAN環境の企業情報システムの運用効率を左右する。特に、複数のベンダの装置で構成する、いわゆるヘテロジニアスなSAN環境では、この効果は顕著である。

このため、バックアップや障害回復などストレージの運用管理を容易にするインテリジェント機能をディスクアレイに用意した。また、さまざまなメーカーのメインフレームをはじめ、著名なUNIXサーバ^{※)}やパソコンサーバ、スイッチ、ハブなどとの接続を保証している。この

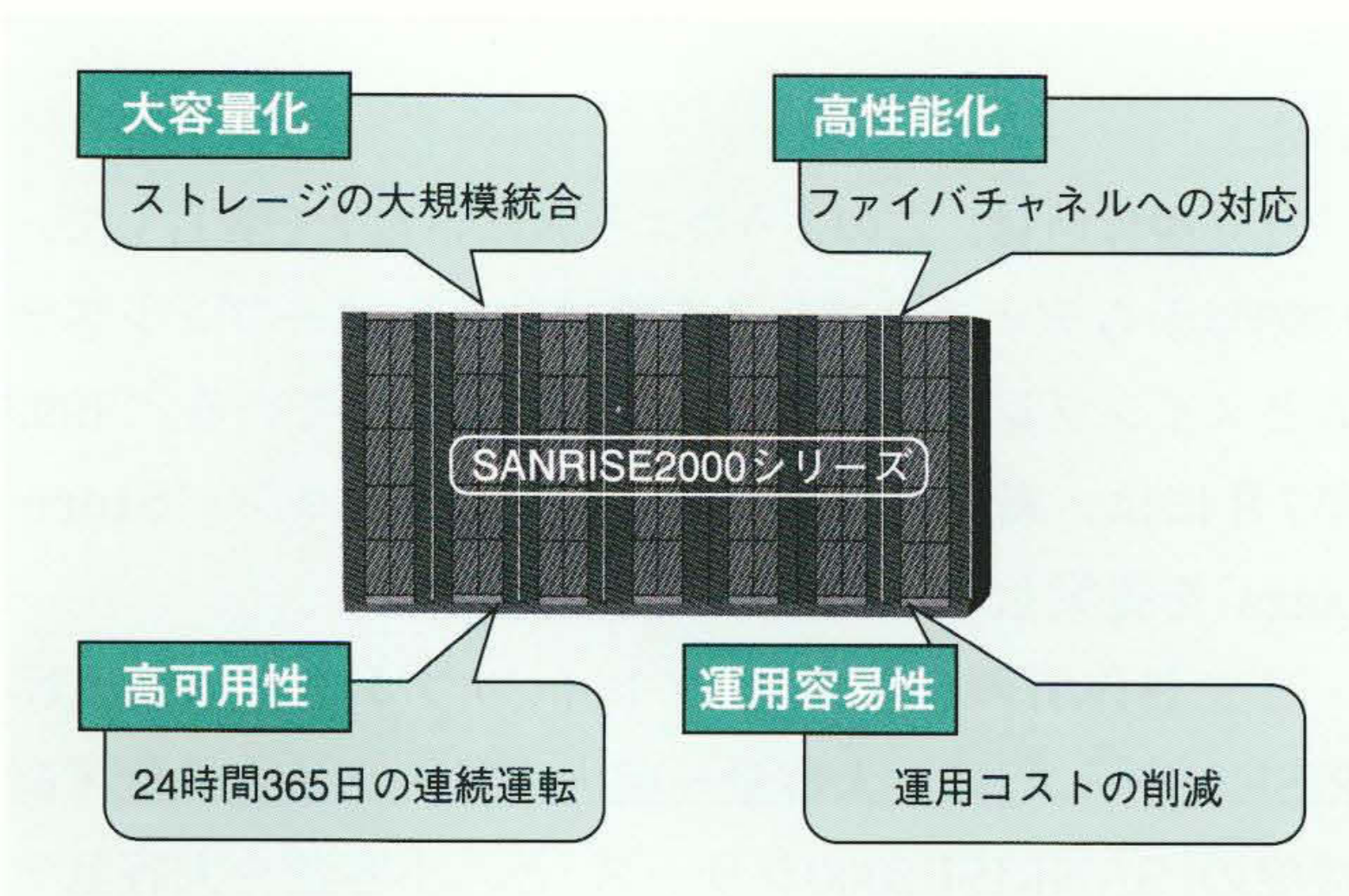


図1 SANRISE2000シリーズの開発コンセプト

SANRISE2000シリーズでは、ストレージ統合を容易に実現するため、世界最高水準の大容量化、高性能化、高可用性、および運用の容易性を提供している。

※) UNIXは、X/Open Company Limitedが独占的にライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標である。

結果、ヘテロジニアスなSAN環境に対応したインテリジェント ディスク アレイを実現している。

3

SANRISE2000シリーズにおけるソリューション、ソフトウェア

3.1 SANソリューションでの位置づけ

日立製作所の統合ストレージソリューション“Store-plaza”では、SANRISE2000シリーズをSANソリューションの中核的な記憶装置として位置づけている(図2参照)。このシステムでは、企業情報システムのすう勢となっているストレージ統合はもとより、ストレージの運用管理を容易にする災害対策、障害対策、データ共用、リソース管理などのSANソリューションを提供している。

- (1) 災害対策では、地震や火災に備えて、遠隔地のサイトに実時間でコピーを取っておき、実際に災害が発生すると、遠隔地のサイトに業務を切り替える。
- (2) 障害対策では、ディスクアレイの故障に備えて、定期的にディスクアレイ内の業務データをテープライブラリなどにバックアップし、実際に故障が発生すると、テープライブラリからリストアする。
- (3) データ共用では、メインフレーム側で処理中の業務データをリアルタイムにオープンサーバで分析する、いわゆるデータウェアハウスなどを実現する。
- (4) リソース管理では、1台のコンソールから、ストレージ管理や機密保護、障害管理など、SAN環境を集中管理する。

SANRISE2000シリーズでは、ホストの基幹業務を妨げることなく上記のソリューションを実行するため、リ

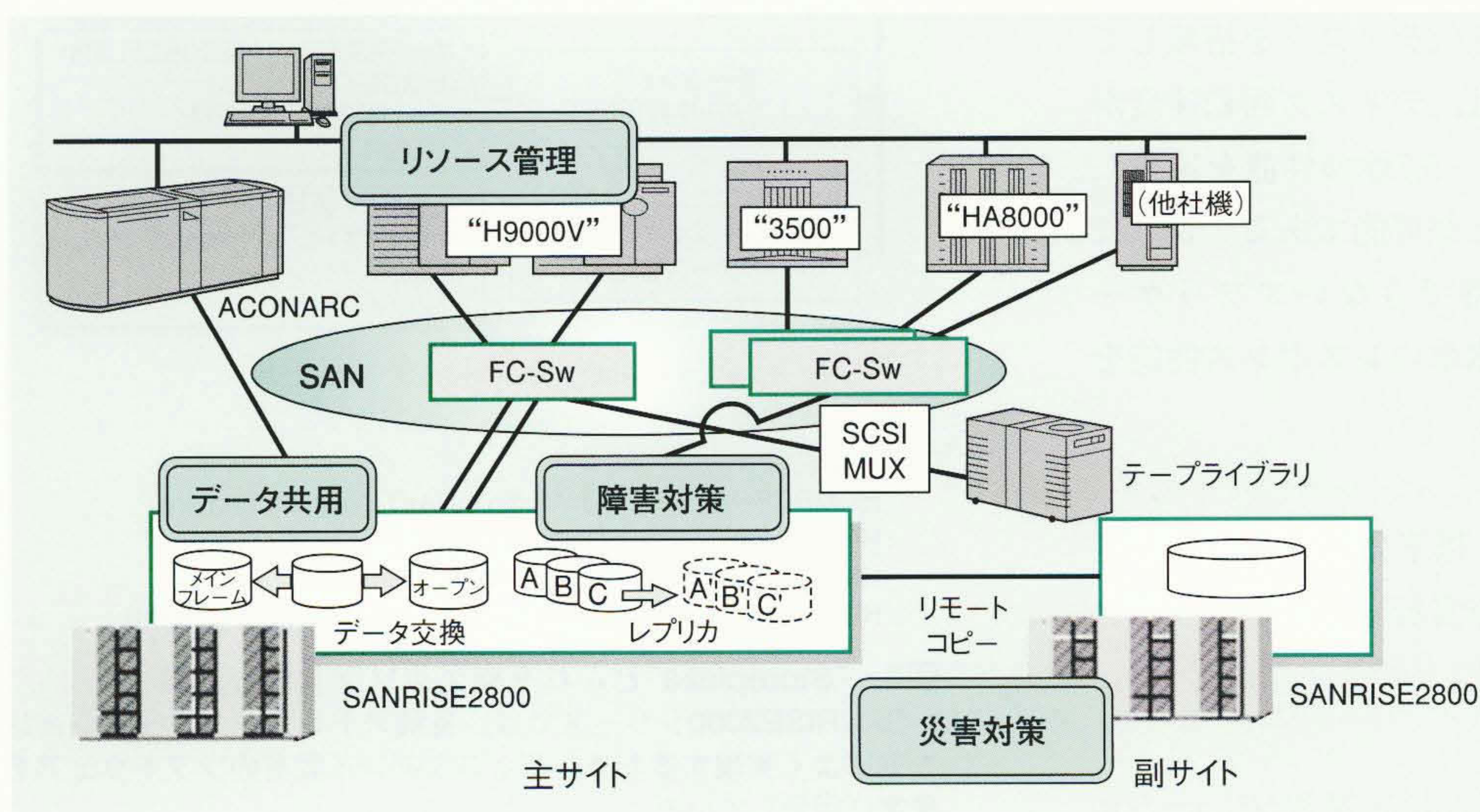
モートコピー機能、データ交換機能、ファイルのレプリカ機能、LUN(Logical Unit)セキュリティ機能、データの自動再配置機能などのインテリジェント機能をディスクアレイのソフトウェアとして提供している。

3.2 アーキテクチャ

階層スター ネット アーキテクチャでは、高性能化と高信頼性を両立させるため、大型ディスクアレイ分野の製品として世界で初めてスイッチ構造とバックエンドファイバ構造を採っている。このアーキテクチャでは、各アダプタからキャッシュ間にスイッチを配置し、さらに、磁気ディスクインタフェースにファイバチャネルを採用している(図3参照)。

スイッチ構造は、従来のバス構造と異なり、アダプタ間を1対1に接続するため、転送路の高速動作を可能としている。動作周波数を100 MHzと従来バスの3倍まで向上させることにより、装置全体で合計6.4 Gバイト/sの内部スループットを実現している。また、バックエンドファイバでは、従来のSCSIと異なり、磁気ディスク間をカスケード接続する必要がなくなるため、これも高速動作が可能である。動作周波数を1 GHz、ファイバ1本当たり100 Mバイト/sとSCSIの5倍まで動作要件を向上させ、装置全体で3.2 Gバイト/sのデータ転送性能を実現している。さらに、従来比で2倍の最大32 Gバイトのキャッシュメモリを搭載しており、キャッシュヒット確率を向上させている。これらにより、従来製品と比べ、シーケンシャル性能で5倍、トランザクション性能で4倍の高性能化をそれぞれ達成している。

また、新たな並列マルチプロセッサ制御方式を採用することにより、チャネル制御用のプロセッサ数を拡大し

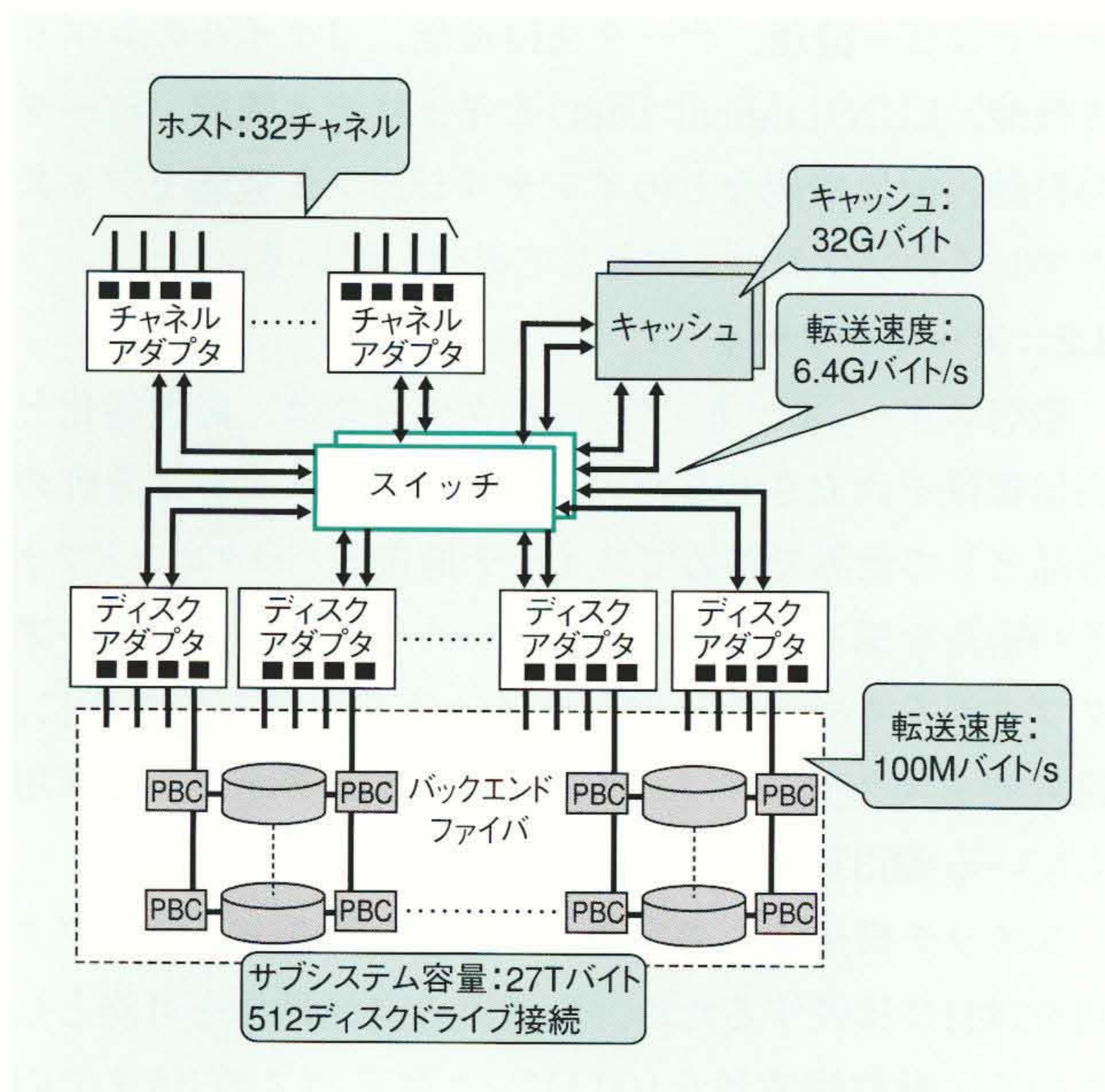


注：略語説明

ACONARC (Advanced Connection Architecture)
FC-Sw (Fiber Channel Switch)
MUX (Multiplexer)

図2 SANRISE2000シリーズを用いた大規模SANソリューションの構成

SANRISE2000シリーズでは、大規模SAN環境で基本的な大容量・高性能・高信頼に加え、ストレージ運用効率を高めるインテリジェント機能により、大規模SANソリューションを提供する。



注：略語説明

PBC (Port Bypass Circuit)

図3 階層スター ネット アーキテクチャの構成

SANRISE2800シリーズでは、高性能と高信頼を両立させるため、世界初のスイッチアーキテクチャとバックエンドファイバを大型ディスクアレイに採用している。

ている。プロセッサ搭載数を64個と従来の2倍まで拡大し、装置全体で32ファイバチャンネルおよび32メインフレーム シリアル チャンネルを実現している。これにより、ストレージ統合に伴う大規模マルチホスト環境での高い多重処理性能を達成している。

さらに、多重スイッチ構造により、故障の迅速な検出と故障時の性能低下を従来の約 $\frac{1}{10}$ に抑えている。これにより、大規模SAN環境での高い運転継続能力を発揮している。

このほか、高速性と大容量を両立させた専用の73 Gバイト・47 Gバイト・18 Gバイト磁気ディスクを搭載している。これらの磁気ディスクでは、ディスク回転速度が $10 \text{ km} \cdot \text{min}^{-1}$ 、平均シーク時間が5.2～5.7秒の性能を達成しており、装置内に混在させることが可能である。これにより、キャッシュヒットが期待できないアプリケーションの実行時でも、業界最高水準のレスポンス性能を期待することができる。

3.3 インテリジェント機能

SANRISE2000シリーズでは、以下に述べるようなさまざまなインテリジェント機能を実行するソフトウェアを提供している(図4参照)。

(1) データプロテクション

HRC(Hitachi Remote Copy)は、災害対策ソリューシ

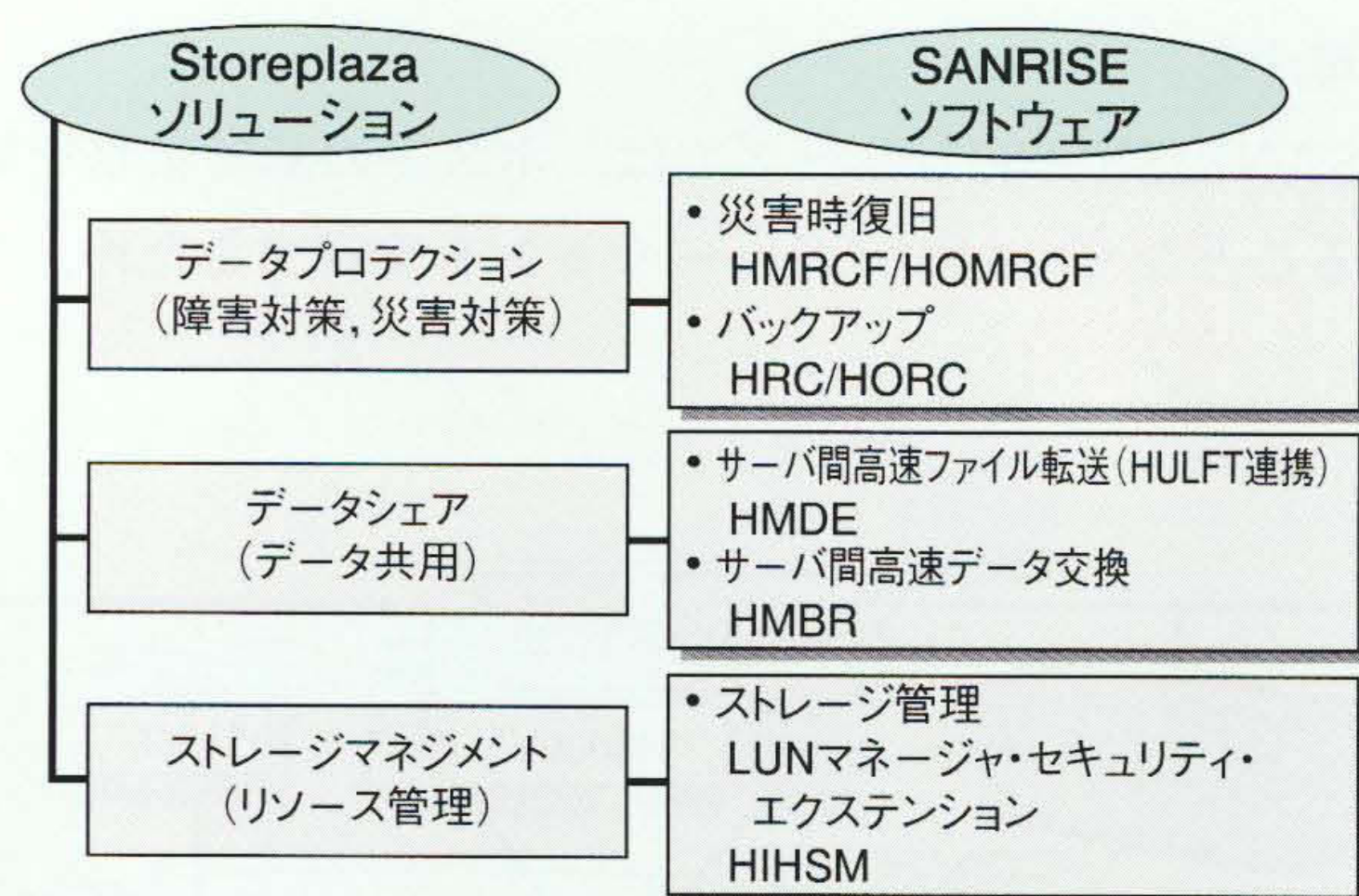
ョンのためのソフトウェアである。稼動中のディスクアレイの主サイト側データから副サイト側へ遠隔コピーを作成する。コピーモードとしては、従来の同期式に加え、非同期式もサポートしている。非同期式は副サイトへの更新処理を非同期に実行するため、主サイトの業務に影響を与えることなく、副サイト側へコピーを作成することができる。

HMRCF(Hitachi Multiple RAID (Redundant Array of Independent Disks) Coupling Feature)は、バックアップを取るためのソフトウェアである。ある時点のオンラインデータのレプリカをディスクアレイで作成する。このレプリカを使用して、オンライン業務のバックグラウンドで、バックアップを高速に実行することができる。

(2) データシェア

HMDE(Hitachi Multiplatform Data Exchange)は、メインフレームとオープンサーバ間のデータを共用するためのソフトウェアである。ディスクアレイでは、中間ディスクを共用することにより、高速にデータを交換することができる。さらに、流通ファイル転送管理プログラム“HULFT5”と連携させることにより、業務システムと連動したデータ交換の自動化が可能となる。

HMBR(Hitachi Multiplatform Backup Restore)は、HMDEと同じくデータシェアのためのソフトウェアである。ディスクアレイでは、オープンサーバのデータをメ



・ソリューション＝ハードウェア・ソフトウェア＋サービス

注：略語説明

HOMRCF (Hitachi Open Multiple RAID Coupling Feature)

HORC (Hitachi Open Remote Copy)

HMBR (Hitachi Multiplatform Backup Restore)

HIHSM (Hitachi Internal Hierarchical Storage Management)

図4 “Storeplaza”とこれを支えるソフトウェア群

SANRISE2000シリーズでは、各種ストレージソリューションを効率よく実現するため、ディスクアレイ固有のソフトウェアを豊富に用意している。

インフレームに高速に転送するほか、信頼性の高いメインフレームのバックアップソフトウェアを用いて、高速に転送したデータをテープライブラリにバックアップする。また、故障時には逆の経路を取り、オープンサーバにリストアすることができる。

(3) ストレージマネジメント

LUNマネージャ・セキュリティ・エクステンションは、論理ボリューム管理のためのソフトウェアである。これらのソフトウェアでは、SAN管理に必須な接続ポート・アドレスの設定、論理ボリュームごとのセキュリティ、および大容量論理ボリュームの作成を実行することができる。

HIHSM(Hitachi Internal Hierarchical Storage Management)は、ディスクアレイの性能をチューニングするソフトウェアである。ディスクアレイ内の負荷バランスを最適化するために、特定論理ボリュームの物理位置を再配置する。このソフトウェアでは、まず、ディスクアレイ内の論理ボリュームの利用率などの統計情報を取得し、負荷状態をディスプレイに表示する。この情報を用いて、高負荷論理ボリュームを高速磁気ディスクに再配置し、低負荷論理ボリュームを低速磁気ディスクに再配置することができる。

4 SANRISE1000シリーズの特色

4.1 特 徴

SANRISE1000シリーズでは、「DF400シリーズ」の基本機能を継承しつつ、いっそうの高性能化、大容量化、および高信頼性を実現した。また、SAN対応機能をはじめ、拡張性を充実することにより、パソコン サーバ ベースから大規模クラスタ環境まで多種多様なシステムでその威力を発揮する。

(1) 高性能、高信頼性

ホストとのインタフェース部(フロントエンド部)では、ファイバチャネルまたはSCSIインタフェースの選択を可能とすることにより、ポート当たりファイバチャネルで100 Mバイト/s、SCSIでも80 Mバイト/s(Ultra-2)の転送能力を実現している。さらに、ドライブとのインタフェース部(バックエンド部)も、従来装置で採用していたSCSIインタフェースからファイバチャネルに変更した。これにより、コントローラの内部性能の大幅な向上と合わせて、その処理能力を従来の3倍以上に高めている。

また、コントローラ、キャッシュメモリ、電源などの二重化、データ保証コードによるデータ保全などの従来

機からの基本機能を継承している。

(2) 容量スケーラビリティ

搭載が可能なディスクドライブ数を、最大で100台まで拡張した。装置構成は、コントローラと電源、10台のディスクドライブを搭載した1台の基本筐(きょう)体をベースとし、これに電源と10台のドライブを搭載できる拡張筐体を最大9台まで接続できるようにした。

これにより、ユーザーは、年々増加する使用ディスク容量に対して、拡張筐体を増設することで容易に対応することができる。

また、72 Gバイト・36 Gバイト・18 Gバイトのディスクドライブをラインアップしており、性能と容量のニーズに柔軟に対応することができる。

(3) マネジメントツールによる管理の容易化

SANRISE1000シリーズでは、各種の管理ツールを取りそろえている。

基本的な装置の設定や、障害の監視を行うディスクアレイ管理プログラムについては、GUI(Graphical User Interface)版とCLI(Command Line Interface)版を各種プラットフォームで提供し、ディスクアレイ装置の操作性と保守性を向上させるとともに、ホスト側の統合管理ソフトウェアとの連携も図っている。

そのほか、“RS-232C”を使用した障害通知プログラムや、SNMP(Simple Network Management Protocol)による障害通知、“ASSIST”による保守拠点への通報などをサポートし、保守面での充実も図っている。

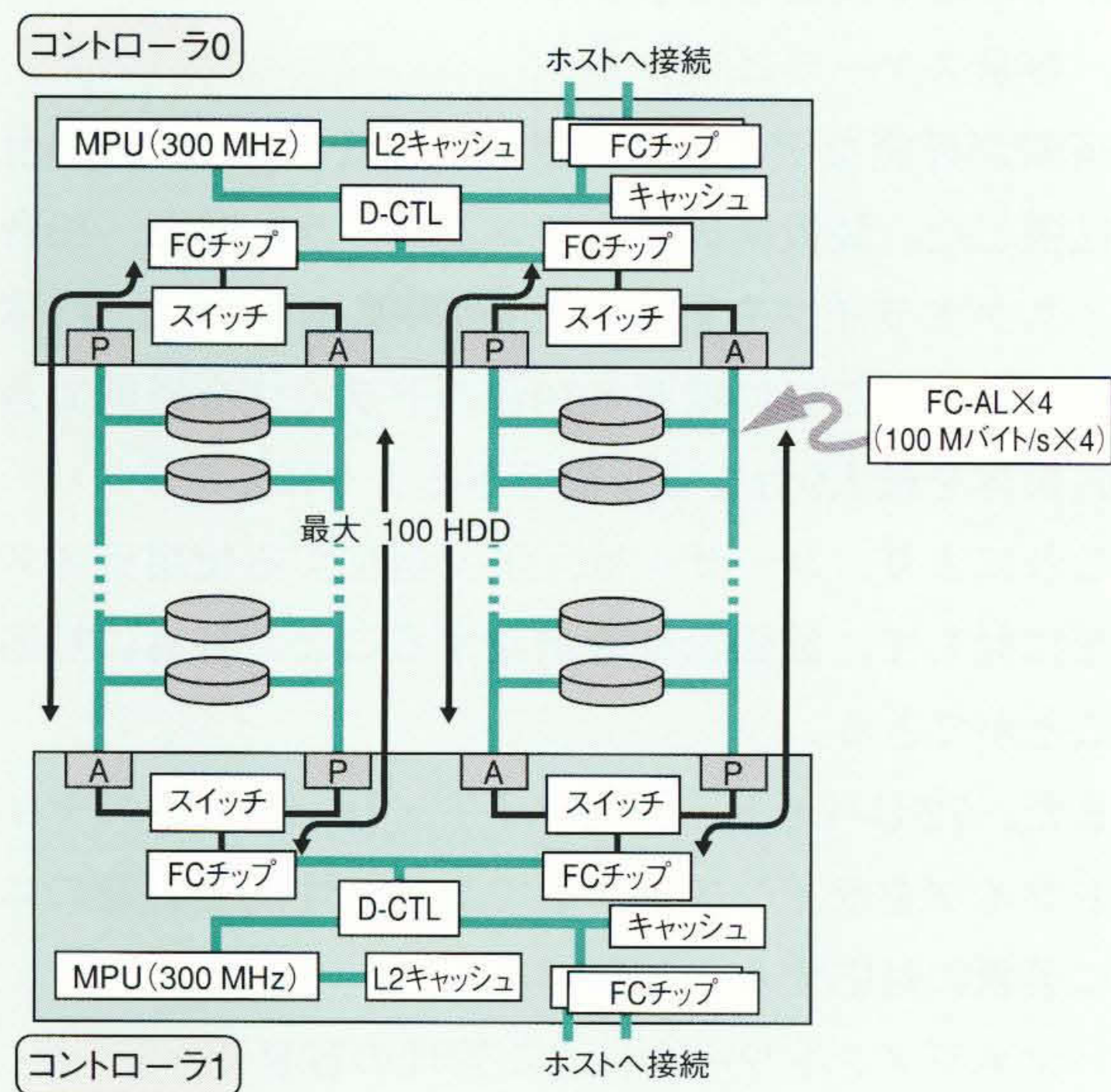
4.2 アーキテクチャ

SANRISE1000シリーズのアーキテクチャを図5に示す。

アレイ制御のほか、装置全体を制御する2枚のコントローラを実装することにより、コントローラ障害時のフェイルオーバー(サーバに障害が発生した場合、代替サーバが処理やデータを引き継ぐ機能)を可能としている。また、各コントローラには最大で2 Gバイトまでのキャッシュメモリを搭載することが可能で、リード・ライト処理の高速化を図るとともに、LUキャッシュ常駐化機能を使用すると、LUのデータをキャッシュメモリの一部に常駐させることができ、いっそうの高速アクセスが可能となる。

フロントエンド部はファイバチャネルとSCSIインタフェースの両方をサポートするので、顧客の要求に対して柔軟に対応することができる。

バックエンド部にはファイバチャネルを採用し、サブ



注：略語説明

FC-AL (Fiber Channel Arbitrated Loop)
D-CTL (データ転送制御チップ)
FCチップ (ファイバチャネルプロトコル制御チップ)
HDD (Hard Disc Drive)
P (プライマリパス)
A (交替パス)
MPU (Microprocessing Unit)
L2 (Layer 2)

図5 SANRISE1000シリーズのアーキテクチャ

SANRISE1000シリーズでは、DF350/DF400のアーキテクチャを継承しつつ、最新のバックエンドファイバ技術を取り入れることにより、性能と拡張性の向上を図っている。

システムとしては4パスの構成としている。これにより、最大で400 Mバイト/sの転送性能を実現するとともに、コントローラ上にはファイバチャネルのパス切替機能を持ち、パス障害時にも交代パスを用いてリード・ライト

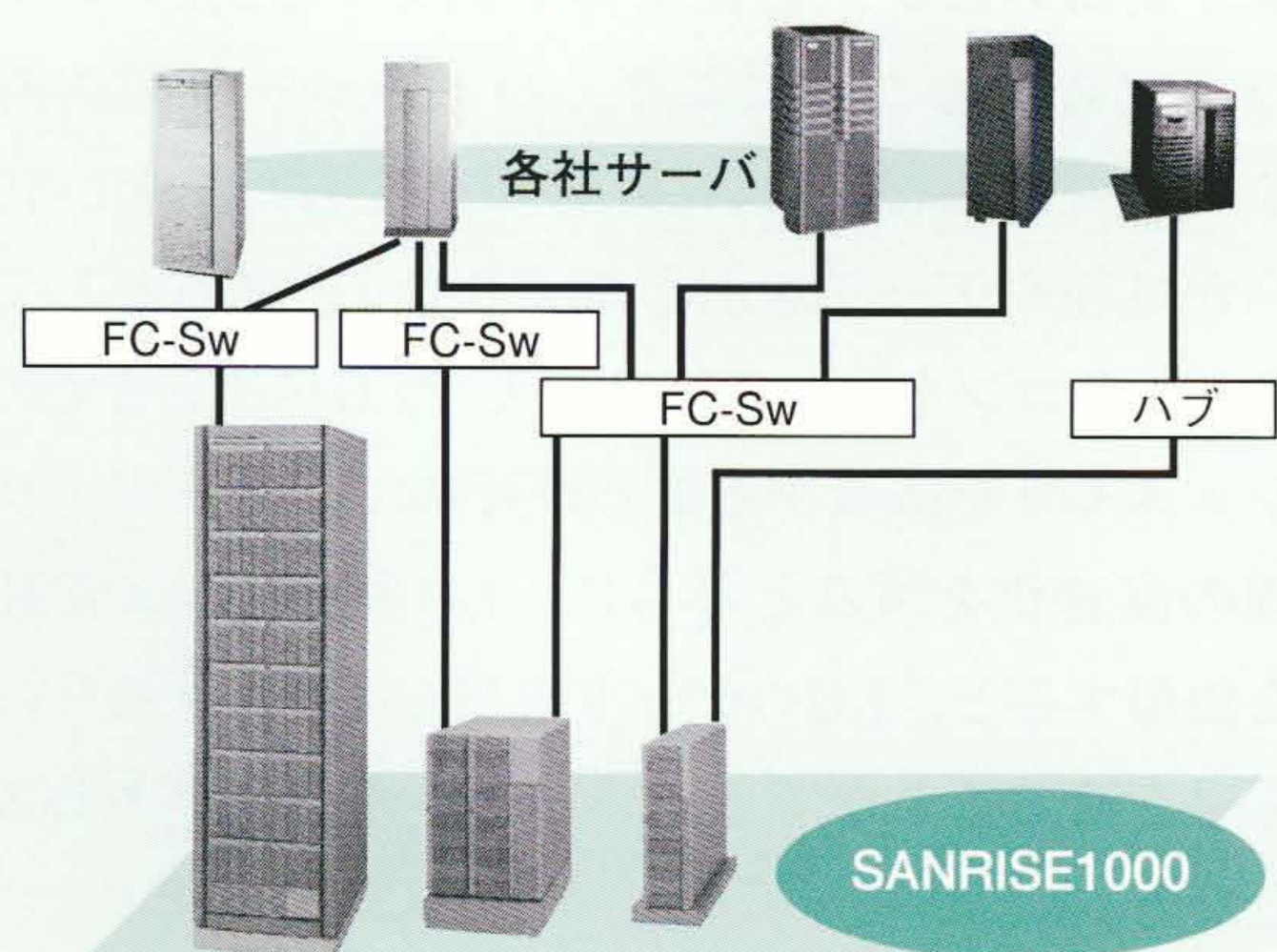


図6 SANRISE1000のSAN接続構成

SANRISE1000シリーズでは、各社サーバとの広範囲な接続性を持ち、FC-Swやハブのほか、ダイレクト接続まで多様なトポロジーに対応している。

処理を継続することができる。

4.3 SAN対応

SANRISE1000シリーズでは、容量的なスケラビリティに加え、SAN世代のストレージとして、ファイバチャネルを介して各社のサーバに広範囲な接続性を提供している。システム構成上も、スイッチやハブなどの接続機器の広範囲なサポートや、SAN環境でのHA (High Availability) ソフトウェアのサポートなどにより、耐障害性に優れた、柔軟なシステム構成を組むことができる(図6参照)。

5 おわりに

ここでは、SAN環境の中核製品となる、日立製作所のディスクアレイサブシステム「SANRISEシリーズ」の特徴と機能について述べた。

今後も「SANRISEシリーズ」をさらに発展させ、ユーザーのニーズに適合した多彩な機能とソリューションを提案していく考えである。

参考文献

- 1) 高松，外：情報処理システムを支えるストレージシステムの技術と利用動向，日立評論，76，2，130～134(平6-2)

執筆者紹介



黒須康雄

1980年日立製作所入社，情報・通信プラットフォームグループ RAIDシステム事業部 コントローラ設計部 所属
現在，大型ディスクシステムの研究開発に従事
博士(情報科学)
電子情報通信学会会員，情報処理学会会員
E-mail: y-kurosu@str.hitachi.co.jp



高松久司

1979年日立製作所入社，情報・通信プラットフォームグループ RAIDシステム事業部 製品企画部 所属
現在，ストレージシステムの製品企画に従事
E-mail: takamats@gm.str.hitachi.co.jp



小林正明

1983年日立製作所入社，情報・通信プラットフォームグループ RAIDシステム事業部 小形ディスクアレイ設計部 所属
現在，小型ディスクアレイの設計・開発に従事
E-mail: ma-koba@str.hitachi.co.jp



佐藤雅彦

1984年日立製作所入社，情報・通信プラットフォームグループ RAIDシステム事業部 小形ディスクアレイ設計部 所属
現在，小型ディスクアレイの設計・開発に従事
E-mail: m-sato@str.hitachi.co.jp